

橡 胶 原 材 料 手 册

第二版

	于清溪	主编	
于清溪	吕百龄	董诚春	
	陈振宝	李和平	编写



化学工业出版社

· 北 京 ·

This is trial version
www.adultpdf.com

本书是在第一版基础上补充修订而成的。

本书从橡胶加工和产品应用角度论述了橡胶工业用各种橡胶、弹性体、配合剂、各种纺织材料和金属骨架材料以及外用材料等，同时介绍了橡胶配合、加工、试验方法和用途。与第一版内容相比，整体结构进行了重新编排；删除了过时以及不合乎发展趋势的橡胶原材料品种；对每种材料中的技术和信息内容都进行了更新和补充；增加了纳米配合材料以及再生胶和胶粉等内容；对商品名称和生产厂家做了更详尽的补充。

本书由有关专家精心编著而成，信息来源广泛，资料新颖，实用性和指导性强，并具有简明性和可查阅性。本书可供橡胶及相关行业的供销人员、进出口贸易人士、科技工作者、企业管理干部以及大专院校师生使用，为从事橡胶工业生产、科研、经营必备的工具书。

图书在版编目 (CIP) 数据

橡胶原材料手册/于清溪主编. —2 版. —北京: 化学工业出版社, 2006.7
ISBN 7-5025-9050-1

I. 橡… II. 于… III. 橡胶加工-原料-手册
IV. TQ330.3-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 072755 号

橡胶原材料手册

第二版

于清溪 主编

于清溪 吕百龄 董诚春 陈振宝 李和平 编写

责任编辑: 宋向雁 李晓文 冯国庆

责任校对: 王素芹

封面设计: 张 辉

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市万龙印装有限公司装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 53 $\frac{3}{4}$ 字数 1373 千字

2007 年 1 月第 2 版 2007 年 1 月北京第 5 次印刷

ISBN 7-5025-9050-1

定 价: 128.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

京化广临字 2006—37 号

This is trial version
www.adultpdf.com

第二版前言

《橡胶原材料手册》从 1996 年问世以来，受到广大读者的热忱欢迎，几次印刷供不应求，为传播橡胶技术知识信息和推进我国橡胶工业发展尽了微薄之力，编者在此深感欣慰和由衷的高兴。岁月流逝，如今本书已经度过了难忘的十载，伴随着橡胶工业进入了 21 世纪的新纪元。

十年来，世界技术发展日新月异，一日千里；橡胶工业经济区域化、全球化、集约化、一体化的趋势日益明显。现在，世界橡胶总消耗量已经直逼 2100 万吨，其中合成橡胶达到 1200 万吨之多。乳胶消耗量也已达 400 万吨以上，其中天然乳胶超过 100 万吨。液体橡胶以聚氨酯为代表，首次突破百万吨。热塑性弹性体更以超出橡胶一倍以上的增长速度向前发展，生产量已指向 200 万吨，其中热塑性硫化胶已占到 1/10 以上。橡胶配合剂以及各种助剂也跟着相应快速发展，使用量较十年之前增长了 30%~50%，出现了许多高性能、多功能和绿色环保型的新型原材料。

在此期间，国内外橡胶和助剂企业不断分化改组，并购重组之风此起彼伏，通过大型化又进一步实现集团化和合作化，并且开始走向国际化、一体化。因此，生产厂家名称和商品牌号也跟着发生了一系列变化。电子信息等高新技术在橡胶工业中的应用普及，更把橡胶配合加工的技术提高到一个崭新的水平。安全轮胎、绿色轮胎、智能轮胎、节能胶带、防爆胶管和功能性胶鞋等一系列高技术含量橡胶制品的出现和发展，对原材料的选择应用也提出了更高、更严格的要求。在此种种，人们都期望着有新版橡胶原材料手册的面世。

这十年来，我国橡胶工业随着改革开放的扩大深化和社会主义市场经济的逐步完善，生产发展极为迅猛，发生了前所未见的巨大变化。中国的橡胶消耗量由 1994 年的 125 万吨，上升到 2005 年的 406 万吨，跃居世界首位；轮胎生产量从 5000 万条飙升至 3.18 亿条，位居全球第二，出口 9000 万条以上，占据全球轮胎交易市场第一位；鞋类生产 80 亿双，占全球产量 60% 以上，出口 50 亿双。再生胶和胶粉生产使用量超过 150 万吨，占世界产量的一多半。胶带、胶管、胶布以及一些工业制品的生产，在世界上也处于前茅地位。我国已经成为世界橡胶工业重要生产基地之一。

与此同时，我国天然橡胶和合成橡胶生产也都分别达到了 50 万吨和 160 万吨以上，配合剂和助剂工业都呈现大发展的局势，质量不断改善，品种不断扩大，产量扶摇直上，市场日益活跃。其中很多已达国际水平，受到外商青睐，出口国外。这里有很多是新的生产厂家和新的商品牌号，亟待补列到手册中去，以反映我国原材料的发展现状和生产技术水平，为橡胶科学技术人员、经销者提供新的信息来源。

基于以上情况，编者应化学工业出版社的要求和广大读者的愿望，决定对手册进行全面修订补充，赶上时代发展的步伐。然而由于已时隔十年之久，原来参加编写的人员因为工作、身体等原因，已无法重新组织在一起完成此项任务。因此，几经斟酌，决定在原来部分人员的基础上，另聘业界部分知名专家，共同组织编写。第 1 篇中第 1 章由于清溪编写；第 1 篇中第 2 章~第 9 章由李和平编写；第 2 篇由吕百龄编写；第 3 篇由陈振宝编写；第 4 篇和第 5 篇由董诚春编写。全书由于清溪统稿。原书第 5 篇应广大读者要求，另行修订补充，

增加内容，单独由化学工业出版社出版，改名为《橡胶制品生产手册》。仍由曾守信、于清溪编写，于清溪统稿。

由于橡胶原材料涉及的面极为广泛，而且近年来的变化又非常迅速，情况难以及时、完全掌握。尽管编者千方百计从多种渠道进行搜集整理，但由于时间和水平所限，不当之处仍恐难免，敬请各方指正。本书第二版如能对从事橡胶工业工作的生产、科研、经营、销售等人员以及有关原材料生产厂家、进出口贸易厂商和相关行业部门的人士有所裨益，为其事业带来繁荣发展，编者将感到最大鼓舞和无上光荣。

编 者
2006 年 6 月

第一版前言

橡胶工业用原材料来自农业、化工、石油、煤炭、冶金、建材、轻工、纺织、林产等诸多领域，多属于专用或有特殊要求，已各自形成了生产体系。这类原材料，包括原料橡胶、各种助剂以及骨架材料等，是橡胶配合加工乃至产品制造的基础，其质量性能在很大程度上决定着橡胶制品的档次水平，成为橡胶工业发展的重要标志之一。

改革开放 16 年来，我国橡胶工业取得了举世瞩目的长足进展。1994 年，生胶消耗量已超过 125 万吨，位居世界第三；轮胎产量 5000 万条，摩托车轮胎、自行车轮胎和手推车轮胎共达 1 亿 5 千万条，已进入国际产胎大国前列。现在，我国橡胶工业用的原材料总量估计至少在 330 万吨以上。世界上 1994 年橡胶用量达 1500 万吨，炭黑 700 万吨，橡胶有机助剂 50 万吨。子午线轮胎的迅速发展，阻燃运输带和橡塑胶管等工业橡胶制品的升级换代以及高科技用精细橡胶制品和功能性橡胶的大量涌现，都同新的原材料有着密不可分的关系。原材料被公认为是橡胶工业整体水平提高的一个重要方面。

为了帮助读者全面了解橡胶用原材料的发展现状，正确选择并使用好各种新出现的原材料，把橡胶加工技术提高到一个新的水平，我们编写了这本手册。手册收集了国内外橡胶工业近年来见之于市场的各类原材料约 2000 余种，从实用角度介绍了它们的简单制法、性能、特点、用途及包装、贮运、应用注意事项等，同时列出了生产厂家、商品牌号、对应产品和参考价格。它可说是集橡胶用所有原材料的大成，对橡胶工业者来说，堪称人人必备的“原材料大全”。

这部书同其他各类大全的不同之处在于：它不是对原材料进行简单的罗列和商品的一般介绍，而是着重从橡胶加工的实际需要出发，紧密结合配方与结构设计的要求，系统地论述不同原材料性能的长短得失、合理选配方法以及相互之间的协同作用、整体性能影响关系等。此外，还简明扼要、深入浅出地阐述了原料橡胶与助剂的配合加工、试验鉴别等相关的一些问题。这本书对于从事橡胶工业工作的各类人员，包括生产、科研、经营、销售等各个方面，以及与之有关的原材料生产厂家、科研设计院所、进出口贸易商社等都是十分有用的。

由于近年来橡胶用原材料发展很快，变化很大，尽管编者做了最大努力，仍难达到最全最新的夙愿，不当之处在所难免，敬请各方读者补充指正。本书如能对当今我国橡胶工业转入市场经济大潮，为迎接 21 世纪橡胶工业大发展有所贡献，编者将感到莫大荣幸。

本书第一篇第 1 章于清溪执笔，第 2 章～第 9 章陈士朝执笔；第二篇第 1 章、第 2 章吕百龄执笔，第 3 章龚怀耀执笔，第 4 章～第 6 章董诚春执笔；第三篇范仁德执笔；第四篇董诚春执笔；第五篇第 1 章、第 2 章于清溪执笔，第 3 章～第 5 章曾守信执笔。

于清溪
1995 年元月

第 1 篇 橡胶与弹性体

橡胶同塑料、纤维并称为三大合成材料，是唯一具有高度伸缩性与极好弹性的高聚物。橡胶是橡胶工业的重要原料，用以制造轮胎、管带、胶鞋等各种橡胶制品。橡胶还广泛用于电线电缆、纤维与纸加工、石棉以及塑料改性等方面。

橡胶的独特加工工艺是通过“硫化”将线型高分子交联成三维网状高分子量聚合物，即由所谓的原料橡胶转变为硫化橡胶，前者习惯上称为生橡胶或生胶，而后者叫做橡胶或熟胶。最近 30 多年来，由于出现了不需硫化而只用简单塑料工艺即可加工的热塑橡胶，所以硫化橡胶一词已名不副实。为与一般的塑性体相区分，人们将这类橡胶称为弹性体。目前，这种称呼在学术界相当普遍，并已开始扩及到不能用硫黄硫化的各种特殊饱和橡胶方面。

生胶是分子量为 10 万~100 万以上的黏弹性物质。生胶在室温和自然状态下有极大的弹性，而在 50~100℃之间开始软化，此时进行机械加工能产生很大的塑性变形，易于将配合材料均匀混入胶中并制成各种胶料和坯体。这种配合橡胶在 140~180℃的热状态下，经过一定时间（通常为 2~40min），橡胶分子之间即产生化学结合，从而完全丧失塑性，成为有实用价值的、既强韧又柔软的橡胶制品。

橡胶（或弹性体）的第一大特征是弹性模量非常小，仅为 2~4MPa，约为钢铁的 1/30000，而伸长率则高达钢铁的 300 倍；同塑料对比，伸长率虽接近，但模量只有其 1/30。橡胶的拉伸强度约为 5~40MPa，破坏时的伸长率可达 100%~800%。在 350%的范围内伸缩，回弹率能达到 85%以上，即永久变形在 15%以内。橡胶最宝贵的性能是在 -50~130℃的广泛温度范围内均能保持正常的弹性。

橡胶以及弹性体的第二大特征是具有相当好的耐气透性以及耐各种化学介质和电绝缘的性能。某些特种合成橡胶更具备良好的耐油性及耐温性，能抵抗脂肪油、润滑油、液压油、燃料油以及溶剂油的溶胀；耐寒可低到 -60~-80℃，耐热可高到 180~350℃。橡胶还耐各种屈挠弯曲变形，因为滞后损失小，往复 20 万次以上仍无裂口现象。

橡胶（包括弹性体）的第三大特征在于它能与多种材料物质并用、共混、复合，由此进行改性，以得到良好的综合性能。橡胶用炭黑等填料进行补强时，能使耐磨性能提高 5~10 倍，对非结晶性的合成橡胶能提高力学强度 10~50 倍（丁苯橡胶-硅橡胶）。不同橡胶品种之间的互相并用以及橡胶同多种塑料的共混，可使橡胶的性能得到一个质的改进与提高。橡胶与纤维、金属材料的复合，更能最大限度地发挥橡胶的特性，形成各式各样的复合材料和制品，这是橡胶的生命力所在。

橡胶的这些基本特性使它成为工业上极好的减震、密封、屈挠、耐磨、防腐、绝缘以及粘接等材料。由此而扩展的各类橡胶复合制品迄今已达 8 万~10 万种之多。橡胶的耗用量每年达到 2000 万吨以上，其中有 80%左右是橡胶工业使用，其余 20%用于非橡胶工业。橡胶工业还使用大量的纤维、金属以及部分塑料共同构成复合的橡胶制品，代表性的产品为轮胎。轮胎的橡胶用量占全部橡胶消费量的约 60%。轮胎中橡胶与炭黑以及纤维、金属形成了三分天下。

世界上，橡胶（包括塑料改性的弹性体）的种类已不下 100 种之多。如果按牌号估算，

实际上已超过 1000 种，其分类大致如下。

(1) 按制取来源与方法 分为天然橡胶与合成橡胶两大类。其中天然橡胶的消耗量占 42%，合成橡胶的消耗量占 58%。

(2) 按橡胶的外观表征 分为固态橡胶（又称干胶）、乳状橡胶（简称胶乳）、液体橡胶和粉末橡胶四大类。其中固态橡胶的产量约占 70%~80%。

(3) 按应用范围及用途 除天然橡胶外，合成橡胶可分为通用合成橡胶（年生产量 100 万吨以上）、半通用合成橡胶（年生产量 50 万~100 万吨）和特种合成橡胶（年生产量 50 万吨以下）三档。天然橡胶为最典型的通用橡胶，同时，也有经改性的特种橡胶；而通用及半通用的合成橡胶既有部分天然橡胶的通用特性，也有专用橡胶的性能。

(4) 按化学结构 根据橡胶分子链上有无双键存在，分为不饱和橡胶与饱和橡胶两大类，前者有二烯类及非二烯类的硫化型橡胶，后者有非硫化型橡胶及其他弹性体之分。饱和橡胶进而又分为主链含亚甲基的橡胶（乙丙橡胶、氯化聚乙烯、氯磺化聚乙烯、丙烯酸酯橡胶以及氟橡胶等）、主链含硫的橡胶（聚硫橡胶）、主链含氧的橡胶（氯醚橡胶）、主链含硅的橡胶（硅橡胶）及主链含碳、氧、氮的橡胶（聚氨酯橡胶）等。

除天然橡胶之外，属于不饱和类的橡胶还有量大面广的丁苯、丁二烯、异戊二烯、氯丁、丁腈、丁基等合成橡胶，它们同亚甲基型的橡胶都可以进行化学改性，如羧基化、氯化、氯磺化等。还有用二烯苯等预交联的橡胶。

(5) 按照橡胶中填充材料的种类 在通用及半通用橡胶方面有充油橡胶、充炭黑橡胶以及充油充炭黑橡胶。其充油量以 12.5 份为基数，分为 25 份、37.5 份、50 份各档。

(6) 按单体组分 合成橡胶分为均聚物、共聚物以及带有第三组分的共聚物（亦称三聚物）。共聚物视单体排列顺序又分为任意型（无定形）橡胶、嵌段型橡胶、交替型橡胶以及接枝型橡胶。

(7) 按聚合条件 合成橡胶有本体聚合、悬浮聚合、乳液聚合及溶液聚合 4 种。乳液聚合有冷聚与热聚之分；溶液聚合有阴离子聚合与阳离子聚合之分。阴离子聚合多为定向聚合，可以合成各种有规立构橡胶。

有规立构橡胶从微观结构观察有顺式-1,4-橡胶和反式-1,4-橡胶之分。前者又可细分为高顺式橡胶、低顺式橡胶和中顺式橡胶。

乳液聚合常为无规任意形橡胶，以丁苯橡胶、氯丁橡胶为代表，微观呈顺式-1,4、反式-1,4、反式-1,2 位、反式-3,4 位结合的混合型（歧化型）。

(8) 按橡胶的工艺加工特点 橡胶视门尼黏度（分子量）的高低，分为标准门尼黏度（40~50）、低门尼黏度（30~40）、高门尼黏度（70~80）和特高门尼黏度（80~90）以及超高门尼黏度（100 以上）几种。随着门尼黏度的增高，混合加工难度变大，物理力学性能提高。低黏度橡胶多用于海绵以及与其他橡胶并用改性。高黏度橡胶主要用来制造胶黏剂，并可进行高填充，以降低成本。

合成橡胶还视稳定剂的种类分为非污染型（NST）、污染型（ST）和无污染型（无稳定剂）（NIL）三种。

(9) 按橡胶的功能 橡胶还可分成自补性强的橡胶与自补性弱的橡胶，前者又称为结晶性橡胶（如天然橡胶、氯丁橡胶），后者又分为微结晶性橡胶（如丁基橡胶）和非结晶性橡胶（如丁苯橡胶等）。根据橡胶分子中是否含有极性基团，又分为极性橡胶（耐油橡胶）和非极性橡胶（不耐油橡胶）。

(10) 按共混并用材料 橡胶有高苯乙烯（HS）、聚氯乙烯（PVC）、聚乙烯（PE）、聚

丙烯（PP）及乙烯醋酸乙烯（EVA）共混型等多种类型。根据共混比的不同，构成热硫化型弹性体及热塑性弹性体。热塑性弹性体可用塑料成型机械加工，不需硫化，能取代传统橡胶制造温度要求不高的橡胶制品。

此外，根据橡胶最终交联的性质，还可分为硫黄硫化、无硫（有机硫化物）硫化、过氧化物交联、醌酐交联、金属氧化物交联以及树脂交联等多种类型。硫化和交联形式对橡胶的耐热、耐压缩变形、耐老化等性能有较大影响。

根据橡胶种类及交联形式，在工业使用上橡胶又分为如下几类。

一类按耐热及耐油性等功能分为：普通橡胶、耐热橡胶、耐油橡胶、耐热耐油橡胶以及耐天候老化橡胶、耐特种化学介质橡胶等。

另一类按橡胶的软硬程度分为：一般橡胶、硬橡胶、半硬质胶、硬质胶、微孔胶、海绵胶、泡沫橡胶等。

所有橡胶及弹性体在橡胶工业上都称为新橡胶；而由废旧橡胶“脱硫”制造的再生橡胶，称作再生胶。废橡胶以常温、冷冻或湿磨法粉碎至 40~325 目的微细颗粒称为硫化胶粉。再生胶和硫化胶粉仍具有橡胶的属性，可作为降低成本以及改善工艺性能的原料掺用到橡胶中。

世界橡胶及其胶乳和热塑性弹性体的消耗量分别见表 1-1~表 1-4。

表 1-1 世界橡胶消耗量（一）

单位：万吨

国家或地区		1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年
北美洲	加拿大	31.9	36.1	39.0	38.6	37.8	38.1
	美国	317.5	318.8	336.6	351.1	333.3	338.4
拉丁美洲	巴西	43.5	45.0	47.1	48.5	48.6	54.6
	墨西哥	19.3	23.6	25.0	25.5	25.9	25.7
	其他拉美国家	33.7	31.8	36.2	35.9	30.4	34.7
西欧	比利时/卢森堡	14.3	14.6	15.1	18.4	16.0	16.3
	法国	60.6	61.8	60.8	67.4	68.7	79.0
	德国	63.8	69.0	72.3	82.9	79.1	88.2
	意大利	39.5	39.1	40.7	42.1	42.1	43.0
	西班牙	32.2	33.0	36.8	38.6	39.5	43.2
	英国	34.4	34.1	35.4	31.6	31.9	32.1
	其他西欧国家	42.3	39.1	41.1	47.1	47.2	48.5
东欧	白俄罗斯	3.5	4.4	4.8	4.2	4.8	4.9
	捷克	8.0	8.5	9.2	11.4	12.2	14.2
	波兰	11.1	11.6	13.0	14.3	13.7	17.1
	罗马尼亚	6.8	6.6	6.0	4.4	3.6	4.0
	俄罗斯	43.7	45.4	45.9	36.4	45.1	57.4
	乌克兰	8.0	9.6	9.9	7.6	6.4	7.2
	其他东欧国家	19.1	18.9	17.2	21.7	20.5	22.6
非洲	南非	11.6	10.4	11.1	11.5	9.8	12.0
	其他非洲国家	11.5	11.7	11.4	12.8	12.4	11.9

续表

国家或地区		1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年
大洋洲	澳大利亚	11.1	10.5	10.5	10.0	9.8	9.4
亚洲	土耳其	16.7	18.7	19.0	18.4	16.5	18.6
	中国	154.0	168.0	190.5	183.9	213.7	253.5
	印度	64.9	69.9	72.9	73.5	78.3	80.9
	印度尼西亚	27.1	26.8	25.4	20.2	21.9	26.9
	日本	177.7	183.9	187.6	182.3	186.7	188.9
	韩国	67.0	74.0	70.7	56.0	72.6	71.4
	马来西亚	39.1	42.7	41.0	41.3	44.3	46.0
	中国台湾	38.7	37.0	39.7	37.5	37.4	35.4
	泰国	23.8	25.9	27.2	28.1	34.6	38.6
	其他亚洲国家	36.5	39.5	39.5	38.4	40.6	43.7
世界总计		1512.9	1570.0	1638.6	1641.6	1684.8	1809.1

表 1-2 世界橡胶消耗量 (二)

单位: 万吨

国家或地区	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年
中国	279.00	306.00	364.00	406.75	440.60
美国	281.36	300.58	300.49	305.04	311.38
日本	181.43	184.50	189.49	196.11	204.03
印度	80.23	87.17	92.02	96.80	101.84
德国	85.90	85.90	87.53	86.68	89.51
巴西	54.97	57.78	60.79	71.22	71.88
韩国	70.48	69.06	67.48	69.08	70.32
俄罗斯	61.10	57.00	65.10	61.82	62.36
法国	74.65	70.00	79.34	65.02	58.46
马来西亚	49.69	52.99	54.38	54.19	55.10
西班牙	43.76	47.33	48.16		
泰国	39.31	43.84	46.16		
中国台湾	32.20	39.05	40.75		
意大利	41.20	39.30	38.90		
加拿大	35.84	38.31	37.50		
英国	27.40	29.35	29.70		
其他	309.08	318.74	283.01		
世界总计	1747.60	1826.90	1934.80	2017.90	2065.90

表 1-3 世界胶乳 (天然) 消耗量

单位: 万吨

国家或地区		2000 年	2001 年	2002 年	2003 年
北美洲	加拿大	0.45	0.43	0.36	0.74
	美国	11.00	10.68	11.49	9.33
拉丁美洲		3.34	3.38	3.58	3.34
西欧	法国	0.37	0.37	0.42	0.38
	德国	1.90	1.80	1.60	1.30
	英国	2.01	1.98	1.79	1.55
	其他国家	4.48	5.10	4.99	4.49

续表

国家或地区		2000 年	2001 年	2002 年	2003 年
东欧	俄罗斯	0.16	0.43	0.32	0.29
	其他国家	1.13	1.01	1.48	1.35
非洲		0.55	0.46	0.53	0.48
亚洲	中国	9.10	10.80	10.60	12.60
	印度	6.94	7.26	7.53	8.18
	日本	0.89	0.81	0.70	0.71
	韩国	2.64	2.58	2.46	2.58
	马来西亚	29.50	33.00	34.89	36.59
	其他国家	17.30	17.27	17.84	18.28
世界总计		91.76	97.36	100.58	102.19

注：全球合成胶乳消耗量约为 300 万吨。

表 1-4 世界热塑性弹性体消耗量

单位：万吨

地 区	1990 年	1995 年	2000 年	2005 年
北美	27.5	31.5	60.3	76.1
欧洲	32.0	29.1	36.5	42.3
亚洲	15.0	40.9	49.2	77.1
世界总计	74.5	101.5	146.0	195.5

目前，世界橡胶（含胶乳）的消费增长速度平均每年为 2.5%~3.5%，而热塑性弹性体则以 5%~6% 的速度快速向前发展。随着子午线轮胎扩大对天然橡胶需求的快速增长，天然橡胶的增速已高于合成橡胶。热塑性弹性体的高增长来自于制鞋、汽车和建筑等领域用量的急剧扩大。2005 年全世界橡胶与热塑性弹性体的总消耗量已达 2300 万吨以上。

第 1 章 天 然 橡 胶

天然橡胶是从天然植物中获取的以异戊二烯为主要成分的天然高分子化合物。主要有以含顺式异戊二烯为主的天然橡胶和以含反式异戊二烯为主的反式天然橡胶。在工业上，也包括以天然橡胶为基础、用各种化学药剂处理的改性天然橡胶。

目前，天然橡胶的消耗量在世界上已超过 868 万吨，从品种上说，约 88% 为固态橡胶。其余 12% 为胶乳和液体天然橡胶。固态橡胶中，主要以天然橡胶为主，反式天然橡胶的古塔波胶以及化学改性的专用特种天然橡胶尽管品种繁多，但用量却极其有限。

在合成橡胶大量出现之前，天然橡胶曾是橡胶工业及其制品的万能原料，有“褐色黄金”之称。如今，合成橡胶产量已超过天然橡胶，达到年产 1200 万吨，但天然橡胶仍被公认为是性能最佳的通用橡胶，在轮胎、医疗卫生用品等领域均是主导的原料橡胶。

世界上含橡胶的植物包括乔木、灌木、藤本及草本等科在内，已多达 2000 余种。而品质好、有经济价值、现今大量种植发展的只有赫薇亚系的三叶橡胶树一种。近年来，野生的银色橡胶菊经过品系的不断改良，在墨西哥也开始步入实用阶段。

橡胶树是生长在热带地区的含橡胶植物。原产于南美巴西，曾作为野生植物采伐利用。1876 年开始人工种植，经英国伦敦移植到锡兰（今斯里兰卡）和新加坡。一个世纪以来，天然橡胶种植国家已发展到 48 个，种植面积约达 1000 万公顷，主要集中在东南亚和中非一带地区的国家生产。其中，马来西亚、印度尼西亚和泰国三家的生产量均分别达到了 113 万吨、227 万吨和 291 万吨（马来西亚最高年产量达到过 165 万吨），这三个生产国合计占全世界的 73%，其中 80%~90% 的产量供应给世界各大工业国家。这种产销形势使天然橡胶成为世界性的战略物资。表 1-1-1 为主要的天然橡胶生产国的种植面积，表 1-1-2 为世界主要国家天然橡胶生产量。表 1-1-3 为世界各国天然橡胶消耗量。表 1-1-4 为世界天然橡胶历年产量变化情况。

表 1-1-1 世界主要国家天然橡胶种植面积

单位：×10³ ha

国 家	年 份	种 植 面 积			2005 年产胶面积
		大胶园	小胶园	合 计	
印度尼西亚	2002	548.0	2770.0	3318.0	2675.0
泰国	2002	190.0	1783.0	1973.0	1680.0
马来西亚	2000	186.2	1244.5	1430.7	1400.0
中国	2002	378.0(国有)	252.0(民营)	630.0	470.0
印度	2002	68.0	502.0	570.0	480.0
越南	2002			420.0	510.0
斯里兰卡	2002	56.0	101.0	157.0	114.0
尼日利亚	1999	60.0	90.0	150.0	339.0
利比里亚	1999	60.4	48.5	108.9	123.0
缅甸	1995	46.0	58.8	104.8	72.0
巴西	2001			100.6	104.0
利特迪瓦	1998	70.0	25.8	95.8	74.0
菲律宾	1999	92.0		92.0	80.0
柬埔寨	1990			52.3	
孟加拉	1989			46.7	
危地马拉	2002			44.5	
喀麦隆	1997			42.0	
总计				9425.7	8366.0

表 1-1-2 世界主要国家天然橡胶（NR）生产量

单位：万吨

国 家	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年
泰国	234.64	231.96	261.51	287.60	298.43	291.08
印度尼西亚	150.11	160.73	163.00	179.22	206.62	226.98
马来西亚	92.76	88.21	88.98	98.56	116.87	113.07
印度	62.90	63.15	64.08	70.71	74.26	77.05
中国	44.50	46.40	46.80	48.00	48.60	42.80
越南	29.30	33.10	37.20	38.00	41.50	43.55
科特迪瓦	12.28	12.79	12.00	12.70	14.30	15.30
利比里亚	10.50	10.70	10.90	11.00	11.50	11.20
巴西	8.80	8.80	8.90	9.40	9.60	9.80
斯里兰卡	8.76	8.62	9.05	9.20	9.47	9.47
菲律宾	6.70	7.10	7.60	8.40	8.00	8.00
其他	12.65	54.54	24.48	26.41	25.35	19.90
总计	673.90	726.10	734.50	799.20	864.50	868.20

表 1-1-3 世界天然橡胶 (NR) 消耗量

单位: 万吨

国 家	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年
中国	108.0	121.5	131.0	148.5	163.0	182.6
美国	119.5	97.4	111.1	107.8	114.4	115.9
日本	75.2	72.9	74.9	78.4	81.5	85.9
印度	63.8	63.0	68.0	71.1	74.5	78.6
马来西亚	36.5	40.0	40.8	42.1	40.3	38.6
韩国	33.2	33.2	32.6	33.3	35.2	37.0
泰国	24.2	25.3	27.8	28.2	30.2	32.2
巴西	22.6	21.6	22.3	25.6	28.2	31.1
德国	25.0	24.6	24.7	25.1	22.2	26.0
法国	30.8	28.2	23.1	30.0	23.0	23.4
其他	191.2	189.3	195.7	197.9	215.5	222.9
总计	730.0	717.0	752.0	788.0	828.0	874.2

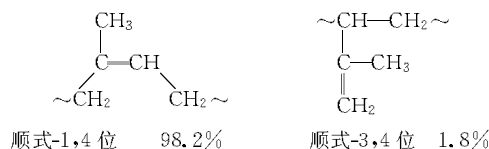
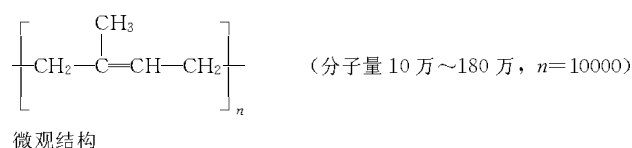
表 1-1-4 世界天然橡胶 (NR) 历年产量变化情况

单位: 万吨

年份	1900 年	1910 年	1920 年	1930 年	1940 年	1950 年
生产量	4.5	9.5	34.2	82.5	141.7	186.0
年份	1960	1970 年	1980 年	1990 年	2000 年	2005 年
生产量	201.5	289.7	379.0	521.0	673.0	868.2

1.1 天然橡胶

天然橡胶 (顺式天然聚异戊二烯橡胶) 化学结构如下。



天然橡胶的化学组成

单位: %

成 分	比 例	成 分	比 例	成 分	比 例
橡胶烃	91.68~96.51	丙酮抽出物	1.25~4.10	水溶物	0.06~0.23
蛋白质	2.07~3.84	灰分	0.09~0.41	水分	0.20~0.74

赫薇亚橡胶树乳液的组成

单位: %

成 分	比 例
橡胶	34~37
水	52~60
蛋白质	2~2.7
树脂	1~3.4
糖分	1.5~4.2
矿物质	0.2~0.7

天然橡胶的物理特性

性 能	数 值
相对密度	0.92
门尼黏度	90
凝胶含量/%	20~45
灰分/%	0.3~0.4
熔融温度/°C	130~140
分解温度/°C	200

天然橡胶又称三叶橡胶，为天然类橡胶中最具代表性的典型品种。产量占全部天然橡胶的 96% 以上，从野生到人工种植已有 500 多年的利用历史。天然橡胶属国际重要商品，有国际统一分类标准及包装方法。

1.1.1 标准胶

标准胶 (standard natural rubber) 又称颗粒胶 (crumb rubber)。

【化学组分】

组分/%	数 值	组分/%	数 值	组分/%	数 值
橡胶	92.40~94.00	丙酮抽出物	2.63~3.21	水溶物	0.15~0.50
蛋白质	3.16~3.38	灰分	0.22~0.30	挥发分	0.44~0.71

【制法种类】 将新鲜胶乳凝固或将胶乳在田间的凝固物造成颗粒状，用热风干燥压块制得。根据杂质及灰分的含量，从 3 (杂质 0.03%，灰分 0.5%) 到 50 (杂质 0.50%，灰分 1.50%)，分为 5 种。

标准胶是 1965 年首先由马来西亚开发成功的，并以 SMR 的名称推广到世界各地，故亦称 SMR 胶。它是工厂化大规模工业生产、采用科学技术性能分类标准检测控制的天然橡胶，现在世界上各产胶国 (以马来西亚和印度尼西亚以及泰国等为主) 70%~90% 的产量皆系由此工艺制造，已成为天然橡胶的主流。

【基本特性】 生产工艺及检验方法科学，为天然橡胶最具代表性的产品。

(1) 质量差异性小，性能比较稳定。

(2) 分子量与门尼黏度均较烟片胶低，通常为其 80%~90%。故一般经过简短塑炼即可，有的甚至可直接加工使用。

(3) 硫化速率及门尼焦烧稍低，尤其焦烧时间比烟片胶要长 25%~50%，对轮胎等要经多次加工的胶料十分有利。

(4) 力学强度在纯胶时低于烟片胶，加入炭黑补强之后又高于烟片胶。

(5) 包装合理，标志清楚，易于运输、贮存及使用。

【应用范围】 用于轮胎、管带、胶鞋、胶布及各种工业制品，尤以轮胎用量最大。

【性能参数】

(1) 原料橡胶

项 目	浅色胶	深色胶	项 目	浅色胶	深色胶
相对密度	0.92~0.94		门尼黏度[ML(1+4)100℃]		
杂质含量(44μm 筛网剩余物)/%	0.03~0.05	0.05~0.50	初期	60~70	58~72
灰分/%	0.50	0.60~1.50	贮存两个月后	85~90	75~88
氮含量/%	0.60	0.60	凝胶含量/%	20~30	
挥发物/%	0.8~1.0	0.8~1.0	分子量 \bar{M}_n	(100~300) 万	(120~240) 万
塑性初值	30	30	丙酮抽出物/%	6~8 ^①	—
塑性保持率/%	60	30~60	拉维邦颜色限度	6.0	—

① 胶内含有非污染性矿物油者。

(2) 配合橡胶

300%定伸应力/MPa	1.7	扯断伸长率/%	800	老化系数(100℃×24h)	0.7
拉伸强度/MPa	27.0	硬度(邵尔 A)	46		

【配方示例】

(1) 基本配方

NR	100	硫黄	3.0
ZnO	5.0	促进剂 M	0.7
硬脂酸	0.5	合计	109.2
力学性能(硫化:143℃×25min)		一级 5号	二级 10号
拉伸强度/MPa		20	20
扯断伸长率/%		750	750
		三级 20号	四级 50号
		150	160
		700	650

(2) 试验配方 (份)

组 成	I	II	III	组 成	I	II	III
NR	100	100	100	促进剂			
ZnO	6	6	5	M	0.5	—	—
硬脂酸	0.5	0.5	2	TBBS	—	0.7	0.7
硫黄	3.5	3.5	2.25	炭黑 HAF(N-378)	—	—	35
				合计	110.5	110.7	144.95

(3) 应用配方 (份)

① 轮胎胎体胶

NR	100	促进剂 CZ	0.6	通用炉黑	30
ZnO	8	促进剂 NOBS	0.6	半补强炉黑	15
硬脂酸	2	防老剂 4010NA	1	操作油	4
硫黄	2.5	防老剂 RD	0.5	松焦油	2

② 轮胎胎侧胶

NR	100	促进剂 CZ	0.4	易混槽黑	20
再生胶	30	促进剂 NOBS	0.4	操作油	5
ZnO	5	防老剂 4010NA	1.5	石蜡	0.5
硬脂酸	2	防老剂 AW	1.5		
硫黄	2.5	高耐磨炉黑	30		

③ 轮胎内胎胶

NR	100	促进剂 DM	0.5	通用炉黑	20
ZnO	10	促进剂 CZ	0.5	半补强炉黑	30
硬脂酸	2.5	促进剂 TMTD	0.15	操作油	8
硫黄	2	防老剂 RD	2	石蜡	1

④ 胶鞋筒面

NR	100	促进剂 D	0.5	碳酸镁	10
ZnO	5	防老剂	1	黑油膏	5
硬脂酸	1.5	细粒子热裂炭黑	5	石蜡	0.5
硫黄	2.5	白艳华	30		
促进剂 DM	0.5	碳酸钙	30		

⑤ 胶鞋大底

NR	100	促进剂 DM	0.7	碳酸镁	10
再生胶	30	促进剂 D	0.7	黑油膏	5
ZnO	3	防老剂	1	炭黑	5
硬脂酸	1.5	硬质陶土	40		
硫黄	3	碳酸钙	40		

⑥ 胶鞋后跟

NR	100	硫黄	3	硬质陶土	40
再生胶	200	促进剂 M	0.8	碳酸钙	20
ZnO	3	促进剂 DM	0.6	操作油	10
硬脂酸	1.5	高耐磨炉黑	40	石蜡	0.5

⑦ 电线包皮

NR	100	硫黄	0.3	陶土	40
ZnO	5	促进剂 TMTD	3	滑石粉	10
硬脂酸	1.5	防老剂	1	碳酸钙	30

⑧ 胶球皮

NR	100	硫黄	3	碳酸钙	150
ZnO	5	促进剂 DM	1.2	白油膏	12
硬脂酸	1	锌钡白	30		

⑨ 热水袋

NR	100	促进剂 TMTD	1.5	陶土	60
ZnO	10	促进剂 TMTS	1.5	颜料	适量
硬脂酸	1	防老剂	1		
硫黄	0.5	碳酸钙	60		

⑩ 地板砖

NR	100	促进剂 M	1	石蜡	2
ZnO	5	陶土	275	颜料	适量
硬脂酸	1	碳酸钙	50		
硫黄	4	钛白粉	25		

【主要产地】 中国、马来西亚、印度尼西亚、泰国、印度、斯里兰卡、越南及其他产胶国。

【分类牌号】

(1) 中国标准胶 (SCR) 品种等级

质量项目	一级 SCR 5号	二级 SCR 10号	三级 SCR 20号	四级 SCR 50号	质量项目	一级 SCR 5号	二级 SCR 10号	三级 SCR 20号	四级 SCR 50号
杂质含量/%	0.05	0.10	0.20	0.50	氮含量/%	0.60	0.60	0.60	0.60
塑性初值	30	30	30	30	挥发分含量/%	1.0	1.0	1.0	1.0
塑性保持率/%	60	50	40	30	灰分含量/%	0.60	0.75	1.0	1.50

主要原料：一级的用新鲜胶乳，其他级的以杂胶为主。一级标准胶产销量已占 90% 左右。国产标准胶又称为颗粒胶，根据压缙之后造粒方法的不同，又分为以下三类。

配方及硫化条件	项 目	剪切法	锤磨法	挤压法
橡胶 100 份	挥发分/%	0.713	0.440	0.660
硫黄 2.5 份	水溶物/%	0.506	0.248	0.154
氧化锌 5.0 份	灰分/%	0.302	0.227	0.271
促进剂 CZ 0.5 份	蛋白质/%	3.175	2.975	2.868
硬脂酸 1.5 份	丙酮抽出物/%	3.219	2.933	2.638
硫化条件:143℃×25min	拉伸强度/MPa	31.2	24.0	25.8
	扯断伸长率/%	769	845	785
	500%定伸应力/MPa	5.2	3.1	3.7
	老化系数(100℃×24h)	0.69	0.94	0.82

在我国生产的 50 多万吨天然橡胶中，除民营胶园（云南、海南）的 10 余万吨之外，各国营农场（海南、云南、广东）生产的基本上都是标准胶（颗粒胶），共建标准胶加工厂 270 多个，年生产能力为 45 万吨以上。

（2）国际标准胶（ISO 2000）分类规格

原 料		胶乳及胶乳制胶片		胶园田间生产的凝固胶		杯凝胶及其他凝块
规 格 标 志		5L 绿带	5 绿带	10 褐带	20 褐带	50 黄带
性能指标	杂质含量/%	0.05	0.05	0.10	0.20	0.50
	塑性初值	30	30	30	30	30
	塑性保持率/%	60	60	50	40	30
	氮含量/%	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	挥发分含量/%	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	灰分含量/%	0.6	0.6	0.75	1.0	1.5
	颜色指数	6				

（3）马来西亚标准胶（SMR）分类规格（1991 年 10 月 1 日实施）

项 目	胶 乳	胶 片	混合物	胶园级凝胶	
	黏度不稳定	黏度不稳定	黏度稳定	黏度不稳定	黏度不稳定
	L	5	GP	10	20
最高杂质含量(44 μ m 筛孔)/%	0.02	0.05	0.08	0.08	0.16
最高灰分含量/%	0.50	0.60	0.75	0.75	1.00
最高氮含量/%	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
最高挥发物含量/%	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
华莱士可塑度(最低起始值 P_0)	35	30	—	30	30
最低可塑度保持率 PRI/%	60	60	50	50	40
最大颜色限度(Lovibond 色泽计)	6.0	—	—	—	—
门尼黏度[ML(1+4)100℃]	—	—	65 \pm 7 ₅	—	—
硫化	R	—	R	—	—
色带字体颜色	淡绿	淡绿	蓝	褐	透明
塑料包装袋颜色	透明	透明	透明	透明	透明
塑料带颜色	透明	乳白	乳白	乳白	乳白

早期的 SMR 胶为同传统的烟片胶、绉片胶等以外观分类为标准的 RSS 胶相区别，称之为技术分类橡胶（technically classified rubber），又称 TSR。

（4）世界主要产胶国及用胶国商品牌号对照

主要产胶国

杂质(灰分)含量/%	中国 SCR	马来西亚 SMR	印度尼西亚 SIR	泰国 STR	印度 ISNR	斯里兰卡 SLR
0.02(0.60)						
0.03(0.50)		L				
0.03(0.50)		WF				
0.05(0.50~0.60)			5L	5L	5L	
0.05(0.50~0.60)	5	5	5	5	5	5
0.10(0.75)		GP				
0.10(0.75)	10	10	10	10	10	10
0.20(1.00)	20	20	20	20	20	20
0.50(1.50)	50	50	50	50	50	50

国际组织及主要用胶国

杂质(灰分)含量/%	国际标准组织 ISO	新加坡 SSR	美国 ASTM	英国 BS	法国 米其林
0.02(0.60)				2L	
0.03(0.50)		L			
0.03(0.50)		3			
0.05(0.50~0.60)	5L	5L		5L	
0.05(0.50~0.60)	5	5	5	5	
0.10(0.75)	10	10	10	10	子午线轮胎专用胶
0.20(1.00)	20	20	20	20	
0.50(1.50)	50	50	50	50	

世界标准胶出口贸易情况 (2003 年)

单位: 万吨

胶种 国家	3	L	5/5L/XL	10	20	50	GP	CV	总 计
泰国	—	—	0.58	9.53	65.55	—	—	1.18	76.84
印度尼西亚	6.4	—	—	6.51	142.1	—	—	—	155.01
马来西亚	—	0.39	—	22.30	43.50	—	8.50	2.10	76.79

【包装、贮存和运输】 国产标准胶压制成紧密块状，规格为 600mm×400mm×200mm，表面以一级烟胶片裸包，外涂滑石粉浆液防黏。胶包采用绿色标志，并注有“标准”字样，标明等级、净重、生产厂代号及出厂批号。在小面积两侧还应附加“标”字及表示等级的阿拉伯数字，每包净重 40kg。

胶包要放在清洁、干燥的通风处，避免日晒雨淋，亦不得与溶剂、油类及对橡胶有损害的物质接触。贮存温度不高于 40℃，胶包高度不超过 6 层。贮存期在两年以内。

运输工具必须干燥清洁，外边有遮盖物，不能同有污染物混装。

1.1.2 烟片胶与绉片胶

烟片胶与绉片胶的英文名称为 RSS (ribbed smoked sheets) & crepes。

【化学组分】

橡胶/%	91.68~96.51	水溶物/%	0.06~0.23
蛋白质/%	2.07~3.84	水分/%	0.20~0.74
丙酮抽出物/%	1.25~4.10	相对密度	0.92~0.94
灰分/%	0.09~0.41		

【制法种类】 由三叶橡胶树上流下的白色乳浆经凝固、压片、干燥而得。用烟熏干燥而成的称为烟片胶；不经烟熏，加入催干剂用空气干燥而成的称为风干胶，又名 ADS (air dried sheets)，颜色较浅，可代替绉片胶制造浅色及艳色橡胶制品。绉片胶又视原料来源的不同，分为若干种：胶片厚度有薄有厚；颜色上有白、黄、褐、黑之分。产量上，烟片胶占 80% 以上（其中 3 号胶又占 50%~80%）。

【基本特性】 天然橡胶是所有橡胶中物理力学性能与工艺加工性能最为协调均衡的品种。

(1) 有结晶性，自补强性非常好，生胶及配合橡胶的力学强度均高。

(2) 具有独特的黏弹性，分子量大，门尼黏度高，需经塑炼软化之后方能使用。

(3) 含非橡胶成分多,且波动变化较大(4%~10%),因而品质不够均一,硫化时间也长短不同,不易掌握,物理力学性能差异较大。

(4) 无极性化学分子,在润滑油、液压油、燃料油及溶剂油中极易膨润溶胀。

(5) 滞后损失小,能耐多次屈挠弯曲变形。

(6) 橡胶分子主链上有不饱和双键,容易用常规简单的硫黄硫化体系硫化,但硫化的橡胶也易于发生老化。

(7) 生产多限于东南亚等热带、亚热带地区,产量受品种、产胶周期、气候以及各种自然灾害的影响很大。

(8) 价格常受国际市场及主要耗胶国的支配,上下波动范围甚大。

【性能参数】

(1) 原料橡胶

微观结构(异戊二烯单位数)/%	97(顺式-1,4)	比热容(25℃)/[kJ/(kg·K)]	1.88
平均分子量		热导率/[W/(cm·℃)]	1.34×10^{-3}
$\bar{M}_n / \times 10^4$	68~84	熔解热/(J/g)	68.7
$\bar{M}_w / \times 10^4$	180~210	折射率 $n_D(25^\circ\text{C})$	1.519
相对密度	约 0.93	燃烧热/(kJ/g)	44.7~45.1
	0.906~0.916(精制品)	介电常数(60~10 ⁶ Hz)	2.35~2.38(精制品)
玻璃化转变温度 $T_g/^\circ\text{C}$	-74~-69	介电损耗角正切(1kHz)	0.0014~0.0029
熔点/℃	14~28		0.0008~0.0026(精制品)

(2) 配合橡胶

比热容/[kJ/(kg·K)]	1.5	撕裂强度/(kN/m)	70~140
线膨胀系数(T_g 以上)/ $10^{-4}^\circ\text{C}^{-1}$	1.5~1.8	硬度(IRHD)	60~70
热导率/[W/(cm·℃)]	2.85×10^{-3}	压缩永久变形(25%压缩, 25~35(IRHD 硬度 32~40) 70℃×24h)/残余%	82~89(IRHD 硬度 45)
耐溶剂性(膨润率)/%	轻油 170, 苯 220, CCl_4 280	回弹性/%	4(-35℃)~80(100℃)
弹性模量(静态)/MPa	3.5~6.0	介电常数(500Hz)	28.0
剪切模量(静态)/MPa	1.4~1.8	介电损耗角正切	
剪切模量(动态)/MPa	11.0	60Hz	0.10
300%定伸应力/MPa	10.0~16.5	1kHz	0.13
拉伸强度/MPa	22.0~28.0	绝缘破坏强度/(kV/mm)	15~20
扯断伸长率/%	450~600	体积电阻率/ $\times 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$	2.7~7.2

【配方示例】

(1) 基本配方 (份)

① 中国标准

NR	100	硫化 142℃×(20~50)min					
ZnO	5	物理性能	RSS 1 号	RSS 2 号	RSS 4 号	RSS 5 号	EBC 2X 号
硬脂酸	0.5			RSS 3 号	WC 3 号	EBC 1X 号	EBC 3X 号
硫黄	3			WC 1X 号			
促进剂 M	0.7			PC 1 号			
			PC 2 号				
		拉伸强度/MPa	200	180	180	160	150
合计	109.2	扯断伸长率/%	750	700	650	650	600

② 国外标准

配 方	国际 ISO	美国 ASTM		马来西亚标准	
		I	II	I	II
NR	100	100	100	100	100
ZnO	5	6	6	3	5
硬脂酸	0.5	0.5	0.5	2	1.5
硫黄	3	3.5	3.5	2.5	2.5
促进剂 M	0.5	0.5	—	—	—
TBBS			0.7	—	—
DM			—	0.7	—
CZ			—	—	0.5
防老剂 D				1	—
合计	110.5	110.5	110.5	109.2	109.5
硫化	140℃×40min	140℃×40min	135℃×(20~60)min	138℃×60min	143℃×40min

(2) 应用配方

① 飞机轮胎胎面

NR-RSS	100	促进剂 M	0.6	高耐磨炉黑	20
ZnO	5	促进剂 DM	0.4	松焦油	4
硬脂酸	3	防老剂 D	1.5	石蜡	0.5
硫黄	2.8	易混槽黑	27		

② 汽车轮胎胎面

NR-RSS	100	促进剂 CZ	0.5	中超耐磨炉黑	30
ZnO	6	促进剂 NOBS	0.5	高耐磨炉黑	20
硬脂酸	2.5	防老剂 4010NA	1.5	松焦油	5
硫黄	2.5	防老剂 AW	0.5		

③ 自行车车胎胎面

NR-PC	100	促进剂 H	0.3	环烷油	8
ZnO	5	防老剂 2246		石蜡	1.5
硬脂酸	1.5	立德粉	10	颜料	2~3
硫黄	3	陶土	20		
促进剂 DM	1.2	碳酸钙	70		

④ 软质胶

NR	100	硬脂酸	1	促进剂 DM	0.8
ZnO	5	硫黄	2	油膏	50

⑤ 半软质胶

NR	100	硫黄	3	再生胶	30
ZnO	3	促进剂 M	0.8		
硬脂酸	0.5	沥青	20		

⑥ 半硬质胶

NR	100	促进剂 D	1	再生胶	10
ZnO	3	促进剂 808	1		
硫黄	15	亚麻仁油	5		

⑦ 硬质胶

NR	100	MgO	10	硬质胶粉	50
硫黄	50	操作油	5		

【应用范围】 用于轮胎、管带、胶鞋、胶布、工业制品，是用途最广、用量最多的橡胶。尤其是大型轮胎的胎体及胎面制造非天然橡胶莫属。

【主要产地】 中国、泰国、越南、印度及非洲各国。

【分类牌号】

(1) 中国天然橡胶 (NR) 品种等级

质量等级	烟片胶	白 绉 胶	黄绉胶、浅绉胶	杂 绉 胶
A		特一级		
B	一级	一级	特一级	
C	二级		一级	
D	三级		二级	
E	四级		三级	
F	五级			
G				杂绉胶

(2) 中国天然橡胶 (NR) 外观检验等级标准 (行控标准)

等级	外 观		
	烟片胶(RSS,ADS)	白绉胶(WC,PC)	褐绉胶(BC,CC)
特一级		干燥、坚韧;无霉物、灰尘、杂质、油迹及氧化受热现象,色白均匀	
一级	黄棕色带烟味,干燥、清洁、强韧的产品。无氧化发黏、发霉、胶锈和不熟胶。允许有少量肉眼难看见的分散的气泡	干燥、坚韧;无霉物、灰尘、杂质、油迹及氧化受热现象,色白均匀,但颜色有极轻微的变异	淡褐色、清洁,无霉物、杂质、油迹、氧化受热现象
二级	黄棕色带烟味,干燥、清洁、强韧的产品。无氧化发黏、发霉、胶锈和不熟胶。允许有少量肉眼难看见的分散的气泡,但允许有少量易见分散的气泡和轻微的胶锈	干燥、坚韧;无霉物、灰尘、杂质、油迹及氧化受热现象,色白均匀,但颜色稍暗,并有轻微变异和轻微斑纹	淡褐色、清洁,无霉物、杂质、油迹、氧化受热现象,但颜色为褐色
三级	干燥、强韧、无氧化发黏、发霉和不熟胶。允许有明显易见分散气泡	干燥、坚韧;无霉物、灰尘、杂质、油迹及氧化受热现象,色白均匀,但色淡黄,色泽不均一,有斑纹	淡褐色、清洁,无霉物、杂质、油迹、氧化受热现象,但颜色为深褐色,允许有树皮屑点
四级	干燥、坚实、无氧化发黏和不熟胶,允许有轻微发黏和明显易见的局部密的气泡		
五级	干燥、坚实、无氧化发黏和不熟胶		
等外级	不符合以上五个等级的烟片胶列为等外级,但不允许有氧化发黏和不熟胶		

(3) 中国天然橡胶 (NR) 化学组成及拉伸性能检验标准 (行控)

种类	等级	化 学 组 成					拉 伸 性 能	
		加热减量/% ≤	水溶物/% ≤	丙酮抽出物 /%≤	蛋白质/% ≤	灰分/% ≤	伸长率/% ≥	拉伸强度 /MPa≥
烟 片 胶	一级	0.75	0.60	4.0	3.5	0.8	750	20.0
	二级	0.85	1.0	4.0	3.5	0.8	750	20.0
	三级	0.95	1.4	4.0	3.5	0.8	700	18.0
	四级	1.0	1.5	4.0	3.5	0.85	650	18.0
	五级	1.0	1.5	4.5	3.5	0.90	650	16.0
白 绉 胶	特一级	0.75	0.3	3.0	3.5	0.8	700	18.0
	一级	0.75	0.3	3.0	3.5	0.8	700	18.0
	二级	0.75	0.3	3.0	3.5	0.8	700	18.0
	三级	0.75	0.3	3.0	3.5	0.8	700	18.0
褐 绉 片	一级	1.0	1.5	4.0	3.5	1.0	650	16.0
	二级	1.0	1.5	4.5	3.5	1.5	600	15.0
	三级	1.0	1.5	4.5	3.5	1.5	600	15.0

(4) 国际天然橡胶 (NR) 品种等级

品 种	等 级	原 料	颜 色
条 纹 烟 胶 (ribbed smoked sheets)	RSS 1X 号(特一级)	乳胶	浅棕色
	RSS 1 号(一级)	乳胶	浅棕色
	RSS 2 号(二级)	乳胶	棕 色
	RSS 3 号(三级)	乳胶	深棕色
	RSS 4 号(四级)	乳胶	深棕色
	RSS 5 号(五级)	乳胶	深棕色
白 绉 胶(white crepes)	WC 薄片 1X 号(特一级)	乳胶	白 色
	WC 厚片 1X 号(特一级)	乳胶	白 色
浅 绉 胶(pale crepes)	PC 薄片 1X 号(特一级)	乳胶	淡黄色 ↓ 深黄色
	PC 厚片 1X 号(特一级)	乳胶	
	PC 薄片 1 号(一级)	乳胶	
	PC 厚片 1 号(一级)	乳胶	
	PC 薄片 2 号(二级)	乳胶	
	PC 厚片 2 号(二级)	乳胶	
	PC 薄片 3 号(三级)	乳胶	
	PC 厚片 3 号(三级)	乳胶	
胶 园 褐 绉 胶 (estate brown crepes)	EBC 薄片 1X 号(特一级)	新鲜杯凝胶、高级胶园杂胶	浅褐色 ↓ 深褐色
	EBC 厚片 1X 号(特一级)		
	EBC 薄片 2X 号(特二级)	杯凝胶、胶园杂胶	
	EBC 厚片 2X 号(特二级)		
	EBC 薄片 3X 号(特三级)		
	EBC 厚片 3X 号(特三级)		
混 合 绉 胶(compo crepes)	CC 1 号(一级)	杯凝胶、胶园杂胶	浅褐色
	CC 2 号(二级)	熏烟片切下碎胶湿胶	↓
	CC 3 号(三级)		深褐色
薄 褐 绉 胶(再炼胶)(thin brown crepes)	TBC 1 号(一级)	湿胶块、自然凝固杂胶	浅褐色 ↓ 深褐色
	TBC 2 号(二级)		
	TBC 3 号(三级)		
	TBC 4 号(四级)		

续表

品 种	等 级	原 料	颜 色
厚毡绉胶(thick brown crepes)	TBC 2号(二级)	湿胶块、自然凝固杂胶	浅褐色
	TBC 3号(三级)		↓
	TBC 4号(四级)		深褐色
平树皮绉胶(flat bark crepes)	标准树皮 FBC 绉胶 硬树皮 FBC 绉胶	洗涤压炼丢下的碎胶、泥胶	浓褐色 黑褐色
纯烟毡绉胶(pure smoked blanket crepes)	PSBC	烟片胶切下的碎片	褐色到浓褐色

品级采用外观目视法很不科学，虽有标准样品参照，但易引起争议。且这种百年的传统工艺，制造周期长（6～8天），生产效率低（为标准胶的2/3），烟片胶消耗大量木柴（1：1），风干胶和绉片胶拉伸和耐老化性不佳，因而，目前只有交通不够发达的中小胶园仍在继续生产。

(5) 天然橡胶（NR）质量分类及主要用途

质量等级	正 品			副 品		次 品			
	RSS	WC	PC	EBC	CC	再炼 TBC	毛毡 TBC	FBC	PSBC
A		1X 号							
B	1X 号	1 号	1X 号						
C	1 号	2 号	1 号						
D	2 号	3 号	2 号						
E	3 号	4 号	3 号						
F	4 号								
G	5 号			1X 号					
H				2X 号	1 号	1 号			
I				3X 号	2 号	2 号	2 号		
J					3 号	3 号	3 号		
K						4 号	4 号		PSBC
L								FBC	
主要用途	轮胎、胶带、胶管、工业制品	胶布、医疗卫生制品、胶鞋及生活日用制品		胶鞋、胶管、一般工业制品		鞋底、胶布及低级工业制品			

注：有些国家在烟片胶（RSS）的基础上标出硫化速率，称为 TC 橡胶。以蓝、黄、红 3 种圆印显示硫化速率的快、中、慢。见之于市场的只有 RSS 1 号一种。

世界烟片胶出口贸易情况

单位：万吨

国 家	RSS 1/1X	RSS 2	RSS 3	RSS 4	RSS 5	总 计
泰国	1.72	0.05	94.16	18.65	1.05	115.61
印度尼西亚						4.61
马来西亚	0.06	0	0.42	0	0	0.48

【包装、贮存和运输】 国际烟片胶和绉片胶包装为 111.11kg，也有 20～33kg 的小包装。国产橡胶一般将胶片叠成 600mm×400mm×250mm 块状，表面以同等级的胶片双层裸包，并涂上滑石粉浆液，每包净重 50kg。胶包的一面注明等级、净重、生产厂代号和生产日期。

胶包要放在清洁、干燥和通风处，避免日晒雨淋，亦不得与溶剂、油类及对橡胶有损害的物质接触。贮存温度不高于 40℃，胶包高度不超过 6 层。贮存期以二年以内为宜。

运输装载工具必须干燥清洁，外边有遮盖物，不能同有污染物混装。

1.1.3 胶清胶

胶清胶的英文名称为 skim rubber。

【化学组分】

组 分	胶清烟胶/%	胶清绉胶/%	组 分	胶清烟胶/%	胶清绉胶/%
橡胶	73.60	73.20	灰分	9.54	0.73
蛋白质	11.45	14.20	水溶物	1.66	1.47
丙酮抽出物	9.45	7.90	水分	1.63	1.79

【制法种类】 用离心法制造浓缩乳胶时分离出来的乳清，经凝固、干燥而得。视压片形式及干燥方法的不同，分为胶清烟胶与胶清绉胶两种。这种产品属废液回收利用，产量微小。

【基本特性】 在天然橡胶中属橡胶成分含量最低的橡胶，性能差异十分明显。

- (1) 橡胶成分虽不足 80%，但生胶及硫化橡胶的强度仍然较高。
- (2) 由于含蛋白质多，橡胶在贮存中易霉变，硫化速率快，易焦烧。
- (3) 胶内铜、锰等有害金属含量高，容易老化。
- (4) 价格十分便宜，仅为烟片胶的 70% 左右。

【应用范围】 一般用在较低级的工业制品上，常与其他天然或合成橡胶并用，调整物理及工艺性能。

【性能参数】

(1) 原料橡胶

项 目	一 级	二 级	三 级
最高杂质含量(44 μ m 筛孔)/%	0.05	0.07	0.10
最高灰分含量/%	0.80	1.00	1.00
最高氮含量/%	2.40	2.60	2.80
最高挥发物含量/%	2.00	2.00	2.50
华莱士可塑度(最低起始值 P_0)/%	25	25	25
最低可塑度保持率 PRI/%	35	25	15
色带字体颜色	黑色	黑色	黑色

(2) 配合橡胶

项 目	胶清烟胶	胶清绉胶	项 目	胶清烟胶	胶清绉胶
相对密度	0.99	1.00	硬度(邵尔 A)	59	53
300%定伸应力/MPa	31	30	弹回性/%	61	—
拉伸强度/MPa	4.6	3.0	老化系数(70℃×72h)	0.55	—
扯断伸长率/%	730	730			

【主要产地】 中国海南省、广东省以及马来西亚、印度尼西亚、泰国、印度等地的乳胶加工厂。

【分类牌号】 我国胶清胶分为一级、二级、三级 3 个等次，大体相当于褐绉胶同级的质量和价格。

近年来，随着烟片胶、绉片胶的工艺逐步转化为标准胶的生产方式，胶清胶也随之改为颗粒胶。由于该胶的耐老化性能较差，贮存中很易发霉变质，现已很少见之于国际市场。主要作为离心法浓缩天然胶乳生产的副产品，综合利用。

1.2 特制天然橡胶

天然橡胶通过采取一些特定的技术措施，可以进一步改善原来存在的某些缺点，从而可加工出质量更高的特制天然橡胶。

1.2.1 黏度稳定天然橡胶

黏度稳定橡胶的英文名称为 viscosity stabilized natural rubber。

【制法种类】 在胶乳或湿的颗粒胶中，添加极少量的贮存硬化抑制剂（如羟胺类化合物），再经凝固、干燥即可得到黏度稳定的天然橡胶。

这种橡胶可使生胶的黏度一直稳定在规定的范围内。现在工业生产的有：恒黏度、低黏度和固定黏度橡胶三种。

【基本特性】

（1）生胶门尼黏度在贮存过程中一直保持稳定，一般可不经塑炼，使炼胶时间大大缩短，节电 35% 左右。

（2）硫化速率慢，需调整硫化体系用量。

（3）烟片胶和标准胶皆可调制，目前以标准胶居多。

（4）恒黏橡胶（CV）控制在门尼黏度 60 ± 5 ，低黏橡胶（LV）为 50 ± 5 。

【应用范围】 常用于轮胎及一些高级工业制品等。

【主要产地】 马来西亚、印度尼西亚。

【分类牌号】

（1）等级标准

恒 黏 橡 胶		低 黏 橡 胶	
级 别	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	级 别	门尼黏度[ML(1+4)100℃]
CV ₅₀	50±5	LV ₄₅	45±5
CV ₅₅	55±5	LV	50±5
CV	60±5	LV ₅₅	55±5
CV ₆₅	65±5	LV ₆₀	60±5
CV ₇₀	70±5	LV ₆₅	65±5

注：1. 低黏度橡胶系加有 4 份环烷油作软化剂所致。

2. 用胶乳制成的恒黏度和低黏度橡胶，其门尼黏度值超出原来 CV 与 LV 规定的称为固定黏度橡胶，并在胶上注明其实际黏度值。

（2）生产国检验标准

项 目	马 来 西 亚		印 度 尼 西 亚	
	SMR-CV	SMR-LV	SIR-5CV	SIR-5LV
杂质/%	0.03	0.03	0.05	0.05
灰分/%	0.50	0.60	0.50	0.50
氮含量/%	0.6	0.6	0.6	0.6
挥发物/%	0.8	0.8	1.0	1.0
塑性保持率	60	60	60	60
商品供应牌号	CV ₅₀	LV	LV ₄₅	LV ₄₅
			LV	LV
	CV		CV ₅₀	LV ₅₅
			CV ₅₅	LV ₆₀
	CV ₇₀		CV	LV ₆₅
			CV ₆₅	LV ₇₀
			CV ₇₀	

(3) 马来西亚新标准胶（恒黏度橡胶）品种规格

项 目	胶 乳		胶园级凝胶	
	黏 度 稳 定			
	CV60	CV50	10CV	20CV
最高杂质含量(44μm 筛孔)/%	0.02	0.02	0.08	0.16
最高灰分含量/%	0.05	0.50	0.75	1.00
最高氮含量/%	0.60	0.60	0.60	0.60
最高挥发物含量/%	0.80	0.80	0.80	0.80
华莱士可塑度(最低起始值 P_0)	—	—	—	—
最低可塑度保持率 PRI/%	60	60	50	40
最大颜色限度(以 Lovibond 色泽计)	—	—	—	—
门尼黏度[ML(1+4)100℃]	60±5	50±5		
硫化	R	R	R	R
色带字体颜色	黑	黑	紫红	透明
塑料包装袋颜色	透明	透明	透明	透明
塑料带颜色	橙	橙	乳白	乳白

恒黏度天然橡胶已有 30 多年的历史，几经改进，马来西亚橡胶现已作为标准胶的新品种在市场上市，受到青睐。除了原来的 CV、CV₅₀ 改进为 CV₆₀ 和 CV₅₀ 之外，还出现可代替 10 和 20 的 10CV 和 20CV 以及 10 与 20 合并的 GP 标准胶，主要用于轮胎，可以不经塑炼直接使用，产销量正逐年增长。此外，还有代替 1RSS、ADS 的 5RSS、5ADS。

(4) 中国恒黏天然橡胶品种规格 近年海南农垦系统利用标准胶的生产工艺，将胶乳加入 0.4 份（占干胶）的中性盐酸羟胺、中性硫酸羟胺或氨基脲等，经甲酸凝固、压片造粒和干燥，制出了门尼黏度可保持在 60 \pm 5 范围内的恒黏度橡胶，目前正在推广使用中。

1.2.2 易操作天然橡胶

易操作天然橡胶的英文名称为 superior processing natural rubber。

【制法种类】 20%硫化胶乳与 80%新鲜胶乳混合凝固，经干燥、压片而成。有 SP 烟胶与 SP 绉胶之分。

近些年来，还出现了由 80%硫化胶乳与 20%新鲜胶乳组成的 PA 浓缩胶以及添加 40 份环烷油的 PA 充油胶。这种 PA 橡胶（processing aid rubber）为易操作橡胶改进品，产量增长迅速。

【基本特性】

- (1) 有预交联成分，压延、压出加工时表面光滑，速度快、收缩小。
- (2) 硫化时模型制品可减少气泡，非模型制品则不易变形，尺寸稳定。
- (3) SP 橡胶和 PA 橡胶都必须用新鲜胶乳制造加工。
- (4) 可以单独使用，但多与其他橡胶并用。

【应用范围】 常用于要求收缩变形小、尺寸严格的压出、压延制品以及裸露硫化的各种非模型制品。

【主要产地】 主要是马来西亚等较大的胶乳制胶工场。

【分类牌号】 根据硫化胶乳含量不同和产品压制干燥形式不同，分为若干系列牌号。

易操作橡胶分类牌号

名 称	代 号	原料配合组分/%			特 性
		硫化胶乳	新鲜胶乳	环烷油	
易操作烟片胶	SP-RSS	20	80		变形小,尺寸规格稳定,用于压出型材、医疗用品、胶管等
易操作风干胶	SP-ADS	20	80		
易操作浅绉胶	SP-PC	20	80		
易操作褐绉胶	SP-EBC	20	80		
易操作浓缩胶	PA 80	80	20		表面光滑,硫化快,保型性好,多用于纯胶配合
易操作充油胶	PA 57	80	20	40	成本低,适于高填充配合,多用于填料配合

1.2.3 轮胎用天然橡胶

轮胎用天然橡胶的英文名称为 tyre natural rubber。

【制法种类】 使用三种橡胶原料：胶乳 30%，烟胶（未熏）30%，胶园杂胶 30%，与 10% 的填充油（环烷油或芳香油）共混而成。实为标准胶和充油胶的一个品种，专为轮胎而设计生产。

【基本特性】

- (1) 门尼黏度保持为 60 ± 5 ，正适合轮胎工业不经塑炼而直接使用。
- (2) 具有恒黏橡胶的特性，贮存硬化速率慢。
- (3) 结晶性小，约为普通橡胶的一半。
- (4) 杂质少，性能稳定。
- (5) 价格适中。

【应用范围】 专用于轮胎工业。

【主要产地】 马来西亚。

【分类牌号】 由马来西亚橡胶研究院提供的只有一种。它是鉴于 Michelin、Goodyear 等国际大轮胎公司专门订制的本公司专用轮胎胶，是为统一生产标准而开发出的一种轮胎通用性橡胶，用以弥补标准胶品种的不足。然而自 1970 年问世以来，由于各国轮胎厂的工艺条件各不相同，性能要求各异，并未能订出国际统一的标准，大多仍是专供的形式。

我国海南农垦系统开发成功子午线轮胎乘用胶。主要是在制胶过程中，对胶乳采用辅助生物凝固技术，使之严格控制橡胶的门尼黏度和强伸性能，保持高度一致性，目前正在推广之中。

1.2.4 充油天然橡胶 OENR

充油天然橡胶的英文名称为 oil-extended natural rubber。

【制法种类】 胶乳中加入大量填充油（环烷油或芳香油），经凝固、造粒、干燥而成。亦可将油直接喷洒在凝固的颗粒上，经混合压块制成。前者称为湿法，后者称为干法。湿法质量均匀，但工艺复杂，成本较高。

【基本特性】

- (1) 柔软性好，非常容易混炼加工。
- (2) 抗滑性好，可提高轮胎的耐磨性能。
- (3) 抗撕裂性能下降，永久变形增大。
- (4) 可进行高填充，降低生产成本。

【应用范围】 适用于乘用轮胎胎面、管带及胶板等产品，尤其适于雪地防滑轮胎。

【主要产地】 马来西亚、印度尼西亚等地。

【分类牌号】 充油天然橡胶标准牌号如下。

种 类	OE 75/25	OE 70/30	OE 60/40
橡胶/份	75	70	60
填充油/份	25	30	40
主要用途	轮胎	胶管	工业制品

1.2.5 共沉天然橡胶

共沉天然橡胶的英文名称为 masterbatch natural rubber。

【制法种类】 在胶乳中加入大量预先用高速搅拌和分散剂制成的填料分散体，然后经凝固造粒、干燥而成，亦可用密炼机使橡胶与填料充分混炼制成。前者称为湿法，后者称为干法。普通的湿法补强效果不如干法，高速湿法优于干法。目前工业化的多以高速湿法为主，但生产成本也略高。填料分为炭黑、陶土、木质素三种。

【基本特性】

- (1) 湿法共沉比干法共混的分散效果好，物性高。
- (2) 减少粉尘飞扬，缩短混炼时间，节约动力。
- (3) 质量均一，价格便宜。

【应用范围】 用于轮胎胎面、输送带覆盖胶、输水管外胶以及胶板等，主要对象为没有混炼设备的中小橡胶厂。

【主要产地】 马来西亚、印度尼西亚等地。

【分类牌号】

- (1) 炭黑共沉天然橡胶（100 份橡胶+50 份炭黑）。
- (2) 陶土（黏土）共沉天然橡胶（100 份橡胶+100~165 份陶土）。
- (3) 木质素共沉天然橡胶（100 份橡胶+50~100 份木质素）。

共沉橡胶与干混橡胶的性能比较如下。

橡 胶	炭 黑		陶 土	
	共沉橡胶	干混橡胶	共沉橡胶	干混橡胶
配合量/份	50	50	100	100
硫化胶性能				
拉伸强度/MPa	38.5	32.4	25.5	19.1
扯断伸长率/%	670	590		
300%定伸应力/MPa	6.7	10.8	10.3	4.9
撕裂强度/(kN/m)	181.4	152.0	103.0	34.5

近年，我国海南有黏土共沉天然橡胶可供。

1.2.6 纯化天然橡胶

纯化天然橡胶的英文名称为 purified natural rubber。

【制法种类】 新鲜胶乳用三次离心法浓缩，除去蛋白质及其他非橡胶成分，然后经凝固、干燥而制得的纯度较高的橡胶。

用这种方法处理的橡胶，其成分可提高到 97%以上，而丙酮抽出物、水溶物、氮及灰分等非橡胶成分可降到 2.62%以下。

【基本特性】

- (1) 含蛋白质和水溶物少，吸水性很低。

- (2) 纯度高，电绝缘性提高。
- (3) 容易老化，必须采取防老化措施。
- (4) 硫化速率慢。

【应用范围】 主要用于绝缘手套、胶靴、电线电缆等电绝缘制品以及高级医用橡胶制品。

【主要产地】 主要由马来西亚等地的胶乳制胶工场生产。

【分类牌号】 见之市场的有：纯化橡胶、轻度纯化橡胶及完全纯化橡胶三种。

轻度纯化橡胶又称 PP 绉胶 (partially purified crepe rubber)，它的蛋白质及无机物含量较普通绉胶减少一半，常用作各种卫生用品。完全纯化橡胶也叫脱蛋白橡胶，质量较纯化橡胶又高一档，有 CD 绉胶和 LC 烟胶之分。

脱蛋白橡胶 (deproteinized rubber) 的制法与一般纯化橡胶不同，系用酶菌处理乳胶使其中蛋白质变为水溶物，然后滤除、凝固而成。杂质可降到 0.006%，灰分可降至 0.06% 以下，氮含量低至 0.07%，约为纯化橡胶的 40%，为普通绉片胶的 1/40 左右。

1.2.7 自由流动天然橡胶

自由流动天然橡胶的英文名称为 free-flowing natural crumbs。

【制法种类】 自由流动天然橡胶系指将固体块状天然橡胶制成大小不一的散粒状，可以自由流动而不会黏结在一起。视制造方法不同，可制成大小不同的胶粒，故又称为散粒天然橡胶、粉末天然橡胶 (powdered natural rubber)。

(1) 喷雾法 胶乳浓缩后喷成雾状，将凝固的胶粒进行干燥并加入一定量的白炭黑作为隔离剂，然后粉碎而成。胶粒大小在 0.5~2mm 之间，通常称其为细粒天然橡胶。

(2) 絮凝法 胶乳浓缩后，加入酪蛋白并以硫酸铝作絮凝剂，将絮凝出的胶粒滤出，以白炭黑为隔离剂干燥而成。胶粒直径约为 2~4mm，称之为中粒天然橡胶。

(3) 机械造粒法 在胶乳中加入少量蓖麻油等作隔离剂，凝固后用挤压机造成粒状，然后用次氯酸钠进行表面光滑处理防止相互黏结。这种方法制造的胶粒范围在 2~6mm 左右，同前两种胶粒对比，叫做粗粒天然橡胶。

目前，用于工业化生产的主要是喷雾法。

【基本特性】

- (1) 橡胶成散粒状，可以取消切包工序。
- (2) 密炼时可自动输送、称量，实现生胶进料自动化。
- (3) 混炼周期缩短一半，能量节约 30%~50%，且易于混合均匀。
- (4) 制造成本提高，包装运输费用成倍增加。
- (5) 黏着性能好，贮存半年时间即结块。

【应用范围】 可用于高度自动化的工厂制造胶料，但实际上多用于生产黏合用的胶浆。

【性能参数】

(1) 原料橡胶

项 目	标准型	非标准型	项 目	标准型	非标准型
灰分/%	8	8	粒径大小通过率/%		
挥发物/%	1	1	<4mm	100	100
塑性保持率/%	60	60	<2mm	60	60
门尼黏度[ML(1+4)100℃]	70	90			

(2) 配合橡胶

项 目	粉末型 (PNR)	标准型 (SMR)	项 目	粉末型 (PNR)	标准型 (SMR)
门尼黏度[ML(1+4)100℃]	60	60	500%定伸应力/MPa	200	198
拉伸强度/MPa	240	241	撕裂强度/(kN/m)	25	29
扯断伸长率/%	238	241	硬度(邵尔 A)	53	55
300%定伸应力/MPa	72	70	压缩永久变形/%	6	8

【主要产地】 在马来西亚等地生产，产量未见大的增长。

【商品牌号】 市场上见过的有喷雾法生产的 Robinson Crusoe，分为标准型与非标准型两种。

类 型	商 品 牌 号	门 尼 黏 度	灰 分 / %	主 要 用 途
标准型	Crusoe S	70±5	8	通用
非标准型	Crusoe NS	100±10	8	胶浆

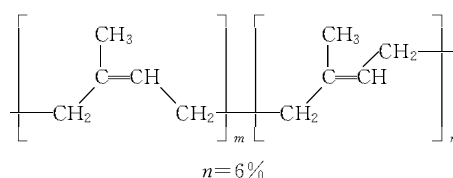
近些年来，马来西亚哈里森公司用 Pulfatex 法、Mealorub 法等，从天然胶乳中经沉淀干燥，生产称之为 PNR 的粉末橡胶。

1.3 改性天然橡胶

历史上改性天然橡胶曾盛极一时，但随着合成橡胶的发展及新性能橡胶的不断涌现，如今绝大部分已黯然失色。不过从充分利用天然橡胶资源、发挥天然橡胶潜在功能来看，改性天然橡胶仍不失为有价值的工业材料，在特定场合仍然受到人们欢迎。

1.3.1 耐结晶天然橡胶

耐结晶天然橡胶的英文名称为 anticrystalline natural rubber。



【制法种类】 胶乳中加入硫代苯甲酸使部分顺式-1,4-异戊二烯异构化为反式-1,4-异戊二烯，然后按常规方法凝固、干燥即可制得。

在生胶状态加入丁二烯砒和腈氯化环己基偶氮，在高温下用密炼机或挤出机（170℃左右）压炼亦可获得耐结晶天然橡胶。

【基本特性】

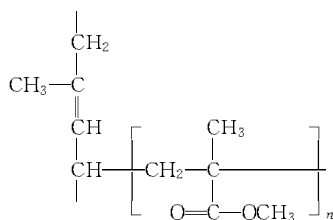
- (1) 打破天然橡胶构型单一而规则的形态，不易产生结晶现象。
- (2) 改变天然橡胶遇冷变硬、弹性下降和密度增大的缺点，降低玻璃化转变温度。

【应用范围】 专用于低温下使用的橡胶制品，如航空及寒冷地区用的橡胶配件等。

【商品牌号】 专用商品牌号极少。一般常由橡胶厂根据要求自行配制。也有的工厂采用增塑剂法减缓结晶速度。如添加 10~20 份癸二酸二辛酯（DOS）等长链脂肪酸酯类增塑剂使橡胶分子链之间距离拉大，降低其相互作用力，也能有效地降低橡胶的玻璃化转变温度。

1.3.2 接枝天然橡胶

接枝天然橡胶的英文名称为 graft natural rubber。



【制法种类】 系天然橡胶与甲基丙烯酸甲酯（MMA）、苯乙烯（ST）、丙烯腈（AN）等单体接枝而成。目前商品化的有 NR 与 MMA 的接枝共聚物，简称天甲橡胶或 MG 天然橡胶。

天然橡胶除接枝改性外，也可用马来酸酐及硫代酸等进行加成改性，效果类似。

【基本特性】

- (1) 改善耐屈挠龟裂及动态疲劳性能。
- (2) 抗冲击性强，震动吸收性好。
- (3) 模流动性好。
- (4) 有较大自补强性，不易焦烧。
- (5) 黏着性好。

【应用范围】 主要用于制造抗冲击的坚韧制品，无内胎轮胎内衬气密层以及橡胶与纤维黏合的胶黏剂等，为改性天然橡胶中用量较多的品种。

【性能参数】

(1) 配合橡胶

项 目	Heveaplus MG 23	Heveaplus MG 49	项 目	Heveaplus MG 23	Heveaplus MG 49
接枝成分	MMA	MMA	介电常数		2.9
相对密度	1.02	1.02	介电损耗角正切		0.02
300%定伸应力/MPa	11.0~12.0	13.0	绝缘破坏强度/(kV/mm)		16
拉伸强度/MPa	28.0	18.0	体积电阻率/ $\Omega \cdot \text{cm}$		$>3 \times 10^{12}$
扯断伸长率/%	520~560	215	耐溶剂性(膨润率)/%		醋酸乙酯 130
硬度(IRHD)	72~75	96			丙酮 74

(2) 接枝橡胶与共混橡胶的比较

种 类	PMMA/份	拉伸强度/MPa	磨耗量 ^① /[$\text{cm}^3/(\text{hp} \cdot \text{h})$]	反拨弹性/%
接枝胶(乳胶+MMA)	10	0.23	181	76
	20	0.46	121	67
	60	0.91	103	43
共混胶(干胶+MMA)	10	0.25	1158	71
	20	0.20	1400	72
	60	0.11	1588	71

① $1\text{hp} \cdot \text{h} = 0.7457\text{kW} \cdot \text{h}$ 。

【配方示例】

基本配方如下。

MG-NR	100 份	硫化 $141^\circ\text{C} \times 20\text{min}$
ZnO	5 份	
硬脂酸	1 份	
硫黄	3 份	
防老剂 D	1 份	NR 100 份中含有 MMA/%
合计	110	

续表

物 性	MMA 10	MMA 25	MMA 50
300%定伸应力/MPa	5.2	12.7	19.4
拉伸强度/MPa	24.5	25.4	21.8
扯断伸长率/%	582	504	343

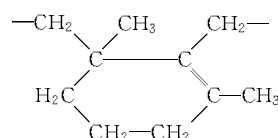
【商品牌号】

产 地	商 品 名	牌 号	用 途
马来西亚	Heveaplus	MG 30 MG 40 MG 49	减震橡胶、电绝缘材料、鞋跟、胶黏剂、泡沫制品

近年，天然橡胶接枝改性的热塑性天然橡胶已开始商品化，称为 TP-NR。如与含有偶氮二羧酸酯的聚乙烯化学接枝、与聚丙烯共混接枝等，用于制造汽车零部件、鞋类产品及电线电缆。

1.3.3 环化天然橡胶

环化天然橡胶又称热异橡胶（cyclized natural rubber）。



【制法种类】 环化天然橡胶是以氧化药剂或用其他方法处理天然橡胶，使橡胶分子链异构化成环状结构而得，其环化方法甚多，例如：

- (1) 橡胶与硫酸或苯磺酸类作用法；
- (2) 橡胶与金属氯化物作用法；
- (3) 橡胶与非金属卤化物或氧化卤化物作用法；
- (4) 橡胶高温（催化剂存在下 250℃ 以上）加热法；
- (5) 橡胶紫外线照射法；
- (6) 乳胶以浓硫酸直接环化法；
- (7) 氯化橡胶脱氯化氢法等。

视环化方法及反应条件不同，可制得从柔软到坚硬块状的各种产品。其中以胶乳环化的质量为最好。

环化橡胶分为：

单环化橡胶——两个异戊二烯单位有一个双键，呈古塔波胶的块状；

多环化橡胶——四个异戊二烯单位有一个双键，呈类橡胶状物。

【基本特性】

- (1) 分子链为环状结构，呈棕色树脂状态。
- (2) 耐酸碱性非常好，几乎不受各种酸碱影响。
- (3) 耐水蒸气性特别好。
- (4) 耐气透性很好。
- (5) 耐溶剂性强，不溶于苯、醚、汽油及乙醇等溶剂。

【应用范围】 用于鞋底和坚硬的模制品、化学防腐衬里、海底电缆、胶黏剂以及防湿性的涂料；还可作为天然橡胶的补强剂，提高硬度、定伸应力及耐磨耗等性能。

用干胶在溶液状态制造的环化橡胶，可溶于苯及氯化烃，溶解程度随环化条件变化很大。为与乳胶制环化橡胶相区别，有的将其称之为磺化橡胶，作胶黏剂使用颇受欢迎。

【性能参数】

(1) 原料橡胶

平均分子量 \bar{M}_n	2000~14500	扯断伸长率/%	1~30
相对密度	0.96~1.12	硬度(邵尔 A)	85~90
线膨胀系数(T_g 以上)/ $\times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	0.75~0.80	介电常数	
热导率/[W/(cm \cdot °C)]	约 11.5×10^{-4}	1kHz	2.68
折射率/ n_D	1.525~1.545	1MHz	2.6~2.7
软化温度/°C	80~130	介电损耗角正切	
流动点/°C	110~160	50Hz	0.006
分解温度/°C	280~300	1kHz~1MHz	0.002
吸水性(70°C \times 20h)/(mg/cm 2)	0.5~0.8	绝缘破坏强度/(kV/mm)	37~55
拉伸强度/MPa	4.5~35.0	体积电阻率/ $\times 10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$	1~7
弯曲强度/MPa	11.0~65.0		

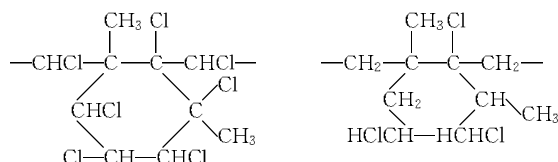
(2) 环化天然橡胶物理力学性能

项 目	古塔波胶型	硬巴拉塔型	高硬巴拉塔型
相对密度(25°C)	0.980	1.016	0.993
拉伸强度(20°C)/MPa	18.2	33.6	32.8
扯断伸长率/%	27	1.3	1.7
压缩破坏强度/MPa	37.8(21°C)	74.2(24°C)	60.2(32°C)
冷流性(11000kg 负荷)/%	38.6(21°C)	17.3(24°C)	30.4(24°C)
绝缘破坏强度/(V/mm)	47500	50000	55200
制取特点(处理药剂)	浅绉胶 NR 用对苯磺酸 加热处理	浅绉胶 NR 用浓硫酸加 热处理	浅绉胶 NR 用 63% 对甲苯 磺酸加热处理

【商品牌号】 1928 年即以“Thermoprene”的商品名问世，为最有名的天然橡胶衍生物，俗称热异橡胶。过去曾有许多生产厂家，近些年来大部被取代，专业厂点所存无几，多数为自产自用。

1.3.4 氯化天然橡胶与氢氯化天然橡胶

氯化天然橡胶与氢氯化天然橡胶的英文名称为 chlorinated natural rubber and hydrochlorinated natural rubber。



【制法种类】 天然橡胶溶于 CCl₄ 等溶剂中后吹入氯或往胶乳中直接导入氯即可制得氯化橡胶。如将氯改用 HCl 即能得到氢氯化橡胶。

视氯含量大小，橡胶性能有所不同。氯化橡胶的氯含量多为 54%~65% 之间，氢氯化橡胶必须控制在 29%~30%。

【基本特性】

- (1) 耐酸碱性能非常好。
- (2) 氯化橡胶耐氧化药剂尤好，而氢氯化橡胶抵抗性则差。
- (3) 有阻燃性，离开火源即自行熄灭。
- (4) 常温下稳定。高温时能分解放出氯化氢而处于十分不稳定状态。氢氯化橡胶比氯化橡胶的热稳定性好。
- (5) 气透性小，可以成膜。
- (6) 易溶于芳烃、氯化烃、不易解聚合。

【应用范围】 主要用于清漆涂料、包装薄膜以及印刷油墨用的载色剂。同时，还可作建筑上用的油毡及道路铺装材料。

在橡胶方面多制成胶黏剂，用以黏合金属、皮革、塑料、纤维及木材等。

在塑料工业中，常采用并用方式生产耐酸碱、耐老化的薄膜，氢氯化橡胶还可制造食品包装材料。

【性能参数】

(1) 原料橡胶

项 目	氯化天然橡胶	氢氯化天然橡胶
氯含量/%	50~68 65.4(完全氯化物)	29~33.5
平均分子量	10~40	
相对密度	1.58~1.69 1.63~1.64(65% Cl)	1.14~1.16
比热容/[J/(g·℃)]	约 1.67	
线膨胀率(T_g 以上)/($\times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$)	1.25	
热导率/[$\times 10^4 \text{ W}/(\text{cm} \cdot ^{\circ}\text{C})$]	12.6	
折射率 n_D	1.55~1.60 1.595(65% Cl)	1.533

(2) 配合橡胶

项 目	氯化天然橡胶	氢氯化天然橡胶
弹性模量/MPa	980.7~3922.7	
拉伸强度/MPa	28.0~45.0	
扯断伸长率/%	约 3.5	
硬度(Brinell)/MPa	98.1~147.1	
介电常数		
50Hz	3	2.7~3.7
1kHz~1MHz	2.5~3.5	
介电损耗角正切		
50~1000Hz	0.003(非塑化)	0.004~0.056
1MHz	0.006(非塑化)	
绝缘破坏强度(0.1mm 厚)/(kV/mm)	>80(非塑化) 16~20(塑化)	5.3~7.5
体积电阻率/ $\Omega \cdot \text{cm}$	$2.5 \times 10^{13} \sim 7 \times 10^{15}$	$10^{14} \sim 10^{15}$

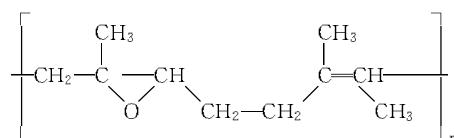
【商品牌号】 为最古老的天然橡胶衍生物，早在 1915 年英国即以 Duroprene 的商品名问世。1934 年美国 Goodyear 公司又研制成氢氯化天然橡胶，命名为 Pliofilm。以后，扩大到世界各国，成为改性天然橡胶中普及率最高的产品。至今，在世界市场上仍有许多商品可见。

国 别	氯 化 橡 胶	氢氯化橡胶	国 别	氯 化 橡 胶	氢氯化橡胶
英国	Duroprene	Pliofilm	意大利	Dartex	Pliofilm
	Alloprene			Protex	
	Raolin			Clortex	
美国	Parlon		荷 兰	Rulacel	
	Paravar		日 本	Adekaprene CP	
德国	Tornesit			(旭电化工业)	
	Pergut			Super chloron CR	
	Tegofan			(山阳国策纸浆)	

氯化天然橡胶在我国以“氯化橡胶”的商品名生产。乳液法生产的有华南热带农产品加工设计研究所，系将天然胶乳加入稳定剂后再加入盐酸进行酸化，而后直接通入氯气进行氯化而成。溶液法则是将天然橡胶溶解于四氯化碳或二氯乙烷中，然后通入氯气至含量 60% 以上制成，主要生产企业有：上海氯碱化工集团、无锡化工集团、江苏江阴西苑化工集团、广州天昊天化工集团、湖南洪江化工和浙江新安江化工集团等。

1.3.5 环氧化天然橡胶 ENR

环氧化天然橡胶的英文名称为 epoxidized natural rubber。



【制法种类】 乳胶加入过甲酸进行环氧化，然后凝固、干燥、压制而得。亦可使用橡胶溶液以过氧化有机酸方法处理制取。

【基本特性】

- (1) 气密性好，环氧化程度达到 75% 的可同丁基橡胶相比。
- (2) 具有相当的耐油性能，在非极性溶剂中膨润小，类似丁腈橡胶。
- (3) 抓着力强，防滑性能高。
- (4) 玻璃化转变温度大幅度提高，由 -70°C 变为 -20°C ，使低温性能变坏。
- (5) 可用常规硫化体系硫化，拉伸强度与定伸应力均高，压缩变形增大。

【应用范围】 可用于要求气密性及耐油性的制品。但由于物理力学性能的均衡协调性不好，且价格也较高，从 1970 年以来，经过不断研究改进，其性能正逐渐提高，改变了用天然橡胶不能生产耐油橡胶制品的历史，气密性也较以前有了根本性的改善，极大地拓宽了天然橡胶的应用领域。

环氧化天然橡胶较耐油的丁腈橡胶和耐气密的丁基橡胶的力学性能综合平衡性好，易于加工。目前除马来西亚已有批量生产供应之外，我国华南热带农产品加工设计研究所也开发成功此种产品，性能达到国外水平，可少量生产，正在推广使用之中。

1.3.6 解聚天然橡胶 DPR

解聚天然橡胶的英文名称为 depolymerized natural rubber。

【制法种类】 胶乳以苯肼等解聚处理而得。分子量较前下降 10~100 倍，并以此分为 1.1 万、4 万、8 万、15.5 万多种。

【基本特性】

- (1) 根据分子量的大小，呈油膏至蜂蜜状。
- (2) 可以浇注成型硫化。
- (3) 物理力学性能大幅度降低。

【应用范围】 主要用作密封材料、填缝材料、建筑防护涂层、黏合剂以及软质模制品等。

【性能参数】

配合橡胶			
项 目	解聚橡胶(DPR)		烟片胶(RSS)
	分子量 9000	分子量 20000	
拉伸强度/MPa	10.5	15.3	28.6
扯断伸长率/%	380	400	530
300%定伸应力/MPa	8.0	12.4	8.8
撕裂强度/(kN/m)	60	75	110
硬度(邵尔 A)	70	73	62

【商品牌号】 目前，见之于市场的有 Hyrdman，分为 DPR-40 和 DPR-400 两种牌号，后面数字表示分子量（千）。

实际上，分子量 2 万以下的被称为液体天然橡胶（liquid natural rubber），可做航空器的密封材料和火箭固体燃料。用燃烧分解方法生产的更低分子量的液体天然橡胶称为橡胶油，一般皆以废橡胶制造，可作为橡胶的软化增塑剂、燃料及润滑油使用。我国现已有少量生产，中国台湾有年产 3 万吨废橡胶工业裂解装置生产橡胶油。

1.4 戈尤拉橡胶

戈尤拉橡胶〔银菊胶、墨西哥橡胶（Guayule rubber、Mexico rubber）〕是从银色橡胶菊中提取的天然橡胶，为天然橡胶的又一个来源，也称第二天然橡胶。它同赫薇亚科的天然橡胶比较，化学结构完全相同，只是胶乳组成物的树脂含量偏大，约达 15%~26%，必须用特殊处理方法加以脱除。

银色橡胶菊生长在墨西哥北部及美国加利福尼亚州一带，是一种灌木植物，可在荒漠干旱地区栽种，单位面积产量略低于赫薇亚橡胶树。经过几十年的试种改良，特别是最近几年的改进，已有了突破性发展，它为发展第二种天然橡胶资源开辟了新的途径。

【制法种类】 将银色橡胶菊的枝干、根磨碎，浮选抽提出树脂后，把其中橡胶成分用溶剂溶解，然后滤去杂物，经闪蒸、干燥而得。

【基本特性】

- (1) 分子量略低，分布也窄，不同地区品种差异很大。
- (2) 不结晶，贮存过程中不会产生硬化现象。
- (3) 胶内基本无蛋白质等物，硫化速率非常慢。
- (4) 树脂含量视制法不同，高低相差悬殊。
- (5) 物理力学性能同天然橡胶相近。

【应用范围】 同天然橡胶。目标主要是制造轮胎。

【配方示例】

基本配方（份）			
NR	100	S	2.5
ZnO	5	促进剂 M	1.5
硬脂酸	4	合计	113

【商品牌号】 美国 Goodyear 公司有了一系列种植、加工及应用的报道，并命名为银菊胶。然而迄今未见有商品上市。

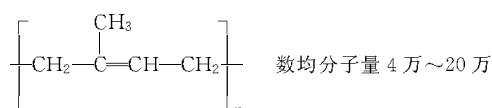
此外，美国前 Firestone 公司也曾做出大量试验工作，无功而止。前苏联早在 20 世纪三四十年代也在阿塞拜疆试种提炼过戈尤拉橡胶。同时，成立于 1929 年的橡胶植物托拉斯还在哈萨克等中亚地区种植了大量橡胶草，称之为蒲公英橡胶 (dandelion rubber)。橡胶草的分子量只有 30 万左右，且含有大量的树脂成分 (10%~12%)，橡胶容易老化。

我国新疆地区也野生着大量含橡胶成分的蒲公英一类植物，其中青胶蒲公英和山胶蒲公英最有利用价值。橡胶含量可达 10%~15%，分子量 30 万~35 万。在 1950~1953 年期间，中国科学院和轻工业试验所都曾分别提炼出橡胶，并用来试制出轮胎，行驶里程接近天然橡胶。

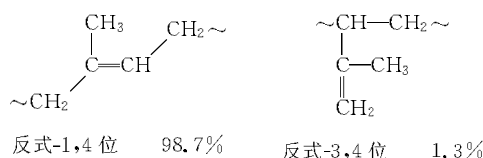
1.5 反式天然橡胶

反式天然橡胶又称反式天然聚异戊二烯橡胶 TNR (*trans*-natural polyisoprene rubber)，有古塔波胶、巴拉塔胶及杜仲胶等若干种，为天然橡胶的同分异构体。

(1) 化学结构



(2) 微观结构



反式-1,4 结构又分为 α 型和 β 型两种。前者熔融温度 56℃，而后者为 65℃。顺式-1,4 结构的熔融温度只有 28℃。

反式-1,4 聚异戊二烯与顺式-1,4 聚异戊二烯的区别如下。

反式-1,4 聚异戊二烯与顺式-1,4 聚异戊二烯的区别

橡胶结构形式	微观分子链上链节的大小
反式-1,4 加成结构 α 型(古塔波胶)	$\begin{array}{c} \text{—CH}_2 \quad \quad \text{H} \quad \quad \text{CH}_3 \quad \quad \text{CH}_2\text{—CH}_2 \quad \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \diagdown \quad \diagup \quad \quad \quad \diagdown \quad \diagup \quad \quad \quad \diagdown \quad \diagup \\ \quad \quad \quad \text{C}=\text{C} \quad \quad \quad \text{C}=\text{C} \quad \quad \quad \text{C}=\text{C} \\ \quad \quad \quad \diagup \quad \diagdown \quad \quad \quad \diagup \quad \diagdown \quad \quad \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_3 \quad \quad \text{CH}_2\text{—CH}_2 \quad \quad \quad \text{H} \quad \quad \quad \text{CH}_3 \quad \quad \text{CH}_2\text{—} \end{array}$ <p style="text-align: center;"> ————— 0.88nm ————— </p>
反式-1,4 加成结构 β 型	$\begin{array}{c} \text{—CH}_2 \quad \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \diagdown \quad \diagup \\ \quad \quad \quad \text{C}=\text{C} \\ \quad \quad \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_3 \quad \quad \text{CH}_2 \quad \quad \text{CH}_2 \quad \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \diagdown \quad \diagup \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \text{C}=\text{C} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \diagup \quad \diagdown \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \text{CH}_3 \quad \quad \text{CH}_2\text{—} \end{array}$ <p style="text-align: center;"> ————— 0.47nm ————— </p>
顺式-1,4 加成结构(赫薇亚橡胶)	$\begin{array}{c} \quad \quad \quad \text{CH}_3 \quad \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \diagdown \quad \diagup \\ \text{—CH}_2 \quad \quad \text{CH}_2 \quad \quad \text{CH}_2 \quad \quad \text{CH}_2 \quad \quad \text{CH}_2 \quad \quad \text{CH}_2\text{—} \\ \quad \quad \quad \diagup \quad \diagdown \quad \quad \quad \diagdown \quad \diagup \quad \quad \quad \diagdown \quad \diagup \\ \quad \quad \quad \text{C}=\text{C} \quad \quad \quad \text{C}=\text{C} \quad \quad \quad \text{C}=\text{C} \\ \quad \quad \quad \diagup \quad \diagdown \quad \quad \quad \diagup \quad \diagdown \quad \quad \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_3 \quad \quad \text{H} \quad \quad \quad \text{CH}_3 \quad \quad \text{H} \quad \quad \quad \text{CH}_3 \quad \quad \text{H} \end{array}$ <p style="text-align: center;"> ————— 0.81nm ————— </p>

古塔波橡胶树中，橡胶的含量只有赫薇亚的 $1/2 \sim 2/3$ 。其凝固物的组成有 $50\% \sim 70\%$ 为橡胶分，树脂约占 $20\% \sim 40\%$ ，其余为纤维素、蛋白质、灰分及挥发分等。

1.5.1 古塔波胶

古塔波胶 (guttapercha rubber) 产自赤铁科属的 *Palaquium gutta* 橡胶树，早年野生于南洋的马来半岛、苏门答腊及加里曼丹各岛，1885 年以后在爪哇种植成功。为树干直径约 60~90cm、高达 30m 的高大树种，流出的乳胶黏度非常高，遇阳光立即变为褐色，采用通常橡胶树的切口取胶的办法极为困难。

【制法种类】

(1) 野生植物 将砍伐下来的树（包括树枝及树叶）粉碎分离出乳胶凝块，加水煮沸，收集浮于表面的橡胶，再经加工而成。组成中除橡胶外，树脂成分高达 $10\% \sim 50\%$ 。

(2) 种植植物 采集树的枝叶以机械粉碎，加水加温，收集浮出的橡胶，然后溶于石油系溶剂中萃取。采取这种制取方法树脂含量可降到 1% ，橡胶成分达到 $98\% \sim 99\%$ 。

【基本特性】

- (1) 热塑性橡胶，呈灰白至红褐色。
- (2) 常温时表面很硬，一加热即软化， 100°C 变为黏稠状。
- (3) 树脂含量视制法不同而波动极大，低至 1% ，高至 50% 。
- (4) 在空气中容易氧化，置于水中则可保持无限期的使用寿命。
- (5) 溶于芳烃、氯化烃、热脂肪烃，难溶于酯类，不溶于乙醇。

【应用范围】 用于高尔夫球皮、牙科填料、绝缘电缆以及造纸用黏合剂等。历史上曾作为重要的海底电缆绝缘体材料。

【性能参数】

原料橡胶		
项 目	市 售 品	精 制 品
平均分子量 $\bar{M}_n/\times 10^4$	3.7~20	
相对密度	0.945~0.955	
玻璃化转变温度 $T_g/^\circ\text{C}$	-68~-53	
脆化温度/ $^\circ\text{C}$	约-60	
熔点/ $^\circ\text{C}$	65~74	
折射率/ n_D	1.523	
吸水性/ $\%$	<0.2	
介电常数	约 3.2	约 2.6
介电损耗角正切	0.002~0.005	<0.002
体积电阻率/ $\Omega \cdot \text{cm}$	$0.3 \times 10^{15} \sim 2.5 \times 10^{15}$	$>10^{17}$

【产地牌号】 主要在印度尼西亚生产，称为 Guttapercha。其中，棕色树脂状质地坚硬的叫做 Allane，黄色柔性皮革状的为 Flauvill。它们都是因树脂含量不同而产生的差异。

古塔波胶属专用橡胶的一种，长期列入野生橡胶资源中，历史上曾有一定产量。

1.5.2 巴拉塔胶

巴拉塔胶 (balata rubber) 是来自西印度群岛、南美特别是圭亚那生长的赤铁科属的 *Mimusops balata*。

【制法种类】 制造方法从前同古塔波胶类似，现在多是将切割流下的乳胶在阳光下自行凝固，而后再经干燥而成。按外观颜色分为红、白两种。

【基本特性】

(1) 白色至红色的热塑性橡胶，呈皮革状。白色的含固状物高，红色的加热时黏度大。

(2) 树脂含量大。块状巴拉塔胶含烃 60%、树脂 20%、水分 17%、灰分杂质 3%，以溶剂萃取可制成树脂含量 3%、水分和灰分各为 1% 以下的精制巴拉塔，称为 refined balata。

【应用范围】 主要用作高尔夫球皮。利用其耐水性亦可制造有韧性的胶带，称之为巴拉塔皮带。

【产地牌号】 市场上以 Balata 名称出现。巴西和委内瑞拉产的为块状，圭亚那产的为片状。

1.5.3 杜仲胶

杜仲胶 (eucommiaulmoides rubber) 自然生长在我国四川、贵州、湖南一带，历史上长期作为中药材。1950 年开始研究用其制造天然橡胶，发现同古塔波胶性能极为近似，化学结构相同，故又称之为中国古塔波胶 (Chinese guttapercha rubber)。

【制法种类】 摘取杜仲树上的枝叶及割口处的自然凝固物，经洗涤、煮沸、压炼、干燥而成。

杜仲胶亦为高树脂含量的橡胶，使用上按软化点的大小 (树脂含量高低) 分类。

【基本特性】

(1) 分子量低，一般只有 16 万左右。

(2) 常温下为皮革状的结晶硬块，50℃ 时表现出弹性，100℃ 软化为塑性物，再高则呈黏稠状。

(3) 呈淡黄色至深褐色，相对密度 0.95~0.98。

(4) 极易氧化，变为脆性粉末。

(5) 吸水性很小，耐酸碱性和耐绝缘性都好。

(6) 溶于芳烃、氯化烃，微溶于丙酮、乙醇，难溶于汽油，不溶于醚类。

【应用范围】 电工绝缘材料、耐酸碱容器、牙科填料、电线电缆以及与橡胶并用等。

【产地牌号】 目前仍为野生加工，按软化点分为：杜仲 60 (软化温度 59~60℃)——树脂含量 7%~12%；杜仲 63 (软化温度 62~63℃)——树脂含量 2%~6%。

我国近年正在着手扩大开发和应用研究工作，并取得良好效果。

1.6 顺反式天然橡胶

顺反式天然橡胶又称顺式与反式天然聚异戊二烯共存橡胶 (cis-trans-Natural rubber)。这类橡胶全是野生的，代表性品种有：齐葛耳胶、吉尔通胶。

1.6.1 齐葛耳胶

齐葛耳胶英文名称为 chicle rubber。

组成为：橡胶 10%~14%；树脂 36%~56%；其余为蛋白质、水溶物、灰分等。

顺反式结构比例为：顺式-1,4 25%，反式-1,4 75%。

主产于墨西哥、危地马拉和洪都拉斯等地，系属赤铁科属的 Achras zapote。亦为热塑性橡胶。

制法大体同古塔波胶类似，系将树干上流出的乳液通过煮沸的办法脱去部分水分。然后，将浓缩乳胶进行风干制成块状出售。

齐葛耳胶为黄褐色易脆块状，系以树脂为主要成分的反式、顺式两种同分异构体以 3:1 组分共存的类橡胶物。

它含有一种带有苦味的强壮剂，主要用途是用来做口香糖的原料，含于口中即行软化。

1.6.2 吉尔通胶

吉尔通胶的英文名称为 jelutong rubber。

系由 *Dyera costulata* 和 *D. Lowii* 采集的橡胶类似物，产于马来西亚、印度尼西亚各地。

产品含 22% 的烃和 78% 的树脂，同粗制的古塔波胶类似，为灰白色块状。

主要作为口香糖的原料，此外利用其黏性，还可用于胶带布层的黏合剂、橡皮膏以及黏性带等。

吉尔通胶含杂质较多，用时必须充分洗涤、干燥，并弄清其来源。产地有 Dead Borneo、Pontianak 等名称，价格颇廉。亦可同天然橡胶混用制造低成本的橡胶制品。

第2章 通用合成橡胶

合成橡胶是相对于天然橡胶而言，泛指用化学方法合成制得的橡胶或弹性体。合成橡胶的分类是按聚合物链的化学组成进行的。我国合成橡胶的分类和代号具体规则参见本书附录。

我国合成橡胶产品牌号的编制规则是，在其代号后缀以4位阿拉伯数字。4位数字的前两位表示橡胶的主要特征，视胶种情况可分别表示其单体种类、结构、结合单体量、催化剂（引发剂）或加上方式等；后两位则大多表示其填充情况、防老剂污染程度、门尼黏度或分子量等。其中填充情况或防老剂污染程度多以第三位数字表示。液体橡胶以在胶种代号后缀下标“L”来表示，再续以4位数字。各胶种特征数码的编制规则见表1-2-1。目前对热塑性橡胶或弹性体和粉末橡胶尚无统一命名，国外习惯用英文缩略语TPR（thermoplastic rubber）或TPE（thermoplastic elastomer）来表示。而热塑性苯乙烯-二烯烃三嵌段共聚物则使用SBS（styrene-butadiene triblock copolymer）和SIS（styrene-isoprene triblock copolymer）的缩略语表示。

合成橡胶是石油化工产品的重要组成部分，在国民经济中具有重要地位。但合成橡胶的应用往往又限制在一定的范围内。其使用特点包括：①耐热性；②耐高温性；③耐低温性或抗低温屈挠性；④耐磨耗性；⑤耐油和耐燃性；⑥耐气体透过性；⑦耐化学稳定性；⑧耐氧和臭氧老化性等。

表1-2-1～表1-2-4分别为世界合成橡胶生产能力、生产量、消耗量及历年生产变化情况。

表 1-2-1 2005 年世界主要国家和地区合成橡胶生产能力一览表 单位：万吨

国家或地区	乳聚丁苯橡胶 (ESBR)	溶聚丁苯橡胶 SSBR (固体胶)	聚丁二烯橡胶 (BR)	异戊橡胶 (IR)	二元/三元乙丙橡胶 (EPM/EPDM)	丁基橡胶 (IIR)	丁腈橡胶 (NBR)	氯丁橡胶 (CR)	苯乙烯-丁二烯嵌段共聚物 (SBC)	合计
法国	8.4	3.5	24.0	—	8.5	5.6	11.5	—	6.5	68.0
意大利	13.0	2.0	4.0	—	8.5	—	3.3	—	9.0	39.8
德国	9.1	—	8.1	—	5.5	—	—	8.0	6.0	36.7
英国	7.0	3.3	8.0	—	—	10.5	1.5	—	—	30.0
比利时	—	0.7	—	—	—	11.5	—	—	9.3	21.5
荷兰	—	—	—	2.5	7.0	—	—	—	2.0	11.5
西班牙	—	1.2	0.8	—	—	27.6	16.3	—	9.0	11.0
土耳其	2.7	—	1.4	—	—	—	—	—	—	4.1
西欧合计	40.2	10.4	46.3	2.5	29.5	—	—	8.0	41.8	222.6
南非	3.2	1.8	1.8	—	—	—	—	—	—	6.8
伊朗	4.0	—	2.5	—	—	—	—	—	—	6.5
中东和非洲合计	7.2	1.8	4.3	—	—	—	—	—	—	13.3
美国	77.9	34.0	74.2	9.0	51.6	25.1	5.0	10.0	26.9	313.7
北美合计	77.9	34.0	74.2	9.0	51.6	25.1	5.0	10.0	26.9	313.7
巴西	25.5	2.0	9.5	—	3.5	—	4.1	—	3.5	48.0
墨西哥	9.6	5.0	1.0	—	—	—	2.5	—	3.0	21.1
阿根廷	5.4	—	—	—	—	—	0.2	—	—	5.6
拉丁美洲合计	40.5	7.0	10.5	—	3.5	—	6.8	—	6.5	74.7

续表

国家或地区	乳聚丁苯 橡胶 (ESBR)	溶聚丁苯 橡胶 SBR (固体胶)	聚丁二烯 橡胶(BR)	异戊 橡胶 (IR)	二元/三元 乙丙橡胶 (EPM/EPDM)	丁基 橡胶 (IIR)	丁腈 橡胶 (NBR)	氯丁 橡胶 (CR)	苯乙烯- 丁二烯嵌段 共聚物(SBC)	合计
日本	62.3	11.0	28.0	7.3	12.5	16.0	8.6	10.5	9.1	165.3
中国	38.0	4.0	44.0	—	3.0	3.0	7.0	6.0	23.0	128.0
韩国	33.8	—	25.6	—	4.0	—	5.0	—	10.0	78.4
中国台湾	10.5	1.0	9.1	—	—	—	3.0	—	33.4	57.0
泰国	6.0	—	12.2	—	—	—	—	—	—	18.2
印度尼西亚	8.0	—	—	—	—	—	—	—	—	8.0
印度	1.0	—	5.0	—	1.0	—	1.5	—	—	8.5
澳大利亚	—	—	1.2	—	—	—	—	—	—	1.2
亚洲和澳大利亚合计	159.6	16.0	125.1	7.3	20.5	19.0	25.1	16.5	75.5	464.6
俄罗斯	31.5	1.5	25.0	37.5	2.0	14.0	4.1	0.5	—	116.1
罗马尼亚	13.0	—	6.0	6.1	—	0.5	2.0	—	—	27.6
波兰	11.6	—	—	—	—	—	0.4	—	—	12.0
捷克	8.5	—	—	—	—	—	—	—	—	8.5
保加利亚	8.0	—	—	—	—	—	—	—	—	8.0
塞尔维亚	4.0	—	—	—	—	—	—	—	—	4.0
中欧和俄罗斯合计	76.6	1.5	31.0	43.6	2.0	14.5	6.5	0.5	—	176.2
世界合计	402.0	70.7	291.4	62.4	107.1	86.2	59.7	35.0	150.7	1265.1

表 1-2-2 世界合成橡胶 (SR) 生产量

单位: 万吨

国家或地区	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年
美国	239.68	206.21	216.44	227.01	232.51	236.58
中国	83.57	105.24	113.29	127.22	147.76	163.21
日本	159.17	146.55	152.20	157.74	161.61	162.69
俄罗斯	83.71	91.92	91.90	107.00	111.61	114.71
德国	84.92	82.84	86.92	88.80	90.50	84.25
韩国	67.83	66.25	68.50	70.00	71.00	75.50
法国	66.92	67.17	68.18	71.77	77.60	65.72
中国台湾	46.48	47.97	52.31	52.88	54.50	54.50
巴西	37.27	34.19	38.37	40.65	42.91	41.60
英国	28.57	33.28	33.69	32.70	35.11	34.40
意大利	28.50	27.40	25.00	24.30	23.50	23.00
其他	155.28	139.48	141.40	144.73	149.19	140.34
世界总计	1081.90	1048.50	1088.20	1144.80	1197.80	1196.50

表 1-2-3 世界合成橡胶 (SR) 消耗量

单位: 万吨

国家或地区	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年
中国	145.5	157.5	175.0	215.5	243.7	258.0
美国	218.9	184.0	189.5	192.7	191.0	195.5
日本	113.7	108.5	109.6	111.1	114.6	118.1
德国	63.2	61.3	61.2	62.4	64.5	63.5
俄罗斯	53.9	57.5	55.1	61.9	58.5	59.0
巴西	36.2	33.4	35.5	35.2	43.0	40.8
法国	44.4	46.5	46.9	49.3	42.0	35.1
韩国	38.2	37.3	36.5	34.2	33.9	33.3
西班牙	26.9	26.2	29.2	29.4	30.0	30.8
中国台湾	26.2	23.2	28.4	29.3	28.0	25.5
其他	373.8	305.2	308.0	325.8	336.5	332.1
世界总计	1140.9	1040.6	1074.9	1146.8	1185.7	1191.7

表 1-2-4 世界合成橡胶 (SR) 生产量历年变化情况 单位: 万吨

年份	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005
生产量	—	1.0	10.0	82.0	80.0	165.0	187.9	298.1	380.0	685.5	864.7	883.0	995.0	948.0	1081.9	1196.5

2.1 聚异戊二烯橡胶

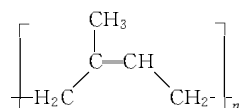
聚异戊二烯橡胶 (polyisoprene rubber) 是异戊二烯单体用齐格勒-纳塔催化体系或锂催化剂溶液聚合而成。异戊二烯分子因含有两个双键, 在不同条件下聚合时, 可产生不同结构的聚合物异构体, 主要有顺式-1,4-聚异戊二烯橡胶和反式-1,4-聚异戊二烯橡胶。

顺式-1,4-聚异戊二烯橡胶 (cis-1,4-polyisoprene rubber) 简称异戊橡胶, 代号 IR, 其结构和性能与天然橡胶相似, 又称“合成天然橡胶”。1954 年美国 Goodrich 公司用齐格勒引发剂合成出顺式-1,4-结构达 98% 的聚异戊二烯 (即钛系异戊橡胶)。1955 年, Firestone 轮胎橡胶公司用锂引发剂合成出顺式-1,4-结构达 92% 的聚异戊二烯 (即锂系异戊橡胶)。1963 年美国 Goodyear 公司用铝钛引发剂生产, 实现了工业化。其后前苏联、日本、荷兰、意大利等 10 余个国家相继建厂生产, 生产能力达 120 多万吨。我国在 20 世纪 70 年代利用稀土化合物为引发剂聚合制得顺式-1,4-聚异戊二烯 (简称稀土异戊橡胶), 顺式-1,4-结构含量达 94% 以上, 在吉林化学工业公司已通过中试鉴定, 其产品编号为 JHY-12。

目前, 由于非橡胶成分含量少, 异戊橡胶除用于轮胎方面外, 在医疗、卫生、食品、日用橡胶制品和运动器械等方面也成为重要的原料橡胶。

【制法】 用齐格勒引发剂、锂或烷基锂引发剂经溶液聚合异戊二烯而得。前者主要是铝钛引发剂, 所得顺式-1,4-结构含量高达 96% 以上; 后者所得顺式-1,4-结构含量低, 约 92%。我国研究开发的聚异戊二烯橡胶是利用稀土化合物作为引发剂聚合, 所得顺式-1,4-结构含量达 94% 以上。

【结构】 分子结构为



异戊橡胶的微观结构和宏观结构如表 1-2-5 所示。

表 1-2-5 异戊橡胶的结构

催化体系	微 观 结 构				宏 观 结 构				
	顺式-1,4- 结构含量/%	反式-1,4- 结构含量/%	1,2-结构 含量%	3,4-结构 含量/%	重均分子量 $\bar{M}_w/\times 10^4$	数均分子量 $\bar{M}_n/\times 10^4$	分子量分散 指数 \bar{M}_w/\bar{M}_n	支化	凝胶含 量/%
天然橡胶	98	0	0	2	100~1000		1.89~2.54	支化	15~30
钛系	96~97	0	0	2~3	71~135	19~41	2.4~3.90	支化	3.7~30
烷基锂	93	0	0	7	122	62	2.0	线型	0
稀土引发剂	94~95	0	0	5~6	250	110	<2.8	支化	0~2

【品种牌号】 按顺式-1,4-结构含量分为: 高顺式聚异戊二烯、中顺式聚异戊二烯和低顺式聚异戊二烯。按引发剂体系则划分为: ①以锂为基础的引发剂聚合所得的称为锂系异戊橡胶; ②以钛系为基础的引发剂聚合所得的称钛系异戊橡胶; ③采用稀土元素为基础的引发

剂聚合所得的称稀土异戊橡胶。各厂生产的异戊橡胶商品牌号见表 1-2-6。

表 1-2-6 各厂生产的异戊橡胶商品牌号

商品名称	顺式-1,4- 结构含量/%	污染性	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	充 油		备 注
				种类	数量①	
Natsyn						
2200	98	非污染	82			通用胶
2205	98	非污染	82			胶丝用,无凝胶
2210	98	非污染	60			海绵、鞋、机械制品
JSR						
IR 2200	98	非污染	82			轮胎、胶带、各种机械制品、
IR 2200J	98	非污染	82			鞋、胶黏剂、胶丝、橡皮筋
Kursprene						
IR 10		非污染	83			液体
LIR 30	98	非污染	L			液体
LIR 50	82	非污染	L			
Nipol						
IR 2200	98	非污染	82			通用胶
IR 2200L	98	非污染	75			低门尼黏度,医药制品
Carmex						
IR 305	92	非污染				一般用
IR 307	92	非污染				食品用
IR 309	91.5	非污染				易加工,一般用
IR 310	91.5	非污染				易加工,食品用
IR 500	92	非污染		环烷烃油	25	
SKI						
121111	96	污染	60			通用胶
121121	96	污染	50			

① 表示每百份胶中含的份数。

【国外主要生产厂家及产品牌号】

(1) 俄罗斯

① Volzhski 合成橡胶公司 (Volzhski Kauchuk) 聚异戊二烯橡胶

牌 号	顺式-1,4- 结构含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	防老剂 类型	牌 号	顺式-1,4- 结构含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	防老剂 类型
SKI 3D	>96	65	污染	SKI 3(b)	>96	69	污染
SKI 3(a)	>96	80	污染	SKI 3(c)	>96	59	污染

② SKPremyer 公司聚异戊二烯橡胶

牌 号	顺式-1,4- 结构含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	防老剂 类型	牌 号	顺式-1,4- 结构含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	防老剂 类型
SKI 3P	>96	65	污染	SKI 3(c)	>96	59	污染
SKI 3S	96		污染	SKI 3(b)	>96	69	污染
SKI 3(a)	>96	80	污染				

③ Togliatti 合成橡胶公司 (Togliattisintezkauchuk) 聚异戊二烯橡胶

牌 号	顺式-1,4- 结构含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	防老剂 类型	牌 号	顺式-1,4- 结构含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	防老剂 类型
SKI 3P	>96		污染	SKI 3(b)	>96	69	污染
SKI 3S	96		污染	SKI 301(a)	>96	<80	污染
SKI 3(a)	>96	80	污染	SKI 301(b)	>96	70	污染
SKI 3(c)	>96	59	污染				

④ Nizhnekamskneftekhim 公司聚异戊二烯橡胶

牌 号	顺式-1,4-结构含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	防老剂类型
SKI-3 Group I	>96	75~85	污染
SKI-3 Group II	>96	65~74	污染

(2) 日本

① 日本瑞翁公司 (Nippon Zeon Co., Ltd.)

牌 号	顺式-1,4-结构含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	防老剂类型
Nipol 聚异戊二烯橡胶			
2200	98	83	非污染
2200L	98	70	非污染
2205	98	83	非污染

② 日本合成橡胶公司 (Japan Synthetic Rubber Co.)

牌 号	顺式-1,4-结构含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	硬度(JISA)	防老剂类型	用 途
2200	98	82	61	非污染	轮胎、胶带、胶黏剂等
2200J	98	82	58	非污染	天然橡胶适用领域

(3) 德国

德国壳牌化学公司 (Shell Chemicals)

牌 号	顺式-1,4-结构含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	填充油		防老剂类型
			种类	充油量/份	
Cariflex 聚异戊二烯橡胶					
IR-305	92		环烷油	4	非污染
IR-307	92				非污染
IR-309	92	45	环烷油	4	非污染
IR-310	92	45			非污染

(4) 美国

美国固特异轮胎和橡胶公司 (Goodyear Tire & Rubber Co.)

牌 号	顺式-1,4-结构含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	防老剂类型
2200	98	80	非污染
2205	98	80	非污染
2210	98	60	非污染

【加工与配合】 异戊橡胶可直接进行混炼。混炼温度比天然橡胶的低，混炼时间短，加料顺序与天然橡胶相同。由于流动性较好，压出、压延、注压容易。配合原理与天然橡胶相同，可以用硫黄、促进剂等硫化。因不含天然非橡胶组分，硫化速度较慢。

【基本特性】

- ① 颜色透明光亮，无气体。
- ② 比天然橡胶纯净，凝胶含量少，无杂质，质量均一。
- ③ 不需塑炼，混炼简便，冬季不用保温。
- ④ 硫化胶的机械强度高，物理性能均衡性好，为最接近天然橡胶的合成橡胶。
- ⑤ 黏着性好，流动性好，加工容易，但易发生降解，硫化速度较慢。
- ⑥ 振动吸收性和电性能好。

【应用范围】 能基本代替天然橡胶，用于轮胎、胶带、胶管、鞋和其他工业制品。尤其适于制造食品用制品、医药卫生制品及橡胶丝、橡胶筋等日用制品。

【性能参数】

(1) 原料橡胶

项 目	数 值	项 目	数 值
聚合形式	加成聚合	$\bar{M}_w/\times 10^4$	5~580
聚合方法	负离子,配位负离子	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	40~96
聚合体系	溶液	相对密度	0.91~0.9
微观结构(异戊二烯单元)	顺式-1,4-结构含量 91.0%~98.7%	$T_g/^\circ\text{C}$	-72~-63
平均分子量		脆性温度/℃	-56~67
$\bar{M}_n/\times 10^4$	7.7~250	热分解温度/℃	300~400
		折射率(25℃)	1.521

(2) 配合橡胶

项 目	数 值	项 目	数 值	项 目	数 值
弹性模数		拉伸强度/MPa	22.5~28.4	压缩永久变形/%	
剪 断 (动 态) (60Hz, 100℃)/MPa	1.37~ 2.06	伸长率/%	430~670	70℃,22h	18~24
内部摩擦/kPa		300%定伸应力/MPa	8.8~14.7	100℃,22h	53~62
60Hz,25℃	9	撕裂强度/(kN/m)	53.9~83.3	磨 耗 (Akron)/(cm ³ / 1000r)	0.4
60Hz,100℃	2.5	硬度(JIS,A)	56~58		

【配方示例】

(1) 基本鉴定配方

异戊橡胶	100	促进剂 TBBS ^①	0.7	硬脂酸	2
硫黄	2.25	氧化锌	5	高耐磨炉黑	35

① 促进剂 TBBS 为 *N*-叔丁基-2-苯并噻唑次磺酰胺。

(2) 应用配方

① 载重轮胎

组 分	胶体胶	缓冲层胶	组 分	胶体胶	缓冲层胶
异戊橡胶	100	100	促进剂 NOBS	0.7	0.6
硫黄	2.5	2.5	促进剂 TMTD	0.03	0.05
氧化锌	5	5	快压出炉黑	20	30
硬脂酸	2.5	2.5	通用炉黑	—	30
防老剂 4010NA	1	1	低结构高耐磨炉黑	20	—
防老剂 RD	1	1	操作油	5	5

② 胶鞋

组 分	透明大底	白色面胶	组 分	透明大底	白色面胶
异戊橡胶	100	100	防老剂 SP	—	0.7
硫黄	2	2.3	白炭黑	40	—
促进剂 M	1.8	1.2	碳酸镁	10	30
促进剂 DM	1		白艳华(活性碳酸钙)	—	2.5
促进剂 TMTS	0.4	0.1	钛白粉	—	4
氧化锌(透明)	2.5	5	黑油膏		
硬脂酸	2	0.7			

③ 胶丝

异戊橡胶	100	硬脂酸	1	石蜡	0.5
硫黄	2.5	防老剂	1.5	二甘醇	1
促进剂 F	1.5	白炭黑	10		
氧化锌	2.5	钛白粉	3		

【包装、贮存和运输】 一般为袋装，用复合袋内衬聚乙烯薄膜。每袋橡胶净重为 (25.00 ± 0.25) kg。袋正面标明产品名称、牌号、净重、生产厂（公司）名称、商标、生产日期或批号等。应贮存在常温、通风、清洁、干燥的仓库中，成垛成行堆放，并保持一定行距，堆放不多于10包。运输应采取措施，防止日光直接照射和雨水浸泡。保存期一般自生产日起不超过两年。

2.2 聚丁二烯橡胶

聚丁二烯橡胶（polybutadiene rubber）是1,3-丁二烯单体聚合所得的系列聚合物。1956年美国Phillips石油公司采用铝-钛体系合成顺式聚丁二烯，于1960年实现了工业化。后又采用钴系、锂系、镍系催化体系分别实现了工业化。在20世纪60年代发展迅速，20世纪70年代后处于相对稳定时期。我国于1971年采用镍系引发剂建成工业装置投入生产，同时也利用稀土催化剂开发成功稀土顺丁橡胶并进行了中试生产。20世纪80年代意大利、德国也采用稀土钕为催化剂生产了稀土顺丁橡胶。前苏联、日、意、英、法等20多个国家和地区都先后生产了顺丁橡胶。目前聚丁二烯橡胶在合成橡胶各胶种中仍居第二位。2001年世界主要国家和地区的聚丁二烯橡胶生产能力见表1-2-7。

表 1-2-7 2001 年世界主要国家和地区聚丁二烯橡胶生产能力

国家或地区	生产能力/(kt/a)	国家或地区	生产能力/(kt/a)	国家或地区	生产能力/(kt/a)
美国	902	韩国	163	意大利	80
中国	400	德国	126	英国	80
日本	298	泰国	105	巴西	70
俄罗斯	246	中国台湾省	91	印度	50
法国	203	加拿大	90		

世界聚丁二烯橡胶主要生产装置及生产能力见表1-2-8。

表 1-2-8 世界聚丁二烯橡胶主要生产装置及生产能力

国家	生产厂家	地址	生产能力/(kt/a)	备注
美国	American Synthetic Co.	Louisville, KY	160	多功能装置, 包括溶聚丁苯橡胶
	Firestone Polymers LLC	Orange, TX	130	多功能装置, 包括聚丁二烯橡胶、溶聚丁苯橡胶及热塑性弹性体
	Goodyear Tire & Rubber Co.	Beaumont, TX	360	多功能装置, 包括溶聚丁苯橡胶
	Bayer Inc. Rubber Div.	Orange, TX	250	生产聚丁二烯橡胶和溶聚丁苯橡胶
加拿大	Bayer Rubber Inc.	Samia, Ont-ario	90	
巴西	Petroflex/Coperbo	Cabo	70	多功能装置, 包括溶聚丁苯橡胶、聚丁二烯橡胶及热塑性弹性体, 合计 95kt/a
墨西哥	Dynasol Elastomeros	Altamira	20	多功能装置, 包括溶聚丁苯橡胶、聚丁二烯橡胶及热塑性弹性体

续表

国家	生 产 厂 家	地 址	生产能力 /(kt/a)	备 注
澳大利亚	Qenos	Altona	10	
印度	Indian Petrochemicals	Baroda	50	
日本	Asahi Kasei Co.	Kawasaki	63	多功能装置,包括溶聚丁苯橡胶
	Japan Elastomer	Oita	20	
	Japan Synthetic Rubber Co.	Chiba	72	
	Nippon Zeon Co. ,Ltd.	Tokuyama	58	
	UBE Industries Ltd.	Chiba	85	
韩国	Hyundai Petrochemical Co. ,Ltd	Daesan	40	多功能装置,包括溶聚丁苯橡胶
	Korea Kumho Petrochemical Co. ,Ltd.	Yeocheon	90	
泰国	BST Elastomers	Mab Ta	40	合资公司,JSR、Zeon 和 Itoshi 公司占 32%股份,THai 投资公司占 68%股份 合资公司,Thai 石化工业公司占 51%股份,UBE Industries 占 25%股份,中国台湾合成橡胶公司和 Marubeni 公司占 12%股份
	THai Synthetic Rubber Co.	Phut, Rayong Rayong	65	
中国	台湾合成橡胶公司		51	多功能装置,包括聚丁二烯橡胶和 SBS 热塑性弹性体
	奇美实业有限公司		40	

聚丁二烯橡胶多以溶液聚合方法制得。按微观结构有顺式-1,4-聚丁二烯、反式-1,4-聚丁二烯和 1,2-聚丁二烯等。按引发剂体系则有：钛系聚丁二烯、钴系聚丁二烯、镍系聚丁二烯、锂系聚丁二烯、稀土系聚丁二烯。也有采用乳液聚合方法得到的乳聚聚丁二烯橡胶。聚合物又有充油的充油胶、充炭黑的炭黑母炼胶、充油和炭黑的充油充炭黑母炼胶。除干聚合物外，还有聚丁二烯胶乳、液体聚丁二烯。

国际合成橡胶生产者协会（IISRP）曾对各种聚丁二烯的编码序列作了如下规定。

1200~1249	干聚合物	1250~1299	充油胶
1300~1349	充炭黑母炼胶	1350~1399	充油充炭黑母炼胶
1400~1449	胶乳	1450~1499	其他

充油胶所充的油有高芳烃油、芳烃油、环烷烃油和链烷烃油。充炭黑母炼胶所充的炭黑品种有高耐磨炉黑、高结构高耐磨炉黑、中超耐磨炉黑、高结构中超耐磨炉黑和新工艺炭黑如 N234、N339、N351 等。现充炭黑和充油充炭黑聚丁二烯母炼胶已停产，未见有商品了。

我国国家标准规定聚丁二烯橡胶牌号为 BR 9000，稀土顺丁橡胶为 BR9100。

2.2.1 顺式-1,4-聚丁二烯橡胶

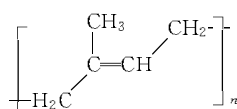
顺式-1,4-聚丁二烯橡胶（*cis*-1,4-polybutadiene rubber）简称顺丁橡胶，代号 BR，国内牌号为 BR 9000。系 1,4-丁二烯以齐格勒催化体系经溶液聚合而得。由于聚合条件不同，聚合物所含顺式-1,4-结构有高低之别，分为高顺式聚丁二烯橡胶和低顺式聚丁二烯橡胶，前者顺式-1,4-结构含量为 92%~98%，后者顺式-1,4-结构含量一般在 35%~40%。也有分为高顺式（顺式-1,4-结构含量为 96%以上）、中顺式（顺式-1,4-结构含量 92%以上）和低顺式（顺式-1,4-结构含量 35%~40%）的聚丁二烯橡胶。

顺丁橡胶广泛用于制造乘用车和卡车轮胎，几乎占该类胶消耗量的 86%以上，可改善轮胎的耐磨性，延长其寿命。也适于制造力车胎、胶管、胶带、胶鞋以及其他橡胶制品。顺丁橡胶是通用合成橡胶之一，在合成橡胶中消耗量仅次于丁苯橡胶居第二位。

2.2.1.1 高顺式-1,4-聚丁二烯橡胶 (high *cis*-1,4-polybutadiene rubber)

【制法】 丁二烯用钛系、钴系、镍系和稀土催化体系经溶液聚合而得。橡胶的顺式-1,4-结构含量分别为：钴系 96%~98%；钛系约 92%；镍系 96%~98%；稀土 96%~98%。因采用的催化剂不同又有称钴系顺丁橡胶、钛系顺丁橡胶、镍系顺丁橡胶和稀土顺丁橡胶的。

【结构】 分子结构为



【品种牌号】 我国聚丁二烯橡胶生产厂家产品牌号及性能指标见表 1-2-9。

表 1-2-9 我国聚丁二烯橡胶生产厂家产品牌号及性能指标

生 产 厂 家	生产能力 (kt/a)	牌 号	催化 体系	顺式-1,4- 结构含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	防老剂 类型
燕山石油化工股份有限公司	120	燕山牌 BR 9000	镍系	96~98	40~50	非污染
		燕山牌 BR 9002	镍系	96	37~41	非污染
		燕山牌 BR 9003	镍系	96	37~45	
		燕山牌 BR 9004	镍系	96	37~45	
中国齐鲁石化股份有限公司	40	齐鲁牌 BR 9000	镍系	96~98	40~50	非污染
		齐鲁牌 BR 9073(充高芳烃油 37.5 份)	镍系	96	37	非污染
锦州石化股份有限公司	50	锦花牌 BR 9000	镍系	96~98	40~50	非污染
		锦花牌 BR 9100	钨系	96~98		
上海高桥石油化工公司	75	申江牌	镍系	96~98	40~50	非污染
岳阳石油化工总厂	30	巴陵牌	镍系	96~98	40~50	非污染
大庆石化总厂	50	BR 9000	镍系	96~98		非污染
新疆独山子石油化工公司	20	BR 9000	镍系	96~98		非污染
茂名石化乙烯公司	10	南海牌低顺式 BRF 250	锂系	38		非污染

目前国内镍系高顺式聚丁二烯橡胶 BR 9000 执行统一标准，其详细指标如表 1-2-10 所示。

表 1-2-10 镍系高顺式聚丁二烯橡胶 BR 9000 性能指标

性 能 项 目		规 格		
		优等品	一级品	合格品
挥发分/%	≤	0.50	0.80	1.10
灰分/%	≤	0.20	0.20	0.20
有机酸含量/%		45±4	45±4	45±7
皂含量/%	≤	65	67	70
苯乙烯结合量/%		7.8~11.3	7.5~11.5	7.5~11.5
生胶门尼黏度[ML(1+4)100℃]		8.5~11.5	8.2~11.7	8.2~11.7
混炼胶门尼黏度[ML(1+4)100℃]		8.2~11.2	7.9~11.4	7.9~11.4
300%定伸应力(25min)/MPa	≥	15.0	14.5	14.0
300%定伸应力(35min)/MPa	≥	385	365	365

中国台湾合成橡胶公司聚丁二烯橡胶商品名称为 Taipol (见表 1-2-11)。

表 1-2-11 Taipol 钴系高顺式-1,4-聚丁二烯橡胶

牌 号	顺式-1,4-结构含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	充油量(芳烃油)/份	防老剂类型
BRO 100	98	43	37.5	非污染
BRO 150	98	43		非污染
BRO 15H	96	40		非污染
BRO 153	98	38		污染

【国外主要生产厂家及产品牌号】

(1) 德国 (拜耳公司)

① Buna 钴系高顺式-1,4-聚丁二烯橡胶

牌 号	色泽	顺式-1,4-结构含量/%	挥发分/%	有机酸含量/%	灰分/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	密度/(g/cm ³)
CB 22	无色/淡褐色	≥96	≤0.5	≤1	≤0.3	58~68	0.91
CB 23	无色/淡褐色	≥96	≤0.5	≤1	≤0.5	46~56	0.91
CB 24	无色/淡褐色	≥96	≤0.5	≤1	≤0.5	38~48	0.91
CB 29 ^①	深褐色	≥96	≤0.5	≤1	≤0.5	32~42	0.92

① 充油量为 37.5%。

② Taktene 钴系高顺式-1,4-聚丁二烯橡胶

牌 号	色泽	顺式-1,4-结构含量/%	挥发分/%	有机酸含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	密度/(g/cm ³)
220	无色	≥95	≤0.5	≤0.2	35~45	0.91
1220	无色	≥95	≤0.7	≤0.3	36~46	0.91
1203	无色	≥95	≤0.7	≤0.3	38~48	0.91
1203 ^①	无色	≥95	≤0.75	≤0.5	35~45	0.91
1359 ^①	黑色	≥95	≤0.75	≤0.5	50~68	1.12

① 灰分为 32%~35%，充油量为 21%~25%。

③ Buna 钛系高顺式-1,4-聚丁二烯橡胶

牌号	色泽	顺式-1,4-结构含量/%	挥发分/%	有机酸含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	密度/(g/cm ³)
CB 11	淡棕色	≥91	≤0.5	≤2	44~50	0.91
CB 30	淡棕色	≥91	≤0.7	≤2	32~42	0.92

④ Buna 锂系低顺式-1,4-聚丁二烯橡胶

牌 号	色泽	顺式-1,4-结构含量/%	挥发分/%	灰分/%	乙烯基含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	密度/(g/cm ³)
CB 35NF	无色	37.5~42.5	≤0.75	≤0.2	7.5~12.5	30~40	0.91
CB 45NF	无色	37.5~42.5	≤0.75	≤0.2	7.5~12.5	40~50	0.91
CB 55NF	无色	37.5~42.5	≤0.75	≤0.2	7.5~12.5	50~60	0.91
CB 65	白色	37.5~42.5	≤0.75	≤0.2	7.5~12.5	60~65	0.91
CB 100 ^①	棕色	37.5~42.5	≤0.75	≤0.2	7.5~12.5	35~45	0.92

① 充油量为 21%~25%。

⑤ Buna 塑料改性用聚丁二烯橡胶

牌号	催化体系	顺式-1,4- 结构含量/%	溶液黏度 /mPa·s	牌号	催化体系	顺式-1,4- 结构含量/%	溶液黏度 /mPa·s
BCB 1406	钴系	97	60	BCB 1416	钴系	97	160
BCB 1407	钴系	97	70	BCB 502T	锂系	40	90
BCB 1409	钴系	97	90	BCB 527T	锂系	40	150
BCB 1410	钴系	97	100	BCB 528T	锂系	40	159
BCB 1412	钴系	97	120	BCB 529T	锂系	40	170
BCB 1414	钴系	97	140	BCB 530T	锂系	40	250
BCB 1415	钴系	97	150	BCB 565T	锂系	40	44

⑥ Taktene 塑料改性用聚丁二烯橡胶

牌 号	催化体系	顺式-1,4- 结构含量/%	溶液黏度 /mPa·s	牌 号	催化体系	顺式-1,4- 结构含量/%	溶液黏度 /mPa·s
1202	钴系	97	67	550	锂系	40	169
1202H	钴系	97	67	550T	锂系	40	169
380	锂系	40	94	710	锂系	40	265

(2) 美国

① 美国固特异轮胎和橡胶公司

a. Budene 钛系高顺式聚丁二烯橡胶

牌号	色泽	顺式-1,4-结构含量/%	防老剂类型	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	密度/(g/cm ³)
1207	无色	98	非污染	55	0.91
1208	无色	98	非污染	45	0.91
1254 ^①	深棕色	98	污染	45	0.93

① 高芳烃油填充量为 25 份。

b. Budene 锂系低顺式聚丁二烯橡胶及中乙烯基聚丁二烯橡胶

牌号	色泽	顺式-1,4- 结构含量/%	防老剂 类型	充油量/份	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	密度/(g/cm ³)
Budene 1209	无色	35	非污染		45~53	0.91
Budene 1255	深棕色	20	污染	37.5	50	0.93

② 美国桥石/费尔斯通公司

a. Dinene 锂系低顺式-1,4-聚丁二烯橡胶

牌 号	顺式-1,4-结构含量/%	乙烯基含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	防老剂类型
35NF	40	10	37	非污染
INT. 40A	36	10	40	非污染
TNT. 50A	36	10	48	非污染
35AC10	40	10	37	非污染
40NF	40	10	40	污染
45NF	40	10	45	非污染
55AC10	40	10	53	非污染
55AC15	40	10	52	非污染
55NF	40	10	52	非污染
70AC	40	10	71	非污染

注：Dinene AC 聚合物用于聚苯乙烯 ABS 的改性剂；Dinene NF 聚合物用于轮胎和其他挤压及模压橡胶制品。

b. Dinene 钴系高顺式-1,4-聚丁二烯橡胶

牌号	顺式-1,4-结构 含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	相对密度	牌号	顺式-1,4-结构 含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	相对密度
600	96	50	0.9	645	96	45	0.9
635	96	35	0.9	660	96	54	0.9

③ 美国道化学公司

a. Dinene 锂系低顺式-1,4-聚丁二烯橡胶

牌号	顺式-1,4-结构 含量/%	乙烯基 含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	牌号	顺式-1,4-结构 含量/%	乙烯基 含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]
35NF	40	10	37	45NF	40	10	45
INT. 40A	36	10	40	55AC10	40	10	53
INT. 50A	36	10	48	55AC15	40	10	52
35AC10	40	10	37	55NF	40	10	52
40NF	40	10	40	70AC	40	10	71

注：Dinene AC 聚合物用于聚苯乙烯 ABS 的改性剂；Dinene NF 聚合物用于轮胎和其他挤压及模压橡胶制品。

b. Dinene 钴系高顺式-1,4-聚丁二烯橡胶

牌号	顺式-1,4- 结构含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	相对密度	牌号	顺式-1,4- 结构含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	相对密度
600	96	50	0.9	645	96	45	0.9
635	96	35	0.9	660	96	54	0.9

c. 美国道化学公司通用聚丁二烯橡胶

牌 号	催化剂	顺式-1,4- 结构含量/%	挥发分 /%	总灰分 /%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]
SE BR-1203H(21KB PDF)	钴系	≥96	≤0.5	≤0.1	45~51
SE BR-BCP817(21KB PDF)	钴系	≥96	≤0.6	≤0.05	29~35
Buna cis132-Schkopau(20KB PDF)	镍系	≥96	≤0.2	≤0.1	42~48

d. 美国道化学公司塑料改性用聚丁二烯橡胶

牌 号	催化剂	顺式-1,4- 结构含量/%	乙烯基 含量/%	支化度	溶液黏度 ^① /mPa·s	湿凝胶 指数
SE BR-1202B(20KB PDF)	钴系	≥96	2	高	31~45	≤5
SE BR-1202D(18KB PDF)	钴系	≥96	2	中	63~80	≤5
SE BR-1202E(18KB PDF)	钴系	≥96	2	中	80~100	≤5
SE BR-1202G(19KB PDF)	钴系	≥96	2	中/低	117~145	≤5
SE 1202C						
SE 1202J						
SE PB-4300(17KB PDF)	锂系	≥36.5	12.5	低	85.0	ND ^②
SE PB-5800(18KB PDF)	锂系	≥36.5	12.5	低	170.0	ND ^②

① 5%苯乙烯溶液中，25℃。

② 不确定。

④ 美国 Ameripol Synpol 公司 Synpol 乳液聚合聚丁二烯橡胶

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	填 充 油		牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	填 充 油	
		种类	充油量/份			种类	充油量/份
LBR 8407	34	芳烃油	37.5	E-BR 8418	34	芳烃油	37.5
LBR 8411	34	环烷油	37.5	LBR 8419	34	环烷油	37.5

(3) 法国 Cisdene 聚丁二烯橡胶

牌 号	顺式-1,4-结构含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	乙烯基含量/%
1202B	96.5	32	2
1203	98	40	

(4) 意大利

① Intene 锂系低顺式-1,4-聚丁二烯橡胶

牌 号	顺式-1,4-结构含量/%	防老剂类型	充油量(芳烃油)/份	门尼黏度[ML(1+4)100℃]
P30/AM	36			60
50	36	非污染		48
50A	36	非污染		48
OE65	36	污染	37.5	43

② Europrene Neocis 钕系高顺式-1,4-聚丁二烯橡胶

牌 号	顺式-1,4-结构含量/%	防老剂类型	乙烯基含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	相对密度	充油量/份
BR 40	97.5	非污染	0.8	45	0.89	
BR 60	97.5	非污染	0.8	60	0.89	37.5
BROE	97.5	污染	0.8	33	0.92	(芳烃油)

③ 钛系高顺式-1,4-聚丁二烯橡胶

牌 号	顺式-1,4-结构含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]
Europrene Cis	93	45
Europrene Hcis	98	45

(5) 日本

① 日本瑞翁公司

a. Nipol 钴系高顺式-1,4-聚丁二烯橡胶

牌 号	色泽	顺式-1,4-结构含量/%	防老剂类型	充油量(芳烃油)/份	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	溶液黏度/mPa·s
BR 1220	无色	96~98	非污染		43	
BR 1220S	无色	98	非污染		40	58
BR 1441	棕色	98	污染	37.5	35	

b. Nipol 高顺式-1,2-聚丁二烯橡胶

牌 号	色泽	顺式-1,2-结构含量/%	防老剂类型	门尼黏度[ML(1+4)100℃]
BR 1240	无色	10	非污染	45
BR 1241	无色		非污染	36
BR 1245	棕色	10	非污染	45

c. Nipol 低顺式-1,4-聚丁二烯橡胶

牌 号	顺式-1,4-结构含量/%	防老剂类型	溶液黏度/mPa·s	门尼黏度[ML(1+4)100℃]
BR 1241S	36	非污染	93	38
BR 1242S	37	非污染	170	53

② 日本合成橡胶公司

a. JSR 高顺式-1,4-聚丁二烯橡胶

牌 号	顺式-1,4- 结构含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	防老剂 类型	牌 号	顺式-1,4- 结构含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	防老剂 类型
BR 01	96	44	非污染	BR 02L	94	33	非污染
BR 11	96	43	非污染	BR 02LL	94	28	非污染
BR 02	94	43	非污染				

b. JSR 低顺式-1,4-聚丁二烯橡胶

牌 号	顺式-1,4-结构含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	防老剂类型
BR 71	35	51	非污染
BR 71L	35	34	非污染

c. JSR 充油聚丁二烯橡胶

牌 号	顺式-1,4- 结构含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	填 充 油	
			种类	充油量/份
BR 31	96	35	芳烃油	37.7
BR 32	94	35	芳烃油	37.5
BR 21	96	30	环烷油	37.5

d. JSR 间规 1,2-聚丁二烯橡胶

牌 号	1,2-结构含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	密度/(g/cm ³)	防老剂类型
RB 810	90	35	0.901	非污染
RB 820	92	35	0.906	非污染
RB 830	93	30	0.909	非污染
RB 805	90		0.898	

③ 日本旭化成公司 Asadene 锂系低顺式-1,4-聚丁二烯橡胶

牌 号	顺式-1,4- 结构含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	充油量 /份	牌 号	顺式-1,4- 结构含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	充油量 /份
NF 5R	36	35		NF 55AS	36	55	
NF 35AS	36	35		55NFA	36	55	
NF 50R	36	50		531	36	55	37.5

④ 日本弹性体公司产品

牌 号	顺式-1,4-结构含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]
700A	33	37
755A	33	53

⑤ 日本宇部兴产工业公司钴系高顺式-1,4-聚丁二烯橡胶

牌 号	顺式-1,4-结构含量/%	乙烯基含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	相对密度	充油量(芳烃油)/份
BR 100	97	2	43	0.91	
BR 130B	95	3	30	0.91	
BR 13HB	95	3	30	0.91	
BR 150	97	2	43	0.91	
BR 150B	96	2	43	0.91	
BR 150L	98	1	43	0.91	
BR 153A	97	2	38	0.92	
BR 151HB	96	2	40	0.91	
VCR 309	89	9	39	0.91	
VCR 412	86	12	45	0.91	

(6) 韩国

① 韩国锦湖石油化学公司

a. Kosyn 镍系高顺式-1,4-聚丁二烯橡胶

牌 号	顺式-1,4-结构含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	充油量(芳烃油)/份
KBR 01	96	45	37.5
KBR 01L	96	30	
KBR 31	96	35	

b. 锂系低顺式-1,4-聚丁二烯橡胶

牌 号	顺式-1,4-结构含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	牌 号	顺式-1,4-结构含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]
KBR 710	35	51	KBR 711	35	51
KBR 710L	35	32	KBR 720	33	35
KBR 710S	35	51	KBR 750	33	55

② 韩国现代石油化学公司产品

项目	顺式-1,4-结构含量/%	挥发分 ^① /%	抽出物含量 ^① /%	灰分 ^① /%	相对密度	门尼黏度[ML(1+4)100℃]
指标	98	0.2	1.30	0.1	0.91	45

① 参照 ASTM 01416 标准。

(7) 俄罗斯钛系高顺式-1,4-聚丁二烯橡胶

牌 号	顺式-1,4-结构含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	牌 号	顺式-1,4-结构含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]
SKD-EF	93	40~50	SKD	92	40~60
SKDM	93	40~50	SKD-PS	92	40
SKDPS	93	48~58			

(8) 巴西 Coperflex 锂系低顺式-1,4-聚丁二烯橡胶

牌 号	顺式-1,4-结构含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	填充油	
			种类	充油量/份
BR 40	36	35	40 芳烃油	
BR 45	36	47	40 环烷油	
BR 55	36	55		
BR 55GP	36	53		

(9) 印度 Cisamer 钴系高顺式-1,4-聚丁二烯橡胶

牌 号	顺式-1,4-结构含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]
1202	96.5	37
1203	93	45
1220	96~98	45

(10) 西班牙 Calprene 锂系低顺式-1,4-聚丁二烯橡胶

牌 号	顺式-1,4-结构含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	充油量(芳烃油)/份
248	38	48	37.5
277	38	40	

(11) 土耳其顺式-1,4-聚丁二烯橡胶

牌号	顺式-1,4-结构含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]
1203	93	45
1220	96~98	45

(12) 澳大利亚 Austrapol 钴系高顺式-1,4-聚丁二烯橡胶

牌号	顺式-1,4-结构含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	充油量(芳烃油)/份
BR 1202	96.5	37	37.5
BR 1220	96~98	45	
BR 1220A	98	48	
BR 1252	96.5~98	35	

【加工与配合】 可不经塑炼而直接进行混炼，对温度敏感性大，混炼、压出、压延时要注意温度控制。一般都与天然橡胶、丁苯橡胶并用，可改善工艺性能和胶料的物性。能填充大量炭黑和油类填充剂，需用炭黑补强，以提高胶料强度。可用硫黄促进剂硫化，也可采用硫黄给予体或有机过氧化物硫化。油类多使用高芳烃油和芳烃油。

【基本物性】 与丁苯橡胶相类似。和丁苯橡胶、天然橡胶比较，其特性如下：

- ① 耐磨耗性优异；
- ② 回弹性高；
- ③ 滞后损失小、生热低；
- ④ 玻璃化温度低，低温性能好；
- ⑤ 耐屈挠性能好；
- ⑥ 撕裂强度较低，因而不耐撕裂，抗切割性差；
- ⑦ 抗湿滑性不好；
- ⑧ 生胶有冷流现象。

【应用范围】 主要应用于制造轮胎胎面、胎侧和胎体等各种部件，也可用于制造胶带、胶管、胶鞋以及其他工业制品。在轮胎中使用时常与天然橡胶、丁苯橡胶并用。

【性能参数】

(1) 原料橡胶

聚合形式	加成聚合
聚合方法	配位负离子
聚合体系	溶液
微观结构(丁二烯单元,顺式-1,4-结构)/%	92~98
平均分子量	
$\overline{M}_n/\times 10^4$	5~65
$\overline{M}_w/\times 10^4$	10~160
门尼黏度[ML(1+4)100℃]	30~60
相对密度	0.91~0.93
玻璃化温度 $T_g/^\circ\text{C}$	-110~-95
熔点/ $^\circ\text{C}$	2(98%~99%顺式结构)
线膨胀系数	
T_g 以下/ $(\times 10^{-4}/^\circ\text{C})$	0.25
T_g 以上/ $(\times 10^{-4}/^\circ\text{C})$	2.37
折射率(20℃)	1.5158

(2) 配合橡胶

弹性模量(静态)/MPa	5.2~6.0
剪切模量(动态)(60Hz,100℃)/MPa	1.57~2.25
内部摩擦(60Hz,100℃)/kPa	3.6~5.3
300%定伸应力/MPa	5.4~13.7
拉伸强度/MPa	13.7~22.5
扯断伸长率/%	300~500
撕裂强度/(kN/m)	37~53.9
硬度(JIS,A)	58~60
压缩永久变形(100×2h,压缩35%)/%	11.8~13.4
回弹性/%	55~74
耐磨耗(Akron)/(mm ³ /1000r)	0.0025~0.006
耐屈挠龟裂(2~75mm)/r	2000~3000
耐热老化(100℃×96h)伸长率变化/%	-58~-50

顺丁橡胶与天然橡胶、丁苯橡胶硫化胶物理性能比较见表 1-2-12。

表 1-2-12 顺丁橡胶与天然橡胶、丁苯橡胶硫化胶物理性能比较^①

项 目	天然橡胶	丁苯橡胶 1500	顺丁橡胶	项 目	天然橡胶	丁苯橡胶 1500	顺丁橡胶
拉伸强度/MPa	28.0	23.8	7.5	生热/℃	4.4	19.4	4.4
扯断伸长率/%	520	580	500	回弹性/%	72	62	75
300%定伸应力/MPa	12.6	9.8	8.4	硬度(邵尔 A)	62	60	63
拉伸强度 93.3℃/MPa	19.6	10.5	9.8	断裂/min	9	9	120

① 加入 50 份 HAF 胶料。

【配方示例】

(1) 基本鉴定配方

顺丁橡胶 BR 9000	100	硬脂酸	2
硫黄	1.5	炭黑 ^① (ASTM IRB No. 6) ^②	60
促进剂 TBBS	0.9	操作油 ^③	15
氧化锌	3	合计	182.4

① 日常检验用国产标准参比炭黑 SRB 1 代替。

② 为工业参比炭黑 No. 60。

③ 日常检验用大港橡胶填充油代替。

丁二烯橡胶 (BR) 9000 技术指标如下。

项 目		指 标		
		优级品	一级品	合格品
挥发分/%	≤	0.05	0.08	1.10
灰分/%	≤	0.20	0.20	0.20
生胶门尼黏度[ML(1+4)100℃]		45±4	45±4	45±7
混炼胶门尼黏度[ML(1+4)100℃]	≤	65	67	70
300%定伸应力/MPa				
硫化 145℃×25min		7.8~11.3	7.5~11.5	7.5~11.5
硫化 145℃×30min		8.5~11.5	8.2~11.7	8.2~11.7
硫化 145℃×50min		8.2~11.2	7.9~11.4	7.9~11.4
拉伸强度(硫化 145℃×35min)/MPa	≥	15.0	14.5	14.0
扯断伸长率(硫化 145℃×35min)/%	≥	385	365	365

注：混炼胶和硫化胶的性能指标均采用 ASTM IRB No. 7 进行评价。

(2) 应用配方

① 乘用胎胎面配方

顺丁橡胶	50	氧化锌	3	高耐磨炉黑	75
充油低温丁苯橡胶	68.75	硬脂酸	2	高芳烃油	20
硫黄	1.90	防老剂 AW	1.5		
促进剂 NOBS	1.1	防老剂 BLE	1		

② 载重车胎 (9.00-20) 胎面配方

天然橡胶	50	氧化锌	5	防老剂 H	0.3
顺丁橡胶	50	硬脂酸	2	中超耐磨炉黑	50
硫黄	1.2	防老剂 4010NA	1.5	芳烃油	6
促进剂 NOBS	1	防老剂 D	1.5	石蜡	1

③ 吸引胶管外层和中、内层胶配方

种 类	外层	中、内层	种 类	外层	中、内层	种 类	外层	中、内层
标准胶(SMR)	35	—	促进剂 DM	1.0	1.4	碳酸钙	82.9	108.1
充油低温丁苯橡胶	30	35	氧化锌	5	5	30#~50# 机油	28	13
顺丁橡胶	35	65	硬脂酸	3	2	松焦油	8	7
再生胶	40	40	防老剂 A	1	—	古马隆树脂	6	5
硫黄	2.3	2.3	防老剂 D	1	2	钙基脂	—	2
促进剂 M	0.8	1.2	高耐磨炉黑	50	60	石蜡	1	1

④ 透明胶鞋大底配方

顺丁橡胶	100	碳酸锌	2	防老剂 264	0.5
硫黄	2	硬脂酸	1	VN ₃ 白炭黑	50
促进剂 M	1.5	二甘醇	4	变压器油	20
促进剂 D	0.4	六亚甲基四胺	1		

【包装、贮存和运输】 顺丁橡胶 BR 9000 的包装为袋装。袋装净重 (25.0±0.5)kg, 包装袋内层为印有商标的聚乙烯薄膜, 外层为一层牛皮纸压合聚乙烯或聚乙烯与聚丙烯复合编织袋。印有产品名称、牌号、生产厂名、生产批号 (年、月、日批次) 以及等级标志。贮存时成行成垛堆放, 保持一定行距, 每垛堆放高度不多于 10 块胶, 应存放在常温、通风、清洁、干燥的仓库中。运输过程中应采取措施, 避免包装损坏和杂物混入。

2.2.1.2 充油高顺式聚丁二烯橡胶 (oil extended high *cis*-polybutadiene rubber)

充油高顺式聚丁二烯橡胶简称充油顺丁橡胶, 它既有顺丁橡胶的特点, 又弥补了顺丁橡胶的某些不足。具有改进加工性能和力学性能、降低成本等作用。充油所用油品有高芳烃油、芳烃油、环烷烃油和链烷烃油 4 种, 充油顺丁橡胶所用为前 3 种, 充油量以 100 份胶充入油的份数表示, 顺丁橡胶的充油量有 15 份、25 份、37.5 份和 40 份, 最常用的是 37.5 份。IISRP 和 ASTM 对填充油的分类规格见表 1-2-13。

表 1-2-13 IISRP 和 ASTM 对填充油的分类规格对照

IISRP 分类	ASTM 分类号	沥青烯含量 (最大)/%	极性化合物 含量(最大)/%	饱和烃 含量/%	IISRP 分类	ASTM 分类号	沥青烯含量 (最大)/%	极性化合物含 量(最大)/%	饱和烃 含量/%
高芳烃油	101	0.75	25	20(最大)	环烷烃油	103	0.3	6	35.1~65
芳烃油	102	0.5	12	20.1~35	链烷烃油	104	0.1	1	65(最小)

国内已少量生产镍系充油顺丁橡胶, 编号为 BP 9071~BP 9073; 稀土充油顺丁橡胶编号为 BP 9171~BR 9173。

【制法】 充油用的胶称基础胶，其制法同前所述。但最佳充油量是由基础胶的分子量高低即门尼黏度大小所决定，并且直接关系着充油顺丁橡胶的力学性能，根据充油量大小，所需的门尼黏度范围通常在 70~120，一般为 90 左右。

充油方法一般有两种：一种是直接在挤压机中充油，即边加胶边加入油，此法所得充油胶质量不均匀，且充油量不大，已很少采用；另一种普遍采用的方法是在橡胶凝聚前充入所需的油，经充分搅拌混合后凝固而得。

【结构】 基础胶因系高顺式聚丁二烯橡胶，其分子结构相同。

【品种牌号】 见表 1-2-14。

表 1-2-14 国内外生产主要的充油顺丁橡胶品种牌号

商品名称	顺式-1,4-结构含量/%	污染性	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	油		生产厂家	备 注
				类型	充油量/份		
燕山牌							
BR 9071	96	污染	35~45	HL-AR	15	燕山石化公司合成橡胶厂	镍系
BR 9072	96	污染	35~45	HL-AR	25		镍系
BR 9073	96	污染	40~50	HL-AR	37.5		镍系
锦花牌							
BR 9171	97	污染	35~45	HL-AR	25	锦州石化公司炼油厂	稀土
BR 9172	97	污染	35~45	HL-AR	37.5		稀土
BR 9173	97	污染	35~45	HL-AR	50		稀土
Austrapol BR 1252	96.5~98	污染	35	HL-AR	37.5		
Budene							
1254	97	污染	45	HL-AR	25	AU	
1255		污染	45	AR	37.5	GT	
Buna							
CB 30	95	污染	37	HL-AR	37.5	GT	
CB 29	>96	污染	32~42	AR	37.5	BW	
Eurcprene Neocis BRCE	97.5	污染	30~40	AR	37.5	B	钎系
JSR							
BR 31	96	污染	35	HL-AR	37.5	EN	钎系
BR 32	94	污染	35	HL-AR	37.5	JSR	轮胎、管、带、机械制品
BR 21	96	非污染	30	NAPH	37.5	JSR	轮胎、管、带、机械制品
Kosyn KBR 31	96	污染	35	HL-AR	37.5	JSR	
Nipol 1441	98	污染	35	HL-AR	37.5	KO	
Tmpol BRO 153	98	污染	38	HL-AR	37.5	NZ	
Taktene							
441	97	污染	37	HL-AR	37.5	TS	
1252	96.5~91	污染	35	HL-AR	37.5	PG	
Ubepal 153A	98	污染	38	HL-AR	37.5	P	
						UB	

【加工与配合】 充油顺丁橡胶塑炼效果不明显，但因充入大量油，混炼工艺有改进。充油稀土顺丁橡胶对温度十分敏感，必须很好地控制温度范围，才可得较好的压出效果。配合与普通顺丁橡胶相似，也采用炭黑补强。可用硫黄促进剂硫化。

【基本特性】

① 工艺性能有改进，配合剂混入和分散速度较快。

- ② 加工工艺中对温度十分敏感。
- ③ 填充性高，可加入大量油和炭黑，而对硫化胶的力学性能影响不大。
- ④ 与天然橡胶、丁苯橡胶并用，可获得较好的综合性能。
- ⑤ 由于充入了油，改善了抗湿滑性，使之远优于普通顺丁橡胶，且在胎面胶中可获得湿抓着性与耐磨性的平衡。

【应用范围】 适用于轮胎制造，也可用于胶管、胶带、胶鞋以及其他橡胶制品。填充油在不同油浓度梯度的胶料中，会逐渐由高浓度区向低浓度区迁移，导致制品在使用后期胶料性能下降，硬度增高。

【配方示例】

(1) 基本鉴定配方

① ASTM 充油聚丁二烯橡胶标准试验配方

充油聚丁二烯橡胶	100+y ^①	100
硫黄	1.5	1.5
促进剂 NS	0.9×(100+y)×0.01	0.9
氧化锌	3	3
硬脂酸	2	2
高耐磨炉黑	60×(100+y)×0.01	60
合计		167.4

① y 为 100 份聚合物中的充油份数。

② JSR BR31 基本配方

BR 31	137.5
硫黄	1.5
促进剂 NS	1.24
氧化锌	3
硬脂酸	2
高耐磨炉黑	82.5
合计	227.74

③ 生胶及混炼胶性能

门尼黏度[ML(1+4)100℃]	35	充油量/份	37.5	扯断伸长率/%	490
顺式-1,4-结构含量/%	96	混炼胶门尼黏度[ML(1+4)100℃]	62	硬度(JISA)	61
稳定剂	非污染	拉伸强度/MPa	18.9		
填充油	高芳烃油	300%定伸应力/MPa	11.1		

(2) 应用配方

轮胎胎面配方如下。

烟片(1号)	70	50	硬脂酸	2	2
充油顺丁橡胶 1441	41.25	68.75	防老剂 RD	0.75	0.75
硫黄	2	1.9	防老剂 4010NA	1.25	1.25
促进剂 NOBS	0.9	1.1	中超耐磨炉黑	50	55
氧化锌	4	4	合计	172.15	184.75

2.2.1.3 低顺式-1,4 聚丁二烯橡胶 (low *cis*-1,4 polybutadiene rubber, low *cis*-polybutadiene rubber)

【制法】 丁二烯单体以有机锂为引发剂经溶液聚合而得。聚合物顺式-1,4-结构含量为 35%~40%，反式-1,4-结构含量为 45%~58%。1961 年美国 Firestone 轮胎橡胶公司实现工业化生产，目前已有 9 个国家生产。此外也有充油低顺式聚丁二烯橡胶，也称锂系顺丁橡胶。

【结构】 分子结构为 $\text{-(CH}_2\text{—CH=CH}_2\text{—CH}_2\text{)}_n\text{-}$ ，其微观结构为：顺式-1,4-结构含量为 35%~40%；反式-1,4-结构含量为 45%~55%；1,2-结构含量为 10%~20%。使用溶剂不同，其微观结构变化较大。由于冷流性较突出，近年采取使聚合物分子适当支化的方法，以改进冷流性和改善加工工艺性能。

【加工与配合】 由于低顺式聚丁二烯橡胶分子量分布窄，且冷流性突出，使用时一般多与天然橡胶或丁苯橡胶并用，该胶并用量为 20%~50%。因反式-1,4-结构含量较高，硫化速度较慢，硫黄用量要比高顺式二烯橡胶多，促进剂使用量与高顺式的相同，用量稍增。须加炭黑补强。适于注压成型。黏着性差。

【基本特性】

- ① 生胶的纯度高，不含凝胶。
- ② 分子量分布窄，因而加工性能不如高顺式聚丁二烯橡胶。
- ③ 冷流性较突出。
- ④ 低温性能稍差。
- ⑤ 热塑性比高顺式聚丁二烯橡胶稍高。
- ⑥ 硫化胶性能与高顺式聚丁二烯橡胶相类似。

【应用范围】 用于制造轮胎、胶带、胶鞋、自行车胎、防振制品和压出制品，并与塑料掺混用以改性等。

【性能参数】

(1) 原料橡胶

聚合形式	加成聚合	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	30~55
聚合方法	负离子	相对密度	0.91~0.93
聚合体系	溶液	线膨胀系数	
微观结构(丁二烯单元)/%	32~36(顺式-1,4-结构)	T_g 以下/($\times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$)	1.0
	53~58(反式-1,4-结构)	T_g 以上/($\times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$)	2.37
	8~11(1,2-结构)	介电损耗角正切(50Hz)	0.002~0.07
平均分子量		体积电阻率/ $\Omega \cdot \text{cm}$	5×10^{15}
$\bar{M}_w/(\times 10^4 \text{g/mol})$	5~10.5		$5 \times 10^{12}(100^{\circ}\text{C})$
$\bar{M}_n/(\times 10^4 \text{g/mol})$	10~160		

(2) 配合橡胶

300%定伸应力/MPa	11.95	回弹性/%	65
拉伸强度/MPa	17.0	耐磨性(Pico 磨耗系数)/($\text{cm}^2/80\text{r}$)	0.004
扯断伸长率/%	380	介电损耗角正切(50Hz)	0.014(20℃), 0.012(-20℃), 0.07(100℃)
撕裂强度/(kN/m)	62.7	体积电阻率/ $\Omega \cdot \text{cm}$	5×10^{15} , $1.2 \times 10^{13}(100^{\circ}\text{C})$
硬度(JISA)	65		

(3) 低顺聚丁二烯橡胶典型品种的性能

性 能	日本旭化成株式会社	英国 ISR 公司(EN)	性 能	日本旭化成株式会社	英国 ISR 公司(EN)
生胶性能			硫化胶性能		
[ML(1+4)100℃]	33	46	300%定伸应力/MPa	6.4	7.5
数均分子量 $\bar{M}_n/\times 10^4$	13.3	14.3	拉伸强度/MPa	17.2	17.8
分子量分布	窄	窄	扯断伸长率/%	560	530
玻璃化温度/℃	-105	-105	永久变形/%	36	34

【配方示例】

- (1) 基本鉴定配方 同 2.2.1.1 中 [配方示例] 的基本鉴定配方。
- (2) 应用配方
 - ① 载重车胎胎面胶配方

低顺聚丁二烯橡胶 NF35R	30	促进剂 CZ	0.8	防老剂	2
天然橡胶	70	氧化锌	3	高耐磨炉黑	35
硫黄	1.9	硬脂酸	2.6	中超耐磨炉黑	25

② 乘用车胎面胶配方

低顺聚丁二烯橡胶 NF35R	30	促进剂 DM	0.3	中超耐磨炉黑	60
天然橡胶	70	氧化锌	3.3	高芳烃油	20
硫黄	1.8	硬脂酸	2.2		
促进剂 CZ	1.4	防老剂	2.2		

③ 输送带覆盖胶配方

低顺式聚丁二烯橡胶 NF35R	30	氧化锌	4.1	防老剂 D	0.6
天然橡胶	70	硬脂酸	2.3	高耐磨炉黑	55
硫黄	1.5	防老剂 4010NA	1.2	芳烃油	20
促进剂 CZ	0.9	防老剂 C ^①	0.6		

① 为二羟基丁醛- α -萘胺。

④ 衬套轴衬配方

低顺式聚丁二烯橡胶 NF55R	40	促进剂 CZ	0.75	防老剂 AW	1
天然橡胶	60	氧化锌	5	高耐磨炉黑	56.5
硫黄	2	硬脂酸	2	芳烃油	10

2.2.1.4 充油低顺式聚丁二烯橡胶 (oil-extended low *cis*-polybutadiene rubber)

低顺式聚丁二烯橡胶也有充油的，所充油品有高芳烃油、芳烃油和环烷烃油三种，充油量为 100 份胶中充 37.5 份和 40 份。其品种牌号见表 1-2-15。

表 1-2-15 充油低顺式聚丁二烯橡胶品种牌号

商品名称	顺式-1,4- 结构含量/%	污染性	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	油	
				类型	充油量/份
AFDENE BROE	36	污染	40	AR	37.5
Calprene 277	38	污染	40	HI-AR	37.5
Coperflex					
EOA65/40	36	污染	65	HL-AR	40
EOB65/40	36	非污染	65	NAPH	40
Diene 531	36	污染	42	HL-AR	37.5
Intene OE65	36	污染	43	HL-AR	37.5
Solprene 277	38	污染	40	HL-AR	37.5

低顺式聚丁二烯橡胶充油后可改善加工性能，降低成本。低顺式聚丁二烯橡胶的配合与充油高顺式聚丁二烯橡胶相同。

在橡胶产品中使用，大部分多采用与天然橡胶和/或丁苯橡胶并用，可获得较好的综合性能。

主要用于制造轮胎、自行车胎、胶管、胶带、胶鞋以及一般橡胶工业制品等。

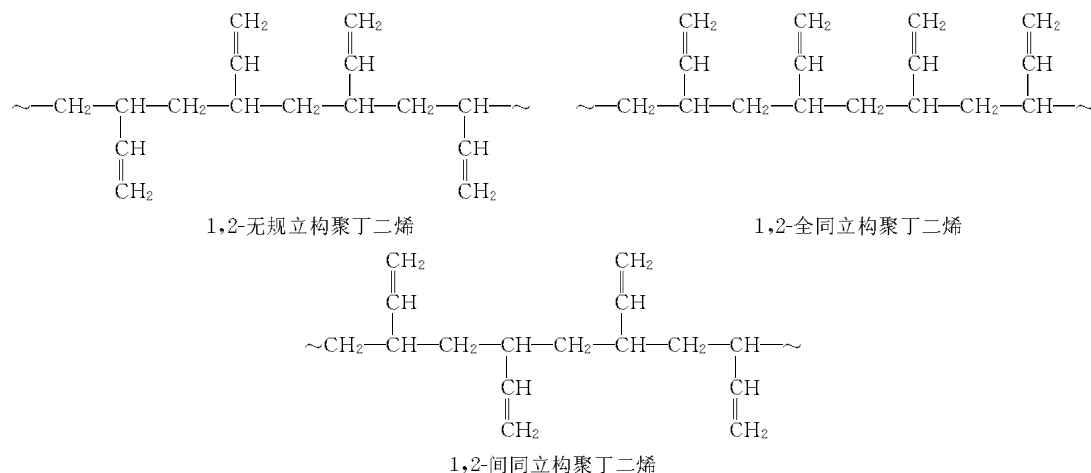
2.2.2 其他品种的聚丁二烯橡胶

2.2.2.1 1,2-聚丁二烯橡胶 (1,2-polybutadiene rubber)

【制法】 1,2-聚丁二烯橡胶系丁二烯单体采用有机锂引发剂在结构调节剂作用下经溶液聚合而得。按聚合物 1,2-结构含量不同又分为中 1,2-聚丁二烯橡胶（或中乙烯基聚丁二烯橡胶）和高 1,2-聚丁二烯橡胶（或高乙烯基聚丁二烯橡胶）。前者 1,2-结构含量在 35%~

55%，由英国国际合成橡胶公司（ISR）于 1973 年工业化生产，产品名称为 Intolene 50，有 3 个牌号，其 1,2-结构含量分别为 42%、48%和 63%。我国燕山石化公司研究院于 20 世纪 80 年代进行研究开发，并于 1991 年通过中试鉴定。

【结构】 高 1,2-聚丁二烯橡胶是采用齐格勒配位引发剂（钼系引发剂和钴系引发剂）和有机锂引发剂制备。通常是指 1,2-结构含量在 65%以上的 1,2-聚丁二烯橡胶。按其规整度的不同可分为：1,2-无规立构、1,2-全同立构和 1,2-间同立构 3 种构型。



【品种牌号】 日本合成橡胶公司 1975 年以钴引发剂开发成功 1,2-间同立构含量达 90%、结晶度可调的高 1,2-聚丁二烯，产品名称为 JSRRB 系列（RB 810，RB 820，RB 830）。

日本瑞翁公司开发出高 1,2-聚丁二烯橡胶（高乙烯基聚丁二烯橡胶），乙烯基含量为 71%，已商品生产，牌号为 Nipol BR 1240 和 Nipol BR 1245，后者乃高乙烯基聚丁二烯经改性剂 EAB[4,4'-双(二乙基胺)-苯酰苯]改性的。

(1) 中 1,2-聚丁二烯橡胶（medium 1,2-polybutadiene rubber）也称中乙烯基聚丁二烯橡胶（medium vinyl polybutadiene rubber，MVBR）。其抗湿滑性能及热氧老化性能优于高顺式聚丁二烯橡胶，强度和耐磨耗性稍有下降。该胶的分子量分布窄，工艺性能较差，流动性较大，黏合力低。

中 1,2-聚丁二烯橡胶的生胶性能和硫化胶性能见表 1-2-16 和表 1-2-17。

表 1-2-16 中 1,2-聚丁二烯橡胶的生胶性能（英国 Intolene）

门尼黏度[ML(1+4)100℃]	40	分子量分布	窄
1,2-结构含量/%	8		

表 1-2-17 中 1,2-聚丁二烯橡胶的硫化胶性能

项 目	1	2	3	4	项 目	1	2	3	4
生胶					硫化胶				
1,2-结构含量/%	48	63	54	43	拉伸强度/MPa	16.2	15.0		18.2
门尼黏度[ML(1+4)100℃]			90	50	扯断伸长率/%	410	460	16.6	650
					硬度(邵尔 A)	—	9	580	70
					(TMZ)	59	60	58	—

中 1,2-聚丁二烯橡胶可单独用于乘用车胎胎面，可改善抗湿滑性能。也可与天然橡胶、丁苯橡胶并用，制造橡胶制品。中 1,2-聚丁二烯橡胶与充油丁苯橡胶 1712 乘用车胎胎面胶性能的比较见表 1-2-18。

表 1-2-18 中 1,2-聚丁二烯橡胶与充油丁苯橡胶 1712 乘用胎面胶性能比较

项 目	配方 1	配方 2	项 目	配方 1	配方 2
充油丁苯橡胶 1712	100	—	300%定伸应力/MPa	8.7	9.1
中 1,2-聚丁二烯橡胶	—	100	拉伸强度/MPa	21.2	18.4
N339 炭黑	75	75	扯断伸长率/%	600	530
芳烃油	45	45	硬度(邵尔 A)	58	59
硫化胶性能			生热/℃	45	41
压出速度/(g/min)	79	86	回弹性/%	52	59
口型膨胀/%	96	68	磨耗指数	100	120
焦烧时间/min	14	12	抗湿滑指数	100	90~100

(2) 高 1,2-聚丁二烯橡胶 (high 1,2-polybutadiene rubber) 也称高乙烯基聚丁二烯橡胶 (high vinyl polybutadiene rubber, HVBR)。日本瑞翁公司商品化生产的 Nipol 1240 含乙烯基 (即 1,2-结构) 71%。该胶抗湿滑性好, 在高温 (60℃) 下弹性高, 就是说在轮胎行驶时滚动阻力较小。且认为聚丁二烯橡胶中乙烯基含量 72%, 滚动阻力与湿抓着性能比普通橡胶更好, 是新近为适应汽车对轮胎性能要求而开发的轮胎橡胶。Nipol BR 1245 是 Nipol BR 1240 的改性产品, 其作用是于聚合物末端引入极性基, 使聚合物提高高温下的弹性, 从而改善胶料的滚动阻力, 也增进炭黑吸附聚合物的能力, 提高炭黑在硫化胶中的分散稳定性。两种牌号聚丁二烯橡胶的性能见表 1-2-19。

表 1-2-19 两种牌号聚丁二烯橡胶性能

项 目	Nipol BR 1240	Nipol BR 1245	项 目	Nipol BR 1240	Nipol BR 1245
微观结构			$\overline{M}_n/\overline{M}_w$	3.61	2.27
1,2-结构含量/%	71	71	硫化胶性能		
反式-1,4-结构含量/%	19	19	拉伸强度/MPa	17.2	17.0
顺式-1,4-结构含量/%	10	10	扯断伸长率/%	380	340
分子量			300%定伸应力/MPa	11.8	14.5
$\overline{M}_n/\times 10^4$	1.34	1.59	硬度(邵尔 A)	63	64
$\overline{M}_w/\times 10^4$	4.84	3.61			

主要用于轮胎制造胎面胶, 与天然橡胶并用相容性好, 与天然橡胶并用适于制造节能轮胎。

以钴系引发剂溶液聚合制得 1,2-间同立构含量为 90% 的高 1,2-聚丁二烯。日本合成橡胶公司已商品化生产, 产品名称为 JSR RB 系列树脂, 其牌号如表 1-2-20 所示。

表 1-2-20 JSR RB 系列牌号与性能

商品名称	1,2-结构含量/%	污染性	备 注		
JSR					
RB 805	90	非污染	间同立构 1,2-聚丁二烯		
RB 810	90	非污染			
RB 820	92	非污染			
RB 830	93	非污染			
物理性能					
结晶度/%	10~30	外观	透明颗粒	扯断伸长率/%	390
相对密度	0.90~0.91	硫化胶性能		硬度(JIS A)	81
分子量分布	宽	300%定伸应力/MPa	9.03	永久变形/%	56
熔点/℃	75~90	拉伸强度/MPa	13.8		

这类间同 1,2-聚丁二烯分子链柔性差，易结晶，因而熔点较高，不是理想的弹性体而呈现树脂性质，称 RB 树脂。

2.2.2.2 反式-1,4-聚丁二烯橡胶 (*trans*-1,4-polybutadiene rubber)

反式-1,4-聚丁二烯橡胶是丁二烯单体采用钒催化体系经溶液聚合而得，反式-1,4-结构含量可高达 94%~99%。熔点在 135~150℃ 之间。与天然的反式-1,4-聚异戊二烯橡胶如古塔波橡胶、巴拉塔橡胶和杜仲橡胶的性质相似。反式-1,4-结构含量减少，橡胶的结晶性逐渐降低。其含量在 65%~75% 之间时，在常温下结晶性较低，表现为热塑性，加热时弹性增大。特点是：定伸应力大，硬度高，耐磨耗性能好；具有耐酸、碱和各种溶剂的性质，耐化学腐蚀；加工性能较好，配以补强填料，硫化胶的拉伸强度、定伸应力提高，弹性低，生热高。可用于制造鞋底、地板、垫圈和电气制品等。德国 Hüls 公司已商品化生产，但反式-1,4-结构含量较低，其品种牌号见表 1-2-21。

表 1-2-21 反式-1,4-聚丁二烯橡胶品种牌号

商品名称	反式-1,4- 结构含量/%	污染性	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	油	
				类型	充油量/份
Buna					
Vi1935	35	污染	50	HI-AR	37.5
Vi1945	45	污染	50	HL-AR	37.5
Vi1949	50	非污染	50		
Vi1965	65	污染	50		
Vi1969	70	非污染	50		

反式-1,4-聚丁二烯橡胶与巴拉塔橡胶的性能比较列于表 1-2-22，与天然橡胶、丁苯橡胶硫化胶性能比较见表 1-2-23。

表 1-2-22 反式-1,4-聚丁二烯橡胶与巴拉塔橡胶性能比较

生 胶 种 类	反式-1,4-聚丁二烯橡胶				巴拉塔橡胶
微观结构					
反式-1,4-结构含量/%	93	87	81	88	—
顺式-1,4-结构含量/%	5	10	16	10	—
1,2-结构含量/%	2	3	3	2	—
凝胶/%	0	0	0	0	痕迹
相对密度	0.963	0.953	0.927	0.950	0.944
特性黏数[η]	1.73	1.62	1.84	2.16	1.54
门尼黏度					
[ML(1+4)100℃]	96	25	26	131	21
[ML(1+4)121℃]	21	20	23	44	16
[ML(1+4)137.8℃]	18	19	19	38	10
软化点①/℃	99~104.4	87.9~93.4	71.1~76.7	90.7~96.2	51.8~57.3
拉伸强度/MPa	8.5	7.3	2.5	9.2	33.0
扯断伸长率/%	40	20	55	75	500
回弹性/%	74	75	78	76	74
硬度(邵尔 A)					
26.7℃	98	95	87	97	97
54.5℃	85	91	59	93	75
82.3℃	66	73	38	77	9
100℃	63	58	13	70	—
121℃	23	15	3	19	—

① 用 Goodrich 塑性计在负荷 69kPa 下，橡胶开始软化的温度范围。

表 1-2-23 反式-1,4-聚丁二烯橡胶与天然橡胶、丁苯橡胶硫化胶性能比较

生 胶 种 类	反式-1,4-聚丁二烯橡胶				天然橡胶	丁苯橡胶 1500
反式-1,4-结构含量/%	93	87	81	88	—	—
门尼黏度						
[ML(1+4)100℃]	96	25	26	131	90	53
[ML(1+4)121℃]	21	20	23	44	—	—
300%定伸应力/MPa	12.7	12.5	8.5	17.4	13.9	10.5
拉伸强度/MPa	22.1	24.4	19.0	25.4	29.0	24.1
扯断伸长率/%	690	590	595	445	495	530
撕裂强度/(kN/m)	123	93	85	88	136	55
93.4℃时拉伸强度/MPa	6.2	8.6	6.5	7.6	8.6	6.0
压缩永久变形/%	9	0	16	7	14	18
生热/℃	54.5	41.1	47.8	43.3	22.8	34.4
回弹性/%	61	57	61	59	61	71
屈挠龟裂/千次	6	4	7	1	71	12
硬度(邵尔 A)						
26.7℃	97	88	85	89	64	58.5
100℃	58	60	56.5	63	59	55.5
148℃	59	60	57.5	64	59	56
NBS ^① 磨耗/($\text{r}/25.4 \times 10^{-6} \text{m}$)	197	200	576	774	12	11

① NBS 为美国国家标准局缩写。

2.2.2.3 乳聚聚丁二烯橡胶 (emulsion polymerized polybutadiene rubber)

【制法】 乳聚聚丁二烯橡胶简称 E-BR，系丁二烯经乳液聚合而成，聚合温度有低温（5℃）和高温（56℃）之分。1963 年美国 Texas-US Chemical 公司在乳聚丁苯橡胶装置上实现了工业化。商品名称为 Synpol E-BR。现生产有普通的乳聚聚丁二烯橡胶和充油的乳聚聚丁二烯橡胶两类。

【结构】 乳聚聚丁二烯橡胶的微观结构为顺式-1,4-结构含量 10%~20%，反式-1,4-结构含量 58%~75%，1,2-结构含量在 25%以内，各种链节在聚合物分子中呈无规分布。平均分子量为 100000。

【品种牌号】 品种牌号列于表 1-2-24。

表 1-2-24 乳聚聚丁二烯橡胶品种牌号

商 品 名 称	污染性	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	油	
			类型	充油量/份
Ker 8512	污 染	40	HL-AR	37.5
Synpol				
E-BR 8407	污 染	34	HL-AR	37.5
E-BR 8411	非污染	34	NAPH	37.5
E-BR 8418	污 染	34	HL-AR	20.0
E-BR 8419	非污染	34	NAPH	20.0
Tylac 318A	非污染	50		

【加工与配合】 乳聚聚丁二烯橡胶配合时需用较高量的硫黄和促进剂，需用高耐磨炉黑和中超耐磨炉黑补强。可承受高的油/填充剂量，低温柔顺性好，抗返原。

乳聚聚丁二烯橡胶不需塑炼，加工性能好，共混性能也好，与其他双烯烃聚合物如氯丁橡胶、丁苯橡胶、丁腈橡胶、天然橡胶等并用，显示优良的耐屈挠、耐磨和动态力学性能。

【性能参数】 乳聚聚丁二烯橡胶配方与硫化胶性能列于表 1-2-25。

表 1-2-25 乳聚聚丁二烯橡胶配方与硫化胶性能

配 方				硫化胶性能	
Synpol E-BR 8407	100	氧化锌	5	硫化条件	145℃×50min
硫黄	2	槽法瓦斯炭黑	40	300%定伸应力/MPa	4.1
促进剂 DM	2.75			拉伸强度/MPa	16.5
				扯断伸长率/%	700

乳聚聚丁二烯橡胶主要用于对耐磨性和低温屈挠性要求高的橡胶制品。与天然橡胶并用的配方与性能列于表 1-2-26。

表 1-2-26 乳聚聚丁二烯橡胶与天然橡胶并用配方与性能

配 方				硫化胶性能	
Synpol E-BR 8407	72	硬脂酸	2	硫化条件	153℃×20min
天然橡胶	48	防老剂 RD	2	拉伸强度/MPa	11.72
硫黄	3	半补强炭黑	55	扯断伸长率/%	620
促进剂 DPG	0.25	芳烃油	12	硬度(邵尔 A)	48
硫化添加剂	0.70	松焦油	8.3		
氧化锌	5				

2.2.2.4 新型聚丁二烯橡胶——顺式-1,4-聚丁二烯复合橡胶 (*cis*-1,4 polybutadiene composite rubber)

【制法】日本宇部兴产公司新开发生产一种新型聚丁二烯橡胶，于 1983 年工业化。它是将高熔点、高结晶状的 1,2-间同立构聚丁二烯分散于高顺式-1,4-聚丁二烯橡胶中而成，称顺式-1,4-聚丁二烯复合橡胶。间同 1,2-聚丁二烯以极细树脂结晶形式存在于基础胶高顺式-1,4-聚丁二烯中，具有高效的补强性。商品名称为 Ubepol-VCR，有两个牌号：Ubepol-VCR 309（非轮胎用胶）和 Ubepol-VCR 412（轮胎用胶）。

【结构】

基体 顺式-1,4-聚丁二烯
分散体 高熔点 1,2-间同立构聚丁二烯 } 复合橡胶

1,2-间同立构聚丁二烯/%	12	结晶度/%	79~80	长度	数微米
熔点/℃	201	分散形状	树脂状结晶	直径/ μm	0.22~0.3

【加工与配合】与顺丁橡胶加工相似，加工性能比顺丁橡胶好。配合无特殊要求，一般与顺丁橡胶相同。填充剂用量可根据硬度要求调节，硬度高的可适当多加。

【基本特性】

- ① 加工性优良。
- ② 胶料收缩率小。
- ③ 压出特性优良，尺寸稳定性好。
- ④ 模量高，能获得高硬度的胶料。
- ⑤ 抗屈挠龟裂增长好。
- ⑥ 撕裂强度高。
- ⑦ 耐磨性好，优于顺丁橡胶。

【应用范围】适于轮胎制造和非轮胎制品等。

【性能参数】

- (1) 原料橡胶

门尼黏度[ML(1+4)100℃]	45	灰分(质量分数)/%	0.15
挥发物(质量分数)/%	0.45	正己烷不溶物(质量分数)/%	12

(2) 配合橡胶

门尼黏度[ML(1+4)100℃]	70	扯断伸长率/%	320
硫化条件	145℃×35min	200%定伸应力/MPa	8.8
拉伸强度/MPa	12.7		

【配方示例】

(1) 试验配方 ASTM D 3189

Ubepol-VCR 412	100	硬脂酸	2
硫黄	1.5	炭黑(1RB# 5)	60
促进剂 TBBS	0.9	操作油(103#)	15
氧化锌	3		

(2) Ubepol VCR 412 与 Ubepol BR150 性能比较

项 目	Ubepol-VCR 412	Ubepol BR 150	项 目	Ubepol-VCR 412	Ubepol BR 150
混炼胶门尼黏度[ML(1+4)100℃]	55	57	永久变形/%	5.2	5.9
生胶强度/MPa	0.34	0.24	硬度(邵尔 A)	71	59
硫化胶性能			撕裂强度/(kN/m)	57	45
100%定伸应力/MPa	4.5	1.96	回弹性/%	50	62
200%定伸应力/MPa	9.4	4.3	压缩永久变形/%	14	10.1
300%定伸应力/MPa	14.3	8.3	疲劳弯曲龟裂/千周	>300	2.2
拉伸强度/MPa	18	18.4	生热/℃	34	24
扯断伸长率/%	370	540	Pico 磨耗指数	273	225

2.3 丁苯橡胶

丁二烯-苯乙烯橡胶(styrene-butadiene rubber)为丁二烯与苯乙烯的共聚物,简称丁苯橡胶,代号 SBR,是最早工业化的通用合成橡胶。德国 I. G. Farben 公司首先于 1935 年建立工业生产装置,1937 年正式投产。1942 年美国研究生产了乳聚丁苯橡胶,称 GRS (government rubber styrene)。我国自 20 世纪 50 年代中期开始乳聚丁苯橡胶的开发研究,从前苏联引进第一套生产装置,于 1960 年在兰州建成投产,生产热法乳聚丁苯橡胶。1965 年进行改造完成了冷法乳液聚合的转变。随后从日本合成橡胶公司和瑞翁公司各引进一套 8 万吨/年的冷法乳聚丁苯橡胶装置,分别于 1982 年和 1987 年在吉林化学工业公司和齐鲁石化公司建成投产,品种包括纯丁苯橡胶和充油丁苯橡胶。

目前世界上生产丁苯橡胶的国家和地区有 30 多个。占全部合成橡胶生产能力的 53%以上,占合成橡胶产量的第一位。

定向聚合方法出现后,美国 Phillips 公司用锂引发体系进行了溶液共聚合的研究,成功地合成了溶液聚合丁二烯-苯乙烯共聚物,即溶聚丁苯橡胶,并于 1959 年以 Sulprene X-40 商品名生产。为满足轮胎耐磨耗、抗湿滑和滚动阻力小三者性能的最佳平衡,适应汽车工业经济性、安全性和节能性的需要,开发出一系列溶聚丁苯橡胶的新品种。溶聚丁苯橡胶也有充油溶聚丁苯橡胶和充油充炭黑溶聚丁苯母炼胶。除干胶外,还有丁苯胶乳、液体丁苯橡胶和粉末丁苯橡胶。

2.3.1 乳聚丁苯橡胶

乳聚丁二烯-苯乙烯橡胶 (emulsion polymerized styrene butadiene rubber 或 emulsion styrene-butadiene rubber) 简称乳聚丁苯橡胶, 代号为 E-SBR。根据聚合温度不同, 分热法乳聚丁苯橡胶 (50℃) 和冷法乳聚丁苯橡胶 (5℃)。前者也称“热橡胶” (hot rubber) 或高温丁苯橡胶; 后者则称“冷橡胶” (cold rubber) 或低温丁苯橡胶。一般丁苯橡胶中苯乙烯含量为 23.5%±1.0%, 但也有含量高达 40% 以上的, 称高苯乙烯橡胶 (high styrene rubber); 结合苯乙烯量达 70%~90% 的则为高苯乙烯树脂; 个别也有结合苯乙烯量低的。除纯丁苯橡胶外, 还有充油乳聚丁苯橡胶和充油充炭黑乳聚丁苯母炼胶。乳聚丁苯橡胶加工应用技术成熟, 应用广泛, 是最为通用的合成橡胶, 其生产能力和消耗量一直位居合成橡胶中的首位。世界乳聚丁苯橡胶主要生产厂家及生产能力见表 1-2-27。

表 1-2-27 世界乳聚丁苯橡胶主要生产厂家及生产能力

国家或地区	生产厂家	地址	生产能力/(kt/a)
北美	Ameripol Synpol Co.	Port Neches, TX	336
	Ameripol Synpol Co.	Odessa, TX	95
	Goodyear Tire & Rubber Co.	Houston, TX	285
	DSM Copolymer, Inc.	Baton Rouge LA	150
	Bayer Elastomers Co.	Ssania, Canada	20
中国	中国石化齐鲁股份有限公司橡胶厂	山东省淄博市	130
	申华化学工业有限公司	江苏省南通市	100
	吉林化学工业股份有限公司有机合成厂	吉林省吉林市	80
	兰州石化公司合成橡胶厂	甘肃省兰州市	40
	台湾合成橡胶公司	台湾省高雄市	105
日本	Japart Synthetic Rubber Co.	四日市	215
	Nippon Zeon Co., Ltd.	德山	110
	Mitsubishi Kasei Co., Ltd.	四日市	65
	Sumitomo Chemical Co., Ltd.	千叶	50
德国	Huls Co.	Marl.	140
	Dow/BSL Olefinemnd Co.	Schkopau	91
意大利	Polymeri Europa S. r. l	Ravenna	120
英国	Eni Chem Elastomeri SpA	Hythe Southampton	70
韩国	Korea Kumho Petrochemical Co., Ltd.	Ulsan	180
	Hyundai Petrochemical Co., Ltd.	Daesan	60
荷兰	Dow/BSL Co.	Penis	85
法国	Bayer Elastomers Co.	La Wantzenau	80
	Goodyear Chemicals Europe	Sandouville	4

(1) 国内主要生产厂家及产品牌号

① 中国石化齐鲁股份有限公司橡胶厂

a. 齐鲁牌充油低温乳聚丁苯橡胶

牌 号	结合苯乙烯量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	防老剂类型	乳化剂
500	3.5	52	污染	松香皂
1502	23.5	50	非污染	松香皂/脂肪酸皂

b. 齐鲁牌充油低温乳聚丁苯橡胶

牌 号	乳化剂	防老剂类型	结合苯乙烯量/%	填充油		门尼黏度 [ML(1+4)100℃]
				种类	充油量/份	
1712	松香皂/脂肪酸皂	污染	23.5	高芳烃油	37.5	51
1778	松香皂/脂肪酸皂	非污染	23.5	环烷油	37.5	46
1779/31	松香皂/脂肪酸皂	污染	31.0	高芳烃油	37.5	54
1779/35	松香皂/脂肪酸皂	污染	35.0	高芳烃油	37.5	54
1721	松香皂/脂肪酸皂	污染	40.0	高芳烃油	37.5	54

② 吉林学工业股份有限公司有机合成厂双力牌聚丁苯橡胶

牌号	结合苯乙烯量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	乳化剂	凝聚剂	填充油		防老剂类型
					种类	充油量/份	
1500	23.5	52	松香皂	盐/酸			污染
1502	23.5	52	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸			非污染
1712	23.5	54	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	高芳烃油	37.5	污染

③ 兰州石化公司合成橡胶厂团结牌乳聚丁苯橡胶

牌号	结合苯乙烯量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	乳化剂	凝聚剂	填充油		防老剂类型
					种类	充油量/份	
1500	23.5	52	松香皂	盐/酸			污染
1502	23.5	52	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸			非污染
1712	23.5	54	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	高芳烃油	37.5	污染

④ 申华化学工业有限公司 TAIPOI 牌乳聚丁苯橡胶

牌号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	结合苯乙烯量/%	乳化剂	凝聚剂	挥发分 /%	灰分 /%	填充油		防老剂类型
							种类	充油量/份	
1712	42~56	22.5~23.5	混合酸皂	硬脂酸	0.75	1.00	高芳烃油	37.5	污染
1712E	42~56	22.5~24.5	混合酸皂	硬脂酸	0.75	1.00	高芳烃油	37.5	污染(不含亚硝酸胺)
1778	40~54	22.5~24.5	混合酸皂	硬脂酸	0.75	1.00	环烷油	37.5	非污染
1502	40~54	22.5~24.5	混合酸皂	硬脂酸	0.75	0.75			非污染
1500E	60	22.5~24.5	松香酸皂	硬脂酸	0.75	0.75			污染(不含亚硝酸胺)

⑤ 台湾合成橡胶公司 Taipol 乳聚丁苯橡胶

牌号	结合苯乙烯量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	乳化剂	凝聚剂	填充油		防老剂类型
					种类	充油量/份	
1500	23.5	52	松香皂	盐/酸			污染
1502	23.5	52	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸			非污染
1712	23.5	55	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	高芳烃油	37.5	污染
1778	23.5	55	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	环烷油	37.5	非污染

(2) 国外主要生产厂家及产品牌号

① 美国

a. 美国 Ameripol Synpol 公司

② Ameripol 非充油低温乳聚丁苯橡胶

牌 号	乳化剂	防老剂类型	结合苯乙烯量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]
1500	松香皂	污染	22.5~24.5	47~55
1502	松香皂/脂肪酸皂	非污染	22.5~24.5	52
1502L	松香皂/脂肪酸皂	非污染	22.5~24.5	37~45
1503	脂肪酸皂	非污染	22.5~24.5	46~56
1507	松香皂/脂肪酸皂	非污染	22.5~24.5	36
1510	脂肪酸皂	非污染	22.5~24.5	25~35
1551	松香皂	非污染	22.5~24.5	45~55
8107	脂肪酸皂	非污染	4.5~6.5	19~25
8113	松香皂	非污染	22.5~24.5	105~125

⑥ Ameripol 充油低温乳聚丁苯橡胶

牌 号	乳化剂	防老剂类型	结合苯乙烯量/%	填充油		门尼黏度 [ML(1+4)100℃]
				种类	充油量/份	
1712H	松香皂/脂肪酸皂	污染	22.5~24.5	高芳烃油	37.5	48~56
1712L	松香皂/脂肪酸皂	污染	22.5~24.5	高芳烃油	37.5	31~39
1713	松香皂/脂肪酸皂	非污染	22.5~24.5	环烷油	50	37~45
1721	松香皂/脂肪酸皂	污染	39.0~41.0	高芳烃油	37.5	50~59
1778	松香皂/脂肪酸皂	非污染	22.5~24.5	环烷油	37.5	49~57
1778L	松香皂/脂肪酸皂	非污染	22.5~24.5	环烷油	37.5	45
8401	松香皂/脂肪酸皂	污染	39.5	traxol	37.5	50~60

⑦ Ameripol 充油充炭黑低温乳聚丁苯橡胶

牌 号	乳化剂	填充油		炭 黑		门尼黏度 [ML(1+4)100℃]
		种类	填充量/份	种类	填充量/份	
1605	脂肪酸皂			N550	50	55~75
1605L	脂肪酸皂			N550	50	45~65
4681	松香皂/脂肪酸皂			N326	50	41~55
1805	松香皂/脂肪酸皂	环烷油	37.5	N330	50	58~82
1815	松香皂/脂肪酸皂	环烷油	50	N330	75	
1821	松香皂/脂肪酸皂	环烷油	37.5	N550	80	57~77
1606	松香皂	高芳烃油	10	N330	52	42~62
1808	松香皂/脂肪酸皂	高芳烃油	50	N330	75	64~80
1847	松香皂/脂肪酸皂	高芳烃油	50	N339	75	54~70
1848	松香皂/脂肪酸皂	高芳烃油	62.5	N339	82.5	49~63
1850	松香皂/脂肪酸皂	高芳烃油	50	N330	75	56~76
1851	松香皂/脂肪酸皂	高芳烃油	62.5	N330	82.5	47~65
4684	松香皂/脂肪酸皂	高芳烃油	10	N234	52	44~54
4689	松香皂/脂肪酸皂	高芳烃油	12.0	N234	55	43~53
4776	松香皂/脂肪酸皂	高芳烃油	50	N103	60	44
4785	松香皂/脂肪酸皂	高芳烃油	55	N343	75	53~73

⑧ Ameripol 高苯乙烯低温乳聚丁苯橡胶

牌号	树脂/橡胶比	结合苯乙烯量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	牌号	树脂/橡胶比	结合苯乙烯量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]
1903	52/48	56	35~55	8140	20/80	21	21~28
1904	60/40	60	40~60	8144	20/80	21	41
4906	40/60	48	28~35				

⑤ Ameripol 高温乳聚丁苯橡胶

牌 号	乳化剂	防老剂类型	结合苯乙烯量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]
1006	脂肪酸皂	非污染	22.5~24.5	44~54
1006H	松香皂	非污染	22.5~24.5	55~63
1011AC	松香皂	非污染	22.5~24.5	50~58
1011AE	松香皂	非污染	22.5~24.5	50~58
1012	脂肪酸皂	非污染	22.5~24.5	105~135
1013	脂肪酸皂	非污染	42.0~45.0	40~50
1009	脂肪酸皂	非污染	22.5~24.5	70
1009A	脂肪酸皂	非污染	22.5~24.5	110
4503	松香皂	非污染	28.5~31.5	—

b. 美国固特异轮胎和橡胶公司

⑥ Plioflex 非充油低温乳聚丁苯橡胶

牌 号	结合苯乙烯量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	乳化剂	凝聚剂	防老剂类型
1500C	23.5	52	松香皂	盐/酸	非污染
1502	23.5	52	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	非污染
1507	23.5	35	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	非污染
1508	23.5	52	脂肪酸皂	盐/酸	非污染
RPF4068	23.5	25	脂肪酸皂	明矾	非污染
1513	40	36	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	非污染
1551	23.5	52	松香皂	盐/酸	非污染
1551×4	23.5	42	松香皂	盐/酸	非污染

⑦ Pliogum 高苯乙烯低温乳聚丁苯橡胶

牌 号	SBR 基础胶	每 100 份 SBR 含高苯乙烯份数	防老剂类型	门尼黏度[ML(1+4)100℃]
1900	1502、1510	100	非污染	45
1902	1502	100	非污染	45
1904	1502	150	非污染	50

⑧ Pliogum 高温乳聚丁苯橡胶（口香糖用胶）

牌 号	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	结合苯乙烯量/%	挥发分/%	灰分/%	残余苯乙烯量/(mg/kg)	相对密度
1027	52	24	≤0.7	≤1.0	≤20	0.94
1028	58	48	≤1.0	≤1.0	≤30	0.97
6642A	52	24	≤0.7	≤1.0	≤20	0.94
6643A	58	48	≤1.0	≤1.0	≤30	0.97
7316	58	48	≤1.0	≤1.0	≤30	0.97

c. 美国 DSM 共聚物公司

⑨ COPO 非充油乳聚丁苯橡胶

牌 号	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	结合苯乙烯量/%	乳化剂	凝聚剂	防老剂类型
1500	52	23.5	松香皂	盐/酸	污染
1502	52	23.5	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	非污染
1505	40	9.5	松香皂	酸	非污染
1507	35	23.5	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	非污染

⑥ COPO 非充油乳聚丁苯橡胶

牌 号	结合苯 乙烯量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	乳化剂	凝聚剂	填充油		防老剂类型
					种类	填充量/份	
1712	23.5	47	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸			污染
1714	23.5	52	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	高芳烃油	37.5	污染
1778	23.5	55	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	环烷油	37.5	非污染

⑦ COPO 非充油乳聚丁苯橡胶

牌号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	结合苯乙 烯量/%	乳化剂	凝聚剂	防老剂 类型	高芳烃油 填充量/份	炭黑	
							种类	填充量/份
1605	62	23.5	脂肪酸皂	硬脂酸	污染	10	N55C	50
1606	56	23.5	松香皂	硬脂酸	污染	10	N33C	52
1609	61	23.5	松香皂	硬脂酸	污染	5	N11C	40
1610	64	23.5	松香皂	硬脂酸	污染	10	N22C	52
3650	60	23.5	松香皂/脂肪酸皂	硬脂酸	污染	10	N234	52
3652	43	23.5	松香皂/脂肪酸皂	硬脂酸	污染	12.5	N234	52
3651	53	23.5	松香皂/脂肪酸皂	硬脂酸	非污染	10	N234	52

② 德国

a. 德国拜耳公司

① Krylene 非充油乳聚丁苯橡胶

牌 号	颜色	挥发分 /%	灰分 /%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	结合苯 乙烯量/%	有机酸 含量/%	相对 密度
1500	棕色	<0.5	<1.0	45~55	22.5~24.5	5.9~7.1	0.94
1502	淡棕色	<0.5	<1.0	48~56	22.5~24.5	5.3~6.5	0.94
1509	淡棕色	<0.5	<1.0	31~37	22.5~24.5	2.4~3.6	0.98

③ Krylene 非充油乳聚丁苯橡胶

牌号	颜色	挥发 分/%	灰分 /%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	结合苯乙 烯量/%	有机酸 含量/%	相对 密度	充油量/份
1712	棕色	<0.5	<0.7	47~55	22.5~24.5	4.4~5.6	0.98	25.8
1721	淡棕色	<0.5	<0.7	51~59	39~41	4.4~5.6	0.98	28.8

b. 道/BSL Olefinerund 公司

① Buna SB 非充油乳聚丁苯橡胶

牌 号	结合苯乙烯/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	乳化剂	凝聚剂	防老剂类型
1500	23.5	50	松香皂	盐/酸	污染
SES1500S	23.5	51	松香皂		非污染
1502	23.5	50	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	非污染
SES1502S	23.5	51	松香皂/脂肪酸皂		非污染
1507	23.5	35	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	非污染
1509	23.5	34	松香皂/脂肪酸皂		非污染
1516	40	40	松香皂	盐/酸	非污染
1551	23.5	52	松香皂	盐/酸	非污染
1572	23.5	130	松香皂	盐/酸	非污染
1573	23.5	115	松香皂	盐/酸	非污染
SES7554	43.5	110	松香皂/脂肪酸皂		非污染

⑥ Buna SB 充油乳聚丁苯橡胶

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	结合苯乙烯量 /%	防老剂类型	芳烃油填充量/份	包装/kg
SB1712-Schkopau(20KB PDF)	50	23.5	污染	37.5	25
SE S-1712ES (21KB PDF)	50	23.5	非污染	37.5	34
SES-5820F (21KB PDF)	51	31.5	非污染	37.5	34
SB1721-Schkopau(20KB PDF)	55	40.0	污染	37.5	25
SES-1721S(21KB PDF)	55	40.0	非污染	37.5	34

⑦ Buna SB 充炭黑乳聚丁苯橡胶

牌号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	结合苯 乙烯量/%	乳化剂	防老剂 类型	填充油		炭黑	
					种类	填充量/份	种类	填充量/份
1605	62	23.5	脂肪酸皂	非污染			N550	50
1609	61	23.5	松香皂	污染	高芳烃油	5	N110	40
1618	70	23.5	松香皂/脂肪酸皂	非污染	环烷油	5	N550	50
1619	72	23.5	松香皂/脂肪酸皂	污染	高芳烃油	10	N220	52
1620	65	23.5	松香皂/脂肪酸皂	非污染			N330	50
1622	63	23.5	松香皂/脂肪酸皂	污染	高芳烃油	5	N110	40

注：凝聚剂均为硬脂酸。

⑧ Buna SB 充油充炭黑乳聚丁苯橡胶

牌号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	结合苯 乙烯量/%	乳化剂	防老剂 类型	填充油		炭黑	
					种类	填充量/份	种类	填充量/份
1805	58	23.5	松香皂/脂肪酸皂	非污染	环烷油	37.5	N330	75
1808	48	23.5	松香皂/脂肪酸皂	污染	高芳烃油	50	N330	75
1824	52	23.5	松香皂/脂肪酸皂	污染	高芳烃油	62.5	N220	82.5
1843	80	23.5	松香皂/脂肪酸皂	非污染	环烷油	15	N770	100

注：凝聚剂均为硬脂酸。

⑨ Buna SB 高温乳聚丁苯橡胶

牌 号	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	结合苯乙烯量/%	防老剂类型	乳化剂	包装/kg
SES-1006(20KB PDF)	49	23.5	非污染	脂肪酸皂	34
SES-1009(20KB PDF)	110	23.5	非污染	脂肪酸皂	34
SES-1011(20KB PDF)	54	23.5	非污染	松香皂	34
SES-1013(20KB PDF)	45	43.0	非污染	脂肪酸皂	34

⑩ 意大利

a. Europrene Sirel 非充油乳聚丁苯橡胶

牌 号	结合苯乙烯量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	乳化剂	凝聚剂	防老剂类型
1500	23.5	52	松香皂	盐/酸	污染
1502	23.5	52	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	非污染
1509	23.5	34	松香皂/脂肪酸皂	骨胶酸	非污染
1512	29.0	52	松香皂	明矾	非污染
5502	29.0	30	脂肪酸皂	明矾	非污染

b. Europrene Sirel 充油乳聚丁苯橡胶

牌号	结合苯 乙烯量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	乳化剂	凝聚剂	防老剂 类型	填充油	
						种类	充油量/份
1707	23.5	55	松香皂	盐/酸	非污染	环烷油	37.5
1712	23.5	55	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	污染	高芳烃油	37.5

续表

牌号	结合苯乙烯量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	乳化剂	凝聚剂	防老剂 类型	填充油	
						种类	充油量/份
1712/C	23.5	50	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	污染	高芳烃油	37.5
1712/EP	23.5	45	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	污染	高芳烃油	37.5
1714	23.5	52	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	污染	高芳烃油	50
1721	40.0	55	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	污染	高芳烃油	37.5
1778	23.5	55	脂肪酸皂	盐/酸	非污染	环烷油	37.5
5520	23.5	40	松香皂/脂肪酸皂	骨胶酸	非污染	环烷油	37.5
M402/C	36	51	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	污染	高芳烃油	37.5

c. Europrene Sirel 充油、充炭黑乳聚丁苯橡胶

牌号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	结合苯乙烯量/%	乳化剂	凝聚剂	防老剂 类型	填充油		炭黑	
						种类	填充量/份	种类	填充量/份
1605	62	23.5	脂肪酸皂	硬脂酸	非污染			N550	50
1606	56	23.5	松香皂	硬脂酸	污染	高芳烃油	10	N330	52
1805	58	23.5	松香皂/脂肪酸皂	硬脂酸	非污染	环烷油	37.5	N330	75
1808	48	23.5	松香皂/脂肪酸皂	硬脂酸	污染	高芳烃油	50	N330	75
5543		23.5	松香皂/脂肪酸皂	硬脂酸		高芳烃油	52.5	N339	100

④ 日本

a. 日本合成橡胶公司

① JSR 非充油乳聚丁苯橡胶

牌号	结合苯乙烯量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	乳化剂	凝聚剂	防老剂类型
1500	23.5	52	松香皂	盐/酸	污染
1502	23.5	52	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	非污染
1507	23.5	35	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	非污染
0202	46.0	45	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	非污染
1503	23.5	52	松香皂	胶/酸	非污染
1013N	40.0	60	松香皂	明矾	非污染

② JSR 充油乳聚丁苯橡胶

牌号	结合苯乙烯量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	乳化剂	凝聚剂	填充油		防老剂 类型
					种类	充油量/份	
1712	23.5	47	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	高芳烃油	37.5	污染
1714	23.5	52	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	高芳烃油	50.0	污染
0115	16.0	41	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	高芳烃油	37.5	污染
0120	35.0	51	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	高芳烃油	37.5	污染
1778	23.5	55	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	环烷油	37.5	非污染
1778N	23.5	46	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	环烷油	37.5	非污染

③ JSR 高苯乙烯橡胶

牌号	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	凝聚剂	防老剂类型
0051	55	盐/酸	非污染
0061	62	盐/酸	非污染

④ JSR 充炭黑乳聚丁苯橡胶

牌 号	结合苯乙烯量/%	乳化剂	凝聚剂	防老剂类型	填充油		炭黑	
					种类	填充量/份	种类	填充量/份
CH50	23.5	松香皂/脂肪酸皂	硬脂酸	非污染	环烷油	9	N330	50
CH51	23.5	松香皂	硬脂酸	污染	高芳烃油	9	N330	50
CH55	23.5	松香皂/脂肪酸皂	硬脂酸	污染	高芳烃油	50	N330	76
CH57	23.5	松香皂/脂肪酸皂	硬脂酸	非污染	环烷油	50	N330	76
CH52	23.5	松香皂/脂肪酸皂	硬脂酸	非污染	环烷油	30	N330	100

b. 日本瑞翁公司

⑤ Nipol 非充油乳聚丁苯橡胶

牌 号	结合苯乙烯量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	乳化剂	凝聚剂	防老剂类型
1500	23.5	52	松香皂	盐/酸	污染
1502	23.5	52	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	非污染
1507	23.5	35	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	非污染
9550	46.0	45	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	非污染

⑥ Nipol 充油乳聚丁苯橡胶

牌 号	结合苯乙烯量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	乳化剂	凝聚剂	填充油		防老剂类型
					种类	充油量/份	
1712	23.5	49	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	高芳烃油	37.5	污染
1721	40.0	55	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	高芳烃油	37.5	污染
1778J	23.5	42	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	环烷油	37.5	非污染
9526	35.0	38	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	高芳烃油	50.0	污染
9529	45.0	42	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	高芳烃油	50.0	污染

⑦ Nipol 高温乳聚丁苯橡胶

牌 号	结合苯乙烯量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	防老剂类型	相对密度
1006	23.5	50	非污染	0.94
1009	23.5		非污染	0.94
2001	48.0	60	非污染	0.94

⑧ Nipol 高苯乙烯乳聚丁苯橡胶

牌 号	结合苯乙烯量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	防老剂类型	相对密度
2057S	60.0	52	非污染	0.98
2057SS	65.0	58	非污染	0.99
2007J	85.0		非污染	1.05

c. 日本住友化学公司 Sumitomo SBR 乳聚丁苯橡胶

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	结合苯乙烯量/%	乳化剂	凝聚剂	防老剂类型	填充油	
						种类	充油量/份
1500	52	23.5	松香皂	盐/酸	污染		
1502	52	23.5	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	非污染		
1507	35	23.5	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	非污染		
1712	55	23.5	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	污染	高芳烃油	37.5

⑤ 韩国

a. 韩国锦湖石油化学公司

① Kosyn 乳聚丁苯橡胶

牌 号	结合苯乙烯量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	乳化剂	凝聚剂	填充油		防老剂 类型
					种类	充油量/份	
1500S	23.5	52	松香皂	盐/酸			非污染
1502	23.5	52	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸			非污染
1712	23.5	55	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	高芳烃油	37.5	污染
1778K	23.5	46	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	环烷油	37.5	非污染

② Kosyn 高苯乙烯橡胶

牌 号	SBR 基础胶	每 100 份 SBR 含高苯乙烯份数	防老剂类型	门尼黏度[ML(1+4)100℃]
KHS68	1502	230	非污染	64
KHS58	1502	115	非污染	60
KHS48	1502	64	非污染	60

b. 韩国现代石油化学公司 Seetec 乳聚丁苯橡胶

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	挥发 分 ^① /%	灰分 ^① /%	有机酸 含量 ^① /%	结合苯乙烯 量 ^① /%	防老剂 类型	乳化剂	外观	充油量 (芳烃油)/份
SBR 1500H	52	0.2	0.3	6.5	23.5	非污染	松香皂	淡黄褐色	
SBR 1712	48	0.2	0.3	5.2	23.5	污染	松香皂/脂肪酸皂	深棕色	37.5

① 参照标准 ASTM D 1416。

⑥ 波兰

a. KER 非充油乳聚丁苯橡胶

牌 号	结合苯乙烯量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	乳化剂	凝聚剂	防老剂类型
1500	23.5	52	松香皂	盐/酸	污染
1502	23.5	52	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	非污染
1507	23.5	35	松香皂/脂肪酸皂	GA	非污染

b. KER 充油乳聚丁苯橡胶

牌 号	结合苯乙烯量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	乳化剂	凝聚剂	填充油		防老剂类型
					种类	充油量/份	
1712	23.5	55	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	高芳烃油	50.0	污染
JSR1714	23.5	52	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	高芳烃油	50.0	污染
1778	23.5	55	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	环烷油	37.5	污染

c. KER 高苯乙烯橡胶

牌 号	SBR 基础胶	每 100 份 SBR 含高苯乙烯份数	防老剂类型	门尼黏度[ML(1+4)100℃]
1901	1502	100	非污染	
1902	1502	100	非污染	45
1904	1502	150	非污染	50

⑦ 巴西

a. Petroflex 非充油乳聚丁苯橡胶

牌号	结合苯乙烯量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	乳化剂	凝聚剂	防老剂类型
1500	23.5	52	松香皂	盐/酸	污染
1502	23.5	52	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	非污染
1570	23.5	117	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	非污染
1551	23.5	52	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	非污染

b. Petroflex 充油及充炭黑乳聚丁苯橡胶

牌号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	结合苯乙烯量/%	乳化剂	凝聚剂	防老剂 类型	填充油		炭黑	
						种类	填充量/份	种类	填充量/份
1712	55	23.5	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	污染	高芳烃油	37.5		
1712LM	35	23.5	松香皂/脂肪酸皂	硬脂酸	污染	高芳烃油	37.5		
JSR1714	52	23.5	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	污染	高芳烃油	50		
1714-46	46	23.5	松香皂/脂肪酸皂	硬脂酸	污染	高芳烃油	37.5		
1778	55	23.5	松香皂/脂肪酸皂	硬脂酸	非污染	环烷油	37.5		
1606	56	23.5	松香皂	硬脂酸	污染	高芳烃油	10	N330	52

⑧ 南非

a. Afpol 非充油乳聚丁苯橡胶

牌号	结合苯乙烯量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	乳化剂	凝聚剂	防老剂类型
1500	23.5	52	松香皂	盐/酸	污染
1502	23.5	52	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	非污染
1507	23.5	35	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	非污染
1517-241	23.5	95	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	非污染

b. Alpol 充油乳聚丁苯橡胶

牌号	结合苯乙烯量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	乳化剂	凝聚剂	填充油		防老剂类型
					种类	充油量/份	
1712	23.5	55	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	高芳烃油	50.0	污染
JSR1714	23.5	52	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	高芳烃油	50.0	污染
1778	23.5	55	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	环烷油	37.5	污染

c. Alpol 高苯乙烯橡胶

牌号	SBR 基础胶	每 100 份 SBR 含高苯乙烯份数	防老剂类型	门尼黏度[ML(1+4)100℃]
537	1507	26	非污染	40
539	1778	32	非污染	57
541	1507	38	非污染	42
552	1507	80	非污染	46

⑨ 印度 Synaprene 乳聚丁苯橡胶

牌号	结合苯乙烯量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	乳化剂	凝聚剂	填充油		防老剂类型
					种类	充油量/份	
1500	23.5	52	松香皂	盐/酸			污染
1502	23.5	52	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸			非污染
1513	40	36	松香皂/脂肪酸皂	明矾			
1552	18	52	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸			
1712	23.5	55	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	高芳烃油	37.5	污染
1752	37.5	50	松香皂/脂肪酸皂	盐/酸	高芳烃油	37.5	污染

牌 号	结合苯乙烯量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	填充油(高芳烃油)/份	抗氧剂含量/%
ARKM-15(SBR1705)	22~25	45~54	14.5~17.0	0.15~0.35 ^①
ARKPN(SBR1502)	22~25	48~58		1.0~2.0 ^②

② 抗氧化剂 VS-30A。

2.3.1.1 高温乳聚丁苯橡胶 (hot styrene-butadiene rubber)

【结构】

$$\text{---}(\text{CH}_2\text{---}\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}\text{---})_m\text{---}(\text{CH}_2\text{---CH=CH---CH}_2\text{---})_n\text{---}(\text{CH}_2\text{---}\underset{\text{CH=CH}_2}{\text{CH}}\text{---})_l$$

微观结构(丁二烯单元)			宏 观 结 构				
顺式-1,4-结构 含量/%	反式-1,4-结构 含量/%	1,2-结构含量/%	\overline{M}_n	$\overline{M}_n/\overline{M}_w$	结合苯乙烯 量/%	支化	凝胶含量
16.6	46.3	13.7	100000	7.5	23.4	大量	多

【基本特性】

- ① 质量均匀。
- ② 比天然橡胶热塑性低。
- ③ 纯胶硫化胶强度低，需加活性补强剂。
- ④ 硫化速度慢，但硫化平坦性好，不易过硫化。
- ⑤ 耐老化、耐热、耐磨耗等性能比天然橡胶优良。
- ⑥ 因反式-1,4-结构含量多，结构不规整，比天然橡胶生热大。
- ⑦ 弹性也不如天然橡胶好，滞后损失大，因而生热高。
- ⑧ 黏性、黏着性和抗切割增长等比天然橡胶差。

73

【性能参数】

(1) 原料橡胶

聚合形式	加成聚合	共聚合组成比(苯乙烯摩尔比)/%	1.8~40,通常 13.5~15(23.5%~25%,质量分数)
聚合方法	自由基	相对密度	0.92~0.96
聚合体系	乳液	玻璃化温度 $T_g/^\circ\text{C}$	-46

(2) 配合橡胶

高温丁苯橡胶	100	煤焦油	5	扯断伸长率/%	325
硫黄	2	门尼黏度[ML(1+4)100 $^\circ\text{C}$]	102	硬度(邵尔 A)	69
促进剂 M	1.5	硫化条件	138 $^\circ\text{C}$ ×90min	回弹性/%	38
氧化锌	5	300%定伸应力/MPa	20.7	磨耗减量 ^② /[cm ³ /(hp·h)]	108
高耐磨炉黑(CK-4) ^①	50	拉伸强度/MPa	24.3	生热/ $^\circ\text{C}$	107

① CK-4 为德国生产的高耐磨炉黑。

② 1hp·h=0.7457kW·h。

【配方示例】

(1) 基本鉴定配方

乳聚丁苯橡胶	100	促进剂 TBBS	1	硬脂酸	1
硫黄	1.75	氧化锌	3	6# 炉黑	50
				合计	156.75

(2) 应用配方

① 乘用胎面胶配方

高温丁苯橡胶 1002	100	氧化锌	5	易操作槽黑	50
硫黄	2	硬脂酸	1	软化剂	10
促进剂 M	1.2	防老剂	1		

② 水管胶配方

高温丁苯橡胶 1000	100	氧化锌	5	易操作槽黑	35
硫黄	2	防老剂	2	松脂油	10
促进剂 CZ	1.5	半补强炉黑	50	其他软化剂	6

③ 挤干辊——白色配方

高温丁苯橡胶 1000	100	氧化锌	5	白垩粉	50
硫黄	1.5	陶土	50	软化剂或树脂	10
促进剂 DM	1.5	钛白粉(TiO ₂)	40		

④ 胶管布层胶配方

高温丁苯橡胶 1000	100	氧化锌	5	松脂油	7.5
硫黄	2	防老剂	1	其他软化剂	15
促进剂 DM	2	易操作槽黑	33.5		

2.3.1.2 低温乳聚丁苯橡胶 (cold styrene-butadiene rubber)

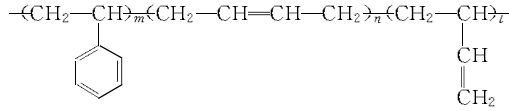
低温乳聚丁苯橡胶简称低温丁苯橡胶。结合苯乙烯量为 9.5%~46%，一般为 23.5%。结合苯乙烯量为 40%~50%的共聚物有自补强作用，可部分取代橡胶。除纯丁苯橡胶外，还有充油低温丁苯橡胶、充油充炭黑低温低丁苯母炼胶。

由于低温聚合所得共聚物改善了高温丁苯橡胶的加工性能，其综合性能也优于高温丁苯橡胶，因此早已取代了高温丁苯橡胶，其产量现在已占全部丁苯橡胶的 70%以上。一般除

非特别指明，所谓丁苯橡胶就是指低温丁苯橡胶。

【制法】 采用乳液共聚合方法，于 5℃ 下聚合，转化率 60%~70%，经凝聚而得。

【结构】 其分子结构为



低温丁苯橡胶也是反式-1,4-结构含量高，支化程度中等，凝胶含量少。

2.3.2 溶聚丁苯橡胶

溶液聚合丁苯橡胶是丁二烯和苯乙烯单体在有机溶剂中采用锂或烷基锂催化剂或有机金属催化体系，于溶液中进行共聚合而得，简称溶聚丁苯橡胶（solution polymerized styrene-butadiene rubber），代号 S-SBR。1959 年首先美国 Phillips 公司成功地制备出以 Solprene X-40 命名的溶聚丁苯橡胶商品供应市场。溶聚丁二烯-苯乙烯共聚物有无规型和嵌段型两类。嵌段型溶聚丁二烯-苯乙烯共聚物属热塑性弹性体，参见本篇第 7 章。无规型溶聚丁二烯-苯乙烯共聚物即溶聚丁苯橡胶，是通用合成橡胶之一。1969 年美国 Firestone 公司实现了工业化生产，商品名为 Duradene。其后荷兰 Shell 公司开发成功丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物（Thermo-plastic elastomer）。20 世纪 70~80 年代的石油危机使汽车工业对轮胎性能提出新的要求：要降低轮胎的滚动阻力以节约燃料；并提高抗滑性能，以保证车辆行驶安全。各国又开始研究开发新的溶聚丁苯橡胶。荷兰 Shell 公司与英国 Dunlop 公司联合开发成功新的溶聚丁苯橡胶，商品名为 Carlflex S-1210 和 Carlflex S-1215。继而日本合成橡胶公司又成功地开发出锡偶联的溶聚丁苯橡胶，商品名为 SL 系列。德国 Hüls 公司、日本瑞翁公司也同时开发出相类同的溶聚丁苯橡胶，以适应轮胎性能的需求。美国 1983 年研制出高反式溶聚丁苯橡胶（high *trans*-SBR，HTSBR），初步评价具有高的生胶强度和黏性，可部分取代天然橡胶在子午线轮胎上使用。此外还有充油溶聚丁苯母炼胶和充油充炭黑溶聚丁苯母炼胶。近年来溶聚丁苯橡胶发展较迅速，目前世界上已有美、英、法、德、意、日、荷兰、比利时、中国等 10 多个国家建厂生产，生产能力已超过 70 万吨/年。各国溶聚丁苯橡胶的生产厂家及生产能力见表 1-2-28。

表 1-2-28 世界主要溶聚丁苯橡胶生产厂家及生产能力

国家	生产厂家	地 址	生产能力 /(kt/a)	投产 年份	备 注
美国	Firestone Poly-mers LLC	Lake Chares, La Orange, TX	180	1969	费尔斯通公司技术 联产 BR、SSBR、TPE，总生产能力为 180kt/a
	Firestone Poly-mers LLC			1961	
	Goodyear Tire&Rubber Co.	Beaumont, TX	50	1985	联产 BR，总产能为 250kt/a，2000 年年 底 109kt/a SSBR/BR 投产，本公司技术
	American Syn-thetic Co. Bayer Co.	Louisvill, KY Orange, TX	75		多功能装置，总产能为 130kt/a， 2000 年扩至 220kt/a，联产 BR
巴西	Petroflex	Rua Marumbi	20	1982	菲利浦公司技术，联产 BR、TPES，总 产能为 80kt/a
	Dynasol Elas-tomeros	Cabo	20		联产 BR、TPES，总产能为 90kt/a
比利时	AtoFina Elas-tomers	ANtwerp	7	1969	菲利浦公司技术，总产能为 80kt/a， 联产 BR、SBS
法国	Bayer Elastomeres Co.	PortJerome	32		费尔斯通公司技术，总产能为 120kt/a，联产 BR
	Michelin et Cie	Bassens	35	1964	

续表

国家	生产厂家	地 址	生产能力 (kt/a)	投产 年份	备 注
荷兰	Shell Chemicals	Pernis	30	1981	本公司技术
意大利	Polimeri Europe S. r. l	Ravenna	10		菲利浦公司技术,联产 SSBR、HS/B、SBC,总产能为 100kt/a
英国	EniChem UK Ltd.	Grangemouth	20	1969	联产 BR,总产能为 85kt/a。2000 年 SSBR 将扩至 30kt/a
德国	Dow/BSL Co.		60	2000	联产 SSBR、SBS、LCBR,瑞翁公司技术,2000 年投产
西班牙	Dynasol Elastomeros	Santander	12	1975	菲利浦公司技术,多胶种聚合装置,总产能为 110kt/a
南非	Karbchem	Newcastle	18		联产 BR、SSBR,总产能为 36kt/a
澳大利亚	Phillips Australia Chemical Co		26	1966	菲利浦公司技术
日本	Asahi Kasei Co.	Kawasaki	67	1967	费尔斯通公司技术
	Japan Elastomer CO., Ltd.	Oita	28	1969	菲利浦公司技术,现在归日本旭化成公司和日本昭和电工公司所有
	Japan Synthetic Rubber Co.	Yokkaichi	25	1981	联产加氢聚合物,本公司技术
	Nippon Zeon Co., Ltd.	Tokuyama	25	1985	本公司技术,联产 BR,生产能力为 78kt/a
	Nippon Zeon Co., Ltd	Mizushima	30	1985	本公司技术,原异戊橡胶装置改产
俄罗斯	Voronezh		30	20 世纪 60 年代 后期	本国技术,联产顺丁橡胶和 SBS
韩国	Korea Kumho Petrochemical Co., Ltd.	YeochOn	27		日本合成橡胶公司技术,联产 BR、SBS,总生产能力为 105kt/a
中国	台湾合成橡胶公司	台湾省台北	20		多功能装置,兼产热塑性弹性体
	台湾奇美实业有限公司	台湾省台南县	30		
	茂名石化乙烯公司	广东省茂名市	30	1997	比利时 Fina 公司技术,联产 BR、SBS,总生产能力为 50kt/a
	燕山石油化工股份有限公司	北京市房山区	30	1996	本国技术
泰国	BST Elastomers		60	1999	与日本合成橡胶公司合资建厂,联产 BR,总生产能力为 100kt/a

(1) 国内主要生产厂家及产品牌号

① 燕山石油化工股份有限公司燕山牌溶聚丁苯橡胶

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	300%定伸应力 /MPa	拉伸强度 /MPa	伸长率 /%	挥发分 /%	灰分 /%
Y833A	50~60	10~20	20~25	≥450	≤0.5	≤0.2
Y833B	40~50	10~13	20~25	≥450	≤0.6	≤0.1
Y833E	65~75	12	20~24	≥450	≤0.4	≤0.2
Y833AX	50~60	10~12	20	≥450	≤0.5	≤0.1
Y833BX	40~50	10~12	22~26	≥550	≤0.5	≤0.1

② 茂名石化乙烯公司南海牌溶聚丁苯橡胶

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	外观	充油量 /份	微观结构 类型	顺式-1,4- 结构含量/%	反式-1,4- 结构含量/%	乙烯基含量 /%	嵌段苯乙烯 含量/%
F1204	56	白色块状	0	星形无规	25	47	28	
F1205 ^①	48	白色块状	0	线形嵌段	35	54	11	17.5

续表

牌号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	外观	充油量 /份	微观结构 类型	顺式-1,4- 结构含量/%	反式-1,4- 结构含量/%	乙烯基含量 /%	嵌段苯乙烯 含量/%
F1206	33	白色块状	0	星形无规	25	47	28	
F410 ^{①②}	47	白色块状	0	线型嵌段				
F375	46	黄色块状	37.5	星形无规				
F376	47	黄色块状	50	星形无规				
F377	50	黄色块状	37.5	星形无规				

① 为 SiCl_4 偶联的嵌段共聚物, 其他为 SnCl_4 偶联的无规共聚物。

② 除 F410 牌号外, 结合苯乙烯量均为 25%。

(2) 国外主要生产厂家及产品牌号

① 美国

a. 美国固特异轮胎和橡胶公司 Solflex 溶聚丁苯橡胶

牌号	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	防老剂类型	结合苯乙烯量/%	乙烯基含量/%	充油量/份	相对密度
1216	85	污染	12	46	<1	0.93
1250	45	污染	18	38	20	0.95
1810	70	非污染	18	10		0.93
1810X	53	污染	18	10	37.5	0.95
2515	53	非污染	25	15		0.93
2515X	53	污染	25	15	37.5	0.95
2552	53	非污染	25	50		0.93
2552X	53	污染	25	50	37.5	0.95
3310	53	非污染	33	10		0.93
3310S	80	非污染	33	10		0.93

b. 美国费尔斯通合成橡胶和胶乳公司

② Duradene 溶聚丁苯橡胶

牌 号	结合苯乙烯量/%	顺式-1,4- 结构含量/%	乙烯基含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	防老剂 类型	填充油	
						种类	充油量/份
210	25	40	10	48	非污染	环烷油	15
715	24	23	47	58	非污染		
706	24	40	10	55	非污染		
707	24	40	10	45	非污染		
708	25	40	10	90	污染		
709	35	40	10	55	非污染		
711	18	40	10	70	污染		
715	24	24	47	58	污染		
738	20		58	74	非污染		
739	20		60	92	非污染		
740	17	25	42	75	非污染	芳烃油	38
741	5.0		28	60	非污染		
750	18	40	10	45	污染		
751	25	40	10	45	污染		
752	30	35	18	42	非污染		
753	33	40	10	75	污染		
756	34	30	30	57	污染		
757	20	16	60	68	污染		
758	25	40	10	45	非污染		
						环烷油	38

续表

牌 号	结合苯乙烯量/%	顺式-1,4-结构含量/%	乙烯基含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	防老剂 类型	填充油	
						种类	充油量/份
762	40	28	36	50	污染	芳烃油	38
763	40.5		38.5	140	污染	芳烃油	37.5
SR 8455	25		25		污染	芳烃油	37.5
SR 8426	34		49		污染	芳烃油	37.5

注：706、707、708、709、710、711、713、752 用于机械制品；750、751、753 用于轮胎胎侧和胎面。

⑤ Stereon 嵌段溶聚丁苯橡胶

牌 号	结合苯乙烯量/%	相对密度	熔融指数/(g/10min)	邵尔硬度
721A	10.25	0.92		
730A	30	0.94		
840A	44.5	0.96	11.5	85A
841A	44.5	0.96	11.5	
842A	44.5	0.96	11.5	
881	79	1.01	8	73D
900	75	1.01	10.0	67D

c. 美国道化学公司 (Dow Chemical Company) 溶聚丁苯橡胶

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	结合苯乙烯量/%	乙烯基含量/%	充油量/份	备 注
SE SLR-4601(18KBPDF)	45	21.0	63.0		锡偶联,化学改性
SE SLR-4400(17KBPDF)	56	26.0	35.0		锡偶联
SE SLR-4610(18KBPDF)	45	25.0	63.0	37.5	锡偶联
SE SLR-6610(18KBPDF)	40	45.0	46.0	50.0	锡偶联
SE SLR-6410(18KBPDF)	65	40.0	24.0	50.0	锡偶联

② 法国 Buna 溶聚丁苯橡胶

牌 号	结合苯乙烯量/%	顺式-1,4-结构含量/%	乙烯基含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	防老剂 类型	高芳烃油 填充量/份
BL 6578	25	38	10	47	非污染	
BL 6245	30	38	10		非污染	
BL 6533	40	38	10		非污染	
SL 18-1	18	38	10	45	污染	37.5
SL 25-1	25	38	10	45	污染	37.5
VSL 2525-0	25		25	50	污染	
VSL 4020-1	20		40	50	污染	37.5
VSL 4515-1	15		45	50	污染	37.5
VSL 4820-1 HM	20		48	65	污染	37.5
VSL 5025-0	25		50	50	污染	
VSL 5025-1	25		50	50	污染	
VSL 5025-1 HM	25		50	65	污染	37.5
VSL 5525-1	25		55	50	污染	37.5
BL 8497	10	40	10		非污染	37.5

③ 日本

a. 日本旭化成公司

① Tufdone 和 Asaprene 溶聚丁苯橡胶

牌 号	结合苯乙烯 量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	高芳烃油填 充量/份	牌 号	结合苯乙烯 量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	高芳烃油填 充量/份
Tufaeile				3335	36	55	37.5
100	18	45		4350	39	43	50
2000R	25	45		Asaprene			
2003	25	33		1204	25	56	
2100R	25	78		1205	25	47	
1530	18	37	37.5	1206	25	35	
1534	17	45	37.5	303	46	45	
2330	25	55	37.5	6500	65	60 ^①	
2530	25	40	37.5	670A	40	0.035 ^②	
3330	31	65	37.5	2000A	25	0.048 ^②	

① ML(5+4)100℃。

② 溶液黏度 (5%甲苯溶液中, 25℃), 单位为 Pa·s。

⑤ Asaprene E 及 Tufdene E 系列溶聚丁苯橡胶

牌 号	结构	高芳烃油填充量/份	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	结合苯乙烯量/%
Asaprene				
E10	SBR		72	39
E20	嵌段 SBR		65	25
E30	嵌段 SBR		60	46
Tufdene				
E50	SBR	37.5	72	35.5
E60	SBR	37.5	70	32

⑥ Asaprene E 及 Tufdene E 系列硅偶联母炼胶

牌 号	母炼胶	基础胶		硅含量/份	填充油		硅偶联剂 用量/份
		品种	份数		种类	充油量/份	
AsapreneE 系列							
MB-E10-P		E10	100	35	环烷油	0	1.4
MB-E10-1		E10	100	50	环烷油	10	2.0
MB-E20-1		E20	100	50	环烷油	10	2.0
MB-E30-1		E30	100	50	环烷油	10	2.0
TufdeneE 系列							
MB-E50-1		E50	100	35	高芳烃油	37.5	1.4
MB-E60-1		E60	100	35	高芳烃油	37.5	1.4

b. 日本合成橡胶公司

① JSR 溶聚丁苯橡胶

牌 号	结合苯乙烯 量/%	顺式-1,4- 结构含量/%	乙烯基含 量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	防老剂 类型
SL 552	24	22	39	55	非污染
SL 556	24	22	39	32	非污染
SL 574	15	15	57	64	非污染

② JSR Dynaron 氢化丁苯橡胶

牌 号	结合苯乙烯量/%	相对密度	熔融指数(230℃, 21.2N) /(g/10min)	硬度(JIS-A)	拉伸强度/MPa
1320P	10	0.89	3.5	39	4.2
1910P	30	0.92	5.3	57	1.2

续表

牌 号	结合苯乙烯量/%	相对密度	熔融指数(230℃, 21.2N) /(g/10min)	硬度(JIS-A)	拉伸强度/MPa
H4800N ^①		0.89	3.1	81	39
H4900N ^①		0.89	2.9	94	74
H4100N ^①		0.89	2.8	98	118

① 聚丙烯/氢化丁苯橡胶。

c. 日本瑞翁公司 N 溶聚丁苯橡胶

牌 号	结合苯乙烯量/%	顺式-1,4-结构含量/%	乙烯基含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	防老剂类型	充油量 (环烷油)/份
S-375	24			46	非污染	37.5
NS 218	20	36	10	45	非污染	
NS 112	15	22	30	45	非污染	
NS 116	20	10	63	45	非污染	
NS 210	20	20	35	56	非污染	
NS 312S	40	36	10		非污染	

④ 巴西 Copelflex 溶聚丁苯橡胶

牌 号	结合苯乙烯量/%	乙烯基含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	防老剂类型	充油量(高芳 烃油)/份
2561	25	65	52	非污染	
531	5	30	52	非污染	
2532	25	33	52	非污染	
4518 A	18	9	45	污染	37.5
4525	25	9	45	非污染	
4525 A	25	9	45	污染	37.5
B 184525	25	9	45	非污染	
B 304548		0	45	非污染	

⑤ 西班牙 Calprene 溶聚丁苯橡胶

牌 号	结合苯乙烯量/%	顺式-1,4-结构含量/%	乙烯基含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	防老剂类型
1204	25	27	30	55	非污染
1205	25	38	10	47	非污染
1206	25	27	30	33	非污染

⑥ 意大利 Europrene SOL 溶聚丁苯橡胶产品牌号

牌 号	结合苯乙烯量/%	顺式-1,4-结构含量/%	乙烯基含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	防老剂类型
1204	25	30	32	56	非污染
1205	25	38	10	47	非污染
1216-B183	10	36	10		非污染

⑦ 韩国 Kosyn 溶聚丁苯橡胶

牌 号	结合苯乙烯量/%	乙烯基含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	牌 号	结合苯乙烯量/%	乙烯基含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]
SOL 5001	25	31	34	SOL 5740	15	57	65
SOL 5520	24	39	55	SOL 5990	5	80	65

⑧ 南非 Alsol 溶聚丁苯橡胶

牌 号	结合苯 乙烯量/%	顺式-1,4-结构 含量/%	乙烯基 含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	充油量 (高芳烃油)/份
705	25	40	10	45	
751	25	35	10	45	37.5
760	23.5	34	10	50	37.5
771	30	19	43	50	37.5
772	30		58	50	37.5
775	30	24	53	50	37.5
776	25	21	52	50	37.5

⑨ 墨西哥 Solprene 溶聚丁苯橡胶

牌 号	结合苯乙烯量/%	乙烯基含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	防老剂类型
S-1110	15			非污染
S-1205	25			非污染
S-1322	30			非污染
S-1430	40			非污染
S-170	15	45	60	非污染
S-136	10	37	72	非污染
S-303	46			非污染

⑩ 俄罗斯

牌 号	结合苯乙烯量/%	顺式-1,4-结构含量/%	乙烯基含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]
DSSK 18	18	40	13	48
DSSK 65	62.5			75
DSSK 65	62.5			90

【加工与配合】 低温丁苯橡胶聚合时通过调节平均分子量及其分布，一般可不经塑炼，开炼机混炼需增加薄通次数并进行补充加工。密炼机混炼可采用两段混炼。压延和压出工艺和天然橡胶相似。需加活性炭黑补强，其他配合剂作用同天然橡胶。采用硫黄促进剂体系硫化，硫黄用量较天然橡胶少，促进剂量要稍高。

【基本特性】

- ① 胶的质量均匀。
- ② 硫化速度慢，平坦性好，硫化安全。
- ③ 耐老化、耐热性和耐磨性比天然橡胶优良。
- ④ 加工时生热高，收缩变形大，表面不光滑。
- ⑤ 可与天然橡胶、顺丁橡胶并用而改善加工性和物理性能。
- ⑥ 弹性比天然橡胶低，滞后损失大，硫化胶生热高。
- ⑦ 黏性和自黏性差。
- ⑧ 为使配合剂分散好，需加操作油，一般多采用芳烃油类。

【应用范围】 主要用于轮胎胎面胶、胎侧胶，也广泛用于胶带、胶管、胶辊、胶布、鞋底、医疗用品及其他工业制品等，并少量用于电线等非橡胶工业中。

【性能参数】

- (1) 原料橡胶

聚合形式	加成聚合	线膨胀系数	
聚合方法	自由基	T_g 以下/ $(\times 10^{-4}/^{\circ}\text{C})$	0.8(苯乙烯 30%~50%, 质量分数)~0.9(苯乙烯 10%, 质量分数)
聚合体系	乳液	T_g 以上/ $(\times 10^{-4}/^{\circ}\text{C})$	2.3(苯乙烯 30%~50%, 质量分数)~2.5(苯乙烯 10%, 质量分数)
共聚合组成比(摩尔分数)/%	1.8~40, 通常 13.5~15(苯乙烯 23.5%~25%, 质量分数)	折射率(n_D)	1.5345(苯乙烯 23.5%, 质量分数)
微观结构(丁二烯单元)/%	顺式-1,4-结构 12; 反式-1,4-结构 72, 1,2-结构 16	电导率/(S/cm)	
平均分子量		50Hz	2.6, 2.65(60 $^{\circ}\text{C}$)
\bar{M}_n	110000~260000	10 6 Hz	2.35, 2.65(60 $^{\circ}\text{C}$)
\bar{M}_w	500000	介电损耗角正切	
相对密度	0.91~0.96(苯乙烯 8%~23%, 质量分数)	50Hz	0.001~0.004, 0.007~0.11(60 $^{\circ}\text{C}$)
玻璃化温度 $T_g/^{\circ}\text{C}$	-44	10 6 Hz	0.005
比热容/[J/(g $\cdot^{\circ}\text{C}$)]	1.82(苯乙烯 43%, 质量分数)~1.92(苯乙烯 9%, 质量分数)	介电强度/(kV/mm)	24~36
		体积电阻率/ $\times 10^{15}\Omega\cdot\text{cm}$	0.1~1, 0.001~0.0001(60 $^{\circ}\text{C}$)

(2) 配合橡胶

弹性模量(静态)/MPa	5.0~7.1	弹性/%	30~41
剪切模量(动态)		热老化(120 $^{\circ}\text{C}\times 72\text{h}$, 伸长率变化)/%	-58~-57
60Hz/MPa	18.6, 6.2(100 $^{\circ}\text{C}$)	电导率/(S/cm)	
1kHz/MPa	27.4, 9.8(100 $^{\circ}\text{C}$)	800~1000Hz	3.1~3.5
拉伸强度/MPa	7.8~26	10 6 Hz	2.4~3.8
300%定伸应力/MPa	9.8~15.2	介电损耗角正切	
扯断伸长率/%	400~650	50Hz	0.24~0.25
撕裂强度/(kN/m)	24.5~58.8	10 6 Hz	0.12~0.045
硬度	56~65	介电强度/(kV/mm)	15~25
压缩永久变形(70 $^{\circ}\text{C}\times 24\text{h}$, 25%压缩)/%	25~30	体积电阻率/ $\times 10^{15}\Omega\cdot\text{cm}$	0.1~1

【配方示例】

(1) 基本鉴定配方

SBR 1500 系列丁苯橡胶	100	氧化锌	3	合计	156.75
硫黄	1.75	硬脂酸	1		
促进剂 TBBS	1	国内标准参比炭黑 SRB1 ^①	50		

① 这里代替 ASTM 工业参比炭黑 No. 6。

此配方与 ISO 2322—1985 (E) 和 ASTM D 3185—82 规定相同。

(2) 应用配方

① 载重胎面胶配方

SBR 1500	100	硬脂酸	1	芳烃油	10
硫黄	1.75	防老剂 AW	1	增黏剂烷基酚醛树脂 1501	2
促进剂 CZ	1.5	防老剂 D	0.5		
氧化锌	5	中超耐磨炭黑	50		

② 蒸汽胶管配方

SBR 1500	100	促进剂 DOTG	0.2	防老剂 D	1.7
硫黄	1.75	氧化锌	5	快压出炉黑	100
促进剂 DM	1.2	硬脂酸	1.5	操作油	20

③ 耐热运输带配方

SBR 1502	100	促进剂 DM	1	防老剂 124	1.5
硫黄	0.3	氧化锌	5	半补强炉黑	65
促进剂 TMTO	1	硬脂酸	1	芳烃操作油	3
促进剂 TET	1	防老剂 4010NA	1	酚醛树脂(热塑性)	5

④ 磨米胶辊配方

SBR 1502	100	硬脂酸	1	二氧化钛	5
硫黄	5	防老剂	0.5	环烷烃操作油	4
促进剂 CZ	1	白炭黑	65	古马隆树脂	4
氧化锌	7	合成硅酸盐	15	二甘醇	2

⑤ 自来水管用橡胶密封配方

SBR 1500	100	氧化锌	5	硬质陶土	17
硫黄	1.8	硬脂酸	1	芳烃操作油	9
促进剂 CZ	1	防老剂 RD	1.5	古马隆树脂	1
促进剂 TMTS	0.4	高耐磨炉黑	50	石蜡	0.3

【包装、贮存和运输】 低温丁苯橡胶包装用复合袋或聚丙烯编织袋，内衬聚乙烯薄膜，每包橡胶净重为 $(25.0 \pm 0.5)\text{kg}$ 、 $(35.0 \pm 0.5)\text{kg}$ 。包装袋正面标明产品名称、牌号、净重、生产厂（公司）名称、商标等。并印上制造日期或生产批号等。

低温丁苯橡胶应存放在常温、通风、清洁、干燥的仓库中，成垛成行堆放整齐，并保持一定行距，堆放高度不多于 10 块。一般保质期为自生产日期起两年。

2.3.2.1 低温丁苯炭黑母炼胶 (cold SBR black master batch)

低温丁苯橡胶炭黑母炼胶是低温丁苯橡胶聚合至所要求转化率后，于胶乳中加入炭黑，也可充入 14 份以下的油和炭黑，通常所用的基础胶聚合物多为 SBR 1500 或 SBR 1502 的胶乳。国外有生产厂家 10 余个，共有 20 多个品种牌号。

【制法】 充炭黑低温丁苯橡胶大多使用较高门尼黏度的共聚物胶乳。填充炭黑先制成炭黑糊，用分散剂和无分散剂制得的炭黑糊与油按设计需求的炭黑品种、油品类型及数量充入共聚物胶乳中，经搅拌充分混合，然后共凝聚而得。充入炭黑量 40~62.5 份，油 5~12.5 份。

【结构】 参见低温乳聚丁苯橡胶。

【加工与配合】 充炭黑低温丁苯母炼胶不需塑炼而直接进行混炼，炭黑分散好。也可采用两段混炼。其他的加工工艺与低温丁苯橡胶相似。由于已充入炭黑或炭黑和油，因此配合时可以有三种方法：①炭黑母炼胶单独配合；②炭黑母炼胶与低温丁苯橡胶或其他橡胶共同配合；③炭黑母炼胶与另一种炭黑母炼胶共同配合。

【基本特性】

- ① 混炼时间缩短，能量消耗少。
- ② 炭黑分散均匀，配合剂易混入，且分散好。
- ③ 加工容易，胶料性能改善。
- ④ 混炼环境污染大大改善。
- ⑤ 因混炼时间较短，胶料门尼黏度稍高，使用迟延性促进剂以改善焦烧现象。
- ⑥ 硫化胶有好的力学性能和耐磨耗性能提高。

【应用范围】 大量用于制造各种汽车轮胎、拖拉机胎和自行车胎胎面胶、翻胎胎面等，还用于其他任何需用炭黑补强的橡胶制品中，如制造输送带、鞋底、鞋跟、机械制品、压出和模制工业制品等。

【性能参数】

配合胶料性能参数如下。

低温丁苯炭黑母炼胶(HAF55 份)		300%定伸应力/MPa	18
胶料门尼黏度[ML(1+4)100℃]	83	拉伸强度/MPa	27
硫化胶性能		扯断伸长率/%	450

【配方示例】

(1) 基本鉴定配方(美国 ASTM D 3186—81a 和 ISO S 4659 规定)

充炭黑丁苯母炼胶	$100+x^{①}+y^{②}$	促进剂 TBBS	1.25	硬脂酸	1.5
硫黄	1.75	氧化锌	3	合计	$107.5+x+y$

① x = 炭黑份数/100 份橡胶。

② y = 油份数/100 份橡胶。

(2) 应用配方(卡车胎翻胎胶料配方)

SBR 1608 ^①	164.5	促进剂 NOBS	1	氧化锌	4
硫黄	1.7	促进剂 TMTM	0.1	硬脂酸	2

① 每 100 份胶含中超耐磨炭黑(N220) 52 份, 高芳烃油 12.5 份。

【包装、贮存和运输】 参见低温乳聚丁苯橡胶。

2.3.2.2 充油低温丁苯橡胶(oil extended cold styrene-butadiene rubber)

充油低温丁苯橡胶是丁苯橡胶聚合终止后于凝聚前充入一定量要求的油品, 然后共凝聚而得, 简称充油丁苯橡胶, 代号 OE-E-SBR。充油的目的在于取代聚合物中的低分子量级分, 所用油有高芳烃油、芳烃油和环烷烃油三种, 各油品的规格分类参见充油高顺式聚丁二烯橡胶。充油量一般为每 100 份胶填充 15~50 份油, 而以 37.5 份油为最多。

我国于 1975 年工业化生产相当于 SBR 1712 的充油丁苯橡胶, 目前已生产 SBR 1712 和 SBR1778 两种。1951 年美国首先实现充油丁苯橡胶工业化, 现国内外生产厂家达 30 多个, 品种牌号近 60 个。

【制法】 制造充油丁苯橡胶有两种方法, 即干法与湿法。干法是将油和聚合物在混炼机上直接混合的方法, 但因基础胶坚韧, 混合时动力消耗多, 且在胶中分散不均, 同时多批料之间有差异, 所以一般不用于生产, 仅供研究之用。湿法即胶乳母体混合法, 工业生产方法是将聚合至所要求转化率时的胶乳, 在凝聚之前与油乳液混合, 经搅拌共凝聚而得。

【结构】 同低温乳聚丁苯橡胶结构, 仅是基础胶的门尼黏度高。通常根据充油量多少而控制基础胶的门尼黏度值。

【加工与配合】 充油丁苯橡胶的加工和一般丁苯橡胶无多大区别。混炼采取两段混炼工艺, 压出速度快, 表面光滑, 压延收缩较大。配合技术同丁苯橡胶, 采用硫黄促进剂硫化体系。一般要按橡胶烃计算, 因油要消耗部分硫黄促进剂, 应适当增加其用量。要用炭黑补强, 因已充有油故软化剂可相应减少。

【基本特性】

① 充油低温丁苯橡胶, 由于充入相当量的油, 改善了加工工艺性能, 保持原聚合物的力学性能。

② 硫化胶的生热小, 滞后损失少, 耐磨耗性好。

③ 有优越的牵引性能, 抗滑性好。

④ 低温屈挠寿命长。

⑤ 由于充入了相当量的油, 成本降低。

⑥ 黏性不好。

【应用范围】 主要用于制造乘用车胎、轻型卡车胎胎面和胎侧及翻胎，也用以生产胶带、胶管、鞋类等，以及电线电缆等工业制品。

【性能参数】

(1) 原料橡胶 参见低温乳聚丁苯橡胶。

(2) 配合橡胶

项 目	SBR 1712		SBR 1778	项 目	SBR 1712		SBR 1778
	配方 A	配方 B			配方 A	配方 B	
SBR 1712	137.5	100	137.5	胶料门尼黏度[ML(1+4)100℃]	62	58	64
SBR 1778	—			硫化 145℃			
硫黄	1.75	1.75		拉伸强度/MPa	20.5	22.2	
促进剂 TBBS	1.38	1		扯断伸长率/%	520	475	
氧化锌	3	3		300%定伸应力/MPa			
硬脂酸	1	1		25min	7.5~10.4	10.3	
高耐磨炉黑	68.75	50		35min	8.2~11.2	12.7	
合计	213.38	156.75		50min	8.7~11.1	13.5	

【配方示例】

(1) 基本鉴定配方 ASTM D 3185—82 规定（配方中 1B~6B）和吉林化学工业公司有机合成厂企业标准规定的试验配方如下。

配 方 号	ASTM D 3185—82						吉化企业标准吉 Q/5.5~001—82 1702 和 1778
	1B	2B	3B	4B	5B	6B	
充油量/份	25	37.5	50	62.5	75	基础	137.5
充油丁苯橡胶	125	137.5	150	162.5	175	100+y ^①	
硫黄	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1+0.75	
促进剂 TBBS	1.25	1.38	1.5	1.63	1.75	1×(100+y)×0.01	
氧化锌	3	3	3	3	3	3	
硬脂酸	1	1	1	1	1	1	
高耐磨炉黑	62.5	68.75	75	81.25	87.5	50×(100+y)×0.01	
合计	194.5	213.38	232.25	251.13	270.0		

① y 为充油胶每 100 份聚合物中的充油份数。

(2) 应用配方

① 乘用车胎面胶配方

SBR 1712	82.5	氧化锌	3	中超耐磨炉黑(N220)	75
BR 1203	40	硬脂酸	2	芳烃油	20
硫黄	1.9	防老剂 AW	1.5		
促进剂 NOBS	1.25	防老剂 Santoflex 75 ^①	6.75		

① Santoflex 75 为 75%N,N'-二苯基对苯二胺+25% 6-十二烷基-1,2-二羟基-2,2,4-三甲基咪啉。

② 乘用车胎侧胶配方

SBR 1712	82.5	氧化锌	2	快压出炉黑	70
OE-BR 1252	55	硬脂酸	2	增塑剂 Reogen ^②	1
硫黄	1.75	防老剂 RD	2	石蜡(Sunolite 240) ^③	3
促进剂 CZ	1	防老剂(Antozite67) ^①	2		

① N-(1,3-二甲基丁基)-N'-苯基对苯二胺。

② 高分子管油溶于磺酸和石蜡油的掺混物。

③ 防护蜡（石油蜡掺混物）。

③ 雨衣配方

SBR 1778	100	氧化锌	5	表面处理碳酸钙	50
硫黄	2	硬脂酸	1	环烷烃操作油	15
促进剂 DM	1.3	胺系活性剂	1.5	古马隆树脂	3
促进剂 D	1.3	轻质碳酸钙	100	石蜡	1.5
促进剂 TMTD	0.3	硬质陶土	50		

④ 乘用胎体胶配方

SBR 1778	41.3	促进剂 DPG	0.15	通用炉黑	50
1# 烟片胶	70	氧化锌	5	环烷烃操作油	8
硫黄	2.5	硬脂酸	1.5		
促进剂 MBTS	0.85	防老剂二芳基对苯二胺混合物	1.0		

⑤ 输送带配方

SBR 1712	70	氧化锌	3	芳烃操作油	10
JSR BR 01	30	硬脂酸	2	酚醛树脂(非热反应性)	4
硫黄	1.5	防老剂 4010NA	1	石蜡	1
促进剂 CZ	1	高耐磨炉黑	60		

【包装、贮存和运输】 参见低温乳聚丁苯橡胶。

2.3.2.3 充油充炭黑丁苯母炼胶 (oil-black extended styrene-butadiene masterbatch)

充油充炭黑丁苯母炼胶也称低温充油丁苯炭黑母炼胶 (cold oil extended SBR black masterbatch), 是低温丁苯橡胶聚合至所要求的转化率时, 于胶乳中充入 15 份/100 份胶以上的油和炭黑, 然后凝聚而得。所用油多为高芳烃油和环烷烃油。炭黑则有中超耐磨炉黑系列 (N220, N234, N285, N299)、高耐磨炉黑系列 (N330, N339, N347, N351)、快压出炉黑 (N550) 和半补强炉黑 (N765, N770) 等, 基础胶聚合物多为 SBR 1712 或 SBR 1778 的胶乳。生产厂家有 10 余家, 品种牌号达 40 多个。

【制法】 低温丁苯橡胶聚合达要求的胶乳按设计需求的品种、用量充入油和炭黑, 经搅拌混合共凝聚而得, 参见低温丁苯炭黑母炼胶和充油低温丁苯橡胶的制法。充油量为 15~68 份, 炭黑量为 55~100 份。

【结构】 参见低温乳聚丁苯橡胶。

【加工与配合】 加工基本与充炭黑丁苯母炼胶相似。配合也用低温丁苯橡胶和充油低温丁苯橡胶。配合剂分散好, 因而力学性能较好, 特别是耐磨耗性能提高。

【基本特性】

- ① 不需塑炼, 可直接进行混炼。
- ② 混炼时间缩短。
- ③ 胶料生热少, 能耗低。
- ④ 配合剂易混入, 分散好。
- ⑤ 加工工艺改善。
- ⑥ 混炼环境大大改善。

【应用范围】 参考低温丁苯炭黑母炼胶和充油低温丁苯橡胶的应用范围。

【性能参数】

- (1) 原料橡胶 参考低温乳聚丁苯橡胶。
- (2) 配合橡胶

SBR 1808 ^①	225	防老剂 AeeRite Resin D ^②	0.75	扯断伸长率/%	620
硫黄	2	防老剂 Santoflex 36 ^③	1.5	300%定伸应力/MPa	8.6
促进剂 OBTS ^④	1.2	防老剂 ethyl 702 ^⑤	0.5	硬度(邵尔)	56
促进剂 DPG	0.5	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	38	撕裂强度/(kN/m)	36.4
氧化锌	3	硫化	143℃×52min	Pico 磨耗指数	92
硬脂酸	2	拉伸强度/MPa	20.8		

① SBR 1808 为 100 份胶充高芳烃油 50 份，充 N330 炭黑 75 份。

② OBTS 为 *N*-氧联二亚乙基-2-苯并噻唑基次磺酰胺。

③ AgeRite Resin D 为聚三甲基三氢化喹啉。

④ Santoflex 36 为 *N*-异丙基-*N'*-苯基对苯二胺。

⑤ ethyl 702 为 4,4'-亚甲基双(2,6-二叔丁基苯酚)。

【配方示例】

(1) 基本鉴定配方 美国 ASTM D 3186—81 和 ISO 4656 规定如下。

充油丁苯炭黑母炼胶	100+x+y ^①	促进剂 TBBS	1.25	硬脂酸	1.5
硫黄	1.75	氧化锌	3	总计	107.5+x+y

① x = 炭黑份数/100 份胶； y = 油份数/100 份胶。

(2) 应用配方 乘用轮胎面胶配方如下。

SBR 1808	157.50	氧化锌	3	芳烃油	10.25
顺丁橡胶 BR	30	硬脂酸	1	石蜡	3
硫黄	2	防老剂	1		
促进剂 TBBS	1.6	高耐磨炉黑	22.5		

【包装、贮存和运输】 参见低温乳聚丁苯橡胶。

2.3.2.4 高苯乙烯树脂和高苯乙烯树脂母炼胶 (high styrene resin&high styrene resinmasterbatch)

【制法】 高苯乙烯树脂是丁二烯与苯乙烯经乳液聚合而得，苯乙烯含量达 50% 以上，共聚物的性质基本类似塑料，称高苯乙烯树脂。很少单独使用，而多作为弹性体的补强剂。除乳聚方法外，也有部分采用溶液聚合方法制造的。

高苯乙烯树脂作为弹性体的补强剂使用时，由于与橡胶共混时能耗很大，有诸多不便，因此以树脂为商品日渐减少，而多以高苯乙烯树脂胶乳按设计要求的量和丁苯橡胶胶乳混合共凝聚而得高苯乙烯树脂母炼胶，凝聚的母炼胶干燥后，经粉碎或挤压造粒，制成商品出售，也称高苯乙烯橡胶 (high styrene rubber)。

高苯乙烯树脂母炼胶生产厂家约 20 家，主要品种牌号有 40 多个，每 100 份基础胶中含高苯乙烯树脂母炼胶 25~400 份。基础胶多以 SBR 1502 为多。

【加工与配合】 高苯乙烯树脂的性质因结合苯乙烯量的不同而略有差异，本身具有热塑性，结合苯乙烯量为 40%~50% 的共聚物有自补强作用，可部分取代橡胶。易与天然橡胶或丁苯橡胶并用，以提高胶料硬度，降低相对密度。结合苯乙烯量为 70%~90% 的共聚物则作为配合剂使用，主要作用是提高硫化胶的硬度，减小压延、压出收缩率，使制品表面光滑。一般配合剂如硫黄、促进剂、填充剂等的用量以丁苯橡胶为基础计算。通常多配入天然橡胶、丁苯橡胶中或与其并用。

【基本特性】

① 对橡胶具有一定的补强作用。

- ② 密度小，可提高橡胶胶料的硬度。
- ③ 具有热塑性。
- ④ 耐老化性、耐磨耗性和电绝缘性能好。
- ⑤ 用量增加时，硫化胶的定伸应力、拉伸强度和撕裂强度有提高，硬度增大，磨耗性能改善，但压缩变形和屈挠龟裂性能下降。

【性能参数】 高苯乙烯橡胶与丁苯橡胶并用性能见表 1-2-29。

表 1-2-29 高苯乙烯橡胶与丁苯橡胶并用的性能

项 目	配 方 号			
	1	2	3	4
组成				
高苯乙烯橡胶 JSR 0061	20	40	60	80
SBR 1502	80	60	40	20
硫黄	2	2	2	2
促进剂 DM	1.5	1.5	1.5	1.5
促进剂 TMTD	0.2	0.2	0.2	0.2
氧化锌	3	3	3	3
硬脂酸	1	1	1	1
防老剂 SP	1	1	1	1
高耐磨炉黑	50	50	50	50
硬质陶土	50	50	50	50
芳烃油	10	10	10	10
古马龙树脂	5	5	5	5
合计	223.7	223.7	223.7	223.7
性能				
胶料门尼黏度	76	76	73	73.5
硫化:160℃×30min				
100%定伸应力/MPa	5.4	8.5	11.0	14.2
拉伸强度/MPa	17.6	16.1	15.5	17.2
扯断伸长率/%	490	380	280	—
硬度(邵尔 A)	40	55	65	72

【应用范围】 高苯乙烯橡胶主要用途是制鞋工业，用于硬质大底、硬质泡沫鞋底、硬质胶管、地板材料、橡胶地板砖、工业制品以及其他海绵制品等。

【配方示例】

(1) 硬质鞋底配方

SBR 1502	70	促进剂 TMTD	0.3	硬质陶土	20
高苯乙烯橡胶 JSR 0061	30	氧化锌	5	白艳华 AA ^②	20
硫黄	2.5	硬脂酸	1	古马隆树脂	5
促进剂 DM	1.5	防老剂 HP ^①	1	芳烃油	6
促进剂 D	1	中超耐磨炉黑	50	微晶蜡	1

① 即 N-苯基-β-萘胺。

② 为钙镁复合碳酸盐，树脂酸处理。

(2) 橡塑并用微孔底配方

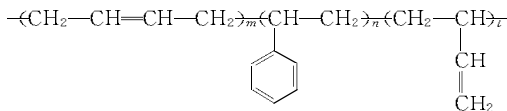
天然橡胶	10	过氧化二异丙苯(DCP)	1.2	发泡剂 AC	4.4
乙烯-乙酸乙烯酯(EVA)	80	硬脂酸	0.8	三碱式硫酸铝	1.7
高苯乙烯橡胶 HS-860	10	白炭黑	4.5		

(3) 轻质微孔橡胶配方

项 目	软质	半硬质	硬质	项 目	软质	半硬质	硬质
SBR 1507	70	60	50	白艳华 AA	20	20	20
高苯乙烯橡胶 JSR 0061	30	40	50	轻质碳酸钙	30	30	30
硫黄	2	2	2	钛白粉	10	10	10
促进剂 DM	1	1	1	古马隆树脂	5	5	5
氧化锌	5	5	5	轻质操作油	6	6	6
硬脂酸	2	2	2	发泡剂 DPT	5	5	5
白炭黑	30	30	30	尿素类助发泡剂	5	5	5
硬质陶土	20	20	20	有机胺类活性剂(アクチングB)	0.6	0.6	0.6

【制法】 由丁二烯和苯乙烯单体在烷基锂催化剂作用下于溶液中进行共聚合而制得。在聚合过程中需加入无规剂，使共聚物呈无规结构。在达到要求的转化率时，胶乳中充入油或充入油与炭黑，然后共凝聚即得充油溶聚丁苯橡胶或充油溶聚丁苯炭黑母炼胶，溶聚丁苯橡胶和充油低温丁苯橡胶与充油低温炭黑丁苯母炼胶基本相似，不另专门介绍。

【结构】 分子结构为



溶聚丁苯橡胶由于与乳聚丁苯橡胶的聚合工艺不同，在大分子链中丁二烯与苯乙烯单元的结合方式以及丁二烯单元的微观结构也有差异。丁二烯链节的微观结构有顺式-1,4-结构、反式-1,4-结构和1,2-结构（乙烯基）三种形式，且可在较大范围内调节。按1,2-结构含量不同可分为：

- ① 低 1,2-结构 (低乙烯基) 型, 乙烯基含量为聚丁二烯的 8%~15%;
- ② 中 1,2-结构 (中乙烯基) 型, 乙烯基含量为聚丁二烯的 30%~50%;
- ③ 高 1,2-结构 (高乙烯基) 型, 乙烯基含量为聚丁二烯的 50%~80%。

几种溶聚丁苯橡胶的结构和特征见表 1-2-30。

表 1-2-30 几种溶聚丁苯橡胶结构和特征

项 目	溶聚丁苯橡胶(S-SBR)								乳聚丁苯橡胶 (E-SBR1500)
	低 1,2-结构		中 1,2-结构			高 1,2-结构		部分嵌段	
	Tufdene 2000R	NS 118	Solprene 1204	SL 552	NS 114	SL 574	NS 110	Solprene 1205	
引发剂	烷基锂	烷基锂	烷基锂	烷基锂	烷基锂	烷基锂	烷基锂	烷基锂	氧化-还原体系
结合苯乙烯/%	25	17.5	25	24	23	15	12	25	23.5
丁二烯单元微观结构									
顺式-1,4-结构/%	35		24	20		16		35	12
反式-1,4-结构/%	52		40.5	40		27		52	68.5
1,2-结构/%	13	11.5	35.5	30	38	57	72.5	13	19.5
苯乙烯嵌段率/%	0	0	0	0	0	0	0	17	0
分子量分布特征	窄	双峰	双峰	双峰	双峰	双峰	双峰	窄	宽
玻璃化温度 $T_g/^\circ\text{C}$	约-70	-75	约-50	-64	-53	-55	-28	约-65	约-60

【品种牌号】 各国生产的溶聚丁苯橡胶主要的品种牌号见表 1-2-31。

【加工与配合】 加工性能与乳聚丁苯橡胶相似，不需塑炼，压延、压出性能优良，模型流动性好，适于注塑成型。采用硫磺促进剂硫化体系，硫化速度介于顺丁橡胶和乳聚丁苯橡

胶之间。与乳聚丁苯橡胶相同，需加补强性填料炭黑等，加入软化剂可改善加工性能并使物性提高。

【基本特性】与乳聚丁苯橡胶相类似，但有以下特点。

- ① 混炼胶收缩少，表面光滑。
- ② 硫化起步较乳聚丁苯橡胶快，硫化平坦性好。
- ③ 动性能优良。
- ④ 屈挠龟裂和裂口增长性能好。
- ⑤ 低温性能良好。
- ⑥ 与天然橡胶、乳聚丁苯橡胶并用性能优良。
- ⑦ 具有抗滑性好、滚动阻力低和耐磨耗好三者较佳的平衡。

【应用范围】广用于轮胎、胶带、胶鞋、胶管以及各种工业制品等。

【性能参数】

(1) 原料橡胶

聚合形式	加成聚合	微观结构(丁二烯单元)	顺式-1,4-结构:12~36
聚合方法	负离子		反式-1,4-结构:40.5~68.5
聚合体系	溶液		1,2-结构:13~72.5
共聚合组成比/%		门尼黏度[ML(1+4)100℃]	32~90
苯乙烯(摩尔分数)/%	18~40	相对密度	0.93~0.95

(2) 配合橡胶

300%定伸应力/MPa	7.8~11.5	压缩永久变形(JIS K6301)/%	13~69
拉伸强度/MPa	14.9~23.5	回弹性/%	25~65
扯断伸长率/%	480~720	耐磨耗(Picp)/(cm ³ /80r)	0.017~0.031
撕裂强度/(kN/m)	48~58.8	耐屈挠龟裂(德墨西亚 10mm 长裂口因数)	9×10 ³ ~80×10 ³
硬度(JIS)	59~86	耐老化性(100℃×96h)伸长率变化率/%	-58~-49

【配方示例】

(1) 基本鉴定配方 美国 ASTM 标准采用与乳聚丁苯橡胶相似的配方。我国通常采用的配方如下。

溶聚丁苯橡胶	100	氧化锌	5	高耐磨炉黑	45
硫黄	1.7	硬脂酸	2	芳烃油	5
促进剂 CZ	1	防老剂 BLE	1	合计	160.7

(2) 应用配方

① 乘用胎面胶配方之一

丁苯 1500	100	氧化锌	5	中超耐磨炉黑	80
硫黄	1.7	硬脂酸	2	芳烃油 X-140	55
促进剂 CZ	1.7	防老剂 HP ^①	1		

① 65%N-苯基-β-萘胺与 35%N,N'-二苯基对苯二胺的混合物。

② 乘用胎面胶配方之二

丁苯 1530	137.5	氧化锌	5	中超耐磨炉黑	85
硫黄	1.7	硬脂酸	2	芳烃油	12.5
促进剂 CZ	1.7	防老剂 B ^①	1		

① 为丙酮与二苯胺的反应产物。

③ 卡车胎面胶配方

丁苯 1500	40	硬脂酸	3.4	低结构中超耐磨炉黑	20
天然橡胶 4# RSS	60	防老剂 HP	1.3	芳烃油 X-140	25
硫黄	1.5	防老剂 B	1.3	邻苯二甲酸酐	0.4
促进剂 MSA ^①	1.4	中超耐磨炉黑	25		
氧化锌	3.9	高耐磨炉黑	20		

① N,N-氧联二亚乙基-2-苯并噻唑次磺酰胺。

④ 胶鞋底（压花）配方

丁苯 1502	100	氧化锌	5	钛白粉	15
硫黄	1	硬脂酸	1	环烷烃油	20
促进剂 DM	2.5	白炭黑	55	群青	0.2
促进剂 M	0.8	陶土	20	二甘醇	5.5
促进剂 TS	0.4	白艳华 AA	50		

⑤ 雨刮刀胶配方

丁苯 1500	25	促进剂 TS	0.5	防老剂 PA ^①	1
氯丁橡胶 WRT	75	氧化锌	5	高耐磨炉黑	10
硫黄	1	氧化镁	4	细粒子热裂法炭黑	35
促进剂 NA22	0.5	硬脂酸	0.5	芳烃油 X-140	15

① 为 N-苯基- α -萘胺。

【包装、贮存和运输】 参见低温乳聚丁苯橡胶。

第 3 章 半通用合成橡胶

半通用合成橡胶是既具有大部分通用合成橡胶的一般性能，又各有其突出物性（如耐油性、耐溶剂性、耐热性、耐化学稳定性、耐老化性和耐气体透过性等），且产量也较大的一类合成橡胶。除轮胎的某些专用部件外，也广泛应用于有特定性能要求的胶带、胶管、胶鞋以及各种机械制品和工业制品方面。实际上半通用合成橡胶是量大面广的一类通用性的特种橡胶。

归属此类的合成橡胶，主要是七大合成橡胶中除通用合成橡胶之外的其他四类，即氯丁橡胶、丁腈橡胶、丁基橡胶和乙丙橡胶。这四大系列橡胶，性能各异，规格型号复杂。在加工技术上，同天然橡胶和通用合成橡胶相比也有显著的差异。

不同品种规格牌号以及各厂家牌号之间差别甚大，甚至会出现性能上的重大变化。因此，必须根据用途要求、使用性能以及加工工艺特点，严格选择推荐的品种规格和商品牌号。同时，配合体系对这类合成橡胶也会产生很大的影响，须按照各胶具有的特点，审慎选用，适宜配合，充分发挥它们的耐油、耐热、耐化学稳定性、耐气透性以及耐各种老化性等的各自优点。其耐热性普遍比通用合成橡胶的使用温度高 $10\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。

目前半通用合成橡胶的总产量已占全部合成橡胶的 $1/5$ 以上。近年来，这类合成橡胶呈现稳定增长的趋势，特别是乙丙橡胶的增长速度尤为迅猛，为各类合成橡胶增长最快的，其产量居这类橡胶之冠，已占全部合成橡胶的 8.2% 。

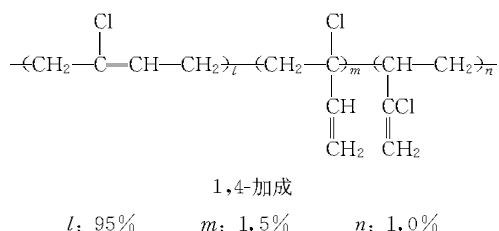
3.1 氯丁橡胶类

氯丁橡胶（polychloroprene rubber, chloroprene rubber, neoprene rubber, neoprene）是氯丁二烯（学名 2-氯-1,3-丁二烯）经乳液聚合而成，聚氯丁二烯橡胶（polychloroprene rubber），简称氯丁橡胶，代号 CR。美国 DuPont 公司于 1931 年开发成功，取名为 Duprene，后改称 Neoprene，也曾称 GR-M，为 Government Rubber monovinylacetylene 的缩写。目前，该公司是世界上氯丁橡胶产量最大者，几乎占世界氯丁橡胶总生产能力的 $1/3$ 。其后日本、前苏联、德国、英国、法国先后建厂投产。我国于 1950 年开始研究，1953 年建成中间试验工厂，1958 年正式在四川长寿化工厂建厂投产，继而又在山西大同和青岛各建生产装置，并先后投产。

我国以 CR 表示氯丁橡胶，其后缀以 4 位数字代表各种牌号，其各位数字标志及含义如下。

第一位数字	第二位数字	第三位数字	第四位数字
表示调节方式 1 代表硫磺调节型 2 代表非硫磺调节型 3 代表混合调节型	表示不结晶程度 0 代表无结晶 1 代表微结晶 2 代表低结晶 3 代表中等结晶 4 代表高结晶	表示不分散剂和污染程度 1 代表石油磺酸钠(污染型) 2 代表石油磺酸钠(非污染型) 3 代表二萘基甲烷磺酸钠(污染型) 4 代表二萘基甲烷磺酸钠(非污染型) 6 代表中温聚合 8 代表接枝聚合	表示门尼黏度值 1 代表 20~35 2 代表 36~60 3 代表 61~75

【结构】 其分子结构为



其中，1,4-加成又有：顺式-1,4，10%；反式-1,4，85%。

【国内生产厂家及产品牌号】

我国目前生产氯丁橡胶的企业主要有重庆长寿化工有限责任公司和山西合成橡胶集团有限公司，生产能力分别为 2.3 万吨/年和 2 万吨/年，商品名称分别为长寿牌和卧虎牌。

长寿牌、卧虎牌氯丁橡胶

牌 号	调节剂	结晶速度	分 散 剂	防老剂类型	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]
CR 1211	硫黄	低	石油磺酸钠	污染	20~35
CR 1212	硫黄	低	石油磺酸钠	污染	36~60
CR 1213	硫黄	低	石油磺酸钠	污染	61~75
CR 1221	硫黄	低	石油磺酸钠	非污染	20~35
CR 1222	硫黄	低	石油磺酸钠	非污染	36~60
CR 1223	硫黄	低	石油磺酸钠	非污染	60~75
CR 1231	硫黄	低	二萘基甲烷磺酸钠	污染	21~44
CR 1232	硫黄	低	二萘基甲烷磺酸钠	污染	45~69
CR 2321	硫黄	中等	石油磺酸钠	非污染	35~45
CR 2322	调节剂丁	中等	石油磺酸钠	非污染	45~55
CR 2323	调节剂丁	中等	石油磺酸钠	非污染	55~65
CR 2341	调节剂丁	中等	二萘基甲烷磺酸钠	非污染	35~45
CR 2342	调节剂丁	中等	二萘基甲烷磺酸钠	非污染	45~55
CR 2343	调节剂丁	中等	二萘基甲烷磺酸钠	非污染	55~65
CR 2441	调节剂丁	高	二萘基甲烷磺酸钠	非污染	60~75
CR 2442	调节剂丁	高	二萘基甲烷磺酸钠	非污染	76~90
CR 2461	调节剂丁	高	中温聚合	非污染	60~75
CR 2462	调节剂丁	高	中温聚合	非污染	76~90
CR 2481	调节剂丁	高	接枝专用	非污染	60~75
CR 2482	调节剂丁	高	接枝专用	非污染	76~90
CR 3211	硫黄、调节剂丁	低	石油磺酸钠	污染	21~44
CR 3212	硫黄、调节剂丁	低	石油磺酸钠	污染	45~69
CR 3221	硫黄、调节剂丁	低	石油磺酸钠	非污染	21~44
CR 3222	硫黄、调节剂丁	低	石油磺酸钠	非污染	45~69
SCR 2121	调节剂丁	微	石油磺酸钠	非污染	35~45
SCR 2122	调节剂丁	微	石油磺酸钠	非污染	45~55
SCR 2123	调节剂丁	微	石油磺酸钠	非污染	55~65

【国外主要生产厂家及产品牌号】

(1) 美国杜邦陶氏弹性体公司 美国杜邦陶氏弹性体公司 Du Pont Dow Elastomers L. L. C. 年生产能力为 17.0 万吨，商品名称为 Neoprene。

Neoprene 氯丁橡胶性能如下。

牌 号	溶液黏度 /mPa·s	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	结晶速率	牌 号	溶液黏度 /mPa·s	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	结晶速率
AC 中性胶	46~63	11~18	高	GRT		30~52	低
AC 软胶	31~45		高	GW		28~49	低
AD 5			高	TRT		42~52	很低
AD 10	25~34		高	TW		42~52	高
AD 20	35~53		高	TW 100		85~102	高
AD 30	54~75		高	W		40~49	高
AD 40	76~115		高	WMI		34~41	高
ADQ 15	26~42		高	WB		43~52	中等
ADQ 55	125~175		高	WD		110~120	很低
AF	45~85		低	WHV 100		90~110	高
AG	80~110		低	WHV		106~125	高
GNA		42~59	中等	WRT		41~51	很低

(2) 日本电气化学工业公司 日本电气化学工业公司 (Denki KaSaku Kogyo K. K.) 年生产能力为 4.8 万吨, 商品名称为 DenkaChloroprene。

① 通用型氯丁橡胶

牌 号	结晶速率	门尼黏度 [MS(2+2.5)100℃]	用 途
M-40	中等	48±5	电缆、胶带、胶管及其他工业制品
M-41	中等	48±5	电缆、胶带、胶管及其他工业制品
M-30	中等	38±4	用于电缆、胶带、胶管及其他工业制品
M-31	中等	38±4	电缆、胶带、胶管及其他工业制品
M-70	中等	70±10	电缆、胶带、胶管及其他工业制品
M-100	中等	100±10	工业制品(高填充量)
M-120	中等	120±10	胶板、填料、胶管及其他工业制品
S-40	低	48±5	工业制品
S-41	低	48±5	工业制品
S-40V	很低	48±5	工业制品
ES-40	很低	43±5	压延胶片、挤压制品
ES-70	很低	75±5	压延胶片、挤出制品
EM-40	中等	48±5	压延胶片、挤压制品
MT-40	中等	48±5	压延胶片、挤压制品
MT-100	中等	95±10	挤压制品
PM-40	中等	50±10	胶带、海绵制品、电缆护套等
PM-40NS	中等	50±10	胶带、海绵制品、电缆护套等,适用于非污染、不褪色制品
PS-40A	低	30~55	适用于胶带、海绵制品、电缆护套等。

② DCR 系列特殊用途氯丁橡胶

牌 号	结晶速率	门尼黏度 [MS(2+2.5)100℃]	用 途
DCR-30	很低	120±10	工业制品(高填充量)
DCR-31	很低	80±10	工业制品
DCR-34	低	65±7	工业制品
DCR-36	很低	80±10	工业制品及注压制品
DCR-40	低	40~55	胶带、海绵制品及挤压制品
DCR-40A	低	35~50	耐高温电缆
DCR-42A	中等	40~55	胶管,高填充量
DCR-66	很低	60~80	耐高、低温,汽车部件

③ 胶黏剂用氯丁橡胶

牌 号	结晶速率	门尼黏度 [MS(2+2.5)100℃]	牌 号	结晶速率	门尼黏度 [MS(2+2.5)100℃]
A-90	高	48±4	TA-85	高	44±5
A-91	高	48±4	TA-95	高	53±3
A-90S	高	48±4	M-130L	中等	1000~1500 ^②
A-80	高	20±3	M-130H	中等	1510~2700
A-70	高	40±3	DCR-11	中等	80 ^③
A-100	高	57±4	DCR-15L	高	1500~2700 ^②
A-120	高	67±5	DCR-15H	高	2710~4000 ^②
A-400	高	500~1500 ^①			

① 在 5% 甲苯溶液中溶液黏度 (mPa·s)。

② 在 10% 甲苯溶液中溶液黏度 (mPa·s)。

③ ML(1+4) 100℃。

(3) 日本杜邦-昭和电工公司

日本杜邦-昭和电工公司 (DuPont-Showa Denko Co., Ltd.) 年生产能力为 2.0 万吨, 商品名称为 Neoprene。

Neoprene 氯丁橡胶性能如下。

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	结晶速率	牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	结晶速率
AC	50 ^①	高	WB	46	低
AD	50 ^①	高	WHV	120	中等
ADG	50 ^①	很高	WHV 100	100	中等
GRT	45	很低	WH1	40	中等
GS	47	中等	WRT	46	很低
TRT	46	很低	WXJ	46	很低
TW	46	中等	WXK	80	低
TW 100	95	中等	WXK T	110	低

① Brookfield 黏度 (10% 甲苯溶液中, 单位为 mPa·s)。

(4) 日本 TOSOH 公司 日本 TOSOH 公司 (TOSOH Co.) 年生产能力为 2.4 万吨, 商品名称为 Skyprene CR。

Skyprene CR 氯丁橡胶性能如下。

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	结晶速率	牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	结晶速率
B-5A	40~50	很低	E-20H	54~74	低
B-5	45~53	低	E-33	43~53	中等
B-10	47~55	低	R-10	35~55	低
B-30	45~53	中等	R-22	35~55	中等
B-31	36~44	中等	505	34~54	低
Y-30S	111~135	中等	G-40S	81~95 ^②	高
Y-30H	1.4~2.5 ^①	中等	G-40S-1	81~97 ^②	高
Y-31	90~110	中等	G-40T	96~113 ^②	高
Y-20E	43~53	中等	G-41H	75~90 ^②	高
P-90	40~50	中等	G-42	34~46 ^②	高
E-20	43~53	低	G-55	80~96 ^②	高

续表

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	结晶速率	牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	结晶速率
510	48~60 ^②	高	TSR-48	45~53	中等
510L	33~47 ^②	高	TSR-51	55~75	很低
580	33~47 ^②	很低	TSR-52	55~75	低
580H	57~77 ^②	很低	TSR-53	55~75	很低
TSR-41	40~50	很低	TSR-54	60~80	很低
TSR-42	40~50	低	TSR-61	90~110	很低
TSR-44	40~50	很低			

① Brookfield 黏度 (10%甲苯溶液中, 单位为 mPa·s)。

② ML(1+2, 5)100℃。

(5) 德国拜耳公司 德国拜耳公司 (Bayer AG) 生产能力为 6.0 万吨/年。商品名称为 Bayprene。

① Bayprene 通用氯丁橡胶

牌 号	溶液黏度 ^① /mPa·s	密度 /(g/cm ³)	结晶速率	牌 号	溶液黏度 ^① /mPa·s	密度 /(g/cm ³)	结晶速率
213-1	145±75	1.23	中等	321-1	450±100	1.23	高
213-2	300±80	1.23	中等	321-2	680±130	1.23	高
223-1	450±100	1.23	中等	328-1	450±100	1.23	高
223-2	680±130	1.23	中等	328-2	680±130	1.23	高
243-1	1465±335	1.23	中等	330-1	850±150	1.23	高
253-1	3100±900	1.23	中等~高等	330-2	1160±160	1.23	高
253-2	3900±1400	1.23	中等~高等	331-1	850±150	1.23	高
310-1	145±75	1.23	高	331-2	1160±160	1.23	高
310-2	300±80	1.23	高	340-1	1465±335	1.23	高
320-1	450±100	1.23	高	340-2	2150±330	1.23	高
320-2	680±130	1.23	高	350-1	3100±900	1.23	高
320-1P	450±100	1.23	高	350-2	3900±1400	1.23	高
320-2P	680±130	1.23	高				

① 在 10%甲苯溶液中, 23℃。

② Bayprene 预交联氯丁橡胶

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	结晶速率	牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	结晶速率
214	55±6	中等	215	50±6	中等
115	50±6	低	235	85±8	中等

(6) 法国埃尼化学弹性体公司 法国埃尼化学弹性体公司 (EniChem Elastomeres France) 年生产能力为 4.0 万吨, 商品名称为 ButaclOr。

ButaclOr 氯丁橡胶性能如下。

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	结晶速率	牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	结晶速率
DE 102	48	中等	MA 45S	550 ^①	高
DE 302	48	中等	MC 10	45	很低
DE 305	92	中等	MC 122	42	很低
MA 325	800	中等	MC 20	46	低
MA 326	1300	中等	MC 30	46	中等
MA 327	1900	中等	MC 31	38	中等
MA 40R	230	高	MC 322	43	中等
MA 40S	450	高	MC 323	59	中等
MA 40T	800 ^①	高	ME 20	52	中等
MA 41H	430 ^①	高	MH 30	114	中等
MA 41K	630 ^①	高	MH 31	94	中等
MA 422	130 ^①	高	SC 10	43	很低
MA 423	230 ^①	高	SC 102	45	很低
MA 424	450 ^①	高	SC 132	43	很低
MA 425	800 ^①	高	SC 202	45	低
MA 426	1300 ^①	高	SC 22	43	低
MA 427	1900 ^①	高			

【品种牌号】 表 1-3-1 为国内生产的氯丁橡胶牌号及特性参数。

表 1-3-1 国内生产的氯丁橡胶牌号及特性参数

牌 号	原 牌 号	调节剂	结晶 速度	分 散 剂	污染性	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	备 注
CR 1211	LDJ 120(通用型)	硫黄	低	石油磺酸钠	污染	20~35	长寿牌 卧虎牌 青岛牌
CR 1212	LDJ 120(通用型)	硫黄	低	石油磺酸钠	污染	36~60	
CR 1213	LDJ 120(通用型)	硫黄	低	石油磺酸钠	污染	61~75	
CR 1221	LDJ 120(通用型)	硫黄	低	石油磺酸钠	非污染	20~35	
CR 1222	LDJ 120(通用型)	硫黄	低	石油磺酸钠	非污染	36~60	长寿牌 卧虎牌 青岛牌
CR 1223	LDJ 120(通用型)	硫黄	低	石油磺酸钠	非污染	61~75	
CR 1231	LDJ 121(H ϕ 型)	硫黄	低	二萘基甲烷磺酸钠	污染	21~44	
CR 1232	LDJ 121(H ϕ 型)	硫黄	低	二萘基甲烷磺酸钠	污染	45~69	
CR 2321	LDJ 230(54-1型)	调节剂丁	中	石油磺酸钠	非污染	35~45	长寿牌 卧虎牌 青岛牌
CR 2322	LDJ 230(54-1型)	调节剂丁	中	石油磺酸钠	非污染	45~55	
CR 2323	LDJ 230(54-1型)	调节剂丁	中	石油磺酸钠	非污染	55~65	
CR 2341	LDJ 231(54-2型)	调节剂丁	中	二萘基甲烷磺酸钠	非污染	35~45	
CR 2342	LDJ 231(54-2型)	调节剂丁	中	二萘基甲烷磺酸钠	非污染	45~55	长寿牌 卧虎牌 青岛牌
CR 2343	LDJ 231(54-2型)	调节剂丁	中	二萘基甲烷磺酸钠	非污染	55~65	
CR 2441	LDJ 240(66-1型)	调节剂丁	高	二萘基甲烷磺酸钠	非污染	60~75	
CR 2442	LDJ 240(66-1型)	调节剂丁	高	二萘基甲烷磺酸钠	非污染	76~90	
CR 2461	LDJ 241(66-2型)	调节剂丁	高	(中温聚合)	非污染	60~75	长寿牌 卧虎牌 青岛牌
CR 2462	LDJ 241(S6-2型)	调节剂丁	高	(中温聚合)	非污染	76~90	
CR 2481	LDJ 244(接枝专用型)	调节剂丁	高	(接枝专用)	非污染	60~75	
CR 2482	LDJ 244(接枝专用型)	调节剂丁	高	(接枝专用)	非污染	76~90	
CR 3211	LDJ 320(21型)	硫黄,调节剂丁	低	石油磺酸钠	污染	21~44	长寿牌 卧虎牌 青岛牌
CR 3212	LDJ 320(21型)	硫黄,调节剂丁	低	石油磺酸钠	污染	45~69	
CR 3221	LDJ 320(21型)	硫黄,调节剂丁	低	石油磺酸钠	非污染	21~44	
CR 3222	LDJ 320(21型)	硫黄,调节剂丁	低	石油磺酸钠	非污染	45~69	
SCR 2121	LDJ 211(氯苯橡胶)	调节剂丁	微	石油磺酸钠	非污染	35~45	长寿牌 卧虎牌 青岛牌
SCR 2122	LDJ 211(氯苯橡胶)	调节剂丁	微	石油磺酸钠	非污染	45~55	
SCR 2123	LDJ 211(氯苯橡胶)	调节剂丁	微	石油磺酸钠	非污染	55~65	

【加工与配合】 氯丁橡胶的加工工艺与其他合成橡胶相近，捏炼时辊温宜低，混炼时胶温高，应尽早加入填充剂，以达到分散良好。混炼容量比天然橡胶、丁苯橡胶小些。硫黄调节的氯丁橡胶贮存稳定性差，非硫黄调节的贮存稳定性好。因而贮存温度应低（最好是18℃以下）。硫黄调节型可塑解，硫化快，易焦烧。非硫黄调节型不可塑解，硫化慢，加工安全，需加硫化促进剂。氯丁橡胶分子链上因含有氯原子，与天然橡胶、丁苯橡胶不同，不用硫黄硫化交联，而用金属氧化物如氧化锌、氧化镁等作为硫化剂，促进剂一般使用取代硫脲（如亚乙基硫脲，即促进剂NA-22）。能与天然橡胶、丁苯橡胶、丁腈橡胶、乙丙橡胶和氯化丁基橡胶等并用，氯丁橡胶之间也可相互并用以发挥各自的特长。与聚氯乙烯、聚乙烯并用，可改进性能与工艺。注意生胶门尼黏度，以调整压出压延的工艺条件。

【基本特性】

- ① 原料橡胶贮存稳定性差。贮存过程中要发生增硬现象。耐寒性不好。
- ② 因受结晶影响，生胶强度较高，与天然橡胶相似。
- ③ 有优良的耐候性、耐臭氧性、耐热老化性和耐油耐溶剂性。
- ④ 有好的耐化学性和优异的耐燃性。
- ⑤ 有良好的黏合性。
- ⑥ 相对密度大，一般在1.23，在相同体积下，用量比一般通用橡胶大。
- ⑦ 与其他特种橡胶比较，个别性能差些，但总的性能平衡好。
- ⑧ 可溶于苯、四氯化碳和氯苯等。

【应用范围】 主要用于耐油制品，各种胶管、胶带尤其是耐热输送带，耐油、耐酸碱胶管，密封制品，汽车飞机的部件，胶黏剂和涂料，印刷胶辊，胶板，桥梁支座等，也大量用于电缆护套、电线包皮等。

【性能参数】

（1）原料橡胶

聚合形式	加成聚合	$\bar{M}_v/(\times 10^4 \text{ g/mol})$	16~72
聚合方式	自由基	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	34~89
聚合体系	乳液	相对密度	1.20~1.25
微观结构(氯丁二烯单元)	聚合温度 10℃, 反式-1,4-结构 85%; 顺式-1,4-结构 9%; 1,2-加成 1.1%; 3,4-加成 1.0%	玻璃化温度 $T_g/^\circ\text{C}$	-45
		熔点/ $^\circ\text{C}$	70~80(反式-1,4-结构 95%)
平均分子量		线膨胀系数(T_g 以上)/($\times 10^{-4}/^\circ\text{C}$)	2.0
		比热容/[J/(g· $^\circ\text{C}$)]	2.2
$\bar{M}_w/(\times 10^4 \text{ g/mol})$	11~22	折射率(25℃)	1.558

（2）配合橡胶

弹性模量(静态)/MPa	2.9~4.9	压缩永久变形(100℃×22h)/%	9~42
剪断模量(动态)/MPa		回弹性/%	55~68
50~100Hz	0.04	耐磨耗性/[$\text{cm}^3/(\text{hp} \cdot \text{h})$]	410~550
1.5kHz	0.09	耐屈挠龟裂(德墨西亚)/kHz	220~410
300%定伸应力/MPa	18.6~24.5	伸长变化率(100℃×96h)/%	-18~-10
拉伸强度/MPa	22.5~24.5	耐臭氧性(50pphm, 20%伸长)	96h 出现龟裂
扯断伸长率/%	260~850	介电损耗角正切(1kHz)	0.02~0.058
撕裂强度/(kN/m)	42~64	介电强度/(kV/mm)	1.2~29.6
硬度(1RHD)	70~88	体积电阻率/ $\Omega \cdot \text{cm}$	$1 \times 10^8 \sim 2 \times 10^{13}$

注：1hp=735.5W。

【配方示例】

（1）基本鉴定配方

国家标准规定的氯丁橡胶配方如下。

配 方	硫黄调节型	混合调节型
氯丁橡胶	100	100
氧化镁	4	4
氧化锌	5	5
硬脂酸	0.5	0.5
合计	109.5	109.5

(2) 应用配方

① 压出制品胶料配方（黑色制品硬度 70）

氯丁橡胶 W	100	促进剂 TS	1	快压出炉黑	25
氧化锌	5	促进剂 DOTG	1	中粒子热裂法炭黑	80
氧化镁	4	硬脂酸	0.5	操作油	15
硫黄	0.5	防老剂 PA ^①	2	凡士林	1

① 为 N-苯基- α -萘胺。

② 电线包皮胶料配方

氯丁橡胶 GN-A	33	氧化镁	4	硬质陶土	110
氯丁橡胶 W	67	促进剂 NA-22	1	快压出炉黑	20
高苯乙烯树脂	15	防老剂 D	2	轻质操作油	15
氧化锌	5	铜抑制剂 50 ^①	1	微晶蜡	4

① 为 50% 二水杨基丙稀二胺，50% 芳烃溶剂。

③ 耐燃性胶料配方

配 方	1	2	配 方	1	2
氯丁橡胶 W	—	75	三氧化二锑	25	10
氯丁橡胶 GN-A	100	—	硼酸锌	10	10
氯丁橡胶 FB	—	25	氢氧化铝	—	30
氧化锌	5	5	硬质陶土	—	20
氧化镁	4	4	炭黑	5~15	—
促进剂 NA-22	0.5	0.5	磷酸三甲基酯	10	—
防老剂	2	2	氯化石蜡	—	—

④ 耐油胶料配方

氯丁橡胶 W	50	促进剂 DM	0.5	半补强炉黑	30
高丙烯腈丁腈橡胶	50	促进剂 D	0.2	陶土	66.3
氧化锌	4	硬脂酸	3	固体古马隆	15
氧化镁	5	防老剂 D	1.5	松焦油	5
硫黄	0.5	高耐磨炉黑	20	邻苯二甲酸二丁酯	12

⑤ 耐水胶料配方

氯丁橡胶 GN-A	100	防老剂 4010NA	1.5	固体古马隆	5
氧化铅	15	防老剂 D	0.5	石蜡	1
促进剂 DM	0.5	高耐磨炉黑	35	聚乙烯	2
促进剂 NA-22	0.5	半补强炉黑	10		
硬脂酸	1	30# 机油	7		

⑥ 密封胶条胶料配方

氯丁橡胶 WRT	100	促进剂 TT	0.5	硬质陶土	20
氧化锌	5	硬脂酸	0.5	油酸丁酯	10
氧化镁	4	防老剂 CD ^①	2	凡士林	1
促进剂 NA-22	0.5	快压出炉黑	50	石蜡 Heliozone ^②	2

① 为 65% 苯基- β -萘胺和 35% 二苯基-对苯二胺的混合物。

② Heliozone 为石油蜡的掺混物，软化点 73℃，相对密度 0.90。

【包装、贮存和运输】 氯丁橡胶用内衬聚乙烯薄膜袋、外套牛皮纸聚丙烯编织复合袋包装，每包重 (25 ± 0.5) kg。袋上有产品名称、生产厂名、型号、等级、批号、净重、商标及防潮、防晒等标志。袋内应附有质量证明书。

贮存和运输过程中必须通风干燥，严防日晒，勿靠近热源，防止受潮和混入杂物，保持包装完好无损。贮存中应先到先用。硫黄调节型氯丁橡胶在 25°C 以下，自生产日起贮存期为半年，非硫黄调节型氯丁橡胶贮存期为一年。

3.2 丁腈橡胶类

丁腈橡胶 (acrylonitrile-butadiene rubber, nitrile rubber) 是丁二烯与丙烯腈经乳液聚合而得的共聚物，称丁二烯-丙烯腈橡胶，简称丁腈橡胶，代号 NBR。丁腈橡胶首先由德国于 1930 年研究成功，称 Buna N，是一种耐油、耐有机溶剂的合成橡胶，受到广泛重视，1934 年中试生产。德国 I. G. Farben 公司于 1937 年实现工业化生产，采用高温聚合，改称 Perbunan。1939 年引入美国，于 1941 年建厂投产。此时美国 B. F. Goodrich 公司、Good-year Tire & Rubber 公司等先后自行开发建厂生产，而以 Hycar、Chemigum、Butaprene 商品名问市，当时也统以 GR-A (Government Rubber Acrylonitrile 的缩写) 称之。加拿大于 1948 年生产，称 Polysar Krynac。前苏联则于 1947 年开始工业生产，商品名为 CJH。日本瑞翁公司使用美国 B. F. Goodrich 的技术，于 1959 年生产，称 Nipol。我国引进前苏联技术于 1962 年开始生产丁腈橡胶。

丁腈橡胶早期是采用高温聚合 ($30\sim 50^{\circ}\text{C}$) 的，生胶凝胶含量大，门尼黏度高，必须经过塑炼获得一定塑性，才能进行进一步的加工，而且压出压延工艺性能差，即所谓的“硬丁腈橡胶”，称高温丁腈橡胶，也称热法丁腈橡胶。为降低凝胶含量，改进加工工艺性能，在氧化-还原体系的基础上，开发了低温聚合 ($5\sim 10^{\circ}\text{C}$) 的丁腈橡胶，降低了生胶的门尼黏度，改善了加工性能，不需塑炼且物理性能好，即所谓的“软丁腈橡胶”，称低温丁腈橡胶，也称冷法丁腈橡胶。20 世纪 50 年代中期以来，美、英、德、日等国都开始改用或采用低温聚合方法生产丁腈橡胶。我国低温丁腈橡胶也已开发成功，并已通过技术鉴定进行批量生产。吉林化学工业公司有机合成厂引进日本合成橡胶公司低温聚合丁腈橡胶的技术，生产能力为 10000t/a，于 1993 年 9 月投产。

丁腈橡胶品种牌号众多，共有 300 多个。丁腈橡胶的丙烯腈含量在 15%~50% 的范围，一般多以聚合物中结合丙烯腈量多少来分类，可分为 5 个系列。

① 极高丙烯腈丁腈橡胶 丙烯腈含量 43% 以上。

② 高丙烯腈丁腈橡胶 丙烯腈含量 36%~42%。

③ 中高丙烯腈丁腈橡胶 丙烯腈含量 31%~35%。

④ 中丙烯腈丁腈橡胶 丙烯腈含量 25%~30%。

⑤ 低丙烯腈丁腈橡胶 丙烯腈含量 24% 以下。但大量作为商品供应的多为高丙烯腈、中高丙烯腈和低丙烯腈含量的三类系列品种。

按使用性能和应用范围可分为通用型丁腈橡胶和特殊型丁腈橡胶。前者指丁二烯-丙烯腈二元共聚物，用途广泛；后者则是包括引进第三单体的三元共聚物，如羧基丁腈橡胶、聚稳丁腈橡胶、部分交联丁腈橡胶、丁腈酯橡胶以及氢化丁腈橡胶、丁腈橡胶与聚氯乙烯的共混物等。

从形态上来说，除固体丁腈橡胶 (块状、颗粒状) 外，还有粉末丁腈橡胶、液体丁腈橡

胶和丁腈胶乳（包括羧基丁腈胶乳）、氢化丁腈胶乳等。

世界丁腈橡胶主要生产厂家见表 1-3-2。

表 1-3-2 世界丁腈橡胶主要生产厂家

国 家	生 产 厂 家	地 址	备 注
美国	DSM Copolymer, Inc. Zeon Chemicals	Baton Rouge, LA Louisville, KY	多用途装置 丁腈橡胶, 计划产能扩大到 35.3kt/a
法国	Eliokem, France Bayer Polymers	Sandouville La Wantzenau	多用途装置, 包括丁腈橡胶及胶乳等, 总 产能为 23kt/a 多用途装置, 属 Bayer AG 公司
德国	Bayer AG	Leverkusen	丁腈橡胶
意大利	Polimeri Europe s. f. l	Porto Torres/Sardinia	丁腈橡胶
英国	Zeon Chemicals Europe	Barry, South Wales	丁腈橡胶
荷兰	BASF AG	Amhem	多用途装置
加拿大	Bayer Rubber Inc. BASF AG	Samia, Ontario Samia, Ontario	多用途装置, 总产能为 40kt/a 多用途装置, 总产能为 29kt/a
巴西	Nitriflex S. A. Industria e Comercio Petroflex Industria e Comercio S. A.	Duque de Caxias Triunfo	丁腈橡胶 丁腈橡胶
墨西哥	Industrias Negromex	Altamira, Tamps	丁腈橡胶
阿根廷	PASA S. A.	Pto. Gral. San Martin	丁腈橡胶
日本	Japan Synthetic Rubber CO. Nippon Zeon CO., Ltd.	四日市 川崎 德山	丁腈橡胶 包括多种合成胶乳 氢化丁腈橡胶
韩国	Korea Kumho Petrochemical CO., Ltd. Hyundai Petrochemical CO., Ltd.	釜山	丁腈橡胶 丁腈橡胶
印度	Indian Synthetics & Chemicals Ltd. Gujarat Apart Polymers	Bareilly	丁腈橡胶 丁腈橡胶
中国	兰州石化公司合成橡胶厂 吉林化学工业股份有限公司有机合成厂 President 精细化学	兰州市 吉林市 台湾省高雄市	丁腈橡胶 丁腈橡胶 丁腈橡胶

【国内生产厂家及产品牌号】

(1) 兰州石化公司 兰州石化公司拥有两套丁腈橡胶生产装置, 生产能力分别为 0.4 万吨/年 (硬丁腈橡胶) 和 1.5 万吨/年 (引进日本瑞翁公司软丁腈橡胶牌号)。商品名称为团结牌。

团结牌丁腈橡胶性能如下。

牌 号	结合丙烯腈量 /%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	相对密度	用 途
N 21	40.5	82.5	1.00	油井部件、油箱衬里、燃油软管
N 31	33.5	77.5	0.98	汽车部件、油封填料、O 形圈、胶管、鞋底
N 32	33.5	46.0	0.98	
N 34	27.5	47.5		
N 41	29.0	77.5	0.97	胶管、填料、垫片、油封、隔膜、胶辊等耐低温件
DN 003	50.0	77.5	1.02	胶管、印刷胶辊、填料、密封
DN 401	18.0	77.5	0.94	低温柔性部件、飞机部件填料、垫片、油封、胶带

续表

牌 号	结合丙烯腈量 /%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	相对密度	用 途
DN 214	33.5	77.5	0.98	挤出尺寸稳定性好。用于塑料改性、刹车片 拉伸性和耐磨性好,用于汽车部件、鞋跟、胶黏剂, 与 PVC 共混制耐磨运输带
DN 631	33.5	50.0	0.98	
NBR 1704	17~20	40~65		
NBR 2707	27~30	70~120		
NBR 3604	36~40	40~65		

(2) 吉林化学工业股份有限公司 双力牌丁腈橡胶性能如下。

牌 号	结合丙烯腈量 /%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	300%定伸应力 (50min)/MPa	拉伸强度 (50min)/MPa	扯断伸长率 (50min)/%
N230S	33.5~36.5	50~62	9.8~13.7	>20.1	>400
N240S	24.0~27.5	50~62	6.0~10.9	>18.7	>450

(3) 台湾南帝公司 1.2 万吨/年生产能力, 商品名称为 Nancar。

Nancar 丁腈橡胶性能如下。

牌 号	结合丙烯腈量 /%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	牌 号	结合丙烯腈量 /%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]
1031	41	63	6004	19	63
1041	41	82	1072	27	48
1051	41	68	1082	33	50
1051M50	41	52	1203	33	60
1032	33	63	1203H70	41	75
1042	33	82	3655	36	55
1052	33	52	3645	36	45
1052M43	33	43	3365	33	65
1052M30	33	33	3345	33	45
1043	29	82	2845	28	45
1053	29	52	1965	19	65
1053X26	26	52			

各国丁腈橡胶品种牌号标志和含义都有各自的规定, 简介于下。

(1) 我国兰化公司合成橡胶厂采用 NBR 与后缀四位数字表示丁腈橡胶品种牌号, 前两位表示结合丙烯腈量的低限值, 第 4 位数字表示门尼黏度低限值的十位数字。例如 NBR 1704 表示结合丙烯腈量 17%~20%, 门尼黏度 40~65, 污染型高温聚合丁腈橡胶。羧基丁腈橡胶以 XNBR 表示。

(2) 美国 Goodrich 化学公司丁腈橡胶品种牌号由商品名 Hycar 后缀四位数字组成。前两位数字表示丁腈橡胶的形态: 10 表示块状, B 表示液态, 14 表示粉末状。第 3 位数字表示丁腈橡胶的加工使用性能: 0 表示标准型, 1 表示易加工型, 3 表示易溶解型, 4 表示低温聚合。第 4 位数字表示结合丙烯腈量: 1 表示高丙烯腈级, 2 表示中高丙烯腈级, 3 表示中丙烯腈级, 4 表示低丙烯腈级。而后两位数字为 72 者表示羧基丁腈橡胶。

(3) 日本瑞翁公司采用商品名 Nipol 后标以 DN 后缀三位数字和 N 后缀两位数字两种组合法。DN 后缀的三位数中第一位数字表示结合丙烯腈量: 0、1、2、3 和 4 分别表示结合丙

烯腈量为极高、高、中高、中和低 5 个品级，5 表示聚氯乙烯共混改性的。N 后缀的两位数字中第一位数字是 2~4，表示结合丙烯腈量，数字大者含量低；第二位数字表示标准型高温聚合，1 表示标准型低温聚合，3 表示低黏度，对金属不腐蚀型，4 表示羧基丁腈橡胶，2 表示压出和加工性能良好的丁腈橡胶。

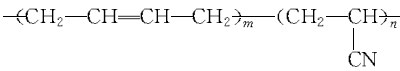
(4) 德国 Baye 公司采用商品名 PerbunanN 后缀四位数字表示，前两位数字表示结合丙烯腈量，后两位数字表示门尼黏度；后加 NS 则表示非污染型。

(5) 前苏联为 CKH 后缀两位数字组成，数字表示结合丙烯腈量，后加 M 表示易加工型。

3.2.1 丁腈橡胶

【制法】 丁二烯与丙烯腈在乳液中经自由基引发聚合而成。聚合温度早期为 30~50℃，即高温聚合丁腈橡胶，目前聚合温度多采用 5~10℃，即低温聚合丁腈橡胶。高温丁腈橡胶作为传统品种，国内外仍有少量生产。

【结构】 丁腈橡胶为丁二烯与丙烯腈的无规共聚物，其分子结构为



丁二烯单元的微观结构主要是反式-1,4-结构，聚合温度高，反式-1,4-结构减少，顺式-1,4-结构和 1,2-结构增加。

【品种牌号】 国内生产的丁腈橡胶品种牌号见表 1-3-3。

表 1-3-3 国内生产的丁腈橡胶品种牌号

牌 号	原 牌 号	结合丙烯腈量 /%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	污染性	聚合温度	备 注
NBR 1504	DQJ-150	15~17	40~65 ^①	污染	高温	团结牌
NBR 1704	DQJ-170	17~20	40~65 ^①	污染	高温	
NBR 2007	DQJ-200	20~23	70~120	污染	高温	
NBR 2707	DQJ-270	27~30	70~120	污染	高温	
NBR 3604	DQJ-370	36~40	40~65 ^①	污染	高温	
NBR 3606	DQJ-370	36~40	65~79 ^①	污染	高温	
NBR 2717	DQJ-270	27~30	70~120	非污染	高温	
NBR 2737	DQJ-270	27~30	70~120	微污染	高温	
NBR 2624	软丁腈橡胶	26~30	45~55	污染	低温	
NBR 2625	软丁腈橡胶	26~30	55~65	污染	低温	
NBR 2626	软丁腈橡胶	26~30	65~80	污染	低温	
NBR 2741	聚氯乙烯丁腈橡胶	27~30	40~60			
NBR 2742	聚氯乙烯丁腈橡胶	27~30	70~90			
NBR 2743	聚氯乙烯丁腈橡胶	27~30	≥100			
NBR/PVC 7025	NBR/PVC 共沉胶	软 NBR 70/PVC 30	50~70			
NBR/PVC 7007	NBR/PVC 共沉胶	NBR 70/PVC 30	75~95			
XNBR 1753	羧基丁腈-18	17~20	≥100			
XNBR 2752	羧基丁腈-26	27~30	70~90			
XNBR 3351	羧基丁腈-40	33~40	40~60			
NBR N-220S		41.5	56	非污染	低温	双力牌
NBR N-220SH		41.5	80	非污染	低温	双力牌
NBR N-230S		35	56	非污染	低温	双力牌
NBR N-230SL		35	42	非污染	低温	双力牌
NBR N-240S		26	56	非污染	低温	双力牌

① 为 ML(1+4)100℃。

【国外各生产厂家生产的丁腈橡胶主要商品牌】

(1) 美国固特异轮胎和橡胶公司 美国固特异轮胎和橡胶公司 (Goodyear Tire & Rubber Co.) 年生产能力 4 万吨商品名称为 Chemigum。

Chemigum 丁腈橡胶性能如下。

牌 号	结合丙烯腈量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100°C]	防老剂 类型	牌 号	结合丙烯腈量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100°C]	防老剂 类型
N 926	16	63	轻微污染	N 683B	33.4	30	非污染
N 19.45 GRN	19	40	非污染	N 685B	33.4	50	非污染
HR 967	22	63	轻微污染	N 615B	33.4	54	非污染
N 917	22.8	63	轻微污染	N 687B	33.4	70	非污染
N 785B	27.7	50	非污染	N 608	33.4	73	轻微污染
HR 765A	27.8	54	轻微污染	N 628B	33.4	76	非污染
N 715B	29.3	54	非污染	N 689B	33.4	85	非污染
RCG 6621(含交联剂)	29.8	64	非污染	N 300	40	56	轻微污染
N 6BR	32	52	非污染	N 318B	40	75	非污染
N 7R	32	88	轻微污染	N 5R	40	87	轻微污染
N 8(含交联剂)	32	79	非污染	N 328B	41.5	73	非污染
N 8X(含交联剂)	32	38	非污染	P 281(含交联剂)③	29	44	非污染
N 634H④	32.5	43	非污染	P 609③	33	85	轻微污染
HR 662②	32.8	25	非污染	P 615③	33	50	非污染
HR 665②	32.8	54	非污染	P 83(含交联剂)③	33	45	非污染
N 624B	32.9	44	非污染	NX 775④	26	45	非污染
N 612B	33.4	25	非污染				

① 每 100 份橡胶含 50 份增塑剂 DOP。

② 结合抗氧剂。

③ 粉末丁腈橡胶。

④ 羧基丁腈橡胶。

(2) 固特异欧洲化学公司 固特异欧洲化学公司 (Goodyear Chemicals Europe) 年产量 1.1 万吨, 商品名称为 Chemigum。

Chemigum 粉末丁腈橡胶性能如下。

牌 号	结合丙烯腈量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100°C]	防老剂类型	牌 号	结合丙烯腈量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100°C]	防老剂类型
P 7D	33	88	轻微污染	P 35	33	50	非污染
P 8D	33	80	非污染	P 86F	33	45	非污染
P 8B A	33	80	非污染				

(3) 美国尤尼洛伊尔化学公司 美国尤尼洛伊尔化学公司 (Uniroyal Chemical Co., Inc.) 商品名称为 Paracril。

① Paracril 丁腈橡胶

牌 号	结合丙烯腈量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100°C]	防老剂 类型	牌 号	结合丙烯腈量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100°C]	防老剂 类型
1880-LM	21.5	58	非污染	EJ	29.5	50	非污染
1880	21.5	72.5	非污染	B	29.5	85	非污染
4880	23.5	73	非污染	3280B	31	35	非污染
AJ	23.5	48	非污染	BPLT	31	38	非污染
ALT	26	73	非污染	EJLT M-30	32.6	30	非污染
AJLT	27.5	40	非污染	2813	32.6	35	非污染

续表

牌 号	结合丙烯腈量 /%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	防老剂 类型	牌 号	结合丙烯腈量 /%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	防老剂 类型
EJLT M-40	32.6	40	非污染	CLM	35.2	67.5	非污染
EJLT M-50	32.6	50	非污染	C	35.2	80	非污染
BLT M-75	32.6	75	非污染	CJLT	39.7	50	非污染
BLT M-80	32.6	80	非污染	CLT	39.7	65	非污染
BLT M-86	32.6	86	非污染	P 7065 ^①	33	55	非污染
33.45XL	33	55	非污染				

① 粉末丁腈橡胶。

② Paracril 丁腈橡胶/PVC (70/30) 混合胶

牌 号	结合丙烯腈量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	防老剂 类型	牌 号	结合丙烯腈量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	防老剂 类型
OZO HA	中	70	非污染	OZO 3341	中	55	非污染
OZO M50	中	50	非污染	OZO 3956	中	55	非污染
OZO M58	中	50	非污染	OZO X3996 ^①	中	55	非污染

① NBR/PVC=60/40。

(4) 美国 DSM 共聚物公司 美国 DSM 共聚物公司 (DSM Copolymer, Inc.) 产 1.5 万吨。商品名称分别为 Nysyn 和 Nysynblak。

① Nysyn 丁腈橡胶

牌 号	结合丙烯腈量/%	门尼黏度 [MS(1+4)100℃]	防老剂 类型	牌 号	结合丙烯腈量/%	门尼黏度 [MS(1+4)100℃]	防老剂 类型
30-5	30	47	非污染	33-8HM	33	70	非污染
30-8	30	67	非污染	35-5	35	48	非污染
33-3	33	30	非污染	35-8	35	73	非污染
33-4HM	33	44	非污染	40-5	41.5	48	非污染
33-5HM	33	52	非污染	DNI-7 ^①	30	75	非污染
33-5SR	33	46	非污染				

① 粒状 NBR/PVC (50/50) 混合胶。

② Nysynblak 丁腈母炼胶

牌 号	结合丙烯腈量 /%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	填充炭黑	
			种 类	填充量/份
DN 120	33	80	N 234	50
DN 127	33	80	N 660	70
9010	35	100	N 550	50
9025	35	100	N 787	75
9040	40	94	N 330	50

(5) 美国拜耳公司 拜耳公司 (Bayer Co.) 商品名称为 Therban。

Therban 氢化丁腈橡胶性能如下。

牌 号	结合丙烯 腈量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	残余双键含量 (摩尔分数)/%	备 注
A 3406	34	63	0.9	全氢化型
A 3407	34	70	0.9	全氢化型
A 3907	39	70	0.9	全氢化型
A 4307	43	63	0.9	全氢化型
VPKA 8832	43	100	0.9	全氢化型
VPKA 8918	35.5	70	0.9	全氢化型
C 3446	34	58	4	部分氢化型
C 3467	34	68	5.5	部分氢化型
VPKA 8829	36	87	2.0	部分氢化型
VPKA 8833	43	95	5.5	部分氢化型
VPKA 8837	34	55	18	部分氢化型
VPKA 8848	36	66	2.0	部分氢化型
XN 532 C	43	60	5.5	部分氢化型
VPKA 8796	34 ^①	22	5.5 ^①	丙烯酸增强型
XQ 536	34 ^①	25	5.5 ^①	丙烯酸增强型
XTVPA 8889	33	77	3.5	羧基氢化丁腈橡胶

① 基础聚合物。

【加工与配合】 加工技术与天然橡胶、丁苯橡胶相似。高温丁腈橡胶和高门尼黏度值的丁腈橡胶须经低温塑炼，获得所要求的塑性后进行混炼。塑炼时必须低温，小辊距，小容量，并采取分段塑炼方法；动力消耗较大。低温丁腈橡胶由于凝胶含量低，容易操作，可直接进行混炼。混炼时生热大，需充分冷却辊筒。由于丁腈橡胶塑性较低，胶料收缩大，压出压延较天然橡胶困难，通常压出、压延温度宜低一点。加入部分交联丁腈橡胶或液体丁腈橡胶以取代部分正常丁腈橡胶，可改善工艺。适当配入增塑剂对工艺有帮助。

配合原则与天然橡胶、丁苯橡胶相似，采用硫黄促进剂硫化体系，也可用低硫硫化体系、无硫硫化体系或过氧化物硫化。需加补强填料，喷雾炭黑胶料工艺性能好，硫化胶的物性也好。浅色制品则多用白炭黑、硬质陶土等。其他填料则用以增容，降低成本。因含有极性的腈基，大分子间内聚能较大，因而黏度高、加工性差。加入增塑剂、软化剂可降低黏度，改善工艺性能和硫化胶的低温性能等。

丁腈橡胶可与天然橡胶、丁苯橡胶、顺丁橡胶、乙丙橡胶、氯丁橡胶、氯化丁基橡胶、氯磺化聚乙烯橡胶、氟橡胶等橡胶和聚氯乙烯、酚醛树脂等并用，改善加工性能和使用性能，并降低成本。

【基本特性】

① 因含有极性腈基，对非极性或弱极性的矿物油、动植物油、液体燃料和溶剂等有较高的稳定性。耐油性是其最大特长，丙烯腈含量愈高耐油性愈好。

② 耐热性优于天然橡胶、丁苯橡胶、氯丁橡胶，可在空气中 120℃ 下长期使用。

③ 气密性较好，仅次于丁基橡胶。

④ 耐寒性、耐低温性较差，丙烯腈含量愈高，耐寒性愈差。

⑤ 因是非结晶性橡胶，生胶强度较低，需配入补强剂，提高结合丙烯腈量有助于增高强度和耐磨性，但弹性下降。

⑥ 丁腈橡胶的介电性能稍差，属于半导体橡胶。

⑦ 胶料的耐油性和永久变形的平衡、耐油性与电性能的平衡是重要的。

【应用范围】 主要用于制作耐油橡胶制品，广泛用于制造密封件、垫片、垫圈等模制品

和压出制品，各种橡胶胶辊、耐油胶管、工业用品和胶黏剂等。

【性能参数】

(1) 原料橡胶

聚合形式	加成聚合	平均分子量/ $\times 10^4$	2~100
聚合方法	自由基	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	30~90
聚合体系	乳液聚合	相对密度	0.95(丙烯腈质量分数 20%)
共聚组成比(丙烯腈质量组成比)/%	15~50		~1.02(丙烯腈质量分数 45%)
微观结构(丁二烯单元)	顺式-1,4-结构 10%~15%; 反式-1,4-结构 65%~85%; 1,2-结构 15%~20%	玻璃化温度 $T_g/^\circ\text{C}$	-47(丙烯腈质量分数 20%) ~-22(丙烯腈质量分数 45%)
		比热容/[J/(g·℃)]	1.96(丙烯腈质量分数 40%)
		折射率	1.519(丙烯腈质量分数 20%) ~1.521(丙烯腈质量分数 40%)

(2) 配合橡胶

100%定伸应力/MPa	2.5~5.4	回弹性/%	10~61
200%定伸应力/MPa	2.9~9.8	耐磨耗性	
拉伸强度/MPa	15.7~19.6	Pico 磨耗指数	62~69
扯断伸长率/%	330~490	Pico 磨耗试验机(荷重 4.5kg,80r)/ $\times 10^{-2}\text{cm}^3$	2.29~4.09
撕裂强度/(kN/m)	40~57.8	伸长率变化率/%	
硬度(JIS A)	64~84	126℃ \times 70h	-140~-21
压缩永久变形(100℃ \times 70 h)/%	10~51	100℃ \times 72h	-28~-12

【配方示例】

(1) 基本鉴定配方

① 国产丁腈橡胶鉴定配方如下。

配 方	NBR 1704	NBR 2707	NBR 3604
丁腈橡胶	100	100	100
硫黄	2	1.5	1.5
促进剂 M	1.5	0.8	0.8
氧化锌	5	5	5
硬脂酸	1.5	1.5	1.5
瓦斯槽法炭黑	50	45	45
合计	160.0	153.8	153.8

② ASTM D 3187—85 规定的丁腈橡胶标准试验配方和国际标准 ISO 4658—1980 规定的相同。

丁腈橡胶	100	氧化锌	3	合计	146.2
硫黄 ^①	1.5	硬脂酸	1		
促进剂 TBBS	0.7	高耐磨炉黑 ^②	40		

① 用 2%MgCO₃ 涂覆的硫黄。

② 用美国工业参比炭黑 IRB No. 6 和用国内标准参比炭黑 SRB，代替时试验结果需作修正。

(2) 应用配方

① 耐油胶料配方

丁腈橡胶(NBR-26)	100	氧化锌	5	喷雾炭黑	40
硫黄	2.5	硬脂酸	2	轻质碳酸钙	10
促进剂 DM	1.37	防老剂 D	1	邻苯二甲酸二辛酯	10
促进剂 D	0.3	混气炭黑	30	松焦油	8

② 低压永久变形胶料配方

丁腈橡胶(Hycar 1042)	100	促进剂 CZ	1	防老剂 A	1.5
硫黄	0.5	氧化锌	5	半补强炉黑	65
促进剂 TMTD	2.0	硬脂酸	1	邻苯二甲酸二辛酯	15

③ 耐寒胶料配方

丁腈橡胶(NBR-18)	100	氧化锌	5	己二酸二丁酯(DBA)	30
过氧化二异丙苯(DCP)	1.5	半补强炉黑	60		

④ 汽车减震垫胶料配方

中高丙烯腈丁腈橡胶	100	氧化锌	5	快压出炉黑	35
硫黄	1.5	硬脂酸	1		
促进剂 TS	0.4	防老剂 NBC ^①	1		

① 为二丁基硫代氨基甲酸镍。

⑤ 高硬度胶料配方

高丙烯腈丁腈橡胶	100	促进剂 DM	1.5	防老剂 4010NA	2
硫黄	2.5	氧化锌	5	中超耐磨炉黑	90
促进剂 TS	0.2	硬脂酸	1	液体丁腈橡胶	10

⑥ 软管外层胶配方

中高丙烯腈丁腈橡胶	100	氧化锌	5	半补强炉黑	90
硫黄	1.5	硬脂酸	1	癸二酸二辛酯	15
促进剂 DM	1.2	防老剂 NBC	0.5	邻苯二甲酸二丁酯	15

⑦ 垫圈胶料配方

	A	B		A	B
中高丙烯腈丁腈橡胶	100	—	防老剂 4010NA	1	—
高丙烯腈丁腈橡胶	—	100	半补强炉黑	22	20
硫黄	—	0.2	中粒子热裂法炭黑	40	—
促进剂 TMTD	2	2	表面处理碳酸钙	—	35
促进剂 CZ	2	2	邻苯二甲酸二辛酯	15	—
硫化剂 R ^①	1.5	—	癸二酸二辛酯	—	10
氧化锌	5	5	聚酯增塑剂(Paraplex-25) ^②	15	—
硬脂酸	1	1	增塑剂 TP-90B ^③	—	5

① 为二硫代二吗啡啉。

② Polyester-sebacate, 多酯-癸二酸酯。

③ 二(丁氧基-乙氧基-乙基)甲醛。

⑧ 印刷胶辊胶料配方

中高丙烯腈丁腈橡胶	100	氧化锌	5	棕色油膏	10
硫黄	1	硬脂酸	1	邻苯二甲酸二辛酯	30
促进剂 TS	0.6	快压出炉黑	75		

【包装、贮存和运输】 丁腈橡胶用复合袋或聚丙烯编织袋包装，均内衬聚乙烯薄膜，每包橡胶净重(25.00±0.25)kg 或(35.0±0.5)kg。包装袋表面标明产品名称、牌号、净重、生产厂名称、注册商标、生产制造日期和批号。

贮存时应成垛成行堆放，保持一定行距，高度不得多于 10 块胶。应存放于常温、通风、干燥、清洁的仓库中，严禁露天堆放或日光照射。

运输过程中应采取措施，防止日光照射和雨水淋泡，运输车辆应整洁，避免包装破损和杂物混入。

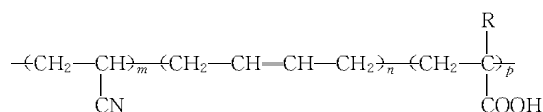
质量保证期自生产日起为两年。

3.2.2 羧基丁腈橡胶

羧基丁腈橡胶（carboxylated acrylonitrile butadiene rubber, carboxylated nitrile rubber）是丁二烯、丙烯腈和有机酸（丙烯酸或甲基丙烯酸）三元共聚合而制得的。聚合物中丁二烯链段赋予弹性和耐寒性，丙烯腈链段赋予耐油性。引进羧基增加了极性，进一步提高耐油性，同时给予橡胶高强度，改进耐磨性和撕裂强度，且具有好的黏着性和耐老化性，属特种丁腈橡胶之一，以 XNBR 表示。

【制法】 采用乳液共聚合方法，聚合温度 10~30℃。

【结构】 分子结构为



共聚物主链中约 100~200 个碳原子含一个羧基。

【品种牌号】 国内兰化公司合成橡胶厂生产的牌号参见表 1-3-3。国外各生产厂家生产的羧基丁腈橡胶主要品种牌号见表 1-3-4。

表 1-3-4 国外各生产厂家生产的羧基丁腈橡胶主要品种牌号

商品名称	结合丙烯腈量 /%	污 染 性	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	聚合温度	相对密度
JSR					
N632S	33	非污染	60	低温	0.98
N640H	25	稍污染	70	低温	0.99
N640	25	稍污染	50	低温	0.99
Hyear					
1072×28	27	非污染	45	低温	0.98
1072	27	非污染	45	低温	0.98
1472	27	非污染	30	低温	0.98
1077CG	27	非污染	45	低温	0.98
Krynac					
221	M	非污染	50	低温	0.99
110	M	非污染	50	低温	0.99
Nipol N34	27	非污染	47	低温	0.98

【加工与配合】 生胶门尼黏度较低者加工容易。由于引进羧基，极性高，加快了硫化速度，胶料易焦烧。可以用硫黄促进剂硫化，也可用多价金属氧化物硫化。炭黑不宜加入过多，否则会增加胶料硬度和压缩永久变形。增塑剂宜选用挥发性小且不易抽出的，如聚酯类、液体丁腈橡胶等。可与聚氯乙烯或酚醛树脂并用以改进其加工性能和物理性能。

【基本特性】

- ① 硫化速度比丁腈橡胶快，易焦烧。
- ② 纯胶配合显示高的拉伸强度。
- ③ 硫化胶的耐热性、耐磨耗性好。
- ④ 与酚醛树脂相容性好。
- ⑤ 黏性好。

【应用范围】 主要用于胶管、密封件、垫圈、油封、各种模型制品和胶黏剂等。

【性能参数】

(1) 原料橡胶

项 目	一般丁腈橡胶	羧基丁腈橡胶
丙烯腈含量/%	35~41	27~33
门尼黏度[ML(1+4)100℃]	56	48~60

(2) 配合橡胶

项 目	一般丁腈橡胶	羧基丁腈橡胶	项 目	一般丁腈橡胶	羧基丁腈橡胶
100%定伸应力/MPa	3.1~3.3	8.4~8.7	硬度(JIS A)	70	80
300%定伸应力/MPa	14.9~15.2	23~25.5	压缩永久变形(100℃×70h)/%	15~17	39~45
拉伸强度/MPa	19.7~21	25.5~26.5	Pico 磨耗指数(SBR 1500 为 100)	51~54	111~124
扯断伸长率/%	440~465	310~380	伸长率变化率(120℃×70h)/%	-44~-34	-50~-48
撕裂强度/(kN/m)	39~45	51~55.9	冲击脆性温度/℃	-29~-24	-33

【配方示例】

(1) 纯胶配方

羧基丁腈橡胶	100	硬脂酸	1
氧化锌	9.3		

(2) 炭黑胶料配方

羧基丁腈橡胶	100	氧化锌	5	硬脂酸	1
硫黄	0.5	促进剂 TMTD	3	快压出炉黑	40

(3) 耐油胶管胶料配方

羧基丁腈橡胶	100	促进剂 TS	0.4	快压出炉黑	10
硫黄	1.5	硬脂酸	1	石蜡	2
氧化锌	5	防老剂 N,N'-二辛基对苯二胺(UCP-88)	2		

(4) 耐油鞋底胶料配方

羧基丁腈橡胶	100	硬脂酸	1	古马隆树脂	7
硫黄	2	硬质陶土	50	石蜡	1
氧化锌	5	水合二氧化硅	30		
促进剂 MBTS	1.5	液体丁腈橡胶	5		

3.2.3 丁腈橡胶-聚氯乙烯共混胶

丁腈橡胶-聚氯乙烯共混胶(nitrile rubber-polyvinylchloride blend, acrylonitrile butadiene rubber-polyvinylchloride blend)是以丁腈橡胶为主掺混入30%~50%的聚氯乙烯树脂共混而得的,以NBR/PVC表示。丁腈橡胶与聚氯乙烯树脂可互为相容。最早以丁腈橡胶作为聚氯乙烯的增塑剂使用,后来利用丁腈橡胶的耐油性和可交联性,兼用聚氯乙烯的耐臭氧性,进行机械共混合使用。20世纪40年代后出现胶乳共沉法,遂采用丁腈胶乳和聚氯乙烯乳液按要求比例掺混,共凝聚得到共混物,这种方法分散均匀,更适于大量生产。1958年英国首先用胶乳共沉法生产商品丁腈橡胶/聚氯乙烯共混胶。目前国外许多丁腈橡胶生产厂家都生产这类共混胶满足各方需要。我国兰化公司合成橡胶厂也已开发用共沉法制造丁腈

橡胶-聚氯乙烯共混胶，并已批量生产。

【制法】 丁腈橡胶-聚氯乙烯共混胶的制法有机械共混法和胶乳共沉法两种。前者是将丁腈橡胶和聚氯乙烯树脂在开炼机或密炼机上直接共混而得，此种制法胶与树脂分散均匀程度不如胶乳共沉法，但简便易行，且可按需比例任意掺混。后者是丁腈胶乳和聚氯乙烯乳液按比例掺混，并加入稳定剂，搅拌均匀后共凝聚，然后在炼胶机上进行热处理即得。

机械共混又有高温、中温和低温三种方法。

① 高温共混 在高于聚氯乙烯熔点温度（150~180℃）下共混。

② 中温共混 先将聚氯乙烯在液体增塑剂中溶胀后再与丁腈橡胶共混，温度低于聚氯乙烯的熔点。

③ 低温共混 先将丁腈橡胶经塑炼包辊后再慢慢加入聚氯乙烯树脂进行共混。

目前以商品供应的丁腈橡胶-聚氯乙烯共混胶均是采用胶乳共沉法生产的。大部分丁腈橡胶的生产厂家都有该类共混胶商品供应市场。

【品种牌号】 我国和国外生产的丁腈橡胶-聚氯乙烯共混胶的商品牌号见表 1-3-3 和表 1-3-5。

表 1-3-5 国内外各公司生产丁腈橡胶-聚氯乙烯共混胶的主要品种牌号

商 品 名 称	丁腈橡胶/聚氯乙烯	污 染 性	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	聚合温度	相对 密度
JSR					
NV80	85/15	稍污染	65	—	1.01
NV81	85/15	稍污染	52	—	1.04
NV70	70/30	非污染	95	—	1.07
NV72	30/30	非污染	75	—	1.07
NV73	70/30	非污染	68	—	1.07
NV75	70/30	稍污染	68	—	1.06
NV76	70/30	稍污染	60	—	1.06
NV60	65/35	稍污染	63	—	1.10
NV61	65/35	稍污染	85	—	1.10
Breon					
211	—	稍污染	50	低温	0.99
NV870	70/30	非污染	75	低温	—
504	—	非污染	45	低温	1.08
506	—	非污染	25	低温	0.98
Bulla NB198	60/40	非污染	60	高温	1.05
Europrene					
NO2070-28	70/30	非污染	80	低温	1.08
NO2070-33	70/30	非污染	80	低温	1.08
Humex					
N850	70/30	非污染	60	低温	1.15
N870	50/50	非污染	60	低温	—
Hycar					
1230F60	—	非污染	60	低温	1.08
1204X22	—	非污染	35	低温	1.06
1205	50/50	非污染	1000 ^①	低温	1.15
503H	—	非污染	45	低温	—
503F-1	—	非污染	45	低温	—
Krynac					
NV850	50/50	非污染	65 ^②	低温	1

续表

商 品 名 称	丁腈橡胶/聚氯乙烯	污 染 性	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	聚合温度	相对 密度
NV851	50/50	非污染	59	低温	—
NV870	70/30	非污染	75	低温	—
NV850-60	50/50	非污染	60	低温	—
NV850-40	50/50	非污染	70	低温	—
NV866-20	—	非污染	20	低温	—
NV851-90	—	非污染	65	低温	—
Nipol					
120350	70/30	非污染	63	低温	1.07
DN502	70/30	非污染	78	低温	1.06
DN508	—	非污染	78	低温	1.08
5501NF	50/50	非污染	65	低温	1.13
5502NF	50/50	非污染	50	低温	1.13
5301	—	非污染	52 ^②	—	1.08
5302	—	非污染	40 ^②	—	1.07
5303	—	非污染	42 ^②	—	1.06
Nysyn 305V	70/30	非污染	90	低温	1.00
Paracril					
OZO	70/30	非污染	57	高温	1.07
OZO-HA	70/30	非污染	72	高温	1.07
OZO-515	50/50	非污染	75	高温	1.12
Pcfbuilan N/VC70	70/30	非污染	70	低温	1.08
Chemigum N3288	—	非污染	80	低温	1.00
Nitriflex N7400G	70/30	非污染	43	低温	1.00

① 胶料黏度。

② ML(1+4)100℃。

【基本特性】

- ① 耐臭氧和耐天候老化性能比通常丁腈橡胶显著提高。
- ② 比通常丁腈橡胶提高了耐燃性。
- ③ 耐磨耗性、耐油性、耐化学药品等性能比通常丁腈橡胶有所改善。
- ④ 提高了压出、压延工艺性能。
- ⑤ 可任意着色制作艳色制品。
- ⑥ 低温特性、弹性降低，压缩变形增大。
- ⑦ 比通常的聚氯乙烯改善了低温特性、耐油性、伸长率等。

【应用范围】 主要用于电线电缆护套，油管和燃油管外层胶，皮辊和皮圈，汽车模压零件，微孔海绵，发泡绝热层，安全靴和防护涂层等。

【性能参数】

(1) 原料橡胶

项 目	聚氯乙烯 (30%~35%,质量分数)	聚氯乙烯 (15%,质量分数)
门尼黏度[ML(1+4)100℃]	30~43	30~38
门尼焦烧[ML(1)125℃] t_5 /min	17~21	17~22
相对密度	1.06~1.15	1.01~1.05

(2) 配合橡胶

项 目	聚氯乙烯 (30%~35%, 质量分数)	聚氯乙烯 (15%, 质量分数)	项 目	聚氯乙烯 (30%~35%, 质量分数)	聚氯乙烯 (15%, 质量分数)
100%定伸应力/MPa	1.96~4.2	1.6~1.96	压 缩 永 久 变 形 (100℃ ×	32~45	26~36
200%定伸应力/MPa	7.8~10.9	6.2~7.8	70h)/%		
拉伸强度/MPa	14.7~16.9	14.7~16.9	脆性温度/℃	-51~-25	-51~-30
扯断伸长率/%	480~650	580~650	耐 臭 氧 老 化 (500 × 10 ⁻⁶ ,	50 h 无变化	A-2~A-4(50h)
硬度(JIS A)	58~70	58~60	40℃,20%伸长)		

【配方示例】

耐燃传动带胶料配方如下。

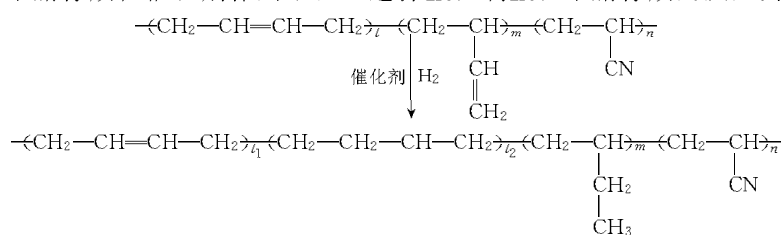
丁腈橡胶 70/聚氯乙烯	30	活性剂	0.3	白炭黑	25
共混胶	100	氧化锌	5	氧化锑	10
硫黄	1	硬脂酸	1	液体丁腈橡胶	10
促进剂 DM	1.5	防老剂 NBC	2	磷酸三甲苯酯(DCP)	50
促进剂 TS	0.4	防老剂 4010NA	2	氯化石蜡 70	60

3.2.4 氯化丁腈橡胶

氢化丁腈橡胶 (hydrogenated nitrile rubber) 因烃链上的不饱和双键被氢化还原成饱和键, 故也称高饱和丁腈橡胶, 代号 HNBR 或 HSN。系乳聚丁腈橡胶经选择氢化丁腈橡胶中的丁二烯单元而制成的。首先由德国 Bayer 公司于 1984 年小批量生产, 商品名为 Therban HNBR; 日本瑞翁公司于同年建厂生产, 商品名为 Zetpol HSN; 随后加拿大 Polysar 公司于 1988 年投产, 商品名为 Tornac。目前各厂均有多种牌号的氢化丁腈橡胶供应市场。

【制法】 氢化丁腈橡胶制法有三种：即乳液加氢法、丙烯腈-乙烯共聚法和丁腈橡胶乳液加氢法。前两种方法尚在试验阶段，后一种制法已实现工业化。丁腈橡胶乳液加氢法就是将制成的丁腈橡胶溶解，然后进行催化加氢而制得。目前多致力于乳液催化加氢技术。

【结构】 丁腈橡胶在催化剂作用下，经选择氢化制氢化丁腈橡胶的反应为



在氢化丁腈橡胶的分子链节中包含有丙烯腈单元、乙烯单元、不饱和丁二烯单元和氢化乙烯基丁二烯单元。通过适当调节丙烯腈含量、饱和程度以及黏度，能够制得符合实用要求的氢化丁腈橡胶。

丁腈橡胶氢化反应前数均分子量为 52000, 反应后数均分子量为 53000。

【品种牌号】 国外生产氢化丁腈橡胶的厂家有日本瑞翁公司、德国 Bayer 公司和加拿大 Polysar 公司三家。瑞翁公司牌号 Zetpol HSN 后缀以四位数字，前两位数字表示丙烯腈含量，10 和 20 分别表示高丙烯腈含量和中高丙烯腈含量；后两位数字表示碘值或不饱和度，10 和 20 分别表示饱和度为 95% 和 90%，数字后的字母 L 表示门尼黏度值低。Bayer 公司牌

号 Therban HNBR 后缀以四位数字，前两位表示—CN 侧基含量，17、19、22 分别表示—CN 侧基含量为 17%、19%、22%，相对应的丙烯腈含量为 34%、38%和 44%。Polysar 公司牌号 Tornac 后记以字母 A、B、C 分别表示饱和度为 99.5%、98%和 95%，后缀四位数字，前两位数字表示丙烯腈含量，后两位数字表示门尼黏度。

【加工与配合】 氢化丁腈橡胶的加工与配合除硫化体系外，与丁腈橡胶基本相同，容易加工。硫黄促进剂硫化体系和有机过氧化物硫化体系均可采用。碘值高的（即剩余不饱和度高）可采用硫黄促进剂硫化体系，不饱和度低的应采用有机过氧化物硫化体系。过氧化物硫化的胶料耐热性更好。

【基本特性】

① 氢化丁腈橡胶虽经氢化饱和，但仍保持原丁腈橡胶的特性。具有拉伸结晶性，因而强度较高。

② 有良好的耐热和耐臭氧、耐天候老化性能以及耐化学酸碱性能。

③ 良好的耐技术液体（包括含腐蚀添加物的油类）的溶胀性能。

④ 良好的力学性能，即使在温升条件下仍保持相当水平。

⑤ 在极有害的条件下，有显著的耐磨耗性能。

⑥ 硫化胶的拉伸强度比丁腈橡胶和氯丁橡胶更高，接近或高于羧基丁腈橡胶。

⑦ 优异的耐酸（硫化氢）环境和耐胺/油混合物性能，以及耐氧化燃料和耐润滑油性能。

⑧ 玻璃化温度 T_g 随氢化程度在 $-40\sim-15^{\circ}\text{C}$ 之间，脆性温度 -50°C 。

【应用范围】 由于具有前述的独特性能，因此广用于油田工业、汽车工业、飞机制造工业和建筑业等领域的制品，如制造钻井管、钻井管保护层、井口密封、蓄压器、汽车燃料和润滑系统、发动机使用的垫圈以及 O 形圈、密封件等。

【配方示例】

(1) 典型配合配方

氢化丁腈橡胶(Zetpol HSN 2020)	100	促进剂 M	0.5	半补强炉黑(N770)	40
硫黄	0.5	氧化锌	5	快压出炉黑(N550)	30
促进剂 TMTD	1.5	硬脂酸	1	增塑剂	20

(2) 实用配方

氢化丁腈橡胶(Zetpol HSN 2010)	100	辛基化二苯胺	1	Thiokol TP-95 ^②	10
PeroximonF-40 ^①	6	快压出炉黑	30		
硬脂酸	1	半补强炉黑	30		

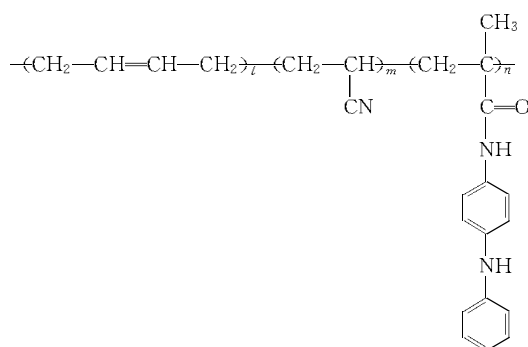
① 过氧化物硫化剂，为 40%双(叔丁基过氧化)二异丙苯和 60%细粒子碳酸钙的混合物。

② 增塑剂，为二(丁氧基-乙氧基-乙基)己二酸酯。

3.2.5 丁腈橡胶的其他品种

3.2.5.1 聚稳丁腈橡胶 (polymerization stabilized nitrile rubber)

聚稳丁腈橡胶是丁二烯、丙烯腈与聚合型防老剂通过乳液聚合而制得。聚合型防老剂是具有可聚合功能的防老剂化合物，聚合时能进入二烯烃橡胶的主链上成为聚合物分子的一部分。因此以聚稳丁腈橡胶制造的制品，在使用条件下是稳定的。且防老剂因是与聚合物结合的，不会因油、溶剂和热等的作用而损失，从而延长了使用寿命，并能在更为苛刻的环境中使用。其分子结构为



聚稳丁腈橡胶和普通丁腈橡胶一样，加工性能和配合技术也相类似。可以采用硫黄促进剂硫化，具有良好的力学性能。由于含有结合性防老剂，因而有优异的耐老化性能。在某些情况可代替氯醚橡胶和丙烯酸酯橡胶使用。其用途与普通丁腈橡胶基本相同，但更适用于要求耐老化性强的制品中。

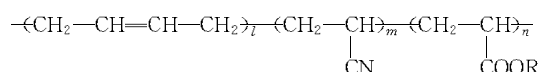
国内外已有商品供应，如 JSR N531、JSR N541，Chemigum HR 662、Chemigum HR665、Chemigum HR967 等，就是这类丁腈橡胶。

3.2.5.2 部分交联丁腈橡胶 (partially cross linked nitrile rubber)

部分交联丁腈橡胶是丁二烯和丙烯腈进行共聚合时，加入双官能团的第三单体，使共聚物形成部分交联。第三单体常用二乙烯基苯，用量 1~3 份。部分交联丁腈橡胶含 40%~80% 在甲乙酮中不溶的凝胶，主要用作丁腈橡胶的加工助剂，以改善普通丁腈橡胶的混炼、压出和压延工艺性能，降低胶料收缩率，提高压出速率。但并用后硫化胶的性能随之下降，因此使用量一般不超过 50%。目前有多家公司生产这类产品，如 JSR N210S、JSR N201、JSR N201S、JSR N202S；Chemigum N8、Chemigum N8X1；Europrene N33R 70；Hycar N8B 1042×82；Krynac 810；Nitriflex N8 等就是。

3.2.5.3 丁腈酯橡胶 (acrylonitrile butadiene acrylate rubber, butadiene-acrylonitrile-acrylate terpolymer)

丁腈酯橡胶系由丁二烯、丙烯腈和丙烯酸酯在乳液中进行共聚合的三元共聚物，其分子结构为



丁腈酯橡胶有良好的耐热、耐寒和耐油性能，压缩永久变形小。加工工艺与丁腈橡胶相同，配合技术也类似。可采用硫黄硫化。其制品在煤油介质中于 -60~150℃ 范围内使用。

3.2.5.4 丁腈橡胶-三元乙丙橡胶共混物 (nitrile rubber-ethylene-propylene terpolymerblend)

丁腈橡胶与三元乙丙橡胶共混物系丁腈橡胶与三元乙丙橡胶共混合而得的共混物，简称 NBR/EPDM 共混物，最初丁腈橡胶与乙丙橡胶并用是为了提高丁腈橡胶的耐热性和耐老化性。至 20 世纪 70 年代开始采用丁腈胶乳与三元乙丙橡胶胶液按要求比例进行掺混共凝聚而得，日本合成橡胶公司已有商品生产，商品牌号为 JSR NE，三元乙丙橡胶共混比为 30~60。其特性如下：

- ① 是优良的耐油性、耐候性橡胶；
- ② 耐臭氧老化性优良；
- ③ 可使用硫黄促进剂硫化体系硫化；

④ 与其他橡胶硫化黏合性好。

由于两胶的极性和不饱和度相差悬殊，为使其共硫化，需注意选择硫化促进剂的品种和用量。

主要用于汽车软管保护层、丙烷气胶管、粉尘覆盖物（ダストカベ）和工业用品等。这类橡胶共混物的性能参数如下。

(1) 原料橡胶

丁腈橡胶/三元乙丙橡胶(质量比)	70/30	60/40	40/60
门尼黏度[ML(1+4)100℃]	48	50	52
相对密度	1.01	0.99	0.96

(2) 配合橡胶

项 目	数 值	项 目	数 值
300%定伸应力/MPa	9.8~13.7	伸长变化率(100℃×70h)/%	-36~-24
拉伸强度/MPa	16.2~19.1	脆性温度/℃	-56~-43
扯断伸长率/%	400~550	耐油性(1#油)体积增加/%	13~44
撕裂强度/(kN/m)	34.3~40.2	耐臭氧性	
硬度(JIS A)	67~71	静态(80pphm,40℃,40%伸长)	168h 发生龟裂
压缩永久变形(100℃×70h)/%	49~64	动态(50pphm,4,0℃,0.30%伸长)	216h 发生龟裂

3.2.5.5 含增塑剂丁腈橡胶

这是采用充油橡胶的方法，在丁腈橡胶聚合中加入一定量的增塑剂共凝聚而得。一般加入增塑剂邻苯二甲酸二辛酯 50 份/100 份橡胶，其目的是使加工容易，提高混炼效率，因为普通丁腈橡胶混炼时由于加入较大量增塑剂，混炼操作困难。当然加增塑剂的聚合物分子量较高。国外已有多家公司商品生产，如 JSR N211SL；Chemigum N634；Hycar 1082；Krynac 843；Nipol DN 224、Nipol DN 223 等。

主要用于制造低硬度耐油胶辊、高填料耐油胶管，还可以与树脂并用，或作为一般丁腈橡胶胶料的增塑剂母炼胶使用等。

3.3 聚异丁烯和丁基橡胶

聚异丁烯是以单体异丁烯聚合而得，代号 PIB。异丁烯与少量异戊二烯共聚合制得的共聚物称丁基橡胶。丁基橡胶经改性后有氯化丁基橡胶和溴化丁基橡胶。它们是饱和的和低不饱和的橡胶。1930 年德国制得橡胶状聚异丁烯产品，1940 年由德国 BASF 公司建厂生产。1937 年美国 R. Thomas 和 W. J. Sparks 用少量异戊二烯与异丁烯共聚合，成功地合成出可硫化的丁基橡胶。丁基橡胶因具有气密性好、气体透过率低、耐热老化性好和能量吸收性好等特性，用于橡胶工业制造汽车轮胎内胎和其他橡胶制品。无内胎轮胎的出现促使了其发展。

3.3.1 聚异丁烯

1930 年德国 J. G. Farben 公司制得橡胶状的聚异丁烯 (polyisobutylene) 产品，1932 年与美国 Standard oil Development 公司共同开发成功高分子量的异丁烯聚合物。1940 年德国 BASF 公司建成工业生产装置，其产品商品名 Oppanol B。1942 年美国 Esso 公司也建厂，于 1943 年投产，商品名称 Vistanex。目前美国、德国、法国等均有商品生产。2001 年世界

丁基橡胶生产能力见表 1-3-6。

表 1-3-6 2001 年世界丁基橡胶生产能力

公司名称	厂 址	生产能力/(kt/a)	公司名称	厂 址	生产能力/(kt/a)
Exxon Mobile Ltd.	美国	196	其他	俄罗斯	85
	英国	90		日本	120
	法国	56		中国	30
	日本	40	其他	印度	25
Bayer AG	加拿大	120		罗马尼亚	5
	比利时	115	合计		882

【国内生产厂家及产品牌号】 我国只有燕山石油化工股份有限公司合成橡胶事业部拥有一套丁基橡胶装置，年生产能力为 3 万吨，生产普通丁基橡胶，牌号为 IIR 1675、IIR 1751。

牌 号	不饱和度 (摩尔分数) /%	门尼黏度 [ML(1+8)125℃]	挥发分 /%	灰分 /%	防老剂含量 /%	300%定伸应力 /MPa	拉伸强度 /MPa	扯断伸长率 /%
IIR 1675	1.7	51±5	≤0.3	≤0.3	0.05~0.20	7.1	18.0	600
IIR 1751		51±5	≤0.3	≤0.3	非污染型	7.1~8.8	16.2	500

【国外生产厂家及产品牌号】

(1) 美国埃克森美孚化学公司 美国埃克森美孚化学公司 (Exxon Mobile Chemicals)，总生产能力为 38.2 万吨/年。商品名称分别为 Exxon Butyl、Exxon SB Butyl、Exxon Bromobutyl、Exxon SB Bromobutyl、Exxon Chlorobutyl 和 Exxon SB Chlorobutyl。

① Exxon Butyl、Exxon SB Butyl 丁基橡胶

牌 号	门尼黏度 [ML(1+8)125℃]	挥发分/%	防老剂含量 (非污染)/%	牌 号	门尼黏度 [ML(1+8)125℃]	挥发分/%	防老剂含量 (非污染)/%
EB 065	32±3	≤0.3	≥0.03	EB 268	51±5	≤0.3	≥0.03
EB 068	51±5	≤0.3	≥0.03	EB 269	57±5	≤0.3	≥0.03
EB 007	51±5	≤1.0	0	EB 365	32±3	≤0.3	≥0.03
EB 077	48±5	≤0.7	≥0.03	ESB 4266	39±5		≥0.05
EB 165	32±3	≤0.3	≥0.03				

② Exxon Bromobutyl、Exxon SB Bromobutyl 溴化丁基橡胶

牌 号	门尼黏度 [ML(1+8)125℃]	溴结合 量/%	防老剂含量 (非污染)/%	水分 /%	牌 号	门尼黏度 [ML(1+8)125℃]	溴结合 量/%	防老剂含量 (非污染)/%	水分 /%
BB 2211	32	2.0	0.02	0.3	BB 2244	46	2.1		0.3
BB 2222	32	2.0	0.02	0.3	BB 2255	46	2.0		0.3
BB 2235	39	2.0		0.3	SB 6222	32	2.4		0.3

③ Exxon Chlorobutyl、Exxon SB Chlorobutyl 氯化丁基橡胶

牌 号	门尼黏度 [ML(1+8)125℃]	氯结合量 /%	防老剂含量 (非污染)/%	水分/%
CB 1066	38	1.26	0.02	0.3
CB 1068	50	1.26	0.02	0.3
SB 5066	40	1.5	0.05	0.3

(2) 加拿大拜耳橡胶公司 加拿大拜耳橡胶公司 (Bayer Rubber Inc.) 生产能力为 12

万吨/年，商品名称分别为 Polysar Butyl、Polysar Bromobutyl 和 Polysar Chlorobutyl。

① Polysar Butyl 丁基橡胶

牌 号	门尼黏度 [ML(1+8)125℃]	不饱和度(摩尔分数) /%	用 途
PB 301	45~56	1.8	塑料密封剂、胶黏剂、涂料、密封带、电气塞
PB 101-3	46~56	1.9	
XL 10000 ^①	60~75	1.6	
XL 30102	73~87		
XL 8102	68~82		
XL 54006	66~80		
XL 41106	42~58		

① 交联橡胶。

② Polysar Bromobutyl、Polysar Chlorobutyl 丁基橡胶

牌 号	门尼黏度 [ML(1+8)125℃]	结 合 卤 素		用 途
		种 类	含量/%	
BB 2030	28~36	Br	2	轮胎内胎、工业制品、药用瓶塞
BB 2040	34~44	Br	2	轮胎内胎、工业制品、药用瓶塞
BB X2	41~51	Br	2	
CB 1240	34~42	Cl	1.2	
CB 1255	46~54	Cl	1.2	

(3) 拜耳比利时橡胶公司 拜耳比利时橡胶公司 (Bayer Rubber Belgium N. V.) 年生产能力为 11.5 万吨，生产普通丁基橡胶、溴化丁基橡胶、氯化丁基橡胶产品，商品名称分别为 Butyl、Bromobutyl 和 Chlorobutyl。

① Butyl 丁基橡胶

牌 号	门尼黏度 [ML(1+8)125℃]	不饱和度(摩尔分数) /%	用 途
PB 100	30~36	0.9	薄膜、塑料密封
PB 101-3	46~56	1.9	口香糖、食品包装材料
PB 301	46~56	1.8	轮胎内胎、胶囊、模制品
PB 402	29~37	2.2	食品包装材料、机械制品、药用制品

② Bromobutyl、Chlorobutyl 丁基橡胶

牌 号	门尼黏度 [ML(1+8)125℃]	结 合 卤 素		用 途
		种 类	含量/%	
BB 2030	28~36	Br	2	轮胎内胎、工业制品、药用瓶塞
BB 2040	35~43	Br	2	轮胎内胎、工业制品、药用瓶塞
BB X2	42~50	Br	2	
CB 1240	34~42	Cl	1.2	
CB 1255	46~54	Cl	1.2	
CB 1240-pharma	33~39	Cl	1.2	

(4) 日本丁基橡胶公司 日本丁基橡胶公司 (Japan Butyl Company, Ltd.)，年生产能力为 8 万吨，生产普通丁基橡胶、溴化丁基橡胶、氯化丁基橡胶产品，商品名称分别为 Butyl、Chlorobutyl 和 Bromobutyl。

① Butyl 丁基橡胶

牌 号	门尼黏度 [ML(1+8)100℃]	不饱和度(摩尔分数) /%	牌 号	门尼黏度 [ML(1+8)100℃]	不饱和度(摩尔分数) /%
EB 065	41~49	0.8	EB 269	52~62	1.6
EB 268	46~56	1.6	EB 365	43~51	2

② Chlorobutyl、Bromobutyl 丁基橡胶

牌 号	门尼黏度 [ML(1+8)125℃]	结 合 卤 素		牌 号	门尼黏度 [ML(1+8)125℃]	结 合 卤 素	
		种 类	含量/%			种 类	含量/%
BB 2222	27~37	Br	2.0	CB 1066	33~43	Cl	1.26
BB 2244	41~51	Br	2.1	CB 1068	45~55	Cl	1.26
BB 2255	41~51	Br	2.0				

(5) 日本合成橡胶公司 日本合成橡胶公司 (Japan Synthetic RubberCo.) 年产 8 万吨丁基橡胶, 商品名称为 JSR。

① JSR 丁基橡胶

牌 号	门尼黏度 [ML(1+8)100℃]	不饱和度(摩尔分数) /%	用 途
Butyl 065	45	0.8	电线、电缆、电气部件
Butyl 268	51 ^①	1.5	汽车软管、内胎、耐热输送带
Butyl 365	47	2.0	汽车用各种防震橡胶, 各种黑色或浅色工业制品

① ML(1+8) 125℃。

② JSR 溴化丁基橡胶、氯化丁基橡胶

牌 号	门尼黏度 [ML(1+8)125℃]	结 合 卤 素		用 途
		种 类	含量/%	
BB 2244	46	Br	2.0	轮胎内胎、各种工业制品
BB 2245	46	Br	2.0	轮胎内胎、各种工业制品
CB 1066	38	Cl	1.2	轮胎内胎、各种工业制品
CB 1068	50	Cl	1.2	轮胎内胎、各种工业制品

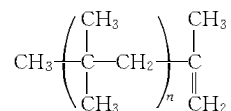
(6) 俄罗斯 Togliatti 合成橡胶公司

俄罗斯 Togliatti 合成橡胶公司丁基橡胶性能如下。

牌 号	门尼黏度 [ML(1+8)100℃]	不饱和度(摩尔分数) /%	牌 号	门尼黏度 [ML(1+8)100℃]	不饱和度(摩尔分数) /%
BK-0845	41~49	0.6~1.0	BK-1675M	47~57	1.4~1.8
BK-1040T	38~46	0.8~1.2	BK-1675T	47~57	1.8~2.2
BK-1050	47~55	0.8~1.2	BK-2045M	41~49	1.8~2.2
BK-1530S	20~40	1~2	BK-2045T	41~49	1.8~2.2
BK-1570S	40~60	1~2	BK-2055T	50~60	1.8~2.2
BK-1640	41~49	1.4~1.8			

【制法】 异丁烯单体在三氟化硼引发剂作用下，在液态乙烯溶剂中聚合而成，这是溶液聚合法。淤浆聚合法是在三氯化铝引发剂作用下，以氯化甲烷为溶剂聚合而成。

【结构】 聚异丁烯是典型的饱和和线型聚合物，其分子结构为



通常把数均分子量 $\overline{M}_n < 1000$ 的聚合物称低分子量聚异丁烯，把 $\overline{M}_n > 1000$ 的称中高分子量聚异丁烯。

【品种牌号】 根据聚异丁烯均分子量大小划分品种牌号，见表 1-3-7。

表 1-3-7 各国生产的聚异丁烯主要品种牌号

德国(BF ₃ 体系)		美国、法国(AlCl ₃ 体系)	
Oppanol 系列	分子量/×10 ³	Vmtanex 系列	分子量/×10 ³
B-200	约 2000	MML-200	200000 ^①
B-150	约 150	MML-140	235~190
B-100	约 100	MML-120	180~145
B-50	约 50	MML-100	145~105
B-15	约 13	MML-80	105~75
B-10	约 8	LM-MH	约 65
B-3	约 0.82	LM-MS	约 55
B-1	约 0.3		

① Standinger 测定法。

【加工与配合】 聚异丁烯因系完全饱和的烃类弹性体，必须采用特殊的硫化体系，用硫黄与有机过氧化物如二叔丁基过氧化物硫化交联才能获得优良的力学性能。需炭黑补强。可采用通常的工艺装备加工。聚异丁烯可以任何比例与其他橡胶共混，共混时宜选用分子量为(15~20)万的产品，硫黄促进剂的用量按共混配比计算。也可与聚乙烯、丁基橡胶并用共混，提高黏合性，改善加工性能。共混胶可填充更大量填料。高分子量聚乙烯在 180℃ 以上时方开始软化，因此捏炼温度须在 180℃ 左右。

【基本特性】

① 聚合物分子内无双键，为完全饱和橡胶，不能用通常的硫黄硫化，而需用特殊的过氧化物硫化交联。

② 弹性很高。

③ 有极好的耐老化性和良好的气密性、电绝缘性。

④ 冷流现象严重。

⑤ 有很好的填充能力，可以混入大量填料。

⑥ 可以任何比例与其他橡胶共混并用，以增加黏着性、柔性、耐老化性和电绝缘性等。

【应用范围】 低分子量聚异丁烯主要用于胶黏剂基料、增黏剂、表面保护层、填缝隙腻子、涂料、口香糖胶料、软化剂等。高分子量聚异丁烯主要用于橡胶制品或树脂制品、改性剂(与橡胶或树脂共混)、密封材料、绝缘材料等。

【性能参数】

(1) 原料聚异丁烯

项 目	低分子量 聚异丁烯	高分子量 聚异丁烯	项 目	低分子量 聚异丁烯	高分子量 聚异丁烯
聚合形式	加成聚合	加成聚合	比热容/[kJ/(kg·K)]	1.95	1.948
聚合方式	正离子	正离子	玻璃化温度 $T_g/^\circ\text{C}$		-30~75
聚合体系	溶液、淤浆	溶液、淤浆	折射率(n_D^{20})	1.5020~	1.5070~
结构单元分子量	56.1	56.1		1.5060	1.5080
分子量	1000~25000	$7.5 \times 10^4 \sim$	介电常数(1kHz)(25℃)	2.2~2.25	2.3
(按 Standinger 法测定)		25×10^4	电阻率(20℃)/ $\Omega \cdot \text{cm}$		10^{15}
相对密度	0.83~0.91	0.84~0.94	介电强度(25℃)/(kV/mm)	12~14	23

(2) 配合聚异丁烯

组 成	1#	2#	3#	力 学 性 能	1#	2#	3#
聚异丁烯	100	100	100	拉伸强度/MPa	52	65.2	145.1
硫黄	—	5	5	扯断伸长率/%	1350	1330	1130
二叔丁基过氧化物	—	—	5	500%定伸应力/MPa	4.9	5.4	9.81
炭黑	59	50	50	1000%定伸应力/MPa	12.7	15.7	59.8

【配方示例】

(1) 基本配方

聚异丁烯	100	二叔丁基过氧化物	5
硫黄	5	炭黑	50

(2) 应用配方

① 屋顶材料配方

Vistanex L-200	100	易混槽黑	50
低分子量聚乙烯	20	页岩粉(slate flour)	240
硬脂酸	10	硅藻土	80
防老剂 J	0.25		

② 与天然橡胶共硫化胶料配方

Oppanol B-200	80	促进剂 M	1
烟片胶	20	氧化锌	10
硫黄	1		

③ 绝缘胶片配方(硫化)

Oppanol B-200	100	过氧化二异丙苯	5
硫黄	5	高耐磨炉黑	50

④ 密封衬材与垫片配方

组 成	1#	2#	3#	4#
Oppanol B-200	100	100	100	100
炭黑	100	—	—	—
石墨	100	100	—	—
滑石粉	—	—	300	100
石棉粉	—	—	—	150

⑤ 填缝腻子配方

Oppanol B-5	50
天然橡胶	50
硫黄	2
黏性树脂	20
石棉粉	150
碳酸钙	150

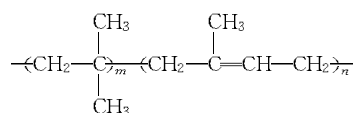
3.3.2 丁基橡胶

丁基橡胶(isobutylene-isoprene rubber, isoprene-isobutylene rubber, butyl rubber)是异丁烯单体与少量异戊二烯共聚合而成。1937年由美国 Standard oil 公司的 R. M. Thomas 和 W. J. Sparks 研究开发成功,1943年工业化生产,称 GR-I。后改商品名为 Enjay Butyl,通称 Butyl rubber,现代号为 IIR。加拿大 Polysar 公司采用美国技术于 1944 年建厂投产。1959 年后,法国、英国、美国、比利时、日本等国先后建厂生产。1955

年美国 B. F. Goodrich 公司首先对丁基橡胶进行改性研究，开发成功溴化丁基橡胶。1965 年加拿大 Polysar 公司又在此基础上进一步完善工艺，于 1971 年实现了溴化丁基橡胶的工业化生产。在此期间，美国 Esso 化学公司于 1960 年研制成功并商品生产氯化丁基橡胶，又于 1971 年在英国建厂工业化生产。1979 年加拿大 Polysar 公司也同时生产氯化丁基橡胶。1965 年后，前苏联也采用干法溴化方法生产溴化丁基橡胶。

【制法】 将异丁烯单体与少量异戊二烯在氯甲烷溶液中，以三氯化铝为引发剂，在 -95°C 以下共聚合而得。异戊二烯含量为 $1\%\sim 5\%$ ，不饱和度为 $0.6\%\sim 2.5\%$ （摩尔分数）。

【结构】 丁基橡胶为线型高分子化合物，其分子结构为



【品种牌号】 通常按不饱和度大小和门尼黏度高低来划分丁基橡胶品种，也可按所加入稳定剂的污染性与否分为污染的和 not 污染的。但用于制口香糖或与食品接触的制品，不含有任何类型的稳定剂。

各生产厂家对品种牌号的表示法不尽相同。

① 我国规定丁基橡胶代号为 IIR，后缀数字，以 06、11、15 和 21 分别表示不饱和度 $0.6\%\sim 1.0\%$ 、 $1.1\%\sim 1.4\%$ 、 $1.5\%\sim 2.0\%$ 和 $2.1\%\sim 2.5\%$ 。

② Exxon Butyl 系列牌号以三位数字表示：第一位数字表示不饱和度，0、1、2 和 3 分别表示不饱和度范围为 $0.6\%\sim 1.0\%$ 、 $1.0\%\sim 1.4\%$ 、 $1.5\%\sim 2.0\%$ 和 $2.1\%\sim 2.5\%$ ；第二位数字表示防老剂类型，0 表示未加防老剂的，6 表示加非污染型防老剂，其他数字则表示加不同的污染型防老剂；第三位数字表示门尼黏度，如 Exxon Butyl 268 表示不饱和度为 $1.5\%\sim 2.0\%$ ，非污染型，系用于制造汽车轮胎内胎的通用型丁基橡胶。

【加工与配合】 丁基橡胶可用通常的混炼设备，一般不需塑炼。混炼时注意不要与不饱和橡胶相混，否则会影响胶料质量。可以采用一段混炼、两段混炼和逆混法混炼，须适宜选择。配合剂分散较困难，混炼条件必须注意掌握。压出较天然橡胶困难，须选用螺距不等的螺杆压出机，喂料胶温要低些。硫化温度可提高些，有利于加快硫化速度和达到满意的硫化程度。由于橡胶不饱和度低，所以要使用超促进剂类和少量硫黄。或用树脂硫化体系或醌蒽硫化体系，如溴化羟甲基苯酚树脂、对醌二蒽等。也可配入炭黑补强填料。软化剂多使用链烷烃油或环烷烃油，一般不需加入防老剂，在要求耐天候性和耐臭氧性时可加入对苯二胺类和微晶石蜡等防老剂。

【基本特性】

① 最大的特性是气体透过性小，气密性好。

② 回弹性小，在较宽温度范围内（ $-30\sim 50^{\circ}\text{C}$ ）均不大于 20% ，因而具有吸收振动和冲击能量的特性。

③ 耐热老化性优良，且有良好的耐臭氧老化、耐天候老化和对化学稳定性，耐电晕性能与电绝缘性好。

④ 耐水性好、水渗透率极低，因而适于做绝缘材料。

⑤ 缺点是：硫化速度慢；黏合性和自黏性差；与金属黏合性不好；与不饱和橡胶相容性差，不能并用，但可与乙丙橡胶和聚乙烯等共混并用。

【应用范围】 丁基橡胶主要用于制造汽车轮胎内胎、汽车部件，硫化用胶囊、水胎、风胎、胶带、胶管、电线、电缆、包覆胶，各种机械制品，振动隔离件，建筑用防水片材，密封

及填缝材料，贮罐衬里，蜡添加剂和聚烯烃改性剂等。

【性能参数】

(1) 原料橡胶

聚合形式	加成聚合	相对密度	0.91~0.96	折射率 n_D	1.5078~1.5081
聚合方法	正离子	玻璃化温度	-75~-67	电导率(1kHz)/(S/cm)	2.3~2.35
聚合体系	悬浊	$T_g/^\circ\text{C}$		介电损耗角正切	
二烯浓度(摩尔分数)/%	0.6~2.5	比热容/[J/(g·°C)]	1.84~1.92	1300MHz	2.12~2.35
平均分子量 $\bar{M}_n/\times 10^4$	30~50	线膨胀系数(T_g 1.3 以	1.8	1kHz	0.0005~0.001
门尼黏度[ML(1+4)100°C]	40~90	上)/($\times 10^{-4}/^\circ\text{C}$)		1300MHz	0.0004~0.0008

(2) 配合橡胶

300%定伸应力/MPa	2.20~12.7	压缩永久变形(70°C×	18~40	电导率(1kHz)/(S/cm)	30
拉伸强度/MPa	8.8~20.6	24h, 压缩 25%)		介电损耗角正切(1kHz)	0.0054
扯断伸长率/%	300~700	回弹性(Luepke)/%	6(0°C)~	体积电阻率/ $\times 10^{15}\Omega\cdot\text{cm}$	1.2~4
撕裂强度/(kN/m)	44~58.8		48(60°C)		
硬度(JIS A)	48~75	耐臭氧性(50pphm, 38°C)	77 日发生龟裂		

【配方示例】

(1) 基本鉴定配方 ASTM D 3188—87 和 ISO 2302—1978 规定如下。

丁基橡胶	100	促进剂 TMTD	1	硬脂酸	1
硫黄	1.75	氧化锌	3	高耐磨炉黑	50

(2) 应用配方

① 内胎胶料配方

配方组成	自行车胎	载重车胎、公共汽车胎、乘用车胎		配方组成	自行车胎	载重车胎、公共汽车胎、乘用车胎	
		斜交胎	子午胎			斜交胎	子午胎
丁基橡胶 301	100	100	100	硬脂酸	1	1	1
硫黄	1.8~2	1.6~2	1.6~2	通用炉黑	60~75	60~72	—
促进剂 TMTD	1.2~2	1~1.2	1~1.2	快压出炉黑	—	—	10
促进剂 MBT	0.5	0.5	0.5	高耐磨炉黑	—	—	40~45
促进剂 ZDC	0~1	—	—	环烷油、石蜡油	18~30	18~28	25~28
氧化锌	5	5	5				

② 丁基橡胶/三元乙丙橡胶并用内胎胶料配方

丁基橡胶 301	85	促进剂 M	0.6	快压出炉黑	35
二元乙丙橡胶(DCPD 型)	15	促进剂 ZDC	0.75	半补强炉黑	35
硫黄	1.5	氧化锌	5	固体古马隆	2
促进剂 TMTD	1.1	硬脂酸	1	石蜡油	20

③ 丁基橡胶硫化胶囊胶料配方

丁基橡胶 301	90	—	100	—	氯化亚锡	—	5	—	5
丁基橡胶 268	—	100	—	—	氧化锌	10	5	10	5
丁基橡胶 065	—	—	—	100	硬脂酸	1	—	1	—
氯化丁基橡胶	10	—	—	—	高耐磨炉黑	—	50	—	50
氯丁橡胶 WRT	—	5	—	5	中超耐磨炉黑	50	—	50	—
201 树脂	8	—	10	—	蓖麻油	4	5	4	5
树脂 Amberol ST137 ^①	—	12.5	—	7.5	石蜡	1	—	1	—

① 改性酚醛树脂。

④ 电缆护套配方

丁基橡胶 100	100	氧化锌	5	凡士林	5
硫黄	1.5	硬脂酸	1	石蜡	6
促进剂 TMTD	1	防老剂 88 ^②	4		
促进剂 TDED ^①	3	快压出炉黑	75		

① 二乙基二硫代氨基甲酸酯。

② 为 *N,N'*-双(1-乙基-3-甲基苯基)-对苯二胺。

⑤ 防水胶片配方

丁基橡胶	100	促进剂 M	0.5	半补强炉黑	25
硫黄	1	氧化锌	5	凡士林	3
促进剂 TETD	0.5	硬脂酸	1	石蜡	4
促进剂 PZ	1.5	高耐磨炉黑	50		

⑥ 屋顶材料配方

丁基橡胶	60	促进剂 DM	0.5	半补强炉黑	50
三元乙丙橡胶	40	氧化锌	5	硬质陶土	20
硫黄	1	硬脂酸	1	环烷烃油	10
促进剂 TMTD	1	快压出炉黑	20	石蜡	1

【包装、贮存和运输】 以聚乙烯塑料薄膜袋包装，每包重约 34kg，然后以大纸箱装 30 包，每箱约重 1000kg。塑料薄膜袋表面印有商品名称、牌号、商标、净重、生产日期，纸箱表面也标明产品名称、牌号、商标、生产厂家、生产日期等。

贮存时应成行堆放，保持一定行距，应存放在常温、通风、干燥、清洁的仓库中，严禁露天堆放或日光直接照射。

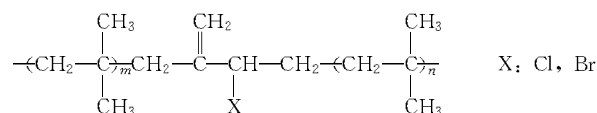
运输过程中应防止日光照射和雨水淋泡，运输车辆应整洁，避免损坏包装和混入杂物。

3.3.3 卤化丁基橡胶

卤化丁基橡胶 (halogenated butyl rubber) 系丁基橡胶的改性产品。目的是卤化后提高丁基橡胶的活性，使之与其他不饱和橡胶产生相容性，以提高共混并用时的自黏性和互黏性，且增大彼此共硫化交联能力，同时保持丁基橡胶的原有特性。以代号 XIIR 表示。有氯化丁基橡胶 (chlorobutyl rubber) 和溴化丁基橡胶 (bromobutyl rubber) 两类，分别以 CIIR 和 BIIR 代表之。目前仅美国 Exxon 公司、加拿大 Polysar 公司、比利时 Polysar 公司和日本合成橡胶公司生产。

【制法】 一般是丁基橡胶在脂肪烃 (如己烷) 溶液中与氯或溴反应的产物。其反应在严格控制下完成，保持了丁基橡胶分子中原有的双键。卤素是以烯丙基卤原子的形式结合的。

【结构】 其分子结构为



卤化丁基橡胶中，结合氯含量为 1.1%~1.3% (质量分数)，结合溴含量为 1.9%~2.1% (质量分数)。基本上是每一个双键伴有一个烯丙基卤原子。

【加工与配合】 与丁基橡胶的加工工艺相类似，氯化丁基橡胶应在辊温低于 145℃ 下混炼，易粘辊。溴化丁基橡胶辊温低于 135℃，由于分子链中含有卤素原子，活性提高，可以采用氧化锌硫化，也可用硫黄促进剂体系硫化。能与不饱和橡胶共混并用，也可与乙丙橡胶

胶、丁基橡胶并用，具有共硫化能力。

【基本特性】

① 卤化丁基橡胶仍保持丁基橡胶的固有特性，但硫化速度加快。溴化丁基橡胶的硫化速度比氯化丁基橡胶的更快。

② 卤化丁基橡胶的自黏性和互黏性提高，而溴化丁基橡胶的黏合性比氯化丁基橡胶更好。

③ 能与其他不饱和橡胶并用共硫化。

④ 由于硫化密致性好，耐热性好，撕裂强度提高。

⑤ 采用氧化锌硫化交联，也可用硫黄促进剂硫化体系硫化。

⑥ 比丁基橡胶的成本高，价格贵。

【应用范围】 主要用于无内胎轮胎的气密层（内衬里）、耐热内胎、耐热软管和输送带、胎侧、贮槽衬里、药用瓶塞、防振垫、胶黏剂和密封材料等。

【性能参数】

项 目	氯化丁基橡胶	溴化丁基橡胶	项 目	氯化丁基橡胶	溴化丁基橡胶
门尼黏度			300%定伸应力/MPa	4.7	
ML(1+8)100℃	51~60		Cl 结合量/%	1.1~1.3	
ML(1+8)125℃	44~53	42~52	Br 结合量/%		2
相对密度	0.92	0.93	灰分/%	0.5	0.5
不饱和度(摩尔分数)/%	1.7		水分/%	0.3	0.3
平均分子量 $\bar{M}_v/\times 10^4$	40~45		稳定剂/%	0.01~0.2	1.7

【配方示例】

(1) 基本鉴定配方 ASTM D 3958—85 规定鉴定配方如下。

氯化丁基橡胶或溴化丁基橡胶	100	硬脂酸	1
氧化锌	5	工业参比炭黑	40

(2) 应用配方

① 无内胎轮胎内衬里胶料配方

配方 ^①	A	B	活性氧化镁	—	0.5
氯化丁基橡胶 1068	100	—	Vultac5 ^②	—	1
溴化丁基橡胶 X2	—	65	硬脂酸	1	1
天然橡胶	—	35	通用炉黑	65	70
硫黄	0.4	—	重质碳酸钙	—	50
促进剂 DM	1.25	1	石蜡烃油	12	12
氧化锌	3	5	Pentalyn A ^③	7	—

① 配方 A 适于全钢丝子午胎或斜交胎，配方 B 适于乘用车子午胎。

② 烷基苯酚二硫化物，含硫 23%~28%，硫化剂，也可改进并用胶的均匀性。

③ 胶黏剂，松香酸和季戊四醇的酯。

② 内胎胶料配方

	耐热内胎	载重胎内胎		耐热内胎	载重胎内胎
氯化丁基橡胶 1068	100	—	活性氧化镁	—	0.4
溴化丁基橡胶 X2	—	100	硬脂酸	2	1
氧化锌	10	3	通用炉黑	60	—
促进剂 TMTD	—	0.25	高结构通用炉黑	—	67.5
促进剂 DM	—	0.75	石蜡油	20	22.5

③ 硫化胶囊胶料配方

氯化丁基橡胶 1066	90	85	硬脂酸	1	1
烟片胶 1#	10	15	高耐磨炉黑	25	25
氧化锌	10	10	硬质陶土	20	40
促进剂 DM	1.5	1.5	石蜡油	5	5
Vultac 5	1	0.7			

④ 容器衬里胶料配方

溴化丁基橡胶 X2	100	硬脂酸	1	聚乙烯(AC 617)	5
处理硫黄	0.5	快压出炉黑	20	凡士林	8
氧化锌	5	热裂法炭黑	30	Neophax A ^①	10
促进剂 DM	1	二氧化硅(Hi-Sil 233)	10		
促进剂 TMTD	0.5	硫酸钡	75		

① 为特殊油膏。

⑤ 药品瓶塞胶料配方

溴化丁基橡胶 X2	100	—	煅烧陶土	—	80
氯化丁基橡胶 1068	—	100	硬质陶土	100	—
氧化锌	3	10	低分子量聚乙烯	—	10
氧化镁	—	0.1	聚乙烯(AC617)	3	—
促进剂 TMTD	0.2	—	氧化铁红	0.5	—
促进剂 ZDC	—	0.1	石蜡	2	10
硬脂酸	—	1			

⑥ 轮胎胎侧胶配方

氯化丁基橡胶 1068	30	氧化锌	3	快压出炉黑	50
三元乙丙橡胶(Vistalon 4608)	20	氧化镁	0.5	操作油	12
烟片胶 1#	45	Vultac 5	1.25	石蜡	1.5
丁苯橡胶 1502	5	促进剂 DM	0.75		
硫黄	0.5	硬脂酸	1		

【包装、贮存和运输】 参见丁基橡胶。

3.3.4 丁基橡胶的其他品种

3.3.4.1 交联丁基橡胶

该产品首次于 1967 年以商品形式问世。主要用于密封材料工业。在丁基橡胶聚合中引入第三单体二乙烯基苯，进行异丁烯、异戊二烯与二乙烯基苯三元共聚，使聚合物有一定程度的交联，并具有高的生胶强度、回弹性及抗凹陷、抗流淌性，称为交联丁基橡胶。这种丁基橡胶型材料一般可不经硫化而成型使用。也可与丁基橡胶并用。能用丁基橡胶的硫化体系硫化，以改进丁基橡胶的某些不足。由加拿大 Polysar 公司生产，原有两个牌号 Polysar Butyl XL-20、Polysar Butyl XL-50，但 1992 年只有 Polysar Butyl XL-20 一种了，该交联丁基橡胶在己烷中的溶解度为 20%，具有高的交联程度。主要用作非硫化密封带及其他嵌缝材料，如汽车挡风玻璃的密封带、压敏胶黏剂等。由于交联丁基橡胶本身已是部分交联，为使各配合剂分散良好，宜采用高剪切力的混炼设备。

3.3.4.2 新近开发的新品种

(1) 星形支化丁基橡胶 (star-branched butyl rubber) 丁基橡胶由于其黏弹性质导致

加工困难。由于缠结间分子量较高，它们具有低的生胶强度和低的抗蠕变性。为克服这些不足要求较高的分子量，而升高分子量将引起松弛时间增长，使加工更为困难，因此通常是采取加宽分子量分布的方法，但在丁基橡胶的聚合中难以实现。美国 Exxon 公司采取在聚合时加入聚合物支化剂的方法得到星形支化丁基橡胶，简称 SBB。它是双峰聚合物，具有高分子量支化形式和低分子量的线形组成，改进了混炼、压延、压出工艺和生胶强度/应力松弛关系。现已商品供应，并已扩大到卤化丁基橡胶的星形支化。其商品牌号为：

SBIIR 4266 和 SBIIR 4268 为星形支化丁基橡胶；

SBCIIR 5066 为星形支化氯化丁基橡胶；

SBBIIR 6222 和 SBBIIR 6255 为星形支化溴化丁基橡胶。

(2) 新的异丁烯共聚物 为改进轮胎胎侧胶的耐老化性和耐臭氧老化性以及耐屈挠性，Exxon 公司近来研究开发出新的异丁烯共聚物，即异丁烯与对甲基苯乙烯共聚物，简称 XP-50。并在聚合时严格控制溴化得到溴化共聚物，简称 Br-XP-50。可用各种硫化体系硫化，所得胶料耐老化性和耐屈挠性有显著提高。实验室评价其用在轮胎黑胎侧胶时的性能较好，由于主链完全饱和，所以完全耐臭氧老化、耐屈挠和龟裂增长，具有高滞后和更大的硫化幅度，被认为是具有发展前途的品种。

3.4 乙丙橡胶

乙丙橡胶 (ethylene-propylene rubber) 是以乙烯和丙烯为单体的共聚物。有二元乙丙橡胶和三元乙丙橡胶之分。乙烯和丙烯的共聚物，代号为 EPM；乙烯、丙烯和少量非共轭二烯烃第三单体的共聚物，代号为 EPDM，统称为乙丙橡胶 (EPR)。纳塔于 1954~1955 年合成了乙丙橡胶；1958 年意大利 Montedison 公司生产二元乙丙橡胶，商品名为 C23；美国 Exxon 公司于 1961 年生产的二元乙丙橡胶，商品名为 EPR-404；1963 年生产出以双环戊二烯 (DCPD) 为第三单体的三元乙丙橡胶；美国 Du Pont 公司又于 1963 年建成投产以 1,4-己二烯 (1,4-hexadiene, HD) 为第三单体的三元乙丙橡胶，商品名为 Nordel，同年意大利 Montedison 公司开发出溶液法生产二元乙丙橡胶和以双环戊二烯 (DCPD) 为第三单体的三元乙丙橡胶，其后美国、荷兰、日本、德国等国多家公司先后相继建厂投产；1967 年美国 Union Carbide 公司开发成功以 1,1-亚乙基降冰片烯为第三单体的三元乙丙橡胶，并于 1968 年工业化生产；1971 年意大利 Montedison 集团公司和美国 Goodrich 公司共同开发成功悬浮法生产技术并投产。

我国于 1960 年由北京化工研究院开始研究开发，并中试成功二元乙丙橡胶、双环戊二烯型三元乙丙橡胶和 1,1-亚乙基降冰片烯型三元乙丙橡胶。1972 年在兰化公司合成橡胶厂建成 2000t/a 的生产装置，并投入商品生产，目前主要生产的是三元乙丙橡胶。

由于乙丙橡胶用途广泛，市场需要旺盛，特别是汽车部件、聚烯烃热塑性弹性体及塑料改性、单层防水材料等的需求迅速增加，20 世纪 80 年代年增长近 10%，20 世纪 90 年代也保持很高的增长速度。目前生产乙丙橡胶的国家有 10 个，生产厂家达 10 多个，1991 年总生产能力已超过 100 多万吨，仅次于丁苯橡胶、顺丁橡胶和异戊橡胶，居第 4 位，为七大合成橡胶品种之一。几乎占全部合成橡胶的 8.2%。各国乙丙橡胶的生产厂家见表 1-3-8。

表 1-3-8 2001 年世界乙丙橡胶生产厂家及生产能力

国 家	生 产 厂 家	地 址	生产能力 /(kt/a)	备 注
美国	Du Pont Dow Elastomers L. L. C.	Addil, LA	90	茂催化剂技术
	DSM Copolymer, Inc.	Plaquemine, LA	81	气相聚合技术
	Exxon Mobile Chemicals	Baton Rouge, LA	89	
	Bayer AG	Orange, TX	55	
	Uniroyal Chemical Co., Inc.	Geismer, LA	93	
日本	DSM Idemitsu	Chiba	40	
	Japan Synthetic Rubber Co.	四日市	45	
	Mitsui Chemicals Inc.	鹿岛	25	
	Sumitomo Chemical Co., Ltd.	千叶	60	
		千叶	35	
法国	SOCABU	Notre Dame de Gravenchon	85	1991 年开始 100% 属埃克森公司
意大利	Polimeri Europe S. r. l	Ferrara	85	计划扩至 100kt/a
荷兰	DSM Elastomers	Geleen	70	
德国	Bayer AG	Marl	55	
韩国	Korea Kumho Petrochemical Co., Ltd.		40	与日本合成橡胶公司及埃克森公司合资
巴西	DSM Elastomers	Triunfo	30	
中国	吉林化学工业股份有限公司有机合成厂		20	
印度	Herdillia	Herdillia	10	
俄罗斯			5	
总计			1103	

【国内生产厂家及产品牌号】

我国目前只有吉林化学工业股份有限公司有机合成厂生产乙丙橡胶，系采用日本三井化学公司技术建成，年生产能力为 3 万吨，商品名称为双力牌。

(1) 双力牌橡塑制品类乙丙橡胶

牌 号	结合乙 烯 量/%	碘值(ENB) /(g/100g)	充油量 /份	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	牌 号	结合乙 烯 量/%	碘值(ENB) /(g/100g)	充油量 /份	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]
2070	56.5~61.5	3~7	17~23	64~74	3092E	57.5~62.5	10.5~15.5	17~23	65~75 ^①
3062E	68.5~74.5	8~14		56~72	14045	53.0~59.0	19~25		38~52
3080	68.5~74.5	8~14		70~80 ^②	J-4090	53.5~58.5	20~24		60~70 ^②
3080P	68.5~74.5	8~14		70~80 ^②					

① ML(1+4)121℃。

② ML(1+4)125℃。

(2) 双力牌润滑油改进类乙丙橡胶

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	结合乙 烯量 /%	分子量分布	挥发分 /%	钒含量 /(mg/kg)	灰分 /%	剪切稳定性指数 (SSI)
J-0010(暂定)	8~12	50.0~54.0	窄	≤1.2	≤10	≤0.10	≤25
J-0020(暂定)	13~20	50.0~54.0	窄	≤1.2	≤10	≤0.10	≤30
J-0030	25~35	45.0~50.0	窄	≤0.75	≤10	≤0.10	≤35
J-0050	45~55	48.0~52.0	窄	≤0.75	≤10	≤0.10	≤45
J-0080	65~75 ^①	47.0~53.0	窄	≤0.75	≤10	≤0.10	≤55

① ML(1+4)121℃。

【国外生产厂家及产品牌号】

(1) 美国

① 美国 DSM 共聚物公司 美国 DSM 共聚物公司 (DSM Copolymer, Inc.) 与日本、荷兰及巴西的 DSM 弹性体公司的乙丙橡胶生产装置均属于荷兰 DSM 公司拥有, 总生产能力为 23 万吨/年。商品名称为 Keltan。

Keltan 乙丙橡胶性能如下。

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)125℃]	第三单体类型 ^①	结合乙烯量	不饱和度	充油量 (石蜡油)/份
312	33	ENB	低	高	
314	33	ENB	低	很高	
320	33	DCPD	低	中等	
378	33	ENB	高	高	
512	46	ENB	低	高	
514	46	ENB	低	很高	
520	46	DCPD	低	中等	
578	46	ENB	高	高	
712	63	ENB	低	高	
714	63	ENB	低	很高	
720	63	DCPD	低	中等	
740	63		中等		
778	63	ENB	高	高	
812	77	ENB	低	高	
820	74	DCPD	低	中等	
8340A	80	ENB	低	高	
4502	46	ENB	低	高	
4703	65	ENB	低	很高	
4802	77	ENB	低	高	
4903	60	ENB	低	很高	
480X100	34	DCPD	高	中等	100
40X90	48	ENB	高	很高	100
512X50	48	ENB	低	高	50
708X15	65	ENB	高	高	15
480X100	34	DCPD	高	中等	100
509X100	48	ENB	高	很高	100
512X50	48	ENB	低	高	50
708X15	65	ENB	高	高	15

① ENB 为亚乙基降冰片烯; DCPD 为双环戊二烯。

② 美国杜邦陶氏弹性体公司 美国杜邦陶氏弹性体公司 (Du Pont Dow Elastomers L. L. C.) 年生产能力为 9.0 万吨。商品名称为 Nordel 和 Nordel TP。

a. Nordel 乙丙橡胶

牌号	门尼黏度 [ML(1+4)121℃]	第三单 体类型	结合乙 烯量	不饱 和度	牌号	门尼黏度 [ML(1+4)121℃]	第三单 体类型	结合乙 烯量	不饱 和度
1040	40	HD ^①	低	中等	2522	25	HD	低	高
1070	70	HD	低	中等	2722	26	HD	高	高
1145	45	HD	中等	中等	2722P	26	HD	高	高
1320	20	HD	低	中等	2744	46 ^②	HD	高	高
1440	40	HD	低	高	2760	60 ^②	HD	高	高
1470	70	HD	低	高	2744P	46 ^②	HD	高	高
1660	58	HD	中等	高	2760P	60 ^②	HD	高	高

① HD 为 1,4-己二烯。

② ML(2+10)121℃。

b. Nordel 茂金属催化剂制乙丙橡胶

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)125℃]	结合乙烯 量/%	结合丙 烯量/%	相对 密度	用 途
NDR 3640.00	40	55	43.2	0.86	含炭黑 27 份,非结晶,可与丁基橡胶并用,改善汽车部件及轮胎内胎的加工及硫化性能
NDR 37060.02	60	68	29	0.86	适合于要求低模量、良好延伸性能的制品
DEL IP 3670	65~75	56.7~59.7		0.86	微结晶,适用于压延制品
IP 3720P	20	69	30.95	0.88	低黏度,低烃含量,加工性能好,用于模压、挤出制品,也可用于热塑性材料改性
IP 3745P	45	70	30.5	0.88	半结晶,极低烃含量,分子量分布窄,用于聚乙烯、聚丙烯改性,亦可与硫化胶并用
IP 3722P	20	70.5	29	0.88	低黏度,低烃含量,适用于电线、电缆及其他模压、挤出制品
IP 3430	27	42	57	0.86	可与丁基橡胶混用,改善汽车部件及轮胎内胎的加工及硫化性能
NDR 46140.00	140	58	37	1.0	含炭黑 45 份,高分子量,硫化速率快,拉伸强度高,适用于挤出制品、软管、密封等
NDR 47085.03	85	69.5	26	0.98	粒状,含炭黑 30 份,高分子量,硫化速率快,拉伸强度高,适用于挤出制品、软管、密封件等
NDR 47100.00	100	73		0.98	含炭黑 32 份,高分子量,硫化速率快,拉伸强度高,适用于挤出制品、软管、密封件等
NDR 47130.00	130	67	28	1.0	含炭黑 35 份,高分子量,硫化速率快,拉伸强度高,适用于挤出制品、工业软管,也可用于生产动态硫化型产品
NDR 4760P.01	60	67.5	27.5	0.87	低温性能好,高强度,催化剂残余少
NDR 4820P	25	85	10.1	0.908	低黏度,流动性能好,用于热塑性橡胶及聚烯烃改性
NODEL IP 5565	65	50	42.5	0.86	适用于要求硫化速率快的挤出制品

③ 美国埃克森美孚化学公司 美国埃克森美孚化学 (Exxon Mobile Chemicals) 公司年生产能力为 8.9 万吨。商品名称为 Vistalon, 包括 EPM 和 EPDM。

Vistalon 乙丙橡胶性能如下。

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)125℃]	结合第三单体量 (ENB)/%	结合乙烯量 /%	分子量分布	充油量 (石蜡油)/份
MDV 706	42		65	窄	
MDV 91-9	18		59.3	窄	
404	28		44.5	很宽	
785	30		49	窄	
703	21		72.5	窄	
707	22.5		71.8	很宽	
805	33		78	窄	
878	51		60	很宽	
1703P	25	0.9	76.8	很宽	
2504W	25	3.8	55.5	宽	
2727	44	2	56.5	宽	
3708	52	3.4	70	宽	
4709	78	4.4	75	窄	
4600	90	4.5	60	双峰	
5600	72	5	68.5	宽	

续表

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)125℃]	结合第三单体量 (ENB)/%	结合乙烯量 /%	分子量分布	充油量 (石蜡油)/份
5730	36	5	68.5	宽	30
6505	53	9.2	57.5	中等	
7000	59	5	73	窄	
7500	82 ^①	5.7	55.5	双峰	
7800	20	6	79	双峰	
8600	81 ^①	8.9	57.5	双峰	15
8609	83	8	68.3	双峰	
8700	51	8	63	双峰	
8800	73	10	53.5	双峰	
9500	72	10	60	双峰	
3666	52	4.5	64	中等	75
3666B	50	4.2	63	中等	75

① ML(1+8)125℃。

④ 美国尤尼洛伊尔化学公司 美国尤尼洛伊尔化学公司 (Uniroyal Chemical Co., Inc.) 年生产能力为 9.3 万吨。商品名称为 Royalene。

a. Royalene 乙丙橡胶 A

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)125℃]	第三单体类型	结合乙烯量	不饱和度	充油量 (石蜡油)/份
301-T	40	DCPD	中等	中等	
502	59	ENB	中等	中等	
505	55	ENB	中等	很高	
509	55	ENB	高	很高	
512	57	ENB	中等	中等	
525	65	ENB	中等	很高	
539	70	ENB	高	中等	
552	50	ENB	高	中等	
556	60	ENB	高	中等	
563	75	ENB	低	中等	
400	37	DCPD	中等	中等	100
637	41	ENB	高	中等	75
645	52	ENB	中等	高	75
400	37	DCPD	中等	中等	100
637	41	ENB	高	中等	75
3345	52	ENB	中等	高	75

b. Royalene 乙丙橡胶 B

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	第三单体类型	结合乙烯量	不饱和度	充油量 (石蜡油)/份
501	52	ENB	中等	中等	30
521	45	ENB	低	中等	
535	55	ENB	中等	很高	
580-HT	60	ENB	低	低	
622P	55	ENB	高	中等	

(2) 德国 德国拜耳公司 (Bayer AG) 生产 EPM/EPDM, 总生产能力为 11 万吨/年。商品名称为 Buna EP T 和 Buna EP G。

① Buna 二元共聚乙丙橡胶

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)125℃]	结合乙烯量/%
EP G2050	24	52
EP T2070	22	68
EP T2070P	22	68

② Buna 三元共聚乙丙橡胶

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4) 125℃]	结合第三单 体量(ENB) /%	结合乙 烯量/%	充油量 /份	牌 号	门尼黏度 [ML(1+4) 125℃]	结合第三单 体量(ENB) /%	结合乙 烯量/%	充油量 /份
EP G6170	59	1.5	72		EP T5459	54	4	59	100
EP C-6170C	59	1.5	72		EP T6465	53	4	64	50
EP T2370	16	3	72		EP T6470	57	4.5	68	
EP T2370P	16	3	72		EP T6470P	55	4.5	68	
EP T6250	55	2	60		EP G9650	87	6	53	
EP G2470	24	4	69		EP T6650	63	6.5	53	
EP G3440	28	4	48		EP T9650	94	6.5	53	
EP G3473	34	4.5	69	30	EP G3850	28	8	48	
EP G3569	30	5	66	100	EP G3963	34	9	66	30
EP G5450	46	4.5	52		EP G5962	51	9	64	25
EP G5455	46	4.5	55	50	EP G6850	60	8	51	
EP G5567	46	5	66	75	EP G6950	60	9	52	
EP G6470	59	4.5	71		EP T3950	33	11.5	56	
EP G8450	76	4.5	53		EP T4952	38	9.5	51	15
EP G8460	81	4.5	66		EP T4969	43	10	62	100
EP T2450	22	4	59		EP T6850	60	8	53	
EP T2460	21	4	62						

(3) 意大利 意大利 Polimeri Europe S.r.l 公司年生产能力为 8.5 万吨, 生产 EPM/EPDM。商品名称分别为 Dutral CO 和 Dutral TER。

① Dutral 乙丙橡胶 A

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)125℃]	第三单体类型	结合乙烯量	不饱和度	充油量 (石蜡油)/份
CO 029	65		高		
CO 038	60		高		
CO 059	79		低		
CO 051	115		低		
TER 4028	60	ENB	高	中等	
TER 4038	60	ENB	高	中等	
TER 4046	41	ENB	低	中等	
TER 4048	60	ENB	中等	中等	
TER 4049	76	ENB	低	中等	
TER 9049	66	ENB	低	很高	
CO 554	31	ENB	低		100
TER 4334	28	ENB	高	中等	43

续表

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)125℃]	第三单体类型	结合乙烯量	不饱和度	充油量 (石蜡油)/份
TER 4436	43	ENB	高	中等	67
TER 4535	32	ENB	高	中等	100
TER 6235	33	ENB	高	高	35
TER 6537	43	ENB	高	高	100
CO 554	31		低		100
TER 4334	28	ENB	中等	中等	43
TER 4436	43	ENB	高	中等	67
TER 4535	32	ENB	高	中等	100
TER 6235	33	ENB	高	高	35
TER 6537	43	ENB	高	高	100

② Dutral 乙丙橡胶 B

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	第三单 体类型	结合乙 烯量	不饱 和度	牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	第三单 体类型	结合乙 烯量	不饱 和度
CO 033	30		高		CO 053	41		低	
CO 034	44		高		TER 4033	30	ENB	高	中等
CO 043	34		低		TER 4044	44	ENB	中等	中等
CO 058	44		低		TER 4054	50	ENB	低	低
CO 058	80		低		TER 9046	67	ENB	中等	中等

(4) 日本

① 日本合成橡胶公司 日本合成橡胶公司 (Japan Synthetic Rubber Co.) 的乙丙橡胶生
产能力为 4.5 万吨/年和 2.5 万吨/年, 商品名称为 JSR。

a. JSR 乙丙橡胶 A

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	第三单 体类型	结合 乙 烯 量	不饱 和 度	用 途
EP 01P	19		高		非污染树脂混合型, 用于聚烯烃改性
EP 02P	24		高		非污染树脂混合型, 用于聚烯烃改性
EP 07P	70		高		非污染树脂混合型, 用于聚烯烃改性
EP 11	40		低		电线电缆、耐热制品
EP 21	38	ENB	中等	高	电线电缆、汽车部件、海绵制品
EP 22	42	ENB	中等	中等	各种工业用品、汽车部件、挤出成型品
EP 24	65	ENB	中等	中等	
EP 25	90	ENB	中等	高	汽车部件、挤出成型品
EP 27	105	ENB			耐热软管、洗衣机软管、窗用密封条、各种汽车部件
EP 103AF ^①	92	ENB			耐热软管、洗衣机软管、窗用密封条、各种汽车部件
EP 33	45	ENB	中等	很高	白胎侧、垫片、填料、盖条、海绵制品
EP 35	83	ENB	中等	很高	白胎侧、垫片、填料、盖条、海绵制品、窗用密封条
EP 37C	100	ENB	中等	很高	海绵制品、工业用品、窗用密封条
EP 43	47	ENB	中等	低	内胎、防水材料、耐热带
EP 51	38	ENB	高	高	电线电缆、各种挤出制品
EP 57C(EP 57F)	90	ENB	高	中等	耐热管、窗用密封条、各种挤出制品
EP 57P	88	ENB	高	中等	塑料改性
EP 65	74	ENB	中等	很高	海绵、工业用品、窗用密封条
EP 75F	85	DCPD	中等	高	屋顶材料、防水材料、内胎
EP 86	47	DCPD			屋顶材料、防水材料、内胎
EP 912P	10		高		塑料改性
EP 93	50	ENB	中等	低	内胎、防水材料、耐热带、胶辊
EP 941P	44		高		树脂改性
EP 961SP	63		高		树脂改性

① ML(1+4)120℃。

b. JSR 乙丙橡胶 B

牌 号	门尼黏度 [ML(1+8)120℃]	第三单 体类型	结合 乙烯量	不饱 和度	充油量 /份	用 途
EP 106EF	52	ENB	中等	中等	40	海绵制品、一般挤出制品、窗用密封条
EP 107F	75	ENB	中等	中等		挤出制品
EP 96	53	ENB	高	高	50	汽车部件、一般挤出制品、窗用密封条
EP 98	62	ENB	高	高	75	海绵制品、一般挤出制品、窗用密封条
EP 801E	52	ENB/DCPD	中等	中等	20	海绵制品

② 三井化学公司 三井化学公司 (Mitsui Chemicals Inc.) 的生产能力为 6.0 万吨/年, 商品名称为 Mitsui-EPT。

MitsuiEPT 乙丙橡胶的性能如下。

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)125℃]	第三单体类型	结合乙烯量	不饱和度	充油量 (石蜡油)/份
0045	26	DCPD	低		
1035	20	DCPD	中等	中等	
1045	25	DCPD	中等	中等	
1060	37	DCPD	中等	中等	
1070	49	DCPD	中等	中等	
1071	53	ENB	中等	中等	
3045	25	ENB	中等	中等	
3070	48	ENB	中等	中等	
3091	60	ENB	中等	中等	
3095	68	ENB	低	中等	
4010	4	ENB	中等	很高	
4021	13	ENB	低	很高	
4045	29	ENB	中等	很高	
4070	46	ENB	中等	很高	
4095	60	ENB	中等	很高	
3012P	8	ENB	高	中等	
3042E	27	ENB	中等	中等	120
3062E	45	ENB	高	中等	120
3072E	52	ENB	高	中等	40
3090E	63	ENB	中等	中等	10
8075E	50	ENB	中等	很高	20

③ 日本住友化学公司 日本住友化学公司 (Sumitomo Chemical Co., Ltd) 的生产能力为 3.5 万吨/年, 商品名称为 Esprene。

a. Esprene 乙丙橡胶 A

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	第三单体类型	结合乙烯量	不饱和度	充油量 (石蜡油)/份
301	55	DCPD	中等	中等	
305	60	DCPD	中等	高	
400	60	DCPD			
514F	35	ENB	高	中等	
524	35	ENB	中等	中等	
501A	44	ENB	低	中等	
505A	47	ENB	低	很高	
600	63	ENB			
501	52	ENB	中等	中等	
400	53	DCPD	高	中等	100
600F	53	ENB	高	中等	100

b. Esprene 乙丙橡胶 B

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)125℃]	第三单体类型	结合乙烯量	不饱和度	充油量 (石蜡油)/份
502	62	ENB	低	中等	
505	59	ENB	低	很高	
522	58	ENB	低	中等	
532	81	ENB	低	中等	
601F	73	ENB			
606F	82	ENB			40
512F	66	DCPD	高	中等	
606 ^①	70	ENB	中等	高	
6010	63	ENB	高	中等	

① ML(1+4)121℃。

(5) 巴西 巴西 Nitriflex S. A. Industria e Comercio 公司生产能力为 3.0 万吨/年。
巴西 DSM 共聚物公司乙丙橡胶性能如下。

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)125℃]	第三单体类型	结合乙烯量	不饱和度	充油量 (石蜡油)/份
EP-24	40	ENB	中等	中等	
EP-27	68	ENB	中等	中等	
EP-28	75	ENB	中等	中等	
EP-39	88	ENB	中等	很高	
EP-43	28	ENB	低	低	
EP-57	61	ENB	高	中等	
EP-65	49	ENB	中等	很高	
EP-66	60	ENB	中等	很高	
EP-67	65	ENB	高	中等	
EP-47	51	ENB	高	高	
EP-96	56	ENB	高	高	

(6) 印度 印度 Herdillia Unimers 公司的乙丙橡胶生产装置年生产能力为 1 万吨。
Herdillia Unimers 公司乙丙橡胶产品性能如下。

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)125℃]	第三单体类型	结合乙烯量	不饱和度	充油量 (石蜡油)/份
H-301T	40	DCPD	高	低	
H-502	60	ENB	中	中等	
H-512	60	ENB	高	中等	
H-521	45 ^①	ENB	低	中等	
H-525	65	ENB	低	高	
H-539	73	ENB	高	中等	
H-545	65	ENB	低	很高	
H-552	50	ENB	高	中等	
H-563	75	ENB	低	中等	
H-580HT	60 ^①	ENB	低	低	
H-581	50 ^①	ENB	低	低	
H-622	55 ^①	ENB	高	中等	
H-633	55	ENB	高	高	
H-645	52	ENB	高	很高	

① ML(1+4)100℃。

(7) 俄罗斯 俄罗斯 Nizhnekamsknehekhim 公司乙丙橡胶性能如下。

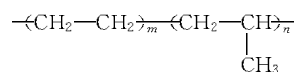
牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	第三单体类型	结合乙烯量/%	不饱和度/%
EPDM-50	46~55	DCPD	46.1~53.3	6.5
		ENB	46.8~54	4.9
EPDM-60	56~65	DCPD	46.1~53.3	6.5
		ENB	46.8~54	4.9
EPDM-70	66~75	DCPD	46.1~53.3	6.5
		ENB	46.8~54	4.9

3.4.1 二元乙丙橡胶

二元乙丙橡胶 (ethylere-propylene rubber) 系以乙烯和丙烯在齐格勒-纳塔催化剂引发下共聚合而成, 代号为 EPM。聚合物分子不含双键, 是一种完全饱和的橡胶, 因而具有优异的耐热性、耐臭氧性、耐天候性等许多特性, 但由于不能用硫黄硫化体系硫化而限制了其更多的使用。近年新开发的悬浮法聚合, 是在一定压力和温度下, 将乙烯溶解于丙烯中进行共聚合而得。

二元乙丙橡胶也有充油的, 所用油品采用链烷烃油 (石蜡油); 充油量大, 但生产的充油胶品种牌号很少。

【结构】 二元乙丙橡胶的分子结构为



它是一种无定形的非结晶橡胶, 其分子主链上乙烯单元与丙烯单元呈无规排列。

【品种牌号】 二元乙丙橡胶按丙烯含量分高、中、低三种, 聚合物的门尼黏度也有低、中、中高和很高之别, 并有充油的乙丙橡胶。国内外二元乙丙橡胶的生产厂家和主要品种牌号见表 1-3-9。

表 1-3-9 国内外二元乙丙橡胶的生产厂家和主要品种牌号

商品名称	污染性	结合丙 烯量① /%	门 尼 黏 度		油		生 产 厂 家	备 注
			ML(1+4)	ML(1+8)	类型	充油量份		
团结牌 EPM								
2007		20~30	65~75(100℃)				兰化公司合成橡胶厂	耐热输送 带, 电线护套, 聚烯烃活性 剂, 耐热胶布, 电线
3005		30~40	45~55(100℃)				兰化公司合成橡胶厂	
4003		40~50	30~40(100℃)				兰化公司合成橡胶厂	
5005		50~60	≤50(100℃)				兰化公司合成橡胶厂	
5006		50~60	≤60(100℃)				兰化公司合成橡胶厂	
JSR								
EPP12P	非污染	22	10(100℃)				JSR	
EP01P	非污染	22	19(100℃)				JSR	
EP02P	非污染	26	24(100℃)				JSR	
EP07P	非污染	27	70(100℃)				JSR	
EP11	非污染	49	40(100℃)				JSR	
Kepr								
KEP010P	非污染	22	19(100℃)				KE	
KEP020P	非污染	26	24(100℃)				KE	
KEP070P	非污染	27	70(100℃)				KE	
KEP110	非污染	49	40(100℃)				KE	

续表

商品名称	污染性	结合丙烯量① /%	门尼黏度		油		生产厂家	备注
			ML(1+4)	ML(1+8)	类型	充油量份		
Buna AP301	非污染	M	75(100℃)				BW	耐热输送带, 电线护套, 聚烯烃活性剂, 耐热胶布, 电线
Dutral CO								
054	非污染	H	44(100℃)				M	
034	非污染	L	42(100℃)				M	
038	非污染	L	65(121℃)				M	
038/FF	非污染	L	65(121℃)				M	
554P	非污染	H	18(180℃)		链烷烃	100	M	
Polysar 306	非污染	L		36(100℃)			PG	
Esprene 201	非污染	H	43(100℃)				SU	
Keltan 740	非污染	M	63(100℃)					
Mitsui 0045	非污染	51	38(100℃)				MI	
SKEP								
30	非污染		30(100℃)				RU	
40	非污染		40(100℃)				RU	
50	非污染		50(100℃)				RU	
60	非污染		60(100℃)				RU	
Vistalon								
404	非污染	60		26(125℃)			ECA	
457	非污染	55		28(125℃)			ECA	
503	非污染	50		33(125℃)			ECA	
707	非污染	35		25(125℃)			ECA	
719	非污染	25		54(125℃)			ECA	

① 结合丙烯量：L 表示低；M 表示中；H 表示高。

【加工与配合】 二元乙丙橡胶混炼加工无困难，可采用一般混炼法，也可采用逆混法，逆混法尤适于配用大量填料和油的胶料。压出、压延容易，也可进行注压。适于高温硫化。因系饱和橡胶，不能用硫黄促进剂硫化体系，而需采用有机过氧化物进行硫化交联。胶料中需加入炭黑补强剂。增塑剂通常使用链烷烃油（石蜡烃油）或环烷烃油。高分子量的二元乙丙橡胶可大量加入油类。

【基本特性】

- ① 聚合物的相对密度是商品橡胶中最小的。
- ② 耐臭氧老化性能优异，比氯丁橡胶、丁基橡胶好。
- ③ 耐候性、耐氧化性很好，耐热性、低温特性优良。
- ④ 耐化学药品性、电绝缘性能好。
- ⑤ 不能用硫黄硫化，采用有机过氧化物硫化交联。
- ⑥ 黏性差。

【应用范围】 主要用于电线、电缆，建筑材料，汽车零部件和工业制品，以及与树脂共混、聚烯烃的活性剂等。

【性能参数】**(1) 原料橡胶**

聚合形式	加成聚合	共聚合组成比(乙烯单元组成)/%	40~60	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	38~83
聚合方法	配位负离子			相对密度	0.85~0.86

(2) 配合橡胶

300%定伸应力/MPa	11.4~16.2	压缩永久变形(100℃×22h)/%	25~40	电导率(1kHz)/(S/cm)	3.34
拉伸强度/MPa	15.1~20.8	回弹性/%	51~58	介电损耗角正切(1kHz)	0.0079
扯断伸长率/%	310~420	伸长率变化率(150℃×72h)/%	-79~-17	介电强度/(kV/mm)	40
撕裂强度/(kN/m)	34.3~43.1	耐臭氧老化(50pphm,50℃)	178h 发生龟裂	体积电阻率/ $\times 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$	0.156
硬度(JISA)	62~90				

【配方示例】

(1) 基本鉴定配方

① 我国企业标准检验配方

二元乙丙橡胶	100	氧化镁	5
过氧化物 DCP(40%)	6	高耐磨炉黑	70
硫黄	0.3		

② 美国 Exxon 公司二元乙丙橡胶检验配方

二元乙丙橡胶	100	硬脂酸钙	1
Di-Cup40C ^①	6.5	半补强炉黑	60
硫黄	0.3		

① 为 40%过氧化二异丙苯加 60%沉淀碳酸钙。

③ 意大利 Dutral Co 034 配方

Dutral Co 034	100	氧化锌	5
过氧化物二异丙苯 DC-40	6.5	高耐磨炉黑	50
硫黄	0.3		

(2) 应用配方

Dutral Co 054	100	硫黄	0.37	硬脂酸	0.5	MB ^③	2
Poroximon F-40 ^①	5	氧化锌	5	Flectol H ^②	0.5	高耐磨炉黑	50

① 为 40% (质量分数) 过氧化物 2,2-对(叔丁基过氧化)-间,对二异丙苯加 60% (质量分数) 惰性载体。

② 为防老剂 1,2-二氢化-2,2,4-三甲基喹啉聚合物。

③ 为防老剂 2-巯基苯并咪唑。

【包装、贮存和运输】 乙丙橡胶包装为袋装,用复合袋或聚丙烯编织袋,均内衬聚乙烯薄膜,每包橡胶净重(25.0±0.5)kg。每包外应标明产品名称、商标、牌号、净重、生产厂名称、制造生产日期和批号等。

贮存应成垛成行堆放,保持一定行距,其高度不多于 10 块胶,应放在常温、通风、干燥、清洁的仓库中,严禁露天堆放和日光照射。

运输过程中应采取措施,防止日光照射和雨水淋泡,运输车辆应整洁,避免包装破损和混入杂物。质量保证期自生产日起为两年。

3.4.2 三元乙丙橡胶

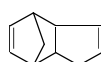
三元乙丙橡胶(ethylene-propylene diene methylene, ethylene-propylene terpolymer)系乙烯和丙烯在齐格勒-纳塔催化剂引发下,加入少量非共轭二烯烃第三单体共聚合而得,代号为 EPDM,也有称 EPT 的。所用第三单体非共轭二烯烃有 1,4-己二烯(1,4-HD 或 HD)、双环戊二烯(DCPD)和 5-亚乙基-2-降冰片烯(ENB)。三元乙丙橡胶也有充油橡胶的品种,充油橡胶可大量填入各种填料,从而降低成本。所用的油类一般为环烷烃油和链烷烃油,充油量为(10~100)份/100 份胶。芳烃油因与乙丙橡胶相容性差,所以不采用。由于三元乙丙橡胶对油的承受能力高,所以充油量也高,使用时可大量混入填料,从而降低成本。

三元乙丙橡胶也可按含丙烯(或乙烯)量不同而有低、中、高之别。根据门尼黏度大小,也有高、中、低之分,根据结合第三单体量(或碘值)又有低、中、高和很高之分。如

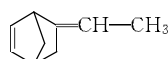
意大利 Dutral 公司生产的 Dutral TER 表示三元乙丙橡胶，TER 044/E 中的 E 表示亚乙基降冰片烯型，TER 后缀第一位数字：0 表示无油，3 表示 30% 油，5 表示 50% 油；后缀第二位数字：3 表示 30% 丙烯，4 表示 40% 丙烯，5 表示 50% 丙烯；后缀第三位数字：4 表示 $ML(1+4)100^{\circ}C$ 为 40，8 表示 $ML(1+4)100^{\circ}C$ 为 80。另外 E2 表示亚乙基降冰片烯的量为正常量的两倍，E3 表示亚乙基降冰片烯的量为正常量的 3 倍。其数字后缀的字母 EP 表示易加工的；FF 表示自由流动的。

【结构】 三种非共轭二烯烃第三单体的化学结构如下。

- ① 1,4-己二烯(1,4-HD) $H_3C-CH=CH-CH_2-CH=CH_2$ 为 Du Pont 公司一家使用。
② 双环戊二烯(DCPD)

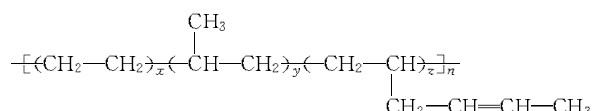


- ③ 1,1-亚乙基降冰片烯 (ENB)

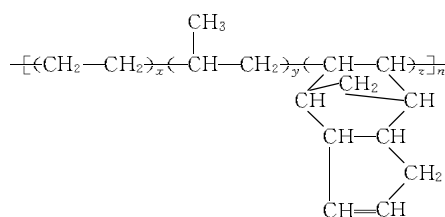


三元乙丙橡胶的分子结构分别如下。

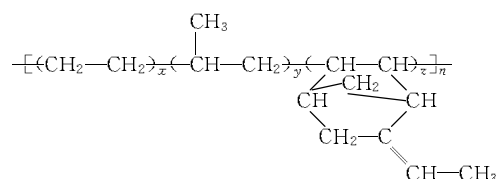
- ① 1,4-己二烯型三元乙丙橡胶 (HD-EPDM)



- ② 双环戊二烯型三元乙丙橡胶 (DCP-EPDM)



- ③ 1,1-亚乙基降冰片烯型三元乙丙橡胶 (ENB-EPDM)



主链是饱和的，而侧基是不饱和的，因而可与硫黄促进剂硫化。

【加工与配合】 三元乙丙橡胶的加工工艺性能与二元乙丙橡胶相似。由于三元乙丙橡胶侧基含有不饱和性的双键，能用硫黄促进剂硫化，也可采用过氧化物交联，是无定形弹性体，拉伸时不会结晶，因此要求加入补强填料，如炭黑、硅酸盐和碳酸钙等。因槽黑呈酸性，影响过氧化物硫化，要慎重使用。增塑剂通常使用链烷烃油（石蜡烃油）或环烷烃油，要求油必须是极性物含量低、挥发性物含量少。增黏剂宜用非反应性酚醛树脂，如烷基酚醛树脂。可与丁基橡胶、卤化丁基橡胶并用，也可与天然橡胶、丁苯橡胶、丁腈橡胶、不饱和氯丁橡胶并用，从而改善胶料的耐臭氧性和耐化学性。并可与塑料并用，尤与聚丙烯并用更为重要。

【基本特性】

① 三元乙丙橡胶的相对密度小 (0.85~0.86), 仍具有二元乙丙橡胶的耐臭氧性、耐候性、耐热性和耐化学稳定性等特性。

② 可采用硫黄促进剂硫化体系硫化, 也可用有机过氧化物交联, 从而制得高强度的制品。

③ 耐低温性好, 电绝缘性能也好。

④ 配合时有容纳高量填料和油类的承受能力。

⑤ 可与不饱和橡胶、低不饱和橡胶和塑料相容并用。

⑥ 由于硫化胶表面良好, 具有高的物性, 适于制作发泡制品。

⑦ 未硫化胶黏性差。

【应用范围】 主要用于汽车工业、电线电缆工业、建筑和防水材料、工业橡胶制品、民用制品, 可与其他橡胶和塑料树脂等并用或共混, 还可用作添加剂等。

【性能参数】

(1) 原料橡胶

聚合形式	加成聚合	玻璃化温度 $T_g/^\circ\text{C}$	-58~-50	气透性(30°C, 相对天然 H ₂ , 82; O ₂ , 橡胶)/%	160; N ₂ , 133
聚合方法	配位负离子	脆性温度/ $^\circ\text{C}$	-90	电导率(1kHz)/(S/cm)	2.2
聚合体系	溶液, 悬浮	比热容/[J/(g·°C)]	2.2	介电损耗角正切(1kHz)	0.0015
共聚合组成比(乙烯组成)/%	40~60	线膨胀系数/ $\times 10^{-4}/^\circ\text{C}$	8.5	介电强度/(kV/mm)	28
相对密度	0.85~0.86	热导率/[J/(cm·s·°C)]	8.5×10^{-4}	介电强度/(kV/mm)	28
		折射率 n_D	1.48	体积电阻率/ $\times 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$	50

(2) 配合橡胶

弹性模量动态/MPa	4.9	硬度(JISA)	40~90	电导率(1kHz)/(S/cm)	3.36
300%定伸应力/MPa	8.8~16.2	压缩永久变形(70°C×22h)/%	5~20	介电损耗角正切(1kHz)	0.0297
拉伸强度/MPa	9.0~20.8	回弹性/%	50~55	介电强度/(kV/mm)	40
扯断伸长率/%	240~420	伸长率变化率(100°C×72h)/%	-79~-53	体积电阻率/ $\times 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$	0.156
撕裂强度/(kN/m)	24.5~43.1				

【配方示例】

(1) 基本鉴定配方 美国 ASTM D3568—86 和 JSO 4097—1980 (E) 规定基本鉴定配方如下。

配 合 剂	ASTM			配 合 剂	ASTM		
	配方 1 ^①	配方 2 ^②	配方 3 ^③		配方 1 ^①	配方 2 ^②	配方 3 ^③
三元乙丙橡胶	100	100	100+y ^②	硬脂酸	1	1	1
硫黄	1.5	1.5	1.5	高耐磨炉黑	80	100	80
促进剂 TMTD	1	1	1	环烷烃油 (ASTM 103)	50	75	50-y
促进剂 M	0.5	0.5	0.5	合计	239	284	239
氧化锌	5	5					

① 配方 1 适用于通用的三元乙丙橡胶, 配方 2 适用于结合乙烯量大于 67% (高生胶强度) 的三元乙丙橡胶; 配方 3 适用于充油三元乙丙橡胶。

② y 为充油母炼胶中每 100 份胶的充油数, 如 y 大于 50 份, 配方 3 即不需再加油。

国产 DCPD 型三元乙丙橡胶的基本鉴定配方规定如下。

三元乙丙橡胶(DCPD型)	100	促进剂 M	0.5	高耐磨炉黑	50
硫黄	1.5	氧化锌	5		
促进剂 TMTD	1.5	硬脂酸	1		

(2) 应用配方

① 白胎侧胶料配方

ENB-EPDM	20	硫化剂(Vultac) ^①	5	煅烧陶土	30
天然橡胶(SMR5)	60	氧化锌	5	水合硅酸镁	8
氯化丁基橡胶(1066)	20	氧化镁	0.5	滑石粉	20
硫黄	0.5	硬脂酸	1	群青	0.2
促进剂 MBTS	0.75	二氧化钛	32		

① 为烷基苯酚二硫化物，含 23%~28% 硫黄。

② 轮胎内胎胶料配方

	1	2		1	2		1	2
Esprene EPDM 301	20	—	促进剂 TMTD	1.5	1.5	通用炉黑	70	89
Esprene EPDM 400	—	20	促进剂 MBT	0.5	0.5	软化剂(Circoso142XH) ^①	30	30
丁基橡胶	80	80	氧化锌	5	5	增黏剂(Tackloi EP-30)	3	3
硫黄	1.5	1.5	硬脂酸	1	1			

① 为环烷烃油。

③ 高压电缆胶料配方

Esprene 301	100	过氧化二异丙苯(40%)	7	氧化锌	5	滑石粉	100
硫黄	0.3	醌硫化剂	0.5	硬脂酸	1	石蜡油	20

④ 电线胶料配方

ENB-EPDM	100	氧化锌	5	煅烧陶土	120
过氧化二异丙苯(40%)	7	硬脂酸	1	石蜡油	6
二苯甲酰对醌二脒	1.5	高耐磨炉黑	5	石蜡	5

⑤ 耐高温输送带胶料配方

ENB-EPDM	47.5	促进剂 MBT	2	不污染高定伸半补强炉黑	50
充油 ENB-EPDM	72.5	促进剂 TMTD	1.25	石蜡油	20
氯磺化聚乙烯(HypMon 40)	5	氧化锌	5		
硫黄	0.5	高耐磨炉黑	20		

⑥ 防水卷材胶料配方 (屋顶)

DCPD-EPDM(EPT 1070)	80	促进剂 M	0.5	半补强炉黑	60
丁基橡胶(Polysar 400)	20	氧化锌	5	环烷烃油	60
硫黄	1.5	硬脂酸	1		
促进剂 TMTD	1.5	快压出炉黑	30		

⑦ 蒸汽胶管内外胶料配方

DCPD-CFDM	50	促进剂 TMTD	2	半补强炉黑	20
丁基橡胶	50	氧化锌	15	机油	15
硫黄	1	硬脂酸	2	松焦油	4
促进剂 MBT	2	高耐磨炉黑	60	石蜡	2

【包装、贮存和运输】 参见二元乙丙橡胶。

3.4.3 改性乙丙橡胶

由于乙丙橡胶是饱和橡胶，硫化交联困难，虽然加入非共轭二烯烃第三单体共聚合的三元乙丙橡胶（如亚乙基降冰片烯型三元乙丙橡胶）已成功地解决了硫化速度慢和与其他二烯

类橡胶的共硫化等问题，但其合成技术复杂，价格昂贵。因此近年来各国都在探求乙丙橡胶改性，以改善其不足。已报道的有溴化乙丙橡胶、氯化乙丙橡胶、氯磺化乙丙橡胶、丙烯酸改性乙丙橡胶和丙烯酸酯改性乙丙橡胶等，但迄今未见工业生产或商品供应。

3.5 乙烯-乙酸乙烯酯橡胶

乙烯-乙酸乙烯酯共聚物也称乙烯-乙酸乙烯酯弹性体。系由乙烯和乙酸乙烯酯共聚合而成，简称 EVA 或 VAE，也有称 E/VA 或 EVAc。因共聚物分子链中含有足够的起物理交联作用的聚乙烯结晶，因而具有热塑性，有的学者将其归于热塑性弹性体一类中。也有学者将其作为乙烯为基础的共聚物，而与乙丙橡胶归于一类。为便于叙述，将它安排在乙丙橡胶之后。当然，乙烯-乙酸乙烯酯橡胶（ethylene-vinylacetate rubber）从性能和使用情况来看，并不属于半通用合成橡胶。

新近有文献介绍：作为热塑性弹性体的乙烯-乙酸乙烯酯，简称 EVA；而作为橡胶型的乙烯-乙酸乙烯酯，简称 EVM。这是根据 ASTM、ISO 的规定，因乙烯-乙酸乙烯酯橡胶的主链是亚甲基，故以 EVM 取代。两者结构参数的差别如下。

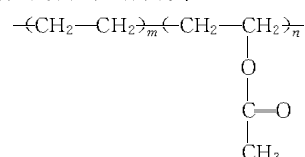
参 数	中压溶液法 (EVM)	高压本体法 (EVA)	参 数	中压溶液法 (EVM)	高压本体法 (EVA)
可能的 VA 范围/%	30~100	0~45	门尼黏度[ML(1+4)100°C]	20~35	<10
代表的 VA 范围/%	40~80	5~30	支化	较高	低
分子量	中~高	很低~中	结晶度	低~无定形	中~高

从制造方法上，乙烯-乙酸乙烯酯橡胶（EVM）是用中压溶液聚合法制得；乙烯-乙酸乙烯酯热塑性弹性体（EVA）则采用高压本体聚合法制得，本节中仍按习惯混合一起，而不分别介绍。

乙烯-乙酸乙烯酯橡胶中乙酸乙烯酯（EV）含量为 10%~70%（质量分数）。它不同于聚乙烯，结晶度低，弹性高，呈橡胶状。因具有热塑性，可用注射、挤出和吹塑等方法加工成型。目前美、日、英、德等国均有产品出售。我国也已有成批生产。

【制法】 乙烯-乙酸乙烯酯的合成方法有高压本体聚合、中压悬浮聚合、中压溶液聚合和低压乳液聚合等。其中高压本体聚合法基本上可利用聚乙烯生产装置生产，生产效率高，成本低，因而颇受重视易被采用。该法生产的乙酸乙烯酯含量为 10%~40%。低压乳液聚合法生产的乙酸乙烯酯含量可达 70%~90%。中压溶液聚合法生产的乙酸乙烯酯含量在 35%以上，乙烯-乙酸乙烯酯橡胶多采用此法生产。

【结构】 乙烯-乙酸乙烯酯橡胶的分子结构为



其中 m 、 n 的数值随生产方法不同而各不相同。乙酸乙烯酯含量 50%~70%，对于结晶度、玻璃化温度 T_g 和耐油性是最佳的选择。

【品种牌号】 乙烯-乙酸乙烯酯共聚物中乙酸乙烯酯含量在 30%（质量分数）以下，为软质塑料或热塑性弹性体，不需硫化。高乙酸乙烯酯含量（40%~70%）的为可用过氧化物交联的橡胶。

国产乙烯-乙酸乙烯酯的主要牌号见表 1-3-10。国外生产的乙烯-乙酸乙烯酯的主要商品牌号见表 1-3-11。

乙烯-乙酸乙烯酯的牌号以共聚物中乙酸乙烯酯含量和熔融指数 (melt Index, MI) 来划分。如 EVA 30/30, EVA 后的数字 30 表示乙酸乙烯酯含量为 30%, 斜线下的数字 30 表示其熔融指数为 30。

表 1-3-10 国产乙烯-乙酸乙烯酯的主要牌号^①

项 目	EVA 14/5	EVA 30/30	EVA 28/150	项 目	EVA 14/5	EVA 30/30	EVA 28/150
熔融指数/(g/10min)		30	150	拉伸强度/MPa	9.81~12.8	4.3	2.9
乙酸乙烯酯(VA)含量/%	14	30	28	扯断伸长率/%	650~700	800	500
				硬度(邵尔 A)	93	70	71
相对密度	0.935	0.953	0.950	维卡软化点/℃	100~105	90~94	89~93

① 生产单位为上海化工研究院。

表 1-3-11 国外生产的乙烯-乙酸乙烯酯的主要商品牌号

商 品 名 称	VA 含量 /%	相对 密度	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	熔融指数 /(g/10min)	生 产 厂 家	备 注
Levapren 400	40	0.98	16	2~5	Bayer AG(德) MobayCorp.(美)	电缆和其他技术橡胶制品, 优异的耐热性、耐臭氧性、耐燃性, 中度耐油
Levapren 450	45	0.98	22~30		MobayCorp.(美)	电缆和其他技术橡胶制品, 优异的耐热性、耐臭氧性、耐天候老化性, 中度耐油
Levapren 450HV	45				Bayer AG(德)	
Levapren 452	45				Bayer AG(德)	
Levapren 456	45				Bayer AG(德)	
Levapsren 500	50	0.99	20~28		Mobay Corp.(美)	电缆和其他技术橡胶制品, 优异的耐热性、耐臭氧性、耐天候老化性, 中度耐油
Levapren 500HV	50				Bayer AG(德)	
Levapren 700HV	70				Bayer AG(德)	
Levapren KA8338	70	1.06	18~30		MobayCorp.(美)	电缆及其他技术橡胶制品, 优异的耐热性、耐臭氧性、耐天候老化性, 耐油好, 有限的低温性能
Elvax resin					Du Pont(美)	热熔性胶黏剂, 密封垫, 涂料, 注模
Vynathene Ey904		0.98	20~25		U. S. Industries 化学公司(美)	过氧化物可硫化, 高耐热、低压缩变形, 耐臭氧、耐天候老化, 耐油, 适于胶管、电线电缆、柔曲泡沫等
Vynathene Ey907		1.02	20		U. S. Industries 化学公司(美)	耐油级, 用于汽车引燃电线, 冷却剂和燃料胶管, 密封圈等, 耐热、变形与 Vynathene Ey904 相似

续表

商品名称	VA含量/%	相对密度	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	熔融指数 /(g/10min)	生产厂家	备注
Evaflex						
150	33	0.97		30	三井ボソケミカル公司(日)	
210	28	0.96		400	三井ボソケミカル公司(日)	
220	28	0.95		150	三井ボソケミカル公司(日)	
250	28	0.95		15	三井ボソケミカル公司(日)	
260	28	0.95		6	三井ボソケミカル公司(日)	
310	25	0.95		400	三井ボソケミカル公司(日)	
360	25	0.95		2	三井ボソケミカル公司(日)	
410	19	0.94		400	三井ボソケミカル公司(日)	
420	19	0.94		150	三井ボソケミカル公司(日)	
450	19	0.94		15	三井ボソケミカル公司(日)	
460	19	0.94		25	三井ボソケミカル公司(日)	
550	14	0.93		15	三井ボソケミカル公司(日)	
560	14	0.93		35	三井ボソケミカル公司(日)	

【加工与配合】 可用通常的橡胶加工设备进行加工，也可采用挤出、注射和吹塑工艺加工。需硫化的要配用有机过氧化物如过氧化二异丙苯（DCP）、1,3-双（叔丁基过氧化异丙基）苯（40%）或2,5-二甲基-2,5-双叔丁基过氧化己烷（双2,5）等作硫化交联剂，并加共剂异氰脲酸三烯丙酯（TAIC）或氰脲酸三烯丙酯（TAC）。也可配合加入高结构炭黑和矿物填料，但要注意若加入酸性填充剂时，要同时适当加入碱性物质如三乙醇胺等，否则会影响过氧化物的交联效率。增塑剂癸二酸二辛酯很有效，但会使耐热性下降。可与天然橡胶和丁基橡胶并用。

【基本特性】

- ① 具有良好的柔软性、弹性、低温性能、耐屈挠性和抗冲击性等。
- ② 耐热老化性优良，可在170~180℃下连续使用。
- ③ 耐天候性、耐臭氧性、耐水蒸气性好。
- ④ 永久变形大，耐油、耐溶剂性差。

【应用范围】 主要用于制作板材、汽车零件、软管、电线电缆的包覆材料、鞋底、垫圈、填缝材料、热熔性胶黏剂、涂料以及食品包装薄膜等。

【性能参数】

(1) 原料橡胶

门尼黏度[ML(1+4)100℃]	12~20	耐热性	与丙烯酸酯橡胶相似
-------------------	-------	-----	-----------

各种橡胶的低温脆性温度比较如下。

橡 胶	脆性温度/℃	橡 胶	脆性温度/℃
天然橡胶	-60~-55	氯丁橡胶	-39~-35
聚丁二烯橡胶	-66~-55	乙烯-乙酸乙烯酯(EVA)	-70 以下
丁苯橡胶 25%结合苯乙烯	-46~-45		

(2) 配合橡胶

拉伸强度/MPa	24.5	压缩永久变形(100~180℃)	与硅橡胶相似	耐寒性(BS 2782 方法 150B)/℃	-40
扯断伸长率/%	200~600	耐热性(120℃连续)	一年间没变化		
硬度(IRHD)	60~85	耐热性(140~150℃使用)	一年间没变化		

第 4 章 专用合成橡胶

专用合成橡胶是相对于通用和半通用合成橡胶而言。这类合成橡胶具有某种突出特性如耐高温、耐热老化、耐臭氧老化、耐磨耗性、高温下耐油性、耐化学稳定性等，适于制造在专用条件下使用的橡胶部件和制品。通用合成橡胶和半通用合成橡胶通常不具备这些特性，因而不能满足某些使用要求。专用合成橡胶的产量虽不太大，可品种很多，且应用面较广，但使用量不多。归于这类合成橡胶的有：丙烯酸酯橡胶、氯磺化聚乙烯橡胶、氯化聚乙烯橡胶、聚硫橡胶、聚醚橡胶和聚氨酯橡胶等。

4.1 聚丙烯酸酯橡胶

聚丙烯酸酯橡胶 (polyacrylate rubber) 也称丙烯酸类橡胶 (acrylic rubber)，是指由丙烯酸烷基酯单体与少量具有交联活性基团单体的共聚物。聚合物主链是饱和型，且含有极性的酯基，从而赋予聚丙烯酸酯橡胶以耐氧化性和耐臭氧性，并具有突出的耐烃类油溶胀性。耐热性比丁腈橡胶高。

聚丙烯酸酯橡胶于 1948 年首先由美国 B. F. Goodrich 公司以商品形式引入，这是 1944 年实验室引入两个称为 Lactoprene EV 和 Laetoprene BN 的直接结果。EV 为丙烯酸乙酯与 2-氯乙基乙烯基醚共聚物，BN 是丙烯酸丁酯与丙烯腈共聚物。Goodrich 公司称之为 Hycar PA-21。继而以商品名称 Hycar 4021 取代 Lactoprene EV，以商品名称 Hycar 2121×38 取代 Lactoprene BN。其后美国 American Monomer 公司以 Acrylon BA-12，Acrylon EA-5 商品名称生产出售，前者为 88 : 12 丙烯酸丁酯和丙烯腈共聚物；后者为 95 : 5 丙烯酸乙酯与丙烯腈共聚物。1955 年日本东亚油漆公司也生产了丙烯酸丁酯-丙烯腈共聚物，商品名为トリアクロン (Toaacron)。1964 年日本ソケットロン公司以 Noxtile 商品名生产丙烯酸乙酯-2-氯乙基乙烯基醚共聚物。这两种丙烯酸酯橡胶都属于传统型品种。

1961 年美国 American Cyanamide 公司开发成功以氯乙酸乙烯酯作为交联用共聚单体的所谓活性氯素型聚丙烯酸酯橡胶，并于 1966 年工业化生产，商品名 Cyanacryl，分 R、L、C 三个品级，可用胺类和皂/硫黄体系硫化。此期间还开发了另一类新的共聚单体——烯炔系环氧化物供交联用，为环氧型聚丙烯酸酯橡胶，现已少见生产。

1983 年日本合成橡胶公司开发成功二烯炔系聚丙烯酸酯橡胶，商品名为 JSR AR，可用硫黄硫化，硫化速度可以调节，加工性能好。贮存稳定。

我国早于 20 世纪 60 年代即已开始研制工作，1970 年天津染化八厂进行丙烯酸丁酯与丙烯腈共聚物的中试和应用开发，其后成都科技大学和北京化工学院合成了丙烯酸酯橡胶，并在苏州助剂厂建立 200t/a 的试生产装置，四川重庆国营 816 厂建立 100t/a 生产装置，已有一定基础。

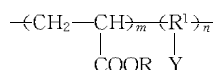
丙烯酸乙酯或其他丙烯酸酯与少量能促使硫化的单体共聚所得共聚物，代号为 ACM。丙烯酸乙酯或其他丙烯酸酯与丙烯腈的共聚物，代号为 ANM。随着工业机器使用条件的苛刻化和汽车排气法规的实施，要求橡胶部件具有耐热、耐油、耐天候老化、耐臭氧以及耐低

温等综合性能，因而聚丙烯酸酯橡胶受到重视。

4.1.1 聚丙烯酸酯橡胶

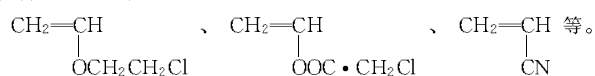
【制法】 由丙烯酸烷基酯，主要是丙烯酸乙酯（EA）或丙烯酸丁酯（BA）与少量 2-氯乙基乙烯基醚或丙烯腈共聚合而得。聚合方法有乳液聚合法、悬浮聚合法和溶液聚合法三种。乳液聚合法是生产的主要方法。共聚时常需引入第三单体以提供硫化处所，即含活性氯单体和二烯烃类单体等。

【结构】 丙烯酸酯橡胶的分子结构为



R：烷基，如 C₂H₅、C₄H₉ 等。

R¹，Y：共聚合单体组成，如



【品种牌号】 可分为两大类，一类为主要单体丙烯酸乙酯（或其他丙烯酸酯）与少量能促使硫化的单体的共聚物（ACM）；另一类为丙烯酸乙酯（或其他丙烯酸酯）与丙烯腈的共聚物（ANM）。根据所用交联共聚单体的不同又可分为含氯型、环氧型和二烯型。而每种类型又可依使用温度范围分为标准型（耐热型）、耐寒型和超耐寒型。

【国内主要生产厂家及产品牌号】

（1）吉林市油脂化学工业公司有机化工厂 吉林市油脂化学工业公司有机化工厂生产 4 个牌号的聚丙烯酸酯橡胶，商品名称为 Kaidi。

Kaidi 聚丙烯酸酯橡胶性能如下。

牌 号	耐寒级别(玻璃化温度)/℃	灰分/%	挥发分/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]
AR-01、AR-01T	标准(—15)	<0.5	<1.0	40~50
AR-02	耐寒(—20)	<0.5	<1.0	40~45
AR-03、AR-03T	耐寒(—28)	<0.5	<1.0	35~40
AR-04、AR-04T	超耐寒(—40)	<0.5	<1.0	30~35

（2）北京化工研究院 北京化工研究院聚丙烯酸酯橡胶性能如下。

牌 号	类 型	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	水分/%	凝胶含量/%
EJ 111	耐热型	50	<1	<5
EJ 121	耐热 I 型	40	<1	<5
EJ 131	耐热 II 型	35	<1	<5

（3）遂宁青龙丙烯酸酯橡胶厂 青龙牌聚丙烯酸酯橡胶性能如下。

牌 号	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	灰分/%	硬度(邵尔 A)	拉伸强度/MPa	扯断伸长率/%
AR-100	30~50	≤0.8	50~95	8~15	150~500
AR-200	30~50	≤0.8	50~95	8~15	150~500
AR-300	30~50	≤0.8	50~90	8~15	150~500
AR-400	25~45	≤0.8	45~85	6~12	100~400

（4）中国核工业建峰化工总厂 中国核工业建峰化工总厂聚丙烯酸酯橡胶性能如下。

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	灰分 /%	有机酸含量 /%	拉伸强度 /MPa	扯断伸长率 /%	压缩永久变形 (150℃×70h)/%	使用温度 /℃
JF-ACM-95	35~45	≤0.3	≤0.3	≥11	≥330	≤40	—25~180
JF-ACM-96	40~50	≤0.3	≤0.3	≥11	≥330	≤40	—20~180

(5) 成都科创精细化工有限公司 双龙牌丙烯酸酯橡胶性能如下。

牌 号	类 型	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	脆性温度 /℃	牌 号	类 型	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	脆性温度 /℃
AR-100	耐热型	60~70	-15	AR-300	耐寒型	40~50	-30
AR-200	标准型	50~60	-20	AR-400	超耐寒型	30~40	-40

【国外主要生产厂家及产品牌号】

(1) 日本瑞翁公司 日本瑞翁公司 (Nippon Zeon co., Ltd.) 在日本和美国分别建有丙烯酸酯橡胶生产装置, 商品名称分别为 Nipol 和 Hytemp。

① Nipol 丙烯酸酯橡胶

牌 号	类 型	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	特 点
AR 31	标准型	40	耐热、耐寒性好
AR 32	耐寒型	35	耐寒性好, 耐热-耐油平衡性好
AR 42	耐寒型	35	AR 32 改良型, 缩短二次硫化时间, 压缩变形好
AR 42W	耐寒型	33	AR 42 改良型, 缩短二次硫化时间
AR 51	标准型	55	AR 31 改良型, 缩短二次硫化时间
AR 53L		33	
AR 54	超耐寒型	29	超耐寒, 耐金属腐蚀性好, 挤出成型好
AR 72	耐寒型	42	耐寒, 迅速硫化型
AR 72HF		48	
AR 72LS	耐寒型	33	迅速硫化型
AR 74		33	
AR 71		50	迅速硫化型
AR 72LF		33	

② Hytemp 丙烯酸酯橡胶

牌 号	类 型	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	特 点
4051	标准型	50	皂胺、皂/硫黄硫化, 耐油性优异
4051EP	标准型	40	易加工
4051CG		30	
4451CG		30	
AR 715		50	
4052	耐寒型	40	使用温度为-34~180℃
4052EP	耐寒型	30	易加工
4053EP	超耐寒型	30	易加工, 耐油-耐寒平衡性好
4054	超耐寒型	30	

(2) 日本合成橡胶公司 日本合成橡胶公司 (Japan Synthetic Rubber Co.) 商品名称为 Arex。

Arex 丙烯酸酯橡胶性能如下。

牌号	类型	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	玻璃化温度 /℃	牌号	类型	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	玻璃化温度 /℃
AR 100	耐热型	51	-15.5	AR 212	耐寒型	42	-34.0
AR 103	耐热型	55	-15.5	AR 213	耐寒型	32	-34.0
AR 110	耐热型	51	-16.5	AR 215	耐寒型	52	-34.0
AR 115	耐热型	53	-15.5	AR 217	耐寒型	35	-34.0
AR 210	耐寒型	40	-34.0	AR 220	耐寒型	43	-33.5
AR 211	耐寒型	30	-34.0	AR 310	耐寒型	32	46.0

(3) 日本东亚油漆公司 日本东亚油漆公司 (Toa Paint Co., Ltd) 生产的丙烯酸酯橡胶商品名称为 TOA Acron。

TOA Acron 丙烯酸酯橡胶性能如下。

牌 号	类 型	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	牌 号	类 型	门尼黏度[ML(1+4)100℃]
AR 801	标准型		AR 860		
AR 825			AR 840	耐寒型	35~40

(4) 日本油封公司 日本油封公司 (Nippon Oil Seal CO., Ltd) 生产的丙烯酸酯橡胶商品名称为 Noxtite。

Noxtite 丙烯酸酯橡胶

牌 号	类 型	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	牌 号	类 型	门尼黏度[ML(1+4)100℃]
A 1095	标准型	54	PA-401	标准型	
PA-212	耐寒型	40	PA-402	耐寒型	
A-5098	标准型		PA-501	标准型	
PA-312	耐寒型	40	PA-502	耐寒型	
PA-301	标准型	45			

(5) 美国杜邦陶氏弹性体公司 美国杜邦陶氏弹性体公司 (Du Pont Dow Elastomers L. L. C.) 生产 7 个牌号的乙烯丙烯酸甲酯橡胶, 商品名称为 Vamac。

Vamac 乙烯丙烯酸甲酯橡胶性能如下。

牌 号	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	特 点 及 用 途
B-124	21	高温耐久性、耐臭氧和低温性能好,可用于管、带、密封件等
G	16	用于管、带、密封件、电线电缆、塑料改性、胶黏剂等
GR	16	用于管、带、密封件、电线电缆、塑料改性、胶黏剂等
HG	27	适于抗凹塌、压出、模压制品等
HGH-124	29	高温耐久性、耐臭氧性和低温性能好,可用于管、带、密封件等
N-123	30	高温耐久性、耐臭氧性和低温性能好,可用于管、带、密封件等
VMR-5245	53	用于管、带、密封件、电线电缆、塑料改性、胶黏剂等

【加工与配合】 聚丙烯酸酯橡胶具有热塑性, 塑炼效果不明显, 采用非胺系硫化体系的胶料, 要求用开炼机混炼, 冷辊, 加料时间尽可能短, 以免粘辊。密炼机混炼转子转速慢。压出压延工艺方便。硫化与普通橡胶基本上相同, 皂-硫黄硫化胶料可用注压硫化。平板硫化所需时间太长, 可采用先短时间平板硫化, 使胶料定型并避免出现气泡, 再进行后硫化或回火, 即在高温空气烘箱中加热相当时间, 以达到充分硫化。近来开发的如 Hy Temp 4051EP、Hy Temp 4052EP 等不要求后硫化。

由于聚丙烯酸酯的饱和性质, 且又含酯或 α -氢之类的反应基团, 需用特殊的硫化配合体系, 不同于普通的合成橡胶和天然橡胶。硫化剂有胺类、胺盐类和皂-硫黄硫化体系。这里皂是硫化剂, 硫黄是促进剂, 不同品种丙烯酸酯橡胶, 所适用的硫化体系也有差别, 甚至有特殊要求, 使用时须注意。

我国生产的丙烯酸丁酯-丙烯腈 (88/12) 共聚物, 使用乙烯多胺与硫黄硫化。

因胶料强度不高, 通常须加入炭黑补强剂, 如高耐磨炉黑、快压出炉黑。要注意避免使用酸性填料, 以防严重干扰碱性的硫化体系。为防止胶料粘辊, 可适量加入加工助剂,

如硬脂酸、石蜡等。为提高耐寒性能、降低脆性温度，需加入增塑剂。防老剂可不加，若需加入时宜选用低挥发性的苯二胺类等防老剂。可与丁腈橡胶或氟橡胶并用以降低成本。

【基本特性】

① 耐油性与中低结合丙烯腈量的丁腈橡胶相当，但比高丙烯腈结合量的差。耐热性和耐气候性优于丁腈橡胶，使用温度达 175~200℃。

② 在高温下耐燃料油、耐润滑油性能极好。

③ 对多种气体具有耐透过性。

④ 耐水性、耐寒性差。

⑤ 加工性能稍差，不安全，硫化工艺有锈蚀模型的缺点，近来出现的硫黄硫化类，克服了这些缺点，且经济方便。

【应用范围】 主要用于汽车工业，制造各类密封配件。还用于海绵、耐油密封垫、隔膜、特种胶管和胶带、深井勘探用制品等。也用于胶黏剂以及高温条件下与油接触的电线电缆护套等。在航空、火箭、导弹等方面，用以制备固体燃料的胶黏剂等。

【性能参数】

(1) 原料橡胶

门尼黏度[ML(1+4)100℃]	28~65	相对密度	1.07~1.13
-------------------	-------	------	-----------

(2) 配合橡胶

100%定伸应力/MPa	2.7~8.7	压缩水永久变形	31~58	介电强度 (ASTM D 149)/(kV/mm)	1.6
拉伸强度/MPa	11.9~15.8	(150℃×70h)/%		体积电阻率 (ASTM D 257)/Ω·cm	10 ¹⁰
扯断伸长率/%	170~330	回弹性/%	12~17		
撕裂强度/(kN/m)	20.6~32	耐臭氧性(100pphm, 1000h 发生龟裂			
硬度(JISA)	62~71	45℃)			

【配方示例】

(1) 试验配方

丙烯酸酯橡胶	100	三亚乙基四胺	1	硬脂酸	1
硫黄	1	半补强炉黑	50		

(2) 应用配方

① 声管胶囊配方

BA 型丙烯酸酯橡胶 ^①	100	肥皂	1	硬脂酸	1
多乙烯多胺	1.75	高耐磨炉黑	55	固体石蜡	1
硫黄	1.25	碳酸钙	20	液体石蜡	1

① 系国产丙烯酸丁酯 88 份与丙烯腈 12 份的共聚物。

② 耐低温汽车变速器唇形密封配方

丙烯酸酯橡胶(Cyanacryl c)	100	防老剂	4	硬脂酸	1.5
硫黄	0.25	防焦剂 CTP	0.75		
油酸钠	3.5	快压出炉黑	60		

③ 耐油耐寒型聚丙烯酸酯橡胶配方

配 方	Hy Temp 4052	Hy Temp 4042	Cyanacryl c	配 方	Hy Temp 4052	Hy Temp 4042	Cyanacryl c
橡胶	100	100	100	硬脂酸钾	—	2.25	—
硫化剂 C-50 ^①	—	9	7	防老剂 Age Rite White ^③	—	—	2
Acrawax C ^②	2	2	—	快压出炉黑	80	80	80
硫黄	—	0.25	0.25	润滑剂 TE-80	2	2	—
促进剂 Adogen 345D	0.5	—	—	硬脂酸	—	—	1.5
硬脂酸钠	3	0.75	—				

① 硫化剂 2-乙基己酸钠加 80% 填充剂配成。

② N,N'-亚乙基双硬脂酸酰胺。

③ N,N'-二(β萘基)对苯二胺。

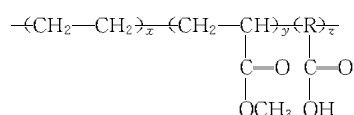
【包装】 压成厚片以袋包装。

4.1.2 乙烯丙烯酸甲酯橡胶

乙烯丙烯酸甲酯橡胶 (ethylene-methylacrylate rubber 或 ethylene-acrylic rubber) 是美国 Du Pont 公司于 1974 年研制成功的。它是乙烯、丙烯酸甲酯和少量不饱和有机羧酸为可交联单体的三元共聚物, 简称 AEM。1975 年工业生产, 商品名为 Vamac。

【制法】 乙烯丙烯酸酯橡胶是在 150℃、162.1~202.7MPa 压力下, 通过自由基聚合制得。共聚物组成中丙烯酸甲酯含量可能在 40% 以上, 不饱和羧酸含量约百分之几。

【结构】 是一种非结晶型无规共聚物, 其分子结构为



【品种牌号】 共有 7 个牌号见表 1-4-1。

表 1-4-1 Du Pont 生产的乙烯丙烯酸甲酯的品种牌号

商品名称	特 点	相对 密度	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	硫化特点	备 注
Vamac B-124	黑色, 为含 19 份半补强炉黑的母胶	1.12	21	用伯二胺或过氧化物硫化	好的高温耐久性, 优异耐臭氧和低温性能, 适用于管带、密封等
Vamac G	透明浅灰色	1.03	16	用伯二胺或过氧化物硫化	适用于管带、密封、电线电缆、塑料改性、胶黏剂等
Vamac GR	透明浅灰色, 通用型	1.03	16	用伯二胺或过氧化物硫化	适用于管带、密封、电线电缆、塑料改性、胶黏剂等
Vamac HG	透明浅灰色包, 通用型	1.05	27	用伯二胺或过氧化物硫化	适于抗凹塌, 压出压缩模制
Vamac HGH-124	黑色, 含 19 份半补强炉黑的母胶, 改进抗凹塌	1.12	29	用伯二胺或过氧化物硫化	好的高温耐久性, 优异耐臭氧和低温性能, 适用于管带、密封等
Vamac N-123	灰白色包, 含 19 份二氧化硅的母胶	1.08	30	用伯二胺或过氧化物硫化	好的高温耐久性, 优异耐臭氧和低温性能, 适用于管带、电线电缆等
Vamac VMR-5245	透明浅色, 含 30 份半补强炉黑的母胶	1.03	53	用伯二胺或过氧化物硫化	适用于管带、密封、电线电缆、塑料改性、胶黏剂等

【加工与配合】 需在尽可能低的温度下进行混炼, 混炼开始时加入隔离剂。密炼机混炼采用逆混法, 为改进压出中的抗凹塌性, 可通过使用高强度级 Vamac HG, 填充快压出炉黑

或白炭黑和少量增塑剂等措施，需经后硫化，改进硫化胶性能。后硫化条件为 $175^{\circ}\text{C} \times 4\text{h}$ 。能用伯胺类和过氧化物硫化。普通硫化体系包括五甲基二胺氨基甲酸酯和二邻甲苯胍，硫化速度较快。炭黑常用半补强炉黑。硬脂酸和十八烷基胺与磷酸烷基酯并用作防粘隔离剂。

【基本特性】

- ① 乙烯丙烯酸甲酯橡胶有母炼胶和纯胶两类，可以用伯胺类和过氧化物硫化。
- ② 有良好的耐热性和耐油性的平衡。
- ③ 低温性能比丙烯酸酯橡胶好。
- ④ 耐臭氧性、耐候性好。
- ⑤ 价格高。

【应用范围】 主要用于汽车部件和电线电缆，前者包括轴密封、冷却剂和动力操纵管、高温火花塞保护罩、自动波纹管的恒速连接器等，后者用以制作引火线护套、中电压电缆等。

【性能参数】

(1) 原料橡胶

门尼黏度[ML(1+4)100°C]	16~53	相对密度	1.03~1.12
--------------------	-------	------	-----------

(2) 配合橡胶

300%定伸应力/MPa	11.2~11.8	耐臭氧性(100pphm, 38°C)	1000h 发生龟裂
拉伸强度/MPa	12.4~12.7	介电强度/(kV/mm)	0.216
扯断伸长率/%	370		

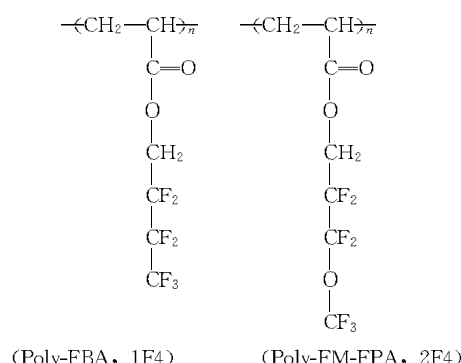
【配方示例】 耐热部件配方如下。

乙烯-丙烯酸甲酯橡胶 (高生胶强度数)	100	二邻甲苯胍	4	硬脂酸	2
六亚甲基二胺氨基甲酸酯	1.5	通用炉黑	70	磷酸烷基酯	1
		二苯胺	2	十八烷基胺	0.5
		醚/酯增塑剂	35		

【包装】 25kg 纸箱包装。

4.1.3 含氟丙烯酸酯橡胶

含氟丙烯酸酯橡胶 (fluorine-containing acrylic elastomer) 为美国 3M 公司新开发生产，有两个品种：聚(1,1-二氢含氟丁基丙烯酸酯) 商品名为 Poly-FBA 或 1F4；聚(3-全氟甲氧基-1,1-二氢全氟丙基丙烯酸酯) 商品名为 Poly-FM-FPA 或 2F4。两者的结构式分别为：



含氟丙烯酸酯橡胶均为高分子量聚合物，含氟量高于 50%，表 1-4-2 为含氟丙烯酸酯橡

胶(1F4)的性能指标。该含氟丙烯酸酯橡胶的纯胶强度仅为1.2MPa,填充35份高耐磨炉黑后可提高到8.2MPa。使用胺/硫黄硫化体系,需经后硫化,后硫化条件为149℃×24h。后硫化可有效地提高硫化胶的力学性能,例如使压缩变形从53%降至15%~20%。含氟丙烯酸酯橡胶1F4的耐烃类燃料油性能优于高丙烯腈含量的丁腈橡胶,而2F4在改进低温屈挠性方面又比1F4有某些优点。两胶与丁腈橡胶的性能比较见表1-4-3。

表 1-4-2 含氟丙烯酸酯橡胶(1F4)的性能指标

项 目	指 标	项 目	指 标
外观	白色橡胶状固体	体积膨胀系数/(1/℃)	9.42×10^{-4}
氟含量/%	52.3	玻璃化温度 T_g /℃	-30
相对密度	1.54	分子量/ $\times 10^6$	5~10
折射率	1.3670		

表 1-4-3 含氟丙烯酸酯橡胶^①与丁腈橡胶性能比较

项 目	1F4	2F4	丁腈橡胶
拉伸强度/MPa	8.2	6.9	27.6
扯断伸长率/%	360	400	470
Gehman 试验 T_{10} /℃	12	-30	-13
体积增量(异辛烷 70/甲苯 30)/%	17	15	33
苯/%	26	19	160

① 配方:含氟丙烯酸酯橡胶 100;三亚乙基四胺 1.25;硫黄 1;高耐磨炉黑 35。硫化:154℃×30min。

这类含氟丙烯酸酯橡胶主要用于火箭、喷气式飞机、导弹和核潜艇以及民用交通运输等领域。

4.2 氯磺化聚乙烯

氯磺化聚乙烯(chlorosulfonated polyethylene)是由聚乙烯经氯化和氯磺酰化反应而制得的合成橡胶,代号为 CSM。美国 Du Pont 公司 20 世纪 40 年代开始研究,于 1952 年工业生产,称 Hypalon S-2,加工性能不好。后经改进为 Hypalon-20 和 Hypalon-30,继而又出现 Hypalon-40、Hypalon-45 和 Hypalon-48。1983 年 Du Pont 公司又在英国北爱尔兰建厂生产。前苏联在 20 世纪 70 年代中也已生产。日本东洋曹达工业公司和电动化学公司于 1983 年建厂投产。

我国吉林化学工业公司研究院于 1965 年开始研究开发,1969 年在该公司电化厂建半工业化装置生产,已有个产能为 1000t/a 的工厂,并改造扩大生产能力。1970~1971 年湖南益阳化工厂建成生产装置。

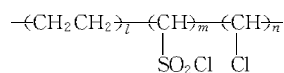
目前国内外氯磺化聚乙烯的生产厂家和生产能力见表 1-4-4。

表 1-4-4 国内外氯磺化聚乙烯的生产厂家和生产能力

国家和地区	厂 名	生产能力/(t/a)	商品名称	生产技术
中国	吉林化学工业公司电石厂	2000	CSM	间断法
	湖南益阳化工厂	300	CSM	间断法
美国	Du Pont 公司	36000	Hypalon	连续法
英国	Du Pont 公司	18000	Hypalon	连续法
日本	东洋曹达工业公司	2500	Toso CSM	连续法
	电气化学工业公司	2500	Denka CSM	连续法

【制法】多采用溶液法，即将聚乙烯溶于四氯化碳或氯苯中，经连续或间断氯化 and 氯磺酰化反应而得。用高密度聚乙烯可制得呈线型结构的氯磺化聚乙烯，而用低密度聚乙烯可制得支链结构的氯磺化聚乙烯。

【结构】氯磺化聚乙烯分子链上氯原子和氯磺酰基是无规排列分布的，其分子结构为



【品种牌号】我国以 CSM 后缀 4 位数字表示，前两位数字为聚合物含氯量的低限值。第三位数字表示原料聚乙烯种类：0 为高密度聚乙烯，1 为低密度聚乙烯。第四位数字表示门尼黏度：0 表示门尼黏度不做特殊控制（通常为 30~60）。其他数字则表示门尼黏度低限值的十位数字，如 CSM 3305 即表示氯结合量低限值为 33%，高密度聚乙烯，门尼黏度低限值为 50。

一般以氯结合量和门尼黏度来划分，如日本东洋曹达工业公司和电气化学工业公司采用三位数字，前两位数字表示门尼黏度和氯结合量的十位数，其前后顺序两家不同，第三位数字为 0。

【加工与配合】可用普通橡胶加工设备加工。因具有热塑性，不需塑炼，受热即变软，能顺利进行混炼，但要注意冷却。密炼机混炼可采用逆混法。压出压延性能良好，硫化无特殊要求。

氯磺化聚乙烯因分子链中不含双键，不能用通常的硫黄硫化体系进行交联，而采用金属氧化物体系、多元醇体系、环氧树脂体系、过氧化物体系以及马来酰亚胺体系硫化交联。炭黑多使用半补强炉黑、快压出炉黑等。在白色制品中也用白炭黑、陶土等无机填料。需加增塑剂（如芳烃油），酯类增塑剂用于耐低温的胶料。防老剂一般可不加。可与各种弹性体并用。

【基本特性】

- ① 耐臭氧性、耐天候性、耐化学药品性极优，耐不变色性好。
- ② 耐热性好，连续使用温度 120~140℃，间断使用温度可达 140~160℃。
- ③ 因含较多的氯，具有耐燃性，燃烧十分缓慢，移开火焰即自行熄灭。
- ④ 耐油性和耐热油性好，与含丙烯腈 40 的丁腈橡胶相当，但不耐芳烃。
- ⑤ 硫化胶的介电性能优良。
- ⑥ 耐低温性差。

【应用范围】主要用于工业制品、电线电缆的护套、软管、设备衬里、涂料、建筑用如防水涂层、橡胶地板、水池衬里等和汽车用零部件等。

【国内主要生产厂家及产品牌号】目前我国氯磺化聚乙烯橡胶主要生产厂家为吉林化学工业股份有限公司电石厂。其产品性能如下。

牌 号	氯结合量 /%	硫结合量 /%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	特 点 及 用 途
CSM 2300	23~27	0.8~4.2		热塑性好，加工性佳，用于高硬度制品、水池和池塘衬里、橡胶地板
CSM 2910	29~33	1.3~1.7	30~45	易溶于一般溶剂，用于弹性基材及织物涂料、胶带、要求低温性能的产品
CSM 3304	33~37	0.8~1.2	40~50	加工性好，黏度低
CSM 3305	33~37	0.8~1.2	50~60	加工性好，力学性能佳，用于一般挤出、模压和压延制品及电线电缆护套
CSM 3308	33~37	0.8~1.2	80~90	加工性好，力学性能优异
CSM 4010	40~45	0.8~1.2	50~70	易溶于一般有机溶剂，能形成酸膜，用于硬质基材涂层、橡胶制品等
CSM 4008	40~45	0.8~1.2	80~90	加工性好，用于耐油、耐溶剂胶管、容器衬里、胶垫等

【国外主要生产厂家及产品牌号】

(1) 美国杜邦陶氏弹性体公司 美国杜邦陶氏弹性体公司 [Du Pont Dow Elastomers L. I. C. (DD)] 的商品名称为 Hypalon。

Hypalon 氯磺化聚乙烯橡胶性能如下。

牌 号	氯结合量 /%	硫结合量 /%	相对密度	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	特 点 及 用 途
20	29	1.4	1.14	28	低温性能好,可用于涂料、胎面、胎侧、胶带等 形成硬质膜、硬的硫化胶,可用作刚性基质涂料 耐臭氧、耐化学药品性好,可用于通用制品,一般挤出、模压和压延制品
30	43	1.1	1.27	30	
40	35	1.0	1.19	56	
45	24	1.0	1.08	37	低温性能好,用于一般挤出、模压和压延制品和薄膜等
48	43	1.0	1.26	78	耐油、耐化学药品性好
623	24	1.0	1.08	21	优良的流动特性
4085E	35	1.0	1.17	90	生胶强度高
40S	35	1.0	1.17	46	加工性能好
LD 99	35	1.0	1.17	30	加工性能好

(2) 日本东洋曹达工业公司 日本东洋曹达工业公司 (Toyo Soda Manufacturing Co., Ltd.) 生产的氯磺化聚乙烯橡胶商品名称为 Tos CSM。

Toso CSM 氯磺化聚乙烯橡胶性能如下。

牌 号	氯结合量 /%	硫结合量 /%	相对密度	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	特 点 及 用 途
TS-530	35	1.0	1.18	56	加工性能好,可用于一般橡胶制品、电线电缆、胶布、软管及胶辊等
TS-430	35	1.0	1.18	46	
TS-930	36	1.0	1.18	97	
TS-740	43	1.0	1.28	78	
TS-320	25	1.0	1.07	37	耐油、耐化学性佳,低温性能差,可用于液体输送用软管、设备衬里等
TS-230	29	1.4	1.07	28	热塑性好,硬度高,耐可用于防水胶板、橡胶地板、磁性橡胶及高硬度制品
TS-340	43	1.1	1.26	30	溶解性能好,低温性好,可用于涂料及胶布制品等
					溶解度大,溶液黏度低,可用于硬质材料涂料及耐油制品等

(3) 日本电气化学工业公司 日本电气化学工业公司 (Denki Kagaku Kogyo K. K.) 生产的氯磺化聚乙烯橡胶商品名称为 Denka CSM。

Denka CSM 氯磺化聚乙烯橡胶性能如下。

牌 号	氯结合量/%	硫结合量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	特 点 及 用 途
CSM 340	35	1.1	45	电线电缆等一般制品
CSM 350	55	1.1	55	
CSM 390	36	1.1	95	
CSM 220	29	1.4	30	涂料、胶黏剂及胶布
CSM 230	25	1.0	38	
				屋顶防水材料和高硬度制品

【性能参数】

(1) 原料橡胶

门尼黏度[ML(1+4)100℃]	30~90	相对密度	1.07~1.27
-------------------	-------	------	-----------

(2) 配合橡胶

拉伸强度/MPa	12.1~21.5	回弹性/%	65~73
扯断伸长率/%	180~220	耐磨耗(NBS 磨耗指数)	175~375
撕裂强度/(kN/m)	20.6~39.2	耐热老化(121℃×168h),伸长率变化率/%	-54~-28
硬度(JISA)	67~83	耐臭氧(100pphm,38℃)	1000h 发生龟裂
压缩永久变形(70℃×22h)/%	14~34		

【配方示例】

(1) 鉴定配方

① 国产氯磺化聚乙烯基本配方 (按吉 Q/JH 35—83 技术标准规定)

配 方	CSM 2910 (CSPE 20)	CSM 3303, CSM 3304, CSM 3305, CSM 3308 (CSPE 40)	CSM 4010 (CSPE 30)
氯磺化聚乙烯	100	100	100
氧化镁	15	20	15
松香	2.5	—	6
促进剂 TRA ^①	1.5	2.5	1.5
促进剂 DM	—	0.5	—
促进剂 NA-22	—	0.3	—
硬脂酸	—	0.5	—

① TRA 为四硫化双五亚甲基秋兰姆。

② 国外的基本配方

a. Du Pont 公司 Hypalon

氯磺化聚乙烯	100
氧化锌	20
松香	10

b. 前苏联 XCII3 的基本配方

氯磺化聚乙烯	100	促进剂 DPG	0.5
煅烧氧化镁	20	松香	2.5
促进剂 M	2		

(2) 应用配方

① 食品用传送带胶料配方

氯磺化聚乙烯 Hypalon-20	100	氢化松香	2.5
氧化镁	20	硬质陶土	50
促进剂 Tetrone A ^①	1	操作油	10
二氧化钛	10		

① Tetrone A 为六硫化双五亚甲基秋兰姆。

② 氯磺化聚乙烯电力电缆 (600V)

外皮绝缘胶料配方性能如下。

氯磺化聚乙烯 Hypalon-40	100	防老剂二丁基二硫代氨基甲酸镍	3	凡士林	3
一氧化铅	40	快压出炉黑	15	Kenflex AD(增塑剂)	10
促进剂 DM	1	硬质陶土	60	Heliozoneq ^① (石蜡)	2
促进剂四硫化双五亚甲基秋兰姆	2	芳烃操作油	17		

① 为石蜡油的掺混物,软化点 73℃,相对密度 0.90。

③ 软管胶料配方

氯磺化聚乙烯 Hypalon-40	100	促进剂四硫化双五亚甲基秋兰姆	0.8	高速机油	5
一氧化铅	20	防老剂 NBC ^①	3	氯化石蜡	5
氧化镁	10	二氧化钛	20	铬黄	2
促进剂 DM	0.5	轻质碳酸钙	60		

① NBC 为二丁基二硫代氨基甲酸镍。

④ 胶布胶料配方（汽车篷帐胶料）

氯磺化聚乙烯(Hypalon-40)	100	天然白垩	40
氧化镁	3	二氧化钛	30
环氧树脂	4	聚乙烯	4
促进剂 Tetron A	2		

⑤ 耐候胶管外层胶配方

氯磺化聚乙烯(Hypalon-20)	100	细粒子沉淀碳酸钙	50
一氧化铅	25	硬脂酸镉	2
氢化松香	25	着色剂	根据要求
促进剂 M	0.6		

⑥ 耐热胶辊胶料配方

氯磺化聚乙烯(Hypalon-20)	100	中粒子热裂法炭黑	7
一氧化铅	20	硬质陶土	20
氢化松香	2.5	增塑剂 Sundex 53	30
氧化镁	20	聚乙烯	5
促进剂 Tetron A	1		

⑦ 电线电缆用胶料配方

氯磺化聚乙烯(Hypalon-40)	100	防老剂 Heliozone	2
一氧化铅	40	易操作槽黑	15
促进剂 Tetron A	2	硬质陶土	60
促进剂 DM	1	操作油	17
防老剂 NBC	3	石蜡	17

【包装、贮存和运输】 氯磺化聚乙烯包装在内衬塑料薄膜的塑料编织袋内，每袋重 25kg。包装袋上应注明：产品名称、生产厂名、净重、商标、产品型号及生产日期。每批产品都应附有质量证明书，内容包括生产厂名称、产品名称、产品型号、批次、生产日期、净重和件数。

4.3 氯化聚乙烯

氯化聚乙烯 (chlorinated polyethylene) 是聚乙烯与氯气通过取代反应制得的一种改性聚合物。根据氯化程度的不同其性质随之变化：氯含量低于 15% 时为塑料；氯含量 16%~24% 时为热塑性弹性体；氯含量 25%~48% 时为橡胶状弹性体；氯含量 49%~58% 时为类似皮革状的半弹性硬聚合物；氯含量高至 73% 时则为脆性树脂。氯化聚乙烯橡胶是非结晶型饱和弹性体，代号为 CM，也有简称 CPE 的。

氯化聚乙烯早于 1938 年已开始研究，20 世纪 40 年代已有生产，由于工艺复杂，产品性能无突出优点而未得到推广应用。至 20 世纪 50 年代中期，粉状高密度聚乙烯问世，美国、德国先后进行研究开发，1959 年德国 Hoechst 公司以商品名 Hostalit Z 的聚氯乙烯和氯化聚乙烯混合料出现市场。1963 年美国 Allied 化学公司生产出商品名为 Plaskon 的氯化聚乙烯，于 1965 年又生产出弹性体 Plaskon 500，这样氯化聚乙烯的应用由树脂扩展至弹性体领域，引起世界各国的重视。随后美、日、英等国相继建厂生产，前苏联和东欧国家也有生产和应用。

我国在 20 世纪 60 年代中期开始研究开发，进行多种路线研究试验，已于 1981 年在安徽芜湖化工厂工业生产，继而在江西星火化工厂和山东潍坊化工厂分别建厂投产，潍坊化工厂引进德国生产技术现已扩大年产 6000t，并将进一步扩建为 12000t，目前生产氯化聚乙烯厂家已达 10 余家，总生产能力已超过 10000t/a。

现今世界上已有 20 多个国家 100 多个生产厂家生产氯化聚乙烯橡胶，总产量约 15 万吨/年。主要生产国家的生产能力见表 1-4-5。

表 1-4-5 世界主要国家生产氯化聚乙烯的生产能力和生产方法

国家	生产厂家	商品名称	生产能力/(t/a)	生产方法	备 注
中国	安徽芜湖化工厂	CPE	800	水相法	自己技术
	星火化工厂	CPE	1000	水相法	自己技术
	山东潍坊化工厂	CPE	6000	水相法	引进 Hoechst 技术
	江苏东台化工厂	CPE	1000		
	江苏如东合成材料厂	CPE	500		
	湖南湘华化工厂	CPE	300		
	江苏太仓助剂厂	CPE	400		
	湖北襄樊第二化工厂	CPE	300	固相法	
	河北张家口树脂厂	CPE	200		
	江苏新沂电化厂	CPE			
美国	福建闽侯侯官塑料厂	CPE	50	固相法	
	Dow Chemical Co.	Tyrin, Tyrin CM	53000	水相法	已于 1968 年并入 Dow 化学公司
	Allied Chemical Co.	Plaskon	15000	水相法	
德国	Uniroyal Chemical	Paraclor			
	Hoechst	Hostalit Z, H, Hni ^①	9000	水相法	
日本	Bayer A. G.	Bayer CM		溶液法	
	昭和电工公司	エテスレン (Elaslen)	4500	水相法	
	大阪曹达工业公司	ダイソラック (Daisolac)	1500	水相法	
	旭电化工业公司	アデカブレン CE	1300	溶液法	
	山阳国策纸浆公司	スーパークロン	1200	溶液法	
英国	ICI Co.	Haloflex		溶液法	
		Halothene		溶液法	
荷兰	DSM	Kelrinal			

① 均为聚氯乙烯 (PVC)/氯化聚乙烯 (CPE) 的混合料牌号，生产能力则指氯化聚乙烯。

【制法】 氯化聚乙烯的制造方法有溶液法、气相法和水相悬浮法（简称水相法）三种。溶液法是将聚乙烯溶于含氯有机溶剂中，通入氯气进行反应，产品为无定形弹性体，该法成本高。气相法是将聚乙烯粉末通过引发剂，在流化床反应器内直接通入氯气反应，反应控制较困难，工业化技术尚在开发中。水相悬浮法是聚乙烯粉在助剂作用下悬浮于水或酸类、盐类水溶液中，通入氯气反应而得，是目前工业化生产的主要方法。

【结构】 氯化聚乙烯的分子与原料聚乙烯有相同的主链结构，只是主链碳原子上的部分氢原子为氯原子取代，不存在不饱和键，其一般分子结构为：主链上有 1,2-二氯乙烯存在，因而也可视为是乙烯、氯乙烯和 1,2-二氯乙烯的三元共聚物。

【品种牌号】 通常以氯含量、残留结晶度、原料聚乙烯的类型等参数来划分品级牌号。目前，美国杜邦陶氏弹性体公司是世界上最大的氯化聚乙烯生产厂家。我国氯化聚乙烯生产厂家约 40 余家，生产能力约为 (16~17) 万吨/年，年产量 10 万吨左右。

【国内主要生产厂家及产品牌号】

(1) 潍坊亚星化学股份有限公司 生产能力为 5 万吨/年，商品名称为亚星牌。

亚星牌氯化聚乙烯橡胶性能如下。

牌 号	氯 结 合 量 /%	熔 融 热 /(J/g)	硬 度 (邵 尔 A)	热 稳 定 时 间 (165℃) /min	拉 伸 强 度 /MPa	门 尼 黏 度 [ML(1+4)125℃]	特 点 及 用 途
135A	35±1	≤2.0	≤60	≥8	≥6.0	95~110	门尼黏度高,用于电线电、特种橡胶
135B	35±1	≤2.0	≤57	≥8	≥6.0	70~85	门尼黏度适中,加工性能好,应用于电 线电缆、胶管、胶带
140F	40±1	≤2.0	≤57	≥8	≥6.0	100~110	门尼黏度高,阻燃性、耐油性好,用于 阻燃电线电缆、阻燃运输带、胶管等
6035	35±1	≤2.0	≤57	≥8	≥6.0	65~80	门尼黏度高,主要用于电线电缆等
6135	35±1	≤2.0	≤57	≥8	≥6.0	65~75	门尼黏度适中,电性能好,可用于低压 绝缘电缆护套等
6235	35±1	≤2.0	≤57	≥8	≥6.0	60~78	门尼黏度适中,可用于低压绝缘电缆 护套等
6335	35±1	≤2.0	≤57	≥8	≥6.0	45~65	门尼黏度低,用于橡胶制品
6140	40±1	≤2.0	≤57	≥8	≥6.0	85~100	阻燃性、耐油性好,门尼黏度相对较 低,用于阻燃橡胶制品
4135	35±1	≤2.0	≤60	≥8	≥6.0	84~96	力学性能好,适用于对力学性能要求 高的橡胶制品及电缆
7130	30±1	≤2.0	≤70	≥8	≥8.0	45~65	用于磁性橡胶

(2) 杭州科利化工有限公司 年产能力为 15000t。商品名称为众力牌。

众力牌氯化聚乙烯橡胶性能如下。

牌 号	氯 结 合 量/%	门 尼 黏 度[ML(1+4)121℃]	密 度/(g/cm ³)	结 晶 度/%	备 注
CM 352	35±1	65±5	1.15	≤2	通用级
CM 352L	35±1	45±5	1.15	≤2	通用级
CM 282	28±1	35±5	1.10	≤5	绝缘级
CM 252	25±1	50±5	1.10	≤20	辐射级
CM 422	42±1	65±5	1.20	≤2	阻燃级
CM 301	30±1	65±5	1.12	≤2	高填充级
CM 352H	35±1	85±5	1.15	≤2	通用级
CM 352M	35±1	55±5	1.15	≤2	通用级

【国外主要生产厂家及产品牌号】

(1) 美国杜邦陶氏弹性体公司 美国杜邦陶氏弹性体公司 (Du Pont Dow Elastomers L. L. C.) 商品名称为 Tyrin。

Tyrim 氯化聚乙烯橡胶性能如下。

牌 号	氯 结 合 量/%	结 晶 类 型	门 尼 黏 度[ML(1+4)121℃]	相 对 密 度
CPE CM 0836	36	非 结 晶	94	1.16
CPE CM 2348P	36	非 结 晶	90	1.17
CPE 3615P	36	非 结 晶	85	1.15
CPE CM 0136	36	非 结 晶	80	1.16
CPE CM 566	36	非 结 晶	80	1.16
CPE CM 674	25	高 结 晶	120	1.16
CPE CM 2136P	36	非 结 晶	80	1.16
CPE CM 0730	30		60	1.13
CPE 4211P	42	非 结 晶	42	1.22
CPE 3611P	36	非 结 晶	30	1.16

(2) 美国尤尼洛伊尔化学公司 美国尤尼洛伊尔化学公司 (Uniroyal Chemical Co. , Inc.) 商品名称为 Paraclor。

Paraclor 氯化聚乙烯橡胶性能如下。

牌号	氯结合量 /%	结晶度/%	门尼黏度 [ML(1+4)140℃]	牌号	氯结合量 /%	结晶度/%	门尼黏度 [ML(1+4)140℃]
125	25			213	37	10	37
130	30	25	50	215	37	少或无	64
200	35	少或无	68	441	40		64
203	38	少或无	37				

(3) 美国 DSM 共聚物公司 美国 DSM 共聚物公司 (DSM Copolymer, Inc.) 所生产的氯化聚乙烯橡胶商品名称为 Kairinal。

Kairinal 氯化聚乙烯橡胶性能如下。

牌 号	氯结合量/%	结晶度/%	门尼黏度[ML(1+4)140℃]	体积密度/(g/L)
2238	38	10	38	525
3041	41	极低	56	610
4037	37	极低	64	525
5035	35	极低	68	525
5037	37	极低	76 ^①	525

① 门尼黏度 [ML(1+4)148℃]。

(4) 德国拜耳公司 德国拜耳公司 (Bayer AG) 生产的氯化聚乙烯橡胶商品名称为 Bayer。
Bayer 氯化聚乙烯橡胶性能如下。

牌号	氯结合量 /%	结晶度	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	牌号	氯结合量 /%	结晶度	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]
CM 3610	36	微结晶	35	CM 4230	42	微结晶	80
CM 3630	36	微结晶	85	CM 4231	42	高结晶	125
CM 3632	36	微结晶	90	CM 2552	25	中等结晶	140

(5) 日本昭和电工公司 日本昭和电工公司 (Showa Denko K. K.) 生产的氯化聚乙烯橡胶商品名称为 Elaslen。

Elaslen 氯化聚乙烯橡胶性能如下。

牌号	氯结合量/%	结晶度/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	牌号	氯结合量/%	结晶度/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]
351A	35			303A	30	10	55
401A	40	非结晶	75	303C	30		
TR	28	非结晶	80	404B	40	>20	54
303B	30	非结晶	80	403A	40		

(6) 日本大阪曹达公司 日本大阪曹达公司 (Osaka Soda Co. , Ltd.) 生产的氯化聚乙烯橡胶商品名称为 Daisolac。

Daisolac 氯化聚乙烯橡胶性能如下。

牌号	氯结合量 /%	结晶度 /%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	牌号	氯结合量 /%	结晶度 /%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]
MR 104	40	非结晶		G 235	35	>10	
P 304	40	非结晶	130	G 245	45	2~10	130
U 303	30	>10					

【加工与配合】 因系饱和聚合物，塑炼不会使分子断链，但混炼前先薄通数次有利于混入配合剂，辊温 50~70℃，无特殊困难。密炼机混炼可采用逆混法，密炼室温度不高于 130~150℃。压出性能好，压延涂胶与一般橡胶相似。可用模型和直接蒸汽硫化，加少量低分子量聚乙烯可改善加工性能。

硫化体系不同于二烯类合成橡胶。常用硫脲、多胺、三巯基均三嗪和过氧化物等作为硫化剂。具有高填充性，加入填料可改善它的加工性能和使用性能。细粒子活性炭黑（如高耐磨炉黑）有很好的补强效果，但不宜多加，以免影响流动性，而多用半补强炉黑、中粒子热裂法炭黑等，也可加无机填料。加增塑剂可改善耐寒性能。稳定剂可选用聚氯乙烯常用的稳定剂，也可适量加入防老剂。

可与各种橡胶并用，具有良好的共硫化性能。也可与一些热塑性塑料共混改性。

【基本特性】

- ① 因系饱和的且含有氯原子的聚合物，所以具有优良的耐热性、耐臭氧性和耐候性。
- ② 与各种极性和非极性聚合物有良好的相容性。
- ③ 因含有极性氯原子，使其具有良好的耐油性、耐燃性和着色稳定性。
- ④ 保持了聚乙烯的化学稳定性和良好的电性能等。
- ⑤ 胶料的压出性能好。
- ⑥ 不能用硫黄硫化体系硫化交联，而采用硫脲、过氧化物等硫化体系。

【应用范围】 主要用于要求耐燃、耐候的电缆护套、耐化学药品的橡胶衬里、胶辊、输送带、胶管、屋顶防水卷材、橡胶砖、工业制品、磁性材料等。

也用于塑料改性，以改进抗冲击性、阻燃性等，还可与其他橡胶并用改进耐候性、耐燃性等。

用作橡胶基体与不饱和单体接枝共聚。

【性能参数】

(1) 原料橡胶

门尼黏度[ML(1+4)100℃]	55~80	介电强度/(kV/mm)	26.2~29.3
相对密度	1.08~1.25	体积电阻率/ $\Omega \cdot \text{cm}$	$2.5 \times 10^{14} \sim 2.0 \times 10^{15}$
电导率(1kHz)/(S/cm)	4.65~6.80		

山东潍坊化工厂生产的氯化聚乙烯的技术指标规定如下（企业标准 Q/WHB 005）。

项 目	型 号				
	135A	240B	140B	239C	239A
氯结合量(质量分数)/%	34~36	39~41	36~41	37~39	38~40
挥发分(质量分数)/% \leq	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
表观密度/(g/L) \geq	420	450	530	450	420
筛分<315 μm (质量分数)/% \geq	40	50	40	30	40
硬度(邵尔) \leq	57(A)	50(D)	65(A)	70(A)	70(A)

有特殊要求可以增加如下表中任何一项技术指标。

机械杂质黑点数/个 \leq	30	30	30	30	30
TAC 值(质量分数)/%	0~10	45~60	0~5	28~37	13~25
拉伸强度/(N/mm)	4~6	20~25	4~7	5~7.5	5.0~6.8

(2) 配合橡胶

300%定伸应力/MPa	5.6~15.0	压缩永久变形(70℃×22h)/%	21~37	伸长率变化率(120℃×120h)/%	—17
拉伸强度/MPa	13.2~15.6	屈挠龟裂性(德墨西亚, JIS K630)	25 万周以上发生龟裂	耐臭氧性(50pphm, 38℃)	300h 发生龟裂
扯断伸长率/%	320~440				
硬度(JISA)	63~64				

【配方示例】

基本配方如下。

① 船用电缆护套配方

氯化聚乙烯	100	硬脂酸铅	1	氢氧化钙	4
过氧化物 DCP ^①	3.5	炭黑	40	环氧酯	5
共硫化剂 DAP ^②	4	碳酸钙	17.5	增塑剂 DOS ^③	10
氧化镁	15				

① DCP 为过氧化二异丙苯。

② DAP 为邻苯二甲酸二烯丙基酯 (diallyl phthalate)。

③ DOS 为癸二酸二辛酯。

② 胶辊外胶层配方

氯化聚乙烯	100	共硫化剂 DAP	10	半补强炭黑	60
有机过氧化物(Trigonox 17/40) ^①	7	轻质氧化镁	10	偏苯三酸三辛酯	20
有机过氧化物(Trigonox 29/40) ^②	4	防老剂 RD	0.2	增塑剂(Mesamoll) ^③	15

① Trigonox 17/40 为 40% 正丁基-4,4-双(特丁基过氧化)戊酸酯, 碳酸钙填料。

② Trigonox 29/40 为 40% 1,1-二叔丁基过氧化-3,3,5-三甲基环己烷, 碳酸钙填料。

③ Mesamoll 为烷基磺酸苯酚和甲酚酯。

③ 耐热运输带面胶配方

氯化聚乙烯(含氯 36%)	100	碱性硅酸铅	10	增塑剂	15
过氧化物(Trigonox 17/40)	7	防老剂 RD	0.2		
共硫化剂 TAC ^①	5.7	高耐磨炭黑	35		

① TAC 为氰脲酸三烯丙基酯。

④ 工业胶管胶料配方

氯化聚乙烯	100	碱性硅酸铅	10	偏苯三酸三辛酯(TOTM)	20
过氧化物(Trigonox 7/40)	7	防老剂 RD	0.2		
共硫化剂 TAC	5.7	半补强炭黑	60		

⑤ 窗用嵌胶条配方

氯化聚乙烯	50	氧化锌	1	重质碳酸钙	90
溶聚丁苯橡胶 1206	50	氧化镁	5	蜡	3
硫黄	1.5	硬脂酸	2	邻苯二甲酸二丁酯	35
促进剂 DETU ^①	1.5	防老剂 BOUR	2		
促进剂 NOBS	2	快压出炉黑	40		

① DETU 为二乙基硫脲。

⑥ 磁性橡胶配方

氯化聚乙烯	100	增塑剂 DOP ^①	10
钡氧铁体	1100		

① DOP 为邻苯二甲酸二辛酯。

【包装、贮存和运输】 用内衬聚乙烯薄膜的编织袋包装，每袋净重 25kg，外包装正面应印有商标、生产厂名称、产品名称、净重，并带有注明批号、规格型号和生产日期的标志。

应存放在干燥、通风良好的仓库内，应以批为单位分开存放，堆放高度不得超过 10 包。运输时必须使用清洁、有篷的运输工具，防止受潮受热。

美国 Dow 化学公司产品为 25kg 袋装。

【氯化聚乙烯的接枝共聚物】 氯化聚乙烯与不饱和单体如丙烯腈、苯乙烯、甲基丙烯酸酯、氯乙烯等的接枝共聚物，是 20 世纪 70 年代发展的新型材料。具有耐燃、耐天候、耐高冲击等性能以及良好的力学性能，但大多尚处于研制开发阶段。

日本昭和电工公司于 1979 年投产的丙烯腈-氯化聚乙烯-苯乙烯接枝共聚物树脂，代号为 ACS。除具有上述各种优良性能外，还有耐电弧、抗静电、抗污染等特性，可代替 ABS 树脂（丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物树脂）。分通用级（GW）和难燃级（NF）两类，其牌号性能见表 1-4-6。

我国上海高桥化工厂也已于 1979 年开发成功 ACS 树脂。

表 1-4-6 日本昭和电工公司 ACS 树脂牌号与性能^①

项 目	通 用 型			难 燃 型		
	GW-120 高刚度	GW-160 中冲击	GW-180 高冲击	NF-920 高刚度	NF-960 中冲击	NF-980 高冲击
相对密度	1.07	1.07	1.07	1.17	1.17	1.17
流动速度 ^② / $\times 10^{-2} \text{cm}^3/\text{s}$	4	3.3	2.5	4.5	3.5	25
拉伸强度/MPa	41.2	35.3	31.4	41.2	35.3	32.4
扯断伸长率/%	20	20	20	20	20	20
悬梁缺口抗冲/(kJ/m ²)	5.9	9.8	27	5.9	9.8	31
热变形温度/℃	86	85	83	80	76	74
介电常数(1kHz)	2.84	3.08	3.23	2.87	3.05	3.15
介电损耗角正切(1kHz)	0.006	0.007	0.008	0.008	0.008	0.009
体积电阻率/ $\Omega \cdot \text{cm}$	3.6×10^{16}	6.8×10^{15}	2.2×10^{15}	5.6×10^{16}	7.3×10^{15}	3.5×10^{15}
面积电阻率/ Ω	1.6×10^{16}	2.8×10^{15}	2.9×10^{15}	2.1×10^{16}	2.7×10^{15}	2.7×10^{15}
耐电弧性/s	120	120	120	80	80	80
燃烧性	缓慢	缓慢	缓慢	自熄	自熄	自熄

① ACS 配方：ACS 树脂 100，三碱式硫酸铅 1.5，三碱式亚磷酸铅 0.5，硬脂酸 1.5。

② 荷重 100g，流孔长径比 10 : 1。

4.4 聚硫橡胶

聚硫橡胶 (polysulfide rubber) 也称多硫橡胶，代号 TR，是由饱和的碳氢键与硫-硫键结合而成的高分子化合物。1927 年美国 J. C. Patrick 等用有机二氯化物和多硫化钠缩聚制备了橡胶状的高分子多硫聚合物，并于 1929 年成立 Thiokol Chemical 公司开始生产固体聚硫橡胶，商品名称为 Thiokol A，为亚乙基四硫聚合物。随后聚硫胶乳也得到了生产发展。由于亚乙基四硫聚合物在加工时会释放出刺激性气体，有特殊臭味，且存在抗压缩变形和低温屈挠性差等缺点，因此发展为以乙基缩甲醛多硫聚合物为主的聚硫橡胶。1943 年又开发成功带端巯基的液体多硫聚合物，商品名称为 Thiokol LP。目前液体聚硫橡胶产量最大，约占聚硫橡胶总产量的 80% 以上。

前苏联在 20 世纪 50 年代中期也建厂工业化生产聚硫橡胶。日本发展较晚,1969 年东丽聚硫公司建厂生产液体聚硫橡胶。世界上生产聚硫橡胶的国家还有英国、法国、德国和加拿大等。

我国葫芦岛化工研究院于 20 世纪 50 年代中期开始研究开发聚硫橡胶,并于后期正式生产,现已生产多种固体聚硫橡胶、液体聚硫橡胶、聚硫胶乳和聚硫硫化剂。河南焦作化工二厂也有生产。

聚硫橡胶是最早生产的具有耐油、耐烃溶剂性等的耐油合成橡胶。在美国也曾称 GR-P (government rubber-polysulfide 的缩写)。美国聚硫橡胶的生产能力最大,是世界上主要生产聚硫橡胶的国家。聚硫橡胶还耐大气老化、耐水,且具有好的低温屈挠性以及对各种材料的良好粘接性。

聚硫橡胶有固体状的固体胶、液体胶和胶乳(水分散体)三类。本节将介绍固体聚硫橡胶。聚硫胶乳、液体聚硫橡胶将分别在胶乳和液体橡胶中叙述。

固体聚硫橡胶是聚硫橡胶的早期产品。这类橡胶的分子链是饱和的,在主链中含有硫原子,构成—S—C—或—S—S—键,因而使其具有良好的耐油性、耐溶剂性、耐老化性、低透气性以及低温屈挠性和对其他材料的粘接性。

【国内生产厂家及产品牌号】

我国目前只有葫芦岛化工研究院生产聚硫橡胶。

(1) 液态聚硫橡胶

牌号	外观	平均分子量	pH 值	杂质含量/%	游离硫结合量/%	黏度/Pa·s	硫结合量/%
JLY-121	棕褐色黏稠液体	1000±200	5~8	≤0.5			
JLY-124	棕褐色黏稠液体	4000±200	6~8	≤0.25	≤0.1	55~100	37~40
JLY-155	棕褐色黏稠液体	4000~6000	6~8	≤0.3	≤0.1	70~150	36~39
JLY-215	棕褐色黏稠液体	4500~5700	6~8	≤0.3	≤0.1	80~200	36~39
JLY-115	棕褐色黏稠液体	5000±500	6~8	≤0.3	≤0.1		

(2) 固态聚硫橡胶

指 标 名 称	牌 号	
	JLN-100 ^①	JLG-200
外观	棕褐色可塑性固体	棕褐色可塑性固体
水分/%	1.0	1.0
灰分/%		2.0
耐寒性/℃	-35	-40
柔软度(20℃±1℃)/s	20~40	10~50
流散性(60℃,2h)/%	5	
在汽油-苯混合液中的膨胀率(20℃±2℃,2h)/%	3	5
在润滑油中的膨胀率(20℃±2℃,24h)/%	2	
在水中的膨胀率(20℃±2℃,24h)/%	2	
剪切强度/MPa	0.06	

① 为不干性腻子,生胶不做检验,配成腻子后检验腻子质量。

【国外生产厂家及产品牌号】

(1) 美国 Morton International 公司 美国 Morton International 公司主要生产 3 个牌号的聚硫橡胶,商品名称为 Thikol。

Thiokol 聚硫橡胶性能如下。

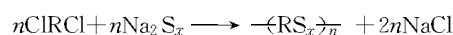
牌号	硫结合量/%	溶 胀 度/%			用 途
		苯	甲基乙基酮	四氯化碳	
A	85	18	12	7	用于耐油制品材料,如大型汽油罐的衬里、耐油胶管,也可作硫黄水泥和耐酸砖的增韧剂以及道路标漆等
FA	47	100	33	40	用于配制不干性腻子和各种耐油胶管、印刷胶辊以及其他耐油制品
ST	40	127	49	48	用作飞机油箱衬里、铆钉、螺钉连接处的密封,各种耐油密封圈及其他模压制品

(2) 俄罗斯 Kazan NPO “ZavodSK” 公司 俄罗斯 Kazan NPO “ZavodSK” 公司生产 3 个牌号的聚硫橡胶, 商品名称为 Thiokol。

Thiokol 聚硫橡胶性能如下。

牌 号	平均黏度(25℃)/Pa·s
NVB-2	0.75~11
M-1	1.5~30
M-2	3.0~50

【制法】 固体聚硫橡胶是有机二氯单体和无机多硫化钠缩聚而成。有机二氯单体有二氯乙烷、1,2-二氯丙烷、2,2'-二氯乙醚、2,2'-二氯乙基缩甲醛、4,4'-二氯丁基缩甲醛和 4,4'-二氯丁基醚等。其中 2,2'-二氯乙基缩甲醛是制取聚硫橡胶的主要单体, 其反应式如下。



【结构】 聚硫橡胶的分子结构因所用有机二氯单体不同而不同。

聚硫橡胶 Thiokol ST 的分子结构为: $\text{-(CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{SS)}_n$

聚硫橡胶 Thiokol FA 的分子结构为: $\text{-(CH}_2\text{CH}_2\text{SSCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{SS)}_n$

【品种牌号】 美国固体聚硫橡胶有 Thiokol A、Thiokol B、Thiokol FA、Thiokol ST 等多种牌号, 1992 年已仅见 Type ST 一种了。

我国生产的聚硫橡胶代号为 T, 有三种牌号。国内外生产的固体聚硫橡胶品种牌号见表 1-4-7。

表 1-4-7 国内外生产的固体聚硫橡胶品种牌号

商品牌号	原牌号	单体类型	聚合物组成	交联度 (摩尔分数) /%	生 产 厂 家
中国					
T 1000	JLG 100	二氯乙基缩甲醛	乙基缩甲醛四硫聚合物,端羟基	0	葫芦岛化工研究院
T 2000	JLG 200	二氯乙醚	乙基醚二硫聚合物,端羟基	0	葫芦岛化工研究院
T 5000	JLG 400	二氯乙烷	亚乙基四硫聚合物,端羟基	0	葫芦岛化工研究院
	JLG 111	二氯乙基缩甲醛	乙基缩甲醛二硫聚合物,端羟基	1	葫芦岛化工研究院
美国					
Thiokol FA			亚乙基和乙基缩甲醛二硫共聚物,端羟基		Morton International
Thiokol ST(Polysulfide Type ST)			乙基缩甲醛二硫聚合物,端羟基		Morton International

【加工与配合】 固体聚硫橡胶可采用通常橡胶的开炼机或密炼机进行混炼加工。对 Thiokol FA 混炼时, 辊筒需加热, 保持 65℃。辊距尽量紧密, 一次加料量不宜太多, 需严

格控制。在胶呈松软胶片时，加入作塑解剂的促进剂 DM 和促进剂 D 制成母炼胶。如与其他橡胶混用，须先制成母炼胶后再和聚硫橡胶共混。加工 Thiokol ST 时，辊温控制在 35～45℃，以免发生分子断链。各种配料可一次加入，容易包辊混匀。加硫化剂后辊筒要通冷水，以防止胶料早期硫化。

Thiokol ST 可采用直接蒸汽硫化。Thiokol FA 则采用加压硫化，以避免表面起泡或气孔。对 Thiokol ST 胶料加压硫化后，可无需冷却降压脱模，然后再经在 100℃ 下硫化 24h，以改善其压缩变形。但对 Thiokol FA 硫化后，由于其热收缩性较大，故需冷脱模以免产品变形。

Thiokol FA 具有较高分子量，质地坚韧，为便于加工，常加入少量塑解剂如二硫化苯并噻唑（促进剂 DM）和二苯胍（促进剂 D），使部分二硫键裂解而增塑，调节胶料柔软度。对于 Thiokol ST 和 T 2000，由于在合成时已控制了硬度，所以不需增塑。

因分子链中含硫原子，其配合技术与一般合成橡胶不尽相同，金属氧化物如氧化锌、氧化铅、二氧化锰、氧化钙等可作 Thiokol FA 的硫化剂。Thiokol ST 因具有端巯基，一般采用端基氧化的方法硫化，常用的硫化剂为过氧化锌（一般与氧化钙或氢氧化钙并用）、对醌二肟（一般与氧化锌并用）。最常用的补强填充剂是炭黑，常采用半补强炉黑、喷雾炭黑、瓦斯炭黑等。白色和带色制品可采用白色补强填充剂和着色剂。

【基本特性】

- ① 耐油性是最大的特点。
- ② 耐候性、耐臭氧性优良。
- ③ 气体透过性小。
- ④ Thiokol ST 类比 Thiokol FA 聚硫橡胶耐寒性好。
- ⑤ 各类固体聚硫橡胶间性能差异大（见表 1-4-8 和表 1-4-9）。
- ⑥ 加工性和物理性能欠佳。

表 1-4-8 聚硫橡胶的使用温度范围

聚硫橡胶类型	使用温度范围/℃
Thiokol A	—28～80
Thiokol FA	—38～150
Thiokol ST	—50～180

表 1-4-9 聚硫橡胶的硫结合量和溶胀度

聚硫橡胶类型	硫结合量/%	溶 胀 度/%		
		苯	甲基乙基酮	四氯化碳
Thiokol A	85	18	12	7
Thiokol FA	47	100	33	40
Thiokol ST	40	127	49	48

【应用范围】 Thiokol A 主要用于耐油制品材料，如大型汽油罐的衬里、耐油胶管。也作硫黄水泥和耐酸砖的增韧剂以及道路标漆等。聚硫橡胶 T 2000 可配制不干性腻子和各种耐油胶管，也可与丁腈橡胶并用以改善丁腈橡胶的耐油性和低温屈挠性。Thiokol FA 也可配制不干性腻子和制造印刷胶辊、耐油胶管以及其他耐油制品。Thiokol ST 则用作飞机油箱衬里、铆钉、螺钉连接处的密封，各种耐油密封圈及其他模压制品等。

【性能参数】

- (1) 原料橡胶

项 目	Thiokol FA	Thiokol ST	项 目	Thiokol FA	Thiokol ST
门尼黏度[ML(1+4)100℃]	120~130	25~35	水分结合量/%	0.5	0.5
相对密度	1.34	1.25	硫黄结合量/%	47	37

(2) 配合橡胶

项 目	Thiokol FA	Thiokol ST	项 目	Thiokol FA	Thiokol ST
拉伸强度/MPa	8.3	7.8	苯	95	110
扯断伸长率/%	260~380	220~260	甲苯	55	
硬度(邵尔 A)	68~70	68~73	乙酸乙酯	17	
耐溶剂性(27℃×30d, ASTM 溶胀)/%			10%硫酸	2	2
四氯甲烷	50	46	10%氢氧化钠	3	2
氟里昂-22	48		煤油	3	
正戊烷	0		电动机润滑油	0	0

【配方示例】

(1) 几种固体聚硫橡胶典型硫化配方

配 方	Thiokol A	Thiokol FA	Thiokol ST	TuokonJI A	TLG 111 ^①	TLG 200 ^①
生胶	100	100	100	100	100	100
丁腈橡胶	20	—	—	20	—	—
对醌二肟	—	—	1.5	—	—	—
氧化锌	10	10	0.5	—	—	10
二氧化锰	—	—	—	—	2	—
硬脂酸	0.5	0.5	3	1	1	1
二硫化苯并噻唑	0.5	0.3	—	—	—	—
二苯胍	0.15	0.1	—	—	0.4	—
半补强炉黑	30	60	60	—	—	—
喷雾炭黑	—	—	—	30	—	30
瓦斯炭黑	—	—	—	30	60	20

① 这两个配方为 TLG 111 和 TLG 200 聚硫橡胶的基本鉴定配方。

(2) 应用配方

① 不干性密封腻子配方

T 1000	100	促进剂 TMTD	0.42	石棉	50
氧化锌	1.25	二苯胍	0.25	邻苯二甲酸二丁酯	0.1

② 耐油胶管配方

Thiokol FA	100	促进剂 DM	0.4	硬脂酸	0.5
氯丁母炼胶 ^①	29	促进剂 DPG	0.1	半补强炉黑	60
氧化锌	10	促进剂 NA-22	0.1		

① 氯丁母炼胶配方：氯丁橡胶 W 100；氧化锌 5；氧化镁 4；硬脂酸 0.5；半补强炉黑 55。

【包装、贮存和运输】 美国 Morton International 公司以金属筒装，每筒胶质量为 36.3kg (80lb)。

4.5 聚醚橡胶

聚醚橡胶 (polyether rubber) 是由含环氧基的环醚化合物 (环氧烷烃) 经开环聚合而制得的烃聚醚弹性体。聚醚橡胶在结构上与二烯类或碳氢化合物系列聚合物不同，其主链呈

醚型结构，无双键存在，它的侧链一般含有极性基团或不饱和键，或两者都有。

环氧烷烃的聚合已有长远的历史，早在 1863 年就已聚合得到聚合物，然而作为弹性体出现为时不久。1955 年美国 Dow 化学公司的 Pruitt 和 Baggett 用铁系催化剂制得了高分子量的聚环氧丙烷聚合物。1959 年美国 General Tire 公司研制出锌系催化剂，制成了环氧丙烷橡胶，并于 1964 年生产出商品名为 Dynagen XP-139 的环氧丙烷橡胶，是聚醚橡胶系列的第一个品种。美国 Hercules 公司的 Vandenberg 于 1959 年发明铝系催化剂，用于以 1-氯-2,3-环氧丙烷（简称环氧氯丙烷）为主的聚合制得了分子量无定形的聚合物或共聚物。其均聚物为环氧氯丙烷橡胶（简称氯醚橡胶），即聚醚橡胶的第二个品种。1965 年美国 Goodyear 公司利用 Hercules 公司的技术建立中试装置，生产出商品名为 Hydrin 100 的氯醚橡胶和商品名为 Hydrin 200 的环氧氯丙烷与环氧乙烷等摩尔比的共聚氯醚橡胶，并于 1969 年开始工业规模生产。此时 Hercules 公司也建厂生产出氯醚橡胶和共聚氯醚橡胶，商品名称分别为 Herclor H 和 Herclor C。其间日本瑞翁公司也研究开发生产含有烯丙基缩水甘油醚的不饱和型共聚物。后日本大阪曹达エピクロラバー株式会社又建厂生产氯醚橡胶的系列产品，得到了迅速发展。前苏联也有生产。

我国对聚醚橡胶的研究开发工作于 1966 年即已开始。锦州石油六厂就进行过这方面工作。中国科学院成都有机化学研究所于 1971 年成功地进行了环氧氯丙烷与环氧乙烷共聚橡胶的扩大试验，并与河北沧州合成橡胶实验厂合作，中试规模装置（30t/a）投入生产。湖北省化学研究所则研制成功了环氧丙烷橡胶，1976 年建成中试装置。1986 年扩建成年产 100t 生产装置，计划生产能力进一步扩大到 300~1000t/a。

由于这类产品属于专用性橡胶，耗用量不大，因而产量较低，生产规模较小。1998 年世界聚醚橡胶的生产能力已达 9940t（不包括前苏联）。

【国内生产厂家及产品牌号】 我国目前可生产 4 种牌号的氯醚橡胶，生产企业是武汉有机实业股份有限公司和河北沧州五金电镀厂。产品牌号及性能指标如下。

品 种 牌 号	外 观	黏度系数	灰分/%	氯结合量/%
P 型氯醚一元橡胶	淡黄色或黄色弹性体	≥2.0	≤1.0	35~38
P 型氯醚二元共聚橡胶	白色或淡黄色弹性体	≥2.0	≤2.0	22~28
P 型氯醚三元共聚橡胶	淡黄色弹性体	≥2.0	≤2.0	14~18
H 型氯醚二元共聚橡胶	淡黄色弹性体	≥1.5	≤6.0	22~28

【国外生产厂家及产品牌号】 日本瑞翁公司（Nippon Zeon Co., Ltd.）生产的氯醚橡胶商品名称为 Gechron。

Gechron 氯醚橡胶性能如下。

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	相对密度	牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	相对密度
1000	70	1.36	T 3100	70	1.30
3101	80	1.31	T 3102	90	1.30
3103	85	1.29	T 3105	75	1.28
3100	70	1.31	T 3106	60	1.28
3105	75	1.29	H	40~80	1.36~1.40
3102	90	1.31	C	50~130	1.27~1.32
2000	96	1.27	C 2000LL	55	1.28
1100	58	1.34	T	50~100	1.27~1.31
H 1100	58	1.34	T 3000	87	1.30
C 2000	96	1.28	T 3000L	72	1.30
0000L	70	1.28	T 3000LL	57	1.30

聚醚橡胶目前共有以下几种：

- ① 氯醚橡胶，以 CO 表示；
- ② 共聚氯醚橡胶，包括二元共聚物和三元共聚物，以 ECO 表示；
- ③ 不饱和型氯醚橡胶，共聚氯醚橡胶中含有不饱和键的，以 GCO 表示；
- ④ 环氧丙烷橡胶，以 PO 表示；
- ⑤ 不饱和型环氧丙烷橡胶，以 GPO 表示。

我国聚醚橡胶的品种牌号标志是在各种橡胶的代号后缀以四位数字，以分别表示其主要特征。胶种代号前冠以 G 时，前两位数字表示该胶种含不饱和侧链单体的质量分数，无 G 时，则前两位数字表示氯结合的质量分数；第三位数字表示聚合物化学组成中含有不同单体的数目；第四位数字为序号，用以表示同一胶种的差异。具体品种牌号含义见表 1-4-10。

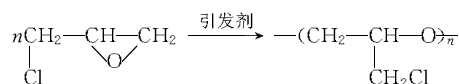
表 1-4-10 聚醚橡胶品种牌号含义

聚醚橡胶牌号	橡胶名称	数 字 含 义		
		第一位和第二位	第三位	第四位
CO 3611	氯醚橡胶	氯结合量 36%~38%	一种单体均聚	序号
ECO 2421	共聚氯醚橡胶	氯结合量 24%~27%	两种单体共聚	序号
ECO 1131	三元共聚氯醚橡胶	氯结合量 11%~15%	三种单体共聚	序号
GCO 0621	不饱和型氯醚橡胶	不饱和链节含量 6%~10%	两种单体共聚	序号
GCO 0631	不饱和型氯醚橡胶	不饱和链节含量 6%~10%	三种单体共聚	序号
PO	环氧丙烷橡胶		一种单体均聚	序号
GPO	不饱和型环氧丙烷橡胶	不饱和链节含量 6%~10%	两种单体共聚	序号

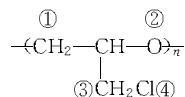
4.5.1 环氧氯丙烷橡胶

环氧氯丙烷橡胶 (epichlorohydrin rubber) 是环氧氯丙烷在配位负离子聚合引发剂作用下，经开环聚合而得的无定形高分子量弹性体，因表氯醇是环氧氯丙烷的俗名，故过去也称氯醇橡胶。又由于其侧链是氯甲基，主链为醚型结构，因而简称氯醚橡胶，代号为 CO。因主链不含双键，氯醚橡胶是一种饱和脂肪族聚醚弹性体，具有饱和型橡胶的特点。而其侧基为强极性的氯甲基，氯结合量约 38%，密度大，不易燃烧。因而具有耐油性、耐溶剂性、耐臭氧性、耐热性和耐气体透过性等，且有良好的黏合性。

【制法】 环氧氯丙烷在烷基铝-水催化剂引发下，采用溶液聚合方法，开环聚合而得氯醚橡胶。切成小块状出售，其反应为



【结构】 氯醚橡胶为线型无定形高分子聚合物，其分子结构为



与前面介绍的橡胶分子结构不同，系饱和型的，主链上含氧形成醚型结构，侧基又含氯原子，因而具有多种特性，从结构上反映出各种特性。

- ① 主链不含双键（饱和） 耐热性、耐老化性、耐臭氧性。
- ② 主链含氧醚键 低温性、屈挠性、弹性、耐油性。
- ③ 侧链交联 耐老化稳定性。
- ④ 侧链含氯原子极性基 耐油性、耐燃性、耐气体透过性。

【加工与配合】 可用普通橡胶加工设备加工，开炼机和密炼机均可进行混炼。开炼机混

炼辊温 50~70℃，过低会引起粘辊，过高又可能会焦烧。待包辊后即可加入配合剂。为防止粘辊需加硬脂酸锌类加工助剂。可以压出、压延，且表面光滑。需加炭黑补强，多用快压出炉黑，也可加矿物填料。因不含双键不能用硫黄硫化，而利用侧链氯甲基的反应性进行交联。一般采用硫脲、多元胺和胺与硫黄硫化体系等，如乙烯硫脲（ETU 或 NA-22）与四氧化三铅并用、三亚乙基四胺（triethylene tetramine, TETA）、六亚甲基氨基甲酸二胺（hexamethylene diamine carbamate, HMDAC）和 *N,N,N'*-三甲基硫脲（thiate E）等。硫化速度较慢，因而一是提高温度，二是采用二段硫化，即一段模型硫化一定时间后，脱模进行二段硫化。二段硫化可在蒸汽、热空气或盐浴中进行，硫化温度一般不低于 156℃，但硫化温度高至 200℃后模型易积垢污染，要注意。硫化可采用模压、传递模压、注压、硫化罐直接蒸汽硫化、热空气硫化、盐浴连续硫化等。

为改善胶料的耐寒性能，可加入酯类增塑剂，聚醚、聚酯类增塑剂也可用。

氯醚橡胶可与共聚氯醚橡胶并用。也可与丁腈橡胶、氯丁橡胶、丁基橡胶、丙烯酸酯橡胶并用以改善性能。氟橡胶中加入氯醚橡胶可降低成本。

【基本特性】

- ① 耐油性、耐热性和耐臭氧性优异，是综合性能平衡较好的合成橡胶。
- ② 气体透过性是橡胶中最低的。
- ③ 难燃性和黏着性好。
- ④ 不能用硫黄硫化，而用硫脲、胺类硫化体系交联。
- ⑤ 存在加工性和物理强度不好的问题。

【应用范围】 由于氯醚橡胶的综合性能较好，故用途也较广。可用作汽车的配件如垫圈、密封圈、O 形圈、隔膜等。也用以制造耐油胶管、燃料胶管、包装材料、胶辊、胶板等。

【性能参数】

(1) 原料橡胶

门尼黏度[ML(1+4)100℃]	36~70	玻璃化温度 $T_g/^\circ\text{C}$	-12
相对密度	1.36~1.38		

(2) 配合橡胶

300%定伸应力/MPa	9.1~12.9	硬度(JIS A)	68~69	伸长率变化率	-53~-45,-14
拉伸强度/MPa	12.3~14.9	压缩永久变形(135℃×45h)	52,22~25	(150℃×70h)/%	(二次硫化胶)
扯断伸长率/%	400~620	70h)/%	(二次硫化胶)	耐臭氧性(100pphm, 1000h发生龟裂	
撕裂强度/(kN/m)	47~56.8	回弹性/%	15~17	40℃)	

【配方示例】

(1) 基本鉴定配方

① 我国生产的氯醚橡胶试验配方

氯醚橡胶	100	硫化剂 NA-22 ^①	1.5	防老剂 NBC ^②	2
铅丹(四氧化三铅)	5	硬脂酸锌	1	高耐磨炉黑	50

① 为 1,2-亚乙基硫脲，系促进剂，此处则为硫脲类硫化剂。

② 为二丁基二硫代氨基甲酸镍。

② 国外的氯醚橡胶 Hydrin 100、Herelor 和 Cechron 1000 的试验配方

氯醚橡胶	100	硫化剂 NA-22	1.5	防老剂 NBC	2
铅丹	5	硬脂酸锡	2	快压出炉黑	30

注：硫化条件为 155℃×30min。

(2) 应用配方

① 典型配方

氯醚橡胶	100	三碱式亚磷酸铅	5	快压出炉黑	30
六亚甲基氨基甲酸二甲胺	0.75	防老剂 Age Rite ResinD ^①	1	增塑剂 TP-70 ^②	1

① 为聚合的 2,2,4-三甲基-1,2-二氢化喹啉。

② 为低挥发性酯类增塑剂。

注：硫化条件为 155℃×30min。

② 海绵胶配方

氯醚橡胶	100	硬脂酸锡	2	发泡剂 N,N'-二硝基	2
铅丹	5	半补强炉黑	20	五亚甲基四胺	30
硫化剂 NA-22	1.5	邻苯二甲酸二辛酯(DOP)	5	发泡剂 K-5 ^①	3

① 分解温度 140~150℃。

4.5.2 共聚氯醚橡胶

共聚氯醚橡胶是环氧氯丙烷与其他单体的共聚物。由于氯醚橡胶的低温性能和弹性不够好，胶料中使用增塑剂虽可改善其低温性能，但因其易于渗出而不能多量使用，通过与其他单体共聚，可以较好地改善性能不足。最早是与环氧丙烷等摩尔比的共聚物，其产品代号为 ECO，代表产品如 Hydrin 200 和 Herclor H。此为二元共聚物，与氯醚橡胶比较，具有许多优越的性能，突出的是它兼有耐油性和耐寒性。

其后为了使共聚物能用硫黄进行硫化，因而选择带有双键的环氧化合物，与之共聚引进双键，最为常用的是烯丙基缩水甘油醚。环氧氯丙烷与这类带双键的环氧化合物共聚所得的共聚物，就是不饱和型氯醚橡胶，代号为 GCO，其代表商品如 Gechron 1100。这类共聚物不仅保持了原共聚氯醚橡胶的特点，又可用硫黄、过氧化物以及乙烯基硫脲等硫化剂进行硫化交联，且大大提高其硫化速度，一般可达 2~3 倍。硫化时不会粘污模具。同时还可与丁苯橡胶、丁腈橡胶等掺混并用。

不饱和型氯醚橡胶单用硫黄时，可明显降低胶料的耐热性能，若使用过氧化物硫化，可以改善氯醚橡胶对模具的锈蚀。而与环氧氯丙烷-环氧乙烷共聚的氯醚橡胶并用，可以改进热老化变软和在热油中老化变软的缺点。因而，又出现了环氧氯丙烷、烯丙基缩水甘油醚两共聚单体与环氧乙烷三元共聚的不饱和型氯醚橡胶，它除保持氯醚橡胶的耐油、耐老化、耐臭氧等性能外，还具有提高耐寒性、降低压缩变形、抑制老化变软的能力。其代表商品如 Hydrin 400。还研究出环氧氯丙烷、环氧乙烷、环氧丙烷和烯丙基缩水甘油醚四元共聚的聚合物，但由于单体转化率低，至今尚未商品化。

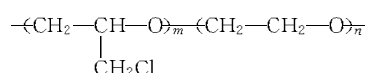
【制法】 共聚氯醚橡胶系环氧氯丙烷与环氧乙烷两单体等摩尔比，在烷基铝-水-络合剂体系引发下溶液聚合所得的二元共聚物。

不饱和型氯醚橡胶是单体环氧氯丙烷与烯丙基缩水甘油醚在烷基铝络合剂引发下溶液聚合所得的二元共聚物。

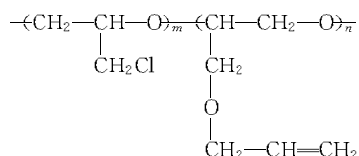
三元共聚不饱和型氯醚橡胶则是单体环氧氯丙烷、环氧乙烷与烯丙基缩水甘油醚在烷基铝络合体系引发下溶液聚合而得的三元共聚物。

【结构】 共聚氯醚橡胶的分子结构如下。

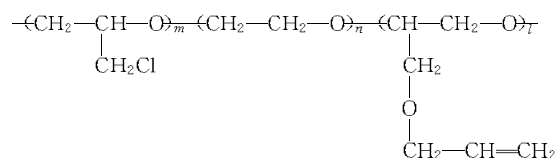
二元共聚物：



不饱和型二元共聚物：



不饱和型三元共聚物：



【品种牌号】 国内外共聚氯醚橡胶生产厂家和主要品种牌号见表 1-4-11。

表 1-4-11 国内外共聚氯醚橡胶的生产厂家和主要品种牌号

商品牌号	氯结合量 /%	相对密度	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	生 产 厂 家	备 注
ECO					
2421	24427			武汉市有机化工厂	二元共聚物
1131	11~15			武汉市有机化工厂	三元共聚物
GCO					
0621	6~10 ^①			武汉市有机化工厂	不饱和型二元共聚物
0631	6~10 ^①			武汉市有机化工厂	不饱和型三元共聚物
Hvdrin					
200		1.27	50~110	Goodrich Chemical CO.	不饱和型二元共聚物
400				Zeon Chemical	
Herclor C		1.27	55~130	Hercules Inc.	不饱和型二元共聚物
Gechron					
1100		1.34	60	Zeon 株式会社	不饱和型二元共聚物
400		1.27	100	Zeon 株式会社	不饱和型二元共聚物
3100		1.31	75	Zeon 株式会社	不饱和型三元共聚物
エビクロマ-C		1.28	70	大阪曹达エビクロラバー株式会社	二元共聚物
エビクロマ-G		1.35	50	大阪曹达エビクロラバー株式会社	不饱和型二元共聚物

① 为不饱和链节含量。

【加工与配合】 二元共聚氯醚橡胶的加工和配合技术与氯醚橡胶类同。但不饱和型二元共聚氯醚橡胶因在侧链分子上引进了双键，可以用硫黄硫化体系、过氧化物硫化体系进行硫化交联，提高了硫化速度，且改善了与二烯类橡胶并用的共硫化性。三元共聚氯醚橡胶的配合技术基本与相应的二元共聚氯醚橡胶或不饱和型二元共聚氯醚橡胶相类似。用硫黄硫化会使胶料降低耐热性能，采用过氧化物硫化则无此问题。压缩变形性能好。可用硫黄硫化的不饱和型氯醚橡胶硫化时对模具的锈蚀污染减轻。可与二烯类橡胶并用改善其性能。

【基本特性】

- ① 二元共聚氯醚橡胶的耐热性、耐油性、耐候性等与氯醚橡胶同样好。
- ② 大大改进了氯醚橡胶的低温性能和回弹性。
- ③ 共聚氯醚橡胶能在较宽的温度范围内保持胶料原有硬度，具有很好的减震性能，耐磨性也好，但其耐气体透过性和耐燃性变差。

④ 不饱和型氯醚橡胶能用硫黄硫化体系、过氧化物硫化。老化时胶料不变软，对模具污染腐蚀甚微。且可与二烯类橡胶并用互相改进性能，具有共硫化性。

⑤ 压缩变形低。

⑥ 加工性能和物理强度不好。

【应用范围】 由于综合性能较好，用途较广。主要用于汽车、飞机及各种机械的配件。如垫圈、密封圈、O形圈、隔膜等；也用于制造耐油胶管、燃料胶管、印刷胶辊、胶板、衬里以及充气制品等。

【性能参数】

(1) 原料橡胶（环氧氯丙烷与环氧乙烷共聚物）

门尼黏度[ML(1+4)100℃]	45~97	玻璃化温度 ^① $T_g/^\circ\text{C}$	$-42(m:n=3:7)$,
相对密度	1.27~1.36		$-33(m:n=1:1)$, $-25(m:n=7:3)$

① 括号中 m 和 n 指共聚物中环氧氯丙烷和环氧乙烷的单元数比。

(2) 配合橡胶

300%定伸应力/MPa	62.7~80.3	压缩永久变形	45~55, 26~24	耐臭氧性(100pphm,	1000h
拉伸强度/MPa	116.4~144	(135℃×70h)/%	(二次硫化胶)	40℃)	发生龟裂
扯断伸长率/%	575~810	回弹性/%	41~47	体积电阻率/ $\Omega \cdot \text{cm}$	10^8
撕裂强度/(kN/m)	42.1~56.8	伸长变化率	-71~-70, -63~-54		
硬度	63~67	(150℃×72h)/%	(二次硫化胶)		

(3) 各种橡胶的空气透过性

橡胶	炭黑量 /份	空气透过性 [$\times 10^{-9} \text{cm}^3/(\text{s} \cdot \text{atm})$]	橡胶	炭黑量 /份	空气透过性 [$\times 10^{-9} \text{cm}^3/(\text{s} \cdot \text{atm})$]
丙烯酸酯橡胶	36.7	28~44	丁腈橡胶(中丙烯胶)	41.2	11
丁腈橡胶(高丙烯胶)	40.0	3.9	Hydrin(CO)	29.4	1.3
丁腈橡胶(中高丙烯胶)	40.8	7.5	Hydrin(ECO)	31.5	6.0
			丁基橡胶	44.0	4.8

注：1atm=101325Pa。

【配方示例】

(1) 基本鉴定配方

① 国产共聚氯醚橡胶和三元共聚氯醚橡胶的鉴定配方

配 方	共聚氯醚橡胶	三元共聚氯醚橡胶	配 方	共聚氯醚橡胶	三元共聚氯醚橡胶
生胶	100	100	防老剂 NBC	2	2
四氧化三铅	5	5	高耐磨炉黑	50	50
硫化剂 NA-22	1.5	1.5			

② 国外共聚氯醚橡胶和三元共聚氯醚橡胶的试验配方

配 方	共聚氯醚橡胶	三元共聚氯醚橡胶 (硫黄可硫化的)	配 方	共聚氯醚橡胶	三元共聚氯醚橡胶 (硫黄可硫化的)
生胶	100	100	六亚甲基氨基甲酸二胺	0.75	—
四氧化三铅	5	—	硬脂酸锌	—	3.5
硫黄	—	0.8	二丁基二硫代氨基甲酸锌	1	1
促进剂 MBT	—	2	快压出炉黑	30	30
促进剂 TMTM	—	1	增塑剂 TP70 ^①	1	—

① 为低挥发性酯类增塑剂。

注：硫化条件 155℃×30min, 165℃×6min。

(2) 应用配方

① 共聚氯醚橡胶 O 形圈胶料配方

共聚氯醚橡胶(Hydrin 200)	100	防老剂 MB	0.1	壬二酸	4
四氧化三铅	8	高耐磨炉黑	15	增塑剂 TP-90B ^①	10
硫化剂 NA-22	1.3	快压出炉黑	15	增塑剂 Good-rite GP-261 ^②	5
硬脂酸钙	1	中粒子热裂法炭黑	40	操作助剂(Rubars)	1.5
防老剂 NBC	1	水合二氧化硅	20	尿素类衍生物(Urex) ^③	0.2

① 为二(丁氧基-乙氧基乙基)甲醛醚。

② 即 DOP 邻苯二甲酸二辛酯。

③ 为改性尿素作发泡剂用。

② 耐油胶管配方

共聚氯醚橡胶	100	硬脂酸锡	2	中超耐磨炉黑	55
四氧化三铅	7	防老剂 MB	0.3	增塑剂 DOP	15
硫化剂 NA-22	1	防老剂 Z 24	1.0	氯乙烯-乙烯乙酸酯共聚物	15

③ 耐油覆盖胶配方 (耐臭氧)

共聚氯醚橡胶(Hydrin 200)	40	促进剂 TET	2	防老剂 224	1
丁腈橡胶(Nipol DN 101)	60	促进剂 DM	1	快压出炉黑	40
四氧化三铅	5	硬脂酸	1	细粒子热裂法炭黑	40
硫化剂 NA-22	2.5	防老剂 MB	1	增塑剂 DOP	15
二丁基硫脲	2.5				

④ 减震制品配方

共聚氯醚橡胶(Hydrin 200)	100	硬脂酸钙	2	合成硅酸盐系白炭黑(Zeolox 23)	40
硫化剂 NA-22	1.5	氧化锌	2	硅烷偶联剂(Silane A-189)	2.5
硬脂酸锌	1	湿法白炭黑(Hisil 233)	20	增塑剂 DOP	10

4.5.3 环氧丙烷橡胶

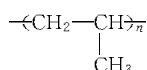
环氧丙烷橡胶(propylene oxide rubber)系由环氧丙烷在络合引发剂作用下,经配位负离子聚合而得的高分子无定形弹性体,代号为 PO。首先由 Grtibe 等于 1963 年宣布。1964 年美国 General Tire & Rubber Co. 以商品名称 Dynagen XP-139 问世。为饱和型,需用有机过氧化物硫化。如与带有不饱和双键的单体共聚合,即可得能以硫黄硫化的共聚物,通常用烯丙基缩水甘油醚,其使用比例为总单体的 10%,这就是不饱和型环氧丙烷橡胶,代号为 GPO。美国 Hercules 公司的商品名称为 Parel(现为 Zeob Chemical 供应)。美国、日本两国都有生产。

【制法】 环氧丙烷橡胶是将单体环氧丙烷在络合引发剂(如烷基金属引发体系或双金属氧联醇化合物为引发剂)作用下,在溶液中经配位负离子聚合而得。

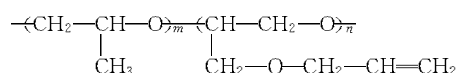
环氧丙烷与带双键的第二单体(如烯丙基缩水甘油醚)共聚合,环氧丙烷均聚所用的引发体系几乎都适用于共聚合,制法相似。

【结构】 环氧丙烷橡胶和不饱和型环氧丙烷橡胶的分子结构如下。

环氧丙烷橡胶:



不饱和型环氧丙烷橡胶:



环氧丙烷橡胶是分子侧链为甲基的饱和脂肪烃聚醚，这种以醚链形成的主链，具有出色的低温屈挠性能，且不含双键，氧本身又具极性，因而弹性好，耐臭氧性、耐热性优异，耐油性优良。

不饱和型环氧丙烷橡胶仍保有环氧丙烷橡胶的特性，又因引入双键能以硫黄硫化。

【品种牌号】 目前国内外生产环氧丙烷橡胶的主要品种牌号见表 1-4-12。

表 1-4-12 国内外环氧丙烷橡胶主要品种牌号

商品名称	不饱和度 (摩尔分数) /%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	生 产 厂 家	备 注
Parel		50~70	美国 Zeon Chemical Hercules	可硫化的,特别对要求高弹性、优异屈挠寿命、低温下可屈挠性的制品适用
PO		38~40	日本德山曹达公司	
GPO	3	30~40	日本德山曹达公司	
PO 0011			湖北武汉有机合成化工厂	
GPO 0621	6~10 ^①		湖北武汉有机合成化工厂	

① 系不饱和链节含量。

【加工与配合】 环氧丙烷橡胶的加工无特殊要求，可用通常橡胶加工设备加工，加工性能良好，混炼比氯醚橡胶容易，炭黑分散均匀，且胶料的成型流动性优良。配合技术与氯醚橡胶相似，环氧丙烷橡胶常用过氧化物硫化。不饱和型环氧丙烷橡胶因已引入双键可用硫黄硫化。

【基本特性】

- ① 有优良的回弹性，与天然橡胶相似。
- ② 耐臭氧性能优异。
- ③ 耐寒性能优越，其脆性温度约为-65℃，在-100~-65℃范围内呈现良好的动态性能。
- ④ 耐热性优良，可在 120℃下经受较长时间而性能变化甚微。
- ⑤ 耐油性能接近丁腈橡胶，耐水、碱、稀酸，但不耐浓酸、四氧化碳。在非极性溶剂中溶胀，但干后不影响其强度。
- ⑥ 有高的撕裂强度，好的屈挠性能。

【应用范围】 由于环氧丙烷橡胶具有较好的综合性能，主要用于制造汽车、航空、机械、石油等工业中使用的动态配件，如发动机坐垫减震器、隔震器、驱动耦合器等，以及薄膜、海绵、冷却剂管子、燃油管等。尤其适于要求耐油和耐寒的制品。

【性能参数】

(1) 原料橡胶

性 能	PO	GPO
门尼黏度[ML(1+4)100℃]	38~40	30~40
不饱和度(摩尔分数)/%	0	3

(2) 配合橡胶 (GPO)

300%定伸应力/MPa	8.5	扯断伸长率/%	580
拉伸强度/MPa	18.4	硬度(邵尔 A)	62

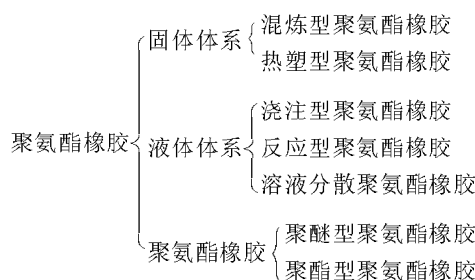
注：配方为：GPO 100，硫黄 0.8；促进剂 TMTD 0.6；氧化锌 3；硬脂酸 1；防老剂 NBC 1；中超耐磨炉黑 45。

【配方示例】

不饱和型环氧丙烷橡胶	100	促进剂 TMTD	1.5	防老剂 NBC	1
硫黄	1.25	氧化锌	5	高耐磨炉黑	50
促进剂 MBT	1.5	硬脂酸	1		
硫化：160℃×30min					
性能			扯断伸长率/%		
100%定伸应力/MPa	4.0		硬度(IRHD)	330	
200%定伸应力/MPa	8.5		低温脆化/℃	69	
拉伸强度/MPa	14.3				

4.6 聚氨酯橡胶

聚氨酯橡胶 (polyurethane rubber) 为聚合物主链上含有较多的氨基甲酸酯基团 $\text{—}\text{N}(\text{H})\text{—C(=O)—O—}$ 的系列弹性体材料，实为聚氨基甲酸酯橡胶，简称为聚氨酯橡胶或氨酯橡胶 (urethane rubber) 或聚氨酯弹性体 (polyurethane elastomer)，也有以 PU 或 PUE 表示的。聚合物链除含有氨基甲酸酯基团外，还含有酯基、醚基、脲基、芳基和脂肪链等。通常是由低聚物多元醇、多异氰酸酯和扩链剂反应而成。聚氨酯橡胶随使用原料和配比、反应方式和条件等的不同，形成不同的结构和品种类型。



热塑型聚氨酯弹性体将在热塑弹性体一章中介绍。目前生产以浇注型为多，热塑型次之，混炼型最少。今后反应注射型聚氨酯橡胶将会发展，因其兼有浇注型和热塑型加工的特点。

目前世界上生产聚氨酯橡胶的厂家很多，约有 400 多家，其生产规模一般为数百吨至万吨。美国生产量最大，日本次之，德国、英国、前苏联等均有较大产量。全世界总生产能力已超过 30 万吨。

世界上生产聚氨酯橡胶的主要生产厂家见表 1-4-13。

表 1-4-13 世界上生产聚氨酯橡胶的主要生产厂家

国家	生产厂家	商品名称	备注
美国	American cyanamide CO.	Cyanaprene	浇注型聚酯类, 胺硫化
			浇注型聚醚类
	Du Pont	Adiprene CM	混炼型聚醚类, 硫黄硫化
		Adiprene L	浇注型聚醚类, 胺硫化
		Adiprene LW	浇注型聚醚类, 胺硫化

续表

国家	生 产 厂 家	商品名称	备 注
美国	Thiokol Chemical	Elastothane	混炼型聚酯类,硫黄硫化
		Solithane	浇注型聚酯类,胺硫化
			浇注型聚酯类,胺硫化
	Uniroyal	Vihthane	混炼型聚酯类,过氧化物硫化
			浇注型聚醚类,diol 硫化
			浇注型聚醚类,二胺硫化
			浇注型聚醚类,二胺硫化
			浇注型聚醚类,二胺硫化
			浇注型聚酯类,diol 硫化
	Arncol	Catapal	浇注型,单组分
		Fastcast	浇注型
	Conap	Conathane	浇注型
	Upjohn	Rimthane	反应注射用
		Castethane	浇注型,聚酯类
英国		Pellethane	注压型
	Castall	Castall	液体,反应注射型
	Cal Polymers	Calthane	浇注型
	TSE Industries sovereign Chemical Co.	millathane	混炼型聚酯类,硫黄或过氧化物硫化
			混炼型聚醚类,硫黄或过氧化物硫化
	Morton International	Morthane	注压型聚酯类
			混炼型聚醚类
	Mateson Chemical	Purethane	浇注型聚酯类
	Polaroid Chemical	Polathane	浇注型聚醚类
	Mobay Corp.	Texin	预聚物
	Compounding Ingredients Ltd.	Monothane	浇注型聚酯类(单组分)
德国	Bayer	Vulkollan	浇注型聚醚类,diol 硫化
		Urepan	混炼型聚酯类,过氧化物硫化
日本	イハラ化学	Cureorene	浇注型,多种原料
	大日本インキ化学工業	バンザツクス	浇注型,聚内酯类
	日本ポリウレタン	コロネート	浇注型,多种原料
	三井曹達ウレタン	バンダス	浇注型,多种原料
	日本エラストラン	エラストラ	聚醚类,聚酯类
	武田薬品工業	タケラツク	浇注型,多种原料
	昭和ネオプレン	アジブレフ	浇注型,聚醚类
			混炼型,聚醚类,聚酯类
	住友,バイエルウレタン	ウレバン	混炼型,聚酯类,聚醚类
	日本サイアナミツド	サイアナブレ ACC	聚醚类,聚酯类
中国	山西省化工研究所	JA	浇注型,多种原料
		TA	喷涂料,聚内酯类
		PA	微孔材料,聚酯类
		HA	混炼型,聚酯类
	江苏省化工研究所		浇注型,聚醚类
	辽宁沈阳聚氨酯橡胶厂		浇注型,聚酯类
	天津橡胶制品一厂		浇注型,聚酯类
	河北保定合成橡胶厂		铺地材料,聚醚类
	江苏南京橡胶厂		铺地材料,聚酯类
	江苏扬州合成化工厂		浇注型,聚醚类
	上海胶带厂		浇注型,聚酯类

聚 ϵ -己内酯型聚氨酯浇注胶是以二元醇为起始剂，在催化剂存在下， ϵ -己内酯开环聚合制得两端为羟基的聚 ϵ -己内酯，然后再与 2,4-甲苯二异氰酸酯进行预聚，再与 MOCA 进行扩链，硫化而制成。该胶为黄褐色半透明弹性体，脆化温度低于 -70°C ，长期使用温度可达 100°C ，且耐水性优异，尤适用于制造耐磨、耐油、耐压的密封件、胶辊、衬里、冲裁模、齿形带等。产品牌号及性能指标如下。

牌 号	硬度(邵尔 A)	拉伸强度/MPa	伸长率/%	撕裂强度/(kN/m)
JA-5075	75 \pm 5	35~45	400~500	40~70
JA-5085	85 \pm 5	40~45	400~600	70~80
JA-5090	90~95	40~55	400~600	70~120

【国外主要生产厂家及产品牌号】

(1) 美国尤尼洛伊尔化学公司 美国尤尼洛伊尔化学公司 (Uniroyal Chemical Co. , Inc.) 商品名称为 Vibrathane。

Vibrathane 聚氨酯橡胶性能如下。

牌 号	Brookfield 黏度(100 $^{\circ}\text{C}$)/mPa \cdot s	相对 密度	牌 号	Brookfield 黏度(100 $^{\circ}\text{C}$)/mPa \cdot s	相对 密度
6008	1500	1.2	B-628	300	1.07
6012	750	1.16	B-635	430	1.07
6020	800		B-640	150	
6060	750		B-670	150	
6500	1500	1.22	B-809	390	
8007	1500	1.2	B-813	90	
8010	300	1.17	B-820	130	
8011	200	1.24	B-821	550	
8020	1100	1.18	B-835	500	
8030	800	1.13	B-836	400	
8045	1300	1.14	B-839	350	
8050	340	1.17	B-844	300	
8060	450	1.17	L-275	200	
8070	1000	1.15	L-100	550	
8080	800	1.15	L-167	300	
8083	850	1.17	L-200	250	
8085	800	1.16	L-213	300	
8090	650	1.16	L-300	500	
8570	500	1.19	L-315	200	
3L	10000	1.06	L-325	300	
6020U	1000	1.15	L-367	250	
B-685	650	1.03	L-42	675	
B-600	500	1.06	L-767	200	
B-601	200	1.07	L-83	800	
B-602	650	1.04	LW-520	900	
B-604	210	1.125	LW-570	900	
B-614	300	1.07	M-400	550	
B-615	300	1.06	M-415	350	
B-621	125	1.09	M-467	300	
13-625	750	1.07	CM	45 ^①	
B-627	150	1.09	FM	45 ^①	

① 50 $^{\circ}\text{C}$ 黏度。

(2) 德国拜耳公司 德国拜耳公司 (BayerAG) 商品名称为 Urepan。

Urepan 聚氨酯橡胶性能如下。

牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	相对密度	牌 号	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	相对密度
600	25	1.2	0332G	45	1.2
640	50	1.2	0359G	30	1.2
641	50	1.2	50EL 06G	35	1.2

我国聚氨酯橡胶也以化学组成来分类。聚酯类聚氨酯橡胶以 AU 表示,聚醚类聚氨酯橡胶以 EU 表示。其后缀以数字,第一位数字表示加工类型:1 代表混炼型,2 代表浇注型,3 代表热塑型。第二位数字表示多羟基化合物种类:1 代表聚己二酸-乙二醇-丙二醇,2 代表聚己二酸-丁二醇,3 代表 ϵ -己内酯,4 代表聚丙醇,5 代表聚四氢呋喃,6 代表聚四氢呋喃-环氧乙烷,7 代表聚四氢呋喃-环氧丙烷。第三位数字表示异氰酸酯种类:0 代表 2,4-甲苯二异氰酸酯 (TDI),1 代表 4,4-二苯基甲烷二异氰酸酯 (MDI)。

聚氨酯橡胶是线型链段聚合物,由软的链段和硬的链段组成的嵌段共聚物。软链段主体是低聚物多元醇,硬链段是由多异氰酸酯和扩链剂相互作用而得。软、硬链段之间通过氨基甲酸酯基团相互连接。因而如果改变软、硬链段的种类和数量,就可合成出多种不同主链结构的聚氨酯橡胶。

4.6.1 聚酯类聚氨酯橡胶

聚酯类聚氨酯橡胶 (polyester urethane rubber) 是聚酯多元醇与二异氰酸酯加成反应而得的共聚物,代号为 AU。聚酯多元醇多是脂肪族二元醇的己二酸酯,如乙二醇等。也有壬二酸、癸二酸的聚酯。二异氰酸酯则有甲苯二异氰酸酯或二苯基甲烷二异氰酸酯等。

聚酯类聚氨酯橡胶有液体状供浇注用的浇注型、固体状的混炼型和热塑型。热塑型聚氨酯橡胶将在热塑性弹性体部分介绍。无论浇注型聚氨酯橡胶还是混炼型聚氨酯橡胶,均须经扩链反应,扩链剂主要是二元醇类和二元胺类或多元醇类和烯丙基醚二醇类,后者可形成交联。

【制法】 先将己二酸和多价乙醇进行缩聚得聚己二酸酯,再与二异氰酸酯加成反应而成。

【结构】 聚酯类聚氨酯橡胶的分子结构为



式中 R——芳烃或脂肪烃;

R'——聚酯。

【品种牌号】 主要品种牌号见表 1-4-14。

表 1-4-14 聚酯类聚氨酯橡胶生产的主要品种牌号

商 品 牌 号	类 型	相对密度	组 分	生 产 厂 家
1110	混炼型	1.2~1.25	聚酯二醇/MDI	中国
1102	混炼型		聚酯二醇/TDI	
2100	浇注型		聚酯二醇/MDI	
2110	浇注型		聚酯二醇/TDI	
2200	浇注型		聚酯二醇/TDI	
2210	浇注型		聚酯二醇/TDI	
2300	浇注型		聚 ϵ -己内酯/MDI	
2310	浇注型		聚 ϵ -己内酯/MDI	

续表

商 品 牌 号	类 型	相对密度	组 分	生 产 厂 家
Cyanaprene				
A-7QM		1.13		American Cyanamide
A-8		1.15		
A-9		1.16		
A-75QM	浇注型	1.15		
A-85	浇注型	1.15		
D-5	浇注型	1.17		
D-6	浇注型	1.18		
D-7	浇注型	1.18		
Millathane				
76	混炼型			TSE Industries
80	混炼型	1.13~1.20		
300	混炼型	1.14~1.18		
66	混炼型	1.14~1.18		
HT	混炼型	1.11		
Vih Rathane				
5004	混炼型	1.15	50~70 ^①	Uniroyal Chemical
5008	混炼型	1.15	37~70 ^①	
6000 系列	浇注型			
8000 系列	浇注型			
Elastothane 系列	混炼型			Thiokol Chemical
Solithane 系列	浇注型			
Monolthane 系列	浇注型			Componuding Ingredient Ltd.
Vulkollan 系列	浇注型			Bayer
Urepan 系列	混炼型			Bayer
Cureprene	浇注型			イハラ化学
バンデックス	浇注型			大日本インキ化学工業
コロネート	浇注型			日本ポリウレタン
バイブレン	浇注型			三井曹達ウレタン
エラストラン	浇注型			日本エラストラン
タケラック	浇注型			武田薬品工業
アジブレン	浇注型			昭和ネオブレン
ウレバン	混炼型			住友バイエルウレタン
サイアナブレンACC				日本サイアナミッド
CKV	浇注型			前苏联
	混炼型			前苏联

① 为门尼黏度 [ML(1+4)100℃]。

【加工与配合】

(1) 浇注型聚氨酯橡胶是液体态橡胶，是品种多、产量大、性能和应用范围广的一类。加工方法有预聚法、一步法、预催化法和半预聚法等，以预聚法为主。

① 预聚法 此法是经预聚物制造聚氨酯橡胶的方法。配方可分为预聚和扩链两部分。预聚物是由游离二异氰酸酯和以异氰酸酯封端的低聚物二元醇组成的混合物。扩链剂可用二元胺或多元醇两类。剩余的异氰酸基用于交联或硫化。

② 一步法 此法只需按组分的当量比计算配方。

③ 预催化法 此法配方特点在于封端剂加入量的计算，其余同预聚法。

④ 半预聚法 此法的配方主要是总异氰酸基与总羟基当量比和总异氰酸基与预聚的羟基当量比的控制。

预聚物和扩链剂生产浇注料，有手工间歇操作和机械连续操作两种方式，然后根据要求进行模压成型和硫化。

反应注射型聚氨酯橡胶即采用反应注射成型（RIM）技术，有可能取代浇注型橡胶低压浇注法，有专门设备，且投资少，具有自动化程度高、低温成型、生产周期短等许多优点。大多采用双组分一步法，在混合室混合后进行注射成型。

（2）混炼型聚氨酯橡胶多用一步法合成。生胶配方较简单。能直接采用普通的橡胶加工设备加工，并可配入各种填料以改善性能。低聚物二醇为聚酯，二异氰酸酯采用甲苯二异氰酸酯和二苯基甲烷二异氰酸酯，扩链剂多以脂肪族二元醇为主，其目的是提高强度、产生交联点并改善橡胶的加工性能。因此根据所用原料不同可采用不同的硫化体系，饱和型可混炼聚氨酯橡胶多用异氰酸酯和过氧化物硫化，而不饱和型可混炼聚氨酯橡胶则多用过氧化物和硫黄硫化。

用普通橡胶加工设备进行塑炼、混炼和硫化。混炼多用开炼机。配合技术与一般橡胶类似。先加入润滑剂（如硬脂酸）和填料（如炭黑）等，然后加硫化剂和促进剂。要严格控制混炼温度，保证加工安全。成型多采用模压成型，也采用压出、压延成型方法，最后硫化成产品。

如制胶黏剂或用于喷涂与浸渍时，则将混炼好的胶料溶于有机溶剂中配制成所要求的胶浆使用。

【基本特性】

- ① 机械强度高，能得到广泛性能范围的制品。
- ② 耐热老化性、耐臭氧性、耐化学药品性好。
- ③ 与聚醚类聚氨酯橡胶比较，机械强度高。
- ④ 与聚醚类聚氨酯橡胶比较，耐寒性差。
- ⑤ 其他性能几乎与聚醚类聚氨酯橡胶相同。

【应用范围】 由于性能优异而广泛应用于汽车工业、机械工业、电气和仪表工业、皮革和制鞋工业、建筑业、医疗和体育用品等领域。制造各种部件、鞋底和后跟、实心轮胎、输送带、输送管道、筛板和滤网、轴衬和轴套、泵和叶轮包覆层、胶辊、垫圈、油封、运动鞋、野外电缆护套以及海绵泡沫制品等。

聚氨酯橡胶的应用与它的性能有关，通常以某一突出性能为主，并兼顾其他性能综合平衡的原则。

【性能参数】

（1）浇注型聚氨酯橡胶

① 预聚物

组成	聚(乙烯己二酸酯)乙二醇	黏度(75℃)/Pa·s	0.5~0.7
	聚(乙烯丁二醇己二酸酯)乙二醇等	分子量	约 2000

② 交联橡胶

交联剂/份	0.6~12	拉伸强度/MPa	29.4	硬度(邵尔 A)	65~95
相对密度	1.26	扯断伸长率/%	450~600	永久伸长率(DIN)/%	5~40
300%定伸应力/MPa	4.9~24.5	撕裂强度/(kN/m)	58~127.4	回弹性(DIN)/%	42~56

(2) 混炼型聚氨酯橡胶

① 预聚物 分子量约为 12000。

② 交联橡胶

项 目	二氧化碳/份		项 目	二氧化碳/份	
	0	50		0	50
门尼黏度[ML(1+4)100℃]	21	52	硬度(邵尔 A)	74~99	99
拉伸强度/MPa	4.9~13.2	14.2	硬度(邵尔 D)	51~75	75
扯断伸长率/%	330~480	310	回弹性/%	35~43	33
撕裂强度/(kN/m)	49~132	142			

【配方示例】

(1) 基本鉴定配方

① 国内混炼型聚氨酯橡胶的基本鉴定配方

聚氨酯橡胶	100	硬脂酸	0.2
过氧化二异丙苯	3.5	半补强炉黑	30

硫化条件：151℃×40min

拉伸强度/MPa	>24.5	老化系数(120℃×8h,按抗张积)	>0.8	质量变化[120号汽油(常温×20h)]/%	0.5~2.0
扯断伸长率/%	>350	压缩耐寒系数(-20℃)	0.3~0.5	质量变化[10号液压油(100℃×48h)]/%	0.5~2.0
300%定伸应力/MPa	9.8~19.6				
永久变形/%	<4				
硬度(邵尔 A)	65±5				

② 德国 Bayer 公司混炼型聚氨酯橡胶配方

聚氨酯橡胶(Urepan 600)	100	促进剂 Desmorapid DA ^②	0.3	Rhenogram P50 ^③	6
硫化剂 Desmodur TT ^①	10	硬脂酸	0.5	高耐磨炉黑	5

① 为 2,4-甲苯二异氰酸酯二聚物。

② 为二硫代氨基甲酸铅。

③ 为缩水甘油醚类水解稳定剂，Bayer 公司产品。

③ 美国 Thiokol 公司混炼型聚氨酯橡胶配方

聚氨酯橡胶(Elastothane 455)	100	100	硬脂酸镉	0.5	0.5
硫黄	2	2	活化剂 2C-456 ^①	1	1
促进剂 DM	4	4	超耐磨炉黑	0	30
促进剂 M	2	2			

① 为二硫化二苯并噻唑-氧化锌-氯化镉络合物，Thiokol 公司产品。

(2) 应用配方

以下为几个混炼型聚氨酯橡胶的参考设计配方。

① 异氰酸酯硫化的配方

聚氨酯橡胶(Urepan 600 系列)	100	硬脂酸	0.5
甲苯二异氰酸酯(TDI)二聚体	10~50	多硫化二亚胺 ^①	0~3
促进剂	0.3~0.5	高耐磨炉黑	0~20
氢醌二乙醇醚	0~29.3		

① 为水解稳定剂。

② 过氧化物硫化的配方

聚氨酯橡胶(Vibrathane)	100	硬脂酸	20
过氧化二异丙苯 ^①	4	高耐磨炉黑	20

① 为 40%过氧化二异丙苯分散在碳酸钙上。

③ 硫黄硫化的配方

聚氨酯橡胶	100	氯化锌-DM 络合物	0.5~1.0	聚碳化二亚胺	0~3
硫黄	1.5~2.0	硬脂酸	0~5	填料	变量
促进剂 M	2	硬脂酸钙	0.5		

④ 印刷胶辊配方

聚酯类聚氨酯橡胶	100	甲苯二异氰酸酯	7~9
----------	-----	---------	-----

【包装、贮存和运输】 混炼型聚氨酯橡胶一般为 5kg 左右的硬胶片，用聚乙烯塑料薄膜包装，每包注明产品批号、生产日期。运输时外面另用聚丙烯编织袋包装，应贮存在干燥、通风的库房内，避免高温。在温度低于 30℃ 时，透明的琥珀色消失变硬，但不影响质量。贮存期为一年。延长时以塑炼情况决定是否可用。

4.6.2 聚醚类聚氨酯橡胶

聚醚类聚氨酯橡胶 (polyether urethane rubber) 是聚醚多元醇如聚氧化丙烯醚二醇、聚氧化四亚甲基醚二醇 (PTMG) 等二官能性聚醚与二异氰酸酯加成反应而得的共聚物，代号为 EU。聚醚多元醇还有聚四氢呋喃醚二醇、共聚醚二醇等。

聚醚类聚氨酯橡胶也有液体状供浇注成型用的浇注型和固体状的混炼型及热塑型（在热塑性弹性体部分介绍）。同样，无论浇注型聚氨酯橡胶还是混炼型聚氨酯橡胶均须经扩链反应。扩链剂有直链型和交联型两类，多以前者为主。直链型主要是脂肪族或芳香族二元醇和芳香族二元胺。交联型有多元醇和多元醇烯丙基醚两种，可以在反应时形成交联。

聚氨酯橡胶除聚酯类、聚醚类外，还有聚丁二烯多元醇和聚碳酸酯二醇以及蓖麻油等的聚氨酯橡胶品系，已有商品出现，但产量极少。

【制法】 聚氧化丙烯醚二醇或聚氧化四亚甲基醚二醇与二异氰酸酯加成反应而成。

【结构】 聚醚类聚氨酯橡胶的分子结构为



式中 R——芳烃或脂肪烃；

R'——聚醚。

【品种牌号】 主要品种牌号见 1-4-15。

表 1-4-15 聚醚类聚氨酯橡胶的主要品种牌号

产 品 牌 号	类 型	相对密度	组 分	生产厂家
2400	浇注型		聚丙二醇/TDI	中国
2410	浇注型		聚丙二醇/TDT	
2500	浇注型		聚四氢呋喃/TDI	
2510	浇注型		聚四氢呋喃/MDI	
2600	浇注型		聚四氢呋喃-环氧丙烷/TDI	
2610	浇注型		聚四氢呋喃-环氧丙烷/MDI	
2700	浇注型		聚四氢呋喃-环氧丙烷/TDI	
2710	浇注型		聚四氢呋喃-环氧丙烷/MDI	
Adiprene CM	混炼型	1.06	MS(1+10)100℃ 40~80	Herwick Du Pont/Uniroyal
Adiprene E	混炼型	1.04	MS(1+10)100℃ 20~60	Herwick Du Pont/Uniroyal

续表

产 品 牌 号	类 型	相对密度	组 分	生产 厂 家
Adiprene FM	混炼型	1.08	ML(1+14)100℃ 30~60	Herwick/Uniroyal
Adiprene L 系列	浇注型		聚醚/TDI	Uniroyal 化学公司
Adiprene LW 系列	浇注型		聚醚/MDI	Uniroyal 化学公司
Adiprene M 系列	浇注型		聚醚/MDI	Uniroyal 化学公司
Cyanaprene				
1050	浇注型	1.04(100℃)		American Cyanamide
1080	浇注型	1.00(100℃)		Amerlcan Cyanamide
1090	浇注型	1.02(100℃)		American Cyanamide
3050	浇注型	1.04(85℃)		American Cyanamide
3080	浇注型	1.02(85℃)		American Cyanamide
3090	浇注型	1.03(85℃)		American Cyanamide
Millathane				
88	混炼型			TSE Industries
E34	混炼型	1.06~1.10		
Vibrathane				
B600/B601	浇注型	1.06~1.07	聚醚/TDI	Uniroyal 化学公司
B602	浇注型	1.04	聚醚/TDI	Uniroyal 化学公司
B604	浇注型	1.12~1.13	聚醚/TDI	Uniroyal 化学公司
B614	浇注型	1.07	聚醚/TDI	Uniroyal 化学公司
B615	浇注型	1.06	聚醚/TDI	Uniroyal 化学公司
B621/B627	浇注型		聚醚/TDI	Uniroyal 化学公司
B625	浇注型		聚醚/MDI	Uniroyal 化学公司
B628/B809	浇注型		聚醚/MDI	Uniroyal 化学公司
B635/B821	浇注型		聚醚/MDI	Uniroyal 化学公司
B670/B836	浇注型		聚醚/MDI	Uniroyal 化学公司
B835/B839	浇注型		聚醚/MDI	Uniroyal 化学公司
Solithane				
2080 A	浇注型			
2090 A	浇注型			Thiokol 化学公司
3080 A	浇注型			
3090 A	浇注型			
パンデツケス				大日本インキ化学工业
エラストラン				日本エラストラン
タケラツケ				试田药品工业
パイブレン				三井曹达ウレタン
コロネヘト				日本ポリウレタン工业
ワツブレン				昭和ネオブレン
デスモパン				住友バイエルウレタン
ウレパン				
サイアナブレン ACC				日本サイアナミッド

【加工与配合】

(1) 浇注型聚氨酯橡胶加工通常包括三个步骤即预聚物的合成、扩链和浇注料的硫化交联。预聚物的合成由低聚物多元醇如聚氧化丙烯醚二醇与二异氰酸酯组成混合物，然后加入扩链剂，继续进行交联或硫化反应得到浇注料。根据产品要求，经模压成型和硫化，也可用反应注射成型进行加工。

(2) 混炼型聚氨酯橡胶可用通常橡胶加工设备进行加工，如混炼机、硫化机等。须经塑炼后进行混炼。如出现严重粘辊，在塑炼时应加入硬脂酸润滑剂。要保持辊温 40~60℃。

混炼好的胶料即可进行模具硫化。成型可采用压出、压延和传递模制技术。也可用溶剂配制成胶的溶液进行喷涂和浸渍技术等。

与聚酯型聚氨酯橡胶相同，根据所用原料不同而选择不同的硫化交联体系。也有三种硫化体系即异氰酸酯、过氧化物和硫黄。其他与聚酯型聚氨酯橡胶相同。

【基本特性】

- ① 可以得到从软质到硬质的范围广阔的橡胶制品。
- ② 力学性能特别是拉伸强度、耐磨性好。
- ③ 耐热老化性、耐臭氧性、耐化学药品性良好。
- ④ 耐热水性差。
- ⑤ 与聚酯型聚氨酯橡胶比较，耐寒性和橡胶弹性优越，机械强度差。

聚酯型聚氨酯橡胶与聚醚型聚氨酯橡胶的性能比较见表 1-4-16。

表 1-4-16 聚酯型聚氨酯橡胶与聚醚型聚氨酯橡胶性能比较

性 能	聚酯型	聚醚型	性 能	聚酯型	聚醚型
耐辐射性	高	低	水解稳定性	次	好
耐磨性	高	低	耐热性	高	低
耐霉菌性	低	高	耐溶胀性	高	低
载荷能力	高	低	耐氧、臭氧性	高	低
压缩永久变形	小	大	耐紫外线性	高	低
低温柔顺性	次	好			

【应用范围】 主要用于汽车部件，特别是缓冲器等大型部件，以及电气制品、土木建筑工业，泡沫制品等。

【性能参数】

(1) 预聚物（聚四亚甲醚二醇）

化学组成	异氰酸酯末端聚氧化四亚甲基醚二醇
黏度/Pa·s	14~45

(2) 交联橡胶（预聚物聚四亚基醚二醇）

交联剂/份	8~30	扯断伸长率/%	400~500	硬度(邵尔 D)	43~55
300%定伸应力/MPa	8.8~29.4	撕裂强度/(kN/m)	44.1~93.1	压缩永久变形(70℃×22h)/%	9
拉伸强度/MPa	29.4~53.9	硬度(邵尔 A)	80~97	回弹性/%	40~56

【配方示例】

(1) 基本鉴定配方

美国 Du Pont 公司聚醚类聚氨酯橡胶的配方

聚氨酯橡胶(Adiprene C)	100	油酸丁酯	10
硫化剂 Dicup 40 ^①	2.5	高耐磨炉黑	30

① 为过氧化二异丙苯 40%分散于碳酸钙中。

(2) 应用配方 以下为几个混炼型聚醚类聚氨酯橡胶的配方供参考。

① 硫黄硫化的配方

a. 配方一

聚氨酯橡胶(Adiprene C)	100	促进剂 M	1	高耐磨炉黑	30
硫黄	0.75	氯化锌-促进剂 M 的络合物	0.35		
促进剂 DM	4	氧茛树脂	10		

b. 配方二

聚氨酯橡胶(Adiprene CM)	100	促进剂 M	1	高耐磨炉黑	30
硫黄	0.5~1.5	氯化锌-促进剂 DM 的络合物	0.35	古马隆树脂	15
促进剂 DM	4	硬脂酸钙	0.5		

② 过氧化物硫化的配方

a. 配方一

聚氨酯橡胶(Adiprene CM)	100	油酸丁酯	10
过氧化二异丙苯	1.2~1.6	高耐磨炉黑	30

b. 配方二

聚氨酯橡胶(Adiprene C)	100	辛酸丁酯	10
过氧化二异丙苯	0.25	高耐磨炉黑	30

【包装、贮存和运输】

- ① 浇注型聚氨酯橡胶装于圆筒出售。
- ② 混炼型聚氨酯橡胶参见聚酯类聚氨酯橡胶。

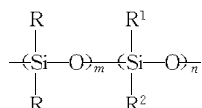
第 5 章 特种合成橡胶

本章表中，VMQ 代表甲基乙烯基硅橡胶，Q 表示聚硅氧烷橡胶，V、M 分别代表乙烯基和甲基；PVMQ 代表甲基苯基乙烯基硅橡胶，Q 表示聚硅氧烷橡胶，P、V、M 分别代表苯基、乙烯基和甲基；FMVQ 代表氟硅橡胶，Q 表示聚硅氧烷橡胶，F、V、M 分别代表氟烷基、乙烯基和甲基；MQ 表示甲基硅橡胶。

特种合成橡胶系相对于通用合成橡胶、半通用合成橡胶和专用合成橡胶而言。一般是指具有显著的特殊性能，多用于特殊用途的一类合成橡胶。许多学者和著作也将前章的专用合成橡胶归于特种橡胶。尽管这两类合成橡胶都具有明显的特性，但无论在特性的程度上，还是在性能的独特性上，还是有一定的区别。因此单列专章介绍。这类合成橡胶优异的独特性能，主要表现在耐高温性、耐寒性、电性能、生理惰性、耐化学腐蚀性以及耐辐射性等。随着高分子化学的发展，合成橡胶合成技术的不断进步，特种合成橡胶已形成品种多、性能特异从而适应各种不同高要求的体系，尤其适应国防领域和尖端科学技术的使用需要。因此它们对工业、国防、尖端科学和高新技术、医疗卫生事业等方面的发展都具有特殊的重要意义。这类特种合成橡胶主要包括硅橡胶和氟橡胶两大胶系。近年来由于这些合成橡胶的应用不断扩大，应用技术水平提高，发展很快。发达国家竞相研究开发生产，以满足各方面的需求。

5.1 硅橡胶

硅橡胶 (silicone rubber) 系指主链以 Si—O 单元为主，以单价有机基团为侧基的一类线型聚合物，是分子链兼具无机和有机性质的高弹材料。硅橡胶的一般分子结构式为



式中，R、R¹、R² 均为有机基团，如甲基、乙烯基、苯基、三氟丙基等；m、n 为聚合度，是在很宽范围内变化的整数。

硅橡胶代号为 Q，最初，参照结构相对应的酮 $\begin{array}{c} \text{R} \\ \diagup \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagdown \\ \text{R} \end{array}$ 而将 $\begin{array}{c} \text{R} \\ \diagup \\ \text{Si}=\text{O} \\ \diagdown \\ \text{R} \end{array}$ 化合物命名为硅酮，

后来发现这些化合物可以构成 (RR¹SiO)_n 这样的聚合物，于是称之为有机聚硅氧烷，俗称为硅酮 (silicone)。普通的硅橡胶主要由二甲基硅氧链节 $\text{---}[(\text{CH}_3)_2\text{SiO}]_n\text{---}$ 组成。不同有机取代基的聚硅氧烷的性能虽有差异，但都有聚二甲基硅氧烷橡胶的特性。

1940 年 G. Rochow 发明了用硅和氯甲烷直接合成甲基氯硅烷的方法，开始了从实验室向工业生产的转化。1944 年最早由美国 General Electric 公司合成制得聚二甲基硅氧烷。同时美国 Dow Corning 公司研究硅橡胶的合成技术，于 1945 年以商品硅橡胶 SR-73 和 SR-74 问世，但该产品质量差，至 1948 年 J. E. Nyde 等得到高质量的聚合物将其取代。接着，使用气相法白炭黑为补强填料，有机过氧化物作硫化催化剂，得到了强韧的实用硅橡胶，从而

使二甲基硅橡胶的性能达到实用阶段。

1948 年甲基乙烯基硅橡胶研制成功。1951 年又开发成功苯基硅橡胶, 该橡胶能在 -100°C 下使用。随之又研究开发出室温硫化的硅橡胶, 从而使硅橡胶在技术上趋于完善。此后又相继研制开发成功腈硅橡胶、氟硅橡胶等。1966 年又成功地研制出聚碳硼烷硅氧烷橡胶, 可在约 400°C 下使用。

目前有机硅产品发展迅速, 种类繁多, 可大致分为四大类: 硅油及其衍生物、硅橡胶、硅树脂和官能有机硅烷, 前三类通称为聚硅氧烷材料。估计聚硅氧烷材料世界年产量近 40 万吨, 其中硅橡胶类产量约为 13 万吨/年。1988 年世界硅橡胶总消耗量为 11.0 万吨/年, 以美国消耗最多, 占 41%, 日本次之, 占 35%, 西欧占 24%。

【国内生产厂家和牌号】 我国在 20 世纪 60 年代初期已开始硅橡胶的研究, 并先后投入生产。但生产能力较小。

(1) 吉林化学工业股份有限公司研究院产品性能如下。

① 甲基乙烯基硅橡胶

牌 号	分子量 $\times 10^4$	乙烯基结合量(摩尔分数) /%	挥发分 ($150^{\circ}\text{C} \times 3\text{h}$)/%	甲苯中溶解性
110-1	50~80	0.07~0.12	<3	全溶
110-2	45~70	0.13~0.22	<3	全溶
110-3	60~85	0.13~0.22	<3	全溶
110-4	45~70	>0.22	<3	全溶
110-5	>55	>0.3	<3	全溶

② 甲基苯基乙烯基硅橡胶

牌 号	分子量 $\times 10^4$	乙烯基结合量(摩尔分数) /%	挥发分 ($150^{\circ}\text{C} \times 3\text{h}$)/%	甲苯中溶解性
JHG-120-1	50~80	5~7	≤ 3	全溶
JHG-120-2	80~100	5~7	≤ 3	全溶

③ 腈硅橡胶 (聚二甲基-甲基乙烯基-甲基- β -氰乙基硅氧烷橡胶) 性能如下。

性 能	指 标	性 能	指 标
外观	无色透明	分子量	$\geq 50 \times 10^4$
乙烯基结合量/%	0.13~0.22	pH 值	中性
β -氰乙基结合量/%	20~25	溶解性	甲苯中全溶
挥发分($150^{\circ}\text{C} \times 3\text{h}$)/%	≤ 3		

(2) 上海树脂厂产品性能如下。

① 二甲基-二苯基-甲基-乙烯基硅橡胶

牌 号	外 观	苯基结合量 /%	平均分子量 $\times 10^4$	乙烯基结合 量/%	挥发分($150^{\circ}\text{C} \times 3\text{h}$)/%	溶解性	酸碱性
120-1 低苯基硅橡胶	无色透明半流体	3~5.5	40~80	0.15~0.25	≤ 3	全溶	中性
120-1 中苯基硅橡胶	无色透明半流体	10~20	40~80	0.25~0.35	≤ 4	全溶	中性

② 甲基硅橡胶

外观	无色透明	溶解性	全溶
挥发分($150^{\circ}\text{C} \times 3\text{h}$)/%	≤ 3	执行标准	HG-6-124-64
平均分子量/ $\times 10^4$	40~65		

【国外生产厂家和牌号】 目前世界上生产硅橡胶的国家有美国、日本、德国、英国、法国、比利时、捷克和中国等 10 多个国家和地区。

(1) 美国

① 美国通用电气公司 美国通用电气公司 (General Electric Company) 生产商品名称为 Silplus 和 Tufgl 的硅橡胶。

通用电气公司硅橡胶性能如下。

牌 号	化 学 组 成	相 对 密 度	牌 号	化 学 组 成	相 对 密 度
SE 30	MQ	0.98	SE 64	VMQ	0.98
SE 33	VMQ	0.98	SE 6635	PVMQ	1.15
SE 36	VMQ	0.98	SE 6660	PVMQ	1.21
SE 490	VMQ(RG)	1.15	SE 6916HA	VMQ	1.09
SE 54	PVMQ	0.98	SE 6921FR	VMQ	1.09
SE 556E	PVMQ	1.21	SE 6925PA	VMQ	1.04
SE 565U	PVMQ	1.22	SE 6930TA	VMQ	1.18
SE 6035	VMQ	1.10	SE 845	VMQ	1.09
SE 6075	VMQ	1.21	SE 846	VMQ	1.14
SE 6140	VMQ	1.10	SE 851	VMQ	1.14
SE 6160	VMQ	1.20	SE 852	VMQ	
SE 6180	VMQ	1.30	SE 860	VMQ	
SE 6190MO	VMQ	1.18	SE 861	VMQ	
SE 6250	VMQ	1.16	SE 871	VMQ	1.21
SE 63	VMQ	0.98	SE 874	VMQ	1.18
SE 6335	VMQ	1.09	SE 875	VMQ	1.18
SE 6350	VMQ	1.16	SE 877	VMQ	1.30
SE 6370	VMQ	1.21			

② 美国 Wacker 硅橡胶公司 美国 Wacker 硅橡胶公司 (Wacker Silicones Co.) 生产的硅橡胶商品名称分别为 Elektroguard、Powersil 和 Elastosil。

美国 Wacker 硅橡胶牌号性能如下。

牌 号	化 学 组 成	相 对 密 度	牌 号	化 学 组 成	相 对 密 度
B 123	VMQ	1.06	C 811	VMQ	2.70
B 150	VMQ	1.13	C 908	VMQ	1.17
B 195	VMQ	1.14	C 920	VMQ	1.20
B 243	VMQ	1.11	HTM 2	VMQ	1.60
B 5	VMQ	1.15	HTM 3	VMQ	1.28
B 7	VMQ	1.11	Powersil 310	VMQ	1.48
B 9	VMQ	1.11	Powersil 319	VMQ	1.49
C 1014	VMQ	1.13	Powersil 350	VMQ	1.10
C 1077	VMQ	1.12	Powenil 370	VMQ	1.16
C 1345	VMQ	1.10	SWS 418	VMQ	0.91
C 1359	VMQ	1.16	SWS 425	VMQ	0.82
C 1360	VMQ	1.16	SWS 7802	VMQ	1.12
C 709	VMQ	1.12	SWS 7805	VMQ	1.15
C 713	VMQ	1.11	SWS 7810	VMQ	1.03
C 715	VMQ	1.15	SWS 7815	VMQ	1.04
C 717	VMQ	1.19	SWS 7865	VMQ	1.16
C 764	VMQ	1.14	Process Aid772	VMQ	1.03
C 768	VMQ	1.40	R 401/40	VMQ	1.12
C 780	VMQ	1.18	R 401/50	VMQ	1.14

续表

牌 号	化 学 组 成	相 对 密 度	牌 号	化 学 组 成	相 对 密 度
R 401/60	VMQ	1.15	R 4000/40	VMQ	1.11
R 401/70	VMQ	1.16	R 4000/50	VMQ	1.13
R 401/80	VMQ	1.19	R 4000/60	VMQ	1.15
R 402/45	VMQ	1.13	R 4000/70	VMQ	1.16
R 402/60	VMQ	1.17	R 300/20	VMQ	1.12
R 402/75	VMQ	1.19	R 300/30	VMQ	1.12
R 420/30	VMQ	1.10	R 2000/30	VMQ	1.09
R 420/40	VMQ	1.13	LR 3003/05	VMQ	1.06
R 420/50	VMQ	1.14	LR 3003/10	VMQ	1.08
R 420/60	VMQ	1.15	LR 3003/20	VMQ	1.10
R 420/70	VMQ	1.16	LR 3003/30	VMQ	1.10
R 411/50	VMQ	1.13	LR 3003/40	VMQ	1.12
R 411/60	VMQ	1.15	LR 3003/50	VMQ	1.12
R 411/70	VMQ	1.17	LR 3003/60	VMQ	1.13
R 750/40	VMQ	1.11	LR 3003/70	VMQ	1.18
R 750/50	VMQ	1.14	LR 3003/80	VMQ	1.13
R 750/60	VMQ	1.17	LR 3013/40	VMQ	1.19
R 800/20	VMQ	1.05	LR 3013/50	VMQ	1.36
R 800/30	VMQ	1.10	LR 3013/60	VMQ	1.30
R 4105/55	VMQ	1.13	LR 3013/70	VMQ	1.36
R 4105/60	VMQ	1.15	LR 3043/40	VMQ	1.14
R 4105/70	VMQ	1.18	2100	VMQ	1.49

③ 美国道康宁公司 美国道康宁公司 (Dow Corning Co., Ltd.) 是世界上最大的硅橡胶生产企业, 生产能力占世界硅橡胶总产能的 36%, 商品名称为 Silastic。

Silastic 硅橡胶性能如下。

牌 号	硬 度 (邵 尔 A)	拉 伸 强 度 /MPa	伸 长 率 /%	撕 裂 强 度 /(kN/m)	回 弹 性 /%	压 缩 永 久 变 形 /%
35U	28	9.0	1000	30	40	271
55U	42	7.2	575	11	67	16
75U	67	10.8	490	36	41	16
7-6830	30	8.7	760	22.9		
7-6840	42	9.8	690	38.6		
7-6860	57	9.8	480	49.1		
9050/30	47	7.0	140	3		
GP-30	34	6.0	585			
GP-45	48	8.1	445	11	60	15
HGS-70	70	9.1	355	17.9		
LS-2830 ^①	38	10.1	519	26.6		
LS-2860 ^②	58	10.1	361	31.8		
MDX4-4210	29		480			
A ^②	35	3.7				
NPC-40	42	7.2	575	11	67	16
NPC-80	85	8.0	90	14	53	13
QS-2877	51	6.8	490			
Q7-4535	38	7.6	760	25.1		
Q7-4550	51	9.8	650	32.2		
Q7-4565	67	7.9	590	39.4		
Q7-4720	21	9.0	1300	35.8		

① 氟硅橡胶。

② 单组分, 医疗制品用。

(2) 日本

① 日本信越化学工业公司 日本信越化学工业公司 (Shin-Etsu Chemical Industry Co., Ltd.) 生产的硅橡胶的商品名称为 Sylun。

a. Sylun 单组 33RTV 橡胶

牌 号	硬化方式	用 途
KE 42 KE 420	脱乙酸型	通用型。用于粘接、密封、包覆 具有良好的低温特性。用于外观上要求透明部位的粘接和密封材料
KE 45 KF A4 KE 4525 KE 40RTV KE 4560 KE 4576	脱肟型	用于粘接、密封、包覆和电绝缘 中黏度。用于粘接、密封、包覆和电绝缘 用于硬质氯乙烯粘接和密封 为 UL 规格认定产品(94 V-0)。用于阻燃性粘接和密封 导热型[热导率为 0.69W/(m·K)]。用于导热性粘接和密封 导电型(电阻率为 200mΩ·m)。用于导电性粘接和密封
KE 348 KE 3490 KE 3491 KE 3492 KE 3493 KE 3494	脱丙酮型	用于电气、电子部件、元件的粘接和密封 为 UL 规格认定产品(94 V-1~94 V-0)。用于阻燃性粘接和密封 导电型(电阻率为 800mΩ·m)。用于导电性粘接、密封及处理接点故障 高导电型(电阻率为 0.1mΩ·m)。用于导电性粘接、密封及处理接点故障 导热型[热导率为 0.90W/(m·K)]。用于导热性粘接、密封及处理接点故障 为 UL 规格认定产品(94 V-1~94 V-0)。用于阻燃性粘接、密封及处理接点故障
KE 4898 KE 4890 KE 4866 KE 4805	脱醇型	用于电气、电子部件、元件的粘接和密封 为 UL 规格认定产品(94 V-0)。用于阻燃性粘接和密封 高强度型。用于高强度粘接和密封 用于塑料的粘接和密封,不用底漆即可达到良好的粘接
KE 1803 KE 1842	热硬化型	为灰白色,可短时间硬化(120℃×1h)。用于电气、电子元件的粘接、密封和包覆 为白色,可短时间硬化(120℃×1h)。用于电气、电子元件的粘接、密封和包覆

b. Sylurl 双组分 RTV 橡胶

牌 号	硬化方式	用 途
KE 119	缩合型	低黏度。用于电气、电子元件的灌封、被覆及模塑
KE 1204(A/B) KE 1206 KE 1223 KE 109(A/B) KE 1052(A/B)	附加型	属 UL 规格认定产品(94V),导热性好。用于电气、电子元件的灌封、被覆及模塑 低黏度,低硬度,低模量。用于电气、电子元件的灌封、被覆及模塑 导热性好[热导率为 1.05W/(m·K)]。用于电气、电子元件的灌封、被覆及模塑 自行粘接型(铝、玻璃、聚酯)。用于电子机器灌封 胶状,室温硬化型。用于电子机器灌封
KE 66 KE 67	缩合型	室温硬化型。用于自行粘接 中黏度,室温硬化型。用于自行粘接
KE 1212(A/B/C) KE 1800(A/B/C) KE 521(A/B)	附加型	低黏度,属 UL 规格认定产品(94V)。用于自行粘接 高黏度,高强度,属 UL 规格认定产品(94V)。用于自行粘接 为阻燃、发泡体。用于填充和密封
KE 10 KE 12 KE 17 KE 20 KE 30 KE 112 KE 24 KE 113 KE 1400 KE 1402	缩合型	中黏度,拉伸强度大。用于制作模型 低黏度,对聚酯的耐久性好。用于制作模型 低黏度,对聚酯、尿烷的耐久性好。用于制作模型 属 KE 10 的高黏度产品。用于制作模型 油灰状,5~10min 则可脱模。用于制作模型 高硬度。用于制作模型、环氧树脂铸型 高硬度,耐热性好。用于焊接装置成型 对低发泡尿烷或聚酯的耐久性好。适用于倒锥形状的复杂模型制作
KE 1300 KE 1600 KE 1225	附加型	高强度,低收缩率。适用于尺寸限制严格的复杂模具制作,真空铸塑模型试制 对油墨的疏墨少,改变硬化剂添加量则可调节硬度。用于印刷

c. Sylun 密封胶

分类	牌 号	硬化方式	用 途
单组分	Sealant-A	脱乙酸型	高模量,粘接力大。一般用于玻璃周围、窗框周围、建筑物正面玻璃装饰、玻璃或塑料水槽
	KE 420		高模量,高透明,粘接力大。用于玻璃周围、外观上要求透明的部位
单组分	Sealant-N	脱肟型	高模量,没有腐蚀性。一般用于玻璃周围、窗框周围、悬挂施工法、建筑物正面玻璃装饰、水泥砂浆、大理石等石料、装配式住房、无尘室、金属周围
	Sealant-4588		高模量,防霉型。用于厨房周围、浴室周围、盥洗室、冰箱、恒温恒湿室、无尘室等易发霉的地方
	Sealant-456		中等模量,延伸度好,粘接力大。用于玻璃周围、窗框周围、悬挂施工法、水泥砂浆周围、涂塑部位周围、装配式住房、铝制幕墙、接缝
	Sealant-40		具阻燃性,高模量。用于防火区天花板
双组分	Sealant-70	脱氨基	低模量。一般用于金属、压顶件、铝制幕墙、玻璃周围、窗框周围、机械设备、水槽等的宽接缝
	Sealant-701	羟基型	低模量,硬化之前具有流动性。用于位移量大的水平缝、土木工程
三组分	Sealant-79	脱氨基 羟基型	塑性密封材料(表面硬化,但内部仍为胶黏状态)。用于油性嵌缝剂的修补,低强度被粘体、难于粘接的被粘体等

d. Sylun 硅橡胶混合物

牌 号	特 点	用 途
KE 931-U KE 941-U KE 951-U KE 961-U KE 971-U KE 981-U	具有良好的加工性能,可以在广泛的领域应用	一般模塑品用。用于食品包装、工业用包装、隔膜等
KE 742-U KE 752-U KE 762-U KE 772-U KE 782-U	不需二次硫化处理,尤其是挤压残余变形好	一般性厚料模塑品用。用于油封、隔振橡胶、O 形密封圈、橡胶调整料等
KE 555-U KE 575-U	具有良好的拉伸强度,适用于需承受强大力量的模塑品	高强度模塑品用。用于密封垫圈、传动皮带、密封件、O 形密封圈、隔膜等
KE 552-U KE 582-U	特别适用于要求具备耐热性的模塑品	超耐热模塑品用。用于微波炉门用密封垫圈、加热炉或蒸汽熨斗的密封件等
KE 5606-U KE 5612G-U KE 5620-U KE 5607-U	具有良好的阻燃性,均为 UL 规格认定产品(94V)。所有颜色的 KE 5620-U,均为 UL 规格认定产品(94 V),高强度型	阻燃模塑品用。用于彩色电视机的阳极罩等
KE 1261-U KE 550-U KE 552B-U KE 555K-U KE 565K-U KE 5609-U KE 5615-U	具有良好的挤压加工性能 具有良好的密封耐燃性能 高强度型。适合于电工护套用 具有良好的阻燃性和挤压加工性能。特别适用于电线或软管	用于电线或绝缘橡胶软管等

e. Sylun SEP 硅橡胶

牌 号	用 途
SEP 1411-U SEP 1711-U SEP 1421-U SEP 1721-U	一般模塑品用,可以用硫黄硫化。用于散热器软管、加热器软管、点火高压线、电线、电线花火塞罩、层压用辊等

f. Sylun 氟硅橡胶

牌 号	特 点	用 途
FE 241-U FE 251-U FE 261-U FE 271-U FE 273-U FE 281-U	底料用化合物 一般型,压缩残余变形特性好 压缩残余变形特性和硫化特性好 一般型,压缩残余变形特性好	一般模塑品用。用于隔膜、止回阀、O 形密封圈、连接器等

g. 信越聚硅氧烷橡胶

牌 号	用 途
信越聚硅氧烷 M coat 56	水性型。可以用水简单地稀释,且没有安全或卫生上的任何制约。用于外墙、屋面的涂膜防水工程,墙壁、围墙的防水贴纸用涂层,混凝土等的防盐害涂层
信越聚硅氧烷 S coat 57	溶液型。涂膜的橡胶薄膜强度要比“信越聚硅氧烷 M coat 56”大。用于金属屋面的防锈、防蚀涂层,水槽表面的防锈、防蚀涂层,水槽内面或各种设备、机械的填缝,金属、混凝土等的防盐害涂层
信越聚硅氧烷 S coat 58	溶液型。用作高透明性和光泽的面料,各种涂料和涂膜剂的面料,瓷砖、金属等的抛光料

h. Sylun 液态注模成型硅酮橡胶 (LIMS)

牌 号	用 途
KE 1950(A/B) KE 1990(A/B) KE2000(A/B)	透明、高强度。符合《食品卫生法》日本厚生省告示 85 号规定的产品 最适合用于键盘用橡胶接点 高透明、高强度。适用于无毛边或无横浇口的成型,可以实现短周期的连续自动成型。符合《食品卫生法》日本厚生省告示 85 号规定的产品
KE 1995(A/B) KE 1988(A/B) KE 1995(A/B)	阻燃用,已取得 UL 94 V-0 特别适用于潜水用具等要求特高透明度的用途 耐油,适用于符合 JIS B 2401 的 4 种 C(O 形密封圈规格)的产品

i. Sylun 散热硅橡胶

牌 号	热导率 /[W/(m·K)]	特 点	用 途
TC-A 型(30A)	1.1	具有较大热导率 and 良好的橡胶弹性	半导体元件,特别是电视机、立体声音响机、无线电收发机、电脑、复印机、传真机等功率晶体管散热隔板。各种电热器、温度熔断器
TC-CG 型(30CG)	1.9	使用玻璃纤维布,具有良好的拉伸强度。属于 TC-A 型与 TC-BG 型的中间等级	
TC-BG 型(30BG)	5.0	由于使用氮化硼,热阻极小,可得到相当大的散热效果	

② 日本东芝有机硅公司 日本东芝有机硅公司 (Toshiba Silicones Co., Ltd.) 热硫化型硅橡胶性能如下。

牌 号	外 观	用 途
TSE 221-3U TSE 221-4U TSE 221-5U TSE 221-6U TSE 221-7U TSE 221-8U	乳白色半透明 乳白色半透明 乳白色半透明 灰白色 灰白色 灰白色	一般成型品用,可用于 O 形圈、衬垫、胶板、膜片、护罩
TSE 2122-4U TSE 2122-5U TSE 2122-6U TSE 2122-7U TSE 2122-8U	乳白色半透明 灰白色 灰白色 灰白色 灰白色	可用于 O 形圈、衬垫、胶板、膜片、护罩
TSE 270-4U TSE 270-5U TSE 270-6U TSE 270-7U TSE 270-8U	白色 白色 白色 白色 白色	O 形圈、胶辊、各种厚制品
TSE 260-3U TSE 260-5U TSE 260-7U TSE 261-4U TSE 261-5U TSE 261-6U TSE 261-7U	半透明 乳白色半透明 乳白色半透明 乳白色半透明 乳白色半透明 淡黄色半透明 灰白色	较高抗撕裂性,用于高强度制品、膜片、护套、衬垫、奶嘴、O 形圈
TSE 2322-5U TSE 2322-6U TSE 2322-7U	淡黄褐色 淡黄褐色 淡黄褐色	耐热性好,用于高温制品、衬垫、护罩、加热器线
TSE 217U TSE 218U TSE 283U TSE 284U	红褐色 灰色 灰黑色 灰黑色	阻燃性好,用于阻燃性电气制品、高压帽、套管、交叉管
TSE 2501U TSE 2502U	灰色 白色	阻燃电线、胶管
TSE 2425U TSE 2427U TSE 2461U	乳白色半透明 灰白色 灰白色	电线、胶管
TSE 2571-5U TSE 2571-7U TSE 2575U TSE 2577U YE 3465U	半透明 半透明 乳白色半透明 乳白色半透明 乳白色半透明	食品用胶管、透明胶管
THE 740-6U THE 740-7U THE 740-8U	半透明 半透明 半透明	医用胶管
TCM 5406U TCM 5407U TCM 5408U	黑色 黑色 黑色	导电制品、橡胶接点、电磁屏蔽用衬里

续表

牌 号	外 观	用 途
YE 3452UB YE 3120U YE 5248U YE 5158U	黑色 红褐色 灰白色 灰白色	导电性、耐油性好,用于各种生热件和油封
FQE 2015U FQE 2016U FQE 2017U	淡黄色 淡黄色 淡黄色	膜片、O 形圈、单向阀
TSE 2911U TSE 2913U	乳白色 白色半透明	低模量,用于衬垫、密封件、塞子
TSE 2961U TSE 2963U TSE 2971U	灰白色 灰白色 灰黑色	导热性好,用于散热片、散热管
TSE 283U	红褐色	自熔融性好,用于电气绝缘橡胶套

③ 日本合成橡胶公司 日本合成橡胶公司 (Japan Synthetic Rubber Co.) 生产的硅橡胶商品名称为 JSR。

JSR 硅橡胶性能如下。

牌 号	特 点	用 途
EH 5230U EH 5240U EH 5250U EH 5260U EH 5270U EH 5280U	加工性能优异,适于 UL 94 HB	用于一般成型品、O 形圈、隔膜、胶靴、胶靴、垫片
EH 6130U EH 6160U EH 6170U	中度抗撕裂成型品用	用于一般成型品、O 形圈、隔膜、胶靴、垫片
EH 6230U EH 6250U EH 6270U	高强度抗撕裂成型品用	O 形圈、隔膜、胶靴、垫片、奶嘴
EH 4150U EH 4160U EH 4170U	耐热成型品用	高温部件、垫片、加热线、胶靴
EH 5340U EH 5350U EH 5360U EH 5370U EH 5380U	不需二次硫化,压缩永久变形性能优异,适于厚质成型品	胶辊、垫片、O 形圈、密封圈
EH 9170U EH 9180U EH 9181U	耐机油性能好	油封
EH 8460U EH 8461U	阻燃性好,相当于 UL 62、VW-1	阻燃电线、耐燃管
EH 2150U EH 2160U EH 2161U EH 2170U	透明性好,挤出加工性能优异	食品管、透明管

续表

牌 号	特 点	用 途
FEH 914U FEH 916U	耐油性好	隔膜、O 形圈、逆止阀
EH 5450U EH 5451U EH 5452U EH 5460U	阻燃性好	电气部件、高压帽、阳极罩
EH 8160U EH 8161U EH 8162U EH 8163U	电气绝缘及挤出加工性能优异	电线、电子管
EH 9561U EH 9660U EH 9671U	反弹性、导电性及挤出成型性好	导电部件、橡胶接点、EMI 屏蔽板、垫片、各种生热件 导电部件、橡胶接点、电磁屏蔽板、垫片、各种生热件
EH 2260U EH 2270U EH 2280U		医用管

④ 日本道康宁东丽硅橡胶公司 日本道康宁东丽硅橡胶公司 (Dow Corning Toray Silicone Co., Ltd.) 硅橡胶性能如下。

牌 号	硬度	拉伸强度 /MPa	伸长率 /%	用 途
SH 745U SH 746U SH 747U SH 748UN	50 60 70 80	6.5 7.5 8.5 8.5	300 220 170 150	一般厚制品成型用,不需二段硫化型。可用于胶辊、O 形圈、衬垫、胶带、油封、胶板、电气制品
SH 35U SH 55UA SH 75UN	30 50 70	9.0 10.5 10.0	1000 750 450	要求高强度的制品、膜片、胶管、电线、飞机用制品
SH 52U SH 82UD	50 80	9.5 7.5	500 200	衬垫、O 形圈、高温制品、电线
SH 5027UA,D SH 144UA	53 70	6.5 6.5	500 310	电气制品、高压帽等要求阻燃性的制品
SE 1120U SE 1136U SE 1125U	33 36 50	8.5 9.5 8.0	800 700 850	奶嘴、瓶塞、胶管、胶板、衬垫
SE 1602U SE 1603U SE 1630U SE 1607U SRX 530U SRX 505U	62 70 60 60 70 55	9.0 10.5 9.5 11.0 11.0 9.5	360 450 350 500 380 600	通用 电线用 耐密封老化 阻燃高强度 阻燃 UL 用 高强度用途
SE 1184U SE 1185U SE 1186U SE 1187U SE 1188U	40 50 60 70 80	10.0 10.5 10.0 9.0 8.0	650 500 500 340 270	胶管用透明成型品

续表

牌 号	硬度	拉伸强度 /MPa	伸长率 /%	用 途
SRX 39U	20	6.0	850	低硬度制品
SE 4704	40	10.0	720	耐疲劳,用于键钮等受往复变形的橡胶制品
SE 4705	50	9.0	500	
SE 4706	60	9.0	300	
SE 6744A/B	40	6.5	270	各种汽车制品、各种机器用衬垫、环形衬垫、复印机胶辊、高压帽、键钮、电线用无溶剂漆
SE 6745A/B	50	8.0	270	
SE 6746A/B	60	8.0	200	
SE 6724A/B	40	8.0	750	
SE 6725A/B	50	9.5	600	
SE 6726A/B	60	8.0	400	
DY 35-446A/B	42	5.5	420	
SE 6715A/B	50	9.0	400	
DY 35-118A/B	50	4.5	260	

(3) 德国

① 德国 Wacker 化学公司 德国 Wacker 化学公司 (Wacker-Chemie GmbH) 硅橡胶的商品名称分别为 Elastosil 和 Powersil。

德国 Wacker 化学公司硅橡胶性能如下。

品 种 牌 号	化 学 组 成	品 种 牌 号	化 学 组 成	品 种 牌 号	化 学 组 成
LR 3001/55	VMQ, 硅	R 415 系列	VMQ, 硅	R 745/60	VMQ, 硅
LR 3003 系列	VMQ, 硅	R 420 系列	VMQ, 硅	R 747	MQ, VMQ, 硅
LR 3013 系列	VMQ, 硅	R 425 系列	VMQ, 硅	R 750 系列	VMQ, 硅
LR 3043/40	VMQ, 硅	R 440 系列	VMQ, 硅	R 752/50	VMQ, 硅
LR 3088 系列	VMQ, 硅, PMQ	R 470 系列	VMQ, 硅	R 755 系列	VMQ, 硅
LR 3089 系列	VMQ, 硅, PMQ	R 490/55	VMQ, 硅	R 760/70	VMQ, 硅
LR 3162	VMQ, 硅, 炭黑	R 500/70	VMQ, 硅	R 780 系列	VMQ, 硅, QUARTZ
R 20	MQ, VMQ, 硅	R 501 系列	VMQ, 硅	R 800 系列	VMQ, 硅
R 100 系列	VMQ, 硅	R 502 系列	VMQ, 硅	R 805/75	VMQ, 硅
R 101 系列	VMQ, 硅	R 509/65	VMQ, 硅	R 806/75	VMQ, 硅
R 200/80	VMQ, 硅	R 510/70	VMQ, 硅	R 830 系列	VMQ, 硅
R 263 系列	VMQ, 硅	R 533/60	VMQ, 硅	R 855 系列	VMQ, 硅
R 267 系列	VMQ, 硅	R 540/60	VMQ, 硅	R 860/55	VMQ, 硅
R 300 系列	VMQ, 硅	R 561/80	VMQ, 硅, 炭黑	R 861 系列	VMQ, 硅
R 310 系列	VMQ, 硅	R 562/80	VMQ, 硅	R 900 系列	FVMQ, 硅
R 351 系列	VMQ, 硅	R 570 系列	VMQ, 硅, 炭黑	R 4000 系列	VMQ, 硅
R 361 系列	VMQ, 硅	R 573 系列	VMQ, 硅, 炭黑	R 4105 系列	VMQ, 硅
R 385/20	VMQ, 硅	R 578 系列	VMQ, 硅, 炭黑	310	VMQ, 硅
R 401 系列	VMQ, 硅	R 580/70	VMQ, 硅	350	VMQ, 硅
R 402 系列	VMQ, 硅	R 701 系列	VMQ, 硅	351	VMQ, 硅
R 405 系列	VMQ, 硅	R 710/50	VMQ, 硅	370	VMQ, 硅
R 409/60	VMQ, 硅	R 712/60	VMQ, 硅	440	VMQ, 硅
R 411 系列	VMQ, 硅	R 720/55	VMQ, 硅		

② 德国 GE 拜耳硅橡胶公司 德国 GE 拜耳硅橡胶公司 (GE Bayer Silicones GmbH & Co. KG) 硅橡胶性能如下。

品种牌号	化 学 组 成	品种牌号	化 学 组 成	品种牌号	化 学 组 成
HV 1 系列	VMQ,硅	HV 5 系列	VMQ,硅	HV 9 系列	VMQ,硅
HV 2 系列	VMQ,硅	HV 6 系列	VMQ,硅	LSR 系列	VMQ,硅
HV 3 系列	VMQ,硅	HV 7 系列	VMQ,硅	LIM 系列	VMQ,硅
HV 4 系列	VMQ,硅	HV 8 系列	FVMQ,硅	RTZ	VMQ, MQ, PVMQ

(4) 俄罗斯 俄罗斯 Kazan NPO “Zavod SK” 公司商品名称为 Thiokols。

Thiokols 硅橡胶性能如下。

品 种 牌 号	化 学 组 成	品 种 牌 号	化 学 组 成
SKT	MQ	IRP	VMQ, 硅
SKTN	MQ	K-8(69,673)	VMQ, 硅
SKTV	VMQ, 液体橡胶		

硅橡胶的分类一般可按硫化方式和化学结构来划分。通常是按硫化温度和使用特征分为高温硫化或热硫化 (HTV) 和室温硫化 (RTV) 两大类。前者是高分子量的固体胶, 成型硫化的加工工艺和普通橡胶相似。后者是分子量较低的有活性端基或侧基的液体胶, 在常温下即可固化成型。也可分为双组分 RTV 硅橡胶 (简称 RTV-2) 和单组分 RTV 硅橡胶 (简称 RTV-1)。商品硅橡胶采用三种硫化反应方式: ①用有机过氧化物引发的自由基反应交联型 (或硫化型); ②缩合反应型 (或室温硫化型); ③加成反应型。其中加成反应交联又称氢硅化硫化体系或低温硫化 (LTV), 即在低于有机过氧化物的硫化温度下即可硫化, 但其硫化速度随温度升高而加快。因此可采用室温硫化或高温硫化。在双组分 RTV 硅橡胶中, 加成型 RTV 硅橡胶的比例越来越大。近期基于加成反应硫化的液体注射成型加工方法迅速发展, 所用基础胶和交联剂都是流体, 便于配料和管道输送, 节省能耗和劳力, 缩短硫化周期, 降低生产成本。

按化学结构分类是根据聚硅氧烷橡胶引入有机侧基的不同划分的。引入侧基可显著地改进其力学性能、耐温性能和加工性能。主要有二甲基硅橡胶、甲基乙烯基硅橡胶、甲基苯基乙烯基硅橡胶和三氟丙基甲基乙烯基硅橡胶等。

国外商品一般都按用途分类, 厂家生产的产品根据胶的化学结构、组成、分子量等的不同而定以各种品级牌号。HTV 硅橡胶通常以加入部分填料的基料形式或者以加入大部或全部配料的胶料形式出售, 而 RTV 硅橡胶则全部都以胶料形式出售。至于胶料中的补强填料和增容填料的品种用量、增塑剂、硫化体系以及特种添加剂等都是变换的, 有各自的商品牌号。

我国硅橡胶纯胶的品种牌号以英文字母和数字组合而成。英文字母组合表示硅橡胶的组成, 后缀数字第一位表示硫化温度: 1 表示热硫化 (HTV), 3 表示室温硫化 (RTV)。对 HTV 硅橡胶, 第二位数字表示侧基种类: 0 表示甲基, 1 表示乙烯基, 2 表示苯基, 3 表示氰乙基, 4 表示氟烷基, 后两位数字表示牌号。RTV 硅橡胶的第二位数字: 1 表示单组分 RTV 硅橡胶, 2 表示双组分 RTV 硅橡胶。见表 1-5-1。

5.1.1 高温硫化硅橡胶

高温硫化硅橡胶 (high temperature vulcanized silicone rubber) 是最早应用的一类硅橡胶, 采用有机过氧化物交联硫化, 有许多品种, 根据化学组成不同分为以下几种。

5.1.1.1 二甲基硅橡胶 (dimethyl silicone rubber)

二甲基硅橡胶是硅橡胶品种中最老的, 全称是聚二甲基硅氧烷橡胶 (polydimethyl siloxane rubber), 简称甲基硅橡胶 (methyl silicone rubber), 代号 MQ。由于硫化活性低, 工艺性能也较差。原制品在二段硫化时易发生气泡等, 除少量用于织物涂覆外, 目前基本上

己为甲基乙烯基硅橡胶所取代，很少在橡胶制品中使用。

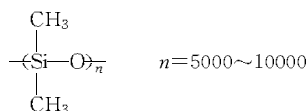
表 1-5-1 国产硅橡胶的品种牌号规则^①

品种牌号	平均分子量 /×10 ⁴	基团结合量(摩尔分数)/%	品种牌号	平均分子量 /×10 ⁴	基团结合量(摩尔分数)/%
MQ 1010	40~70		MNVQ 1302	>50	β-氰乙基硅氧链节 20~25
MVQ 1101	35~65	乙烯基 0.07~0.12	FMVQ 1401	40~60	乙烯基硅氧链节 0.3~0.5 (为氟硅橡胶)
MVQ 1102	36~65	乙烯基 0.13~0.22	FMVQ 1402	60~90	乙烯基硅氧链节 0.3~0.5 (为氟硅橡胶)
MVQ 1103	40~65	乙烯基 0.13~0.22	FMVQ 1403	90~130	乙烯基硅氧链节 0.3~0.5 (为氟硅橡胶)
MPVQ 1201	45~80	苯基硅氧链节约 7			
MPVQ 1202	40~80	苯基硅氧链节约 20			

① Q 表示聚硅氧烷橡胶代号，M 为甲基，V 为乙烯基，P 为苯基，N 为氰乙基，F 为氟烷基。

【制法】 先由氯甲烷与硅粉在催化剂作用下，合成二甲基氯硅烷，经水解得二甲基硅氧烷，然后缩聚制得二甲基聚硅氧烷橡胶。

【结构】 甲基硅橡胶的分子结构为



【品种牌号】 国内外各生产厂家生产的二甲基硅橡胶主要品种牌号见表 1-5-2。

表 1-5-2 国内外各生产厂家生产的二甲基硅橡胶主要品种牌号

国 家	商 品 牌 号	相 对 密 度	生 产 厂 家	备 注
中国	MQ 1010		四川晨光二分厂	
美国	C156		SWS silicones	
	DC-401		Dow Corning Corp.	
英国	SE-76		General Electric CO.	
	SE-30		General Electric CO.	
日本	KE-76	0.98	信越化学工业株式会社	使用温度-60~250℃
	KE-600		信越化学工业株式会社	
	TSE		东芝シリコン	
	YE		东芝シリコン	
	SH		トーレシリコン	

【加工与配合】 可用开炼机、密炼机进行混炼，混炼时无特殊困难，但不易下片，且加入白炭黑时易飞扬。采用气相法白炭黑的胶料，在加交联剂前需进行热处理（通常把片状母胶在 150℃带鼓风的烘箱中加热 1h）。然后经返炼后加入交联剂有机过氧化物，薄通下片，存放一定时间后硫化。压延压出无困难，硫化可采用模压、传递模压和注压。通常一段硫化后还需经二段硫化。二段硫化温度比制品工作温度高 20~30℃，在带鼓风的高温烘箱中进行，硫化时间 2~8h，根据产品要求试验确定。配合技术与普通橡胶不同，比较简单，主要由交联剂、补强剂、结构控制剂及其他添加剂组成。交联剂为有机过氧化物，不用防老剂、软化剂和酸性填料等，补强剂是气相法白炭黑。补强规律与炭黑相似，用量 20~60 份，炭黑只在制造导电橡胶时使用，选用乙炔炭黑。结构控制剂主要是为了阻滞气相白炭黑胶料在贮存过程中产生结构化的倾向，通常是含活性基团的有机硅化合物如二苯基硅二醇、羧基硅油等，用量一般是每 10 份气相白炭黑加 1 份左右。加入少量氧化铁、氧化铜等可提高胶料的耐热长期性，着色剂多用无机颜料如铬黄、氧化铁等。制造海绵制品时需加发泡剂。制成胶浆对织物进行涂胶。常用溶剂有溶剂汽油、甲苯和乙酸丁酯等，浓度为 15%~25%。

【基本特性】

- ① 耐热性和耐寒性优异，能在 $-50\sim 250^{\circ}\text{C}$ 温度范围内长期使用而保持其橡胶弹性。
- ② 耐臭氧性、电绝缘性也优良。
- ③ 胶料的力学性能低。
- ④ 厚制品硫化较困难，硫化时易起泡，耐湿热性差；且压缩变形大。

【应用范围】 由于存在硫化活性低、工艺性能差、厚制品在二段硫化时易发生气泡，且高温压缩变形大等缺点，目前除少量用于织物涂覆等外，几乎已为甲基乙烯基硅橡胶所取代。

【性能参数】

(1) 原料橡胶

聚合形式	加成聚合	脆性温度/ $^{\circ}\text{C}$	$-65\sim -60$
聚合体系	块状	线膨胀系数 (T_g 以上)/ $(^{\circ}\text{C})$	$2.5\sim 4.0$
平均分子量	$40\sim 280$ (聚合度 $4\times 10^3\sim 28\times 10^3$)	$10^{-4}/(^{\circ}\text{C})$	
相对密度	$0.96\sim 0.98$	热导率/ $[\text{J}/(\text{cm}\cdot\text{s}\cdot^{\circ}\text{C})]$	$1.67\times 10^{-3}\sim 4.18\times 10^{-3}$
玻璃化温度 $T_g/^{\circ}\text{C}$	$-132\sim -118$	折射率 n_D	1.404

(2) 配合橡胶

弹性模量(静态)/MPa	$0.98\sim 2.7$	弹性变化率($250^{\circ}\text{C}\times 72\text{h}$)/%	$-27\sim -3$
300%定伸应力/MPa	4.4	介电常数	
拉伸强度/MPa	$3.4\sim 14.7$	60~100Hz	$3.0\sim 3.6(25^{\circ}\text{C}), 2.4\sim 4.7(200^{\circ}\text{C})$
扯断伸长率/%	$120\sim 250$	10^6 Hz	$2.9\sim 3.8(25^{\circ}\text{C}), 2.4\sim 3.0(200^{\circ}\text{C})$
撕裂强度/(kN/m)	$4.9\sim 39$	介电损耗角正切	
硬度(IRHD)	$35\sim 90$	60~100Hz	$0.001\sim 0.008(25^{\circ}\text{C}), 0.013\sim 0.3(200^{\circ}\text{C})$
压缩永久变形($150^{\circ}\text{C}\times 22\text{h}$)/%	$10\sim 70$	10^6 Hz	$0.001\sim 0.003(25^{\circ}\text{C}), 0.002\sim 0.01(200^{\circ}\text{C})$
回弹性/%	$46\sim 54$		

【配方示例】

(1) 高强度硅橡胶胶料配方

二甲基硅橡胶	100	气相法白炭黑	45
2,4-二氯过氧化苯甲酰膏状物	3	环状硅氮烷	8

(2) 通用型硅橡胶胶料配方

二甲基硅橡胶	100	气相法白炭黑	60
过氧化苯甲酰膏状物	1	二苯基硅二醇	5

【包装、贮存和运输】 产品应装在清洁干燥、密闭的容器中，容器外表应注明生产厂名称、产品名称、牌号、质量、批号及生产日期。

贮存时，不要接触明火，应保持通风、干燥，防止日光直接照射。

运输时，应防止雨淋、日光曝晒，按非危险货物运输。

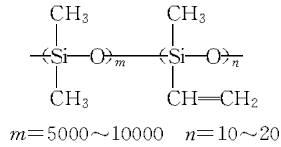
在符合上述条件下产品自生产日起贮存期为3年。

5.1.1.2 甲基乙烯基硅橡胶 (methyl-rinyl silicone rubber)

甲基乙烯基硅橡胶也称乙烯基甲基硅橡胶，其全称是聚甲基乙烯基硅氧烷橡胶 (poly-methyl-vinyl siloxane rubber)，代号为 MVQ，系二甲基硅橡胶的侧链上引进少量乙烯基而得。引入乙烯基改进了二甲基硅橡胶的缺点，可提高硅橡胶的硫化活性，能使用活性较小的有机过氧化物硫化交联，且用量可减少。同时使硫化胶性能改善，如提高制品硬度，降低压缩变形，厚制品硫化进行得较均匀，并减少气泡发生。一般认为乙烯基结合量在 $0.07\%\sim 0.15\%$ (摩尔分数) 的硅橡胶有较好的综合性能。增加乙烯基结合量硫化速度虽可提高，并可用硫黄促进剂硫化，但胶料的热稳定性下降，硫化胶的物性也低下。

【制法】 二甲基二氯硅烷经水解得八甲基环四硅氧烷，然后与四甲基四乙烯基环四硅氧烷在催化剂作用下，开环共聚即可制得甲基乙烯基硅橡胶。国外多以配料形式出售。

【结构】 甲基乙烯基橡胶的分子结构为



【品种牌号】 国内外各生产厂家生产甲基乙烯基硅橡胶的主要品种牌号见表 1-5-3。表 1-5-3 中所列有线胶、配料胶（包括半配料胶和全配料胶），至于配料组成各厂家不一，且还不标明，要注意正确选用。

表 1-5-3 国内外各生产厂家生产甲基乙烯基硅橡胶的主要品种牌号

国 家	商 品 牌 号	相对密度	生 产 厂 家	备 注
中国	MVQ 1101		上海树脂厂、四川晨光二分厂、吉化公司研究院	使用温度范围－70～300℃
	MVQ 1102			
美国	MVQ 1103		SWS Silicones	
	C-155	0.98	General Elastic Silicones	
	SE-31,SE-33		Dow Corning Corp	
	Silastic silicone rubbe			
	SE-436,SE-456	1.12,1.14	General Elastic Silicones	全配合料,高抗撕裂,高强度
	SE-476	1.18		全配合料,高抗撕裂,高强度
	SE-5559	1.33		全配合料,耐燃
	SE-7600	1.20		全配合料,导电的
	SE-9095	1.20		全配合料,延燃,
	Blensil 44	1.13		全配合料,通用
英国	Blensil 88	1.4		
	SE-33		General Elastrtc Co.	
	SE-435(U) ^①			中配合料
	SE-478(U)			半配合料
	GP 30(U)~GP 70(U)		Dow Corning	基料胶料
	HS 30(U)~HS 50(U)			基料
	HS 70(U)		General Electric Co.	基料
	Blensil SE44			全配合料
	Blensil SE88			全配合料
	SE 436,SE 456			全配合料
	SE 476			全配合料
	SE 5557			双组分体系
	SE 3724(U)			透明高强度,用于工业和健康
	SE 7600C & K			护理应用
	Tufel,范围			全配合料,液体硅胶注压用
	LIM 2300~LIM 2700			
	S 35(U),S 55(U)		Dow Corning	全配合料
	S75(U)			全配合料
	GP 590		Dow Corning	两组分液体硅橡胶,注压用
日本	KE-77		信越化学工业株式会社	
	TSE		东芝シリコーン	
	SH		トーンシリコーン	

① (U) 要求加入过氧化物硫化。

【加工与配合】 与二甲基硅橡胶的加工与配合相似。由于侧链引入乙烯基，其硫化活性提高，相对地对于有机过氧化物的用量可稍低一点。

【基本特性】

- ① 耐热性、耐寒性极好，在 $-60\sim 250^{\circ}\text{C}$ 宽广温度范围内使用物性变化少。
- ② 耐臭氧性、耐天候性好。
- ③ 电性能优良，在宽广温度范围，频率范围变化少。
- ④ 力学特性低，抗高温压缩变形比二甲基硅橡胶有改进。

【应用范围】 甲基乙烯基硅橡胶由于硫化活性提高，耐热性和高温抗压缩变形有很大改进，是产量最大、应用最广的一类硅橡胶，品种牌号也最多。除通用型胶料外，各种专用性和具有加工特性的硅橡胶，也都以它为基础进行加工配合，如高强度、低压缩变形、导电性、迟燃性、导热性等硅橡胶。这类硅橡胶广泛用于 O 形圈、油密封、各种管道、密封剂和胶黏剂等。

【性能参数】

(1) 原料橡胶 国产甲基乙烯基硅橡胶 HG 2-1493—83 标准规定如下。

项 目	MVQ 1101	MVQ 1102	MVQ 1103
分子量/ $\times 10^4$	50~80	45~70	60~85
挥发分($150^{\circ}\text{C}\times 3\text{h}$)/%	<3.0	<3.0	<3.0
乙烯基结合量(摩尔分数)/%	0.07~0.12	0.13~0.22	0.13~0.22
甲苯中溶解性	全溶	全溶	全溶

(2) 配合橡胶

脆性温度/ $^{\circ}\text{C}$	-75	扯断伸长率/%	190	压缩永久变形($125^{\circ}\text{C}\times 70\text{h}$)/%	8
高温可使用温度/ $^{\circ}\text{C}$	260	撕裂强度/(kN/m)	11.8	耐磨性(pico 磨耗指数) ^②	28
拉伸强度/MPa	6.9	硬度(JISA) ^①	70	氮气透过性	17(天然橡胶为 1 时)

① 山下晋三等人编著的《ゴムエラストマー活用ノート》P117，硬度一项后无注明，但在压缩永久变形项后注明为(JIS A)，应为硬度的注明。

② 耐磨耗性单位用%，经分析可能为“pico 磨耗指数”，引者注。

【配方示例】

(1) 基本配方

① 国产甲基乙烯基硅橡胶的基本配方

MVQ 1102 ^①	100	沉淀法白炭黑	40
有机过氧化物	1.2		

① 含乙烯基链节 0.13%~0.22% (摩尔分数)。

性能拉伸强度/MPa	3.92	脆性温度/ $^{\circ}\text{C}$	-75 以下	介电强度/(MV/m)	21
扯断伸长率/%	>250	体积电阻率/ $\Omega\cdot\text{cm}$	1.8×10^{14}	介电常数(1MHz)	3.16
硬度(邵尔 A)	45~65				

② 基本配方

甲基乙烯基硅橡胶(MVQ 1102)	100	100	气相法白炭黑	—	45~60
有机过氧化物	0.5~1	0.5~1	三氧化二铁	3~5	3~5
沉淀白炭黑	40~60	—	二苯基硅二醇	—	3~6

③ 通用型甲基乙烯基硅橡胶的典型配方

甲基乙烯基硅橡胶	100	气相法白炭黑	60
过氧化苯甲酰膏状物	1	二苯基硅二醇	5

(2) 应用配方

① 低压缩变形胶料配方

甲基乙烯基硅橡胶	100	三氧化二铁	5
过氧化二叔丁基	1	二苯基硅二醇	3
气相法白炭黑	45		

② 高强度胶料配方

甲基乙烯基硅橡胶	100	100	气相法白炭黑	45	45
高乙烯基结合量硅橡胶	—	7	高乙烯基结合量硅油	—	2
2,4-二氯过氧化苯甲酰膏状物	1.5	1.5	环状硅氧烷	8	8

③ 高抗撕型胶料配方

甲基乙烯基硅橡胶	100	气相法白炭黑	40~50
有机过氧化物	0.5~1	六甲基环硅氮烷和八甲基环四硅氧烷混合物	8~10

④ 医用硅橡胶胶料配方

甲基乙烯基硅橡胶	100	100	气相法白炭黑	40	35
2,4-二氯过氧化苯甲酰膏状物	2.5	—	羟基硅油	15	15
过氧化苯甲酰膏状物	—	2			

【包装、贮存和运输】 参见二甲基硅橡胶。

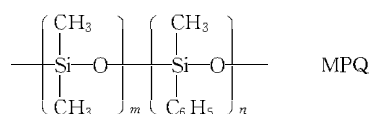
5.1.1.3 甲基-苯基-乙烯基硅橡胶 (methyl-phenyl-vinylsilicone rubber)

甲基-苯基-乙烯基硅橡胶，全称是聚甲基-苯基-乙烯基硅氧烷橡胶 (polymethyl-phenyl-vinyl silicone rubber)，简称苯基硅橡胶，代号为 MPVQ，也称甲基-乙烯基-苯基硅橡胶。它是在甲基乙烯基硅橡胶的分子链中引入二苯基硅氧烷链节（或甲基苯基硅氧烷链节）而制成的。其目的是通过引入大体积的苯基来破坏聚硅氧烷分子结构的规整性，以降低聚合物的结晶度和玻璃化温度，从而改善硅橡胶的耐寒性能。苯基硅橡胶中的苯基链节可以是一苯基硅氧结构，也可以是二苯基硅氧结构。苯基结合量为苯基/硅约为 6% 时，称低苯基硅橡胶，具有最佳的耐低温性能，在 -100℃ 时保持柔曲性能力。苯基结合量为苯基/硅约为 15%~20% 时，称中苯基硅橡胶，具有耐燃性。苯基结合量为苯基/硅约为 35% 以上时，称高苯基硅橡胶，具有优良的耐辐射性。中苯基和高苯基硅橡胶，由于加工困难，力学性能较差，因此生产和应用受到一定限制。

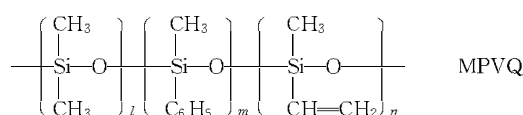
【制法】 由二甲基二氯硅烷和甲基苯基二氯硅烷共水解缩聚而得。也可以从含二甲基硅氧链节与甲基苯基硅氧链节或二苯基硅氧链节的混合环体聚合方法来制备，就是由二甲基二氯硅烷与甲基二氯硅烷共水解后，经催化裂解制得混合环体，加入八甲基环四硅氧烷和四甲基环四硅氧烷共聚而得。

【结构】 苯基硅橡胶的分子结构如下。

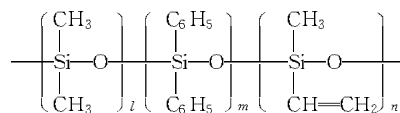
(1) 甲基苯基硅橡胶 (methyl-phenyl silicone rubber)



(2) 甲基乙烯基苯基硅橡胶



或



【品种牌号】 国内外生产苯基硅橡胶主要品种牌号见表 1-5-4。

表 1-5-4 国内外苯基硅橡胶主要品种牌号

国 家	商 品 牌 号	相对密度	生 产 厂 家	备 注
中国	MPVQ 1201	0.99 0.98~1.7	上海树脂厂	苯基结合量 7%(摩尔分数)
	MPVQ 1202			苯基结合量 20%(摩尔分数)
美国	C-154 silastic silicone rubber		SWS Silicones Dow Corning Corp.	
英国	SE-54		General Electric Co.	全配合料
	S 2351(U) ^①		Dow Corning Corp.	
日本	KE		信越化学工业株式会社	
	TSE SH		东芝シリコーン トーレシルエーシ	

① (U) 需要加入过氧化物硫化。

【加工与配合】 参见二甲基硅橡胶。

【基本特性】

- ① 具有硅橡胶的一般特性。
- ② 低温特性更为改进，脆性温度达-115℃。
- ③ 耐辐射性、耐燃烧性优异。
- ④ 苯基含量增加，混炼加工性变差，硫化胶的耐油性、压缩永久变形等低下。

【应用范围】 主要用于涂覆、O 形圈、油封、各种管道、密封剂和胶黏剂等。

【性能参数】 原料橡胶性能如下。

脆性温度/℃	-115	硬度(邵尔 A)	25~80
拉伸强度/MPa	6.9~9.8	压缩永久变形(149℃×70h)/%	25~40
扯断伸长率/%	500~800		

【配方示例】

应用配方如下。

① 耐高温硅橡胶胶料配方

低苯基硅橡胶	100	三氧化二铁	5
过氧化苯甲酰膏状物	1	二苯基硅二醇	3
气相法白炭黑	45		

② 耐低温硅橡胶胶料配方

低苯基硅橡胶	100	三氧化二铁	5
2,5-二甲基-2,5-二叔丁基过氧化己烷	0.5	二苯基硅二醇	5
气相法白炭黑	60		

③ 高强度硅橡胶胶料配方

低苯基硅橡胶	100	100	2,4-二氯过氧化苯甲酰膏状物	1.5	1.5
高乙烯结合量硅橡胶	—	7	气相法白炭黑	45	45
高乙烯结合量硅油	—	2	环状硅氧烷	8	6

④ 耐辐射型硅橡胶胶料配方

苯基硅橡胶 ^①	100	气相法白炭黑 ^②	60
过氧化二异丙苯	0.5	四苯基四乙烯基环四硅氧烷	1

① 二苯基硅氧链节 30% (摩尔分数)、二苯基硅氧链节 69.7% (摩尔分数)、甲基乙烯基硅氧链节 0.3% (摩尔分数) 组成的苯基硅橡胶。

② 预先用甲基二苯基乙氧基硅烷处理的, 气相法白炭黑表面积为 200m²/g。

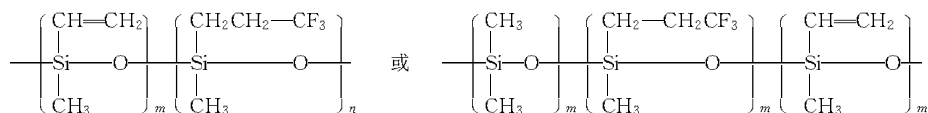
【包装、贮存和运输】 参见二甲基硅橡胶。

5.1.1.4 氟硅橡胶 (fluoro silicone rubber)

氟硅橡胶是在甲基乙烯基硅橡胶的分子侧链上引入氟烷基或氟芳基而制成的聚合物。它具有优异的耐油、耐溶剂性能, 但耐高温、耐低温性能不如甲基乙烯基硅橡胶, 其工作温度范围为-50~250℃。氟硅橡胶品种不少, 但获得广泛应用的仅有甲基乙烯基三氟丙基硅橡胶 (methyl-vinyl-γ-trifluoropropyl silicone rubber) 或称聚甲基乙烯基三氟丙基硅氧烷橡胶 (polymethyl-vinyl-γ-trimfluoropropyl siloxane rubber), 简称为氟硅橡胶, 代号为 MFVQ, 也称硅氟橡胶。它对脂肪族、芳香族和氯化烃溶剂、石油基的各种燃料油、润滑油、液压油以及某些合成油 (如二酯类润滑油、硅酸酯类液压油) 在常温 and 高温下的稳定性都很好。

【制法】 由甲基三氟丙基硅氧烷和甲基乙烯基硅氧烷共聚合而制得, 也可采用三甲基三(γ-三氟基) 环三硅氧烷的开环聚合法来制备。

【结构】 甲基乙烯基三氟丙基硅橡胶分子结构为



【品种牌号】 国内外氟硅橡胶的主要品种牌号见表 1-5-5。

表 1-5-5 国内外氟硅橡胶的主要品种牌号

国家	商 品 牌 号	相 对 密 度	生 产 厂 家	备 注
中国	MFVQ		上海布机氟材料研究所	
	1401	40×10 ⁴ ~60×10 ⁴ ①		乙烯基链节 0.3%~0.5% (摩尔分数)
	1402	60×10 ⁴ ~90×10 ⁴ ①		乙烯基链节 0.3%~0.5% (摩尔分数)
	1403	90×10 ⁴ ~130×10 ⁴ ①		乙烯基链节 0.3%~0.5% (摩尔分数)
美国	Sylon FX		3M 公司	
	11293~11296	1.38~1.50		硬度相对应为 40,50,60,70
	11297	1.48		可压成型, 硬度 60
	11299	1.40		高强度, 高撕裂, 硬度 35
	11300,11301	1.46		高强度, 高撕裂, 硬度 50,60
	11303	1.45		高强度, 高撕裂, 硬度 60
	11304	1.44		高强度, 高撕裂, 硬度 45
	11387	1.44		硬度 50, 隔膜用
	11471	1.23		硬度 50, 改进低温性能, 用作耐燃材料
美国	Sylon FX			
	11610	1.47		硬度 70, 低压缩变形
	11640	1.36		硬度 20, 可加填料以提高硬度
	11778	1.48		高强度, 高撕裂, 用于经受低温燃料和油

续表

国家	商 品 牌 号	相 对 密 度	生 产 厂 家	备 注
英国	FSE 2080		General Electric Co.	生胶
	FSE 2120(U) ^②		General Electric Co.	基料,半配合料
	LS 422(U)		Dow Corning Corp.	基料,半配合料
日本	EQE		东芝シリコン	
	LS		トーレシリコン	
	FE		信越化学工业株式会社	

① 系分子量。

② (U) 要求加入有机过氧化物硫化。

【加工与配合】 参见二甲基硅橡胶。

【基本特性】

① 具有硅橡胶共有的优异耐寒性和低的压缩永久变形。

② 耐油性显著改进。

③ 价格高昂。

【应用范围】 主要用于军工业、汽车部件、石油化工、医疗卫生和电气电子等工业上的特殊耐油、耐溶剂、耐高低温用途的产品,如模压制品、O形圈、垫片、胶管、动静密封件以及密封剂、胶黏剂等。

【性能参数】

(1) 原料橡胶

相对密度	1.0	脆性温度/℃	-60
------	-----	--------	-----

国产氟硅橡胶的技术要求(沪 Q/HG 6-010—83)如下。

项 目	FMVQ 1401	FMVQ 1402	FMVQ 1403
外观	无色或微黄色半透明胶状,无机械杂质		
分子量/ $\times 10^4$	40~60	60~90	90~130
乙烯基链节结合量(摩尔分数)/%	0.3~0.5	0.3~0.5	0.3~0.5
挥发分(100℃/666.6Pa \times 0.5h)/%	<5	<5	<5
溶解性	←丙酮或乙酸乙酯中全溶→		
酸碱性	←中性或微碱性→		

(2) 配合橡胶

拉伸强度/MPa	7.5~10.39	硬度(邵尔 A)	40~60	伸长率变化率(200℃ \times 72h)/%	-7~-6
扯断伸长率/%	350~480	压缩永久变形(200℃ \times 70h)/%	19	介电强度/(kV/mm)	18
撕裂强度/(kN/m)	12.7~15.7				

【配方示例】 氟硅橡胶胶料配方如下。

配 方	1	2	3	4
氟硅橡胶	95	95	95	95
甲基乙烯基硅橡胶	5	5	5	5
2,5-二甲基-2,5-二叔丁基过氧化己烷	0.8	0.8	0.8	0.8
气相法白炭黑 ^①	40	40	40	40
三氧化二铁	—	—	10	—
氧化锌	—	—	—	10

① 用八甲基环四硅氧烷处理的。

【包装、贮存和运输】 参见二甲基硅橡胶。贮存期为两年。

美国 3M 公司氟硅橡胶为箱包装，每包质量为 20kg (44lb)。

硅橡胶在不同温度下的使用寿命（保持原伸长率 50% 的时间）见表 1-5-6。

表 1-5-6 硅橡胶在不同温度下的使用寿命（保持原伸长率 50% 的时间）

温度/℃	使用寿命	温度/℃	使用寿命	温度/℃	使用寿命
-50~100	无限期地长	205	2~5 年	370	6h~1 个星期
120	10~20 年	260	3 个月~2 年	420	10min~2h
150	5~10 年	315	1 个星期~2 个月	480	2~10min

硅橡胶与各种材料的耐电弧性比较如图 1-5-1 所示。

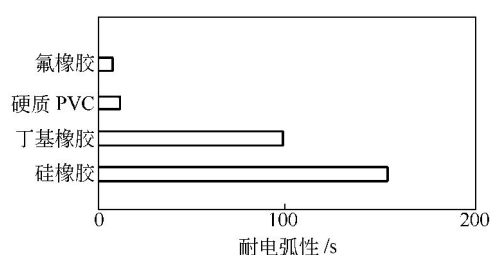


图 1-5-1 各种材料的耐电弧性

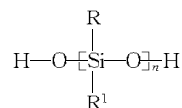
5.1.1.5 其他硅橡胶的品种

除前面介绍的 4 种硅橡胶外，还有睛硅橡胶、亚苯基或亚苯醚基硅橡胶和硅硼橡胶等。这些硅橡胶各有其特性，但产量很少，且价高。

5.1.2 室温硫化硅橡胶

室温硫化硅橡胶（room temperature vulcanized silicone rubber）是指不需要加热在室温下可硫化的硅橡胶，它是分子量较低有活性端基或侧基的稠状液体，全部都以胶料形式在市场上出售。按商品包装形式有单组分室温硫化硅橡胶和双组分室温硫化硅橡胶之分。前者是基础胶、填料、交联剂、催化剂在无水条件下混合均匀，密封包装，使用时挤出与空气中水分接触，进行缩合交联成弹性体。后者是将基础胶料和交联剂或催化剂分开包装，使用时按一定配比混合，进行硫化缩合反应。按硫化机理又可分为缩合型室温硫化橡胶和加成型室温硫化硅橡胶，室温硫化硅橡胶除具有高温硫化硅橡胶耐氧化、耐宽广的高低温、耐寒、耐臭氧、优异的电绝缘性、生理惰性、耐烧蚀、耐潮湿等特性外，还具有使用方便、就地成型、不需专门的加热加压设备等优点，且可适当改变填料、添加剂和聚合物的结构组成，特别是各种交联剂、催化剂的选用，能制成诸多性能不同的品种。因而国外销售的这类硅橡胶牌号繁多，广泛用于电子、电器、仪器、航空、航天、建筑、医学科学、汽车运输、化工、轻工、船舶制造、高能物理及国防军工等各工业部门，作为灌注、包封、粘接、密封填充、绝缘、抗震、防潮等应用。

缩合型室温硫化硅橡胶有单组分和双组分之别。以低分子量的羟基封端聚二有机硅氧烷为基础生胶，其分子结构可用下式表示。



式中， $\text{R} = \text{CH}_3$ ； $\text{R}^1 = \text{CH}_3$ ， C_6H_5 ， C_2H_5 ， $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$ ， CNCH_2CH_2 ； $n = 100 \sim 1000$ 。

该胶料有十分优异的耐高温性能，在 482℃ 老化 24h 后仍保持弹性。

高温硫化硅橡胶的混炼胶料，根据用途和特性的分类见表 1-5-7。

表 1-5-7 高温硫化硅橡胶混炼胶料分类

分 类	化学组成	分 类	化学组成	分 类	化学组成	分 类	化学组成
通用型	MVQ	耐低温型 高强度型	硼硅橡胶	耐油型	MNVQ	电线电缆型	MVQ
不需二段硫化型	MVQ		亚苯基硅橡胶		MFVQ	阻燃型	MPVQ
低压缩变形型	MVQ		MPVQ	耐辐射型	MPVQ	海绵型	MVQ
耐高温型	MVQ		MVQ	导电型	亚苯基硅橡胶	医用型	MVQ
	MPVQ		MPVQ		MVQ	食品工业用型	MVQ

【加工】 单组分缩合型室温硫化硅橡胶是将生胶、填料、交联剂及各种添加剂等混合时，经干燥后，装在密闭的容器中，使用时特别方便，一般不需称量、拌匀、除泡等操作。可用模压、压出或其他方法进行短时间的加工，然后曝露于空气中经一定时间即由膏状物硫化成弹性体。作胶黏剂使用时，不用表面处理剂即可进行黏合加工。对厚制品可以采取多次施工的方法。

【基本特性】

- ① 具有优良的耐热、耐寒性能，一般制品可在 $-60\sim 200^{\circ}\text{C}$ 温度范围内长期使用。
- ② 对一般基材如各种金属、陶器、木材、塑料、水泥、玻璃等都具有一定的粘接性。

5.2 氟橡胶

氟橡胶 (fluoro rubber, fluoro elastomer) 是主链或侧链的碳原子上含有氟原子的一类高分子弹性体，也称氟弹性体，代号 FPM。具有优异的耐高温、耐氧化、耐油和耐化学药品性，是现代航空、航天、导弹、火箭等尖端科学技术及其他工业方面所特需的材料。

早在 1886 年即已开始对含氟有机化合物的研究，但直至 20 世纪 30 年代末仍限于制冷剂方面的研究应用。20 世纪 40 年代末期，随着航空工业高性能气体涡轮发动机的应用，要求某些橡胶配件耐更高温度、耐润滑油和在燃料侵蚀下使用，原有的氯丁橡胶、丁腈橡胶和硅橡胶等已远不能适应。第一个含氟聚合物是聚氯三氟乙烯，于 1934 年出现，继而 1938 年发现聚四氟乙烯。而第一个含氟弹性体则于 1948 年引入市场，即聚 2-氟代-1,3-丁二烯，称“氟丁二烯” (fluoroprene)。随即研制了含氟聚丙烯酸酯，即聚-1F4 和聚-2F4。1958 年以偏氟乙烯为基础的共聚物研制成功，如 Du Pont 公司的 Viton A，3M 公司的 Kel-F 等。这类含氟橡胶具有显著的耐高温性、耐氧化性和耐各种液体性，且力学性能良好，发展至今已成为含氟弹性体中产量最大、应用最广的一个品种。

1950~1980 年来又相继开发出了许多新的品种，如 1956 年美国 Dow Corning 公司的氟硅橡胶，1967 年美国 Thiokol 公司的羧基亚酯基氟橡胶，1975 年美国 Firestone 轮胎橡胶公司的氟化磷腈橡胶和 1976 年美国 Du Pont 公司的全氟橡胶，以及 1983 年日本大全工业公司的含氟热塑弹性体等。

我国从 1958 年开始研究，20 世纪 60 年代初以来已研制开发成功多种氟橡胶，并建起了生产装置，主要是聚烯烃类氟橡胶如 23 型、26 型和 246 型。近来又开发了较新的品种，如四丙氟橡胶、全氟醚橡胶、氟化磷腈橡胶等。这些氟橡胶品种都是先从航空、航天等国防军工方面配套需要而后逐步推广应用于民用工业部门，将随着国防事业和国民经济的发展而日益增长。

目前世界氟橡胶的总生产能力为 1.67 万吨/年，年产量为 1.45 万吨/年。主要消费国家和地区是美国、日本和欧洲。世界氟橡胶生产能力见表 1-5-8。

表 1-5-8 世界氟橡胶生产能力

国 家	生产能力/(kt/a)	国 家	生产能力/(kt/a)
美国	5.5	德国	1.0
日本	2.8	中国	0.75
荷兰	2.4	俄罗斯	0.2
意大利	2.0	合计	16.65
比利时	2.0		

我国目前只有上海三爱富新材料股份有限公司和四川晨光研究院二分厂生产氟橡胶，生产能力为 750t/a，年产量约 100t，主要生产 26 型氟橡胶。

我国氟橡胶品种牌号按照国际标准规定，一般氟橡胶以 FPM 表示；FPNM 代表氟化磷酸橡胶；AMFU 代表羧基亚硝基氟橡胶。FPM 后面的数字 2、3、4、6 分别表示偏氟乙烯、三氟氯乙烯、四氟乙烯与六氟丙烯，如 2301 代表偏氟乙烯与三氟氯乙烯共聚物；2601 代表偏氟乙烯与六氟丙烯共聚物；2461 代表偏氟乙烯、四氟乙烯与六氟丙烯三元共聚物；4000 表示四氟乙烯与丙烯共聚物。

目前最常用和产量最大的品种主要是偏氟乙烯类氟橡胶，其次是全氟醚橡胶。

5.2.1 含偏氟乙烯类氟橡胶

含偏氟乙烯类橡胶 (containing vinylidene fluoro rubber) 包括偏氟乙烯-六氟丙烯共聚物、偏氟乙烯-1-氢五氟丙烯共聚物、偏氟乙烯-三氟氯乙烯共聚物、偏氟乙烯-四氟乙烯-六氟丙烯三元共聚物、偏氟乙烯-四氟乙烯-1-氢五氟丙烯三元共聚物。

【国内偏氟乙烯类氟橡胶生产厂家及产品牌号】

(1) 上海三爱富新材料股份有限公司

① 3F 牌氟橡胶

牌 号	密度 (g/cm ³)	门尼黏度 [ML(1+4)121℃]	拉伸强度 /MPa	扯断伸长率 /%	耐油性 ^① /%	用 途
FE 2462 ^② FE 2463 ^②	1.86±0.02 1.84±0.02	85±15 65±16	≥9.8	≥250	≤7	偏氟乙烯、四氟乙烯及六氟丙烯三元共聚物，产品外观呈白色片状，氟结合量高于 67%。可用于模压或挤出制造各种 O 形圈、密封件、隔膜、垫圈、胶片、阀片、软管、胶辊等
FE 2707 ^③	1.50~1.60	90±20	≥11.8	≥160		四氟乙烯与丙烯共聚物。耐热、耐化学介质，加工性能优良。主要用于耐热、耐介质密封件、阀门隔膜和运输软管等
FE 2601 FE 2602-1 FE 2602-2 FE 2602-3 FE 2603 FE 2605	1.82±0.02 1.82±0.02 1.82±0.02 1.82±0.02 1.82±0.02 1.82±0.02	45±15 110~130 131~160 161~190 55±15 55±15	≥7.8 ≥7.8 ≥7.8	≥160 ≥160 ≥160	≤6 ≤6 ≤6	偏氟乙烯与六氟丙烯的共聚物，产品外观呈片状，氟结合量高于 65%。耐油、耐高温。可用于膜压或挤出制造各种 O 形圈、密封件、隔膜、垫圈、胶片、阀片、软管、胶辊等

① 200℃×24h 增重。

② 门尼黏度 [ML(5+4)100℃]。

③ 门尼黏度 [ML(1+10)100℃]。

② 3F 牌预混氟橡胶

牌 号	氟 结 合 量 /%	相对密度	门尼黏度 [ML(1+10)121℃]	特 点 及 用 途
FKM FE 2617	≥60	1.83±0.05	50±5	含有双酚类硫化体系的二元预混胶。对黏结密封件具有较高的撕裂强度,优异的硫化性和较低的压缩变形。主要用于模压产品、金属黏结复杂构件等
FKM FE 2614	≥60	1.83±0.03	45±5	含有双酚类硫化体系的二元预混胶。具有较好的流动性,优异的硫化性和较低的压缩变形,脱模性好。主要用于 O 形圈、垫圈和普通密封件

③ 3F 牌氟硅弹性体

牌 号	外 观	分子量 /×10 ⁴	乙烯基结合量 (摩尔分数)/%	挥发分 /%	特 点 及 用 途
FE 2801	无色或微黄色	40~60	0.30~0.80	5.0	以甲基-3,3',3''-三氟丙基硅氧烷为基本结构单元的含氟聚合物,综合了氟橡胶耐油、耐化学腐蚀和硅橡胶的低温柔软、高温抗张保持率高等优良性能,广泛应用于宇航、交通运输、石油化工、医疗卫生等工业部门
FE 2802	半透明胶状体,无机械杂质	61~90	0.30~0.80	5.0	
FE 2803		91~130	0.30~0.80	5.0	

(2) 四川晨光研究院 四川晨光研究院偏氟乙烯类氟橡胶性能如下。

牌 号	组 成	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	密度/(g/cm ³)
FPM 2601	VDF/HFP	20~60	1.78~1.82
FPM 2602-1	VDF/HFP	60~100	1.80~1.84
FPM 2602-2	VDF/HFP	60~100	1.80~1.84
FPM 2603	VDF/HFP	100~140	1.80~1.84
FPM 2604	VDF/HFP	140~190	1.80~1.84

【国外主要偏氟乙烯类氟橡胶生产厂家及产品牌号】

(1) 美国 Dyneon LLC 公司 美国 Dyneon LLC 公司偏氟乙烯类氟橡胶商品名称为 Fluorel 和 Anas TFE。

Fluorel 偏氟乙烯类氟橡胶性能如下。

牌 号	组 成	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	特 点
FC 2120	VDF/HFP	23	黏度很低
FC 2121	VDF/HFP	23	低黏度
FC 2122	VDF/HFP	25	低黏度
FC 2123	VDF/HFP	25	低黏度
FC 2144	VDF/HFP	41	低黏度
FC 2145	VDF/HFP	28	低黏度
FC 2152	VDF/HFP	51	低黏度
FC 2174	VDF/HFP	40	高黏度
FC 2176	VDF/HFP	30	
FC 2177	VDF/HFP	33	
FC 2178	VDF/HFP	100	
FC 2179	VDF/HFP	80	
FC 2180	VDF/HFP	40	
			中等黏度

续表

牌 号	组 成	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	特 点
FC 2181	VDF/HFP	44	最低黏度级 中等黏度 过氧化物可硫化
FC 2182	VDF/HFT	30	
FC 2211	VDF/HFP	14	
FC 2230	VDF/HFP	38	
FC 2260	VDF/HFP	60	高氟,过氧化物可硫化
FC 2261Q	VDF/HFP	63	
FLS 2640Q	VDF/HFP	48	
FLS 2650	VDF/TFE/HFP	50	
FT 2320	VDF/HFP	23	低黏度
FT 2350	VDF/HFP	56	
FT 2430	VDF/TFE/HFP	30	
FT 2481	VDF/TFE/HFP	75	
FX 11818	VDF/TFE/HFP	28	高黏度
FLS 2530		38	
FE 5610Q		17	
FE 5620Q		23	
FE 5621Q		23	
FE 5622Q		22	
FE 5623Q		23	
FE 5640Q		40	
FE 5641Q		40	
FE 5642Q		42	
FE 5643Q		40	
FE 5660Q		60	
FE 5730Q		32	
FE 5830Q		33	
FE 5840Q		37	
FG 5630Q		30	
FG 5690Q		90	

注: VDF 为偏氟乙烯; TFE 为聚四氟乙烯; HFP 为六氟丙烯,下同。

(2) 美国杜邦陶氏弹性体公司 美国杜邦陶氏弹性体公司 (Du Pont Dow Elastomers L. L. C.) 商品名称为 Viton 和 Kalrez。

① Viton 偏氟乙烯类氟橡胶

品种牌号	组 成	门尼黏度[ML(1+10)121℃]	特 点
A 100	VDF/HFP	12	低黏度 低黏度 低黏度
A 200		22	
A 201C		20	
A 202		20	
A 275C	VDF/HFP	20	中等黏度 中等黏度
A 331C	VDF/HFP	30	
A 361C		31	
A 401C		42	
A 601C	VDF/HFP	60	
A 500		50	
A 700		70	
A		65	
A 35		36	
A-HV		100	
AL-300		30	
AL-600		60	
B-202		20	

续表

品种牌号	组 成	门尼黏度[ML(1+10)121℃]	特 点
B-135C	VDF/TFE/HFP	10	低黏度
B-435C		40	
B-600		65	
B-601C		60	
B-651C		60	
EPT-500		50	
EPT-900	VDF/TFE/HFP/CSM	90	抗流体性优于所有 Viton 胶
F 605C		60	

② Kalrez 全氟醚橡胶

牌 号	硬度 (邵尔 A)	100%定伸应力 (500mm/min)/MPa	拉伸强度 /MPa	伸长率 /%	压缩永久变形 (240℃×70h)/%	特 点
6375	75	7.2	15.1	160	30	填充炭黑
4079	75	7.2	16.9	150	25	
3018	91	16.9	21.7	125	35	
2037	79	6.2	16.9	200	27	
1050LF	82	12.4	18.6	125	35	
1058	65	4.7	9.0	180	40	
Spectrrn 7075	75	7.6	17.9	160		最高使用温度 327℃, 最低使用温度 -20℃ 最高使用温度 300℃
Sahara 8575	74	2.5	12.0	230		

(3) 意大利 Montefluos S. P. A. 公司 意大利 Montefluos S. P. A. 公司生产偏氟乙烯类氟橡胶, 生产能力为 2000t/a, 商品名称为 Technoflon。

Technoflon 偏氟乙烯类氟橡胶性能如下。

牌号	组 成	特 点	牌号	组 成	特 点
SL	VDF/PFP	低黏度	For 45	VDF/HFP	模压注塑成型好
SH	VDF/PFP	高黏度	For 70B	VDF/HFP	流变性改善
T	VDF/TFE/PFP	与 VITONB 相似	For 45B	VDF/HFP	流变性改善
NH	VDF/HFP	高黏度	TF	VDF/TFE/HFP	混炼胶类似 TN
NM	VDF/HFP	中等黏度	THF	VDF/TFE/HFP	混炼胶类似 TH
NL	VDF/HFP	低黏度	LHF	VDF/TFE/HFP	低硬度, 易加工
TN	VDF/TFE/HFP	热稳定性高, 耐流体性好	TN 50A	VDF/TFE/HFP	氟结合量约 67%
TH	VDF/TFE/HFP	高氟结合量, 耐流体性好	TN 505	VDF/TFE/HFP	氟结合量约 68%, 粘接性好
For 70	VDF/HFP	耐压缩变形, 注塑成型性好	TNS	VDF/TFE/HFP	氟结合量约 68%, 耐酸性介质

(4) 日本大金公司 日本大金公司 (Daikin Kogyo Co., Ltd.) 生产能力 1500t/a, 商品名称为 Daiel。

Daiel 偏氟乙烯类氟橡胶性能如下。

牌号	组 成	特 点	牌号	组 成	特 点
G 501	VDF/TFE/HFP	力学性能良好	G 555	VDF/TFE/HFP	氟结合量约 68%
G 502	VDF/TFE/HFP	低黏度	G 801	VDF/HFP/CSM	屈挠性好, 耐水蒸气
G 701	VDF/HFP	混炼胶, 压缩变形好	G 901	VDF/TFE/HFP/CSM	耐水蒸气, 耐极性溶剂
G 751	VDF/HFP	混炼胶, 粘接性、加工性好			性好
G 702	VDF/HFP	拉伸强度、撕裂强度高	G 902	VDF/TFE/HFP/CSM	耐水蒸气, 耐极性溶剂
G 704	VDF/HFP	低黏度			性好
G 601	VDF/TFE/HFP	热稳定性高, 耐流体性好	G 1001	VDF/TFE/HFP/CSM	氟结合量约 68%, 耐药品、耐油性优异
G 602	VDF/TFE/HFP	热稳定性高, 耐流体性好			

5.2.2 四丙氟橡胶

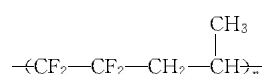
四丙氟橡胶 (tetrafluoroethylene-propylene rubber) 系四氟乙烯与丙烯的共聚物, 是日本旭硝子公司于 1960 年开始研制, 20 世纪 70 年代后期投产的一种含氟高聚物, 商品名为 Aflas。其分解温度达 400℃ 以上。与乙丙橡胶相比, 因乙烯单元中四个氢原子为氟原子取代, 使它具有氟橡胶的优良性能, 还具有比其他氟橡胶好的加工性能, 可在 200℃ 下长期使用, 230℃ 下可间歇使用。缺点是耐低温性能差。由于丙烯价廉, 且该橡胶密度比其他氟橡胶小, 有望取代偏氟乙烯-三氟氯乙烯共聚物氟橡胶。美国 3M 公司也有生产。

中国 1974 年开始研制开发, 1980 年投产鉴定, 品种牌号为 FPM 4000。

近年日本旭硝子公司又研制开发出四氟乙烯-丙烯与偏氟乙烯三元共聚物弹性体, 其耐油性和低温性能较好。

【制法】 四氟乙烯与丙烯在水介质中进行乳液共聚合, 得到的交替共聚物即为四丙氟橡胶。

【结构】 四丙氟橡胶的分子结构为



【四丙氟橡胶生产厂家及产品牌号】

(1) 日本旭硝子公司 日本旭硝子公司 (Asahi Glass Co., Ltd.) 四丙氟橡胶商品名称为 Aflas。

Aflas 四丙氟橡胶性能如下。

牌 号	门尼黏度[ML(1+10)100℃]	相对密度	牌 号	门尼黏度[ML(1+10)100℃]	相对密度
AF 100H	110	1.55	AF 150E	60	1.55
AF 100S	160	1.55	AF 150L	35	1.55
AF 150C	110	1.55	AF SX	85	1.53
AF 150P	95	1.55	AF 200S	45 ^①	1.60

① ML(1+10)121℃。

(2) 日本合成橡胶公司 日本合成橡胶公司 (Japan Synthetic Rubber Co.) 生产的四丙氟橡胶, 商品名称为 JSR。

JSR 四丙氟橡胶性能如下。

牌 号	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	相 对 密 度	用 途
100H	110	1.55	耐高温密封材料
100S	160	1.55	挤压成型填料
150P	95	1.55	挤压成型填料
150E	60	1.55	挤压成型胶管、电线
150L	35	1.55	加工助剂、胶黏剂

(3) 日本信越化学工业公司 日本信越化学工业公司 (Shin-Etsu Chemical Industry Co., Ltd.) 生产浇注型液体氟橡胶和 AMS 级氟橡胶, 商品名称为 Sifel。

① Sirel 浇注型氟橡胶

牌 号	黏度 /Pa·s	相对密度 (23℃)	硬度 (邵尔 A)	拉伸强度 /MPa	伸长率 /%	撕裂强度 /(N/cm)	压缩永久变形 (200℃×70h)/%
3155	40	1.87	55	7.8	250	98	—
3170BK	500	1.94	70	6.9	210	137	—
3400A/B	90	1.86	40	8.5	320	108	30
3511A/B	400	1.85	50	12	320	137	25
3702A/B	1000	1.83	70	9.0	200	108	26

② Sifel AMS 级氟橡胶

牌 号	黏度 /Pa·s	相对密度 (23℃)	硬度 (邵尔 A)	拉伸强度 /MPa	伸长率 /%	压缩永久变形 (200℃×70h)/%
4750A	3000	2.04	72	6.9	120	18
4750B	6000					
4755A	2400	1.89	78	8.8	120	14
4755B	1800					

(4) 美国 Dyneon LLC 公司 美国 Dyneon LLC 公司生产的四丙氟橡胶商品名称为 Aflas。

Aflas TFE 四丙氟橡胶性能如下。

品 种 牌 号	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	相 对 密 度	备 注
FA 100H	110	1.55	最高分子量级,机械强度和抗压缩变形性好
FA 100S	160	1.55	最高分子量级,最好的抗压缩变形性,机械强度和加工性能好
FA 150E	60	1.55	低黏度级
FA 150L	35	1.55	最低黏度级
FA 150P	95	1.55	中低黏度级,强度高,中等抗压缩变形性

(5) 俄罗斯 Chimkobinat Kirovochepec 公司

牌 号	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	相 对 密 度
SKF-26 ^①	50—60	1.85
SKF-32 ^②	50—60	1.85

① 偏氟乙烯-四氟丙烯共聚物。

② 三氟氯乙烯-四氟丙烯共聚物。

(6) 上海三爱富新材料股份有限公司

3F 四丙氟橡胶

牌 号	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	密度/(g/cm ²)
FE4701	90	1.50~1.60

第6章 胶 乳

胶乳系指聚合物在水介质中形成的相对稳定的胶体多分散体系。胶乳一般可分两大类：弹性体胶乳和塑性体胶乳，前者即橡胶胶乳，后者为树脂乳液。橡胶胶乳因来源不同，又分天然胶乳和合成胶乳两类。

天然胶乳是从橡胶植物中用采割或浸出等方法获取的。目前，工业上应用的天然胶乳都是从栽培橡胶树中采集得到的。

合成胶乳大多都是用乳液聚合方法来制备，如丁苯胶乳、氯丁胶乳等。此外也可用分散方法来制备某些非乳液聚合的合成胶乳，就是先将合成橡胶溶于溶剂中，再用乳化剂分散，然后除去溶剂即可得到所需的胶乳，如丁基胶乳、异戊胶乳、乙丙胶乳等。由于合成胶乳价格较天然胶乳便宜，且具有一些比天然胶乳优异的特有技术性能，如耐油、耐老化、黏合性能好等，已在较多领域部分或全部取代天然胶乳，并且已有长足的发展。因此消耗量增长很快，已远超过天然胶乳的耗用量。

直接利用胶乳早在18世纪中叶已开始，但直至1921年在伦敦第五届国际橡胶展览会上，才第一次展出天然胶乳。在第二次世界大战前早已用天然胶乳制造一系列产品。最早出现的合成胶乳是氯丁胶乳，1934年商品氯丁胶乳就已在市场上出售。从此直接用天然胶乳和合成胶乳来生产橡胶产品便迅速发展起来。全世界天然胶乳和合成胶乳的年总消耗量以干胶计约为生胶总消耗量的10%，年增长速度约为20%，大大超过干胶的增长速度，胶乳除直接用于生产气球、海绵、避孕套、手套、胶丝和胶管等外，还广泛用于浸渍帘布、地毯、造纸、纺织、无纺布、胶黏剂、涂料、建筑和食品工业等各个工业部门和领域。国内外生产的各种类型胶乳制品达30000种以上，已形成了橡胶工业的一个重要分支——胶乳工业。

胶乳直接用来制造橡胶制品有许多优点。

① 缩短和简化了工艺过程，不需要重型的橡胶机械设备，并能节省厂房、场地、动力和工时。

② 由于胶乳是流体，胶乳的配合技术和加工工艺远比干胶容易，且便于实现生产联动化、自动化。

③ 无需使用溶剂，因而可避免因使用溶剂带来的问题，如安全和中毒等事故。

④ 胶乳在加工过程中，橡胶分子没有受到机械的破坏作用，因而它的制品仍保持原聚合物的优良性能。

⑤ 胶乳的流体状态，适于在造纸、纺织、建筑、胶黏剂等方面的应用。

同样胶乳也有其不足之处，因而在某些方面影响了胶乳的扩大应用。

① 胶乳含有大量的水分，增加了使用和运输的不便，如半制品需脱水和干燥等。

② 胶乳对温度、湿度等因素比较敏感，变异性较大，其稳定性和均匀性不易控制。

③ 对胶乳制品的补强方法和薄制品的耐老化性尚待进一步研究解决。

④ 对厚制品的制造加工还没有很好的方法等。

因胶乳是多分散性的胶体体系，所以加工工艺和配合技术与干胶不同，是根据胶乳的胶体化学特性来考虑的。胶乳的胶体化学特性包括胶乳的组成、浓度、粒子大小及其分布、粒

子的表面性质、氢离子浓度（pH 值）、黏度、稳定性、表面张力和湿润性等。要了解并掌握各种原料胶乳的胶体化学性能和各种配合剂对这些胶体化学性质的影响，才能配制出符合各种制品工艺要求的配合胶乳，用以制造相应的橡胶制品。

胶乳制品的加工工艺方法很多，常用的有浸渍、压出、注模、发泡、喷涂、涂胶等。无论采用哪种工艺方法，都要将胶乳配制成配合胶乳。制备配合胶乳要求如下：

- ① 固体配合剂必须先配制水分散体或水溶液；
- ② 不溶于水的油类或液体配合剂必须先制成乳浊液；
- ③ 胶体配合用水必须经过软化或蒸馏处理，以免水中钙离子、镁离子影响胶乳的稳定性和制品质量。

胶乳用配合剂有两大类。一类是改善胶乳制品的性能和成本的配合剂，如硫化剂、促进剂、活性剂、防老剂、填充补强剂、软化剂、着色剂等。这些配合剂也是橡胶工业常用的，不过在胶乳中使用时，必须如前述的要将固体粉末先加工成水分散体，而油状配合剂则先加工成乳浊液，然后才能用于配合胶乳中。另一类配合剂则是改善胶乳胶性质的，使其具有一定工艺性能的专用配合剂，如分散剂、乳化剂、稳定剂、增稠剂、湿润剂、凝固剂等。

胶乳的配合技术与生胶的配合技术是不同的，由于胶乳是具有较好流动性的流体，黏度比生胶低很多，即使是浓缩胶乳，其黏度仅为 $0.1\text{Pa}\cdot\text{s}$ ，而生胶的黏度可高达 $10^9\text{Pa}\cdot\text{s}$ ，所以胶乳配合所用的设备都是轻型的。另外，一些粉末状配合剂直接配合到胶乳中，会引起橡胶粒子脱水而凝固，因此为使配合剂在加入胶乳之前达到胶体分散程度，必须先将配合剂制成胶体态水分散体、乳浊液或水溶液。

制备配合剂分散体用的设备为球磨机、振荡球磨机、胶体磨等。制备时需加入适量分散剂、稳定剂和水。一般有以下三种方法：

- ① 各种配合剂分散研磨，多为实验室研究和产品品种多的生产厂采用；
- ② 配合剂分组研磨，多用于生产单一品种的情况；
- ③ 各种配合剂混合球磨，为配方较少的工厂采用。

配合剂乳浊液的制备就是将各种不溶于水的油脂、蜡类，加入乳化剂、稳定剂等制成均匀分散于水的乳浊液。

胶乳的硫化是橡胶硫化的一种特殊形式，它是在胶乳状态下进行的，而且硫化后胶乳仍保持胶乳状态。很多胶乳制品如薄壁制品、软管、胶丝等都是用硫化或半硫化胶乳生产的。胶乳硫化方法有硫磺硫化法、秋兰姆硫化法、有机过氧化物硫化法和辐射硫化法等数种方法。

配合好的硫化胶乳，按照产品的要求进行加工。通过浸渍方法生产胶乳浸渍制品；用发泡法制造胶乳海绵制品；采用压出方法生产胶乳压出制品，如胶丝、医用输血胶管及听诊器胶管等。

胶乳浸渍是通过模型在配合胶乳中浸渍成型硫化而制得各种所需形状的浸渍制品，所用模型多用陶瓷、玻璃、铝和不锈钢等制造。

6.1 天然胶乳

天然胶乳（natural rubber latex）是从橡胶植物中用采割或浸出等方法获得的。世界上含橡胶的植物种类很多，且分布地域也很广，但经长期的生产和科研实践表明，有工业价值的并不多。主要有巴西橡胶树、银胶菊、杜仲树和橡胶草等，它们共同的优点是产胶量高、采集较方便，且易于栽培种植等。但其中橡胶产量最高、质量最好的是巴西橡胶树。目前世界上工业用的天然胶乳主要来自巴西橡胶树。

巴西橡胶树适于热带和亚热带种植生长，主要分布在南美洲的巴西亚马逊河流域，非洲的利比里亚、黄金海岸，亚洲的马来西亚、印尼、斯里兰卡、泰国、印度、新加坡等以及中国（海南、云南、广东粤西地区和广西、福建等地）。一般种植巴西橡胶树的国家和地区，除生产干胶外，都或多或少生产天然胶乳。

胶乳从橡胶树采割出来时，一般含有 30%~40% 的橡胶烃，其余主要是水，还有非橡胶物质。由于这种采集的胶乳含水量多，因而体积大，运输费用高。因此发明了从胶乳中除去部分水分的浓缩方法，制成橡胶烃固形物含量为 60% 以上的浓缩胶乳，在市场上出售。

浓缩胶乳作为工业原料，是在 20 世纪 20 年代随着巴西橡胶栽培事业的发展和工业的需求而兴起的。20 世纪 30~40 年代产量上升，第二次世界大战后产量迅速增加。近年来由于医药卫生领域需求的增长，总产量已超过 50 万吨（以干胶质量计）。目前浓缩胶乳的总产量已约为天然橡胶总产量的 10%（1992 年世界天然橡胶总产量为 563 万吨）。个别天然橡胶生产国，如马来西亚，所占的比例可达 15% 以上，其生产的天然胶乳占世界天然胶乳总产量的 70%。近年天然胶乳的消耗量情况见表 1-6-1。中国天然胶乳和天然橡胶消耗量见表 1-6-2。马来西亚、泰国和印尼天然胶乳出口量见表 1-6-3。马来西亚 1992 年天然胶乳产品生产情况见表 1-6-4。

表 1-6-1 世界天然胶乳的消耗量

单位：kt

国家和地区	1987 年	1990 年	1992 年	国家和地区	1987 年	1990 年	1992 年
加拿大	1.8	9.0	5.5	非洲	4.7	6.2	6.1
美国	68.6	73.9	83.0	中国(不包括中国台湾)	43.0	30.0	47
拉丁美洲	8.0	8.5	18.9	中国台湾	18.0	23.5	31.9
法国	6.9	4.2	4.2	印度	25.7	39.1	50.8
联邦德国	16.8	23.0	22.1	马来西亚	35.0	112.3	148.6
英国	15.1	9.8	1.3	韩国	26.0	29.0	24.5
其他欧共体国家	49.0	41.0	31.8	其他亚洲国家	33	86.0	61.3
独联体 ^①	50.1	61.5	7.9	世界总计	439	590	570
其他欧洲国家	20.0	18.0	11.7				

① 1990 年前为前苏联的消耗量。

表 1-6-2 中国天然橡胶和天然胶乳

的消耗量 单位：kt

项 目	1985 年	1987 年	1989 年	1990 年	年增长率/%
天然橡胶	415	555	675	600	7
天然胶乳	24	43	42	30	4
胶乳占比例/%	6	7	6	5	

表 1-6-3 马来西亚、泰国、印尼天然

胶乳出口量 单位：kt

年 份	马来西亚	泰国	印尼
1987 年	244.3	10.4	43.6
1990 年	192.3	46.2	31.7
1992 年	151.8	69.1	39.4

注：1992 年泰国国内使用约 20000t，印尼国内使用约 45000t。

表 1-6-4 马来西亚 1992 年天然胶乳产品生产情况

生产胶乳制品	172300	导管	1300
橡胶手套	115400	其他	5400
胶丝	50200		

天然胶乳按使用性质和用途来分，有通用天然胶乳和特种天然胶乳两大类。通用天然胶乳即三种浓缩胶乳；特种天然胶乳为专用天然胶乳，如高浓度天然胶乳（干胶含量 64% 以上）、阳离子胶乳、耐寒胶乳、纯化胶乳和接枝胶乳等。

天然浓缩胶乳按浓缩方法来分则有：离心浓缩胶乳、膏化浓缩胶乳和蒸发浓缩胶乳。天然浓缩胶乳按保存系统不同分为 4 种类型：

- ① 只用氨保存,或先用氨后用甲醛保存的离心浓缩胶乳;
- ② 只用氨保存,或先用氨后用甲醛保存的膏化浓缩胶乳;
- ③ 用低氨及其他必要的保存剂保存的离心浓缩胶乳;
- ④ 用低氨及其他必要的保存剂保存的膏化浓缩胶乳。

一般则按保存系统用氨量多少而分为：高氨浓缩胶乳和低氨浓缩胶乳两种类型。中国离心浓缩胶乳即分高氨和低氨两大类。

近年来为了扩大天然胶乳的用途和拓展胶乳原料，一些天然橡胶的产胶国进行了天然橡胶的改性研究，开发出了改性天然胶乳。所谓改性天然胶乳就是天然胶乳经过特定的物理或化学处理，使其化学性质、物理性质与通用浓缩胶乳有所不同的特种胶乳。改性方法主要有共混改性和化学改性（含加入某些化学试剂）。前者就是天然胶乳与合成胶乳（如丁苯胶乳、丁腈胶乳和氯丁胶乳等）或与天甲胶乳分别共混而达到改性的目的。后者为天然胶乳通过化学改性的方法如接枝、环氧化、卤化或加入某些化学试剂反应而制得，这样不仅可赋予改性天然胶乳以特有的宝贵性能，还可以为合成具有各种性能的新材料开辟了新的途径。有些改性天然胶乳已有商品化生产，如天甲胶乳。可以说，天然橡胶（包括天然胶乳）的化学改性，将是今后发展的一个重要方面。

6.1.1 浓缩天然胶乳

【制法】 从巴西橡胶树采集天然胶乳后，必须加入适量的保存剂，主要是氨，以保持胶乳的稳定性，防止其自然凝固，然后进行浓缩。浓缩方法有离心法、膏化法、蒸发法和电凝法四种。

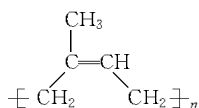
(1) 离心法 是胶乳通过离心机进行浓缩的方法。此法制得的胶乳称为离心浓缩胶乳 (centrifuged concentrate latex), 浓度可达 60% 以上。是目前国内外普遍采用的方法。用此法生产的浓缩天然胶乳占总产量的 90%。

(2) 膏化法 是在天然胶乳中加入膏化剂浓缩而制成。其胶乳称膏化浓缩胶乳(creamed concentrate latex), 浓度可达 60% 以上。

(3) 蒸发法 是通过加热使胶乳中的水分蒸发浓缩而制成，浓度可达 65% 以上。其胶乳称蒸发浓缩胶乳 (reverfex)。

(4) 电滗法 是将胶乳放在装有渗透薄膜的槽中, 槽的两端以导电水介质为电极, 通过加以适当电位, 使橡胶粒子移向阳极, 聚集形成一层浓缩胶乳, 以刮板把这层浓缩胶乳刮出而得, 称电滗法浓缩胶乳 (decanted concentrate latex)。由于该法生产成本过高, 迄今尚未工业化生产。

【结构】天然胶乳是天然橡胶在水介质中的胶体分散体系，其分子组成仍为顺式-1,4-聚异戊二烯，结构为：



【品种牌号】 中国生产的离心浓缩胶乳有高氨和低氨两种。国内外生产的天然胶乳的品种牌号见表 1-6-5。

【加工与配合】因胶乳是一种水分散胶体体系，其配合与加工不同于生胶。配合剂要分散在胶乳中，需先将固体配合剂粉碎后制成水分散体，不溶于水的液体配合剂则制备成乳浊液，然后按配方要求配合使用。要注意配合胶乳的稳定性，并考虑制品的性能要求和加工对稳定性的影响等。配合剂分散体和乳浊液的制备前已提及，可供参考。

表 1-6-5 国内外生产的天然胶乳的品种牌号

国家	品 种 牌 号	浓缩方法	标准干胶含量/%	生产厂家	胶乳保存体系	备 注
中 国	高氨离心浓缩胶乳 低氨离心浓缩胶乳	离心法 离心法	60 60.6			适于各种胶乳制品 主要用于海绵制品
马 来 西 亚	高氨浓缩胶乳(HA)	离心法	60	Malaysia Rubber Development Co.	0.7%氨	
	通用胶乳 LA-SPP	离心法	60	FELDA	0.2%氨+0.2%五氯酚钠	
	LA-BA	离心法	60	Harrisons	0.2%氨+0.24%硼酸	
	LA-TZ	离心法	60	Malaysian Co.	0.2%氨+0.25% ZnO+0.25% TMTD	
	HA-DC	两次离心	60	Dunlop Egtates	0.7%氨(或低氨型)	
	高氨膏化浓缩胶乳	膏化法	60	BHD	0.7%氨(或低氨型)	
	蒸发浓缩胶乳	蒸发法	62~73 ^①		用固定碱或氨保存	
	预碳化胶乳(高氨)		60		0.7%氨(或低氨型)	
	羧胺胶乳(LA-BA)		60~64		0.2%+0.24%硼酸	
	高浓度胶	离心法	64		0.7%氨(或低氨型)	
	天甲胶乳		—			
	MG 30		—		0.7%氨	
	MG 49		—			
	耐寒胶乳 FTS		60		0.7%氨(或低氨型)	
美 国	Denflex			Eiversified Compounds		配合胶乳,模型浸渍、浇注、海绵胶黏剂
	Denflex 3060			Eiversified Compounds		胶黏剂,浸渍、海绵、模制材料
	Denflex 3062, Revultex			Eiversified Compounds		73%浓缩胶乳和62%预硫化胶乳,用于黏合、浸渍、涂覆、模制
	Dynatex GTZ		61.8 ^①	Guthrie Latex		低氨胶乳,用氨、ZnO和TMTD保存,通用
	Hartex 101		60	Friestone		低氨,浸渍制品、胶黏剂和其他制品
	Hartex 102	离心法	60	Firestone		低氨,海绵
	Hartex 103	离心法	60	Firestone		低氨,压敏胶黏剂
	Hartex 104	离心法	60	Firestone		低氨胶乳,浸渍制品,及要求清晰和纯度改进的
	Heveanol			Heveatex		胶乳和配合胶乳
	NC358	膏化法	67.5 ^①	Ennar Latex		高氨、压出胶丝、地毯背衬、海绵
	NC 405	离心法	61.8 ^①	Ennar Latex		通用,高氨,浸渍制品,医疗应用及纤维涂覆
	NC 407	离心法	61.9 ^①	Ennar Latex		低氨,对氨含量和稳定性敏感的应用优异,胶黏剂和模制泡沫产品比其他离心胶乳好
	NC 411	离心法	61.8 ^①	Ennar Latex		低氨,对任何胶乳应用好
	Revertex	蒸发法	73.0 ^①	Eiversified Compounds		地毯背衬、胶黏剂、水泥和沥青添加物

续表

国家	品 种 牌 号	浓缩方法	标准干胶含量/%	生产厂家	胶乳保存体系	备 注
美 国	Revltex			Diversified Compounds		低氨和高氨,预硫化胶乳浸渍制品、气球、手套、导管和模制胶料
	Unitex	离心法	62	Guthrie Latex		所有胶乳应用,包括海绵、浸渍、表面涂覆、胶黏剂、压出胶丝、模制和浇注、胶膜
	Unitex Creamed Vultex	膏化法	68	Guthrie Latex Genera Later		压出胶丝和其他应用原胶乳和配合的,浸渍胶料、地毯背衬胶料、地毯海绵、纤维和纸涂覆

① 为总固物含量。

制品制造工艺如下。

- ① 浸渍 如气球、手套、医用卫生制品、医用手套和避孕套等。
- ② 注模 如胶乳海绵等。
- ③ 压出 如胶丝、导管(包括输血管和听诊器胶管)等。
- ④ 涂覆 如纤维涂覆、喷涂等。

胶乳硫化与干胶橡胶制品硫化不同。对某些浸渍、注模制品用的胶乳,有的还需制备成预硫化胶乳才能应用。将胶乳在液态下加入硫化剂和促进剂的水分散体进行硫化,就称硫化胶乳。胶乳的硫化是在不破坏胶乳的胶体状态下进行的,其硫化程度随硫化温度的提高和硫化时间的增长而加深。硫化方法如下。

(1) 硫黄硫化法 是最普遍采用的,操作简便,易于控制。

(2) 秋兰姆硫化法 耐老化性能优越,硫化胶乳的稳定性、凝胶的性能和成膜性能比较好,但产品的永久变形较大,已成为通用的方法。

(3) 有机过氧化物硫化法 胶膜的透明度高,耐热性能好。

(4) 辐射硫化法 就是利用放射性同位素(Co^{60} 、 γ 射线)或是电子射线的能量来促使胶乳交联硫化,由于投资大、成本高,尚未在工业上应用。

【基本特性】

- ① 贮存稳定性好。
- ② 薄膜强度、湿润凝胶强度高。
- ③ 伸长率大,富有弹性。
- ④ 栽培地区、季节变化不同,质量变异。

【应用范围】 胶乳制品已广泛用于国防、气象、交通运输、工业、农业、医疗卫生和人民生活等各个方面。按制品工艺来分有以下几类。

(1) 浸渍制品 应用范围最广,品种较多。主要的有避孕套、医用手套、工业手套、家用手套、气象气球、玩具气球、指套、奶嘴和炸药袋等。

(2) 海绵制品 密度小,弹性好,具有优异的缓冲防振性能和耐压缩疲劳性能,良好的保温和吸声性能等。品种最多,耗用量最大。广泛用于汽车工业、航空工业、化学工业、医疗器械、体育卫生用品及冷冻设备、日常生活用品与尖端科技方面。

(3) 压出制品 主要有输血管、胶丝和听诊器胶管等。

(4) 模型制品 有探空气球、防毒面具和压风呼吸罩等。

以上为纯胶制品，非纯胶制品应用也很广泛，近年发展迅速，耗用量大增。主要用于无纺布、防水布、纤维、纸张、建筑材料（如胶乳水泥、胶乳沥青等）、涂料、胶黏剂、地毯背衬、人造革、印染和食品工业等各个方面。

【性能参数】

(1) 原料胶乳

项 目	巴西橡胶树采集胶乳	浓缩胶乳	膏化法胶乳	离心法胶乳
总固物含量(质量分数)/%	37~40	62~75	68.95	62.43
干胶含量(质量分数)/%	32~35	60~67	67.74	60.86
相对密度	0.98	0.94~0.95(橡胶 60%)		
黏度/Pa·s			0.030	0.029
平均粒径/ μm	0.05~3			
KOH 值			0.5	0.54
VFA 值 ^①			0.007	0.010
凝块分(质量分数)/%			0.0040	0.0041
残渣分(质量分数)/%			0.0055	0.0007
机械稳定性/s			1.224	638

① VFA 值为挥发脂肪酸值。

(2) 各种浓缩胶乳的化学组成与物理性能的比较见表 1-6-6。

表 1-6-6 各种浓缩胶乳的化学组成与物理性能的比较

项 目	采集胶乳	离心浓缩胶乳	膏化浓缩胶乳	蒸发浓缩胶乳
总固物含量/%	37.5~41.0	60.0~64.0	60~65	72~75
干胶含量/%	34.6~37.5	57.5~62.0	58~63	65~69
氮含量/%	0.8~1.0	0.5~0.7	0.6~0.8	—
KOH 值	1.2~1.5	0.4~0.8	0.4~0.9	—
pH 值	10.0~10.5	10.0~10.5	10.0~10.5	—
黏度/mPa·s	4.0~5.5	30~50	30~60	95
表面张力/(mN/m)	33~36	33~35	31~35	—
灰分含量(对干胶膜)/%	0.7~0.9	0.2~0.4	0.25	3.9~5.6
氮含量(对干胶膜)/%	0.4~0.7	0.12~0.30	0.2~0.3	0.56~0.60
水抽出物(对干胶膜)/%	3.0~7.0	1.0~2.3	1.2~2.5	10.5~11.5
丙酮抽出物(对干胶膜)/%	2.0~3.0	1.5~3.0	3.2	6.0
铜含量/ $\times 10^{-6}$	10	10	10	10
锰含量/ $\times 10^{-6}$	5	5	5	5

根据 GB 8289—87 规定，中国生产的离心浓缩胶乳质量标准如下。

项 目	限 值		项 目	限 值	
	高氮	低氮		高氮	低氮
总固物含量 ^① /%	≥ 61.5	61.5	机械稳定性/s	≥ 650	650
干胶含量/%	≥ 60.0	60.6	凝块含量/%	≤ 0.05	0.05
非橡胶固物 ^② /%	≤ 2	2	挥发脂肪酸值	≤ 0.2	0.2
铜含量/(mg/kg 总固物)	≤ 8	8	KOH 值	≤ 1.0	1.0
锰含量/(mg/kg 总固物)	≤ 8	8	自测颜色	←无显著的灰色和蓝色→	
残渣含量/%	≤ 0.10	0.10	硼酸中和后的气味	←无腐败臭味→	
碱度(氮,按胶乳计)/%	0.65~0.75	0.29 以下			

① 总固物含量是非强制性的项目。

② 非橡胶固物是指总固物含量与干胶含量之差。

国际标准规定氨保存离心或膏化天然胶乳规格（ISO 2004—1979）如下。

项 目	离心浓缩胶乳			膏化浓缩胶乳	
	高氨	低氨	中氨	高氨	低氨
总固物含量/%	≥ 61.5	61.5	61.5	66.0	66.0
干胶含量/%	≥ 60.0	60.0	60.0	64.0	64.0
非橡胶固物/%	≤ 2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
碱度(NH ₃)(按胶乳计)/%	0.6 以上	0.29 以下	0.30 以上	0.55 以上	0.35 以下
机械稳定性 ^① /s	≥ 650	650	650	650	650
凝块含量/%	≤ 0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
铜含量/(mg/kg 总固物)	≤ 8	8	8	8	8
锰含量/(mg/kg 总固物)	≤ 8	8	8	8	8
残渣含量/%	≤ 0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
挥发脂肪酸值	←—由有关方面协议但不得超过 0.20 →—				
KOH 值 ^②	←—由有关方面协议但不得超过 1.0 →—				
目测颜色	←—没有显著的蓝色和灰色 →—				
用硼酸中和后的气味	←—没有明显的臭味 →—				

① 也可以要求比规定最低值高的机械稳定性。

② 如胶乳含硼酸，则氢氧化钾值可以超过规定值，超出的数量相当于按 ISO 1802 规定的方法测得的硼酸含量。

【配方示例】

应用配方如下。

(1) 避孕套配方

天然胶乳(以干胶计)	100	氧化锌	0.7	氢氧化钾	0.1
硫黄	1	防老剂 264	1	酪素	0.2
促进剂 PX	0.8				

(2) 模型制品胶乳配方

天然胶乳(以干胶计)	100	氧化锌	0.5~1.0	硫酸铵	2.5~3.5
硫黄	0.8~1.2	防老剂	0.8~1.5	软化水	适量
促进剂	1.0~1.5	颜料	0.03		

(3) 医用手套配方

天然胶乳(以干胶计)	100	100	防老剂 DNP	0.2	0.5
硫黄	1	—	防老剂 DOD	—	0.5
促进剂 TMTD	—	3	防老剂 MB	—	0.5
促进剂 PX	1	—	羊毛脂	0.5	0.5
硫脲	—	1	氢氧化钾	0.05~0.1	0.05
促进剂 ZDC	—	2	酪素	0.5	0.05
氧化锌	0.5	1	硫酸镍	—	0.01
防老剂 264	0.8	—			

(4) 气象气球配方

天然胶乳(以干胶计)	100	氧化锌	0.3	氢氧化钾	0.15
硫黄	1	防老剂 D	1.0	酪素	0.3
促进剂 PX	1.5	防老剂 2A	1		

(5) 输血胶管配方

天然胶乳(以干胶计)	100	100	酪素	—	0~0.1
硫黄	0.8	1.2	平平加	0.01~0.1	机动
促进剂 TMTD	—	1.0	氯化铵	1~1.5	—
促进剂 DM	1	0.3	热敏化剂	—	100~110g/kg 胶乳
氧化锌	0.75	0.3~0.4	油酸铵皂	—	机动
碳酸锌	—	0.75			

(6) 胶乳海绵配方

组 成	纯胶海绵	耐热海绵	组 成	纯胶海绵	耐热海绵
天然胶乳(以干胶计)	100	100	防老剂 MB	0.75	2.0
硫黄	2.7	—	软皂	1.7	0.5~1.0
促进剂 TMTD	—	5	泡沫稳定剂	—	0.2~0.5
促进剂 M	1.8	1.5	氟硅酸钠	0.9	1~2
硫脲	—	3.0	氢氧化钾	0.25	—
氧化锌	3	5	硫酸铵	1.5	—
防老剂 DBH	0.75	—	甲醛	2.5	—

(7) 气象气球配方

天然胶乳(以干胶计)	100	氧化锌	0.3	氢氧化钾	0.15
硫黄	1	防老剂 D	1.0	酪素	0.3
促进剂 PX	1.5	防老剂 ZA	1		

【包装、贮存和运输】 一般用铁桶或铁罐包装。包装容器应彻底洗净，内壁均匀地涂上一层对胶乳无害的涂料（如石蜡、沥青、酚醛树脂等），以免胶乳与铁接触，引起胶乳变色。包装时应小心地将胶乳装入容器，不得带入油类、铁屑及其他杂物，并注意勿使胶乳溢出容器。一旦溢出，则外溢的胶乳应另行处理。包装桶上应注明厂名、型号等级、批号、毛重、皮重、净重、日期。如系其他类型的胶乳，则须附加明显标志，产品应按生产时间先后，依次包装出厂，每批产品应附质量检验单。

贮存和运输，注意以下几方面。

① 运输和贮存时，温度应保持在 2~35℃，注意防水、防晒，并应经常检查，如发现漏气、漏胶，应另行包装处理。

② 搬运胶乳桶、罐时，应轻放慢滚，不得碰撞，以免损坏。

③ 运输部门对中转的胶乳必须及时转运，以保证胶乳质量。

④ 胶乳大量运输时，采用胶乳罐汽车和胶乳罐火车，也可将胶乳直接装于船舱，进行水上运输。运输与贮存加氨胶乳的容器，以及与胶乳接触的阀门、管道，不得用含铜及锰的金属制作，因铜与锰会很快使胶乳变质。

⑤ 在贮存及运输中，胶乳的氨含量应保持在 0.7% 以上，低于此值时，则不易保存。

⑥ 天然胶乳受产地、树龄及割胶时间等因素的影响，存在较大的变异性。为减少由这种变异性引起的各批胶乳间的性能差别，以利生产的正常进行，胶乳进厂后应在大贮罐内混合。混合贮存过程还可除去胶乳中的杂质沉降。

⑦ 各种制品对胶乳的性能要求不一，投产前应对胶乳检查分级，按产品性能要求分配胶乳。

6.1.2 改性天然胶乳

改性天然胶乳(modified natural latex) 早在 20 世纪 30 年代已开展研究。20 世纪 60 年代后合成胶乳已在许多领域部分或全部取代天然胶乳，因而为了扩大天然胶乳用途，开拓原

料，以便与合成胶乳竞争，有目的地对天然胶乳进行改性是一个重要的途径。特别是对胶乳制品的加工方法、使用条件要求各不相同，从而对胶乳性能提出更多更高的要求。如有的产品需经高温处理，要求耐热性好；有的产品要在低温环境下使用，要求耐寒性高；有的产品长期与油类接触，要求耐油性强；有的产品受有害气体侵蚀，要求气密性好；有的产品与化学药品介质如强酸或强碱接触，要求具有耐化学腐蚀性等。也就是说需要有专用和特种天然胶乳来适应这些方面的要求。因此一些产胶国家纷纷开始进行天然胶乳改性的研究开发工作。

改性一般有物理改性和化学改性两大类。前者主要是天然胶乳通过与其他合成胶乳共混而改善其使用性能，如耐油、耐老化、耐寒、耐气透性等，且可改善其加工性能并降低成本，是一种简便易行的改性途径，已广为胶乳工业所采用。后者是通过化学方法如接枝、环氧化、卤化或加入某些化学试剂发生反应的方法来进行改性，它不仅可获得聚合物特有的性能，还可为合成具有多种性能的新材料开辟了可行的途径。像接枝方法已有较长的历史，已合成出具有优良性能的接枝天然胶乳，并有商品供应。通过与加入的某些化学试剂反应而得到有用的反应产物，如氯化天然胶乳、环化天然胶乳、环氧化天然胶乳等，都在研究开发应用中。

6.1.2.1 天甲胶乳 (natural rubber and methyl methacrylate graft latex)

天甲胶乳是天然胶乳与甲基丙烯酸甲酯接枝聚合而得的接枝胶乳，全称为天然胶乳与甲基丙烯酸甲酯 (MMA) 接枝聚合物，简称天甲胶乳。系将含有引发剂过氧化苯甲酰的甲基丙烯酸甲酯乳浊液，在不断搅拌下加入到氨保存的天然胶乳中，再加入四亚乙基五胺水溶液作活化剂，使胶乳的橡胶分子与甲基丙烯酸甲酯分子发生接枝共聚，使之生成以聚异戊二烯分子链为主链、甲基丙烯酸甲酯为支链的接枝聚合物，最后加入防老剂分散体即得天甲胶乳。

在 20 世纪 50~60 年代国外已有天甲胶乳商品出现，最早为英国研究开发。马来西亚生产较多。目前国外市场上出售的商品称 Hevea Plus M-G 胶乳，有 Hevea Plus M-G 30 和 Hevea Plus M-G 49 两种，数字 30 和 49 表示已接枝的聚甲基丙烯酸甲酯与干胶量的比例，其总固物含量为 50% 左右。中国于 1987 年工业化生产，其商品牌号为 HMG-10、HMG-30、HMG-49，其总固物含量为 50% 左右。

天然胶乳经甲基丙烯酸甲酯接枝后，能赋予胶乳薄膜以优良的韧性和硬度，且不损害其拉伸强度，其耐磨性、耐溶剂性、耐光性、耐热老化性、耐疲劳性和耐屈挠龟裂性等均比天然胶乳的优良。天甲胶乳橡胶分子中含有极性的甲基丙烯酸甲酯和非极性的橡胶烃成分，因此其主要用途是作不同性质基材表面之间的良好胶黏剂，可将天然橡胶或合成橡胶与聚氯乙烯、合成纤维、皮革、金属和其他橡胶黏合起来。更有意义的是在轮胎帘线浸胶胶料中，天甲胶乳可代替价高的丁吡胶乳，此外也可用作胶乳制品的补强剂和硬化剂，用天甲胶乳制造的海绵制品，可大大降低产品密度而不损害其刚度和负荷能力。

除天甲胶乳外，近年也有天然胶乳与丙烯腈的接枝聚合物，其耐油性能比普通天然胶乳有很大提高。还有天然胶乳与苯乙烯的接枝聚合物，所得接枝胶乳可作补强剂。

6.1.2.2 羟胺改性胶乳 (hydroxylamine modified latex)

浓缩胶乳刚生产出来时，其橡胶的门尼黏度相当低，但在贮存和运输期间由于橡胶分子中的醛基与其他橡胶分子的醛基通过醛基缩合而产生交联反应，使橡胶的门尼黏度增大。如在刚离心好的浓缩胶乳中加入羟胺，就能堵塞橡胶分子的醛基，使之不再与其他醛基缩合反应，所得胶乳基本上保持原来的橡胶门尼黏度值不变，故羟胺改性胶乳也称恒黏胶乳 (constant viscosity latex)。其制备方法相当简单，只需在浓缩后的胶乳中按干胶量加入 0.15%

的中性硫酸羟胺或盐酸羟胺，混合均匀即得。这种胶乳除了黏度显著低于一般胶乳外，其他性质与普通离心浓缩胶乳相同。很适于制造注模法海绵和胶黏剂。且因硫化胶的定伸应力低，对浸渍手套、气球也较有利。当然这种胶乳也适于贮存或长途运输，而不致使橡胶的门尼黏度变高。

6.1.2.3 肼-甲醛胶乳 (hydrazine-formaldehyde modified latex)

众所周知，炭黑对橡胶具有很好的补强效果，可对胶乳却无补强作用。而所谓的肼-甲醛胶乳就是含有肼-甲醛缩合树脂作补强剂的胶乳。其制法是先在高氨胶乳中加入固定碱作稳定剂，通过吹气法将胶乳中的氨含量降至 0.1%~0.2%，再加入足量的甲醛和水合肼，在一定温度下在胶乳本体中形成肼与甲醛缩合树脂高分散度的聚合物，获得改性的肼-甲醛胶乳，也称 HF 胶乳。这种胶乳具有明显的补强作用，其胶膜有较高的黏度。硫化胶膜硬度较大，定伸应力、拉伸强度、抗撕强度和抗溶剂性能等都得到改善。适合天然胶乳的一般用途，应用于浸渍制品、海绵胶、地毯背衬和胶黏剂等。

6.1.2.4 环氧化天然胶乳 (epoxy natural rubber latex)

近年在天然橡胶改性研究开发中，环氧化天然橡胶是最新而成功的一种，代号为 ENR。已有一系列产品，共有 ENR-10、ENR-25、ENR-50 三种，后缀数字表示环氧化程度。中国也已开发成功。这类橡胶具有很好的气密性，可与丁基橡胶媲美；耐油性相当于中丙烯腈含量的丁腈橡胶，且具有良好的抗滑性等，是很有应用前途的一种改性天然橡胶，而可与某些合成橡胶相匹配。

环氧化天然胶乳就是胶乳经适当稳定剂处理后，在严格控制反应温度、胶乳浓度、酸碱度等条件下与环氧化试剂反应，在橡胶分子主链双键上引入环氧基而成。因此环氧化天然胶乳可用于制造气密性甚好的制品（如 81 型手套）、耐油性优良的制品（如耐油手套）、黏合性良好的胶乳胶黏剂（黏合织物、纤维、木材、金属、玻璃、聚氯乙烯等）以及改善与多种聚合物胶乳的相容性（如氯丁胶乳、丁腈胶乳和聚氯乙烯胶乳等）。

6.1.2.5 其他改性胶乳

除上述的几种改性胶乳外，先后曾研究开发的改性胶乳有异构化天然胶乳、环化天然胶乳、卤化天然胶乳、耐寒天然胶乳和羧基天然胶乳等，但多未能工业化生产，处于实验室阶段。随着聚合物改性技术和理论的不断深入和发展，我国天然胶乳的改性研究将会出现新的突破。因为从天然胶乳出发进行改性与合成新的胶乳相比，前者是一种比较简便且经济、可行的途径，改性的天然胶乳多用于特殊用途或属某种专用胶乳制品，通常产量需求不大，这样有利于产胶地就地生产供应，从而满足日益发展的需求。

6.2 合成胶乳

合成胶乳 (synthetic rubber latex) 的发展是随天然胶乳的大量使用而出现的。最早采用的是合成橡胶制造过程中产生的胶乳半成品。由于专用胶乳制品加工的要求才逐步开发了具有自己特有性能的合成胶乳。氯丁胶乳为 1934 年最早在市场出售的合成胶乳，随着胶乳泡沫橡胶的发展，合成胶乳开始得到发展。第二次世界大战后，开发了一系列合成胶乳，1942 年羧基胶乳的开发成功大大改善了胶乳的使用性能。20 世纪 50 年代初不用乳液聚合生产的由橡胶制成的人造胶乳也先后出现并开始工业化，首先出现的是丁基胶乳。1960 年美国开始生产异戊胶乳，随后顺丁胶乳、乙丙胶乳等品种也相继问世。这样合成胶乳的新品种不断出现，至 20 世纪 70 年代几乎所有合成橡胶都有相应的合成胶乳或人造胶乳。目前世界

合成胶乳的生产能力已超过 60 万吨以上（见表 1-6-7）。日本合成胶乳的产量和消耗情况见表 1-6-8 和表 1-6-9。欧洲合成胶乳使用情况见表 1-6-10。

表 1-6-7 世界合成胶乳的生产厂家、生产能力和商品名称

国家和地区	生产厂家	缩写	生产能力 (万吨/年)	商品名称 ^①
中国	四川长寿化工厂			CRL
	山西化工厂			CRL
	山东青岛化工厂			CRL
	兰州石化公司合成橡胶厂			SBRL, NBRL
	兰州石化公司研究院			XSBR
	齐鲁石化公司合成橡胶厂			SBRL
	上海高桥-巴斯夫胶乳有限公司			XSBR
美国	American synthetic Rubber Corp.	AS		SBRL
	B. F. Goodrich Chemical Group	GC	1.3	SBRL, NBRL, BRL, VPL
	Copolymer Rubber & Chemical Corporation	C	1.0	SBRL
	Organic Chemicals Division W. R. Grace & Co.	DA		SBRL, NBRL
	Dow Chemical Co.	DOW	1.5	SBRL
	Denka Chemia Co. Ltd	DE		CRL
	Diversi Tech. General	G	4.0	SBRL, CRL
日本	E. I. Du Pont de Nemours and Company Inc.	Du		CRL
	Firestone Synthetic Rubber & Latex Company	F	5.3	SRRL, NBRL, BRL, VPL
	Goodyear Tire and Rubber Company	GT		SBRL, NBRL, BRL, VPL
	Polysar Latex	PL	3.0	SBRL
	Reichhold Chemical Inc.	R	5.0	SBRL, NBRL
	Uniroyal Chemical Div. of Uniroyal Inc.	US	3.7	SBRL, NBRL, VPL
	Asahi Chemical Industry Co. Ltd	AS	6.1	SBRL
	Dainihon Ink & Chemical Co. Ltd	DIC	0.6	SBRL, NBRL
	Denki Kagaku Kogyo K. K.	DK		CRL
	Japan synthetic Rubber Co. Ltd.	JSR	8.8	SBRL, BRL, VPL, HS
	Showa Neoprene K. K.	SH		CRL
	Nippon Zeon Co. Ltd.	NZ	3.8	SBRL, NBRL, BRL, VPL, HS
	Toyo soda Manufacturing Co.	TO		CRL
	Sumitomo Naugatuck Co. Ltd.	ST	5.9	SBRL, VPL, BRL
	Takeda Chemical Industries Ltd.	TA	2.2	SBRL, NBRL
德国	制铁化学工业		0.1	IRL
	Bayer A. G.	B		SBRL, NBRL, VPL, CRL
	BASF	BA		SBRL
	Huels A. G.	CW		SBRL, VPL
英国	Synthomer Chemie GmbH	SY	1.2	SBRL, NBRL
	Kombinat VEB Chemische Werke Buna	VE		SBRL, NBRL
	Bayer U. K.	B		SBRL
	Borg-Warner Chemicals	BO		SBRL
	B. P. Chemicals International Ltd.	BP	1.0	NBRL
意大利 法国	Doverstand Ltd. (A company with the Revertex Group)	DO	1.0	SBRL, NBRL
	Enichem Elastomers Ltd.	EN	3.0	SBRL, BRL, VPL
	Enichem Elastomers Ltd.	EN	7.0	SBRL, BRL, VPL, NBRL
	Distugil	DI		CRL
	Compagnie Francaise Goodyear S. A.	GF	1.0	SBRL, NBRL, VPL
	Polysar France S. A.	PF		SBRL, NBRL, VPL

续表

国家和地区	生产厂家	缩写	生产能力 (万吨/年)	商品名称 ^①
荷兰	BASF	BA		SBRL, NBRL
	Shell Nederland Chemie N. V.	S		IRL
捷克	Chemopetrol	CH		SBRL, NBRL, BRL
加拿大	Polysar Latex	PL		VPL
巴西	Nitriflex, S. A.	NX		SBRL, NBRL, VPL
	Petroflex-Industria e Comercio S. A.	PX		SBRL
阿根廷	PASA Petroquimica Argentina S. A.	PA		SBRL, NBRL
墨西哥	Industries Resistol S. A.	RE	0.7	SBRL, VPL
南非	The Synthetic Latex Company(Pty)Limited	SL	0.2	SBRL, NBRL
前苏联	USSR V/O“RAZNOIMPORT”	RU		SBRL, NBRL, BRL, VPL, CRL
印度	Synthetics and Chemicals Limited	SC		SBRL
韩国	Korea Kumho Petrochemical Co. Ltd.	KO		SBRL

① 合成胶乳缩略语：SBRL 表示丁苯胶乳；NBRL 表示丁腈胶乳，BRL 表示顺丁胶乳；CRL 表示氯丁胶乳；IRL 表示异戊胶乳；VPL 表示乙烯基吡啶胶乳；XSBRL 表示羧基丁苯胶乳。

表 1-6-8 日本合成胶乳的产量

单位：t (干胶)

年 份	SBRL	BRL	CRL	NBRL	其 他	合 计
1982 年	131957	30161	2502	3127	7316	175043
1985 年	154367	39102	1871	3246	9139	207725
1988 年	196276	49883	1160	3397	10696	261412
1991 年	228508	53150	1242	3327	8944	295171
构成比	77.4	18.0	0.4	1.1	3.1	100.0

表 1-6-9 日本合成胶乳消耗情况

项 目	1987 年/t	1991 年/t	1991 年/%	项 目	1987 年/t	1991 年/t	1991 年/%
汽车	4790	4452	1.6	纤维处理	26196	29660	10.6
鞋	5	—	—	建筑材料	6713	8739	3.1
其他橡胶工业用品	3148	1416	0.5	涂料颜料	578	654	0.2
橡胶工业内用合计	7943	5868	2.1	塑料用	54639	60423	21.6
造纸用	119195	169119	60.4	橡胶工业内外用合计	219964	279972	100
胶黏剂	3595	4447	1.6				

表 1-6-10 欧洲合成胶乳使用情况

单位：kt

项 目	SBR	VAC ^①	Acrylics ^②	其他	合计	比例/%
纸张	220	25	59	14	368	25
涂料/涂层	7	47	133	139	316	22
胶黏剂/密封剂	6	153	63	21	243	17
地毯	206	—	—	—	206	14
纤维	13	46	45	8	112	8
无纺布	5	5	22	13	45	3
皮革	—	—	10	3	13	1
其他	68	11	31	38	148	8

续表

项 目	SBR	VAC ^①	Acrylics ^②	其他	合计	比例/%
合计	575	287	353	236	1451	100
比例/%	40	20	24	16	100	

① VAC 为乙烯乙酸酯，包括聚乙烯乙酸酯 (PVAC) 和乙烯基乙酸酯 (EVA)。

② 纯丙烯酸胶乳、乙烯丙烯酸酯、苯乙烯丙烯酸酯胶乳。

从表 1-6-7 中可以看出合成胶乳的生产与合成橡胶相对应，也是丁苯胶乳最多，几乎占 70% 以上，顺丁胶乳居次约占 20%。从使用量看，日本在橡胶工业内部使用比例并不大，而主要在橡胶工业以外的领域使用，其中以造纸工业使用量居首位，约占 60% 左右；其次是塑料工业，用于改性；第三是纤维处理用。

合成胶乳品种划分的国际标准 [ISO 2438—1981 (E)] 是按照合成胶乳化学组成、标称总固物含量和标称结合共聚单体含量，根据具体情况以及重要的附加特征而制订的一套合成胶乳的代号系统。化学组成与合成橡胶词头字母的规定相同。胶乳的标称总固物含量以质量分数计，用第一数字表示如下。

1—低于 20.0%；2—20.0%~29.9%；3—30.0%~39.9%；4—40.0%~49.9%；5—50.0%~59.9%；6—60.0%~69.9%；7—70.0%或 70.0% 以上。

聚合物所含的标称结合共聚单体含量以质量分数计，用第二数字表示如下。

0—无共聚单体；1—低于 20.0%；2—20.0%~29.9%；3—30.0%~39.9%；4—40.0%~49.9%；5—50.0%~59.9%；6—60.0%或 60.0% 以上。

补强共聚物与共聚单体是同一种单体时，结合共聚单体含量应包括补强共聚单体含量，胶乳已予补强者，以英文字母 “Y” 作尾缀。

中国专业标准 ZBG 34001—87 “合成胶乳命名及牌号规定”，基本相同于 ISO 2438—1981 (E) 的规定，即为与合成橡胶区别开而在英文字母词头后再缀英文字母 “L”；词头前冠以字母 “X” 表示羧基。各种合成胶乳的具体分类规定如下。

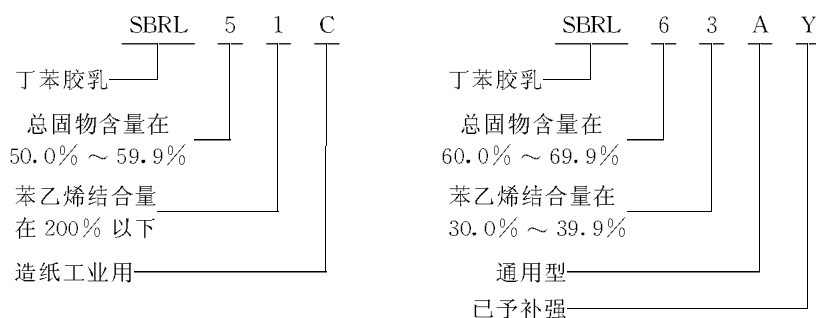
ABRL	丙烯酸-丁二烯胶乳	SBRL	丁苯胶乳
BRL	丁二烯胶乳	SCRL	苯乙烯氯丁二烯胶乳
CRL	氯丁胶乳	XNBRL	羧基丁腈胶乳
IIRL	丁基胶乳	XSBRL	羧基丁苯胶乳
IRL	异戊胶乳	XBRL	羧基丁二烯胶乳
NBRL	丁腈胶乳	XCRL	羧基氯丁胶乳
PBRL	丁吡胶乳	EPDML	乙烯丙烯和二烯烃三元共聚胶乳
PSBRL	丁苯吡胶乳	EPML	乙丙胶乳

至于标准总固物含量和标称共聚单体均与 ISO 2438—1981 (E) 规定相同。

为了使用方便，该专业标准还规定了主要使用特征，在牌号中用一个或两个英文字母 (除 Y 外) 表示，具体使用特征含义如下。

A	通用型	H	印染工业用
B	地毯工业用	I	涂料工业用
C	造纸工业用	J	轮胎工业及橡胶制品骨架材料浸渍用
D	海绵制品工业用	K	胶乳水泥用
E	纺织工业用	L	胶乳沥青用
F	胶乳制品工业用	M	农业用
G	胶黏剂用	N	食品工业用

举例：



合成胶乳也是一种多组分的胶体分散体系。但因其组分含量、组成等可以在合成时加以调节控制，且胶乳的黏度和粒子大小也可以根据需要加以调节，因而其物理化学性质和工艺性能的变异性比天然胶乳小。合成胶乳因品种不同而有各种性能，这些性能与相对应的合成橡胶相同。合成胶乳的一般性质包括总固物含量、相对密度、黏度、表面张力、粒子大小和 pH 值等，以及分离聚合物的门尼黏度。

合成胶乳的加工、配合技术与天然胶乳相同。

合成胶乳的应用正日益扩大。在橡胶工业方面主要用于制造泡沫橡胶制品、浸渍制品以及处理轮胎、管、带的帘线和其他骨架材料，在非橡胶工业方面则广泛用于纸张加工、地毯工业、纤维处理、建筑材料、涂料、颜料、胶黏剂及塑料树脂改性等。

一般由乳液聚合制得的胶乳，总固物含量在 28% 左右，平均粒径为 40 μ m。对浸渍和海绵制品，要求胶乳的总固物含量至少在 60% 以上；一般制品总固物含量在 63%~70%。由于合成胶乳粒子小，浓缩后胶乳黏度将大大提高，最终使胶乳失去流动性而呈糊状。因此必须在工艺上将胶乳的小颗粒附聚成较大的胶乳颗粒，这样才可使胶乳在高浓度下仍有较好的流动性。所谓附聚就是使胶乳非稳定化，而导致胶乳颗粒增大。颗粒增大后，总表面积减小，表面张力降低，胶乳稳定性提高。附聚有化学附聚和物理附聚两类，前者由于控制较困难较少采用；后者最常用的是冷冻附聚法和压力附聚法。

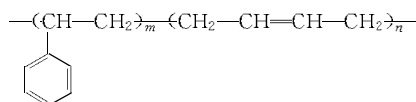
合成胶乳由于颗粒过小，采用离心法浓缩困难，主要采用膏化法和蒸发法。

6.2.1 丁苯胶乳

丁苯胶乳 (styrene-butadiene rubber latex) 是苯乙烯和丁二烯的共聚橡胶胶乳，代号 SBRL。其系列品种的苯乙烯结合量为 23%~85%。苯乙烯结合量在 80%~85% 称高苯乙烯丁苯胶乳 (SBR-HSL)。大量生产的丁苯胶乳的苯乙烯结合量在 23%~25% 之间。一般方法制得的丁苯胶乳，其总固物含量为 30%~35%。高固物含量丁苯胶乳的总固物含量为 40% 或 50%，也有的达 63% 或 69% 以上。要求较高浓度的丁苯胶乳则是在聚合后采用附聚方法，近年则用快速直接聚合制取，如快速乳液聚合物已获得成功。丁苯胶乳是合成胶乳中生产量最大的一种，应用广泛。目前已有大批量生产。

【制法】 苯乙烯和丁二烯经乳液共聚而得。丁苯胶乳与丁苯橡胶一样，也有高温聚合和低温聚合之分。

【结构】 丁苯胶乳的丁二烯-苯乙烯共聚物的分子结构为



【品种牌号】 丁苯胶乳品种牌号众多，生产厂家也多。国内外丁苯胶乳主要品种牌号及其性能见表 1-6-11。

表 1-6-11 国内外生产丁苯胶乳主要品种牌号及其性能

商品牌号	总固物 /%	苯乙烯 结合量 /%	乳化 剂 ^①	黏度 /mPa·s	相对密度		表面张 力/(mN /m)	门尼黏度 [ML(1+4) 100℃]	粒子大 小/ μm	pH 值	生产厂家	用 途
					胶乳	固体						
SBRL											兰州石化公司合成橡胶厂 齐鲁石化公司合成橡胶厂	纸加工、印染、地毯背衬、轮胎帘布浸渍
Styrofan SS 901	50	100		20					7.0		上海高桥巴斯夫胶乳有限公司	聚苯乙烯胶乳
SD 614S	50			170					7.0			交联丁苯胶乳、胶黏剂
JSR 0561	69	24.5	FA	480	0.96		32	160	0.7	10.3	JSR	泡沫橡胶、地毯背衬
2108	40	23.5	FA	45	0.98		58			11.0	JSR	轮胎帘布
0602	52	85/15 ^②	RA	40	1.03		35			11.5	JSR	高苯乙烯
Rodex	50			200	0.98					10.5	JSR	沥青
RodexSS	70			480	0.96					10.0	JSR	沥青
AFTex 430	45		FA/RA								SL	
2114	68		FA								SL	
4201	42		FA				120				SL	
ARLATEX 2000	40	46.0	RA					75			RE	
2006	27	33.5	FA					50			RE	
2105	61	25.0	FA/RA					140			RE	
2108	40	23.5	FA					130			RE	
620	42	46.0	RA					75			RE	
622	42	46.0	RA					30			RE	
S 146	55.5	46.0	RA					75			RE	
J 9049	49	46.0	RA					75			RE	
511	53	60.0	SYN								RE	
1918	47	47.0	SYN					50			RE	
2752	48	52.0						100			RE	
2474	47	46.0	SYN								RE	
AMSYN 2000	40	46.0	RA								AS	
3304	50	40.0	SYN								AS	
3305	50	50.0	SYN					100			AS	
3306	50	60.0	SYN					100			AS	
Breon V6480	50		AI								BP	
Buna												

续表

商 品 牌 号	总 固 物 /%	苯 乙 烯 结 合 量 /%	乳 化 剂 ^①	黏 度 /mPa · s	相对密度		表面张 力/(mN /m)	门尼黏度 [ML(1+4) 100℃]	粒 子 大 小/μm	pH 值	生 产 厂 家	用 途
					胶 乳	固 体						
S210	38	25.0	AI	400~800		0.98	38			10~13	VE	帘 布 黏 合 , 沥 青乳油
S211	38	25.0	AI			0.98	38			10~13	VE	纺 织 物
S212	52	55.0	AI			1.00	40			10~13	VE	纤 维 胶 黏 剂
S213	54	25.0	AI			0.98	40			10~13	VE	泡 沫 橡 胶
S215	40	25.0	AI			0.98	38			10~13	VE	帘 布 黏 合
Baystal												
T548C	53	70			1.03					8.0	B	地 毯
T630	66	32			0.98					10.6	B	泡 沫 橡 胶
T631	67.5	32			0.97					10.6	B	泡 沫 橡 胶
T632	65.5	32			0.97					9.5	B	泡 沫 橡 胶
T633	66.5	34			1.06					11.3	B	泡 沫 橡 胶
T730	69	24			0.99					10.8	B	泡 沫 橡 胶
T731	41.5	24			0.98					9.8	B	泡 沫 橡 胶
S01	50	100			1.03					9	B	皮 革 、 补 强
S02	51	100			1.03					11	B	皮 革 、 补 强
S10	52	85			1.027					11.5	B	皮 革 、 补 强
S11	50	80			1.023					10.5	B	皮 革 、 补 强
S20C	50	75			1.02					8.5	B	皮 革 、 补 强
S30R	50	59			1.02					5	B	无 纺 织 物
S40R	43	46			1.01					7	B	无 纺 织 物
S41C	50	47			1.01					7.3	B	罐 头 密 封
S50	55	46			1.00					11	B	罐 头 密 封
S51	42.5	46			1.00					11.7	B	浸 渍
S52	53.5	46			1.00					11.3	B	胶 黏 剂
S60	67.5	32			0.97					10.5	B	罐 头 密 封
S70	50	46			1.00					11.5	B	浸 渍
S71	41.5	24			0.98					9.8	B	浸 渍
P1300	50	46			1.01					5~6	B	纸 张 涂 层
P1600	50	60			1.015					7	B	纸 张 涂 层
P1640	50	60			1.021					7	B	纸 张 涂 层
P1900	50	48			1.027					5~6	B	纸 张 涂 层
P3800	50	60			1.021					5.5	B	纸 张 涂 层
P5900	50	68			1.026					5.5	B	纸 张 涂 层
2000	42.5	46			1.00					10.7	B	口 香 糖
2006	32.5	24			1.00					10.5	B	口 香 糖
8146	55.5	46			1.00					11.0	B	口 香 糖
Buna Huels												
2116	23	24	RA					50			BW	
Butofan												
130D	45			50~100							BA	
310D	48			50~100							BA	
360D	50			35~90						2.5~ 4.5	BA	
390D	50			70~150						9~ 10	BA	
430D	50			70~150						8~9.5	BA	

续表

商品牌号	总固体 /%	苯乙烯 结合量 /%	乳化 剂 ^①	黏度 /mPa·s	相对密度		表面张 力/(mN /m)	门尼黏度 [ML(1+4) 100℃]	粒子大 小/ μm	pH 值	生产厂家	用 途
					胶乳	固体						
Croslene												
SA55	50			200	1.00		45			8.5	TA	地毯背衬
SK50	40			30	0.98		60			110	TA	纸浸渍
Darex												
620L	42	47/53 ^②	RA	40			50	75	0.15	10.5	DA	通用
622L	42	47/53 ^②	RA	40			50	30	0.15	11	DA	通用
632L	53	90/10 ^②	AI	60	1.03		50		0.15	11	DA	高苯乙烯
Dow Latex												
308	55	67/33 ^②			1.02				0.2	10.5	Dow	胶乳涂料
460	48		NI	10~12	1.01		30~32			10.5	Dow	水泥配合
893											Dow	纤维
Europrene												
5571	66		FA/RA	600	0.98			140	0.3	10.5	EN	纤维
5574	66		FA/RA	600	0.98			140	0.3	10.5	EN	纤维
5576	66		FA/RA	600	0.98				0.3	10.5	EN	纤维
2000	42		RA		1.00			75		11	EN	轮胎帘布
2006	30		FA	15	0.99			55		10	EN	口香糖
R2714	54		RA	40	1.02					11.5	EN	补强
R2740	40		RA	25	1.01			150		11	EN	纸张浸渍
FR-S												
2000	43.0	46.0			0.99		50.0	75		11.2	F,B	
2001	42.0	45.0			0.99		50.0	28		11.2	F,B	纸张浸渍
2002	53.5	46.0			0.99			65		11.1	F,B	地毯背衬
2003	60.0	29.0			0.98			70		10.3	F,B	泡沫橡胶、胶
2006	29	23.0			0.99			50		10.3	F	黏剂
151	54	59.0			0.99			45		11.2	F	口香糖
176	53.3	40.0	RA		0.99			65		11.1	F	地毯背衬
221	69.0	24.0					35	100		10.3	B	地毯背衬
230	74	24.0					31	100		10.3	F	泡沫橡胶
234	43.0	62.0			0.99		50.0	75		10.8	F	泡沫橡胶
237	28.0	23.5			0.99		50.0	50		10.3	F	地毯背衬
240	68.5	28.0						160		10.2	F	沥青
244	67.5	29.0						150		10.8	F	泡沫橡胶
252	64.5	27.0						130		10.2	F	泡沫橡胶
258	72	27	FA					135			F	
259	68	23.5	FA					125			F	
265	43	56	RA					85		11	F	
FR-S												
268	72	29	FA							10.3	F	打浆添加
275	71	24.0	FA					135			F	
277	53	62.0	RA					45			F	
279	70	31.0	FA					140			F	
283	50	33.0	SYN					110			F	
284	61	25.0	FA/RA					125			F	
RubR-Road												
R-504	42			50	0.98					10	F	泡沫橡胶
Goodrite												
1800×73	45			50	1.01		70			9.0	GC	沥青

续表

商品牌号	总固体 /%	苯乙烯 结合量 /%	乳化 剂 ^①	黏度 /mPa·s	相对密度		表面张 力/(mN /m)	门尼黏度 [ML(1+4) 100℃]	粒子大 小/ μm	pH 值	生产厂家	用 途
					胶乳	固体						
Gen-Flo												
2000	42	47	RA	22	1.00		48	75		11.2	G	
706	50			70	1.00		54			9	G	地毯
Hycar												
2569S	41		FA	<150	0.97		59			10.2	BA	轮胎帘布
2500H8	50		SYN	90	1.02		36			6.5	BA	无纺布、地毯
2500H9	45		SYN	<100	1.02		65			10.5	BA	补强
2570H28	41		SYN	22	0.99		37			7.4	BA	无纺布、纸张 浸渍
2570H12	50		SYN	<300	1.01		<40			7.5	BA	地毯
2570H29	41		SYN	22	1.00		35			7.3	BA	
2570H14	50		SYN	<300	1.01		<40			7.5	BA	
2550H	63		FA	700	0.98		35			10.5	BA	泡沫橡胶
2550H33	63		FA	700	0.98		32			10.2	BA	泡沫橡胶
2550H55	63		FA	700	0.99		32			10.2	BA	
2550H115	65		FA	1200	0.99		33			10.2	BA	
2550H145	63		SYN	1200	0.99		33			10.5	BA	泡沫背衬
Omtex												
131	65		FA								EN	泡沫橡胶
151	25										EN	
164	51			100			53			9.3	EN	地毯背衬
166	51										EN	
084	40		FA								EN	轮胎帘布
Intex												
178	50										EN	
168	51										EN	
Kosyn												
KSL321	40	23.5	FA	45	0.98		58			11.0	KO	轮胎帘布
KSL341	69	24.5	FA	480	0.96		32	160	0.7	10.3	KO	泡沫橡胶
KSL601	32	20.0	—	7.0	—		22			9.8	KO	
Lacstar												
2100	50			<150						8.5	DIC	纸张涂层
2400A	48			<150						9	DIC	纸张涂层
0182A	48			<200						8.5	DIC	水泥配合
3701C	45			2080						8	DIC	涂料
Nangatex												
2752E	48	49									ST, US	纸张涂层
J-1918	45	38	SYN								US	
J-9049	49	46	RA					75			US	轮胎帘布
9064X	40	23.5	FA					550			US	
6311	54	65.0	SYN								US	
Nipol												
4850	63			350	0.96		30		0.20	9.5	NZ	泡沫橡胶
4850A	71			350	0.96		30		0.30	9.5	NZ	泡沫橡胶
LX110	40.5	30.0	FA	50	0.98		60		0.05	10.0	NZ	轮胎帘布浸渍
LX119	50			110	0.98		35		0.05	9.0	NZ	沥青
LX204	41	55	FA/RA	15	0.99		50		0.08	9.5	NZ	无纺布

续表

商品牌号	总固体 /%	苯乙烯 结合量 /%	乳化 剂 ^①	黏度 /mPa·s	相对密度		表面张 力/(mN /m)	门尼黏度 [ML(1+4) 100℃]	粒子大 小/ μm	pH 值	生产厂家	用 途
					胶乳	固体						
LX206	45.5			20	0.99		35		0.20		NZ	水泥配合
LX209	45			20	0.98				0.20		NZ	水泥配合
2507	40			15	1.02		60		0.07	9.0	NZ	其他用
LX303	45			10	1.03		45		0.16	8.5	NZ	其他用
2518FS	40.5			35	0.99		50		0.06	10.0	NZ	轮胎帘布浸渍
LX415A	43			50	1.02		40		0.11	7.5	NZ	纤维、无纺织物
LX426	50		SYN	100	0.99		40		0.12	8.0	NZ	地毯背衬
LX431	49			110	1.02		50		0.15	6.0	NZ	
LX432A	41			50	0.98		40		0.13	7.5	NZ	纤维、无纺织物
LX433	50			120	1.03		40		0.10	8.5	NZ	地毯背衬
LX472	50			80	1.00		35		0.12	9.0	NZ	胶黏剂
2570X5	41			15	1.00		40		0.10	6.0	NZ	
LX407BP	50			30	1.05		48			7.0	NZ	纸张涂层
LX407C	49			100	1.02		50			7.0	NZ	纸张涂层
LX407F	50			130	1.03		48			8.5	NZ	纸张涂层
LX407G	50			70	1.04		48			8.5	NZ	纸张涂层
Roadstar	50			120	0.98				0.05	9.0	NZ	沥青
RoadAcc	50			100	0.98				0.15	9.0	NZ	沥青
Nitrilatex												
2000	40	46.0	RA					75			NX	
2108	40	23.5	FA					130			NX	轮胎帘布浸渍
Petrolatex												
S42		24.0	FA					145			PR	轮胎帘布浸渍
S62	68	240	FA	800				145	10		PR	
Pliolite												
2000	40	46.0	RA	18	1.00	0.99	59	75	0.13	10.5	GY	浸渍、打浆添加
2108	40		FA	30	0.98	0.94	60		0.1	10.5	GY,GYF	轮胎帘布
5352	69	25.0	FA	1000~ 2000		0.946	30	120	0.3	9.5~ 10.5	GY	泡沫橡胶
5356	67	25.0	FA/RA	1500			37	120		9.7	GT	泡沫橡胶
6000	69	28.0	FA					130			GT	
6017	69	30.0	FA					130			GT	
4675	69	27.0	RA					130			GT	
LPF 4970	62	22.5	FA/RA					130			GT	
LPR 4744	50	40.0	SYN					35			GT	
Polysar												
IV	45	46.0	RA	30	1.0	1.1	56	90	0.06	10.5	PL	打浆添加、背 面上胶
889	67	34	FA								PL	
948	71	31.0	FA							12	PL	泡沫橡胶
995	45	48	RA								PL	
K41E	51	56.0	SYN			1.01	45			9.2	PL	
K55E	48	60.0	SYN							10.0	PL	
K85E	51	80				1.01	50			7.5	PL	
Revinex												
9210	48		AI	250						8.3	DO	纸张涂层
49Y40	53		AI	500			50			8.5	DO	纸张涂层
9040	53		AI	550			49		0.25	8.5	DO	地毯

续表

商品牌号	总固体 /%	苯乙烯 结合量 /%	乳化 剂 ^①	黏度 /mPa·s	相对密度		表面张 力/(mN /m)	门尼黏度 [ML(1+4) 100℃]	粒子大 小/ μm	pH 值	生产厂家	用 途
					胶乳	固体						
52A10	56.5		AI	500			40		0.2	8.1	DO	泡沫橡胶
49W40	53		AI	500			50			8.5	DO	纸张涂层
44Q10	48		AI	<100						8.7	DO	
5141	49			90			42		0.1		DO	
430	44			100	1.00		43		0.11	10.8	DO	湿润添加
9042	53			300	1.00		49		0.25	8.5	DO	纸张涂层
43P43	49			100	1.02		38		0.20	9.3	DO	地毯
42N40	49			150	1.00		45		0.22	8.5	DO	无纺布
91Y42	52			135	1.00		50		0.15	7.8	DO	地毯
1210	65			1000	0.97		35		0.28	10.2	DO	胶黏剂
76D40	47			135	0.97		40		0.17	9.3	DO	无纺布
76D41	47			250	0.97		33		0.17	9.3	DO	无纺布
96C40	51			120	0.99		40		0.15	8.7	DO	胶黏剂
97D40	52			120	0.99		40		0.15	7.0	DO	胶黏剂
79H40	55			500	0.99		44		0.20	9.3	DO	无纺布
81K40	53			150	0.98		36		0.16	8.5	DO	纸张涂层
20V40	51			120	1.02		38		0.17	9.3	DO	无纺布
Synaprene												
2000	40	46.0	RA					75			SC	
Sythomer												
9044	50	50		500			50			8~9	SY	地毯层压
1218	50	70		300			48			8~9	SY	织物上胶、室 内装饰
480	42	50		80			45			10.5~ 11.5	SY	纸张涂层
3042	50	50		250			40			9	SY	打浆添加
SKS-30	27	25.0	FA					100			RU	
SHKHP												
SKMS-30	27	25.0	FA					100			RU	
SHKHP												
SKS-30	30	25.0	FA/RA								RU	
SHR												
SKS-30P	30	25.0	FA								RU	
SKS-30U	48	25.0	FA								RU	轮胎帘布
SKS-50P	46	49.0	FA/RA								RU	
SKS-65	46	65.0	FA/ SYN								RU	
SKS-75K	40	70.0	RA								RU	
SKS-50PG	58	44.0	FA					70			RU	
SKS-501	50	47.0	FA								RU	
SKS-50GP	50	49.0	FA/ SYN								RU	
SKS-50GPS	50	49.0	FA/ SYN								RU	
SKS-65GP	50	49.0	FA/ SYN								RU	
SKS-60GP	48	59.0	FA								RU	

续表

商品牌号	总固体 /%	苯乙烯 结合量 /%	乳化 剂 ^①	黏度 /mPa·s	相对密度		表面张 力/(mN /m)	门尼黏度 [ML(1+4) 100℃]	粒子大 小/ μm	pH 值	生产厂家	用 途
					胶乳	固体						
SKS-S	62	24.0	FA					130			RU	
Amsco Res												
4170	45~50	65/35 ^② ~ 45/55		50~300						8~10	Union Oil	
4150												
4176												
4125												
Tylac												
430X1	43	48.0	RA					75			R	轮胎帘布浸渍 胶黏剂
480	41	50	FA								R	
4001	46	77	SYN					185			R	
EL-2013	61	49.0	SYN					75			R	
LF-1023B	48	50	RA					60			R	
LPF 2108	40	49/71 ^②								11.2	Goodyear	帘线浸胶
LPF 5356	69	24/76 ^②								10.0	Goodyear	覆涂泡沫、胶 黏剂、沥青改性
LPR 6632	52	63/37 ^②								8.7	Goodyear	地毯背衬、胶 黏剂
LPF 6733	69	66/34 ^②								12.3	Goodyear	无凝胶、覆涂 泡沫胶黏剂
LPF 6687	69	66/31 ^②								12.3	Goodyear	无凝胶覆涂 泡沫
LPR 6640	52	57/43 ^②								8.7	Goodyear	地毯背衬
Pliolite												
LPF-6471	69	33		1500						12.0	Goodyear	高补强胶乳、 地毯泡沫层

① 乳化剂 FA 为脂肪酸皂型；RA 为松香酸皂型；SYN 为合成脂肪酸皂型；AI 为阴离子型；FA/RA 为脂肪酸皂和松香酸皂混合型。

② 为苯乙烯/丁二烯比。

【加工与配合】 由于丁苯胶乳的粒子比天然胶乳的小，因而需要较多的稳定剂使之保持稳定。另外丁苯胶乳的硫化速度比天然胶乳慢，硫黄用量要相应增加才能提高硫化速度。其余参见浓缩天然胶乳。

【基本特性】

- ① 由于是水的分散体而无着火和毒性的危险。
- ② 即使聚合物分子量提高，其黏度也不上升。
- ③ 即使聚合物的浓度提高，其黏度也不上升。
- ④ 形成干燥薄膜的速度快。
- ⑤ 丁苯胶乳的性质是最平衡的。
- ⑥ 耐水性不好。

【应用范围】 丁苯胶乳因粒子比天然胶乳小，适于浸胶之用，但它的湿凝胶性能比天然胶乳低得多，因而不宜用来制作浸渍制品。丁苯胶乳易与天然胶乳混合用作海绵制品，也可单独使用制造泡沫橡胶。丁苯胶乳广泛用于轮胎帘线浸胶、纸张浸渍、涂层、胶乳涂料、纤维处理、胶黏剂、地毯背衬以及建筑用胶乳沥青、胶乳水泥和颜料载体等。

【性能参数】

原料胶乳性能如下。

项 目	低温聚合	高温聚合	项 目	低温聚合	高温聚合
合成方法	自由基乳液共聚	自由基乳液共聚	表面张力/(mN/m)	30~40(60%~70%固形物)	
组成(固形物中苯乙烯质量分数)/%	14~44	23.5~48	平均粒径/ μm	0.06~0.30	0.06~0.22
乳化剂	脂肪酸皂、磺酸钠等阴离子系	脂肪酸皂、磺酸钠等阴离子系	pH 值	9.5~11.0	9.0~11.0
总固物/%	21~70	27~59	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	48~150	30~140
黏度/mPa·s	500~1400(60%~70%固形物)		拉伸强度 ^① /MPa	10.10~26.5	1.9~13.0
			扯断伸长率 ^① /%	400	700

① 纯胶硫化的结果。

【配方示例】

(1) 地毯海绵背衬的丁苯胶乳配方

高固物丁苯胶乳(以干胶计)	62	促进剂 ZDC	1.5	油酸钾	3
高氨天然胶乳(以干胶计)	30	氧化锌	4	焦磷酸钠	0.5
高苯乙烯胶乳(以干胶计)	8	防老剂	1.5	三乙基三亚甲基三胺(助胶凝剂)	1
硫黄	2.5	填充剂	100	乙酸铵	1.2~1.5
促进剂 M	1.5				

(2) 胶乳泡沫配方

丁苯胶乳 ^① (以干胶计)	50	100	100	防老剂	1.5	1.5	2
聚苯乙烯胶乳 ^① (以干胶计)	8.75	17.5	17.5	填料	20	20	—
天然胶乳(以干胶计)	50	—	—	油酸钾	1.2	1.0	2.25
硫黄	2.5	2.5	2.5	氟硅酸钠	2.3	2.5	—
二乙基二硫代氨基甲酸锌	0.8	0.8	2.5	操作油	—	—	3
巯基苯并噻唑锌盐	0.4	0.5	1.2	非离子皂	—	—	0.1
二苯胍	0.6	0.5	—	氨(35%)	—	—	3
氧化锌	6	6	5	氢氧化钾	—	—	0.1

① 丁苯胶乳与聚苯乙烯进行共共聚。

【包装、贮存和运输】 采用 200L 铁桶包装、每桶净重 180kg。桶上应注明厂名、型号、商标、批号、毛重、皮重、净重和生产日期。每批产品应附质量检验单。

胶乳应放在通风的仓库中，保持室温。贮运中避免阳光曝晒，桶盖要盖紧，避免胶乳漏出，注意防火。

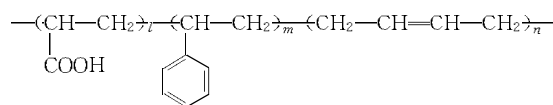
【参考价格】 国产 4500~5000 元/吨。

6.2.2 羧基丁苯胶乳

羧基丁苯胶乳 (Carboxylated styrene-butadiene rubber latex) 是在丁二烯-苯乙烯共聚物中引入各种羧酸作为第三单体进行改性的丁苯胶乳。这类羧酸有丙烯酸、甲基丙烯酸等。因在聚合物分子链上引入亲水性的极性羧基团，而使其具有更好的力学稳定性、冻融稳定性、黏合性以及与颜料的相容性，且提高了胶乳的耐油性，也提高了胶膜的强度。羧基基团活性高，能彼此交联而自硫化，因而不宜在高温下处理加工制造产品。目前应用甚广，品种也多，已占丁苯胶乳的相当比例。中国也有大量生产。

【制法】 羧基丁苯胶乳是在酸性 (pH=2~4) 乳液中共聚，采用阴离子型乳化剂，如烷基芳基磺酸盐、烷基磺酸盐或硫酸盐，在聚合时加入羧酸，共聚合而制得。

【结构】 羧基丁苯胶乳聚合物的分子结构为



【品种牌号】 国内外生产的羧基丁苯胶乳主要品种牌号及其性能见表 1-6-12。

表 1-6-12 国内外生产的羧基丁苯胶乳主要品种牌号及其性能

商品牌号	总固物 /%	苯乙烯 结合量 /%	乳化 剂	黏度 /mPa·s	相对密度		表面 张力/ (mN/m)	门尼黏度 [ML(1+ 4)100℃]	粒子大 小/μm	pH 值	生产厂家	用 途
					胶乳	固体						
Styrofan SD6225	47			30						9.5	上海高 桥巴斯夫 胶乳有限 公司	改性水泥
SD519	53			300						8.0	上海高 桥巴斯夫 胶乳有限 公司	地毯背衬织 物处理
SD414	53			300						8.0	上海高 桥巴斯夫 胶乳有限 公司	地毯背衬织 物处理
SD593	49			180						8.5	上海高 桥巴斯夫 胶乳有限 公司	地毯背衬织 物处理
SD615	50			180						7.0	上海高 桥巴斯夫 胶乳有限 公司	涂布纸和 纸板
Styrofan SS328	50			300						7.0	上海高 桥巴斯夫 胶乳有限 公司	纸张涂层
SD656	50			150						7.0	上海高 桥巴斯夫 胶乳有限 公司	纸张涂层
SD876	50			100						8.0	上海高 桥巴斯夫 胶乳有限 公司	适于与其他 羧基丁苯胶乳 混合使用
XSBRL 5501	43			20~70	0.95~ 1.05		38		0.1	8~10	兰化公 司合成橡 胶厂	地毯专用
	≥48			<200			40~50			8~10	兰化公 司研究院	地毯专用
5602	≥48			<200			40~50			8~10	兰化公 司研究院	造纸专用

续表

商品牌号	总固体 /%	苯乙烯 结合量 /%	乳化 剂	黏度 /mPa·s	相对密度		表面 张力/ (mN/m)	门尼黏度 [ML(1+ 4)100℃]	粒子大 小/ μm	pH 值	生产厂家	用 途
					胶乳	固体						
JSR												
0668	48			45	1.03		55			8.0	JSR	纸张涂层
0691(A)	48			80	1.03		55			9.0	JSR	纸张涂层
0693	48			60	1.04		50			7.1	JSR	纸张涂层
0613	48			180	1.03		55			7.2	JSR	纸张涂层
0696	48			95	1.03		55			7.7	JSR	纸张涂层
0697	48			90	1.04		50			9.3	JSR	纸张涂层
0617	50			90	1.04		53			8.0	JSR	纸张涂层
0619	48			220	1.03		51			7.0	JSR	纸张涂层
0592	50			240	1.00		31			9.0	JSR	地毯背衬
0594	50.5			150	1.00		45			8.1	JSR	地毯背衬
0597	48			80	1.04		45			8.0	JSR	地毯背衬
0598	55			245	1.02		53			8.0	JSR	地毯背衬
0545	54			250	1.00		54			8.0	JSR	地毯
Aftex												
396	54		SYN								SL	
426	55		SYN								SL	
14F70	53		SYN								SL	
15G40	51		SYN								SL	
29Y40	47		SYN								SL	
34D40	56.5		SYN								SL	
56Y40	49		SYN								SL	
5040	50		SYN								SL	
5042	41		SYN								SL	
5043	40		SYN								SL	
5044	41		SYN								SL	
5060	60		FA								SL	
55D10	50		SYN								SL	
5502	50		SYN								SL	
Aftex												
5601	51		SYN								SL	
5602	51		SYN								SL	
5603	51		SYN								SL	
57G10	50		SYN								SL	
57G40	50		SYN								SL	
8140	53	50	SYN					200			SL	
9040	53		SYN								SL	
9042	43		SYN								SL	
9210	48		SYN								SL	
Borg-Warnar												
1400	51	51	SYN					100			BO	
1300	51	40	SYN								BO	
Breon												
2570X5	40										BP	
Baystal												
Tilloc	51	85			1.00					8.5	B	补强
Baystal												
T200C	50	80			1.00					9.5	B	
T310C	50	69			1.03					8.5	B	地毯
T320C	50	69			1.03					8.5	B	地毯
T410C	50	56			1.01					8.5	B	地毯

续表

商品牌号	总固物 /%	苯乙烯 结合量 /%	乳化 剂	黏度 /mPa·s	相对密度		表面 张力/ (mN/m)	门尼黏度 [ML(1+ 4)100℃]	粒子大 小/ μm	pH 值	生产厂家	用 途
					胶乳	固体						
T420C	50	56			1.01					9.5	B	地毯
T610C	50	39			1.00					8.5	B	地毯
Croslene												
SA20	40			20	1.00		34			8.5	TA	无纺布
SA22	47			200	1.00		40			8.5	TA	地毯背衬
SA23	48			200	0.98		35			8.5	TA	地毯背衬
SA24	50			100	1.02		35			8.5	TA	地毯背衬
SK72	48	60	SYN	300	1.00		55			7.0	TA	胶黏剂
Darex												
505L	42	50/50 ^①		60			60	90	0.15	9.0	DA	
510L	55	67/33 ^①	SYN	200			45		0.2	8.5	DA	
517L	52	50	SYN					90			DA	
526L	53	50/50 ^①	SYN	100			45	85	0.2	7.5	DA	
Dow Latex												
202											Dow	胶黏剂
209											Dow	胶黏剂
221											Dow	胶黏剂
233											Dow	胶黏剂
238											Dow	胶黏剂
277											Dow	胶黏剂
283											Dow	胶黏剂
285											Dow	胶黏剂
421											Dow	补强、增硬剂
481											Dow	地板材料
615A	50			170			37~44		小	6~7	Dow	纸张涂层
620A	48	60/40 ^①		200			44~54		0.2	5.5~ 6.5	Dow	纸张涂层
Dow Latex												
638A	50			125			45~55		小	7.5~ 8.5	Dow	纸张涂层
673A	46			200			41~49		小	6~ 7.5	Dow	纸张涂层
640A	49			200			39~49		小	7.5~ 8.0	Dow	纸张涂层
650A	46			200			43~49		小	3.5~ 5.0	Dow	纸张涂层
891											Dow	纤维
892											Dow	纤维
Europrene												
5591	49		SYN/ AI	200	1.02		38		0.17	8.5	EN	纸张涂层
5581NC	49		SYN/ AI	300	1.01		38		0.16	8.5	EN	纸张涂层
5594	49		SYN/ AI	200	1.01		39		0.21	8.0	EN	纸张涂层
5597	49		SYN/ AI	100	1.02		45		0.15	7.5	EN	纸张涂层

续表

商品牌号	总固体 /%	苯乙烯 结合量 /%	乳化 剂	黏度 /mPa·s	相对密度		表面 张力/ (mN/m)	门尼黏度 [ML(1+ 4)100℃]	粒子大 小/ μm	pH 值	生产厂家	用 途
					胶乳	固体						
5583	49		SYN/ AI	300	1.01					8.5	EN	纤维
5584NC	49		SYN/ AI	400	1.01					8.5	EN	纤维
5587	49		SYN/ AI	500	1.02					8.0	EN	纤维
5588	49		SYN/ AI	200	1.02					8.5	EN	纤维
5589	49		SYN/ AI	150	1.02					6.5	EN	纤维
8487	49		SYN/ AI	500	1.02					8.5	EN	纤维
FR-S												
233	50	44.0	SYN					100			F	
239	50.5	50						120		8.5	F	地毯
243	50.0	49.0						110		9.2	F	纤维
245	50.0	49.0						115		8.0	F	地毯
247	69	33.0	FA					155			B	
256	50	60	SYN					120		9.4	F	地毯
259	50	49	SYN					110		9.5	F	地毯
SR-5088	50	58.0	SYN					65			B	
SR-5603	50	85.0	SYN								B	
Goodrite												
2570×59	52		SYN/ AI	50	1.00		36			7.5	GC	地毯
GenFlo 557	50		SYN								G	
Hycar												
2570×15	42		SYN	20	1.00		40			8	BA	无纺布、纸张 浸渍
Hycar												
2570×1	51		SYN	90	1.00		40			7	BA	无纺布、纸张 浸渍
2570×5	40		SYN	15	1.00		40			6.5	BA	无纺布、纸张 浸渍
Kosyn												
KSL101	51.5		SYN		1.02		30			8.5	KO	地毯背衬
KSL102	50.5		SYN		1.00		31			8.9	KO	地毯背衬
KSL103	48		SYN		1.03		50			8.0	KO	地毯背衬
KSL104	55		SYN		1.03		32			8.5	KO	地毯背衬
KSL201	48.5		SYN		1.03		54			9.0	KO	纸张涂层
KSL202	48.5		SYN		1.04		55			8.0	KO	纸张涂层
KSL203	50.5		SYN		1.04		50			8.5	KO	纸张涂层
KSL301	47.5		SYN		1.03		31			8.0	KO	石棉片
KSL302	48		SYN		1.04		46			8.0	KO	地毯背衬
Lacstar												
5215A	47			<200						8.7	DIC	地毯
4709A	47			<200						8.7	DIC	无纺布

续表

商品牌号	总固体 /%	苯乙烯 结合量 /%	乳 化 剂	黏度 /mPa·s	相对密度		表面 张力/ (mN/m)	门尼黏度 [ML(1+ 4)100℃]	粒子大 小/ μm	pH 值	生产厂家	用 途
					胶乳	固体						
3004B	42			<200						10.3	DIC	胶黏剂、浸渍
DS807	50			<300						8.5	DIC	地毯
DS612	50			<100						9	DIC	地毯
TR8255A	50			<100						9	DIC	无纺布
DS602	50			<300						8.5	DIC	地毯
3002T	45			<200						8.7	DIC	涂料
7310K	49			<180						8.5	DIC	胶黏剂、浸渍
3500T	49			<60						9.5	DIC	纸张涂层
DS610	48			<250						9	DIC	纸张浸渍
TR8255C	46			<100						9	DIC	地毯
3307B	49			<350						8.5	DIC	胶黏剂
DS-206	50			<200						8.0~ 8.7	DIC	胶黏剂
DS-203	50			<200						8.2	DIC	地毯
5200A	50			<150						8.7	DIC	地毯
7132C	45			<150						8.5	DIC	地毯
Nangatex												
2752	48	52						100			US	纸张涂层
3711	51	51.0									US	纸张涂层
3718	46.5	37.0						90			US	纸张涂层
3726	50	48					58			9~10	US	地毯背衬
3748	50	62	A5							7	US	纸张涂层
3755	51.5	65.0									US	纸张涂层
3756	50	65					58			9~10	US	地毯背衬
3770	46.5	36						80			US	纸张涂层
6309	50	64.0	AI							8	US	
Nitrilatex												
4121A	50	65.0	SYN					350			NX	
4738C	50	56.0	SYN					350			NX	
Pliolite												
LPR4121	50	65.0	SYN					350			GT	
LPR4264	50	60.0	SYN					350			GT	
LPR4838	50	56.0	SYN					350			GT	
(T)-50	52	50	SYN								GT	地毯背衬
(T)-60	52	55	SYN								GT	地毯背衬
(T)-70	52	60	SYN	350						9.2	GT	地毯背衬
(T)-Ultra-	55	55	SYN								GT	地毯背衬
1000												
Polysar												
725	67	30.0	FA	1200		0.951		150		10.5	PL	泡沫橡胶
727	70	27/73 ^①	FA	1500						10.5	PL	泡沫橡胶
729	68	31.0	FA							12.0	PL	
730	70	31.0	FA			0.97				10.2	PL	覆涂泡沫
731	70	23.5	FA			0.97				10.2	PL	覆涂泡沫
741	40	22.5	FA	58		0.98		140		11.0	PL	胎帘布黏合
110	52.0	46.0	SYN								PL	
120	52.5	55	SYN								PL	

续表

商品牌号	总固物 /%	苯乙烯 结合量 /%	乳化 剂	黏度 /mPa·s	相对密度		表面 张力/ (mN/m)	门尼黏度 [ML(1+ 4)100℃]	粒子大 小/ μm	pH 值	生产厂家	用 途
					胶乳	固体						
140	51	54	SYN								PL	
151	51.5	60	SYN								PL	
152	51.5	63	SYN								PL	
180	50	60	SYN								PL	
574	50	60	SYN							6.5	PL	纸张涂层
646	50	45	SYN								PL	
669	52	58	SYN	250			45			8.8	PL	泡沫背衬
753	52	63.5	SYN								PL	
756	50	60.0	SYN			1.03	50			9.2	PL	纸张涂层
757	52	46.0	SYN			1.00	40			8.8	PL	纸张涂层
776	51	80	SYN			1.03	45			8.8	PL	编织地毯
778	52	40	SYN			1.00	45			8.8	PL	室内装饰、背 涂、水泥组分 二次背涂
793	50	58.0	SYN				50			8.8	PL	
883	50	51	SYN								PL	
874	52	74	SYN								PL	
902	52	65	SYN								PL	
928	50	47	SYN								PL	
958	51	42	SYN							8.8	PL	纤维、胶黏剂
989	54	58	SYN	550			45			8.8	PL	地毯背衬
Goodrite 2570	51					1.00				7.5	B. T.	通用涂层
X59											Goodrich	
Revinex												
29Y40	47			100	1.01		47		0.17	10.5	DO	水泥配合
85P10	50			125	1.02		45		0.16	5.8	DO	纸张涂层
98F10	50			150	1.02		45		0.15	5.8	DO	纸张涂层
Syathomer												
9240	50	43		200			50			8~9	SY	地毯层压
9340	48	63		400			50			8~9	SY	地毯层压
9060	50	47		300			45			9	SY	地毯层压
9660	50	32		400			40			9	SY	地毯层压
8140	50	50		150			47			9	SY	层压、无纺 织物
8240	50	32		150			47			9	SY	层压
1741	51	54		5000			40			9~10	SY	无凝胶泡沫
1744	51	56		5000			38			9~10	SY	无凝胶泡沫
3086	50	32		400			40			9	SY	纺织物
8540	56	20		1000			50			9	SY	纺织物
1111	47	72		200			38			9	SY	室内装饰织 物上胶
3046	45	50		100			45			8~9	SY	编织地毯
3500	48	33		100			40			9	SY	编织地毯
3002	50	35		50			40			8~9	SY	纺织物上胶
3081	50	33		300			50			8~9	SY	纺织物上胶
1197	50	26		300			45			9	SY	羊毛状针刺毡
1240	50	52		300			40			8~8.5	SY	无纺布
1206	46	50		300			40			8~9	SY	纺织物上胶
55D10	50	45		150			45			9	SY	纸张涂层

续表

商品牌号	总固体物 /%	苯乙烯 结合量 /%	乳化 剂	黏度 /mPa·s	相对密度		表面 张力/ (mN/m)	门尼黏度 [ML(1+ 4)100℃]	粒子大 小/ μm	pH 值	生产厂家	用 途
					胶乳	固体						
60D10	50	50		150			45			8~9	SY	纸张涂层
65D10	50	53		200			45			8~9	SY	纸张涂层
5084	42	60		200			45			8~9	SY	纸张涂层
4001	46	22		100			43			8.5~ 9.5	SY	纸张涂层
3041	50	28		250			40			8.5~ 9.5	SY	打浆添加
EL2503	42	47		150			44			7~9	SY	打浆添加
14F70	50	20		600			55			7~10	SY	打浆添加
1901	53	50		500			50			8~9	SY	分散黏合
29Y40	47	40		150			45			10.5~ 11.5	SY	砂浆改性
28Y40	47	33		200			45			10.5~ 11.5	SY	砂浆改性
Tylac												
5009	50	55.0	SYN					160			R	
8240	50	63.0	SYN					200			R	
5037	41	25.0	SYN					100			R	
8140	53	50	SYN					200			R	
5038	43	47	SYN					70			R	

① 为苯乙烯/丁二烯比。

【加工与配合】 由于羧基丁苯胶乳分子链上引入羧基侧链，提高了胶乳的化学活性而易于交联，可以通过非硫黄硫化体系进行硫化，如二价金属氧化物氧化锌来进行交联。此外也可以采用氧化锌-促进剂、氧化锌-促进剂-硫黄和氧化锌-环氧树脂等硫化体系进行硫化。一般硫化可在常温下进行，但加热有利于硫化反应完全，且改善聚合物的性能，其他加工工艺参见浓缩天然胶乳。

【基本特性】

- ① 大体上与丁苯橡胶的特性相同。
- ② 有优良的黏合性、涂抹性等。
- ③ 与各种黏合的适应性良好。

【应用范围】 用于纸张加工、无纺布处理、地毯背衬，装饰用织物（如窗帘、桌布等）被覆、印色和印花，以及人造革、防雨布等的处理，泡沫橡胶、胶黏剂等。还用于制鞋、建筑材料、皮革、纤维和木材加工等工业的黏合，有较高的黏合强度，且与其他胶黏剂、增黏剂的共混性好，被广泛使用。

【性能参数】 原料胶乳性能如下。

合成方法	自由基乳液共聚	黏度/mPa·s	2.4~4(20%~25%固体物)
组成	不饱和酸 1.25%~4%(摩尔分数)		300(500%固体物)
	丁二烯/苯乙烯=(90/10)~(50/50)	表面张力/(mN/m)	30~60
乳化剂	脂肪酸钠、磺酸钠等阴离子系列	平均粒径/pm	0.07~0.3
总固体物/%	18~55	pH 值	3~9
相对密度	1.00~1.04		

【配方示例】

地毯背衬配方如下。

羧基丁苯胶乳(以干胶计)	100	二氧化钛	0~5.0	聚硅氧烷乳液	0.1
氧化锌	2~4	重质碳酸钙	200~250	聚丙烯酸钠	0.742

【包装、贮存和运输】 羧基丁苯胶乳采用涂树脂的铁桶包装，每桶 (200 ± 2) kg。或者用塑料桶包装，每桶 215 kg。近距离用户也可采用槽车直接送货。

贮存温度应在 $10 \sim 30^\circ\text{C}$ 范围内，长期贮存温度应保持在 20°C 。贮槽应安置在室内，当贮槽安置在室外或没有加热的区域时，应具备有效的保温或加热手段，以保持胶乳温度在 $10 \sim 30^\circ\text{C}$ 范围内。

贮槽和输送设备必须保持清洁，防止应用锌、铁、低碳钢、铝和镁等金属。

用户收到胶乳后，应在 6 个月内用完。

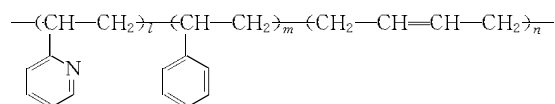
兰州化学工业公司研究院生产的羧基丁苯胶乳，用 200L 镀锌铁桶包装。每桶净重 180 kg。贮存温度 $0 \sim 40^\circ\text{C}$ 。

6.2.3 丁苯吡胶乳

丁苯吡胶乳 (pyridine styrene-butadiene rubber latex) 是乙烯基吡啶类胶乳 (vinyl-pyridine latex) 的主要品种，是丁二烯-苯乙烯和乙烯基吡啶 (α -乙烯基吡啶) 或 5-乙基- α -乙烯基吡啶的三元共聚物。此外还有丁二烯与乙烯基吡啶 (α -甲基-5-乙烯基吡啶) 二元共聚物，称丁吡胶乳 (butadiene vinyl-pyridine rubber latex)。一般各原体比为丁二烯：苯乙烯： α -乙烯基吡啶 = 70：15：15 (质量比)。由于聚合物分子链中引入了极性的吡啶基团，因而大大提高橡胶与纤维间的黏合强度。与天然胶乳和其他胶乳相比，其与人造丝纤维的黏着力可提高 0.5 倍，与尼龙和聚酯纤维的黏着力提高 2 倍。因而主要用于橡胶制品纤维骨架材料的浸渍，特别是轮胎帘线的浸渍。我国也有批量生产。

【制法】 丁苯吡胶乳的制造与普通丁苯胶乳相同。采用间歇聚合，聚合温度为 $40 \sim 70^\circ\text{C}$ ，转化率接近 100%。丁二烯-苯乙烯-乙烯基吡啶按比例三元共聚，丁二烯-乙烯基吡啶按比例二元共聚。

【结构】 丁苯吡胶乳的聚合物分子结构为



【国内生产厂家及产品牌号】

(1) 上海高桥巴斯夫分散体有限公司 上海高桥巴斯夫分散体有限公司生产的羧基丁苯胶乳商品名称为 Styrofan，其性能如下。

牌 号	总固体含量/%	pH 值	黏度/mPa·s	玻璃化温度/ $^\circ\text{C}$
SD 593	49	8.5	180	-6
SD 519	53	8.0	300	-6
SD 414	53	8.0	300	-16
SD 614S	50	7.0	170	14
SD 615	50	7.0	180	14
SD 656	50	7.0	150	14
SD 328	50	7.0	300	-19
SD 876	50	8.0	100	34
SD 901	50	7.0	20	100
SD 622S	47	9.5	30	11

(2) 山东翔发工贸有限公司胶乳厂 山东翔发工贸有限公司胶乳厂丁苯胶乳性能如下。

牌 号	外 观	总固物含量/%	pH 值	黏度/mPa·s	残余苯乙烯结合量/%
XBS-146C	乳白色稍带蓝色乳液	50±2	6~8	50~300	<0.02
XBS-246C	乳白色稍带蓝色乳液	50±2	6~8	50~260	<0.02
XBS-145B	乳白色稍带蓝色乳液	50±2	6~10	50~300	<0.02
XBS-245B	乳白色稍带蓝色乳液	50±2	6~10	50~260	<0.02

【国外生产厂家及产品牌号】

(1) 美国

① 美国固特异轮胎和橡胶公司 固特异轮胎和橡胶公司 (Goodyear Tire & Rubber Co.) 生产丁苯胶乳和丁苯吡胶乳, 商品名称分别为 Pliolite 和 Pliocord。

Pliolite 和 Pliocord 丁苯胶乳性能如下。

牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]
Pliolite 2108	23.5	39.5	120
Pliocord	23.5	39.5	140
SB-2108 ^①			
Pliocord	15	41	40
VP 106 ^②			
Pliocord	15	41	40
VP 107 ^②			
Pliolite 5356	23.8	69.5	100
LPF 7289	23.8	65.0	3
LPF 7576	23.8	65.0	55
LPF 6758	29	70.5	100
LPF 6733	33.5	69.5	100
LPF 6687	31	69.5	100

① 丁苯吡胶乳。

② 美国 Ameripol Synpol 公司 美国 Ameripol Synpol 公司可生产商品名称为 Rovene 的丁苯胶乳和羧基丁苯胶乳。

a. Rovene 丁苯胶乳

牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%	黏度/mPa·s	牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%	黏度/mPa·s
4813	30	54	200	8305	50	50	200
4823L	30	54	200	4040	65	65	100
4806	40	54	300				

b. Rovene 羧基丁苯胶乳

牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%	黏度/mPa·s	牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%	黏度/mPa·s
9410	25	50	500	6140	45	50	300
9423	35	50	200	4437	62	53	300
6105	45	50	150	4002	65	50	200
6130	45	50	300	4041	65	50	300
4151	45	50	300	4076	65	50	200
4305	45	53	400	4170	65	50	200
5005	45	53	400	4470	67	53	350
5550	45	50	300	4475	67	54	350
4306	45	50	300	4106	90	50	200

③ 美国杜邦陶氏弹性体公司 美国杜邦陶氏弹性体公司 (Du Pont Dow Elastomers L. L. C.) 商品名称为 UCAR。

UCAR 丁苯胶乳性能如下。

牌 号	总固物含量/%	黏度/mPa·s	最低成膜温度/℃	玻璃化温度(中点)/℃
41225	49.0	200	29	39
DL 215	49.0	206		39
DL 313	48.0	300		-1
DM 171	50.0	150	<0	-10

④ 美国通用特种聚合物公司 美国通用特种聚合物 (Gen Corp Spedality Polymers) 公司生产羧基丁苯胶乳和丁苯吡胶乳, 商品名称分别为 Genflow 和 Gen Tac, 其性能如下。

牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]
Genflow 557	64.25	50		Genflow 7135	63	53	
Genflow 576	55.25	50		Genflow 7463	63	52	
Genflow 5086	56	50		GenTac 107	15	41	120
Genflow 3060	68	50		GenTac 118	15	41	40

(2) 意大利 意大利 (Polimeti Europe S. r. l) 公司产品商品名称为 Europrene。

① Europrene 丁苯胶乳

牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%	门尼黏度 [ML(1+4)100℃]
S 32		30	50	2003	30	66	140
S 44	23.5	40	75	2700	35	67	
2714	46	54		5571		66	140
132	82	66	140	5574	30	66	140
131	24	65	140	5576	34	66	
1499	30	66	140	5577		66	140

② Europrene 羧基丁苯胶乳

牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%	牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%
5584	60	50	8487	65	50
5589	60	50	5581		50
5594		50	5588	50	52
5597		50	5591		51
5599		50	8488	55	51

(3) 德国

① 德国巴斯夫公司 德国巴斯夫公司 (BASF AG) 生产商品名称为 Butanol、Butafan、Styronal 和 Stufofan 4 种丁苯胶乳。

a. 巴斯夫公司丁苯胶乳

牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%	牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%
NS 103	24	47	NS 134	24	69
NS 200	49	43	NS 178	24	69
NS 295	48	48	NS 198	24	63
NS 614	66	47	NS 299	48	54
NS 117	24	64	NS 104	24	70
NS 120	24	68	NS 128	31	70

b. 巴斯夫公司羧基丁苯胶乳

牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%	牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%
ND 375	51	49	ND 554	62	53
ND 580	58	47.5	ND 520	63	50
ND 638	56	47	ND 565	67	53.5
NS 166	35	51	ND 593	60	51
ND 248	43	50.5	ND 617	66	50
ND 312	54	50	ND 810	84	50
NS 208	43	51	ND 859	83	52
NS 222	43	51	ND 601	70	50
ND 430	55	50	ND 846	77	50
ND 478	55	50			

② 德国 Synthomer 公司 德国 Synthomer 公司 (Synthomer Ltd.) 产品商品名称为 Synthomer。

Synthomer 丁苯胶乳性能如下。

牌 号	总固物含量/%	黏度/mPa·s	pH 值	粒径/ μm
21P42	50.0 \pm 1.0	50~380	7.0~8.0	
621040	51.0 \pm 1.0	50~300	7.5~8.5	190
7092	50.0 \pm 1.0	50~200	8.0~9.0	200
85240	53.5 \pm 0.5	100~500	4.8~5.5	160
79A10	50.0 \pm 0.5	100~350	5.5~6.0	160
VL 10419	68.0 \pm 1.0	4400~6400	9.5~10.5	
VL 10533	51.0 \pm 1.0	50~500	7.5~9.0	
VL 10572	50.0 \pm 0.5	50~300	8.5~9.5	200
VL 10573	50.0 \pm 1.0	50~200	8.0~9.0	200
VL 10601	53.0 \pm 1.0	50~400	6.8~7.0	
VL 10636	53.0 \pm 1.0	50~400	6.8~7.6	
VL 10656	50.0 \pm 1.0	50~500	8.0~9.0	
29Y30	47.0 \pm 1.0	30~150	10.5~11.5	170
29Y40	47.0 \pm 1.0	30~150	9.0~11.0	170
29Y41	47.0 \pm 1.0	30~150	9.0~11.0	170
29Y46	47.0 \pm 1.0	30~50	9.0~11.0	170
30Y30	47.0 \pm 1.0	30~200	9.5~10.5	140
30Y60	47.0 \pm 1.0	30~200	9.5~10.5	140
33Y10	50.0 \pm 1.0	50~300	9.5~10.5	150
33Y50	51.5 \pm 1.0	20~200	9.0~10.2	
9523	35.5 \pm 1.0	10~50	4.0~5.0	120
1419	55.0 \pm 1.0	100~400	7.1~7.7	
1480	53.0 \pm 1.0	50~400	6.5~8.5	
3553	50.5 \pm 1.0	30~300	7.0~8.0	
3555	51.0 \pm 1.0	30~300	7.0~8.0	
8570	51.0 \pm 1.0	20~400	8.0~9.0	
8573	50.0 \pm 1.0	20~400	7.5~8.5	
8580	55.0 \pm 1.0	50~600	8.0~9.0	
91Y20	52.5 \pm 1.0	50~500	7.7~8.3	
91Y80	51.0 \pm 1.0	20~400	8.0~9.0	
91Y90	52.5 \pm 1.0	50~500	7.7~8.3	
9910	53.0 \pm 1.0	50~600	8.0~9.0	
9920	53.0 \pm 1.0	50~300	8.0~9.0	
9930	52.0 \pm 1.0	50~500	8.0~9.0	
9980	51.5 \pm 1.0	100~500	8.0~8.5	

(4) 日本

① 日本合成橡胶公司 日本合成橡胶公司 (Japan Synthetic Rubber Corporation) 年产 1.5 万吨, 商品名称为 JSR。

a. JSR 丁苯胶乳

牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%	乳 化 剂	门尼黏度[ML(1+4)100℃]
2108	23	40	脂肪酸皂	130
0602	89	52	松香酸皂	
0561	23.5	69	脂肪酸皂	155

b. JSR 羧基丁苯胶乳

牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%	乳 化 剂	门尼黏度[ML(1+4)100℃]
0655 ^①	15	41	脂肪酸皂/松香酸皂	48
0573	54.5	48	合成阴离子型	
0569	59	48	合成阴离子型	
0548	28.5	50.5	合成阴离子型	
0568	32.5	50	合成阴离子型	
0545	47	54	合成阴离子型	
0533	45.5	50	合成阴离子型	

① 丁苯吡胶乳。

② 日本瑞翁公司 日本瑞翁公司 (Nippon Zeon Co., Ltd.) 生产能力为 9.25 万吨/年, 商品名称为 Nipol。

a. Nipol 丁苯胶乳

牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%	乳 化 剂	门尼黏度[ML(1+4)100℃]
LX 110	25	40.5	脂肪酸皂	150
LX 112	27	40.5	松香酸皂	
5207H	85	52	松香酸皂	60
9750A	25	70	脂肪酸皂	

b. Nipol 羧基丁苯胶乳

牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%	乳 化 剂
5218FS	15	40.5	合成阴离子型
LX 438C	55	45	
LX 407	55	50	
LX 433	69	50	

(5) 南非 南非 Karbochem 公司生产的丁苯胶乳商品名称为 Sentrachem。

① Sentrachem 丁苯胶乳

牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%	乳化剂
4201	24	40	脂肪酸皂
2114	24	66	脂肪酸皂
5265	24	66	脂肪酸皂

② Sentrachem 羧基丁苯胶乳

牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%	乳化剂	牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%	乳化剂
6304	11	41	合成阴离子型	5721	52	50	合成阴离子型
5044	23.5	41	合成阴离子型	470DM	46	50	合成阴离子型
761341	22.5	47	合成阴离子型	89Y10	49	50	合成阴离子型
29Y40	59	47	合成阴离子型	98F10	49	50	合成阴离子型
42N40	68.5	49	合成阴离子型	5604		50	合成阴离子型
97712	99	46	合成阴离子型	85P10	55.5	50	合成阴离子型
34J40	15	52	合成阴离子型	15G40	75.5	53	合成阴离子型
34J60		51	合成阴离子型	21P40	63	50	合成阴离子型

(6) 巴西 巴西 Nitriflex S. A. Industria e Comercio 公司产品商品名称分别为 Nitriflex L、Nitriflex NTL、Nitriflex VP。

① Nitriflex L 丁苯胶乳

牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%	乳 化 剂
2108	23.5	40	脂肪酸皂
2000	46	40	松香酸皂
350	82	50	松香酸皂

② Nitriflex NTL、Nitriflex VP 羧基丁苯胶乳

牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%	乳化剂	牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%	乳化剂
218	48	48	合成阴离子型	206	83	50	合成阴离子型
222	60	49.5	合成阴离子型	202	65	50.4	合成阴离子型
272	72	47	合成阴离子型	228	57	49.5	合成阴离子型
223	47	47	合成阴离子型	VP 106 ^①	15	40	脂 肪 酸 皂/松
201	55	50.8	合成阴离子型				香酸皂

① Nitriflex VP 丁苯吡胶乳。

(7) 韩国 韩国锦湖石油化学公司羧基丁苯胶乳性能如下。

牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%	乳化剂	牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%	乳化剂
KSL 103	39	48	合成阴离子型	KSL 209	45	50	合成阴离子型
KSL 106	35	48	合成阴离子型	KSL 208	56	50	合成阴离子型
KSL 202	45	48	合成阴离子型	KSL 210	53	50	合成阴离子型
KSL 207	40	50	合成阴离子型	KSL 203	35	50	合成阴离子型

(8) 俄罗斯

① 俄罗斯 Omask 合成橡胶公司 俄罗斯 Omask 合成橡胶公司 (Omask Kauchuk Co.) 丁苯胶乳性能如下。

牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%	牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%
BS 30	27.5	40	BS 65	63.5	46
BS 50	49	46	BS 85	85	47
BSM 65	62.5	47			

② 俄罗斯 SK Premyer 公司 俄罗斯 SK Premyer 公司丁苯胶乳性能如下。

牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%	牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%
BS 30	27.5	40	BS 65	63.5	46
BS 50	49	46	BS 85	85	47
BSM 65	62.5	47			

③ 俄罗斯 Voronezhskhsyntechnik 公司 俄罗斯 Voronezhskhsyntechnik 公司丁苯胶乳性能如下。

牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%	牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%
BS 30	27.5	40	BS 65	63.5	46
BS 50	49	46	BS 85	85	47
BSM 65	62.5	47			

(9) 波兰 波兰 Firma Chemiczna “Dwory” SA 公司生产商品名称为 LBSK 的羧基丁苯胶乳。

LBSK 羧基丁苯胶乳性能如下。

牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%	牌 号	苯乙烯结合量/%	总固物含量/%
LBSK 5545	54	49	LBSK 6348	63	49
LBSK 5848	58	49	LBSK 6748	67	49

【加工与配合】 丁苯吡胶乳因引入极性单体乙烯基吡啶，主要用于织物或帘线的浸渍，以提高纤维与橡胶的黏着力。由于该胶乳价格较高，所以一般在黏合力能满足要求的情况下，可以与适量的丁苯胶乳并用。使用时要与浸渍剂间苯二酚(R)-甲醛树脂(F)的水溶液(简称 RF)按一定比例混合配成浸渍液(简称 RFL)。这里主要是间苯二酚与甲醛缩合成酚醛树脂(称 RF 树脂)的条件和用量。

【基本特性】

- ① 与热固化树脂并用得到较强有力的黏着力。
- ② 耐屈挠龟裂、撕裂，弹性优异。
- ③ 与其他橡胶的相容性不好。

【应用范围】 主要用于轮胎布的黏着剂，胶带布、胶管、鞋等制品橡胶与纤维的接着剂等。

【性能参数】

(1) 原料胶乳

合成方法	自由基乳液共聚合	总固物(质量分数)/%	40~42	表面张力/(mN/m)	47~55
组成	苯乙烯 15%~20%，乙烯基吡啶 15%	相对密度	0.98	平均粒径/ μm	0.06~0.2
乳化剂	脂肪酸钠、磺酸钠等阴离子体系	黏度/ $\text{mPa}\cdot\text{s}$	20~45	pH 值	9.5~11.6

(2) 国产丁苯吡胶乳的性能

总固物/%	41.2	冻融稳定性/%	0.1
相对密度	0.986	热稳定性/%	0.23
pH 值	10.8	残留单体 α -乙烯基吡啶/(g/L)	0.79
黏度/ $\text{mPa}\cdot\text{s}$	10.6	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	33
表面张力/(mN/m)	41	H 抽出力/(kN/m)	
含氮量/%	2.1	老化前	15.3~16.9
力学稳定性/%	2.06	老化后	13.4~14.1
化学稳定性(对 NaCl)/%	5~6		

【配方示例】

(1) 尼龙帘线用浸渍液配方

组 分	干质量	湿质量	组 分	干质量	湿质量
间苯二酚-甲醛树脂(6.5%)	17.3	266.0	水	—	71.0
丁苯胶乳(40%)	20.0	50.0	合计	117.3	587.0
丁苯吡胶乳(40%)	80.0	200.0			

注：1. 浸渍液调制总固物含量为 18%~20%。

2. 干燥尼龙纤维热伸长。

3. 黏着量为纤维重的 6%~8%合适。

(2) 人造丝用浸渍液配方

RF 液 ^① /份		RFL 浸渍液 ^② /份	
间苯二酚	11.0	JSR 0650 ^③	50
37%甲醛	16.2	JSR 2108 ^③	200
氢氧化钠	0.3	RF 液	266
脱离子水	238.5	脱离子水	436
合计	266.0	合计	952

① 氢氧化钠水溶液，将间苯二酚加入氢氧化钠水溶液中，加甲醛搅拌 5min，反应温度 25℃，反应时间 6h，静止熟化。

② 将去离子水加于胶乳中稀释后加入 RF 液，JSR 0650/JSR 2108 配比为 (25/27)~(20/80)。

③ JSR 0650 为丁苯吡胶乳，JSR 2108 为丁苯胶乳。

(3) 尼龙用浸渍液配方

RF 液 ^① /份		RFL 浸渍液 ^② /份	
间苯二酚	11	JSR 0650	187.5
37%甲醛	16.2	JSR 2108	62.5
氢氧化钠	0.3	RF 液	266.0
脱离子水	238.5	脱离子水	54.0
合计	266.0	合计	570.0

① 同人造丝用 RF 液配制方法。

② JSR 0650/JSR 2108 配比为 (70/30)~(80/20)。

(4) RFL 浸渍液的几个代表配方

类 别	项 目	人造丝用		尼龙用 1		尼龙用 2	
		干质量	湿质量	干质量	湿质量	干质量	湿质量
RF 液	间苯二酚	13	13	13	13	13	13
	甲醛	7	18.9	7	18.9	7	18.9
	氢氧化钠	0.8	8.0	0.8	8	0.9	9.0
	软水	—	306.5	—	306.5	—	2400
	总量	20.8		20.8		20.9	
胶乳	丁苯胶乳(40%)	80	200	20	50	—	—
	丁苯吡胶乳(40%)	20	50	80	200	100	250
	水	—	3814		193		44
RFL 浸渍液	总固物/%	12.3		20.0		21.0	
	树脂/(份/100 份干胶)	20		20		20	
	R/F 摩尔比	2		2		2	
	pH 值	8.5		8.5		—	

【包装、贮存和运输】 用桶装或槽车装运。

6.2.4 丁腈胶乳

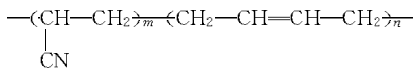
丁腈胶乳 (acrylonitrile-butadienerubberlatex) 是由丁二烯和丙烯腈乳液共聚合而得

的。根据丙烯腈含量不同而有低丙烯腈（25%）、中丙烯腈（33%）和高丙烯腈（45%）三个品级。随丙烯腈含量的增加，共聚物的极性增加，耐油性提高，但过高则共聚物的耐寒性、耐屈挠性、耐水性和介电性等都会降低。由于共聚物分子链中含有腈基，具有良好的耐油性、耐化学药品性，与纤维、皮革等极性物质有良好的黏合力，与淀粉、干酪素、乙烯基树脂、酚醛树脂、尿素树脂、脲醛树脂等极性高分子物质有良好的相容性。丁腈胶乳的粒子比天然胶乳的小，易于渗到织物中，胶膜的脱水收缩倾向较大。力学性能（拉伸强度、定伸应力和撕裂强度）较天然胶乳差，但优于丁苯胶乳。硫化速度比天然胶乳慢。

国外生产丁腈橡胶的厂家基本上都有相应的丁腈胶乳生产。中国也有批量生产。

【制法】 由丁二烯与丙烯腈按要求比例经乳液共聚合而得。减压浓缩至所需的总固物含量，过滤后即可。

【结构】 丁腈胶乳共聚物的分子结构为



【国内生产厂家及产品牌号】 目前我国主要有兰州石化公司合成橡胶厂和南京飞马公司生产丁腈胶乳，年产量为 1.1 万吨。

(1) 兰州石化公司合成橡胶厂

牌 号	总固物含量/%	丙烯腈结合量/%	pH 值	黏度/mPa·s	用 途
NBRL-42GF	45	26	9~12		胶黏剂,耐油、耐溶剂制品
XNBRL-43CH	42	33	8~10		纺织、造纸、皮革
XNBRL-Ⅰ型	≥45	32~36	8~10	≤50	浸渍制品
XNBRL-Ⅱ型	44~45	32~36	8~9	≤100	浸渍制品
FM-101型	≥45	≥30	7.5~9	≤50	衬里、耐油手套
FM-201型	≥45	≥32	7.5~8.5	≤80	无衬里、薄型、耐油手套及避孕套
FM-301型	≥45	≥30	7.5~10.0	≤80	胶黏剂及摩擦材料

(2) 南京飞马公司

牌 号	总固物含量/%	丙烯腈结合量/%	pH 值	黏度/mPa·s	用 途
FM-101型	≥45	≥30	7.5~9	≤50	衬里、耐油手套
FM-201型	≥45	≥32	7.5~8.5	≤80	无衬里、薄型、耐油手套及避孕套
FM-301型	≥45	≥30	7.5~10.0	≤80	胶黏剂及摩擦材料

【国外生产厂家及产品牌号】

(1) 美国

① 美国固特异轮胎和橡胶公司 美国固特异轮胎和橡胶公司（Goodyear Tire & Rubber Co.）生产的丁腈胶乳商品名称为 Chemigum。

Chemigum 丁腈胶乳性能如下。

牌 号	丙烯腈结合量/%	总固物含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	pH 值
260	35	34	90	10.5
LGG 7710	32	68	130	10.2
LGH 7302X	40	32	150+	10.8
LCH 7335X	40	41	150+	11

② 美国 Eliokem 公司 美国 Eliokem 公司（Eliokem, France）生产的丁腈胶乳商品名称为 Chemigum。

Chemigum 丁腈胶乳性能如下。

牌 号	丙烯腈结合量/%	总固物含量/%	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	pH 值
6387	33	47	85	10.3
248	33	55	75	9
550 ^①	30	41	100	8.3
6271 ^①	33	46	50	7.6

① 羧基丁腈胶乳。

③ 美国通用特种聚合物公司 美国通用特种聚合物公司 (GenCorp Speciality Polymers) 生产的羧基丁腈胶乳商品名称为 Gencryl。

Gencryl 羧基丁腈胶乳性能如下。

牌 号	丙烯腈结合量/%	总固物含量/%	Brookfield 黏度/mPa·s	pH 值
9705	5	49.5	150	6.5
9710	10	49.5	250	7.5
9720	5	50	250	6

(2) 日本

① 日本瑞翁公司 日本瑞翁公司 (Nippon Zeon Co., Ltd) 丁腈胶乳性能如下。

牌 号	丙烯腈结合量/%	总固物含量/%	Brookfield 黏度/mPa·s	pH 值
Nipoi 5162	32	41	35	9.5
Nipoi 5171 ^①	39	40	12	8
Breon 1577	28	38	30	10
Breon 1562	32	40	60	10
Breon 9370 ^①	34	48	100	8.5

① 羧基丁腈胶乳。

② 日本武田化学工业公司 日本武田化学工业公司 (Takeda Chemical Industries) 生产的羧基丁腈胶乳商品名称为 Croslene。

Croslene 羧基丁腈胶乳性能如下。

牌 号	丙烯腈结合量/%	总固物含量/%	Brookfield 黏度/mPa·s	pH 值
NA 11	35	40	15	8.5
NA 20	35	45	55	8.5
NA 10	35	40	20	8.5
NA 13	35	47	100	7.5
NA 15	35	45	100	8.0

(3) 德国

① 德国拜耳公司 德国拜耳公司 (Bayer AG) 生产的丁腈胶乳商品名称为 Perbunan。

Perbunan 丁腈胶乳性能如下。

牌 号	丙烯腈结合量/%	总固物含量/%	黏度/mPa·s	pH 值
N-LATEX 2890	28	41		
N-LATEX 3415M	34	47.5	14	7.5
N-LATEX 441D	25	40	23	6.5
N-LATEX HT	40	40		
N-LATEXLN 426C		40		
N-LATEX MT	40	45		
N-LATEX T	35	50	32	6
N-LATEX VT	30	45	50	8.5

② 德国 Synthomer 公司 德国 Synthomer 公司 (Synthomer Ltd.) 商品名称为 Synthomer。

Synthomer 丁腈胶乳性能如下。

牌号	总固物含量/%	黏度/mPa·s	pH 值	粒径/ μm	相对密度(25℃)	用 途
48C40	43.0±1.0	15~60	8.2~8.7			
6000	48.0±1.0	50~200	8.3~8.6	130	1.00	
6311	45.0±1.0	25~75	8.0~8.5	160	1.00	
6410	43.0±1.0	15~60	8.0~8.5	145	1.00	
99G43	43.0±1.0	15~60	8.0~8.5	130	1.00	
5130	45.0±1.0	25~300	8.0~9.0	130	1.00	热反应交联型,用于纺织品及纸张涂层
5140	45.0±1.0	25~300	8.0~9.0			非污染,热反应交联型羧基丁腈橡胶。用于纺织品及纸张涂层
5151	39.0±1.0	10~100	8.5~9.5			热反应交联型羧基丁腈橡胶,用于纺织品及纸张涂层
5190	43.0±1.0	10~300	8.0~9.0			非污染,热反应交联型羧基丁腈橡胶。用于纺织品及纸张涂层
841	42.0±1.0	10~100	8.0~9.0	140	1.00	非污染型
30A80	48.0±1.0	50~200	8.2~8.7			非污染羧基丁腈橡胶。用于压敏胶黏剂

(4) 意大利 意大利 (Polimeri Europe S. r. l) 公司生产的丁腈胶乳商品名称为 Euro-prene Latice。

Euro-prene Latice 丁腈胶乳性能如下。

牌 号	丙烯腈结合量/%	总固物含量/%	Brookfield 黏度/mPa·s	pH 值
N 2620	35	30	30	10.5
N 2621 ^①	30	49	50	8.5
N 2618 ^①	32	49	50	8.5

① 羧基丁腈胶乳。

(5) 巴西 巴西 Nitriflex S. A. Industria e Comercio 公司生产的丁腈胶乳商品名称为 Ntriflex NTL。

Ntriflex NTL 丁腈胶乳性能如下。

牌 号	丙烯腈结合量/%	总固物含量/%	Brookfield 黏度/mPa·s	pH 值
610	40	39	100	10
550	33	30	15	7.7
550C	33	30	15	7.8
520	33	30	15	8

【加工与配合】 丁腈胶乳的硫化速度比天然胶乳慢,需采用超促进剂,且用量也稍多,并要加活性剂氧化锌。其他工艺可参见浓缩天然胶乳。

【基本特性】

- ① 由于丁腈胶乳的性质几乎与丁苯胶乳同样稳定,所以丁腈胶乳的性质是高质量的。
- ② 耐油性、耐溶剂性良好。
- ③ 接着性强。
- ④ 初始拉伸强度高,伸长率也高。

⑤ 价格高。

【应用范围】 丁腈胶乳是特种胶乳。在非硫化制品方面可用于纸浆添加剂、纸张加工、无纺布、表面涂层、石棉制品添加剂及胶黏剂等。硫化制品方面可用于制造耐油薄膜、耐油手套浸渍、耐油胶管以及橡胶丝等。

【性能参数】

(1) 原料胶乳

组成	丙烯腈结合量 15%~45%	平均粒径/ μm	0.05~0.18
乳化剂	脂肪酸钠、磺酸钠等阴离子体系		0.005~0.01(织物用)
总固物/%	45~55	表面张力/(mN/m)	35~55
相对密度	0.98~1.01	pH 值	9~10
黏度/ $\text{mPa}\cdot\text{s}$	12(40%总固物)~1800(60%总固物)		

(2) 国产丁腈胶乳 (NBRL-42FG) 的性能参数

总固物/%	>45	pH 值	9~12
丙烯腈结合量/%	26±2	表面张力/(mN/m)	<46
总碱量/%	<0.5		

【配方示例】

耐油手套配方如下。

丁腈胶乳 ^① (以干胶计)	100	促进剂 ZP ^②	0.4	钛白粉	2.0
胶体硫黄	1.5	促进剂 ZM ^③	0.4	分散剂	0.5
促进剂 LDA	0.6	氧化锌	1.5		

① 已加防老剂。

② 为 N-五亚甲基二硫代氨基甲酸锌盐。

③ 为 2-苯并噻唑盐。

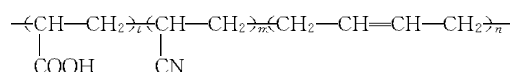
【包装、贮存和运输】 丁腈胶乳用铁桶包装，分 3kg、5kg、7kg、50kg 四种包装。包装容器必须严格检查，要求无酸碱、无铁锈和其他杂质。应在 (20±10)℃ 下避光密封贮存。在运输过程中，不得混入泥沙等杂质。贮存期一年。

6.2.5 羧基丁腈胶乳

羧基丁腈胶乳 (carboxy lated acrylonitrile rubber latex) 是丁腈胶乳的改性产品，系在聚合时引入甲基丙烯酸三元共聚而得。也可再加入苯乙烯共聚合而成四元共聚物。由于引进极性更强的羧基，因而进一步提高了活性和黏结强度。我国也已有批量生产。

【制法】 制法与羧基丁苯胶乳相类似，也是经乳液共聚合而制得。

【结构】 羧基丁腈胶乳共聚物的分子结构为



【品种牌号】 国内外羧基丁腈胶乳的品种牌号及其性能见表 1-6-13。

表 1-6-13 国内外羧基丁腈胶乳的主要品种牌号及其性能

商品名称	总固物/%	乳化剂	相对密度	黏度/ $\text{mPa}\cdot\text{s}$	表面张力/(mN/m)	粒子大小/ μm	丙烯腈结合量 ^① /%	pH 值	生产厂家	备 注
羧基丁腈胶乳 XNBRL-43CH	>42				<48		>33	8~10	兰化公司合成橡胶厂	纺织、造纸、皮革浸渍制品
Revinex 840	42	SYN	1.00	150	36	0.11		8.5	DO	

续表

商品名称	总固体 /%	乳化剂	相对 密度	黏度 /mPa·s	表面张力 /(mN/m)	粒子大小 /μm	丙烯酸结 含量 ^① /%	pH 值	生产厂家	备 注
90W10	56	SYN	1.00	200	43	0.20		7.8	DO	
38J33	41	SYN	1.01	100	36	0.12		8.7	DO	
Chemlgum										
520	50			17	31	0.15	33	8.5	GT	
550	50			17	42	0.12	M	8.1	GT,GF	
Croslene										
NA-10	40	AI	1.01		32	0.16	35	8.5	TA	
NA-11	40		1.01	15	32		35	8.5	TA	
NA-13	47		1.01	15	32			7.5	TA	
NA-20	45		1.01	55	32		35	8.5	TA	
Darex										
110L	47			30				7.0	DA	
113L	45			30				9.0	DA	
Hycar										
1570X26	39			35			H	8.2	BA	
1570H6	41			21			M	6.5	BA	
1570H67	43			50			M	6.5	BA	
1570H69	43			<50			M	6.5	BA	
1570H141	41			100			M	4	BA	
1570×36	42			15			M	8.0	BA	
Hycar										
1571	41	AI	1.00	12	34	0.12	42	8	GC	
1572×2C	43			50			26	8.0	GC	
1572×36	42			15			20	8.0	GC	
1572×45	47			40			31	6.5	GC	
1572×6	48			65				80	GC	
Lacster										
7125A	41			<50				9	DIC	
DN702	55			<350			35	8~8.5	DIC	
4126F	40		1.00	<50	35			8~8.5	DIC	
6541G	41		1.00	<50	50			8.5~9.0	DIC	
4700C	40		1.00	<100	50			8.8~9.3	DIC	
1570B	42		1.00	<200	35			7.8~8.5	DIC	
6129A	41		1.01	<100				8.8	DIC	
0650A	48			<200	35			7~7.5	DIC	
Nltrex J-3721	42		1.01	25			32		US	
Nitirlex 520	50			17			33	8.1	NX	
PolySat Latex										
551	56						35		PL	
Perbunan N										
Latex SN15M	35		0.99	7			L	6	B	
Latex1590V	40		0.99				15	7.5	B	
Latex3415M	47.5		0.98	30			33	6.0	B	
LatexT	50		0.98	48		0.19	35	5.5~6.5	B	
Savinex										
840	42			50			40	8.5	SL	
1650	41			35			20	8.5	SL	
34D40 [®]	56						30	7.8	SL	
4001RSA	48			39			39	7.3	SL	
5042 [®]	41			30			20	8.8	SL	
5043 [®]	41			40			20	8.3	SL	

续表

商品名称	总固体物 /%	乳化剂	相对 密度	黏度 /mPa·s	表面张力 /(mN/m)	粒子大小 /μm	丙烯腈结 含量 ^① /%	pH 值	生产厂家	备 注
5044 ^②	41			50			20	8.3	SL	
50Y12 ^②	50						11	8.8	SL	
50/20 ^②	50						11	8.8	SL	
5040 ^②	50						20	8.5	SL	
Synthomer										
1151	50			200	37		Bd58 ^③	8	SY	
840	41			50	37		Bd57 ^③	8.5~9.5	SY	有 ZnO 为 850
1640	42			50	37	0.08	Bd55 ^③	8~9	SY	三元共聚物有 ZnO 为 1650
5040	50			600	34	0.10	Bd50 ^③	8~9	SY	三元共聚物
7012	41			50	40	0.08	Bd55 ^③	8.7~9.7	SY	三元共聚物
7014	41			300	45	0.13	Bd75 ^③	8~9	SY	
1193	47			300	37		Bd62 ^③	6	SY	
1381	43			100	43		Bd65 ^③	9~10	SY	
2241	41			100	45	0.08	Bd75 ^③	8.5~9.5	SY	
1212	56			700	50	0.08	Bd57 ^③	8~8.5	SY	三元共聚物
SKN-40-1GP	32			3			38	7.5	RU	
Tylac										
2430	40			30			M	8.8	R	
7001	41			50			M	9.3	R	
3833	41			50			M	8.5	R	
840	42			50			40	8.5	R	
850	42			50			40	8.5	R	
640	42			65			M	8.5	R	
750	42			35			M	8.5	R	
740	42			90			M	8.5	R	

① 丙烯腈含量: VH=42%~46%; H=36%~41%; M=31%~35%; ML=25%~30%; L=18%~24%。

② 表示胶乳是丁二烯-苯乙烯-丙烯腈三元共聚物羧基改性的。

③ Dd 表示丁二烯, Bd50 指丁二烯为 50%。

【加工与配合】 羧基丁腈胶乳可以用金属氧化物如氧化锌、氧化铅进行硫化,也可用酚醛树脂、脲甲醛树脂、环氧树脂和多胺等硫化。其他参见丁苯胶乳。

【基本特性】

- ① 与丁腈胶乳性质相同。
- ② 化学稳定性、力学稳定性比丁腈胶乳好。
- ③ 可用金属氧化物或热固性树脂无硫黄交联。

【应用范围】 用于纤维处理、纸加工、无纺布胶黏剂、耐油工业手套等浸渍制品、地毯背衬等。

【性能参数】

(1) 原料胶乳

组成	丙烯酸 0.5%~10%(质量分数)	表面张力/(mN/m)	31~55
总固体物/%	35~50	平均粒径/μm	0.04~0.12
相对密度 ^①	0.99~1.01	pH 值	6.5~9.5
黏度/mPa·s	15~150(40%~45%固体物)		

① 纯胶硫化胶的值。

(2) 国产羧基丁腈胶乳 XNBRL-43CH 性能参数

总固物/%	>42	pH 值	8~10
结合丙烯腈/%	>33	表面张力/(mN/m)	<48

【配方示例】

无纺布用羧基丁腈胶乳胶黏剂配方如下。

配 合 剂	干量/份	配 合 剂	干量/份
40%高丙烯腈羧基丁腈胶乳	100	5%硫酸铵	0.5
50%氧化锌	9	10%平平加 O(乳化剂)	1.0
50%三聚氰胺甲醛缩合物	5	水	使总固物含量降到 10%~20%

【包装、贮存和运输】 参见丁腈胶乳。

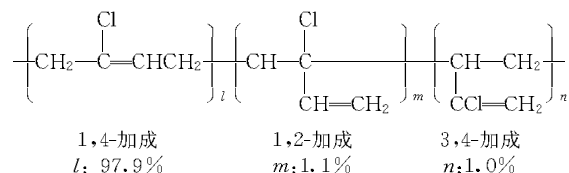
6.2.6 氯丁胶乳

氯丁胶乳 (polychloroprene rubber latex, chloro prene latex) 是由 2-氯-1,3-丁二烯经乳液聚合制成的均聚物橡胶胶乳。氯丁胶乳是最早生产使用的一种合成胶乳,是目前合成胶乳中较重要的品种之一。由于具有优异的综合性能,如强的黏合能力、成膜性能较好、湿凝胶和干胶膜具有较高的强度,且又有耐油、耐溶剂、耐热、耐臭氧老化等性能,因而应用广泛。但氯丁胶乳也有某些不足,就是耐寒性差,绝缘性能略低,贮存稳定性不够好。所以也出现了改性的氯丁胶乳,如氯丁二烯与少量苯乙烯共聚制得耐寒型氯丁胶乳;与丙烯腈共聚可以改善耐芳香族溶剂的性能;与丙烯酸类化合物共聚可以制得羧基氯丁胶乳,具有良好的粘接性能、弹性和成膜性。

氯丁胶乳有通用型和特种型两类。通用型氯丁胶乳为均聚物、阴离子、凝胶型;特种型氯丁胶乳有凝胶型和溶胶型,包括与苯乙烯、丙烯腈和甲基丙烯酸等的共聚。

【制法】 2-氯-1,3-丁二烯单体乳液聚合而制得。如与共聚单体苯乙烯、丙烯腈和甲基丙烯酸等进行乳液共聚,则得相应的共聚物氯丁胶乳。

【结构】 氯丁胶乳聚合物的分子结构为



【品种牌号】 国内外氯丁胶乳主要品种牌号及其性能见表 1-6-14。

表 1-6-14 国内外氯丁胶乳主要品种牌号及其性能

商品名称	总固物 /%	乳化 剂	相对密度		黏度 /mPa·s	表面张力 /(mN/m)	粒子大小 /μm	pH 值	生产厂家	备 注
			胶乳	干胶						
耐寒氯丁胶乳 CRL40-F	≥48				≤40				四川长寿 化工厂	探空气球、耐寒浸渍 制品、耐油浸渍制品
溶胶型粘接氯 丁胶乳 CRL50-G	≥50		1.11		≤40	≤40		11	四川长寿 化工厂	石棉制品、制鞋或雨 衣、地板粘接
阳离子型氯丁 胶乳 CRL50-KL-1	50±2		1.09		≤45	≤45		4~6	四川长寿 化工厂	建筑用弹性水泥、沥青 改性、防水涂料、防渗防 腐材料
通用型氯丁胶 乳 CRL40-F-1	≥48		1.09		<30	10~40			四川长寿 化工厂	浸渍制品

续表

商品名称	总固体 /%	乳剂	相对密度		黏度 /mPa·s	表面张力 /(mN/m)	粒子大小 /μm	pH 值	生产厂家	备 注
			胶乳	干胶						
凝胶型粘接氯丁胶乳 CRL40-G	≥48		1.10		≤23	≤40		11	四川长寿化工厂	地板粘接、皮鞋帮粘接
通用氯丁胶乳 CRL50-FE	8±2		1.09		10~23	30~45		≥11	山东青岛化工厂	浸渍薄膜制品、手套、气球、人造革、胶布、纤维处理、沥青改性
氯苯共聚胶乳 CRL51-A	50±2							10~11	山东青岛化工厂	皮鞋鞋底、雨布
阳离子型氯丁胶乳 CRL50-K	≥50		1.09		≤35	≤35		2~6	山东青岛化工厂	弹性水泥
阳离子型氯丁胶乳 CRL40-L	≥40		≥1.07		≤10	≤35		2~6	山东青岛化工厂	沥青改性
Baypren										
LatexB	58	AI	1.13		150		0.16	13	B	沥青
MKB	58	AI	1.13		125		0.16	13	B	浸渍
T	58	AI	1.13		125		0.16	13	B	浸渍
SK	55	AI	1.12		150		0.16	13	B	粘接
4R®	50	AI	1.11		35			6.5	B	中结晶,室温硫化
GK	32	AI	1.08				0.14	13	B	织物
Bulaclor										
L540	50	AI	1.11		21	39		12	DI	很高结晶速率
L632	58	RA	1.11		80	38		12	DI	通用
Denka Chloropren										
LM-60	60	AI						12	DK	耐燃泡沫橡胶
LM-50	50	AI						12	DK	通用,浸渍
LK-50	50	CI						9.5	DK	弹性水泥
LA-50	50	AI						13	DK	通用胶黏剂
LV-60	60								DK	
Ncoprene										
101	46		1.09						DU	
102	46		1.09						DU	
400	50.0	RA	1.15	1.42	15	38		12.6	DU	
571	50.0	RA	1.10	1.23	23	39	0.13	13.6	DU	好的耐臭氧、耐热性通用(浸渍、粘接、涂层、水泥配合)
572	50.0	RA	1.10	1.23	23	40	0.13	12.2	DU,SH	胶黏剂
6014	60.0	RA	1.12	1.23	250	38		12.2	DU,SH	通用(泡沫橡胶、浸渍、密封材料、水泥配合)
635	60.0	RA	1.23	1.23	350	39		12.2	DU	与其他氯丁胶乳混合
Ncoprene										
650	60.0	RA	1.11	1.23	400	30		12.9	DU,SH	通用(浸渍、粘接、泡沫橡胶、密封材料)
357	61		1.12						DU	
871	59		1.12						DU	
735	44	RA	1.08						DU	
736	34.5	RA	1.06	1.23	5	41		12.4	SH	纸张涂层
750	50.0	RA	1.10	1.23	13	40		12.5	DU	通用
842A	50.0	CI	1.10	1.23	23	39	0.13	12.2	DU,SH	通用
950	50.0	AI	1.10	1.23	16	35		9.3	DU,SH	阳离子普通水泥

续表

商品名称	总固物 /%	乳 化 剂	相对密度		黏度 /mPa·s	表面张力 /(mN/m)	粒子大小 /μm	pH 值	生产厂家	备 注
			胶乳	干胶						
460	46.0							12.5	DU,SH	低模量,纸张浸渍、打浆处理
Denka Neoprene										
L-200	50		1.10						DE	
L-300	60								DE	
Skyprene										
LA502	52		1.23						TO	
LC-50	50		1.23						TO	
L-4	46		1.10						RU	
L-7	42		1.09						RU	
LP	48		1.07						RU	
L-8P	43		1.09						RU	
LNT-1	50		1.11						RU	
Baypren latex										
L-300	60		1.13		55	40		12.5	Mobay Corp	纸张胶黏剂、浸渍制品、胶黏剂
L-345	58		1.13		60	45		12.0	Mobay Corp	浸渍,纸张织物浸透、胶黏剂、沥青混合物胶黏剂
L-370	59		1.13		85			11.5	Mobay Corp	高强度胶乳,浸渍制品胶黏剂,胶黏剂和泡沫
Neoprene larex										
115	47		1.09	1.24	500			7.5	DU	胶黏剂涂层浸透剂
671A	59		1.13	1.23	60			12.5	DU	浸渍制品胶黏剂、涂层、胶黏剂、泡沫,改性沥青材料
735A	45		1.11	1.23	5			12.0	DU	纸张处理,改性沥青材料
622	61								DU	泡沫,浸渍和涂层
654	59								DU	层压胶黏剂,涂层、浸渍纸张等

【国内氯丁胶乳生产厂家及牌号】 我国氯丁胶乳主要生产厂家为重庆长寿化工有限责任公司。

(1) 水基型氯丁胶乳

牌 号	总固物含量/%	黏度 /mPa·s	表面张力 /($\times 10^{-3}$ N/m)	总碱度(以 NaOH 计)	剥离强度 /(N/cm)	残余氯丁二 烯结合量/%
LDR-403	≥ 48	≤ 23	≤ 40	≥ 0.2	≥ 60	≤ 0.1
LDR-503	≥ 50	≤ 40	≤ 40	pH ≤ 11	≥ 60	≤ 0.1

(2) 溶剂型氯丁胶乳

牌 号	总固物含量/%	黏度/Pa·s		剥离强度 /(N/cm)	用 途
		A 型	B 型		
LDN-1	≥ 20	2.0~2.9	3.0~3.8	≥ 70	用于帆布骨架的运输带等
LDN2-2	≥ 21	1.8~2.6	2.7~3.5	≥ 70	制鞋专用
LDN2-3	≥ 23	4.0~5.0	5.1~6.0	≥ 47	皮鞋大底黏结用
LDN2-3	≥ 24	1.2~2.0	2.1~3.0	≥ 60	适用于金属、木材、硬聚氯乙烯、水泥制品等

(3) CRL-50LK 阳离子型氯丁胶乳

项 目	优级品	一级品	合格品	试验方法
总固物含量/% \geq	50	48	47	SH/T 1154
黏度/ $\text{mPa} \cdot \text{s}$	10~35	10~45	10~55	SH/T 1152
表面张力/ $(\times 10^{-3} \text{N/m})$	20~40	20~50	20~50	SH/T 1156
密度/ (g/cm^3)	1.1	1.085	1.08	SH/T 1155

(4) LCR-NH-50 耐寒氯丁胶乳

项 目	指 标	项 目	指 标
总固物含量/%	>48	pH 值	>11
苯乙烯结合量(干胶中)/%	7~9	拉伸强度/MPa	>14.7
相对密度	>1.085	扯断伸长率/%	>750

(5) 耐油氯丁胶乳

项 目	LCR-NY-50	LCR-NY-60	项 目	LCR-NY-50	LCR-NY-60
总固物含量/%	40~50	55~60	pH 值	>11	>11
丙烯腈结合量(干胶中)/%	>5	>5	拉伸强度/MPa	>7.8	>7.8
相对密度	>1.075	>1.075	扯断伸长率/%	>550	>550

【国外氯丁胶乳生产厂家及牌号】

(1) 美国杜邦陶氏弹性体公司 美国杜邦陶氏生产的氯丁胶乳商品名称为 Neoprene。

Neoprene 氯丁胶乳性能如下。

牌 号	总固物含量/%	乳化剂	牌 号	总固物含量/%	乳化剂
735A	45	阴离子型	842A	50	非离子型 阴离子型 阴离子型
400	50		622	61	
571	50		115		
654	59		NPR 3911		
750	50		NPR 5587		
671A	59				

(2) 日本杜邦-横河电气化学工业公司 日本杜邦-横河电气化学工业公司生产的氯丁胶乳商品名称为 Neoprene。

Neoprene 氯丁胶乳性能如下。

牌 号	总固物含量/%	乳化剂	牌 号	总固物含量/%	乳化剂
736	34		950	50	阳离子型
400	50		671A	59	
572	50		842A	50	
635	58		650	60	
750	50		601A	60	

(3) 德国拜耳公司 德国拜耳公司 (Bayer AG) 生产的氯丁胶乳商品名称为 Bayptene Latex。

① Bayptene 氯丁胶乳

牌 号	总固物含量/%	乳化剂	牌 号	总固物含量/%	乳化剂
Latex 8305	58	阴离子型	Latex MKB	58	阴离子型
Latex B	58	阴离子型	Latex SK	55	阴离子型
Latex GK	32	阴离子型	Latex T	58	阴离子型
Latex K	57	阳离子型			

② Dispercoll 氯丁胶乳

牌 号	总固物含量/%	黏度 /mPa·s	pH 值	最低成膜温度 /℃	结 晶 速 率	用 途
C 74	58	100	13	5	中等	用作胶黏剂,适用于制鞋、建筑、家具及汽车工业
C 84	55	100	13	5	高	用作胶黏剂,适用于制鞋、建筑、家具及汽车工业

(4) 日本电气化学工业公司 日本电气化学工业公司 (Denki Kagaku Kogyo K. K.) 生产的氯丁胶乳商品名称为 Denka Chloroprene。

Denka Chloroprene 氯丁胶乳性能如下。

牌 号	总固物含量/%	乳 化 剂	牌 号	总固物含量/%	乳 化 剂
LA 50	50	阴离子型	LM 60	60	阴离子型
LK 50	50	阳离子型	LV 60	60	阴离子型
LM 50	50	阴离子型			

(5) 意大利 Polimeri Europe S. r. l 公司 意大利 Polimeri Europe S. r. l 公司生产的氯丁胶乳商品名称为 Europrene Latice。

Europrene Latice 氯丁胶乳性能如下。

牌 号	总固物含量/%	乳 化 剂	牌 号	总固物含量/%	乳 化 剂
L 633	57	阴离子型	LC 705	55	阴离子型
L 705	52	阴离子型	LA 50	50	阴离子型

【加工与配合】 氯丁胶乳在配合时,必须加入稳定剂,如氢氧化钠、氢氧化钾或平平加。一般以金属氧化物作为硫化剂,与干胶不同,不宜使用氧化镁,因为氧化镁会使胶乳失去稳定性,促进剂用二苯基硫脲,二苯胍可活化二苯基硫脲。促进剂二硫代氨基甲酸钠或与秋兰姆并用,可提高硫化温度。可加防老剂提高耐热性和耐臭氧性,如防老剂 2246 和防老剂 D 对耐热性好,防老剂 NBC 对臭氧老化好。通用型氯丁胶乳耐寒性差,可加入酯类耐寒剂,如己二酸酯和油酸丁酯等。为降低成本也可加填充剂,同时改善制品的某些物理性能,陶土、白炭黑、炭黑、碳酸钙等都可用。也可采用酚醛树脂、脲醛树脂、聚氯乙烯等补强,效果良好。为特殊需要也可加入着色剂、防臭剂、防霉剂等。其他工艺可参见浓缩天然胶乳。

【基本特性】

- ① 氯丁胶乳的稳定性与丁苯胶乳同样好。
- ② 耐臭氧性、耐热性、耐候性良好。
- ③ 耐燃性优。
- ④ 温度升高,胶乳稳定性下降。
- ⑤ 价格比丁苯胶乳高。

【应用范围】 氯丁胶乳广泛应用于浸渍制品、涂料、纸处理、胶黏剂及水泥沥青改性等。由于氯丁胶乳的膜具有与天然胶乳相似的柔软感和相应的拉伸强度、定伸应力和扯断伸长率,且又有很好的耐臭氧老化性、耐化学药品性和很小的气透性,因而特别适于制造气象气球、工业手套、家用手套、海绵和织物涂胶等。

【性能参数】

- (1) 原料胶乳

项 目	氯丁胶乳	羧基氯丁胶乳	项 目	氯丁胶乳	羧基氯丁胶乳
乳化剂	松香酸皂等 阴离子体系	阴离子体系	黏度/mPa·s	5~800	
总固物含量/%	32~60		表面张力/(mN/m)	35~41	35
相对密度	1.075~1.23	1.11	平均粒径/ μm	0.11~0.16	
			pH 值	9.5~13	6.5

(2) 国产氯丁胶乳的一般性能

项 目	通用型	耐寒型	浓缩型	项 目	通用型	耐寒型	浓缩型
总固物含量/%	49~50	48~50	58~60	黏度/mPa·s	<25	<25	<50
相对密度	1.10	1.10		表面张力/(mN/m)	30~45	30~45	30~45
pH 值	>11	>11	>11				

【配方示例】

(1) 气象气球配方

氯丁胶乳(Du Pont N-750)(干胶计)	50	氧化锌	2	二丁基油酸铵	0.75
异戊胶乳(shell IR-700)(干胶计)	50	防老剂 D	2	乙二醇丁基醚油酸酯	15
硫黄	1	磺化甲基油酸钠	1.5		
二苄基二硫代氨基甲酸锌	0.25	庚醛-苯胺反应物	0.25		

(2) 织物涂胶配方

氯丁胶乳(Neoprene 571)(干胶计)	100	硬质陶土	0~10
氧化锌	15	水玻璃	0.25
促进剂 TP	1~2	烷基硫酸钠	1~2
促进剂 TETD	1~2	增稠剂	适量
防老剂 D	2	颜色	适量

(3) 胶乳水泥配方

配 合 剂	高铝水泥	硅酸盐水泥	配 合 剂	高铝水泥	硅酸盐水泥
氯丁胶乳(干胶计)	100	100	聚乙烯醇十二烷基硫醚或聚 乙二醇烷基苯基醚		2
酪素	4~7	—	防老剂		2
六烷基三甲胺乙内酯	—	2	消泡剂	适量	适量

(4) 氯丁胶乳混凝土配方

氯丁胶乳 ^①	2~30	水泥	100
砂子	300	水	适量

① 胶地板涂层为 10~20 份。

【包装、贮存和运输】 用铁桶或塑料桶装，净重分 25kg、50kg 和 200kg 装。桶表面应注明产品名称、牌号、生产厂名称、生产批号、毛重、净重和生产日期，每批应附有质量检验单。

在贮存中不要接近热源，避免日晒。宜贮存在通风条件好、避光之阴凉处，贮存温度 8~25℃，pH 值应保持在 10~12.5。防止膏化和分层。

通用型和耐寒型。贮存期为半年以上；浓缩型贮存期为三个月以上。

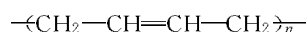
6.2.7 丁二烯胶乳

丁二烯胶乳 (polybutadiene rubber latex 或 butadiene rubber latex) 是丁二烯单体经乳液聚合的均聚物橡胶胶乳，经浓缩而制得。主要用作丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚树脂 (ABS

树脂)的基础胶乳。由于 ABS 树脂中结合苯乙烯和丙烯腈都是接枝于橡胶主链上的,因此丁二烯胶乳必须具有特殊的性质,对胶乳的粒径及其分布和凝胶含量均有一定要求。

【制法】 由丁二烯单体经乳液聚合而得。或在制造丁苯胶乳时不加入苯乙烯即得到丁二烯胶乳。也有把聚丁二烯橡胶制成溶液,加乳化剂使之乳化于水中,然后除去溶剂,浓缩而得。

【结构】 丁二烯胶乳聚合物的分子结构为



【品种牌号】 国外丁二烯胶乳的生产厂家和品种牌号见表 1-6-15。

表 1-6-15 国外丁二烯胶乳的生产厂家和主要品种牌号

商品名称	总固物含量/%	乳化剂	相对密度	黏度/mPa·s	表面张力/(mN/m)	粒子大小/ μm	门尼黏度[ML(1+4)100℃]	pH 值	生产厂家	备 注
JSR 0700	57	RA	0.95	170	45			10.5	JSR	ABS 树脂
FR-S										
2004	60	FA/RA	0.95	175				10.3	F,B	ABS 树脂
272	50	FA/RA							F	
Polvsar										
662	57.5	FA							P	
710	64								P	
Nipol LX111	52	FA/RA	0.95	25	45			11.0	NZ	ABS 树脂
Intex 128	65	FA							EN	
SKDP	5S	FA							RU	
DBP-60	27								RU	
SKD-1	27								RU	

【加工与配合】 丁二烯胶乳硫化速度快,宜采用硫黄-氧化锌-促进剂 MZ (2-硫醇基苯并噻唑锌盐)硫化体系硫化。硫化后虽有还原现象,但耐老化性能较好。

【基本特性】

① 与丁苯胶乳有类似特性。

② 作 ABS,抗冲聚苯乙烯树脂的基础胶乳是有效的。

【应用范围】 主要用为 ABS 树脂的基础胶乳,也用来与天然胶乳并用制海绵、胶黏剂等。

【性能参数】

原料胶乳性能如下。

项 目	自由基	阴离子	项 目	自由基	阴离子
合成方法	自由基乳液聚合	阴离子溶液聚合	黏度/mPa·s	25~200	
组成	反式-1,4-结构 60%;乙 烯基 20	顺式-1,4-结构 90%	表面张力/(mN/m)	45~50	31
乳化剂	油酸钾	—	平均粒径/ μm	0.2	
总固物/%	58~60	63	pH 值	10.3~11.0	10.6

6.3 人造胶乳

人造胶乳 (artificial latex) 是指弹性体或树脂通过溶剂溶解,然后乳化,再脱去溶剂,最后经浓缩制得的胶乳。这类胶乳主要有异戊胶乳、丁基胶乳、丁二烯胶乳 (阴离子溶液聚合的丁二烯橡胶,前已介绍)、乙丙胶乳等。

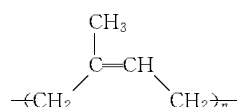
6.3.1 异戊胶乳

异戊胶乳 (polyisoprene rubber latex) 是有代表性的人造胶乳, 因为异戊橡胶是溶液聚合制得的橡胶, 这样就需经加工处理。异戊胶乳与天然胶乳相似, 且含非橡胶成分少, 纯度高, 质量均一, 力学稳定性也高。不含支化结构, 只有微量凝胶, 含少量的表面活性剂和防老剂。性能一般不如天然胶乳, 能部分取代天然胶乳使用。

异戊胶乳最早为美国 Shell 化学公司产品, 是将异戊橡胶用溶剂溶解, 然后乳化。此外该公司还生产异戊二烯-丙烯腈胶乳, 丙烯腈结合量为 34%。

【制法】 将溶聚异戊橡胶溶于溶剂中, 以松香酸钾皂水溶液进行乳化, 然后除去溶剂, 经浓缩即得。

【结构】 异戊胶乳的聚合物分子结构为



【品种牌号】 国外异戊胶乳的生产厂家很少。仅美国 Shell 化学公司和日本制铁化学工业公司两家生产。其产品牌号分别为 Cariflex IR 700 和 マシケスプレソ IR 900。

【加工与配合】 参见浓缩天然胶乳。

【基本特性】

- ① 纯度高, 容易得到透明制品。
- ② 质量均一。
- ③ 平均粒径大, 使得胶乳的稳定性好, 化学稳定性差。
- ④ 无天然胶乳腐败的忧虑。
- ⑤ 硫化胶与天然橡胶类似, 拉伸强度低, 伸长率大。

【应用范围】 适于制造浸渍制品, 如手套、卫生用品等; 压出制品如胶丝; 海绵制品、胶黏剂、地毯背衬等。

【基本参数】

原料胶乳性能如下。

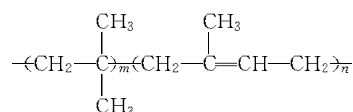
合成方法	阴离子溶液聚合	总固物含量/%	60~65	表面张力/(mN/m)	31~44
组成	顺式-1,4-结构 85%以上	(非橡胶分比天然胶乳少)		平均粒径/ μm	0.65~0.75
乳化剂	松香酸钾	相对密度	0.93~0.94	pH 值	10~10.5

6.3.2 丁基胶乳

丁基胶乳 (isoprene-isobutylene rubber latex) 是把丁基橡胶制成溶液, 加乳化剂成为水的乳化液, 再除去溶剂浓缩后制得。由于胶乳聚合物的不饱和度很低, 化学惰性高, 所以其力学稳定性和化学稳定性很好。美国、前苏联均有生产。我国也有少量生产用以浸渍防毒手套等制品。

【制法】 先将丁基橡胶溶于溶剂中制成溶液, 加入乳化剂使之成为水的乳化液, 然后除去溶剂, 再经浓缩即得。

【结构】 丁基胶乳聚合物的分子结构为



【品种牌号】 国内外丁基胶乳的主要品种牌号及其性能见表 1-6-16。

表 1-6-16 国内外丁基胶乳的主要品种牌号及其性能

商品名称	总固物含量/%	相对密度	黏度 /mPa·s	表面张力 / (mN/m)	pH 值	生产厂家	用途
丁基胶乳	55~60	0.9~0.91	540~560	33~35	10~12	中国广州橡胶十一厂	防毒手套等
MD600-55	53~55	0.96	900~1500	30~38	5~6	美国 Esso 化学公司	用于纸张涂层、无纺布、胶黏剂等
Esso Butyl Latex 80-21	54~55	0.96	900	30~38	5~6	美国 Esso 化学公司	用于轮胎帘线浸渍
Esso Butyl Latex 90-21	60~62	0.95	1500	20~28	5~6	英国 Esso 化学公司	及纸张、织物的涂层
Esso Butyl Latex 100	61~65	0.95	7500	38	4.5~6.5	美国 Esso 化学公司	用于纸张涂层和饱和剂

【加工与配合】 填料与着色剂在丁基胶乳中易于分散，与天然胶乳、丁苯胶乳、氯丁胶乳、丁腈胶乳等的混容性好。

【基本特性】

- ① 胶乳的力学稳定性和化学稳定性很好。
- ② 具有优良的耐老化性、耐臭氧性、耐化学药品性等。
- ③ 有极佳的耐气透性和耐透水性。
- ④ 与其他胶乳如天然胶乳、丁苯胶乳、氯丁胶乳、丁腈胶乳的混容性好。

【应用范围】 丁基胶乳主要用于轮胎帘线浸胶、织物和皮革处理、纸张涂层、无纺布处理、抗腐蚀涂层和食品包装涂层、胶黏剂等。也用于浸渍制品如防毒手套等。

【性能参数】

原料胶乳性能如下。

合成方法	阳离子淤浆法	总固物含量/%	55~62	平均粒径/ μm	500
组成(异戊二烯含量， 摩尔分数)/%	1.5~2.0	相对密度	0.95~0.96	pH 值	5.5~5.6
乳化剂	阴离子型	黏度/mPa·s	900~1500		
		表面张力/(mN/m)	20~38		

国产丁基胶乳贮存稳定期为 6 个月。

【配方示例】

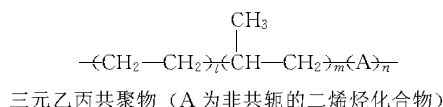
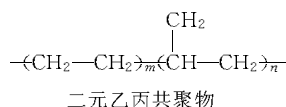
防毒手套配方如下。

丁基胶乳(干胶计)	100	促进剂 PX	1.5	氯化钾	0.3
硫黄	1.5	氧化锌	5	水玻璃	0.1
促进剂 ZDC	2.5	防老剂 DNP	1	颜料绿	0.3

6.3.3 乙丙胶乳

乙丙胶乳 (ethylene-propylene rubber latex) 包括二元和三元共聚乙丙橡胶胶乳，也是将二元和三元共聚乙丙橡胶溶于溶剂后，加入乳化剂使之乳化，然后除去溶剂，经浓缩即得，乳化剂用脂肪酸皂。因乙丙橡胶分子是饱和烃或含少量双键，而具有优良的耐臭氧性、耐热性、耐候性、耐化学药品性和电绝缘性等。因此主要用于防腐涂层和织物浸渍等，也用于纸张涂胶和涂料。

乙丙胶乳共聚物的分子结构为



浓缩的乙丙胶乳性能如下。

项 目	浓缩方法		项 目	浓缩方法	
	离心法	膏化法		离心法	膏化法
总固物含量/%	60.3	54.2	平均粒径/ μm	64	630
乳化剂含量/%	1.9	2.3	pH 值	10.3	10.2
表面张力/(mN/m)	39.7	35.9	力学稳定性/%	0.2	0.2

乙丙胶乳一般采用有机过氧化物硫化。三元乙丙胶乳因含有少量不饱和双键，可以用硫磺硫化，但要配用超促进剂如秋兰姆、硫代氨基甲酸盐类。

6.4 其他品种胶乳

6.4.1 聚硫胶乳

聚硫胶乳 (polysulfide rubber latex) 是聚硫橡胶在水介质中形成的分散体，严格说应称聚硫橡胶分散体 (polysulfide rubber dispersion)，但习惯称聚硫胶乳。它和聚硫橡胶一样具有良好的耐臭氧、耐油、耐化学药品和耐低温性能，对钢铁、硅酸盐水泥、玻璃和木材等材料具有良好的粘接性。在石油工业、建筑工业中用作耐油涂层（或防腐涂层）和密封填料（如窗框等填缝材料），特别适于作非金属油罐的防渗涂料。

聚硫胶乳呈弱碱性，粒子较大，相对密度也大，沉降较迅速，但经搅拌后又能分散。其力学稳定性好，贮存一年以上仍保持稳定。

聚硫胶乳可以和许多树脂乳液如聚烯烃、聚酯、环氧树脂、酚醛树脂、聚氯乙烯和偏氯乙烯、聚氨酯树脂等以任何比例混合并用，以改善其耐油性和粘接性。

聚硫胶乳主要由美国 Thiokol 化学公司生产。我国也有批量生产使用。美国生产的聚硫胶乳商品见表 1-6-17。

表 1-6-17 美国 Thiokol 化学公司生产的聚硫胶乳商品

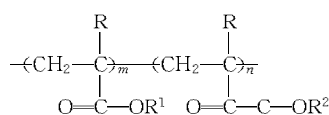
商品名称	单体链节	硫结合量/%	相对密度	粒径/ μm	耐寒性	耐药品性
Thiokol MX	$\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ (75%)	68	1.4	2~5	-29	优
Thiokol MF	$\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ (25%)	60	1.35	2~5	-40	良
	$\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ (67%)					
Thiokol WD-2	$\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ (33%)	40	1.3	8~15	-51	可
	$\text{ClCH}_2\text{CHClCH}_2\text{OCl}$ (0.5%)	40	1.3	8~15	-51	可
Thiokol WD-5	$\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ 为主	65	1.4	2~5	-26	可
Thiokol WU-6	$\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ (67%)	67	1.4	2~5	-20	良
	$\text{CH}_3\text{CHClCH}_2\text{Cl}$ (33%)	67	1.4	2~5	-20	良
Thiokol WD-7	$\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ 为主	40	1.3	8~15	-51	可

6.4.2 丙烯酸酯乳液

丙烯酸酯乳液 (acrylate emulsion, acrylic latex) 系采用乳液法进行聚合而得。早于 1930 年以前就已在皮革处理中用作基础涂料。广泛使用的单体有丙烯酸乙酯、甲基丙烯酸甲酯和丙烯酸正丁酯等。酯基碳链愈长的胶乳，制品的柔软性和屈挠性能就越好。

【制法】 一种以上的丙烯酸酯经乳液聚合而得。也有丙烯酸酯与乙烯乳液共聚合的。

【结构】 丙烯酸酯乳液聚合物的分子结构为



R: H, CH₃

R¹=R² 或 R¹≠R²

R¹ 和 R²: CH₃, C₂H₅, n-C₄H₉ 等

【品种牌号】 国外丙烯酸酯乳液的品种牌号及其性能见表 1-6-18。

表 1-6-18 国外丙烯酸酯乳液的品种牌号及其性能

商品名称	总固体物 含量/%	相对 密度	黏度 /mPa·s	pH 值	表面张力 /(mN/m)	粒径 /nm	生产厂家	用途
Hycar 2671	53	1.07	170	5.1			B. F. Goodrich	胶黏剂、纤维背涂层、无 纺布黏结、纸张浸渍、皮革 涂层、涂料
Hycar 2679	49	1.06	100	3.7			B. F. Goodrich	层压胶黏剂、纤维涂料、 纸张浸透、无纺布黏结、用 于纤维的泡沫背涂料
Uyear 26083	51	1.07	60	6.2			B. F. Goodrich	
Hycar 26084	48	1.07	110	6.1			B. F. Goodrich	
Hycar 26092	50	1.06	100	4.0			B. F. Goodrich	
Hycar 26106	50	1.05	80	5.0			B. F. Goodrich	保护涂料、纸张浸透、胶 黏剂、无纺布黏结
Hycar 26120	50	1.07	115	3.8			B. F. Goodrich	纤维涂墨、纤维涂层
Hycar 26322	50	1.07	40	6.0			B. F. Goodrich	
Hycar 26138	50	1.07	165	5.5			B. F. Goodrich	
Hycar 26334	48	1.07	125	5.7			B. F. Goodrich	
Hycar 26345	50	1.07	30	3.6			B. F. Goodrich	室内装饰用布和垫子条 纹布涂层
VoBocoat ニカゾヘ							大日本インキ化学工业	
JSR AE							日本カーバイド工业	
ブティマル							JSR	
マケリセント							日本アケリル化学	
セビアンA							日本触媒化学工业	
モビニール							グイセル化学工业	
ヨドゾール							ヘキスト合成	
ポリソール							カネボウエスシー	
オリドリソ							昭和高分子	
タフタック							东洋インキ制造	
类型							山阳国策 バルフ	
乳液 No. 1	33~35	0.1~0.4 ^①	5~6 ^②	6~7	27~35	70~100		
A	34~35	0.1~0.4 ^①	2~3 ^②	6~7	34~35	80~100		
MBM-3	38~40	0.2~0.4 ^①	5~6 ^②	6~8	37~38	150~200		
MBM-SS	48~50	0.05~0.2 ^②	3~4 ^②	3~4	36~37	100~200		
PMMA	47~48	<0.05 ^①	—	—	4~6	100~200		
MBA-5	38~40	0.2~0.5 ^①	4~6 ^②	5~6	36	110~120		
BM-12	48~50	0.2~0.5 ^①	2~4 ^②	2~3	50~60	80~100		

① 为残留单体量, %。

② 为在丙酮中聚合物的相对黏度。

【国外生产厂家及产品牌号】

(1) 美国杜邦陶氏弹性体公司 美国杜邦陶氏弹性体公司 (Du Pont Dow Elastomers

L. L. C.), 商品名称为 UCAR。

① UCAR 丙烯酸酯胶乳

牌 号	总固物 含量/%	黏度 /mPa·s	最低成膜 温度/℃	用 途
154S	60.0	300	<0	建筑涂料、胶黏剂
163S	58.0	200	<0	
185RG	51.0	600	4	
412	47.0	50	11	建筑产品
413	47.0	50	11	
435	45.0	60	13	工业涂料
441	45.0	65	18	
625	50.0	500	12	建筑涂料、工业涂料
626	50.0	300	20	
627	43.5	550	9	建筑涂料
629	55.0	700	9	
651	65.0	500	9	建筑涂料、工业涂料
DT 100	60.0	1000	14	
9037	51.5	450		胶黏剂
9042	55.5	500		
9181	56.5	450		
9188	57.0	200		胶黏剂,建筑产品
9189	52.5	325		胶黏剂
9191	52.5	250		
9569	57.5	900		

② UCAR 乙烯基-丙烯酸酯胶乳

牌 号	总固物 含量/%	黏度 /mPa·s	最低成膜 温度/℃	用 途
162	55.0	400	3	建筑产品
300	55.0	50	2	建筑涂料、工业涂料
357	56.5	400	12	
367	55.0	600	10	
379G	55.0	500	12	
7659	60.0	500	12	工业涂料

③ UCAR 苯乙烯-丙烯酸酯胶乳

牌 号	总固物 含量/%	黏度 /mPa·s	最低成膜 温度/℃	用 途
100	62.0	750	6	建筑产品
123 ^①	60.0	200	<0	
145	48.0	120	29	
169S	62.5	500	<0	
419	47.0	50	15	建筑涂料、工业涂料
443	41.0	600	30	工业涂料
451	42.0	150	40	
452	44.0	150	20	
455	45.0	60	22	
461	47.0	1000	0	建筑涂料、工业涂料
462	45.5	400	17	工业涂料

续表

牌 号	总固物 含量/%	黏度 /mPa·s	最低成膜 温度/℃	用 途
471	48.0	400	22	建筑涂料、工业涂料
481	47.0	800	0	
6030	44.0	150	29	
6046	44.0	500	0	
9176	61.0	500	<0	胶黏剂,建筑产品
41188	43.0	40	40	工业涂料
DA 27	49.0	200	18	建筑涂料
DM 166	41.0	250	27	建筑涂料,工业涂料
DM 110	45.0	50	38	工业涂料

① 具有优异的机械剪切稳定性。

(2) 日本瑞翁公司 日本瑞翁公司丙烯酸酯胶乳性能如下。

牌 号	总固物含量/%	相对密度
LX 811	45	1.06
LX 852	45	1.05
LX 874	45	1.03

(3) 日本武田化学工业公司 日本武田化学工业公司丙烯酸酯胶乳性能如下。

牌 号	总固物含量/%	备 注	牌 号	总固物含量/%	备 注
A 45X	40	ZM-30 含 5%丙烯酸	A 46X	48	ZM-36 含 6%丙烯酸
A 45X	48	ZM-33A 含 5%丙烯酸	A 45X	45	ZM-38 含 5%丙烯酸

(4) 德国拜耳公司 德国拜耳公司丙烯酸酯胶乳性能如下。

牌 号	总固物 含量/%	备 注	牌 号	总固物 含量/%	备 注
Lipaton		苯乙烯-丙烯酸酯共聚物	B 500	50	甲基丙烯酸酯-丙烯酸酯共聚物
AE 4620	50		D 360	60	
X 4625	50		D 470	50	
AE 3723	50		13471	50	
3820	50		X 4122	60	
X 5025	50		X 4144	50	
X 5820	50		D 528	41	
AE 4522	50		M 718	53	
X 3822	50		DV 686	40	
AE 4550	50		BV 595	50	
X 6030	50		DV 571	50	
Litex P 2090	50		D 509	50	
Plextol			X 4981	46	
S 450	50		D 537	47	
S 480	50		X 4002	59.2	
Plextol		甲基丙烯酸酯-丙烯酸酯共聚物	X 4999	60	
D 510	50		BV 380	60	
D 498	50		BV 411	50	
D 540	50		BV 465	50	
D 541	50		DV 240	60	
D 542	45		DV 300	60	

【加工与配合】 为了使乳液稳定化，可添加分散剂及聚合物保护胶体。易着色，与颜料的黏结性好，加工工艺性也佳。

【基本特性】

- ① 因耐候性、耐污染性良好，所以适于室外使用。
- ② 优良的接着性，可得到多种性质的材料。
- ③ 与乙酸乙烯类乳液比较，耐水性、耐碱性优。
- ④ 价格高。

【应用范围】 丙烯酸酯乳液对纤维、皮革、纸、木材等有良好的接着性能。主要用于涂料、纸张加工、织物背衬、无纺布胶黏剂和制革处理，以及水性油墨、水泥添加剂等。也用于建筑业作为防腐基料，如作石料，混凝土、灰渍板，木板及金属等表面涂料。

【性能参数】

原料乳液性能如下。

总固物含量/%	35~60	pH 值	2.5~9.0
Brookfield 黏度/mPa·s	1500(6r/min), 700(10r/min)	最低成膜温度/℃	-5~78
	600(6r/min)	玻璃化温度 T_g /℃	-50~85
平均粒径/ μm	0.1~0.7		

6.4.3 丙烯酸酯-丁二烯胶乳

丙烯酸酯-丁二烯胶乳 (acrylate-butadiene rubber latex) 是丁二烯与甲基丙烯酸酯 (甲基丙烯酸甲酯, MMA 等) 和丙烯酸酯 (甲基丙烯酸酯, MA 等) 乳液共聚而制得。丁二烯-甲基丙烯酸甲酯共聚胶乳一般甲基丙烯酸用酯结合量为 20%~40% (质量分数)。其特性是对光和热变色少，且对极性物质接着性良好。容易由碱性而产生增黏。

这类胶乳主要用于纸张涂层的胶黏剂，浸透、无纺布胶黏剂等。

日本武田药品工业生产的牌号为ケロスレン；三井东压化学生产的牌号为ポリテック；大日本インキ化学工业生产的牌号为 3201A、7200A。

原料胶乳的性能参数如下。

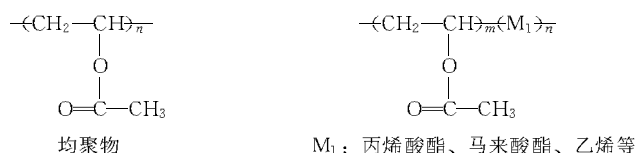
总固物含量/%	40~48	平均粒径/ μm	0.09~0.20
黏度/mPa·s	20~600	pH 值	5.0~8.7

6.4.4 聚乙酸乙烯乳液或乙酸乙烯酯类乳液

聚乙酸乙烯乳液 (polyvinyl acetate emulsion) 早于 1930 年德国 I. G. Farben 公司即已工业化。1936 年发现聚乙烯醇作保护胶体稳定的聚乙酸乙烯乳液的制造方法。有均聚物也有乙酸乙烯与少量其他单体如丙烯酸酯、马来酸酯、乙烯等乳液共聚合的。

【制法】 由乙酸乙烯酯单体单独或与少量其他单体 (如丙烯酸酯、马来酸酯、乙烯等) 乳液聚合或共聚合制得。

【结构】 聚乙酸乙烯乳液的聚合物分子结构如下。



【品种牌号】 日本聚乙酸乙烯乳液的生产厂家和商品名称见表 1-6-19。

表 1-6-19 日本聚乙酸乙烯乳液的生产厂家和商品名称

生产厂家	商品名称	生产厂家	商品名称
ヘキスト合成	モビニール	积水化学工业	エスダイソ
コニシ	ボンド	カネボウエスソー	ヨドソール
昭和高分子	ポリゾール	ダイセル化学工业	セビアン—A
日本カーバイト工业	ニカゾール, ニッセツ	セソダイソ	セメダイソホワイト
大日本インキ化学工业	VONCOAT	中央理化学工业	リガボイド
サイデン化学	サイヒノール	住友化学工业	スシカフレックス
アイカ工业	アイカ, アイボン	电化工业	デンカEVAラテックス
高压ガス工业	バガール	ケテレ	パンフレックス

【加工与配合】 聚乙酸乙烯乳液作胶黏剂使用时, 还需加入增黏剂、增塑剂、填充剂、防腐剂和消泡剂等, 木工(家具或胶合板)用胶黏剂可用乙酸乙烯-丙烯酸酯共聚物或乙酸乙烯-乙烯共聚物, 这些共聚物乳液在高温时(50℃)蠕变小, 耐热黏合力强, 且耐碱性好。

【基本特性】

- ① 对大范围的对象具有强的接着力。
- ② 由于性能稳定, 所以加工性良好。
- ③ 黏度控制容易。
- ④ 橡胶弹性比较小。
- ⑤ 耐水性较差。
- ⑥ 价格便宜。

【应用范围】 均聚物乳液用于胶黏剂、涂料、纸涂层, 此外均聚物和共聚物乳液尚可用于无纺布、地毯工业、建筑业、制鞋、皮革等。在汽车中还可用于制造空气和油的过滤器。

【性能参数】

(1) 原料乳液

总固物含量/%	50~60	粒径/ μm	0.1~0.5
黏度/ $\text{mPa}\cdot\text{s}$	300~1000	pH 值	4~7

(2) 胶膜的性质

项 目	乙酸乙烯/乙烯			乙酸乙烯/丙烯酸酯	
组成(质量分数)/%	4	10	20	15	25
拉伸强度/ mPa	7.9	4.0	0.49	5.9	2.8
扯断伸长率/%	210	340	1220	200	300
硬度(Swark)	27	16	2	24	12
最低成膜温度/℃	9	2		10	5
脆性温度/℃	10	0	-15	10	15
热焊接(热封)温度/℃	120	105	60	120	110

6.4.5 聚氨酯胶乳

聚氨酯胶乳 (polyurethane rubber latex) 指聚合物分子中含有氨基酯的一系列聚氨酯聚合物的水分散液。胶乳所形成的胶膜强度高、耐磨、耐溶剂、耐候、耐老化。主要用于涂料、薄膜及胶黏剂和织物浸胶等, 也可直接制成浸渍制品。用硫化的聚氨酯胶乳制成的弹性手套, 具有很好的耐芳烃溶剂和氯化物溶剂, 且有很好的耐磨性, 但成本较高。可采用双层浸渍法, 即内层用较价廉的天然胶乳浸渍, 外层浸聚氨酯胶乳浸渍。

日本インテ公司生产的聚氨酯胶乳品种牌号为：Vondic 1310，Vondic 1010c，Vondic 1001，保护异氰酸酯型和自乳化型。

日本保土谷化学公司生产的聚氨酯胶乳商品牌号为 Aizlax，该系列有以下几种。

牌号	S-1020	S-1040	S-1060	S-1070	S-2040	S-3040	S-4040
用途	压敏胶黏剂	纤维加工合成革	纸和纤维增强	提高制品硬度	纤维加工合成革	防止纤维变黄	聚氯乙烯胶黏剂

6.4.6 氟橡胶胶乳

氟橡胶胶乳 (fluoroelastomer latex) 包括氟弹性体胶乳和含氟树脂乳液。主要用作纤维胶黏剂、涂层、浸渍石棉垫片和盘根、模制材料等。含氟树脂乳液如聚四氟乙烯乳液则用于金属及其他材料的涂层。具有不粘、不吸潮、摩擦系数低和耐磨等特点。

氟橡胶胶乳具有突出的热稳定性、化学稳定性和抗氧化性等。

用氟橡胶聚合物，可有三氟氯乙烯、偏氟乙烯及六氟丙烯等单体进行二元共聚或三元共聚。我国已有批量生产供应。

国外氟弹性体胶乳主要商品牌号和性能见表 1-6-20。

表 1-6-20 国外氟橡胶胶乳主要商品牌号和性能

商品名称	主要特性	总固物含量/%	相对密度	固化温度/℃	形 态	生产厂家	用 途
Kel-F Elastome Latex 5500	耐强氧化剂、耐酸、耐燃料油、耐油、耐高温	65				美国 3M 公司	玻璃纤维、棉织物、尼龙、石棉织物涂层，薄膜、浸渍品、防护涂层
Viton L-31 ^①	耐高温、耐油、耐天候、耐化学药品					美国 Du Pont 公司	防护层，薄膜、与纤维结合制耐热输送带、隔膜
GL-152	耐高温、耐油、耐天候、耐化学药品	50	1.32	150~200	A、B 液均为黑色，B 为固化剂	日本大金公司	浸渍、胶黏剂
GL-251	耐高温、耐油、耐天候、耐化学药品	50	1.382	室温~150	A 液为黑色，B 液为淡黄色(固化剂)	日本大金公司	涂覆
GL-252	耐高温、耐油，耐火性、耐化学品		1.33	155~200	A 液为黑色，B 液为淡黄色(固化剂)	日本大金公司	浸渍，涂敷
ァフラス 150	耐化学品、耐腐蚀、耐热，对橡胶、塑料、玻璃粘接性好					日本旭硝子公司	涂覆

① pH 值为 6。

国产氟橡胶胶乳的性能如下。

名 称	总固物含量/%	pH 值	用 途
26-41 浓缩胶乳(含阴离子乳化剂)	60~65	5~7	制品用

6.4.7 聚氯乙烯胶乳

聚氯乙烯胶乳 (polyvinyl chloride latex) 是聚氯乙烯的胶体水分散体。氯乙烯的乳液聚合最早是由德国于 1931 年开发的。聚氯乙烯均聚物是硬的，且不能成膜，需在 150℃ 下增塑才能熔融，可通过引入第二组分进行共聚来降低其熔融温度。常用的共聚单体有丙烯酸

酯、马来酸酯等。

生产上，在间歇釜中采用种子聚合法和半连续聚合物法来合成。

聚氯乙烯胶乳主要用于纤维工业、纸及纸板涂层、纸浆添加剂、纸张浸渍、地毯背浆、胶黏剂及水基油墨等。也可利用其耐燃性而开发各种阻燃制品。

6.4.8 聚偏氯乙烯胶乳

美国 Dow 化学公司于 1937 年最早开发了偏氯乙烯和氯乙烯的共聚胶乳。偏氯乙烯均聚物较少应用。主要是偏氯乙烯与氯乙烯、丙烯腈、丙烯酸及甲基丙烯酸的共聚物。由于聚偏氯乙烯可以无定形和结晶两种形态存在，因此在湿态时有良好的成膜性。

聚偏乙炔胶乳（polyvinylidene chloride latex）有好的耐化学药品性、耐氧和水蒸气的渗透性、不燃性和耐水性，因而广泛用于防潮纸、合成纤维、薄膜、铝箔、纸板、水泥养护及涂料等方面。

聚偏氯乙烯胶乳的一般性能如下。

总固物含量/%	相对密度	黏度 /mPa·s	表面张力 /(mN/m)	平均粒径/nm	成膜温度/℃
50~55	1.17~1.30	7~15	33~46	70~200	5~80

具代表性的合成胶乳性能比较见表 1-6-21。

表 1-6-21 代表性合成胶乳性能比较

合 成 胶 乳		橡胶弹性	耐溶剂性	耐水性	柔软性	耐老化性	热密封性	难燃性	改性自由度
合成胶乳	SBR	◎	△	○	◎	△	△	△	○
	NBR	○	◎	○	◎	△	△	△	○
	CR	◎	○	○	◎	◎	△	△	△
合成树脂 乳液	乙酸乙烯	×	△	△	△	△	△	△	△
	丙烯酸	△	○	○	○	◎	△	△	◎
	乙烯-乙酸乙酯	△	△	△	○	○	△	△	○
	偏氯乙烯	×	◎	△	△	△	◎	◎	△

注：◎代表优；○代表良；△代表可；×代表差。

第 7 章 热塑性弹性体

热塑性弹性体 (thermoplastic elastomer) 也称热塑性橡胶 (thermoplastic rubber), 是一种兼具橡胶和热塑性塑料特性, 在常温显示橡胶高弹性, 高温下又能塑化成型的高分子材料。也是继天然橡胶、合成橡胶之后的所谓第三代橡胶, 简称 TPE 或 TPR。热塑性弹性体聚合物链的结构特点是由化学组成不同的树脂段 (硬段) 和橡胶段 (软段) 构成。硬段的链段间作用力足以形成物理 “交联”, 软段则是具有较大自由旋转能力的高弹性链段。而软硬段又以适当的次序排列并以适当的方式连接起来。硬段的这种物理交联是可逆的, 即在高温下失去约束大分子组成的能力, 呈现塑性。降至常温时, 这些 “交联” 又恢复, 而起类似硫化橡胶交联点的作用。正是由于这种聚合物链结构特点和交联状态的可逆性, 因而热塑性弹性体一方面在常温下显示硫化胶的弹性、强度和形变特性等力学性能, 可替代一般硫化胶制造某些橡胶制品; 另一方面, 在高温下硬段会软化或熔化, 在加压下呈现塑性流动, 显现热塑性塑料的加工特性。热塑性弹性体在加工应用上有以下特点。

- ① 可用标准的热塑性塑料加工设备和工艺进行加工成型, 如挤出、注射、吹塑等。
- ② 不需硫化, 可制备生产橡胶制品, 减少硫化工序, 节约投资, 能耗低, 工艺简单, 加工周期缩短, 生产效率提高, 加工费用低。
- ③ 边角废料可回收使用, 节省资源, 也对环境保护有利。
- ④ 由于在高温下易软化, 所制产品的使用温度有一定限制。

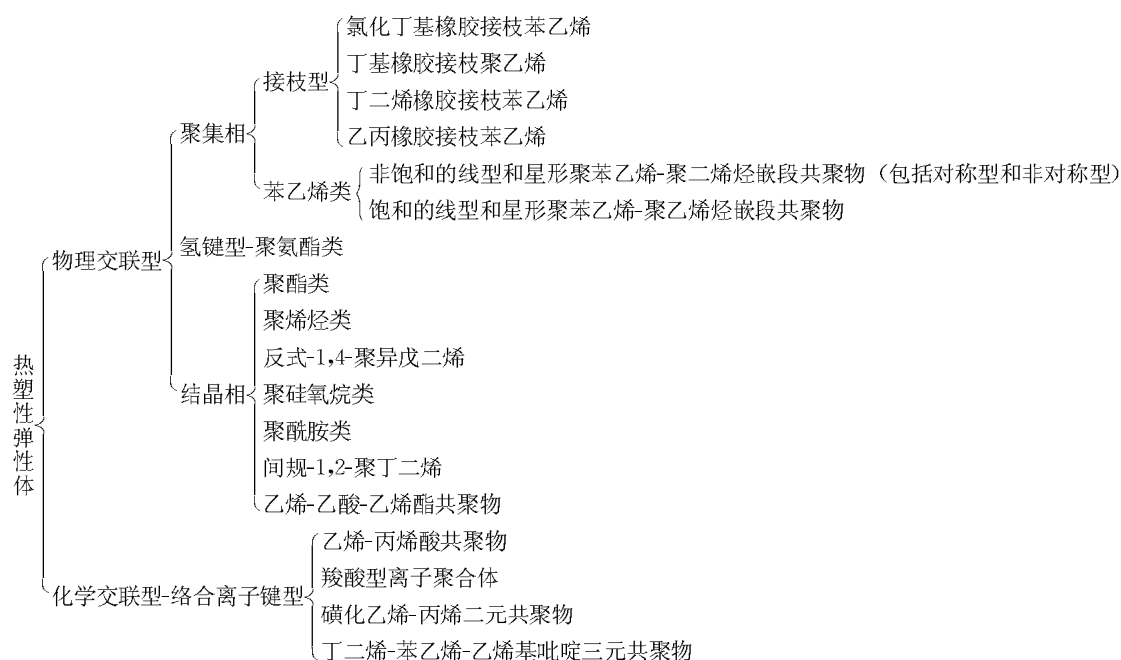
德国 Bayer 公司于 1958 年首先研制出热塑性聚氨酯弹性体, 是第一种热塑性弹性体。后由美国 Goodrich 公司工业化生产, 商品名为 Estane。继而美国 Phillips 公司于 1963 年推出线型苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物, 商品名为 Solprene T。1965 年美国 Shell 公司采用阴离子聚合技术生产出同类产品, 称 Kraton。此后, 英国、日本、德国采用此技术进行生产。1967 年 Phillips 公司研制成功星形苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物, 称 Solprene, 其性能优于线型产品。后来 Shell 公司为改善苯乙烯嵌段共聚物的耐老化性能, 又开发了饱和型和苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物, 称 Kraton G。

1972 年美国 Uniroyal 公司研制出另一类热塑性聚烯烃的热塑性弹性体, 商品名为 Uniroyal TPR。接着, 美国 Du Pont 公司的 Somel、荷兰 DSM 公司的 Keltan TP、德国 Hals 公司的 Vestoprene 等相继问世。这类热塑性弹性体大多是由乙丙橡胶与热塑性树脂 (主要是聚丙烯) 的机械共混物, 有的则已经动态硫化而部分交联。至 20 世纪 80 年代初, 随着动态硫化法和增容技术的发展, 美国 Monsanto 公司研制出动态硫化的聚烯烃热塑性硫化胶, 称 Santoprene, 以及腈橡胶/聚丙烯热塑性硫化胶, 称 Geolast, 使热塑性弹性体推进到新的发展阶段。

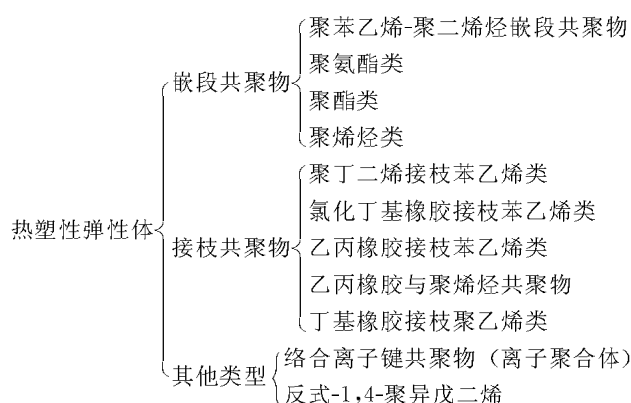
与此同时, 美国 Du Pont 公司于 1972 年研制开发成功聚酯类热塑性弹性体, 商品名为 Hytrel。这是一种结晶聚酯和无定形长链聚酯的无规嵌段共聚物。随后日本 Toyobo 公司、美国 General Electric Plastic 公司、荷兰 Akzo Chemie 公司也分别开始生产。

此后, 日本合成橡胶公司开发出低结晶度间规 1,2-聚丁二烯的热塑性弹性体。1979 年德国 Hüls 公司开发成功聚醚为软段、聚酰胺为硬段的聚酰胺类热塑性弹性体等。

热塑性弹性体的分类方法较多，比较科学的分类是按交联性质或其高分子链的结构进行分类，按交联性质分类如下。



按高分子的链结构分类如下。

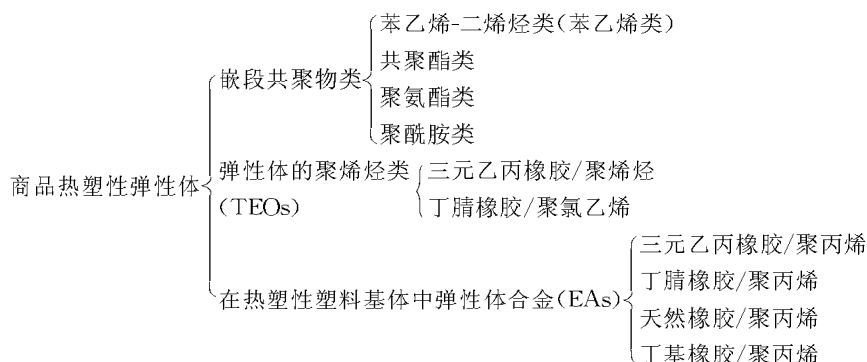


也有按热塑性弹性体制备方法和宽的物理性质来分，至少有 10 类即：

- ① 苯乙烯-二烯烃嵌段共聚物类；
- ② 苯乙烯-乙烯/丁烯嵌段共聚物类；
- ③ 聚氯乙烯热塑性弹性体类；
- ④ 聚烯烃共混物类；
- ⑤ 聚烯烃-丁二烯丙烯腈橡胶共混物类；
- ⑥ 熔融可加工共混物类；
- ⑦ 聚氨酯热塑性弹性体类；
- ⑧ 离子聚合体热塑性弹性体类；
- ⑨ 共聚醚-酯热塑性弹性体类；

⑩ 聚酰胺类等。

最近又提出将热塑性弹性体商品完全按制备方法来的，认为是一般公认的分类。



但在工业上和商业上习惯于按构成其硬段的组分来分类：苯乙烯类、聚烯烃类、聚氨酯类、聚氯乙烯类、聚酯类、聚酰胺类以及其他类（包括间规-1,2-聚丁二烯、反式-1,4-聚异戊二烯、聚硅氧烷类、乙烯-乙酸乙烯酯共聚物、乙烯-丙烯酸酯共聚物等）。

热塑性弹性体最大的成功是它有一些明显的优点，能部分取代热固性橡胶。这些优点如下：

- ① 加工较简单；
- ② 少或不需配料；
- ③ 较短的加工时间；
- ④ 较低的能量消耗；
- ⑤ 废料边角料可再利用；
- ⑥ 部件尺寸和整个质量的更严密控制；
- ⑦ 更适于高速自动加工；
- ⑧ 适于热固性橡胶不可行的加工（吹塑）；
- ⑨ 热塑性弹性体的更低的密度，而使单位重能得到更多的部件。

但热塑性弹性体也有某些缺点和不足：

- ① 传统的橡胶加工者不熟悉新的加工技术；
- ② 不同的加工设备要求更多的投资；
- ③ 加工前干燥；
- ④ 要求成批生产；
- ⑤ 在给定温度下热塑性弹性体熔融，高于该温度时就不能使用，即使是短时间也不行；
- ⑥ 低硬度热塑性弹性体品种数量有限。

热塑性弹性体的这些优缺点，决定了它们的应用领域，包括在胶鞋、胶黏剂、汽车零部件、电线电缆、胶管、涂料、挤出制品、掺合剂等方面的大量使用。在橡胶制品方面除了不适于制造充气轮胎外，非胎制品已有不少可以取代，如汽车部件、部分橡胶机械制品，此外包括建筑、电绝缘、食品和饮料包装以及医疗卫生等多方面的应用。

热塑性弹性体尚无统一的命名，习惯以英文字母缩写语 TPR 表示热塑性橡胶，TPE 表示热塑性弹性体，两者在有关资料著作中均有使用。为统一起见，都以 TPE 或热塑性弹性体称之。目前国内外对热塑性苯乙烯-丁二烯嵌段共聚物则称之为 SBS（styrene-butadiene-styrene block copolymer），热塑性异戊二烯-苯乙烯嵌段共聚物称为 SIS（styrene-isoprene-

styrene block copolymer)，饱和型 SBS 则称之为 SEBS，即 styrene-ethylene-butylene-styrene block copolymer 的缩写，就是苯乙烯-乙烯-丁烯-苯乙烯嵌段共聚物。其他各类热塑性弹性体均以生产厂家的商品名称之。我国也采用 SBS 的代号，表示热塑性苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物，习惯称为热塑性丁苯橡胶。

7.1 苯乙烯类热塑性弹性体

苯乙烯类热塑性弹性体 (styrenic thermoplastic elastomer) 是以聚苯乙烯链段 (S) 为硬段、以聚二烯烃为软段 (D) 的三嵌段共聚物 (SDS) 或多嵌段共聚物，又称苯乙烯嵌段共聚物。如二烯烃的软段为聚丁二烯 (B) 链段，就称热塑性丁苯嵌段共聚物或热塑性丁苯橡胶，简称 SBS。若聚异戊二烯 (I) 链段为软段，则简称 SIS。

美国 Phillips 公司于 1963 年首次将苯乙烯-丁二烯-苯乙烯线型三嵌段共聚物以商品名 Solprene 出现市场上。1965 年美国 Shell 公司又以商品名 Kraton 出售同样产品。1967 年 Phillips 公司又生产出星形苯乙烯-丁二烯-苯乙烯三嵌段共聚物，其性能优于线型的。继之，于 1972 年 Shell 公司为改善 SBS 的耐老化性能又开发出了饱和的苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物，商品名为 Kraton G，实际它是苯乙烯-乙烯-丁烯-苯乙烯的嵌段共聚物，简称 SEBS。

北京化工大学 (原北京化工学院) 和燕山石化公司研究院于 20 世纪 70 年代末 80 年代初研究开发成功，并于 20 世纪 80 年代中在巴陵石化公司合成橡胶厂工业化生产，现已建成两座年产万吨级的生产厂。

苯乙烯类热塑性弹性体已有 10 多个国家生产。其产量居各类热塑性弹性体之首，消耗量约占热塑性弹性体总消耗的 50%。国内外主要的生产厂家和生产能力见表 1-7-1。

表 1-7-1 国内外苯乙烯类热塑性弹性体主要生产厂家的生产能力

国家和地区	生产厂家	商品名	生产能力 (kt/a)	技术来源	投产年份
美国	Shell Oil Co.	Kraton D	170	本公司	1965 年
	Belpre, Ohio	Kraton D	45	本公司	1972 年
	Firestone Synthetic Rubber & Latex Co.	Stereon	110	本公司	1980 年
	Dexco Polymer Co.	Vector	45	本公司	1991 年
	EniChem Elastomers CO.		40	中国燕山石油化工股份有限公司	1992 年
	Dexco Polymer CO.	Vector	12	道化学公司	1956 年
	Arco		55		
比利时	Fina CO. Antwerp	Solprene	10	飞利浦公司	1968 年
		Finaprene	70		
法国	Shell Oil Co. Bere	Cariflex	65	壳牌化学公司	1970 年
		TR			
西班牙	Repsol	Calprene	110	飞利浦公司	1974 年
联邦德国	Rheinische Olefin (Shell/BACF) Wesseling	Cariflex	60	壳牌化学公司	
		TR			
墨西哥	Negromex	Salamanca	15	飞利浦公司	1974 年
巴西	PetroneK		5		
	Shell				
意大利	EniChem Elastomers CO. Rvenna	Eureprene	100	飞利浦公司	1975 年
		SOLT			

续表

国家和地区	生产厂家	商品名	生产能力 /(kt/a)	技术来源	投产年份
日本	JSR Co. (Shell/JSR)	JSR TR	12	壳牌化学公司	1984 年
	Asahi Kasei Co.	Asaprene	63	飞利浦公司	
	Daical	Tufprene	5		
韩国	LG Chemicals		30	本国技术	1995 年
	Korea Kumho Petrochemical CO., Ltd.	Kosyn KJR	15	本国技术	1995 年
印度	ATV Projects		30		
中国台湾	台湾合成橡胶公司	Taipol	55	飞利浦公司	1988 年
	奇美实业股份有限公司	Kibiton	120		1995 年
	李长荣化工公司		60		1995 年
	英全化工公司		50		1996 年
中国	岳阳石油化工总厂	巴陵牌	100	中国燕山石油化工股份有限公司	1991 年
	中国燕山石油化工股份有限公司	燕山牌	60	本公司	1993 年
	茂名石化乙烯公司		50	Pina 公司	1997 年

苯乙烯类热塑性弹性体因嵌段单体二烯烃不同,而有苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物(SBS)和苯乙烯-异戊二烯-苯乙烯嵌段共聚物(SIS)。又因结构不同而有线型和星形之别。除纯 SBS 外还有充油 SBS、配料 SBS 胶料供应市场。另外还有经加氢而得的饱和型 SBS,因结构组成为聚苯乙烯(S)-聚乙烯(E)-聚丁烯(B)-聚苯乙烯(S)嵌段,故简称为 SEBS。饱和的 SIS 则聚异戊二烯链段成为聚乙烯(E)和聚丙烯(P),故成聚苯乙烯(S)-聚乙烯(E)-聚丙烯(P)-聚苯乙烯(S)嵌段,简称为 SEPS。

中国生产的苯乙烯类热塑性弹性体为苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物,商品名称为热塑丁苯橡胶,代号 SBS。牌号规定为 SBS 后缀 4 位数字:第一位数字 1 表示线型不饱和,4 表示星形不饱和;第二位数字表示苯乙烯结合量,3 为 30%,4 为 40%,5 为 48%;第三位数字表示充油的;第四位数字表示序数。例如 SBS 1301 即为线型,苯乙烯结合量 30%,不饱和的。SBS 4401 即为星形,苯乙烯结合量 40%,不饱和的。SBS 1551 即为线型,苯乙烯结合量 48%,充油 33%,不饱和的。

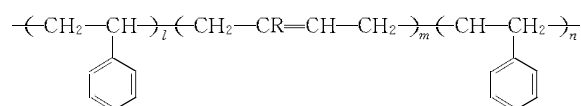
【制法】 苯乙烯和丁二烯(或异戊二烯)单体在烷基锂引发剂作用下,经溶液负离子共聚合而得。在聚合时依靠单体加入程序而控制嵌段序列。这样制得线型 SBS(或 SIS)。

星形 SBS 的制法同线型 SBS,只是在聚合时加入偶联剂四氯硅烷或四氯化锡经偶联而得。

充油 SBS 与充油丁苯橡胶的充油工艺相似。所充的油品一般有环烷烃油和芳烃油两类。

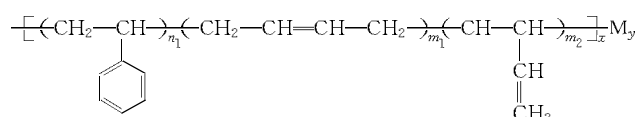
【结构】 因合成方法的不同,嵌段共聚物的分子结构有三种。

(1) 线型 SBS 的分子结构



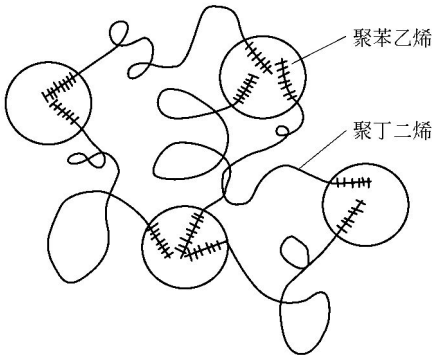
式中, R=H, 即中心链段为聚丁二烯; R=CH₃, 即中心链段为聚异二烯。

(2) 星形 SBS 的分子结构



式中, n_1 、 m_1 、 m_2 均为大于零的正整数; x 一般等于 3 或 4; M 表示硅或锡等; y 为

氢原子（0 或 1）。
就分子链中聚丁二烯链段而言，其构型有顺式-1,4-结构、反式-1,4-结构和 1,2-结构三种。



聚苯乙烯

聚丁二烯

(3) 饱和型 SBS (SEBS) 的分子结构

$$S_x-(CH_2-CH_2CH_2-CH_2)_m-(CH-CH)_nS_x$$

(E)

(B)

除上述的分子结构外，嵌段共聚还有相态结构，聚苯乙烯链段和聚丁二烯链段明显地呈现两相互不相容的分离结构，其中苯乙烯相区（相畴）起物理的交联点和补强粒子的作用，为分散相；而聚丁二烯相区为连续相，就是说聚苯乙烯分散于丁二烯基体中，其形态学示意图见图 1-7-1。

图 1-7-1 SBS 物理交联的形态学示意图

【国内生产厂家及产品牌号】

(1) 岳阳石油化工总厂合成橡胶厂 巴陵牌 SBS 热塑性弹性体性能如下。

牌 号	结构	苯乙烯/ 丁二烯	充油量 /%	挥发分 /%	拉伸强度 /MPa	300%定伸 应力/MPa	扯断伸长 率/%	永久变形 /%	硬度 (邵尔 A)
1301	线型	30/70		≤1.50	≥18.6	≥1.96	≥700	≤40	≥60
1401	线型	40/60		≤1.50	≥22.6	≥2.94	≥500	≤65	≥85
4303	星形	30/70		≤1.50	≥15.7	≥1.96	≥600	≤45	≥65
4402	星形	40/60		≤1.50	≥21.6	≥2.94	≥550	≤65	≥80
1551	星形	48/52	32	≤2.0	≥11.8	≥1.37	≥950	≤70	≥60
4452	星形	40/60	33	≤2.0	≥13.7	≥1.18	≥900	≤55	≥55
1301-2	线型	28/72		≤1.50	≥12.7	≥1.96	≥700	≤65	≥55
1401-2	线型	35/65		≤1.50	≥19.1	≥1.96	≥600	≤65	≥65

(2) 中国燕山石化股份有限公司 燕山牌 SBS 热塑性弹性体性能如下。

牌号	结构	苯乙烯/ 丁二烯	挥发分 /%	凝胶含量 /%	拉伸强度 /MPa	300%定伸 应力/MPa	扯断伸长 率/%	永久变形 /%	硬度 (邵尔 A)	熔融指数 (MI)
1301	线型	30/70	≤1.0	1.0	19.6~21.6	≥1.96	≥700	≤40	≥70	
1401	线型	40/60	≤1.0	1.0	22.6~25.5	≥2.91	≥600	≤65	≥85	
4303	星形	30/70	≤1.0	1.0	15.7~17.7	≥2.94	≥600	≤45	≥75	
4402	星形	40/60	≤1.0	1.0	23.5~24.5	≥3.92	≥650	≤60	≥93	
1551	线型	48/52	≤1.0	1.0	11.8~12.8	≥1.47	≥950	≤70	≥70	10~20
4552	星形	40/60	≤1.0	1.0	13.7~15.7	≥1.18	≥900	≤60	≥60	2~10

(3) 茂名石化乙烯公司 南海牌 SBS 热塑性弹性体性能如下。

牌号	苯乙烯/丁二烯	填 充 油		门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	用 途
		充油量/份	种类		
F 1204	75/25			56	轮胎、鞋、橡胶工业制品、电线、电缆及地板材料
F 1206	75/25			32	海绵、密封材料、鞋底、具有机械强度的垫子
F 375	75/25	37.5	环烷油	46	轮胎、翻胎胎面胶、鞋及橡胶工业制品等
F 376	75/25	50	环烷油	50	
F 377	75/25	37.5	芳烃油	50	

续表

牌 号	苯乙烯/丁二烯	填 充 油		门尼黏度 [ML(1+4)100℃]	用 途
		充油量/份	种类		
F 1205	75/25			48	地板材料、制鞋、挤出及压延制品等
F 410	52/48			47	地板材料、鞋、硬橡胶制品、蓄电池及半透明制品等

(4) 台湾合成橡胶公司 Taipohpe SBS 热塑性弹性体性能如下。

牌 号	苯乙烯结合量 /%	熔融指数 /(g/10min)	硬度 (邵尔 A)	填 充 油	
				种类	充油量/份
3202	29	3	71		
411	30		87		
416	30	1.1	74		
3201	30		77		
485	32	4.5	59	环烷油	45
475	38	2.5	67	环烷油	50
484	42	2.2	78	环烷油	50

(5) 台湾奇美公司 KIBITON SBS 热塑性弹性体性能如下。

牌 号	苯乙烯结合量 /%	熔融指数 /(g/10min)	硬度 (邵尔 A)	填 充 油	
				种类	充油量/份
PB-5202	30		70		
PB-5302	30	4.5	70		
511	31		75		
585	32	4.5	45	石蜡油	45
PB-5201	32		75		
PB-5301	32		75		
584	45	2	75	石蜡油	50

【国外生产厂家及产品牌号】

(1) 德国壳牌化学公司 德国壳牌化学公司 (Shell Chemicals) 生产的 SBS 塑性弹性体商品名称为 Kraton。

Kraton SBS 热塑性弹性体性能如下。

牌 号	苯乙烯结合量 /%	熔融指数 /(g/10min)	硬度 (邵尔 A)	填 充 油	
				种类	充油量/份
D 1116	21	<1	65		
D 1184	30	<1	75		
D 1102	28	11	71		
D 1186	30	<1	74		
D 4150	30	19	45		
D 4158	30	<1	46		
D 1101	31	<1	71		
D 1118X	31	10	61		
D 1114X	31				
D 1151B	31	<1	72		
D 4141	31	11	47		
D 4270	32			石蜡油	45
D 1133X	35				
D 4113	35		49	环烷油	45
D 4123	35		49	石蜡油	45

续表

牌 号	苯乙烯结合量 /%	熔融指数 /(g/10min)	硬度 (邵尔 A)	填 充 油	
				种类	充油量/份
D 1122X	39	3	78		
D 1155	40	3	87		
D 4240	44	30	46		85
D 4271	45			石蜡油	50
D 4272	55	15	91	石蜡油	40

(2) 比利时 Fina 化学公司 比利时 Fina 化学公司 (Fina Chemicals) 生产的 SBS 热塑性弹性体商品名称为 Finaprene。

Finaprene SBS 热塑性弹性体性能如下。

牌 号	苯乙烯结合量 /%	熔融指数/(g/10min)		硬度 (邵尔 A)	填 充 油	
		190℃	200℃		种类	充油量/份
401	22	1.65			环烷油	5
416	29					
417	29					
409	31					
435	31					
502	31	35	7.75	42	环烷油	5
411	31.5					
411X	31.5					
412	31.5					
414	40					
475	40	8.5	8.5	62	环烷油	50
602A	40					
602D	40					
484	45	8		73	环烷油	50

(3) 意大利埃尼化学弹性体美国分公司 意大利埃尼化学弹性体美国分公司 (EniChem Elastomeres American, Inc.) 生产的 SBS 热塑性弹性体商品名称为 Europrene。

Europrene SBS 热塑性弹性体性能如下。

牌 号	苯乙烯结合量/%	熔融指数/(g/10min)	硬度(邵尔 A)
SOL T6205	25	10	68
SOL T6302	30		80
SOL T161	30		82
SOL TE6414	40		88

(4) 美国德士古聚合物公司 美国德士古聚合物公司 (Dexco Polymers) 生产的 SBS 热塑性弹性体商品名称为 Vector。

Vector SBS 热塑性弹性体性能如下。

牌 号	苯乙烯结合量/%	二嵌段含量/%	硬度(邵尔 A)	密度/(g/cm ³)	备 注
2411	30	10~12	71	0.94	
2411P [®]	30	10~12	71	0.94	
2518	31	<1.0	78	0.94	
2518P [®]	31	<1.0	78	0.94	
4461	43	<1.0	87	0.96	
6241	43	<1.0	87	0.96	

续表

牌 号	苯乙烯结合量/%	二嵌段含量/%	硬度(邵尔 A)	密度/(g/cm ³)	备 注
6507	43	<1.0	88	0.96	用于结晶聚苯乙烯/丁苯共聚物的混合物(PS/K 树脂)抗冲击改性剂
7400	31	<1.0	47	0.90	
8508	29	<1.0	65	0.94	

① 粉末状产品。

(5) 美国费尔斯通合成橡胶和胶乳公司 美国费尔斯通合成橡胶和胶乳公司 (Firestone SyntheticRubber & Latex Co.) 生产的 SBS 商品名称为 Stereon。

Stereon SBS 热塑性弹性体性能如下。

牌 号	苯乙烯结合量/%	熔融指数/(g/10min)	硬度(邵尔 A)
840A	45	12	85
841A	45	12	85
857	44	13	80

(6) 日本旭化成公司 日本旭化成公司 (Asahi Kasei Co.) 生产的 SBS 热塑性弹性体商品名称为 Tufuprene、Asaprene 和 Asalflex。

① Tufuprene SBS 热塑性弹性体

牌号	熔融指数/(g/10min)	硬度(邵尔 A)	拉伸强度/MPa	伸长率/%	黏度 ^① /mPa·s	苯乙烯/丁二烯	用 途
A	2.6	85	14	1100	650	40/60	PS 改性, 沥青改性
125	4.5	88	20	800	570	40/60	PS 改性
156	4.5	91	25	790	440	40/60	PS 改性
315	3.5	62	12	880	1900	20/80	压敏胶黏剂、沥青改性

① 25% 甲苯溶液中。

② Asaprene SBS 热塑性弹性体

牌 号	熔融指数/(g/10min)	硬度(邵尔 A)	拉伸强度/MPa	伸长率/%	黏度 ^① /mPa·s	苯乙烯/丁二烯	用 途
T-411	0	75	20	750	20200	30/70	胶黏剂、沥青改性
T-420	1.1	75	27	900	1200	30/70	胶黏剂
T-430	0	75	26	850	7500	30/70	胶黏剂、沥青改性
T-432	0	75	29	750	3100	30/70	胶黏剂、沥青改性
T-436	1.1	70	14	1200	1000	30/70	胶黏剂
T-437		75	30	890		30/70	沥青改性
T-438		76	5	1130	50 ^③	35/65	胶黏剂
T-475 ^②	0.7	58	22	1100	560	40/60	鞋, 模压制品

① 25% 甲苯溶液中。

② 15% 甲苯溶液中。

③ 充油 50 份。

③ Asalflex SBS 热塑性弹性体

牌 号	熔融指数/(g/10min)	吸水率/%	拉伸强度/MPa	伸长率/%	邵尔硬度	用 途
805	10	<0.1	30	15	HDD75	食物容器
810	5	<0.1	20	250	HDD62	食物容器、薄膜
815	5	<0.1	27	200	HDD71	高透明泡沫包装材料
825	6	<0.1	27	200	HDD71	热缩薄膜

续表

牌 号	熔融指数 /(g/10min)	吸水率 /%	拉伸强度 /MPa	伸长率 /%	邵尔硬度	用 途
830	6	<0.1	18	250	HDD55	透明、耐冲击包装材料
835	5	<0.1	18	250	HDD55	透明、耐冲击包装材料
840	7	<0.1	27	40	HDD68	口杯、食物容器
845	7	<0.1	27	40	HDD68	口杯、食物容器

(7) 日本合成橡胶公司 日本合成橡胶公司 (Japan Synthetic Rubber Co.) 生产的热塑性弹性体商品名称为 JSR。

JSR SBS 热塑性弹性体性能如下。

牌 号	苯乙烯结 合量/%	熔融指数 /(g/10min)	硬度 (邵尔 A)	填 充 油	
				种类	充油量/份
TR 1600	32	18.5	50	石蜡油	45
TR 2000	40	3	91		
TR 2003	43	4.5	80		
TR 1086	45	10.5	72	石蜡油	50

(8) 韩国锦湖石油化学公司 韩国锦湖石油化学公司 (Korea Kumho Petrochemical Co., Ltd.) 生产的 SBS 热塑性弹性体商品名称为 Kosyn。

Kosyn SBS 热塑性弹性体性能如下。

牌 号	苯乙烯 结合量/%	熔融指数 /(g/10min)	硬度 (邵尔 A)	牌 号	苯乙烯 结合量/%	熔融指数 /(g/10min)	硬度 (邵尔 A)
KTR 101	30	<1	74	KTR 601	33	6	74
KTR 201	31	6	70	KTR 301	41	6	61
KTR 401	31		87				

(9) 西班牙 Repsol Quimica S. A. 公司 西班牙 Repsd Quimica S. A. 公司产品商品名称为 Calprene。

Calprene SBS 热塑性弹性体性能如下。

牌 号	苯乙烯 结合量/%	熔融指数 /(g/10min)	硬度 (邵尔 A)	填 充 油		防老剂 类型
				种类	充油量/份	
401	20		60			非污染
411	30		80			非污染
416	30		72			非污染
419	30		80			非污染
500	30		68			非污染
501	31		74			非污染
412	31.5		82			非污染
485	33	9	49	环烷油/石蜡油	45	非污染
405	36		87	环烷油/石蜡油	45	非污染
484	44	7.5	73	环烷油/石蜡油	45	非污染
487	55	14	88	环烷油/石蜡油	40	非污染

(10) 巴西 Petroflex Industria e Comercio S. A. 公司 巴西 Petroflex Industria e Comercio S. A. 公司产品商品名称为 Coperflex。

Coperflex SBS 热塑性弹性体性能如下。

牌 号	苯乙烯 结合量/%	熔融指数 (g/10min)	硬度 (邵尔 A)	填 充 油		防老剂 类型
				种类	充油量/份	
TR 1061	30	6	69	石蜡油	31	非污染
TR 4141	32	15	45			非污染
TR 1091	40	1	90			非污染
TR 4181	50	9	80	石蜡油	31	非污染

【加工与配合】 线型 SBS 可单独使用，也可与树脂（如聚苯乙烯、聚乙烯、乙烯-乙酸乙烯酯等）或橡胶（如氯丁橡胶、丁腈橡胶、三元乙丙橡胶等）并用，以改进共混料的性能或开发新的品种材料。通过加入填充剂调整其黏度、硬度、柔软性、抗屈挠性和耐氧与臭氧等性能，并用以降低成本。使用的填料有炭黑、二氧化硅和硬质黏土、轻质碳酸钙、二氧化钛、氧化锌等。常用添加剂有防老剂、石蜡、凡士林、润滑油等。

制备混合料有溶液混合法、熔融混合法和干式混合法。溶液混合法适用于制备含有溶剂的胶黏剂、密封材料和涂料。熔融混合法通常在密炼机或双螺杆挤出机内进行。干式混合法是在低于聚合物熔化温度而又能使聚合物与其他配料混合均匀的温度下进行，这种方法应用最广，也节约能耗。

加工成型可采用注射、模压、挤出、吹塑等多种方法。

星形 SBS 配合加工与线型的基本相同。

充油 SBS 的加工配合与线型 SBS 相似。可用密炼机、开炼机和螺杆挤出机进行混炼，多采用前两种混炼设备。使用开炼机时，辊温升至 120~130℃，混炼均匀后，压片、切粒。

饱和型 SBS 即 SEBS 的加工配合基本与 SBS 相似。

【基本特性】

- ① 从硫化橡胶到近似塑料，可得到广阔范围物性的制品（热塑性弹性体的通性）。
- ② SBS 具有优良的拉伸强度和弹性。热塑性弹性体中，应力-应变行为与硫化橡胶的性质最相近。
- ③ SBS 因系两相结构而有两个玻璃化温度，因此即使在很低温度下仍能保持一定的柔软性。
- ④ SBS 的耐臭氧、耐氧和耐紫外线辐射性能与丁苯橡胶相似。但 SEBS 因经加氢而使聚丁二烯链段的双键饱和，因而耐老化性、耐氧、耐臭氧性得到改善。
- ⑤ SBS 电性能优良，透气性优异。
- ⑥ SIS 的黏着性比 SBS 好。
- ⑦ SBS 的耐热性、耐油性差，但星形 SBS 的耐热性比线型 SBS 好。

【应用范围】 线型 SBS 主要应用于下列各领域。

(1) 橡胶制品方面 模压制品用于制鞋工业，挤出制品用于胶管等。用 SBS 加工的鞋底穿着舒适，耐磨、防滑、耐屈挠龟裂性能优良。

(2) 塑料改性方面 少量 SBS 加入聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯等塑料并用，可明显改善它们的低温性能和抗冲击强度，也可与橡胶并用进行改性。

(3) 胶黏剂方面 与烃类溶剂的溶解性较好，有通用型、压敏型、层压型和接触型以 SBS 为基料的胶黏剂。

(4) 工程方面 路面装修、整理，如碎石密封、泥浆密封、热混合沥青混凝土、道路裂口密封剂、房顶和其他防水层等。此外也可用作油漆材料和金属板及纤维的涂层。

星形 SBS 的应用与线型 SBS 相同，还可用于改性沥青。

饱和 SBS (SEBS) 由于耐老化性提高，尤适用于屋顶防水层长期使用。

【性能参数】

原料橡胶性能如下。

透明性	透明	拉伸强度/MPa	14.7~29.4	硬度(邵尔 D)	58~90
相对密度	0.94~0.95	扯断伸长率/%	780~1200	回弹性/%	45~75
300%定伸应力/MPa	0.98~4.8	撕裂强度/(kN/m)	35.2~53.9		

丁二烯/苯乙烯单体比对 SBS 硬度的影响见图 1-7-2。

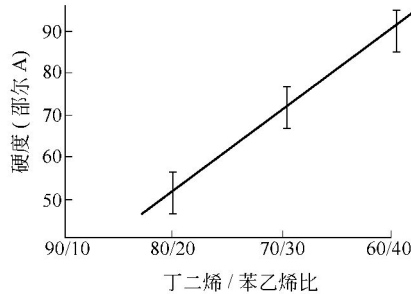


图 1-7-2 丁二烯/苯乙烯单体比对 SBS 硬度的影响

中国巴陵石化公司合成橡胶厂生产的热塑性弹性体 SBS 性能指标（根据企业标准 Q/SH 019.05.003—91，表内指标包括合格品、一级品和优级品三个品级，所列数据系合格品的指标）如下。

牌 号	结构	苯乙烯/ 丁二 烯比	充油率 /%	防老剂	灰分 /%	挥发分 /%	熔融流体 速率① /(g/10min)	300%定 伸应力 /MPa	拉伸强度 /MPa	伸长率 /%	永久变 形/%	硬度 (邵尔 A)
SBS1301-1	线型	30/70	0	非污染	≤0.2	≤2.0	0.4~10	≥1.90	≥18.0	≥700	≤45	60~80
SBS1301-2	线型	28/72	0	非污染	≤0.2	≤2.0	0.4~10	≥1.80	≥16.0	≥600	≤45	55~80
SBS1401-1	线型	40/60	0	非污染	≤0.2	≤2.0	0.15~10	≥2.30	≥20.0	≥500	≤65	82~85
SBS1401-2	线型	35/65	0	非污染	≤0.2	≤2.0	0.15~10	≥1.90	≥19.0	≥600	≤65	65~90
SBS4303	星形	20/70	0	非污染	≤0.2	≤2.0	0~10	≥1.50	≥12.0	≥590	≤45	65~84
SBS4402	星形	40/60	0	非污染	≤0.2	≤2.0	0.1~5.5	≥2.90	≥21.6	≥550	≤65	80~95
SBS1551	线型	48/52	33	非污染	≤0.2	≤3.0	3.5~25	≥1.37	≥11.8	≥950	≤80	60~85
SBS4452	星形	40/60	33	非污染	≤0.2	≤3.0	0.5~10	≥1.00	≥13.7	≥900	≤55	55~75

① 熔融流动速率也称熔融流动指数 (melt flow index, MFI)，不作控制指标，纯胶的测试条件为 200℃/5kg，充油 SBS 的测试条件为 190℃/5kg。

SBS、SIS 和 SEBS 嵌段共聚物比较见表 1-7-2。

配合料对嵌段共聚物性能的影响见表 1-7-3。

嵌段共聚物与树脂、油类的相容性见表 1-7-4。

表 1-7-2 SBS、SIS 和 SEBS 嵌段共聚物比较

类别	相对刚性	相对成本	稳定性	产品降解
SBS	1.0	1.0	中	交联
SIS	0.5	1.3	中	断链
SEBS	2.0	2.0	优	断链

表 1-7-3 配合料对嵌段共聚物性能的影响

组 成	硬度作用	加工性	耐油和溶剂	成本	其他
油类	下降	改进		下降	
聚苯乙烯	提高	改进		下降	
聚丙烯	提高	改进(特别与 SEBS)	改进	下降	改进耐高温
填料	稍提高	稍改进		下降	提高密度

表 1-7-4 嵌段共聚物与树脂、油类的相容性

树脂和油类	链段相容性 ^①	树脂和油类	链段相容性 ^①	树脂和油类	链段相容性 ^①
氢化松香酯	B	饱和烃树脂	EB	石蜡油	EB
聚合碳五(C ₅)树脂(合成多萜烯类)	I	环烷烃油	IB	芳烃油	S

① I 表示与 PI 链段可相容；B 表示与 PB 链段可相容；E 表示与聚(乙烯丁烯)链段可相容；S 表示与聚苯乙烯链段可相容。

注：表 1-7-2~表 1-7-4 均引自：Geoffrey Holden Rubber World, 1993, 208 (2): 25。

【配方示例】

(1) 鞋底料的配方

SBS	100	150 ^①	150 ^①	钛白粉	—	10	10
聚苯乙烯	40	60	—	碳酸镁	少量	—	—
乙烯-乙酸乙烯酯	—	—	120	色料	<1	—	—
环烷油	35	45	55	稳定剂	1~2	1~2	1
硬脂酸锌	0.5~1.0	1.0	1.0	紫外线吸收剂	少量	少量	少量

① 为 Tufdene TR-X。

(2) SBS 改性沥青的配方

沥青 180/200	95	90	85	80	95	90	92.5	85	77.5	70
Solprene 406	5	10	15	20	—	—	—	—	—	—
Solprene 415	—	—	—	—	5	10	—	—	—	—
Solprene 475	—	—	—	—	—	—	7.5	15	22.5	30

(3) 通用型胶黏剂基础配方

SBS	100	环烷油	150±10
芳香族增稠剂	250±10	黏白土	100
		稳定剂	2~3

(4) 层压型胶黏剂基础配方

SBS	100	稳定剂	1~2
改性树脂或石油树脂	50~100	溶剂	300~500

(5) 压敏型胶黏剂基础配方

SBS	100	100	环烷油	20±5	50±10
萜烯树脂	—	100±20	稳定剂	1.0±0.5	2~5
脂肪烃树脂	100±40	100±40	溶剂	300	100~400

(6) 接触型胶黏剂基础配方

SBS	100	脂肪烃树脂	0~25	稳定剂	0~2.0
芳香烃树脂	75~200	填料	0~250	溶剂	固形物含量的 1.2~3.1 倍

【包装、贮存和运输】 国产热塑性弹性体 SBS 以内层聚丙烯编织布同外层牛皮纸压合袋子(或用内层聚乙烯薄膜,外层聚丙烯编织袋代替)包装,每袋净重(25.00±0.25)kg。包装袋上应标明:生产厂名称、产品名称、产品牌号、编号(批号)、总重或净重、生产日期、产品商标及标准代号。

贮存时仓库应清洁、防潮、通风。存放时应码垛成行,每垛 10 包以下。各行间保持一定距离。每三个月要翻包一次,严禁露天堆放,避免日光直接照射。不得引入火源。自生产日起贮存期一年。

在运输过程中,应采取措施,严禁日光直接照射和雨水浸泡,车厢要清洁,防止破损和混入杂质。不得与有机溶剂、易燃物品混装运输。

【其他品种】 为提高苯乙烯类热塑性弹性体的使用温度，近年采用 α -甲基苯乙烯取代苯乙烯与丁二烯共聚而得 α -甲基苯乙烯-丁二烯- α -甲基苯乙烯三嵌段共聚物，简称 α -MS-B- α -MS。制备方法与 SBS 相似，以有机锂为引发剂溶液聚合而制成。代表的性能见表1-7-5。

表 1-7-5 α -MS-B- α -MS 的性能及与 SBS、SIS 的比较

项 目	SBS			SIS			α -MS-B- α -MS	
	30	50	80	17	25	50	25	34
苯乙烯或 α -甲基苯乙烯结合量(质量分数)/%	30	52	80	17	25	50	25	34
特性黏度/(dL/g)	0.70	0.60	0.70	1.05	0.75	0.70	0.71	0.75
熔融流动速率(190℃/2.16kg)/(g/10min)	64	75	5	73	14	>100	38.4	39.6
拉伸强度/MPa	31.7	30.9	26.8	30.0	38.4	23.4	22.6	28.2
扯断伸长率/%	885	615	10	1350	1050	830	870	720
永久变形/%	26	100	2	14	7	144	48	19
回弹性/%	61	39	461	69	54	37	50	42

SEBS 是聚苯乙烯-聚乙炔-聚丁烯-聚苯乙烯的嵌段共聚物，属于加氢型苯乙烯类热塑性弹性体。主要用于软质成型材料、胶黏剂及聚烯烃、聚苯乙烯的改性剂等。SEBS 热塑性弹性体具有优异的弹性和机械强度；使用温度范围很广，可以在 -65~120℃ 的范围内使用；耐油性优于乙丙橡胶，可与氯丁橡胶媲美；此外，还具有优异的耐溶剂、耐药品、耐碱性能。

牌 号	苯乙烯 结合量/%	熔融指数 /(g/10min)	硬度 (邵尔 A)	防老剂类型	生 产 厂 家
Europrene					
SOLT190	16	9	30	非污染	意大利 Europe S. r. l 公司
SOLTE9104	16	16	24	非污染	
SOLTE9113	18	12	44	非污染	
SOLT/193A	25	3	45	非污染	
SOLT/193B	25	8	45	非污染	
SOLT6205	25		68	非污染	
JSR SIS5000	15	2	39	非污染	日本合成橡胶公司
Vector					
4111	18		39	非污染	美国德士古聚合物公司
4113	15	10	32	非污染	
4114	15	25	24	非污染	
4213	25	12	51	非污染	
4211	30	13	62	非污染	
4215	30	9	58	非污染	
4230	20		45	非污染	
4411	44		87	非污染	
Copernex TR2016	15	9	35	非污染	巴西 Petroflex Industria e Comercio S. A. 公司
Kraton					
D 1107	15	11	37	非污染	壳牌化学公司
D 1112	15	23	34	非污染	
D 1161	15	12	37	非污染	
D 1113	16	24		非污染	
D 1117	17	106	32	非污染	
D 1160	19	9	52	非污染	
D 1111	22	3	52	非污染	
D 1119P	22	25		非污染	
D 4433	22	25	30	非污染	壳牌化学公司
D 1193PX	24	13		非污染	

续表

牌 号	苯乙烯 结合量/%	熔融指数 /(g/10min)	硬度 (邵尔 A)	防老剂类型	生 产 厂 家
YH-501	30		65~75	非污染	中国岳阳石油化工总厂合成 橡胶厂
YH-502	30		65~75	非污染	
YH-503	33		68~78	非污染	
YH-601	32		68~78	非污染	
YH-602	35		75~82	非污染	
Kraton					
FG 1924X	13		65	非污染	壳牌化学公司
G 1657	13		65	非污染	
FG 1901X	30	8	75	非污染	
FG 1921X	30		75	非污染	
C 1726X	30		60	非污染	
H 6170	33	65	76	非污染	
G 1651	33		76	非污染	
Tuftec					
H 1052	20	13	67	非污染	日本旭化成公司
M 1943	20	8	67	非污染	
H 1031	30	150	82	非污染	
H 1041	30	5	84	非污染	
H 1051	42	0.8	96	非污染	
H 1052	20	13	67	非污染	
H 1053	29	1.8	79	非污染	
H 1062	18	4.5	67	非污染	
M 1911	30	5	84	非污染	
M 1913	30	5	84	非污染	
M 1962	30	90	83	非污染	
H 1295	33			非污染	
Calprene					
H 6110	30		75	非污染	西班牙 Repsol Quimica S. A. 公司
H 6120	30		75	非污染	
H 6170	33		76	非污染	

SEPS 热塑性弹性体是聚苯乙烯-聚乙烯-聚丙烯-聚苯乙烯的嵌段共聚物，加氢型苯乙烯类热塑性弹性体。其具有优异的弹性和机械强度；使用温度范围很广，可以在-65~120℃的范围内使用；耐油性优于乙丙橡胶，可与氯丁橡胶媲美；此外，还具有优异的耐溶剂、耐药品、耐酸、耐碱性能。SEPB 热塑性弹性体主要用于软质成型材料、胶黏剂及聚烯烃、聚苯乙烯的改性剂等。

壳牌化学公司 SEPS 热塑性弹性体性能如下。

牌 号	苯乙烯结合量/%	硬度(邵尔 A)	防老剂类型
Kraton			
G1701X	37	72	非污染
G1702X	28	75	非污染

由于 α -MS-B- α -MS 的玻璃化温度比 SBS 高，其耐热性较好，使用温度范围较宽。且与极性聚合物、油品和填料的相容性也较好。故可制成耐热性能优良的复合材料。

7.2 聚烯烃类热塑性弹性体

聚烯烃类热塑性弹性体 (polyolefin thermoplastic elastomer) 是一类由橡胶和聚烯烃树

脂组成的、呈连续相与分散相两相分离的聚合物的掺混物。它们有机械共混型和化学接枝型两大类。机械共混型有部分结晶的“专用级”乙丙橡胶与聚烯烃树脂直接机械共混型和无规乙丙橡胶与聚烯烃树脂动态硫化共混型两类。而动态硫化共混型又分为动态部分硫化型和动态全硫化型，它们两者之间的差别，仅是乙丙橡胶与聚烯烃树脂在熔融共混过程中，通过硫化剂加入量而使橡胶组分部分硫化或是全部或大部分硫化。所谓动态硫化（dynamic vulcanization）就是橡胶与树脂在共混时，借助硫化剂（或交联剂）在强烈的机械剪切应力作用下进行硫化反应的过程。通常橡胶与聚烯烃机械共混物和动态部分硫化共混物，统称之为热塑性聚烯烃（thermoplastic polyolefin），简称 TPO；而动态全硫化共混物则统称为热塑性硫化胶（thermoplastic vulcanizate），简称 TPV。

关于共混型热塑性弹性体的发展，在共混技术上经历了从简单的机械共混到动态部分硫化共混，再发展为动态全硫化共混三个阶段。20 世纪 70 年代初，美国 Du Pont 公司采用在聚丙烯（PP）树脂中掺入非硫化的乙丙橡胶进行直接机械共混的方法制备热塑性弹性体，称热塑性聚烯烃（TPO）。这类材料的特点是密度小，抗冲击强度和低温脆性较好，主要用来制造汽车的保险杠。由于共混物中乙丙橡胶要求有较长的聚乙烯链段或高分子量的“专用胶”，且是未硫化的，当其含量较高时，共混物的流动性大大下降，不易制得柔软品级的材料，且其强度和耐介质性等性能也有很大的局限性。动态硫化法于 1962 年由 A. M. Gessler 提出，经 W. K. Fischer 于 1973 年研究开发成功，采用动态硫化法部分硫化三元乙丙橡胶与聚丙烯共混的动态部分硫化共混物。美国 Uniroyal 公司不久建厂生产，商品名为 TPR。这类热塑性弹性体共混物，由于橡胶组分经部分硫化后，存在少量交联结构，因而使其强度、压缩变形、耐热、耐溶剂等性能较前一阶段的 TPO 有很大提高，且不需“专用级”乙丙橡胶为原料就能制得大于 50% 橡胶组分的柔软品级材料。随后英国、德国、意大利、日本等国相继投产。但当橡胶含量大于 50% 时，由于相态的特点，在共混物中橡胶成为基体（matrix）构成连续相，聚烯烃形成分散相，这样就会使共混物中橡胶组分含量增大而大大降低热塑流动性，影响注塑产品的质量，且材料的硬度偏高。

20 世纪 70 年代末美国 Monsanto 公司 A. Y. Coran 等利用动态硫化法制备全硫化的三元乙丙橡胶与聚丙烯的共混物，即热塑性硫化胶（TPV）。它在相态上是完全交联的三元乙丙橡胶颗粒分散于聚丙烯的基体中，这是组成、结构与前两种方法迥然不同的另一种共混物体系。由于橡胶组分已被充分交联，所以材料的强度、弹性、耐热性和抗压缩变形等性能有很大提高，且耐疲劳、耐化学品及加工稳定性也有明显改善。Monsanto 公司已于 1981 年工业生产，商品名为 Santoprene。其后意大利也开始生产。由热塑性聚烯烃发展为热塑性硫化胶是聚烯烃类热塑性弹性体制备技术的重大进展，它不仅适用于三元乙丙橡胶/聚丙烯组成的 TPV，也适用于其他橡胶/树脂共混体系。1985 年孟山都公司又成功地以丁腈橡胶和聚丙烯为主原料，通过增容共混制得动态全硫化的热塑性丁胶橡胶，商品名为 Geolast。增容技术的开发和应用，突破了只有溶解度参数相近或表面能差值小的聚合物共混才能获得性能优良的共混材料的传统观念，从而大大地扩大了热塑性硫化胶共混材料的发展前景，可以展望今后将会不断出现新的 TPV 品种材料。

接枝型聚烯烃热塑性弹性体是指通过接枝共聚方法使两种聚合物反应生成接枝共聚物，如丁基橡胶和聚乙烯接枝的聚烯烃热塑性弹性体，是将丁基橡胶用苯酚树脂接枝到聚乙烯链上，这样丁基橡胶链段为软段，聚乙烯链段为硬段，利用聚乙烯的结晶性能形成物理“交联”。美国 Allied Chemical 公司于 1970 年研究成功并曾工业化生产，商品名为 ET Polymer，现已停产。乙丙橡胶与聚氯乙烯接枝共聚物则由美国 Hooker Chemical 公司于 1981 年

建成生产，商品名为 Rucodur。

我国在 20 世纪 80 年代先后有不少高等院校和科研院所进行研究，包括共混型聚烯烃热塑性弹性体如乙丙橡胶/聚丙烯体系、丁苯橡胶/聚丙烯体系等，动态硫化法如 EPDM/PP、NBR/PP、NBR/PVC 等。其中，对于 EPDM/PP 动态全硫化热塑性硫化胶，北京化工大学（前北京化工学院）已在生产厂进行了小批量应用，取得较好的性能。

目前生产聚烯烃类热塑性弹性体的有美国、英国、德国、意大利、荷兰、日本等国家的近 20 家公司，见表 1-7-6。

表 1-7-6 聚烯烃类热塑性弹性体的生产厂家

国家	生 产 厂 家	产 品 牌 号	备 注
美国	Uniroyal	Uniroyal TPR	品种牌号多
	E. I. Du Pont de Nemours	Nordel TP Somel	
	B. F. Goodrich Chemical	Telcar TR Vistaflex	
	Exxon Chemical	Thlonic Polymer	} 两种不同类型产品
	Monsanto 公司	Santoprene	
	Allied Chemical	ET Polymer	丁基橡胶与聚乙烯接枝共聚物， 1980 年停产
	Hercules	Profax SB	
	Hooker Chemical	Rueodur	
	Enichem Elastomers	Uneprene	
	Montedison, 现称 Dutral SPA	Dutral TR	
英国	DSM Rolymer	Keltan TP	
意大利	Bayer A. G.	Leveflex EP	
荷兰	Hüls	VestoDrene	
德国	乙丙弹性体	サーモラン	
	住友化学工业	住友 TPE	
	日本合成橡胶公司	JSR サーモラン	
	三井石油化学	シラストマー	
日本	三菱油化	油化サヘモラン	

7.2.1 热塑性聚烯烃弹性体

20 世纪 70 年代初，美国 Du Pont 公司和 Goodrich 公司利用在聚丙烯中加入非硫化的乙丙橡胶，通过机械共混方法制得热塑性弹性体，简称 TPO。1973 年美国 Uniroyal 公司利用动态硫化法部分硫化三元乙丙橡胶与聚丙烯共混制得部分硫化热塑性聚烯烃弹性体，以 Unlroyal TPR 商品名工业生产。随后英国、德国、意大利、日本等国也先后建厂生产。直接机械共混制备的和部分硫化热塑性聚烯烃弹性体，习惯上统称为热塑性聚烯烃弹性体（thermoplastic polyolefin elastomer, TPO）。这类 TPO 产量大，品种牌号多，生产厂家也多。

【制法】 共混型热塑性聚烯烃弹性体是乙丙橡胶与聚烯烃（通常多为聚丙烯）在密炼机或双螺杆挤出机或特制的单螺杆挤出机上，直接通过机械共混而制得。聚丙烯/乙丙橡胶的配比一般为（5~60）/100，最好（20~35）/100。所用乙丙橡胶为所谓“专用级”或特殊乙丙橡胶，就是部分结晶型乙丙橡胶。

动态部分硫化热塑性聚烯烃弹性体，是三元乙丙无规共聚橡胶与聚烯烃树脂在硫化剂加

入下，于密炼机中共混，通过机械剪切应力的强烈作用，借助硫化剂进行部分交联硫化。共混温度要高于聚烯烃的软化点，硫化剂可用有机过氧化物，也可与硫黄硫化体系并用。至于硫化程度通常通过溶解度或溶胀试验来控制，包括乙丙橡胶的凝胶含量测定等。一般部分硫化乙丙橡胶最好占 60%~80%（质量分数）。

【结构】 热塑性聚烯烃弹性体是由橡胶和聚烯烃树脂组成的，连续相与分散相呈两相分离的聚合物掺混物，通过扫描电子显微镜或相差显微镜的图像表明，可以形成以橡胶为连续相、树脂为分散相或以橡胶为分散相、树脂为连续相，或者两者都呈连续相的互穿网络结构。随着相态的变化，共混物的性能也随之而变。若橡胶为连续相时，呈现近似硫化胶的性能，树脂为连续相时，则性能近于塑料。

【国外热塑性聚烯烃弹性体主要生产厂家和品种牌号】

(1) 美国 AES 公司 美国 AES 公司 (Advanced Elastomer Systems L. P.) 生产商品名称为 Geolast、Santoprene、Trefsin 和 Vyram 的 TPV 热塑性弹性体，其性能如下。

牌 号	邵尔硬度	相对密度	牌 号	邵尔硬度	相对密度
Geolast			191-55PA	55A	0.96
701-70	70A	1.00	191-70PA	70A	0.95
701-80w183	80A	1.00	191-85PA	85A	0.97
701-87w183	87A	0.99	199-87	87A	1.05
703-45	45D	0.97	281-45	45A	0.97
Santoprene			281-55	55A	0.97
101-55	55A	0.97	281-64	64A	0.97
101-64	64A	0.97	281-73	73A	0.98
101-73	73A	0.97	281-87	87A	0.96
101-80	80A	0.97	283-40	40D	0.95
101-87	87A	0.96	271-55	55A	0.97
103-40	40D	0.94	271-64	64A	0.97
103-50	50D	0.94	271-73	73A	0.97
111-45	45A	0.96	271-80	80A	0.97
111-55	55A	0.97	271-87	87A	0.96
111-64	64A	0.96	273-40	40D	0.95
111-73	73A	0.96	273-50	50D	0.94
111-80	80A	0.96	201-55	55A	0.97
111-87	87A	0.96	201-64	64A	0.97
121-50M100	50A	0.91	201-64W175	64A	0.97
121-62M100	62A	0.91	201-73	73A	0.97
121-75M100	75A	0.92	201-73W175	73A	0.97
121-80	80A	0.96	201-80	80A	0.97
121-87	87A	0.96	201-87	87A	0.96
123-40	40D	0.95	203-40	40D	0.94
123-50	50D	0.93	203-50	50D	0.94
171-55	55A	0.97	211-45	45A	0.96
171-64	64A	0.97	211-55	55A	0.95
171-73	73A	0.98	211-64	64A	0.96
181-55	55A	0.97	211-73	73A	0.96
181-64	64A	0.97	211-80	80A	0.96
181-73	73A	0.98	211-87	87A	0.95

续表

牌 号	邵尔硬度	相对密度	牌 号	邵尔硬度	相对密度
221-55	55A	0.97	8281-55	55A	0.92
211-64W175	64A	0.97	8281-65	65A	0.92
221-73	73A	0.96	8281-75	75A	0.92
221-80	80A	0.96	8281-90	90A	0.93
221-87	87A	0.96	8291-55PA	55A	0.95
223-50	50D	0.94	8291-70PA	70A	0.93
241-55	55A	0.97	8291-85PA	85A	0.98
241-64	64A	0.98	101-64W175	64A	0.97
241-73	73A	0.97	111-35	35A	0.95
241-73W236	73A	0.97	121-58W175	58A	0.97
241-80	80A	0.97	121-67W175	67A	0.97
241-80W236	80A	0.97	121-73W175	73A	0.97
241-87	87A	0.96	241-45	45A	0.97
243-40	40D	0.94	Trefsin		
243-50	50D	0.94	3101-65W305	65A	0.95
251-70W232	70A	1.23	3101-75W305	75A	0.95
251-80	80A	1.24	3101-85W305	85A	0.95
251-80W232	80A	1.22	3201-65w305	65A	0.95
251-85	85A	1.14	3201-75W305	75A	0.95
251-92	92A	1.22	Vyram		
251-92W232	92A	1.22	3201-85W305	85A	0.95
253-36	36D	1.34	9101-45	45A	0.97
253-50	50D	1.10	9101-55	55A	1.00
261-87	87A	0.96	9101-65	65A	1.00
451-87	87A	1.24	9101-75	75A	0.99
453-45	45A	1.22	9101-85	85A	0.97
8201-60	60A	0.95	9103-45	45D	0.95
8201-70	70A	0.95	9103-54	54D	0.93
8201-80	80A	0.95	9201-55	55A	0.99
8201-90	90A	0.93	9201-65	65A	1.00
8211-35W237	35A	0.95	9201-75	75A	0.99
8211-45W237	45A	0.92	9201-85	85A	0.97
8211-55	55A	0.92	9203-45	45D	0.95
8211-65	65A	0.92	9203-54	54D	0.93
8211-75	75A	0.92	9221-87	87A	0.96
8271-55	55A	0.95	9271-55	55A	1.00
8271-65	65A	0.95	9271-65	65A	1.00
8271-75	75A	0.94	9271-75	75A	0.99
8281-35W237	35A	0.95	9271-85	85A	0.97
8281-45W237	45A	0.92			

(2) 美国 APA 公司 美国 APA (Advanced Polymer Alloys) 公司生产商品名称为 Alcryn 的卤化聚烯烃类热塑性弹性体。

Alcryn 卤化聚烯烃类热塑性弹性体性能如下。

牌 号	色 泽	邵尔硬度	相对密度	牌 号	色 泽	邵尔硬度	相对密度
1060BK	黑色	60A	1.19	2265UT	半透明	65A	1.08
1070BK	黑色	70A	1.23	3055NC	灰色	55A	1.18
1080BK	黑色	80A	1.25	3065NC	灰色	65A	1.26
2060BK	黑色	60A	1.10	3075NC	灰色	75A	1.35
2060NC	灰色	60A	1.12	4060NC	灰色	60A	1.17
2070BK	黑色	70A	1.14	4060BK	黑色	60A	1.17
2070NC	灰色	70A	1.20	4070NC	灰色	70A	1.25
2080BK	黑色	80A	1.17	4060BK	黑色	70A	1.25
2080NC	灰色	80A	1.26	4080NC	灰色	80A	1.27
2250UT	半透明	50A	1.06	4080BK	黑色	80A	1.27

【加工与配合】 聚烯烃热塑性弹性体不需混炼和硫化。可采用通常热塑性塑料加工设备进行加工成型。成型加工温度和加工压力一般应略高一些，可在极高的加工速度下加工。可以注射成型、挤出成型，也可用压延机加工成板材或薄膜，并可吹塑成型，利用热成型可制造形状复杂的制品。

大多数粒料为黑色和本色，可根据需要添加各种颜料制成不同的颜色。有些生产厂家依制品的使用要求，提供如耐油型、阻燃型、电稳定型以及可静电涂料型等各种品级的特殊配合料。有时为改善加工性能和某些制品的使用性能或降低成本时，也可以加入某些配合剂，如抗氧剂、软化剂和填充剂、着色剂等。

边角料和废料可回收重复加工使用，但一般掺入比例不宜超过 30%，这样对性能无影响。

【基本特性】

① 聚烯烃热塑性弹性体具有热塑性弹性体的一般特性，如成型性、废料再利用和硫化胶性能等。

② 价格低，并且密度小，因而体积价格低廉。

③ 耐热性、耐寒性优异，使用温度范围宽广。

④ 耐候性、耐老化性良好。

⑤ 耐油性、耐压缩永久变形和耐磨耗等不太好。

【应用范围】 由于原料易得，价格低廉，加工又简便，因此应用十分广泛。主要用于汽车工业制作保险杠、挡泥板、方向盘、垫板等；电线电缆工业上耐热性和耐环境性要求高的绝缘层和护套；也用于工业用制品如胶管、输送带、胶布和模压制品；医疗器械以及家用电器、文体用品、玩具等，以及包装薄膜等。

【性能参数】

原料橡胶性能如下。

透明性	半透明	扯断伸长率/%	240~250	电导率(1000Hz)/(S/cm)	2.2
相对密度	0.88	撕裂强度/(kN/m)	59.8~93.1	介电损耗角正切(1000Hz)	0.0010~0.0012
维卡软化量度(250g)/°C	52~147	硬度		介电强度/(kV/mm)	18~20
脆性温度/°C	<-70	JIS A	61~95	体积电阻率/ $\Omega \cdot \text{cm}$	10^{16}
线膨胀率/($\times 10^{-4}$)/°C	1.4~1.6	邵尔 D	10~41	吸水率(24h)/%	0.02
100%定伸应力/MPa	2.25~10.6	压缩永久变形(72°C×22h)/%	49~72		
拉伸强度/MPa	3.23~14.2	回弹性/%	45~55		

7.2.2 热塑性聚烯烃硫化体

热塑性聚烯烃硫化体 (thermoplastic polyolefin vulcanizate) 是利用动态硫化法将乙丙橡胶与聚烯烃共混，通过加入硫化剂在机械的强剪切应力作用下，使橡胶交联，得到全硫化的热塑

性弹性体。美国 Monsanto 公司于 1981 年研制开发成功，并以商品名 Santoprene 供应市场。其后意大利 Montepolymeri 公司也开发出相类似的热塑性聚烯烃硫化体，商品名为 Dutralene。

Monsanto 公司在此基础上，利用“就地”形成一种起大分子表面活性剂的嵌段共聚物的增容剂 (compatibilizer)，又成功地开发了动态全硫化共混型丁腈橡胶/聚丙烯耐油的热塑性硫化胶，商品名为 Geolast。

热塑性聚烯烃硫化胶由于橡胶组分已被充分硫化交联，所以材料的强度、弹性、耐热性及抗压缩永久变形性较热塑性聚烯烃弹性体有很大提高。同时，耐疲劳、耐化学品以及加工稳定性等也有明显改善，且橡胶塑料共混比可在较大范围内变更，而使材料在性能上有更大的调节余地，是很有发展前途的品种。

【制法】 动态硫化法制备共混型热塑性弹性体的工艺特点是：将混合分散与硫化统一起来。通常采用密炼机在高温 (150~200℃) 下进行混合，然后排料、挤出、切粒，即制成。共混配方则根据要求确定，如通用配方为：乙丙橡胶 100，聚烯烃 x ，硫黄 y ，促进剂 TMTD $y/2$ ，促进剂 MBTS $y/4$ ，氧化锌 5，硬脂酸 1，其中 x 、 y 为变数。有时为提高某些性能和降低成本，在共混过程中也可加入其他添加剂。目前聚烯烃多为聚丙烯树脂。

丁腈橡胶/聚丙烯共混型热塑性硫化体的制备，是利用增容技术，在共混体系中用单体加入或在熔融混合物中“就地”形成丁腈橡胶-聚丙烯嵌段共聚物的方法来提高共混物的相容性。首先将聚丙烯改性官能化，以便与丁腈橡胶反应，同时为了提高改性聚丙烯与丁腈橡胶的化学反应活性，在丁腈橡胶中使用部分活性较大的氨基液体丁腈橡胶，这样就可制得热塑性丁腈橡胶 Geolast 商品。

【结构】 热塑性聚烯烃硫化体的相态结构与嵌段共聚的热塑性弹性体及共混型热塑性弹性体的相态一样，都是连续相和分散相呈相分离形态，但嵌段共聚热塑性弹性体的大分子链是硬段（树脂段）和软段（橡胶段）组成，硬段是分散相，软段是连续相，就是说树脂分散在与之不相容的连续相——橡胶基体之间。而共混型热塑性弹性体的软段与硬段都是独立的聚合物，是以橡胶为主的共混物，在未硫化交联前，橡胶为连续相，树脂为分散相。随着动态硫化程度的提高，橡胶的黏度随之增大，而树脂的黏度小，这样黏度大的橡胶则由连续相过渡为分散相，树脂转变成成为连续相。所以热塑性聚烯烃硫化体的相态结构，由于橡胶的完全硫化，在高温、高剪切应力作用下，被粉碎成颗粒，分散在熔融的树脂中形成高分散的点状结构。

【品种牌号】 目前已商品生产的仅美国 Monsanto 公司和意大利 Montepolymeri 公司两家，其主要品种牌号见表 1-7-7。

表 1-7-7 热塑性聚烯烃硫化体生产厂家和主要品种牌号

商品牌号	相对密度	硬度 ^①	生产厂家	备 注
Santoprene				
101-64	0.97	64A	Monsanto 公司	} 通用型, 黑色, 完全配料的, 易加工
101-73	0.98	73A		
101-80	0.97	80A		
101-87	0.96	87A		
103-40	0.95	40D		} 通用型, 黑色, 完全配料的, 易加工
103-50	0.94	50D		
201-64	0.97	64A		} 通用型, 中性灰色, 完全配料的易加工
201-73	0.98	73A		
201-80	0.97	80A		
201-87	0.96	87A		
203-40	0.95	40D		} 通用型中性灰色, 可上色, 完全配料的, 易加工
203-50	0.94	50D		

续表

商品牌号	相对密度	硬度 ^①	生产厂家	备 注
Santoprene				
251-80	1.20	80A	Monsanto 公司	} 阻燃型, 中性灰色, 可上色, 完全配料的, 易加工
251-65	1.25	85A		
251-92	1.20	92A		} 阻燃型, 中性灰色, 可上色, 完全配料的, 易加工
253-36	1.34	36D		
253-50	1.10	50D		} 符合美国食品和药物管理局要求品级, 完全配料的, 易加工
271-55	0.97	55A		
271-64	0.99	64A		
271-73	0.98	73A		
271-87	0.96	87A		
273-40	0.95	40D		
273-50	0.94	50D		
Dutralene			montepoiyracr 公司	
Geolast				
701-80	1.09	80A	Monsanto 公司	} 耐油, 耐热, 完全配料的, 易加工
701-87	1.07	87A		
703-40	1.05	40A		

① A 表示邵尔 A 硬度, D 表示邵尔 D 硬度。

Monsanto 公司生产的热塑性聚烯烃硫化胶 Santoprene 的产品编号规定以三位数字分别表示不同的意义。第一位数字表示粒状料的颜色: 1 为黑色, 2 为中性色。第二位数字表示类型: 0 为通用型, 1~9 为特种用途的。第三位数字表示硬度标度: 1 为邵尔 A 硬度, 3 为邵尔 D 硬度, 横线后的数字为硬度值。

【加工与配合】 可以用传统的热塑性塑料的加工设备进行加工。挤压、注压、吹塑或用压延机压延成胶片。边角料和废料能回收再使用。所有供应的颗粒料具有好的流动性, 且已配合制备完好, 使用时不需配料即可进行制品加工应用。因颗粒料会含有水分, 加工前宜进行干燥处理, 可避免或减少产品产生气泡等。

【基本特性】

- ① 在 -40~150℃ 温度范围内使用具有力学性能。
- ② 耐油、耐溶剂性能类似氯丁橡胶。
- ③ 压缩变形和永久变形小。
- ④ 在 150℃ 下暴露两个星期和 125℃ 下更长时间, 显示优异的耐热老化性能。
- ⑤ 优越的抗动态疲劳性。
- ⑥ 良好的耐磨性。
- ⑦ 很高的抗撕裂强度。
- ⑧ 优异的耐臭氧性和耐候性。

【应用范围】 由于具有好的综合性能; 而可用于汽车、建筑、电气电子、机械工具、运动器械和日常橡胶制品各方面。

- ① 汽车 零部件如空气管道、防护罩、软管、轴套等。
- ② 建筑 门缝胶条、排水口密封、玻璃密封条和卫生设备等。
- ③ 电气电子 电线电缆绝缘护套、支座、变压器外壳, 按键焊盘膜片等。
- ④ 机械工具 防冲杆、垫片垫圈、手持工具的柄和手把、车轮等。
- ⑤ 运动器械 球拍手柄、枪托垫、滑雪杖手柄等。
- ⑥ 日常橡胶制品 鞋靴、软管、垫片、支脚、管材等。

【性能参数】 Santoprene 和 Geolast 的代表性能见表 1-7-8 和表 1-7-9。

表 1-7-8 热塑性聚烯烃硫化胶 Santoprene 的代表性能

性 能	Santoprene					
	201-64 101-64	201-73 101-73	201-80 101-80	201-87 101-87	203-40 103-40	203-50 103-50
相对密度	0.97	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94
硬度(邵尔 A)	64	73	80	73		
硬度(邵尔 D)					40	50
100%定伸应力/MPa	2.3	3.2	4.8	6.9	8.6	10.0
拉伸强度/MPa	6.9	8.3	11.0	15.9	19.0	27.6
扯断伸长率/%	400	375	450	530	600	600
永久变形/%	10	14	20	33	48	61
撕裂强度/(kN/m)	10.2	13.3	13.1	23.3		63.7
压缩永久变形(168h) ^① /%					35.5	
25℃	20	24	29	36	44	47
100℃	36	40	45	58	47	70
屈挠疲劳 ^② (达断裂的周数)	>340 万			—	—	—
脆性温度/℃	-60	-63	-63	-61	-57	-34
耐磨(NBS) ^③ 指数/%	—	54	84	201	572	>600

① ASTM 试验方法 D 395。

② Monsanto 疲劳试验机疲劳至破坏试验。

③ NBS 为美国国家标准局。

表 1-7-9 热塑性聚烯烃硫化胶 Geotast 的代表性能

项 目	Geotast			项 目	Geotast		
	701-80	701-87	703-40		701-80	701-87	703-40
相对密度	1.09	1.07	1.05	永久变形/%	15	21	31
硬度(邵尔 A)	80	87		撕裂强度/(kN/m)	48	58	69
硬度(邵尔 D)			40	压缩永久变形(100℃×22h)/%	33	39	48
100%定伸应力/MPa	5.4	6.8	10.3	体积溶胀率(125℃×700h, ASTM	10	12	15
拉伸强度/MPa	11.0	14.1	19.3	3# 油)/%			
扯断伸长率/%	310	380	470	脆性温度/℃	-40	-40	-36

【包装、贮存和运输】 为颗粒料，包装于有防潮湿层的密封容器中，在室温下贮存可达数年，搬运时不要破损或打开容器，因为此种热塑性硫化胶要吸收环境水分。运输时注意事项与氯丁橡胶相同。

7.2.3 接枝型热塑性聚烯烃弹性体

接枝型热塑性聚烯烃弹性体 (grafted thermoplastic polyolefin elastomer) 是橡胶与聚乙烯或苯乙烯等通过化学接枝方法得到的接枝共聚物。处于实验室研制阶段的有乙丙橡胶/苯乙烯类接枝共聚物、聚丁二烯/苯乙烯类接枝共聚物和氯化丁基橡胶/苯乙烯类接枝共聚物。已工业化的有美国 Alliel Chenucal 公司生产的丁基橡胶/聚乙烯接枝共聚物，商品名为 ET Polymer，以及 Hooker Chemical 公司生产的乙丙橡胶/聚氯乙烯接枝共聚物，商品名为 Rucodur。Rucodur 热塑性弹性体的抗冲击性能，特别是低温抗冲击性能优于聚氯乙烯，而兼具聚氯乙烯和乙丙橡胶的其他优良性能。

ET Polymer 热塑性弹性体有 4 个牌号，其代表性能见表 1-7-10。

表 1-7-10 ET Polymer 热塑性弹性体的性能

项 目	ET Polymer 系列			
	L 1100	H 1100	L 3100	H 3100
组成比	LDPE 50/IIR 50	HDPE 50/IIR 50	LDPE 75/IIR 25	HDPE 75/IIR 25
相对密度	0.923	0.939	0.920	0.944
硬度(邵尔 D)	56	38	40	55
拉伸强度/MPa	11.4	17.6	12.1	23.4
屈服强度/MPa	3.79	7.58	6.55	14.48
弯曲模量/MPa	27.58	41.37	68.95	413.69
扯断伸长率/%	375	375	400	450
压缩永久变形/%				
70℃×22h	37	33	62	49
100℃×22h	50	37	69	57
Taber 磨耗	0.012	0.002	0.012	0.003
介电强度/(MV/m)	24.8	29.0	29.0	31.6
介电常数				
60Hz	2.31	2.34	2.26	2.32
1kHz	2.29	2.32	2.24	2.31
介电损耗角正切				
60Hz	0.0058	0.0054	0.0027	0.0025
1kHz	0.0009	0.0061	0.0037	0.0029
体积电阻率(23℃,50%相对湿度)/Ω·cm	5.3×10 ¹⁶	1.58×10 ¹⁷	1.2×10 ¹⁷	1.1×10 ¹⁶
光老化试验机(126℃×200h)				
拉伸强度保持率/%	94	97	94	95
伸长率保持率/%	100	100	100	100
耐化学品性(23℃×96h 浸泡)				
增重%				
ASTM 1# 油	3.4	1.3	0.8	0
ASTM 2# 油	3.2	2.0	2.1	0.5
燃料油 A	41	28.6	17.5	5
氢氧化铵	1	1.3	1.3	2.4
硝酸	0	0	0	0
硫酸	0	0	0	0

7.3 聚氨酯类热塑性弹性体

在聚氨酯橡胶一节中,已提及聚氨基甲酸酯包括塑料、橡胶、纤维、涂料和胶黏剂等多种合成材料。热塑性聚氨酯弹性体是聚氨酯橡胶的一类,其结构特点是:大分子链由极性的聚氰酯或聚脲链段(硬段)和脂肪族聚酯或聚醚链段(软段)交替构成。聚氨酯的高极性使分子间相互作用形成结晶区,这种结晶区起类似交联点的作用,使其在常温下具有高的弹性。其热塑性能产生于分子间的氢键交联或大分子链间的轻度交联,而且随着温度的上升和下降,这两种交联结构具有可逆性。这类热塑性弹性体是出现第一类的商品热塑性弹性体,现简称为 TPU。

聚氨酯树脂早于 1937 年已为德国人 Bayer 等研究成功,20 世纪 40 年代工业化生产;而聚氨酯热塑性弹性体(thermoplastic polyurethane elastomer)是由美国 G. F. Goodrich Chemical 公司 C. S. Schollenberger 等于 1958 年研制成功,并于 1961 年投产,商品名为 Polyurethane VC,后改为 Estane。1961 年美国 Mobay 化学公司推出了另一类热塑性聚氨酯弹

性体，商品名为 Texin。随后英国、德国、日本等国也相继建厂生产，由于原料来源不易，生产成本较高，相对来说世界的总产量和总消耗量不很大。近年有增长趋势。目前国外生产的热塑性聚氨酯弹性体主要生产厂家见表 1-7-11。

表 1-7-11 国外生产热塑性聚氨酯弹性体的主要生产厂家

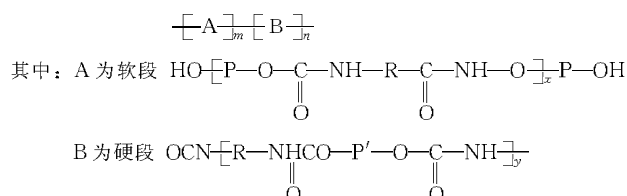
国家	生产厂家	商品名种	类型	备注
美国	B. F. Goodrich Chemical	Estane	聚酯型	全热塑型
			聚醚型	全热塑型
	Mobay Chemical	Telear TR	聚酯型	半热塑型
			聚醚型	半热塑型
	Antencan Cyanamide	Cyanaprene	聚酯型	全热塑型
	Upjohn	PeUethane	聚酯型	半热塑型
	Dow Chemical		聚醚型	半热塑型
德国	Hooker Chemical	Rucothane	聚酯型	
	Uniroyal		聚醚型	
	K. J. Quiun	Q-Thane	聚酯型	
	Bayer	Desmopan	聚酯型	半热塑型
英国	Lemforder	Elastollan	聚酯型	
			聚醚型	
日本	LC,I	Daltomold	聚酯型	半热塑型
	Auclor Chemical	Jecothane	聚酯型	
日本	化成アッブジョン	ベレセン		
	日本エラストラン	エラストラン	聚酯型	半热塑型
			聚碳酸酯型	
			聚酯型	全热塑型
	日本ポリウレタン工業	Paraprene		
	大日本インキ化学工業	バンデックス		
	武田药品工業	タケラック		
	大日精化	レザミン		
	住友バイエルウレタン	デスモバン		
	三井日曹ウレタン	Hyprene S	聚酯型	半热塑型
			聚醚型	半热塑型

聚氨酯热塑性弹性体也有聚酯型和聚醚型两大类，此外还有半热塑型和全热塑型之分，前者是大分子链间存在着由于氢键而产生的物理交联，后者则存在轻度化学交联。

【制法】 一般采用预聚法。先将双端为羟基的聚酯或聚醚二醇低聚物与二异氰酸酯反应，得到以异氰酸酯为端基的预聚物和过量二异氰酸酯的混合物，然后再与扩链剂低分子二元醇或二元胺反应，即得由极高性的聚氨酯或聚脲链段（硬段）与聚酯或聚醚链段（软段）交替组成的嵌段共聚物热塑性聚氨酯弹性体。

也有采用一次法生产的，即将上述原料二次加入釜中进行反应制取。

【结构】 热塑性聚氨酯弹性体的分子结构为



式中，P、P'、R 为烷基、芳基。

【品种牌号】 国外聚氨酯热塑性弹性体的主要品种牌号见表 1-7-12。

表 1-7-12 国外聚氨酯热塑性弹性体的主要品种牌号

国家	商品牌号	类型	相对密度	硬度 ^①	生产厂家	备 注
美国	Estane					
	58121	聚酯型	1.21	75A	B. F. Goodrich Chemical	优异的耐燃料和油类性能,好的水解稳定性,用于密封、垫片 优异的水解稳定性,抗微生物侵袭,用于电线电缆护套、车轮、皮带等 优异的低温抗冲击性,用于涂料 比 2102 系列耐水解性稍差,耐油和化学品性稍好,用于薄膜、胶片等 用于生物医学和药物施用,抗霉性和优异的水解稳定性
	58300	聚醚型	1.13	80A		
	50630	聚醚型	1.14	82A		
	58370	聚醚型	1.18	86A		
	S8013	聚酯型	1.21	86A		
	88271	聚酯型	1.21	85A		
	58610	聚酯型	1.22	87A		
	58109	聚酯型	1.20	88A		
	58600	聚酯型	1.22	93A		
	58277	聚酯型	1.25	95A		
	58360	聚酯型	1.28	97A		
	58092	聚酯型	1.25	48D		
	58130	聚酯型	1.21	50D		
	58133	聚酯型	1.22	50D		
	58091	聚酯型	1.15	70D		
	Telcfr TR				Mobay Chemical	
	100	聚酯型	0.89	93D		
	101	聚酯型	0.89	95A		
	301	聚酯型	0.88	80A		
	302	聚酯型	0.88	75A		
	342	聚酯型	0.89	91A		
	355	聚酯型	0.94	94A		
	413	聚酯型	1.08	78A		
	415	聚酯型	1.00			
	Pellethane					
	2102 系列	聚酯型	1.18~1.20	77A~78D	Dow Chemical	
	2103 系列	聚醚型	1.13~1.15	72A~64D	Dow Chemical	
	2354 系列			95A~65D		
	2355 系列			83A~53D		
	Z363 系列			72A~76D		
	Texin					
	480A	聚酯型	1.20	86A	Mobay Chemical	
	985A	聚醚型	1.12	86A		
	986A	聚醚型	1.11	87A		
	192A	聚酯型	1.23	91A		
	591A	聚酯型	1.22	91A		
	345D	聚酯型	1.22	47D		
	845D	聚醚型	1.15	48D		
	3202	聚酯型	1.21	51D		
	355D	聚酯型	1.23	55D		
	3203	聚酯型	1.22	57D		
	Rovlar					
	E-80	聚醚型	1.10	80A	Uniroyal Inc.	

续表

国家	商品牌号	类型	相对密度	硬度 ^①	生产厂家	备 注
美国	E-82	聚醚型	1.11	82A		
	R-84	聚酯型	1.18	84A		
	863	聚醚型	1.12	85A		
	E-855	聚醚型	1.12	85A		
	863FR	聚醚型	1.17	87A		
	E-9	聚醚型	1.13	90A		
	E90-106	聚醚型	1.27	90A		
	E2A	聚醚型	1.11	47D		
	RD-52	聚酯型	1.20	52D		
	ED-65	聚醚型	1.17	65D		
	Cyanaprcelle				American Cyanamide	
	5138	聚酯型		75A		
	1880	聚酯型	1.25	80A		
	9431	聚酯型		82A		
	5140	聚酯型		85A		
	1890	聚酯型	1.25	90A		
	9346	聚酯型		92A		
	5145	聚酯型		92A		
	1850	聚酯型	1.27	50D		
	5150	聚酯型		52D		
	1857	聚酯型	1.27	57D	American Cyanamide	
	938D	聚酯型		73D		
	Rucothane					
	P465	聚酯型	1.20	65A		
	P341L	聚酯型	1.17	70A		
	PS3	聚酯型	1.17	70A		
	P49	聚酯型	1.15	72A		
	P455	聚酯型	1.17	78A		
	P342L	聚酯型	1.20	80A		
	P450	聚酯型	1.20	82A		
	P602	聚醚型	1.10	84A	Hooker Chemical	
	P440	聚酯型	1.21	90A		
	P650	聚醚型	1.13	90A		
	P360	聚酯型	1.23	55D		
	P371	聚酯型	1.20	76D		
德国	Desmopan				Bayer 公司	
	375	聚酯型				
	295	聚醚型				
英国	Elasollan	聚酯型			Lemförder	
	Daltomold	聚酯型				
		聚醚型			I. C. I.	
日本	Jecothane	聚醚型				
	Paraprene				Anchor Chemical	
	22S	聚酯型	1.21	82 ^②		
	25S	聚酯型	1.21	916		
	26S	聚酯型	1.22	96 ^②		
	27S	聚酯型		99 ^②		
	Elastollan				日本エラストラン	
	E100-FNAT	聚酯型				
	180		1.21	80A		

续表

国家	商品番号	类型	相对密度	硬度 ^①	生产厂家	备 注
日本	185	聚醚型	1.22	85A	日本エラストラン	
	190		1.22	90A		
	195		1.22	95A		
	198		1.23	98A		
	E300-FNAT					
	380		1.11	80A		
	385		1.11	85A		
	390		1.12	90A		
	395		1.12	95A		
	398		1.12	98A		
	E500-FNAT	聚己内酯型				
	580		1.16	80A		
	585		1.17	85A		
			1.18	90A		
			1.19	95A		
	598		1.20	98A		
	559		1.20	59D		
	564		1.21	64D		
	568		1.23	68D		
	574		1.23	74D		
	E900-FNAT	聚碳酸酯型				
	980		1.17	80		
	985		1.18	85		
	990		1.19	90		
	995		1.20	95		
	998		1.21	98		
	ベレセン				化成アツブロン	
	バンデッタス				大日本インキ化学工業	
	タケラック				武田药品工業	
	レザシン				大日精化	
	デスモバン	聚酯型			住友バイエルウタン	
	Hyprene s	聚酯型			三井曹达ウレタン	
		聚醚型				

① 数字后注英文字母 A 为邵尔 A 硬度，D 为邵尔 D 硬度。

② 为 JIS（日本）硬度。

【国外生产厂家及产品牌号】

(1) 美国 AES 公司 美国 AES 公司（Advanced Elastomer Systems L P.）生产商品名称为 Santoprene、Trefsin 和 Vyram 的 TPV 热塑性弹性体，其性能如下。

牌 号	邵尔硬度	相对密度	牌 号	邵尔硬度	相对密度
Santoprene			111-55	55A	0.97
101-55	55A	0.97	111-64	64A	0.96
101-64	64A	0.97	111-73	73A	0.96
101-73	73A	0.97	111-80	80A	0.96
101-80	80A	0.97	111-87	87A	0.96
101-87	87A	0.96	121-50M100	50A	0.91
103-40	40D	0.94	121-62M100	62A	0.91
103-50	50D	0.94	121-75M100	75A	0.92
111-45	45A	0.96	121-80	80A	0.96

续表

牌 号	邵尔硬度	相对密度	牌 号	邵尔硬度	相对密度
121-87	87A	0.96	241-73W236	73A	0.97
123-40	40D	0.95	241-80	80A	0.97
123-50	50D	0.93	241-80W236	80A	0.97
171-55	55A	0.97	241-87	87A	0.96
171-64	64A	0.97	243-40	40D	0.94
171-73	73A	0.98	243-50	50D	0.94
181-55	55A	0.97	251-70W232	70A	1.23
181-64	64A	0.97	251-80	80A	1.24
181-73	73A	0.98	251-80W232	80A	1.22
191-55PA	55A	0.96	251-85	85A	1.14
191-70PA	70A	0.95	251-92	92A	1.22
191-85PA	85A	0.97	251-92W232	92A	1.22
199-87	87A	1.05	253-36	36D	1.34
281-45	45A	0.97	253-50	50D	1.10
281-55	55A	0.97	261-87	87A	0.96
281-64	64A	0.97	451-87	87A	1.24
281-73	73A	0.98	453-45	45A	1.22
281-87	87A	0.96	8201-60	60A	0.95
283-40	40D	0.95	8201-70	70A	0.95
271-55	55A	0.97	8201-80	80A	0.95
271-64	64A	0.97	8201-90	90A	0.93
271-73	73A	0.97	8211-35W237	35A	0.95
271-80	80A	0.97	8211-45W237	45A	0.92
271-87	87A	0.96	8211-55	55A	0.92
273-40	40D	0.95	8211-65	65A	0.92
273-50	50D	0.94	8211-75	75A	0.92
201-55	55A	0.97	8271-55	55A	0.95
201-64	64A	0.97	8271-65	65A	0.95
201-64W175	64A	0.97	8271-75	75A	0.94
201-73	73A	0.97	8281-35W237	35A	0.95
201-73W175	73A	0.97	8281-45W237	45A	0.92
201-80	80A	0.97	8281-55	55A	0.92
201-87	87A	0.96	8281-65	65A	0.92
203-40	40D	0.94	8281-75	75A	0.92
203-50	50D	0.94	8281-90	90A	0.93
211-45	45A	0.96	8291-55PA	55A	0.95
211-55	55A	0.95	8291-70PA	70A	0.93
211-64	64A	0.96	8291-85PA	85A	0.98
211-73	73A	0.96	101-64W175	64A	0.97
211-80	80A	0.96	111-35	35A	0.95
211-87	87A	0.95	121-58W175	58A	0.97
221-55	55A	0.97	121-67W175	67A	0.97
211-64W175	64A	0.97	121-73W175	73A	0.97
221-73	73A	0.96	241-45	45A	0.97
221-80	80A	0.96	Trefsin		
221-87	87A	0.96	3101-65W305	65A	0.95
223-50	50D	0.94	3101-75W305	75A	0.95
241-55	55A	0.97	3101-85W305	85A	0.95
241-64	64A	0.98	3201-65W305	65A	0.95
241-73	73A	0.97	3201-75W305	75A	0.95

续表

牌 号	邵尔硬度	相对密度	牌 号	邵尔硬度	相对密度
Vyram			9201-65	65A	1.00
3201-85W305	85A	0.95	9201-75	75A	0.99
9101-45	45A	0.97	9201-85	85A	0.97
9101-55	55A	1.00	9203-45	45D	0.95
9101-65	65A	1.00	9203-54	54D	0.93
9101-75	75A	0.99	9221-87	87A	0.96
9101-85	85A	0.97	9271-55	55A	1.00
9103-45	45D	0.95	9271-65	65A	1.00
9103-54	54D	0.93	9271-75	75A	0.99
9201-55	55A	0.99	9271-85	85A	0.97

(2) 美国 APA 公司 美国 APA (Advanced Polymer Alloys) 公司生产商品名称为 Alcryn 的卤化聚烯烃类热塑性弹性体。

Alcryn 卤化聚烯烃类热塑性弹性体性能如下。

牌 号	色 泽	邵尔硬度	相对密度	牌 号	色 泽	邵尔硬度	相对密度
1060BK	黑色	60A	1.19	2265UT	半透明	65A	1.08
1070BK	黑色	70A	1.23	3055NC	灰色	55A	1.18
1080BK	黑色	80A	1.25	3065NC	灰色	65A	1.26
2060BK	黑色	60A	1.10	3075NC	灰色	75A	1.35
2060NC	灰色	60A	1.12	4060NC	灰色	60A	1.17
2070BK	黑色	70A	1.14	4060BK	黑色	60A	1.17
2070NC	灰色	70A	1.20	4070NC	灰色	70A	1.25
2080BK	黑色	80A	1.17	4060BK	黑色	70A	1.25
2080NC	灰色	80A	1.26	4080NC	灰色	80A	1.27
2250UT	半透明	50A	1.06	4080BK	黑色	80A	1.27

【加工与配合】 热塑性聚氨酯弹性体根据使用要求考虑使用温度范围，即耐热性和低温性能以及加工性能。所以在配合技术上就是添加某些填充剂如云母粉、玻璃纤维等以提高胶料的耐热性，也可与其他热塑性弹性体并用来改善性能。聚醚型的热塑性聚氨酯弹性体比聚酯型的低温性能好。

热塑性聚氨酯弹性体可与极性的热塑性塑料和橡胶等共混，如聚氯乙烯、聚丙烯-丁二烯、苯乙烯树脂 (ABS 树脂)、丁腈橡胶等。

热塑性聚氨酯弹性体的加工要采用注射成型和挤出成型，由于该弹性体吸湿性强，所以加工前必须进行干燥，干燥温度一般为 80~100℃，干燥时间 1~3h。也可配制成胶的溶液，用于成膜、涂布、喷涂、浸渍等。

【基本特性】

- ① 机械强度高，耐油性良好。
- ② 耐磨耗性特别好。
- ③ 耐化学药品性优。
- ④ 加工成型性稍微差点。
- ⑤ 成本高，价格贵。

【应用范围】 由于热塑性聚氨酯弹性体性能优良，应用范围广泛。耐磨性能优异，可用于制鞋底、传动带、输送带、耐磨材料等；耐油性好而用于制造油封、密封圈垫等，以及工业用品、体育用品、汽车部件和涂料的制造等。

【性能参数】

原料橡胶性能如下。

项 目	聚酯型	聚醚型	项 目	聚酯型	聚醚型
透明性	透明	透明	撕裂强度/(kN/m)	117.6	107.8
相对密度	1.20	1.11	硬度(JIS A)	92	92
维卡软化温度/℃	190	180	压缩永久变形/%	40	35
脆性温度/℃	<-70	<-70	回弹性/%	45	45
100%定伸应力/MPa	8.8	8.8	介电常数(1000Hz)	5.71	4.70
300%定伸应力/MPa	15.7	16.6	介电损耗角正切(1000Hz)	0.071	0.077
拉伸强度/MPa	44.1	34.3	介电强度/(kV/mm)	16	24.8
扯断伸长率/%	600	550	体积电阻串/ $\Omega \cdot \text{cm}$	3.6×10^{12}	1.0×10^{13}

聚酯型和聚醚型热塑性聚氨酯弹性体性能如表 1-7-13。

表 1-7-13 聚酯型和聚醚型热塑性聚氨酯弹性体性能

性 能	聚酯型	聚醚型	性 能	聚酯型	聚醚型
拉伸强度和撕裂强度	优	良	抗霉性	劣/中	优
耐磨耗性	优	良	低温性能	良	优
耐燃料、油、脂	良/优	中	耐水解	中/良	良/优
耐天候	良	中/良	耐水蒸气	中	良/优
弹性	良/优	良/优			

【包装、贮存和运输】 桶装、密闭，贮存于干燥的仓库中。

【国内聚氨酯类热塑性弹性体生产厂家及产品牌号】

(1) 天津市塑料化工二厂

① 聚醚型热塑性聚氨酯弹性体

牌 号	硬度(邵尔 A)	拉伸强度/MPa	伸长率/%
JM-80	80±2	30	500~700
JM-85	85±2	35	500~650
JM-90	90±2	40	450~600

② 聚酯型热塑性聚氨酯弹性体

牌 号	硬度(邵尔 A)	拉伸强度/MPa	伸长率/%
J2h-80	80±2	35	500~600
J2h-85	85±2	40	500~600
J2h-90	90±2	45	450~550

(2) 山西省化工研究所合成材料厂

① 四氢呋喃均聚醚型热塑性聚氨酯弹性体

牌 号	硬度(邵尔 A)	拉伸强度/MPa	伸长率/%
SA-1G	84~90	25~45	400~600
SA-1	60~98	16~36	400~800

② 饱和聚酯混炼型聚氨酯弹性体

牌 号	硬度(邵尔 A)	拉伸强度/MPa	伸长率/%
HA-1	50~90	24.5~44.1	250~700
HA-5	65±5	>25	>300

③ 聚 ϵ -己内酯型聚氨酯胶喷涂料

牌 号	颜 色	固含量/%	—NCO 含量/%
TA-1-3500H	黑色	70	2.8~3.1
TA-1-3500B	白色	70	2.8~3.1
TA-1-4000H	黑色	70	2.4~2.7
TA-1-4000B	白色	70	2.4~2.7

(3) 扬州合成化工厂 聚醚型聚氨酯弹性体涂料产品牌号及性能指标如下。

牌 号	组 分	游离—NCO/%	羟 值/(mg KOH/g)	固 含 量/%	
501A	单组分	5.5±0.5	5.6±0.5 2.5~4	100	
301A	双组分	8~11		50±2	
301B	双组分	4.2±0.3		50±2	
302B				50±2	
801A	双组分			75±2	
801B	双组分			40±1	

(4) 沈阳市聚氨酯橡胶厂 聚己二酸—缩二乙二醇酯型聚氨酯弹性体涂料，产品牌号及性能指标如下。

牌号	硬度(邵尔 A)	拉伸强度/MPa	伸长率/%	—NCO 含量/%
P-1	80~90	40	500	5.0~6.0
P-2	70~80			4.0~5.0
P-3	65			3.5~4.0

【国外生产厂家及产品牌号】

(1) 德国拜耳公司 德国拜耳公司 (Bayer AG) 生产的热塑性聚氨酯弹性体商品名称为 Desmopan。

Desmopan 热塑性聚氨酯弹性体性能如下。

牌 号	邵尔硬度	相对密度	牌 号	邵尔硬度	相对密度
150	50D	1.25	585	85A	1.2
192	42D	1.23	588	88A	1.15
356	56D	1.25	590	40D	1.21
359	59D	1.23	786	87A	1.15
385	86A	1.2	794	42D	1.18
392	40D	1.21	489	80A	1.2
355	56D	1.2	955U	56D	1.18
460	60D	1.22	KU2-8460	60D	1.18
372	73D	1.24	KA8426	68D	1.36
487	86A	1.21	KU2-8600	82A	1.11

(2) 美国杜邦陶氏弹性体公司 美国杜邦陶氏弹性体公司 (Du Pont Dow Elastomers L. L. C.) 生产的热塑性聚氨酯弹性体商品名称为 Pellethane。

Pellethane 热塑性聚氨酯弹性体性能如下。

牌 号	邵尔硬度	相对密度	牌 号	邵尔硬度	相对密度
2102-75A	77A	1.17	2102-90AR	94A	1.20
2102-80A	84A	1.18	2102-90AE	94A, 58D	1.20
2102-85A	86A	1.18	2102-55D	58D	1.21
2102-90A	94A	1.20	2102-65D	65D	1.22

续表

牌 号	邵尔硬度	相对密度	牌 号	邵尔硬度	相对密度
2103-70A	72A	1.06	2354-55D	95A,56D	1.21
2103-80AE	82A	1.13	2354-65D	65D	1.22
2103-80AEF	86A	1.13	2355-75A	83A	1.19
2103-80PF	84A	1.10	2355-80AE	85A	1.18
2103-80AEN	83A	1.13	2355-85ABR	87A	1.18
2103-85AE	88A,48D	1.14	2355-95AE	94A	
2103-90A	92A	1.14	2363-80A	81A	
2103-90AE	90A,47D	1.14	2363-80AE	85A	
2103-90AEFH	90A,47D	1.14	2363-90A	90A	
2103-90AEC	90A,47D	1.14	2363-90AE	90A	
2103-90AEN	90A,47D	1.14	2363-55D	55D	
2103-55D	96A,55D	1.15	2363-55DE	53D	
2103-65D	64D	1.17	2363-65D	62D	
2354-45D	46D	1.19	2363-75D	76D	

(3) 英国 Davathane 公司 英国 Davathane 公司 (Davathane Ltd.) 生产的热塑性聚氨酯弹性体商品名称为 Davathane。

Davathane 热塑性聚氨酯弹性体性能如下。

牌 号	邵尔硬度	牌 号	邵尔硬度	牌 号	邵尔硬度
10 系列	78A~75D	40 系列	78A~95D	70 系列	80A~55D
20 系列	78A~75D	50 系列	80A~70D	80 系列	80A~55D
30 系列	78A~75D	60 系列	78A~75D	90 系列	80A~55D

7.4 聚酯类热塑性弹性体

聚酯类热塑性弹性体 (thermoplastic polyester elastomer) 是一种线型嵌段共聚物, 系由结晶的短链段聚酯为硬段和无定形长链段聚酯为软段交替组成, 故是一种共聚多酯聚合物 (copolyester polymer)。这样结晶的硬段分散于构成连续相的软段之中, 而结晶相则起物理交联作用。受热时则被破坏, 聚合物分子呈软化流动性。结晶相赋予聚合物强度和塑性, 而无定形相链段则赋予聚合物弹性, 因此改变两相比比例, 即可调节聚合物的硬度、模量、熔点、耐化学侵蚀性等。它是目前受到重视的一类热塑性弹性体, 简称 TPEE。

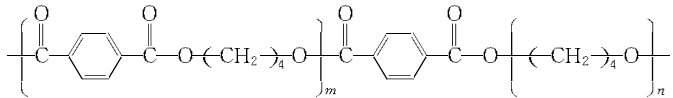
热塑性聚酯弹性体于 1972 年首先由美国 Du Pont 公司实现工业化生产, 商品名为 Hytrel。由于具有力学性能、抗水解性、耐化学腐蚀性、耐油性优良、使用温度范围宽等特点, 引起各方注意, 先后建厂生产。目前国外生产聚酯类热塑性弹性体的生产厂家及商品名称见表 1-7-14。

表 1-7-14 国外聚酯类热塑性弹性体的生产厂家及商品名称

国 别	生 产 厂 家	商 品 名 称	备 注
美国	E. I. Du Pont de Nemours General Electric Plastics	Hytrel	生产能力为 2 万吨/年
卢森堡	E. I. Du Pont de Nemours	Valox	
荷兰	Akzo Chemie	Hytrel	
日本	Toyobo 东洋プロダクツ	Arnitel Pelprene(ペルプレキ) ヘイトレイレ	

【制法】 二甲基对苯二甲酸酯、1,4-丁二醇和聚环氧丁烷二醇为原料，经交换酯化反应共缩聚而得。在制备过程中可以适量加入扩链剂和稳定剂，扩链剂可为二羧酸的芳香酯化合物，稳定剂有胺类和酚类等。

【结构】 聚酯类热塑性弹性体的分子结构为



其形态结构示意图如图 1-7-3。

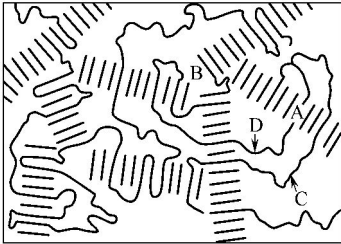


图 1-7-3 聚酯类热塑性弹性体的形态结构

A—结晶微区；B—微晶连接区；C—聚合物软段；D—未结晶硬段

【品种牌号】 国外热塑性聚酯类弹性体品种牌号见表 1-7-15。

表 1-7-15 国外热塑性聚酯类弹性体品种牌号

国家	商品牌号	硬度 (邵尔 D)	稳定剂	生产厂家	备 注
美国	Hytrel 4656	40	非变色	Du Pont 公司	高熔融黏度，用于挤出、注压、制管、薄膜、胶片等，粉状
	4069	40	非变色	Du Pont 公司	粒状，熔点约 50℃，适于热塑性塑料方法加工、制管、薄膜、胶片、模制品
	4556	45	非变色		粒状，熔点约 50℃，适于热塑性塑料方法加工、制管、薄膜、胶片、模制品
		55	非变色		粉状，旋转成型，可配合为最耐热老化，耐气候稳定性，水解稳定性和阻燃性，优异耐油、燃料和烃，低温屈挠和高温物性，用于模制低压胎、燃料槽
	5555HS	55	通用防老剂		粉状，高熔融黏度，用于挤出、注压、旋转成型、制管、密封、垫片、电线电缆护套、皮带等
		55	不变色		粉状，高熔融黏度，用于挤出、注压、制管，薄膜、胶带、胶片、密封、垫片
	7246	72	不变色		粉状，中黏度，用于挤出、注压，具有最低透过性，最耐油、燃料、脂肪烃，芳烃溶胀，可与其他 Hytrel 品级和其他树脂并用得到中间性能，用于管、电线电缆护套和模制品
	8236	82	不变色		高弹性恢复，粒状，适于热塑性塑料方法加工，制胶管、胶片、模制品
	G-4074	40	变色		高熔融黏度，粉状，用于挤出注压、制管、片、模制品
	G-4084	40	变色		粒状，适于热塑性塑料方法加工，用于吹型、挤出，要求中空薄壁部件，具有优异低温性能和好的耐油、燃料脂类和其他化学品性
	G 4766	47	不变色		粉状，适于旋转成型、制管、薄膜、片、鞋底、模制品
	G 4774	47	不变色		粉状，适于挤出、注压；中熔融黏度，制管、片、模制品

续表

国家	商品牌号	硬度 (邵尔 D)	稳定剂	生产厂家	备 注
美国	G 4778	47	不变色	Du Pont 公司	适于标准热塑性塑料方法加工,制管、薄膜、片、模制品、特型品
	G 4784	47	变色		粒状,适于吹塑、挤出,要求中空、薄壁部件,具有优异低温性能和好的耐油、耐燃料和耐其他化学药品性,制吹膜、片、特型品、大直径管
	G 5544	55	变色		粉状,适于挤出、注压、制管、片、模制品
	G 5548	55	不变色		粒状,适于标准热塑性塑料方法加工、制管、特型品、薄膜、片、模制品
	G 6356	62	不变色		粉状,挤出注压
	HA 8055BK	30			经挤出、注压、吹塑加工制吹塑制品、特型挤出
	HTG-4275 和 HTG-4275B	55	变色		很高熔融黏度,适于挤出、吹塑、制吹塑制品、特型挤出
	HTG-5612 和 HTG-5612B	50	变色		很高熔融黏度,适于挤出、吹塑、制吹塑制品、特型挤出
	HTG-8068	46			高熔融黏度,延燃烧、防滴漏,制薄膜、片、管覆胶
	Valox				
荷兰	Arnitel			General Electric	
卢森堡	Hytrel			Akzo Chemic	
				E. I. Du Pont	
				de Nemours	
日本	Pelprene (ペルブレン)			Toyobo	
	ハイトレイル			东洋プロダクツ	

【加工与配合】 聚酯类热塑性弹性体可用标准热塑性塑料加工方法——注射、挤出、吹塑、模压和旋转成型以及熔融浇注等加工成型。有的牌号品级已配合为最耐热老化、耐天候性、水解稳定性和延燃烧性的胶料,一般使用时不需进行配合,只根据产品要求选用加工方法,按照该品级牌号规定的加工条件进行加工,而制成软管、薄膜、模压制品等。加工前需干燥,因该类热塑性弹性体易吸水。

【基本特性】

- ① 有热塑性弹性体的一般特性。
- ② 机械强度高。
- ③ 热形变温度、耐热温度高,耐老化性能好。
- ④ 耐油、耐溶剂性能好。
- ⑤ 耐水性在常温下较好,升温下差些。
- ⑥ 成型性良好。
- ⑦ 难以制得柔软制品。
- ⑧ 成本高。

【应用范围】 主要用于软管和包覆材料、电线电缆护套、汽车部件(如密封垫圈、密封条)等。制造文体活动车、农用车、军用雪泥车的履带,输送高温物料和耐化学腐蚀品的输送带。由于可用旋转成型法,可浇注小型充气轮胎,这种轮胎强度高、质量好、耐屈挠,不需补强,结构简单。以及铁道用冲头导向卸料板等。

【性能参数】

原料橡胶性能如下。

项 目	聚 醚	聚 酯	项 目	聚 醚	聚 酯
透明性	乳白色不透明	乳白色不透明	撕裂强度/(kN/m)	98~205	112~279
相对密度	1.12~1.26	1.22~1.30	硬度(JISA)	89~99	96~99
熔点/℃	170~218	198~323	硬度(邵尔 D)	38~68	48~78
热变形温度(0.45MPa 负荷)/℃	43~132	65~140	压缩永久变形/%	50~60	60~62
维卡软化温度/℃	120~199	165~209	回弹性/%	59~78	56~60
脆性温度/℃ ≤	-60	-50	介电常数(1000Hz)	3.8~5.2	3.7~4.5
100%定伸应力/MPa	7.8~25.9	13.7~32.7	介电损耗角正切(1000Hz)	0.004~0.01	0.002~0.08
300%定伸应力/MPa	12.1~29.4	18.1~38.8	介电强度/(kV/mm)	20~30	25~30
拉伸强度/MPa	20.6~52.9	30.4~47.5	体积电阻率/Ω·cm	2×10 ¹² ~5×10 ¹⁴	1×10 ¹⁴ ~7×10 ¹⁴
扯断伸长率/%	420~690	390~540	吸水率(23℃, 63% 相对湿度, 24h)/%	0.48	0.28~0.40

【包装、贮存和运输】 密封袋装，避免吸水。

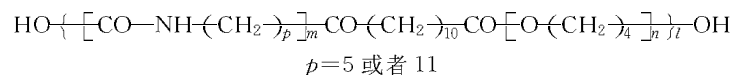
7.5 聚酰胺热塑性弹性体

聚酰胺与聚酯相类似，已很普通，即所谓尼龙，有尼龙 6、尼龙 66 等多种。聚酰胺热塑性弹性体 (polyamide thermoplastic elastomer) 是一类嵌段共聚物。刚性的结晶聚酰胺硬段连接柔性的无规聚醚、聚酯或聚醚酯软段，是新的一类热塑性弹性体，简称 TPEA。由德国 Hüls 公司于 1979 年引向市场。各嵌段的长度和相对的量决定弹性体的物理和化学性能。像热塑性聚氨酯弹性体，这些材料在宽温度范围内是坚韧耐磨的。

从尼龙的任何类型 (尼龙 6、尼龙 6/6、尼龙 6/12、尼龙 11、尼龙 12 等) 制得，大多数是尼龙 6、尼龙 11 和尼龙 12，软段通常是聚醚、聚酯或聚醚酯。硬软段的比从 90 : 10 到 10 : 90。

【制法】 以内酰胺、二羧酸和聚醚二醇经酯交换共缩聚而制得。

【结构】 聚酰胺热塑性弹性体的分子结构为



【品种牌号】 聚酰胺热塑性弹性体由美、日、德等国生产，其生产厂家和品种牌号见表 1-7-16。

表 1-7-16 聚酰胺热塑性弹性体的主要生产厂家的品种牌号

国别	生 产 厂 家	商 品 牌 号	备 注
德国	Emser Werke	Ely 1256	聚醚酰胺，即使在低温下仍具有显著弹性和坚韧性，好的耐化学品性、耐油性和耐润滑脂性，柔顺级，多用途，挤出和注塑加工
	Ato Chemie	PEBA	
	Hüls	XR 3808, K 4006	
日本	ダイセルヒュールス	グイアミドPAE	
	大日本トキ化学工業	クリックスA	
美国	EMS-American Griton	Grilamide ELY 60	
		Grilamide ELY 20NZ	聚醚酯酰胺，高柔顺级，多用途，挤出和注塑加工
		Grilamide ELY 23NZ	聚醚酰胺，高柔顺级，多用途，挤出和注塑加工

【加工与配合】 易在所有加工设备上加工。由于聚酰胺热塑性弹性体的熔体强度高，适于挤出、吹塑和热成型。一般使用螺杆挤压机。材料在加工前必须彻底干燥。通常配

入着色剂、填料、润滑剂、脱模剂和紫外线稳定剂等。与许多种工程塑料可相容。

【基本特性】

- ① 有一般热塑性弹性体的特性。
- ② 保持尼龙 6 或尼龙 12 的强韧性。
- ③ 柔软性高，消声性、低温特性良好。
- ④ 成型加工性良好。
- ⑤ 稍缺乏橡胶弹性。
- ⑥ 成本很高。

【应用范围】 主要用于制造汽车部件、工业用胶管、管道、运动鞋底、电线电缆护套、电子元件，也用于热熔性胶黏剂、金属粉末涂料。为工程塑料的冲击改性剂等。

【性能参数】 原料橡胶性能如下。

透明性	半透明	300%定伸应力/MPa	11.8~31.4	硬度(邵尔 D)	37~68
相对密度	0.91~1.01	拉伸强度/MPa	14.7~37.2	回弹性/%	55~60
熔点/℃	151~171	扯断伸长率/%	350~500	介电常数(1000Hz)	2.7~3.3
脆性温度/℃	<-70	撕裂强度/(kN/m)	98~176	介电损耗角正切(1000Hz)	0.03~0.08
100%定伸应力/MPa	6.8~18.6	硬度(JISA)	>85	体积电阻率/ $\Omega \cdot \text{cm}$	1011~1019

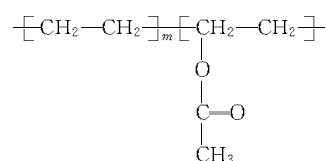
7.6 乙烯共聚物热塑性弹性体

7.6.1 热塑性乙烯-乙酸乙烯酯弹性体

热塑性乙烯-乙酸乙烯酯弹性体 (thermoplastic ethylene-vinylacetate elastomere elastomer) 是乙烯和乙酸乙烯酯共聚合而得，简称 EVA。乙酸乙烯酯含量在 10%~35% (质量分数)。它的结晶度低，具高弹性而呈橡胶状，同时又含有足够的结晶聚乙烯，起着物理交联作用，因此具有热塑性弹性体的特性。可用注压、挤出和吹塑等方法进行加工成型。

【制法】 乙烯与乙酸乙烯酯在高温、高压下自由基共聚合而得，也可用高压本体共聚合制备。

【结构】 乙烯-乙酸乙烯酯热塑性弹性体的分子结构为



【品种牌号】 目前美、日、英、德等国都有生产，主要生产厂家和品种牌号见表 1-7-17。

【加工与配合】 可用注压、挤出和吹塑等方法加工成型。

【基本特性】

- ① 低温特性优良。
- ② 耐候性、耐臭氧性优良。
- ③ 撕裂强度、耐应力龟裂性好。
- ④ 因为永久伸长大，所以与软质树脂相近。

表 1-7-17 国外乙烯-乙酸乙烯酯热塑性弹性体主要生产厂家的品种牌号

国家	生产厂家	商品牌号	乙烯-乙酸乙烯酯 结合量/%	熔融流动指数 /(g/100min)	备 注
美国 日本	Du Pont 公司 东洋曹达工业 三井デエボンポリケ ミカル 住友化学工业 三菱油化 日本ユニカー 日本合成化学工业	EVA ウルトラセン エバヘレックス スツテート エカロン—エバ NUC コポリマー EVA ソアレックス EVA-28/250 EVA-30/30 EVA-28/100 EVA-30/10 EVA-14/5 EVA-10/9	 28±2 30±2 28±2 30±2 144±2 10±2	 250±50 30±2 100±10 104±2 5±2 9±2	 热熔性,胶黏剂 胶黏剂,改性剂 胶黏剂 胶黏剂,改性剂 注塑,发泡、薄膜和涂层材料 注塑成型材料

【应用范围】 因具有较好的拉伸强度和抗冲击强度,适于制作板材、汽车零部件、软管、电线电缆包覆材料、鞋底、垫圈和填缝材料以及食品包装薄膜等。

【性能参数】 原料橡胶性能如下。

项 目	VA 12 ^①	VA 33 ^①	项 目	VA 12 ^①	VA 33 ^①
相对密度	0.935	0.95	拉伸强度/MPa	19.6	9.8
熔融流动指数/(g/10min)	2.5	43	扯断伸长率/%	750	900
维卡软化温度/℃	60	45	耐应力龟裂性/h	1000 以上	1000 以上
脆性温度/℃	-60 以下	-60 以下	热导率/[W/(m·K)]	0.3	0.35

① VA 12 为 EVA 中乙酸乙烯酯 (vinyl acetate) 含量 12%; VA 33 为 EVA 中乙酸乙烯酯含量 33%。

7.6.2 热塑性乙烯-丙烯酸乙酯弹性体

热塑性乙烯-丙烯酸乙酯弹性体 (thermoplastic ethylene ethylacrylate elastomer) 是乙烯与丙烯酸酯共聚物系列中的一种,简称 EEA。共聚物中引入丙烯酸乙酯共聚单体使其柔性增加、软化温度降低,它们的性能与乙烯-乙酸乙烯酯共聚物相似。低温性能与 EVA 平行,抗应力龟裂好。能挤压、注压和吹塑加工。由于共聚物优异的坚韧性和好的低温性能,可用于制作汽车护板、柔性软管、家庭用具、包装薄膜、电器接头覆盖物等。EEA 与 EVA 的性能比较见表 1-7-18。

表 1-7-18 EEA 与 EVA 的性能比较

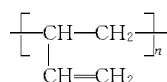
项 目	EVA				EEA				
	注射级和吹塑级			吹塑级	注射级			挤出级和吹塑级	
	乙酸-乙烯酯结合量/%				丙烯酸乙酯结合量/%				
	12	18	33	9.5	5.5	6.5	18	15	20
熔融指数/(g/10min)	2.5	2.5	25.0	0.8	8.0	8.0	6.0	1.5	2.2
相对密度	0.935	0.94	0.95	0.928	0.946	0.938	0.931	0.930	0.933
拉伸强度(室温)/MPa	19	19	9.9	19	17	12	11	15	14
扯断伸长率(室温)/%	750	750	900	725	50	200	700	700	750
刚性/MPa	66	30	6.9	76	—	—	—	—	—
刚性(中等割线)/MPa	—	—	—	—	483	276	35	52	28
冲击强度/(J/m ²)	0.28	0.28	0.18	—	—	—	—	—	—
硬度(邵尔 D)	—	—	—	—	56	50	32	32	29
维卡软化温度/℃	65.6	58.9	48.9	77.8	—	—	60	—	—
脆性温度/℃	< -106	< -106	< -106	< -106	—	—	-105	9	—
应力龟裂(50%破坏点)/h	>1000	>1000	>1000	—	—	—	>1000	—	—

7.7 1,2-聚丁二烯热塑性弹性体

在前面曾介绍 1,2-间同聚丁二烯 (JSR RB), 其 1,2-间同立构含量为 90% 的高 1,2-聚丁二烯呈现树脂性质, 称 RB 树脂, 更确切地说, 应是热塑性弹性体。日本合成橡胶公司于 1974 年采用钴系齐格勒催化剂溶液聚合生产出 1,2-间同聚丁二烯热塑性弹性体, 已商品化, 年生产能力 1 万吨。该弹性体含 1,2-间同立构 90% 以上, 结晶度 15%~35%。

【制法】 丁二烯单体在钴系齐格勒催化剂引发下, 经溶液聚合而得。

【结构】 1,2-聚丁二烯热塑性弹性体 (thermoplastic 1,2-poly-butadiene elastomer) 的分子结构为



其中, 间同-1,2-结构含量为 90% 以上。

【品种牌号】 仅日本合成橡胶公司一家生产, 其品种牌号见表 1-7-19。

表 1-7-19 1,2-聚丁二烯热塑性弹性体品种牌号

商品牌号	相对密度	折射率 (25℃)	熔融流动指数 (150℃, 2.16kg)/(g/10min)	熔点/℃	脆性温度	硬度 (邵尔 A/邵尔 D)
JSR RB 805	0.899	—	3	70	-42	69/19
JSR RB 810	0.901	1.513	3	75	-40	79/32
JSR RB 820	0.906	1.515	3	80	37	91/40
JSR RB 830	0.909	1.517	3	90	35	95/47

【加工与配合】 可用挤出成型和吹塑成型。由于含大量乙烯基, 在热和光作用下易被活化发生降解, 也易与其他化学药剂反应, 故需添加稳定剂以提高稳定性。可用硫黄和有机过氧化物硫化。

【基本特性】

- ① 具有热塑性弹性体的一般特性。
- ② 由于侧链有双键所以可用硫黄、有机过氧化物硫化。
- ③ 透明性、耐候性、电绝缘性良好。
- ④ 因为侧链的官能团赋予化学反应的可能。
- ⑤ 与温度的依赖性稍大些。

【应用范围】 可用以制作硫化海绵、注射硫化制品、鞋底、感光性树脂和包装薄膜等。

【性能参数】

原料橡胶性能如下。

透明性	透明	硬度(JIS A)	69~98
相对密度	0.899~0.913	硬度(邵尔 D)	19~53
熔点/℃	70~110	压缩永久变形/%	34~41
维卡软化温度/℃	36~88	回弹性/%	42~56
脆性温度/℃	-42~-32	介电常数(1000Hz)	2.6
300%定伸应力/MPa	2.94~10.4	介电损耗角正切(1000Hz)	0.0045
拉伸强度/MPa	5.0~16.6	介电强度/(kV/mm)	46
扯断伸长率/%	630~780	体积电阻率/Ω·cm	2×10 ¹⁷
撕裂强度/(kN/m)	26.5~93	吸水率(24h)/%	0.018

代表性热塑性弹性体的加工性如图 1-7-4 所示。

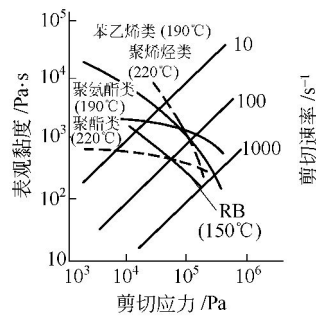


图 1-7-4 代表性热塑性弹性体的加工性

7.8 反式聚异戊二烯热塑性弹性体

反式聚异戊二烯在前面已有过介绍，这里仅做一些补充。反式聚异戊二烯热塑性弹性体 (thermoplastictrans-polyisoprene elastomer) 有 40%左右的结晶度。可以在比较低的温度下成型制作，因此有强韧性能。它的原料橡胶性能参数如下。

透明性	白色半透明	100%定伸应力/MPa	8.2~8.8	撕裂强度/(kN/m)	78~98
相对密度	0.96	300%定伸应力/MPa	18.6~20.6	硬度(JIS A)	77~82
熔点/℃	67	拉伸强度/MPa	26.5~30.4	硬度(邵尔 D)	44~48
维卡软化温度/℃	53~58	扯断伸长率/%	420~472		

7.9 热塑性天然橡胶

热塑性天然橡胶 (thermoplastic natural rubber) 和一般的热塑性弹性体相同，既具有硫化胶的弹性和力学性能，又兼有热塑性塑料的加工特性，简称 TPNR。可以通过机械共混和接枝方法制得。因而有热塑性天然橡胶共混物和热塑性天然橡胶接枝物，前者简称 TPNR blend，后者简称 TPNR graft。也称共混型热塑性天然橡胶和接枝型热塑性天然橡胶，在马来西亚两者均有产品供应市场。

7.9.1 共混型热塑性天然橡胶

共混型热塑性天然橡胶 (thermoplastic natural rubberblend) 系天然橡胶与聚烯烃机械共混，通过动态硫化作用而制得。为马来西亚于 1978 年开发成功。

【制法】 天然橡胶 SMRL 或相当的浅色品级的橡胶和聚丙烯或聚丙烯共聚物，在密炼机中按要求比例进行共混，并加入适量有机过氧化物（如过氧化二异丙苯），温度升至树脂的熔点，然后加入防老剂就可制得。硬度范围为邵尔 A50~95。

共混物的配比和配方见表 1-7-20。

表 1-7-20 共混物的配比和配方

组 成	配 合 量/份							
天然橡胶 SML 5L	65	60	50	40	65	60	50	40
聚丙烯	25	40	50	60	17.5	20	25	30
高密度聚乙烯	—	—	—	—	17.5	20	25	30
过氧化二异丙苯	0.39	0.30	0.30	0.24	0.39	0.36	0.30	0.24
防老剂	1	1	1	1	1	1	1	1

【结构】 共混型热塑性天然橡胶的结构与动态硫化法制得的热塑性聚烯烃硫化体的相类似。

【品种牌号】 有软品级、中间品级和硬品级三类。

① 天然橡胶 80/聚丙烯 20，硬度 70A，有较好的弹性性能。

② 硬度 50A 的，需加入中流动品级 EVA 28%，在密炼机中混入可制得，也可用较软的低密度聚乙烯软化。

③ 硬品级的天然橡胶 15/聚丙烯 85，在制备时，加硫化剂过氧化物的同时添加硫化共剂 *N,N'*-间亚苯基双马来酰亚胺（商品名 HVA-2，Du Pont 公司出品）。

【加工与配合】 可用塑料注射机模制。压缩模制质量不是很好。对特殊性能的一般限于少量填料。为降低成本可加中等量廉价填料，5 份炭黑或二氧化钛加入防护紫外线料和色料。为降低硬度和熔体黏度可加入矿物油，正常量为 5%~15%，在制备时于密炼机中加入混合。

【基本特性】 有与聚烯烃热塑性弹性体相同的性质，共混型热塑性天然橡胶有一些显著的性能。

① 低温柔性和高的软化温度。

② 低温下高的冲击强度。

③ 耐酸碱和盐的水溶液。

④ 比热塑性聚氨酯弹性体有更低的相对密度。

⑤ 比硫化橡胶更低的生产成本。

【应用范围】 主要用于：汽车保险杠、阻流板、垫板、挡泥板等；电插头和连接器，蓄电池顶盖；操纵柄把手，脚踏扣和工具把手；化学槽衬里和热成型产品等。

【性能参数】

(1) 原料橡胶

相对密度	0.91	拉伸强度/MPa	5.9~19.6
硬度(邵尔)	70A~60D	扯断伸长率/%	200~500

(2) 各品级的代表性能

① 软品级热塑性天然橡胶的代表性能

硬度(邵尔 A)	50	60	70	80	90
100%定伸应力/MPa		2.6	3.7	4.7	6.4
拉伸强度/MPa	5.7	8.0	10.0	11.0	12.8
扯断伸长率/%	350	300	300	330	330
撕裂强度/(kN/m)	21	21	27	25	25
拉伸变形/%	7.5	13	16	20	23
压缩变形/%					
23℃×22h	25	27	25	37	39
70℃×22h	80	38	40	50	55
7 天油中体积溶胀率/%					
ASTM 1# 油,23℃		14	9	9	7
ASTM 2# 油,23℃		19	13	12	9
ASTM 3# 油,23℃		71	53	47	35
ASTM 1# 油,100℃		101	80	67	61
ASTM 2# 油,100℃		151	123	108	82
ASTM 3# 油,100℃		190	164	139	116

② 中间品级热塑性天然橡胶的性能

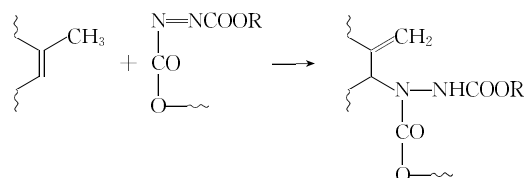
挠曲模量/MPa	330	400	600
屈服应力/MPa	8.5	10.5	12.6
拉伸强度/MPa	20	23	25
悬臂梁式冲击强度(−30℃)/(J/m)			
1mm 槽口端部半径	>640	>640	420
0.25mm 槽口端部半径	300	450	105

③ 硬品级热塑性天然橡胶的性能 NR 15/PP 85

添加物	HVA-2	HVA-2	树脂	HVA-2
挠曲模量/MPa	900	900	900	1100
屈服应力/MPa	16	19	19	24
扯断伸长率/%	650	200	660	630
悬臂梁式冲击强度(−30℃)/(J/m)				
1mm 槽口端部半径	>640	250	260	120
0.25mm 槽口端部半径	400	90	—	—

7.9.2 接枝型热塑性天然橡胶

接枝型热塑性天然橡胶 (thermoplastic natural rubber graft) 是 1980 年由马来西亚开发引入的, 是利用天然橡胶主链骨架的双键与偶氮二羧基化聚苯乙烯 (azodicarboxylated polystyrene) 起偶联反应而加成于异戊二烯的双键上而制成的, 反应如下。



偶氮二羧基化聚苯乙烯是利用丁基锂和环氧乙烷通过阴离子聚合和苯乙烯聚合而得, 称为偶氮末端化聚苯乙烯, 简称偶氮 PS。

接枝热塑性天然橡胶就是天然橡胶或合成聚异戊二烯与偶氮聚苯乙烯在高剪切混炼机中掺混, 温度在聚苯乙烯熔点以上, 就发生接枝反应。从三种不同聚苯乙烯量的应力-应变曲线形状表明微相分离与嵌段共聚物的相分离类似, 最高聚苯乙烯量的表示存在连续的聚苯乙烯相。从最高拉伸强度看是在约 40% 聚苯乙烯时出现。

接枝热塑性天然橡胶配入防老剂、油类、填料和结晶聚苯乙烯, 如同在嵌段共聚物的配合方法, 以调节硬度、熔体黏度和成本。

原料橡胶的性能参数如下。

相对密度	0.94	拉伸强度/MPa	9.8~24.5
硬度(邵尔 A)	40~95	扯断伸长率/%	300~800

几个代表胶料的性能如下。

组成和性能	指 标				
接枝热塑性天然橡胶(40% PS)	100	100	100	100	100
结晶聚苯乙烯(PS)	38	30	20	30	30
环烷烃油	20	20	20	30	30
白垩粉					10
熔融流动指数(190℃, 2.16kg)/(g/10min)	6	11	11	27	21
100%定伸应力/MPa	4.1	3.6	3.0	2.0	2.7
300%定伸应力/MPa	9.9	10.0	7.0	6.6	7.6
拉伸强度/MPa	10.8	11.9	9.5	10.0	10.5
扯断伸长率/%	335	355	370	410	370

接枝热塑性天然橡胶的性能处于苯乙烯-丁二烯嵌段共聚物的范围之内，因而可应用于嵌段共聚物应用的地方，代替苯乙烯-丁二烯嵌段共聚物使用。该类热塑性弹性体价高。

7.10 聚氯乙烯热塑性弹性体

聚氯乙烯热塑性弹性体 (polyVinyl chloride thermoplastic elastomer) 是日本研制开发的，是在制造软聚氯乙烯时，经悬浮乳酸聚合使之产生含有凝胶并与丁腈橡胶等橡胶共混制得。简称 PVC-TPE。其生产厂家和牌号如下。

生产厂家	商品牌号	生产厂家	商品牌号
住友ベークライト	スミフレックス	信越化学工業	EZ800
三菱モンサント化成	サンブレ	钟渊化学工業	XEL
チッソ	エラスリット	电気化学工業	テンカオマー G
东亚合成化学工業	アロンエラスト	理研ヒニル工業	

聚氯乙烯热塑性弹性体具有一般热塑性弹性体的特性，并且既保持聚氯乙烯的优良性能，又具有耐燃性、耐候性、耐油性等性能。同软质聚氯乙烯比较具有压缩变形低、耐屈挠、抗蠕变性好的特点。

主要应用于制造汽车部件、电线、工业部件等。

其原料橡胶的性能参数如下。

相对密度	1.15~1.38	拉伸强度/MPa	10.8~21.6	压缩永久变形(70℃×22h)/%	38×52
脆性温度/℃	-60~-38	扯断伸长率/%	300~500		
100%定伸应力/MPa	2.5~7.5	硬度(JISA)	40~90		

7.11 氯化聚乙烯热塑性弹性体

氯化聚乙烯热塑性弹性体 (chlorinated polyethylene thermoplastic elastomer) 系聚乙烯在水悬浮中通入氯气反应而制得。未硫化的热塑性弹性体仍可与胺类、过氧化物进行交联。具有耐热性、难燃性、耐臭氧性及良好的耐药品性，且与聚氯乙烯等树脂相容性好，难以制得低硬度的产品。主要用于树脂改性、电线电缆包覆、汽车部件、土木建筑等。目前美、日、德各国均有生产。其生产厂家和商品名称如下。

国家	生产厂家	商品名称	国家	生产厂家	商品名称
德国	Hoechst	Hostil-Z	日本	昭和业化	エラスレン
美国	Dow Chemical	Dow CPE		大阪曹达工業	ダイソラック G

其原料橡胶的性能参数如下。

透明性	透明~不透明	拉伸强度/MPa	8.8~34.2	介电强度/(kV/mm)	14.1~14.3
相对密度	1.13~1.28	扯断伸长率/%	180~650	体积电阻率/ $\Omega \cdot \text{cm}$	10~1015
脆性温度/℃	-70~-20	硬度(JIS A)	60~85	吸水率(24h)/%	0.3~2.0
100%定伸应力/MPa	0.98~2.9	硬度(邵尔 D)	45~90 ^①		
300%定伸应力/MPa	1.08~13.7	介电常数(1000Hz)	6.7~7.9		

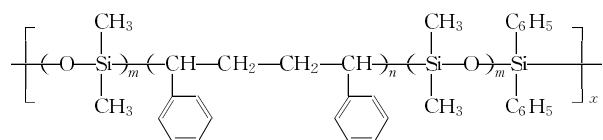
① 90 可能所引资料有误，似应为 70 较合适，请参考。——引者注

7.12 聚硅氧烷类热塑性弹性体

聚硅氧烷类热塑性弹性体 (polysiloxane based thermoplastic elastomer) 是以聚二甲基硅氧烷为软段, 聚苯乙烯、聚双酚 A 碳酸酯等为硬段的嵌段共聚物, 具有热塑性弹性体行为。由于聚二甲基硅氧烷弹性体具有低温柔顺性、电性能、耐臭氧性、耐候性等优良特性, 可用热塑性塑料加工方法加工成型为各种橡胶制品, 无需补强和硫化, 能在较宽温度范围内使用, 因此这类热塑性弹性体发展较快。

7.12.1 聚苯乙烯-聚二甲基硅氧烷嵌段共聚物

聚苯乙烯-聚二甲基硅氧烷嵌段共聚物 (block copolymer of polystyrene-polydimethylsiloxane) 为美国 Dow Corning 公司开发, 是聚苯乙烯与聚二甲基硅氧烷短嵌段多次交替的嵌段共聚物。由六甲基环三硅氧烷和活性 α, ω -二锂聚苯乙烯在极性溶液中开环聚合而得。其分子结构为



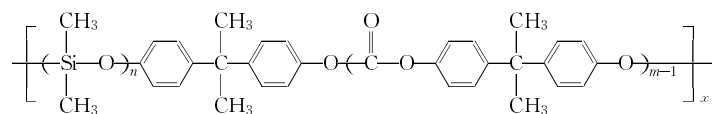
共聚物的性能取决于分子量和硬、软段的比例, 随着硬段聚苯乙烯含量增加, 共聚物的应力增大, 伸长率下降。

也可以 α -甲基苯乙烯取代苯乙烯而得 α -甲基苯乙烯-聚二甲基硅氧烷嵌段共聚物。这种嵌段共聚物的拉伸强度明显增大, 耐热性能提高。

这类嵌段共聚物的性能与二甲基硅氧烷嵌段链节含量有关, 只有当其含量超过 65% 时, 共聚物才呈现出橡胶特性。

7.12.2 聚二甲基硅氧烷-聚双酚 A 碳酸酯嵌段共聚物

聚二甲基硅氧烷-聚双酚 A 碳酸酯共聚物 (polydimethylsiloxane and polybiphenol A carbonate block copolymer) 为美国 General Electric 公司研制开发的, 它是无规嵌段共聚物。由双酚 A 和 α, ω -二氯端基二甲基硅氧烷低聚体的混合物在吡啶存在下进行光气化, 然后再在二氯甲烷溶液中进行嵌段共聚得到。其分子结构为

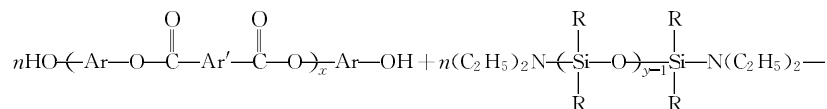


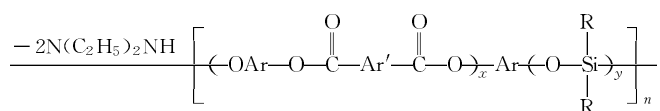
聚碳酸酯的含量影响共聚物的性能。在嵌段共聚物中聚碳酸酯含量一般为 35%~85%, 含量更高时, 共聚物呈皮革状。


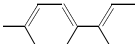
聚二甲基硅氧烷-聚双酚 A 碳酸酯共聚物的电性能优良, 抗电晕, 透气性良好。是制造富氧空气膜以及涂料和胶黏剂的优良材料。

7.12.3 聚二甲基硅氧烷-聚芳酯嵌段共聚物

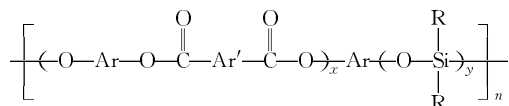
聚二甲基硅氧烷-聚芳酯嵌段共聚物 (polydimethylsiloxane and polyaromatic ester block-copolymer) 的合成路线可用下式表示。





式中，Ar、Ar'代表芳基，如 ，等；R代表CH₃或C₆H₅。

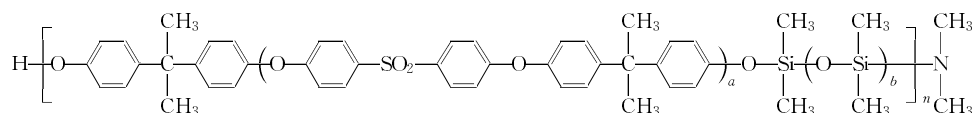
其分子结构式为



这种热塑性硅橡胶具有良好的力学性能、耐水性和热氧化稳定性，并能在-100~250℃温度范围内保持橡胶特性。随嵌入的硅氧烷链段的增加，共聚物的相对伸长增加，但拉伸强度下降。

7.12.4 聚砜-聚二甲基硅氧烷嵌段共聚物

聚砜-聚二甲基硅氧烷嵌段共聚物（polysulfone-polydimethylsiloxane blockcopolymer）为美国 Union Carbide 公司研制开发。它是以端羟基聚砜和端二甲氨基聚二甲基硅氧烷预聚物在氯苯中反应制得。它是聚砜为硬段、聚二甲基硅氧烷为软段的嵌段共聚物，其分子结构为



这种嵌段共聚物的力学性能取决于两种嵌段结构的分子量。为保持热塑性，聚砜含量应少于70%（质量分数），聚二甲基硅氧烷含量至少在50%（质量分数）。后者含量愈高，弹性越好。含65%以上聚硅氧烷嵌段链节的共聚物具有优异的回弹性和良好的机械强度，最高使用温度可达170℃。

7.12.5 硅橡胶-聚乙烯共混物

硅橡胶-聚乙烯共混物（silicone rubber-polyethylene blend）是聚甲基硅氧烷和聚乙烯机械共混而制得，属聚合物合金型热塑性弹性体（polymeralloy type thermoplastic elastomer）。聚甲基硅氧烷为分散相，聚乙烯为连续相。共混物两相间有少量接枝和交联。这类共混物适于注压和挤出成型。其性能如表 1-7-21。

表 1-7-21 硅橡胶-聚乙烯共混物及其均聚物性能

项 目	共 混 物	聚乙烯(Dow 130)	聚硅氧烷(Silastic 55)
拉伸强度/MPa	9.96	15.18	8.96
扯断伸长率/%	550	760	600
模量/MPa	31.05	82.74	—
体积电阻率/ $\Omega \cdot \text{cm}$	4×10^{15}	1×10^{16}	5×10^{14}
介电常数			
1000Hz	2.5	2.4	3.0
1000kHz	2.6	2.4	—
介电损耗角正切			
1000Hz	0.0019	0.0011	0.0015
1000kHz	0.0014	0.0020	—

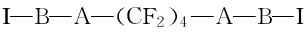
7.13 热塑性含氟弹性体

热塑性含氟弹性体（thermoplastic fluoroelastomer）是日本大金工业公司开发的。它是

含氟共聚物为软段、另一含氟共聚物为硬段的嵌段共聚物。在常温下具有橡胶的弹性，而高于硬段熔点时也呈现热塑性树脂行为。简称为 Daiel TPE（ダイエル TPE）。

【制法】 应用活性自由基合成法，即将自由基聚合中生成的分子链末端部分活化来合成氟橡胶嵌段共聚物。在有机碘化合物 $[I(CF_2)_4I]$ 和引发剂存在下，加入 A 单体组分，进行乳液聚合，然后加入 B 单体组分继续聚合，得到嵌段共聚物。

【结构】 热塑性含氟弹性体的分子结构为



A 嵌段：偏氟乙烯、六氟丙烯和四氟乙烯。

B 嵌段：四氟乙烯、乙烯和少量第三组分（如全氟甲基乙烯基醚、六氟异丁烯等）。

A、B 嵌段中的单体组成可根据性能要求而加以调整。

【品种牌号】 有两个牌号：Daiel TPE T 530 和 Daiel TPE T 630。

T 530：弹性段，偏氟乙烯-六氟丙烯共聚物；塑性段，四氟乙烯-乙烯共聚物。

T 630：弹性段，偏氟乙烯-六氟丙烯共聚物；塑性段，聚偏氟乙烯。

【加工与配合】 可采用一般热塑性塑料的挤出、注射和压缩热熔方法加工成型。采用与 FPM 2601、FPM 2602 和 Viton 相同的硫化体系如过氧化物和多元醇硫化体系进行硫化成型。用辐射交联可改善制品的耐热性和力学性能。此外也可利用溶液做涂装和浸渍等用。

【基本特性】

- ① 介于氟橡胶和氟树脂中间的性质。
- ② 有优良耐热性、耐候性、耐药品性和不燃性。
- ③ 成本高。

【应用范围】 广泛用于化工和机械工业，特别适用于要求无毒、透明、耐热、耐腐蚀的半导体；医药、生物、食品、电子、纤维以及土木建筑等领域；主要用于制作软管、导管、热收缩管、薄膜板、涂层、导线被覆、热熔性胶黏剂、密封胶和氟橡胶改性用等。

【性能参数】

原料橡胶性能如下。

透明性	无色半透明	拉伸强度/MPa	1.96~14.7	回弹性/%	10
相对密度	1.84~2.0	扯断伸长率/%	600~1000 以上	介电常数(1000Hz)	5.7~7.7
熔点/℃	160~220	撕裂强度/(kN/m)	19.6~29.4	介电损耗角正切(1000Hz)	0.06~0.07
100%定伸应力/MPa	1.47~3.43	硬度(JIS A)	61~67	介电强度/(kV/mm)	19
300%定伸应力/MPa	2.9~4.9	压缩永久变形/%	10	体积电阻率/ $\Omega \cdot \text{cm}$	$10^{13} \sim 10^{14}$

7.14 离子型热塑性弹性体

离子型热塑性弹性体（ionic thermoplastic elastomer）也称离子聚合体，简称离聚体，也可称弹性物离子聚合体（elastomeric ionomex）。是指含有 15%（摩尔分数）以下的离子基团的弹性体。这些基团形成离子簇在常温下构成物理交联网络，使高聚物显示弹性；而在升高温度时发生解离，恢复高聚物的熔融流动行为，从而构成热塑性。最早于 20 世纪 50 年代初为美国 Goodrich 公司引入并工业化的丁二烯-丙烯腈-丙烯酸三元共聚物，商品名为 Hycar。1960 年 Du Pont 公司开始生产一种含锌离子或钠离子的乙烯-甲基丙烯酸共聚物离子聚合体，商品名为 Surlyn。20 世纪 70 年代以后，离聚体研究开发工作甚为活跃，开发出系列产品，如 Du Pont 公司的 Nafin，系全氟磺酸盐离子聚合体；日本 Asahi 玻璃公司的

Flemion, 为全氟羧酸盐离子聚合体等, 已商品化了。有的还处在实验室阶段, 总之目前正在发展之中。据报道, 20 世纪 80 年代在其结构和应用研究方面已有不少新的进展。

离子聚合体的制备方法有共聚法和高聚物化学改性法两种。共聚法如烯烃类单体与含羧基不饱和单体共聚后, 用金属氢氧化物、乙酸盐等中和。高聚物化学改性法是烯烃类单体直接与含盐基单体共聚, 或者以烯烃类单体与丙烯酸酯共聚生成的共聚物, 再进行部分水解和皂化, 使部分酯基变成羧基或盐基, 如 Du Pont 公司的 Surlyn。

化学改性法是弹性体通过化学改性, 在分子链上引入羧基、磺酸基等, 如三元乙丙橡胶磺化制备离子聚合体等。

7.14.1 乙烯-甲基丙烯酸共聚物离子聚合体

乙烯-甲基丙烯酸共聚物聚合体 (ionomer of ethylene-methacrylic acid copolymer) 是 Du Pont 公司于 20 世纪 60 年代初开发的含锌离子或钠离子的乙烯-甲基丙烯酸共聚物, 商品名为 Surlyn。这种离子聚合体由含有一些交叉链的离子键构成网络结构。其化学结构使得其性质明显不同于未改性的聚乙烯, 而具有某些弹性物的性能。加工技术与低密度聚乙烯和乙烯-乙酸乙烯酯相似。其代表性能如下。

相对密度	0.93~0.97	介电损耗角正切	0.001~0.003
冲击强度		介电常数	2.4
悬臂梁式冲击/(J/m)	304.4~779.6	维卡软化点/°C	61~80
拉伸冲击/(kJ/m ²)		耐化学品	
23°C	504~1186	酸	侵蚀慢
-40°C	430.5~819	碱	耐碱
脆性温度/°C	-71 以下	烃类	慢溶胀
拉伸强度/MPa	14.3~29.9	酮-醇	某些醇应力龟裂
屈服强度/MPa	8.8~28.6	植物油	高度耐植物油
扯断伸长率/%	280~520	动物油	高度耐动物油
模量/MPa	68~374	矿物油	好的耐矿物油

该材料虽开发很早, 但未被大量应用。其特点是硬度高, 坚韧而有弹性, 加工过程中粘辊严重, 仅限于特别用途的使用。日本三井・デェボンポリケツカル也开发了同类的产品, 商品名为ハイッラン。

7.14.2 磺化乙烯-丙烯三元共聚物离子聚合体

磺化乙烯-丙烯三元共聚物离子聚合体 (sulfonated EPDM ionomer) 也称磺化三元乙丙橡胶离子聚合体, 为美国 Uniroyal 化学公司研制开发, 是一类新的弹性物离子聚合体, 该公司命名为离子弹性体 “ionic elastomer”, 代号 IE。该材料是三元乙丙橡胶 (EPDM) 经磺化后与适合的盐基中和而形成, 明显改进了物理性能。特别是与金属盐基中和得到的离子弹性体, 由于存在有合适的极性添加物, 在中度温升下显示热塑性弹性体行为。该极性添加物作为离子的增塑剂使用, 称为 “离子分解剂”, 它增进在温升下离子相互作用的热离解, 从而在剪切下流动。现已有三个品级, 是用锌中和的磺化 EPDM 离子聚合体, 见表 1-7-22。

表 1-7-22 锌中和磺化 EPDM 离子聚合体

牌 号	IE 1025	IE 2590	IE 200
基础胶 EPDM 门尼黏度[ML(1+4)100°C]	45~50	45~50	85~90
基础胶 EPDM 乙烯/丙烯比	51/49	51/49	68/22
磺化/(mg 当量/100g 胶)	10	25	20
离子基团(质量分数)/%	1.1	2.7	2.2
平衡离子(counter-ion)	锌	锌	锌

该材料呈粉末状或颗粒状，在密炼机中混炼无困难。预混成粉末掺混物连续挤出。可以用注压和挤出加工。配合技术与普通传统的橡胶配合有些不同，用于磺化 EPDM 离子聚合体的代表性配合剂如下。

配 合 剂	使用量/份	可使用的实例
离子分解剂	5~35	硬脂酸锌、乙酸锌盐、硬脂酰胺
操作油	25~200	石蜡油、环烷油
填料	25~250	炭黑、二氧化硅、陶土、碳酸钙、金属氧化物
其他聚合物	10~126	聚乙烯、聚丙烯
加工助剂	2~10	石蜡、润滑剂
防老剂 ^①	0.2~2.0	Naugard 445, Irganox 1010

① Naugard 446 为二烷基化二苯胺，Uniroyal 产品。

Irganox 1010 为四[3-(3,5-二叔丁基-4-羧基苯基)丙酸]季戊四醇酯。不使用硫黄促进剂或过氧化物，与三元乙丙橡胶在配合中明显的不同是使用“离子分解剂”为离子的增塑剂。

磺化 EPDM 离子聚合体的性能取决于品级类型和配合剂使用量。一般可大量加入填料增容而保持有用的强力性能，其特性如下。

- ① 可溶于大部分烃溶剂和少量极性溶剂的混合熔剂，如己烷 95/甲醇 5。
- ② 耐天候和热老化，具有低温柔顺性和热稳定性。
- ③ 不需硫化，废料可再回收使用。
- ④ 密封的热焊接，具有热可焊接性。
- ⑤ 可作为其他材料的改性剂，如尼龙改性、沥青改性等。
- ⑥ 可配入大量填料和油类，有降低成本的效果。

IE 200 是高乙烯结合量和较高分子量的 EPDM 为基础胶的新牌号品级，它可得到聚合物结合量较低而硬度低、强度高的胶料。与 IE 2590 的性能比较如下。

项 目	IE 2590 胶料 ^①	IE 200 ^①	项 目	IE 2590 胶料 ^①	IE 200 ^①
硬度(邵尔 A)	43	49	拉伸强度/MPa		10.5
100%定伸应力/MPa	1.1	1.5	扯断伸长率/%		720

① 离子弹性体 100，硬脂酸锌 20，石蜡油 160，碳酸钙 160，酚类防老剂 0.5。

磺化三元乙丙橡胶离子聚合体可应用在热塑性弹性体的许多方面。制作高性能的单层卷材、隔膜、高强度的焊接搭缝、胶管、鞋、机械制品、胶黏剂、冲击改性剂和沥青改性剂以及热塑性弹性体和其他材料的改性剂等。

下面列举一个磺化三元乙丙橡胶防水片材的配方 (IE 2-AA)。

IE 2590	100	防老剂 Naugard 445	1	石蜡操作油 ^②	75
高密度聚乙烯 ^①	15	超耐磨炉黑(N110)	60		
硬脂酸锌	25	快压出炉黑(N550)	30		

① 为 Marlex 6060。

② 为 Sunpar 2280。

7.15 熔融加工型热塑性弹性体

熔融加工型热塑性弹性体 (meh processible thermoplastic elastomer) 首次由美国 Du Pont 公司于 1985 年引入市场，也称熔融加工型橡胶，简称 MPR。是一类新的热塑性弹性

体,系乙烯互聚物(interpolymer)与氯化聚烯烃组成的合金,其乙烯聚合物组成已就地部分交联。加入增塑剂和填料可赋予产品柔性和补强作用。商品名为 Alcryn。与热固性橡胶相似,聚合物限定熔融加工橡胶网络是无定形的,有很低的扭曲模量、优异的拉伸变形、线性比例的应力-应变曲线,近似硫化的氯丁橡胶和丁腈橡胶,因此其产品具有硫化胶的感觉和表现。现已有 10 多个品级,硬度 55~80(邵尔 A)。其品种牌号见表 1-7-23。

表 1-7-23 熔融加工型热塑性弹性体 Alcryn 的品种牌号

品种牌号	相对密度	硬度 (邵尔 A)	特 性	备 注
Alcryn 1000	1.14~1.35		有三类:①性能类——黑色;②通用类——黑色;③通用类——本色(可着色)。每类各有三个硬度级	
Alcryn 1201	1.19(黑色) 1.23(黑色) 1.25(黑色)	60 70 80	优异的着色性和颜色稳定性,优异的耐热、耐油、耐天候、耐臭氧性和较好的耐化学性,结合综合性能比硫化 TPEs 好	密封、垫片、管、管道、电线、电缆包覆、涂布、电材、挡风条和其他复杂外形挤压品
Alcryn ALR-6331	1.22(黑色)	75	特殊挤出级,优异的着色性和颜色稳定性,优异的耐热、耐油、耐天候、耐臭氧和较好耐化学性结合,综合性能比硫化 TPEs 好	密封、垫片、管、管道、电线、电缆包覆、涂布、电材、挡风条和其他复杂外形挤压品
Alcryn 通用型				
ALR-6368	1.15(黑色)	55	特殊挤出级,优异的着色性和颜色稳定性,优异的耐热、耐油、耐天候、耐臭氧和较好耐化学性结合,综合性能比硫化 TPEs 好	密封、垫片、管、管道、电线、电缆包覆、涂布、电材、挡风条和其他复杂外形挤压品
ALR-6368	1.18(本色)	55		
ALR-6369	1.18(黑色)	65		
ALR-6369	1.26(本色)	65		
ALR-6370	1.22(黑色)	75		
ALR-6370	1.25(本色)	75		
Alcryn 注压级				
ALR-6739	1.15(黑色)	70	特殊挤出级,优异的着色性和颜色稳定性,优异的耐热、耐油、耐天候、耐臭氧和较好耐化学性结合,综合性能比硫化 TPEs 好	密封、垫片、管、管道、电线、电缆包覆、涂布、电材、挡风条和其他复杂外形挤压品
ALR-6741	1.21(本色)	70		

Alcryn 热塑性弹性体可用塑料加工和橡胶加工设备进行挤出、注压、吹塑以及压延、模压等方法加工成型。

Alcryn 热塑性弹性体具有下列各种特性。

- ① 具有理想的黏度和熔体强度。
- ② 有硫化胶的感觉和回复性能。
- ③ 显著的耐油性,好的耐化学药品性。
- ④ 优异的耐天候、耐臭氧和耐紫外线的性能。
- ⑤ 边角料废料可再使用。
- ⑥ 着色性好且颜色稳定性高。
- ⑦ 具有中等好的性能和价格的合理性。

熔融加工型热塑性弹性体 Alcryn 主要用于制造重要的橡胶机械制品,大多数制成挤出制品。利用挤出和挤出吹塑成型工艺制造的产品,用于建筑和汽车的窗密封、管、管道、涂胶布、密封垫片、汽车零部件、电缆护套、复杂外形挤出件、电套管、仪器控制板垫片和吹塑汽车后部的行李箱等。

第8章 液体橡胶

液体橡胶 (liquid rubber) 一般系指低分子量的线型聚合物, 为稀油状至黏稠状的可流动性液体。其黏度随分子量大小而异, 通常分子量在 500~10000 之间。通过适当的化学反应, 可形成三维网状结构, 它是具有与普通硫化胶类似的力学性能的高弹性物质。从加工方面来看, 其特点就是通过扩链式交联进行硫化, 成为高弹性橡胶。

液体橡胶与固体橡胶相比, 分子量较低, 属于低聚物。在常温下是流动性的液体, 加工成型比较方便, 注入模型后, 可和热固性树脂一样, 在模型内进行扩链, 就地完成交联而得到成品。

液体橡胶并非弹性材料的一个独立分支, 它的发展历史大体与弹性体的合成同步。早于 1923 年 H. V. Hardman 将天然橡胶进行解聚, 制得液体天然橡胶, 这就是最初的液体橡胶。1925 年不含官能团的液体聚丁二烯问世并开始商品生产。1929 年美国 Thiokol 化学公司生产液体聚硫橡胶。随后液体聚氨酯橡胶、液体硅橡胶相继出现。但是当时液体橡胶的应用还不广泛。到了 20 世纪 50 年代, 液体聚硫橡胶用于火箭固体燃料的胶黏剂后, 由于航天技术的推动, 液体橡胶的生产技术和应用研究才被重视而得到较大的发展。如美国 Du Pont 公司和 Richardson 公司分别研究开发了液体聚丁二烯, 商品名称为 Budium 和 Ricon。20 世纪 60 年代初 Uraneck 和 Hsieh 发表遥爪聚合物的合成技术以后, 液体橡胶得到了迅速发展。至 20 世纪 70 年代初, 液体聚丁二烯的生产已具相当规模。20 世纪 80 年代中的产量约 20 万吨/年。

我国从 20 世纪 60 年代开始进行有关液体橡胶的研究工作, 先后开发的品种有无规羧基聚丁二烯橡胶、无规羧基丁腈橡胶、液体聚丁二烯和端羧基、端羟基遥爪聚丁二烯橡胶、液体聚异戊二烯及液体丁苯橡胶等。

20 世纪 70 年代后期以来, 液体橡胶已成为一类新型的高分子预聚体或大分子单体。特别是遥爪聚合物, 由于含有不同类型的反应性官能团, 而能以其为基础进一步合成得到许多新型的聚合物材料。随着遥爪聚合物的应用研究发展, 曾先后在轮胎工业上应用, 制成无帘线的浇注轮胎, 引起各国关注。目前奥地利 Polyait Mschinebon GmbH 已建厂生产多种规格的浇注轮胎, 并已在低速车轮上使用。

对于低分子量的液体橡胶而言, 几乎所有固体橡胶都可有相应的液体橡胶。但从这种液体橡胶的分子结构来看, 都属于没有端基的低聚合度橡胶, 与对应的固体橡胶相同, 只能在分子中间发生交联, 分子末端成为自由的链端, 因而硫化胶的定伸应力、耐疲劳等性能差, 在应用上受到很大限制, 主要用于胶黏剂、密封剂和加工助剂等。

带活性官能团的液体橡胶出现, 克服了早期液体橡胶存在的缺点, 根据官能团的位置不同而分为两类: 一类是官能团分布于分子链两端, 称遥爪型液体橡胶; 另一类则是官能团沿分子链无规分布, 称无规分布型液体橡胶, 既有分子中间带官能团的, 也有在链端带端基的。目前研究开发的重点是遥爪型液体橡胶, 尤其是二烯类遥爪液体橡胶。

液体橡胶可根据有否含官能团划分为: 无官能团液体橡胶和带官能团液体橡胶。

也可按主链结构划分为;

① 聚二烯烃类液体橡胶, 主要包括聚丁二烯和聚异戊二烯两大系列;

- ② 丁苯橡胶类液体橡胶；
- ③ 丁腈橡胶类液体橡胶；
- ④ 氯丁橡胶类液体橡胶；
- ⑤ 聚硫橡胶类液体橡胶；
- ⑥ 聚氨酯橡胶类液体橡胶；
- ⑦ 硅橡胶类液体橡胶等。

按液体橡胶所含官能团及其所在位置可分为无规分布和端基分布（遥爪型）两类，而以后者比较重要。从链端官能团类型划分为：羧基液体橡胶、羟基液体橡胶、卤基液体橡胶、巯基液体橡胶、乙烯基液体橡胶和氨基液体橡胶等。

若根据合成方法则有：①按反应机理可分为自由基聚合、离子聚合、配位聚合和高聚物降解等，还有链端化学转化法；②按反应介质系统可分乳液聚合和溶液聚合两大体系。

自由基聚合是采用含或不官能团的引发剂，在分子量调节剂的存在下，借链转移反应生成。

离子聚合是单体先在引发剂的作用下，生成低分子聚合物或“活性”聚合物，然后再进行链终止或使其链端的“活性”中心转化为适当的官能团。

高聚物降解是在一定条件下，使含双键的高分子聚合物通过氧化降解等制取。

链端官能团化学转化是通过链端基的进一步反应而得，例如端羧基聚丁二烯或端羧基聚异戊二烯与己二胺反应，即可制得链端含酰氨基的聚合物。

液体橡胶与固体橡胶比较，具有下列优点。

① 液体橡胶因是液体，可采用浇注工艺制造橡胶制品，故有浇注型弹性体之称。因此加工工艺易于实现机械化、连续化和自动化，可减轻劳动强度，降低能耗，并改善作业环境。

- ② 减少设备和模具的投资。
- ③ 由于工艺简化而节约辅助费用。
- ④ 不用溶剂、水等分散介质，在液态下进行加工，而无溶剂和排水污染。
- ⑤ 通过分子的扩链交联，可在宽广范围内调节硫化速度和硫化胶的物性。

同样液体橡胶在应用上也存在一些问题尚待研究改进。

- ① 在性能上如强度和耐屈挠性能方面不如固体橡胶的好。
- ② 现有橡胶加工设备不能使用，需建立配合胶料的混炼、成型加工方面独自の工艺系统。
- ③ 在加工工艺方面若不实现机械化、连续化、自动化，则成本反而更高。
- ④ 液体橡胶的成本价格比对应的固体橡胶贵。

美国、前苏联、日本、英国、法国、德国、加拿大和中国等国家数 10 家公司厂家生产或试生产近百种牌号的各种液体橡胶，其中以美国和前苏联生产的品种多，产量也较大。各国液体橡胶的生产厂家和牌号见表 1-8-1。

表 1-8-1 各国液体橡胶的生产厂家和牌号

国家和地区	液体橡胶名称	商品牌号	生产厂家	主要单体	备 注
日本	液体聚异戊橡胶	クラブレン LIR	クラレインソブレ ンケミカル	异戊二烯	配位阳离子聚合，带或不带端基官能团
	液体聚丁二烯橡胶	Quintol PolyBD	セオン(株) 出光石油化学	异戊二烯 丁二烯	自由基聚合，带或不带端基官能团

续表

国家和地区	液体橡胶名称	商 品 牌 号	生 产 厂 家	主 要 单 体	备 注
美国	液体 1,2-聚丁二烯橡胶	スシカオイル	住友化学工业	丁二烯	阴离子聚合
		日石 PB	日本石油化学	丁二烯	阴离子聚合
		Polyoil	ゼオン	丁二烯	阴离子聚合
		JSRCTPB	日本合成橡胶公司	丁二烯	阴离子聚合
		HTPB			
		Nisso-PB	东洋曹达工业(株)	丁二烯	阴离子聚合,带端基官能团
	液体丁腈橡胶 液体氯丁橡胶	BC, Nisso-PB	日本曹达	丁二烯	阴离子聚合(钠或有机钠),带或不带端基官能团
		日石 PB	日本石油化学	丁二烯	阴离子聚合(钠或有机钠),带或不带端基官能团
		Hvear RLP	宇部兴产	丁二烯、丙烯腈	自由基聚合
	液体硅橡胶	デンカ LCR	电气化学工业	氯丁二烯	自由基聚合,带或不带官能团
		KE	信越シリエン	二甲基硅氧烷 二苯基硅氧烷	
	液体聚硫橡胶	TSE	东芝シリエン		
		SH	东レシリエン		
		チオコール LP	东レチオコール		
	液体氟橡胶	タイエル G	积水化学公司		
	液体异戊橡胶	Isolene	ダイキン工業		
	液体聚丁二烯橡胶	Budium	Hatdman	异戊二烯	解聚
			E. I. Du Pont de Nemours Co	丁二烯	阳离子聚合
		Lithene	Revertex Ltd.	丁二烯	阳离子聚合
		Butareg CT	Phillips Petroleum Co.	丁二烯	阴离子聚合,带官能团
		HT			
		Telsgen	General Tire & Rubber Co.	丁二烯	阴离子聚合,带官能团
美国	液体 1,2-聚丁二烯橡胶	Hvstl H, C.	Hystl Development	丁二烯	阴离子聚合,带官能团
		Polybd	ARCO Chemical	丁二烯	自由基聚合,带官能团
		Hycar CTB	Goodrich Chemical Co.	丁二烯	自由基聚合,带官能团
		HC-434	Thiokol Chemical Co.	丁二烯	自由基聚合,带官能团
		Ricon	Colorado Chemical	丁二烯	阴离子聚合
	液体丁苯橡胶	Rtoon	Specialties Inc.		
		Hystl	Richardsoil		
			Hystl Development Crop.	丁二烯	阴离子聚合
		Butarez	Phillips Petroleum Co.	丁二烯, 苯乙烯	阴离子聚合, Bd 80/St 20
		Floslene-25	American Synthetic Rubber Co.	丁二烯, 苯乙烯	乳液自由基聚合 Bd 75/St 25
		Buton	Esso	丁二烯, 苯乙烯	乳液自由基聚合 Bd 75/St 25
		Polybd	ARCO Chemical Co.	丁二烯, 苯乙烯 15%	自由基聚合,带官能团

续表

国家和地区	液体橡胶名称	商品牌号	生产厂家	主要单体	备注
德国	液体氯丁橡胶	Ricon ネオブレンF	Richardson Du Pont 公司	丁二烯,苯乙烯 氯丁二烯	自由基聚合,带官能团 自由基聚合,带或不带官能团
	液体丁腈橡胶	Polybd CN-15	ARCO Chemical Co.	丁二烯,丙烯腈	自由基聚合,带或不带官能团
		HycorCTBN	Goodrich Chemical Co.	丁二烯,丙烯腈	自由基聚合,带或不带官能团
		MTBN		丁二烯,丙烯腈	自由基聚合,带或不带官能团
		ATBN		丁二烯,丙烯腈	自由基聚合,带或不带官能团
		VTBN		丁二烯,丙烯腈	自由基聚合,带或不带官能团
	液体聚硫橡胶	Thiokol LP	Thiokol Chemical	异丁烯	高分子量聚异丁烯臭氧分解,带官能团
	液体聚异丁烯	Utrezdiol	Enjoh Chemical Co.		
		Utrez			
	液体聚丁二烯橡胶	Pairöl	Chemische Werke Hüls	丁二烯	配位催化聚合
	液体 1,2-聚丁二烯橡胶	Plastikator	Chenllsche Werke Buna	丁二烯	阴离子聚合
法国	液体聚丁二烯橡胶	Hüls	Hüls	丁二烯	配位催化聚合
中国	液体聚丁二烯橡胶	BR _L	兰化公司研究院	丁二烯,丙烯腈	自由基聚合,带官能团
	液体丁腈橡胶	NBR _L	兰化公司研究院		
	液体聚硫橡胶		辽宁葫芦岛化工研究院	丁二烯	调聚,带官能团
加拿大	液体聚丁二烯橡胶	XPRD-B241	Polysar Ltd.		

我国对液体橡胶的牌号规定在胶种代号后缀右下标“L”来表示,再续以四位阿拉伯数字,加液体丁腈橡胶即为 NBRL,液体聚硫橡胶为 T_L。

液体橡胶的加工和配合与固体橡胶不同。液体橡胶因是流体,分子量较低,黏度一般较小,因而加工比较容易,且便于实现机械化、连续化和自动化。不需塑炼,直接与多种配合剂配合、混合成型,然后交联固化,即制成产品,其加工工艺过程示意图 1-8-1。

混合多采用涂料磨等进行。一次混合是将液体橡胶和粉状补强填料(如炭黑)或纤维状补强剂、操作油等先混合好,若混入气泡则进行脱气脱泡。二次混合是将液体橡胶成分和扩链剂、交联剂等固化剂以及各种添加剂等在液态下进行混合,是调节橡胶固化条件的最重要的工艺过程。然后脱气,继而成型加工。采用混合机械,混合、脱气、成型同时完成。最普遍使用的是旋转叶片混合机。可在模型内快速完成交联固化,即所谓的“就地成型”而得到成品了,不像固体橡胶需要另外进行硫化。若不需将固体填料进行混合分散时,可直接从二次混合开始而免去一次混合。

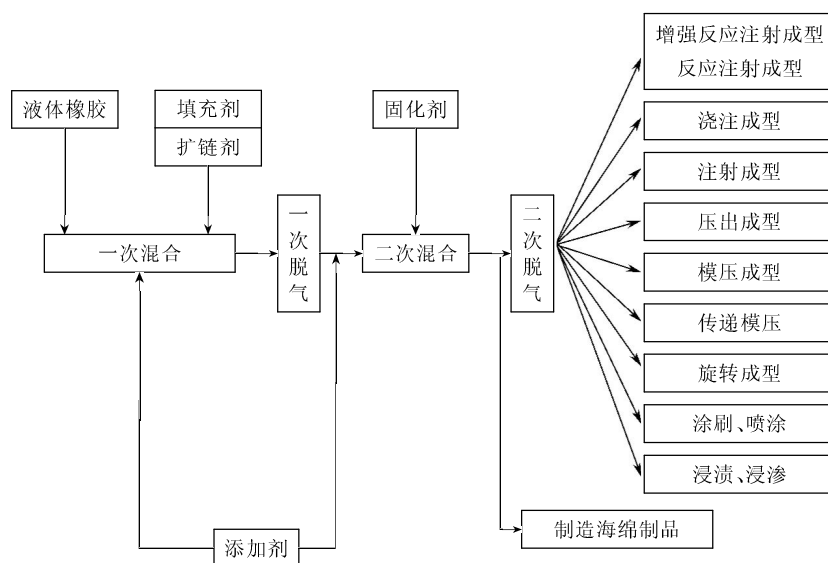


图 1-8-1 液体橡胶加工工艺过程示意图

成型加工可以采用反应注射成型、浇注成型、注射成型、压出、模制等，也可以进行涂刷、喷涂、浸渍、浸渗等加工，适应各种要求选用。

液体橡胶的配合也与固体橡胶不同，主要使用的是固化剂和补强填料等。固化剂是液体橡胶所必需的，一般是指扩链剂和交联剂（硫化剂），包括环氧树脂、酸酐、金属氧化物、过氧化物、硫化物或异氰酸酯类化合物、多氮丙啶基化合物、多环氧基化合物、多官能度的胺化合物如叔胺类等。必须根据液体橡胶的末端官能团选择适宜的扩链剂和交联剂。要求力学性能好，无毒或毒性小、黏度适宜、价格便宜、使用有效期长，能方便调节固化温度和固化时间。

补强填料目的是改进胶料的强度，降低成本，改善工艺性能如固化条件、压出特性、触变性等，提高使用性能如耐热、耐磨、硬度、弹性等，以及制品的外观和色彩等。需要加入炭黑和其他非炭黑的粉状填充剂以及纤维状填充剂。炭黑常用炉法炭黑，非炭黑填料如二氧化硅、碳酸钙、氧化铝、陶土、云母粉、氧化锌等，纤维补强剂为棉线、玻璃纤维、合成纤维碎屑等。

其他添加剂用作增量剂如操作油、沥青、煤焦油等，还有抗氧化剂、抗紫外线吸收剂、耐燃剂、发泡剂、着色剂等，按需求适量选用加入。

8.1 液体聚异戊二烯

前已提及 1923 年 H. V. Hardman 开发商业方法制造液体天然橡胶，并在工业上应用。这是在温升下于空气中经强机械塑炼的氧化解聚产品，如类似糖浆的暗色高黏稠液体，难于操作，不适于模制加工。

20 世纪 70 年代日本生产出合成的液体异戊橡胶在市场上出现。它是异戊二烯单体经控制聚合而得，纯度很高，商品名为 LIR。1986 年已建成年产 2000t 的工厂生产。

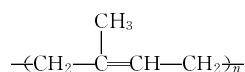
8.1.1 液体异戊橡胶

单体异戊二烯在溶液中，经阴离子聚合或配位阴离子聚合，于控制聚合下得到液体异戊

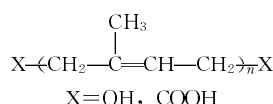
橡胶 (liquid polyisoprene rubber)。有带官能团的或不带官能团的两类。

【制法】 异戊二烯单体在溶剂中，经阴离子聚合或配位阴离子聚合而得。在聚合阶段引入带官能团的化合物如羧基化合物则得羧基聚异戊二烯，也即带官能团的液体异戊橡胶。

【结构】 液体异戊橡胶的分子结构与异戊橡胶相同。



带官能团液体异戊橡胶的分子结构为



【品种牌号】 日本、美国生产厂家和品种牌号见表 1-8-2。

表 1-8-2 液体异戊橡胶的主要生产厂家和品种牌号

国家和地区	商品牌号	生产厂家	数均分子量 \bar{M}_n	黏度/Pa·s	相对密度	备 注
日本	クラブレン LIR Quintol	クラレイン レンケミカル ゼオン	500~2000	0.5~1.00(25℃)		
美国	Isolene-40 Isolene-75 DPR-400	Hardman Hardman Hardman	40000 ^①	40(38℃) 75(38℃) 400(38℃)		解聚制得,用于压敏胶黏剂和热熔胶黏剂

① 为 \bar{M}_w 。

【加工与配合】 可以用硫黄硫化，如是带官能团的则可用金属氧化物、胺类等交联。

【基本特性】

- ① 无色透明、无臭。
- ② 黏着性极好。
- ③ 可以用硫黄硫化。
- ④ 带有官能团的可以用金属氧化物、胺类交联。
- ⑤ 液体聚异戊二烯橡胶成本高。

【应用范围】 由于液体异戊橡胶的黏着性极好，主要用于胶黏剂，也用于作橡胶改性剂和树脂改性剂等。

【性能参数】 原料橡胶性能如下。

项 目	未改性	羧基改性	项 目	未改性	羧基改性
羧基(每 100 单位异戊二烯含有量)	无	1.0~3.5	熔融黏度/Pa·s	74~480	98~180
分子量 $\bar{M}_v/\times 10^4$	2.9~4.7	2.5	溶液黏度(20% 甲苯, 25℃, BL 型黏度计)/Pa·s		0.013~0.017
分子量分布 \bar{M}_w/\bar{M}_n	约 2		挥发分(质量分数)/%	0.45	0.45
相对密度	0.91	0.92	碘值/(g/100g)	368	0.45

8.1.2 液体天然橡胶

早期液体天然橡胶 (liquid natural rubber) 为解聚的黏稠液体，分子量低于 6000，要求高量硫化剂进行交联，以满足物理性能需要。仅适于有用的硬质胶或者低强度的产品。尽管性能差，仍有许多用途，包括蓄电池箱盒、胶泥、填缝料、封装化合物、胶黏剂等。20 世纪 50 年代合成的液体橡胶出现后，液体天然橡胶需求及产量便下降了。至 20 世纪 80 年

代中其年需量已降至 500t。

20 世纪 30 年代 H. P. Sterens 和 F. J. W. Popham 完全用化学的途径生产液体天然橡胶，称 Rubbone，但从未商业化。第二次世界大战后继续这方面的工作，包括用塑化剂塑炼，为 Lorival Ebonite 商业生产，商品名为 Lorival R 解聚橡胶。

联合国工业开发组织研究计划确定用化学方法制造液体天然橡胶，即在胶乳相利用苯肼和空气氧化-还原反应解聚制得。在象牙海岸建中间工厂生产，用于轮胎帘布胶料、胶泥，特别是用于要求低温屈挠性的产品，如可扭曲的管子、密封胶。马来西亚橡胶生产者研究协会（MRPRA）于 1990 年建立年产 1000t 的工厂生产。

美国 Hardman 公司有解聚天然橡胶出售，商品名为 DPR，其牌号规格如下。

牌 号	相对密度	灰分/%	挥发分 ^① /%	黏度/Pa·s	重均分子量 \bar{M}_w	备 注
DPR-40	0.92	0.5~1.2	0.1	40	约 40000	半固体
DPR-MW405				75		
DPR-400				400	80000	
DPR-01					155000	

① 试验条件：149℃×24h。

这类解聚天然橡胶在转动搅拌器中混合配料。DPR-1 可在西格马焊接叶片混合机（sigma blade mixer）或密炼机中混炼，用对酞二肼-二氧化铅体系可硫化成软橡胶。利用硫黄、卤化苯酚和过氧化物等可在温升下硫化。用于封装料、密封剂、填缝料、胶黏剂、能变形的橡胶模型以及硬质橡胶料。

8.2 液体聚丁二烯

液体聚丁二烯（liquid polybutadiene）不是一类新的材料。约在 1925 年德国用聚合方法制得商业的液体聚丁二烯橡胶，称 Plastikator 32，为第一种液体聚丁二烯橡胶。1950~1970 年中许多公司研究开发液体聚丁二烯的生产技术和应用。然而除 Du Pont 的“Budium”和 Richardson 公司的“Ricon”外（前者现已为 Colorado Chemicals specialties Inc. 生产），都没完全商品化。

20 世纪 60 年代末和 20 世纪 70 年代初，液体聚丁二烯橡胶获得良好发展，在西欧、日本，液体聚丁二烯橡胶作为车体电镀底层和氯化橡胶涂料与印包的原料使用。在 20 世纪 70 年代中液体聚丁二烯橡胶年产量为 8000~15000t。液体聚丁二烯橡胶拥有宽范围的微观结构和分子量，也具有宽范围的潜在应用。遥爪聚合物的合成技术出现以后，液体聚丁二烯橡胶发展尤为迅速，这类液体橡胶是产量最大、品种最多的一类。

液体聚丁二烯橡胶的合成方法有：阴离子聚合，如采用齐格勒催化体系、烷基锂或金属钠为引发剂等；自由基聚合，同一般自由基乳液聚合。

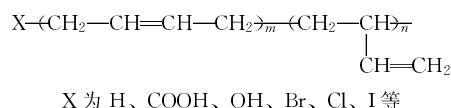
液体聚丁二烯橡胶有无官能团或带官能团两类。而带官能团的又分无规官能团和端基官能团，后者又有端羟基液体聚丁二烯橡胶、端羧基液体聚丁二烯橡胶、端卤基液体聚丁二烯橡胶等。

液体聚丁二烯橡胶的微观结构不仅与聚合体系有关，且还与其聚合方法、配方和工艺条件有关。在阴离子聚合体系中尤甚，其链的微观结构与引发剂类型、浓度以及溶剂性质的依赖性很大。

美国、日本、德国、法国、中国和前苏联均有大量生产或小批量供应。

【制法】 单体丁二烯在齐格勒催化剂、锂催化剂或自由基引发剂作用下，经溶液聚合或乳液聚合制得。链端官能团则是通过链端基的进一步反应，而使官能团化学转化得到。

【结构】 液体聚丁二烯橡胶的分子结构为



【品种牌号】 国内外生产的液体聚丁二烯橡胶主要品种牌号见表 1-8-3。

表 1-8-3 国内外生产的液体聚丁二烯橡胶主要品种牌号

国家或地区	商品牌号	数均分子量 \overline{M}_n	黏度/Pa·s	生产厂家	备注
美国	Budium	1000~10000	7.0(25℃)	Du Pont 公司	阳离子聚合
	Lithene	1000~8000	0.3~80.0(25℃)	Deverfex Ltd.	阴离子聚合
	Butarez	1500	2.5(38℃)	Phillips Petroleum Co	阴离子聚合
	Butarez CT	3700~3900	2.5~3.5(25℃)		阴离子聚合,—COOH
	Butarez HT	3500~3800	5.0~8.0(25℃)		阴离子聚合,—OH
	Telagen	1900	19(25℃)	General Tire & Rubber Co.	阴离子聚合,—OH
		1900	46(25℃)		加氢,—COOH
	Hystl H	1000~3000		Hystl Development	阴离子聚合,—OH
	Hystl C	1000~3000			阴离子聚合,—COOH
	Polybd	3000~3500	17~27(25℃)	ARCO Chemical Co.	自由基聚合,—OH
		2500~2800	4~6(25℃)		自由基聚合,—OH
	Hycar CTB	4800	39.5(25℃)	Goodrich Chemical Co.	自由基聚合,—COOH
	HC-434	3600~3800	23~30(25℃)	Thiokol Chemical Co.	自由基聚合,—COOH
日本	PolyBD			出光石油化学	
	スミカオイル			住友化学工业	
	日石 PB			日本石油化学	
	Polyoil			日本セオン	
	JSR-CTPB	5200	28~30(25℃)	日本合成橡胶公司	阴离子聚合,—COOH
	HTPB				
德国	Nisso PB	1000~3000		东洋曹达工业	阴离子聚合,—COOH
	Polyöl	1500~3000	0.7~3.0(20℃)	Chemische Werke Hüls A. G.	配位催化聚合
法国	Hüls	1400~3000	0.75~3.0(20℃)	Hüls	配位催化聚合
加拿大	XPRD-B241	3800~14000	70~1400(25℃)	Polysar Ltd.	调聚,—CH ₂ Br,—CH=CH ₂
中国	BR _L	1500~3000	5~10(25℃)		自由基聚合,—OH
		1500~4000	40~80(25℃)		自由基聚合,—COOH

【加工与配合】 液体聚丁二烯因含有不饱和键，所以易于交联固化。无官能团液体聚丁二烯针对不同的用途，采用不同的固化配方和固化方法。如用作薄膜时，可在提高温度的情况下以自动氧化的方法固化，也可采取室温下加入金属干燥剂的方法固化。

无规羧基液体聚丁二烯则用环氧树脂、酸酐和金属氧化物（如氧化锌或氧化镁）进行交联固化。

端羟基液体聚丁二烯用过氧化物、硫化物或异氰酸酯类化合物等交联固化，常用的是甲苯二异氰酸酯类。交联固化有一步法和两步法。

一步法就是加入扩链剂、交联剂、固化催化剂、补强剂和其他配合剂充分混合，脱气后浇注到模具中，进行固化即得制品。

两步法是先将端羟基液体聚丁二烯与异氰酸酯反应，生成末端带异氰酸酯基的预聚物，然后在 60~70℃ 下，脱气后与扩链剂、交联剂、固化催化剂以及其他配合剂混合，注入模具进行固化后即得制品。

端羧基液体聚丁二烯与无规羧基液体聚丁二烯交联固化相似，但使用的交联剂则是多氮丙啶基化合物和多环氧基化合物，如三(2-甲基氮丙啶)氧化膦 (MAPO)、二氧化乙烯基环己烯和液体环氧树脂等。

端卤基液体聚丁二烯用多官能度的胺扩链和交联固化，其中以叔胺最为理想，如甲基五亚乙基六胺 (MPEHA)。

其他配合剂如补强填料、添加剂等则根据需要配入。

至于加工工艺，先进行混合，脱气，然后加入扩链剂、交联剂再次混合，脱气。再按产品要求选用各种成型方法进行成型加工固化，最后得到产品。

【基本特性】

- ① 橡胶弹性优越。
- ② 由于具有遥爪结构，使其与交联剂和扩链剂反应而形成弹性体。
- ③ 电绝缘性能良好。
- ④ 利用主链的双键与马来酸酐等结合反应可以形成多种化学改性聚合物。
- ⑤ 与固体橡胶比较成本高。

【应用范围】 液体聚丁二烯橡胶主要用作涂料、热固性树脂，其他橡胶或树脂的添加剂，适当控制其交联度，也可制成弹性体。液体高顺式-1,4-聚丁二烯多用作水溶性或非水溶性涂料。

无规羧基液体聚丁二烯橡胶可用作固体火箭推进剂的胶黏剂，也可制作其他胶黏剂或浇注制品。

端羟基液体聚丁二烯橡胶应用较广，主要有以下几方面。

- ① 橡胶制品 用于浇注轮胎及多种橡胶制品，如防震材料、绝缘套管、皮带及形状复杂的异形制品等。
- ② 特种涂料 可制作耐低温涂料、防腐涂料、电绝缘涂料和水溶性涂料等。
- ③ 胶黏剂 可用于粘接橡胶、聚酯和金属，特点是无溶剂，且可常温硫化。
- ④ 橡胶和塑料改性剂 可提高橡胶与塑料的塑性、柔性、耐冲击性和固化性能等。
- ⑤ 封装材料 用于封装电气元件而使之防震防潮。

端羧基液体聚丁二烯橡胶具有优良的耐寒性和弹性，良好的粘接性、介电性能和耐水性，且与通用橡胶和填料有很好的相容性。主要作密封材料、涂料和胶黏剂、环氧树脂和其他高分子材料的改性剂以及浇注制品等。另一个重要用途是作为火箭固体推进剂的胶黏剂。

端卤基液体聚丁二烯橡胶是一类灵活多变的液体橡胶。溴、氯或碘端基液体聚丁二烯橡胶与其他橡胶的相容性很好，能在室温或温升下硫化。可配制用于木材、金属、混凝土和玻璃等的优良胶黏剂、密封材料和防水材料。经炭黑或二氧化硅补强，可制取拉伸强度较高、弹性较好的工业制品、浇注和模压制品、管件以及槽罐的衬里材料等。

【性能参数】 原料橡胶性能如下。

项 目	自 由 基 聚 合			阴 离 子 聚 合	
官能团	无	OH	COOH	无	COOH
微观结构					
顺式-1,4-结构含量/%	15	60	20	74	
反式-1,4-结构含量/%	20	20	60	25	
1,2-结构含量/%	65	20	20	1	
分子量	1000~4000	2800	4000	650~3200	1900~8600
黏度(25℃)/Pa·s	0.15~10	0.5	3.5	0.6	
数均分子量 \bar{M}_n	3600	3000	3000	3600	
平均官能度/(个/mol)	1.92	1.30	2.0	2.0	
卤素含量/%	1.90	1.50	—	—	
黏度/Ps·s	17.0	17.9	—	14.0	
分子量分布 \bar{M}_w/\bar{M}_n	—	—	1.5~1.6	2.1	

端羧基聚丁二烯和其他端基聚丁二烯硫化胶性能比较如下。

项 目	端羧基聚丁二烯	端羟基聚丁二烯	端溴基聚丁二烯
数均分子量 \bar{M}_n	3000	4000	3700
拉伸强度/MPa	14(20℃) 9(>>100℃)	21(20℃) 15(>>100℃)	17(20℃) 10(>>100℃)
扯断伸长率/%	335(20℃) 195(>>100℃)	550(20℃) 350(>>100℃)	490(20℃) 350(>>100℃)
撕裂强度/(kN/m)	35(25℃) —	60(20℃) 37(>>100℃)	53(20℃) 40(>>100℃)
硬度(邵尔 A)	80(20℃) 72(>>100℃)	72(20℃) 66(>>100℃)	73(20℃) 46(>>100℃)
回弹性/%	33(20℃) 45(>>5100℃)	40(20℃) 50(>>100℃)	40(20℃) 45(>>100℃)

【配方示例】

(1) 液体聚丁二烯热固性树脂的固化配方

液体聚丁二烯	85	乙烯基甲苯	15
2,3-二甲基-2,5-双(叔丁基过氧化)己烷	2.0	氢醌	0.05
三甲氧基丙烷三甲基丙烯酸酯	6.3		

(2) 无规羧基聚丁二烯的固化配方

无规羧基聚丁二烯	11.35%	无机填料	83.22%
环氧树脂	2.25%	增塑剂	3%

(3) 端羟基聚丁二烯的典型固化配方

配 方	1	2	3	4
Polybd R-45M 端羟基聚丁二烯预聚物 HTPB-9	100	100	100	—
Polybd R-45HT	—	—	—	—
甲苯二异氰酸酯	7	7	6.8	13.95
二丁基锡二月桂酸酯	0.04	0.04	0.2	0.03
炭黑	—	30~50	30~50	30~50
稳定剂 702	1	7	—	—
N,N'-双(2-羟基-丙基)苯胺	—	—	—	9
二亚乙二醇	—	—11.4	—	—

(4) 端羧基聚丁二烯的典型固化配方

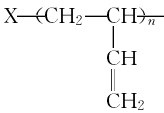
配 方	1	2	3
端羧基聚丁二烯	10~12	10~15	15~35
环氧树脂	1~2.5	1~3	—
三(2-甲基氮丙啶)氧化膦	—	—	0.5~6
固体添加剂	80~85	80~90	40~80
苯二甲酸二辛酯	0.1~0.5	0.1~0.7	0.1~0.5
氧化锌	1~2	1~2	0.1~1
稳定剂	0.1~0.2	0.1~0.3	0.1~0.3
表面活性剂	0.1~0.3	0.1~0.3	0.1~0.2

8.3 液体 1,2-聚丁二烯橡胶

液体 1,2-聚丁二烯橡胶(liquid 1,2-polybutadiene rubber) 是液体聚丁二烯橡胶的一大类,也有末端官能团。

【制法】 丁二烯单体在溶液中,经钠催化剂聚合,在聚合阶段引入带官能团的化合物则形成末端官能团的遥爪聚合物。

【结构】 液体 1,2-聚丁二烯橡胶的分子结构为



X: H, OH, COOH

【品种牌号】 国外液体 1,2-聚丁二烯橡胶的生产厂家和主要品种牌号见表 1-8-4。

表 1-8-4 国外液体 1,2-聚丁二烯橡胶的生产厂家和主要品种牌号

国家	品种牌号	数均分子量 \bar{M}_n	黏度/Pa·s	生产厂家	备 注
美国	Ricoh	1800~2200 ^①	40(25℃)	Colorado Chemical Specialties Inc.	阴离子聚合,1,2-结构 70%
	150			Summit Chemical	EPR、EPDM 硫化共剂
	152	2000 ^①	100		1,2-结构 90%,比 Ricoh 150 更具活性,相对密度 0.89,为 NR、EPR、EDDM、CR、NBR 和 SBR、过氧化物硫化共剂
	153	3000 ^①	300(25℃)		1,2-结构 80%,比 Ricoh 150 更具活性,相对密度 0.89,为 NR、EPR、EDDM、CR、NBR 和 SBR、过氧化物硫化共剂
	154	3000 ^①	250(35℃)		1,2-结构 90%,活性的聚合物,相对密度 0.89,为 NR、EPR、EDDM、CR、NBR 和 SBR、过氧化物硫化共剂
日本	Hystl	1000~4000	1.0~6.5(45℃)	Hystl Development Corp.	阴离子聚合,1,2-结构 90%
	Lithene			Lithene Co.	
	Nisseki LPR	1000~4000	0.8~80.0(25℃)	Nippon oil Co.	阴离子聚合,1,2-结构 60%~70%
	Nisso-PB C, G	1000~4000	1.0~6.5(45℃)	Nippon Soda Co. Ltd	阴离子聚合,1,2-结构 80%~90%,C 为端羧基,G 为端羟基
	BC			日本曹达	
	日石 PB			日本石油化学	

① 为重均分子量。

【加工与配合】 参见液体聚丁二烯。

【基本特性】

- ① 因为在室温下是黏稠液体，可以涂刷、浸渗和浇注。
- ② 分子量分布非常窄，因而能生产均一制品。
- ③ 添加催化剂可能交联而得到高硬度的树脂。
- ④ 电绝缘性能良好。
- ⑤ 硫化物的回弹性比通常的液体聚丁二烯低。

【应用范围】 主要用于天然橡胶、二元乙丙橡胶、三元乙丙橡胶、氯丁橡胶、丁腈橡胶和丁苯橡胶过氧化物硫化的共剂，用于涂料作干性油，橡胶或树脂的改性剂、胶黏剂等。

【性能参数】 原料橡胶性能如下。

项 目	活性配位阴离子聚合	活性阴离子聚合	
官能团	无	OH	COOH
微观结构			
1,2-结构/%	60~90	85~90	85~90
反式-1,4-结构/%	5~30	5~10	5~10
相对密度	0.86~0.89	0.88	0.89
分子量 \bar{M}_n	1000~4000	1000~2000	1000~2000
黏度/ $\text{Pa} \cdot \text{s}$	2.2~200	3~55	5~60
流动点/ $^{\circ}\text{C}$	-15~23	3~23	7~20

【配方示例】 用作三元乙丙橡胶的硫化共剂配方如下。

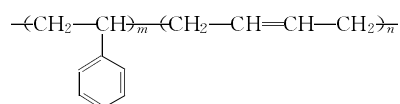
配 方	1#	2#	配 方	1#	2#
二元乙丙橡胶	100	100	氧化锌	5	5
过氧化二异丙苯	2.7	2.7	防老剂 AW	1	1
液体 1,2-聚丁二烯(Nisso PB Hystl B-3000)	15	20	快压出炉黑	100	100
			操作油(P-200)	20	20

8.4 液体丁苯橡胶

液体丁苯橡胶 (liquidstyrene-butadienerubber) 可采用自由基聚合法或阴离子聚合法制取，也有端羟基液体丁苯橡胶。

【制法】 单体丁二烯和苯乙烯经自由基聚合或阴离子聚合制备而得。前者使用引发剂或调节剂量较大。聚合物分子量的调控主要取决于单体浓度和引发剂或调节剂浓度比。后者则需加无规剂以调节苯乙烯在聚合物链上的分布状态。

【结构】 液体丁苯橡胶的分子结构为



【品种牌号】 国外液体丁苯橡胶的主要品种牌号见表 1-8-5。

表 1-8-5 国外液体丁苯橡胶的主要品种牌号

国家和地区	品种牌号	数均分子量 \bar{M}_n	黏度/ $\text{Pa} \cdot \text{s}$	生产厂家	备 注
美国	Floibrene-25	2000~15000	40~800(25℃) 3.6~80(45℃)	American Synthetic Rubber Co.	乳液自由基聚合 Bd75/sty25 ^①
	Butarez	1500	2.5(38℃)	Phillips Petroleum Co.	阴离子聚合, Bd80/sty20
	Polybd	2800~3300	17.5~27.5(30℃)	ARCO Chemical Co.	自由基聚合, 端羟基—OH, Bd85/sty15
	Ricon			Richardson 公司	自由基聚合结合苯乙烯 23.5%

① Bd/sty 为丁二烯/苯乙烯。

【加工与配合】 液体丁苯橡胶与某些通用橡胶相容性好, 可掺混使用, 并可以加入填充剂和油类。一般混合分散均匀, 流动性好, 采用浇注、注射成型制取硬橡胶制品。

【基本特性】

- ① 具有液体橡胶的一般特性。
- ② 由于含有苯乙烯, 综合物理特性好。

【应用范围】 主要用于层压制品、注射成型橡胶制品、清漆、密封材料等。或用于胶黏剂。也常用作丁苯橡胶、丁腈橡胶和氯丁橡胶的增塑剂。

【性能参数】 原料橡胶性能如下。

项 目	非 遥 爪	遥 爪	项 目	非 遥 爪	遥 爪
末端官能团	无	—OH	苯乙烯结合量/%	25	25
微观结构(丁二烯单元)	1,2-结构 70%	1,2-结构 20%, 反式-1,4-结构 60%, 顺式-1,4-结构 20%	分子量	2000~15000	4500

【配方示例】 代表的液体丁苯橡胶配方和硫化胶性能如下。

配方及性能	1	2	配方及性能	1	2
液体丁苯橡胶 Floibrene-25 HV	100	100	硫化时间(145℃)/min	60	70
硫黄	4.5	4.5	拉伸强度/MPa	7.79	8.07
促进剂 A	1.5	1.5	扯断伸长率/%	165	160
促进剂 B	0.5	0.5	撕裂强度/(kN/m)	17.6	18.4
氧化锌	3	3	硬度(邵尔 A)	65	65
高耐磨炉黑	12.5	50	压缩变形/%	—	15.7

8.5 液体丁腈橡胶

液体丁腈橡胶 (liquid nitrile rubber) 是采用一般的乳液自由基聚合而得。除羧基末端化外, 随着遥爪聚合的发展, 末端基还有端羟基、端巯基、端氨基等多种遥爪型液体丁腈橡胶。

【制法】 液体丁腈橡胶是丁二烯和丙烯腈单体经乳液自由基聚合而得, 与一般乳液自由基聚合法相同。

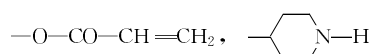
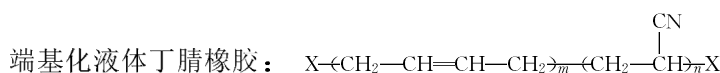
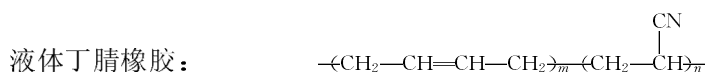
端羧基液体丁腈橡胶可用乳液自由基聚合法或溶液离子聚合法制备, 工业上多采用自由基聚合法。

端羟基液体丁腈橡胶可用自由基聚合法制备, 也可用阴离子聚合法制备。

端巯基液体丁腈橡胶采用乳液自由基聚合法，先制取端黄原酸酯基丁腈共聚物，然后进行高温裂解，使黄原酸酯基转化为巯基即得。

端氨基液体丁腈橡胶采用自由基聚合法制备，也可用阴离子聚合法制备。

【结构】 液体丁腈橡胶的分子结构如下。



【品种牌号】 国内外液体丁腈橡胶的主要生产厂家和品种牌号见表 1-8-6。

表 1-8-6 国内外液体丁腈橡胶的主要生产厂家和品种牌号

国家和地区	品 种 牌 号	数均分子量 \bar{M}_n	黏度/Pa·s	生 产 厂 家	备 注
美国	Polvbd CN-15	3300~3800	40~60(30℃)	ARCO Chemical Co.	自由基聚合, ---OH
	Hycar CTBN	3200~3400	125~135(27℃)	Goodrich Chemical Co.	自由基聚合, ---COOH
	Hycar MTBN	1700	42(27℃)		自由基聚合, ---SH
	Hycar ATBN				自由基聚合, ---NH ₂
中国	端羧基液体丁腈橡胶	1500~4000	15~35(40℃)	兰化公司研究院	自由基聚合, ---COOH
日本	Hycar RLP			宇部兴产	

【加工与配合】 液体丁腈橡胶可与酚醛树脂、环氧树脂等配合制胶黏剂。与其他橡胶的相容性好，且不易被溶剂抽出而作增塑剂。

端羧基液体丁腈橡胶固化剂用环氧树脂-胺、碳化二亚胺、三（2-甲基氮丙啶）氧化磷（MAPO）、HX 868（一种氮丙啶商品名，为美国 3M 公司生产）以及甲苯二异氰酸酯（TDI）-三（2-甲基氮丙啶）氧化磷等，也可加炭黑。

端巯基液体丁腈橡胶硫化体系有环氧树脂-胺、甲基二异氰酸酯-有机金属化合物、二氧化铅和过氧化锌、叔丁基过苯甲酸酯、三甲醇丙基三丙烯酸酯（TMPTA）、二乙烯基乙二醇二丙烯酸酯（DEGDA）和 2,4,6-三（二甲氨基）苯酚（DMP-30）、2-乙基咪唑（EMI-24）等。

端羟基液体丁腈橡胶用环氧树脂固化。

可以浇注成橡胶制品，或采用浸渗等加工方法。

【基本特性】

- ① 在室温下为黏稠液体，因而可以浸渗、注射等。
- ② 由于有两末端官能团，可以进行扩链交联反应。
- ③ 由于含有丙烯腈，与其他极性聚合物相容性好。

【应用范围】 液体丁腈橡胶主要用作胶黏剂，配制各种导电胶、导热胶。水轮机叶片涂层，增塑剂等，并可与防老剂丁接枝共聚成高分子防老剂，不易为溶剂等抽出，既改善了防老性能又提高了耐油性。

端羧基液体丁腈橡胶用于火箭固体推进剂的胶黏剂，此外还广泛用于粘接、密封、喷涂材料，且作环氧树脂的增韧剂效果很好。

端巯基液体丁腈橡胶用作汽车阀盖、电机填缝料、木制品的胶黏剂、煤气表零件的隔膜、压电陶瓷蜂鸣器元件胶黏剂，耐高压耐高低温绝缘灌封材料以及浇注耐油橡胶制品等。也可用来制取具有耐水性的改性环氧树脂。

端氨基液体丁腈橡胶主要用于环氧树脂、端羧基和端羟基聚丁二烯的改性，也可单独用于胶黏剂、密封材料，或其他材料配合制取浇注制品。还可作为高分子材料共混的增容剂。此外，还可作为新型聚氨酯弹性体的中间体，经扩链交联后能制成耐油性、弹性好的新型聚氨酯材料。

【性能参数】 原料橡胶性能如下。

项 目	非遥爪	遥 爪	项 目	非遥爪	遥 爪
末端基官能团	无	有	丙烯腈含量	0~27	0~27
微观结构(丁二烯单元)	反式-1,4-结构 60%~64%,顺式-1,4-结构 20%~24%,1,2-结构 12%~20%	反式-1,4-结构 60%~64%,顺式-1,4-结构 20%~24%,1,2-结构 12%~20%	(质量分数)/% 黏度/Pa·s 相对密度 官能团数 羧基浓度(质量分数)/%	40~350 0.907~0.960	0.9~600 0.944~0.962 1.85~2.01 1.90~2.41

【配方示例】

(1) 液体丁腈橡胶

① 胶黏剂固化配方

液体丁腈橡胶	20	酸酐	80
环氧树脂	100	2-乙基-4-甲基咪唑	2

② 导电胶配方

液体丁腈橡胶	30	E-35 环氧树脂	70
E-51 氧树脂	80	胺类	20
氨基四官能环氧树脂	50	填料	600

(2) 端羧基液体丁腈橡胶

端羧基液体丁腈橡胶(Hycar CTBN)	100	100	2,4,6-三(二甲氨基甲基)苯酚(DMP-30)	0.6	0.6
液体环氧树脂(Epon 828)	10.2	10.2	快压出炉黑	—	50

(3) 端巯基液体丁腈橡胶

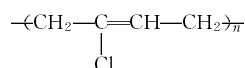
端巯基液体丁腈橡胶(Hycar MTBN)	100	100	2,4,6-三(二甲氨基甲基)苯酚(DMP-30)	1	1.8
三甲醇丙基三丙烯酸酯(TMPTA)	6	—	液体环氧树脂(Epon 828)	—	28
二乙烯基乙二醇二丙烯酸酯(DEGDA)	6	—	M ₀₀ /N·m	0.44	0.167
端巯基液体丁腈橡胶(Hycar MTBN)	100	100	硫化条件 120℃	3h	3h
Epon 828	31.4	31.4	100%定伸应力/MPa	1.8	7.4
DMP-30	—	1.9	拉伸强度/MPa	3.03	2.04
2-乙基-4-甲基咪唑(EMI-24)	1.9	—	扯断伸长率/%	300	370
室温贮存寿命/h	40	3	永久变形/%	0	0
120℃下硫化特性/min			硬度(邵尔 A)	55	45
t ₁₀	37	39			
t ₉₀	158	180			

8.6 液体氯丁橡胶

液体氯丁橡胶 (liquid chloroprene rubber) 与其他液体橡胶相比出现较晚, 且其力学性能低于固体氯丁橡胶。但它仍具有氯丁橡胶优异的耐候性、难燃性和黏着性等, 并兼具流动性, 因而能在无溶剂型胶黏剂、涂膜防水材料、密封材料和高分子材料改性等领域使用, 弥补了固体氯丁橡胶的不足。也有末端官能团化的。

【制法】 单体 2-氯丁二烯经乳液自由基聚合而得。也有末端官能团类, 通常无末端官能团。

【结构】 液体氯丁橡胶的分子结构为



【品种牌号】 液体氯丁橡胶的主要品种牌号见表 1-8-7。

表 1-8-7 液体氯丁橡胶的主要品种牌号

国家	品种牌号	数均分子量 \bar{M}_n	黏度/Pa·s	生产厂家	备注
美国	Neoprene F	1000		Du Pont Co.	自由基聚合,—COOH,—SH 结晶度中等速度
	FB		100(50℃)		
	FC		550(50℃)		结晶快速
	FM		100(20℃)		结晶极慢
日本	Denka LCR	3200~3800	8~12	电气化学工业(株)	自由基聚合,—OH,—COOH
	LCRX 100	2500~3500	8~12		结晶极慢
	LCRX 050	1500~2500	4~6		结晶极慢
	LCRXA-100	2500~3500	15~20		结晶极慢
	LCRC-050	1500~2500	4~8		结晶极慢
	LCRC-300	3000~5500	30~50		结晶极慢
	Deuk				
	LCRH 100	2500~3500	8~12	电气化学工业(株)	结晶极慢
	LCRH 050	1500~2000	3~6		结晶极慢
	聚 2-CB		1300		结晶快速
	聚 2-CBS		1200		结晶快速

【加工与配合】 液体氯丁橡胶的固化可分为; ①利用聚合物本身的硫化活性点烯丙基氯、 γ -碳上的活性氢和双键三种反应; ②利用末端官能团进行扩链或交联实现固化。

端羧基氯丁橡胶与金属氧化物和多种树脂配合或氢氧化物反应固化。

可以黏合、浇注橡胶制品。

【基本特性】

- ① 保有固体氯丁橡胶的耐候性、难燃性、黏着性等特性, 同样可硫化。
- ② 作为流动性的液体橡胶, 具有可加工性的特性。
- ③ 与氯丁橡胶、丁腈橡胶等特种橡胶相容性好。
- ④ 遥爪类难以制造。

【应用范围】 液体氯丁橡胶主要用于密封材料和胶黏剂, 如耐热性热熔型胶黏剂和双组分常温固化型胶黏剂。浇注橡胶制品如浇注海绵、封装材料以及消音和减震材料等。

另外也用于高分子材料的改性剂；作橡胶的反应性软化剂，掺于各种橡胶中，改进加工性、黏着性和操作稳定性，并且有良好的非挥发性和非抽出性；作树脂的改性剂，改进树脂的加工性、抗冲击性、耐屈挠性和黏合性；作沥青改性剂等。

端羧基液体氯丁橡胶与金属氧化物和各种树脂配合可制得黏合性好、耐热性优良的双面黏合带。可用以制造带黏衬的皮革。与多价金属氧化物反应固化，可制得保持黏合力的胶状体。掺用于各种橡胶中，改进撕裂强度、耐热性和黏着性，易于制高硬度制品。改性沥青可改进沥青耐热性、耐寒性，提高强伸性能和黏合性。

【性能参数】 原料橡胶性能如下。

项 目	无末端官能团	有末端官能团	项 目	无末端官能团	有末端官能团
官能团	无	—OH	黏度/Pa·s	50~100	40~80
官能团数		2 以上	分子量	2500	3500
相对密度	1.23~1.25		玻璃化温度 $T_g/^\circ\text{C}$	-39	-39
结晶性		无	挥发分/%	<1	<1
结晶速度	极慢~快	极慢			

【配方示例】

(1) 液体氯丁橡胶的配方

配 方	1#	2#	3#	4#
液体氯丁橡胶 Denka LCRX-100	100	100	—	100
液体氯丁橡胶 Denka LCRX-050	—	—	100	—
氧化锌	10	10	10	10
四(二亚甲基)五胺	—	8	—	—
氨基乙基吡啶	8	—	8	8
半补强炉黑	30	30	30	—
快压出炉黑	—	—	—	50
固化条件	50℃×96h	50℃×96h	50℃×96h	180℃×30min
300%定伸应力/MPa	1.1	1.8	1.0	(5.0) ^①
拉伸强度/MPa	8.0	5.5	5.5	(13.0)
扯断伸长率/%	520	410	400	(260)
硬度(JIS)	51	63	55	(81)
压缩永久变形/%	1	4	4	(4)

① 括号内数值供参考。

(2) 液体氯丁橡胶胶黏剂配方

液体氯丁橡胶 Denka LCRX-100	100	表面处理陶土	10
氧化锌	10	热塑性酚醛树脂	30
氧化镁	4	甲基丙烯酸缩水甘油酯	10
四亚乙基五胺	13		

(3) 环氧树脂改性配方

环氧树脂(エビコート 828)	100	固化剂(トーマイド 235A)	66
液体氯丁橡胶(Denka LCR C-050)	50		

(4) 沥青改性配方

吹制沥青(针入度 10~20)	100	氧化锌	1	1
液体氯丁橡胶 ^①	10	氧化镁	—	0.5

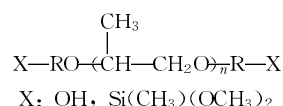
① 甲基丙烯酸共聚物， $\bar{M}_n=4250$ ，—COOH 含量 2.17%。

8.7 液体聚(氧化丙烯)

【制法】 液体聚(氧化丙烯) [liquid poly (oxy-propylene)] 是由丙二醇 (PG) 在碱催化剂作用下与环氧丙烯 (PO) 开环聚合制得。

除丙二醇外,有时采用丙三醇和三甲醇丙烷,或环氧丙烯/环氧乙烷代替环氧丙烯共聚。端羟基聚合物用多价异氰酸酯作用形成网状化。

【结构】 液体聚(氧化丙烯)的分子结构为



【品种牌号】 日本有多家生产,其商品名称和生产厂家如下。

商品名称	生产厂家	商品名称	生产厂家
MNCポリオール	三井东压化学	ハプロックス	第一工业制薬
Poly G	旭オーリン	カネカMSポリマー	钟渊化学工业
ファクトコール	三洋化成正业		住友バイエハウレタン
サンテックス	旭电化工业		东邦化学工业
ハイフレックスプロビ	武田薬品工业		日本油脂
スミフエン	大日イニキ化学工业		花王アトラス

【基本特性】

- ① 因为是液体,所以处理容易。
- ② 与多价异氰酸酯反应产生聚合物,成为聚氨酯弹性材料。
- ③ 与聚氨酯弹性材料相比,强度、橡胶弹性、耐热性和价格都较优越。
- ④ 常温硬化型聚醚改性硅氧烷成为耐热、耐候性的软质弹性体。

【应用范围】 主要用于聚氨酯成型、热硬化型树脂和弹性密封材料等。

【性能参数】 原料橡胶性能如下。

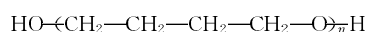
项 目	环氧丙烯均聚物		(环氧乙烷/环氧丙烷)共聚物
羟基区分	二醇	三醇	三醇
分子量 \bar{M}_n	400~3000	400~4000	
黏度/Pa·s	0.04~0.52	0.25~0.7	0.75~1.50
羟基当量/(mg KOH/g)	35~300	40~400	24~60
pH 值	5.0~8.0	5.0~8.0	5.0~8.0
闪点/℃	180~250	200~210	200~210

8.8 液体聚(氧化四亚甲基)乙二醇

液体聚(氧化四亚甲基)乙二醇 [liquid poly (oxy-tetramethylene) glycol], 简称 PT-MG。系环氧丁烷二醇的低聚物。

【制法】 自由氢呋喃在强酸催化下开环聚合制成的,也可由二氯化丁烷和 1,4-丁二醇反应制得。

【结构】 液体聚(氧化四亚甲基)乙二醇的分子结构为



【品种牌号】 日本有多家生产，其商品名称和生产厂家如下。

商 品 名 称	生 产 厂 家
PTMG	三菱化成工业
PTG	保キ谷化学工业
PTMG	三洋化成工业

【基本特性】

- ① 因为是液体所以处理容易。
- ② 由二端羟基、多价异氰酸酯基或羧基反应成为聚酯或聚氨酯。
- ③ 聚（氯化四亚甲基）乙二醇作为原料得到交联聚合物，耐磨耗性、耐撕裂性等良好。
- ④ 耐加水分解性、耐菌性、耐霉菌性好。
- ⑤ 价格高。

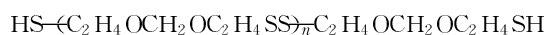
【应用范围】 主要为弹性纤维和聚氨酯注射成型用，以及涂料、合成皮革使用。

【性能参数】 原料橡胶性能如下。

平均分子量	1000	2000	闪点/℃	≥	204	204
相对密度	0.976	0.973	羟基当量/(mg KOH/g)		107~118	53~59
比热容/[kJ/(kg·K)]	2.19	2.11	酸值/(mg KOH/g)	≤	0.05	0.05
黏度(40℃)/Pa·s	29	120	水分(质量分数)/%	≤	0.03	0.03
凝固点/℃	19	22				

8.9 液体聚烯烃乙二醇

【结构】 液体聚烯烃乙二醇 (liquid polyolefin glycol) 的分子结构为



【品种牌号】 日本三菱化成工业有生产，其商品名称为：

- ① ポリラールHA（液体）；
- ② ポリテールH（黏稠状固体）。

【基本特性】

- ① 随着 n/m 比值减小，液状的成为黏稠状。
- ② 与多价异氰酸酯反应成为聚氨酯弹性体。
- ③ 由于具有饱和烃主链，与丁二烯系和聚（氧化丙烯）乙二醇类相比，耐水性、耐候性及耐热氧化性优良。
- ④ 对于二烯类和单烯烃类橡胶，相容性良好。
- ⑤ 电绝缘性、耐药品性优良。
- ⑥ 对金属硫化橡胶接着性好。

【应用范围】 主要用于电气绝缘材料、油漆材料、聚合物改性、胶黏剂以及聚合物原料等。

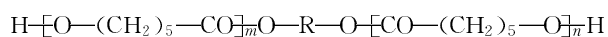
【性能参数】 原料橡胶性能如下。

项 目	黏 稠 状	液 状	项 目	黏 稠 状	液 状
黏度/Pa·s	1.3±0.3(100℃)	50~100(30℃)	热导率/[W/(m·K)]	0.45	
相对密度	0.894	0.870	羟基当量/(mg KOH/g)	40~55	40~55
熔点/℃	60~70		碘值/(g/100g)	<5	<5
体积膨胀系数/K ⁻¹	7.4×10 ⁻⁴	7.4×10 ⁻⁴	水分(质量分数)/%	<0.1	<0.1

8.10 液体聚(ε-己内酯)

【制法】 ε-己内酯在二醇或乙二醇存在下，经开环聚合而得。有分子量、分子量分布、结晶性、官能团数多种分类。

【结构】 液体聚(ε-己内酯) [liquid poly(ε-caprolactone)] 的分子结构为



【品种牌号】 日本ダイセル化学工业有生产，商品名称为“Placel”。

【基本特性】

① 作为聚酯类，可挠性、耐水性和低温特性优良。

② 价格高。

【应用范围】 主要用于聚氨酯、涂料改性剂和树脂改性剂等。

【性能参数】

(1) 原料橡胶

项 目	涂 料 用	聚氨酯用	高分子量类型
形状	膏状、液状、黏稠状	黏稠状、膏状	
分子量	550~2000	2000~4000	(1~10)万
熔点/℃	—10~50	35~60	50
羟基当量/(mg KOH/g)	54~240	26~54	
玻璃化温度 T_g /℃			—60

(2) 内酯改性环氧树脂

项 目	涂 料 用	聚氨酯用	高分子量类型
环氧当量	200~240	500~1500	2100~3100
熔点/℃	液状	30~60	61~81
黏度(25℃)/Pa·s	7~9		
羟基当量/(mg KOH/g)	1.4~94	85~155	125~175

(3) 内酯改性苯乙烯-烯丙醇树脂

不挥发分/%	70±1	60±1	羟基当量/(mg KOH/g)	90~125	50~70
黏度(ガードラー)	S-W	W-Z	酸值/(mg KOH/g)	1 以下	1 以下

8.11 液体聚硫橡胶

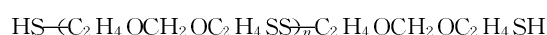
1942年 J. C. Patrick 发现硫化钠或亚硫酸钠裂解二硫键可制的带端巯基的液体多硫聚合物。随后，开发生产了一系列牌号的液体聚硫橡胶 (liquid polysulfide rubber)，如 Thiokol LP-2、Thiokol LP-3、Thiokol LP-32 等。液体聚硫橡胶在 20 世纪 50~60 年代初主要作为固体火箭推进剂的胶黏剂和飞机整体油箱的衬里，以后随着高层建筑和汽车工业的发展，液体聚硫橡胶主要用于建筑和汽车的密封材料。美国、日本、前苏联和我国等均有生产。我国代号为 T_L 。世界上液体聚硫橡胶产量约占聚硫橡胶总产量的 80% 左右，应用相当广泛。其生产厂家和商品名称见表 1-8-8。

表 1-8-8 国内外液体聚硫橡胶的主要生产厂家和商品名称

国家和地区	生 产 厂 家	商品名称	备 注
美国	Products Research & Chemical Morton International	Permafrol Thiokol LP	为液体聚硫醚聚合物 液体聚硫橡胶,以前为 Thiokol 公司
日本	东レチオロ株式会社 积水化学公司	Thiokol S-300	液体聚硫橡胶
中国	葫芦岛化工研究院		液体聚硫橡胶

【制法】 所用单体大多为 2,2'-二氯乙基缩甲醛与多硫化钠经乳液缩合制得高分子量聚硫胶乳,然后在亚硫酸钠和硫氢化钠存在下,经裂解可得到液体聚硫橡胶。通过调节亚硫酸钠和硫氢化钠的用量调节液体聚合物的分子量。

【结构】 液体聚硫橡胶的分子结构为



【品种牌号】 国内外聚硫橡胶的主要生产厂家和品种牌号见表 1-8-9。

表 1-8-9 国内外聚硫橡胶的主要生产厂家和品种牌号

国家或地区	品种牌号	黏度(25℃) /Pa·s	相对密度	折射率 n_D^{20}	平均分子量	pH 值	生产厂家	备 注
美国	Permapol P3-210	3.0	1.13				Products Research & Chemical	烷氧硅烷末端化,作黏合增进剂和加工助剂
	P3-815	16	1.13		6000			用作塑化剂和加工助剂,无溶剂
	P3-820	0.025	1.16					羟基末端化,用作共反应剂形成聚氨酯或聚酯,无溶剂
	P3-855	0.013	1.17					端羟基,用作共反应剂形成聚氨酯或聚酯,无溶剂
	P3-875	50	1.16		5000			端巯基,加标准硫化剂硫化成交联弹性体,无溶剂
	P3-900	0.04	1.17					端羟基,作为共反应剂形成聚氨酯或聚酯,无溶剂
	Permapol P3-905	2.25	1.18				Morton International	端羟基,无溶剂,作为共反应剂形成聚氨酯或聚酯
	P3-975	0.015	1.15		4000			端巯基,无溶剂,作为塑化剂
	Thiokol LP-2	47.0	1.29		4000			端巯基,交联密度 2%(摩尔分数),无机过氧化物、有机氧化剂硫化有效,聚氨酯式;环氧树脂也用于某些硫化,作浸渍皮革品、活动模具和活动模、浇注辊筒、就位浇注垫片、电封装化合物、胶黏剂、汽车风挡密封剂、绝缘玻璃密封剂、填缝密封和涂料
	LP-3	1.0	1.29		1000			用环氧树脂室温硫化,端巯基,胶黏剂、封装化合物、混凝土胶黏剂和涂料
	LP-12	47	1.29		4000			端巯基,用过氧化铅和有机氧化剂室温硫化,用于建筑、航空,汽车绝缘玻璃和船舶工业

续表

国家或地区	品 种 牌 号	黏度(25℃) /Pa·s	相对 密度	折射率 n_D^{20}	平均分子 量	pH 值	生产厂家	备 注
美国	LP-31	125	1.31		8000			端巯基,广泛用于建筑工业用过氧化铅有机氧化剂硫化
	Thiokol LP31 DLC		1.31				Natrochem Harwick	72%液体+硅酸盐,无灰粉末,表面和材料黏合,耐盐和淡水,耐天候和氧化
	Thiokol LP-32	47	1.29		2200~2270		Morton International	端巯基,过氧化铅和聚氨酯、环氧树脂等硫化,用于建筑密封、填缝、绝缘玻璃、船舶工业
	Thiokol LP-33	1.5~2	1.27		1000			端巯基,环氧树脂室温硫化,用为胶黏剂、封装和灌封化合物、混凝土胶黏剂、涂料等
日本	S-300	50~90	1.27	1.57	4000	6~8	积水化学公司	端巯基
	S-340	50~90	1.27	1.57	4000	6~8		端巯基
	S-380	50~90	1.27	1.57	4000	6~8		端巯基
	S-840	200~300	1.27	1.58	8000	6~8		端巯基
	Thiokol LP						东レチオロル株式会社	
中国	T _L 1201				1000±200	5~8	锦西化工研究院	端巯基
	T _L 1202				2000±200	6~8		端巯基
	T _L 1205				5000±500	6~8		端巯基
	T _L 1100				13000±2000			端巯基
	T _L 2105	80~200			5000±500			端巯基
	T _L 1505	70~150			5000±1000	6~8		端巯基
	T _L 1204	50~100			4000±500	6~8		端巯基
	T _L 3204	80~200			4000±1000	6~8		端巯基

【加工与配合】 液体聚硫橡胶由于含有活性端巯基,在常温下或加温下可与金属过氧化物、有机过氧化物、重铬酸盐、环氧树脂、二异氰酸酯等反应,硫化成固体聚硫橡胶。如过氧化铅、对酞二肼、二硝基苯、过氧化二异丙苯和重铬酸铵等。也可加入炭黑和填料。由于黏度低,采用低功率或中等功率的搅拌设备。如配制浇注料,为使填料混合均匀而采用三辊研磨机加工。过氧化铅等硫化剂可先用三辊研磨机制成硫化膏。加环氧树脂、酚醛树脂等可提高黏着力。

【基本特性】

- ① 主链上有硫黄,不具有双键结合,末端有巯基。
- ② 硬化剂在室温下易反应,成为固体橡胶。
- ③ 耐油性、耐候性和气密性良好。
- ④ 价格高。

【应用范围】 液体聚硫橡胶应用比较广泛,因而产量也比固体聚硫橡胶大许多。主要用于以下几方面。

- ① 高层建筑及土木工程、航空工业、船舶工业、铁路运输和汽车工业作密封材料,如密封粘接、连接密封、接缝密封、防水隔离层、油箱密封、座舱密封及风挡玻璃密封等。
- ② 固体火箭推进剂的胶黏剂。
- ③ 印刷胶辊。
- ④ 齿料印痕材料。

- ⑤ 皮革浸渍剂。
⑥ 环氧树脂改进材料等。

【性能参数】

(1) 原料橡胶

相对密度	1.27~1.31	闪点/℃	214~235
黏度(25℃)/Pa·s	1~140	燃烧点/℃	240~246
平均分子量	1000~7500	交联剂(三氯丙烷等)/%	0.2~0.5
流动点/℃	-16~-12	折射率	1.56~1.57

国产液体聚硫橡胶的技术要求如下。

项 目	T _L 1204	T _L 1505	T _L 2105
外观	棕褐色均匀黏稠状液体	棕褐色均匀黏稠状液体	棕褐色均匀黏稠状液体
平均分子量	4000±500	4000~6000	4500~4700
水分/%	0.10	0.10	0.10
pH 值	6~8	6~8	6~8
杂质/%	0.30	0.30	0.30
游离硫结合量/%	0.10	0.10	0.10
总硫量/%		36~39	36~39
黏度/Pa·s	50~120		
力学性能			
拉伸强度/MPa	2.45	3.9	5.39
扯断伸长率/%	300	800	580
永久变形/%	10	25	25

(2) 硫化胶片 (半补强炉黑 30 份配合)

300%定伸应力/MPa	1.76~2.43	老化(100℃×70h)后保持率	
拉伸强度/MPa	2.43~4.31	拉伸强度/%	100~123
扯断伸长率/%	300~1000	扯断伸长率/%	65~96
硬度(邵尔 A)	40~55		

国产液体聚硫橡胶硫化胶性能如下。

项 目	T _L 1204	T _L 1105	T _L 1505	T _L 2105
T _L 1204	100	—	—	—
T _L 1105	—	100	—	—
T _L 1505	—	—	100	9
T _L 2005	—	—	—	100
9 号硫化膏 ^①	7.8	—	—	—
9-1 号硫化膏 ^①	—	7.8	—	7.8
10 号硫化膏 ^①	—	—	7.8	—
601 环氧树脂	6.5	—	—	—
6101 环氧树脂	—	5.2	—	—
644 环氧树脂	—	—	2	—
二苯胍	0.4	0.3	1	5.2
K-18 酚醛树脂	—	—	2	0.3
半补强炉黑	30	30	—	30
喷雾炭黑	—	—	10.4	—
二氧化硅	—	—	10.4	—

拉伸强度/MPa	3.64	5.65	5.89	4.20
扯断伸长率/%	304	680	154	800
永久变形/%	0.7	8	10	6
硬度(邵尔 A)	56	58	9	47

① 9 号硫化膏、9-1 号硫化膏、10 号硫化膏均为 MnO_2 和适量增塑剂配制而成。

注：硫化条件为 $100^\circ\text{C} \times 8\text{h}$ 或 $25^\circ\text{C} \times 192\text{h}$ 。

【配方示例】

(1) 基本配方

配 方	T _L 1204	T _L 1505	T _L 2105
液体聚硫橡胶	100	100	100
硫化膏 ^①	10	8	10
促进剂 D	—	0.8	0.6
硬脂酸	—	0.5	0.5
半补强炉黑	30	30	30

① 硫化膏组成为：活性二氧化锰 100，邻苯二甲酸二丁酯 76，硬脂酸 0.42。需自行制备。

(2) 实用配方

① 液体聚硫橡胶白色制品等配方

液体聚硫橡胶($M_n=4000$ 或 1000)	100	促进剂 TMTD	3	二氧化钛	10
二氧化锌	10	硬脂酸	0.5	硅酸填料	3
硫黄	1	碳酸钙	30	氯化联苯	13

② 彩色聚硫橡胶配方

液体聚硫橡胶(LP-2)	100	气相白炭黑	10
三氧化二锑	15	钛白粉	35
硬脂酸钡	5	颜料 4050-CSL-1(粉红色)	0.4

③ 白色聚硫橡胶配方

液体聚硫橡胶(LP-32)	100	100	100	邻苯二甲酸二丁酯(DBP) ^①	2.5	5	10
氧化二丁基锡(DBTO) ^①	5	10	20	钛白粉	50	50	50

① DBTO 和 DBP 混合制成硫化膏。

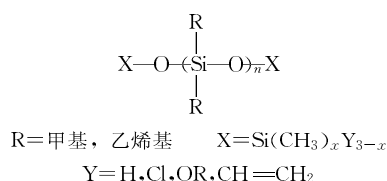
【包装、贮存和运输】 美国 Thiokol LP 筒装，每筒重 55lb(1lb=0.45kg) 或者槽车批量装运。

8.12 液体硅橡胶

液体硅橡胶 (liquid silicone rubber) 是作为室温硫化硅橡胶发展的一类，有末端基类、分子量等多种品级。

【制法】 同硅橡胶。有单一液体型和两种液体型之分。

【结构】 液体硅橡胶的分子结构为



【品种牌号】 日本主要有三家生产液体硅橡胶，其品种牌号如下。

商 品 牌 号	生 产 厂 家	商 品 牌 号	生 产 厂 家
KE TSE	信越シリコーン 东芝シリコーン	SH	东レシリコーン

【加工与配合】 单一液体型硅橡胶使用交联剂，如三乙酰氧基硅烷，使用含锡、钛及胺类化合物作催化剂，各组分经充分干燥，加入交联剂与催化剂，混合后立即装入封管包装容器。与水分接触即进行扩链和交联反应。两种液体型的交联剂如正硅酸乙酯和多硅酸乙酯，催化剂使用锡类化合物如二丁基二月桂酸锡和辛酸亚锡。还有填料如硅氮烷处理的白炭黑、硅藻土、沉淀硅酸钙等。

配料加工时，黏度较小的用行星式混合器配料，黏度大的膏状物则常用螺杆捏合机配料。配料后要经三辊涂料研磨机研磨，以破坏填料的聚集，改进硫化胶的力学性能和胶料的流动性。然后通常进行热处理，经过滤、包装出厂使用。

【基本特性】

① 在低温（室温）下，空气中的水分（单一液体型）或硬化剂（两种液体型）容易使其形成交联橡胶。

② 仍具有硅橡胶原来的耐热性、耐寒性、耐药品性和电绝缘性。

③ 单一液体型具有黏着性。

④ 价格比较高。

【应用范围】 主要用于建筑密封剂、电气绝缘材料、模型选取印象材料及胶辊等。

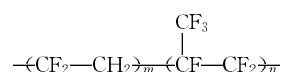
【性能参数】

项 目	单一液体型	两种液体型	项 目	单一液体型	两种液体型
相对密度	1.04~1.30	1.0~1.5	介电强度/(kV/mm)	21~23	20~30
硬度(JIS)	15~30	20~80	体积电阻率/ $\Omega \cdot \text{cm}$	$4.2 \times 10^{14} \sim 4.9 \times 10^{15}$	$1 \times 10^{14} \sim 1 \times 10^{16}$
拉伸强度/MPa	0.78~2.45	1.96~7.8	热导率/[W/(m·K)]	0.105	0.17~0.29
撕裂强度/(kN/m)	5.9~7.84	2.94~19.6	热收缩率/%		0~0.5
扯断伸长率/%	300~1000	50~350			

8.13 液体氟橡胶

【制法】 液体氟橡胶（liquid fluorokydrocarbon rubber）是由偏氟乙烯和六氟丙烯经自由基聚合法共聚合而得。

【结构】 液体氟橡胶的分子结构为



【品种牌号】 日本大金工业公司（ダイキン工業）生产，其商品牌号为：ダイエル G（Diael G）

【基本特性】

① 具有氟橡胶的耐药品性、耐候性、耐热性等特性。

② 液体橡胶具有好的加工性。

③ 价格高。

【应用范围】 主要用作氟橡胶的加工改进剂等。

【性能参数】 原料橡胶性能如下。

数均分子量	约 3000	介电常数	
相对密度	1.75~1.77	10 ² Hz	11.4
折射率	1.37	10 ⁵ Hz	10.5
比热容(80℃)/[J/(g·℃)]	1.51	介电损耗角正切	
黏度(60℃)/Pa·s	50	10 ² Hz	2.6×10 ⁻³
挥发分(200℃×2h)/%	约 2	10 ⁵ Hz	8.0×10 ⁻²
		体积电阻率/Ω·cm	1.8×10 ¹²

液体氟橡胶的热解质量分析 (TGA) 见图 1-8-2。

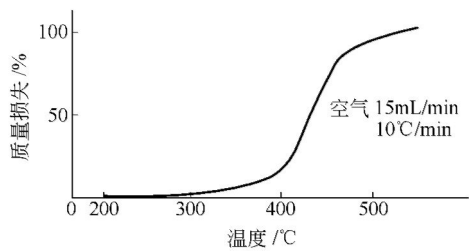


图 1-8-2 液体氟橡胶的热解质量分析 (TGA)

第9章 粉末橡胶

粉末橡胶 (powdered rubber) 是相对于块状或片状橡胶而言, 仅是改变固体橡胶的形态而已, 而不改变原块状或片状橡胶的基本性质。无疑, 从橡胶加工工艺技术来看是有其优点的。

20 世纪 30 年代中, 塑料工业开始使用粉末状的聚合物。最早使用的品种是聚氯乙烯, 其粉末粒径约 1mm, 并以此确定为聚合物颗粒与粉末的分类值。

粉末橡胶于 1930 年首先由英国 Dunlop 公司发表专利。至 20 世纪 50 年代美国 Goodrich 化学公司首先生产出粉末丁腈橡胶, 产品牌号为 Hyear 1411。当时主要是作为与粉末聚氯乙烯的共混组分, 用为非抽出性、非扩散性和非挥发性的固体增塑剂。其后不少致力于粉末丁腈橡胶的制备的基础工作。除 Goodrich 公司外, 德国 Bayer 公司不仅生产粉末丁腈橡胶, 而且还研究氯丁橡胶粉末的制备。当时粉末或颗粒丁腈橡胶主要制造者, 有美国 Goodyear Chemicals Ltd. 的 Chemigum 和英国 B. P. Chemical Ltd. 的 Breon。

1972 年公开出现粉末天然橡胶商品, 英国 Harrisons & Crossfield Ltd. 建起一家月产 250~300t 的工厂。随后, 英国 Uniroyal Chemicals 公司中间工厂规模生产粉末再生胶。

除丁腈橡胶、氯丁橡胶和天然橡胶的粉末橡胶外, 英国 Rubber Powders & Compounds 公司将块状丁苯橡胶、三元乙丙橡胶等在工厂研磨制成粉末和颗粒状。

粉末橡胶按机械粉碎法所得粒度分级可分为以下 4 类 (见表 1-9-1)。

表 1-9-1 机械粉碎法粉末橡胶粒度的分类

分 类	粒 度		分 类	粒 度	
	/μm	/目		/μm	/目
粗粉末橡胶	1400~500	12~30	微细粉末橡胶	300~75	47~200
细粉末橡胶	500~300	30~47	超微细粉末橡胶	<75	>200

(1) 粗粉末橡胶 最小粒度为 500μm (30 目), 通常由粗碎机或回转破碎机将块状橡胶加工而成。

(2) 细粉末橡胶 最小粒度为 300μm (47 目), 通常使用细碎机或回转破碎机将粗粉末橡胶多次加工而成。

(3) 微细粉末橡胶 通常采用低温粉碎装置或冷冻粉碎机加工而成。

(4) 超微细粉末橡胶 采用英国橡胶和塑料研究协会 (rubber and plastics research association) 的 RAPRA 粉碎法, 可制得粒度 20μm (50 目) 以下的微粒粉末。

根据英国标准 BS 2955 的定义, 粉末聚合物的粒径为 1μm, 这种粒度规格的粉末橡胶, 在橡胶加工设备上即可顺利进行预混炼, 且有相容性。

如果粒径小于 0.5μm, 则因胶粒过细, 操作中粉尘大, 不仅预混炼能耗大, 且会导致胶料离散分层, 但如果使用颗粒橡胶, 则不仅贮存困难, 而且混炼效果差。

根据混炼配合的需要, 与机械共混时 (如粉末丁腈橡胶与聚氯乙烯共混), 可采用粒径

为 0.3mm 的粉末橡胶，而对以橡胶为基础的配料，则可采用粒径为 1~10mm 的粉末橡胶。

目前粉末橡胶的生产工艺和工业技术已基本成熟，且专用设备也已有生产。已有多钟胶种生产了相应的粉末橡胶。我国粉末丁腈橡胶于 1988 年开始研制开发，现已建起年产 200t 的中间工厂，批量生产供应市场。国内外粉末橡胶的主要生产厂家和商品名称见表 1-9-2。

表 1-9-2 国内外粉末橡胶的主要生产厂家和商品名称

国 家	胶 种	商 品 名 称	生 产 厂 家	备 注
英国	天然橡胶	Mealorub		从胶乳生产的硫化橡胶粉
		Dynat	Guthrie Estates Ltd.	机械切割的碎屑，或压出湿凝固体
马来西亚			Harrisons & Crossfield Ltd.	胶乳喷雾干燥
美国	天然橡胶	Hyflo NS,S	H. A. Astlett	
	丁腈橡胶	Chemigum	Goodyear Chemicals Ltd.	交联型，非交联型
		Paracryl	Uniroyal Chemicals Ltd.	
		Hycar	Goodrich 化学公司	交联型，非交联型
			Ciago(Goodrich 与 Alezo 合营公司)	
加拿大	丁腈橡胶	Krynac	Polysar 公司	
日本	丁腈橡胶	JSR PN 30A	日本合成橡胶公司	非交联型
		PN20HA		非交联型
		Nipol HF	日本瑞翁公司	交联型，非交联型
		1042F		
德国	丁腈橡胶	Perbunan	Bayer 公司	
意大利	丁腈橡胶	Elaprimis	Montedison	
英国	丁腈橡胶	Breon	B. P. Chemical Ltd.	充炭黑丁腈母炼胶
中国	丁腈橡胶	PNBR	兰化公司合成橡胶厂	
法国	氯丁橡胶	Butaclor	Distugil 公司	
德国	氯丁橡胶	Bayprene	Bayer 公司	
日本	氯丁橡胶	スカイブレンB	东洋曹达工业	
加拿大	丁基橡胶	Butyl XL	Polysar 公司	
	丁苯橡胶	Krylene	Krylene 公司	
法国	乙丙橡胶	Norsorex	CdF Chimie	

粉末橡胶的制备方法取决于相对应的橡胶聚合物品种。由于粉末橡胶仅是改变橡胶的物理形态，因此与普通橡胶生产工艺的不同之处主要是后处理的工艺。工业生产粉末橡胶的原料有两类：一类是块状或片状橡胶；另一类是橡胶胶乳或橡胶溶液，其中以后者较为经济。但不论采取何种形态橡胶为原料，生产的粉末橡胶都有细颗粒聚集或结团的问题，需在颗粒表面敷加隔离剂，以防止颗粒表面互相黏结。隔离剂的类型和添加量对粉末橡胶的生产和加工均有显著影响。

常用的隔离剂主要有三类，一般用量为 3~15 份，根据加工成型方式加以调节。

(1) 无机隔离剂 如滑石粉、碳酸钙、二氧化硅和硬脂酸盐等，也可用炭黑。这里对水敏感的隔离剂不适于制作与金属接触的密封件或电绝缘材料。炭黑仅限于黑色制品。皂类用量过多会影响制品的热稳定性能，且有污染作用。

(2) 有机隔离剂 多为相容性的热塑性树脂，如聚氯乙烯、聚乙烯醇、聚苯乙烯以及淀粉等，使用时可根据制品的性能要求进行选择。

(3) 淀粉-黄原酸盐 是新近开发的新型隔离剂，且还有补强和促进硫化的作用。

近年还在研究开发以氯、硫酸处理颗粒表面使之形成树脂薄膜，或以微胶囊被覆等表面技术。

生产炭黑粉末橡胶母炼胶是一个新的发展方向，它可降低隔离剂的用量，或不用隔离剂。如炭黑粉末丁腈母炼胶 Polyblack 就是一个例子。

制备粉末橡胶的方法有以下几种。

(1) 机械粉碎法 是最早用于工业生产粉末橡胶的传统方法。先将胶块、胶片进行粗碎，再用细碎机粉碎至 1mm 以下的颗粒，在粉碎过程中加入隔离剂。

(2) Holliday 法 这是英国 G. J. Holliday 公司发明的方法，以胶片为原料，用空气磨碎机制成胶粉。然后涂覆防黏剂的水分散液，再加硬脂酸锌等隔离剂。

(3) 喷雾干燥法 此法工业上已广为采用。就是将加有隔离剂或配合剂的胶乳，通过雾化喷嘴以细滴状从干燥室上部喷入，与侧面吹入的热空气接触，产生旋风效应，使胶乳中的水分急剧蒸发，而干燥粉末沉积于旋风分离器的底部。此法能制得粒度小于 0.1mm 的粉末橡胶。因含非橡胶杂质高，耐水性能较差。此法适于高黏度高凝胶含量的聚合物。粉末天然橡胶就是用此法生产，粉末丁腈橡胶也有用这种方法生产的。

(4) 急骤干燥法 (flash drying) 此法的原理与喷雾干燥法基本相似，但本法操作温度较高，先经凝聚、洗涤和脱水后，进入急骤干燥器进行急骤干燥而得粉末橡胶。其特点是生产能力大，干燥效率高，且能耗低。所产的粉末橡胶产品杂质含量少，耐水性能好。

(5) 冷冻粉化法 此法是将胶乳冷冻后，喷入 -30℃ 温度下的减压冷冻室，水分气化后，即得到粒度为 0.1μm 以下的细粉末橡胶。该法必须在低温减压条件下进行，故能耗大，成本高。

(6) 共凝聚法 是近期开发的新技术，工艺简单，设备投资少，适于以天然橡胶、丁苯橡胶、丁腈橡胶、顺丁橡胶和三元乙丙橡胶等的胶乳为原料制备粉末橡胶。现有以下两种方法。

① 淀粉-黄原酸盐共凝聚法 此法是通过水溶性淀粉衍生物与橡胶胶乳共凝聚，使淀粉和不稳定的胶乳发生交联。胶乳与强碱性淀粉-黄原酸盐溶液混合物，在酸存在下进行共凝聚，经过滤、干燥和研磨即得粉末橡胶。或在共凝聚过程中加入填充油则得到充油粉末橡胶母炼胶。

② 炭黑共凝聚法 此法由德国 Hüls 公司开发成功。将胶乳与炭黑悬浮液混合，然后注入热的碱性硅酸盐溶液与之进行共凝聚，即得炭黑粉末橡胶母炼胶。由于充入炭黑，而有隔离剂作用，所以橡胶的冷流性和黏着性降低，流动性良好，长期贮存性能稳定。美国 Firestone Tire & Rubber 公司用此法生产溶聚丁苯橡胶的炭黑粉末丁苯橡胶母炼胶。英国 B. P. Chemical 公司采用此法已生产了炭黑粉末丁腈橡胶母炼胶。

(7) 干胶乳法 此法先将高度疏水性粉末硅石或粉末炭黑配制成 90% 水溶液，而后将胶乳分散于该水溶液中，再进行干燥，即得粉末橡胶产品。

(8) 直接聚合造粒法 此法为美国 Monsanto 公司提出，采用此法生产粒度为 0.1~2μm 的粉末氯丁橡胶。方法是先将水、碳酸氢钠、硫酸氢钠和过硫酸钾在反应器中制得反应介质，然后将氯丁二烯分散于该介质中，再添加十二烷基磺酸钠和过硫酸钾的水溶液，聚合即得平均粒径为 0.61μm 的粉末氯丁橡胶。

粉末橡胶与块状或片状橡胶仅是物理形态的区别。因此可按相对应的胶种采用块状或片状橡胶的配合技术配制成配合胶料。如系粉末天然橡胶，则按天然橡胶的配方体系配合；若

为粉末合成橡胶，则按对应的合成橡胶品种的配合技术进行，然后经加工成型硫化，就可制得与普通橡胶制品性能相近的产品。各品种橡胶的配合技术可参见其他各章节中的有关内容。

粉末橡胶的胶料制备广泛使用预混合的加工方法，可采用传统橡胶加工设备和加工技术进行配合加工。粉末橡胶的配合加工工艺有三种：①在传统设备上加工 [图 1-9-1(a)]；②干混合机喂进，由开炼机配合，然后用传统设备加工 [图 1-9-1(b)]；③干混合机喂进，而由特殊设计的压出机或注塑机加工 [图 1-9-1(c)]。

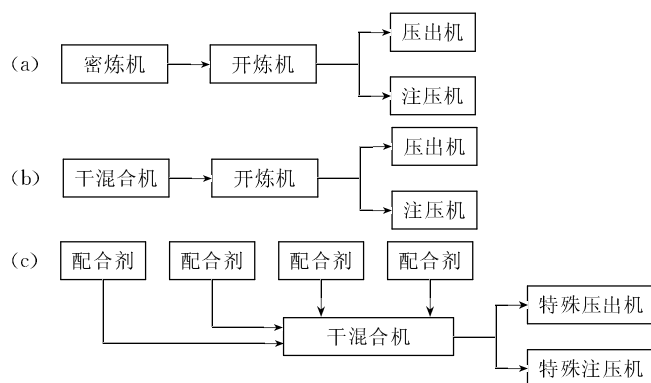


图 1-9-1 粉末橡胶的三种加工工艺流程

前两种加工工艺过程由于受到节能、成本以及不便于连续加工等方面的局限，近年来多致力于最后一种加工工艺和设备的改进和完善。

预混合也称干混合，即将粉末橡胶和配方中的各种配合剂（包括硫化剂、促进剂）在粉末状态下进行充分掺混。采用各种高速混合机进行干混，如 Fielder 强力快速混合机。

若用开炼机混炼粉末橡胶，因其包辊时间长，效率不如块状或片状橡胶高。而经预混合后的配合胶料进行混炼则大大提高效率。用密炼机粉末橡胶与配合剂粉料即可进行混炼，但经预混合后效率可提高 3~4 倍。

连续压出混炼是适于粉末橡胶加工的新工艺。采用连续压出混炼机，就是将预混合制备的胶料喂进螺杆压出机，经螺杆转动挤压完成混炼加工；然后按一定形状将胶料连续压出，进行成型硫化。目前已有许多 Farrel Bridge、Troester 等公司生产的专用设备提供。

粉末橡胶特别适于注压成型。从连续压出混炼出来的连续胶条，直接喂进经螺杆连接的注塑机或传递模压进行成型硫化。这样成型硫化的橡胶制品，不仅效率高，且产品质量稳定。同样粉末橡胶也可采用一般普通橡胶的硫化方法，如平板硫化机硫化，也可经压延机压成胶片硫化为胶板，或经压出机出型后再硫化为产品。

使用粉末橡胶有许多优点，归纳起来大致如下：

- ① 消除了胶块的切胶过程；
- ② 缩短了混炼时间，不管使用传统密炼机还是开炼机；
- ③ 更少的动力消耗；
- ④ 较少的工厂保养维修；
- ⑤ 可能较少资金集中的工厂；
- ⑥ 较好的最终分散；

- ⑦ 更迅速地促进胶料混炼的可能性；
- ⑧ 当使用某些较困难的聚合物如氯丁橡胶时，保有相当少的热记忆，因此有更少焦烧趋势；
- ⑨ 直接喂进压出机和模压的可能性，这样消除密炼机或开炼机的作业；
- ⑩ 不需要预塑炼和制作母炼胶；
- ⑪ 在工厂中更易控制；
- ⑫ 混炼后显著低的排胶温度；
- ⑬ 更好的环境条件。

粉末橡胶尽管有上述的诸多优点，但是总的来说，发展还是很缓慢的。而且在 20 世纪 70 年代曾有不少预言说：所有压出橡胶制品将有 20% 由粉末或碎粒的橡胶生产。事实并非如此，除粉末丁腈橡胶和粉末氯丁橡胶外，还是只停留在中间装置的生产水平。其主要原因是：① 制造费用多，成本高，能耗和包装费用均较高；② 隔离剂用量大；③ 表观相对密度小，仅为 0.45~0.50，体积大，贮存运输困难；④ 贮存中需添加有效的防老剂。

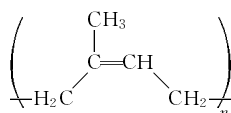
在加工应用方面主要有：① 在混炼、连续化加工技术上对粉末橡胶的适应、转换尚未完美，经济合理性还需改进；② 加工机械的配套研究开发还待改进并提高完善，使压出、注塑等加工设备能兼具混炼功能，进而取代炼胶机设备，这样就可大大改进过程和投资的合理性。正是由于这些方面的制约使销路受限制，发展缓慢。

9.1 粉末天然橡胶

20 世纪 70 年代马来西亚 Harrisons 公司建厂生产粉末天然橡胶（powder natural rubber），生产能力为月产 250~300t。采用从胶乳喷雾干燥法生产，以超细白炭黑（Ultrasil VN₃ 牌号）为隔离剂防止聚结。普遍价格高出天然橡胶 28%。

【制法】 从天然胶乳用 Pnifatex 法、Mealorub 法等沉淀、干燥制得。一般多由胶乳采用喷雾干燥法生产。

【结构】 粉末天然橡胶的分子结构同天然橡胶，即聚异戊二烯。



【品种牌号】 英国、马来西亚、美国有生产，其品种牌号见表 1-9-3。

表 1-9-3 国外生产粉末天然橡胶的商品牌号

国 家	商 品 名 称	生 产 厂 家	备 注
英国	Mealorub	Gulhrie Estates Ltd.	从胶乳生产的硫化橡胶粉
	Dynat		机械切割的碎屑
	WF		从胶乳制造
	CL		从胶杯团块制得
	TL		从胶树胶带干膜制得
马来西亚	S	Harrisons & Crossfield Ltd.	从胶清胶乳制得
美国	Hyflo NS	H. A. Astlett	胶乳喷雾干燥
	S		加不污染防老剂 加污染防老剂

【加工与配合】 由于粉末天然橡胶仅与块状或片状天然橡胶的形态不同，因此可按照天然橡胶的配合技术制成配合胶料。所用多种配合剂根据需要与普通天然橡胶相同。至于加工方法则需经混合机混合，然后连续混炼、压出成型或直接注压或密炼机混炼成型，详见图 1-9-2。

【基本特性】

- ① 可以节省橡胶混炼时间、动力消耗、节约能量、节省人力。
- ② 可以使天然橡胶的加工自动化、连续化。
- ③ 粉末橡胶制造成本高。

【应用范围】 用作沥青的添加剂，阻止手套的打滑及胶黏剂等。

【性能参数】 原料橡胶性能如下。

项 目	粉末天然橡胶	马来西亚标准胶 (SMR)	项 目	粉末天然橡胶	马来西亚标准胶 (SMR)
门尼黏度[ML(1+4)100℃]	6	60	扯断伸长率/%	238	241
300%定伸应力/MPa	7.06	6.86	撕裂强度/(kN/m)	24.5	28.4
500%定伸应力/MPa	19.6	19.4	硬度(IRHD)	53	55
拉伸强度/MPa	23.5	23.6	压缩永久变形/%	6	8

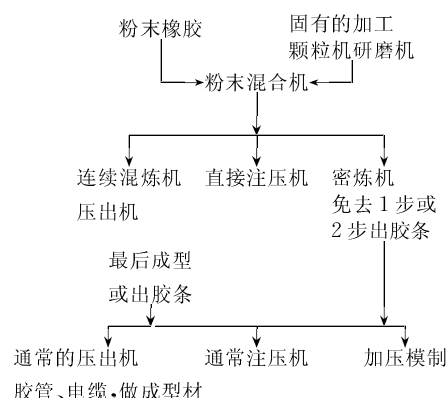


图 1-9-2 粉末橡胶加工方法

使用大型混炼机与不使用大型混炼机进行粉末橡胶加工工艺过程比较如图 1-9-3 所示。

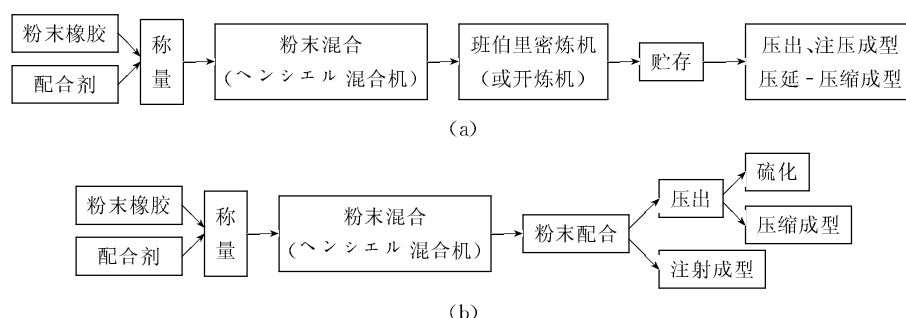


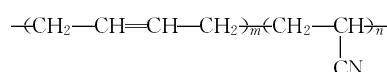
图 1-9-3 使用 (a) 与不使用 (b) 大型混炼机粉末橡胶的加工工艺过程

9.2 粉末丁腈橡胶

粉末丁腈橡胶 (powdered nitril rubber) 是在粉末橡胶中最广为使用的，开发生产也最早，已有美国、加拿大、德国、意大利、日本、英国、荷兰等多国制造生产。我国也已于 1988 年开始研制，现已建成年产 200t 的中间工厂，批量供应市场。

【制法】 我国是采用胶乳凝聚法制备，就是将丁腈橡胶胶乳凝聚成粉，加入隔离剂防黏，再经过滤、洗涤、脱水、过筛、干燥制得，最后包装出售，有交联和非交联两种。

【结构】 粉末丁腈橡胶的分子结构与丁腈橡胶相同。



【品种牌号】 国内外生产粉末丁腈橡胶的主要品种牌号见表 1-9-4。

表 1-9-4 国内外生产粉末丁腈橡胶的主要品种牌号

国家	品种牌号	丙烯腈结 含量/%	污染性	门尼黏度 [ML(1+D) 100℃]	相对密度	生 产 厂 家	备 注
日本	JSR PN 20HA	41	非污染	80	1.08	日本合成橡胶公司	全部通过 20 目(包括使用 15 份 CaCO ₃ 系隔离剂者)
	30A	35	非污染	80	1.06		
	Nipol HF-01	41		80		日本瑞翁公司	全部通过 20 目(包括使用 CaCO ₃ 系隔离剂者)
	HF-21	34		80			交联型
美国	Hycar 1411	41	稍污染	115	1.00	B.F. Goodrich Chemical Co.	交联型
	1412×2	33		70			非交联型
	1422×110	33		80			交联型
	1422	33		70			交联型
	1442×8	33		67			交联型
	1431P-65	41		65			交联型
	1432P-80	33		80			
	1452P-50	33		50			
	1434P-80	21		80			
	1491P-80	41		80			
	1492P-80	33		80			
	1452P-50	33		50			
	ChemigumN8K1	32		80		Goodyear Tire&Rubber	交联型
	Parocryl 2800	28				Uniroyal Chemical Inc.	
	3300	33					
法国	Chemigum P612B-1A2-29	33	稍污染	86	0.98	Compagnie Francaise Goodyear S. A.	
	P83FG	33	非污染	50	1.00		
	P8-1A2	33	非污染	80	0.98		
	P8-B-A	33	非污染	80	1.00		
	P7-1022S	33	稍污染	88	0.98		
	P7-D	33	稍污染	86	1.00		
荷兰	Hycar 1122P	33	非污染	75	0.98	Polysar Nederland	
	1122	33	非污染	75	0.98		
	1402H82	33	稍污染	70	0.98		
	1402H83	33	非污染	50	0.98		
	1402H24F	33	非污染	50	0.98		
	1403H176	29	非污染	50	0.97		
加拿大	Hycar/ciango 1411	41		115		Polysar 公司	
	1401H80	41		80			
	1401H123	41		50			
	1402H82	33		70			
	J402H83	33		50			
	1402H23	33		50			
	1402H120	33		30			
	1442×110	33		80			交联型
	1402H121	29		50			

续表

国家	品 种 牌 号	丙烯腈结合量/%	污染性	门尼黏度 [ML(1+4) 100℃]	相对密度	生 产 厂 家	备 注
德国	Krynac						
	34.50p	34		50			
	34.80p	34		80			
	Perbunan					Bayer A. G.	
英国	2807	28					
	3307	33					
	Breon					B. P. Chemical Ltd.	粉末炭黑丁腈母炼胶
	1642						
意大利	1042	34					
	1442	34					
	Breon Polyblack						粉末炭黑丁腈母炼胶
	Elaprim S357EP	34				Montedison Co	
中国	PNBR-4001	37~40	微污染			兰化公司合成橡胶厂	非交联型
	PNBR-4002	37~40	微污染				交联型
	PNBR-4501	43~45	微污染				交联型
	PNBR-2601	23~26	微污染				交联型

【加工与配合】 粉末丁腈橡胶的配合技术及加工工艺与块状或片状丁腈橡胶基本相同。

【基本特性】

- ① 橡胶的混炼不使用大型机械,因此节省能量。
- ② 橡胶混炼自动化、连续化,节约人力。
- ③ 粉末橡胶制造成本高。
- ④ 由于无机填料加入,因而限制了使用范围。
- ⑤ 丁腈橡胶掺混聚氯乙烯等树脂为粉末橡胶中最一般的实用化发展。

【应用范围】 主要用于与树脂掺混,可作聚氯乙烯的增塑剂,与聚氯乙烯掺用作鞋底,适于作电缆护套、垫圈、纺织品工业和胶黏剂等。

【性能参数】 原料橡胶性能如下。

项 目	粉末橡胶	块状橡胶	项 目	粉末橡胶	块状橡胶
配炼时间/min	10	28	拉伸强度/MPa	9.41	9.31
硫化速度/min	2.5	2.8	扯断伸长率/%	700	540
门尼黏度[ML(1+4)100℃]	66.5	53.5	硬度(邵尔 A)	69	67
100%定伸应力/MPa	1.47	1.57			

我国粉末丁腈橡胶的技术性能如下。

牌 号	丙烯腈结合量 /%	类 型	防 老 剂	挥发分/%	粒径(一级品) /mm	粒径(优级) /mm
PNBR 4001	37~40	非交联型	微污染	<1	≤1.25	≤0.45
PNBR 4002	37~40	交联型	微污染	<1	≤1.25	≤0.45
PNBR 4501	43~45	交联型	微污染	<1	≤1.25	≤0.45
PNBR 2601	23~26	交联型	微污染	<1	≤1.25	≤0.45

商品级丁腈橡胶比较如下。

项 目	控制 (块状)	粉 末 配 方					
		Goodyear	Uniroyal	B. P. 粉末	B. P. Polyblack 碎块	Bayer	Goodrich
硬度	87	84	86	89	81	85	82
拉伸强度/MPa	10.7	12.3	10.8	12.8	12.9	13.1	13.8
扯断伸长率/%	160	250	190	220	250	199	160

续表

项 目	控制 (块状)	粉 末 配 方					
		Goodyear	Uniroyal	B. P. 粉末	B. P. Polyblack 碎块	Bayer	Goodrich
压缩变形(70℃×24h)/%	25.8	29.8	29.2	19.3	20.8	28.2	21.0
相对密度	1.35	1.34	1.35	1.34	1.35	1.33	1.33
T-50 值 ^① /℃	-15	-15	-14	-15	-15	-14	-15
Cabot 评级 ^②	4.5	4.8	4.8	4.8	5.0	4.8/5.0	4.8/5.0

① 即 T-50 试验, 就是硫化的哑铃形试片伸长 100%于丙酮-乙醇-二氧化碳混合液中冷冻, 然后让其恢复 50%时的温度。

② 为配合剂在胶料中的分散性评级, 用显微镜测定撕开表面, 分级如下。

分散性分类	撕开表面评级	说明	分散性分类	撕开表面评级	说明
A	5.0~4.8	优	D	3.9~3.5	难确定
B	4.7~4.4	良	E 和 F	3.0~2.0	劣
C	4.3~4.0	合格	G 和 H	<2.0	不分散

【配方示例】

(1) 粉末丁腈橡胶和聚氯乙烯并用鞋底配方

聚氯乙烯	100	填充剂	15
粉末丁腈橡胶(Hycar 1422 1422×110)	40	润滑剂	3
稳定剂	2	增塑剂	80

(2) 粉末丁腈橡胶连续混炼的胶料配方

配 方	1	2	配 方	1	2
粉末丁腈橡胶(Hycar 1452,R 50)	100	100	快压出炉黑(N550)	—	25
硫黄	0.3	0.3	半补强炉黑(N770)	—	75
促进剂 MBTS	2	2	补强剂	15	—
促进剂 TMTD	1.5	1	硬质陶土	70	—
氧化锌	5	5	氧化钛	5	—
硬脂酸	1	1	重质碳酸钙	50	50
防老剂 TMDQ ^①	2	2	增塑剂 DOP	20	25

① TMTQ 为 2,2,4-三甲基-1,2-二噻唑啉。

(3) 粉末丁腈橡胶作聚氯乙烯增塑剂配方

配 方	PN20HA	PN30A	增塑剂 DOP
粉末丁腈橡胶(JSRPN20HA 或 PN30A)	10	10	—
聚氯乙烯(聚合度 1000)	100	100	100
硬脂酸镉	1.2	1.5	1.5
硬脂酸钡	0.2	0.2	0.2
增塑剂 DOP	45	45	50
环氧系增塑剂	5	5	5

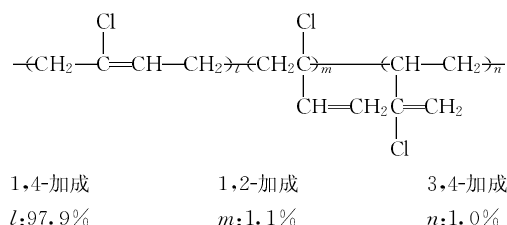
(4) 粉末丁腈橡胶注压配方

粉末丁腈橡胶	100	防老剂	4.9	矿物填料	83
硫化剂	7.3	炭黑	19.5	增塑剂	29.3

9.3 粉末氯丁橡胶

【制法】 粉末氯丁橡胶 (powdered chloroprene rubber) 采用与粉末丁腈橡胶相同的制造方法得到。

【结构】 粉末丁腈橡胶的分子结构为



【品种牌号】 国外生产粉末氯丁橡胶的商品牌号见表 1-9-5。

表 1-9-5 国外粉末氯丁橡胶生产主要厂家和商品牌号

国 家	商 品 牌 号	生 产 厂 家
日本	スカイブレンB	东洋曹达工业
德国	Bayprene 220	Bayer 公司
法国	Butaclor	Distugil 公司

【加工与配合】 粉末氯丁橡胶的配合技术根据要求参见氯丁橡胶，加工工艺参见粉末天然橡胶。

【基本特性】

- ① 混炼周期缩短。
- ② 工厂维修容易。
- ③ 难以焦烧。
- ④ 比块状氯丁橡胶的模量和硬度高。
- ⑤ 压缩永久变形值有增高的趋势。
- ⑥ 原料橡胶的成本高。
- ⑦ 表观相对密度低,运输、贮存成本高。

【应用范围】 主要用于胶黏剂、橡胶工业及树脂改性等。

【性能参数】 原料橡胶性能如下。

项 目	粉末氯丁橡胶	块状氯丁橡胶	项 目	粉末氯丁橡胶	块状氯丁橡胶
相对密度	1.37	1.37	压缩永久变形/%		
拉伸强度/MPa	11	10.8	70℃×24h	35.3	32.6
扯断伸长率/%	235	235	76℃×70h	17	10
撕裂强度/(kN/m)	10.8	9.8	耐油性(100℃×70h)		
硬度(JIS A)	66	67	拉伸强度变化率/%	-1	-1
			扯断伸长率变化率/%	-15	-15

【配方示例】

(1) 粉末氯丁橡胶的配方

粉末氯丁橡胶(Bayprene 220)	100	防老剂	2.5	硫化油膏	20
硫化剂,延迟剂	15.2	炭黑	110	增塑剂	37

(2) 粉末氯丁橡胶压出/连续硫化体系配方

粉末氯丁橡胶	100	炭黑	40.7
硫化剂	11.1	增塑剂	26
防老剂	7.4		

(3) 粉末氯丁橡胶与丁苯橡胶并用配方

丁苯橡胶	80	硫黄	2
粉末氯丁橡胶	20		

氯丁橡胶 (CR) 与丁苯橡胶 (SBR) 并用物混炼时间与拉伸强度的关系见图 1-9-4, 粉末氯丁橡胶 (CR) 和片状氯丁橡胶 (CR) 混炼时间与拉伸强度的关系见图 1-9-5。

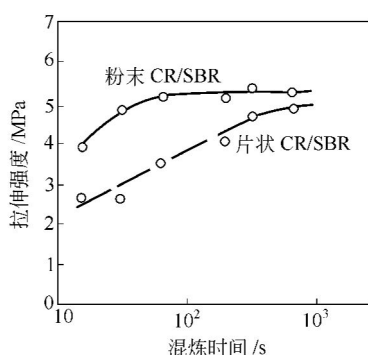


图 1-9-4 CR/SBR 并用物混炼时间与拉伸强度的关系

配方 (份): 丁苯橡胶 80, 氯丁橡胶 20, 硫黄 2。
硫化条件: 150℃×40min; 10in (1in=2.54cm) 开炼机;
转速 15~17r/min; 温度 (50±5)℃

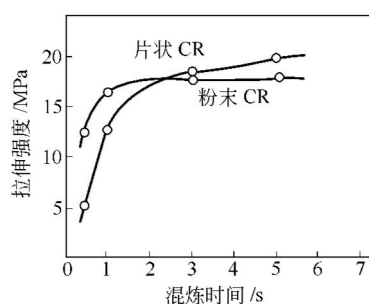


图 1-9-5 粉末 CR 与片状 CR 混炼时间与拉伸强度的关系

配方 (份): 氯丁橡胶 100, 半补强炭黑 50。
硫化条件: 150℃×40min。班伯里密炼机
混炼条件: 混炼方法为逆混法; 容积 1.7L;
转速 60r/min; 温度 45℃; 装料 55.9%

不同隔离剂用量对粉末橡胶强伸性能影响见表 1-9-6。

表 1-9-6 隔离剂用量对粉末橡胶强伸性能影响

隔离剂	橡胶	拉伸强度/MPa					扯断伸长率/%				
		块状橡胶	粉末橡胶				块状橡胶	粉末橡胶			
			2.5%	5%	7.5%	10%		2.5%	5%	7.5%	10%
硅酸镁	NBR	10.9	12.8	13.0	12.5	10.5	160	200	200	185	155
	CR	11.2	11.5	11.4	11.2	10.2	235	240	235	220	200
	NR/SBR	8.7	9.5	9.5	8.9	8.0	560	570	570	550	335
硅酸钙	NBR	10.9	12.5	12.5	12.0	10.3	160	190	195	180	155
	CR	11.2	11.5	11.5	11.5	10.5	235	240	235	235	190
	NR/SBR	8.7	9.5	9.5	9.0	8.0	560	580	575	570	560
二氧化硅	NBR	10.9	13.0	13.0	12.5	10.5	160	190	195	180	150
	CR	11.2	11.6	11.5	11.4	11.0	235	240	240	230	210
	NR/SBR	8.7	10.0	10.2	10.0	9.0	560	590	590	575	545

9.4 聚降冰片烯橡胶

聚降冰片烯橡胶 (polynorbornene rubber) 也称降冰片烯聚合物 (Nor-bornene poly-

met)，是近期开发的一种新合成橡胶。1974 年法国 CdF 化学公司研究开发成功，于 1976 年投产，商品名称为 Norsorex。按 ASTM 命名代号为 PNR。因其外观为可膨胀白色粉末，故归入粉末橡胶一类，其实它与前面介绍的粉末橡胶还是不尽相同的。

聚降冰片烯橡胶是由乙烯与环戊二烯烃 Diels-Alder 加成制得降冰片烯，然后再经开环聚合制得规整性弹性体。聚合物分子链的单体单元内保留有一个双键和一个环戊烷基团。依引发剂不同，可得到顺式结构和反式结构的聚合物，顺式聚降冰片烯为间规立构聚合物，呈结晶态；反式聚降冰片烯为苯规立构聚合物，呈无定形。

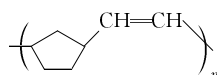
聚降冰片烯橡胶的主要特性是外观为粉末，表观相对密度为 0.35，折射率为 1.534，玻璃化温度为 35℃，是一种低熔点的热塑性弹性体。极易溶于芳烃和环烃类溶剂，即使在稀溶液下仍具有相当高的黏度，但几乎不溶于水和醇。

聚降冰片烯橡胶 Norsorex 为反式结构含量 75%~80% 的无定形聚合物。分子量很高。由于分子链含有环戊烷基团，因而具有很高的阻尼性。可以大量充油和添加增塑剂。

除法国外，日本瑞翁公司也有生产。

【制法】 由乙烯和环二烯烃 Diels-Alder 加成制得降冰片烯，然后再经开环聚合就可制得。采用钨系引发剂，得到分子量很高的聚降冰片烯橡胶。

【结构】 聚降冰片烯橡胶的分子结构为



【品种牌号】 法国和日本均有生产，其生产厂家和品种牌号见表 1-9-7。

表 1-9-7 聚降冰片烯橡胶的生产厂家和品种牌号

国家	品种牌号	品 级	形 态	生产厂家	相对密度	门尼黏度 [ML(1+4) 100℃]	备 注
法国	Norsorex N	标准级(纯胶)	粉末状 粒径 0.8mm	CdF Chemie 公司	0.96	太高	低硬度,高强度,宽 阻尼范围
	150NA	充油级(充环烷烃油 150 份)	片状		0.92	55±7	低硬度/阻尼胶料
	150AR	充油级(充芳烃油 150 份)	片状		0.96	55±7	低硬度/阻尼胶料, 特别与 NR 并用以改 进阻尼行为
	80NA	充油级(充环烷烃油 80 份)					
	80AR	充油级(充芳烃油 80 份)					
	Norsorex 150NA/ a5EP	共混级(与三元乙丙橡胶 共混)					
日本	ノーソレックス			瑞翁公司	0.92	55±7	耐臭氧胶料

【加工与配合】 聚降冰片烯橡胶可用标准的橡胶加工工艺进行加工，也可采用干混工艺制成流态化粉末。可以模压、传递模制和注压成型，一般在 140~200℃ 范围内进行。压出料用高压釜硫化，也可采用盐浴或微波硫化。

用硫黄促进剂硫化，推荐使用低硫高促进剂的有效硫化体系，如硫黄/促进剂 CBS。促进剂也可选用 TMTD、DTDM 等。

聚降冰片烯橡胶在室温下即可充入高达 200~500 份的环烷烃油和芳烃油，炭黑对聚降

冰片烯橡胶硫化胶的性能影响与传统橡胶不同，定伸应力、硬度增高，但拉伸强度没有明显提高。使用半补强炉黑、通用炉黑和无机填料等较好。也可加入大量酯类增塑剂，通过增塑剂的加入可以调节胶料在 $-60\sim-45^{\circ}\text{C}$ 范围的脆性温度。

聚降冰片烯橡胶硫化胶的耐臭氧老化不好，通过与三元乙丙橡胶并用来改进（20~30份），也可加微晶蜡和对苯二胺类防老剂并用来改善。

【基本特性】

- ① 分子量非常高。
- ② 可以吸收大量的油（聚合物的10倍左右）。
- ③ 具有很高的阻尼。
- ④ 充油聚合物可制得低硬度的橡胶制品。
- ⑤ 可能与粉末的塑料掺混。
- ⑥ 缓冲特性优异。

【应用范围】 用以制造密封件、异形件和胶辊外层胶等软质制品。用于汽车、电器、建筑、制鞋、航海、机械以及印刷、绘图器械等领域。

由于具有高减震阻尼性，可以在汽车、铁路、航海、建筑、体育用品等方面制作防震、减轻噪声的元部件，可望开发适应全频波谱的隔震材料。

此外，还可用于浇注、摩擦材料，制作半硬质、具有柔性并耐磨的碾米用胶辊。改进其他弹性体的动态性能，通过并用改进油、涂料、溶剂的流动性，也可用于热固性和热塑性材料的改性剂。

【性能参数】

(1) 原料橡胶

粒径(平均)/mm	0.3~0.4	玻璃化温度 $T_g/^{\circ}\text{C}$	35
分子量/ $\times 10^4$	200 以上	挥发分/%	0.5 以下
相对密度	0.96		

(2) 配合橡胶

拉伸强度/MPa	11.96	撕裂强度/(kN/m)	8.8
扯断伸长率/%	600	硬度(邵尔 A)	15

注：聚合物 100、环烷烃油 260 配合的硫化胶物性，硫黄硫化。

【配方示例】

(1) 聚降冰片烯橡胶的耐油胶料配方

Norsorex	100	芳烃油	180
高耐磨炉黑	220		

(2) 聚降冰片烯橡胶加填料的耐老化胶料配方

Norsorex	100	氧化锌	5	芳烃油(低黏度)	180
硫黄	1.5	硬脂酸	1	石蜡烃油	20
促进剂 CBS	5	填料 ^①	200		

① 填料：炭黑 N 330，N 550，N 660，N 900；陶土，重质碳酸钙。

(3) 注射成型软质聚降冰片烯胶料配方

配 方	A	B	配 方	A	B
Norsorex	100	100	促进剂 DOTG(二邻甲苯胍)	0.5	—
三元乙丙橡胶	20	20	促进剂 ETU(乙烯硫脲)	0.5	—
硫黄	—	0.5	氧化锌	5	5
促进剂 TMTD	1.5	—	硬脂酸	1	1
促进剂 DMDPTD ^①	1.5	1.5	中粒子热裂法炭黑	100	200
促进剂 DTDM ^②	1.5	1.5	环烷烃油	220	175
促进剂 TeDEDC ^③	0.8	0.8	防焦剂 Vulkalant E	—	1.0

① 二硫化二甲基二苯基秋兰姆。

② 二硫代二吗啉。

③ 二乙基二硫代氨基甲酸镉。

海绵橡胶和普通固体橡胶间的硬度范围包含聚降冰片烯橡胶 (PNR)，见图 1-9-6。

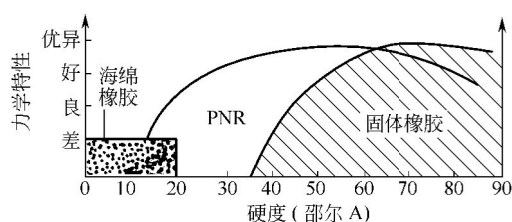


图 1-9-6 覆盖固体橡胶、海绵橡胶和聚降冰片烯橡胶的硬度范围

参 考 文 献

- 1 于清溪,陈士朝. 橡胶原材料手册. 北京: 化学工业出版社, 1996. 1~310
- 2 叶可舒. 中国橡胶工业年鉴. 北京: 中国商业出版社, 2001. 117~204
- 3 王作龄. 世界橡胶工业, 2003, (4)
- 4 邓东华, 钟杰平. 中国橡胶, 2003, (5)
- 5 唐正星. 中国橡胶, 2003, (9)
- 6 于清溪. 橡塑技术与装备, 2003, (12)
- 7 于清溪. 橡塑技术与装备, 2004, (1)
- 8 于清溪. 橡塑技术与装备, 2004, (2)
- 9 刘登祥. 化工产品手册. 橡胶及橡胶制品. 第4版. 北京: 化学工业出版社, 1999. 5~22

第 2 篇 橡胶配合剂

橡胶配合剂是指制造各种橡胶制品所使用的化学物质，它包括硫化体系配合剂、防护体系配合剂、黏合体系配合剂、补强体系配合剂、工艺操作配合剂、特殊用途配合剂以及胶乳用配合剂等。它们加入橡胶后，或改善加工操作性能，或改善产品使用性能，或降低生产成本，或提高生产效率。配合剂的化学成分，有纯化学物质，也有混合物；它们在橡胶硫化过程中的变化，有化学变化，也有物理变化；它们的形态，有粉末态，也有块状固态或液态，近年来国外普遍采用造粒态。对配合剂的要求，除了纯度以外，还要求不易挥发、无毒、无臭、无味、不变色，能较长期贮存。大多数用于天然橡胶的配合剂，也能用于合成橡胶；多数用于合成橡胶的配合剂，也能用于天然橡胶。

配合剂对橡胶要有良好的分散性和湿润性。对固体粉料，要求粒度细而均匀；对液态配合剂，为了输送称量方便，计量准确，最好做成固态粒料使用。不论固态配合剂或液态配合剂，均要求水分尽量低，否则影响其在橡胶中的分散性，使胶料混炼不匀而最终影响到产品的质量。配合剂的 pH 值最好接近中性，酸碱性物质能迟延或加快硫化速度，进而影响产品质量的稳定性。

橡胶配合剂品种繁多，作用复杂。同一种配合剂在不同橡胶中使用或在不同配合条件下使用，所起的作用不同。在同一种橡胶中使用，也能起多种效用。比如有的硫化剂也能起促进剂作用，甚至起防老剂作用，两种或两种以上配合剂并用，其作用超过每一种配合剂，甚至超过其单独使用效果的叠加，这种现象称为配合剂的“协同效应”。下面按其不同效能对配合剂分类叙述。

第 10 章 硫化体系配合剂

10.1 硫化剂

凡是能和橡胶起交联作用的物质称为硫化剂（又名交联剂）。

橡胶是一种链状高分子材料，加入硫化剂能与之发生交联反应形成立体网状结构，使橡胶具有使用价值。所以硫化剂是橡胶最重要的配合剂。

根据橡胶类型不同，加工工艺和产品性能要求不同，所选用的硫化剂亦不同。除传统的元素硫化剂外，还发展了一系列有机化合物硫化剂。本节按化学结构分类加以介绍。

10.1.1 V A 族元素

硫、硒、碲

名 称	应 用	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
硫黄 S	在天然橡胶、合成橡胶中应用最广泛的硫化剂	黄色粉末	1.96	119.3
硒 Se	是天然橡胶、丁苯橡胶的第二硫化剂,单用不交联	红、灰粉末	4.26	217
碲 Te	是天然橡胶、丁苯橡胶的第二硫化剂	灰色粉末	6.24	452

【制法】 由硫铁矿煅烧、熔融冷却得硫黄块,经粉碎、过筛得硫黄粉。硫黄在高温下熔融、气化后,通入含稳定剂的介质中骤冷,凝固,粉碎制得不溶性硫黄。

【基本特性】

(1) 硫用于天然橡胶和各类合成橡胶,是通用硫化剂;硒和碲用于天然橡胶、丁苯橡胶作第二硫化剂,单用不起交联作用。

(2) 使用硫作硫化剂时,酸会迟延硫化,碱会加速硫化。硫在橡胶中的溶解度约为1%,用量超过1份会喷出表面,称为“喷霜”。高硫用量配方,通常使用不溶性硫黄。

(3) 硒和碲在硫黄硫化体系中使用,能缩短硫化时间,提高定伸应力,改善拉伸强度和耐磨性,但会降低伸长率。能防止过硫和喷霜。碲的活性比硒差。在无硫秋兰姆硫化体系中使用能改善耐老化性能。

【用途及用法】

(1) 硫用于轮胎、胶管、胶带、胶鞋及杂品等。硒用于软质橡胶制品。碲用于特殊橡胶制品。

(2) 在胶料配方中的用量一般为:硫 0.2~5.0 份,硒 0.04~0.08 份,碲 0.04~0.08 份。

【注意事项】

(1) 噻唑类促进剂会增加普通硫黄喷霜的危险。温度高于 90℃,时间过长会使不溶性硫黄向可溶性硫黄转化。硫黄易燃,贮存及使用时应避明火。

(2) 硒和碲有毒,不宜用于与食物接触的制品。

【品种牌号】

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
中国	硫黄 (山西阳泉矿物厂、江西大茅山化工厂等) 不溶性硫黄 IS-60 IS-90 IS-6033 IS-7020 IS-HS-6033 IS-HS-7520 (无锡钱桥橡胶助剂厂、上海京海化工公司、洛阳森野化工公司、辽宁朝阳化工公司)	即为本品 不溶性含量≥60% 不溶性含量≥40% 充油型 充油型 高热稳定型 高热稳定型	美国	Hays Mesh Sulfur A Kem-Sperse S Struktol SU Strukchem Sulfur Sulfur 80[DW] (AKM) Sulfur (Croda Universal) Manox(Anchor) Devil A Sulfur Devil AA Sulfur Mule Brand S Spider Brand Sulfur Black Bird Brand(C. P. Hall) Lacco Fine Sulfur(Abbott) Brandrams BB(Brandram) Royal RM 99-GB-1, 0- S-2, 0 Sulfur Royal RM 99-M-2, 5 Sulfur Royal RM 90 B 05 (H. M. Royal) Rubber Makers Sulfur Poly Slab	90%~95%过 200 目 98%过 200 目 含 MgCO ₃ 含 1%炭黑 8% S 加乙丙橡胶
美国	Crystex OT20 Crystex OT33 Crystex N (Stauffer) Crystex OT20 Crystex OT33 Crystex N Crystex HS OT20 Crystex HD OT20 Crystex HS OT33AS Crystex HS OT50AS (AKM/Flexsys)	充油型 充油型 混合型 充油型 充油型 混合型 热稳定型 改进分散型			

续表

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	Crystex Poly Slab(Poly-merics)	75% S 加二元乙丙橡胶	法国	Manosperse IS 70P (Rhodia)	
	Insoluble Sulfur 60		德国	Deosulf(Deutsche Oelfabrik)	
	Code 104 Rubbermakers			Struktol	
	Code 209 RM	油处理		SU 95	可溶性硫黄,含分散剂和湿润剂
	Code 296 RM	油处理		SU 120	
	Code 338 RM			SU 105	
	Code 793 RM			Struktol	
	Mastermix Sulfur			SU 50	不溶性硫黄,含有机、无机分散剂
	4226-MB	S 在 NBR 中的分散体		SU 109	
	4460-PD	S 在操作油中的分散体		SU 135	
英国	4077-MB	S 在乙丙橡胶中的分散体	荷兰	(Schill)	
	Mastermix Crystex			ECSD-70	70% IS 加二元乙丙橡胶
	4159-MB	IS 在乙丙橡胶中的分散体		Poly-Dispersion SsSD	70% IS 加丁苯橡胶
	4254-PD	IS 在邻苯二甲酸二辛酯中的分散体		Poly-Dispersion SSD	75% IS 加丁苯橡胶
	4414-MB (Harwick)	IS 在 SBR 中的分散体		75(Rhein Chemie)	
	Rubber Makers Sulfur	S 经表面处理	日本	Crystex IS	含 IS 90%以上
	Specialty Sulfur	S 经表面处理		Crystex HS-IS	IS 充 20%油
	Spider Brand Sulfur (Taber Inc.)	S 充油		Crystex 90 OT-20	充油 IS
	Sulfur, Synproware	80% S 加橡胶		Crystex Poly Slab	75% IS 加二元乙丙橡胶
	PAB-1724(Synthetic)			Crystex, Synproware	67% IS 糊状物
英国	Sulfur Dispersed(R. T. Van-derbilt)	S 的液体分散物		PAB-5182(Flexsys)	
	Deosulf (Richard Baker Harrison)		美国	粉末硫黄(川越硫黄精制所)	
	Robac Sulfur (Robinson Brothers)S			表面处理硫黄(鹤见化学工业)	
	80E			不溶性硫黄(日本乾溜)	
	(Adhesive & Coating, Whit Chem)			Vandex(R. T. Vanderbilt)	
	Sulfur (Hays Chemical/Whit Chem)			Selenium(住友金属、三井金属)	本品为硒(Se)
			美国	Telloy (R. T. Vanderbilt)	
				Tellurium(三井金属、三菱金属)	本品为碲(Te)

【包装、贮存和运输】

编织带内衬牛皮纸带, 25kg/袋。防潮, 存放于阴凉干燥处。

10.1.2 含硫化合物

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
一氯化硫	sulfur monochloride Cl—S—S—Cl	黄红液体	1.68~1.71	138(沸点)
二氯化硫	sulfur dichloride Cl—S—Cl	红棕液体	1.62	59(沸点)

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
二硫化二吗啉(DT-DM)	<p>morpholine disulfide</p>	灰白粉末	1.32~1.38	120
四硫化二吗啉	<p>morpholine tetrasulfide</p>	淡黄粉末		114
二硫化-N,N'-二己内酰胺	<p>N,N'-caprolactam disulfide</p>	乳黄粉末	1.3	100
三硫化双(二乙基硫化磷酰)	<p>bis(diethyl thiophosphoryl)trisulphide</p>	乳白粉末	1.44	
脂肪族多硫化物(VA-7)	<p>aliphatic polysulfide</p> $-R-S_n-R-$ <p>R 为脂肪族醚</p>	琥珀色液体	1.45	
烷基苯酚一硫化物	alkylphenolmonosulfide	棕色树脂状物	1.11~1.12	45~55(软化)
烷基苯酚二硫化物	alkylphenoldisulfide	棕色树脂状物	1.1~1.4	50~93(软化)
脂肪族多硫化物(VA-7)	<p>aliphatic polysulfide</p> $-R-S_n-R-$ <p>R 为脂肪族醚</p>	灰白液体	1.42~1.47	
二环己基四硫代二嗪	<p>dicyclohexyl tetrathiazine</p>	片状结晶		128.5
双(3-三乙氧基硅烷丙基)四硫化物(Si-69)	<p>bis(3-ethoxysilanepropyl) tetrasulfide</p>	淡黄液体		

【制法】 氯气通入熔融硫黄可制得一氯化硫。在石油醚作介质、碱催化剂存在条件下，一氯化硫与吗啉反应制得二硫化二吗啉。

【基本特性】

(1) 该类化合物在硫化过程中能释放出活性硫来起交联作用，故又称为“硫黄给予体”。使用该类化合物作硫化剂，胶料不会喷霜。

(2) 该类化合物既可用于天然橡胶，又可用于合成橡胶；既可用于传统硫化体系，又可用于有效或半有效硫化体系。用于后者能显著改善产品的耐热性能。

【用途及用法】

(1) DTDM 和 Si-69 用于轮胎和其他原制品，其余几种常用于电线、电缆、耐热制品或薄制品。

(2) 一氯化硫可用于冷硫化，可将橡胶薄制品浸入一氯化硫中或把一氯化硫直接加入胶乳中即可硫化。

(3) DTDM 单用硫化速度慢，通常与噻唑、秋兰姆、次磺酰胺并用。它在天然橡胶、异戊橡胶中用量 1.0~2.0 份；在丁苯橡胶、丁腈橡胶中用量 1.25~1.50 份；在丁基橡胶中用量 2.0~2.5 份；在乙丙橡胶中用量 0.5~1.5 份。

(4) Si-69 还可用作白炭黑或非金属矿物粉体填料的表面改性剂，经改性处理后，非补强型填料可变为补强型填料，补强型填料的补强性能有显著提高。

【注意事项】

(1) 一氯化硫和二氯化硫不宜用于氯丁橡胶。由于有毒、有硫味、具有刺激性，亦不宜用于与食物接触的制品。

(2) 二硫化二吗啉和四硫化二吗啉粉尘与空气的混合物有爆炸危险，宜避光、密闭贮存，以防分解。

(3) 该类化合物应避免和皮肤及眼部接触。

【品种牌号】

国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明	国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明
中国	一氯化硫 (上海电化厂、北京天河化工厂)	本品为 S_2Cl_2	美国	Elast-O-Sperse UB (DM-DS)-75 (Elastochem)	75%本品加通用橡胶
美国	Sulfur Monochloride (Stauffer)		英国	Deovulc M (Richard Baker Harrison) Ekaland DTDM (Hubron Sales) DTDM 80% GE (Adhesive & Coating/Whit Chem)	
中国	二氯化硫 (上海电化厂、葫芦岛化工厂)	本品为 SCl_2	法国	Ekaland DTDM (Elf Atochem) DSM (Man. Land) Sulpharan S (Marcel Quarre')	
美国	Sulfur Dichloride (Stauffer)		德国	Deovulc M (Deutsche Oelfabrik) Rhenocure M Rhenogran DTDM (Rhein-Chemie)	
中国	硫化剂 DTDM (无锡钱桥橡胶助剂厂、上海京海化工公司、黄岩东海化工厂、武汉径河化工公司、浙江超微细化工公司、青岛联昊化工公司)	即为本品	日本	Actor R Vulcanizer R (川口) Vulnoc R (大内新兴) Sanfel R (三新) MS-R (精工)	
美国	Ake M-Sperse DTDM (AKM) Naugex SDI (Uniroyal) Perkacit DTDM (AKM/Flexsys) Vanax A (Vanderbilt) Sulfasan R (Harwik) Akron Chem Accelerator "R" (Akron) Chem 1 Sorb OSR-03-75 (Polychem Dispersions) Sulfasan R/Vanax A Elast-O-Sperse PB (DM-DS)-75	75%本品加三元乙丙橡胶 75%本品加乙烯共聚物	荷兰	Vondac DTDM (Vondelingenplast)	

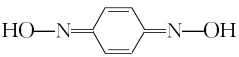
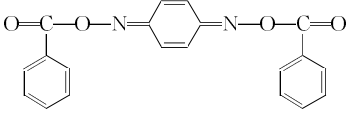

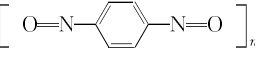

续表

国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明	国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明
俄罗斯	Дисульфид М		中国	硫化剂 VA-7 (黄岩华星化学厂、葫芦岛化工研究院)	即为本品
德国	Rhenocure S (Rhein-Chemie)	本品为二硫化二己内酰胺	美国	Thiokol VA-7 (Thiokol)	
英国	Vulcadone 3SN(ICI)	本品为二硫化双(二乙基硫代磷酸)	中国	KH-845-4 RSi-B(南京曙光化工厂)	本品为 Si-69 本品与炭黑混合物
美国	Vultac 1(Pennwalt)	本品为烷基苯酚-硫化物	德国	Si-69 Tesp 50%(Degussa)	本品与炭黑混合物
美国	Vultac 2, Vultac 3, Vultac 7 Vultac 4, Vultac 5	本品为烷基苯酚二硫化物 加惰性载体			

【包装、贮存和运输】

固体粉末用木桶装，内衬牛皮纸袋。净重 30kg/桶。置于低温干燥处，防潮防晒。

10.1.3 醌类化合物

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
对醌二肟(QDO)	p -quinonedioxime 	结晶粉末	1.2~1.4	240
对-二苯甲酰苯醌二肟(DBQD)	p -dibenzoylquinonedioxime 	灰棕粉末	1.37	200
四氯代对苯醌	$tetrachloro-p$ -benzoquinone 	金黄粉末	1.97	270
聚对二亚硝基苯	$poly-p$ -dinitrosobenzene 	棕色粉末		52
1,4-双(β-羟基乙氧基)苯	$1,4-bis[\beta\text{-hydroxy ethoxy}]$ $benzene$ 	白色粉末	1.34	104(凝固点)

【制法】 将苯酚亚硝基化生成对亚硝基苯酚，而后转位成对醌单肟，再与盐酸羟胺反应即得对酯二肟。对醌二肟与苯甲酰氯反应可制成二苯甲酰对醌二肟。

【基本特性】

- (1) 该类化合物在胶料中易分散，硫化速度快，定伸应力高。
- (2) 由于临界温度低，有焦烧倾向。
- (3) 使用该类化合物的胶料与金属黏合性能好。

【用途及用法】

(1) 适用于天然橡胶和丁苯橡胶，特别适用于丁基橡胶。用于制造胶布、水胎、电线、电缆的绝缘层及耐热垫圈，也可用于自硫化型胶黏剂。

(2) 在丁基橡胶中使用，用量为 1.0~2.0 份，并配以 6.0~10.0 份 PbO_2 或 Pb_3O_4 ，也可配以 2.0~4.0 份促进剂 DM。

(3) 在聚硫橡胶中使用，用量为 1.5 份左右，并配以 0.5 份 ZnO 。

【注意事项】

(1) 该类化合物有毒，其粉尘和空气的混合物有爆炸危险。

(2) 不宜配用硬脂酸、槽黑等酸性物质。

(3) 有污染性，不宜用于白色或浅色制品。

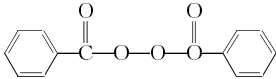
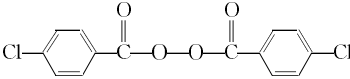
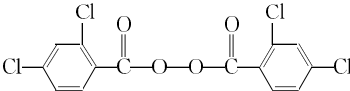
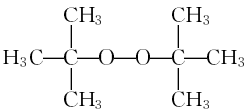
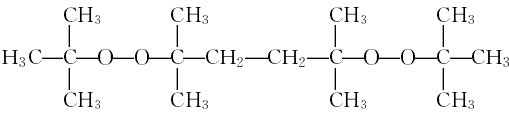
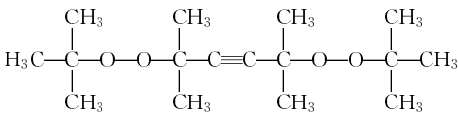
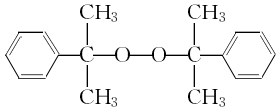
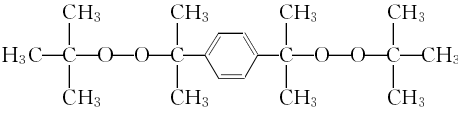
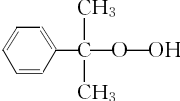
【品种牌号】

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
中国	QDO(沈阳市沈东化工厂、北京化工厂)	本品为对酞二肟	法国	Butalène BD-33 (Kühlmann)	33%本品加惰性填料
美国	PQD PQD-50 (Synpro-Ware) GMF(Uniroyal)	50%本品加丁基橡胶		DBQD (Man. Land)	
	Accelerator 117 (Naugatuck)	本品加惰性填料		Polymix DBQD P70 Polymix DBQD B75 (Polychimie)	70%本品加石蜡油 75%本品加低分子量聚异丁烯
英国	Vulcafor BQ Vulcafor BQN Vulcafor CDO (ICD)	50%本品加无机碱	德国	Phenocure BQ (Rheine Chemie) Dibenzo CDO (Bayer)	
法国	Butalene B-33 Butalene B-100 (Kühlmann)	33%本品加惰性填料	日本	Actor DQ (川口) Vulnoc DGM (大内新兴)	
	Polymix BQD B60	60%本品加低分子聚异丁烯	美国	QCE (Amoco) Vulklor (Naugatuck)	本品为四氯代对苯醌
	Polymix BQD P75 (Polychimie)	75%本品加石蜡油		Kermix Vulklor P50/50 (Kenrich)	50%本品加增塑剂
德国	Vulkafor CDO-50 (Bayer)	本品加惰性填料	日本	Actor CL (川口)	
日本	Vulnoc GM (大内新兴) Actor Q Vulcanizer QD (川口)		俄罗斯	Хлоранил	
俄罗斯	Пхдо		美国	Polyac (Du Pont)	本品为聚对二亚硝基苯
美国	DBQD6 (Lord) Dibenzo GMF (Uniroyal) Dibenzo PQD (Chemetron) (Ware Chem. Corp.) Kenmix Dibenzo GMF/P50/50 (Kenrich)	本品为对二苯甲酰苯醌二肟 50%本品加增塑剂	英国	Vulcafor BON (ICD)	25%本品加无机填料
			法国	Butalène D Butalene DN (Mat. Col.)	25%本品加惰性蜡
			日本	Actor DB (川口) Vulnoc DNB (大内新兴)	
			德国	Crosslinking Agent 30/10	本品为 1,4-双[β-羟基乙氧(基)苯]

【包装、贮存和运输】

木桶内衬塑料袋，净重 30kg/桶。置于阴凉干燥处，防污防潮。

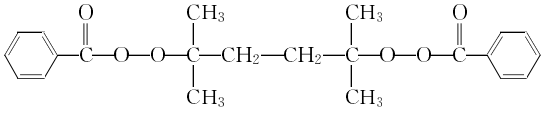
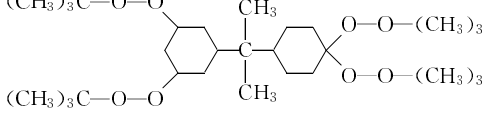
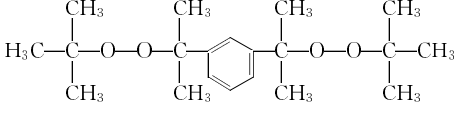
10.1.4 有机过氧化物

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
过氧化苯甲酰(BPO)	benzoylperoxide 	黄白粉末		103~106
双对氯过氧化苯甲酰	$\text{bis-}p\text{-chlorobenzoylperoxide}$ 	膏状	1.17	
过氧化双(2,4-二氯苯甲酰)(DCBP)	$\text{bis(2,4-dichlorobenzoyl)peroxide}$ 	白色粉末		
二叔丁基过氧化物(DTBP)	$\text{di-}tert\text{-butylperoxide}$ 	微黄液体	0.8	110 (沸点)
2,5-二甲基-2,5-双(叔丁基过氧基)己烷	$\text{2,5-dimethyl-2,5-di(}tert\text{-butylperoxy)hexane}$ 	淡黄液体	0.865	8
2,5-二甲基-2,5-二叔丁基过氧基-3-己炔	$\text{2,5-dimethyl-2,5-di(}tert\text{-butylperoxy)hexyne-3}$ 	淡黄液体	0.886	8
过氧化二异丙苯(DCP)	dicumyl peroxide 	黄白结晶粉末	1.08	39~42
1,4-双(叔丁基过氧异丙基)苯	$\text{1,4-bis(}tert\text{-butylperoxy diisopropyl)benzene}$ 	淡棕粉末		50
过氧化氢异丙苯	$\text{cumyl hydroperoxide}$ 	无色液体	1.01~1.04	61(闪点)

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
叔丁基碳酸 异丙酯	$\begin{array}{c} \text{tert-butyl isopropyl carbonate} \\ \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{O} \\ \diagdown \quad \parallel \\ \text{HC}-\text{C}-\text{O}-\text{O}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \diagup \quad \quad \quad \diagup \\ \text{H}_3\text{C} \quad \quad \quad \text{CH}_3 \end{array} \end{array}$	淡黄液体		158 (分解)
1,1-双(叔丁基过氧基)环己烷	$\begin{array}{c} \text{1,1-bis(tert-butylperoxy)cyclohexane} \\ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{O}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{CH}_2 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{O}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{CH}_2 \end{array} \end{array}$			153 (分解)
1,1-二叔丁基过氧基-3,3,5-三甲基环己烷	$\begin{array}{c} \text{1,1-di-tert-butylperoxy-3,3,5-trimethylcyclohexane} \\ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{O}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{CH}_2 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{O}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{CH}_3 \end{array} \end{array}$	无色液体	0.904	57 (闪点)
过苯甲酸叔丁酯	$\begin{array}{c} \text{tert-butylperbenzoate} \\ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \quad \text{O} \\ \quad \quad \parallel \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{O}-\text{C}-\text{C}_6\text{H}_5 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \end{array}$	油状液体	1.04	25.5
叔丁基异丙苯基过氧化物	$\begin{array}{c} \text{tert-butylcumyl peroxide} \\ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \quad \text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{O}-\text{C}-\text{C}_6\text{H}_5 \\ \quad \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{CH}_3 \end{array} \end{array}$	淡黄液体	0.942	60~69 (沸点)
3,3-双(叔丁基过氧)丁酸乙酯	$\begin{array}{c} \text{ethyl-3,3-bis(tert-butyl peroxy)butyrate} \\ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \quad \text{CH}_3 \quad \quad \text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{O}-\text{C}-\text{O}-\text{O}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{CH}_2 \quad \quad \quad \text{CH}_3 \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{O} \\ \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{array} \end{array}$			
4,4-双(叔丁基过氧)戊酸正丁酯	$\begin{array}{c} \text{n-butyl-4,4-bis(tert-butylperoxy)valerate} \\ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \quad \text{CH}_3 \quad \quad \text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{O}-\text{C}-\text{O}-\text{O}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{CH}_2 \quad \quad \quad \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{O} \\ \\ (\text{CH}_2)_3-\text{CH}_3 \end{array} \end{array}$	黄色液体	0.95	71 (闪点)

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
丁二醇(2-甲基丙烯酸)酯	butylene glycol dimethacrylate $\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{C}-\text{COO}-(\text{CH}_2)_4-\text{OOC}-\text{C}=\text{CH}_2 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{CH}_3 \qquad \qquad \qquad \text{CH}_3 \end{array}$	液体	1.01	
三羟甲基丙烷三(2-甲基丙烯酸)酯	trimethylolpropanetrimethacrylate $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2-\text{OOC}-\text{C}=\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_2-\text{OOC}-\text{C}=\text{CH}_2 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{CH}_2-\text{OOC}-\text{C}=\text{CH}_2 \end{array}$	液体	1.065	
六亚甲基-N,N'-双(叔丁基过氧化碳酸酯)	hexamethylene-N,N'-bis(<i>tert</i> -butyl peroxy carbamate) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \qquad \text{O} \quad \text{H} \qquad \text{O} \qquad \text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{O}-\text{C}-\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{N}-\text{C}-\text{O}-\text{O}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{CH}_3 \qquad \qquad \qquad \text{CH}_3 \end{array}$			
2,2-双(过氧化叔丁基)丁烷	2,2-bis(<i>tert</i> -butyl peroxy)butane $\begin{array}{c} \text{O}-\text{C}(\text{CH}_3)_3 \\ \\ \text{O} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{O} \\ \\ \text{O}-\text{C}(\text{CH}_3)_3 \end{array}$			199 (分解)
2,5-二甲苯-2,5-双(过氧化苯甲酰)己烷	2,5-dimethyl-2,5-bis(benzoyl peroxy)hexane 	白色结晶粉末		117~119
2,2-双(4,4-二叔丁基过氧环己基)丙烷	2,2-bis(4,4-di- <i>tert</i> -butyl peroxy cyclohexyl)propane 	结晶状物		154 (分解)
1,3-双(2-叔丁基过氧基异丙基)苯	1,3-bis(2- <i>tert</i> -butyl peroxy isopropyl)benzene 	白色结晶粉末		50~52

【制法】 苯甲酰氯在碱性溶液中用双氧水氧化可制得过氧化苯甲酰。

【基本特性】

(1) 含羧基的过氧化物(如过氧化二苯甲酰)特点是对酸的敏感性小,分解温度低,炭黑会严重干扰交联。

(2) 不含羧基的过氧化物(如过氧化二异丙苯)特点是对酸的敏感性大,分解温度高,

对氧的敏感性较小。

(3) 有机过氧化物的分解及交联均匀自由基反应。

(4) 这类硫化剂交联效率通常可借助三烯丙基氰脲酸酯、三烯丙基磷酸酯等及少量硫黄提高。

(5) 加入 ZnO 有助提高耐老化性能，硬脂酸用量宜少，用多了会降低交联效率。

(6) 胺类、酚类防老剂会干扰交联，宜少使用。

(7) 操作油应以石蜡油为宜，环烷油、芳香油会干扰交联反应。

【用途及用法】

(1) 主要用作硅橡胶和乙丙橡胶的交联剂，也可以用于交联天然橡胶和通用合成胶。用于制造医用制品和特殊用途制品。

(2) 一般用量 1.5~3.0 份。

【注意事项】 这类化合物一般有毒，易燃烧爆炸，应贮存于避光、避火的环境下，还应避免撞击。

【品种牌号】

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
中国	过氧化苯甲酰(兰州助剂厂、上海中利化工厂、北京化工厂)	即为本品	德国	Silopren Vernetzer BP 50(Bayer)	50%本品加硅油
美国	Cadox BS	50%本品加硅油	意大利	Lucidol S 50 (Noury Italia)	50%本品加硅油
	Lucidol S 50 (Nourg Chemical Corp.)	50%本品加硅油	日本	Lucidol S 50 (Kayaku Noury Corp.)	50%本品加硅油
	Luperco ARF,ARS,ATC	本品膏剂	荷兰	Lucidol	
	Luperco AST (Pennwalt)	50%本品加硅油		Lucipai	
英国	Cadox BCD	50%本品膏剂		Lucidol B-50,B-70,40E (Akzo)	本品加邻苯二甲酸酯增塑剂
	Cadox BCP (ICD)	纯度 35%	俄罗斯	Перекись Бензоида	本品 50%溶液
	LC-10(Laporte)		美国	Cadox PS(Noury)	本品为双对氯过氧化苯甲酰
	Lucidol	纯度 35%	美国	Cadox TS-50(Noury)	本品为过氧化双(2,4-二氯苯甲酰)
	Lucidol B-50,B-70,40E (Novadel)	本品与邻苯二甲酸酯混合物		Luperco CGE	50%本品加硅油
	Lucidol S 50 (Novadel/Akzo Chem)	50%本品加硅油		Luperco CSF	50%本品膏剂
法国	BP 50Si (Sté Chalonaise de Peroxydes Organique)	50%本品加硅油		Luperco CST (Lucidol) (Harwick) (Pannwalt Corp.)	40%本品膏剂
	BP 98(Challonnaise)	纯度 98%		Perkadox PLS-50 (Noury Chemical Corp.)	50%本品含硅油膏剂
	Lucidol S 50 (Noury-lande/Akzo Chimie)	50%本品加硅油	英国	Cadox TS-40	40%本品膏剂
	(Akzo Noury & Van Der Lande)			Cadox TS-50 (ICI)	50%本品膏剂
德国	Advaper 650(Advance)	50%本品,余为增塑剂		Perkadox PDB-50	50%本品含增塑剂膏剂
	Benzoyl Peroxid Paste (Peroxid-Chemie)	50%本品加硅油		Perkadox PDS-50 (Novadel)	50%本品含硅油膏剂
	Lucidol S 50 (Oxydo/Akzo Chem.)	50%本品加硅油	法国	DCIP 50Si(Stéchalonnaise de Peroxy des organiques)	50%本品加硅油
	Luperco AST (Wallace & Tiernan Chemie)	50%本品加硅油		Perkadox PDS-50(Noury-lande/Akzo Chimie)	50%本品含硅油膏剂

续表

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
德国	DCIP 50Si (Peroxid-Chemie)	50%本品加硅油	荷兰	Trigonox B (Akzo Noury & Van Der Lande)	
	Luperco CST (Wallace & Tiernan Chemie)	50%本品含硅油膏剂	美国	Varox	本品为 2,5-二甲基-2,5-双(叔丁基过氧基)己烷
	Perkadox PDS-50 (Oxydo Akzo Chem.)	50%本品含硅油膏剂		Varox-50	含本品 50%
	Silopren CL-40 (Bayer)	40%本品含硅油膏剂		Varox DBPH	液态产品
意大利	Perkadox PDS-50 (Noury Italia)	50%本品含硅油膏剂		Varox DBPH-50 (Vanderbilt)	粉末产品
日本	Perkadox PDS-50 (Kayaku Noury Corp.)	50%本品含硅油膏剂		Luperco 101-XL	45%本品加惰性填料
荷兰	Perkadox PDS-50 (Akzo Neury & Van Der Lande)	50%本品含硅油膏剂		Luperco 101 (Harwick), (Pennwalt)	含本品 90%
俄罗斯	Перекись-2,4-Дихлорбензоила			Trigonox 101 (Gardner)	含本品 90%
中国	二叔丁基过氧化物(兰州助剂厂)	即为本品		Trigonox 101	含本品 90%
美国	Di-tertiary butyl peroxide DTBP (Witco)			Trigonox 101/45 (Noury)	45%本品加填料
	Trigonox B (Noury Chemical Corp.)		德国	Luperco 101	含本品 90%
	Superox 719 (Reichhold)			Luperco 101-XL (Wallace & Tiernan Chemie)	45%本品加惰性填料
	Aztec di- <i>t</i> -butyl Peroxide (Aztec)	纯度 99%	美国	Luperox (Lucidol)	本品为 2,5-二甲基-2,5-二叔丁基过氧基-3-己炔
	Lucidol di- <i>t</i> -butylperoxide (Lucidol)	纯度 99%		Lupersol 130 (Harwick), (Lucidol)	含本品 91%
英国	Di- <i>t</i> -butyl Peroxide (Interox Chemicals Ltd.)			Luperco 130XL (Pennwalt), (Lucidol)	45%本品加惰性填料
	Trigonox B (Novadel/Akzo Chem.)		法国	Luperox® 130 (elf atochem)	
法国	Luperox® DI (elf atochem)		德国	Luperox 130XL (Wallace & Tiernan Chemie), (Bayer)	45%本品加惰性填料
	DTBP (Man. Land.) (Société Chalonnaise de Peroxydes Organiques)		中国	过氧化二异丙苯(江苏太仓县化工厂、上海高桥化工厂、抚顺化工五厂)	即为本品 DCP
	Peroxyde de dibutyl-lyle (CdF Chimie)		美国	Chem. 1 Sorb ODC-03-30 (Polychem Dispersions)	30%本品加三元乙丙橡胶
	Peroxyde de dibutyl tertiare (Laboratoires Champian)			DCP-60	60%本品余为聚合物
	Trigonox B (Noury-lande/Akzo Chimie)			Poly-Dispersion E (DIC) D40 (Wyrrough & Loser)	本品加二元乙丙橡胶
德国	Di- <i>t</i> -butyl Peroxide (Wallace & Tiernan Chemie)			Di-Cup 40C	40%本品加 CaCO ₃
	DTBP (Peroxid Chemie)			Di-Cup 40KE	40%本品加陶土
	Trigonox B (Oxydo/Akzo Chem.)			Di-Cup R (Hercules)	含本品 90%~93%
意大利	Trigonox B (Noury Italia)			Luperco 500-40C	加惰性填料
日本	Trigonox B (Kayaku Noury Corp.)			Luperco 500-40KE	加惰性填料
	DTBP (吉富)			Luperco 500R	含本品 97%
				Luperco 500T (Pennwalt)	含本品 91%~93%
				Percadox BC (Noury)	纯度 99%
				Perkadox SB	
				Perkadox BC 40 (Noury Chemical Corp.)	40%本品加 CaCO ₃

续表

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
英国	Varox DCR-P, DCP-T		英国	Percadox 14-40 (Noury Chemical Corp.)	40%本品加 CaCO ₃
	Varox DCP-40C	40%本品加 CaCO ₃		Percadox 14-40 (Novade/Akzo Chem. Ltd.)	40%本品加 CaCO ₃
	Varox DCP-40KE (Vanderbilt)	40%本品加陶土		Percadox 14-96 (Noury-lande/Akzo Chimie)	含本品 96%
	Perkadox SB			Percadox 14-85 (Oxydo/Akzo Chem.)	含本品 85%
法国	Perkadox BC-40 (Novadel/Akzo)	40%本品加 CaCO ₃	意大利	Percadox 14-40 (Noury Italia)	40%本品加 CaCO ₃
	Perkadox BM50 (Novadel)	含 50% 邻苯二甲酸增塑剂		Peroximon SA	
	DCP95 (LPC)	含本品 95%		Peroximon F40 (ACNA)	40%本品加 CaCO ₃
	Perkadox SB			Perbutyl P (日本化成)	40%本品加 CaCO ₃
德国	Perkadox BC 40 (Noury-lande/Akzo)	40%本品加 CaCO ₃	荷兰	Percadox 14-40 (Akzo Noury & Van Der Lande)	40%本品加 CaCO ₃
	Perkadox de dicumyle (Laboratoires Champin)				
	Luperox® DC (elf atochem)				
	DCP				
德国	DCP 40 (Peroxide-Chemie)		英国	Trigonox K-70 (Novadel)	本品为过氧化氢异丙苯, 70%~80%本品的醇或酮溶液
	Luperco 500R	含本品 97%		CuHP (Challonaise)	70%~80%本品的醇或酮溶液
	Luperco 500T (Wallace & Tiernan)	含本品 91%~93%		Trigonox K-70 (Oxydo)	70%~80%本品的醇或酮溶液
	Perkadox BC 40	40%本品加 CaCO ₃		Trigonox K-70 (Noury)	70%~80%本品的醇或酮溶液
德国	Perkadox SB (Oxydo/Akzo)		美国	Trigonox BPIC (Noury Chemical)	本品为叔丁基碳酸异丙酯
	Perkadox BM50 (Oxydo)	含 50% 邻苯二甲酸酯增塑性		BPIC (PPG)	75%本品加乙醇
	Perkadox SB			Lupersol TBIC M75 (Lucidol)	75%本品加乙醇
	Perkadox BC 40 (Noury Italia)	40%本品加 CaCO ₃		USP-400 KXL (Witco)	本品为双(叔丁基过氧基)环己烷
日本	Percumyl D		美国	USP-400XL	40%本品加陶土
	Percumyl D-40 (日本化成)			USP-400P (Witco)	40%本品加 CaCO ₃
	Perkadox SB			(U. S. Peroxygen)	75%本品加邻苯二甲酸酯类
	Perkadox BC-40 (Kayaku Noury)	40%本品加 CaCO ₃			
荷兰	Percadox SB (Akzo)		美国	Lupersol 231	本品为 1,1-二叔丁基过氧基-3,3,5-三甲基环己烷
	Perkadox SB			Luperco 231-XL (Harwick), (Pennwalt)	含本品 92%
	Perkadox BC-40 (Akzo Noury & Van Der Lande)			Trigonox 29-40 (Noury Chemical Corp.)	40%本品加惰性填料
俄罗斯	Перекись Дикумила		英国	1,1-Bis(t-butylperoxy)-3,3,5-trimethylcyclohexane (Interox Chemicals Ltd.)	
				Trigonox 29-40 (Novadel/Akzo)	40%本品加惰性填料
美国	Vul-Cup R	本品为 1,4-双叔丁基过氧基异丙基苯	英国		
	Vul-Cup 40KE (Hercules)	40%本品加黏土			
	VC-60 (Wyrrough & Loser)	含本品 60%			
	Percadox 14 (Noury)				

续表

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
法国	PE 1253 (Sté Chalon-naise de Organiques)	40%本品加惰性填料		Trigonox C (Oxydo/Akzo)	
	Trigonox 29-40 (Noury-lande/Akzo)	40%本品加惰性填料		Trigonox CM-50(Oxydo)	50%本品加邻苯二甲酸二甲酯
	Luperox® 231(elf ato-chem)		意大利	Trigonox C(Noury Italia)	
德国	Laperco 231-XL (Wal-lace & Tiernan)	40%本品加惰性填料	日本	Perbutyl Z(日本化成)	
	PE 1253K (Peroxid-Chemie)	40%本品加惰性填料		Trigonox C (Kayaku Noury)	
	Trigonox 29-40 (Oxydo/Akzo)	40%本品加惰性填料	荷兰	Trigonox C(Akzo Noury & Van Der Lande)	
意大利	Trigonox 29-40 (Noury Italia)	40%本品加惰性填料		Trigonox CM-50(Akzo)	50%本品加邻苯二甲酸二甲酯
日本	Trigonox 29-40 (Kay-aku Noury Corp.)	40%本品加惰性填料	美国	Trigonox T	本品为叔丁基异丙苯基过氧化物 纯度 95%
荷兰	Trigonox 29-40 (Akzo Noury & Van Der Lande)	40%本品加惰性填料	英国	Trigonox TV 50(Noury)	50%本品加惰性填料 纯度 90%~95%
				TBCP(LPC)	纯度 95%
美国	<i>t</i> -Butylperbenzoate	本品为过苯甲酸叔丁酯含本品 50%		Trigonox T	50%本品加惰性填料
	<i>t</i> -Butylperbenzoate-50 (Pennwalt)		法国	Trigonox TV 50 (Novadel/Akzo)	纯度 95%
	Esperox			Trigonox T	50%本品加惰性填料
	Esperox 10	含本品 98%		Trigonox TV 50 (Nourylande/Akzo)	
	Esperox 10XL	40%本品加 CaCO ₃		Luperox® 801 (elf atochem)	
	Esperox 10KXL (Witco)	40%本品加陶土	德国	Trigonox T	纯度 95%
英国	Trigonox C(Noury)			Trigonox TV 50 (Oxydo/Akzo)	50%本品加惰性填料
	LC-18(Laporte)		意大利	Trigonox T	纯度 95%
	TBPB 50			Trigonox TV 50 (Noury Italia)	50%本品加惰性填料
	TBPB 95 (LPC)		日本	Perbutyl C(日本化成)	纯度 90%
	Trigonox C (Novadel/Akzo)			Trigonox T	纯度 95%
	Trigonox CM-50 (Novadel)	50%本品加邻苯二甲酸二甲酯		Trigonox TV 50 (Kayaku Noury)	50%本品加惰性填料
法国	P-1480(Challonnaise)		荷兰	Trigonox T	纯度 95%
	Perbezoale de butyle tertiaire(CdF)			Trigonox TV 50 (Akzo Noury & Van Der Lande)	50%本品加惰性填料
	Perbenzoate de butyle tertiaire (Laboratoires Champin)		美国	USP-333KXL	本品为 3,3-双(叔丁基过氧)丁酸乙酯 40%本品加陶土 40%本品加 CaCO ₃ 75%本品加邻苯二甲酸酯增塑剂
	TBPB(Man. Land.)			USP-333 XL	
	TBPB 98 (Sté Chalon-naise)			USP-333 P (Witco)	
	Trigonox C (Noury-land/Akzo)		美国	Lupercro 230 XL (Pennwalt)	本品为 4,4-双(叔丁基过氧)戊酸正丁酯 50%本品加惰性填料 含本品 90%
德国	<i>t</i> -Butylperbenzoate (Wal-lace & Tiernan)	含本品 50%		Trigonox 17	
	P-1480K (Peroxid-Chemie)				

续表

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
英国	Trigonox 17-40 (Nouryland Chemical Corp.)	40%本品加 CaCO ₃	美国	Natro-Cel 35 (Harwick),(Natrochem)	本品为三羟甲基丙烷三(2-甲基丙烯酸)酯
	Trigonox 17	含本品 90%	美国	Aposet 300(Aztec)	本品为 2,2-双(过氧化叔丁基)丁烷
	Trigonox 17-40 (Novadel/Akzo Chem. Ltd.)	40%本品加 CaCO ₃	美国	Lupersol 220-D50 (Lucidol)	本品增塑剂溶液
法国	Trigonox 17	含本品 90%	美国	Luperox 118(Lucidol)	本品为 2,5-二甲基-2,5-双(过氧化苯甲酰)己烷
	Trigonox 17-40 (Nouryland/Akzo Chimie)	40%本品加 CaCO ₃		Aztec 2,5-PB(Aztec) USP-711(U. S. Peroxygen)	
德国	Luperco 230 XL(Wallace & Tiernan Chemie)	50%本品加惰性填料	美国	Percadox-12(Noury)	本品为 2,2-双(4,4-二叔丁基过氧环己基)丙烷
意大利	Trigonox 17	含本品 90%	法国	Luperox® F(elf atchem)	
	Trigonox 17-40 (Nuory Italia)	40%本品加 CaCO ₃	日本	Percadox 14	本品为 1,3-双(2-叔丁基过氧基异丙基)苯
日本	Trigonox 17	含本品 90%		Percadox 14/40 (化药)	40%本品加 CaCO ₃
	Trigonox 17-40 (Kayaku Noury Corp.)	40%本品加 CaCO ₃		TY-13	纯度 98%以上
荷兰	Trigonox 17	含本品 90%	美国	TY-13-40 (三建化工)	40%本品加 CaCO ₃
	Trigonox 17-40 (Akzo Noury & Van Der Lande)	40%本品加 CaCO ₃			
美国	Natro-Cel 29 (Harwick),(Natrochem)	本品为丁二醇(2-甲基丙烯酸)酯			

【包装、贮存和运输】 三合板桶内衬塑料袋, 25kg/桶; 或铁桶内衬塑料袋, 25kg/桶。包装外有明显的“氧化剂”标志。属一级有机氧化剂, 危规编号 22004, 存放阴凉干燥处, 通风、防晒、防火, 不与酸、碱、盐共贮运。

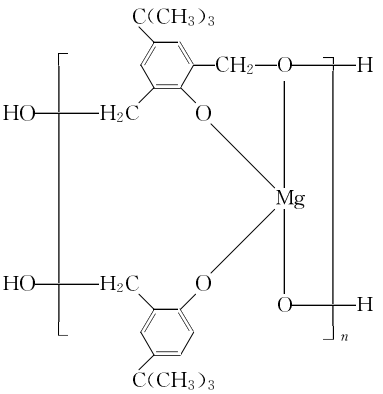
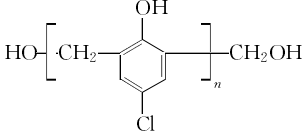
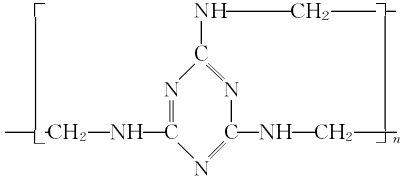
10.1.5 树脂类化合物

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
苯酚甲醛树脂 (2123 树脂)	$\text{HOH}_2\text{C}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})-\left[\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})\right]_n-\text{CH}_2\text{OH}$	黄棕透明固体		
烷基苯酚甲醛树脂	$\text{HO}-\left[\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})(\text{R})\right]_n-\text{CH}_2\text{OH}$	琥珀状固体		
对叔丁基苯酚甲醛树脂 (101 树脂)	$\text{HOH}_2\text{C}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})(\text{C}(\text{CH}_3)_3)-\left[\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})(\text{C}(\text{CH}_3)_3)\right]_n-\text{CH}_2\text{OH}$	黄棕透明树脂		70(软化点)

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
叔辛基苯酚 甲醛树脂 (202 树脂)	$\begin{array}{c} \text{tert-Octylphenolformaldehyde resin} \\ \text{HOH}_2\text{C}-\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})-\text{CH}_2- \left[\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})-\text{CH}_2 \right]_n -\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})-\text{CH}_2\text{OH} \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_3 \end{array}$	黄浅棕 脆硬固体		75~90
溴甲基烷 基苯酚甲 醛树脂	Bromomethyl alkylated phenolformaldehyde resin	块状固体	1.0~1.1	49~57
溴甲基对 叔丁基苯 酚醛树脂	$\begin{array}{c} \text{Bromomethyl-}p\text{-tert-butyl phenol formaldehyde resin} \\ \text{HOH}_2\text{C}-\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})-\text{CH}_2- \left[\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})-\text{CH}_2 \right]_n -\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})-\text{CH}_2\text{Br} \\ \text{C}(\text{CH}_3)_3 \end{array}$	黄棕透明 树脂		62~78
溴甲基对 叔辛基苯 酚甲 醛 树 脂 (201 树脂)	$\begin{array}{c} \text{Bromomethyl-}p\text{-tert-octyl phenol formaldehyde resin} \\ \text{HOH}_2\text{C}-\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})-\text{CH}_2- \left[\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})-\text{CH}_2 \right]_n -\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})-\text{CH}_2\text{Br} \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_3 \end{array}$	淡黄棕色树脂		54~67
含硫烷基 酚醛树脂	$\begin{array}{c} \text{Alkyl phenol formaldehyde resin with sulfur} \\ \text{HOH}_2\text{C}-\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})-\text{S}- \left[\text{S}-\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})-\text{R}'-\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})-\text{S} \right]_n -\text{S}-\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})-\text{CH}_2\text{OH} \\ \text{R} \end{array}$ <p>R=H、烷基、芳基 R'=CH₂-O-CH₂ n=0~2</p>	深褐固体		80~95

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
镁螯合的 对叔丁基酚 醛树脂(添加 聚氯丁二烯)	<p>Magnesium Chelating-<i>p</i>-<i>tert</i>-butylphenol formaldehyde resin(with polychloroprene)</p> 	黄绿粒 状粉末		
2,6-二羟 甲基-4-氯代 苯酚树脂	<p>2,6-Dihydroxy methyl-4-chlorophenol resin</p> 			
苯酚二 醇 树脂	Resin of the phenol dialcohol	黄棕半透 明树脂		80~90 (软化)
蜜胺甲 醛 树脂	<p>Melamine-formaldehyde resin</p> 	黄白粉末		

【制法】 按一定配比将酚和醛在酸催化下缩聚反应制得。

【基本特性】

- (1) 用作丁基橡胶、天然橡胶、丁苯橡胶和丁腈橡胶的交联剂，尤其适用于丁基橡胶。
- (2) 叔丁基（或叔辛基）苯酚甲醛树脂，镁螯合的叔丁基酚醛树脂其粉尘-空气混合物有爆炸危险，有微毒。
- (3) 用此类硫化剂的硫化胶有优越的耐热性能，压缩变形小。在软化点温度以上混入胶料，还能改善工艺操作性能。

【用途及用法】

- (1) 广泛用于制造耐热制品，如硫化胶囊、输送带、垫圈、水泵隔膜和胶黏剂等。蜜胺甲醛树脂也用于胶乳制品。
- (2) 应在高于其软化点温度加入胶料，通常用量为 3.0~15.0 份，视不同胶种、不同产品要求而定。
- (3) 适用于高温硫化，硫化温度可高达 300℃，但通常用 160~190℃。

【注意事项】

- (1) 有微毒，不宜用于与食物接触的制品。

(2) 叔丁基(或叔辛基)树脂、镁螯合树脂等其粉尘-空气混合物有爆炸危险,使用时应注意防爆。

【品种牌号】

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
中国	2123 号苯酚甲醛树脂 (山西太原化工研究院)	即为本品	美国	Amberol ST-137, Amberol ST-137 X (Rohm & Haas)	本品为溴甲基烷基苯酚甲醛树脂
中国	烷基苯酚甲醛树脂(山西太原化工研究院)	即为本品	德国	SP-1045(Schenectady)	
美国	Akron Chem P-124(Akron)		日本	Albertol 142(Albert)	
	Catalin Resins 9273, 9750(Catalin)		美国	Korever CE 5311(BASF)	
	PA 51-069, PA 51-141, PA 51-169, PA 51-232, PA 51-319, PA 52-056 (Polymer)		日本	Hitanol 2501(日立)	
	PA 51-141, PA 52-056 (Harwick)		美国	SP-1056(Schenectady)	
	SP-1044, SP-1045 (Schenectady)		日本	Vulcanizer BAF	
	CRR-0803 (Union Carbide)			Tackirol 250 (住友)	
	Vulkareset 510E, Vulkareset 532E(Amer Hoechst)		俄罗斯	Фенофор ББ	本品为溴甲基对叔丁基苯酚甲醛树脂
英国	Bekelite Resin R 17152 (Bekelite)		中国	溴甲基对叔辛基苯酚甲醛树脂(山西化工研究院、太原有机化工厂)	即 201 树脂
			美国	SP-1055(Schenectady)	
			俄罗斯	Synco 688-BR(Ashland)	
			俄罗斯	Фенофор	
		即 101 树脂	俄罗斯	октофор 10S	本品为含硫烷基酚醛树脂
			俄罗斯	Фенофор АТ	本品为镁螯合对叔丁基酚醛树脂
			俄罗斯	Фенофор Б-МН	
			德国	YDO	
中国	2402 号叔丁基苯酚甲醛树脂(山西太原化工研究院)	即 202 树脂	美国	Resin 16(Rubber Regenerating)	本品为苯酚二醇树脂
	对叔丁基苯酚甲醛树脂(青岛助剂厂)		美国	Cyrez 711 Latex	本品为蜜胺甲醛树脂
美国	SP-1045(Schenectady)			Curing Resin	
德国	Super Bekezite 1001			Cyrez 933 Latex	
俄罗斯	Фенофорь Смола 101B			Curing Resin (Cyanamid)	
中国	对叔辛基苯酚甲醛树脂(山西化工研究院, 上海橡胶助剂厂)				

【包装、贮存和运输】

牛皮纸内衬塑料袋装, 25kg/袋; 或桶装, 50kg/桶。贮存时要防潮、防污染、避光、防火。

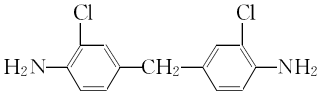
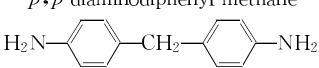
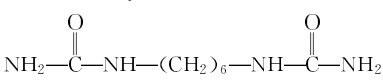
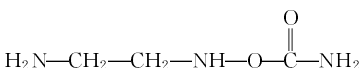
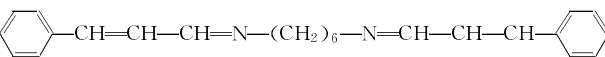
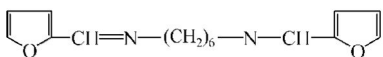
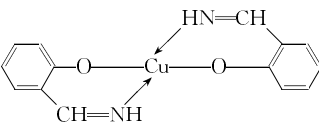
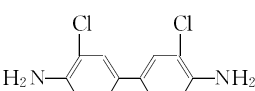
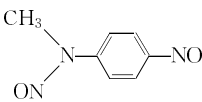
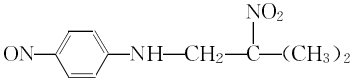
10.1.6 金属氧化物

金属氧化物见 10.3.1 无机活性剂。

10.1.7 有机胺类

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
三 亚 甲 基 四 胺	triethylene tetramine $H_2N-C_2H_4-NH-C_2H_4-NH-C_2H_4-NH_2$	淡黄黏稠 液体	0.982	12
四 亚 甲 基 五 胺	tetraethylene pentamine $H_2N-C_2H_4-NH-C_2H_4-NH-C_2H_4-NH-C_2H_4-NH_2$	淡黄黏稠 液体	0.999	151~152 (沸点)

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
己二胺(六亚甲基二胺)	hexamethylene diamine $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$	无色片状结晶		39~42
亚甲基双邻氯苯胺(3,3'-二氯-4,4'-二氨基二苯基甲烷)(MOCA)	methylene bisortho chloroaniline (4,4'-diamino-3,3'-dichlorodiphenyl methane) 	浅灰粉末	1.39	110
对,对-二氨基二苯基甲烷	<i>p,p'</i> -diaminodiphenyl methane 	白色结晶粉末	1.15	90
六亚甲基二胺氨基甲酸盐(己二胺氨基甲酸盐)	hexamethylene diamine carbamate 	白色粉末	1.15	152~155
乙二胺氨基甲酸盐	ethylene diamine carbamate 	白色细粉	1.37	145~155
<i>N,N'</i> -二亚肉桂基-1,6-己二胺	<i>N,N'</i> -dicinnamylidene-1,6-hexanediamine 	褐色粗粉	1.09	82~88
<i>N,N'</i> -双呋喃亚甲基己二胺	<i>N,N'</i> -bis(furfurylidene)hexa-methylenediamine 	白色粉末	1.23	44~46
水杨基亚胺铜(硫化剂CSD)	copper salicylimine 	深绿色结晶粉末		207~217
3,3'-二氯联苯胺	3,3'-dichlorobenzidine 	无色粉末	1.25	132
<i>N</i> -甲基- <i>N</i> ,4-二亚硝基苯胺	<i>N</i> -methyl- <i>N</i> ,4-dinitrosoaniline 	草绿粉末		101
<i>N</i> -(2-甲基-2-硝基丙基)-4-亚硝基苯胺	<i>N</i> -(2-methyl-2-nitropropyl)-4-nitrosoaniline 	奶油色粉末	1.95	

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
三异丙醇胺	$\begin{array}{c} \text{triisopropanolamine} \\ \text{CH}_2\text{CHOHCH}_3 \\ \\ \text{N}-\text{CH}_2\text{CHOHCH}_3 \\ \\ \text{CH}_2\text{CHOHCH}_3 \end{array}$	有色固体	0.991	58
三羟甲基氨基甲烷	$\begin{array}{c} \text{trihydroxy methylamino methane} \\ \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	固体		171
<i>N,N'</i> -双亚水杨基-1,2-丙二胺	$\begin{array}{c} \text{N,N'-disalicylidene-1,2-propane diamine} \\ \text{OH} \qquad \qquad \text{HO} \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{CH}=\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{N}-\text{CH} \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{C}_6\text{H}_4 \qquad \qquad \text{C}_6\text{H}_4 \end{array}$	琥珀色液体	1.03~1.07	
<i>N,N'</i> -间亚苯基双马来酰亚胺	$\begin{array}{c} \text{N,N'-m-Phenylene bismaleimide} \\ \text{O} \qquad \qquad \text{O} \\ \qquad \qquad \\ \text{C} \qquad \qquad \text{C} \\ / \quad \backslash \quad / \quad \backslash \quad / \quad \backslash \quad / \quad \backslash \\ \text{C} \quad \text{N} \quad \text{C} \quad \text{C}_6\text{H}_4 \quad \text{N} \quad \text{C} \quad \text{C} \\ \backslash \quad / \quad \backslash \quad / \quad \backslash \quad / \quad \backslash \quad / \quad \backslash \\ \text{C} \quad \text{C} \quad \text{C} \quad \text{C} \quad \text{C} \quad \text{C} \quad \text{C} \quad \text{C} \\ \qquad \qquad \\ \text{O} \qquad \qquad \text{O} \end{array}$	黄色结晶粉末	1.44	204~205
4,4'-二硫代双(<i>N</i> -苯基马来酰亚胺)	$\begin{array}{c} \text{4,4'-dithio bis(N-phenylmaleimide)} \\ \text{O} \qquad \qquad \text{O} \\ \qquad \qquad \\ \text{C} \qquad \qquad \text{C} \\ / \quad \backslash \quad / \quad \backslash \quad / \quad \backslash \quad / \quad \backslash \\ \text{C} \quad \text{N} \quad \text{C} \quad \text{C}_6\text{H}_4 \text{--S--S--} \text{C}_6\text{H}_4 \quad \text{N} \quad \text{C} \quad \text{C} \\ \backslash \quad / \quad \backslash \quad / \quad \backslash \quad / \quad \backslash \quad / \quad \backslash \\ \text{C} \quad \text{C} \quad \text{C} \quad \text{C} \quad \text{C} \quad \text{C} \quad \text{C} \quad \text{C} \\ \qquad \qquad \\ \text{O} \qquad \qquad \text{O} \end{array}$	淡黄粉末		157
脂环铵盐	alicyclic amine salt	白色粉末	1.23	145~155

【制法】 由邻氯苯胺与盐酸反应生成邻氯苯胺盐酸盐，再滴加甲醛缩合制得硫化剂 MOCA。

【基本特性】

(1) 本类化合物主要用于氟橡胶、丙烯酸酯橡胶和聚氨基甲酸酯橡胶作交联剂，也用作合成橡胶改性剂以及天然橡胶、丁基橡胶、异戊橡胶、丁苯橡胶的硫化活性剂。

(2) 用热辊混炼时容易焦烧，所以混炼加入时应避免辊筒温度过高，最好待其他配合剂加入后再慢慢加入。

(3) 加入本类化合物的胶料应在 24h 内用完, 贮存期不宜过长。

(4) 适用于高温短时间硫化, 硫化胶抗返原性好。

【用途及用法】

(1) 适用于制造耐高温、耐腐蚀的特种橡胶制品和密封件, 也可用于大型载重轮胎。

(2) 采用高温硫化工艺, 第一段模压硫化, 第二段热空气硫化。

(3) 配合用量 1.0~5.0 份, 如用作助硫化剂或活性剂, 用量可低于 1.0 份, 通常用量为 1.5~3.0 份。

【注意事项】

(1) 有氨味, 有毒, 不宜用于与食物接触的制品。

(2) 可燃, 其粉尘-空气混合物有爆炸危险。

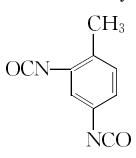
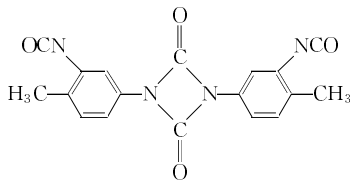
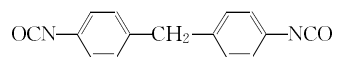
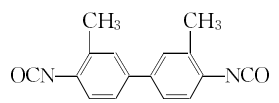
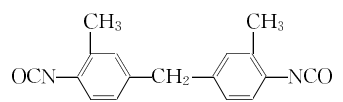
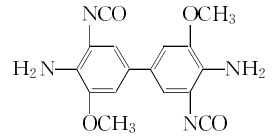
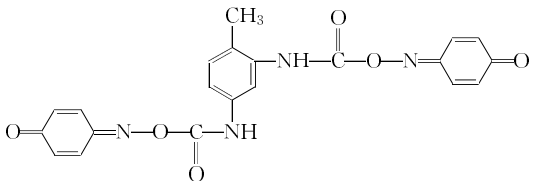
【品种牌号】

国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明	国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明
美国	Linde Chem-Loaded Molecular Sieve CW-1318 (Union Carbide)	本品为三亚乙基四胺 此为吸附本品的分子筛	美国	Салимин М	
			英国	Dichlorobenzidine, Urethane Grade (Upjohn)	本品为二氯联苯胺
俄罗斯	ГМДА	本品为六亚甲基二胺(己二胺)	英国	Propar (Anchor)	本品为甲基二亚硝基苯胺
中国	硫化剂 MOCA (苏州吴县精细化工厂)	本品为次甲基双邻氯苯胺	英国	Elastopar (Flexsys)	1/3 本品, 2/3 陶土
美国	Cyanaset MC (Cyanamid)		俄罗斯	Нитрозан К	1/3 本品, 2/3 高岭土
俄罗斯	МОСА (Du Pont)		英国	Nitrol (Monsanto)	本品为(2-甲基-2-硝基丙基)-4-亚硝基苯胺
美国	Диамет X				1/3 本品, 2/3 高岭土
美国	Caytur 22	本品为二氨基二苯基甲烷(含 NaCl)	美国	Triisopropanolamine (Union Carbide)	本品为三异丙醇胺
	Na-11 (Du Pont)		美国	Tris Amino (Commercial Solvents), (Industrial Minerals)	本品为三羟甲基甲胺
	p,p'-methylene dianiline (Dow-Chemical Co.)		美国	Amoco 521	本品为双亚水杨基丙二胺
	Resistox B (Flexsys)			Amoco 522	
美国	Tonox	精制品		Amoco 523 (Amoco)	
	Tonox D			Copper Inhibitor 50	50%本品的溶液
	Tonox R (Uniroyal)			Copper Inhibitor 65 (Du Pont)	65%本品的溶液
英国	Epikure DDM (Shell)			Copper Inhibitor X-872 (Naugatuck)	
	Robac 4,4' (Robinson)			Cu DA (Univ Oil.)	
	Tonox	精制品		Deactamine 600,670 (Gen. Aniline)	70%~80%的溶液
	Tonox D (Rubber Regen.)			Tenamene 60	30%的二甲苯溶液
美国	Diak No. 1 (Du Pont)	本品为六亚甲基二胺氨基甲酸盐		Tenamene DD-50 (Eastman)	50%的二甲苯溶液
	HMD-AC (Min. Man.)		英国	Nonoxol CTD (ICI)	50%的溶液
美国	Diak No. 2 (Du Pont)	本品为乙二胺氨基甲酸盐	中国	硫化剂 PDM (黄岩东海化工厂)	本品为间亚苯基双马来酰亚胺
美国	Diak No. 3 (Du Pont)	本品为二亚肉桂基己二胺	美国	HVA-2 (Du Pont)	
俄罗斯	Бифургин	本品为双呋喃亚甲基己二胺	俄罗斯	Маленимид Ф	
俄罗斯	СИМ	本品为水杨基亚胺酮(CSD)	美国	Diak No. 4 (Du Pont)	本品为脂环胺盐

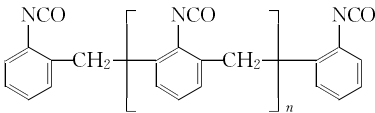
【包装、贮存和运输】 塑料编织袋内衬塑料袋，25kg/袋。贮于阴凉干燥处，运输防雨、防潮、防水。

10.1.8 其他硫化剂

10.1.8.1 异氰酸酯

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
2,4-甲苯二异氰酸酯(TDI)	toluene 2,4-diisocyanate 	淡黄液体	1.22	21.7
甲苯二异氰酸酯二聚体(TDI)	dimer of toluene 2,4-diisocyanate 	白色粉末		156~158
二(对异氰酸苯基)甲烷(MDI)	di(<i>p</i> -isocyanatophenyl)methane 	黄色固体	1.20	40~41
联亚甲苯基二异氰酸酯(TODI)	ditolylene diisocyanate 	淡黄片状物	1.197	69~71
3,3'-二甲基二苯甲烷-4,4'-二异氰酸酯(DMMDI)	3,3'-dimethyldiphenylmethane-4,4'-diisocyanate 	白黄固体	1.2	32.5~33.5
联甲氧基苯胺二异氰酸酯(DADI)	dianisidine diisocyanate(3,3'-dimethoxy-4,4'-diphenyl diisocyanate) 	灰棕片或粉末	1.20	121~122
脲烷交联剂(LH-420)	urethane vulcanizer 	橘黄粉末		166~168

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
聚亚甲基聚苯基异氰酸酯 (PAPI)	<p style="text-align: center;">polymethylene polyphenylisocyanate</p> 	棕黑液体	1.2	

【制法】 将熔融的二氨基甲苯溶于氯苯中，在 35~45℃ 下与光气进行低温反应，再在 180℃ 以下与光气进行高温反应，反应完后用氮气赶出氯化氢及剩余气体，再将氯苯蒸出，最后进行真空蒸馏，即得甲苯二异氰酸酯。

【基本特性】

(1) 此类化合物主要作为聚氨酯橡胶交联剂，其硫化胶抗撕裂性能好，压缩变形小，耐热性能好，黏合性能好。

(2) 吸水性强，需贮存在无水、无其他溶剂的密闭容器中，贮存期为 1 年。

(3) 使用这类交联剂无需添加硫黄硫化体系所需配合剂，但可用促进剂 PZ (DDMC) 和氧化钙等物质来改善硫化效率。

【用途及用法】

(1) 用于制造耐高温橡胶制品、泡沫橡胶制品和胶黏剂。

(2) 高温硫化时胶料流动性大，易膨胀变成海绵，故脱模必须在冷却至 100℃ 以下进行。

(3) 配合量为 10~20 份。

【注意事项】

(1) 有毒，不宜用于与食物接触的制品。

(2) 避免和皮肤及眼睛接触。

【品种牌号】

国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明	国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明
中国	硫化剂 TDI(山西太原化工研究院、大连染料厂、太原化工厂、重庆长风化工厂、常州有机化工厂)	本品为 2,4-甲苯二异氰酸酯(TDI)	中国	硫化剂 MDI(大连染料厂、烟台合成革厂、上海染料厂)	本品为 MDI
美国	Hylene T Hylene TM (Du Pont) Mondur TDS(Mobay)	80% 本品加 20% 2,6-甲苯二异氰酸酯	美国	Hylene M	本品为二(对异氰酸苯基)甲烷 50% 本品的邻二氯苯溶液
英国	Vulcafor VCN(ICI)			Hylene M-50	
德国	Desmodur T(Bayer)	本品为 2,4-甲苯二异氰酸酯和 2,6-甲苯二异氰酸酯混合物		MDI (Du Pont) Mondur Multrathane M(Mobay) Nacconate 300(Allied)	本品的二甲苯溶液
中国	硫化剂 TD(南京梅山化工厂)	本品为 TD	英国	Vulcafor VCC(ICI)	
德国	Desmodur TT(Bayer)	本品为甲苯二异氰酸酯的二聚体	德国	Desmodur 44(Bayer)	
			日本	Millionate MT (MDI) (蝶理株式会社)	
			美国	TODI(Upjohn)	本品为联亚甲基苯基二异氰酸酯(TODI)

续表

国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明	国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明
美国	DMMDI(Upjohn)	本品为二甲基二苯甲烷二异氰酸酯(DMMDI)	美国	Novor 920 Novor 924 Novor 913 (Hughson)	
美国	DADI(Upjohn)	本品为联甲氧基苯胺二异氰酸酯(DADI)	中国	硫化剂 PAPI(烟台合成革厂、大连染料厂、常州有机化工厂、重庆长风化工厂)	本品为聚亚甲基聚苯基异氰酸酯
中国	硫化剂 LH-420(山西太原化工研究院)	本品为尿烷交联剂(LH-420)	美国	PAPI(Upjohn)	

【包装、贮存和运输】 采用镀锌铁桶包装，35kg/桶，包装要密闭。属有机有毒品，危规编号 84052。贮于通风干燥处，防潮。

10.1.8.2 甲基丙烯酸酯

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
乙二醇二甲基丙烯酸酯	$\begin{array}{c} \text{ethylene glycol dimethacrylate} \\ \text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{COO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COO}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2 \end{array}$	水白液体	1.05	
三缩四乙二醇二甲基丙烯酸酯	$\begin{array}{c} \text{tetraethylene glycol dimethacrylate} \\ \text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{COO}-(\text{CH}_2-\text{CH}_2)_4-\text{COO}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2 \end{array}$	液体	1.080	220 (沸点)
聚乙二醇二甲基丙烯酸酯	$\begin{array}{c} \text{polyethylene glycol dimethacrylate} \\ \text{H}_2\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{COO}-(\text{CH}_2-\text{CH}_2)_n-\text{COO}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2 \end{array}$	液体	1.080	200 (沸点)
四氢糠基甲基丙烯酸酯	$\begin{array}{c} \text{tetrahydrofurfuryl methacrylate} \\ \begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}-\text{CH}_2-\text{COO}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}_2 \end{array} \end{array}$	液体	1.040	265 (沸点)
丁二醇二甲基丙烯酸酯	$\begin{array}{c} \text{butylene glycol dimethacrylate} \\ \text{H}_2\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{COO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COO}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2 \end{array}$	液体	1.01	290 (沸点)
三羟甲基丙烷三甲丙烯酸酯	$\begin{array}{c} \text{trimethylol propane trimethacrylate} \\ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}-\text{COO}-\text{C}=\text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{CH}_2\text{OH}-\text{C}-\text{COO}-\text{C}=\text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}-\text{COO}-\text{C}=\text{CH}_2 \end{array} \end{array}$	液体	1.06	200 (沸点)
二甲基丙烯酸锌	$\begin{array}{c} \text{zinc dimethacrylate} \\ \left[\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{COO} \end{array} \right]_n \text{Zn} \end{array}$	白色粉末	1.40	250

【制法】 甲基丙烯酸与乙二醇在硫酸催化剂存在下直接进行酯化，再经减压精馏制得乙二醇二甲基丙烯酸酯。

四氢糠醛与甲基丙烯酸在硫酸催化剂存在下进行酯化可制得四氢糠基甲基丙烯酸酯。

【基本特性】

- (1) 此类化合物应存放于阴凉、干燥、避光处。
- (2) 胶乳用交联剂也可作聚乙烯、乙烯基化合物、丙烯酸化合物的交联剂。
- (3) 聚丁二烯、氯丁橡胶、三元乙丙橡胶、丁腈橡胶、异戊橡胶、丁苯橡胶在使用过氧化物硫化体系时，可用这类化合物作共交联剂。
- (4) 含这类化合物的胶料，混炼时有增塑效果，硫化后有增硬效果。

【用途及用法】

- (1) 主要用于制造各类橡胶制品。
- (2) 在配方中可以单用，也可与过氧化物交联剂并用。
- (3) 用量根据胶种及产品性能而定。

【注意事项】

此类化合物应贮存于阴凉、干燥、避光处。

【品种牌号】

国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明	国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明
中国	乙二醇二甲基丙烯酸酯(上海珊瑚化工厂、苏州人民化工厂)	即为本品	美国	SR-203 Tetrahydro furfuryl methacrylate(Sartomer)	本品为四氢糠基甲基丙烯酸酯
美国	Ethylene Glycol Dimethacrylate(Polysciences)		美国	SR-297 Butylene Glycol Dimethacrylate(Sartomer)	本品为丁二醇二甲基丙烯酸酯
	SR-206 Ethylene Dimethacrylate(Sartomer)		美国	SR-350 Trimethylol propare Trimethacrylate(Sartomer)	本品为三羟甲基丙烷三甲基丙烯酸酯
美国	SR-209 Tetraethylene Glycol Dimethacrylate(Sartomer)	本品为三缩四乙二醇二甲基丙烯酸酯	美国	SR-365 Zinc Dimethacrylate(Sartomer)	本品为二甲基丙烯酸锌
美国	SR-210 Polyethylene Glycol Dimethacrylate(Sartomer)	本品为聚乙二醇二甲基丙烯酸酯			

【包装、贮存和运输】 用塑料桶外套木箱包装或用镀锌铁桶包装。此类产品无毒，按一般化学品处理。

10.1.8.3 硫酮

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
3-甲基四氢噻唑-2-硫酮	$ \begin{array}{c} \text{S} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{C}=\text{S} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{N}-\text{CH}_3 \end{array} $	棕褐颗粒	1.39	65~70
4,6-二甲基全氢化-1,3,5-三嗪-2-硫酮	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C} \quad \text{C}-\text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{HN} \quad \text{NH} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} \\ \parallel \\ \text{S} \end{array} $	白色粉末		184

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
3-氨基-1,2,4-二硫 氮杂戊环-5-硫酮	$ \begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{N}=\text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{S}=\text{C} \quad \text{S} \\ \backslash \quad / \\ \text{S} \end{array} $	黄绿粉末	1.69	166 (分解)

【制法】 由氯苄在氧化锌存在下与苯缩合，再经硝酸氧化或由苯甲酰氯与苯在三氯化铝存在下作用均可制得二苯甲酮。

【基本特性】

- (1) 是氯丁橡胶以及氯丁橡胶与其他橡胶并用胶料的专用硫化剂。
- (2) 其硫化胶耐热老化性能优良。
- (3) 采用硫酮类硫化剂时，配方中金属氧化物用量可减少。

【用途及用法】

- (1) 用于制造胶管、胶带、电缆等产品。
- (2) 可单用，亦可与秋兰姆并用。
- (3) 一般用量为 0.2~2.0 份。

【注意事项】

有中等毒性，其粉尘-空气混合物有爆炸危险。

【品种牌号】

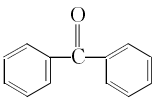
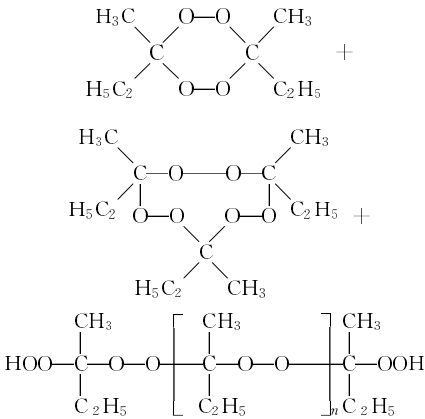
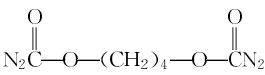
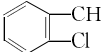
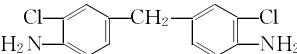
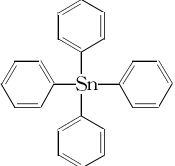
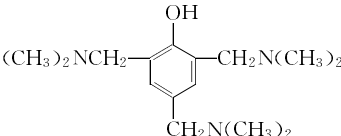
国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明	国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明
美国	Vulkacit CRV/LG (Mobay)	本品为甲基四氢噻唑 硫酮	俄罗斯	Продукт ТН	本品为二甲基全氢化三嗪 硫酮
德国	Vulkacit CRV/LG (Bayer)			Ксантановодород Тиазолон	本品为氨基二硫氮杂戊环 硫酮

【包装、贮存和运输】 用 5kg 塑料袋或 15kg 铁桶包装。贮于阴凉干燥处，防火、防晒、防潮，运输轻放。

10.1.8.4 其他

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
苯基·三乙 氧基硅烷	$ \begin{array}{c} \text{phenyl triethoxysilane} \\ \text{C}_2\text{H}_5\text{O} \\ \\ \text{C}_2\text{H}_5\text{O}-\text{Si}-\text{C}_6\text{H}_5 \\ \\ \text{C}_2\text{H}_5\text{O} \end{array} $	无色液体	0.993	233.5 (沸点)
甲基·三乙 酰氧基硅烷	$ \begin{array}{c} \text{methyl triacetoxysilane} \\ \text{CH}_3\text{COO} \\ \\ \text{CH}_3\text{COO}-\text{Si}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{COO} \end{array} $			
聚乙烯基三 乙氧基硅烷	polyvinyl triethoxysilane			
糠醛丙酮缩 合物	condensate of furfural and acetone			

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
二苯甲酮	benzophenone 	棱状固体	1.11	48.5
丁酮氧化产物	oxidation product of methylethylketone 化学成分为下述混合物: 	液体		55~60 (闪点)
氨基三嗪衍生物	amino-triazine derivate	黄色浆状液体	1.20	
双叠氨基甲酸丁二醇酯 (TBAF)	tetramethylene bis(azido-formate) 	白色结晶固体		33
正硅酸乙酯	silicoacetate			
邻氯甲苯	alphachlorotoluene 	淡黄液体	1.107	
亚甲基双邻氯苯胺 (MO-CA)	methylene bisortho chloroaniline 	淡黄丸粒	1.44	100~109
三氟乙酸铬	trifluorochromic acetate			
四苯基锡	tetraphenyl stannum 	无色固体	1.490	226
2,4,6-三(二甲氨基甲基)苯酚	2,4,6-tris(dimethylaminomethyl)phenol 	臭味无色油状液体		130~135 (沸点) 200 (分解)

【基本特性】

- (1) 硅烷用作硅橡胶室温交联剂。
- (2) 糠醛丙酮缩合物与过氧化物作乙丙橡胶共硫化剂，二苯甲酮是氟橡胶低温快速硫化剂，丁酮氧化物作橡胶室温硫化活性剂。
- (3) 三嗪衍生物是聚氨酯橡胶热硫化剂，TBAF 可用于各类橡胶有硫、无硫配合，邻氯甲苯用于合成橡胶。
- (4) 邻氯苯胺用于聚氨酯；三氟乙酸铬用于亚硝基橡胶；四苯基锡用于三嗪橡胶；三(二甲氨基甲基)苯酚用于聚氨酯、聚酰胺和聚硫橡胶。

【用途及用法】

- (1) 用于制造特种橡胶制品。
- (2) 对不同胶种，按产品性能要求分别选用。
- (3) 配合用量：(三取代)苯酚作低温固化剂 2.0~10.0 份，作固化促进剂 0.1~1.0 份；丁酮氧化物 0.1~5.0 份；三氟乙酸铬 5.0 份；糠醛丙酮缩合物 0.7 份。

【品种牌号】

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	Curative No. 40 (Du Pont)	30%为二苯甲酮,余为氟橡胶	美国	Cyanaset M (Cyanamid)	
美国	Lupersol Delta (Lucidol), (Pennwalt)	含丁酮氧化物 60%	美国	LMP-30(Rohm)	本品为三(二甲氨基甲基)苯酚
英国	Vulcafor VHB(ICD)	氨基三嗪	英国	Curing Agent K54(Anchor)	
美国	Benzyl Chloride(Hooker)	邻氯甲苯	德国	Andioxidant DMP	
中国	硫化剂 MOCA(苏州吴县精细化工厂)	亚甲基双邻氯苯胺(MOCA)		Алкофен МА	
美国	MOCA(Du Pont)			уп-606/2	

【包装、贮存和运输】 塑料桶包装，25kg/桶。存放于阴凉干燥处，按一般化学品规定贮运。

10.1.8.5 化学成分不明物

名 称	性 质	功 用	商品名称(生产厂家)
硫化剂 30 号 Curative No. 30	棕色粒丸	氟橡胶的硫化剂	Curative No. 30(Du Pont, 美)
硫化剂 EZ Hallco EZ-Cure	灰色粉末	CR、NBR、CSP 的硫化剂	Hallco EZ-Cure(Hall, 美)
硫化剂 Echo P Vulcanizer Echo P	不飞扬粉末 相对密度 1.58	氯化橡胶的硫化剂	Echo P(Hercules, 美)
硫化剂 Echo S Vulcanizer Echo S	不飞扬粉末 相对密度 1.50	氯化橡胶的硫化剂	Echo S(Hercules, 美)
硫化剂 OC Vulcanizer OC	黄色不飞扬粉末	NR、SBR、EPDM、NBR 的硫化剂	Poly Gel OC(Polymeric, 美)
硫化剂 TS-3 Vulcanizer TS-3	黄绿色不飞扬粉末	NR、SBR、EPDM、NBR 的硫化剂	Poly Gel TS-3(Polymeric, 美)
硫化剂 QDO Vulcanizer QDO	灰黑色粉末相对密度 1.4	IIR、SBR、EPDM、聚硫橡胶的硫化剂	QDO(Lord, 美) Cheml Sorb PQDO-03-75 (含本品 75%) (Polymer Dispersions, 美)

10.2 硫化促进剂

凡是加入胶料后能缩短硫化时间和降低硫化温度的物质称为硫化促进剂。促进剂加入胶料，能促使硫化剂活化，从而加速硫化剂与橡胶分子间的交联反应，达到缩短硫化时间、降低硫化温度、增加产量、降低成本的实用效果。

最早使用的促进剂为无机化合物，如碱式碳酸铅、氧化镁、氧化铅和氧化锌。由于其促进效率低、硫化性能差，在使用几十年后已被有机促进剂代替。无机促进剂现通常被用作有机促进剂的活性剂。

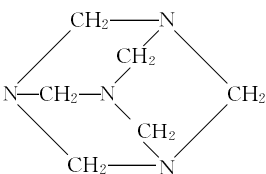
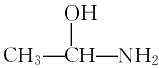
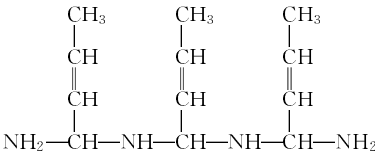
最早使用的有机促进剂是苯胺，后来陆续发现有机碱、噻唑类、黄原酸类和次磺酰胺类，它们促进效能强，硫化胶性能好，工艺性能也好，其品种和数量上有了迅速的发展。

国外近年来实验研究证明，含仲氨基的促进剂在硫化过程中会产生致癌物质亚硝胺，对人体健康存在潜在威胁。这将涉及相当多目前广泛使用的促进剂品种。随着人类环境保护意识的增强，“绿色化工”、“绿色轮胎”相继问世，国外大的助剂公司近年来陆续开发成功一些不含亚硝胺或对亚硝胺安全的促进剂新品种，有的品种已有商品出售，并在橡胶产品中获得实际应用。

为适应密炼机自动受料系统计量准确、使用方便，发展了造粒型、复配型或以聚合物为载体的母粒型促进剂产品。

本节将按化学结构对各类促进剂加以介绍，除常用品种外，也收入了近年来国外成功开发商品化的新品种，难以按化学结构归类的则列入“其他促进剂”介绍。

10.2.1 醛胺与醛氨类

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
六亚甲基四胺(促进剂 H)	<p>hexamethylene tetramine</p> 	白色至淡黄结晶	1.3	260~270 (升华)
乙醛氨(促进剂 AA)	<p>acetaldehyde-ammonia condensate</p> 	白色结晶粉末	1.6	97
丁醛丁胺缩合物(促进剂 833)	<p>butylaldehyde-butylamine condensate (CH₃-CH-N-C₄H₉)_n</p>	琥珀半透明液体	0.86	115.6 (闪点)
三亚丁烯基四胺(CT-N)	<p>tricrotonylidene tetramine</p> 	棕色黏稠油状液体	1.02	
三乙基三亚甲基三胺(EFA)	<p>triethyl trimethylene triamine (C₂H₅N=CH₂)₃</p>	深褐黏稠液体	1.10	

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
甲醛苯胺缩合物(A-10)	formaldehyde-aniline $\left[\text{C}_6\text{H}_5\text{N}=\text{CH}_2 \right]_n$	棕色黏稠物	1.12~1.16	51
甲醛对甲苯胺缩合物(A-17)	formaldehyde- <i>p</i> -toluidine condensate $\left[\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4\text{N}=\text{CH}_2 \right]_n$	灰白色粉末	1.11~1.17	178~204
乙醛苯胺缩合物(A-77)	acetaldehyde-aniline condensate $\left[\text{C}_6\text{H}_5\text{N}=\text{CH}-\text{CH}_3 \right]_n$	深棕黏性液体		55~85
正丁醛和苯胺缩合物(促进剂 808)	butyraldehyde-aniline condensate $\left[\text{C}_6\text{H}_5\text{N}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \right]_n$	琥珀黏稠油状液体	0.94~0.98	135(闪点)
庚醛苯胺反应产物(A-20)	heptaldehyde-aniline reaction product $\left[\text{C}_6\text{H}_5\text{N}=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_{13} \right]_n$	深棕色液体	0.93~0.94	
丁醛和亚丁基苯胺反应产物(A-32)	butyraldehyde-butyldiene-aniline reaction product	半透明琥珀色液体	1.01	
乙醛甲醛苯胺缩合物(A-19)	acetaldehyde-formaldehyde-aniline condensate	棕色树脂状粉末	1.17	75~85
丁醛乙醛苯胺反应产物(A-16)	butyraldehyde-acetaldehyde-aniline reaction product	红棕色油状液体	1.01~1.07	85(闪点)
α 乙基- β 丙基丙烯酸与苯胺缩合物(促进剂 576)	α -ethyl- β -propylacrolein-aniline condensate $\left[\text{C}_6\text{H}_5\text{N}=\text{CH}-\text{C}(\text{C}_2\text{H}_5)=\text{CH}-\text{C}_3\text{H}_7 \right]_n$	深琥珀色液体	0.99~1.02	
多亚乙基多胺(促进剂 TR)	polyethylene polyamine $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_2-\text{NH}-(\text{CH}_2)_n-\text{NH}_2$	黄色至红棕液体	0.99	
醛胺缩合物	aldehyde-amine condensate	浅色或橘黄液体		

【制法】 由脂肪族醛与氨(或胺)缩合而得。这里胺可以是脂肪族胺或芳香族胺。要严格掌握缩合反应条件和反应物的比例,否则可能得到树脂状产品。

【基本特性】 这类促进剂在硫化特性和工艺性能方面有很大差别,除促进剂 808 是较强的促进剂外,其余的多是比较弱的促进剂。

【用途及用法】

(1) 可用于胶鞋、胶辊、胶布制品、乳胶制品,也用于实心轮胎、内胎、输送带及硬质胶制品。

(2) 这类促进剂常用作噻唑类、秋兰姆类和二硫代氨基甲酸盐类的第二促进剂。

(3) 促进剂 H 在达到临界温度 140℃ 以上时,能分解放出甲醛,称为“甲醛给予体(或亚甲基给予体)”,与间苯二酚和白炭黑(二氧化硅)组成间甲白(HRH)黏合体系,用于橡胶和骨架材料的黏合。

【用途及用法】 在配方中用量一般为 0.5~5 份,通常用 1~1.5 份。

【注意事项】

(1) 促进剂 H 易燃,其粉尘-空气混合物有爆炸危险。

(2) 醛胺缩合物有特殊气味，需在隔绝空气下贮存。

(3) 有微毒，不宜用于与食物接触的制品。

【品种牌号】

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
中国	乌洛托品、促进剂 H(兰州化学工业公司、天津市有机合成厂、苏州助剂厂)	促进剂 H 即为本品	美国	Vulcafor V(ICI)	
美国	Chem 1 Sorb CSP 7055-1	75% 本品加增塑剂	德国	Vulkacit A(Bayer)	
	Chem 1 Sorb SHMT-01-65	65% 本品加丁苯橡胶	日本	Accel AA	
	Chem 1 Sorb EEZ-03-75(Polychem)	75% 本品加丁苯橡胶		Accelerator AA(川口)	
	Elast-O-Sperse PM(HMT)-65	65% 本品加乙烯共聚物		Nocceler AC(大内新兴)	
	Hexamethylenetetramine(HMT)、(Elastochem)		美国	Accelerator 833(Du Pont)	本品为促进剂 833
	Hexa			Vanax 833(Vanderbilt)	
	Hexamine(Du Pont)		美国	Accelerator CT-N(Naf-tone)	本品为 CT-N 加分散剂
	Hexamethylenetetramine(Borden)		德国	Vulkacit CT-N(Bayer)	CT-N 加分散剂
	Hexamethylenetetramine		美国	Trimene Base	本品为 EFA
	Mastermix Hexa 402PD	70% 本品加操作油		Trimene	EFA 加硬脂酸
	Mastermix Hexa 400MB	50% 本品加丁苯橡胶	美国	Vulcaid 777(Binney)	55% 本品加 45% 硬脂酸混合物
	Mastermix Hexa 4136 MB	65% 本品加丁苯橡胶	英国	Vulcafor EFA(ICI)	
	Mastermix Hexa 4165 MB	70% 本品加二元乙丙橡胶	德国	Vulkacit TR(Bayer)	
	Mastermix Hexa 4166 WP	75% 本品加轻度操作油	美国	A-10	本品为 A-10
	Mastermix Hexa 4167PD	75% 本品加邻苯二甲酸二辛酯		A-510	
美国	Hexamethylenetetramine	65% 本品加分散剂		A-1010	
	Poly Gel			(Flexsys)	
	Hexamethylenetetramine			Accelerator 5	
	Poly Slab(Polymeric)			Formaniline	
	Hexa Poly-Dispersion, SHD-65(Wyrough & Loser)			(Du Pont)	
	Prespersion, 75% Hexa			F. A-dur(Roessler)	
	(Synpro-Ware)		英国	Vulcafor MA(ICI)	
法国	Accelerante H-7		法国	Plastifiant A(Kühlmann)	
	Ekagom H		德国	LS 11	
	Ekagom H101			Vulkacit LS 11(Bayer)	
	(Pechiney-Kühlmann)		俄罗斯	Бензам АБА	
德国	Hexa K(Degussa)		美国	A-17(Flexsys)	本品为 A-17
	Hexamethylenetetramine(BASF)			Accelerator 8(Du Pont)	
	RC Hexa(Rhein)		英国	Vulcafor MT(ICI)	
	Vulkacit H		法国	Plastifiant B(Mat. Col.)	
	Vulkacit H30		德国	Vulkacit FB(Bayer)	
	(Bayer)		美国	A-7	本品为 A-77
意大利	Eveite UR(ACNA)	97% 本品加 3% 防结块剂		A-19	
日本	Nocceler H(大内新兴)			A-40	
	Soxinol H(住友)			A-77	
俄罗斯	Уротропин			(Flexsys)	
英国	Velosan(Smith)	本品为促进剂 AA		Accelerator 19	
				EA	
				H-50 D	
				Vulcone	
				(Du Pont)	
				Anti-Age 55(Binney)	
				Crilene Base	

续表

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
英国 法国	Crilene VGB (Naugatuck) Vulcafor RN(ICI) Accélérateur S Ekagom S (Kühlmann)		日本	Accel 8 (川口) Nocceler 8 (大内新兴) Soxinol 808(住友)	
意大利 日本 俄罗斯	Eveite A(ACNA) Nocceler K(大内新兴) Ацетан Ускоритель К-1		美国	A-20(Flexsys) Hepteen Base(Naugatuck) Hepteen Base(Uniroyal) Vulcaid 444(Binney)	本品为 A-20
美国	Accelerator 832(Harwick) Accelerator 808 Antox (Du Pont) Accelerator 808 Dry liquid Concentrate(Polymeric) Alde hyde amine A 32 (Flexsys) Beutene(Naugatuck) Elast-O-Sperse FLC(808)- 72(Elastochem) Vanax 808(Vanderbilt) Vulcaid 111(Binney) Vulcafor BA(ICI)	本品为促进剂 808 含本品 72% 72%本品加硅酸钙	美国 意大利	A-32(Flexsys) Eveite 101(ACNA)	本品为 A-32
	Accélérateur VS(Mat. Col.) Accélérateur Rapide 303A (Rhône-Poulenc) Ekagom VS (Kühlmann) Vulkacit CT (Bayer)		美国 前苏联	A-19(Flexsys) Tensilac 41(Roessler) Ускоритель Д19	本品为 A-19
英国 法国	Accélérateur VS(Mat. Col.) Accélérateur Rapide 303A (Rhône-Poulenc) Ekagom VS (Kühlmann) Vulkacit CT (Bayer)		美国 德国	A-16 Accelerator A-100 (Flexsys) Accelerator 100(Harwick) Phenex(Hall) Vulkacit 576(Bayer)	本品为 A-16 本品为促进剂 576 丙烯醛同系物与芳香胺 之缩合物
德国 意大利	Butanyl-1 (Del Ticino) Eveite 101 (ACNA)		美国 德国 俄罗斯	Accelerator TR(Naftcne) Vulkacit TR(Bayer) ПЭПА	本品为促进剂 TR
			美国 意大利	Akro Chem Accelerator 30 Akro Chem Accelerator 40 (Akron) Roy-AC 30 Rubber Ac- celerator Roy-AC 40 Rubber Ac- celerator(Royal) Eveite A(ACNA)	本品为醛胺缩合物

【包装、贮存和运输】 固体粉末产品用木桶内衬塑料袋包装，净重 30kg/桶；液体产品用铁桶包装，净重 25kg/桶。贮于低温干燥处，防潮，防晒，运输防火。

10.2.2 硫脲类

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
1,2-亚乙基硫脲(促 进剂 NA-22)	ethylene thiourea $\begin{array}{c} \text{NH}-\text{CH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{S}=\text{C} \quad \text{NH}-\text{CH}_2 \end{array}$	白色结晶 粉末	1.43	190
N,N'-二乙基硫脲 (促进剂 DETU)	N,N'-diethyl thiourea $\text{H}_5\text{C}_2-\text{NH}-\text{C}(=\text{S})-\text{NH}-\text{C}_2\text{H}_5$	白色至淡 黄结晶粉末	1.1	72

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
<i>N,N'</i> -二异丙基硫脲(促进剂 DPTU)	$ \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{CH}-\text{NH}-\text{C}=\text{NH}-\text{CH} \\ \diagup \quad \diagdown \quad \parallel \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{S} \quad \text{CH}_3 \end{array} $	白色结晶粉末		141
<i>N,N'</i> -二正丁基硫脲(促进剂 DBTU)	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3(\text{CH}_2)_3-\text{NH}-\text{C}=\text{NH}-(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{S} \end{array} $	白色至淡黄结晶粉末	1.061	60
<i>N,N'</i> -二月桂基硫脲(促进剂 LUR)	$ \begin{array}{c} \text{H}_{25}\text{C}_{12}-\text{NH}-\text{C}=\text{NH}-\text{C}_{12}\text{H}_{25} \\ \parallel \\ \text{S} \end{array} $	淡黄片状固体		54
<i>N,N'</i> -二苯基硫脲(促进剂 CA)	$ \begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5-\text{NH}-\text{C}=\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_5 \\ \parallel \\ \text{S} \end{array} $	白色结晶粉末		154
<i>N,N'</i> -二邻甲苯基硫脲(A-22)(促进剂 DOTU)	$ \begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)-\text{NH}-\text{C}=\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3) \\ \parallel \\ \text{S} \end{array} $	白色粉末		149~153
<i>N,N'</i> -二糠基硫脲(促进剂 DFTU)	$ \begin{array}{c} \text{C}_4\text{H}_3\text{O}-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{C}=\text{NH}-\text{CH}_2-\text{C}_4\text{H}_3\text{O} \\ \parallel \\ \text{S} \end{array} $	棕色蜡状固体	1.23	67~72
<i>N,N,N'</i> -三甲基硫脲(EF ₂)(促进剂 TMU)	$ \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{N}-\text{C}=\text{NH} \\ \diagup \quad \parallel \quad \diagdown \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{S} \end{array} $	白色至淡黄粉末	1.20~1.26	68~78
四甲基硫脲(NA-101)	$ \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{N}-\text{C}=\text{N} \\ \diagup \quad \parallel \quad \diagdown \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{S} \quad \text{CH}_3 \end{array} $	片状固体	1.2	70
<i>N,N'</i> -二甲基- <i>N'</i> -乙基硫脲(促进剂 B)	$ \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}_2 \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{N}-\text{C}=\text{N} \\ \diagup \quad \parallel \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{S} \quad \text{CH}_3 \end{array} $	红褐色液体	1.03~1.07	
改性硫脲	modified thiourea	乳白粉末	1.40	240
二烷基硫脲	$ \begin{array}{c} \text{dialkyl thiourea} \\ \text{RNH}-\text{C}=\text{NHR}' \quad \text{R,R}' \text{为烷基} \\ \parallel \\ \text{S} \end{array} $	琥珀色液体	1.01	

【制法】 由胺和二硫化碳反应制得。

【基本特性】

- (1) 这是一类促进作用慢又易焦烧的促进剂，在一般胶料中很少使用。
- (2) 是氯丁橡胶优良的促进剂，对氯磺化聚乙烯橡胶、氯醚橡胶、丙烯酸酯橡胶促进效

果也很好。

(3) 使用这类促进剂适宜配用金属氧化物作硫化剂，特别是用氧化镁或氧化锌效果最好。

【用途及用法】

(1) 可用于制造输送带、特种电缆电线、橡胶杂品、海绵制品、硫化胶带、水胎及胶鞋等。

(2) 在一般制品中用量为 0.25~1.5 份。在氯丁橡胶耐水制品中为 0.2~0.5 份，配以 10~20 份氧化铅。在氯丁橡胶高温硫化时用量可增加到 4.0 份。在天然橡胶、丁苯橡胶中一般用量为 0.3~1.5 份，并配以 0.3~1.5 份促进剂 DM，以改善抗焦烧性能。

【注意事项】 宜贮于阴凉干燥处，防潮、防晒。

【品种牌号】

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
中国	促进剂 NA-22(东北助剂化工公司、宜兴东方精细化工厂、黄岩华星化学厂、浙江超微细化工公司、武汉径河化工公司、黄岩光明助剂厂)	即为本品	美国	(Harwick) NA-22, NA-22S (Du Pont) Pennac CRA(Pennwalt) Perkacit ETU Perkacit ETU-75(Henley)	75% 本品加三元乙丙橡胶
美国	Akrochem ETU-22 PM(Akron)			Perkacit ETU-75	75% 本品加三元乙丙橡胶
	Chem 1 Sorb EMZ-03-75	75% 本品加二元乙丙橡胶		Perkacit ETU(Karch)	
	Chem 1 Sorb OETU-03-75	75% 本品加三元乙丙橡胶		Prespersion Neoprene Cure	ZnO 0.5 份、油 1.2 份和本品预混物
	Chem 1 Sorb SETU-01-75	75% 本品加丁苯橡胶		Prespersion 70% ETU	70% 本品加油
	(Polychem)			Warecure C	
美国	Elast-O-Sperse FB(ETU)-75	75% 本品加乙烯共聚物	法国	(Synpro-Ware)	
	Elast-O-Sperse UB (ETU)-75	75% 本品加通用聚合物		Robac 22(Robinson)	
	Ethylene Thicurea(ETU)(Elastochem)			Thiate N(Vanderbilt)	
	Ethylene Tiourea(Sharples)			Vulcarite 129(Alco)	
	ETU(Henley)			Axeline(procida)	
	ETU Poly-Dispersion, END-75	75% 本品加三元乙丙橡胶		CLB 101	
	PND-70 Poly-Dispersion (Wyrongh & Loser)	含 70% 本品的分散体		Ekagom CLB	
	ETU Poly Gel 75	含 75% 本品的分散体		Ekagom CLB 101	
	ETU Poly Gel 85	含 85% 本品的分散体		(Kühlmann)	
	ETU Poly Slab (Polymers)	75% 本品加二元乙丙橡胶	法国	ETU(Prochim)	
	Mastermix ETU 4281 PD	75% 本品加轻质操作油		MIZ(Man. Land.)	
	Mastermix ETU 4347 MB	75% 本品加二元乙丙橡胶	德国	Accélérateur MI 12 (Metallgesellschaft)	
	Mastermix ETU 4573 EP	75% 本品加弹性体		MI 12(Kautschuk)	
				Structol 1140(Schill)	
				Vulkacit NPV	
				Vulkacit NPV/C (Bayer)	经油处理
			意大利	JOR 4022(Bozzetto)	
			日本	Accel 22(川口)	

续表

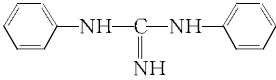
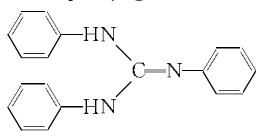
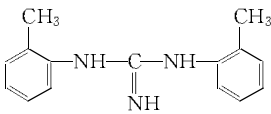
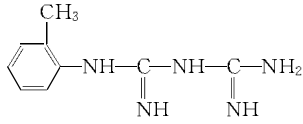
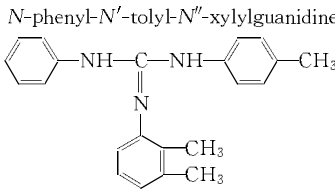
国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
日本	Nocceler 22(大内新兴)		美国	A-1(DPTU)	
	Soxinol 22			Elast-O-sperse PB(DP-	75%本品加乙烯共聚物
	Soxinol 22 G			TU)-75(Elastochem)	
	Soxinol 22 SP			A-1 Thicarbanilide	
	(住友)			Thip(Monsanto)	
	Sun Celer 22(Shiraishi)			A-1 Thicarbanilide	
荷兰	ETU(AKZO)			Mastermix DPT 4199	85%本品加轻质操作油
	Van Hasselt ETU(Che-			WP(Harwick)	
	faro)			Accelerator 15	
加拿大	Robac 22 PM(Harri-	本品加聚合物的母		Vulcanol NCA	
	sons & Crosfield)	炼胶		(Du Pont)	
捷克	Rodanin S-62(Chemapol)			Accelerator BB(Goo-	
俄罗斯	Мерказин И			drich)	
美国	Akrochem DETU(Ak-	本品为促进剂 DETU		Akrochem Accelerator	
	ron)			Thio No. 1(Akron)	
	DETU(Summit)			Chem 1 Sorb EA 1-03-	75%本品加二元乙丙
	Chem 1 Sorb EDET	70%本品加二元乙丙		75(Polychem)	橡胶
	U-02-70(Polychem)	橡胶		Exellerex NCC	
	DETU, Poly-Disper-	70%本品加丁苯橡胶		NCC	
	sion,S(DETU)M-70			(Naugatuck)	
	(Wyrongh & Loser)			J-172(Heveatex)	
	Diethylene Thiourea			Nurac(Dovan)	
	Elast-O-Sperse PB(DE-	75%本品加乙烯共		Thiocarbanilide(Cyan-	
	TU)-75	聚物		amid)	
	Elast-O-Sperse UB(DE-	75%本品加通用聚		Vulcarite 123(Alco)	50%本品的分散体
	TU)-75(Elastochem)	合物	英国	Velocite(Smith)	
	Pennzone E Poly Gel	本品 83%的分散体		Vulcafor TC	
	Pennzone E Poly Slab	70%本品加二元乙丙		Vulcafor TC 4	
	(Polymeric)	橡胶		(ICD)	
	Pennzone E(Pennwalt)		英国	Anchoracel(Ancho)	
	Prespersion,62-1/2%	62.5%本品加油	法国	Accélérateur LL	
	Diethylthiourea (Syn-			Ekagom LL	
	pro-Ware)			(Kühlmann)	
	Thiate H(Vanderbilt)			Diphénylthiourée (Cham-	
德国	N,N'-Diäthylthio-harn-			pin)	
	stoff(Degussa)			Siccoactivex(Normande)	
意大利	JOR 4050(Bozzetto)		德国	Rhenocure CA(Rhein)	
日本	EUR(大内新兴)			Stabilisator C	
俄罗斯	Дизтим			Vulkacit CA	
俄罗斯	Дипротим	本品为促进剂 DPTU		(Bayer)	
美国	Pennzone B(Pennwalt)	本品为促进剂 DBTU		Eveite TC(ACNA)	
	DBTU(Summit)		意大利	Nocceler C(大内新兴)	
	Thiate U(Vanderbilt)		日本	Soxinol C	
英国	Robac DBTU (Rob-			Sumilizer C	
	inson)			(住友)	
德国	Accélérateur EET(EASF)			Activit(Union Chem)	
日本	Accel BUR(川口)			Interstab C27(Akzo)	
俄罗斯	Дибутим		比利时	Przyspieszacz DFT	
日本	Accel LUR(川口)	本品为促进剂 LUR	荷兰		
中国	促进剂 CA(上海加成	本品为促进剂 CA	波兰		
	化工公司、浙江超微细化				
	工公司)				

续表

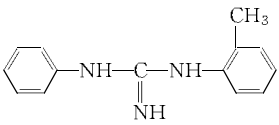
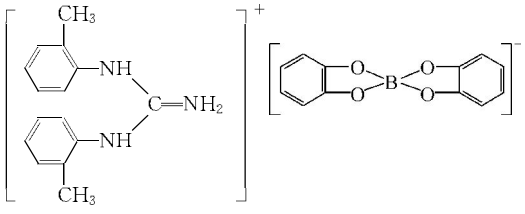
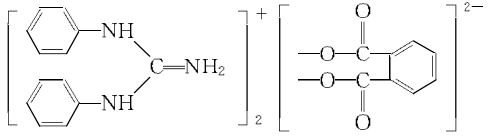
国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
波兰	Vulkator 1 (Silesia)	本品为促进剂 DCTU	美国	NA-101 (Du Pont)	本品为 NA-101
俄罗斯	Тискарбанил Тисмел ФД		美国	Thiate B (Vanderbilt)	本品为促进剂 B
美国	A-22 (Flexsys)		美国	Vulcafor 322 (Cook)	本品为改性硫脲
法国	Accelerator 17 (Du Pont)		英国、法国	Vulcafor 322 (Vulnax)	本品为二烷基硫脲 72%本品的分散体 75%本品的分散体
意大利	Ortho-ditcylthicuree (Champion)		美国	Natrocel DAT (Harcwick)	
日本	Eveite DOT (ACNA)			Pennzone L (Pennwalt)	
英国	Soxinol T (住友)			Pennzone L Dry Liquid Concentrate (Polymeric)	
英国	Robac DFTU (Robinson)	本品为促进剂 DFTU			
美国	Thiate E Thiate EF2 (Vanderbilt)	本品为促进剂 TMU			

【包装、贮存和运输】 固体产品用木桶内衬牛皮纸袋包装，净重 30kg/桶；液体产品用铁桶包装，净重 25kg/桶。贮于阴凉干燥处，防潮、防晒。

10.2.3 胍类

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
二苯胍(促进剂 D, 促进剂 DPG)	<p>diphenyl guanidine</p> 	白色结晶粉末	1.13~1.19	144
三苯胍(促进剂 TPG)	<p>triphenyl guanidine</p> 	白色粉末	1.10	141~142
二邻甲苯胍(促进剂 DOTG)	<p>di-o-tolylguanidine</p> 	白色粉末	1.10~1.22	168~175
邻甲苯基二胍(BG)	<p>o-tolylbiguanidine</p> 	白色粉末	1.17	140
N-苯基-N'-甲苯基-N''-二甲苯基胍(PTX)	<p>N-phenyl-N'-tolyl-N''-xylylguanidine</p> 	褐色树脂状物		

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
苯基邻甲苯胍(POTG)	<p>phenyl-<i>o</i>-tolylguanidine</p> 	白色粉末	1.10	
邻苯二酚硼酸二邻甲苯基胍盐(BX)	<p>di-<i>o</i>-tolylguanidine salt of dicatechol borate</p> 	浅棕色结晶粉末	1.14	16.5
苯二甲酸二苯胍(P)	<p>diphenyl guanidine phthalate</p> 	白色粉末	1.20~1.23	178

【制法】 苯基硫脲在氨水存在下脱硫制得；或将苯胺与氯化氰反应后，水解成胍的盐酸盐，再用稀碱沉淀制得。

【基本特性】

(1) 此类促进剂活性较低，促进作用较慢，但用于胶料则有很好的操作安全性和贮存稳定性。

(2) 由于其促进持续时间长，可使胶料进行长时间硫化，对厚制品硫化均匀性有很大好处。

(3) 这类促进剂单独使用情况很少，通常用作第二促进剂。

(4) 它对噻唑类促进剂活化作用很强，并用后对硫化胶性能有很大改善；与二硫代氨基甲酸盐类虽有活化作用，但很少与它们并用；对次磺酰胺促进活性很小。

【用途及用法】

(1) 适用于天然橡胶和合成橡胶，在氯丁橡胶中兼有增塑剂及软化剂作用。

(2) 用于制造轮胎、胶板、胶辊、电缆、工业制品、硬度胶制品和厚壁制品。

(3) 此类促进剂需配用氧化锌作活性剂，硬脂酸多于 1 份时，能迟延硫化，降低拉伸强度。

(4) 做主促进剂使用时用量为 1.0~1.5 份；作噻唑类的助促进剂时用量为 0.1~0.5 份。

【注意事项】 贮存于阴凉干燥处，注意防潮。

【品种牌号】

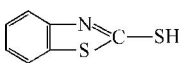
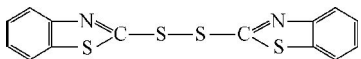
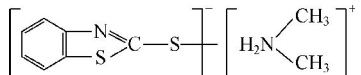
国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
中国	促进剂 D(浙江永嘉化工厂、浙江黄岩东海化工厂、东北助剂化工公司、浙江超微细化工公司、天津拉勃助剂公司、镇江化工二厂)	本品为促进剂 D	德国	Vulcanol ND, Vulcogene ND(Kühlmann)	
美国	Accelerator 12(Du Pont)			Vulkacit D	
	Akro Chem DPG(Akron)			Vulkacit D/C	
	Diphenyl guanidine			Vulkacit D/EG	
	Elast-O-Sperse PB (DPG)-75	75%本品加乙烯共聚物	意大利	Vulkacit D/GR	
	(Elastochem)			Vulkacit UC (Bayer)	60%本品与40%促进剂 M 混合物
	DPG Dustless, Regalar (Cyanamid)		日本	Eveite D(ACNA)	
	DPG Poly-Dispersion, T (DPG)D-65	65%本品加三元乙丙橡胶		Eveite 202(Montecatini)	本品与促进剂 DBM 的混合物
	(Wyrrought Loser)			Accelerator D, Accelerator X ₂₈ (川口)	
美国	DPG Poly Slab (Polymer-ics)	75%本品加二元乙丙橡胶		Nocceler D	
	Pennac DPG(Pennwalt)			Nurac	
	Mastermix DPG 4195PD	60%本品加轻质操作油		(大内新兴)	
	Mastermix DPG 4239MB (Harwick)	65%本品加丁苯橡胶	西班牙	Soxinol D	
	Perkacit DPG(Karch)			Soxinol DG	
	Perkacit DPG(Henley)			(住友)	
	Prespersion, 62-1/2% DPG(Synpro-Ware)	62.5%本品加油		Sun Cela D	
	Vanax DPG(Vanderbilt)		波兰	Sun Cela DG (Shiraishi)	
	Vulcafor DPG(Cook)			Accelerante DPG	
	Vulcafor DPG(Vulnax)			Gequisa DPG	
	Vulcaid DPG(Binney)			Helastene F	
	Vulkacit D/C(Mo bay)	本品经油处理		Rubator DPG (Gen. Quimica)	
	Ureka Blend B(Flexsys)	本品, DBM 与其他胍类混合物	前苏联	Beschleuniger D	
英国	Ancazide DPG			Belger D	
	DPG(Anchor)			Przyspieszacz D	
	DPG(Monsanto)			Rapidex KA	
	Vulcafor DPG(Vulnax)		美国	ДФГ	
	Vulcafor DAK(ICI)	本品与促进剂 DBM 的混合物		Гуанил ф	
法国	Accélérateur D(Mat. Col.)		英国	Accelerator 11	本品为促进剂 TPG
	DPG(Man. Land.)			TPG(Du Pont)	
	DPG			Trenylen(Cyanamid)	
	Accélérateur rapide X(Rhône-Poulenc)		法国	Vulcafor 3	
	Ekagom D, D101 (Pechiney-Kühlmann)			Vulcafor TPG (ICI)	
	Vulcafor DPG(Vulnax)			Accélérateur B(Mat. Col.)	
		60%本品与40% ZnO 混合物	美国	Accelerator 18(Du Pont)	本品为促进剂 DOTG
				Akro Chem DOTG (Akron)	
				Chem 1 Sorb CSP 1216 (Polychem)	65%本品加轻质操作油
				DOTG(Cyanamid)	
				DOTG Ploy-Dispersion, E (DOTG) D75 (Wyrrough & Loser)	75%本品加二元乙丙橡胶

续表

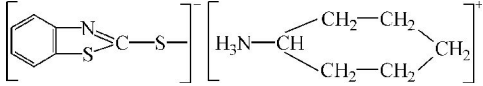
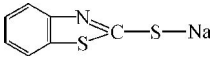
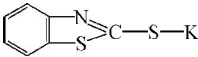
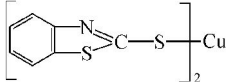
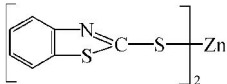
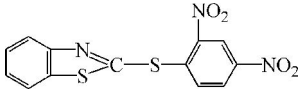
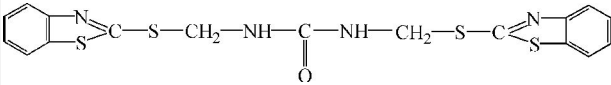
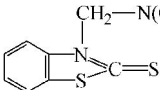
国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	Mastermix DOTG 4164MB	75% 本品加丁腈橡胶	日本	Nocceler DT(大内新兴)	
	Mastermix DOTG 4163MB (Harwick)	75% 本品加二元乙丙橡胶	西班牙	Soxinol DT(住友)	
	DOTG Poly Slab(Polymerics)	75% 本品加二元乙丙橡胶		Rubator DOTG (Gen. Quimica)	
	PDOTGD-65(Wyrough)	65% 本品和 35% 聚异丁烯共混物	美国	Sopanax(Monsanto)	本品为 BG
	Vanax DOTG(Vanderbilt)		法国	Accélérateur 80 (Rhône-Poulenc)	
	Vulcaid DOTG(Binney)		德国	Vulkacit 1000	本品经油处理
	Ancazide DOTG(Anchor)			Vulkacit 1000/C (Bayer)	
	Vulcafor DOTG(ICI)			Wobezit 1000(Wolfen)	
	Accélérateur DT(Mat. Col.)		意大利	Eveite 1000(ACNA)	
	Accélérateur DOTG DOTG (Rhône-Poulenc)		日本	Nocceler BG(大内新兴)	
英国	Ekagom DT		法国	Accélérateur PTX(Mat. Col.)	本品为 PTX
	Ekagom DT 101 (Kühlmann)		法国	POTG(Mat. Col.)	本品为 POTG
	DOTG(Man. Land)		美国	Permalux(Du Pont)	本品为 BX
法国	Vulkacit DOTG			Vanax PML(dicathol borate)(Vanderbilt)	
	Vulkacit DOTG/C (Bayer)			Accel BX	
德国	Eveite DOTG(ACNA)			Accelerator BX (川口)	
				Nocceler PR(大内新兴)	
			前苏联	Гуантин Б	
意大利			美国	Guantal(Monsanto)	本品为 P
				Delac P(Naugatuck)	

【包装、贮存和运输】 木桶装，内衬牛皮纸袋，净重 30kg/桶。防潮，存放于阴凉干燥处。

10.2.4 噻唑类

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
2-硫醇基苯并噻唑(促进剂 M)	2-mercaptobenzothiazole 	淡黄色粉末	1.42	170
二硫化二苯并噻唑(促进剂 DM)	dibenzothiazole disulfide 	淡黄色粉末	1.50	186
2-硫醇基苯并噻唑二甲铵盐(ДМАС)	dimethyl ammonium salt of 2-mercapto benzothiazole 	深褐色油状液体	1.125~1.150	

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
2-硫醇基苯并噻唑环己铵盐 (促进剂 MH)	cyclohexylamine salt of 2-mercaptobenzothiazole 	黄 白 色 粉末		153
2-硫醇基苯并噻唑钠盐 (GNA)	sodium salt of 2-mercapto benzothiazole 	淡黄色结 晶粉末		280
2-硫醇基苯并噻唑钾盐 (M-K)	potassium salt of 2-mercapto benzothiazole 	琥珀色物体	1.28	
2-硫醇基苯并噻唑铜盐 (M-Cu)	cupric salt of 2-mercapto benzothiazole 	赤黄色粉末	1.60	300
2-硫醇基苯并噻唑锌盐 (促进剂 MZ)	zinc salt of 2-mercapto benzothiazole 	淡黄色粉末	1.63~1.64	315 分解
2-(2,4-二硝基苯基硫代)苯并噻唑 (促进剂 DBM)	2-(2,4-dinitrophenylthio) benzothiazole 	黄色粉末	1.61	155
1,3-双(2-苯并噻唑基硫醇甲基)脲 (El-Sixty)	1,3-bis(2-benzothiazolyl mercaptomethyl) urea 	米黄色粉末	1.35~1.41	220
1-(N,N-二乙基氨基)-2-苯并噻唑基硫酮 (BTMA)	1-(N,N-diethyl aminomethyl)benzothiazolyl thione-2 	黄色结晶 粉末		86~87

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
2-硫醇基噻唑啉(2-MT)	2-mercaptothiazoline $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}=\text{N} \\ \quad \quad \backslash \\ \text{H}_2\text{C} \quad \quad \text{C}=\text{SH} \\ \\ \text{S} \end{array}$	白色粉末	1.50	104~105
四氢噻唑-2-硫酮(NEDAC)	thiazolidinethion-2 $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}=\text{NH} \\ \quad \quad \backslash \\ \text{H}_2\text{C} \quad \quad \text{C}=\text{S} \\ \\ \text{S} \end{array}$	淡黄色片状物		65
双(4,5-二甲基噻唑)二硫化物和双(4-乙基噻唑)二硫化物的混合物(MEED)	mixture of bis(4,5-dimethyl thiazole)and bis(4-ethyl thiazole)disulfide $\left[\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{C}=\text{N} \\ \parallel \quad \backslash \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{S}- \\ \parallel \quad \backslash \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}=\text{N} \end{array} \right]_2 \quad \text{和} \quad \left[\begin{array}{c} \text{H}_5\text{C}_2-\text{C}=\text{N} \\ \parallel \quad \backslash \\ \text{H}-\text{C}-\text{S}- \\ \parallel \quad \backslash \\ \text{H}-\text{C}=\text{N} \end{array} \right]_2$	深褐色液体	1.31	

【制法】 促进剂 M 制法有两种：①高压法，将苯胺、硫黄、二硫化碳在高压釜中加热反应制得；②常压法，由邻硝基氯苯、硫化钠、硫黄、二硫化碳等反应制得。

促进剂 M 与碱或盐反应可制得相应的盐类，如与氢氧化钠反应可得钠盐（MNa 或 GNA），与硫酸锌反应可得锌盐（MZ）。

促进剂 DM 可由 M 氧化制得。

【基本特性】

（1）该类促进剂硫化特性较好，硫化胶性能优良，故在橡胶工业中迄今仍然是量大面广的品种。

（2）该类促进剂活性不如二硫代氨基甲酸盐类和秋兰姆类，但抗焦烧性能较好。

（3）由于硫化速度较慢，故胶料中应适当增加促进剂和硫黄的用量，硫化温度也要适当提高。

（4）该类促进剂通常与碱性促进剂、二硫代氨基甲酸盐或秋兰姆并用，并用体系不仅能显著改善硫化特性，硫化胶性能也好。

（5）该类促进剂适用于天然橡胶和一般合成橡胶，在天然橡胶中兼有增塑剂功效，由于硫化临界温度低，胶料容易焦烧。在氯丁橡胶中作为迟延剂使用。

【用途及用法】

（1）适用于天然橡胶和一般合成橡胶。主要用于制造轮胎、内胎、胶管、胶带、胶鞋和工业制品，噻唑盐也可用于制造胶乳制品、海绵、电缆及医疗卫生制品。

（2）使用该类促进剂需配用氧化锌和硬脂酸作活性剂。

（3）做主促进剂时用量为 1.0~2.0 份，作助促进剂时用量为 0.2~0.5 份。

【注意事项】

（1）由于这类促进剂有苦味，不适宜用于制造与食物接触的制品，如奶嘴、输送牛奶和饮料的胶管等。

（2）应注意防潮，存放于通风干燥处。

【品种牌号】

[illegible]

续表

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
英国	Robac Alpha	本品与五亚甲基二硫化二秋兰姆的混合物	日本	Sun Celer M, MG (Shiraishi)	本品与促进剂 H 的混合物
	Robac GP (Robinson)	20% 本品与 80% 甲醛苯胺缩合物的混合物		Soxinol M, MG, MT Soxinol G-1 (住友)	
英国、 法国	Vulcafor MBT (Vulnax)	本品的衍生物	西班牙	Accelerator MBT (Gen. Quimica)	生产厂不详
法国	Accélérateur 200		波兰	Przyspieszacz M Vulkator PX (Silesia)	
	Takar 1-2 (Rhône-Poulenc)		中国	促进剂 DM (东北助剂化工公司、镇江化工二厂、双鸭山化工总厂、浙江永嘉化工厂、天津拉勃助剂公司、浙江超微细化工公司、江苏永嘉化工有限公司、鹤壁市化工三厂、株洲化工助剂厂、兰州化学工业公司、青岛染料厂、天津有机化工一厂、浙江黄岩东海化工厂)	本品为 DM
	Accélérateur G				
	Accélérateur M				
	Ekagom G	本品与羟乙基胺的反应产物			
	Ekagom G 101 (Kühlmann)				
	MBT	本品的衍生物			
	MBTXXX (Man. Land)				
	Accélérateur Sluble Lat 2	本品的衍生物	美国	Accicure MBTS	50% 本品水分散体
	Accelerator GRE (Mat. Col.)			Vulcarite 121 (Alco)	
德国	Vulkacit Mercapto, Vulkacit Mercapto/C			Akrochem MBTS (Akron)	75% 本品加乙烯聚合物
	Vulkacit Mercapto/GR			Altax	
	Vulkacit BZ			Rodform Altax (Vanderbilt)	70% 本品加通用型聚合物
	Vulkacit MEA/C (Bayer)			Benzothiazyl Disulfide (MBTS)	
		本品与二乙基二硫代氨基甲酸锌的混合物, 经表面处理		Elast-O-Sperse PB (MBTS)-75	75% 本品加轻质操作油
意大利	Eveife M (ACNA)	颗粒产品		Elast-O-Sperse UB (MBTS)-70 (Elastochem)	75% 本品加轻质操作油
日本	Accel M			Chem 1 Sorb CSP 3019	70% 本品加磷酸酯类增塑剂
	Accel M-R	本品加促进剂 H		Chem 1 Sorb CSD 3318	75% 本品加邻苯二甲酸二异癸酯
	Accelerator CX			Chem 1 Sorb CSP 3319	75% 本品加丁腈橡胶
	Amizen M	本品与 TMTD 的混合物		Chem 1 Sorb CSP 3518	75% 本品加三元乙丙橡胶
	Accel MX No. 1 (川口)			Chem 1 Sorb NAT-03-75	75% 本品加聚异丁烯
	Belger M (柳井)	本品与 ZDC 的混合物		Chem 1 Sorb OMBTS-03-75	75% 本品加聚异丁烯
	Diacceler M (日本化成)			Chem 1 Sorb PMBTS-03-70 (Polychem)	
	Mitsui M	本品与二乙基二硫代氨基甲酸铁混合物		Mastermix MBTS 4174 MB	75% 本品加丁腈橡胶
	Nocceler M				
	Nocceler 21	本品与促进剂 H 的混合物			
	Nocceler EP-20	本品与促进剂 DM、促进剂 H 的混合物			
	Nocceler EP-40				
	Nocceler MIX No. 1				
	Nocceler MIX No. 2 (大内新兴)				
	Rapidex KB (Gomu Jakaschui)				

续表

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
英国、 意大利 美国、 加拿大 英国	Mastermix MBTS 4175 MB	75%本品加二元乙丙橡胶	英国、 法国 法国 德国 意大利 日本	PGAD-78 Poly-Dispersion (Wilkins)	本品分散体
	Mastermix MBTS 4197 PD	70%本品加轻质操作油		Vulcafor DA	本品与其他物质的混合物
	Thiofide(MBTS) (Harwick)			Vulcafor DAU	本品与 TETD 的混合物
	MBTS(Du Pont)			Vulcafor DEVF	本品与 TETD 的混合物
	MBTS(Cyanamid)			Vulcafor F(ICI)	本品与促进剂 D 的混合物
	MBTS Poly-Dispersion, EAD-75(Wyrough & Lasser)	75%本品加二元乙丙橡胶		Vulcafor MBTS(Vulnax)	
	MBTS Poly Gel 70	70%本品的分散体		Accélérateur 201	
	MBTS Poly Slab(Polymeric)	75%本品加二元乙丙橡胶		Rhodifax 201	
	PAD-60 Poly-Dispersion(Wyrough)	60%本品的聚异丁烯分散体		Accélérateur rapide ARA	本品与二硫代氨基甲酸盐的混合物
	Paracure AC-52 (Testworth)	本品分散体		Accélérateur rapide ARS	本品与乙醇胺盐的混合物
	Pennac MBTS (Pennwalt)			Accélérateur rapide VAC	本品与促进剂 D 的混合物
	Poly Zole MBTS(Nat. Polychem)			Rhodifax 6	本品、促进剂 D 与酸式己二酸盐的混合物
	Prespersion, 70% MBTS(Synpro-Ware)	70%本品加油		Rhodifax 7	本品、促进剂 D 与中性己二酸盐的混合物
	Royal MBTS(Royal)			Rhodifax 14 (Rhône-Poulenc)	本品与 TMTD 2:1 的混合物
	Rubbacure 6032(Rubb. Corp)			Ekagom GS	
	Thio fide(MBTS) (Fl-exsys)			Accélérateur GS	
	Vulcafor MBTS(Cook)			Accélérateur GS 101 (Kühlmann)	
	Vulcaid MBTS (Binney)			MBTS(Man. Land)	
	Vulkacit DM/Mg/C (Mobay)	本品经油处理		MBTS(Hekel U. Frengle)	
	Delac 3C(Naugatuck)	60%~65%本品与 30%~40% DIBS 的混合物		Wobezit DM(Wolfen)	
英国、 意大利 美国、 加拿大 英国	Novac A-13(Herrou)	本品与二丁基二硫代氨基甲酸酯 3:1 的混合物	意大利 日本	Vulkacit DM, DM/C, DM/GR	
	MBTS(Naugatuck)			Vulkacit DMT/C	本品与其他物质的混合物经表面处理
	MBTS(Uniroyal)			Vulkacit F	本品与碱性促进剂混合物
	Ancatax(Anchor)			Vulkacit F/C(Bayer)	本品与碱性促进剂混合物经表面处理
	Kuracap MBTS(Dickinson)			Bawox AC (Bozzetto)	
	PGAD-72 Poly-Dispersion	本品分散体		Eveite DM(ACNA)	
英国、 意大利 美国、 加拿大 英国			日本	Accel DM	
				Accelerator DM	
				Accel FK-1	本品与噻唑衍生物混合物
				Accel MX-K	本品与促进剂 M、促进剂 H 的混合物

续表

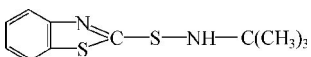
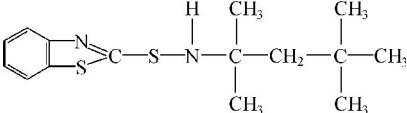
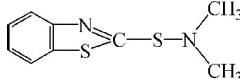
国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
西班牙	Accel MX No. 2 (川口)	本品与促进剂 H 的混合物	英国	NX-503-B, Morfex 33 NX-503-C Morfex 55 (Naugatuck) OXAF(Uniroyal) Paracure AC-53 Paracure AC-63 (Testworth) Pennac ZT Pennac ZT-W (Pennwalt) Rubbacure 6030(Rubb. Corp.)	75%本品加 25%TMTM 本品水分散体 50%本品加 50%TMTM 50%本品的水分散体
	Belger DM(柳井) Diacceler DM(日本化成) Rapidex KY (Gomu Jakaschui) Sun-Celer DM, DM-G (Shiraishi) Soxinol DM, DM-G, DM-T Soxinol G-2			50%本品加非污染丁苯胶乳混合物	
	Soxinol G-3 (住友) Nocceler MIX No. 3 (大内新兴) Gequisa MBTS Rubator MBTS (Gen. Quimica)			本品与促进剂 D 的混合物	
	Beschleuniger DM Przyspieszacz DM Przyspieszacz F				
	Албтак Тиазол				
	ДМАСК Метакант				
	Accel MH(川口) Nocceler M-60 (大内新兴) R-23(Flexsys) Ekagom GNA (Kühlmann) Mercaptobenzothiazolate de soude (Rhône-Poulenc)				
	Accelerator 85 Accelerator 122 (Du Pont)				
	Cuprax(Vanderbilt) Nocceler MCU (大内新兴) 促进剂 ZMBT(上海敦煌化工厂) Akrochem ZMBT(Akron) Naugatex 188,215,225 Naugatex 503A,503B Naugatex 503				
	美国			Accelerator 85 Accelerator 122 (Du Pont)	本品为 M-K 40%本品加 10%五亚甲基二硫代氨基甲酸钾的水溶液
美国	Accelerator 85 Accelerator 122 (Du Pont)	本品为 M-K 40%本品加 10%五亚甲基二硫代氨基甲酸钾的水溶液	英国、法国		
美国	Cuprax(Vanderbilt) Nocceler MCU (大内新兴) 促进剂 ZMBT(上海敦煌化工厂) Akrochem ZMBT(Akron) Naugatex 188,215,225 Naugatex 503A,503B Naugatex 503	本品为 M-Cu 本品为 MZ 本品的水分散体	法国		

续表

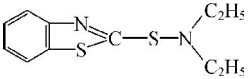
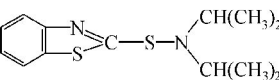
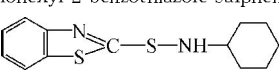
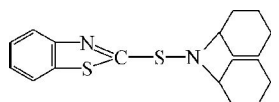
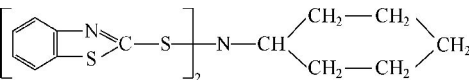
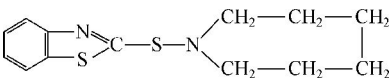
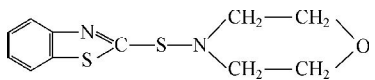
国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
法国	(Kühlmann) Accélérateur Rapide 205 Accélérateur Z-200 Accélérateur Z-200N Permanax Z-21 (Rhône-Poulenc)		中国	促进剂 DMB(黄岩东海化工厂、武汉径河化工公司)	
德国	Vulkacit ZM(Bayer)		美国	Di-esterex Di-esterex N (Naugatuck) Ureka Base Santocure RF-1	本品为促进剂 DBM 本品与乙酸二苯胍的混合物 本品为促进剂 CZ 的混合物
意大利	Eveite MZ(ACNA) Mercazin MBTZ(Bozzetto)			Ureka B	本品与苯二甲酸二苯胍的混合物
日本	Accel MZ Accelerator MZ (川口) Nocceler MZ Nocrac MBZ (大内新兴) Soxinol MZ,Z (住友)			Ureka Blend 3816	本品、苯二甲酸二苯胍及二苯胍的混合物
西班牙	Accelerante ZMBT Gequisa ZMBT Rubator ZMBT (Gen. Quimica)			Ureka White (Flexsys)	本品、促进剂 M、乙酸二苯胍及邻苯二甲酸二苯胍的混合物
前苏联	Тиазол БМ-Ц Цинкапт		意大利	Eveite 303(ACNA) Nocceler DBM(大内新兴) Soxinol PM(住友)	
			日本		
			美国	El-Sixty(Flexsys)	本品为 El-Sixty
			前苏联	BTMA	本品为 BTMA
			美国	2-MT(Cyanamid)	本品为 2-MT
			美国	NEDAC	本品为 NEDAC 含 10% CaCO ₃

【包装、贮存和运输】 固体产品用木桶装，内衬牛皮纸袋，净重 30kg/桶；液体产品用铁桶装，净重 25kg/桶。贮存于通风、干燥处，运输防潮。

10.2.5 次磺酰胺类

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
N-叔丁基-2-苯并噻唑次磺酰胺(促进剂 NS)	<i>N-tert-butyl-2-benzothiazole sulphenamide</i> 	淡黄棕色粉末	1.29	105
N-叔辛基-2-苯并噻唑次磺酰胺(促进剂 BSO)	<i>N-tert-octyl-2-benzothiazole sulphenamide</i> 	乳白色颗粒	1.14	100
N,N-二甲基-2-苯并噻唑次磺酰胺 (ARZ)	<i>N,N-dimethyl-2-benzothiazole sulphenamide</i> 	白色粉末	1.43~1.54	121~122

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
<i>N,N</i> -二乙基-2-苯并噻唑次磺酰胺(促进剂 AZ)	<i>N,N</i> -diethyl-2-benzothiazole sulphenamide 	深褐色油状液体	1.17~1.18	230 (自燃)
<i>N,N</i> -二异丙基-2-苯并噻唑次磺酰胺(促进剂 DIBS)	<i>N,N</i> -diisopropyl-2-benzothiazole sulphenamide 	淡黄白色粉末	1.21~1.23	55~59
<i>N</i> -环己基-2-苯并噻唑次磺酰胺(促进剂 CZ)	<i>N</i> -cyclohexyl-2-benzothiazole sulphenamide 	淡黄色粉末	1.31~1.34	94
<i>N,N</i> -二环己基-2-苯并噻唑次磺酰胺(促进剂 DZ)	<i>N,N</i> -dicyclohexyl-2-benzothiazole sulphenamide 	黄棕色粉末	1.2	90
<i>N,N</i> -双(2-苯并噻唑硫代)环己胺(CBSA)	<i>N,N</i> -bis(2-benzothiazolelethio)cyclohexylamine 	无色结晶	1.135	133~134
<i>N</i> -六亚甲基-2-苯并噻唑次磺酰胺(Сульфенамидб)	<i>N</i> -hexamethylene-2-benzothiazole sulphenamide 	黄色结晶粉末		92
2-(4-吗啉基硫醇基)苯并噻唑(促进剂 NOBS)	2-(4-morpholinylmercapto)benzothiazole 	淡黄色粉末	1.34~1.40	80~86

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
N-氧联二次 乙基硫代氨基 甲 酰-N'-氧 联 二次乙基次磺 酰胺(促进剂 OTOS)	<chem>N#CC1=CC=CC=C1S=C(SN2CCOCC2)C(=O)N3CCOCC3</chem> 	白色粉末	1.40	133
2-(2,6-二甲 基-4-吗啉基硫 代)苯并噻唑 (促进剂 26)	<chem>CC1C(C)CCN1C2=CC=CC=C2S=C(SN3CCOCC3)C4=CC=CC=C4S4</chem> 	白色至淡 黄色粉末	1.23~1.29	88
2-(4-吗啉基 二硫代)苯并噻 唑(促进剂 MDB)	<chem>C1CCN(C1)C2=CC=CC=C2S=C(SS3CCOCC3)C4=CC=CC=C4S4</chem> 	淡黄色粉末	1.51	125
N-亚糠基-2- 苯并噻唑次磺 酰胺(促进剂 φ)	<chem>C1=CC=CC=C1S=C(SN=CC2=CC=CC=C2O2)C3=CC=CC=C3S3</chem> 	棕黄色结 晶粉末		114~115
N-叔丁基-2- 双苯并噻唑次 磺酰胺(促进剂 TBSI)	<chem>CC(C)(C)C1=CC=CC=C1S=C(SN2C3=CC=CC=C3S3)C4=CC=CC=C4S4</chem> 	白色粉末	1.35	≥128

【制法】 由促进剂 M 相应的铵盐经氧化缩合制得或由促进剂 M 和 N-氯胺反应制得。

【基本特性】

- (1) 本类促进剂是 2-硫醇基苯并噻唑的衍生物, 由于它有优良的迟效性, 在橡胶工业中获得广泛应用。
- (2) 诱导期长, 胶料不易焦烧, 工艺安全性好。
- (3) 其硫化胶交联度高, 力学性能优良, 有较宽的硫化平坦性和良好的耐老化性能。
- (4) 分解温度低, 热炼温度过高会分解失效。
- (5) TBSI 是该类促进剂不含亚硝胺的新品种。

【用途及用法】

(1) 适用于天然橡胶、异戊橡胶、丁苯橡胶、顺丁橡胶及丁腈橡胶。可用于制造轮胎、胶管、胶带、胶鞋、翻新轮胎和工业制品。

(2) 不仅用于传统硫黄硫化体系，也可用于半有效、有效硫化体系。

(3) 与氧化锌和硬脂酸配用，也可用胍类、秋兰姆类促进剂来活化。

(4) 一般用量为 0.5~2.5 份，在天然橡胶中用量可少些，在合成橡胶中用量可多些。

【注意事项】

(1) 加入胶料时混炼温度不宜过高，以防分解失效。

(2) 水分会促进分解，应在阴凉、干燥条件下贮存，贮存时间不宜过长。

【品种牌号】

国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
中国	促进剂 N(淄博颖汇橡胶助剂公司、浙江永嘉化工厂、黄岩东海化工厂、鞍山昊炎精细化工公司、江苏永嘉化工有限公司、东北助剂化工公司、武汉径河化工公司、鞍山鑫达化工厂、天津拉勃助剂公司、天津有机化工一厂、山东单县化工公司、淄博晨龙橡胶助剂公司)	本品为 NS	法国	Rhodifax 17 (Rhône-Poulenc)	
			德国	Vulkacit NZ (Bayer)	
			日本	Soxinol NS (住友)	
			西班牙	Rubenamid T (Gen. Química)	
			英国	Vulcafor BSO (ICI)	本品为 BSO
			法国	Ekagom ARZ (Kühlmann)	本品为 ARZ
			法国	Accélérateur 400 (Kühlmann)	本品为 AZ
			德国	Rhodifax 12 (Rhône-Poulenc)	本品加二乙胺
			德国	Vulkacit AZ (Bayer)	
			前苏联	Wobezit AZ (Wolfen)	
美国	Akrochem BBTS (Akron) Chem 1 Sorb OSAN-03-75 (Polychem) Delac NS Delacure (Naugatuck) Delac NS (Unirogal) Mastermix Sulphenamide NS 4184 MB Mastermix Sulphenamide NS4185 MB (Harwick) Pennac TBBS (Pennwalt) Prespersion, Santocure NS (Synpro-Ware) TBBS (Cyanamid) Vanax NS (Vanderbilt) Vulkacit NZ/EGC (Moberg) Santocure NS (Flexsys) Vulcafor BSB (ICI)	75% 本品加三元乙丙橡胶 75% 本品加二元乙丙橡胶 75% 本品加丁苯橡胶 66.6% 本品加油	中国	促进剂 DIBS (上海橡胶助剂厂)	本品为 DIBS
			美国	DIBS (Cyanamid) Dipac (Pennwalt) Santocure IPS (Harwick) Santocure IPS (Flexsys)	
			中国	促进剂 CZ (东北助剂化工公司、兰州化学工业公司、青岛自力化工厂、天津有机化工一厂、鹤壁化工三厂、镇江化工二厂、浙江永嘉化工厂、天津拉勃橡胶助剂公司、青岛昊化化工公司、江苏永嘉化工有限公司、浙江超微化工公司、山东单县化工公司、青岛国大化工公司、鹤壁华夏助剂公司、河南滑县化工厂)	本品为 CZ
英国					

续表

国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	Accelerator Thohesam(Aceto)		意大利	Eveite MS(ACNA)	
	Akrochem CETS(Akron)		日本	Nocceler CZ(大内新兴)	
	CBS, Poly-Dispersion, E(SAN) D-70(Wyrongh & Loser)	70%本品加三元乙丙橡胶		Soxinol CZ, CZ/G(住友)	
	Chem 1 Sorb OSA-03-75(Polychem)	75%本品加三元乙丙橡胶	波兰	Sun-Celer CM(Shiraishi)	
	Conac S Grains (Du Pont)			Przyspieszacz Thiohexam	
	Cydac(Cyanamid)		西班牙	Rubenamid C(Gen. Quimica)	
	Delac S(Uniroyal)		前南斯拉夫	Vitacit CZ	
	Durax		俄罗斯	СульфенамидЦ	
	Vandure DA (Vanderbilt)		中国	促进剂 DZ(浙江永嘉化工厂、青岛华恒助剂厂、鞍山鑫达化工厂、鞍山吴炎精细化工公司、黄岩东海化工厂、东北助剂化工公司、天津拉勃助剂公司、武汉径河化工公司、沈阳有机化工二厂)	
	Mastermix Sulfenamide CBTS 4180 MB	75%本品加丁苯橡胶	美国	Accelerator DZ(Naf-tone)	
英国	Mastermix Sulfenamide CBTS 4181 MB	75%本品加二元乙丙橡胶		Delac 6C	
	Mastermix Sulfenamide CBTS 4190 WP	75%本品加轻质操作油		Naugatex 124 (Naugatuck)	
	Santocure(Harwick)			Vulcafor DCBS(Cook)	
	Pannac CBS(Pennwalt)			Vulkacit DZ/C(Mobay)	
	Royal CBTS(Royal)			Santocure DCBS(Flexsys)	
	Vulcafor CBS(Cook)			Vulcafor DCBS(Vulnax)	
	Vulkacit CZ/MG(Mobay)			Rhodifax 30 (Rhône-Poulenc)	
	Santocure DT (Flexsys)	本品与 D、DM 的混合物		Vulkacit DZ	
	CBS			Vulkacit DZ/EGC (Bayer)	
	Cydac		法国		
英国、法国	Furbac (Anchor)		德国		
	PSANNSD-70 Poly-Dispersion (Willkins)	70%本品的聚异丁烯分散体	俄罗斯	Сульфенамид 6	本品为 Сульфенамид 6
	Vulcafor HBS(ICD)		中国	促进剂 NOBS(东北助剂化工公司、上海长江化工厂、浙江永嘉化工厂、黄岩东海化工厂、天津拉勃助剂公司、镇江化工二厂、江苏永嘉化工有限公司、株洲化工厂、浙江超微细化工公司、天津有机化工一厂、鹤壁助剂一厂、青岛联昊化工公司、山东单县化工公司、淄博晨龙橡胶助剂公司、青岛国大化工公司、兰化有机厂)	本品为 NOBS
	Vulcafor CBS (Vulnax)				
	Ekagom CBS, CBS101 (Kühlmann)				
	Rhodifax 16 (Rhône-Poulenc)				
	Sulfene 1(Man. Land)				
	Beschleuniger BSD(Hebel U. Frengle)				
	Vulkacit CZ				
	Vulkacit CZ/C				
德国	Vulkacit CZ/GR				
	Vulkacit CZ/MG				
	Vulkacit CZ/MGC				
	Vulkacit FZ (Bayer)	本品加碱性促进剂			

续表

国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	Akrochem OBTS	含本品 90%	德国	Sulfene 11(Man. Land)	
	Akrochem OMTS (Akron)			Vulkacit MOZ, MOE/LG, MOE/SG(Bayer)	
	Amax		日本	Accel NOS(川口)	
	Amax No. 1	Nocceler MSA			
	Morfax (Vanderbilt)	Nocceler NOBS (大内新兴)			
	Delac MOR(Uniroyal)	Soxinol NBS(住友)			
	Chem 1 Sorb CSP 7010	60%本品加轻质操作油	西班牙	Sun Celer NOB (Shiraishi)	
	Chem 1 Sorb EMB-03-60 (Polychem)			Rubenamid M(Gen. Quimica)	
	Elast-O-Sperse UB(OBTS)-75(Elastochem)	75%本品加通用型聚合物	俄罗斯	Сульфенамид М	
	Mastermix Sulfenamide MOR4182 MB	75%本品加二元乙丙橡胶	中国	促进剂 OTOS(浙江黄岩东海化工厂, 江苏镇江化工二厂)	本品为 OTOS
	Mastermix Sulfenamide MCR 4302MB (Harwick)	50%本品加丁苯橡胶		美国	Cure-rite 18(Akron)
	NOBS Accelerator	75%本品加二元乙丙橡胶	Cure-rite 18(Goodrich)		
	NOBS Special		Cure-rite 18(Royal)		
	NOBS Special Accelerator(Cyanamid)		Elast-O-Sperse UB(CR-18)-70(Elastochem)		
	NOBS Special Poly Slab (Polymeric)		美国	Santocure 26 (Flexsys)	本品为促进剂 26
	DBTS Poly-Dispersion T (NOBS) M-65 (Wyrrough & Loser)		中国	促进剂 MDB(黄岩东海化工厂)	本品为 MDB
	Pennac MBS(Pennwalt)			Akrochem Accelerator MF(Akron)	
	Royal OBTS(Royal)		美国	Called MDB(Goodyear)	
	Vulcafor MBS(Cook)			Chem 1 Sorb CSP 7010 (Polychem)	
	Vulkacit MOZ/LG(Mobay)			Morfax(Naugatuck)	
	Santocure MOR(Flexsys)		德国	Morfax(Vanderbilt)	
	NOBS Accelerator			KA9000A	
	NOBS Special Accelerator(Anchor)			Vulcurene-2 (Bayer)	
	Vulcafor BSM(ICI)		日本	Accel DS(川口)	
	Vulcafor MBS (Vulnax)			Nocceler MDB(大内新兴)	
英国、法国	Rhodifax 12	65%本品加三元乙丙橡胶	俄罗斯	МДБ	本品为促进剂 ф
	Rhodifax 19 (Rhône-Ploulenc)		俄罗斯	Сульфенамид ф	
法国	Rhodifax 12	65%本品加三元乙丙橡胶	中国	促进剂 TBSI(鞍山吴炎精细化工公司)	本品为 TBSI
	Rhodifax 19 (Rhône-Ploulenc)		美国	Santocure TBSI(Flexsys)	

【包装、贮存和运输】 编织袋内衬塑料袋包装, 净重 20kg/袋。存放于阴凉干燥处, 运输时防潮。

10.2.6 秋兰姆类

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	熔点/℃
一硫化四甲基秋兰姆(TMTM)	<p>tetramethyl thiuram monosulfide</p>	黄色粉末	1.37~1.40	100
一硫化四丁基秋兰姆(TBTS)	<p>tetrabutyl thiuram monosulfide</p>	棕色液体	0.98	—
一硫化双(1,5-亚戊基)秋兰姆(PMTM)	<p>dipentamethylene thiuram monosulfide</p>	黄色结晶粉末	1.38	110~117
二硫化四甲基秋兰姆(TMTD)	<p>tetramethyl thiuram disulfide</p>	白色或灰白色粉末	1.29	136
二硫化四乙基秋兰姆(TETD)	<p>tetraethyl thiuram disulfide</p>	白色粉末	1.17~1.30	65~73
二硫化四丁基秋兰姆(TBTD)	<p>tetrabutyl thiuram disulfide</p>	暗褐色油状液体	1.05	20 (凝点)
二硫化双(1,5-亚戊基)秋兰姆(PTD)	<p>dipentamethylene thiuram disulfide</p>	乳白色粉末	1.39	110~112
二硫化二甲基二苯基秋兰姆(J)	<p>dimethyl diphenyl thiuram disulfide</p>	灰白色结晶粉末	1.33	175
二硫化二乙基二苯基秋兰姆(TE)	<p>diethyl-diphenyl thiuram disulfide</p>	白色粉末	1.33	174

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	熔点/℃
四硫化四甲基秋兰姆(TMTT)	$\begin{array}{c} \text{tetramethyl thiuram tetrasulfide} \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{S} \quad \text{S} \quad \text{CH}_3 \\ \quad \parallel \quad \parallel \\ \text{N}-\text{C}-(\text{S})_4-\text{C}-\text{N} \\ \quad \parallel \quad \parallel \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \end{array}$	灰黄色粉末		90
四硫化双(1,5-亚戊基)秋兰姆(DPTT)	$\begin{array}{c} \text{dipentamethylene thiuram tetrasulfide} \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}_2-\text{CH}_2 \quad \text{S} \quad \text{S} \quad \text{CH}_2-\text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \\ \quad \parallel \quad \parallel \\ \text{N}-\text{C}-(\text{S})_4-\text{C}-\text{N} \\ \quad \parallel \quad \parallel \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \quad \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$	灰黄色粉末	1.41~1.50	110
六硫化双(1,5-亚戊基)秋兰姆(DPTH)	$\begin{array}{c} \text{dipentamethylene thiuram hexasulfide} \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}_2-\text{CH}_2 \quad \text{S} \quad \text{S} \quad \text{S} \quad \text{S} \quad \text{CH}_2-\text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \\ \quad \parallel \quad \parallel \\ \text{N}-\text{C}-(\text{S})_6-\text{C}-\text{N} \\ \quad \parallel \quad \parallel \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \quad \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$	淡黄色粉末	1.50	115
二硫化四苄基秋兰姆(TB ₂ TD)	$\begin{array}{c} \text{tetraheptyl thiuram Disulfide} \\ \text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2 \quad \text{S} \quad \text{S} \quad \text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_5 \\ \quad \parallel \quad \parallel \\ \text{N}-\text{C}-\text{S}-\text{S}-\text{C}-\text{N} \\ \quad \parallel \quad \parallel \\ \text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2 \quad \text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$			

【制法】 用二硫化氨基甲酸钠经氧化制得二硫化秋兰姆，将二硫化秋兰姆用氰化钠或氰化钾脱硫即可制得一硫化秋兰姆，多硫化秋兰姆可由二硫代氨基甲酸钠与一氯化硫反应制得。

【基本特性】

(1) 这是一类非污染型超促进剂，其活性介于二硫代氨基甲酸盐和噻唑类之间。
 (2) 为了得到较宽的硫化平坦性，减少焦烧危险，硫化温度不宜过高（最好在 135℃ 左右）。
 (3) 二硫化秋兰姆或多硫化秋兰姆在硫化温度下能释放出活性硫，故亦可作为硫化剂使用，即使不加硫黄也能硫化，通常称之为“无硫硫化”。

(4) 促进剂 M 及防老剂 MB 对此类促进剂活性有抑制作用，而碱性促进剂和二硫代氨基甲酸盐类能增加其活性。

(5) 此类促进剂常与其他促进剂配用作为第二促进剂，它能提高噻唑类促进剂和次磺酰胺类促进剂的硫化速度，与次磺酰胺并用时，初期能延迟硫化起步，起硫后硫化反应速度很快，硫化程度也较高。在与二硫代氨基甲酸盐并用时，硫化起步会稍延迟。

(6) 使用这类促进剂时，如硫黄用量在正常范围，硫化胶定伸应力较高，物理力学性能较优良；如硫化温度不很高，耐老化性能也较好；如硫黄用量较低，硫化胶变形小、生热低、抗返原性和耐老化性能均较好。

(7) TB₂TD 是该类促进剂中不产生亚硝胺的安全品种。在次磺酰胺硫化体系中加入 0.1%~0.2% 该品能加快硫化速度而不损害焦烧安全性，从而提高生产效率。

【用途及用法】

(1) 可用于天然橡胶、丁苯橡胶、丁腈橡胶和丁基橡胶，多硫化秋兰姆还可用于氯磺化

聚乙烯。在以氧化锌/硫脲作硫化体系的氯丁橡胶中，可作为防焦剂使用。

(2) 需配用氧化锌作为活性剂，硬脂酸用否皆可。

(3) 一硫化秋兰姆不能释放出活性硫，不能用于无硫配合。二硫化、多硫化秋兰姆均能释放出活性硫，故可用于低硫或无硫配合。一硫化物可用于轮胎、胶管、胶带和一般工业制品。二硫化物除上述用途外，还可用于快速硫化模型制品、浸渍制品、雨布等。多硫化物还用于低硫、无硫硫化制品。

(4) 一般配用量为 0.15~3 份。用作第二促进剂时，用量 0.05~0.5 份。二硫化、多硫化秋兰姆用作硫化剂时，用量可达 2~4 份。

【注意事项】

(1) 有一定毒性，应避免与皮肤和眼部接触。

(2) 其粉尘-空气混合物有爆炸危险。

【品种牌号】

国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
中国	促进剂 TMTM(上海敦煌化工厂、黄岩东海化工厂、浙江超微细化工公司、武汉径河化工公司)	本品为 TMTM		Perkacit TMTM(Karch) Perkacit TMTM(Henley) Rodform Unade Unads (Vanderbilt) Rubbacure 6035(Rubb. Corp.) Thionex Vulcapont C (Du Pont) Thiuram MSM(Flexsys)	
美国	Aceto TMTM(Aceto) Akrochem TMTM(Akron) Chem 1 Sorb OUN-03-75(Polychem) Cure Blend(Kure Blend) MS(General Tire) Cyuram MS Cyzate MS (Cyanamid) Elast-O-Sperse PB(TMTM)-75 Elast-O-Sperse PB(TMTM)-85 Elast-O-Sperse UB(TMTM)-75 Tetramethyl thiuram Monosulfide(TMTM)(Elastochem) Master TMTM 4148 MB Master TMTM 4192 PD (Harwick) Monex Naugets Powdle Naugets, Naugets Powder(Naugatuck) Pennac MS(Pennwalt)	75%本品加三元乙丙橡胶 50%本品加非污染型丁苯胶乳 75%本品加乙烯共聚物 85%本品加乙烯共聚物 75%本品加通用型聚合物 75%本品加二元乙丙橡胶 70%本品加轻质操作油	美国、加拿大、意大利、英国	TMTM Poly-Dispersion E(Mx)D-75 (Wyrough & Loser) TMTM Poly Gel TMTM Poly Slab (Polymeric) TMTM(Royal) Vulcafor TMTM(G)(Cook) Vulcaid 222(Binney) Vulkacit Thiuram MS/C Monex (Uniroyal) Ancazide TS (Anchor) Robac TMS (Robinson) Unads(Greff) Vulcadote TB Vulcafor MS (ICD)	50%的水分散体 75%本品加三元乙丙橡胶 75%分散体 75%本品加二元乙丙橡胶 粉末,油处理

续表

国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
英国、法国	Vulcafor TMTM(G) (Vulnax)		美国	Accelerator 52-1 Accelerator 52-9 Thiuram M Thiuram M. Grains (Du Pont) Accelerator 52	75% 本品与 25% TETD 的混合物
法国	Accélérateur MTMT Accélérateur TM Ekagom TM (Kühlmann) MTMT (Man. Land. , SAFIC) Rapide TM(Mat. Col.) Superaccélérateur 500			Accelerator 52-1 Accelerator 52-9 SA-52, SA52-0, SA52-1 (Sharpley) Accelerator Thiuram Aceto TMTD (Aceto) Akrochem TMTD Akro Chem TM/ETD (Akron) Chem 1 Sorb CSP 1709	60% 本品与 40% TETD 的混合物 70% 本品加轻质操 作油
德国	(Rhône-Poulenc) Vulkacit Thiuram MS Vulkacit Thiuram MS/C Vulkacit Thiuram MS/GR (Bayer)	粉末, 经油处理 颗粒状		Chem 1 Sorb EMT-03-75 Chem 1 Sorb OMT- 03-70 (Polychem) Cyuram DS, DS Pel- lets(Cyanamid) Elast-O-Sperse PB(TM- TD)-75 Elast-O-Sperse UB(TM- TD)-70 (Elastochem) Kure Blend MT(Gen- eral Tire) Mastermix TMTD 405 PD Mastermix TMTD 4149 Bar Mastermix TMTD 4187 MB Mastermix TMTD 4396 MB (Harwick) Methyl Thiuram Metiurac“O” Vondac TMT (Pennwalt) Methyl Tuads Rodform Methyl Tu- ads Methyl Ethyl Tuads (Vanderbilt) Naugetex 235 Tuex Naugets Powder	70% 本品加二元乙 丙橡胶 70% 本品加三元乙 丙橡胶 75% 本品加乙烯共 聚物 70% 本品加通用型 聚合物 本品与非污染型丁 苯胶乳混合物 60% 本品加操作油 75% 本品分散体 75% 本品加二元乙 丙橡胶 70% 本品加丁腈 橡胶
意大利	Moniurac(Del Ticino) Eveit MST(ACNA)				
日本	Accel TS(川口) Nocceler TS(大内新 兴) Soxinol TS, TS-G(住 友) Sun-Celer TS (Shi- raishi)				
荷兰	TMTM (Akzo, Che- faro) TMTMS(Chefaro)				
俄罗斯	Тиурам М Тиурам ММ				
美国	ESEG Pentex Pentex дор (Naugetuck)	本品为 TBTS 加 87.5% 陶土			
英国	Robac PTM(Robinson)	本品为 PMTM			
德国	Monothiuram (Deut- sche Hydrierwerke)				
中国	促进剂 TMTD(东北 助剂化工公司、兰州化 学工业公司、上海长江 化工厂、浙江黄岩东海 化工厂、江苏镇江化工 二厂、浙江永嘉化工厂、 黄岩华星化学厂、无锡 钱桥橡胶助剂厂、武汉 径河化工公司、天津拉 勃助剂公司、台州化工 助剂厂)	本品为 TMTD			
美国	Accelerator 52				

续表

国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	Accelerator 108	66.7% 本品与 33.3% M 的混合物	英国	Vulcafor TMT (ICI)	
	Accelerator 108 PDR	本品与 M 2 : 1 混合物	英国、法国	Tuex(Rubber Regen) Vulcafor TMTD(Vul- nax)	
	XKA (Naugatuck)		法国	Accélérateur DTMT Accélérateur TB Ekagom TB, TB-101 Rapid TB (Kühlmann) DTMT(Man. Land) Ferumix DTMT(Chev- assus)	
	Paracure AC-58(Tes- tworth)	50%水分散体		Superaccélérateur 501 (Rhône-Poulenc) TMTD(Prochim)	
	Perkacit TMTD(Hen- ley, Karch)		德国	Wobezit Thiuram(Wo- lfen)	
	PMTD-70 Polydisper- sion(Wyrough)	70%本品的聚乙 烯分散体		Vulkacit Thiuram Vulkacit Thiuram C, DM/C, EG, GR	分散体
	Royal TMTD			Vulkacit Thiuram Dis- persion 50	
	Royalac 134(Royal)	本品与 ZDC 的混 合物		Vulkacit MT	本品与促进剂 M 2 : 1 混合物
	Rubbacure 6033, Rub- bacure 6034(Rubb. Corp.)	55%的水分散体		Vulkacit MT/C(Ba- yer)	本品与促进剂 M 2 : 1 混合物, 经表面 处理
	Vulcaid TMT TMT			Naftocit Thiuram 16 Thiuram 16 (Metallgesellschaft)	80%本品的分散体
	Vulcaid 888 (Binney)		意大利	RC TMTD(Rhein)	
	TMT-Henley			Eveite 4MT(ACNA) Metiurac(Del Ticino)	
	TMTD		日本	TMTS(Bozzetto)	
	TMTD(Henley)			Accel TMT Accel TMT-R Amizer TMTD	
	TMTD(Bate)			Thiuram 16 (川口)	
	TMTD(Carroll)			Nocceler TMT Nocceler TT Nocceler EP-30 (大内新兴)	本品与 FZ 的混合物
	TMTD Poly-Disper- sion, P(MT) D-70 (Wy- rough & Loser)	70%本品加二元 乙丙橡胶		Rapidex GR (Gomu Jakaschui)	
	TMTD Poly Gel	75%的分散体		Soxinol TMT, TT, TT- G(住友)	
	TMTD Poly Slab (Polymeric)	75%本品加二元 乙丙橡胶		Sun-Celer TT, TT-G (Shiraishi)	
	Tuex(Uniroyal)				
	Vulcacure TMD				
	Vulcarite 122 (Alco)	分散体			
	Vulcafor TMTD(Cook)				
	Vulkacit Thiuram/C (Mobay)	经油处理			
英国	Ancazide ME TMT(Anchor)				
	Leda TMT(Leda)				
	Methyl Tuads(Greeff)				
	Robac(Robinson)				
	Roberts Thiuram(Ro- berts)				
	Thiurad Thiuram				
	Thiuram DS(M) Vulcadote TM				

续表

国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
印度	Accicure TMT(Alkali)			Paracure AC-59(Tesworth)	50%水分散体
比利时	DTMT(Union Chem)			Perkacit TETD(Karch)	
西班牙	Rubator DTMT(Gen. Quimica)			SA-62(Pennsalt)	
波兰	SA-52			TETD(Carroll)	
	Vulcator TH			Ethyl Thiurad (Flexsys)	
	Vulcator (Silesia)		美国、加拿大	Ethyl Tuex (Uniroyal)	
荷兰	TMTD(Akzo, Aagrunol)		英国	Ancazide ET (Anchor)	
	Van Hasselt TMT(Chefaro)			PEDT-70 Poly-Dispersion(Willkins)	70%本品分散在聚异丁烯中
	Vondac TMT(Vo-ndelingenplaat)			Robac TET (Robinson)	
前苏联	Тиурам Д Тиурад МД			TET	
中国	促进剂 TETD(东北助剂化工公司、浙江超微细化工公司、武汉径河化工公司)	本品为 TETD		Vulcafor 7	
美国	Accelerator 62 Thiuram E, Grains (Du Pont)		法国	Vulcafor TET (ICI)	
	Accelerator 62 Accelerator 62-9 (Sharples)			Accélérateur ETET	
	Aceto TETD(Aceto)			Ekagom TETDS (Kühlmann)	
	Akro Chem TETD(Akron)			Antacol DTET	
	Chem 1 Sorb EET-03-75(Polychem)	75%本品加二元乙丙橡胶		MTET	
	Elast-O-Sperse PB(TETD)-75	75%本品加乙烯共聚物		DTET (Man. Land.)	
	Tetraethylthiuram Disulfide(TETD) (Elastochem)			DTET	
	Ethyl Thiurad (Harcwick)			TETD (Prochim)	
	Ethyl Thiuram			DTET	
	Etiurac (Pennwalt)		意大利	MTET (SAFIC)	
	Ethyl Tuads(Greeff)			Superaccélérateur 481 (Rhône-Poulenc)	
	Ethyl Tuads(Vanderbilt)		日本	Etiurac(Del Ticino)	
	Ethyl Tuex Naugets PDR(Naugatuck)			Eveite T(ACNA)	
	Perkacit TETD			TETS(Bozzetto)	
	TETD (Henley)			Accel TET	
				Accel TET-R (川口)	
				Nocceler TET(大内新兴)	
				Soxinol TET(住友)	
			印度	Accicure TET(Alkali)	
			荷兰	TETD(Aagrunol)	
				TETD	
				Van Hasselt TET (Chefaro)	
				TETD(Akzo)	

续表

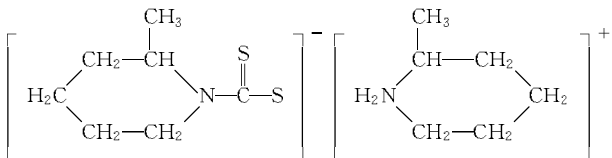
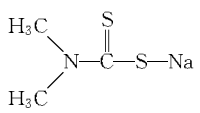
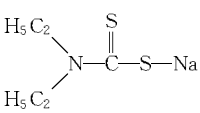
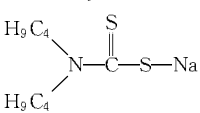
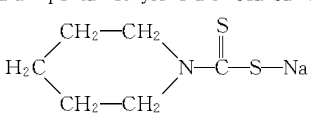
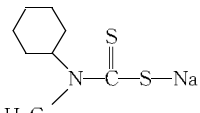
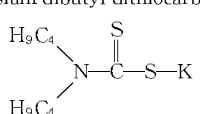
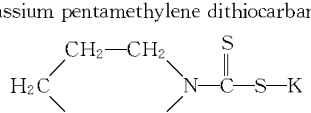
国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
前苏联	Vondac TET(Vondelingenplaat) Типам E Типам ЭФ	膏状 片状	加拿大	Ptet D-70 Poly-Dispersion(Wilkins) Robac Thiuram P-25 (Robinson) Robac PZ5(Harrisons & Crosfield)	70% 本品加聚异丁烯
美国	Butyl Tuads(Vanderbilt) Elast-O-Sperse LPC(TBTD)-72(Elastochem)	本品为 TBTD 72% 本品加硅酸钙	日本	Accel TRA Accelerator PMT (川口) Soxinol TRA(住友) Hasselt DPTT(Akzo) Van Hasselt DPTT (Chefaro) Vondac DPMTT(Vondelingenplaat)	
英国	Robac TBUT(Robinson)		荷兰	Robac PTD Robac PTD 86 (Robinson) TSPM(Man. Land.) Superaccélérateur 471 (Rhône-Poulenc) Dithiuram (Deutsche Hydrierwerke)	
意大利	TBTS(Bozzetto)		俄罗斯	Тиурам МТ	
日本	Accel TBT(川口) Soxinol TBT(住友)		中国	促进剂 DPTT (上海敦煌化工厂、黄岩东海化工厂、浙江超微细化工公司、武汉径河化工公司)	即为本品
荷兰	Vondac TBTD(Vondelingenplaat)		美国	Akro Chem DPTT(Akron) Chem 1 Sorb CSP 1083 Chem 1 Sorb CSP 1483 Chem 1 Sorb EIA-03-75 (Polychem) Heveacel D-304(Heveatex) Mastermix DPTH 4186 MB(Harwick) Tetrone A(DuPont) Tetrone A Poly-Dispersion E(TET) D-70 (Wyrough & Loser) Tetrone A Poly Gel Tetrone A Poly Slab (Polymeric) Elast-O-Sperse PB(DPTT)-70 Elast-O-Sperse UB (DPTT)-70 Friable Crumb (Elastochem)	本品为 DPTH 70% 本品加邻苯二甲酸二辛酯 70% 本品加轻质操作油 75% 本品加二元乙丙橡胶 52.1% 水分散体 含 70% 本品的母炼胶 70% 本品加三元乙丙橡胶 70% 的分散体 70% 本品加二元乙丙橡胶 70% 本品和 DPTT 的混合物再加 30% 乙烯聚合物 70% 本品和 DPTT 的混合物再加 30% 通用型弹性体
英国	Robac PTD Robac PTD 86 (Robinson) TSPM(Man. Land.) Superaccélérateur 471 (Rhône-Poulenc) Dithiuram (Deutsche Hydrierwerke)	本品为 PTD			
法国	TSPM(Man. Land.) Superaccélérateur 471 (Rhône-Poulenc)				
德国	Dithiuram (Deutsche Hydrierwerke)				
美国	Accelerator J (Naf-tone) Robac J(Robinson) Vulkacit J(Bayer) DDTS(Bozzetto)	本品为 J			
中国	促进剂 TE(黄岩东海化工厂)	即为本品			
法国	Accélérateur TE Ekagom TE (Kühlmann)	本品为 TE			
美国	Tetrone(Du Pont) Nocceler TRS(大内新兴)	本品为 TMTT			
中国	促进剂 DPTT (上海敦煌化工厂)	本品为 DPTT			
美国	Akroform & Akro Sperse E9010(Akron) DPTT Perkacit DPTT (Henley) Perkacit DPTT(Karch) Sulfads(Vanderbilt) Sulfads Poly Slab(Polymeric) Accelerator 4P (Anchor) Kuracap PTP (Dikinson)	70% 本品加二元乙丙橡胶 75% 本品加二元乙丙橡胶			
英国					

【包装、贮存和运输】 固体产品用木桶内衬牛皮纸袋包装，净重为 30kg/桶；液体产品用铁桶包装，净重 25kg/桶。存放于阴凉干燥处，防潮。

10.2.7 二硫代氨基甲酸盐类

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	熔点/℃
二甲基二硫代氨基甲酸二甲铵(DMC)	$\left[\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagup \\ \text{N}-\text{C}-\text{S} \\ \diagdown \\ \text{H}_3\text{C} \\ \parallel \\ \text{S} \end{array} \right]^- \left[\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagup \\ \text{H}_2\text{N} \\ \diagdown \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]^+$	淡黄片或白色粉末		129~130
二乙基二硫代氨基甲酸二乙基·甲基铵(TFB)	$\left[\begin{array}{c} \text{H}_5\text{C}_2 \\ \diagup \\ \text{N}-\text{C}-\text{S} \\ \diagdown \\ \text{H}_5\text{C}_2 \\ \parallel \\ \text{S} \end{array} \right]^- \left[\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \\ \diagup \\ \text{CH}_3-\text{N}-\text{H} \\ \diagdown \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{array} \right]^+$	棕黑色液体	1.02~1.03	—
二丁基二硫代磷酸铵(AT)	$\left[\begin{array}{c} \text{C}_4\text{H}_9\text{O} \\ \diagup \\ \text{P}=\text{S} \\ \diagdown \\ \text{C}_4\text{H}_9\text{O} \end{array} \right]^- \left[\text{NH}_4 \right]^+$	白色结晶粉末	1.04	98~104
二乙基二硫代氨基甲酸二乙铵(DDCN)	$\left[\begin{array}{c} \text{H}_5\text{C}_2 \\ \diagup \\ \text{N}-\text{C}-\text{S} \\ \diagdown \\ \text{H}_5\text{C}_2 \\ \parallel \\ \text{S} \end{array} \right]^- \left[\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \\ \diagup \\ \text{H}_2\text{N} \\ \diagdown \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{array} \right]^+$	白色结晶粉末	1.1~1.2	80
二丁基二硫代氨基甲酸二丁铵(DBUD)	$\left[\begin{array}{c} \text{H}_9\text{C}_4 \\ \diagup \\ \text{N}-\text{C}-\text{S} \\ \diagdown \\ \text{H}_9\text{C}_4 \\ \parallel \\ \text{S} \end{array} \right]^- \left[\begin{array}{c} \text{C}_4\text{H}_9 \\ \diagup \\ \text{H}_2\text{N} \\ \diagdown \\ \text{C}_4\text{H}_9 \end{array} \right]^+$	黄褐色结晶固体		45~50
N'-(1,5-亚戊基)二硫代氨基甲酸-N-(1,5-亚戊基)铵(PPD)	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{N}-\text{C}-\text{S} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \parallel \\ \text{S} \end{array} \right]^- \left[\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_2\text{N} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array} \right]^+$	乳白色粉末	1.15~1.20	160
环己基乙基二硫代氨基甲酸-N-环己基乙基铵(促进剂774)	$\left[\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_{11} \\ \diagup \\ \text{N}-\text{C}-\text{S} \\ \diagdown \\ \text{H}_5\text{C}_2 \\ \parallel \\ \text{S} \end{array} \right]^- \left[\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_{11} \\ \diagup \\ \text{H}_2\text{N} \\ \diagdown \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{array} \right]^+$	淡黄色结晶粉末	1.08~1.11	90
二丁基二硫代氨基甲酸二甲基·环己基铵(RZ100)	$\left[\begin{array}{c} \text{H}_9\text{C}_4 \\ \diagup \\ \text{N}-\text{C}-\text{S} \\ \diagdown \\ \text{H}_9\text{C}_4 \\ \parallel \\ \text{S} \end{array} \right]^- \left[\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagup \\ \text{HN}-\text{C}_6\text{H}_{11} \\ \diagdown \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]^+$	褐色透明液体	0.96	—

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	熔点/℃
甲基五亚 甲基二硫代 氨基甲酸甲 基哌啶(MP)	<p>pipecolin methylpentamethylene dithiocarbamate</p> 	黄白色 粉末	1.16	118
二硫化碳 和 1,1'-亚甲 基二哌啶反 应产物(R-2)	reaction product of carbondisulfide and 1,1'-methylenedipiperidene	灰白色 片状	1.08~1.14	55
二甲基二 硫代氨基甲 酸钠(SMC)	<p>sodium dimethyl dithio carbamate</p> 	白色结晶 粉末	1.12~1.22	-15
二乙基二 硫代氨基甲 酸钠(SDC)	<p>sodium diethyl dithiocarbamate</p> 	白色至淡 黄色结晶 粉末	1.30~1.37	90~95
二丁基二 硫代氨基甲 酸钠(TP)	<p>sodium dibutyl dithiocarbamate</p> 	橙色黏性 透明液体	1.075~1.09	—
五亚甲基 二硫代氨基 甲酸钠(SPD)	<p>sodium pentamethylene dithiocarbamate</p> 	乳白色结 晶粉末	1.42	280
环己基乙 基二硫代氨基 甲酸钠(WL)	<p>sodium ethylcyclohexyl dithiocarbamate</p> 	淡黄色吸 湿性粉末	1.25	90
二丁基二 硫代氨基甲 酸钾(PDD)	<p>potassium dibutyl dithiocarbamate</p> 	淡黄色水 溶液	1.10	—
五亚甲基 二硫代氨基 甲酸钾(促 进剂 87)	<p>potassium pentamethylene dithiocarbamate</p> 	琥珀色 液体	1.19	—

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	熔点/℃
二甲基二硫代氨基甲酸铜(CDD)	copper dimethyl dithiocarbamate $\left[\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagdown \\ \text{N}-\text{C}(=\text{S})-\text{S}-\text{Cu} \\ \diagup \\ \text{H}_3\text{C} \end{array} \right]_2$	深棕色粉末	1.70~1.78	300 分解
二甲基二硫代氨基甲酸锌(PZ)	zinc dimethyl dithiocarbamate $\left[\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagdown \\ \text{N}-\text{C}(=\text{S})-\text{S}-\text{Zn} \\ \diagup \\ \text{H}_3\text{C} \end{array} \right]_2$	白色粉末	1.65~1.74	257
二乙基二硫代氨基甲酸锌(ZDC)	zinc diethyl dithiocarbamate $\left[\begin{array}{c} \text{H}_5\text{C}_2 \\ \diagdown \\ \text{N}-\text{C}(=\text{S})-\text{S}-\text{Zn} \\ \diagup \\ \text{H}_5\text{C}_2 \end{array} \right]_2$	白色或灰白色粉末	1.45~1.51	179~181
N,N' -(1,2-亚乙基)二硫代氨基甲酸锌(UCB)	zinc N,N' -ethylene dithiocarbamate $\begin{array}{c} \text{S} \\ \parallel \\ \text{CH}_2-\text{NH}-\text{C}-\text{S} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_2-\text{NH}-\text{C}-\text{S} \\ \parallel \\ \text{S} \end{array} \text{Zn}$	乳白色或淡青色粉末		240 熔解并分解
二丁基二硫代氨基甲酸锌(BZ)	zinc dibutyl dithiocarbamate $\left[\begin{array}{c} \text{H}_9\text{C}_4 \\ \diagdown \\ \text{N}-\text{C}(=\text{S})-\text{S}-\text{Zn} \\ \diagup \\ \text{H}_9\text{C}_4 \end{array} \right]_2$	乳白色粉末	1.18~1.24	104~108
二戊基二硫代氨基甲酸锌(DAZ)	zinc diamyl dithiocarbamate $\left[\begin{array}{c} \text{CH}_3(\text{CH}_2)_4 \\ \diagdown \\ \text{N}-\text{C}(=\text{S})-\text{S}-\text{Zn} \\ \diagup \\ \text{CH}_3(\text{CH}_2)_4 \end{array} \right]_2$	淡黄色液体	0.99	—
二苄基二硫代氨基甲酸锌(DBZ)	zinc dibenzyl dithiocarbamate $\left[\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2 \\ \diagdown \\ \text{N}-\text{C}(=\text{S})-\text{S}-\text{Zn} \\ \diagup \\ \text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2 \end{array} \right]_2$	白色至乳白色粉末	1.14	165~175
1,5-亚戊基二硫代氨基甲酸锌(ZPD)	zinc pentamethylene dithiocarbamate $\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{N}-\text{C}(=\text{S})-\text{S}-\text{Zn} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array} \right]_2$	白色粉末	1.55	225~235

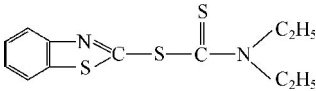
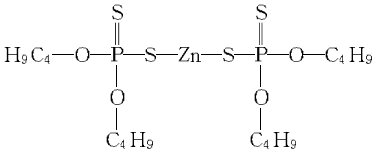
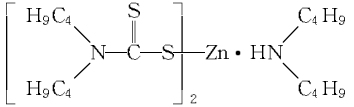
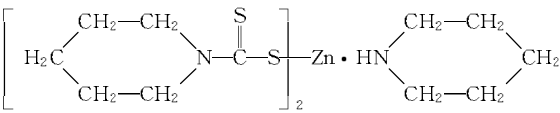
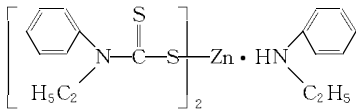
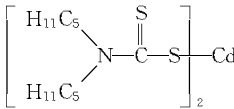
续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	熔点/℃
2,4-二甲 基-1,5-亚戊 基二硫代氨基 甲酸锌 (ZMPD)	zinc 2,4-dimethyl pentamethylene dithiocarbamate 	淡黄褐色 粉末	1.55~1.60	84~98
甲基苯基 二硫代氨基 甲酸锌(促 进剂 Z)	zinc methyl phenyl dithiocarbamate 	无色粉末	1.53	230
乙基苯基 二硫代氨基 甲酸锌(PX)	zinc ethyl phenyl dithiocarbamate 	白色或淡 黄色粉末	1.46	195
二乙基二 硫代氨基甲 酸镉(CED)	cadmium diethyl dithiocarbamate 	白色至乳 白色物	1.36~1.42	68~76 (分解)
1,5-亚戊 基二硫代氨基 甲酸镉 (CPD)	cadmium pentamethylene dithiocarbamate 	白色或淡 黄色粉末	1.82	240~245
二甲基二 硫代氨基甲 酸铅(LMD)	lead dimethyl dithiocarbamate 	白色至淡 黄色粉末	2.43	320 (分解)
二乙基二 硫代氨基甲 酸铅(LED)	lead diethyl dithiocarbamate 	浅灰色 粉末	1.87	206~207
1,5-亚戊 基二硫代氨基 甲酸铅 (LPD)	lead pentamethylene dithiocarbamate 	灰白色 粉末	2.29	230~240
二戊基二 硫代氨基甲 酸铅(LDAC)	lead diamyl dithiocarbamate 	淡黄色 液体	1.10	—

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	熔点/℃
二甲基二 硫代氨基甲 酸 铋 (BD- MC)	bismuth dimethyl dithiocarbamate $\left[\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagup \\ \text{N} - \text{C} = \text{S} \\ \diagdown \\ \text{H}_3\text{C} \end{array} - \text{S} - \text{Bi} \right]_2$	黄色粉末	2.01~2.07	240(燃烧)
二甲基二 硫代氨基甲 酸 硒 (SML)	selenium dimethyl dithiocarbamate $\left[\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagup \\ \text{N} - \text{C} = \text{S} \\ \diagdown \\ \text{H}_3\text{C} \end{array} - \text{S} - \text{Se} \right]_4$	黄 橙 色 粉末	1.55~1.61	138~172
二乙基二 硫代氨基甲 酸 硒 (SL)	selenium diethyl dithiocarbamate $\left[\begin{array}{c} \text{H}_5\text{C}_2 \\ \diagup \\ \text{N} - \text{C} = \text{S} \\ \diagdown \\ \text{H}_5\text{C}_2 \end{array} - \text{S} - \text{Se} \right]_4$	黄 橙 色 粉末	1.29~1.35	62
二丁基二 硫代氨基甲 酸 硒 (Novac)	selenium dibutyl dithiocarbamate $\left[\begin{array}{c} \text{H}_9\text{C}_4 \\ \diagup \\ \text{N} - \text{C} = \text{S} \\ \diagdown \\ \text{H}_9\text{C}_4 \end{array} - \text{S} - \text{Se} \right]_4$	深 红 色 液体	1.11	—
二乙基二 硫代氨基甲 酸 碲 (TEL)	tellurium diethyl dithiocarbamate $\left[\begin{array}{c} \text{H}_5\text{C}_2 \\ \diagup \\ \text{N} - \text{C} = \text{S} \\ \diagdown \\ \text{H}_5\text{C}_2 \end{array} - \text{S} - \text{Te} \right]_4$	橙 黄 色 粉末	1.44	108~118
二甲基二 硫代氨基甲 酸 铁 (TEE)	ferric dimethyl dithiocarbamate $\left[\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagup \\ \text{N} - \text{C} = \text{S} \\ \diagdown \\ \text{H}_3\text{C} \end{array} - \text{S} - \text{Fe} \right]_3$	暗 黑 色 粉末		230(分解)
二甲基二 硫代氨基甲 酸-2,4-二硝 基苯酯(Safex)	2,4-dinitrophenyl dimethyl dithiocarbamate $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagup \\ \text{N} - \text{C} = \text{S} \\ \diagdown \\ \text{H}_3\text{C} \end{array} - \text{S} - \text{C}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_2$	淡黄色结 晶粉末	1.57	140~145
二甲基二 硫代氨基甲 酸二甲胺基 甲酯(DAMD)	dimethylaminomethyl dimethyl dithiocarbamate $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagup \\ \text{N} - \text{C} = \text{S} \\ \diagdown \\ \text{H}_3\text{C} \end{array} - \text{S} - \text{CH}_2 - \text{N}(\text{CH}_3)_2$			

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	熔点/℃
N, N-二乙基二硫代氨基甲酸苯并噻唑(促进剂 E)	benzothiazole-N,N-diethyl dithiocarbamate 	黄棕色粉末	1.27	69~71
O,O-二丁基二硫代磷酸锌(TP)	zinc O,O-dibutylphosphorodithioate 	黄绿色透明液体	1.25	—
二丁基二硫代氨基甲酸锌与二丁胺的络合物(ZBUD)	zinc dibutyl dithiocarbamate-dibutylamine complex 	褐黄色液体	1.090~1.095	—
1,5-亚戊基二硫代氨基甲酸锌与哌啶的络合物(ZPD)	zinc pentamethylene dithiocarbamate-piperidine complex 	白色粉末	1.45	140~150
乙基苯基二硫代氨基甲酸锌和环己基乙基胺的络合物(DB-1)	zinc ethyl phenyl dithiocarbamate-cyclohexyl ethyl amine complex 	白色粉末	1.3	109
氨基二硫代磷酸盐(AT)	aminodithiophosphate	白色结晶粉末	1.04	98~104
二戊基二硫代氨基甲酸镉(AM-CA)	cadmium diamyl dithiocarbamate 	浅琥珀色液体	1.08	157(闪点)
活性二硫代氨基甲酸盐(BUEI)	activated dithiocarbamate	浅红棕色液体	1.01	40(闪点)
超促进剂(MCTS No. 1)	化学成分不明		1.46	90
超促进剂(Cupsac)	化学成分不明	橙黄色粉末	1.77	350

【制法】 由二硫化碳和仲胺、有机碱或无机碱反应制得。

【基本特性】

- (1) 这是一类活性特别高的超促进剂，常用于低温、快速硫化。
- (2) 由于硫化速度快，硫化平坦范围很窄，要严格掌握硫化温度和时间，以免硫化不足或过硫。
- (3) 此类促进剂中活性最高的是铵盐，它与钠盐、钾盐均为水溶性促进剂，可用于胶乳制品。
- (4) 该类促进剂中最常用的是锌盐，如 PZ、EZ、BZ、PX 等。与铵盐相比，锌盐活性低一些，有一定的操作安全性，对噻唑类、秋兰姆类促进剂有较强的活化作用。
- (5) 硒盐和碲盐价格过高，仅在特殊情况下使用。

【用途及用法】

- (1) 可在天然橡胶、合成橡胶和胶乳中使用。用于制造胶囊、水胎、内胎、胶带、胶板、电线电缆、医用制品、快速硫化修补胶、胶乳制品、浸渍制品、自硫化胶浆、胶布、气球、薄胶片等。
- (2) 铵盐、钠盐和钾盐常用于胶乳，用量为 0.5~3 份，可配成 20%~40% 的水溶液使用。
- (3) 锌盐可用于通用橡胶，也用于难硫化的丁基橡胶或乙丙橡胶，用量 0.1~1 份。可加少量 TMTD、DM 防焦剂或防老剂 MB，以改善操作安全性。
- (4) 其他盐用法与锌盐相同。
- (5) 化学成分不明的超促进剂主要用于硫化三元乙丙橡胶，用量为 0.5~1.5 份。

【注意事项】

- (1) 粉状产品其粉尘与空气的混合物有爆炸危险，有的产品有中等毒性，使用时应避免与皮肤或眼部接触。
- (2) 应贮存于低温、干燥的地方。由于铁能促使其分解，故不能存放于铁制容器中。
- (3) 在含硫黄胶料中使用时，停放过程中易焦烧，通常制成两种母胶，分别含硫黄和促进剂，用前混合，在 8h 内用完。制备自硫化胶浆亦用此法。

【品种牌号】

国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	Ultrac DMC (Flexsys) Pennac DDD (Pennwalt) Naugatex 112 Naugatex 535 (Naugatuck)	本品为 DMC 38%水溶液	英国	Vulcafor DDC Vulcafor DDCN (ICI) Ancazate AE Ancazate WSE (Anchor) Superaccélérateur 3010 (Rhône-Poulenc)	含 30%本品的水溶液
英国	Vulcafor DDD(ICI)		法国		
法国	Ekagom 8R(Kühlmann)		德国	Vulkacit DA(Bayer)	
俄罗斯	Ускоритель K-45 Карбамат MA	20%水溶液	英国	Robac DBUD (Robinson)	本品为 DBUD
德国	Wobezit TFB(Wolfen)	本品为 TFB	美国	Accelerator P (Harcwick) Accelerator 552 (DuPont)	本品为 PPD
德国	Rhenocure AT (Rhein)	本品为 AT			
美国	Merac D(Sharples)	本品为 DDCN			
英国	DDCN				

续表

国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	CW1015 (Union Carbide)	25%本品加 75% 陶土	美国	Polystop A (General Tire)	48%水溶液
	Naugatex 144 (Naugatuck)			Sharstop 204 (Pennwalt)	
	Superac Standart (Midland)、(Robinson)		英国	Thiostop N(Uniroyal)	40%水溶液
	Vanax 552 (Vanderbilt)		法国	Robac SDD(Robinson)	40%水溶液
	Vulcaid P(Binney)			Accélérateur Soluble Lat. 4FL	47%水溶液
英国	Pip-Pip(Flexsys)			Ekagom 7R (Kühlmann)	40%水溶液
	Anchoracel P Accelerator 2P (Anchor)			Methyl Soderame(Prochim)	40%水溶液
	Dulas 557		意大利	Eveite K(ACNA)	80%水溶液
	Grasselerator			Perstop 80(Del Ticino)	
	Kuracap PPD(Dickinson)			SMTC(Bozzetto)	40%水溶液
	Robac PPD(Robinson)		日本	Accel SDD Accelerator S	39%~42%水溶液
	Vulcafor P(ICI)			Accelerator SMC (川口)	
英国、法国	Vulcafor PJPC (Vulnax)			Nocceler S (大内新兴)	40%水溶液
法国	Accélérateur P Rapide P (Kühlmann)			Soxinol ES	40%水溶液
	Pentaline(Prochim)			Soxinol MSL (住友)	
	Superaccélérateur 5010 (Rhône-Poulenc)		俄罗斯	Карбамат MH	40%水溶液
	Vulkacit P(Bayer)			Карбамат M-HT	
德国	Accel PP Accelerator PP (川口)	本品为 SDC 23%水溶液	美国	Namate(Vanderbilt)	本品为 SDC 23%水溶液
日本	Nocceler PPD(大内新兴)		英国	Robac SED(Robinson)	
	Soxinol PP(住友)	本品为 RZ100	英国、法国	Vulcafor SDC(ICI)	本品为 RZ100
			法国	Vulcafor SDEC (Vulnax)	
德国	Vulkacit 774(Bayer)	本品为 RZ100		Ethyl Soderame(Prochim)	本品为 RZ100
				Superaccélérateur 1500 (Rhône-Poulenc)	
美国	Akrochem Accelerator CZ-1 (Akron)	本品为 MP	意大利	Eveite L(ACNA)	纯度约 80% 24%水溶液
	RZ100(Flexsys)			Perstop E(Del Ticino)	
日本	Accel MP(川口)	本品为 R-2		SETC(Bozzetto)	18%~22%水溶液
	Nocceler P(大内新兴)		日本	Accelerator SEC(川口)	
	Soxinol PC(住友)	本品为 SMC		Soxinol ESL(住友)	
美国	R-2 Crystals (Harwick)		俄罗斯	Карбамат Е.энт	即为本品
	R-2 Crystals (Montanto)				
美国	Alcobam NM Vulnapol NM (Alco)	本品为 TP	中国	促进剂 TP(浙江超微细化工公司、武汉径河化工公司)	本品为 TP
		47%的溶液	美国	Butyl Namate (Vanderbilt)	47%的溶液
				Pennac SDB (Pennwalt)	
		47%的溶液		Tepidone(Du Pont)	47%的溶液
				Vulcasure NB-25(Alco)	

续表

国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
英国	Ancazate WSB (Anchor)	48%的溶液	荷兰	Van Hasselt MTCu(Van Hasselt)	
	Robac SBUD (Robinson)	45%的溶液	中国	促进剂 PZ(黄岩华星化学厂、上海敦煌化工厂、浙江超微细化工公司)	即为本品
法国	Eutyl Soderame(Prochim)	47%的溶液			
	Superaccélérateur 4000 (Rhône-Poulenc)	47%的溶液	美国	Accelerator 57	
意大利	SBTC(Bozzetto)	40%的溶液		Accelerator 57-1	经油处理
日本	Nocceler TP(大内新兴)			Accelerator 57-9	
	Soxinol TP(住友)			Eptac 1	
荷兰	Vondac SBUD (Vondelingenplaat)	40%的溶液		Sharples Accelerator 57-1	经油处理
英国	Robac SPD(Robinson)	本品为 SPD		(Du Pont)	
	Vulcafor SPD(ICI)			Accelerator 57	经油处理
法国	Pentaméthylénédithiocarbamate de sodium (Champin)			Accelerator 57-1	
				Accelerator 57-9	经油处理
美国	Accelerator WL(Naf-tone)	本品为 WL		Sharples Accelerator 57-1(Sharples)	
德国	Vulkacit WL(Bayer)			Aceto ZDMD(Aceto)	
美国	Butyl Kamate (Vanderbilt)	本品为 PDD 50%的水溶液		Akro Chem MZ(Akron)	
美国	Accelerator 87	本品为促进剂 87		Alcobam ZM	
	Accelerator 89 (Du Pont)			Vulcacure ZM (Alco)	
	Akrochem Accelerator CUDD (Akron)	本品为 CDD		Ancazate ME(Anchor)	
	CDMC(Henley)			Chem 1 Sorb CSD 1076	76%本品加轻质操作油
	Chem 1 Sorb ECM-03-75(Polychem)	75%本品加二元乙丙橡胶		Chem 1 Sorb CSP 1105 (Polychem)	70%本品加轻质操作油
	Cumate			Corchacorozate(Pittsburgh)	
	Methyl Cumate (Vanderbilt)			Cure Blend MZ(General Tire)	50%本品加 50%胶乳
	Cumate Poly Slab(Polymeric)	70%本品加二元乙丙橡胶		Di4(Kautschuk)	
	Elast-O-Sperse PB(CDMC)-70 (Elastochem)	70%本品加乙烯共聚物		Elast-O-Sperse PB (ZDMC)-75	75%本品加乙烯共聚物
英国	Robac CuED(Robinson)			Zinc Dimethyldithiocarbamate(ZDMC) (Elastochem)	
法国	Diméthyldithiocarbamate de culvre(Champin)			Mastermix Zinc DM-DTC 4176 MB	75%本品加丁苯橡胶
	JO 4015(Bozzetto)			Mastermix Zinc DM-DTC 4177 MB	75%本品加二元乙丙橡胶
意大利	Accel Cu(川口)			Mastermix Zinc DM-DTC 4178 MB	75%本品加丁腈橡胶
日本	Nocceler TTCU(大内新兴)			Mastermix Zinc DM-DTC 4189 PD	70%本品加轻质操作油
	Soxinol MK(住友)			Methasan(Harwick)	
荷兰	CDMC(Flexsys)				

续表

[illegible]

续表

国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	Akro Chem Accelerator EZ(Akron)	50% 本品水分散体	法国	Accélérateur rapide D-EDCZ(Fabrications Etudes Conseits)	本品与 M 的混合物
	Cyzate E(Cyanamid)		德国	Axemate EZ(Mat Col)	
	Ethyl Ziram			DEDCZ(Man Land)	
	Etazin (Pennwalt)			Ethyl Zirame(Prochim)	
	Ethazate(Rubber Regen)			Di 7(Kautschuk)	
	Ethazate Naugets	Vulkacit LDA		Vulkacit MDA/C	
	Naugatex 513B	50%水分散体糊状产品	意大利	Vulkacit ZDA (Bayer)	
	NX-Paste 513B (Naugatuck)			Etazin(Del Ticino)	
	Ethyl Zimate (Vanderbilt)			JOS 4026	
	Paracure AC-56(Testworth)			ZETC (Bozzetto)	
	Polycure(General Tire)			Accel EZ	
	Perkacit ZDEC	日本	Accelerator EZ (川口)		
	ZDEC(Henley)		Nocceler EZ (大内新 兴)		
	Perkacit ZDEC(Karch)		Soxinol EZ(住友)		
	Rubbacure 6037(Rubber Corp)		Sun-Celer-EZ(Shirashi)		
	Vulcacure ZE(Alco)		Accicure ZDC(Alkali)		
	Vulcafor ZDEC(Cook)	印度	Celeron(Chemolimpex)		
Vulcaid ZDC(Binney)	ETZ				
Vult-Accel E(General Latex)	Van Hasselt ETZ				
美国、加拿大	Ethazate		50%本品加惰性填料	匈牙利	Van Hasselt ZE (Van Hasselt)
	Ethazate 50D (Uniroyal)				Van Hasselt ETZ(Chefaro)
	英国	Ancazate ET(Anchor)			本品与 M 混合物
Leda ZDZ(Leda)		ZDEC(Flexsys)			
Robac ZDC(Robinson)		ZDEC(Aagrunol)			
Vulcafor DHC		Rubator ETZ (Gen Quimica)			
Vulcafor ZDC		波兰	SA-67		
Vulcafor ZDCL (ICI)	俄罗斯		Карбамат ЭЦ		
Vulcafor ZDEC (Vulnax)			ускоритель ЭДЦ		
法国	Accélérateur DOTG		英国	Leda Zineb(Leda)	本品为 UCB
	Accélérateur 4R		比利时	UCB Zineb	
	Ekagom 4R(Kühlmann)		俄罗斯	Перодин	即为本品
	Accélérateur RS		中国	促进剂 BZ(黄岩东海	
	DEDTK Zn			化工厂、浙江超微细化工	
	Superaccélérateur 1505			公司、武汉径河化工公	
	Superaccélérateur 1505 N			司、河北高邑日新助剂公	
	Superaccélérateur 4005			司、黄岩光明助剂厂、上	
	(Rhône-Poulenc)			海奉贤县联工助剂厂、青	
				岛联星化工公司)	

续表

国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	Accelerator 77	50%水分散体	美国	ZB(Carroll)	50%水分散体
	Accelerator 77-7			ZBDC Poly-Dispersion	
	ZDBC			T (BZ) D-75 (Wyrrough & Loser)	
	Eptac-4 (Du Pont)	50%水分散体	美国、加拿大	Butazate(Uniroyal)	
	Accelerator 77-7			Ancazate BU(Anchor)	
	Sharples Accelerator 77			Butazate 50-D (Rubber Regen)	
	Sharples Accelerator 77-0	50%	英国	Robac ZBUD (Robinson)	
	Sharples Accelerator 77-7			Vulcafor ZNBC (ICI)	
	(Sharples)			Vulcafor ZDBC (Vulnax)	
	Akro Chem Accelerator BZ(Akron)	50%水分散体	英国、法国	Accélérateur 3RS	
	Butazate 50-D			Ekagom 3RS	
	Naugatex 514A			Rapide 3RS (Kühlmann)	
	NX-Paste 514A (Naugatuck)	45%的糊状物	法国	Butyl Zirame(Prochim)	
	Butyl Ten			DBDC Z(Man Land)	
	Butyl Zimate			Superaccélérateur 4005	
	Butyl Zimate Slurry	50%水分散体	德国	DBDC Zn	
	Rodform Butyl Zimate (Vanderbilt)			(Rhône-Poulenc)	
	Butyl Zimate Poly Gell			Di 13(Kautschuk)	
	Butyl Zimate Poly Slab (Polymeric)	75%本品的分散体 75%本品加橡胶	50%水分散体	Vulkacit ZDB Dispersion	
	Butyl Ziram(Pennwalt)			Vulkacit ZDB (Bayer)	
	Chem 1 Sorb OBZ-03-75(Polychem)			Butazate 50-D (Del Ticino)	
	Cyzate B(Cyanamid)	75%本品加三元乙丙橡胶	意大利	Eveite Butil(ACNA)	
	Zinc Dibutyldithiocarbamate(ZDBC)			Jo 4013	
	Elast-G-Sperse PB(ZDBC)-75(Elastochem)			ZBTS	
	J-316 Dispersion (Hewatex)	分散体	日本	(Bozztto)	
	Paracure AC-57(Testworth)			Accelerator BZ(川口)	
Perkacit ZDBC	Nocceler BZ(大内新兴)				
ZDBC (Henley)	分散体	波兰	Soxinol BZ		
Perkacit ZLBC(Karch)			Sumilizer BZ(住友)		
Polycure BZ (General Tire)			SA-77		
Rubbacure 6038(Rubber Corp)	50%的乳油液 50%水分散体	荷兰	Van Hasselt BTZ(Van Hasselt)		
Vulcacure ZB(Alco)			Vondac ZBUD (Vondelingenplaat)		
Vult-Accel B(General Latex)			ZDBC(Flexsys)		
Wettable Butazan(Flexsys)		俄罗斯	Капролат БИ	本品为 DAZ	
		美国	Amyl Zimate (Vandbilt)		

续表

国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	Akrochem ZBED(Akron)	本品为 DBZ	美国	Vulkacit P extra N (Mobay)	
	Arazate(Uniroyal)		英国	Vulcafor ZEP(ICI)	
	Heveacel D-306(Heveatex)	水分散体	英国、法国	Anzate EPH(Anchor)	
	Naugatex 245	水分散体		Vulcafor ZEPC (Vulnax)	
	Naugatex 511	水分散体	法国	Accélérateur 3R	
	NX-Paste 511 (Naugatuck)	膏状物		Accélérateur 3RN	
英国	Ancazate BZ(Anchor)			Ekagom 3RN (Kühlmann)	
	Robac ZBED (Robinson)			Ethyl Phényl Zirame (Prochim)	
荷兰	ZBEC(Flexsys)			PEDCZ(Man. Land)	
美国	Accelerator ZP (Naf-tone)	本品为 ZPD		Radipa 3RN(Mat. Col.)	
	Naugatex 515	水分散体		Superaccélérateur 1105 (Rhône-Poulenc)	
	Pipazate (Naugatuck)		德国	Di9	
	Vulcaid Z(Binney)			Ultra Di9 (Kautschuk)	
	Vulkacit ZP(Mobay)			Vulkacit P extra N (Bayer)	
	ZPD-Henley			Wobezit P extra N (Wolfen)	
	ZPMC (Henley)		日本	Accel PX(川口)	
英国	Kuracap Zinc PD(Dickinson)	加 53%哌啶		Nocceler PX(大内新 兴)	
	Robac ZPD			Soxinol PX(住友)	
	Robac ZPD-Extra (Robinson)			Sun Celer PX (Shiraishi)	
法国	Pentaméthylène-dithiocarbamate dezinc(Champin)		波兰	Beschleuniger EFR	
	Superaccélérateur 1555 (Rhône-Poulenc)			EFK	
德国	Vulkacit ZP(Bayer)			Przyspieszacz EFK	
	Carbamate PZ		意大利	Eveite P(ACNA)	
荷兰	Van Hasselt ZPD(Van Hasselt)		荷兰	Vondac ZEPD (Vondelingenplaat)	
	ZPMC(Flexsys)		俄罗斯	Карбамат ЭФЛ	
英国	Robac ZL(Robinson)	本品为 ZMPD	美国	Ethyl Cadmate	本品为 CED
法国	Accélérateur rapide R (Mat. Col.)	本品为促进剂 Z		Cadmate (Vanderbilt)	
波兰	Vulkator Z(Silesia)		英国	Robac CDC (Robinson)	
中国	促进剂 PX(上海加成 化工公司、浙江超微细 化工公司、武汉径河化工 公司、黄岩光明助剂厂、 河北高邑县日新助剂公司、 黄岩浙东橡助化工公司、 浙江临海新华化工厂、鹤 壁金石化工公司、濮阳蔚 林化工公司、青岛联昊化 工公司)	即为本品	日本	Accel CD(川口)	
			英国	Kuracap Cadmium PD (Dickinson)	本品为 CPD
				Robac CPD(Robinson)	
			美国	Elast-O-Sperse PB (LDMC)-80	本品为 LMD, 80%
				Methyl Ledate (LD-MC)(Elastochem)	本品加乙烯共聚物

续表

国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	LDMC(Henley) Ledate, Rodform Ledate		美国	Methyl Selenac(Vanderbilt)	本品为 SML
英国	Methyl Ledate (Vandbilt)		日本	Accel SML(川口)	
意大利	Robac LMD (Robinson)		美国	Accelerator 66 (DuPont)	本品为 SL
日本	JO 4014(Bozzetto)			Ethyl Selenac Selenac SE (Vanderbilt)	
荷兰	Accel Pb(川口)			Ethyl Seleram (Pennwalt)	
	LDMC(Flexsys)			PD-70(Wyrough)	与聚异丁烯混合物
	Van Hasselt MTL(Van Hasselt)			SA 66-1	
美国	Ethyl Ledate (Vanderbilt)	本品为 LED		Sharples Accelerator 66(66-1)	
英国	Kuracap Lead PD (Dickinson & Son)	本品为 LPD		(Sharples)	
	Pobac LPD (Robinson)		日本	Selazate(Naugatuck)	
	Vulcaid LP(Binney & Smith)			Accel SL(川口)	
				Soxinol SE(住友)	
美国	Amyl Ledate (Vanderbilt)	本品为 LDAC	美国	Novac(Herron)	本品为 Novac
	Elast-O-Sperse PLC (LDAC)-72 (Elastochem)	72% 本品加硅酸钙		Novac A-13 (General Aniline)	本品与 DM1 : 3 的混合物
美国	Akrochem Bismet(Akron)	本品为 BDMC	美国	Chem 1 Sorb ETEL-04-75(Polychem)	本品为 TEL 75% 本品加二元乙丙橡胶
	BDMC(Henley)			DEDC Te (Carbon Dispersion)	
	Bismate			Ethyl Tellurac Tellurac Powder (Vanderbilt)	
	Eismate,Rodform Eismate			Elast-O-Sperse PB(TDEC)-75-(Elastochem)	75%本品加乙烯共聚物
	Rodform Bismate(Vanderbilt)			Ethyl Tellurac Poly Slab(Polymeric)	75%本品加二元乙丙橡胶
	Bismate Poly Slab(Polymeric)	70%本品加二元乙丙橡胶		Mastermix Tellurac 4233 PB	57%本品加聚乙烯
	PBD-75 Poly-Dispersion(Wyrough & Loser)	75%本品加 25% 聚异丁烯混合		Mastermix Tellurac 4319 MB	75%本品加三元乙丙橡胶
英国	Robac BIDD (Robinson)			(Harwick)	
意大利	BMTC			PTD-75 (Wyrough & Loser)	75% 本品加 25% 聚异丁烯
	JO 600		法国	Putalene TEL(Mat. Col.)	
	(Bozzetto)			DEDC Te (Man. Land.)	
日本	Accel BI(川口)		日本	Tellurame(Prochim)	
荷兰	BDMC(Flexsys)			Accel TL(川口)	
	MTBi			Soxinol TE(住友)	
	Van Hasselt MTBi (Van Hasselt)		荷兰	Van Hasselt ETEL (Van Hasselt)	
	Van Hasselt MTBi(Cherfaro)			Vonda TEL (Vondelingenplaat)	
			日本	Nocceler TTEE(大内新兴)	本品为 TTEE

续表

国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	Safex(Naugatuck)	本品为 Safex	法国	Butyl Soderame(Prochim)	47%本品水溶液
英国	Robac DAMD (Robinson)	本品为 DAMD	荷兰	Vondac SBVD (Vondelingenplatt)	40%本品水溶液
美国	Ethylac(Sharples)	本品为促进剂 E	德国	Rhenocure TP	67%本品与 33%硅酸的混合物
	Ethylac(Pennwalt)			Rhenocure TP/S (Rhein)	
日本	Nocceler 64 (大内新)		意大利	SBTC(Bozzetto)	
荷兰	Ethylac(Vondelingenplaat)		日本	Nocder TP(大内)	40%本品水溶液
				Soxinol TP(住友)	40%本品水溶液
美国	Vocol	本品为 TP	英国	Robac ZBUD Extra (Robinson)	本品为 ZBUD
	Vocol S (Harwick)		英国	Robac ZPD Extra	本品为 ZPD
	Vocol	62%本品与 38%无机硅混合物		Robac ZPD Extra 50% Paste(Robinson)	膏状物
	Vocol S (Flexsys)		德国	Vulkacit DB-1(Bayer)	本品为 DB-1
	Vuleacure(Alcoa)	47%本品水溶液	德国	Rhenocure AT (Rhein)	本品为 AT
	Tepidome(Du Pont)		美国	Amyl Cadmate (Vanderbilt)	本品为 AMCA
	Butyl Namate (Vanderbilt)	47%本品水溶液	美国	Butyl eight (Vanderbilt)	本品为 BUEI
	Pennac SPB(Penncoalt)	47%本品水溶液	美国	MOTS No. 1 (Cyanamid)	本品为 MOTS No. 1
英国	Robac S. B. V. D. (Robinson)	45%本品水溶液	美国	Cupsac(Cyanamid)	本品为 Cupsac
	Ancazato WSB (Anchor)	48%本品水溶液			

【包装、贮存和运输】 固体粉末用编织袋内衬塑料袋包装，净重 20kg/袋；液体用铁桶包装，净重 25kg/桶。防污、防潮。

10.2.8 黄原酸类

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	熔点/℃
异丙基黄原酸钠(SIP)	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagup \\ \text{CH}-\text{O}-\text{C}(=\text{S})-\text{S}-\text{Na} \\ \diagdown \\ \text{H}_3\text{C} \end{array}$	白色或淡黄色结晶	1.38	126
正丁基黄原酸钾(KBX)	$\begin{array}{c} \text{potassium butyl xanthate} \\ \text{CH}_3(\text{CH}_2)_3-\text{O}-\text{C}(=\text{S})-\text{S}-\text{K} \end{array}$	淡黄色结晶		加热分解
异丙基黄原酸钾(Enax)	$\begin{array}{c} \text{potassium isopropyl xanthate} \\ \text{CH}_3 \\ \diagup \\ \text{CH}-\text{O}-\text{C}(=\text{S})-\text{S}-\text{K} \\ \diagdown \\ \text{CH}_3 \end{array}$	黄色粉末		
乙基黄原酸锌(ZEX)	$\begin{array}{c} \text{zinc ethyl xanthate} \\ \left[\text{H}_5\text{C}_2-\text{O}-\text{C}(=\text{S})-\text{S} \right]_2-\text{Zn} \end{array}$	白色至淡黄色粉末	1.56	加热即分解

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	熔点/℃
异丙基黄原酸 锌(ZIP)	$\begin{array}{c} \text{zinc isopropyl xanthate} \\ \left[\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagup \\ \text{CH}-\text{O}-\text{C}(=\text{S})-\text{S}- \\ \diagdown \\ \text{H}_3\text{C} \end{array} \right]_2 \text{Zn} \end{array}$	乳白色或淡 黄色粉末	1.10~1.55	110(熔融 并分解)
正丁基黄原酸 锌(ZBX)	$\begin{array}{c} \text{zinc butyl xanthate} \\ \left[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3-\text{O}-\text{C}(=\text{S})-\text{S}- \right]_2 \text{Zn} \end{array}$	白色粉末	1.40	110
二硫化二异丙 基黄原酸酯 (DIP)	$\begin{array}{c} \text{isopropyl xanthate disulfide} \\ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \qquad \text{S} \qquad \text{S} \qquad \text{S} \qquad \text{CH}_3 \\ \diagup \quad \parallel \quad \parallel \quad \parallel \quad \diagdown \\ \text{CH}-\text{O}-\text{C}-\text{S}-\text{S}-\text{C}-\text{O}-\text{CH} \\ \diagdown \quad \quad \quad \quad \diagup \\ \text{CH}_3 \qquad \qquad \qquad \text{CH}_3 \end{array} \end{array}$	黄色结晶	1.28	52
二硫化二丁基 黄原酸酯(CPB)	$\begin{array}{c} \text{dibutyl xanthate disulfide} \\ \text{H}_9\text{C}_4-\text{O}-\text{C}(=\text{S})-\text{S}-\text{S}-\text{C}(=\text{S})-\text{O}-\text{C}_4\text{H}_9 \end{array}$	琥珀色液体	1.17	—

【制法】 此类物质系由醇、二硫化碳在碱性介质中反应制得。

【基本特性】

- (1) 这是一类活性特别高的超促进剂，其促进作用超过二硫代氨基甲酸胺。
- (2) 由于硫化速度快，硫化平坦范围很窄，不适于高温硫化，只用于低温硫化。
- (3) 槽法炭黑、陶土及酸性配合剂能抑制其促进作用，而酰胺、秋兰姆、噻唑和二硫代氨基甲酸盐则能增加其活性。

(4) 用于干胶，宜在混炼最后加入，胶料必须在规定时间内处理完毕，超过规定时间则自硫报废；用于胶乳和胶浆，则应随用随调，不能贮存时间过长。

【用途及用法】

- (1) 此类促进剂用于制造胶布、卫生医疗制品、胶鞋、浸渍制品和胶乳制品等。
- (2) 在硫黄硫化体系中使用。
- (3) 需与氧化锌同时配用，但不必用硬脂酸，因它对硫化有抑制作用。
- (4) 一般用量为 0.5~2 份。

【注意事项】

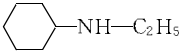
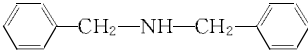
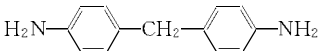
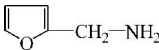
- (1) 应贮存于低温干燥处，注意防污、防潮。
- (2) 有不愉快的气味，对皮肤、眼睛、呼吸道黏膜有刺激作用。
- (3) ZIP、ZBX、ZEX 热稳定性差，加热易分解。

【品种牌号】

国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	Z-11(Dow Chemical)	本品为 SIP	法国	Accélérateur Rapide 5R	
英国	Vulcafor SPX(ICI)			Accélérateur Rapide 5R	
法国	Robac SIX(Robinson)			Extra	
	Accélérateur Sotuble Lat. 5			Ekagom 5R (Mat. Col.)	
	Accélérateur rapide SR Special (Mat. Col.)	本品为 Enax		Rapide 5R Extra(Kühlmann)	
	Superaccélérateur 6000 (Rhône-Poulenc)			Superaccélérateur 6005 (Rhône-Poulenc)	
日本	San Celer SX(三新)		日本	Nocceler ZIX(大内新兴)	
美国	Enax(Naugatuck)			San Celer ZX(三新)	
美国	Xanthophone(Naugatuck)	本品为 ZIP	美国	Vulcaid 27(Binney)	本品为 ZBX
意大利	Eveite XZ(ACNA)		日本	ZBX(Naugatuck)	
美国	Propyl Zithate (Vanderbilt)			Accel ZBX(川口)	
英国	Vulcafor IX		俄罗斯	Ксантат ЫЛ	
	Vulcafor ZIX (ICI)	本品为 CPB	美国	CPB(Naugatuck, Uniroyal)	
	Accelerator ZIX (Anchor)				
	Robac ZIX(Robinson)				

【包装、贮存和运输】 编织袋内衬塑料袋，20kg/袋。存于阴凉干燥处，防污，防潮。

10.2.9 胺类

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	熔点/℃
二正丁基胺 (PF)	$\text{di-}n\text{-butyl amine}$ $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{NH}-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}_3$	无色液体	1.026	300 (沸点)
N-环己基乙胺 (HX)	$\text{cyclohexylethyl amine}$ 	无色至淡黄色液体	0.85	165 (沸点)
二苄基胺 (DBA)	dibenzylamine 	无色至淡黄色液体	1.02~1.03	-26 (熔点) 300 (沸点)
对,对'-二氨基 二苯甲烷 (NA-11)	$p,p'\text{-diamino diphenyl methane}$ 	银白色片状结晶		92~93
糠胺(FA)	furfurylamine 	无色至淡黄色液体	1.049	145 (沸点)

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	熔点/℃
四 氢 糠 胺 (THFA)	tetrahydro furfurylamine $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 \\ \quad \quad \\ \text{H}_2\text{C} \quad \quad \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{NH}_2 \\ \backslash \quad / \\ \text{O} \end{array}$	无色至淡黄色液体	0.9748	63 (闪点)
N-甲 基 糠 胺 (MFA)	N-methyl furfurylamine $\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{NH} - \text{CH}_3 \end{array}$	无色至淡黄色液体	0.988	
N-甲 基 四 氢 糠 胺 (MTFA)	N-methyl tetrahydro furfurylamine $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 \\ \quad \quad \\ \text{H}_2\text{C} \quad \quad \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{NH} - \text{CH}_3 \\ \backslash \quad / \\ \text{O} \end{array}$	无色至淡黄色液体	0.929	59 (闪点)
亚 甲 基 二 苯 二 胺 (MDDA)	methylene diphenyl diamine $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{NH} - \text{CH}_2 - \text{NH} - \text{C}_6\text{H}_5$	棕色树脂状固体	1.15	55~60
三 (1, 2-亚 乙 基) 二 胺 (TEDA)	triethylene diamine $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{N} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{N} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \end{array}$	白色粉末		141.5
促进剂 STAG (STAG)	仲胺络合物	浅蓝色粉末	1.26	130
间 苯 二 胺 络 合 物 (MPDA)	<i>m</i> -phenylenediamine salt complex	乳色液体	1.11	
间 苯 二 甲 酸 氢 二 甲 铵 (CPA)	demethylammonium hydrogen isophthalate	白色粉末	1.35	190
硫 代 二 噻 嗪 (NP)	thiadiazine	白色粉末	1.35	90~105
氧 杂 二 噻 嗪 硫 酮 和 相 关 物 络 合 物 (DATU)	complex oxadiazine thione and related materials	棕黄色片状物	1.25	73~77
烷基胺 (PA)	alkylamine	浅色黏性液体	0.93	215~225 (沸点)

【制法】 在催化剂作用下，醇和氨反应脱水生成低级脂肪胺；腈加氢催化反应可制得伯胺、叔胺；高级脂肪醇在催化剂作用下进行氢氨化反应可制得高级脂肪胺。

【基本特性】

- (1) 属于弱碱性促进剂，一般不单独使用。
- (2) 常用作第二促进剂或硫化活性剂，对噻唑类、二硫代氨基甲酸盐类和黄原酸类促进剂有活化作用。
- (3) 有污染性，不宜用于白色或浅色制品。
- (4) 炭黑、陶土和脂肪酸对这类促进剂有抑制作用。

【用途及用法】

- (1) 适用于天然橡胶和合成橡胶，也用于氯丁胶乳。用于制造浸渍制品、防水雨衣、自硫胶料和自硫胶浆。

(2) 用作助促进剂时, 常与噻唑类促进剂、黄原酸类促进剂搭配使用。

(3) 配方中一般用量为 0.5~2.0 份。

【注意事项】 贮存时注意防水、防潮和防污。

【品种牌号】

国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	Dibutylamine (Union Cabide)	本品为 PF	法国	DADM(Man. Land.)	
	Dibutylamine PF-0107 (Pennwalt)		美国	Furfurylamine	本品为 FA
	Dibutylamine(BASF)		美国	Tetrahydrofurfurylamine	本品为 THFA
德国	Vulkacit HX(Bayer)	本品为 HX	美国	N-Methyl furfurylamine	本品为 MFA
德国	DBA(Naugatuck)	本品为 DBA	美国	N-Methyl tetrahydrofurfurylamine	本品为 MTFA
	DBA(Uniroyal)		美国	Accelerator 6(Du Pont)	本品为 MDDA
美国	Vulcaid 28(Binney)		美国	Dabco(Houdry)	本品为 TEDA
美国	Caytur 22	本品为 NA-11, 含 NaCl	美国	Akro Chem STAG(Akron)	本品为 STAG
	NA-11 (Du Pont)		美国	Caytur 21(Du Pont)	本品为 MPDA 有 50%增塑料
	<i>p-p'</i> -Methylenedianiline(Dow Chemical)		美国	Vanax CPA(Van derbilt)	本品为 CPA
	Resistox B(Flexsys)		美国	Vanax NP (Vanderbilt)	本品为 NP 经过活化
	Tonox		美国	Vanax NP Poly Slab (Polymeric)	75%本品加二元乙丙橡胶
	Tonox D		美国	DATU 1(Summit)	本品为 DATU
英国	Tonox R (Uniroyal)	精制品	德国	Rhenocure PA(Rhein)	本品为 PA
	Epikure DDM(Shell)	精制品			
	Robac 4,4'-(Robinson)				
	Tonox				
	Tonox D (Rubber Regen)				

【包装、贮存和运输】 固体产品木桶内衬塑料袋装, 净重 30kg/桶; 液体产品铁桶装, 净重 25kg/桶。防污, 防潮, 防火。

10.2.10 混合型促进剂

为了简化配料手续, 方便使用, 助剂制造厂根据不同橡胶产品要求, 将几种促进剂按不同比例混合在一起出售。使用混合型促进剂, 也可以收到扬长避短、改善性能、提高质量的功效。

现将有关品种性能及使用情况列表说明。

化学组成	商品名称 (生产国别及厂家)	外 观	相对密度	熔点/℃	特性及应用
促进剂 D(二苯胍)和 DBM(2,4-二硝基苯硫代苯并噻唑)的混合物(促进剂 V)	Accelerator (美, Naf-tone) Vulcaid 333 Vulcaid 555 (美, Binney) Ureka Ureka DD Ureka HR (美, Flexsys) Vulkacit(德, Bayer)	淡黄色粉末	1.25	125	非污染性促进剂, 可单独使用, 安全性好, 可在低温下使用, 适用于厚制品(如轮胎)及白色、浅色制品(如胶鞋等)

续表

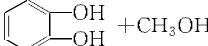
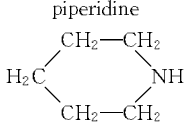
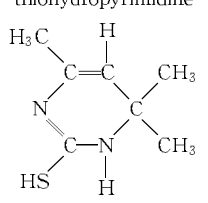
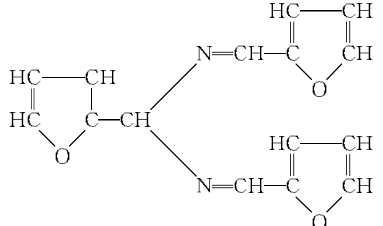
化学组成	商品名称 (生产国别及厂家)	外 观	相对密度	熔点/℃	特性及应用
90% NOBS 与 10% DM 的混合物	Amax 1(美,Vanderbilt) NOBS No. 1(美,Cyana- mid) Santocure MOR90(美, Flexsys)	淡黄色粉末	1.37~1.40	130	迟延性促进剂,安全性 好,硫化胶性能好,用于轮 胎、胶管、胶带、胶鞋、制 品,用量 0.5~1 份
促进剂 DM、D 和 H 的混合物(促进剂 F)	Ureka White F Accelerator F (美,Flexsys) Agum(美,Naugatuck) Vulcafor FN(英,ICI) Accelateur rapide ARF Rhodifax 10 (法,Rhône-Poulenc) Accel F(日,川口) Nocceler F(日,大内新 兴) Soxinol F(日,住友) San celer F(日,三新)	淡黄色粉末	1.31	140	迟延性促进剂,不污染, 可用于电线电缆和低硫制 品,用量 0.3~1.5 份
促进剂 TTEE(二甲 基二硫代氨基甲酸 铁)和 M 的混合物	Nocceler EP-10(日,大 内新兴)	黑色粉末		190 分解	三元乙丙橡胶 EPDM 促进剂,硫化平坦性好
促进剂 EZ(二乙基 二硫代氨基甲酸锌) 和 M 的混合物	Nocceler EP-20(日,大 内新兴) Soxinol RL-13(日,住 友)	淡黄色粉末		115	EPDM 促进剂,硫化平 坦性好
促进剂 PZ(二甲基 二硫代氨基甲酸锌) 和 TMTD 的混合物	Nocceler EP-30(日,大 内新兴)	白色粉末		125	EPDM 促进剂
促进剂 TTEE 和 TMTD 及 M 的混合物	Nocceler EP-50(日,大 内新兴)	黑褐色粉末		105	EPDM 促进剂,硫化平 坦性好
促进剂 TMTD 和 M 的混合物	Sanceler 21 Sanceler 21-C (日,三新)	淡黄色粉末			NR、SBR、NBR 使用的 超促进剂,也用于 IIR
噻唑类和二硫代氨 基甲酸盐类混合物	Sanceler ST Sanceler ST-C (日,三新)	白色或淡黄 色粉末		95	EPDM 用促进剂
秋兰姆和二硫代氨 基甲酸盐类混合物	Accel EM32(日,川口)	淡黄褐色粉末		90	EPDM 用促进剂
迟延性促进剂混 合物	Sanceler MCM(日,三 新)	灰白色粉末		60	用于 NR、SBR、BR、 NBR
促进剂 M 和促进剂 H 的混合物	Nocceler Mix No. 1(日, 大内新兴) Sanceler FX-1(日,三 新) Accel MX-1(日,川口)	淡黄色粉末		110	NR、SBR、NBR 使用, 不宜用于与食品接触的 制品

续表

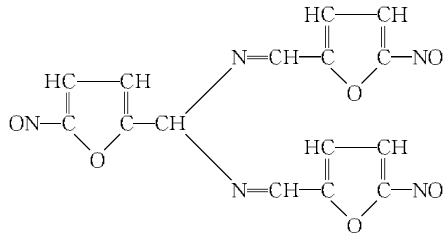
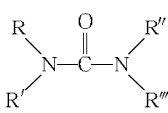
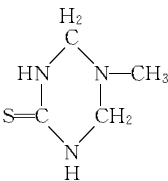
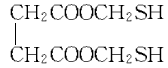
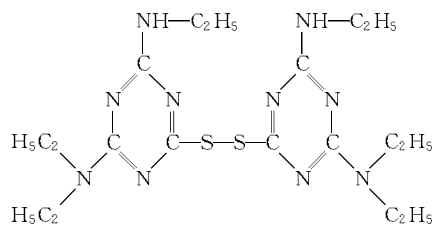
化学组成	商品名称 (生产国别及厂家)	外 观	相对密度	熔点/℃	特性及应用
促进剂 M、促进剂 DM 和促进剂 H 的混合物	Nocceler Mix No. 2(日, 大内新兴) Sanceler FX-3(日, 三新) Accel MX-K(日, 川口)	淡黄白粉末		160	NR、SBR、NBR 使用
促进剂 DM 和促进剂 H 的混合物	Nocceler Mix No. 3(日, 大内新兴) Sanceler FX-2(日, 三新) Accel MX-2(日, 川口)	淡黄白粉末		160	NR、SBR、BR、NBR 使用

混合型促进剂品种繁多, 有些产品化学成分不明、混合比不清或基本特点、使用情况不确定者, 在此略去。

10.2.11 其他促进剂

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	熔点/℃
50% 邻苯二酚 无水甲醇溶液 (CM)	50% solution of catechol in anhydrous methanol 	紫褐色液体	0.985	58 (闪点)
三乙醇胺与妥 尔油反应产物 (Ridacto)	trietanolamine-tall oil reaction product	褐色液体	1.05	360 (沸点)
哌啶(六氢吡 啶)(CW-1015)		无色透明 液体	0.86	106 (沸点)
硫氢嘧啶(Th- iate A)		白色结晶 粉末	1.09~1.15	250
糠醛胺(Vul- cazol A)		黄褐色粉末	1.15	110

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	熔点/℃
亚硝基糠醛胺 (Vulcazol N)	<p>nitrosotetrahydrofuran</p> 			
脲的衍生物 (BIK)	<p>modified urea</p> 			
1-甲基四氢化- 1,3,5-三嗪-4-硫 酮(NP)	<p>1-methyltetrahydro-1,3,5-triazine-4-thione</p> 	白色粉末	1.29	168
乙二醇二硫醇 基乙酸酯(GD- MA)	<p>glycoldimercaptoacetate</p> 	淡黄色液体	1.32	—
双(2-乙基氨基-4-二乙基氨基- 三嗪-6-基)二硫 化物(Triacitzo)	<p>bis(2-ethylamino-4-diethylamino-1,3,5-triazine-6-yl) disulfide</p> 	乳黄色粉末	1.26	105
高分子咪唑啉 (Geigy Amines)	high molecular weight imidazolines	蜡状固体		
三硫化二锑 (RMP)	<p>antimony trisulfide</p> <p>Sb₂S₃</p>	红色粉末	3.6	550

生产厂家和应用特点如下。

国 别	商品名称(生产厂家)	应 用 特 点
英国	Nonoxol CM(ICI)	用于CR薄膜制品和自硫胶料
美国	Ridacto(Kenrich)	NR、BR、NBR 促进剂,用于 NR/SBR 并用体系能调节硫化平衡,使之共硫化
美国	Linde Chemical-Loaded Molecular Sieve CW-1015(Union Carbide)	NR 与 SR 的第二促进剂,如与次磺酰胺并用,必须吸附于分子筛,硫化温度高于 149℃,用量 0.5~2 份

续表

国 别	商品名称(生产厂家)	应 用 特 点
美国	Thiat A(Vanderbilt)	用于蒸汽硫化胶料,可与 TMTM、胍类、S 配合使用,尤适用于 CR
法国	Vulcazol A(Distilleries de Melle)	在 NR 中活性较高,在 SBR 中较低,在 NBR 中最低
法国	Vulcazol N(Distilleries de Melle)	适用于硬橡胶
美国	BIK(经表面处理)(Uniroyal,Naugatuck) Cardamide 783(特戊基脲) Cardamide 784(特丁基脲) Montorate PIA-NN,PIA-66,PIA-NC (National)	作第二促进剂,胶料不变色,能活化噻唑、秋兰姆、次磺酰胺等
德国	Vulkacit NP(Bayer)	CR 有效促进剂,尤其适合 W 型 CR,无需加硫黄,用量 0.4~0.8 份
英国	Robac GDMA(Robinson)	CIIR 的快速促进剂,必须与 ZnO 配用,不污染,不变色
德国	Triacit 20(Bayer-Degussa)	NR、IR、SBR、NBR、BR 的快速促进剂,用 0.3 份可代替 0.5 份次磺酰胺
美国	Geigy Amines(Geigy)	可作促进剂、抗静电剂和软化剂,在 IIR 中可作防焦剂
美国	RMP Grimson & Golden(Rare Metal Prods)	用于胶辊、硬质胶制品、橡皮擦和杂品等

10.3 硫化活性剂

配入橡胶后能增加促进剂活性,从而减少促进剂用量或缩短硫化时间的物质称之为硫化活性剂或促进助剂。无机活性剂主要有金属氧化物、氢氧化物和碱式碳酸盐等,有机活性剂主要有脂肪酸、胺类、皂类与有机促进剂的衍生物等。

10.3.1 无机活性剂

名 称	分 子 式	性 状		
		外观	相对密度	熔点/°C
氧化锌	zinc oxide ZnO	白色粉末	5.6	
碳酸锌	zinc carbonate ZnCO ₃	白色结晶粉末	4.42	300(分解)
轻质氧化镁	magnesium oxide MgO	白色疏松粉末	3.20~3.23	
碳酸镁	magnesium carbonate MgCO ₃	白色粉末	2.19	
氧化钙	calcium oxide CaO	白色粉末	3.35	
氢氧化钙	calcium hydroxide Ca(OH) ₂	白色粉末	2.24	
一氧化铅(黄丹)	lead monoxide PbO	黄色粉末	9.1~9.7	
二氧化铅	lead dioxide PbO ₂	棕色粉末	9.38	290(分解)

续表

名 称	分 子 式	性 状		
		外观	相对密度	熔点/℃
四氧化三铅 (红丹)	lead red Pb_3O_4	橙红色粉末	8.3~9.2	500~530 (分解)
碱式碳酸铅 (铅白)	lead carbonate, basic $\text{Pb}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{PbCO}_3$	白色粉末	6.5~6.8	
碱式硅酸铅	lead silicate, basic PbSiO_3	白色粉末	5.8	
氯化亚锡	stannous chloride SnCl_2	白色或半透明晶体	3.95	246
氧化镉	cadmium oxide CdO	红棕色粉末	7.0	

【制法】 由锌精矿经还原、焙烧、氧化可制得直接法氧化锌，金属锌高温蒸发氧化制得间接法氧化锌，由碳酸锌在 400℃ 焙烧可制得活性氧化锌。锌盐与碳酸氢钠反应即可得碳酸锌。由碳酸镁矿石或碱式碳酸镁在高温下煅烧而得氧化镁。金属铅在空气中焙烧得氧化铅，氧化铅煅烧得四氧化三铅。

【基本特性】

(1) 氧化锌是最重要、应用最广泛的无机活性剂，它既能加快硫化速度又能提高硫化程度。它既是活性剂，又可以用作补强剂和着色剂，在氯丁橡胶中还可作为硫化剂。

(2) 氧化镁除用作氯丁橡胶硫化剂外，还可作其活性剂或无机促进剂。加入本品能改善抗焦烧性能。在丁腈橡胶中可用作补强剂。

(3) 氧化钙除作活性剂外，也是一种干燥剂，能吸收胶料在硫化中产生的湿气，防止起泡。

(4) 氧化铅是防护放射线橡胶制品的重要配合剂。由于它相对密度大，有毒，在一般制品中不常用。

(5) 氯化亚锡用作丁基橡胶酚醛树脂硫化时的活性剂。

(6) 氧化镉用作高耐热硫化体系的活化剂。

【用途及用法】

(1) 无机活性剂广泛用于天然橡胶和合成橡胶，制造各类橡胶产品，由于氧化铅密度大，可用于制造防护放射线的产品。

(2) 根据不同产品、不同胶料性能要求选择所需活性剂。

(3) 在胶料中用量可高达 5 份。

【品种牌号】

国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
中国	氧化锌(贵阳化工原料厂、昆明化工厂、上海冶炼厂、沈阳助剂厂、湖南水口山二厂、上海京华化工厂、大连油漆厂、无锡大众化工公司)	本品为 ZnO	美国	Akro Chem 312 Zinc Oxide Akro Chem 312 T Zinc Oxide (Akron) Chem 1 Sorb CSP 1160	85% 本品, 余为轻质操作油
美国	Aceto ZNO(Aceto) Acro-Zinc Bar 85	本品分散体		Chem 1 Sorb SZN-00-85	85% 本品, 余为丁苯橡胶

续表

国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	
英国	Chem 1 Sorb SZN-22-85 (Polychem)	85% 本品, 余为聚丁二烯	日本	白菊印亚铅华(堺化学)		
	EZ-Zinc 1(Hall)	本品分散体		青鸬印亚铅华(白水化学)		
	Kadox(New Jersey)	90%本品的分散体		日星活性氧化锌(中央化成)		
	Ken-Zinc(Kenrich)		俄罗斯	ОКИСЬ Цинка		
	Naugatex 509	本品水分散体	中国	碳酸锌(上海京华化工厂、江苏邗江化工厂、重庆化学试剂厂、四川广汉氮肥厂、湖南冷水江资江氮肥厂)	即为本品	
	NX Paste 585 C (Naugatuck)	52%本品膏状物				
	Poly-Dispersion PZD 85	85% 本品加聚异丁烯	日本	碳酸亚铅(堺化学工业、正同化学工业、日本化学产业)		
	Poly-Dispersion SZD 85	85% 本品加丁苯橡胶				
	Poly-Dispersion SZFD82	82% 本品加丁苯橡胶	中国	氧化镁(温州燎原化工厂、汕头化工一厂、北京灰石厂、四川川安化工厂、辽宁营口化工厂、上海星火化工厂)	本品为 MgO	
	Poly-Dispersion SZND81	63% 本品加 18% NA-22 余为丁苯橡胶				
	Poly-Dispersion SZND84	72% 本品加 12% NA-22 余为丁苯橡胶	美国	Akro-Mag blue label bar	本品分散体	
	Poly-Dispersion SZND85	66.2% 本品加 18.8% NA-22, 其余为丁苯橡胶		Akro-Mag green label bar	本品分散体	
	Poly-Dispersion SZND 825	75% 本品加 7.5% NA-22 余为丁苯橡胶		Akro-Mag yellow label bar	本品分散体	
	(Wyrough & Loser)	50%本品膏状物 含 12%~50%		Plastomag 170 (Akron)	本品分散体	
	Oxide 10 R			Careymag W (Philip Carey)	55%本品的油分散体	
	Ozlo	用丙酸处理		Elastomag 30		
	(Sherwin-Williams)			Elastomag 60		
	Protox Zinc Oxide	66.7% 本品, 余为脂肪酸分散剂		Elastomag 100		
	Special 3			Elastomag 100R		
	XX-85(New Jersey)	91% 本品, 余为脂肪酸分散剂		Elastomag 170 Bar		
	Struktol Neopast			Elastomag 170 Powder (Akron, Pennwalt, Merton, Royal)		
	Struktol WB700 (Struktol)	糊状		Genmag	煅烧 MgO	
	AZO ZZZ-11 (American Zinc Sales)			Magnesia, Calcined		
	Oxide 10-R (Sherwin-Williams)			Magox		
	Decelox			Stan-Mag 112		
	Durox 25			Stan-Mag Bars		
德国	Micron		Stan-Mag MLW	高活性 MgO 分散体		
	Noled (Durham)		Stenmag 100 (Harwick)			
意大利	Struktol WB700		KEN-MAG (Kenrich Petrochemicals)	MgO、ZnO 和油的混合物		
	Struktol Neopast (Shchill & Seilacher)		LIQUISPERS MBZ			
	Zinc Oxide(Rhein Chem)					
	Mix Zn 60 Past(Bozzetto)					

续表

[illegible]

续表

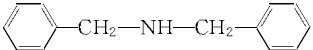
国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
中国	氢氧化钙(上海向阳化工厂、广州风雷化工厂、本溪助剂厂、山东淄博工农化工厂)	本品为 $\text{Ca}(\text{OH})_2$		Litharge No. 33 Sublimed (Eagle-Picher)	纯度 99.9%
美国	Calcium Hydroxide Elast-O-Sperse FE $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -75 (Elastochem) Calcium Hydroxide HP (Hall) Calcium Hydroxide VE (Henley) Prosperse FCH-50 Prosperse FCH-70 (Prolastomer)	本品为 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 75%本品加蜡 本品高纯度产品 50%本品加氟橡胶 70%本品加氟橡胶		Mastermix Litharge 409MB Mastermix Litharge 4068MB Mastermix Litharge 4127MB Mastermix Litharge 4057WP Mastermix Litharge 4464PD (Harwick) Poly-Dispersion PLD 90 Poly-Dispersion T(H-RL)D90 (Wyrrough & Loser) Polytharge A,B,C (Poly Chimie) RC Granulat PbO (Rhein Chemie) Mix Lpb 80 (Bozzetto)	本品加丁苯橡胶 本品加三元乙丙橡胶 本品加二元乙丙橡胶 本品加轻质操作油 本品加轻质操作油 煅烧本品加聚异丁烯 本品加三元乙丙橡胶
中国	一氧化铅(黄丹)(上海东方化工厂、南京金陵化工厂、北京化工八厂、天津红星化工厂、河南新乡化工厂、青岛城阳化工厂、广州佛山化工厂、广西金州化工厂、重庆油漆厂、沈阳油漆厂)	本品为 PbO	法国		
美国	Litharge No. 28 Calcined Litharge No. 33 Sublimed Akro Form D-179 Akro Sperse D-109 Akro Sperse & Akro-form D-219 (Akron) Chem 1 Sorb CSD 8095 Chem 1 Sorb CSP 8949 Chem 1 Sorb ELC-06-90 Chem 1 Sorb ELT-06-90 Chem 1 Sorb PLC-06-90 Chem 1 Sorb SLT-06-90 (Polychem Dispersions) Litharge No. 28 Calcined	本品为 PbO 纯度 99% 纯度 99.9% 煅烧本品和二元乙丙橡胶的混合物 煅烧本品和二元乙丙橡胶的混合物 升华本品和二元乙丙橡胶的混合物 95%气化本品,其余为二元乙丙橡胶 90%煅烧本品,其余为轻质操作油 90%煅烧本品,其余为二元乙丙橡胶 90%气化本品,其余为二元乙丙橡胶 90%煅烧本品,其余为聚异丁烯 90%煅烧本品,其余为丁苯橡胶 纯度 99%	德国		
			意大利		
			美国	Lead Peroxide Eagle-Picher Lead Peroxide (Eagle-Picher) C-P Paste(Kenrich)	本品为 PbO_2 纯度为 90% 50%本品,45%邻苯二甲酸二丁酯,5%硬脂酸
			俄罗斯	Двуокись Свинца	
			美国	Red Lead 95(Akron) Red Lead 95 (Eagle-Picher) Chem 1 Sorb CSD 8010 Chem 1 Sorb ERL-06-90 (Polychem Dispersions) Mastermix Red Lead 4063-MB Mastermix Red Lead 4145-MB Mastermix Red Lead 4179-MB	本品为 Pb_3O_4 , 含量 95.5% 含量 95.5% 95%本品,其余为轻质操作油 90%本品,其余为二元乙丙橡胶 本品加丁苯橡胶 本品加三元乙丙橡胶 本品加二元乙丙橡胶

续表

国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
	Mastermix Red Lead 4208-PB (Harwick)	本品加轻质操作油	中国	氯化亚锡(上海冶炼厂、上海北桥化工厂、天津红光化工厂、广州立新化工厂、沈阳化工四厂、昆明南强化工厂、西安延河化工厂)	本品为 SnCl_2
	Poly Dispersion ERD 90	本品加二元乙丙橡胶	美国	Stannochlor (M & T Chemicals)	
	Poly Dispersion PRD 90	本品加聚异丁烯			
	Poly Dispersion TRD 90	本品加三元乙丙橡胶			
	(Wyrough & Loser)				
	Prespersion, Butgi Cure (Synpro-Ware)	本品、促进剂 DM 与对酞二酐混合物	中国	氧化镉(上海京华化工厂、北京化工厂、安徽无为县黄洛化工厂)	本品为 CdO
中国	碱式碳酸铅(常州安利化工厂、常州有机化工厂、广西全州化工一厂、广州东方化工厂、徐州第二化工厂、汕头市实验工厂)	本品为 $\text{Pb}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{PbCO}_3$	美国	Cadmium Oxide Mastermix Cadmium Oxide 4150 MB (Harwick)	本品加二元乙丙橡胶
美国	Mastermix Lead Carbonate 4025 MB (Harwick)	本品加丁苯橡胶		E-Z Cadox (Hall) Poly-Dispersion A(CdO) D85(Wyrough & Loser)	本品分散体 本品加丁腈橡胶

【包装、贮存和运输】 用铁桶或木桶包装，内衬牛皮纸袋，净重 25kg/桶或 50kg/桶。铅氧化物属无机有毒物品，危规编号 83009，包装上应有明显的“毒品”标志。各类活性剂均应存放于干燥库房内，防潮，运输时轻卸，防止包装损坏。

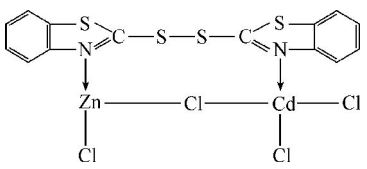
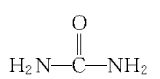
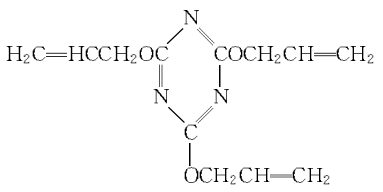
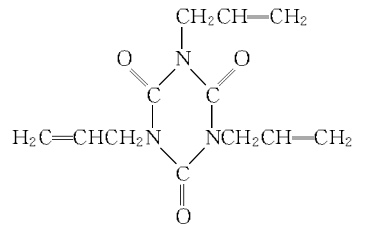
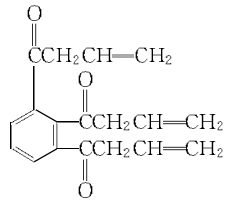
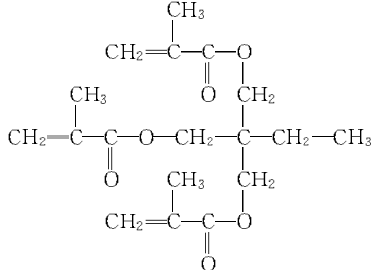
10.3.2 有机活性剂

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	熔点/℃
氢氧化四乙铵	tetraethyl ammonium hydroxide (C ₂ H ₅) ₄ NOH	固体	1.171	123
油酸二丁铵	dibutyl ammonium oleate $\text{C}_{17}\text{H}_{33}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{NH}_2\begin{matrix} \nearrow \text{C}_4\text{H}_9 \\ \searrow \text{C}_4\text{H}_9 \end{matrix}$	深琥珀色 液体	0.88	102 (闪点)
二苄基胺(见 促进剂 DBA)	dibenzylamine 	淡黄色液体	1.02~1.03	-26(熔点) 300(沸点)
乙醇胺	monoethanolamine H ₂ N—CH ₂ —CH ₂ —OH	无色透明 液体	1.017~1.021	10.5
二乙醇胺	diethanolamine $\begin{matrix} & \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \\ & \nearrow \\ \text{HN} & \\ & \searrow \\ & \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \end{matrix}$	透明黏稠 液体	1.088~1.095	28
三乙醇胺	triethanolamine $\begin{matrix} & \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \\ & \nearrow \\ \text{N} & \\ & \searrow \\ & \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \\ & \nearrow \\ & \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \end{matrix}$	褐色黏稠 液体	1.10~1.13	21

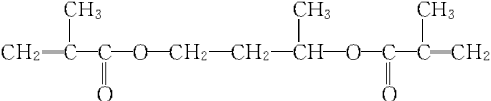
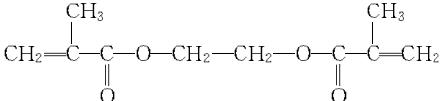
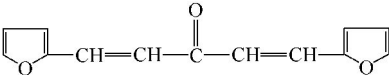
续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	熔点/℃
二甘醇	$\begin{array}{c} \text{diethylene glycol} \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \\ \\ \text{O} \\ \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \end{array}$	无 色 透 明 液 体	1.117~1.120	290(闪点)
三甘醇	$\begin{array}{c} \text{triethylene glycol} \\ \text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \end{array}$	无 色 透 明 液 体	1.121~1.135	160(闪点)
聚乙二醇	$\begin{array}{c} \text{polyethylene glycol} \\ \text{HOCH}_2(\text{CH}_2\text{OCH}_2)_n\text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	蜡 状 物 或 粉 末	1.212	55~61
辛酸	$\begin{array}{c} \text{caprylic acid} \\ \text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH} \end{array}$	油状液体	0.910	16.7
月桂酸	$\begin{array}{c} \text{lauric acid} \\ \text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH} \end{array}$	白色固体	0.85	40~50
蓖麻酸	$\begin{array}{c} \text{ricinoleic acid} \\ \text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CHOHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH} \end{array}$	液体	0.940	5.5
硬脂酸	$\begin{array}{c} \text{stearic acid} \\ \text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH} \end{array}$	白色或微黄 色块状物	0.9	52(凝点)
油酸	$\begin{array}{c} \text{oleic acid} \\ \text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH} \end{array}$	淡黄色油状 液体	0.89~0.90	8~17 185(闪点)
亚油酸	$\begin{array}{c} \text{linoleic acid} \\ \text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH} \end{array}$	无色液体	0.901	-12
豆油脂肪酸	soybean fatty acid	黄色至琥珀 色油状液体		22~30(滴点)
棉籽油脂肪酸	fatty acid of cottonseed oil	淡黄色半固体		32~37(滴点)
亚麻籽油脂 肪酸	fatty acid of linseed oil	淡黄色液体		17~22(滴点)
椰子油脂肪酸	coconut fatty acid	浅色液体		22~25(滴点)
动物脂脂肪 酸	tallow fatty acid	有色固体		38~43(滴点)
氢化鱼油脂 肪酸	hydrogenated fish fatty acid	白色至淡黄 色固体		
月桂酸锌	$\begin{array}{c} \text{zinc laurate} \\ \text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COO}-\text{Zn}-\text{OOC}(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_3 \end{array}$	乳白色粉末	1.09	104
硬脂酸铅	$\begin{array}{c} \text{lead stearate} \\ \text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COO}-\text{Pb}-\text{OOC}(\text{CH}_2)_{16}\text{CH}_3 \end{array}$	白色粉末		
硬脂酸锌	$\begin{array}{c} \text{zinc stearate} \\ \text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COO}-\text{Zn}-\text{OOC}(\text{CH}_2)_{16}\text{CH}_3 \end{array}$	白色粉末	1.05~1.10	115~120
油酸铅	$\begin{array}{c} \text{lead oleate} \\ \text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COO} \begin{array}{l} \diagup \\ \text{Pb} \\ \diagdown \end{array} \\ \text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COO} \end{array}$	浅褐色物质	1.34	
水杨酸铅	$\begin{array}{c} \text{lead salicylate} \\ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ \\ \text{OH} \end{array} \text{O}-\text{Pb}-\text{O}-\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ \\ \text{OH} \end{array} \end{array}$	乳白色结晶 粉末	2.36	

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	熔点/℃
DM-ZnCl ₂ -CdCl ₂ 络合物 活性剂 NH-1	dibenzothiazole disulfide-zinc chloride-cadmium chloride complex 	淡黄色粉末		213~220
M-ZnCl ₂ 络合物	mercaptobenzothiazole-zinc chloride complex	黄色粉末	1.85	235
DM-ZnCl ₂ 络合物 NH-2	dibenzothiazole disulfide-zinc chloride complex	黄色粉末	1.85	235
尿素	urea 	白色粉末	1.31	130
三烯丙基氰脲酸酯	triallylcyanurate 	白色、淡黄色透明液体或白色结晶		24~26(凝点)
三烯丙基异氰脲酸酯	triallylisocyanurate 	微黄色黏稠液体	1.15	
苯偏三酸三烯丙酯	triallyltrimellatate 	苍黄色液体	1.16	
三甲基丙烯酸三羟甲基丙烷酯	trimethylol propane trimethacrylate 	淡黄色液体		200(沸点)

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	熔点/℃
二 甲 基 丙 烯 酸 1,3-亚 丁 基 二 醇 酯	<p>1,3-butyleneglycol dimethacrylate</p> 	淡黄色液体	1.009	290 (沸点)
二 甲 基 丙 烯 酸 乙 二 醇 酯	<p>ethyleneglycol dimethacrylate</p> 	水白色液体	1.05	260 (沸点)
三 羟 甲 基 丙 烷 三 甲 基 丙 烯 酸 甲 酯-硅 酸 盐 混 合 物	trimethylol propane trimethacrylate-silicate blend	不飞扬粉末	1.23	
活性剂 IB 531	activator IB 531	淡黄色粉末	1.5	
活性剂 FA541	activator FA541		1.29	
N,N'-双亚糠 基丙酮	<p>N,N'-bis(furfurylidene)acetone</p> 	黄色粉末	1.07~1.30	60~61

【制法】 将环氧乙烷和氨作用，不同的反应物物料比可分别制得乙醇胺、二乙醇胺和三乙醇胺。

用动植物油脂可制得脂肪酸，有饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸。不饱和脂肪酸可与氢起加成反应得氢化脂肪酸。

脂肪酸金属盐可分别由湿法和干法制得。湿法首先是将脂肪酸与氢氧化钠反应制得脂肪酸钠，然后再与其他可溶性金属盐反应，得到脂肪酸金属盐沉淀，经过滤、洗涤、干燥而得；干法又称熔融法，将脂肪酸熔化，加入适当金属氧化物或氢氧化物，蒸去水分，粉碎即得。

【基本特性】

(1) 胺类活性剂用于天然橡胶和丁苯橡胶，也可用于再生胶或胶乳，其中二乙醇胺还可用于氯丁橡胶、丁腈橡胶及其胶乳。对噻唑类促进剂有良好的活性。噻唑类、秋兰姆类可提高胺类对黄原酸类促进剂的活化作用。

(2) 醇类可用于含非炭黑补强填料的天然橡胶、合成橡胶及胶乳，用于含白炭黑胶料，不仅能起活化作用，还有防水作用，能稳定高硬度胶料的硬度。

(3) 脂肪酸类用于天然橡胶、除丁基橡胶外的合成橡胶及其胶乳，不仅用作硫化活性剂，也可用作增塑剂和软化剂，加入后有助于橡胶分子链断裂，便于加工。

(4) 脂肪酸盐用于天然橡胶、合成橡胶及其胶乳，但不适用于丁基橡胶。它们不仅用作活性剂，对硫化速度差异很大的胶料来说还能作稳定剂，对耐磨性要求高的胶料可作为增塑剂，其中硬脂酸锌还用作脱模剂。

(5) 酯类在过氧化物硫化的三元乙丙橡胶、丁腈橡胶和氯化聚乙烯中用作共交联剂，还

可以用作不饱和聚酯的固化剂，辐射交联聚烯烃的光敏剂和高分子材料的胶黏剂。

【用途及用法】

- (1) 用于制造轮胎、胶管、胶带、胶鞋和工业橡胶制品。
- (2) 根据产品性能和胶种，在不同硫化体系中正确选择使用。
- (3) 可直接加入干胶或胶乳使用。
- (4) 一般用量为 0.5~3.0 份。

【注意事项】 应贮存于阴凉干燥处，远离火源。运输时防潮，防重压。

【品种牌号】

国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
德国	Aklicit A Aklicit B	本品为油酸二丁铵		Triethanolamine (Union Carbide)	
中国 美国	二苯胺(北京化工厂) DBA (Uniroyal, Nau-gatuck) Vulcaid 28(Binney)	即为本品	中国	二甘醇(燕山石化公司化工一厂、辽阳实验化工厂、上海金山石化总厂、扬子石油化学工业公司、山西太原化工厂、抚顺石油二厂、河南南阳石油化工厂)	即为本品
中国	乙醇胺(北京化工厂、上海高桥化工公司、天津力生化工厂、上海助剂厂、佳木斯石油化工厂、杭州电化厂、常州化工厂、抚顺石油化工二厂、广州化学试剂厂)	即为本品	美国	Diethylene glycol(Harwick)	
中国	二乙醇胺(生产厂家同乙醇胺)	即为本品	中国	三甘醇(燕山石化公司化工一厂、南京双闸化工厂、扬子石化有限公司、抚顺石油二厂、山西太原化工厂)	即为本品
中国 美国	三乙醇胺(生产厂家同乙醇胺) Triethanolamine TEA-DLC Triethanolamine DLC Natro Cel 5050 (Harwick) E-Z Mix TEA(Hall) Natro Cel 5050 TEA-DLC Triethanolamine DLC (Natrochem) Polymel Actisil Polymel TEA-80 (Polymel) Triethanolamine DLC Triethanolamine Dry Liquid Concetrute (Polymeric)	即为本品 本品与硅酸盐混合物 纯度为 75% 本品与硅酸盐混合物 本品与硅酸盐混合物 本品与硅酸盐混合物 纯度为 75% 本品活化 纯度为 75%	美国	Triethylene glycol(Union Carbide)	
			美国	Carbowax Polyethylene glycol 3350, 8000 (Harwick, Union Carbide)	本品为聚乙二醇
			中国	辛酸(上海星火化工厂、哈尔滨化工七厂、上海新亚油脂化工厂、常州红梅橡胶助剂厂)	即为本品
			美国	Wecoline 1090 (Drew Chem, Harwick)	
			中国	月桂酸(湖南益阳油脂化工厂)	即为本品
			美国	Lauric Acid (Harwick) Coconut Fatty Acid (Procter & Gamble) Hgstrene 9512(Humko)	50%本品加短链脂肪酸 纯度 95%
			中国	硬脂酸(上海延安油脂化工厂、杭州油脂化工厂、南京油脂化工厂、武汉油脂化工厂、青岛红星化工厂、北京化工八厂)	即为本品

续表

国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	Akrochem Stearic Acid Rubb. Grade(Akron)	55% 本品, 28% C ₁₆ 酸 65% 本品 65% 本品 70% 本品加氢化动物脂肪酸 90% 本品		Wecoline OO-V(Drew, Harwick)	
	GROCO 56R, Rubb. Grade Stearic Acid		中国	亚油酸(上海油脂一厂、上海崇明堡镇油厂、北京南苑植物油厂、吉林通化前进化学制药厂)	即为本品
	GROCO 57		美国	GROCO 28 Alkyd Grade Soya Fatty Acid (Gross)	含本品 52%
	GROCO 58 (Gross)			ADM VEG Acid 105 (Archer Daniels Midland)	本品为豆油脂肪酸
	Industrene 7018		美国	ADM VEG Acid 320 (Archer Daniels Midland)	本品为棉籽油脂脂肪酸
	Industrene 9018		美国	ADM VEG Acid 505, 520, SM 500 (Archer Daniels Midland)	本品为亚麻籽油脂脂肪酸
	Stearic Acid Generic (Humko)		美国	Linsced Oil Fatty Acid (Procter & Gamble)	
	Stearic Acid (Hall, Royal, Smith)		美国	ADM VEG Acid 620 (Archer Daniels Midland)	本品为椰子油脂脂肪酸
	Stearic Acid Harwick F300, 1000, 1500			Wecoline 1245(Drew)	
	Stearic Acid Hydrogenated (Harwick)		美国	Tallow Fatty Acid(Darling)	本品为动物脂肪酸
中国	Stearic Acid-RECCO (Carroll)	即为本品		Hydrogenated Fish Fatty Acid(Woburn)	本品为氢化鱼油脂肪酸
	Stearic Acid Hydrogenated(Darling)			Hystrene 3022	含本品 70%
				Hystrene 7022 (Humko)	
			美国	Zilate(Blachford)	本品为月桂酸锌
				Zinc Laurate(Harshaw)	
			中国	硬脂酸铅(上海延安油脂化工厂、天津红旗化工厂、无锡溶剂总厂、南京金陵化工厂、武汉油脂化工厂、沈阳助剂厂、厦门电化厂、杭州制皂厂、重庆长江化工厂、蚌埠皮革化工厂、石家庄化工九厂)	即为本品
美国	油酸(上海延安油脂化工厂、南京油脂化工厂、武汉油脂化工厂、沈阳油脂化工厂、杭州油脂化工厂、长沙油脂化工厂、重庆长江化工厂、青岛红星化工厂、哈尔滨铬盐厂、上海中华化工厂、石家庄化工九厂、秦皇岛油脂化工厂、丹东日用油脂化工厂、吉林长岭油脂化工厂)	高本品含量的脂肪酸	中国	硬脂酸锌(上海延安油脂化工厂、天津红旗化工厂、沈阳化工六厂、北京长阳化工厂、南京金陵化工厂、武汉油脂化工厂、重庆长江化工厂、青岛第三化工厂、丹东油脂化工二厂)	即为本品
	ADM White Oleic (Archer Daniels Midland)				
	Cromon D-1(Crosby)				
	Industrene 105(Humko)				
	Emersol 220 White Oleic Acid				
	Emersol 221 Low Titer White Oleic Acid (Emery)	含本品 70% 含本品 70%			
	GROCO ₂ Oleic Acid				
	GROCO ₄ Oleic Acid (Gross)				

续表

国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	Polymouth Zinc Stearate, USP(Penick) Zinc Stearate (Harwick)			TAC-DLC (Harwick, Natrochem) Diak No. 7 (Du Pont)	
中国	油酸铅(上海试剂二厂)	即为本品	美国	Natro Cure TATM (Harwick) Natro Cure Natro Cure TATM (Natrochem) TATM 60 (Wyrough & Loser)	本品为苯偏三酸三烯丙酯 本品与硅酸盐混合物 60% 本品, 40% 聚合物
美国	Lead Oleate (Harshaw, Witco)		美国	SR 350 (Sartomer)	本品为三甲基丙烯酸三羟甲基丙烷酯
美国	Normasal (Nat'l Lead)	本品为水杨酸铅	英国	SR 350 (Anchor)	
美国	RCD-2089 (Du Pont) ZC-456 (Thiokol Chem)	本品为活性剂 NH-1	美国	SR 297 (Startomer)	本品为二甲基丙烯酸 1,3-亚丁基二醇酯
美国	Caytur 4 (Du Pont) Curathane (Technical Sales)	本品为活性剂 NH-2	英国	SR 297 (Anchor)	
中国	尿素(兰化公司化肥厂、齐鲁石化公司化肥厂、大庆石化公司化肥厂、金陵石化公司化肥厂、吉化公司化肥厂、广州石化总厂化肥厂)	即为本品	美国	SR 206 (Startomer)	本品为二甲基丙烯酸乙二醇酯
美国	ACTIVATOR 736 (Uniroyal) Akrochem E 9347 UREA OT (Akron) Poly-Dispersions (UR) D75 (Wyough & Loser) Urea (Improved) (Witco)	本品经油处理 本品加丁苯橡胶 经过改性	英国	SR 206 (Anchor)	
中国	交联剂 TAC (上海敦煌化工厂、大连轻化工研究所、辽阳市文圣区化工总厂)	本品为三烯丙基氰脲酸酯	美国	Natro Cel 35 (Natrochem, Harwick)	本品为三羟甲基丙烷三甲基丙烯酸甲酯与硅酸盐的混合物
美国	TAC (Cyanamide) TAC Dry Liquid Concentrate (Polymeric)	含本品 72%	美国	Struktol IB 531 (Struktol)	本品为活性剂 IB 531
			美国	Struktol FA 541 (Struktol)	本品为活性剂 FA 541
			意大利	Retilox VP-3 Retilox VP-4 (Montecatini)	本品为 N,N'-双亚糠基丙酮
			俄罗斯	ьифурон П ьифурон ПЭ	

【包装、贮存和运输】 固体产品用编织带内衬塑料袋装，每袋净重 50kg；液体产品用铁桶装，净重 180kg/桶。存于阴凉干燥处，远离火源，运输防潮、防重压。

第 11 章 防护体系配合剂

橡胶制品在贮存和使用一定时间以后，就会变硬、龟裂或发黏，以致不能使用，这种现象称之为“老化”。

导致橡胶老化的因素很多。研究表明，主要因素有氧、臭氧、微量金属、阳光、紫外线以及霉菌腐蚀等。屈挠疲劳主要是增加橡胶分子与氧的接触面积，从而加速其老化。

为了获得经久耐用的橡胶制品，就要在胶料配方中加一些能抑制上述导致橡胶老化的物质，这类物质统称为“防老剂”。

在使用防老剂时应当注意，有时某一种防老剂在胶料中兼有几个方面的防护效果；有时某两种或三种防老剂并用，其防护效能超过各防老剂单用效果的叠加，这种现象称之为防老剂的“协同效应”。

有些防老剂加入胶料后能使橡胶制品变色，称之为“污染型防老剂”；不会使橡胶制品变色的，则称之为“非污染型防老剂”。

综合性能最好的是对苯二胺类防老剂，又称为“4000”系防老剂，其代表性品种为 IP-PD (4010NA)、6PPD (4020) 和 77PPD (4030) 等。这类防老剂不仅抗氧、抗臭氧，也抗屈挠龟裂。缺点是有污染性，会使橡胶制品色泽加深，故一般用于黑色制品。酚类、取代酚类、醇酯、苄醚和咪唑类为非污染型防老剂，不会使橡胶制品变色，一般用于白色和浅色橡胶制品。其防护效能逊于对苯二胺类防老剂。

当今开发新型防老剂的方向是寻找既能抗氧、抗臭氧，又能抗屈挠和龟裂的非污染、不变色的新品种；能在静态和动态下对橡胶老化有优良的防护效能，经济上又不给用户增加过高的成本。

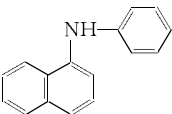
本章将按作用和化学结构分类加以介绍。

11.1 抗氧剂

在配炼过程中加入胶料，可以抑制橡胶制品在长期使用中的氧化老化，从而延长使用寿命的物质称为抗氧剂。

按化学结构不同分述如下。

11.1.1 胺类

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
N-苯基- α -萘胺(防老剂 A)	<p>N-phenyl-α-naphthylamine</p> 	黄褐色至紫色结晶块状物	1.16~1.17	52

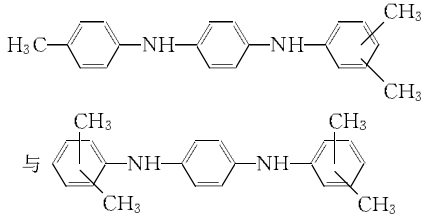
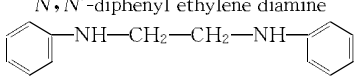
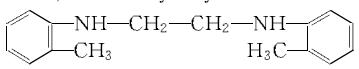
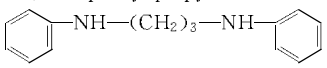
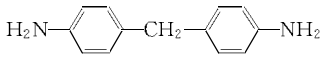
续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
<i>N</i> -苯基-β萘胺 (防老剂 D)	<i>N</i> -phenyl-β-naphthylamine 	浅灰色至棕色粉末	1.18	1.04
<i>N</i> -对羟基苯基-β萘胺	<i>N</i> - <i>p</i> -hydroxyphenyl-β-naphthylamine 	浅灰色结晶粉末		128~135
<i>N</i> -对甲氧基苯基-α萘胺(防老剂 102)	<i>N</i> - <i>p</i> -methoxyphenyl-α-naphthylamine 	褐色粉末		100.5
辛基化二苯胺 (防老剂 CDA)	octylated diphenylamine 	灰色或浅棕色颗粒	0.98~1.12	85~90
壬基化二苯胺	nonylated diphenylamine	褐色液体	0.95	
二苯胺与二异丁烯的反应产物	reaction product of diphenylamine and diisobutylene	白色结晶粉末		92~103
二烷基化二苯胺(防老剂 WH-DI)	dialkylated diphenylamine R=C ₇ H ₁₅ ~C ₉ H ₁₉	结晶或红褐色液体	0.97	150~223 (沸点)
对异丙基二苯胺	<i>p</i> -isopropoxy diphenylamine 	灰色至黄褐色片状物	1.12~1.18	80~86
4,4'-双(α,α'-二甲基苄基)二苯胺(防老剂 KY-405)	4,4'-bis(α,α'-dimethyl benzyl)-diphenylamine 	白色粉末		90
苯乙烯化二苯胺的缩合物	mixture of styrenated diphenylamine 	红褐黏性液体	0.95~1.09	190~320 (沸点)
对羟基二苯胺	<i>p</i> -hydroxy diphenylamine 	白色结晶粉末		74
对,对'-二甲氧基二苯胺	<i>p,p'</i> -dimethoxy diphenylamine 	褐色粉末	1.25	103

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
2-羟基-1,3-双(4-苯氨基苯氧基)丙烷(C-47)	<chem>OCC(OCC1=CC=C(NC2=CC=CC=C2)OCC3=CC=CC=C3N4=CC=CC=C4)CC5=CC=CC=C5N6=CC=CC=C6</chem>	白色结晶粉末		145
二甲基双(4-苯氨基苯氧基)硅烷(C-1)	<chem>C[Si](C)(OC1=CC=C(NC2=CC=CC=C2)OCC3=CC=CC=C3N4=CC=CC=C4)OC5=CC=CC=C5N6=CC=CC=C6</chem>	白色结晶粉末		107
2-羟基-1,3-双[4-(β萘氨基)苯氧基]丙烷(C-49)	<chem>OCC(OCC1=CC=C(NC2=CC=CC=C2N3=CC=CC=C3)OCC4=CC=CC=C4N5=CC=CC=C5)CC6=CC=CC=C6N7=CC=CC=C7</chem>	浅灰色结晶粉末		163~164
二甲基双[4-(β萘氨基)苯氧基]硅烷(C-41)	<chem>C[Si](C)(OC1=CC=C(NC2=CC=CC=C2N3=CC=CC=C3)OCC4=CC=CC=C4N5=CC=CC=C5)OC6=CC=CC=C6N7=CC=CC=C7</chem>	白色或淡玫瑰色结晶		141~142
对,邻-二氨基二苯胺	<chem>Nc1ccc(Nc2ccccc2)cc1</chem>		1.29	125~129
N,N'-二(β萘基)对苯二胺(防老剂 DNP)	<chem>Nc1ccc(Nc2ccc3ccccc3cc2)cc1</chem>	浅灰色粉末	1.26	235
N-烷基-N'-苯基对苯二胺(C-789)	<chem>Nc1ccc(Nc2ccccc2)cc1</chem> $R = C_7H_{15} \sim C_9H_{19}$	黄绿色到红褐色油状黏性液体		170~312 (沸点)
N-(4-苯氨基苯基)甲基丙烯酰胺(防老剂 NAPM)	<chem>CC(=C)C(=O)Nc1ccc(Nc2ccccc2)cc1</chem>	浅灰色粉末		100~106
N,N'-二(甲基)对苯二胺(防老剂 3100)(DTPD)	<chem>Cc1ccc(Nc2ccc(Nc3ccccc3)cc2)cc1</chem> $(R = H, CH_3)$	棕褐色固体粉末或片状物	1.085~1.2	90~100
N, N, N', N'-四苯基二氨基甲烷(防老剂 350)	<chem>c1ccc(cc1)N(Cc2ccccc2)N3=CC=CC=C3</chem>	白色粉末	1.04~1.06	26~36

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
N-甲 苯 基- N'-二甲苯基对 苯二胺与 N, N'-双(二甲苯 基)对苯二胺的 混合物(防老剂 PPD-B)	mixture of <i>N</i> -tolune- <i>N'</i> -xylene- <i>p</i> -phenylene diamine and <i>N,N'</i> -dixylene- <i>p</i> -phenylene diamine 			
防老剂 D、防 老剂 H 和 4, 4'-二甲氧基二 苯胺的混合物	blend of antioxidant D, blend of antioxidant H and 4,4'-dimethyloxy diamine	灰色细粉		83
N, N'-二 苯 基乙二胺(防老 剂 DED)	<i>N,N'</i> -diphenyl ethylene diamine 	浅棕色粒 状粉末	1.14~1.21	55
N, N'-二 邻 甲基基乙二胺 (防老剂 DTD)	<i>N,N'</i> -di- <i>o</i> -tolylethylene diamine 	紫褐色粒 状粉末	1.25	64.4
N, N'-二 苯 基丙二胺(防老 剂 DPD)	<i>N,N'</i> -diphenyl propylene diamine 	红棕色黏 稠液体	1.05~1.07	25 (流动)
聚亚甲基聚 苯胺(PA-65)	polymethylene polyphenylamine	深琥珀色 固体		71
对,对'-二氨 基二苯甲烷(防 老剂 DDM)	<i>p,p'</i> -diamino diphenyl methane 	银白色片 状结晶	1.14	92~93

【制法】 苯胺和甲萘胺在对氨基苯磺酸催化下进行缩合反应可制得防老剂 A。乙萘酚和苯胺在苯胺盐酸盐催化作用下缩合可制得防老剂 D。

【基本特性】

(1) 防老剂 A 和防老剂 D 是防老剂中两个应用最早、最广泛的品种，它们抗热、抗氧、抗屈挠龟裂性能都很好，并能与多种防老剂并用以改善其防护性能。但防老剂 D 由于其游离 β 萘胺能致癌，应用日益受到限制。

(2) 这类防老剂可用于天然橡胶、丁苯橡胶、丁腈橡胶和氯丁橡胶，都有很好的抗氧效用。

(3) 取代二苯胺类除抗氧作用外，还有好的抗屈挠性能。用于胶乳也有很好的稳定作用。

【用途及用法】

(1) 用于天然橡胶和合成橡胶，制造轮胎、胶管、胶带、胶鞋和工业橡胶制品。取代二苯胺衍生物用于制造电线电缆、橡胶地板、垫圈、海绵制品及胶乳制品。取代仲胺、伯胺用于制造胶乳海绵和胶布制品。

(2) 直接加入胶料或胶乳使用。可以单用，也可与其他防老剂并用。

(3) 一般用量 0.5~5.0 份，通常用 1.0~2.0 份。

【注意事项】

(1) 这类防老剂遇光变色，属“污染型防老剂”，不宜用于白色或浅色制品。

(2) 防老剂 D 中的游离 β -萘胺有致癌作用, 其他品种有轻微毒性, 不宜用于与食物接触的制品。

(3) 应贮存于阴凉干燥处, 运输注意防火、防毒、防潮、防晒。

【品种牌号】

国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明	国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明
中国	防老剂甲(南京化工厂、天津五一化工厂、牡丹江助剂厂、本溪助剂厂、河南滑县化工厂、山东益都化工厂、桂林市电化厂)	本品为防老剂 A	美国	Age Rite Powder AgeRite HP, HPX (Cy-anamid) Akroflex CD (Akron Chem) Good-Rite Ao 3100 (Goodrich) Neozone D (Du Pont) Santoflex 9010	本品与防老剂 H 的混合物 本品与防老剂 H 的混合物 本品与防老剂 H 的混合物
美国	Additin 30 (Mobay Chem) Akrochem Antioxidant PANA Akroflex C (Akron Chem) Naugard PAN (Uniroyal Chem) Neozone A Neozone C (Du Pont) Nonflex PC	本品与防老剂 H 的混合物 本品与间甲亚苯基二胺混合物	英国	Santoflex HP (Flexsys) STD (Benson) Antioxidant 116 Antioxidant 108, 108X (Anchor) Nonox D Nonox DN Nonox HFN (ICI)	本品与防老剂 H 的混合物 本品与防老剂 H 的混合物 本品与防老剂 H 的混合物
英国	Neozone A (Durham) Nonox A Nonox AN (ICI)		法国	Altofane MC (Kühlmann) Antioxygene MC (Mat. Col.) PBN (Soc. Prod. 和 S. A. F. I. C. Alcan) Rionox (Man. Land.) Antioxidant PBN ASM PBN Vulkanox PBN (Bayer) PBN (BASF)	本品与防老剂 H 的混合物 本品与间甲亚苯基二胺混合物 本品与间甲亚苯基二胺混合物, 含硬脂酸
法国	Altofane A Antioxygene MCA Antioxygène CAS		德国	Inhibitor OD (ACNA)	
德国	Antioxygène STN (Kühlmann) Antioxygène A (Mat. Col.) Antioxidant PAN Vulkanox PAN ASM PAN (Bayer)		意大利	Antage B Antage D Antage DP-1, DP-2 (川口) Antigene D Antigene DP-3	本品与防老剂 H 的混合物 本品与防老剂 H 及 DNP 的混合物
意大利	Neozone A (ACNA)		日本	Antigene FL Antigene HP Antigene HP-S STD-X (住友) Nocrac D	本品与防老剂 H 的混合物 本品与防老剂 H 的混合物 本品与二芳基对苯二胺的混合物 本品与防老剂 DNP 的混合物
日本	Nocrac PA Nocrac 500 (大内新兴)	本品与防老剂 H 的混合物			
荷兰	Antigene PAN (Franc. Donders)				
俄罗斯	Нафтаи-1 Неозон А				
中国	防老剂 J (兰化有机厂、南京化工厂、桂林电化厂、牡丹江助剂厂、本溪助剂厂、天津五一化工厂、河南焦作化工厂、青岛助剂厂、南昌江南化工厂、重庆东风化工厂、吉林蛟河化工助剂厂)	本品为防老剂 D			

续表


国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明	国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明
日本	Nocrac HP(大内新兴)	本品与防老剂 H 的混合物	前苏联	Д ифенам ДИБ Д ифенам ДМБ	
	Nonflex D Nonflex K Nonflex P(精工)	本品与防老剂 H 及 DNP 的混合物 本品与防老剂 H 的混合物	中国	防老剂 WH-OZ(长春通达化工实验厂) 防老剂 HS-911(黄岩建筑工贸实业公司)	即为本品
印度	Accinox D(Alkali)		美国	AgeRite Bland AgeRite NEPA (Vanderbilt) Good Rite AO 3191 (Goodrich) Naugalube 438L Naugard 445(Uniroyal) Vulkanox DDA(Mobay) PDA-8 PDA-10 PDA-14(Benson) Wingstay 29 (Goodyear Chem.) Wytox ADP Wytox ADP-X (Nat. Polychem) AgeRite 415(Anchor)	烷基化二苯胺混合物 二苯胺衍生物 二苯胺衍生物
波兰	Stabilisator AR				
俄罗斯	Нафтаи 2 Неозон д				
俄罗斯	n-ОКСИНЕОЗОН Нафтаи О Пара-ОКСИНЕОЗОН	本品为对羟基苯基-β萘胺			
中国	防老剂 ODA(上海敦煌化工厂、黄岩华星化学厂)	即为本品			
美国	Octamine (Naugatuck, Uniroyal)				
美国、荷兰	Permanax ODP (Flexsys)				
美国	AgeRite Gel	本品为防老剂 ODA 含蜡 25%			
	AgeRite Hiper T	本品与防老剂 H 及 BLE 的混合物	英国		
	AgeRite MP-S	本品与防老剂 H 的混合物	英国	Permanax HD	加表面活性剂
	AgeRite Stalite	本品与对,对'-二辛基二苯胺的混合物	法国	Permanax HD (SE) (Vulnax) Anox NS(Bozzetto) Irganox LO-6(Ciba-Geigy) Antage OD(川口) Good Rite AO 3161 (Goodrich) AgeRite ISO AgeRite Hipar (Vanderbilt)	烷基二芳胺 本品为对异丙氧基二苯胺 本品含防老剂 D50%, 防老剂 H25%
	AgeRite Stalite S (Vanderbilt)	本品混合物			
	Akrochem Antioxidant S(Akron Chem)				
	Cyanox 8(American Cyanamid)				
	Flectol ODP (Monsanto 和 Harwick)		中国	防老剂 KY-405(山西太原化工研究院、青岛助剂厂、牡丹江助剂厂)	即为本品
	Pennox A		英国、法国	Permanax CD(Vulnax)	
	Pennox ODP(Pennwalt)				
	Permanax OD (Cook, Vulnax)		法国	Permanax 49 (Rhône-Poulenc)	
	Vulkanox OCD(Mobay)		日本	Nocraccd(大内)	
英国	Nonox OD(ICI)				
日本	Antage OD(住友)		中国	防老剂 DFG-34(长春化工八厂、佛山溶剂厂、河南滑县化工厂、无锡东升医药助剂厂)	本品为苯乙烯化二苯胺的混合物
	Nonflex(精工)				
美国	Polylite(Uniroyal Chem.) Cyanox 8(Cyanamid)	本品为壬基化二苯胺 本品为二苯胺与二异丁烯的反应产物	美国	Wingstay 29(Goodyear) Antioxidant DDA Antioxidant DDA-EM ASM DDA(Bayer)	本品 30% 水溶液
	Octamine(Uniroyal)		德国		
瑞士	Irganox LO-1(Ciba-Geigy)		日本	Nocrac ODA(大内)	

续表

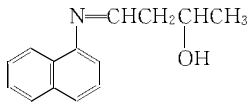
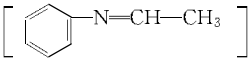
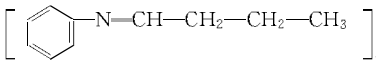
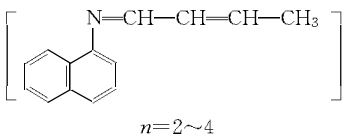
国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明	国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明
俄罗斯	Дифенам С	本品为对羟基二苯胺	美国、荷兰	Santo White CI(Flexsys)	
美国	Good Rite AO 3920 (Goodrich)		法国	Oxystop N(FECIC) Oxystop DNPPD(S. A. F. I. C. Alcan)	
俄罗斯	4-Гидроксидифениламин Дифенам О фенам О		德国	Antioxidant DNP, DN-PD ASM DNP(Bayer)	
美国	Thermoflex	本品为对,对'-二甲氧基二苯胺 本品加 50%防老剂 D,加 25%防老剂 H 的混合物	意大利	Antivechiante(ACNA)	
	Thermoflex A (Du Pont)		日本	Antage F(川口) Antigene F(住友) Nocrac White(大内新兴) Nonflex F(精工)	
英国	Vulcaflex(ICI)		俄罗斯	Диафен Н Диафен НН	
俄罗斯	Дифенам МО фенам М				
俄罗斯	C-47	即为本品	俄罗斯	C-789	即为本品
	Бисфенам ПО			Диафен ФА	
俄罗斯	C-1	即为本品	中国	防老剂 NAPHM(西安有机玻璃厂)	即为本品
	Бисфенам СМ				
俄罗斯	C-49	即为本品	中国	防老剂 3100(句容市兴春化工公司)	即为本品
	Биснафтам ПО		美国	Wingstay 100(Goodyear)	
俄罗斯	C-41	即为本品	德国	Vulkanox 3100(Bayer)	
	Биснафтам СМ		中国	防老剂 PPD-B(吉林石油化工研究院、永新沈阳化工厂)	即为本品
美国、英国	OXunone	本品为对,邻'-二氨基二苯胺			
中国	防老剂 DNP(南京化工厂、上海化学原料厂、江苏六合县化工厂、宜兴东方精细化工厂、黄岩浙东橡胶化工厂、黄岩华星化学厂、山东莱芜宏鲁精细化工公司)	即为本品	美国	Thermoflex A	本品均为防老剂 D、防老剂 H 和二甲氧基二苯胺的混合物
			英国	Thermoflex A pellets (Du Pont) Nonox HF Nonox HFN(ICI)	
美国	AgeRite White(Vanderbilt) GoodRite AO 3120(Goodrich)		美国	Stabilite(Hall)	本品为防老剂 DED
			英国	Nonox DED(ICI)	
英国	Heveatex D 410(Heveatex) AgeRite White Antioxidant 123(Anchor) Nonox CI(ICI)	水分散体	美国	Stabilite Alba Latox-SA(Hall)	本品为防老剂 DTD 本品 40%水分散体
			美国	Stabilite L(Hall)	本品为防老剂 DPD
			美国	Tonox(Uniroyal Chem)	本品为防老剂 DDM

【包装、贮存和运输】 固体粉末产品用编织袋内衬塑料袋包装, 50kg/袋; 液体用镀锌桶密封包装, 200kg/桶。存于阴凉干燥处, 运输注意防火、防毒、防潮、防晒。

11.1.2 醛胺反应生成物

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
3-羟基丁醛- α -萘胺(高分子量)(防老剂 AH)	aldol- α -naphthylamine(High mol.) $\text{N}(\text{CH}=\text{CHCHOHCH}_3)_2$ 	淡黄红棕色脆性树脂	1.15~1.16	65~75 (软化点)

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
3-羟基丁醛- α -萘胺(低分子量)(防老剂 AP)	aldol- α -naphthylamine(Low mol.) 	棕黄色 粉末	0.98	143
乙醛和苯胺反应产物(防老剂 AA)	reaction product of acetaldehyde and aniline 	棕色树脂 粉末	1.15	60~80
丁醛和苯胺的反应产物(防老剂 BA)	reaction product of butyraldehyde and aniline 	琥珀色 液体	1.00~ 1.04	150 (闪点)
丁醛与- α -萘胺的反应产物	reaction product of butyraldehyde and aniline 	褐色树脂		85~90

【制法】 芳香伯胺和脂肪族醛类反应生成 $RN=CHR$ 类化合物，又可聚合成树脂状物质，或再与醛化合，或分子内部重排，制得不同性质产品。

【基本特性】

- (1) 在天然橡胶、合成橡胶和胶乳中抗热、抗氧化性能良好。
- (2) 这类防老剂不易喷霜，对臭氧、屈挠龟裂没有防护作用。
- (3) 遇光变色，属污染型防老剂。

【用途及用法】

- (1) 用于天然橡胶、丁苯橡胶、顺丁橡胶、异戊橡胶和丁腈橡胶，也可用于胶乳。
- (2) 用于制造轮胎、内胎、胶带、胶鞋、电线电缆、深色橡胶制品及修补胶等。
- (3) 可直接加入胶料或胶乳使用。可单用，亦可与防老剂 A、防老剂 MB、防老剂 4010NA 并用。
- (4) 一般用量为 0.5~5.0 份，最好 1.0~2.5 份。并用时，并用比可为 1:1。

【注意事项】

- (1) 有污染性，不宜用于白色或浅色制品。
- (2) 微有毒性，慎用于与食物接触的橡胶制品。
- (3) 应贮存于阴凉干燥处，运输注意防潮、防水。

【品种牌号】

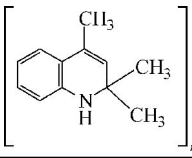
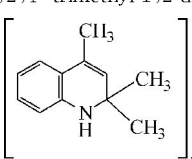
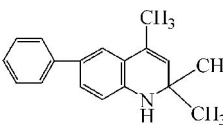
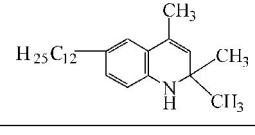
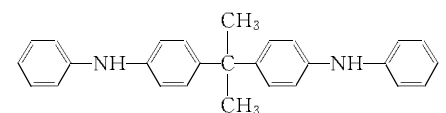
国 别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明
中国	防老剂 AH(沈阳东北助剂公司)	即为本品	意大利	Aldol-Alpha-Naphtylamin (Montecatini)	
法国	Antioxygène AN Antioxygène(Mat. Col.)		日本	Antage A(川口) Nocrac A(大内新兴)	
德国	Antioxidant AH ASM AH(Bayer)		俄罗斯	Альнафт	
			美国	Aceto AN(Aceto) Age Rite Resin(Vanderbilt)	本品为防老剂 AP

续表

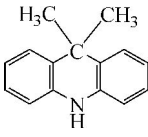
国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明	国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明
美国	Antioxidant AP(Anchor)		日本	Nonflex C(精工)	
法国	Nonox S(ICI)		美国	Anti-Age 55(Binney)	本品为防老剂 AA
	Altofane RA(Kühlmann)			Crylene VGB	
	Antioxygène INC			VGB(Naugatuck)	
	Antioxygène RA		德国	EA(Du Pont)	
	Antioxygène RM			Crylene	
德国	(Mat. Col.)		美国	Vanox AT(Vanderbilt)	本品为防老剂 BA
	Antioxidant AP			Antox	
意大利	ASM AP(Bayer)			Antox Special	
	Ageresistor AL			Polymel Powdered Antox	本品加惰性填料
	Antivecchiante AL			Ti-Nox AN	本品水分散体
	Neozone AL(ACNA)				
日本	Antage C(川口)		前苏联	Альнафт К	本品为丁醛与 α -萘胺反应产物
	Antigene C(住友)				
	Nocrac C(大内新兴)				

【包装、贮存和运输】 固体产品用木桶内衬牛皮纸或塑料袋包装，50kg/桶；液体用铁桶装，200kg/桶。存于阴凉干燥处，运输防潮、防水。

11.1.3 酮胺反应生成物

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
2,2,4-三甲基-1,2-二氢化喹啉聚合体(树脂状)(防老剂 RD)	<p>polymerized 2,2,4'-trimethyl-1,2-dihydroquinoline(Resin)</p> 	灰白色至琥珀色树脂状粉末		74 (软化点)
2,2,4'-三甲基-1,2-二氢化喹啉聚合体(粉末状)(防老剂 124)	<p>polymerized 2,2,4'-trimethyl-1,2-dihydroquinoline</p> 	灰白色粉末	1.01~1.08	114
6-苯基-2,2,4-三甲基-1,2-二氢化喹啉(PTMDQ)	<p>6-phenyl-2,2,4-trimethyl-1,2-dihydroquinoline</p> 	暗褐色蜡状物	1.04~1.11	80
6-十二烷基-2,2,4-三甲基-1,2-二氢化喹啉(DTMDQ)	<p>6-dodecyl-2,2,4-trimethyl-1,2-dihydroquinoline</p> 	深色黏稠液体	0.90~0.96	121 (闪点)
丙酮和二苯胺低温反应产物(AM)	<p>low temperature reaction product of acetone and diphenylamine</p> 	淡黄色或深褐色树脂粉末	1.13	85~95

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
丙酮和二苯胺高温反应产物(防老剂 BLE)	high temperature reaction product of diphenylamine and acetone 	深褐色黏稠液体	1.09	
丙酮和苯基-β-萘胺低温反应产物(防老剂 APN)	low temperature reaction product of acetone and phenyl-β-naphthyl amine	灰黄褐色粉末	1.16	120
二苯胺、丙酮、醛反应产物(防老剂 BXA)	reaction product of diphenylamine, ketone and aldehyde	褐色粉末	1.10	85~95

【制法】 苯胺和丙酮在催化剂作用下缩聚制得 RD 和喹啉的其他衍生物。二苯胺和丙酮高温下缩合得 BLE。

【基本特性】

(1) 在天然橡胶、丁苯橡胶、丁腈橡胶及胶乳中，对热、氧化和天候老化有优良的防护性能。

(2) 对氯丁橡胶能增加硫化活性，对其他橡胶硫化无影响。

(3) 本类防老剂有污染性，但不显著，在浅色制品中亦可少量使用。

【品种牌号】

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
中国	防老剂 RD(南京化工厂、苏州树脂厂、浙江黄岩东海化工厂、四川染料厂、兰化公司有机厂、青岛助剂厂、牡丹江有机化工厂、天津五一化工厂、河南化工厂、邵阳化工厂、本溪东方红化工厂、浙江永嘉化工厂、河南滑县化工厂)	即为本品	英国、法国	Antioxidant 184(Anchor) Aceinox TQ(ICI) Permanax TQ(Vulnax)	
美国	Aceto POD(Aceto) Age Rite Resin D(Vanderbilt) Akrochem Antioxidant DQ(Akron Chem.) Cyanox 12 Antioxidant(Cyanamid) Good-Rite Ao 3140(Goodrich) Flectol flakes(Harwick) Nauvard Q(Uniroyal) Olivax(Goodyear) Flectol Pastilles Santoflex R, Flectol TMR(Flexsys)		法国 德国 日本	Antioxygène PA(Mat. Col.) Antioxidant HS(Bayer) Antage RD Antage RD-P(川口) Antigene RD Antigene RD-A(住友) Nocrac 224(大内新兴) Nonflex RD(精工)	
			波兰 美国	Polnox R Age Rite MA(Uanderbilt) Antioxidant 451(Uniroyal) Age Rite Resin MA Age Rite Resin PE(Goodrich) Masternix Flec-4118-PD(Harwick) Pennox HR(Pennwalt) Vulcarite 117	本品为防老剂 124 烷基化氢化喹啉 本品加 DOP

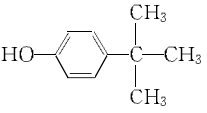
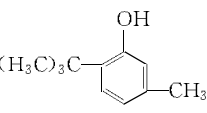
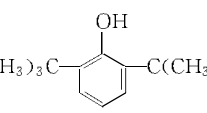
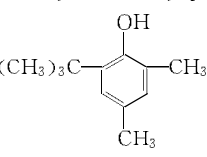
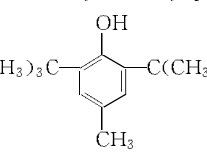
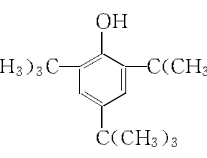
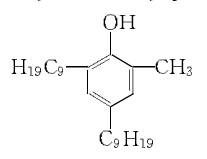
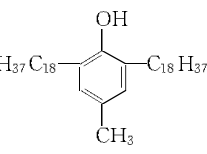
续表

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	Vulcarite 134(Alco)		美国、英国	Age Rite Superflex Solid Rodform(Vanderbilt)	本品含 32.5% 惰性载体
法国	Flectol H(Flexsys 和 Harwick)			BLE 25	
	Antioxygène PS(Pechiney-Kühlmann)			BLE 75(Uniroyal)	
	Permanax 45(Rhône Poulenc)			Cyanaflex 100(Cyanamid)	
	PS(Mat. Col.)			Naugatex 519(Naugatuck)	
德国	Vulkanox HS	本品为 PTMDQ 本品/防老 H = 15/85 本品/防老 H = 65/35	法国	Neozone L(Du Pont)	本品吸附于硅酸盐上
	ASM HS(Bayer)			Permanax B	
意大利	Anox HB(Bozzetto)			Permanax BLW(Vulnax)	
日本	Antigene RD-B,FR(住友)			Santoflex DPA(Flexsys)	
	Product TMD(精工)			Permanax BL	
美国	Santoflex B	本品为 DTMDQ 本品与防老剂 H 的混合物	英国	Permanax BLN(Vulnax)	本品含 32.5% 惰性载体
	Santoflex BX		英国	Antioxidant B(Anchor)	
	Santoflex 35(Monsanto)		英国	BLE-25 (Rubber Regenerating)	
美国	Santoflex DD(Harwick 和 Monsanto)		法国	Nonox B	
	Santoflex 75(Monsanto)		法国	Nonox BL, Aceinox BL	
日本	Nonflex DD(精工)	即为本品	法国	Nonox BLN(ICI)	本品含 32.5% 惰性载体
中国	防老剂 AM(青岛助剂厂、四川染化厂)		法国	Altofane PCL	
美国	Aminox		法国	Altofane PCL-101 (Mat. Col.)	
	Aminox NX 505E		法国	Permanax 47 (Rhône Poulenc)	
	Flexamine G(Uniroyal)		德国	KA 2002(Bayer)	
	Heveanox D-409 (Hevea-tex)	本品为丙酮与二苯胺低温反应产物 本品的分散体 65%二芳胺丙酮反应物/35%防老 H 本品水分散体 本品水分散体	意大利	Anoxin(ACNA Montecatini)	本品含 32.5% 惰性载体
英国	Ti-Nox AM		意大利	Aminox BLE-25 (Naugatuck S. P. A.)	
	Nonox B		日本	Antage BA(川口)	
	Nonox B Powder		日本	Antigene BLE(住友)	
	Nonox B Rods(ICI)		日本	Nocrac B(大内新兴)	
日本	Antigene AM(住友)	即为本品	印度	Nonflex BA(精工)	本品含 32.5% 惰性载体
	Nonflex BAS(精工)		印度	Accinox B	
中国	防老剂 BLE(上海橡胶助剂厂、青岛助剂厂、四川染化厂、江苏常州助剂厂、吉林蛟河化工助剂厂、牡丹江农药厂)		印度	Accinox BL	
美国	Age Rite Superflex		印度	Accinox BLN(Alkali)	
			印度	Nonox B	
			印度	Nonox BLN(ICI)	
			前苏联	Акрин МД	
			美国、加拿大	Betanox Special, Betanox	本品为防老剂 APN
			美国	Naugatex 506(Nagatuck)	50%膏状物
			美国	BXA(Uniroyal Chem.)	即为本品

【包装、贮存和运输】 固体产品用编织袋内衬塑料袋包装，25kg/袋；液体产品用铁桶包装，净重 25kg/桶。存放于阴凉干燥处，注意防火、防晒、防潮。

11.1.4 酚类衍生物

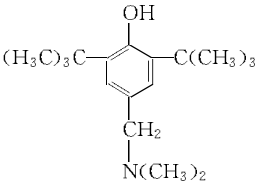
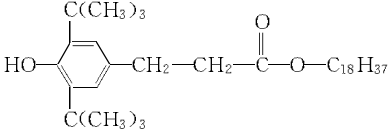
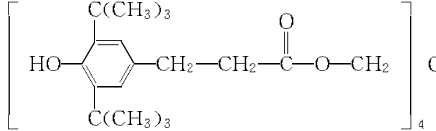
11.1.4.1 取代酚

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
对叔丁基苯酚(PT-BP)	$p\text{-tert-butyl phenol}$ 	白 色 片 状物	0.916 (100℃时)	97 (凝固点)
3-甲基-6-叔丁基苯酚(MTBP)	$3\text{-methyl-6-tert-butyl-phenol}$ 	透明液体	0.960~0.966	237~245 (沸点) 155.5(闪点)
2,6-二叔丁基苯酚	$2,6\text{-di-tert-butyl phenol}$ 	淡 黄 色 结晶	0.914	37
2,4-二甲基-6-叔丁基苯酚	$2,4\text{-dimethyl-6-tert-butyl phenol}$ 	黄 橙 色 液体		250(沸点)
2,6-二叔丁基-4-甲基苯酚(防老剂 264)	$2,6\text{-di-tert-butyl-4-methyl phenol}$ 	白色至黄 色结晶粉末	1.048	68~70
2,4,6-三叔丁基苯酚	$2,4,6\text{-tri-tert-butyl phenol}$ 	黄白结晶 粉末		135
2-甲基-4,6-二壬基苯酚	$2\text{-methyl-4,6-dinonyl phenol}$ 	浅 褐 色 粉末		
2,6-二(十八烷基)-4-甲基苯酚(防老剂 DOPC)	$2,6\text{-dioctadecyl-4-methyl phenol}$ 	黄色黏稠 液体		

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
2-(α -甲基环己基)-4,6-二甲基苯酚 (WSL)	<chem>CC1=CC(C)=C(C2CCCCC2)C(O)=C1C</chem>	透明无色液体	1.00	
丁基化羟基苯甲醚 (BHA)	butylated hydroxyanisol	白色蜡状物		48
丁基化羟基甲苯 (BHT)	butylated hydroxytoluene	白色结晶固体	1.048	69~72
2,6-二叔丁基- α -甲氧基对甲酚(防老剂 762)	<chem>CC(C)(C)C1=CC(C(C)(C)C)=C(COC)C(O)=C1C(C)(C)C</chem>	白色粉末	1.073	101
壬烯基-2,4-二甲基苯酚 (WSO)	nonylene-2,4-xylonol	白色结晶粉末	1.00	168
对苯基苯酚	para-phenyl phenol	白色粉末	1.20	165
苯乙烯化苯酚(防老剂 SP)	styrenated phenol	淡黄色黏稠液体	1.07~1.09	>250 (沸点)
2,6-二(α -甲基苄基)-4-甲基苯酚 (PCS)	<chem>CC(C1=CC=CC=C1)C2=CC(C(C)C3=CC=CC=C3)=C(O)C2C(C)C4=CC=CC=C4</chem>	浅棕色油状液体		242 (沸点)
三叔丁基对苯基苯酚 (Zalpa)	tri- <i>tert</i> -butyl- <i>p</i> -phenyl phenol	白黄色粉末	1.27~1.29	
2,6-二叔丁基-4-苯基苯酚	2,6-di- <i>tert</i> -butyl-4-phenyl phenol	白色结晶粉末	1.27	102~103
4-羟甲基-2,6-二叔丁基苯酚	4-hydroxymethyl-2,6-di- <i>tert</i> -butyl phenol	白色结晶粉末		140~141

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
2,6-二叔丁基- α -二甲氨基对甲酚(AN-3)	$2,6\text{-di-}tert\text{-butyl-}\alpha\text{-dimethyl amino-}p\text{-cresol}$ 	白黄色结晶粉末	0.970	94
3-(3,5-二叔丁基-4-羟基苯基)丙酸十八酯(防老剂 1076)	$\text{octadecyl 3-(3,5-di-}tert\text{-butyl-4-hydroxy phenyl)propionate}$ 	白色结晶粉末		49~52
四[3-(3,5-二叔丁基-4-羟基苯基)丙酸]季戊四醇酯(防老剂 1010)	$\text{tetrakis methylene(3,5-di-}tert\text{-butyl-4-hydroxy)hydrocinnamate}$ 	白色粉末		120

【制法】 苯酚在催化剂作用下和烯类进行烷基化反应制得一系列取代酚化合物。

【基本特性】

(1) 在天然橡胶、合成橡胶和胶乳中, 抗氧作用较弱, 在塑料和合成纤维中也有热稳定性作用。

(2) 是最好的非污染型防老剂。

【用途及用法】

(1) 用于天然橡胶、合成橡胶和胶乳, 制造轮胎的白胎侧, 白色、彩色、透明橡胶和胶乳制品、胶布制品、胶鞋等。也可用于与食物接触的橡胶制品。

(2) 可直接加入胶料或胶乳使用。

(3) 可单独使用, 亦可与其他防老剂并用。一般用量 0.5~3.0 份。

【注意事项】

(1) 由于它防护效能弱, 一般用于对防老化要求不高的产品。

(2) 贮存于阴凉干燥处, 运输时防火、防晒、防潮。

【品种牌号】

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	PTBP	即为本品	英国	Antioxidant A	本品为 2,4-二甲基-6-叔丁基苯酚
美国	MTBP MBMC	即为本品		Topanol A(ICI)	
美国	Ethyl Antioxidant 701	本品为 2,6-二叔丁基苯酚	中国	防老剂 264(锦州石油六厂、兰化公司有机厂、北京助剂总厂、上海向阳化工厂、南京钟山精细化工三厂)	即为本品
	Ethyl Antioxidant 733 (Ethyl)	本品与其他叔丁基苯酚的混合物			

续表

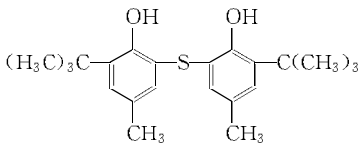
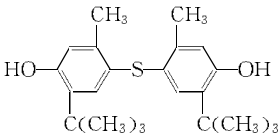
国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国、 英国、 英国	CAO-1 AC-1(Catalin) Amoco 533(Amoco) Antioxidant 29(Du Pont) AO-11(Akron) B-26(Pift Consol) Dalpac 4,4C,PC,R (Hercules) DBPC(Koppers) Deenax Paranox 441(Enjay) Narox SO Oxygard(Naugatuck) Naugard BHT(Uniroyal Chem.) Sustane BHT(UOP) Ionol(Shell Chem.) Antioxidant O 4M-26B Topanol BHT Topanol O Topanol OC Nonox TBC(ICI)		德国	Rhenadox DB (Rhein-Chemie)	
			日本	Antage BHT(川口) Antigene BHT Sumilizer BHT-P Sumilizer BHT(住友) BHT Swanox(精工·吉富) Yoshinox BHT Yoshinox BHT-P(吉富) Nipanox BHT(立邦) Nocrac 200(大内新兴)	
			意大利	Narox(Naugatuck S.P.A.)	
			加拿大	Antioxidant 30(Aniline)	
			俄罗斯	Алкофен БП	
			美国	Ethyl Antioxidant 744 (Ethyl)	本品为 2,4,6-三叔丁基苯酚
			俄罗斯	Алкофен Б Алкофен ББ АНТИОКСИДАНТ	
			美国	Antioxidant 555 (Pitt Consol)	本品为 2-甲基-4,6-二叔基苯酚
			美国	Inhibitor DOPC (Eastman)	本品为防老剂 DOPC
			英国	Nonox WSL(ICI)	本品为 WSL
英国、 法国、 法国、 德国	Antioxidant TP6334 Ionol CP Vianol NC-G(Shell) Anullex BHT(Pearson) BHT Stavox(Bennett) Enbanox-EHT(May-Baker) Permanax BHT (Vulnax) Antioxidant DBPC (Organo Synthèse) Bisoxol 220(CdF) Advastab 401 Advastab 420(Advauce) Vulkanox KB ASM KB(Bayer) BHT-Rasching DTBP Ralox Ralox BT(Basching) Imbutol Naftonox (Metallgesellschaft) Renadox DB		美国	Sustane BHA(Uop) Tenox BHA (Eastman Chem.)	本品为 BHA
			美国	Tenox BHT(Eastman) CAO-3(Catalin) Butylated Hydroxytoluene(Uniroyal Chem.)	本品为 BHT
			美国	Ethyl Antioxidant 762 (Ethyl)	本品为防老剂 762
			德国	Antioxidant X(Bayer)	
			俄罗斯	Агидол 42 Алкофен ММ Алкофен ММБ АО-42	
			英国	Nonox WSO(ICI)	即为本品
			美国	Parazone	对苯基苯酚
			中国	防老剂 SP(兰化公司有机厂、上海橡胶助剂厂、青岛助剂厂、天津五一化工厂、山东单县有机化工厂、无锡东升医药助剂厂)	即为本品
			美国	Age Rite SPAR Vanox 102(Vanderbilt)	

续表

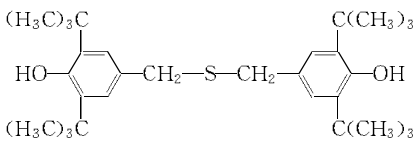
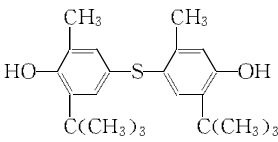
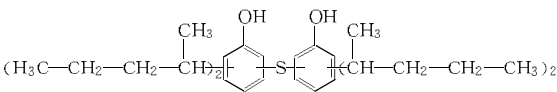
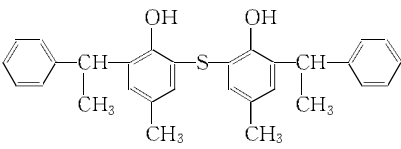
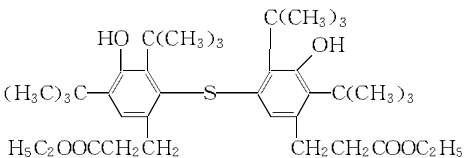
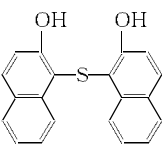
国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	Antioxidant SP (Harwick)	本品与硅酸盐混合物 含 40% 无机填料 乳化产品 乳化产品 乳化产品	日本	Sumilzer S(住友)	
	Arconox SP(Rubb, Regen)		日本	Nocrac SP Nocrac SP-N(大内新兴) Nonflex WS Nonflex WS-P(精工) Accinox SP(Alkali) Alten SF	
	Good Rite AO 3183(Goodrich)		印度	Анкофен МБ	
	Permanax SP(L)		波兰	Агидол 20	
	Permanax SP (Cook, Vulnax)		俄罗斯	Алкофен МБ	
	J-782 dispersion(Heveatex)			Алкофен МБП	本品为 PCS 含量 70%~77%
	Montaclere SPH(Flexsys)		日本	Sumilizer PCS(住友)	
	Naugard SP (Uniroyal Chem.)		俄罗斯	Алкофен CC Алкофен МБП	
	Nevastain A(Neville)		美国	Zalba(Du Pont)	即为本品
	Stabilite 49-464-SP		美国	Rubbacure dispersion 6007	本品水分散体
	Antioxidant (Recchhold Chem.)		美国	Zalba Special(Du Pont)	本品为 2,6-二叔丁基-4-苯基苯酚
	Stabilite White(Hall)		美国	Ionox 100(Shell)	本品为 4-羟甲基-2,6-二叔丁基苯酚
	Styphen I(Dow)		美国	AN-3 Ethyl antioxidant 703 (Ethyl)	即为本品
	Ti-nox ASP		中国	防老剂 1076(北京化工三厂)	即为本品
	Ti-nox WS		瑞士	Irganox 1076(Ciba-Geigy)	
英国	Nonox SP(ICI)		中国	防老剂 1010(北京化工三厂)	即为本品
德国	Vulkanox SP(Bayer)		德国	Stabilijator KK-13(Che-mokomplex)	
意大利	Anox G(Bozzetto)		瑞士	Irganox 1010(Ciba-Geigy)	
日本	Antage SP Antage SP-P(川口) Antigene S Antigene WSP				

【包装、贮存和运输】 固体产品用编织袋内衬塑料袋包装，30kg/袋；液体产品用铁桶包装，200kg/桶。存于阴凉干燥处，防火、防晒、防潮。

11.1.4.2 硫代双取代酚

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
2,2'-硫代双 (4-甲基-6-叔丁基苯酚)(防老剂 2246-S)	$2,2'\text{-thio bis(4-methyl-6-tert-butyl phenol)}$ 	白色结晶粉末		79~84
4,4'-硫代双 (3-甲基-6-叔丁基苯酚) (BTH)(抗氧剂 300R)	$4,4'\text{-thio bis(3-methyl-6-tert-butyl phenol)}$ 	黄白色粉末	1.06~1.12	150

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
硫代双(3,5-二叔丁基-4-羟基苯)(防老剂亚甲基-4426-S)	<p>thio bis(3,5-di-<i>tert</i>-butyl-4-benzyl phenol)</p> 	白色结晶粉末		143
4,4'-硫代双(2-甲基-6-叔丁基苯酚)(防老剂 736)	<p>4,4'-thio bis(2-methyl-6-<i>tert</i>-butyl phenol)</p> 	白黄色结晶粉末	1.084	124
硫代双(二仲戊基苯酚)(L)	<p>thio-bis(di-<i>sec</i>-amyl phenol)</p> 	浅黑色黏稠液体	0.96~1.02	
2,2'-硫代双[4-甲基-6-(α -甲基苄基)苯酚](MBID)	<p>2,2'-thio bis[4-methyl-6-(α-methyl benzyl)phenol]</p> 	浅红色结晶粉末		99~114
3,3'-硫代双(2,6-二叔丁基-4-丙酸乙酯)(GIA 08-288)	<p>3,3'-thio bis(2,6-di-<i>tert</i>-butyl-4-ethyl propionate)</p> 	白色结晶粉末		67
1,1'-硫代双(2-萘酚)(CAO-30)	<p>1,1'-thio bis(2-naphthol)</p> 	白色结晶粉末		215
二邻甲酚-硫化物(CM)	di- <i>o</i> -cresol monosulfide			
二烷基苯酚硫化物(E)	dialkyl phenolic sulfide			
苯酚硫化物(CC)	phenolic sulfide			

【制法】 由 2mol 取代酚和 1mol 二氯化硫经缩合反应制得。

【基本特性】

- (1) 在天然橡胶、合成橡胶和胶乳中有抗氧化老化作用。
- (2) 此类防老剂防护性能较取代酚及多元酚高。
- (3) 属于非污染型防老剂，但丁基橡胶用量加大时曝晒后颜色略变深。
- (4) 对胶料硫化特性没有影响。

【用途及用法】

- (1) 用于天然橡胶、合成橡胶和胶乳，制造轮胎白胎侧、浅色橡胶制品和胶乳制品。
- (2) 可直接加入胶料或胶乳使用。可单用，亦可与其他防老剂并用。
- (3) 一般用量为 1.0~2.0 份。

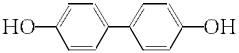
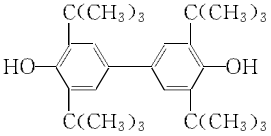
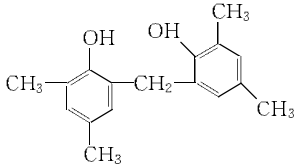
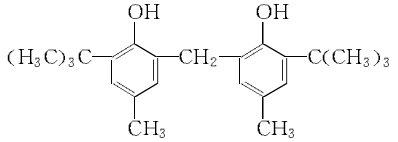
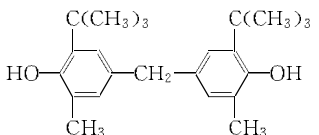
【注意事项】 应贮存于阴凉干燥处，运输时注意防火、防晒、防潮。

【品种牌号】

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
中国	防老剂 2246-S(北京化工三厂)	即为本品 BTH	日本	Antigene WX Antigene WX-R Sumilizer WX Sumilizer WX-R(住友) Nocrac 300(大内新兴) Nonflex BPS Nonflex BPS-R(精工)	
美国	CAO-4 CAO-6(Catalin)				
德国	Advastab 406(Advance)				
前苏联	Тиоалкофен Б Тиоалкофен БП				
中国	防老剂 4,4'-硫代双(3-甲基-6-叔丁基苯酚)(广州合成材料老化所)	即为本品 BTH	俄罗斯	Тиоалкофен БМ Тиоалкофен БМП	
美国	J-139 Dispersion (Hevea-tex) Rubbacure antioxidant dispersion 6006# (Rubb. Co., Santonox) Santowhite Santowhite MK(Flexsys) Santowhite crystals (Harcwick 和 Flexsys) Tenox BTH(Eastman) Ti-Nox SWC Tisperse MB-61	本品水分散体 本品水分散体 本品黏稠液体 本品分散体 本品水分散体	中国	防老剂亚甲基-4426-S(兰化公司有机厂、江苏武进轻工助剂厂)	即为本品
	Anullex PSA 10(Pearson)		俄罗斯	Бисалкофен МТ ЛЭ-ТБ-3 Тиоалкофен МББ	
英国	Antioxidant TBM-6(Organo Synthèse)		美国	Ethyl antioxidant 736 (Ethyl)	即为本品
法国	Irganox 415(Ciba Geigy)		德国	Antioxidant 423	
瑞士	Antage Crystal		美国	Santowhite L(Flexsys)	即为本品
日本	Antage RC(川口)		俄罗斯	Тиоалкофен МБП Тиоалкофен С GIA 08-288(Ciba-Geigy)	即为本品 即为本品
			瑞士	CAO-30(Catalin)	即为本品
			美国	Santowhite CM(Flexsys)	即为本品
			美国	Santonox E Santonox R(Flexsys)	即为本品
			美国	Antimykotikum A Nonox CC(ICD)	本品为苯酚硫化物

【包装、贮存和运输】 固体产品用编织袋内衬塑料袋，30kg/袋；液体产品用铁桶包装，200kg/桶。存放于阴凉干燥处，防火、防晒、防潮。

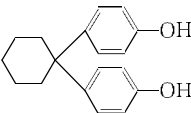
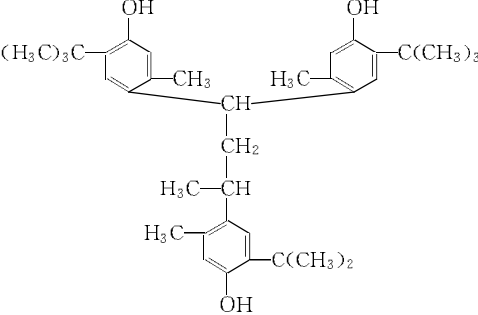
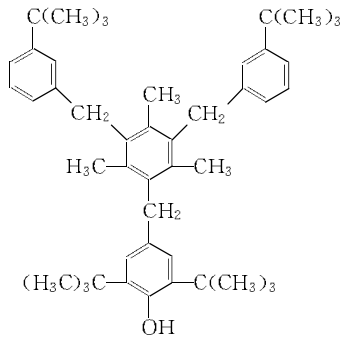
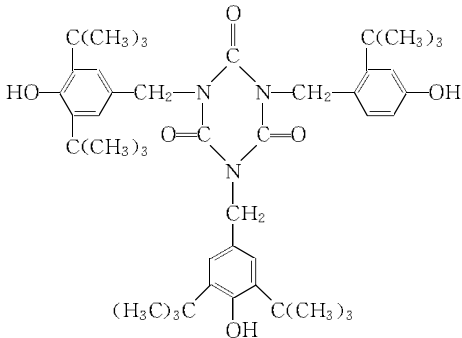
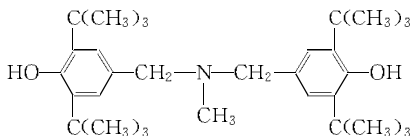
11.1.4.3 亚烷基取代酚及多取代酚

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
4,4'-二羟基联苯 (防老剂 DOD)	4,4'-dihydroxy diphenyl 	灰色粉末	1.37	260
4,4'-双(2,6-二叔丁基苯酚)(EA712)	4,4'-bis(2,6-di- <i>tert</i> -butyl phenol) 	淡黄色结晶粉末	1.029	186
2,2'-亚甲基双(4,6-二甲基苯酚)(BMP)	2,2'-methylene bis(4,6-dimethyl phenol) 	白色结晶粉末	1.1	127
2,2'-亚甲基双(4-甲基-6-叔丁基苯酚)(防老剂 2246)	2,2'-methylene bis(4-methyl-6- <i>tert</i> -butyl phenol) 	黄白色粉末	1.04	120
2,2'-亚甲基双(4-乙基-6-叔丁基苯酚)(防老剂 425)	2,2'-methylene bis(4-ethyl-6- <i>tert</i> -butyl phenol) 	白黄色粉末	1.10	125
4,4'-亚甲基双(6-叔丁基邻甲酚)(EA720)	4,4'-methylene bis(6- <i>tert</i> -butyl- <i>o</i> -cresol) 	白黄色结晶粉末	1.087	102
4,4'-亚甲基双(2,6-二叔丁基苯酚)(AN-2)	4,4'-methylene bis(2,6-di- <i>tert</i> -butyl phenol) 	淡黄色结晶粉末	0.990	154
2,2'-亚甲基双(4-甲基-6-壬基苯酚)(NX-101)	2,2'-methylene bis(4-methyl-6-nonyl phenol) 	琥珀色黏稠液体	0.96	126 (沸点)

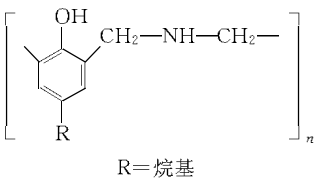
续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
2,2'-亚甲基双(4-甲基-6-环己基苯酚)(ZKF)	<chem>CC1=CC=C(C=C1C2=CC=CC=C2)C3=CC=C(C=C3)C4=CC=CC=C4</chem>	白色结晶 粉末	1.08	118
2,2'-亚甲基双[4-甲基-6-(α -甲基环己基)苯酚](防老剂WSP)	<chem>CC1=CC=C(C=C1C2=CC=CC=C2)C3=CC=C(C=C3)C4=CC=CC=C4</chem>	白色结晶 粉末	1.17	130
1,1'-亚甲基双(2-萘酚)(防老剂112)	<chem>CC1=CC=C(C=C1C2=CC=CC=C2)C3=CC=CC=C3</chem>	白色结晶 粉末		198
二羟苯基丙烷(双酚A)	<chem>CC(C)(C1=CC=C(C=C1)O)C2=CC=CC=C2O</chem>	无色结晶 粉末		156~157
2,2'-双(3-甲基-4-羟基苯基)丙烷(双酚C)	<chem>CC(C)(C1=CC=C(C=C1)O)C2=CC=C(C=C2)O</chem>			
2-甲基-3,3-双(3,5-二甲基-2-羟基苯基)丙烷(NKF)	<chem>CC(C)(C1=CC=C(C=C1)O)C2=CC=C(C=C2)O</chem>	白色结晶 粉末	1.2	162
4,4'-亚丁基双(3-甲基-6-叔丁基苯酚)(W-300)	<chem>CC(C)(C1=CC=C(C=C1)O)C2=CC=C(C=C2)O</chem>	白色粉末	1.03~1.09	208~212

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
双(4-羟基苯基)环己烷(W)	<p>bis(4-hydroxy phenyl)cyclohexane</p> 	白色粉末	1.23~1.27	175
1,1,3-三(2-甲基-4-羟基-5-叔丁基苯基)丁烷(CA)	<p>1,1,3-tris(2-methyl-4-hydroxy-5-<i>tert</i>-butyl phenol)butane</p> 	白色结晶 粉末	0.5	185~188
1,3,5-三甲基-2,4,6-三(3,5-二叔丁基-4-羟基苄基)苯(抗氧化剂330)	<p>1,3,5-trimethyl-2,4,6-tris(3,5-di-<i>tert</i>-butyl-4-hydroxy benzyl) benzene</p> 	白色粉末		244
三(3,5-二叔丁基-4-羟基苄基)异氰尿酸酯(抗氧化剂3114)	<p>tri(3,5-di-<i>tert</i>-butyl-4-hydroxybenzyl)isocyanurate</p> 	白色粉末	1.03	221
<i>N,N'</i> -双(3,5-二叔丁基-4-羟基苄基)甲胺(ΦA-15)	<p><i>N,N'</i>-bis(3,5-di-<i>tert</i>-butyl-4-hydroxybenzyl)methylamine</p> 	白色结晶 粉末		176~178

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
烷基苯酚与六亚甲基四胺的反应产物 (BC-1)	reaction product of alkylated phenol and hexamethylene tetramine  R=烷基	黄褐色液体		
多丁基双酚 A 混合物	polybutylated bis phenol A blend	琥珀色液体	0.945~0.965	
一烷基化双酚的混合物(防老剂 651)	monoalkylated bis phenol blend	白色黏稠物		

【制法】 该类防老剂由 1mol 脂肪醛或酮与 2mol 取代酚经缩合反应制得。

【基本特性】

- (1) 在天然橡胶、合成橡胶和胶乳中有抗氧化老化作用。
- (2) 此类防老剂有优良的抗氧化性能，其防护作用介于取代酚和胺类防老剂之间，有的甚至不低于苯基萘胺类防老剂。
- (3) 属于非污染型防老剂，但非污染特性不及取代酚。
- (4) 本类防老剂抗屈挠龟裂性能较差。

【用途及用法】

- (1) 用于天然橡胶、异戊橡胶、顺丁橡胶、丁苯橡胶、丁腈橡胶、氯丁橡胶以及胶乳，制造医疗卫生用品、与食物接触的制品。
- (2) 可直接混入胶料和胶乳使用。可单用，亦可与其他防老剂并用。
- (3) 一般用量 0.5~2.0 份，通常用 0.75~1.5 份。

【注意事项】

- (1) 这类抗氧剂在热水中蒸煮制品时会渗出，丧失防护效能。
- (2) 应贮存于阴凉干燥处，运输注意防火、防晒、防潮。

【品种牌号】

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
德国	Antioxidant DOD(Bayer)	本品即防老剂 DOD	美国	AO-21-T	
美国	Ethyl antioxidant 712 (Ethyl)	本品为 EA712		AO-325	
前苏联	Агидол 5 Бисалкофен Б ДОД 5			Endox 21(Akron Chem.)	
英国、法国	Permanax BMP(Vulnax)	本品为 BMP		CAO-5	
法国	Altofane EB-123(Mat, Col.)			CAO-14 (Catalin)	
	Permanax 28HV (Rhône-Poulenc)			Heveanox D-404	本品水分散体
中国	防老剂 2246(南京化工厂、上海染化十一厂、黄岩东海化工厂)	即为本品		Heveanox D-405	本品水分散体
				J-248 dispersion(Heveatex)	本品水分散体
				Plastonox 2246(Cyanamid)	
				Poly dispersion S(AO-2246)	本品加 25% SBR
				D75(Wyrough & Loser)	
				Rubbacure Antioxidant dispersion# 6009(Rubb, Corp.)	本品水分散体

续表

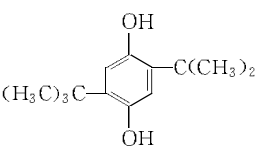
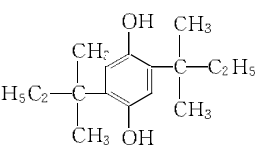
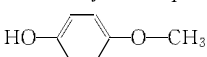
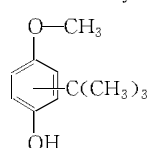
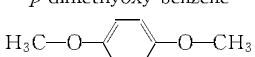
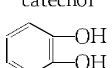
国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	Santo White PC(Harwick 和 Monsanto) Synox 5 Synox SLT(Neville) Antioxidant MBP-5P (Aceto Chem.) AC-5 Antioxidant 235 Antioxidant 2246 (American Cyanamid) Calco 2246 Vultex Antioxidant dispersion No. 6 Santowhite MBPC(Flexsys)	本品水分散体	英国	Antioxidant 425(Anchor)	本品水分散体
			法国	J-745C dispersion (Organo Synthese)	
			德国	Antioxidant 425(Bayer)	
			俄罗斯	Агидил 7 Бисалкофен Э5	
			美国	Ethyl antioxidant 720(Ethyl)	本品为 EA720
			美国	AN-2 Ethyl antioxidant 702(Ethyl) Binox M Ionox 220(Shell) CAO-20(Catalin)	即为本品
			俄罗斯	Бисалкофен БМ ЛЭ-МБ-1	
美国、荷兰			美国	NX-101 Naugawhite NX-101A Naugawhite Naugawhite Powder(Naugatuck) Ti-nox NW(Akron Chem.)	即为本品 本品水乳液 本品加 30% 惰性填料 本品的乳化物
英国	Antioxidant 2246(Anchor)		德国	Antioxidant ZKF(Bayer)	本品为 ZKF
法国	Bisoxol O(CdF) MBP-5(Organo Synthese)		美国、英国	Permanax WSP(Vulnax)	本品为防老剂 WSP
德国	Advastab 405(Advance) Antioxidant BKF Vulkanox BKF(Bayer) Naftonox 22M46 (Metallgesellschaft)		英国	Nonox WSP	
			英国	Nonox CNS(ICI)	本品与硫醇基苯并咪唑的混合物
意大利	Naruxol 15(Naugatuck S. P. A.)		俄罗斯	Бисалкофен Ц Бисалкофен МЦП	
日本	Antage W-500(川口) Antigene MDP Sumilizer MDP Sumilizer MDP-S(住友) Nocrac NS-6(大内新兴) Nonflex MBP(精工) Sandant 2246(三新) Yoshinox 2246G Yoshinox 2246R(吉富)		美国	CAO-32(Catalin)	本品为防老剂 112
			法国	Antioxygène MZB (Mat. Col.)	
俄罗斯	Агидол 2 Бисалкофен БП НГ-2246		美国	Bisphenol A(Dow)	本品为双酚 A
			德国	Bisphenol A(Bayer)	
			波兰	Ipognox	
			俄罗斯	Бисфенол А Бисалкофен А	
中国	防老剂 425(旅大轻化工研究所)	即为本品	德国	Bisphenol C(Bayer)	本品为双酚 C
美国	Calco 425 Plastonox425(Cyanamid) Endox 22 Ti-nox 425(Akron Chem.) Naruxol 25(Naugatuck) Rubbacure Antioxidant dispersion# 6010(Rubb. Corp.) Tisperse MB-115 BA(Helveatex) Antioxidant TBE-9	本品水分散体 本品水分散体 本品水分散体	德国	Antioxidant NKF Vulkanox NKF(Bayer)	本品为 NKF
			美国	Santowhite Powder (Harwick 和 Monsanto) Ti-Nox SWP(Akron Chem.) Vultax Antioxidant dispersion No. 11	本品为 W-300 本品水分散体 本品水分散体
			日本	Antage W-300(川口) Antigene BBM Sumilizer BBM Sumilizer BBM-S(住友) Nonflex BB(精工)	

续表

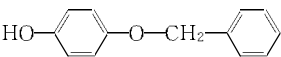
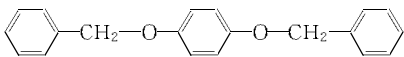
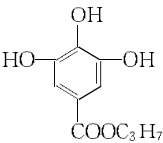
国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
日本	Nocrac NS-30(大内新兴)		美国	Good-Rite 3114(Goodrich)	
	Yoshinox BB(吉富)		俄罗斯	ΦA-15	即为本品
瑞士	Irganox 414(Ciba-Geigy)		俄罗斯	BC-1	即为本品
美国	Flectol White(Monsanto)	本品为 W	美国	Age Rite Superlite (Vanderbilt)	本品为多丁基双酚 A 混合物
日本	Antigene W	本品与有机胺反应产物		Ti-Nox ASU(Akron Chem.)	本品水分散体
	Antigene WA(住友)				
英国	Topanol CA(ICI)	本品为 CA			
中国	抗氧剂 330(北京化工三厂)	即为本品	美国	Cyanox 53	本品为防老剂 651,含惰性填料
美国	Ethyl antioxidant 330(Ethyl)			Cyanox 251 antioxidant (American Cyanamid)	含惰性填料
	Ionox 330(Shell)				
中国	抗氧剂 3114(江苏镇江化工研究所)	即为本品			

【包装、贮存和运输】 固体产品用编织袋内衬塑料袋包装, 30kg/袋; 液体用铁桶包装, 200kg/桶。放于阴凉干燥处, 防火、防晒、防潮。

11.1.4.4 多元酚

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
2,5-二叔丁基对苯二酚(DBH)	$2,5\text{-di-}tert\text{-butyl hydroquinone}$ 	灰白色 结晶粉末	1.09	200
2,5-二叔戊基对苯二酚(防老剂 DAH)	$2,5\text{-di-}tert\text{-amyl hydroquinone}$ 	灰白色 粉末	1.02~1.08	172
对苯二酚-甲基醚(HMM)	$\text{hydroquinone mono methyl ether}(p\text{-Methoxy phenol})$ 	白 色 结晶		54
2-叔丁基-4-羟基苯甲醚与3-叔丁基-4-羟基苯甲醚的混合物(防老剂 BHA)	$\text{amixture of 2, and 3-}tert\text{-butyl-4-hydroxyanisole}$ 	白红棕 色蜡状片		48 (凝固点)
对二甲氧基苯	$p\text{-dimethoxy benzene}$ 	浅褐色 片状		58 (凝固点)
邻苯二酚	catechol 	白色片状		103.5

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
对苯二酚-苄醚 (防老剂 MBH)	hydroquinone mono benzylether 	浅褐色 粉末	1.23~1.29	108~115
对苯二酚二苄醚 (防老剂 DBH)	hydroquinone bibenzyl ether 	土白色 粉末		125~130
酸丙酯(PG)	propyl gallate 	白色粉末		146

【制法】 邻氯苯酚在碱性介质中加压水解制得邻苯二酚。

对苯二酚和氯化苄以乙醇为溶剂缩合反应可制得对苯二酚二苄醚 (防老剂 DBH)。

【基本特性】

- (1) 在天然橡胶、合成橡胶和胶乳中有抗氧化老化作用。
- (2) 其抗氧防护作用比取代酚强。
- (3) 属非污染型防老剂，但其防变色能力不及取代酚。
- (4) 在不饱和树脂中亦能起抗氧防护作用。

【用途及用法】

- (1) 用于天然橡胶、合成橡胶及胶乳，制造浅色制品、医疗制品或胶乳制品。
- (2) 可直接加入胶料或胶乳。可单用，亦可与其他防老剂并用。
- (3) 一般用量 0.5~1.0 份。

【注意事项】 贮存于阴凉干燥处，运输时防潮、防污。

【品种牌号】

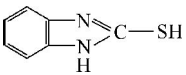
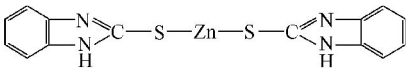
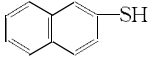
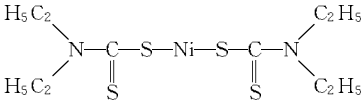
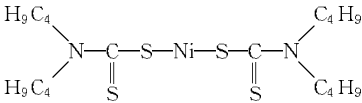
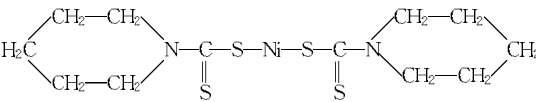
国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	2, 5-di- <i>t</i> -butyl hydroquinone(Eastman Chem.)	本品为 DBH	俄罗斯	Nocrac DAH(大内新兴)	本品为 HMM
	Santovar O(Flexsys)			Nonflex DAH(精工)	
日本	Antage DBH(川口)			Дитар	
	Nocrac NS-7(大内新兴)		美国	Hydroquinone Monomethyl Ether(Eastman)	
俄罗斯	Nonflex Alba(精工)	本品为 DAH	日本	Antage HMM(川口)	本品为防老剂 BHA
	P-21			Ansul HA (Ansul Chem. Corp.)	
	Дибуг		美国	CAO-7(Catalin)	
美国	Santovar A (Harwick 和 Flexsys)			Sustane BHA	
	J-138 Dispersion(Heveatex)	本品水分散体		Sustane 1-F(Uop)	英国
	Rubbacure Antioxidant dispersion# 6005(Rubb. Corp.)	本品水分散体		Tenox BHA(Eastman Chem.)	
	Inhibitor DAHQ			Embanox(May Baker)	
日本	Antage DAH(川口)			Nonox BHA(ICI)	

续表

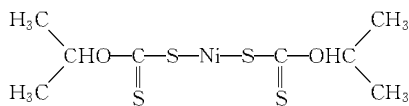
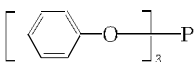
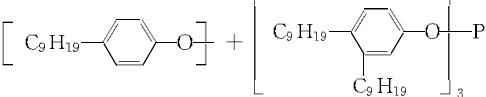
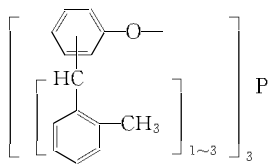
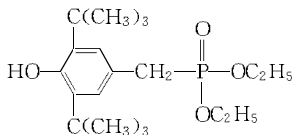
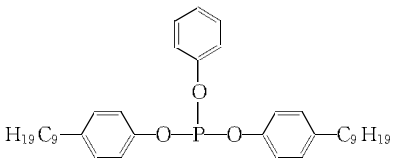
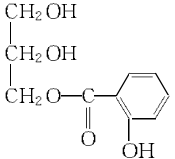
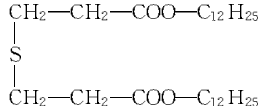
国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	<i>p</i> -Dimethoxybenzene	本品为对二甲氧基苯	美国	Cyanox 96(Cyanamid)	本品为受阻双酚
美国	Age Rite Alba(Vanderbilt)	本品为防老剂 NEH		Pennox B	
	Rubbacure Antioxidant dispersion [#] 6000(Rubb. Corp.)	本品水分散体		Pennox C(Pennsalt)	
	Ti-Nox AA(Akron Chem.)	本品水分散体		Wingstay T(Goodyear)	
日本	Antage HBM(川口)		美国	Ti-Nox PC(Akron Chem.)	本品水分散体
中国	防老剂 DBH(南京助剂厂、黄岩光明助剂厂)	即为本品		Wytex XL-PAP (Nat. Polychem)	本品为多烷基多苯酚
美国	Tenox PG(Eastman)	本品为 PG		Ethyl Antioxidant 728 (Ethyl)	本品为亚甲基多烷基苯酚
英国	Nipagallin P(Nipa)		英国	Nonox EX	本品为二甲基苯酚与丁醛缩合物
	Progallin P			Nonox EXN(ICI)	
	Stabilisator GP				

【包装、贮存和运输】 用编织袋内衬塑料袋包装，30kg/袋。存放于阴凉干燥处，防污，防潮。

11.1.5 其他抗氧化剂

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
2-硫醇基苯并咪唑(防老剂 MB)	2-mercapto benzimidazole 	白黄色结晶粉末	1.40~1.44	285
2-硫醇基苯并咪唑锌盐(防老剂 MBZ)	2-mercapto benzimidazole zinc salt 	白色粉末	1.63~1.64	300
2-萘硫酚	2-thionaphthol 	淡黄色粉末		76
二乙基二硫代氨基甲酸镍(NEC)	nickel diethyl dithiocarbamate 	绿色粉末		230
二丁基二硫代氨基甲酸镍(防老剂 NBC)	nickel dibutyl dithiocarbamate 	深绿色粉末		83
1,5-亚戊基二硫代氨基甲酸镍(Ni, P. D.)	nickel pentamethylene dithiocarbamate 	淡绿色粉末	1.42	

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
异丙基黄原酸镍 (NPX)	<p>nickel isopropyl xanthate</p> 	黄绿色粉末		110
亚磷酸三苯酯 (TPP)	<p>triphenyl phosphite</p> 	透明油状 液体或结晶		25
三(壬基化苯基) 亚磷酸酯(防老剂 TNP)	<p>tri(nonylated phenyl)phosphite</p> 	淡黄色黏 稠液体	0.97~ 0.995	
α -甲基苄基苯基 亚磷酸酯混合物 (CΦ)	<p>mixture of α-methyl benzylated phenyl phosphite</p> 	黄色黏稠 液体		-5 (凝固点)
3,5-二叔丁基-4- 羟基苄基磷酸二乙 酯(抗氧剂 1222)	<p>diethyl 3,5-di-<i>tert</i>-butyl-4-hydroxy benzyl phosphonate</p> 	白黄色粉末		117~119
双(对壬基苯酚) 苯酚亚磷酸酯(T- 215)	<p>bis(<i>p</i>-nonylated phenol)phenol phosphite</p> 	透明液体	1.025	-5 (凝固点)
单水杨酸甘油酯	<p>glyceryl salicylate</p> 	透明黏稠 液体	1.28	
硫二丙酸二月桂 酯(防老剂 DLTP)	<p>dilauryl thiodipropionate</p> 	白色结晶 粉末		39.5~42

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
硫二丙酸二(十八酯)(防老剂 DSTP)	$\begin{array}{c} \text{dioctadecyl thiodipropionate} \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COO}-\text{C}_{18}\text{H}_{37} \\ \\ \text{S} \\ \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COO}-\text{C}_{18}\text{H}_{37} \end{array}$	白色结晶粉末		64.5~67.5
2-(4-羟基-3,5-叔丁基苯胺)-4,6-双(正辛硫)-1,3,5-三嗪(565)	$\begin{array}{c} \text{2-(4-hydroxy-3,5-di-tert-butyl aniline)-4,6-bis}(n\text{-octyl thio)-1,3,5-triazine} \\ \text{H}_{17}\text{C}_8-\text{S} \quad \text{C(CH}_3)_3 \\ \diagup \quad \diagdown \quad \\ \text{N} \quad \text{N} \quad \text{NH} \quad \text{C}_6\text{H}_3\text{(OH)} \\ \diagdown \quad \diagup \quad \\ \text{S} \quad \text{N} \quad \text{N} \quad \text{C(CH}_3)_3 \\ \text{H}_{17}\text{C}_8-\text{S} \end{array}$	白色粉末		94~97
4,6-双(4-羟基-3,5-叔丁基苯氧基)-2-正辛硫基-1,3,5-三嗪(858)	$\begin{array}{c} \text{4,6-bis(4-hydroxy-3,5-di-tert-butyl phenoxy)-2-}n\text{-octylthio-1,3,5-triazine} \\ \text{C(CH}_3)_3 \quad \text{C(CH}_3)_3 \\ \quad \\ \text{HO} \quad \text{HO} \\ \quad \\ \text{(H}_3\text{C)}_3\text{C} \quad \text{C(CH}_3)_3 \\ \quad \\ \text{O} \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{N} \quad \text{N} \\ \quad \\ \text{N} \quad \text{N} \\ \quad \\ \text{S} \quad \text{S} \\ \quad \\ \text{C}_8\text{H}_{17} \quad \text{C}_8\text{H}_{17} \end{array}$	白色粉末		135~140
聚碳化二亚胺(防老剂 PCD)	$\begin{array}{c} \text{polycarbodiimide} \\ [\text{HN}=\text{C}=\text{NH}]_n \end{array}$	棕色粉末	1.05	70~80 (软化点)
碳化二亚胺(防老剂 CD)	$\begin{array}{c} \text{carbodiimide} \\ \text{HN}=\text{C}=\text{NH} \end{array}$	黄褐色结晶	0.95	40
二苯胺与二异丁烯反应产物	$\text{reaction product of diphenylamine and diisobutylene}$	浅褐色蜡状粒	0.99	75~85
苯乙酮肟	$\begin{array}{c} \text{acetophenone oxime} \\ \text{NOH} \\ \\ \text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	无色结晶		60~61
对亚硝基二苯胺(NDPA)	$\begin{array}{c} p\text{-nitroso-diphenylamine} \\ \text{ON}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$			
N,N'-二乙基对亚硝基苯胺(DE-NA)	$\begin{array}{c} N,N'\text{-diethyl-}p\text{-nitroso-phenylamine} \\ \text{H}_5\text{C}_2 \quad \text{H}_5\text{C}_2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{N} \\ \quad \\ \text{C}_6\text{H}_4-\text{NO} \end{array}$			

【制法】 将邻硝基氯化苯氨化，再用硫化碱还原生成邻苯二胺，然后加入二硫化碳进行成环反应可制得防老剂 MB。

【基本特性】

(1) 苯并咪唑型防老剂是不污染、不变色、抗氧、抗热性能优良的防老剂，在天然橡胶、合成橡胶和胶乳中防护效能中等。

- (2) 金属镍的二硫代氨基甲酸盐和黄原酸盐除抗氧作用外，还有一定的抗臭氧效能。
- (3) 亚磷酸酯型防老剂用于天然橡胶、合成橡胶和胶乳作抗氧剂和稳定剂，有良好的耐热性能。
- (4) 脂类防老剂与酚类防老剂并用有良好的协同效应。
- (5) NDPA 和 DENA 是网络型防老剂，它们加入胶料能与橡胶分子产生化学结合，成为橡胶网络结构的一部分，不会被水或溶剂浸提出来，也不会因高温挥发而损失。故而在产品中长期起防护作用。

【用途及用法】

- (1) 可用于天然橡胶、合成橡胶和胶乳制品。除 NDPA 可用于轮胎外，其余均可用于制造浅色制品、透明制品和泡沫胶乳制品。
- (2) 可直接加入胶料或胶乳使用。可单用，亦可与其他防老剂并用。
- (3) 一般用量为 0.5~2.0 份。

【注意事项】 贮存于阴凉干燥处，运输防火、防晒、防潮。

【品种牌号】

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
中国	防老剂 MB(上海敦煌化工厂、浙江黄岩东海化工厂、黄岩华星化学厂、宜兴东方精细化工厂)	即为本品	德国	Vulkanox ZMBZ(Bayer)	
英国	Nonox CGP(ICI)	本品与防老剂 DMP 的混合物	日本	Antage MBZ(川口)	
英国、法国	Permanax MBI(Vulnax)		俄罗斯	Antigene MBZ(住友)	
法国	Altofane MTB(Kühlmann)		俄罗斯	Nocrac MBZ(大内新兴)	
德国	Antioxidant MB(Polychimia)		俄罗斯	МБЦ	
意大利	Antioxygene MTB(Mat. Col.)		俄罗斯	Карбамат ЭТН	本品为 NEC
日本	MBI(Prochim)		俄罗斯	Тиокарбамат ЭИЦ	
德国	Permanax 21(Rhône Poulenc)		中国	防老剂 NBC(山西太原化工研究院、浙江黄岩华星化学厂、武汉径河化工公司、浙江超微细化工公司)	即为本品
意大利	Antioxidant MB		美国	Akrochem NiBud (Akron Chem)	
意大利	Antioxidant MB dispersion 50(Bayer)	本品 50% 的水分散体	美国	NBC	
日本	Age Resistor MB(ACNA)		美国	Ti-Nox NBC(Du Pont)	本品水分散体
日本	Antivecchiant MB (AC-NA Montecatini)		美国	J-316 Dispersion (Hevea-tex)	本品水分散体
日本	Antage MB(川口)		英国	Naugard NBC(Uniroyal)	
日本	Antigene MB		英国	Poly dispersion E (NBC)	本品加 70% 乙丙橡胶
日本	Sumilizer MB(住友)		英国	D70(Wyrough & Loser)	
日本	Nocrac MB(大内新兴)		英国	Robac NiBUD (Robinson Brothers)	
日本	Nonflex MB(精工)		法国	Nilame(Prochim)	
日本	Vondantox MBI (Vodelin-gen Pleat)		意大利	JO 4011	
日本	MBI		意大利	JO NBTC(Bozzetto)	
中国	防老剂 MBZ(江苏沙洲妙乔化工厂、上海敦煌化工厂)	即为本品	日本	Antage NBC	
英国	Zinc Ancap(Anchor)		日本	Antage NBC-F(川口)	
法国	Altofane MTEZ(Kühlmann)		日本	Antigene NBC(住友)	
法国	Antioxygène MBTZ(Mat. Col.)		日本	Nocrac NBC(大内新兴)	
法国	M. B. I. Zn(Prochim)		日本	Sandant NBC(三新)	
法国	Permanax Z21(Rhône-Poulenc)		加拿大	Robac NiBud(Harrisous)	
			荷兰	Van Hasselt BTN (Che-faro)	

续表

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	
英国	Robac Ni. P. D. (Robinson)	即为本品	俄罗斯	Фосфит СФ Фосфит Н-24	本品为 СФ	
日本	Antigene NPX(住友) Sandant PN(三新)	本品为 NPX	中国	抗氧剂 1222(江苏镇江化工研究所)	即为本品	
美国	Mod Epox(Flexsys)	本品为 TPP	英国	Phosklear T-215 (Pure Chem.)	本品为 T-215	
英国	Phosclear T36(Pure Chem)		美国	Weston 425 (Borg-Warner) Wytox 345, Wytox 438, Wytox 540(Olin)	本品为芳基烷基二亚磷酸酯	
德国	Mellite 310(Albright) Naftovin TP(Kautschuk) Stabilizer TPP(Bayer) Phosphit TPP		美国	Glyceryl Salicylate	本品为单水杨酸甘油酯	
意大利	Phosphan T(Italcolloid)		美国	Argus DL TDP (Argus Chem.) Castab DL TDP(Thiokol) Cyanox LTDP Plastonox LTDP TPL(Cyanamid) Evanstab 12 (Evans Chemicals) Naugard EL TDP(Uniroyal) Wytox LT(Borg-Warner) Dillydap Negonox DLTP Nonox DLTP(ICI) Plastonox DLTDP (Robinson)	本品为防老剂 DLTP	
日本	Sumilizer TPP(住友)					
瑞士	Irgastab TPP(Ciba-Geigy)					
比利时	Mark 1440(Argus)					
波兰	Ergochel P-03					
匈牙利	Ongrostab 3F-P					
俄罗斯	Фосфит					
中国	防老剂 TNP(淄博中兴化工厂、莱芜宏鲁精细化工公司、青岛正好助剂厂、咸阳三精科工贸公司)	本品为防老剂 TNP	英国	Advastab PS-800 Antioxidant LTDP(Advance) Antigene TPL Sumilizer TPL Sumilizer TPL-R(住友) Nocrac 400(大内新兴) DLTP Yoshitomi(吉富) Nissan DLTP(日本油脂) SN-DL(白石) Irganox PS-800(Ciba-Geigy)		
美国	Mark TNPP(Argus Chem.) Polygard(Uniroyal Chem.) Stave TNPP (non-toxic) (Stave Chem.) Weston 399 Weston TNPP(Borg-Warner) Mellite 812 Wytox 312(Nat Polychem, Olin)					
英国	Mellite 312(Albright) Phosclear F-194 Phosclear T-315 (Pure Chem.)					
	Arulix TNPP(Pearson) Altofane TNP(Kühlmann) Advamod TNPP Advastab CH-55(Advance) Phosphit TNPP					
法国	Phosphan E(Italcolloid)					
	Sumilizer TNP Antigene TNP(住友) Antage TNP(川口) Nocrac TNP Nocrac TNP-N(大内新兴) Nonflex TNP(精工)					
德国	Irgafos TNPP Irgastab CH-55(Ciba-Geigy)					
	Mark 329(Argus)					
意大利	Фосфит НФ					
日本						
瑞士						
比利时						
俄罗斯						
				美国	Argus DSTDP(Argus Chem.) Carstab DSTDP(Thiokol) Evanstab 18(Evans Chemetics) Disterdap antioxidant Nonox DSTDP(ICI) Antigene TPS(住友) DSTP Yoshitomi(吉富) SN-DS(白石)	本品为防老剂 DSTP
				英国		
				日本		
				瑞士	Irganox 565(Ciba-Geigy)	本品为 565
				瑞士	Irganox 858(Ciba-Geigy)	本品为 858

续表

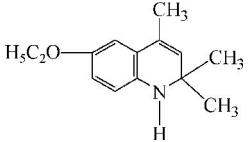
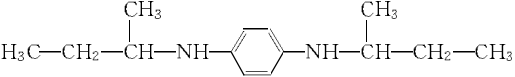
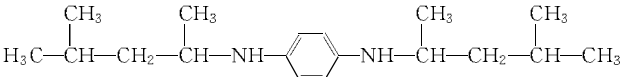
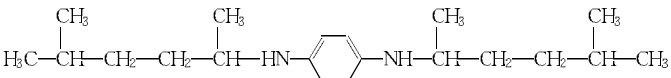
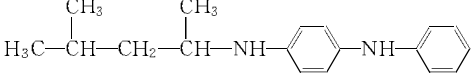
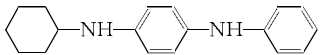
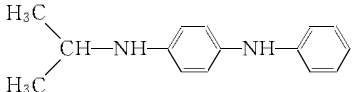
国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
中国	防老剂 PCD(山西太原化工研究院)	即为本品	中国	防老剂 CD(山西太原化工研究院)	即为本品
美国	Stabaxol PCD		美国	Stabaxol	
德国	Antioxidant PCD(Bayer)		美国	NDPA(Flexsys)	即为本品

【包装、贮存和运输】 固体产品用编织袋内衬塑料袋包装，30kg/袋；液体产品用铁桶包装，200kg/桶。存于阴凉干燥处，防火、防晒、防潮。

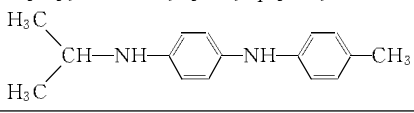
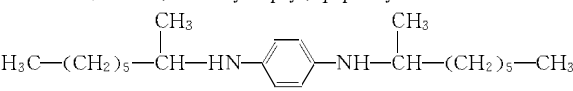
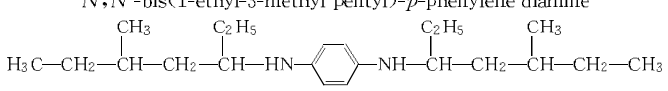
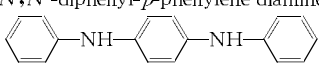
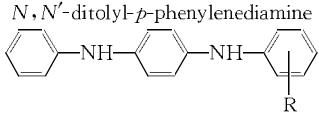
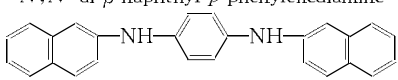
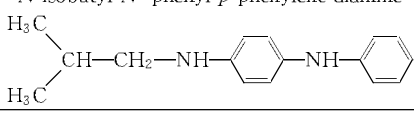
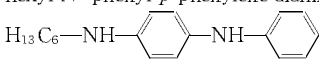
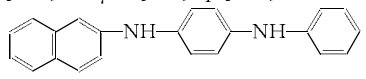
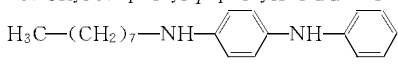
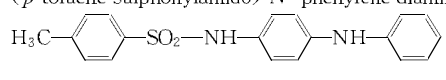
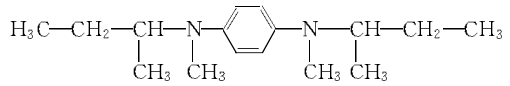
11.2 抗臭氧剂

在配炼过程中直接加入胶料，通过化学或物理作用，能抑制因臭氧作用而引起的裂口产生和增长的物质称为抗臭氧剂。

11.2.1 化学抗臭氧剂

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
6-乙氧基-2,2,4-三甲基-1,2-二氢化喹啉 (防老剂 AW)	<chem>CCOC1=CC=C2C(=C1)C(C)=C(C)N2</chem> 	褐色黏稠液体	1.029~1.031	169 (沸点)
<i>N,N'</i> -二仲丁基对苯二胺 (防老剂 DB-PD)	<chem>CCCCNC1=CC=C(NCCCC)C=C1</chem> 	红色透明液体	0.94	15
<i>N,N'</i> -双(1,4-二甲基丁基)对苯二胺(66)	<chem>CC(C)CCNC1=CC=C(NCC(C)CC)C=C1</chem> 	深红色黏液或蜡状物	0.92	212~217 (沸点)
<i>N,N'</i> -双(1,4-二甲基戊基)对苯二胺(防老剂 4030)	<chem>CC(C)CC(C)CCNC1=CC=C(NCC(C)CC(C)CC)C=C1</chem> 	红褐色液体	0.894~0.906	237 (沸点)
<i>N</i> -(1,3-二甲基丁基)- <i>N'</i> -苯基对苯二胺(防老剂 4020)	<chem>CC(C)CC(C)CNC1=CC=C(NC2=CC=CC=C2)C=C1</chem> 	灰黑色固体	0.986~1.0	40~45
<i>N</i> -环己基- <i>N'</i> -苯基对苯二胺(防老剂 4010)	<chem>C1CCCCC1NC1=CC=C(NC2=CC=CC=C2)C=C1</chem> 	灰白色粉末	1.29	110
<i>N</i> -异丙基- <i>N'</i> -苯基对苯二胺(防老剂 4010NA)	<chem>CC(C)CNC1=CC=C(NC2=CC=CC=C2)C=C1</chem> 	紫灰色片状结晶	1.17	70

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
N-异丙基-N'-对甲苯基对苯二胺(甲基4010NA)		灰紫色 结晶粉末		
N,N'-双(1-甲基庚基)对苯二胺(防老剂288)		棕红色 黏性液体	0.912	25.5 (结晶点)
N,N'-双(1-乙基-3-甲基戊基)对苯二胺(防老剂88)		红褐色 液体	0.87~ 0.93	390 (沸点)
N,N'-二苯基对苯二胺(防老剂H)		灰褐色 粉末	1.18~ 1.22	140
N,N'-二(甲苯基)对苯二胺(防老剂3100)(DTPD)	 (R=H, CH ₃)	棕褐色 粉末或片状	1.09~ 1.2	>92
N,N'-二(β-萘基)对苯二胺(防老剂DNP)		浅色片状	1.26	≥225
N-异丁基-N'-苯基对苯二胺(防老剂BPPD)		浅黑色 固体	1.049	43.3
N-己基-N'-苯基对苯二胺(防老剂HP-PD)		红色固体	1.015	40~50
N-苯基-N'-β-萘基对苯二胺(Polnox 66)		银灰色 粉末	1.2	165
N-辛基-N'-苯基对苯二胺(防老剂688)		暗褐色 黏稠液体	1.003	430 (沸点)
N-(对甲苯基磺酰基)-N'-苯基对苯二胺(防老剂TPPD)		灰色粉末	1.32	135
N,N'-二甲基-N,N'-二(1-甲基丙基)对苯二胺(32)		红褐色 液体	0.933	

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
N-苯基-N'-(3-甲基丙烯酰氧基-2-羟基丙基)对苯二胺(防老剂 G-1)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$	紫灰色粉末	1.29	>115
N-辛基-N'-苯基对苯二胺与 RD 复配物(防老剂 8PPD)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}_6\text{H}_{13} + \text{RD}$	暗棕色黏稠液体	1.024	
对苯二胺烷基和芳基衍生物的混合物(混 I)	blend of alkyl and aryl derivatives of <i>p</i> -phenylene diamine			
二芳基对苯二胺混合物(混 II)	mixed diaryl <i>p</i> -phenylene diamine			
N-环己基对甲氧基苯胺(防老剂 CMA)	$\text{H}_3\text{C}-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_{11}$	白色结晶粉末		40 (凝固)
N-环己基对乙氧基苯胺(防老剂 CEA)	$\text{H}_5\text{C}_2-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_{11}$	白色结晶粉末		56
二乙酰二苯肼(4N)	$\begin{array}{c} \text{COCH}_3 \\ \\ \text{C}-\text{CH}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_5 \\ \\ \text{C}-\text{CH}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_5 \\ \\ \text{COCH}_3 \end{array}$	黄白色粉末	1.12	200~215
三丁基硫脲(TBTU)	$\begin{array}{c} \text{H}_9\text{C}_4 \\ \\ \text{N}-\text{C}-\text{NH}-\text{C}_4\text{H}_9 \\ \\ \text{H}_9\text{C}_4 \\ \\ \text{S} \end{array}$	琥珀色液体	0.938	
乙醛肟	acetaldehyde oxime $\text{CH}_3\text{CH}=\text{NOH}$	无色液体		115~116 (沸点)
丁醛肟	butyraldehyde oxime $\text{H}_7\text{C}_3\text{CH}=\text{NOH}$	无色液体		149~150 (沸点)
丙酮肟	acetone oxime $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{NOH}$	白色结晶物		61
甲基异丁基酮肟	methyl isobutyl ketoxime $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \\ \text{C}=\text{NOH} \\ \\ \text{C}(\text{CH}_3)_3 \end{array}$	无色液体		178~179 (沸点)
5-甲基-3-庚酮肟	5-methyl-3-heptanone oxime $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\underset{\text{NOH}}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	无色液体		95~97 (沸点)
5-甲基-2-己酮肟	5-methyl-2-hexanone oxime $\text{CH}_3\text{CH}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}_2}-\text{CH}_2-\underset{\text{NOH}}{\text{C}}-\text{CH}_3$	无色液体		196~198 (沸点)

【制法】 对氨基苯乙醚与丙酮在催化作用下缩合可制得防老剂 AW。

4-氨基二苯胺与环己酮在一定温度下反应，用甲酸还原，而后在溶剂中结晶制得 4010。

4-氨基二苯胺与丙酮经催化加氢可制得 4010NA。

4-氨基二苯胺与甲基异丁基酮经催化加氢缩合可制得 4020。

苯胺与对苯二酚在催化剂作用下缩合可制得防老剂 H。

【基本特性】

(1) 在天然橡胶和合成橡胶中有良好的抗臭氧老化效能。

(2) 除防老剂 AW 以外，抗臭氧作用最显著的是对苯二胺衍生物，最有名的是被称为“4000 系列”的几个品种，即 4010、4010NA、4020、4030 等。

(3) 4000 系列中抗臭氧效能最好、用途最广泛的是 4010NA，但它能被水从橡胶制品中抽提出来，而 4020 不会被水抽出，所以凡能和水接触的制品（如轮胎），越来越广泛使用 4020。

(4) 4000 系列防老剂与蔡胺类防老剂以及微晶石蜡并用能产生很强的协同效应，在实用中很有价值。

(5) 烷基和芳基置换的联氨（脞和脞）也是一类抗臭氧剂，但其抗臭氧作用远不及对苯二胺系产物。由于它具有不污染的特点，尽管效能差些，仍有实用意义。

(6) 喹啉和对苯二胺类均属污染型防老剂，脞和脞系为非污染型防老剂。

【用途及用法】

(1) 用于天然橡胶、顺丁橡胶、丁苯橡胶、异戊橡胶、丁腈橡胶、丁基橡胶和胶乳制造轮胎、胶管、胶带、胶鞋及各类橡胶制品，也用于再生胶含量高的制品和胶乳制品。

(2) 可直接加入胶料或胶乳使用。可单用，亦可与其他防老剂并用。

(3) 一般用量为 0.5~3.0 份，通常用量为 1.0~2.5 份。

【注意事项】

(1) 喹啉和对苯二胺有污染性，不宜用于浅色制品。

(2) 应贮存于阴凉通风处，运输防火、防晒、防潮。

【品种牌号】

国 别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明
中国	防老剂 AW(南京化工厂、南京助剂厂、武汉化学助剂厂、重庆东风化工厂、四川染化厂)	即为本品	意大利	Anox W(Bozzeto)	
美国	Polyflex(Naugatuck, Uniroyal Chem.)		日本	Antage AW	
美国、荷兰	Santoflex AW(Harwick)			Antage AW-P(川口)	
英国	Santoflex AW(Flexsys)			Antigene AW(住友)	
法国	Ethoxyquin(Bennett)		匈牙利	Nocrac AW	
	Permanax 103(Rhône-Poulenc)			Nocrac AW-N(大内新兴)	
	PPA(Man. Land.)		俄罗斯	Nonflex AW	
法国、英国	Permanax ETMQ(Vulnax)			Nonflex AW-P(精工)	
德国	Antioxidant EC			Antioxidant Premix	
	Vulkanox EC(Bayer)		美国	Niflex D	
	Ethoxyquin			Хинол ЗД	
	Raluquin(Reschig)			Amoco 532(Amoco)	本品为 DBPD
				Antioxidant 22	
				Gasoline AQ-22(Du Pont)	
				Antioxidant 403(Uniroyal)	
				Tenamene 2(Eastman)	
				Uop 5(Univ. Oil)	

续表

国 别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明
英国	Antioxidant M	本品为 66	美国	Santoflex CP	
德国	Topanol M(ICI)			Super Santoflex(Flexsys)	
日本	Kerobit BPD(BASF)		德国	Uop 36(Uop)	
俄罗斯	Сумилizer BPA(住友)			Antioxidant 4010	
美国	Вулканокс 4030 (Mobay Chem.)	本品为 4030	日本	ASM 4010(Bayer)	
	ANTO ³ “G”(Pennwalt)			Antigene 6H(住友)	
	Antozite MPD(Vanderbilt)		俄罗斯	Nocrac 810(大内新兴)	
	Cyzone DH(Cyanamid)			Ozonone 6H(精工)	
	Eastozone 33		中国	防老剂 4010NA(南京化工厂、铜陵有机化公司、山东圣奥化工公司)	
	Tenamene 4(Eastman)		美国	Akrochem Antioxidant PD-1(Akron Chem.)	
	Flexzone 4L(Uniroyal Chem.)			Antioxidant 420 (Nau-gatuck)	
	Uop 788(Uop)			ANTO ³ “H”(Pennwalt)	
	Santoflex 77(Harwick, Flexsys)		美国	Cyzone IP(Cyanamid)	
德国	Antioxidant 4030			Eastozone 34(Eastman)	
	ASM 4030(Bayer)			Flexzone 3-C(Uniroyal Chem.)	
俄罗斯	Диаксен ДМА			Permanax IPPD (Cook Chem., Vulnax)	
中国	防老剂 4020(南京化工厂、铜陵有机化公司、山东圣奥化工公司)	即为本品		Santoflex IP (Flexsys, Harwick)	
美国	Akrochem Antioxidant PD-2(Akron Chem.)			Santoflex IPPD(Flexsys)	
	Antozite 67(Vanderbilt)			Vulkanox 4010NA(Mobay Chem.)	
	Flexzone 7F		英国	Antioxidant IP	
	Flexzone 7L(Uniroyal)	本品与 4030 的混合物		Antiozonant IP(Anchor)	
	Permanax 6PPD(F)(Cook Chem., Vulnax)		法国	Nonox ZA(ICI)	
	Vulkanox 4020(Flaked or liquid)(Mobay Chem.)			Permanax 115 (Rhône-Poulenc)	
	Santoflex 6PPD (Flexsys, Harwick)		德国	Antioxidant 4010NA (Bayer)	
	Uop 57			Antioxidant CD	
	Uop 588(Uop)		日本	Antage 3C(川口)	
	Wingstay 300 (Goodyear Chem.)			Antigene 3C(住友)	
英国	Nonox ZC(ICI)		前南斯拉夫	Nocrac 810-NA(大内新兴)	
法国	Permanax 120(Rhône Pculenc)		波兰	Ozonone 3C(精工)	
德国	Antioxdant 4020(Bayer)		俄罗斯	AO-IONA	
波兰	Irognox 45			Iroganox 44	
俄罗斯	Диаксен 13		美国	Диаксен ФП	本品为防老剂 288 本品与 4020 混合物
	Диаксен ДММД			Uop 288	
	Диаксен ФДМБ			Uop 256(Uop)	
中国	防老剂 4010(南京化工厂、山东圣奥化工公司)			Antozite 1(Vanderbilt)	
美国	Ervo(Vanderbilt)	即为本品		Eastozone 30	
	Flexzone 6H(Uniroyal Chem.)			Tenamene 30(Eastman)	
			英国	Antioxidant 30(Alwitt)	

续表

国 别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明
美国	Uop 88(Uop) ANTO ³ “B” ANTO ³ “D”(Pennwalt) Antozite 2(Vanderbilt) Tenamene 31 Eastozone 31(Eastman) Flexzone 8L(Uniroyal Chem.)	本品为防老剂 88 本品的异构体	美国	Wiugstay 100(Goodyear) Vulkanox 3100(Bayer)	
英国	Antioxidant 31(Alwitt)		中国	防老剂 DNP(宜兴东方精细化工厂、黄岩东海化工厂、黄岩华星化学厂、南京六合国海化工公司)	即为本品
中国	防老剂 H(南京化工厂、南京助剂厂、无锡华耀助剂厂)	即为本品	美国	ANTO ³ “E” ANTO ³ “A”(Pennwalt)	本品为防老剂 HFFD 本品与防老剂 H 1:1 的混合物
美国	Age Rite DPPD		波兰	Polnox 66	即为本品
美国	Age Rite HP-S (Vanderbilt)	本品与二辛基二苯胺的混合物	中国	防老剂 688、防老剂 8PPD (山东宁阳化肥厂)	即为本品 本品与 RD 的复配物
	Flexamine	本品与二苯胺丙酮反应产物混合物	美国	Uop 688 Uop 62(Uop)	本品为防老剂 688 本品与防老剂 288 的混合物
	Flexamine Wire grade (Uniroyal)	本品与二苯胺丙酮反应产物混合物		Uop 688 dry liquid concentrate(Polymeric)	本品含 72%
	Good Rite AO 3152			Elast-O-Sperse PLC(688)-72(Elastochem)	72%本品加硅酸钙
	Good Rite Caromax (Goodyrich)		中国	防老剂 TPPD	即为本品
	JZF(Uniroyal Chem.)		美国	Aranox(Uniroyal Chem., Naugatuck)	
	Naugard J(Naugatuck)			Poly-dispersion S(AX)D-75(Wyrough & Loser)	本品加 25% 丁苯橡胶
	Permanax DPPD(F)(Vulnax)		日本	Nocrac TD(大内)	
	Permanax DPPD (Cook Chem.)		俄罗斯	Диафен ФС	
	Stabilite FLX	本品与二苯基亚乙基二胺的混合物	美国	Eastozone 32(Eastman)	即为本品
英国	Antioxidant DPPD(Anchor)		日本	Nocrac G-1(大内)	即为本品
	Nonox DPPD(ICI)		美国	ANTO ³ “C”(Pennwalt) Aceto Ozone(Ames)	本品为混 I 与蜡的混合物
	Santoflex 75(Monsanto)	本品与防老剂 DD 的混合物		Flexzone 11L Flexzone 12L Flexzone 15L(Uniroyal)	深色黏稠液 深色黏稠液
法国	Antioxygene DIP (Mat. Col.)		美国	Santoflex 134 Santoflex 715(Flexsys) Wingstay 250 Wingstay 275(Goodyear)	深色黏稠液体 深色黏稠液体
	Antofane DIP(Kühlmann)		美国	Wingstay 100 Wingstay 100AZ Wingstay 200(Goodyear)	本品为混 II 用于氯丁橡胶
	DPPD(Soc. Prod)		日本	Antigene DTP(住友) Nonflex TP(精工) Antage WT-100(川口)	
	Permanax 18(Rhône Poulenc)		中国	防老剂 CEA(浙江黄岩化工厂)	即为本品
德国	Vulkanox DPPD(Bayer)		日本	Ozonone 4N(精工)	即为本品
意大利	Inhibitore OB(ACNA Montecatini)		美国	Santowhite TBTU(Flexsys)	即为本品
日本	Antage DP(川口) Antigene H Antigene P(住友) Antioxidant H Nonflex H(精工) Nocrac DP(大内新兴)		美国	Acetone Oxime(Ames)	本品为丙酮肟
俄罗斯	Диафен Ф Диафен ФФ(ДФФД)		德国	Antioxidant AFC Antioxidant AFD(Bayer)	苯并咪唑衍生物 非污染型
中国	防老剂 3100(句容市新春化工公司)	本品为 DTPD			

【包装、贮存和运输】 固体产品用编织带内衬塑料袋包装，50kg/袋；或木桶内衬塑料袋包装，净重 25kg/桶。液体用镀锌桶密封包装，200kg/桶。放于阴凉通风处，运输防火、防晒、防潮。

11.2.2 物理抗臭氧剂

名 称	化 学 组 成	外 观	牌 号	滴点/℃
合成地蜡 SYB 1604-60	饱和异构烷烃	白黄色	60 [#]	60
			70 [#]	70
			80 [#]	80
			90 [#]	90
			100 [#]	100
			67 [#]	67
提纯地蜡 SYB 1605-60S	饱和异构烷烃	白黄色	75 [#]	75
			80 [#]	80
精白蜡	refined paraffin(Wax)饱和直链烷烃	白色结晶		57~70(熔点)
白石蜡	scale paraffin(Wax)饱和直链烷烃	白色		
黄石蜡	yellow paraffin(Wax)饱和直链烷烃	黄色		

【制法】 由石油或页岩油的重馏分加工精制而得。

【基本特性】

(1) 配炼时加入胶料，其用量超过在橡胶中的溶解度时，硫化后喷出橡胶制品表面，形成一层保护膜，防止制品受臭氧攻击而产生龟裂。

(2) 石蜡与地蜡相比，前者迁移速度快，易成膜，但防护效能差；后者结晶均匀，蜡膜与橡胶表面结合牢，屈挠性好，故防护性能优于前者。

(3) 防护蜡一般对静态抗臭氧龟裂效果显著，但动态下抗臭氧主要依靠化学抗臭氧剂，由于蜡的迁移速度快，有助于化学抗臭氧剂扩散，故两者并用，无论对静态或是动态抗臭氧性能更佳。

【用途及用法】

(1) 用于制造轮胎、胶管、胶带及暴露使用易受臭氧攻击的橡胶制品。

(2) 在混炼时直接加入胶料使用。

(3) 使用中常与化学抗臭氧剂并用，防护蜡以含少量石蜡的地蜡为宜。

(4) 用量宜超过在橡胶中的溶解度，通常用 1.0~1.5 份。

【注意事项】 无特殊要求。

【厂家牌号】

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	Akrowax Microcrystalline Blend(Akron Chem.)	蜡的混合物	美国	Nochek wax 4607 (C. P. Hall)	微晶蜡混合物
	"Be Square"175 Amber Starwax 100(Petrolite)	微晶蜡		Petroleum wax(Paraffin wax 140/143°F, AMP) (R. E. Carroll)	
	Mismo-Beeswax	微晶蜡		Stan wax Slack wax(Hatwick)	蜡与中性油混合物
	Pulverized wax 1107			Sunolite 100	石油蜡混合物
	Remover wax 202 and 303			Sunolite 127	石油蜡混合物
	Rock FT wax			Sunolite 240	石油蜡混合物
	Technical Refined Carnauba Lumps(International wax)			Sunolite 666(Witco Chem.)	石油蜡混合物

续表

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	Sunproof Canadian	蜡混合物	日本	Sunnoc	特种蜡
	Sunproof Extra	蜡混合物		Sunnoc-N	特种蜡
	Sunproof Improved	蜡混合物		Ozonoc 33(大内新兴)	特种蜡
	Sunproof Jr	蜡混合物		Ozogard MC	特种蜡
	Sunproof Regular	蜡混合物		Ozogard K	特种蜡
	Sunproof Super(Uniroyal Chem.)	蜡混合物		Ozogard G(川口)	特种蜡
	Sun wax 6514	精石油蜡		Suntight	微晶蜡
	Sun wax Anti-chek 12 (Sun Petroleum)	精石油蜡		Suntight S	微晶蜡
	Sun wax Anti-chek (R. E. Carroll)	精石油蜡		Suntight R	微晶蜡
				Suntight C	微晶蜡
				Suntight Z(精工)	微晶蜡

【包装】 用编织袋内衬塑料袋包装，30kg/袋；或用木桶内衬塑料袋包装，25kg/桶。

11.3 有害金属抑制剂

在配炼过程中加入胶料，可以抑制胶料中微量金属对橡胶催化老化作用的物质，称为有害金属抑制剂。

大多数有害金属抑制剂同时兼有抗氧化剂或抗臭氧剂的功能，它们分别在前述有关章节中介绍过。这里仅按其化学组成分别列出，详细情况请参阅前述有关章节内容。

类 别	商 品 名 称	参 见 节 号	类 别	商 品 名 称	参 见 节 号
醛胺生成物	防老剂 AH	2.1.2	对苯二胺衍生物	防老剂 4010	2.2.1
酮胺生成物	防老剂 RD	2.1.3		防老剂 TPPD	2.2.1
苯基萘胺	防老剂 A	2.1.1	烷基芳基仲胺	防老剂 DED	2.1.1
	防老剂 D	2.1.1		防老剂 DOD	2.1.4
取代二苯胺	二烷基化二苯胺	2.1.1		ZKF	2.1.4
				防老剂 WSP	2.1.4
对苯二胺衍生物	防老剂 H	2.2.1	咪唑	防老剂 MB	2.1.5
	防老剂 DNP	2.2.1		防老剂 MBZ	2.1.5
	防老剂 4010NA	2.2.1	亚磷酸酯	TPP	2.1.5
	防老剂 4020	2.2.1			

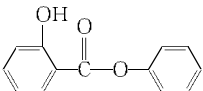
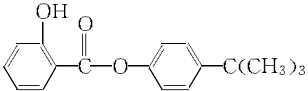
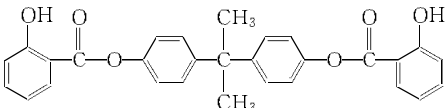
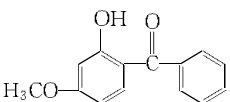
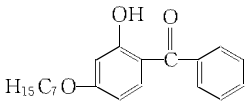
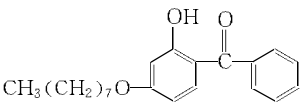
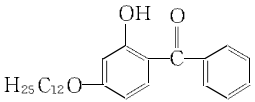
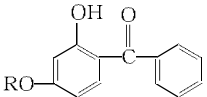
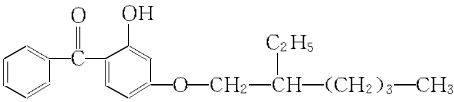
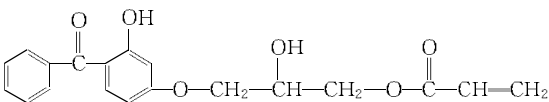
除上述品种外，尚有以下品种。

(1) 二水杨基丙二醇胺 (Disalicylal-propylene diamine)，商品为芳香族溶剂配制而成的红棕色液体，相对密度为 1.07，无毒，用量约为橡胶的 0.25%~0.5%。

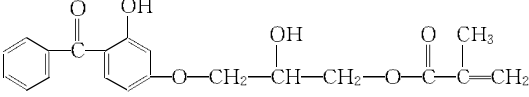
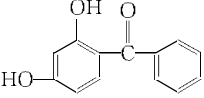
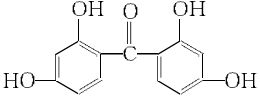
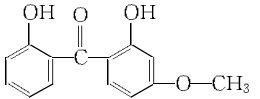
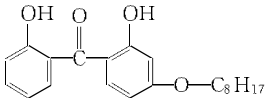
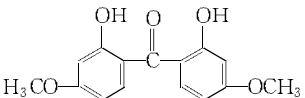
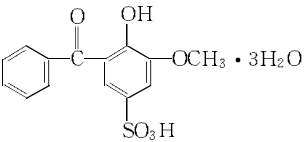
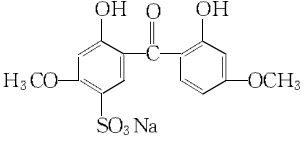
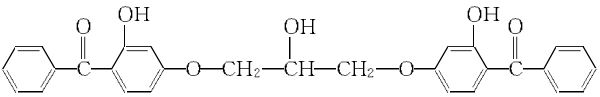
(2) 磷酸钠，纺织品涂胶之前先用磷酸钠溶液处理，即可除去附着的铁、铜、锰盐，能抑制残留在织物上的有害金属的破坏作用。

11.4 光稳定剂

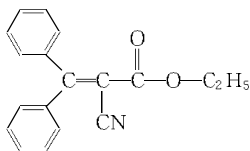
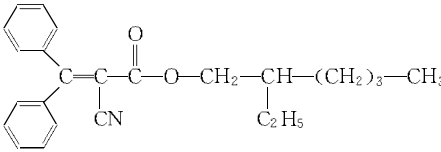
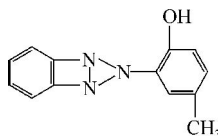
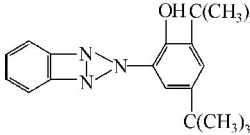
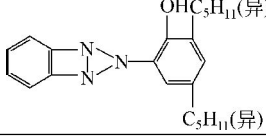
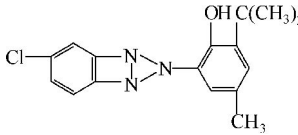
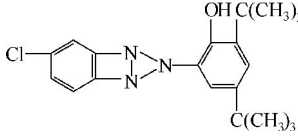
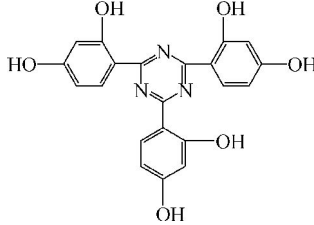
配炼时加入胶料或聚合时加入，在制品使用过程中能屏蔽或吸收紫外线，以保护制品免受其破坏的物质，称为光稳定剂，又称紫外线吸收剂。

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
水 杨 酸 苯 酯 (Salol)	phenyl salicylate 	白色结 晶粉末		42~43
水 杨 酸 对 叔 丁 基 苯 酯 (TBS)	<i>p</i> -tert-butyl-phenyl salicylate 	白色结 晶粉末		64
对,对'-亚异丙 基 双 酚 双 水 杨 酸 酯 (BAD)	<i>p,p'</i> -isopropylidene bisphenol salicylate 	白色粉末		158~161
2-羟基-4-甲氧 基 二 苯 甲 酮 (UV- 9)	2-hydroxy-4-methoxy-benzophenone 	白 黄 色 结 晶	1.324	62~65
2-羟基-4-庚氧 基 二 苯 甲 酮 (U- 247)	2-hydroxy-4-heptoxy-benzophenone 	淡 黄 色 粉 末		62.5~65
2-羟基-4-正辛 氧 基 二 苯 甲 酮 (UV-531)	2-hydroxy-4-n-octoxy benzophenone 	白 黄 色 结 晶 粉 末		48~49
2-羟基-4-十二 烷 氧 基 二 苯 甲 酮 (DOBP)	2-hydroxy-4-dodecyloxy benzophenone 	淡 黄 色 片 状 物		43 (凝固点)
4-烷氧基-2-羟 基 二 苯 甲 酮 (OA)	2-hydroxy-4-alkyloxy-benzophenone  R=C ₇ H ₁₅ ~C ₉ H ₁₉	淡 橙 色 黏 性 液 体		140~210 (沸点)
2-羟基-4-(2-乙 基 己 氧 基) 二 苯 甲 酮 (242)	2-hydroxy-4-(2-ethyl hexyloxy) benzophenone 	淡 黄 色 黏 性 液 体	1.04~ 1.05	230~235 (沸点)
2-羟基-4-(2-羟 基-3-丙烯酰氧基 丙氧基) 二 苯 甲 酮 (A)	2-hydroxy-4-(2-hydroxy-3-acryloxy propyloxy) benzophenone 	黄 色 黏 性 液 体		

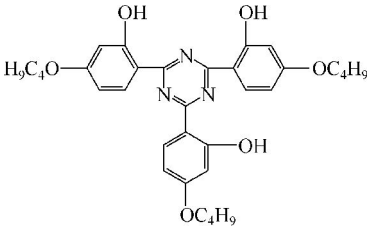
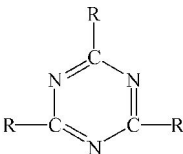
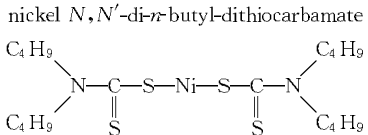
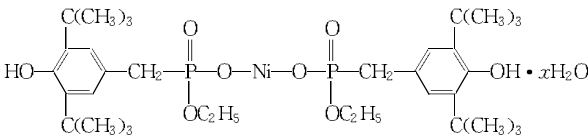
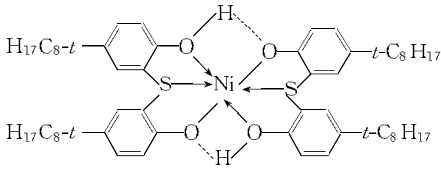
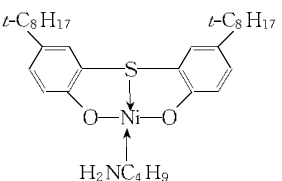
续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
2-羟基-4-(2-羟基-3-甲基丙烯酰氧基丙氧基)二苯甲酮(MA)	2-hydroxy-4-(2-hydroxy-3-methacryloxy propyloxy)benzophenone 	淡黄色 黏性液体	1.23	
2,4-二羟基二苯甲酮(UV-0)	2,4-dihydroxy benzophenone 	淡黄色 针形结晶		138~143
2,2',4,4'-四羟基二苯甲酮(D-50)	2,2',4,4'-tetrahydroxy benzophenone 	粉末状物	1.2162	195
2,2'-二羟基-4-甲氧基二苯甲酮(UV-24)	2,2'-dihydroxy-4-methoxy benzophenone 	灰黄色 结晶		60~70
2,2'-二羟基-4-辛氧基二苯甲酮(UV-314)	2,2'-dihydroxy-4-octyloxy benzophenone 	淡黄色 结晶粉末		92
2,2'-二羟基-4,4'-二甲氧基二苯甲酮(UV-12)	2,2'-dihydroxy-4,4'-dimethoxy benzophenone 	粉末状物	1.3448	130
2-羟基-4-甲氧基-5-磺基二苯甲酮(三水合物)(UV-284)	2-hydroxy-4-methoxy-5-sulfon benzophenone 	黄色粉末		109~110
2,2'-二羟基-4,4'-二甲氧基-5-磺酸钠二苯甲酮(DC-49)	2,2'-dihydroxy-4,4'-dimethoxy-5-sodium sulfonate benzophenone 	粉末状物		350
1,3-双(3-羟基-4-苯甲酰基苯氧基)-2-丙醇(C-67)	1,3-bis(3-hydroxy-4-benzoyl phenoxy)propanol-2 	淡黄色 结晶粉末		150~151

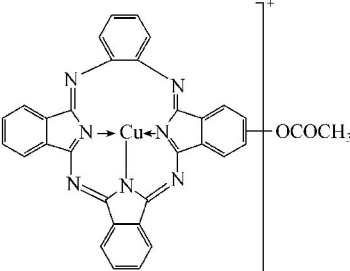
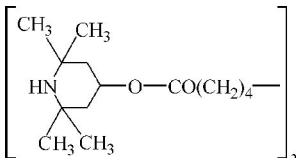
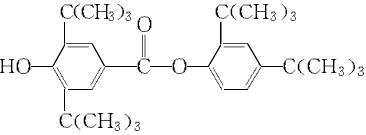
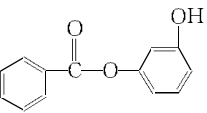
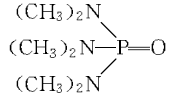
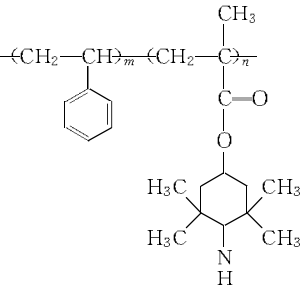
续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
2-氰基-3,3-二苯基丙烯酸乙酯 (N-35)	ethyl-2-Cyano-3,3-diphenyl acrylate 	白色结 晶粉末	1.1642	96
2-氰基-3,3-二苯基丙烯酸-2'-乙基己酯(N-539)	2'-ethylhexyl-2-cyano-3,3-diphenyl acrylate 	淡黄色 液体	1.0478	200 (沸点) -10 (熔点)
2-(2-羟基-5-甲基苯基)苯并三唑 (UV-P)	2-(2-hydroxy-5-methyl phenyl)benzotriazole 	淡黄色 结晶粉末	1.38	128~130
2-(2-羟基-3,5-二叔丁基苯基)苯并三唑 (320)	2-(2-hydroxy-3,5-di-tert-butyl phenyl)benzotriazole 	淡黄色 结晶粉末		155
2-(2-羟基-3,5-二异戊基苯基)苯并三唑 (328)	2-(2-hydroxy-3,5-di-isopentyl phenyl)benzotriazole 	淡黄色 粉末		83
2-(2-羟基-3-叔丁基-5-甲基苯基)-5-氯苯并三唑 (UV-326)	2-(2-hydroxy-3-tert-butyl-5-methylphenyl)-5-chlorobenzotriazole 	淡黄色 结晶粉末		140~141
2-(2-羟基-3,5-二叔丁基苯基)-5-氯苯并三唑 (UV-327)	2-(2-hydroxy-3,5-di-tert-butyl phenyl)-5-chlorobenzotriazole 	淡黄色 粉末		151
2,4,6-三(2,4-二羟基苯基)-1,3,5-三嗪	2,4,6-tri(2,4-dihydroxy phenyl)-1,3,5-triazine 	淡黄色 粉末		200

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
2,4,6-三(2-羟基-4-正丁氧基苯基)-1,3,5-三嗪	<p>2,4,6-tris(2-hydroxy-4-<i>n</i>-butoxyphenyl)-1,3,5-triazine</p> 	淡黄色粉末		165~166
2,4,6-三(防老基团)-1,3,5-三吡嗪	 <p>(I) R₁ 为 NHC₆H₄NHC₆H₅ (II) R₂ 为 OC₆H₄NHC₆H₅</p>	黑色或淡褐色物		(I) 200 (II) 198
双(<i>N,N'</i> -二正丁基二硫代氨基甲酸)镍(防老剂 NBC)	<p>nickel <i>N,N'</i>-di-<i>n</i>-butyl-dithiocarbamate</p> 	深绿色粉末		83
双(3,5-二叔丁基-4-羟基苯基膦酸单乙酯)镍盐(光稳定剂 2002)	<p>nickel 3,5-di-<i>tert</i>-butyl-4-hydroxybenzylphosphonate monoethylate</p> 	淡黄绿色粉末		180~200
双[2,2'-硫化双(4-叔丁基苯酚)]络镍(NBPS)	<p>nickel complex of 2,2'-thio-bis(4-<i>tert</i>-octylphenol)</p> 	绿色粉末		
2,2'-硫双(4-叔丁基苯酚)与正丁基胺的镍络盐(UV-1084)	<p>nickel complex salt of 2,2'-thio-bis(4-<i>tert</i>-octylphenol) and <i>n</i>-butylamine</p> 	绿色粉末		261

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
三异吲哚基苯基四胺络酮(C _T -9)	<p>copper complex of trisindole benzene tetra-amine</p> 	深紫色 结晶粉末		400
二(2,2,6,6-四甲基-4-哌啶基)癸二酸酯(光稳定剂 770)	<p>di-(2,2,6,6-tetramethyl piperidine-4-) sebacate</p> 	淡黄色 结晶粉末		79~86
3,5-二叔丁基-4-羟基苯甲酸-2,4-二叔丁基苯酯(光稳定剂 120)	<p>2,4-di-<i>tert</i>-butylphenyl-3,5-di-<i>tert</i>-butyl-4-hydroxybenzoate</p> 	微黄粉末		192~197
间苯二酚单苯甲酸酯(RMB)	<p>resorcinol monobenzoate</p> 	白色结 晶粉末		132~135
六甲基磷酰三胺(HPT)	<p>hexamethyl phosphoric triamide</p> 	无色透 明液体	1.0253	235 (沸点)
4-(甲基丙烯酸)-2,2,6,6-四甲基哌啶酯与苯乙烯共聚物(光稳定剂 PDS)	<p>(2,2,6,6-tetra methyl-4-<i>p</i>-peridine) methyl acrylated styrene copolymer</p> 	白黄色 粉末		110~130
三(1,2,2,6,6-五甲基哌啶基)-4-亚磷酸酯(光稳定剂 GW-540)	<p>tris(1,2,2,6,6-pewtamethyl piperidyl)phosphite</p> <p>C₃₃H₄₅N₃O₃P</p>	白色粉 末结晶		122~124

【制法】 水杨酸与氯化亚砷进行酰氯化反应得水杨酰氯，再与相应的酚反应可得水杨酸酯类产品，如与双酚 A 反应即可制得 BAD。

间苯二酚与硫酸二甲酯进行甲基化反应，生成间苯二酚二甲醚，再与苯甲酰氯在三氯化铝催化下反应，经水解后可制得 UV-9。

由间苯二酚与甲酰氯缩合，经蒸馏、脱色、干燥可得到 UV-0。

由 UV-0 与溴辛烷缩合，经过滤、浓缩、冷却、结晶可制得 UV-531。

叔丁醇经三氧化二铝催化脱水制得异丁烯，异丁烯与苯酚进行烷基化，生成 2,4-二叔丁基苯酚。对氯邻硝基苯胺重氮化后与 2,4-二叔丁基苯酚进行偶合，再经还原、提纯可得 UV-327。

由二丁基二硫代氨基甲酸钠与氯化镍反应，经水洗、干燥可得防老剂 NBC。

由 2,6-二叔丁基起始，经苯基化、缩合、水解、络合、干燥制得光稳定剂 2002。

以氨和丙酮为原料合成四甲基哌啶醇后再与癸二酸酯化可得光稳定剂 770。

在氯化铵存在下，丙酮通氨合成丙酮肟，加入硫氰酸胺转化成三丙酮胺，再氢化得四甲基哌啶醇，经与甲基丙烯酸甲酯进行酯交换，再与苯乙烯共聚可得光稳定剂 PDS。

从氨和丙酮为原料合成四甲基哌啶醇后，在甲醛回流下加入甲酸，甲基化得 1,2,2,6,6-五甲基哌啶醇，再与三氯化磷酯化可得 GW-540。

【基本特性】

(1) 在橡胶、胶乳和其他高分子材料中，能有效防止受光照尤其是紫外线照射引起的高分子材料老化。

(2) 通常可在聚合过程中加入，成为聚合物的一部分，由于它不被抽出，不迁移，是长效优良的防护助剂。

(3) 光稳定剂不污染，不变色，常用于透明、半透明或浅色制品以防光照或紫外线照射。

(4) 光稳定剂主要包括：水杨酸酯类，如 BAD、TBS 等；邻羟基二苯甲酮类，如 UV-9、UV-531 等；苯并三唑类，如 UV-9、UV-327、UV-326 等；三嗪类；镍盐，如 NBC、2002、NBPS、UV-1084 等；取代丙烯腈类等。其防护效能以苯并三唑和三嗪类最好。

【用途及用法】

(1) 可用于天然橡胶、合成橡胶及胶乳，多用于制造浅色、透明橡胶制品。

(2) 可以在聚合时加入，也可以在混炼时加入。

(3) 一般用量 0.05~1.0 份，通常用 0.1~0.5 份。

【品种牌号】

国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明	国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明
中国	水杨酸苯酯(上海试剂一厂、常州红卫化工厂)	即为本品	中国	紫外线吸收剂 UV-9(辽阳有机化工厂、武汉助剂二厂、上海助剂厂、北京化工三厂、沈阳助剂厂)	即为本品
美国	Salol	即为本品	美国	Uvistat 24(Ward)	
德国	Dow light Absorber Salol (Dow)		美国	Uvinul M-40(GAF)	
美国	UV-Absorber NL/I(Oxydo)		美国	Cyasorb UV-9 (American Cyanamid)	
美国	Inhibitor TBS	本品为 TBS	英国	UV-Absorber-9	
法国	Dow Light Absorber TBS (Dow)		法国	Anti UV-A(Soc. Franc.)	
法国	Anti UV-K(Soc. Franc.)		德国	Advastab 45(Advance)	
德国	UV-Absorber NL-3(Oxydo)		德国	UV-Absorber MOB	
中国	光稳定剂 EAD(天津力生化工厂、天津合成材料研究所)	即为本品	意大利	Chimasorb 90(Chimosa)	

续表

国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明	国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明
匈牙利	Ongrostab HMB		美国	Uvinul DC-49(GAF Corp.)	本品为 DC-49
俄罗斯	Бензон ОМ		俄罗斯	C-67	即为本品
英国	Uvistat 247(Ward)	本品为 U-247		Дибензон ОП	
意大利	Chimasorb 71(Chimosa)		美国	Uvinul N-35(GAF)	本品为(N-35)
中国	紫外线吸收剂 UV-531(北京化工三厂、江苏镇江塑料三厂、武汉化学助剂总厂、南京长征化工厂、镇江聚氯乙稀树脂厂)	即为本品	美国	Uvinul N-539(GAF)	本品为(N-539)
美国	Carstab 700		中国	紫外线吸收剂 UV-P(天津力生化工厂、上海助剂厂)	即为本品
	Carstab 700L(Cincinnati)		美国	Usolvin VS(Color)	
			瑞士	Tinuvin P(Ciba Geigy)	
			俄罗斯	Беназол П	
美国	Cyasorb UV 531(American Cyanamid)		瑞士	Tinuvin 320(Ciba Geigy)	本品为(320)
法国	Anti UV-P(Soc. Franc)		瑞士	Tinuvin 328	本品为(328)
意大利	Chimasorb 81(Chimosa)			Tinuvin MB-94(Ciba-Geigy)	本品为(2002)
匈牙利	Ongrostab HOB		美国	Usolvin VSE(Color)	本品为(UV-326)
俄罗斯	Бензон ОО		瑞士	Tinuvin 326(Ciba Geigy)	
美国	DOBP	即为本品	中国	紫外线吸收剂 UV-327(天津力生化工厂、南京化工厂、上海助剂厂、北京化工厂)	即为本品
	Eastman Inhibitor DOBP (Eastman)				
意大利	Chimasorb 125(Chimosa)		日本	Viosorb 580(共同)	
俄罗斯	Бензон ОА	本品为(OA)	瑞士	Tinuvin 327(Ciba Geigy)	
美国	Permasorb A(Nat. Starch)	本品为(A)	中国	光稳定剂 THBT(上海东方化工厂、吉林合龙县化工厂)	
美国	Permasorb MA (Nat. Starch)	本品为(MA)	中国	光稳定剂 NBC(武汉径河化工公司)	即为本品,亦称防老剂 NBC
中国	紫外线吸收剂 UV-0	即为本品	中国	光稳定剂 2002(江苏镇江化工研究所)	即为本品
美国	Inhibitor DHBP(Eastman)		瑞士	Irgastab 2002(Ciba Geigy)	
	Usolvin PS(Color)		美国	Usolvin NBPS(Color)	本品为(NBPS)
英国	Uvinul 400(GAF)		荷兰	Ferro AM-101(Ferro)	
法国	Uvistat 12(Ward)		美国	Cyasorb UV-1084(Cyanamid)	本品为(UV-1084)
德国	Anti UV-D(Soc. Franc.)		俄罗斯	Стабилин-9	本品为(C _T -9)
	Advastab 48(Advance)		中国	光稳定剂 770(北京化工三厂)	即为本品
	UV Absorber DHB		瑞士	Tinuvin 770(Ciba Geigy)	
意大利	Chimasorb 22(Chimosa)		美国	AM-340(Ferro)	本品为光稳定剂 120
美国	Uvinul D-50(GAF)	本品为(D-50)		Cyasorb 2300(American Cyanamid)	
美国	Cyasorb UV-24(American Cyanamid)	本品为(UV-24)	荷兰	Ionox 901(Shell International)	
德国	Advastab 47(Advance)		瑞士	Tinuvin 120(Ciba-Geigy)	
美国	Cyasorb UV-314(Cyanamid)	本品为(UV-314)	中国	光稳定剂 RMB(武汉化学助剂厂)	本品为 RMB
美国	Cyasorb UV-12(Cyanamid)	本品为(UV-12)	美国	Eastman Inhibitor RMB (Eastman)	
	Uvinul D-49		中国	光稳定剂 HPT(浙江建德有机化工厂)	本品为 HPT
	Uvinul 490(GAF)	含其他四取代基二苯甲酮			
美国	Cyasorb UV-284(Cyanamid)	本品为(UV-284)			
	Uvinul MS-40(GAF)				

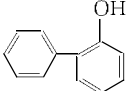
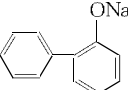
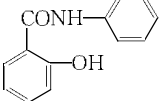
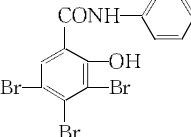
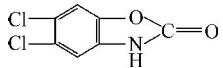
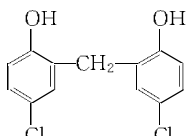
续表

国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明	国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明
美国	Eastman Inhibitor HPT (Eastman)		中国	光稳定剂 GW-540(北京化工三厂、苏州助剂厂、上海中华化工厂、浙江瑞安氮肥厂、太原溶剂厂)	即为本品
中国	光稳定剂 PDS(北京化工三厂、苏州助剂厂)	即为本品			

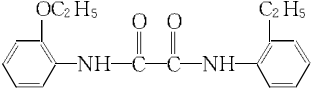
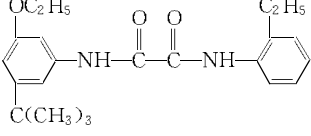
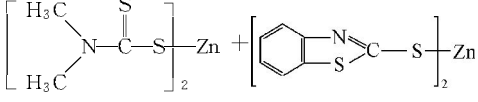
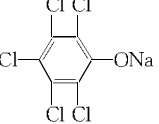
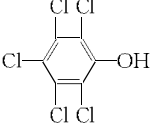
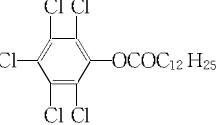
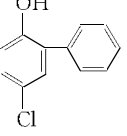
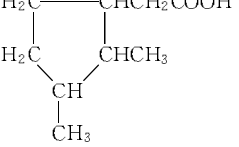
【包装、贮存和运输】 固体粉末产品用木桶或纸板桶包装，内衬塑料袋，净重 25kg/桶或 50kg/桶；液体产品用白铁桶装，净重 180kg/桶或 200kg/桶。按非危险品运输，存放防潮、防晒。

11.5 防霉剂

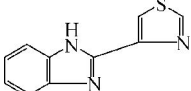
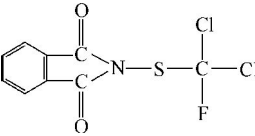
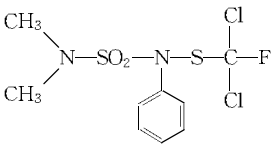
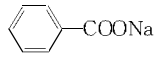
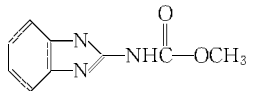
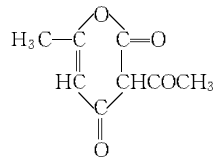
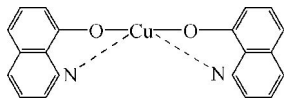
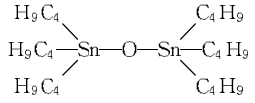
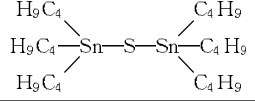
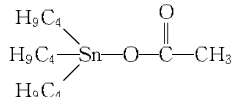
在混炼时加入胶料或制备胶浆时加入，能有效防止或抑制橡胶制品霉菌滋生，达到延长制品使用寿命效果的物质，称为防霉剂。

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
邻苯基苯酚	α -phenyl phenol 	白色粒状结晶	1.21	55.5~57
邻苯基苯酚钠盐	sodium α -phenyl phenolate 	淡黄色粒状固体	1.29	
N-水杨酰苯胺	salicylamide 	暗红色粉末		132
3,4,5-三溴水杨酰苯胺	3,4,5-tribromosalicylamide 	白色粉末		226
5,6-二氯苯并唑啉酮(防霉剂 O)	5,6-dichlorobenzoxazolinone 	白色粉末		186~192
2,2'-二羟基-5,5'-二氯二苯甲烷	2,2'-dihydroxy-5,5'-dichlorodiphenylmethane 	浅灰色粉末	1.40	

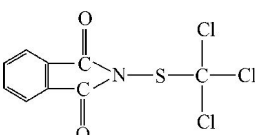
续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
2-乙基-2'-乙氧基 草酰替苯胺	2-ethyl-2'-ethoxyamido-xalylaniline 	白色结 晶粉末		27
5-叔丁基-3-乙氧 基-2'-乙基草酰替 苯胺	5-tert-butyl-3-ethoxy-2'-ethylamidoxylaniline 	淡灰色 粉末		124
促进剂 PZ 和促 进剂 MZ 的混合物	blend of zinc dimethyl dithiocarbamate and zinc salt of 2-mercaptobenzothiazole 	白色粉末		
五氯苯酚钠	sodium pentachlorophenate 	白色结 晶粉末		170~174
五氯苯酚(PCP)	pentachlorophenol 	白色粉末		190.2
五氯苯酚月桂 酸酯	pentachlorophenol laurate 	褐色油 状物	1.28	
4-氯-2-苯基苯酚	4-chloro-2-phenyl phenol 	淡黄色 黏性液体	1.23	162~178 (沸点)
2,3-二甲基环戊 烷乙酸	2,3-dimethylcyclopentane acetic acid 	绿色固体		

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
2-(4-噻唑基)-苯并咪唑	2-(4-thiazolyl)-benzimidazol 	淡黄色 粉末	1.44	300
N-(氟二氯甲基硫代)邻苯二甲酰亚胺	N(fluorodichloro methylthio)-phthalimide 	淡黄色 粉末		142~146
N,N-二甲基-N'-苯基(氟二氯甲基硫代)磺酰胺	N,N-dimethyl-N'-phenyl-(fluorodichloro methylthio)sulfamide 	白色粉末		
苯甲酸钠	sodium benzoate 	白色结晶		
苯并咪唑氨基甲酸甲酯(防霉剂 BCM)	benzimidazolmethyl carbamate 	白色固体		179
防霉剂 DHA	antimicrobial DHA 	白色粉末		108~110
双(8-羟基喹啉基)铜	bis(8-Quinolinato) copper 	黄绿色 粉末	0.9545	
双(三正丁基锡)氧化物(TBTO)	bis(Tri-n-butyltin) oxide 	无色或 淡黄色透 明液体	1.160	182 (沸点)
双(三丁基锡)硫化物	bis(Tributyltin) sulfide 	无色或淡 黄色液体	1.192	191 (沸点)
乙酸三丁基锡	tributyltin acetate 	白色针 状结晶		81~87

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
三丁基氯化锡	tributyltin-chloride $\begin{array}{c} \text{H}_9\text{C}_4 \\ \text{H}_9\text{C}_4 \diagdown \text{Sn} \text{---} \text{Cl} \\ \text{H}_9\text{C}_4 \diagup \end{array}$	无色或微黄色液体	1.15~1.25	1.45~147 (沸点)
富马酸三丁基锡	tributyltin fumarate $\begin{array}{c} \text{H}_9\text{C}_4 \\ \text{H}_9\text{C}_4 \diagdown \text{Sn} \text{---} \text{O} \text{---} \text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \end{array} \text{CH} \\ \text{H}_9\text{C}_4 \diagup \quad \quad \quad \parallel \\ \quad \quad \quad \text{CH} \text{---} \text{C} \text{---} \text{OH} \\ \quad \quad \quad \parallel \\ \quad \quad \quad \text{O} \end{array}$	白色结晶粉末		124~128
三丁基氟化锡	tributyltin fluoride $\begin{array}{c} \text{H}_9\text{C}_4 \\ \text{H}_9\text{C}_4 \diagdown \text{Sn} \text{---} \text{F} \\ \text{H}_9\text{C}_4 \diagup \end{array}$	白色结晶		250~257
N-(三氯甲基硫代)邻苯二甲酰亚胺	N-(trichloromethylthio)phthalimide 	粉末状物		

【制法】 邻氯苯酚在催化剂作用下与苯酚缩合脱氯化氢可得邻苯基苯酚。

邻苯基苯酚与氢氧化钠反应可得邻苯基苯酚钠盐。

以邻硝基对二氯苯为原料，经水解、还原、光气化和氯化可制得防霉剂 O。

由三氯苯氯化生成六氯苯后，再在碱性溶液中进行水解反应可制得五氯酚钠。

由甲苯氧化制得苯甲酸，再和碳酸氢钠反应制得苯甲酸钠。

【基本特性】

(1) 在天然橡胶、合成橡胶和胶乳中，能有效防止霉菌的侵蚀。

(2) 混入织物纤维或加入浸渍胶乳处理织物，亦有良好的抗霉烂性。

【用途及用法】

(1) 用天然橡胶、顺丁橡胶、丁苯橡胶、丁腈橡胶、丁基橡胶、硅橡胶、胶乳制造工业橡胶制品、日用及医用橡胶制品。

(2) 在配炼时直接加入胶料或加入浸渍胶浆。

(3) 一般用量为 0.5~1.5 份。

【注意事项】

(1) 贮存于阴凉干燥处。

(2) 运输按有机毒品要求，危规编号为 84148。

【品种牌号】

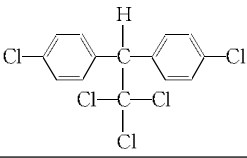
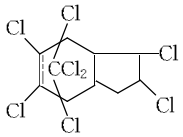
国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明	国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明
中国	3,4,5-三溴水杨酰苯胺 (上海松江新浜化工厂)		德国	Preventol PN	
中国	防霉剂 O(上海染料化工八厂)		中国	苯甲酸钠(青岛红旗化工厂、 武汉有机化工厂、上海燎原日 用化工厂、南京有机化工厂)	即为本品
美国	Fungicide M(Arkansas Co., Inc.)	本品为二羟基二氯二 苯甲烷	中国	防霉剂 BCM(江苏常熟 防霉剂厂)	
瑞士	Sanduvar VSU(Sandoz)	本品为乙基乙氧基草 酰替苯胺	中国	防霉剂 DHA(江苏常熟 防霉剂厂)	
瑞士	Sanduvar EPU(Sandoz)	本品为叔丁基乙氧基 乙基草酰替苯胺	美国	Quindex(Heyden)	本品为双(8-羟基喹啉 基)铜
美国	Fungicide ZV(Arkansas Co., Inc.)	本品为促进剂 PZ 和 促进剂 MZ 的混合物		Quinosol(B. L. Lemke) Milmer-1(Fisher-Gamma)	
中国	五氯苯酚钠 (PCP-Na) (天津大沽化工厂、福州农 药厂、沈阳化工厂、上海东 风农药厂、广州化工厂)	即为本品	日本	TBTO(共同药品) ライントム(吉富製薬) トリプトン(日東化成)	即为本品
美国	Dowicide G(Dow)		日本	テイントムF(吉富製薬)	本品为富马酸三丁基锡
英国	Santobrite(Monsanto)		美国	Fungitrol 11(Tenneco)	本品为 N-(三氯甲基硫 代)邻苯二甲酰亚胺

【包装、贮存和运输】 固体产品用编织袋内衬塑料袋包装，净重 25kg/袋；或用铁桶内衬塑料袋包装，净重 25kg/桶。液体用塑料桶密封包装，净重 25kg/桶。存于阴凉干燥处，运输按有机毒品要求，危规编号为 84148。

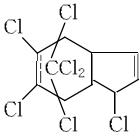
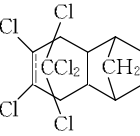
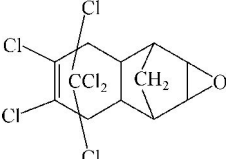
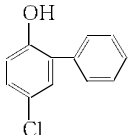
11.6 防白蚁剂

白蚁是节足类动物，喜食有机物和纤维素，高分子材料如塑料、橡胶也常被白蚁咬食出现小洞穴。凡是能杀灭或驱避白蚁的物质，统称为防白蚁剂。

按化学组成，防白蚁剂可分为无机物和有机物两类。无机防白蚁剂主要是以食杀方式灭蚁，白蚁食后令其中毒而死亡。有机防白蚁剂有的是通过接触作用灭蚁，有的则对白蚁有驱避作用。常用防白蚁剂有含氯化合物、有机磷和氨基甲酸酯。后两类虽灭白蚁效力高，但药力持效性差。

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
对,对'-二氯二苯基 三氯乙烷(DDT)	p,p' -dichlorodiphenyltrichloroethane 	白色针 状结晶	1.55	108~109
2,3,4,5,6,7,8,8- 八氯-2,3,3a,4,7,7a- 六氢-4,7-亚甲基茚 (OHM)	2,3,4,5,6,7,8,8-octachloro-2,3,3a,4,7,7a- hexahydro-4,7-methanoindene 	暗褐色 黏稠液体		175 (沸点)

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
1,4,5,6,7,8,8-七氯-3a,4,7,7a-四氢-4,7-亚甲基茚(HTM)	1,4,5,6,7,8,8-heptachloro-3a,4,7,7a-tetrahydro-4,7-methanoindene 	白色结晶		95~96
1,2,3,4,10,10-六氯-1,4,4a,5,8,8a-六氢-1,4,5,8-二甲苯萘(HHED)	1,2,3,4,10,10-hexachloro-1,4,4a,5,8,8a-hexahydro-1,4-endo,exo-5,8-dimethanonaphthalene 	淡黄褐色固体		49~60 (凝固点)
1,2,3,4,10,10-六氯-6,7-环氧-1,4,4a,5,6,7,8,8a-八氢-1,4,5,8-二甲苯萘(HEOD)	1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-1,4-endo,exo-5,8-dimethanonaphthalene 	黄褐色鳞片状物		95 (凝固点)
4-氯-2-苯基苯酚	4-chloro-2-phenylphenol 	微黄色黏稠液体	1.23	162~178 (沸点)

【制法】 三氯乙醛与氯化苯在吸水剂、缩合剂、发烟硫酸存在下缩合反应可制得 DDT。

【基本特性】

- (1) 在橡胶和其他高分子材料中，有防白蚁蛀蚀的效用，其效力随用量增加而增加。
- (2) 有一定毒性，使用场所要有良好通风。

【用途及用法】

- (1) 用于橡胶和其他高分子材料，制造橡胶或橡塑制品。
- (2) 在混炼时直接加入使用。
- (3) 一般用量 1.0~3.0 份。

【注意事项】

- (1) 对皮肤有刺激作用，应避免直接接触。
- (2) 有毒性，不宜用于与食物接触的制品。
- (3) 采用密封包装，贮存防止泄漏，运输注意防火、防漏。

【品种牌号】

国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国 别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
中国	DDT(天津化工厂、河北沙城农药厂、齐齐哈尔电化厂、上海东风农药厂、无锡市电化厂、江苏扬州农药厂、山东青岛农药厂、山东张店农药厂)	本品	美国	OHM(Velsicol)	本品
			美国	HTM(Velsicol)	本品
			英国	HHED(Shell Chemical)	本品
			英国	HEOD(Shell Chemical)	本品

【包装、贮存和运输】 固体产品用编织袋内衬塑料袋包装，净重 50kg/袋；液体产品用塑料桶或铁桶小口密封包装，净重 50kg/桶。防止泄漏，尤其注意防止与食物接触。运输防火。

第 12 章 补强填充体系配合剂

橡胶制品在制造过程中通常要加入大量填充剂。按其作用填充剂可分为补强型和非补强型两类。补强型填充剂能改善橡胶的力学性能，如提高拉伸强度、撕裂强度、定伸应力和耐磨性，从而改善橡胶制品的使用性能，延长其使用寿命。非补强型填充剂仅起增容作用，使用的目的主要是降低生产成本。补强型填充剂主要包括炭黑、白炭黑、硅酸盐、碳酸盐、金属氧化物及某些有机物。非补强型填充剂主要包括天然无机矿物材料及其改性产品、金属氧化物和氢氧化物等。

12.1 炭黑

烃类原料经不完全燃烧或热分解而得到的由炭粒子熔聚成的具有胶体尺寸的聚结体称为炭黑。炭黑是橡胶最重要的补强剂，橡胶的力学性能主要是通过加入炭黑来实现的。没有炭黑就没有现代橡胶工业。全世界炭黑消耗量有 90%~95% 用于橡胶工业。炭黑在橡胶配方中的用量仅次于生胶，其比例约占生胶的一半。

12.1.1 性质

通常用下述 4 个指标来表征炭黑的基本性能。

(1) 粒径 炭黑的粒子大小通常用平均粒径或比表面积表示。橡胶用炭黑的平均粒径一般在 11~500nm 之间。炭黑的粒径越小（比表面积越大），补强性能越好。测定方法主要有电子显微镜法、低温氮吸附法、碘吸附法以及大分子吸附法（即 CTAB 法）等。

(2) 结构性 炭黑的结构性是指炭黑粒子连接成长链并熔结在一起成为聚结体的倾向。通常用单位质量炭黑中聚结体之间的空隙体积来描述炭黑的结构性，即测定填充这一空隙所需要的邻苯二甲酸二丁酯（DBP）的体积，亦即炭黑的 DBP 吸收值，这个值越高，表示炭黑结构越高，胶料定伸应力和硬度增加，加工性能改善。

(3) 表面化学基团 炭黑在生成过程中，往往会在粒子表面结合少量含氢、氧、硫的羧基、羟基、酮基、酯基等，这些化学基团在混炼过程中会与橡胶反应，使结合胶增加，从而对硫化胶的某些性能产生影响。

(4) 表面粗糙度 炭黑粒子在生成过程中由于受高温氧化作用致使其表面形成极细的微孔，这种微孔可以延伸到炭黑粒子内部。这种有微孔的炭黑比表面积很高，但由于微孔极小，橡胶分子难以进入。这种含微孔的程度称为表面粗糙度，通常用内表面积（低温氮吸附值）与外表面积（CTAB 吸附值）的比值表示粗糙度（分数）。通常要求炭黑粗糙度小些，即微孔少些，表面光滑些，对补强有利。一般炉黑表面粗糙度小于槽黑，新工艺炭黑表面粗糙度小于普通工艺炭黑。

12.1.2 分类和命名

国家标准 GB 3777—1989 等效采用国际通用的美国材料与试验协会标准 ASTM O 1765—1987 “橡胶用炭黑命名分类系统”。该系统由四个字符组成：第一个字符代表炭黑在橡胶中对硫化速率的影响，如“N”代表正常硫化速率的炉法炭黑，“S”代表硫化速率缓

慢的槽法炭黑、混气炭黑及经改性的炉法炭黑。第二个、第三个、第四个字符是阿拉伯数字，分别代表用电镜法测定的炭黑平均粒径大小分组号（见表 2-12-1）及各类炭黑典型性能（见表 2-12-2）。

表 2-12-1 炭黑分组情况

分组号	粒径范围/nm	英文符号	中文名称	分组号	粒径范围/nm	英文符号	中文名称
0	1~10	SAF ISAF HAF,EPC,MPC FF		5	40~48	FEF	快压出炉黑
1	11~19		超耐磨炉黑	6	49~60	GPF	通用炉黑
2	20~25		中超耐磨炉黑	7	61~100	SRF	半补强炉黑
3	26~30		高耐磨炉黑,槽黑	8	101~200	FT	细粒子热裂法炭黑
4	31~39		细粒子炉黑	9	201~500	MT	中粒子热裂法炭黑

表 2-12-2 各类炭黑典型性能

品 名	目 标 值		CTAB 吸附表面积 /(m ² /g)	氮吸附表面积 /(m ² /g)	DBP 吸收值 (压缩试样) /(cm ³ /100g)	着色强度 /%	倾注密度 (kg/cm ³)	含炭黑硫化胶 300%定伸应力 (30min)/MPa
	吸碘值 /(g/kg)	DBP 吸收值 /(cm ³ /100g)						
N110	145	113	126	143	98	124	335	-3.4
N121	121	132	121	132	112	121	320	-0.1
S212		85	119	117	82	115	400	-6.7
N220	121	114	111	119	100	115	345	-2.5
N231	121	92	108	117	86	117	390	-4.8
N234	120	125	119	126	100	124	320	-1.1
N242	121	124	111	125	106	116	330	-1.5
N293	145	100	114	130	92	117	375	-5.0
N299	108	124	104	108	105	113	335	-0.1
S315		79	95	88	75		450	-6.6
N326	82	72	83	84	69	112	465	-5.1
N330	82	102	83	83	88	103	375	-1.7
N332	84	101			90	118	375	-1.3
N339	90	120	95	96	101	110	345	0
N347	90	124	88	90	100	103	335	-0.3
N351	68	120	74	73	97	100	345	+0.3
N358	84	150	88	87	112	99	290	+2.0
N375	90	114	98	100	97	115	345	-0.5
N472	250	178	145	270	114		255	-5.2
N539	43	111	41	41	84		385	-2.0
N550	43	121	42	42	88		360	-1.7
N630	36	78	38	38	62		465	-4.4
N642	36	64	37	37	62		513	-5.7
N650	36	122	38	38	87		370	-1.7
N660	36	90	35	35	75		425	-3.5
N683	35	133	39	37			335	-1.1
N754	24	58	29		57		495	-6.9
N762	27	65	29	28	57		505	-6.0
N765	31	115	33	31	86		375	-2.2
N774	29	72	29	29	62		495	-4.8
N787	30	80	32	30	74		450	-4.4
N907		34		11				-9.6
N908		34						-10.4
N990		4.3	9	9	40			-8.9
N991		35	8	7	38			-10.4

各类炭黑标准命名和中文名称对照见表 2-12-3。

表 2-12-3 各类炭黑标准命名和中文名称对照表

标准命名	英文符号	中文名称	标准命名	英文符号	中文名称
N110	SAF	超耐磨炉黑	N375	HAF-HS-NT	新工艺高结构高耐磨炉黑
N121	SAF-HS-NT	新工艺高结构超耐磨炉黑	N440	FF	细粒子炉黑
N166	SAF-HS	高结构超耐磨炉黑	N472	XCF	特导电炉黑
S212	ISAF-LS-SC	代槽炉黑	N539	FEF-LS	低结构快压出炉黑
N219	ISAF-LS	低结构中超耐磨炉黑	N542	FEF-LS	低结构快压出炉黑
N220	ISAF-HM	高定伸中超耐磨炉黑	N550	FEF	快压出炉黑
N231	ISAF-LM	低定伸中超耐磨炉黑	N568	FEF-HS	高结构快压出炉黑
N234	ISAF-HS-NT	新工艺高结构中超耐磨炉黑	N601	HMF	高定伸炉黑
N242	ISAF-HS	高结构中超耐磨炉黑	N630	GPF-LS	低结构通用炉黑
N270	IISAF-HS-NT	新工艺高结构中中超耐磨炉黑	N650	GPF-HS	高结构通用炉黑
N285	IISAF-HS	高结构中中超耐磨炉黑	N642	GPF-LS-NT	新工艺低结构通用炉黑
N293	CF	导电炭黑	N660	GPF	通用炉黑
N294	SCF	超导电炉黑	N683	APF	全用炉黑
N299	GPT	通用胎面炉黑	N724	SRF-LS	低结构半补强炉黑
S300	EPC	易混槽黑	N741	SRF-HS	高结构半补强炉黑
S301	MPC	可混槽黑	N754	SRF-LS	低结构半补强炉黑
S315	HAF-LS-SC	代槽炉黑	N761	SRF-LS	低结构半补强炉黑
N326	HAF-LS	低结构高耐磨炉黑	N762	SRF-LMNS	非污染低定伸半补强炉黑
N327	HAF-LS	低结构高耐磨炉黑	N765	SRF-HS	高结构半补强炉黑
N330	HAF	高耐磨炉黑	N770	SRF-HM	高定伸半补强炉黑
N332	HAF-NT	新工艺高耐磨炉黑	N774	SRF-HMNS	非污染高定伸半补强炉黑
N339	HAF-HS-NT	新工艺高结构高耐磨炉黑	N785	MPF	多用炉黑
N347	HAF-HS	高结构高耐磨炉黑	N787	SRF-HM	高定伸半补强炉黑
N351	T-HS	新工艺高结构高耐磨炉黑	N880	FT	细粒子热裂法炭黑
N356	HAF-VHS-NT	新工艺超高结构高耐磨炉黑	N907	MTNS	非污染中粒子热裂法炭黑
N358	HAF-VHS	超高结构高耐磨炉黑	N990	MT	中粒子热裂法炭黑
N363	T-LS	新工艺低结构高耐磨炉黑	N991	MT-LS	低结构中粒子热裂法炭黑

注：有四个炭黑品种，即天然气半补强炭黑、天然气槽法炭黑、混气炭黑和喷雾炭黑，因国际没有对应的品种名称，故仍使用原名称。

12.1.3 系列特性及应用

(1) N110 系列炭黑 属超耐磨炉黑，其粒径为 11~19nm。在橡胶用炭黑中，其粒径最小，比表面积最大，着色强度最高，补强作用最显著，能赋予硫化胶最好的耐磨性。缺点是混炼耗能高，分散困难，压延压出不易，抗龟裂和耐热性能不好，加上成本高，应用受到限制。通常仅用于轮胎胎面及耐磨橡胶制品。

(2) N200 系列炭黑 属中超耐磨炉黑，其粒径为 20~25nm。在橡胶用炭黑中，其粒径比较小，比表面积比较大，着色强度比较高，对橡胶的补强作用比较好。主要缺点是混炼耗能较大，不易分散，胶料升温快，如分散不好将影响硫化胶的力学性能。主要用于轮胎胎面及运输带覆盖层等要求耐磨的制品部件。

(3) N300 系列炭黑 属高耐磨炉黑，其粒径为 26~30nm。它与 N110 和 N200 系列炭黑均为硬质炭黑，即补强性高和耐磨炭黑。主要用于轮胎胎面，其用量占各类炭黑总用量的 50% 以上，是应用最广泛的炭黑品种。它能兼顾耐磨性与加工性能的要求。

(4) N400 系列炭黑 属导电炭黑，其粒径为 31~39nm。该系列中的 N472 是强导电炭黑，具有很高的比表面积和结构，虽然在橡胶中补强作用不很好，但导电性能很好。适用于

飞机轮胎、导电元件及需要消除静电的橡胶制品。

(5) N500 系列炭黑 属快压出炉黑，其粒径为 40~48nm。这类炭黑兼有中等补强性能和很好的加工性能，特别是它赋予胶料较好的挺性和良好的压出性能，故被称为“快压出炉黑”。其补强性能优于其他软质炭黑，耐磨性能比槽黑好，故又称为“中耐磨炉黑”。其胶料耐高温性能及导热性能良好，特别是弹性和复原性好。常用于轮胎帘布层、胎侧、内胎及压出、压延制品，尤其是丁基内胎胶料。

(6) N600 系列炭黑 属通用型炉黑，其粒径为 49~60nm。具有中等补强性能和较好的工艺性能，在胶料中易分散，硫化胶撕裂强度和定伸应力较高，耐曲挠、弹性好，但伸长率稍低。主要用于轮胎帘布层、内胎、胶管及工业制品。

(7) N700 系列炭黑 属半补强炉黑，其粒径为 61~100nm。具有中等补强性能和良好的加工性能。能赋予胶料低的生热性和良好的动态性能，大量填充时不会明显降低胶料的弹性。适用于轮胎帘布层、内胎、自行车轮胎、减震制品及压出制品。

(8) N800 和 N900 系列炭黑 属细粒子和中粒子热裂法炭黑，其粒径分别为 101~200nm 和 201~500nm。在橡胶用炭黑中其粒径最大，比表面积最小，结构最低。其特点是可以大量填充，胶料加工性能好，硬度低、弹性高、生热低、变形小、耐曲挠、耐老化性能好，但拉伸强度低。适用于丁基内胎、减震制品、电缆及耐油、耐热制品。

(9) S200 和 S300 系列炭黑 S212 和 S315 分别属中超耐磨和高耐磨型代槽炉黑，其粒径分别为 20~25nm 和 26~30nm。用油炉法生产，具有槽黑性质，故称之为“代槽炉黑”。用法类似槽黑，在丁基橡胶和其他不饱和度低的橡胶中补强性能优于一般炉黑，用于黏合胶料有利于橡胶和钢丝帘线的黏合。适用于越野车轮胎胎面、电缆外层、减震制品及胶带等。S300 为易混槽黑 (EPC)，S301 为可混槽黑 (MPC)。与炉黑相比，槽黑呈酸性，挥发度较高，对硫化有迟延作用。槽黑加工性能不如炉黑，但有较高的拉伸强度和伸长率，抗撕裂和抗割口性能好，定伸应力和耐磨性不如炉黑，老化性能也比炉黑差。槽黑多用于越野车轮胎胎面和高性能橡胶制品。

12.1.4 商品牌号

表 2-12-4 列出了炭黑的商品牌号、国别和生产厂家。

表 2-12-4 炭黑的商品牌号、国别和生产厂家

国别	生产厂家	商 品 牌 号	国别	生产厂家	商 品 牌 号
中国	天津炭黑厂	N110, N219, N220, N234, N299, N326, N330, N339, N351, N375, N539, N550, N630, N650, S212	中国	抚顺炭黑厂	N220, N234, N326, N330, N339, N539, N550, N630, N642, N762
	青岛振亚炭黑集团公司	N110, N219, N220, N231, N234, N299, N326, N330, N339, N347, N351, N375, N539, N550, N630, N642, N650, N660, N754, N762		山东青州化工二厂	N219, N220, N326, N330, N339, N539, N630, N660, S212
				武汉炭黑厂	N220, N330, N339, N539, N630, N642, N660, N754, S212, S315
	鞍山化工二厂	N110, N115, N121, N219, N220, N234, N326, N330, N339, N347, N375, N539, N550, N660, S212, 混气槽黑		苏州炭黑厂	N219, N330, N339, N539, N630, N660, N754, N762
				上海卡博特有限公司	N220, N326, N330, N339, N347, N351, N375
	抚顺化工厂	N220, N330, N339, N630, N754, N762, 混气槽黑	宣钢炭黑厂	N220, N330, N339, 混气槽黑	
			青岛 9732 厂	N220, N330, N539, N630, N660, N762	
			茂名化工一厂	N220, N330, N630, N642, N660	
			自贡炭黑厂	N220, N330, N339, N630, N660, N754, 天然气槽黑, 天然气半补强炉黑	

续表

国别	生产厂家	商 品 牌 号	国别	生产厂家	商 品 牌 号
中国	河北永年炭黑 化工有限公司	N219, N220, N330, N326, N373, N660	美国	Hules Mexicanos	Humenegro N299
	四川隆昌炭黑厂	天然气半补强炉黑	加拿大	Cancarb	N907, N908, N990
	四川忠县化工厂	天然气半补强炉黑	德国	Degussa	Corax 9 (N110), N115, N220, Corax6-LM (N231), N326, N330, N339, N347, N550, N650, N772, MT N990, CK ₃ (EPC)
	四川泸州炭黑厂	天然气半补强炉黑	日本	旭炭黑公司	旭 90# (N110), 旭 80# (N220), 旭 701# (N326), 旭 70# (N330), 旭 75# (N339), 旭 75H (N347), 旭 60#, 旭 60U#, 旭 60H# (N550), 旭 55# (N660), 旭 35# (N754), 旭 50U# (N762)
	四川垫江炭黑厂	天然气半补强炉黑		昭和 Cabot	Show A N110, Show A N220, Show A N326, Show A N330, Show A N339, Show A N351, Show A N550, Show A MAF
	河北霸州炭黑厂	油基半补强炉黑		东海炭黑	Seast 9, 9H (N110) Seast 6 (N220) Seast LH (N326) Seast 3 (N330) Seast KH (N339) Seast SH (N347) Seast 116, Seast-SO (N550) Seast-V (N660) Seast SRF-HS (N765)
	河南焦作化工 一厂	乙炔炭黑		三菱化成	Dia-black A (N110) Dia-black N220M, Dia-black N234 Dia-black LH (N326) H (N330), SH (N347) Dia-black-N339 Dia-black-N550, Dia-black-SF, Dia- black-M, Dia-black-E, Dia-black-EY
	福建南平化工厂	乙炔炭黑		新日铁化学	Dia-black-G (N660), 3250# (N472) Niteron-300 (N220) Niteron-200# (N326) Niteron-200IS# (N339) Niteron-200H (N347) Niteron-10#, Niteron-10S# (N550) (N660) Niteron-75L# (N754) Niteron-75# (N762)
	江西赣南化工厂	乙炔炭黑		中部炭黑公司	HTC G# (N660) HTC 20# (FT)
	湖北下花园电 石厂	乙炔炭黑	荷兰	Ketjen	Ketjen Black CR (N326) HAF-H (N347)
美国	浙江淳安化工厂	乙炔炭黑			
	Cabot	Vulcan 9 (N110) Regal 300 (N326) Vulcan 3 (N330) Vulcan M (N339) Vulcan 3H (N347) Vulcan K (N351) Vulcan J (N375) Vulcan C (N293) Vulcan XC-72 (N472) Sterling SO-1 (N539) Sterling SO-H (N550) Sterling-V Sterling-NS-1 (N762) Sterling-N765 Sterling-N774 Statex N110, Statex N220 N326, N330, N339, N347 N351, N375 Condux N472 Statex N550, N630, N660 Furnex N774 Statex N990			
	Columbian	N110, N121, N220, N231, N234, N326, N330, N339, N347, N351, N358, N375, N539, N550, N650, N660, N765, N774, N787			
	Richardson	Continex N110, Continex N220, Continex N326, Continex N330, Continex N339, Continex N347, Continex N358, Continex N539, Continex N550, Continex N650, Continex N660, Continex N765, Continex N774, Continex N787			
	Witco	Huber N220, Huber N326, Huber N330, Huber N339, Huber N347, Huber N351, Huber N375, Huber N539, Huber N550, Huber N650, Huber N660, Huber N683, Huber N762, Huber N774, Huber N783, Huber N990, Huber S212, Huber S315			

12.1.5 包装贮运

(1) 橡胶用炭黑

① 可用纸袋、塑料袋、复合袋（外用塑料编织袋，内附塑料膜）和混合袋（内袋用牛皮纸，外袋用塑料膜、塑料编织袋或复合袋）包装，袋口密封，每袋净重 20kg。

② 每袋正面和两侧有 1~3 条色带，用以识别不同的炭黑品种（见 GB 3779—83）。

③ 库存应干燥、通风。包装不得损坏。漏出的炭黑不得返入仓内。

(2) 乙炔炭黑

① 用牛皮纸袋包装，每袋净重 5kg，将数包（不超过 8 袋）集装于塑料编织袋中，缝口捆扎。包装物上印有标志及各项说明。

② 贮运要求与“橡胶用炭黑”相同。

12.2 白炭黑

轻质二氧化硅在橡胶中的作用与炭黑相似，有补强作用，且呈白色，故称为“白炭黑”。橡胶工业用白炭黑有两种，即沉淀法白炭黑和气相法白炭黑。它们对橡胶的补强作用仅次于炭黑，而优于任何其他白色填料。

12.2.1 性质

沉淀法和气相法白炭黑均为无定型二氧化硅，无毒，呈酸性，系质轻而松散的白色粉状物。沉淀法白炭黑含结晶水，又称水合二氧化硅（ $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ）。其二氧化硅含量为 87%~95%，白度为 95% 左右，平均粒径为 11~100nm，比表面积为 45~380m²/g，吸油（DBP）值为 1.6~2.4cm³/g，相对密度为 1.93~2.05，水分为 4.0%~8.0%。气相法白炭黑不含结晶水，又称无水二氧化硅（ SiO_2 ）。其二氧化硅含量为 99.8% 以上，平均粒径为 8~19nm，比表面积为 130~400m²/g，吸油（DBP）值为 1.50~2.00cm³/g，相对密度为 2.10，pH 值为 3.9~4.0，水分为 1.0%~1.5%。它不溶于水，溶于氢氧化钠，高温不分解，绝缘性高，有吸湿性。

和炭黑一样，亦可用粒径（比表面积）、结构和表面化学基团等指标来表征其基本性能。和炭黑相比，白炭黑粒子更细，比表面积更大，混炼胶黏度大，加工性能不好。白炭黑结构比炭黑稳定，其表面化学基团不同于炭黑。白炭黑表面有硅醇基（ $\text{Si}-\text{OH}$ ， $\text{Si} \begin{smallmatrix} \text{OH} \\ \diagup \diagdown \\ \text{OH} \end{smallmatrix}$ ），亲水性很强；炭黑则具有疏水性。亲水性对补强不利，水分含量高又容易焦烧，酸性又会延迟硫化。所以在实际使用时应注意对白炭黑进行改性，即使之由亲水性转变为疏水性，降低吸湿性。用硅烷改性白炭黑即基于这种考虑。

12.2.2 分类和命名

各国白炭黑的分类名有所不同。美国材料与试验协会（ASTM）采用按粒径分类，从 1~500nm 分成 10 组，按这种方法分类有些粒径区间尚无产品。俄罗斯按比表面积进行分类，气相法分为 3 个品种，沉淀法分为 4 个品种。国际标准 ISO/DIS 5794/3 将沉淀法白炭黑按比表面积分为 A、B、C、D、E、F6 个等级，产品还须满足 9 项指标要求。中国沉淀法白炭黑的国家标准 GB 10517—1989 是参照国际标准制定的，分类和技术要求分别见表 2-12-5 和表 2-12-6。气相法白炭黑尚无国家标准，使用较普遍的企业标准是按其性能指标分为 5 个类别，见表 2-12-7。

表 2-12-5 沉淀法水合二氧化硅分类

类 别	比表面积/(m ² /g)	类 别	比表面积/(m ² /g)
A	>190	D	106~135
B	161~190	E	71~105
C	136~160	F	<70

表 2-12-6 沉淀水合二氧化硅技术要求

项 目	技 术 要 求	项 目	技 术 要 求
二氧化硅含量/%	≥ 90	pH 值	5.0~8.0
颜色	优于,等于标样	总含铜量/(mg/kg)	≤ 30
筛余物(45μm)/%	≤ 0.5	总含锰量/(mg/kg)	≤ 50
加热减量/%	4.0~8.0	总含铁量/(mg/kg)	≤ 1000
灼烧减量/%	≤ 7.0	DBP 吸收值/(cm ³ /g)	2.00~3.50

注：1. 进行颜色比较时标样由供需双方共同商定。

2. DBP 吸收值即邻苯二甲酸二丁酯吸收值。

表 2-12-7 气相法白炭黑技术性能分类

技 术 性 能	1 类	2 类	3 类	4 类	5 类
比表面积/(m ² /g)		75~105		≥150	150~200
吸油值/(cm ³ /g)	<2.9	2.60~2.90	≥2.90	≥3.46	2.60~2.80
表观密度/(g/cm ³)	≤	0.05		0.04	0.04~0.05
pH 值	4~6	4~6	3.5~6	3.5~5.5	4~6
加热减量(110℃×2h)/%	≤ 3	3	3	3	1.5
灼烧减量(900℃×2h)/%	≤ 5	5	5	5	3
机械杂质/(个数/2g)	≤ 30	20	30	15	20
氧化铝(Al ₂ O ₃)/%	<			0.03	
氧化铁(Fe ₂ O ₃)/%	≤			0.01	
铵盐(以 NH ₄ ⁺ 计)/%	≤	0.03		微量	

12.2.3 特性及应用

含白炭黑胶料的一个显著特点是其抗撕裂强度显著提高。在大规格轮胎胎面胶中加入 10~25 份白炭黑能大大改善胎面抗切割崩花裂口的性能，但耐磨性能会下降。用硅烷偶联剂改性白炭黑，则能收到既耐撕裂又耐磨的效果。尤其是近年来国外研究用 Si-69 处理白炭黑，其补强性能与炭黑相近，又能降低滚动阻力，改善抗湿滑性能，延长轮胎寿命。适用于制造“绿色轮胎”(green tire)或“与汽车同寿命轮胎”，展现了很好的应用前景。

白炭黑的另一个重要用途是用于黏合胶料。由于它具有活性硅烷醇表面，是间甲白黏合体系的重要组分，能显著提高橡胶与骨架材料（棉、人造丝、尼龙、聚酯、钢丝等）的黏合强度。

橡胶工业主要用沉淀法白炭黑，气相法白炭黑除 2 号和 5 号可用于硅橡胶外，其余 3 种仅用于涂料、电子以及其他工业部门。

12.2.4 商品牌号

商品牌号、国别及生产厂家见表 2-12-8。

表 2-12-8 白炭黑生产厂家、国别和商品牌号

国别	生产厂家	商 品 牌 号	国别	生产厂家	商 品 牌 号
中国	上海沪东化工厂	沪东白炭黑(760型)	美国	Huber	Hubersil 162, Hubersil 162 LR
	上海氯碱总厂电 化厂	上海白炭黑*		Cabot	Cab-o-Sil M5*, Cab-o-Sil MS7*, Cab-o-Sil MS75*, Cab-o-Sil HS 5*, Cab-o-Sil S17*
	沈阳化工厂	沈阳白炭黑*	日本	水泽化学工业 公司	Mizukasil P-73, Mizukasil P-526, Mizukasil P-526N, Mizukasil P-527, NP-8
	吉林通化第二 化工厂	通化白炭黑*		Silica 公司	Nipsil VN ₃ , Nipsil ER
	浙江更楼化工厂	更楼白炭黑	法国	Rhone Poulenc	ZEOSIL 155(造粒) ZEOSIL 175(粒状) BS-30 (BC-30), BS-50 (BC-50), BS-100(BC-100), BS-120(BC-120)
	浙江萧山石英 化工厂	萧山白炭黑			A*-175, A*-300, A*-380
	江西南昌原料 化工厂	Hi-Sil-233 (南昌) Hi-Sil-255 (南昌)	俄罗斯		Ultrasil VN ₂ Ultrasil VN ₃ SP, Ultrasil VN ₃ SP Granulate, Durosil Aerosil*-130, Aerosil*-200, Aero- sil*-300, Aerosil*-380, Aerosil*-2491, Aerosil*-R972, Aerosil*-MO170
	青岛泡花碱厂	青岛白炭黑			
	湖南常德三江 化工厂	湖南透明白炭黑			
美国	Akrochem	Akrochem Rubber Sil RS-150, RS-200	德国	Bayer Degussa	
	PPG	Silene 732, Hi-Sil 532 EP, Hi-Sil 210, Hi-Sil 233, Hi-Sil 243LD, Hi-Sil 255, Ciptanel(加 3%巯基硅烷)			

注：有*号的为气相法白炭黑，其余均为沉淀法白炭黑。

12.2.5 包装贮运

(1) 沉淀法白炭黑

① 按每包净重为 5kg 的倍数或用户要求进行包装，误差为±0.2kg。包装材料应有足够的强度，以防破损、污染。

② 用聚乙烯袋和塑料编织袋时，其内袋聚乙烯薄膜厚度不小于 0.04mm，外袋用塑料编织袋。袋口封好。

③ 标志内容：品名、商标、类别、净重、厂名及生产日期。

④ 贮存在通风、干燥的库内。不得与易使产品变质或损坏的物品混存、混运。漏出包外产品不得返入包内。

(2) 气相法白炭黑

① 用聚乙烯袋包装，外用三层牛皮纸封袋，净重 2~3kg。包装袋外各项标志齐全。

② 每批出厂的产品应有质量证明书（包括厂名、品名、日期、批号、指标、净重及标准编号）。

③ 运输贮存时防潮、勿压。

12.3 硅酸盐补强剂

无机补强剂中，除白炭黑外，主要还有硅酸盐、氧化锌、活性碳酸钙等。当今氧化锌已不作为补强剂使用，活性碳酸钙将在无机矿物填料中论述。本节重点介绍两种常用的硅酸盐补强剂。

12.3.1 水合硅酸铝

化学式为 $x\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ，又称沉淀硅酸铝。对橡胶有半补强性能，可高填充。

其相对密度为 2.0~2.1, 表观密度为 0.25~0.35g/cm³, 粒径范围由纳米级到微米级。其化学成分为 SiO₂ 45%~75%, Al₂O₃ 5%~21%。加热减量 3%~8%, 灼烧减量 5%~10%。加入橡胶使胶料有很好的挺性、良好的耐磨性和耐曲挠性能。其生产厂家、国别和商品牌号见表 2-12-9。

表 2-12-9 水合硅酸铝的生产厂家、国别和商品牌号

国 别	生 产 厂 家	商 品 牌 号
中国 美国	上海延达橡塑工程材料公司 Huber	橡胶补强剂 6851 Zeolex 25(HM-100) Zeolex 15(HM-200) Zeolex 213(HM500) Zeolex 23, Zeolex 80
德国	Degussa	Silteg AS-7

12.3.2 水合硅酸钙

化学式为 $x\text{SiO}_2 \cdot \text{CaO} \cdot n\text{H}_2\text{O}$, 又称沉淀硅酸钙。白色粉状, 无毒无味, 不溶于水、乙醇和碱, 能溶于酸。表观密度为 0.25~0.35g/cm³, DBP 值为 2.2cm³/g, pH 值为 8~9。加热减量 1%以下, 灼烧减量 5%~20%。化学成分为 SiO₂ 55%~65%, CaO 15%~20%。本品补强性能仅次于白炭黑, 能使胶料坚挺, 有较高的拉伸强度、撕裂强度和耐磨性能, 缺点是生热大。作颜料用时可替代部分钛白粉用于白色胶料。其生产厂家、国别和商品牌号见表 2-12-10。

表 2-12-10 水合硅酸钙的生产厂家、国别和商品牌号

国 别	生 产 厂 家	商 品 牌 号	国 别	生 产 厂 家	商 品 牌 号
中国 美国	苏州东吴化工厂 Harwick, PPG	东吴硅酸钙 Silene EF	德国	Degussa	Calsil Extrasil

12.4 有机补强剂

天然树脂及合成树脂中有相当一部分可用作补强剂, 但补强效能较好的多为合成树脂。树脂加入胶料有时兼有多种功能, 如酚醛树脂可用作补强剂、增黏剂、表面黏结剂、交联剂及工艺操作助剂等。由于其补强作用不及炭黑, 故仅在特殊情况下使用。

12.4.1 酚醛树脂

橡胶用酚醛树脂呈白色、灰色及褐色粉状或块状, 相对密度 1.14~1.21, 熔点 60~100℃, 溶于乙醇和酮, 能耐酸、碱和热。用作天然橡胶、合成橡胶的补强剂, 可提高硫化胶的硬度、拉伸强度和耐磨性, 但会降低伸长率。也可用作增塑剂和分散剂。还能改善橡胶与金属的黏合性能和胶料的加工性能。其生产厂家、国别和商品牌号见表 2-12-11。

12.4.2 石油树脂

石油树脂由石油裂解产物经缩合共聚制得, 分芳香族树脂、脂肪族树脂和脂肪-芳香族树脂, 脂环族是由芳香族树脂加氢而成。它们呈褐色片状或块状, 相对密度 0.97~1.08, 软化点 40~140℃, 溶于脂肪烃和氯化烃, 不溶于低级醇和酮类。具有耐水、耐候及耐化学物质特性。用作天然橡胶、合成橡胶的补强剂, 亦兼有软化剂、分散剂的功能。其生产厂家、国别和商品牌号见表 2-12-12。

表 2-12-11 酚醛树脂的生产厂家、国别和商品牌号

国别	生产厂家	商品牌号	国别	生产厂家	商品牌号
中国	上海焦化厂	酚醛树脂	美国	Polymer Applications	PA-52-056, PA-52-070, PA-52-322, PA-52-616(均为热固性)
	天津树脂厂	酚醛树脂			PA-52-108, PA-52-329(改性热固性)
	重庆合成化工厂	酚醛树脂			PA-52-083, PA-52-328(改性热塑性)
美国	Akrochem	Akrochem P-07 Resin Akrochem P-82 Resin Akrochem P-87 Resin(热固性) Akrochem P-55(油改性热固性)		Schenectady Chemicals	FRJ-179 SP-6600 SP-6601(油改性)
	Occidental Chemical	DUREZ 12687(油改性热固性)			
	Polymer Applications	PA-52-052, PA-52-055 PA-52-613(热塑性)			

表 2-12-12 石油树脂的生产厂家、国别和商品牌号

国别	生产厂家	商品牌号	国别	生产厂家	商品牌号
中国	天津石油化工厂	石油树脂	中国	辽宁鞍山化工一厂	石油树脂
	南京钟山化工厂	石油树脂	美国	Hercules	Picco 6000 Series
	杭州化工实验厂	石油树脂		Neville Chemical	Nevchem Resin Series

12.4.3 苯乙烯树脂

常用的高苯乙烯树脂由苯乙烯和丁二烯共聚制得，苯乙烯含量在 85% 左右。本品耐冲击性能良好，能改善硫化胶力学性能和电性能，伸长率会下降。聚苯乙烯树脂属热塑性树脂，电绝缘性能极佳，可作补强剂和改性剂。苯乙烯树脂的生产厂家、国别和商品牌号见表 2-12-13。

12.4.4 其他有机物质

(1) 蜜胺甲醛树脂 相对密度 1.57，软化点 70℃。除用作补强剂外，还能起软化剂、分散剂作用。

生产厂家：上海天山塑料厂、天津树脂厂、四川长寿化工三厂、杭州永明树脂厂、广州南中塑料厂。

(2) 古马隆树脂 为苯并呋喃与茚的共聚物。用于橡胶的是热塑性类型，软化点为 100~120℃，相对密度为 1.05~1.10。软化点高的用作补强剂，软化点低的用作软化剂、增黏剂和分散剂，能改善橡胶加工工艺性能。其生产厂家、国别和商品牌号见表 2-12-14。

表 2-12-13 苯乙烯树脂的生产厂家、国别和商品牌号

国别	生产厂家	商品牌号
中国	兰化公司合成橡胶厂	高苯乙烯树脂, 聚苯乙烯树脂
	上海高桥石化公司化工厂	聚苯乙烯树脂
	燕山石化公司向阳化工厂	聚苯乙烯树脂
美国	Amoco Chemical	Resin 18
	Hercules	Piccolastic E Series Piccotex Series

表 2-12-14 古马隆树脂的生产厂家、国别和商品牌号

国别	生产厂家	商品牌号
中国	北京焦化厂	古马隆树脂
	上海焦化厂	古马隆树脂(固体、液体)
	北京首钢焦化厂	古马隆树脂(液体)
	内蒙古包钢焦化厂	古马隆树脂
	云南昆钢焦化厂	古马隆树脂
美国	Polychem Dispersion	Chem 1 Sorb CSD 1470
	Natrochem	Natro-Re2 10, Natro-Re2 15
	Neville	Cumar R-12, Cumar R-16, Cumar R-16A, Cumar R-17
		Paradene 1, Paradene 2, Paradene 33, Paradene 35
		Cumar Resins(液体)

(3) 木质素 由造纸废液经沉淀、干燥得到的物质，呈黄色或棕色，粒径 1~5μm，相对密度 1.35~1.50。可用作橡胶补强剂，其硫化胶伸长大，耐疲劳、耐屈挠、弹性好、生

热低、拉伸强度高。但耐磨性、耐热性差，永久变形较大。混炼时易结团，吸湿后难分散。通常用于制造胶鞋、自行车轮胎及要求高弹性、低硬度的制品。

12.5 天然无机填料

在橡胶工业中，大量使用无机填料。按生胶消耗量为 100，炭黑用量为 50，无机填料用量为 25 估算，全世界生胶消耗量为 17Mt，炭黑消耗量为 8.5Mt，无机填料耗用量则为 4.75Mt。中国生胶消耗量为 3.5Mt，无机填料耗用量则为 875kt。

无机填料加入橡胶，主要起填充增容作用，某些品种也兼有补强、隔离、脱模或着色的作用。加入填料的目的是为了降低生产成本，有时也能改善加工工艺，提高生产效率。

橡胶工业对无机填料有一定的要求，如颗粒大小、形状和表面性质等。高性能橡胶制品对无机填料提出了更高的要求，仅由天然矿物经过粉碎、研磨分级已不能满足使用要求，必须通过表面处理、活化改性等方法，使其提高产品档次，才能满足日益发展的高新技术橡胶制品的性能要求。

12.5.1 对填料的要求

(1) 一般要求

- ① 化学活性不高，和橡胶不起化学作用。
- ② 不影响硫化胶化学性能，即不影响其耐候性、耐酸碱性和耐火性。
- ③ 不明显降低硫化胶的力学性能。
- ④ 在橡胶中易混入、易分散，可大量填充。
- ⑤ 价廉易得。

(2) 性能要求

① 颗粒大小 颗粒越细，与橡胶接触面积越大，补强效果就越好。但必须分散均匀，如果分散不均匀，即使颗粒很细，补强效果亦不好。

② 颗粒形状 固体粉料分无定型和结晶型两种。结晶型又分异轴结晶和等轴结晶两种。异轴结晶三轴有显著差异，各向异性；等轴结晶三轴相似，各向同性。在常用填料中，陶土、石墨属异轴结晶系，碳酸钙属等轴结晶系。

要求耐磨和耐撕裂好的橡胶制品，不宜用异轴结晶型填料。

颗粒形状以球形较好，扁形或针形填料在硫化胶拉伸时易产生定向排列，致使永久变形增大，抗撕裂性能降低。

③ 颗粒表面性质 填料混入橡胶，其粒子被橡胶分子包围，粒子表面被橡胶湿润的程度对补强效能有很大影响。不易湿润的颗粒在橡胶中不易分散，容易结成小团，降低其补强效能。这种状况可以通过加入某种有助于增加湿润的物质得到改善。比如补强效能很小的碳酸钙，加入脂肪酸后，降低了表面张力，增加了湿润程度，提高了补强效果。

12.5.2 常用品种

(1) 陶土 包括高岭土、瓷土、白土、皂土和纯净黏土。它是橡胶工业中用量最大的无机填料，其主要成分为氧化铝和二氧化硅的结晶水合物，化学式为 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。按粒径大小可分为以下几种。

① 硬质陶土 粒径 $\leq 2\mu\text{m}$ 的占 80% 以上，粒径 $\geq 5\mu\text{m}$ 的占 4%~8%，比表面积为 $22\sim 26\text{m}^2/\text{g}$ ，在橡胶中有半补强作用，能改善硫化胶的力学性能。

② 软质陶土 粒径 $\leq 2\mu\text{m}$ 的占50%~74%，粒径 $\geq 5\mu\text{m}$ 的占8%~30%，比表面积为9~17m²/g，在橡胶中无补强作用，硫化胶力学性能较差。

③ 高级陶土 粒径 $\leq 1\mu\text{m}$ ，含少量有机物，微具吸湿性。

使用陶土要严格控制其水分含量，水分高不易分散，硫化胶容易起泡。经过煅烧的陶土，胶体性质起了变化，失去了可塑性，不再适合橡胶使用。

用硬脂酸、巯基硅烷、乙烯基硅烷、氨基硅烷及钛酸酯偶联剂对陶土进行改性，能提高其硫化胶的力学性能和耐老化性能。其生产厂家、国别和商品牌号见表 2-12-15。

表 2-12-15 陶土的生产厂家、国别和商品牌号

国别	生产 厂 家	商 品 牌 号	国别	生产 厂 家	商 品 牌 号
中国	苏州中国高岭土公司	阳山牌 0~5 号	美国	Engelhard	Satintone Special Calcined Kaolin Satintone Whitetex Calcined Kaolin
	河南焦作钻石厂 山东即墨陶土厂 四川叙永陶土厂	M-212 型陶土 即墨陶土 叙永陶土		H. M. Royal	Royal King, Royal Prince, Royal Dukes, Royal Queen
美国	Akrochem	EW150 HC100 HC75 SC75		J. M. Huber	Nucap 50, Nucap 100, Nucap 200 Nucap 100C, Nucap 100D, Nucap 100G, Nucap 100W, Nucap 190, Nucap 290 Nucap EDL 100, Nucap EDL 200, Nucap EDL 300 Polyfil WC, WC-426, RC-32
	C. P. Hall E. C. C. America	Crown Clay, Secco Clay ECCA-TEX 10R, ECCA-TEX 20R, ECCA-TEX 32R Polarlin K5R, Polarlin K15R, Polarlin K25R, Polarlin K35R, Polarlin K45R		Polymer Valley Chemicals	ECCA-TEX 385R, PV81CH, PV80CS
	Engelhard	Satintone 5 Calcined Kaolin Satintone P Calcined Kaolin Satintone Plus Calcined Kaolin Satintone SP-33 Calcined Kaolin		R. E. Carroll R. T. Vanderbilt Scutheastern Clay	Dover Clay, Recco Clay Dixie Clay Crown Clay

(2) 碳酸钙 它是橡胶工业中用量仅次于陶土的无机填料。由天然大理石、石灰石、白垩、方解石、白云石或牡蛎、贝壳等经粉碎、风选到一定细度制得。按其粒径大小可分为以下几种。

① 重质碳酸钙 又称重钙，粒径在 10 μm 左右。用于橡胶主要起填充增容作用，无补强效能。

② 软质碳酸钙 又称轻钙，粒径在 0.5~0.6 μm 之间，由沉淀法制得，有半补强效能。

③ 超细碳酸钙 粒径在 0.01~0.1 μm 之间，有较高的补强效能。

超细到纳米范围 (1~100nm) 的碳酸钙，又称之为纳米钙。用脂肪酸对纳米钙进行活化处理，使其表面形成脂肪酸钙，能增加接触表面的湿润程度，改善在橡胶中的分散性，显著提高补强性能。这种经表面活性处理的超细碳酸钙，称为“白艳华”，其粒径范围为 0.03~0.08 μm ，比表面积为 22~50m²/g 以上，其补强性能可与白炭黑媲美。碳酸钙生产厂家、国别和商品牌号见表 2-12-16。

(3) 滑石粉 由天然滑石经干法、湿法粉碎或高温煅烧而得。它是六方或菱形结晶颗粒，粒径为 2~6 μm ，相对密度为 2.7~2.8。其化学组成为水合硅酸镁，化学式为 3MgO·4SiO₂·H₂O。用作橡胶填充剂、增容剂、隔离剂及表面处理剂。其生产厂家、国别和商品牌号见表 2-12-17。

表 2-12-16 碳酸钙生产厂家、国别和商品牌号

国别	生产厂家	商品牌号	国别	生产厂家	商品牌号
中国	都江堰钙品公司	重钙、轻钙、纳米钙	美国	湖北黄石化工厂	黄石轻钙
	唐山天盈化工公司	重钙、轻钙、活性钙		四川彭县宝山化工厂	宝山轻钙
	石家庄井陘双龙碳酸钙厂	轻钙、活性钙		重庆松山化工厂	松山轻钙, SOS 型
	上海石粉厂	上海重质碳酸钙		邢台镁业化工有限公司	富美轻钙
	上海大宇生化有限公司	大宇重钙, 大宇轻钙		E. C. C. America	Micro White 100, C. P. Filler
	上海春明橡塑助剂厂	春明轻钙; 超细 CaCO_3		H. M. Royal	Camel-CARB, Camel-TEX, Camel-WITE, Hakuenka CC
	上海碳酸钙厂	上海轻钙		J. M. Huber	Hubercarb M3, Hubercarb M4, Hubercarb M6, Hubercarb M300
	上海胜德塑料厂	胜德轻钙			Hubercarb Q1 ~ 6, Hubercarb Q325, Hubercarb S4, Hubercarb S6
	江苏连云港板浦化工厂	板浦重质碳酸钙, 板浦轻钙		Omya	Omya BLR3
	江苏武进化学工业公司	武进轻钙		Pfizer	Omyacarb 3, Omyacarb 5
	江苏无锡红星化工厂	红星轻钙			Marblewhite 325, Marblewhite 200 Vicron 15-15, Vicron 25-11
	浙江建德石粉厂	建德重质碳酸钙			Albacar 5970, Albaglos, Multifex MM
	河南密县化工厂	密县重质碳酸钙			Ultra-pflex
	河南郑州黄河化工厂	链状活性钙		R. E. Carroll	PC-325
	广东嘉邦化工厂	嘉邦重质碳酸钙		Smith Chemical	Calwhite
	广东开平化工实业有限公司	白艳华 CC, CC-R, DD, OT			M-60 Precipitated CaCO_3
	贵州福泉重钙厂	福泉重质碳酸钙	日本	白石工业	白艳华 A, AA, DD, CC, U, O, CC-R
	江西赣西地质矿产开发公司	方解石粉			
	河北唐山建华化工厂	建华轻钙			
	辽宁本溪石灰化工厂	本溪轻钙			
	辽宁本溪助剂厂	BG 303, BG 305			

表 2-12-17 滑石粉的生产厂家、国别和商品牌号

国别	生产厂家	商品牌号	国别	生产厂家	商品牌号
中国	山西大同造型材料厂	大同滑石粉	美国	Pfizer	MP12-15, MP15-38
	吉林浑江滑石矿	浑江滑石粉		Cyprus	Mistron Cypubond, Mistron Vapor, Mistron Vapor Compacted, Mistron Vapor Densified, Mistron ZSC
	辽宁海城滑石矿	海城滑石粉			I. T. X, I. T. 3X, I. T. 5X, I. T. 325, I. T. FT
	江苏南通石港石膏厂	南通滑石粉		R. T. Vanderbilt	
	上海矿产原料厂	上海滑石粉			
	西安石膏厂	西安滑石粉			

(4) 硅灰石粉 由天然硅灰石经选矿、粉碎制得, 粒径为 $3.5 \sim 75 \mu\text{m}$, 相对密度为 $2.3 \sim 2.9$ 。其化学成分为偏硅酸钙 (CaSiO_3)。用作橡胶填充剂和白色颜料。其生产厂家、国别和商品牌号见表 2-12-18。

表 2-12-18 硅灰石粉的生产厂家、国别和商品牌号

国别	生产厂家	商品牌号
中国	吉林梨树硅灰石矿业公司	RB 硅灰石 (200~1250 目)
	辽宁大连橡塑助剂厂	漂白活性硅酸钙
	湖南长沙新型化工材料厂	EM4201, EM4211, EM4221
美国	Harwick	NyAD
	Molvern Minerals	Wollastokup
	R. T. Vanderbilt	VANSIL W-10, VANSIL W-20, VANSIL W-30

(5) 云母粉 由天然云母矿石经干法、湿法研磨制得。其化学成分为硅酸钾盐，化学式为 $K_2Al_4(Al_2Si_6O_{20})(OH)_4$ ，相对密度为 2.7~3.1。用作橡胶填充增量剂。绢云母有补强效能，可替代部分半补强炭黑使用，还可用作隔离剂。由于它属于单斜晶系，其结晶呈薄片状，能提高橡胶的阻尼性能。它有良好的耐热性能、耐酸碱性能和电绝缘性能，还有防护紫外线和放射性辐射的功能，可用于特种橡胶制造耐热、耐酸、耐碱及高绝缘制品。亦可用于通用橡胶制造与食品接触的制品。其生产厂家、国别和商品牌号见表 2-12-19。

表 2-12-19 云母粉的生产厂家、国别和商品牌号

国别	生产厂家	商品牌号
中国	河南宝丰塑料助剂厂	BY-I, BY-II (水云母粉)
	浙江瑞安地质矿产工程公司	绢云母粉
	江苏徐州建筑材料工业公司	云母粉
	新疆云母一厂	云母粉
美国	C. P. Hall	Micro-Mica C-3000
	Harwick	Mica(干磨)
	KMG Minerals	Mica(干磨), Mica(湿磨), Micro Mica C-1000, Micro Mica C-3000 160, 325 湿磨 Mica
	Smith Chemical	Mica 湿磨
		Micro Mica C-1000
	Unimin	Snow White

(6) 石棉 由天然石棉矿加工制成，其化学组成为含镁、铁、钠的硅酸盐 ($2SiO_2 \cdot 3MgO \cdot 2H_2O$)，呈纤维状结晶，它对橡胶有补强作用。突出的优点是隔音、隔热、耐酸碱和绝缘。也可用作隔离剂。其生产厂家、国别和商品牌号见表 2-12-20。

(7) 长石粉 由天然花岗石经浮选，除去二氧化硅、云母后再经研磨制得。其化学成分是含钠、钾、钙的无水硅酸铝，化学式为 $0.9(Na, K)(AlSi_3O_8) \cdot 0.09Ca(Al_2Si_2O_8)$ 。随其钠、钾、钙含量不同分别有钠长石、钾长石，用于胶乳不破坏皂液性质，能防止附聚作用。亦可用作丁苯橡胶和聚氨酯橡胶的填充剂。其生产厂家、国别和商品牌号见表 2-12-21。

表 2-12-20 石棉的生产厂家、国别和商品牌号

国别	生产厂家	商品牌号
中国	辽宁大连金州石棉矿	石棉
	江苏徐州建筑材料工业公司	石棉
	上海石棉制品厂	石棉
	昆明石棉厂	石棉
	吉林柳河石棉制品厂	石棉

表 2-12-21 长石粉的生产厂家、国别和商品牌号

国别	生产厂家	商品牌号
中国	湖南衡阳钠长石矿	钠长石
美国	Feldspar	FELEX-1000, FELEX-325
	Feldsoar	G-Fill

(8) 煤矸石粉 由天然煤矸石经研磨制得。其化学组成类似高岭土，即为二氧化硅和氧化铝的混合物。 SiO_2 占 46%， Al_2O_3 占 20%，挥发分高达 27%，相对密度 1.5~2.5。有半补强效能，俗称硅铝炭黑。易混入橡胶，分散性好，可替代部分炭黑用作补强剂。其生产厂家、国别和商品牌号见表 2-12-22。

表 2-12-22 煤矸石粉的生产厂家、国别和商品牌号

(9) 海泡石粉 由天然海泡石矿经精选、粉碎和分级而成。其化学成分为氧化硅和氧化镁的水合物，化学式为 $Mg_8H_6(Si_{12}O_{30})(OH)_{10} \cdot 6H_2O$ ，产品还含有少量铝和铁的氧化物，相对密度为 0.2~2.2。在浅色橡胶制品中用作补强剂，如

国别	生产厂家	商品牌号
中国	徐州煤矸石研究所	徐州 SAC-1, 徐州 SAC-3
	江苏铜山化工公司	铜山 SAC-1, 铜山 SAC-3
	山西阳泉炭厂	阳泉 SAC
	河北石家庄矿区化工厂	MSAC-3
	湖南益阳橡塑填料厂	FZ-1
	河北宣化钢铁公司炭黑厂	ASAC

表 2-12-23 海泡石粉的生产厂家、国别和商品牌号

国别	生产厂家	商品牌号
中国	湖南浏阳轻工业研究所	Ly 862 补强剂
西班牙	Sepiotife	Pansil

用硅烷处理，其补强性能接近白炭黑，价格仅为白炭黑的一半。其生产厂家、国别和商品牌号见表 2-12-23。

(10) 凹凸棒土粉 由蒙脱石等天然硅酸铝镁类矿物精选加工制得。其化学成分为硅、铝氧化物， SiO_2 占 55.8%~61.4%， Al_2O_3 占 12.3%~

14.3%，含少量铁、钙、锰氧化物。因为它是白色纤维状结晶，表面有凹凸沟槽，故得此名。它还是半补强类型的填充剂，能使压出、压延的胶料表面光滑。其生产厂家、国别和商品牌号见表 2-12-24。

表 2-12-24 凹凸棒土粉的生产厂家、国别和商品牌号

国别	生产厂家	商品牌号
中国	江苏凹凸棒土研究所	凹凸棒土粉 白云石凹凸棒土粉 蒙脱石凹凸棒土粉
美国	J. M. Huber	Hydrex N, Hydrex R

表 2-12-25 白云石粉的生产厂家、国别和商品牌号

国别	生产厂家	商品牌号
中国	江苏徐州建筑材料工业公司 北京平谷滑石粉厂 河北易县福利化工厂	白云石粉 钙镁粉 钙镁粉
美国	James River Limestone	J-R Camodil, JRL-25R

(11) 白云石粉 由天然白云石经粉碎加工制得。化学成分为碳酸钙镁，分子式 $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ，相对密度 2.8~2.9。用作橡胶填充剂，也可用作白色颜料的增容剂。在橡胶中易分散，能增加胶料挺性。其生产厂家、国别和商品牌号见表 2-12-25。

表 2-12-26 重晶石粉的生产厂家、国别和商品牌号

国别	生产厂家	商品牌号
中国	重庆安亿矿业公司 徐州建筑材料公司 上海新桥石粉厂 湖北松滋重晶石粉厂 湖北随州府河化工厂	重庆重晶石 徐州重晶石 上海重晶石 松滋重晶石 随州重晶石
美国	Barium & Chemicals Smith Chemicals Taber Inc	Barco B Barytes Blanc Fixe XR

(12) 重晶石粉 由天然重晶石经研磨、水洗、干燥及风选制取。主要成分为硫酸钡，比例占 90% 以上。用作橡胶填充剂、着色剂，多用于浅色橡胶制品，亦用于涂胶制品、V 形带、传动带、胶垫、模压制品、泡沫制品、密封油封及胶鞋等。由于它耐酸碱，相对密度高达 4.0~4.6，隔音效果好，亦用于制造耐化学、要求高密度的制品和隔声制品。其生产厂家、国别和商品牌号见表 2-12-26。

(13) 冰晶石粉 由天然冰晶石经粉碎研磨制得。主要化学成分为氟铝酸钠，分子式为 Na_3AlF_6 ，相对密度为 2.9~3.0。它是橡胶、胶乳用填充剂。

生产厂家：湖南湘乡氟化盐厂。

(14) 石墨 由天然石墨或人造石墨经粉碎加工制得，是炭的片状结晶物；能传热、导电、耐高温；用作橡胶填充剂能改善胶料加工性能和动态力学性能，显著提高阻尼性能。其生产厂家、国别和商品牌号见表 2-12-27。

表 2-12-27 石墨的生产厂家、国别和商品牌号

国别	生产厂家	商品牌号
中国	湖南鲁塘石墨矿	W88-2, W90-2, W90-3
美国	Asbury Graphite Mills	Asbury 505, Asbury 4076, Graphite

(15) 硅藻土 以天然硅藻土为原料，经粉碎、高温煅烧，除去有机杂质而制得。主要

化学成分为二氧化硅。白色或淡黄色粉末。粒径 $1.1\sim 40\mu\text{m}$ ，相对密度 $1.9\sim 2.35$ 。它是橡胶、塑料的填充剂，也可用作隔离剂和操作助剂。

本品加工无困难，混料时易混入，不飞扬，能使胶料坚挺，降低胶料密度，改善绝热性能。适用于制造绝缘胶料、模型制品、压出制品和发泡制品。用于硬质橡胶可提高软化温度。其生产厂家、国别和商品牌号见表 2-12-28。

表 2-12-28 硅藻土生产厂家、国别和商品牌号

国别	生产厂家	商品牌号	国别	生产厂家	商品牌号
中国	北京房山陶瓷涂料厂 上海金山漕泾化工厂 宁波向阳染化厂 山东临朐硅藻土矿 吉林长白硅藻土矿	硅藻土	中国	贵州金沙大水实业公司	
			美国	Seegott	Celite
				Smith Chem & Color	Diatomaceous earth
			日本	国峰化工业	クニテイト
				昭和化学	ラジオテイト

(16) 活性硅粉 以含有 20% SiO_2 的稻壳为原料，经筛选、漂洗、焙烧、球磨、筛分而制得。主要成分是二氧化硅，含量约 $\geq 86\%$ 。灰白粉末，非晶质，多微孔。相对密度 $1.8\sim 2.3$ ，平均粒径约 $6\mu\text{m}$ 。它是橡胶的补强填充剂，可用于各类橡胶制品。

容易混入橡胶，胶料压出表面光滑，挺性好。硫化曲线平坦，焦烧安全性好。硫化胶弹性和耐老化性能有提高。其生产厂家、国别和商品牌号见表 2-12-29。

表 2-12-29 活性硅粉生产厂家、国别和商品牌号

国别	生产厂家	商品牌号
中国	安徽利率化工原料厂 安徽阜阳化工原料厂	RH-I, RH-II 活性硅粉 RH-I 活性硅粉

(17) 硅微粉 由天然石英矿物经粉碎加工制得。白色或浅灰色粉末，有无定形、微晶型和晶型不同类型。无定形硅微粉相对密度 2.1，平均粒径 $0.1\mu\text{m}$ ；微晶型硅微粉相对密度 2.65，粒径 $1.5\sim 9.0\mu\text{m}$ ；晶型硅微粉相对密度 2.65，粒径 $8\sim 25\mu\text{m}$ 。

无定形硅微粉表面活性高，补强作用近于热裂法炭黑。微晶型硅微粉用作硅橡胶、胶乳的填充剂、增量剂。晶型硅微粉可用作天然橡胶、合成橡胶的填充剂。其商品牌号、生产厂家和国别见表 2-12-30。

表 2-12-30 硅微粉商品牌号、生产厂家和国别

国别	生产厂家	商品牌号
中国	江苏东海高科技硅微粉厂	PG 普通硅微粉 QG 去离子硅微粉 HG 活性硅微粉 CG 超细硅微粉
美国	Harwick Chem. Unimin Specially Minerals Summif Chem. Polymer Valley Chem.	Harwick Silica S(无定形) IMSIL A-10, IMSIL A-15, IMSIL A-25, IMSIL A-108(微晶型) Min-U-Sil 5, Min-U-Sil 10, Min-U-Sil 15, Min-U-Sil 30 PV-S 35, PV-S 45(结晶型)

(18) 石膏粉 由天然石膏经粉碎、加工分级制得。它为白色结晶状粉末。化学成分为硫酸钙，含结晶水。分子式为 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。相对密度 2.36，不溶于酸和碱。用作天然橡胶、合成橡胶和胶乳的填充剂。适用于制造透明橡胶制品和与食物接触的制品。其生产厂家和商品名称见表 2-12-31。

(19) 粉煤灰 发电厂灰池中的沉积物，经粉碎、干燥、筛分而得。其主要化学成分为

硅酸铝，一般含 SiO_2 50%~60%， Al_2O_3 20%~30%，还含有少量金属氧化物、硫和未燃尽的炭。它为灰色细粉，粒子中空呈球状，粒径 5~50 μm ，相对密度 2.1~2.5。

用作橡胶填充剂，经表面改性处理可用作半补强填料，加入橡胶能改善工业性能，胶料压出表面光滑。其生产厂家及商品名称见表 2-12-32。

表 2-12-31 石膏粉生产厂家和商品名称

国别	生产厂家	商品名称
中国	湖北应城石膏粉厂 重庆油漆厂 上海矿产原粉厂 西安石膏厂	石膏粉

表 2-12-32 粉煤灰生产厂家及商品名称

国别	生产厂家	商品名称
中国	山东济宁发电厂微珠开发公司 秦皇岛橡塑填料厂	粉煤灰空心微珠

(20) 细煤粉 由褐煤、烟煤、无烟煤或石油焦经机械粉碎、筛选而得。相对密度在 1.2~1.8 之间。

本品具有密度小和易分散的特点，有一定补强作用，硫化胶永久变形小，生热低，用作橡胶填充剂。其生产厂家及商品名称见表 2-12-33。

表 2-12-33 细煤粉生产厂家及商品名称

国别	生产厂家	商品名称	国别	生产厂家	商品名称
中国	北京煤炭科学研究院 内蒙古满洲里运达炭黑厂	NRF-701,NRF-702 YDN-801,YDN-802	美国	Slab Fork Coal Co. Koch Rubber	Austin Black 325 Koch MDC

12.6 金属氧化物和氢氧化物

在橡胶中，金属氧化物和氢氧化物除用作填充剂外，还可用作活化剂、着色剂、阻燃剂、消泡剂、硫化剂。

12.6.1 金属氧化物

(1) 氧化锌 由锌精矿经还原、焙烧、氧化制得直接法氧化锌；由金属锌高温熔融蒸发产生的锌蒸气在热空气中氧化制得间接法氧化锌。它为白色粉末，相对密度 5.6，粒径 0.1~0.27 μm 。

可用作活性剂和补强填充剂，可直接加入橡胶，亦可以水分散体形式加入胶乳。其生产厂家及商品名称见表 2-12-34。

(2) 活性氧化锌 以普通氧化锌为原料，用稀硫酸与之反应制得硫酸锌，再与碳酸钠反应制得碳酸锌，在 400℃下煅烧制得活性氧化锌。相对密度为 5.2~5.47，粒径为 0.05 μm 。

表 2-12-34 氧化锌生产厂家及商品名称

国别	生产厂家	商品名称
中国	上海有色冶炼厂 贵阳化工原料厂 无锡大众化工有限公司 昆明化工厂 沈阳助剂厂 湖南水口山第二冶炼厂	氧化锌
美国	Zinc Corp. of America	Zinc Oxide

表 2-12-35 活性氧化锌生产厂家及商品名称

国别	生产厂家	商品名称
中国	上海京华化工厂 贵阳化工原料厂 大连油漆厂 东莞三元里综合原料厂 湖南湘西化工厂	活性氧化锌
美国	Aceto	Aceto ZNO
	New Jersey	XX-85
英国	Durham	Micron
日本	中央化成	日星活性氧化锌

可用作白色着色剂和补强填充剂，在胶料中易分散，活性高，可用于制造透明橡胶制品。其生产厂家及商品名称见表 2-12-35。

(3) 二氧化钛 因制法不同可得两种晶型产品。硫酸法得到锐钛型产品，其相对密度为 3.84；氯化法得到金红石型产品，其相对密度为 4.26。

由于它具有优良的遮盖力和着色牢度，主要用作白色着色剂。在硅橡胶中有补强作用，在其他橡胶中仅是惰性填充剂。其生产厂家和商品名称见表 2-12-36。

(4) 氧化镁 碳酸镁和氢氧化镁在 800~900℃ 下煅烧 5~6h，冷却后过筛即得轻质氧化镁；如煅烧温度在 900℃ 以上，则制得重质氧化镁。

橡胶工业使用轻质氧化镁作为补强填充剂，它还能改善制品的耐热性。其生产厂家和商品名称见表 2-12-37。

表 2-12-36 二氧化钛生产厂家和商品名称

国别	生产厂家	商品名称
中国	镇江钛白粉公司	钛白粉
	广州钛白粉厂	
	济南裕光化工总厂	
	上海太平洋化工公司	
美国	Malvem Minerals	Tiebright, Titankup (表面处理)
	N. L. Ludustries	Titanox
日本	石原产业	Titanium Dioxide

表 2-12-37 氧化镁生产厂家和商品名称

国别	生产厂家	商品名称
中国	北京灰石厂	轻质氧化镁
	天津向阳化工厂	
	辽宁营口化工厂	
	上海虹光化工厂	
美国	江苏连云港盐化厂	Genmag, Stenmag Maglite A, Maglite D, Maglite K, Maglite Y Maglite L Magox, Magnesia Seamag
	Harwick	
	Hall	
	Wittanar	
	Basic Chemicals	
	Food Machinerg	

(5) 氧化铁 铁屑和硫酸反应生成硫酸亚铁，再与氢氧化钠反应生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀，在空气中氧化生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，脱水即得氧化铁。

橡胶工业使用氧化铁作红色着色剂和填充剂。含氧化铁的胶料耐高温、耐酸、耐碱，还改善橡胶与金属的附着力。其生产厂家及商品名称见表 2-12-38。

(6) 磁粉 有铝镍钴体、铝镍铁体和钡铁氧体等品种。以三氧化二铁为原料添加钡的氧化物或碳酸盐，经混合、研磨、干燥、粉碎、煅烧制得钡铁氧体磁粉。

用于橡胶作为磁性填充剂，磁性随用量增加而提高。也用于制造磁性橡胶制品。其生产厂家及商品名称见表 2-12-39。

表 2-12-38 氧化铁生产厂家及商品名称

国别	生产厂家	商品名称
中国	上海氧化铁原料厂	氧化铁红
	天津海洋化工厂	
	四川新都化工厂	
	辽宁本溪化工厂	
	广州磁性化工材料厂	
美国	Akrochem	Red Iron Oxide
	Smith Chem & Color	Iron Oxide Red

表 2-12-39 磁粉生产厂家及商品名称

国别	生产厂家	商品名称
中国	北京矿冶研究院	磁粉
	上海矿冶研究所	
	浙江永嘉化工厂	
	济南清河化工厂	
	General Magnetic	
美国		Permecal W-7, 303, 304 (钡铁氧体)

12.6.2 氢氧化物

(1) 氢氧化铝 用天然铝土矿为原料制成。它为白色粉末，有无定形和结晶型两种。相对密度 2.42~2.70，粒径 0.4~20 μm 。

本品用作橡胶的补强填充剂，亦用作阻燃剂。其生产厂家及商品名称见表 2-12-40。

(2) 氢氧化钙 又称消石灰、熟石灰、碱性石灰。由生石灰加水消化制得。它为白色，相对密度 2.24。

本品为橡胶填充剂，亦可用作碱性无机促进剂、活化剂。多用于再生胶胶料，能防止胶料产生气孔。其生产厂家及商品名称见表 2-12-41。

表 2-12-40 氢氧化铝生产厂家及商品名称

国别	生 产 厂 家	商 品 名 称
中国	山东枣庄制药厂	氢氧化铝
	山东东风制药厂	
	天津星火化工厂	

表 2-12-41 氢氧化钙生产厂家及商品名称

国别	生 产 厂 家	商 品 名 称
中国	淄博张店湖田化工厂	消石灰
	安徽蚌埠石灰厂	
	湛江有机化工厂	

第 13 章 黏合体系配合剂

许多橡胶制品，如轮胎、胶管、胶带等，是骨架材料增强的复合材料制品。为了使产品性能优良，经久耐用，必须确保橡胶和骨架材料（人造丝、尼龙、聚酯、芳纶、钢丝等）之间产生牢固的黏合。黏合水平的高低，在一定程度上决定了产品的性能和使用寿命。

橡胶与化学纤维骨架材料之间的黏合有两种基本方法：第一种是浸渍法，即采用间苯二酚/甲醛树脂胶乳浸渍纤维帘布的方法，这是普遍使用的方法；第二种是直接黏合法，即把黏合剂直接加入胶料，通过硫化实现黏合的方法。对于用钢丝帘线增强的橡胶制品。如子午线轮胎、钢丝胶管、钢丝运输带等，通常使用直接黏合法。

能增进橡胶和各种骨架材料之间黏合性能的配合剂，称为黏合剂或黏合增进剂。这里主要介绍国内外广泛使用的直接黏合体系的黏合剂。

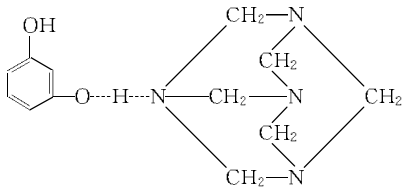
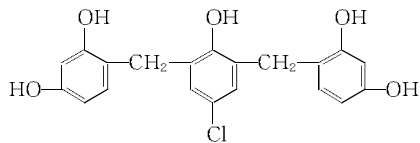
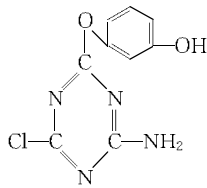
13.1 间甲白体系黏合剂

间甲白体系可简写成 HRH 体系或 RFS 体系，其组成包括三种材料：“间”指间苯二酚，作为亚甲基接受体；“甲”指甲醛，指在硫化温度下能释放出甲醛的物质，称为亚甲基给予体；“白”指白炭黑，是活性材料。这三种材料组合在一起，产生协同效应，在橡胶与骨架材料之间形成牢固的黏合。其作用原理是“亚甲基给予体”在硫化时释放出甲醛，与“接受体”生成间苯二酚甲醛树脂，使橡胶和钢丝帘线黏合在一起。该体系黏合剂名称、化学结构和性状见表 2-13-1。

表 2-13-1 间甲白体系黏合剂的名称、化学结构和性状

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
六甲氧基甲基蜜胺(黏合剂 A)	$\begin{array}{c} \text{hexamethoxymethylmelamine} \\ \text{H}_3\text{COH}_2\text{C}-\text{N}-\text{CH}_2\text{OCH}_3 \\ \\ \text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{N} \quad \text{N} \\ \quad \\ \text{H}_3\text{COH}_2\text{C} \quad \text{CH}_2\text{OCH}_3 \\ \backslash \quad / \\ \text{C} \\ \\ \text{N} \end{array}$	白色蜡状物	1.2	
间苯二酚与硬脂酸的混合物(黏合剂 RS)	blend of resorcinol and stearic acid	浅棕色片状物	1.18	60 (软化点)
间苯二酚与六甲氧基甲基蜜胺的共混物(黏合剂 RL)	blend of resorcinol and hexamethoxymethylmelamine	红棕色黏稠液	1.2	
间苯二酚与乙醛预缩合物(黏合剂 RE)	precodensate of resorcinol and acetaldehyde	半透明琥珀色固体		70±10 (软化点)

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
间苯二酚与六亚甲基四胺的络合物(黏合剂 RH)	complex of resorcinol and hexamethylenetetramine 	白色或粉红色粉末		120 (分解)
2,6-二(2,4-二羟基苯基)-4-氯苯酚(黏合剂 RP)	2,6-bis(2,4-dihydroxy benzyl)-4-chlorophenol 	白色粉末		180~200
对氯酚、间苯二酚与甲醛共聚物(黏合剂 RP-L)	copolymer of <i>p</i> -chlorophenol and resorcinol and formaldehyde	褐色液体		
2-氨基-4-氯-6-间羟基苯氧基三嗪(黏合剂 SW)	2-amino-4-chloro-hydroxy triazine 	灰白色或淡黄色粉末	1.28	200
六甲氧基甲基蜜胺与活性填料的混合物(黏合剂 RA)	mixture of hexamethoxyl methylmelamine	固体粉末		
封闭型间苯二酚(黏合剂 RS-11)	locked resorcinol	固体粉末		
六甲氧基甲基蜜胺与酚预缩合物(黏合剂 AB-30)	precondensate of hexamethoxyl methylmelamine and phenol	白色片状物		

【基本特性】

(1) 黏合剂 A、黏合剂 RA 和黏合剂 RH 为“亚甲基给予体”，它们在硫化过程中能释放出甲醛（亚甲基物）。

(2) 黏合剂 RS、黏合剂 RE、黏合剂 RS-11 和间苯二酚为“亚甲基接受体”，在硫化过程中它们能和“亚甲基给予体”释放出来的甲醛进行树脂化反应，达到增进黏合的目的。

(3) 由亚甲基给予体和接受体组成的黏合体系称为“间甲黏合体系”（简称间甲体系），再加上白炭黑则组成“间甲白黏合体系”（简称间甲白体系）。

(4) 在分子结构中已包含亚甲基给予体和接受体的有黏合剂 RL、黏合剂 RH、黏合剂 SW 和黏合剂 AB-30，它们使用比较简单、方便。

(5) 黏合剂 RP 和黏合剂 RP-L 是聚酯帘布、线绳专用浸渍剂，用含有黏合剂 RP 或黏合剂 RP-L 的浸渍液处理聚酯帘布或线绳，可获得与橡胶一样的黏合力。

【用途及用法】

(1) 用于制造轮胎、胶管、胶带和其他带骨架材料的橡胶制品，增进橡胶和骨架材料之

间的黏合。

(2) 亚甲基给予体和接受体均可在配炼时直接加入胶料使用。

(3) 亚甲基给予体一般用量为 1.5~2.5 份，接受体为 2.5~3.8 份。分子结构中包含给予体和接受体的黏合剂，用量范围 1.5~5.0 份。

(4) 黏合剂 RP (或黏合剂 RP-L) 制成含 20% 的氨水溶液再与间甲浸渍胶乳混合使用，用于浸渍聚酯帘布或线绳，称为“一浸法”；先用含黏合剂 RP 或黏合剂 RP-L 的浸渍液浸渍聚酯帘布或线绳，然后再用间甲胶乳浸渍，称之为“二浸法”。若处理得好，“一浸法”可以达到与“二浸法”一样的黏合效果。

【注意事项】 亚甲基给予体和接受体混入胶料时，混入温度必须低于 90℃，高于这个温度黏合剂会分解失效。

【厂家牌号】 见表 2-13-2。

表 2-13-2 间甲白体系黏合剂的生产厂家、国别和商品名称

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
中国	黏合剂 A(常州曙光化工厂)	即为本品	俄罗斯	Resotropin	
美国	Cyrez 963 Resin(American Cyanamid)		中国	黏合剂 RP(常州曙光化工厂)	即为本品
	R 7234(HMMM)(Sovereign Chemical Co.)		英国	Pexul(ICI)	
	Resimene 3520(Monsanto)		日本	H-7(バルチックス)	
德国	Cohedur A(Bayer AG)		中国	黏合剂 RP-L(常州曙光化工厂)	即为本品
中国	黏合剂 RS(常州曙光化工厂、天津有机化工厂)	即为本品	中国	黏合剂 SW(吉林通化化工三厂)	即为本品
美国	Resorcinol 401-WP(Hawick)		英国	Manobond BPS(Manchem)	
	PA-56-060(Polymer Application)			Vulcabond SW(ICI)	
德国	Cohedur RS(Bayer AG)		中国	黏合剂 RA(常州曙光化工厂)	即为本品
中国	黏合剂 RL(常州曙光化工厂)	即为本品	美国	Cyrez 964 resin powder	
美国	Cohedur RL(Mobay)			Cyrez 963 resin powder concentrate	
德国	Cohedur RL(Bayer AG)			(American Cyanamid)	
中国	黏合剂 RE(常州曙光化工厂)	即为本品		Cyrez CRA100RPC(Cytec)	
美国	Bonding Agent R-6(Uniroyal Chemical)		日本	Sumikanol 507, Sumikanol 508(住友)	
中国	黏合剂 RH(常州曙光化工厂)	即为本品	德国	Cohedur A150, Cohedur A250(Bayer)	
俄罗斯	Pe30TPO ИИ		中国	黏合剂 RS-11(常州曙光化工厂)	即为本品
			德国	Cofill 11(Degussa)	
			中国	黏合剂 AB-30(常州曙光化工厂)	即为本品

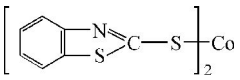
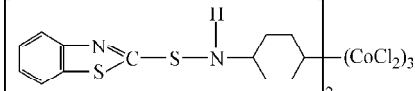
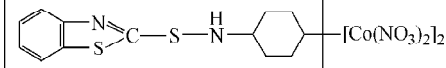
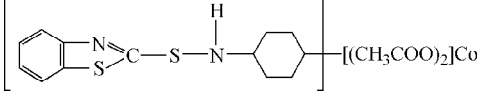
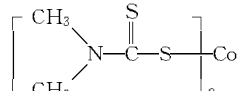
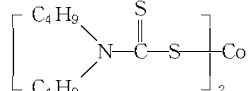
13.2 钴盐体系黏合剂

在胶料配方中加入钴盐，能改善橡胶和金属材料之间的黏合性能。使用钴盐的黏合体系称为钴盐黏合体系，或简称为钴盐体系。该体系黏合剂的名称、化学结构和性状见表 2-13-3。

表 2-13-3 钴盐体系黏合剂的名称、化学结构和性状

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
环烷酸钴(RC-N10)	$\text{cobalt naphthenate}$ $\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} - (\text{CH}_2)_n - \text{COO} \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{H}_2\text{C} \qquad \qquad \qquad \text{CH}_2 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \end{array} \right]_2 \text{Co}$	紫红色黏稠液体 或片状物		80~95 (软化点)

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
M 钴盐 (Co-MBT)	cobalt salt of MBT 	青绿色粉末		
CZ 与氯化钴络盐 [CoCl-CZ]	accelerator CZ-Cobalt chloride complex 	淡红紫色结晶		
CZ 与硝酸钴络盐 [Co(NO ₃) ₂ -CZ]	accelerator CZ-Cobalt nitrate complex 	淡红紫色结晶		
CZ 与乙酸钴络盐 [(CH ₃ COO) ₂ Co-Zn]	accelerator CZ-Cobalt acetate complex 	紫色结晶		
二甲基二硫代氨基甲酸钴	cobalt dimethyl dithiocarbamate 	深黄绿色粉末		
二丁基二硫代氨基甲酸钴	cobalt dibutyl dithiocarbamate 	黄绿色粉末		
硬脂酸钴 (RC-S95)	cobalt stearate $[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COO}]_2\text{Co}$ $n=14$ 或 16	紫色片状物		80~100 (软化点)
癸酸钴 (RC-D20)	cobalt decanoate $[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COO}]_2\text{Co}$	蓝紫色片状物		80~90 (软化点)
树脂酸钴 (RC-R9)	cobalt resinatate	褐色片状物		80~100 (软化点)
硼酰化钴 (RC-11, RC-16, RC-20, RC-23)	cobalt carboxy-boro acylate $[\text{RCOO}-\text{Co}-\text{O}]_3\text{B}$ $\text{R}=\text{C}_5\sim\text{C}_{16}$ 烷基	灰蓝色粉末和黏稠物	1.1~1.4	

【基本特性】

(1) 钴盐加入胶料, 形成促进剂-硫黄-钴盐络合物, 促进镀黄铜钢丝帘线表面硫化亚铜的生成, 从而改善了橡胶与钢丝的黏合。

(2) 钴盐体系对促进剂类型选择十分敏感, 通常与次磺酰胺类促进剂配用为宜。

(3) 钴盐体系与间甲白体系之间能产生协同效应。两个体系并用能获得更高的黏合水平, 且能克服单用每个体系存在的弊端。

(4) 各种钴盐中, 综合性能最好的是硼酰化钴, 其分子中的钴和硼通过氧与有机成分连

接起来，由于硼-氧-钴键键能很弱，钴能很快从分子中释出，大大提高了钴的活性。其他几种钴盐黏合性能差别不大。

【用途及用法】

(1) 用于制造轮胎、胶管、胶带等带骨架的橡胶制品，增进橡胶与金属骨架材料之间的黏合。

(2) 可在配炼时直接加入胶料使用。

(3) 可单用，亦可与间甲白体系黏合剂并用。

(4) 一般用量为 0.15~1.0 份。

【注意事项】

(1) 由于钴能催化橡胶老化，在胶料中用量不宜过多。

(2) 贮存应隔绝火源、热源，运输防雨、防晒。

【厂家牌号】 见表 2-13-4。

表 2-13-4 钴盐体系黏合剂的生产厂家、国别和商品名称

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
中国	环烷酸钴(RC-N10)(镇江金威集团公司、锦州石油化工厂、淄博红旗化工厂、上海长风化工厂、天津红旗化工厂、大连明星化工厂)	即本品，含 Co 10%	中国	癸酸钴 RC-D20(镇江金威集团公司)	本品含 Co 20%~21%
美国	Cobalt Naphthenate (Shepherd)	含 Co 10.5%	美国	Cobalt Neodecanoate(Shepherd)	
英国	Manobond CN10(Manchem)	含 Co 10%	英国	Manobond 740C	
法国	Cobalt Naphthenate(VASSET)	含 Co 10%	法国	Manobond CN20, 5(Marchem)	
	Manobond CN10(Rhone-Poal)	含 Co 10%		Manobond 740C	
德国	Cobalt Naphtenate(Borchers)	含 Co 11%		Manobond CN20, 5 (Rhone-Poulec)	
西班牙	Naphthorate de Cobalto(Brugoes)		德国	Neoco 250VC(Chempro S. A)	
中国	硬脂酸钴 RC-S95(镇江金威集团公司)	含 Co 9.6%	中国	树脂酸钴 RC-R9(镇江金威集团公司)	本品含 Co 9%
美国	Cobalt Stearate(Shepherd)	含 Co 9.5%	中国	硼酰化钴 RC-B23, RC-B16, RC-B11(镇江金威集团公司)	即为本品
英国	Manobond S95(Manchem)	含 Co 9.5%	美国	Cobalt boro-neodecanoate(Shepherd)	
法国	Manobond S95(Rhone-Poulec)	含 Co 9.5%	英国	Manobond 680C, C-16, CP-216(Manchem)	
			法国	Manobond 680C, C-16, CP-420(PPhone-Poulec)	

第 14 章 工艺操作配合剂

凡能改善橡胶压出、压延、成型等工艺操作性能，起增塑、塑解、均匀、分散、增黏、隔离、防焦烧作用的物质都称为工艺操作配合剂。这类配合剂属非功能型，加入胶料不显著影响其硫化特性和硫化胶力学性能，仅能改善工艺操作性能，起到方便操作、缩短时间、降低能耗、提高生产效率的效果。

14.1 增塑剂

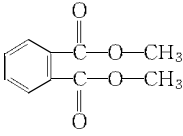
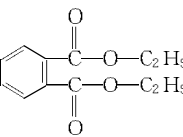
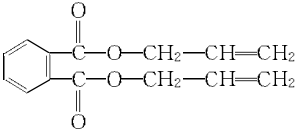
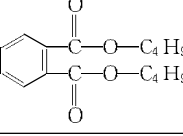
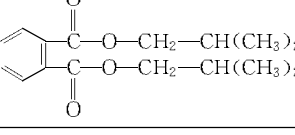
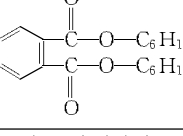
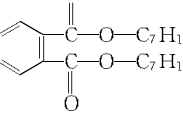
凡能把橡胶分子分开，从而降低其玻璃化转变温度以及未硫化胶熔融黏度和硫化胶硬度的物质称为增塑剂。在橡胶工业中，过去也曾称为“软化剂”。然而软化剂和橡胶之间几乎没有什么相互作用，但增塑剂和极性橡胶之间则有较强的相互作用。将这两个术语统一起来，统称为“增塑剂”，其优点在于所有高分子材料（橡胶、塑料等）均可使用，其作用是使聚合物分子分开，起到软化的效果。

增塑剂的名称、化学组成和性状见表 2-14-1。

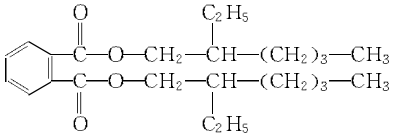
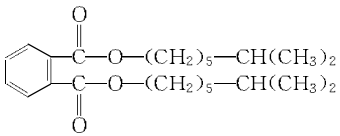
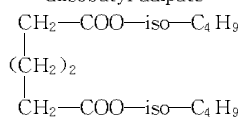
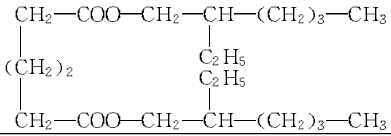
表 2-14-1 增塑剂的名称、化学组成和性状

名 称	化 学 组 成	性 状		
		外 观	相对密度	闪点/℃
高芳烃油	aromatic oil 芳烃含量 40.0%~50.0%(质量) 环烷烃含量 27.0%~37.0%(质量) 链烷烃含量 18.0%~28.0%(质量)	褐色油状液体	1.00~1.04	230~270
链烷烃油(石蜡油)	paraffinic oil 链烷烃 C 原子数含量≥60% 芳烃 C 原子数含量≤10%	浅褐色透明液体	0.85~0.95	110~305
环烷油	naphthenic oil 芳烃 C 原子数含量 16%~49%	浅色油状液体	0.86~0.96	157~167
机油	engine oil	棕褐色油状液体	0.91~0.93	165
合成锭子油	synthetic spindle oil	淡黄色液体	0.888~0.896	163
增塑剂 2-210	饱和与不饱和脂肪酸锌皂	淡黄粒料		100~105 (熔点)
石油树脂	petroleum resins 分子量 600~3000	黄色至棕色树脂状固体	0.970~0.975	260
白石蜡	scale paraffin(Wax)	白色结晶固体	0.9 以下	50~62 (熔点)
黄石蜡	yellow paraffin(Wax)	黄色结晶固体	0.9	52~58 (熔点)
煤焦油	coal tar	黑色黏稠液体	1.10	
固体苯并呋喃树脂(固体古马隆树脂)	solid coumarone-indene resin	淡黄色至棕褐色固体	1.05~1.10	80~90 (软化)


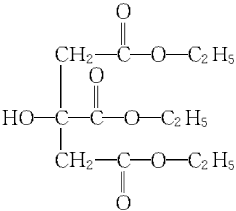
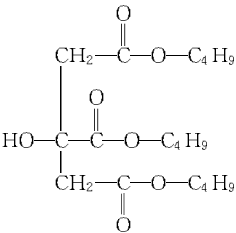
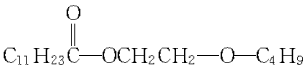

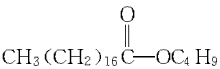
续表

名 称	化 学 组 成	性 状		
		外 观	相对密度	闪点/℃
液体苯并呋喃树脂(液体古马隆树脂)	liquid coumarone-indene resin	黄色至棕褐色黏稠液体		
松焦油	pinetar	深褐色黏稠液体	1.01~1.06	240~400 (沸点)
松香	rosin	淡黄色至棕红色透明液体	1.1~1.5	75 (软化)
黑油膏	dark facticl	黑褐色松散固体	1.08~1.20	
白油膏	white factice	白色松散固体	1.0~1.36	
邻苯二甲酸二甲酯(DMP)	dimethyl phthalate 	无色液体	1.17	145~148 (沸点) -40 (凝固)
邻苯二甲酸二乙酯(DEP)	dityl phthalate 	无色液体	1.10	160 (闪点) -50 (凝固)
邻苯二甲酸二烯丙酯(DAP)	diallyl phthalate 	清澈油状液体	1.117~1.123	166 (闪点) 157~165 (沸点)
邻苯二甲酸二丁酯(DBP)	dibutyl phthalate 	微黄色透明液体	1.04	175 (闪点) -60 (凝固)
邻苯二甲酸二异丁酯(DIBP)	diisobutyl phthalate 	无色液体	1.04	327 (沸点) -50 (凝固)
邻苯二甲酸二己酯(DHP)	dihexyl phthalate 	淡黄色液体	0.99~1.005	188~199 (闪点) -53 (凝固)
邻苯二甲酸二庚酯(DHP')	diheptyl phthalate 	清澈液体	0.987	230 (沸点) -40 (凝固)

续表

名 称	化 学 组 成	性 状		
		外 观	相对密度	闪点/℃
邻苯二甲酸二辛酯(DOP)	dioctyl phthalate 	无色油状液体	0.982~0.988	370 (沸点) -47 (凝固)
邻苯二甲酸二异辛酯(DIOP)	diisooctyl phthalate 	无色液体	0.982	230~239 (沸点) -45 (凝固)
己二酸二异丁酯(DIBA)	diisobutyl adipate 	无色液体	0.95	160 (闪点) -20 (凝固)
己二酸二辛酯(DOA)	dioctyl adipate 	油状液体	0.927	-70 (凝固)
己二酸二异辛酯(DIOA)	diisooctyl adipate $(H_3C)_2CH(CH_2)_5OOC(CH_2)_4COO$ $(CH_2)_5CH(CH_3)_2$	无色油状液体	0.928	195~210 (闪点) -70~-40 (凝固)
己二酸二壬酯(DNA)	dinonyl adipate $H_{19}C_9OOC(CH_2)_4COOC_9H_{19}$	有味液体	0.993	202~232 (闪点) -65 (凝固)
壬二酸二正丁酯(DBA)	di- <i>n</i> -butyl azelate $H_9C_4OOC(CH_2)_7COOC_4H_9$	油状液体		87.8 (闪点) -27 (凝固)
壬二酸二辛酯(DOZ)	dioctyl azelate $H_{17}C_8OOC(CH_2)_7COOC_8H_{17}$	无色透明液体	0.917	227 (闪点) -65 (凝固)
癸二酸二甲酯(DMS)	dimethyl sebacate $H_9COOC(CH_2)_8COOCH_3$	无色透明液体	0.99	145 (闪点) -24.5 (凝固)
癸二酸二正丁酯(DBS)	di- <i>n</i> -butyl sebacate $H_9C_4OOC(CH_2)_8COOC_4H_9$	有味无色液体	0.938	202 (闪点) -12~-10 (凝固)
癸二酸二辛酯(DOS)	dioctyl sebacate $H_{17}C_8OOC(CH_2)_8COOC_8H_{17}$	无色透明液体		215 (闪点) -40 (凝固)
癸二酸二壬酯(DNS)	dinonyl sebacate $H_{19}C_9OOC(CH_2)_8COOC_9H_{19}$	无色液体	0.909	249

续表

名 称	化 学 组 成	性 状		
		外 观	相对密度	闪点/℃
癸二酸二己酯 (DHS)	dihexyl sebacate $\text{H}_{13}\text{C}_6\text{OOC}(\text{CH}_2)_8\text{COOC}_6\text{H}_{13}$	淡黄色油 状液体	0.920	184 (沸点)
癸二酸二丁苄 酯(BBS)	butylbenzyl sebacate 	淡黄色液体	1.023	
柠檬酸三乙酯 (TEC)	triethyl citrate 	有味无色 液体		
柠檬酸三丁酯 (TBC)	tri- <i>n</i> -butyl citrate 	有味油状 液体	1.047	185 (闪点) -20 (凝固)
单月桂酸乙二 醇酯(DGL)	diethylene glycol monolaurate $\text{H}_3\text{C}(\text{CH}_2)_{10}\text{COO}(\text{CH}_2)_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	淡黄色液体	0.960	-11~-9 (凝固)
月桂酸丁氧乙 酯(BLC)	butoxyethyl laurate 	琥珀色液体	0.883	-12~-3 (凝固)
油 酸 甲 酯 (MTO)	methyl oleate $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOCH}_3$	黄色透明 液体	0.880	177 (闪点) -16 (凝固)
油 酸 正 丙 酯 (NPO)	<i>n</i> -propyl oleate $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOC}_3\text{H}_7$	油状液体	0.869	166 (闪点) -20 (凝固)
油 酸 正 丁 酯 (NBO)	<i>n</i> -butyl oleate $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOC}_4\text{H}_9$	琥珀色油 状液体	0.872	193 (闪点) -10 (凝固)
油酸四氢呋喃 甲酯(THFO)	tetrahydrofuryl oleate $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOCH}_2$ 	黄色油状 液体	0.928	213 (闪点) -28 (凝固)
硬脂酸正丁酯 (BS)	<i>n</i> -butyl stearate 	无色油状 液体	0.858	188 (闪点) -22~-16 (凝固)
二硬脂酸二甘 醇酯(DEDR)	diethylene glycol distearate $[\text{H}_3\text{C}(\text{CH}_2)_{16}\text{COOCH}_2\text{CH}_2]_2\text{O}$	白色蜡状 固体	0.96	51~54 (熔点)

续表

名 称	化 学 组 成	性 状		
		外 观	相对密度	闪点/℃
磷酸三丁酯 (TBP)	tributyl phosphate $(\text{H}_9\text{C}_4\text{O})_3\text{P}=\text{O}$	无色液体	0.973~0.978	193 (闪点) -80 (凝固)
磷酸三辛酯 (TOP)	trioctyl phosphate $\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \\ \\ [\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CHCH}_2\text{O}]_3\text{P}=\text{O} \end{array}$	浅色有味 液体	0.923	207 (闪点) -70 (凝固)
磷酸三苯酯 (TPP)	triphenyl phosphate $\left[\text{C}_6\text{H}_5\text{O} \right]_3\text{P}=\text{O}$	白色针状 结晶	1.195	225 (闪点) 49.2 (熔点)
磷酸三(二甲苯)酯(TXP)	triisobutyl phosphate $\left(\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2\text{O} \right)_3\text{P}=\text{O}$	无色液体	1.137	235 (闪点) -35 (凝固)
环氧硬脂酸丁酯(BES)	butyl epoxy stearate $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}(\text{O})\text{CH}(\text{O})\text{CH}_2(\text{CH}_2)_7\text{C}(=\text{O})\text{OC}_4\text{H}_9$	油状液体	0.90	190
磷酸三甲苯酯(TCP)	trimesityl phosphate $\left(\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)_3\text{O} \right)_3\text{P}=\text{O}$	黏稠液体	1.170	215 (闪点) -20 (凝固)
环氧硬脂酸辛酯(OES)	octyl epoxy stearate $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}(\text{O})\text{CH}(\text{O})\text{CH}_2(\text{CH}_2)_7\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	淡黄色油 状液体	0.91	265 (闪点) -13.5 (凝固)
聚 α -甲基苯乙烯树脂	poly- α -methylstyrene resin $\left[\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{C}-\text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right]_n$	黄色黏稠 液体	1.04	180 (闪点)

【基本特性】

(1) 石油系增塑剂中烷烃类与橡胶相容性差，但它污染性小；芳烃与橡胶相容性好，但有污染性，会使制品变色。

(2) 蜡类对橡胶有润滑作用，使胶料容易压出、压延，硫化后产品容易脱模。本身又是物理防老剂，对光、臭氧和水有防护作用，但易喷出制品表面。

(3) 煤焦油系增塑剂与橡胶相容性好，改善加工性能作用明显。能溶解硫黄，阻止硫黄喷出。缺点是会提高脆性温度，对屈挠性能有不利影响。

(4) 松油系增塑剂在橡胶中易分散，有增黏作用，能提高制品耐寒性，能延迟焦烧，对噻唑类促进剂有活化作用，缺点是有污染性。

(5) 脂肪油系增塑剂能促进填料在橡胶中分散,使胶料表面光滑,收缩率小,挺性大,能减少硫黄喷出,还有耐光、耐臭氧和电绝缘性能。

(6) 苯二甲酸酯类增塑剂能缩短混炼时间,有助于加工,硫化胶较柔软,与橡胶相容性强,黏着性和耐水性良好。缺点是易挥发,低温易结晶。

(7) 脂肪二元酸酯类增塑剂耐热性、耐寒性好,有优良的低温柔软性,耐光、耐水、抗静电性能好。缺点是迁移性较大,易被水抽出。

(8) 脂肪酸酯类增塑剂耐寒、耐油、耐光、耐水性好,还有一定抗霉作用。能改善制品低温屈挠性能。挥发性好,无毒。

(9) 磷酸酯类增塑剂有优良的耐寒性、耐光性和阻燃性,耐油、耐水性良好。缺点是挥发性大,易迁移。

(10) 环氧类增塑剂耐热、耐寒、耐光性能优良。迁移性低,挥发性低,电性能好。

【用途及用法】

(1) 用于天然橡胶和合成橡胶,使胶料软化、便于加工操作。

(2) 在混炼时直接加入胶料使用。

(3) 在胶料中配用量一般为 5.0~10.0 份,最多不超过 15.0 份。

【注意事项】 有污染性的增塑剂不宜用于浅色制品。

【厂家牌号】 见表 2-14-2。

表 2-14-2 增塑剂的生产厂家、国别和商品名称

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
中国	高芳烃油(山东济南炼油厂、安徽安庆炼油厂、辽宁锦州炼油厂、天津大港炼油厂、辽宁大连石油七厂、上海炼油厂)	即为本品	中国	增塑剂 2-210(北京橡胶院科达公司)	即为本品
美国	Sundex 1585 Sundex 53 Sundex 85 (Sunoil Co.)		中国	锭子油(湖南长沙石油厂)	即为合成锭子油
日本	Aromatic Oil 90,125(Golden Bear) Sonic Processoil × 50 ~ 200 (共同石油)		中国	石油树脂(青岛即墨化工厂、辽宁鞍山化工一厂、上海金山新农化工厂、上海达华塑料化工厂) C ₅ 石油树脂(江苏靖江化工厂、山东淄博油漆厂、南京六合第二化工厂) C ₉ 石油树脂(南京六合第二化工厂) Picco 6000 Series(Hercules,Process Chemicals Div.)	即为本品
中国	300 号石蜡油(上海润滑油厂)橡胶操作油(大连石化公司)	本品为链烷烃油	中国	白石蜡(大连石油化工公司、辽宁锦州炼油厂)	即为本品
美国	Sunpar 110, Sunpar 180, Sunpar 2210(Sunoil Co.)		英国	Wax, Paraffin 118122, Paraffin 125130, Paraffin 130135(Anchor) Prowax A, A. 1, B, C, W (Fechnical Waxes)	
日本	Sonickprocessoil P-200, Sonickprocessoil P-300(共同石油) Processoil P-200, Processoil P-400(富士兴产)		中国	黄石蜡(辽宁锦州炼油厂、大连石油化工公司)	即为本品
中国	环烷烃油(天津大港炼油厂、大连石油七厂、上海润滑油厂)	即为本品	中国	煤焦油(北京焦化厂、天津炼铁厂、吉化公司、上海焦化厂、河南安阳钢铁厂)	即为本品
美国	Circosol 410, Circosol 420, Circosol 450, Circosol 4130(Sunoil Co.)		中国	固体古马隆(北京焦化厂、上海焦化厂、包钢焦化厂、昆明钢铁公司焦化厂)	本品为固体苯并呋喃蒽树脂
日本	Swallex 100, Swallex 200(丸善石油)		美国	Cumar R-12, Cumar R-16, Cumar R-16A, Cumar R-17(Neville) Natro-Rez 10, Natro-Rez 15(Natrochem)	
中国	机油(辽宁锦州炼油厂、江苏无锡炼油厂、河南洛阳润滑油厂、辽宁抚顺石油三厂)	即为本品			

续表

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
中国	液体古马隆(首都钢铁公司焦化厂、上海焦化厂)	本品为液体苯并呋喃茚树脂	美国	Di-HP Harflex 160 (Hardesty) Jayflex DHP(Exxon)	本品为 DHP, 即邻苯二甲酸二己酯
美国	Cumar Resins(Nerille)				
中国	松香(安徽太平县林产化工厂、湖南邵阳林化厂、福建大田林产化工厂、江西南丰县化工厂、广东高州县松脂化工厂、广西梧州化工厂、四川南川县松香厂、云南双江县松香厂)	即为本品	中国	邻苯二甲酸二庚酯(北京化工厂、上海溶剂厂、天津溶剂厂、沈阳新城化工厂、江苏苏州溶剂厂、哈尔滨化工厂)	即为本品 DHP
美国	Rosin(Harwick)		英国	Bisoflex 71(B. P. Chemicals, Bistillers)	
英国	Rosin(Fatoils)		中国	邻苯二甲酸二辛酯(北京化工三厂、上海溶剂厂、天津溶剂厂、沈阳新城化工厂、哈尔滨化工四厂、苏州溶剂厂、南昌溶剂厂、武汉化工原料厂、广州溶剂厂)	即为本品 DOP
中国	黑油膏(天津橡胶制品二厂、辽宁沈阳溶剂厂、长沙试剂化工厂、上海精益橡胶厂、江苏无锡合成化工厂)	即为本品	美国	Uniflex DCP(Union Camp, Corp.) Kodaflex DOP(Eastman Chem.)	
中国	白油膏(北京永乐店化工厂、天津橡胶制品二厂、上海精益橡胶厂、蚌埠淮河油脂化工厂)	即为本品			
中国	邻苯二甲酸二甲酯(上海群力塑料厂、四川成都气体厂 上海乙酸纤维素厂、四川宜宾东方红化工厂)	即为本品 DMP	中国	邻苯二甲酸二异辛酯(北京化工厂、河北沧县农药化工厂)	即为本品 DIOP
英国	Reomol DMP(Geigy)		美国	Staflax DIOP(Reichhold Chem.)	
德国	Unimoll DM(Bayer)				
美国	Kodaflex DMP(Eastman Chem.) Staflax DMP (Reichhold Chem., Inc.)		中国	己二酸二辛酯(营口塑料助剂厂、天津溶剂厂、吉林石井沟联合化工厂、太原溶剂厂)	即为本品 DOA
中国	邻苯二甲酸二乙酯(上海群力塑料厂、上海乙酸纤维素厂)	即为本品 DEP	美国	Staflax DOA (Reichhold Chem., Inc.) Uniflex DOA(Union Camp, Corp.)	
美国	Kodaflex SEP(Eastman Chem.)		美国	Staflax DOZ (Reichhold Chem., Inc.)	本品为壬二酸二辛酯
德国	Unimoll DA(Bayer)		中国	癸二酸二正丁酯(天津溶剂厂、沈阳新城化工厂)	即为本品 DBS
中国	邻苯二甲酸二烯丙酯(天津合成材料厂)	即为本品 DAP	中国	癸二酸二辛酯(北京化工三厂、天津中河化工厂、上海溶剂厂、吉林石井沟联合化工厂)	即为本品 DOS
美国	Diallyl Dththalate DAP(Hall)		美国	Uniflex DOS(Union Camp, Corp.)	
中国	邻苯二甲酸二丁酯(北京化工厂、上海溶剂厂、天津溶剂厂、沈阳新城化工厂、江西南昌溶剂厂、湖北沙市溶剂厂)	即为本品 DBP	中国	柠檬酸三丁酯(湖南衡阳化工研究院)	即为本品 TBC
美国	Kodaflex DBP(Eastman Chem.)		中国	硬脂酸正丁酯(上海东方化工厂)	即为本品 BS
德国	Palatinol DBP(Badische Corp.) Unimoll DB(Bayer AG)		中国	磷酸三苯酯(湖南衡阳有机化工厂、上海彭浦化工厂)	即为本品 TPP
中国	邻苯二甲酸二异丁酯(上海溶剂厂、天津溶剂厂)	即为本品 DIBP	中国	磷酸三甲苯酯(上海彭浦化工厂)	即为本品 TCP
美国	Hatcol DIBP(Hatcol)		中国	环氧硬脂酸辛酯(南京金陵化工厂、浙江桐乡蚕蛹化工厂)	即为本品 OES
英国	Diisobutyl Phthalate (A. Boake, Robert)		美国	Drapex 3,2(Argus)	

14.2 塑解剂

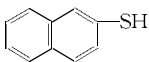
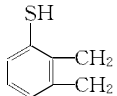
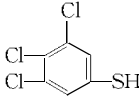
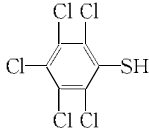
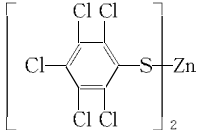
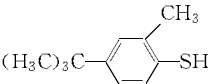
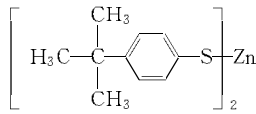
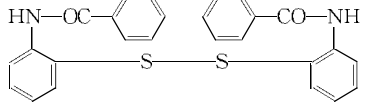
通过化学和物理化学作用能增强生胶塑炼效果、降低塑炼能耗、缩短塑炼时间的物质称为塑解剂。

塑解剂的作用在于它能使生胶塑化，便于混入其他配合剂制成混炼胶。好的塑解剂不影响胶料的硫化特性和硫化胶的力学性能。在胶料中易分散、无毒、无味、无污染、不变色。

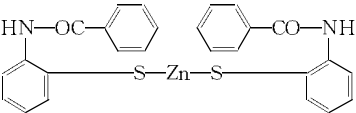
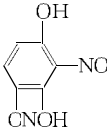
常用的塑解剂大部分是芳香族硫醇衍生物及其锌盐以及二硫化物。一般说，随温度升高塑解作用增强。

噻唑类促进剂 M、DM 及二枯基过氧化物等对天然胶有一定塑解作用。塑解剂名称、化学组成及性状见表 2-14-3。

表 2-14-3 塑解剂的名称、化学组成及性状

名 称	化 学 组 成	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
2-萘硫酚(2-TN)	2-thionaphthod 	淡黄色片状物	0.92	50
二甲苯基硫酚(TX)	thio xlenol 	淡黄色荧光液体	0.9~1.0	74~82 (闪点)
三氯硫酚(TCTP)	trichlorothiophenol 	淡黄色颗粒或片状		75~96
五氯硫酚(PCTP)	pentachlorothiophenol 	灰色粉末	1.70~1.83	200~210
五氯硫酚锌盐(PCTPZ)	zinc salt of pentachlorothiophenol 	灰白色粉末	2.38	340 (分解)
4-叔丁基邻甲苯硫酚(BTC)	4-tert-butyl-o-thiocresol 	无色低黏度液体	0.87~0.90	
4-叔丁基硫酚锌(BTPZ)	zinc tert-butyl-thiopenate 	白色粉末	1.41~1.80	
2,2'-二苯甲酰氨基二苯基二硫化物(DBMD)	2,2'-dibenzamido diphenyl disulfide 	黄白色粉末		

续表

名 称	化 学 组 成	性 状		
		外观	相对密度	熔点/℃
硫代苯甲酸锌(TBZ)	zinc thiobenzoate	淡黄色粉末		110~113
2-苯甲酰氨基硫酚锌盐 (BTPZ)	zinc 2-benzamido-thiophenolate 	灰白黄色粉末		190
二甲基基二硫化物混合物 (DDM)	dixylene disulfide mixture	黄棕色液体	1.12	
2,4-二亚硝基间苯二酚 (DTRC)	2,4-dinitroso resorcinol 	暗黄色粉末		
高分子量油溶性磺酸 (SSAO)	oil soluble sulfonic acid, high molecular weight	红褐色液体	0.90~0.93	
磺化石油产品混合物 (以石油作载体)(MSPP)	mixture of sulfonated petroleum products in a petroleum oil carrier	液体		

【基本特性】

(1) 硫酚及其锌盐对天然橡胶和合成橡胶有塑解作用,对胶浆有稳定作用,在噻唑类或秋兰姆类促进剂存在下对胶料有活化作用。它们在胶料中分散良好,无污染性,对制品力学性能和老化性能无影响。

(2) DBMD 是高温塑解剂,特别适用于高温混炼加工开始塑炼时使用。不会喷出,对制品老化性能无影响。

(3) 其余几种为低温塑解剂,适于开炼机塑炼加工。其中 SSAO 有高效增塑作用,还有防焦烧作用。

【用途及用法】

(1) 用作天然橡胶和合成橡胶的塑解剂,也可用于胶浆以降低黏度,起稳定作用。

(2) 在塑炼时加入或混炼开始时加入,也可直接加入胶浆。

(3) 在天然橡胶中用量少于 1.0 份,在合成橡胶中用量适当多些,通常为 1.0~3.0 份,有时甚至高达 6.0 份。

【注意事项】

(1) 应在低温干燥条件下贮存。

(2) 有刺激作用,避免与眼睛和皮肤接触。

【厂家牌号】 见表 2-14-4。

表 2-14-4 塑解剂的生产厂家、国别和商品名称

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	RPA No. 2(Du Pont)	本品为 2-TN	美国	Pitt-C. 640 Conc. (Pitt-Consol)	本品为 TX
英国	Vulcamel TBN(ICI)	含 67%石蜡		RPA No. 3 Cone. (Du Pont)	
意大利	Premax 2(ACNA Montecatini)	含 67%石蜡	日本	ガムソル No. 3(精工)	
德国	Renacit I (Bayer AG)		德国	Renacit II (Bayer)	本品为 TCTP

续表

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
中国	五氯硫酚(武汉泾河化工厂、浙江黄岩化工厂、沈阳东北助剂总厂)	本品为 PCTP	中国 美国	劈通 22(沈阳有机化工二厂) Pepton 22 Pepton 44(Cyanamide)	本品为 DBMD 本品加活化剂
美国	Peptizer PTP(Akron Chem.) RPA No. 6(Du Pont)	本品加活化剂	法国	Peptisant 10(Rhône Poulenc)	
德国	Renacit 7(Mobay) Renacit V Renacit VII(Bayer)	本品加活化剂 V 加活化剂、分散剂	日本 俄罗斯 捷克	Noctizer SS(大内新兴) А мифенс Б Peptazin BAFD(Chemapol)	
意大利	Ciclizante 2° B, Ciclizante 3° C (Bozzetto)		英国 日本	Robac T. B. Z(Robinson) サントイザ No. 2(三新)	本品为 TBZ
美国	Endor (Du Pont)	本品为 PCTPZ	美国	Pepton 65 Pepton 65B(Cyanamide)	本品为 BTPZ 本品与 DBMD 的混合物
德国	Renacit IV, IV/GR(Bayer)	本品为 IV 加 34% 硬脂酸和石蜡	日本	Noctizer SZ Noctizer SM(大内新兴)	本品与 DBMD 的混合物
意大利	Ciclinante 1° A(Bozzetto)		美国	Pitt C, 500(Pitt-Consol) RR-10(Du Pont)	本品为 DDM
俄罗斯	Тиохлорфен Ц		德国	Renacit VI, VI(B)(Bayer AG)	
美国	Pitt-Consol 646(Pitt-Consol)	本品为 BTC	日本	ガムソル No. 5(精工)	
日本	ガムソル No. 7, No. 8(精工)	No. 8 为叔丁基硫酚	美国	Rezed 33(Aniline Prods)	本品为 DTRC
美国	Pitt-Consol 651, Pitt-Consol 651A, Pitt-Consol 651 Conc. (Pitt-Consol)	本品为 BTPZ	美国	Bondogen(Vanderbilt)	本品为 SSAO
			英国	Ancoplas ER Ancoplas LP Ancoplas OB(Anchor)	本品为 MSPP

塑解剂新品种有美国 Schill & Seilacher (GmbH & Co.) 公司牌号为 Struktol A82、Struktol A86、Struktol A50P、Struktol A60 和 EF44。

14.3 均匀剂

能够使溶解度参数不同、极性不同及黏度不同的橡胶混炼均匀的物质称为均匀剂。

均匀剂一般为芳香烃树脂混合物或链烷烃树脂混合物，它们在混炼过程中很容易被橡胶吸收，并促使各种配合剂快速混入。对于混炼时易散碎的橡胶特别有效。它首先使胶料黏度下降，使之便于加工，还能降低脱辊倾向，提高压出速率而不增大压出膨胀率，还能改善压延工艺性能。混炼胶在较长时间贮存后仍能保持这些优点。

市售的均匀剂主要有美国耀星公司代理的 Schill & Seilacher (GmbH & Co.) 公司的产品，牌号分别为 Struktol 40 MS/FL、Struktol 60 NS/FL、Struktol TH10、Struktol TS 30 和 Struktol TS 50。其中 Struktol 40 MS/FL 可用于深色制品，特别适用于轮胎；Struktol 60 NS/FL 适用于浅色制品。

14.4 分散剂

混炼时加入能使炭黑和各种粉状物料迅速均匀分散于胶料中的物质称为分散剂。

分散剂的化学组分一般为脂肪酸酯、脂肪酸皂及其混合物。其作用通过降低生胶黏度和增加内部分子间的润滑，使粉状物料与生胶接触时滑动摩擦减少，进而分散容易。

加入分散剂还能消除粘辊现象，改善脱模效果，特别适用于复杂模具制品。

市售的分散剂主要有美国 Schill & Seilacher (GmbH & Co.) 公司的产品, 牌号为 Struktol WB 212、Struktol WB 222、Struktol W33/FL、Struktol WB 16、Struktol WB 42、Struktol WS 180、Struktol WS 280、FL 和 DS 等。其中 Struktol WB 222 特别适用于丁腈橡胶和氯磺化聚乙烯橡胶, 适用于微波、盐浴、沸腾床等特种硫化技术; Struktol WS 280 特别适用于氟橡胶, 它不粘辊, 流动性好, 且能减少模具污染物生成。

美国独资的青岛昂记橡塑科技有限公司的胶易素 T-78 用于含炭黑胶料, 胶富丽 β -52 用于含白炭黑胶料, 它们都是性能较好的分散剂。

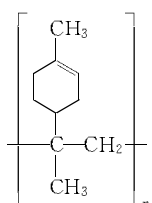
14.5 增黏剂

混炼时加入胶料能改善胶料自黏性的物质称为增黏剂。

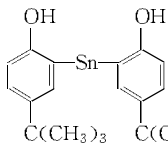
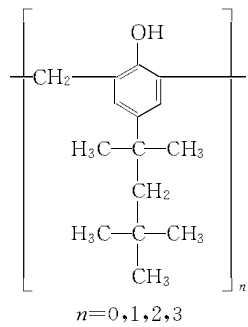
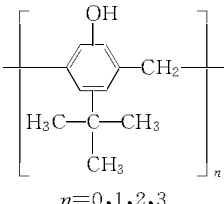
增黏剂的化学组成多为天然树脂或人工合成的树脂, 它对橡胶分子有很强的湿润能力, 通过表面或内部扩散, 能在胶料之间、半成品之间产生高的黏结特性。

增黏剂的名称、化学组成和性状见表 2-14-5。

表 2-14-5 增黏剂的名称、化学组成和性状

名 称	化 学 组 成	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
妥尔油松香	tall oil rosin	固体物	1.0694	79(软化)
α -蒎烯树脂	α -pinene resin 	淡黄色透明脆性固体	0.961~0.968	85~115(软化)
烷基酚醛树脂	alkyl phenolic resin	浅琥珀色固体	1.11~1.12	65~95(软化)
萜烯酚醛树脂	terpene phenolic resin	块状固体		63~70
树脂酸胺树脂	resin acids-amine resin	微红棕色固体	1.075~1.085	57.2~65.6(软化)
酚醛树脂	phenol resin	浅色树脂状	1.05~1.15	55~65
线性木松香	wood rosin	固体物	1.10	140.6
聚(β)萜烯树脂	poly(β)terpene resin		0.98~0.995	100~135
热塑性萜烯酚醛树脂	thermoplastic terpene	黄色块状	1.09	133
酚醛热塑性树脂	phenol-formaldehyde thermo-plastic resin	淡黄色固体	1.005	70
松香酯	gum rosin ester	琥珀色粒	1.08	100~110
松香甘油酯	glycerol ester of rosin	琥珀色硬脆固体	1.095	91
脱氢松香酸	dehydroabietic acid	固体	1.05	70
树脂酸锌	zinc resinate	固体	1.15~1.162	133~160
氯化石蜡油	chlorinated paraffin oil	油状液体	1.25	
松香季戊四醇酯	pentaerythritol ester of rosin	硬脆琥珀色树脂	1.08	111(软化)

续表

名 称	化 学 组 成	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
烷基酚硫化物	alkyl phenol sulfide 	琥珀色脆性固体		105±3(软化)
辛基酚醛树脂(TXN-203)	octyl phenolic resin  $n=0,1,2,3$	淡黄色透明块状物		80~100(软化)
叔丁基酚醛树脂(TDN-204)	tert butyl phenolic resin  $n=0,1,2,3$	黄褐色块状物		130~157(软化)
TKO 系列酚醛树脂	4-(1,1,3,3-tetramethylbutyl) phenolic resin	黄色片状物		60~120(软化)
TKB 系列酚醛树脂	4-(1,1-dimethyl ethyl) phenolic resin	黄色片状物		80~155(软化)

【基本特性】

- (1) 上述各种增黏剂对天然橡胶和合成橡胶均有很好的增黏效果。
- (2) 树脂酸胺树脂对含有噻唑类和秋兰姆类促进剂的胶料有活化作用。
- (3) 热塑性萘烯酚醛树脂能改善氯丁橡胶及其胶黏剂的黏着性，能产生很高的黏结强度，并有极好的稳定性。
- (4) 酚醛热塑性树脂，包括叔丁基酚醛树脂、辛基酚醛树脂、TKO 和 TKB 系列树脂使胶料半成品有很好的成型黏性，对多个部件经成型组合的产品特别适用。

【用途及用法】

- (1) 用于天然橡胶、合成橡胶及胶乳，制造轮胎、胶管、胶带、制品及胶黏剂。
- (2) 在炼胶时直接加入胶料使用。如用于胶乳，常加湿润剂乳化。
- (3) 用量根据胶料黏性要求而定，一般不低于 2.0 份。

【注意事项】 应于室温下密闭贮存。

【商品牌号】 见表 2-14-6。

表 2-14-6 增黏剂的生产厂家、国别和商品名称

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	Acintol R Types Tall Oil Rosin(Arizona Chemical) Unitol Ncy,Ros(Union Camp)	本品为妥尔油松香	中国	松香酯(广西昭平松脂厂、江西定南化工厂、福建建阳化工厂、广东信宜松香厂、江西金南化工厂)	即为本品
中国	α -蒎烯树脂(广东信宜松香厂、广东昭平松脂厂、广东河源松香厂、广东蕉岭松香厂、广西梧州松脂厂)	即为本品	美国	Pentacite Series of Rosin Ester (Reichhold Chemicals)	
美国	Nevillac(Neville Chemical)	本品为烷基苯酚树脂	中国	松香甘油酯(广东信宜松香厂、江西南丰化工厂、广东蕉岭松香厂)	即为本品
美国	SP-553, SP-560 (Schenectady Chemicals)	本品为蒎烯酚醛树脂	美国	Staybelite Ester 10 Plypale Ester 10 Ester Gum 8L (Hercules Inc.)	
美国	Butac (Whitney & Oettler)	本品为树脂酸胺树脂	美国	Galex G-75, Galex NXD, Gatak GW-D (Hawick Standart Chem. Co., Natrochem) Galex W-100-D (Hawick Standart Chem. Co.)	本品为脱氢松香酸
美国	Super Beckacite 1001, Super Beckacite 1003, Super Beckacite 1051, Super Beckacite 1054 (Reichhold Chemicals)	本品为酚醛树脂	美国	Zinar, Zirex, Zitro (Reichhold Chemicals)	本品为树脂酸锌
中国	线性木松香(广东信宜松香厂)	即为本品	美国	Chlorez 700 (Bate Chemical, Dover Chemical)	本品为氯化石蜡油
美国	Hifos 138 (Reichhold Chemicals)		美国	Pentalyn A,H(Hercules)	本品为松香季戊四醇酯
中国	聚(β)蒎烯树脂(上海联合香料厂、天津有机化工厂)	即为本品	中国	烷基酚硫化物(旅大轻工研究所、山西化工研究所)	即为本品
美国	Croturez(Crosby Chemical) Nizez 1000 Serise Resins(Reichhold Chemicals)		中国	辛基酚醛树脂(TXN-203)(太原有机化工厂)	即为本品
美国	SP-553 (Schenectady Chemicals)	本品为热塑性蒎烯酚醛树脂	中国	叔丁基酚醛树脂(TDN-204)(太原有机化工厂)	即为本品
美国	Akrochem P-90 Resin(Akron Chem. Co.) PA-50-102, PA-270, PA-277, PA-313, PA-339(Polymer Applications)	本品为酚醛热塑性树脂	中国	TKO-70, TKO-80, TKO-90, TKO-100(上海橡胶助剂厂)	即为本品
			中国	TKB-120, TKB-130, TKB-140, TKB-N(青岛助剂厂)	即为本品

14.6 隔离剂和脱模剂

能防止橡胶加工半成品黏附的物质称为隔离剂；能改善橡胶硫化后脱模性的物质称为脱模剂。

隔离剂和脱模剂的作用在于减少橡胶分子链间的内摩擦或橡胶和模具之间的外摩擦，使加工过程中的物料有良好的操作性以及使硫化制品有良好的脱模性，保证制品表面有较低的粗糙度。

按化学成分和结构分为无机物、有机物及聚合物三类隔离剂、脱模剂。无机类主要用于防止胶片、半成品表面相互黏结，常用于橡胶的塑炼、混炼、压片及成型等工序，主要起隔离作用，故称为隔离剂。常用的隔离剂有滑石粉、云母粉等。有机类主要有脂肪酸皂、石

蜡、凡士林等。聚合物类主要包括硅油、聚乙二醇、低分子聚乙烯等。这两类除用作隔离剂外，主要用作脱模剂，常用于成型和硫化工序。

橡胶工业对脱模剂的要求是：有良好的热稳定性和化学惰性；对模具表面不腐蚀；不残留分解物；给制品良好的外观；不影响制品的色泽和性能；不产生气体及无毒等。

隔离剂和脱模剂的名称、化学组成和性状见表 2-14-7。

表 2-14-7 隔离剂和脱模剂的名称、化学组成和性状

名 称	化 学 组 成	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
硅酸镁(滑石粉)	magnesium silicate $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	白色或淡黄色 结晶	2.7~2.8	1 (硬度)
云母粉	mica powder K、Li、Al、F 的硅酸盐	红色、白色、黑 色、黄色六方片状 结晶	2.5~3.0	2.5~4.0 (硬度)
肥皂	soap 脂肪酸 Na、K、 NH_4 盐			23~35 (滴定)
硬脂酸锌	zinc stearate $\text{Zn}(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_2$	白色粉状物	1.05~1.10	120
油酸钠皂	sodium oleate $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COONa}$	液体		
丙三醇(甘油)	glycerine $\begin{array}{c} \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \\ \quad \quad \\ \text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2 \end{array}$	无色透明液体	1.23~1.26	17.9
硬脂酸铵	ammonium stearate $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COONH}_4$	无 色 粉 末 或 膏 状	0.94	
十二烷基磺酸钠	sodium lauryl sulfate	白色或琥珀色 粉末或膏状物	1.08~1.33	
磺化植物油	sulfonated vegetable fat	黄色液体	1.03	7.5 (pH 值)
磺化蓖麻油	sulfonated castor oil	微黄色至深棕 色油状		
硬脂酸丁酯	butyl stearate $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COO}(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	淡黄色液体	0.85	20~22 (凝固) 188 (闪点)
硬脂酰胺	stearamide $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}-\text{C}-\text{NH}_2 \end{array}$	无色针状结晶		108.5~109.5
油酰胺(油酸酰胺)	oleamide $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7-\text{C}-\text{NH}_2 \end{array}$	白色结晶	0.9	75~76
N,N'-亚乙基双硬脂酰胺	N,N'-ethylene bis-stearamide $\begin{array}{c} \text{O} \qquad \qquad \text{O} \\ \qquad \qquad \\ \text{C}_{17}\text{H}_{35}-\text{C}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{C}-\text{C}_{17}\text{H}_{35} \end{array}$	白色小颗粒	0.98	142~144

续表

名 称	化 学 组 成	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
聚乙二醇	polyethylene glycol (分子量 200、300、400、600、1000 或 1500 不等)	无色液体或蜡状固体	1.12~1.13	
低分子聚乙烯	low-molecular weight polyethylene	小片状物	0.927~0.940	
聚乙烯蜡	polyethylene wax 分子量 1500~5000 之间	白色粉末	0.9	101~110 (软化点)
甲基支链硅油	methyl branching silicone oil	黄色油状液体	1.01~1.03	-55 (凝固点)
甲基含氢硅油	methylhydrogen-containing silicone oil	无色或淡黄色液体	0.98~1.10	-65 (凝固点)
二甲基硅油(聚二甲基硅氧烷)	dimethyl silicone oil $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \left[\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array} \right]_n \quad \text{CH}_3 \end{array}$	无色透明液体	0.93~0.98	250 (发火点)
1 号树脂型有机硅脱模剂	resin type 1# organosilicon mold releasing agent	淡黄色、红黄色透明液体	0.85±0.05	
2 号树脂型有机硅脱模剂	resin type 2# organosilicon mold releasing agent	淡黄色至黄色透明液体	0.85±0.05	
293 号、294 号、295 号硅脂(油膏状有机硅脱模剂)	293#、294#、295# silicone grease	膏状		
溶剂型有机硅脱模剂	selvent organosilicon mold releasing agent	无色至淡黄色透明液体		
水乳化有机硅脱模剂	aqueous emulsion organosilicon mold releasing agent	白色乳浊液	1.00±0.02	4.5~5.5 (pH 值)
甲基苯基硅油	methyl phenyl silicone oil $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \left[\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array} \right]_x \quad \left[\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array} \right]_y \quad \text{CH}_3 \end{array}$	微黄色油状液体		
聚二乙基硅氧烷(乙基硅油)	polydiethylsiloxane $\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \quad \left[\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \\ \\ \text{H}_5\text{C}_2-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-\text{C}_2\text{H}_5 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{C}_2\text{H}_5 \quad \text{C}_2\text{H}_5 \quad \text{C}_2\text{H}_5 \quad \text{C}_2\text{H}_5 \end{array} \right]_n \quad \text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$	无色至淡黄色透明液体		
甲基硅橡胶	methyl silicone rubber	半流动体		
102 号甲基硅橡胶	102# methyl silicone rubber	清澈半流动体		
甲基乙烯基硅橡胶	methyl ethenyl silicone rubber	无色透明半流体		
有机硅缩合物 WS 180、WS 280	struktol WS 180、WS 280	淡黄色粒状或粉状物	1.0~1.2	80
脂肪酸衍生物混合物 WB42	struktol WB42	乳白色片状物	1.0	90 (滴点)
有机硅聚合物脱模剂	struktol permalease 10	无色液体	0.77	30 (闪点)

【基本特性】

- (1) 无机隔离剂的化学性质不活泼，具有湿润性、耐酸碱性、耐火性和绝缘性。
- (2) 有机类能溶于水的通常制成水溶液作隔离剂；不能溶于水的通常用作脱模剂。
- (3) 聚合物类的主要品种是有机硅衍生物作脱模剂，不含硅的聚合物可作隔离剂。

【用途及用法】

- (1) 用于天然橡胶、合成橡胶及胶乳制品。
- (2) 用作隔离剂时可以水溶液、乳化剂或膏状物形式涂于胶片、水胎表面、胎胚表面使用；用作脱模剂时可涂刷或喷涂于模型表面使用；硅油或硅橡胶应制成有机溶液使用。

【注意事项】

- (1) 无论作隔离剂还是脱模剂，均应在涂刷或喷涂后使之干燥，如未干燥，会使产品产生气泡或重皮、明疤，影响外观质量。
- (2) 用作脱模剂时，无论是新模还是旧模，必须将其表面的铁锈、油污、炭粒和有机杂质除尽，使模具表面高度洁净再涂刷或喷涂脱模剂才能得到最佳的脱模效果。
- (3) 使用脱模剂时，由于含有有机溶剂，操作时应远离火源，注意通风。

【商品牌号】 见表 2-14-8。

表 2-14-8 隔离剂和脱模剂的生产厂家、国别和商品名称

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	Akron Gel(Akron Chem. Co.) Glyso Lube(Thiokol) Hallco Lube(C. P. Hall Co.)	本品为 Soap	美国	Ammonium Stearate (Diamond Shamrock)	本品为硬脂酸铵
中国	硬脂酸锌(北京长阳化工厂、上海延安油脂化工厂、武汉油脂化工厂、南京金陵化工厂、重庆长江化工厂、济南油脂化工厂、天津红旗化工厂、哈尔滨化工四厂)	即为本品	美国	Equex SP(Procter & Gamble)	本品为十二烷基磺酸钠
美国	Akron Zinc Stearate (Akron Chem. Co.) Densified(Temeco Chemicals) Metasap Zinc Stearate H Nopco 1097-B (Harwick Standart Chem. Co.) Muodex Micronized Zinc Stearate 1058(Temeco Chemicals) Wettable Zinc Stearate U-3(Thiokol) Nopco 1097-M(Diamond Shamrock) Plymouth Wettable Zinc Stearate Z-1 Zinc Stearate LS-7, PM(penick) Witco Zinc Stearate 11, Witco Zinc Stearate 42 (Witco Chemical) Zinc Stearate (C. P. Hall Co., Harwick Standart Chem. Co.)		美国	Hallco Lube(C. P. Hall Co.)	本品为磺化植物油
			中国	磺化蓖麻油(太古油、土耳其红油)(重庆长江化工厂、吉林市油脂厂、锦州石油化工厂、沈阳市溶剂厂)	即为本品
			美国	Rucoflex B-17 (Hooker Chem. Corp.) Uniflex Bys(Union Camp) Witcizex 200, 201(Witco)	本品为硬脂酸丁酯
			中国	硬脂酰胺(上海中华化工厂、齐齐哈尔轻工学院化工厂)	即为本品
			美国	Adogen 42(Ashland Oil Inc.) Armide HT(Armak) Kemamides(Humko Chemical)	
			德国	Stearic Acid Amid(Henkel)	
			日本	アマイド S(日本化学) ダイヤモンド 200(日本水素)	
			中国	油酰胺(上海中华化工厂、南京油脂化工厂)	即为本品
			美国	Adogen 73(Ashland) Armospil CP(Armak) Kemamide(Humko Chemical) Lubrol RO-O(ICI Amer.) Oleic Acid Amide(Henkel)	
中国	丙三醇(广东油脂化工厂、江西油脂厂、兰溪化工厂、哈尔滨化工三厂、南通油脂厂、岳阳日用化工厂)	本品即为甘油	德国	ダイヤモンド O, O-200(日本化成)	
			日本	ニエートロン(日本精化)	

续表

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
中国	N,N'-亚乙基双硬脂酰胺(兰化有机化工厂)		中国	二甲基硅油(上海树脂厂、四川天然气化工厂、杭州永明树脂厂、北京化工二厂、天津油漆厂、晨光化工二厂、广州红云化工厂、蚌埠有机硅化工厂)	即为本品
美国	Acrawax C(Glyco)		美国	Akro Chem. Silicone Emulsions, Fluids(Akron Chem. Co.)	
	Armowax EBS(Armour)			DC 200(Dow Corning)	
	Astrawax 19(Astor)			SF-96(Harwick Standart Chem. Co.)	
	Chemetron Wax-100(Chemetron)			Silicone Oil Enrulsion LE-42, Silicone Oil Enrulsion LE-45, Silicone Oil Enrulsion LE-46, Silicone Oil Enrulsion LE-410, Silicone Oil Enrulsion LE-460, Silicone Oil Enrulsion LE-467	
	Nopco Wax 22 DS(Nopco)			Silicone Oil L-45, Silicone Oil L-722 (C. P. Hall Co.)	
德国	Hoechst Wax C(Hoechst)		美国	E-110(ICI)	
日本	ルグロンE, ES(日本化成)		法国	Fluid 47(Rhône Chemie)	
	カオーワツクス EB(花王石碱)		德国	Wacker Silicone Fluids As(Wacker-Chemie)	
	アームワツクス ESB(ライオン・アクト)		日本	KM-722, KM-740, KM-751, KM-785	
美国	Cabowax Polyethylene Glycol 3350, Cabowax Polyethylene Glycol 8000 (Harwick Chem. Co., Union Carbide Corp.)	本品为聚乙二醇		KS-702, KM-703	
美国	Epolene C-10, Epolene C-15, Epolene N-11, Epolene N-12, Epolene N-14, Epolene N-34, Epolene N-45(C. P. Hall Co.)	本品为低分子聚乙烯		MS-200	
	Epolene N-10, Epolene N-11, Epolene N-14, Epolene N-34 (Eastman Chemical)			(信越化学)	
	Epolene N-10, Epolene N-11, Epolene N-14, Epolene N-34, Epolene N-45(Harwick Standart Chem. Co.)		中国	293号树脂, 294号树脂, 295号硅脂(上海树脂厂、四川天然气化工厂)	即为本品
中国	聚乙烯蜡(上海中华化工厂)	即为本品	美国	Lubrex Silicone Aerosols (Harwick Standart Chem. Co.)	
美国	Epolene E-10, Epolene C-10P, Epolene E-11, Epolene E-12, Epolene N-14P(Eastman)		中国	1号树脂型有机硅脱模剂(上海树脂厂、晨光化工二厂、天津油漆厂、西安油漆厂、大连油漆厂)	即为本品
	A-C Polyethylene 6A, A-C Polyethylene 617A, A-C Polyethylene 629(Allied)		美国	Moldbrite 25(Disco)	
德国	Hostalub XL-223(Hoechst)		美国	Moldbrite 30(Disco)	本品为2号树脂型有机硅脱模剂
日本	プロセスレザン PEL-100(神戸油化学工业)		中国	水乳化有机硅脱模剂(上海树脂厂、江西星火化工厂、北京化工二厂、广州红云化工厂、四川晨光化工厂)	即为本品
	サンワツクス 131-P, 151-P, 161-P, 165-P, 171-P, E-200, E-300(三洋化成)		美国	Silicone Oil Emulsion LE-42, Silicone Oil Emulsion LE-45, Silicone Oil Emulsion LE-46, Silicone Oil Emulsion LE-410, Silicone Oil Emulsion LE-420, Silicone Oil Emulsion LE-460, Silicone Oil Emulsion LE-467(C. P. Hall Co.)	
	ハイワツクス 400, 200, 410, 210, 310M, 210M, 220(三井石油化学)				
中国	甲基支链硅油, 128号硅油(上海树脂厂、晨光化工二厂、北京化工二厂、广州红云化工厂、吉林化工研究院)	即为本品			
中国	甲基含氢硅油 202, 甲基含氢硅油 821(江西星火化工厂、北京化工二厂、四川天然气化工厂、蚌埠有机硅化工厂)	即为本品			

续表

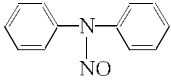
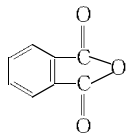
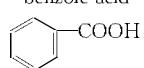
国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	SM-2061, SM-2068, SM-2140, SM-2162, SM-2154 (Harwick Standart Chem. Co.) Union Carbide Silicone LE-45, Union Carbide Silicone LE-46, Union Carbide Silicone LE-420, Union Carbide Silicone LE-467 (Union Carbide Corp.)	即为本品	中国	乙基硅油(鄂南化工厂、武汉化工研究所)	即为本品
			美国	L-41, DC-400A, DC-400C (Dow Corning)	
			中国	甲基硅橡胶, 101-10 硅橡胶(上海树脂厂、北京化工二厂、晨光化工二厂、广州红云化工厂、济南石油化工四厂)	即为本品
中国	甲基苯基硅油(上海树脂厂、晨光化工二厂、江西星火化工厂、四川天然气化工厂 广州红云化工厂)	即为本品	中国	102 号甲基硅橡胶(江西星火化工厂)	即为本品
美国	DC-510, DC-550, DC-710 (Dow Corning) SF-1017 (General Electric)		中国	甲基乙烯基硅橡胶, 110 号甲基硅橡胶(上海树脂厂、晨光化工二厂、济南石油化工四厂、蚌埠有机硅化工厂、吉林化学公司研究院)	即为本品
英国	DP-47, DP-190, DP-175 (ICI)		美国	Struktol WS 180, Struktol WS 280 (Schill & Seilacher)	本品为有机硅的缩合物
法国	Fluid 58 (Rhône-Poulenc)		美国	Struktol WB 42 (Schill & Seilacher)	本品为脂肪酸衍生物的混合物
德国	Siliconol-AS, Siliconol-AR, Siliconol-AP (Wacker Chemie)		美国	Struktol Permalease 10 (Schill & Seilacher)	本品为有机硅聚合物脱模剂
日本	SF-1017 (信越化学) TSF-431, TSF-432, TSF-433 (东芝シリコン)				

14.7 防焦剂

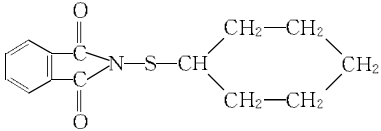
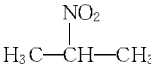
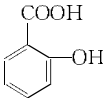
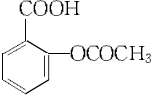
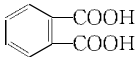
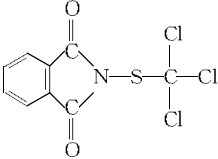
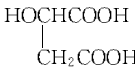
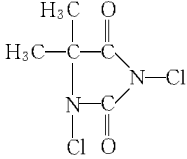
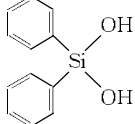
凡加入胶料能防止在加工过程中产生早期硫化(焦烧)的物质称为防焦剂。理想的防焦剂只能延迟胶料的起硫时间, 确保加工的安全性, 增加胶料或胶浆的贮存稳定性, 而不影响胶料的硫化特性, 不影响硫化胶的力学性能。

防焦剂的名称、化学结构和性状见表 2-14-9。

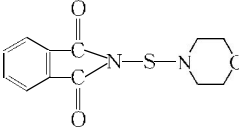
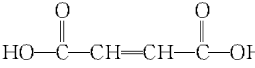
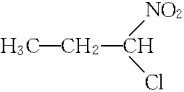
表 2-14-9 防焦剂的名称、化学结构和性状

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	熔点/℃
N-亚硝基二苯胺(防焦剂 NA)	N-nitroso-diphenylamine 	黄色单斜晶体	1.24	66.5
邻苯二甲酸酐(苯酐, PA)	phthalic anhydride 	白色结晶粉末	1.53	125
苯甲酸(BA)	benzoic acid 	白色结晶	1.27	120

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
N-环己基硫代邻苯二甲酰亚胺(CTP)	$\text{N}-(\text{cyclohexylthio}) \text{ phthalimide}$ 	白色结晶	1.25~1.35	93~94
2-硝基丙烷(2-NTP)	2-nitropropane 	无色液体	0.99	120 (沸点)
水杨酸(SA)	salicylic acid 	黄色或淡红色粉末	1.443	156
乙酰水杨酸(ASA)	$\text{acetylsalicylic acid}$ 	乳白色粉末	1.28	131
邻苯二甲酸(PTA)	o-phthalic acid 	无色片状结晶	1.593	234
N-三氯甲基硫代邻苯二甲酰亚胺(TCT)	$\text{N-trichloromethyl (thiophthalimide)}$ 	白色结晶		177
苹果酸(BA)	malic acid 	白色粉末	1.6	100
乙酸钠(SAT)	sodium acetate $\text{H}_3\text{C}-\text{COONa}$	白色结晶	1.4~1.53	324
1,3-二氯-5,5-二甲基乙内酰脲(DCDD)	$\text{1,3-dichloro-5,5-dimethyl hydantoin}$ 	白色粉末	1.5	132
二苯基硅二醇(DPS)	$\text{diphenyl silandiol}$ 	白色结晶粉末		155

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
N-吗啉硫代邻苯二甲酰亚胺(MTP)	$\text{N}-(\text{morpholiniothio})\text{phthalimide}$ 	白色粉末		180
马来酸(MA)	maleic acid 	褐色结晶粉末	1.59	136~147
1-氯-1-硝基丙烷(CNP)	$\text{1-chloro-1-nitropropane}$ 		1.21	139~145 (沸点)

【基本特性】

(1) 表 2-14-9 所列防焦剂加入胶料能明显改善抗焦烧性能, 对硫化胶力学性能没有显著影响。

(2) 防焦剂 NA、PA、CTP 有轻微污染性, 不宜用于浅色、白色制品。

【用途及用法】

(1) 可用于天然橡胶、合成橡胶, 用于制造轮胎、胶管、胶带、胶鞋和工业制品。

(2) 2-NTP、SA、BA 和 CNP 可直接加入胶浆使用, 防止胶凝。

(3) 在混炼时直接加入胶料或胶浆使用, 一般用量 0.1~1.0 份, 但对于 DPS 可用到 10 份。

【注意事项】

(1) 防焦剂 NA、PA、CTP、SA 和 MA 等产品有毒性, 不宜用于制造与食物接触的制品。它们可燃, 其粉尘-空气的混合物有爆炸危险。

(2) 在运输、贮存中应注意防潮。

【品种牌号】 见表 2-14-10。

表 2-14-10 防焦剂的国别、商品名称及生产厂家

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
中国 美国	防焦剂 NA(重庆川庆化工厂)	即为本品 NA	美国	Vultrol Poly Slab(Polymeric)	75%本品加三元乙丙橡胶
	Antifix D				
	Delac Y				
	Redax				
	Retarder J		英国	Wiltrol N(Nat. Polychem)	
	(Naugatuck)		法国	Vulcatard A(ICI, Vulnax)	
	Curetard A(Flexsys)		德国	Diphene SD(Kühlmann)	
	Royal Vultrol(Royal)		意大利	Vulkalent A(Bayer)	
	Vantard R(Vanderbilt)		日本	Retarder AN(ACNA)	
	Good-Rite Valtrol(Goodrich)			Retarder NDPA(川口)	
	Naugard TJB(Uniroyal)			Sconoc(大内新兴)	
	Retarder 2N(Cyanamid)		中国	苯酚(北京化工厂、上海染化七厂、天津溶剂厂、广州制漆厂、佛山合成材料厂、徐州化工厂、南京有机化工厂、温州有机化工厂)	即为本品 PA
	Vulcatard A(Cook)				

续表

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国 英国 德国	Retarder AFB(Du Pont) Curing Agent EPA(Anchor) Vulkalent B Vulkalent B/C (Bayer)	即为本品 PA 本品加改性剂	中国	乙酰水杨酸(牡丹江奋斗化工厂、淮南第三制药厂、天津和平制药厂、吉林制药厂、上海第六制药厂、南京制药厂)	即为本品 ASA
日本	Sconoc5 Sconoc7 (大内新兴)	本品加改性剂	美国	Retarder ASA(Flexsys)	
中国	苯甲酸(南京有机化工厂、天津染化七厂、武汉有机合成化工厂)	即为本品 BA	中国	邻苯二甲酸(北京化工厂、天津化学试剂一厂、上海试剂三厂、广州化学试剂厂、成都化学试剂厂、西安化学试剂厂)	即为本品 PTA
美国	Retardex(Reichhold) Retarder BA(Flexsys) Retarder(Hall)		中国	灭菌丹(上海联合化工厂、徐州农药厂)	即为本品 TCT
德国	Benzoesaure GV, GK(Bayer)		中国	苹果酸(天津化学试剂三厂、广州化学试剂厂、常州曙光化工厂、江苏无锡化工厂、福州制药厂、成都金苹果生化制品厂)	本品为 BA
意大利	Retarder AB(ACNA)				
中国	防焦剂 CTP(沈阳有机化工厂、山东阳谷华泰有机化工厂)	即为本品 CTP	美国	Malic Acid(City, Fisher)	
美国	PVI(Elastochem) Santogard PVI (Harwick, Flexsys)		中国	乙酸钠(石家庄化工四厂、成都制药化学厂、北京第二制药厂、四川泸州化工厂、吉化公司联合化工厂、上海第四制药厂、上海活性炭厂)	即为本品 SAT
英国	CTP(ICI)				
德国	Vulkalent G(Bayer)		中国	1,3-二氯-5,5-二甲基乙内酰脲(北京化工厂)	即为本品 D(DD)
中国	2-硝基丙烷(上海试剂一厂、广州化学试剂厂)	即为本品 2-NTP			
中国	水杨酸(吉化公司染料厂、重庆制药九厂、牡丹江奋斗化工厂、河北平山化工总厂、镇江前进化工厂、常州化工二厂、黄岩精细化工厂)	即为本品 SA	中国	二苯基硅二醇(四川晨光化工二厂、上海树脂厂)	即为本品 DPS
美国	Akrochem Retarder SAX (Akron) Retarder W(Du Pont) Vulcatard Vulcatard SA (Cook) Retarder TSA(Flexsys)	本品含 10% 轻质操作油 本品经处理	俄罗斯	СиланолФ	
			中国	防焦剂 MTP(沈阳东北助剂总厂、西北橡胶制品研究所、山东阳谷华泰有机化工厂)	即为本品 MTP
			中国	马来酸(上海吴淞化工总厂、南通第二化工厂、苏州合成化工厂、山东德州农药厂、巴陵石油化学工业总公司、湖南郴州农药化工厂)	即为本品 MA
英国、法国	Vulcatard SA(Vulnax)	本品加 10% 硬脂酸	美国	Maleic Acid(City, Fisher)	

第 15 章 特殊性能配合剂

某些橡胶制品对性能有特殊要求，如颜色、导电性、阻燃性、抗静电、有芳香气味、呈海绵状等，能赋予材料或制品特殊性能的物质称为特殊性能配合剂。

15.1 着色剂

凡加入胶料能改变橡胶制品颜色的物质统称为着色剂。良好的着色剂应有强的着色力和遮盖力，还要有强的耐候性和良好的分散性，对制品的力学性能和老化性能无不良影响。

15.1.1 无机着色剂

(1) 二氧化钛（钛白粉） 分子式 TiO_2 ，白色粉末，无嗅、无味、无毒。相对密度 3.84~4.25，熔点 1580℃。不溶于水、碱、有机溶剂和油。基本着色力 105%，100 目筛全通过。

用作白色、彩色橡胶制品的着色剂，用量为 0.5~10.0 份，最多可用到 40 份。对胶料硫化速度无影响。如需制纯白制品，则需配用少量群青。

着色的耐候性和耐化学稳定性好，但应控制 Cu、Mn、Fe 等有害金属含量。

其生产厂家及商品名称见表 2-15-1。

表 2-15-1 二氧化钛生产厂家及商品名称

国别	商品名称	生产厂家	国别	商品名称	生产厂家
中国	钛白粉	四川重庆新华化工厂	美国	A-410, A-420, A-430 Titanium Dioxide(Anatase)	G & W Natural Resources
		辽宁大连油漆厂		10ET03 White Rutile TiO_2	Harwick
		上海钛白粉厂		10Epx03 White Rutile TiO_2	Harwick
		江苏无锡市钛白粉厂		R-722 TiO_2	G & W Natural Resources
		辽宁丹东化工二厂		White Rutile TiO_2	Harwick
		江苏镇江市钛白粉厂		Titanox 1070(TiO_2 Anatase)	N. L. Industries
		辽宁辽阳冶建化工厂		Unitane OR-450(Rutile)	American Cyanamid
		天津市同生化工厂		Zopaque RG(anatase)	SCM Pigments
		南京油脂化工厂		酸化チタン	石原产业, 堺化学, 帝国化工, 三井金属
		广东省台山县化工厂	日本		
		江苏淮安钛白粉厂			
		浙江杭州硫酸厂			
		安徽马鞍山化工厂			
		湖南省株洲化工厂			
		广州钛白粉厂			

(2) 锌钡白（立德粉） 分子式 $\text{ZnS} \cdot \text{BaSO}_4$ ，为硫化锌和硫酸钡的混合物。白色粉末，相对密度 4.1~4.3，不溶于水。本品与酸作用分解放出硫化氢，着色力 $\leq 105\%$ 。

用作白色橡胶制品的着色剂，一般用量为 5.0~40.0 份，有一定补强作用，亦可用作填料。遮盖力仅次于钛白粉，耐晒性能较差，制品曝晒会泛黄，在橡胶中不易分散。制品应控制有害金属含量。

其商品名称及生产厂家见表 2-15-2。

表 2-15-2 锌钡白的商品名称及生产厂家

国别	商品名称	生 产 厂 家
中国	立德粉	上海京华化工厂, 无锡化学工业公司, 温州颜料化工厂, 安徽安庆造漆厂, 湖南湘潭市化工厂, 兰州市安宁化工厂, 广西金州化工厂, 重庆染料厂

(3) 氧化锌 (锌白) 其性质见 3.6.1 金属氧化物。

本品用作白色橡胶制品着色剂时, 着色力较钛白粉和锌钡白低。用量高达 60 份时制品才开始变白。

产品生产厂家还有: 上海京华化工厂、安庆市造漆厂、山西化工厂、柳州化工厂、大连油漆厂、温州颜料化工厂、无锡化学工业公司。

(4) 硫化锌 分子式 ZnS , 纯白粉末, 相对密度 4.0~4.1。

橡胶制品白色着色剂, 用量 10~30 份, 遮盖力大, 对热和光稳定性好, 但耐酸性差。硫化胶长期贮存不变色。

(5) 铬黄 化学成分为铬酸铅或碱式铬酸铅与硫酸铝等不溶性盐的混合晶体。柠檬色至橘黄色粉末, 有毒, 相对密度 5.6~6.0。可溶于无机酸和碱, 不溶于水和油。铬酸铅含量 $\geq 90\%$ 。基本配方着色力 $(100 \pm 5)\%$, 100 目筛余物 $\leq 0.05\%$ 。

用作橡胶制品的黄色着色剂。本品遇硫酸即变黑, 制品硫化期间及久晒时也可能变黑, 故不宜用高温硫化, 也不宜与锌钡白和群青并用。混炼时先使本品分散均匀再加硫黄, 以免影响色泽。

其商品名称及生产厂家见表 2-15-3。

(6) 锌黄 化学成分为锌钾铬酸盐的复合物 $(4ZnO \cdot CrO_3 \cdot 3H_2O$ 至 $ZnO \cdot 4CrO_3 \cdot K_2O \cdot 3H_2O)$ 。柠檬黄色粉末, 相对密度 3.43。耐晒性能优良。易溶于酸、碱, 部分溶于水。

用作橡胶制品的黄色着色剂。其着色力和遮盖力较铬黄稍低。

本品对硫化稳定, 与群青并用可得不同色泽的锌绿。

其商品名称及生产厂家见表 2-15-4。

表 2-15-3 铬黄商品名称及生产厂家

国别	商品名称	生 产 厂 家
中国	铬黄	上海铬黄颜料厂 长沙铬盐厂
日本	黄铅	铅市化学, 新兴化学, 炭谷铅粉, 三井金属大日本涂料

表 2-15-4 锌黄商品名称及生产厂家

国别	商品名称	生 产 厂 家
中国	锌铬黄	湖南造漆厂 沈阳油漆总厂 湖北红卫化工厂 上海铬黄颜料厂

(7) 氧化铁黄 (铁黄) 分子式为 $FeO(OH) \cdot nH_2O$ 。针状黄色粉末。通常 $n=1$, 生产方法不同, 水合程度亦不同。加热时脱水变色, 生成氧化铁红。耐候性强, 耐酸性差, 能被热强酸溶解, 不溶于有机溶剂。着色力 $(100 \pm 5)\%$, 100 目筛全通过。

用作橡胶制品的黄色着色剂, 着色力与铬黄相同, 遮盖力高于其他黄色颜料。在橡胶中不迁移、不喷霜。

本品会降低制品的耐老化性能。

其商品名称及生产厂家见表 2-15-5。

表 2-15-5 氧化铁黄商品名称及生产厂家

国别	商品名称	生 产 厂 家	国别	商品名称	生 产 厂 家
中国	氧化铁黄	上海氧化铁颜料厂 辽宁本溪市化工厂 浙江永嘉化工厂 四川新都县化工厂 江苏大平县新丰化工厂 湖南益阳市上游化工厂 江苏如东县双甸氧化铁厂	美国	Akrochem Yellow Iron Oxides 81ET01 Yellow Iron Oxide 2321-F Dark Orange Iron Oxide	Akron Chem. Harwick Landers-Segat Smith Chem.

(8) 镉黄(硫化镉) 分子式 CdS 。柠檬色至橘黄色粉末。表观密度 4.02kg/m^3 。耐晒、耐热性能优良,制品硫化时不变色。溶于酸,易溶于氨水,不溶于水和有机溶剂。

用作橡胶制品的黄色着色剂。遮盖力强,颜色鲜艳。

其商品名称及生产厂家见表 2-15-6。

表 2-15-6 镉黄商品名称及生产厂家

国别	商品名称	生产厂家
美国	Cadmium Pigments Cadmium Pure Golden 3250 # Cadmium Pure Golden 3150 # Cadmium Pure Golden 3050 #	United Mineral SCM Pigments
瑞士	Cadmium Yellow	Ciba Geigy

(9) 镉钡黄 化学成分主要为硫化镉和硫酸钡的混合物 $\text{CdS} \cdot \text{BaSO}_4$ 。

黄色粉末,性质与镉黄类似。耐晒、耐热、耐碱性优良,耐酸性差。

用作橡胶制品的黄色着色剂,在橡胶中的分散性能比镉黄好,制品硫化时不变色。

(10) 氧化铁红 分子式 Fe_2O_3 ,红色粉末,相对密度 $5.1 \sim 5.25$ 。耐晒、耐热、耐大气影响,耐碱性能优良。不溶于水和有机溶剂,在加热浓酸中能溶解。基本配方着色力 $(100 \pm 5)\%$,100 目筛余物 $\leq 0.05\%$ 。

橡胶制品的红色着色剂,着色力高,遮盖力强。与锌钡白并用时,制品色泽鲜艳。

本品能提高橡胶与金属的黏合力,适用于硬质胶与金属结合的制品,一般用量为 $3.0 \sim 5.0$ 份。

其商品名称及生产厂家见表 2-15-7。

表 2-15-7 氧化铁红商品名称及生产厂家

国别	商 品 名 称	生 产 厂 家	国别	商 品 名 称	生 产 厂 家
中国	氧化铁红	上海氧化铁颜料厂 辽宁辽阳化工厂 浙江永嘉化工厂 辽宁本溪市化工厂 江苏无锡市化学工业公司 湖南益阳市上游化工厂 江苏省大平县新丰化工厂 广州磁性材料厂 江苏省如东县双甸氧化铁厂 四川新都县化工厂 天津海洋化工厂	中国	氧化铁红	四川重庆新华化工厂 辽宁沈阳市苏家屯化工厂 河南新郑化工厂 黑龙江哈尔滨油漆颜料厂 天津油漆厂
			美国	Akrochem Red Iron Oxide Iron Oxide Iron Oxide Red Recco Red Oxide	Akron Chem. Smith Chem. Smith Chem. R. E. Carroll
			德国	Rhenogran Fe-red-70	Rhein Chemie

(11) 镉红 化学成分为硫化镉与硒化镉的混合物,分子式为 $\text{CdS} \cdot \text{CdSe}$ 。

火红色粉末,色彩极鲜艳。无毒,相对密度 4.8 。耐晒、耐热、耐碱性能优良,不溶于水、有机溶剂、酸和碱。

用作橡胶制品的红色着色剂,多用于硬质橡胶制品。

本品遮盖力强，一般用量 1.0~3.0 份。

其商品名称及生产厂家见表 2-15-8。

(12) 硫化汞(朱砂) 分子式 HgS 。浅橙红色至深红色粉末。有毒，相对密度 8.0~8.2。能溶于强酸、硫化钾、硫化钠，不溶于水和有机溶剂。

用作橡胶制品的红色着色剂，色彩鲜艳，透明度高，但价格昂贵。

硫化时不变色，一般用量为 3.0~5.0 份。

生产厂家：广东佛山化工厂。

(13) 三氧化二铬 分子式 Cr_2O_3 。无定形蓝绿色粉末，无毒。相对密度 4.26~5.21。耐晒、耐热性能优良。微溶于酸，不溶于有机溶剂。

用作橡胶制品绿色着色剂，色暗绿，不鲜艳。一般用于硬质橡胶制品。

本品对硫化无影响，用时应混炼均匀。

生产厂家：北京红星化工厂。

(14) 群青 化学成分为含多硫化钠具有特殊结构的硅酸铝。分子式 $\text{Na}_6\text{Al}_4\text{Si}_6\text{S}_4\text{O}_{20}$ 。

蓝色粉末，耐晒、耐碱性能优良，耐热性能亦好。对酸和大气的的作用不稳定，易变色。不溶于水和有机溶剂。基本配方着色力 $(100\pm 5)\%$ ，100 目筛余物 $\leq 0.05\%$ 。

用作橡胶制品蓝色着色剂，在白色胶料中起提色作用，可清除胶料的黄光。不宜用于耐酸制品。

一般用量 0.5~1.5 份，用量大时会影响硫化速度。

其商品名称及生产厂家见表 2-15-9。

表 2-15-8 镉红商品名称及生产厂家

国别	商品名称	生产厂家
中国	镉红	湖南湘潭化工厂
日本	カドミウム レッド	共立化学 东洋颜料 三菱金属

表 2-15-9 群青商品名称及生产厂家

国别	商品名称	生产厂家
中国	群青	山东龙口化工厂 天津红星化工厂
日本	群青	第一化成

(15) 普鲁士蓝(铁蓝、华蓝) 化学成分主要为亚铁氰化铁，分子式 $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 。

深蓝色粉末，因成分不同，色彩有区别。耐晒性能优良，耐热性能一般。耐弱酸，不耐碱。不溶于水、乙醇和乙醚。

用作橡胶制品蓝色着色剂，着色力高，透明度好，亦可作白色胶料提色用。

一般用量 0.5~1.5 份，由于耐热性差，仅用于低温硫化的橡胶制品。

表 2-15-10 普鲁士蓝商品名称及生产厂家

国别	商品名称	生产厂家
中国	华蓝(铁蓝) 普鲁士蓝	湖北红卫化工厂 甘肃甘谷油墨厂 江苏海门万年化工厂
日本	紺青	オリエント化学 川藤颜料 协精化学 大日精化 日本ビクソントナゼ

其商品名称及生产厂家见表 2-15-10。

(16) 铝粉(银粉) 金属铝粉，为保持光泽，避免因氧化着火，制造时加少量硬脂酸或甘油。

用作橡胶制品的银灰色着色剂。如与油溶性黄色染料并用，制品呈金黄色；如先经染色后再加入胶料，则可得各种颜色。特别适用于合成橡胶，也可用于胶乳，但胶乳含氮，有与之发生化学反应的危险。

其商品名称及生产厂家见表 2-15-11。

(17) 炭黑 在橡胶制品中亦可用炭黑作为黑色着色剂。灰色制品用量在 1.0 份以下，黑色制品用量为 5.0~10.0 份色素炭黑。详见本篇 12 章。

其商品名称及生产厂家见表 2-15-12。

表 2-15-11 铝粉商品名称及生产厂家

国别	商品名称	生产厂家
中国	铝粉(银粉)	大同有色金属化工厂
美国	Silvet	Siberline
	Stain-Tone 61	Harwick
	MB01 Aluminium	
	PC01 Aluminium	

表 2-15-12 黑着色剂商品名称及生产厂家

国别	商品名称	生产厂家
中国	色素炭黑	辽宁抚顺化工厂 辽宁鞍山化工三厂 辽宁丹东炭黑厂 辽宁凤凰炭黑厂 上海吴泾炭黑厂 福建南平化工厂 福建长乐县首台炭黑厂

15.1.2 有机着色剂

有机着色剂主要包括有机颜料和某些染料。与无机着色剂相比，它具有品种多、色泽鲜艳、着色力强、透明性好、用量少等优点，但耐热、耐有机溶剂性能较差。

有机着色剂的名称、化学结构和性状见表 2-15-13。

表 2-15-13 有机着色剂的名称、化学结构和性状

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	耐热性 /℃	着色力 /%
1001 汉沙黄 G(1125 耐晒黄 G)	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\underset{\text{CO}-\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CO}-\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_5$ <p style="text-align: center;">hansa yellow G</p>	艳黄色 粉末	160	100±5
1104 耐晒黄 10G	$\text{Cl}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)-\text{N}=\text{N}-\underset{\text{CO}-\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CONH}-\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}$ <p style="text-align: center;">hansa yellow 10G</p>	艳绿光 黄色粉末	140~ 150	100±5
1138 联苯胺黄	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{NH}-\underset{\text{COCH}_3}{\text{CH}}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{Cl})_2-\text{N}=\text{N}-\underset{\text{COCH}_3}{\text{CH}}-\text{CONH}-\text{C}_6\text{H}_5$ <p style="text-align: center;">benzidine yellow</p>	正黄色 粉末	170~ 180	
汉沙黄 R	$\text{Cl}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{Cl})-\text{N}=\text{N}-\underset{\text{O}=\text{C}-\text{N}(\text{C}_6\text{H}_5)}{\text{CH}}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_5$ <p style="text-align: center;">hansa yellow R</p>	黄色粉末	>140 (变色)	
1137 永固黄	$\text{Cl}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{Cl})-\text{N}=\text{N}-\underset{\text{COCH}_3}{\text{CH}}-\text{CONH}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)_2-\text{NH}-\underset{\text{COCH}_3}{\text{CH}}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{Cl})_2$ <p style="text-align: center;">1137 permanent yellow</p>	黄色粉末	200	

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	耐热性 /℃	着色力 /%
1116 永固黄	<p>1116 permanent yellow</p>	黄色粉末	140	
1940 醇溶耐晒黄 CGG	<p>alcohol solubilised hansa yellow CGG</p>	淡黄色粉末	160	100±5
1151 永固橘黄 G	<p>permanent orange G</p>	橙色粉末	140	100±5
360 酸性橘黄色淀(209 酸金黄色淀)	<p>orange II</p>	艳橙色至 红光橙色	≥180 (变色)	
2166 永固橙 RN	<p>permanentrot GG</p>	艳红光 橙色	150	100±5
还原艳橙 GR	<p>vat brilliant orange GR</p>	橙色	优良	
3106 银珠 R	<p>permanentrot R</p>	黄光红 色粉末	100	
3132 大红粉 (808 大红粉)	<p>red powder</p>	鲜红色 粉末	120~ 130	

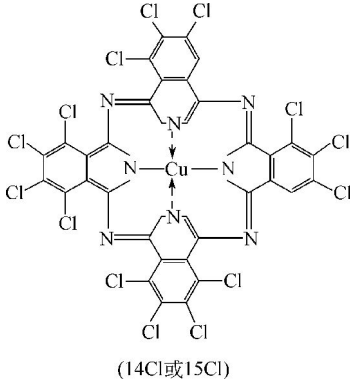
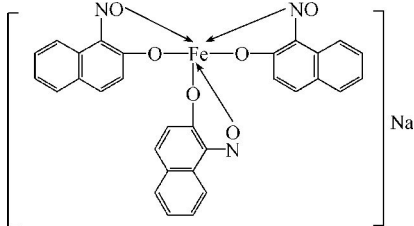
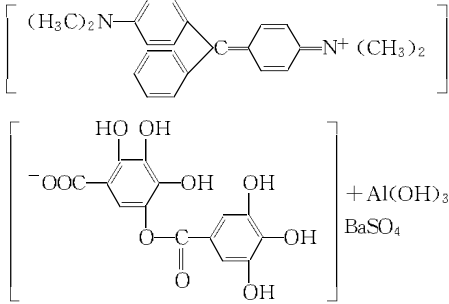
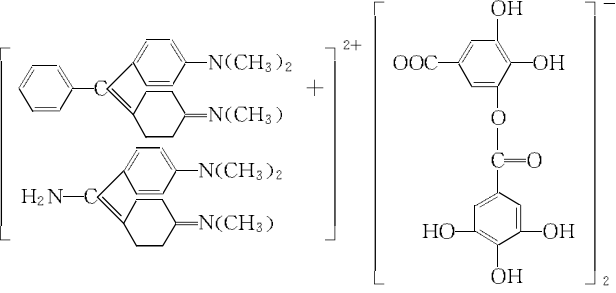
续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	耐热性 /℃	着色力 /%
3117 颜料亮红	<p>pigment brilliant red</p>	亮 红 色 粉末	60	
3149 永固红 F4R	<p>permanent red F4R</p>	红色粉末	90	
3138 (1207) 甲苯胺红	<p>permanent Red F, Hansarot B</p>	黄 光 红 色粉末	120	
1024 色淀红 D(金光红 D)	<p>lake red D</p>	蓝 光 桃 红色粉末		
3110 金光红 C	<p>lake red C</p>	红色粉末	130	
5302 橡胶大 红 LC	<p>lake red LC</p>	红色粉末	160	
3105 橡胶大 红 LG	<p>rubber scarlet LG</p>	红色	140	
5301 橡胶大 红 LCN	<p>rubber scarlet LCN</p> <p>氨基苯磺酸、羟基萘甲酸偶合的钡盐</p>	红色	160	
永固红 F5R	<p>permanent red F5R</p>	红色粉末	140	

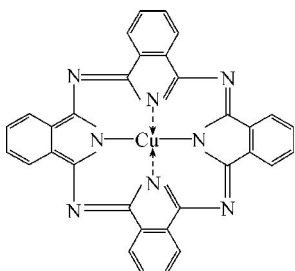
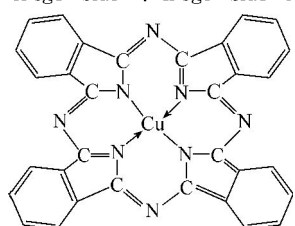
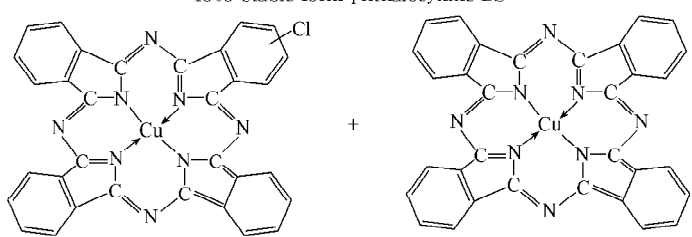
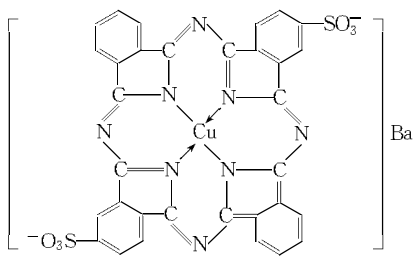
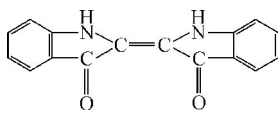
续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	耐热性 /℃	着色力 /%
立索尔宝红 BK	<p>litholrubin BK</p>	红色粉末	140	
3114 立索尔 深红	<p>litholrot R</p>	艳 蓝 光 红色粉末	130	
3144 (1301) 立索尔大红	<p>litholrot R</p>	红色粉末	130	
立索尔紫红	<p>lithol purplish red</p>	紫 红 色 粉末	140	
酱紫 BLC		紫 红 色 粉末	180	
甲苯胺紫胺		紫 红 色 粉末	140	
褐红	<p>brown red</p>	褐色	140~ 150	
耐晒玫瑰红	<p>hansa rose red</p>	艳红光紫	较好	

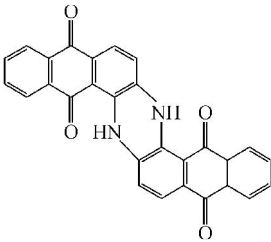
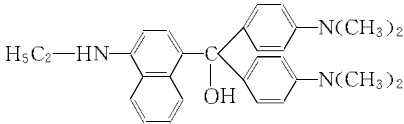
续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	耐热性 /℃	着色力 /%
酞菁绿 G	<p>pigment green G</p>  <p>(14Cl或15Cl)</p>	艳绿色 粉末	180~ 200	
5952 颜料绿 B	<p>pigment green B</p>  <p>Na</p>	深绿色 粉末	180	
5001 橡胶绿 2B	<p>5001 rubber green 2B</p>  <p>+ Al(OH)₃ BaSO₄</p>	绿色粉末	142~ 145	
5229 盐基品 绿色淀	<p>5229 salt base malachite green lake</p> 	翠绿色 粉末	70	

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	耐热性 /℃	着色力 /%
酞菁蓝 B	<p>heliogen blue B</p> 	深蓝色 粉末	200	
酞菁蓝 B、酞菁蓝 BX	<p>heliogen blue B, heliogen blue BX</p> 	深蓝	良好	很高
4303 稳定型 钛菁蓝 BS	<p>4303 stable form phthalocynine BS</p> 	深蓝色 粉末	200	强
4230、4232 耐晒孔雀蓝色淀	<p>heliogen blue</p> 	淡蓝色 色淀	70	
靛蓝	<p>indigo</p> 	蓝色	佳	

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	耐热性 /℃	着色力 /%
还原蓝 RSN	<p>indanthrone</p> 	蓝色	优良	
303 油溶纯蓝	<p>oil solubilised blue</p> 	蓝色	良好	
醇溶苯胺黑 (油溶黑、油黑)	<p>spirit aniline black (C₆H₅NH₂ · C₆H₅NO₂)_x</p>	黑色	良好	

【基本特性】

(1) 由汉沙黄 G 至醇溶耐晒黄 CGG 为黄色着色剂；由永固橘黄 G 至还原艳橙 GR 为橙色着色剂；由银珠 R 至立索尔大红为红色着色剂；立索尔紫红、酱紫 BLC 和甲苯胺紫胺为紫色着色剂；褐红和耐晒玫瑰红为褐色着色剂；由酞菁绿 G 至盐基品绿色淀为绿色着色剂；由酞菁蓝至油溶纯蓝为蓝色着色剂；醇溶苯胺黑为黑色着色剂。

(2) 一般耐热性能良好，耐热性能最好的是酞菁绿和酞菁蓝。

(3) 1104 耐晒黄 10G、360 酸性橘黄色淀和 3110 金光红耐晒性能较差，不宜用于长期经受日晒的橡胶制品。

【用途及用法】

(1) 该类着色剂可用于橡胶、胶乳、塑料、涂料、油墨等各种产品。在橡胶工业中用于非轮胎制品，尤其是浅色、彩色橡胶制品。

(2) 3132 大红粉、3117 颜料亮红和 3149 永固红 F4R 由于耐热性差，硫化温度高易变色，一般用于低温硫化橡胶制品。

(3) 还原蓝 RSN 除用作蓝色着色剂外，与钛白粉并用可替代群青，加入白色胶料可以提色增白。

(4) 可直接加入胶料或胶乳使用。

【注意事项】

(1) 3138 甲苯胺红能加快硫化速度，使用时应调整硫化体系。

(2) 立索尔宝红 BK 对天然橡胶硫化有促进作用，特别对促进剂 M、促进剂 DM 与促进剂 D 并用体系促进作用很明显。

(3) 酞菁蓝 B 能使天然橡胶胶料软化，可塑性增加。

其商品名称、国别及生产厂家见表 2-15-14。

表 2-15-14 有机着色剂商品名称、国别及生产厂家

国别	商 品 名 称	生 产 厂 家	国别	商 品 名 称	生 产 厂 家
中国	1101 汉沙黄 G(1125 耐晒黄 G)	甘肃甘谷油墨厂 浙江瑞安化工厂	中国	5302 橡胶大红 LC	甘肃甘谷油墨厂 芜湖染化厂
中国	1104 耐晒黄	上海染化一厂	中国	3105 橡胶大红 LG	上海染化十二厂
中国	1104 耐晒黄	上海油墨厂 天津油墨厂 天津染化六厂 济南油墨厂 甘肃甘谷油墨厂 浙江瑞安化工厂	中国	永固红 F5R	天津染化六厂
中国	1138 联苯胺黄	上海染化一厂 上海油墨厂 天津染化六厂 天津油墨厂	中国	立索尔宝红 BK	上海染化一厂 天津染化六厂 甘肃甘谷油墨厂 芜湖染化厂 无锡化学工业公司 镇江染化二厂 潮州南春颜料厂
中国	汉沙黄 R	上海染化十一厂 本溪石灰化学厂	中国	3114 立索尔深红	上海染化一厂
中国	1137 永固黄	天津染化六厂		3144(1301)立索尔大红	镇江染化二厂
中国	1116 永固黄	上海染化一厂 天津染化六厂		立索尔紫红	上海染化一厂
中国	1940 醇溶耐晒黄	上海染化十二厂		酱紫 BLC	上海染化十二厂
中国	1151 永固橘黄 G	天津染化六厂 天津油墨厂 吉林第三化工厂		甲苯胺紫胺	上海染化十一厂 天津染化六厂
中国	360 酸性橘黄色淀(209 酸金黄色淀)	上海染化十二厂 天津染化六厂		酞菁绿 G	北京染料厂 上海染化一厂 上海油墨厂 天津染化六厂 广州染化厂
中国	2166 永固橙 RN	上海染化十二厂 天津染化六厂		酞菁蓝 B	北京染料厂 上海染化一厂 上海染化十二厂 上海油墨厂
中国	还原艳橙 GR	上海染化十一厂 本溪石灰化学厂	中国	酞菁蓝 B	天津油墨厂 天津油漆厂 广州染化厂
中国	3132 大红粉(808 大红粉)	山西文水油脂化工厂 湖北红卫化工厂 浙江龙游有机化工厂		4230、4232 耐晒孔雀蓝色淀	江苏海门万年化工厂
中国	3149 永固红 F4R(永固亮红)	上海染化十二厂 天津油墨厂		靛蓝	北京染料厂 四川染料厂
中国	3138(1207)甲苯胺红	天津染化六厂 天津油墨厂		还原蓝 RSN	北京染料厂 吉林染料厂 上海染化十厂 无锡染料厂 青岛染料厂 大连染料厂 太原染料厂 四川染料厂
中国	3110 金光红 C	上海染化一厂 上海油墨厂 天津染化六厂 天津油墨厂 甘肃甘谷油墨厂 芜湖染化厂			
中国	5302 橡胶大红 LC	上海染化一厂 天津染化六厂 天津油墨厂			

15.1.3 荧光树脂颜料

化学成分为对苯磺酰胺甲醛树脂与三聚氰胺甲醛树脂共聚物，经着色、焙烘、交联、固化而得。

【基本性质】 有荧光，微溶于丙酮和低分子量酯，不溶于水、脂肪或芳香碳氢化合物、

高分子量酯或多元醇、稀酸、稀碱，与强酸、强碱可短间接接触。60 目筛余物 $\leq 20\%$ 。

【用途及用法】

(1) 可用于橡胶、塑料、涂料、油漆和油墨作荧光着色剂。

(2) 在混炼时直接加入胶料使用。

其商品名称及生产厂家见表 2-15-15。

表 2-15-15 荧光树脂颜料商品名称及生产厂家

商 品 名 称	生 产 厂 家
1805 荧光黄,2803 荧光金黄,2815 荧光橘黄 2830 荧光橘红,3850 荧光红,3870 荧光桃红 4833 荧光宝蓝 5823 荧光淡绿 6830 荧光紫	上海染化一厂 上海染化八厂 上海铬黄颜料厂
荧光增白剂	抚顺染化厂 江苏吴江助剂厂

15.2 发泡剂

凡能使橡胶、塑料等高分子材料发孔的物质都称为发泡剂。橡胶工业使用发泡剂主要用于制造海绵制品和空心制品。原则上凡不与高分子材料发生化学反应，并能在特定条件下产生无害气体的物质，均可用作发泡剂。对发泡剂的要求是无毒或低毒，分解温度适宜，在高分子材料中容易分散，发孔率高。

按化学组成成分，可分为无机发泡剂和有机发泡剂。发泡剂发泡时产生的气体主要是氮气和二氧化碳。橡胶工业广泛使用有机发泡剂，无机发泡剂除用以制造胶球等空心制品外，已很少使用了。

15.2.1 无机发泡剂

(1) 碳酸铵 (ammonium carbonate) 分子式 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ，由二氧化碳与氨水反应制得。

半透明白色结晶粉末，不稳定，在 30°C 左右开始分解， 55°C 以上分解加剧，分解产物为氨气、二氧化碳和水。发气量约为 $700\sim 980\text{cm}^3/\text{g}$ 。本品溶于水，不溶于乙醇和二硫化碳。

用作天然橡胶、合成橡胶、胶乳的发泡剂，制造开孔海绵橡胶制品。

在橡胶中配用量为 $5\%\sim 15\%$ ，与橡胶不易混合，制成的海绵孔径不均匀。

本品带碱性，会加快硫化速度；不稳定，遇热易分解。应贮存于阴凉干燥处。

(2) 碳酸氢铵 (ammonium bicarbonate) 分子式 NH_4HCO_3 。白色结晶粉末，相对密度 1.586。在 $36\sim 60^\circ\text{C}$ 下分解成氨气、二氧化碳和水，发气量 $700\sim 850\text{cm}^3/\text{g}$ ，无毒。溶于水，不溶于乙醇。

用作天然橡胶、合成橡胶和胶乳的发泡剂，可制得均匀的微孔海绵橡胶制品。

本品对硫化速度无影响，在橡胶中配用量为 $5\%\sim 15\%$ 。

产品遇热易分解，应贮存于阴凉干燥处。

其商品名称及生产厂家见表 2-15-16。

(3) 碳酸氢钠 (sodium bicarbonate) 分子式 NaHCO_3 ，由碳酸钠溶液在碳化塔中通二氧化碳，碳化后再分离干燥制得。

表 2-15-16 碳酸氢铵商品名称及生产厂家

商 品 名 称	厂 家	商 品 名 称	厂 家
碳酸氢铵(酸式碳酸铵,重碳酸铵)	广州氮肥厂 辽宁大连化工厂 四川化工厂 南化氮肥厂 浙江衢州化工厂	碳酸氢铵(酸式碳酸铵,重碳酸铵)	河南开封化肥厂 北京化工实验厂 浙江兰溪化肥厂 广东连平县氮肥厂

白色粉末, 无毒、无嗅, 相对密度 2.20。溶于水, 不溶于乙醇。在 100℃左右开始缓慢分解, 140℃下迅速分解, 放出二氧化碳, 发气量为 267cm³/g。

用作天然橡胶、合成橡胶和胶乳的发泡剂, 能制得细小、均匀微孔的海绵橡胶制品。

配用量为 5%~15%, 需配入 5%~10%的硬脂酸作为助发泡剂, 以助其分解。

其商品名称及生产厂家见表 2-15-17。

表 2-15-17 碳酸氢钠商品名称及生产厂家

国别	商 品 名 称	生 产 厂 家	国别	商 品 名 称	生 产 厂 家
中国	碳酸氢钠(小苏打)	天津碱厂 天津东方红化工厂 成都望江化工厂 衡阳第三化工厂 上海虹光化工厂	中国	碳酸氢钠(小苏打)	广州风雷化工厂 北京石灰厂 内蒙古乌海化工厂
			美国	Sodium Bicarbonate	C. P. Hall Co. BASF Wyandotte

(4) 碳酸钠(sodium carbonate) 分子式 Na₂CO₃, 由碳酸氢钠煅烧制得。

白色粉末, 相对密度 2.532, 熔点 851℃。有强吸湿性, 吸水后变成硬块(含一个结晶水); 也能吸收二氧化碳再变为碳酸氢钠。溶于水显强碱性, 不溶于乙醇。

用于制造橡皮球一类空心橡胶制品的发泡剂。用途与碳酸氢钠相似, 但效率低。

其商品名称及生产厂家见表 2-15-18。

表 2-15-18 碳酸钠商品名称及生产厂家

国别	商 品 名 称	生 产 厂 家	国别	商 品 名 称	生 产 厂 家
中国	碳酸钠(纯碱)	辽宁大连化工厂 河南郑州化肥厂 广西桂林氮肥厂 安徽合肥化肥厂	中国	碳酸钠(纯碱)	河北石家庄化肥厂 广东中山石岐氮肥厂 天津碱厂
			美国	Sodium Carbonate	C. P. Hall Co. BASF Wyandotte

(5) 亚硝酸钠(sodium nitrite) 分子式 NaNO₂, 白色、淡黄色结晶或粉末, 相对密度 2.168, 熔点 271℃, 320℃分解。易溶于水, 难溶于乙醇或乙醚, 水溶液呈碱性。能从空气中吸氧变为硝酸钠。

用作橡皮球一类空心橡胶制品的发泡剂。常与氯化铵并用, 反应生成氮气和氮气。

其商品名称及生产厂家见表 2-15-19。

表 2-15-19 亚硝酸钠商品名称及生产厂家

国别	商 品 名 称	生 产 厂 家	国别	商 品 名 称	生 产 厂 家
中国	亚硝酸钠	广州氮肥厂 南京化工公司 贵州剑江化肥厂	中国	亚硝酸钠	上海红旗化工厂 杭州龙山化工厂

(6) 氯化铵 (ammonium chloride) 分子式 NH_4Cl , 白色结晶粉末, 相对密度 1.54, 350℃时升华。在空气中易潮解, 溶于水和甘油, 微溶于乙醇。

本品不能单独作发泡剂使用, 与碳酸氢钠、碳酸钠并用, 遇热时发生化学反应放出氮气、二氧化碳和水蒸气; 与亚硝酸钠并用, 遇热时会反应放出氮气和氮气。

其商品名称及生产厂家见表 2-15-20。

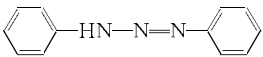
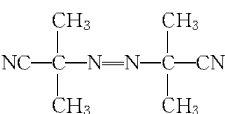
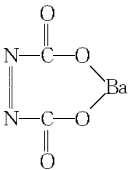
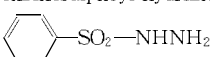
表 2-15-20 氯化铵商品名称及生产厂家

国别	商品名称	生产厂家	国别	商品名称	生产厂家
中国	氯化铵	广东中山县石岐氮肥厂 天津碱厂 广州延安化工厂 上海浦江化工厂 浙江宁波化工厂	中国	氯化铵	辽宁营口化工厂 湖北武汉江岸化工厂 浙江衢州化工厂 江西氨厂 浙江杭州龙江化工厂

15.2.2 有机发泡剂

有机发泡剂主要包括偶氮化合物、磺酰肼类化合物、亚硝基化合物及脲基化合物, 其名称、化学结构和性状见表 2-15-21。

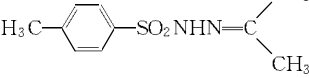
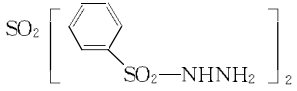
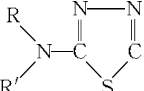
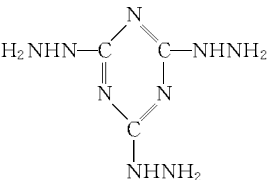
表 2-15-21 有机发泡剂名称、化学结构和性状

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	发气量 (cm^3/g)
偶氮氨基苯(发泡剂 DAB)	azoaminobenzene 	暗棕色结晶粉末	1.17	113
偶氮二甲酰胺(发泡剂 AC, 发泡剂 ADC)	azobisformamide $\text{H}_2\text{N}-\text{C}(=\text{O})=\text{N}=\text{N}=\text{C}(=\text{O})-\text{NH}_2$	淡黄色结晶粉末	1.65	240±5
偶氮二异丁腈(发泡剂 AZIB 或发泡剂 AZDN)	azo-isobutyric dinitrile 	白色结晶粉末	1.11	130
偶氮二甲酸二异丙酯	diisopropyl azodiformate $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{N}=\text{N}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3$	橙色油状液体		200~350
偶氮二甲酸二乙酯	diethyl azodiformate $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{N}=\text{N}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5$	红色油状液体		190
偶氮二羧酸钡	barium azodiformate 	淡黄色粉末		177
苯磺酰肼(发泡剂 BSH)	benzenesulphonyl hydrazide 	白色至淡黄色结晶粉末	1.43	115~130

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	发气量 (cm ³ /g)
对甲苯磺酰肼(发泡剂 TSH)	toluene- <i>p</i> -sulfonyl hydrazide 	白色结晶粉末	1.42	110~125
甲苯-2,4-二磺酰肼	toluene-2,4-disulphonyl hydrazide 	微细结晶粉末		190
苯基-1,3-二磺酰肼(发泡剂 BDSH)	phenylene-1,3-disulphonyl hydrazide 	白色结晶粉末		170
二苯磺酰肼醚(发泡剂 OBSH)	dibenzene sulphonyl hydrazide ether 	白色至淡黄色结晶粉末	1.52	125
二亚硝基五亚甲基四胺(发泡剂 H、发泡剂 DDT、发泡剂 BN)	dinitroso-pentamethylene-tetramine 	淡黄色细粉末	1.4~1.45	265
<i>N,N'</i> -二甲基- <i>N,N'</i> -二亚硝基对苯二甲酰胺(发泡剂 BL-353)	<i>N,N'</i> -dimethyl- <i>N,N'</i> -dinitrosoterephthalamide 	淡黄色结晶粉末	1.14	180
尿素	urea 	白色结晶	1.34	187
对甲苯磺酰氨基脲(发泡剂 RA)	<i>p</i> -toluene sulfonylsemicarbazide 	白色细微粉末		146
对,对-氧双(苯磺酰氨基脲)(发泡剂 BH)	<i>p,p'</i> -oxybis(benzensulfonyl semicarbazide) 	固体粉末		145
缩二脲和脲	biuret and urea (NH ₂ CO) ₂ NH 和 NH ₂ CONH ₂	白色细微粉末	1.45	
对甲苯磺酰叠氮(发泡剂 TSAZ)	toluene- <i>p</i> -sulfonyl azide 	淡橙色液体		220
苯磺酰叠氮(发泡剂 SAZ)	sulfonyl azide 	油状液体		131.6

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	发气量 (cm ³ /g)
对甲苯磺酰丙酮胺(发泡剂 TSAH)	toluene- <i>p</i> -sulfonyl acetone hydrazone 			150
3,3'-二磺酰肼二苯砒	diphenyl sulfon-3,3'-disulfonyl hydrazide 	白色结晶粉末		276
噻三唑衍生物(发泡剂 TR) 例:5-氨基-1,2,3,4-噻三唑吗啉衍生物	thiazotriazole derivative 			130
三肼基三嗪	trihydrazinotriazine 	无色结晶体		180~200

【基本特性】

(1) 偶氮类发泡剂在受热分解时均产生氮气；磺酰肼类发泡剂分解后放出氮气和水蒸气；亚硝基化合物分解后除放出氮气外，还会有一氧化碳和二氧化碳；脲基化合物分解放出氨气，也会有二氧化碳。

(2) 偶氮类发泡剂具有中等毒性，对皮肤有刺激作用，属污染性发泡剂；磺酰肼类发泡剂一般无毒，也没有污染性；亚硝基化合物在胶料中易分散，工艺操作安全，对胶料硫化性能无影响；脲基化合物是非污染性发泡剂，它能促进硫化。

【用途及用法】

(1) 有机发泡剂可用于天然橡胶、合成橡胶、胶乳、塑料及各种树脂制造海绵泡沫制品和空心制品。

(2) 污染性发泡剂用于制造黑色或深色制品；非污染性发泡剂用于制造白色、浅色、彩色或透明制品。

(3) 在混炼时加入胶料或直接加入胶乳使用。

(4) 一般配用量为配方总量的 0.5%~10%。

【注意事项】

(1) 偶氮化合物其粉尘-空气混合物有爆炸危险；亚硝基化合物是弱性炸药，在冲击与摩擦时易爆炸。操作时应格外小心。

(2) 多数产品对皮肤有刺激作用，使用时应避免与皮肤接触。

(3) 脲基类发泡剂能加速硫化，使用时应调整硫化体系。

(4) 亚硝基化合物易燃，与酸雾接触亦能着火，应避免与无机酸和明火接近。

其商品名称及生产厂家见表 2-15-22。

表 2-15-22 有机发泡剂商品名称及生产厂家

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国 英国 德国 俄罗斯	Unicel(Du Pont) Vulcaced AN(ICI) Cellofor DAB Porofor DB(Bager) ДAB	本品为发泡剂 DAB	德国 日本 俄罗斯	Ficel AZDN(Fisons) Genitron AZDN(Whiffen) Porofor N,N-ADIB(Bayer) Cellmic B(三共) ЧХЗ-57,57AC	
中国	偶氮二甲酰胺,发泡剂 AC (上海向阳化工厂) (福建福州第一化工厂) (天津第一化工厂) (浙江衢州化工厂) (四川重庆市朝阳化工厂) (江苏镇江化工厂) (辽宁本溪市草河口化工厂) (广州助剂化工厂) (江苏苏州塑料助剂厂) (浙江黄岩塑料化工厂) (江西南昌市化工原料厂) (四川宜宾化工厂) (黑龙江牡丹江树脂厂) (江苏镇江立新化工厂)	即为本品	美国	Lucidol D-800(Lucidol)	本品为偶氮二甲酸二异丙酯
			中国	偶氮二甲酸二乙酯(上海向阳化工厂,上海第六塑料厂)	即为本品
			德国 俄罗斯	Porofor 476(Bayer) ЧХЗ-4(A30фОПМ3)	
			美国	Expandex 177(Nat. Polychemicals Co.)	本品为偶氮二羧酸钡
			日本 俄罗斯	FE-800(永和化成) ЧХЗ-24(A30фОПМБр)	
			中国	苯磺酰肼(天津第一化工原料厂,本溪有机化工厂)	即为本品发泡剂 BSH
			美国 英国 德国 意大利 俄罗斯	Cellogen BSH(Unirogal) Genitron BSH(Fisons,Whiffen) Porofor BSH(Bayer) Alveofer BSI(Bozzetto) ЧХЗ-9(Гидразидсь)	
美国	Aceto AD(Aceto) Azocel 504, Azocel 506, Azocel 508, Azocel 525 Dispercel(Fairemount Chem. Co.)	50% 的 DOP 分散体	中国	对甲苯磺酰肼(天津第一化工原料厂,本溪有机化工厂)	本品为发泡剂 TSH
			美国 德国	Cellogen SH(Unirogal) Porofor TSH(Bayer) Isocell TSH(Rhein-Chemie)	
			日本	Cellimic H, Cellimic HP, Cellimic LC(东洋)	
美国	Celogen AZ 120, Celogen AZ 130, Celogen AZ 150, Celogen AZ 199(Unirogal Co.)			Cellulon H(三共) Unifor H,HPaste Unifor NH300,NH800 エニホール H(永和化成)	
	Kempore(Nat. Polychemicals) Kempore UD(Harwick)		德国	Porofor B13(Bayer,Didier)	本品为发泡剂 BDSH
英国	Ficel AC		俄罗斯	Porofor B13/CP50(Bayer) ДФ-9(Дигид Разидсь)	
法国	Geuitoon AC(Fisons)		中国	发泡剂 CESH(苏州星新发泡剂厂)	即为本品
德国	BZM ₂ (Organo Syathèse)		美国	Cellogen(Naugatuck) Cellogen OB(Rubb, Corp.) Cellogen OT(Unirogal) Sulfocel(Fairemount) Genitron OB(Whiffen) OP1,OP2(Soc. Franc.) Neocellborn P1000, Neocellborn P1000 FW, Neocellborn R7000(永和化成)	
意大利	Isocell AC(Rhein-Chemie)				
荷兰	Porofor ADC/K(Bayer)		英国		
日本	Alveofer AZDC(Bozzetto) Noury ADC(Noury) ビニホール AC# 3, AC# 3M, AC# R, AC# 1, AC# LQ, AW# 6, AW# 9, SW# 5, SL# 6(永和化成) セルマイケ C, CE, CAP, C-22, RUB, EP-50, CAP-195(三协化成)		法国		
中国	偶氮二异丁腈(北京化工厂)	本品为发泡剂 AZIB	日本		
美国	Aceto AZIB(Aceto) Butocel(Fairemount)		中国	发泡剂 H,发泡剂 DPT,发泡剂 BN(北京化工三厂,上海溶剂厂,上海中利化工厂,天津有机合成厂,广州助剂化工厂,东莞合成材料厂,武汉助剂厂,南昌化工原料厂,苏州助剂厂,吉林龙潭化工厂,青岛自力化工厂,兰州化肥厂,辽宁开原化工原料厂,黄岩城关化学试剂厂)	即为本品
英国	AZDN				

续表

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	Aceto DNPT 40, Aceto DNPT 80, Aceto DNPT 100(Aceto)		美国	Pdy-dispersion Pdy-S(UR)D75 (Wyrough & Loser Inc.)	
英国	Opex-40 PL-80(Nat. Polychem.)		日本	Povmel Pura(Polymel) セルトニ N, セルトニ NP, セルトニ M, セルトニ MR(三协化成) セルベースト M ₃ , セルベースト M ₄ , セルベースト K ₄ , セルベースト K ₅ (永和化成)	
英、法 法国	Genitron DNPT(Fisons) Vulcace BN(ICD) Vulcace BN 94(Vuluax)		美国	Cellogen RA(Uniroyal)	本品为发泡剂 RA
德国	Dipentax Dipentax 75(Kühman)		中国	发泡剂 BH(苏州溶剂厂)	即为本品
意大利	Naftoper(Metallgesellschaft) Porofor DNO, Porofor DNO/F, Porofor DNO/N(Bayer)		美国	Cellogen BH(Uniroyal)	即为本品
荷兰	Alveofer DNP 80 Alveofer DNP/GM(Bozzetto)		中国	缩二脲(南京栖霞化肥厂)	即为本品
日本	Esporen(ACNA Montecatiti) Vondablow(Vondelingenplaat) Cellmic A, Cellmic A 300, Cellmic AMR(东洋)		中国	发泡剂 TSAZ(天津合成材料研究所)	即为本品
	Cellular BL, Cellular D, Cellular EX, Cellular GX, Cellular PP(永和化成)		中国	发泡剂 SAZ(天津合成材料研究所)	即为本品
	DPT(白石工业)		俄罗斯	Дф8	
	Necblow DPT(大内新兴)		中国	发泡剂 TSAH(天津合成材料研究所)	即为本品
	セルマイワ A(三协)		德国	Porofor D-33(Bayer)	本品为 3, 3-二磺酰肼二苯砒
中国	发泡剂 BL-353(上海向阳化工厂)	即为本品	俄罗斯	Дф-10	
美国	Porofor BL-353(Du Pont)		德国	Porofor TR(Bayer)	本品为噻三唑衍生物
英国	BZ-353(Duram)		美国	Aminocel(Fairemount) Expandex THT(National Polychem)	本品为三胍基三嗪
俄罗斯	Дф-3(динитРВАМид Мь)			Ficel-THT(Fisons) Genitron THT(Whiffen)	
中国	尿素(广州氮肥厂, 石家庄化肥厂, 山东鲁南化肥厂, 甘肃刘家峡化肥厂, 资江化肥厂, 湘江化肥厂)	即为本品	英国	Дф2	

15.2.3 助发泡剂

在发泡过程中, 凡与发泡剂并用、能调节发泡剂分解温度和分解速度的物质, 或能改进发泡工艺、稳定泡沫结构和提高发泡质量的物质, 称为助发泡剂。

(1) A 型助发泡剂 化学成分为尿素复合体。在加热条件下, 依次将氨水、硬脂酸、甘油等加入到尿素的水溶液中, 充分搅拌制成。尿素与硬脂酸用量比为 2 : 1。

本品为极细粉末, 无毒, 相对密度为 1.13~1.15, 部分溶于水。

在橡胶、塑料中用作发泡剂 H 的助发泡剂, 分散性良好。用量与发泡剂 H 大体相等, 约为生胶的 5%~6%。对硫化有促进作用, 用量加大, 促进作用明显, 发泡效果增加。

该型助发泡剂由武汉助剂厂生产。

(2) N 型助发泡剂 化学成分为尿素复合体。制法同 A 型助发泡剂, 但未加工粉碎。

本品为无规则条状物, 氮含量为 27%~31%。

用途、用法和生产厂家与 A 型助发泡剂相同。

(3) M 型助发泡剂 化学成分为尿素复合体, 组分中以油酸代替甘油。

性质、用途、用法及生产厂家与 A 型助发泡剂相同。

(4) 尿素衍生物 白色润滑粉末，相对密度 1.25，无毒。

本品用作发泡剂 H 的助发泡剂，与发泡剂 H 等量使用可制造无色、无嗅的海绵橡胶制品，并能使发泡剂 H 的分解温度降至 125~130℃。用量减少时，分解温度提高，发气量减少。

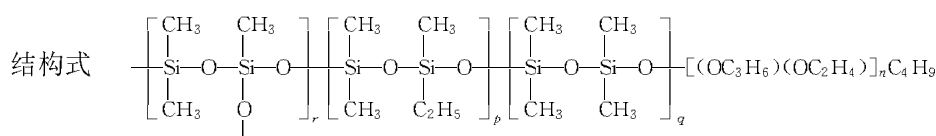
本品有促进硫化作用。

(5) 表面涂层脲 白色微细粉末，熔点 129~134℃。

用于天然橡胶和合成橡胶，用作偶氮甲酰胺类发泡剂的助发泡剂。与该类发泡剂并用，可降低其分解温度，减少其分解产生的气味。

(6) 聚硅氧烷与聚烷氧基醚共聚物

商品名 发泡灵 L-520



由甲基三氯硅烷和二甲基二氯硅烷共水解，先制成聚硅氧烷，再与丁基乙氧丙氧基醚在催化剂作用下缩合制得。本品为淡黄色或橙色油状黏稠透明液体，相对密度 1.04~1.08。

用作聚醚型聚氨酯橡胶发泡工艺的泡沫稳定剂。用量为 1%。

该品生产厂家为南京塑料厂。

(7) 明矾 分子式为 $2\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 。

将天然明矾石破碎、焙烧脱水、风化、用蒸汽浸取，再沉降、结晶、粉碎制成。

本品为无色透明立方晶体块状物，相对密度为 1.757，熔点 92℃。

用作发泡剂的助发泡剂，用前加工成粉末状。本品与发泡剂 H 及小苏打并用，并用比为 25:11:45 时效果好。

本品生产厂家有浙江平阳矾矿厂、安徽庐江矾矿厂、四川宜宾综合化工厂和西安硫酸厂。

15.3 抗静电剂

橡胶制品在使用过程中，在动态应力和摩擦作用下会产生静电，影响使用性能。为了消除静电，除通过配用导电炭黑将静电荷消除外，还可以加入某些化学物质将橡胶制品表面电荷定向排列导出。凡能导出橡胶制品表面电荷的物质都称为抗静电剂。

常用的抗静电剂为阳离子型表面活性剂（如季铵盐型）和非离子型表面活性剂（如季二醇酯），也有用阴离子表面活性剂的。

抗静电剂的名称、化学结构和性状见表 2-15-23。

【基本特性】

(1) 在天然橡胶、合成橡胶和橡塑共混料中有良好的抗静电作用。

(2) 会使橡胶制品变色，有一定的污染性。

【用途及用法】

(1) 用于天然橡胶、合成橡胶和橡塑共混料制造抗静电制品。

(2) 在混炼或共混时加入胶料或共混料使用。

表 2-15-23 抗静电剂的名称、化学结构和性状

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	熔点/℃
十八烷酰胺乙基·二甲基·β羟乙基铵的硝酸盐(抗静电剂 SN)	$\left[\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C}_{17}\text{H}_{35}-\text{C}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH} \end{array} \right]^+ \text{NO}_3^-$	棕红色 油状黏稠 液体		180 (分解)
十八烷酰胺丙基·二甲基·β羟乙基铵三磷酸二氢盐(抗静电剂 SP)	$\left[\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_{35}\text{C}_{17}-\text{C}-\text{NH}-(\text{CH}_2)_3-\text{N}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} \end{array} \right]^+ \text{H}_2\text{PO}_4^-$	淡黄色 液体		
季铵盐和丁醇混合物(抗静电剂 P-6629)	mixture of ammonium quaternaries and butanol	橘黄色 液体		
十八烷基三甲基铵三氯化物	octadecyl trimethyl ammonium chloride $[\text{C}_{18}\text{H}_{37}\text{N}(\text{CH}_3)_3]^+ \text{Cl}^-$	液体		20.6 (闪点)
硬脂酸聚氧化乙烯酯(抗静电剂 PES)	polyoxyethylene stearate $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_9\text{H}$	黄褐色 蜡状物		
醚硫醚	ether thioether	红棕色 液体	1.055~ 1.065	150 (沸点)

【注意事项】

- (1) 有污染性，不宜用于白色或浅色制品。
 - (2) 抗静电剂 P-6629 对硫化有促进作用，会损害制品耐老化性能。
 - (3) 应贮存于阴凉干燥处，运输防晒、防漏。
- 其品种牌号的国别和商品名称及生产厂家见表 2-15-24。

表 2-15-24 抗静电剂品种牌号的国别和商品名称及生产厂家

国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明
中国 美国	抗静电剂 SN(上海助剂厂、天津助剂厂) Catanac SN	即为本品
中国 美国	抗静电剂 SP(上海助剂厂) Cyastat SP(American Cyanamid) Catanac SP	即为本品(35%溶液)
德国	Plastikator 85	本品为醚硫醚

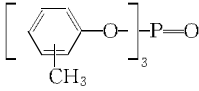
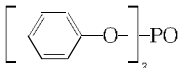
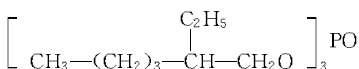
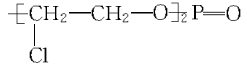
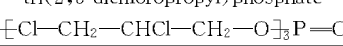
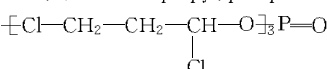
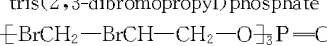
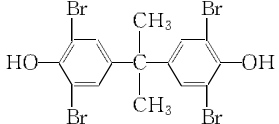
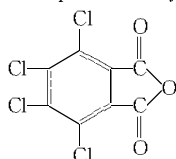
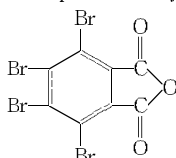
15.4 阻燃剂

凡加入橡胶或其他易燃碳氢化合物，可使其不燃烧或迟缓火焰蔓延的物质，称为阻燃剂。

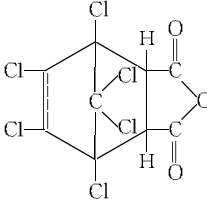
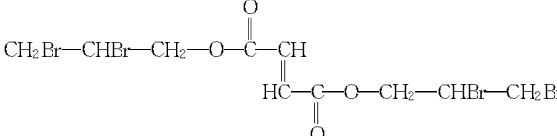
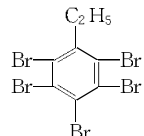
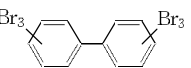
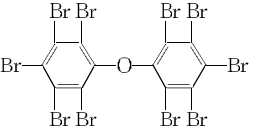
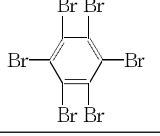
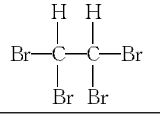
常用的阻燃剂有氧化锑、硼酸盐、磷酸酯和含卤素有机化合物等。某些碳酸盐分解放出二氧化碳帮助灭火，但一般不作阻燃剂使用。

阻燃剂的名称、化学结构和性状见表 2-15-25。

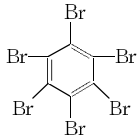
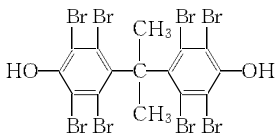
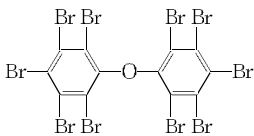
表 2-15-25 阻燃剂的名称、化学结构和性状

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	熔点/℃
氧化锑	antimony trioxide Sb_2O_3	白色粉末结晶	5.67	655
硼酸锌	zinc borate $3\text{ZnO} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3$	白色粉末	3.64~ 4.22	980
硼酸钡	barium borate $2\text{BaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (n 约为 3)	白色粉末		300 (析出水)
氢氧化铝	aluminium hydroxide $\text{Al}(\text{OH})_3$	白色粉末	2.42~ 2.70	300 (失水)
磷酸三甲苯酯	tricresyl phosphate 	无色液体	1.170~ 1.185	420 (沸点) 222 (闪点)
磷酸三苯酯	triphenyl phosphate 	白色针状结晶	1.185	370 (沸点) 222 (闪点)
磷酸三辛酯	trioctyl phosphate 	无色透明液体	0.920	216 (沸点)
磷酸三(β -氯乙)酯	tris(β -chloroethyl) phosphate 	淡黄色油状液体		194 (沸点)
磷酸三(2,3-二氯丙)酯	tri(2,3-dichloropropyl) phosphate 	淡黄色黏稠液体	1.5129	200 (沸点)
磷酸三(1,3-二氯丙)酯	tris(1,3-dichloropropyl) phosphate 	白色液体	1.513	200 (沸点)
磷酸三(2,3-二溴丙)酯	tris(2,3-dibromopropyl) phosphate 	黏稠清澈液体	2.22~ 2.26	110~130 (沸点)
4,4'-亚异丙基双(2,6-二溴苯酚) (四溴双酚 A)	4,4'-isopropylidene bis(2,6-dibromophenol) 	淡黄色粉末	(Br 含量 58.5%)	181
四氯代邻苯二甲酸酐	tetrachlorophthalic anhydride 		(Cl 含量 49.6%)	255
四溴代邻苯二甲酸酐	tetrabromophthalic anhydride 	淡黄色粉末	(Br 含量 68.9%)	279~280

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	熔点/°C
六氯桥亚甲基四氢邻苯二甲酸酐	<p>hexachloro-endo-methylene-tetra hydro phthalic anhydride</p> 	白色结晶	(Cl 含量 57.4%)	240~241
双(2,3-二溴丙基)反丁烯二酸酐 (阻燃剂 FR-2)	<p>bis(2,3-dibromopropyl)trans-maleate</p> 	白色结晶粉末		68~68.5
四溴丁烷	<p>tetrabromobutane</p> <p>$C_4H_6Br_4$</p>	白色粉末	(Br 含量 >85%)	150 (分解)
五溴乙苯	<p>pentabromoethyl benzene</p> 	白色结晶粉末	(Br 含量 79.8%)	136~138
六溴联苯	<p>hexabromobiphenyl</p> 	鳞片状物	(Br 含量 75%)	67~68
十溴二苯醚	<p>decabromodiphenyl oxide</p> 	白色粉末	(Br 含量 81%~83%)	285
六溴苯	<p>hexabromo-benzene</p> 	白色结晶粉末	(Br 含量 86.9%)	315~320
四溴乙烷	<p>tetrabromoethane</p> 	淡黄色油状液体	2.9656	243.5 (沸点)
氯化石蜡 70	<p>chlorinated paraffin-70</p> <p>$C_{20}H_{24}Cl_{18} \sim C_{24}H_{29}Cl_{21}$</p>	白色粉末	1.60~1.70	95~120
氯化石蜡 72	<p>chlorinated paraffin-72</p>	微黄色液体	(含 Cl 量 72%)	
氯化聚乙烯	<p>chlorinated polyethylene</p>	非晶型固体	1.1~1.2	
全氯环戊癸烷	<p>perchloro pentacyclodecane</p>	白色结晶粉末	2.015~2.025	485

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	熔点/℃
六溴苯	hexabromobenzene 	白色或微黄色 结晶粉末		326
2,2-双(四溴-4-羟基苯基)丙烷	2,2-bis(tetra bromo-4-hydroxy phenyl)propane 	白色结晶粉末		181
双(五溴苯)醚	bis(pentabromo phenyl) ether 	液体	(溴含量 67%~ 83%)	

【基本特性】

- (1) 在天然橡胶、合成橡胶或其他碳氢化合物中能抑制燃烧或迟缓火焰蔓延。
- (2) 磷酸三甲苯酯与少量氧化锑并用，能产生协同效应，显著改善阻燃效果。
- (3) 磷酸酯类还有增塑效果。
- (4) 五溴乙苯、氯化石蜡与氧化锑并用，2,2-双(四溴-4-羟基苯基)丙烷、双(五溴苯)醚与三氧化二锑并用能产生协同效应，增强阻燃性能。

【用途及用法】

- (1) 用于天然橡胶、合成橡胶及其他碳氢化合物，制造各种阻燃制品。
- (2) 可于混炼时直接加入胶料使用。
- (3) 可单用，亦可选择具有协同效应的阻燃剂并用。
- (4) 一般用量 3.0~30.0 份，特殊情况可高达 50.0~70.0 份。

【注意事项】

- (1) 磷酸酯类、四溴乙烷有毒，双丙烷、双苯醚有低毒，注意防护。
- (2) 在低温避光条件下贮存。

【品种牌号】 见表 2-15-26。

表 2-15-26 阻燃剂的国别和商品名称及生产厂家

国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明
中国 美国	氧化锑(上海试剂四厂、湖南沅江县化工厂) Amstar, KR, LTS(Amspec Chem) Antimony Oxide Fyaway Flame Retardants Mastermix Antimony Oxide 200-PD Mastermix Antimony Oxide H-2062MB Mastermix Antimony Oxide H-2069 Mastermix Antimony Oxide H-2072MB	即为本品 Antimony Oxide 的络合物 本品膏状物 本品以丁苯胶为载体 本品 SDOP 的混合物 本品与二元乙丙橡胶共混物

续表

国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明
美国	Mastermix Antimony Oxide H-2137EP(Harwick)	本品与聚合物黏合剂混合
	Campine(Akron)	
	Kenlastic K-29629(Kenrich Petrochemicals)	85%本品/二元乙丙橡胶
	Oncor 55	
	Oncor 75 RA(Pigments)	
	Rhenogran Sb ₂ O ₃ -80(Rhein Chemie)	80% Sb ₂ O ₃ , 20% 胶黏剂
	Thermoguard S, Thermoguard L, Thermoguard S-800, CPA(M&T Chemicals)	
	Wyfire H-A-85(Wyrough & Loser)	85%本品浓缩物
英国	Timonox	胶体溶液
日本	Niacol A-1510(Nyanza)	30%胶体溶液
俄罗斯	Трехокись сурьмы	
中国	阻燃剂 ZB, 硼酸锌(沈阳农药厂、长春化工厂、湖南试剂厂)	即为本品
美国	Firebrake ZB(Bate Chem, Harwick, Borax)	
	Isobar(Isochem)	
	Mastermix Zinc Borate 2055-PD	本品与 ESO 的混合物
	Mastermix Zinc Borate 2056-PD(Harwick)	本品加操作油
	ZB-112, ZB-112R, ZB-237, ZB-325, ZB-x511(Humphrey Chem)	
美国	Busan 11-My	本品为硼酸钡
德国	Borate Barium FM	
中国	氢氧化铝(郑州铝厂、山东铝厂、贵州铝厂)	即为本品
美国	Alcoa C-30, Alcoa C-30BF, Alcoa C-31, Alcoa C-33D, Alcoa C-331, Alcoa C-333	
	Hydral 705, Hydral 710(Alcoa)	
	CHA-131, CHA-132, CHA-231, CHA-232, CHA-431, CHA-432, CHA-731, CHA-732(Gr. Laken Min)	
	H-30, H-36(Kaiser Chem)	
	Hydrated Alumina 753, Hydrated Alumina 983(Harwick Standart Chem.)	
日本	ハイジライト H-10, ハイジライト H-30, ハイジライト H-40(昭和电工)	
中国	磷酸三甲苯酯(天津滨海化工厂、上海彭浦化工厂、四川长寿化工厂)	即为本品
美国	Lindol(Harwick)	
	Kronitex TCP(FMC Corp.)	
瑞士	Reomol TTP(Ciba-Geigy)	
日本	トリクレジルワオスウエート(协和发酵大八化学、黑金化学、保土个谷化学)	
中国	磷酸三苯酯(天津滨海化工厂、天津溶剂厂、上海彭浦化工厂)	即为本品
中国	磷酸三辛酯(上海工农兵化工厂)	即为本品
中国	磷酸三(β-氯乙基)酯(天津滨海化工厂、天津合成材料研究所)	即为本品
美国	Celluflex CEF(Celanese)	
	Flexol 3CF(Union Carbide)	
	Fyrol CEF(Harwick)	
德国	Disflamoll TCA(Bayer)	
中国	磷酸三(2,3-二氯丙基)酯(沈阳化工厂)	即为本品
美国	Cellaflex FR-2(Celanese)	
	Fyrol FR-2(Harwick, Stauffer Chem)	
日本	CRP(大八化学)	
	ニツサニランワラム-3PC(日本油脂)	
中国	磷酸三(1,3-二氯丙基)酯(沈阳化工厂)	即为本品
美国	Nuogard TDCP(Tenneco)	

续表

国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明
中国 美国 英国 日本	磷酸三(2,3-二溴丙基)酯(天津合成材料工业研究所) Firemaster ZVT 23P(Versicol) FR-2406(Dow Chem.) Fyrol 32B, HB-22, T23A(Stauffer) Flammex T23P CR-10, 10・S(大八化学) ニツサンアンワラム(日本油脂)	即为本品
中国 美国 日本	四溴双酚 A(天津有机化工二厂) Emery 9350 TBBA(Emery) Firemaster BP4A(Michigan Chem., Dow Chem.) Great Lakes BA-59, Great Lakes PR-68(Great Lakes Chem. Corp.) フマイヤガード 2000(帝人化成) フロムテイト TBA(日立化成)	即为本品
美国	Niagathal(Hooker Chem.) Tetrathal(Monsanto)	本品为四氯代邻苯二甲酸酐
中国 美国 日本	四溴代邻苯二甲酸酐(连云港市海水化工厂) Firemaster BHT ₄ (Michigan Chem.) Firemaster BP ₄ A(Velsico) BHT ₄ (Great Lakes Chem. Corp.) Saytex RB-49(Saytech) FR-TB(日宝化学) スミガード TBPA(住友化成) フマイヤガード 4000(帝人化成)	即为本品
中国 美国 日本	氯桥酸酐, HET 酸酐(上海中华化工厂) Firemaster CA Velsicol Chlorendic Anhydride(Velsicol) HET Acid(Hooker Chem.) カヤハード CLA(日本化药)	本品为六氯桥亚甲基四氢邻苯二甲酸酐
中国	阻燃剂 FR-2(天津力生化工厂)	即为本品
中国 日本	四溴丁烷(上海塑料七厂) フアイヤガード 5001, フアイヤガード 5003(帝人化成)	即为本品
美国	Great Lakes EB-80TM(Great Lakes) Saytex 105(Saytech)	本品为五溴乙苯
美国	Firemaster BP ₆ (Michigan Chem.)	本品为六溴联苯
中国 美国 日本	十溴二苯醚(江苏启东化工厂) Great Lakes DE-83R(Great Lakes) FR-300-BA(Dow Chem.) Saytex 102(Saytech) AFR-1001(旭硝子) FR-8(日宝化学) フロムライト HBB(日立化成)	即为本品
中国 美国 英国	氯化石蜡(广州助剂化工厂、重庆天原化工厂、上海电化厂、沈阳化工厂) Chlores 700, Chlores 700HMP, Chlores 760 Paroil 1160(Dover) Chlorowax 40, Chlorowax 70(Diamant) CP-40(Hooker) CPW-100(Harwick) Cereclor 42, Cereclor 70, Cereclor 700(ICI)	本品为氯化石蜡 70

续表

国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明
法国	Electrofine 45,50(Resins)	
德国	W-10,W-50(BASF)	
	WK30,WK42,WK50,WK60,WK70(Sinthesewerk)	
日本	エンバラ70(味の素)	
俄罗斯	хлорпарафин XII-418,XII-470,XII-600,XII-1100	
德国	Arubren CP(Bayer)	本品为氯化石蜡 72
中国	氯化聚乙烯(辽阳化工厂、安徽芜湖化工厂、山东潍坊化工厂、江西星火化工厂、江苏太仓化工厂、襄樊第二化工厂)	即为本品
美国	Dow CM 0136,Dow CM 0342,Dow CM 0636(Dow Chem.)	
美国	Mirex(Allied)	本品为全氯戊环癸烷
	Dechlorane	
	Dechlorane Plus(Hoocker)	
法国	Auine 061(Billant)	本品为无溴苯
日本	HBB(帝人)	
俄罗斯	TBB	
美国	Emery 9350(Emery)	2,2-双(四溴-4-羟基苯基)丙烷
	XN-6070(Dow Chem.)	
中国	五溴联苯醚(浙江瑞安阻燃化工厂)	即为本品
美国	DE-83P(Great Lakes)	
	Emery 9340(Emery)	
	TR-300,TR-300BA(Dow Chem.)	
	Citex-BT-93	
英国	Tardex 50	
	Tardex 50L	

15.5 偶联剂

偶联剂是一种能增进无机物和有机物结合的助剂，常用作无机粉体材料的表面改性剂。经偶联剂进行表面改性处理的无机粉体材料，在橡胶、塑料中容易分散，还能改善加工工艺性能和产品动力学性能，甚至可以使某些非功能性材料转变为功能性材料。

按化学结构分，偶联剂主要有硅烷类、钛酸酯类、含磷化合物类、胺类和络合物类等。

15.5.1 硅烷类偶联剂

这是品种最多、用量最大的偶联剂。其结构特点是在同一个硅原子两端含有两种不同反应活性的基团，可用通式 $Y-R-Si-X_3$ 来表示。式中 X 为可水解的基团，如甲氧基、乙氧基、乙酰氧基等。 Y 为有机官能团，通过烷基 R 与 $-Si-$ 连接起来。硅烷偶联剂在两种物质界面起着架桥的作用。

硅烷偶联剂名称、化学结构及性状见表 2-15-27。

表 2-15-27 硅烷偶联剂名称、化学结构及性状

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	沸点/℃
苯胺甲基三甲氧基 硅烷(南大-43)	anilinomethyl trimethoxy silane $C_6H_5NHCH_2Si(OCCH_3)_3$	透明黄色 液体		
苯胺甲基三乙氧基 硅烷(南大-42)	anilinomethyl triethoxy silane $C_6H_5NHCH_2Si(OC_2H_5)_3$	淡黄色油 状液体		

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	沸点/℃
γ 缩水甘油基丙基三甲氧基硅烷(KH-560)	γ -glycidylpropyltrimethoxy silane 	淡黄色透明液体	1.06	290
乙烯基三乙氧基硅烷(A-151)	vinyltriethoxy silane 	无色透明液体	0.894	160.5
乙烯基三甲氧基硅烷(A-171)	vinyltrimethoxy silane $\text{CH}_2=\text{CHSi}(\text{OCH}_3)_3$	无色透明液体	0.965	
<i>N</i> - β (氨基乙基)- γ -氨丙基三甲氧基硅烷(KH-792)	<i>N</i> - β (aminoethyl)- γ -aminopropyl trimethoxy silane $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$	无色透明液体	1.01~1.02	
乙烯基三(2-甲氧基乙氧基)硅烷(A-172)	vinyl tri(2-methoxy ethoxy) silane $\text{CH}_2=\text{CHSi}(\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3)_3$	无色或淡黄色透明液体	1.04	285
γ -氨基丙基三乙氧基硅烷(KH-550)	γ -aminopropyl triethoxy silane $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$	淡黄色透明液体	0.94	217
乙烯基三叔丁基过氧硅烷(A-1010)	vinyltri-tert-butylperoxy silane $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Si}[\text{OOC}(\text{CH}_3)_3]_3$	无色、微黄色透明液体	0.9576	147.5 (分解爆炸)
γ -(甲基丙烯酰氧基)丙基三甲氧基硅烷(KH-570)	γ -(methacryloxy)propyltrimethoxy silane 	淡黄色透明液体	1.045	255
β (3,4-环氧基环己基)乙基三甲氧基硅烷(A-186)	β (3,4-epoxycyclohexyl)ethyl trimethoxy silane 	淡黄色透明液体	1.05	310
γ -巯基丙基三甲氧基硅烷(KH-590)	γ -mercaptopropyl trimethoxy silane $\text{HSCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$	无色透明液体	1.06	219
甲基三甲氧基硅烷(A-163)	methyl trimethoxy silane $\text{CH}_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$	无色透明液体	0.950~0.954	
乙烯基三氯硅烷(A-150)	vinyltrichloro silane $\text{CH}_2=\text{CHSiCl}_3$	无色或淡黄色液体	1.264	91
甲基三乙氧基硅烷	methyltriethoxy silane 	无色透明液体	1.077	40.5
甲基三叔丁基过氧硅烷	methyltri-tert-butylperoxy silane 		0.9448	150 (分解)
乙烯基三乙氧基硅烷(A-151)	vinyltriethoxy silane $\text{CH}_2=\text{CHSi}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$		0.90	
双(3-三乙氧基硅烷丙基)四硫化物(KH-845-4)	bis-(3-triethoxy silylpropyl)tetrasulfide $(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_3\text{SiCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{S}_4-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$	淡黄色液体	1.093	250
γ -氯代丙基三甲氧基硅烷(A-143)	γ -chloropropyl trimethoxy silane $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$	淡黄色透明液体	1.08	192

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	沸点/℃
<i>N</i> -β-(氨乙基)-γ-氨丙基二甲氧基硅烷(KBM-602)	<i>N</i> -β-(aminoethyl)-γ-aminopropyl methyl dimethoxy silane $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-\overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{Si}}}-(\text{OCH}_3)_2$		0.97	
γ-脲基丙基三乙氧基硅烷(A-1160)	γ-ureidopropyl triethoxy silane $\text{H}_2\text{N}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NHCH}_2-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$		0.91	
γ-脲基硫代丙基三羟基硅烷(QZ-8-5456)	γ-amidnothiopropyltrihydroxy silane $\text{H}_2\text{N}-\overset{\text{NH}}{\parallel}{\text{C}}-\text{S}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Si}(\text{OH})_3$	无色或淡黄色 50% 的水溶液	1.190	
盐酸 <i>N'</i> -(3-乙烯基苄基)-β-氨基-γ-三甲基硅烷丙基胺(QZ-8-5069)	<i>N'</i> -(3-vinyl-benzyl)-β-amino ethyl-γ-trimethoxy silyl-propylamine hydrochloride $[\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Si}(\text{OCH}_3)_3] \cdot \text{HCl}$	含硅烷 50% 的甲醇溶液	0.93	
γ-(多亚乙基氨基丙基三甲氧基硅烷)(SH-6050)	γ-(polyethyleneamino)propyl trimethoxy silane $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH})_n\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$	含硅烷 50% 的液体	0.91	

【基本特性】

- (1) 所有硅烷都可以与水或醇反应，反应速率取决于硅烷的种类。
- (2) 硅烷必须与水反应后才能起偶联剂作用。整个过程分为两步，首先硅烷的硅氧基部分水解产生三硅醇基，然后此硅醇基再与粉体材料表面缩聚形成化学键或氢键，实现偶联。

【用途及用法】

- (1) 主要用作无机粉体填料的表面改性剂，经硅烷改性处理的粉体填料用于橡胶可以显著改善胶料的加工性能及硫化胶的力学性能，也能增进橡胶和骨架材料的黏合性能，改善产品外观。
- (2) A-151 和 A-171 亦用作玻璃纤维的表面处理剂，经处理的玻璃纤维与树脂和橡胶有良好的黏合性。硅烷 A-171 也能增进硅橡胶与金属的黏合。
- (3) KH-845-4 (即 Si-69) 是应用最普遍、效果最好的硅烷偶联剂，它对白炭黑的表面改性效果最显著，对其他含硅的粉体填料改性效果也很好。除用作改性剂外，也用作抗还原性硫化剂、活性剂、补强剂、软化剂和增黏剂，是一种多功能配合剂。
- (4) 可直接加入胶料使用，也可配成水或醇溶液使用。

【注意事项】

- (1) 有的硅烷在放置时会有少许沉淀，使用时稍加振荡，不影响使用效果。
- (2) A-1010 硅烷是一种不稳定的过氧硅烷，遇热会分解，使用时不得加热到 100℃ 以上，如达到其分解温度 147.5℃，就会剧烈分解发生爆炸。
- 其商品名称及生产厂家见表 2-15-28。

15.5.2 钛酸酯类偶联剂

这类偶联剂在橡胶、塑料和填充剂之间有较好的偶联效果。其名称、化学结构及性状见表 2-15-29。

表 2-15-28 硅烷偶联剂商品名称及生产厂家

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
中国	南大-43(南京大学化学系化工厂)	即为本品	中国	KH-570(南京曙光化工厂,天津试剂一厂,辽宁盖县化工厂,上海耀华玻璃厂)	即为本品
中国	南大-42(南京大学化学系化工厂)	即为本品	美国	A-174 (Union Carbide Co.) (Osi Specialties) Z-6030(Dow Corning)	
中国	KH-560(南京曙光化工厂,南京耀华玻璃厂)	即为本品	日本	KBM-503(信越化学)	
美国	A-187(Union Carbide Co.) SH-6040(Dow Chem. Co.)		美国	A-186(Union Carbide Co.)	即为本品
德国	Finish GF81(Wacker Chemie)		日本	KBM-303(信越化学)	
日本	KBM-403(信越化学) Toray silicone SH6040 Silane(トーレ、シリコン)		中国	KH-590(南京曙光化工厂,辽宁盖县化工厂)	即为本品
中国	乙烯基三乙氧基硅烷(哈尔滨化工研究所,天津试剂一厂)	即为 A-151	美国	A-189 (Union Carbide Co.) (Osi Specialties) Z-6062(Dow Corning)	
美国	A-151 (Union Carbide Co.) (Osi Specialties) SH 6075(Dow Corning)		德国	GF-70(Wacker-Chemie)	
德国	Finish GF-62(Wacker-Chemie)		日本	KBM-803(信越化学)	
日本	KBE-1003(信越化学)		中国	甲基三甲基硅烷(哈尔滨化工研究所)	即为本品
中国	乙烯基三甲氧基硅烷(哈尔滨化工研究所)		美国	A-163(Union Carbide Co.)	
美国	A-171(Union Carbide Co.)		中国	乙烯基三氯硅烷(哈尔滨化工研究所)	即为本品
中国	KH-792(南京曙光化工厂、哈尔滨化工研究所)	即为本品	美国	A-150(Union Carbide Co.)	
美国	A-1120(Union Carbide Co.) Z-6020(Dow Corning)		德国	Finish GF-54(Wacker-Chemie)	
德国	Finish GF-9, Finish GF-91(Wacker-Chemie)		日本	KA-1003(信越化学)	
日本	KBM 603(信越化学)		中国	甲基三乙氧基硅烷(哈尔滨化工研究所)	即为本品
中国	乙烯基三(2-甲氧基乙氧基)硅烷(南京化学试剂厂、江苏秣陵化工厂、哈尔滨化工研究所)	本品为 A-172	中国	甲基三叔丁基过氧基硅烷(哈尔滨化工研究所)	即为本品
美国	A-172 (Union Carbide Co.) (Osi Specialties)		中国	A-151(天津试剂一厂)	即为本品
德国	Finish GF-58(Wacker-Chemie)		美国	A-151 (Union Carbide Co.) (Osi Specialties)	
日本	KBC-1003(信越化学)		德国	Finish GF 56(Wacker-Chemie)	
中国	KH-550(南京曙光化工厂、辽宁盖县化工厂)	即为本品	日本	KBE 1003(信越化学)	
美国	A-1100 (Union Carbide Co.) (Osi Specialties) Z-6011(Dow Corning)		中国	KH-845-4(南京曙光化工厂)	本品为 Si-69
日本	KBM-903(信越化学)		美国	A-1289(Dow Corning)	
中国	乙烯基三叔丁基过氧基硅烷(哈尔滨化工研究所)	本品为 A-1010	德国	Si-69(Degussa AG)	
美国	A-1010(Union Carbide Co.)		美国	A-143(Union Carbide Co.) SH-6076(Dow Corning)	即为本品
			日本	KBM-602(信越化学)	即为本品
			美国	A-1160(Union Carbide Co.)	即为本品
			美国	QZ-8-5456(Toray Silicone)	即为本品
			美国	QZ-8-5069(Toray Silicone)	即为本品
			美国	SH-6050(Dow Corning)	即为本品

表 2-15-29 钛酸酯偶联剂名称、化学结构及性状

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	闪点 /℃
三异硬脂酰基钛酸异丙酯(NDZ-101)	$\text{isopropyl trisostearoyl titanate}$ $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{O}-\text{Ti}-\left[\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-(\text{CH}_2)_{14}-\underset{\text{CH}_2}{\text{CH}}-\text{CH}_2 \right]_3$	红棕色油状液体	0.9897	179
二异硬脂酰基钛酸亚乙酯(KR-201)	$\text{diisostearoyl ethylene titanate}$ $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{O} \\ \\ \text{CH}_2-\text{O} \end{array} \text{Ti} \left[\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-(\text{CH}_2)_{14}-\text{CH}_3 \right]_2$			
二油酰基钛酸亚乙酯(OL-T 671)	$\text{dioleoyl ethylene titanate}$ $\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \end{array} \text{Ti} \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O}-\text{C}-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$	红棕色油状液体	0.9796	120
二(亚磷酸二辛酯基)钛酸四异丙酯(KR-41B)	$\text{tetraisopropyl di(dioctylphosphito) titanate}$			
三油酰基钛酸异丙酯(NDZ-105)	$\text{isopropyl trioleoy titanate}$ $\text{C}_3\text{H}_7\text{O}-\text{Ti}-\left[\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}_3 \right]_3$	红色液体	0.984	197
三(二辛基磷酰氧基)钛酸异丙酯(NDZ-102)	$\text{isopropyl tri(dioctylphosphato) titanate}$ $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{Ti}-\left[\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{P}}(\text{OC}_8\text{H}_{17})_2 \right]_3$	米黄色高黏度液体	1.03	150
三(二辛基焦磷酰氧基)钛酸异丙酯(NDZ-201)	$\text{isopropyl tri(dioctylpyrophosphato) titanate}$ $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{O}-\text{Ti}-\left[\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{P}}(\text{OH})(\text{OC}_8\text{H}_{17})-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{P}}(\text{OC}_8\text{H}_{17})_2 \right]_3$	黄色至琥珀半透明黏稠液体	1.05	210 (分解)
三(十二烷基苯磺酰基)钛酸异丙酯(KR-95)	$\text{isopropyl tridodecylbenzenesulfonyl titanate}$ $\text{CH}_3-\underset{\text{H}}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{O}-\text{Ti}-\left[\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{S}}(\text{O})_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_{12}\text{H}_{25} \right]_3$			

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	闪点 /℃
4-氨基苯磺酰基二(十二烷基苯磺酰基)钛酸异丙酯(KR-26s)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{O}-\text{Ti}-\left[\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{O}-\text{S}-\text{C}_{12}\text{H}_{25} \\ \\ \text{O} \end{array} \right]_2 \\ \\ \text{O}-\text{S}(=\text{O})_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}_2 \end{array}$	灰色液体	1.12	24
二(二辛基磷酸氧基)钛酸亚乙酯(KR-212)	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{O} \\ \\ \text{CH}_2-\text{O}-\text{Ti}-\left[\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{O}-\text{P}-\text{OC}_8\text{H}_{17} \\ \\ \text{OC}_8\text{H}_{17} \end{array} \right]_2 \end{array}$	橘红色液体	1.08	21
二(二辛基焦磷酸氧基)钛酸羟基乙酸交酯盐(KR-138s)	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{O} \\ \\ \text{C}=\text{O}-\text{O}-\text{Ti}-\left[\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{P}-\text{OC}_8\text{H}_{17} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{OC}_8\text{H}_{17} \end{array} \right]_2 \end{array}$	黄色液体	1.12	38
二(双十三烷基亚磷酸酯)四辛氧基钛	$\begin{array}{c} \text{H}_{27}\text{C}_{13}\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{C}_{13}\text{H}_{27} \\ \\ \text{H}_{17}\text{C}_8\text{O} \quad \text{OC}_8\text{H}_{17} \\ \quad \\ \text{H}_{17}\text{C}_8\text{O} \quad \text{OC}_8\text{H}_{17} \\ \\ \text{H}_{27}\text{C}_{13}\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{C}_{13}\text{H}_{27} \end{array}$	溶液	0.92	82
二(二月桂酸亚磷酸酯)四辛氧基钛	$\begin{array}{c} \text{H}_{25}\text{C}_{12}\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{C}_{12}\text{H}_{25} \\ \\ \text{H}_{17}\text{C}_8\text{O} \quad \text{OC}_8\text{H}_{17} \\ \quad \\ \text{H}_{17}\text{C}_8\text{O} \quad \text{OC}_8\text{H}_{17} \\ \\ \text{H}_{25}\text{C}_{12}\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{C}_{12}\text{H}_{25} \end{array}$			

【基本特性】

(1) 单烷氧基型钛酸酯偶联剂(如 NDZ-101)易水解,作改性剂时要求粉体材料含水率控制在 0.4% 以下。

(2) 焦磷酸酯型钛酸酯偶联剂(如 NDZ-201)适合于处理具有物理或化学结合水的粉体材料。

(3) 螯合型钛酸酯偶联剂(如 KR-212, KR-138s)具有高的水解稳定性,可用于很潮湿的物料及聚合物的水溶液体系中。

【用途及用法】

(1) 主要用作无机粉体填料的表面改性剂,经改性处理的粉体填料容易混入胶料,改善胶料加工性能和硫化胶力学性能。

(2) 根据粉体物料性能选择不同类型钛酸酯偶联剂。对于含水分高的填料如陶土、滑石粉、湿法二氧化硅、硅酸铝等，宜选用螯合型偶联剂。

【注意事项】

(1) 含水分高的无机粉体填料不宜选用单烷氧基型偶联剂。

(2) 单烷氧基型偶联剂易水解，贮存应注意防潮。

其商品名称及生产厂家见表 2-15-30。

表 2-15-30 钛酸酯偶联剂商品名称及生产厂家

国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明
中国	NDZ-101(南京曙光化工厂) OL-T999(南京化工厂、锦州化工一厂,辽宁营口助剂厂,山西化工研究院) TM-S(江苏仪征天扬化工厂) TC-6,TC-F(安徽天长县化工二厂)	即为本品
美国	KR-TTS(Kenrich Petrochem.)	
美国	KR-201(Kenrich Petrochem.)	即为本品
中国	OL-T 671(南京曙光化工厂,南京化工厂,山西化工研究院)	即为本品
美国	KR-41B(Kenrich Petrochem.)	即为本品
中国	NDZ-105(南京曙光化工厂) OL-T951(南京化工厂,南京塑料厂,锦州化工一厂,辽宁营口助剂厂,金陵石油化工公司,山西化工研究院)	即为本品
中国	NDZ-102(南京曙光化工厂) TM-12,TM-P(江苏仪征天扬化工厂)	即为本品
美国	KR-12(Kenrich Petrochem.)	
中国	NDZ-201(南京曙光化工厂) TM-38s,TM-48P(江苏仪征天扬化工厂)	即为本品
美国	KR-38s(Kenrich Petrochem.)	
美国	KR-9s(Kenrich Petrochem.)	即为本品
美国	KR-26s(Kenrich Petrochem.)	本品为 95%以上固体分的异丙醇溶液
美国	KR-212(Kenrich Petrochem.)	本品为 78%固体分的异丙醇溶液
美国	KR-138s(Kenrich Petrochem.)	本品为 99%以上固体分的异丙醇溶液
美国	KR-46B(Kenrich Petrochem.)	本品为 98%固体分的异丙醇溶液

15.6 芳香剂

凡能掩盖橡胶所具有的特殊气味和配合剂带来的气味的物质称为芳香剂。其名称、化学结构和性状见表 2-15-31。

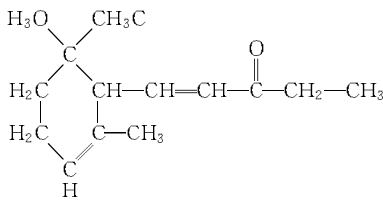
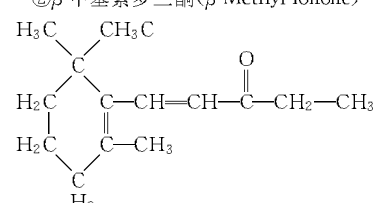
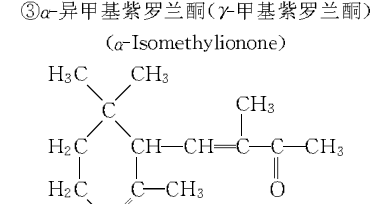
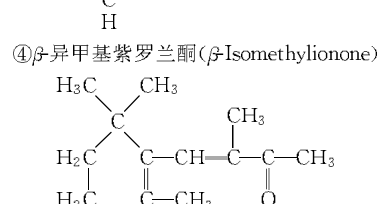
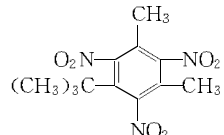
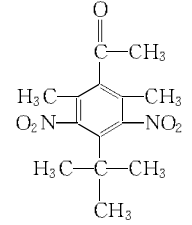
【基本特性】

(1) 不同品种芳香剂具有不同的香气，表 2-15-31 中所列品种分别具有紫罗兰香气、麝香气、香茅香气、香草豆香气等。

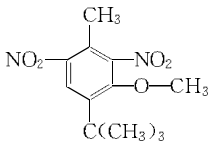
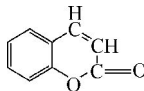
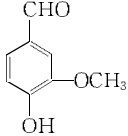
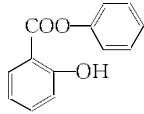
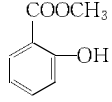
(2) 常用芳香剂均无毒，香味持久，刺激性小。

(3) 水杨酸苯酯除散发冬青油气味外，还能吸收紫外线。

表 2-15-31 芳香剂名称、化学结构和性状

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	沸点/℃
甲基紫罗兰酮	methyl ionone 有四种异构体： ① α -甲基紫罗兰酮(α -Methyl ionone)  ② β -甲基紫罗兰酮(β -Methyl ionone)  ③ α -异甲基紫罗兰酮(γ -甲基紫罗兰酮) (α -Isomethylionone)  ④ β -异甲基紫罗兰酮(β -Isomethylionone) 	淡黄色或黄色液体	0.9210	97
			0.9338	102
			0.9304	93
			0.9299	94
二甲苯麝香	xylene musk 			113 (熔点)
酮麝香	musk ketone 			137

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外观	相对密度	沸点/℃
癸子麝香	musk amberette 			84~85
氧杂萘邻酮	coumarin 	白色结晶粉末	0.935	69~71
3-甲氧基-4-羟基苯甲醛	3-methoxy-4-hydroxy benzaldehyde 	白色针状晶体	1.056	81~82
水杨酸苯酯	phenyl salicylate 	白色结晶粉末	1.2614	41.9
水杨酸甲酯	methyl salicylate 	无色油状液体	1.738	-8.6 (沸点 223.3)
里哪醇乙酸酯	linalyl acetate	无色或黄绿色液体	0.883~0.895	

【用途及用法】

- (1) 通常在日用橡胶制品和儿童玩具制品中作为增香剂，以增进该类制品的香味。
- (2) 一般在混炼结束前与硫黄同时加入胶料使用。
- (3) 用量一般为 0.1~0.5 份。

【注意事项】 应贮存于阴凉干燥处。

其商品名称及生产厂家见表 2-15-32。

表 2-15-32 芳香剂商品名称及生产厂家

国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明
中国	甲基紫罗兰酮(天津第一香料厂, 苏州香料厂, 沈阳新生香料厂, 江苏昆山化工厂, 上海香料二厂)	即为本品
中国	二甲苯麝香(上海鉴臣香料厂, 苏州香料厂, 上海香料二厂)	即为本品
中国	酮麝香(上海鉴臣香料厂, 上海联合香料厂, 上海香料二厂, 苏州香料厂)	即为本品

续表

国别	商品名称(生产厂家)	牌 号 说 明
中国	癸子麝香(上海鉴臣香料厂,上海香料二厂,上海联合香料厂,苏州香料厂)	即为本品
中国	氧杂萘邻酮(上海香料厂,天津第一香料厂,湖北沙市化工三厂)	本品又名香豆素
中国	3-甲氧基-4-羟基苯甲醛(上海联合香料厂,天津第三香料厂,广州大磷化工厂)	本品又名香草醛、香茅醛、香兰素
中国	水杨酸苯酯(常州红卫化工厂)	本品又名萨罗
中国	水杨酸甲酯(常州红卫化工厂)	本品又名冬青油
中国	里哪醇乙酸酯(云南香料工业公司,江苏阜宁香料厂)	本品又名薰衣草油

第 16 章 胶乳专用配合剂

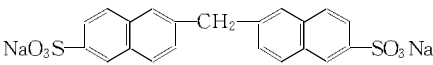
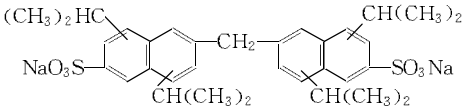
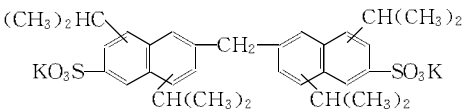
胶乳在保存、加工、应用过程中所使用的专用物质称为胶乳专用配合剂，包括分散剂、乳化剂、稳定剂、湿润剂、凝固剂、胶凝剂等。

各类配合剂之间的功能并无明显界限，有些物质既可作为稳定剂，又可用作乳化剂；有的湿润剂又能用作分散剂；有的膏化剂又有增稠剂的效果。

16.1 分散剂和乳化剂

能吸附于液-固相界面，显著降低其界面自由能，使被分散的固体粉末能均匀分散在液体中，并不重新聚集的物质称为分散剂。能吸附于液-液相界面，降低其界面自由能，使两种不混溶的液体形成均匀而稳定的乳浊液的物质称为乳化剂。其商品名称、化学结构和性状见表 2-16-1。

表 2-16-1 分散剂和乳化剂的商品名称、化学结构和性状

商 品 名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
磺酸钠	sodium sulfonate NaHSO_3	浅褐色粉末		
月桂酸钠(十二酸钠)	sodium laurate $\text{C}_{11}\text{H}_{23}\text{COONa}$	白色至浅褐色粉末		
硬脂酸钠(十八酸钠)	sodium stearate $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$	白色粉末或片状物		
土耳其红油(磺化蓖麻油)	turkey red oil	红褐色透明黏稠液		
亚甲基二萘磺酸钠 (扩散粉 NF)	sodium methylene-bisnaphthalene sulfonate 	微黄色粉末	1.62	
亚甲基二异丙基萘磺酸钠(达萨达钠盐)	sodium methylene diisopropyl naphthalene sulphonate 	淡黄色粉末		399
亚甲基二异丙基萘磺酸钾(达萨达钾盐)	potassium methylene diisopropyl naphthalene sulphonate 	淡黄色粉末		399

续表

商品名称	化学结构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/°C
焦磷酸钠	<p>sodium pyrophosphate</p> $\begin{array}{c} \text{ONa} \quad \text{ONa} \\ \quad \\ \text{NaO}-\text{P}-\text{O}-\text{P}-\text{ONa} \quad (\text{I}) \text{焦磷酸钠} \\ \quad \\ \text{O} \quad \text{O} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{ONa} \quad \text{ONa} \quad \text{ONa} \\ \quad \quad \\ \text{NaO}-\text{P}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{P}-\text{ONa} \quad (\text{II}) \text{三磷酸钠} \\ \quad \quad \\ \text{O} \quad \text{O} \quad \text{O} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{ONa} \quad \text{ONa} \quad \text{ONa} \\ \quad \quad \\ \text{NaO}-\text{P}-\text{O}-[\text{P}-\text{O}]_n-\text{P}-\text{ONa} \quad (\text{III}) \text{多磷酸钠} \\ \quad \quad \\ \text{O} \quad \text{O} \quad \text{O} \end{array}$ <p>其中 $n \approx 10$</p>	白色	2.534	884
焦磷酸钾	<p>potassium pyrophosphate</p> $\begin{array}{c} \text{OK} \quad \text{OK} \\ \quad \\ \text{KO}-\text{P}-\text{O}-\text{P}-\text{OK} \\ \quad \\ \text{O} \quad \text{O} \end{array}$	无色晶体或白色粉末	2.33	
月桂基苯磺酸钠(十二烷基苯磺酸钠)	<p>sodium clodecyl benzene sulfonate</p> $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{SO}_3\text{Na}$	片状物		
烷基苯氧基聚氧化乙烯硫酸钠(CO-433)	<p>sodium alkylphenoxypoly(ethyleneoxy)sulfate</p> $\text{R}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{SO}_3\text{Na}$			
烷基苯氧基聚氧化乙烯硫酸铵(CO-436)	<p>ammonium alkylphenoxypoly(ethyleneoxy)sulfate</p> $\text{R}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{SO}_3\text{NH}_4$			
聚乙烯醇	<p>polyvinyl alcohol</p> $\left[\text{CH}_2-\underset{\text{OH}}{\text{CH}} \right]_n$	白色粉末		
聚丙烯酸	<p>polyacrylic acid</p> $\left[\text{CH}_2-\underset{\text{COOH}}{\text{CH}} \right]_n$	无色液体	1.085	
聚乙二醇单月桂酸酯(十二烷基聚氧乙烯酯)	<p>polyethylene glycol monolaurate</p> $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$ <p>$n=9$ 如 $n>13$</p>	淡黄色液体	1.03 1.01	≤ 8 20~25
2-氨基-2-甲基丙醇(AMP-95)	<p>2-amino-2-methyl-propanol</p> $\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	晶状固体		30~31
2-二甲氨基-2-甲基丙醇(DMAMP-80)	<p>2-dimethylamino-2-methyl-1-propanol</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{N} \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \end{array}$	有色液体	0.95	

续表

商品名称	化学结构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/°C
油酸铵	ammonium oleate $\text{CH}_2(\text{CH}_2)_7\text{—CH=CH}(\text{CH}_2)_7\text{COONH}_4$	黄棕色膏状		21~22
油酸钾	potassium oleate $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH=CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOK}$	黄棕色软质固体		
硬脂酸铵(十八酸铵)	ammonium stearate $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONH}_4$	白色至淡黄色粉末	0.889	74~76
硬脂酸钾(十八酸钾)	potassium stearate $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOK}$	白色结晶粉末		
芳香聚二醇醚(乳化剂 W)	aromatic polyglycol ether	黄色油状液体	1.13	
聚醚聚硫醚(乳化剂 S)	polyether polythioether	棕色蜡状固体	1.2	
油酸	oleic acid $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH=CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	无色液体	0.895	4

【基本特性】

(1) 在胶乳中分散剂的特性是能增加被分散粒子的表面电荷,使粒子间的排斥力增加,以保持稳定的分散状态或在粒子周围形成水合层,如固体粒子吸附的是非离子表面活性物质,虽没有电荷,由于水合层较厚,也可使被分散粒子保持悬浮状态,实现稳定分散。

(2) 在胶乳中乳化剂的主要特性是能降低分散相和连续相之间的表面张力,使它们易于乳化,并在分散相颗粒上带电,形成双电层或稳定的、黏度很高的保护胶体膜,从而阻止分散相重新合并聚结,促使乳浊液稳定。

【用途及用法】

(1) 分散剂用于胶乳中分散硫化剂、促进剂、着色剂等粉体配合剂;乳化剂可以使液体增塑剂、油等在胶乳中乳化或起泡。

(2) 可直接加入胶乳或配成一定浓度的水溶液使用。

(3) 用量取决于被分散和乳化物质的种类、数量、颗粒大小及分散体的 pH 值和制备分散体的条件等,必须通过试验确定。用量过多或过少均会产生不良效果。

【注意事项】 根据胶乳制品性能要求选用分散剂和乳化剂的种类,通过试验确定用量。其商品名称及生产厂家见表 2-16-2。胶乳用其他分散剂和乳化剂见表 2-16-3。

表 2-16-2 分散剂、乳化剂商品名称及生产厂家

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	Ti-Sperse(Technical Inds.)	本品为磺酸钠	美国	Monopol oil 48	本品为土耳其红油
中国	月桂酸钠(天津大港龙宇化工厂)	即为本品		Prestabilt oil V(GAF)	
美国	Sodium laurate(Sterwin Chem.) (Beacon Co.)(Eaton Chem. & Dyestuff)		中国	扩散剂 NND(兰州助剂厂)	本品为扩散剂 NF
			英国	Darvan No. 1	
中国	硬脂酸钠(天津大港龙宇化工厂)	即为本品		Dispersol L, Dispersol LN, Dispersol LR(ICI)	
美国	Sodium Stearate(Fisher Scientific)(Nopco Chem.)(Beacon Co.)(Kraft Chem.)		美国	Daxad IIG(Grace)	本品为达萨达钠盐

续表

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	Daxad IIKLS(Grace)	本品为达萨达钾盐	英国	Polyethylene glycol 400(Shell Chemicals)	本品为十二烷基聚氧乙烯酯
中国	十二烷基苯磺酸钠(无锡南泉化工厂)	即为本品	美国	AMP-95(Ind. Min. & Chem.)	即为本品
美国	Sulfonate AA-10(Cities Service)		美国	DMAMP-80(Ind. & Chem.)	即为本品
美国	Alipal CO-433(GAF)	即为本品	美国	Emulvin W(Mobay)	本品为乳化剂 W
美国	Alipal CO-436(GAF)	即为本品	德国	(Bayer)	
英国	Alcotex 99/20(Revertex)	本品为聚乙烯醇	美国	Emulvin S(Mobay)	本品为乳化剂 S
美国	Acrysol A-3(Rohw & Haas)	本品为聚丙烯酸	德国	(Bayer)	
	Alcosperse 404, Alcosperse 409 (Alcoa)		中国	油酸(北京日用化工厂)	即为本品
德国	Vinarol ST		美国	Emersol 210 Emersol 220(Emery Ind.) Nilox OE(Reichhold)	

表 2-16-3 胶乳用其他分散剂和乳化剂

商 品 名 称	成 分、性 质 与 功 用	生产厂家(国别)
分散剂 Acofor	蒸馏的妥尔油脂脂肪酸,相对密度 0.903,胶乳用稳定剂,又可作为颜料和填料的分散剂	Reichhold(美国)
Alcosperse 109 Alcosperse 149 Alcosperse 157 Alcosperse 209	阴离子水溶液,分子量、中和度、活性不同。羧化聚电解质钠盐,天然胶乳、合成胶乳用颜料的分散剂和稳定剂	Alcoa(美国)
Alcosperse 509	羧化聚电解质铵盐,阴离子水溶液,通用型的分散剂,特别适用于忌钠盐的材料 羧化电解质的钠盐,阴离子水溶液,天然胶乳、合成胶乳用的涂料、颜料的通用型分散剂。特别适用于忌含钠盐的材料	
Alrosol Conc	链烷醇酰胺,淡黄色液体,稍有臭味,相对密度 0.99,合成胶乳用的分散剂、乳化剂和湿润剂	Ciba-Geigy(美国)
Aquamix	胶乳添加剂的分散体或乳化液	Harwick(美国)
Cru Fax Series	非离子型、阴离子型、阳离子型等一系列胶乳的分散剂	Crucible(美国)
Darvan No. 1 Darvan No. 2 Darvan No. 3 Darvan No. 6 Darvan No. 7	聚烷基苯磺酸钠,天然胶乳、合成胶乳配料用的通用型分散剂,对炭黑有特殊的湿润作用,还有稳定剂的作用 聚苯烷基磺酸钠,棕黑色粉末,易溶于热水,天然胶乳、合成胶乳配料用的特殊功能性分散剂及乳化剂,对氧化锌、陶土、硫黄、元素磷尤为适用 聚苯烷基磺酸钠与惰性无机悬浮剂的混合物,浅灰棕色粉末(即 Darvan No. 2 加无机悬浮剂) 成分、功用与 Darvan No. 1 相仿 聚电解质分散剂的水溶液,水白色,相对密度 1.16,总固体含量 25%,pH 值为 9.5~10.5。天然胶乳、合成胶乳制备高固体分散体时用的不变色表面活性剂,也可作为乳化液的稳定剂	Vanderbilt(美国)
Daxad 21 Daxad 23 Daxad 27	聚芳烷基磺酸单钙盐,棕色粉末(纯度 92%),稍有味,低泡沫的分散剂和悬浮剂。在有皂存在的情况下,最好不要使用,可以用来稳定多价离子,用量 0.5~4.0 份 聚烷基苯磺酸盐的衍生物,棕黑色粉末,纯度 84.5%,有特殊的气味,对水的溶解度为 25%,低泡沫的分散剂和悬浮剂,特别适用于硫黄球磨分散体,用量 0.5~4.0 份 聚烷基芳基磺酸钠加无机悬浮剂,浅灰色粉末,无嗅,纯度 84.5%,低泡沫分散剂,停放 1 天分散体也不会出现相分离,用量 0.5~5.0 份	Grace(美国)

续表

商 品 名 称	成 分 、 性 质 与 功 用	生产厂家(国别)
Daxad 30	羧化聚电解质钠盐,相对密度 1.15,低泡沫高效率分散剂,在很宽的 pH 范围内都很稳定,适用于胶乳涂料、无机颜料和填料的分散	Grace(美国)
Daxad 31	聚电解质钠盐,相对密度 1.11,乳白色的溶液(含本品 25%),高效的水溶液体系分散剂,用量很少的情况下就能分散颜料和填料,特别适用于胶乳涂料和涂层,无机颜料和有机颜料均能分散,与大部分的常用胶乳涂料配合剂均能混容,对最后的胶膜性能不会有影响	
Daxad 32	羧化聚电解质铵盐,相对密度 1.11,稍具氨味,乳白色溶液(含本品 25%),用途与 Daxad 30 相仿,当不容许钠盐存在的情况下可采用本品	
Daxad 34	酸式羧化聚电解质,相对密度 1.09,乳白色溶液(含本品 25%),本品宜在不容许使用碱性分散剂的情况下使用,本品先在酸性环境下制备好分散体后,再混入碱性分散体,仍有效果	
Daxad 35	相对密度 1.28,乳白色液体(固体含量 40%),为陶土、氧化锌、涂料或颜料、填料的主要分散剂,能制备高固体含量、低黏度的稳定胶乳体系,泡沫少,尤其适用于制造含氧化锌之类的反应性颜料的涂料配方	
Lomar PW Nopcosant	中性的萘磺酸钠,有效成分 87%,棕黄色粉末,分散剂、稳定剂 缩合萘磺酸钠,相对密度 1.02,棕黄色粉末,天然乳胶、合成胶乳用的分散剂	Diamond(美国)
Nopcosant K Nopcosant L	阴离子聚合物,透明液体,固体含量 34%,胶乳用的分散剂 聚合物,相对密度 1.18,淡黄色水溶性液体,无嗅,胶乳用的分散剂,无泡沫,耐紫外线	
Nopcosperse 44	中性聚羧酸钠,淡黄色液体,有效成分 35%,胶乳用的分散剂	
Poly-Coupler MTD	甲基烯基醚-顺丁烯二酐树脂溶液,无色液体,相对密度 1.01,分散剂,用量 1~5 份	Mateson(美国)
Tamol 731	羧化聚电解质钠,相对密度 1.04,固体含量 25%,淡黄色阴离子水溶液,天然胶乳、合成胶乳用的分散剂、稳定剂	Rohm(美国)
Tamol 850	羧化聚电解质钠,相对密度 1.19,固体含量 30%,无色阴离子溶液,天然胶乳、合成胶乳用的低泡沫分散剂,用于分散无机颜料、陶土等水溶液体系	
乳化剂 Calsoft F-90	烷基芳基磺酸盐,相对密度 0.45,90%活性,白色片状固体,溶于水,聚合物胶乳用的乳化剂和分散剂,用量 0.1~0.5 份	Pilot(美国)
Calsoft L-40	烷基芳基磺酸盐,相对密度 1.02,40%活性,淡黄色液体,溶于水,聚合物胶乳用的乳化剂和分散剂,用量 0.1~0.5 份	
Calsoft LAS-99	烷基芳基磺酸盐,相对密度 1.06,97%活性,红棕色液体,溶于水,聚合物胶乳用的乳化剂和分散剂,用量 0.1~0.5 份	
Dymsol 36A Dymsol 38C Dymsol 641 Dymsol 2031 Dymsol LP	支化烷基醇硫酸钠,25%活性,黄色液体,聚合时用的乳化剂 硫酸化脂肪酸钠,70%活性,黄黑色液体,聚合时用的第一或第二乳化剂 硫酸化环氧化醇钠盐,30%活性,黄色液体,聚合时用的第一或第二乳化剂 高硫酸化脂肪酸钠,60%活性,黄黑色液体,聚合时用的第一或第二乳化剂 线型烷基芳基磺酸盐,33%活性,黄色液体,聚合时用的第一乳化剂	Diamond(美国)
Emcol K-8300	脂肪磺酸盐络合物,相对密度 1.1,淡黄色液体,胶乳用阴离子稳定剂	Witco(美国)
1969 Emulsion	树脂乳化液,相对密度 1.0,固体含量 43%,氯丁胶乳、天然胶乳、丁腈胶乳、丁苯胶乳、丙烯酸胶乳、氯乙烯胶乳等用的稳定剂和增量剂,能提高拉伸强度	Adhesire(美国)
Isochem Wax L Iso Plast D	硬脂酰胺酯,相对密度 1.0,水白色液体,胶乳用乳化剂 聚乙二醇树脂酸盐,相对密度 1.15,棕色液体,胶乳用的稳定剂和分散剂,可防止出现白点,又是其他配合剂的乳化剂	Isochem(美国)

16.2 稳定剂

凡能增强胶粒表面电荷、保护层、水合度以避免胶乳产生凝固的物质都称为稳定剂。
稳定剂主要品种名称、化学结构及性状见表 2-16-4。

表 2-16-4 稳定剂主要品种名称、化学结构及性状

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
蛋白(酪素)	casein	白色至黄色粉末	1.25~1.31	
明胶(动物胶)	gelatin	淡黄色半透明片	1.35	
骨胶	bone glue	黄棕色粉末	1.27	
氢氧化钾	potassium hydroxide KOH	白色半透明晶体	2.044	360
氢氧化钠	sodium hydroxide NaOH	无色透明晶体	2.130	1390
月桂酸钾(十二酸钾)	potassium laurate $C_{12}H_{23}COOK$	无定形固体		
月桂酸铵(十二酸铵)	ammonium laurate $C_{12}H_{23}COONH_4$	固体		
月桂基磺酸钠(十二烷基磺酸钠)	sodium laurylsulfate $CH_3(CH_2)_{10}CH_2OSO_3Na$	乳白色结晶粉末		
油酰基磺酸钠	sodium oleylsulphate $CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7CH_2OSO_3Na$	淡黄色水分散体	1.0	
混合甘油酯皂	mixed glyceride soap	淡黄色液体	1.01	104 (沸点)
N-甲基-N-油酰基牛磺酸钠(胰加漂 T)	sodium N-methyl-N-oleyltaurate $CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7CONCH_2CH_2 \cdot SO_3Na$ $\quad \quad \quad $ $\quad \quad \quad CH_3$	白色粉末	1.00~1.10	
油酰基对甲氧基苯胺磺酸钠(LS paste)	sodium oleyl- <i>p</i> -anisidine sulphonate $CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7C(=O)NH-$ 	淡黄色粉末	1.29	
N-环己基-N-棕榈酰牛磺酸钠(CN-42)	sodium N-cyclohexyl-N-palmitoyl taurate $CH_3(CH_2)_{14}CO-N-$  $CH_2CH_2SO_3Na$	糊状	1.00~1.10	
水杨酸钠	sodium salicylate 	淡红色晶体或白色粉末		

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/°C
二甲胺	dimethylamine $\text{CH}_3\text{—NH—CH}_3$	气体	0.680	6.88 (沸点)
二乙胺	diethylamine $\text{C}_2\text{H}_5\text{—NH—C}_2\text{H}_5$	无色液体	0.712	55.5 (沸点)
乙二胺四乙酸 (EDTA)	ethylene diamine tetraacetic acid $\begin{array}{c} \text{HOOCH}_2\text{C} \quad \quad \quad \text{CH}_2\text{COOH} \\ \quad \quad \quad \diagdown \quad \quad \diagup \\ \quad \quad \quad \text{N—CH}_2\text{—CH}_2\text{—N} \\ \quad \quad \quad \diagup \quad \quad \diagdown \\ \text{HOOCH}_2\text{C} \quad \quad \quad \text{CH}_2\text{COOH} \end{array}$	无色结晶体		240 (分解)
乙二胺四乙酸四钠 二水合物(Seq. ST)	tetrasodium ethylene diamine tetraacetate dihydrate $\begin{array}{c} \text{NaOOCH}_2\text{C} \quad \quad \quad \text{CH}_2\text{COONa} \\ \quad \quad \quad \diagdown \quad \quad \diagup \\ \quad \quad \quad \text{N—CH}_2\text{—CH}_2\text{—N} \\ \quad \quad \quad \diagup \quad \quad \diagdown \\ \text{NaOOCH}_2\text{C} \quad \quad \quad \text{CH}_2\text{COONa} \end{array} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	白色粉末		
葡萄糖庚基酸钠 (Seq. 540)	sodium glucoheptonate	乳色晶状粉末		
聚乙二醇	polyethylene glycol $\text{HOCH}_2(\text{CH}_2\text{OCH}_2)_n\text{CH}_2\text{OH}$	无色黏稠液		
环氧乙烷与脂肪醇 的缩合物 (Emu. ON-870)	ethylene oxide-fatty alcohol condensate $\text{R—O—}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ R 为 $\text{C}_{12}\sim\text{C}_{18}$ 的烷基 n 为 15~16	淡黄色液体或白色 膏状物		≥ 80 (浑浊点)
聚氧化乙烯十二烷基醚 (平平加 O)	polyoxyethylene laurylether $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_2\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$	蜡状固体		
聚氧化乙烯十八烷基醚 (Polawax)	polyoxyethylene stearyl ether $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CHO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$	乳白色蜡状固体		48~51 (滴点)
聚氧化乙烯辛基苯基醚 (PE-90)	polyoxyethylene octylphenyl ether $\text{C}_8\text{H}_{17}\text{—} \begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ \text{—C—C—} \\ \diagdown \quad \diagup \end{array} \text{—O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$	水白色液体	1.06	
聚氧化乙烯十八烷基胺 (凡尼丁)	polyoxyethylene <i>n</i> -octadecyl amine $\begin{array}{c} (\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{n_1}\text{H} \\ \quad \quad \quad \diagup \\ \text{C}_{18}\text{H}_{37}\text{—N} \\ \quad \quad \quad \diagdown \\ (\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{n_2}\text{H} \end{array}$		1.115	
十六烷基三甲铵乙内盐 (Aqu. NS)	c-Cetyl betaine $\begin{array}{c} \text{C}_{16}\text{H}_{33} \\ \\ \text{CH}_3\text{—N}^+\text{—CHCOO}^- \\ / \quad \backslash \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$	棕色浑浊黏状液体	1.07	
聚乙烯基吡咯烷酮 (PVP)	polyvinylpyrrolidone $\left[\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C—CH}_2 \\ \quad \quad \\ \text{H}_2\text{C} \quad \quad \text{C=O} \\ \quad \quad \\ \text{—N—} \quad \quad \text{CH—CH}_2 \end{array} \right]_n$	淡黄色固体		
水玻璃(硅酸钠)	water glass $x\text{NaO} \cdot y\text{SiO}_2$	无色黏稠液体		

【基本特性】

(1) 稳定剂多数是表面活性剂，能大大降低表面（或界面）张力，改变胶乳体系的界面状态，对体系产生稳定作用。

(2) 稳定剂中有一些碱性物质，它们能中和胶乳中的酸性物质，调节体系的 pH 值，杀灭细菌，防止细菌对胶乳中的天然保护物质（蛋白质）的破坏，同时也增加胶粒电荷，提高胶乳的稳定性。

【用途及用法】

(1) 在胶乳中使用稳定剂可以提高体系的力学性能、化学性能和热稳定性。

(2) 可直接加入胶乳或配制成一定浓度的水溶液使用。

(3) 根据胶乳的类型和性能要求通过试验确定稳定剂品种、用量和水溶液浓度。

【注意事项】

(1) 明胶水溶液易受细菌侵蚀而腐败，贮存时常加入少量 β -萘酚或邻苯基酚钠防菌。

(2) 碱性物质会影响胶乳的硫化速度，选用时应注意。

其商品名称及生产厂家见表 2-16-5。其他胶乳稳定剂见表 2-16-6。

表 2-16-5 稳定剂商品名称及生产厂家

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
中国 美国	干酪素(无锡南泉化工厂) Casein (Harwick) (National Cacein Co.) (Millward)	本品为蛋白	美国	Sequestrene AA, 30A (Ciba- Geigy)	本品为 EDTA
			美国	Sequestrene ST (Ciba-Geigy)	本品为 Seq. ST
美国	Casein Ac-3 (Anchor Chem.) Casein B-1		美国	Seqlene 540, Seqlene ES-40, Seqlene ES-50 (Hall)	本品为 Seq. ST
	Protovac PK-9, PV8379 (Bor- den Chem.)		中国	聚乙二醇(宜兴助剂化工 二厂)	即为本品
俄罗斯	Кэзеин		英国	Vulcastab PG (ICI)	
中国	骨胶(天津制胶厂)	即为本品	美国	Emulphor ON-870 (GAF) Renex 600 Series (Atlas Chem Inds)	即为本品
美国	Bone Glue (Darling)		英国	Vulcastab LW (Cook)	
中国	十二烷基硫酸钠(无锡南泉 化工厂)	即为本品	英国	Texofor Al (Glovers Chem.) Vulcastab LW (ICI)	
美国	Maprofix WAC-LA (Onyx Chem.)		英国、 法国	Vulcastab LW (Vulnax)	
英国	Empicol LZ (Marchon Prod- ucts)		中国	平平加 O (浙江瑞安化工厂)	即为本品
	Sulphonated Lorol (Columbi- an International)		美国	Brij 35 (Atlas Chem.)	
	Wetting Agent SAS (Anchor)		英国	Polawax (Croda)	即为本品
英国	Vulcastab C (ICI)	本品为油酰基 磺酸钠	美国	Hyonic PE-90 (Harwick) (Nopco Chem.)	即为本品
美国	SRS-55 (Seaboard Chem.)	本品为混合甘 油酯皂	英国	Ethomeen 18/60 (Armour Hess)	本品为凡尼丁
美国	Igepon T-51 (GAF)	本品为胰加漂 T			
美国	Vulcastab LS paste (COOK)		美国	Aquarex NS (Du Pont)	即为本品
英国、 法国	Vulcastab LS paste (Vulnax)	本品为 LS paste	美国	PVP K-90 (GAF)	本品为 PVP
美国	Igepon CN-42 (GAF)	本品为 CN-42			

表 2-16-6 其他胶乳稳定剂

商 品 名 称	成 分 、 性 质 与 功 用	厂 家
Modicol L	聚乙二醇脂肪酸酯,相对密度 1.03,淡黄色液体,天然胶乳、合成胶乳及胶黏剂用的稳定剂。能够防止用树脂乳化液改性时所引起的胶乳胶黏剂过度的增稠现象,能防止用树脂改性胶乳时所发生的触变现象,用量为 0.25~1.0 份	Diamond(美国)
Modicol N	脂肪胺缩合物,相对密度 1.0,淡黄色液体,97%~98%活性。天然胶乳、合成胶乳和胶黏剂用的化学稳定剂。能够防止金属离子、稀酸所引起的凝固现象,用量 0.5~1.0 份	
Modicol S	磺化脂肪酸,相对密度 1.10,黄黑色液体,天然胶乳、合成胶乳用机械稳定剂。能够防止胶乳在喷涂、高速搅拌、泵吸时所发生的凝固,用量为 1 份左右	
Nonisol 100	聚氧烷烯脂肪酸酯,相对密度 0.99,无色液体,稍有刺激味,胶乳用的黏度稳定剂和乳化剂	Ciba-Geigy(美国)
SRS-55	混合甘油酯皂,相对密度 1.01,淡黄色液体,稍有脂肪味,沸点 104℃,聚丁二烯、丁苯胶乳、丁基胶乳、丁腈胶乳、丙烯酸胶乳等用的机械稳定剂和抗凝固剂	Seaboard(美国)
Tetronic 707	聚醚,相对密度 1.05,浅色固体,熔点 49℃,溶于水,用作胶乳配合中颜料分散体的稳定剂	BASF(美国)
Nopco 1055A	半微蜡乳化液,相对密度 0.97,淡黄色,天然胶乳、合成胶乳用润滑剂及抗结块剂,在打泡时可直接加入胶乳,以保持海绵橡胶制品的弹性。能够润滑泡沫中微孔的内表面,从而起到抗结块的作用	Diamond(美国)
Rez-O-Sperse AL	氯化石蜡树脂的水分散体,树脂含量 65%,抗结块剂。各种类型胶乳胶黏剂用的家具装饰品衬里、胶毯衬里,特别适用于氯丁胶乳胶黏剂,且有耐火的作用,用量 25~40 份	Dover(美国)
Rez-O-Sperse 3	氯化石蜡的水乳化液,相对密度 1.35,固体含量 66.5%,抗结块剂,可作为各种胶乳胶黏剂用的耐火添加剂和增黏剂。特别适用于氯丁胶乳,也可作为胶毯衬里的防火剂,用量 25~40 份	Dover(美国)

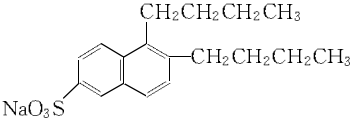
16.3 湿润剂

在制备各种粉体配合剂分散体和利用胶乳来浸渗织物时,必须使用某些物质以增加所用液体介质的湿润能力和扩散能力。

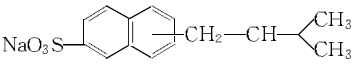
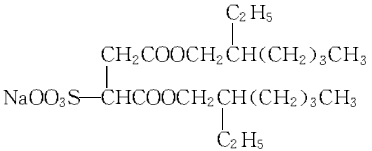
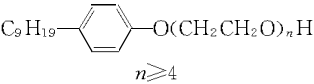
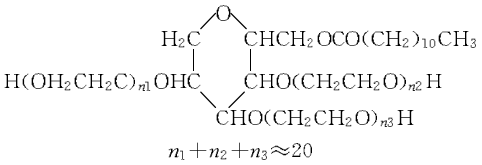
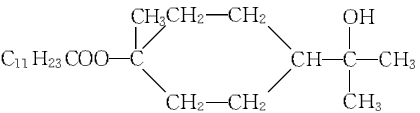
凡能增加液体对固体物质湿润能力或能增加胶乳对织物渗透和扩展能力的物质都称为湿润剂。在粉体配合剂分散过程中,采用适当的湿润剂溶液使之湿润,就有利于粉体配合剂的分散。

湿润剂品种名称、化学结构和性状见表 2-16-7。

表 2-16-7 湿润剂品种名称、化学结构和性状

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	沸点/℃
烷基硫酸钠	sodium alkylsulphate R—SO ₃ Na R 为烷基	黄色清澈液体	0.94	
二丁基萘磺酸钠 (拉干粉 BX)	sodium dibutyl-naphthalene sulphonate 	乳白色微黄粉末		pH 7~9

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	沸点/℃
异丁基萘磺酸钠	sodium <i>iso</i> -butylnaphthalene sulphonate 	白色至淡黄色粉末	1.43	
二辛基磺化琥珀酸钠(湿润剂 OT)	sodium dioctyl sulfosuccinate 	蜡状固体或黏稠液		
环氧乙烷与脂肪醇的缩合物(湿润剂 JFC)	ethylene oxide-fatty alcohol condensate $R-O-(CH_2CH_2O)_n-CH_2CH_2OH$ R 为 $C_8 \sim C_{13}$ 烷基 n 为 4~4.5	乳白色糊状至黏稠油状物		pH 呈中性
聚氧化乙烯壬基苯基醚	polyoxyethylene nonylphenyl ether  $n \geq 4$	水白色液体	1.06	
聚氧化乙烯山梨糖醇酐单月桂酸酯(Tween 20)	polyoxyethylene(20)sorbitan monolaurate  $n_1 + n_2 + n_3 \approx 20$	黄色油状液体	1.1	
月桂酸钠品	terpine laurate 	淡黄色液体	1.05	116
乳酸乙酯	ethyl lactate $CH_3CHOHCOOC_2H_5$	无色透明液体	1.030	140~160
月桂酰二乙醇胺	lauroyl diethanolamine $CH_3(CH_2)_{10}CON(CH_2CH_2OH)_2$	淡黄色黏稠油状物		pH 值约为 9

【基本特性】

(1) 表 2-16-7 中所列湿润剂分别为阴离子或非离子型表面活性剂, 均能增加胶乳对织布、纸张及其他物质的湿润性能, 以利于浸渍和涂覆。

(2) 烷基硫酸钠、二丁基萘磺酸钠为高速湿润剂, 在最佳情况下 20s 内就能使胶乳渗透到厚帆布内。

(3) 二辛基磺化琥珀酸钠是快速湿润剂, 渗透胶膜能力较强。

【用途及用法】

(1) 用于增加胶乳浸渍和涂覆物质表面湿润性能, 以利于工艺操作。

(2) 烷基硫酸钠尤其适用于胶乳-间苯二酚-甲醛黏合体系, 能提高黏合强度。

(3) 湿润剂 OT 还可用作分散剂和抗静电剂。

- (4) 湿润剂 Tween 20 还可用作分散剂和乳化剂。
- (5) 可直接加入胶乳或配制成一定浓度的水溶液使用。
- (6) 一般用量为 0.1%~3.0%。

【注意事项】

拉开粉有使胶粒凝聚以至凝固的缺点，但在含氨及氧化锌的胶乳中加入 0.5% 氢氧化钾或甲醛即可消除。

其商品名称及生产厂家见表 2-16-8。

表 2-16-8 湿润剂商品名称及生产厂家

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
中国	润湿剂(无锡南泉化工厂)	本品为烷基硫酸钠	美国	Hyonic PE100(Harwick)	即为聚氧化乙烯壬基苯基醚
英国	Vulcastab OT(ICD)			Hyonic PE90, Hyonic PE 100 (Diamond Shamrock) (Nopco)	
	Wetting Agent SA1	本品为湿润剂 OT	美国	Igegal CO(GAF)	
	Wetting Agent SA3(Anchor)			Tergitol Nonionic NPX, NP-35, NP-44(Union Carbide)	
美国	Aerosol OT(Cyanamid)		美国	Tween 20(Atlas Chem. Ind)	
	Alrowet D-65(Ciba-Geigy)		美国	Isopent 21(Iso Chem.)	本品为月桂酸萘品
	Drewfax 0007(Drew Chemical)	即为湿润剂 JFC	美国	Aceto ethyl lactate(Aceto)	本品为乳酸乙酯
英国	Manoxol(Hardman & Holden)		英国	Nonaid SB(Norman Evans)	本品为月桂酰二乙醇胺
中国	渗透剂 JFC(浙江瑞安化工厂, 南京便民染化助剂厂)				

一些成分不明，但按性质、功用及制造厂家、商品名称查出的湿润剂见表 2-16-9。

表 2-16-9 其他胶乳用湿润剂

商品名称	成分、性质与功用	厂家(国别)
Merix 100 Callon Wash concentrate	无色中性液体。胶乳用湿润剂。用时需以 1:100 的水稀释	Merix(美国)
Nopco 1186 A Sellogen	烷基硫酸盐。70%活性。通用型湿润剂。在稀酸介质中稳定 烷基萘磺酸盐。粉状或液状。通用型湿润剂,能提高胶乳体系的力学性能、化学稳定性以及增高混入填料的能力	Diamond(美国)
Tergitol 15-S-7 Tergitol 15-S-9 Tergitol 15-S-12	线型醇,相对密度 0.994~1.023。闪点 227~238℃。可作为湿润剂和乳化剂	Unim Carbide(美国)

16.4 凝固剂、胶凝剂和热敏剂

凡能使聚合物从胶乳中迅速凝固和结块的物质都称为凝固剂；凡能使胶乳从液态逐渐转变为均匀的、半刚性的固体凝胶，而且保持原有形状大小的物质都称为胶凝剂；凡能借助加热使胶乳进行胶凝的物质都称为热敏剂。

常用凝固剂、胶凝剂和热敏剂名称、化学结构和性状见表 2-16-10。

【基本特性】

(1) 表 2-16-10 中所列物质依次由盐酸至甲醛次硫酸钠均能使胶乳迅速凝固。其中乙酸、乳酸、硫酸铝为强凝固剂，硝酸钙和乙酸环己胺为胶乳浸渍用凝固剂，WS 为热敏过程用凝固剂，甲醛次硫酸钠为还原催化系统中的迟延性凝固剂。

表 2-16-10 常用凝固剂、胶凝剂和热敏剂名称、化学结构和性状

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
盐酸	hydrochloric acid HCl	无色或黄色液体	1.19	
甲酸	formic acid HCOOH	无色有刺激性气味液体	1.22	8.6
乙酸	acetic acid CH ₃ COOH	无色有刺激性气味液体	1.049	16.7
羟基乙酸	glycolic acid HOCH ₂ COOH	无色晶体		78~79
2-羟基丙酸(乳酸)	2-hydroxypropanoic acid $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	无色或淡黄色黏稠液体	1.249	16.8
凝固剂 WS	coagulant WS 带有功能基团的聚硅氧烷	黄色液体	1.03	
氯化钙	calcium Chloride CaCl ₂ · 6H ₂ O	无色六角晶体	1.68	
	CaCl ₂	白色立方晶体	2.15	772
硝酸钙	calcium nitrate Ca(NO ₃) ₂ · 4H ₂ O	无色透明单斜晶体	α 式 1.896 β 式 1.820	α 式 42.7 β 式 39.7
硫酸铝	aluminium sulfate Al ₂ (SO ₄) ₃ · 18H ₂ O	无色单斜晶体	1.69	86.5 (分解)
乙酸环己胺	cyclohexylamine acetate $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}-\text{NH}_2 \cdot \text{COOC}-\text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$	白色结晶	1.12	<143
甲醛亚硫酸钠	sodium formaldehyde sulfoxylate Na(HOCH ₂ SO ₂) · 2H ₂ O	白色结晶		63~64
硝酸铵	ammonium nitrate NH ₄ NO ₃	无色斜方或单斜晶体	1.725	36.4
硝酸锌	zinc nitrate Zn(NO ₃) ₂ · 6H ₂ O	无色晶体	2.065	36.4
氟硅酸钾	potassium silicofluoride K ₂ SiF ₆	白色粉末或结晶	2.27	
氟硅酸钠	sodium silicofluoride Na ₂ SiF ₆	白色粒状固体	2.755	
锌氨络合物	zinc ammonium complex Zn(NH ₃) _n ²⁺ 1≤n≤4			
聚乙烯基甲基醚	polyvinyl methylether $\begin{array}{c} -[\text{CH}-\text{CH}_2]_n- \\ \\ \text{OCH}_3 \end{array}$			
聚醚聚甲醛缩二甲醇(热敏剂 WS46)	polyether polyformaldehyde dimethylacetal	棕色黏稠液体	1.03	

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
聚丙二醇	polypropylene glycol $\begin{array}{c} \text{—[CH—CH}_2\text{—O]}_n\text{—} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \quad \text{或} \quad \begin{array}{c} \text{—[CH}_2\text{—CH—O]}_n\text{—} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	无色液体		
胰蛋白酶	trypsin	淡黄色粉末		
氯化十二烷基三甲胺(表面活性剂 DT)	dodecyltrimethylammonium chloride (Trimethyl lauryl ammonium chloride) $\left[\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{—N—CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_3 \end{array} \right]^+ \text{Cl}^-$	黄色透明液体		
氯化十八烷基二甲苄基铵	octadecyl dimethyl benzyl ammonium chloride $\left[\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5\text{—CH}_2\text{—N—C}_{18}\text{H}_{37} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]^+ \text{Cl}^-$			
氯化十四烷(豆蔻)酰胺丙基二甲苄基铵	tetradecylamido propyl dimethyl benzyl ammonium chloride $\left[\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{C}_{13}\text{H}_{27}\text{CONH}(\text{CH}_2)_3\text{—N—CH}_2\text{—C}_6\text{H}_5 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]^+ \text{Cl}^-$			
氢化蓖麻油	hydrogenated castor oil	浅色片状或粒状		86~88
氯化三甲基动物脂胺	tallowtrimethylammonium chloride		0.881	
甲醛、氨、氯乙烷缩合物	condensate of formaldehyde, ammonia and ethyl chloride	棕黑色黏性液体	1.10	
环己基胺盐	cyclohexyl amine salt	无色结晶		≥143
有机改性硅油	organic modified silicone oil	无色透明液体		45~60 (热敏温度)

(2) 由硝酸铵至氟硅酸钠均能使胶乳从液态凝胶转变为固态凝胶, 其中硝酸铵为天然胶乳弱胶凝剂, 氟硅酸钠为迟延性胶凝剂。

(3) 由锌氨络合物至胰蛋白酶能借助加热使胶乳进行凝胶。其中聚乙烯基甲基醚在常温下对胶乳有稳定作用, 高温下才有热敏作用。

(4) 氯化十二烷基三甲胺及其后两个结构类似物对泡沫胶乳胶凝能起稳定作用, 防止泡沫破裂及收缩。氯化三甲基动物脂胺能控制泡沫胶乳胶凝速率, 甲醛、氨、氯乙烷缩合物能防止泡沫破裂。

【用途及用法】

(1) 按基本特性使用。聚丙二醇除用作热敏剂外, 也可用作消泡剂。氢化蓖麻油除用于防止胶乳结块外, 亦可用作增塑剂和表面润滑剂。环己基胺盐除用作凝固剂外, 还可用于浸渍制品和透明厚制品。

(2) 可直接与其他物质一起加入胶乳中使用, 也可配成一定浓度和 pH 值的溶液使用。

(3) 用量根据胶乳制品性能要求通过试验确定。

【注意事项】

如配制成水溶液应注意 pH 值, 聚丙二醇用作热敏剂时一般配制成 25%~50% 的水溶液, pH 值在高于 8.5 的情况下, 应加一定量的氧化锌。

其商品名称及生产厂家见表 2-16-11。其他胶乳用胶凝剂见表 2-16-12。

表 2-16-11 凝固剂、胶凝剂及热敏剂商品名称及生产厂家

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	Acetic acid, glacial (Eastman Chem.)	本品为乙酸	英国	Arquad 12%~50% (Armour Hess)	
美国	Coagulant WS (Mobay)	凝固剂 WS	美国	Hydrofor Glycerlde 200 (Ashland)	氢化蓖麻油
美国	Calcium Chloride (Baker, J. T. Inc.)	即为氯化钙	美国	Arquad T-50 (Armak, Flexsys)	氯化三甲基动物脂肪胺
德国	Coagulant CHA (Bayer)	乙酸环己胺	美国	Vulcastab EFA (Cook)	甲醛、氨、氯乙烷缩合物
英国	Formosul (Associated Chem.)	甲醛次硫酸钠	英国、法国	Vulcastab EFA (Vulnax)	
德国	Lutonal	聚乙 烯 基 甲 基 醚	日本	ユアギユサソ C (三新化学) ユーラテックス CA (川口化学)	环己基胺盐
德国	Coagulant WS (Bayer)	热敏剂 WS 46			
美国	Hodag PPG (Hodag)	聚丙二醇			
美国	Aliquat 4 (Gen Mills) Arquad 12-33, Arquad 12-50 (Armak, Flexsys)	氯化十二烷基三甲胺			

表 2-16-12 其他胶乳用胶凝剂

商 品 名 称	成 分 、 性 质 与 功 用	厂 家 (国 别)
Heveasol D-804	盐的醇溶液, 固体含量 42%, 天然胶乳浸渍时用的凝固剂, 易燃	Heveatex (美国)
Heveasperse D-854	盐的水溶液, 活性固体含量 26%, 天然、合成泡沫胶乳用的胶凝剂	Heveatex (美国)

16.5 发泡剂、抗泡剂和抗蹼剂

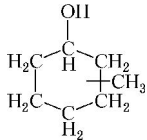
在制造胶乳海绵制品时, 能经机械搅拌或经化学处理得到气泡的物质称为发泡剂; 能防止胶乳在配合过程中由于搅拌、倾倒或过滤等操作产生泡沫的物质称为抗泡剂; 胶乳浸渍制品在浸渍过程中能防止模型突出部分之间形成网膜的物质称为抗蹼剂。

常用发泡剂、抗泡剂和抗蹼剂名称、化学结构及性状见表 2-16-13。

表 2-16-13 常用发泡剂、抗泡剂和抗蹼剂名称、化学结构及性状

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
碳酸氢铵	ammonium acid carbonate NH_4HCO_3	白色斜方晶形	1.573	35 (分解)
过氧化氢	hydrogen peroxide H_2O_2	无色液体	1.438	-89
蓖麻油	castor oil	油状	0.950~0.974	10~18 (凝点)
蓖麻油酸钠	sodium ricinoleate $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CHOHCH}_2\text{OH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COONa}$	白色或淡黄色粉末		

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
皂草苷(皂角苷)	saponin 主要为复杂的葡萄糖苷类化合物	淡黄色粉末		
仲辛醇	secondary octyl alcohol $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	无色油状液体	0.82~0.83	65.6(闪点)
异构甲基环己醇混合物	mixture of isomeric methylcyclohexanol 	无色液体	0.925	62.8(闪点)
羊毛脂	wool grease 主要为高级醇类(如胆固醇)及其酯类	淡黄色半透明油状物	0.9242	38~42
甘油单蓖麻酸酯	glycerol monoricinoleate $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOCH}_2$ $\begin{array}{c} \text{HOCH} \\ \\ \text{HOCH}_2 \end{array}$			
硬脂酰胺	stearamide $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{CONH}_2$	白色半乳状液体	1.1	
硅脂(油)	silicone grease			

【基本特性】

(1) 表 2-16-13 中所列物质依次由碳酸氢铵到皂草苷在胶乳中经搅拌或化学处理能产生气泡并使气泡稳定。

(2) 由仲辛醇至硅脂在胶乳配合操作过程中能防止产生泡沫, 在浸渍过程中能防止模型突出部分形成网膜。

【用途及用法】

(1) 按基本特性选择使用。蓖麻油与环己烷作用可制得平平加 C-125, 用作乳化剂。硬脂酰胺亦可用作润滑剂、软化剂, 适用于纸张涂层。硅脂除用于胶乳加工外, 亦用于胶黏剂、织物和皮革加工。

(2) 可直接加入胶乳或胶浆使用。羊毛脂使用前用油酸三乙醇胺进行乳化, 以乳浊液形式加入胶乳使用。

(3) 发泡剂一般用量为混合总量的 0.5% 左右。抗泡剂仲辛醇的一般用量为总量的 0.005%~0.02%, 用量过多会影响胶乳稳定性。而异构甲基环己醇混合物一般用量可为 0.5%~1.0%, 或更大些。

【注意事项】

过氧化氢商品一般为 3% 和 30% 的水溶液, 很不稳定, 贮存时会分解为氧和水。其商品名称及生产厂家见表 2-16-14。

表 2-16-14 发泡剂、抗泡剂和抗蹙剂商品名称及生产厂家

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	Solricin 435(Baker Castor oil)	蓖麻油酸钠	美国	AF-9000	含 100%硅氧烷
英国	Saponin G, SPL (Boake, Roberts)	皂草苷		AF-9020(Harwick)	含 20%硅氧烷
英国	Sextol(Howards)	异构甲基环己醇混合物		Akrochem Silicone antifoams (Akron)	含 10%~30%二甲基硅烷
英国	Grexa Brand Glyceryl Monoricinoleate(Rex Campbell)	甘油单蓖麻酸酯		Foamkill 800 Series, Foamkill 8 Series(Crucible)	含 10%~30%硅氧烷
美国	Isochem Wax 6(Isochem)	硬脂酰胺		Nopco NDW(Diamond)	含 10%二甲基硅氧烷
美国	AF-60	硅脂		SAG 10	含 30%二甲基硅氧烷
	AF-66	含 30%硅氧烷		SAG 30	含 30%二甲基硅氧烷
		含 100%硅氧烷		SAG 47(Hall)	100%硅氧烷

其他一些油、二氧化硅、表面活性剂等掺和物的抗泡剂见表 2-16-15。

表 2-16-15 其他一些油、二氧化硅、表面活性剂等掺和物的抗泡剂

商 品 名 称	厂 家(国别)
Defoamer 501	Hercules(美国)
Defoamer L-108(矿物油、乳化剂、二氧化硅衍生物)	Drew(美国)
Defoamer L-117(石油烃、脂肪酸衍生物、表面活性剂)	
Defoamer L-123(矿物油、二氧化硅衍生物、表面活性剂)	
Defoamer L-138(矿物油、表面活性剂、二氧化硅衍生物)	
Defoamer L-139(矿物油、二氧化硅衍生物、表面活性剂)	
Defoamer L-475(矿物油、二氧化硅衍生物)	
Defoamer L-523(脂肪油、表面活性剂、二氧化硅衍生物)	
Defoamer SPD 21-717(石油烃、脂肪酸衍生物、表面活性剂)	
Defoamer Y-125(矿物油、脂肪酸衍生物)	
Defoamer Y-250(矿物油、二氧化硅衍生物、酯)	
Defoamer Y-281(矿物油、二氧化硅衍生物)	
Defoamer Y-601(矿物油、有机固体、表面活性物质)	
AF Foam Reducer	Adhesive(美国)
Foamaster AP(不透明淡黄液体,消泡剂,用于胶乳、黏合剂和涂料)	Diamond(美国)
Foamaster G(分散胶乳解吸消泡剂)	Henkel(美国)
Foamaster V(非离子型分散胶乳洗涤消泡剂)	
Foamaster VC	
Foamaster VF	
Foamaster VL	
Foamaster VT	
Foamkill 600 Series(有机硅油)	Grucible(美国)
Hallco Defoamer C-7065(自乳化聚氧乙烯月桂酸酯)	Hall(美国)
Iso No Foam 711(酰胺)	Isochem(美国)
Nopco NXZ(合成胶乳和胶黏剂和消泡剂)	Diamond(美国), Henkel(美国)
Pluradot HA-510(聚醚)	BASF Wyandote(美国)
Pluronic L-101(聚醚)	
Tetronic 901(聚醚)	
Heveamul M-106(抗蹙剂)	Heveatex(美国)
Webmix	Crusader(美国)
Webnix	

16.6 增稠剂和膏化剂

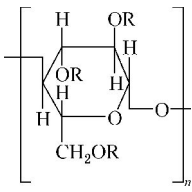
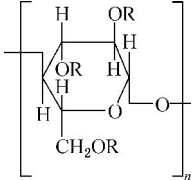
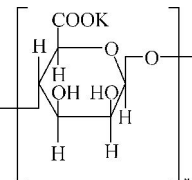
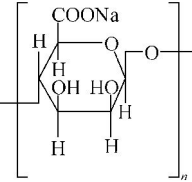
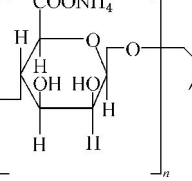
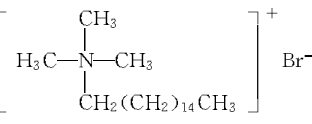
能增加配合胶乳黏度以改进其加工性能的物质称为增稠剂。能减少稀胶乳中胶粒的布朗运动，使胶粒丛集上浮而将胶乳浓缩的物质称为膏化剂。

常用增稠剂和膏化剂名称、化学结构及性状见表 2-16-16。

表 2-16-16 常用增稠剂和膏化剂名称、化学结构及性状

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
硅酸铝镁	magnesium aluminium silicate $\text{MgAl}_2(\text{SiO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	乳白色粉末	2.36	
膨润土(皂土)	Bentonite $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	黄白色至黑色固体		
聚丙烯酸钠	sodium polyacrylate $\begin{array}{c} \text{---}[\text{CH}_2\text{---CH}]_n\text{---} \\ \\ \text{COONa} \end{array}$	白色至琥珀色凝胶		
聚丙烯酸铵	ammonium polyacrylate $\begin{array}{c} \text{---}[\text{CH}_2\text{---CH}]_n\text{---} \\ \\ \text{COONH}_4 \end{array}$	无色液体	1.07	
聚甲基丙烯酸铵	ammonium polymethacrylate $\begin{array}{c} \text{---}[\text{CH}_2\text{---C}(\text{CH}_3)\text{---}]_n\text{---} \\ \\ \text{COONH}_4 \end{array}$	浆状液体	1.05	
纤维素	cellulose 			150(脱水焦化)
甲基纤维素(纤维素甲醚)	cellulose methyl ether 	灰白色纤维状粉末		225~230(焦化)
羧甲基纤维素	cellulose carboxymethyl ether  R 为 H 或 CH_2COOH			

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
乙基纤维素	cellulose ethylether  R 为 H 或 C ₂ H ₅			
羟乙基纤维素	cellulose hydroxyethylether  R 为 H 或 CH ₂ CH ₂ OH	乳白色粉末	1.38~1.40	≥141(软化点)
藻酸钾	potssium alginate  	褐色颗粒状粉末		
藻酸钠	sodium alginate  	乳白色颗粒状粉末		
藻酸铵	ammonium alginate  	黄色粉末或颗粒	1.50	
藻酸钙	calcium alginate	浅色粉末		
溴化十六烷基三甲铵	cetyltrimethyl ammonium bromide  Br ⁻	晶状固体		237~243
植物糖	tragon	淡黄色粉末		

【基本特性】

(1) 表 2-16-16 所列物质由硅酸铝镁至溴化十六烷基三甲铵均能增加胶乳的浓度并改善其加工性能。

(2) 植物糖能使胶乳浓缩。

(3) 纤维素本身对胶乳不起增稠作用，但与脂肪反应脱水或在氢氧化钠作用下与氯化烷基化合物反应所得的纤维素醚则对胶乳有增稠作用。

【用途及用法】

(1) 增稠剂和膏化剂多用于厚壁浸渍制品和织物涂胶制品。膨润土在制造胶乳海绵时也用作硅氟化物的分散剂、稳定剂。聚丙烯酸铵亦用作颜料分散剂和湿润剂。藻酸钾亦可用作脱模剂。

(2) 可直接加入胶乳或配成水溶液、水胶体使用。如需配制使用，应随用随配，以免放置时间过长变质。如确需较长时间放置，则应加入防腐剂。

(3) 一般用量为胶乳总量的 0.5%~2.0%，最宜用量需经试验确定。

【注意事项】

增稠剂用量过高会使制品吸水性增加，物理性能降低。如需高黏度胶乳时，应先选用高浓度胶乳，再配用增稠剂。

其商品名称及生产厂家见表 2-16-17。其他胶乳用增稠剂见表 2-16-18。

表 2-16-17 增稠剂和膏化剂商品名称及生产厂家

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
美国	Attagel 40, Attagel 50 (Engelhard Minerals)	硅酸铝镁	美国	Vulcastab T(Cook)	聚甲基丙烯酸铵
美国	Volelay(Amer Collid)	皂土	英国	Vulcastab T(ICI)	聚甲基丙烯酸铵
英国	B. X. 3(Vaco Sales)		英国、法国	Vulcastab T(Vulnax)	
日本	Fulbent(Fullers Earth Union)		英国	Celacol MM, Celacol MM10, Celacol MM 100, Celacol MM 1000(British Celanese)	甲基纤维素
日本	オスモス# 1500(白石工业)				
美国	Acrysol GS(Rohm & Haas) Alcogum 6625, Alcogum 6946, Alcogum 6945, Alcogum 9445, Alcogum 9635, Alcogum 9636 (Alcoa) Modicol VD(Nopco Chem., Harwick) Vultex T-17, Vultex T-25, Vultex T-60(Gen Latex)	聚丙烯酸钠	中国	羟化乙基纤维素(无锡电化厂, 辽源石油化工厂)	羟乙基纤维素
			美国	Cellosize Hydroxyethyl Celluloses(Union Carbide)	
			美国	Kolmar(Kelco)	藻酸钾
			美国	Keltex(Kelco)	藻酸钠
			英国	Manutex KP, Manutex KR, Manutex RS, Manutex SX/RK (Alginate Industries)	
			德国	Tagate	
英国	Texigel S. P. A. 2, S. P. A. 4, S. P. A. 5, S. P. A. 6 (Scott Bader) Thickener 110(Allied Colloids)		美国	Protamon S Protatek A 155(Croda) Superloid(Kelco)	藻酸铵
日本	モディユーール VD(サノプロ)		英国	Collatex AS/RK (Alginate Industries)	
			英国	Calcium alginate (Alginate Industries)	藻酸钙
美国	Acrysol G-110 (Rohm & Haas)	聚丙烯酸铵	英国	Ranotex SA(Glovers Chemicals) Vulcastab TM(ICI)	溴化十六烷基三甲铵
英国	Tetol A1(Anchor Chem.)		英国	Tragora(Tragasol Products)	植物糖

表 2-16-18 其他胶乳用增稠剂

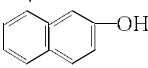
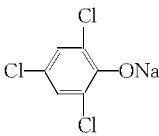
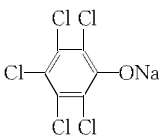
商 品 名 称	厂 家(国别)
Acrysol ASE-60(酸性丙烯共聚物乳液)	Rohm & Haas(美国)
Acrysol ASE-75(酸性丙烯共聚物乳液)	Rohm & Haas(美国)
Alcogum L-11(酸性丙烯共聚物乳液)	Alcoa(美国)
Alcogum L-31(酸性丙烯共聚物乳液)	Alcoa(美国)
Flow Wiz	Axel Plastics(美国)
Kelzan(工业级黄原胶)	Kelco(美国)

16.7 防腐剂 and 保存剂

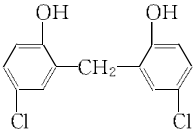
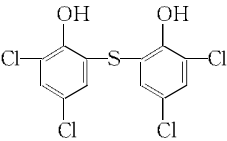
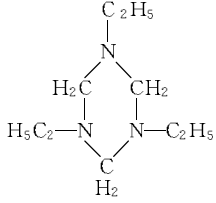
能使胶乳免受细菌侵蚀、腐败变质及自然凝固的物质称为防腐剂或保存剂。

常用防腐剂和保存剂名称、化学结构及性状见表 2-16-19。

表 2-16-19 常用防腐剂和保存剂名称、化学结构及性状

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
氨	ammonia NH_3	无色气体	0.88	
甲醛	formaldehyde HCHO	无色气体	1.067	
硼酸	boric acid H_3BO_3	无色透明或白色 结晶	1.513	160
四硼酸钠(硼砂)	borax(sodium tetraborate decahydrate) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	无色半透明或白 色结晶粉末	1.73 2.367(无水合物)	741(无水合物)
亚硫酸钠	sodium sulfite $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	无色单斜晶体	1.561 2.633(无水物)	150(无结晶水)
碳酸钠	sodium carbonate Na_2CO_3	白色粉末	2.532	851
β -萘酚	β -naphthol 	白色或黄色结晶 粉末	1.217	122~123
三氯苯酚钠	sodium trichlorophenate 	液体	1.40	
五氯苯酚钠	sodium pentachlorophenate 	白色结晶或粉末		

续表

名 称	化 学 结 构	性 状		
		外 观	相对密度	熔点/℃
2,2'-二氯-5,5'-二羟基二苯基甲烷 (保存剂 GD)	<chem>Oc1ccc(Cl)cc1Cc2ccc(Cl)cc2O</chem> 	粉末或结晶固体	1.40	177
双(4,6-二氯苯酚)-2,2'-硫醚	<chem>Oc1cc(Cl)ccc1Sc2ccc(Cl)cc2O</chem> 	晶状固体	1.73	188
六氢化-1,3,5-三乙基三嗪(保存剂 TH)	<chem>CCN(CC)CCN(CC)CCN(CC)CC</chem> 	无色或浅色液体	0.89	

【基本特性】

(1) 表 2-16-19 中所列物质对微生物或霉菌具有杀灭、抑制或阻止生长的作用,能防止胶乳受细菌侵袭及自然凝固。它们一般对热、光、氧化等作用稳定。

(2) 氨对天然胶乳和合成胶乳中的细菌及酶有抑制作用,对胶乳浓缩、产品制造及制品物理性能均无不良影响,必要时又易于从胶乳中除去。

(3) 四硼酸钠除用作防腐剂及稳定剂外,也可用作分散剂、润滑剂或脱模剂。

【用途及用法】

(1) 用于天然胶乳和合成胶乳浓缩、加工及产品制造过程中防止细菌的侵袭,延长保存时间。

(2) 可直接加入胶乳或配制成一定浓度的水溶液或有机溶剂的溶液使用。如氨可配成 35.28% 的浓氨水使用;甲醛通常用 40% 的水溶液;亚硫酸钠和碳酸钠通常用 10% 的水溶液。

(3) 根据胶乳性能要求和不同防腐剂、保存剂基本特性通过试验确定最宜用量。如氨一般用量为胶乳的 0.5% 或更高一些。每升亚硫酸钠胶乳一般用量为 10% 的水溶液 10~20mL。

【注意事项】

(1) 甲醛还原作用较强,特别是在碱性溶液中。它能燃烧,其蒸气与空气混合能爆炸,其爆炸极限为 7%~73% (体积)。

(2) 使用甲醛作天然胶乳的防腐保存剂时,贮存过久会生成仲甲醛而变浑浊,加入 8%~12% 的甲醇,可防止聚合。

常用防腐剂和保存剂商品名称及生产厂家见表 2-16-20。其他胶乳用防腐剂和保存剂见表 2-16-21。

表 2-16-20 常用防腐剂和保存剂商品名称及生产厂家

国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明	国别	商品名称(生产厂家)	牌号说明
中国	亚硫酸钠(天津津东化工厂、上海大丰化工厂、南京梅山化工厂、石家庄化工十一厂)	即为本品	德国	Preventol PN	
美国	Ansco Preventol L(GAF)	三氯苯酚钠	美国	Ansco Preventol GD(GAF)	本品为保存剂
美国	Dowicide G(Dow)	五氯苯酚钠	德国	Preventol GD	GD
	Santobrite(Flexsys)		美国	Vancide TH(Vanderbilt)	本品为保存剂
				Onyxide 200(Onyx Chem.)	TH

表 2-16-21 其他胶乳用防腐剂和保存剂

商 品 名 称	厂 家(国别)
ベストサイド TB,ベストサイド-1100(噻唑类化合物,TB 型为淡褐色透明液体,1100 型为含砒类)	インキ化学(日本)
ベストサイド-1027(有机溴化合物,淡黄色透明液体)	インキ化学(日本)
Preventol A-1,Preventol A-2(二硫代氨基甲酸盐类制剂,相对密度 Preventol A-1 为 2.1, Preventol A-2 为 1.8)	Bayer(德国)
トミサイド S(组分不明,淡黄透明液体)	日吉富制药(日本)
トミサイド G(组分不明,淡黄透明液体)	

参 考 文 献

- 1 吕百龄, 龚怀耀, 董诚春. 橡胶原材料手册. 第1版. 北京: 化学工业出版社, 1996. 311~652
- 2 中国化工学会橡胶专业委员会组织编写. 橡胶助剂手册. 北京: 化学工业出版社, 2000. 1~760
- 3 吕百龄. 实用橡胶手册. 北京: 化学工业出版社, 2001. 85~252
- 4 芮必胜, 姜明辉, 蔡宏国. 实用工业助剂. 北京: 化学工业出版社, 2001. 1~83
- 5 李炳炎. 中国橡胶工业总览. 西安: 地图出版社, 2000. 44~51
- 6 孙宗连等. 最新工业助剂大全 (上、下卷). 北京: 化学工业出版社, 1997
- 7 Sung W. Hong. Current and Future Trends of Accelerators and Antidegradants for Tire Industry, IRC'99 Seoul, Korea, Proceedings 6-1, 516~569
- 8 Lu Bailing. China's Rubber Industry Scenario and Present Status, Asia RubTech Expo-2002, Nov. 28~30, New Delhi, India, PICH (II) Proceeding, 3~7

第 3 篇 橡胶制品骨架材料

第 17 章 概 述

所有橡胶制品基本上都是橡胶与骨架材料的复合产品。其作用是承受来自橡胶制品内部和外部的作用力，提高制品的强度，并限制其变形量，保持尺寸稳定。骨架材料在橡胶制品中不仅用量大，而且在很大程度上决定着橡胶制品的使用功能、使用寿命和价值。因此对它的质量要求是严格的，同时由于制品的不同，也要求其品种种类和结构规格具有多样化。

我国橡胶工业用骨架材料生产已有五六十年的发展史。改革开放以来，经济持续高速增长促进了骨架材料行业的进步和增长发展，现品种规格基本齐全，产品质量优良，能满足橡胶工业不同产品的需求。

目前我国生产的骨架材料主要是尼龙（包括尼龙 66 和尼龙 6）、涤纶、钢丝、玻璃纤维、维纶、芳纶等，部分产品含棉。据资料介绍，我国 2003 年生产纤维帘布约 27.6 万吨，其中尼龙 26.1 万吨，涤纶 1.52 万吨，钢丝帘线约 14.96 万吨，胎圈钢丝 17.23 万吨。预计 2004 年生产纤维帘布 35.54 万吨，钢丝帘线 30.1 万吨，管带用钢丝 2.9 万吨，胎圈钢丝 23.4 万吨。

高强度的合成纤维和钢丝是橡胶工业用骨架材料的指导品种。

第 18 章 骨架材料种类和基本性能

18.1 橡胶骨架材料的种类

橡胶工业用骨架材料基本上是按照所用材料名称结合其组织结构和规格类型而分类的，如尼龙帘布、涤纶帘布、强力人造丝帘布、钢丝帘线、涤纶线绳、芳纶线绳、维纶线绳、玻纤线绳、涤纶尼龙交织帆布、棉帆布等。也有结合其用途分类的，如 V 带用涤纶线绳、胶管或胶带用钢丝、丙纶垫布等。

橡胶工业用骨架材料主要由纤维材料、钢丝和玻璃纤维组成。在纤维材料中主要是棉纤维、麻纤维、亚麻纤维及羊毛纤维。目前上述纤维材料逐渐被性能优良的合成纤维替代。

18.1.1 棉纤维

棉纤维 (cotton fiber) 的基本性能是强力中等，与聚合物的黏合性能好，特别是织物与聚氯乙烯的黏合效果尤为显著。目前，棉纤维已很少单独用于要求高强力的橡胶制品中，而主要用于与合成纤维复合，增加黏合性，而强力主要由合成纤维提供。

18.1.2 强力人造丝

强力人造丝 (viscose fiber) 的主要性能是干强度较高、湿强度很低，因此，主要用于能防止水分侵入的橡胶制品中，如轮胎、力车胎、V 带、胶管等，在输送带中一般不使用，因为水分极易从暴露的人造丝织物边部吸入，致使输送带强度降低。目前强力人造丝已被合成纤维替代，在上述产品中已不选用，在部分轿车子午胎中可选用。

18.1.3 维纶

维纶 (polyvinyl alcohol fiber) 强度较高，耐磨性、耐光性好，与橡胶黏合稍逊于棉纤维，而比其他纤维均好。其耐湿热性不好，在橡胶制品中织物裸露硫化时产生“树脂化”现象，而降低了制品强度。

18.1.4 尼龙

尼龙 (polyamide fiber) 的强度较高，断裂伸长率也高，弹性高，屈挠性能好，耐磨性优于其他纤维。其热稳定性差，所以在应用加工中，要采取某些措施。另外，由于尼龙的极性很强，故不易与橡胶黏合，所以要进行浸胶处理。

18.1.5 涤纶

涤纶 (polyester fiber) 纤维综合了尼龙的强力和伸长特性以及人造丝的模量特性，所以其适用于许多用途。存在问题，由于涤纶纤维的化学性质不甚活泼，与橡胶的黏合比尼龙更加困难。

18.1.6 芳族聚酰胺

芳族聚酰胺 (aramid fiber) 的性能比其他纺织材料更接近于无机材料。这种纤维品种很多，其共同特点是强度高、延伸率低、耐热性好，是制造轮胎和高强力输送带等比较理想的骨架材料。其中尤以 Du Pont 公司发明的 Kevlar 纤维性能突出，故有“合成钢丝”之称。

18.1.7 玻璃纤维

玻璃纤维 (glass fiber) 属矿物纤维, 是人造无机纤维。该纤维在工业领域中应用较广, 也是橡胶工业的骨架材料之一。

18.1.8 钢丝

钢丝 (steel cord) 是由优质钢材加工而成, 是重要的骨架材料之一。

18.2 橡胶骨架材料基本性能

18.2.1 基本概念

18.2.1.1 纤维

(1) 纤度 纤度是表示纤维材料粗细程度的间接指标。常用的有 3 种表示方法。

① 公支 (支数) 定重制。单位质量 (g) 的纤维、纱线所具有的长度 (m) 称公支或支数。

② 旦 (den, $1\text{den}=1/9\text{tex}$) 定长制。单位长度 (9000m) 的纤维、纱线所具有的质量 (g) 称“旦”。对同一种纤维, 旦数愈大, 则纤维愈粗。

③ 特 (tex) 或分特 (dtex) 定长制。单位长度 (1000m) 的纤维、纱线所具有的质量 (g) 称“特 (tex)”; 若质量以分克 (1/10g) 计则称“分特 (dtex)”。

特或分特、支数和旦数的换算关系如下。

$$\text{旦数} \times \text{支数} = 9000$$

$$\text{特数} \times \text{支数} = 1000$$

$$\text{旦数} = 9 \times \text{特数}$$

$$\text{分特数} = 10 \times \text{特数}$$

$$\text{旦数} = \frac{9}{10} \times \text{分特数}$$

(2) 强度 当纤维材料在外力作用下破坏时, 主要的和基本的方式是纤维材料断裂。表达纤维材料抵抗拉伸能力的指标较多, 主要用扯断强度和相对强度来表示。

① 扯断强度 (绝对强度) 纤维材料在连续增加负荷的作用下, 直至断裂时所能承受的最大负荷。单位是 N。

② 相对强度 是指每特 (或每分特) 纤维材料被拉断时所能承受的力。单位是 N/tex 或 N/dtex。

(3) 断裂伸长率 是指试样在拉伸至断裂时长度比原长度增加的比例。单位是 %。

(4) 初始模量 纤维材料的初始模量 (亦称杨氏模量) 为: 材料受拉伸时当伸长为原长的 1% 时所需的应力。单位为 N/tex。

纤维材料的初始模量值高, 表示材质在负荷时不易产生变形, 即尺寸稳定性较好。

(5) 断裂功 纤维材料在外力作用下, 拉伸至断裂时所做的功。亦即是材料受拉伸至断裂时所吸收的总能量。为便于各种材料的相互比较, 常采用断裂比功。它是指拉断单位试样纤维 (1cm 长的纤维) 所需的能量。上述指标是表征纤维材料的韧性和耐冲击性。

(6) 吸湿性 是指纤维材料在标准温度和湿度 (温度 $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $65\% \pm 3\%$) 条件下平衡后材料的吸水率。一般采用两种指标来表示: 回潮率 (R) 和含湿率 (亦称含水率, 用 M 来表示)。在贸易和成本计算时, 纺织纤维并不处于标准状态。为了计重和核价需要, 需对各种纺织纤维的回潮率作统一规定, 此种回潮率称公定回潮率。我国几种常用纤维

的公定回潮率如表 3-18-1 所示。

$$\text{标准质量} = \text{试样的干重} \times \left(\frac{100 + \text{公定回潮率}}{100} \right)$$

纤维材料的吸湿性关系到材料的性能变化和加工工艺，故该性能很重要。

表 3-18-1 几种常用纤维的公定回潮率

纤维种类	公定回潮率/%	纤维种类	公定回潮率/%	纤维种类	公定回潮率/%
原棉	11.1(含水率 10%)	黄麻	14	腈纶	2.0
洗净毛	15	亚麻	12	维纶	5
山羊绒	15	黏胶纤维	13	氯纶	0
干毛条	18.25	铜氨纤维	13	丙纶	0
油毛条	19	醋酸纤维	7	氨纶	1
桑蚕丝	11	涤纶	0.4		
麻	12	尼龙	4.5		

(7) 动态力学性能 由骨架材料作增强的橡胶产品，在实际使用过程中，将受到多种应力的作用。如轮胎在实际行驶中，帘线承受拉伸、压缩、弯曲、剪切等各种应力作用。因此，帘线只有良好的静态力学性能是不够的，还必须具有优异的动态力学性能。表征动态力学性能一般包括：动态模量、往复拉伸性能、弯曲疲劳性能、管状帘线-橡胶复合材料动态疲劳性能等。

18.2.1.2 钢丝

(1) 线密度 单丝、股线或帘线单位长度的质量，以 g/m 表示。

(2) 平直度 6m 长钢丝帘线置于距离为 75mm 的两根平行线的平面上，钢丝帘线应与任一条平行线相碰。

(3) 残余扭转 从线轴上拉出 6m 长钢丝帘线置于平面上，放松并让其自由回转。普通结构钢丝帘线为 0~±3 转；高伸长帘线为 0~±5 转。

(4) 破断强度 在规定条件下，拉伸金属材料（帘线）直至破断时，试样所能承受的最大值。

(5) 刚性 是指钢丝帘线的抗弯曲性能，一般以测定钢丝帘线在弯曲破坏时所需要的力来表示，也可以用钢丝帘线经受弯曲后的回弹度来表示。

18.2.2 基本性能

18.2.2.1 棉纤维

在棉纤维中，可作骨架材料的是选用纤维长度为 25~50mm 的优质长绒棉。其绝大部分由纤维素组成，分子式为 $(C_6H_{10}O_5)_n$ ，式中 n 为聚合度，一般可达 10000~15000。棉纤维的基本性能是：强度较低，湿态强度较高，延伸率较低，与橡胶黏着性能好，耐高温性差（在 120℃ 下强度下降 35%）。目前国外已淘汰，中国近年来使用量日益下降，被合成纤维所替代。棉纤维基本性能见表 3-18-2。

18.2.2.2 麻纤维

其组成物质与棉纤维相似，以使用麻和亚麻纤维为主。基本性能：干、湿强度均较高，延伸率低，初始模量高，耐腐蚀性较好。其性能见表 3-18-2。现已被合成纤维替代。

18.2.2.3 毛纤维

主要指羊毛纤维，组成物质主要是蛋白质。基本性能：弹性好，耐酸性好，强度较低，耐热和耐碱性较差。其性能见表 3-18-2。毛纤维主要用于印刷胶版及某些鞋类，现已逐步被

合成纤维替代。

表 3-18-2 天然纤维基本性能

纤维性能		棉纤维	羊毛纤维	麻纤维
断裂强度/(N/tex)	干态	0.26~0.43	0.088~0.15	0.49~0.57
	湿态	0.29~0.56	0.067~0.145	0.51~0.68
湿/干强度比/%		110~130	76~96	104~118
相对环扣强度/%		70	80	80~85
相对结节强度/%		90~100	85	—
断裂伸长率/%	干态	3~7	25~35	1.5~2.3
	湿态	—	25~50	2.0~2.4
回弹率(延伸 2%时)/%		74.45(5%)	99.63(20%)	48
初始模量 ^① /(N/tex)		5.98~8.18	0.968~2.2	17.6~22
密度/(g/cm ³)		1.54	1.32	1.54~1.55
回潮率/%				
20℃,65%相对湿度		7	16	13
20℃,95%相对湿度		24~27	22	
公定回潮率		11.1	15	12
耐热性		不软化,不熔融,在 120℃ 下 5h 发黄,150℃分解	100℃开始变黄 130℃分解 300℃炭化	200℃分解
耐日光性		强度稍有下降	发黄,强度下降	强度几乎不下降
耐酸性		热稀酸、冷浓酸可使其分 解,在冷稀酸中无影响	在热硫酸中会分解,对其 他强度有抵抗性	热酸中受损伤,浓硫酸中 膨润溶解
耐碱性		在氢氧化钠溶液中膨润 (丝光化)但不损伤强度	在强碱中分解,弱碱对其 有损伤	耐碱性好
耐溶剂性 ^②		不溶于一般溶剂	不溶于一般溶剂	不溶于一般溶剂
耐虫蛀,耐霉菌性		耐虫蛀,不耐霉菌	耐霉菌,不耐虫蛀	尚好
耐磨性		尚好	一般	

① 初始模量是由 100%伸长所需应力引出来的,它是由伸长 2%时的应力外推而得。

② 一般溶剂:乙醇、乙醚、苯、丙酮、汽油和四氯乙烷等。

18.2.2.4 黏胶纤维

黏胶纤维属于人造纤维,以木材、棉绒等的纤维素为原料,经化学处理与加工等制成的纤维。作为橡胶工业用的骨架材料是指高强度黏胶纤维。现已逐步被其他合成纤维帘线和钢丝帘线所替代。黏胶纤维的基本性能见表 3-18-3。

黏胶纤维的化学组成与棉纤维相似。与棉纤维相比,其物理力学性能优于棉纤维。主要性能如下。

- (1) 强度 干态强度较高,湿态时较低。高强度黏胶纤维其湿态强度为干态的 70%~80%。
- (2) 弹性 模量较高,延伸率较低,回弹率较低。
- (3) 耐疲劳和耐候性 耐疲劳性较差,耐候性良好。

(4) 密度、吸湿率及与橡胶黏着性 密度与棉纤维相近,吸湿率较高,与橡胶黏着性较差。

(5) 耐热性 在 100~120℃温度下,强度不下降,在无水分和氧气存在的条件下,温度高达 130~150℃,纤维强度也不发生明显变化。

黏胶纤维能迅速溶解在铜铵溶液内,对各种有机溶剂是稳定的,特别在非极性有机溶剂(汽油、苯等)内,几乎不产生膨胀化。

表 3-18-3 黏胶纤维基本性能

纤维性能		短纤维		长丝		高湿模量	
		普通	强力	普通	强力	短纤维	长丝
断裂强度/(N/tex)	干态	0.22~0.27	0.32~0.37	0.15~0.20	0.3~0.46	0.31~0.46	0.19~0.26
	湿态	0.12~0.18	0.24~0.29	0.07~0.11	0.22~0.36	0.23~0.37	0.11~0.17
湿/干强度比/%		60~65	70~75	45~55	70~80	70~80	55~70
相对环扣强度/%		25~40	35~45	30~65	40~70	20~40	—
相对结节强度/%		35~50	45~60	45~60	40~60	20~25	35~70
断裂伸长率/%	干态	16~22	19~24	10~24	7~15	7~14	8~12
	湿态	21~29	21~29	24~35	20~30	8~15	9~15
回弹率(延伸3%时)/%		55~80		60~80		60~85	55~80
初始模量/(N/tex)		2.6~6.2	4.4~7.9	5.7~7.5	9.68~14.1	6.2~9.68	5.3~8.8
密度/(g/cm ³)		1.50~1.52					
回潮率/%		12~14					
20℃,65%相对湿度		25~30					
20℃,95%相对湿度		13					
公定回潮率		不软化,不熔融,260~300℃开始变色分解					
耐热性		强度下降					
耐日光性		热稀酸、冷浓酸能使其强度下降,以致溶解;5%盐酸、11%硫酸对纤维强度无甚影响					
耐酸性		影响					
耐碱性		强碱可使其膨润,强度降低;2%氢氧化钠溶液对其强度无甚影响			强碱能使其膨润、强度降低,4.5%氢氧化钠溶液对其强度无甚影响		
耐溶剂性 ^①		不溶于一般溶剂,溶于铜氨溶液、铜乙二氨溶液					
耐虫蛀、耐霉菌性		耐虫蛀性优良,耐霉菌性差					
耐磨性		较差					

① 一般溶剂:乙醇、乙醚、苯、丙酮、汽油和四氯乙烷等。

18.2.2.5 聚酰胺纤维

聚酰胺纤维的品种很多。凡是分子主链由酰胺键连接而成的合成纤维,统称聚酰胺纤维。美国称尼龙或耐纶(nylon),中国商品名称尼龙纤维。

聚酰胺纤维可分为脂肪族、芳香族、脂肪族与芳香族缩聚而成的3类纤维。其脂肪族聚酰胺纤维是常用品种。

聚酰胺的命名采用数字标号法,即以单元结构中所含有的碳原子数来命名。聚酰胺6(尼龙6)为单元结构中含有6个碳原子的高聚物,分子结构式为 $-\text{[NH(CH}_2)_5\text{CO]}_n-$ 。聚酰胺66(尼龙66)为含有6个碳原子的己二胺和6个碳原子的己二酸制得的高聚物,结构式为 $-\text{[NH(CH}_2)_6\text{NHOC(CH}_2)_4\text{CO]}_n-$, n 为聚合度。合成纤维的主要品种见表3-18-4。

在橡胶工业中作骨架材料使用的主要是尼龙66和尼龙6。

尼龙纤维的基本性能如下。

(1) 强度高、耐冲击性好。尼龙是目前已工业化生产的合成纤维中强度较高的一种纤维。其单位质量强度比黏胶纤维约高1.5~1.8倍。工业用高强度纤维的强度为0.56~0.84N/tex(6.4~9.5gf/den)。湿、干强度比达90%~95%。

(2) 弹性高、耐疲劳性好;弹性模量较低、延伸率较大、较易变形,热收缩性较大。

(3) 尼龙纤维的耐热性和热稳定性较差。在150℃下受热1h后,强度保持率为69%。

(4) 耐磨性优于其他纤维,比涤纶纤维约高4倍,比黏胶纤维约高10倍。

(5) 密度比棉纤维轻35%,比黏胶纤维轻25%。

表 3-18-4 合成纤维的主要品种

类别	名 称	单 体	主要重复单元的化学式	商 品 名 称
聚酰胺纤维	脂肪族聚酰胺纤维			
	聚酰胺 6	己内酰胺	$-\text{HN}-(\text{CH}_2)_5-\text{CO}-$	尼龙、尼龙 6、卡普纶、贝纶等
	聚酰胺 66	己二胺、己二酸	$-\text{NH}(\text{CH}_2)_5\text{NHOC}(\text{CH}_2)_4\text{CO}-$	尼龙 66、阿尼特
	其他(包括曾经有过小批量生产或正在试验研究中的一类纤维)有:聚酰胺 3,聚酰胺 4,聚酰胺 7,聚酰胺 9,聚酰胺 11,聚酰胺 610,聚酰胺 612,聚酰胺 1010 等			
	脂环族聚酰胺纤维	双(对氨基环己基)甲烷和十二酸	$-\text{HN}-\text{C}_6\text{H}_{10}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_{10}-$ $-\text{NHOC}(\text{CH}_2)_{10}\text{CO}-$	Qiana
芳香族聚酰胺纤维	聚间苯二甲酰间苯二胺	间苯二胺、间苯二甲酸	$-\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}-$	芳纶 1313、Nomex、HTI
	聚对苯二甲酰对苯二胺	对苯二胺、对苯二甲酸	$-\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}-$	芳纶 1414、Kevlar、纤维 B
	聚对苯甲酰胺	对氨基苯甲酸	$-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}-\text{NH}-$	芳纶 14、Kevlar49、(PRD-49)
聚酯纤维(包括聚酰胺酯)	聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)	对苯二甲酸(TPA)或对苯二甲酸二甲酯(DMT)、乙二醇或环氧乙烷	$-\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-(\text{CH}_2)_2-\text{O}-$	涤纶、特丽纶、达克纶、帝特纶、拉芙桑等
	聚对苯二甲酸环己基-1,4-二甲酯	TPA 或 DMT,环己烷-1,4-二甲醇	$-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_{10}-\text{CH}_2-$	Kodel
	聚对羟基苯甲酸乙二酯	对羟基苯甲酸、环氧乙烷	$-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	荣辉、A-Tell
聚丙烯腈纤维	聚丙烯腈纤维(Acrylic fibres)系指丙烯腈与少量(15%以下)其他单体的共聚物纤维	除丙烯腈(AN)外,第二种单体和第三种单体有:丙烯酸甲酯、乙酸乙烯、苯乙烯磺酸钠、甲基丙烯吡啶、甲基丙烯磺酸钠、次甲基丁二酸等	$-\text{CH}_2-\text{CH}-$ $\quad \quad \quad \text{CN}$ (共聚结构未表明)	腈纶、奥纶、阿克列纶、克列丝纶、开司米纶、考妥、齐弗纶等
	改性聚丙烯腈纤维(Modacrylic fibres)系指含多量(15%以上)第二组分的丙烯腈共聚物纤维	丙烯腈、氯乙烯	$-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-$ $\quad \quad \quad \text{Cl} \quad \quad \quad \text{CN}$ (无规共聚物)	卡耐卡纶、达耐尔、维紫 N
		丙烯腈、偏二氯乙烯	$-\text{CH}_2-\text{CN}-\text{CH}_2-\text{CH}-$ $\quad \quad \quad \text{CN} \quad \quad \quad \text{Cl}_2$ (无规共聚物)	Санив、Verel

(6) 与橡胶的黏着性较差。在加工应用时,需经含丁吡胶乳的浸渍剂和热伸张处理,以改善黏合和变形性能。合成纤维基本性能见表 3-18-5。

表 3-18-5 合成纤维基本性能 (一)

纤维性能		尼 龙 纤 维						涤纶纤维		
		尼龙 6 纤维			尼龙 66 纤维					
		短纤维	长 丝		短纤维	长 丝		短纤维	长 丝	
普 通	强 力		普 通	强 力		普 通	强 力			
断裂强度/(N/tex)	干态	0.38~0.62	0.42~0.56	0.56~0.84	0.31~0.63	0.26~0.53	0.52~0.84	0.42~0.57	0.38~0.53	0.55~0.79
	湿态	0.32~0.55	0.37~0.52	0.52~0.70	0.26~0.54	0.23~0.46	0.45~0.70	0.42~0.57	0.38~0.53	0.55~0.79
湿/干强度比/%		83~90	84~92	84~92	80~90	85~90	85~90	100	100	100
相对环扣强度/%		65~85	75~95	70~90	65~85	75~95	70~90	75~95	85~98	75~90
相对结节强度/%		—	80~90	60~70	—	80~90	60~70	—	40~70	70~80
断裂伸长率/%	干态	25~60	28~45	16~25	16~66	25~65	16~28	35~50	20~32	7~17
	湿态	27~63	36~52	20~30	18~68	30~70	18~32	35~50	20~32	7~17
回弹率(延伸 3%时)/%		95~100	98~100		100(延伸 4%时)			90~95	95~100	
初始模量/(N/tex)		0.7~2.6	1.8~4.0	2.4~4.4	0.88~4.0	0.44~2.1	1.9~5.1	2.2~4.4	7.9~14.1	
密度/(g/cm ³)		1.14			1.14			1.38		
回潮率/%										
20℃,65%相对湿度		3.5~5.0			4.2~4.5			0.4~0.5		
20℃,95%相对湿度		8.0~9.0			6.1~8.0			0.6~0.7		
公定回潮率		4.5			4.5			0.4		
耐热性		软化点 180℃ 熔点 215~220℃			150℃ 稍发黄,230~235℃ 软化,250~260℃熔融			软化点 238~240℃ 熔点 255~260℃		
耐日光性		强度显著下降,纤维发黄			强度显著下降,纤维发黄			强度几乎不降低		
耐酸性		16% 以上的浓盐酸、浓硫酸、浓硝酸可使其部分分解而溶解			耐弱酸,溶于并部分分解于浓盐酸、硝酸和硫酸中			35%盐酸、75%硫酸、60%硝酸对其强度无影响;在 96%硫酸中会分解		
耐碱性		在 50%氢氧化钠溶液、28%氨水里,强度几乎不下降			在室温下耐碱性良好,但高于 60℃ 时,碱对纤维有破坏作用			在 10%氢氧化钠溶液、28%氨水里,强度几乎不下降;遇强碱时要分解		
耐溶剂性 ^①		不溶于一般溶剂、但溶于酚类(酚、间甲酚等)、浓甲酸中;在冰醋酸里膨润,加热可使其溶解			不溶于一般溶剂,但溶于某些酸类化合物和 90%甲酸中			不溶于一般溶剂,溶于热间甲酚、热二甲基甲酰胺及 40℃ 的苯酚-四氯乙烷的混合剂		
耐虫蛀、耐霉菌性		有良好的抵抗性			良好			良好		
耐磨性		优 良						优良(仅次于聚酰胺纤维)		

① 一般溶剂: 乙醇、乙醚、苯、丙酮、汽油和四氯乙烯等。

尼龙 6 与尼龙 66 相比各有优缺点, 对比如下。

- (1) 两者强度大致相等。
- (2) 尼龙 66 熔点比尼龙 6 高, 耐干、湿热性能尼龙 66 较优。
- (3) 初始模量、蠕变率、尺寸稳定性尼龙 66 较优。
- (4) 尼龙 6 与橡胶的黏合较优, 生热较低, 成本较低。

尼龙纤维广泛用作工业品, 是橡胶工业的主要骨架材料之一。

18.2.2.6 聚酯纤维

聚酯纤维是由有机的二元酸与二元醇经缩聚而制得的高聚物纤维。该类纤维的大分子中

含有酯基 ($\text{—}\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\text{C}}}\text{—}\text{O—}$), 故称聚酯纤维, 简称 PET 纤维。目前, 该类纤维的主要品种是聚对

苯二甲酸乙二酯纤维。中国商品名称涤纶纤维, 结构式为 $\text{—}[\text{OC—}\text{C}_6\text{H}_4\text{—COO(CH}_2)_2\text{O}]_n\text{—}$, 式中 n 为聚合度。

涤纶纤维的基本性能如下。

(1) 涤纶纤维的强度比尼龙纤维稍低。其高强度丝强度可达 $0.55\sim 0.79\text{N/tex}$ ($6.3\sim 9.0\text{gf/den}$)。干、湿态强度大致相等, 其耐冲击强度较高。

(2) 初始模量高, 延伸率小, 弹性和耐疲劳性良好, 尺寸稳定性较好。

(3) 耐热性和热稳定性较优, 在 150°C 的热空气中加热 108h, 强度仅损失 $15\%\sim 30\%$ 。

(4) 耐磨性和耐疲劳性较好。

(5) 吸湿性小, 回潮率较低; 密度较高。

(6) 涤纶纤维耐酸不耐碱。在一定温度条件下, 遇到氨类化合物能产生降解作用。

(7) 与橡胶的黏着性能较差。

涤纶纤维在工业品中应用领域宽广, 也是橡胶工业重要骨架材料之一。

18.2.2.7 维纶纤维

该纤维是由聚乙烯醇纺制成纤维, 再经缩醛化制得的。我国商品名称维纶纤维。其分子结构式为 $\text{—}[\text{CH}_2\text{—CH—CH}_2\text{—CH}_2\text{—}]_n\text{—}$, 式中 n 为聚合度。

维纶纤维的基本性能如下。

(1) 该纤维强度较高, 高强度纤维的强度可达 $0.53\sim 0.84\text{N/tex}$ ($6.0\sim 9.5\text{gf/den}$)。湿强度比干强度低 $10\%\sim 25\%$ 。模量较高。

(2) 耐磨、耐光性较好, 湿态下耐热性较差。

(3) 与橡胶黏着性稍逊于棉纤维, 而优于其他品种纤维。

(4) 回潮率较高; 耐碱性较好, 但不耐强酸; 耐蚀性较好。

合成纤维基本性能见表 3-18-6。

表 3-18-6 合成纤维基本性能 (二)

纤维性能		维 纶				丙 纶	
		短 纤维		长 丝		短纤维	长 丝
		普 通	强 力	普 通	强 力		
断裂强度/(N/tex)	干态	0.40~0.57	0.60~0.75	0.26~0.35	0.53~0.84	0.26~0.57	0.26~0.70
	湿态	0.28~0.46	0.47~0.60	0.18~0.28	0.44~0.75	0.26~0.57	0.26~0.70
湿/干强度比/%		72~85	78~85	70~80	75~90	100	100
相对结节强度/%		65	65~70	80	40~50	70~90	70~90
相对环扣强度/%		40	35~40	88~94	62~65	90~95	—
断裂伸长率/%	干态	12~26	11~17	17~22	9~22	20~80	20~80
	湿态	12~26	11~17	17~25	10~26	20~80	20~80
回弹率(延伸3%时)/%		70~85	72~85	70~90	70~90	96~100	96~100
初始模量/(N/tex)		2.2~6.2	6.2~9.24	5.3~7.9	6.2~15.8	1.8~3.5	1.6~3.5
密度/(g/cm ³)		1.26~1.30				0.9~0.91	
回潮率/%		4.5~5.0		3.5~4.5	3.0~5.0	—	
20℃,65%相对湿度		10~12				0~0.1	
20℃,95%相对湿度						0	
公定回潮率							

续表

纤维性能	维 纶				丙 纶	
	短 纤维		长 丝		短纤维	长 丝
	普 通	强 力	普 通	强 力		
耐热性	软化点 220~230℃ 熔点不明显				软化点 140~165℃ 熔点 160~177℃ 在 100℃时收缩 0~5% 在 130℃时收缩 5%~12%	
耐日光性	强度稍有下降				强度显著下降(加防老剂后有改善)	
耐酸性	浓盐酸、浓硫酸、浓硝酸能使其膨润或分解,10%盐酸、30%硫酸对纤维强度无影响				耐酸性优良(氯磺酸、浓硝酸和某些氧化剂除外)	
耐碱性	在 50%氢氧化钠溶液中强度几乎不下降				优良	
耐溶剂性 ^①	不溶于一般溶剂,在酚、热吡啶、甲酚、浓甲酸里膨润或溶解				不溶于脂肪醇、甘油、乙醚、二硫化碳和丙酮中,在氯化烃中于室温下膨润,在 72~80℃溶解	
耐虫蛀、耐霉菌性	良好				良好	
耐磨性	良好				良好	

① 一般溶剂:乙醇、乙醚、苯、丙酮、汽油和四氯乙烯等。

由于该纤维成本较低,性能较优,故使用领域较广,是橡胶工业用骨架材料之一。

18.2.2.8 聚丙烯纤维

该纤维是以丙烯为原料,经聚合纺丝制成的纤维。中国商品名称丙纶纤维。其结构式为 $-(CH_2-CH(CH_3))_n-$, 式中 n 为聚合度。合成纤维基本性能指标见表 3-18-6。

丙纶纤维的基本性能是强度较高,可达 0.66~0.79N/tex(7.5~9.0gf/den);湿态时强度不损失、模量较低、熔点较低、密度小、吸湿率极小等。

该纤维在工业品中用途较广,在橡胶工业中主要作垫布。

18.2.2.9 芳香聚酰胺纤维

这是一类新合成纤维的统称,我国商品名称为芳纶纤维。由于在大分子长链中引入芳香基,使分子链刚性增大,玻璃化转变温度、强度、模量增高,变形减小,促使纤维性能显著增高。其主要品种的性能见表 3-18-7 和表 3-18-8。

表 3-18-7 芳纶纤维主要品种的性能

学 名	结 构 式	商品名	相对密度	玻璃化转变温度/℃	熔点或分解温度/℃	弹性模量/(N/tex)或(kgf/mm ²)
聚对苯二甲酰己二胺纤维		尼龙 6T	1.21	180	350	4.05~7.29 (500~900)
聚己二酰间苯二胺纤维		MXD-6	1.22	90	243	6.43~7.23 (800~900)

续表

学 名	结 构 式	商品名	相对密度	玻璃化转变温度/℃	熔点或分解温度/℃	弹性模量/(N/tex)或(kgf/mm ²)
聚间苯二甲酰间苯二胺纤维		芳纶 1313 (诺曼克斯)	1.38	270	370	8.53~13.49 (1200~1900)
聚对苯二甲酰对苯二胺纤维		芳纶 1414 (凯芙拉)	1.43	340	500	41.14~47.99 (6000~7000)
聚对苯甲酰胺纤维		芳纶 14 (凯芙拉 49)	1.46		500	80.58~90.65 (12000~13500)
聚对苯二甲酰对氨基苯甲酰胺纤维		X-500	1.47		525	58.7~70.7 (8800~10600)

表 3-18-8 六种主要芳纶纤维的性能

项 目	尼龙 6T	MXD-6	芳纶 1313	芳纶 1414	芳纶 14	X-500
相对密度	1.21	1.22	1.38	1.43	1.46	1.47
断裂强度/(N/tex)	0.4	0.69~0.85	0.48	1.8~1.9	1.4~1.5	1.3~1.5
断裂伸长率/%	18	15~22	17	3~5	1.6	3~4
模量/(N/tex)	44~79.2	70.4~79.2	13.2	42.2~47.5	90.60	57.2~70.4
回潮率/%	4.5	4.5~5.5	4.2~4.9	2.0	2.0	2.0
熔点/分解点/℃	370/350	243/—	410/370	600/500	550/500	—/525
零强度的温度/℃	—	—	440	455	—	—
常用最高使用温度/℃	175	80~85	200~230	240	240	240
极限氧指数/LOI	—	—	26.5~30	26	24.5	—
特征及应用	帘子线	帘子线	耐高温	高模量	高模量	高模量

在该类纤维中，工业化产量和应用量较高的品种是聚对苯二甲酰对苯二胺纤维。中国商名称为芳纶 1414，美国为 Kevlar，荷兰为 Twaron。此种纤维兼具耐高温、高强度和高模量的特性，是一种比较理想的骨架材料。其结构式为 $\text{—[HN—C}_6\text{H}_4\text{—NH—C(=O)—C}_6\text{H}_4\text{—C(=O)]}_n\text{—}$ ，式中 n 为聚合度。

芳纶 1414 纤维的基本性能如下。

(1) 该纤维强度高，可达 2.2N/tex(25gf/den)；模量高，可达 47.5N/tex(540gf/den)。其模量约为钢丝和玻璃纤维的 2~3 倍，密度约为钢丝的 1/5。

(2) 热收缩率和蠕变率极小，尺寸稳定性优异。

(3) 与橡胶的黏着性较差。

由于芳纶 1414 纤维性能优良，故有“合成钢丝”之称，其应用领域日益受到重视，是很有发展前途的工业纤维。

18.2.2.10 玻璃纤维

玻璃纤维属矿物纤维，是人造无机纤维。玻璃纤维的类型主要是按化学组成来划分的。

一般分为 E 玻璃、C 玻璃、S 玻璃，其化学成分见表 3-18-9。橡胶工业用的纤维是由 E 玻璃经熔融纺制而成的纤维。

表 3-18-9 玻璃纤维的化学成分 单位：%

类 型	二氧化硅	氧化铝	氧化钙	氧化镁	氧化硼	氧化钠	氧化钾
E 玻璃	54.0	15.0	17.0	5.0	8.0	0.6	0.6
C 玻璃	65.0	4.0	14.0	3.0	5.0	8.0	1.0
S 玻璃	65.0	25.0		10.0			

玻璃纤维是在克服防止玻璃纤维单丝间的相互摩擦、提高耐屈挠和耐磨性以及玻璃纤维与橡胶的黏着性后才具有实用性。玻璃纤维的基本性能：该纤维强度高；模量高，延伸率低，尺寸稳定性好；耐热、耐化学性好；耐屈挠性差；与橡胶黏着性差。

该纤维在工业领域中应用较广，也是橡胶工业的骨架材料之一。其基本性能指标见表 3-18-10。

表 3-18-10 玻璃纤维基本性能指标

纤维性能	指 标	纤维性能	指 标
断裂强度/(N/tex)	0.57~1.3	耐热性	在 300℃下经 24h 后强度下降 20%；而在 480℃下则下降 30%；846℃熔融
湿/干强度/%	85~95	耐酸性	在氢氟酸、浓盐酸、浓硫酸及热磷酸中受腐蚀
相对环扣强度/%	30~60	耐碱性	受强碱侵蚀，但耐弱碱
相对结节强度/%	12~25	耐其他化学药品性	良好
延伸率/%	3~5	耐溶剂性	不溶于有机溶剂
初始模数/(N/tex)	19.4	耐磨性	差
相对密度	2.52~2.55	耐虫蛀、霉菌性	良好
吸湿率(在 20℃, 65%相对湿度下)/%	0		

18.2.2.11 钢丝

钢丝是橡胶工业重要的骨架材料之一。它是由金属材料（盘条）经加工和处理后制成的。它被广泛应用于轮胎、胶管、胶带等产品中作增强材料。其在轮胎中的用量最多，主要用于带束层、胎体层和胎圈部位。

钢丝骨架材料的性能与钢材的材质、成分、表面镀层特性、钢丝帘线结构和加工制造的工艺密切相关。为保证钢丝帘线的优良特性，一般选用优质高碳钢线材，其中主要化学成分（%）控制如下。

碳	0.68~0.73	锰	0.45~0.06
硅	≤0.25	硫	≤0.02
磷	≤0.02	铝	≤0.01
铬	≤0.08	铜	≤0.10
镍	≤0.03		

胎圈钢丝原材料主要化学成分（%）控制如下。

碳	0.67~0.76	硫	≤0.04
磷	≤0.03	硫+磷	≤0.06
硅	0.30		

钢丝的基本性能：强度高；初始模量高；延伸率小、尺寸稳定性好；耐热性好；耐蚀性差；与橡胶黏着性差；密度大。为改善钢丝与橡胶的黏着性，在其表面需经镀层处理。同时，钢丝表面须清洁，钢丝须柔软、平直等。

钢丝成分与性能的关系见表 3-18-11。
 各种骨架材料的物理性能比较见表 3-18-12。

表 3-18-11 钢丝成分与性能的关系

项 目	Y8A 号钢	70 号提纯钢	项 目	Y8A 号钢	70 号提纯钢
碳/%	0.79	0.72	镍/%	0.07	0.03
锰/%	0.32	0.42	铜/%	0.09	0.04
磷/%	0.013	0.017	断裂强度/N	882~931	955
硅/%	0.35	0.26	黏合力/N	245~294	323
硫/%	0.018	0.011	相对弯曲疲劳/%	100	110~150
铬/%	0.07	0.05			

表 3-18-12 各种骨架材料的物理性能比较

种 类	棉	强力人造丝		尼 龙		涤纶	芳纶	玻璃纤维	钢丝
		高强度黏 胶纤维	波里诺 西 克	尼龙 66	尼龙 6				
相对密度	1.54	1.52	1.52	1.14	1.14	1.38	1.44	2.54	7.85
单纤维平均直径/ μm	15	8	8	25	25	25	12	—	—
单纤维平均细度/dtex	1.6	1.8	1.8	6.7	6.7	5.7	1.7	—	—
断裂强度/MPa	230	685	850	850	850	1100	2750	2250	2750
断裂强度/(cN/tex)	15	40	50	85	80	80	190	85	35
断裂伸长率/%	8	10	6	16	19	13	4	5	2.5
初始模量/(cN/tex)	225	600	800	500	300	850	4000	2150	1500
收缩率(150℃)/%	0	0	0	5	6	11	0.2	0	—

第 19 章 帘 布

19.1 基本概念

帘线一般是由几股股线合并加捻制成，其结构用股线的粗细程度〔以特 (tex) 或分特 (dtex) 表示〕和股数组合 (中间用斜线划开) 表示。如 140.0tex/2 表示由 2 股 140.0tex 的股线组成的帘线。如果由多股组成，而且是分二次合股加捻的，则第一次的合股数与第二次的合股数之间用乘号相连，如 28tex/5×3 表示第一次由 5 股 28tex 加捻成股线，第二次由 3 股该股线加捻成帘线。化学纤维帘线的结构通常采用号数 tex 表示，多是经一次合股而制成帘线。线绳一般是由多股帘线经两次或两次以上合股加捻制成。棉帘线结构一般习惯用英制支数 (s) 表示。

帘线的结构，可根据使用的性能要求分为合理设计规格结构和捻度等参数，使之既充分发挥纤维材料的特性，又能满足产品的使用要求。帘线一般先织成帘布然后用于轮胎，其常用帘线规格如下。

尼龙帘线：930dtex/2(840den/2)、1400dtex/2(1260den/2)、1870dtex/2(1680den/2)、2100dtex/2(1890den/2)。

涤纶帘线：1100dtex/2(1000den/2)、1100dtex/3(1000den/3)、1670dtex/2(1500den/2)、1440dtex/3(1300den/3)。

强力黏胶帘线：1830dtex/2(1650den/2)、1830dtex/3(1650den/3)。

芳纶帘线：1670dtex/2(1500den/2)、1670dtex/3(1500den/3)。

棉帘线：280dtex/5×3(21^s/5×3)。

帘布一般是由帘线作经线，密度较大；纬纱较细 (一般是棉纱)，密度较小，按平纹组织编织而成。其主要用作轮胎的骨架材料，构成轮胎的受力部件。在选用帘布品种、规格时，应依据产品结构、使用条件和经济效果综合考虑。一般常用的帘布品种有尼龙帘布、涤纶帘布、强力人造丝帘布、芳纶帘布等。

轮胎帘布的经线 (即帘线) 是轮胎的增强材料，纬线只是在加工制造和在轮胎制造过程中起保持经线密度均匀和布面平整的作用。子午线轮胎用纤维帘布要求采用弹性纬纱。根据轮胎结构设计和使用寿命，胎体和缓冲层或带束层所用的帘布的密度是不同的。因此，轮胎帘布分内层、外层、缓冲层 (或带束层) 等。

钢丝帘线是由特定的钢材经多道加拔、涂层、捻线制成的金属帘线骨架材料。品种很多，钢丝帘线参数是用单丝直径、股数及每股线中单丝数量和外缠线等几个量组成，其表达式为

$$\begin{array}{ccccccc} SFD & + & SFD & + & SFD & + & FD \\ \text{最内层} & + & \text{中间层} & + & \text{最外层} & + & \text{外缠层} \end{array}$$

式中 S——股数；

F——单丝数；

D——单丝直径。

钢丝帘线的捻距和捻向可随同帘线结构由里层逐层往外标明，各层间用斜线区分。钢丝帘线的材质、结构、镀层和加工制造的工艺等与被增强产品的质量、使用寿命、使用性能密切相关。在橡胶工业用金属骨架材料中，用量较多的是轮胎钢丝帘线、轮胎胎圈钢丝、胶带和胶管用钢丝。轮胎工业的子午化和高性能轮胎研制、开发和工业化生产，促使钢丝帘线性能的提高和广泛应用。钢丝帘线的结构和规格发展甚快，主要有普通结构钢丝帘线、新结构钢丝帘线、开放型钢丝帘线、密集型钢丝帘线、高伸长钢丝帘线、椭圆形断面钢丝帘线等。

19.2 尼龙帘布

尼龙帘布是轮胎重要的骨架材料之一，它具有强度高、耐疲劳性好、耐冲击性能好、滞后损失小等优良特性。经浸胶热伸张处理后，与橡胶的黏合性、帘布的形变性均有提高，使其在制成轮胎后有较好的尺寸稳定性。尼龙帘布在压延工序必须保持一定的张力，轮胎在硫化工序出模后应立即进行硫化后充气，轮胎在充气状态下冷却，以保证成品轮胎的质量。

尼龙帘布主要应用于载重轮胎、工程机械轮胎、航空轮胎及其他苛刻条件下使用的轮胎。

尼龙帘布主要用于斜交结构轮胎的骨架材料，也是力车胎的骨架材料。

19.2.1 规格与性能

帘布的规格、性能应与轮胎的规格、性能相适应。一般工程机械轮胎及大型载重轮胎的胎体应选用高强度粗旦尼龙帘线，例如：140.0tex/3、186.7tex/2 和 210.0tex/2 等，缓冲层宜采用 140.0tex/2、93.3tex/2。

载重胎、轻型载重胎、工业用轮胎及大型拖拉机轮胎的胎体，可选用 140.0tex/2 尼龙帘布，缓冲层宜采用 93.3tex/2。

轿车轮胎使用 93.3tex/2 或 140.0tex/2 的尼龙帘布。

尼龙帘布包括尼龙 66 和尼龙 6 两种帘布，其规格与性能如表 3-19-1～表 3-19-6 所示。

表 3-19-1 尼龙 66 浸胶帘子布的组织规格

项 目	规 格										
	930dtex/2	1400dtex/2			1870dtex/2			2100dtex/2		1400dtex/3	
	V ₃	V ₁	V ₂	V ₃	V ₁	V ₂ (加密)	V ₂	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂
经线密度/(根/10cm)	60	100	74	52	88	74	68.4	88	74	88	74
边经密度/(根/10cm) ≤	63	105	78	55	92	78	72	92	78	92	78
纬线密度/(根/10cm)	14	8	10	14	9	9	9	9	9	8	10
纬纱规格(棉)/tex	28~30	28~30	28~30	28~30	28~30	28~30	28~30	28~30	28~30	28~30	28~30
接头布长度/cm	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
幅宽/cm	145±3	145±3	145±3	145±3	145±3	145±3	145±3	145±3	145±3	145±3	145±3
布长/m	L≥500										

注：1. 本表引自 GB/T 9101—2002。

2. L 等于各品种规定长度，如需方有特殊长度要求，可按其要求长度生产。

3. 930dtex/2——V₃，1400dtex/2——V₁、V₂、V₃，L 均为 1160m。

4. 1870dtex/2——V₁，1870dtex/2——V₂（加密），L 均为 900m。

5. 1870dtex/2——V₂，L 为 1360m。

6. 2100dtex/2——V₁、V₂，1400dtex/3——V₁、V₂，L 均为 770m。

7. 除 930dtex/2——V₃ 外，其余品种的 L 均有 580m 匹长。

8. 布长 L≥500m 适用于一等以上品级。

表 3-19-2 尼龙 66 浸胶帘子布物理性能指标

项 目	规 格											
	930dtex/2			1400dtex/2			1870dtex/2			2100dtex/2		
	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
断裂强度/(N/根)	≥	137.2	132.3	127.4	215.6	211.7	205.8	284.2	274.4	264.6	313.6	303.8
定负荷 伸长率 /%		8.5±0.6	8.5±0.8	8.5±1.0								
					8.5±0.6	8.5±0.8	8.5±1.0					
								8.7±0.6	8.7±0.8	8.7±1.0		
100N(10.2kgf)												
黏着强度(H抽出法)/(N/cm)	≥	107.8	98.0	98.0	137.2	127.4	117.6	156.8	137.2	127.4	156.8	147.0
断裂强力不匀率/%	≤	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4
断裂伸长不匀率/%	≤	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6
附胶量/%		5.0±0.9	5.0±1.2	5.0±1.5	5.0±0.9	5.0±1.2	5.0±1.5	5.0±0.9	5.0±1.2	5.0±1.5	4.0±0.5	
断裂伸长率/%		20.5±2		0.53±0.05		21.5±2		0.65±0.05		22±2		22±2
直径/mm												0.78±0.05
捻度/(捻/10cm)	初捻(Z)	46.0±1.5		46.0±1.5		39.0±1.5		32.0±1.5		32.0±2.0		32.0±2.0
	复捻(S)	46.0±1.5		46.0±1.5		37.0±1.5		32.0±1.5		32.0±2.0		32.0±2.0
干热收缩率/%	≤	5		5		5		5		5.5		5.5

注：本表引自 GB/T 9101—2002。

表 3-19-3 尼龙 66 浸胶帘子布外观质量要求

项 目	优等品	一等品	合格品
断经/(根/卷)	不允许	≤ 3	≤ 5
浆斑/(个/卷)	不允许	≤ 5	≤ 10
劈缝/m	不允许	≤ 1	≤ 3
经线连续粘并/m	不允许	≤ 30 (累计不超过 5 处)	≤ 50 (累计不超过 5 处)

注：1. 卷长以 580m 计，布面平整，卷装整齐，不允许有油污疵点。

2. 浆斑系指面积 4~10cm²。

3. 1cm² 以下的浆点，一等品允许有 80~160 个/卷；1~4cm² 的浆点，一等品允许有 25~50 个/卷。

4. 外观质量如有特殊情况，影响轮胎厂压延质量时，双方协商解决。

5. 本表引自 GB/T 9101—2002。

表 3-19-4 尼龙 6 轮胎浸胶帘子布组织规格

项 目	规格/(dtex/股)											
	2100dtex/2		1870dtex/2		1400dtex/3		1400dtex/2			930dtex/2		
	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂	V ₃	V ₁	V ₂	V ₃
经线密度/(根/10cm)	88	74	88	74	88	74	100	74	52	126	94	60
边经密度/(根/10cm)	92	78	92	78	92	78	105	78	55	130	98	64
纬线密度/(根/10cm)	8	10	8	10	8	10	8	10	16	10	12	14
纬纱线密度/tex	28~30(棉纱或其他收缩率较小的纱线)											
布长/m	$L^{\text{①}} \times (1.00 \pm 0.02)$											
幅宽/m	145 \pm 3											
布头	2~10(28~30tex 的棉纱或其他收缩率较小的纱线)											
纬纱股数/股	42~45											
纬线密度/(根/10cm)	10											
长度/cm												

① 布长 L 为 180m 的倍数或视设备而定，需方如有特殊要求，由供需双方协商确定。

注：本表引自 GB/T 9102—2003。

表 3-19-5 尼龙 6 轮胎浸胶帘子布中帘子线性能项目和指标

项 目	规 格 与 指 标														
	2100dtex/2			1870dtex/2			1400dtex/3			1400dtex/2			930dtex/2		
	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
断 裂 强 度/ (N/根)	313.6	303.8	294.0	279.3	269.5	259.7	313.6	303.8	294.0	215.6	205.8	196.0	137.2	132.3	127.4
100N 定负荷 伸长率/%	9.5 \pm 0.5	9.5 \pm 0.8	9.5 \pm 1.0				9.5 \pm 0.5	9.5 \pm 0.8	9.5 \pm 1.0						
88.2N 定负荷 伸长率/%				9.5 \pm 0.5	9.5 \pm 0.8	9.5 \pm 1.0									
66.6N 定负荷 伸长率/%										9.5 \pm 0.5	9.5 \pm 0.8	9.5 \pm 1.0			
44.1N 定负荷 伸长率/%													9.5 \pm 0.5	9.5 \pm 0.8	9.5 \pm 1.0
黏 合 强 度/ (N/cm)	176.4	166.6	156.8	166.6	156.8	147.0	176.4	166.6	156.8	147.0	137.2	127.4	117.6	107.8	98.0
断裂强度变异 系数/%	3.8	5.0	6.3	3.8	5.0	6.3	3.8	5.0	6.3	3.8	5.0	6.3	3.8	5.0	6.3
断裂伸长率变异 系数/%	6.3	7.5	8.8	6.3	7.5	8.8	6.3	7.5	8.8	6.3	7.5	8.8	6.3	7.5	8.8
附胶量/%	4.5 \pm 1.0	4.5 \pm 1.0	4.5 \pm 1.0	4.5 \pm 1.0	4.5 \pm 1.0	4.5 \pm 1.0	4.5 \pm 1.0	4.5 \pm 1.0	4.5 \pm 1.0	4.5 \pm 1.0	4.5 \pm 1.0	4.5 \pm 1.0	4.5 \pm 1.0	4.5 \pm 1.0	4.5 \pm 1.0
断 裂 伸 长 率/%	23.0 \pm 2.0	23.0 \pm 2.0	23.0 \pm 2.0	23.0 \pm 2.0	23.0 \pm 2.0	23.0 \pm 2.0	23.0 \pm 2.0	23.0 \pm 2.0	23.0 \pm 2.0	23.0 \pm 2.0	23.0 \pm 2.0	23.0 \pm 2.0	22.0 \pm 2.0	22.0 \pm 2.0	22.0 \pm 2.0

续表

项 目		规 格 与 指 标														
		2100dtex/2			1870dtex/2			1400dtex/3			1400dtex/2			930dtex/2		
		优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
直径/mm		0.78±0.03	0.78±0.04	0.78±0.05	0.75±0.03	0.75±0.04	0.75±0.05	0.78±0.03	0.78±0.04	0.78±0.05	0.65±0.03	0.65±0.04	0.65±0.05	0.55±0.03	0.55±0.04	0.55±0.05
捻度 (T/m)	初捻 (Z)	320±15	320±15	320±15	330±15	330±15	330±15	320±15	320±15	370±15	370±15	370±15	370±15	460±15	460±15	460±15
	复捻 (S)	320±15	320±15	320±15	330±15	330±15	330±15	320±15	320±15	320±15	370±15	370±15	370±15	460±15	460±15	460±15
	干 热 收 缩 率/% ≤	6.0	6.5	7.5	6.0	6.5	7.5	6.0	6.5	7.5	6.0	6.5	7.5	6.0	6.5	7.5
含水率/% ≤		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

注：本表引自 GB/T 9102—2003。

表 3-19-6 尼龙 6 轮胎浸胶帘子布外观项目与指标

项 目	优等品	一等品	合格品
断经/(根/卷 ^①)	0	≤3	≤5
浆斑 (个/卷)	4~10cm ² 1~4cm ² ≤1cm ²	0 <25 <80	≤5 25~50 80~160
劈缝/(m/卷)	0	≤1(累计)	≤2(累计)
经线连续粘并/m	0	≤30(累计不超过 5 处)	≤50(累计不超过 5 处)

① 卷以 540m 的布长计算。

注：1. 劈缝是相邻两根经线因纬线连续断裂而造成在≥4cm 长度内没有纬线连接。

2. 经线连续粘并是相邻两根经线由固化了的浸胶液粘连在一起的缺陷。

3. 本表引自 GB/T 9102—2003。

我国力车胎应用的帘布有浸胶尼龙 66 和尼龙 6 帘布，主要性能规格见表 3-19-7～表 3-19-10。中国台湾地区力车胎用浸胶尼龙 6 帘布规格有：840den/1/22、840den/1/20、840den/2/25.5 [其中 22、20、25.5 表示每英寸的经线数（根），1in=2.54cm]；浸胶尼龙 66 帘布规格有：420den/1/62、840den/2/16、840den/2/25.5。

表 3-19-7 尼龙 66 中低旦浸胶帘子布技术指标（力车胎用浸胶帘布）

项 目		品 种 规 格				
		210den/2	420den/1	420den/2	630den/1	630den/2
断裂强度/(N/根)	≥	80.0	33.0	65	53.0	105.0
定负荷伸长率/%		14.0±3.0(22N)	11.5±3.0(22N)	8.0±1.5(22N)	8.5±2.0(17N)	10.0±8.0(45N)
断裂伸长率/%		18.0±3.0	19.0±3.0	19.0±3.0	19.0±3.0	19.0±3.0
浸胶布初捻捻数/(T/10cm)		59.0±4.0	36.0±3.0	48.0±4.0	3.5±2.0	44.0±4.0
浸胶布复捻捻数/(T/10cm)		59.0±4.0	—	48.0±4.0	—	44.0±4.0
直径/mm		0.28±0.05	0.20±0.05	0.40±0.05	0.29±0.05	0.45±0.05
附胶量/%		5.0±0.9	5.0±0.9	5.0±0.9	5.0±0.9	5.0±0.9
干热收缩率(160℃×2min)/%		2~3.5	≤3.0	≤4.5	≤4.0	≤4.5
粘接强度	/(N/2.54cm)	≥110.0(剥离力)	—	—	—	—
	/(N/cm)	—	≥25.0(H-抽出力)	≥40(H-抽出力)	≥35(H-抽出力)	≥80.0(H-抽出力)
经线密度/(根/10cm)		160~242	150~242	150~242	150~242	160~200
纬线密度/(根/10cm)		8~15	10~15	8~15	10~15	8~15
幅宽/cm		90~145	90~145	90~145	90~145	90~145

注：本表引自河南神马实业股份有限公司企业标准。

表 3-19-8 尼龙 6 浸胶力车胎帘子布规格

项 目		规 格												
		930dtex/1 (840den/1)		930dtex/1×2 (840den/1×2)		1170dtex/1 (1050den/1)		1400dtex/1 (1260den/1)		1870dtex/1 (1680den/1)				
经线密度	/(根/10cm)	A1 96133	A1 106133	A1 116133	A2 80133	A2 90133	E 80133	E 96133	B 76133	B 86133	B 96133	C 80133	C 90133	
纬线密度		96.0±1.5 10±1	106.0±1.5 10±1	116.0±1.5 10±1	80.0±1.5 10±1	90.0±1.5 10±1	80.0±1.5 10±1	90.0±1.5 10±1	96.0±1.5 10±1	76.0±1.5 10±1	86.0±1.5 10±1	96.0±1.5 10±1	80.0±1.5 10±1	90.0±1.5 10±1
经纬密度		28~30	28~30	28~30	28~30	28~30	28~30	28~30	28~30	28~30	28~30	28~30	28~30	28~30
幅宽/cm		133±2	133±2	133±2	133±2	133±2	133±2	133±2	133±2	133±2	133±2	133±2	133±2	133±2
卷长 L/m		1.00±0.01	1.00±0.01	1.00±0.01	1.00±0.01	1.00±0.01	1.00±0.01	1.00±0.01	1.00±0.01	1.00±0.01	1.00±0.01	1.00±0.01	1.00±0.01	1.00±0.01
布 头	股数(5~7股)	玻璃纤维、棉纱(或收缩率小的纤维)												
	纬密/(根/10cm)	45~55												
	长度/cm	15~20												

注：1. 本表引自中华人民共和国专业标准 FZ/T 55001—1999，其中 1170dtex 规格引自上海第十四化纤厂企业标准 Q/WFYN 01—91。

2. L 表示浸胶帘子布卷长，三联匹时 540m，四联匹时 720m，或供需双方商定的卷长。

3. 帘子布规格代号 A 代表 930dtex，B 代表 1400dtex，C 代表 1870dtex，E 代表 1170dtex。

表 3-19-9 尼龙 6 浸胶力车胎帘子布物理指标

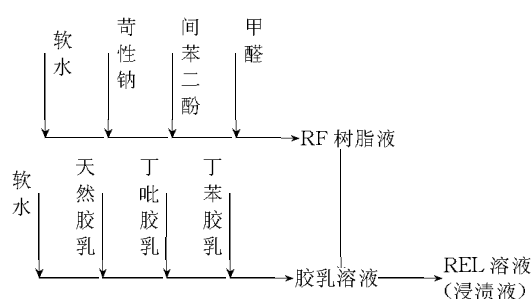
项 目		公 称 线 密 度									
		930dtex/1(840den/1)		930dtex/1×2(840den/1×2)		1170dtex/1(1050den/1)		1400tex/1(1260den/1)		1870dtex/1(1680den/1)	
断裂强力/(N/根)	≥	69	67	65	137	132	127	84	103	93	127
44N(4.5kgf)定荷伸长率/%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
33N(3.4kgf)定荷伸长率/%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22.6N(2.3kgf)定荷伸长率/%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22.6N(2.3kgf)定荷伸长率/%	≥	54	49	44	98	93	88	62	54	59	74
附着强度/(N/cm)	≥	4.20±1.00	4.20±1.20	4.20±1.20	4.20±1.00	4.20±1.20	4.20±1.20	4.20±1.20	4.20±1.20	4.20±1.20	4.20±1.20
附胶量/%	≤	4.0	4.5	5.0	3.5	4.0	5.0	4.0	3.5	4.0	5.0
断裂强力不均匀率/%	≤	6.0	6.5	7.0	5.5	6.0	7.0	6.0	5.5	6.0	7.0
断裂伸长不均匀率/%	≤	20.0±2.0	20.0±2.0	20.0±2.0	22.0±2.0	22.0±2.0	22.0±2.0	20.0±2.0	20.0±2.0	20.0±2.0	20.0±2.0
断裂伸长率/%	≤	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
含水率/%	≤	210±15	210±15	210±15	280±15	280±15	280±15	190±10	190±10	190±10	160±10
捻度/(捻/m)	初捻	0.32±0.03	0.32±0.03	0.32±0.03	0.52±0.03	0.52±0.03	0.52±0.03	0.39±0.03	0.39±0.03	0.43±0.03	0.50±0.03
直径/mm	复捻	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
干热收缩率/%	≤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 3-19-10 尼龙 6 浸胶帘子布外观质量评等标准

项 目		指 标			测试方法
		优等品	一等品	合格品	
浆斑/(只/卷)	0.5~1cm	0~40	41~80	81~100	FZ/T 55001
	1~4cm	0~10	11~20	21~30	
	4~8cm	无	1~5	6~10	
粘并、浆膜(>10 根经线起算)/(m/卷)		0~10	11~30	31~50	
脱结、断经/(只/卷)		0~3	4~5	6~7	
单根经线松紧重叠/(m/卷)		0~10	11~20	21~30	
局部经线起圈重叠(>5 根起算)/(m/卷)		0~10	11~20	21~30	
劈缝(>50cm 起算)/(m/卷)		无	0.6~2	2.1~5	
稀缝(>1.5mm 起算,经线之间宽度<3mm)/(m/卷)		0~40	41~80	81~120	
布卷平整度/cm		双边<1	双边<2	单边<4 双边>2	

19.2.2 尼龙帘布的浸渍与热伸张工艺

为改善尼龙帘布与橡胶的黏合性能,改善部分力学性能,须经浸胶与热伸张处理。该工序须在专用帘布浸胶热伸张设备上处理。浸渍部分一般采用酚醛树脂胶乳(即 RFL)体系。主要参数是:酚醛树脂中间苯二酚(R)与甲醛(F)的物质的量的比为 1:(2~3);酚醛树脂的浓度约为 6%;酚醛树脂在 100 份干胶乳中的含量为 15~20 份。酚醛树脂的缩合时间,在 25℃之下为 6~8h;配置的 RFL 在 25℃之下经 16~24h 熟化后应用。浸渍液中的胶乳以丁苯吡胶乳为主,一般用量为 70%~80%,其余部分为天然胶乳或丁苯胶乳,或者是丁苯吡胶乳与天然胶乳、丁苯胶乳三种并用。浸渍液配置流程如下。



尼龙帘布浸渍液三并胶乳配方举例如下(碱性树脂配方)。

RF 树脂液(固体分 6.5%)	干量	湿量	RFL 浸渍液(固体分 20%)	干量	湿量
间苯二酚	11.0	11.0	RF 树脂液	17.3	266.0
甲醛(37%)	6.0	16.2	丁吡胶乳(40.5%)	80.0	197.5
苛性钠(10%)	0.3	3.0	丁苯胶乳(40.5%)	15.0	37.0
软水	—	235.8	天然胶乳(60%)	5.0	8.3
合计	17.3	266.0	软水	—	77.7
			合计	117.3	586.5

热伸张设备主要包括浸渍区、干燥区(一般分前干燥和后干燥两只烘箱)、热伸张区、定型区(包括热定型和冷定型)。该设备流程示意图见图 3-19-1。

热伸张工艺的基本参数是张力、温度、时间,俗称“三 T”参数。尼龙帘线及帘布的性能与热伸张参数的关系见表 3-19-11 和表 3-19-12。三个区的张力也可用伸张率(延伸率)表征,干

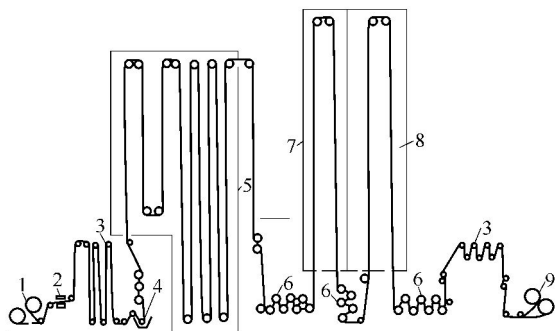


图 3-19-1 尼龙帘布浸胶热伸张设备流程示意图

1—导开装置；2—平板硫化接头机；3—蓄布器；4—浸渍槽；5—干燥室；

6—伸张辊；7—热伸张室；8—定型室；9—卷取装置

表 3-19-11 尼龙帘线性能与热伸张参数关系

干 燥 区						
试 验 项 目	时间/s		温度/℃		伸张率/%	
	40	80	125	150	0	4
强度/N	→				→	
44.1N(4.5kgf)伸长率/%	→		→		↘	△
断裂伸长率/%	→		↗	△	↘	*
干热收缩率/%	→		→		↗	*
沸水收缩率/%	↗	△	→		↗	*
耐疲劳性(GY 型)	→		→		↘	*
热伸张区						
试 验 项 目	时间/s		温度/℃		伸张率/%	
	20	40	195	205	8	12
强度/N	→		→		→	
44.1N(4.5kgf)伸长率/%	→		→		↘	△
断裂伸长率/%	→		↘	△	→	
干热收缩率/%	→		→		→	*
沸水收缩率/%	↗		↘	△	↗	△
耐疲劳性(GY 型)	→		↘	△	↘	*
热定型区						
试 验 项 目	时间/s		温度/℃		伸张率/%	
	20	40	180	200	－2	0
强度/N	→		→		→	
44.1N(4.5kgf)伸长率/%	→		↘			
断裂伸长率/%	→		→		→	
干热收缩率/%	→		↘		↗	
沸水收缩率/%	↘		↘		↗	
耐疲劳性(GY 型)	→		↘		→	

注：→表示无变化；↗表示上升；↘表示下降；△表示 75%置信度；*表示 95%置信度。

表 3-19-12 尼龙 6 帘布热伸张工艺参数

区 域	温度/℃	时间/s	断裂伸长率/%
干燥区	100~140	50~120	0~2
热伸张区	190~210	20~40	6~10
热定型区	190~210	20~40	0~2

燥区的伸张率为 0~2%，热伸张区的伸张率为 8%~10%，定型区的伸张率为-2%~0，总的伸张率约为 6%~8%。

19.2.3 应用要点

尼龙帘布贮存期一般为半年，所以要及时使用，在贮存期要注意防潮和避免紫外线照射。对超过贮存期的尼龙帘布可采用第二次浸渍及热伸张处理。

尼龙帘布开包后应立即使用，停放时间尽量缩短。压延后要尽快使用。

在压延过程中，加热辊筒温度要求在 105℃左右，保持帘布的含水率不大于 1%，压延必须有张力装置，以 140tex/2 帘线为例，压延张力以 9.8N/根左右为宜。

硫化-后充气过程中，充气压力以 0.7MPa 为最佳，硫化-充气间隔时间愈短愈好，一般正常生产 5min 左右，充气结束后轮胎温度要求降至尼龙帘布的玻璃化转变温度以下（约 40℃左右）。

19.3 涤纶帘布

涤纶帘布是子午线轮胎重要的骨架材料之一。具有强度高、模量高、伸长变形小、耐热和抗冲击性较优等优点。但其滞后损失较大，与橡胶黏合差。经不断研究和改进，其不足之处均得到改善和克服，应用领域宽广。涤纶帘布是乘用车子午胎、轻卡子午胎胎体骨架材料的主要品种。20 世纪 80 年代起，国外研制开发新型的尺寸稳定型涤纶工业丝产品〔缩写简称 DSP 型，同类产品是高模量低收缩型（HMLS 型）〕后，为满足生产高性能子午胎的需求提供了新型骨架材料，增长甚为迅速，具有逐步替代强力黏胶帘布之势。目前美国、日本等国半钢子午胎均用该产品帘布替代普通型涤纶帘布。应用 DSP 型或 HMLS 型帘布制成的子午胎其优点如下：

- ① 提高子午线轮胎的耐疲劳性；
- ② 轮胎行驶时生热低，有利于提高使用寿命和高速性能；
- ③ 可减少或取消轮胎生产时的后充气工序，有利于高温硫化和提高生产效率；
- ④ 有利于轮胎轻量化，操纵稳定性化，节油率高，乘坐舒适。

在胶管和 V 带中也有用涤纶帘布的，但使用量所占比例较小。

19.3.1 规格与性能

涤纶浸胶帘布根据理化性能分为普通型和尺寸稳定型（高模量、低收缩型）。

普通型涤纶浸胶帘布根据经线密度和帘线的股数分为：1100dtex/2、1100dtex/3、1440dtex/2、1440dtex/3、1670dtex/2、1670dtex/3、2200dtex/2、2500dtex/2。

尺寸稳定型（高模量、低收缩型）分为：1100dtex/2、1100dtex/3、1440dtex/2、1670dtex/2、2200dtex/2。

每种规格的帘布，按不同的经线密度分为 E₁、E₂、E₃ 的组织结构。其主要规格和性能指标见表 3-19-13~表 3-19-16。

表 3-19-13 涤纶浸胶帘子布组织规格

项 目	规 格															
	1100 dtex/2			1100 dtex/3			1440 dtex/2		1440 dtex/3		1670 dtex/2			1670 dtex/3	2200 dtex/2	2500 dtex/2
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E3	E1	E1	E1
经线密度/(根/10cm)	100	74	52	100	74	52	100	74	90	74	100	74	52	90	90	90
边经密度/(根/10cm)	104	78	55	104	78	55	104	78	94	78	104	78	55	94	94	94
纬线密度/(根/10cm)	8	10	14	8	10	14	8	10	8	10	8	10	14	8	8	8
纬线材料及线密度 (弹力纬纱)/tex	28~40															
织物布卷长度/m	1080±20															
织物幅宽/cm	145±2															
纬线密度/(根/10cm)	42~45															
接头布长度/cm	10															

注：1. 织物布卷长度也可根据用户要求生产布卷长度为 180m 整倍数的帘子布。

2. 纬线以 5~10 股线密度 28~30tex 棉纱或其他收缩率较低的纱线作纬线。

3. 本表引自 GB/T 19390—2003。

表 3-19-14 普通型涤纶浸胶帘子布物性指标

项 目		帘 线 规 格							
		1100dtex/2	1100dtex/3	1440dtex/2	1440dtex/3	1670dtex/2	1670dtex/3	2200dtex/2	2500dtex/2
断裂强度/(N/根)	≥	140.0	205.0	180.0	260.0	205.0	305.0	280.0	330.0
44.1N 定负荷伸长率/%		4.5±1.0							
66.6N 定负荷伸长率/%			4.5±1.0	4.5±1.0		4.5±1.0			
88.2N 定负荷伸长率/%					4.5±1.0			4.5±1.0	
100N 定负荷伸长率/%							4.5±1.0		4.5±1.0
断裂伸长率/%		15.0±2.0	15.0±2.0	15.0±2.0	15.0±2.0	15.0±2.0	15.0±2.0	15.0±2.0	15.0±2.0
黏合强度(H-抽出)		125.0	140.0	130.0	147.0	140.0	180.0	170.0	180.0
/(N/10mm)	≥								
断裂强度变异系数		5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
C_v /%	≤								
断裂伸长率变异系		6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
数 C_v /%	≤								
附胶量/%	≤	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
细度	直径/mm	0.56±0.03	0.66±0.03	0.61±0.03	0.74±0.03	0.66±0.03	0.80±0.03	0.75±0.03	0.80±0.03
	线密度/(mg/10m)	2500±20	3750±30	3250±30	4900±40	3750±30	5600±50	4900±40	5550±50
捻度	初捻(Z 向)/(T/m)	450±15	370±15	400±15	330±15	370±15	300±15	330±15	300±15
	复捻(S 向)/(T/m)	450±15	370±15	400±15	330±15	370±15	300±15	330±15	300±15
干热收缩率/%	≤	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0
下机回潮率/%	≤	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

注：本表引自 GB/T 19390—2003。

表 3-19-15 尺寸稳定型涤纶浸胶帘子布物性指标

项 目		帘 线 规 格				
		1100dtex/2	1100dtex/3	1440dtex/2	1670dtex/2	2200dtex/2
断裂强度/(N/根)	≥	137.0	202.0	180.0	202.0	270.0
44.1N 定负荷伸长率/%		4.5±1.0				
66.6N 定负荷伸长率/%			4.5±1.0	4.5±1.0	4.5±1.0	
88.2N 定负荷伸长率/%						4.5±1.0
断裂伸长率/%		15.0±2.0	15.0±2.0	15.0±2.0	15.0±2.0	15.0±2.0

续表

项 目		帘 线 规 格				
		1100dtex/2	1100dtex/3	1440dtex/2	1670dtex/2	2200dtex/2
黏合强度(H-抽出)/(N/10mm)	≥	125.0	140.0	130.0	140.0	170.0
断裂强度变异系数 $C_v/\%$	≤	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
断裂伸长率变异系数 $C_e/\%$	≤	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
附胶量/ $\%$	≤	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
细度	直径/mm	0.56±0.03	0.66±0.03	0.61±0.03	0.66±0.03	0.75±0.03
	线密度/(mg/10m)	2500±20	3750±30	3260±30	3750±30	5000±40
捻度	初捻(Z向)/(T/m)	450±15	370±15	400±15	370±15	330±15
	复捻(S向)/(T/m)	450±15	370±15	400±15	370±15	330±15
干热收缩率/ $\%$	≤	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
下机回潮率/ $\%$	≤	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

注：本表引自 GB/T 19390—2003。

表 3-19-16 涤纶浸胶帘子布外观指标

项目	断 经	浆 斑			劈 缝	经线连续粘并
		<1cm ²	1~4cm ²	>4cm ²		
要求	≤3 根/卷	80 个/卷	25 个/卷	≤5 个/卷	累计长度≤1m/卷	一处长度≤10m,每卷累计不超过 5 处

注：本表引自 GB/T 19390—2003。

19.3.2 涤纶帘布的浸渍与热处理工艺

19.3.2.1 涤纶帘布浸渍处理

涤纶分子的结构决定其难以与橡胶黏合，采用常规的间甲胶乳液（RFL）浸渍处理不能达到满意效果。为此，通常采用两个办法来解决。一是选用适宜于涤纶帘布黏合的浸渍体系；二是调整橡胶胶料配方。涤纶帘布采用双浴法和单浴法均能符合使用要求。目前已工业化浸渍体系可归纳为如下三种。

（1）封闭异氰酸酯、环氧树脂浸渍体系 该体系适用于双浴法。即涤纶帘布经第一浴（由环氧树脂、封闭异氰酸酯等组成的浸渍液）浸渍和热处理后，再经第二浴（由 RFL 组成的浸渍液）浸渍和热处理。其第一浴浸渍配方和双浴法浸渍液配方见表 3-19-17 和表 3-19-18。

表 3-19-17 双浴法浸渍液中第一浴的配方

单位：份

组 分	干 量	湿 量	组 分	干 量	湿 量
封闭异氰酸酯(40%)	72	180	分散剂等(28%)	0.8	2.8
环氧树脂	27	27	软水		1790

注：该配方为杜邦公司的 D417。

表 3-19-18 双浴法浸渍液配方

单位：份

第一浴浸渍液	干 量	湿 量	第二浴浸渍液	干 量	湿 量
封闭异氰酸酯(25%)	1.5	6.0	间苯二酚	11.0	11.0
环氧化合物 DENACOL EX-313	1.5	1.5	氢氧化钠(99%)	0.3	0.3
软水		92.5	甲醛(37%)	6.0	16.2
合计	3.0	100.0	软水		238.5
			Nipol 5218FS(40.5%)	100	250.0
			软水		65.3
			合计	117.3	581.3
			(在 25℃ 熟化 20h)		

注：本配方引自日本瑞翁株式会社资料。

(2) Vulcabond E 浸渍体系 该体系主要适用于单浴法,属氯酚类化合物水性浸渍液。同类产品有日本产的 DENABOND 和中国产的胶黏剂 RP。该产品可直接与间甲胶乳液 (RFL) 混合,作涤纶帘布单浴法浸渍液。单浴法浸渍液配方见表 3-19-19。

表 3-19-19 单浴法浸渍液配方

单位:份

RFL 树脂液	干 量	湿 量	单浴浸渍液	干 量	湿 量
氢氧化钠(10%)	2.1	21.0	DENABOND(20%)	57.1	285.5
甲醛(37%)	8.8	23.6	RFL 树脂液(20%)	142.9	714.5
间苯二酚	26.8	26.8	合计	200.0	1000.0
软水		522.8			
在 25℃ 下缩合 2h					
Nipol 5218FS(40%)	162.3	405.8			
合计	200.0	1000.0			

注:本配方引自日本瑞翁株式会社资料。

(3) 纤维表面活化处理 使用的活化剂有封闭异氰酸酯、环氧树脂、油酸酯、三醇缩水甘油醚等。活化剂的使用方法有下列三种:

- ① 在纺丝工业中,涂上纺丝油剂后直接浸渍在未拉伸的单丝上;
- ② 在拉伸后的单丝上浸渍或在拉伸后即将卷取前的单丝上浸渍;
- ③ 浸渍在加捻后的帘线上或在帘线加捻过程中浸渍。

经活化处理的帘线,织成帘布,最后用浸渍剂处理,即可得到良好的黏合效果。

19.3.2.2 涤纶帘布热处理工艺

单浴法浸渍涤纶帘布的设备与处理尼龙帘布的设备类同。双浴法浸渍则需应用具有两个浸渍区的专用设备,该工艺流程可分为两个区域,第一区域为浸渍、干燥及热伸张区,第二区域为浸渍、干燥及热定型区,其工艺参数见表 3-19-20。

表 3-19-20 涤纶帘布浸渍热伸张工艺参数

工 艺 参 数	第一区域	第二区域	工 艺 参 数	第一区域	第二区域
延伸率/%	2.5~4	—1~4	热定型温度/℃		225~250
干燥温度/℃	120~150	120~150	时间/s	60~80	60~80
热伸张温度/℃	225~250				

19.3.3 应用要点

防止涤纶帘线的胺解是应用中首要注意的问题。

首先,在选择涤纶作轮胎制品的骨架材料时,橡胶品种要适当。一般情况下天然橡胶与合成橡胶相比,天然橡胶中的某些物质(如脂肪酸、酯类等)易引起涤纶帘线的降解。

另外,胶料中存在的助剂,例如促进剂、防老剂等,由于在硫化过程中发生变化,也易发生对涤纶帘线的胺解作用,致使骨架材料强度降低,这就要在应用中筛选合适的助剂,试验证明,秋兰姆类对涤纶的胺解影响最严重,次磺酰胺类影响较小,噻唑类促进剂影响最小。防老剂品种不同对涤纶帘线胺解也有不同影响。

涤纶帘线通过浸渍处理,获得了良好的黏合性能,如果在胶料中掺用少量的增黏剂,可进一步提高涤纶与橡胶的黏合性能。

19.4 芳纶帘布

由于芳纶帘线具有高强度、高模量、耐高温及变形小、尺寸稳定性好、动态力学性好等

优点，又具有密度小、耐疲劳、耐剪切的柔性，兼备钢丝和尼龙等优异性能，故享有“合成钢丝”之称，是较理想的骨架材料。特别是高性能子午线轮胎的研制、开发，更需要芳纶帘线作增强材料。应用芳纶作胎体材料，有利轮胎轻量化，生热低，滚动阻力小。芳纶也用于工程轮胎的缓冲层或子午胎的带束层，但目前其价格较贵。芳纶帘线与其他品种帘线尺寸稳定性比较见表 3-19-21。

表 3-19-21 芳纶与其他品种帘线尺寸稳定性比较

纤维品种	160℃收缩率/%	蠕变率/%	纤维品种	160℃收缩率/%	蠕变率/%
芳纶	0~0.2	<0.03	强力人造丝	0	1.4
钢丝	0	<0.03	涤纶	6.0	0.3
玻璃纤维	0	<0.03	尼龙	6.8	0.4

19.4.1 规格与性能

芳纶帘布目前主要应用于工程轮胎、赛车胎、高级乘用车和特胎。应用较多的帘布规格是 1100dtex/2、1670dtex/2、1670dtex/3，其规格与性能见表 3-19-22 和表 3-19-23。

表 3-19-22 芳纶浸胶帘布规格

项 目	规 格		
	1100dtex/2 23EPI	1670dtex/2 20EPI	1670dtex/3 18EPI
经线密度/(根/10cm)	90	78	71
边密度/(根/10cm)	92	80	73
纬线密度/(根/10cm)	9	8	8
纬纱(纯棉纱)/英支	19~21	19~21	15~17
布长/m	$L(1\pm 2\%)$	$L(1\pm 2\%)$	$L(1\pm 2\%)$
布幅/cm	140	140	140
布头	棉纱		
5~10 合股线	42~45		
纬密/(根/10cm)	10		
长度/cm			

注：1. 布长 L 可根据用户要求而定。

2. 需方对幅宽或经线密度有特殊要求，可由供需双方另行协定。

3. 本表引自 Q/BLT 002—2004。

表 3-19-23 芳纶浸胶帘布性能

项 目		规 格		
		1100dtex/2	1670dtex/2	1670dtex/3
断裂强度/(N/根)	\geq	340	500	750
200N 定负荷伸长率/%		3.0 ± 0.5	2.5 ± 0.5	2.0 ± 0.5
黏着强度/(N/cm)	\geq	130	150	170
断裂伸长率/%		5.0 ± 0.5	5.0 ± 0.5	5.0 ± 0.5
断裂强度不匀率/%	\leq	4	4	4
断裂伸长不匀率/%	\leq	6	6	6
直径/mm		0.58 ± 0.02	0.70 ± 0.02	0.85 ± 0.02
捻度	初捻(Z)/(捻/10cm)	39±1	31.5±1.0	27.0±1.0
	复捻(S)/(捻/10cm)	39±1	31.5±1.0	27.0±1.0
干热收缩率/%	\leq	0.3	0.3	0.3
1%定伸长负荷/N	\geq	50	90	120

注：本表引自 Q/BLT 002—2004。

19.4.2 芳纶帘布的浸渍与热处理工艺

芳纶帘布的浸渍与热处理工艺采用双浴法或单浴法处理。也可将炭黑分散体加入浸渍液中，改善浸渍帘布的黏合性能。

经浸渍热处理的芳纶帘布在应用时，在胶料配方中添加一定量的黏合剂，有利于达到满意的黏合效果。

19.5 黏胶帘布

强力黏胶帘线（亦称强力人造绉帘线）和一超黏胶帘线在轮胎中很少使用，二超和三超黏胶帘线主要作乘用车子午胎的胎体。我国二超黏胶帘线生产厂于 1972 年初建成并试生产，产能为年产 1 万吨。该产品到 1995 年停产。目前国内轮胎厂已不采用该产品。

19.5.1 规格与性能

黏胶帘布规格与性能见表 3-19-24～表 3-19-29。

表 3-19-24 黏胶浸胶帘布产品规格

项 目	规 格		
	V ₁	V ₂	V ₃
经线捻向	ZS		
经线密度/(根/10cm)	104±2	74±2	50±2
边经密度/(根/2.5cm)	25±2	18±2	14±2
纬线密度/(根/10cm)	8±1	10±1	16±1
纬纱规格/tex	28		
匹长/m	360±15		
幅宽/cm	87±2 或 133±2		
布头纬纱组织(28tex/5)			
纬线密度/(根/10cm)	42~45		
长度/cm	7~10		

注：1. 轮胎厂如对匹长和幅宽有特殊要求，由供需双方进行协商。

2. 本表引自 GB 9100—88。

3. V₁ 为内层帘布，V₂ 为外层帘布，V₃ 为缓冲层用帘布。

表 3-19-25 黏胶浸胶帘布物理性能指标

项 目	优 等 品	一 等 品	合 格 品
绝干断裂强度/(N/根)	161.7	147.0	142.1
黏合强度/(N/cm)	98.0	98.0	88.2
44.1N 定负荷伸长率/%	2.2±0.5	2.2±1.0	2.2±1.0
绝干断裂伸长不匀率/%	6.0	6.5	7.0
绝干断裂强度不匀率/%	3.5	4.0	5.0
绝干断裂伸长率/%	12.0±1.5	12.0±1.5	12.0±2.0
附胶量/%	5.5±1.5		
直径/mm	0.70±0.03	0.70±0.03	0.70±0.04
捻度/(捻/10cm)			
初捻	47.0±2.0		
复捻	44.0±1.5		
下机含水率/%	2.0		

注：本表引自 GB 01100—88。

表 3-19-26 183.3tex/2 黏胶帘布性能

性 能		优 等 品	一 等 品	合 格 品
断裂强度/N	≥	161.7	147.0	142.1
H 抽出力/N	≥	98	98	88.2
44.1N 定负荷伸长率/%		2.5±0.5	2.5±1.0	2.5±1.0
断裂伸长率/%		12.5±1.5	12.5±2.0	12.5±2.5
断裂强度不均匀率/%	≤	4.0	5.0	5.0
断裂伸长不均匀率/%	≤	6.0	7.0	7.0
附胶量/%	≥	4.0	3.5	3.5
含水量/%	≤	2.0	2.0	2.5
直径/mm		0.70±0.03	0.70±0.03	0.70±0.03
捻度/(捻/m)				
初捻		470±20	470±20	470±20
复捻		450±15	450±15	450±15

注：本表引自鄂 Q/FJ。

表 3-19-27 183.3tex/3 黏胶帘布性能

性 能		两 超	一 等 品	二 等 品
断裂强度/N	≥	21	20	181
H 抽出力/N	≥	98	88	83
44.1N 定负荷伸长率/%		1.7±0.5	1.5±1.0	1.5±1.5
断裂伸长率/%		13.0±1.5	13.0±2.0	13.0±2.5
断裂强度不均匀率/%	≤	4.0	5.0	5.0
断裂伸长不均匀率/%	≤	6	7	7
含水率/%	≤	2	2	2
附胶量/%	≥	4.5	4.0	3.5
直径/mm		0.87±0.05	0.87±0.05	0.87±0.05
捻度/(捻/m)				
初捻		320±20	320±20	320±20
复捻		290±15	290±15	290±15

注：本表引自鄂 Q/FJ。

表 3-19-28 黏胶帘线规格与性能

性 能	强力丝	一 超	二 超	三 超 ^①		高模量 ^②
	183.3tex/2	183.3tex/2	183.3tex/2	183.3tex/2	183.3tex/2	183.3tex/2
断裂强度/N	126	137	162	172	185	237
44.1N 定负荷伸长率/%	3.1	4.2	2.7~3.3	2.3	3.3	1.1
断裂伸长率/%	11.1	14.8	14	15	15.2	4.8

① 德国。

② 日本。

表 3-19-29 子午线轮胎缓冲层用黏胶帘线规格与性能

帘 线 规 格		捻度(初捻/复捻) /(捻/m)	帘线直径 /mm	断裂强度 /N	44.1N 定负荷 伸长率/%	断裂伸长率 /%
二超	183.3tex/3	260/260	0.8	245	1.5~2	8.5~10
二超	244.4tex/2	260/260	0.70±0.03	235	1.5~2	8.5~10
三超	183.3tex/2	300/300	0.53±0.03	176	1.4~2	8.5~10
三超	122.2tex/2	400/400	0.45±0.03	127	1.4~2	8.5~10

19.5.2 帘布的浸渍与热处理工艺

黏胶帘布的浸渍体系为 RFL 体系。其中胶乳以天然胶乳为主（用量 60%~80%），与丁苯吡胶乳和丁苯胶乳并用。RFL 浸渍液的浓度为 15%~18%。热处理工艺主要是浸胶和干燥，浸渍时间为 3~7s，浸渍区的张力为 1.96~2.94N/根；干燥时间 3~5min，干燥张力为 4.4~9.8N/根，干燥温度为 150℃。

19.5.3 应用要点

黏胶帘布的最大弊病是吸湿率高，在标准条件下，含湿率为 11%，而且湿态下的强度低、伸长变形大，与橡胶的黏合性能差，所以在以下几个方面要注意。

① 浸胶处理的帘布必须尽快使用，贮存期一般为半年，在贮存期要保持干燥，还要避免紫外线照射。

② 帘布开包后要立即使用。

③ 在压延工艺中，要严格控制加工辊筒的温度，一般应控制在 110~120℃，要求帘布进入压延之前的含水率保持在 1%以下。

④ 压延后要立即使用，垫布使用吸湿性小的丙纶垫布为好。

19.6 玻璃纤维帘布

19.6.1 规格与性能

由于玻璃纤维耐疲劳性能差，因此仅限于用在受屈挠作用小的轮胎带束层，我国在轮胎中不使用。玻璃纤维直径为 9μm，帘线的规格主要有 ECG 150 10/0 及 ECG 150 10/3 两种。其性能见表 3-19-30。

表 3-19-30 玻璃纤维帘线性能

性 能	纤 维 ECG	帘 线	
		ECG 150 10/0	ECG 150 10/3
断裂强度/(N/tex)	1.35	1.06	0.99
断裂强度/N	—	351	977
断裂伸长率/%	4.76	4.83	4.84
模量/(N/tex)	28.40	22.84	20.37
相对密度	2.55	2.55	2.55

19.6.2 帘布浸渍与处理工艺

玻璃纤维和橡胶的黏合性较差，所以要经过偶联剂、浸润剂和浸渍剂的处理。

(1) 偶联剂 一般选用氨基硅烷或硫醇基硅烷。

(2) 浸润剂 常用的浸润剂有淀粉-油型、树脂型及石蜡型三种，浸渍配方举例如下。

例 1:

糊精化淀粉	8.0 份	γ-氨丙基三乙氧基硅烷	1.0 份
氢化植物油	1.8 份	(或 γ-硫酸丙基三乙氧基硅烷)	1.5 份
月桂基胺乙酸酯	0.4 份	水	88.6 份
非离子乳化剂	0.2 份		

例 2:

饱和聚酯树脂	3.2 份	聚乙烯吡咯烷酮	3.0 份
脂肪酸酰胺润滑剂	0.1 份	γ-氨丙基三乙氧基硅烷	0.3 份
聚乙烯异辛苯基醚 Triton-X-100	0.1 份	(或 γ-硫醇丙基三乙氧基硅烷)	0.4 份
聚乙烯醇	0.1 份	水	93.2 份

例 3:

石蜡	0.2 份	γ -氨基三乙氧基硅烷	0.5 份
阳离子酰胺聚酯树脂	1.3 份	二元磷酸胺	0.1 份
聚乙二醇缩聚物	2.3 份	冰醋酸	0.2 份
明胶	0.25 份	水	91.5 份

(3) 浸渍剂 玻璃纤维的浸渍剂采用与尼龙浸渍相同的 RFL 体系。常用胶乳有天然胶乳、丁苯胶乳、氯丁胶乳及丁苯吡胶乳。帘布附胶量为 18%~30%。

玻璃纤维在高温下不收缩，因此在浸渍处理中不需要大的张力，浸胶设备和工艺比较简单。

19.7 维纶帘布

维纶帘布在力车胎和 V 带中有少量应用，其帘布规格和性能见表 3-19-31。

表 3-19-31 维纶帘布规格和性能

性 能	帘 线 规 格			性 能	帘 线 规 格		
	34/3/2	34/2/2	29/2/2		34/3/2	34/2/2	29/2/2
断裂强度/N	67	46	36	直径/mm	0.59	0.51	0.48
断裂伸长率/%	22	22	21	干热收缩率(160℃×	2.5	2.5	2.5
19.6N 定负荷伸长率/%	8	8	16	10min)/%			

19.8 棉帘布

棉帘布主要用于性能要求不高的轮胎产品。我国现已淘汰棉帘布产品。由合成纤维帘布替代该产品。故在手册中不再介绍。

第 20 章 帆 布

20.1 编织结构及材料

帆布常用于橡胶管带、胶鞋、胶布等制品中，其编织结构根据其用途不同而异，一般编织结构有以下几种。

- (1) 平纹结构 单根经线与单根纬线交织。
 - (2) 牛津式结构 亦称变化平纹结构，即两根经线和一根纬线交织。
 - (3) 直经直纬结构 即在直经纱骨架层中，经纱呈直线状态承担拉力，在直经纱上下布置直线纬纱，经纱和纬纱又通过被称为捆绑系统的另一种经纱编织成一个整体。
 - (4) 紧密编织结构 亦称整体带芯结构，由经线、纬线的复合层构成。
- 使用的纤维材料有尼龙、涤纶、维纶、棉等。

20.2 管带用织物

20.2.1 尼龙、涤纶及其交织帆布

20.2.1.1 帆布的品种型号系列

尼龙浸胶帆布代号为“NN”，其经向和纬向均为尼龙 6 纤维。尼龙、涤纶浸胶帆布代号为“EP”，其经向为涤纶纤维，纬向为尼龙 66 纤维。

按经向断裂强度，输送带用浸胶帆布分为 80N/mm、100N/mm、125N/mm、150N/mm、200N/mm、250N/mm、300N/mm、350N/mm、400N/mm、500N/mm、600N/mm、630N/mm 等。

按宽度，输送带用浸胶帆布分为 800mm、1000mm、1200mm、1400mm 等。

20.2.1.2 规格与性能

各种尼龙和涤纶帆布规格与性能见表 3-20-1~表 3-20-11。

表 3-20-1 NN 浸胶帆布规格及性能指标

性 能	NN80						NN100					
	优等品		一等品		合格品		优等品		一等品		合格品	
	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向
	930 dtex/1	930 dtex/1	930 dtex/1	930 dtex/1	930 dtex/1	930 dtex/1	1400 dtex/1	930 dtex/1	1400 dtex/1	930 dtex/1	1400 dtex/1	930 dtex/1
密度/(根/10cm)	175±2	86±2	175±2	86±2	175±2	86±2	130±2	76±2	130±2	76±2	130±2	76±2
断裂强度平均值/(N/mm)	≥ 110	50	105	45	100	45	131	50	126	50	126	50
断裂强度最低值/(N/mm)	≥ 95	40	95	40	92	40	116	44	110	40	110	40
10%定负荷伸长率/%	≤ 2.5		2.5		2.5		2.5		2.5		2.5	
断裂伸长率/%	≤ 20	60	20	60	20	60	20	60	20	60	20	60
干热收缩率(150℃×30min)/%≤	5.5	0.5	5.5	0.5	5.5	0.5	5.5	0.5	5.5	0.5	5.5	0.5

续表

性 能		NN80						NN100					
		优等品		一等品		合格品		优等品		一等品		合格品	
		经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向
干热收缩不匀率/%	≤	10		10		10		10		10		10	
黏合强度/(N/mm)	≥	7.8		7.8		7.8		7.8		7.8		7.8	
干重/(g/m ²)		270±15		280±15		290±15		310±15		320±15		330±15	
厚度/mm		0.45±0.05						0.50±0.05					
宽度/mm		(800~1200)±10						(800~1300)±10					
长度/(m/卷)		800 ⁺¹⁰ ₀						800 ⁺¹⁰ ₀					
性 能		NN125						NN150					
		优等品		一等品		合格品		优等品		一等品		合格品	
		经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向
		1400 dtex/1	1400 dtex/1	1400 dtex/1	1400 dtex/1	1400 dtex/1	1400 dtex/1	1870 dtex/1	1400 dtex/1	1870 dtex/1	1400 dtex/1	1870 dtex/1	1400 dtex/1
密度/(根/10cm)		150±2	78±2	150±2	78±2	150±2	78±2	135±2	68±2	135±2	68±2	135±2	68±2
断裂强度平均值/(N/mm)	≥	155	65	150	60	145	60	178	68	175	65	175	60
断裂强度最低值/(N/mm)	≥	120	50	115	45	115	45	150	60	155	55	155	55
10%定负荷伸长率/%	≤	2.5		2.5		2.5		2.5		2.5		2.5	
断裂伸长率/%	≤	20	55	20	55	20	55	20	50	20	50	20	50
干热收缩率(150℃×30min)/%	≤	5.5	0.5	5.5	0.5	5.5	0.5	5.5	0.5	5.5	0.5	5.5	0.5
干热收缩不匀率/%	≤	10		10		10		10		10		10	
黏合强度/(N/mm)	≥	7.8		7.8		7.8		7.8		7.8		7.8	
干重/(g/m ²)		335±20		340±20		345±20		410±20		445±20		430±20	
厚度/mm		0.60±0.05						0.65±0.06					
宽度/mm		(800~1400)±10						(800~1400)±10					
长度/(m/卷)		800 ⁺¹⁰ ₀						800 ⁺¹⁰ ₀					
性 能		NN200						NN250					
		优等品		一等品		合格品		优等品		一等品		合格品	
		经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向
		1400 dtex/2	1870 dtex/1	1400 dtex/2	1870 dtex/1	1400 dtex/2	1870 dtex/1	1870 dtex/2	1870 dtex/1	1870 dtex/2	1870 dtex/1	1870 dtex/2	1870 dtex/1
密度/(根/10cm)		120±2	60±2	120±2	60±2	120±2	60±2	110±2	60±2	110±2	60±2	110±2	60±2
断裂强度平均值/(N/mm)	≥	230	80	226	75	223	70	285	80	280	78	275	75
断裂强度最低值/(N/mm)	≥	215	70	208	65	205	62	251	70	246	68	242	65
10%定负荷伸长率/%	≤	2.5		2.5		2.5		2.5		2.5		2.5	
断裂伸长率/%	≤	25	40	25	40	25	40	25	40	25	40	25	40
干热收缩率(150℃×30min)/%	≤	5.5	0.5	5.5	0.5	5.5	0.5	5.5	0.5	5.5	0.5	5.5	0.5
干热收缩不匀率/%	≤	10		10		10		10		10		10	
黏合强度/(N/mm)	≥	7.8		7.8		7.8		7.8		7.8		7.8	
干重/(g/m ²)		500±20		520±20		525±20		560±30		590±30		620±30	
厚度/mm		0.85±0.05						1.10±0.10					
宽度/mm		(800~1500)±10						(800~1500)±10					
长度/(m/卷)		400 ⁺¹⁰ ₀						400 ⁺¹⁰ ₀					
性 能		NN300						NN400					
		优等品		一等品		合格品		优等品		一等品		合格品	
		经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向
		1400 dtex/3	1400 dtex/3	1400 dtex/3	1400 dtex/3	1400 dtex/3	1400 dtex/3	1870 dtex/3	1400 dtex/2	1870 dtex/3	1400 dtex/2	1870 dtex/3	1400 dtex/2
密度/(根/10cm)		122±2	44±2	122±2	32±2	122±2	32±2	120±2	54±2	120±2	36±2	120±2	36±2

续表

性 能	NN300						NN400					
	优等品		一等品		合格品		优等品		一等品		合格品	
	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向
断裂强度平均值/(N/mm)	≥ 378	87	345	85	332	80	470	72	445	70	440	70
断裂强度最低值/(N/mm)	≥ 334	76	320	72	310	68	415	62	412	60	410	60
10%定负荷伸长率/%	≤ 2.5		2.5		2.5		3.0		3.0		3.0	
断裂伸长率/%	≤ 25	40	25	40	25	40	25	40	25	40	25	40
干热收缩率(150℃×30min)/%≤	5.5	0.5	5.5	0.5	5.5	0.5	6.0	0.5	6.0	0.5	6.0	0.5
干热收缩不均匀率/%	≤ 10		10		10		10		10		10	
黏合强度/(N/mm)	≥ 7.8		7.8		7.8		7.8		7.8		7.8	
干重/(g/m ²)	680±30		700±30		710±20		830±40		860±40		880±40	
厚度/mm	1.30±0.10						1.35±0.12					
宽度/mm	(800~1500)±10						(800~1500)±10					
长度/(m/卷)	400 ⁺¹⁰ ₀						400 ⁺¹⁰ ₀					
性 能	NN500						NN630					
	优等品		一等品		合格品		优等品		一等品		合格品	
	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向
密度/(根/10cm)	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870
	dtex/4	dtex/2	dtex/4	dtex/2	dtex/4	dtex/2	dtex/4	dtex/2	dtex/4	dtex/2	dtex/4	dtex/2
							/4×2		/4×2		/4×2	
断裂强度平均值/(N/mm)	≥ 566	106	555	100	545	95	755	107	730	100	710	96
断裂强度最低值/(N/mm)	≥ 510	90	505	86	505	82	666	95	660	90	655	85
10%定负荷伸长率/%	≤ 3.0		3.0		3.0		3.0		3.0		3.0	
断裂伸长率/%	≤ 25	40	25	40	25	40	25	50	25	50	25	50
干热收缩率(150℃×30min)/%≤	6.0	0.5	6.0	0.5	6.0	0.5	6.0	0.5	6.0	0.5	6.0	0.5
干热收缩不均匀率/%	≤ 10		10		10		10		10		10	
黏合强度/(N/mm)	≥ 7.8		7.8		7.8		7.8		7.8		7.8	
干重/(g/m ²)	1200±50		1250±50		1300±50		1450±55		1500±55		1550±55	
厚度/mm	1.40±0.14						1.56±0.15					
宽度/mm	(800~1500)±10						(800~1600)±10					
长度/(m/卷)	200 ⁺¹⁰ ₀						200 ⁺¹⁰ ₀					

注：本表引自 HG/T 2820—1996。

表 3-20-2 EP 浸胶帆布规格及性能指标

性 能	EP80						EP100					
	优等品		一等品		合格品		优等品		一等品		合格品	
	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向
密度/(根/10cm)	1100	930	1100	930	1100	930	1670	1400	1670	1400	1670	1400
	dtex/1	dtex/1	dtex/1	dtex/1	dtex/1	dtex/1	dtex/1	dtex/1	dtex/1	dtex/1	dtex/1	dtex/1
断裂强度平均值/(N/mm)	≥ 110	60	105	55	100	50	137	78	132	68	128	60
断裂强度最低值/(N/mm)	≥ 95	50	90	45	85	40	118	68	110	58	105	50
10%定负荷伸长率/%	≤ 1.5		1.5		1.5		1.5		1.5		1.5	
断裂伸长率/%	≥14	≤45	≥14	≤45	≥14	≤45	≥14	≤45	≥14	≤45	≥14	≤45
干热收缩率(150℃×30min)/%≤	5.0	0.5	5.0	0.5	5.0	0.5	5.0	0.5	5.0	0.5	5.0	0.5

续表

性 能		EP80						EP100					
		优等品		一等品		合格品		优等品		一等品		合格品	
		经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向
		1100 dtex/1	930 dtex/1	1100 dtex/1	930 dtex/1	1100 dtex/1	930 dtex/1	1670 dtex/1	1400 dtex/1	1670 dtex/1	1400 dtex/1	1670 dtex/1	1400 dtex/1
干热收缩不匀率/%	≤	10		10		10		10		10		10	
黏合强度/(N/mm)	≥	7.8		7.8		7.8		7.8		7.8		7.8	
干重/(g/m ²)		320±20		330±20		330±20		380±20		390±20		400±20	
厚度/mm		0.50±0.05						0.60±0.05					
宽度/mm		(800~1400)±10						(800~1400)±10					
长度/(m/卷)		800 ⁺¹⁰ ₀						800 ⁺¹⁰ ₀					
性 能		EP125						EP150					
		优等品		一等品		合格品		优等品		一等品		合格品	
		经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向
		1670 dtex/1	1400 dtex/1	1670 dtex/1	1400 dtex/1	1670 dtex/1	1400 dtex/1	1100 dtex/2	1870 dtex/1	1100 dtex/2	1870 dtex/1	1100 dtex/2	1870 dtex/1
密度/(根/10cm)		170±2	72±2	170±2	72±2	170±2	72±2	166±2	60±2	166±2	60±2	166±2	60±2
断裂强度平均值/(N/mm)	≥	165	78	160	70	150	62	206	78	200	70	185	70
断裂强度最低值/(N/mm)	≥	141	68	132	55	127	52	176	68	170	60	165	60
10%定负荷伸长率/%	≤	1.5		1.5		1.5		1.5		1.5		1.5	
断裂伸长率/%		≥14	≤45	≥14	≤45	≥14	≤45	≥14	≤45	≥14	≤45	≥14	≤45
干热收缩率(150℃×30min)/%	≤	5.0	0.5	5.0	0.5	5.0	0.5	5.0	0.5	5.0	0.5	5.0	0.5
干热收缩不匀率/%	≤	10		10		10		10		10		10	
黏合强度/(N/mm)	≥	7.8		7.8		7.8		7.8		7.8		7.8	
干重/(g/m ²)		425±20		435±20		445±20		530±20		540±20		550±20	
厚度/mm		0.60±0.05						0.70±0.05					
宽度/mm		(800~1500)±10						(800~1500)±10					
长度/(m/卷)		800 ⁺¹⁰ ₀						800 ⁺¹⁰ ₀					
性 能		EP200						EP250					
		优等品		一等品		合格品		优等品		一等品		合格品	
		经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向
		1670 dtex/2	1400 dtex/2	1670 dtex/2	1400 dtex/2	1670 dtex/2	1400 dtex/2	1100 dtex/4	1870 dtex/2	1100 dtex/4	1870 dtex/2	1100 dtex/4	1870 dtex/2
密度/(根/10cm)		130±2	55±2	130±2	55±2	130±2	55±2	120±2	38±2	120±2	38±2	120±2	38±2
断裂强度平均值/(N/mm)	≥	246	88	240	80	230	75	330	105	310	90	295	85
断裂强度最低值/(N/mm)	≥	220	77	216	72	210	70	282	92	265	85	255	80
10%定负荷伸长率/%	≤	1.5		1.5		1.5		1.5		1.5		1.5	
断裂伸长率/%		≥14	≤45	≥14	≤45	≥14	≤45	≥14	≤45	≥14	≤45	≥14	≤45
干热收缩率(150℃×30min)/%	≤	5.0	0.5	5.0	0.5	5.0	0.5	5.0	0.5	5.0	0.5	5.0	0.5
干热收缩不匀率/%	≤	10		10		10		10		10		10	
黏合强度/(N/mm)	≥	7.8		7.8		7.8		7.8		7.8		7.8	
干重/(g/m ²)		650±25		660±25		670±25		780±30		790±30		800±30	
厚度/mm		0.85±0.05						1.07±0.10					
宽度/mm		(800~1500)±10						(800~1500)±10					
长度/(m/卷)		400 ⁺¹⁰ ₀						400 ⁺¹⁰ ₀					

续表

性 能	EP300						EP350					
	优等品		一等品		合格品		优等品		一等品		合格品	
	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向
	1100 dtex/4	1400 dtex/2	1100 dtex/4	1400 dtex/2	1100 dtex/4	1400 dtex/2	1670 dtex/3	1400 dtex/2	1670 dtex/3	1400 dtex/2	1670 dtex/3	1400 dtex/2
密度/(根/10cm)	146±2	40±2	146±2	38±2	146±2	38±2	145±2	41±2	145±2	40±2	145±2	40±2
断裂强度平均值/(N/mm)	≥343	80	≥340	80	≥332	75	≥400	81	≥390	75	≥385	75
断裂强度最低值/(N/mm)	≥320	70	≥320	70	≥315	65	≥372	70	≥365	65	≥360	65
10%定负荷伸长率/%	≤1.5		≤1.5		≤1.5		≤1.5		≤1.5		≤1.5	
断裂伸长率/%	≥14	≤35	≥14	≤35	≥14	≤35	≥14	≤35	≥14	≤35	≥14	≤35
干热收缩率(150℃×30min)/%≤	5.0	0.5	5.0	0.5	5.0	0.5	5.0	0.5	5.0	0.5	5.0	0.5
干热收缩不匀率/%	≤10		≤10		≤10		≤10		≤10		≤10	
黏合强度/(N/mm)	≥7.8		≥7.8		≥7.8		≥7.8		≥7.8		≥7.8	
干重/(g/m ²)	760±30		770±30		780±30		900±35		920±35		930±35	
厚度/mm	1.20±0.10						1.26±0.12					
宽度/mm	(800~1500)±10						(800~1450)±10					
长度/(m/卷)	800 ⁺¹⁰ ₀						400 ⁺¹⁰ ₀					
性 能	EP400						EP500					
	优等品		一等品		合格品		优等品		一等品		合格品	
	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向
	1670 dtex/4	1870 dtex/2	1670 dtex/4	1870 dtex/2	1670 dtex/4	1870 dtex/2	1670 dtex/6	1870 dtex/2	1670 dtex/6	1870 dtex/2	1670 dtex/6	1870 dtex/2
密度/(根/10cm)	125±2	40±2	125±2	40±2	125±2	40±2	104±2	54±2	104±2	54±2	104±2	54±2
断裂强度平均值/(N/mm)	≥455	105	≥450	95	≥440	90	≥536	133	≥532	125	≥532	120
断裂强度最低值/(N/mm)	≥426	92	≥420	85	≥410	80	≥520	116	≥515	106	≥515	106
10%定负荷伸长率/%	≤2.0		≤2.0		≤2.0		≤2.5		≤2.5		≤2.5	
断裂伸长率/%	≥14	≤40	≥14	≤40	≥14	≤40	≥14	≤40	≥14	≤40	≥14	≤40
干热收缩率(150℃×30min)/%≤	6.0	0.5	6.0	0.5	6.0	0.5	6.0	0.5	6.0	0.5	6.0	0.5
干热收缩不匀率/%	≤10		≤10		≤10		≤10		≤10		≤10	
黏合强度/(N/mm)	≥7.8		≥7.8		≥7.8		≥7.8		≥7.8		≥7.8	
干重/(g/m ²)	1120±40		1130±40		1140±40		1250±50		1260±50		1270±50	
厚度/mm	1.40±0.10						1.50±0.14					
宽度/mm	(800~1600)±10						(800~1600)±10					
长度/(m/卷)	400 ⁺¹⁰ ₀						400 ⁺¹⁰ ₀					
性 能	EP600											
	优等品		一等品		合格品							
	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向
	1670 dtex/4×2	1870 dtex/2	1670 dtex/4×2	1870 dtex/2	1670 dtex/4×2	1870 dtex/2	1670 dtex/4×2	1870 dtex/2	1670 dtex/4×2	1870 dtex/2	1670 dtex/4×2	1870 dtex/2
密度/(根/10cm)	76±2	54±2	76±2	54±2	76±2	54±2	76±2	54±2	76±2	54±2	76±2	54±2
断裂强度平均值/(N/mm)	≥646	134	≥640	128	≥640	128	≥640	128	≥640	128	≥640	128
断裂强度最低值/(N/mm)	≥610	118	≥605	110	≥605	110	≥605	110	≥605	110	≥605	110
10%定负荷伸长率/%	≤2.5		≤2.5		≤2.5		≤2.5		≤2.5		≤2.5	
断裂伸长率/%	≥14	≤40	≥14	≤40	≥14	≤40	≥14	≤40	≥14	≤40	≥14	≤40
干热收缩率(150℃×30min)/%≤	6.0	0.5	6.0	0.5	6.0	0.5	6.0	0.5	6.0	0.5	6.0	0.5
干热收缩不匀率/%	≤10		≤10		≤10		≤10		≤10		≤10	
黏合强度/(N/mm)	≥7.8		≥7.8		≥7.8		≥7.8		≥7.8		≥7.8	
干重/(g/m ²)	1500±60		1510±60		1510±60		1510±60		1510±60		1510±60	
厚度/mm	1.64±0.16											
宽度/mm	(800~1600)±10											
长度/(m/卷)	400 ⁺¹⁰ ₀											

注：本表引自 HG/T 2820—1996。

表 3-20-3 尼龙和涤纶浸胶帆布外观质量要求

疵点名称	优 等 品	一 等 品	合 格 品
损伤性疵点	破洞和撕裂及磨损均不允许有		① 破洞和撕裂均不允许有 ② 磨损:面积 1~4cm ² 者每卷不得超过 5 个
浆斑疵点	① 面积小于 1cm ² 者,每卷不得超过 20 个 ② 面积为 1~4cm ² 者,每卷不得超过 10 个	① 面积小于 1cm ² 者,每卷不得超过 30 个 ② 面积为 1~4cm ² 者,每卷不得超过 15 个	① 面积小于 1cm ² 者,每卷不得超过 40 个 ② 面积为 1~4cm ² 者,每卷不得超过 20 个
浆色不匀	不允许有	每卷不得超过 3m	每卷不得超过 10m
打裱	不允许有	每卷不得超过 2m	每卷不得超过 5m
缺纬	不允许有	缺纬 1 根线,每卷不得超过 2 次	缺纬 1 根线,每卷不得超过 5 次
油经	不允许有	小于 0.5cm 且可擦除者,每卷累计长度不得超过 0.5m	小于 0.5cm 且可擦除者,每卷累计长度不得超过 1m
油污	不允许有	面积小于 1cm ² 且可擦除者,每卷不得超过 10 处	面积小于 1cm ² 且可擦除者,每卷不得超过 20 处
毛边	长度不得超过 4mm		长度不得超过 6mm
布面不平	① 布面应平整,不得出现两边紧中间松或一边紧的现象 ② 经线和纬线应保持垂直成 90°角		
卷取不平	① 布卷端面单侧凹凸不得超过 20mm ② 布卷端面双侧凹凸不得超过 10mm	① 布卷端面单侧凹凸不得超过 25mm ② 布卷端面双侧凹凸不得超过 15mm	① 布卷端面单侧凹凸不得超过 30mm ② 布卷端面双侧凹凸不得超过 20mm

注: 本表引自 HG/T 2820—1996。

表 3-20-4 尼龙帆布的规格与性能

性 能		NN-100PEX		NN-120S		NN-150C		NN-200C			
		经线	纬线	经线	纬线	经线	纬线	经线	纬线		
		93.3tex/1	93.3tex/1	93.3tex/1	93.3tex/1	140tex/1	140tex/1	186.7tex/1	186.7tex/1		
密度/(根/5cm)		93.5	38	98	39	85	34	82	30		
断裂强度/N	平均值	1313	500	1372	510	1784	676	2293	794		
	最小值	1156	441	1205	451	1578	588	2029	696		
干重/(g/m ²)		284±12		300±12		390±16		490±20			
10%断裂强度伸长率/%	≤	2.5	—	2.5	—	2.5	—	2.5	—		
断裂伸长率/%	≤	23.0	60.0	22.0	55.0	25.0	60.0	27.0	50.0		
干热收缩率(150℃×30min)/%	≤	6.0	1.0	6.0	1.0	6.0	1.0	6.0	1.0		
黏合力/(N/mm)	≥	77.2		77.2		77.2		77.2			
厚度/mm		0.47±0.05		0.46±0.05		0.56±0.06		0.72±0.07			
幅宽/cm		165		165		170		175			
编织方法		平纹组织		平纹组织		平纹组织		平纹组织			
性 能		NN-250LEX		NN-300		NN-400EXB		NN-500		NN-630	
		经线	纬线	经线	纬线	经线	纬线	经线	纬线	经线	纬线
		140tex /2	93.3tex /2	140tex /3	140tex /2	186.7tex /2	186.7tex /1	140tex /5×2	140tex /3	210tex /6×2	210tex /2
密度/(根/5cm)		68	30	60	22	56	27	27	17	20	18
断裂强度/N	平均值	2852	794	3783	872	4704	715	5664	1068	6968	1068
	最小值	2519	696	3332	764	4145	617	4998	882	6664	931

续表

性 能	NN-250LEX		NN-300		NN-400EXB		NN-500		NN-630	
	经线	纬线	经线	纬线	经线	纬线	经线	纬线	经线	纬线
	140tex /2	93.3tex /2	140tex /3	140tex /2	186.7tex /2	186.7tex /1	140tex /5×2	140tex /3	210tex /6×2	210tex /2
干重/(g/m ²)	555±23		700±28		820±33		1033±41		1384±55	
10%断裂强度伸长率/% ≤	2.5	—	2.5	—	3.0	—	3.0	—	3.0	—
断裂伸长率/% ≤	33.0	45.0	29.0	45.0	30.0	40.0	30.0	50.0	30.0	50.0
干热收缩率(150℃×30min)/% ≤	6.5	1.0	6.5	1.0	6.5	1.0	6.5	1.0	6.5	1.0
黏合力/(N/mm)	77.2		77.2		77.2		77.2		77.2	
厚度/mm	0.82±0.08		1.02±0.10		1.16±0.12		1.36±0.14		1.46±0.15	
幅宽/cm	180		180		190		180		180	
编织方法	平纹组织		平纹组织		平纹组织		牛津组织		牛津组织	

注：本表引自日本帝人公司。

表 3-20-5 涤纶、尼龙帆布规格及性能

性 能		TN-100C		TN-120C		TN-150C		TN-200A		TN-250C	
		经线	纬线	经线	纬线	经线	纬线	经线	纬线	经线	纬线
		111.1 tex/1	186.7 tex/1	111.1 tex/1	186.7 tex/1	111.1 tex/1	186.7 tex/1	111.1 tex/3	140 tex/2	111.1 tex/4	186.7 tex/2
密度/(根/5cm)		100	30	120	30	73	30	61	22.5	60	20
断裂强度/(N/cm)	平均值	1372	790	1646	790	2058	784	2470	889	3293	1054
	最小值	1176	692	1411	692	1764	692	2117	778	2822	921
断裂伸长率/%		≤18.0	65.0	18.0	50.0	21.0	60.0	22.0	65.0	23.0	55.0
10%断裂强度伸长率/%		≤1.5	—	1.5	—	1.5	—	1.5	—	1.5	—
干热收缩率(150℃×30min)/%		≤5.0	1.0	5.0	1.0	5.0	1.0	5.0	1.0	5.0	1.0
黏合力/(N/cm)		≥77.2		77.2		77.2		77.2		77.2	
厚度/mm		0.58±0.06		0.64±0.06		0.69±0.07		0.86±0.09		1.07±0.11	
幅宽/cm		160		175		165		165		175	
干重/(g/m ²)		410±16		450±17		530±20		660±25		790±29	
编织方法		平纹组织		平纹组织		平纹组织		平纹组织		平纹组织	
性 能		TN-300		TN-350C		TN-400D		TN-500		TN-600	
		经线	纬线	经线	纬线	经线	纬线	经线	纬线	经线	纬线
		111.1 tex/3	140 tex/2	111.1 tex/5	140 tex/2	111.1 tex/4×2	186.7 tex/2	111.1 tex/5×2	140 tex/3	111.1 tex/7×2	186.7 tex/3
密度/(根/5cm)		80	20	56	20.5	40	20	35.5	22.5	31.5	17
断裂强度/(N/cm)	平均值	3430	794	4008	813	4577	1058	5361	1333	6468	1343
	最小值	3195	696	3724	706	4263	921	4900	1166	6047	1176
断裂伸长率/%		≤20	40.0	20.0	40.0	20.0	50.0	25.0	45.0	25.0	50.0
10%断裂强度伸长率/%		≤1.5	—	1.0	—	2.0	—	2.5	—	6.0	1.0
干热收缩率(150℃×30min)/%		≤5.0	1.0	5.0	1.0	6.0	1.0	6.0	1.0	6.0	1.0
黏合力/(N/cm)		≥77.2		77.2		77.2		77.2		77.2	
厚度/mm		1.00±0.10		1.16±0.12		1.25±0.13		1.36±0.14		1.64±0.16	
幅宽/cm		180		175		175		180		180	
干重/(g/m ²)		760±29		894±34		1042±40		1214±49		1442±58	
编织方法		平纹组织		平纹组织		牛津组织		牛津组织		牛津组织	

注：1. 经线一聚酯，纬线一尼龙。

2. 日本帝人公司。

表 3-20-6 直径直纬涤纶、锦纶帆布 E(P)P 的性能

标 准	每平方米质量 (g/m ²)	OLBO 型号	断裂强度/(N/mm)		断裂伸长率 /%	厚度/mm
			经向	纬向		
E(P)P200	500	EPP053. 22A	220	45	19	1. 45
E(P)P250	800	EPP090. 14A	300	45	19	1. 60
E(P)P315	1060	EPP098. 22A	375	45	19	1. 80
E(P)P400	1340	EPP124. 08A	500	70	19	2. 00
E(P)P600	1600	EPP139. 07A	600	70	19	2. 30
E(P)P630	1750	EPP154. 06A	700	66	21	2. 80
E(P)P800	2100	EPP199. 02A	820	145	21	2. 95
E(P)P1000	2760	EPP250. 02A	1055	105	21	3. 70
E(P)P1200	3200	EPP300. 11A	1320	200	21	4. 10
E(P)P1400	3400	EPP301. 02A	1480	100	21	4. 15
E(P)P1600	4400	EPP372. 01A	1630	100	21	5. 40
E(P)P1800	4400	EPP380. 04A	1800	140	21	5. 40
E(P)P2000	6000	EPP511. 02A	开发中			

注：1. 本表引自德国 OLBO 公司。

2. E(P)P 是经线为涤纶，纬线为尼龙、吊线为尼龙的直线直纬帆布。

表 3-20-7 直径直纬芳纶、尼龙帆布的性能

性 能		规格									
		DEP-1000		DEP-1250		DEP-1600		DEP-2000		DEP-2500	
		经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向
断裂强度平均值/(N/mm)	≥	1100	135	1350	165	1700	205	2150	245	2700	285
定负荷伸长率/%	≤	1.6	—	1.6	—	1.6	—	1.6	—	1.6	—
断裂伸长率/%	≤	5	40	5	40	5	40	5	40	5	40
干热收缩率/%	≤	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5
干重/(g/m ²)		1370×(1.00±0.03)		1920×(1.00±0.03)		2340×(1.00±0.03)		2900×(1.00±0.03)		3650×(1.00±0.03)	
厚度/mm		2.00±0.15		2.40±0.15		2.60±0.15		2.90±0.15		3.20±0.15	
黏着强度/(N/mm)	≥	7.8									

注：1. 本表引自 Q/BLT 002—2004。

2. 该产品由山东博莱特化纤有限责任公司生产。

表 3-20-8 输送带用耐撕裂浸胶涤纶网布 (NS) 物理指标

性 能	NS400		NS600		NS800		NS1000		NS1200	
	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向	经向
	1100 dtex/6	1100 dtex/2×2	1100 dtex/9	1100 dtex/2×2	1100 dtex/12	1100 dtex/2×2	1100 dtex/15	1100 dtex/2×2	1100 dtex/18	1100 dtex/2×2
密度/(根/m)	160±2	160±2	140±2	140±2	120±2	120±2	110±2	110±2	110±2	110±2
断裂强度/(N/根)	≥ 400	270	600	270	800	270	1000	270	1200	270
断裂伸长率/%	≥ 26	15	26	15	26	15	26	15	26	15
黏合强度(T抽出)/(N/cm)	180		190		195		200		210	
干热收缩率(150℃)/% ≤	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
干重/(g/m ²)	193±20		220±20		240±20		280±20		320±20	
厚度/mm	0. 9		1. 1		1. 3		1. 5		1. 65	
附胶量/%	4. 5		4. 5		4. 5		4. 5		4. 5	
织物幅宽/mm	800~1200		800~1200		800~1200		800~1200		800~1200	
布卷长度/m	100~300		100~300		100~300		100~300		100~300	

注：本表引自青岛正元绳缆制造有限公司。

表 3-20-9 (a) PVC 轻型输送带用单丝帆布性能 (EE-70/MO)

项 目	经 线	纬 线	项 目	经 线	纬 线
纤维	涤纶纤维	涤纶单丝	断裂强度/(daN/5cm) >	425	125
规格/dtex	1100/1(100tpm ^① /1S:1Z)	直径 0.25mm	断裂伸长率/%	30±3	42±4
组织结构	平纹	平纹	干重/(g/m ²)	265±10	
密度/(根/10cm)	138±2	120±2	厚度/mm	0.45±0.05	

① 100tpm=100 捻/m。

注：本表引自德国 WALRF 公司的产品数据。

表 3-20-9 (b) PVC 轻型输送带用单丝帆布性能 (EE-80/MO)

项 目	经 线	纬 线	项 目	经 线	纬 线
纤维	涤纶纤维	涤纶纤维	断裂强度/(daN/5cm) >	460	180
规格/dtex	1100/1(100tpm/1S:1Z)	直径 0.28/0.30mm	断裂伸长率/%	33±4	40±4
组织结构	平纹	平纹	干重/(g/5m ²)	340±15	
密度/(根/10cm)	172±2	128±2	厚度/mm	0.50±0.05	

注：本表引自德国 WALRF 公司产品数据。

表 3-20-10 PVC 整体带芯规格系列及性能

级 别	型 号	整体断裂强度/(N/mm)		整体断裂伸长率/%	
		经向≥	纬向≥	经向≥	纬向≥
3	580S	580	245	10	18
4	680S	680	265	10	18
5	800S	800	280	10	18
6	1000S	1000	300	10	18
7	1250S	1250	350	10	18
8	1400S	1400	350	10	18
9	1600S	1600	—	—	—

表 3-20-11 整体带芯规格与性能

标准	规格	干重 (g/m ²)	断裂强度/(N/mm)		厚度/mm	层数
			经向	纬向		
500	PBPb,EBPb	1860~2400	560~600	150~180	6~7	3
630	EBPb,EpBPb	2560~3200	720~800	280~450	7~8	3
800	PBPb	3300~3900	840~1060	430~560	8~9	3
	EBPb	3300~3900	840~1060	430~560	8~9	3
	EpBPb	3300~3900	840~1060	430~560	8~9	3
1000	PBPb	3600~4200	1050~1300	430~550	9~10	3
	EBPb	3600~4200	1050~1300	430~550	9~10	3
	EpBPb	3600~4200	1050~1300	430~550	9~10	4
	EPBPb	3600~4200	1050~1300	430~550	9~10	4
1250	EBPb	4800~5600	1400~1600	500~600	10~11	4
	EpBpb	4800~5600	1400~1600	500~600	10~11	4
	EPBPb	4800~5600	1400~1600	500~600	10~11	4
1600	EBPb	6000~7300	1900~2100	600~800	12~13	4
	EpBPb	6000~7300	1900~2100	600~800	12~13	5
2000	EBPb	7500~8300	2300~2500	590~740	14~16	4
	EpBPb			590~740	14~16	5

注：1. 本表引自德国 OLBO 公司。

2. P 为尼龙，B 为棉，E 为涤纶，大写为经线、纬线，小写为吊线。

20.2.1.3 帆布的浸渍与热伸张处理工艺

尼龙帆布基本上采用轮胎尼龙帘布的浸渍配方、设备和工艺。涤纶和涤纶、尼龙交织帆布基本上采用涤纶帘布的浸渍配方、设备和工艺。

涤纶帆布和涤纶、尼龙帆布的浸渍配方（1L 母液）如下。

溶液 1:

395g 丁苯吡胶乳
6mL 浓度 25% 的氨

溶液 2:

40mL 浓度 50% 的间苯二酚预缩合物
6mL 浓度 25% 的氨
69mL 水

溶液 3:

18mL 浓度 30% 的甲醛
75mL 水

溶液 4:

3.5g 浓度 30% 的凝胶剂
250mL 水
1.5mL 浓度 25% 的氨

溶液 5:

171mL 水
0.1g 分散剂
15g 增黏的异氰酸酯

母液由先后混入的 5 种溶液组成。

使用时应将胶乳母液慢慢搅匀，以使组分不会沉淀。

在浸渍工艺中，干燥温度控制在 130~160℃，注意不能过高，干燥之后温度在 180~200℃。张力控制必须通过试验确定。

PVC 轻型输送带用单丝帆布，一般不进行单独预浸，主要在涂覆中一起进行，如果采用压延方式，有时进行预浸。

整体带芯要采用专门的浸渍干燥装置，为了浸透，要采用挤压辊或抽真空设备，可以使 PVC 糊压入或吸入织物中。浸渍糊中要含有黏合剂。

20.2.1.4 应用要点

使用坯布制造橡胶或塑料管带制品时，胶料要采用黏合体系配合，而且在使用前要在张力下进行热定型，一般在扩幅设备上完成。直接使用坯布，一般适合于胶料与织物黏合力要求不高的产品。

大多数情况下，橡胶管带制品使用浸胶的尼龙或涤纶帆布，应用时注意以下几点。

① 压延和成型时要保持张力一致。

② 对于黏合力要求较高的胶带宜采用平板硫化机硫化，对于要求较低或者轻型输送带，可采用鼓式硫化机硫化。

③ 在特殊情况下，如果黏合力要求很难达到时，如胶料为丁腈橡胶时，可采取涂黏合剂胶浆的方法，涂完胶浆的布要在短期内用完。

20.2.2 维纶帆布

维纶帆布有纯维纶和混纺两种，其规格性能见表 3-20-12～表 3-20-15。

表 3-20-12 维/棉帆布的规格与性能

项 目		编号与规格						
		61	154	156A	156	51	184	157
		16tex/5×5	16tex/5×5	16tex/5×5	16tex/5×5	16tex/8×8	16tex/8×8	16tex/5×5
混纺比例(维纶:棉)		棉 100%	40:60	60:40	60:40	棉 100%	40:60	75:25
厚度/mm		0.81	0.83	0.81	0.81	0.99	0.91	0.79
干重/(g/m ²)		381	390.1	379.2	379.8	526.6	529.2	364.2
密度/(根/10cm)	经向	—	117.8	115.3	120.0	—	—	117.6
	纬向	—	124.4	121.7	132.8	—	—	118.4
断裂强度/(N/5cm)	经向	1120	1380	1506	1539	1676	2138	1482
	纬向	1262	1523	1637	1777	1890	2359	1611
断裂伸长率/%	经向	29.7	35.4	38.2	40.3	34.0	36.6	35.2
	纬向	14.2	18.3	25.5	24.4	11.8	17.8	23.5
吸湿率/%		6.3	5.86/4.7	5.91/5.5	5.75/5.7	6.1	6.13/5.1	4.44/3.6
修正强度/N		22.93	25.6	30.4	30.4	34.3	38.8	31.6
断裂强度不均匀率/%		—	4.45	4.35	4.35	—	3.83	3.61
断裂伸长率/%		9.42	4.57	15.71	15.71	8.99	11.99	14.95
断裂伸长不均匀率/%		—	4.65	3.13	3.13	—	3.51	3.00
复捻度/(捻/m)		324.8	310.6	323.6	323.6	120.0	120.0	326.8
捻合方法		干	干	干	干	干	干	干
捻向		S	S	S	S	S	S	S

表 3-20-13 维纶帆布结构与性能 (I)

幅宽 /cm	匹长 /m	结构		密度 /(根/10cm)		断裂强度 /(N/5cm× 20cm)≥		断裂伸长率/%				厚度 /cm	干重 /(g/m²)	回潮率 /%
								经向		纬向				
		经线	纬线	经向	纬向	经向	纬向	标准	公差	标准	公差			
60.0±1.5 80.0±1.5 100.0±1.5 120.0±1.5 140.0±1.5	100±3	30/20	30/14	100±2	36±2	6860	2842	19	3	14	3	2.20±0.10	800±40	5.0

注：本表引自鲁 Q/QD 612—82。

表 3-20-14 维纶帆布结构与性能 (II)

结 构	密度/(根/10cm)		断裂强度/(N/5cm)		断裂伸长率/%		厚度/mm	干重 /(g/m ²)
	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向		
30tex/20×14	100	38	8300	2410	23.4	12.2	2.02	866
30tex/15×10	80	47	6125	2254	25.6	14.8	1.59	755
30tex/13×7	104	66	3989	1715	37	19	1.39	634
30tex/20×14	—	—	—	—	—	—	—	—
30tex/9×6	106	63	4096	1637	21	20	0.99	445
30tex/10×5	—	—	4743	1774	25.3	13.1	1.18	412
28tex/24×6×2	98	25	8336	—	27.5	—	2.03	—

表 3-20-15 34/20×14 维纶帆布的性能

指 标	结构		密度/(根/10cm)		断裂强度 /(N/2.5cm)		断裂伸长率/%		厚度 /mm	干重 /(g/m ²)	回潮率 /%
	经线	纬线	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向			
平均值	34/20	34/14	101.9	36.2	8067	3273	19.9	36.2	2.14	864.3	3.85
最大值	34/20	34/14	104.8	37.6	8371	3366	21.3	13.0	2.19	876.5	4.23
最小值	34/20	34/14	99.1	35.2	7938	3126	19.1	12.4	2.09	850.8	3.43
订入标准值	34/20	34/14	100±2	36±2	7448	2940	20	14	2.1±0.15	860±40	5 以下

维/棉混纺帆布一般不需浸胶处理，但胶料配方要采用黏合体系。

维纶帆布要采用 RFL 浸胶处理，可达到较好的黏合效果。经浸胶的维纶帆布较硬，造成操作困难，但不影响使用性能。在加工过程中要注意封闭硫化，以免外露维纶产生“树脂化”现象，要注意避免水浸入维纶，以免强度下降。

20.2.3 棉帆布

棉帆布是应用于管带等制品的传统织物，目前已被合成纤维织物取代，但仍有一定使用量，在部分使用要求不高或特殊的制品中还在应用，橡胶工业制品用棉帆布的规格、品种很多，约有 50 多种，列入国家标准的有 26 种，其棉帆布的结构、规格与性能见表 3-20-16 和表 3-20-17，日本用于胶管的棉帆布规格与性能见表 3-20-18。

表 3-20-16 橡胶工业用棉帆布结构规格

编号	幅宽/cm	匹长/m	结构		密度/(根/10cm)	
			经线	纬线	经向	纬向
102	81±1,91.5±1,100±1,120±1,132±1	100±3	58/9	58/8	102±2	56±2
103	81±1,91.5±1,100±1,120±1,132±1	100±3	28/18	28/12	98±2	62±2
104	81±1,91.5±1,100±1,120±1,132±1	100±3	58/9	58/6	100±2	62±2
105	81±1,91.5±1,100±1,120±1,132±1	100±5	28/12	28/12	85±2	90±3
106	81±1,91.5±1,100±1,120±1,132±1	100±5	28/10	28/10	132±3	92±3
107	81±1,91.5±1,100±1,120±1,132±1	100±5	28/10	28/10	93±2	86±2
201	81±1,91.5±1,100±1,120±1,132±1	100±5	28/8	28/8	70±2	70±3
202	81±1,91.5±1,100±1,120±1,132±1	100±5	28/8	28/8	138±3	110±4
203-A	81±1,91.5±1,100±1,120±1,132±1	100±5	28/8	28/8	100±3	105±4
203-B	81±1,91.5±1,100±1,120±1,132±1	100±5	28/8	28/8	98±3	102±4
204	81±1,91.5±1,100±1,120±1,132±1	100±5	28/8	28/8	110±3	106±4
205	81±1,91.5±1,100±1,120±1,132±1	100±5	28/8	28/8	88±2	88±3
206	81±1,91.5±1,100±1,120±1,132±1	100±5	28/6	28/6	115±3	120±4
207-A	81±1,91.5±1,100±1,120±1,132±1	100±5	28/5	28/5	116±3	120±4
207-B	81±1,91.5±1,100±1,120±1,132±1	100±5	28/5	28/3+3	116±3	92±4
208	81±1,91.5±1,100±1,120±1,132±1	100±5	28/5	28/5	114±3	116±4
209	81±1,91.5±1,100±1,120±1,132±1	100±5	28/5	28/5	105±3	100±3
210	81±1,91.5±1,100±1,120±1,132±1	100±5	28/5	28/5	157±3	123±4
211	81±1,91.5±1,100±1,120±1,132±1	100±5	28/4	28/4	134±3	126±4
212	81±1,91.5±1,100±1,120±1,132±1	100±5	28/4	28/4	122±3	132±4
213	81±1,91.5±1,100±1,120±1,132±1	100±5	28/4	28/4	155±3	135±4
214	81±1,91.5±1,100±1,120±1,132±1	100±5	28/3	28/3	169±4	161±4
215	81±1,91.5±1,100±1,120±1,132±1	100±5	28/3	28/3	150±4	160±4
216	81±1,91.5±1,100±1,120±1,132±1	100±5	28/3	28/3	136±3	126±4
217	81±1,91.5±1,100±1,120±1,132±1	100±5	28/2	28/2	163±4	170±5
218	81±1,91.5±1,100±1,120±1,132±1	100±5	28/2	28/2	152±4	150±4

注：1. 经、纬向断裂伸长率的标准值，可由供需双方另行商定。

2. 本表引自 GB 2909.1—82。

表 3-20-17 橡胶工业用棉帆布性能

编 号	断裂强度		断裂伸长率/%				厚度 /mm	干重 /(g/m ²)	回潮率 /%
	/[kN/(5cm×20cm)]		经向		纬向				
	经向≥	纬向≥	标准	公差	标准	公差			
102	3.53	1.86	32	±3.5	11	±3	1.75±0.10	850±40	8.0
103	3.53	1.62	32	±3.5	11	±3	1.70±0.10	790±40	8.0
104	3.43	1.57	32	±3.5	11	±3	1.70±0.10	790±40	8.0
105	2.06	2.25	31	±3.5	15	±3	1.25±0.10	640±30	8.0
106	2.45	2.25	30	±3	12	±3	1.20±0.10	700±30	8.0
107	1.96	1.96	30	±3	12	±3	1.20±0.10	670±30	8.0

续表

编 号	断裂强度		断裂伸长率/%				厚度 /mm	干重 /(g/m ²)	回潮率 /%
	/[kN/(5cm×20cm)]		经向		纬向				
	经向≥	纬向≥	标准	公差	标准	公差			
201	0.88	0.93	27	±3	14	±3	0.82±0.07	300±20	8.0
202	1.91	1.57	30	±3	14	±3	1.10±0.10	560±20	8.0
203-A	1.57	1.76	34	±3	14	±3	1.05±0.10	490±20	8.0
203-B	1.47	1.67	20	±3	14	±3	1.02±0.10	480±20	8.0
204	1.67	1.76	31	±3	14	±3	1.05±0.10	520±20	8.0
205	1.27	1.37	28	±3	18	±3	1.05±0.10	420±20	8.0
206	1.37	1.52	31	±3	16	±3	0.92±0.09	420±20	8.0
207-A	1.08	1.18	30	±3	15	±3	0.82±0.07	340±20	8.0
207-B	1.08	1.18	22	±3	11	±3	0.82±0.07	340±20	8.0
208	1.03	1.13	27	±3	17	±3	0.80±0.07	320±20	8.0
209	0.93	0.98	23	±3	15	±3	0.82±0.07	300±20	8.0
210	1.57	1.37	32	±3	17	±3	0.90±0.09	420±20	8.0
211	0.98	1.03	26	±3	16	±3	0.75±0.07	320±20	8.0
212	0.88	1.08	24	±3	15	±3	0.75±0.07	270±20	8.0
213	1.18	1.08	28	±3	15	±3	0.75±0.07	325±20	8.0
214	0.88	0.93	28	±3	15	±3	0.70±0.05	300±20	8.0
215	0.83	0.88	25	±3	14	±3	0.68±0.05	265±20	8.0
216	0.64	0.69	17	±3	13	±3	0.65±0.05	220±20	8.0
217	0.49	0.59	14	±3	13	±3	0.50±0.05	185±20	8.0
218	0.45	0.51	12	±3	12	±3	0.50±0.05	170±20	8.0

注：本表引自 GB 2909.1—82。

表 3-20-18 胶管用棉帆布的规格与性能

种 类	组织	纱种 经/纬 tex	密度/(根/5cm)				断裂强度 /(N/3cm)		断裂伸长率 /%		幅宽 /cm		每卷长度 /m		每卷质量 /kg	
			经向		纬向		/(N/3cm)		/%		/cm		/m		/kg	
			根数	公差	根数	公差	经线	纬线	经线	纬线	规格	公差	规格	公差	质量	公差
厚织 6	平纹	棉纱(10/10 ^s)59/59	37	±1	37	±1	1275	1324	35	20	130	±1.0	100	+3 0	134.0	+5% -3%
厚织 17		棉纱(10/5 ^s)59/120	41	±1	43	±1	687	736	35	20	130	±1.0			74.0	+5% -3%
厚织 19		棉纱(10/4 ^s)59/145	43	±1	45	±1	588	637	30	20	130	±1.0			62.0	+5% -3%
厚织 22		棉纱(10/3 ^s)59/200	45	±1	47	±1	392	441	25	20	130	±1.0			48.5	+5% -3%
厚织 24		棉纱(10/2 ^s)59/300	63	±1	65	±1	343	392	25	20	130	±1.3			44.5	+5% -3%
厚织 25		棉纱(10/2 ^s)59/300	51	±1	51	±1	294	343	25	20	130	±1.0			34.5	+5% -3%
厚织 38		棉纱(20/14 ^s)30/42	39	±1	41	±1	1275	1373	35	20	130	±1.0			101.5	+5% -3%
厚织 40		棉纱(20/10 ^s)30/59	41	±1	43	±1	883	1030	25	20	130	±1.0			75.0	+5% -3%
厚织 41		棉纱(20/8 ^s)30/74	43	±1	45	±1	736	785	30	20	130	±1.0			62.0	+5% -3%
厚织 43		棉纱(20/6 ^s)30/100	45	±1	47	±1	539	588	25	20	130	±1.0			48.5	+5% -3%
厚织 55		棉纱(20/3 ^s)30/200	74	±2	74	±2	343	392	30	20	130	±1.3			39.0	+5% -3%
厚织 78		棉纱(14/2 ^s)42/300	59	±2	59	±2	265	294	25	20	130	±1.3			28.0	+5% -3%
厚织 78 特		棉纱(16/2 ^s)37/300	65	±2	65	±2	265	294	25	20	130	±1.3			27.0	+5% -3%
粗布 2		棉纱(20/2 ^s)30/300	80	±2	80	±2	245	265	25	20	130	±1.3			27.0	+5% -3%
粗布 11		棉纱(14/1 ^s)42/590	98	±3	98	±3	196	196	20	20	130	±1.3			24.0	+5% -3%
粗布 11 特		棉纱(16/1 ^s)37/590	100	±3	100	±3	196	196	20	20	130	±1.3			21.0	+5% -3%
印度 3		棉纱(20/1 ^s)30/590	108	±3	104	±3	157	177	20	20	130	±1.3			18.0	+5% -3%

注：本表引自 JIS L3107—1978。

20.3 轮胎子口布

轮胎子口布，主要是尼龙子口布，其规格与性能见表 3-20-19 和表 3-20-20。

表 3-20-19 尼龙子口布规格与性能（I）

性 能		93.3tex/1		140tex/1	
		经向	纬向	经向	纬向
断裂强度/N	≥	1058/15 根	1343/19 根	1588/15 根	2009/19 根
强度标准偏差/N	≤	19	29	29	39
断裂伸长率/%	≤	28	28	28	28
捻度/(捻/m)		20	20	17	17
热收缩率(150℃×30min)/%	≤	1.7	1.4	1.7	1.4
直径/mm		0.57	0.57	0.7	0.7
剥离强度/(N/cm)		65.6		69.5	
附胶量/%		10		10	
含水率/%	≤	0.5			

表 3-20-20 尼龙子口布规格与性能（II）

性 能	规 格									
	经	纬	经	纬	经	纬	经	纬	经	纬
	93tex/1	93tex/1	93tex/1	93tex/1	93tex/1	93tex/1	140tex/1	140tex/1	140tex/1	140tex/1
单线捻度/(捻/10cm)	20	20	20	20	20	20	18	18	18	18
织物密度/(根/5cm)	33	33	35	35	37	37	31	31	34	34
干重/(g/m ²)	152		162		172		215		236	
织物厚度/mm	0.45		0.48		0.51		0.70		0.72	
断裂强度/(N/cm)	480	470	510	500	535	529	637	627	696	686
断裂伸长率/%	33	38	34	40	35	43	37	40	38	42
干热收缩率(150℃×30min)/%	2.8	1.8	2.8	1.8	2.8	1.8	2.5	1.5	2.5	1.5
剥离力/N	96.5		104		108		116		126	

由中国神马集团实业股份有限公司研制生产的尼龙 66 单丝浸胶子口布，可适用于无内胎轮胎、工程轮胎等。其性能见表 3-20-21。

表 3-20-21 可适用于无内胎轮胎、工程轮胎的尼龙 66 单丝浸胶子口布的性能

项 目	品 种	项 目	品 种
	420den/1×420den/1		420den/1×420den/1
经密/(根/10cm)	98±2	断裂伸长率/%	
纬密/(根/10cm)	98±2	经纱	35±5
布幅/cm	141±1	纬纱	35±5
布长/m	1.00±0.02	热收缩率(150℃×30min)/%	
断裂强度/(N/15 根)		经纱	≤2
经纱	≥310	纬纱	≤2
纬纱	≥390	附胶量/%	3.5±0.2
		剥离力/(N/2.54cm)	≥200
		厚度/mm	0.47±0.03

注：本表引自企标 Q/ZL 001—96。

20.4 橡胶工业用垫布

垫布（或称衬布）的作用是保存未硫化胶料或覆橡胶的骨架材料，使橡胶表面新鲜，防止灰尘污染。

20.4.1 品种与材料

垫布一般分为织物型和薄膜型两种。织物型有棉垫布、丙纶垫布、维纶垫布、涤纶垫布；薄膜型由聚乙烯薄膜表面压成凹凸花纹制成。

20.4.2 垫布的性能要求

- (1) 防皱折性能好，表面光滑。
- (2) 回潮率低。
- (3) 与各种橡胶有优良的隔离性。
- (4) 静电效应小。
- (5) 耐热性能好，而且具有较高的强度和耐磨性。

各种橡胶工业用垫布的规格与性能见表 3-20-22～表 3-20-24。

表 3-20-22 涤纶垫布规格与性能

性 能	牌 号			
	TFF-55		WP-1001	
	经纱	纬纱	经纱	纬纱
	长丝	长丝	变形纱	
规格/tex	55.6	55.6	50	50
断裂强度/(N/5cm)	530	470	353	294
断裂伸长率/%	30	22	52	44
干热收缩率(150℃×30min)/%	1.0	0	1.0	0
织物厚度/mm	0.32		0.41	
干重/(g/m ²)	220		200	

表 3-20-23 各种垫布规格

品 种	规格/tex	组织	门幅/cm	密度/(根/cm)	干重/(g/m ²)
棉	28/2×2(21 ^s /2×2)	平纹	160	21×16	230
维尼纶	28/2×2(21 ^s /2×2)	平纹	170	22×16	245
涤纶	16.7/2×4	平纹	160	44×12	250
丙纶					
12011	16.7/1×1	平纹	120	22×20	100
11521	16.7/2×1	平纹	115	22×18	120
11022	16.7/2×2	平纹	110	22×18	150
1264	16.7/2×4	平纹	160	22×12	180
1363	16.7/3×3	平纹	160	22×12	210
1464	16.7/4×4	平纹	160	22×12	260
16022-3	23.3/2×2	提花	160	22×18	200
9023-3	23.3/2×3	提花	90	22×14	220
9033-3	23.3/3×3	提花	90	22×14	280
16035-3	16.7/3×5	提花	160	22×12	250

表 3-20-24 各种垫布性能

品 种	断裂强度/(N/2.5cm)		断裂伸长率/%		磨平次数/次	厚度/mm
	经向	纬向	经向	纬向		
棉	444	368	20.8	12.6	303.2	0.61
维尼纶	727	513	27.4	15.0	445.6	0.59
涤纶	1302	762	31.7	22.8	1477.5	0.49

续表

品 种	断裂强度/(N/2.5cm)		断裂伸长率/%		磨平次数/次	厚度/mm
	经 向	纬 向	经 向	纬 向		
丙纶						
12011	549	371	27.0	32.9	180.2	0.29
11521	829	332	36.6	34.4	277.4	0.39
11022	795	558	41.5	26.7	406.0	0.45
1363	1078	647	56.0	29.2	1059.8	0.62
1464	1570	638	42.7	34.0	2297.4	0.69
16022-3	991.5	622	45.9	21.6	811.6	0.64
9023-3	520	1032	76.3	20.2	238.6	0.59
9023-3	1516	925	50.3	31.5	1104.8	0.88
16035-3	1167	1093	42.6	34.1	674	0.83

20.5 胶鞋用帆布及其他帮材

制鞋技术的发展和市场需求的多样化以及胶鞋产品生产工艺变化,带来使用材料的变化。目前多以织物(包括棉、合成纤维及其混纺交织物)、皮革、合成革等多种材料单用与并用作鞋帮材料。胶鞋鞋帮的主体材料(鞋面、鞋里、内底布)的选用是根据生产工艺和产品用途的要求而异。目前胶鞋用材料采用的标准,除材料性能检测采用国标和行标外,鞋材的性能指标主要采用企业标准,鞋用本色帆布 FZ/T 13003—92 和鞋用漂染帆布 FZ/T 14002—92 为纺织行业标准。

胶鞋用棉帆布分本色棉帆布和漂染棉帆布,其规格与性能见表 3-20-25~表 3-20-28。

胶鞋用其他鞋帮材料如化纤、混纺/交织纺织物和皮革、合成革等其规格与性能见表 3-20-29~表 3-20-32。

鞋用本色棉帆布的编号用四位数字表示。第一位数、第二位数表示品种类别:51——鞋面帆布;52——鞋面里布;53——双层鞋用帆布。第三位数、第四位数是顺序号。

漂染棉帆布的编号用五位数字表示。第一位数字表示加工类别:1——漂白(包括经漂白的染色品种);2——染色(包括丝光、本光、生坯染色品种)。其余四位数字的含义同本色棉帆布。

除以上棉帆布外,在胶鞋上已广泛应用化纤织物,如尼龙网眼布、泡沫尼龙绸、防雨尼龙绸等。另外皮革、合成革等各种新型材料也日益增多。

表 3-20-25 鞋面用本色棉帆布的规格与性能

帆布 编号	幅宽 /cm	规格(英制支数)		总经根数 (土边纱根数)	密度/(根/10cm)		断裂强度/[N/(5cm×20cm)]		织物 组织
		经线	纬线		经向	纬向	经向	纬向	
5101	80	28/3(21 ^s /3)	28/4(21 ^s /4)	2392	299	98	1715	774	1+1/1
	86.5	28/3(21 ^s /3)	28/4(21 ^s /4)	2586	299	98	1715	774	1+1/1
5102	80	28/3(21 ^s /3)	28/4(21 ^s /4)	2204	275.5	102	1578	813	1+1/1
	84	28/3(21 ^s /3)	28/4(21 ^s /4)	2314	275.5	102	1578	813	1+1/1
5102	84.5	28/3(21 ^s /3)	28/4(21 ^s /4)	2328	275.5	102	1578	813	1+1/1
	87.5	28/3(21 ^s /3)	28/4(21 ^s /4)	2410	275.5	102	1578	813	1+1/1
5103	94	28/3(21 ^s /3)	28/4(21 ^s /4)	2590	275.5	102	1578	813	1+1/1
	80.5	28/3(21 ^s /3)	28/4(21 ^s /4)	2278	283	102	1618	813	1+1/1

续表

帆布 编号	幅宽 /cm	规格(英制支数)		总经根数 (土边纱根数)	密度/(根/10cm)		断裂强度/[N/(5cm×20cm)]		织物 组织
		经线	纬线		经向	纬向	经向	纬向	
5104	81	28/3(21 ^s /3)	28/4(21 ^s /4)	2216	273.5	102	1568	813	1+1/1
	81.5	28/3(21 ^s /3)	28/4(21 ^s /4)	2230	273.5	102	1568	813	1+1/1
5105	82.5	28/3(21 ^s /3)	28/4(21 ^s /4)	2272	275.5	94	1578	735	1+1/1
5106	85	28/3(21 ^s /3)	28/4(21 ^s /4)	2406	283	110	1618	882	1+1/1
5107	92.5	28/3(21 ^s /3)	28/4(21 ^s /4)	2266	245	106	1401	853	1+1/1
5108	83.5	28/3(21 ^s /3)	28/4(21 ^s /4)	2334	279.5	96	1597	755	1+1/1
5109	82.5	18/2(32 ^s /2)	28/3(21 ^s /3)	3506	425	141.5	1068	794	1+1/1
	84	18/2(32 ^s /2)	28/3(21 ^s /3)	3570	425	141.5	1068	794	1+1/1
	87.5	18/2(32 ^s /2)	28/3(21 ^s /3)	3724	425	141.5	1068	79.4	1+1/1
5110	81.5	18/2(32 ^s /2)	28/3(21 ^s /3)	3652	448	149.5	1137	853	1+1/1
5111	80	28/2(21 ^s /2)	28/3(21 ^s /3)	2580	322.5	114	1137	617	1+1/1
5112	80	14/2(42 ^s /2)	28/3(21 ^s /3)	3244	405.5	157	833	902	1+1/1
5113	81	28/2(21 ^s /2)	28/2(21 ^s /2)	1868	230.5	200	813	706	1+1/1

表 3-20-26 鞋里用本色棉帆布结构与性能

帆布 编号	幅宽 /cm	规 格		总经根数	密度/(根/10cm)		断裂强度/[N/(5cm×20cm)]		织物 组织
		经线	纬线		经向	纬向	经向	纬向	
5201	77.5	28/2(21 ^s /2)	28/2(21 ^s /2)	1554	200.5	157	666	578	1/1
	78.5	28/2(21 ^s /2)	28/2(21 ^s /2)	1574	200.5	157	666	578	1/1
	91.5	28/2(21 ^s /2)	28/2(21 ^s /2)	1836	200.5	157	666	578	1/1
5202	77.5	28/2(21 ^s /2)	28/2(21 ^s /2)	1504	194	161	647	588	1/1
5203	80	28/2(21 ^s /2)	28/2(21 ^s /2)	1576	197	165	657	608	1/1
5204	81	28/2(21 ^s /2)	28/2(21 ^s /2)	1624	200.5	161	666	588	1/1
	81.5	28/2(21 ^s /2)	28/2(21 ^s /2)	1634	200.5	161	666	588	1/1
	85	28/2(21 ^s /2)	28/2(21 ^s /2)	1704	200.5	161	666	588	1/1
5205	81.5	28/2(21 ^s /2)	28/2(21 ^s /2)	1924	236	173	813	637	1/1
5206	82	28/2(21 ^s /2)	28/2(21 ^s /2)	1804	220	173	745	637	1/1
	82.5	28/2(21 ^s /2)	28/2(21 ^s /2)	1816	220	173	745	637	1/1
5207	83	28/2(21 ^s /2)	28/2(21 ^s /2)	1568	189	142	627	510	1/1
5208	78.5	28/3(21 ^s /3)	28/3(21 ^s /3)	1052	134	134	706	804	1/1
5209	82.5	28/3(21 ^s /3)	28/3(21 ^s /3)	1592	193	128	1088	764	1/1
5210	90	28/3(21 ^s /3)	28/3(21 ^s /3)	1804	200.5	141.5	1137	862	1/1
双层帆布	80	28/2(21 ^s /2)	28/2(21 ^s /2)	表 404×2 里 204×2	300×2	185×2	2068	1431	表 1+1/1 里 2/2
5301									
5302	82.5	28/2(21 ^s /2)	28/2(21 ^s /2)	表 404×2 里 204×2	291×2	173×2	1960	1499	表 1+1/1 里 2/2

表 3-20-27 漂白棉帆布结构与性能

编号	加工类别 名称	幅宽/cm		规 格		密度 /(根/10cm)		断裂强度 /[N/(5cm×20cm)]		断裂伸长率 /%		织物 组织	回潮率 /%
		原坯	成品	经 线	纬 线	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向		
15101	漂白棉帆布	80	75	28/3(21 ^s /3)	27.8/4(21 ^s /4)	314	92	1637	666	15-3	11-3	1+1/1	8
15102	漂白棉帆布	80	75	28/3(21 ^s /3)	27.8/4(21 ^s /4)	289	96	1509	706	15-3	11-3	1+1/1	8
15103	漂白棉帆布	80.5	76	28/3(21 ^s /3)	27.8/4(21 ^s /4)	298	96	1548	706	15-3	11-3	1+1/1	8
15104	漂白棉帆布	81	76	28/3(21 ^s /3)	27.8/4(21 ^s /4)	297	96	1499	706	15-3	11-3	1+1/1	8
15105	漂白棉帆布	82.5	78	28/3(21 ^s /3)	27.8/4(21 ^s /4)	289	88	1509	637	15-3	11-3	1+1/1	8

续表

编号	加工类别 名称	幅宽/cm		规 格		密度 /(根/10cm)		断裂强度 /[N/(5cm×20cm)]		断裂伸长率 /%		织物 组织	回潮率 /%
		原坯	成品	经 线	纬 线	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向		
15106	漂白棉帆布	85	80	28/3(21 ^s /3)	27.8/4(21 ^s /4)	297	108	1539	764	15-3	11-3	1+1/1	8
15107	漂白棉帆布	92.5	87	28/3(21 ^s /3)	27.8/4(21 ^s /4)	257	100	1333	735	15-3	11-3	1+1/1	8
15108	漂白棉帆布	83.5	78	28/3(21 ^s /3)	27.8/4(21 ^s /4)	293	90	1529	657	15-3	11-3	1+1/1	8
15109	漂白棉帆布	82.5	78	18/2(32 ^s /2)	27.8/3(21 ^s /3)	447	133	1019	686	15-3	11-3	1+1/1	8
15110	漂白棉帆布	81.5	77	18/2(32 ^s /2)	27.8/3(21 ^s /3)	471	141	1088	735	15-3	11-3	1+1/1	8
15111	漂白棉帆布	80	75	28/2(21 ^s /2)	27.8/3(21 ^s /3)	339	107	1088	529	15-3	11-3	1+1/1	8
15112	漂白棉帆布	80	75	14/2(42 ^s /2)	27.8/3(21 ^s /3)	426	148	794	784	15-3	11-3	1+1/1	8
15113	漂白棉帆布	81	75	28/2(21 ^s /2)	27.8/2(21 ^s /2)	241	188	774	608	15-3	11-3	1+1/1	8

注：生坯丝光染色品种，标准规定幅宽加工系数为0.95。但不另列表。

表 3-20-28 染色棉帆布的结构与性能

编号	加工类别 名称	幅宽/cm		规 格		密度 /(根/10cm)		断裂强度 /[N/(5cm×20cm)]		断裂伸长率 /%		织物 组织	回潮率 /%
		原坯	成品	经 线	纬 线	经向	纬向	经向	纬向	经向	纬向		
25101	染色棉帆布	80	77	28×3(21 ^s /3)	27.8×4(21 ^s /4)	298	92	1676	696	15-3	11-3	1+1/1	8
25102	染色棉帆布	80	77	28×3(21 ^s /3)	27.8×4(21 ^s /4)	284	96	1539	735	15-3	11-3	1+1/1	8
25103	染色棉帆布	80.5	77	28×3(21 ^s /3)	27.8×4(21 ^s /4)	291	96	1578	735	15-3	11-3	1+1/1	8
25104	染色棉帆布	81	78	28×3(21 ^s /3)	27.8×4(21 ^s /4)	281	96	1529	735	15-3	11-3	1+1/1	8
25105	染色棉帆布	82.5	79	28×3(21 ^s /3)	27.8×4(21 ^s /4)	284	88	1539	666	15-3	11-3	1+1/1	8
25106	染色棉帆布	85	82	28×3(21 ^s /3)	27.8×4(21 ^s /4)	291	103	1578	794	15-3	11-3	1+1/1	8
25107	染色棉帆布	92.5	89	28×3(21 ^s /3)	27.8×4(21 ^s /4)	252	100	1372	774	15-3	11-3	1+1/1	8
25108	染色棉帆布	83.5	80	28×3(21 ^s /3)	27.8×4(21 ^s /4)	288	90	1558	676	15-3	11-3	1+1/1	8
25109	染色棉帆布	82.5	79	18×2(32 ^s /2)	27.8×3(21 ^s /3)	438	133	1049	715	15-3	11-3	1+1/1	8
25110	染色棉帆布	81.5	78	18×2(32 ^s /2)	27.8×3(21 ^s /3)	462	141	1107	774	15-3	11-3	1+1/1	8
25111	染色棉帆布	80	77	28×2(21 ^s /2)	27.8×3(21 ^s /3)	332	107	1107	559	15-3	11-3	1+1/1	8
25112	染色棉帆布	80	77	14×2(42 ^s /2)	27.8×3(21 ^s /3)	426	148	833	813	15-3	11-3	1+1/1	8
25113	染色棉帆布	81	78	28×2(21 ^s /2)	27.8×2(21 ^s /2)	237	188	794	637	15-3	11-3	1+1/1	8

表 3-20-29 鞋面用其他印染纺织布的结构与性能

名 称	幅宽/cm	纱支规格		密度/(根/10cm)		断裂强度/(N/5cm)		断裂伸长率/%		回潮率 /%
		经线	纬线	经线	纬线	经向	纬向	经向	纬向	
3524 帆布	90	21/3+3	10/1+1	284	88	1362	450	12	8	8
8229 帆布	90	21/2+2	7/1	338	107	1026	570	8	8	8
7826 帆布	90	21/2+2	7/1	320	92	990	400	8	8	8
5436 帆布	90	32/2+2	21/3	438	133	911	617	8	8	8
5544 帆布	90	21/2	21/2	230	162	670	580	8	8	8
2520 帆布	90	21/8	21/8	102	73	1050	820	8	8	8
7×7 帆布	1/2	7/1	7/1	277	140	1400	600	14	18	8
红卡其 102×60	80	40/2	40/2	395	230	1700	900	30	20	8
蓝灰卡其 124×69	91	21/1	21/1	511	260	1200	700	15	13	8
坚固呢	83	7/1	7/1	277	140	900	500	12	8	8
长条呢	83	30/2	30/2	270	122	800	400	7	7	8
黑平绒	90	40/2+2	32/1	154	255	420	390	7	20	8

续表

名 称	幅宽/cm	纱支规格		密度/(根/10cm)		断裂强度/(N/5cm)		断裂伸长率/%		回潮率/%
		经线	纬线	经线	纬线	经向	纬向	经向	纬向	
条绒	90	21/1	21/1	154	260	500	280	7	10	8
7042 珠安布	90	21/2	10/1	286	145	1050	550	8	8	8
涤棉交织 8036	86	300D+300D	10/1	318	137	1500	400	34	10	8
涤棉交织 8040	86	300D+300D	10/1+1	307	160	1500	400	34	10	8
维纶提花	86	20/4	20/4	170	102	2190	1320	8	8	8
黑白格	150	40/2	40/2	210	180	720	700	20	20	8
彩色方格	150	40/2	40/2	245	212	800	600	20	20	8
闪光牛仔	150	16/1	16/1	203	165	760	380	17	15	8

表 3-20-30 胶鞋用其他织物的性能要求

项 目		鞋面			鞋里
		网眼布	复合三明治	四面弹(氨纶)	
断裂强度/(N/5cm)	经向	500~600	500~60	200~300	200~250
	纬向	300~400	300~400	180~250	
断裂伸长率/%	经向	40	40	50	30
	纬向	60	50	80	
Martindale 织物耐磨性能		2.5 万次无断线	2.5 万次无断线	—	—
耐摩擦色牢度级(干/湿)	≥	4.0/(3~4)	4.0/(3~4)	3~4	(漂染布)3~4
耐黄变(白、浅色,灯管式 6h)/级	≥	4	4	4	—
材料质量/g	>	250	250	100	—

注: 1. 网眼布主要品种为 K₀₈₆、K₁₂₂、K₂₂₆、K₂₃₀ 等。

2. 鞋里主要品种为丽新布、真美布、天鹅绒和双面刺无纺布等。

表 3-20-31 鞋面用天然皮革的性能要求

项 目		专业运动鞋	旅游休闲鞋
断裂强度/MPa	≥	15	13
	在 10MPa 强度作用下的伸长率/%	22~55	22~55
撕裂强度/(N/mm)	≥	30	25
耐折牢度/万次	-10℃	6	—
	常温	12	6
表面颜色摩擦牢度/级(干/湿)	≥	4.0/(3~4)(绒面革干磨 3.0)	4.0/3.0(绒面革干磨 2.0)
二层皮涂层或复膜剥离力/(N/cm)		25	22
耐黄变(白、浅色,灯管式 6h)/级	≥	4.0/(3~4)	3~4
Taber 磨耗		300 转无破损	300 转无破损
崩裂强度 MPa/(N/cm ²)	≥	30	—
厚度/mm		1.2~1.6	1.1~1.5

注: 硫化法工艺生产须做在硫化条件下的耐硫试验, 要求不变色、不起泡、不收缩变形。

表 3-20-32 鞋面用合成革的性能要求

项 目		高 档 鞋	中低档鞋
断裂强度/(N/3cm)	经向	450	350
	纬向	350	300
断裂伸长率/%	经向	40	35
	纬向	50	40

续表

项 目		高档鞋	中低档鞋
撕裂强度/N	经向	55	50
	纬向	45	40
崩裂强度/(N/cm ²)	≥	300	250
复膜剥离度/N	≥	30	25
Taber 磨耗		500 转无破损,质量损失 10mg 以下	300 转无破损
表面颜色摩擦牢度/级(干/湿)	≥	4.0/(3~4)	(3~4)/3.0
耐折牢度		-20℃时 8 万次无裂	-10℃时 6 万次无裂
耐水解性能(10% NaOH×24h×25℃)		无龟裂、无污点、无脱层	无脱层
耐黄变(白色、浅色,灯管式 6h)/级	≥	4	3~4
透气气性(23℃×95%RH)/[mg/(cm ² ·h)]	≥	1	—

注：1. 高档鞋指专业运动鞋和多功能运动鞋类；中低档鞋指旅游休闲鞋和一般日常穿用鞋类。

2. 鞋用合成革结构基层为化纤短纤维，中层为发泡层，表面进行覆膜；一般常用的品种名称为牛巴革、美丽皮、太空皮、佳蒙皮、超细纤维透气皮和一般称谓的 PU 革等。

3. 硫化工艺生产须做在硫化条件下的耐硫试验，要求不变色、不起泡、不收缩变形。

20.6 涂覆制品用布

20.6.1 涂覆制品种类及品种

按涂覆材料分为两大类产品，一类为涂胶布；另一类为涂塑布。按制品用途分为防雨布、防火布、篷盖布、遮阳布、容器胶布、建筑物胶布、隔膜布、合成革布等。

20.6.2 涂覆布的材料种类及结构性能

涂覆布的材料有棉、尼龙和涤纶纤维，由于涤纶纤维强度高、尺寸稳定并具有优良的防霉性、耐化学性，已广泛应用于各种涂覆制品。

涤纶涂覆布根据其制品用途及所用涂覆胶种的不同而有不同的结构。强度要求较高的制品使用紧密织物，强度要求较低的制品使用稀松织物。具体织物结构类型有：平纹布、席纹布、格子布、针织布、无纺布等。

各种涂覆布规格与性能见表 3-20-33 和表 3-20-34。

表 3-20-33 涤纶纤维紧密织物规格与性能

纤度/单丝根数/捻度/型号	经纬密度(经/纬) /(支数/cm)	组织 图形	干重 /(g/m ²)	断裂强度(经/纬) /(N/5cm)	断裂伸长率(经/纬) /%
经 140dtex/24/VZ 150/T [®] 710 纬 140dtex/24/V/T 710	28/28	L1/1	80	1100/1100	22/24
经 280dtex/48/VZ 120/T 710 纬 280dtex/48/V/T 710	17/15	L1/1	95	1300/1150	22/24
经 550dtex/96/VZ 60/T 710 纬 550dtex/96/V/T 710	11/10	L1/1	120	1650/1500	22/24
经 1100dtex/200/Z 60/T 710 纬 1100dtex/200/Z 60/T 710	9/9	L1/1	205	3350/3350	16/18
经 1100dtex/200/Z 60/T 710 纬 1100dtex/200/Z 60/T 710	12/12	P2/2	280	4500/4500	16/18

续表

纤度/单丝根数/捻度/型号	经纬密度(经/纬) /(支数/cm)	组织 图形	干重 /(g/m ²)	断裂强度(经/纬) /(N/5cm)	断裂伸长率(经/纬) /%
经 1670dtex/200/Z 60/T 710 纬 1670dtex/200/Z 60/T 710	10.5/10.5	P2/2	370	5900/5900	17/19
经 1670dtex/200/Z 60/T 710 纬 1670dtex/200/Z 60/T 710	14/14	P3/3	490	8000/8000	17/19
经 2200dtex/400/Z 100/T 710 纬 2200dtex/400/Z 100/T 710	14/14	P4/4	620	10500/10500	17/19

表 3-20-34 聚酯纤维格子布规格与性能

纤度/单丝根数/捻度/型号	经纬密度(经/纬) /(支数/cm)	图形	干重 /(g/m ²)	断裂强度(经/纬) /(N/5cm)	断裂伸长率(经/纬) /%
经 280dtex/48/VZ 120/710 型 纬 280dtex/48/VZ 120/710 型	7/7	L1/1	44	500/450	20/22
经 550dtex/96/VZ 60/710 型 纬 550dtex/96/VZ 60/710 型	6/6	L1/1	85	800/700	20/22
经 1100dtex/200/Z 60/710 型 纬 1100dtex/200/TO/710 型	3/3	L1/1	104	1000/900	17/19
经 1100dtex/200/Z 60/710 型 纬 1100dtex/200/TO/710 型	5/5	L1/1	218	1700/1600	17/19
经 1670dtex/200/Z 60/710 型 纬 1670dtex/200/TO/710 型	4.5/4.5	L1/1	260	2470/2200	18/20
经 2200dtex/400/Z 60/710 型 纬 2200dtex/400/Z 60/710 型	4/4	P2/2	368	2800/2600	18/20

20.6.3 涤纶布涂覆应用要点

涤纶布涂覆橡胶时，有两种工艺，一种是浸胶法；另一种是压延法。浸胶法时，其浸胶配方中要使用异氰酸酯增黏剂；压延法时，为获得良好的黏合力，必须进行 RFL 预浸渍，然后进行压延。

涤纶布涂覆塑料时，也有两种工艺，一种是涂塑法；另一种是压延法。涂塑法时，对于稀松织物，可以采取直接涂塑的方法，织物和塑料之间的黏合主要靠通过织物孔隙的塑料连接。对于紧密织物，必须进行黏合剂预浸渍，然后进行塑料涂覆。采用压延法时，必须使用黏合剂预浸渍后的涤纶布。

第 21 章 纱 与 线 绳

21.1 软管用纱与线绳

21.1.1 纤维品种

适用于软管的纤维品种有：黏胶纤维、维纶、尼龙、涤纶、芳纶纤维等。

21.1.2 规格与性能

各种软管用纱与线绳的结构、规格与性能见表 3-21-1~表 3-21-13。

表 3-21-1 编织胶管用棉帘线的规格与性能

性 能	规 格	
	35.5tex/5×2	35.5tex/3×2
断裂强度/N	≥ 441	343
断裂伸长率/%	≤ 15	15

表 3-21-2 胶管用苧麻线绳规格与性能

线绳规格	断裂强度/N	直径/mm
9.5/9	265	1.1~1.2
1/6	147	0.8~0.9

表 3-21-3 编织胶管用黏胶线绳的规格与性能

性 能	规 格			
	183.3tex/1	183.3tex/2	183.3tex/3	183.3tex/4
直径/mm	0.50±0.03	0.78±0.03	1.00±0.03	1.10±0.03
断裂强度/N	≥ 59	108	162	191
断裂伸长率/%	≤ 15	15	18	18
捻度/(捻/m)				
初捻	180±20	380	380	380
复捻	—	275±20	220±20	200±20
干重/(g/100m ²)	19±1	40±1	61±1	82±1

表 3-21-4 刹车管用黏胶线绳性能

项 目	性 能	项 目	性 能
结构	1220dtex 100Z	35N 定负荷伸长率/%	<8.5
断裂强度/N	>46	干重/(g/100m)	13.7
断裂伸长率/%	<13	直径/mm	0.35
15N 定负荷伸长率/%	<2.5		

注：1. 本表引自德国 F+W 公司产品数据。

2. RFL 浸渍。

表 3-21-5 压力胶管用维纶线绳规格与性能

性 能	规 格		
	1330dtex/1	2000dtex/1	2000dtex/2
断裂强度/N	> 95	180	370
断裂伸长率/%	< 8	7	7
30N 定负荷伸长率/%	<3	—	—
45N 定负荷伸长率/%	< 4	2	1.5

续表

性 能	规 格		
	1330dtex/1	2000dtex/1	2000dtex/2
60N 定负荷伸长率/%	<5	—	—
100N 定负荷伸长率/%	—	<4	<2.5
150N 定负荷伸长率/%	—	<6	<4
干重/(g/100m)	13~14	19~21	39~41
直径/mm	0.30	0.50	0.70
热空气收缩率(160℃×3min)/% <	1.5	1.0	1.0
黏合强度/(N/10mm)	40	60	100

注：1. 本表引自德国 F+W 公司产品数据。

2. RFL 浸渍。

表 3-21-6 高压胶管用维纶线绳性能

性 能	指标	性 能	指标	性 能	指标
断裂强度/N	> 450	100N 定负荷伸长率/% <	1.5	直径/mm	0.70
断裂伸长率/%	< 6	150N 定负荷伸长率/% <	2.5	热空气收缩率(160℃×3min)/% <	1.0
45N 定负荷伸长率/%	< 1	干重/(g/100m)	39~41	黏合强度/(N/10mm)	> 100

注：1. 本表引自德国 F+W 公司产品数据。

2. 组织规格为 2000 dtex/2 Z90。

3. RFL 浸渍。

表 3-21-7 胶管用涤纶线绳规格与性能

性 能	规 格		
	1100 dtex/1	1100 dtex/2	1100 dtex/3
断裂强度/N	> 80	160	240
断裂伸长率/%	< 15	15	16
30N 定负荷伸长率/%	< 9	3	—
45N 定负荷伸长率/%	< 11	—	3
60N 定负荷伸长率/%	< —	7	5
100N 定负荷伸长率/%	< —	10	8
干重/(g/100m)	11.5~12.5	23~24	34~36
直径/mm	0.30	0.40	0.60
热空气收缩率(160℃×3min)/% <	1.0	1.0	1.0
黏合强度/(N/10mm)	> 40	50	60

注：1. 本表引自德国 F+W 公司产品数据。

2. RFL 浸渍。

表 3-21-8 压力胶管用高模量涤纶线绳的性能

性 能	指标	性 能	指标	性 能	指标
断裂强度/N	> 75	30N 定负荷伸长率/% <	5.5	直径/mm	0.30
断裂伸长率/%	< 12	45N 定负荷伸长率/% <	7.5	热空气收缩率(160℃×3min)/% <	1.0
10N 定负荷伸长率/%	< 2.5	干重/(g/100m)	11.5~12.5	黏合强度/(N/10mm)	> 40

注：1. 本表引自德国 F+W 公司产品数据。

2. RFL 浸渍。

3. 组织规格：1100 dtex/1 Z125。

4. 涤纶纤维为高模量、低收缩型 (HMLS)。

表 3-21-9 涤纶单丝规格与性能

规 格	直 径/mm	断裂强度/(cN/tex)	断裂伸长率/%	热空气收缩率(180℃)/%
900	2.0	30~35	31~42	3~8
930	1.4	39~43	12~16	20~24

注：本表引自德国 HOCHFEST 公司产品数据。

表 3-21-10 胶管用涤纶帘线规格与性能

性 能	S530R				
	111.1tex/1	166.6tex/1	111.1tex/2	111.1tex/3	111.1tex/2
复捻度/(捻/10cm)	10±1	10±1	10±1	10±1	
断裂强度/N					
平均值	77.42	116	154	226	
最小值	64	98	132	196	
定负荷伸长率/%					
19.6N	4.0±1.0				
44.1N		6.5±1.0	4.5±1.0		
66.6N				4.5±1.0	
断裂伸长率(平均值)/%	16.5	17.5	17.5	17.0	
干热收缩率(150℃×30min)/%					
平均值	1.2	1.2	1.2	1.5	
最大值	1.7	1.7	1.7	2.0	
帘线直径(平均值)/mm	0.29	0.43	0.42	0.53	
黏合强度/(N/cm)					
平均值	39	59	69	88	
最小值	29	39	49	69	

注：本表引自日本帝人公司产品数据。

表 3-21-11 TREVIRA HOCHFEST 715 和 710 型做成的软管用股线（原色）规格与性能

性 能	1100dtex/1Z150		1100dtex/2S120		1100dtex/3S90		1100dtex/4S75	
	715	710	715	710	715	710	715	710
断裂强度/daN	8.5	8.0	17.2	16.1	25.1	23.9	34.3	32.0
定负荷伸长率/%								
4daN	5.6	12.0	2.9	7.1	1.6	3.1	1.0	1.5
8daN	10.2	18.3	6.0	12.4	4.0	9.8	2.9	7.1
12daN	—	—	8.3	15.2	6.0	12.7	4.6	10.6
16daN	—	—	10.8	19.4	7.7	14.8	6.1	12.7
断裂伸长率/%	11.7	18.5	12.8	19.8	12.3	20.2	12.9	20.4
热收缩率(160℃)/%	4.7	0.9	4.6	0.9	4.5	1.0	4.5	0.9

注：本表引自德国 HOCHFEST 公司产品数据。

表 3-21-12 补偿胶管用尼龙线绳性能

性 能	指 标	性 能	指 标
断裂强度/N	> 200	干重/(g/100m)	32
断裂伸长率/%	< 25	直径/mm	0.70
45N 定负荷伸长率/%	< 9	热收缩率(150℃×3min)/%	2.5
100N 定负荷伸长率/%	< 14		

注：1. 本表引自德国 F+W 公司产品数据。

2. RFL 浸渍。

3. 组织结构：940dtex/1×3，Z130，S250。

表 3-21-13 胶管用涤纶纱线规格与性能

性 能		规 格			
		1000den/1	1000den/2	1000den/3	1000den/4
断裂强度/N	≥	78	130	200	270
断裂伸长率/%	≤	24.0	24.0	24.0	24.0
干重/(g/100m)		12.4±0.4	24.8±0.8	37.6±1.2	50.0±1.6
纱线直径/mm		0.22±0.05	0.44±0.05	0.58±0.08	0.75±0.08
干热收缩/%	≤	2.0	2.0	2.0	2.0
黏合力(T-检验)/(N/cm)	≥	30	55	65	75
外观		产品附胶均匀,无缺胶和胶皮,无结头			
成型		采用 94×290(内径×长度)圆柱形纸管			
包装		单个线筒用黑色聚氯乙烯袋包装,塑料袋必须严密封口			

注:本表引自米勒工程线绳(苏州)有限公司产品数据。

21.1.3 应用要点

黏合要求比较低的胶管和树脂管可以直接使用维纶、涤纶等纤维的单丝、纱和白坯线绳,黏合力主要由通过纱、线之间孔隙的胶料完成。

对黏合力要求较高的合成纤维线绳,一般进行二浴浸渍处理。

21.2 传动带用线绳

21.2.1 传动带用线绳纤维品种

传动带包括 V 带、齿形带等,所使用的线绳纤维有涤纶纤维、尼龙纤维、芳纶和玻璃纤维等。根据传动带的品种、加工工艺等的要求线绳分软线绳和硬线绳。

21.2.2 规格与性能

各种传动带用线绳的规格与性能见表 3-21-14~表 3-21-31。

表 3-21-14 包布 V 带用涤纶浸胶软线绳的规格与性能

性 能		规 格		
		111.1tex/3×3	111.1tex/4×3	111.1tex/9×3
断裂强度/N	≥	530	1060	1590
定负荷伸长率/%				
196N		3.2±0.5		
352N			3.0±0.5	
529N				3.0±5
断裂伸长率/%		11.0±0.5	12.0±0.5	12.0±0.5
干热收缩率(150℃×30min)/%	≤	3.5	3.5	3.5
黏合强度(T 抽出)/(N/mm)	≥	18	22	30

表 3-21-15 切割 V 带用涤纶浸胶硬线绳的规格与性能

性 能		规 格				
		111.1tex/2×3	111.1tex/3×3	111.1tex/2×5	111.1tex/4×3	111.1tex/6×3
捻度/(捻/10cm)						
复捻		1.0±1.0	9.0±0.9	8.5±0.9	8.0±0.8	6.5±0.7
初捻		19.0±1.0	15.0±1.0	19.0±1.0	13.5±1.0	10.0±1.0
断裂强度/N	≥	400	600	660	820	1220

续表

性 能		规 格				
		111.1tex/2×3	111.1tex/3×3	111.1tex/2×5	111.1tex/4×3	111.1tex/6×3
定负荷伸长率/%	≤	3.3	2.3	2.9	3.7	4.0
176N						
196N						
294N						
392N						
490N						
断裂伸长率/%	≤	8.3	9.1	9.8	9.8	9.2
黏合强度(H抽出)/(N/mm)	≥	23	28	29	32	35
干热收缩率(150℃×30min)/%	≤	4.4	3.9	4.5	4.4	4.3
直径/mm		0.93	1.16	1.26	1.30	1.62

表 3-21-16 传动带用涤纶浸胶软线绳规格与性能

性 能		规 格						
		1100dtex/ 2×3	1100dtex/ 3×3	1100dtex/ 4×3	1100dtex/ 5×3	1100dtex/ 6×3	1100dtex/ 9×3	1100dtex/ 12×3
断裂强度/N	≥	450	670	900	1100	1300	1900	2500
150N 定负荷伸长率/%		2.7±0.8	2.5±0.8	2.4±0.6	2.4±0.6	2.5±0.8	2.3±0.6	1.7±0.6
200N 定负荷伸长率/%								
300N 定负荷伸长率/%								
400N 定负荷伸长率/%								
500N 定负荷伸长率/%								
干重/(g/100m)		73±4	110±4	145±5	180±6	217±7	327±11	426±15
线绳直径/mm		1.00±0.20	1.20±0.20	1.35±0.20	1.50±0.20	1.65±0.20	2.10±0.20	2.40±0.20
干热收缩率/%		3.3±0.5	3.3±0.6	3.3±0.6	3.3±0.6	3.3±0.7	3.3±0.7	3.3±0.7
黏合力(T-检验)/(N/cm)	≥	220	240	280	300	330	400	440
外观		产品附胶均匀,无缺胶和胶皮,无结头						
成型		采用 94×290(内径×长度)圆柱形纸管,单筒线重不小于 6kg						
包装		单个线筒用黑色聚氯乙烯袋包装,塑料袋必须严密封口						

注: 本表引自米勒工程线绳(苏州)有限公司产品数据。

表 3-21-17 传动带用涤纶浸胶硬线绳规格与性能

性 能		规 格			
		1100dtex/2×3	1100dtex/3×3	1100dtex/2×5	1100dtex/4×3
断裂强度/N	≥	410	630	670	850
断裂伸长率/%	≤	12.0	12.5	13.0	13.5
200N 定负荷伸长率/%		3.6±0.6	2.2±0.6	2.2±0.6	2.6±0.6
300N 定负荷伸长率/%					
干重/(g/100m)		75±3	110±4	126±6	
线绳直径/mm		1.00±0.20	1.20±0.20	1.25±0.20	1.40±0.20
油热收缩/%		4.0±0.6	4.0±0.6	4.0±0.8	4.2±0.8
黏合力(T-检验)/(N/cm)	≥	240	260	270	300
外观		产品附胶均匀,无缺胶和胶皮,无结头。			
成型		采用有边圆柱形木盘,单筒线重不小于 6kg。			
包装		单个线筒用黑色聚氯乙烯袋包装,塑料袋必须严密封口。			

注: 本表引自米勒工程线绳(苏州)有限公司产品数据。

表 3-21-18 芳纶浸胶软线绳规格与性能

性 能	规 格							
	840dtex/1	1680dtex/1	1680dtex /1×2	1680dtex /1×3	1680dtex /2×2	1680dtex /2×3	1680dtex /4×3	1680dtex /5×3
断裂强度/N	> 125	250	500	750	1000	1500	3000	3200
断裂伸长率/%	< 3.5	3.5	4	4	5	5.5	6	6
100N 定负荷伸长率/%	—	—	<1.2					
200N 定负荷伸长率/%				<1.3				
300N 定负荷伸长率/%					<1.3			
400N 定负荷伸长率/%						<1.6		
1000N 定负荷伸长率/%							<1.7	<1.8
干重(g/100m)	9.0	17.5	38.0	55.0	75.0	115.0	240.0	280.0
粗度/mm	0.25±0.05	0.45±0.05	0.60±0.07	0.80±0.08	1.00±0.10	1.20±0.10	1.70±0.15	1.90±0.10
黏合力/N	—	>120	>230	>250	>250	>280	>320	>350

注：本表引自米勒工程线绳（苏州）有限公司产品数据。

表 3-21-19 传动带用涤纶浸胶软线绳规格与性能

性 能	规 格						
	2×3	3×3	4×3	5×3	6×3	9×3	12×3
断裂强度/N	≥ 400	595	788	925	1176	1671	2450
断裂伸长率/%	10.9±2.0	11.6±1.5	12.8±1.5	13.0±1.5	12.8±1.5	13.6±1.5	13.0±2.0
178N 定负荷伸长率/%	40.0±1.0						
198N 定负荷伸长率/%		30.0±1.0					
296N 定负荷伸长率/%			40.0±1.0	3.5±1.0			
395N 定负荷伸长率/%					3.2±1.0		
494N 定负荷伸长率/%						3.4±1.0	1.6±1.0
干重/(g/100m)	740.0±3.0	1100.0±4.0	1450.0±5.0	1780.0±5.0	2160.0±10.0	3270.0±15.0	4330.0±15.0
干热收缩率(150℃×30min)/%	30.0±1.0	30.0±1.0	30.0±1.0	30.0±1.0	30.0±1.0	30.0±1.0	30.0±1.0
黏合强度/(N/cm)	≥ 148	168	187	215	224	281	300

注：本表引自青岛正元线绳制造有限公司产品数据。

表 3-21-20 涤纶浸胶硬线绳规格与性能

性 能	规 格					
	1×3	2×3	3×3	4×3	5×3	6×3
断裂强度/N	≥ 220	402	610	830	1020	1230
断裂伸长率/%	100.0±0.5	8.3±1.5	9.1±1.5	9.8±1.5	100.0±1.5	9.2±1.5
66N 定负荷伸长率/%	2.3±0.5					
178N 定负荷伸长率/%		3.3±1.0				
198N 定负荷伸长率/%			2.3±1.0			
296N 定负荷伸长率/%				3.0±1.0		
370N 定负荷伸长率/%					3.0±1.0	
395N 定负荷伸长率/%						3.0±1.0
干重/(g/100m)	360.0±2.0	740.0±4.0	1100.0±4.0	1440.0±4.0	1780.0±4.0	2250.0±4.0
干热收缩率(150℃×30min)	4.0±0.5	4.5±1.0	4.5±1.0	4.5±1.0	4.5±1.0	4.5±1.0
黏合力/(N/mm)	≥ 190	250	300	320	350	370

注：本表引自青岛正元线绳制造有限公司产品数据。

表 3-21-21 切割 V 带用涤纶线绳规格与性能

牌号	型号	规格	捻度/(捻/10cm)		断裂强度 /N	定负荷伸长率/%				断裂伸长率 /%	直径 /mm	干热收缩率 (150℃×30min)/%	黏合力 (N/cm)
			初捻	复捻		176.4N	196N	294N	392N				
AS-23	S503R	11L 1tex/2×3	19.0±1.0	10.0±1.0	399	3.3	—	—	—	8.3	0.93	4.4	225
AS-33	S503R	11L 1tex/3×3	15.0±1.0	9.0±0.9	606	—	2.3	—	—	9.1	1.16	4.16	274
AS-25	S503R	11L 1tex/2×5	19.0±1.0	8.5±0.9	656	—	2.8	—	—	9.8	1.26	4.5	284
AS-43	S503R	11L 1tex/4×3	13.5±1.0	8.0±0.8	823	—	—	3.7	—	9.8	1.3	4.4	314
AS-63	S503R	11L 1tex/6×3	10.0±1.0	6.5±0.7	1220	—	—	—	4.0	9.2	1.62	4.3	343

注：本表引自日本帝人公司产品数据。

表 3-21-22 涤纶线绳规格与性能

牌号	型号	规格	捻度/(捻/10cm)		断裂强度/N		定负荷伸长率/%				断裂伸长 率/%	直径 /mm	干热收缩率 (150℃×30min) /%	黏合力/(N/cm)	
			初捻	复捻	平均值	最小值	176N	196N	294N	392N	490N			平均值	最小值
PS-23	S-503R	11L 1tex/2×3	19.0±1.0	10.0±1.0	447	392	4.0±0.5	—	—	—	—	0.92	3.0±0.7	184	147
PS-33	S-503R	11L 1tex/3×3	15.0±1.0	9.0±0.9	663	590	—	3.0±0.5	—	—	—	1.11	2.0±0.7	208	167
PS-25	S-503R	11L 1tex/2×5	19.0±1.0	8.5±0.9	686	611	—	2.8±0.5	—	—	—	1.17	3.0±0.7	216	173
PS-43	S-503R	11L 1tex/4×3	13.5±1.0	8.0±0.8	879	782	—	—	4.0±0.5	—	—	1.22	3.0±0.7	233	185
PS-35	S-503R	11L 1tex/5×3	15.0±1.0	7.0±0.7	1032	918	—	—	3.5±0.5	—	—	1.49	3.0±0.7	255	204
PS-63	S-503R	11L 1tex/6×3	10.0±1.0	6.5±0.7	1311	1167	—	—	—	3.2±0.5	—	1.56	2.0±0.7	278	222
PS-54	S-503R	11L 1tex/4×5	12.0±1.0	6.0±0.6	1372	1221	—	—	—	3.4±0.5	—	1.71	3.0±0.7	294	235
PS-93	S-503R	11L 1tex/9×3	9.0±0.9	5.5±0.6	1862	1658	—	—	—	—	3.4±0.5	1.98	3.0±0.7	349	279

注：本表引自日本帝人公司产品数据。

表 3-21-23 V 带用高模量涤纶硬线绳的性能

性 能	指标	性 能	指标	性 能	指标
断裂强度/N	> 650	200N	1.65	热收缩力(预加负荷 200cN,	50
断裂伸长率/%	< 7.50	干重/(g/100m)	110~114	150℃×3min)/N	
定负荷伸长率/%		直径/mm	1.22	黏合力(预拉伸力 3N)/(N/	450
50N	0.30	热收缩率(150℃×3min)/%	3	10mm)	>
100N	0.70				

注：1. 本表引自德国 F+W 公司产品数据。

2. 组织规格 dtex1100/3×3, S100, Z100。

3. 涤纶纤维为高定伸、低收缩型 (HMLS)。

表 3-21-24 切割 V 带与多楔带用涤纶硬纸绳的规格与性能

性 能		规 格		
		1100dtex/2×3	1100dtex/3×3	1100dtex/3×5
断裂强度/N	>	450	670	1050
断裂伸长率/%	<	9.0	9.5	11.0
定负荷伸长率/%				
100N		1.3	—	—
200N		—	2.0	—
400N		—	—	3.5
干重/(g/100m)		74	110	196
直径/mm		1.0	1.25	1.8
热收缩率(150℃×3min)/%		3	3	3
热收缩力(150℃×3min)/N		20	30	40
黏合力/(N/10mm)	>	350	450	500

注：1. 本表引自德国 F+W 公司产品数据。

2. 组织规格 1100dtex/2×3 S150 Z125；1100dtex/3×3 S100 Z100；1100dtex/3×5 S120 Z60。

表 3-21-25 切割 V 带用芳纶线绳的规格与性能

性 能		规 格				性 能	规 格			
		1×3	2×3	2×5	3×5		1×3	2×3	2×5	3×5
断裂强度/N	>	700	1400	2000	3300	800N	—	—	2.2	—
断裂伸长率/%	<	4	5	6	6	1000N	—	—	—	1.8
定负荷伸长率/%	<					干重/(g/100m)	55	115	195	280
200N	1.1	—	—	—	—	直径/mm	0.85	1.30	1.65	1.90
400N	—	1.6	—	—	—	黏合力/(N/10mm)	> 250	280	300	350

注：1. 本表引自德国 F+W 公司产品数据。

2. 织物组织规格：1670dtex/1680×1×3 S200 Z170；1670dtex/1680×2×3 Z190 S90；1670dtex/1680×2×5 Z150 S150；1670dtex/1680×3×5 Z130 S100。

3. 也适用于齿形带。

表 3-21-26 聚氨酯传动带用芳纶线绳的规格与性能

性 能		规 格				性 能	规 格			
		1×3	2×3	2×5	3×5		1×3	2×3	2×5	3×5
断裂强度/N	>	700	1400	2100	3300	800N	—	—	2.2	—
断裂伸长率/%	<	4	5	6	6	1000N	—	—	—	1.8
定负荷伸长率/%	<					干重/(g/100mm)	55	115	195	280
200N	1.1	—	—	—	—	直径/mm	0.85	1.30	1.65	1.90
400N	—	1.6	—	—	—					

注：1. 本表引自德国 F+W 公司产品数据。

2. 织物组织规格：1670dtex/1680×1×3 S200 Z170；1670dtex/1680×2×3 Z190 S90；1670dtex/1680×2×5 Z150 S150；1670dtex/1680×3×5 Z130 S100。

3. 聚氨酯浸渍处理。

表 3-21-27 V 带用芳纶线绳的规格与性能 (I)

性 能	规 格				性 能	规 格			
	1×3	2×3	2×5	3×5		1×3	2×3	2×5	3×5
断裂强度/N	> 800	1600	2400	3800	800N	—	—	2.2	—
断裂伸长率/%	< 4	5	6	6	1000N	—	—	—	1.8
定负荷伸长率/%	<				干重/(g/100m)	55	115	195	280
200N	1	—	—	—	直径/mm	0.85	1.30	1.65	1.90
400N	—	1.6	—	—	黏合力/(N/10mm)	250	280	300	350

注：1. 本表引自德国 F+W 公司产品数据。

2. 织物组织规格：1670dtex/1680×1×3 S200 Z170；1670dtex/1680×2×3 Z190 S90；1670dtex/1680×2×5 Z150 S150；1670dtex/1680×3×5 Z130 S100。

3. RFL 浸渍。

表 3-21-28 V 带用芳纶线绳的规格与性能 (II)

性 能	规 格		性 能	规 格	
	1×3×3	1×3×4		1×3×3	1×3×4
断裂强度/N	> 4000	4700	干重/(g/100m)	255	350
断裂伸长率/%	< 5	5	直径/mm	1.8	2.2
1000N 定负荷伸长率/%	< 1.5	1.4	黏合力/(N/10mm)	> 300	350

注：1. 本表引自德国 F+W 公司产品数据。

2. 织物组织规格：2500dtex/2520×1×3×3 S65 S90 Z85；2500dtex/2520×1×3×4 S65 S90 Z70。

3. RFL 浸渍处理。

表 3-21-29 V 带用芳纶线绳的规格与性能 (III)

性 能	规 格			性 能	规 格		
	1×2×3	1×2×4	1×2×5		1×2×3	1×2×4	1×2×5
断裂强度/N	> 3300	4400	5000	干重/(g/100m)	225	310	400
断裂伸长率/%	< 5	5	5	直径/mm	1.85	2.20	2.50
1000N 定负荷伸长率/%	< 1.7	1.5	1.4	黏合力/(N/10mm)	> 300	330	350

注：1. 本表引自德国 F+W 公司产品数据。

2. 织物组织规格：3300dtex/3360×1×2×3 S60 S100 Z100；3300dtex/3360×1×2×4 S60 S100 Z85；3300dtex/3360×1×2×5 S60 S100 Z75。

3. RFL 浸渍处理。

表 3-21-30 普通多楔带用尼龙线绳的规格与性能

性 能	规 格			性 能	规 格		
	Z290 S290	Z400 S400 (a)	Z400 S400 (b)		Z290 S290	Z400 S400 (a)	Z400 S400 (b)
断裂强度/N	> 145	145	145	45N	9.2	9.6	11.6
断裂伸长率/%	24	24	27.5	60N	10.9	11.6	13.5
定负荷伸长率/%				干重/(g/100m)	23~25	23~25	23~25
15N	2.8	3.2	5.4	热收缩率(150℃×3min)/%	2.4	2.7	2.3
30N	6.8	7.2	9.1	黏合力/(N/10mm)	> 120	120	120

注：1. 本表引自德国 F+W 公司产品数据。

2. 织物组织规格 940dtex×1×2 Z290 S290；940dtex×1×2 Z400 S400_(a)；940dtex×1×2 Z400 S400_(b)。

3. RFL 浸渍处理。

表 3-21-31 NGFE 公司 EC₉ 浸胶玻璃线绳 [34(kg)-3/10] 的性能

性 能	指 标			性 能	指 标		
	最小	标准	最大		最小	标准	最大
初捻度/(捻数/m)	71.0	83.0	95.0	悬垂差/(mm/250mm)	—	3.5	7.0
复捻度/(捻数/m)	106.0	118.0	130.0	断裂强度/N	588	784	—
灼烧处理损失/%	16.0	18.5	21.0	断裂伸长率/%	2.1	2.8	3.5
密度/(g/1000m)	1255.0	1350.0	1445.0	196N 定负荷伸长率/%	0.5	0.7	0.9
直径/mm	0.98	1.05	1.12	黏合力(T-抽出)/(N/mm)	19.6	33.3	—

注：本表引自英国 NGFE 公司测试手册。

21.2.3 浸渍处理与热伸张工艺

包布 V 带用尼龙和线绳一般进行 RFL 浸渍处理，涤纶和芳纶在浸渍 RFL 胶乳时，要加入异氰酸酯黏合剂。

切割 V 带、多楔带等用涤纶、芳纶硬线绳时，一般采用二浴法浸渍。

第一阶段：用溶解在有机溶剂中的、掺有硬化剂的环氧树脂进行浸渍。

第二阶段：用普通的 RFL 进行浸渍。

浸渍机可同时加工 10~100 根线。浸渍温度为 220~250℃，停留时间 1~5min，张力要与所要求的一致。

第 22 章 金属骨架材料

22.1 金属骨架材料的分类

22.1.1 轮胎用钢丝

轮胎用钢丝根据其使用部位，需采用不同类型和不同规格的钢丝，其类型有以下四种。

(1) 轮胎用钢丝帘线 轮胎用钢丝帘线一般由不同直径的单丝组成的股线捻制而成，其单丝根数和帘线结构形式依轮胎的规格和使用部分的不同各异，轮胎用钢丝帘线的表面镀有黄铜镀层。

(2) 轮胎用钢丝帘布 在特殊用途的轮胎中，采用编织的钢丝帘布作骨架材料。钢丝帘布是由不同规格的钢丝帘线与尼龙帘线或涤纶帘线编织而成的金属织物。

(3) 轮胎胎圈钢丝 轮胎胎圈钢丝的单丝直径远大于轮胎钢丝帘线的单丝直径，不同规格的轮胎对胎圈钢丝的直径有不同要求，其表面一般镀有青铜镀层、黄铜镀层或紫铜镀层。

(4) 切割短钢丝 将镀黄铜的钢丝割切成一定长度的短钢丝，把短钢丝与轮胎胎面胶混嵌在一起，可起增强耐磨的作用，同时还可以提高胎面胶的耐切割性能。

22.1.2 胶管用钢丝

根据不同用途胶管的需要，大致分为三种类型的钢丝。

(1) 钢丝 用于编织胶管和缠绕胶管，其钢丝表面镀锌或黄铜。

(2) 钢丝帘线 在输油管、矿山胶管和水泥胶管中一般使用不同规格的帘线作骨架材料，钢丝表面镀锌或黄铜。

(3) 扁平钢丝 在输油胶管和钻探胶管中采用扁平钢丝，其横截面为扁平形状。

22.1.3 胶带用钢丝

胶带用钢丝有两种类型，一种为钢丝帘线；另一种为钢丝织物。

(1) 钢丝帘线 胶带用钢丝帘线与轮胎用钢丝帘线在结构上有所不同，胶带用钢丝帘线单丝根数多，直径较大（10mm 以上），结构较复杂。钢丝表面镀锌，亦称钢丝绳。

(2) 钢丝织物 其结构有三种：①纤维纬线织物，经线为钢丝帘线，纬线为聚酯帘线；②全钢丝织物，经线和纬线均为钢丝帘线；③纤维经线织物，经线用尼龙帘线，纬线用钢丝帘线。

22.1.4 橡胶制品用金属骨架

橡胶制品用金属骨架品种繁多，如护舷用金属板、密封橡胶制品的圆形金属骨架等。

22.2 轮胎用钢丝帘线结构与性能

22.2.1 钢丝帘线

钢丝帘线是子午线轮胎的主要骨架材料之一。钢丝帘线在全钢子午胎中其质量约占

20%，成本约占材料总成本的 35%。钢丝帘线具有优良的力学性能，其拉伸模量高，可使轮胎尺寸稳定，压缩模量高对轮胎行驶转弯时带束层的侧向刚性有利。钢丝帘线的耐热性好，蠕变为零，有较好的抗冲击性。

对于午胎胎体层钢丝帘线的要求是拉伸强度要高、耐疲劳性好、抗磨损、与橡胶黏合性好等。对带束层钢丝帘线的要求是模量高、强度高、刚性高、耐切割、耐蚀与橡胶黏合性好等。

钢丝帘线发展的趋势是：①发展高强度钢丝帘线；②钢丝帘线的单丝直径加粗，结构简化；③发展开放型和全渗胶型钢丝帘线；④发展密集型钢丝帘线；⑤发展高伸长和高冲击型钢丝帘线。根据轮胎结构设计不同，轮胎不同部位选用的钢丝帘线结构也不同。轮胎制造企业和钢丝帘线生产企业为提高产品质量并降低成本，新结构钢丝帘线的研发很迅速。

子午线轮胎用钢丝帘线的结构与性能见表 3-22-1～表 3-22-4 所示。开放型、密集型、高强度、高伸长钢帘线在结构表示式后分别标注 OC、CC、HT、HE。

表 3-22-1 钢丝帘线结构与性能（I）

钢丝帘线结构	捻距(±5%) /mm	捻向	粗度(±5%) /mm	破断力 (最小) /N	线密度(±5%) /(g/m)	定长 (BS40/BS60) /m
2+1×0.28	∞/16	—S	0.700	470	1.470	13000
2+1×0.30	∞/16	—S	0.750	520	1.680	10000
4×0.25OC	14	S	0.640	520	1.560	13000
2+2×0.25	∞/14	—S	0.650	520	1.550	12500
2+2×0.28	∞/16	—S	0.730	625	1.940	10000
2+2×0.30	∞/16	—S	0.780	700	2.230	8000
2+2×0.38	∞/16	—S	1.000	1055	3.600	5000
5×0.25	10	S	0.670	660	1.950	10000
3×0.15+6×0.27	9/10	SZ	0.850	1000	3.170	6400
3×0.20+6×0.35	10/18	SZ	1.130	1590	5.340	3500
2+7×0.22	6.3/12.5	SS	0.830	920	2.740	7200
2+7×0.22+0.15	6.3/12.5/5	SSZ	1.080	920	2.900	5200
2+7×0.28	8/16	SS	1.060	1370	4.450	4300
2+7×0.28+0.15	8/16/3.5	SSZ	1.330	1370	4.640	3300
12×0.22+0.15CC	12.5/3.5	SZ	1.180	1200	3.840	4000
12×0.22CC	12.5	S	0.910	1200	3.640	5800
3×0.20/9×0.175CC	10	S	0.750	840	2.490	8000
3×0.20/9×0.175+0.15CC	10/5	SZ	1.020	840	2.650	6000
3×0.22/9×0.20CC	12.5	S	0.880	1060	3.170	7000
3×0.22/9×0.20+0.15CC	12.5/5	SZ	1.110	1060	3.330	5000
3+9×0.175+0.15	5/10/3.5	SSZ	1.000	780	2.490	6000
3+9×0.22	6.3/12.5	SS	0.920	1200	3.650	5000
3+9×0.22+0.15	6.3/12.5/3.5	SSZ	1.170	1200	3.850	4000
0.20+18×0.175CC	10	Z	0.900	1250	3.730	6000
0.20+18×0.175CC	12.5	Z	0.900	1250	3.710	6000
0.22+18×0.20CC	12.5	Z	1.020	1620	4.840	4700
0.25+18×0.22CC	16	Z	1.130	1960	5.850	4000
3+9+15×0.175	5/10/16	SSZ	1.070	1720	5.200	4000
3+9+15×0.175+0.15	5/10/16/3.5	SSZS	1.340	1720	5.420	3100
3+9+15×0.22	6.3/12.5/18	SSZ	1.350	2700	8.240	2700
3+9+15×0.22+0.15	6.3/12.5/18/3.5	SSZS	1.620	2700	8.500	2000

注：本表引自 GB/T 11181—2003。

表 3-22-2 钢丝绳线结构与性能 (II)

钢丝绳线结构	捻距(±5%) /mm	捻向	粗度(±5%) /mm	破断力 (最小) /N	线密度(±5%) /(g/m)	定长 (BS40/BS60) /m
2×0.30HT	14	S	0.600	405	1.120	16300
2+1×0.28HT	∞/16	—S	0.700	535	1.470	13000
2+1×0.30HT	∞/16	—S	0.750	605	1.680	10000
2+2×0.25HT	∞/14	—S	0.650	590	1.550	12500
2+2×0.28HT	∞/16	—S	0.730	710	1.940	10000
2+2×0.30HT	∞/16	—S	0.780	800	2.230	8100
2+2×0.32HT	∞/16	—S	0.830	900	2.570	7000
2+2×0.35HT	∞/16	—S	0.940	1050	3.030	6000
3+2×0.30HT	∞/16	—S	0.900	1000	2.790	6000
3+2×0.35HT	∞/18	—S	1.070	1310	3.820	4800
3×0.20+6×0.35HT	10/18	SZ	1.130	1820	5.340	3500
2+7×0.20HT	5.6/11.2	SS	0.760	870	2.260	8200
2+7×0.20+0.15HT	5.6/11.2/3.5	SSZ	1.030	870	2.440	5900
2+7×0.22HT	6.3/12.5	SS	0.830	1060	2.740	7200
2+7×0.22+0.15HT	6.3/12.5/5	SSZ	1.080	1060	2.900	5200
2+7×0.28HT	8/16	SS	1.060	1560	4.450	4300
2+7×0.28+0.15HT	8/16/3.5	SSZ	1.330	1560	4.640	3200
2+7×0.35HT	9/18	SS	1.330	2300	6.940	2800
12×0.22HT	12.5	S	0.910	1410	3.640	5800
12×0.22+0.15CC HT	12.5/5	SZ	1.180	1.410	3.810	4000
3×0.20/9×0.175CC HT	10	S	0.750	960	2.490	8000
3×0.20/9×0.175+0.15CC HT	10/5	SZ	1.020	960	2.650	6000
3×0.22/9×0.20CC HT	12.5	S	0.880	1220	3.170	7000
3×0.22/9×0.20+0.15CC HT	12.5/5	SZ	1.110	1220	3.330	5000
3×0.27/9×0.25+0.15CC HT	14/5	SZ	1.290	1800	5.080	3600
3×0.32/9×0.30+0.15CC HT	18/5	SZ	1.490	2410	7.190	2600
3×0.35/9×0.32+0.15CC HT	18/5	SZ	1.660	2730	8.300	2000
3+9×0.175+0.15 HT	5/10/3.5	SSZ	1.000	890	2.490	6000
3+9×0.22+0.15 HT	6.3/12.5/3.5	SSZ	1.170	1410	3.850	4000
3+9×0.25 HT	7/14.5	SS	1.020	1750	4.710	4600
3+9×0.25+0.15 HT	7/14.5/5	SSZ	1.310	1750	4.890	3500
3+8×0.33 HT	10/18	SS	1.38	2530	7.55	2600
0.20+18×0.175CC HT	10	Z	0.900	1440	3.730	6000
0.22+18×0.20CC HT	12.5	Z	1.020	1860	4.840	4700

注：本表引自 GB/T 11181—2003。

表 3-22-3 钢丝绳线结构与性能 (III)

钢丝绳线结构	捻距(±5%) /mm	捻向	粗度 (±5%) /mm	破断力 (最小) /N	破断伸长率 /%	线密度 (±5%) /(g/m)	定长 (BS40/BS60) /m
3×4×0.22 HE	3.15/6.3	SS	1.180	940	5.5+/-1.5	3.950	4100
4×4×0.22 HE	3.5/5	SS	1.320	1260	5.5+/-1.5	5.400	3100
3×6×0.22 HE	3.5/6.3	SS	1.500	1410	6.5+/-1.5	6.050	2450
3×7×0.20 HE	3.9/6.3	SS	1.390	1360	6.5+/-1.5	5.850	2800
3×7×0.22 HE	4.5/8	SS	1.520	1650	6.5+/-1.5	6.950	2400
3×2×0.35	3.9/10	SS	1.420	1030	5+/-1.5	4.890	2700
4×2×0.35	3.9/10	SS	1.590	1370	5+/-1.5	6.500	2100

注：本表引自 GB/T 11181—2003。

表 3-22-4 钢丝帘线镀层的质量要求

镀层类型	单丝直径 d /mm	Cu 的质量分数/%	镀层厚度 T / μm	每千克钢丝的镀层质量 W /(g/kg)
普通镀层	<0.20 0.20~0.30 >0.30	67.5±2.5 67.5±2.5 67.5±2.5	0.20±0.06 0.24±0.06 0.30±0.06	$W = \frac{T}{0.235d}$
低铜镀层	<0.20 0.20~0.30 >0.30	63.5±2.5 63.5±2.5 63.5±2.5	0.20±0.06 0.24±0.06 0.30±0.06	

注：本表引自 GB/T 11181—2003。

22.2.2 轮胎胎圈钢丝

胎圈钢丝按工艺状态分：回火胎圈钢丝（简称回火钢丝）HT；冷拉胎圈钢丝（简称冷拉钢丝）LT。钢丝用 GB 4354 中规定的 65 钢或 70 钢，或化学成分相当的其他牌号钢制造。其力学性能见表 3-22-5～表 3-22-8。

表 3-22-5 回火钢丝的力学性能

钢丝直径/mm	抗拉强度/MPa	伸长率($L_0=100\text{mm}$)/%	单向扭转次($L=100d$)/360°
0.96 1.00	≥1770	≥3	≥25

注：本表引自 GB 14450—93。

表 3-22-6 冷拉钢丝的力学性能

钢丝直径/mm	抗拉强度/MPa	单向扭转次/360°	反复弯曲次/180°
1.00	≥1770	≥27	≥12

注：本表引自 GB 14450—93

表 3-22-7 铜层附着量

钢丝名称	直径/mm	铜层附着量/(g/kg)
回火钢丝	0.96, 1.00	0.30~1.35
冷拉钢丝	1.00	0.60~2.00

注：1. 镀层材料为紫铜、青铜、黄铜。

2. 本表引自 GB 14450—93。

表 3-22-8 轮胎胎圈钢丝的规格和性能

直径/mm	拉伸强度 /GPa	破断力(最小) /kN	断裂伸长率(最小) /%	直径/mm	拉伸强度 /GPa	破断力(最小) /kN	断裂伸长率(最小) /%
0.94	1.96	1.29	4.0	1.30	1.96	2.47	4.0
0.96	1.96	1.34	4.0	1.60	1.86	3.55	4.0
1.00	1.96	1.46	4.0				

22.2.3 轮胎用切割钢丝

切割短钢丝的主要特性如下。

钢丝强度 1.37~3.04GPa

钢丝直径 0.15mm、0.175mm、0.20mm、0.22mm、0.25mm、0.30mm、0.38mm

钢丝长度 3mm、6mm、12.7mm、25mm、38mm

钢丝镀层 镀黄铜，镀层质量 4~8g/kg，铜含量 69%，锌含量 31%

22.3 胶管用钢丝规格与性能

22.3.1 钢丝单丝

高压胶管一般采用钢丝单丝进行编织或缠绕，各种胶管用钢丝规格与性能见表 3-22-9～表 3-22-12。

表 3-22-9 Bekaert 胶管钢丝的规格和性能

直径 /mm	拉伸强度 /GPa	破断力 /kN	捻度($L=100\times\varphi$)	每捻长度 /m	直径 /mm	拉伸强度 /GPa	破断力 /kN	捻度($L=100\times\varphi$)	每捻长度 /m
0.25	2.15~2.45	0.113	40	74000	0.38	2.75~3.05	0.329	28	32000
0.25	2.75~3.05	0.142	35	74000	0.40	2.45~2.75	0.327	33	30000
0.28	2.15~2.45	0.142	40	60000	0.45	2.15~2.45	0.366	34	24500
0.28	2.75~3.05	0.179	33	60000	0.50	2.15~2.45	0.452	32	20000
0.30	2.15~2.45	0.163	38	52000	0.56	2.15~2.45	0.565	30	15000
0.30	2.75~3.05	0.205	32	52000	0.60	2.15~2.45	0.650	29	14000
0.32	2.15~2.45	0.185	37	45000	0.65	2.15~2.45	0.765	28	11000
0.32	2.75~3.05	0.233	31	45000	0.71	2.15~2.45	0.910	27	9500
0.38	2.15~2.45	0.261	36	32000	0.71	2.45~2.75	1.030	24	9500

表 3-22-10 日本东京制钢普通胶管钢丝的规格和性能

直 径 /mm	拉伸强度 /GPa	破 断 力 /N	直 径 /mm	拉伸强度 /GPa	破 断 力 /N
0.31	2.45	176	0.50	2.35	438
0.35	2.45	223	0.60	2.35	632
0.40	2.35	280	0.80	2.16	1030

表 3-22-11 国产编织及缠绕胶管用钢丝的规格和性能

直径/mm	破断力/kN	扭转次数	打扣率	质量/(kg/100m)	用 途
0.30	2.35	30 次以上	>60%	0.056	高压软管
0.40	2.35	30 次以上	>60%	0.099	高压软管
0.50	2.16	30 次以上	>60%	0.155	缠绕软管
0.60	2.16	30 次以上	>60%	0.22	缠绕软管
1.60	1.96	30 次以上	弯曲>11 次	1.58	石油钻探管
1.80	1.86	30 次以上	弯曲>11 次	1.97	石油钻探管

表 3-22-12 国产胶管用钢丝的规格和性能

直 径 /mm	允许偏差 /mm	破断力 /N	相对结节强度 /%	直 径 /mm	允许偏差 /mm	破断力 /N	相对结节强度 /%
0.22	±0.01	78	60	0.50	±0.02	412	58
0.30	±0.01	162	60	0.60	±0.02	608	58

22.3.2 钢丝帘线

港口胶管、输油胶管、矿山胶管等可采用钢丝帘线，各种胶管用钢丝帘线规格与性能见

表 3-22-13 和表 3-22-14。

表 3-22-13 国产高压胶管用钢丝帘线的结构和性能

直径/mm	帘线结构	破断力/kN	质量/(kg/100m)	用 途
9.0	7×7×7×0.33	53.93	26.3	排泥胶管用
5.1	7×19×0.34	21.57	10.3	排泥胶管用
3.0	7×7×0.34	7.36	3.9	排泥胶管用
1.2	7×3×0.20	1.57	0.53	高压缠绕胶管
0.96	7×3×0.16	1.03	0.34	高压缠绕胶管
0.60	3+9×0.15	0.49	0.16	高压缠绕胶管

表 3-22-14 国产高压胶管用镀锌钢丝的性能

结 构	直径/mm	破断力/kN	质量/(g/m)	结 构	直径/mm	破断力/kN	质量/(g/m)
1×7	0.81	0.70	3.5	1×19	3.50	12.26	63
	2.10	4.41	24		4.00	16.18	82

22.3.3 胶管用扁平钢丝

表 3-22-15 为扁平钢丝规格，这种钢丝用于输油等大口径胶管。

表 3-22-15 扁平钢丝的规格

宽 度/mm	厚 度/mm	最小破断力/kN
8.00±0.12	0.800±0.015	9.31~11.17
10.00±0.15	0.800±0.015	11.66~13.92
12.00±0.18	0.800±0.015	13.99~16.76

22.4 胶带用钢丝结构与性能

22.4.1 钢丝绳

钢丝绳芯输送带用骨架材料为镀锌钢丝绳，简称钢丝绳。主要用于高强力输送带。

钢丝绳按结构分为：6×7+IWS、6×19+IWS 和 6×19W+IWS 三类。其结构分类见表 3-22-16。

表 3-22-16 输送带用钢丝绳的结构分类

类 别	结 构		直径范围/mm
	钢丝绳	股 绳	
6×7	6×7+IWS	6+1	2.0~5.4
6×19	6×19+IWS	12+6+1	4.0~12.0
6×19W	6×19W+IWS	6/6+6+1	5.0~12.0

22.4.2 钢丝绳的结构与性能

钢丝绳的直径与断面积、破断力、百米质量的指标见表 3-22-17~表 3-22-19。

钢丝绳用钢丝镀层的锌层质量为 12~30g/m²。

表 3-22-17 钢丝绳规格与性能 (I)

直 径/mm		钢丝绳总横断面积 (参考) /mm ²	钢丝绳最小破断拉力 /kN	钢丝绳百米质量 (参考) /(kg/100m)
钢丝绳	钢丝			
2.0	0.22	1.96	3.73	1.67
2.6	0.28	3.20	6.08	2.73
2.8	0.30	3.66	6.96	3.12
3.0	0.32	3.94	7.49	3.36
3.2	0.35	4.94	9.39	4.21
3.5	0.38	5.88	11.18	5.01
3.8	0.41	7.04	12.76	6.00
4.0	0.43	7.48	13.56	6.37
4.2	0.45	8.28	15.01	7.05
4.5	0.49	9.88	17.91	8.42
4.8	0.52	11.08	20.09	9.44
5.1	0.55	12.35	22.06	10.52
5.4	0.59	14.16	25.28	12.06

注：本表引自 GB 12753—91。

表 3-22-18 钢丝绳规格与性能 (II)

直 径/mm		钢丝绳总横断面积 (参考) /mm ²	钢丝绳最小破断拉力 /kN	钢丝绳百米质量 (参考) /(kg/100m)
钢丝绳	钢丝			
4.0	0.26	7.27	13.35	6.19
4.3	0.28	8.69	15.96	7.40
4.5	0.30	9.77	17.94	8.32
4.8	0.31	11.12	20.43	9.47
5.4	0.35	13.23	24.29	11.27
5.7	0.37	14.75	27.08	12.56
6.1	0.40	17.37	31.57	14.79
6.4	0.42	19.12	33.48	16.28
7.2	0.47	23.84	41.74	20.31
7.5	0.49	25.88	45.32	22.04
7.8	0.51	28.22	49.41	24.04
8.1	0.53	30.43	53.28	25.92
9.2	0.60	39.09	67.72	33.29
10.3	0.67	49.12	81.83	41.84
11.0	0.72	56.42	94.20	48.16
12.0	0.78	66.13	110.17	56.32

注：本表引自 GB 12753—91。

表 3-22-19 钢丝绳规格与性能 (III)

直 径/mm		钢丝绳总横断面积 (参考) /mm ²	钢丝绳最小破断拉力/kN		钢丝绳百米质量 (参考) /(kg/100m)
钢丝绳	钢丝		标准级	较强级	
5.0	0.38	12.86	24.36	25.49	10.59
5.6	0.43	16.13	29.94	31.36	13.74
6.0	0.46	18.72	34.31	35.95	15.94
6.6	0.50	22.15	40.51	42.46	18.87
7.0	0.53	24.94	45.63	47.82	21.24

续表

直 径/mm		钢丝绳总横断面积 (参考) /mm ²	钢丝绳最小破断拉力/kN		钢丝绳百米质量 (参考) /(kg/100m)
钢丝绳	钢丝		标准级	较强级	
7.6	0.58	29.67	53.60	56.20	25.27
8.3	0.63	34.71	61.38	64.43	29.56
8.7	0.66	38.98	67.99	71.43	33.20
9.1	0.69	41.66	72.66	76.33	35.49
10.0	0.76	50.72	88.29	92.76	43.20
10.5	0.79	55.15	96.02	100.9	46.97
11.0	0.83	60.49	104.2	109.7	51.52
12.0	0.90	70.33	121.3	127.5	59.90

注：本表引自 GB 12753—91。

22.4.3 钢丝织物

钢丝织物的优点是可以有效地防止钢丝绳输送带易产生的纵向撕裂。因此，钢丝织物应用比较广泛。钢丝织物种类有以下三种类型。

(1) 全钢丝织物 其经线和纬线均用高伸长钢丝帘线，使用这种织物的输送带具有优异的耐切割性和抗冲击性能。

(2) 纤维纬线织物 这种织物经线用高伸长钢丝帘线，纬线用涤纶帘线。用这种钢丝织物制造的输送带一般用于耐剥离和耐冲击性能要求不太高的场合，如输送矿砂、水泥等。

(3) 纤维经线织物 这种织物有两种类型，一种为普通型纤维经线织物，其经线用尼龙帘线（RFL 浸渍），纬线用普通钢丝帘线；另一种专用的纤维经线织物，其经线用尼龙帘线，纬线用高伸长钢丝帘线，高伸长钢丝帘线作为保护层，提高了输送带的耐剥离和耐冲击性能。这类金属纬线织物中，钢丝帘线的强度分别为 125MPa、250MPa、315MPa、500MPa 和 630MPa 等几种，这种骨架材料多用于立式输送带。

22.5 钢丝与橡胶的黏合

欲提高钢丝与橡胶之间的黏合强度，需从两个方面考虑，一是镀层；二是胶料。

22.5.1 镀层对黏合性能的影响

(1) 镀层厚度 对大多数工业用配方而言，铜含量 70% 时，镀层厚度要求小于 $0.21\mu\text{m}$ ，高铜含量（74%）与低镀铜厚度（ $0.13\mu\text{m}$ ）结合在一起能够得到良好的黏合效果。

(2) 镀层成分 高温黏合性能较好的镀层的铜锌比例为（75~60）：（20~40）。钢丝帘线内部中心股钢丝表面镀锌，有助于防止钢丝锈蚀。在钢丝表面先镀上一层 $20 \times 10^{-5} \text{mg/mm}^2$ 的锌可以改善钢丝与胶料的黏合性能。采用 Cu/Zn/Co 三元合金镀层可以改善黏合性能，特别是老化后的黏合性能超过标准黄铜镀层。

22.5.2 胶料对黏合性能的影响

(1) 橡胶 极性橡胶的黏合性能好，极性越大，黏合指数越高。若以丁基橡胶黏合指数为 1，则丁苯橡胶为 3，天然橡胶为 4，氯丁橡胶为 8，丁腈橡胶为 10。

(2) 硫化体系 硫黄以 3~4 份为宜。

(3) 促进剂 一般认为次磺酰胺类促进剂比较理想。

(4) 补强填充体系 加入补强材料的量，以硫化胶硬度为 50~70（邵尔）为宜。酸性炭黑有利于改进黏合性能。一般认为碘吸附值 40mg/g 以上的炭黑，如中超耐磨炉黑、高耐磨炉黑、快压出炉黑，均适宜于钢丝黏合胶料中。

软化剂、松焦油用量增加有利于黏合力的提高。

(5) 黏合增进剂 采用黏合增进剂是提高钢丝与橡胶黏合力的有效措施，采用的黏合增进剂有三种类型，一为树脂类；二为钴盐类；三为树脂与钴盐并用体系。树脂黏合体系为间甲白体系；钴盐黏合增进剂有油酸钴、硬脂酸钴、松香酸钴和环烷酸钴等。新型钴盐黏合增进剂有 Manobond C-16、Manobond CN-10、Manobond 680C；并用体系为间甲白与钴盐并用，一般黏合效果比较好，许多轮胎厂多采用并用增黏体系。

参 考 文 献

- 1 范仁德. 橡胶原材料手册. 第1版. 北京: 化学工业出版社, 1996. 655~712
- 2 陈振宝. 实用橡胶手册. 北京: 化学工业出版社, 2001. 253~287

第 4 篇 橡胶加工外用材料

橡胶加工外用材料系指无须添加到生胶中作为混炼胶成分的材料，这些材料包括：工艺防黏剂、橡胶制品表面处理剂、胶黏剂、垫布皮垫布处理剂、脱模剂、模具清洗剂及橡胶用溶剂等。

第 23 章 工艺防粘剂

23.1 无机润滑剂

防粘剂主要用于防止混炼胶片或半成品胶表面的相互黏结，常用于塑炼、混炼、压延、压出等工序。常用的无机润滑剂有滑石粉、云母粉、碳酸钙及陶土等。

23.1.1 滑石粉

滑石粉又称硅酸镁 (magnesium silicate)。

分子式 $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

【制法】 工业滑石经干法或湿法粉碎然后高温煅烧而成。

【性质】 白色或淡黄色六方或菱形板状晶体。常呈片状、鳞片状或致密块状集合体。有玻璃光泽。粉碎筛选后的颜色有白色、灰白色或淡绿色几种，视其杂质含量而异，以白色为优。相对密度 2.7~2.8。硬度为 1，极柔软。化学性质不活泼，具润滑性、耐火性、耐酸碱性、绝缘性。本品为非危险品，需贮藏在干燥的库房内。国产滑石粉技术指标见表 4-23-1。

表 4-23-1 橡胶和塑料用滑石粉技术指标

技 术 性 能	等 级		
	DL-1	DL-2	DL-3
酸不溶物/%	≥ 90.00	87.00	85.00
酸溶性铁(以 Fe_2O_3 计)/%	≤ 0.20	0.50	1.00
烧失量/%	≤ 6.00	8.00	10.00
磁铁吸出物/%	≤ 0.04	0.07	0.10
水分/%	≤ 0.50	1.00	1.00
粒径/目(μm)	325(45)	200(75)	100(149)
筛余量/%	≤ 2 全通过	2	0

【功用】 本品主要作耐酸、耐碱、耐热及绝缘制品的填充剂，并广泛用作隔离剂，使用时可将粉剂均匀地撒在混炼胶片的表面，或将粉剂与水混合制成适宜浓度的混合液，再将胶片浸入该液体中，取出晾干。

商品名及产地参见第 2 篇第 12 章补强填充体系配合剂。

23.1.2 云母粉

云母粉 (mica powder) 为钾、锂、铝、氟复杂的硅酸盐。

白云母	$K_2Al_4(Al_2Si_6O_{20})(OH)_4$
黑云母	$K_2(MgFe^{2+})_6(Al_2Si_6O_{20})(OH)_4$
金云母(镁云母)	$K_2(MgFe^{2+})_6(Al_2Si_6O_{20})(OH,F)_4$
鳞(或红)云母(锂云母)	$KLi[Al(OH \cdot F)_2][Al(Si_3)_3]$

【制法】 由天然硅酸铝矿经干法或湿法研磨而成。

【性质】 常呈假六方片状单斜晶体。集合体是鳞片状。具有玻璃光泽,薄片具有弹性。pH 值 7.3~8.5,水分 $\leq 1.5\%$ (作绝缘制品的填充剂时水分亦控制在 $\leq 0.1\%$),筛余物(325 目筛) $\leq 5\%$ 。

白云母:白色、淡黄色、淡棕色或粉红色,薄片透明。相对密度 2.76~3.10,硬度 2.0~2.5。

黑云母:黑色、深棕色或深绿色,相对密度 2.8~3.2,硬度 2.5~3.0。

金云母:黄色至深棕色,相对密度 2.86,硬度 2.5~3.0。

鳞云母:粉红色或灰色,相对密度 2.8~3.0,硬度 2.5~4.0。

【功用】 本品在橡胶工业中主要用作耐热、耐酸碱及绝缘制品的填充剂,也用作隔离剂。

商品名及生产厂家牌号参见第 2 篇第 12 章补强填充体系配合剂。

23.1.3 混炼胶片隔离剂

混炼胶片隔离剂英文名称为 dusting agent of blended rubber sheet。

【组分】 配方:水 100 份,陶土 10 份,拉开粉 0.2 份,中性肥皂 2 份,松节油 0.25 份。

【制法】 按以上配方搅拌混合均匀即成。

【功用】 用作混炼胶片的隔离剂,可防止胶片之间互相粘接,起隔离作用。

23.1.4 橡胶隔离剂 DH-1047

【性质】 本品是由硅酸盐、脂肪酸类衍生物和特殊活性剂组成,是一种能较好地分散在水中的粉料。它能有效地防止未硫化橡胶胶料表面黏合。它对胶料的流动、硫化及性能没有不利影响。它也不会产生过多的气泡,在开炼机或其他设备上无残留、无腐蚀、无粉尘。

【功用】 用于橡胶工业中未硫化胶料防粘隔离剂。特别是大型的炼胶中心或含有树脂的胶料,防粘隔离效果更佳。

【用法】

(1) 将本品用水调配成 1.5%~4% 的分散液即可使用。采用喷涂或浸渍的方法均可;并使涂覆层完全干燥后再进行下道工序。

(2) 在一个装有搅拌器的容器内,先加入 60~70℃ 的纯净水,然后在快速搅拌的同时,按比例徐徐加入本品,再继续搅拌 30min 即可获得较稳定的分散体。

为了简化生产,方便使用,亦可先将本品加工成含量为 15% 的膏状体,使用时再按比例兑水稀释即可。生产方法同上。

【建议使用比例】

不同胶料	最终胶料	天然母炼胶	丁基橡胶
本品:水	(1:40)~(1:50)	(1:30)~(1:40)	(1:20)~(1:30)

【包装与贮存】 25kg/袋,防雨、防晒、防潮,仓库内保持干燥通风。保质期一年。

商 品 名 称	厂 家
橡胶隔离剂 DH-1047	青岛德慧精细化工有限公司

23.1.5 水胎、胶囊用隔离剂

【性质】 本品是水基浓缩乳液产品。无毒、无味、无腐蚀，具有极好的排气性、润滑性、流动性和高温稳定性，能在胶囊与胎胚之间起到很好的隔离、润滑作用，延长胶囊的使用寿命。

【功用】 本品为轮胎工业中各种水胎、胶囊和气囊的专用隔离剂。

【用法】

(1) 使用前可将本品按 1:15 的比例兑水稀释；但最佳的比例应经试验确定。

(2) 采用压力喷涂或用棉纱擦拭，直接将稀释液均匀地涂刷在水胎或胶囊上；晾干水分；喷涂量应根据生产工艺和胎胚尺寸实验确定。

(3) 应保持容器密封，稀释后的液体不得再倒回原液之中。

【包装与贮运】 本品为 25kg/50kg/200kg 桶装；按非危险品贮运；须存于 2℃ 以上 38℃ 以下的仓库内，避免结冻；保质期一年；正确使用本品不会造成伤害。

商 品 名 称	厂 家
水胎、胶囊用隔离剂 DH-1055	青岛德慧精细化工有限公司

23.2 有机润滑剂

23.2.1 肥皂

英文名称 soap

化学名称 脂肪酸钠（钾、铵）盐。

【性质】 滴点 23~25℃。无水中性皂 92%。

【功用】 作天然橡胶、合成橡胶和胶乳的模型润滑剂、表面润滑剂和切刀润滑剂。配制水溶液后作为塑炼胶或混炼胶的隔离剂。

商 品 名 称	厂 家
Akron Gel	Akron Chem. Co. (美国)
Glyso lube	Thiokol (美国)
hallco lube	C. P. Hall Co. (美国)

23.2.2 硬脂酸锌

英文名称 zinc stearate

结构式 $\text{Zn}(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_2$

【性质】 纯品为白色轻质粉状物。相对密度 1.05~1.10，熔点约为 120℃。普通硬脂酸锌是带有微黄色的重质粉状物，熔点较低，有滑腻感，不溶于水，溶于热乙醇、苯和松节油等有机溶剂。技术条件（适用于硬脂酸钠与硫酸锌溶液作用所得产品）：加热减量≤1.0%；熔点 115~120℃；100 目筛无筛余物；灰分 13.6%±0.5%。

【功用】 本品对胶料具有分散和促进硫化、软化作用，也常作隔离剂和脱模剂，用于橡胶制品以改善其外观质量。

商 品 名 称	厂 家
硬脂酸锌	上海油脂化工有限公司 湖北武汉油脂化工有限公司 江苏南京金陵化工有限公司 重庆长江化工厂 贵州桐梓化工厂 山东济南油脂化工有限公司 辽宁丹东化学厂

续表

商 品 名 称	厂 家
Akron Zinc Stearate	Akron Chem. Co. (美国)
Densified	Temeco Chemicals(美国)
Metasap Zinc Stearate H, USP Grades	Harwick Standart Chem. Co. (美国)
Muodex Micronized Zinc Stearate 1058	Temeco Chemicals(美国)
Nopco 1097-B	Harwick Standart Chem. Co. (美国)
Nopco 1097-M	Diamond Shamrok(美国)
Plymouth Wetttable Zinc Stearate Z-1	Penick(美国)
Wetttable Zine Stearate U-3	Thiokol(美国)
Witco Zinc Stearate 11,42	Witco Chemical(美国)
Zinc Stearate	C. P. Hall Co. (美国)
	Harwick Standart Chem. Co. (美国)
Zinc Stearate LS-7, PM	Penick(美国)

23.2.3 油酸钠皂

英文名称 sodium oleate

结构式 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COONa}$

化学成分 油酸 22 份, 固体氢氧化钠约 3 份, 水约 200 份。

【制法】 22 份油酸与 100 份左右水共热至水将沸, 将碱液缓缓加入, 并剧烈搅拌至皂化, pH 值在 7~9 范围内 (必须严格控制)。使用时, 将皂化液约按 1:1 加水稀释。

【功用】 用于力车胎内胎的压出。使用时, 在胶料可塑性较大的情况下, 皂液浓度应适当增加, 反之可适当减小。用作为外胎硫化气囊的隔离剂时, 要在 100 份隔离剂水溶液中约加 2 份甘油。

23.2.4 丙三醇

英文名称 glycerine

结构式 $\begin{array}{c} \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \\ | \quad | \quad | \\ \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 \end{array}$

【性质】 无色、无臭、透明有甜味的黏滞性液体。相对密度 1.23~1.26, 熔点 17.9℃, 沸点 290℃ (分解)。可与水以任何比例混溶, 稍溶于乙醇和乙醚, 不溶于氯仿。有极大的吸湿性。

【功用】 一般用作水胎的润滑剂, 防止胶料龟裂, 保护水胎。亦可作为其他模型制品隔离剂。

商 品 名 称	厂 家	商 品 名 称	厂 家
甘油	广东油脂化工有限公司 浙江兰溪化工厂 吉林四平市油脂化工有限公司 广东江门化工有限公司 内蒙古赤峰市日用化工厂	甘油	湖南岳阳市日用化工厂 江苏南通油脂有限公司 黑龙江哈尔滨化工有限公司 重庆化工有限公司

23.2.5 硬脂酸铵

英文名 ammonium stearate

结构式 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COONH}_4$

【性质】 无味、无色粉末。商品中还有一种膏状硬脂酸铵, 此品为柔软白色膏状物, 稍有气味。相对密度约为 0.94, 固体含量 20%, 中和值 $\leq 64 \sim 70$ 。

【功用】 粉末作为脱模剂，使用时直接涂于模型表面，以利脱模，也可以在胶料配合时直接加入，作内部脱模剂。稍有迟缓硫化作用。膏状产品直接涂刷在模型表面，改善脱模性能。

商 品 名 称	厂 家
Ammonium Stearate	Diamond Shamrock(美国)

23.2.6 十二烷基磺酸钠

英文名称 sodium lauryl sulfate

【性质】 白色或琥珀色无味粉末或膏状物。相对密度 1.08~1.33，完全溶于水，阴离子型，贮藏稳定。

【功用】 作为天然橡胶、合成橡胶和胶乳的脱模剂和胶乳稳定剂，同时作为润滑剂。

商 品 名 称	厂 家
Equex SP	Procter & Gamble(美国)

23.2.7 磺化植物油

英文名称 sulfonated vegetable fat

【性质】 黄色稍带气味的液体。水气含量 30%，20%水溶液的 pH 值为 7.5，碱含量 3.7%，硫化物含量 60%，相对密度 1.03。

【功用】 用于天然橡胶、合成橡胶、胶乳和分散剂中，作脱模剂和湿润剂。常直接涂在模型表面作干胶制品的脱模剂。

商 品 名 称	厂 家
Hallco lube	C. P. Hall Co.(美国)

23.2.8 磺化蓖麻油

英文名称 sulfonated castor oil

【性质】 微黄色至深棕色中性油液，含油量 40%。

【功用】 用作脱模剂。使用时用开水冲释成乳状液，再搅拌均匀。使用稀释体积比为磺化蓖麻油：开水=(0.88~2)：100。作脱模剂的效果比肥皂水好。

商 品 名 称	厂 家
磺化蓖麻油，印染油，太古油，土耳其红油	重庆长江化工厂 吉林省吉林市化工有限公司 辽宁锦州石油化工有限公司 辽宁沈阳市溶剂厂

23.2.9 硬脂酸丁酯

英文名称 butyl stearate

结构式 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COO}(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$

【性质】 淡黄色液体，凝固点 20~22℃，沸程 195~220℃ (533.29Pa)，沸点 206℃ (533.29Pa)，闪点 188℃，着火点 224℃，相对密度 0.85 (25/20℃)，黏度 7.9mPa·s (25℃)，折射率 1.442±0.010。溶于大多数有机溶剂，难溶或微溶于甘油、乙二醇、甲醇

和某些胺类。

【功用】 本品是一种内部润滑剂，具防水性和较好的热稳定性，能改进丁腈橡胶等的加工性能。

商 品 名 称	厂 家
Rucoflex B-17	Hooker Chem. Corp. (美国)
Uniflex Bys	Union Carbide(美国)
Witcizex 200,201	Witco(美国)

23.2.10 硬脂酰胺

英文名称 stearamide



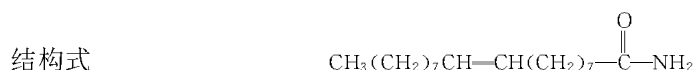
【性质】 纯品为无色叶状结晶（乙醇重结晶），熔点 108.5～109.5℃，沸点 250℃（1.60kPa），不溶于水，难溶于乙醇，溶于热乙醇、乙醚、氯仿。

【功用】 本品是橡胶加工用的润滑剂和脱模剂，有优良的外部润滑作用，可用于透明制品。本品的润滑性比硬脂酸低，持续性也较短，热稳定性较差，有初期着色性，与少量高级醇（C₁₆～C₁₈）配合可以克服上述缺点。

商 品 名 称	厂 家	商 品 名 称	厂 家
硬脂酰胺	上海中华化工有限公司	Stearic Acid Amid	Henkel(德国)
Adogen 42	Ashland Oil Inc. (美国)	アマイド S	日本化学(日本)
Armid HT	Armak(美国)	ダイヤモンド 200	日本水素(日本)
Kemamides	Humko Chemical(美国)		

23.2.11 油酰胺

英文名称 oleamide



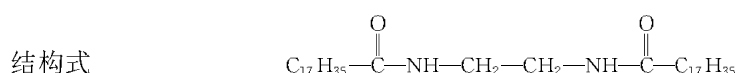
【性质】 白色结晶，熔点 75～76℃，闪点 210℃，着火点 235℃，氮含量＞4.8%，酸值＜0.8，碘值 80～90，相对密度 0.9 左右。熔融物带有淡褐色，不溶于水，溶于乙醇和乙醚。

【功用】 橡胶工业用润滑剂、脱模剂。

商 品 名 称	厂 家	商 品 名 称	厂 家
油酰胺	上海中华化工有限公司	Lubrol RO-O	ICI(Amer.) (美国)
Adogen 73	Ashland(美国)	Oleic Acid Amide	Henkel(德国)
Armoslip CP	Armak(美国)	ダイヤモンド O,O-200	日本化成(日本)
Kemamide	Humko Chemical(美国)	ニユートロン	日本精化(日本)

23.2.12 N,N'-亚乙基双硬脂酰胺

英文名称 N,N'-ethylene bis-stearamide



【性质】 白色细小颗粒，熔点 142～144℃，闪点约 285℃，相对密度 0.98，对酸、碱和水等介质稳定，不溶于水，但粉状物在 80℃ 以上具有可润湿性，常温下不溶于大多数溶

剂，但溶于热的氯化烃类和芳香烃类溶剂，溶液冷却析出沉淀或胶体。

【功用】在橡胶工业中，本品可作为胶料的抗粘剂、润滑剂和脱模剂，也可作为硬橡胶的表面处理剂。

商 品 名 称	厂 家	商 品 名 称	厂 家
N,N'-亚乙基双硬脂酰胺 Acrawax C	兰州石油化工总公司有机化工厂 Glyco(美国)	Hoechst Wax C	Hoechst(德国)
Armowax EBS	Armour(美国)	Nopco Wax 22DS	Nopco(美国)
Astrawax 19	Astor(美国)	ルブロン E,ES	日本化成(日本)
Chemetron Wax-100	Chemetron(美国)	カオー・ワックスEB	花王石碱(日本)
		アーモワックス EBS	ティオン・アクブ(日本)

23.2.13 油脂丙烷二胺二油酸盐

英文名称 propane diamine dioleate

结构式 $[\text{RNH}_2(\text{CH}_2)_3\text{NH}_3]^{2+}(\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COO})_2^-$ (式中 R 为牛油脂或猪油脂)

【性质】褐色膏状体、pH 值 ≥ 8 ，恩氏黏度(90℃) $\geq 300\text{s}$ ，加热减量 $[(75\sim 80)^\circ\text{C} \times 2\text{h}] \leq 2.5\%$ ，不溶于水。当加热到 135℃ 以上时分解出仲胺 $[\text{RNH}_2(\text{CH}_2)_2\text{NH}_2]$ ，起硫化促进剂的作用，分解出脂肪酸 $(2\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH})$ 起内润滑剂和脱模剂作用。

【功用】用于天然橡胶和合成橡胶中有利于补强剂的分散。用于氯丁橡胶可消除粘辊现象。可改善未硫化胶的挤出和注射成型的流动性，挤出的成品边缘光滑、表面光亮。赋予硫化胶良好的脱模性能，特别适于复杂模具。一般用量为 0.5~2 份。

商 品 名 称	厂 家
PA-7 多功能助剂	北京大兴县大黑堡化工厂

23.2.14 石蜡

详见第 2 篇第 11 章防护体系配合剂。

23.2.15 液体石蜡

详见第 2 篇第 11 章防护体系配合剂。

23.2.16 工业凡士林

详见第 2 篇第 14 章工艺操作配合剂。

23.3 聚合物润滑剂

23.3.1 聚乙二醇

英文名称 polyethylene glycol

【性质】分子量 200、300、400、600、1000 和 1500，根据分子量的不同，状态由无色液体到蜡状固体。相对密度 1.12~1.13。

【功用】作天然橡胶和合成橡胶制品（轮胎和其他橡胶制品，包括泡沫制品）的脱模剂。

商 品 名 称	厂 家
聚乙二醇 Cabowax Polyethylene Glycol 3350,8000	江苏宜兴助剂化工二厂 Harwick Chem. Co.(美国) Union Carbide Corp.(美国)

23.3.2 低分子量聚乙烯

英文名称 low-molecular weight polyethylene

【性质】 米粒形片状物，分子量 1500~2500，相对密度 0.927~0.940。

【功用】 作为天然橡胶和合成橡胶制品的脱模剂，防止绿色橡胶结块的防结块剂。能直接加入胶料或乳化剂中，或喷涂在模型的表面，有的可直接在混炼时加入。

商 品 名 称	厂 家
Epolene C-10, Epolene C-15, Epolene N-11, Epolene N-12, Epolene N-14, Epolene N-34, Epolene N-45	C. P. Hall Co. (美国)
Epolene N-10, Epolene N-11, Epolene N-14, Epolene N-34	Eastman Chemical (美国)
Epolene N-10, Epolene N-11, Epolene N-14, Epolene N-34, Epolene N-45	Harwick Standart Chem. Co. (美国)

23.3.3 聚乙烯蜡

英文名称 polyethylene wax

【性质】 实为平均分子量 1500~5000 之间的低分子量聚乙烯，白色粉末，相对密度 0.9 左右，软化点约 101~110℃。

【功用】 橡胶、塑料用润滑剂。与其他烃类润滑剂相比，其内部润滑作用较强，适用于挤出和压延加工，用量一般为 0.1~1.0 份。可防止片材粘连，改善填料或颜料的分散性。本品无毒，可用于与食品接触的制品。

商 品 名 称	厂 家
聚乙烯蜡 LMPE	上海中华化工有限公司 北京助剂有限公司 上海石化总公司塑料厂
A-C Polyethylene 6A, 617A, 629	Allied (美国)
Epolene E-10, Epolene C-10P, Epolene E-11, Epolene E-12, Epolene N-14P	Eastman (美国)
Hostalub XL-223	Hoechs (联邦德国)
プロセスレジン PEL-100	神户油化学工业 (日本)
サンワックス 131-P, サンワックス 151-P, サンワックス 161-P, サンワックス 165-P, サンワックス 171-P, サンワックス E-200, サンワックス E-300	三洋化成 (日本)
ハイワックス 400, ハイワックス 200, ハイワックス 410, ハイワックス 210, ハイワックス 310M, ハイワックス 210M, ハイワックス 220	三井石油化学 (日本)

23.3.4 甲基硅橡胶

英文名称 methyl silicone rubber

【性质】 清晰半流动体，无机械杂质。分子量 (40~65) 万，中性。挥发物含量 150℃×3h<3%，在苯中全溶。

【功用】 作为输送带、力车胎风胎等橡胶制造的隔离剂。用 101-10 硅橡胶和汽油制成胶浆代替乳化硅油 (201 油和 880-2 油)，完全保持硅油的脱模效果。制作时，先将本品以 1:10 的配比溶于汽油，搅拌 30h 左右，至成黏状母液后存放。使用时再将硅橡胶母液以 1:28 的比例用汽油稀释，充分搅拌，即可在输送带半成品上涂抹使用。用于力车胎风胎时，把小块硅橡胶以 1:8 的配比溶于汽油，搅拌 8h 左右，至硅橡胶全部溶解成透明油状液体即可使用。

商 品 名 称	厂 家
甲基硅橡胶,101-10 硅橡胶 101# 甲基硅橡胶	广州红云化工有限公司 上海树脂有限公司 四川晨光化工有限公司 北京化工二厂 山东济南石油化工四厂

23.3.5 102# 甲基硅橡胶

英文名称 102# methyl silicone rubber

【性质】 清澈半流动体。无机械杂质，分子量一般为（30~100）万，其中以（40~70）万居多，在苯中全溶，挥发物含量（150℃×3h）<6%，中性。

【功用】 本品的性能、使用效果及配制方法与 101# 甲基硅橡胶相同。

商 品 名 称	厂 家
102# 甲基硅橡胶	江西星火化工厂

23.3.6 甲基乙烯基硅橡胶

英文名称 methyl ethenyl silicone rubber

【性质】 无色透明半流动液体，无机械杂质。分子量为（40~65）万，中性，挥发物含量（150℃×3h）<3%。乙烯基含量，110-1# 为 0.07%~0.12%；110-2# 为 0.13%~0.22%；110-3# 为 0.80%~1.10%，在苯中全溶。

【功用】 与 101# 硅橡胶的用途基本一致。

商 品 名 称	厂 家
甲基乙烯基硅橡胶,110 号甲基硅橡胶	上海树脂有限公司 四川晨光化工研究院二分厂 山东济南市石油化工四厂 吉林化学工业公司研究院 安徽蚌埠有机硅化工有限公司

第 24 章 脱 模 剂

在橡胶制品的生产过程中，最后一道工序是硫化，很多制品须用模型硫化，硫化前如不预先在模腔内涂喷脱模剂，就会引起脱模困难，废品率高，因此必须预先在模腔内喷涂脱模剂。脱模剂的主要品种是硅油，现介绍如下。

24.1 甲基支链硅油

英文名称 metlyl branching silicone oil

【性质】 黄色油状液体，折射率 1.4060，相对密度 1.01~1.03，黏度 $(60\sim80)\times 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$ 。具有良好的热稳定性，硫化温度下一般不发生分解。

【功用】

① 将硅油溶解在汽油、苯、甲苯、二甲苯等有机溶剂中，配制成 0.5%~2.0% 的硅油溶液，然后喷涂在经过预处理的清洁模型表面或坯胶表面，待溶剂挥发后即可，此法特别适用于冷模硫化。

商 品 名 称	厂 家
甲基支链硅油, 128# 硅油	上海树脂有限公司 四川晨光化工二厂 北京化工二厂 广东广州市红云化工有限公司 吉林化工研究院

② 将硅油制成含油率为 35%~40% 的水乳液（可用吐温 20 或吐温 80 作乳化剂，用量为含油量的 2% 左右），使用时可用水稀释至含硅油 0.1%~5%，然后喷或涂刷在模具上，经焙烘后硅油便沉附在表面，起脱模作用。此法成本低，使用安全，但不适用于冷模，否则会因水分蒸发不完全而产生气泡。

③ 将硅油涂在模型表面，然后高温焙烘若干小时（温度不宜超过 200℃），待金属表面结成硅油硬膜后即可，此法优点是脱模有效期长。

24.2 甲基含氢硅油

英文名称 methylhydrogen-containing silicone oil

【性质】 有 202 和 821 两种牌号。前者为淡黄色或无色透明液体，折射率 1.3942~1.410，黏度 $(1.0\sim5.0)\times 10^{-5}\text{m}^2/\text{s}$ ，相对密度 0.98~1.10，含氢量 0.8%~1.4%；后者为无色至黄色油状液体，黏度 $(0.5\sim5.0)\times 10^{-5}\text{m}^2/\text{s}$ ，含氢量大于 0.1%。

【功用】 含氢硅油比甲基硅油活泼，在催化剂作用下易发生交联反应，在各种物质表面形成憎水膜，作脱模剂。按照下述比例配制成的硅溶液作为内胎硫化时的脱模剂：202 含氢硅油 30g，钛酸正丁酯 4g，加工汽油 300g。使用时首先把模型预热到 150℃ 左右，然后用砂

纸和棉纱擦掉模型上的污垢，把配制好的硅油溶液喷射到模型上。

商 品 名 称	厂 家
甲基含氢硅油 202,甲基含氢硅油 821	江西星火化工厂 四川天然气化工厂 北京化工二厂 安徽蚌埠有机硅化工有限公司

24.3 二甲基硅油（聚二甲基硅氧烷，硅油）

英文名称 dimethyl silicone oil



【性质】 无色、透明、无味、无毒、不易挥发的液体。溶于苯、甲苯、二甲苯、乙醚，部分溶于乙醇、丁醇、丙酮，不溶于环己醇、甲醇、植物油、水和石蜡油。相对密度 0.93~0.98，着火点 250℃ 以上，黏度 $10^{-2} \sim 1\text{m}^2/\text{s}$ ，平均分子量约为 5000~10000。不同黏度的硅油的性质如下。

黏度/(m^2/s)	折射率	相对密度	凝固点 /℃	沸 点/℃	V. T. C. ① 温度黏度系数	闪点① /℃
1×10^{-5}	1.39~1.40	0.930~0.940	-65	>200℃/66.7Pa	0.56~0.58	163
2×10^{-5}	1.395~1.405	0.950~0.960	-60	>200℃/66.7Pa	0.58~0.60	271
5×10^{-5}	1.400~1.410	0.955~0.965	-55	>200℃/66.7Pa	0.58~0.60	274
1×10^{-4}	1.400~1.410	0.960~0.970	-55	挥发度 200℃<2%	0.59~0.61	316
3.5×10^{-4}	1.400~1.410	0.965~0.975	-50	200℃<2%	0.61~0.63	316
5×10^{-4}	1.400~1.410	0.965~0.975	-50	200℃<2%	0.61~0.63	316
10^{-3}	1.400~1.410	0.965~0.975	-50	200℃<2%	0.61~	

续表

商 品 名 称	厂 家
DC 200	Dow Corning(美国)
F-110	Imperial Chem. Industries, Ltd. (美国)
Fluid 47	Rhône Chemie(法国)
KF 96	信越化学(日本)
KM-722, KM-740, KM-751, KM-785	信越化学(日本)
KS-702, KS-703	信越化学(日本)
MS 200	Midland Silicones(英国)
SF-96	Harwick Standart Chem. Co. (美国)
Silicone Oil Enrulsion LE-42, Silicone Oil Enrulsion LE-45, Silicone Oil Enrulsion LE-46, Silicone Oil Enrulsion LE-410, Silicone Oil Enrulsion LE-460, Silicone Oil Enrulsion LE-467	C. P. Hall Co. (美国)
Silicone Oil L-45, Silicone Oil L-722	C. P. Hall Co. (美国)
Wacker Silicone fluids As	Wacker-Chemie(德国)

24.4 293[#]、294[#]、295[#] 硅脂

英文名称 293[#]、294[#]、295[#] silicone grease

【性质】 295[#] 硅脂有 295-1、295-2 和 295-3 三种，都是白色半透明油脂。200℃×24h 的挥发度≤3%，同样条件下的游离度≤10%。其中 295-1 号硅脂中含有硼化合物，故有耐高温的特点。本品贮存于密封容器中，防止异物及湿气进入而改变性能。

【功用】 作橡胶、塑料及层压板的脱模剂。使用时先将模具清理干净，以清洁的干布块涂刷上油膏状有机硅脱模剂，厚约 2~5μm。当模具结构复杂时，可以甲苯、松香水等溶剂稀释调匀后，薄薄涂刷一层，待溶剂挥发后即可使用。

商 品 名	厂 家
293 [#] 、294 [#] 、295 [#] 硅脂	上海树脂有限公司 四川省天然气化工厂
Lubrex Silicone Aerosols	Harwick Standart Chem. Co. (美国)

24.5 1[#] 树脂型有机硅脱模剂

英文名称 resin type 1[#] organosilicon moldreleasing agent

【性质】 本品为有机硅树脂的甲苯溶液，淡黄色至红黄色透明液体，相对密度 0.85±0.05，不挥发分（105℃×3h）≤15%±2%。干燥时间（150℃）2~4h，本品贮存于干燥阴凉（0~30℃）的仓库内避免日光直射，远离火源。

【功用】 作橡胶工业等的脱模剂，可长期使用。使用时以干净甲苯稀释至 3%~9% 的溶液，搅匀后涂刷，于室温下干燥（隔绝尘埃）1h 后，再按规定时间及温度干燥固化即可。

商 品 名 称	厂 家
1 [#] 树脂型有机硅脱模剂	上海树脂有限公司 四川晨光化工研究院二分厂 陕西西安油漆有限公司 辽宁大连油漆有限公司
Moldbrite 25	Disco(美国)

24.6 2[#]树脂型有机硅脱模剂

英文名称 resin type 2[#] organosilicon mold releasing agent

【性质】 本品为有机硅树脂的甲苯溶液，淡黄色至黄色透明液体，相对密度 0.85 ± 0.05 ，不挥发分 ($105^{\circ}\text{C} \times 3\text{h}$) $\leq 15\% \pm 2\%$ ，干燥条件为 $140^{\circ}\text{C} \times 2\text{h}$ 。

【功用】 作塑料、橡胶工业等的脱模剂，具有良好脱模效能和较多的使用次数。使用时树脂型脱模剂以甲苯稀释至 $3\% \sim 7\%$ ，搅匀后喷涂成均匀薄层，在室温中干燥 1h（需隔绝尘埃），再按规定温度和时间干固后即可使用。使用时，不论新模和旧模，其表面附着的铁锈、有机物杂质、油污炭粒等必须除尽，使模具高度洁净，这样才能得到最好的脱模效果。

商 品 名 称	厂 家
Moldbrite 30	Disco(美国)

24.7 溶剂型有机硅脱模剂

英文名称 solvent organosilicon mold releasing agent

【性质】 本品为加有机溶剂的有机硅油溶液，无色至淡黄色透明液体，不挥发分 ($150^{\circ}\text{C} \times 3\text{h}$) $\leq 5\% \pm 1\%$ ，可按模型温度选择溶剂。本品应密封贮存在干燥阴凉 ($0 \sim 30^{\circ}\text{C}$) 的仓库内，避免日光直射并远离火源。

【功用】 适于作模具温度在 100°C 以下的塑料及橡胶脱模剂，为获得良好的脱模效果，不论新模和旧模必须除尽表面附着的铁锈和其他有机物杂质。因溶剂闪点低，使用时需远离火源并注意通风，脱模剂的用量随产品不同而异，过多会使制品外观发生缺陷。

24.8 水乳化有机硅脱模剂

英文名称 aqueous emulsion organosilicon mold releasing agent

【性质】 为有机硅油水乳化的白色乳浊液。相对密度为 1.00 ± 0.02 。不挥发分约 35% ，pH 值 $4.5 \sim 5.5$ 。用软水或蒸馏水作稀释剂。本品应用密封容器贮存在干燥阴凉（室温 $0 \sim 30^{\circ}\text{C}$ ）的仓库内，避免日光直射及温度变动过大，以防冻结破坏乳化性能。

【功用】 适于模温在 100°C 以上的塑料及橡胶脱模。用水稀释，使用简便，无毒性。由于模制情况不同，脱模剂使用浓度也不同。为获得最好脱模效果，使用前需要进行试验，即先以 1 份水乳型有机硅脱模剂用 30 份软水（或蒸馏水）稀释试行脱模检查模制品表面，若结果不好则需增加脱模剂浓度，使用时搅匀直至满意为止。如果以 30 份软水稀释也可得到良好结果，可以继续增加稀释水以达到最好效果。对铜铁铸模，为防止铸模锈蚀，可以加入相对于稀释用 $0.02\% \sim 0.1\%$ 的亚硝酸钠，使用后铸模温度必须在 $100 \sim 110^{\circ}\text{C}$ 以上，以除尽水分。另外，为了获得最好的脱模效果，不论新模或旧模，其表面的铁锈、有机物杂质、油污炭粒等杂质必须除尽。

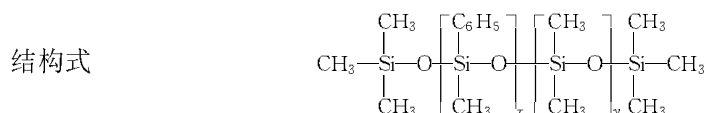
商 品 名 称	厂 家
水乳化有机硅脱模剂	上海树脂有限公司 江西星火化工厂 北京化工二厂

续表

商 品 名 称	厂 家
Silicone Oil Emulsion LE-42, Silicone Oil Emulsion LE-45, Silicone Oil Emulsion LE-46, Silicone Oil Emulsion LE-410, Silicone Oil Emulsion LE-420, Silicone Oil Emulsion LE-460, Silicone Oil Emulsion LE-467 SM-2061, SM-2068, SM-2140, SM-2162, SM-2154 Union Carbide Silicone LE-45, Union Carbide Silicone LE-46, Union Carbide Silicone LE-420, Union Carbide Silicone LE-467	广州市红云化工有限公司 四川晨光化工厂 C. P. Hall Co. (美国) Harwick Standart Chem. Co. (美国) Union Carbide Corp. (美国)

24.9 甲基苯基硅油

英文名称 methyl phenyl silicone oil



【性质】 苯甲基二乙基硅烷在硫酸存在下水解，得苯甲基环体，或由二苯基二氯硅烷与二甲基二乙氧基硅烷水解得二苯基二甲基环体。上述任一环体与二甲基环体一起，在封头剂及催化剂存在下进行真空调聚，然后脱低沸物而成。

无色或微黄色油状液体，物理性质随其组成和分子量（黏度）而异。

除具有二甲基硅油的一般性能外，其耐高温、抗辐射性能更佳，但温度系数比二甲基硅油差。

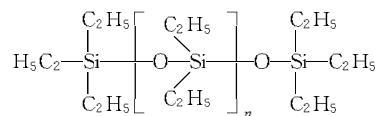
【功用】 作橡胶工业用润滑剂和脱模剂。用法与二甲基硅油基本相似，但润滑性能、耐高温和抗辐射性能优于二甲基硅油。

商 品 名 称	厂 家
甲基苯基硅油	江西星火化工厂 上海树脂有限公司 四川天然气化工厂 广州红云化工有限公司
DC-510, DC-550, DC-710	Dow Corning(美国)
DP-47, DP-190, DP-175	Imperial Chem. Industries, Led(英国)
Fluid 58	Rhône-Poulenc(法国)
KF-50, KF-54	信越化学(日本)
SF-1017	General Electric(美国)
SH-510, SH-550, SH-710	トーレシリコン(日本)
Siliconol-AS, Siliconol-AR, Siliconol-AP	Wacker-Chemie(德国)
TSF-431, TSF-432, TSF-433	东芝シリコン(日本)

24.10 聚二乙基硅氧烷

英文名称 polydiethylsiloxane

结构式



【性质】 无色或淡黄色透明液体。平均分子量 300~100000。溶于乙醚、氯仿、甲苯。可与石油产品任意混合。使用温度 -70~150℃。

【功用】 本品可作为塑料、橡胶等工业用脱模剂，具有优良的润滑性和电性能。比二甲基硅油更耐低温，黏度系数小（约 0.65），蒸气压低，可压缩性较大，表面张力较小，防水性能好，耐化学腐蚀，对金属表面不腐蚀，能与矿物润滑油互溶，进一步改善润滑性。可以调配成不同黏度以供各种需要。

商 品 名 称	厂 家
乙基硅油 L-41,DC-400A,DC-400C	湖北武汉市化工研究所 Dow Corning(美国)

24.11 半永久性脱模剂

【性质】 化学组成为碳氢化合物，清澈透明液体，溶于水，相对密度为 0.998。

【制法】 将可成膜碳氢化合物与表面活性剂、防蚀剂混合成均匀透明液体。

【功用】 本品可在模腔的表面形成黏性很好的膜层。该膜层可经多次脱膜不会脱落，模内最高温度可达 250℃，可广泛用于橡胶模型制品。

【用法】 首先在模具低于 60℃时喷涂上 Rhenodiv RR5 cold，5min 后升至 95℃，再喷涂一层 Rhenodiv RR5 hot，然后室温下干燥 10~20min 或在 120~180℃下干燥 5~10min，必要时可在热模型上喷涂一层 Rhenodiv RR5 hot。

商 品 名 称	厂 家
Rhenodiv RR5 cold,Rhenodiv RR5 hot	Rhein-chemie(德国) struktol(德国)
Mclube 1805,Mclube 1725,Mclube 1733,Mclube 1752,Mclube 1777, MAC 715,MAC 797,MAC 580	Mclube(美国),上海济舸有限公司代销

24.12 脱模剂 DH-E527

【性质】 本品为溶剂型高分子材料，具有极强的润滑性和隔离性，一次喷涂可多次脱模。

【功用】 本品适用于橡胶鞋底、轮胎、实心轮胎及不易脱模的橡胶制品。

【用法】 使用前必须对模具进行认真的清洗。采用喷涂法直接将本品喷涂在热的模具(90℃)上或加热至制品的硫化温度。首次使用应喷涂两遍，要使每遍涂层都干燥并保持 15min 再使用，以达到最多的脱模次数。不宜过多喷涂，以免影响脱模效果。

【包装与贮运】 DH-E527 用 500mL 气雾罐包装。DH-E527A 用 20L 或 200L 的铁桶包装。本品应存放在 38℃以下的仓库内，按危险品运输。正确使用本品不会造成伤害。

【注意事项】 本品易燃。工作场所须保持良好的通风。不要燃烧空罐，空罐丢弃前须刺穿。

商 品 名 称	厂 家
脱模剂 DH-E527	青岛德慧精细化工有限公司

24.13 脱模剂 DH-E563

【性质】 本品由多种无毒、无味、无腐蚀性的高分子材料聚合而成。外观为淡黄色至棕黄色黏稠液。具有良好的润滑性、水溶性和抗氧性。制品表面和胶管管壁上残留的脱模剂，用清洁的温水就可以洗净，并能保持橡胶制品原有的光泽本色。

【功用】 专用于各种橡胶高压胶管、异型胶管、空调胶管和电缆胶管等的隔离、润滑和脱模。

【用法】

(1) 采用有芯生产工艺时，将本品或其稀释液均匀地涂刷在芯棒表面即可。

(2) 采用盘绕硫化法和包铅硫化工艺时，将本品的稀释液涂刷在未硫化的胶管表面即可。

(3) 将蒸馏水加入到本品中搅拌均匀即可得到稀释液。最佳的稀释浓度应根据生产工艺、胶料配方等情况试验确定

【包装与贮运】 本品采用 25kg/50kg/200kg 塑料桶、铁桶包装。按非危险品贮运。本品是一种无害的物质，正常使用不会造成伤害。

【注意事项】 操作工应佩戴橡胶手套，避免触及眼睛和长时间与皮肤接触。

商 品 名 称	厂 家
脱模剂 DH-E563	青岛德慧精细化工有限公司

24.14 脱模剂 DH-L336

【性质】 本品为高分子材料乳化浓缩液，含有特殊的润滑隔离成分，具有表面张力小、膜层延展性好、抗氧化、耐高温、无毒不燃和保护模具等特点。使用方便，安全高效，能赋予模压制品一个光洁亮丽的表面，一次喷涂可多次脱模。

主要指标如下。

外观	乳白色液体	密度/(g/mL)	0.99
活性剂含量/%	30	pH 值	6~8

【功用】 适用于橡胶轮胎、杂品和管件等模压制品的脱模、隔离和润滑。

【用法】

(1) 使用前最好用软化水将本品调制成适合浓度的配合液。一般的兑水比例是 1 : 10，但最佳的比例应经试验确定。

(2) 采用喷涂或涂刷的方法，将配合液体均匀地喷涂在热的模具腔内。

(3) 配合液应现用现配，且不能再倒回浓液之中。

(4) 应保持容器密封，严禁与其他脱模剂或酸碱物质相混。

【包装与贮存】 本品用 25~200kg 塑料桶、铁桶包装。须存于 2~38℃ 的仓库内，按非危险品贮运。保质期一年。

商 品 名 称	厂 家
脱模剂 DH-L336	青岛德慧精细化工有限公司

24.15 脱模剂 DH-9802

【性质】 本品是脂肪酸衍生物类脱模剂。外观为乳白色水溶性液体。本品无腐蚀、无沉积，能有效防止胶料残留物在模具上堆积，起到清洁和保护模具的作用。由于部分脱模剂能被胶料所吸收，故有利于胶料在模具中的流动，并能防止裂口和折叠现象的产生；而对硫化和防老化性能没有影响。本品能赋予制品光泽、无污染的洁净表面。因此不影响后继工序，如粘接、印刷、涂漆等的操作。

【功用】 适用各种橡胶模压制品。特别是橡胶胶板、胶带、氟橡胶制品、橡胶大底和需喷涂、粘接、印刷等二次加工精密制品的脱模。

【用法】

- (1) 一般使用 1 : 15 的稀释液就可得到满意的脱模效果。应先通过实验来确定最佳的浓度。
- (2) 将适合的稀释液直接喷在洁净的模具腔内或生胶片上，即可进行生产。
- (3) 调制稀释液时应使用蒸馏水。

【包装与贮存】 本品为 25kg 塑料桶包装；须存于 2~48℃ 的仓库内；按非危险品贮运。保质期一年。

注意：本品是一种无害的物质，但应避免与眼睛接触和长期与皮肤接触。正确使用本品不会造成伤害。

商 品 名 称	厂 家
脱模剂 DH-9802	青岛德慧精细化工有限公司

24.16 内脱模剂

【性质】 本品为橡胶制品内添加型润滑脱模剂。本品具有良好的润滑性，能够加速胶料及白炭黑颜料等填充物的分散混炼，防止粘辊；使胶料在硫化过程中增强流动性，充盈模具的花纹和边角，赋予制品光滑、洁净和细腻的表面；不影响制品的粘接、彩涂和印刷等后序加工。同时，本品还具有高效提色增艳功能，使白色制品更加亮白，彩色制品更加艳丽。

本品为白色粉粒状脂肪衍生物类混合物，对硫化系统不发生干扰，一般不用变动配方即可添加使用。添加本品后，模具表面无需再外涂脱模剂。

【功用】 本品适用于多种橡胶胶料，特别是轮胎胎侧胶、橡胶大底、橡胶板（带）、氟胶制品和密封件等精密橡胶制品。

【用法】 在混炼胶料时，与其他配料一起加入。

【用量】 一般按生胶量的 1.5~3 份添加。

【包装与贮运】

- (1) 本品采用复合袋装，每袋净重 25kg。
- (2) 须存于阴凉干燥处，注意防雨、防晒、防潮，保存期一年。
- (3) 按非危险品贮运。

商 品 名 称	厂 家
橡胶润滑剂 DH-N038	青岛德慧精细化工有限公司

第 25 章 模具清洗剂

橡胶制品所用的模具在高温高压下使用一定时期后，模腔内壁会生成胶料沉积物（污垢），而且该物质与模腔内壁黏附牢固，不易消除，不仅影响橡胶制品的外观质量，还将影响密封制品的密封性能。因此，必须使用模具清洗剂予以清除。清洗剂中的活性物质可使黏附模腔内壁的沉积物溶解或脱落，并且不损伤模腔内壁，从而延长了模具的使用寿命，使橡胶制品的表面光亮，密封性能优良。

25.1 模具清洗剂 M-100

【性质】 淡黄色透明液体，密度 $1.14\text{kg}/\text{cm}^3$ ，pH 值 13。存放于阴凉处，贮存期 2 年。

【功用】 用于清洗橡胶制品模具工作面上的胶料沉积物，尤其适用于清洗顽固性重污垢，去污力强，不损伤模具。

【用法】 将模具加热至 $130\sim 150^\circ\text{C}$ ，然后在模具工作面上喷洒模具清洗剂 M-100，使其反应 $1\sim 2\text{min}$ ，污垢即会软化脱离模具表面，在模具清洗剂未干之前用清水冲洗干净，再用干布擦净后，即可使用。如有局部污垢未清除，再滴少许清洗剂在上面， $1\sim 2\text{min}$ 后再用清水冲洗，同时用尼龙刷或金属丝软刷轻刷。

【注意事项】 使用时勿与皮肤接触，应戴橡皮手套操作，防止溅到皮肤或衣物上，如不小心溅上了清洗剂，须立即用清水冲洗。清洗剂喷洒到模具上后，不可停放时间太长。

商 品 名 称	生 产 厂 家
模具清洗剂 M-100	北京橡胶工业研究设计院科达公司

25.2 模具清洗防锈剂 M-200

M-200 系列模具清洗防锈剂分 A、B、C 三种类型。其中 M-200A 型为橡胶制品专用模具清洗剂，M-200B 型为轮胎模具专用清洗剂，M-200C 型为 A 型、B 型清洗剂配套使用的模具清洗剂。

M-200A 型和 M-200B 型模具清洗剂含有本公司最新研制和复配的可去除橡胶硫化模具表面污垢的强力活性物质，可在高温下与模具上沉积污垢反应并自动脱落，迅速达到清洗模具的目的。

M-200C 型模具防锈剂复配有模具专用高效防锈组分，与 M-200A 型和 M-200B 型模具清洗剂配套使用可防止清洗干净后金属表面的锈蚀，保持清洗后的模具洁净，不影响清洗后模具的正常使用，改进橡胶制品的外观质量。

【性质】

项目	M-200A 型	M-200B 型	M-200C 型
外观	淡黄色透明溶液	淡黄色透明溶液	橙色透明溶液
相对密度	1.10~1.20	1.08~1.18	0.80~0.90
pH 值	14	14	9

【功用】 含高效复配模具清洗组分，泡沫丰富、去污力强、清洗快捷、方便、效率高。高沸点、不溅射、无毒性，使用安全可靠。对金属模具渗透力强，特别适于清洗结构复杂的模具。有配套使用的 M-200C 型模具防锈剂，可防止刚清洗模具的锈蚀，保持模具的洁净，不影响模具的重新使用。对模具无损伤，可延长模具使用寿命。

【用法】

(1) 将模具预热至 150℃ 左右，直接喷上模具清洗剂，在模具沟槽和污垢严重部位应适当多喷洒一些模具清洗剂，以确保模具清洗效果。

(2) 让清洗剂在 150℃ 左右与模具表面污垢充分接触 3~5min 后，污垢严重的模具可适当延长接触时间和模具温度，并始终保证模具表面有足够清洗剂存在。在模具清洗剂未干之前，立即用高压水枪或抹布在自来水下将模具冲（擦）洗干净，对个别沟槽或顽垢可借助铜丝或竹签轻轻摩擦以提高清洗效果。

(3) 对陈年过于脏污的模具，可能需要进行第二次清洗，并适当延长清洗剂与污垢接触时间，以保证清洗效果。

(4) 经高压水枪或自来水清洗干净后的模具应在水未干前，立即喷少量 M-200C 型模具防锈剂，并放置在硫化平板上烘干，最后用干净棉纱擦拭模具表面，保持模具洁净，防止生锈。

(5) 清洗剂呈强碱性，操作者应戴上手套，皮肤接触清洗液后应立即用水冲洗干净。

(6) 每次使用后，应注意密封保存，以防低沸点组分挥发。

【包装】 M-200A 型、M-200C 型采用塑料瓶包装（1kg/瓶），外装木箱。M-200B 型采用大塑料桶包装，最小包装 15kg/桶。

【贮存】 应贮存在阴凉干燥处，保存期一年。

商 品 名 称	生 产 厂 家
模具清洗防锈剂 M-200	北京橡胶工业研究设计院科达公司

25.3 洗模胶 J-100

洗模胶是一种可硫化的混炼胶，用于清洗模具，尤其适宜精度高、较难清洗的模具。使用时将它放在模具中进行正常硫化，在高温高压下洗模胶中的活性物质与模具表面的胶料沉积物（污垢）结合，硫化后取出，从而将模具清洗干净。比用模具清洗剂清洗模具更为简单和方便。

【性质】 外观为淡黄色，稍有氨味，相对密度 1.20。硫化条件为 160℃×10min。

【功用】 用于清洗各种橡胶制品模具。对于清洗形状复杂、精度高的模具要适宜。

【用法】 首先将洗模胶用开炼机压成所需厚度，按模具规格裁剪成所需形状和质量，再装填到热模具中，在 160~180℃ 及足够压力下硫化 10~15min（硫化时间越长，清洗效果越好，沉积物较多的模具可进行 2~3 次处理），取出制品，用清水冲净模具，再用布擦干，即

可重新使用。

【注意事项】 使用洗模胶硫化时会有发烟现象，需在通风环境下进行，要避免眼睛和皮肤长时间与热的硫化胶接触。

商 品 名 称	生 产 厂 家
洗模胶 J-100	北京橡胶工业研究设计院科达公司

25.4 干冰清洗剂

【性质】 颗粒状固态二氧化碳（又名干冰）。

【功用】 清除模腔内的污垢，不损伤模具。

【用法】 在 0.6MPa 的高压空气的作用下，将干冰弹丸喷射到 150℃ 的模具腔内，由于热振动使黏附在模腔表面的污垢脱落，再被高压空气吹掉。使用此法速度快，可清除 0.5mm 排气孔内的污垢，此法特别适用于橡胶轮胎模具。

商 品 名 称	生 产 厂 家
干冰喷砂模具清洗机	香港震华机械工程有限公司

第 26 章 垫布及垫布处理剂

垫布是橡胶工业中不可缺少的辅助材料，为防止生产中胶料或半成品相互粘黏和防止灰尘污染，需采用垫布。常用的垫布有棉帆布、丙纶帆布和塑料薄膜垫布。除塑料薄膜垫布外，织物垫布易与胶料粘黏，因此，需经处理后才可使用，一般认为比较理想的方法是糊精法。

26.1 织物垫布

【性质】 织物垫布是由棉纤维或丙纶纤维织成各种规格的布，再经处理而成的橡胶工业用垫布。

【功用】 垫布用于包裹未硫化的压延胶片或挤出的胶片可防止胶片之间粘黏。

商品名及厂家见本书第 3 篇第 22 章。

26.2 塑料垫布

【性质】 塑料垫布是由聚丙烯或聚乙烯压延成表面具有凹凸花纹的薄膜，厚度为 0.1～0.2mm。

【功用】 用于包裹子午胎带束层胶片，防止喷霜并可保持胶片的黏性。

商 品 名 称	厂 家
塑料垫布	上海塑料制品有限公司

26.3 垫布处理剂

26.3.1 糊精

原材料、基本配方及实际用量如表 4-26-1 所示。

表 4-26-1 糊精原材料、基本配方及实际用量

原 材 料	基本配方	实际用量/kg	原 材 料	基本配方	实际用量/kg
白糊精	11.1	5.50	酪素	1.2	0.60
油酸	8.0	4.00	肥皂或拉开粉	1.6	0.80
氢氧化钠(钾)	2.6	1.30	水	73.2	36.65
硬脂酸	2.1	1.05	合计	100.0	50.00
氨水	0.2	0.10			

【制备】

(1) 先将酪素用水湿润，并加氨水溶解备用。

(2) 将氢氧化钠(钾)溶于 10kg 水中备用。

(3) 将硬脂酸放置在铁锅中徐徐加热溶解，并将油酸在搅拌情况下加入，在 75℃ 以下不断搅拌，慢慢加入已溶好的 2/3 氢氧化钠（钾）溶液，使整个液体逐渐变稠（不得结块），加完氢氧化钠（钾）时，液体颜色由白色逐渐变深，至呈褐色稠糊状物质。

(4) 在容器中将剩余的水加热至 40~50℃，然后缓慢加入白糊精，并不断搅拌，加入剩余的 1/3 氢氧化钠（钾）溶液，再加入酪素及肥皂或拉开粉，搅拌至全部溶解后，将步骤 (3) 取得的稠糊状物倒入，并不断搅拌均匀，使液体升温至 90℃ 左右。

(5) 在使用前应将此液趁热过滤，以除去小块块状物，使用时，液体温度保持在 80~90℃。垫布的处理可在浸胶机上进行，附在垫布上的泡沫在压干或刮除后，再通过烘干装置，烘干的垫布即可使用。

在配制处理液时需注意以下三点：

① 溶解酪素用的氨水，必须先用水稀释，否则易结团，不易溶解；

② 在加 2/3 的氢氧化钠（钾）液于硬脂酸及油酸的混合液中时，必须慢慢均匀加入，并不断搅拌，否则会结块；

③ 配制各种预备液所用的水量应从配方中的总水量中扣除，否则所得液体太稀。

【功用】 用此法处理的垫布，每处理一次可用三个月以上。但用此法处理的垫布因其黏附物料遇水溶解，故要求在工艺过程中不与水接触。由于处理液中含大量淀粉和蛋白质，会产生“糊化”作用，使处理液黏度急剧增大，因此要求随配随用。

26.3.2 桐油氨基树脂

俗称虫胶片或洋干漆，英文名称为 tung oil aminoresin。

原材料与基本配方（单位为 kg）如下。

桐油氨基树脂	2.4	27%的蓖麻油钠皂	10.4	合计	60
11%的硼砂酪素	7.8	水	39.4	浓度	10.1%

11%硼砂酪素液配方为：硼砂 0.6，酪素 0.3，自来水 7.3，浓度 11%。27%蓖麻油钠皂配方为：蓖麻油 2.37，25%氢氧化钠 1.66，水 6.37，合计 10.40，浓度 27%。

26.3.3 硝基漆料

硝基漆料英文名称为 nitro-varnish。

原材料与基本配方：硝基漆 30kg，丙酮 30kg，乙醇 30kg，浓度 30%。用此配方处理的垫布较硬。

第 27 章 橡胶制品表面处理剂

为了使橡胶制品外表美观，同时延长制品贮存时间和使用寿命，某些产品（如防雨靴鞋）在成型后，在其表面常喷涂液体涂料（亮油），硫化后涂料在橡胶制品的表面成为强韧性的薄膜成品，外表美丽光亮。具有耐寒、耐热、耐日光老化或耐化学药品的性能。常用的配合涂料一般使用油类或蜡类作溶剂，再配以颜料、防护药品制成。橡胶用涂料须具备三个条件：①涂膜生成迅速，与橡胶结合坚牢；②涂膜的膨胀系数与橡胶制品相近，并富有弹性，这样就不受气候变化的影响，使用时不会发生油漆脱落、龟裂和起皱现象；③涂膜本身不易氧化。

目前使用的亮油有三种（单位：份）：①油类涂料+催干剂+着色剂；②橡胶型透明亮油（其配方为：顺丁橡胶 100，硬脂酸锌 2，防老剂 22463，促进剂 D 1，促进剂 TMTD 1，硫黄 1，工业汽油 3000）；③树脂型亮油（配方为：389[#]醇酸树脂 100，515[#]三聚氰胺树脂 2.381，二甲苯 16.666，汽油 714.28）。

在三种涂料中，目前仍以油性涂料为主，其主要成分是各种干性油。除油料外，其他原料还有：干燥剂、着色剂、溶剂和辅助剂。涂料中用干燥剂是为了改善涂料干燥效果，常用 Co、Mn、Pb 的树脂酸和环烷酸盐。Co、Mn 能促进涂料表面干燥，常使用的有脂、松脂胶、矿质沥青以及油溶性的天然树脂或合成树脂。橡胶工业用涂料的油脂大部分为不饱和脂肪酸的干性油类，其不饱和度越高，干燥越快。品种可根据碘值、相对密度、折射率、皂化值来判断。质量可根据酸值及碱不溶物的高低来鉴别。

每种油都有一定的相对密度，可用来判断是否混有其他油类。油料的酸值〔用中和 1g 油料中含有的游离酸所需用氢氧化钾的质量（mg）来表示〕用以检查油中游离酸含量，判断是否贮存过久发生酸败。每种油都有一定范围的折射率，可用以检查油的纯度，如其中掺有其他油，那么折射率就有变化。皂化值〔用中和 1g 油中所含有的脂肪酸（包括游离的和化合的）所需用氢氧化钾的质量（mg）表示〕用以检验油中杂质含量，皂化值低即表示油中杂质多。

27.1 亚麻仁油

亚麻仁油的英文名称为 flaxseed oil，也叫亚麻籽油、胡麻油。

其化学成分主要是亚麻油酸（顺-3,12-十八碳二烯酸），即 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ ，其次是亚麻酸（9,12,15-十八碳三烯酸），即 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$

【性质】 淡黄色至棕色透明液体，相对密度 0.927~0.937，折射率 1.4795~1.4835。

技术条件（本条件适用于油压法经碱处理及水洗而制得的产品）见表 4-27-1。

表 4-27-1 亚麻仁油、亚麻籽油技术条件

项 目	技 术 指 标		项 目	技 术 指 标	
	一级	二级		一级	二级
酸值/(mgKOH/g)	≤ 1.0	2.0	皂化值/(mg KOH/g)	184~195	184~200
机械杂质/%	≤ 0.02	0.02	水溶物 pH 值	6~8	6~8
碘值/(mg/g)	175~190	165~190			

【功用】 广泛用作胶面胶鞋的亮油油料，它的干性稍次于桐油、梓油。制成亮油的漆膜柔韧，弹性好，不易老化，耐久性比桐油好。但耐光性较差，漆膜容易变黄。原因是油中含蛋白质等杂质较多，一般需先经漂洗。

27.2 梓油（青油）

梓油又名青油。

其化学成分主要是亚麻酸 [9,12,15-十八碳三烯酸，即 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$]、亚油酸 [顺-9,12-十八碳二烯酸， $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$] 和油酸 [顺-9-十八碳烯酸， $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ 的甘油酯]。

【性质】 青黄色液体，相对密度 0.939~0.946，碘值 170~187，酸值 2~8mg/g，皂化值 180~210mg/g。

【功用】 作亮油油料。因碘值较高，干性比亚麻仁油快，可代替桐油。

27.3 桐油

桐油英文名称为 tung oil。

其化学成分主要是桐油酸（9,11,13-十八碳三烯酸）的甘油酯。

【性质】 黄棕色油液，相对密度（15/15℃）0.925~0.945，凝固点为 2~3℃，碘值 160~170。

【功用】 作透明亮油原料油。因其含有三个共轭双键，易被氧化和聚合，制成的亮油具快干、膜坚韧、耐光、耐碱等优点，但也有起皱失光、早期老化失去弹性等缺点，因此常与其他干性油并用。

27.4 应用举例

胶靴黑亮油配方实例如下。

亚麻仁油	100	硫黄	0.5	200# 溶剂汽油	100
氧化铅	4.5	油溶黑	9	合计	880.70
120# 工业汽油	666.70				

第 28 章 胶 黏 剂

由于现代工业的发展，橡胶制品在汽车、火车、轮船、航空航天等领域应用广泛。橡胶与金属、塑料、纤维、木材、水泥板等材料黏合制成复合制品日益增多，对黏合强度要求较高，因此，胶黏剂的发展速度加快。胶黏技术已成为一门边缘性的科学，胶黏剂也已成为一种多用途的工业材料。胶黏剂的种类很多，从制造胶黏剂的材料来分，可分为树脂型、橡胶型、橡胶与树脂的混合型三种。由于胶黏剂已是一种多用途的工业材料，品种很多，性能不一，因此已有许多专论和专集。本章仅就橡胶工业领域遇到的黏合问题及最有代表性的胶黏剂做简略介绍。

28.1 橡胶胶黏剂

橡胶胶黏剂是一类以氯丁橡胶、丁腈橡胶、丁基橡胶、硅橡胶、聚硫橡胶、天然橡胶等为主体材料配制成的胶黏剂。它具有优良的弹性，适用于柔软的或热膨胀系数相差悬殊的材料，例如橡胶与橡胶之间，橡胶与金属、塑料、纤维、皮革、木材等材料之间的黏结。

橡胶胶黏剂主要分两大类：即结构型胶黏剂和非结构型胶黏剂。结构型又分溶剂胶液型和胶膜胶带型。它们多为复合体系（除聚氨酯胶外），如橡胶-酚醛胶黏剂、橡胶-环氧胶黏剂等，在这类胶中配合树脂的比例都较大（一般在 50%~80%）。非结构型胶黏剂又分溶剂型（硫化和不硫化）、压敏胶膜胶带型、水乳胶液型（硫化和不硫化）。非结构型胶黏剂多为单用橡胶体系，复合体系即指增黏剂树脂的用量比较小。表 4-28-1 对各种橡胶胶黏剂的性能做了比较。

表 4-28-1 各种橡胶胶黏剂的性能比较

胶黏剂类型	性 能						
	黏附性	弹性	内聚强度	耐热性	抗氧化性	耐水性	耐溶剂性
氯丁橡胶	良	中	优	良	中	中	中
丁腈橡胶	中	可	中	优	中	中	良
丁苯橡胶	可	可	可	可	可	优	较差
天然橡胶	中	优	中	可	可	中	较差
丁基橡胶及聚异丁烯	较差	可	可	较差	良	中	较差
聚硫橡胶	良	较差	较差	较差	良	良	优
硅橡胶	可	可	较差	优	良	可	可
氟橡胶	可	可	良	优	良	良	优

28.1.1 氯丁橡胶胶黏剂

氯丁橡胶胶黏剂是最重要的橡胶胶黏剂之一，它的主体材料氯丁橡胶具有高内聚强度、中等极性和结晶性等特点。供制备胶黏剂专用的特种类型的氯丁橡胶由于内聚力很强，能获得较高的黏合强度。氯丁橡胶胶黏剂在耐臭氧、耐日光、耐油、耐老化、耐水和耐化学腐蚀等方面的性能也是一般胶黏剂不能比拟的。

氯丁橡胶胶黏剂品种很多，大致可分为溶剂型和胶乳型两大类。由于用途不同，溶剂型氯丁橡胶胶黏剂又可分为热硫化和室温硫化的两类，此外，还有供某些室温或略高于室温条件下使用的硫化氯丁橡胶胶黏剂。主要溶剂型氯丁橡胶胶黏剂类型及特性见表 4-28-2。

表 4-28-2 主要溶剂型氯丁橡胶胶黏剂类型及特性

类 型	特 性	应 用
G 型(硫黄调节型)	GN 含硫黄及秋兰姆, 淡褐色, 结晶慢, 内聚力较低, 贮存期短	要求保持较长时间的黏性及室温硫化处
	GN-A 含硫黄、秋兰姆及防老剂 A, 琥珀色, 结晶快, 内聚力较低, 贮存期较长	要求保持较长时间的黏性及室温硫化处
	GRT 含硫黄、秋兰姆类促进剂及少量不变色防老剂, 淡琥珀色, 结晶稍慢, 内聚力特别低, 但低温时有抗结晶性, 贮存期较长	要求保持较长时间的黏性及室温硫化处
W 型(非硫黄调节型)	W 不含硫黄和秋兰姆, 银灰色, 结晶速度大于 G 型, 强度较高, 贮存期长	要求保持较长时间的黏性处
	WHA 不含硫黄和秋兰姆, 银灰色, 结晶速度大于 G 型, 强度较高, 贮存期长	要求保持较长时间的黏性处
CG	不含硫黄和秋兰姆, 淡褐色或淡绿色, 结晶快, 贮存期短	作胶黏剂, 黏合鞋跟和汽车窗条等
AC	不含硫黄和秋兰姆, 淡褐色或淡绿色, 结晶快, 贮存稳定	胶黏剂
AD	不含硫黄和秋兰姆, 银灰色, 结晶快, 贮存期比 AC 长	胶黏剂
AF	结晶慢, 耐热	胶黏剂
AG	结晶慢, 触变程度高	建筑, 改性剂
HC	含硫黄和秋兰姆, 琥珀色, 结晶速度极快	热压封印, 封面纸及黏性带
KNG	含硫黄和秋兰姆, 琥珀色, 内聚力最低, 易增塑	使用较少, 主要作涂料
ILA	与丙烯腈共聚, 含秋兰姆及不变色防老剂, 淡琥珀色, 耐油, 结晶快, 贮存期长	黏合聚氯乙烯

【基本配方】

单组分

氯丁橡胶(CR2441)	100	防老剂 D(二苯胍)	2
氧化镁	4~8	填料	50~100
氧化锌	5~10	溶剂	适量

双组分

甲组分		乙组分-1	
氯丁橡胶(CR2441)	100	酚醛树脂(2402)	30
氧化镁	4	氧化镁	3
氧化锌	5	混合溶剂	适量
防老剂 D	2	水	0.5~1
混合溶剂(乙酸乙酯:汽油=2:1)	500	乙组分-2	
列克拉胶液(室温硫化)甲:乙=100:(5~10)			

基本配方组分功能如下。

- (1) 氯丁橡胶 国产氯丁橡胶都可用来制备胶黏剂，其中 CR2441 相当于美国 AC 型，结晶速度快，门尼黏度为 20~35。
- (2) 氧化镁 它是缓慢的硫化剂，还可吸收氯丁橡胶老化过程中分解出来的微量氯化氢。采用轻质氧化镁为好。
- (3) 氧化锌 也是缓慢的硫化剂，常采用橡胶所用的 3 号氧化锌。
- (4) 填料 具有补强和调节黏度的作用，并可降低成本。常采用碳酸钙、陶土、炭黑。
- (5) 防老剂 可防止橡胶本身老化以及制成胶液后产生老化。若不考虑着色采用防老剂

D、防老剂 A，防止污染可加入防老剂 2246。

(6) 促进剂 除以上基本组分外，为加快室温硫化，一般添加促进剂 NA-22、促进剂 C (二苯基硫脲)、氧化铝。其中以促进剂 C 的效果最好，能使溶液稳定性良好。但使用时常采取双组分形式，将该两组分使用前先混合。

(7) 交联剂 常采用异氰酸酯 (20%三苯基甲烷三异氰酸酯的二氯甲烷溶液)，可以提高耐热性，提高与金属的结合力，形成牢固的化学键。其缺点是易和水反应，使胶液凝胶。用量为 10%~15%。

(8) 增黏剂 它是提高黏着性和耐热性的最有效的方法，并能消除胶液的触变性，延长黏着保持时间。在上述基本配方中的填料用叔丁基苯酚树脂 45 份、氧化镁 4 份和水 1 份在甲苯中预反应 16~24h 后，加入胶浆中代替增黏剂，即成为氯丁胶黏剂的标准耐热配方。

(9) 溶剂 氯丁橡胶易溶于甲苯、氯烃和丁酮等溶剂中，但不溶于脂肪烃、乙醇和丙酮。在乙酸乙酯等某些酯类溶剂中溶解度较小，采用混合溶剂可提高溶解度。对结晶型氯丁橡胶以甲苯作溶剂是最理想的。溶剂用量为固体含量的 20%~30%。

(10) 树脂 为提高胶黏剂的耐热性，获得长期的黏性、较大内聚力和对特种表面的黏着性，在氯丁胶黏剂配方中常加入树脂，氯丁橡胶胶黏剂中应用的树脂有两种：低熔点热塑性树脂和高熔点热反应树脂。前者包括某些萘烯酚醛树脂、古马隆及氢化松香等。制备后者的高熔点树脂常用叔丁基酚醛树脂。

【制法】 将氯丁橡胶先进行塑炼，然后前后辊温均保持 30℃ 以下，辊距 1~2mm，按配方顺序加入配合剂。将混炼后的胶料切碎投入预先按比例配好的溶剂中，搅拌溶解即成。若加入树脂组分，需将树脂浸入溶剂搅匀并于室温下预反应 24h 以上，溶解后再混入橡胶溶液中进行搅拌配制成胶黏剂。

胶黏剂放在室内干燥、阴凉的地方，贮存期在 6 个月以内。

【功用】 双组分胶黏剂是将甲、乙两组分按比例称好，搅拌均匀，涂胶两次，每次晾放 15~20min，视溶剂挥发程度而贴合，在接触压力下室温放置至规定时间即成。单组分胶黏剂直接涂胶两次，方法同双组分胶黏剂。

双组分室温硫化氯丁橡胶胶黏剂粘接性能：被粘硫化丁基橡胶材料的剥离强度为 6.5kN/m，硫化天然橡胶的剥离强度为 6.6kN/m，皮革的剥离强度为 4kN/m。

【应用举例】 有许多国家生产胶黏剂，品种牌号很多，具有代表性的产品是我国的 88# 胶浆，配方如下 (单位：份)

氯丁橡胶(CR2441)	100	乙酸钠	0.5
促进剂 DM	1	叔丁基苯酚甲醛树脂	5
煅烧氧化镁	10	氧化锌	10

本品是一种通用冷黏胶浆，供橡胶与橡胶、橡胶与金属和玻璃及其他织物在常温下的黏合。它具有快速凝固的优点和耐寒特性，缺点是有老化倾向。黏合作业宜在 15~25℃ 的室温下进行，温度再低会显著降低黏合强度。对钢和铝无腐蚀作用，但不耐煤油、汽油和矿物油。

除 88# 胶浆以外，还有许多品种的胶黏剂，它们的组成中或者是氯丁橡胶的性质不同，或者加入其他改性树脂如环氧树脂等，或者加入环化橡胶、氯化橡胶或异氰酸酯等进行改性。

氯丁橡胶胶黏剂中，特别应提及的是甲基丙烯酸甲酯接枝的氯丁橡胶胶黏剂。制备这种胶黏剂比较成功的方法是采用过氧化物或偶氮二异丁腈为引发剂的游离基聚合，即用过氧化

苯甲酰或偶氮二异丁腈作为引发剂使氯丁橡胶和甲基丙烯酸甲酯进行接枝聚合。通常可选用非污染性粘接型氯丁橡胶（如国产 CR2441 型氯丁橡胶等），在塑炼薄通后，剪碎并溶于甲苯中，然后补加适量的乙酸乙酯和定量的甲基丙烯酸甲酯及 1%~2% 的过氧化苯甲酰，搅拌，使达适宜黏度，冷却后加阻聚剂或防老剂即制得甲基丙烯酸甲酯接枝型氯丁橡胶胶黏剂。

帆布与不锈钢的黏结剂配方如下（单位：份）。

氯丁橡胶(CR2441)	100	防老剂 D	2
2402 树脂	45	甲苯	158
氧化镁	6	乙酸乙酯	158
氧化锌	5		

应用于帆布与不锈钢的粘接，老化 7 天后的剥离强度为 4.2kN/m。

（1）胶乳型氯丁橡胶胶黏剂

【基本配方】 基本配方如下（单位：份）。

氯丁胶乳(固含量 50%)	100	氧化锌	1.24
非离子表面活性剂	0.54	防老剂 D	0.62
阳离子表面活性剂	0.62	水	9.3
2402 树脂	15.5	甲苯	11.6

【制法】 首先将甲苯投入搅拌机中，在搅拌下添加 2402 树脂粉末和含有非离子及阳离子表面活性剂的水溶液，待树脂溶解并搅拌均匀后，依次加入胶乳、氧化锌和防老剂，继续搅拌成均匀的胶浆。

【功用】 用于橡胶与橡胶、木材与木材及不锈钢与帆布的粘接，剥离强度达 16kN/m。

（2）接枝氯丁橡胶胶黏剂

【基本配方】 基本配方如下（单位：份）。

氯丁橡胶 A-90	100	过氧化苯甲酰	0.5
甲基丙烯酸甲酯(MMA)	100	甲苯	700

【制法】 在搅拌机中将氯丁橡胶溶于甲苯和 MMA 中，搅拌均匀后加入过氧化苯甲酰，温度为 80℃，继续搅拌 3~8h，接枝率达 20%。

（3）另一种接枝氯丁橡胶胶黏剂

【基本配方】 基本配方如下（单位：份）。

氯丁橡胶(A-90)	80	对苯二酚	少量
SBS	20	过氧化苯甲酰(BPO)	0.9
溶剂	500	防老剂 264	1
甲基丙烯酸甲酯(MMA)	50	增黏树脂	20
丙烯酸	20		

溶剂为甲苯、乙酸乙酯、120# 汽油的混合物。

【制法】 将塑炼后的氯丁橡胶投入反应釜中溶解，加入溶有 BPO 的 MMA，于 80~90℃ 下反应 3~8h，最后加入对苯二酚和增黏树脂，得到黏稠、淡黄色透明胶液。使用前加入 5%~10% 的硫化剂，搅拌均匀，涂胶两次。

材 料	PVC/PVC	PV/PU	PVC/PU	SBR/PVC	BR/PVC	SBS/皮革
剥离强度 kN/m	3.92	4.0	9.23	3.36	3.04	4.80

【功用】 该胶黏剂的特点是使用简便，初黏力高，附着强度大，耐热性能好，毒性较低，贮藏寿命长，成本较低。适用于软质聚氯乙烯之间或聚氯乙烯与橡胶之间的黏合，可广泛用于制鞋等工业。其粘接性能如下。

(4) 改性氯丁橡胶胶黏剂

【基本配方】 基本配方如下（单位：份）。

氯丁橡胶 CR2441	50	氧化铝	10	焦性没食子酸	1.5
丁腈橡胶-26	20	乙酸钠	0.5	2402 树脂	40
氯化橡胶	30	防老剂 4010	1	氧化钙	2
氧化镁	4	促进剂 CZ	0.5	合计	173
氧化锌	10	硫黄	0.5		

溶剂为乙酸乙酯：甲苯(1：1)的混合溶液，配成 20%~30% 浓度胶液。

【功用】 在氯丁橡胶中加入一定量的丁腈橡胶可提高其耐油性能，加入一定量的氯化橡胶可提高其耐水、防霉、阻燃及耐天候老化性能。特别适用于粘接 PVC 及 PVC 与丁腈橡胶的粘接。

粘接强度 (45℃×3 天) 如下。

PVC/PVC 剪切强度为 6.9~8.2MPa。

PVC/硫化丁腈橡胶剥离强度为 2~2.3kN/m。

28.1.2 丁腈橡胶胶黏剂

丁腈橡胶胶黏剂具有高极性、耐油性和一定的耐热性，在老化过程中不会像氯丁橡胶胶黏剂那样因降解而产生有损于金属、塑料和织物的挥发性物质；它与聚氯乙烯有良好的黏性，而且能与大部分聚氯乙烯增塑剂相容，不会因增塑剂迁移而影响黏合力。此外，还能配制浅白色透明胶液。丁腈橡胶胶黏剂的缺点是黏性小，胶黏膜结晶速度慢，难于聚结，硫化时间长，因而使其应用受到一定限制。

目前，丁腈橡胶胶黏剂有溶剂型和胶乳型两类，其中溶剂型又有胶液胶膜、胶黏条等数种形式。这些胶黏材料都具有较好的贮存稳定性。

【基本配方】 基本配方如下。

组 分	配方/份			组 分	配方/份		
	1	2	3		1	2	3
丁腈橡胶	100	100	100	促进剂 M 或促进剂 DM	1	1.5	0.8
氧化锌	5	5	5	没食子酸丙酯	1	—	—
硬脂酸	0.5	1.5	1.5	炭黑	—	50	45
硫黄	2	2	1.5	适用牌号	一般	丁腈-18	丁腈-26 或丁腈-40

配方组分功能如下。

(1) 丁腈橡胶 根据丙烯腈的含量不同，产品有丁腈-18、丁腈-26 和丁腈-40 三种。胶黏剂常用丁腈-40 橡胶。

(2) 树脂 丁腈橡胶极性高，粘接力大，但结晶性差，内聚力弱，纯丁腈橡胶作为胶黏剂是不适宜的。通常与相容性优良的树脂并用，硫化后就可以提高胶接强度。常用的树脂有环氧、酚醛等，用量在 30~100 份之间，用量过多会降低胶膜弹性；太少则改性不显著。

(3) 填料 常用作橡胶的辅助原料，可改善胶黏剂的性能、降低成本，也可用作颜料。如黑色填料——炭黑，白色填料——氧化锌、二氧化钛等。

(4) 防老剂 可防止胶黏剂由于受空气中氧、紫外线和热作用产生的老化。一般采用没食子酸丙酯作防老剂。

(5) 硫化剂及促进剂 为了提高胶黏剂的耐热等性能，可采用加入硫化剂使橡胶分子产

生交联（硫化）的方法。为了加速硫化的速度，通常并用硫化促进剂。常用的硫化剂有硫黄、秋兰姆二硫化物、有机过氧化物——二异丙苯过氧化物。

促进剂常采用 DM（二硫化二苯基噻唑）。

若使用超促进剂 MC（环己胺和二硫化碳的反应物）、PX（乙基苯基二硫化代氨基甲酸锌）等可制得在室温下硫化的双组分耐油丁腈橡胶胶黏剂。

（6）溶剂 选择时需要考虑溶解性、相容性、干燥速度和溶剂毒性等因素。常用的溶剂有丙酮、甲乙酮、甲基异丁酮、乙酸乙酯、乙酸丁酯和氯苯等。

【制法】 先将丁腈橡胶以小辊距进行塑炼。然后按次序加入配合剂进行混炼，待混合均匀，再经小辊距出片后待用。将混炼好的胶片切碎，放入按比例配好的溶剂，搅拌溶解，配制成固含量为 15%~30% 的胶液。胶料一经混炼，应尽快浸入溶剂中。

【功用】 将胶液涂布于未硫化的橡胶制品上，晾干并黏合后与制品一起加热加压硫化，硫化温度一般在 80~150℃ 之间。

胶接金属与帆布时拉伸强度为 2.9MPa。用于白细布相粘的剥离强度 $\geq 147\text{N}/5\text{cm}$ 。

丁腈橡胶的聚合，除使用丙烯腈单体外，还可采用其他单体（如甲基丙烯腈、乙基丙烯腈等）代替丙烯腈与丁二烯共聚。这些共聚物用来制造胶黏剂时，其性能较好。

丁腈橡胶中除丁二烯与丙烯腈两种主要单体外，还可以加入其他单体改性，如丙烯酸乙酯、甲基丙烯酸甲酯、苯乙烯、丙烯酸、甲基丙烯酸等。

丁腈橡胶胶乳中掺入松香、酚醛树脂等制成的丁腈胶乳胶黏剂可以胶接合成纤维或天然纤维与皮革等。

【应用实例】

实例 1 用于橡胶-布的粘接。

【基本配方】 基本配方如下（单位：份）。

丁腈橡胶-40	100	防老剂 A	1	硫黄	2
古马隆树脂	40	氧化镁	4	甲苯	700
高岭土	32	氧化锌	6		

用于橡胶与布的粘接，剥离强度达 2.5~3kN/m。

实例 2 用于粘接钢材。

【基本配方】 基本配方如下（单位：份）。

丁腈橡胶-40	100	防老剂 D	2	PFM-H 树脂	100
硬脂酸	1	滑石粉	46	Hycar 1312 树脂	10
氧化钙	5	2402 树脂	100	硫黄	2
促进 DM	1				

用于钢-钢粘接，在两个钢板之间放入厚 0.3mm 以上的混炼胶片，在 200℃ 下硫化 10min，剪切强度可达 23MPa。

实例 3 用于粘接金属材料。

【基本配方】 基本配方如下（单位：份）。

丁腈橡胶-40	100	促进剂 M	1	炭黑	50
线型酚醛树脂	100	促进剂 TMTD	0.3	邻苯二甲酸二丁酯	10
氧化锌	5	防老剂 4010	2	溶剂	适量
硫黄	2	硬脂酸	1		

按此配方配成 20% 的胶液。

固化条件：(120~200)℃ × (1~4) h，压力 0.3~2MPa。剪切强度 (MPa) 如下。

金属材料	试 验 温 度		
	20℃	100℃	250℃
硬铝	237.4	25.1	12.1
钢	36	23.1	7.4
不锈钢	36	—	7.6
镍	26	14.1	6.1
黄铜	28.6	15.1	6.8

实例 4 用于硫化丁腈胶布的粘接。

【基本配方】 基本配方（双组分）如下（单位：份）。

甲组分		硫 苯	2	过氧乙烯树脂	20
丁腈橡胶-40	100	合计	203	酚醛树脂(2132)	20
硬脂酸	1	乙组分		促进剂 PX	6
氧化锌	20	丁腈橡胶-40	100	促进剂 M	4
过氧乙烯树脂	20	硬脂酸	1	促进剂 TMTD	2
酚醛树脂(2123)	20	氧化锌	20	合计	173
炭黑 N234	40				

甲、乙组分别混炼并分别加溶剂搅拌，配成 20% 的胶液，溶剂用乙酸乙酯：乙酸丁酯=7：3 的混合溶剂。

使用前按甲：乙=100：85 的比例混合均匀并加入 5% 的环己胺和 3% 的二硫化碳（放热反应，缓慢滴加）。

硫化丁腈胶布经打磨处理后，涂刷两遍，晾干后贴合，室温下硫化 3~7 天后的粘接强度为：剪切强度 4MPa，剥离强度 6~8kN/m，均为胶布破坏。

(1) 接枝双组分丁腈橡胶胶黏剂

【基本配方】 基本配方如下（单位：份）

甲液配方	MMA	40	甲液	50
丁腈橡胶-40	100	乙液配方	乙烯基硫脲	2

【制法】

① 甲液 丁腈橡胶塑炼后，切块，在搅拌机中与 MMA 一起打浆，取 50 份浆液均匀混入过氧化二异丙苯（DCP）0.5 份，即制得甲液。使用前再混入 γ -氨基丙基三乙氧基硅烷 2 份。

② 乙液 在搅拌机中将甲液与乙烯基硫脲打成胶浆，即制得乙液。使用前再混入 γ -氨基丙基三乙氧基硅烷 2 份。

【功用】 用于金属钴与钛的粘接，即甲液与乙液分别涂于两块金属板上，然后将两块金属板压合，室温固化。剪切强度为 4.4MPa。

(2) 环氧羧基丁腈橡胶胶黏剂

【基本配方】 基本配方如下（单位：份）。

甲组分		丙酮	适量
羧基丁腈橡胶溶液	100	乙组分	
间苯二酚-甲醛树脂	20	PFM-P 树脂	24
618 环氧树脂	30	双氰胺	适量

【制法】 甲、乙两组分分别混合均匀后，使用前按甲、乙组分 100：13 的配比混合制成胶黏剂。

【功用】 用于汽车液压变速箱制动带的粘接。施工前先将 65# 锰钢背带和粉末冶金衬带的表面经喷砂处理，然后用丙酮清洗，再涂胶黏剂，140℃ 烘烤 3~4h。如此涂胶 3 次，每

次间隔 15min。最后在加压下加热至 160℃保温 3h。冷却，卸压。这样获得粘接件耐油、耐水，剪切强度达 22MPa。

【应用实例】

基本配方如下（单位：份）。

羧基液体丁腈胶	30	2-乙基-4-甲基咪唑	10
E-51 环氧树脂	100		

固化条件：120℃×3h 或 80℃×4h。

用于粘接铝合金，其剪切强度：室温为 30MPa，100℃为 15MPa。粘接碳钢，室温为 40MPa，剥离强度为 60kN/m。

28.1.3 改性天然橡胶胶黏剂

由天然橡胶制得各种胶液、胶乳、压敏胶等，广泛用于橡胶、织物、皮革、纸张等材料的胶接。常用的国产 XY-101、XY-102、XY-103 胶液就是由天然烟胶片、硫化剂、促进剂、防老剂和溶剂（汽油）配成浓度为 10%~16%的天然橡胶胶黏剂。

用各种方法将天然橡胶进行化学改性，可增加分子的极性，改善天然橡胶胶黏剂的胶接性能。其中氯化橡胶胶黏剂是改性天然橡胶胶黏剂中最有意义的品种。

28.1.3.1 氯化橡胶胶黏剂

【制法】 在天然橡胶的四氯化碳溶液中通入氯气，使其发生双键的加成作用以及部分碳氢链的取代作用，可制得白色粉末状的氯化橡胶，氯含量 63%，软化点 65~75℃，密度 1.5~1.7g/cm³。溶于甲苯、环烷烃、氯代烃等，不溶于水。

【基本配方】 基本配方如下（单位：份）。

氯化橡胶	100
聚 2,3-二氯丁二烯-1,3(40℃乳液聚合物约 90%转化)	30
2,5-二亚硝基对甲基异丙苯	10
甲苯	300

此配方用于天然橡胶与钢的胶接，经硫化后 90°剥离强度可达 3.58kN/m；不含亚硝基的同组分胶液仅为 1.52kN/m。

【功用】 氯化橡胶具有优良的耐化学腐蚀性、良好的黏附性和贮存稳定性。含氯量约为 60%的氯化橡胶溶于芳烃和氯烃等有机溶剂后即可用作极性橡胶与金属材料胶接的胶黏剂，经改进后也能黏合天然橡胶与铜。其胶膜耐酸、碱和海水，但不耐芳烃和油类。

若在氯化橡胶中加入树脂，改性剂和增塑剂可提高粘接性能和扩大使用范围。用酚醛树脂、醇酸树脂、氯化聚烯烃、芳香族亚硝基化合物及邻苯二甲酸二丁酯等改性，可显著地提高氯化橡胶胶黏剂的黏附性能，并能用于非极性橡胶与金属的胶接。

氯化橡胶除单独用作胶黏剂外，还大量用来改性氯丁橡胶和丁腈橡胶胶黏剂，可提高胶接强度、高温蠕变以及其他性能。例如，随着氯化橡胶用量增加，氯丁橡胶胶黏剂的胶膜内聚力显著提高，粘接性能增大，对硬聚氯乙烯的粘接力比未改性氯丁橡胶胶黏剂增加近 10 倍。

将 25 份氯化橡胶在 75 份二氯乙烯中溶解，即制得胶黏剂溶液，通常与异氰酸酯并用。氯丁橡胶与钢的剥离强度为 4.9kN/m，上述胶黏剂中添加 50%的 JQ-1（列克拉），其剥离强度达 7.8~17kN/m。

28.1.3.2 氢氯化橡胶胶黏剂

【性质】 氢氯化橡胶为白色、硬质的树脂状物体。具有耐酸、耐碱的特性。在 100℃时热塑化。溶于脂肪烃且与酚醛树脂相混，但与天然橡胶不相容。

【基本配方】 基本配方如下（单位：份）。

氢氯化橡胶	100	邻苯二甲酸二丁酯	25~100
硫黄	20~80	氧化镁	0~20
胺类促进剂	2~10	氧化铝	0~20

【功用】 氢氯化橡胶胶黏剂的应用范围有限，主要用于制造供橡胶与金属黏合的专用胶黏剂。在氢氯化橡胶胶黏剂中配用氯丁橡胶能提高橡胶与金属的黏合强度。

28.1.3.3 天甲橡胶胶黏剂

【性质】 天甲橡胶是一种改性天然橡胶，即聚甲基丙烯酸甲酯接枝到天然橡胶分子上制成。它的分子链上既有极性的聚甲基丙烯酸甲酯，又有非极性橡胶烃。因此，适用于粘接不同表面性质的物体。

天甲橡胶胶黏剂有溶剂型和胶乳型两类，而以胶乳型为最成熟。天甲胶乳中含甲基丙烯酸甲酯为 30%~45%。

【基本配方】 MG-40 天甲橡胶的基本配方如下（单位：份）。

组 分	A	B	组 分	A	B
天然胶乳(固含量 60%, 氨含量 0.7%)	7000	—	叔丁基过氧	—	15
20%分散剂 DisKevSol Ln 溶液	210	—	油酸	—	21
2%氨溶液	3955	—	四亚乙基戊胺(TEPA)(10%溶液)	—	136.5
甲基丙烯酸甲酯单体	—	2940			

【功用】 天甲橡胶胶黏剂的配方因用途不同而异，天甲橡胶胶黏剂用于天然橡胶或合成橡胶与皮革、聚氯乙烯、织物和金属的黏合，也可用于聚丙烯的黏合。最主要是用于制鞋和轮胎工业方面，如鞋底与鞋面，即皮革与聚氯乙烯的胶接。

粘接工艺，是在未硫化胶与聚氯乙烯表面各涂天甲橡胶 MG-40（A、B 两组分搅匀），使之充分晾干，然后放入模型加压硫化；最适宜的硫化温度为 120~130℃，硫化时间对黏结力影响不大。用于轮胎工业中作为人造丝帘线的浸渍液。与常用的间苯二酚甲醛-天然（或丁吡）胶乳相比，不仅成本低，而且在硫化温度（144℃）下，其黏合力比用丁吡胶乳高 30%。硫化温度提高到 156℃时，天甲胶乳的黏着力稳定不变，此外，还能提高轮胎的动态性能。

28.1.3.4 环化橡胶胶黏剂

【性质】 软胶状至硬脆状物体。难溶于普通橡胶溶剂中，但 100 份天然橡胶与 7.5 份对苯磺酸制得的环化橡胶能溶于汽油、苯、三氯甲烷和四氯化碳中。其溶液中加入二甲酮，环化橡胶以白色固体沉淀析出。它与硫黄共热即硫化，最高结合硫量约为 21%。

【制法】 将 100 份天然橡胶与 7.5 份环化剂对苯磺酸在炼胶机上混合后，压成 15~20mm 的胶片。然后在 140℃下加热 6h。经过洗涤、干燥制得环化天然橡胶。将此环化胶溶于 300 份苯乙烯单体中，经过滤制得环化胶液，使用前加入过氧化苯甲酰 2 份，混匀即用。

【功用】 用于聚异丁烯与金属、混凝土或木材的粘接，拉伸强度为：聚异丁烯与金属 2.45MPa；聚异丁烯与混凝土 1.6MPa；聚异丁烯与木材 1.42MPa。

商 品 名 称	产 地
Synter 800	荷兰

28.1.4 氯磺化聚乙烯胶黏剂

氯磺化聚乙烯是由高压聚乙烯的四氯化碳溶液通入二氧化硫和氯气反应而制得。由于引

入了活性氯磺酰基，也改善了聚乙烯的极性状况，使聚合物对极性和非极性材料都有良好的粘接力。它能适用于除硅、氟橡胶外的几乎所有的天然橡胶和合成橡胶的粘接以及这些橡胶与金属的粘接。

【基本配方】 基本配方如下（单位：份）。

氯磺化聚乙烯	100	促进剂	1~5
多价金属氧化物	10~20	填料	30 左右
松香	5~10	溶剂(甲苯)	适量
防老剂 D	0.5~2		

配方组分功能如下。

(1) 主体材料氯磺化聚乙烯-20 可用各种固化剂进行交联。因为分子中的氯磺酰基可与金属氧化物、胺类等起反应，活性氯原子可与胺类、硫醇类等起反应而放出氯化氢，并形成交联键。

(2) 固化剂 目前研究较多的有两大类：一类是多价金属氧化物，有氧化铅、氧化锌、氧化镁等；另一类是有机酸的盐类，有硬脂酸锌、三价马来酸铅和硬脂酸铅等。也可用环氧树脂作固化剂。

(3) 促进剂 有 M、DM、二硫化秋兰姆及二硫代氨基甲酸盐等。NA-22 是室温硫化双组分胶液的第二促进剂。有机酸也有促进作用，能提高强度，常用材料有硬脂酸松香和氯化松香、歧化松香等。

(4) 填料 有炭黑、硫酸钡、陶土、钛白粉。

(5) 防老剂 采用防老剂 D 来提高胶液耐老化性能。

(6) 增塑剂 可提高黏着性，有时掺用丁腈橡胶作为增塑剂。

【功用】 以甲苯为溶剂的室温硫化型胶黏剂，用环氧树脂为硫化剂，胶接氯磺化聚乙烯胶布以及与其他橡胶之间的胶接时，经室温硫化 6 天后其剪切强度可达 1.59MPa，剥离强度达 4.4kN/m。

如用以胶接各种橡胶和金属时，可在胶液中掺加氯化橡胶和多异氰酸酯等，经硫化后剪切强度可达 1.72~2.75MPa。用于金属与乙丙橡胶胶接时，剥离强度达 9.8~12.7kN/m。

【应用举例】 其配方如下（单位：份）。

混炼胶(含氯磺化聚乙烯橡胶 100 份，硫黄 8 份，		甲苯多异氰酸酯	88
炉法炭黑 20 份)	100	二甲苯	780
氯化橡胶	100		

28.1.5 聚硫橡胶胶黏剂

聚硫橡胶是一种类似橡胶的多硫乙烯基树脂。它实际是处于合成橡胶与热塑性塑料之间的物质。

聚硫橡胶具有良好的耐油、耐溶剂、耐水和气密特性，以及较好的黏附性能。聚硫橡胶配制的胶黏剂主要作为织物与金属、橡胶、皮革等材料间的胶接，也常用来制造胶黏带。

【基本配方】 其配方如下（单位：份）。

组 分	1	2	3	组 分	1	2	3
聚硫橡胶	350	500	500	黏土	700	1000	1000
氯丁橡胶	150	—	—	三氯乙烯	1000	—	—
间苯二酚-甲醛树脂	500	500	—	二氯乙烷	—	912	750
松香	—	—	500				

配方组分功能如下。

(1) 某些聚硫橡胶是一种低分子量黏稠液体。在胶黏剂配方中使用的聚硫橡胶分子量从 800~3000 不等,视性能要求而异。聚硫橡胶本身硫化后具有很好的弹性和黏附性,是一种通用的密封材料。它能与环氧树脂一起制备改性环氧结构胶黏剂,当聚硫橡胶和环氧树脂混合后,末端的硫醇基可以和环氧基发生化学作用,从而参加到固化后的环氧树脂结构之中,赋予交联后的环氧树脂较好的柔韧性。

(2) 为了提高聚硫橡胶胶黏剂的黏附能力,可在组分中加入二异氰酸酯、其他橡胶以及合成树脂等。

【功用】 聚硫橡胶胶黏剂在室温至 80℃ 范围内有较高的剪切强度和剥离强度,耐化学介质和盐雾作用,户外大气老化后强度保持率好。在飞机制造工业和其他部门得到广泛的应用,可用于蜂窝与金属蒙皮或金属结构体的胶接,也是制造压敏型胶黏剂的重要原料。

【应用举例】 用聚硫橡胶作密封腻子,其配方举例如下(单位:份)。

XM-15 基膏(含聚硫橡胶 77 份,炭黑 23 份)	100
9 号硫化膏(含 MnO ₂ 100 份,邻苯二甲酸二丁酯 76 份,硬脂酸 0.42 份)	5~7
二苯胍	0.1~0.4

这种腻子可以用于各种铆接缝的密封及螺钉连接处外部的密封。对阳极化的铝合金剥离强度 $\geq 5.9\text{ kN/m}$,可在 $-55\sim 130^\circ\text{C}$ 的条件下工作;脆性温度不高于 -40°C ;对阳极化铝合金、氧化镁和镀锌钝化钢的零件不腐蚀。

28.1.6 羧基橡胶胶黏剂

羧基橡胶胶黏剂是由烯烃或二烯烃与含羧基的烯类单体(如丙烯酸、甲基丙烯酸等)共聚而制得,也可将含羧基的单体与丁苯、丁腈、氯丁、聚丁二烯、天然等橡胶的溶液或乳液混合并反应来制备。由于羧基的引入,大大提高了橡胶的黏附性能,尤以羧基丁腈胶黏剂使用面最广。

【基本配方】 基本配方如下(单位:份)。

组分及性能	1	2	3	4
羧基丁腈橡胶	6	—	20	—
丁腈橡胶-40	—	6	—	20
甲乙酮	68.5	68.5	208.4	207.7
酚醛树脂(2123)	24	24	80	80
古马隆	1.5	1.5	2	2
氧化锌	—	—	2	1
硬脂酸	—	—	0.2	0.2
硫黄	—	—	—	0.3
促进剂 DM	—	—	—	0.35
钢-钢剪切强度/MPa	6.41	6.28	7.17	6.89
钢-丁腈橡胶剥离强度/(kN/m)	15.9	7.1		
破坏类型	内聚破坏	—	内聚破坏和黏合破坏各半	内聚破坏

羧基橡胶胶黏剂一般采用多价金属氧化物(如氧化锌)作为硫化剂,使其与羧基作用而硫化,也可与酚醛树脂直接配合。溶剂通常采用甲乙酮、苯、氯代烃等。

【功用】 橡胶与金属胶接时采用丁二烯-甲基丙烯酸共聚物配制的羧基橡胶胶黏剂。甲基丙烯酸的含量宜在 15%~24%。胶料中要有高含量的氧化锌,约在 30 份左右,它起交联作用。这种配方的胶黏剂经加热加压硫化后,天然橡胶与钢粘接的剪切强度可达 7.6MPa。

羧基橡胶胶黏剂主要用于橡胶与金属以及橡胶与纤维、织物、皮革、纸张等材料的胶接。胶黏剂配方随黏合材料的不同而不同。

羧基丁腈、羧基丁二烯、羧基丁苯等羧基橡胶胶乳可用于浸渍织物、纤维（尤其是人造纤维和合成纤维）以增强它们与橡胶的黏附性能，在轮胎制造中得到广泛的应用。

28.1.7 丁基橡胶胶黏剂

聚异丁烯是由异丁烯单体在三氯化硼催化下聚合而得的无色透明弹性体，具有良好的耐老化、耐氧化、耐寒等性能。由于分子结构中没有双键，也没有极性基团，因此内聚强度以及对极性材料的黏附性能都较差。但是，聚异丁烯具有良好的自黏性，是制造透明压敏胶黏带的主要成分，也可制成胶接聚乙烯、聚丙烯、蜡纸等非极性难粘材料用的胶黏剂，又可用于制造密封腻子以及用来改善丁基橡胶的贮存稳定性。

丁基橡胶是异丁烯与少量的异戊二烯（1.5%~4.5%）或丁二烯的共聚物。具有高弹性和良好的耐寒、耐老化、耐氧化剂、耐油、低的透气性和无嗅无味等性能。由于分子中含有少量双键，能用硫黄硫化体系或氧化铅-对苯醌二肟非硫硫化体系进行硫化而成交联结构，因此更宜作胶黏剂用。为了改进胶黏剂的黏附性，可将丁基橡胶氯化或溴化。

室温硫化丁基橡胶胶黏剂基本配方如下（单位：份）。

组 分	配方 1		配方 2		配方 3			
	甲组分	乙组分	甲组分	乙组分	甲组分		乙组分	
丁基橡胶-268	100	100	—	—	氯化丁基橡胶 (HT1066) 陶土 二氧化钛 酚醛树脂 甲苯	100	聚异丁烯	10
氯化丁基橡胶	—	—	100	100			低分子量聚乙烯	1
硬脂酸	3	3	1	1		100	氯化锌	1
氧化锌	5	5	5	5		10	氧化锌	1
半补强炭黑	—	80	—	—		20	甲苯	43
松香脂(增黏剂)	40	—	—	—		600		
对苯醌二肟	4	—	—	8				
氧化铅	—	8	8	—				
硫黄	1.5	1.5	—	—				
汽油(溶剂)	750	715	调节浓度为 15%~18%					
异丙醇(91%)(溶剂)	7.4	7.0	—	—				

甲乙两组分按 10 : 1 的比例混合后，有效期为 5~7 天，被粘物粘接后室温硫化 5~10 天或 120℃×30min 硫化。可用于纤维与硫化丁基橡胶的粘接。

丁基橡胶胶黏剂的制备与其他橡胶胶黏剂方法类似，区别在于混炼填料、增黏剂、树脂，密炼温度较高，最好在 138~160℃。硫化剂最后在冷开炼机上加入混炼，最后将混炼好的胶料切碎，浸入烃类和含氯溶剂中配成胶浆。

丁基橡胶胶黏剂主要用于粘接各种织物、硫化或未硫化丁基橡胶、其他橡胶和热塑性塑料。不固化型丁基腻子多用于船舶甲板 and 建筑，具有良好的气密性和动态扭变的适应性。

丁基胶乳胶黏剂基本配方如下（单位：份）。

丁基胶乳(固含量 60%)	100	氧化锌(50%)	5
酪素(20%)	50	硫黄(68%)	2.8
三聚氰胺树脂(Aerrotex MW)	3	草酸丁酯(50%)	5
树脂催化剂(Aerrotex MX)	1	二硫代氨基甲酸酯	2.5

可用于粘接纤维、纸等材料。

28.1.8 硅橡胶胶黏剂

随着航空航天工业和电子工业等的发展，需要新型的耐高温橡胶及耐高温胶黏剂。硅橡

胶具有耐高温特性，尤其是室温硫化硅橡胶出现之后，由于其具有良好的热稳定性、耐寒性、电性能以及优异的耐气候性，已成为有机硅工业中的重要产品。硅橡胶作为胶黏剂的缺点是内聚强度低、黏附力弱，但通过加入填料进行补强可进行改善，因此，作为非结构胶黏剂已得到广泛应用。

【配方组分功能】 硅橡胶胶黏剂的配方和硅橡胶相似，主要包括硅橡胶、填料、固化剂、增黏剂、抗氧剂、热稳定剂和着色剂等。

(1) 硅橡胶 硅橡胶是胶黏剂的主体材料，它主要提供耐热性，经改性后具有一定的黏附性。品种有甲基硅橡胶、甲基乙烯基硅橡胶、苯基硅橡胶、亚苯基硅橡胶、亚苯醚基硅橡胶、腈硅橡胶以及氟硅橡胶。

(2) 填料 它的作用是提高力学强度、耐热性和黏附性。采用的填料有白炭黑、二氧化硅、硅藻土、二氧化钛、金属氧化物等。其中白炭黑最常用，用量为每 100 份橡胶用 5~45 份，最多可达 200 份。

(3) 增黏剂 它是获得黏着性能的重要组分。可采用有机硅烷、硅氧烷、硅酸酯、钛酸酯、硼酸或含硼化合物以及硅树脂，但这些化合物都是以白炭黑表面处理剂的形式加入胶料中，单独使用很少。

(4) 固化剂 主要采用过氧化物，如过氧化苯甲酰叔丁基过氧、2,5-二甲基-2,5-二叔丁基过氧己烷、邻苯二甲酸二辛酯和碳酸铵等，用量为 1~10 份。

含羟端基硅橡胶室温硫化交联时还需加入催化剂，主要有二丁基锡盐、辛酸锡，一般用量在 0.5~2 份。

【品种】

(1) 加热硫化型硅橡胶胶黏剂 它是采用一般或改性硅橡胶为主体材料制成的，通过加热硫化完成粘接过程。主要用于硅橡胶与金属粘接，以及机械制造中金属零件的紧固和结合。

(2) 半硫化或不硫化型硅橡胶胶黏剂 它是以硅橡胶为主体材料，应用时部分硫化或完全不硫化的压敏型胶黏带、自黏带和密封腻子黏接力不高，但使用方便。主要用于耐高温和耐低温（-73~260℃）的电气工业部门装备中。

(3) 室温硫化型硅橡胶胶黏剂 以羟基封端的聚硅氧烷为主体材料。使用时不用稀释剂，同时可在室温下固化，使用方便，工艺简单，而且胶接强度也比高温固化型好。主要用于硫化硅橡胶与金属、金属与金属的胶接。

它可分为双组分和单组分两种。

① 双组分胶黏剂 主要成分如下。

a. 硅羟基封端的线型聚硅氧烷为主体材料。

b. 固化剂常用正硅酸乙酯、甲基三乙氧基硅烷，使线型聚合物交联成三向结构的弹性硅橡胶，用量为聚硅氧烷的 2%~10%。

c. 催化剂常用金属有机酸盐类，如二丁基二月桂酸锡、二丁基二乙酸锡、辛酸锡、异辛酸亚锡、辛酸铅等。用量为聚硅氧烷的 0.1%~5%。

d. 填料和其他添加剂。

使用时按比例混合均匀即可在室温下硫化。

双组分室温硫化硅橡胶胶黏剂的硫化速度受空气中湿度和环境湿度的影响，但影响硫化速度的主要因素是催化剂的性质和用量。

硅树脂也可作为双组分室温硫化硅橡胶胶黏剂的一种有效增黏剂。例如 GPS-4 胶黏剂

就是其中之一，这种胶黏剂对一般材料都具有良好的胶接强度（参看表 4-28-3）。

表 4-28-3 GPS-4 胶黏剂的胶接性能

测试项目	-45℃		室温		150℃	
	铝	铝-不锈钢	铝	铝-不锈钢	铝	铝-不锈钢
扯离强度/MPa	4.5	4.46	3.5	1.92	1.89	1.79
剪切强度/MPa	4.9	4.6	2.45	2.5	2.22	1.78

② 单组分胶黏剂 由端羟基硅橡胶、固化剂、填料及其他添加剂组成。装入密闭的容器中，保存期约半年。使用时将胶料暴露在空气中，接触空气中的水分，很快固化成弹性硅橡胶。使用方便，粘接性能良好，用于硅橡胶、金属、玻璃、陶瓷和塑料等多种材料互粘和自粘。

国内单组分室温硫化硅橡胶胶黏剂主要有 D-10、GD401、GD402（乙酸型）、GD403、GD404（酮肟型）、D-20、D03-1、南大-705（醇型）、D03（耐烧蚀）、D04（灌封型）、D05 和 D05-1 高强度单组分胶黏剂（见表 4-28-4）。

表 4-28-4 D05 胶黏剂的性能

项 目	指标	项 目	指标
表面失黏时间(标准室温下)/min	30~50	硬度(邵尔 A)	>40
拉伸强度/MPa	>4.9	剥离强度/(kN/m)	>11.8
扯断伸长率/%	>350	剥离强度(不锈钢间)/MPa	>2.9

单组分硅橡胶胶黏剂性能比双组分要好得多，特别是乙酸型单组分室温硫化胶黏剂对大多数材料都能粘接。如果用有机硅表面处理剂对被黏物表面进行适当的处理，则几乎对所有的材料都有良好的胶接强度，而且可以提高耐水性、耐化学试剂性能，工艺方便。

【用途】

(1) 在电器电子方面的应用 胶黏剂具有绝缘、防水、防潮以及密封等性能，作为电器电子元件的涂覆包封、灌注、浇铸、模塑料等是理想的材料。

(2) 在宇宙航行和飞机制造方面的应用 用于飞机门窗、宇宙航行观察窗等部位胶接密封以及人造卫星的太阳能电池中硅光电池的胶接和透明表面保护覆盖玻璃胶接。

(3) 在建筑工业的应用 在建筑上用于胶接密封门窗玻璃、隧道、地铁、地下建筑的瓷贴石块水泥、金属框架等，应用效果良好。

单组分室温硫化硅橡胶胶黏剂还可在汽车工业、船舶制造业方面应用，近年来正发展应用于黏合血管、心脏、外科手术等方面。

随着单组分室温固化硅橡胶胶黏剂的应用日益广泛，要求进一步提高其性能，如高强度、低模量等，可通过适当控制聚合体的交联密度和聚合体-填料的相互作用来获得，它具有高伸长率和良好的抗撕裂强度，对大多数材料不用表面处理，有良好的黏附性。可作为防水密封材料。

实例 1 基本配方如下（单位：份）。

A 组分:硅橡胶 106	100	粘接性能(剪切强度)	
B 组分:KH550	5	室温	>3MPa
二丁基二月桂酸锡	2	150℃	>1.5MPa
固化条件	室温×3天		

主要用于硅橡胶与金属的粘接，涂刷胶黏剂前金属表面需用甲基三乙氧基硅烷溶液

处理。

实例 2 基本配方如下 (单位: 份)。

A 组分: 硅橡胶 107	100	二甲基二甲氧基硅烷	5
1# 气相白炭黑	25	KH550	2
B 组分:		二月桂酸二丁基锡	0.5
甲基三甲氧基硅烷	5		

粘接性能: 扯离强度 2.5~4MPa, 剥离强度 8kN/m。

用于粘接各种电器元件。

28.1.9 氟橡胶胶黏剂

以氟橡胶为主体材料制得的胶黏剂是一种耐高温、耐油、耐化学介质腐蚀、耐老化性能优良的特种橡胶胶黏剂, 此类胶黏剂可分为溶剂型、水剂乳液型和薄膜型三种, 主要用于粘接氟橡胶、金属和其他材料。

实例 1 基本配方如下 (单位: 份)。

26 型氟橡胶	100	ARS 增黏剂	10
氧化镁	15	多亚烷基多胺	5
白炭黑	20	溶剂	适量

硫化条件: 130℃×4h。

粘接氟橡胶和不锈钢时的剪切强度为 0.6MPa。金属表面涂刷硅烷 A151 后再涂刷此胶黏剂, 剪切强度可达 5MPa 以上。

实例 2 基本配方如下 (单位: 份)。

246 氟橡胶	100	乙酸乙酯	250
氧化镁	15	丙酮	250
硅树脂	15	过氧化二叔丁基醚(10%甲苯溶液)	30

硫化条件: 60℃×4h+160℃×7h。

对聚四氟乙烯的粘接强度为 0.6~0.8MPa

此胶液若用 KH550 作交联剂可室温硫化, 对氟塑料表面用蔡钠液处理, 再用极性胶黏剂, 剪切强度可达 5MPa 以上。

(1) 水剂型氟橡胶乳液胶黏剂 把固态粉料制成水分散体, 再与氟橡胶乳液混合即成。此类胶黏剂可做涂料、薄膜型胶黏剂。浸渍石棉用氟橡胶乳液配方如下 (单位: 份)。

Viton L D-242 胶乳(以干计)	20	非离子表面活性剂	1.2
石棉纤维	100		

硫化条件: 204℃×24h。

力学性能: 拉伸强度 4.38MPa, 扯断伸长率 6%; 232℃×7 天老化后, 拉伸强度 3.96MPa, 扯断伸长率 4%。

(2) 氟橡胶与金属粘接的胶黏剂 氟橡胶与金属粘接用胶黏剂为开姆洛克 607, 其主要成分是 γ -氨基三乙氧基硅烷 8 份, 乙烯基三乙氧基硅烷 4 份, 甲醇 28 份, 水 9 份。盐酸调 pH 值 ≥ 1 , 扯离强度为 4.4MPa。或用 KH-560 (γ -缩水甘油氧化丙基三甲氧基硅烷) 做胶黏剂, 其扯离强度为 5.6MPa。为提高粘接强度, 在金属表面涂刷上述胶黏剂后, 再涂刷一层被黏氟橡胶混炼胶 20% 的甲乙酮胶液作过渡层, 其扯离强度达 7MPa。

(3) 硫化氟橡胶之间的粘接及其与金属粘接的胶黏剂 其基本配方如下 (单位: 份)。

丁腈橡胶-40	100	氟橡胶	50
酚醛树脂	100	溶剂	适量

硫化氟橡胶与钢粘接, 其扯离强度为 5MPa 以上。

28.1.10 聚氨酯胶黏剂

聚氨酯 (PU) 胶黏剂是分子链中含有氨基酯基 (—NHCOO—)/或异氰酸酯基 (—NCO) 类的胶黏剂。由于聚氨酯胶黏剂性能优越, 在国民经济中得到广泛应用, 是八大合成胶黏剂中的重要品种之一。

28.1.10.1 双组分聚氨酯胶黏剂

双组分聚氨酯胶黏剂是聚氨酯胶黏剂中重要的一大类, 用途广, 用量大。由甲、乙两组分组成, 甲组分 (主剂) 为羟基组分, 乙组分 (固化剂) 为含游离异氰酸酯基团的组分。也有的主剂为端基 —NCO 的聚氨酯预聚体, 固化剂为低分子多元醇或多元胺, 使用前甲、乙两组分按一定比例混合均匀即成。

通用型 PU 胶黏剂是以聚己二酸乙二醇酯为原料、以溶剂和 PU 树脂为主要成分 (甲组分)、以三羟甲基丙烷 TDI 加成物为固化剂 (乙组分) 的双组分 PU 胶黏剂, 主要用于绝缘材料、包装材料、多孔材料的粘接。

【制法】

(1) 聚己二酸乙二醇酯的制备 于不锈钢反应釜中投入 367.5kg 乙二醇, 加入 73kg 己二酸, 逐步升温至 $200\sim 210^{\circ}\text{C}$, 出水量达 185kg。当酸值达到 40mgKOH/g 时, 减压至 0.048MPa , 釜内温度 200°C , 出水 8h, 酸值达 10mgKOH/g 。再减压至 0.67kPa 以下, 内温控制 210°C , 减压去醇 5h, 酸值达 2mgKOH/g 时出料, 制得羟值为 $50\sim 70\text{mgKOH/g}$ (分子量为 $1600\sim 2240$)、外观为淡黄色的聚己二酸乙二醇, 产率为 70%。

(2) 改性聚酯树脂 (甲组分) 的制备 反应釜中投 5kg 乙酸丁酯, 开动搅拌, 再投入聚己二酸乙二醇 60kg, 加热至 60°C , 加入 $4\sim 6\text{kg}$ TDI (80/20), 升温至 $110\sim 120^{\circ}\text{C}$, 电流达 6A (变速箱-6, 电机 2.8kW)。加入乙酸乙酯 5kg 溶解, 最后再加 135kg 丙酮溶解, 制得淡黄色黏稠液 (甲组分), 产率为 98%。

(3) 三羟甲基丙烷-TDI 加成物 (乙组分) 的制备 反应釜内加 246.5kg 甲苯二异氰酸酯 (TDI 80/20) 和 212kg 乙酸乙酯, 开动搅拌机, 滴加预先熔融的三羟甲基丙烷 60kg, 滴加温度为 $65\sim 70^{\circ}\text{C}$, 2h 滴完, 70°C 保温 1h。冷却到室温, 制得淡黄色黏稠液 (乙组分), 产率为 98%。

(4) 产品规格 上海新光化工厂生产的铁锚-101 胶黏剂规格如下。

项 目	甲组分	乙组分
外观	淡黄色黏稠液	淡黄色透明液
—NCO 含量/%	—	12 ± 1
固体含量/%	30 ± 2	60 ± 2
黏度 (用 4# 涂料标, 测定 30% 胶黏剂的黏度, 25°C)/s	$30\sim 90$	—
剪切强度 (被粘材料为铝合金, 甲 : 乙 = 5 : 1)/MPa	8.0	8.0

28.1.10.2 单组分聚氨酯胶黏剂

双组分胶黏剂在使用前配制, 需分别称量混合搅匀后才可使用, 如称量不准确、搅拌不均匀都会影响粘接质量, 同时增加了工序, 因此, 单组分 PU 胶黏剂使用简便, 受到用户欢迎。

(1) 热固型单组分 PU 胶黏剂 在室温下稳定的单组分胶黏剂加热后会发生化学反应而固化。这种热固型 PU 胶黏剂稳定性好, 无副产物, 因此黏合强度高。

(2) 封闭型胶黏剂的制法 取聚己二酸己二醇 202 份、TDI 34.8 份、二乙烯三胺 3.3 份, 在适量溶剂中反应制成 PU 溶液。TDI 与丁酮肟以 1 : 1 的摩尔比在丁酮中反应, 制备封闭型多异氰酸酯溶液。将以上两种溶液混合, 加少量马来酸酐和丁酮, 最后在 NaOH 稀溶液

中剪切乳化，再抽除溶剂，即制得可交联的水性 PU 乳液，可用作胶黏剂或涂料。涂胶后，待水挥发，120℃×20min 固化，得弹性胶膜，其拉伸强度为 26.2MPa，扯断伸长率为 610%。

28.1.10.3 水基型聚氨酯胶黏剂

水基型 PU 胶黏剂是指聚氨酯溶于水或分散于水中而形成的胶黏剂。该胶黏剂具有柔韧性好、不燃、气味小、无毒、不污染环境、成本低、操作加工方便等优点。

【制法】 285g 聚氧化丙烯二醇（M=2000）及 20g 二羟基甲基丙酸的混合物加热至 130℃，使二羟基甲基丙酸溶解，然后冷却到 60℃，分批加入 96g TDI，在 70℃ 反应数小时，该预聚体—NCO 含量为 5.5%。

3.6g 三乙胺溶解于 168g 冰水中，用高速分散机搅拌，加 100g 上述预聚体，使之分散，得到固含量 37% 的 PU 乳液。在上述乳液中加入 0.5mL 28% 浓度的氨水、12.5g 水及 4.7g 聚丙烯酸类增稠剂（Acrysol ASE-60），搅拌均匀，得固含量 31.5%、黏度 38.5Pa·s 的水基型 PU 胶黏剂。

【功用】 用于织物粘接，特别是层压织物和植绒。

28.1.11 胶乳型丁苯橡胶胶黏剂

【基本配方】 基本配方如下（单位：份）。

组 成	硫化型	非硫化型
丁苯胶乳 SBR-2000	100	100
氢氧化钾(浓度 10%)	2	8
二巯基甲酸盐	3	混合
软化水	6	
增稠剂	适量	适量

【制法】 硫化型和非硫化型分别在搅拌机中混合均匀即成。

【功用】 两种配方均可用于布-布、布-纸、布-皮革等材料的黏合，施工时，被粘材料涂刷胶黏剂后应晾干再贴合。如被粘材料是金属，应添加 20~25 份增黏树脂。

橡胶胶黏剂部分产品名称及性能见表 4-28-5。

表 4-28-5 橡胶胶黏剂产品名称及性能

品 名	生产单位	主要组成	硫化条件	主要性能	用 途
FN-303	山东化工有限公司 重庆长江橡胶有限公司	氯丁橡胶、叔丁酚甲醛树脂	接 触 压 力， 常温 24~48h	橡胶-钢或铝的剥离强度 ≥1.96kN/m(常温硫化 24h)	用于橡胶、金属、皮革、塑料、木材等自粘或互粘
XY-401	北京橡塑制品有限公司			≥2.45kN/m(常温硫化 48h)	
长城牌 303	上海制笔有限公司				
铁锚 801 强力胶	广州永红化工有限公司			拉伸强度 ≥0.1MPa (常温硫化 24h) ≥0.13MPa (常温硫化 48h)	
XY-403 胶液	北京橡塑制品集团公司 陕西省橡胶厂	氯丁混炼胶溶液	接 触 压 力， 常温 24h	白细布相粘剥离强度≥68.6N/5cm	用于粘接合成橡胶制品
CR-101 胶	广州橡胶工业制品研究所	氯丁橡胶-甲基丙烯酸甲酯共聚物	接 触 压 力， 常温 24h	PVC 人造革自粘的 T 型剥离强度≥29.4N/2.5cm	用于 PVC 人造革、合成橡胶等鞋用料粘接

续表

品名	生产单位	主要组成	硫化条件	主要性能	用 途
XY-503 胶液 CH504	陕西省橡胶有限公司 重庆长江橡胶有限公司	丁腈混炼胶、 F01-01 清漆	常温 24h 后 143℃ 下 硫 化 50min	未硫化 5470-1 橡胶 试条粘接 剥离强度 $\geq 39.2\text{N}/5\text{cm}$ (常温 20min 后) $\geq 78.5\text{N}/2.5\text{cm}$ (143℃ 硫化 50min)	用于丁腈橡胶为主的 制品粘接
XY-502 胶液	陕西省橡胶有限公司	丁腈混炼胶 间苯二酚甲醛 树脂	冷粘时,在 一定压力下硫化 48h; 热 粘 时, 压 力 9.8MPa, 硫 化 143℃ × (30~60)min	5470-1 硫化胶条与 碳钢剥离强度 $\geq 98\text{N}/2.5\text{cm}$ (常温 48h) $\geq 117.6\text{N}/2.5\text{cm}$ (常温 72h) 5470-1 硫化胶条本 身粘接的 剥离强度 $\geq 58.8\text{N}/$ 2.5cm(常温 48h)	用于丁腈硫化或未硫 化胶与钢、铝等金属的 热粘或冷粘
长城牌 730 黏 结剂	上海制笔有限公司	丁腈橡胶酚 醛树脂	40℃ × 3 天 或 20~30℃ × 7 天或 70℃ × 8h	铝镁合金-帆布拉伸 强度 $\geq 2.9\text{MPa}$	适用于棉织物、玻璃 织物、尼龙、丁腈橡胶及 铝镁合金等粘接
GPS-4 胶	上海橡胶制品研 究所	羟端基聚二甲 基硅氧烷,甲: 乙=9:1	室温 3~7 天后再 80~ 90℃ 下 加 热 4~6h	硬铝-6146 硅橡胶 的剥离强度 $> 8.4\text{kN}/$ cm 铝-不锈钢剪切强度 2.5MPa	用于聚乙烯与镀锡钢 或铜的粘接
D05	上海橡胶制品研 究所	室温硫化硅 橡胶	表面失黏时 间 30~50min	拉伸强度 $\geq 4.9\text{MPa}$ 扯离强度(不锈 钢间) $> 29.4\text{kN}/\text{m}$	适用于金属、玻璃、硅 橡胶和某些塑料的粘接

28.2 橡胶金属粘接用胶黏剂

目前所用的粘接方法主要有 4 种: 硬质胶法、镀黄铜法、胶黏剂法和直接粘接法。它们的粘接机理如表 4-28-6 所示。

表 4-28-6 常用橡胶与金属粘接方法的粘接机理

粘 接 方 法	金属-胶黏剂	胶黏剂-橡胶
硬质胶法	机械	主价
镀黄铜法	主价	主价
异氰酸酯法	主价	主价
氯化橡胶法	次价	主价或次价
酚醛树脂法	次价	主价或次价

28.2.1 硬质胶胶黏剂

在金属与橡胶之间, 在金属表面贴一层硫黄用量较多的硬质胶料或涂一层硬质胶胶浆,

通过硫化使橡胶与金属粘接起来。在此粘接结构中，一方面硫黄在橡胶中反应，提高了橡胶极性和与金属表面湿润性；另一方面，由于橡胶分子与硫化剂相互扩散，与硬质胶之间形成粘接界面层，使两者牢固地粘接在一起。

【基本配方与性能】

组分	胶辊硬质 胶浆 ^①	实芯胎 硬质胶	实心胎 面胶	组分	胶辊硬质 胶浆 ^①	实芯胎 硬质胶	实心胎 面胶
天然橡胶	100	100	50	古马隆	2	—	—
丁苯橡胶	—	—	50	沥青	12	—	—
再生胶	—	33.3	300	消石灰	5.6	15	—
氧化锌	—	5	10	硬脂酸	—	1.4	3
氧化铁	20	44.4	—	硫黄	33.6	37.5	7
锌钡白	20	—	—	促进剂 M	—	1.7	2.5
硬质炭黑	—	—	73	促进剂 DM	—	—	2.5
碳酸钙	32	—	—	促进剂 D	1.3	—	0.5
碳酸镁	11	—	—	防老剂 D	—	—	1.5
陶土	60	46.4	—				

① 制备胶浆时，胶料与汽油之比为 1 : 1.5。

由天然橡胶和含丁苯橡胶制得的硬质胶与金属黏结性能良好，生胶含量不宜过高，硫黄用量一般为 30~40 份。氧化铁可提高黏接力，用量 20 份时，胶接强度可提高一倍；超过 20 份时，则趋向下降。硬质胶不耐热，不耐冲击和震动，其热膨胀系数比钢大，在温度变化时，硬质胶容易与铁芯脱壳。

硬质胶对钢、铁、黄铜等金属的胶接强度见表 4-28-7。

表 4-28-7 硬质胶对金属的胶接强度

单位：MPa

硬质胶	钢	不锈钢	铸铁	黄铜	不含锡的黄铜	硬铝	镁合金
天然橡胶	3.9~5.9	3.9~5.9	3.9~5.9	3.9~5.9	<1.96	3.9~5.9	<1.96
丁苯橡胶	3.9~5.9	3.9~5.9	3.9~5.9	3.9~5.9	<1.96	3.9~5.9	1.96

【工艺及使用特性】 硬质胶的硫化工艺一般宜用逐步升温法和长时间硫化相结合。硫化条件根据制品规格来确定，工业胶辊硫化条件见表 4-28-8。

表 4-28-8 一般工业胶辊硫化条件（登峰式升温）

单位：min

蒸汽压力 /MPa	印刷胶辊 φ160×2000×20	造纸胶辊 φ400×2000×25	印花胶辊 φ1000×1200×25	印染胶辊 φ300×1200×25
0.07	60	60	60	60
0.14	60	60	60	60
0.21	90	90	60	60
0.27	60	120	120	120
0.34	60	420	150	180
合计/min	330	750	450	480

制造实芯胎时，在用硬质胶料前，金属轮表面尚需涂刷含 40 份硫黄的胶浆。

使用硬质胶黏合法要注意以下几点。

① 适当控制胶黏层和软橡胶层中硫黄的浓度。为防止硬质胶中游离硫向软质胶过多迁移，减少硬质胶脆性，可加无硫和低硫中间胶层。

② 发现有阻碍硫黄和橡胶分子扩散因素时，应停止黏合作业。

③ 应使硫化速度缓慢。如果两种胶料硫化速度差异过大，则不能产生良好黏合。

- ④ 为了便于湿润贴硬质胶前金属表面以涂硬质胶浆为佳。
- ⑤ 金属件表面一般需用喷砂进行预处理，并用汽油清洗。
- ⑥ 硬质胶法适于粘接大型制件，宜于 70℃ 以下使用，制品不应受到严重冲击。

28.2.2 镀黄铜作胶黏剂

黄铜或表面镀黄铜金属件，不用胶黏剂就能与橡胶产生牢固黏合。因此，镀黄铜粘接法被广泛地用于制橡胶-金属制品，如带金属骨架橡胶密封件、橡胶减震制品和钢丝子午线轮胎等。

黄铜或镀黄铜层表面系由铜、氧、锌等 10 多种元素组成，铜锌比随深度而变化，越往深处铜含量越高，最后接近铜的平均含量；表面上的锌以氧化锌形态存在。硫化时，胶料中的硫与镀层表面的氧化锌和氧化铜反应，分别生成 ZnS 和 Cu_xS 。前者在金属-硫化物界面处，后者在橡胶-硫化物界面处。随着硫化继续进行， Cu_xS 层进一步增长，而 ZnS 起保护层作用，抑制过多的 Cu_xS 生成。 Cu_xS 表面的硫为活性原子，与橡胶交联键上的硫产生物理结合，使橡胶与黄铜黏合。

【性能】

(1) 黄铜镀层的组成（铜锌比）对橡胶与金属胶接强度的影响很大（见表 4-28-9）。一般铜锌比以 70/30 为佳。

表 4-28-9 黄铜镀层组成对胶接强度的影响

铜/锌比	胶接强度/MPa	铜/锌比	胶接强度/MPa
60/40	5.5	70/30	6.0
65/35	5.8	75/25	6.0

黄铜中，铅含量不宜超过 0.5%，锡不宜超过 0.1%。目前生产的镀铜钢丝的表面层中，铜含量为 $67.5\% \pm 4.0\%$ 。

(2) 黄铜镀层的厚度过小或过大，都会使胶接强度下降，一般以 $0.20\mu\text{m}$ 为佳。

(3) 铜丝拉拔引起的黄铜镀层取向和畸变结晶，对橡胶粘接有利，晶格畸变随热处理温度升高而降低，与橡胶的胶接强度也相应线性下降。非氰化法黄铜镀层经冷加工后，易产生晶格畸变，有利于橡胶粘接。

(4) 生胶和配合剂种类对黄铜胶接性能影响显著。

① 丁腈橡胶和氯丁橡胶对黄铜的胶接性较好，其他胶种次之。天然橡胶中掺用少量顺丁橡胶（一般 20 份以下），可提高胶接强度。

② 被粘胶料不能用无硫配方。硫黄用量不得低于 2~3 份，以 4~5 份为佳。以采用促进剂 DZ 和促进剂 M 为好，促进剂 DM 次之。促进剂 NOBS 和促进剂 OTOS 虽属次磺酰胺类，但粘接力不太高。不宜用促进剂 D 和二硫化氨基甲酸盐。常用促进剂对天然橡胶与黄铜胶接强度的影响见表 4-28-10。

表 4-28-10 常用促进剂对天然橡胶与黄铜胶接强度的影响

促进剂	胶接强度/MPa	有无硫黄	促进剂	胶接强度/MPa	有无硫黄
TMTD	0	无	DM	5.49	有
TMTD	0.98	有	M	5.20	有
DPG	3.33	有	MZ(M 锌盐)	6.96	有

防老剂一般对粘接影响不大，但用量超过 2 份后，会有一定影响。防老剂 MB 对粘接不利，防老剂 BLE 能增强粘接效果。胶料中加入 MgO 能改善老化后粘接性能。

③ 氧化锌和硬脂酸能增加胶料粘接效果，在配方中不可缺少。无氧化锌的胶料，在镀

黄铜体系中，其胶接强度、定伸应力、硬度和拉伸强度均下降。ZnO 用量为 10 份左右时粘接性能最好。胶料中没有或过量使用硬脂酸都会导致橡胶粘接性能下降，一般硬脂酸以 1 份左右为宜。

④ 酸性增塑剂可提高胶料胶接强度，常用的有油膏和煤焦油。

⑤ 炭黑对粘接有重要影响。粒子越细、酸性越强，对粘接越有利。例如用含有酸性槽法炭黑的胶黏剂可获得较高的胶接强度，用量一般为 45 份左右。

(5) 胶料中的水分会使粘接性能下降，应在原材料运输和使用过程中严格控制。

【应用实例】 以橡胶与轴承套、气门嘴的粘接为例。轴承套和气门嘴均为黄铜。金属件表面需经硫酸混合液处理。如气门嘴用 98% 硫酸（100mL）、68% 硝酸（150mL）和水（300mL）混合液处理 5min，洗净，干燥待用，一般不宜停放过久。所用的胶液和胶料配方见表 4-28-11。胶料与汽油比为 1：2。所得胶接强度达 6.86MPa。

表 4-28-11 轴承套和气门嘴所用的胶料（液）配方

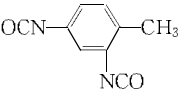
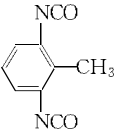
组 分	轴承套		气门嘴	组 分	轴承套		气门嘴
	胶液	胶料			胶液	胶料	
天然橡胶	100	100	100	氧化铁	—	—	5
高耐磨炉黑	—	—	20	硬脂酸	2.65	2.5	2.5
硬质炭黑	—	55	—	没食子酸	1	—	—
半补强炉黑	—	—	20	防老剂 D	2	1	—
乙炔炭黑	40	—	—	防老剂 4010	—	—	1
硫黄	5	4.5	3.5	松焦油	3	2	2.5
促进剂 M	1.5	0.5	0.45	消石灰	5	—	—
促进剂 DM	—	0.5	—	石蜡	—	1	—
氧化锌	20	10	40				

28.2.3 多异氰酸酯胶黏剂

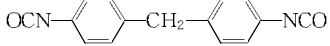
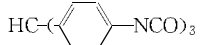
用作胶黏剂的有机异氰酸酯主要为各种二异氰酸酯和三异氰酸酯，如 2,2',4"-三苯基甲烷三异氰酸酯、4,4'-二苯甲烷二异氰酸酯、六亚甲基二异氰酸酯及甲苯二异氰酸酯等。它们的性质如表 4-28-12 所示。

用多异氰酸酯黏合橡胶与金属时，其接头耐热性仅次于镀黄铜法，但抗震性较差，耐硫酸蒸气也不及镀黄铜接头。异氰酸酯胶黏剂对橡胶与织物有良好的黏合能力，并能显著提高纤维的抗屈挠性能。多异氰酸酯胶黏剂抗水性较差，加入氯化石蜡可获得提高。异氰酸酯加有丁苯橡胶、氯丁橡胶和氯化橡胶胶黏剂后，可以提高本身的稳定性。

表 4-28-12 用作胶黏剂的多异氰酸酯的性质

名称及结构式	分子量	熔点/℃	沸点(1.3kPa)/℃	折射率(20℃)	相对密度(20℃)
2,4-甲苯二异氰酸酯 	174.15	21.8	121	1.567	1.2178
2,6-甲苯二异氰酸酯 	174.15	—	120	1.5712	1.2271

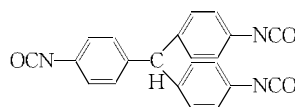
续表

名称及结构式	分子量	熔点/℃	沸点(1.3kPa)/℃	折射率(20℃)	相对密度(20℃)
2,4/4,6-甲苯二异氰酸酯混合物(异构体比例 80/20)	174.15	13.8	—	—	—
2,4/4,6-甲苯二异氰酸酯混合物(异构体比例 65/35)	174.15	7.7	118~120	—	—
4,4'-二苯基甲烷二异氰酸酯 	250.24	40~41	156~158	1.5906	1.1850
4,4',4''-三苯基甲烷三异氰酸酯 	396.35	91	—	1.6150	—
六亚甲基二异氰酸酯 $\text{OCN}-(\text{CH}_2)_6-\text{NCO}$	168.19	—	130~132 (1866.5Pa)	—	1.4407

28.2.3.1 20%三苯基甲烷三异氰酸酯的二氯甲烷溶液 (20% solution of the triphenylmethane tri-isocyanate in methylene chloride)

又称 JQ-1 胶, 列克纳。

结构式



商品名称	厂 家
JQ-1 胶, 列克纳 Desmodur R	辽宁大连染料有限公司, 山西太原化工厂, 江苏无锡惠山农药厂 Bayer(德国)

【性质】 绿黄色至蓝紫色、红紫色液体。颜色改变不影响质量。光线对其性能影响甚微, 污染性较小。相对密度 1.32。沸点约 40.6℃。与三苯基甲烷三异氰酸酯液比较, 易溶于氯甲烷、乙酸乙酯、三氯乙烯、苯和甲苯中。本品是非挥发性物质, 即使在较高温度下硫化也是如此, 因此, 不危害人体呼吸, 但不能直接接触皮肤, 如溅到皮肤上应立即洗去。本品不可与水、蒸汽等接触, 遇湿易分解变质, 因此必须密封保存。在温度为 5~28℃ 的仓库中的密封包装贮存期为 18 个月, 超过规定保管期需进行复验, 合格后方可使用。本品与金属容器壁接触有发生聚合反应的倾向。因此, 胶液只能用玻璃或陶瓷容器存放, 并用软木塞或橡皮塞盖紧。为防止光线的作用, 胶液应存于阴暗处。为提高胶液的稳定性, 可添加三氯化磷、五氯化磷 (1%)。

【功用】 三苯基甲烷三异氰酸酯胶黏剂用于未硫化的丁腈橡胶、氯丁橡胶、天然橡胶与硬铝、钢、黄铜的黏合, 黏合时空气的相对湿度不得高于 60%。

黏合前金属零件先进行喷砂, 清洗干净后保存在汽油中。在涂胶时, 取出钢、黄铜等金属零件, 烘 10~15min 备用。硬铝制件经过喷砂后还要在硫酸溶液中进行阳极化处理, 并用铬酐填充。

橡胶表面处理: 天然橡胶用汽油擦抹表面, 氯丁橡胶、丁苯橡胶、丁腈橡胶则用苯擦抹, 干燥 5~15min 后备用。

胶液只涂在金属零件表面, 涂胶后在 18~30℃ 的温度下干燥 30~40min, 或在 30~45℃ 的温度下干燥 10~30min, 然后将金属零件在室温下晾置 1h, 在 120℃ 加热 20min。金属零件冷却后, 再涂两次胶液, 每涂一层胶液后, 在 18~30℃ 的温度下干燥 30min, 或在 30~45℃ 的温度下干燥 10~30min。

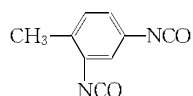
将金属零件与未硫化丁腈橡胶等胶料贴合，在硫化机上（143℃）硫化 30min。硫化后金属与橡胶的剥离强度不小于 3.9MPa。

因本品及所用的溶剂均有毒，操作时应戴劳保用具并注意通风条件。

商 品 名 称	厂 家
胶黏剂 TDI	山西太原化工厂,江苏常州有机化工厂,上海吴淞化工厂

28.2.3.2 2,4-甲苯二异氰酸酯 (toluene 2, 4-di-isocyanate)

结构式



【性质】 相对密度 1.2178，熔点 21.8℃，沸点 121℃（1.3kPa），折射率 1.567。其他性能与三苯基甲烷三异氰酸酯相似。

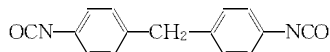
【功用】 本品的用途与三苯基甲烷三异氰酸酯相似，用于橡胶与金属的黏合。其接头耐热性仅次于镀黄铜法，但抗震性较差，耐硫酸蒸气性也不及镀黄铜法。

本品对橡胶与织物有良好的黏合能力，并能显著提高纤维的抗屈挠性能。本品的抗水性较差，可通过加氯化石蜡获得改善。

商 品 名 称	厂 家
胶黏剂 MDI	江苏常州有机化工厂,烟台合成革总厂

28.2.3.3 4,4'-二苯甲烷二异氰酸酯 (diphenylmethane-4,4'-diisocyanate)

结构式



【性质】 熔点 40~41℃，沸点 156~158℃（1.3kPa），相对密度 1.1850。此种胶黏剂是 4,4'-二苯甲烷二异氰酸酯溶于邻二氯苯中配成浓度为 50% 的溶液。

【功用】 本品主要用于作氯丁橡胶、丁苯橡胶、天然橡胶与金属之间的黏合剂。硫化后，橡胶与金属之间具有优越的黏附能力。

商品名称	厂 家
胶黏剂 HDI	中国化工新材料公司广州分公司,江苏常州有机化工厂,重庆长风化工厂,上海染料化工二厂

28.2.3.4 六亚甲基二异氰酸酯 (hexamethylene diisocyanate)

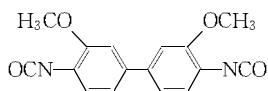
结构式



性质和功用与 2,4-二甲苯二异氰酸酯和 4,4'-二苯甲烷二异氰酸酯相同。

28.2.3.5 3,3'-二甲氧基-4,4'-二异氰酸酯联苯 (3,3'-dimethoxy-4,4'-isocyanic diphenyl)

结构式

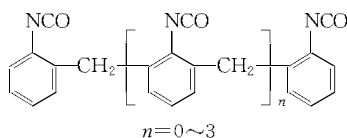


【性质】 深灰色粉末。熔点 121~122℃，相对密度 1.20。

【功用】 本品是含有羟基基团的聚氨酯橡胶的硫化剂，亦为合成纤维与丁腈橡胶或乙烯基类聚合物的胶黏剂。

28.2.3.6 聚亚甲基苯基异氰酸酯 (polymethylene phenyl isocyanate)

结构式

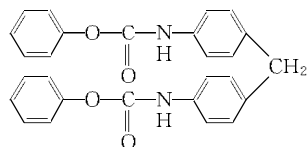


【性质】 深色液体。相对密度 1.20，异氰根值 130~135，黏度 1.5~7.5Pa·s。

【功用】 作聚氨酯及丁腈橡胶的硫化剂，也是合成纤维与天然橡胶或合成橡胶的胶黏剂。

28.2.3.7 亚甲基双苯基氨基甲酸苯酯 (methylene diphenylamino phenyl formate)

结构式



【性质】 灰白色粉末。

【功用】 用作聚酯纤维与橡胶的胶黏剂，也可作某些橡胶的硫化剂。

【性能】 橡胶与金属粘接常用的多异氰酸酯胶黏剂的粘接强度见表 4-28-13。钢板处理方法对粘接强度的影响见表 4-28-14。停放时间对粘接强度的影响见表 4-28-15。

表 4-28-13 多异氰酸酯胶黏剂的粘接强度

被粘材料	异氰酸酯	胶接强度/MPa	被粘材料	异氰酸酯	胶接强度/MPa
天然橡胶与钢	三苯甲烷三异氰酸酯	7.8~10.8	丁苯橡胶与硬铝	三苯甲烷三异氰酸酯	7.1
天然橡胶与硬铝	三苯甲烷三异氰酸酯	9.0	丁腈橡胶与钢	三苯甲烷三异氰酸酯	6.7
天然橡胶与铜	三苯甲烷三异氰酸酯	6.1	丁腈橡胶与硬铝	三苯甲烷三异氰酸酯	6.4
天然橡胶与钢	甲苯二异氰酸酯	5.8~8.2	丁腈橡胶与钢	二苯甲烷二异氰酸酯	5.9
天然橡胶与铸铁	甲苯二异氰酸酯	7.6~8.1	氯丁橡胶与钢	三苯甲烷三异氰酸酯	8.1
天然橡胶与黄铜	甲苯二异氰酸酯	5.6~8.2	氯丁橡胶与黄铜	二苯甲烷二异氰酸酯	7.3
天然橡胶与铜	甲苯二异氰酸酯	0~2.7	氯丁橡胶与钢	二苯甲烷二异氰酸酯	7.6
天然橡胶与铝	甲苯二异氰酸酯	5.4~6.9	氯丁橡胶与铝	二苯甲烷二异氰酸酯	9.1
天然橡胶与硬铝	甲苯二异氰酸酯	4.3~7.6	氯丁橡胶与铜	二苯甲烷二异氰酸酯	8.5
丁苯橡胶与钢	三苯甲烷三异氰酸酯	5.9~8.0			

表 4-28-14 钢板处理方法对粘接强度的影响

单位：MPa

黏合对象	喷砂	酸洗	车床加工	磨光
钢板与天然橡胶	6.04	5.32	2.75	2.40
钢板与丁苯橡胶	2.94	2.84	2.06	2.06
钢板与氯丁橡胶	8.10	6.18	2.26	3.67

表 4-28-15 停放时间对粘接强度的影响

单位：MPa

停放时间/h	天然橡胶	丁苯橡胶	氯丁橡胶	停放时间/h	天然橡胶	丁苯橡胶	氯丁橡胶
2	4.46	2.31	8.0	24	3.23	2.57	7.55
4	5.38	2.88	7.55	48	2.75	1.76	1.58
8	5.66	2.75	7.14	96	1.78	0.73	0.0

注：涂刷保护胶浆，可使停放时间延至 10 天以上。

被粘胶料的配方对粘接性能有重要影响。提高橡胶硬度可提高胶接强度，因此，需适当提高填料和硫黄用量。但是硬质胶与金属热膨胀系数相差悬殊，硬度又不宜过高，一般以 80~85（邵氏 A）为限。含胶率高，会使胶接强度降低，故应适当降低含胶率。使用适量炭黑、白炭黑和较多氧化锌，能提高胶接强度。胺类防老剂对粘接不利。促进剂宜用于后效性品种，如 CZ、AZ 和 DZ 等，以协调硫化速度与胶接速度。采用上述配方原则制备的高硬度胶料和保护胶浆，可以获得较好的胶接强度。

【应用举例】

(1) 大型橡胶护舷的黏合 大型橡胶护舷由橡胶与金属制成（一般采用天然橡胶与钢板），用异氰酸酯胶黏剂进行粘接。胶料和保护胶液配方见表 4-28-16。

表 4-28-16 胶料和保护胶液配方

组 分	高硬度胶料和保护胶液	护舷本体胶料	组 分	高硬度胶料和保护胶液	护舷本体胶料
天然橡胶	100	100	白炭黑	40	—
高耐磨炉黑	40	40	促进剂 CZ	0.6	0.4
氧化锌	16	16	白蜡	—	1
硫黄	16	2.9	防老剂 D	—	1
硬脂酸	3	3	防老剂 4010	—	0.5
松焦油	4	4			

钢板经喷砂处理，除去残砂，涂刷 JQ-1 胶黏剂，干燥后涂刷保护胶液，加贴一层高硬度（邵氏 A82~85）胶料，然后贴天然橡胶，以提高橡胶与钢板的胶接强度。胶接强度达 7.1MPa，扯断面沿胶料部分发生。制品安装使用 7 年多，粘接良好。

(2) 胶轴的粘接 以铸铁、钢或铝为辊芯，以天然橡胶、丁苯橡胶、丁腈橡胶与氯丁橡胶为辊体的胶辊，采用 JQ-1 胶黏剂，并采用硬胶层，可获得较高胶接强度。

金属辊芯经喷砂处理后，一般涂刷两次 JQ-1 胶黏剂，干燥后即可成型或模压。采用高硬度丁腈橡胶与钢芯粘接时，胶接强度可达 9.8MPa。

(3) 橡胶密封件的粘接 采用 JQ-1 胶黏剂粘接金属与丁腈橡胶或氯丁橡胶，效果良好。

金属件可喷砂，也可用化学法处理：①用氢氧化钠溶液除去油污，然后水洗，到金属表面无水珠为止；②用工业盐酸除锈约 20~30min，然后在热水中漂洗。金属件需在 90℃烘箱中烘干后，在金属表面涂浸胶黏剂，然后在干燥箱内贮存。

采用 JQ-1 黏合天然橡胶或丁苯橡胶与金属件时，用氯丁橡胶-酚醛树脂胶液作中间层，可提高胶接强度。

(4) 异氰酸酯的改性粘接 异氰酸酯胶液掺用等量或少量氯化橡胶，可提高胶接强度。胶液配方如下（质量比）：2,4-甲苯二异氰酸酯：氯化橡胶：二氯乙烷为 33.4：16.6：50。

用上述胶液粘接橡胶与金属的强度分别为：铝 7.62MPa、生铁 7.79MPa、中碳钢 8.62MPa、不锈钢 6.20MPa、黄铜 8.26MPa、铜 2.76MPa、磷铜 8.0MPa、莫尼尔合金 2.76MPa。

(5) 聚氨酯橡胶钢丝绳芯运输带的粘接 一般地，聚氨酯橡胶与钢丝直接粘接时，抽出力很低；采用多异氰酸酯胶黏剂则抽出力成倍提高。单用时脆性较大，混合使用聚氨酯胶液，可克服发脆的缺点。胶料配方对粘接力有很大影响，例如采用胶料硬度 85~90（邵尔 A）的硬胶层时，可大大提高抽出力，抽出后钢丝表面附胶量较多（见表 4-28-17）。

表 4-28-17 聚氨酯橡胶与钢丝绳芯胶接强度

试 样	胶 黏 剂 组 分	抽出力/(N/根)
20mm×20mm×20mm 橡胶方块,夹带钢丝 ϕ 0.6mm	未涂胶黏剂	44.1
	多异氰酸酯 PAPI	232.9
	JQ-1 胶黏剂	225.6
	PAPI+JQ-1(1:1)	291.75
	25%聚氨酯胶液+PAPI+JQ-1(4:1:1)	262.33
	25%聚氨酯胶液+PAPI+JQ-1(4:1:1),加硬胶芯层	439.63

注：所用胶料配方（质量份）：S 型聚氨酯橡胶 100，通用炭黑 20，锌钡白 25，古马隆 7，交联剂 PAPI 2，硫黄 1.5，促进剂 M 2，促进剂 DM 4，活性剂 NH-1 1，硬脂酸 1，防老剂 D 1，防霉剂 1。硫化条件：151℃×40min。

28.2.4 氯化橡胶胶黏剂

氯化橡胶胶黏剂主要用于多种橡胶与钢、铝、铁、锌和镁等金属的粘接。对氯丁橡胶和丁腈橡胶等极性橡胶的粘接力较高，对天然橡胶和丁苯橡胶的胶接强度较低。

【性能】氯化橡胶胶黏剂由氯化橡胶与溶剂组成。常用溶剂有芳香烃和含氯脂族烃，如甲苯、氯乙烷，易挥发。需要时可加入少量脂族烃、酮、醚或乙醇，作混合溶剂。氯化橡胶对天然橡胶和丁苯橡胶胶接强度较低，加入树脂、增塑剂和改性剂，如酚醛树脂、醇酸树脂、氯化聚烯烃、芳香族亚硝基化合物及邻苯二甲酸二丁酯等，能显著改进粘接性能，扩大应用范围。在非极性橡胶中采用活性补强剂可提高粘接效果。在天然橡胶中配用炭黑时胶接强度远高于用碳酸钙者（表 4-28-18），用亚硝基化合物时，胶接强度亦较高（表 4-28-19）。

表 4-28-18 氯化橡胶胶黏剂对橡胶与钢的胶接强度

单位：MPa

被粘胶种	含碳酸钙/份					含槽黑/份			
	0	10	20	25	30	10	20	30	40
天然橡胶	2	4.5	5.3	5.8	8	4.3	14	32	50
氯丁橡胶	19	20	25	34	53	26	30	40	50

表 4-28-19 氯化橡胶胶黏剂对天然橡胶与钢的胶接强度

胶黏剂组分	A/份	B/份
氯化橡胶	70	70
聚 2,3-氯丁二烯-1,3	30	30
2,5-对二亚硝基甲基异丙苯	10	—
甲苯	300	300
90°剥离强度/(kN/m)	3.58	1.52

掺用 JQ-1 胶液，亦可提高氯化橡胶胶黏剂的粘接性能（表 4-28-20）。缺点是初黏性欠佳，不易粘贴成型；用于粘接天然橡胶-氯丁橡胶与钢时，也有良好的效果，剥离强度可达 0.15~0.51kN/2.5cm。

表 4-28-20 JQ-1 胶液对氯化橡胶的增黏效果

胶黏剂组分(质量比)	剥离强度/(kN/2.5cm)	拉伸强度/MPa
氯化橡胶：二氯乙烷(25：75)	0.123	2.65
氯化橡胶：二氯乙烷：20%JQ-1(25：75：50)	0.196~0.427	—

为了提高初黏性，可应用氯丁橡胶-JQ-1 胶黏剂作过渡层。胶液配方为（质量份）：通用型氯丁橡胶 100，煅烧氧化镁 4，氧化锌 5，防老剂 2，二氯乙烷 444。将该 10 份 20%氯丁胶黏剂与适量 20% JQ-1 混合，即成混合过渡胶液，在室温下易自硫，使用寿命仅 5h。

应用该胶液时，钢件需打磨、用溶剂洗净。涂氯化胶-JQ-1 胶液，干燥 40min 以上；涂氯丁橡胶-JQ-1 过渡胶液，干燥 20~30min。贴胶、硫化，粘接性能见表 4-28-21。

表 4-28-21 氯化橡胶-JQ-1 胶液和氯丁橡胶-JQ-1 胶液性能

被粘材料	剥离强度/(kN/2.5cm)	试样破坏	被粘材料	剥离强度/(kN/2.5cm)	试样破坏
20# 钢与橡胶			20# 钢与氯丁橡胶	≥0.29	扯胶
20# 钢与天然橡胶	0.090		20# 钢与丁腈橡胶-40	≥0.24	试样断裂
20# 钢与丁基橡胶 301	0.093		氯丁橡胶与不锈钢	≥0.25	胶料破坏
20# 钢与丁基橡胶 301			氯丁橡胶与合金铝	0.130	胶料破坏
(100℃×30h 后)	0.108		氯丁橡胶与玻璃钢	0.193	胶料破坏
20# 钢与天然橡胶/氯丁橡胶(1：1)	0.29~0.59	试样断裂	氯丁橡胶与镀锌钢板	0.21	胶料破坏
			氯丁橡胶与软聚氯乙烯	0.081	聚氯乙烯破坏

氯化橡胶胶黏剂耐水、耐硅油。以这种胶黏剂粘接氯丁橡胶与不锈钢时，剥离强度为 0.25kN/2.5cm，浸硅油 280 天，或浸水 240 天，或浸海水 40 天，粘接力均不降低。

【应用举例】

(1) 浇注型聚氨酯橡胶-金属制品的黏合 采用氯化橡胶胶黏剂，配方为：氯化橡胶 25 份，二氯乙烷 75 份；然后加入异氰酸酯 JQ-1 (2 : 1) 制得适用胶黏剂。过渡层胶液以氯丁胶浆与异氰酸酯 JQ-1 按 100 : 5 的比例制备。浇注型聚氨酯橡胶配方为：聚丙二醇醚预聚体 100 份，硫化剂 MOCA 10.8 份。

金属件表面经处理后，涂氯化胶-异氰酸酯胶黏剂，干燥、灌胶、硫化、剥离强度为 13.3~14.7kN/m。胶料剂贮存 10 天，性能不下降。

(2) 油印胶辊的粘接 胶辊橡胶与木质辊芯的粘接，采用氯化橡胶胶黏剂，与上例相同，可不用氯丁胶液。通过热硫化粘接。

(3) 船用橡胶轴承的粘接 橡胶轴承由丁腈橡胶与铸黄铜外套制成。采用以氯化橡胶为主的胶黏剂 CANF。它由 C 溶液 (15%氯化橡胶甲苯溶液)、AN 混炼胶 (丁腈橡胶-40 100 份，过氧化苯甲酰 1 份，顺丁烯二酸酐 8 份) 和酚醛型环氧树脂 F-51 三组分构成，其组成比例为 25 : 75 : 3。三组分可单独长期贮存，混合后使用寿命为 8h。

被粘丁腈橡胶配方为 (份)：丁腈胶 100，硫黄 0.3，促进剂 4，防老剂 2，氧化锌 10，氧化镁 10，硬脂酸 1，增塑剂 14，炭黑 70。

金属件用汽油清洗，喷砂处理，再用汽油清洗，干燥后涂刷三次胶液，每次间隔 15~20min，最后硫化。胶接强度达 8.5MPa，采用纯氯化橡胶胶液和异氰酸酯胶液 JQ-1，胶接强度分别为 2.67MPa 和 4.12MPa。

28.2.5 丁腈橡胶胶黏剂

【性能】 丁腈橡胶胶黏剂是橡胶与金属粘接常用的粘接材料，具有耐油、耐热和极性高等特性。组分中除丁腈橡胶外，一般都配有酚醛树脂，因此又称丁腈-酚醛胶黏剂，常用品种 JX-1 胶黏剂配方如下 (单位：份)。

甲组分		乙组分	
丁腈橡胶-40	100	间苯二酚甲醛树脂	100
喷雾炭黑	20	乙二醇	5
多聚甲醛	20	乙醇	适量
乙酸乙酯	适量		

注：甲乙组分比例为 4.5 : 1。

金属件需用砂布打磨、洗净。如粘接硫化胶亦需打毛、洗净。一般涂胶 3 次，其间干燥 10~20min，贴合后加热或室温硫化，性能见表 4-28-22。

表 4-28-22 JX-1 丁腈胶黏剂黏合性能

项 目	性 能	项 目	性 能
黏度	6~12	硫化丁腈橡胶-钢(冷粘)	
活性期	>8h	48h	>1.18MPa
未硫化丁腈橡胶-钢(热粘)	5.5MPa	72h	>1.18MPa

【应用举例】 以重型输油管金属接头的胶接为例。这类接头受力较大，使用条件苛刻，宜用于腈酚醛胶黏剂，配方如下 (单位：份)。

硅橡胶胶黏剂的甲、乙组分可长期单独贮存，临用前混合，活性期为 40min；将二月桂酸二丁基锡用量减至 1 份，活性期可延长到 80min，但过于减少会使粘接力变差。

为提高粘接效果，金属件表面宜用处理剂，组分为（质量份）：甲基三乙氧基硅烷 60，正硅酸乙酯 100，硼酸 0.8。将前两种组分装入带有回流冷凝管的三角瓶中，在油浴达 150℃时，加入硼酸，在 160℃下回流 6h，取出冷却后配成 50%丙酮溶液，即可使用。

金属件表面须用丙酮洗净，用乙醇擦去硅橡胶表面滑石粉，再清洗脱脂。干燥后，在被粘表面涂一层表面处理剂，停放 1~2h，涂上硅橡胶胶黏剂，停放 10~30min，贴胶硫化。粘接性能见表 4-28-24。

表 4-28-24 GPS-2 胶黏剂对硅橡胶与铝的粘接性能

性能项目	-55℃	25℃	100℃	150℃	200℃
拉伸强度/MPa	4.61	1.57~2.06	1.09	0.78~0.88	0.39~0.49
破坏情况	胶断裂	胶断裂	胶断裂	胶黏层坏	胶黏层坏

该胶黏剂粘接硅橡胶与钢（或银）时，拉伸强度为 1.57~1.67MPa；粘接聚乙烯与铜（或银）时，拉伸强度为 1.37~1.77MPa。

28.2.8 偶联剂类胶黏剂

目前主要有硅烷类和酞酸酯类两种偶联剂胶黏剂。硅烷类偶联剂用于粘接氟橡胶、硅橡胶与金属等。

【性能】 硅烷类偶联剂对橡胶与金属的粘接性能见表 4-28-25 和表 4-28-26。

表 4-28-25 硅烷类偶联剂对氟橡胶与钢的粘接性能

硅烷类偶联剂	拉伸强度/MPa	硅烷类偶联剂	拉伸强度/MPa
丙烯基三乙氧基硅烷	4.9~5.7	乙烯基三乙氧基硅烷	3.2~4.3
γ -氨基丙基三乙氧基硅烷	3.2		

表 4-28-26 硅烷类偶联剂对硅橡胶与金属的粘接性能

单位：MPa

胶 黏 剂	3 号钢	钛 BT-22	硬铝
无胶液	1.45	1.42	1.69
乙烯基三乙氧基硅烷	2.97	2.83	3.17
甲基乙烯基二乙氧基硅烷	2.81	2.73	3.14
3-缩水甘油酞氨基丙基三乙氧基硅烷	2.40	2.46	2.48

【应用举例】

(1) 硅烷类偶联剂胶黏剂 Chemlock 607 配方如下（单位：份）。

γ -氨基丙基三乙氧基硅烷	8	水	9
乙烯基三乙氧基硅烷	4	盐酸(调节 pH 值)	少量
甲醇	78		

该胶黏剂可黏合氟橡胶、氯醚橡胶与金属等。剥离强度见表 4-28-27 和表 4-28-28。

表 4-28-27 胶黏剂 Chemlock 607 对氟橡胶粘接性能

指 标	钢	不锈钢	铬钢	铜	黄铜	铝	镁
剥离强度/(kN/2.5cm)	0.245	0.255	0.294	0.206	0.255	0.265	0.206

表 4-28-28 胶黏剂 Chemlock 607 对氯醚橡胶的粘接性能

指 标	Chemlock 607	Chemlock 220(氯化橡胶)
剥离强度/MPa	8.43	4.9

(2) 硅烷类偶联剂可加入氯化橡胶中, 制得粘接强度较高的胶黏剂, 如胶黏剂 CK-1 其组成为 (质量份): 氯化橡胶-15, γ -氨基丙基三乙氧基硅烷 2, 甲苯 85, 水 5。黏合性能如表 4-28-29 所示。

表 4-28-29 胶黏剂 CK-1 对丁腈胶与钢的黏合性能

指标	CK-1	列可纳	列可纳+氯化橡胶
扯离强度/MPa	5.91	4.49	5.50

胶黏剂 CK-1 与列可纳相比, 对潮湿的稳定性好, 金属表面可不用处理。

(3) 钛酸酯是一类新型偶联剂, 耐高温性好, 常加入硅树脂配成胶黏剂。例如以钛酸异丙酯为主体, 配以甲基硅树脂的胶黏剂, 采用石油醚稀释的表面处理剂, 对多种金属与硅橡胶粘接良好 (见表 4-28-30)。

表 4-28-30 钛酸酯与硅烷胶黏剂粘接硅橡胶与不锈钢的耐热性能对比

强 度 性 能	甲基三乙氧基硅烷 10 份	甲基三氯硅烷 1 份	γ -氨丙基三乙氧基硅烷 10 份
	锡盐与钛酸酯反应物 0.2 份	甲基硅树脂 10 份	硼酸正硅酸乙酯回流液 40 份
	丙酮 40 份	锡盐与钛酸酯反应物 0.3 份	无水乙醇 50 份
		丙酮 300 份	
剥离强度 (150℃ × 200h 后)/(N/2.5cm)	51	70.6	0(光面)

28.2.9 直接黏合的配方及应用

直接黏合这种新工艺的优点是工艺简单、操作方便。目前主要应用类型有: 间甲白系统、钴盐和铜盐系统、偶联剂系统、磷酸酐和氧化钙系统以及单磺酰硫脲和 BLE 系统五种。

28.2.9.1 间甲白系统

间甲白系统简称 HRH 系统, 由间苯二酚树脂、甲醛给予体和白炭黑组成, 加入胶料, 可使橡胶与金属在硫化时直接产生粘接, 适用于轮胎、胶管、胶带和其他橡胶-金属制品。

【基本配方】 直接黏合的间甲白胶料典型配方如下 (单位: 份)。

天然橡胶	100	硬脂酸	2	硫黄	2.5
快压出炉黑	40	高芳油	6	间苯二酚树脂	2.5
白炭黑	15	防老剂 A	1	六次甲基四胺	1.6
氧化锌	3	次磺酰胺促进剂	1		

该胶料与金属贴合、硫化, 与镀铜件和裸钢的剥离强度分别为 0.62~0.94N/2.5cm 和 0.206~0.31kN/2.5cm。

间甲白胶料混炼时, 应在 120℃ 以下, 以防焦烧; 硫化温度应在 150℃ 以上, 有利于提高胶接强度。

间甲白组分在胶料中不易分散, 容易喷霜和焦烧, 目前多加以改性, 品种见表 4-28-31。在实际应用中, 有不用白炭黑的, 称作间甲体系。目前, 大多采用改性间甲白系统。

【应用举例】

(1) 钢丝子午线轮胎的粘接

① 在钢丝子午线轮胎中, 采用间甲白体系, 使橡胶与镀黄铜钢丝具有较高的胶接强度

和附胶量。间甲系统胶料配方和性能见表 4-28-32 和表 4-28-33。

表 4-28-31 改性间甲白系统

组分名称	成 分	作用	特征
黏合剂 A	三聚氰胺的羟甲基醚化物	甲醛给予体	白色黏稠状液体或蜡状体,无毒;溶于水和一般有机溶剂,加热时放出甲醛
黏合剂 RH	间苯二酚、六次甲基四胺与水络合物	树脂络合物	产物为混合物的沉淀物,需经过滤干燥
黏合剂 RS	间苯二酚与硬脂酸(2:1)共熔物	甲醛接受体	褐色片状固体
黏合剂 RA(或 RL)	间苯二酚与黏合剂 A(1:1)混合物		棕色黏稠液体,使用时加入 10%邻苯二甲酸二丁酯作稀释剂
黏合剂 RE	间苯二酚乙醚树脂缩合物		有交联橡胶的特性

表 4-28-32 间甲系统胶料配方

组 分	质量份	组 分	质量份
天然橡胶	100	促进剂 DZ	1.2
氧化锌	10	防老剂 4010NA	2
硬脂酸	2	硫黄	3
松焦油	6	黏合剂 A	3
耐磨炭黑	45	黏合剂 RE	3

表 4-28-33 间甲系统对天然橡胶与镀铜钢丝的粘接性能^①

指 标	粘 A/RE		环烷酸钴	
	老化前	老化后	老化前	老化后
钢丝抽出力/(kN/根)	0.80	0.50	0.51	0.50
附胶	甲	甲	丁	丙
屈挠	9 万次/未裂口	1 万次/断	11 万次/未裂口	8 万次/断

① 硫化条件: 137℃×30min。

间甲系统胶接强度比钴盐高,附胶量高两级,但耐老化性能偏低。

② 改进型 RE-A 间甲系统可提高原间甲系统的耐热老化、耐动态疲劳和耐湿性能,其胶料配方和性能见表 4-28-34。

表 4-28-34 改进型间甲黏合系统的配方和黏合性能

组分与性能	改进 RE	原 RE-A	钴盐	组分与性能	改进 RE	原 RE-A	钴盐
天然橡胶	70	100	10	黏合剂 RE	1.7	3	—
顺丁橡胶	30	—	—	黏合剂 A	—	3	—
氧化锌	10	6	10	间苯二酚多硫化物	2.5	—	—
不溶性硫黄	3	3	3	环烷酸钴	—	—	0.5
硬脂酸	2	2	2	硫化 137℃×60min			
松焦油	6	6	6	钢丝抽出力/(kN/根)	0.84	0.80	0.64
易混槽黑	—	—	30	热老化后钢丝抽出	0.61	0.62	0.61
高耐磨炉黑	45	45	15	力/(kN/根)			
促进剂 M	—	—	1.0	附胶	乙+	甲—	丁
促进剂 DZ	0.6	1.2	—	热老化后	乙	乙+	丁+
促进剂 H	0.4	—	1.2	屈挠龟裂/万次			
防老剂 A	—	—	—	热老化前	16	12	30(不断)
防老剂 4010NA	1.0	2.0	—	热老化后	10	2	5.5
防老剂 BLE	1.5	—	—	热保留系数	0.625	0.167	0.17

改进型 RE 间甲系统由间苯二酚乙醛树脂（黏合剂 RE）、间苯二酚多硫化物和促进剂 H 组成。其中最重要的是引入间苯二酚多硫化物，兼有共交联剂和结合型防老剂作用，提高了橡胶与树脂的共交联程度，从而提高了胶接件的耐热和耐疲劳性能。

黏合剂组分中，间苯二酚多硫化物用量以 2.5 份为佳，超过则无明显效果；间苯二酚乙醛缩合物用量以 1.6 份为好，且宜与硬脂酸共混容，在混炼最后，加硫黄前加入，粘接效果最佳。

（2）橡胶与黄铜气门嘴的黏合 采用一般改性间甲白系统，粘接天然橡胶-黄铜气门嘴性能良好，见表 4-28-35。

表 4-28-35 粘接天然橡胶与黄铜气门嘴用间甲系统的配方与性能

组分与性能	间甲 1	间甲 2	氧化锌粘接
氧化锌	10	10	40
黏合剂 A	2.5	—	—
黏合剂 RS	3	—	—
黏合剂 RL	—	3.5	—
拉伸强度(硫化条件:157℃×7min)/MPa	1.27	1.24	0.98

胶料用一般方法混炼制备，气门嘴经酸碱处理，粘贴，硫化即成。

丁基橡胶与黄铜气门嘴粘接时，胶料配方如下（单位：份）。

丁基橡胶 301	100	氧化锌	15	半补强炉黑	25
硫黄	1.5	白炭黑	15	黏合剂 RH	3.2
促进剂 TT	1	氧化镁	5	机油	5
促进剂 ZDC	1	快压出炉黑	25		

胶料混炼后，与黄铜气门嘴粘贴，硫化 164℃×15min，粘接性能见表 4-28-36。

表 4-28-36 丁基橡胶与黄铜气门嘴粘接性能

气门嘴	剥离强度/(kN/m)	附胶率/%
大嘴	11.5	95~100
小嘴	24.5	100

（3）钢丝绳运输带的粘接 采用改性间甲系统粘接，添加氧化镁和氧化锌作活性剂，胶带带芯胶料配方如下（单位：份）。

天然橡胶	70	硫黄	3.5	防老剂 4010NA	1
顺丁橡胶	30	硬脂酸	2	促进剂 DZ	变量
中超炭黑	35	氧化镁	5	防焦剂苯酚	1
滚筒炭黑	20	古马隆	10	黏合剂 RE	4
氧化锌	13	防老剂 BLE	2	黏合剂 A	3

硫化温度 153℃。黏合钢丝抽出力为 5.20~5.39kN/5cm，附胶良好。

（4）高压钢丝编织胶管的粘接 中间层胶料中加入间甲白系统，配方如下（单位：份）。

丁腈橡胶	100	促进剂 CZ	0.8	黏合剂 RH	5
氧化锌	5	炉黑	50	黏合剂 RS	4.5
硬脂酸	1	碳酸钙	39.7	沉淀白炭黑	25
防老剂 A	1	液体古马隆	5	硫黄	2
防老剂 4010NA	1	邻苯二甲酸二丁酯	10		

中间层胶料经压出成型，硫化 151℃×30min 后，镀铜钢丝抽出力为 39.4~45.1kN/cm，附胶量为甲级。

28.2.9.2 有机酸盐类系统

某些有机酸盐，如环烷酸钴和铜盐加入胶料，能使橡胶与金属粘接。

(1) 有机钴盐中的常用品种是环烷酸钴，其次是经轻度煅烧 ($100^{\circ}\text{C} \times 9\text{h}$) 的乙酸钴。

在胶料中，钴盐用量以 5 份为宜，硫黄 3 份，过多会影响耐老化性能。促进剂以 NOBS 最好，其次是促进剂 DM 和促进剂 CZ。炭黑以可混槽法炉黑较好，其次是快压出炉黑、白炭黑、半补强炉黑，用量以 50 份为佳。

该系统的粘接性能，对天然橡胶最佳，异戊橡胶和顺丁橡胶居中，丁基橡胶、丁腈橡胶和氯丁橡胶最差。对金属的粘接性能，以钢和黄铜最好，对青铜和铜较差。一般扯离强度达 49MPa 左右。

钴盐系统的缺点是耐热性差，在 100°C 下胶接强度丧失 2/3。为此，采用防老剂 MB (2-硫醇基苯并咪唑)，或与 DNP、4010NA 并用，可显著提高耐热老化性能。

例如镀锌钢丝绳运输胶带采用含钴盐胶料，配方如下 (单位：份)。

烟片胶 3 [#]	70	氧化锌	5	半补强炉黑	15
丁苯橡胶	30	硬脂酸	2	环烷酸钴	5
硫黄	3	软化重油	5	防老剂 MB	适量
促进剂 NOBS	1.1	高耐磨炉黑	50		

上述胶料硫化后，与镀锌钢丝粘接抽出力达 6.86kN/5cm 左右。

(2) 某些有机铜盐既是硫化促进剂，又是增黏剂，加入橡胶后，通过硫化能使橡胶与金属黏合。有机铜盐 CDC 可作丁基橡胶活化剂，并能使之与黄铜黏合。

在胶料中，CDC 用量以 1.5 份最佳 (不加时粘接力极低)，2 份时粘接力明显下降。同时需加入有机锌盐促进剂 ZDC，保证粘接力不随硫化时间延长而降低。用于丁基橡胶的配方如下 (单位：份)。

丁基橡胶 301	100	促进剂 M	0.5	高耐磨炉炭黑	60
促进剂 ZDC	1	促进剂 CDC	1.5	锭子油	8
促进剂 TT	0.75	氧化锌	10	硫黄	2

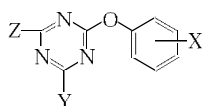
硫化条件为 $164^{\circ}\text{C} \times 30\text{min}$ 。与黄铜粘接扯离强度为 4.71MPa，高于间甲系统。

硫化时，有机铜盐 CDC 与胶料中硫黄反应，先生成含铜络合物，该络合物与橡胶大分子作用，释出硫化铜，后者与黄铜中的铜氧化还原，生成活化的 Cu_xS ，与交联键上硫原子互相吸引，产生牢固粘接。

28.2.9.3 三嗪系统

这是 20 世纪 70 年代发展起来的新型单组分直接粘接系统，比钴盐类耐热，比间甲白简单，可用于钢丝子午线轮胎的直接黏合。

用作黏合剂的均三嗪衍生物结构为



式中，X 为羟基、氨基、卤原子；Y 为巯基或氯原子；Z 为氨基或第一氨基 (如脂肪胺、芳香胺取代胺基)。其代表物是 2-氯-4-氨基-6-(间羟基苯氧基)-均三嗪，商品名称为黏合剂 Sw。

采用三嗪粘接系统时，胶料中硫黄用量宜为 3 份，过少会影响胶接力，半有效硫化体系不适用。胶料配方如下 (单位：份)。

天然橡胶	100	松焦油	6	防老剂 BLE	1.5
氧化锌	6	耐磨炭黑	45	防老剂 4010NA	1
硬脂酸	1	促进剂 DZ	1.5	黏合剂 Sw	2
不溶性硫黄	3				

胶料用两段法混炼，Sw 在混炼初期加入。钢丝帘线用溶剂汽油清洗。硫化 $138^{\circ}\text{C} \times 45\text{min}$ 后，粘接性能见表 4-28-37。

表 4-28-37 Sw 黏合剂粘接性能

项目	抽出力/(kN/根)	剥离强度/(kN/m)	屈挠/万次
老化前	1 乙+	17.5 乙	8.5
老化后($100^{\circ}\text{C} \times 48\text{h}$)	0.54 甲	14.7 甲-	3.5

Sw 胶黏系统具有较高的抽出力 and 成品剥离力，耐热老化；但胶层较薄时，附胶量较少。

28.2.9.4 其他系统

(1) 五硫化二磷 直接加入胶料，可使胶料与金属黏合。金属件无需镀黄铜。

本品为淡黄色，相对密度为 2，有硫化氢臭味，易吸湿，应密封保存于阴凉干燥处，使用前应粉碎。

在胶料中，五硫化二磷用量一般为 1.4 份，促进剂以 P_x 与 M (1:0.5) 并用为佳。炭黑以乙炔炭黑最好，其次是槽黑、高耐磨炉黑、陶土和碳酸钙，用量 30 份左右。所用塑炼胶可塑度应在 0.7 以上；混炼加料宜控制在 35°C 左右。粘接用胶料配方如下 (单位：份)。

天然橡胶	100	氧化锌	10	防老剂 D	2
硫黄	8	氢氧化镁	5	乙炔炭黑	30
促进剂 P_x	1	硬脂酸	1	五硫化二磷	1.4
促进剂 M	0.5	消石灰	7		

用开炼机制备高可塑度混炼胶，出片、冷却。粘贴在被粘金属上。经 $151^{\circ}\text{C} \times (40 \sim 60)\text{min}$ 硫化，扯离强度为 4.5~5.4MPa。

该黏合系统易吸湿而使硫化胶件性能下降，胶料在相对湿度 95% 和 30°C 下，停放 4h 后，硫化胶件扯离强度为 4.7MPa；停放 24h 后，硫化胶件扯离强度为 1.77MPa。一般贮存条件：夏天 30°C 下为 16h，春天和秋天 20°C 下为 24h，冬天低于 10°C 时为 48h。

(2) 氧化钙 它是一种碱土金属氧化物，加入难粘的氟橡胶中，可与金属直接粘接。配方 (份) 为：氟橡胶 100，炉法炭黑 60，氢氧化钙 6，氧化镁 3，氧化钙 5。

胶料可用开炼机或密炼机制备，氧化钙一般以粉状使用，也可以膏状或糊状供用。粘接前金属表面要喷砂处理，并烘干 [$315^{\circ}\text{C} \times (1 \sim 72\text{h})$]。可模压、注塑。扯离时，均为氟橡胶内聚破坏。

(3) 单磺酰硫脲 既是促进剂，又是增黏剂，加入丁腈橡胶可使橡胶与金属直接黏合。

该类硫脲衍生物，结构通式为 $\text{RSO}_2\text{NHSNHC}_6\text{H}_5$ (R 芳基或烷基)，其中 $-\text{SO}_2-$ 基团对粘接有重要贡献。用普通工艺方法加入丁腈橡胶中，可使其与金属胶接强度提高 7 倍，单磺酰硫脲对丁腈橡胶与金属的粘接效果如下。

胶接强度	1-甲磺酰-3-苯基硫脲	1-甲基-3-苯基硫脲
剥离强度/MPa	6.4	0.8

单磺酰硫脲无毒，可用于药品制剂。该品可在室温下由磺酰胺钠盐与硫氰酸苯酯反应制得。

(4) BLE 它是丙酮与二苯胺的缩合物，可作为橡胶的防老剂和增黏剂，可使丁腈橡胶或氯丁橡胶与镀铜钢丝直接粘接，粘接水平与间甲白相近。

硫化时，BLE 产生二硫代二胺等物质，在黏合界面与铜离子反应，生成牢固的络合物，促进橡胶化学反应活性，使橡胶与镀铜钢丝黏合。

在胶料中，BLE 用量以 1.5~4 份为宜，硫黄不可缺少，用量应稍高。改用过氧化物交联，则无粘接效果。促进体系以促进剂 M 为好，用量为 0.7~1.5 份，其次是次磺酰胺等。邻苯二甲酸二丁酯用量 15~30 份。硬脂酸用量 1~2 份即可。极性橡胶与镀黄铜钢丝粘接剥离强度为 6.9kN/m 以上。

用 BLE 粘接的丁腈橡胶或氯丁橡胶高压钢丝缠绕胶管，耐用，脉冲性能良好。

28.3 橡胶与织物粘接用胶黏剂

纤维织物材料在橡胶制品中占有很大比例，品种较多，主要有棉织物、人造丝、维尼龙、尼龙、芳纶、聚酯和玻璃纤维等。所用的粘接方法有浸渍法、胶液法和直接黏合法三种。轮胎帘布以第一种和第三种方法为主，制品类以采用第二种方法较多。

28.4 橡胶与橡胶粘接用胶黏剂

橡胶与橡胶的粘接，在橡胶工业和橡胶应用部门中极为常见。橡胶产品的贴成型、轮胎翻修和橡胶产品的修补等，都必须依靠橡胶与橡胶之间的良好粘接。

影响橡胶粘接的因素有很多，如橡胶极性、界面分子迁移速度、配合剂喷出、橡胶硫化速度和表面处理等。极性较大的橡胶容易粘接，如丁腈橡胶和氯丁橡胶等，常用胶黏剂大多采用极性强的主体材料制成，易于在这些橡胶之间产生次价结合。相反，极性较小的橡胶较难粘接，如丁基橡胶、顺丁橡胶、乙丙橡胶、丁苯橡胶和天然橡胶。橡胶极性不但取决于其本身分子特性，而且受配合剂的影响。如加入酚醛树脂、古马隆树脂和萘烯树脂等能提高极性，从而增加粘接性能的作用。天然橡胶塑炼后，因受空气剧烈氧化而增加极性，从而有利于粘接。配合剂喷出，无疑会污染被粘橡胶表面，而影响粘接。因此，在使用配合剂时，必须注意掌握橡胶与配合剂的相容性和配合剂用量。硫化速度的影响主要表现在两种橡胶之间是否能同步交联和产生共硫化。如果两种橡胶不饱和度相差太大，则粘接性较差。这时，可采用中间过渡层，使之与两侧被粘胶料硫化速度相接近，而有利于粘接。

28.4.1 未硫化橡胶之间的粘接

在橡胶产品加工过程中，部件与部件的互相粘接和粘贴，即为未硫化橡胶的粘接。天然橡胶自黏性良好，易于加工成型。合成橡胶，特别是非极性橡胶自黏性较差，加工较难，一般用极性树脂等添加剂改善其粘接性能。

(1) 极性或不饱和度相差较大的橡胶产品粘接成型 一般采用中间过渡层。如未硫化丁基橡胶与天然橡胶粘接时，可用氯化丁基橡胶与氯丁橡胶并用体系作过渡层。硫化后 (150℃×30min)，剥离强度可达 0.177~0.22kN/2.5cm。过渡层所用配方如下 (单位：份)。

氯化丁基橡胶	75	硬脂酸	1	乙二醇二硫醇基醋酸酯	0.8
氯丁橡胶	25	增黏酚醛树脂	5	轻质氧化镁	1.5
高耐磨炭黑	42	松香树脂	1.5	硫黄	0.3
氧化锌	5				

未硫化三元乙丙橡胶与天然橡胶之间粘接，也可采用此过渡层胶，剥离强度可达 0.13kN/2.5cm。

(2) 未硫化氯磺化聚乙烯橡胶与其他橡胶粘接 宜采用其本体胶液，扯离强度可达 17.3MPa。胶液配方如下（单位：份）。

氯磺化聚乙烯	100	松香	10	促进剂 M	1
氧化铝	40	防老剂对苯醌单苯醚	1	补强剂	0~30

取 10g 胶料，溶于 100g 二甲苯中制成胶液后供使用。

(3) 氟橡胶与氯丁橡胶的粘接 多用于要求耐高温、耐多种介质腐蚀，同时要求降低成本的情况。由于较难粘接，需分别采用硅烷作氟橡胶表面处理剂，用环氧树脂和白炭黑加入氯丁橡胶作增黏剂，才能获得良好粘接效果。

氟橡胶与其他橡胶性质相差较大，采用硅烷偶联剂，特别是 γ -氨丙基三乙氧基硅烷时，效果尤佳。加热硫化时，偶联剂中—NH—基促进氟橡胶中氟化氢析出，生成氟烯并与氟烯产生交联；而乙氧基硅烷在微量水存在下发生水解，生成硅醇，然后又与氯丁橡胶中白炭黑表面基团缩合，因而产生黏合桥的作用。

被粘氟橡胶配方（份）为：氟橡胶-26-41 100，氧化镁 15，通用炭黑 10，乙二胺氨基甲酸酯 1。

被粘氯丁橡胶配方（份）为：氯丁橡胶 100，氧化镁 4，氧化锌 5，通化白炭黑 40，环氧树脂 618# 5，促进剂 NA-22 1。

胶料混炼后出片，氟橡胶胶片用硅烷 KH-550 的 5% 甲醇溶液作表面处理。贴合硫化（150℃×60min）后，剥离强度可达 78.5~88.3N/2.5cm。

28.4.2 未硫化橡胶与硫化橡胶之间的粘接

这项粘接技术多用于轮胎翻修、胶囊修补和某些橡胶制品的制造。

【表面处理】 粘接时，首先必须对硫化胶表面作表面处理，如机械打磨（用砂布和砂轮等）或化学处理，然后用溶剂擦洗。干燥后，涂胶黏剂，粘贴未硫化胶片，加热硫化，达到黏合。

【应用举例】

(1) 氨水袋的修补粘接 可用含超促进剂和对叔丁酚甲醛树脂的天然胶液进行修补粘接。胶液组分如表 4-28-38 所示。

表 4-28-38 氨水袋修补胶液配方

组 分	甲组分	乙组分	丙组分	组 分	甲组分	乙组分	丙组分
天然橡胶	100	100	100	立德粉	7.7		6.1
硫黄		6.1		对叔丁酚甲醛树脂		1.3	
促进剂 P _z			7	古马隆树脂	3		
促进剂 D	4.3	1.36		防老剂 D		0.61	
三乙醇胺	2.26			防老剂 A	1.7		
氧化锌	12.6	0.41	0.28	金光红			0.81
硬脂酸	0.16	0.61	0.36	高耐磨炉黑		8.5	

用汽油做溶剂，用量为胶料 4 倍。

胶液以三组分形式保存，临用前以 1 : 0.75 : 1 比例混合。搅拌 10~15min，可用汽油稀释，停放 2h 供使用，活性期为 48h。

修补氨水袋时，先将修补处打磨，用汽油洗净，然后涂刷胶液 2~3 次，每次停放 20~30min，再贴上两层或三层挂胶帆布或尼龙袋布（破损面积大于 250cm² 者用 5~6 层尼龙布或三层挂胶帆布），逐层压实，最后用电熨斗加热 10~15min，或在室温下停放 4h 至 1~2

天都可。

(2) 尼龙帘线轮胎翻修时的粘接 翻胎硫化温度较低，一般为 120~130℃，故宜采用促进剂 ZDC。翻胎用直接黏合胶料配方（份）为：天然橡胶 100，硬质炭黑 10，软质炭黑 10，氧化锌 10，促进剂 CZ 1.1，促进剂 ZDC 0.3，促进剂 TMTD 0.1，防老剂 D 2，硬脂酸 2，松焦油 3，促进剂 H 2，RE 树脂 6，间苯二酚六次甲基四胺络合物 6。

采用间甲白直接黏合体系的翻胎胶性能见表 4-28-39。

表 4-28-39 尼龙帘线轮胎翻胎胶性能

硫化条件	H 抽出力/(kN/根)	附胶
≥0.39MPa×60min	0.176	甲
123℃×50min	0.108	丙
114℃×60min	0.146	甲

28.4.3 硫化橡胶之间的粘接

硫化橡胶之间的粘接比未硫化橡胶的粘接要困难一些。因为交联后的橡胶分子链不容易扩散，增塑剂等配合剂容易迁移至表面，影响粘接。一般地，硫化胶表面需进行打磨或化学处理，然后用适当胶黏剂使之粘接。

【表面处理】

(1) 打磨法 用砂布或锉刀打磨硫化胶表面，用压缩空气吹净，用苯、三氯乙烷、汽油等洗净。

(2) 环化法 用浓硫酸或硝酸处理硫化胶表面，如用 80%硫酸浸硫化胶 4~5min（天然橡胶）或 8~12min（合成橡胶），使表面环化，用水洗净。注意不要环化过度，避免出现表面龟裂或硬化。

(3) 氯化法 用氯化法将极性基引入硫化胶表面。处理液配方为：水 100，5.25%次氯酸钠 30，37%盐酸 0.5。先将次氯酸钠投入水中，再缓缓加入盐酸，搅拌，临用前配制。将硫化胶浸入 1min（硬度 30~40）至 3min（硬度为 80~90），再用水冲洗、干燥。对于高填充氯丁橡胶，处理液中次氯酸钠为 6 份，浸入时间需 6min。此法比环化法温和。

以上三种处理方法适用于二烯烃类橡胶。

(4) 萘钠法 处理液配比：萘 128g，钠 46g，四氢呋喃 1L。用丙酮和甲乙酮洗净氟橡胶表面，用砂布轻磨，洗净。浸入处理液 10~90s。浸毕，用异丙醇中和，用蒸馏水冲洗、干燥。此法适用于氟橡胶。

(5) 等离子氧化法 对于硅橡胶等化学性能稳定的橡胶，宜用等离子氧化法进行处理，使其表面带有羟基或羧基等。聚乙烯表面亦可作等离子氧化法处理，以提高湿润性和粘接效果。本法适用于硅橡胶等。

(6) 表面活性剂法 用含卤素化合物作表面活性剂处理硫化胶，使之活化，获得优良黏合性能。

① 异氰酸碘 棕色液体，有刺激性气味，易分解，浓度为 6.94%。用聚醚聚氨酯胶黏剂。

② 齿烷（芳）烃 RL-3 活化剂 RL-3 活化剂 5g、丙酮 95g 和过氧化苯甲酰 5g。橡胶表面涂浸数次即可。本法适用于天然橡胶、顺丁橡胶、丁苯橡胶、丁腈橡胶等。剥离强度达 0.29kN/2.5cm 以上。

【种类】一般都选用室温硫化胶黏剂。软质橡胶粘接较困难，硬质橡胶粘接较容易。软质橡胶宜采用渗透性强、粘接力大、内聚力较小的胶黏剂；硬质胶宜采用内聚力大的胶黏剂。

- (1) 氯丁酚醛胶黏剂 初黏力高、粘接面广，可室温配合。适于粘接天然橡胶、丁苯橡胶、丁腈橡胶和氯丁橡胶等。
- (2) 丁腈酚醛胶黏剂 耐油，可室温粘接。适于粘接含增塑剂较多的丁腈硫化胶。
- (3) 硅橡胶胶黏剂 可室温硫化。用表面处理剂处理硅橡胶表面，然后用硅橡胶胶黏剂涂刷。
- (4) 异氰酸酯胶黏剂 与其他聚合物混合，可制成异氰酸酯胶黏剂，可室温粘接。适于粘接多种合成橡胶。胶接强度达 4.9~5.9MPa。
- (5) 氰基丙烯酸酯胶黏剂 α -氰基丙烯酸酯固化后缺乏柔性，一般不宜作软质胶黏剂（指不宜屈挠）。
- (6) 环氧胶黏剂 品种较多，有室温固化型、热固化型、低黏度型、高黏度型及膏状等，还有双组分和单组分之分。常以聚酰胺作固化剂，胶接强度一般可达 2.9~5.9MPa。
- (7) 聚氨酯胶黏剂 与 RL-3 活化剂配合使用，对天然橡胶、顺丁橡胶、丁苯橡胶和丁腈橡胶等剥离强度可达 0.29kN/2.5cm 以上。

【应用举例】 以 RL-3 型活化剂黏合通用橡胶举例如下。

RL-3 型活化剂对含有碳碳不饱和双键的橡胶硫化胶表面能发生加成反应，即使非极性橡胶表面也变为极性，从而获得良好胶接强度。

适用活化剂配方（份）为：RL-3 型活化剂 5，过氧化苯甲酰 5，丙酮 95。

浓度超过 5% 以上，对橡胶表面破坏太大，反而使胶接强度下降。过氧化物催化剂太多，会在表面析出结晶，也导致胶接强度下降。

被粘橡胶用汽油或丙酮清洗表面，然后用 RL-3 液处理，可用涂布法，也可用喷涂法或浸渍法。一般需涂数次，每次待丙酮挥发后再涂第二遍。涂毕停放 0.5~1h，即可涂胶，最好为 0.5h。超过 1h，活化剂会深入橡胶内部，导致老化。

所用胶黏剂配方（份）为：聚醚聚氨酯预聚体 100，固化剂 MOCa 20。

涂胶前，预聚体宜用真空法除气泡，在 110℃ 下熔化固化剂，在 60℃ 下混入预聚体，搅拌均匀，涂胶，涂毕停放 15min，稍加压力室温放置 24h，完成固化。粘接后的剥离强度（单位：kN/2.5cm）如下。

天然橡胶	0.73	丁腈橡胶	0.44	三元乙丙橡胶	0.05
顺丁橡胶(含 20%天然橡胶)	0.36	天然橡胶-顺丁橡胶-丁苯橡胶	0.26	氯丁橡胶	0.04
丁苯橡胶	0.53				

此活化剂与聚氨酯胶黏剂可用于轮胎常温翻修带挡板运输带中常温粘贴挡板等。

28.5 橡胶与塑料粘接用胶黏剂

【表面处理】 橡胶与塑料的粘接大体上与橡胶与金属之间的粘接相同。一般橡胶和塑料表面均需分别予以处理，然后用适当胶黏剂进行黏合（表 4-28-40）。

常用胶黏剂有异氰酸酯胶黏剂、丁腈酚醛胶黏剂、氯丁胶黏剂（包括甲基丙烯酸甲酯接

表 4-28-40 硫化胶与塑料表面处理方法

材 料	处 理 方 法
硫化橡胶	表面抛光，再用溶剂洗净
塑料	火焰法、电晕法、喷射等离子法、等离子氧化法；浓硫酸-重铬酸钾混合液处理法；溶剂清洗法、碱金属处理法、表面覆盖法

枝胶黏剂)和聚氨酯胶黏剂等。这些胶黏剂极性较大,具有较好的粘接性能。

以硫化橡胶与聚氯乙烯粘接为例,先用布轮抛光硫化胶表面,并用溶剂洗净。将含异氰酸酯的氯丁胶胶黏剂涂于硫化胶或聚氯乙烯表面,加压加热粘接。

粘接聚烯烃及尼龙时,常用等离子法作表面处理。如将聚乙烯在氩或氦等气体中作等离子处理,即可提高其胶接强度。

【应用举例】

(1) 聚四氟乙烯与丁腈橡胶复合胶管的粘接 聚四氟乙烯作胶管内衬,丁腈橡胶作中间缓冲层,外部以钢丝与纤维材料增强。粘接时,聚四氟乙烯表面用萘钠液处理,然后涂刷丁腈酚醛胶黏剂,再压出丁腈橡胶缓冲层,最后通过硫化粘接。聚四氟乙烯表面处理前,先作粗化处理,用机械法将塑料管与磨料(去尖角的贝壳、碳酸钡与水)装入木桶内转动,去除外层表面皱皮状物。萘钠液配方如下:乙二醇二甲醚(或四氢呋喃)1000mL,萘 1mol,钠 1.5mol,在常温和氮气介质中制备。

在特设装置中浸渍经粗化处理的聚四氟乙烯管,然后用水洗净,干燥,再用丙酮浸泡清洗,去除表面霜层。

所用丁腈酚醛胶黏剂配方(份)为:丁腈橡胶-40 100,氧化镁 36,氨水催化酚醛树脂 50,正硅酸乙酯 18,过氧化三异丙苯 3,乙酸乙酯 750。

聚四氟乙烯经处理后,涂刷胶液 3 遍,每遍间隔 30min。用通用工艺制造胶管,硫化后剥离强度为 7.8~9.8kN/m。

(2) 聚乙烯衬里胶管的粘接 聚乙烯衬里天然橡胶胶管,采用含过氧化物胶料作中间层,即可粘接。

中间层胶料配方(份)为:天然橡胶 60,聚乙烯 40,高耐磨炉黑 30,DCP 2。

用普通工艺制造胶管,硫化后聚乙烯与橡胶的剥离强度为 39.2N/2.5cm。

表 4-28-41 为三环牌胶黏剂(沈阳工业橡胶制品厂)与 Chemlock 牌胶黏剂(上海洛德化学有限公司)对照表。

表 4-28-41 三环牌胶黏剂与 Chemlock 牌胶黏剂对照表

三环牌	Chemlock	适 用 范 围
P-5	CH205	通用底涂橡胶、丁腈橡胶与金属
C-2 ^①	CH220 ^②	天然橡胶、通用合成橡胶与金属
C-2-1	CH252	天然橡胶、通用合成橡胶与金属
C-3 ^①	CH233	天然橡胶、通用合成橡胶与金属
C-2-2	CH250	天然橡胶、通用合成橡胶与金属
C-4 ^①	CH234B	乙丙橡胶、丁基橡胶与金属
C-6 ^①	CH236	乙丙橡胶、丁苯橡胶与金属
E-8	CH402	橡胶与纤维
N-1	CHTY-PLYBN	丁腈橡胶、聚氨酯橡胶、聚丙烯酸酯橡胶与金属
U-7	CH218	丁腈橡胶、聚氨酯橡胶与金属
S-3	—	耐撕裂橡胶、硅橡胶与金属
S-6	—	硅橡胶、氟橡胶与金属
S-7	CH607	氟橡胶、硅橡胶与金属、纤维
S-8	CH608	硅橡胶与金属、纤维、塑料

① 必须以 P-5 做底涂胶。

② 需以 CH205 为底涂胶。

第 29 章 橡胶用溶剂

橡胶工业用溶剂主要用于溶解胶料、配制胶浆或在成型操作过程中涂刷在胶料表层以增加黏性，便于黏结成型。

选择溶剂时，除考虑对橡胶的溶解特性及溶剂本身的化学稳定性（不与胶料发生化学反应）之外，还应同时考虑下列因素。

(1) 毒性 一般溶剂的挥发性都比较大，操作者长期与溶剂或溶剂蒸气接触后，对人体都会产生有害影响。因此，在选择时应尽量采用毒性较小的溶剂，同时必须改善车间的通风设备，使空气中的溶剂蒸气浓度不超过允许的限度。各种有机溶剂的毒性比较及毒性允许限度分别见表 4-29-1 和表 4-29-2。

表 4-29-1 各种有机溶剂的毒性比较

溶 剂	毒 性	溶 剂	毒 性	溶 剂	毒 性
汽油	1.00	二氯乙烷	3.00	二硫化碳	4.20
环己烷	1.05	苯	3.50	甲苯	4.80
三氯甲烷	2.26	二甲苯	3.50	三氯乙烷	5.20

表 4-29-2 有机溶剂毒性允许限度

毒性允许 限度/ $\times 10^{-6}$	溶 剂
1	硝基苯
5	苯胺、丙烯醇、二甲基替苯胺、四氯乙烷、苯酚
10	乙二胺、乙酸、吡啶、丙烯酸甲酯
20	溴甲烷、二硫化碳
25	乙胺、二乙胺、四氯化碳、苯
50	二甲醚
75	氯苯
100	异戊醇、环己烷、氯甲烷、环己醇、甲酸甲酯、甲基丁基酮、三氯甲烷、硝基乙烷、二氯己烷、二氯乙烷
200	乙醛、溴乙烷、甲醇、乙苯、二甲苯溶剂剂、石脑油、甲苯、乙酸戊酯、三氯乙烷、乙酸丁酯、过氧乙烯
250	甲基乙基酮
400	异丙醇、乙醚、乙酸乙酯、环己烷
500	二氯甲烷、汽油、己烷、庚烷、甲基氯己烷
1000	丙酮、戊烷、乙醇、氯乙烷、制冷剂、甲缩醛

(2) 可燃性和爆炸性 橡胶溶剂都是碳氢化合物，极易燃烧或爆炸，所以必须注意防火、防爆。代表可燃性的三项指标是：闪点、着火点和自燃点。闪点是指溶剂表面上的蒸气和空气的混合物与火接触而初次发生火焰的最低温度。闪点低于 45℃ 的物质为易燃物，橡胶常用溶剂大多属此列。着火点是指溶剂表面的蒸气和空气的混合物与火接触而开始燃烧不少于 5s 时的温度。着火点也是衡量溶剂可燃性的主要指标。自燃点是物质在无火焰移近时自行着火的温度。此外，当空气中蒸发的溶剂蒸气浓度达到某种范围（即爆炸上限与爆炸下限之间的范围）时，任何火种都可以引起爆炸，各种溶剂的爆炸浓度范围不同。橡胶工业常用溶剂的闪点、自燃点及爆炸范围见表 4-29-3。

表 4-29-3 橡胶工业常用有机溶剂的闪点、自燃点及爆炸范围

溶 剂	闪点/℃	自燃点/℃	爆炸范围(体积分数)/%	
			下 限	上 限
汽油	-25	230~260	1.2	7
环己烷	—	400	1.3	8.3
二氯乙烷	18	403	5.8	15.9
乙醇	12	404	3.3	19
正丁醇	34	366	3.7	10.2
丙酮	-17.7	—	2.4	13.1
丁酮	-14	—	2.0	12.0
甲基异丁基酮	-34.0	—	1.7	11.7
乙醚	—	188	1.85	36.5
乙酸乙酯	-8.2	484	1.8	9.5
乙酸丁酯	23.6	—	1.5	5.8
苯	-13~10	580	1.4	9.5
甲苯	6.5	550	1.2	7.0
二甲苯	23	500	1.0	5.5
二硫化碳	—	124	—	—
松节油	—	250	—	—

(3) 挥发速度 作为橡胶工业用的溶剂,在室温下需要有一定的挥发速度,挥发速度太快或太慢,均不符合工艺需要或影响产品的质量。以乙醚的挥发速度为 1.0 作标准,橡胶工业常用溶剂的挥发速度见表 4-29-4。

表 4-29-4 橡胶工业常用溶剂的挥发速度

溶 剂 名 称	挥发速度	溶 剂 名 称	挥发速度	溶 剂 名 称	挥发速度
乙醚	1.0	乙酸乙酯	2.9	二氯乙烷	4.1
二硫化碳	1.8	四氯化碳	3.0	甲苯	6.1
丙酮	2.1	苯	3.0	甲醇	6.3
乙酸甲酯	2.2	汽油	3.5	乙醇	8.3
三氯甲烷	2.5				

(4) 吸湿性 溶剂中所含的水分会影响胶浆的硫化,所以应选择吸湿性小的溶剂。溶剂的吸湿性取决于溶剂与水的互溶度。常用橡胶溶剂中,与水的互溶度最小的为汽油。

除上述因素外,溶剂的成本及来源等也是应考虑的因素。

橡胶工业用溶剂的主要性质是对不同类型橡胶的溶解性,也就是溶剂与橡胶之间作用力的大小。一般地说,在化学结构上或在凝聚力上与橡胶相类似的溶剂,其对橡胶的溶解力就大。通常认为非极性橡胶能很好地溶解于非极性溶剂中,极性橡胶能很好地溶解于极性溶剂中。极性的概念用数字表示则称为溶解度参数。一般按溶剂的溶解度参数来选择溶剂。橡胶工业常用溶剂有脂肪烃、芳香烃、含氯烃、醇、酯、醚、酮、松节油及二硫化碳等。其中脂肪烃溶剂——汽油,由于价廉易得,毒性比苯小,应用最广。各种橡胶适用溶剂见表 4-29-5。各种橡胶的溶解度参数、各种溶剂的溶解度参数与容积浓度及各种橡胶的溶解性分别见表 4-29-6~表 4-29-8。

溶剂和聚合物的相互作用系数 (μ) 表示溶剂溶解能力的大小。 μ 值与聚合物链长、聚合物溶解度参数、溶剂的容积浓度、溶剂的溶解度参数等因素有关。一般地说, μ 值越小,溶解力就越大。当 μ 值大于 0.55 时,不能溶解聚合物,称为非溶剂,这时温度对 μ 值影响

表 4-29-5 各种橡胶的适用溶剂

胶 种	适 用 溶 剂	胶 种	适 用 溶 剂
天然橡胶	溶剂汽油、苯、甲苯、二甲苯	丙烯酸酯橡胶	甲苯、二甲苯、甲乙酮、丙酮、乙酸乙酯
异戊橡胶	溶剂汽油、苯、二甲苯	氯磺化聚乙烯	苯、甲苯、乙酸乙酯
丁苯橡胶	溶剂汽油、庚烷、二甲苯	氯醚橡胶	氯化苯
丁腈橡胶	苯、甲苯、二甲苯、乙酸乙酯、甲乙酮、丙酮	聚氨酯橡胶	乙酸乙酯、丙酮、丁酮、四氢呋喃
氯丁橡胶	苯、二甲苯、丙酮、乙酸乙酯、乙酸戊酯/汽油	三元乙丙橡胶	汽油
丁基橡胶	己烷、庚烷、四氯化碳	硅橡胶	苯、二甲苯
顺丁橡胶	苯、汽油	氟橡胶-26	丙酮、丁酮、乙酸乙酯、甲苯
聚硫橡胶	芳香烃、氯化脂肪烃、氯化芳香烃、硝基烷	亚硝基橡胶	三氯三氟乙烷、过氧环醚、过氧三丁胺

表 4-29-6 各种橡胶的溶解度参数

橡 胶	溶解度参数	橡 胶	溶解度参数
天然橡胶	8.1	丁二烯/丙烯腈	
顺丁橡胶	8.1	82/18	8.7
丁二烯/苯乙烯		75/25	9.33
96/4	8.1	70/30	9.64
87.5/12.5	8.31	61/39	10.30
85/15	8.5	氯丁橡胶	8.85
71.5/28.5	8.33	丁基橡胶	7.84
60/40	8.67	氯化橡胶	9.4
高苯乙烯	8.5	硅橡胶	7.3

表 4-29-7 各种溶剂的溶解度参数与容积浓度

溶 剂	溶解度参数(内聚能密度) ^{1/2}	摩尔体积	温度/℃	溶 剂	溶解度参数(内聚能密度) ^{1/2}	摩尔体积	温度/℃
链烷烃				2,2,4-三甲基戊烷	6.90	165.2	20
丁烷	6.62	101.4	25	2,3,4-三甲基戊烷	7.31	159.0	20
戊烷	7.07	115.3	20	2,3,3-三甲基戊烷	7.30	157.4	20
己烷	7.33	130.8	20	3-甲基己烷	7.35	146.0	20
庚烷	7.48	146.5	20	3-乙基-2-甲基戊烷	7.39	159.0	20
辛烷	7.60	162.5	20	3-乙基-3-甲基戊烷	7.37	157.2	20
壬烷	7.71	179.0	20	3-乙基己烷	7.46	160.1	20
癸烷	7.77	195.2	20	2,2-二甲基己烷	7.12	164.5	20
十一烷	7.83	211	20	2,3-二甲基己烷	7.38	160.7	20
十二烷	7.87	228	20	2,4-二甲基己烷	7.22	163.3	20
十三烷	7.90	244	20	2,5-二甲基己烷	7.20	163.7	20
十四烷	7.96	260	20	3,3-二甲基己烷	7.24	161.7	20
十六烷	7.99	294	25	3,4-二甲基己烷	7.44	159.0	20
十八烷	8.04	326	25	2-甲基庚烷	7.40	163.7	20
2-甲基丙烷	6.25	105.5	25	3-甲基庚烷	7.45	161.9	20
2,2-二甲基丙烷	6.12	123.3	25	链烯烃			
2-甲基丁烷	6.77	116.2	20	1-戊烯	7.22	109.4	20
2-甲基戊烷	7.08	130.0	20	1-己烯	7.42	125.1	20
2,2,3-三甲基丁烷	6.94	146.1	25	1-庚烯	—	143.0	20
3-乙基戊烷	7.42	143.5	20	1-辛烯	7.65	157.0	20
2,2-二甲基戊烷	6.96	148.8	20	1-壬烯	—	173.2	20
2,3-二甲基戊烷	7.28	144.0	20	1-癸烯	7.90	189.3	20
2,4-二甲基戊烷	7.02	148.7	20	1-十一烯	—	206.0	20
2,2,3-三甲基戊烷	7.21	159.5	20	2-甲基丙烯	6.7	95.3	25

续表

溶 剂	溶解度参数(内聚能密度) ^{1/2}	摩尔体积	温度/℃	溶 剂	溶解度参数(内聚能密度) ^{1/2}	摩尔体积	温度/℃
顺-2-丁烯	7.2	91.2	25	甲(基)乙(基甲)酮	9.56	89.5	20
反-2-丁烯	7.0	93.8	25	二乙(基甲)酮	9.10	105.8	20
1,3-丁二烯	7.1	88.0	25	甲(基)丙(基甲)酮	9.10	106.0	20
环 烃				甲(基)异丙基(甲)酮	9.92	105.7	25
环戊烷	8.10	94.7	25	甲(基)丁(基甲)酮	9.92	124.2	25
环己烷	8.25	108.2	20	甲(基)异丁基(甲)酮	9.58	124.9	25
甲基环己烷	7.89	127.7	20	二异丙基(甲)酮	9.12	141.7	25
甲基环己烯	8.65	118.6	20	甲(基)戊(基甲)酮	9.13	140.8	25
芳香烃				亚异丙基丙酮	9.21	115.6	25
苯	9.22	89.0	20	环己酮	9.26	104.2	25
甲苯	8.97	106.2	20	甲基苯基(甲)酮	10.43	117.0	20
乙苯	8.85	122.7	20	醚			
邻二甲苯	9.03	120.8	20	二乙醚	7.74	103.8	20
间二甲苯	8.87	123.0	20	甲丙醚	7.96	101.8	20
对二甲苯	8.83	123.0	20	乙丙醚	7.67	120.7	20
丙苯	8.68	139.4	20	二(正丙基)醚	7.61	137.0	20
异丙苯	8.56	139.4	20	二(异丙基)醚	7.14	141.0	20
1,3,5-三甲苯	8.80	140	25	二 烷	9.73	85.7	25
苯乙烷	9.30	115.6	25	酯			
1,2,3,4-四氢化萘	9.5	—	25	甲酸正丙酯	8.92	98.4	25
卤化烃				甲酸正丁酯	8.72	115.3	25
碘甲烷	9.95	—	20	乙酸甲酯	9.62	79.3	20
二溴甲烷	10.78	—	20	乙酸乙酯	9.10	97.7	20
二氯甲烷	9.95	64.0	20	乙酸正丙酯	8.68	115.7	25
三溴甲烷	10.62	87.5	20	丙酸乙酯	8.99	115.5	25
三氯甲烷	9.30	80.2	20	丁酸乙酯	8.24	133.0	25
四氯甲烷	8.63	96.4	20	丁酸异丁酯	7.82	167.8	25
溴乙烷	9.12	75.1	25	醇			
碘乙烷	9.49	81.1	25	甲醇	14.52	40.4	20
1,2-二溴乙烷	9.69	86.6	25	乙醇	12.97	58.4	20
1,2-二氯乙烷	9.96	86.8	20	丙醇	12.02	74.7	20
1,1,2-三氯-1,2,2-三氯乙烷	7.00	—	20	异丙醇	—	76.5	20
顺-1,2-二氯乙烷	9.67	76.0	25	丁醇	10.77	91.5	20
氯苯	9.50	102.1	25	异丁醇	—	91.8	20
硝基苯	10.40	102.7	25	叔丁醇	10.62	94.2	20
酮				丙烯醇	12.30	68.4	25
丙酮	9.74	73.4	20	乙二醇	14.52	55.7	20

表 4-29-8 各种橡胶的溶解性

溶 剂	顺丁橡胶		天然橡胶		丁苯橡胶		丁基橡胶		通用型氯丁橡胶		丁腈橡胶	
	溶解速度	溶解状态	溶解速度	溶解状态	溶解速度	溶解状态	溶解速度	溶解状态	溶解速度	溶解状态	溶解速度	溶解状态
萘	快	溶解	快	溶解	快	溶解	快	溶解	一般	稍有溶胀或溶解		不变化
己烷	快	溶解	快	溶解	快	溶解	快	溶解	一般	稍有溶胀或溶解		不变化

续表

溶 剂	顺丁橡胶		天然橡胶		丁苯橡胶		丁基橡胶		通用型氯丁橡胶		丁腈橡胶	
	溶解速度	溶解状态	溶解速度	溶解状态	溶解速度	溶解状态	溶解速度	溶解状态	溶解速度	溶解状态	溶解速度	溶解状态
煤油	快	溶解	快	溶解	慢	溶解	慢	溶解	慢	稍有溶胀或溶解		不变化
环己烷	快	溶解	快	溶解	快	溶解	快	溶解	一般	溶解		不变化
蒎烯	快	溶解	一般	溶解	一般	溶解	一般	溶解	一般	溶解	快	稍溶胀或溶解
萘烯	快	溶解	快	溶解	快	溶解	快	溶解	快	溶解		不变化
苯	快	溶解	快	溶解	快	溶解	快	溶解	快	溶解	快	稍溶胀或溶解
甲苯	快	溶解	快	溶解	快	溶解	快	溶解	快	溶解	快	稍溶胀或溶解
苯乙烯	快	溶解	快	溶解	快	溶解	快	溶解	快	溶解	快	溶解
四氢化萘	快	溶解	快	溶解	快	溶解	一般	溶解	快	溶解	一般	凝胶化或溶胀
石蜡油	慢	稍溶胀或溶解	快	凝胶化或溶胀	一般	凝胶化或溶胀	一般	凝胶化或溶胀	慢	稍溶胀或溶解		不变化
萘油	一般	溶解	慢	溶解	快	稍溶胀或溶解	快	稍溶胀或溶解	快	稍溶胀或溶解		不变化
芳烃油	慢	凝胶化或溶解	慢	稍溶胀或溶解	慢	稍溶胀或溶解	慢	稍溶胀或溶解		不变化		不变化
高芳烃油	慢	凝胶化或溶胀	慢	稍溶胀或溶解	慢	稍溶胀或溶解	慢	稍溶胀或溶解		不变化		不变化
氯仿	快	溶解	快	溶解	快	溶解	一般	溶解	快	溶解	快	溶解
四氯化碳	快	溶解	快	溶解	快	溶解	快	溶解	快	溶解		不变化
二氯乙烷	快	溶解	快	溶解	快	溶解	快	凝胶化或溶胀	快	溶解	快	溶解
氯苯	快	溶解	快	溶解	快	溶解	一般	溶解	快	溶解	快	溶解
邻氯苯	快	溶解	一般	溶解	快	凝胶化或溶胀	一般	凝胶化或溶胀	快	溶解	一般	溶解
乙醇		不变化		不变化	慢	稍溶胀或溶解		不变化		不变化		不变化
乙二醇		不变化		不变化		不变化		不变化		不变化		不变化
苯酚		不变化	快	稍溶胀或溶解	慢	溶解		不变化	快	稍溶胀或溶解	一般	凝胶化或溶胀
甲酚	慢	稍溶胀或溶解		不变化	快	稍溶胀或溶解		不变化	慢	凝胶化或溶胀	慢	溶解
盐酸		不变化		不变化		不变化		不变化		不变化		不变化
冰醋酸		不变化		不变化	快	稍溶胀或溶解	快	稍溶胀或溶解		不变化		不变化
油酸	一般	溶解	慢	溶解	慢	溶解	慢	溶解		不变化		不变化
异丙基醚	快	溶解	快	溶解	快	溶解	快	凝胶化或溶胀	快	稍溶胀或溶解		不变化
二苯醚	一般	溶解	一般	溶解	一般	溶解		不变化	一般	溶解	一般	溶解
乙二胺		不变化		不变化	快	稍溶胀或溶解		不变化		不变化		不变化

续表

溶 剂	顺丁橡胶		天然橡胶		丁苯橡胶		丁基橡胶		通用型氯丁橡胶		丁腈橡胶	
	溶解速度	溶解状态	溶解速度	溶解状态	溶解速度	溶解状态	溶解速度	溶解状态	溶解速度	溶解状态	溶解速度	溶解状态
苯胺	一般	稍溶胀或溶解		不变化	慢	稍溶胀或溶解	一般	稍溶胀或溶解	快	稍溶胀或溶解	一般	溶解
1-硝基丙烷	快	稍溶胀或溶解	慢	稍溶胀或溶解	快	稍溶胀或溶解		不变化	快	稍溶胀或溶解	一般	溶解
硝基苯	快	溶解	一般	凝胶化或溶胀	一般	凝胶化或溶胀		不变化	快	溶解	一般	溶解
糠醛		不变化		不变化		不变化		不变化		不变化	快	溶解
丙酮	一般	稍溶胀或溶解		不变化		不变化		不变化	快	稍溶胀或溶解	快	溶解
甲乙酮	一般	溶解	快	稍溶胀或溶解	一般	凝胶化或溶胀	慢	稍溶胀或溶解	快	溶解	快	溶解
亚异丙基丙酮	快	溶解	快	溶解	快	溶解	快	稍溶胀或溶解	快	溶解	一般	溶解
乙酸乙酯	一般	稍溶胀或溶解	快	稍溶胀或溶解	快	稍溶胀或溶解	一般	稍溶胀或溶解	一般	溶解	一般	溶解
邻苯二甲酸二苯酯	一般	凝胶化或溶胀	一般	凝胶化或溶胀	一般	凝胶化或溶胀		不变化	慢	溶解	慢	稍溶胀或溶解
棉籽油	慢	凝胶化或溶胀	一般	凝胶化或溶胀	一般	凝胶化或溶胀		不变化		不变化		不变化
蓖麻油		不变化	慢	稍溶胀或溶解		不变化		不变化		不变化		不变化
噻吩	快	溶解	快	溶解	快	溶解	快	稍溶胀或溶解	快	溶解	快	溶解
吡啶	快	溶解	快	凝胶化或溶胀	一般	溶解		不变化	快	溶解	快	溶解
二硫化碳	快	溶解	快	溶解	快	溶解	一般	溶解	快	溶解	一般	稍溶胀或溶解

较大，在升高温度时可能溶解；当 μ 值等于 0.5 时，能部分溶解聚合物；在 μ 值大于 0.25 而小于 0.45 时，能很好地溶解聚合物，而且与温度无关；当 μ 值小于 0.25 时，溶剂对聚合物的亲和性优良，这时溶剂的低温溶解性也很好。各种橡胶在各种溶剂中的 μ 值见表 4-29-9～表 4-29-14。

表 4-29-9 天然橡胶/溶剂体系的 μ 值

溶 剂	μ 值			溶 剂	μ 值		
	低	高	平均		低	高	平均
戊烷	0.565	0.63	0.598	苯 ^①	0.400	0.444	0.420
己烷	0.426	0.540	0.480	苯 ^②	0.278	0.316	0.294
庚烷	0.416	0.460	0.436	甲苯	0.350	0.435	0.393
辛烷	0.422	0.475	0.457	二甲苯			0.340
壬烷	0.413	0.470	0.444	二溴甲烷		0.557	
十二烷			0.448	二氯甲烷	0.462	0.525	0.494
十六烷			0.458	三氯甲烷	0.340	0.390	0.395
异戊烷			0.535	四氯化碳	0.280	0.334	0.307
2,2,4-三甲基戊烷			0.513	溴乙烷			0.455
环己烷	0.389	0.399	0.395	1,1-二氯乙烷			0.482
甲基环己烷	0.356	0.374	0.363	1,2-二氯乙烷			0.608

续表

溶 剂	μ 值			溶 剂	μ 值		
	低	高	平均		低	高	平均
1,1,1-三氯乙烷	0.386	0.386	0.386	二异丙基(甲)酮			0.565
四氯乙烷			0.36	甲基正戊基(甲)酮			0.594
氯化乙烯			0.427	二烷			0.600
乙炔基氯			0.43	乙醚			0.545
氯苯			0.44	甲酸正丁酯	0.724	0.780	0.606
丙酮			1.36	乙酸乙酯			0.752
甲(基)乙(基)甲)酮	0.771	0.940	0.856	乙酸正丙酯			0.649
二乙基(甲)酮			0.656	乙酸正丁酯			0.561
甲基正丙基(甲)酮			0.694	丙酸正丁酯			0.612
甲基异丙基(甲)酮			0.794	正丁酸乙酯			0.555
甲基正丁基(甲)酮			0.598	正丁酸异丁酯			0.481
甲基异丁基(甲)酮			0.656				

① 所引资料不同, 所得的溶解度参数有差异。

表 4-29-10 丁苯橡胶/溶剂的 μ 值

溶 剂	μ 值			
	94/6	87.5/12.5	71.5/28.5	76.5/23.5
弱氢键键合溶剂				
正戊烷	0.649	0.721	0.729	
正己烷	0.575	0.639	0.656	
正庚烷	0.533	0.582	0.589	0.47
正壬烷	0.568	0.631	0.671	
2,2,4-三甲基戊烷	0.679	0.790	0.789	
环己烷	0.465	0.489	0.482	
苯	0.446	0.442	0.398	0.37
三溴甲烷	0.418	0.411	0.369	
二氯甲烷	0.508	0.504	0.474	
三氯甲烷	0.390	0.401	0.373	
四氯化碳	0.390	0.394	0.362	
溴乙烷	0.490	0.486	0.466	
1,2-二溴乙烷	0.539	0.532	0.497	
吡啶	0.594	0.558	0.535	
中氢键键合溶剂				
二烷	0.606	0.593	0.538	
强氢键键合溶剂				
乙腈	2.27	2.30	2.04	

表 4-29-11 丁腈橡胶/溶剂体系的 μ 值

溶 剂	μ 值			溶 剂	μ 值		
	82/18	70/30	61/39		82/18	70/30	61/39
戊烷	1.078		2.88	二氯甲烷	0.394	0.314	0.323
己烷	0.990		2.80	三氯甲烷	0.251	0.207	0.241
庚烷	0.955	1.879	3.63	四氯化碳	0.478	0.689	0.831
辛烷	1.080			二碘甲烷		0.745	
壬烷	1.175	2.872	3.94	1,2-二溴乙烷	0.366		0.362
十二烷	1.247			吡啶	0.390	0.334	0.294
十六烷	1.515	3.23		硝基苯		0.300	
2,2,4-三甲基戊烷	0.883		3.95	二烷	0.454	0.455	0.493
环己烷	0.700	1.42	2.60	烯丙醇		0.769	
三溴甲烷	0.262	0.266	0.316	乙腈	1.098	0.763	0.677

表 4-29-12 丁基橡胶/溶剂体系的 μ 值

溶 剂	μ 值			溶 剂	μ 值		
	低	高	平均		低	高	平均
戊烷	0.460	0.475	0.627	甲苯			0.557
己烷			0.516	三溴甲烷			0.988
庚烷			0.468	二氯甲烷			0.579
壬烷			0.519	三氯甲烷			0.532
十六烷			0.465	四氯甲烷			0.466
2,2,4-三甲基戊烷			0.565	溴乙烷			0.581
环己烷	0.430	0.436	0.433	1,2-二溴己烷			1.04
甲基环己烷			0.435	吡啶			1.42
苯	0.50	0.657	0.578	二烷			1.55

表 4-29-13 乙丙橡胶 (53/47) 溶剂体系的 μ 值

溶 剂	平均 μ 值	溶 剂	平均 μ 值
戊烷	0.53	苯	0.58
庚烷	0.44	甲苯	0.49
十六烷	0.33	乙苯	0.49
二戊烷	0.37	丙苯	0.44
环戊烷	0.39	蔡烷	0.44
环己烷	0.35	1,2,3,4-四氢化蔡	0.27
甲基环己烷	0.35	四氯化碳	0.43

表 4-29-14 氯丁橡胶/溶剂体系的 μ 值

溶 剂	平均 μ 值	溶 剂	平均 μ 值
戊烷	1.129	十二烷	1.21
己烷	0.891	十六烷	1.477
庚烷	0.850	环己烷	0.686
辛烷	1.138	苯	0.263
壬烷	1.147	二氯甲烷	0.533

在橡胶工业中,有时采用几种溶剂的混合体系,这在氯丁橡胶和丁腈橡胶胶浆中最为常见。采用混合溶剂有多种意义。首先是为了降低单用芳香烃溶剂的毒性,减少对人体的危害,经常采用的是芳香烃溶剂与脂肪烃溶剂并用。其次是为了增进橡胶在某些溶剂中的溶解能力,某脂肪烃溶剂不能单独作氯丁橡胶的溶剂,但是几种溶剂并用后能大大提高对氯丁橡胶的溶解能力。另外,由于以芳香烃为溶剂的胶浆有冰点以上冻结的缺点,从而影响使用,但加入某些其他溶剂时可以避免这一现象。

在考虑混合溶剂的组成时,必须掌握良溶剂的挥发速度低于非良溶剂挥发速度的原则,否则,良溶剂首先挥发完而产生相分离,出现胶浆结团以致难于操作。

氯丁橡胶、丁腈橡胶等所用溶剂及混合溶剂的配比等情况分别参见表 4-29-15~表 4-29-18。

表 4-29-15 氯丁橡胶用溶剂

苯	四氢化蔡	三氯乙烯	过氯乙烯	环己酮
甲苯	氯仿	噻吩	乙酸丁酯	亚异丙基丙酮苯甲醛
苯乙烯	四氯化碳	二硫化碳	甲基乙烯基乙二醇酯	吡啶
硝基苯	二氯甲烷	氯苯	四氢呋喃	
二甲苯	二氯乙烯	邻二氯苯	甲乙酮	

表 4-29-16 氯丁橡胶在混合溶剂中的溶解情况

混 合 溶 剂	比例 (质量比)	溶解度	混 合 溶 剂	比例 (质量比)	溶解度
乙酸甲酯+甲基乙基甲酮	3 : 7	不溶解	乙酸乙酯+甲基乙基甲酮	9 : 1	膨胀
	2 : 8	不溶解		8 : 2	溶解
	1 : 9	溶解		7 : 3	溶解
	0.5 : 9.5	溶解	丙酮+甲基乙基甲酮	2 : 8	不溶解

续表

混 合 溶 剂	比例 (质量比)	溶解度	混 合 溶 剂	比例 (质量比)	溶解度
丙酮+甲基乙基甲酮	1:9	膨胀	环己烷+三氯乙烯	9.5:0.5	不溶解
汽油(沸点 65℃)+甲基乙基甲酮	7:3	不溶解		9:1	溶解
	6:4	溶解		8:2	溶解
环己烷+甲基乙基甲酮	9.5:0.5	溶解		7:3	溶解
	9:1	溶解		6:4	溶解
	8:2	溶解		5:5	溶解
乙酸甲酯+甲苯	8:2	不溶解		4:6	溶解
	7:3	溶解	丙酮+汽油(沸点 65~90℃)	7:3	不溶解
	6:4	溶解		6:4	溶解
乙酸乙酯+甲苯	9.5:0.5	溶解		5:5	溶解
	9.0:1	溶解		4:6	溶解
	8:2	溶解		3:7	溶解
丙酮+甲苯	7:3	不溶解	环己烷+丙酮	9.5:0.5	溶解
	6:4	溶解		9:1	溶解
汽油(沸点 65~95℃)+甲苯	6:4	不溶解		8:2	溶解
	5:5	溶解		7:3	溶解
环己烷+甲苯	9.5:0.5	溶解		6:4	溶解
	9:1	溶解		5:5	溶解
	8:2	溶解		4:6	溶解
乙酸甲酯+二氯甲烷	6:4	不溶解		3:7	不溶解
	5:5	膨胀	乙酸乙酯+丙酮	6:4	不溶解
	4:6	溶解		5:5	膨胀
	3:7	溶解		4:6	不溶解
乙酸乙酯+二氯甲烷	8:2	不溶解	环己烷+乙酸乙酯	9.5:0.5	溶解
	7:3	溶解		9:1	溶解
	6:4	溶解		8:2	溶解
丙酮+二氯甲烷	4:6	不溶解		2:8	溶解
	3:7	溶解		1:9	溶解
	2:8	溶解		0.5:9.5	溶解
汽油(沸点 65~95℃)+二氯甲烷	6:4	不溶解	环己烷+乙酸甲酯	9.5:0.5	溶解
	5:5	溶解		9:1	溶解
	4:6	溶解		8:2	溶解
环己烷+二氯甲烷	9.5:0.5	膨胀		7:3	溶解
	9:1	溶解		6:4	溶解
	8:2	溶解		5:5	溶解
乙酸甲酯+三氯乙烯	7:3	不溶解		4:6	溶解
	6:4	溶解		3:7	溶解
	5:5	溶解		2:8	不溶解
乙酸乙酯+三氯乙烯	9.5:0.5	膨胀	环己烷+汽油(沸点 65~95℃)	6:4	不溶解
	9:1	溶解		5:5	不溶解
	8:2	溶解		4:6	不溶解
丙酮+三氯乙烯	6:4	不溶解	乙酸甲酯+汽油(沸点 65~95℃)	8:2	不溶解
	5:5	溶解		7:3	溶解
汽油(沸点 65~95℃)+三氯乙烯	4:6	不溶解		6:4	溶解
	3:7	溶解		5:5	溶解
				4:6	不溶解
			乙酸乙酯+汽油(沸点 65~95℃)	9.5:0.5	溶解
				9:1	溶解
				8:2	溶解

表 4-29-17 氯丁橡胶胶黏剂用两组分混合溶剂

组分 A	组分 B	A 组分的体积比例/%	组分 A	组分 B	A 组分的体积比例/%
丙酮	环己烷	30~60	甲基异丁(基甲)酮	己烷	30~100
丙酮	己烷	30~60	乙酸甲酯	己烷	30~60
丙酮	庚烷	30~60	乙酸乙酯	己烷	30~80
丙酮	煤油	30~60	苯	己烷	40~100
甲(基)乙(基甲)酮	己烷	30~100	甲苯	己烷	40~100

表 4-29-18 丁腈橡胶胶黏剂的几种常用溶剂配比

A. 两组分

溶剂名称	比例/%	溶剂名称	比例/%
硝基乙烷或硝基甲烷	10~30	氯化苯	10~30
苯、甲苯或二甲苯	90~70	甲(基)乙(基甲)酮	90~70
二氯乙烷	10~30	硝基乙烷	10~30
苯、甲苯或二甲苯	90~70	甲(基)乙(基甲)酮	90~70
氯化甲苯或氯苯	10~30	氯甲苯	10~30
苯、甲苯或二甲苯	90~70	二异丙基(甲)酮	90~70

B. 三组分

溶剂名称	比例/%	溶剂名称	比例/%
氯甲苯	10~20	二氯乙烷	10
硝基乙烷	10~20	甲苯	10
苯	60~80	苯	80
二氯乙烷	10~20	1-硝基丙烷	25
氯苯	10~20	丙酮	50
甲(基)乙(基甲)酮	60~80	苯	—25
乙酸丁酯	33.3		
氯苯	33.3		
丙酮	33.3		

29.1 脂肪烃溶剂

29.1.1 橡胶溶剂汽油

即 120# 汽油，英文名称为 solvent petrol for rubber。

化学成分 主要为脂肪烃类化合物。

【性质】 无色、透明液体。相对密度 0.73 ± 0.02 ，馏程 $80 \sim 100^\circ\text{C}$ ，碘值不高于 0.1g 碘/100g，芳香烃含量不高于 3.0% 。无水溶性酸、碱及机械杂质和水分。技术指标（适用于由天然油或合成油的直馏分，经加氢或其他精制方法制得的产品）见表 4-29-19。

表 4-29-19 橡胶溶剂汽油技术指标

项 目	GB 1922-80 NY-120	橡胶原材料 技术条件	项 目	GB 1922-80 NY-120	橡胶原材料 技术条件
馏程			水溶性酸及碱	无	无
初馏点/ $^\circ\text{C}$	≥ 80	80	油渍的定性(油渍试验)	合格	无
98%馏出温度/ $^\circ\text{C}$	≤ 120	120	机械杂质及水分	无	无
碘值/(g 碘/100g)	≤ 0.5	0.1	硫含量/%	≤ 0.05	—
芳香烃/%	≤ 3.0	3.0	外观	无色透明	—

【功用】 主要用于制造胶浆及制品成型过程，也作胶黏剂的稀释剂。使用时要注意通风和防火。由于汽油蒸气的密度较空气大，故多沉积于空气下层，在使用场所，空气中溶剂汽油浓度不得超过 0.3mg/L。

商 品 名 称	生 产 厂 家
橡胶溶剂汽油或 120# 汽油	广东茂名石油化工有限公司 南京炼油厂

29.1.2 170# 溶剂汽油

英文名称为 170# solvent petrol。

化学成分 主要为脂肪族烃类化合物。

【性质】 本品原为前苏联进口产品，是低沸点直馏汽油，馏程为 45~170℃。这种汽油比橡胶溶剂汽油具有较多的不饱和烃（即碘值较大），芳香烃含量没有具体规定。技术指标见表 4-29-20。

表 4-29-20 170# 溶剂汽油技术指标

项 目	技术指标	项 目	技术指标	项 目	技术指标
初馏点/℃	≥ 45	残留量/%	≤ 1.0	水溶性酸、碱	无
10%馏出温度/℃	≤ 88	碘值/(g 碘/100g)	≤ 2.0	铜片腐蚀试验	合格
50%馏出温度/℃	≤ 105	胶质/(mg/100mL)	≤ 2.0	机械杂质及水分	无
90%馏出温度/℃	≤ 145	酸值/(mgKOH/100mL)	≤ 0.6	四乙铅含量	无
97%馏出温度/℃	≤ 170	硫分/%	≤ 0.025		

【功用】 作天然橡胶和合成橡胶的溶剂。因为此溶剂中芳香烃含量高，碘值高，所以毒性较大，使用时应注意通风、防火，它的挥发速度介于 120# 汽油和 200# 汽油之间，常与这两种汽油并用以调节挥发速度。

商 品 名 称	生 产 厂 家
170# 溶剂汽油	辽宁锦西石油化工有限公司 甘肃兰州炼油厂

29.1.3 200# 溶剂汽油

英文名称为 200# solvent petrol。

化学成分 主要为脂肪族烃类化合物。

【性质】 无色透明液体，相对密度 0.78，馏程 145~200℃，碘值≤0.1g/100g，芳香烃含量≤3%，挥发速度为 3.0~4.5。无机械杂质和水分。技术指标（适用于天然石油直馏馏分经加工精制得到的产品）见表 4-29-21。

表 4-29-21 200# 溶剂汽油技术指标

项 目	GB 1922-80 NY-200	橡胶原材料 技术条件	项 目	GB 1922-80 NY-200	橡胶原材料 技术条件
相对密度	≤ 0.780	—	碘值/(g 碘/100g)	≤ —	0.1
初馏点/℃	≥ 140	145	挥发速度	—	3~4.5
50%馏出温度/℃	≤ —	175	外观	无色透明	—
98%馏出温度/℃	≤ 200	200	腐蚀(铜片 50℃,3h)	合格	—
闪点(闭口)/℃	≥ 33	—	机械杂质及水分 ^①	无	无
芳香烃/%	≤ 15	3			

① 将试样注入 100mL 的玻璃量筒中，必须透明，不允许有悬浮物或沉淀的机械杂质和水。

【功用】 天然橡胶和合成橡胶用溶剂。挥发速度比橡胶溶剂汽油慢，常与橡胶溶剂汽油并用以调节挥发速度。因本溶剂中芳香烃及碘值含量高，毒性较大，使用时应严格按劳动保护规定使用。

商品名称	生产厂家	商品名称	生产厂家
200# 溶剂汽油	黑龙江省林源石油化工厂 辽宁锦州石油六厂 天津市第一炼油厂	200# 溶剂汽油	甘肃兰州炼油厂 辽宁葫芦岛石油化工有限公司 辽宁鞍钢炼油厂

29.1.4 工业汽油

英文名称为 industry petrol。

化学成分 主要为脂肪族烃类化合物。

【性质】 水白色微透明液体。相对密度约为 0.72，馏程 45~190℃，碘值<0.1g 碘/100g，芳香烃含量<3%。无水溶性酸、碱、机械杂质及水分。技术指标（适用于各种石油的直馏馏分加工精制而成的产品，其成分中不含裂化馏分和四乙基铅）见表 4-29-22。

表 4-29-22 工业汽油技术指标

项 目	SYB 1024—62	技术指标	项 目	SYB 1024—62	技术指标
初馏点/℃	≥	45	45	腐蚀试验(铜片)	合格
10%馏出温度/℃	≤	95	—	水溶性酸及碱	无
50%馏出温度/℃	≤	140	140	机械杂质及水分	无
90%馏出温度/℃	≤	175	—	色度	水白
干点/℃	≤	190	190	碘值/(g 碘/100g)	≤
残留量/%	≤	115	1.5	芳香烃/%	≤
残留量及损失/%	≤	4.5	—	油渍的定性	无

【功用】 做天然橡胶和各种合成橡胶的溶剂并作调制油膏用溶剂。因本溶剂的碘值及芳香烃含量大，使用时应注意通风防火。

本溶剂由各种石油的直馏馏分加工精制而成，其成分中不含裂化馏分和四乙基铅。做天然橡胶和各种合成橡胶的溶剂并作调制油膏的溶剂。因本溶剂产品中碘值和芳香烃含量大，使用时应注意通风防火。

商 品 名 称	生 产 厂 家
工业汽油	辽宁锦西石油有限公司 甘肃兰州炼油厂

29.1.5 环己烷

英文名称为 cyclohexane。

结构式



【性质】 无色透明液体，具有与苯相似的刺激性气味。毒性比苯小，相对密度 0.779，馏程 80.6~80.9℃，熔点 6.5℃，沸点 81℃，易燃，易挥发。不溶于水，溶于许多有机溶剂中。蒸气与空气形成爆炸性混合物，爆炸极限为 1.3%~8.3%（体积分数）。

【功用】 天然橡胶和合成橡胶（丁腈橡胶除外）用溶剂。还可直接加入胶黏剂中作稀释剂，使之达到适当的黏度。用它代替毒性较大的甲苯和二甲苯，对降低毒性危害有特别重要的意义。本溶剂与少量酮和氯化烃并用时，可作为丁腈橡胶的溶剂，与氯化烃溶剂并用时可

作为某些聚硫橡胶的溶剂。本溶剂还常用作要求干燥的胶黏剂中。

商 品 名 称	生 产 厂 家
环己烷	江苏扬州农药厂

29.1.6 环戊烷

英文名称为 cyclopentane。

结构式



【性质】 无色液体，是性质最稳定的环烷烃。相对密度 0.745，熔点 -93.3°C ，沸点 $49\sim 50^{\circ}\text{C}$ 。

【功用】 橡胶用溶剂。

29.1.7 己烷

英文名称为 hexane。

结构式 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$

【性质】 无色易挥发液体，有微弱的特殊气味。相对密度 0.6594，熔点 -95°C ，沸点 68.74°C 。极易挥发着火。不溶于水，溶于乙醇、丙酮和乙醚。

【功用】 在橡胶工业中作氯丁橡胶和氯丁橡胶胶黏剂的混合溶剂组分。

商 品 名 称	生 产 厂 家
己烷	浙江杭州炼油厂

29.1.8 正庚烷

英文名称为 heptane。

结构式 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$

【性质】 无色易挥发液体。微带特殊气味，极易燃烧。相对密度 0.6838，沸点范围 $93.3\sim 98.9^{\circ}\text{C}$ 。

【功用】 天然橡胶和合成橡胶（丁腈橡胶除外）及其胶黏剂用溶剂，也可作为快速干燥胶黏剂和压敏胶带的溶剂。

29.1.9 正辛烷

英文名称为 normal octane。

结构式 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$

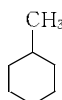
【性质】 市售作溶剂用的工业正辛烷含有环烷烃化合物。与纯正辛烷比较，工业正辛烷的密度较大，沸点范围较低。纯正辛烷的相对密度为 0.7026，熔点为 -56.8°C ，沸点为 125.7°C 。在水中的溶解度很小。

【功用】 用作丁腈橡胶溶剂。

29.1.10 甲基环己烷

英文名称为 methyl cyclohexane。

结构式



【性质】 无色有甲苯味的液体。相对密度 0.7694，熔点 -126.6°C ，沸点 100.9°C ，闪点 -5°C 以下，燃点 -5°C ，微溶于水而溶于其他有机溶剂。其他性质与环己烷和正庚烷

相似。

【功用】 本溶剂的用途与环己烷相似，作天然橡胶和除丁腈橡胶以外合成橡胶的溶剂。还可直接加入胶黏剂中作稀释剂，可代替毒性比较大的甲苯和二甲苯，可与酮或氯化烃溶剂并用，作丁腈橡胶或聚硫橡胶的溶剂。

29.2 芳香族溶剂

29.2.1 苯

英文名称为 benzene。

结构式



【性质】 无色或橙黄色透明液体。沸点 78.9℃，易挥发，微溶于水，易溶于乙醇、乙醚中。苯中的氢原子可为卤素、硝基、磺酸基取代而生成卤代、硝基、磺酸基化合物。苯的渗透力很强，易于渗入皮肤。苯具果子香味，但吸入苯蒸气后对人体产生损害作用。

(1) 石油苯 石油苯按结晶点分为 535 苯和 500 苯两个牌号，技术指标见表 4-29-23。

表 4-29-23 石油苯技术指标

项 目	质量 指 标		项 目	质量 指 标	
	535 苯	500 苯		535 苯	500 苯
颜色(Hazen 单位,铂-钴色号) ≤	20		酸洗比色/号 ≤	4	
密度(20℃)/(g/cm³)	0.878~0.881	0.876~0.881	总硫含量/×10 ⁻⁶ ≤	2	3
馏程范围/℃	79.7~80.4	79.6~80.5	中性试验	中性	
			结晶点(干基)/℃ ≥	5.35	5.00

注：引自 GB 3405—82。

(2) 焦化苯 焦化苯的技术指标见表 4-29-24。

表 4-29-24 焦化苯技术指标

指 标 名 称	硝化用苯	精 苯	溶 剂 用 苯
外观	室温(18~25℃)下为透明液体,不深于每 1000mL 水溶液中含有 0.003g 重铬酸钾的颜色		
密度(20℃)/(g/mL)	0.876~0.880	0.875~0.880	0.874~0.880
馏程(大气压力 101325Pa)			
初馏点/℃ ≥	79.6	79.5	79.0
终点/℃ ≤	80.5	80.6	81.0
馏出 95%(体积分数)温度范围/℃ ≤	0.6	0.8	
酸洗比色(按标准比色液) ≤	0.2	0.3	0.5
溴值/(g/100mL 苯) ≤	0.2	0.4	0.6
结晶点/℃ ≥	5.0	—	—
二硫化碳含量/(g/100mL 苯) ≤	0.006	—	—
噻吩含量/(g/100mL 苯) ≤	0.08	—	—
反应	中性		
水分	室温(18~25℃)下目测无可见的不溶解水		

注：1. 引自 GB 2283—80。

2. 槽车中苯的水层高度大于 5mm 或铁桶中苯的水层高度大于 1mm 不得发货。当产品运至需方时，如超过上述规定，应由供需双方协议。

【功用】 本溶剂的溶解性能比汽油好，常作天然橡胶、合成树脂、合成橡胶及橡胶胶黏剂的溶剂，尤适于氯丁橡胶、丁腈橡胶等。作为胶黏剂的溶剂时可直接加入，以调整黏度。与少量酮和氯化烃溶剂并用作丁腈橡胶溶剂更有效；与氯化烃溶剂并用时也可作某些聚硫橡胶的溶剂。纯苯溶剂在低于 5℃ 时易冻结，加入少量其他溶剂可降低其冰点。本品的毒性较大，苯中毒主要是由于吸入苯蒸气引起，因此，使用时要特别注意通风，严防中毒。

商品名称	生 产 厂 家	商品名称	生 产 厂 家
苯	北京燕山石化总公司炼油厂 辽宁抚顺石油化工有限公司 上海焦化有限公司 齐鲁石油化学总公司 吉化公司电石厂	苯	湖南湘潭钢铁公司 辽宁大连化工有限公司 内蒙古包钢焦化厂 河南平顶山焦化厂 浙江绍兴钢铁有限公司

29.2.2 甲苯

英文名称为 toluene。

结构式



【性质】 无色、易挥发、有芳香味液体。具有较大毒性。相对密度 0.861~0.875，熔点 -95℃，沸点 110.8℃，馏程 110~112℃，混合苯胺点 8.9℃。不溶于水，溶于乙醇、乙醚和丙酮。其蒸气与空气形成爆炸性混合物，爆炸极限为 1.2%~7.0%（体积分数）。

(1) 石油甲苯 本产品按烃类杂质含量、馏程分为两个牌号。技术指标见表 4-29-25。

表 4-29-25 石油甲苯技术指标

项 目	质 量 指 标	
	一号	二号
外观	透明液体，无不溶水及机械杂质	
颜色(Hazen 单位，铂-钴色号) ≤	20	
密度(20℃)/(g/cm ³)	0.865~0.868	
馏程		
初馏点/℃ ≥	—	110.3
终馏点/℃ ≤	—	111.0
烃类杂质含量(质量分数)		
苯含量/% ≤	0.10	—
芳烃含量/% ≤	0.10	—
非芳烃含量/% ≤	0.25	—
酸洗比色/号 ≤	4	
总硫含量/×10 ⁻⁶ ≤	2	3
铜片腐蚀	合格	
中性试验	中性	

注：引自 GB 3406—82。

(2) 焦化甲苯 焦化甲苯的技术指标见表 4-29-26。

表 4-29-26 焦化甲苯的技术指标

指 标 名 称	硝化用甲苯	精甲苯	溶剂用甲苯
外观	室温(18~25℃)下透明液体,不深于每 1000mL 水溶液中含有 0.003g 重铬酸钾的颜色		
密度(20℃)/(g/mL)	0.862~0.868	0.862~0.868	0.860~0.870
馏程(大气压力 101325Pa)			
初馏点/℃	≥ 110.0	109.8	109.0
终馏点/℃	≤ 111.0	111.0	112.0
馏出 95%(体积分数)温度范围/℃	≤ 0.8	0.8	—
酸洗比色(按标准比色液)	≤ 0.2	0.3	0.3
溴价/(g/100mL 甲苯)	≤ 0.2	0.3	0.3
反应	中性		
水分	室温(18~25℃)下目测无可见的不溶解水		

注: 1. 引自 GB 2284—80。

2. 槽车中甲苯的水层高度大于 5mm 或铁桶中甲苯的水层高度大于 1mm 不得发货。当产品运至需方时,如超过上述规定,应由供需双方协议。

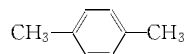
【功用】 其化学性质与苯相似,常用作氯丁橡胶、丁腈橡胶和丁苯橡胶的溶剂。用作橡胶黏剂溶剂时可直接加入使之达到适当的黏度。当与少量的丙酮和氯化烃溶剂并用时,常作丁腈橡胶黏剂的溶剂,用以调节黏度;与环己烷并用时常作为氯丁橡胶的优良溶剂。本品具有快速干燥的特点,与汽油并用时是氯丁橡胶的优良溶剂;与氯化烃并用时是某些聚硫橡胶很好的溶剂。本溶剂的毒性及中毒症状大致与苯相似,但程度不同,在使用时要注意通风防火,严防中毒。

商品名称	生产厂家	商品名称	生产厂家	商品名称	生产厂家
甲苯	北京燕山石化总公司炼油厂 上海炼油厂	甲苯	齐鲁石油化学工业公司 吉化公司电石厂	甲苯	广东茂名石油化工有限公司 江苏南京炼油厂

29.2.3 二甲苯

英文名称为 xylene。

结构式



【性质】 无色、透明液体。易挥发,易燃,有毒,有芳香味。相对密度 0.8969。不溶于水,溶于乙醚、乙醇。

(1) 石油混合二甲苯 本产品按馏程分为 3℃ 混合二甲苯和 5℃ 混合二甲苯两个牌号,技术指标见表 4-29-27。

表 4-29-27 石油混合二甲苯技术指标

项 目	质 量 指 标	
	3℃ 混合二甲苯	5℃ 混合二甲苯
外观	透明液体,无不溶物及机械杂质	
颜色(Hazen 单位,铂-钴色号)	≤ 20	
密度(20℃)/(g/mL)	0.860~0.870	
馏程		
初馏点/℃	≥ 137.5	137
终馏点/℃	≤ 141.5	143
总馏程范围/℃	≤ 3	5
酸洗比色/号	≤ 10	
总硫含量/×10 ⁻⁶	≤ 3	
铜片腐蚀	合格	
中性试验	中性	

注: 引自 GB 3407—82。

(2) 焦化二甲苯 焦化二甲苯的技术指标见表 4-29-28。

表 4-29-28 焦化二甲苯的技术指标

指 标 名 称	3℃二甲苯	5℃二甲苯	10℃二甲苯
外观	室温(18~25℃)下透明液体,不深于每 1000mL 水溶液中含有 0.03g 重铬酸钾的颜色		
密度(20℃)/(g/mL)	0.857~0.866	0.857~0.866	0.840~0.870
馏程(0.1MPa)			
初馏点/℃	≥ 137.5	136.5	135.0
终馏点/℃	≥ 140.5	141.5	145.0
酸洗比色(按标准比色液)	≤ 2.0	2.0	5.0
反应	中性		
水分	室温(18~25℃)下目测无可见的不溶解水		

注: 1. 引自 GB 2285—80。

2. 槽车中二甲苯的水层高度大于 5mm 或铁桶中二甲苯的水层高度大于 1mm 不得发货。当产品运至需方时,如超过上述规定,应由供需双方协议。

【功用】 可直接加入天然橡胶、合成橡胶中作溶剂,也作橡胶胶黏剂的溶剂和氯化橡胶的溶剂;与苯并用时可作高耐油橡胶溶剂。本溶剂一般为邻二甲苯、间二甲苯、对二甲苯三种异构体的混合物,以间二甲苯含量较高,工业用的二甲苯还含有甲苯和乙苯。本溶剂毒性较大,挥发速度较慢。

商品名称	生 产 厂 家	商品名称	生 产 厂 家
二甲苯	北京燕山石化总公司炼油厂 上海炼油厂 齐鲁石油石化总公司 江苏南京炼油厂	二甲苯	上海焦化厂 安徽马鞍山钢铁公司焦化厂 河北石家庄焦化厂

29.3 氯化烃溶剂

29.3.1 二氯甲烷

英文名称为 dichloromethane

结构式



【性质】 无色透明液体。易挥发,有刺激性的芳香味,吸入后对人体有麻醉作用。相对密度 1.335,沸点 40~41℃,冰点 -97℃。微溶于水,溶于乙醇、乙醚等。与氢氧化钠作用生成甲醛,氯化生成氯仿和四氯化碳。不易燃烧。其蒸气能与空气形成爆炸性混合物,爆炸极限为 6.2%~15% (体积分数)。

【功用】 本品在常温下为不燃烧的低沸点溶剂,溶解力强,常作天然橡胶、合成橡胶和胶黏剂的溶剂,使用时可直接加入胶料或胶黏剂中,用以调节胶黏剂的黏度。本溶剂可代替石油醚和乙醚等易燃溶剂。使用时注意通风防火。本品是氯化烃类溶剂中毒性最小的溶剂。

商品名称	生 产 厂 家	商品名称	生 产 厂 家
二氯甲烷	天津大沽化工有限公司 四川自贡鸿鹤化工总厂	二氯甲烷	河南南阳石油化工厂

29.3.2 三氯甲烷（氯仿）

又名氯仿，英文名称为 trichloromethane。

结构式 CHCl_3

【性质】 无色透明液体，易挥发，稍有甜味。相对密度 (d_4^{20}) 1.4916，熔点 -63.5°C ，沸点 61.2°C 。微溶于水，溶于乙醇、乙醚、苯、石油醚等。在光作用下能被空气中的氧氧化，生成有剧毒的光气，但是加入 1%~2% 的乙醇可与光气作用生成无毒的碳酸乙酯，以消除其毒性。为了避免在保存过程中变质，应装入深色瓶中，贮存于凉暗处。

【功用】 本溶剂是橡胶的优良溶剂，但因毒性使应用大受限制。

商品名称	生 产 厂 家	商品名称	生 产 厂 家	商品名称	生 产 厂 家
三氯甲烷 (氯仿)	天津大沽化工有限公司 天津化工厂 上海电化厂	三氯甲烷 (氯仿)	上海燎原化工厂 四川自贡鸿鹤化工总厂 重庆天原化工厂	三氯甲烷 (氯仿)	四川泸州碱厂 江苏南通农药厂 河南南阳石油化工厂

29.3.3 四氯化碳

又名四氯化碳，英文名称为 carbon tetrachloride。

结构式 CCl_4

【性质】 无色透明液体。易挥发，带有愉快气味。毒性较大。不易燃，性能稳定。稍溶于水。相对密度 1.595，熔点 -22.8°C ，沸点 76.8°C 。可与乙醇、乙醚以任何比例混合。四氯化碳在空气中能慢慢分解，所以应装在棕色瓶中，密封贮存于阴凉处。

【功用】 四氯化碳的溶解性能极好，可作天然橡胶、合成橡胶及胶黏剂的溶剂，但由于它的毒性较大，加之价格昂贵，限制了它的使用。在工作场所它的最大允许浓度为 0.05mL/L。

商品名称	生 产 厂 家	商品名称	生 产 厂 家	商品名称	生 产 厂 家
四氯化碳 (四氯甲烷)	天津旭日化工厂 天津大沽化工有限公司	四氯化碳 (四氯甲烷)	上海电化厂 湖南江南化工厂	四氯化碳 (四氯甲烷)	安徽蚌埠化工厂 广州化工厂

29.3.4 二氯乙烷

英文名称为 ethylene dichloride。

结构式 $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$

【性质】 无色或淡黄色透明中性稳定的油状液体。易挥发，有类似氯仿的气味，有剧毒。二氯乙烷蒸气比空气重 2.5 倍，其蒸气能与空气形成爆炸性混合物，爆炸极限 5.8%~15.9% (体积分数)。二氯乙烷本身不易燃烧，但与火焰直接接触能引起燃烧，最初燃烧时用水即可扑灭，但由于生成水煤气，故可引起爆炸。工业 1,2-二氯乙烷技术指标见表 4-29-29。

表 4-29-29 工业 1,2-二氯乙烷技术指标

指 标 名 称	一 级	二 级
外观	透明液体，其颜色不深于每 1000mL 含有 0.03g 重铬酸钾的水溶液	
含量/% \geq	99.00	97.00
相对密度	1.250~1.256	1.247~1.259
水分/% \leq	0.08	0.12
酸度(以 HCl 计)/% \leq	0.005	0.005

注：引自 HG 2-1438—81。

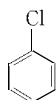
【功用】 本溶剂溶解能力大，常作合成橡胶溶剂。使用时需注意通风防火。

商品名称	生 产 厂 家	商品名称	生 产 厂 家	商品名称	生 产 厂 家
二氯乙烷	广州化工有限公司 江苏丹阳化肥厂	二氯乙烷	江苏常州石油化工厂 上海燎原化工厂	二氯乙烷	辽宁葫芦岛化工有限公司 北京炼焦化学厂

29.3.5 氯苯

英文名称为 chlorobenzene。

结构式



【性质】 无色液体。易挥发，有特殊气味。易燃，毒性与苯相似。相对密度 1.105～1.106，熔点 -45.21°C ，沸点 131.6°C ，闪点 29.4°C 。不溶于水，溶于乙醇及乙醚。

工业氯苯的技术指标见表 4-29-30。

表 4-29-30 工业氯苯技术指标

指 标 名 称	指 标	
	一级品	二级品
外观	在 20°C 时为无色或微黄色透明液体(其色度不得深于 40 号),并无可见水	
氯苯含量/% \geq	99.50	99.00
苯含量/% \leq	0.15	0.30
多氯苯含量/% \leq		0.70
酸度	对刚果红不变蓝	

注：引自 GB 2404—80。

【功用】 天然橡胶、合成橡胶及胶黏剂用溶剂。

商品名称	生 产 厂 家	商品名称	生 产 厂 家	商品名称	生 产 厂 家
氯苯	天津化工厂 湖北葛店化工厂 辽宁葫芦岛化工有限公司	氯苯	江苏南京化工厂 山西太原化工厂 山东张店农药厂	氯苯	湖南邵阳化工厂 江苏扬州化工厂

29.3.6 三氯乙烯

英文名称为 trichloroethylene。

结构式



【性质】 无色透明液体，具有宜人的气味。性质稳定，有强烈的麻醉作用，毒性较大。基本上不燃烧、不爆炸。相对密度 1.464，熔点 -86°C ，沸点 86.9°C 。

【功用】 天然橡胶、合成橡胶和胶黏剂用溶剂，使用时直接加入胶料中并用搅拌器搅拌。做胶黏剂的溶剂时，得到的胶黏剂刚开始挥发比较慢，而最后的干燥速度很快。

商 品 名 称	生 产 厂 家
三氯乙烯	吉林化学工业公司电石厂 辽宁葫芦岛化工有限公司

29.3.7 全氯乙烯

又名四氯乙烯，英文名称为 perchloroethylene。

【性质】 无色透明、有醚味的稳定液体。有一定毒性，在高浓度下吸入体内有麻醉作用，与皮肤接触产生皮炎。相对密度为 1.623，凝固点 -22°C ，沸点 121°C 。 20°C 时的蒸气

压力为 1.92kPa。

【功用】天然橡胶、合成橡胶及胶黏剂用溶剂，使用时直接加入胶料或胶黏剂中。在多数合成橡胶中使用时性能很好。作胶黏剂的溶剂时可调整黏度。

29.3.8 戊基氯

英文名称为 amyl chloride。

结构式 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Cl}$

【性质】工业戊基氯为稻草色液体，具有柔和的气味，长期贮存时稍有分解。相对密度 0.88。工业戊基氯的组分是正戊烷和异戊烷各种一氯化物的异构体的混合物。

【功用】本品主要用于制造其他戊基化合物，也用作橡胶胶黏剂的溶剂。

29.3.9 氯甲苯

英文名称为 chlorotoluene。

结构式 

【性质】纯氯甲苯是无色易燃、具柔和香味的液体。除了 60 : 40 的邻位和对位异构体外，这种纯氯甲苯异构体也可在市场上买到。纯邻氯甲苯的相对密度 (d_4^{25}) 1.0873，熔点 -36.5°C ，沸点 159.2°C ；对氯甲苯的熔点 -7.5°C ，沸点 162.4°C 。

【功用】本溶剂用作橡胶和合成树脂的溶剂，也用作制造橡胶促进剂、染料和其他有机化合物的中间体。

商 品 名 称	生 产 厂 家
氯甲苯	上海染料化工有限公司

29.3.10 二氯戊烷

英文名称为 dichloropentane。

结构式 $\text{ClCH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Cl}$

【性质】工业二氯戊烷是各种异构体的混合物。新鲜时是呈淡黄色并带香味的液体，长久贮存后颜色渐渐变深，且有少量分解，原因是其中某些异构物不稳定。相对密度为 1.06 ~ 1.09。馏程的 95% 在 $130\sim 200^\circ\text{C}$ 之间，熔点 $\leq -50^\circ\text{C}$ ，闪点约 35°C 。不溶于水而溶于有机溶剂中。能与 34% 的水组成共沸点混合物，沸点 $80\sim 97^\circ\text{C}$ 。

【功用】本溶剂主要作为丁腈橡胶用的溶剂。

29.3.11 一氯戊烷

英文名称为 chloropentane。

结构式 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Cl}$

【性质】本溶剂为各种异构体的混合物。工业品为黄色至深紫色液体，有特殊气味。馏程的 95% 在 $85\sim 109^\circ\text{C}$ 之间，闪点约 1°C 。不溶于水，能溶于有机溶剂，与水能组成共沸点混合物。

【功用】本溶剂是氯丁橡胶的优良溶剂。

29.3.12 二氯丙烷

英文名称为 propylene dichloride。

结构式 

【性质】 无色易燃液体，具甜味，有特殊气味。相对密度 1.1583，沸点 96.3℃，20℃时在水中的溶解度为 0.26%，水在其中的溶解度为 0.06%。馏程 93~99℃，闪点 70℃。

【功用】 天然橡胶、合成橡胶、胶乳、胶黏剂的溶剂，特别是用作耐油合成橡胶的溶剂，使用时可直接加入。

29.3.13 二氯乙醚

英文名称为 dichloroethyl ether。

结构式 $\text{ClCH}_2\text{—CH}_2\text{—O—CH}_2\text{—CH}_2\text{Cl}$

【性质】 无色具醚味的可燃性液体。相对密度 1.2220，熔点 -46.1℃，沸点 179.2℃。20℃时在水中的溶解度为 1.1%，水在其中的溶解度为 0.28%。

【功用】 本品可作纯化丁二烯的溶剂，制造合成橡胶的中间体，也可作为橡胶工业用溶剂。

商 品 名 称	生 产 厂 家
二氯乙醚	辽宁大连有机合成厂

29.3.14 二(2-氯乙氧基)甲烷

英文名称为 Di(2-chloroethoxy)methane。

结构式 $\text{ClCH}_2\text{—CH}_2\text{—O—CH}_2\text{—O—CH}_2\text{—CH}_2\text{Cl}$

【性质】 无色易燃液体，具温和的醚味。相对密度 1.2339，熔点 -32.8℃，沸点 218.1℃，20℃时它在水中的溶解度为 0.78%，水在其中的溶解度为 0.44%。酸性时，本溶剂被水解，但在中性条件下则比较稳定。

【功用】 本溶剂常用作制造氯丁橡胶和其他合成橡胶的加工溶剂，也可作为制造某些合成橡胶的中间体。

29.3.15 六氯(代)-1,3-丁二烯

英文名称为 hexachloro-1,3-bvtadiene。

结构式 $\begin{array}{c} \text{Cl} \quad \text{Cl} \\ | \quad | \\ \text{Cl}_2\text{C}=\text{C}-\text{C}=\text{CCl}_2 \end{array}$

【性质】 无色液体，稍有特殊气味。相对密度 1.6820，熔点 -21~-19℃，沸点 210~215℃。不溶于水，溶于乙醇、乙醚。

【功用】 本品用作天然橡胶、合成橡胶和许多其他高分子化合物的溶剂。

29.4 醇类溶剂

29.4.1 甲醇

又称木醇，英文名称为 methyl alcohol。

结构式 CH_3OH

【性质】 常态下为无色透明液体，纯品略具乙醇味，有毒。易溶于水。可与水、乙醇、乙醚等以任何比例混合。相对密度 0.7915，熔点 -97.8℃，沸点 64.65℃。蒸气与空气形成爆炸性混合物，爆炸极限 6.0%~36.5%（体积分数）。

【功用】 溶剂。橡胶工业中常用作胶黏剂溶剂。

商 品 名 称	生 产 厂 家	商 品 名 称	生 产 厂 家
甲 醇	广州氮肥厂	甲 醇	上海吴泾化工厂
	安徽淮南化肥厂		北京化工实验厂

29.4.2 乙醇（酒精）

又称酒精，英文名称为 ethyl alcohol。

结构式 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

【性质】 无色透明液体。易燃，易挥发。相对密度 0.789，熔点 -114.4°C ，沸点 78.4°C 。可以任何比例与水混合。

【功用】 主要用于天然橡胶胶黏剂中作溶剂，以调节黏度，也用作许多胶乳凝聚物的溶剂。还可作合成树脂的溶剂。

商品名称	生产厂家	商品名称	生产厂家
乙醇(酒精)	天津农药厂 云南宜威溶剂厂	乙醇 (酒精)	江西南昌市溶剂厂

29.4.3 正丁醇

英文名称为 normal butyl alcohol。

结构式 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$

【性质】 无色透明液体，具有芳香味，易燃。相对密度 0.808~0.812，馏程 115~118℃，无机械杂质。稍溶于水，能溶于很多有机溶剂。

【功用】 可作橡胶溶剂，但主要作为胶黏剂溶剂，以调节黏度。

商品名称	生产厂家	商品名称	生产厂家	商品名称	生产厂家
正丁醇	广东佛山溶剂厂 湖南衡阳溶剂厂	正丁醇	上海溶剂厂 黑龙江铁力木材干馏厂	正丁醇	山东淄博有机化工厂 河南焦作化工厂

29.4.4 异丁醇

英文名称为 isobutyl alcohol。

结构式 $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH} \end{array}$

【性质】 无色液体，易燃，具特殊气味，有中等挥发速度。相对密度 0.8021~0.8044，闪点 29.4°C ，沸点 $106.0\sim 109.0^\circ\text{C}$ 。酸度（以乙酸计）最大为 0.02%。

【功用】 做天然橡胶和合成橡胶的溶剂，可用于调节氯丁橡胶胶黏剂的黏度。

29.4.5 环己醇

英文名称为 cyclohexanol。

结构式 

【性质】 室温下是无色液体或具樟脑气味的固体，具吸湿性。其蒸气有毒。相对密度约 0.9624，熔点 25.2°C ，沸点 161°C 。20℃时，它在水中的溶解度为 3.6%，水在其中的溶解度为 20%。

【功用】 做为天然橡胶和合成橡胶（除丁腈橡胶外）及合成橡胶胶黏剂的溶剂。应用范围和方法与环己烷相同。

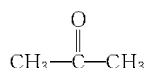
商品名称	生产厂家
环己醇	辽宁葫芦岛化工有限公司 上海燎原化工厂

29.5 酮类溶剂

29.5.1 丙酮

英文名称为 acetone。

结构式



【性质】 无色、透明、易燃带有愉快气味的液体。相对密度 0.790~0.793，丙酮含量不低于 99%。按体积蒸出 95% 时的温度范围为 55.5~57.0℃。其蒸气与空气形成爆炸性混合物，爆炸极限为 2.55%~12.8%（体积分数）。

【功用】 本溶剂是一种性能良好的溶剂，化学性质比较活泼。常作为丁腈橡胶、丁腈胶乳、再生胶、天然橡胶、合成树脂和橡胶胶黏剂的溶剂。使用时直接加入树脂、胶料或胶黏剂中。本溶剂还作丁腈橡胶和许多胶乳凝聚物的溶剂及胶黏剂的稀释剂。

商品名称	生产厂家	商品名称	生产厂家
丙酮	广东佛山溶剂厂 湖南衡阳溶剂厂 上海溶剂厂 山东淄博有机化工厂 河南焦作化工厂	丙酮	甘肃兰州合成橡胶厂 上海高桥化工有限公司 黑龙江石油化工有限公司 黑龙江哈尔滨化工有限公司

29.5.2 环己酮

英文名称为 cyclohexanone。

结构式



【性质】 无色或水白色至淡黄色油状液体。有丙酮的气味，不易燃。长期贮存时，变成淡黄色不易挥发性产物。相对密度为 0.9478，熔点 -16.4℃，沸点 156.7℃，闪点 117℃。微溶于水，较易溶于乙醇和乙醚。蒸气与空气形成爆炸性混合物。

【功用】 天然橡胶和合成橡胶（除丁腈橡胶外）用溶剂，还可直接加入胶黏剂中作稀释剂，以调整黏度。使用方法和功用与环己烷类似。

商品名称	生产厂家	商品名称	生产厂家
环己酮	辽宁锦西化工有限公司 江苏南京磷肥厂	环己酮	湖南岳阳化工总厂 山西太原化工厂

29.5.3 丁酮

又称甲乙酮，英文名称为 butanone。

结构式



【性质】 无色液体，极易燃烧、挥发，有强烈的丙酮味。相对密度 0.8061，沸点 79.6℃，冰点 -86.4℃。馏程 79~82℃。溶于水、乙醇和乙醚，可与油类混溶。蒸气与空气形成爆炸性混合物，爆炸极限 2.0%~12.0%（体积分数）。

【功用】 作为天然橡胶、合成橡胶和胶黏剂溶剂。

29.5.4 甲基异丁基甲酮

英文名称为 methyl isobutyl ketone, MIAK。

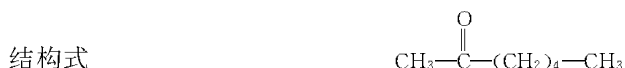


【性质】 无色液体。带有特殊气味，但不残留在制品中。相对密度 0.812~0.815，沸点 141~148℃。

【功用】 作为天然橡胶、合成橡胶胶黏剂和胶乳的溶剂。

29.5.5 甲基戊基甲酮

英文名称为 methyl *n*-amyl ketone, MAK。



【性质】 本溶剂是一种稳定的无色液体，具有柔和的香味。相对密度 0.9406，熔点 -42.8℃，沸点 169.2℃。可与水以任何比例混合。

【功用】 橡胶工业用溶剂。

29.6 醚类溶剂

29.6.1 乙醚

英文名称为 ethyl ether。



【性质】 易流动无色透明液体，有愉快的特殊气味。相对密度 0.7135，沸点 34.5℃，冰点 -116.2℃。难溶于水，易溶于乙醇和氯仿等。极易挥发着火，蒸气与空气的混合物极易爆炸，爆炸极限 1.85%~36.5%（体积分数）。易吸收氧气成为过氧化物。

【功用】 通用溶剂。

商 品 名 称	生 产 厂 家
乙 醚	广州化学试剂有限公司 北京化工三厂

29.6.2 乙烯二醇-丁醚

英文名称为 butylethylene glycol ether。



【性质】 无色液体，具果子香味，有毒性。相对密度 0.900~0.9005，馏程 163~174℃，闪点约 73.8℃。

【功用】 作为天然橡胶和合成橡胶的溶剂。也作硝基纤维素覆盖层的溶剂和真漆的阻滞剂。

商 品 名 称	生 产 厂 家
Glycol Ether EB	Ashland Chemical(美国) Shell Chem. Co. 1(美国)
Butyl Cellosolve	Union Carbide Corp(美国)

29.6.3 四氢呋喃

英文名称为 tetrahydrofuran, THF。



【性质】 无色透明液体，带有乙醚味。相对密度：液体为 0.888，蒸气为 2.49（以空气

为 1.00)。闪点 (闭杯) -17.0°C 。可以以任何比例与水相混合。

【功用】 作为天然橡胶、丁腈橡胶、丁苯橡胶、氯丁橡胶、聚硫橡胶、聚氨酯橡胶、异氰酸酯的共聚物、氨基酯共聚物、聚氯乙烯、聚乙烯和氨基树脂的溶剂。

29.6.4 乙二醇-丁醚

英文名称为 butyl glycol ether。

结构式 $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{C}_4\text{H}_9$

【性质】 无色稍有气味的液体。馏程 $163\sim 174^{\circ}\text{C}$ ，不易挥发。相对密度 0.9019，沸点 171.1°C ，闪点 60.5°C 。有毒。

【功用】 对合成树脂和合成橡胶的溶解力颇大，可作为天然橡胶和合成橡胶的溶剂。

29.6.5 正丁醚

英文名称为 *n*-butyl ether。

结构式 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

【性质】 无色微具醚味的液体。馏程 $137\sim 143^{\circ}\text{C}$ ，相对密度 0.7694，熔点 -95.2°C ，沸点 142.1°C 。 20°C 时，它在水中的溶解度为 0.3%，水在其中的溶解度 0.19%。

【功用】 天然橡胶和合成橡胶 (除丁腈橡胶外) 用溶剂，主要用于降低丁基橡胶溶液的黏度。

29.7 酯类溶剂

29.7.1 乙酸甲酯

英文名称为 methyl acetate。

结构式 $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$

【性质】 无色液体，有芳香味。易挥发，易燃烧。相对密度 0.928，熔点 $57\sim 59^{\circ}\text{C}$ ，闪点 -16°C 。微溶于水，能与乙醇等混溶。蒸气与空气形成爆炸性混合物，爆炸极限 4.1%~14.0% (体积分数)。

【功用】 用作氯丁橡胶溶剂及氯丁橡胶胶黏剂的混合溶剂。

29.7.2 乙酸乙酯

英文名称为 ethyl acetate。

结构式 $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$

【性质】 无色透明或微黄色液体，有果子香味。相对密度 0.880~0.904，熔点 -83.6°C ，沸点 77.1°C ，馏程 $72\sim 79^{\circ}\text{C}$ 。易燃。微溶于水，溶于乙醇、氯仿、乙醚和苯等。易起水解和皂化作用。蒸气与空气形成爆炸性混合物，爆炸极限 2.2%~11.2% (体积分数)。

工业乙酸乙酯的技术指标见表 4-29-31。

表 4-29-31 工业乙酸乙酯技术指标

指 标 名 称	一 级	二 级
外观 (铂-钴)	透明液体，不深于 10 号	透明液体，不深于 20 号
相对密度	0.900~0.904	0.897~0.904
乙酸乙酯/% \geq	99.00	97.00
水分/% \leq	0.20	0.40
游离酸 (以 CH_3COOH 计)/% \leq	0.005	0.010
不挥发物/% \leq	0.005	0.010

注：引自 GB 3728—83。

【功用】 本品的溶解性能好，常作为天然橡胶、丁苯橡胶、氯丁橡胶、丁腈橡胶、氯磺化聚乙烯橡胶、聚氨酯橡胶及某些氟橡胶的溶剂。也可作某些树脂和橡胶胶黏剂的溶剂，还用作耐油橡胶的溶剂。使用时，可直接加入胶料或胶黏剂中。作胶黏剂的溶剂时，用以调节黏度。

商品名称	生产厂家	商品名称	生产厂家	商品名称	生产厂家
乙酸乙酯	天津有机化工一厂 北京化工三厂 上海试剂一厂	乙酸乙酯	浙江杭州长征化工厂 河北石家庄华北制药有限公司 江苏苏州溶剂厂	乙酸乙酯	天津溶剂厂 江苏南通乙酸化工厂

29.7.3 乙酸正丁酯

英文名称为 *n*-butyl acetate。

结构式 $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

【性质】 无色透明液体。具中等蒸发速度，有不残留性的轻微果子香气味。工业品通常含有约 10% 正丁醇。相对密度 0.74~0.90（根据纯度不同而不同），馏程 110~145℃，闪点 37.8~40.6℃，熔点 -73.5℃，沸点 126.6℃。本品易燃，有毒。

工业乙酸丁酯的技术指标见表 4-29-32。

表 4-29-32 工业乙酸丁酯技术指标

指标名称	一 级	二 级
外观(钠-钴)	透明液体，不深于 10 号	透明液体，不深于 20 号
相对密度	0.880~0.885	0.878~0.885
乙酸丁酯/%	≥ 98.00	96.00
水分/%	≤ 0.20	0.40
游离酸(以 CH_3COOH 计算)/%	≤ 0.005	0.010
不挥发物/%	≤ 0.005	0.010

注：引自 GB 3729—83。

【功用】 直接加入胶料或胶黏剂中作溶剂，对天然橡胶和丁苯橡胶有极好的作用力，同时也是耐油合成橡胶的很好溶剂；在胶黏剂中主要用以调节胶黏剂的黏度。

商品名称	生产厂家	商品名称	生产厂家	商品名称	生产厂家
乙酸正丁酯	北京化工三厂 天津溶剂厂	乙酸正丁酯	江苏苏州溶剂厂 上海试剂一厂	乙酸正丁酯	河南开封化工四厂

29.7.4 乙酸异丁酯

英文名称为 isobutyl acetate。

结构式 $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{—}\overset{\text{CH}_3}{\underset{|}{\text{CH}}}\text{—CH}_3$

【性质】 无色具水果味液体。易燃。有特殊气味，但不残留在制品中。相对密度 0.860~0.866，馏程 104~130℃，酸值（以乙酸计）不超过 0.03%，闪点约为 18.9℃，沸点 112~119℃。本溶剂的溶剂性质几乎与乙酸正丁酯一样好，但挥发性稍比乙酸正丁酯大。

【功用】 做天然橡胶和合成橡胶的溶剂，并可用以调节胶黏剂的黏度。

29.7.5 乙酸异丙酯

英文名称为 isopropyl acetate。

结构式 $\text{CH}_3\text{COO—}\overset{\text{CH}_3}{\underset{|}{\text{CH}}}\text{—CH}_3$

【性质】 具有一定气味的无色液体，有一定的毒性。相对密度 0.860~0.874，馏程 81~95℃，闪点约为 2.3℃，酸值（以乙酸计）最大为 0.02%。

【功用】 可直接加入胶料或胶黏剂中作溶剂，特别适于作为天然橡胶和丁苯橡胶的溶剂，也用作耐油合成橡胶胶黏剂的稀释剂，以调节黏度。

商 品 名 称	生 产 厂 家
乙酸异丙酯	湖南湘衡化工厂 湖南湘潭市化工四厂 北京化工三厂

29.7.6 乙酸戊酯

英文名称为 amyl acetate。

结构式 $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

【性质】 无色液体。可燃，易爆。微有香蕉味，但不残留于制品中。本溶剂对人体有麻醉及轻微刺激作用，高浓度乙酸戊酯可引起轻度急性中毒。相对密度 0.857~0.865，馏程 110~150℃，闪点约为 33.9℃。

【功用】 主要作天然橡胶胶黏剂的溶剂，用它调节胶黏剂的黏度。工作场所最大允许浓度为 0.1mL/L。

29.8 其他溶剂

29.8.1 二硫化碳

英文名称为 carbon disulphide。

【性质】 无色或黄色油状液体。易燃。精制品几乎无臭味，工业品因含有杂质，一般为黄色并有恶臭气味。毒性较大。相对密度 1.26，熔点 -108.6℃，沸点 46.3℃，闪点不高于 4℃。与无水乙醇、醚、苯、氯仿、四氯化碳、脂油以任何比例混合。本品贮藏时，须在液面上加水并保持液体稳定，容器必须密封。不允许与任何物品共同贮存，贮存时隔绝热源火种，贮存过久会变质。贮存和使用时要严防中毒。

【功用】 本品的溶解力极强，能溶解橡胶、树脂、脂肪等多种物质，是天然橡胶和合成橡胶（丁腈橡胶除外）及胶黏剂的溶剂，也作为橡胶冷硫化的硫化剂。因混炼胶中含有硫、氨和氧化锌，因此可产生硫化作用。作胶黏剂溶剂时直接加入其中，以调节黏度。

商 品 名 称	生 产 厂 家	商 品 名 称	生 产 厂 家
二硫化碳	上海电化厂 湖南益阳市江南化工厂	二硫化碳	辽宁沈阳有机化工二厂 北京化工总厂

29.8.2 松节油

英文名称为 turpentine oil。

由大量的蒎烯（约 64% α -蒎烯和 35% β -蒎烯）组成的烃的混合物

【性质】 无色至深棕色液体，具有松香味，有刺激性。沸点 155~180℃，易挥发（甚至在室温下亦挥发）。溶于乙醇、乙醚、氯仿等有机溶剂。根据所用原料和制法的不同，可分为以下几种。①松脂松节油，即普通松节油。用蒸汽蒸馏松脂而得。透明、几乎无色液体。无水，无沉淀。相对密度约为 0.855~0.865。折射率约为 1.467~1.475。②提取松节油。由松根明子用有机溶剂浸提加工而得。透明、略带淡黄色。无浑浊物和水。相对密度为 0.850~0.864，折射率为 1.461~1.477。③干馏松节油，又分粗制和精制两种。粗制的由

蒸馏针叶木材（松根明子和树干明子）而得，黄至深棕色。不含或略含水分。精制品由粗制品经化学加工除去杂质并经蒸汽蒸馏而得。透明、略带淡黄绿色。

【功用】 做天然橡胶和合成橡胶（丁腈橡胶除外）胶黏剂的溶剂，使用时直接加入胶黏剂中，用以调节胶黏剂的黏度。

商品名称	生产厂家	商品名称	生产厂家	商品名称	生产厂家
松节油	广西桂林化工厂 上海联合香料厂 广东河县松香厂	松节油	广西昭平县松脂厂 江西安远化工厂 吉林抚松县林化厂	松节油	江西定南县化工厂 福建建阳县化工厂 广西邕宁县松香厂

29.8.3 四氢化萘

英文名称为 tetrahydronaphthalene。

结构式



【性质】 带有刺激性气味的无色液体。性质稳定，但是长期暴露在空气中可产生聚合和氧化作用。相对密度约为 0.98，沸点约为 206℃，闪点约为 80℃。使用或贮藏时应避免水汽吸入。

【功用】 天然橡胶和合成橡胶胶黏剂用溶剂，使用时直接加入到胶黏剂中，用以调节胶黏剂黏度。

商品名称	生产厂家
四氢化萘	吉化公司电石厂

29.8.4 十氢化萘

英文名称为 decahydronaphthalene。

结构式



【性质】 无色具有类似于萘烯温和味的稳定液体。相对密度 0.895～0.872，熔点 -31.5℃，沸点 185.3℃。

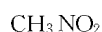
【功用】 橡胶工业用溶剂。

商品名称	生产厂家
十氢化萘	吉化公司电石厂

29.8.5 硝基甲烷

英文名称为 nitromethane。

结构式



【性质】 无色透明的易燃液体，纯品微具气味。相对密度 (d_4^{25}) 1.1312，熔点 -28.6℃，沸点 101.2℃。20℃ 时，它在水中的溶解度为 9.8%，水在其中的溶解度为 1.9%。长期存放，特别是在有水汽条件下存放时，本溶剂变色并生成腐蚀性产物。虽然在通常使用条件下它的性能稳定，但在发生撞击或在压力下加热等特殊条件下会发生爆炸。与强碱作用后生成盐，这种盐在干燥时是炸药。

【功用】 本溶剂对油、树脂、橡胶等都有良好的溶解性，特别适用于丁腈橡胶。

29.8.6 硝基乙烷

英文名称为 nitroethane。

结构式



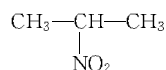
【性质】 无色易燃液体，具有稍类似于杏仁的气味。相对密度 1.052，熔点 -90°C ，沸点 114.0°C 。20 $^{\circ}\text{C}$ 时它在水中的溶解度为 4.5%，水在其中的溶解度为 0.9%。长期贮存时变色并生成腐蚀性产物。在压力下加热到高温时可爆炸。本品与强碱生成盐，在干燥情况下是一种炸药。此外，本品具有与硝基甲烷类似的溶剂性质。

【功用】 用作丁腈橡胶胶黏剂的溶剂。

29.8.7 2-硝基丙烷

英文名称为 2-nitropropane。

结构式



【性质】 液体。相对密度 0.992，熔点 -93°C ，沸点 120.3°C 。20 $^{\circ}\text{C}$ 时在水中的溶解度为 1.7%，水在其中的溶解度为 0.6%。

【功用】 橡胶用溶剂，胶浆用防凝胶剂。

29.8.8 二氧六环

英文名称为 dioxan。

结构式



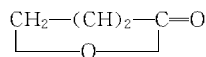
【性质】 无色液体，稍有香味。相对密度 1.036，熔点 11°C ，沸点 101°C 。具有醚类的一般特性。

【功用】 与水 and 许多有机溶剂混溶，作溶剂。橡胶工业中常用作丁苯橡胶、丁基橡胶和丁腈橡胶等的溶剂。

29.8.9 丁内酯

英文名称为 butyrolactone。

结构式



【性质】 无色油状液体。相对密度 1.1286，熔点 -44°C ，沸点为 206°C 。与水混溶。溶于甲醇、乙醇、乙醚、丙酮、苯。

【功用】 用作聚氨酯橡胶、氟橡胶、聚丙烯腈树脂等的溶剂。

参 考 文 献

- 1 董诚春. 橡胶原材料手册. 第1版. 北京: 化学工业出版社, 1996. 713~776
- 2 吕百龄主编. 橡胶助剂手册. 北京: 化学工业出版社, 2000. 314, 519, 582
- 3 吕百龄, 刘登祥主编. 实用橡胶手册. 北京: 化学工业出版社, 2001. 972
- 4 周学良主编. 橡塑助剂. 北京: 化学工业出版社, 2002. 443
- 5 李绍雄, 刘益军编著. 聚氨胶黏剂. 北京: 化学工业出版社, 1998. 123

第 5 篇 硫化橡胶粉和再生橡胶

第 30 章 概 述

硫化橡胶粉是废轮胎、废胶管、废胶带、废胶鞋等废橡胶制品经机械加工除去纤维和钢丝而制成的粒状或粉状体，称为硫化橡胶粉（以下简称胶粉）。再生橡胶是将一定粒径的胶粉经脱硫处理，再经捏炼、过滤和精炼加工而制成的混炼胶，称为再生橡胶（以下简称再生胶）。

当前，全世界每年有 1200 多万吨废旧橡胶制品产生（详见表 5-30-1），如何有效地利用它们，是关系到节约资源，防止污染环境的重要问题。以前是用废橡胶制品经粉碎、脱硫后制成再生橡胶，再按一定配比与生胶混炼制成各种橡胶制品。近 30 年来开始将废橡胶制品经粉碎后制成胶粉，直接与生胶混炼制成轮胎、胶管、胶带、胶鞋、胶板、电线、电缆及建筑材料等。也可将胶粒或胶粉与黏合剂混合制成防滑地砖、运动场跑道等。

我国是消耗橡胶的大国，但又是橡胶资源十分匮乏的国家，而胶粉和再生橡胶是生橡胶的补充资源，是我国橡胶工业不可缺少的主要原材料之一。对于我国的现状需要大力发展胶粉和再生橡胶。

目前我国废橡胶综合利用的途径主要是生产再生橡胶和胶粉，据测算 2002 年我国废橡胶产生量为 200 万吨左右，利用率已达到 70% 左右，其中生产再生橡胶 115.5 万吨居世界第一，而胶粉只有 15.1 万吨，尚处在开发阶段。

表 5-30-1 世界主要国家废轮胎生成量

国 别	年生成量/万吨	国 别	年生成量/万吨
美国	568	英国	48
中国	200	加拿大	37
俄罗斯	160	意大利	25
日本	115	合计	1209
德国	56		

第 31 章 硫化橡胶粉

硫化橡胶粉是由废橡胶制品（主要是废轮胎）经切割研磨加工而成。在 1970 年前后，美、英、日、德、加等国相继建立了废轮胎低温粉碎工厂，生产不同粒径的胶粉。胶粉生产工艺流程示意图见图 5-31-1。我国从 1980 年开始对胶粉应用于轮胎的研究，初期用传统的设备只能制成 40 目胶粉及 40 目活化胶粉，通过参考国外粉碎机的结构，现在已研制成功各种型号的粗碎机、中碎机和精碎机，可制成 80~200 目的精细胶粉。

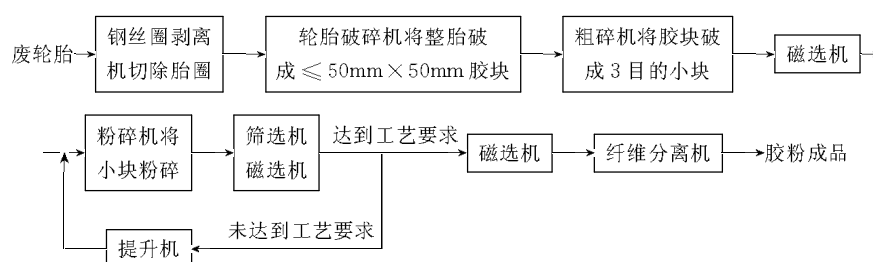


图 5-31-1 胶粉生产工艺流程

将废橡胶制品加工成胶粉与将其转化为再生橡胶，两种工艺相比较，前者可省去脱硫、水洗、干燥、精炼和压片等工序，同时还消除了脱硫和水洗对空气和水造成的污染。而且生产胶粉工艺简单，机械化、自动化程度高，用人工少。粗略估计，生产胶粉比生产同等质量和体积的再生橡胶节能 40% 左右（见表 5-31-1），此外，还可节约大量生产用水，这对节能、节水和减少对环境的污染具有重要意义。

表 5-31-1 生产橡胶及有关主要原材料能耗的比较

原材料名称	TOE /t	密度 /(kg/m ³)	TOE /m ³	原材料名称	TOE /t	密度 /(kg/m ³)	TOE /m ³
丁苯橡胶	3.1	940	2.9	操作油	1.3	950	1.2
天然橡胶	0.4	920	0.35	炭黑	2.4	1800	4.3
再生胶(一般法)	0.5	1200	0.6	二氧化硅(沉淀法)	0.7	2200	1.5
再生胶(低温化学法)	0.35	1200	0.4	陶土	0.3	2600	0.8
胶粉	0.3	1200	0.35	氧化锌	1.3	2700	3.5

注：TOE 表示相对耗油量。

31.1 普通胶粉的制法

普通胶粉是相对于活化胶而言，未活化的胶粉称为普通胶粉（简称胶粉），胶粉的制法一般有三种，即常法粉碎法、低温粉碎法和超微细粉碎法。欲知详情，请参阅有关专业书籍。

31.2 活化胶粉的制法

所谓活化胶粉是为提高胶粉络合物的性能，而对其表面进行化学处理的胶粉，已经实现

工业化生产的活化胶粉制造方法主要有饱和量硫化促进剂处理法和液体高分子材料-硫化剂处理法。

(1) 饱和量硫化促进剂处理法 这种方法是采用 2~3 份的硫化促进剂对 40 目的胶粉进行机械处理制得，通过处理的胶粉其表面均匀地附着一层硫化促进剂，从而使胶粉与基质胶料的界面处的交联键增加，使整个胶粉络合物硫化后成为一个均匀的交联物这种胶粉应用于轮胎，虽然其静态性能有所下降，但是其动态性能提高。在我国，这种活化胶粉已经工业化生产应用于轮胎，取得了较好效果。

(2) 液体高分子材料-硫化剂处理法 这种方法是采用约 12 份不饱和的可硫化的液体高分子材料与硫化剂共混，然后对胶粉进行机械处理制得。可采用的液体高分子材料有液体丁腈橡胶、液体丁苯橡胶、液体乙丙橡胶等，至于采用哪种液体高分子材料可根据胶粉种类和用途而定。经过处理的胶粉，能使其与基质胶很好地交联，并根据所用的液体高分子种类而赋予其耐油、耐臭氧等特性。根据应用实验，在物理性能不超出允许的范围内，可高比例掺用(40%~80%)。

31.3 胶粉的分类和性质

31.3.1 胶粉的分类及主要用途

胶粉按生产方法分可分为常温粉碎、低温粉碎和超微细粉碎 (RAPRA) 3 大类。不同的粉碎方法，其胶粉的形状、粒径和表面形态不同。

按胶粉的粒径分类，可分为胶屑、胶粒和胶粉 3 大类。通常，对粒径 >2mm 的称胶屑，粒径为 1~2mm 的称胶粒，粒径<1mm 的称胶粉。这种胶粉又细分为碎胶粉、粗胶粉、细胶粉、精细胶粉、微细胶粉和超微细胶粉等多种，详见表 5-31-2。

表 5-31-2 胶粉的种类及主要用途

分 类		粒 度		粉 碎 方 法	主 要 用 途
		细 度	目 数		
胶 屑 胶 粒		10~2mm 2~1mm	10~18	切削、打磨、滚筒	跑道、道渣垫层 铺路弹性层、垫板、草坪、地板砖
胶 粉	碎胶粉	1.0~0.5mm	12~30	滚筒、磨盘	铺路材料、手套防滑、再生胶
	粗胶粉	0.5~0.3mm	30~47		再生胶、活化胶粉
	细胶粉	0.3~0.25mm	47~60		塑料改性、橡胶掺用
	精细胶粉	250~175μm	60~80	冷 冻、湿 体、研 磨	橡胶掺用,改性沥青
	微细胶粉	175~74μm	80~200		橡胶掺用、翻胎
	超微细胶粉	74~45μm	200~325		代替橡胶、再生制品

胶粉的细度决定着胶粉的性能和用途。粒度越小，胶粉的性能越会得到改善与提高，但成本价格也将随之成倍和成几倍增长；反之粒度越大，性能也跟着下滑，掺用和代用效果也越差。目前，以粒子细度 30~40 目左右的粗胶粉最为经济，使用面也最广，既可作为再生胶的原料，又能直接使用，同时还可活化、改性，制成活化胶粉和改性胶粉。

31.3.2 胶粉的性质

(1) 形态 用常温法制得的胶粉，由于是利用剪切力进行的粉碎，所以在粒子表面有无数的凹凸，呈毛刺状态（有利于与其他材料结合），用低温粉碎法制得的胶粉，表面比较平滑。

(2) 性能 胶粉的性能随原材料和制造方法的不同而不同。现在市售的胶粉，是用载重

汽车轮胎、大型乘用车轮胎和小型乘用车轮胎制造的。由于轮胎材料构成的不同，故胶粉的性能也不同。另外，胶粉的制法不同，粒径不同，胶粉的性能也不同。此外，常温粉碎的胶粉表面呈毛刺状，而冷冻粉碎的胶粉表面呈圆滑状，因此，前者的表面积大于后者，易于与生胶结合，因此，拉伸强度和扯断伸长率均大于后者。

几种不同来源的胶粉的成分分析值见表 5-31-3。

胶粉硫化胶料的力学性能以 RAPRA 法制造的胶粉为例，其配方和力学性能分别列于表 5-31-4 和表 5-31-5。

表 5-31-3 胶粉成分的分析值

分析项目	PC 胶粉	PC+LT 胶粉	TB 胶粉	分析项目	PC 胶粉	PC+LT 胶粉	TB 胶粉
天然橡胶	20	40	70(70)	丙酮抽出物/%	19.4	16.9	12.5(15.5)
丁苯橡胶	80	45	20(10)	灰分/%	3.1	4.2	3.8(7.5)
顺丁橡胶		15	10(20)	炭黑/%	25.2	30.7	26.3(44)
橡胶烃含量/%	47.6	44.6	54.1(60)	其他氧化物/%	6.54	7.22	6.13

注：1. 括号内数字为我国现有 9.00-20 载重胎分析数字。

2. PC 为乘用车轮胎；LT 为轻型载重汽车轮胎；TB 为载重汽车、大型乘用车轮胎。

表 5-31-4 胶粉、再生胶、丁苯橡胶的胶料配方

单位：份

原材料名称	胶粉	再生胶	胶粉+丁苯橡胶	再生胶+丁苯橡胶	丁苯橡胶
胶粉(RAPRA 法)	100		82		
再生胶		100		82	
丁苯橡胶(1500)			100	100	100
氧化锌	2	2	3	3	3
硬脂酸	1	1	3	3	3
防老剂 124	1	1	1	1	1
促进剂 CZ	0.27	0.27	0.9	0.9	0.9
促进剂 DPG	0.24	0.24	0.8	0.8	0.8
硫黄	0.53	0.53	1.75	1.75	1.75
高耐磨炉黑			43	43	43
Dutre R			10	10	10

表 5-31-5 胶粉、再生胶、丁苯橡胶胶料的力学性能

性能	胶粉	再生胶	胶粉+丁苯橡胶	再生胶+丁苯橡胶	丁苯橡胶
拉伸强度/MPa	13.2	7.4	21.4	15.9	23.7
扯断伸长率/%	320	360	540	520	580
100%定伸应力/MPa	2.3	1.6	1.6	1.6	1.5
300%定伸应力/MPa	12.4	5.7	8.8	7.2	8.9
硬度(IRHD)	64	55	64	62	63
撕裂强度/(kN/m)	85	58	107	—	115
磨耗量/(g/1000r)	0.45	0.80	0.20	0.24	0.13

31.3.3 胶粉的质量标准

胶粉的国家标准 (GB/T 19208—2003) 于 2003 年 6 月颁布，2004 年 2 月实施，摘要如下。

31.3.3.1 定义

(1) 硫化橡胶粉 经各种不同粉碎方法、筛分并除去非橡胶组分所制取的不同粒径的颗

粒粉末。

- (2) 载重系列胎面硫化橡胶粉 使用以载重系列轮胎胎面橡胶为主制取的硫化橡胶粉。
- (3) 载重系列轮胎硫化橡胶粉 使用载重系列轮胎橡胶部分制取的硫化橡胶粉。
- (4) 轿车系列硫化橡胶粉 使用轿车系列轮胎橡胶部分制取的硫化橡胶粉。
- (5) 丁基类硫化橡胶粉 使用丁基硫化橡胶制品制取的硫化橡胶粉。
- (6) 胶鞋类硫化橡胶粉 使用布面鞋、胶面鞋橡胶部分制取的硫化橡胶粉。
- (7) 杂胶类硫化橡胶粉 使用各种规格内胎及工业橡胶制品制取的硫化橡胶粉。

31.3.3.2 硫化颗粒橡胶粒径标识 按粒径范围对硫化橡胶粉进行标识。

- (1) 颗粒硫化橡胶 粒径大于 1000 μm 的硫化橡胶。
- (2) 粗硫化橡胶粉 粒径为 425~1000 μm 的硫化橡胶粉。
- (3) 细硫化橡胶粉 粒径为 200~425 μm 的硫化橡胶粉。
- (4) 超细硫化橡胶粉 粒径小于 200 μm 的硫化橡胶粉。

31.3.3.3 硫化橡胶粉的分类

硫化橡胶粉依据橡胶制品的类别和材料进行分类，方法如表 5-31-6 所示：

表 5-31-6 硫化橡胶粉类别和材料

品 种	代 号	所 用 材 料
轮胎类硫化橡胶粉	A ₁	载重系列轮胎胎面硫化橡胶
	A ₂	载重系列轮胎外胎硫化橡胶
	A ₃	轿车系列轮胎外胎硫化橡胶
丁基类硫化橡胶粉	B	以丁基橡胶为主体的内胎、水胎及胶囊的硫化橡胶
胶鞋类硫化橡胶粉	C	以通用橡胶为主体的胶面鞋、布面鞋硫化橡胶
杂胶类硫化橡胶粉	D ₁	各种规格非丁基类内胎、水胎硫化橡胶
	D ₂	各种工业橡胶制品及硫化、使用过程中产生的废硫化橡胶

31.3.3.4 技术要求

- (1) 粒径标识、筛余物及倾注密度 粒径标识、筛余物及倾注密度技术要求见表 5-31-7。

表 5-31-7 硫化橡胶粉的粒径标识、筛余物及倾注密度技术要求

标称产品标号	分类标识 X	筛孔(及对应目数)/ μm	筛余物的质量分数/% \leq	倾注密度 ^① /(kg/m^3)
10 目	10-X	2000(10 目)	8	450~550
20 目	20-X	1000(20 目)	8	
30 目	30-X	600(30 目)	10	350~450
40 目	40-X	425(40 目)	10	
60 目	60-X	280(60 目)	10	260~350
80 目	80-X	200(80 目)	10	
100 目	100-X	160(100 目)	10	260 以下
120 目	120-X	125(120 目)	10	

① 为轮胎硫化橡胶粉执行的技术要求，试验方法执行 GB/T 14853.1。

- (2) 外观 硫化橡胶粉应质地均匀，不得含有目测可见的木屑、金属、砂砾、玻璃等非橡胶组分。

- (3) 化学分析技术指标 硫化橡胶粉按表 5-31-6 进行分类，执行表 5-31-7 中各项技术要求，并应符合表 5-31-8 中各项物理化学分析的技术指标。

表 5-31-8 硫化橡胶粉理化化学分析的技术指标

检 测 项 目	物化技术指标							试 验 方 法
	A ₁	A ₂	A ₃	B	C	D ₁	D ₂	
水分的质量分数/%	≤ 1.0	1.0	1.0	1.2	1.2	1.0	1.2	6.1.1
灰分的质量分数/%	≤ 8	8	8	10	35	10	30	GB/T 4498
丙酮抽出物的质量分数/%	≤ 12	12	15	12	15	16	20	GB/T 3516
橡胶烃的质量分数/%	≥ 45	42	40	45	26	40	30	GB/T 14837
炭黑的质量分数/%	≥ 28	28	25	25	20	30	20	GB/T 14837
金属的质量分数/%	≤ 0.02	0.08	0.08	0.05	0.08	0.08	0.08	6.2.4
纤维的质量分数/%	≤ 0	0.5	0.6	0	1	0.5	1	6.2.5

(4) 橡胶工业应用硫化橡胶粉的技术指标 橡胶工业应用硫化橡胶粉应符合表 5-31-9 中的各项要求。

表 5-31-9 橡胶工业应用硫化橡胶粉的技术指标^①

检 测 项 目	技术指标	试 验 方 法	检 测 项 目	技术指标	试 验 方 法
水分的质量分数/%	≤ 1	6.1.1	拉伸强度/MPa	≥ 15	GB/T 528
灰分的质量分数/%	≤ 8	GB/T 4498	扯断伸长率/%	≥ 500	GB/T 528
丙酮抽出物的质量分数/%	≤ 12	GB/T 3516			

① 表中各项技术指标适用于 60 目 (280μm) 以上或等同质量的轮胎硫化橡胶粉。

(5) 试验配方 试验配方见表 5-31-10。

表 5-31-10 混合胶料试验配方

单位：份

原材料名称	基 本 配 合	试 验 配 方	原材料名称	基 本 配 合	试 验 配 方
天然橡胶 ^①	100	300	促进剂 M	1.5	4.5
硫化橡胶粉	50	150	促进剂 NOBS	0.5	1.5
硫黄	3.5	10.5	3# 芳烃油	3	9
氧化锌	7.5	22.5	合计	167.5	502.5
硬脂酸	1.5	4.5			

① 马来西亚 1# 烟片胶。

注：硫化条件，142℃×15min，142℃×20min，142℃×30min。

31.4 胶粉对胶料性能的影响

胶粉对胶料性能的影响因素是多方面的，其主要因素有：①胶粉的粒径；②胶粉的用量；③胶料的原料来源。此外，胶粉中含有杂质（纤维、金属、灰尘及水分等）的多少以及粉碎方法的不同等，都会对胶料的性能带来影响。

31.4.1 胶粉粒径对胶料性能的影响

胶粉的粒径和粉碎方法有直接关系，为反映粒径对胶料性能的影响，以同一种粉碎方法制得的不同粒径的胶粉，在同样配方和工艺条件下，进行胶料性能的对比试验，以观察粒径对胶料性能的影响。

31.4.1.1 冷冻法粉碎的不同粒径的胶粉对胶料性能的影响

冷冻法粉碎的不同粒径的胶粉对胶料性能的影响见表 5-31-11。

表 5-31-11 冷冻法粉碎的不同粒径的胶粉对胶料性能的影响

性 能	无胶粉	胶粉粒径/ μm					
		<63	<100	<140	<160	<200	<250
		标准筛号/目					
		200	120	90	80	60	50
300%定伸应力/MPa	12.5	12.2	12.1	12.0	11.4	11.2	11.0
拉伸强度/MPa	18.7	18.5	18.0	17.8	17.5	17.1	16.8
扯断伸长率/%	485	475	470	465	465	455	460
撕裂强度/(kN/m)	55	65	63	62	62	60	58
硬度(TM-2)	64	66	66	66	65	64	64
回弹率/%	32	31	32	32	32	32	32
拉伸疲劳($\epsilon=150\%$)/千次	9.1	30.5	26.4	24	22	17.4	15
弯曲疲劳/千次	100	300	240	180	113	100	90
抗裂口增长/千次	36.5	105	90	85	74	58	48
磨耗量/(cm^3/J)	19.2	19.5	19.8	19.5	19.8	20.1	20.3

注：配方为丁苯橡胶 75 份，顺丁橡胶 25 份，冷冻法胎面胶粉 40 份；硫化条件， $143^\circ\text{C}\times 40\text{min}$ 。

从表 5-31-11 可以看出，胶粉的粒径越小，胶料的拉伸强度、扯断伸长率和磨耗等性能越接近未加胶粉的胶料。加有胶粉胶料的耐疲劳性能和抗裂口增长等动态性能均比未加胶粉的胶料有不同程度的提高，而且胶粉的粒径越小，提高的幅度越大。

31.4.1.2 常温法粉碎的不同粒径的胶粉对胶料性能的影响

常温法粉碎的不同粒径的胶粉对胶料性能的影响见表 5-31-12 和表 5-31-13。可以看出，常温法粉碎的胶粉，其粒径越小，胶料的性能越接近没有添加胶粉胶料的性能，拉伸强度和扯断伸长率随胶粉粒径的增大而降低，但抗屈挠裂口性能有明显的提高，其余各项性能与未加胶粉的胶料相近。

表 5-31-12 常温法粉碎的不同粒径的胶粉对胶料性能的影响

性 能	无胶粉	胶粉粒径/ μm				
		<130	<160	<210	<320	<400
		标准筛号/目				
		100	80	60	40	32
硬度(邵氏 A)	69	70	69	69	69	68
拉伸强度/MPa	30.40	27.85	26.67	27.56	26.28	24.61
扯断伸长率/%	611	600	574	581	564	531
300%定伸应力/MPa	11.67	10.59	10.98	11.08	10.88	10.98
回弹率/%	38	37	37	38	37	38
生热(ΔT)/ $^\circ\text{C}$	37	38	37.5	38	37	36
撕裂强度/(kN/m)	101	101	94.1	105.9	106.9	101
磨耗量/($\text{cm}^3/1.61\text{km}$)	0.267	0.310	0.312	0.308	0.290	0.302
屈挠龟裂/(万次/型)	16/233	6/332	11/332	12/332	7/332	10/223
屈挠裂口/(mm/45 千次)	11.4			9.1		8.0

注：配方为天数橡胶 100 份，中超耐磨炉黑 33 份，槽法炭黑 15 份，胎面胶粉 10 份；硫化条件， $143^\circ\text{C}\times 30\text{min}$ 。

表 5-31-13 不同粒径胶粉对 SBR 胶料性能的影响

项 目	标 准 筛 号				
	60 目	80 目	100 目	120 目	无胶粉
拉伸强度/MPa	20.85	21.00	21.05	21.5	22.50
300%定伸应力/MPa	15.5	15.5	15.9	16.0	16.0
扯断伸长率/%	460	460	465	468	480
扯断永久变形/%	18.0	17.5	16.8	16.5	16.0
硬度(邵尔 A)	63	62	62	62	62

注：配方为丁苯胶 100 份，HAF45 份，操作油 5 份，胎面胶粉 30 份；硫化条件， $142^\circ\text{C}\times 30\text{min}$ 。

31.4.2 胶粉用量对胶料性能的影响

胶粉用量对胶料性能的影响是配方设计者十分关心的一个问题，下面从不同的试验结果来观察胶粉用量对胶料性能的影响。

31.4.2.1 胶粉用量对特种胶料性能的影响

胶料用量对其胶料的性能的影响见表 5-31-14。胶粉规格见表 5-31-15。

表 5-31-14 胶粉用量对硫化胶性能的影响

生胶品种	胶粉配合量/%	硬 度 (邵尔 A)	100%定伸 应力/MPa	拉伸强度 /MPa	扯断伸 长率/%	压缩永久 变形/%	撕裂强度 (C 型)/(kN/m)
氟橡胶	0	82	5.5	11.6	220	20 ^①	
	5	82	6.1	12.1	220	18 ^①	
	10	81	6.1	11.7	200	21 ^①	
	20	81	5.9	11.7	200	21 ^①	
	40	81	5.9	11.7	200	30 ^①	
氯丁橡胶	0	69	4.1	12.4	300	12 ^②	26.3
	5	68	4.0	11.7	280	13 ^②	27.8
	10	67	3.8	12.1	280	13 ^②	26.1
	20	66	3.4	10.7	260	11 ^②	25.4
	40	65	2.8	10.7	260	13 ^②	24.7
丁腈橡胶	0	70	11.4 ^③	20.7	460	50 ^④	
	5	70	10.3 ^③	18.3	450	50 ^④	
	10	70	10.7 ^③	18.1	450	50 ^④	
	20	70	9.0 ^③	14.5	440	54 ^④	
	40	70	7.2 ^③	9.0	360	59 ^④	

① 200℃×70h。

② 100℃×22h。

③ 300%定伸应力。

④ 100℃×70h。

表 5-31-15 表 5-31-14 中配合用胶粉的规格

生 胶 品 种	胶粉规格(筛目通过量)/%				
	20 目	40 目	60 目	80 目	100 目
氟橡胶	100	99	87	68	50
丁腈橡胶	100	94	71	47	34
氯丁橡胶	100	96	69	29	23

在表 5-31-14 中，3 种特种合成橡胶分别配合了 5%~40% 的胶粉。氟橡胶配合胶粉后，未硫化胶的黏度升高，硫化胶的拉伸强度几乎没有什么变化，胶粉用量达到 20% 时，其胶料的压缩永久变形仍很稳定。氯丁橡胶配合胶粉后，同样具有优异的性能保持率，即使配合量达到 20%~40%，其性能也只是稍有下降，而且配合到 40% 时，也未发现撕裂强度有什么变化。丁腈橡胶的性能虽然是随胶粉配合量的增加而稍有下降，但其下降程度与通用橡胶相比还是很小的。

31.4.2.2 冷冻法粉碎的胶粉用量对胶料性能的影响

冷冻法粉碎的胶粉用量对胶料性能的影响见表 5-31-16。从表 5-31-16 中可以看出，冷冻法粉碎的胶粉（50 目）在该配方中添加 10 份时，对胶料的性能基本上没什么影响，而耐疲劳性能则大幅度提高，胶料的收缩率也有明显的降低。但随着胶粉用量的增加，胶料的性能也相应地降低。

31.4.2.3 常温粉碎精细胶粉用量对 SBR 胶料性能的影响

60 目常温粉碎胶粉不同用量对 SBR 胶料性能的影响见表 5-31-17。从表 5-31-17 可以看出，随着胶粉用量的增大，胶料的性能相应降低，但用量在 30 份以内时，其性能变化不大。

31.4.2.4 常温法粉碎的胶粉用量对 NR+BR 胶料性能的影响

常温法粉碎的胶粉的用量对胶料性能的影响以及用胶粉代替部分炭黑的试验结果见表 5-31-18。

表 5-31-16 冷冻法粉碎的胶粉用量对胶料性能的影响

性 能	胶粉用量/份				
	0	10	20	30	50
100%定伸应力/MPa	3.8	3.2	2.1	1.96	1.96
拉伸强度/MPa	17.8	17.8	17	16.4	13.5
扯断伸长率/%	360	386	411	407	360
撕裂强度/(kN/m)	92	92	68	81	57
脆性温度/℃	-70	-69	-66	-64	-58
回弹率/%	44	43	43	42	38
硬度(TM-2)	68	66	65	65	60
伸长疲劳($\epsilon=150\%$)/千次	15	55.8	31.8	29.6	7.0
弯曲疲劳($\epsilon=30\%$)/千次	210	336	150	96	48
磨耗量/[$\text{cm}^3/(\text{kW}\cdot\text{h})$]	256	260	293	280	284
收缩率/%	17	7	6	6	4

注：配方主要成分为丁苯橡胶 60 份，顺丁橡胶 40 份，炭黑 65 份，胶粉粒径 $<250\mu\text{m}$ (50 目)。

表 5-31-17 60 目胶粉用量对 SBR 胶料性能的影响

项 目	标 准 筛 号/目						
	0	10	20	30	40	50	60
拉伸强度/MPa	22.50	22.00	21.50	20.85	19.50	19.18	18.00
300%定伸应力/MPa	16.0	15.8	16.0	15.5	14.8	14.0	12.0
扯断伸长率/%	480	470	465	460	458	456	450
扯断永久变形/%	16.0	15.5	15.8	18.0	16.0	15.0	15.0
硬度(邵尔 A)	62	62	63	63	63	65	65

注：硫化条件为 $142^\circ\text{C}\times 30\text{min}$ 。

表 5-31-18 常温法粉碎的胶粉用量对胶料性能的影响

性 能	中超耐磨炉黑用量/份							
	50	45	45	45	45	45	45	45
	胶粉(80 目)用量/份							
	0	0	8 ^①	5	7.5	10	12.5	15
硫化胶密度/(g/cm^3)	1.108	1.095	1.121	1.099	1.099	1.100	1.101	1.102
硬度(邵尔 A)	59	56	59	57	56	56	55	56
拉伸强度/MPa	23.24	23.34	23.74	21.18	21.18	21.08	20.20	19.32
扯断伸长率/%	625	667	614	615	627	630	620	612
300%定伸应力/MPa	8.53	7.55	8.83	7.45	7.25	7.35	7.15	6.77
生热(ΔT)/℃	38	35	34.5	35	35.5	36.5	36.5	37.5
撕裂强度/(kN/m)	49.03	75.51	70.61	73.55	71.59	66.90	63.74	78.45
回弹率/%	45	48	46	47	46	46	46	46
屈挠龟裂/(万次/型)	50/000	50/000	50/000	50/000	50/000	50/000	50/200	50/000
屈挠裂口/(mm/45 千次)	15.8	14.5	13.0	15.0	11.1	10.9	8.0	7.0
100℃ \times 48h 老化后老化系数	0.49	0.53	0.53	0.50	0.45	0.45	0.50	0.51
屈挠裂口/(mm/45 千次)	13.6	14.5	10.3	12.5	10.7	9.5	7.0	7.2
磨耗量/($\text{cm}^3/1.61\text{km}$)	0.217	0.241	0.213	0.228	0.244	0.246	0.223	0.238

① 为半补强炉黑。

注：配方主要成分为天然橡胶 50 份，顺丁橡胶 50 份，10# 机油 6 份。

从表 5-31-18 的数据可以看出，配方中减少 5 份中超耐磨炉黑，添加 5~10 份常温法粉碎的胎面胶的胶粉，除拉伸强度稍有下降外，其他各项性能均无明显的差异。当胶粉添加到 15 份时，拉伸强度下降幅度较大，但抗屈挠裂口性能有明显改善，其他性能变化不大。

31.4.3 胶粉对不同胶种性能的影响

为了考察胶粉对不同胶种性能的影响，分别在天然橡胶、丁苯橡胶和顺丁橡胶中掺入了 30 份 60 目胶粉（见表 5-31-19）进行对比试验，结果如表 5-31-20 所示。表 5-31-20 数据表明，精细胶粉在通用橡胶中，对丁苯橡胶的性能影响较小。

表 5-31-19 基本配方

配方	NR	SBR	BR	60 目胶粉	ZnO	硬脂酸	促进剂 CZ/M	硫黄	高耐磨炭黑	操作油
A0	100			0	5	1.5	0.5/1	2.5		3
A1	100			30	5	1.5	0.5/1	2.5		3
B0		100		0	5	3	1/1	2.5	45	5
B1		100		30	5	3	1/1	2.5	45	5
C0			100	0	5	3	1/1	2.5	45	5
C1			100	30	5	3	1/1	2.5	45	5

表 5-31-20 精细胶粉对不同胶种性能的影响

性 能	A0	A1	B0	B1	C0	C1
拉伸强度/MPa	25.30	21.40	22.50	20.85	20.02	17.86
300%定伸应力/MPa	3.0	3.5	16.0	15.5	8.5	7.8
扯断伸长率/%	700	620	480	460	480	420
扯断永久变形/%	20	28	16	18	18	20
硬度(邵尔 A)	45	54	62	63	61	62

注：硫化条件为配方 A142℃×15min；配方 B 和配方 C142℃×30min。

31.4.4 不同来源的胶粉对胶料性能的影响

为了考察不同来源的胶粉对胶料性能的影响，曾对以天然橡胶为主的废胎的胶粉、以合成橡胶为主的废胎的胶粉以及翻胎时打磨和阿克隆磨耗试验磨下来的胶粉，与未加胶粉的硫化胶进行了性能对比试验，试验结果见表 5-31-21。

表 5-31-21 不同来源的胶粉对胶料性能的影响

胶 粉 来 源	无胶粉	以天然橡胶为主的废胎	以合成橡胶为主的废胎	翻胎打磨下来的胶粉	阿克隆磨耗下来的胶粉
胶粉粒径/ μm (目)		160(80)	160(80)	400(40)	800(20)
硬度(邵尔 A)	57	59	60	59	58
拉伸强度/MPa	25.20	22.59	22.59	22.06	24.61
扯断伸长率/%	628	604	551	549	595
300%定伸应力/MPa	85	95	115	94	102
生热(ΔT)/℃	38	39.5	41.5	41	37.5
撕裂强度/(kN/m)	86.30	75.51	81.40	71.59	65.70
回弹率/%	45	42	41	22	43
屈挠龟裂/(万次/型)	50/100	50/100	50/111	50/110	50/000
屈挠裂口/(mm/45 千次)	9.2	4.3	5.5	9.4	5.5
100℃×48h 老化后					
拉伸强度/MPa	16.77	16.67	16.48	14.71	19.14

续表

胶 粉 来 源	无胶粉	以天然橡胶 为主的废胎	以合成橡胶 为主的废胎	翻胎打磨 下来的胶粉	阿克隆磨耗 下来的胶粉
扯断伸长率/%	350	386	367	334	404
老化系数	0.37	0.47	0.49	0.41	0.52
磨耗量/(cm ³ /1.61km)	0.349	0.225	0.225	0.221	0.240

注：配方主要成分为天然橡胶 50 份，顺丁橡胶 50 份，中超耐磨炉黑 50 份，胶粉 5 份。

从表 5-31-21 可以看出以下两点。① 在配方中，分别添加了以天然橡胶为主的废胎，以合成橡胶为主的废胎和翻胎打磨下来的胶粉的胶料，其性能相近，但拉伸强度和撕裂强度稍低于未加胶粉的配方，抗屈挠裂口性能除翻胎打磨下来的脱粉配方外，其余均优于未加胶粉的配方。由此试验可以说明，虽然制作胶粉的原料（限轮胎类）来源不同，但对胶料性能的影响不大。② 将阿克隆磨耗试验磨下来的胶粉添加到胶料中去时，对胶料的性能几乎没什么影响，但撕裂强度稍低于未加胶粉的胶料，而耐屈挠裂口和耐老化性能则优于未加胶粉的胶料。这可能是因为阿克隆磨耗试验磨下来的胶粉，是由新胎面胶制成的，尚未经过老化过程，能较好地保持橡胶原有的性能。如果把各厂进行阿克隆磨耗试验和轮胎成品试验时磨下来的胶粉收集起来，把物理试验和成品试验后的废橡胶收集起来单独进行粉碎，则可以得到高质量的胶粉。

31.5 提高胶料性能的措施

31.5.1 调整硫化体系

配合了胶粉的胶料，在硫化时硫黄由橡胶相向胶粉方面移动，这样就导致了橡胶相，特别是胶粉和橡胶界面处的硫黄浓度降低，界面处的交联键减少。因此，橡胶相的平均交联密度下降，在界面上不能充分形成共交联键，故配合了胶粉的硫化胶的拉伸强度等性能下降。

为防止由上述原因造成的性能下降，可采取如下措施：

- ① 提高橡胶中的硫黄浓度（见图 5-31-2）；
- ② 采用硫化速度快的促进剂；
- ③ 采用过氧化物等无硫黄的硫化体系。

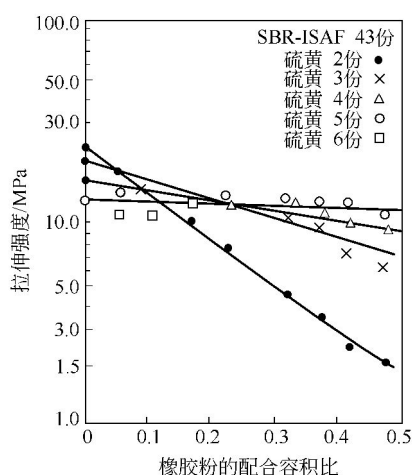


图 5-31-2 硫黄用量对配合胶粉的炭黑补强丁苯硫化胶拉伸强度的影响

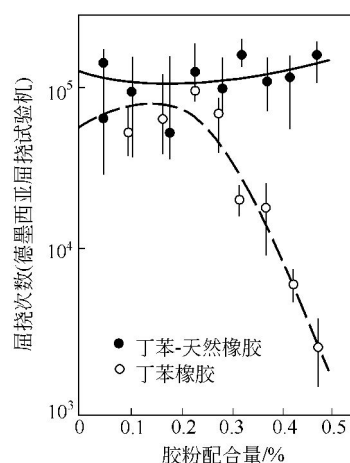


图 5-31-3 胶粉配合量对丁苯橡胶-天然橡胶并用胶以及丁苯橡胶硫化胶屈挠寿命的影响

橡胶的硫化速度和硫化剂的溶解度因胶种而异。因此，有时可通过与适当的橡胶并用，达到改善配合胶粉硫化胶性能的目的（见图 5-31-3）。

从以上不难看出，橡胶的配合及加工方法对配合胶粉的硫化胶性能的影响是很大的，对拉伸强度的影响情况如图 5-31-4 所示。

31.5.2 添加活性助剂

在橡胶配方中，添加适量的六亚甲基四胺（H）、间苯二酚（R）或改性酚醛树脂，可提高因添加胶粉而引起的拉伸强度下降，并可提高胶料的撕裂强度。尤其是在胶粉塑炼时，加入间苯二酚（R）和六亚甲基四胺（H）具有显著的效果。

（1）R/H 用量比对胶料性能的影响 在胶料中掺入 30 份用不同配比的 R、H 改性的硫化胶粉，并与未改性胶粉进行了对比，试验结果见表 5-31-22。从表 5-31-22 数据不难看出，加入改性胶粉的胶料，拉伸强度提高，硬度上升，扯断伸长率变化不大，扯断永久变形增加。当 R/H 比为 1/0.75 时，胶料的性能达到最佳值。

表 5-31-22 R/H 用量比对胶料性能的影响

性 能	R/H 用量比				
	未改性	1 : 0.5	1 : 0.7	1 : 0.9	1 : 1
硬度(邵尔 A)	48	52	56	56	56
拉伸强度/MPa	13.2	17.1	22.0	21.7	21.7
扯断伸长率/%	550	490	530	530	510
扯断永久变形/%	10	18	20	20	20

注：胶粉用量为 30 份。

（2）添加活性助剂 混炼时将多功能助剂 PA 与胶粉同时添加到密炼机中，配方及胶料性能见表 5-31-23。

表 5-31-23 胶粉与 PA 对胶料性能的影响

主要原料及项目	1#	2#	3#	主要原料及项目	1#	2#	3#
NR 份	30	30	30	拉伸强度/MPa	19.6	18.4	19.0
BR 份	35	37	37	扯断伸长率/%	600	520	624
SBR 份	35	30	30	撕裂强度/(kN/m)	113	115	122
胶粉(40 目)份	0	6	6	磨耗/(cm ³ /1.61km)	0.221	0.215	0.175
PA 份	0	0	1.5	裂口长度(4.5 万次)/mm	11.7	7.8	6.5
硫黄份	1.2	1.4	1.4				

从表 5-31-23 可看出，添加胶粉的 2# 配方的拉伸强度和伸长率均低于无胶粉的 1# 配方，而增加了多功能助剂 PA 的 3# 配方，其性能较 2# 配方均有提高，且接近 1# 配方。此外，3# 配方的撕裂强度、耐磨耗和抗屈挠裂口等动态性能均优于 1# 配方和 2# 配方。证明

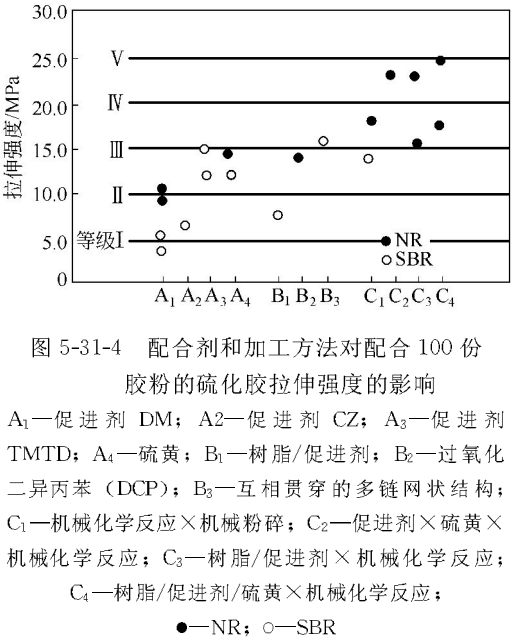


图 5-31-4 配合剂和加工方法对配合 100 份胶粉的硫化胶拉伸强度的影响

A₁—促进剂 DM；A₂—促进剂 CZ；A₃—促进剂 TMTD；A₄—硫黄；B₁—树脂/促进剂；B₂—过氧化二异丙苯（DCP）；B₃—互相贯穿的多链网状结构；C₁—机械化学反应×机械粉碎；C₂—促进剂×硫黄×机械化学反应；C₃—树脂/促进剂×机械化学反应；C₄—树脂/促进剂/硫黄×机械化学反应；●—NR；○—SBR

了胶粉和 PA 协同效应的贡献。

胶粉、活化胶粉生产厂家（大厂）如下。

- ① 深圳东部橡胶有限公司。
- ② 南京东浩胶粉有限公司。
- ③ 浙江绿环橡胶粉体工程有限公司。
- ④ 青岛绿叶科技发展有限公司。
- ⑤ 北京泛洋伟业胶粉有限公司。

第 32 章 胶粉应用于橡胶制品

胶粉添加到胶料中，可生产各种橡胶制品，例如轮胎、胶管、胶带、胶鞋、减振制品及建筑用橡胶制品。以胶粉替代传统的再生胶可提高其制品的质量，而且可省去再生胶生产过程中脱硫、塑炼、精炼等工艺，可节约大量的电能，更重要的是减少对空气和水的污染。

32.1 配方设计及混炼工艺

配方设计者应考虑到在轮胎胶粉中含有橡胶烃 50% 左右，因此配方中应相应地增加硫磺和促进剂的用量，但活化胶粉例外，或以 50% 的胶粉量代替生胶。混炼时应特别注意，首先应将胶粉与生胶混合均匀后薄通数次，再添加其他配合剂，切不可与填料同时添加。如果最后添加胶粉，将大大降低胶料的力学性能。这是编者研究胶粉应用于橡胶制品期间获得的两条原则，供读者参考。

此外，适量的胶粉添加到胶料中，不但可降低成本，还可提高质量、改善工艺性能，例如，轮胎胎面胶中添加 8 份 80 目胶粉，胎面挤出收缩率减小，尺寸稳定，硫化时流动性增加，成品无明疤和气泡，提高了合格率，且行驶里程提高了 10% 以上，胶料成本至少降低了 3%。现将国内外胶粉应用于各种橡胶制品的实例介绍如下。

32.2 胶粉应用于轮胎

胶粉在轮胎配方中的应用，在许多国家已有近 30 年的历史，具有成熟的工业化应用技术。我国对这项工作的开展是在引进子午线轮胎和大型工程轮胎生产技术后才起步的。1989 年活化胶粉研制成功，并在轮胎中进行应用试验，目前已有很多大、中型轮胎企业在部分配方中使用活化胶粉或 80 目精细胶粉，并已取得明显的成效。现将国内各轮胎厂应用胶粉的情况分别介绍如下。

3.2.1 活化胶粉应用于载重汽车和工程机械轮胎

河南轮胎厂于 1990 年开始研究 40 目活化胶粉在轮胎各部件中的应用，其试验比较全面。

(1) 混炼胶主要力学性能 汽车轮胎胎冠、胎侧以及工程机械轮胎胎冠、胎侧和内层帘布胶 5 种混炼胶，在加胶粉前后的主要力学性能对比分别列于表 5-32-1～表 5-32-5。

表 5-32-1 汽车胎胎冠胶加胶粉前后性能对比

性 能 项 目	未 加 胶 粉		5 份活化胶粉		10 份 活 化 胶 粉	
焦烧时间(120℃)/min	42.1		40.0		40.5	
硫化条件(137℃)/min	40	80	40	80	40	80
拉伸强度/MPa	25.2	26.2	26.3	24.5	24.3	24.4
扯断伸长率/%	575	555	595	525	550	550
300%定伸应力/MPa	9.0	10.5	9.8	10.4	9.6	9.6
扯断永久变形/%	20	18	21	16	19	17
硬度(邵尔 A)	61	62	60	62	60	62

续表

性 能 项 目	未 加 胶 粉		5 份活化胶粉		10 份活化胶粉	
回弹值/%	38	38	38	38	38	38
撕裂强度/(kN/m)	129	119	116	118	115	115
100℃×24h 老化后						
拉伸强度/MPa	17.5	—	16.5	—	16.6	—
扯断伸长率/%	380	—	355	—	380	—
撕裂强度/(kN/m)	77	—	72	—	77	—
老化系数	0.46	—	0.37	—	0.47	—
磨耗/(cm ³ /1.61km)	0.068		0.048		0.062	
疲劳系数(10 万次)	1.0		0.97		0.93	
屈挠裂口(15 万次)等级	1.0		1.0		1.0	
100℃×24h 老化后						
磨耗(cm ³ /1.61km)	0.491		0.528		0.526	
屈挠裂口(15 万次)等级	3.2		3.2		3.2	

表 5-32-2 汽车轮胎侧胶加胶粉前后性能对比

性 能 项 目	未 加 胶 粉		5 份活化胶粉		10 份活化胶粉	
门尼焦烧(120℃)/min	35.3		34.5		30.5	
硫化时间(137℃)/min	40	80	40	80	40	80
拉伸强度/MPa	25.8	25.2	22.3	21.7	22.0	20.3
扯断伸长率/%	635	620	560	575	570	525
300%定伸应力/MPa	7.4	8.4	8.3	7.9	7.6	7.8
扯断永久变形/%	16	13	15	13	14	13
硬度(邵尔 A)	54	55	54	55	53	55
回弹值/%	43	43	43	44	43	43
撕裂强度/(kN/m)	111	108	99	98	97	91
100℃×24h 老化后						
拉伸强度/MPa	17.5	—	16.0	—	15.3	—
扯断伸长率/%	430	—	430	—	410	—
老化系数	0.46	—	0.55	—	0.50	—
撕裂强度/(kN/m)	68	—	63	—	71	—
屈挠裂口(15 万次)等级	0,0		0,0		0,0	
疲劳系数(10 万次)	0.93		0.91		0.93	
100℃×24h 老化后						
屈挠裂口(15 万次)等级	0,0		1,1		1,1	

表 5-32-3 工程轮胎冠胶加胶粉前后性能对比

性 能 项 目	未 加 胶 粉			5 份活化胶粉		
流变仪(137℃)						
$M_H/N \cdot m$	6.69			6.69		
$M_L/N \cdot m$	1.57			1.61		
t_5/s	1044			940		
t_{90}/s	3047			2883		
焦烧时间(120℃)/min	44.0			44.5		
硫化条件(137℃)/min	50	80	120	50	80	120
拉伸强度/MPa	25.0	24.3	22.7	23.8	22.7	22.6
扯断伸长率/%	575	510	525	540	540	515
300%定伸应力/MPa	10.6	10.8	10.8	10.0	9.9	10.4
扯断永久变形/%	27	20	17	24	20	18
硬度(邵尔 A)	63	64	64	63	65	64
回弹值/%	34	34	34	34	33	34
撕裂强度/(kN/m)	110	101	119	120	101	100

续表

性 能 项 目	未 加 胶 粉			5 份活化胶粉		
100℃×24h 老化后						
拉伸强度/MPa	19.5	—	—	18.6	—	—
扯断伸长率/%	405	—	—	375	—	—
撕裂强度/(kN/m)	77	—	—	79	—	—
老化系数	0.55	—	—	0.54	—	—
磨耗/(cm ³ /1.61km)	0.325			0.318		
疲劳系数(10 万次)	0.66			0.81		
屈挠裂口增长(15 万次)/mm	15.44/13.88			13.90/13.44		
耐刺扎性能/(N/针)	143			153		
100℃×24h 老化后						
磨耗/(cm ³ /1.61km)	0.495			0.480		
屈挠裂口增长(15 万次)/mm	16.80/15.00			16.00/16.50		

表 5-32-4 工程轮胎侧胶加胶粉前后性能对比

性 能 项 目	未 加 胶 粉			10 份 活 化 胶 粉		
流变仪(137℃)						
$M_H/N \cdot m$	5.39	5.57				
$M_L/N \cdot m$	1.23	1.18				
t_5/s	732	966				
t_{90}/s	2418	2358				
硫化条件(137℃)/min	80	120	240	80	120	240
拉伸强度/MPa	25.2	24.9	22.4	18.3	17.2	16.5
扯断伸长率/%	605	595	575	500	490	475
300%定伸应力/MPa	8.8	8.6	8.5	9.1	9.1	9.0
扯断永久变形/%	22	19	14	12	11	9
硬度(邵尔 A)	56	56	56	59	59	59
回弹值/%	35	35	34	36	35	35
撕裂强度/(kN/m)	90.8	86.4	75.5	84.0	91.0	83.3
疲劳系数(10 万次)	0.81	—	—	0.93	—	—
屈挠裂口(15 万次)等级	0,1	—	—	0,1	—	—
屈挠裂口增长(15 万次)/mm	10.2/10.2	—	—	7.24/7.40	—	—
100℃×24h 老化后						
拉伸强度/MPa	14.2	—	—	11.8	—	—
扯断伸长率/%	364	—	—	340	—	—
老化系数	0.34	—	—	0.44	—	—
撕裂强度/(kN/m)	47	—	—	54	—	—
屈挠裂口(15 万次)等级	1.1	—	—	1.1	—	—
屈挠裂口增长(15 万次)/mm	21.1/17.1	—	—	19.5/18.3	—	—
与胶帘布黏合强度/(kN/m)	14.38			15.26		

表 5-32-5 内层帘布胶加胶粉前后性能对比

性 能 项 目	未加胶粉		10 份活化胶粉		性 能 项 目	未加胶粉	10 份活化胶粉
焦烧时间(120℃)/min	22.3		18.6		疲劳系数(10 万次)	0.82	0.93
硫化条件(137℃)/min	30	80	30	80	H 抽出(1400dtex/2)/(N/根)	175.5	154.7
拉伸强度/MPa	26.9	23.0	21.5	20.6	黏合强度(V1)/(kN/m)	8.3	8.4
扯断伸长率/%	575	525	548	500	100℃×24h 老化后		
300%定伸应力/MPa	7.9	7.8	7.1	7.7	拉伸强度/MPa	17.5	14.7
扯断永久变形/%	26	15	25	12	扯断伸长率/%	445	405
硬度(邵尔 A)	55	55	55	55	老化系数	0.64	0.54
回弹值/%	55	55	52	51	撕裂强度/(kN/m)	30	36
撕裂强度/(kN/m)	61	44	67	48	H 抽出/(N/根)	126.5	123.5

由表 5-32-1~表 5-32-5 可以看出,在上述 5 个配方中加入 5~10 份活化胶粉,胶料的拉伸强度均有不同程度的下降,且活化胶粉用量越多,拉伸强度下降越多。焦烧时间和正硫化时间缩短,这是由于胶粉中残存有硫化剂和活化处理时添加活化剂所致。耐疲劳性能多数有所提高,其余性能基本保持在同一个水平。

工程胎侧胶由于合成胶用量由 40 份扩大到 60 份,又加入 10 份活化胶粉,配方做了较大变动,因此试验配方的拉伸强度和扯断伸长率下降较多,而撕裂强度、老化后性能以及胎侧胶与挂帘线黏合强度等主要性能均有所提高。其余配方均为在原配方基础上直接加入活化胶粉,配方未做调整。

(2) 成品力学性能

① 9.00-20 外胎例查结果 加入活化胶粉前后生产的 9.00-20 外胎解剖例查统计结果见表 5-32-6,从表 5-32-6 看出,胎冠和胎侧加入 5 份活化胶粉后,其拉伸强度和扯断伸长率降低,扯断永久变形小,其他性能接近。内层帘布胶中加入 10 份活化胶粉后,布层间的黏合强度相同。加胶粉后所有性能均达到国标要求。

表 5-32-6 9.00-20 外胎解剖例查结果

性 能 项 目	胎冠(6 次平均值)		胎侧(15 次平均值)	
	未 加 胶 粉	5 份活化胶粉	未 加 胶 粉	5 份活化胶粉
拉伸强度/MPa	24.6	22.1	21.2	19.8
扯断伸长率/%	525	488	656	526
300%定伸应力/MPa	10.9	10.4	8.8	8.6
硬度(邵尔 A)	57.5	57.9	—	—
扯断永久变形/%	11.7	10.9	10.5	9.8
磨耗量/(mm ³ /1.61km)	0.073	0.078	—	—
性 能 项 目	胎体(15 次平均值)			
	无 胶 粉		10 份 活 化 胶 粉	
黏合强度/(kN/m)				
2~3 层	7.8		7.8	
3~4 层	8.7		8.6	
4~5 层	8.5		8.5	
5~6 层	9.6		9.7	

② 14.00-24 外胎例查结果 工程机械轮胎 14.00-24 外胎加活化胶粉前后的成品例查结果对比列于表 5-32-7。从表 5-32-7 结查看出,胎冠胶中加 5 份徐州活化胶粉后,拉伸强度和 300%定伸应力略有下降,扯断伸长率、硬度、扯断永久变形、阿克隆磨耗均相近。胎侧胶由于合成胶用量增加,拉伸强度和扯断伸长率降低较多,但扯断永久变形小、胎侧与外层间黏合强度提高,这对成品的使用是有利无弊的。

表 5-32-7 14.00-24 外胎加活化胶粉前后例查结果

性 能 项 目	胎 冠		胎 侧	
	未 加 胶 粉	5 份活化胶粉	无 胶 粉	10 份活化胶粉
拉伸强度/MPa	23.9	22.2	20.9	17.7
扯断伸长率/%	495	500	570	500
300%定伸应力/MPa	11.3	10.1	8.5	9.4
硬度(邵尔 A)	61	60	58	60
扯断永久变形/%	17	16	12	10
磨耗量/(cm ³ /1.61km)	0.417	0.420	—	—
胎侧与外层黏合强度/(kN/m)	—	—	12.33	13.46

(3)成品耐久性试验

① 成品耐久性 以 9.00-20-14PR 为例,胎冠和胎侧加 5 份活化胶粉,内层帘布胶加 10 份活化胶粉,统计例查结果,加胶粉前后耐久性试验平均时间分别为 83.65h 和 95.8h。

由此可见,胎冠、胎侧、内层帘布胶 3 个配方中加入 5 份或 10 份活化胶粉,成品的耐久性不仅没有降低,反而有所提高。这是由于加胶粉后对胶料的耐动态疲劳性能提高有重要作用。

② 成品耐久性试验前后帘布层间黏合强度 抽取在吉安、广州的 9.00-20 里程试验胎和在长沙的 11.00-20 里程试验胎及耐久性试验后的轮胎,做解剖试验,结果见表 5-32-8。

表 5-32-8 内层帘布胶加胶粉前后成品黏合强度

单位: kN/m

层 次	吉安 9.00-20		长沙 11.00-20			广东 9.00-20	
	加胶粉新胎	加胶粉耐久性试验 97.17h 后	加胶粉新胎	加胶粉耐久性试验 81.83h 后	无胶粉耐久性试验 84h 后	加胶粉新胎	无胶粉新胎
2~3 层	6.9	5.8	8.1	7.1	7.2	8.3	9.2
3~4 层	7.6	5.5	9.1	7.7	8.0	9.2	8.7
4~5 层	6.5	5.3	9.1	6.7	6.3	7.8	9.9
5~6 层	7.4	5.0	9.9	7.2	6.3	9.1	8.2
6~7 层	7.5	5.4	9.9	6.8	6.3	7.9	8.1

注:活化胶粉均为 10 份。

由表 5-32-8 结果看出,加胶粉的新胎或经耐久性试验后的轮胎帘布层间黏合强度均不低于未加胶粉者,这进一步证明了在内层帘布胶中加 10 份活化胶粉不会影响轮胎质量。

(4) 实际里程试验 为了全面鉴定含有胶粉的轮胎实际使用质量,先后做了 5 批共 555 条 9.00-20 和 11.00-20 规格外胎,发往江西吉安、湖南长沙、广东清远、广州(全国轮胎评比试验组)等地进行实际里程对比试验。从这几批试验胎的结果来看,应用胶粉对轮胎耐磨、抗刺、肩空等均无不良影响。值得特别提出的是在广州全国评比试验组的试验结果表明:在载重汽车轮胎胎冠、胎侧、内层帘布胶中各掺用 10 份粒径为 425 μ m 的安阳活化胶粉,其耐磨性与未掺用胶粉者基本一致,相差甚微,胎体质量均无问题,详见表 5-32-9。因江西吉安、广东清远试验管理工作欠佳,试验结果缺乏可比性,故本报告未将这些试验点的结果列入。但从现场观察及用户反映来看,掺用胶粉与否,轮胎质量没有明显的差别,胎面磨面正常,胎体无肩空、脱层等质量毛病。

表 5-32-9 广州里程试验结果

胎 别	车 号	考核胎数	行驶里程 /km	花纹高度/mm		单耗 / (km/mm)	相对耐磨性 /%
				原 有	剩 余		
正常胎	T0280	6	84382	15.4	3.8	7274	—
	T0094	5	88047	15.5	3.7	7462	—
	T0207	6	85112	15.5	4.5	7737	—
	平均		85847	15.5	4.0	7491	100.00
试验胎	T0103	5	90712	15.6	3.9	7753	—
	T0104	4	89048	15.4	3.4	7421	—
	平均		89880	15.5	3.7	7587	101.28

注:正常胎崩花较多,试验胎有磨冠现象,两者磨面均较粗糙;胎体无脱层等问题;可翻新率 100%。

① 湖南长沙里程试验组试验

a. 轮胎规格 9.00-20-14PR。

b. 方案 ④ 正常生产。

⑤ 胎冠、胎侧各掺用 5 份粒径为 425 μ m 的安阳活化胶粉。

c. 装车方法 各装 2 辆车，其中④方案有 1 辆车车况不正常，整车不考核。

d. 试验时间 1991 年 5 月~1992 年 8 月。

e. 试验结果 见表 5-32-10。

表 5-32-10 长沙里程试验结果

胎 别	车 号	考核胎数	行驶里程 /km	花纹高度/mm		单耗 /(km/mm)	相对耐磨性 /%
				原 有	剩 余		
正常胎	3007	6	80902	16.0	5.4	7675	—
	平均		80902	16.0	5.4	7675	100.00
试验胎	2002	6	84335	15.8	5.0	7809	—
	2022	6	86639	15.8	4.8	7885	—
	平均		85487	15.8	4.9	7847	102.24

② 广州全国轮胎评比试验组试验

a. 轮胎规格 9.00-20-14 PR (8 层 140tex/2)。

b. 方案 ④ 正常生产。

⑤ 胎冠、胎侧、内层帘布胶各掺用 10 份安阳活化胶粉。

c. 装车方法 各装 3 辆车，其中⑤方案有 1 辆车车况不好，整车不考核。

d. 试验时间 1992 年 10 月~1993 年 9 月。

e. 试验结果 见表 5-32-9。

(5) 工艺性能 在正常配方中添加 5 份或 10 份活化胶粉，密炼机混炼时，炼胶功率略高于未加胶粉者，排胶温度约高 3~5℃；胎冠挤出时易破边，挤出半成品收缩率小；由于胶料黏性不如未加胶粉者，在胎面接头时有的因胎侧粘接不牢而脱开，此情况冬季比较明显，随着生产熟练程度的提高，操作工掌握了含胶粉胶料的特性，这些问题现已基本解决；挤出表面粗糙不平，有小颗粒，在胎侧比较明显，对此不必担心，这对改善硫化外观质量有利。胎冠、胎侧用胶粉后，轮胎外观合格率不但没有降低，而且有所提高，1993 年 1~8 月份，外胎合格率达 99.87%，创历史最高水平，这在国内轮胎生产厂家也是少有的。内层帘布胶掺用胶粉后压延无掉皮、脱层、起花等毛病；帘布贴合、成型操作性能良好，夏季不发黏，比不加胶粉者好操作，冬季也不发干。总之，加胶粉胶料工艺性能良好。

(6) 经济效益 配方中掺用胶粉后，含胶率降低，节约生胶，降低了生产成本。按 1993 年年产量计算，全年节约成本费 350 万元，节约生胶 525t，经济效益十分显著。若全国各轮胎厂都采用，其经济效益和社会效益是极为可观的。经济效益的情况见表 5-32-11。

表 5-32-11 经济效益分析表

用 胶 粉 部 件	原配方含胶率/%	现配方含胶率/%	节约生胶/(t/年)	降低成本/(万元/年)
汽车胎胎冠胶	58.12	56.31	108.3	62.8
汽车胎胎侧胶	59.56	57.84	109.3	68.0
工程胎胎冠胶	57.67	56.03	50.7	50.0
工程胎胎侧胶	57.41	52.80	35.0	29.2
内层帘布胶	62.88	59.16	221.7	140.0
合计	—	—	525.0	350.0

上述一系列试验结果表明：在载重轮胎和工程机械轮胎的胎冠、胎侧和内层帘布胶中掺用 5~10 份胶粉，除胶料的拉伸强度比未加胶粉者有所降低外，其他性能均无大差别。天津橡胶工业研究所及国外大量试验数据证明，粒径适当的胶粉对改善胶料动态性能、降低损耗模量有显著效果。掺用胶粉的轮胎成品力学性能试验表明，除拉伸强度外，其他性能变化不明显。胎面各项性能指标均达到原国家标准，内层帘布胶黏合强度未见降低，轮胎耐久性试验时数还有所提高，耐久性试验及实际使用后轮胎胎体布层间胶与帘线黏着良好，黏合强度仍保持在较高水平。不论里程试验还是社会上百万余条轮胎的实际使用，均未出现质量问题。这些情况足以说明，在轮胎中应用活化胶粉，只要使用得当，产品质量不但不会降低，有些性能还会有所提高。因此，在轮胎中适量掺用胶粉，产品质量可保证无虞。

32.2.2 冷冻法 80 目胶粉在轮胎中的应用

青岛第二橡胶厂应用气冷法生产的 80 目胶粉做了轮胎试验，简要介绍如下。
冷冻法 80 目胶粉未出现之前，国内再生胶厂只能生产 40 目活化胶粉，于是用 40 目活化胶粉和 80 目冷冻法胶粉在胎侧和胎面胶料中掺用 10 份分别做了对比试验，具体结果如下。

(1) 胎侧胶对比试验结果（见表 5-32-12）

表 5-32-12 胎侧胶对比试验结果

试 验 项 目		40 目 活 化 胶 粉			80 目 冷 冻 胶 粉		
硫化时间(143℃)/min		30	40	60	30	40	60
拉伸强度/MPa		17.3	18.9	18.0	18.5	20.5	20.2
300%定伸应力/MPa		7.5	9.0	9.0	7.3	9.4	9.5
扯断伸长率/%		572	534	512	614	552	532
硬度(邵尔 A)		56	58	58	56	58	58
扯断永久变形/%		21	19	14	23	18	16
143℃×45min 回弹性/%			40			43	
143℃×40min 老化系数(100℃×24h)			0.50			0.57	
流变特性	M_L		17.3			18.0	
	M_H		65.8			66.3	
	t_{10}/min		9.2			9.0	
	t_{90}/min		32.6			33.0	

注：基本配方为生胶 100 份，胶粉 10 份，活性剂 5 份，防老剂 4 份，软化剂 12 份，炭黑 60 份，促进剂 0.6 份，硫黄 1.8 份。

(2) 胎冠胶对比试验结果（见表 5-32-13） 从表 5-32-12、表 5-32-13 的试验结果可以看出，虽然 40 目胶粉进行了表面活化处理，但由于粒径太大，拉伸强度、300%定伸应力及弹性、生热、老化、撕力及耐裂口扩展性均不如 80 目普通胶粉。说明胶粉粒径对胶料的性能有很大的影响，轮胎中应用胶粉不考虑粒径因素是不妥当的。

表 5-32-13 胎冠胶对比试验结果

试 验 项 目		40 目 活 化 胶 粉			80 目 冷 冻 胶 粉		
硫化时间(143℃)/min		30	40	60	30	40	60
拉伸强度/MPa		19.4	18.3	18.1	20.0	19.8	19.5
300%定伸应力/MPa		8.3	8.6	8.9	8.2	9.6	9.6
扯断伸长率/%		544	512	492	572	514	520
硬度(邵尔 A)		62	62	62	62	62	64
扯断永久变形/%		14	12	11	16	12	11
阿克隆磨耗量/(cm ³ /1.61km)			0.074			0.062	
143℃×45min 回弹性/%			36			36	
143℃×50min 古氏生热/℃			22			21	

续表

试 验 项 目		40 目 活 化 胶 粉			80 目 冷 冻 胶 粉		
143℃×40min 老化系数(100℃×24h)			0.45			0.49	
143℃×40min/60min 撕力/(kN/m)			97/101			113/111	
143℃×50min 割口屈挠(5 万次裂口宽)/mm			17.5			15.1	
流变特性	M_L		21.0			20.3	
	M_H		73.9			72.9	
	t_{10}/min		9.2			10.5	
	t_{90}/min		32.2			33.7	

注：基本配方为生胶 100 份，胶粉 10 份，活性剂 8 份，软化剂 9.5 份，防老剂 4.5 份，炭黑 53 份，促进剂 0.8 份，硫黄 1.5 份。

(3) 耐久性比较 根据表 5-32-12 胎冠胶基本配方，分别用 40 目活化胶粉和 80 目冷冻胶粉在同样的工艺条件下各做一条 9.00-20-14PR 胎，在同一机床转鼓两侧同一时间进行耐久性试验，结果见表 5-32-14。

表 5-32-14 耐久性试验结果

项 目	气压变化/%		外直径变化/%		断面宽变化/%		冠部温度/℃		肩部温度/℃		累计运行时间/h		累计运行里程/km	
	80 目	40 目	80 目	40 目	80 目	40 目	80 目	40 目	80 目	40 目	80 目	40 目	80 目	40 目
运 行	80 目	40 目	80 目	40 目	80 目	40 目	80 目	40 目	80 目	40 目	80 目	40 目	80 目	40 目
47h	+19	+21	+0.2	+0.5	+0.8	+0.8	54	58	58	55				
试 验 结 束	+40	+25	+0.3	+0.6	+1.4	+1.0	82	84	87	88	98h 20min	90h 30min	5248	4923

从耐久性试验结果看，胎冠胶应用 80 目冷冻胶粉的轮胎累计运行时间比应用 40 目活化胶粉的轮胎高出近 8h，这可从轮胎冠部、肩部的温度变化上得到解释，温度是导致轮胎肩部脱空的主要原因之一。胎冠胶应用 80 目冷冻胶粉的轮胎运行过程中，冠部、肩部的温度低于应用 40 目活化胶粉的轮胎的冠部的肩部的温度，必然运行时间长，耐久性能好，这也可以从两种胶料的生热（古氏）和回弹性得到解释，因此胶粉粒径对轮胎的耐久性的影响也是明显的。

总之，80 目冷冻胶粉各项性能均优于 40 目活化胶粉。

(4) 80 目冷冻胶粉在胎冠胶上的应用试验 轮胎胎冠胶是轮胎的主要部件之一，胎冠胶性能的好坏直接影响着轮胎的耐久性能，因而，将 80 目冷冻胶粉在胎冠胶上做试验，可以有效地检验该胶粉对轮胎性能的影响。分别做了室内小配合试验、生产工艺试验、成品力学性能试验和耐久性试验，结果如下。

① 小配合试验(结果见表 5-32-15) 从表 5-32-15 可以看出，胎冠胶配方中应有 10 份胶粉后，除拉伸强度、300%定伸应力、扯断伸长率有所下降外，其他的性能均接近或略好于原配方。

表 5-32-15 小配合试验结果

试 验 项 目	原 配 方			加 80 目冷冻胶粉配方		
硫化时间(143℃)/min	30	40	80	30	40	60
拉伸强度/MPa	22.8	25.1	23.9	20.8	20.7	20.3
300%定伸应力/MPa	9.4	10.7	10.4	7.9	8.8	9.9
扯断伸长率/%	572	580	546	584	538	488
硬度(邵尔 A)	58	60	60	58	58	58

续表

试 验 项 目		原 配 方			加 80 目冷冻胶粉配方		
扯断永久变形/%		11	12	10	14	11	9
阿克隆磨耗量/(cm ³ /1.61km)		0.078			0.064		
143℃×45min 回弹性/%		44			43		
143℃×40min 撕力/(kN/m)		112			118		
流变特性	M_L	17.0			18.5		
	M_H	70.0			68.8		
	t_{10}/min	10.8			9.7		
	t_{90}/min	25.8			29.5		

注：基本配方为生胶 100 份，胶粉 10 份，活性剂 8 份，软化剂 9.5 份，防老剂 4.5 份，炭黑 5.5 份，促进剂 0.6 份，硫黄 1.8 份。

② 生产工艺试验 应用胶粉的配方在混炼时，要求将胶粉和生胶同时加压，并相应延长加压时间，以求胶粉和生胶混合均匀；应用胶粉的混炼胶的门尼黏度较大，如果不调整混炼的操作方法，有可能影响胎面的挤出，所以混炼时操作方法要做相应调整，以达到满足挤出工艺要求为目的。除此之外，其他工序如挤出、成型硫化等无需调整，应用胶粉的配方能够满足这些工序的工艺要求，并且在有些工序上，如挤出等较原配方有所改进，应用胶粉的胶料挤出收缩率小，尺寸易掌握。此外，应用 80 目冷冻胶粉的胶料，无论是混炼胶片还是挤出后的胎面，表面均比用 40 目活化胶粉的胶料光滑。

③ 成品力学性能和耐久性试验 轮胎规格 9.00-20-14PR，硫化条件为 145℃×60min，双模定型硫化机硫化。成品力学性能见表 5-32-16。

表 5-32-16 成品力学性能

项 目	拉伸强度/MPa			300%定伸应力/MPa			扯断伸长率/%			硬度(邵尔 A)			扯断永久变形/%			阿克隆磨耗 (cm ³ /1.61km)
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	
性能	19.6	20.5	19.1	9.0	9.8	8.8	512	510	505	55	55	60	9	9	9	0.078

成品耐久性：按国家标准做耐久性试验，累计运行时间为 95h 50min，胎肩起鼓。运行时间超过国家 A 级品标准（77h）18h 多，试验证明可投入生产。

3.2.3 常温法 80 目胶粉在斜交胎中的应用

东风金狮轮胎有限公司于 2000 年用深圳东部橡塑实业有限公司常温法生产的 80 目胶粉做了应用于斜交胎的试验，简要介绍如下。

40 目活化胶粉与 80 目胶粉对比试验。

(1) 基本配方（份）

生胶	100	硫黄	1	防老剂	4
氧化锌	4	促进剂	1.2	芳烃油	7
硬脂酸	3	炭黑	56	胶粉	变量

现生产配方Ⅰ：40 目活性胶粉 4 份。试验对比配方Ⅱ：80 目胶粉 8 份。

(2) 胶料物理性能 两种对比胶料的物理性能见表 5-32-17。

焦烧时间和正硫化时间有所延长（这可能是加大胶粉用量，对硫黄、促进剂的吸附增加造成的），但其变化不大，其突出优点是抗屈挠龟裂性能有较显著的提高。其余物理性能相当。

表 5-32-17 两种对比胶料的物理性能

性 能 项 目	配方 I	配方 II	性 能 项 目	配方 I	配方 II
门尼焦烧时间 $t_3(120^{\circ}\text{C})/\text{min}$	35.0	39.1	扯断伸长率/%	405	403
正硫化时间 $t_{90}(143^{\circ}\text{C})/\text{min}$	18.4	19.5	拉伸强度/MPa	16.0	16.1
硫化胶物性(143℃×35min)			屈挠龟裂/万次	6.0	9.0
硬度(邵尔 A)	64	64	阿克隆磨耗量/($\text{cm}^3/\text{L}, 61\text{km}$)	0.12	0.13
老化 $100^{\circ}\text{C} \times 48\text{h}$ 后物性					

(3) 胶料的加工性能

① 混炼工艺 在 GK270 密炼机上进行两段混炼：一段胶采用 40r/min 进行混炼，胶粉与生胶一同加入， 155°C 排胶，共约 5min；另一段胶停放 8h 后，采用 20r/min 加入硫黄、促进剂，共约 3.5min。通过快检结果及胶料断面观察分析可知，胶粉在胶料中分散良好，增加 4 份胶粉对混炼工艺无不良影响。

② 胎面压出性能 胎面半成品在国产 10in 挤出机上压出，配方 II 比配方 I 胶粉用量增加了 4 份，由于增加了颗粒状填料含量，降低了胶料中高分子的流变弹性效应，压出胎面的尺寸稳定，压出速度可适当提高。总之，胶料压出性能得以改善。

(4) 成品胎性能 用配方 II 胶料作胎冠胶，制造了 9.00-20-14PR 轮胎，并进行了室内性能试验。成品胎胎冠胶物理性能如下。

硬度(邵尔 A)	61	拉伸强度/MPa	20.2	永久变形/%	13
扯断伸长率/%	498%	300%定伸力应力/MPa	10.2	阿克隆磨耗/($\text{cm}^3/\text{L}, 61\text{km}$)	0.065

其余试验结果亦表明，符合标准要求。

32.3 胶粉应用于胶管

本例所用胶粉为再生胶生产过程中，经旋风分离器分离出来的废胶粉，其中含有少量的细纤维，经测定其纤维含量约为 4%（质量分数），其粒径为 90% 通过 100 目筛网。

将上述胶粉掺用于胶料中，用于生产埋线吸引胶管的中层胶和内层胶，配方和力学性能见表 5-32-18。

从表 5-32-18 试验结果可见，配方 1（中层胶）添加胶粉量较大，几乎占胶料总质量的

表 5-32-18 埋线吸引胶管的中层胶和内层胶配方与力学性能

原材料名称及性能	配 方 编 号				原材料名称及性能	配 方 编 号			
	1	2	3	4		1	2	3	4
标准橡胶(SMR 20)	100	40	100	100	陶土				80
充油丁苯橡胶(SBR 1707)		60			胶粉	200		90	
再生胶	250	220	220	220	软化剂	29	11	18	16
硫化剂	3.6	2.9	3.6	3.6	合计	633.3	499.8	567.3	550.3
促进剂	1.7	1.9	1.7	1.7	含胶率/%	15.8	20	17.6	18.2
氧化锌	5	5	5	5	拉伸强度/MPa	7.16	6.47	7.35	6.86
硬脂酸	2.5	2.5	2.5	2.5	扯断伸长率/%	409	465	442	452
防老剂	1.5	1.5	1.5	1.5	硬度(邵尔 A)	72	70	74	74
炭黑	40	55	40	40	老化后强度变化率/%	3.8	-1.8	-2.7	-2.8
轻质碳酸钙		100	85	80	老化后伸长变化率/%	-5.6	-19.7	-13.1	-15.8

注：硫化条件为 $140^{\circ}\text{C} \times 20\text{min}$ ；老化条件为 $70^{\circ}\text{C} \times 72\text{h}$ 。

1/3，但各项力学性能较好，与配方 2 相比，老化前强度较高，老化后性能亦好。配方 3（内层胶）与配方 4 可比性较大，在胶种及其他配合剂大致相同的情况下，配方 3 以 90 份胶粉代替配方 4 中的 80 份陶土，无论老化前、老化后，配方 3 的力学性能均优于配方 4。

配方 3 和配方 1 经成品试验，各项力学性能均达到了国家标准（见表 5-32-19），成品解剖后证明，钢丝与中层胶、内层胶与织物的黏着性很好。

表 5-32-19 成品力学性能

性 能	内 层 胶	中 层 胶	性 能	内 层 胶	中 层 胶
拉伸强度/MPa	6.17	6.96	黏着强度/(kN/m)		
扯断伸长率/%	492	499	内层胶与织物	2.04	
200%定伸应力/MPa	2.35	2.16	外层胶与织物	1.66	
扯断永久变形/%	24	24	中层胶与织物	2.35	
硬度(邵尔 A)	57	56	胶布与胶布	1.75	

埋线吸引胶管中层胶、内层胶掺用胶粉，在保证力学性能的前提下，降低了含胶率，节约了生胶。配方 1 混炼胶降低成本 0.158 元/kg，配方 3 降低 0.0998 元/kg。

耐热夹布胶管主要用于 150℃ 以下输送饱和蒸汽和过热水，主体材料内胶采用丁苯胶 100 份，常温粉碎 60 目胶粉 50 份；外胶采用丁苯胶 70 份，氯丁胶 30 份，60 目胶粉 50 份。其力学性能见表 5-32-20。

表 5-32-20 掺用精细胶粉的耐热夹布胶管力学性能比较

项 目	标 准	内 胶		外 胶	
		原 配 方	新 配 方	原 配 方	新 配 方
拉伸强度/MPa	≥5.0	7.03	6.82	7.58	7.05
扯断伸长率/%	≥230	350	320	400	335
附着强度/(kN/m)	≥2.0	2.52	2.45	2.78	2.80
耐热系数	≥0.6	0.80	0.82	0.83	0.87

注：硫化条件为 0.4MPa×45min。

32.4 胶粉应用于胶带

32.4.1 精细胶粉在输送带覆盖胶中的应用

普通织物芯输送带的生产，原覆盖胶的主体材料采用 NR/BR=50/50 的配比，现采用 NR/SBR/80 目胶粉=20/50/30 的配比进行配方设计，产品性能完全达到或超过国家标准 GB 7984—1987 的要求，见表 5-32-21。

表 5-32-21 掺用精细胶粉的输送带覆盖性能比较

性 能 项 目	标准	NR/BR (50/50)	NR/SBR/80 目 胶粉(20/50/30)	性 能 项 目	标准	NR/BR (50/50)	NR/SBR/80 目 胶粉(20/50/30)
拉伸强度/MPa	≥14	15.0	14.5	磨耗量/(cm ³ /1.61km)	≤0.8	0.453	0.490
300%定伸应力/MPa		6.2	6.5	撕裂强度/(kN/m)		72	70
扯断伸长率/%	≥350	480	420	70℃×168h 老化后			
扯断永久变形/%		20	15	拉伸强度变化率/%	—25~25	—4.2	—4.5
硬度(邵尔 A)		70	71	扯断伸长率变化率/%	—25~25	—19.8	—20.5

注：硫化条件为 142℃×25min。

32.4.2 40 目活化胶粉在输送带覆盖胶中的应用

输送带覆盖胶配方见表 5-32-22，其胶料及成品物理性能见表 5-32-23。

表 5-32-22 输送带覆盖胶配方

单位：份

组 成	配 方 编 号			组 成	配 方 编 号		
	1	2	3		1	2	3
烟片胶 2#	70	50	40	防老剂 A	1	0.5	0.5
顺丁橡胶	30	50	30	防老剂 4010	1	1.5	1.5
活化胶粉(40 目)			30	固体古马隆	8	12	16
硫黄	1.8	1.4	1.8	混气槽法炭黑	15	21.5	22.4
促进剂 CZ	0.9	1.1	1.8	高耐磨炭黑	23.9		
促进剂 DM	0.9			中超耐磨炭黑		25	30
氧化锌	4	4	4	半补强炭黑	15	11	
硬脂酸	2.5	3	3	50 号机油	7		
石蜡	1	1	1	合计	182	182	182

表 5-32-23 输送带覆盖胶胶料及成品物理性能

物 理 性 能	配 方 编 号		
	1	2	3
拉伸强度/MPa	19	17.7	20.9
伸长率/%	548	603	560
300%定伸应力/MPa	4.7	7.2	8.1
永久变形/%	14	13	14
硬度(邵尔 A)	56	54	60
撕裂强度/(kN/m)(kgf/m)	55(56)	68(69)	50(51)
弹性/%	46	40	31
阿克隆磨耗/(cm ³ /1.6km)	0.253	0.204	0.280
胶与布黏着力(上)/(N/2.5cm)	143	142	105
胶与布黏着力(下)/(N/2.5cm)	84	101	91

注：从配方 3 可见掺用 40 目活化胶粉 30 份的胶粉成品性能良好。

32.4.3 胶粉应用于传动带

在大量使用合成橡胶的情况下，其配方应采用天然胶、合成胶、胶粉并用的方法，可改善工艺加工性能，使胶料与配合剂混合均匀，不致延长混炼时间或在混炼中产生凝胶。压延工艺条件也易于掌握。传动带的生产配方如下（单位：份）。

天然橡胶	20	石英粉	30	硫黄	1.5
活化胶粉 40 目	30	机油	6	固体古马隆	10
硬脂酸	1.5	丁苯橡胶 1500	80	活性陶土	20
防老剂 MB	1.2	氧化锌	4	凡士林	4
促进剂 CZ	0.7	碳酸钙	20	合计	230.3
联苯胺黄	0.4	促进剂 M	1.0		

硫化条件：140℃×10min。

在配方中对传动带的浅色胶料，添加了二氧化硅类的石英粉作为补强填充剂，这对三种胶料共混时补强性能较好。石英粉还可增加胶料黏性，并提高成品的附着力和耐屈挠性能。

胶料物理性能如下：拉伸强度 14.6MPa；扯断伸长率 484%；300%定伸应力 3.44MPa；永久变形 17%；密度 1.256kg/m³，可塑度（威氏）0.467，硬度（邵尔 A）56。

成品力学性能为布与布间附着强度 3.3kN/m；屈挠次数 4.35 万次。

32.4.4 胶粉应用于 V 带

鉴于 V 带压缩层胶在配方中炭黑用量偏大,故采用 HAF 与 NRF701、NRF702 补强填充剂并用,以调整胶料的弹性、伸长率、定伸应力和硬度等物理性能,效果较好,生产配方见表 5-32-24,胶料物理性能见表 5-32-25。

表 5-32-24 V 带生产配方

单位:份

原 材 料	帘布贴胶	包布擦胶	压缩层胶	原 材 料	帘布贴胶	包布擦胶	压缩层胶
天然橡胶	50	40	30	高耐磨炭黑	6	10	45
松香丁苯胶	50	60	70	NRF 补强剂 701	20	40	20
活化胶粉(40 目)	10	10	10	NRF 填充剂 702			25
氧化锌	5	4	4	固体古马隆	4		
硬脂酸	2	2	2	石英粉	30	15	30
促进剂 M	1.0	1.0	1.5	松焦油		6	6
促进剂 CZ	0.9	0.9	0.7	40# 机油	2		
硫黄	2.1	1.7	1.5	软化重油		8	5
防老剂 BLE	1.5	2	1.5	合计	184.5	200.6	252.2

注:硫化条件为 143℃×10min。

表 5-32-25 V 带胶料物理性能

性 能	帘线胶	包布胶	压缩层胶	性 能	帘线胶	包布胶	压缩层胶
拉伸强度/MPa	17.4	13.6	12.1	密度/(kg/m ³)	1.17×10 ³	1.195×10 ³	1.28×10 ³
扯断伸长率/%	586	568	364	硬度(邵尔 A)	63	61	78
300%定伸应力/MPa	5.5	4.4	8.9	可塑度(威氏)	0.475	0.482	0.303
永久变形/%	24	33	15				

V 带成品力学性能如下:压缩层拉伸强度 11.7MPa;扯断伸长率 384%;永久变形 14%;包布层附着强度 3.2kN/m;中心层附着强度 5.8kN/m;压缩层胶硬度(邵尔 A) 76。

32.4.5 60 目胶粉用于汽车 V 带

配方见表 5-32-26。

表 5-32-26 60 目胶粉用于汽车 V 带配方

单位:份

原材料	压缩层胶	伸张层胶	线绳浸胶	色布胶	备 注
天然橡胶	40	70	80	80	①60 目胶粉与多功能助剂 PA (起活化作用)预先混合
丁苯橡胶	60	30	20	20	
60 目胶粉	30				②已塑炼的天然橡胶、丁苯橡胶与胶粉、PA 先投入密炼机混合 2min 后再加小料、大料
多功能助剂 PA	3				
硬脂酸	2	2	1.5	1.5	③胶黏剂 RS 与小料同时添加
氧化锌	5	5	5	5	
促进剂 M	1.1	1.1	1.1	CZ1.5	④胶黏剂 A 应在开炼机与硫黄同时添加。因胶黏剂 A 在 100℃分解。胶黏剂 A 可用胶黏剂 RH 代替
促进剂 DM	1.5	1.3	1.3	0.8	
促进剂 TMTD	0.4	0.3	0.3		硫化条件:150℃×10min
防老剂 D	1.0	1.0	1.0	1.0	
DFC-34	1.5	1.0	1.0	1.5	
古马隆树脂	6	5	7	7	
机油	6	7	8	15	
高耐磨炭黑	40	20	20	20	
半补强炭黑	40	30	30	30	
碳酸钙	50	30	20	40	
陶土	30				
白炭黑		15	15	15	
胶黏剂 A		2	2	2	
胶黏剂 RS		3	3	3	
硫黄	2.5	2	2	2	
合计	320	225.7	218.2	245.3	

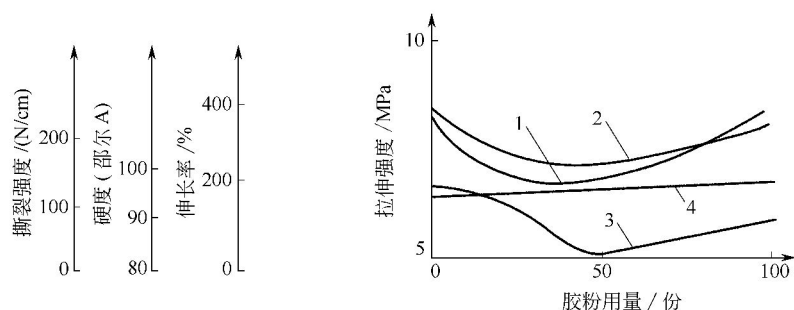
表 5-32-26 的配方生产的汽车 V 带成品性能各项指标达到国家标准，使用寿命超过未加胶粉的配方。

32.5 胶粉应用于胶鞋

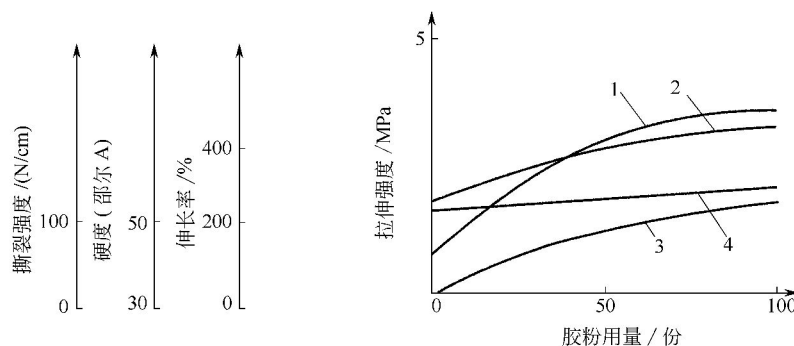
32.5.1 胶粉应用于胶鞋大底

胶料用于胶鞋大底可作为低活性的填料，其用量一般为 10~80 份。据文献报道，就补强性能而论，胶粉在许多方面与无机填料有着根本的区别。譬如说，由于存在着双键和其他因机械降解而形成的反应活性中心，胶粉会再次硫化，故可制得具有一定力学性能的硫化胶。

胶粉粒径一定时，胶粉用量对由不同生胶制成的硫化胶的力学性能的影响见图 5-32-1。



(a) 高苯乙烯橡胶 BC-45AKH



(b) 甲基丁苯橡胶 CKMC-30PII

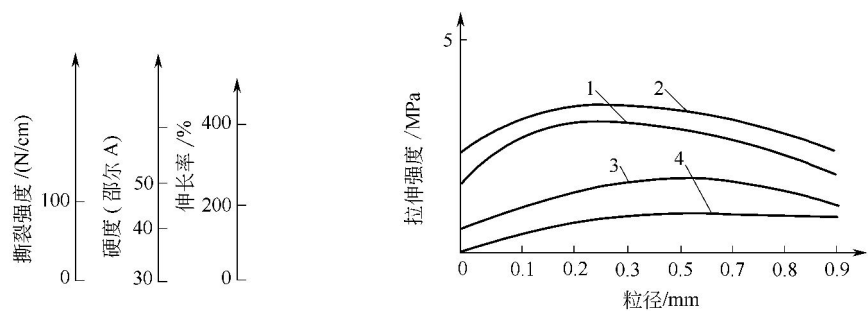
图 5-32-1 胶粉用量（粒径为 0.9mm）对由不同的生胶制成的硫化胶的力学性能的影响

1—拉伸强度；2—伸长率；3—硬度；4—撕裂强度

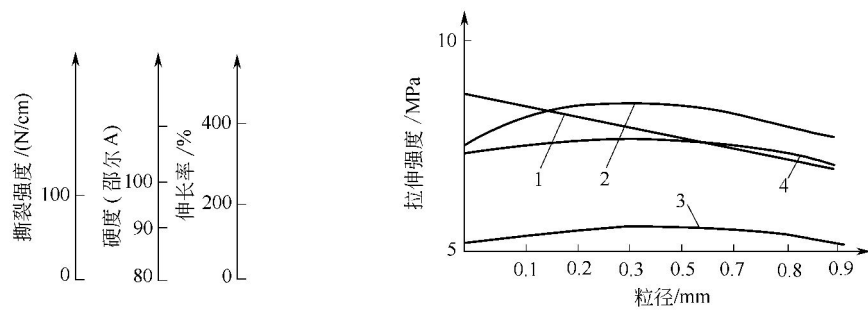
在粒径为 0.1~0.9mm 的胶粉的填充量为 20 份（以生胶为 100 质量份）时，硫化胶的力学性能与胶粉的粒径的关系见图 5-32-2。据测定，粒径为 0.2~0.3mm 的胶粉填充橡胶后，硫化胶的力学性能最好，随着胶粉粒径增大到 0.9mm，硫化胶的所有性能均有下降。

在生产耐磨性鞋底胶料时，胶粉代替再生胶是完全可能的，就力学性能和工艺性能（见表 5-32-27）而论，含有胶粉的硫化胶基本上与批量生产的含有再生胶的硫化胶等同，外观

也符合标准规定要求。



(a) 甲基丁苯胶 CKMC-30PII



(b) 高苯乙烯橡胶 BC-45AKH

图 5-32-2 胶粉的粒径对以不同的生胶为基础的硫化胶的力学性能的影响
1—拉伸强度；2—伸长率；3—硬度；4—撕裂强度

表 5-32-27 含有胶粉和再生胶的胶料性能对比

性 能	含再生胶胶料	含胶粉胶料	性 能	含再生胶胶料	含胶粉胶料
拉伸强度/MPa	8.5	8.6	200%定伸应力/MPa	3.5	3.8
伸长率/%	520	505	屈挠寿命/千次	50	50
永久变形/%	49	49	可塑度	0.55	0.53
硬度(TM-2)	70	72	从密炼机中卸料时胶料的	108	107
撕裂强度/(kN/m)	14.0	13.8	温度/℃		
磨耗量/[cm ³ /(kW·h)]	323	333			

32.5.2 胶料应用于胶鞋中底、大底

本例介绍使用的胶粉，系再生胶生产过程中，被空气分离器分离出来的废胶粉，其中含有少量的纤维（约为 4%），95%的胶粉可通过 100 目筛网，现将掺用这种胶粉生产的中底和大底情况简介如下。

将这种胶粉掺用于胶鞋中底中，掺用量从 30 份、50 份、100 份，直到目前的 189 份，使用结果证明，只要配方设计合理，这是完全可行的。在配方设计中，除促进剂用量和软化剂品种、用量稍作调整外，其余成分基本不变，可以取得预期的力学性能，见表 5-32-28，而且工艺性能良好，胶料收缩率从 8%降为 3%。同时，胶料成本降低 0.10 元/kg。

表 5-32-28 胶粉用于胶鞋中底、大底的配方及其力学性能

配方及性能	中底胶	大底胶	配方及性能	中底胶	大底胶
标准橡胶(SMR 20)份	50	40	高耐磨炉黑(HAF)份		75
松香丁苯橡胶份		15	古马隆份	10	15
顺丁橡胶份		45	机油份	12	13
鞋底再生胶份	700	50	工业脂份	松香 5	8
胶粉份	189	10	合计	1000	286.5
硫黄份	10	2	硫化条件,137℃×10min	20	20
促进剂 M 份	5	1.5	硬度(邵尔 A)	73	69
促进剂 D 份	3	1.1	伸长率/%	348	517
促进剂 DM 份	4	1.4	拉伸强度/MPa	4.9	13.3
氧化锌份	3	5	300%定伸应力/MPa	3.2	4.1
硬脂酸份	6	3.5	永久变形/%	30	21
防老剂 D 份	3	1 ^①	磨耗量/(cm ³ /1.61km)		0.34

32.5.3 胶粉应用于防滑靴大底

工矿用防滑靴大底压型后,底跟较厚(最厚处为 15mm),半成品存放过程中,胶料收缩性较大,在配方中掺用胶粉,起到了控制胶料半成品收缩的目的。大底胶配方见表 5-32-29。配方中选用 SBR1712、SBR1500 两种合成胶并用,具有较好的耐磨、耐热、耐老化性能及加工工艺性,并对炭黑的润湿性好,利于粉状配合剂的分散。但也存在胶料收缩性大,挤出时因内摩擦增大、胶料升温快,易引起焦烧的缺点。而添加胶粉及天然胶采取分段塑炼的方法,可塑度控制在 0.5 左右,较好地解决了以上问题。

表 5-32-29 防滑靴大底胶配方

组 成	原 材 料		组 成	原 材 料	
	A	B		A	B
SMR20	35	65	防老剂 BLE	1	1
SBR1712	30		HAF	65	58
SBR1500	35	35	RX-80 树脂	18	12
胶粉 30 目	35	28	硫黄	1.9	2.5
氧化锌	5	5	陶土	23.37	24.41
硬脂酸	2	2	古马隆	15	20
促进剂(M+D+CZ)	4	3.5			

注: 1. 促进剂以 M 为主, D、CZ 为辅;

2. 原配方为掺用再生胶, 改用胶粉后效果更佳。

成品的物理性能见表 5-32-30。

从胶料试验及成品批量生产检测情况看, 配方 A 采用 65% 的 SBR 含量, 成品的物理性能完全达到或超过国家标准, 工艺性能良好, 企业经济效益显著。

表 5-32-30 防滑靴成品物理性能

指 标	原配方	新配方	指 标	原配方	新配方
拉伸强度/MPa	13.94	13.2	磨耗/(cm ³ /1.61km)	0.579	0.471
扯断伸长率/%	430	420	硬度(邵尔 A)	63	63
密度/(kg/m ³)	1.2	1.193	永久变形/%	25.6	24

32.5.4 胶粉应用于皮鞋大底

以往皮鞋大底(含布面鞋底)大量应用再生胶,在改用活化胶粉后,成品弹性、屈挠龟裂性、耐撕裂性、橡胶烃含量均有明显提高。配方见表 5-32-31。

表 5-32-31 皮鞋大底配方

单位：份

原 材 料	数 量	原 材 料	数 量
天然橡胶(3#)	70	促进剂 DM	1.3
顺丁橡胶	30	促进剂 M	0.7
活化胶粉(40 目)	150	促进剂 D	0.5
硬脂酸	3	防老剂 A	1
氧化锌	5	松香	0.5
高耐磨炭黑	20	石蜡	1
半补强炭黑	25	液体古马隆	3
陶土	20	硫黄	4
轻质碳酸钙	20	合计	355

注：硫化条件，0.3MPa(3kgf/cm²)×8min。

力学性能如下：拉伸强度 11.4MPa；扯断伸长率 435%；相对密度 1.296；屈挠 43 万次/E；磨耗 0.67cm³/1.61km；硬度（邵尔 A）68。

32.6 胶粉应用于橡胶减震制品

减震制品多用于机动车辆、动力机械、高转数运行设备等需要防震、减震的场所。如制造橡胶空气弹簧、铁路轨枕垫及各种抗震、减震垫片，垫板等制品。其基本配方见表 5-32-32，硫化胶动态模量和损失系数见表 5-32-33。

表 5-32-32 橡胶减震制品基本配方

原 材 料	GR	GR1	GR2	GR3	GR4	GR5
丁苯橡胶 1712	100	100	100	100	100	100
胶粉(30 目)		20	30	40	50	60
氧化锌	5	5	5	5	5	5
硬脂酸	1	1	1	1	1	1
中超耐磨炭黑	40	40	40	40	40	40
芳烃操作油	4.0	5.1	5.64	6.2	6.74	7.3
固体古马隆 2909	5.0	5.68	6.03	6.37	6.71	7.06
防老剂 4010NA	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
促进剂 CBS	1.5	1.71	1.81	1.91	2.02	2.12
促进剂 D	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
硫黄	1.5	1.71	1.81	1.91	2.02	2.12

表 5-32-33 硫化胶动态模量和损失系数

胶料编号	频率/Hz	介电损耗角正切	复模量/MPa	胶料编号	频率/Hz	介电损耗角正切	复模量/MPa
GR	0.03	0.16	5.44	GR3	0.03	0.15	8.04
	0.3	0.18	6.04		0.3	0.18	8.40
	3.0	0.21	6.81		3.0	0.19	9.36
	30	0.22	7.45		30	0.20	9.99
GR1	0.03	0.16	7.26	GR4	0.03	0.16	7.55
	0.3	0.16	8.05		0.3	0.17	8.49
	3.0	0.16	8.73		3.0	0.17	9.37
	30	0.16	8.94		30	0.21	10.68
GR2	0.03	0.19	7.59	GR5	0.03	0.15	8.30
	0.3	0.18	8.46		0.3	0.17	8.82
	3.0	0.20	9.35		3.0	0.18	9.72
	30	0.22	10.07		30	0.18	10.38

32.6.1 胶粉应用于橡胶空气弹簧

各层胶料的性能要求：①外层胶需要耐老化、耐屈挠、与帘布附着力好，有较高的定伸应力；②内层胶需要耐老化、低气透性及与帘布有良好的附着力；③帘布层胶需耐屈挠、耐热及布层间的附着力高。各种胶料配方见表 5-32-34。

表 5-32-34 橡胶空气弹簧胶料配方 单位：份

原 材 料	外层胶 I	外层胶 II	内层胶	帘布胶	原 材 料	外层胶 I	外层胶 II	内层胶	帘布胶
天然橡胶	50	100	100	100	松焦油	1	3	1	1.5
氯丁橡胶	50				石蜡	1			
精细胶粉	10	10	10	10	黑油膏	2.5			
氧化锌	5	5	10	25	中超耐磨炭黑 ISAF	15	40		
氧化镁	3				半补强炭黑 SRF	15	10	40	15
促进剂 M	0.5	0.5	0.5		防老剂 4010NA	2	2	1.5	1.5
促进剂 TMTD			0.05	0.04	硫黄	1.5	2.85	2.5	2.5
促进剂 DM		0.5			合计	157.5	177.85	166.05	157.54
硬脂酸	1	4	2	2					

产品性能：橡胶空气弹簧振幅±400mm、频率 2.7Hz，耐疲劳性能（试验）振动 500 万次尚未破坏，与金属弹簧相比，在车辆悬挂系统的相同载荷条件下，钢板弹簧振动 10 万次就折断了。证明空气弹簧耐疲劳性能优于钢板弹簧 50 倍以上。

32.6.2 胶粉应用于橡胶护舷

护舷胶料配方以丁苯橡胶为主，可大量掺用活化胶粉，在保证胶料力学性能的前提下，降低生产成本。护舷胶料配方及力学性能见表 5-32-35。

表 5-32-35 护舷胶料配方及力学性能

原材料及力学性能	1	2	原材料及力学性能	1	2
丁苯橡胶 1712/份	140	140	促进剂 CBS/份	1.2	1.35
活化胶粉(40 目)/份	50	70	促进剂 D/份	0.32	0.36
高耐磨炭黑/份	75	75	合计	289.8	312.7
石蜡/份	1	1	含胶率/%	50	45
芳烃操作油/份	10	12	力学性能		
防老剂 4010NA/份	1.5	1.5	拉伸强度/MPa	17.8	16.5
防老剂 124/份	1	1	扯断伸长率/%	520	500
氧化锌/份	4.5	5	压缩变形/%	17	20.5
硬脂酸/份	3	3	回弹性/%	42	36
硫黄/份	2.28	2.54	硬度(邵尔 A)	65	68

第 33 章 胶粉应用于建筑材料

胶粉应用于建筑材料已较为普遍，如用于铺设运动场地、轨道床基、路面及屋顶等方面。在美国、加拿大、欧盟等国 70% 以上的胶粉用作建筑材料，我国目前尚处在开发阶段。

33.1 胶粉应用于铺设弹性运动场

用胶粉铺设运动场地，并在胶粉层上涂以装饰层或涂覆聚氨酯橡胶等树脂层，使运动场地不仅美观，而且富于弹性，同时耐候和耐老化性能好，容易维护管理，经久耐用。

弹性运动场结构见图 5-33-1。

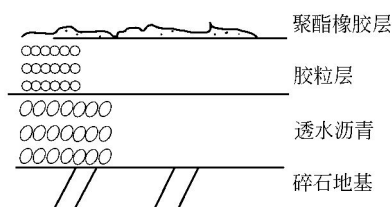


图 5-33-1 弹性运动场结构

33.2 胶粉应用于铁路

33.2.1 胶粉应用于铺设轨道床基

铁路平交道口用橡胶铺面板取代传统混凝土铺面，在美国、加拿大、日本、波兰及南美一些国家已大量应用。用这种胶粉生产橡胶铺面板，提高了道口铺面寿命，减少维修，增加道口安全性，极大地降低重载车辆对线路的冲击作用，并能减震降噪，是良好的绝缘性材料。我国有铁路线 12 万公里，平交道口多如繁星，如都能用橡胶铺面板代替，将是胶粉应用的一大新领域，有着积极的经济效益和社会效益。

用胶粉铺设轨道床基，不仅施工的劳动强度可大大地降低，而且可以防震、减少噪声。铺设轨道床基的胶粉，可采用乘用车轮胎的胶粉，其粒径分布为：0.210~0.297mm 的占 35%，0.149~0.210mm 的占 32%，0.149mm 以下的占 33%。将 90% 以上的上述胶粉和少量橡胶（天然橡胶、丁苯橡胶）并用，并加入炭黑、硫黄和可塑剂等配合剂，混炼均匀，然后用模具硫化，硫化后即成为成品。成品规格视道基需要而定，一般为 240cm×100cm×2.5cm。硫化条件一般为 (140~160)℃×(25~45) min。

33.2.2 胶粉应用于铁路枕木

韩国发明了将废轮胎胶粉、沙子、石子、水泥混合，用模型压制成铁路枕木，这种材料制作的铁路枕木具有质量轻、抗冲击和耐腐蚀等优点，还能减少火车行驶的噪声和振动。此项技术已在美国获得了专利。

青岛绿叶橡胶有限公司与加拿大某公司合作，应用胶粉生产铁路枕木，年产 30000 根、全部返销加拿大，已于 2005 年投产。

33.3 胶粉应用于地板砖

安全橡胶地砖系以废旧硫化胶精制、分选的橡胶丝（粒）为主要原料，通过清洁处理、磁选、染色、高低温处理等工艺制成。产品特点是：弹性好、防滑、耐磨、耐候、防震、耐冲击、阻燃和绝缘效果好，且铺设方便容易。适用于敬老院、幼儿园、病房地面、球场、操场、健身房及各种游乐场所。国外大量用在人行道、过街天桥、地下通道、机场、码头、物料搬运区的防滑通路等。此产品已在福州、重庆、北京、天津、上海等多家幼儿园和学校的地面、运动场等应用。

我国已有多家生产厂生产，福建省福州市洪兴工业品公司首先开发成功，列为国家绿色环保节能产品，1996 获得了中国专利。

浙江省绍兴金龙橡塑集团生产的橡胶丝弹性垫被列为国家重点新产品，每年生产 75000m²，并出口到国外。

33.3.1 胶粉应用于城市封闭型马路过街天桥的地板铺装

采用粒度为 2.0~3.0mm 的胶粉 100 份，聚氨酯 10 份，加水 100 份，添加所需颜料 2 份，选用 SLH-4 型双螺旋锥型混合机在 80℃ 下，高速搅拌 6~8min，使胶粉充分乳化，即可铺装于过街天桥的地面。用人工铺设，铺一层厚度为 3mm，一般铺装一层即可，根据施工需要也可铺设 2~3 层，用木刮板刮平。在自然条件下固化时间为 12h。该地板面富有弹性，并起防滑作用。施工作业简便，需胶粉 2kg/m²，造价为：160~170 元/m²（含施工费），故经济效益甚高。

33.3.2 全胶粉地板

配方：粒度为 0.8~1.0mm 胶粉 100 份，软化剂（高芳烃油）10 份，硫黄 2 份，促进剂 CZ0.74 份。

工艺操作：用开炼机充分塑炼（约 30min），出片厚度 1.2~1.4mm，硫化温度 140℃，硫化时间 20min。

硫化胶片物理性能：拉伸强度 5~8MPa，伸长率 140%~190%，100%定伸应力 3~5MPa，硬度 61~76。

此全胶粉地板可用于室内铺装，地板表面可压成条形或小圆形凸花。规格为 500mm×500mm×4mm 和 600mm×600mm×5mm，或根据用户需要而定。

33.3.3 高弹性橡胶地板

在机场、运动场的跑道、各种球类运动场地、儿童乐园等场所铺设的高弹性地板，要求具有充分防止污染性成分扩散迁移的功能。故需设污染防止层而选用优良的防污染材料。高弹性橡胶地板的结构见图 5-33-2 所示，铺装方法与施工步骤如下。

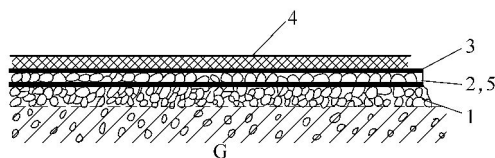


图 5-33-2 高弹性橡胶地板结构示意图
1—弹性层；2—基础处理层；3—污染防止层；
4—表面层；5—填充层；G—混凝土基础层

（1）图 5-33-2 弹性层 1 的铺装 将粒径为 1.0~2.0mm 胶粉 100 份，液态聚氨酯预聚体 20 份，在 80℃ 下用 LY-4 型快速混合机搅拌 20min，将此混合物在混凝土基础 G 上均匀铺设，在自然

环境下 24h 使其固化成型。

所谓预聚体是合成出含有异氰酸根作端基的成链分子，并保持液体状态。合成的具体步骤是将一定量的聚醚或聚酯二醇在 100~110℃下搅拌 1h，除去其中少量的水和易挥发物。将计量好的二异氰酸酯滴加于二醇中，在 85℃的加热下搅拌 2h，再将反应物在室温下放置 24h，测定其异氰酸根的含量，即制得端基为—NCO 的预聚体。表 5-33-1 为异氰酸根含量及橡胶物理性能。

表 5-33-1 异氰酸根含量及橡胶物理性能

指 标	商品牌号 L167 ^①	指 标	商品牌号 L167 ^①
化学组成	饱和预聚体	100℃	0.25~0.35
物理形态	黏状液体	闪点/℃	249
平均—NCO 含量/%	6.35±0.20	拉伸强度/MPa	34
相对密度(24℃)	1.07	硬度(IRHD)	95
黏度/Pa·s		硬度(邵尔 D)	50
30℃	6±2		

① 美国 Du Pont 公司 Adiprene 系列之一。

在弹性层 1 胶粉粒子之间留有适当的空隙，这种细微空隙有利于发挥减震、吸音性和隔热性能。

用于胶粉的胶黏剂，除选择液态聚氨酯橡胶外，还可采用 NR 和 SBR、BR 等合成橡胶胶黏剂。

(2) 基础处理层 2 为使弹性层和混凝土基础表面的不平整处得到修正，将弹性层凹凸表面平整化，采用液态聚氨酯橡胶涂覆，制成基础处理层 2，厚度为 1mm 左右，以涂平为止。

(3) 污染防止层 3 采用液态环氧树脂或氯化乙烯类乳液作为污染防止层材料，涂覆于基础处理层 2 上。厚度以 0.1mm 左右为宜。这种处理方法可彻底防止弹性层 1 的胶粉所含有的防老剂等污染成分向表面层扩散迁移，从而制成非污染性的高弹性橡胶地板。试验表明：室外曝露时间在 16 天以上未发现表面变色现象。

(4) 表面层 4 选用聚氨酯橡胶构成表面层。厚 3mm。工艺操作：原料为聚酯二醇的液体聚氨酯橡胶 100 份，扩链剂（二胺或二醇）2 份，防水剂（碳化二亚胺）2 份，根据表面色彩的需要加入着色剂 3 份。在 80~100℃下预热，高速搅拌 8min 后，如果是小面积施工，可立即采用喷涂法使用喷浆机在 80℃下快速喷覆。如是体育场馆大面积施工，则采用乳化沥青稀浆封层路面摊铺机，在 80~100℃下摊铺。在室温或自然环境下 12~15h 固化。

(5) 填充层 5 考虑到基础处理层 2 中有部分液态材料会浸润到弹性层 1 的粒子空隙内，为防止该材料的磨耗，可将废短纤维或细粒胶粉等有机物，或细砂等无机物散布在弹性层 1 的凹凸表面上，形成薄薄的填充层 5，再涂覆聚氨酯橡胶的基础处理层 2。

这种地板的优点是：清洁卫生，表面层无污染变色，保温、耐热、隔音、有弹性、耐磨损、不碎裂、易维护。在工业发达国家已普遍推广采用。

33.3.4 彩色胶粉地板砖的配制

彩色胶粉的配方组成：聚氨酯和聚丁二烯预聚合体 100 份，颜料 50~200 份，软化剂（选择机油、石蜡油、双戊稀等无污染油料）50~200 份，制成涂覆材料，再将 40~50 目胶粉 100 份与 4~17 份涂覆材料混合，使其均匀地包覆于胶粉表面，即制得各种颜色的彩色胶粉，可广泛应用于弹性铺装材料，在室温下经 4~24h 固化后使用。或将此类彩色胶粉 100

份与 10 份单组分聚氨酯混合，根据产品规格选用平板硫化机，在 0.1MPa 压力下经 140℃ 15min 硫化，拉伸强度为 1.4MPa。产品特点：防滑性能好，耐冲击吸收性极佳，透水性能优异。用于游泳池岸边、幼儿园及浴室等地铺设。日本早川橡胶株式会社、日本山出兴产株式会社于 20 世纪 90 年代初已推出该产品。

33.4 胶粉应用于防水片材

橡胶防水片材是新型的、性能优良的建筑防水材料。适用于屋面和地下工程的防水设施，其具有拉伸强度高、延伸性能好、对基层表面的伸缩性和耐裂缝的适应性很强，片材质量轻，使用寿命长，防渗漏性、密闭性大大高于沥青油粘涂料等优点。可进行冷施工，工艺操作方便，工程进度快，有效地改善了施工劳动条件，减轻环境污染等优点。

采用废硫化胶粉制造防水片材的工艺操作程序为：将粒径为 1000 μm 、590 μm 、297 μm 的胶粉分别加入开炼机，添加 10%~15% 的脂肪酸，以窄辊距（0.12mm）连续薄通 140 次，其中粒径为 297 μm 的胶粉可制得拉伸强度为 16.7MPa、扯断伸长率为 315% 的优良塑化胶粉。详见表 5-33-2 所列各种塑化胶粉的物理性能。

表 5-33-2 各种塑化胶粉的物理性能

物 性	载 重 胎	轿 车 胎			轮胎再生胶
	297 μm	1000 μm	500 μm	297 μm	
拉伸强度/MPa	11.2	9.2	10.3	16.7	9.12
100%定伸应力/MPa	3.63	4.41	4.12	3.33	2.35
扯断伸长率/%	228	171	198	315	330
撕裂强度/(kN/m)	3.9	2.6	2.5	7.6	2.8
丙酮抽出/%	17.7	13.7	18.7	9.0	10.0
氯仿抽出/%	3.5	1.8	1.7	3.2	8.9
疲劳生热/%	12	15	16	21	31
永久变形/%	2.1	1.9	1.9	1.6	10.3

第 34 章 胶粉改性沥青

34.1 制法

由于石油沥青对温度很敏感，耐热性和耐寒性能差，直接用于修筑公路会发生夏季熔化而冬季脆裂现象，因此需要对其改性，当前常用的沥青改性剂为高分子材料例如 SBS、PE、EVA 及 SBR 等。废轮胎胶粉作为沥青改性剂在美国已大量使用，用上述材料改性的沥青铺设的路面热稳定性能好，夏季路面不熔化，冬季路面不脆裂。现将胶粉改性沥青的制法介绍如下。

用废轮胎胶粉作为沥青的改性剂生产改性沥青，其制法与 SBS 改性沥青的工艺及设备基本相同。但胶粉改性沥青的制法分干法和湿法两种。

(1) 干法 将剂量为沥青混合料总量的 2%~3% 的胶粉喷入正在搅拌的热沥青拌和锅中，搅拌 20min 左右即成为胶粉改性沥青混合料，重庆公路研究所曾用此法制成的改性沥青铺设了一段试验路，上海交通翻胎厂曾用已脱硫的胶粉制成的改性沥青混合料，铺路的效果更好。美国、加拿大和澳大利亚等国为处理废轮胎而用 6mm 粒径的胶粒（用量为 10%~20%）与砂子、石料和沥青混合搅拌制成混合料摊铺在公路的底层及中层，这样做一方面可消耗大量的废轮胎；另一方面还可增加路面的弹性，同时可起到一定的减震作用。但是干法制成的改性沥青只适用于摊铺在公路的底层和中层，而不适宜摊铺在面层，因为干法制成的改性沥青对温度的敏感性改进不大，面层需用湿法改性沥青。

(2) 湿法 将精细胶粉或活化胶粉或脱硫胶粉按配方剂量投入 180~200℃ 的沥青中，其方法是在搅拌沥青时缓慢添加胶粉，搅拌 30~60min 后，再进入胶体磨机或高速剪切乳化机中加工处理，其质量达到规定的标准时为止，即可制成高质量的胶粉改性沥青（详见图 5-34-1）。胶粉用量一般为沥青总量的 10%~20%，当改性沥青用于应力吸收膜时，胶粉的

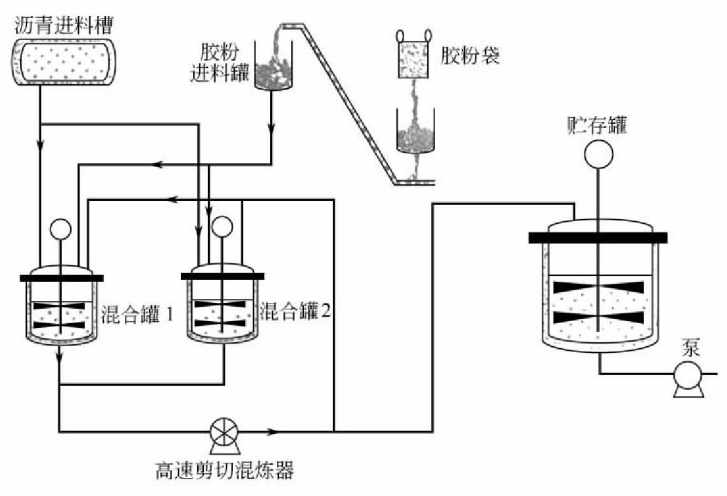


图 5-34-1 湿法生产胶粉改性沥青工艺流程图

用量可高达 25%~35%。改性沥青的性能与胶粉的粒径关系密切,粒径越小,分布越均匀,其性能越优良,而且不易离析,有利于泵送。笔者用自制 80 目活化胶粉按 15%的剂量与 180~200℃的 AH-70 重交沥青混合,再经高速剪切乳化机加工,其软化点可达到 61℃以上,此项指标已达到了我国交通部批准的公路改性沥青路面施工技术规范 JTJ 036—1998 中的 SBS 改性沥青 I-D 的规定(详见表 5-34-1)。沈阳和北京修筑公路用胶粉改性沥青都是用湿法制成的,因此效果很好。

表 5-34-1 我国聚合物改性沥青的性能标准(JTJ 036—98)

指 标	SBS 类(Ⅰ类)				SBR 类(Ⅱ类)			EVA、PE 类(Ⅲ类)			
	Ⅰ-A	Ⅰ-B	Ⅰ-C	Ⅰ-D	Ⅱ-A	Ⅱ-B	Ⅱ-C	Ⅲ-A	Ⅲ-B	Ⅲ-C	Ⅲ-D
针入度(25℃,100g,5s)(最小)(0.1mm)	100	80	60	40	100	80	60	80	60	40	30
针入度指数 PI(最小)	-1.0	-0.6	-0.2	0.2	-1.0	-0.8	-0.6	-1.0	-0.8	-0.6	-0.4
延度(5℃,5cm/min)(最小)/cm	50	40	30	20	60	50	40	—			
软化点 T(最小)/℃	45	50	55	60	45	48	50	48	52	56	60
运动黏度(135℃)(最大)/Pa·s	3										
闪点(最小)/℃	230				230			230			
溶解度(最小)/%	99				99			—			
离析(最小)软化点差(最大)/℃	2.5				—			无改性剂明显析出、凝聚			
弹性恢复(25℃)(最小)/%	55	60	65	70	—			—			
黏韧性/N·m	—				5			—			
韧性/N·m	—				2.5			—			
RTFOT 后残留物											
质量损失(最大)/%	1.0				1.0			1.0			
针入度比(25℃)(最小)/%	50	55	60	65	50	55	60	50	55	58	60
延度(5℃)(最小)/%	30	25	20	15	30	20	10	—			

34.2 胶粉改性沥青的标准

关于胶粉改性沥青用胶粉的性能标准和胶粉改性沥青的性能标准我国尚未制订,而美国已颁布了这两个标准,美国胶粉改性沥青的性能标准详见表 5-34-2,美国改性沥青用胶粉的物理和化学性能详见表 5-34-3。

表 5-34-2 美国胶粉改性沥青的性能标准(FHWA-SA-002—1992)

性 能	使 用 地 区		
	热 区	温 区	寒 区
等级	ARB-1	ARB-2	ARB-3
最高月平均温度/℃	>38	26~38	<26
最低月平均温度/℃	>0	-12~0	<-12
175℃表观黏度/Pa·s	100~400	100~400	100~400
针入度(ASTM D 2994 3 号管,12r/min)			
(25℃,100g,5s)/0.1mm	25~75	50~100	75~150
(4℃,200g,60s)/0.1mm	>15	25	40

续表

性 能		使 用 地 区		
		热 区	温 区	寒 区
软化点/℃	>	54	49	43
回弹变形 ASTM D 3407/%	>	20	10	0
延度(4℃,1cm/min)/cm	>	5	10	20
TFOT 后				
针入度比(4℃)/%	>	75	75	75
延度比(4℃,1cm/min)/%	>	50	50	50

表 5-34-3 美国改性沥青用胶粉的物理和化学性能标准 (美国 919 标准)

项 目	指标	项 目	指标	项 目	指标	项 目	指标	项 目	指标
密度/(g/mL)	1.10-0.06	水分/%	<0.75	金属含量	<0.01/%				
筛号/通过率/%		A 级	B 级	C 级					
10 目				100					
20 目			100	85~100					
40 目		100	85~100	20~60					
70 目		90~100	10~50	5~20					
90 目		70~90	5~30						
200 目		35~60							
丙酮抽出物/%	<25	橡胶烃含量	40%~55%	灰分含量	<8/%	炭黑含量	20~40	天然胶含量	16~40

注：A 级胶粉用于公路的表面层，B 级胶粉用于中间层，C 级胶粉用于底层。

第 35 章 胶粉改性沥青应用于防水材料

胶粉改性沥青除大量用于修建公路外，还可用于制造防水卷材和彩色瓦片等防水材料。

35.1 防水卷材

防水材料用于建筑物防水，用途广泛，需求量大，防水卷材分橡胶、塑料和沥青三大类。以下简要介绍胶粉改性沥青防水卷材。

35.1.1 配方

10# 石油沥青	50	轮胎胶粉（60~80 目）	40
60# 沥青	50		

35.1.2 主要原料性能

项 目	10# 沥青	60# 沥青	轮胎胶粉
软化点/℃	90~110	45	按 GB/T 19208—2003
针入度(25℃)/0.1mm	5~20	41~60	按 GB/T 19208—2003
闪点/℃	230	230	检测验收

35.1.3 生产工艺流程

生产工艺流程如图 5-35-1 所示。

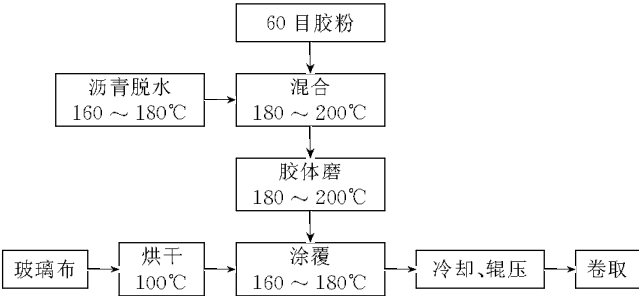


图 5-35-1 胶粉改性沥青防水卷材生产工艺流程

35.2 胶粉改性沥青彩色瓦

作为一种广泛应用的、兼有防水和装饰功能的屋面材料，彩色沥青瓦在北美和欧洲已有几十年的应用历史。在中国，这种新型建材产品已逐渐打破了传统的土制瓦片一统江山的局面，由于黄土大量用于生产砖和瓦，影响农业生产，使耕地面积大量减少，因此，我国政府已开始要求逐年减少土砖、土瓦的生产，而提倡以废弃材料生产砖瓦，如炉渣、矿渣、废橡胶、废塑料等。用胶粉改性沥青生产彩色瓦片，不但屋顶色彩美观，而且质轻，可减少建筑物承受的负荷，同时可降低成本。生产工艺简介如下。

35.2.1 生产工艺流程

胶粉改性沥青彩色瓦生产工艺流程如图 5-35-2 所示。

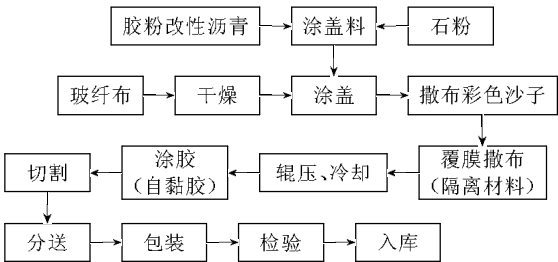


图 5-35-2 胶粉改性沥青彩色瓦生产工艺流程

35.2.2 主要原料

玻纤布、胶粉改性沥青（90 号）、石粉、彩色沙子。

35.2.3 涂盖料的配方及制备工艺

（1）配方

胶粉改性沥青（90 号）	50%~60%	助剂	0.5%~5%
石粉	35%~45%	总量	100%

（2）制备工艺 共混温度大于 150℃，共混时间 1~2h。

现在一般采用氧化沥青制作彩色瓦，而胶粉改性沥青的耐热、耐寒、耐老化、黏结等性能都大大优于氧化沥青，如用胶粉改性沥青替代氧化沥青，则彩色瓦的质量将有较大的提高，其生产工艺及设备基本上与氧化沥青的生产工艺相同，而且可大量消耗废轮胎胶粉，有利于环境保护。

第 36 章 再生橡胶

废旧轮胎等橡胶制品回收综合利用的途径之一是生产再生橡胶，再生橡胶可替代部分原料生胶生产各种橡胶制品，我国目前废旧橡胶制品回收利用的方式仍以生产再生橡胶为主，2001 年产量达 35 万吨，2002 年达 115 万吨，居世界第一位。

36.1 硫化橡胶脱硫方法

近半个世纪以来，纵观国内外再生胶行业的发展，科学家们无不致力于脱硫工艺的改革与创新。所谓“脱硫”，就是把废旧橡胶经过化学的与物理的加工处理后，使弹性硫化胶部分分解聚，分子的网状结构受到破坏，使其不具有弹性而恢复其可塑性和黏性，并可重新获得硫化的混炼胶，而不是把硫化橡胶中所结合的硫原子与橡胶分子完全脱离开来，也不可能使硫化胶还原到生胶的结构状态。

硫化橡胶脱硫再生方法归纳起来有以下几种。

- (1) 直接蒸汽法 如静态、动态油法。
- (2) 蒸煮法 如水油法、碱法、中性法（即在再生过程中加入氯化锌溶解纤维的方法）。
- (3) 机械法 如快速搅拌法、开炼机或密炼机法、螺杆挤出法等。
- (4) 化学法 用化学溶剂使胶料浸润、膨胀，在高温下制成液体或半液体再生胶，或在胶料中加入不饱和酸，在高温下制得含羧基橡胶。
- (5) 物理法 如微波法、远红外法、超声波法等。

废旧橡胶制品生产再生胶的工艺流程见图 5-36-1。

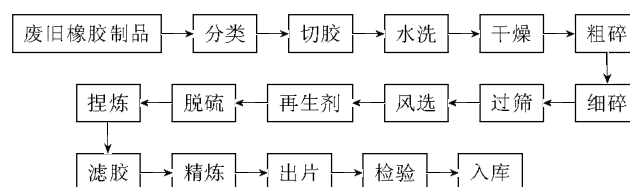


图 5-36-1 再生胶生产工艺流程

36.2 脱硫配方

废旧橡胶的再生，单靠加热和机械处理很难达到目的，必须加入软化剂、活化剂、增黏剂、抗氧剂等才能生产出高质量的再生胶，这些废橡胶再生时用的配合剂简称再生剂。胶粉和再生剂在脱硫中的投料比例及数量就是脱硫配方。

(1) 脱硫配方 脱硫配方是关系到再生胶脱硫效果好坏和后期加工难易的一个关键技术。制定配方要根据胶粉的种类、脱硫工艺条件、后期机械加工条件等综合因素，选择适宜软化剂、活化剂品种和用量。脱硫配方由胶粉、软化剂和活化剂等组成。

(2) 脱硫配方实例 再生胶品种很多, 每个品种都有相应的脱硫配方, 现就水油法中产量大的三个品种举例如下。

例 1

① 外胎类一级品配方 (份)

一级品胶粉(30目)	100	固体煤焦油	9
松香	3.5	活化剂 420	0.8
双戊烯	2.5		

② 脱硫工艺条件 蒸气压 0.98MPa, 时间 4h。

例 2

① 外胎类二级品配方 (份)

二级品胶粉(28目)	100	固体煤焦油	8
松香	3	活化剂 420	0.6
双戊烯	2		

② 脱硫工艺条件 蒸气压 0.98MPa, 时间 4h。

例 3

① 胶鞋类二级品配方 (份)

二级品胶粉(28目)	100	妥尔油	8.5
活化剂 420	0.6	松香	2

② 脱硫工艺条件 蒸气压 0.98MPa, 时间 3.5h。

上述配方的力学性能见表 5-36-1。

表 5-36-1 力学性能

性能项目	外胎类一级品	外胎类二级品	胶鞋类二级品
可塑性(威廉)	0.42	0.44	0.45
拉伸强度/MPa	11.5	9.3	7.3
扯断伸长率/%	430	410	400

36.3 再生橡胶的质量标准

36.3.1 检验标准

再生橡胶产品质量应按照国家标准 GB/T 13460—2003 所规定的内容进行检验, 其内容如下。

36.3.2 主题内容与适用范围

本标准规定了再生橡胶的分类、技术要求、试验方法、检验规则及包装、标志等, 适用于由废旧轮胎、胶鞋及其他各种废旧橡胶制品制成的再生橡胶。

36.3.3 再生橡胶的定义

经热、机械和/或化学作用塑化的硫化橡胶, 主要用作橡胶稀释剂、增量剂或加工助剂。

36.3.3.1 胎面再生橡胶

用废轮胎的胎面橡胶制取的再生橡胶。

36.3.3.2 轮胎再生橡胶

用废轮胎的外胎橡胶部分制取的再生橡胶。

36.3.3.3 胶鞋再生橡胶

用废旧胶面鞋、布面鞋橡胶部分制取的再生橡胶。

36.3.3.4 杂胶再生橡胶

以天然橡胶、顺丁橡胶、丁苯橡胶为主体的橡胶制品混合废橡胶制取的再生橡胶。

36.3.3.5 低污染再生橡胶

降解（脱硫）反应时，使用低污染再生剂或加入污染消除剂制成的再生橡胶。

36.3.3.6 丁基再生橡胶

由丁基橡胶为主体的各种规格内胎、胶囊及橡胶制品废橡胶制取的再生橡胶。

36.3.4 分类

再生橡胶依据其所使用的材料和质量进行分类，见表 5-36-2。

表 5-36-2 再生橡胶种类

品 种	代 号	所 用 材 料
轮胎再生橡胶	A ₁	以载重系列轮胎胎面为主的橡胶
	A ₂	载重系列轮胎外胎橡胶
	A ₃	轿车系列轮胎外胎橡胶
	A ₄	其他胎类的橡胶
丁基再生橡胶	B ₁	以丁基橡胶为主体的内胎橡胶
	B ₂	以丁基橡胶为主体的胶囊橡胶
	B ₃	以丁基橡胶为主体的橡胶制品
胶鞋再生橡胶	C	胶面鞋、布面鞋橡胶部分
杂胶再生橡胶		以天然橡胶、顺丁橡胶、丁苯橡胶为主体的橡胶制品
低污染再生橡胶		以系列轮胎为橡胶原料，使用低污染再生剂和加入污染消除剂生产的再生橡胶

36.3.5 技术要求

36.3.5.1 外观要求

再生橡胶应质地均匀，不得含有粗颗粒及杂质，而且金属片、木片、砂粒及细小纤维等异物应为痕量以下。

36.3.5.2 技术要求

再生橡胶应是可与生胶混用或单独使用来制造橡胶制品的材料。再生橡胶的化学、物理性能指标见表 5-36-3。

表 5-36-3 再生橡胶的化学、物理性能指标

检 测 项 目	轮胎再生橡胶				丁基再生橡胶			胶鞋再生橡胶		杂胶再生橡胶	低污染再生橡胶
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	B ₁	B ₂	B ₃	C ₁	C ₂	D	E
密度(最大)/(kg/cm ³)	1.18	1.20	1.18	1.30	1.20	1.20	1.30	2.00	2.00	1.35	1.20
门尼黏度 ML[(1+4)100℃](最大)	70.00	75.00	80.00	85.00	60.00	85.00	70.00	80.00	85.00	70.00	70.00
水分数(最大)/%	1.20	1.20	1.20	1.20	1.00	1.00	1.20	1.30	1.30	1.20	1.20
丙酮抽出物(最大)/%	20.00	25.00	25.00	25.00	15.00	18.00	20.00	18.00	20.00	20.00	20.00
灰分(最大)/%	10.00	12.00	12.00	15.00	8.00	8.00	30.00	35.00	38.00	30.00	10.00
拉伸强度(最小)/MPa	9.50	8.00	7.00	6.00	7.50	6.86	5.50	4.50	4.00	5.50	8.00
拉断伸长率(最小)/%	390	360	330	300	480	450	360	280	220	350	330

36.3.5.3 试验配方

试验配方见表 5-36-4。

表 5-36-4 试验配方

原材料名称	丁基橡胶配合/g	非丁基橡胶配合/g	原材料名称	丁基橡胶配合/g	非丁基橡胶配合/g
再生橡胶	300	300	硬脂酸	—	1.5
促进剂 CBS	—	1.5	促进剂 M	0.825	—
氧化锌(一级)	8.25	7.5	促进剂 NOBS	1.65	—
硫黄	3.3	4.5			

硫化条件如下。

温度	160℃±1℃	142℃±1℃
时间	40min, 50min, 60min	20min, 30min, 40min

第 37 章 特种再生胶生产工艺

通常再生胶是以废旧轮胎、胶鞋底及橡胶杂品生产的黑色再生胶，这类再生胶只能再用于生产黑色橡胶制品。特种再生胶包括彩色再生胶、乳胶再生胶、香味再生胶、精细再生胶、丁基再生胶、丁腈再生胶及硅橡胶再生胶、氟橡胶再生胶等。

37.1 彩色再生胶

【制法】

(1) 原料分类

① 在废橡胶中彩色废料按红色、蓝色、白色等色彩或其相似色彩分类，然后进行表面清洗，防止深色油污对色彩污染。

② 软化剂选择浅色类和非污染型，例如精制妥尔油、油酸、机油、白油、松香油。双戊烯、松香、石油类均可选择作为软化剂使用。

(2) 粉碎 很多彩色废料要粉碎达到 25 目困难较大，如果用常规双辊粉碎机难以粉碎，则可用江阴机械成套设备厂生产的 XCFJ-200A 型超细粉碎机，另外也可用溧阳机械厂生产的 Ly-20 高速脱硫机粉碎及拌油。

(3) 脱硫 由于彩色再生胶数量不是很多，脱硫容量不宜过大，为了品种更换、清扫方便，宜选用三种脱硫设备，即油法脱硫罐、快速脱硫机、小规格电加热动态脱硫罐。有关脱硫配方，上面已讲到选择浅色和非污染型软化剂，也可另加少量活化剂，软化剂用量一般为 6%~8%。

(4) 精炼 彩色再生胶一般通过捏炼后出薄片即可，如用精炼出片，必须是强度较好的再生胶，否则易断片，难卷取。

【功用】 按颜色分类的再生胶添加到同一种颜色的混炼胶制作彩色橡胶制品。

37.2 乳胶再生胶

37.2.1 高温脱硫法

(1) 粉碎 可采用普通双辊粗碎机或一沟一光粉碎机（也可用普通炼胶机），先将块状废乳胶及废手套进行粗碎。

(2) 拌油 使上述粗碎后废乳胶进入一台 Ly-20 型高速脱硫机中进行高速粉碎和拌油，时间约 5min 左右（如原料中含水分较高，则时间相应长些），最后放料后进行脱硫即可。这样的乳胶再生胶质量较优，并且均匀性好。

(3) 配方 除上述彩色再生胶中介绍的软化剂外，本配方重点举例如下。

① 乳胶废料（废手套）100 份，油酸 2~3 份。

② 乳胶废料 100 份，油酸 2 份，双戊烯 2 份。

③ 乳胶废料 100 份，油酸 2 份，双戊烯 1 份，松香 0.5 份。

(4) 脱硫 先在 Ly-20 脱硫机中进行拌油或半脱硫，然后在油法脱硫罐或动态脱硫罐中进行脱硫。油法蒸汽压力 0.5~0.6MPa 进行 3~4h，动态脱硫压力在 1.4~1.6MPa 下进行 1h 即可完成。

(5) 精炼 先在捏炼机上滚距 1~2mm 捏炼成片，时间约 15min，当胶料捏炼能包贴滚筒不落盘，胶片表面无大网孔时，则在热胶时立即精炼出片。

(6) 硫化胶配方 (份)

乳胶再生胶	100	促进剂 M	0.7
硫黄	3	硬脂酸	0.5
氧化锌	5		

硫化条件：(142±1)℃，20min，30min，40min，50min。

这样所生产的乳胶再生胶一定会得到优良品质，物性能达到：可塑度 0.5 以上，拉伸强度≥15MPa，扯断伸长率≥550%。

37.2.2 废乳胶手套机械法脱硫

华南理工大学唐晓铃和缪桂韶探索了经开炼破碎的“一次性乳胶检查手套”废品（记作 RN）部分取代顺丁橡胶（BR）的可行性。在此基础上，通过对比，试图找出一种进一步处理 RN 的方法，使“RN/BR”配方不但具有原（BR）配方的力学性能，还具有原配方混炼胶的表面性状（表面平整光滑、有手感黏性）。

37.2.2.1 再生工艺

首先用开炼机以最小辊距（0.1~0.2mm）将医用废乳胶手套薄通 10 次，获得机械法再生胶（RN），然后将此种再生胶与顺丁胶（BR）并用，采用以下两种掺和法。

(1) 直接掺和法 BR 与 RN 用实验室 X-160 开炼机薄辊距掺和至包辊，随后按常规进行混炼。

(2) 母胶掺和法 RN 先制成母炼胶（RN 母），然后在 BR 按常规混炼时作为配合剂加入，并混炼均匀。混炼辊温通常约 50℃。

37.2.2.2 试验结果

选低性能要求的全顺丁橡胶配方为对象，探索 RN 部分取代 BR 的可行性，试验结果参见表 5-37-1。

表 5-37-1 RN 取代 BR 的试验结果

原料及试验项目	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#
BR/份	100	70	60	70	70	70	70
废手套 RN/份	—	30	40	30	30	30	30
硫黄/份	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.4	1.2
TT/CZ	0.2/0.5	0.2/0.5	0.2/0.5	0.2/0.5	0.2/0.5	0.15/0.4	0.2/0.5
炼胶方法	—	A I	B II	A I	B II	B II	B II
包辊性	A	A	B	A	B	B	B
胶料表面性状	II	I	II	I	II	II	II
硫化仪试验(143℃)							
t_5 /min	3.5	2.8	2.5	4.1	4.0	4.5	5.0
t_{90} /min	7.0	5.0	4.0	6.0	6.5	7.0	7.0
硬度(邵尔 A)	69	72	72	68	68	63	63
拉伸强度/MPa	3.18	2.84	3.48	2.70	3.51	3.66	4.30

续表

原料及试验项目	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#
拉断伸长率/%	230	175	250	260	400	450	580
拉断永久变形/%	5	3	7	10	16	16	22
撕裂强度/(kN/m)	15.6	16.9	16.1	17.3	17.6	17.3	17.6
MPT(100℃, $D=2\text{mm}$, $r=100\text{s}^{-1}$, 预热 8min)							
剪切应力 τ_{12} /psi				2540	2260	2260	2260
挤出物表面性状				m. f		表面光滑	

注：1. 原生产配方：BR 100 份；ZnO 4 份；St 1.5 份；防 Ky-405 0.5 份；CZ 0.5 份；白色填料 165 份；操作油 8 份；S 1.8 份；TT 0.2 份。

2. 3# 配方另加变压器油 12 份。

3. 炼胶方法：A I 为直接掺和法；B II 为母胶掺和法。

4. 包辊性：A 为脱辊；B 为包辊性好。

5. 胶料表面性状：I 为粗糙；II 为光滑有手感黏性。

6. m. f 为熔体断裂。

7. 1psi=6894.76Pa。

表 5-37-1 数据表明，2# 配方用 30 份 RN 取代 BR，在配方其余成分不变之下，同 1# 配方（原产品配方）相比，采用直接掺和法，除硬度略升，伸长率下降，硫化加快之外，包辊性变差，混炼胶表面粗糙，无手感黏性。3# 配方用 40 份 RN 取代 BR，增添变压器油 12 份，同时采用“RN 母胶”混炼方法，除加快硫化进程，提升硬度之外，大体上已同纯 BR 原生产配方 1# 的情况差异不大，不仅混炼包辊性好，而且混炼胶表面光滑，有手感黏性。由此可见，“RN 母胶”混炼法有实用价值。

表 5-37-1 中 4# ~7# 配方是做的另一批实验，维持 30 份 RN 取代 BR，适度调整硫黄和促进剂用量，可以调整硫化胶力学性能。例如，同时调低硫黄与促进剂用量，或者仅调低硫黄用量，必须调低硬度，调大伸长率、撕裂强度，也会使永久变形增大，硫化参数也会适度变动。4# 配方与 5# 配方的对照明确表明，4# 配方采用“直接掺和法”，同 2# 配方一样，易脱辊，混炼胶表面粗糙、无手感黏性；5# 配方采用“RN 母胶”混炼法，改进包辊性，混炼胶表面光洁、有手感黏性。MPT 实验数据同样强调这一点，4# 配方比 5# 配方的剪切应力大，则黏度大，流动性差；4# 配方在剪切速率 $r=100\text{s}^{-1}$ 的挤出物出现熔体断裂，而 5# 配方的挤出物表面光洁、尺寸稳定。

表 5-37-2 中，开炼机制备 RN 母胶的时间（整个配方）和混炼时间对硫化参数、流变行为、力学性能的效应明确表明，采用“RN 母胶”混炼法总炼胶时间 8~12min，不会形成太大的影响。这个时间与“直接掺和法”的总时间相差不大。但重要的是采用“RN 母胶”混炼的胶料，剪切速率甚至达到 $r=1000\text{s}^{-1}$ ，也未见出现熔体断裂，并且具有比“直接掺和”混炼法胶料更低的口模膨大值。

表 5-37-2 RN 母胶制备时间的效应

试 验 项 目	8#	9#	10#	11#	12#
母胶炼胶时间/min	2.5 ^①	2.5	4.5	5	6
混炼时间/min	7	5.5	6	8	5.5
硫化仪试验(143℃)					
t_5 /min	7.5	5.8	6	5.5	5.5
t_{90} /min	9.5	9	7	8	7.5
硬度(邵尔 A)	60	65	64	61	62
拉伸强度/MPa	2.25	2.48	2.48	2.35	2.40

续表

试 验 项 目		8#	9#	10#	11#	12#
拉断伸长率/%		300	340	300	350	360
撕裂强度/(kN/m)		15.10	14.50	16.30	15.60	15.70
MPT(D 为2mm,105℃时)						
$\tau_{12}^{\text{③}}$ /psi	$r=100\text{s}^{-1}$	2600 ^②	2380	2380	2000	2400
	$r=200\text{s}^{-1}$	3400 ^②	2980	3000	2700	3000
	$r=500\text{s}^{-1}$	4700 ^②	4100	4090	3800	4000
	$r=1000\text{s}^{-1}$	5200 ^②	5000	5000	4700	4790
$D_j^{\text{④}}$ /mm	$r=100\text{s}^{-1}$	2.23 ^②	2.02	2.04	2.03	2.03
	$r=200\text{s}^{-1}$	2.31 ^②	2.04	2.05	2.05	2.04
	$r=500\text{s}^{-1}$	2.30 ^②	2.15	2.10	2.20	2.10
	$r=1000\text{s}^{-1}$	2.12 ^②	2.10	2.20	2.10	2.11

① 直接掺和 BN/RN, 掺和时间 2.5min。

② 出现熔体断裂 (试验配方: 表中的 8# 配方改 ZnO 1.5 份; St 3 份)。

③ τ_{12} 为剪切应力, 1psi=6894.76Pa。④ D_j 为挤出物的直径。

表 5-37-1、表 5-37-2 用的 RN 母胶是不含硫黄和促进剂的, 硫化仪数据表明, 这种母胶本身难以硫化。曾经实验过, 将整个配方中的部分硫黄、促进剂先加入 RN 母胶中, 再同 BR 进行混炼, 不管这类含硫黄和促进剂的 RN 母胶先同 BR 掺和, 再加其余配合剂进行混炼, 还是在 BR 混炼加料过程之中, 甚至在 BR 混炼加硫黄和促进剂之后加入, 对硫化参数、加工流动行为以致力学性能都没有太大的影响, 都有使用价值。

【功用】 可替代生胶用于生产橡胶制品。

37.3 香味再生胶

【制法】

(1) 在脱硫配方中加入香料厂下脚料、粗制蓝油、山苍子油, 用量约 2%, 既可作软化剂代替双戊烯, 又可中和煤焦油气味。

(2) 在捏炼时 (不在脱硫中加), 可加入茉莉花香精, 加入量是 0.3%, 稀释剂为乙醇, 这样即可获得香味再生胶, 再也没有煤焦油气味。

【功用】 用于制作有香味的橡胶制品。

37.4 精细再生胶

【制法】

(1) 采用 40~60 目细胶粉进行脱硫。

(2) 精炼机上多精炼 1~2 遍出片即成。

【功用】 用于帘布胶、电缆等挤出橡胶制品。

37.5 丁基再生胶

丁基再生胶的原料一般为废丁基胶内胎、丁基胶水胎、硫化胶囊及丁基胶瓶塞等制

品。区别是否为丁基胶内胎，只需注意在内胎上是否有一条蓝色线，如果是黄线则为三元乙丙胶。由于丁基胶不饱和度小，耐热性好，所以再生脱硫很困难；而且，生产丁基再生胶绝不能和其他胶种混合；此外，丁基胶粉碎也很困难，一般只能粗碎。

37.5.1 动态脱硫法

(1) 粉碎 用普通双辊粗碎机或一沟一光粉碎机进行粗碎，胶粒达 2~3 目即可。

(2) 拌油 将上述粗碎后的胶粒，倒入 Ly-20 型高速脱硫机 (1440r/min)，先进行 2~3min 高速搅拌粉碎，然后加入脱硫配方软化剂进行均匀拌油，总时间约 5min。

(3) 配方 (份)

丁基废胶	100	松香	2
精油酸	6	420 活化剂	1.5

(4) 脱硫时间

① 油法工艺 0.6MPa，时间 8h。

② 动态法工艺 1.4MPa，脱硫时间 2~3h。

采用动态法最佳。

(5) 精炼 脱硫后胶料在捏炼时以薄通法为主，每次轧炼 15~20min，精炼一次即可。

37.5.2 废丁基橡胶微波法或辐射法脱硫工艺

丁基橡胶中含有少量的异戊二烯，故其不饱和度较低，其硫化胶耐老化性能非常优良，这说明其很难氧化。经试验证明，丁基橡胶硫化胶再生时，氧起的作用很小，所以丁基橡胶硫化胶普遍采用高温加热进行再生的方法，一般在 180℃ 以上才易解聚。因为硫黄交联的丁基橡胶硫化胶中含有极性基，所以最合适的方法是微波脱硫法，用这种方法可以有选择地切断 C—S 和 S—S 键，但不切断 C—C 键，能获得近似原胶料的性能。由合成树脂硫化的丁基橡胶硫化物由于生成牢固的 —C—C— 或 —C—O—C— 型交联键，从而耐热性和耐机械作用更加稳定，所以其再生方法不同于硫黄硫化的丁基橡胶硫化胶的再生。前苏联开发的辐射法再生树脂硫化丁基橡胶取得了很好的效果，其工艺过程为：将含水量低于 1% 的胶粉，通过炼胶机压成胶片，然后进入电子加速器（辐射源 430mm×70mm 圆柱形 ^{60}Co ， γ 射线平均能量为 1.25MeV），利用加速电子的作用，在空气中进行脱硫，最后通过精炼机出片即可。

37.5.3 化学机械脱硫法

拌油后的丁基胶粉，在开炼机上添加 0.5%~1.0% 具有氧化功能的化学助剂，小辊距捏炼 20min 左右，再精炼 2~5 遍，即可获得高质量的丁基再生胶。

【功用】 用于生产丁基胶内胎、硫化胶囊、丁基胶瓶塞及丁基胶防水材料等橡胶制品。

37.6 乙丙再生胶

乙丙橡胶分为二元乙丙橡胶和三元乙丙橡胶，属于饱和或低不饱和的结构，二元乙丙橡胶一般用过氧化物硫化，三元乙丙橡胶一般用硫黄硫化。硫黄硫化的三元乙丙橡胶中，因含有极性基，所以采用微波脱硫法，能切断 S—S 和 C—S 键，不切断 C—C 键，能获得近似原胶料的性能。

【制法】 制法同丁基再生胶。

【功用】 用于生产汽车门窗及防水卷材等橡胶制品。

37.7 丁腈再生胶

目前有很多耐油制品，为了降低成本，非常需要丁腈再生胶，因为它可以提高耐油性，比任何添加剂都好。但由于丁腈胶具有极性，故难脱硫，现介绍几种脱硫方法和特殊配方。

【制法】

(1) 原料选择 丁腈废胶绝对不能和其他胶种混合再生，最好按品种分类，要了解该原料的成分及组成。例如丁腈瓶塞和纺织皮辊，其组成是由纯丁腈胶及丁腈胶和聚氯乙烯混合，还有些配方中含有明胶，在制造中有树脂型硫化及非树脂型硫化，它们的脱硫效果差别较大。

(2) 粉碎 丁腈胶极易粉碎，任何形式均可。

(3) 脱硫 脱硫方法有四种：①轧炼法；②油法；③水油法；④动态法。下面分别举例如下。

① 轧炼法 分三段轧炼，第一段 15min，第二段 6min，第三段 5min，总计 26min。

a. 配方 1 (份)

纯丁腈胶粉	100	脂肪醇	10
固体煤焦油	35	高碳酸	5

力学性能

拉伸强度/MPa	11.7	可塑度	0.345
扯断伸长率/%	605		

b. 配方 2 (份)

纯丁腈胶粉	100	脂肪醇	5
固体煤焦油	35	高碳三甘油酯	2

力学性能

拉伸强度/MPa	12.8	可塑度	0.230
扯断伸长率/%	610		

② 油法 (0.6MPa×4h)

配方 (份)

丁腈胶粉 (油封)	100	高碳三甘油酯	5
固体煤焦油	30		

力学性能

拉伸强度/MPa	13.5	可塑度	0.403
扯断伸长率/%	395		

③ 水油法 (180℃×3h)

配方 (份)

丁腈瓶塞	100	松香	4
固体煤焦油	20	双戊烯	4
妥尔油	10	活化剂 420	1.5

力学性能

拉伸强度/MPa	16.8	可塑度	0.40
扯断伸长率/%	685		

④ 动态法 [1.4MPa×(2~3h)]

配方 (份)

丁腈胶粉	100	液体古马隆	10
松焦油	5.6	420 活化剂	1.5

力学性能

拉伸强度/MPa	9.3	可塑度	0.470
扯断伸长率/%	430		

(4) 远红外线法 由于丁腈废胶具有极性,采用微波脱硫法或远红外线脱硫法最好。

首先将废 NBR 短头胶管及边料每千克绑成一捆,立放于 1000W/220V 远红外发生器中的凸型辐射架上,按 30kg/h 的辐照容量进行辐射,在远红外线辐射过程中,由于红外线能量的作用,而切断硫化胶中的 S—C—S—C 键,硫化胶的网状结构因此还原成长链的塑性体,然后将辐射后的硫化胶在开炼机上捏炼,辊距为 0.1~0.2mm,辊温为 65~75℃,压成胶粉,再分别按以下两种方法制成再生丁腈橡胶。

① 膨润增黏法

a. 配方 远红外线辐射过的 NBR 胶粉用量为 100 份;膨润剂为 20 份;补强增黏树脂为 10 份。

b. 工艺 将胶粉与膨润剂和增黏树脂在开炼机上捏炼,最后压成胶片,制成丁腈再生胶(RNBR)。此法生产的再生胶优于传统法生产的再生胶,表面光亮,无粗糙的胶粉颗粒,物理性能优良,无臭味。

② 离子交换法

a. 配方 远红外线辐射过的 NBR 胶粉用量为 100 份;离子交换树脂为 0.8 份;化学改性剂为 0.5 份;二辛酯为 5 份。

b. 工艺 按上述配方将各种材料置于容器内搅拌均匀,停放 4h 后置于开炼机上捏炼,最后压成胶片,即制得 RNBR 硫化胶。

用膨润增黏法和离子交换法制成的 RNBR 硫化胶与原配方胶料性能对比见表 5-37-4。由表 5-37-3 可见,用两种方法制作的再生胶的强伸性能可达到原配方胶料性能的 80%以上,其耐溶剂效果也较好。

表 5-37-3 两种不同方法生产的 RNBR 硫化胶与原配方胶料性能对比

性能项目	膨润增黏法	离子交换法	原配方
拉伸强度/MPa	9.5(86.4%)	9.0(81.8%)	11.0
扯断伸长率/%	365(76.8%)	400(84.2%)	475
耐溶剂性(质量增量)/%			
机油	2	2	—
汽油	1.7	2.0	1.5
汽油/苯(75/25)	11.3	12.0	5.0

注:1. 试验配方:RNBR100 份;硫黄 1.5 份;促进剂 CZ 0.5 份;促进剂 DM 1.5 份;氧化锌 3 份;硬脂酸 0.5 份。原配方:NBR-26 100 份;硫黄 1.6 份;促进剂 DM 0.6 份;氧化锌 5 份;硬脂酸 2 份;防老剂 1.5 份;补强填充剂 139 份;软化剂 26 份;合计 275.7 份。

2. 硫化条件为 150℃×15min。

3. 括号内数字为保持率。

【功用】 用于丁腈胶耐油橡胶制品。

37.8 液体再生胶

【制法】

用于制作液体再生胶的有 1[#] 强化剂、油性黏合剂和水性乳化剂。液体再生胶生产配方

及工艺见表 5-37-4，生产流程见图 5-37-1。

强溶胀氧化还原法分两步工序进行。

(1) 将 80~120 目胶粉 100 份，倒入容器里，加温 40~60℃，后加入胶粉总量的 40% 的 1# 强化剂，搅拌 1h，使其进行强化反应，然后每隔 1h 搅拌 10min，持续 3h。使其进行

表 5-37-4 液体再生胶生产配方及工艺

工 序	组 分	质 量 份	时 间 /h	温 度 /℃
强化工序	80~120 目胶粉,1# 强化剂	100 40	36~48	40~60
压滤强化剂工序	1# 强化剂压出量	38	压净	
强化还原工序	强化过的胶粉 油性黏合剂 水性乳化剂	100 30~35 100	1~2	70~80
包装	成品	液体油性再生胶 液体水性再生胶		

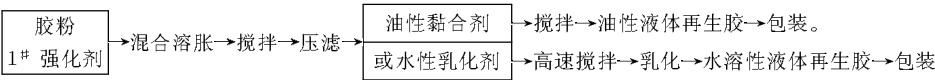


图 5-37-1 液体再生胶生产流程

溶胀反应。溶质和溶剂的分子互相扩散，溶质胶粉的分子量越大，溶解度越小，时间越长。因废旧胶粉里含有天然胶合成胶纤维和硬质材料，它们的分子量都超过 10000，相互渗透缓慢，所以强溶胀反应要 36~48h（如若是 60~80 目的胶粉时间更长），在 8h 里每隔 4h 检验一次看胶粉溶胀溶解是否完成。简便的方法是：用拇指和食指搓，如没有颗粒即成，胶粉溶液用多层纱布包裹、过滤，把 1# 强化剂全部压出（留下以便下次使用）。

(2) 将溶胀的胶粉倒入容器里，加 30%~35% 油性黏合剂，后搅拌 1h，停 30min，加温 70~80℃，继续搅拌 3h 后，抽样检验，如混合物分散均匀，成膏状体，即是液体油性再生胶。

(3) 在 50% 强化过的胶粉中加入 50% 乳化剂，通过 30℃ 搅拌反应，1~2h 可制成乳化水性液体再生胶。

日本专利生产液体、半液体再生胶的方法如下。

将 30 目胶粉浸泡在溶胀剂中，溶剂用矿物油、焦油、高沸点芳香油、妥尔油、二戊烯等均可。并与再生剂混合，浸泡 24h，再在室温下放置 24h，使胶粉渗透溶胀，在脱硫罐中用电加热至 200~350℃，加入 0.2MPa 的压缩空气，脱硫及操作时间为 2.5~3.5h，制得液体、半液体再生胶。该产品不需捏炼和精炼等机械加工，直接加入新胶料中即可完全混合，并可增加炭黑的配比量，提高胶料的耐磨性能，降低新胶料的生产成本。此法获日本专利（昭和 41-11629 号）。

【功用】

(1) 液体油性再生胶

① 可和 5% 石油 10# 沥青 180℃ 聚合反应生成胶体改性沥青，可和各种石油沥青并用。用于筑高速公路，防滑、防震；夏季高温 60℃ 不熔化，冬季 -30℃ 不裂；有塑弹性，车辆高速行驶平稳，安全可靠。

② 可和沥青、树脂并用，加工成防水、防腐、防锈涂料。

③ 可生产建筑钩缝油膏、改性沥青防水卷材、房顶防水封膏。

④ 可生产胶质沥青高级黑漆，漆膜具有良好的防水、防腐、防锈、防震、隔音、绝缘等性能，用于地下工程、车船底盘、管道工程。

⑤ 可和各种合成橡胶、天然橡胶并用生产加工各种橡胶制品。

(2) 液体水性再生胶 可与水泥混合制成改性水泥，用于筑路，有弹性、防滑。可制成防水涂料。

37.9 硅橡胶再生胶

【制法】

(1) 机械法 将不合格的硅橡胶制品和生产下脚料经挑选、清洗、去除杂物、干燥后，剪成小块，置于开炼机上以小辊距 ($\leq 0.2\text{mm}$) 反复精炼破碎，最后用试样筛筛选、分类得到硅橡胶胶粉。

(2) 热裂解法 选用机械法制得的细度为 40 目的硅橡胶胶粉置于热裂解器中，在一定热裂解条件下热裂解 (最佳热裂解条件为 $500^{\circ}\text{C} \times 1\text{h}$ 或 $400^{\circ}\text{C} \times 3\text{h}$)，然后在开炼机上精炼。

(3) 化学法 选用机械法制得的细度为 20 目的硅橡胶胶粉加入化学改性剂于低于 50°C 的温度下搅拌 15min，再在开炼机上精炼。化学改性剂以促进剂 D 0.5 份和 FeCl_2 0.3 份最佳。

【功用】 用于硅橡胶制品。

37.10 氟橡胶再生胶

氟橡胶由于具有耐高温、耐腐蚀、耐油等特性而被广泛用于化工、航天、航空等领域。由于氟橡胶价格高，将生产过程中的边角料和不合格品回收再利用具有较大的经济价值。

【制法】 将不合格的氟橡胶制品和边角料经挑选、清洗、去除杂物、干燥后，剪成小块，置于开炼机以小辊距破碎制得粗胶粉。

(1) 机械法 将粗胶粉直接置于开炼机上反复薄通 30 次即得氟橡胶再生胶。

(2) 化学法 粗胶粉 80g 加入到含有乙酸 8mL 和高锰酸钾 4g 的 850mL 丙酮中，经 4h 溶解，搅拌均匀，加入 100mL 浓碳酸钠溶液，使之沉淀。沉淀经水洗、干燥即得再生胶。

(3) 机械化学法 先将氯化亚铁溶于乙醇中，苯肼溶于苯中，再在开炼机上以小辊距薄通粗胶粉，同时加入 2 份氯化亚铁和 2 份苯肼，薄通 5 次即成再生胶。

【功用】 用于氟橡胶制品。

再生橡胶生产厂家 (大厂) 如下。

- ① 南通回力橡胶集团有限公司。
- ② 江西国燕橡胶有限公司。
- ③ 焦作市弘光橡胶有限公司。
- ④ 唐山市再生胶有限公司。
- ⑤ 衡水市再生胶有限公司。
- ⑥ 山西平遥聚贤橡胶有限公司。
- ⑦ 黄石市橡胶二厂。
- ⑧ 沈阳市再生胶总厂。
- ⑨ 山东高密再生胶有限公司。
- ⑩ 浙江平湖再生胶有限公司。

第 38 章 再生胶的应用

38.1 概述

再生胶代替部分生胶用于生产各种橡胶制品，或用 100% 的再生胶生产低档橡胶制品，在我国已有几十年的历史，由于再生胶的加工工艺性能优良，价格低廉，它只有生胶价格的 1/5 左右，因此应用广泛，我国 2002 年消耗量为 115 万吨，不但能降低橡胶制品的成本，还能改善生产工艺性能。

(1) 再生胶的优点

- ① 有良好的塑性，易与生胶和配合剂混合，节省工时，降低动力消耗。
- ② 收缩性小，能使制品有平滑的表面和准确的尺寸。
- ③ 流动性好，易于制作模型制品。
- ④ 耐老化性好，能改善橡胶制品的耐自然老化性能。
- ⑤ 具有良好的耐热、耐油、耐酸碱性能。
- ⑥ 硫化速度快，耐焦烧性好。

(2) 再生胶的缺点

① 弹性差 再生胶是由弹性硫化胶经加工处理后得到的塑性材料，其本身塑性好、弹性差，再硫化后也不能恢复到原有的弹性水平。因此，应用时要注意选择好配合量，特别是制造弹性好的产品，应尽量少用或不用再生胶而用胶粉。

② 屈挠龟裂大 再生胶本身的耐屈挠龟裂性差，这是因为废硫化胶再生后其分子内的结合力减弱所致。对屈挠龟裂要求较高的一些特殊制品，要斟酌使用再生胶，并注意使用量，掺用胶粉可提高耐屈挠的性能。

③ 耐撕裂性差 影响耐撕裂性的因素较多，配合剂分散不均，制成的橡胶制品不仅力学性能低，耐老化性差，而且抗撕裂性也弱。再生胶在脱硫工艺过程中，由于拌料不均，再生剂分散不好，也是造成再生胶耐撕裂性差的一个因素，在应用时应注意这点。掺用胶粉可提高耐撕裂性能。

再生胶含有的橡胶烃是指废硫化胶中的弹性橡胶成分。日本工业标准 JIS K6313 对再生胶的橡胶烃含量做了如下推测：汽车轮胎再生胶橡胶烃含量为 45%~50%；汽车内胎再生胶橡胶烃含量为 55%；胶鞋、杂胶再生胶橡胶烃含量为 30%~40%。实验表明，轮胎再生胶的力学性能仅是原硫化胶性能的 50%~60%。据此推算 100 份再生胶中含橡胶烃约 50 份，相当于原硫化胶性能的 30%，也就是说 100 份轮胎再生胶只能代替 30 份生胶使用，列成公式即

$$70 \text{ 份生胶} + 100 \text{ 份胎面再生胶} = 100 \text{ 份生胶}$$

再生胶有单用和并用两种形式，并用中有与天然橡胶或合成橡胶混用的情况，具体有如下四种：

- ① 天然橡胶+再生胶；
- ② 合成橡胶+再生胶；

③ 天然橡胶+合成橡胶+再生胶；

④ 再生胶单用。

再生胶的应用范围随着橡胶工业和其他工业的发展而逐渐扩大。目前已在轮胎、胶管、输送带、自行车胎、胶鞋、胶板等方面大量应用。除此之外，在建筑材料方面也有应用，如油毡、冷贴卷材、防水涂料、密封胶腻子等。在市政工程方面可做地下管道的防护层、电缆防护层、防水材料、防腐材料及铺路面的防龟裂材料等。

(3) 应用再生胶的注意事项

① 熟悉再生胶的优缺点。

② 对进厂的再生胶一定要经检验后使用，掌握它的技术性能，便于制定配方时参考。

③ 制定配方时要根据橡胶烃的含量考虑硫黄和其他配合剂的正确用量，以收到理想的配合效果。

④ 再生胶的密度、水分含量及所含的软化剂量都对产品有一定的影响，应用时要考虑这些因素，尤其要适当调整配方中软化剂的用量。

⑤ 再生胶的用量要根据所制产品的具体要求，合理地考虑它的用量。用量过多或过少，都会对产品的质量和经济效益产生一定的影响。

⑥ 再生胶应用前一定要经检测合格后方可使用。

38.2 再生胶用于鞋底

38.2.1 再生胶用于皮鞋大底

(1) 配方 1 (份)

天然橡胶 3 号	70	半补强炭黑	25	防老剂 A	1
顺丁橡胶	30	陶土	20	松香	0.5
轮胎再生胶	150	轻质碳酸钙	20	石蜡	1
硬脂酸	3	促进剂 DM	1.3	液体古马隆	3
氧化锌	5	促进剂 M	0.7	硫黄	4
高耐磨炭黑	20	促进剂 D	0.5	合计	355

硫化条件为 $0.3\text{MPa}(3\text{kgf/cm}^2) \times 8\text{min}$ 。拉伸强度为 $11.4\text{MPa}(116\text{kgf/cm}^2)$ ；扯断伸长率为 435%；硬度为 68；相对密度为 1.296；屈挠为 43 万次/E；磨耗量为 $0.67\text{cm}^3/1.61\text{km}$ 。

(2) 配方 2 (份)

1# 烟片胶	50	促进剂 M	15	防老剂 D	1.5
顺丁橡胶	50	促进剂 DM	1.5	废胶粉	50
再生胶	100	促进剂 TMTD	0.15	固体古马隆	4
氧化锌	5	高耐磨炭黑	45	黄油	3
硫黄	2.5	松焦油	10	合计	327.15

(3) 配方 3 (份)

1# 烟片胶	50	促进剂 DM	1.5	防老剂 D	1.5
顺丁橡胶	50	促进剂 TMTD	0.15	碳酸钙	20
再生胶	150	硬脂酸	3	固体古马隆	4
氧化锌	7	高耐磨炭黑	55	黄油	4
硫黄	2.6	松焦油	8	合计	358.25
促进剂 M	1.5				

(4) 配方 4 (份)

3# 烟片胶	50	促进剂 M	1.4	30 号机油	5
丁苯橡胶 1500	40	促进剂 DM	2.1	石蜡	0.5
胎面再生胶	120	促进剂 D	0.7	古马隆	10
高耐磨炭黑	55	促进剂 TMTD	0.3	工业油脂	13.5
硫黄	3.2	防老剂 A	0.5	废胶粉	40
硬脂酸	3	碳酸钙	14	合计	374.2
氧化锌	5	陶土	10		

38.2.2 再生胶用于黑色大底

(1) 配方 1 (份)

20# 标准胶	30	促进剂 D	0.68	固体古马隆	15.6
顺丁橡胶	50	促进剂 CZ	1	20 号机油	23.4
软化丁苯橡胶	20	氧化锌	5	轻质碳酸钙	6.45
再生胶	29.7	硬脂酸	4	合计	263.15
硫黄	1.8	防老剂 D	1	含胶率/%	38
促进剂 M	1.02	高耐磨炭黑	73.5		

(2) 配方 2 (份)

20# 标准胶	30	促进剂 D	0.68	防老剂 D	1
顺丁橡胶	50	促进剂 CZ	1	固体古马隆	16.7
软化丁苯橡胶	20	氧化锌	5	20 号机油	21.7
再生胶	67	硬脂酸	4	合计	294.94
硫黄	1.84	高耐磨炭黑	75	含胶率/%	34
促进剂 M	1.02				

(3) 配方 3 (份)

20# 标准胶	30	高耐磨炭黑	84	氧化锌	5
顺丁橡胶	50	固体古马隆	18	硬脂酸	4
软化丁苯橡胶	20	促进剂 M	1.06	20 号机油	21
再生胶	98	促进剂 D	0.7	合计	335.76
硫黄	2	促进剂 CZ	1	含胶率/%	30
防老剂 D	1				

38.2.3 再生胶用于 420 棉鞋鞋底

配方 (份)

1# 烟片胶	20	重油	12	碳酸钙	60
胎面再生胶	80	防老剂 A	1	促进剂 CZ	1.5
氧化锌	5	防老剂 D	1	硫黄	2.2
硬脂酸	3	顺丁橡胶	40	合计	262.2
石蜡	1.5	高耐磨炭黑	35	含胶率/%	22.9

38.2.4 再生胶用于布面鞋大底

配方 (份)

BR9000	40	石蜡	0.5	促进剂 DM	1
SBR1500	40	防老剂 A	0.2	陶土	15.36
胎面再生胶 (橡胶烃 含量以 40% 计)	50	高耐磨炭黑	70	20 号机油	20
		氧化锌	5	固体古马隆	10
硫黄	1.5	促进剂 M	2	松焦油	5
硬脂酸	2	促进剂 D	0.6	合计	193.16

38.2.5 再生胶用于海绵中底

(1) 配方 1 (份)

再生胶	600	硬脂酸	17	陶土	55
5# 烟片胶	100	氧化锌	3	小苏打	12
硫黄	8	防老剂 D	4	明矾	10
促进剂 D	3.3	锭子油	10	发孔剂 H	6
促进剂 M	2	黑油膏	60	合计	1000
促进剂 DM	5.7	碳酸钙	104	含胶率/%	10

(2) 配方 2 (份)

再生胶	600	硬脂酸	17	小苏打	12
5# 烟片胶	100	氧化锌	3	明矾	10
硫黄	8	防老剂 D	4	发孔剂 H	8
促进剂 D	3.3	锭子油	10	合计	942
促进剂 M	2	碳酸钙	104	含胶率/%	10.6
促进剂 DM	5.7	陶土	55		

38.2.6 全再生胶模压便鞋底

配方 (份)

胎面再生胶	100	促进剂 D	0.3	硬脂酸	1
硫黄	1.2	氧化锌	0.5	高耐磨炉黑	2
促进剂 M	0.4	防老剂 A	0.5	合计	106.3
促进剂 DM	0.4				

38.3 再生胶用于轮胎和轮胎垫带

38.3.1 再生胶用于轮胎

(1) 配方 1 (份)

天然橡胶	45	中超耐磨炭黑	42	防老剂 RD	1.0
顺丁橡胶	55	高耐磨炭黑	10	30 号机油	8
胎面再生胶	15	氧化锌	4	石蜡	1
硬脂酸	2.5	硫黄	1.4	合计	187.1
防老剂 4010	1.0	促进剂 NOBS	1.2		

(2) 配方 2 (份)

天然橡胶	60	硫黄	1.3	中超耐磨炭黑	30
顺丁橡胶	30	促进剂 CZ	1.1	高耐磨炭黑	15
丁苯橡胶	10	促进剂 DM	0.8	30 号机油	8
胎面再生胶	20	防老剂 RD	1.0	石蜡	0.8
硬脂酸	2.5	防老剂 H	0.3	白炭黑	5
氧化锌	5	防老剂 4010	1.0	合计	191.8

(3) 配方 3 (份)

天然橡胶	60	硫黄	1.3	中超耐磨炭黑	30
顺丁橡胶	30	促进剂 CZ	1.1	高耐磨炭黑	15
丁苯橡胶	10	促进剂 DM	0.8	30 号机油	8
胎面再生胶	20	防老剂 RD	1.0	石蜡	0.8
硬脂酸	2.5	防老剂 H	0.3	白炭黑	5
氧化锌	5	防老剂 4010	1.0	合计	191.8

(4) 配方 4 (份)

天然橡胶	70	顺丁橡胶	30	胎面再生胶	10
------	----	------	----	-------	----

硬脂酸	2.5	促进剂 NOBS	0.5	高耐磨炭黑	20
氧化锌	4	防老剂 RD	1.0	30 号机油	6
硫黄	1.4	防老剂 4010	1.0	石蜡	1.0
促进剂 DM	0.3	中超耐磨炭黑	30	合计	177.7

38.3.2 再生胶用于轮胎垫带

配方 (份)

天然橡胶 3 号	30	松焦油	8	轻质碳酸钙	11
顺丁橡胶	70	石蜡	2	通用炉黑	55
轮胎再生胶	180	促进剂 M	2	促进剂 TT	0.1
氧化锌	5	防老剂 A	1	硫黄	3
硬脂酸	3	防老剂 AM	1	合计	371.1

硫化条件为 $0.3\text{MPa}(3\text{kgf/cm}^2) \times 10\text{min}$ 。产品力学性能拉伸强度为： 7.8MPa (80kgf/cm^2)；扯断伸长率为 500%；硬度为 55，相对密度为 1.16。

38.4 再生胶用于胶板

配方 (份)

轮胎再生胶	200	碳酸钙	50	防老剂	0.5
促进剂 DM	1.0	硬脂酸	0.5	硫黄	2.5
氧化锌	2.5	石蜡	7.5	合计	264.5

硫化条件为 $0.31\text{MPa}(3.2\text{kgf/cm}^2) \times 15\text{min}$ 。产品力学性能拉伸强度为： 3.45MPa (35.2kgf/cm^2)；扯断伸长率为 150%；硬度为 65。

38.5 再生胶用于自行车脚踏套及水箱胶管等

38.5.1 再生胶用于自行车脚踏套

(1) 配方 1 (份)

1# 烟片胶	45	重油	15	促进剂 D	0.5
胎面再生胶	110	防老剂 D	1	硫黄	3
氧化锌	5	高耐磨炭黑	30	废胎面胶粉	60
硬脂酸	3	碳酸钙	30	合计	304.7
石蜡	1	促进剂 M	1.2	含胶率/%	14.7

(2) 配方 2 (份)

1# 烟片胶	40	防老剂 A	1	促进剂 DM	0.6
胎面再生胶	120	防老剂 D	1	促进剂 D	0.4
氧化锌	5	高耐磨炭黑	5	硫黄	3
硬脂酸	3	通用炭黑	10	合计	227.8
石蜡	3	碳酸钙	25	含胶率/%	17.6
重油	10	促进剂 M	0.8		

38.5.2 再生胶水箱胶管

配方 (份)

胎面再生胶	100	硬脂酸	1~1.5	软化剂	3~5
硫黄	1~1.5	防老剂	2~2.5	合计(内胶)	134.9
促进剂	2.4~2.8	填充剂	30~40	合计(外胶)	152.5
氧化锌	2.3	古马隆树脂	7.5		

38.5.3 再生胶用于敞车篷布防磨护帽

配方 (份)

再生胶	100	黑油膏	2.5	通用炭黑	4
硫黄	2	硬脂酸	1.5	机油	8
促进剂 DM	0.8	石蜡	1	合计	153.2
氧化锌	3.4	碳酸钙	30		

38.6 再生胶用于输送带覆盖胶

配方 (份)

天然橡胶 3 号	28	半补强炭黑	28	促进剂 M	0.3
丁苯橡胶 1500	72	氧化锌	5	促进剂 DM	0.6
胎面再生胶	64	防老剂 J	1.4	促进剂 CZ	0.9
重油	8	防老剂 DFC	1.4	硫黄	2.2
轻质碳酸钙	32	硬脂酸	5.5	合计	281.8
高耐磨炭黑	32	石蜡	0.5		

38.7 再生胶用于胶管

38.7.1 再生胶用于夹布胶管内胶

配方 (份)

天然橡胶 3 号	67	半补强炭黑	80	古马隆	8
丁苯橡胶 1500	23	氧化锌	5	促进剂 M	0.8
胎面再生胶	67	防老剂 D	1.5	促进剂 DM	1.8
重油	20	防老剂 DFC	1.5	硫黄	3
轻质碳酸钙	20	硬脂酸	3	合计	351.6
陶土	40				

38.7.2 再生胶用于消防胶管

配方 (份)

组成	外胶	内胶	组成	外胶	内胶
天然橡胶 3 号	68	50	防老剂 J	1.3	1.3
丁苯橡胶 1500	32	50	防老剂 DFC	2.0	2.0
胎面再生胶	52	60	硬脂酸	2.5	2.5
重油	5	4	古马隆	5.0	5.0
陶土	—	120	石蜡	1.5	—
轻质碳酸钙	103	—	促进剂 M	0.5	0.5
高耐磨炭黑	20	75	促进剂 DM	1.3	1.4
半补强炭黑	15	—	硫黄	2.3	2.5
氧化锌	6	8	合计	317.4	332.2

38.8 精细再生胶在帘布胶中的应用

广州第一橡胶厂经过试验证明精细 (40 目) 再生胶可大比例掺用到帘布胶中, 对胶料物理性能的影响不明显。

38.8.1 精细再生胶的掺用比例

由于再生胶的工艺性能与生胶相似, 且密度也较小, 可以较大比例地掺用。

(1) 再生胶大比例掺用对胶料性能的影响

烟胶/细粒子再生胶	100/0	100/50	100/100	永久变形/%	14	13	11
拉伸强度/MPa	21.2	13.8	11.4	300%定伸应力/MPa	3.1	7.3	7.4
扯断伸长率/%	830	685	630	门尼黏度 ML[(1+4)100℃]	27.1	34.9	34.9
硬度(邵氏 A)	40	43	43				

从以上数据可以看出,掺用 50 份与 100 份再生胶,对胶料性能的影响不明显,仅拉伸强度稍有降低。

(2) 再生胶大比例掺用对硫化速度的影响

烟胶/细粒子再生胶	100/0	100/50	100/100	100/100
促进剂 M	0.7	0.7	0.7	1.5
t_5/s	173	170	180	135
t_{90}/s	990	982	900	668

精细再生胶掺用 50 份时对硫化速率影响不大,超过 100 份时对硫化速率稍有影响,增大促进剂用量,则硫化速度明显加快。

38.8.2 性能对比

性能项目	原生产配方	现生产配方	国家标准
H 抽出力	57	54.8	
撕裂/(kN/m)	92.7	63.9	
附着 力			
胶与布/(kN/m)	6.9	6.4	2.5
布与布/(kN/m)	6.4	6.0	2.5
里程试验/km	12442.5	13542.0	5000(JISK 6302—82)

注:现生产方中掺有细粒子再生胶 85 份。

38.8.3 经济效益

项目	原生产配方	现生产配方
含胶率/%	46.51	33.33
密度/(g/cm ³)	1.25	1.21
胶料成本/(元/kg)	7.2791	5.9476

该配方是该厂的主体配方,使用量较大,而且配方成本下降的幅度大,每匹胶帘布(181.33m)可节约 180~230 元。里程试验证明,新产品的使用寿命可提高 8.8%。

38.9 丁腈再生胶的应用

(1) 耐油胶板中掺用丁腈再生胶,降低成本并改善胶料压延性能。

考虑到丁腈再生胶的弹性较差且强度不高,不宜单独使用制造耐油胶板,而与丁腈橡胶或氯丁橡胶并用综合效果较好,按照 GB 5574—85 的要求,经过多次试验,确定配方如下(因丁腈再生胶的硫化剂的耗用量与丁腈橡胶相当,故为便于比较配方按“丁腈再生胶+丁腈胶=100 份”推算,单位:份)。

A 种丁腈再生胶	60	氧化锌	4	碳酸钙	30
丁腈橡胶-26	40	硬脂酸	1.5	二丁酯	15
硫黄	2	半补强炭黑	37	松焦油	5
促进剂	3	陶土	50	合计	248.5
防老剂	1				

A 种再生胶是以纺织皮圈皮辊在生产过程中磨光时的丁腈橡胶粉为原料生产的丁腈再生胶,外观为浅棕色。

经测试各项力学性能符合标准要求，每千克胶料节约成本 1.5 元。之所以选用 A 种再生胶是因为 A 种再生胶在再生前的胶粉粒径较小，再生后基本看不到再生胶小颗粒，压延胶片光滑。上述配方的混炼胶经热炼后，压延性能好，收缩小，无毛边，表面平整光滑。值得注意的是因为丁腈再生胶硫化速度慢，在应用时要适当增加硫化促进剂的用量。

(2) 丁腈再生胶应用于耐燃油制品，改善制品耐油性能。

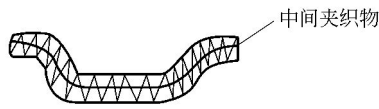


图 5-38-1 加油站油阀隔膜

制品：加油站油阀隔膜，见图 5-38-1。

介质 汽油
压力 0.1~0.8MPa

因该制品耐油性能要求较高，以前均用高丙烯腈含量的丁腈橡胶与聚氯乙烯并用制造，不但工艺困难、成本高，而且因柔软性差，使用寿命短。考虑到制品的破坏都是因溶胀而导致强度下降的破坏，就从耐油性能着手，利用丁腈再生胶的优异耐油性能进行配合试验。

丁腈再生胶的强度不能满足制品要求，故与丁腈橡胶并用，并用胶的耐油性能随着丁腈橡胶用量的提高而变差，但强度升高。经过多次试验，确定并用比为丁腈再生胶：丁腈胶=7：3，具体配方如下（单位：份）。

B 种丁腈再生胶	70	防老剂	1	邻苯二甲酸二异癸酯	8
丁腈橡胶	30	氧化锌	4	合计	154
硫黄	2	硬脂酸	1		
促进剂	3	中超炭黑	35		

B 种丁腈再生胶是以模压丁腈橡胶制品生产中的废胶边为原料生产的丁腈再生胶，外观为黑色。

胶料工艺加工性能较好，硫化后产品硬度为 67（邵氏 A），强度为 11.8MPa，能满足使用要求。具有耐油性能。将产品浸在介质汽油中 24h，质量变化率几乎为零，但硬度下降 2~4，产品使用性能良好，寿命延长。

38.10 丁基再生胶的应用

丁基再生胶用途广泛，添加到丁基生胶中生产内胎和硫化胶囊可降低成本 20% 以上，而气密性和使用寿命仍可保持 100% 丁基生胶的水平。

38.10.1 硫化型丁基再生胶防水卷材

硫化型丁基再生胶防水卷材铺设在屋顶上耐老化性能优异，使用寿命是丁苯胶防水卷材的两倍以上，而成本只有后者的 50% 左右。

(1) 配方（份）

丁基再生胶	100	滑石粉	80	促进剂 PX	1
硬脂酸	3	白油(或机油)	20	促进剂 NC	1
氧化锌	5	促进剂 M	2	防老剂	2
炭黑	20	促进剂 TMTD	1	硫黄	2

(2) 压延 压延胶片原为 1.5~2.0mm，用垫布卷取，送入硫化罐或鼓式硫化机硫化。

(3) 硫化 硫化罐硫化条件为 160℃×1h。

(4) 物理性能

拉伸强度/MPa	2.13	硬度	72
扯断伸长率/%	255		

38.10.2 非硫化型丁基再生胶防水卷材

原料为废丁基橡胶内胎、水胎及硫化胶囊等，在开炼机上薄通数次，添加促进剂 H 1%~2%，混合均匀后按配方添加配合剂。混匀后经压延或挤出成片，卷取即成，无需硫化，生产工艺简单，成本低廉。

(1) 配方 (份)			
丁基再生胶	100	陶土	100~150
硬脂酸	3	软化剂	15~20
(2) 力学性能			
拉伸强度/MPa	1.6	300%定伸应力/MPa	1.0
扯断伸长率/%	600	撕裂强度/(kN/m)	1.0

某建材厂非硫化型丁基再生胶防水卷材的生产配方及性能如下。

(1) 配方 (份)			
丁基再生胶(废丁基胶囊)	100	填充剂	65
防老剂	2	合计	173
软化剂	6		

(2) 生产工艺 在开炼机上用机械法对废丁基胶束进行塑化再生，然后加入各种配合剂混炼，经停放、热炼后，压延出片，最后冷却、卷取、包装、入库。成品厚分三种规格：1.2mm、1.5mm、2.0mm，宽 1m，每卷长 20m。

(3) 性能对比 该厂非硫化型与硫化型（三个厂）的丁基再生橡胶防水卷材、EPDM（三元乙丙橡胶）、CPE（氯化聚乙烯）、EPDM/SBR（三元乙丙橡胶/丁苯橡胶）及普通再生胶防水卷材的各项性能对比见表 5-38-1。

表 5-38-1 非硫化型丁基再生橡胶防水卷材与硫化型橡胶防水卷材性能对比

性 能	本卷材		硫化型 IIR 橡胶			EPDM	CPE		EPDM /SBR	普通再生胶
	试样 1	试样 2	A 厂	B 厂	C 厂		D 厂	E 厂		
硬度(邵尔 A)	63	60	70	86	80	73	86	72	64	74
扯断伸长率(纵向)/%	140	140	174	164	244	372	176	156	452	180
扯断伸长率(横向)/%	400	204	188	—	—	—	—	—	—	—
拉伸强度(纵向)/MPa	1.2	1.4	5.4	4.7	2.8	9.5	6.5	6.9	10.2	9.5
拉伸强度(横向)/MPa	1.2	1.1	5.2	—	—	—	—	—	—	—
扯断永久变形/%	48	79	21	38	119	47	26	23	36	16
撕裂强度/(kN/m)	14.9	14.3	26.7	25.9	—	—	—	—	—	—

38.10.3 丁基再生胶沥青非硫化型防水卷材

这种防水卷材的延伸率大，除可用丁基再生胶外，也可用普通再生胶与沥青共混制成防水卷材。

(1) 配方 (份)			
丁基再生胶	30	填料	50
石油沥青	20		
(2) 力学性能			
拉伸强度/MPa	0.8	低温柔性	-15℃×2h
扯断伸长率/%	100	水压	0.3MPa×30min
耐热性	120℃×5h		

不流淌、不起泡、不发黏、无裂纹（φ10mm 圆棒对折）、不透水。

(3) 卷材规格 厚 1.3mm、长 10m，宽 600mm、800mm、1000mm。

参 考 文 献

- 1 董诚春. 废橡胶资源综合利用. 北京: 化学工业出版社, 2003. 293
- 2 董诚春. 胶粉的制法及其应用. 见: 吕百龄, 刘登主编. 实用橡胶手册. 北京: 化学工业出版社, 2001. 1266
- 3 熊晓红等. RRM再生橡胶新技术. 特种橡胶制品, 2003 (4): 4
- 4 陆永其. 我国废橡胶资源利用行业的现状与发展. 中国橡胶, 2004 (12): 3
- 5 孙新编译. 橡胶超声波脱硫的科学与技术. 废橡胶利用, 2004 (3): 2
- 6 思明. 微生物再生废橡胶技术. 废橡胶利用, 2003 (5): 14
- 7 王旭东. 废轮胎在公路工程中的应用前景. 废橡胶利用, 2004 (1): 20
- 8 董诚春. 废密封条用微波脱硫法制再生胶的实验. 废橡胶利用, 2004 (1): 16
- 9 吕伟民. 磨细橡胶粉对沥青性能的改善与应用. 废轮胎专利, 2004 (6): 5

附录一 橡胶、弹性体名称对照

英 文 名 称	缩 写	中 文 名 称	简 称
天然橡胶部分			
air dried sheets	ADS	空气干燥胶片	风干胶
anticyrstalline natural rubber		耐结晶天然橡胶	
balata rubber		巴拉塔橡胶	巴拉塔胶
chicle rubber		齐葛耳橡胶	
chlorinated natural rubber		氯化天然橡胶	氯化橡胶
crepes		绉纹胶片	绉片胶、绉胶
compo crepes	CC	胶园杂绉胶片	混合绉胶
estate brown crepes	EBC	胶园褐绉胶片	褐绉胶
flate bark crepes	FBC		平树皮绉胶
pale crepes	PC	浅色绉胶片	浅绉胶
pure smoked blanket crepes	PSBC	纯烟毡绉胶片	
thick brown crepes	TBC	原自然凝固褐杂绉胶片	原绉胶
thin brown crepes	TBC	薄自然凝固褐杂绉胶片	薄绉胶
white crepes	WC	白色绉胶片	白绉胶
crumb natural rubber		颗粒天然橡胶	颗粒胶
cyclized natural rubber		环化天然橡胶	环化胶
depolymerized natural rubber	DPR	解聚天然橡胶	
deproteinized natural rubber		脱蛋白天然橡胶	
epoxidized natural rubber	ENR	环氧化天然橡胶	环氧化天然胶
eucommiaul moides rubber		杜仲橡胶	杜仲胶
free-flowing natural rubber		自由流动天然橡胶	
graft natural rubber		接枝天然橡胶	接枝胶
guagule rubber		戈尤拉橡胶	
guttapercha rubber		古塔波橡胶	古塔波胶
hydro-chlorinated natural rubber		氢氯化天然橡胶	
jelutong rubber		吉尔通橡胶	
liquid natural rubber	LNR	液体天然橡胶	液体天然胶
masterbatch natural rubber		共沉天然橡胶	共沉胶
mexico rubber		墨西哥橡胶	
natural rubber	NR	天然橡胶	天然胶
trans-natural rubber	TNR	反式天然橡胶	
oil-extended natural rubber	OENR	充油天然橡胶	充油天然胶
partially purified natural rubber		轻度纯化天然橡胶	
para rubber		巴拉橡胶	
powdered natural rubber		粉末天然橡胶	粉末天然胶
purified natural rubber		纯化天然橡胶	
ribbed smoked sheets	RSS	条纹烟胶片	烟片胶、烟胶
skim rubber		胶清橡胶	胶清胶
standard rubber		标准橡胶	标准胶
india standard natural rubber	ISNR	印度标准橡胶	

续表

英 文 名 称	缩 写	中 文 名 称	简 称
standard chinese rubber	SCR	中国标准橡胶	
standard indonesian rubber	SIR	印尼标准橡胶	标准印尼胶
standard malagsian rubber	SMR	马来西亚标准橡胶	标准马胶
standard singapore rubber	SSR	新加坡标准橡胶	
	SLR	斯里兰卡标准橡胶	
thai tested rubber	TTR	泰国标准橡胶	标准泰胶
superior natural rubber	SP	易操作天然橡胶	易操作胶
technically classified rubber	TC	技术分类橡胶	TC 橡胶
thermo plastic natural rubber	TPNR	热塑性天然橡胶	热塑性天然胶
tyre natural rubber		轮胎天然橡胶	
viscosity stabillized natural rubber		黏度稳定天然橡胶	恒黏橡胶、黏度固定橡胶
合成橡胶部分			
acrylic copolymer	ACM	丙烯酸乙酯或其他丙烯酸酯与少量能促使硫化的单体的共聚物	
acrylate-acrylonitrile copolymer	ANM	丙烯酸乙酯或其他丙烯酸酯与丙烯腈共聚物	
chloropolyethylene(rubber)	CM	氯化聚乙烯	
polytrifluorochloroethylene(rubber)	CFM	聚三氟氯乙烯	
chlorosulfonated polyethylene rubber	CSM	氯磺化聚乙烯	
ethylene-propylene diene terpolymer	EPDM	乙烯、丙烯和二烯烃的三元共聚物,侧链带有二烯烃残余不饱和键	
ethylene-propylene copolymer	EPM	乙烯-丙烯共聚物	
fluoro rubber	FPM	聚合物链具有氟和含氟烷基(或含氟烷基取代基)的橡胶	
	FPNM	聚合物链具有磷腈结构和含氟烷基取代基的橡胶	
polyisobutene	IM	聚异丁烯	
epichlorhydrin(rubbers)	CO	聚环氧氯丙烷(氯醚弹性体)	
epichlorohydrin copolymer	ECO	环氧乙烷和环氧氯丙烷的共聚物(氯醚共聚物)	
polypropylene oxide copolymer	GPO	环氧丙烷和烯丙基缩水甘油醚的共聚物	
acrylate-butadiene rubber	ABR	丙烯酸-丁二烯橡胶	
butadiene rubber	BR	丁二烯橡胶	顺丁橡胶
chloroprene rubber	CR	氯丁二烯橡胶	氯丁橡胶
isoprene rubber	IR	异戊二烯橡胶	
isobutene-isoprene copolymer	IIR	异丁烯-异戊二烯共聚物	丁基橡胶
acrylonitrile-butadiene copolymer	NBR	丙烯腈-丁二烯共聚物	丁腈橡胶
pyridine-butadiene rubber copolymer	PBR	吡啶-丁二烯共聚物	丁吡橡胶
styrene-butadiene copolymer	SBR	苯乙烯-丁二烯共聚物	丁苯橡胶
styrene-chloroprene rubber	SCR	苯乙烯-氯丁二烯橡胶	
styrene-isoprene rubber	SIR	苯乙烯-异戊二烯橡胶	
acrylonitrile-isoprene rubber	NIR	丙烯腈-异戊二烯橡胶	
vinylpyridine-styrene butadiene copolymer	PSBR	吡啶-苯乙烯-丁二烯共聚物	丁苯吡橡胶
carboxylic-styrene-butadiene rubber	XSBR	羧基丁苯橡胶	
carboxylic-acrylonitrile-butadiene rubber	XNBR	羧基丁腈橡胶	
bromo-isobutene-isoprene rubber	BIIR	溴化丁基橡胶	
chloro-isobutene-isoprene rubber	CIIR	氯化丁基橡胶	
methylfuoro silicone rubber	MFRQ	聚合物链带有甲基和氟两种取代基的硅橡胶	

续表

英 文 名 称	缩 写	中 文 名 称	简 称
polydimethyl-methylvinyl-methyl-cyano-ethyl siloxane rubber	MNVQ	聚合物链带有甲基、腈乙基和乙烯基取代基的硅橡胶	甲基苯基乙烯基硅橡胶
methyl-phenyl silicone rubber	MPQ	聚合物链带有甲基和苯基两种取代基的硅橡胶	
methyl-phenyl-vinyl silicone rubber	MPVQ	聚合物链带有甲基、苯基和乙烯基取代基的硅橡胶	
methyl silicone rubber	MQ	聚合物链带有甲基取代基的硅橡胶	
methyl vinyl silicone rubber	MVQ	聚合物链带有甲基和乙烯基两种取代基的硅橡胶	甲基乙烯基硅橡胶
terpolymer of tetrafluoroethylene, trifluoro-nitro somethane and nitrosoperfluorobutylid acid	AFMU	四氟乙烯-三氟亚硝基甲烷和亚硝基全氟丁酸的三元共聚物	
polyester type of urethane rubber	AU	聚酯型聚氨酯橡胶	
polyether urethane(rubber)	EU	聚醚型聚氨酯橡胶	
弹性体			
styrene-butadiene-styrene block copolymers	SBS	苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物	
styrene-isoprene-styrene block copolymers	SIS	苯乙烯-异戊二烯-苯乙烯嵌段共聚物	
polystyrene butadiene styrene block copolymer	SEBS	聚苯乙烯-聚乙炔-聚丁烯-聚苯乙烯嵌段共聚物	
polystyrene isoprene styrene block copolymer	SEPS	聚苯乙烯-聚乙炔-聚丙烯-聚苯乙烯嵌段共聚物	
thermoplastic polyolefin rubber	TPO	物理掺混型聚烯烃类热塑性弹性体	
thermoplastic reactive elastomers	RTPO	反应型聚烯烃类热塑性弹性体	
thermoplastic vulcanizate elastomers	TPV	动态硫化型聚烯烃类热塑性弹性体	

附录二 骨架材料品种中英文对照

棉纤维	Cotton fiber
人造丝纤维	Viscose fiber
维纶纤维	Polyvinyl alcohol fiber
锦纶纤维	Polyamide fiber
涤纶纤维	Polyester fiber
芳族聚酰胺纤维	Aramid fiber
玻璃纤维	Glass fiber
钢丝	Steel cord