

橡胶加工技术读本

# 轮胎加工技术

翁国文 编著

RUBBER



化学工业出版社  
材料科学与工程出版中心

帮助提高橡胶生产效率  
帮助提高橡胶生产速度  
帮助提高改善产品质量  
帮助橡胶成为技术能手

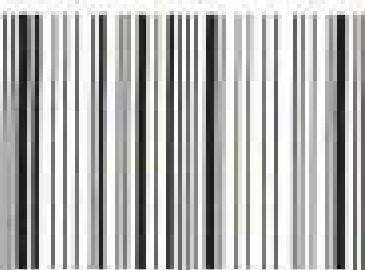
## 橡胶加工技术读本

化学工业出版社  
组织专业人员  
精心打造

- 橡胶材料基础
- 橡胶塑炼与混炼
- 橡胶压延成型
- 橡胶挤出成型
- 橡胶硫化
- 轮胎加工技术**
- 胶管胶带加工技术
- 胶鞋加工技术
- 橡胶工业制品加工技术

教你实际技能  
方便阅读学习  
企业培训良友

ISBN 7-5025-7738-6



9 787502 577384 >

销售分类建议：化工/高分子化工/橡胶工业

ISBN 7-5025-7738-6

定价：19.00元

橡胶加工技术读本

# 轮胎加工技术

翁国文 编著



化学工业出版社  
材料科学与工程出版中心

· 北京 ·

(京)新登字 039 号

**图书在版编目 (CIP) 数据**

轮胎加工技术/翁国文编著. —北京：化学工业出版社，2005. 10

(橡胶加工技术读本)

ISBN 7-5025-7738-6

I. 轮… II. 翁… III. 轮胎 加工工艺 IV. TQ336.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 119430 号

---

橡胶加工技术读本

轮胎加工技术

翁国文 编著

责任编辑：宋向雁 李晓文

文字编辑：林丹

责任校对：��河红

封面设计：潘峰

\*

化 学 工 业 出 版 社 出 版 发 行  
材料科学与工程出版中心

(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

北京云浩印刷有限责任公司印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 9 1/2 字数 242 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7738-6

定 价：19.00 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

# 出 版 说 明

我国橡胶工业近几年发展迅速，橡胶制品的品种和规格明显增加，产品质量有较大的提高。橡胶工业的发展离不开先进的生产技术和设备，更离不开具有一定橡胶加工知识和熟练操作技能的生产人员。因此，提高从业人员专业技术水平和实际操作技能是我国橡胶工业一项重要的工作。

为了适应我国橡胶工业技术发展的需要，提高橡胶企业工程技术人员和技术工人的专业知识水平与生产操作技能，化学工业出版社在广泛调研的基础上，在徐州工业职业技术学院等单位的大力支持和协助下，组织有关专家编写了《橡胶加工技术读本》。

按照橡胶产品的生产工艺和制品种类，读本共分为九本：

- 《橡胶材料基础》
- 《橡胶塑炼与混炼》
- 《橡胶压延成型》
- 《橡胶挤出成型》
- 《橡胶硫化》
- 《轮胎加工技术》
- 《胶管胶带加工技术》
- 《胶鞋加工技术》
- 《橡胶工业制品加工技术》

读本以橡胶制品生产工艺的单元操作和产品种类为主线，深入浅出地讲解各种橡胶制品的主产工序和几类主要制品的基本知识、简要生产原理、生产设备和工艺操作。特别是结合了橡胶企业生产一线的需要，突出实用性，将设备操作和维护、生产工艺操作要点和规程、常见质量问题分析和解决作为重点内容介绍给读者，并附有思考题，从而有利于橡胶技术人员和操作工人在较短时间内有针

针对性地学习专业知识和提高操作技能。同时这套读本也特别适用于橡胶加工生产企业对技术人员和操作工人进行业务培训。

参与编写的各位作者都是具有丰富生产实践和教学经验的专业人士，他们在时间紧、任务重的情况下，为编写工作付出了辛勤的劳动。徐州工业职业技术学院的翁国文老师作为主要策划者和主审参与了编写大纲的审定，并对所有书稿进行了认真严格的审阅、修改。席远东老师在策划和组稿阶段作了大量组织协调工作，保证了编写工作的顺利完成。徐州工业职业技术学院领导以及相关单位专家对读本的组织编写给予了大力支持和帮助，在此向他们表示诚挚的感谢。

由于编者水平所限，部分内容在一致性、深浅度把握等方面仍存在一些问题，读者在阅读使用时如发现书中存在错误，请及时与我社联系，也可以直接告知各位编者，以便及时更正。

化学工业出版社  
2005年9月

# 前　　言

轮胎是最典型的橡胶制品，也是橡胶制品中耗胶量最多的制品，其生产工艺水平代表着橡胶工业的整体水平。按用途主要可分为汽车轮胎、工程轮胎、农业轮胎、工业轮胎、力车轮胎等，本书以汽车轮胎、力车轮胎为主线，附加讨论其他轮胎。

随着我国经济的高速发展，我国轮胎工业的技术水平和生产工艺得到很大程度的提高。为了适应轮胎生产企业技术人员和技术工人提高专业知识水平和操作技能需要，满足轮胎生产技术的发展和现代化生产工人的培训要求，促进轮胎工业技术的更快发展，本人将有关技术资料和工作中的经验体会加以归纳汇总，编写了《轮胎加工技术》一书。

在编写过程中作者立足生产实际和现行标准，紧密结合目前轮胎工业生产的现状，强调实用性，在内容上力求深浅适度，通俗易懂，主要供轮胎生产企业一线技术人员和技术工人及相关人员学习使用，也可作为职业培训教材。

本书共含六章：概述、轮胎成型工艺、轮胎硫化工艺、内胎和垫带制造、轮胎产品检验、力车轮胎生产工艺。

本书在编写过程中得到徐州工业职业技术学院、徐工轮胎有限公司等有关橡胶专家和工程技术人员的帮助，提出了许多宝贵的意见，谨此一并致谢。

由于编者水平有限，编写时间仓促和编写经验不足，书中的不妥之处在所难免，恳请广大读者批评和指正。

翁国文

2005年8月于徐州工业职业技术学院

## 内 容 提 要

本书主要介绍了轮胎和力车胎的加工技术，包括轮胎类型、配方设计、结构设计以及生产工艺要点、质量问题分析和改进措施。

本书内容深浅适度，以基础知识和实际操作为主，使读者阅读后能了解并基本掌握轮胎生产的基础工艺和操作要点，有助于提高轮胎生产企业工程技术人员和技术工人的知识水平、操作技能和解决实际问题的能力。

本书适于轮胎生产企业技术人员和工人学习参考，作为企业培训教材使用，同时也可适用于高职高专和中职相关专业的教学参考书。

# 目 录

<b>第1章 概述</b>	1
1.1 轮胎工业现状及发展趋势	1
1.1.1 轮胎发展史	1
1.1.2 轮胎工业现状	4
1.1.3 轮胎的发展趋势	5
1.2 轮胎的品种	6
1.2.1 按用途不同分类	6
1.2.2 按结构不同分类	12
1.2.3 按胎体骨架材料不同分类	13
1.2.4 按有无内胎分类	13
1.2.5 按规格大小分类	13
1.2.6 按花纹不同分类	13
1.2.7 按气压不同分类	13
1.2.8 按是否充气分类	14
1.2.9 按载荷能力分类	14
1.2.10 按轮胎的断面形状分类	14
1.3 轮胎的组成	14
1.3.1 轮胎的组成	14
1.3.2 外胎的组成及作用	18
1.4 轮辋	26
1.4.1 轮辋结构类型	26
1.4.2 轮辋断面形状	28
1.4.3 轮辋规格代号	33
1.5 轮胎的结构	34
1.5.1 胎冠角	34
1.5.2 斜交轮胎结构	35

1.5.3 子午线轮胎结构	36
1.5.4 其他类型轮胎	38
1.6 轮胎规格表示方法	39
1.6.1 轮胎常见表示符号	39
1.6.2 轮胎规格表示方法	45
1.6.3 其他标记	50
1.7 轮胎的生产工艺流程	51
思考题	53
<b>第2章 轮胎的成型工艺</b>	55
2.1 胎面的挤出	55
2.1.1 半成品胎面的结构形式	55
2.1.2 胎面挤出方法	56
2.1.3 胎面挤出工艺	57
2.2 帘布筒的制备	62
2.2.1 帘布、帆布的压延	62
2.2.2 胶帘、帆布裁断和贴合	66
2.2.3 缓冲层制造	71
2.2.4 帘布筒制造	72
2.3 钢丝圈的制备	74
2.3.1 钢丝圈制造	74
2.3.2 三角胶条制造	76
2.3.3 钢圈成型	76
2.4 成型设备	76
2.4.1 辊压包边成型机	77
2.4.2 机械包边成型机	94
2.4.3 胶囊包边成型机	98
2.4.4 成型设备的维护保养和安全防护	99
2.5 成型工艺	105
2.5.1 成型方法	105
2.5.2 成型工艺的规范操作	106
2.5.3 子午线轮胎的成型工艺	108

2.6 轮胎成型工艺要求和常见质量问题	116
2.6.1 成型工艺要求	116
2.6.2 成型风压	117
2.6.3 胎面接头工艺	117
2.6.4 成型工艺质量缺陷及改进措施	118
2.7 成型工艺的半成品的检验	118
思考题	123
<b>第3章 轮胎的硫化</b>	<b>125</b>
3.1 轮胎硫化设备	125
3.1.1 定型硫化机	125
3.1.2 硫化罐	127
3.2 硫化工艺方法	132
3.2.1 罐式硫化机硫化方法	133
3.2.2 自动定型硫化机硫化方法	133
3.2.3 个体硫化机硫化方法	134
3.3 硫化工艺	135
3.3.1 外胎硫化前准备工作	135
3.3.2 硫化工艺	137
3.4 子午线轮胎的硫化	147
3.4.1 子午线轮胎的硫化特点	147
3.4.2 子午线轮胎硫化工艺特点	147
3.5 轮胎硫化过程中常见质量问题	149
3.5.1 外胎外观质量标准简介	149
3.5.2 常见质量问题	149
3.5.3 外胎使用质量问题及原因分析	151
3.6 轮胎使用保养	154
3.6.1 轮胎保管	154
3.6.2 轮胎的运输	155
3.6.3 轮胎选型	156
3.6.4 花纹选配	156
3.6.5 轮胎的装配和拆装	156

3. 6. 6 轮胎负荷	157
3. 6. 7 轮胎气压	157
3. 6. 8 轮胎速度	158
3. 6. 9 换位和更换	159
3. 6. 10 轮胎的其他保养	160
思考题	161
<b>第4章 内胎和垫带的制造</b>	<b>162</b>
4. 1 内胎的生产工艺	162
4. 1. 1 胶垫气门嘴制造	162
4. 1. 2 滤胶	163
4. 1. 3 挤出	164
4. 1. 4 丁基橡胶内胎挤出特征	166
4. 1. 5 内胎成型	167
4. 1. 6 内胎定型和硫化	173
4. 1. 7 质量缺陷分析	175
4. 2 垫带的生产工艺	176
4. 2. 1 垫带半成品制造	176
4. 2. 2 垫带硫化	177
4. 2. 3 垫带硫化设备	178
4. 2. 4 垫带外观质量标准及质量问题分析	181
4. 3 胶囊和水胎的生产工艺	182
4. 3. 1 水胎的生产工艺	182
4. 3. 2 胶囊的生产工艺	185
思考题	193
<b>第5章 轮胎产品检验</b>	<b>194</b>
5. 1 轮胎成品检测及标准	194
5. 1. 1 轮胎成品的试验分类	194
5. 1. 2 轮胎成品检测标准	195
5. 1. 3 轮胎成品检测仪器设备	195
5. 2 常规室内轮胎成品检测	196
5. 2. 1 轮胎外缘尺寸测定	196

5.2.2 轮胎耐久性能试验（转鼓式）	197
5.2.3 轮胎高速性能试验（转鼓式）	199
5.2.4 轮胎强度性能试验	200
5.2.5 轿车无内胎轮胎脱圈阻力试验	202
5.2.6 充气轮胎物理机械性能试验（轮胎解剖）	203
5.3 研究轮胎性能的室内试验	204
5.4 室外道路试验	206
5.4.1 道路试验场试验	206
5.4.2 实际里程试验	206
思考题	207
<b>第6章 力车轮胎生产工艺</b>	<b>208</b>
6.1 力车轮胎的品种和组成、结构	208
6.1.1 力车轮胎的品种	208
6.1.2 力车轮胎的结构	209
6.2 力车轮胎的标志	214
6.3 力车轮胎的生产工艺流程	215
6.4 力车轮胎的成型	216
6.4.1 胎面制造工艺	216
6.4.2 钢丝圈制造	223
6.4.3 三角胶芯制造	226
6.4.4 胶帘布的裁断	226
6.4.5 力车轮胎成型工艺	229
6.5 力车外胎成型设备	236
6.5.1 软边轮胎成型机	236
6.5.2 硬边轮胎包叠法成型机	240
6.6 力车外胎的硫化	245
6.6.1 力车外胎硫化前的准备	246
6.6.2 硫化设备	248
6.6.3 硫化工艺	249
6.7 力车外胎质量标准及检验方法	252
6.7.1 质量标准	252

6.7.2 轮胎解剖及物理机械性能检测	253
6.7.3 外缘尺寸的测试	253
6.7.4 静负荷性能测定	253
6.7.5 耐久性试验	256
6.7.6 强度性能测试	257
6.7.7 脱圈水压试验	257
6.8 力车内胎生产工艺	258
6.8.1 力车内胎结构组成及其各部件的作用	258
6.8.2 力车内胎生产工艺流程	258
6.8.3 内胎挤出	259
6.8.4 胶座气门嘴准备	261
6.8.5 内胎成型工艺	263
6.8.6 内胎成型设备	266
6.8.7 硫化工艺	269
6.9 气囊隔膜制造	274
6.9.1 气囊隔膜作用及结构特点	274
6.9.2 气囊及隔膜的制造	275
思考题	276
参考文献	278

# 第1章 概 述

轮胎是供车辆、农业机械、工程机械行驶和飞机起落等用的圆环形弹性制品。它是车辆、农业机械、工程机械和飞机等的主要配件，固定在轮辋上形成整体，起支撑质量、传递车辆牵引力、转向力和制动力的作用，并能吸收因路面不平产生的震动和外来冲击力，使得乘坐舒适。轮胎是橡胶工业中的主要制品，其消耗的橡胶量占橡胶的总用量的 50%~60%，是一种不可缺少的战略物资。

## 1.1 轮胎工业现状及发展趋势

### 1.1.1 轮胎发展史

轮胎是以橡胶为主要原料制造的车轮，是对交通运输、工农业生产、国防建设以及日常生活都有极大影响的重要橡胶制品。

轮胎工业的发展与车子和橡胶的发展紧密相关，人类在 2000 年（奴隶社会）前发明了用木材制作的以马力或人力为动力的车子；后来发展用铁或铜作为材料，这些车辆上的轮子是用木或金属材料制作的，弹性缓冲性能低；1791 年法国人西夫拉克在马车的基础上发明了世界上第一辆自行车；1895 年在第一次工业革命后发明了汽车，汽车的出现是人类交通史上的伟大变革。1493~1496 年哥伦布的第二次南美航海在巴西发现天然橡胶，记录了当地人用天然橡胶胶乳简易地制作胶球、胶鞋的情况，并将此介绍到欧洲。从此人们对橡胶产生了很大兴趣，设法将橡胶应用到各个方面，后来英国人发明橡胶防水胶布，1823 年在英国建成世界上第一个橡胶厂来制作胶布，直至 1839 年美国科学家固特异发明了橡胶硫化技术，改善了橡胶的使用价值，橡胶制品才得到广泛应用。

在交通运输中，为了提高车速、保证行驶平稳安全，必须克服车辆在行驶中与地面产生的冲击。橡胶具有高弹性，用以制成轮子，可以吸收和减弱这种冲击，因此，是制造轮子的理想原料。1833年，就有人尝试过用橡胶涂在车轮上来减弱和吸收马车行驶时所承受的冲击。在1845年终于制成了马车实心轮胎，数年后又用硫化橡胶制出了马车实心轮胎，但是由于固定方法不牢固、弹性低，影响了这种轮胎的广泛使用。1888年英国外科医生邓录普在前人研究的基础上，设计成功了一种新的由数层挂胶布做成的空心筒状轮胎，并取得专利权。这种轮胎是借助空心胶管充气的伸张在涂刷胶浆后与轮辋结合在一起的，其特点是既有弹性，质量又轻，大大地减弱了车辆在行驶中与地面产生的冲击，但也存在着不能随意装卸和着合不牢固的缺点。

1889年美国人巴尔特列特取得楔形轮胎专利权，这种轮胎外胎的胎圈是突起的，胎圈装配时扣在轮辋上，不易掉出来。楔形轮胎因为安装困难，胎圈易被轮辋磨损，并且载重量也不大，故被后来的直角形胎圈轮胎所取代。1890年又成功试制出由外胎和内胎组成的力车轮胎，胎圈内部装有金属圈，轮胎与轮辋紧密固着得以初步解决，这便是近代直角形胎圈轮胎的雏形。这两种不同形状胎圈使轮胎固着在轮辋上，为充气轮胎的发展打下良好基础。后来米其林兄弟发明了可拆卸的轮胎。

1890~1990年出现了胎面带花纹的轮胎，大大提高了轮胎在泥泞和潮湿路面上行驶的安全性。

汽车的发明为轮胎开拓了广阔的市场和前景，1899年第一批充气轮胎样品问世，并被正式安装到小汽车上。

1904年人们发现了氧化钙、氧化镁、氧化锌等无机金属氧化物对橡胶硫化有促进作用，马特发现了炭黑对橡胶具有补强作用，使轮胎的工艺性能和物理机械性能有了很大的改进和提高。

1906年发明了用钢丝圈制造轮胎的胎圈并将其紧固于轮辋上，从而促进了轮辋的改革和发展，出现了至今仍在使用的直角胎圈的轮胎。

1910 年美国人自里米尔发明了用棉帘布取代帆布制造轮胎，不但增强了轮胎胎体强度，克服了成型工艺上的困难，而且大大提高了轮胎的质量，拓展了轮胎的品种。帘布代替帆布生产轮胎，使轮胎的生产工艺有了一个飞跃的发展。

1914~1919 年发明了橡胶用的有机促进剂、防老剂和帘布胶乳浸渍技术，使得轮胎的生产技术日趋成熟和完善，轮胎的质量也大为改观。随后合成橡胶——丁苯橡胶、顺丁橡胶、丁基橡胶相继出现并逐步用于轮胎。

1923 年又试制成功了有内胎、充气压力较低的低压轮胎，其空气容量较高压轮胎大，改善了轮胎的缓冲性能，提高了轮胎行驶的稳定性和安全性，同时改善了胎面的耐磨性能，扩大了轮胎的应用范围。1930 年出现了超低压轮胎。

1933 年法国米其林首创了用钢丝帘布制造汽车外胎。1940 年开始广泛应用丁苯橡胶等合成橡胶及黏胶丝（即人造丝）帘布，使轮胎的行驶速度和载重等性能有了提高，并于 20 世纪 50 年代取代了棉帘布。轮辋结构由窄轮辋开始过渡到宽轮辋。

1935 年出现了化学纤维，克服了棉纤维强力低、耐疲劳性差、负荷小等缺陷，使轮胎的胎体强度增加。1942 年将尼龙应用到轮胎制成了目前广泛使用的尼龙轮胎，并于 20 世纪 60 年代基本上取代了人造丝帘布。

1948 年生产出无内胎轮胎，简化了轮胎的结构，提高了轮胎的行驶安全性。

1948 年法国米其林生产出钢丝帘布的子午线结构轮胎，并在轮胎生产主要设备上（如成型、硫化等工艺设备）进行了重大的改造，使轮胎生产技术向现代化跨进了一大步，子午线结构轮胎对轮胎结构做了根本变革，是轮胎工业的一场革命。

1955 年出现低断面轮胎。

1959 年，为了提高轮胎的使用寿命，减少轮胎的翻新次数，发明了活胎面轮胎。

1960~1970 年出现了聚酯纤维和芳纶纤维等，并试用于轮胎。

在这期间轮胎产品进一步标准化、通用化、系列化，国际上成立了“国际标准化轮胎轮辋技术委员会”组织，从此轮胎生产进入了高度科学技术的阶段。

1970 年美国费尔斯通公司首先在乘用胎上试验了橡胶塑料并用的浇注轮胎，成为塑料与橡胶并用的先驱，但未获成功。奥地利 LIM 公司经过 20 多年的努力，生产出第一批农业浇注轮胎，轮胎浇注工艺的突破，将有可能导致轮胎生产技术的根本变革。

### 1.1.2 轮胎工业现状

目前世界轮胎总产量约 8 亿～9 亿条，90%集中在法国米其林、日本普利司通（石桥）、美国固得易、德国大陆、意大利倍耐力、日本住友、日本横滨、美国库珀、韩国轮胎、日本东洋等大公司，80%以上实现了子午化、无内胎化、扁平化，轮胎品种有 120 多种。

中国橡胶工业起始于 1915～1919 年，在广州设立的广东兄弟橡胶公司主要是生产橡胶鞋底；1921 年上海江湾“模范工厂”设立了橡胶部，并开始生产力车轮胎，是我国第一家生产轮胎的橡胶厂；中国的第一条汽车轮胎于 1934 年在上海着手试制，于 1936 年由上海大中华橡胶厂开始生产。同期日本帝国主义在中国侵略区东北桦林和山东青岛开办轮胎厂。我国于 1964 年在上海大中华橡胶厂生产出第一条子午线载重轮胎。

目前我国轮胎总产量达 2.1 亿条左右（2004 年），轮胎生产总量继美国、日本之后排名世界第三位，子午化率在 58%。其中有 30% 的轮胎出口到美、欧、澳、中东、东南亚等国家和地区。已能生产工程和工业车辆轮胎、载重汽车轮胎、轻型载重汽车轮胎、轿车轮胎、农业轮胎、子午线载重轮胎、子午线轻型载重轮胎和子午线轿车轮胎等八大系列的规格轮胎。目前全国有轮胎企业 360 多家，多数为生产农业轮胎和斜交载重轮胎的中小企业，产量主要集中在排列前 20 的企业，特别是子午线轮胎（全钢丝载重子午胎占总产量 97%，半钢丝轿车子午胎和轻型载重子午胎占总产

量 94%）。

自 1978 年改革开放以来，世界各大轮胎公司都瞄准了中国的轮胎市场，先后涌进中国大陆，纷纷建立合资和独资轮胎公司。目前排列世界前 10 名轮胎公司在大陆都建立合资和独资轮胎企业[如米其林、固得易、普利司通（石桥）、住友、韩泰、锦湖、正新、佳通等]，这些公司都具有雄厚的资金、高技术水平的产品，大部分生产轿车和轻型载重汽车子午胎，对中国轮胎工业的发展起了一定的促进作用，使得我国轮胎工业水平与国际先进水平的差距逐渐缩小。合资企业的轮胎产量占轮胎企业总产量的 50% 以上。

子午线轮胎近年来迅速发展起来并将逐步取代斜交轮胎的生产，标志着轮胎工业的新水平。扩大无内胎轮胎的应用也是子午线轮胎的一个发展趋势，有的国家无内胎与子午线轮胎同步发展，轿车轮胎已基本无内胎化，载重无内胎轮胎也达 60%~80%。

中国轮胎工业应抓住当前很好发展机遇，向高技术、高质量、高效率、低能耗、多品种方向发展，继续推进子午线轮胎的发展、加强轮胎的研究和开发、促进国内外轮胎生产技术的交流和合作。

### 1.1.3 轮胎的发展趋势

轮胎工业当前和今后发展趋势是“三化一体”，“三化”指轮胎朝着结构子午化、组成无内胎化、断面形状扁平化方向发展，“一体”指这三化集中到一条轮胎，即今后的轮胎即是子午线轮胎也是无内胎轮胎同时又是扁平化轮胎。这是为了适应目前汽车工业高速度、高功率、高载荷的发展趋势。

子午线结构轮胎的优越性大大超越斜交轮胎，已形成世界轮胎发展的主流。载重斜交轮胎的行驶里程为 80000~100000km，轿车斜交轮胎为 40000km，子午线轮胎的行驶里程一般可提高 50%，甚至高达 1 倍以上。如米其林全钢丝子午线轮胎平均行驶里程为 120000~150000km，甚至有高达 300000km 和 1200000km，同时具有缓冲性能好、滚动阻力小、行驶温度低、消耗材料少等许多优点。

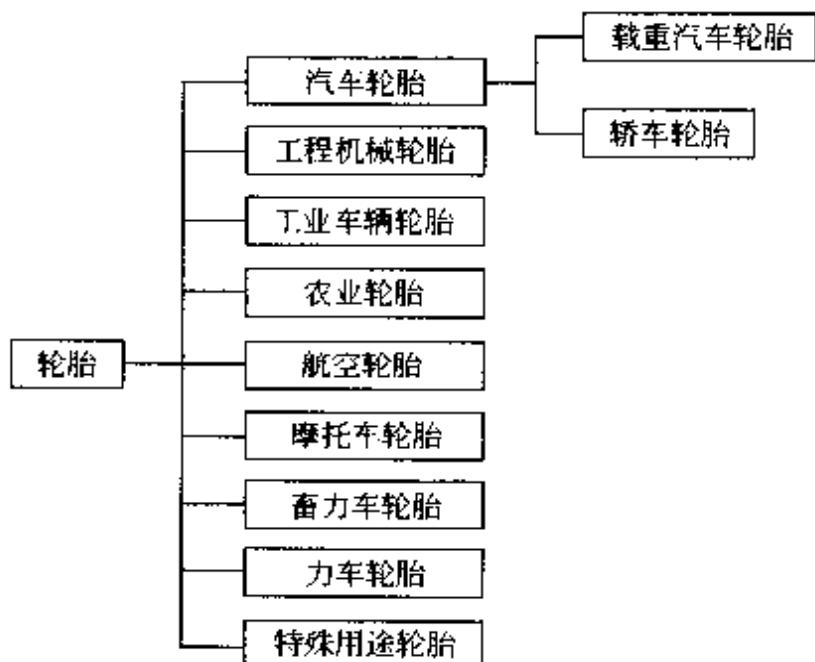
无内胎化可以使轮胎轻量化、使用方便，且节省材料。扁平化能提高轮胎的行驶安全性从而能提高汽车的速度。

## 1.2 轮胎的品种

轮胎种类繁多，其分类方法也较多，一般习惯根据轮胎的用途、结构、规格、气压等因素进行综合分类。常用的几类轮胎分类法分述如下。

### 1.2.1 按用途不同分类

轮胎的分类主要是按轮胎用途来分的，例如我国的轮胎国家标准、美国轮胎轮辋手册、欧洲轮胎轮辋标准、日本轮胎标准以及国际轮胎标准都是以用途进行分类的，可分为以下几种类型。



(1) 载重汽车轮胎 主要用于载货汽车、客车及其挂车上的充气轮胎（又称为卡车轮胎、载重轮胎），可分为重型载重汽车轮胎、中型载重汽车轮胎、轻型载重汽车轮胎（LT）和微型载重汽车轮胎（ULT）。重型载重汽车轮胎断面宽在13in以上、轮辋直径为20in以上；中型载重汽车轮胎断面宽在7.5~12in之间、轮辋直径

在 18~24in 之间。重型和中型载重汽车轮胎主要配套在载重汽车（公共汽车）、越野汽车、自卸货车、各种专用车和拖车等上使用，其行驶路面较为复杂，有良好的柏油和水泥路，也有较差的碎石路、泥土路、泥泞路、冰雪路，甚至无路面条件等，行驶速度不高，但负荷较大。轻型载重汽车轮胎通常是指轮辋直径在 13~16in 之间、断面宽在 5.5~9.0in 之间的载重汽车的轮胎，微型载重汽车轮胎轮辋直径在 10~12in 之间、断面宽在 5.00in 以下，这两类轮胎主要行驶于好的公路，行驶速度较快。按断面高与断面宽比值，载重轮胎也可分为普通断面和公制（低断面）两大类。

(2) 轿车轮胎 主要用于轿车上的充气轮胎，又称为乘用车轮胎或小客车轮胎。它主要用于良好路面上高速行驶，行驶速度高有时可达 200km/h 以上，要求乘坐舒适、噪声小、具有良好的操纵性和稳定性。轮胎结构多数采用子午线结构，斜交结构作为保留产品。按断面高与断面宽的比值，在标准与手册中斜交轿车轮胎常见的有 95（普通断面）（断面高与断面宽的比值在 0.95）、88（低断面）两个系列，子午线轿车轮胎分为 80、75、70、65、60、55、50、45 八个系列。

(3) 工程机械轮胎 主要用于轮式工程车辆与工程机械上的充气轮胎（工程轮胎），主要为重型自卸汽车轮胎、装载机轮胎、挖掘机轮胎、铲运机轮胎、推土机轮胎和压路机轮胎等。行驶速度不高，但使用的路面条件和载荷性能要求苛刻。轮胎结构主要采用斜交结构，但如法国米其林公司也采用子午线结构。

工程机械轮胎主要有三种分类方法。一种是按作业用途分为四类：第一类是指铲运机和重型自卸车轮胎，作业循环里程在 5km 内；第二类是指平地机轮胎；第三类是指挖掘机和装载机轮胎；第四类是指压路机、推土机和起重机轮胎，作业循环里程在 150m 内。另一种是按轮胎断面形状分普通断面轮胎（轮辋宽度与轮胎断面宽比在 0.70~0.8 之间）、宽基轮胎（轮辋宽度与轮胎断面宽比在 0.80 以上，宽基轮胎是在普通断面轮胎基础上发展起来的，能适应大型复杂结构机械对轮胎的高载荷等性能的要求。与普通断面

轮胎比较，有较大的接地面积和较高的载荷能力以及较低的接地压强，从而提高了工程轮胎的使用性能）和低断面轮胎（有 65 和 70 两个系列，断面高与断面宽的比值在 0.65 和 0.70 左右）三种，另外窄基轮胎（轮辋宽度与轮胎断面宽比在 0.70 以下）已不常用。第三种是按花纹特征分为 C、E、G、L，见表 1-1，大型工程轮胎花纹主要为两大类，即牵引型和耐磨型。牵引型花纹的花纹块稀、沟部宽，具有方向性，牵引力较大，因花纹沟宽敞不易塞泥，且散热性能好，适用于土方工程和推、装、挖作业，这种花纹是工程轮胎中的通用型花纹。耐磨型花纹的花纹块宽大，花纹沟窄小，适用于石方工程，能提高轮胎的耐切割和耐磨性能。

表 1-1 工程轮胎的花纹标志

轮胎类型	标 志	花纹类型	最高速度/(km/h)
C 型 压路平整土地用	C-1	无花纹型	8
	C-2	有花纹型	8
E 型 土、石方作业用	E-1	导向型	65
	E-2	牵引型	65
	E-3	耐磨型	65
	E-4	耐磨加深型	65
G 型 平整土地用	E-7	浮力型	65
	G-1	导向型	40
	G-2	牵引型	40
	G-3	耐磨型	40
L 型 装载机和推土机用	G-4	耐磨加深型	40
	L-2	牵引型	25
	L-3	耐磨型	25
	L-4	耐磨加深型	25
	L-5	耐磨超深型	8
	L-35	无花纹型	25
	L-45	无花纹加厚型	25
	L-65	无花纹超厚型	8

(4) 工业车辆轮胎 主要用于工业车辆上的充气轮胎、半实心轮胎和实心轮胎。按用途分为叉车轮胎、牵引车轮胎、电瓶车轮胎和平板车轮胎等（工业轮胎），按断面形状可分为普通断面轮胎和

宽断面轮胎。

(5) 农业轮胎 主要用于农业机械、农业车辆、林业机械、林业车辆上的充气轮胎。按用途分为拖拉机轮胎、联合收割机轮胎、农业机具轮胎、林业机械轮胎等；按不同安装位置和作用也可分导向轮胎和驱动轮胎；按断面形状分为普通断面轮胎和低断面轮胎；综合上面一般分类可分为农业拖拉机驱动轮胎、农业拖拉机导向轮胎、农机具轮胎、林业机械轮胎、水田拖拉机驱动轮胎、中耕拖拉机驱动轮胎和园艺拖拉机轮胎。农业轮胎的特点都是行驶速度要求不高，但其使用条件苛刻，经常行驶于状况不良的田间和坚硬的留茬地或石子山路，甚至是无路面的道路，轮胎易被划伤或割破。另一个特点是间歇作业，里程短，但使用期较长，因此要求轮胎具有较好的耐屈挠龟裂和耐老化性能。轮胎结构以斜交结构为主，但也采用子午线结构。农业轮胎的花纹分类见表 1-2。

表 1-2 农业轮胎花纹分类

轮胎类型	分类代号	类型命名	适用范围
R-农业拖拉机驱动轮胎	R-1	普通型	旱田作业、短途田间运输
	R-2	蔗田和稻田型	土壤湿度大、较泥泞的田间作业
	R-3	浮力型	松软的沙土地作业
	R-4	工业型	农业工程作业
F-农业拖拉机导向轮胎	F-1	单条型	水稻田作业
	F-2	双条或多条型	耕整地及短途田间运输作业
	F-3	浮力多条型	沙地及松土壤作业
I-农机具轮胎	I-1	多条型	农机具的导向轮及支承轮
	I-2	牵引型	农机具的驱动轮
	I-3	重牵引型	农机具的驱动轮
	I-4	犁尾轮型	农机具的支承轮
	I-5	导向型	专用于导向轮
	I-6	浮力型	沙地及松软土壤
LS-林业机械轮胎	LS-1	普通型	林业机械驱动轮
	LS-2	中深型	林业机械驱动轮
	LS-3	深型	林业机械驱动轮
PR-水田拖拉机驱动轮胎	PR-1	水田型	水田作业
CR 中耕拖拉机驱动轮胎	CR-1	中耕型	田间中耕作业
G-园艺拖拉机轮胎	G-1	牵引型	园田作业

(6) 摩托车轮胎 用于摩托车上的充气轮胎，包括代号表示系列摩托车轮胎（安装轮辋直径为 14~21in 圆柱形或 5°斜底式轮辋）、公制系列摩托车轮胎（轮辋直径有 8in、10in、12in、14in、15in、16in、17in、18in、19in、21in，断面高与断面宽比值有 0.5、0.55、0.6、0.7、0.8、0.9、1.0 等）、轻便摩托车轮胎（行驶速度在 50km/h 以下、发动机容量在 50cm<sup>3</sup> 以下、轮辋直径在 8~22in 之间）和小轮径摩托车轮胎（轮辋直径在 4~12in 之间）。

公制系列摩托车轮胎胎面形式分为 A、B、C、D 四种，供不同路面、速度、用途条件下使用，如图 1-1 所示。

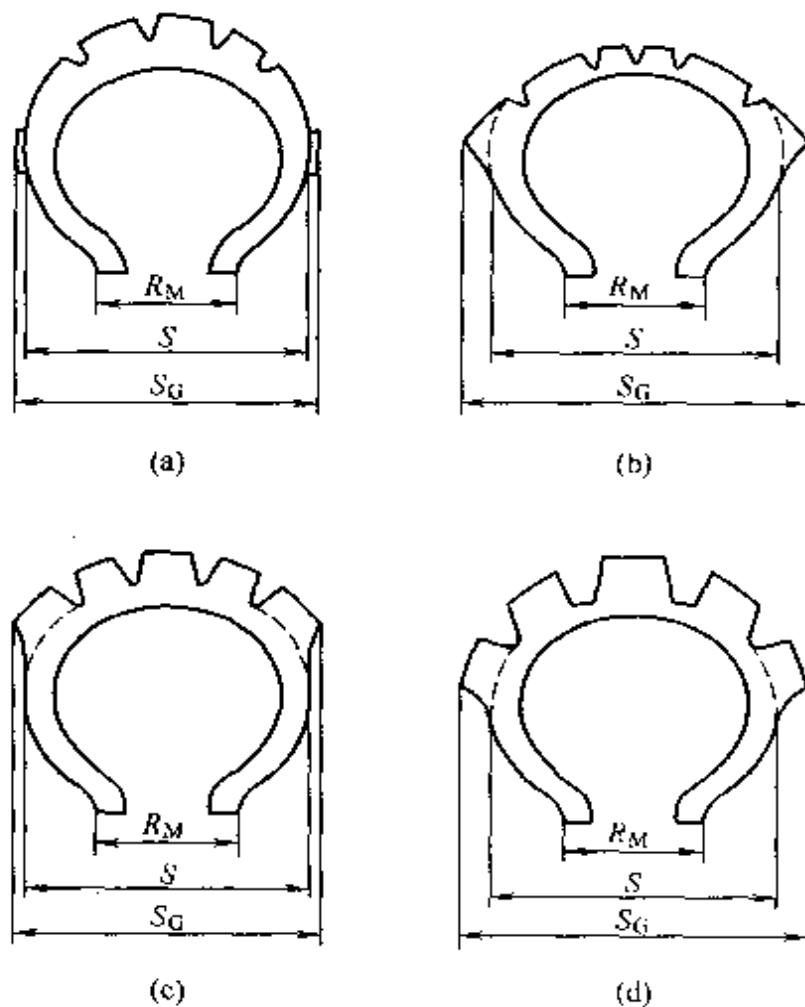


图 1-1 摩托车轮胎胎面形式示意图

(a) A型胎面；(b) B型胎面；(c) C型胎面；(d) D型胎面

A型胎面适用于速度级为P、S、H的一般公路用轮胎；B型胎面适用于速度级为S以上的特种轮胎；C型胎面适用于速度级为P、M的公路越野轮胎；D型胎面适用于速度级为M的越野轮胎。

(7) 航空轮胎 用于航空飞行器械上的充气轮胎。

① 按轮位分

a. 主轮轮胎 装于飞机主起落架的机轮上的轮胎。在后三点起落架式飞机上，主轮位于飞机重心的前方；在前三点起落架式飞机上，主轮位于飞机重心的后面。

b. 前轮（鼻轮）轮胎 用于前三点起落架式飞机，位于飞机机身的前方。

c. 尾轮轮胎 用于后三点起落架式飞机，位于飞机的尾部。

d. 翼轮轮胎 安装在自行车式起落架飞机的翼下。

② 按结构分

a. 有内胎轮胎。

b. 无内胎轮胎。

c. 织物补强胎面的轮胎 织物补强胎面的各种形式：(a) 一层或二层补强层位于上、下胎面之间；(b) 二层补强层位于光胎面表面并延伸至两胎侧下部，胎面胶中夹有一层补强层；(c) 二层补强层位于上、下胎面之间并延伸至两胎侧下部。高寒地区冰雪上使用的航空轮胎在胎面部位要加一些金属丝。

③ 按气压分

a. 高压轮胎 HP (Ⅱ型轮胎，气压为640~980kPa)。

b. 低压轮胎 LP (Ⅲ型轮胎，气压为340~640kPa)。

c. 超低压轮胎 ELP (Ⅳ型轮胎，气压小于340kPa)。

d. 超高压轮胎 EHP (Ⅴ型、Ⅵ型轮胎，气压大于980kPa)。

目前，使用最多为低压和超高压轮胎（即Ⅲ型轮胎和Ⅴ型、Ⅵ型轮胎），其他处于被淘汰状态。

④ 按断面形状分

a. 高断面轮胎 SC (I型轮胎) 断面高与断面宽比值在1.00以上。

b. 微扁平轮胎(Ⅱ型轮胎、Ⅲ型轮胎、Ⅳ型轮胎)断面高与断面宽比值在0.84~0.93之间。

c. 较扁平轮胎断面高与断面宽比值在0.80~0.90之间。

d. 低断面(扁平)轮胎LPR(Ⅴ型轮胎、Ⅵ型轮胎)断面高与断面宽比值在0.80以下。

⑤按轮胎的型别分 航空轮胎有七种型号。Ⅰ型——圆滑轮廓轮胎、Ⅱ型——高压轮胎、Ⅲ型——低压轮胎、Ⅳ型——超低压轮胎、Ⅴ型——低断面轮胎、Ⅵ型——超高压轮胎、Ⅶ型——超高压低断面轮胎。

⑥按花纹分 对航空轮胎来说,胎面花纹对飞机滑行时的稳定性比要求其牵引性、制动性和操纵性更为重要,所以航空轮胎的花纹一般都比较简单,通常分为三类见表1-3。

表1-3 航空轮胎花纹类型分类

名 称	代 号	特 点
条形花纹	R型	沿胎面圆周方向有三条以上的条状花纹沟,主要用于Ⅲ型、Ⅳ型等轮胎
防滑花纹	N型	胎面上有一些花纹沟,有同R型相同的,又有不同的
平坦花纹(无花纹)	P型	轮胎胎面光滑,没有花纹,耐磨性好,主要用于Ⅰ型和Ⅴ型轮胎及Ⅲ型的小型轮胎等

(8) 畜力车轮胎 用于畜力车上的充气轮胎(马车轮胎)。

(9) 力车轮胎 用于手推车、自行车和三轮车等上的充气轮胎。其中,自行车轮胎分为载重型自行车轮胎、普通型自行车轮胎、轻便型自行车轮胎、运动型自行车轮胎等。

(10) 特殊用途轮胎 如炮车轮胎、坦克轮胎等。

## 1.2.2 按结构不同分类

轮胎按结构主要可分为普通结构轮胎(斜交轮胎)和子午线轮胎两类。另外其他结构的轮胎如带束斜交结构轮胎和活胎面结构轮胎等一般不常见。

### 1.2.3 按胎体骨架材料不同分类

轮胎按胎体骨架材料分为棉帘线轮胎、人造丝帘线轮胎、尼龙帘线轮胎、聚酯帘线轮胎、芳纶帘线（B纤维）轮胎、钢丝帘线轮胎等，另外也一种无帘线的特殊品种的轮胎。

### 1.2.4 按有无内胎分类

轮胎按有无内胎分为有内胎轮胎和无内胎轮胎两类。

普通汽车轮胎多属于有内胎轮胎，通过内胎上的气门嘴充入压缩空气。无内胎轮胎则不必配用内胎，压缩空气可直接充入外胎内腔。

### 1.2.5 按规格大小分类

轮胎按规格大小可分为巨型轮胎、大型轮胎、中型轮胎、小型轮胎、微型轮胎。

按名义断面宽不同区分，巨型轮胎指名义断面宽大于 17in 的轮胎；大型轮胎指名义断面宽在 13~16in 的轮胎；中型轮胎指名义断面宽在 7~12in 的轮胎；小型轮胎指名义断面宽在 3~4in 的轮胎，一般指轻型载重轮胎和轿车轮胎；微型轮胎指名义断面宽小于 3in 的轮胎。

### 1.2.6 按花纹不同分类

轮胎按花纹分为普通花纹轮胎、越野花纹轮胎、混合花纹轮胎。

### 1.2.7 按气压不同分类

充气轮胎按气压的可调性可分为调压轮胎及固定气压轮胎。调压轮胎可在不同的使用条件下采用不同气压，固定气压轮胎又分为高压轮胎（压力在 0.5~0.7MPa 以上）、低压轮胎（0.15~0.5MPa）、超低压轮胎（0.15MPa 以下）。

### 1.2.8 按是否充气分类

轮胎按是否充气分为充气轮胎、实心轮胎、半实心轮胎。

### 1.2.9 按载荷能力分类

载重轮胎按载荷能力分为三个层级，每个层级代表一定的载荷、强力。

第一层级轮胎：最低层级的一般轮胎，用于行驶于较差路面的一般载重车辆。

第二层级轮胎：称为高载轮胎。载荷能力比第一层级高 10%，用于好路面行驶的高速车辆。

第三层级轮胎：亦称高载轮胎。载荷能力比第二层级高 10%，用于好路面行驶的高速车辆。

### 1.2.10 按轮胎的断面形状分类

轮胎不仅有传统的圆形构造，而且近年来扁平轮胎也获得了很大发展，其扁平比达到了 0.5~0.8。此外，供特殊用途用的还有拱形轮胎和三角形轮胎，如图 1-2 所示。

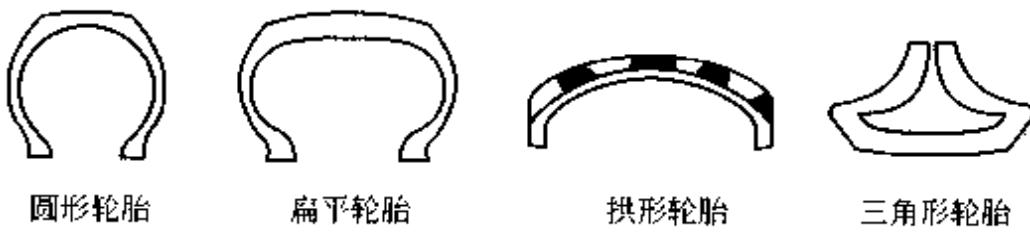


图 1-2 不同轮胎断面形状示意图

## 1.3 轮胎的组成

### 1.3.1 轮胎的组成

轮子是汽车、工程机械、农业机械、林业机械、工业车辆等的

主要部件之一，它是由轮胎、轮辋、轮辐（条）组成，轮辋是在车轮上安装和支承轮胎的部件，轮辐是在车轮上介于车轴和轮辋之间的支承部件。轮辋和轮辐可以是整体的永久连接式的，也可以是可拆卸式的。

轮胎一般由外胎、内胎和垫带三部件组成，如图 1-3 和图 1-4 所示；有些轮胎可能只有内胎和外胎而没有垫带；无内胎轮胎则只有外胎没有内胎和垫带。

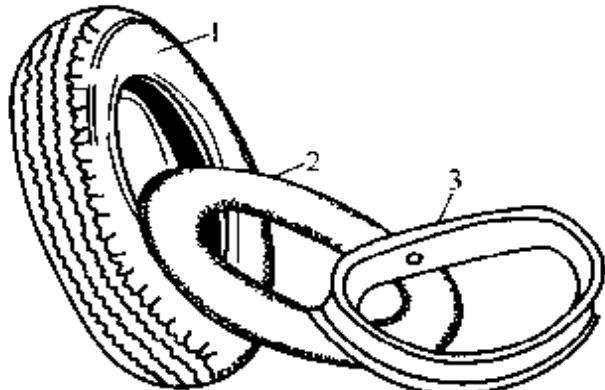


图 1-3 轮胎的组成

1—外胎；2—内胎；3—垫带

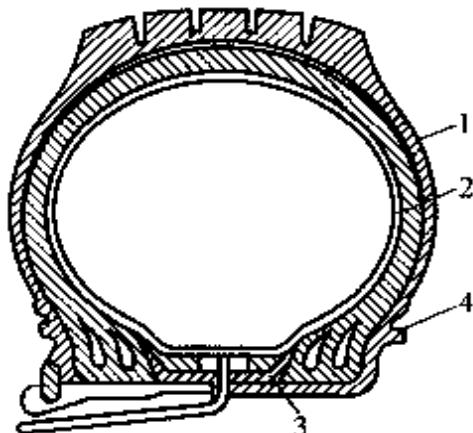


图 1-4 轮胎各部件及与轮辋配合图

1—外胎；2—内胎；3—垫带；4—轮辋

### 1.3.1.1 外胎

外胎是轮胎最重要和不可缺少的部件，狭义上的轮胎就是指的外胎，它紧固于轮辋上，从而将整个轮胎安装着合在轮辋上，又与路面接触。它是由帘线和胶的复合体构成的一个弹性胶布囊，作用是承受内胎充气压力和车辆负荷；传递牵引力、转向力和制动力；使内胎免受机械损坏、外界的老化，使充气内胎保持规定的尺寸，也使整体轮胎整体稳定形状和尺寸；外胎柔软与内部的空气弹性垫组成一个完美的弹性体，起到缓冲和减震作用，避免颠簸跳动。

### 1.3.1.2 内胎

内胎是装在外胎与轮辋之间的较薄圆环形胶筒，管壁上安装有气门嘴用以充入和放出空气，内胎充入压缩空气后，形成一个空气

弹性垫，从而使轮胎获得或提高轮胎的弹性、负荷能力和牵引能力。气门嘴的外形有弯管和直管两种，如图 1-5 所示，是由使用内胎的轮辋和车轮的构造所决定的，弯管气门嘴只用于平式轮辋的轮胎。气门嘴共分为三种形式，即 Z1、Z2 和 Z3。Z1 型适用于载重汽车内胎，外形为弯管；Z2 型主要用于轿车、机动三轮车和硫化时不充水的拖拉机轮胎的内胎，外形为直管；Z3 型适用于拖拉机轮胎的水、气两用的内胎，外形为直管。内胎外表面有时有突起的细线纹，能防止使用时滑动引出外胎胎里的空气，内胎要求气密性好、弹性好、耐屈挠、管壁厚薄均匀、永久变形小、耐撕裂、耐高温、耐疲劳和不易爆破。

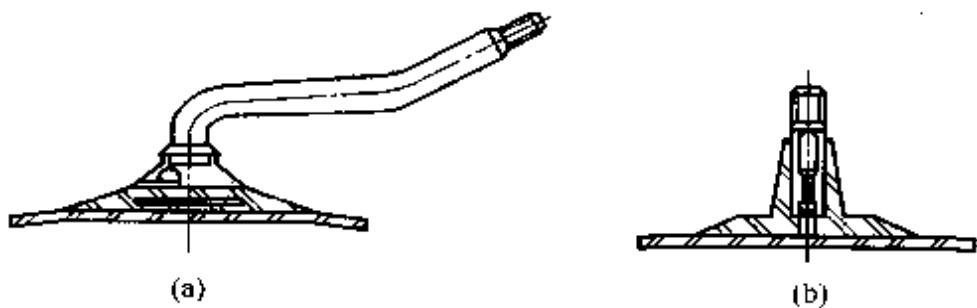


图 1-5 气门嘴示意

#### 1.3.1.3 垫带

垫带是有一定断面形状的环形胶带，安装于内胎和平式轮辋之间，保护内胎不受轮辋磨损和外胎胎圈的夹伤。外表面上有一条中心线作为安装时的对正线，判断其是否安装平稳以免夹伤内胎，中心线上有一个孔，供内胎气门嘴穿出。垫带的断面形状有两种，即有型式和平带式，如图 1-6 所示。垫带只用于多件式平底轮辋的载重有内胎的轮胎上，无内胎轮胎由于没有内胎就不需用垫带，另外有内胎的轿车轮胎所用的深槽式轮辋、超低压轮胎所用的特殊结构轮辋均为整体件，轮辋与轮胎着合紧密，也不必使用垫带。

#### 1.3.1.4 有内胎的轮胎的组成

有内胎的轮胎由外胎、内胎和垫带组成，有时由外胎、内胎组

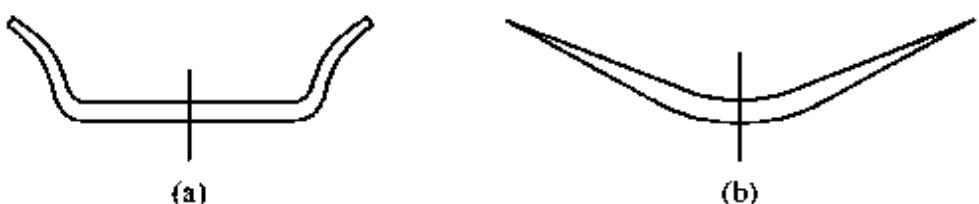


图 1-6 带带断面示意

(a) 有型垫带；(b) 平带垫带

成，没有垫带。有内胎轮胎的主要缺点是行驶温度高，不适应高速行驶，不能充分保证行驶的安全性，使用时内胎在轮胎中处于伸张状态，略受穿刺便形成小孔，而使轮胎迅速降压。另外有内胎轮胎组成较复杂，制造工艺较多。

#### 1.3.1.5 无内胎轮胎的组成

无内胎轮胎在组成上的主要特点是不必用内胎及垫带，压缩空气直接充入外胎和轮辋之间所形成的内腔中，外胎同时承担外胎和内胎的作用，如图 1-7 所示。为了防止空气透过胎壁和胎圈与轮辋配合处扩散，轮胎的内表面衬贴有一定厚度的专门的密封层（气密层），采用良好气密性的胶料制作；胎圈部外侧设有多条环行沟或各种形状的密封胶层（也可认为是气密层的延伸），用以增大外胎与轮辋的边缘着实度，轮辋采用专门结构，胎圈的着合直径小于轮辋直径；当轮胎穿刺时空气只能从穿孔跑出，由于穿孔受轮胎材料的弹性作用而被压缩，空气只能从轮胎中徐徐漏出，所以轮胎中的内压是逐渐下降的。如果刺入无内胎轮胎的物体（钉子等）保留在轮胎内，物体就会被厚厚的胶层包紧，实际上轮胎中的空气在长时间内不会跑出。无内胎轮胎的优越性是提高了行驶安全性，这种轮胎穿孔较小时能

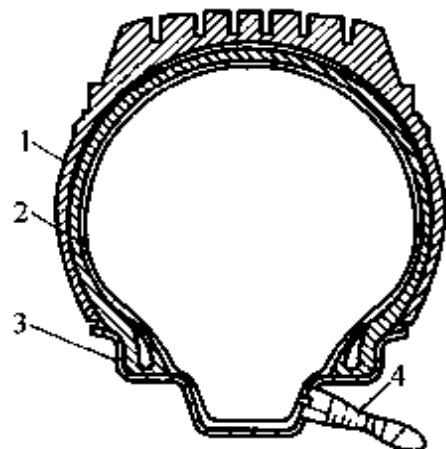


图 1-7 无内胎轮胎配合图

1—外胎；2—外胎胎里上气密层；

3—轮辋；4—气门嘴

够继续行驶，中途修理比有内胎轮胎容易，不需拆卸轮辋，所以在某些情况下可以不用备胎；无内胎轮胎有较好的柔软性，可改善轮胎的缓冲性能，在高速行驶下生热小和工作温度低，可提高轮胎的使用寿命；结构简化，可节省原材料，减轻了轮胎质量，对节油及高速行驶有利，同时也简化了生产工艺及装配和修补较易。缺点是对轮辋的要求严格，对轮胎制造工艺要求也严格，胎圈与轮辋着合困难，损坏后不易修补，与有内胎轮胎不能互换使用。

轿车轮胎的轮辋圈座带有 $5^{\circ}$ 斜度，适合用无内胎轮胎，因此轿车轮胎无内胎化发展迅速；载重轮胎改为无内胎困难较多，必须对轮辋改形，重新设计，因此，载重轮胎要实现无内胎化比较复杂。

### 1.3.2 外胎的组成及作用

外胎是轮胎中最重要的部件也是结构最复杂的部件，从位置上外胎可分为胎冠部位、胎肩部位、胎侧部位和胎圈部位四个部分，如图 1-8 所示。胎冠是外胎两胎肩顶点之间的部位，是轮胎正常行驶时与路面相接触的部位；胎肩是从外胎的胎肩顶点至防擦线之间的部位，是胎冠与胎侧之间的过渡区；胎侧是从外胎的防擦线至外胎与轮辋着合点之间的部位，是胎肩与胎圈之间的部分，是外胎使用时的屈挠变形区；胎圈是外胎安装在轮辋上的部分。

按材料、结构与作用，轮胎的外胎由胎面、胎体和胎圈三个大部件组成，外胎各部件组成如图 1-9 所示。

#### 1.3.2.1 胎面（胎面胶）

胎面是外胎最外表上的一层橡胶层，是外胎与地面及外界的接触部位，是覆盖于胎体上的橡胶保护层，在轮胎行驶时起着传递车辆牵引力和制动力，保护骨架层免受路面的磨损、机械损伤、外界的老化和腐蚀等作用。因此要求胎面具有优异的耐磨性能、耐切割性能、耐老化性能、较高的强度等，并需具有一定形状和一定的花

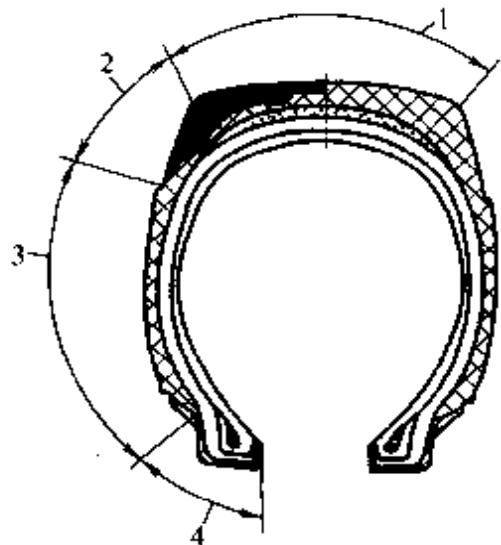


图 1-8 外胎部位分布

1—胎冠；2—胎肩；3—胎侧；  
4—胎圈

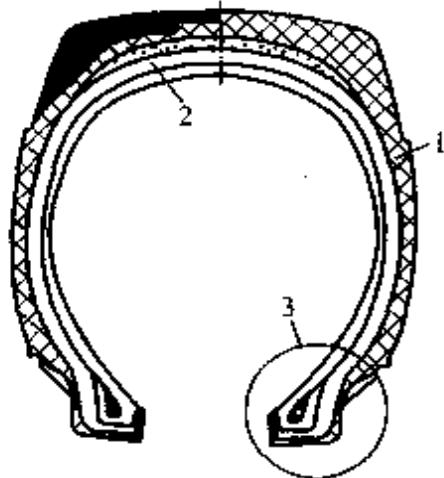


图 1-9 外胎组成示意

1—胎面；2—胎体；3—胎圈

纹做保证。

按不同位置胎面分为胎冠（胶）、胎肩（胶）、胎侧（胶）三个部分。

胎冠（胶）是轮胎的行驶面，直接与路面接触又与大气接触，承受路面的冲击与磨损，产生抓着力，保护冠部帘布层免受损伤，因而要求具有一定的弹性和强度、抗刺穿性、耐磨性、耐撕裂性、耐屈挠疲劳性、耐老化性。为了使轮胎与路面之间产生足够抓着力，胎冠胶上设计有各种类型的花纹。

胎面花纹起着提高防滑附着力、装饰美观、散热和节省胶料的作用。它能传递车辆牵引力、制动力及转向力，并使轮胎与路面有良好的接着性能，从而保证车辆安全行驶。

按花纹的形状尺寸和特点胎面花纹可分为普通花纹、越野花纹和混合花纹三类。

① 普通花纹 特点是花纹沟窄小，花纹胶块大，花纹饱和度大（70%~80%），所谓花纹的饱和度是指花纹块的面积（实际接地面积）与行驶面积的百分比，经验证明以78%左右的胎面花纹耐磨性能最佳。普通花纹适宜在较好的水泥、柏油及泥

土路面上行驶，按其花纹沟分布形式一般分为横向花纹和纵向花纹。

a. 横向花纹的花纹沟排列方向垂直或接近垂直于行驶面圆周方向，如羊角花纹、烟斗花纹，如图 1-10 (a)、(b) 所示。

横向花纹有良好的耐磨和纵向防滑性能，尤其能减少花纹沟夹石子和花纹沟基部裂口现象。但此种花纹胶块较大而且又是横向排列，因而散热性能和侧向防滑性能较差，特别是加深花纹时，若设计不当，极易产生肩空，肩裂和胎面磨耗不均等缺陷，一般可采取增加胎面花纹分数或改进肩部花纹设计，增强胎肩支承性等方法加以改进。横向花纹抓着力强，爬坡性能好，适用于一般路面。通常载重汽车轮胎常选用横向花纹。

b. 纵向花纹的花纹沟近似条状，平行于轮胎行驶面圆周中心线，如波浪形、曲折形等花纹，如图 1-10 (c)、(d) 所示。

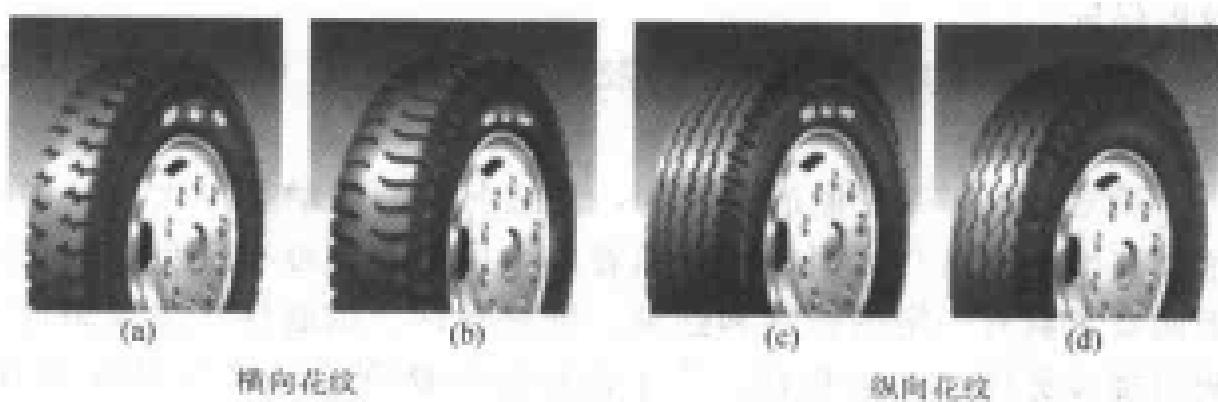


图 1-10 普通花纹

纵向花纹滚动阻力小、速度快，有良好的散热性能和侧向防滑性能，不容易出现肩空，但纵向花纹容易夹入石子及沟底基部裂口，抗纵滑性能和耐磨性能也不如横向花纹。一般在水泥、柏油等路面上行驶的轮胎可选用纵向花纹。轿车轮胎所选用的纵向花纹与载重轮胎纵向花纹不同之处（图 1-11），花纹沟较多而窄小，多设计有不规则排列的变节距花纹，利于在高速行驶中降低噪声、提高防滑性能。轿车轮胎的纵向花纹多采用割槽的方法（载重轮胎也可采用），既可增大花纹的柔软性和散热性，同时又利于排水和与



图 1-11 轿车轮胎纵向花纹

路面接着。这种割槽式细缝花纹又称为刀槽花纹，一般刀槽宽度为0.4~0.6mm，刀槽深度为5~8mm，刀槽形状有波浪形或斜线形等。

③ 越野花纹 花纹饱和度小(40%~50%)，花纹特点是花纹沟宽度大、花纹沟较深，其有优越的抓着性能，可提高车辆的通过性能和牵引性能。越野花纹适用于无路面或条件差的路面，适用于军用越野车、工程车和吉普车的轮胎上，环境较差的山路、矿山、建筑工地及松土、雪泥等使用越野花纹。

越野花纹按其花纹沟分布形式不同，分为无向花纹和有向花纹两种，如图1-12所示。无向越野花纹（如马牙花纹）横向分布于行驶面上，无规定方向；有向越野花纹（如人字形花纹）有方向性分布，因此其防侧滑性能和自洁性能优于无向越野花纹，只是因使用时有方向性，给轮胎保养换位带来不便。



图 1-12 越野花纹形式图

越野花纹由于花纹沟宽大、行驶中滚动阻力大，胎面胶块磨耗不均匀，行驶噪声大，不宜在良好路面上使用。

③ 混合花纹 介于普通花纹和越野花纹之间的一种过渡花纹。此种花纹特点是中部为纵向普通花纹，肩部为横向宽沟槽，类似越野花纹，其花纹饱和度 60%~70%。混合花纹对路面抓着性能优于普通花纹，但不及越野花纹；耐磨性能不如普通花纹，尤为明显是胎肩部花纹容易产生磨耗不均匀或掉块的弊病。混合花纹适用于城乡运输的轻型载重轮胎。混合花纹综合纵向花纹和横向花纹的特点，适用于多种路面。

胎侧（胶）是贴在胎体帘布层两侧的胶层，不与路面接触，保护胎体侧部帘布层免受机械损伤和大气侵蚀。胎侧胶常在较大的屈挠下工作，其厚度宜薄，便于屈挠变形，着重要求有良好的耐屈挠疲劳性和耐日光老化性。胎侧上部一般设有防擦线（也称为防护线）用以保护胎侧不被擦伤，在胎侧的下部与轮辋的交接处设有装配线（也称为标志线、轮辋线、安装线、防水线、定心线），是单环或多环胶棱，主要用以指示轮胎在轮辋上正确的装配同时也可防止水进入，另外轮胎的各种标志也设在胎侧上。

胎肩（胶）是胎冠胶和胎侧胶的过渡部分，对胎面起一定的支撑和散热作用。一般在胎肩上也制备各种式样的花纹，提高其散热性和节省胶料。由于胎面、胎肩、胎侧作用各异，宜采用不同配方的胶料制备来满足各自的性能要求。

### 1.3.2.2 胎体

胎体是外胎的受力部件，承受内胎充气压力和车辆负荷，同时也起着保持和稳定外胎的形状和尺寸以及内胎的作用。胎体包括帘布层和缓冲层两部分，如图 1-13 所示。

缓冲层位于外胎胎冠部位的胎面胶和胎体帘布层之间，由缓冲帘布和缓冲胶片组成，缓冲帘布可采用尼龙帘布、人造丝帘布或钢丝帘布；缓冲胶片加贴在缓冲帘布上下，用以提高缓冲性能。有时也可能

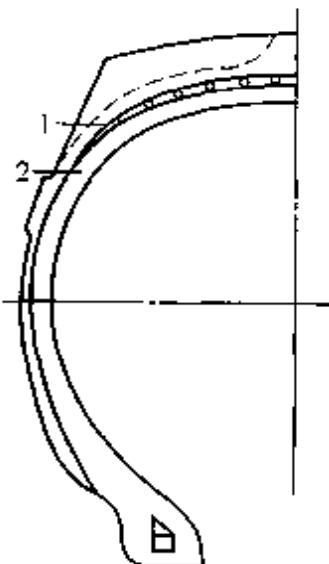


图 1-13 胎体的组成  
1- 缓冲层；2- 帘布层

只有缓冲胶片，对使用条件比较缓和或规格较小的轮胎外胎也可不设缓冲层（如力车外胎）。缓冲层主要作用是吸收并缓冲轮胎在行驶过程中的外来的冲击和振动，提高胎面与帘布层之间的黏合力。外胎行驶时该部位所受应力最大、最集中，温度也最高，极易脱层损坏，因此要求缓冲层具有较高强度、弹性和较好的黏着性能。

子午胎中的缓冲层改称为带束层或紧箍层，主要由基本上沿中心线圆周方向排列的帘布组成，另外有中间胶、边端胶、垫胶等组成，如图 1-14 所示。其作用也与斜交胎有些区别，主要是箍紧帘布层，防止帘布层过度变形，是轮胎的主要受力部件；由于带束层周向刚性大变形小，可提高胎面的耐磨性、耐刺性、与路面的附着力，减少滚动阻力。

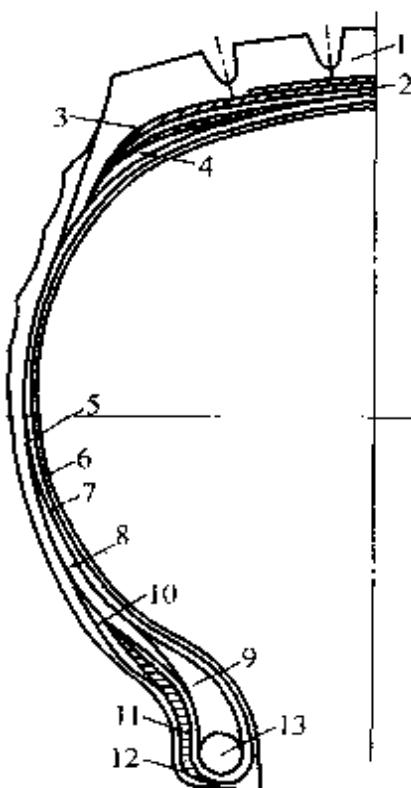


图 1-14 子午线结构轮胎组成示意

- 1 胎面胶；2—带束层；3—带束层差级胶；4—胎肩垫胶；5—胎体帘布层；
- 6—油皮胶；7—胎侧胶；8—上三角胶芯；9—下三角胶芯；10—填充胶；
- 11—子口包布；12—子口护胶；13—钢丝圈

帘布层使外胎具有必要的强度，承受轮胎的载荷和行驶中的反复变形，同时也承受由于路面不平引起的强烈振动和冲击，并固定外胎的形状尺寸，另外帘布层一直延伸至胎圈中，将胎圈、胎体和胎面连接成一整体。帘布层是由数层挂胶帘布组成的，其层数的多少，是依据轮胎的规格、负荷大小、充气压力、结构类型、使用条件等而确定的。斜交轮胎帘布层中的帘线呈斜向相互交叉排列，所以帘布层数是偶数；而子午线轮胎帘布层中的帘线呈子午线方向排列，不存在相互交叉问题，帘布层数也不受偶数的限制。

当帘布层数较多时帘布层又可分为外层帘布层和内层帘布层。外层帘布层由密度较稀的挂胶帘布（外层帘布）和加贴在帘布层之间的隔离胶组成（有时也可不用隔离胶），帘线较稀可保证有较高的附着力和柔软性，隔离胶用来补偿帘布层厚度和布层间的胶量，提高帘布层的附着性能和抗剪切应力的能力，防止胎体脱层损坏，这是由于外胎在定型和硫化过程中，胎体冠部伸张最大，因而挂胶帘布厚度受拉伸而减薄，并且外胎使用时胎冠部所受剪切应力最大。内层帘布层由密度较密的挂胶帘布（内层帘布）和加贴在胎里上的油皮胶组成，帘线较密可保持有较高的强度，油皮胶也称为内衬层，使用时将帘布层与内胎隔离，主要用来从里面保护帘布层，防止内胎对帘布层磨损，同时也保护内胎。无内胎轮胎的内层帘布层也称为气密层，即将油皮胶加厚同时提高胶料的气密性，其宽度延伸至胎圈与轮辋胎圈座的接触面，以保证气密性，防止内腔中压缩空气泄气。

有时狭义上将帘布层称为胎体，而广义上（国家标准）将由帘布层、缓冲层与胎圈组成的受力结构整体称为胎体。

### 1.3.2.3 胎圈

胎圈是外胎与轮辋紧密固定的部位，要求具有高强度和刚性，承受外胎与轮辋间的相互作用力，防止车辆行驶过程中外胎脱出。胎圈包括帘布层（是胎体帘布层的延伸属于同一部件）、胎圈芯及胎圈包布三个重要部分，胎圈芯是主体，由钢丝圈、三角胶条（又称填充胶条）及钢圈包布组成。钢丝圈是由数根覆胶钢丝绕成的

圈，在钢丝圈外周加贴用半硬质胶制成的三角胶条，起填充空隙作用，亦可采用两种不同硬度的胶料复合制成。钢圈包布把钢丝圈和三角胶条包覆成钢圈整体。胎圈包布又称为子口包布，位于胎圈外部，保护帘布层，并与轮辋直接接触，要求具有较好的耐磨性能，胎圈结构如图 1-15 所示。子午线轮胎的胎圈中可能增设子口护胶、填充胶或补强带等。

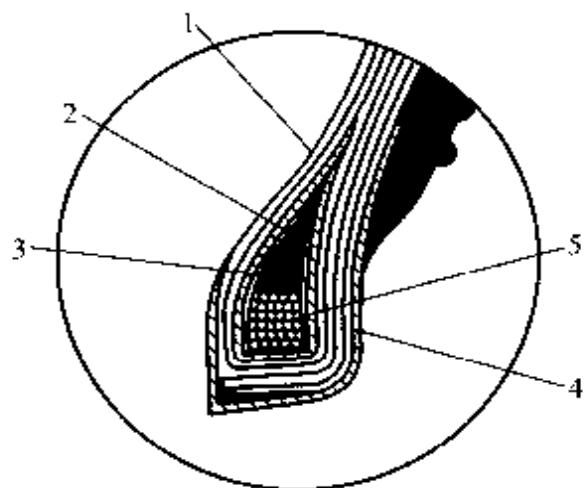


图 1-15 胎圈组成

1—帘布层；2—钢丝包布；3—三角胶芯；4—胎圈包布；5—钢丝圈

胎圈外表面部分按不同的位置可分为胎踵部位、胎圈底部和胎趾部位。胎踵部位与轮辋边缘相接触，是胎圈的着合部位，如图 1-16 所示。

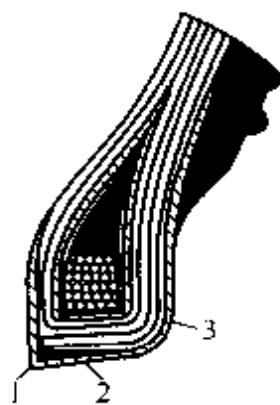
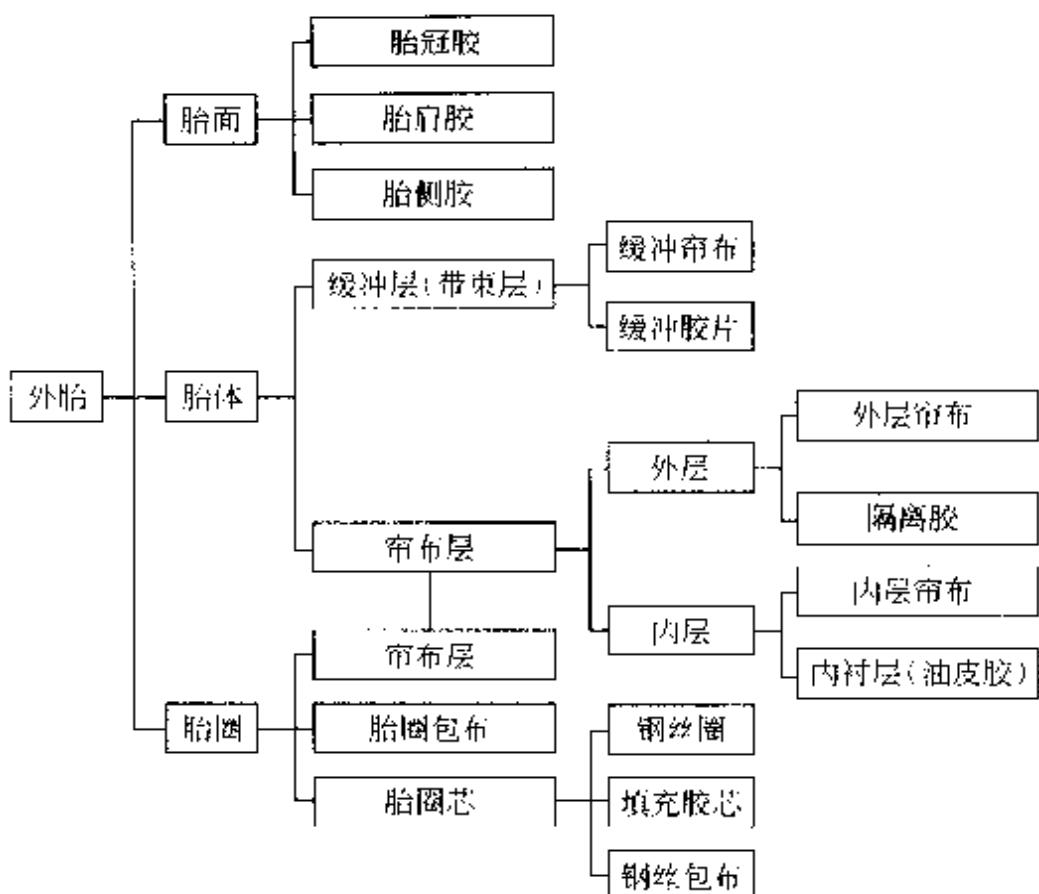


图 1-16 胎圈部位分布

1—胎趾；2—胎圈底部；3—胎踵

总之，外胎的组成如下所示。



## 1.4 轮辋

轮辋是在车轮上安装和支承轮胎的部件。轮辐是在车轮上介于车轴和轮辋之间的支承部件，车轮是由轮辋和轮辐组成的介于轮胎和车轴之间承受负荷的旋转组件。轮辋是车轮的一个重要组成部分。

### 1.4.1 轮辋结构类型

汽车、工程机械及农业机械用的轮辋多属于辐板式车轮轮辋，按其组成部件的数量可分为两种不同类型的结构。

(1) 整体式轮辋 是一种非拆开一件(整体)结构，一般用于轿车及拖拉机等车辆上，如图 1-17 所示。

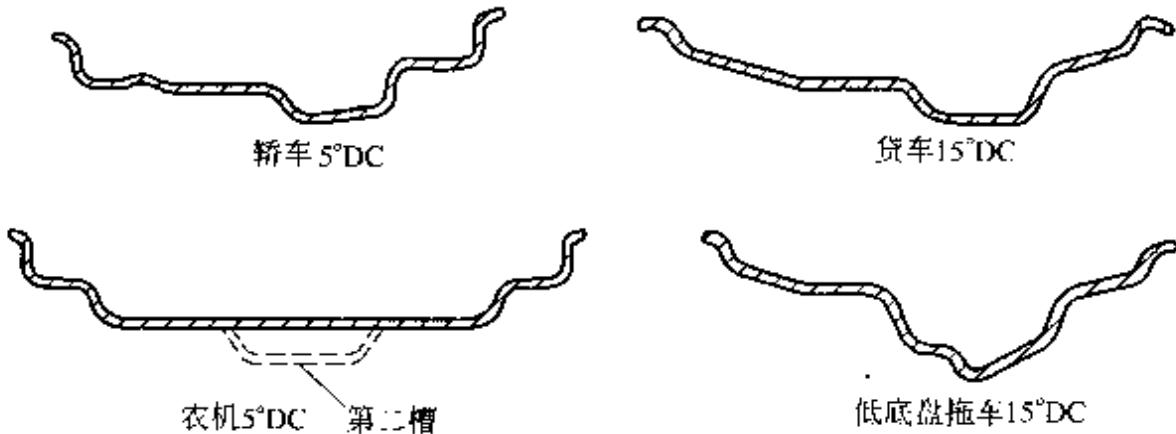


图 1-17 整体式（一件式）轮辋示意

(2) 多件式轮辋 是由轮辋本件、圆环式挡圈（轮缘）和断开式锁圈等组成的可拆开式的多件结构。按数量可分为两件式、三件式、四件式、五件式等几种构造形式，如图 1-18 所示。二件式是货车常用的一种形式，用于载重汽车及其他各类车辆上。三件式轮辋中挡圈是整体的，用一个开口弹性锁圈来防止挡圈脱出。在安装轮胎时，先将轮胎套在轮辋上，而后套上挡圈，并将它向内推，直至越过轮辋上的环形槽，再将开口的弹性锁圈嵌入环形槽中。东风 EQ1090E 型和解放 CA1091 型汽车车轮，均采用这种形式的轮辋。

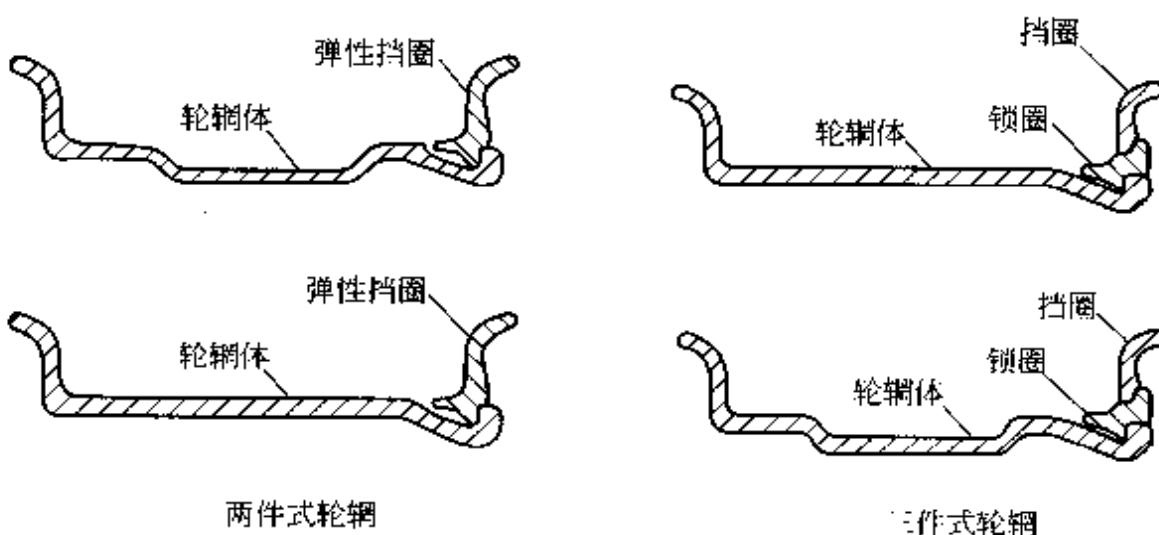


图 1-18 多件式轮辋示意

### 1.4.2 轮辋断面形状

根据轮辋断面轮廓形状不同，轮辋一般分为深槽轮辋（DC）、平底轮辋（FB），此外，还有半深槽轮辋（SDC）、深槽宽轮辋（WDC）、平底宽轮辋（WFB）、对开式轮辋（DT）以及全斜底轮辋（TB）等。

(1) 深槽轮辋 (DC) 和深槽宽轮辋 (WDC) 深槽轮辋 (DC) (又称深式轮辋) 为整体式结构，中央有较深的凹槽，以便于外胎的拆装，一般凹槽深度与轮缘高度略接近。槽底宽度大于胎圈宽度，便于装卸轮胎和提高轮辋径向刚性。

深槽轮辋胎圈座带有 $5^\circ$ 倾斜角，以保证轮胎胎圈与之紧密着合，倾斜部分的最大直径即称为轮辋的着合直径。深槽轮辋的结构简单、刚度大、质量较小，对于小尺寸弹性较大的轮胎最适宜，主要用于轿车及轻型越野汽车。但是尺寸较大又较硬的轮胎，则很难装进这样的整体轮辋内。

一般农用机械轮胎所用的 2.50C、3.00D、4.00D、5.50F、6.00F 和轻型载重轮胎、轿车胎所用的 3.50D、4.50E 和 5.00E 等均为深槽轮辋。

目前国内外轻型载重汽车及轿车已逐步采用深槽宽轮辋 (WDC) 取代深槽轮辋，二者基本特征相同，只是其凹槽比深槽轮

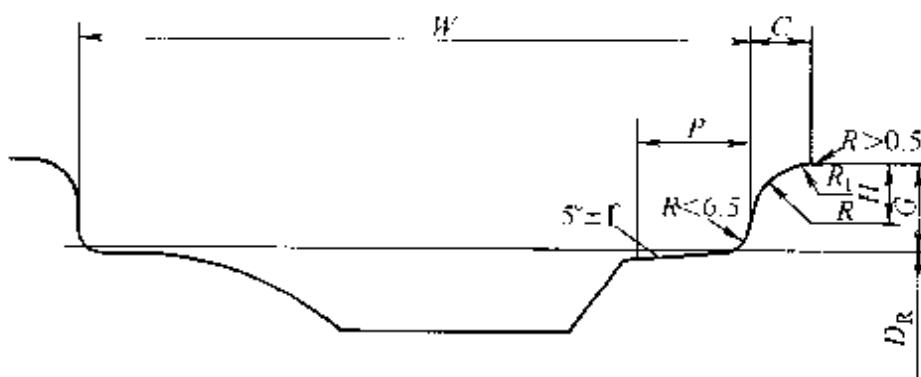


图 1-19 轿车深槽宽轮辋断面形状尺寸示意

W—轮辋宽度；C—轮缘宽度；G—轮缘高度；R—轮缘边缘着合弧度半径；P—轮缘圈座宽度； $D_R$ —轮辋直径；H—轮辋边缘弧度圆心高度； $R_1$ —轮辋边缘上部弧度半径

辋略浅且宽，底槽两侧不对称，轮缘高度、形状及尺寸均不相同。深槽宽轮辋有J、K、JJ、JB、L等型号，常用的4J、4½J、5J、5½JJ、6JJ、6½JJ、7JJ、5K、6L等规格轮辋均为深槽宽轮辋。图1-19和表1-4所示为轿车所用深槽宽轮辋的基本形状和基本参数。

表1-4 轿车深槽宽轮辋基本参数 单位：mm

轮辋代号	W=1.5	C	G	R	P	H
4J	102					
4½J	114					
5J	127					
5½JJ	140	10.0	17 <sup>1/2</sup> <sub>0.4</sub>	9.5	20.0	9.5
6J	152					
6½J	165					
5JJ	127					
5½JJ	140					
6JJ	152	11.0	18+0.7	9.0	20.0	9
6½JJ	165					
7JJ	178					
5K	127	12.5	19.5 <sup>1/2</sup> <sub>0.4</sub>	10.5	20	10.5
6L	152	13	21.5 <sup>1/2</sup> <sub>0.4</sub>	12	24	11

(2) 平底轮辋(FB)和平底宽轮辋(WFB) 平底轮辋(FB)(又称平式轮辋)为可拆开的多件式结构，轮辋中央没有凹槽，与胎圈接触的圈座基本上是平直的，由于胎圈与圈座平面接触，难以紧密结合。轮胎的紧固力完全集中在轮辋轮缘的一侧，容易造成轮胎滑移或窜动，使用性能不佳，已逐步将被平底宽轮辋所取代。

平底宽轮辋(WFB)是在平底式轮辋的基础上发展的，不同之处只是轮辋宽度加宽，圈座有5°倾斜角度，可改善胎圈与轮辋圈座之间的紧固力。轮辋宽度加宽，轮胎内腔空气容量增大，可提

高负荷能力、提高轮胎的耐磨性能和汽车转向的稳定性能，尤其适用于载荷量大、动负荷高的载重汽车。

我国目前生产的中型、重型载重汽车，越野汽车和自卸汽车大多数仍属多件式平底轮辋，因此在一定时期内汽车轮辋规格系列中还应保留平底轮辋标准。平底式轮辋规格有 5.00S、5.50S、6.00T、8.00V、8.37V、10.00W 等，平底宽轮辋规格品种较多，有 5.0、5.5、6.0、6.5、7.0、7.5、8.0、8.5、9.0、10.0、12.0 等。平底轮辋和平底宽轮辋如图 1-20 所示。

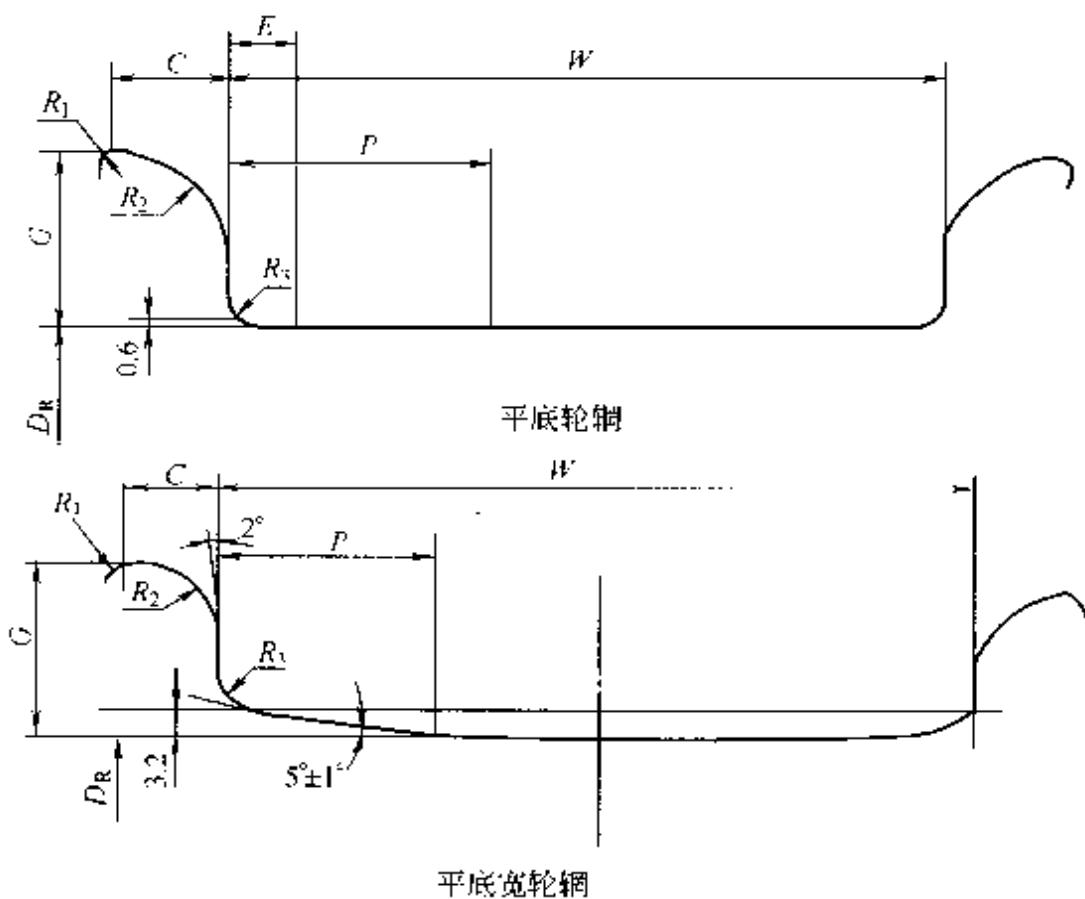


图 1-20 平底轮辋和平底宽轮辋断面轮廓示意

$W$ —轮辋宽度； $C$ —轮缘宽度； $G$ —轮缘高度； $P$ —轮缘圈座宽度； $D_k$ —轮辋直径；  
 $E$ —轮辋底部着合宽度； $R_1$ —轮辋边缘上部弧度半径； $R_2$ —轮辋边缘着  
 合弧度半径； $R_3$ —轮辋边缘踵部弧度半径

表 1-5 表示为载重汽车所采用的平底轮辋的基本形状和基本参数。表 1-6 表示为平底宽轮辋的基本形状和基本参数。

表 1-5 平底轮辋基本参数

单位：mm

轮辋规格	W±3.0	轮 缘			胎 圈 座		
		G±1.2	C	R <sub>2</sub>	P	E	R <sub>3</sub>
5.00S	127.0	33.5	22.0	18.0	42.5	16.0	6.5
5.50S	140.0	33.5	22.0	18.0	42.5	16.0	6.5
6.00T	152.0	38.0	26.0	22.5	50.0	17.0	8.0
8.00V	203.0	44.5	31.0	27.0	62.0	17.0	8.0
8.37V	213.0	44.5	31.0	27.0	62.0	17.0	8.0
10.00W	254.0	51.0	38.0	28.5	71.0	17.0	8.0

表 1-6 平底宽轮辋基本参数

单位：mm

轮辋规格	W	轮 缘			胎 圈 座		
		G±1.2	C ≥	R <sub>2</sub> ±2.5	P	R <sub>3</sub>	
5.0	127.0	±3.0	28.0	16.0	14.0	36.0	7.0
5.5	140.0		30.5	17.0	15.0	36.0	8.0
6.0	152.0		33.0	18.0	16.5	36.0	8.0
6.5	165.0		35.5	19.5	18.0	36.0	8.0
7.0	178.0	±5.0	38.0	21.0	19.0	36.0	8.0
7.5	190.0		40.5	22.0	20.0	36.0	8.0
8.0	203.0 <sup>+3.0</sup> <sub>-3.0</sub>	±5.5	43.0	23.5	21.5	36.0	8.0
8.5	216.0		46.0	24.5	23.0	36.0	8.0
9.0	228.0		48.0	26.0	24.0	36.0	8.0
10.0	254.0		51.0	27.0	25.5	36.0	8.0
12.0	305.0		56.0	30.0	28.0	36.0	8.0

(3) 半深槽轮辋 (SDC) 这种轮辋是由轮辋本体和断开式挡圈组成的两件式结构。轮辋的挡圈既是轮缘又是胎圈座，其凹槽较浅，便于装拆，适用于内直径较小的轻型载重轮胎，如 5.50F、6.00G、6.50H 等。

#### (4) 其他种类

① 对开式轮辋 (DT) (又称为夹式轮辋) 这种轮辋由内外两

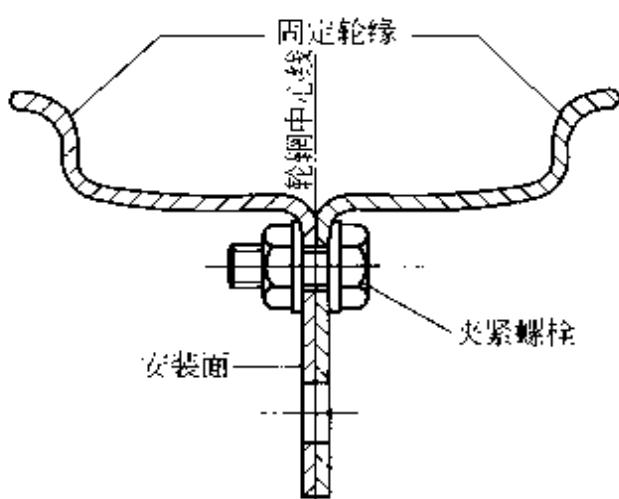


图 1-21 对开式轮辋断面形状示意

部分组成，其内外轮辋的宽度可以相等，也可以不等，内轮辋及其焊接在一起的轮盘用螺柱与外轮辋连接成一体，如图 1-21 所示。因是两个对开部件组合，轮辋上应配置金属垫带，以便固定两边胎圈，防止在低压行驶时胎圈与轮辋圈座相对转动。越野轮胎如调压轮胎等配用对开式轮辋，小型工业轮胎

及农用轮胎亦广泛使用此类轮辋，如 2.10、2.50C、3.00D、3.50D 等规格。东风 EQ2080 型和延安 SX2150 型汽车车轮，也采用这种形式的轮辋。对开式轮辋构造简单、便于装卸，拆卸螺母即可，胎圈亦不易受损，只是由于两半轮辋相结合时，用螺柱螺母难以对准中心。目前国外此种类型轮辋已逐步被非对开式新结构轮辋所取代。

② 全斜底轮辋 (TB) 这种轮辋胎圈座带有 5°倾斜角度，是带有 5 个部件的多件结构，如图 1-22 所示。轮胎断面宽度在 430mm 以上、轮辋直径在 650mm 以上的大型工程机械轮胎均使用此类轮辋，便于拆装操作。

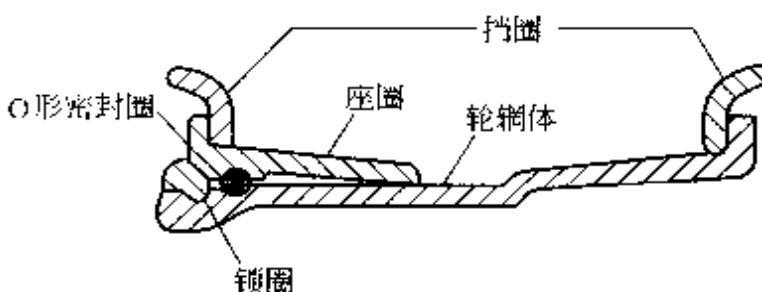


图 1-22 全斜底轮辋断面形状示意

### 1.4.3 轮辋规格代号

轮辋的规格代号是用轮辋名义宽度代号、轮缘代号、轮辋结构形式代号、轮辋名义直径代号和轮辋轮廓类型代号来表示。

轮辋名义直径代号：以 in 数值表示。

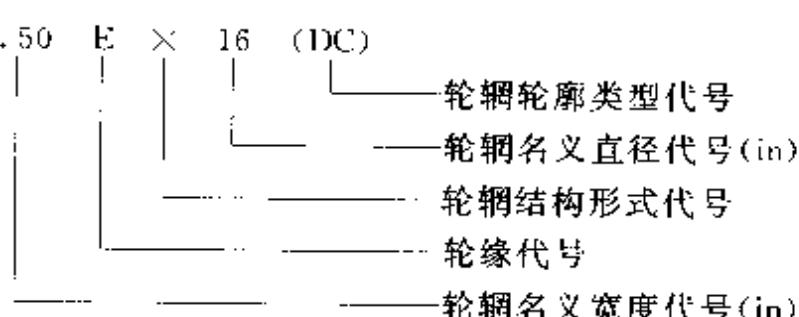
轮辋结构形式代号：一件式轮辋以符号“×”表示；多件式轮辋以符号“—”表示。

轮辋名义宽度代号：以 in 数值表示。有时（农业机械轮辋）在前面加字母“W”（表示为宽轮辋）和“DW”（表示有第二槽宽轮辋）。

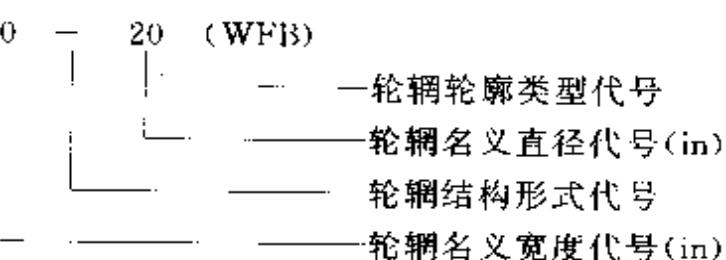
轮缘代号：通常用一个或几个字母表示轮缘的轮廓（如 E、F、J、JJ、KB、L、V 等），置于轮辋名义宽度代号之后。有些类型的轮辋（如平底宽轮辋），其名义宽度代号也代表了轮缘轮廓，不用字母表示。非道路车辆轮辋的轮辋边缘代号以轮缘的高度（in）表示，并用符号“/”与轮辋名义宽度代号隔开。

轮辋轮廓类型代号：深槽轮辋（DC）、平底轮辋（FB）、半深槽轮辋（SDC）、深槽宽轮辋（WDC）、平底宽轮辋（WFB）、对开放式轮辋（DT）以及全斜底轮辋（TB）。

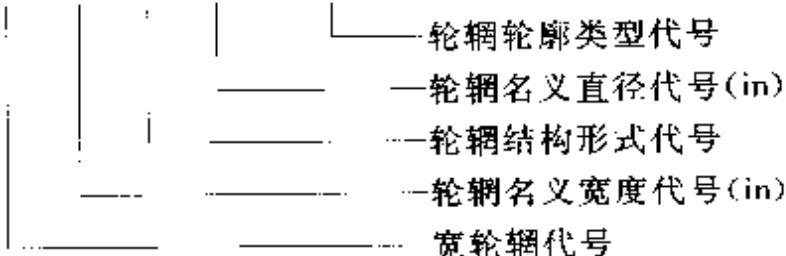
**【例 1】** 4.50 E × 16 (DC)



**【例 2】** 7.0 — 20 (WFB)



**【例 3】** W 10 × 28 (WDC)



为了方便，多数时候只用轮辋名义宽度及轮缘代号来表示，后面的部分省略，如 7.0、6.0T、11.25/2.0、W10H。

新设计的轮辋以下列方式表示。

轿车轮辋：10×3.5、15×6JJ。

轻型货车轮辋：15×5.5JJ、16.5×6.00、15—5.50F (SDC)。

中型、重型货车轮辋：90—7.5、22—8.00V、22.5×8.25。

农机轮辋：28×W12、28×W10H、26×DW16。

非道路车辆轮辋：95—13.00/2.5。

## 1.5 轮胎的结构

轮胎按结构不同可分为斜交轮胎和子午线轮胎，轮胎的结构通常用胎冠角来表示。

### 1.5.1 胎冠角

胎冠角是轮胎的重要结构参数，是指在轮胎胎冠中心处胎体帘线与胎冠中心线垂线的夹角，表示帘线的排列方向，如图 1-23 所示。胎冠角大小范围是  $0^\circ \sim 90^\circ$ ，当胎冠角为  $0^\circ$  时帘线与胎冠中心线垂直呈断面方向（子午线方向）排列，当胎冠角为  $90^\circ$  时帘线与胎冠中心线平行呈周向排列。有时有些国家也用胎体帘线与胎冠中心线的夹角，表示帘线的排列方向，这个角正好与胎冠角互为余角（它们之和为  $90^\circ$ ）。

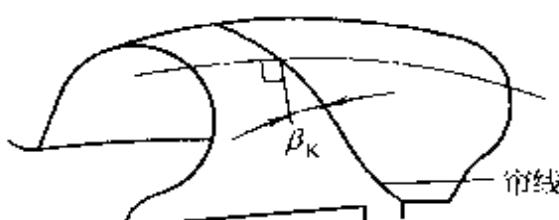


图 1-23 轮胎胎冠角示意

有时有些国家也用胎体帘线与胎冠中心线的夹角，表示帘线的排列方向，这个角正好与胎冠角互为余角（它们之和为  $90^\circ$ ）。

$90^\circ$ ), 需要注意。

### 1.5.2 斜交轮胎结构

(1) 结构特点 斜交轮胎胎体相邻的帘布层胎冠角度相同, 相互交叉排列, 如图 1-24 所示。帘布层数一般为偶数, 这样能使胎体帘布层负荷均匀分布。斜交轮胎冠帘线角度通常取  $48^\circ \sim 55^\circ$ 。帘线密度从内至外由密变稀。内层帘布层数较多, 外层帘布层数较少, 通常只有两层, 帘线密度较内帘布层稀, 附胶量较多, 黏着强度较高。缓冲层介于外帘布层与胎面胶之间, 其结构由胶片或两层以上挂胶帘布组成, 布层的上、下或中间加贴缓冲胶片。缓冲层帘布比外帘布层的密度稀疏, 挂胶厚度较厚, 帘线角度等于或稍大于帘布层帘线角度, 相邻布层也是相互交叉排列, 其宽度一般稍大或稍窄于胎冠宽度。通常载重轮胎的缓冲层采用挂胶帘布与胶片组合的结构, 轿车轮胎也可采用缓冲胶片做缓冲层。

(2) 性能特点 斜交轮胎因帘线排列方向与受力变形方向不一致而产生内摩擦, 这种结构总体上是不合理的, 存在着材料层数多、滚动阻力大、缓冲性能低、耐磨性及牵引性差等缺点。但其转向性制动性好、胎侧刚性大, 生产工艺较成熟, 易于生产、效率高。

为了提高使用性能和经济效益, 斜交轮胎趋于轻量化减层方向变化, 有的国家斜交轮胎的内外帘布层采用密度相同的帘布, 个别也有用奇数层的外胎。缓冲层有的采用钢丝帘布或用含玻璃纤维的胶料结构, 从而增强胎面刚性及稳定性, 提高轮胎抗机械损伤的能力和降低胎面的磨损。

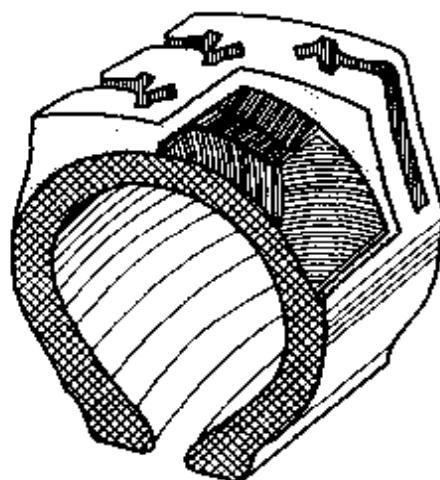


图 1-24 斜交轮胎  
结构示意

斜交轮胎由于结构上的不合理，影响了发展，今后只保留在低速度、越野、巨型轮胎上。

### 1.5.3 子午线轮胎结构

子午线轮胎简称子午胎，国际代号用 R 表示，由于其胎体结构的特征不同于斜交轮胎，有的国家称之为径向轮胎、X 型轮胎、P 型轮胎或辐向轮胎等。

(1) 结构特点 子午线轮胎胎体帘线排列与斜交轮胎不同，如图 1-25 所示。子午线轮胎帘布层和带束层的胎冠角不同，帘布层

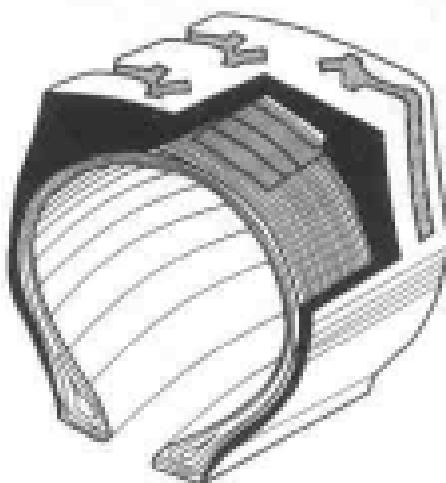


图 1-25 子午线结构轮胎结构示意

间不是相互交叉排列，而是与外胎断面接近平行，像地球子午线形式排列，帘布层帘线角度小，一般为  $0^\circ \sim 15^\circ$ ，胎体帘线间无维系交点，当轮胎在行驶过程中冠部应力增大时，会造成周向伸张、胎体呈辐射状裂口。因此，子午线轮胎带束层采用接近周向排列的大角度帘线层，与胎体帘线角度成  $90^\circ$  相交，一般取  $70^\circ \sim 80^\circ$ ，形成一条几乎不可能伸张的刚性环形带，把整个轮胎箍紧，限制胎体的周向变形，承受整个轮胎  $60\% \sim 70\%$  的内应力，成为子午线轮胎主要的受力部件。斜交轮胎的主要受力部件不在缓冲层上，其  $80\% \sim 90\%$  内应力均由胎体帘布层承担，二者作用点不相同。因此，子午线轮胎带束层设计很重要，必须具有良好的刚性，可采用多层、大角度、高强度而且不易伸张的纤维材料制作，如钢丝帘线、玻璃纤维等。子午线轮胎根据胎体材料不同可分为全钢丝子午线轮胎、半钢丝子午线轮胎和全纤维子午线轮胎 3 种类型，全钢丝子午线轮胎的胎体和带束层均采用钢丝帘线，一般用于载重及工程机械车辆上。半钢丝子午线轮胎的胎体采用人造丝或其他纤维，带束层则用钢丝帘线，这种类型

轮胎  $60\% \sim 70\%$  的内应力，成为子午线轮胎主要的受力部件。斜交轮胎的主要受力部件不在缓冲层上，其  $80\% \sim 90\%$  内应力均由胎体帘布层承担，二者作用点不相同。因此，子午线轮胎带束层设计很重要，必须具有良好的刚性，可采用多层、大角度、高强度而且不易伸张的纤维材料制作，如钢丝帘线、玻璃纤维等。子午线轮胎根据胎体材料不同可分为全钢丝子午线轮胎、半钢丝子午线轮胎和全纤维子午线轮胎 3 种类型，全钢丝子午线轮胎的胎体和带束层均采用钢丝帘线，一般用于载重及工程机械车辆上。半钢丝子午线轮胎的胎体采用人造丝或其他纤维，带束层则用钢丝帘线，这种类型

的子午线轮胎一般用于轿车或轻型载重车辆上。全纤维子午线轮胎的胎体及带束层全采用人造丝或其他纤维帘线，带束层帘线应采用低伸长帘线，这类子午线轮胎一般用于低速轿车或拖拉机上。

另外，由于子午线轮胎帘线层数少，胎圈部分的刚性和密实程度比普通轮胎有所降低，故需采用特殊断面的硬三角胶条、钢圈外包布、胎圈包布、由钢丝帘布制成的补充加强条以及硬的胎圈护胶等。

(2) 性能特点 子午线轮胎结构合理，受力变形与帘线排列一致，无错位现象，内摩擦较小，比斜交轮胎性能优越。帘布层数少，用胶量少，耐磨性、牵引性及缓冲性好，耐刺穿性能好，行驶温度低，稳定及安全性能好，行驶里程及经济效益高；但胎侧易损坏、制造工艺复杂且要求高。子午线轮胎在使用上具有很多优越性能和显著的技术经济效果。

① 由于胎体帘线呈子午排列，帘线变形方向与轮胎变形方向一致，有效地发挥了帘线的强度，从而可大大减少胎体帘布层数(40%~50%)和相应的橡胶用量(20%)。胎体薄、柔软、缓冲性能好，行驶平稳，乘坐舒适，车辆机件使用寿命长。

② 周向排列的刚性缓冲层限制了胎冠充气后的周长伸张，极大地减少了轮胎滚动过程中胎面沿路面的滑移摩擦，显著地提高了胎面的耐磨性能和抗机械损伤性能。

③ 胎体帘线的子午排列，使帘布层极少发生层间的相对位移，因而橡胶承受的应力小、消耗能量少、生热低，能在较高的速度下长期行驶。和普通结构轮胎相比，耗油量可降低5%~10%。

④ 胎侧柔软，缓冲性能好，乘坐舒适，车辆机件使用寿命长。胎面与路面的抓着性能好，牵引性能和越野性能好，行驶安全。

⑤ 子午胎的使用寿命长。与普遍结构轮胎比较，行驶里程可提高50%~100%，一般路面可达10万公里以上，好路面可达14万公里以上，差路面7万公里左右。

子午线轮胎的缺点是侧向稳定性欠佳，胎侧易裂口，转向性能较差，低速行驶时噪声大；制造工艺复杂，制造精度要求高，生产

效率低且不能利用普通轮胎的工艺装备，成本较高等。

#### 1.5.4 其他类型轮胎

(1) 扁平化轮胎 扁平化轮胎的高宽比（外胎断面的高度与宽度的比值）较小，载重轮胎在0.7~0.8以下，轿车轮胎在0.5~0.7以下。轮胎的重心下移，会使整个车辆的重心下降，车辆的行驶安全性高，有利于提高速度。

(2) 浇注轮胎 浇注轮胎是用液体橡胶浇注成型的轮胎。浇注轮胎与传统的轮胎制造工艺有很大不同。这种轮胎采用两次注射法制造，首先将两个钢圈置于胎圈部位模具上，注射高定伸的聚氨酯，开模后套上呈90°排列的带束层，然后再装上胎面模具，注射低定伸聚氨酯制造胎面。用带束层固定胎冠，用钢丝圈固定胎圈部位，使这种浇注轮胎具备一定的使用性能，但质量上尚存在不少问题，有待进一步研究改进，故未能推广应用。目前仅在农业轮胎上试用。

(3) 活胎面轮胎 活胎面轮胎的外胎由胎体和可更换的胎面或胎条组成，胎体上设置有三条沟槽，用来固定胎面（胎条）及防止胎面（胎条）的侧向位移。沟槽直径略大于胎面（胎条）相应直径，充气后，胎体的径向伸张力使胎面（胎条）紧箍于胎体上。在胎面（胎条）底部有一层高强力、不伸张的帘线层，其作用相当于缓冲层，见图1-26。胎体一般为子午线结构。活胎面轮胎可采用不同花纹，一条轮胎配备几条不同花纹的活胎面（胎条）供不同季节、不同路面行驶时更换。活胎面轮胎变形大，径向、侧向的刚性低，易产生径向裂纹，胎面使用到中后期，胎冠部分的生热量比较大，柔韧性下降，可能会发生钢丝与胎面胶脱层或钢丝折断现象。

(4) 拱形轮胎 拱形轮胎属特种越野轮胎品种，直径小、断面大，其断面比一般斜交轮胎大1.5~2.5倍，断面高宽比为0.45~0.5，胎肩呈圆弧形，如图1-27所示。拱形轮胎外直径小，断面宽很大，断面形状如桥拱，而且内压很低，一般为200~500kPa，增大了接地面积，提高了车辆的通过性，尤其在雨季及收获季节里。

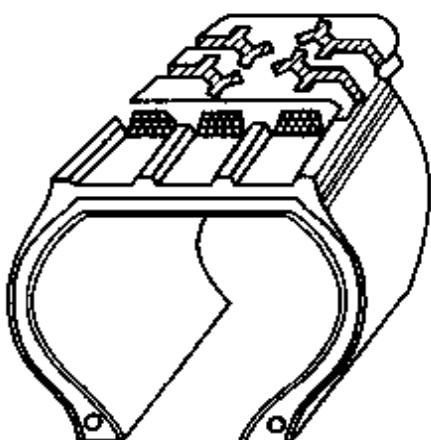


图 1-26 活胎面轮胎示意

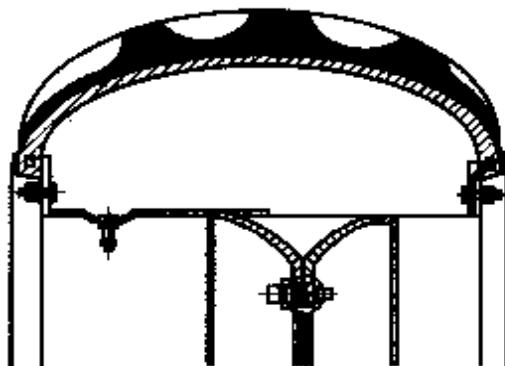


图 1-27 拱形轮胎断面示意

我国目前生产的拱形轮胎有  $1140 \times 700$  和  $1000 \times 650$  两种规格。

## 1.6 轮胎规格表示方法

轮胎的标志主要有规格、层级、负荷与气压、骨架材料、轮辋规格、平衡、方向、磨耗极限、生产批号、商标厂家等。各个企业略有不同，主要是轮胎的规格，轮胎规格用外胎主要技术参数表示。

### 1.6.1 轮胎常见表示符号

#### 1.6.1.1 尺寸代号

轮胎尺寸代号如图 1-28 所示。

#### 1.6.1.2 轮胎类型代号

TB——载重轮胎；

TBS——载重斜交轮胎；

TBR——载重子午线轮胎；

LT——轻型载重轮胎；

LTS——轻型载重斜交轮胎；

LTR——轻型载重子午线轮胎；

ULT——微型载重轮胎；

ML——矿山和林业用载重轮胎；

HT——重型载重轮胎；

PC——乘用轮胎；

PCS——乘用斜交轮胎；

PCR——乘用子午线轮胎；

MPS——小型乘用斜交轮胎；

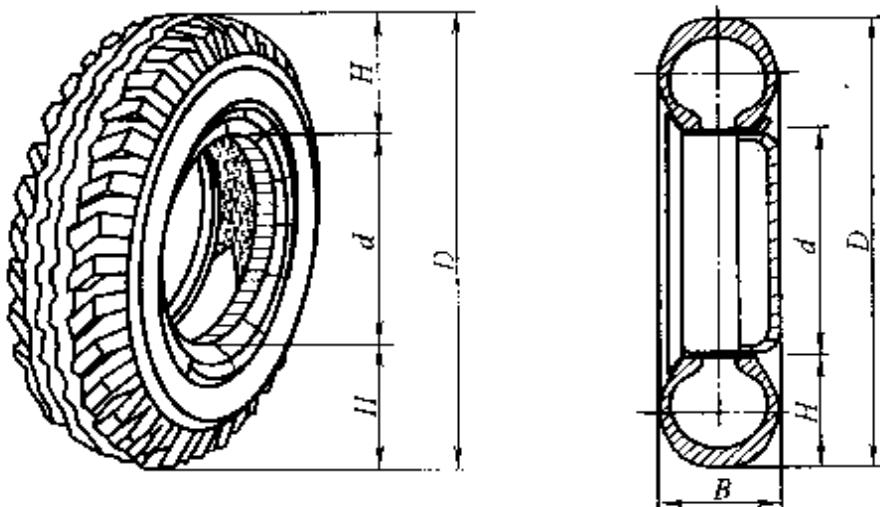


图 1-28 轮胎尺寸标志

$D$ —轮胎外直径； $B$ —轮胎的断面宽； $H$ —轮胎的断面高； $d$ —轮胎内  
直径（胎圈直径）或轮辋直径； $H/B$ —扁平比； $D$ 、 $B$ 、 $H$ 、 $d$ 多  
数为名义尺寸，与实际尺寸有差别

MPR 小型乘用子午线  
轮胎；  
OR 工程轮胎；  
ORS—工程斜交轮胎；  
ORR 工程子午线轮胎；

ID—工业轮胎；  
AG—农机轮胎；  
MC—摩托轮胎；  
BC—自行轮胎；  
AP—航空轮胎。

#### 1.6.1.3 结构代号

R—子午线结构轮胎；  
斜交结构轮胎，有  
时也表示为低压  
轮胎；

$\times$ —有时表示高压轮胎；  
TL—无内胎轮胎；  
L—低断面轮胎。

#### 1.6.1.4 骨架材料代号

G—表示帘布层为钢丝；  
M—表示帘布层为棉  
帘线；

N—表示帘布层为尼龙线；  
R—表示帘布层为人  
造丝。

#### 1.6.1.5 速度代号

国际标准化组织 (ISO) 在原有西欧 “S”、“H”、“V” 级速度

代号的基础上，制定了更详尽的轮胎速度代号，表 1-7 所列为轮胎速度代号与速度对照表。

表 1-7 轮胎速度代号与速度对照

速度代号	速度/(km/h)	速度代号	速度/(km/h)
A1	5	J	100
A2	10	K	110
A3	15	L	120
A4	20	M	130
A5	25	N	140
A6	30	P	150
A7	35	Q	160
A8	40	R	170
B	50	S	180
C	60	T	190
D	65	U	200
E	70	H	210
F	80	V	240
G	90	W	270

注：习惯上 S 级为快速、H 级为高速、V 级为超高速。

### 1.6.1.6 负荷代号

(1) PR (层级) 轮胎的负荷（强度）重要指标，与轮胎的实际帘布层数不是一个概念也不完全一致，轮胎的层级是指轮胎帘布的公称层数。用英文标志，如“14P.R”或“14PR”即 14 层级，也可直接用“层级”中文标志，如“12 层级”。层级是表示轮胎在规定下的强度，相同规格轮胎一般有 2~3 个层级，分别对应有不同的最大负荷和相对应的气压。目前由于新型骨架材料及结构不断的应用，表示轮胎负荷的层级将逐步被负荷指数所取代。

(2) 负荷指数 (LI) 国际标准将轮胎的负荷量从小到大依次划分为 280 个等级负荷指数（用 0~279 表示），每一个指数数字代表一定的载荷能力，其指数差级约为 3%，见表 1-8。最低指数负荷为 0，相应负荷为 0.44kN，最高一级负荷指数为 279，相应负荷量为 1334kN。每一种规格轮胎可分为 3 个指数级别，即同一规格轮胎的负荷标准高低差约为 10%。

表 1-8 轮胎负荷指数与负荷能力对照

负荷指数	负荷能力/kN	负荷指数	负荷能力/kN	负荷指数	负荷能力/kN
0	0.44	31	1.07	62	2.60
1	0.45	32	1.10	63	2.67
2	0.47	33	1.13	64	2.75
3	0.48	34	1.16	65	2.84
4	0.49	35	1.19	66	2.94
5	0.51	36	1.23	67	3.01
6	0.52	37	1.26	68	3.09
7	0.53	38	1.30	69	3.19
8	0.55	39	1.33	70	3.29
9	0.57	40	1.37	71	3.38
10	0.59	41	1.42	72	3.48
11	0.60	42	1.47	73	3.58
12	0.62	43	1.52	74	3.68
13	0.64	44	1.57	75	3.80
14	0.66	45	1.62	76	3.92
15	0.68	46	1.67	77	4.04
16	0.70	47	1.72	78	4.17
17	0.72	48	1.77	79	4.29
18	0.74	49	1.82	80	4.41
19	0.76	50	1.87	81	4.53
20	0.78	51	1.91	82	4.66
21	0.81	52	1.96	83	4.78
22	0.83	53	2.02	84	4.90
23	0.86	54	2.08	85	5.05
24	0.88	55	2.14	86	5.20
25	0.91	56	2.20	87	5.34
26	0.93	57	2.26	88	5.49
27	0.96	58	2.32	89	5.69
28	0.98	59	2.38	90	5.88
29	1.01	60	2.45	91	6.03
30	1.04	61	2.52	92	6.18

续表

负荷指数	负荷能力/kN	负荷指数	负荷能力/kN	负荷指数	负荷能力/kN
93	6.37	124	15.69	155	38.98
94	6.57	125	16.18	156	39.23
95	6.77	126	16.67	157	40.45
96	6.96	127	17.16	158	41.68
97	7.16	128	17.65	159	42.90
98	7.35	129	18.14	160	44.13
99	7.60	130	18.63	161	45.36
100	7.85	131	19.12	162	46.58
101	8.09	132	19.61	163	47.81
102	8.34	133	19.87	164	49.03
103	8.58	134	20.79	165	50.50
104	8.83	135	21.38	166	51.98
105	9.07	136	21.97	167	53.45
106	9.32	137	22.56	168	54.92
107	9.56	138	23.14	169	56.88
108	9.81	139	23.83	170	58.84
109	10.10	140	24.51	171	60.31
110	10.40	141	25.25	172	61.78
111	10.69	142	25.99	173	63.74
112	10.98	143	26.72	174	65.70
113	11.28	144	27.46	175	67.67
114	11.57	145	28.44	176	69.63
115	11.92	146	29.42	177	71.59
116	12.26	147	30.16	178	73.55
117	12.60	148	30.89	179	76.00
118	12.94	149	31.87	180	78.45
119	13.34	150	32.85	181	80.90
120	13.73	151	33.83	182	83.36
121	14.22	152	34.81	183	85.81
122	14.71	153	35.79	184	88.26
123	15.20	154	36.77	185	90.71

续表

负荷指数	负荷能力/kN	负荷指数	负荷能力/kN	负荷指数	负荷能力/kN
186	93.16	217	225.55	248	549.17
187	95.61	218	231.44	249	568.78
188	98.07	219	238.30	250	588.46
189	101.08	220	245.17	251	603.11
190	103.95	221	252.52	252	617.82
191	106.89	222	259.88	253	637.43
192	109.83	223	267.23	254	657.05
193	112.78	224	271.59	255	670.66
194	115.72	225	284.39	256	696.27
195	119.15	226	291.20	257	715.89
196	122.58	227	301.55	258	735.50
197	126.02	228	308.91	259	760.02
198	129.45	229	318.72	260	784.53
199	133.70	230	328.52	261	809.05
200	137.29	231	338.33	262	833.57
201	142.20	232	348.14	263	858.08
202	147.10	233	357.94	264	882.60
203	152.00	234	367.75	265	907.12
204	156.91	235	380.01	266	931.63
205	161.81	236	392.23	267	956.15
206	166.71	237	404.52	268	980.67
207	171.62	238	416.78	269	1010.08
208	176.52	239	429.04	270	1039.50
209	181.42	240	441.30	271	1068.92
210	186.33	241	453.56	272	1098.34
211	191.23	242	465.82	273	1127.76
212	196.13	243	478.07	274	1157.18
213	202.02	244	490.33	275	1186.60
214	207.90	245	505.04	276	1225.83
215	213.78	246	519.75	277	1260.15
216	219.67	247	534.46	278	1294.48
				279	1333.70

### 1.6.1.7 其他代号

符号“←”——表示行驶方向，位于胎侧处；

符号“△”——磨耗标志，在箭头指向花纹沟底部。

## 1.6.2 轮胎规格表示方法

### 1.6.2.1 载重轮胎

(1) 微型载重普通断面斜交结构轮胎  $B-d$  ULT (B 为轮胎名义断面宽，单位为 in，保留两位小数；d 为轮辋名义直径，单位为 in，多为整数；“—”表示斜交结构；ULT 表示微型载重轮胎)，如 4.50-12ULT。

(2) 轻型载重普通断面斜交结构轮胎  $B-d$  LT (B 为轮胎名义断面宽，单位为 in，保留两位小数；d 为轮辋名义直径，单位为 in，多为整数；“—”表示斜交结构；LT 表示轻型载重轮胎)，如 6.00-16LT。

(3) 轻型载重普通断面子午线结构轮胎  $BRd$  LT (B 为轮胎名义断面宽，单位为 in，保留两位小数；d 为轮辋名义直径，单位为 in，多为整数；R 表示子午线结构；LT 表示轻型载重轮胎)，如 6.00R16LT。

(4) 轻型载重公制系列斜交结构轮胎  $B/(H/B \times 100)-d$  LT (B 为轮胎名义断面宽，单位为 mm； $H/B \times 100$  为断面高与断面宽比值系列；d 为轮辋名义直径，单位为 in，多为整数；“—”表示斜交结构；LT 表示轻型载重轮胎)，如 215/70-14LT。

(5) 轻型载重公制系列子午线结构轮胎  $B/(H/B \times 100) Rd$  LT (B 为轮胎名义断面宽，单位为 mm； $H/B \times 100$  为断面高与断面宽比值系列；d 为轮辋名义直径，单位为 in，多为整数；R 表示子午线结构；LT 表示轻型载重轮胎)，如 215/70R14LT。

(6) 中型载重、重型载重普通断面斜交结构轮胎  $B-d$  (B 为轮胎名义断面宽，单位为 in，保留两位小数；d 为轮辋名义直径，单位为 in，多为整数；“—”表示斜交结构)，如 9.00-20、13.00-20。

(7) 中型载重、重型载重普通断面子午线结构轮胎  $BRd$

( $B$  为轮胎名义断面宽, 单位为 in, 保留两位小数;  $d$  为轮辋名义直径, 单位为 in, 多为整数; R 表示子午线结构), 如 9.00R20、13.00R20。

(8) 轻型载重、中型载重普通断面无内胎斜交结构轮胎  $B-d$  ( $B$  为轮胎名义断面宽, 单位为 in, 多为整数, 有时也可带 0.5 一位小数;  $d$  为轮辋名义直径, 单位为 in, 保留一位小数; “—” 表示斜交结构), 如 7—17.5、8—17.5、8.5—17.5、10—17.5、8—22.5、9—22.5、10—22.5、11—22.5、12—22.5、13—22.5 (分别相当于有内胎轮胎 6.50—16、7.00—16、7.50—16、9.00—16、7.50—20、8.25—20、9.00—20、10.00—20、11.00—20、12.00—20)。为了表示清楚, 也可后附 TL 或 TUBELESS 英文字符表示无内胎。

(9) 轻型载重、中型载重普通断面无内胎子午线结构轮胎  $BRd$  ( $B$  为轮胎名义断面宽, 单位为 in, 多为整数, 有时也可带 0.5 一位小数;  $d$  为轮辋名义直径, 单位为 in, 保留一位小数; R 表示子午线结构), 如 7R17.5、8R17.5、8.5R17.5、10R17.5、8R22.5、9R22.5、10R22.5、11R22.5、12R22.5、13R22.5 (分别相当于有内胎轮胎 6.50R16、7.00R16、7.50R16、9.00R16、7.50R20、8.25R20、9.00R20、10.00R20、11.00R20、12.00R20)。为了表示清楚, 也可后附 TL 或 TUBELESS 英文字符表示无内胎。

(10) 中型载重公制系列无内胎斜交结构轮胎  $B/(H/B \times 100) d$  ( $B$  为轮胎名义断面宽, 单位为 mm;  $H/B \times 100$  为断面高与断面宽比值系列;  $d$  为轮辋名义直径, 单位为 in, 保留一位小数; “—” 表示斜交结构), 如 245/75—22.5、225/70—19.5。也可后缀轮胎的负荷指数和速度代号及 TUBELESS 英文字符, 分别表示轮胎的负荷、速度和无内胎, 如 275/70—22.5 140/137 M TUBELESS [275 为断面宽, mm; 70 为扁平比 (断面高/断面宽  $\times$  100); “—” 为斜交结构; 22.5 为轮辋直径, in; 140/137 为单胎、双胎的负荷指数; M 为速度代号; TUBELESS 表示无内胎轮胎]。

(11) 中型、重型载重公制系列无内胎子午线结构轮胎

$B/(H/B \times 100)$  Rd (B 为轮胎名义断面宽, 单位为 mm;  $H/B \times 100$  为断面高与断面宽比值系列; d 为轮辋名义直径, 单位为 in, 保留一位小数; R 表示子午线结构), 如 245/75R22.5、445/65R19.5。也可后缀轮胎的负荷指数和速度代号及 TUBELESS 英文字符, 分别表示轮胎的负荷、速度和无内胎, 如 315/65R19.5 154/149 L TUBELESS。

### 1.6.2.2 轿车轮胎

(1) 斜交结构轿车轮胎 与中型载重、重型载重普通断面斜交结构轮胎表示方法相同。

$B-d$  (B 为轮胎名义断面宽, 单位为 in, 保留两位小数; d 为轮辋名义直径, 单位为 in, 多为整数; “—” 表示斜交结构), 如 5.20—10、7.00—15, 另外可后缀轮胎的层级数, 如 5.20—10—8PR。

(2) 子午线结构轿车轮胎  $B/(H/B \times 100)$  Rd 负荷指数 速度代号 (B 为轮胎名义断面宽, 单位为 mm;  $H/B \times 100$  为断面高与断面宽比值系列; d 为轮辋名义直径, 单位为 in, 保留整数; R 表示子午线结构), 如是无内胎轮胎还需后缀 TUBELESS 英文字符。例如, 185/70R14 86II [185 为断面宽, mm; 70 为扁平比 (断面高/断面宽  $\times 100$ ); R 为子午线结构; 14 为轮辋直径, in; 86 为载重指数; II 为速度代号]。

原来的表示方法, 如“82”系列轿车子午胎: 145SR10 (145 为名义断面宽度, mm; S 为速度符号; R 为子午线结构; 10 为轮辋名义直径代号, in); “70”系列轿车子午胎: 185/70SR14 (185 为轮胎名义断面宽度, mm; 70 为轮胎名义高宽比; S 为速度代号; R 为子午线结构; 14 为轮辋名义直径代号, in), 现已不用。

### 1.6.2.3 工程轮胎

(1) 普通断面轮胎 与中型载重、重型载重普通断面斜交结构轮胎和斜交结构的轿车轮胎表示方法相同。

$B-d$  (B 为轮胎名义断面宽, 单位为 in, 保留两位小数; d 为轮辋名义直径, 单位为 in, 为整数; “—” 表示斜交结构), 如 6.00—16。

(2) 宽基轮胎  $B-d$  (B 为轮胎名义断面宽, 单位为 in, 保

留小数，小数点后多为 0.5 和 0.25； $d$  为轮辋名义直径，单位为 in，为整数；“—”表示斜交结构），如 26.5—25、33.25—35。

(3) 低断面轮胎  $B/(H/B \times 100) - d$  ( $B$  为轮胎名义断面宽，单位为 in，为整数； $H/B \times 100$  为断面高与断面宽比值系列； $d$  为轮辋名义直径，单位为 in，保留整数；“—”表示斜交结构），如 16/70—20、35/65—33。

#### 1.6.2.4 农业轮胎

(1) 普通断面斜交结构轮胎  $B-d$  ( $B$  为轮胎名义断面宽，单位为 in； $d$  为轮辋名义直径，单位为 in，为整数；“—”表示斜交结构）。数字形式不同表示的轮胎也有区别，如保留两位小数则表示窄轮辋（普通轮辋）轮胎（如 6.00—12、4.00—8、9.00—16），此种类型的轮胎逐步将被淘汰但仍占有一定数量；保留一位小数表示超宽轮辋轮胎（如 8.3—20、9.5—24、11.2—28），此种类型的轮胎为农业轮胎的主要品种；保留整数表示宽轮辋轮胎（如 10—28、11—28、12—38），由于它是前两种轮胎的过渡型，目前为农业轮胎的保留品种。

(2) 普通断面子午线结构轮胎  $BRd$  (R 表示子午线结构，其他解释同上)，如 12.4R24、14.9R26。

(3) 低断面轮胎 斜交结构轮胎表示方式为  $BL-d$ ，子午线结构轮胎表示方式为  $BLRd$  ( $B$  为轮胎名义断面宽，单位为 in； $d$  为轮辋名义直径，单位为 in，为整数；“—”表示斜交结构；R 表示子午线结构；L 表示低断面)，如 28L—26、30.5L—32、30.5LR32。

#### 1.6.2.5 工业轮胎

(1) 普通断面轮胎 与中型载重、重型载重普通断面斜交结构轮胎和斜交结构的轿车轮胎及普通断面工程轮胎表示方法相同。

$B-d$  ( $B$  为轮胎名义断面宽，单位为 in，保留两位小数； $d$  为轮辋名义直径，单位为 in，多为整数；“—”表示斜交结构)，如 7.00—12。

(2) 宽断面轮胎  $D \times B-d$  ( $D$  为轮胎的名义外直径，单位为

$in$ ;  $B$  为轮胎名义断面宽, 单位为  $in$ ;  $d$  为轮辋名义直径, 单位为  $in$ ;  $D$ 、 $B$ 、 $d$  为整数; “—” 表示斜交结构), 如  $21 \times 8-9$ 。也有些规格用公制表示  $B-d$ ,  $B$  单位为  $mm$ 、 $d$  单位为  $in$ , 如  $250-15$ 。

#### 1.6.2.6 货力车轮胎

$D \times B$  ( $D$  为轮胎的名义外直径, 单位为  $in$ ;  $B$  为轮胎名义断面宽, 单位为  $in$ ), 如  $32 \times 6$ 。

#### 1.6.2.7 航空轮胎

(1) Ⅲ型轮胎 (低压轮胎)  $B-d$  (轮胎断面名义宽-轮辋名义直径, 轮胎名义断面宽保留两位小数, 轮辋名义直径为整数, 单位为  $in$ ), 如  $6.00-6$ 、 $17.00-20$ 、 $11.00-12$ 、 $6.50-8$ 。

(2) Ⅳ型轮胎 (超高压低断面轮胎)  $D \times B-d$  (轮胎名义外直径×轮胎名义断面宽-轮辋名义直径; 轮胎名义外直径多为整数, 少数时小数点后为  $0.5$ 、 $0.75$ , 轮胎名义断面宽保留小数, 小数点后为  $0.0$ 、 $0.00$ 、 $0.25$ 、 $0.5$ 、 $0.75$ , 轮辋名义直径多为整数, 单位都为  $in$ ), 如  $29 \times 11.0-10$ 、 $25 \times 7.75-10$ 、 $32 \times 11.5-15$ 、 $21 \times 7.25-10$ 、 $14.5 \times 5.5-62$ 、 $5.75 \times 6.75-14$ 、 $35 \times 9.00-17$ 、 $36 \times 10.00-18$ 。

(3) Ⅴ型轮胎 (超高压轮胎)  $D \times B$  [轮胎名义外直径×轮胎名义断面宽, 轮胎名义外直径多为整数, 轮胎名义断面宽保留一位小数 (轮辋直径  $16 \sim 32$ ) 或为整数 (轮辋直径  $34 \sim 49$ ), 单位为  $in$ ], 如  $16 \times 4.4$ 、 $26 \times 6.6$ 、 $29 \times 7.7$ 、 $32 \times 8.8$ 、 $34 \times 11$ 、 $40 \times 14$ 、 $49 \times 17$ 。

有时在轮胎规格前加上 C、B 或 H 中的任一字母, 如 C40× $18.0-17$ , 其含意见表 1-9。

表 1-9 航空轮胎中 C、B、H 的含义

轮胎规格前附加字母	C	B	H	无字母
轮辋宽/轮胎断面宽	0.5~0.6	0.6~0.7	0.6~0.7	0.7 以上
轮辋胎圈座斜度/(°)	15	15	5	3

#### (4) 其他

I型轮胎(普通断面轮胎) 轮胎名义外直径 SC, 如 56SC;

II型轮胎(高压轮胎) 轮胎名义外直径×轮胎名义断面宽, 如 56×16;

IV型轮胎(超低压轮胎) 轮胎名义外直径×轮胎名义断面宽-轮辋名义直径, 如 29×13—5。轮胎名义外直径、轮胎名义断面宽和轮辋名义直径为整数。

#### 1.6.2.8 摩托车轮胎

(1) 代号表示系列、轻便、小轮径轮胎  $B-d$  (轮胎断面名义宽-轮辋名义直径, 单位为 in), 如 2.25—17、3.00—5、3.50—8、2—18。

(2) 公制系列轮胎  $B/(H/B \times 100)-d$  负荷指数 速度代号 ( $B$  为轮胎名义断面宽, mm;  $H/B \times 100$  为断面高与断面宽比值系列;  $d$  为轮辋名义直径, in), 如 80/90 18 45 S。

#### 1.6.2.9 力车轮胎

力车轮胎的表示方法请见第 6 章的内容。

#### 1.6.2.10 国外表示方法

对于子午线结构轮胎, 法国米其林用“X”为代号, 如 10.00—20X、175—14X; 前苏联采用 P 为代号, 如 155—13P、5.90—15P。

### 1.6.3 其他标记

(1) 帘线材料 有的轮胎单独标志, 如“尼龙”(NYLON), 一般标在层级之后; 也有的轮胎厂家标注在规格之后, 用汉语拼音的第一个字母表示, 如 9.00 20—8N、7.50—20G 等, N 表示尼龙、G 表示钢丝、M 表示棉线、R 表示人造丝。

(2) 负荷及气压 一般标志最大负荷及相应气压, 负荷以“kN”或“kg”为单位, 气压单位为“kPa”。

(3) 轮辋规格 表示与轮胎相配用的轮辋规格, 便于实际使用, 如“标准轮辋 5.00F”。

(4) 平衡标志 用彩色橡胶制成标记形状，硫化在胎侧，表示轮胎此处最轻，组装时应正对气门嘴，以保证整个轮胎的平衡性。

(5) 滚动方向 轮胎上的花纹对轮胎的耐磨、防滑、排水、自洁等至关重要，对于花纹不对称的越野车轮胎（有向的越野花纹）常用箭头标志装配滚动方向，以保证设计了附着力、防滑等性能，不能错装。

(6) 磨损极限标志 轮胎一侧用橡胶条、块标示轮胎的磨损极限，一旦轮胎磨损达到这一标志位置，轮胎则应及时更换以便轮胎的翻新，否则继续使用会磨损骨架，强度下降，中途爆胎并很难翻新影响轮胎的综合价值。

(7) 生产批号 用一组数字及字母标志，表示轮胎的制造年月及数量。如 200308B5820 表示 2003 年 8 月 B 组生产的第 5820。生产批号用于识别轮胎的新旧程度及存放时间。

(8) 商标 商标是轮胎生产厂家的标志，包括商标文字及图案，一般比较突出和醒目，易于识别。大多与生产企业厂名相连标志。

(9) 其他标记 例如产品等级、生产许可证号及其他附属标志（磨耗、温度、牵引力），一般可作为选用时的参考资料和信息。

## 1.7 轮胎的生产工艺流程

斜交轮胎和子午线轮胎外胎的生产工艺流程分别如图 1-29 和图 1-30 所示。

从生产流程中轮胎的生产工艺可分为配炼、压延挤出（压出）、成型、硫化四大工艺。配炼包括生胶的烘胶、切胶等加工，配合剂的粉碎、干燥、筛选、脱水、过滤等及生胶和配合剂加工、称量、塑炼、混炼等，主要是向下工序提供混炼胶；压延挤出（压出）是通过压延机和挤出（压出）机的作用将混炼胶制成具有一定形状和尺寸的胶片（油皮胶、隔离胶、缓冲胶片等）、胶条（三角

胶条、胎面胶条、垫胶等)、胎面胶或在纺织物上挂胶制成胶帘布、胶帆布等，该工序主要是制造轮胎各种半成品；成型是将轮胎的各种半成品部件在成型机上贴合成半成品胎坯的工艺，另外还包括成型前的准备工艺和成型后的后处理工艺；硫化工艺是轮胎生产的最后一道工序，是在一定温度和压力下，通过一定时间使橡胶结构发生变化（由线形结构转变为网络结构），从而制得成品轮胎。

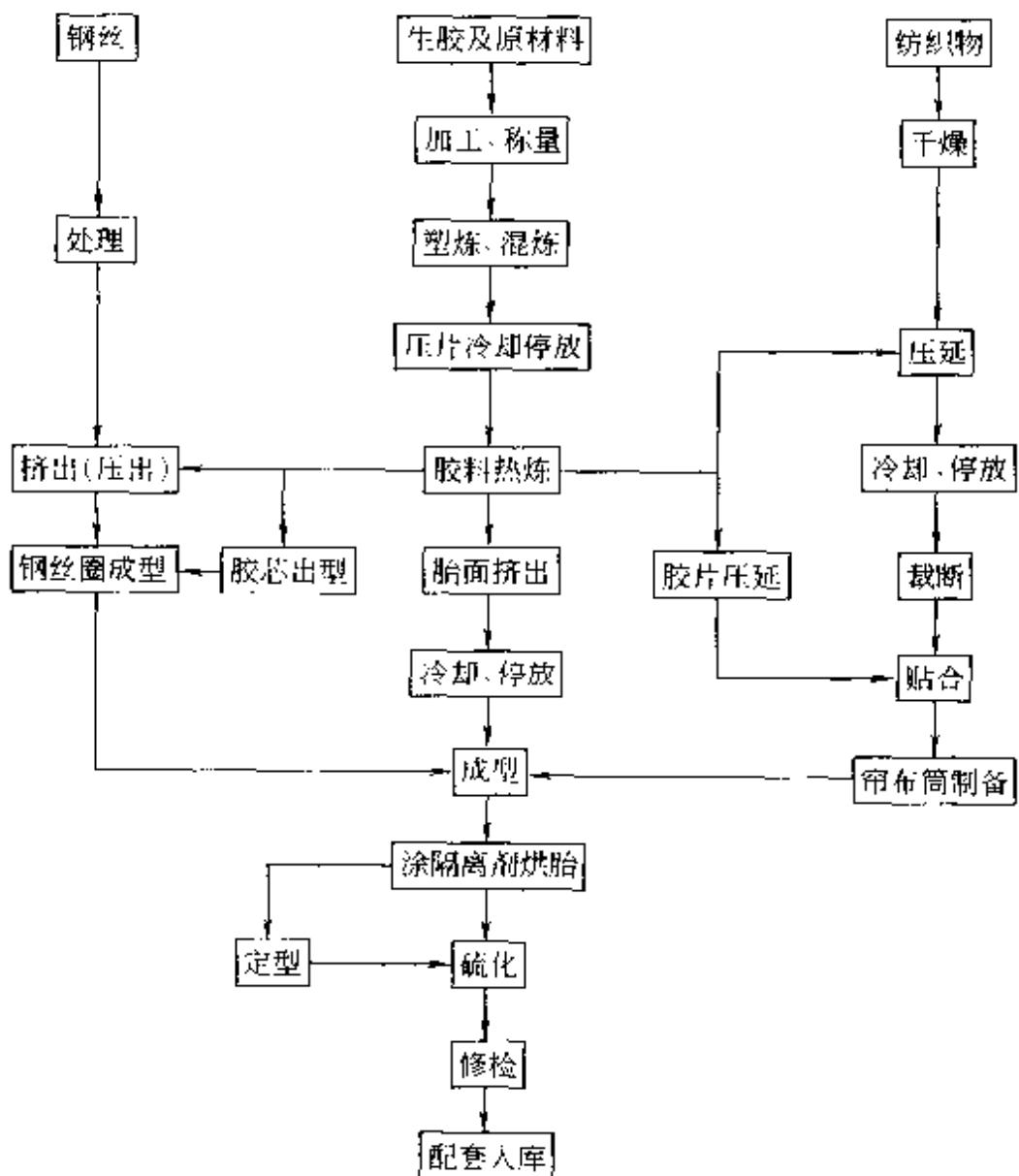


图 1-29 斜交轮胎外胎工艺流程

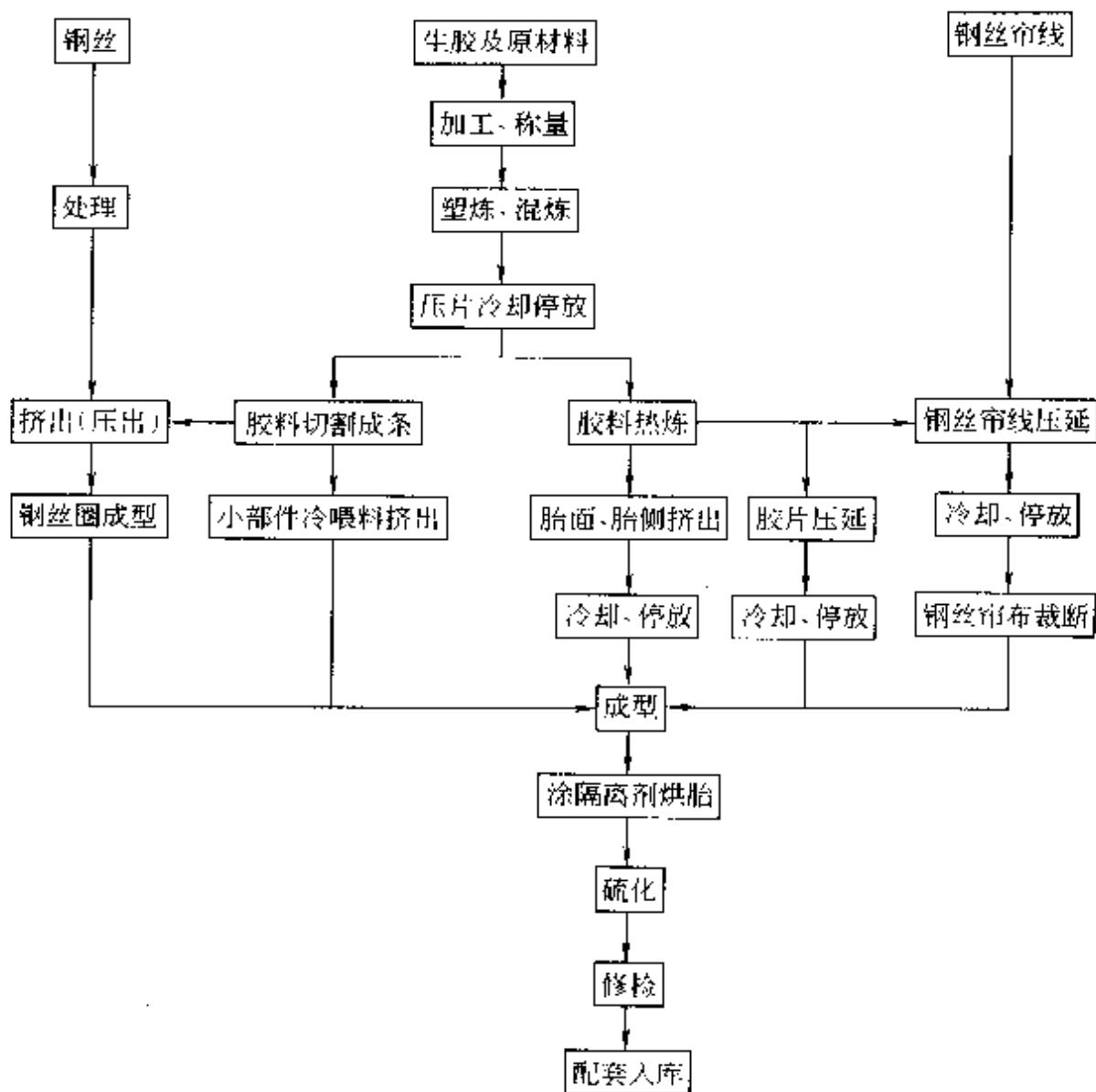


图 1-30 子午线轮胎外胎工艺流程

## 思 考 题

1. 汽车轮胎按用途可分为哪几种？
2. 轮胎由哪些部件组成？各部件有何作用？
3. 轮胎外胎由哪些部件组成？各部件有何作用？
4. 简述子午线轮胎和斜交轮胎结构上的区别并说明子午线轮

胎的优越性能。

5. 简述汽车轮胎的规格表示方法并举例说明。
6. 轮辋的作用是什么？种类有哪些？
7. 轮胎的发展趋势是什么？
8. 简述轮胎生产工艺流程。

## 第2章 轮胎的成型工艺

### 2.1 胎面的挤出

#### 2.1.1 半成品胎面的结构形式

轮胎胎面的各个部分作用不同，胶料的性能要求不同，因而尽可能采用不同配方的胶料制作，从而产生不同的胎面组合形式。一般有如下几种形式。

(1) 整体结构（一方一块） 整个胎面为一种配方的一块胶料。这种形式结构简单、制造方便，但要达到胎冠和胎侧的综合性能要求，将使胶料成本上升。通常胎面各部位性能不如多方多块式。

(2) 分层结构（多方多块式） 按轮胎胎面各部位性能要求，胎面由数种胶料分为几块组成，具体又可分为如下四种。

① 两方两块 由胎冠、胎面下层两种配方分为上下两部分压成胎面，见图 2-1 (a) 所示。

② 两方三块 由胎冠、胎侧两种配方分为两侧与冠部三个部分压成胎面，见图 2-1 (b) 所示。

③ 三方四块 由胎冠，胎侧、胎冠底胶三种配方分为四部分压成胎面，见图 2-1 (c) 所示，目前采用此种结构形式较为广泛。

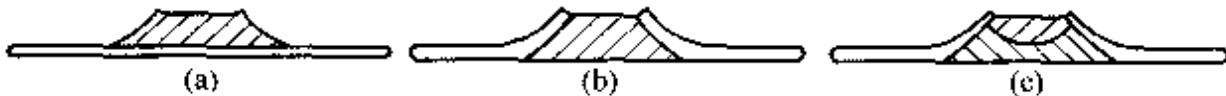


图 2-1 分层挤出胎面结构形式

(a) 两方两块胎面结构；(b) 两方三块胎面结构；(c) 三方四块胎面结构

④ 四方五块 在三方四块的基础上发展的，即在胎冠底胶下增加一层不同配方的胶料。

## 2.1.2 胎面挤出方法

(1) 按胎面挤出设备 分为热喂料挤出法与冷喂料挤出法。常用的热喂料挤出机规格为  $\phi 150\text{mm}$ 、 $\phi 200\text{mm}$ 、 $\phi 250\text{mm}$  等，挤出机的挤压能力随着螺杆直径大小而变化，对半成品胎面致密性影响较大。一般螺杆直径越大，挤压能力越大，挤出胎面宽度也越大，胎面挤出的最大宽度为螺杆直径的 3.2~3.4 倍，例如螺杆直径为  $\phi 200\text{mm}$  的挤出机，挤出胎面宽度可达  $640\sim 680\text{mm}$ ，而螺杆直径为  $\phi 250\text{mm}$  的挤出机，挤出胎面宽度可达  $800\sim 850\text{mm}$ 。若超出挤出机挤出宽度范围的大规格轮胎，其半成品胎面可采用挤出、压延贴合的方法制造。

冷喂料挤出机与热喂料挤出机的主要区别是挤出机螺杆长径比  $L/D$  不同，热喂料挤出机  $L/D$  为 3~8，冷喂料挤出机  $L/D$  可达 8~17，相当于热喂料挤出机的两倍以上。另外，螺杆形状也不同，冷喂料挤出机工艺上不必经热炼可直接挤出；且挤出尺寸稳定，功率比热喂料挤出机高 2~3 倍，生产效率可高达 50%。

(2) 按胎面挤出方法 分为单层整体挤出法与分层挤出法。单层整体挤出适用整体结构的胎面，是采用一种配方的胶料通过一台挤出机一次性挤出胎面半成品。这种方法虽然管理方便，但不能充分发挥胎面各部位胶料的作用，只适于制造小规格轮胎及小型工厂采用。

分层挤出采用两种或两种以上的胶料配方将胎面分为几块挤出（如胎冠和胎侧等），包括机外复合法和机内复合法两种挤出方法。机外复合法是通过两台或两台以上的挤出机挤出各个胎面部件，利用运输带上辊压热贴的方法组合成半成品胎面。机外复合法已被机内复合法取代，机内复合法又称复合机头挤出机法。复合挤出机是由两台或两台以上的挤出机通过一个复合挤出机头挤出整体胎面。这种复合机头装卸比较容易，由于采用液压系统控制，更换胎面口型板及更换胶料所用时间较短。复合机头挤出过程见图 2.2 所示。

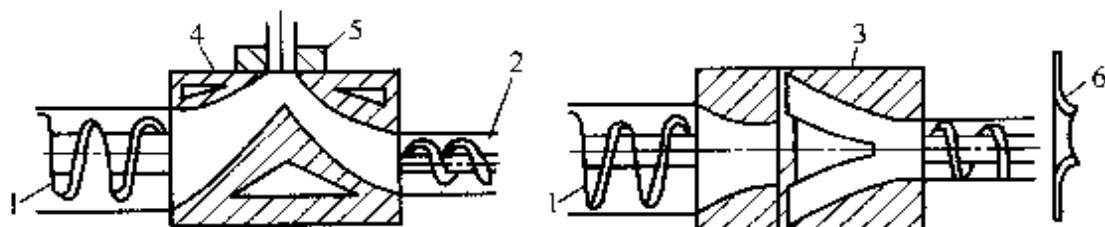


图 2-2 两种胶料复合机头挤出示意

1—螺杆直径为Φ200mm的挤出机；2—螺杆直径为Φ150mm的挤出机；  
3—机头平面；4—机头剖面；5—挤出口型样板；  
6—胎冠胎侧两种胶料组成的胎面

复合挤出机排列形式，一般可分为以下 3 种。

上下式：两台挤出机一台在平面上，与倾斜的一台呈一定角度上下排列，与复合机头相连接，如图 2-3 (a) 所示。

V 式 (Y 式)：两台挤出机在同一平面上，左右成一定角度排列，与复合机头相连接，如图 2-3 (b) 所示。

平行式：一台挤出机内有两个加料口和两个螺杆，彼此隔离，分别由电机带动，直接经复合机头压在胎面上，这种结构更为先进。

### 2.1.3 胎面挤出工艺

#### 2.1.3.1 胎面挤出工艺流程

胎面挤出工艺有热喂料挤出和冷喂料挤出两种。

热喂料挤出工艺流程为：热炼→挤出→贴合→称量→冷却→自动打印（规格，标记）→打磨→自动定长→裁断→检验→存放。除热炼工艺在热炼机上完成外，其他工序由挤出机联动装置流水作业完成。

冷喂料挤出工艺采用复合挤出，工艺流程为：割条→冷喂料→复合挤出→输送（自然冷却）→收缩辊道→预称量、扫描（各部位尺寸）→冷却→自动打印→自动定长→裁断→称量→检验→存放。

有些生产线，增加胎面打毛或在打磨机上打毛后再喷涂胶浆，以提高胎面与胎体的黏合性或接头工艺。

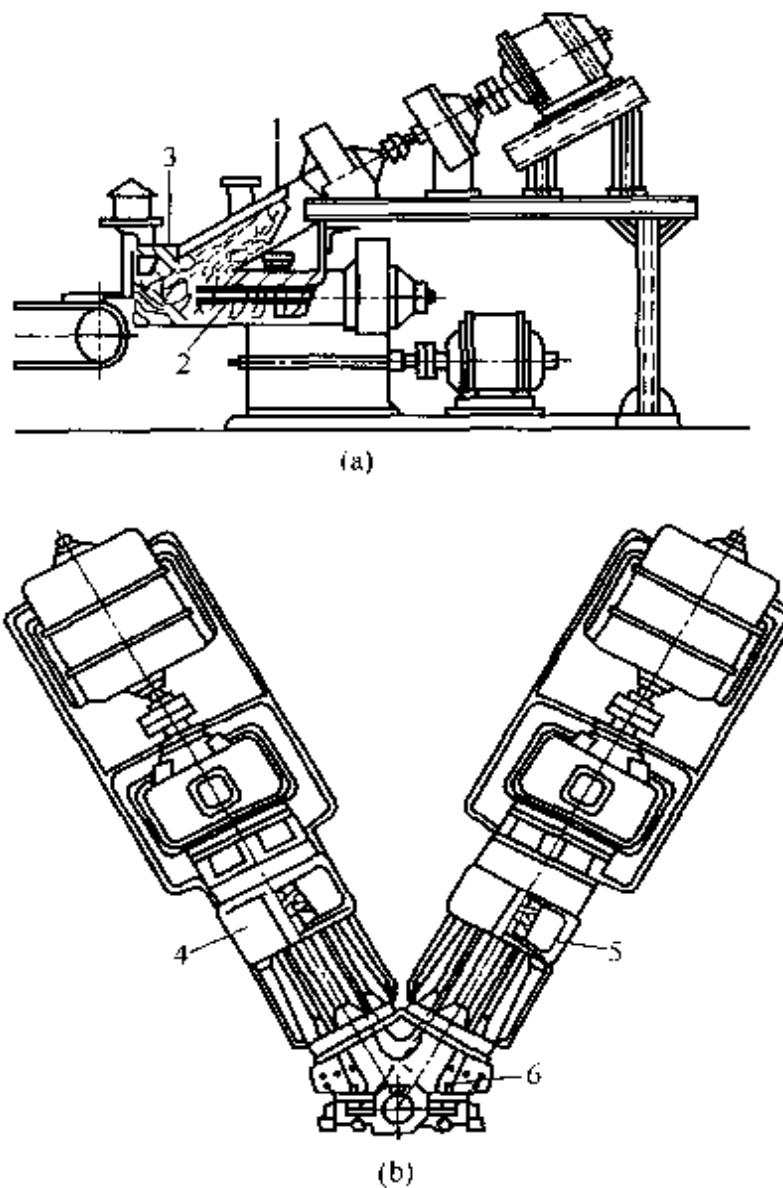


图 2-3 复合机头挤出机

(a) 两台上下排列的复合挤出机；(b) 两台在同一平面上成 V 形排列的复合挤出机

1—上挤出机；2—下挤出机；3、6—复合机头；4—左挤出机；5—右挤出机

### 2.1.3.2 热炼

采用热喂料挤出胶料需要热炼，热炼分为粗炼和细炼两个阶段。粗炼在低温下进行，主要是提高胶料的塑性使配合剂进一步分散均匀；细炼在高温下进行，主要是提高胶料的热可塑性。胶料热炼质量与开炼机的辊温、辊距、容量有关，供胶时要求稳定操作条件。

热炼工艺条件见表 2-1。

表 2-1 胎面胶热炼工艺条件

用 途	规 格 型 号	容 量 / kg	前 辊 温 / °C	后 辊 温 / °C	辊 距 / mm
粗 炼	XK-550	190	60±5	55±5	12 以 下
细 炼	XK-550	190	70±5	65±5	12 以 下
供 胶	XK-450	适 量	70±5	65±5	7 以 下

工 艺 要 点 :

- ① 热炼应遵循粗炼-细炼-供胶顺序进行;
- ② 供胶条宽度可根据不同规格, 自动调节供胶量, 保证供胶均匀连续;
- ③ 热炼时翻炼要充分, 使胶料均匀, 翻炼方法可采用两边拉刀等;
- ④ 翻炼一般通过次数不少于 3 次 (5~6 次);
- ⑤ 返回胶在粗炼时掺用, 掺用比例不大于 30%, 复合胎面返回胶, 必须分开掺用, 如不能完全分开的部分, 掺用比例不大于 20%;
- ⑥ 必须保持干净, 胶料不准有杂物、油污、焦烧等现象;
- ⑦ 供胶温度控制在 80~90°C 左右;
- ⑧ 更换品种时必须将机台上余胶清尽。

#### 2. 1. 3. 3 挤出

(1) 温度 胎面挤出前, 首先预热机头、机身及口型板, 挤出机各部位温度根据不同胶料可加以调整, 通常是口型板温度最高机头次之, 机筒最低, 这样可使挤出的胎面半成品表面光滑, 尺寸稳定减少胶料的膨胀变形。

热喂料复合挤出机各部位温度见表 2-2。

表 2-2 热喂料挤出机各部位温度示例

挤出机规格/mm	螺杆温度/°C	机筒温度/°C	机头温度/°C	口型板温度/°C	排胶温度/°C
Φ200~250	30±5	40±5	80±5	85±5	<120

冷喂料复合挤出机各部位温度见表 2-3。

表 2-3 冷喂料复合挤出机各部位温度示例

项 目	QSM200/K-18D	QSM150/K-16D	QSM120/K-16D
胶片预热温度/℃	35~45	35~45	35~45
胶片宽度/mm	800±20	600±20	300±20
胶片厚度/mm	8~10	8~10	8~10
螺杆温度/℃	80±5	80±5	80±5
第一加热区温度/℃	60±5	60±5	60±5
第二加热区温度/℃	70±5	70±5	70±5
第三加热区温度/℃	70±5		
机头温度/℃		90	
口型板温度/℃		80±5	
排胶温度/℃		120 以下	

(2) 挤出速度 挤出机挤出速度直接影响胎面半成品的规格及致密性。挤出速度快，胎面半成品膨胀率及收缩率增大，表面粗糙；挤出速度慢，半成品表面光滑。

挤出速度即单位时间内的挤出长度 (m/min)，挤出速度的快慢取决于挤出机的螺杆转速，一般转速范围在 30~50r/min 时，挤出速度为 4~12m/min。挤出速度的快慢根据轮胎规格而定，大规格胎面挤出速度应比小规格胎面挤出速度慢。挤出速度还与生胶品种、胶料含胶率、可塑度、挤出温度等因素有关，天然橡胶胎面挤出速度应比合成胶胎面挤出速度慢。9.00~20 轮胎全天然胶胎面的挤出速度为 5m/min，掺用 30% 丁苯胶胎面的挤出速度为 5.5m/min，掺用 50% 顺丁胶胎面的挤出速度为 6.0m/min。

(3) 冷却 半成品胎面的冷却程度影响挤出质量。胎面胶挤出离开口型时，胶温高达 120℃，极易产生热变形，影响规格尺寸的稳定性，同时在存放过程中容易焦烧，因此，必须将胶温降至 45℃ 以下。热喂料挤出法的胎面挤出后，通常采用水槽或喷淋等方法冷却半成品胎面。冷却过程中，为防止挤出胶料因骤冷而引起局部收缩及喷霜，水槽宜用分段逐步冷却方法，水槽长度不应过短，可高达 100m 以上，第一段冷却水温度稍高，约为 40℃，第二段冷却水温度略低，第三段冷却水温度最低，可降到 20℃ 左右，这对

半成品胎面的存放有利。喷淋法冷却胎面效率较高，但冷却水温度要求低于20℃，以12~15℃为宜。冷喂料复合挤出机在胎面挤出后，首先自然冷却，再经收缩辊道定型，进入冷却水槽，其中喷淋冷却25m，浸泡冷却100m。

#### (4) 操作要点

① 严格按胎面的质量、长度、宽度、厚度等施工标准挤出，经常检查胎面尺寸，特别是开始阶段。

② 胎面断面应基本无气泡。

③ 挤出机开车前，先预热机头、机身，停车前要通冷却水并填入机头胶。

④ 胎面存放时间不超过72h，不少于2h，胎面温度不超过45℃，摆放要正和整齐。

⑤ 换样板时，要预热样板温度不低于60℃，时间不超过3min。

⑥ 挤出胎面半成品表面无杂物、自硫胶。

⑦ 机外复合胎面必须贴正、压实、无气泡、无水迹，胎面胶无破边。

#### 2.1.3.4 胎面挤出常见的质量缺陷及产生原因

(1) 表面不光滑 产生原因为热炼温度低，热炼不均匀；挤出温度过低；胶料焦烧；挤出速度过快，联动装置速度与之不匹配。

(2) 胎面内部有气孔 产生原因为原材料中水分或挥发物多；热炼工艺不当，夹入空气；挤出温度过高；挤出速度过快，供胶不足。

(3) 胎面断面尺寸、质量不符合要求 产生原因为挤出口型板安装不正；口型板变形；热炼温度和挤出温度掌握不正确；挤出速度不均匀或联动装置配合不当；挤出后冷却不足；热炼不充分。

(4) 焦烧 产生原因为胶料配方设计不当，焦烧时间短；热炼和挤出温度过高；机头中有积胶、死角或冷却水不通；供胶中断；空车滞料。

(5) 断边 产生原因为热炼不足，胶料可塑性小；胶料焦烧；胎面口型边部流胶口小或堵塞；机头、口型板温度低。

## 2.2 帘布筒的制备

### 2.2.1 帘布、帆布的压延

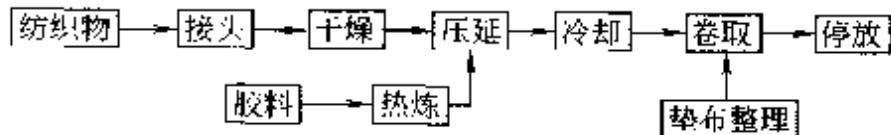
帘布、帆布是胎体的骨架材料，采用压延挂胶方法将胶料附在帘布帆布上，使帘线之间和布层之间附上一定量胶料，提高附着性能，组成具有一定弹性、一定强度的胎体，同时可降低帘线与布层之间的摩擦和生热，提高轮胎的耐动态疲劳性能。

#### 2.2.1.1 压延工艺方法

(1) 帘布 轮胎所用人造丝或尼龙帘布通常采用压力贴胶或贴胶的挂胶方法，压力贴胶是帘布通过速度相等的两个辊筒，利用辊筒间隙余胶的挤压力使胶料渗入帘线中。这种方法渗透性好，黏合强度大。

(2) 帆布 帆布是由相同密度的经纬线组成，布质致密，可采用两面擦胶或压力贴胶的压延方法，也可采用单台三辊压延机分次两面擦胶。一般多采用中辊包胶擦胶法，由于两辊筒之间线速度不相等，既有挤压也有剪切力作用，因而有利于对织布渗透及黏着。轮胎使用的帆布主要有胎圈包布（尼龙帆布 VRC-120、维纶帆布或 21S/8×8 棉帆布）、钢圈包布（21S/5×5 棉帆布或 VRC-75 维纶帆布）和钢丝圈缠绕布（2×2 或 1×1 的棉帆布或细布）。

#### 2.2.1.2 工艺过程



#### 2.2.1.3 纺织物干燥

纺织物在压延前，由于在运输和贮存期间吸收水分，如含水率超出规定范围，将影响压延时胶料与纺织物的黏合力和最终制品的

质量，因而必须在压延前进行干燥。干燥多采用八辊立式干燥机，蒸汽压力随帘布不同而不同，人造丝帘布为0.3MPa，棉帘布为0.2MPa、尼龙帘布为0.1MPa，干燥后尼龙帘布含水率不大于1%，人造丝帘布和棉帘布含水率不大于2%。

尼龙帘线具有热收缩性，因此，尼龙帘线的预热必须经热伸张，以防止尼龙卷曲，压延张力要求不小于10N/根左右。纺织物在干燥前为了保证压延生产的连续性，两卷帘布需接头，多采用缝纫和胶片硫化接头。

#### 2.2.1.4 压延工艺

影响压延精度的因素很多，如供胶胶料可塑性及温度、压延辊筒温度、辊筒速度、帘布的含水率及张力等。供胶温度应保持均匀稳定，一般约90℃。对于倒L形四辊压延机，其辊温见表2-4。

表2-4 压延辊筒温度

帘布种类	上辊/℃	中辊/℃	下辊/℃	侧辊/℃
人造丝	95~100	95~100	90~95	90~95
尼龙	90~95	90~95	85~90	85~90
棉	90~95	90~95	85~90	85~90

用 $v_1$ 、 $v_2$ 、 $v_3$ 、 $v_4$ 表示侧辊、上辊、中辊和下辊的速度，辊筒速度之间的关系，贴胶时，帘布通过的上辊、中辊速度必须相等，侧辊与下辊速度相等；两面贴胶时，则彼此关系为 $v_2 = v_3 \geq v_1 = v_4$ ，即 $v_1 : v_2 : v_3 : v_4$ 为1:1.4:1.4:1。要求帘布温度保持在70℃左右。

在压延过程中，尼龙帘线受热辊筒和热胶料的作用会产生热收缩变形，因此，压延过程中压延机辊筒与干燥辊筒、冷却辊筒存在速度差，产生对帘线的拉伸张力，从覆胶至冷却过程始终保持一定的张力。一般当压延张力约为4.0~9.8N/根（依据帘线规格而定）时，压延后帘布基本不收缩，也不会影响帘线的物理机械性能。

压延帘布挂胶厚度根据帘线品种、规格及轮胎结构设计施工标准的要求确定。帘布上下覆有薄胶层，要求厚薄均匀一致，不露线

而且表面压延厚度精确度要求很高，挂胶厚度超过标准时，耗胶量增大，胎体增厚使生热量加大，挂胶量不足时，造成帘布层间附着力下降而脱层损坏，一般帘布层上下挂胶厚度分别为0.4~0.5mm，缓冲层上下挂胶厚度为0.65~0.70mm。压延后挂胶帘布在存放过程中，因收缩使得压延厚度增加，增厚比值一般约为1.05~1.10，因此压延挂胶帘布总厚度=挂胶帘布使用厚度（施工标准要求）/增厚比值，不同帘线品种规格挂胶帘布厚度举例见表2-5。

表2-5 不同帘线品种规格挂胶帘布厚度 单位：mm

浸胶人造丝	内层帘布 (1840dtex/2)	外层帘布 (1840dtex/2)	缓冲层帘布 (1840dtex/2)
帘线粗度	0.68	0.68	0.68
上胶片厚度	0.10	0.50	0.65
下胶片厚度	0.40	0.50	0.65
挂胶帘布总厚度	1.08	1.11	1.20
挂胶帘布使用厚度	1.15	1.20	1.35
浸胶尼龙	内层帘布 (1400dtex/2)	外层帘布 (1400dtex/2)	缓冲层帘布 (1400dtex/2)
帘线粗度	0.65	0.65	0.65
上胶片厚度	0.42	0.45	0.65
下胶片厚度	0.42	0.45	0.65
挂胶帘布总厚度	1.00	1.04	1.25
挂胶帘布使用厚度	1.07	1.15	1.35
浸胶尼龙	内层帘布 (1870dtex/2)	外层帘布 (1870dtex/2)	缓冲层帘布 (930dtex/2)
帘线粗度	0.75	0.75	0.55
上胶片厚度	0.47	0.50	0.65
下胶片厚度	0.47	0.50	0.65
挂胶帘布总厚度	1.11	1.11	0.93
挂胶帘布使用厚度	1.20	1.20	1.35

挂胶帆布钢丝包布(21S/4×4)厚度一般为0.65~0.70mm，停放后使用厚度为0.70~0.75mm；胎圈包布(21S/8×8)厚度为1.15~1.25mm，1400dtex×930dtex厚度一般为0.90~1.00mm，停放后使用厚度为0.95~1.05mm。

压延速度为25m/min。

压延工艺操作要点：

- ① 先开车后放蒸汽，逐步升温预热辊筒使辊筒的温度均匀一致，并达到工艺要求；
- ② 尼龙帘布和人造丝帘布压延前打开塑料包皮时间不得超过30min；
- ③ 开车后调整压延机辊距，使胶片厚度达到要求才能覆胶，中途一般不调整辊距，以保持胶布厚度均匀一致；
- ④ 供胶均匀不得忽多忽少或缺胶，积胶不得超过30kg；
- ⑤ 帘布覆胶中发现掉皮、露线、压坏、熟胶、杂物等，应及时排除；
- ⑥ 压延中随时注意帘布宽度的变化，及时调整扩布器，要掌握切边刀以防割坏帘布或出现宽胶片等；
- ⑦ 压延机带胶空转不得超过10min，如超过时需将胶料拉下以防焦烧；
- ⑧ 在生产过程中，因出现故障暂停生产，辊温低于工艺要求时，必须将帘布裁断，开车后将辊温升到工艺要求的温度；
- ⑨ 更换胶种时，需将压延机上余胶全部拉下；
- ⑩ 如覆胶重量超过规定范围或表面不正常时应注明，严重者经有关方面处理后使用；
- ⑪ 压延后帘布通过冷却辊，应使帘布充分冷却，使布卷内温度不超过40℃；
- ⑫ 胶帘布卷取中要松紧一致，裁断时布应粘紧，密切配合，垫布要整齐，保持清洁；
- ⑬ 胶帘布卷取完毕，应认真检查过磅，计算出上胶量，填写卡片并将卡片拴于帘布一端；
- ⑭ 胶帘布应按规定地点上架平放；
- ⑮ 垫布长度保持不少于200m，垫布在压延使用前需整理；
- ⑯ 垫布保持清洁，表面不得有沙土、油污、黏、破口等问题；
- ⑰ 卷取松紧一致，两端整齐，无打折现象；
- ⑱ 整理时如有破口，长度不符时要修补好才能使用；
- ⑲ 垫布整理时布内粘胶、杂物和灰尘同时清除；

- ⑩ 新垫布也要经过表面处理后才能使用；
- ⑪ 整理好的垫布放置要整齐，不准歪斜或倒塌。

### 2.2.1.5 帘布压延工艺中常见的质量缺陷及产生原因

(1) 帘布掉皮、附着力差 产生原因为干燥不足，帘布含水率高；帘布表面不清洁或有油污；帘布本身温度低；胶料热炼不够，可塑度小；压延温度低或速度过快；辊距调节不当，压力不足等。

(2) 帘布出兜（即帘布中部松两边紧） 其产生原因为帘布本身密度、捻度不均造成帘线伸长率不一致；帘布干燥不足，含水率高；下辊温度过高，胶料粘贴下辊使中部与边部帘线受力不均匀；中辊局部积胶过多等。

(3) 帘布压坏 产生原因为操作配合不当，如递布时两边速度不一致；辊距调节两边大小不等；胶料中掺有胶疙瘩。

(4) 帘线跳线、弯曲 产生原因为胶料热炼不足，胶料软硬程度、可塑度不均匀；帘线受潮后伸张不一致，造成纬线松紧不等；中辊积胶过多，局部受力过大；卷取时布卷过松等。

(5) 帘布打折 产生原因为压延速度和冷却辊速度不一致，两边递布操作不一致；帘布伸张不均匀或垫布卷取过松。

(6) 压延帘布厚薄不均匀 产生原因为辊距调节不当，两边不等；辊温不稳定；压延速度与冷却速度配合不一致；胶料可塑度不均。

(7) 表面粗糙 产生原因是热炼不足，胶料可塑度小或热炼不均，热炼、压延时辊温过高，造成胶料焦烧。

### 2.2.2 胶帘、帆布裁断和贴合

#### 2.2.2.1 裁断工艺

外胎中所用的帘布包括胎体帘布和缓冲层帘布，帆布包括钢丝圈包布和胎圈包布。在成型前需按产品的规格和结构设计的要求将整幅的帘布、帆布裁成一定宽度、一定角度的半成品备用，这个过程称为裁断。

(1) 裁断角度及裁断宽度 胶帘、帆布在裁断机上按施工标准

规定的角度、宽度裁断成半成品备用。在裁断工艺条件中必须严格控制好胶帘、帆布的裁断角度及裁断宽度，要求尺寸准确。裁布过宽，不但浪费材料，而且使胎圈布厚度上移，引起肩空、肩裂；裁布过窄时，会使胎圈磨损。裁断角度不精确会影响轮胎轮廓曲线的变化，而且造成胎冠爆破或影响轮胎的滚动阻力和耐磨性。

裁断宽度是指胶帘、帆布裁断过程中，两条相邻裁断线之间的垂直距离，如图 2-4 所示。裁断宽度根据施工标准定。不同规格轮胎胶帘布裁断宽度尺寸不同，同规格轮胎不同部位胶帘布宽度亦不尽相同。

各帘布层的裁断宽度按施工标准规定而定。帘布裁断后有回缩现象，为保证达到施工规定宽度，要严格执行帘布的裁断宽度及其公差，见表 2-6。大头小尾不大于 4mm，以保证帘布在成型后的反包高度，并确保各布层边缘有一定的差级，使胎侧部位厚度均匀过渡，以免导致胎圈上部帘线折断。

表 2-6 帘布裁断宽度及其公差<sup>①</sup>

单位：mm

帘布裁断宽度	裁断公差		
	棉帘线	人造丝	尼龙
500 以下	+3	+3	+2
500~1000	-5	+4	-3
1000~1500	+7	+5	+4
1500 以上	+9	-7	+5

① 凡贴隔离胶片或贴油皮胶的帘布裁断时在本表公差基础上再增宽 3~5mm。

裁断角度是指裁断线与经线的垂直线所构成的夹角，见图 2-4。斜交轮胎胶帘布裁断角度一般为  $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ ，胶帆布裁断角度一般为  $40^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ，胶帘布裁断角度精确度为  $0.5^{\circ} \sim 1^{\circ}$ 。

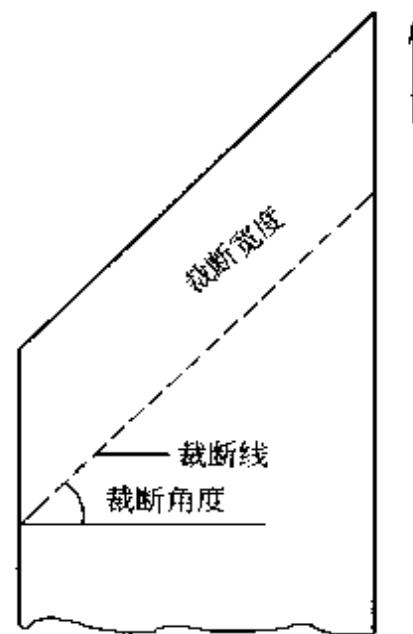


图 2-4 裁断宽度和  
裁断角度示意

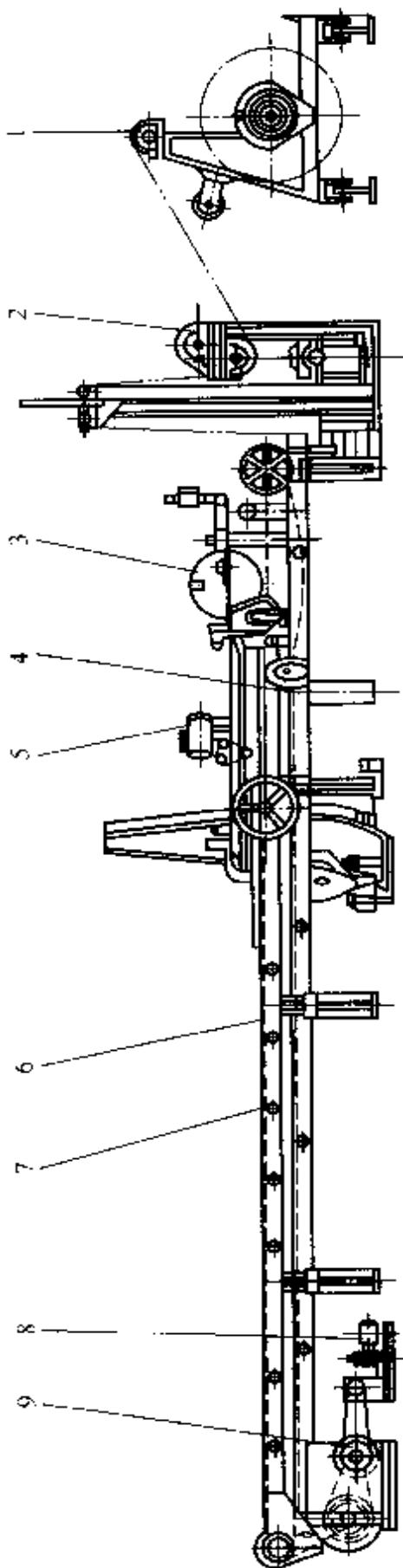


图 2-5 卧式裁断联动装置  
1—供布车；2—导开装置；3—定长器；4—机架；5—裁断装置；6—帆布运输带；  
7—托辊；8—快速电动机；9—慢速电动机

(2) 裁断设备 常用的裁断设备可分为卧式裁断机和立式裁断机两大类。

帘布裁断目前多采用卧式裁断机。卧式裁断联动装置由供布车、导开调整装置和裁断机等组成，见图 2-5。先进卧式裁断机已用光电自动控制，能自动定宽、自动裁断，可保证质量稳定、提高劳动生产率，还能降低劳动强度。

卧式裁断机工作面大，精确度较高，适宜裁断胶帘布，只是生产效率较低，需进一步改进完善。此外，还有采用高台式卧式裁断机，把工作台提高到 1830mm 左右，工作台尾端成 30°斜角，与斜交轮胎裁断角度相接近，然后安装一块弧形滑板，将工作台与较低的接头工作台连接，便于操作。接头工作台与刀架平行安装，台上安装挡板，用以挡住从滑板滑落的裁断胶布条，经接头后通过卷取机卷取。

帆布（如钢圈包布、胎圈包布等）及较窄的缓冲层帘布采用立式裁断机。立式裁断联动装置同样由供布、导开调整装置和立式裁断机组成，见图 2-6。立式裁断机的生产能力较高，占地面积小，但裁断布条时最大宽度受限制，且裁断的精度较差。

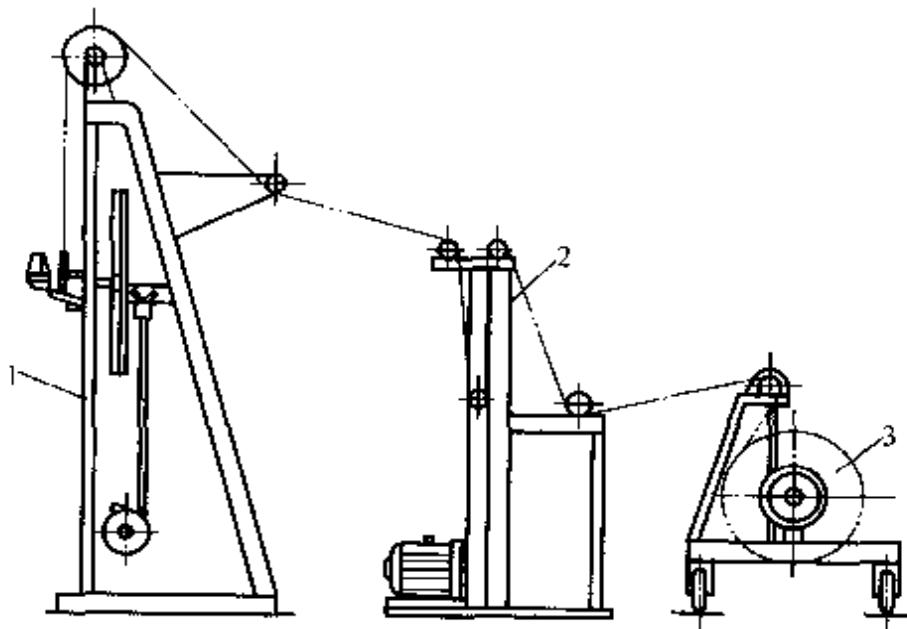


图 2-6 立式裁断联动装置

1—立式裁断机；2—导开调整装置；3—供布车

### (3) 裁断操作工艺要点

- ① 压延后帘布停放时间不少于 2h，不多于 72h。
- ② 帘布、帆布裁断必须在裁断前调整好角度和宽度标尺，并核对所裁帘布与施工标准是否相符。
- ③ 为确保质量，每种规格开始裁的头三张布必须检查测量。
- ④ 不得有严重的纬线倾斜影响裁断角度。
- ⑤ 裁断布边要整齐，不允许有锯齿或波浪形布边。
- ⑥ 胶布无掉胶、打褶、出兜、压偏、压坏、跳线和稀缝等现象，如发现胶帘布有褶，可用汽油拆开。对小面积露白者可贴补同种胶片或涂胶浆处理、大面积缺胶的露白布要撕掉，有杂质要清除，稀缝要撕掉。
- ⑦ 胶布的表面无油污、泥沙、自硫胶、喷霜等。
- ⑧ 帘布裁断后接头时要拉平对齐，每块胶帘布接头时接头压线规定缓冲帘布不多于 2 根，帘布层帘布为 1~3 根。帆布接头宽为 2~5mm，如大头小尾宽度超过规定者可以修剪。卷取时要摆平、卷正、松紧一致，布尾用垫布包严。
- ⑨ 垫布要保持清洁、整齐。

#### 2.2.2.2 布层隔离胶及油皮胶的出片贴合

为了提高外胎胎身布层间的附着力和弹性，提高帘布层在轮胎使用中变形时的缓冲性能和耐屈挠性能，防止布层间产生剥离现象，在胎身帘布层间通常都加贴隔离胶。

隔离胶及油皮胶出片时，通常先将胶料热炼，再经三辊压延机出片，出片厚度宽度按施工标准要求而定。

隔离胶及油皮胶的贴合有热贴法、半热贴法和冷贴法三种。热贴法是将已裁断的外层帘布通过三辊压延机，在帘布层上面贴上一层胶片〔图 2-7 (a)〕。这种方法因帘布过压延机辊距时受到挤压，易使帘线错开，故目前生产中较少应用。半热贴法是将压延机压延的隔离胶片，趁热在运输带上与帘布进行贴合〔见图 2-7 (b)〕。这种方法避免因帘布通过压延机辊而造成帘线错位的毛病，而且因胶片温度较高，可改善胶片与胶帘布的黏合性，同时生产效率较高。

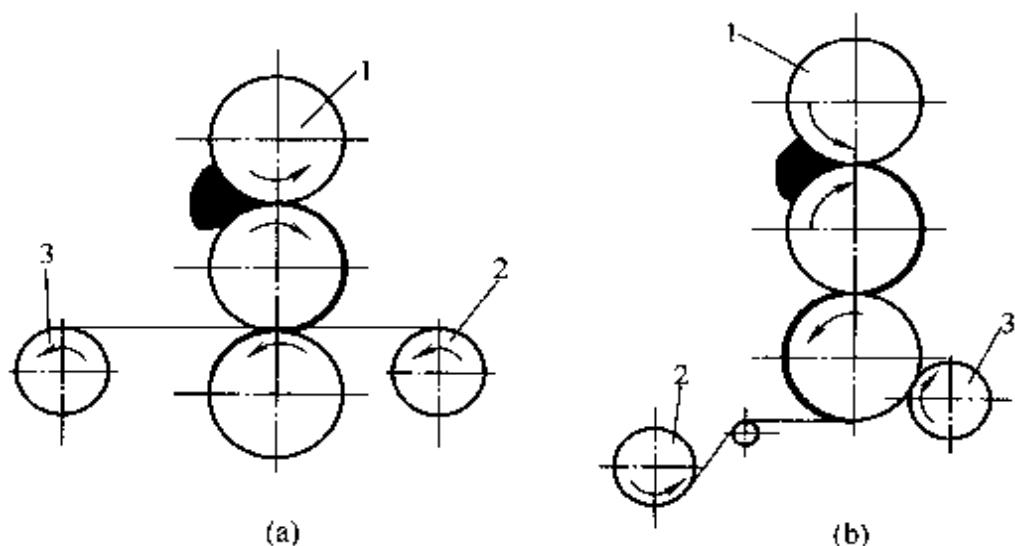


图 2-7 贴隔离胶示意图

(a) 热贴法; (b) 半热贴法

1—压延机辊筒; 2 未贴胶的胶帘布卷; 3 贴隔离胶的胶帘布卷

并节省垫布，目前在生产中较为广泛采用。冷贴法是将压延机压延出来的胶片经卷取，再按规格冷贴在胶帘布上。此法因胶片温度较低，与帘布黏着不牢，而且增加半成品的运输、贮存，故目前在生产中也较少应用。这种方法多用于较窄的缓冲胶片的贴合。

隔离胶片的公差为厚度 $\pm 0.05\text{mm}$ ，宽度 $\pm 5\text{mm}$ ，贴合偏歪值不大于 $20\text{mm}$ 。

胶片贴合不得含有气泡、杂质、自硫胶、打褶。贴合必须平整和对正，否则会导致轮胎在使用过程中脱层。返回胶的掺用比例不大于30%。

### 2.2.3 缓冲层制造

斜交轮胎缓冲层有两种结构形式。载重轮胎的缓冲层由缓冲胶片和挂胶帘布组成，按施工标准规定的长度，在工作台上或贴合机上贴合，将缓冲胶片覆盖于帘布上下，再贴成环形布筒，供成型外胎使用，这与帘布筒制备相同。轿车轮胎或小型轮胎的缓冲层由纯胶层组成，纯胶片厚度和宽度根据施工标准用压延机压成，可直接贴到裁断后的外层帘布上使用，或待充分冷却，收缩后裁成一定长

度的胶层，成型外胎时，贴在胎体外层帘布上，也可在胎面挤出装置上贴于胎面下。

#### 工艺要点：

① 有两层挂胶帘布的缓冲层在贴合时，帘线应相互交叉，且接近胎身帘布的一层，必须与胎身外层帘线相互交叉；

② 两布层差级错边要求对称，贴合时接头压线不多于 2 根，7.50—20 以下接头数不超过 3 个，9.00—20 以上接头数不超过 4 个；

③ 贴合不应有气泡、打褶或其他问题，以避免轮胎在行驶时缓冲层早期损坏，降低轮胎使用寿命；

④ 缓冲胶片停放时间不少于 2h，不多于 48h；

⑤ 缓冲胶片出片后胶卷内部温度不高于 45℃，以免在存放过程中焦烧；

⑥ 要求胶片表面平整、不断边、无窟窿、无气泡、无杂质、不卷边。

#### 2.2.4 帘布筒制造

对于套筒法成型，在成型前需将已裁断好的帘布按不同层数组合，贴合成帘布筒。贴合的设备有万能贴合机和鼓式贴合机两种，目前多采用万能贴合机，见图 2-8。

万能贴合机的工作台前面装有前辊，工作台的后面装有后辊并通过电动机带动转动，调节辊可做上下移动，以便调节第一层帘布筒的周长和便于布筒的抽出，在后辊的上面装有可上下移动的弹性压辊。操作时，先把裁断后的第一层帘布围绕倾斜的工作台，按施工标准长度标记扯断，然后把帘布两头在工作台上对正接牢，再把第二层胶帘布按第一层胶帘布角度相反的方向贴在第一层上，放下上滚加压，并随着后滚的转动使第二层平整地贴合在第一层上，接上第二层胶帘布的搭头，全部压好后，提起上辊抽出布筒。如果帘布筒由三层或四层胶帘布组成，可依上法继续进行贴合至完成为止。与帘布筒贴合机配套使用的有帘布供料架，目前除使用四边形

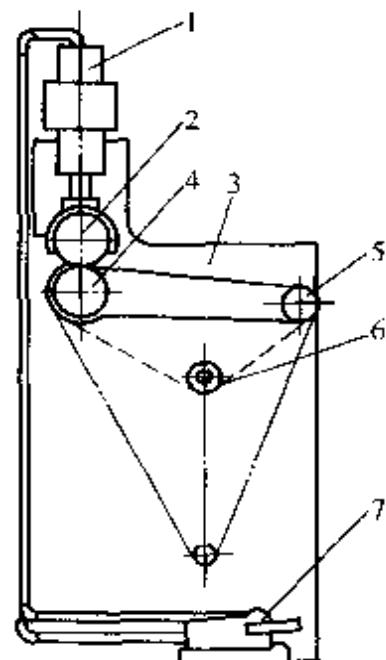


图 2-8 万能贴合机

1—气缸；2—压辊；3—工作台；4—后辊；  
5—前辊；6—调节辊；7—气动脚踏开关

或六边形供布架外，还有采用移动式供布架。

#### 工艺要点：

- ① 贴合风压不低于 0.39MPa，室温不低于 18℃；
- ② 操作时长度要定准，布角要摆对，帘布要走下，送布要均匀；
- ③ 贴合时，要逐层压实，做到无打褶、无气泡、无脱层、无露线、无杂物，有褶子可用汽油展平，有气泡要扎净，有脱层要压实，有露线可贴胶或涂胶浆，有杂物要除净，胶布黏性较差需刷汽油并注意汽油挥发；
- ④ 两相邻布层的帘线角度要相互交错；
- ⑤ 贴合方式帘布差级可为等宽错边或均匀差级贴合两种；
- ⑥ 帘线密度不均者，需撕掉后再用，撕时先抽一根线以防脱皮，撕头跳出的帘线不得在布筒内；
- ⑦ 按规定，帘布贴合单层偏歪值，差级 5mm 以下的不大于 3mm，30mm 以下的不大于 6mm，超过 30mm 的不大于 10mm；

⑧ 贴合布筒长度公差，按成型机头直径分为  $\phi 600\text{mm}$  以下的  $\pm 10\text{mm}$ ， $\phi 600\sim 700\text{mm}$  的  $\pm 15\text{mm}$ ， $\phi 700\text{mm}$  以上的  $\pm 20\text{mm}$ ；

⑨ 帘布接头压线标准为 1~3 根，每层帘布接头数量不多于 3 个，接头间最小距离不小于 100mm，相邻层帘布接头应错开以提高轮胎的均匀性；

⑩ 贴合布筒的两边差级要均匀，如接头处出现大小头应修剪平整，以免影响外胎成品差级不均；

⑪ 帘布筒的贴合周长必须在公差范围内，过长会引起帘布打褶给成型操作带来困难，过短则会造成帘布角度因伸张大而变小，同时引起帘线密度的变化；

⑫ 帘布筒、布卷不得落地。

## 2.3 钢丝圈的制备

### 2.3.1 钢丝圈制造

钢丝圈制造工艺为：钢丝→调直→浸酸处理→清洗余酸→热风吹干→挤出→冷水冷却→卷层→成圈→切断→包口。

有时也采用无酸处理的钢丝圈挤出联动线，工艺流程为：钢丝→调直→擦拭盘→电预热→挤出机→牵引机冷却辊筒→贮存装置→卷成盘缠卷→组成钢丝圈。

钢丝圈常用 19 号镀铜钢丝挂胶制成。挂胶前钢丝必须进行表面处理，清除油污杂质以保证与橡胶的黏着性能，处理过程中采用 10%~15% 盐酸浸洗 1~3s，再用 60~80℃ 热水清洗干净，经 60~70℃ 热风吹干后才能进入 T 形机头挤出机进行挂胶；其机身温度为 40~50℃，机头温度为 70℃。方形钢丝圈钢丝挤出后成为挂胶钢丝带，导入直径可调的卷成盘，按施工标准规定卷成一定层数的钢丝圈，然后切断，切断长度应保证钢丝带两端的搭接距离，使钢丝圈整体均匀牢固。对于其他形状的钢丝圈钢丝挤出可采用单根挤出，导入成型盘中，卷成一定形状。

钢丝挤出机又称为T形挤出机，其构造原理与普通螺杆挤出机基本相同，只是机头结构有区别，设备规格较小，螺杆直径一般为 $\phi 50\sim 65\text{mm}$ 。成圈平均速度约为 $47\text{m/min}$ 左右。

挤出机安装方向与钢丝进行方向垂直，钢丝从机头后侧部进入，在机头内安装有后样板，样板上有数个成直线排列的小圆孔，可使钢丝进入挤出机经后样板时，能保持一定间距和整齐的排列，并保留间隙便于挂胶，圆孔直径应略大于钢丝直径。前样板位于机头前侧部，样板上有矩形长孔，使钢丝挤出后形成挂胶平带，表面不得显露钢丝。机头前端有两个排胶孔，因钢丝挤出过程中，经常中途停止，为保证挤出机安全的继续运转，机筒内排胶量应保持稳定，同时防止胶料在机筒内大量堵塞造成早期硫化或设备发生事故，排胶孔可以调节排胶速度和数量，其上方安有一个调节螺丝用以控制排胶量。钢丝带的挤出样板如图2-9所示。

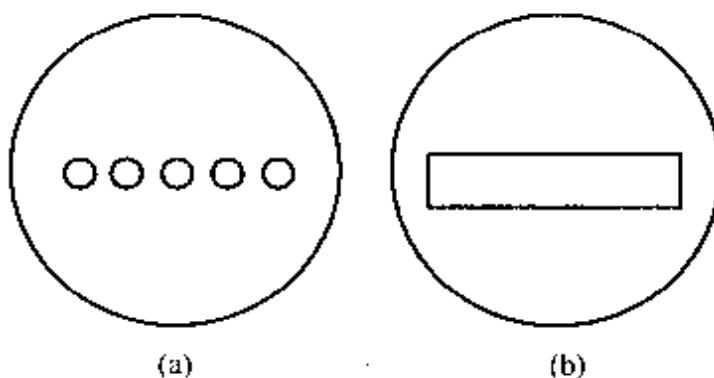


图2-9 钢丝带挤出样板

(a) 后样板；(b) 前样板

操作要点如下。

- ① 钢丝在进入挤出机前需经浸酸处理清洁除锈，并经烘干预热到 $50\sim 80^\circ\text{C}$ ，如停车 $2\text{h}$ 以上需将压辊抬起，使钢丝离开酸液。
- ② 挤出用的胶料也需在热板或保温箱中预热至 $50\sim 60^\circ\text{C}$ ，预热均匀，无杂质。
- ③ 钢丝挤出包胶后根据设计要求的排数绕成钢丝圈。
- ④ 钢丝挤出前不得有打弯、扭劲现象，表面要求无油污、铁锈和水渍，钢丝直径均匀一致，钢丝卷无松动乱丝现象，表面镀铜

均匀。

- ⑤ 挤出后的钢丝不得露铜，如露铜要补刷胶浆。
- ⑥ 绕钢丝时，必须排列整齐，钢丝不变形，搭头摆正。
- ⑦ 搭头用细胶布条扎紧，不跷头。
- ⑧ 钢丝要排列整齐，钢丝带单层宽度公差 $\pm 0.5\text{mm}$ ，钢丝圈总宽度公差不大于 $\pm 0.5\text{mm}$ ，卷成盘周长公差：直径在 $\phi 560\text{mm}$ 以下的 $\pm 1\text{mm}$ ， $\phi 610\text{mm}$ 以上的 $\pm 2\text{mm}$ 。

### 2.3.2 三角胶条制造

三角胶条是填充胎圈空隙部位的胶条，可用螺杆挤出机挤出，挤出口型类似三角形状。此外，也可采用压延机压型方法制造，其中压型辊可刻制数条以上三角沟槽，成排成型后再用分条机进行分条，生产效率较高。

### 2.3.3 钢圈成型

钢圈成型是将钢丝圈、三角胶条和钢圈包布组成一体的工艺过程。常用钢圈包布机成型钢圈，首先将三角胶条粘贴在钢丝圈外圈上，然后用裁成 $40^\circ \sim 50^\circ$ 角的钢圈包布顺钢丝圈内周向上直包，组成钢圈整体，包布两端保持一定差级，差级尺寸应符合施工标准的规定，粘贴牢固。

胎圈质量要求达到：

- ① 填充胶条接头不脱开、不翘起；
- ② 包布差级要均匀，宽窄相差不大于 $4\text{mm}$ ；
- ③ 包布接头长度为 $10 \sim 30\text{mm}$ ，包布差级为 $3 \sim 6\text{mm}$ ；
- ④ 三角胶要贴正；
- ⑤ 包布要压实压牢无空隙和褶皱。

## 2.4 成型设备

轮胎成型机的类型很多，通常按下列四种方法分类。

(1) 按成型鼓的轮廓类型 分为鼓式、半鼓式、半芯轮式及芯轮式轮胎成型机。

(2) 按轮胎的结构形式 分为普通轮胎成型机及子午线轮胎成型机。

(3) 按包边方式 分为指形包边(也称机械包边)、压辊包边、胶囊包边轮胎成型机等。

(4) 按供料方式 分为套筒法及层贴法轮胎成型机。这两种轮胎成型机除了因供料方式不同而增减少数专门零部件外，没有本质上的差别。

除了单机台的轮胎成型机外，尚有多台专用机型组成的轮胎成型机组。这种成型机组把轮胎成型过程分解成若干环节，每个环节由专用的成型机完成，组成成型流水作业，有利于实现轮胎成型过程的机械化和自动化。轮胎成型机的发展方向是以降低劳动强度、提高机械化和自动化程度、提高胎坯的质量、提高操作的精密度及提高生产效率为标准的。

#### 2.4.1 轮压包边成型机

压辊包边成型机是目前国内广泛使用的一种成型机，是乘用轮胎和大型工程轮胎成型用的成型机。

##### 2.4.1.1 整体结构

压辊包边成型机是一种配用半芯轮式成型鼓的成型机(图2-10)，其主要性能参数见表2-7。

压辊包边成型机由机箱、成型棒装置、下压辊装置、后压辊装置、外扣圈盘及卸胎装置、帘布筒挂架、1号帘布筒正包装置及程序控制装置等组成，成型用的成型鼓装在主轴上。

成型前，把钢丝圈放在内、外扣盘12和6上。放置在帘布筒挂架7上的帘布筒，由人工从左端局部套在成型鼓和成型棒上，然后开动机器，成型棒9把帘布筒导入成型鼓上，随后将成型棒抽出，准备包边。

1号帘布筒正包装置3装在成型鼓两侧鼓肩的下部。包边时，

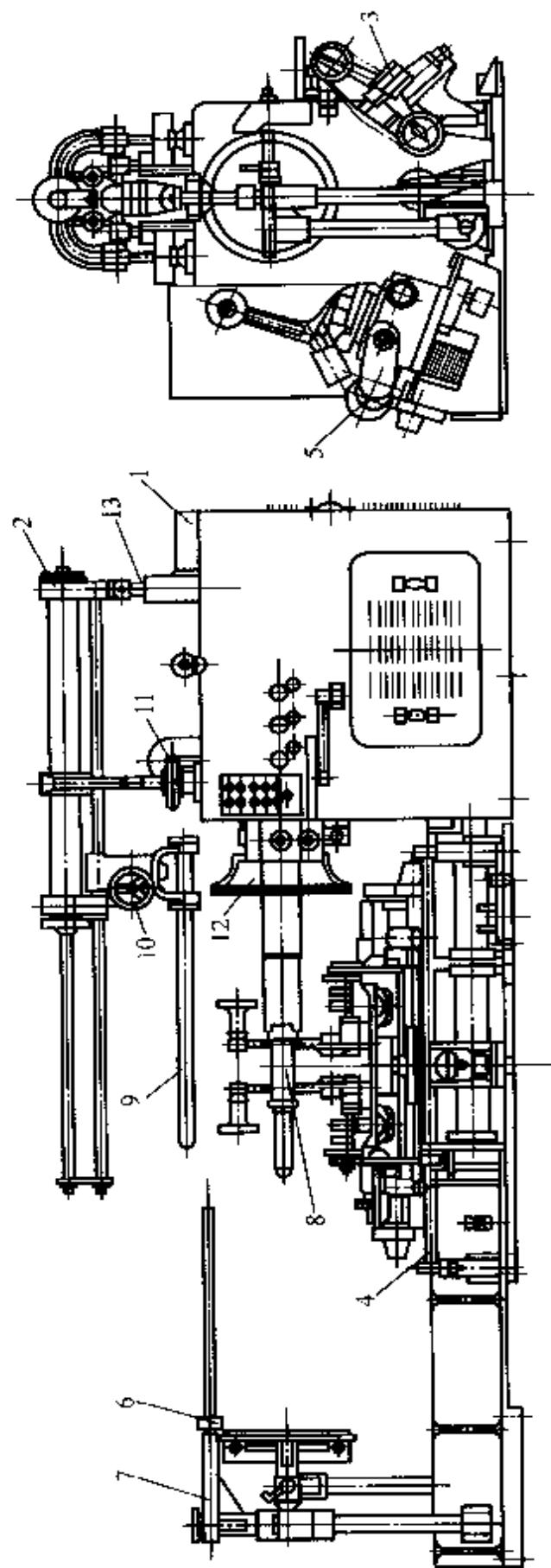


图 2-10 压辊包边成型机  
 1—机箱；2—成型棒装置；3—1号帘布筒正包装置；4—下压辊装置；5—后压辊装置；  
 6—外扣圈盘及卸胎装置；7—帘布筒挂架；8—主轴；9—成型棒；10—手轮；  
 11—螺轮减速；12—内扣盘；13—支柱

表 2-7 压辊包边成型机主要性能参数

型号		LCB-1	LCB-2	LCB-3	LCB-4A
适用范围(参考)		6.50—16~ 7.50 16	7.50—20~ 10.00—20	11.00—20~ 14.00—24	
成型鼓	直径/mm	445~565	635~695	690~850	780~1100
尺寸	宽度/mm	300~420	430~550	470~780	550~1200
	胎圈直径/mm	310~444	508	457~610	610~960
主轴	中心高/mm	900	900	970	1250
	转速/(r/min)	40,150	90,180	70,140	78,164
	与成型鼓配合轴径/mm	50	70	75	100
主电机	型号	JDCX-160L- 6/12	JDCX-160L- 6/12	JPQ3-1801M- 12/6	JPQ3-1801M- 12/6
	功率/kW	5/3	5/3	6.5/11	6.5/11
	转速/(r/min)	900/450	900/450	450/940	450/940
成型棒	升降速度/(mm/s)	3	3.18	2.16	3.0
	电机功率/kW	0.4	0.37	0.75	0.75
1号帘布筒正包装置	传动弹簧带(小弹簧带)/根数	3	3	4	5
	倒弹簧带(大弹簧带)/根数	1	1	1	1
	倒与传动弹簧带速比	1.6:1	1.7:1	1.73:1	1.8:1
下压辊装置	传动方式	被动	主动	被动	主动
	电机功率/kW		0.45/0.75		1.5
	电机转速/(r/min)		670/1420		
	允许滚压最大宽度/mm	430	580	780	1204
	压辊直径/mm	160	180	180	150
后压辊装置	压辊宽度/mm	10	10	12	14
	运动速度	轴向/(mm/s)	14.4	14.44	18.1
		径向/(mm/s)	20.35	20.35	36.3
		回转/(r/min)	3.6	3.6	1.62/5.1
	电机	功率/kW	0.6	0.75	1.1
		转速/(r/min)	910	910	1000
	压辊	直径/mm	120,90	156	130,150
		宽度/mm	6	6	6
	压缩空气压力/MPa	0.7	0.7	0.7	0.7
外形尺寸/mm		1046×1480× 1542	3925×1640× 1658	4800×1820× 1955	6808×2700× 2600

1号帘布筒正包装置3升起，在成型鼓转动后，利用正包装置的弹簧带及气动小压辊迅速地完成1号帘布筒的正包操作。内、外扣圈盘12和6利用汽缸驱动，把钢丝圈扣在套于成型鼓上的正包好的胎体帘布层上。后压辊装置5通过传动系统可使压辊分别实现径向、轴向及回转运动，以完成帘布筒的胎圈包卷（包括正、反包）、滚压胎圈包布、滚压胎侧以及剥离等动作。工作时，由装在辊臂铰链座上的汽缸推动辊臂，使压辊对帘布加压。下压辊装置4用于滚压帘布层及胎面。

机箱内装有主轴的传动装置，主轴由电机经V带传动，带动成型鼓运转。主轴上装有轴套，其一端与成型鼓连接，另一端装有制动盘，用于主轴的制动及成型鼓的折叠。轮胎成型结束后，折叠成型鼓，利用外扣圈盘上的卸胎拉钩，把胎坯从成型鼓上拉出卸下。

#### 2.4.1.2 主要部件

(1) 主机 主机是成型机最基本的部分，其结构形式很多，目前应用较广泛的有利用动力迭鼓及利用惯性迭鼓的结构。

(2) 成型鼓 成型鼓是轮胎成型用的模具，不同结构和规格的轮胎需要采用不同类型不同轮廓的成型鼓，才能生产出符合要求的轮胎胎坯。

① 种类 成型鼓有四种基本轮廓类型：鼓式、半鼓式、芯轮式及半芯轮式，如图2-11所示。目前六层帘布以上的外胎主要使用半芯轮式可折叠成型鼓，而六层以下的外胎主要使用半鼓式或鼓式折叠成型鼓。

a. 鼓式成型鼓 鼓式成型鼓是一个可折叠的圆柱状直筒，它的特点是成型鼓的直径小于外胎钢丝圈的内径，成型过程中帘布层不需要正包，可以简化成型机包边装置，提高成型效率，但不能保证钢丝圈沿外胎整个圆周上的距离及位置正确，且用手工反包，反包的效率低，质量也差。现有一种改进的鼓式成型鼓，它既保留了成型鼓直径的特点，又克服了用老式的鼓式成型鼓成型

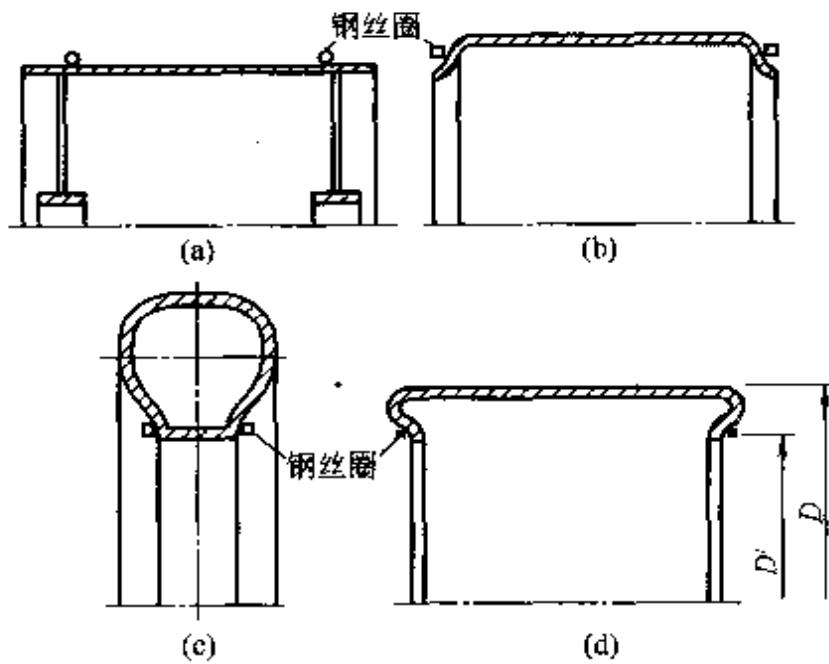


图 2-11 成型鼓轮廓的基本类型

(a) 鼓式; (b) 半鼓式; (c) 芯轮式; (d) 半芯轮式

时钢丝圈的间距及位置不能固定的缺点，并使反包过程更加容易。用鼓式成型鼓做成的轮胎胎坯呈直筒状，在定型时，胎圈部位的橡胶部件约要翻转 90°，见图 2-12，为了防止在转动过程中钢丝圈包布与钢丝圈之间脱空而产生空隙，必须采用圆断面钢丝圈。鼓式成型鼓只适用于单胎圈和帘布层数较少的轮胎，如摩托车胎和力车胎等。

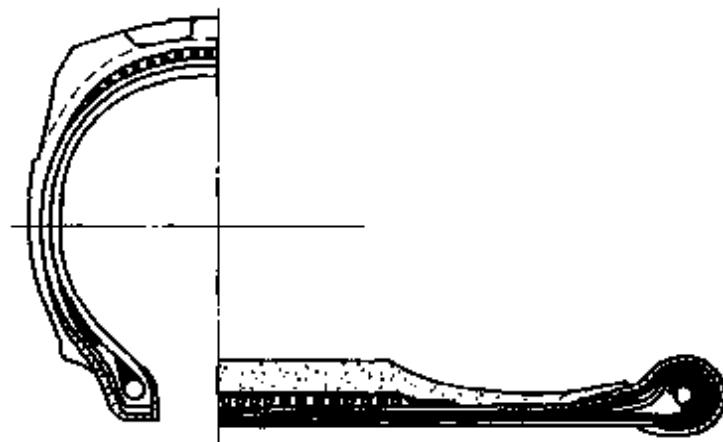


图 2-12 用鼓式成型鼓制作的胎坯与  
成品轮胎材料分布对照

b. 半鼓式成型鼓 半鼓式成型鼓的外径比胎圈直径大，鼓肩较低，成型时正包比较容易，钢丝圈靠鼓肩定位，可保证成型时两个胎圈之间距离一致，成型后的胎坯尺寸比较规整。老式的半鼓式成型鼓的鼓肩上有锥形突台，在用手工正包及扣圈时，可以起定位作用。当采用机械化包边及扣圈装置后，锥形突台不仅没有必要，而且影响包边和扣圈。还有一种没有锥形突台的半鼓式成型鼓。

由于半鼓式成型鼓的外径大于胎圈内径，因而成型鼓的结构必须采取收缩或折拢措施，以便把成型好的胎坯从成型鼓上取下。

图 2-13 是 6.70—13 胶囊膨胀结构的成型鼓。成型鼓靠外层胶套 1 的弹性收缩力使之径向收缩，收拢后的成型鼓外径小于胎圈内径，便于放置胎圈及卸胎。帘布层用层贴法卷贴在收拢后的成型鼓上，然后往内胶囊 3 的气腔内送入压缩空气，内胶囊膨胀，迫使鼓瓦 2 径向膨胀（该鼓瓦均分为 3~4 块）。鼓瓦两端装有限位盘 4，保证鼓瓦膨胀及收拢后具有固定的外径尺寸。钢圈扣在鼓瓦外层胶套 1 的两端。由于帘布层是在成型鼓收拢后卷贴的，帘布筒直径小于钢丝圈内径，成型时不需要正包，具有鼓式成型鼓的特点。同时，钢丝圈扣在鼓肩两端，保证了胎圈间距及位置正确，又具有半鼓式成型鼓的特点。这种胶囊膨胀结构成型鼓具有结构简单、制造容易、卸胎方便、成型效率高等优点，它的缺点是鼓的宽度不能调

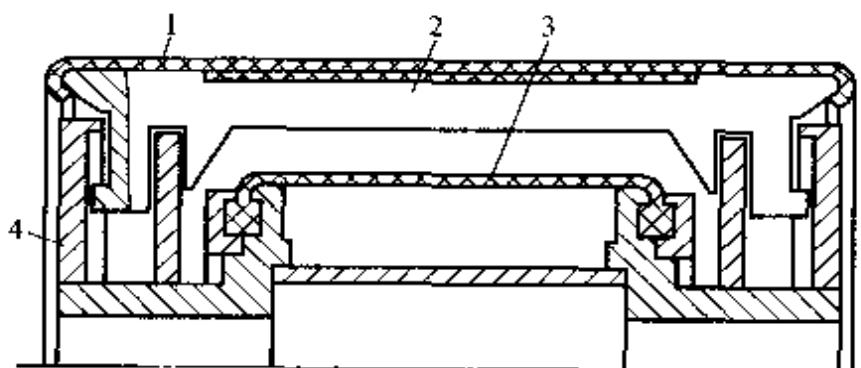


图 2-13 6.70-13 胶囊膨胀结构成型鼓

1 外层胶套；2—鼓瓦；3 内胶囊；4—限位盘

整，只能生产一种规格的轮胎。

在定型过程中，采用半鼓式成型鼓成型的轮胎胎坯，其胎圈部位的橡胶部件仍会转动变形，尽管没有鼓式成型那么剧烈，如图 2-14 所示。因而也只适宜成型帘布层数较少的单胎圈轮胎。

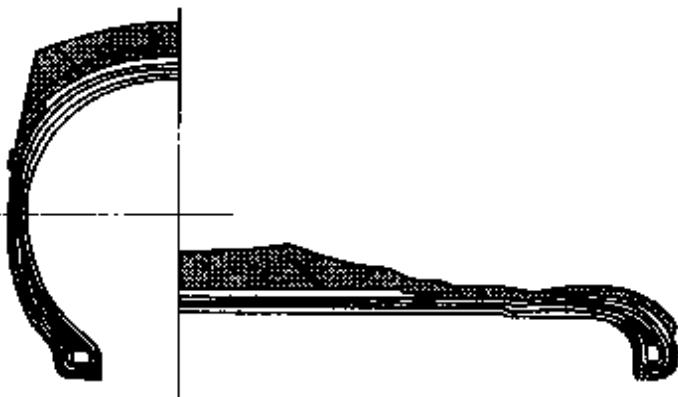


图 2-14 用半鼓式成型鼓制作的胎坯与成品轮胎材料分布对照

c. 半芯轮式成型鼓 半芯轮式成型鼓是一种生产两个或两个以上钢丝圈轮胎的成型鼓，成型后的胎坯的胎圈部位轮廓接近成品，在定型过程中，胎圈变形小。由于半芯轮式成型鼓具有较高而且凹陷的鼓肩，在成型时，正包和反包都比较困难，胎圈部位帘布容易起褶子，特别是大型工程轮胎成型时的打褶更加严重。

半芯轮式成型鼓一般采用折叠结构，通常有四瓦、六瓦、八瓦、十二瓦等形式。四瓦折叠结构半芯轮式成型鼓如图 2-15 所示。成型鼓的主连杆 2 用键固定在成型机主轴上，弹簧定位销 7 和拔销 8 把主连杆 2 与副连杆 9 连接起来，副连杆与成型机主轴的轴套相连。当主轴旋转时，主连杆、副连杆及轴套同时转动，成型鼓便转动起来。折叠成型鼓时，把拔销 8 拉出，切断成型机主电机电源，刹住与轴套连接的制动盘，轴套即停止回转，而成型鼓却在惯性作用下继续转动，使得主连杆与副连杆发生相对运动，推动弯连杆 4 及直连杆 3，把分成四块的鼓瓦折拢成椭圆状。将胎坯稍倾斜即可从成型鼓上取下。折拢后的成型鼓反转时，在离心力作用下，鼓瓦撑开，插进拔销 8，恢复工作状态。

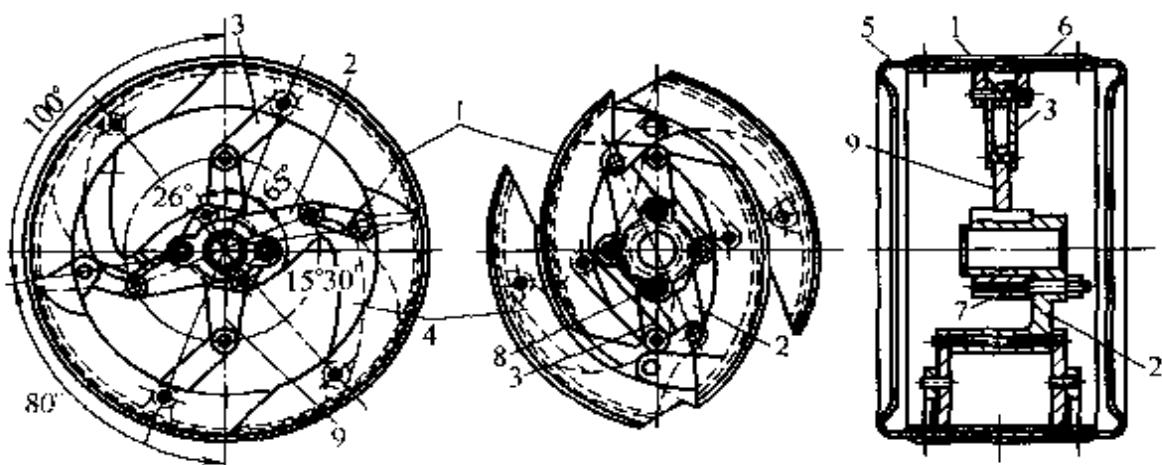


图 2-15 四块鼓瓦的折叠结构半芯轮式成型鼓

1—鼓壁；2—主连杆；3—直连杆；4—弯连杆；5—鼓肩；6—盖板；  
7—弹簧定位销；8—拔销；9—副连杆

当折叠结构的成型鼓外径  $D$  与内径  $d$  达到一定比值时，折拢后的成型鼓外周长过大，胎坯难以从成型鼓上取下。按实践经验，四块瓦的成型鼓在  $D/d \leq 1.33$  时，可采用全鼓肩折叠结构；在  $D/d \leq 1.42$  时，可采用活络鼓肩结构；在  $D/d \leq 1.57$  时，可采用拆卸鼓肩结构。随着成型鼓结构的改进， $D/d$  的比值也在不断的提高。

拆卸鼓肩的折叠结构成型鼓如图 2-16 所示，可拆卸的鼓肩 1 有沟槽嵌装在鼓壁上，且有撑杆 2 使四块鼓肩保持成整圆，卸胎时，先要拆卸撑杆 2 及鼓肩 1，劳动强度大。

活络鼓肩的折叠结构成型鼓如图 2-17 所示。鼓肩分成上、下两部分，鼓肩下部内侧装有连杆，在成型鼓折叠时，能自动地将鼓肩下部分收缩到上部分的内侧。卸胎时，与全鼓肩折叠结构成型鼓一样进行折拢操作，因而操作简单、劳动强度小，但结构复杂，制造维修较困难。

采用六块鼓瓦折叠结构的成型鼓，可以更加充分地利用叠合空间，以取得更小的叠合周长。

上述四块、六块鼓瓦的折叠结构成型鼓，折拢后呈椭圆形，其折拢后的长径一般都比轮胎胎圈的着合直径大，卸胎比较困难。现

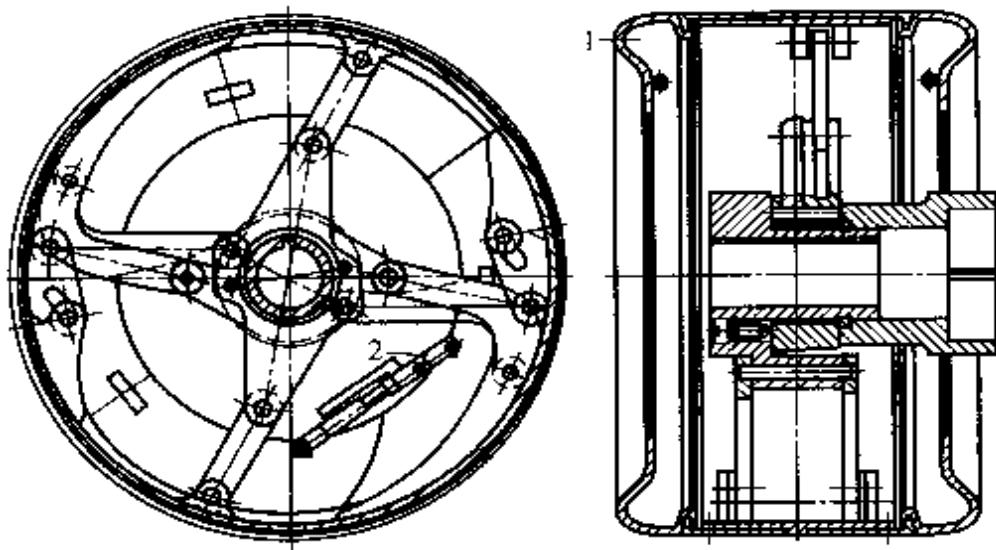


图 2-16 拆卸鼓肩的折叠结构成型鼓

1—鼓肩；2—撑杆

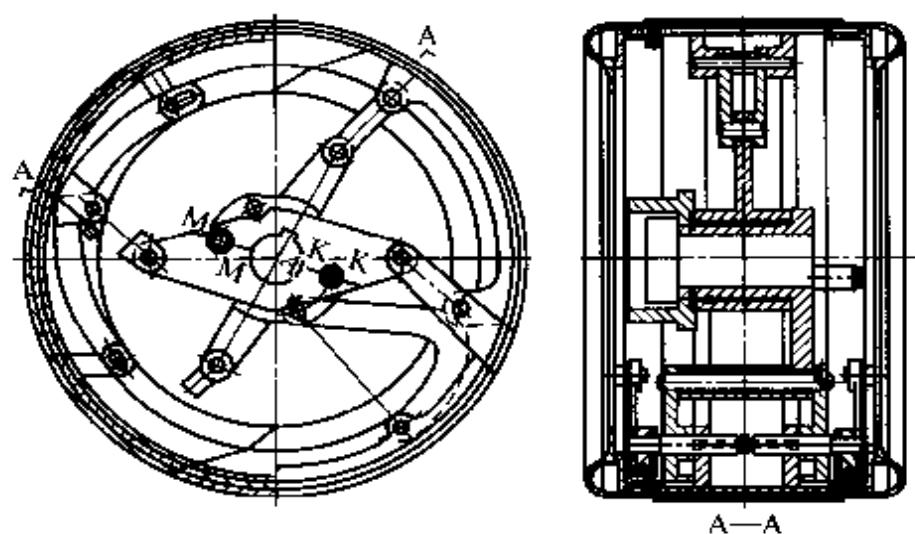


图 2-17 活络鼓肩的折叠结构成型鼓

在，在  $D/d$  比值许可的情况下，逐步采用折拢后呈圆形的折叠结构成型鼓，其外切圆直径小于轮胎胎圈的着合直径，因而卸胎比较方便。

半鼓式成型鼓也可以采用折叠结构，除了鼓肩曲线与半芯轮式成型鼓不同之外，其余结构类同。

八块瓦的折叠结构成型鼓，目前在生产上使用还较少，它能比

六块瓦的成型鼓取得更大的  $D/d$  值。

十二块鼓瓦的折叠结构成型鼓用于大型工程轮胎，其结构与四块、六块鼓瓦的折叠鼓有明显不同，但其机构原理仍然是类同的。

d. 芯轮式成型鼓 芯轮式成型鼓其外轮廓与成品轮胎的内轮廓相似，与水胎的外轮廓接近。用芯轮式成型鼓做成的轮胎胎坯形状与成品轮胎接近，不需要定型，因而轮胎的各橡胶部件在硫化过程中不易移位。由于芯轮式成型鼓的外径与钢丝圈直径的比值很大，成型十分困难，劳动强度大，各部位的帘线伸张也很不一致，成型质量差，现在斜交胎成型上基本已淘汰。但是，芯轮式成型鼓的技术思想在子午线轮胎的成型设备上还是得到了应用。

② 成型鼓的规格型号 表示方法如下：

[折叠形式] [外直径尺寸] × [圈口直径尺寸] - [宽度挡位] [曲线形式]

a. 折叠形式 对于全折叠成型鼓，不用字母表示，此处空白；对于缩肩鼓，用“S”表示；对于卸肩鼓，用“X”表示。

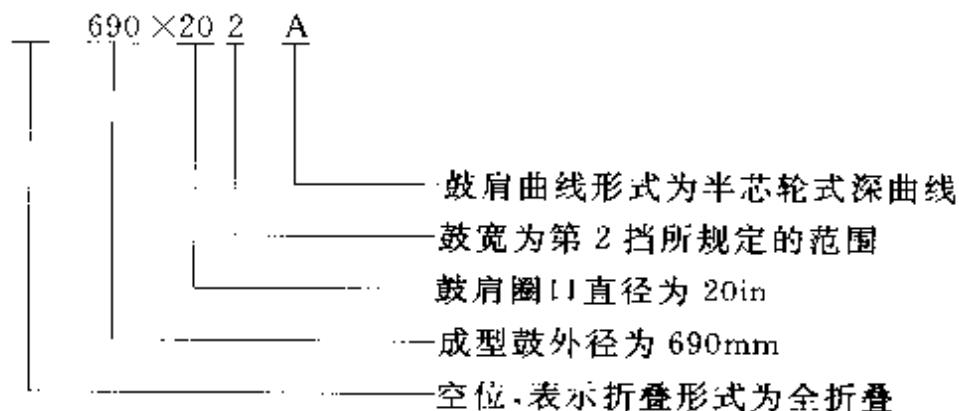
b. 外直径尺寸 用阿拉伯数字表示，单位 mm。

c. 圈口直径尺寸 用阿拉伯数字表示，单位 in。

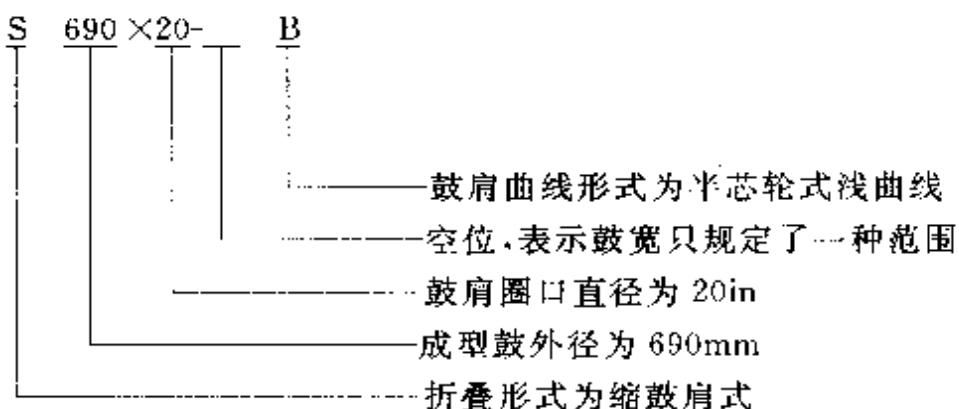
d. 宽度挡位 指同一直径的成型鼓，不同宽度范围的档次，用阿拉伯数字表示。

e. 曲线形式 用 A 表示半芯轮曲线，或半芯轮深曲线；用 B 表示半芯轮浅曲线；用 C 表示半鼓式曲线。

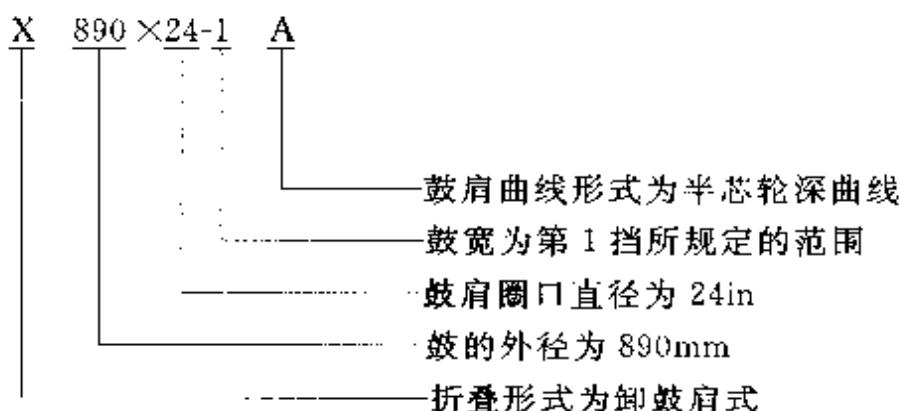
### 【例 1】



## 【例 2】



## 【例 3】



(3) 套帘布筒装置 套筒法成型轮胎时，需要有把帘布筒导入成型鼓上的装置，最常用的是成型棒装置。

成型棒的结构形式虽然不只一种，但结构原理是一致的，现以大型外胎成型机的成型棒为例加以说明。图 2-18 是风筒传动的成型棒装置。

风筒 1 通过拉杆 2 带动成型棒 4 沿导杆 11 做往复运动。转动手轮 5 通过蜗杆 6 及扇形蜗轮 14 可使成型棒在成型鼓上方相对主轴轴线水平摆动，其高度由装于机箱内的小电机 7 通过链轮 8、10 和两个蜗轮减速机 9 做微量调节，以适应两个以上帘布筒成型的需要。小型的成型机成型棒高度调整装置只有一个蜗轮减速机 9 是通过小电机或用手操纵的。如改变成型规格，成型鼓直径变化较大，必须起落支柱 13。为了满足不同大小的成型鼓的成型，在导杆前部装有两组可拆卸的调整垫 3，根据成型鼓的宽窄调整成型棒伸出的距离。弹簧 12 是做缓冲用的。伸出后的成型棒端头超出成型

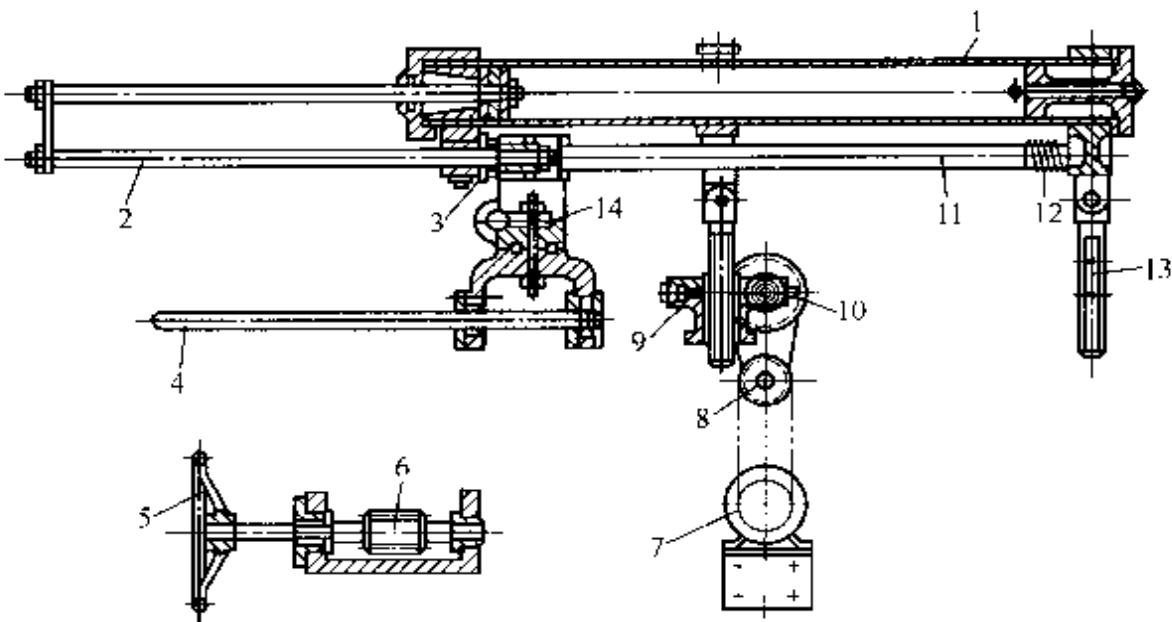


图 2-18 成型棒装置

1 风筒；2 拉杆；3 调整垫；4—成型棒；5—手轮；6—蜗杆；  
7 小电机；8—中间链轮；9—蜗轮减速机；10—大链轮；  
11—导杆；12—弹簧；13—后支柱；14 蜗轮

鼓边缘的大小，根据实践保持一定的数值，一般为 50mm 左右。如果超出的距离太大，成型棒的负荷过大，容易发生抖动，操作也不方便；如太小，则成型鼓边缘外的帘布筒就伸展不开，起褶子，而且上得很慢。

成型棒上帘布筒的工作原理：在上帘布筒时，先将成型棒的高度及超出成型鼓边缘的尺寸调整好，再将贴好的帘布筒套在成型鼓边缘上 20~30mm 处，然后使成型鼓转动，并同时摆动成型棒的角度，这样帘布筒就可迅速地上到成型鼓上。从图 2-19 看出，帘布筒靠成型棒与它的摩擦分力  $f''$  的作用而上到机头上。

$f''$  是随着成型棒的摆动角  $\varphi$  而变动， $\varphi$  值越大，则  $f''$  越大，帘布筒进入成型机的速度也越快，但一般  $\varphi$  角不能大于 15°，高度不大于 30mm。当成型棒摆动角相反对 [图 2-19 (d)]，则帘布筒将从成型鼓上脱出。

用成型棒装置套帘布筒，具有操作简单、辅助设备少、适应性好等优点，帘布筒的导入帘布筒过程中，由于成型棒与帘布筒表面

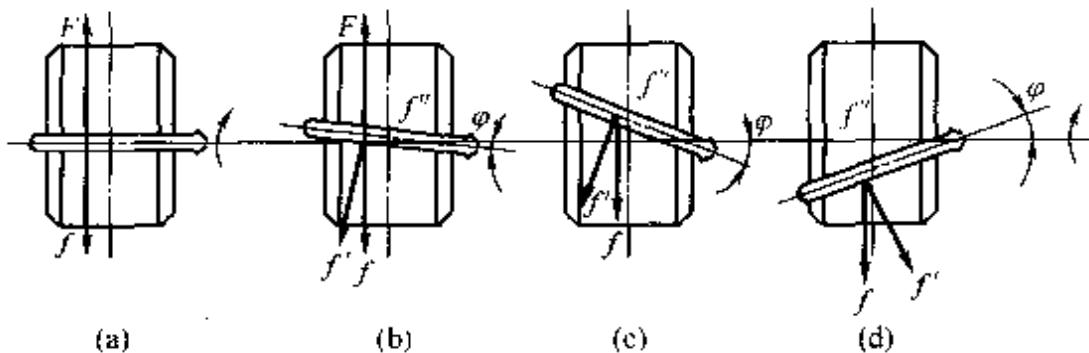


图 2-19 成型棒上帘布筒时的工作原理

$F$ —成型鼓回转产生的周向力； $f$ —成型棒与布筒的摩擦力； $f'$ 、 $f''$ —摩擦分力

的摩擦，帘线排列角度要变化，帘布筒的导入定位不易，在抽棒位置帘布筒要起拱，这些缺点影响轮胎质量，因而现在有的成型机采用真空吸附方法把帘布筒导入成型鼓。

(4) 1号帘布筒正包装置 1号帘布筒正包装置可代替过去1号帘布筒的手工正包，使1号帘布筒的正包操作实现机械化。1号帘布筒正包装置的结构如图2-20所示，每台成型机装有两组弹簧带及压辊，分别安装在成型鼓两侧下方。由升降风筒1带动两组弹簧带沿溜板座2做 $45^\circ$ 斜面滑动，两根大弹簧带7绕过大带轮8挂于侧压辊9上，侧压辊9与主轴平行线夹角一般为 $15^\circ \sim 20^\circ$ ，才能使1号帘布筒拉紧贴在成型鼓肩部。压辊压合部位不宜过深，应不超过鼓肩弯曲处。压辊的连杆根据成型鼓直径的改变可以更换。8根小弹簧带6（弹簧根数是随成型机规格不同而异）由两端的小带轮4分别支承。正包时，升降风筒带动两组弹簧带向成型鼓径向升起，小弹簧则随着成型鼓径的变化紧紧压住帘布筒的外表面，这时有侧压撞板已撞到行程开关（图中未示出），压缩空气则通过电磁阀进入侧压风筒，使侧压辊9带动大弹簧带7，利用大弹簧带与帘布筒的速差，将成型鼓上外伸帘布不断压倒，并将被小风筒推动的侧压辊9压粘在成型鼓的鼓肩内，以待扣圈，但对鼓肩较高者，除正包压合外尚需用后压辊做补充压合。规格大和规格变化范围大的成型机因成型鼓较宽，正包装置两组弹簧距离较大，而且需要有较大的变化范围，因而设有两个升降风筒，分别带动两组弹簧圈。为

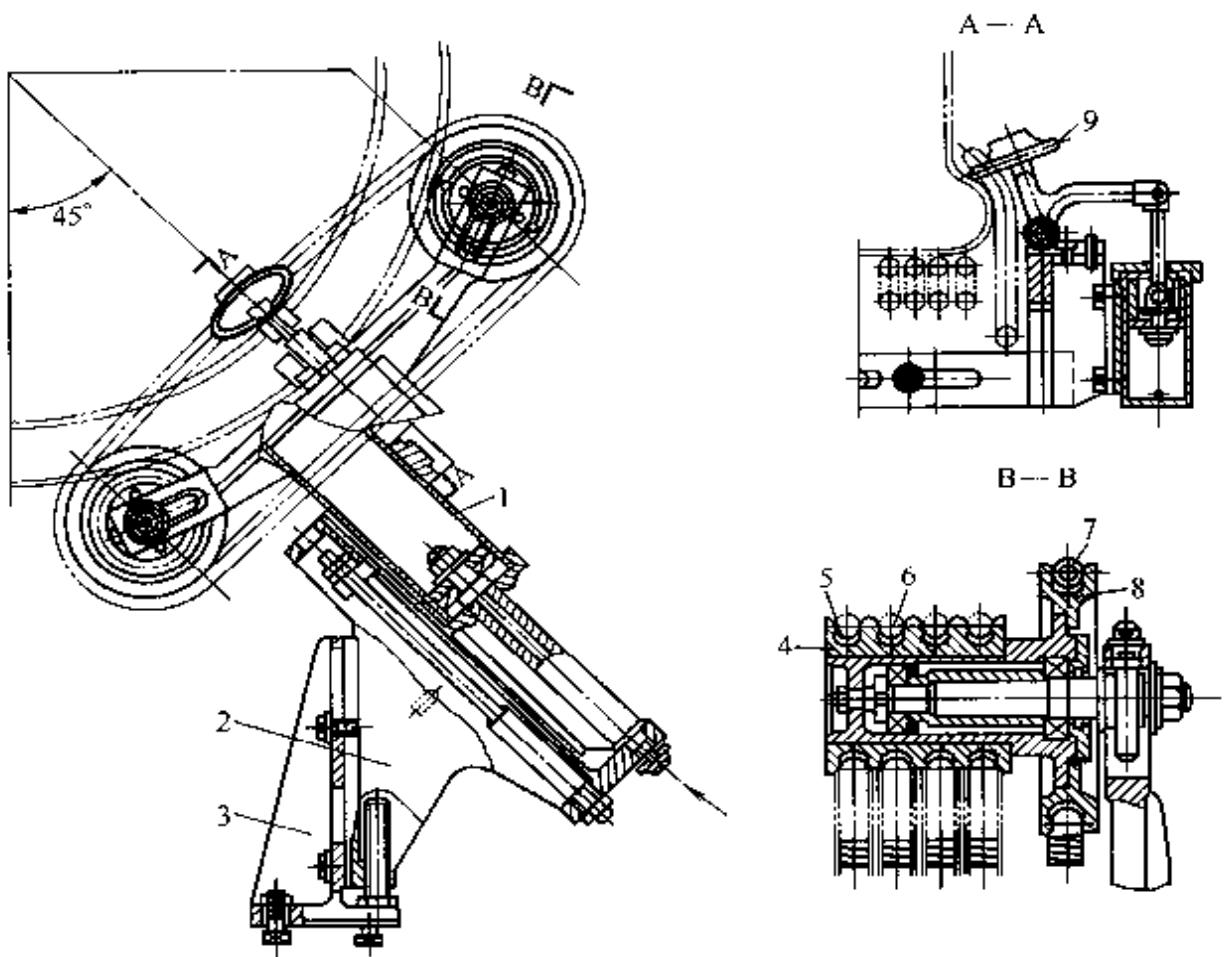


图 2-20 1号帘布筒正包裝置

1 升降风筒；2 溜板座；3 机座；4 带轮；5 胶皮圈；6 小弹簧带；  
7 一大弹簧带；8 大带轮；9 侧压辊

了满足不同规格的轮胎成型，两组弹簧轮间距、升降风筒行程位置、溜板座 2 和机座都是可调的。为了防止弹簧圈与轮间滑动，在每个轮槽内都有胶皮圈 5。

1号帘布筒正包裝装置具有结构简单、效率高等优点，无论是新机或老机改造都可使用，它主要适用于半芯轮式成型机。

(5) 下压合装置 下压合装置位于成型鼓的下方，用于外胎成型时的轴向压合，赶出胶布层间的空气，提高胶布层间的黏着强度。其结构形式按传动方式分为弹簧返回式和电动返回式，按加压方式分为气筒加压式和气囊加压式。以下介绍常用的两种结构。

① 弹簧返回式 图 2-21 所示为用弹簧返回的下压合装置，两

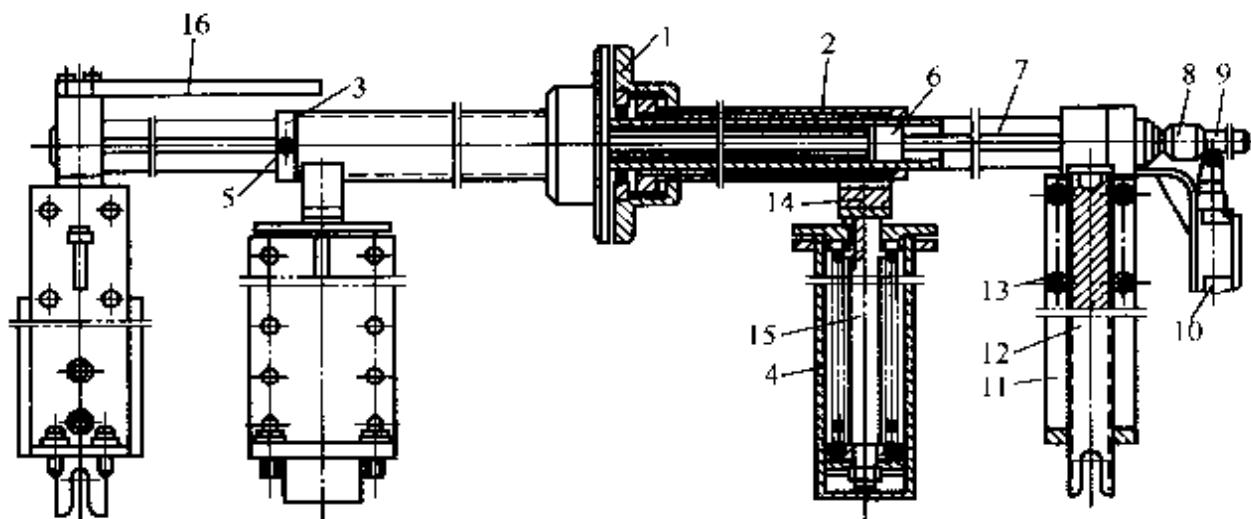


图 2-21 弹簧返回的下压合装置

1 下压辊；2 双向螺纹轴；3 挡圈；4 风筒；5 圆销；6 弹簧；7 导杆；  
8 触块；9 触杆；10 限位开关；11 支架；12 导柱；13 导轮；  
14—半螺母；15—活塞杆；16—保护板

下压辊 1 与左、右丝杠相连，套于导杆 7 上，两个左、右螺纹的半螺母 14 与两活塞杆 15 分别连成一体，压合时借风力上升。两半螺母 14 和左、右丝杠相咬合，下压辊 1 同时压于成型鼓上，被成型鼓带动回转，使其沿导杆 7 向两边分开，从而达到压合的目的。双向螺纹轴 2 做轴向分离时，推动两端的挡圈 3 随之移动，导杆 7 上开有长槽，中间插有两个圆销 5 穿过两挡圈 3，将弹簧 6 连接在挡圈 3 上，圆销 5 随挡圈 3 向两边移动，挂在圆销 5 上的弹簧 6 被拉伸。当压合到所要求的位置时，触块 8 推动有端部的限位开关 10，通过电磁阀使风筒 4 放气，下压辊 1 因自重而下降，同时两半螺母 14 脱离丝杠，借弹簧 6 的收缩力拉动两边挡圈 3 迫使下压辊 1 复位，根据外胎规格的大小，触块 8 的触动位置可以通过触杆 9 调整。

为了保证外胎质量，不出现漏压现象，要求成型鼓开始回转时，两下压辊不要马上分开，故丝杠与下压辊 1 用滑键连接，丝杠的突盘与压辊的卡盘有一轴向间隙，滚压时丝杠走一定距离后，压辊才开始分开。为了满足成型鼓直径变化的需要，其安装位置高低

可调，为了防止帘布筒或卸下的胎坯半成品表面黏着润滑油，同时达到保护丝杠的目的，设有保护板 16。两端导轮 13 是专供导向用的。这种无传动的下压合装置，结构简单、制造容易、造价低。缺点是压辊回转及轴向运动是靠成型鼓带动的，因而压辊对帘布筒及胎面的滚压时间随成型鼓直径及转速而变化，滚压速度受成型鼓转速的限制，两压辊复位时相碰有噪声。此外与双向螺纹轴 2 咬合的半螺母 14 的工作条件较差，容易粘上灰土、胶浆，使用寿命较短。

② 电动返回式 图 2-22 所示为电动下压合装置。这种结构的下压合装置，是用可以双向回转的电机 3，通过减速机 5 直接带动双向螺纹轴 2 回转。当风筒 4 使轴 7 上升、下压辊 1 紧压胎坯时，电机使双向螺纹轴 2 回转，下压辊 1 在轴的双向螺纹作用下主动地平移分开并滚压胎坯。为了使开始压合时不出现漏压，下压辊 1 与轴 7 用滑键连接，轴头离压辊端面有一间隙，压辊可以在成型鼓回转一定圈数后才开始分开。这种结构的缺点是压辊受力时会发生抖动而影响轴 7 的使用寿命。也可以使下压辊 1 与轴 7 焊成一整体，并采用继电器使带动下压辊的电机迟延一定时间起动，而且电机 3 与主机电机联动，这样即能保证滚压开始时不会漏压，又能保证主机停机时，下压辊电机也必停止。这种方法可以解决上述结构中轴 7 使用寿命较短的矛盾。辊压完毕，风筒放气，轴 7 下降，电动机自动改变转向，压辊则从两端向中部复位。

这种结构形式的特点是下压辊复位时无噪声，两下压辊可以紧密接触。该结构压合时由电机带动双向螺纹轴 2 促使压辊向两边分开，属于主动压合，压辊平移速度可以调整，在保证不漏压的原则下，可以适当提高滚压速度。在胎坯同一地方需要多次滚压时，亦可降低滚压速度，以满足成型工艺的要求。

(6) 后压合装置 后压合装置位于成型鼓的后方，用于外胎成型时的反、正包边，剥离及切边。它的结构形式很多，按其压辊形式可分为半芯轮式及半鼓式后压辊包边压合装置，分别配用于半芯轮式及半鼓式成型鼓。按压辊加压装置的结构不同可分为气筒直接加压及辊臂旋转加压等。

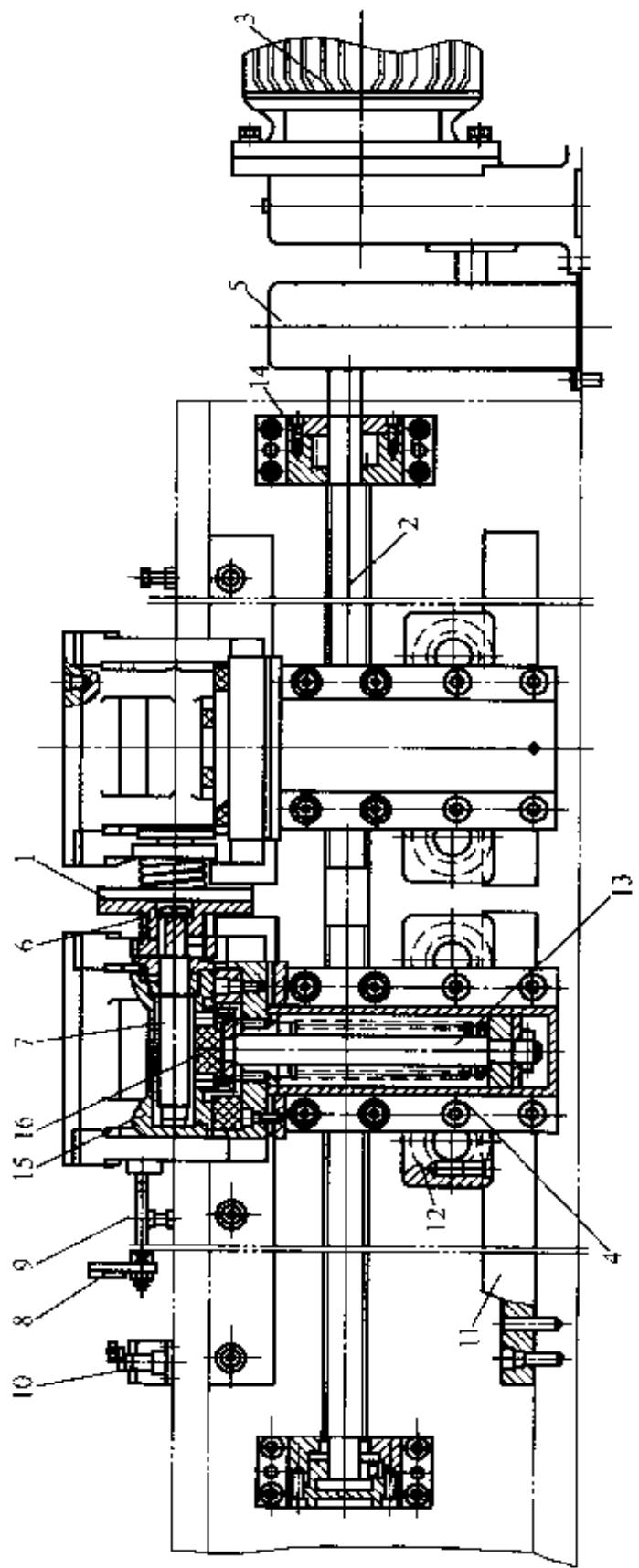


图 2-22 电动下压合装置

1—下压辊；2—双向螺纹轴；3—螺纹轴；4—电机；5—风筒；6—减速机；7—轴；8—弹簧；9—触杆；10—限位开关；11—导轨；12—滚轮；13—滚轮；14,15—滑块；14,15—轴承；16—胶圈

半鼓式与半芯轮式后压合装置除了压辊不同外，没有本质上的差别。因而，有些后压合装置只要调换压辊则既能适应于半鼓式成型鼓又能适应于半芯轮式成型鼓。

为了提高生产效率，旋转动作采用双减速机，当有载荷时为慢速，空载时为快速，此动作是通过装于减速机内的电磁离合器来实现的。径向、轴向和旋转，各设有开关盒，调整各相应的撞块，压辊在压合时就可以得到各种不同的运动轨道。成型时，胎面的余边可用切边刀切割后手工扯下，切边时只要将切边刀旋转  $180^{\circ}$  即可。这种结构的后压合装置可以实现自动化及机械化。这种后压合装置，在其两个压辊之间的帘布筒无法进行滚压，一般用下压辊来解决。要进行反包，压辊部分回转角度必须超过  $185^{\circ}$ ，一般用  $195^{\circ} \sim 205^{\circ}$ ，不然就需要用手把帘布往外拉出，才能开始反包。

#### 2.4.2 机械包边成型机

机械包边器也称指形包边器，它模仿成型时手工操作的包边动作完成正包、扣圈和反包，或者只完成其中一部分操作。除了机械包边器外，还配备有拉出器，它用于把正包好的并扣上钢丝圈的外伸帘布翻出，为反包创造条件。该机的主要性能参数见表 2-8。

表 2-8 指形包边成型机主要性能参数

参数名称		LCY-1型 乘用车胎成型机	80S型 乘用车胎成型机
成型鼓尺寸	直径/mm	400~470	330~460
	宽度/mm	340~450	330~590
胎圈直径/in(mm)		13~16(330~406)	13~16(330~406)
成型鼓形式		半鼓式	半鼓式
帘布最大宽度/mm		830	830
主轴	中心高/mm	900	830
	转速/(r/min)	最大 200	280, 210, 50, 6

续表

参数名称		LCY-1型 乘用车胎成型机	80S型 乘用车胎成型机
主电机	功率/kW	2.2	2.2, 1.5
	转速/(r/min)		950, 700, 180
后压辊速度	回转/(r/min)	4.74	11.65
	轴向/(mm/s)	8.23	
后压辊电机功率/kW		0.55	0.4
供料机	工位	左、中、右	
	帘布卷数	3	
	帘布卷直径/mm	最大 500	
	胎侧	2	

注：指形包边成型机既可用于斜交胎也可用于子午胎第一段的成型。

图 2-23 是一种配用于半芯轮式成型鼓的机械包边器。正包手指 7 (共 30 个) 在尾部胶圈的作用下径向撑开 (参见图 2-24 中 2)。反包器 3 由扇形滑块、同步盘、弹簧带等组成。在胶囊 1 及杠杆 2 的推动下，反包器能径向撑开，胶囊 1 放气后，在弹簧带 4 的作用下自动收拢。汽缸 8 推动外壳 6 向前，压下正包手指 7，与反包器 3 一起把外伸帘布夹住，向成型鼓中心收拢完成正包。同时，把放在外壳 6 上的钢丝圈 9 扣在成型鼓鼓肩上 (参见图 2-24 中 3、4)，然后胶囊 5 进气，对钢丝圈及三角胶芯加压 (参见图 2-24 中 5)。接着，外壳 6 后退，反包器 3 在胶囊 1 的作用下径向撑开，把外伸帘布反包过来 (参见图 2-24 中 6)，然后胶囊 1 放气，反包器 3 缩拢，外壳 6 向前，胶囊 5 进气，对胎圈部位进行加压 (参见图 2-24 中 7)。第二个帘布筒的操作过程与第一个帘布筒相同。胎圈包布的包卷是用正包手指翻转后，用装在反包器 3 上的压辊勾进胎里 (参见图 2-24 中 10、11)。

限位器 10 用来限定反包器的工作位置。回边器的轴向位置也有限位器定位。胶囊 1、5 的工作气压为 0.4~0.7MPa。反包器 3

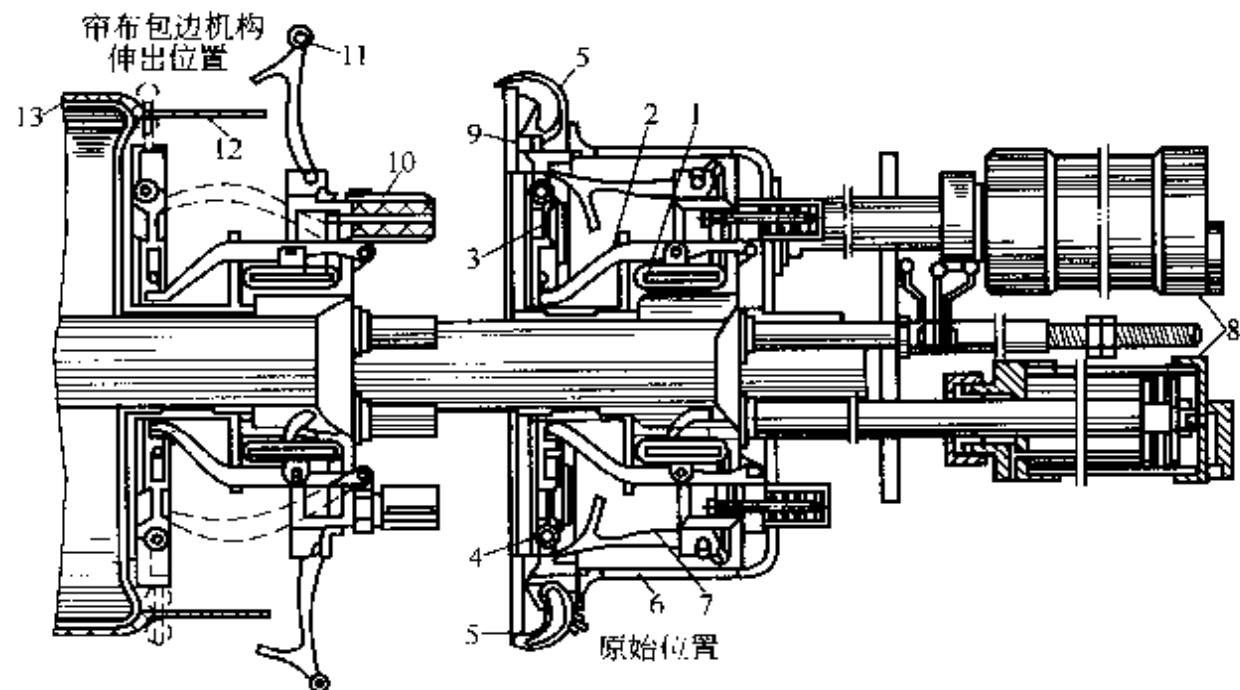


图 2-23 半芯轮式指形包边器

1. 5 胶囊；2—杠杆；3—反包器；4—弹簧带；6—外壳；7—正包手指；8—汽缸；  
9 钢丝圈；10—限位器；11—辊子；12—帘布筒；13 成型鼓

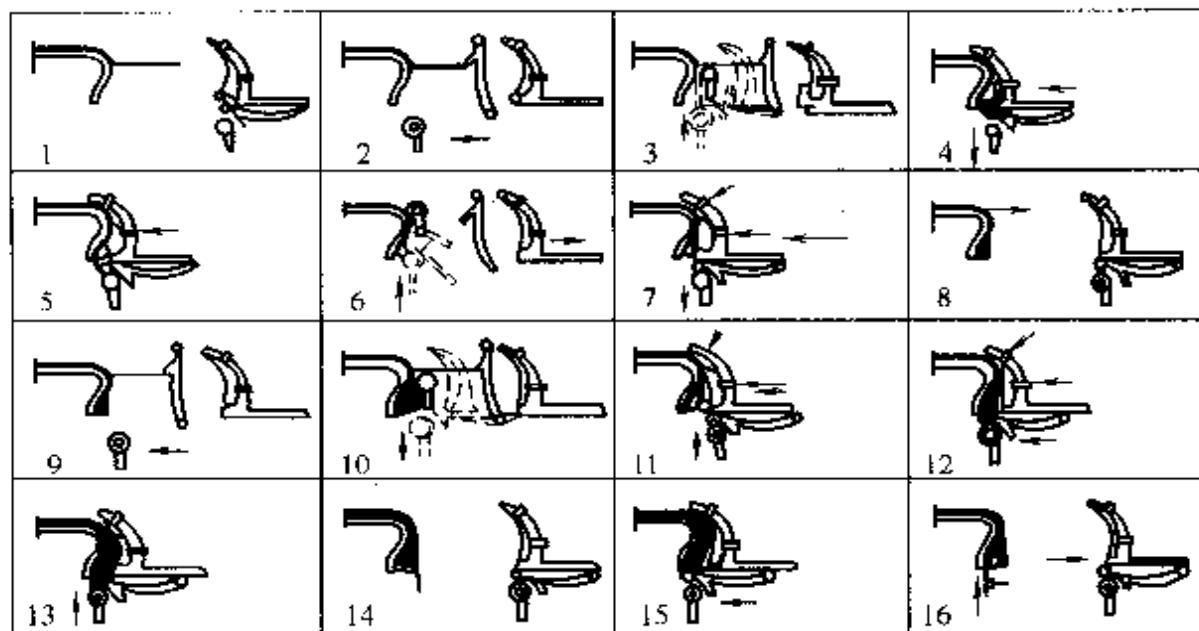


图 2-24 半芯轮式指形包边器操作程序

的同步盘结构及工作原理参见图 2-25。

这种机械包边器的主要缺点是胶囊 1 的工作寿命较短，极易挤

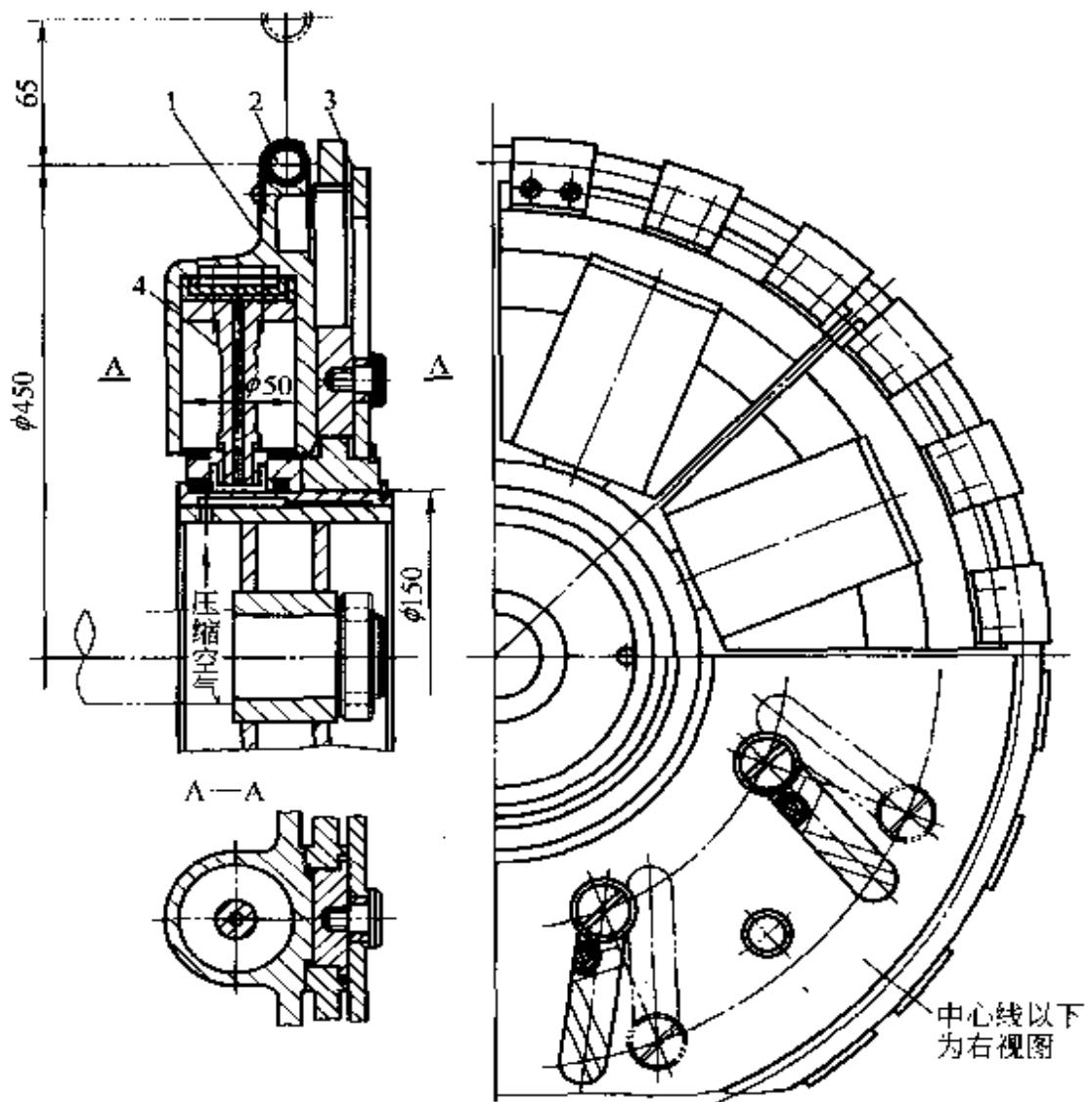


图 2-25 反包器

1—反包器；2—弹簧带；3—同步盘；4—活塞

伤损坏，更换胶囊 1（特别是右侧机械包边器）比较困难。为克服图 2-23 中胶囊 1 容易损坏的缺点，将原来由胶囊、连杆推动反包器改为直接汽缸推动。

反包器 1 由八块扇形块组成，通过活塞 4 向汽缸内进气，使反包器做径向扩张，由同步盘 3 使 8 块扇形块保持同步。同步盘 3 上开有 8 个斜槽，每块扇形块上的圆销穿过斜槽，当扇形块做径向运动时，斜槽限制了扇形块上圆销的运动，迫使同步盘转动，从而与扇形块径向位移保持一致，实现同步运动。扇形块上有径向运动的

导槽，使扇形块只能做径向运动而不能转动。汽缸放气后，弹簧带2迫使反包器收拢。

图2-26是半芯轮式机械包边器另种改进结构，它用环形活塞13推动连杆5、17使反包器弹簧带18径向撑开，代替图2-23中胶囊1的作用，克服了胶囊容易破损的缺点，并取消了扇形块、同步盘等零件，简化了结构。

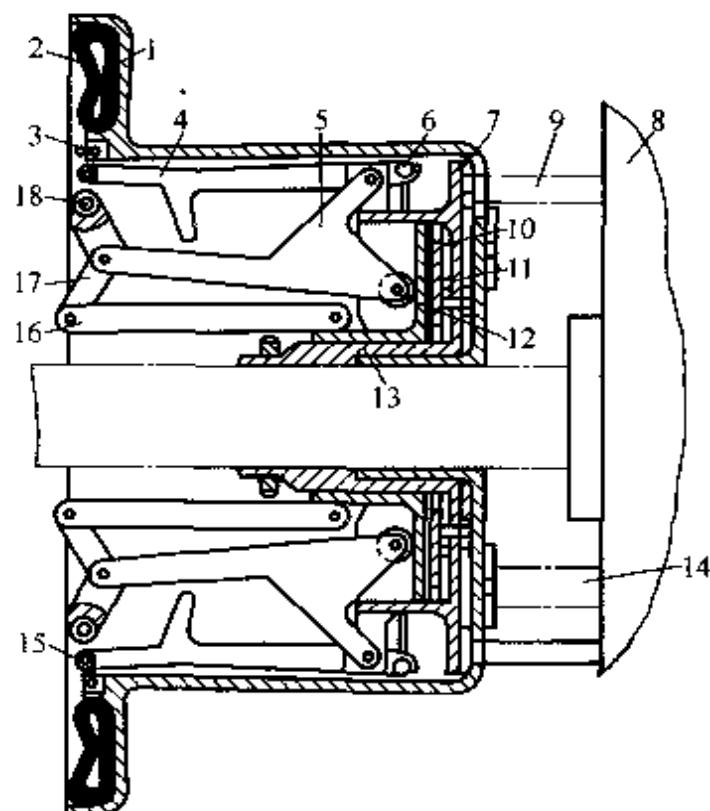


图2-26 半芯轮式指形包边器

1—外壳；2—胶囊；3—钢丝圈；4—正包手指；5,16,17—连杆；6—胶圈；  
7—汽缸；8—机架；9,14—活塞杆；10—密封圈；11—环；  
12,15—辊子；13—环形活塞；18—反包器弹簧带

### 2.4.3 胶囊包边成型机

胶囊包边成型机是当前较先进的一种成型机。它利用胶囊充气膨胀来完成帘布筒的正包程序，参见图2-27。这种正包方法使帘布随着胶囊的膨胀过程而逐渐增大，胎圈部位的帘布不会产生褶

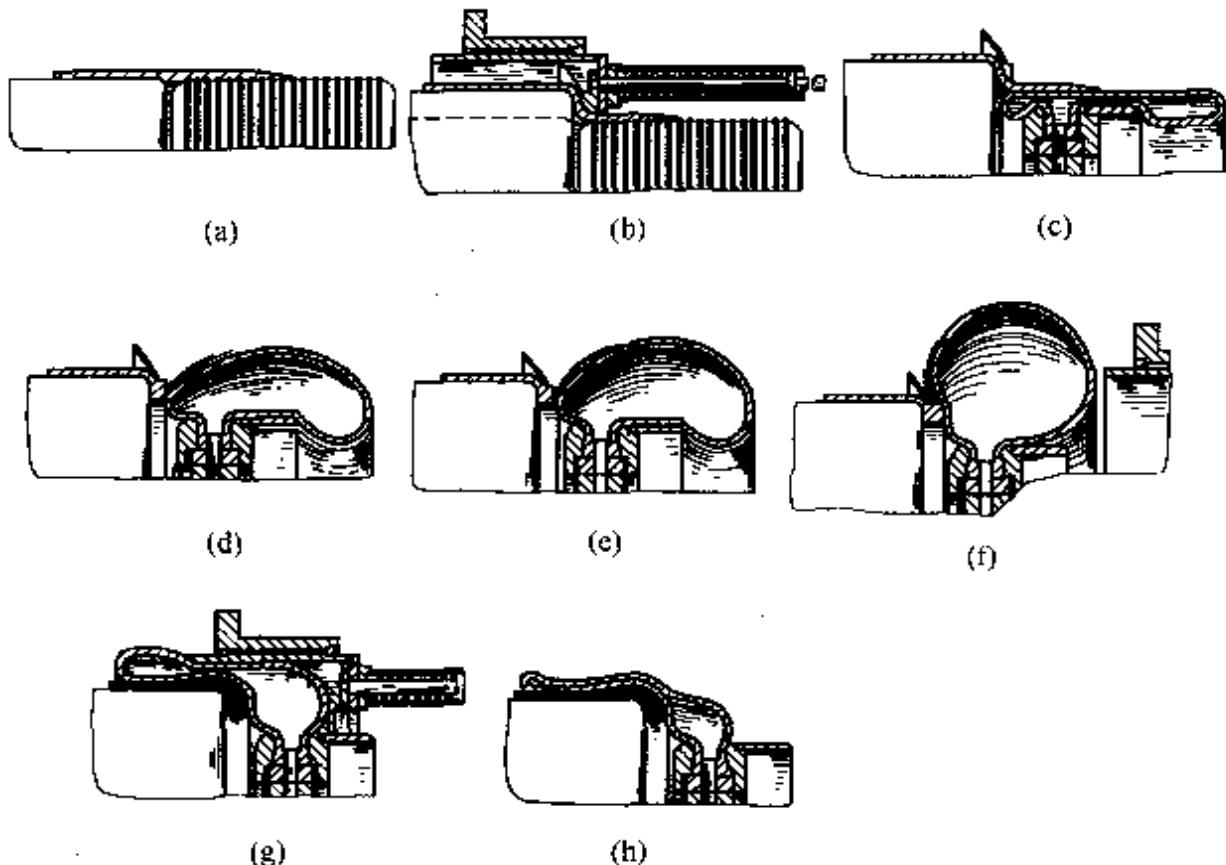


图 2-27 膨胀鼓及胶囊反包器操作程序

- (a) 在成型鼓上套帘布筒(或层贴帘布筒); (b) 成型鼓膨胀完成正包, 扣上钢丝圈;
- (c) 扣圈盘退出; (d), (e), (f) 胶囊反包器充气进行反包; (g) 扣圈盘推胶  
囊反包器, 完成反包; (h) 扣圈盘退出, 反包结束

子, 同时两侧是胶囊反包器, 利用胶囊充气作用, 完成帘布边的翻转、胎圈包卷、压贴等反包过程。

#### 2.4.4 成型设备的维护保养和安全防护

##### 2.4.4.1 设备的维护保养

成型设备是一种多系统多部件的精密组合, 构造复杂, 某一部位出了问题, 便影响整机的运作, 从而直接影响胎坏的质量, 生产效率以及设备的使用寿命。因此必须加强维护保养意识, 使设备经常处于良好的状态, 现以压辊包边成型机为例做如下介绍。

###### (1) 开机前的准备工作

- ① 检查机头螺丝有无松动，拉销是否松动或缺损，中线灯标尺是否对机头中心。
- ② 检查各种按钮开关，脚踏阀动作是否灵敏可靠。
- ③ 检查风压管路系统有无漏风、串风现象，各风缸风压是否符合工艺要求。
- ④ 机头张合是否灵活，定位拉销、风动闸是否可靠完好。
- ⑤ 检查成型棒转动是否轻快，棒身有无弯曲，检查扣圈盘是否对准中心，往返动作是否灵活自如。
- ⑥ 检查下压辊、1号正包、后压辊是否与机头对称，角度是否一致，动作是否准确。
- ⑦ 检查V带、链条松紧要适宜，各紧固联结件应完好、无松脱。
- ⑧ 以下各部位每班加68号机械油一次：成型棒滑杆导轨、后压辊丝杆导杆、线条滑轨、扣圈盘滑道、刹车轴套、下压滚丝杆、机头销轴、1号正包滑道、各滑道轴承。轮胎成型机的润滑规则见表2-9。

表2-9 轮胎成型机的润滑规则

润滑部位	润滑剂	加油量	加油周期
主轴轴承	钠基润滑脂ZN-2	适量	每月1次
减速器、蜗轮箱	中极压齿轮油	适量	每半年清洗换油1次
后压辊滑道、丝杠、光杠、下压辊	机械油N68	适量	每班2次

## (2) 运行中的检查和操作

- ① 检查各电动机声音是否正常，最高温度不得超过70℃。
- ② 各部分轴承温度不得超过70℃，运转声音正常。
- ③ 各传动丝杆有无窜动打滑现象。
- ④ 1号正包弹簧是否好用，上帘布筒时要将棒升高，布筒打褶要立即停机解开褶子后再慢车上布，将之降低后再抽出。
- ⑤ 经常注意机头螺丝有无松动，销子是否窜动。

⑥ 上帘布筒时首先开慢车，当布筒甩开后方可快车引入。

⑦ 使用汽油必须注意不得将油滴在脚踏开关上，以防连电起火，禁止快速张开机头。

⑧ 各紧固件有无松动。

⑨ 维护气路系统的密封性。

(3) 停机后的工作 切断电源、风阀，清除机台上下和周围地面的胶粒、胶浆等杂物灰尘；做好设备运行记录。

#### 2.4.4.2 成型操作的安全防护

成型操作是在成型机头以较快速度旋转下进行的，对安全防护万万不可麻痹大意，特别要做好以下几方面的工作。

① 操作时要穿好工作服，主、副手要互相配合、互相照顾。

② 放入钢圈时不得放满，应留用间隙。

③ 操作时，不可将手放在后压辊上，上胎面时手不准摸胎面。

④ 帘布反包打褶时要停机处理。

⑤ 用成型棒拉帘布筒时手要离成型棒 150mm 以上，如发现帘布筒脱落或钢圈落下要停机处理，帘布筒卷在成型棒上不准开反车。

⑥ 开成型棒时，手不准扶在棒上，当成型棒收回时手不准放在方向盘上。

⑦ 成型鼓折叠、撑开或转动时、不准用手去拉销子或放在成型鼓上，托帘布筒时手掌不准伸进，只能用手指托帘布筒，防止手被卷进。

⑧ 在上 2 号布筒正包压花前不准用手剥离钢圈，上钢丝圈时，主、副手要配合好，遇到帘布边翘起要处理平整好后再操作，严禁一边用手指揪住，一边冒险上钢圈。

⑨ 成型鼓在运转时，严禁用手摸动。

⑩ 递布筒入机头时，要特别注意布筒接头线缠住压辊伤人。

⑪ 禁止开快车上帘布筒和上胎面，上布筒时要缓刹车，成型棒角度要小，待布筒跑正后，再加快速度。

⑫ 装汽油的油箱不得靠近电源开关 500mm 以内。使用汽油必

须轻拿轻放，蘸用汽油时，不要将汽油滴到电气开关上。

⑬ 合机头时严禁开快车，卸胎时要2~3次将机头折叠。发生静电或其他原因引起汽油着火时，要立即切断电源，盖上汽油容器或用二氧化碳等灭火器扑灭。

⑭ 工作完毕后，关好汽油箱盖或将汽油送回指定地点，停机及切断电源，并做好清洁卫生工作。

⑮ 用成型棒上帘布筒时，汽缸进气要缓慢，放气不能过快。

⑯ 不得在高速运转时一次性折叠成型鼓，以防连杆变形。

⑰ 在成型鼓旋转而未贴合有轮胎部件的情况下，不准升起下压辊和1号正包装置，以免碰撞损坏机体。

⑱ 两后压辊辊臂旋转180°处于正包位置时，注意运行情况，以免由于触点不灵故障使工作不到位而造成压辊与成型鼓碰撞。

⑲ 设备运行中主轴或成型棒出现突发性跳功、成型鼓和主轴的零部件有松动现象、电机超载等危及设备和人身安全时，应紧急停车。

#### 2.4.4.3 日检、周检和月检要求

##### (1) 日检要求

- ① 检查主轴轴承有无异常声音和明显温升。
- ② 检查下压辊、后压辊、正包装置工作是否灵活。
- ③ 检查成型棒和扣圈盘的往复运动是否自如。
- ④ 检查各密封部位有无泄漏。

##### (2) 周检要求

- ① 包括日检要求内容。
- ② 检查后压辊传动系统运转是否平稳。
- ③ 检查刹车装置磨损情况。
- ④ 检查成型棒是否弯曲。
- ⑤ 检查接触器、中间继电器和脚踏开关工作是否良好。

##### (3) 月检要求

- ① 包括周检要求内容。
- ② 检查成型鼓折叠是否灵活，轴销有无窜位。

- ③ 检查主机机箱传动装置 V 带的磨损情况。
- ④ 检查各汽缸工作情况是否正常。
- ⑤ 检查各控制元件的执行情况是否准确到位。

#### 2.4.4.4 运行中常见故障和处理方法

轮胎成型机在生产运行中的常见故障和处理方法见表 2-10。

表 2-10 常见故障及其处理方法

故 障	原 因	处 理 方 法
卸胎困难	主轴制动装置有毛病 压缩空气压力低 成型鼓轴销窜位 成型鼓主副连杆活动失灵	检查和修理制动装置 检修气路系统, 将压力升至正常 修理纠正 将主副连杆进行修理
后压辊左右辊臂角度不对称	光杆的左右连接装置发生位移 光杆与左右螺杆的配合销键窜位	调整连接装置 修理和纠正销键
主轴电机超载, 温度高	电机缺相 电机故障 制动汽缸复位弹簧损坏 主轴轴承损坏或缺油 电机轴承损坏或缺油	检查修理控制电路 修理或更换电机 更换弹簧 更换轴承、加油 更换轴承、加油
后压辊机构摆动间隙大, 滚压操作不能压紧、压实及帘布起褶	压辊辊臂铰接点间隙太大 铰链支座与蜗轮轴配合太松 蜗轮副侧间隙太大 蜗杆两端压盖松动 压辊辊臂铰链与蜗轮轴键配合太松 径向、轴向螺杆与螺母间隙过大 径向、轴向运动导轨间隙过大	修理和更换铰链支座 修理和更换铰链支座 更换蜗轮副 紧固压盖 更换铰链或修理轴键连接 更换螺杆或螺母 调整压板减少间隙
后压辊辊臂在 0° 时左右压辊与成型鼓两侧边沿不同位	左右螺杆连接装置位移 左右螺母的螺纹滑扣	调整或更换锥形套 更换螺母
后压辊不工作	螺杆、光杆离合器弹簧压力不足 销键脱落 压板间隙太大	调整弹簧压力 修理、更换销键 调整间隙
左右压辊辊臂在 0° 时与成型鼓边沿一致, 当旋转 180° 处于包边位置时, 压辊与成型鼓的边沿不一致	两后压辊辊轴长短不一 辊臂变形 铰链支座变形	修理两后辊辊轴使轴长一致 校正辊臂 修理铰链支座

## 2.4.4.5 设备检修

### 检修周期和检修内容

(1) 检修周期 机器的检修周期大修 3 年，中修 1 年，小修不定期。

### (2) 检修内容

#### ① 小修内容

- a. 更换主轴制动汽缸密封圈、制动带及弹簧。
- b. 检查或更换成型棒及成型棒汽缸的密封圈。
- c. 检查更换下压辊汽缸密封圈及弹簧。
- d. 检查更换下压辊半螺母。
- e. 检查更换 1 号正包弹簧带。
- f. 检查更换 1 号正包升降汽缸及旁压汽缸的密封圈。
- g. 检查更换内外扣圈盘汽缸密封圈。
- h. 检查更换后压辊汽缸的密封圈及弹簧。
- i. 检查更换后压辊的压辊轴。
- j. 检查更换胎面割刀。
- k. 检查校正后压辊的辊臂。
- l. 检查更换离合器压紧弹簧。

#### ② 中修内容

- a. 包括小修项目。
- b. 检查更换 V 带。
- c. 检查更换成型棒和前后轴承。
- d. 检查更换制动套筒的衬套。
- e. 检查更换成型棒的扇形蜗轮、蜗杆及轴承。
- f. 检查修理后压辊的反包丝杆、衬套、导杆。
- g. 检查更换后压辊的铰链支座、衬套、辊管、轴向丝杆及轴承；调整后压辊的轴向滑道、径向滑道压板的间隙。
- h. 检查和清洗后压辊的转向、轴向、径向变速箱。
- i. 检查更换各传动机构的链条、链轮。
- j. 检查更换扣圈盘衬套。

k. 检查更换阀门、管道（包括快速排气阀）。

l. 全面检修各电控元件。

### ③ 大修内容

a. 包括中修项目。

b. 检查修理更换主轴及两端轴承。

c. 检查更换后压辊蜗轮蜗杆。

d. 检查更换后压辊滑道、燕尾槽压板。

e. 检查更换减速机齿轮及传动链轮。

f. 检查更换汽缸的活塞、活塞杆。

g. 检查更换刹车装置。

h. 检查更换 1 号正包装置燕尾滑道。

i. 检查更换电控柜。

j. 机台重新喷漆。

## 2.5 成型工艺

### 2.5.1 成型方法

外胎成型是在成型机上将胎面、缓冲层、胶帘布、胶帆布、钢圈按照施工标准依次贴合组成外胎胎坯的工艺过程。外胎成型按上布筒操作方法可分为套筒法和层贴法。

#### 2.5.1.1 套筒法成型

预先将两层或两层以上的帘布贴合成帘布筒，然后将其套在成型机头上的成型方法称套筒法成型。操作时工人用手拉棒或用机械成型棒把帘布筒向机头上套，布筒伸张为 5%~10%。这样可在裁断角度不变的情况下，使各层帘布层有不同的伸张率，从而来调整其胎冠帘线角度。这种成型方法，由于使用了多层贴合的帘布筒，可大大简化成型操作过程，提高成型劳动生产率。但劳动强度大，增加生产工序，同时由于使用成型棒，易产生帘布筒局部帘线伸张不匀或发生错位，易使帘布筒放置位置不正等。虽然存在这些缺

点，但是由于设备占地面积较小，且使用多年，工人操作技术熟练，因此，目前我国广泛使用套筒法生产。

套筒法成型特别适用于规格大、层数多、双钢丝圈以上的载重轮胎。成型前，预先将帘布筒、缓冲层布筒分别置于挂架上，钢丝圈安放在内、外扣圈盘上备用，胎面可接成筒状也可直接在机头上贴合接头。

#### 2.5.1.2 层贴法成型

层贴法成型是指胶帘布不必预先制成帘布筒，而是单层胶帘布从专门供布架引出，直接在成型机头贴合的成型方法。该法成型的胎坯帘布几乎没有伸张，不会出现帘布伸张不均匀的现象；不需要制造帘布筒，可以减少工人人数和改善劳动组织；不需套布筒，成型载重轮胎时可明显减轻劳动强度。同时，有专用设备导向对中心，提高了外胎成型质量的稳定性。其缺点是生产多层外胎时，必须使用裁成不同角度的帘布，以便各层胎冠帘线角相同。8层以上帘布层的外胎包胎圈困难，且由于贴合帘布层花费较多时间，致使成型效率下降。贴合法成型机需要专门供布架，设备占地面积较大。虽然存在这些缺点，但近年来，由于高强度帘布的应用，可减少帘布层数，此法可使整个成型过程机械化，所以层贴法成型得到普遍承认，并逐步取代套筒法。国外普遍使用层贴法成型，层贴法特别适用于成型规格小、层数少或单钢圈的轿车轮胎和小型轮胎。

#### 2.5.2 成型工艺的规范操作

为了尽量做到工艺操作规范化，原化工部和中国轮胎协会印发了成型操作动作及要求，即40步操作法，现全文摘录于表2-11。

表 2-11 轮胎成型操作动作及要求（40步操作法）

序号	标 准 动 作	具 体 要 求
1	鼓肩均匀涂胶浆	鼓肩有余胶时必须清理干净
2	上1号帘布筒	成型棒高度不大于30mm(成型棒底部到外手边成型鼓面的距离)，成型棒摆动角度不大于15°(成型棒与成型鼓中心夹角)

续表

序号	标准动作	具体要求
3	校正帘布筒	偏歪值符合工艺规定
4	1号帘布筒正包器正包	做到无褶子、无起鼓、无脱开
5	均匀刷汽油	汽油应挥发干，新帘布少刷，旧帘布多刷
6	扣正1号钢圈	
7	压实钢圈	后压辊105°压钢圈（扣圈盘不退出可以90°压钢圈）
8	钢圈部位均匀刷汽油	
9	扳边	
10	1号帘布筒反包	用三步压合：先190°后退滚底，再175°合并挤压，165°加压反包回原点，确保该部位压实、无气泡、无褶子，边缘差级平实
11	检查	做到“五无”
12	上正2号帘布筒	具体要求成型棒高≤30mm，摆角≤15°
13	下压辊压实2号帘布筒	下压辊必须压到鼓边、无漏压
14	布筒内侧均匀刷汽油	
15	后压辊加压正包	后压辊必须在下压辊滚动到边后才能加压
16	钢圈部位均匀刷汽油	
17	扣2号钢圈	
18	压实钢圈	后压辊105°压钢圈（扣圈盘不退出可以90°压钢圈）
19	钢圈部位均匀刷汽油	
20	扳边	
21	2号帘布筒反包	用后压辊三步压合、压实
22	检查	做到“五无”
23	上正3号帘布筒	成型棒高不大于30mm，摆角不大于15°
24	下压辊压实3号帘布筒	下压辊必须压到鼓边、无漏压
25	布筒内侧均匀刷汽油	
26	后压辊加压正包到180°	压实无气泡、无褶子

续表

序号	标 准 动 作	具 体 要 求
27	均匀刷汽油	上缓冲层部位, 贴子口布部位必须刷汽油
28	检查	做到“五无”
29	贴子口布	贴合高度按施工标准要求贴正
30	上正缓冲	
31	下压辊压实缓冲、后压辊压实子口布, 淋油, 钩离肩鼓	压实, 无气泡、无褶子、无漏压
32	均匀刷汽油	
33	检查	做到“五无”
34	上正胎面	(如机头上贴胎面, 接头压实, 质量必须符合工艺要求)
35	下压辊压实胎面	下压辊压实胎面时, 必须适当挑起胎侧, 滚压到鼓边, 确保压实胎面
36	后压辊加压正包到位	
37	割胎面边	割边高度必须符合工艺规定
38	拉下胶边	
39	贴成型工代号	贴牢, 工号贴在主手挡胎面接头处
40	卸胎, 检查胎胚	按生胎质量标准进行检查

### 2.5.3 子午线轮胎的成型工艺

子午线轮胎的加工精度要求很高, 其带束层又是不能伸张的刚性带, 因此不能用普通斜交轮胎的成型方法进行成型。为了保证成型操作中各部件贴合位置的准确, 又能使带束层在基本达到轮胎成品尺寸的情况下进行层贴, 发展了子午线轮胎的专用成型设备。

子午线轮胎的成型基本上分为两类, 即一次法成型和二次法成型。

#### 2.5.3.1 二次法成型

子午线轮胎二次法的第一段成型与斜交胎成型类似, 可以利用斜交轮胎的成型机, 通常采用机械折叠机头。但在供料过程中要避

免帘布、布条和胶条被拉伸变形，各部件必须准确定位，胎体帘布层的帘线密度要均匀，可采用指形正包和胶囊反包机械，以保证帘布包边不产生褶子，质量好。如用布筒正包装置容易引起帘线变形歪斜，不宜使用。

第二段成型的设计原理考虑到带束层不能伸张的情况，把第一段成型好的胎坯膨胀至接近成品的尺寸，然后上带束层和胎面胶。因此成型机头可采用金属膨胀鼓（无胶囊成型鼓）、胶囊膨胀鼓或带有骨架材料加强的胶囊膨胀鼓。对于乘用车轮胎，甚至可以根本不用膨胀鼓，第一段成型好的胎坯在胎圈两边卡紧，直接膨胀后即上带束层等部件。无胶囊成型鼓，适用于小轿车胎的成型。带骨架的胶囊效果比较理想，它不容易歪斜。因此，胎体的定型尺寸比较准确，也不必像纯胶囊或无胶囊那样需配置卡盘来控制定型直径，而且使用寿命长。在第二段成型机上上带束层和胎面也有两种方法。用金属膨胀机头时，需直接把带束层和胎面在定型后的胎体冠部分别贴上；另一方法是将带束层和胎面在专用的贴合鼓上贴合，由传递环将胎面-带束层组合件传送到已定型的胎体上进行贴合，并将胎冠和胎侧滚压。

子午线轮胎的带束层由过渡带束层和带束层组成，过渡带束层裁断角度为 $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ ，带束层帘布的裁断角度约为 $75^{\circ}$ 左右。因为带束层的刚性大，其角度和形状都不易变化，因此在专用的贴合鼓上贴合带束层和胎面有利于提高生产率，所以目前用骨架胶囊鼓成型机并配以贴合鼓的二段成型机应用最为广泛。

二次法成型要把胎体从第一段成型机上卸下，经搬运装到第二段成型机上，在搬运和装卸过程中胎体（胎坯）容易变形和歪扭，对成型质量和生产率有很大影响。要求对胎体定型尺寸必须严格控制，否则将会影响到硫化前必须控制的尺寸。此外，胎体定型后要求帘线分布均匀，胎面、带束层、胎侧等贴合时必须对称，不然就会导致轮胎的平衡性和均匀性下降。

二次法成型对胎坯质量的影响因素很多，因此在提高成型加工精度和改进工艺操作方面做出了很多改进。但二次法成型有其根本

的缺点，即是胎体在第一段成型机的半鼓式折叠机头上进行帘布正包时，胎圈部位的帘布容易出现皱褶，密度增加，使钢丝圈很难与帘布压实。特别是由于钢丝胎体帘布层刚性大，正包更为困难。胎体胎坯在第二段成型机的胶囊鼓进行定型时，又使原来在半鼓式机头鼓肩部位弯曲的钢丝帘布再度发生弯曲，这样就容易出现脱空、胎圈变位等问题。近10年来，随着钢丝子午线轮胎的迅速发展，特别是无内胎子午线轮胎的出现，要求成型精度更高。各厂家致力于提高成型的质量、简化工序以及提高效率，因而有转为采用一次法成型的趋势。尽管一次法成型机构复杂，设备价格昂贵，但采用此法的轮胎厂仍在增加。

子午线轮胎的胎体层帘线角度呈 $0^{\circ}$ ，帘线容易被拉伸变形，因此不能采用套筒法。而且胎体帘布层帘线之间仅靠橡胶结合，帘布一经拉伸就会引起密度的变化。子午线轮胎胎体帘线密度分布不均，会影响其径向和侧向均匀性。此时汽车在高速下行驶会产生震动，导致胎面周向磨耗不均，驾驶容易产生疲劳等问题。纤维帘线做胎体层的子午线轮胎需要多层帘布贴合而成，应该采用层贴法。其供布架装置要使帘布能够很容易滑动，不必拉伸便送到成型机头上。钢丝胎体子午线轮胎只用一层帘布，可采用贴合鼓贴合，然后用真空吸附罩吸附送至成型鼓，并进行准确的机械定位，胎体帘布层定位后，用正包装置进行正包，然后上钢丝圈和胶芯组合件，再用机械式或压辊反包器进行反包操作。但无论正包或反包操作，都必须注意尽量避免出现褶子，因为褶子严重会引起胎圈部位早期脱空。二次法成型一般容易出现褶子，其中半芯式成型鼓因为肩鼓曲线深，褶子较多；半鼓式成型鼓褶子较少。反包压实后，即可上钢丝加强层及子口护胶，并压实。但要注意胎体反包及钢丝加强层和子口护胶端部必须按工艺标准错开，不能重叠一起，以免形成突然过渡点，影响轮胎的使用寿命。

在第一段成型鼓上，把中间胶和肩垫贴好。贴合时必须按指示灯标线贴正，不能拉伸，以免引起厚薄不均，也不能贴歪贴斜。任何不符合施工标准的要求都会影响轮胎的质量。

帘布要放正，使反包的帘布两边高低一致。子午线轮胎的胎侧变形很敏感，因此上钢丝圈要摆正，胶芯高度要一致，上胎侧时不能拉伸，并且两侧的接头错开 $180^{\circ}$ ，贴下垫胶时按照施工表的标准放好，亦不能拉伸。胶片的接头应有一斜度，约 $45^{\circ}$ 进行对接。所有这些要求都是为了防止由于产生厚薄不均或歪斜而使胎侧两边变形不一致，引起胎肩偏磨或胎面磨耗不均以及使轮胎的平衡性和均匀性变差等弊病。

上述部件贴好后即完成了第一段成型操作，然后把机头折叠，卸下胎坯，小心地运送到第二段成型鼓上。运送胎坯时不能拉伸、扭曲，防止因轮胎变形而影响帘线的密度。

第二段成型操作开始时，先把胎坯套于膨胀机头，然后将胎圈卡盘卡紧，收缩机头并充入 $78\text{kPa}$ 以下压缩空气使其膨胀定型。与此同时，另一操作人员在带束层贴合鼓上将带束层贴合成套。载重汽车轮胎一般有 $3\sim 4$ 层带束层，若第一层为过渡层，裁断角度为 $30^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 。由于帘线角度大，极易受拉伸产生变形，使帘线密度变稀、宽度变窄，从而影响轮胎的径向均匀度，并且引起磨胎肩及径向变形大。其他带束层裁断角度一般为 $70^{\circ}\sim 75^{\circ}$ ，贴合时要保证差级的位置和对中心，防止偏歪。各层接头必须错开 $1/3$ 圆周分布，尽量使轮胎材料分布比较均匀。带束层贴合完成后，利用传递环把带束层套筒送到第二段成型鼓上已定型好的胎坯中，采用机械装置定位，使其固定在准确的位置上。这时把胶囊气压加大到 $78.4\sim 98\text{kPa}$ ，使带束层在胎体上固定下来。用侧压辊把带束层压实，再上胎面，压实后把胎侧翻上包到胎肩部，用侧压辊压实，即完成整个成型过程。

胎面也有在带束层贴合鼓上贴合的，这样第二段成型操作更为简单，效率更高。但无论采用任何一种方法上胎面胶，都应严格控制其规格及质量。因为胎面胶所占的质量份大，过长或过短、接头不匀称都会使轮胎质量不符合标准，使用性能上产生径向均匀性差、行驶振动大、胎面磨耗呈波浪形以及操纵性不良等缺点。

当胎坯第二段成型完成后，卸胎时，要在放出胶囊鼓气压的同

时把两边子口拉开，此时要在胶囊与胎里之间补入空气，避免出现真空，使胎冠变形。卸胎后，应把胎坯放在专用存放架上，送往硫化车间准备硫化。

### 2.5.3.2 一次法成型

子午线轮胎一次法成型的特点是在成型鼓上一次完成轮胎的成型，取消了帘布正包工序。目前国际上以采用一次法成型比较多，因为一次法在成型质量方面比二次法好，特别用于全钢丝子午线轮胎更为合适。

目前国际上的—次法成型机有两种类型。一种是采用胶囊膨胀机头，如意大利皮列里公司的 TRG/A 型钢丝子午线载重胎一次法成型机，胶囊式的成型鼓在鼓上把油皮胶、胎体层帘布、子口胶、钢丝圈及胎侧贴合成型，然后膨胀。同时在另一个贴合鼓上把带束层、带束层垫胶及胎面贴好后移至已膨胀的胶囊鼓上贴合、压实。另一种是金属鼓膨胀机头，代表性的产品为法国泽朗加齐公司的 PLM 型钢丝子午线载重胎一次法成型机，金属鼓膨胀机头是先在贴合鼓上把油皮胶、胎体帘、胎侧、子口胶等部件贴合好，然后移至金属鼓上钢丝圈，经膨胀后再贴带束层、带束层垫胶和胎面。这两种成型机实现一次成型的原理虽然相同，但操作步骤不同。主要特点是胶囊膨胀机头比较软，上带束层采用套筒法；而金属膨胀机头比较硬，不易变形，上带束层采用层贴法，这两种方法具体操作要点如下。

(1) 意大利 TRG/A 成型机的操作 如图 2-28 所示，胎体在胶囊成型鼓上成型并定型，带束层和胎面在贴合鼓上贴合，然后由传递环送至成型鼓上。胶囊成型鼓由五个胶囊组成，主胶囊为带骨架材料的胶囊，两侧为反包胶囊，在主胶囊与反包胶囊之间有两个锁紧钢丝圈的环形胶囊。当环形胶囊充气时，肩形块径向扩张直至锁紧钢丝圈。

在胶囊成型鼓上贴部件的次序是，先在成型鼓上贴上两边子口护胶，然后在子口护胶外侧贴胎侧胶，按照施工标准与子口胶搭接小部分，再贴子口钢丝加强层和过渡胶条。在两子口护胶间按次序

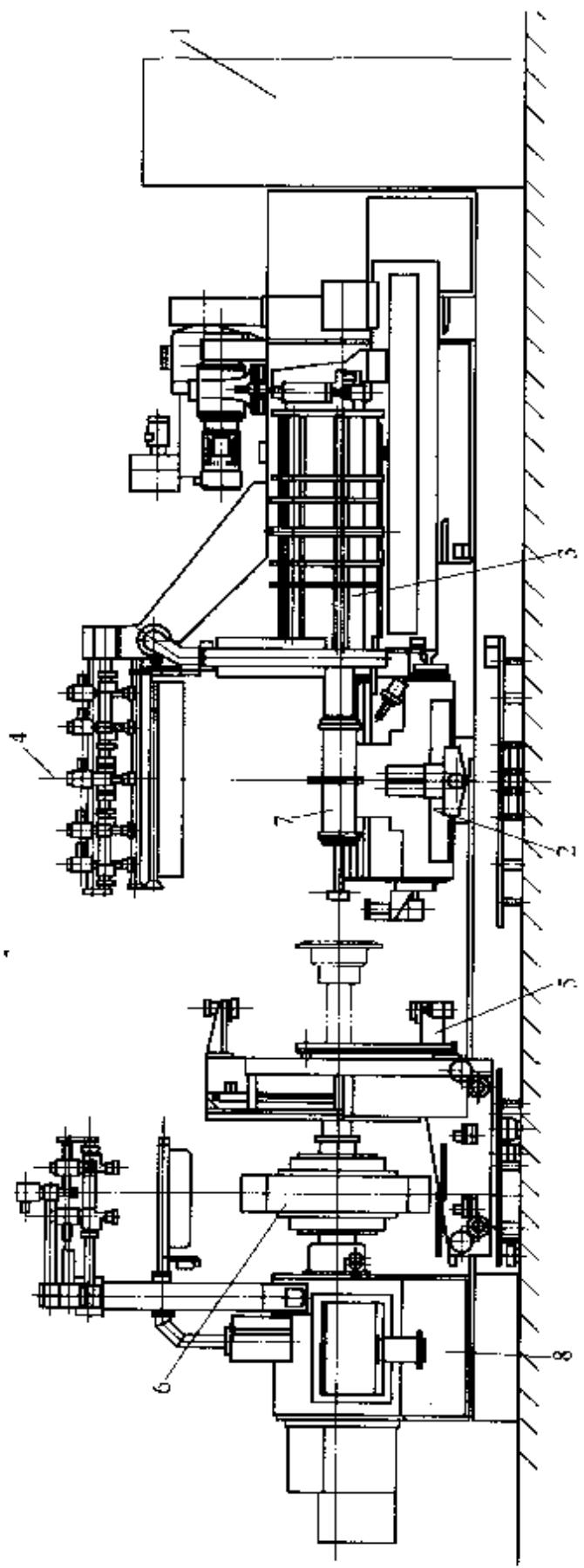


图 2-28 TRG/A 子午胎一次法成型机  
1—机箱；2—后压辊装置；3—胎侧及垫肩胶供料架；4—光线指示灯；5—传运环；  
6—带束层贴合鼓；7—成型鼓；8—粘合鼓机架

上油皮胶、胎体帘布层、中间胶以及下肩垫胶条。各部件经压实后，利用扣圈装置动作使钢丝圈就位，环形胶囊充气使钢丝圈定位锁紧，主胶囊充气使胎体定型。

在成型鼓的一侧，安装有带束层贴合鼓和传递环装置。先把带束层按照施工标准一层层贴好，然后把胎面贴上，利用传递环把带束层和胎面组合件送至胎体。贴合鼓可以收缩，布套被吸附在传递环上，通过导轨送入胎体中。由于传递环的移动采用机械定位装置，能保证准确对正中心。退出传递环后，用侧压辊把胎面与带束层压实。这时利用胶囊反包器进行反包操作，把胎体帘布反包部分包上钢丝圈，胎侧胶同时翻上包于胎肩部，再用侧压辊从胎圈压至胎冠。滚压过程中，压力能自动调节，胎圈到胎肩部滚压压力较低，而在胎冠部压力增加。滚压完毕后轮胎成型过程即结束，便可放气，同时拉开胶囊取出胎坯，存放在专用胎坯存放架上。

此外，由于 TRG/A 成型机制造带束层是采用能收缩的金属成型鼓。为了保证带束层的准确尺寸，要经常检查金属成型鼓的直径以及传递环是否使送入的带束层对准胎体中心线，否则将影响轮胎的质量及均匀性。

(2) 法国 PLM 一次法成型机成型操作 PLM 成型机采用弹簧片反包机构的金属成型鼓。胎体部件在贴合鼓上贴合，然后由传递环将帘布筒送至金属成型鼓上，由钢丝圈送入机构，把胎圈推入胎体定位后，胎体进行定型，在胎冠部贴带束层及胎面。

金属成型鼓的结构是，其鼓面是由 40 块波纹状铸铝肩形块组成，肩形块由连杆支承。当带有左右螺纹的中心螺杆转动时使之撑开或闭合。金属成型鼓表面套有一胶套加以保护。金属成型鼓两侧各有一组环形汽缸（用作推动胎圈定位器）和一组弹簧钢片，从而使钢丝圈定位、锁紧，并进行金属成型鼓伸张和反包。由于金属成型鼓伸展后的形状准确，并且冠部平坦，可以直接贴带束层和胎面，而仍能保持尺寸的准确度，这点对于胶囊成型鼓来说是难以达到的。

成型的操作步骤是，先在贴合鼓上胎圈护胶、胎侧胶、胎圈钢

丝加强层、油皮胶（隔离胶、衬胶等）、钢丝胎体帘布胶、中间胶片及下肩垫胶条。在贴合鼓上贴好带有胎侧胶的帘布筒后，把传递环移至贴合鼓上，使传递环上小胶囊充气，这时四块针板夹持帘布筒，并有小胶囊起真空吸附作用。贴合鼓径向收缩离开帘布筒，由传递环夹持把帘布筒移至金属鼓上定位。传递环退出成型鼓复位，同时使成型机后尾座前移，顶住成型鼓轴端。金属成型鼓做第一次少许膨胀，胎圈定位器把胎圈套入帘布筒定位锁紧，此时要注意钢线圈是否上正。随后成型鼓继续撑开，使两侧胎圈间距缩小而胎体直径增大，钢丝圈锁紧力进一步增加，胎圈部位的帘布不能移动，最后完成胎体的定型过程。

胎体定型尺寸准确，冠部比较平坦，因此可直接从机后供布架和导向装置把带束层一层层自动错开位置，并进行贴合。经过定长的胎面放在机鼓前面胎面装置中，由它送入成型鼓进行贴合，并用侧压辊把胎面压合，最后利用弹簧钢片反包机构的动作使胎体帘布层及胎侧反包到定型的胎体上。

PLM 一次法成型机可成型多种规格的钢丝子午线轮胎，也可以成型无内胎钢丝子午线轮胎。整机配备有微型电子计算机，可输入动作程序以控制各操作步骤自动进行。

#### 2.5.3.3 子午线轮胎成型工艺要点

子午线轮胎是一种使用性能良好的轮胎，但由于它在结构上的特点，对质量的要求更高。要制作好子午胎，除了工艺设备配套、轮胎结构设计合理、胶料性能优良外，工艺的因素占很重要的位置，或者说，它是决定轮胎质量好坏的主要因素。因此要求子午胎的每一个工序都必须严格按照技术标准施工。成型工艺是最至关紧要的。为了保证轮胎的质量，成型中除了要做到除了斜交胎的一般要求外，还必须注意以下几方面的操作。

① 上任何部件都不能拉伸。胎体帘布层帘线呈 90°排列，带束层过渡层一般为 30°~35°。拉伸时，很容易产生稀密不均现象。其他胶料的拉伸也会使部件尺寸产生波动，导致轮胎径向和侧向均匀性差。

② 所有部件的贴合必须对中心，两边对称。贴合操作中如果把部件贴偏或歪斜，特别是胎体帘布不对称时会造成反包高度不一致影响轮胎的操纵性及使用寿命。带束层或胎面贴不正会引起偏磨及操纵性不良。

③ 为了使轮胎平衡性和均匀性好，各部件的接头处要错开位置，均匀分布。此外，胎面胶、胎侧胶和其他部位的接头应呈 $45^{\circ}$ 对接，保证接头的强度及匀称。

④ 成型操作过程中应尽量不刷汽油。对于裁断角度大的帘布胎体层的帘布和带束层的过渡层，刷汽油后容易使帘线间开裂，影响轮胎质量。为了能在成型中不刷汽油，帘布或其他半成品部件应采用塑料薄膜或塑料垫布隔离，以保持胶料表面的新鲜程度。

## 2.6 轮胎成型工艺要求和常见质量问题

### 2.6.1 成型工艺要求

成型工艺中出现的质量缺陷主要是因操作不当造成的，推行五正、五无、一牢操作法，目的是严格按成型工艺条件要求，保证成型质量。

(1) 五正 是指帘布筒、缓冲层、胎面胶、钢圈和胎圈包布五大部分要摆正。不对称不但会影响轮胎的均匀性，而且造成局部应力增大而损坏。

① 帘布筒要上正，不然会出现反包一边超高、一边超低，从而使屈挠点一边上移，增加肩部变形生热，产生胎肩脱空；另一边下移，使胎圈上部过渡部位增大，生热增加，造成该部位帘布脱层、帘布折断。帘布筒上歪还会造成帘布差级集中，影响帘布层的应力分布，加速轮胎的损坏。

② 缓冲层要上正。缓冲层处于胎面与帘布层之间，它是轮胎受力最大与生热最高的部位，若缓冲层歪斜，将导致轮胎在行驶中

应力集中，产生肩部脱空爆破损坏。

③ 胎面胶要上正，不然会造成材料分布不均匀（肩部厚度不均匀），在使用中局部生热大，易出现肩空肩裂，同时由于受力不均匀导致磨耗不一致，造成轮胎早期损坏。

④ 钢圈要上正，不然会造成品钢圈上抽，从而影响轮胎在轮辋上的固着，影响胎圈的受力分布，造成轮胎的早期损坏。

⑤ 胎圈包布要上正。胎圈包布直接与轮辋接触，若不上正，影响外胎与轮辋的紧密固定，行驶时容易造成外胎脱出。

(2) 五无 是指无气泡、无褶子、无杂质、无断线和无掉胶。

① 胎坯内部要求无气泡。如果某部位有气泡，该处就产生隔离，在轮胎行驶中气泡内空气受热膨胀，使胎体帘布间脱层导致早期损坏。

② 帘布筒要求无褶子，不然会使帘布局部增厚、帘线密度增大，同时会使胎圈包固不紧造成胎圈宽度大，影响胎圈压缩系数，硫化时容易产生子口出边等问题。

③ 杂质的存在会产生脱层，影响黏合力和胎体强度。

④ 断线使胎体的强度下降。

⑤ 掉胶影响布层间的黏合力及均匀性。

(3) 一牢 是指各部件贴合要层层牢固。不然会降低部位间的结合，出现脱空等现象，导致轮胎早期损坏。

## 2.6.2 成型风压

成型使用风压要求不低于 0.392MPa，不高于 0.588MPa。成型风压过小，会使帘布层压不实，各层间空气赶不出去；但风压过高，则会将帘线压扁、压坏，降低胎体帘布层强度。

## 2.6.3 胎面接头工艺

胎面接头时要注意，胎面胶过短过长均不能使用。过短，即使经拉扯后接头搭上了，但接头处胶料存在拉应力，造成轮胎胎侧裂口；过长，则接头处胶料过多，容易造成成品内鼓。

## 2.6.4 成型工艺质量缺陷及改进措施

成型时半成品部件有下列缺陷，必须予以修理。

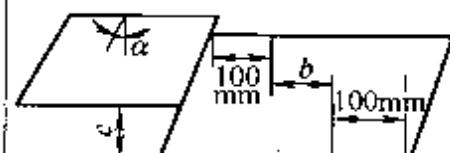
- ① 各部件之间有气泡，必须刺破压实。
- ② 胎圈隆起，必须刺透，放尽气泡。
- ③ 胎圈包布偏歪超过公差范围者，必须起开重上；包布破损者，也必须起开，局部另换包布。
- ④ 胎圈包布翘起，必须按平压实，打褶必须起开按平。
- ⑤ 胎圈包布掉胶，必须涂刷胶浆。
- ⑥ 胎面边处没有压实翘起，必须粘牢压实。
- ⑦ 胎面接头张嘴，必须粘牢压实，缺胶处应补贴胶片。
- ⑧ 上胎面前，缓冲层布筒上歪，必须起开调正，胎面上歪必须起开重上。
- ⑨ 钢圈上歪必须起开重上。
- ⑩ 胎里油皮胶掉胶进必须补贴同种胶片。

## 2.7 成型工艺的半成品的检验

具体要求可参照原化工部橡胶司及中国轮胎工业协会印发的“轮胎工艺技术若干规定（检验方法）”，即工艺 56 项要求执行。“外胎成型工艺技术检验方法”部分摘录于表 2-12。

表 2-12 外胎成型工艺技术检验方法

项 款	工 艺 技 术 规 定	测 量 工 具	检 测 数	检 测 方 法
24 49	帘布裁断公差：宽度 500mm 以下 $\pm 3\text{mm}$ ；501~1500mm 之间 $\pm 5\text{mm}$ ；1501mm 以上 $\pm 8\text{mm}$	卷尺	任意抽取 2 卷，每卷检测 10 张，共 20 张	将布平放在检测台上，按图所示在 $b$ 范围内任意测量宽度，每张布测量 1 次



续表

项 款	工艺技术规定	测量工具	检测数	检测方法
24 50	大头小尾 4mm;接头出角 3mm	卷尺	任意抽取 2 卷, 每卷检测 10 张, 共 20 张	大头小尾, 将布平放在检测台上, 按上条图所示, 在两边 100mm 范围内附近点各测量宽度 1 次, 以 2 点宽度差计接头出角; 测量 c 长度
51	裁断角度 $\pm 0.5^\circ$	量角器	5 张	在帘布中间部位用量角器测量角一次, 按上条图所示
52	缓冲层压线 1~2 根, 内外层压线 1~3 根		任取 20 个接头	目测, 手摸, 必要时断开压线处实测
53	贴胶公差: 胶片厚度 $\pm 0.05\text{mm}$	千分表	两种规格各 1 卷共 10 个点	随机抽取测量(胶片厚度 = 总厚度 - 帘布厚度)
25 54	胶片宽度 $\pm 5\text{mm}$	卷尺	两种规格各 1 卷共 10 个点	随机抽取测量(每卷 2 头各除去 1 张胶布, 连续测 5 张, 每张测 1 点)
55	贴胶偏歪值 $< 20\text{mm}$	卷尺	两种规格各 1 卷共 10 个点	随机抽取, 对称两边测量
26 56	缓冲胶片压延: 厚度公差 $\pm 0.05\text{mm}$ ; 宽度公差 $\pm 5\text{mm}$	卷尺	5 卷	随机抽取测量(每卷各测 1 个点)
57	停放时间 2~48h	记录		实测、查记录或标记
58	胶卷内温度 45°C	针状点温计	5 小卷	随机抽取测量胶卷内温度(针头平插胶上)
59	钢丝圈成型: 钢丝进入挤出机前, 表面基本无油污、铁锈、水迹	白纸	1 次	随机抽查, 用白纸轻轻接触 15s 后目测
27 60	卷成盘周长公差: $\phi 21\text{in}$ 以下 $\pm 1\text{mm}$ ; $\phi 24\text{in}$ 以上 $\pm 2\text{mm}$	卷尺	5 个盘	随机抽取测量(以卷尺绕 1 周)
61	钢丝带单层宽度公差: 6 股以上 $\pm 0.5\text{mm}$ ; 5 股以下 $\pm 0.4\text{mm}$	卡尺	5 个钢丝圈	随机抽取测量(避开接头)

续表

项 款	工艺技术规定	测量工具	检测数	检测方法
27 62	钢丝带单层宽度公差;6股以上±0.5mm;5股以下±0.4mm	卡尺	5个钢丝圈	随机抽取测量(避开接头)
63	钢丝圈总宽度公差: 6排及其以上的±0.7mm;5排及其以下的±0.5mm	卡尺	5个钢丝圈	随机抽取测量
28 64	填充胶条接头不脱开、不缺空、不翘起,包布压实、压平,差级均匀、宽窄相差不大于4mm	卷尺,目测	10个钢丝圈	随机抽取测量包布宽窄差值, 同时抽查其他项
65	钢丝圈不得产生钢丝硬弯、露铜、掉胶(露铜丝者允许涂胶浆修整)	目测	5个钢丝圈	钢丝圈包布前随机抽查
29 66	贴合,成型温度:必须保持在18℃以上,并且空气流畅(包括胶帘布和胎面存放)	玻璃温度计	1次	实测
30 67	胎面接头质量要求: 接头必须压实,无脱开 张口现象,必须均匀刷毛或涂胶浆或贴塑料薄膜,接头平整,冠部凸出高度及中心线偏差值不大于3mm	卡尺,卷尺	10条	随机抽取测量
68	胎面接头后存放条件:接头后的胎面筒存放时间不超过4h	目测	1次	随机抽取测量
31 69	胎面筒7.50—20以下的垛高不超过8条; 7.50—20及其以上的垛高不超过6条; 10.00—20及其以上的垛高不超过4条	目测	3台车	随机抽取测量

续表

项 款	工 艺 技 术 规 定	测 量 工 具	检 测 数	检 测 方 法
32 70	帘布筒贴合偏差值： 单层偏差差级 5mm 以 下的不大于 3mm; 5~ 30mm 的不大于 6mm; 超过 30mm 的不大 于 10mm	卷尺	10 个布筒 20 个点	随机抽取测量(每个布筒对称 测量两点); 偏差一宽一窄
33 71	贴合布筒长度公差 (其长度按机头直径): $\phi 600\text{mm}$ 以下的 $\pm \frac{3}{10}\text{mm}$ ; $\phi 600\sim 700\text{mm}$ 之间的 $\pm \frac{6}{15}\text{mm}$ ; $\phi 700\sim 1000\text{mm}$ 之间的 $\pm \frac{15}{20}\text{mm}$ ; $\phi 1000\text{mm}$ 以上的 $\pm \frac{25}{35}\text{mm}$	卷尺	10 个布筒 10 个点(至 少 3 种布筒)	随机抽取测量布筒(沿布筒向 中心线位置分三段连续测量周 长)
34 72	帘布筒表面质量要 求: 达到七无, 无气泡、 无脱层、无掉胶、无褶 子、无杂物、无劈缝、无 弯曲	目测	10 个布筒	随机抽查, 其中弯曲不超过 一根帘线
35 73	帘布贴合压线和出 角要求: 缓冲层压线 1~2 根, 内、外层压线 1~3 根, 贴油皮胶的 帘布接头压线允许 1~ 5 根, 均不得缺线	目测	20 个接头	随机抽查(每个布筒查两个接 头)
74	接头出角不大于 3mm	卷尺	10 个布筒 20 个点	随机抽查(每个布筒查两个接 头)
36 75	成型机风压; 成型机 使 用 风 压 不 低 于 0.392MPa	目测; 风压表	5 台车	随机抽查

续表

项 款	工艺技术规定	测量工具	检测数	检测方法
76	成型机头质量要求：断面 9.00 及其以下规格，宽度公差 $\pm 1\text{mm}$ ，周长公差 $-3 \sim +7\text{mm}$ ；9.00~18.00 规格，宽度公差 $\pm 2\text{mm}$ ，周长公差 $-4 \sim +10\text{mm}$ ；18.00 以上规格，宽度公差 $\pm 3\text{mm}$ ，周长公差 $-5 \sim +12\text{mm}$	卷尺，卡尺	5 台成型机(至少 3 种规格成型机)	随机抽查、测量
37	鼓面和鼓肩张口不大于 5mm，鼓肩上、下、左、右错位不大于 3mm，盖板翘起不大于 3mm	卷尺，卡尺	5 台成型机(至少 3 种规格成型机)	随机测量
77	成型鼓椭圆度：机头直径 800mm 以下的不大于 2mm，800mm 及其以上的不大于 3mm，鼓面鼓肩不松动	卷尺，卡尺	5 台成型机(至少 3 种规格成型机)	随机测量
38 78	扣圈盘质量要求：扣圈盘和主轴间隙不大于 0.25mm(一边测量不大于 0.5mm)，周长公差 1.5mm	卡尺，卷尺，塞尺	5 台机(包括里外扣圈盘)	随机测量
79	成型质量要求：10.00~20 及其以下规格，帘布层偏歪不大于 10mm；10.00~20 以上规格不大于 15mm；14.00~24 以上规格不大于 20mm	卷尺	至少 3 种以上规格，10 个布筒共 30 个点	随机抽取布筒等距离 3 点，在布筒上对称测量反包高度，算其差
39 80	两钢圈间错位不大于 2mm	T 形尺	5 条胎(至少 3 个机台)	在帘布正包前测量
81	工艺技术规定：胎面与缓冲层偏歪值一律不大于 8mm	卷尺	各 5 条(至少 3 个机台)，每条 3 点	以宽缓冲层为准，在机台上量，胎面偏歪值量胎坯

续表

项 款	工艺技术规定	测量工具	检测数	检测方法
40 82	钢圈离鼓肩时间：钢圈在成型中必须在上完正包层以后，才允许脱离鼓肩	目测	5条(5个机台)	随机抽查
41 83	成型中要求：必须做到五无、无断线、无气泡、无褶子、无掉胶、无杂物	目测	5条(5个机台)	随机抽查
42 84	缓冲层表面要求：缓冲层胶片与帘布保持表面新鲜清洁，无喷霜	目测	至少3种以上规格每个规格为5条	随机抽查
43 85	剖边高度：9.00~20及其以下规格25mm以下；9.00~20以上规格30mm以下	卷尺	5条	随机抽取成型后的胎坯每个胎两侧边各测一点(测量胎圈到胎面边缘的距离)，卷尺零端卡住胎圈
44 86	断面分析：按国家标准规定取例检查，逐条进行断面分析，其标准公差按化工部“汽车轮胎断面分析考核办法通知”要求执行			抽查断面分析原始记录

## 思 考 题

1. 胎面的结构形式有哪些？
2. 写出胎面挤出工艺流程。
3. 胶料热炼的目的是什么？分哪二步？
4. 成型有哪些？各有哪些特点？

5. 普通轮胎成型机是由哪几大部件组成的？
6. 成型鼓有几种类型？试述各类型鼓的优缺点。
7. 简述轮胎成型操作步骤。
8. 简述“五正、五无、一牢”意义。
9. 成型常见质量问题有哪些？

# 第3章 轮胎的硫化

## 3.1 轮胎硫化设备

轮胎的硫化设备有定型硫化机、罐式硫化机（立式硫化罐）、个体硫化机等。

### 3.1.1 定型硫化机

双模定型硫化机由于具有简化工艺操作（如装胎、定型、硫化、拔胎、后充气等操作都在同一机台自动完成）、减轻劳动强度、产品质量稳定等优点，自 20 世纪 80 年代以来，已渐渐被国内轮胎生产企业大量使用，成为轮胎硫化的主要设备之一。与硫化罐相比较，定型硫化机具有能耗低、传热快、硫化效率高等优点。硫化机按其中心机构的不同可分为 A 型、B 型、AB 型及 C 型。这里简要介绍目前广泛应用的 A 型机和 B 型机，详细的内容请参见本套丛书的《橡胶硫化》中硫化设备的相关章节。

#### 3.1.1.1 A 型硫化机

A 型硫化机的胶囊在开模时通过推顶器向下推顶，使胶囊贮存在囊筒中，并借助推顶器的夹具板卸胎和揭胎。这种硫化机结构简单，没有复杂的中心机构和驱动中心机构的压力水缸及收缩胶囊的真空系统，维护简单，操作方便，卸胎和装胎可同时进行，可缩短硫化作业时间提高工效。由于结构上的原因，胎坯在定型时下胎圈（子口）随着胶囊的充气会向上移动，产生位移，尤其硫化大型轮胎时容易产生一边大一边小的歪斜现象，影响质量，因而 A 型定型硫化机多用于小型轮胎的硫化。

A型定型硫化机由曲柄齿轮、连杆和横梁组成的升降机构，上、下加热板及上、下模组成的蒸汽室，推顶器、囊筒、机械手、主电机和减速器组成的传动系统，以及后充气装置、热工管路系统、润滑系统和电控装置系统等组成。

硫化机在升降机构的作用下，上横梁沿着机架上的轨道做开模或闭模运动。开模时，轮胎黏着上模，并随横梁上升后移到卸胎辊道上方，把轮胎卸到辊道上，而后充气装置进行后充气。一般小规格轮胎的A型硫化机都使用热板传热，即上下模安装在热板上。推顶装置由推顶器、推顶器汽缸及夹具板组成，囊筒用于贮存胶囊，内有一套升降传动机构，可方便地更换胶囊。装胎机械手可把胎坯搬运到硫化模型的下模上。硫化机左右连杆上装有压力指示表，用以指示硫化机工作时的总压力。过热水通过囊筒下部的导管进入胶囊，并通过胶囊把压力和热传递给模型内的轮胎。

### 3.1.1.2 B型硫化机

B型定型硫化机和A型定型硫化机的主要区别在于采用了不同结构的胶囊，从而使操纵胶囊的中心机构不同。B型机胶囊由上、下夹盘固定于液压传动的中心机构上，从轮胎中拔出胶囊时采用了胶囊抽真空的方法。中型以上规格轮胎的硫化一般都采用B型硫化机。

B型硫化机按传动方式分为连杆式与液压式。国内使用的多数是连杆式。连杆式B型硫化机按上模运动方式又分为升降平移式和升降翻转式。B型定型硫化机与A型定型硫化机主要区别在胶囊的中心机构上，其余结构与A型硫化机基本相同。B型硫化机的中心机构是由胶囊操纵水缸、脱胎水缸、胶囊夹持盘组成。胶囊操纵水缸控制胶囊的伸直和收缩运动。脱胎水缸用于从模型中脱胎，脱胎缸工作时，通过杠杆系统操纵左右两个轮胎脱模。胶囊内的各种工作介质通过环座下部的导管输送入胶囊内进行硫化过程的热传递和压力传递以及抽真空等操作。B型硫化机和A型硫化机一样，左右连杆上装有压力指示器。

### 3.1.2 硫化罐

用硫化罐硫化轮胎外胎的生产工艺，实际上包括了胎坯的定型、硫化、拔胎等工艺过程。在本套丛书的《橡胶硫化》的硫化设备的章节中，已经介绍了立式液压硫化罐。下面仅介绍硫化罐的其他附属设备。

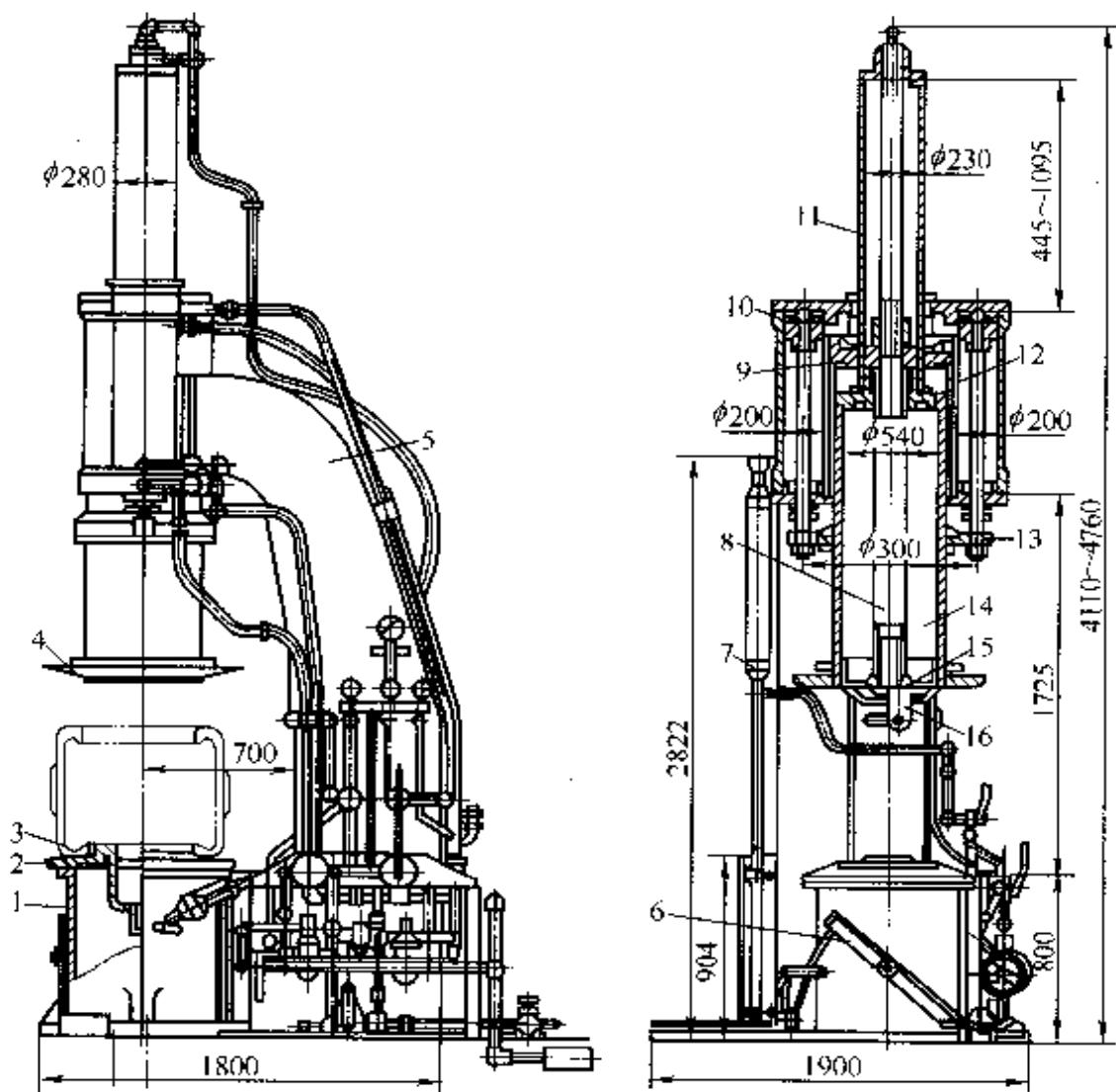


图 3-1 LDK 540 型轮胎空气定型机

- 1—底座；2—下定型盘；3—定型圈；4—上定型盘；5—机架；  
6—提升水胎装置；7—提升外胎装置；8—活塞杆；9—汽缸；  
10—返回汽缸；11—拉水胎缸；12—滑套；13—大法兰；  
14—水胎筒；15—推盘；16—水胎挂钩

(1) 空气定型机 空气定型机的作用是把成型好的胎坯放进水胎，定型成近似于成品的形状，便于下道工序操作。常用的有 LDK-450（0 号）和 LDK-540（1 号）、LDK-640（2 号），分别适应于轻卡胎和载重车轮胎。LDK-540 型轮胎空气定型机见图 3-1。

空气定型机主要性能见表 3-1。

表 3-1 空气定型机主要性能

项 目	LDK-450	LDK 540	LDK 640
定型总压力/kN	70	150	210
胎圈直径/mm	9~16	15~20	20~24
主汽缸直径/mm	450	540	640
行程/mm	550	650	800
上、下定型盘外径/mm	700	900	1000
最大间距/mm	650	835	1020
最小间距/mm	100	185	220

(2) 环形运模辊道 运模辊道用于胎坯装模、合模及硫化后揭模、卸胎过程中运输模型，见图 3-2。

辊道主要由辊子、机架和停模器组成，辊子按规定坡度安装，模型在辊道上依靠重力由高向低滑行。停模时，由停模器制动，使模型停止滑行。通常每台辊道配 4~6 台硫化罐。

(3) 链板运模机 用于在辊道中将辊道低端的模型运输到辊道的高端，见图 3-3。

(4) 装胎器 用于把经过定型装有水胎的生胎吊装到模型中，取代手工装胎，见图 3-4。

(5) 合模机 用于生胎装模后的加压合模，对于某些大规格拖拉机胎或工程胎因模型质量大，当上模压在胎坯上后依靠模型本身质量即可自行合模，见图 3-5。

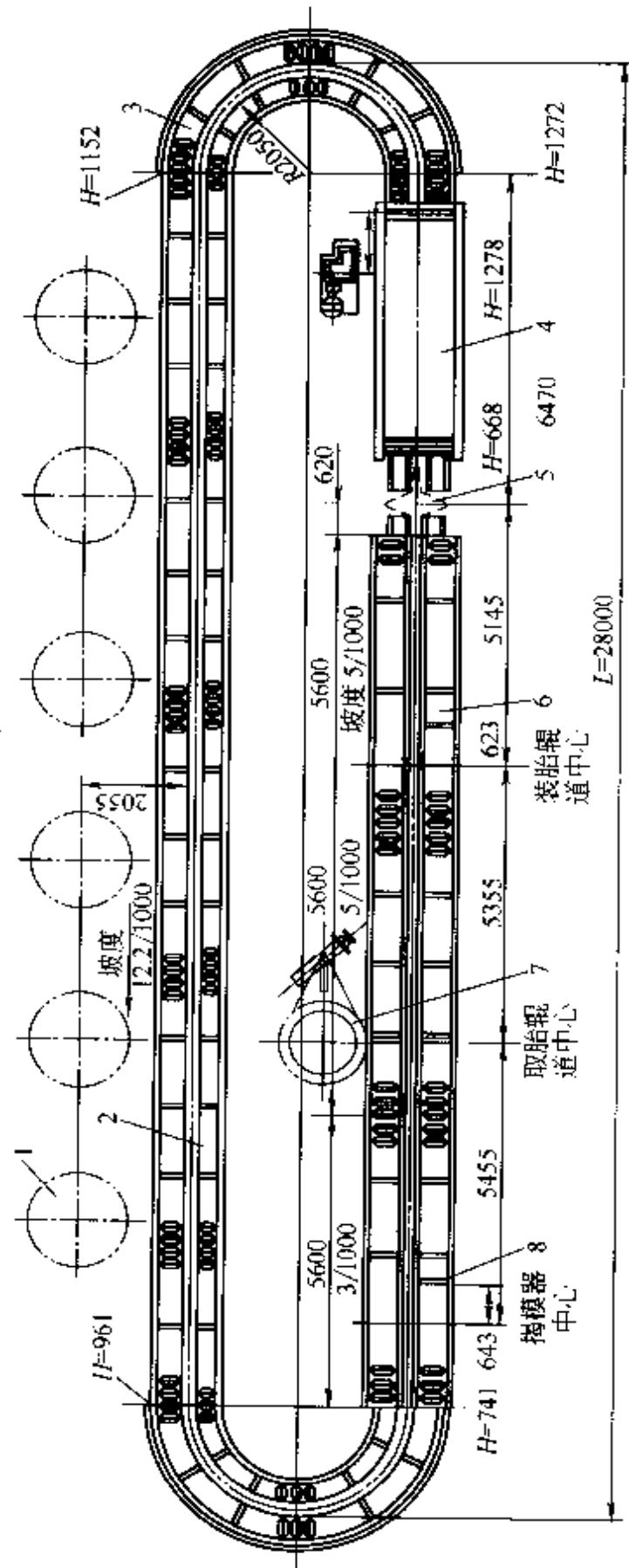


图 3-2 环形运模轨道  
1—硫化罐；2—滑行段直线轨道；3—转弯轨道；4—链板式运模道；5—合模机；6—操作段直线轨道；7—取胎器；8—换模器

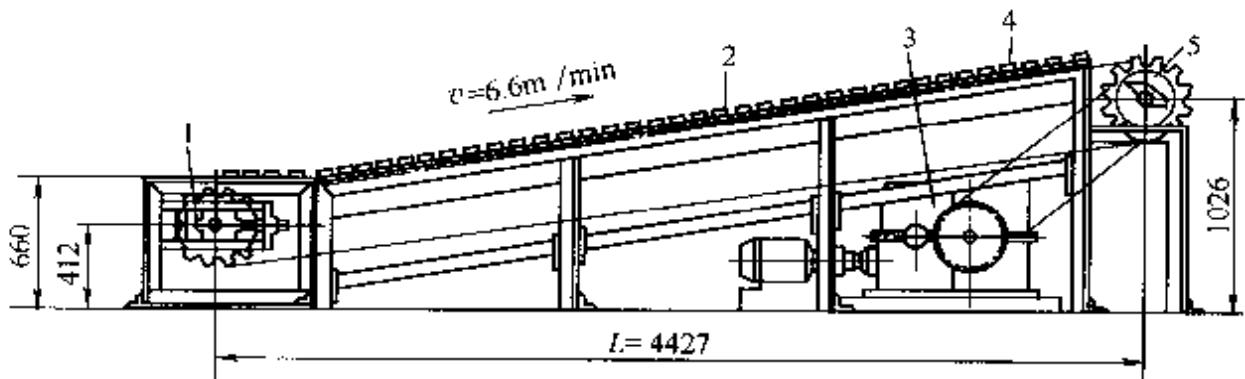


图 3-3 链板运模机

1 尾部链轮；2 链板；3—传动装置；4 机架；5—主动链轮

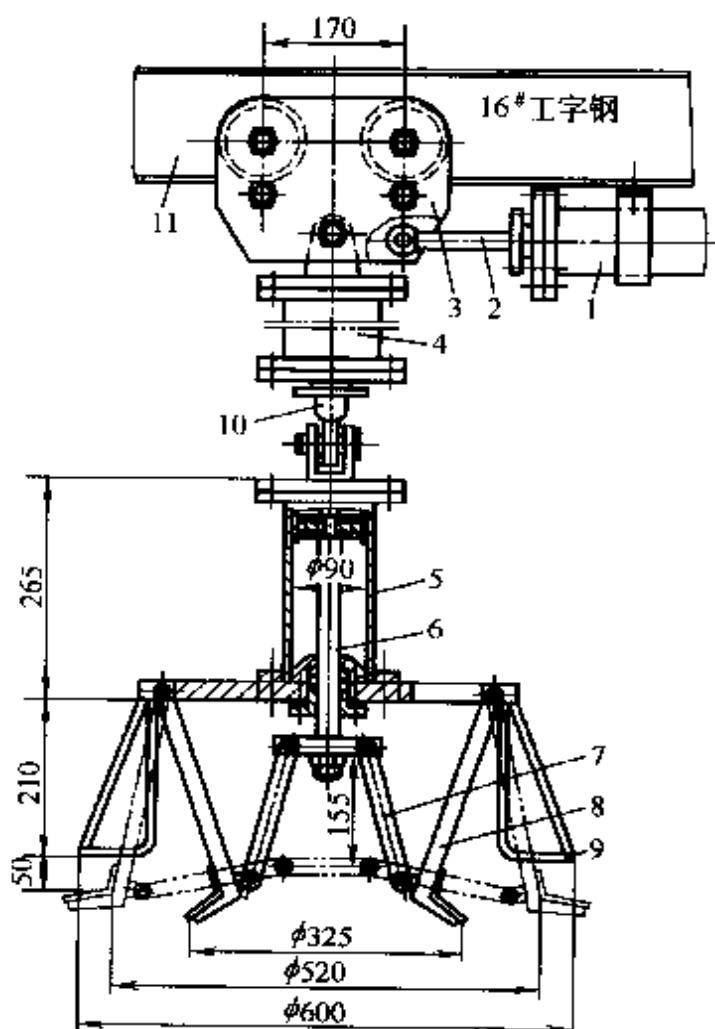


图 3-4 装胎器

1, 4, 5—汽缸；2, 6, 10 活塞杆；3 小车；7 连杆；  
8 撑胎爪；9—限止架；11- 横梁

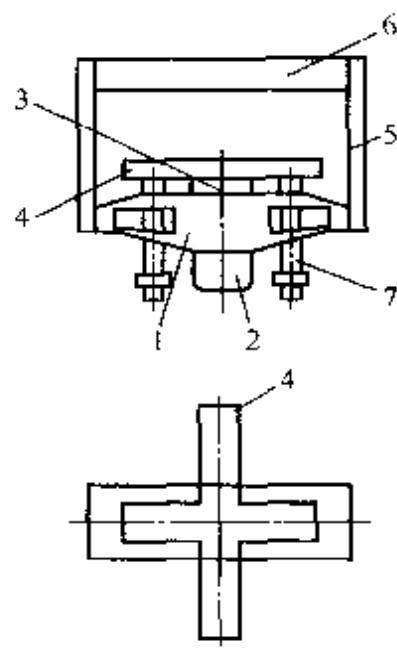


图 3-5 合模机

1—机座；2—液压缸；3—柱塞；  
4—托盘；5—立柱；  
6—上横梁；7—导杆

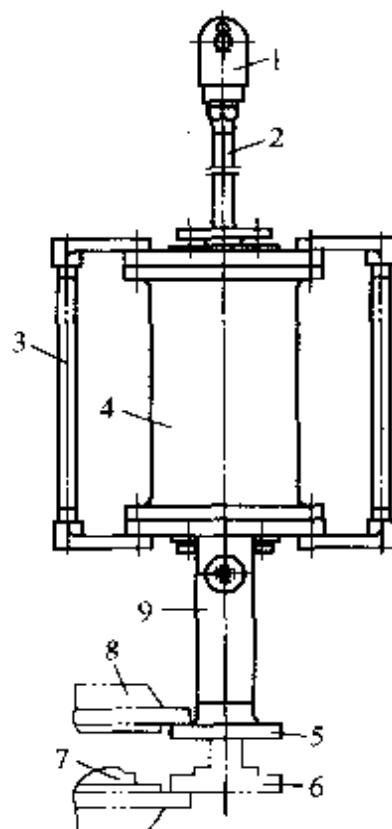


图 3-6 揭模器

1—耳环；2—活塞杆；3—把手；  
4—液压缸；5—上揭模块；  
6—下揭模块；7—轮胎；  
8—模型；9—下压盖

(6) 揭模器 用于揭开硫化后的轮胎模型，便于下工序起胎。其结构是一种以压力水为工作介质的液压缸，揭模力一般为 80~150kN，见图 3-6。

(7) 起胎机 其作用是把模型内的轮胎取出。起胎机分为环抱式和辊卷推顶式两种。环抱式取胎机可把轮胎抱紧取出（图 3-7）。

(8) 拉水胎机 用于拉出硫化外胎中的水胎，见图 3-8。

硫化辅助设备除了上述设备外，还有电动桥式吊车和电动单轨吊车等辅助设备。

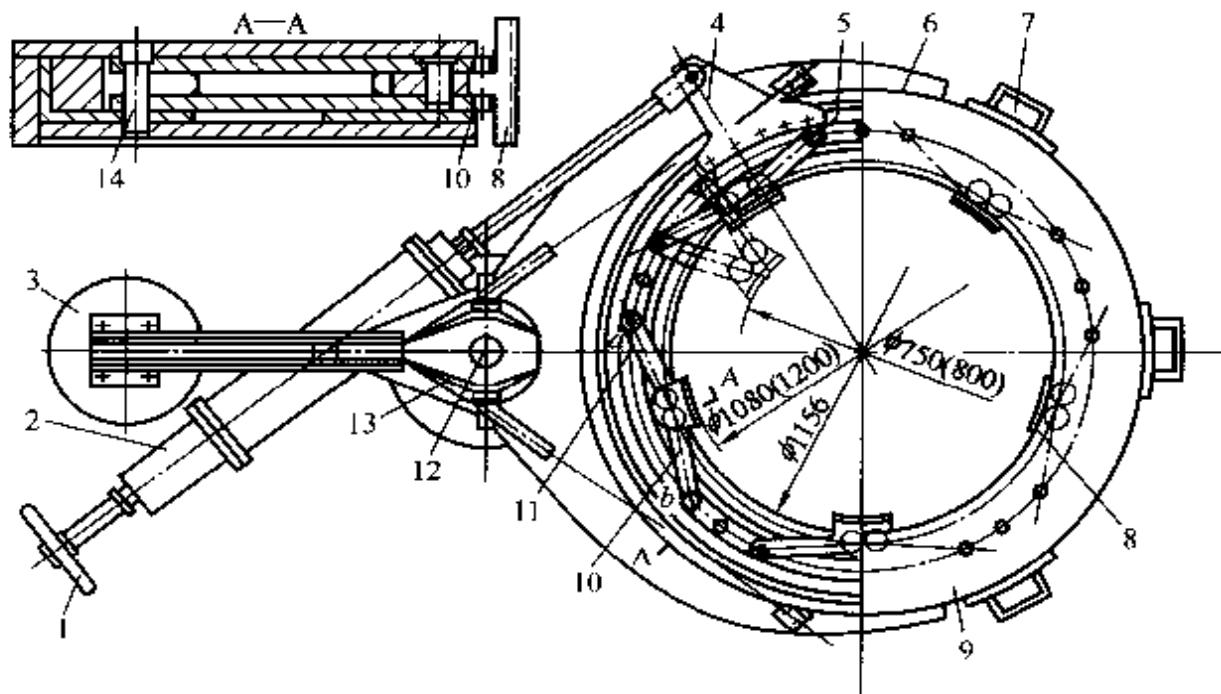


图 3-7 环抱式取胎机

1—手轮；2，13—液压缸；3—平衡砣；4—连板；5—转动环；6—支承架；  
7—手把；8—夹胎爪；9—托盘；10，11—扇形齿轮；12—导杆；14—销轴

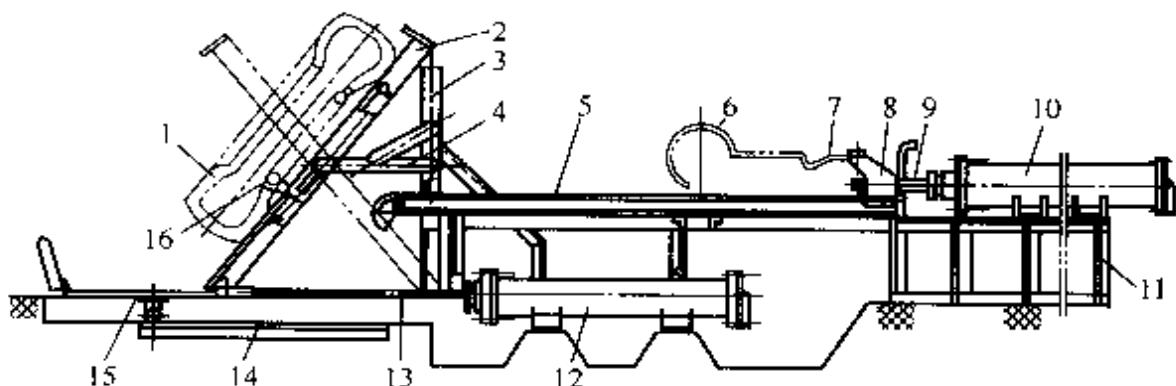


图 3-8 拉水胎机

1—轮胎；2—活动挡架；3—支架；4—连杆；5—滑轨；6—拉水胎钩；  
7—挂钩；8—滑座；9—活塞杆；10—拉水胎汽缸；11—机架；12—活  
动挡架汽缸；13—活塞杆；14—导轨；15—托板；16—子口定位圈

### 3.2 硫化工艺方法

外胎硫化方法按设备不同有罐式硫化机硫化、自动定型硫化机硫化和个体硫化机硫化三种方法。

### 3.2.1 罐式硫化机硫化方法

罐式硫化机俗称立式水压硫化罐，罐体直径有 $\phi 1400\text{mm}$ 、 $\phi 1600\text{mm}$ 、 $\phi 1800\text{mm}$ 、 $\phi 2200\text{mm}$ 、 $\phi 2800\text{mm}$ 等规格。每组硫化罐周围配有一套运模辊道，并有装模、合模、启模和出胎等辅助装置，上方安装有桥式吊车用以向罐内装卸模型。罐式硫化机罐体深，同时可多模型成组装罐，生产效率高，是沿用已久的硫化设备。但是辅助工序多，劳动强度大，机械化、自动化程度差，因罐体深度大，使上、下模型的温差增大，影响产品质量，消耗能量多，特别是对尼龙轮胎硫化后不能及时进行后充气冷却，且不适用于子午线轮胎硫化，因而将被淘汰。虽然罐式硫化外胎质量比不上定型硫化机，但由于罐式硫化工艺成熟，设备效率高（如一个直径 $1.6\text{m}$ 的立式罐，一次可硫化9.00—20外胎15条），国内轮胎生产厂家仍未能淘汰硫化罐，特别是大型农业轮胎和工程机械轮胎的硫化，目前仍应用罐硫化生产。

### 3.2.2 自动定型硫化机硫化方法

自动定型硫化机类似个体硫化机，模型与机体组合，分单模或双模形式的硫化机。它用胶囊代替水胎，胶囊呈筒状装在模型上，因此不必预先定型，硫化过程中装胎、定型、硫化、卸胎、后充气处理，全部自动化控制，是自动化程度很高的硫化设备，且有利于产品质量的提高，是当前国内外广泛应用的一种轮胎硫化设备。自动定型硫化机按结构不同，一般分为A型及B型两种类型。

(1) A型定型硫化机 所用的A型胶囊是两端不对称的胶筒，下端为开口端，固定在机体下模下方的贮囊筒子口上，上端为封闭端，中央有半圆状凹槽，用以定位和推顶方便。A型定型硫化机在开模时，上模推顶器向下推顶，使胶囊从外胎中脱出，贮存在贮囊筒内，此时胶囊是向下翻转呈收藏状态，再借助推顶器扇形板的伸延卸胎和揭模。贮囊筒有一套升降传动机构，可使贮囊筒上升或下降。硫化外胎时，所用加热介质和冷却水经贮囊筒下部的导管输入，从贮囊筒顶端圆孔斜注入胶囊内，进行加热冷却。

A型定型硫化机优点是没有复杂的中心机构和驱动中心机构的压力水缸及收缩胶囊的真空系统，比B型定型硫化机结构简单，维修简易，操作方便，卸胎、装胎可同时进行。缺点是因硫化机结构上的原因，胎坯在定型时，下胎圈部随胶囊的充气会向上移动，造成胶囊输入不均匀，尤其是硫化大型轮胎容易出现胎圈部一边大一边小的质量毛病。因此A型定型硫化机适用于中小型轮胎的硫化。

(2) B型定型硫化机 所用的B型胶囊是两端开口相对称的胶筒，其中部粗，两端直径小，形如桶状。由上、下夹持盘将胶囊固定在液压传动的中心机构上，上夹持盘安装在此中心机构的拉杆上，由于上下被固定，中心较稳定，胶囊在定型外胎时，不必翻转弯曲。硫化结束后，胶囊是在真空装置的作用下，从外胎中抽出。

B型定型硫化机与A型定型硫化机相比具有如下特点：

- ① 胶囊不翻转，使用寿命长；
- ② 蒸汽、过热水消耗量较少；
- ③ 胶囊充水时间短，冷却较易；
- ④ 外胎定型时外胎的对中性与稳定性较好；
- ⑤ 容易操作；
- ⑥ 中心机构密封装置多，漏气可能性大；
- ⑦ 定型时胎胚内壁与胶囊之间易残存空气；
- ⑧ 更换胶囊较困难。

B型定型硫化机比A型定型硫化机应用范围广，尤其适用于中型以上轮胎的硫化。

### 3.2.3 个体硫化机硫化方法

个体硫化机有单模和双模两种，模型直接安装在机体上，可自动启模与合模，操作方便、易于自动控制、劳动强度低，只是占地面积大、设备投资费高、更换产品规格困难、生产效率较低。

其硫化操作方法是，用压缩空气清洁模型后，将装好水胎的胎坯放在硫化机的下模上，安上水胎嘴子导管再合模，使循环水管道接通。然后往水胎输入过热水；往模型蒸汽室中送入蒸汽，逐步升温，恒温

恒压进行硫化，硫化毕，充入冷却水内外冷却，排水卸压后再启模出胎，最后用拔胎机拔出水胎，整个硫化过程可用周程调整器自动控制。对规格小的轮胎也可用压缩空气代替过热水进行单面加热硫化。

### 3.3 硫化工艺

外胎硫化工艺流程：胎坯→涂隔离剂→刺孔→预热→定型→硫化→后充气→修检→成品。

#### 3.3.1 外胎硫化前准备工作

##### 3.3.1.1 胎胚内表面或水胎、胶囊表面涂刷隔离剂

(1) 目的 在硫化过程中，可防止胎里与水胎、胶囊粘连；防止胎里硫黄向水胎、胶囊表面迁移，使水胎老化，以致影响水胎、胶囊使用寿命；在定型时，便于水胎、胶囊在胎胚内舒展，保证定型质量，有利于硫化后水胎、胶囊从胎里内脱出。

(2) 隔离剂的选择 宜选用与橡胶不相容，也不溶于水，耐热及耐高温性能好，对人体无害的隔离剂品种，目前采用的硅橡胶隔离剂，又称硅油，是理想的胎坯内表面和水胎表面隔离剂，由硅橡胶与汽油按一般配比为1:10配制而成。

大多数生产厂家，在胎胚定型前采用在水胎表面涂刷隔离剂的工艺，而在胎坯内表面涂隔离剂的工艺应用并不广泛，也有在胎里涂粉剂隔离剂的工艺。涂隔离剂要求均匀周到。

##### 3.3.1.2 胎坯刺孔

(1) 目的 避免胎体内的气体未排尽而造成肩空、肩裂，尤其是尼龙轮胎导气性差必须刺孔。

(2) 刺孔工艺 将定型前的胎坯置于刺孔机上，沿胎冠肩部切线位置下方刺孔一周，可按一定间距刺孔。

##### 3.3.1.3 胎坯预热和停放

(1) 目的 使成型时胎坯内部分残存的汽油等低挥发分得到充分挥发，隔离剂亦可充分干燥，增加外胎各部件间的黏合，避免定

型时起泡或脱层，同时使胎坯柔软，便于定型；硫化时易于流动；填满模型，使外胎花纹清晰美观；预热胎坯还可缩短硫化时间。

(2) 工艺条件 存放胎坯不能与热源接触，应远离热源 0.5m 以上。可采用烘胎房蒸汽排管加温方法进行预热，温度保持在 40℃ 左右，时间为 4~12h；胎坯排放整齐，地面应保持清洁，并按先后顺序使用。近年来，也有用远红外线专用设备预热，温度为 50~60℃，预热时间可缩短至 2h 左右；此外，也可用高频率专用设备预热，温度为 60~80℃，预热时间仅需 10~15min。

### 3.3.1.4 胎坯定型

对于硫化罐硫化法，在硫化前胎坯需用定型机进行定型以便下一步工艺操作。

(1) 目的 把成型后呈圆筒状的胎坯变成近似外胎轮廓，同时装入水胎便于装模进行硫化。若采用胶囊定型硫化机硫化外胎，则不必定型。

(2) 定型工艺 通常应用万能空气定型机进行定型，其工作原理是利用压缩空气使外胎定型。定型时，先将水胎置于定型机上方的钩子上，利用空气塞柱内压缩空气的作用，将钩子升起，把水胎拉入上筒腔中，此时，可把胎坯放置在定型机工作台的下轮盘上，然后放下空气塞柱的上轮盘，紧压胎坯的部位并向内充入压缩空气 98~294kPa。一般定型风压为大型轮胎不小于 440kPa；中型轮胎不小于 390kPa；小型轮胎不小于 245kPa。充气后再下压，上、下轮盘距离不应小于胎冠宽度，胎坯在空气压力作用下向外膨胀，外直径增大，断面宽缩小；水胎徐徐落下装入胎坯内，胎坯逐渐接近扁圆类似轮胎状，使水胎得以充分舒张，向水胎输入压缩空气的同时排出胎坯内空气，使水胎紧贴胎里达到定型目的，定形后的胎坯外周长比外胎硫化模型内轮廓周长约小 6%~8%，便于装模硫化。定型后水胎仍应充入少量压缩空气，保持其定型形状，万能空气定型机工作过程如图 3-9 所示。

### (3) 操作要求

① 水胎必须装正，平直。

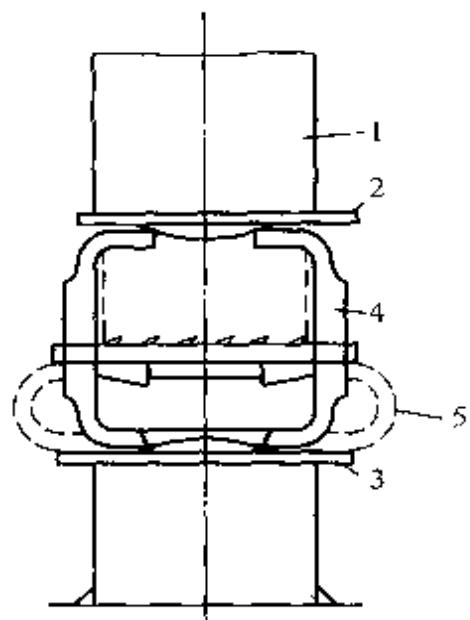


图 3·9 万能空气定型机工作过程

1—空气塞柱；2—上轮盘；3—下轮盘；4—胎坯；5—定型后的胎坯

- ② 胎坯有气泡用针斜刺刺穿。
- ③ 将水胎挂入钩上时不能在嘴子处。
- ④ 压缩空气压力不低于 0.5MPa，压缩空气中不得有水分和油污。
- ⑤ 胎坯和水胎内充气压力不高于 0.25MPa。
- ⑥ 定型后水胎应充入适量空气，并堵上插嘴。
- ⑦ 定型后水胎不能有打褶现象。

### 3.3.2 硫化工艺

#### 3.3.2.1 A型定型硫化机硫化工艺

##### (1) A型定型硫化机操作程序

① 模型预热 小规格 A型定型硫化机因为使用热板传热，故硫化前必须进行预热，包括模型预热和胶囊预热。

② 抓胎与装胎 首先关闭模型。当硫化机关闭到某一高度时，润滑泵开始工作。当继续关闭到另一高度时，推顶器球鼻下降，把胶囊推进囊筒，硫化机继续关闭到准备抓胎位置。这时机械手下降抓胎，抓住生胎后上升，到极限位置后停止。

③ 胎坯定型 硫化机开启，当开启到一定高度时，推顶器球

鼻上升，硫化机开到极限位置时停止。这时机械手载着生胎下降，到模内装胎位置停止。这时胶囊从囊筒内翻出，进入生胎内，膨胀了的胶囊把机械手端的装置顶起，使机械手释放生胎并上升。这时，胶囊内通进预定型蒸汽，生胎进行预定型。

硫化机开始关闭，关闭到一定高度时，向下模吹压缩空气，关闭到另一高度时，胶囊通入一次定型蒸汽压力，硫化机第一次暂停。暂停后继续关闭到另一高度时，胶囊内通入二次定型压力，硫化机第二次暂停。暂停后胶囊排气，延时后再次通入二次定型蒸汽压力，延时后硫化机继续关闭到极限后停止。

④ 合模硫化 当硫化机关闭后，切断定型蒸汽压力，硫化时序控制器开始按规定的程序进行工作。按给定的时间和程序控制通入和排出各种热、冷介质，对轮胎进行硫化。

⑤ 开模 硫化结束后，由控制器发生讯号，排内压，同时推顶器球鼻下降，把胶囊从轮胎内推入囊筒中，这时推顶器上的夹具板张开，硫化机开启。开启到一定高度时，推顶器下降并使夹具板压住轮胎的下子口在下模钢圈上。硫化机继续开启，轮胎与上模半脱离或挂在张开的夹具板上，当硫化机继续开启到另一高度时，轮胎与下模剥离。当硫化机开模到终点时，推顶器再次下降，轮胎完全脱离上模，卸胎杆进入轮胎与上模之间，这时推顶器上升，张开的夹具板收拢，轮胎落下卸胎辊道进入后充气装置。

⑥ 后充气硫化 完毕后轮胎进入后充气装置夹盘上，后充气的时间为两个硫化周期的时间。压力按工艺规定进行，通常为轮胎使用气压的 1.2 倍。

## (2) A 型定型硫化机硫化工艺条件

① 定型高度和定型压力 A 型定型硫化机的胶囊藏入囊筒的深度，是以该机构能硫化最大规格轮胎的胶囊在翻转后的拉直长度来确定的。而预定型是在机械手球鼻对中的条件下，进行的充气定型、舒展胶囊和排除空气的过程。预定型的高度取决于胎坯的高度。一次、二次定型高度是由硫化机合模暂停高度控制的，这两个高度取决于轮胎断面宽、定型时的内压高低与时间长短、骨架材料和结构

层数等。表 3-2 为 A 型定型硫化机定型高度与定型压力的举例。

表 3-2 A 型定型硫化机定型高度与定型压力

项 目	6.50-16(6N)	8.25-12(8N)	7.50-16(10N)
预定型高度/mm	325	382	
预定型压力/MPa	0.03	0.05	0.05
一次定型高度/mm	250	315	300
一次定型压力/MPa	0.10	0.14	0.10
二次定型高度/mm	180	220	200
二次定型压力/MPa	0.14	0.20	0.15

② A 型定型硫化机硫化条件 由于硫化机硫化与硫化罐硫化在传热速度、传热状态和硫化后效应等方面都存在差别，故在制定硫化条件时应根据其特点，充分利用后充气冷却过程中的后硫化效应，缩短硫化周期，节省硫化时间。表 3-3 为 A 型定型硫化机硫化条件。

表 3-3 A 型定型硫化机硫化条件

项 目	6.50-16(6N)	8.25-12(8N)	7.50-16(10N)
内压	充内压热水/min	1	1
	循环过热水/min	35	50
	冷却、排放/min	3	3
	合计/min	39	54
内压过热水	温度/℃	160~170	
	压力/MPa	2.5	
冷却水	温度/℃	常温	
	压力/MPa	2.5	
外压	热板温度/℃	150	
后充气	压力/kPa	245~275	490~539
	时间/min	78	108
		353~382	
		118	

### (3) 工艺操作要点

① 假日后首班生产或停机 8h 以上必须进行预热。热板预热时间 2~2.5h，注意模型温度应达到 150℃，在预热模型时，也对胶囊进行预热和涂胶囊保护剂。

② 进模前应对胎坯进行检查和修补工作。胎里隔离剂要干燥后方可使用，检查胎里是否有杂物，表面是否清洁，有气泡要戳穿。

③ 进模前应检查模具内是否有熟皮、胶辫子等杂物，若有及时清理，有水应吹净。

④ 定型时要注意胎坯摆正，严格控制一次、二次定型的压力、高度及延迟关闭时间。定型后的胎坯要圆直挺整，如有不正需重新定型。

⑤ 硫化过程中要经常检查内、外压和温度是否正常，严格执行工艺规程，发现温度下降应延长硫化时间。

⑥ 硫化机动作过程中遇到低压水、断水不能动作时，必须把开关扳到手动或切断电源。

⑦ 各机台进模时间必须相隔 5min。

⑧ 硫化终了应及时检查后充气是否正常，对后充气好的胎进行检查。

⑨ 开模出胎后先检查胶囊是否损坏，防止发生漏水或打褶。

⑩ 隔离剂和汽油应有明显的标志，分开堆放。

⑪ 定型操作时应注意两边模型压力均匀。

⑫ 硫化后从启模到后充气时间，不得超过 3.5min。

### 3.3.2.2 B 型定型硫化机硫化工艺

(1) B 型定型硫化机操作程序 B 型定型硫化机硫化操作过程基本上与 A 型机相同。硫化开始前，进行模型和胶囊的预热工作，由于 B 型定型硫化机的模型加热装置为蒸汽室，蒸汽直接对模型加热，传热效果好，故预热时间比 A 型定型硫化机短，30min 就能达到工艺要求规定的温度。在预热期间，进行胎坯整理工作；然后机械手进行抓胎、装胎，通入预定型蒸汽，胎坯进行预定型。然后按工艺要求的规定，进行一次、二次定型操作，合模至下极限位

置。硫化时序控制器开始工作，内压分别通入一次过热水和循环过热水进行硫化。外压经过闭汽和升温，与内压一起同步进入正硫化。硫化结束后，排内外压力，进内冷却水冷却胶囊，排放冷水后抽真空。中心机构下降，胶囊与外胎剥离；上半模垂直升起，轮胎与上模剥离；上模开始后平移，至极限位置停止。中心机构上升，把胶囊伸直，外胎从下模脱离顶起；卸胎杆切入，把外胎卸落辊道上；然后送后充气装置进行后充气冷却。

## (2) B型定型硫化机工艺条件

### ① 定型高度与定型压力

- a. 预定型高度 目的是胶囊通入预定型蒸汽后，使胎坯初步定型和便于机械手脱出，一般为胎坯高度 70%~80%。
- b. 一次定型高度 为胎坯高度 55%~65%。
- c. 二次定型高度 使胎坯胎面胶刚好与模型冠部花块接触为好，一般为模型断面宽的 90%~110%。表 3-4 为部分轮胎 B 型定型硫化机的定型高度与压力。

表 3-4 部分轮胎 B 型定型硫化机的定型高度与压力

项 目	9.00-20(8N)	10.00-20(10N)	11.00-20(10N)
一次高度/mm	350	400	430
二次高度/mm	210	210	210
一次压力/MPa	0.06~0.08	0.08~0.10	0.08~0.10
二次压力/MPa	0.15~0.17	0.15~0.17	0.17~0.20

② B 型定型硫化机硫化条件 B 型定型机硫化条件与 A 型定型机硫化条件的制定原则基本相同，举例见表 3-5。

表 3-5 B 型定型硫化机工艺条件

项 目	9.00-20-14 (8N)	10.00-20-16 (10N)	11.00-20-16 (10N)
内压	进一次水/min	2	2
	进循环过热水/min	61	66
	冷却、排放/min	3	4
	合计/min	66	72

续表

项 目		9.00-20-14 (8N)	10.00-20-16 (10N)	11.00-20-16 (10N)
过热水	压力/MPa		2.55±0.1	
	温度/℃		170±5	
外压	闭气/min	5	5	7
	升温/min	6	6	6
正硫化/min	52	57	59	
	外压排/min	3	4	5
外压蒸汽	合计/min	66	72	77
	温度/℃		145	
后充气	压力/kPa	785~853	785~853	785~853
	时间/min	132	144	154

(3) B型定型硫化机操作要点 与A型定型硫化机基本相同。

①胎坯在保温房应停放4h以上。

②A型定型硫化机要求硫化完的轮胎粘上模。而B型定型硫化机则刚好相反，要求轮胎粘下模，以便于卸胎。因此，在对模型和胎坯涂隔离剂时应各有侧重点。

③各硫化机台进内压时间应错开，以免影响内压过热水压力波动。

④后充气应保证两个硫化周期的时间，并及时对卸下来的轮胎进行检查，防止出现相同的质量问题。

自动定型硫化机工艺操作中的几点说明：定型硫化机集外胎定型与硫化于一机体上进行，成型后，胎坯内表面应涂刷隔离剂，干燥后才能进行装模硫化，硫化过程中工艺操作不同于普通常规的硫化方法。

①配用装胎机构装胎，装胎机由机械手、横臂、传动部分及支座组成，安装在硫化机前，工作时机械手上的钩爪通过汽缸活塞的作用，使钩爪缩小伸入外胎胎圈内，然后均匀伸开，把胎圈撑住，提升转入硫化机，套在胶囊上。

② 外胎定型时，胶囊内输入饱和蒸汽，可使胶囊舒展张开，排出胎坯内腔的空气，同时进行外胎定型。采用二次定型方法，先充入 60kPa 左右的蒸汽压力使胎坯定型，然后将蒸汽压力提高至 80~120kPa 进行第二次定型，定型后，随即合模硫化外胎。确定定型所采用的蒸汽压力及其作用时间，应与硫化机合模时间相配合，同时应控制其定型高度，此时外胎应完全定型好，其外径与模型内径之间的间隙很小，一般以 5~10mm 为宜。

③ 尼龙轮胎后充气冷却，是解决尼龙轮胎热收缩变形的重要工序。尼龙轮胎在 100℃ 以上的温度下产生收缩，如果硫化后卸胎，处于内压去除的条件下冷却，帘线当即收缩变形，不但影响外胎外缘尺寸，而且使用时，胎体会胀大，导致胎面磨耗增大及花纹沟裂口。因此尼龙轮胎硫化后必须进行后充气冷却，使轮胎在保持一定压力状态下冷却。轮胎出模后，胎体温度较高，应迅速装在后充气装置中尽快充气，一般后充气压力应为轮胎使周内压的 1.2~1.6 倍，在恒压下冷却到 100℃ 以下，冷却时间视轮胎规格而定。轿车轮胎的层数少、胎体薄、冷却快，冷却时间可接近硫化周期；中大型轮胎，通常冷却时间要长一些，为硫化周期的两倍。

### 3.3.2.3 罐式硫化外胎工艺

(1) 工艺流程简图 生胎定型→胎坯修补和整理→装胎→合模→进缸硫化→出缸→揭模→起胎→后充气（或充水）冷却→拔水胎→修剪胶边→检验入库。

#### (2) 罐式硫化外胎工艺过程

① 胎坯整理 清洁和整理定型好的胎坯，涂上隔离剂，给水胎安放硫化专用插嘴。操作要点如下。

- a. 隔离剂只涂上模处。
  - b. 隔离剂与汽油罐应有明显标志，分开堆放。
  - c. 如发现两插嘴不在同一直线上时，及时把水胎拔出。
  - d. 如发现定型后水胎漏气者，该胎坯应重新充气检查。
- ② 装胎 把整理好的胎坯装进模内。工艺操作要点如下。
- a. 使用风压 0.4MPa 以上，吹净模内积水。模具内应无杂物、

铁锈、水渍，保持排气眼畅通，并定期清洗，每月不少于1次。

- b. 按要求放正胎号牌。
- c. 插嘴深度适当，胎坯要放正。检查插嘴、密封圈等，有问题要换掉。
- d. 核对胎坯与模型规格是否相符。做到三对：对轮胎规格、对模具、对水胎。

③ 合模 把模型在合模水压机上合上。要求不要压坏硫化插嘴，合正合严不错位，对正模型，上、下模稳定。

④ 进罐硫化 把模型逐个放进硫化罐内进行硫化。其工艺操作要点如下。

- a. 模型进罐前应检查罐内是否有积水，内外压管道泄漏现象。
- b. 进罐时，及时检查、更换模型胶垫。
- c. 模具要摆平放正。
- d. 罐盖装好后，把锁圈锁紧，开低压水升起柱塞，然后关闭低压水，转换高压水，压力为  $11.7 \sim 14.7 \text{ MPa}$ 。在正硫化时间内保持此压力。
- e. 往水胎内送入  $2.5 \sim 2.8 \text{ MPa}$  压力，其温度为  $165^\circ\text{C}$  左右的过热水。在升压期间，外压闭气。待升到规定内压后，外压开始升温阶段。内压转换循环过热水。升温期间每  $5\text{min}$  放冷凝水一次。正硫化时每  $15\text{min}$  放冷凝水一次。
- f. 外压经二次升温后即开始正硫化阶段。
- g. 硫化结束后排内、外压，往水胎中送入低压冷却水。模型边用凉水喷淋，边排水，然后进行后充水冷却。
- h. 开罐前应确认内外压指示是否为零，然后开罐依次取出模型放在辊道上。
- i. 工艺要求：过热水温度低于  $160^\circ\text{C}$  不得装罐硫化，上、下模进出口热水温差小于  $5^\circ\text{C}$ ，硫化罐内模型内外圈平均温差小于  $2^\circ\text{C}$ ，外压温度波动公差  $\pm 1^\circ\text{C}$ 。

⑤ 启模 把模型用启模机揭开，启模机工作压力应  $2.0 \text{ MPa}$  以上。吊模时应注意模型的摆放。

⑥ 起胎 使用起胎机把轮胎从模型中取出。推胎机使用水压应大于2.0MPa，气压应大于0.5MPa。使用辊卷式推胎机时应注意不得把推胎机转动花纹轴推在模型上。

⑦ 后冷却 由于尼龙帘线具有热收缩性能，因此尼龙胎在硫化出模后必须在2min内充入内压，使之在伸张状态下急剧冷却，避免产生热收缩，否则轮胎会在使用中产生伸张变形，影响使用质量。后冷却装置可同时冷却6~7条外胎，使用压缩空气或水压，压力为标准使用气压的1.2倍。多数工厂设计在罐内充水进行。

⑧ 拔水胎 使用拔胎机把水胎从轮胎中拔出。拔胎机使用风压0.4~0.6MPa。使用时注意水胎钩子应放在两水胎嘴子的中间位置，以免拔坏水胎嘴。

⑨ 水胎检验 把拔出的水胎逐条放进甘油溶液池中检验，把不合格水胎送去返修。操作要点如下。

a. 保持甘油池溶液比例。

b. 在用水胎数量不少于三批，即在硫化一批，定型一批，停放一批，使水胎能疲劳恢复，延长使用寿命。

c. 新水胎使用前应涂上保护剂。

(3) 罐式硫化条件 罐式硫化条件举例见表3-6。

表3-6 罐式硫化条件

项 目		9.00~20(8N)	10.00~28	7.50~20(6N)
内压	进 次过热水/min	8	5	8
	进循环水/min	97	105	95
	合计/min	105	110	103
内压过热水		温度/℃		
		165		
外压		压力/MPa		
		2.47~2.74		
外压	闭汽/min	8	5	8
	第一次升温到130℃/min	12	12	12
	第二次升温到145℃/min	10	18	10
	正硫化(145℃)/min	75	75	73
	合计/min	105	110	103

续表

项 目	9.00~20(8N)	10.00~28	7.50~20(6N)
罐内后冷却	水压	不低于0.78MPa,以0.98MPa为宜	
	温度	冷却后冷却水的回水温度不大于60℃,模型温度不大于80℃	
	时间/min	15	20

(4) 罐式硫化外胎的故障处理 在外胎硫化过程中,因设备故障、停电或操作失误等会影响轮胎的质量,甚至造成整罐报废等损失。为此,轮胎生产厂家都制定了相应的处理办法。

① 内压泄漏 此种原因是由于模型间的密封胶圈损坏或硫化插嘴胶圈损坏所致。

- a. 如在外压闭汽期间发生,则迅速开缸盖处理,重新硫化。
- b. 若已经通入外压蒸汽,发现泄漏现象时,如内压保持在1.5MPa以上,应继续硫化,并根据内温下降情况,延长硫化时间;如内压低于1.2MPa,且泄漏严重到影响其他硫化罐内压下降时,应果断关闭内压,转换蒸汽通入水胎内,并及时排放乏水。
- c. 进内压时如果错开冷却水,在闭汽阶段应关闭冷水,边通入蒸汽边排出冷水,然后再重新硫化。如果升温阶段过后才发现,则用二次过热水换出冷水。内压硫化时间相应延长为进冷却水时间的2倍。

② 高压泄漏 硫化罐内的高压水作用于模型的密封,利用高压把模型合紧。如高压泄漏,模型在内压作用下会张开间隙,影响轮胎质量。如果在闭汽阶段,可关闭内压,迅速排除故障后重新硫化。若在升温阶段或正硫化阶段,此时应关闭高压继续硫化,当高压低于10.0MPa时,硫化内压相应从2.5~2.8MPa调整到2.0~2.5MPa;当高压低于6.0MPa时,排掉内压水,转换内压蒸汽硫化。

③ 停电 在外压闭汽期间停电时,应迅速关闭高低压阀门,尽量保持内压,待恢复供电时重新硫化。在升温或正硫化期间停电,应关闭所有阀门,放掉外压蒸汽,并使顶模压力始终高于内

压。恢复供电后先开高压顶模，然后开循环水。其延长时间应从水温升到140℃时开始计算，待内压力达到要求时再开外压蒸汽。

## 3.4 子午线轮胎的硫化

子午线轮胎由于其结构上的特点，在硫化工艺上与普通斜交轮胎也有很大不同。

### 3.4.1 子午线轮胎的硫化特点

(1) 胎面胶长度变化小 由于子午线轮胎贴合胎面时的直径已接近成品直径，所以硫化过程中伸长很小，一般仅为百分之几。

(2) 角度变化小 普通斜交轮胎成品角度与半成品角度相差较大，而子午线轮胎角度变化很小，胎体帘布几乎不变，带束层角度变化为 $1^{\circ} \sim 2^{\circ}$ 。

(3) 胎面内周长变化小 由于子午线轮胎的胎体帘布牢牢地固定着两钢丝圈，所以硫化时胎体内周长变化甚小，胎冠总厚度变化也很小。

(4) 胎圈厚度变化较大 一般达10%以上，各部件胶料流动小。

### 3.4.2 子午线轮胎硫化工艺特点

① 子午线轮胎硫化设备不能选择硫化罐，而必须采用硫化机硫化。对于胎圈16in以下的子午线轮胎，多采用A型胶囊硫化机，大于16in规格的子午线轮胎多采用B型胶囊硫化机硫化。

② 硫化模型与普通斜交轮胎不同。子午线轮胎成型后已完成定型过程，钢丝带束层把胎体箍紧。由于钢丝帘线的伸长率仅为2%~3%，周向难以伸张，为了适应子午线轮胎这一特点，采用活络模硫化模型来进行子午线轮胎的硫化。

活络模由上侧模、下侧模和冠部模三部分组成，如图3-10所示。可根据不同的花纹形状等分为8~9块活动的扇形模块。硫化

机打开时，滑块可以径向分开，关闭时可以缩拢。使用活络模可以减少外胎硫化时的伸张，生胎装入模型和胎面花纹压形时，可减少胎面的移动，并可降低外胎的脱模应力，以避免胎圈和胎体的脱层。

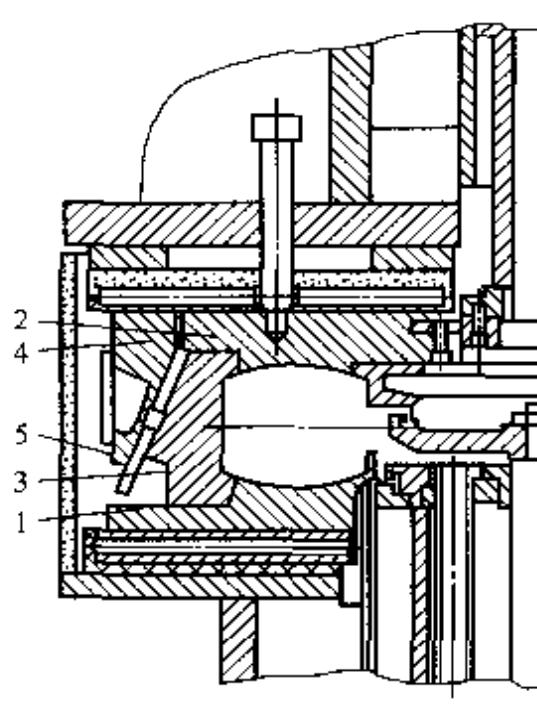


图 3-10 活络模模型示意

1—下模板；2—上模板；3—圆环状胎冠模；  
4—驱动环；5—锥形表面 T 字形滑块

活络模硫化子午线轮胎宜采用恒温硫化，能加快胶料快速定型，减少部件位置的变动，有利于各部件排列正常而准确。

一般来说，全钢丝子午线轮胎或纤维胎体、钢丝帘布带束层的子午线轮胎采用活络模硫化才能保证硫化轮胎高质量要求。但全纤维帘线的子午线轮胎（如轿车轮胎、拖拉机轮胎等），因带束层的帘线伸长较大，亦可用普通半模硫化。

要注意定型压力控制，由于子午线轮胎成型后的胎坯已接近成品尺寸，所以定型压力太高会造成胎侧部件膨胀太大，产生外观质量和内部帘线密度不均匀的问题。一般一次定型压力为 30~50kPa，二次定型压力为 60~80kPa，此外还要精确计算定型高度。

为保证子午线轮胎硫化质量，要求内压较大，特别是使用活络模硫化时，压力要求更高。一般半钢丝子午线轮胎的硫化内压不得低于2156kPa，全钢丝子午线轮胎硫化时的内压要达到2646kPa以上的压力。

硫化前要注意胎坯修整。因子午线轮胎硫化过程中各部件胶料流动很少，如果硫化前的胎胚表面不整、接头太高等，都会造成硫化后的轮胎外观有重皮、裂口、明疤等质量毛病。为此，要对硫化前的胎坯进行检查和修整，才能保证成品的外观质量。

## 3.5 轮胎硫化过程中常见质量问题

### 3.5.1 外胎外观质量标准简介

国家标准 HG/T 2177—1998 规定了轮胎外观质量必须符合的要求，同时还规定了相应的测量方法和合格品轮胎的质量范围。

### 3.5.2 常见质量问题

(1) 胎侧裂口和重皮 常出现在胎侧部下方防水线附近或胎面接头处，其产生原因是胶料流动性不好或胶料流动过大；半成品胎侧表面有油污或涂刷隔离剂过多；模型温度过高或硫化前胎坯在模型内停留时间过长，模型排气线设计不当使模型内有残留气体等。

(2) 缺胶 常出现在胎侧部位（明疤）和花纹胶块（花纹棱角或圆角）上，其产生原因是模型排气孔或排气线设计不当，排气孔堵塞；水胎内压不足；胶料流动不好；模具有水分、不清洁或模温过高、升温过快等。

(3) 起泡脱层 通常发生在胎肩、胎冠、胎侧的表面和内部。其产生原因是胎胚成型后停放时间过短；硫化内压不足或过热水温度下降导致欠硫（海绵状）；半成品胎面形状不合理或胶量不足；帘布层含水分太多或部件中残存空气；成型时布层间涂刷汽油过多；胶料沾有水分及油污；水胎或胶囊在硫化中产生穿孔等。

(4) 花纹裂口、掉块 产生原因是胎面过硫；启模时温度过高或操作不当、模具设计不合理。

(5) 胎里裂缝和跳线 通常出现在第一、二层帘布上，帘线排列不规则、裂口或重叠，其产生原因是胎坯里存有水分、油污或隔离剂过多，水胎冠部、嘴子对应部位或接口处开漏，水胎被刺破；压延或成型时操作不当，造成帘布出兜、局部帘线伸张不均。

(6) 第一层帘线弯曲 也叫帘线打弯，主要是帘线伸张不足造成。施工设计不当或鼓宽度过宽（如用错成型鼓等）均能引起该毛病。

(7) 胎里帘线凹凸不平 主要是胎里杂质或因水胎舒展不开产生打褶造成的。越野拖拉机人字花纹允许有凹坑，故不在此例。

(8) 子口出边 胎坯胎趾部位有挤出的胶布边称为子口出边，其产生原因是胎坯胎圈部成型过松、过厚；水胎装放不正，钢丝圈直径设计过小；水胎牙子老化过宽或变形。

(9) 钢丝折断 产生原因是钢丝圈直径设计过小或胎圈底部压缩系数取值不当；成型操作不慎把钢圈扣歪斜，当硫化合模时极易压坏钢丝或硫化合模操作不注意。

(10) 胎冠出胶边 也称为流失胶边，是硫化时上下模合缝口不严所造成的胎面胶流出而形成的胶边。这是高压不稳定或掉压所引起的。现象严重时胶边中带有帘布，此时轮胎已完全报废。

(11) 胎冠出沟 在胎面冠部形成沟状下凹，原因是内压过热水压力下降。

(12) 花纹错位 上下模型花纹不能吻合，是模型安装时上下模没有对准花纹或模型配合精度差而引起。

(13) 花纹和模缝毛边 是由于花纹和模型间有缝隙，胶料流进缝隙间而产生的。

(14) 胎圈凹凸不平 由于水胎牙子凹凸不平或包布不平所引起。

(15) 胎圈包布打褶、翘起或破损 胎坯包布松散，没有整修就进模硫化，或出模不当，刮坏所致。

(16) 胎圈宽窄不一或钢丝圈严重上抽 主要是半成品不按施工标准操作所致。如果合布筒长度不足，成型第一个布筒时没有用成型棒，导致成型鼓张口处伸张过大，帘布宽度局部变窄，局部材料不足。水胎或胶囊定型定歪也会产生这种毛病。上述现象严重时会产生钢丝圈严重上抽。

(17) 胎圈成圆形 主要发生在以水胎定型硫化的外胎上，是由于水胎进出水嘴子滑水或牙子部漏水所致。

### 3.5.3 外胎使用质量问题及原因分析

轮胎生产周期长、工艺复杂，生产中有可能产生各种质量问题，而且在实际使用中由于使用条件的不同，也会影响到轮胎的使用质量。这里对轮胎使用中产生的质量问题进行分析，并加以改进。

(1) 肩空现象 由于近年来国内许多高速公路相继投入使用，路面条件好，所以车速普遍提高，特别是一些进口拖车，行驶速度达 $120\text{km/h}$ 以上。因而，斜交胎在使用中发生肩空的比例有上升的趋势。肩空就是轮胎肩部胎面胶与缓冲层界面产生脱层现象。产生肩空的原因是多方面的，主要有以下几方面。

① 行驶生热 轮胎充气状态下，各部位处于伸张状态，在行驶过程中，如在高速、超载的条件下，胎体承受着伸张、压缩、屈挠、剪切、扭转等多种复杂的变形。由于橡胶的滞后现象，这些变形产生的机械能有相当部分转换成热能。热能的积聚使轮胎温度上升，当温度超过允许使用温度时（尼龙胎为 $125^{\circ}\text{C}$ ），轮胎性能如帘布层间附着力、橡胶强度等下降，轮胎经受不起外力的作用而产生损坏。由于轮胎肩部最厚，故肩部散热慢，温升最高，损坏也往往容易发生在肩部位置。

行驶生热是产生轮胎肩空的主要原因，而使用者盲目持续的高速行驶和超载，则加速了肩空的产生。

② 生产过程中产生的缺陷

a. 缓冲层歪斜 在成型生产中，如果缓冲层上歪，会使缓冲

层的端部进入肩部的应力危险区，缓冲层端部的帘布端点因为没有浸浆处理，故附着力比较低，在应力作用下产生剥离，造成脱层。

b. 层间气泡 在成型中，如果胎坯各层没有压实，进入硫化后，这些空气会积聚在胎肩区。轮胎在行驶中，聚集在肩部的气体膨胀，在较高温度下逐渐向周围扩散，导致肩空面面积越来越大。近年来，各厂家都在探索斜交胎如何适应高速行驶的课题，运用优质轻量化技术，对轮胎进行改进。如结构设计上把肩部和冠部厚度比例从 $1.35\sim1.60$ 调整为 $1.25\sim1.35$ ；在保证里程的基础上，减少花纹深度，以减轻胎面胶的整体质量。另外，采用双窄缓冲层结构，有效地避开了肩部应力危险区间。在配方设计上适当提高整体定伸应力的配比，采用三方五块的胎面复合挤出技术。在工艺上采用缓冲层划中心线，以及帘布刺孔、胎坯用刺孔机扎眼，以利于减少层间的气体等。上述措施，能有效地提高轮胎的内在质量，减小行驶变形和生热，降低肩空率。

(2) 轮胎胎圈爆破 轮胎胎圈爆破（也称爆子口）是影响轮胎使用质量的一个突出问题。其主要特征是胎圈部位胶帘布与钢丝剥离，帘布产生脱层和断裂，帘线断裂处发硬，爆破部位从胎里向胎侧发生，胎里裂口大、胎侧裂口小或胎侧外面没有裂口，外观检查只发现胎侧处起泡离层。严重的钢丝圈产生松散、刺出等现象。

① 胎圈爆破原因分析 主要原因是轮胎在行驶中，胎圈复合材料间反复经受动态高频剪切应力，致使材料内部产生滞后损失及摩擦生热。若生热量不断产生积累，使局部温度升高，则在高温下材料的黏合性能急剧下降，当黏合强度低于剪切应力时，则该部位材料产生剥离和脱空。在应力的作用下，剥离部位继续摩擦产生热积累，在高温下该部位帘线产生折断熔融现象，胶料则受热老化发黏。因胎里内侧部分散热难，故温度较高，故胎圈爆破的特征是从胎里内侧发生并逐渐扩大，帘线断裂部分磨坏内胎，产生内胎爆破而导致胎体爆破的发生。

② 改进措施探讨 轮胎在实际使用中，都存在着应力与应变这两个因素。

应力是外部施加于轮胎的因素，如轮胎负荷超载，应力就大。轮胎行驶速度越高，在单位时间内轮胎的变形次数频率越高。因此，减小轮胎胎圈所受的应力或减小轮胎在应力下的变形，都能减少该部位的毛病。

在结构设计上应使轮胎断面各部分材料分布合理，保持轮胎的最大变形区间在水平轴上，防止变形部位下移。

目前，许多轮胎厂都采用粗帘线减层技术对轮胎进行设计改进，以减轻轮胎整体质量，提高轮胎高速性能。但胎体减薄以后，轮胎的整体刚性下降，下沉量也相应增大8%~10%。这意味着轮胎变形增大，生热也相应增加，因此配方设计上必须相应提高各层胶料的定伸配合，以提高轮胎的整体刚性，并且还应提高胎圈各部胶料的黏合性能。

国内一些厂家在调整配方的同时，在配方上采用加大三角胶硬度和采用三个钢丝圈结构的方法提高了胎圈部的刚性，对防止胎圈爆破取得了效果。

(3) 断钢丝圈 这种质量问题发生在单钢圈的轻卡胎中，轮胎装胎打气时因钢丝圈断而发生内胎爆破，或装车后行驶很短时间即发生上述问题。

实际上该种质量问题在轮胎出厂前已经产生，只是不容易检验出来而已。

① 原因分析 因单根钢丝的扯断强力达 $190\text{kgf}$  ( $1\text{kgf} = 9.81\text{N}$ ) 以上，故能够把成组的钢丝圈拉断需很大的力。实践中发现，在罐式硫化的合模机合模或硫化机合模时把胎圈钢丝圈挤断的直接原因是，钢丝圈直径比模型子口着合直径小，在压模机合模的合模力作用下把钢丝圈撑破。

影响钢丝圈直径变小的原因主要有以下几点。

a. 钢丝圈在绕圈成型时，由于绕盘弹簧失灵，导致绕盘直径缩小，钢丝圈直径也随着缩小。

b. 硫化模型在使用过程中该部位产生积垢，随着积垢的增加子口着合直径也变大。

c. 某些国产钢丝的延伸性、扭转性差，平直度低，内应力大，使钢丝圈变形增大。

d. 轮胎设计时胎圈底部压缩系数取值过大。特别是在冬季，胎坯保溫不好时，容易产生这种质量问题。

### ② 解决措施探讨

a. 设计时胎圈底部压缩系数取 0~4% 或负压缩系数。

b. 加强钢丝圈绕盘和直径的检验。成型时，如发现钢丝圈放不进成型碰盘时，应及时处理。

c. 及时清理硫化模型的积垢。

d. 做好胎坯的保溫工作。

(4) 轮胎磨冠 斜交轮胎在充气后，冠部伸张过大，致使冠部花纹磨耗增大，影响了轮胎的正常磨耗水平。如果把行驶后的轮胎放气后，可发现轮胎的胎面成一反弧形。影响轮胎磨冠的原因是轮胎变形大，刚性不足。解决措施可从设计上调整设计参数，降低充气后直径的伸张。如果是纵向花纹外胎，可以在冠部设加强筋。配方上增加上层胎面胶的定伸配比，可以控制轮胎的变形。另外，工艺上应加强轮胎的后充气定型，保证后充气压力为轮胎使用气压的 1.2 倍以上，也能有效地减小轮胎的行驶变形。

## 3.6 轮胎使用保养

### 3.6.1 轮胎保管

① 轮胎应保存在干燥的库房内，避免阳光直射和雨淋，不宜过分通风。库房温度以 10~30℃、相对湿度 50%~80% 为宜。

② 轮胎应远离热源、发电设备和产生臭氧的地点（库房应距离热源、发电设备及其他产生臭氧的地点 1m 以外），以防加速老化。不能与油类、易燃物、酸、碱等化学品放在一起。

③ 外胎或成套包装的轮胎应垂直放在架上，严禁平放、堆叠或穿心悬挂。定期变动其支点，每三个月至少一次。

④ 外胎与内胎配套存放时，必须略充气，并在内胎表面涂抹滑石粉。

⑤ 内胎如需单独存放时，应在以适量充气状态下，并在表面涂抹滑石粉，挂在半圆型的架上，并经常转动支点，每两个月转动一次，以防变形或皱褶。不应折叠、堆置。

⑥ 帽带如需单独存放，应套在圆木架上贮存。

⑦ 包装好的轮胎，不要撕去包装皮，需原装储存。

⑧ 轮胎在贮存中，应有库存卡片，记录轮胎类型、规格、结构、层级、厂牌、生产日期和入库时间，并按生产日期和入库时间分批分类贮存，先进先出，顺序使用，存放期不准超过三年。

### 3.6.2 轮胎的运输

① 运输轮胎时，轮胎必须竖立放置（配有内胎的轮胎应充适量的空气），不应与油类、易燃物、化学腐蚀品等混装，避免阳光照射或雨淋。内胎不单独包装时，需放在外胎内，并充以适量的空气，使其与外胎内缘相接触，再用绳捆固处以上。

② 运输包装状态的无内胎轮胎时，不应拆胎圈保护器和钢带。

③ 不应用钢丝绳索、吊钩或吊叉直接把轮胎吊提，而应使用非金属宽幅带（图 3-11）。

④ 使用叉车搬运轮胎时，用货叉从轮胎侧面托起，不应用货叉插入胎圈中心孔口提升（图 3-12）。

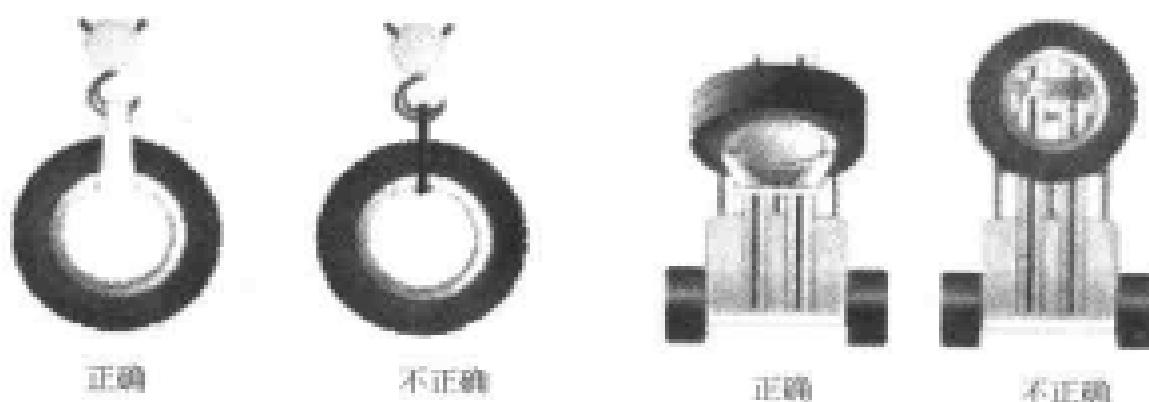


图 3-11 轮胎的吊装方法

图 3-12 轮胎的叉装方法

### 3.6.3 轮胎选型

- ① 子午线轮胎可与高速行驶的车辆配套，如载重子午线轮胎、轻载子午线轮胎和轿车子午线轮胎。
- ② 斜交轮胎可与非高速行驶的车辆配套，如载重轮胎、轻载轮胎和轿车轮胎。
- ③ 农用轮胎可与各种拖拉机、农用汽车配套。
- ④ 工程机械轮胎可与各种工程机械车辆配套。
- ⑤ 工业车辆轮胎可与各种叉车、特殊用车配套。

### 3.6.4 花纹选配

- ① 纵向花纹滚动阻力小、速度快，适用于水泥柏油等硬性路面。
- ② 横向花纹抓着力强、爬坡性能好，适应我国普通路面现状。
- ③ 混合花纹结合纵向花纹和横向花纹的特点，适用于沥青水泥混凝土、雪泥等路面。
- ④ 越野花纹适用于无路面或条件较差的路面。

### 3.6.5 轮胎的装配和拆装

- ① 轮胎必须装配在规定的车型和轮辋上，安装和拆卸轮胎要用专门的工具和器械，严禁硬撬、硬砸。
- ② 同一车轴上应装配同一规格、结构、厂牌、尺寸、层级、花纹的轮胎。
- ③ 换新胎时，应尽量做到整车或同轴更换。
- ④ 拆装有内胎轮胎，应使用专用工具或器械。
- ⑤ 内胎装入外胎时，应清除外胎内腔的杂物和内胎表面的杂物，并在外胎的内壁和内胎表面涂滑石粉，以便内胎的伸展。内胎气门嘴应放置在轮辋气门嘴孔内并放正。后轴双胎并装时，双胎间隙不得小于20mm，但亦不应大于35mm，轮辋、钢圈、轮鼓、通风口应对准。

⑥ 无内胎轮胎的拆装。装胎前应检查轮辋是否有变形和裂缝，若有问题则需修理或更换轮辋，装胎应将轮辋表面及胎圈底座和O形圈沟槽部位的铁锈和其他杂物除掉。凡拆装有O形圈轮辋的轮胎，则需换上新的O形圈安装轮辋前要检查O形圈是否有缺陷，并涂上润滑剂。拆装轮胎应使用胎圈脱卸器或轮胎拆装机，不应硬撬、硬砸，以免损坏胎里及胎圈的密封层，不能手工装卸。为安装方便，可用中性肥皂液或专用润滑剂涂抹胎圈底部和轮辋圈座，不应使用如润滑脂类等能影响轮胎质量的润滑剂。

⑦ 斜交的轮胎和子午线轮胎不能混装。

⑧ 装配定向花纹的轮胎时，应使轮胎的旋转方向标记与汽车前进行驶的方向一致。当装配定向花纹轮胎的车辆经常在硬基路面行驶时，可将前轮反向装用，以减少滚动阻力，节约燃料。

⑨ 装在汽车上的轮胎必须充气，如停用时间超过一周以上时应将车架顶起来，而且汽车必须停放在车库内或停放在隐蔽处，避免阳光直射，防止轮胎表面裂纹。

⑩ 装有防滑链的轮胎，要对称装用，不用时应立即卸掉。

⑪ 装配使用斜交轮胎或子午线轮胎时，应按不同车辆要求调整前轮的前束量。装用子午线轮胎的前束量应当比斜交轮胎小，如载重汽车一般是0~3mm。

### 3.6.6 轮胎负荷

① 轮胎负荷应符合现行标准的规定，严禁超载。严重超载会引起轮胎胎面异常磨损、肩空、脱层、子口爆破等。

② 车辆装载货物应分布均匀，避免某一轮胎负荷过重，避免轮胎胎面磨损不均。

③ 层级高、负荷大的轮胎不宜超速行驶。

④ 加强型轮胎可根据设计标准适当提高负荷。

### 3.6.7 轮胎气压

① 轮胎应按轮胎的标志或按现行国家标准中规定的“气压负

荷对照表”的气压充气，特别对子午线轮胎，更需严格执行。气压过高或过低，都会造成轮胎的不正常磨损。气压过高，会造成轮胎中间过度磨损；气压过低，会造成轮胎两侧过度磨损。另外，轮胎的气压不正确，还会造成乘坐舒适性降低、转向沉重、刹车跑偏等故障。但在路面拱度超过4%地区的长途车辆，前轮及后内轮可比标准内压降低0.02~0.03MPa。

② 轮胎充气后应检查各部位是否漏气，如发现漏气应及时修理。

③ 轮胎在使用中必须保证内压正常，平时应经常检查轮胎的气压，如图3-13所示。车辆长途高速行驶及夏季行车时，应经常检查气压，应适当增加停歇次数，若需补充气压时必须等轮胎降温后再予以充气。如轮胎发热或内压增高（超过原标准0.1MPa），应阴凉处停车休息散热降压，不应放气降压，也不应用冷水浇泼。长时间停车时，前后轴必须架起。“冬季多充气”、“夏季少充气”或“行驶中途放气”的办法不能采用。



图3-13 轮胎的气压状态

④ 子午线轮胎在使用中应严格保持标准使用气压。由于其结构的原因，其下沉量和接地面积较大，与斜交轮胎相比往往误认为充气不足，应用气压表加以检定。

⑤ 双胎并装时，两胎的充气应一致，不能一个气压高，一个气压低。

### 3.6.8 轮胎速度

① 各种轮胎有不同速度级别的限制，超速行驶会引起轮胎早期损坏。

② 路面不好时，不要驾驶过速，尽量减少急刹车、急转弯。避免轮胎撞击其他物体，特别是尖锐硬物。

③ 高速行驶时轮胎易升温，一旦升温过高应及时采取措施降温，以防止爆破。

④ 高速轮胎与轮辋总成必须进行动平衡检测、配重和校正。

⑤ 汽车在不良及路型复杂的道路上行驶应降低车速。起步、停车、上下坡、转弯、越过车辙与铁轨时更应特别降低车速，在拱形路面上行驶时，除会车外应将汽车引到道路中央行驶，避免单边受力。

⑥ 汽车在严寒气候下长时间停歇后，轮胎的温度低于 $-30\sim -40^{\circ}\text{C}$ ，再开动起步必须平稳，在最初的 $20\sim 30\text{min}$ 内，必须以 $5\sim 7\text{km/h}$ 速度行驶，待轮胎升温后，再以普通速度行驶。

### 3.6.9 换位和更换

① 定时检查轮胎表面有无裂纹、变形等缺陷，如有，则应及时更换轮胎。

② 检查轮胎的花纹深度，如花纹磨损达到磨损极限（轿车和挂车的花纹深度不得小于 $1.6\text{mm}$ ；其他车辆转向轮的花纹深度不得小于 $3.2\text{mm}$ ，其余轮胎花纹深度不得小于 $1.6\text{mm}$ ）时，则必须更换。

③ 更换轮胎时，最好所有轮胎同时更换，至少应成对更换。转向轮（前轮）更换必须采用新轮胎，绝不允许更换已磨损的旧胎，最好全车换新胎。否则，新胎应装在前轮和后轴的外档上。

④ 当轮胎使用超过6年时，不管轮胎是否完好，也需更换。

⑤ 轮胎应定期换位（轿车轮胎每行驶 $8000\text{km}$ 左右进行一次换位；载重轮胎每行驶 $12000\sim 15000\text{km}$ 进行一次换位并进行平衡或进行二级维护并进行轮胎交叉换位），以使所有轮胎磨损均匀，尽可能延长轮胎使用寿命。方法如图3-14所示。

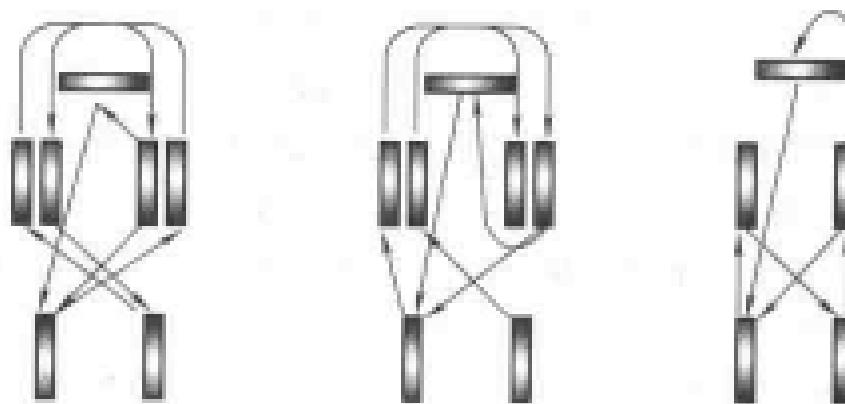


图 3-14 轮胎的换位方法

### 3.6.10 轮胎的其他保养

① 轮胎结合车辆的一级保养进行一级保养。主要检查轮胎气压、胎面磨耗情况，清除花纹沟内夹石和杂物；检查轮胎装配有无不当，轮辋、挡圈、锁圈是否正常。

② 轮胎结合车辆的二级保养进行二级保养。主要检查外胎有无内伤、脱层、起鼓；内胎有无老化、损伤现象；垫带是否有开裂等。发现问题做好记录，并及时处理。测量胎面花纹磨损及外周长、断面宽的变化，做好记录，并进行轮胎换位。

③ 经常检查轮胎使用情况，若发现有损伤，应立即修补，防止沙泥侵入帘线层（特别是钢丝轮胎），造成脱空。应经常性检查轮胎胎面有无扎坏，两轮间有无石块卡住，剔除嵌入轮胎的石子。

④ 如果车辆停用时间超过半年，应将车架顶起来，而且必须停放在库房内。

⑤ 车辆在停放时，同样要注意保护好轮胎，避免将轮胎停放在有粗大、尖锐或锋利障碍物的路面上。

⑥ 轮胎在夏季行驶或高速行驶时容易过热，同时气压增高，此时应停车散热，严禁放气降压或泼水降温。

⑦ 一般轮胎都有磨耗限度标志（胎肩处标出“TWI”或者“△”等符号），及时回收翻新可提高轮胎的综合里程。

⑧ 对车辆前轮束要经常进行检测和调整，否则会造成轮胎

偏磨和早期损坏。

⑨ 不要用锈蚀变形或尺寸不符合规定的轮辋，否则会造成轮胎趾口磨损。轮辋边缘（或锁环）必须保持完好，并应定期除锈和加涂防锈油。

## 思 考 题

1. 轮胎硫化前需经哪些工序处理加工？
2. 简述 A 型、B 型定型硫化机的结构与特点。
3. 轮胎的硫化方法有哪些？有什么特点？
4. 硫化罐硫化的过程是什么？
5. 定型硫化机的硫化过程是什么？
6. 子午胎硫化特点是什么？
7. 常见的硫化质量问题是什么？
8. 轮胎使用保养应注意哪些事项？

## 第4章 内胎和垫带的制造

### 4.1 内胎的生产工艺

内胎制造工艺包括胶垫气门嘴制造、胶料过滤、胎筒挤出、内胎成型和内胎硫化等加工工序。

内胎制造工艺流程为：内胎胶热炼→过滤→加硫黄→下片、冷却→挤出前热炼→挤出胎筒→冷却、存放→成型（定长、粘贴气门嘴、接头）→定型→硫化→检验。

#### 4.1.1 胶垫气门嘴制造

工艺流程：酸处理→水洗→干燥→半硫化→打磨→刷胶浆。

气门嘴由黄铜制成，在与胶垫硫化前必须进行气门嘴表面处理，上、下盘面打磨后，一般采用高浓度硝酸硫酸混合酸处理（98%硫酸：65%硝酸：蒸馏水=4:3:5），处理时间6~8s，个别也有使用碱洗工艺方法的，再经40~60℃温水漂洗，再用蒸馏水洗干净至pH试纸呈中性为止，烘干后即可使用，干燥箱温度70℃，干燥时间45~60min。从干燥箱取出后，应立即在气门嘴底座贴上胶垫，放置在带有干燥剂的密封容器中，存放时间不超过24h。在平板硫化机上用模型硫化，制成半硫化状态的胶垫气门嘴备用，硫化条件视配方而定（天然胶垫为170℃×4min、丁基胶垫为175℃×12min）。硫化好的气门嘴必须用锥子挑刺并每500只进行曲附着力试验，硫化前胶片必须保持干净，停放时间不超过24h，可用汽油擦洗但必须待汽油晾干后方可装模，胶片和处理后的气门嘴不得用手直接接触，硫化模具也要保持清洁经常清洗。硫化后的胶垫用平面砂轮均匀打磨，胶垫四周边部必须均匀磨毛，厚度在0.3~0.4mm。胶垫磨毛后用汽油清洗，平面涂胶浆两次，第

一次干后再涂第二次。为了提高附着力可置于 60℃ 左右的烘箱中烘干 8~10min，处理后的气门嘴保持清洁，停放时间不超过 24h。

#### 4.1.2 滤胶

##### 4.1.2.1 滤胶前的热炼

热炼目的是为了提高胶料混炼的均匀性和热塑性，便于挤出，得到规格尺寸准确、表面光滑、内部致密的半成品。热炼一般在开炼机进行，辊筒温度 50~60℃，要充分捣炼均匀，捣炼拉刀次数不少于 3 次，供胶温度不得超过 80℃。返回胶必须晾干后才能使用，掺用量不超过 30%。

##### 4.1.2.2 胶料过滤

内胎是薄壁制品，要求具有良好的气密性和抗撕裂性，因此，胶料不能含有杂质，在加入硫黄前必须用橡胶滤胶机进行过滤以保证胶料质量。滤胶机是一种挤出机，一般控制机身温度 (50±5)℃，机头 (70±5)℃，供胶温度 80℃ 以下，滤胶温度不超过 135℃，过高时易焦烧。

Φ250mm 滤胶机供胶条厚度 12~14mm，宽度 90~10mm；Φ150mm 滤胶机供胶条厚度 10~12mm，宽度 50~60mm。滤网为 28 目、40 目各一层，外层滤网用 28 号筛孔；内层滤网用 40 号筛孔。因过滤时许多杂质被挡在滤网前如不及时更换滤网，会出现破网，杂质重新混入胶料，故必须勤换滤网。

胶料过滤操作要点如下。

① 滤胶机转速控制在 17~30r/min，相应调整供胶胶片的宽度。

② 胶片供胶保持连续，发现断片立即采取措施。

③ 开车前要预热机头，滤胶过程中注意机头、机身、螺杆的温度。

④ 每 0.5h 测一次胶料温度，当滤胶温度达到 125℃ 时应拆机头清理，一般 1~1.5h（大约 100~150kg 胶料）更换滤网一次。

⑤ 如遇网破等时应立即拆机头，顶网胶料要重新过滤。

⑥ 过滤后切断胶块质量不大于 15kg，并送到开炼机上及时散热。

⑦ 滤后胶不得粘地，落地胶、底盘胶一律返回处理。

#### 4.1.2.3 加硫黄工艺

滤胶后胶料必须在开炼机上散热，辊筒温度 50~55℃。当胶温降至 100~105℃以下（最好不超过 90℃）时，为防止胶料焦烧，再加入硫黄。若采用 XK-450 开炼机，容量为 60kg；XK-550 开炼机容量 90kg。加硫黄操作要点见表 4-1。

表 4-1 加硫黄操作要点

顺序	工序名称	操作要点	胶厚/mm	时间/min
1	散热	散热温度在 105℃以下	8~10	1
2	加硫黄	抽余胶缓缓加入	8~10	1.5
3	薄通	4 次落盘，2 次倒向，2 个三角包	2~3	4
4	捣炼、下片	左右割胶，捣炼均匀	8~10	1.5
合计			8	

加硫黄操作注意事项如下。

① 下片前应取可塑度试片，并注明胶号、日期、班次，按顺序编号待检验合格后方可使用。

② 加硫前应清理炼胶机，排除杂物。

③ 加硫时不准动刀，硫黄要加净吃净。

④ 加硫黄后需停放 4~72h 后使用。加硫黄后停放的目的是使配合剂充分扩散，均匀分散；使胶料恢复弹性变形，减少后工艺收缩；使橡胶与炭黑进一步生成结合橡胶，提高补强效果。停放时胶片温度不得高于 40℃，以防焦烧。

#### 4.1.3 挤出

##### 4.1.3.1 挤出前热炼

停放后胶料在挤出前必须充分热炼。一般须经两次，第一次为粗炼先加原胶，待胶压合后，再加返回胶，混合均匀后再送第二次

进行细炼。粗炼为(50±5)℃，辊距2~3mm；细炼为(60±5)℃，辊距5~6mm。返回胶比例不得超过30%，必须将表面水分吹干后再投入辊筒。

#### 4.1.3.2 挤出工艺

一般采用螺杆挤出机的联动装置，同时完成内胎胎筒的挤出、冷却、定长及裁断。

挤出工艺条件为：供胶温度为天然橡胶60~70℃，30%丁苯橡胶65~80℃，丁基橡胶80℃；挤出后内胎胎筒因温度高，容易变形，必须充分冷却，冷却在接取输送带上进行，前端喷淋随后通过冷却水槽，冷却后的胎筒表面需用压缩空气吹干；定长可用定长尺或自动定长裁断装置进行；裁断后存放，存放可以消除应力，稳定尺寸，但存放时间不宜过长，通常约为24h。

#### 4.1.3.3 内胎挤出工艺条件

内胎挤出机各段温度控制见表4-2。

表4-2 内胎挤出机各段温度

规格	机身/℃	机头/℃	口型/℃	供胶条宽度/mm	供胶条厚度/mm
Φ150mm	40~45	80~85	90~95		
Φ200mm	40~50	50~60	75~80	70~80	10~12
Φ250mm	40~50	50~60	75~80	100~105	10~12

挤出线速度如下：

9.00~20~11.00~20~7.5m/min；

7.50~20~8.25~20~11m/min；

6.00~16~7.50~16~14m/min。

挤出传送装置的技术特征见表4-3。

表4-3 挤出传送装置技术特征

挤出机规格	冷却水槽长/m	挤出传送带最大线速度/(m/min)	最小线速度/(m/min)
Φ200mm	20	17	2.5
Φ250mm	20	17	2.5

#### 4.1.3.4 挤出操作程序及注意事项

- ① 将干燥的滑石粉加入隔离剂罐内。滑石粉的干燥条件为：温度(45±5)℃，时间不少于24h。为了保证健康，也可用皂液液体隔离剂。
- ② 挤出前调整好挤出机各段温度，并将机口、芯型预热好。
- ③ 喷出的隔离剂应呈雾状，分子不得太多或太少，保证胎筒内不黏，减少粉尘污染，并使胎筒内无水。
- ④ 准备工作完毕后，开始续胶，按不同规格要求控制胶条厚度及宽度，并要保证连续性，挤出胶筒要表面光滑、平整。
- ⑤ 调整口型及芯型支座，使胎筒规格及厚度均匀一致，并要经常测量及调整。
- ⑥ 各种规格胶筒按工艺要求定长、过磅。开始时每条过磅，待正常后，小胎每隔2~4条过一次；大胎每隔5~8条过一次。
- ⑦ 挤出后胎筒应按规格平整放在工作台或百叶架上，不受挤压，不能黏着。使用时间不低于0.5h，存放时间不超过36h。
- ⑧ 胎筒存放温度不应高于40℃，存放处必须保持清洁，室温控制在18℃，停放1~1.5h后可成型（最长停放时间不超过24h）。
- ⑨ 内胎规格、质量必须符合内胎施工标准规定。
- ⑩ 每次挤出完一种胎筒后，立即清除胎料，吹干水后，立即返回炼胶机热炼。
- ⑪ 严禁胶料、胎筒落地。

#### 4.1.4 丁基橡胶内胎挤出特征

##### 4.1.4.1 胶料低温热炼

丁基混炼胶需在冷辊条件下，小辊距充分精炼。前辊辊温45~55℃，后辊辊温50~60℃。因为丁基橡胶平均分子量低，生胶具有冷流动性，分子链应力松弛速度快，为保证在弹性态下包辊，提高分子链的机械剪切力，必须采取低辊温精炼；为使胶料包在前辊筒，故前辊温度低于后辊。小辊距操作的目的是使胶料通过辊距时

产生较大的剪切速率，在分子链来不及松弛的条件下保持良好的弹性包辊状态，使操作顺利进行。

#### 4.1.4.2 滤胶操作

供胶条温度必须控制在 80℃ 以下，机身 (50±5)℃，机头 (70±5)℃，滤胶后胶温不得超过 135℃。滤网为 28 目和 40 目各一层。

#### 4.1.4.3 滤胶后加硫黄

在冷辊下加硫黄及超促进剂，如 TMTD。首先胶料散热，后抽出余胶，加硫黄及超促进剂，吃净后薄通 3~4 次，再打三角包 2~3 个，捣炼、下片，共操作 10min 左右。胶料停放待挤出。

#### 4.1.4.4 丁基橡胶先加硫黄后滤胶工艺

由于丁基橡胶互溶性及分散性差，当硫黄加入后分散不匀时，容易出现硫黄斑点，造成挤出后分层、沙眼等质量问题，因此也可以采用先加硫黄后过滤的工艺方法，保证挤出半成品质量。但滤胶时各段温度均应比先滤胶后加硫黄的挤出工艺降低 5~10℃ 左右，滤胶后胶温不得超过 105~125℃，以免发生焦烧现象。滤胶后不必停放，直接精炼，供挤出机挤出。

应该注意的是，此时滤胶速度应与挤出速度相匹配，滤胶时线速度不易太快，一般掌握在 20~30m/min 左右。

#### 4.1.4.5 挤出操作

挤出前仍需在低温下精炼（同前）。挤出时一般调节螺杆转速较快，约在 20~60r/min 之间（常用 40r/min）。如 9.00—20 内胎挤出速度为 6~8 条/min，7.50—16 内胎挤出速度为 10 条/min。胶筒挤出后必须停放 4h 后方可使用。

### 4.1.5 内胎成型

#### 4.1.5.1 成型工艺

操作顺序：检查胎筒→摆放平整→定长裁头→气门嘴定位→刷汽油打毛→冲眼→贴胶垫→压实→接头。

内胎成型包括内胎胎筒切头，贴胶垫气门嘴、切口接头等工序。内胎成型过程中，首先在胎筒着合面中心线上距接头 200~250mm 处，用冲孔器冲一孔，清除四周隔离剂和水渍，再均匀涂擦汽油、胶浆，然后用钢丝刷打磨成黏胶状，待晾干后方可粘贴胶垫气门嘴。胶垫气门嘴使用前需将其底胶打磨，用汽油清除胶沫再涂刷胶浆，停放后，对准胎筒冲孔位置，压贴牢固。贴合前应仔细检查胎筒有无缺陷如微小杂物、白硫胶等，不合格不能进入下工序。

接头多采用接头机接头。切口接头处胎筒内外表面必须洁净，再涂刷汽油增加其黏性，防止接头处裂口。电热刀温度一般为 170~200℃，对接压力 0.3~0.5MPa，对接时间 3~5s。

对于丁基胶内胎，挤出胶筒后的操作程序有：定长→贴嘴子→接口→冷冻→停放（5~10min）→定型→硫化。由于丁基胶自粘性能差，需用丁基内胎专用接头机，电热刀温度较高（以 230℃ 为宜），接头压力较高和对接时间较长（8~12s）。为防止接口后脱开接触面，接头部位必须采用冷却方法处理以提高接头强度。按顺序将接口后内胎排放放在冷冻箱内管道上冷冻，冷冻条件为 -17~-7℃、冷冻 15min 或 0~4℃、冷冻 30min，取出后停放 5~10min，再进行定型。冷冻部位应在接头位置的行驶面上，因定型时，行驶面伸张变形比着合面要大。

#### 4.1.5.2 操作要点

- ① 胎筒按先后顺序使用，逐条检查，排除气泡、杂物等毛病。
- ② 抽查胎筒的宽度和质量。
- ③ 胎筒成型时要摆正，不得堆压。
- ④ 贴胶垫位置要准、方向要正，压垫要牢实。
- ⑤ 胎筒不得落地。
- ⑥ 接头前应认真检查机器，主要是液压系统、制动系统。
- ⑦ 每接 3~5 条要清擦电刀一次，每接 15 条进行一次对接拉力检查。
- ⑧ 接头前先用干毛巾擦干胎筒余水、胎筒内两侧折角均匀拍上隔离剂以免粘住。

⑨ 一条胎尚未对接挤压时，不得将另一条胎套在接头上待接。

#### 4.1.5.3 内胎接头机

(1) 基本结构 内胎接头机按切割形式分为水平式和垂直式，一般多为水平式。水平切割式液压传动结构，其外形如图 4-1 所示，它主要由机体、移动架、安全装置、电热刀、宽度调整装置、压脚油缸、移动架油缸、电热刀油缸、压脚安全联动装置、液压控制系统和电气控制系统等组成。

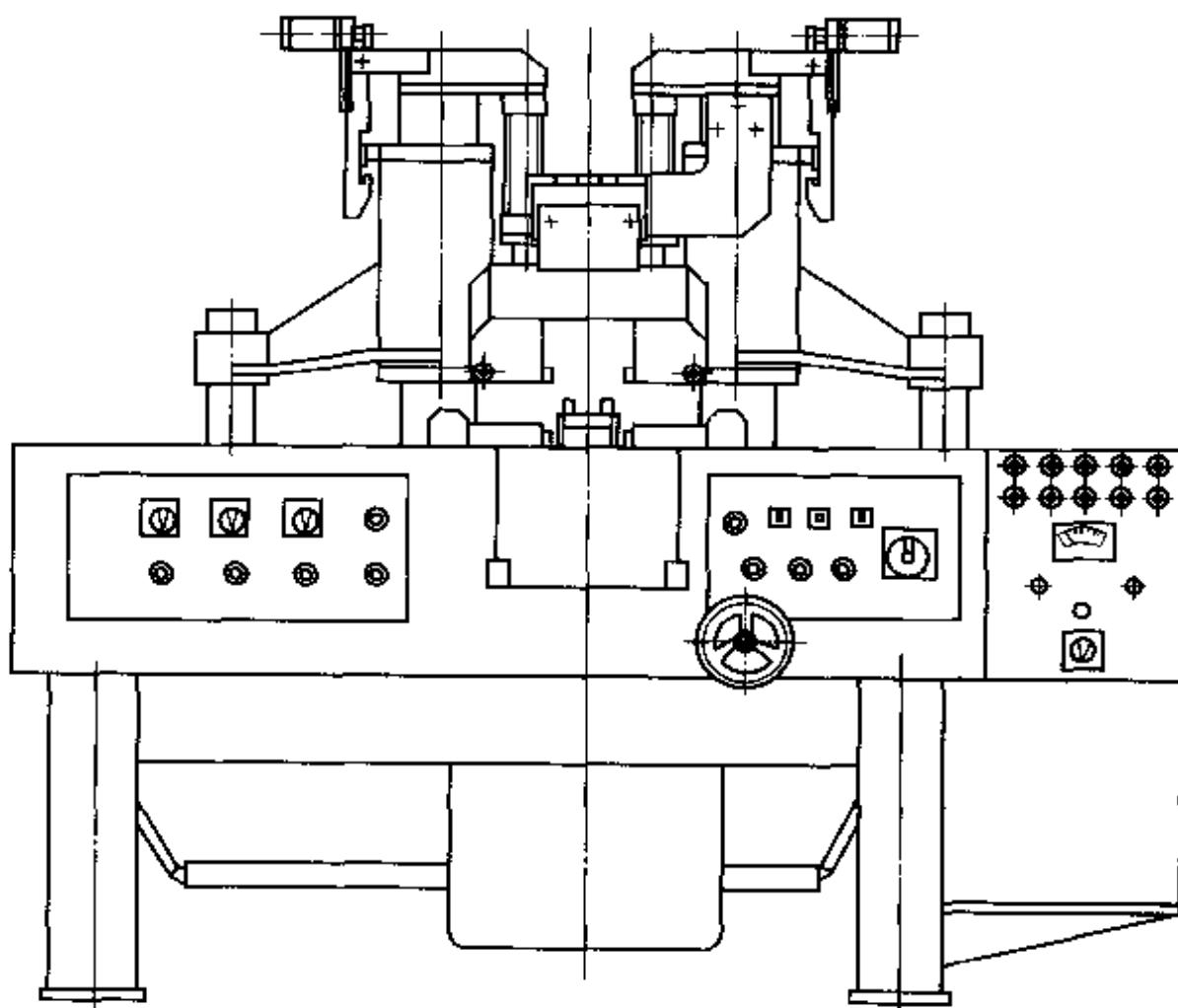


图 4-1 水平式内胎接头机

机体和移动架均用钢板焊接而成。移动架为两对称的机械结构，装在机体的左上部，用来完成胎坯的对接。

安全装置装在机体下前方，脚踏安全板时除液压泵外，断开全部控制电路，压脚退回到准备工作位置，从而起到保护操作人员安

全的作用。

电热刀用于胎筒接头前端头的切割。宽度调整装置的作用是在更换内胎规格时对内胎筒坯料宽度尺寸进行调整。有手动或电动两种方式，调整频繁时可用电动方式，调整不频繁或做微调时可用手动方式。

压脚油缸驱动用于内胎胎坯对接过程中夹持胎坯，油缸在空行程和切割端头时使用低压，对接接头时使用高压。移动架油缸用于驱动移动架完成内胎胎坯胶筒的对接，该油缸有快进、工进、快退3种速度。

电热刀油缸驱动电热刀架，在电气控制和液压传动配合下，完成内胎胎坯端头的切割。油缸有快进、工慢进、工中进、工快进和快退多种运动速度。

压脚安全联动装置用于防止液压和电气系统失灵而使压脚下降，影响安全。

液压控制系统由电机、双联叶片泵、油箱及电磁换向阀、溢流阀、可调流量阀和压力调节阀组成。表 4-4 为常用接头机主要参数。

表 4-4 常用接头机主要参数

机器型号 性能参数	LCD-Y 250	LCD-Y 360	LCD-Y 450	LCD-Y 560	LCD-Y 630
内胎对接平整宽度/mm	40~250	50~360	90~450	250~560	340~630
最大双层厚度/mm	8	10	12	18	20
最大工作油压/MPa			4	4.5	4.8
最大对接力/kN	35	37	70	75	80
夹持力 最大/kN			11	11	11
最小/kN			4	4	4
电机 型号	Y112M-4B3	Y132M <sub>2</sub> -6	Y132M <sub>2</sub> -6	Y132M <sub>2</sub> -6	Y132M <sub>2</sub> -6
功率/kW	4	5.5	5.5	5.5	5.5
电机外形尺寸/m	2.4×1.9× 1.75	2.58×2.1× 1.8	2.68×2.2× 1.9	2.68×2.2× 1.9	2.68×2.2× 1.9
机器总重/t	3.2	3.5	4	4	4

## (2) 设备安全运行注意事项

① 需有专人操作，以防误动作发生人身设备事故。操作时必须双手同时按动两个启动按钮。

② 压脚在上部准备位置，移动架向前做调整试验，只允许移至对接开始位置。不准将移动架向前移到终了位置，以防止左右定位柱移位或损坏。

③ 设备运行中出现程序混乱或危及人身和设备安全时应紧急停车。

④ 检修时必须切断电源，并检查压脚是否处在自锁状态。

⑤ 检修液压系统时应先卸除油路系统压力，仔细检查溢流阀是否灵敏或失效，以防电机或油泵损坏。

⑥ 调整系统油压需按程序进行，避免损坏控制元件。

(3) 故障处理 水平切割式内胎接头机的故障有电、液控制方面，机械方面和生产工艺方面的故障，产生的原因很多。属于一般电、液控制方面以及一般机械方面的故障，这里不再详述，现将与生产工艺有关的故障处理介绍于表 4-5。

表 4-5 水平切割式内胎接头故障和处理

故障	产生原因	处理方法
接头开裂、内裂等接头不牢	对接停留时间太少 对接挤压力太高或过低 内胎胎筒在夹持具内滑动 胎筒切割留量太少 橡胶模口损坏 橡胶模口硬度太高或太低 内胎胎筒胶料配方不好 胶料内含水率高，胎筒断面有密集小气孔	增加停留时间 调整适当的挤压力 增加高压压力 保证切割留量适当 更换橡胶模口 橡胶硬度要适当 改进配方 降低胶料内含水率
接头挤坏、折裂和压薄	夹持颚的低压和高压的压力太高 模口宽度太窄 内胎胎筒胶料太软 胶料配方不好，密集的气孔太多	降低高、低压的压力 放宽模口密度，使其等于内胎平叠宽度 应使胶料可塑度保持在 $0.47 \pm 0.03$ 改进内胎配方及挤出工艺

续表

故障	产生原因	处理方法
接头重皮	胎筒切割留量太多 对接挤压力过大 橡胶模口损坏 对接停留时间过长 内胎胎筒胶料太软	保证切割留量适当 降低对接挤压力 更换橡胶模口 调整停留时间 调整内胎炼胶工艺或配方
硫化后内胎转角处轻微外裂	重皮大于0.5mm 橡胶模口损坏	修剪,硫化前擦汽油 更换橡胶模口
电气开关、按钮、行程开关失灵	滑石粉侵入,接触不良 电气开关损坏	清除粉尘 更换新开关
电刀电流不稳定,刀温难控制	电刀绝缘处短路 电刀连接电线老化 电刀连接电线固定不牢	排除短路 更换电线 重新固定
内胎胎筒切割表面不平或呈波浪形	刀温太低 胎筒未压紧 切割速度太快 切割留量太多	提高刀温 增加低压压力 降低切割速度 减小切割留量,一般为1~1.5mm
切割结束时带胶尾	高、低温转换太早,切割结束时,电刀已冷 电刀慢速太快 切割结束时无慢速 切割留量太多	推迟高、低温的转换点 降低电刀慢速的切割速度 提前电刀高、低温的转换点 切割留量要适当
进刀的切割处胎筒变形	进刀时刀温太低 电刀慢速的速度太高 电刀高温转换太迟 电刀中速转换太迟	提高电刀低温温度 降低慢速的切割速度 提前高温转换点 提前中速转换点
进刀口对接不牢 进刀和出刀慢速段对接不牢	电刀粘连废胶 电刀低温温度太高,焦烧切割面 电刀温度太低 电刀慢速太慢,焦烧切断面 电刀慢速太快	清除电刀上的粘连废胶 降低电刀低温温度 保证慢速切割刀温 提高电刀的慢速切割速度 保证慢速切割速度

续表

故障	产生原因	处理方法
进刀端和出刀端的高、低温转换点对接不牢	转换点太迟或太早	适当调整高、低温和慢、中速的转换点。一般进刀端的转换点以尽量提前为宜，出刀端的转换点以尽量推迟为宜

#### 4.1.6 内胎定型和硫化

##### 4.1.6.1 定型

挤出后的半成品胎筒，经过贴气门嘴、定长和接头等工序后，进入了内胎定型工序。所谓定型，就是把封闭的环状半成品胎筒，放进内胎定型盘中，缓慢充进适量压缩空气，使其膨胀和均匀地伸张。经过定型的胎筒，其形状已接近成品的形状。再把定型好的胎筒放进内胎硫化机中，按规定的硫化条件进行硫化。最后，把硫化完毕的内胎取出，堆放整齐。这就是内胎定型和硫化操作过程。通常定型和硫化操作由同一个操作人员完成。

定型操作前，应检查胎筒的长度、宽度是否符合施工要求，检查胎筒有否杂质和气泡，并在胎筒表面涂少量滑石粉。定型操作时，把气门嘴放到定型盘的缺口底部位置，缓慢充气，用手沿胎筒周向抹动，使褶子张开，半成品各部膨胀均匀。

定型胀大程度以恰好达到标准杆（保证 90%~95% 的成品定型后的内胎壁与硫化模具之间有 15~20mm 的间隙）为宜。如遇到胎筒发硬时，应采用二次定型的方法，第一次定型以不超过标准杆的 70% 为宜。定型后，用气门蜡（滑石粉：肥皂：甘油 = 2:1:1）把气门嘴堵塞，同时应检查接头位置有否拉薄变形等。

丁基橡胶内胎冷冻取出后至表面无寒水，再进行充气定型。丁基内胎应采用二次定型的方法，第一次充 80%，第二次待装锅硫化前充至标准程度后，迅速装锅。

内胎定型盘可分为立式与卧式两种，如图 4-2 所示，立式主要用小规格内胎的定型，卧式定型圈为平放式定型装置，适用于大型

内胎定型。为了便于统一装模前半成品内胎的尺寸，并防止伸张不等，在硫化过程中造成内胎厚薄不均或打褶等质量缺陷。在定型圈上应设标准针，标准针的高度应视内胎断面大小而定，一般为内胎模型断面直径 $\phi$ 值的90%~95%。

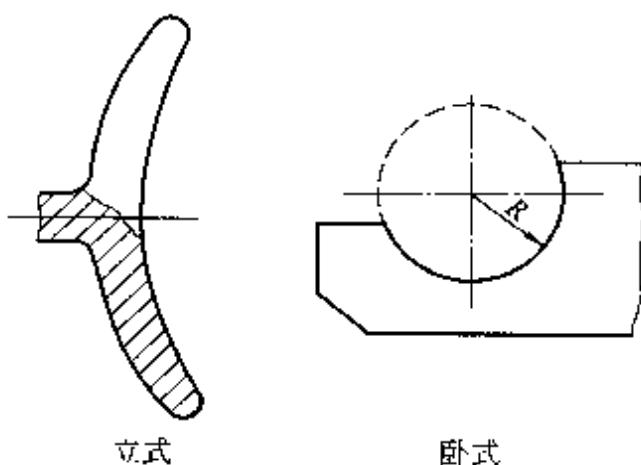


图 4-2 内胎定型盘

#### 4.1.6.2 硫化

根据内胎硫化的工艺特点，内胎硫化使用内胎硫化机。内胎硫化机为单模硫化机形式。为了提高传热效率，采用模型夹套蒸汽加热方式，可以节省蒸汽和缩短硫化周期。具体见本套丛书的《橡胶硫化》硫化设备章节。

硫化内胎采用内外蒸汽高温短时的硫化方法，小型内胎可用压缩空气为内压。天然橡胶内胎外压蒸汽一般为490~510kPa，硫化时间为5~8min，如9.00—20内胎硫化时间为5min，放气2min。全部采用程序控制来完成内胎硫化的进气、排气、合模、启模全过程。丁基橡胶内胎硫化速度较慢，硫化温度应提高。如一般天然橡胶内胎硫化温度为150~158℃，丁苯橡胶内胎为164~167℃，而丁基橡胶内胎则为170~184℃。丁基橡胶内胎硫化蒸汽压力686.5~784.5kPa时，硫化时间为10~15min。目前，内胎硫化已采用计算机联网控制。硫化内胎前后，宜采用硅油为模型隔离剂，便于卸胎并增加内胎表面光亮度。硫化结束后，硫化机自动启模，取出成品，进行外观检查。

#### 4.1.6.3 内胎定型硫化工艺要求

- ① 定型风压不低于 0.3MPa，一般为 7.85~9.8kPa。
- ② 蒸汽压力不低于规定要求（按各厂的具体规定），冷模预热时间不少于 30min。
- ③ 普通橡胶内胎接头后的半成品胎筒，必须停放 15min 才进行定型。丁基橡胶内胎接头冷冻后停放 5~10min 进行定型。
- ④ 硫化落模时，应将嘴子对正插嘴，装胎要正和稳，合模应迅速，否则下模胶料先受热变软而影响胎筒均匀度。
- ⑤ 硫化启模前需提前 1~2min 排放内压，应将内压排净。
- ⑥ 硫化结束后应及时取出成品，进行外观检查。如出现两条以上同样毛病的内胎，应及时进行分析处理。
- ⑦ 7.50—20 以上规格胎筒存量不超过 4 条，其余规格为 6 条。如停放时间过长者，应转换折叠位置。

#### 4.1.7 质量缺陷分析

内胎的质量标准和检查方法见国家标准 GB 7036.1—1997，常见的质量问题和分析如下。

- (1) 胎壁厚薄不均 产生原因是挤出时厚度不一致，半成品过宽或过窄等；定型时充气速度过快伸张不均匀；胶料软硬不一或胶料过软，胎筒停放时间超过规定；装模操作太慢或合模时间长，造成下模胎筒胶料流动比上模快以致伸张变薄。
- (2) 接头裂口 因接头机的切刀粘有杂质或胶丝，使内胎接头受到污染；滑石粉或隔离剂未擦干净粘在接头处，使接头搭接不牢固，硫化后成一白线，白粉去掉后该部位留有小裂口。电热刀温度过高或过低，也会产生裂口。
- (3) 接头重皮 接头处含有滑石粉等，胶料流动覆盖在滑石粉上面，产生重皮。
- (4) 接头薄 接头压力不当，或胶料停放时间不足，均会发生这种缺陷。
- (5) 气门嘴胶垫边缘裂纹或重皮 由于气门嘴胶垫与胎筒黏合

不良，或者胶垫边缘过厚及含有滑石粉所致。

(6) 气门嘴边缘及胶垫与胎身间有气泡 主要是上气门嘴时，胶浆未干，硫化时挥发分积聚产生气泡，该部位欠硫也会产生气泡。

(7) 活褶子、死褶子 主要是半成品尺寸不当产生的，径向褶使长度过长，周向褶使宽度过大。定型过大也容易产生此缺陷。

(8) 明疤缺胶、麻面 主要是由于水蒸气窜进模型内，在模型与内胎之间产生窝气，胶料不能接触到模型。此外，内压不足或压力产生波动也是造成此缺陷的原因之一。

(9) 胎身胀大 模型温度不均匀所引起的欠硫会产生胎体变形增大，导致胎身胀大。另外，如果气门嘴堵塞，出模后内压膨胀也能产生此缺陷。

(10) 流失胶边 模型密封不良引起胶料流失现象，主要是模型在使用中产生变形或调整不当所致。

(11) 海绵严重 欠硫或失压所致。

(12) 接头或气门嘴胶垫欠硫 是硫化时间稍有不足造成的。

## 4.2 垫带的生产工艺

垫带为纯胶制品，主要生产方法为模压法。其生产工艺流程为：胶料热炼→挤出→切头→接头→硫化→修检。

### 4.2.1 垫带半成品制造

一般用 $\phi 150\text{mm}$ 螺杆挤出机挤出方形胶条，冷却后再进行定长、斜坡切头、称量、涂胶浆、接头、压实备用。挤出温度：螺杆为 $30\sim 35^\circ\text{C}$ ，机身为 $35\sim 40^\circ\text{C}$ ，机头为 $80\sim 85^\circ\text{C}$ 。挤出后每隔5条称重一次，检查重量。切头使用电刀，温度为 $160\sim 200^\circ\text{C}$ ，切头方式为斜切割，有时也可用垂直切割，切头后逐条称重。接头在压头机上进行，为了提高黏合力可在接头前涂刷汽油或胶浆。

#### 4.2.2 垫带硫化

胶料经过挤出和停放后，进入了硫化工序。硫化通常用20~50t液压垫带个体硫化机，模具由上、下、中模构成，如图4-3所示，模内刻有排气线，上、下模夹套可通蒸汽加热，下模与水压塞柱相连，控制模型的启合，合模后，用高压水顶住硫化模型进行硫化。硫化蒸汽压力一般为588.4~686.5kPa，硫化时间约为5~7min，油压不低于8MPa。目前已有采用水压注压硫化机以提高产品质量及生产效率，硫化温度为158~164℃，时间约为8~5.5min。国外也有采用多模位注压机组硫化垫带，硫化温度高达190~200℃，只需1~2min。

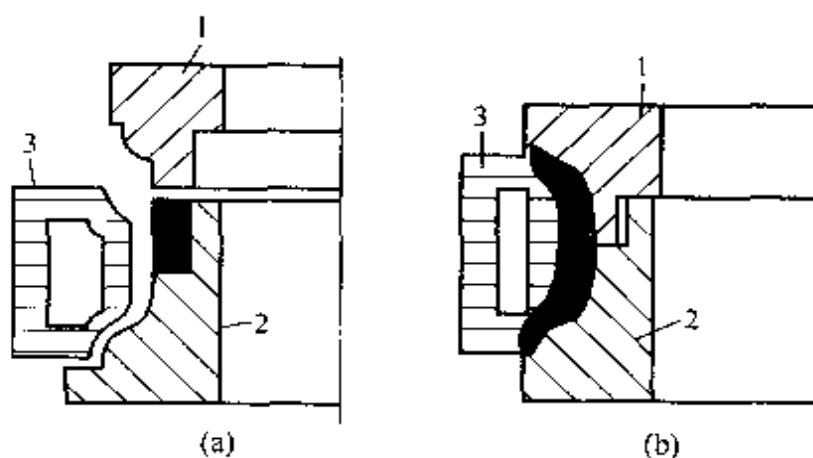


图4-3 垫带模压硫化示意

(a) 套入半成品胶环未合模；(b) 合模状态

1—上模；2—下模；3—中模

另外垫带还有一种生产方法即为缠水布硫化法。缠水布硫化法是将压型好的垫带半成品经接头成胶环套于硫化模圈上，该模圈为铝合金制造，质轻而结构简单。将用水浸湿且较结实的细布或薄帆布，沿垫带表面圆周方向均匀缠满，不露空隙，如图4-4，然后组成多个成排放进硫化缸中硫化。

缠水布的作用是在硫化温度的作用下，使布干燥收缩压紧胶料，产生硫化压力，同时使胶料不能流动。硫化后剥除包缠布条，卸下垫带，即可送入检验。这种方法生产的垫带一般不需修整。生

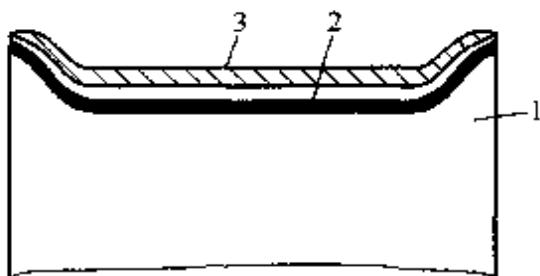


图 4-4 缠水布硫化模圈断面示意  
1—铝合金模圈；2—垫带断面；3—水布

② 各规格胶条应按质（重）量过秤，并注意有否气泡和杂质、自硫胶粒等，并及时处理。

③ 接头处涂汽油，待干后接牢，接头应平整。

④ 装模时应防止接头开脱，放平后合模硫化。

⑤ 经常检查压力、温度是否符合工艺要求。

⑥ 起模后及时清理模型积胶。

⑦ 出模后应剪修成品流失胶边。

### 4.2.3 垫带硫化设备

#### 4.2.3.1 结构简介

垫带硫化通常采用垫带硫化机。垫带硫化机实质上是一台专用的平板硫化机，只是增加了一些专用的模具和附件，其液压部分有水压和油压两种，见图 4-5。

水缸和柱塞是产生压力的部件，托盘上固定着硫化模型的下模，上模固定在上横梁。中模则用滑块浮动在立柱间，可沿立柱移动。

接成环状的半成品胶条放在下模上，当液压缸进压力水时，柱塞推动托盘和下模上升，上升到一定位置与中模接触后，再推动中模一起上升。当胶条接触到上模后，在上升压力的作用下，胶料进入模型型腔内，并充满模型。在模型上开有排气沟，可排出空气。在上、中、下模中均有夹套，可通蒸汽或用电热丝加热模型。硫化结束后，排出水缸内的压力水，依靠柱塞、托盘和下模的自重作用

产过程中主要是要掌握硫化条件，其成品的合格率是很高的，几乎可以达 100%，但其缺点是生产方法较落后，劳动强度大。

硫化工艺操作要点如下。

① 节假日后冷模预热：蒸汽模型加热时间 40min，电热模型加热 60~90min。

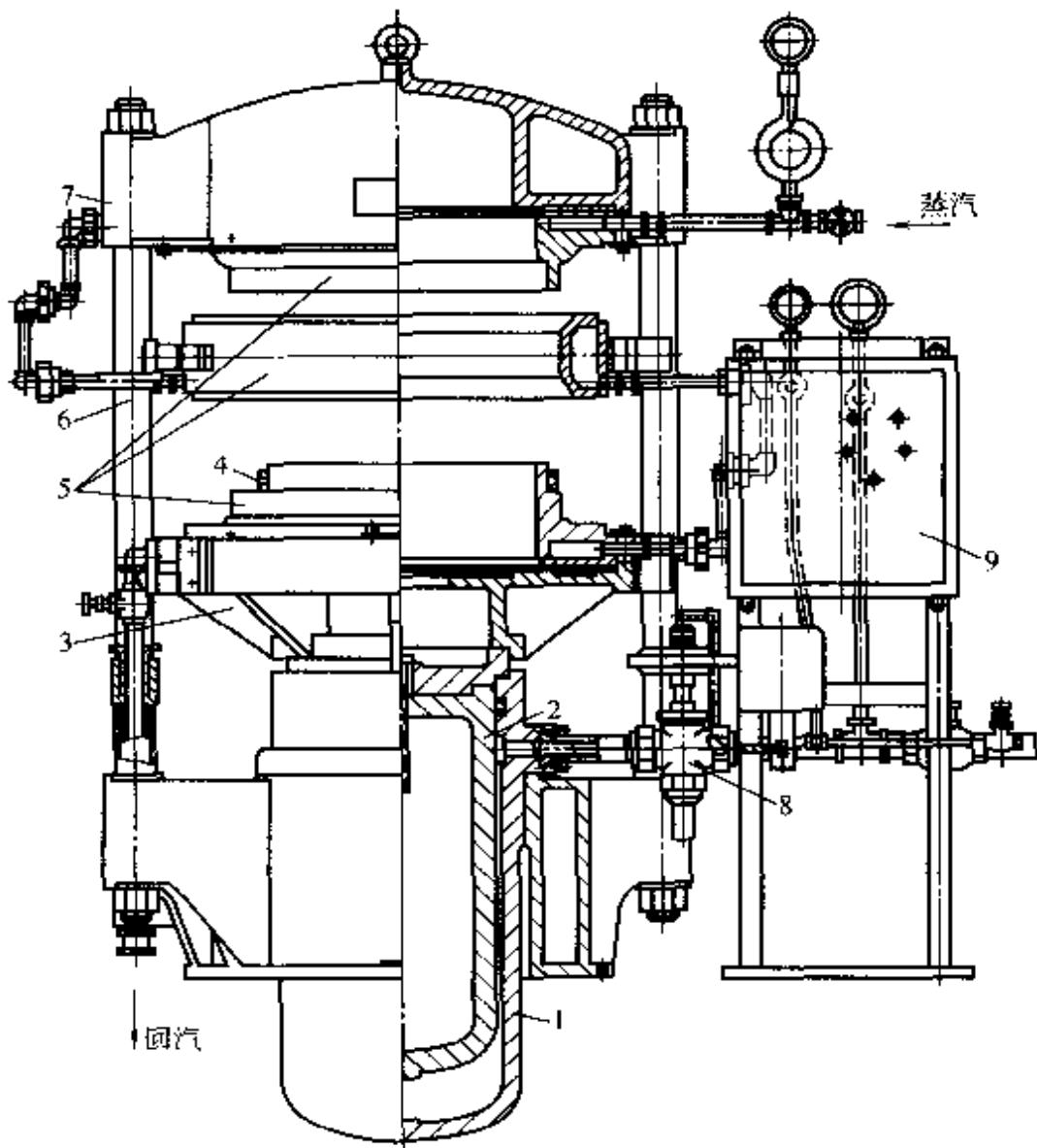


图 4-5 垫带硫化机

1—水缸；2—柱塞；3—托盘；4—胶条；5—硫化模型；6—立柱；  
7—上横梁；8—管路系统；9—控制系统

升模。

油压垫带硫化机则需配备单独的油压系统。其油压系统采用齿轮泵和柱塞泵的组合油泵，齿轮泵供 0.5MPa 的低压油，而柱塞泵则供给 10MPa 的高压油。启动时，油泵电机转动，齿轮泵和柱塞泵同时向油缸供油，下模上升，当油压达到 0.5MPa（可调）时，齿轮泵溢流，柱塞泵继续工作。当系统的压力达到 10MPa 时，电

接点压力表使油泵停止工作，开始计时硫化。硫化结束后，先导通电磁阀操纵隔膜阀打开回油管路，油缸排油，在重力作用下，下模开启，完成一个硫化周期。

在硫化过程中，如果系统压力下降，达到压力继电器的下限时，油泵电机自动启动补压，待压力达到规定值时，电机停转。由于该系统采用高、低压油压，可在总压力相同下，使油缸的柱塞直径大幅减小。

#### 4.2.3.2 主要性能参数

垫带硫化机的主要性能参数见表 4-6。

表 4-6 垫带硫化机的主要性能参数

参数名称		LLD-50(油压)	LLD-20(水压)	LLD-50(水压)	LLD-100(水压)
硫化的垫带规格		16~22	18~22	16~22	24~32
总压力/t		50	20	50	100
液压压力/ MPa	低压	0.5	2.0~2.5	3.0	
	高压	10			12
电机功率/kW			3		
柱塞直径/mm		260	320	460	340
行程/mm		470	460	470	1200
模型	直径/mm	745	745	750	1196
	厚度/mm	220~300	200~300		
蒸汽压力/MPa		0.6	0.6	0.6	0.6
压缩空气压力/MPa		0.4~0.6	0.3~0.4	0.3~0.5	0.6~1.0
外形尺寸/mm		1940×1230× 2479	1700×800× 2240	2100×800× 2625	3500×1300× 4350
质量/kg		4300	3000	4000	9500

#### 4.2.3.3 垫带硫化机的维护保养

① 定期清洁机器表面，立柱导架间应经常加油，保持良好润滑，泵座应保持规定的油量。

② 如果大量油液从泵座上的溢流管流出时，则油泵柱塞密封

衬垫漏油，应停机检查处理。

③ 硫化机工作时，柱塞行程不应超过其最大行程长度，以防止柱塞密封衬垫受损坏。

④ 贮油箱的油，应三个月清洁过滤一次。

⑤ 电加热的垫带硫化机，应每月检查一次温控系统，保持动作灵敏可靠。

⑥ 蒸汽加热的硫化机应定期检查疏水阀门，蒸汽管路的保温要完整。

#### 4.2.4 垫带外观质量标准及质量问题分析

(1) 气泡、杂质或缺胶 存在气泡、杂质主要是因为半成品或模型受污染或带有挥发分(如水分、汽油等)；缺胶是半成品质量不足、粘有滑石粉或隔离剂影响胶料的流动、模内排气沟设计不当等原因造成的。合格品 $\geq$ 正常厚度70%。

(2) 边部海绵 合模时压边不足或不稳定。合格品不超过5mm。

(3) 带身不正 是指缠帆布硫化的垫带的半成品放置不正。合格品两侧宽度差 $\leq$ 实测宽度的2.5%。

(4) 豁边 垫带边部产生撕裂扯开现象称为豁边。合格品豁边 $\leq$ 5mm，并修理平整。

(5) 带身窄 因胶量不足或胶料流动性不良而产生垫带宽度低于标准的现象。合格品最窄处宽度 $\geq$ 标准宽度的90%。

(6) 接头处凸起 因接头部分重叠，用胶量过多产生的凸起现象，合格品凸起高度 $\leq$ 正常实测厚度的30%。

(7) 气门嘴孔位置不正 硫化过程中模型气门嘴孔位置产生偏移而引起的。合格品规定，偏歪不超过设计位置5mm。

(8) 接头裂口 因接头处黏合不良产生开裂现象，合格品裂口处的厚度 $\geq$ 正常实测厚度的70%。

(9) 边缘不齐 半成品质量不足，排气沟设计不当，操作不慎模型压偏所致。

## 4.3 胶囊和水胎的生产工艺

### 4.3.1 水胎的生产工艺

水胎由环形胶筒、牙子和胶嘴三部分构成，如图 4-6 所示。水胎是外胎硫化的工具，硫化时将其装入外胎内部，通入过热水给外胎加压、加热。因此，水胎外缘曲线形状应符合外胎内缘曲线形状的要求，保证硫化时各部位受压均匀一致，硫化出的外胎内缘曲线符合设计标准。

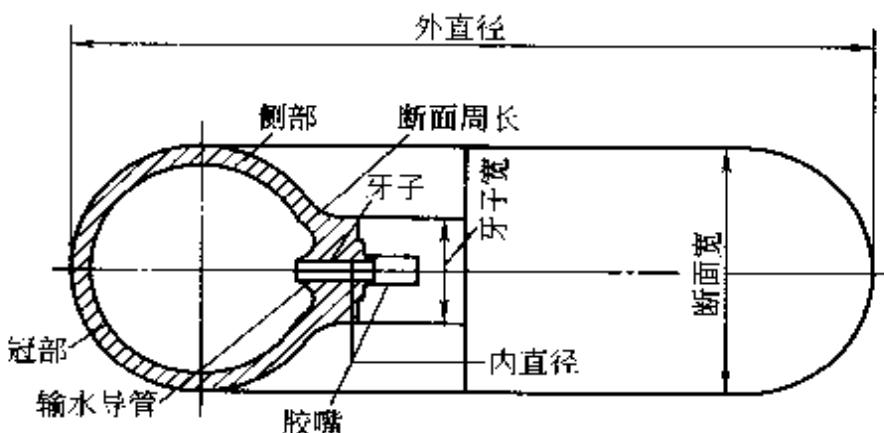


图 4-6 水胎断面示意

#### 4.3.1.1 制造方法

根据水胎各部工作特点也可分用三种胶料。内层用耐热和弹性高的胶料，外层用耐热老化、耐屈挠性好、气密性高的胶料，牙子用较硬的胶料，便于充分发挥胶料的作用。

水胎的制造方法根据各工厂的设备的情况不同，一般有卷贴法和挤出法两种。

(1) 卷贴法 这种方法由于设备简单，为一般中小型工厂广泛使用。其卷贴尺寸大小，按施工标准规定制造。制造中要注意排除气泡，关键是对接头部位压实，接头端部不得有局部脱开现象。

(2) 挤出法 这种方法是将胶料用挤出机按规定的芯型挤出带

有牙子的胎筒半制品，经放置冷却后定长、装嘴子，按卷贴法一样贴上橡胶嘴子然后接头定型。此种方法，虽然效率较高，但如品种多产量小，则不适用。由于各种条件所限，对较大型规格的水胎，目前亦不采用挤出法，而用卷贴法制造。

#### 4.3.1.2 水胎接头及定型

按照设计施工表要求将卷贴或挤出胎筒定长、切断。接头方法目前均采用套接法，故对胎筒的两端，需切割成不小于 $75^{\circ}$ 斜面的内外筒口，如图4-7所示。接头前需涂胶浆、刷毛。胶浆干透后方可接合，注意接合要保持清洁，接头需平整，并用手滚压实或用压头机压实，不得有打褶脱开现象。

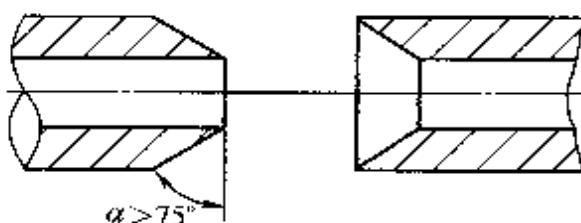


图 4-7 水胎接头斜面示意

在接头前需先安装嘴子。采用一个嘴子时，放在胎筒的中间较好。如果是采用双嘴子时，则要使两嘴子对称装在一条直线上（即互相隔 $180^{\circ}$ 位置），并要使接头错开一定的距离。

成型好的水胎半成品，需要进行预定型，以便于硫化装模和保证各部位的厚度。定型水胎所用的工具目前国内有三种形式，即定型圈（用钢板焊接而成）、定型盘（为铝合金铸造经车制成水胎半成品所要求的尺寸或用锌铁皮焊接而成）和不能活动定型器，需按不同的特点和操作习惯而选用。

定型用空气压力不大于 $0.2\text{ MPa}$ ，室温不低于 $18^{\circ}\text{C}$ ，定型尺寸需要比模型小，以便装模操作。充气后需用堵头或胶布封贴，使水胎具有一定的形状和使胶料舒展平整。水胎半成品定型时间一般不少于 $1\text{ h}$ ，不大于 $24\text{ h}$ 。

#### 4.3.1.3 水胎硫化

水胎硫化多采用个体硫化机，也有采用硫化罐硫化。水胎硫化的方法、所用设备以及模型外形基本上与外胎硫化相类似，惟一不同的是，模型内轮廓是没有花纹、光滑且符合设计要求的表面。

水胎硫化的传热介质根据工厂设备情况而定，外压一般采用蒸汽，其压力在0.2~0.45MPa范围内。内压有单独充以压缩空气、蒸汽或过热水的，亦有硫化开始充以蒸汽，中途换用过热水硫化的。压缩空气压力一般在0.6~1.4MPa范围内，内压蒸汽及过热水温度压力与外胎硫化相同。

硫化开始时充以蒸汽，中途换用过热水的优点是可减少水胎硫化过程产生胶边，并提高硫化胶料致密性，同时还可提高生产效率。

硫化条件是根据配方性能、传热介质、设备特征、半制品结构、硫化方法等情况而定。和外胎硫化不同点是硫化过程外压升温较早，以便于胶料早期定型。硫化条件：新水胎内压过热水温度160~180℃，压力为不大于2.2MPa，外蒸汽压力0.4~0.5MPa左右，硫化时间视规格而定（小规格为50~70min，大规格为80~100min）。

#### 4.3.1.4 水胎修理

水胎经多次使用，其表面会产生深浅不同的裂痕（亦称老化裂纹），胎壁厚度不均以及牙子破损，嘴子漏水等现象。为了保证外胎质量和提高水胎使用寿命以节约胶料，需要将有上述现象的水胎经过修理继续使用，以提高其使用次数。即将水胎损坏部分磨去或刮去，然后贴上新胶片，再进行硫化。局部损坏部位用贴补丁的办法进行修理，嘴子损坏也可更换。这些修补叫小修。如表面龟裂严重，达到需要整个修补的程度，这种修补叫大修。大修是将整个表面刮去，补上新胶片，进行硫化。无论大修或小修后的水胎，表面应光滑、平整，不应有局部或整体增厚的现象。

##### （1）修理前的挑选工作

① 外观检查 主要检查水胎表面龟裂程度及损坏情况，以便确定修理部位及方法。如水胎周身老化龟裂严重的则需进行大修，损坏部位集中在一处的，则需进行局部修理。

② 充气检查 主要检查水胎断面周长及牙子部分弧度是否符合标准，胎身有无出沟，胎身及嘴子是否有漏气等，以便确定是否

可以进行修理和修理部位及方法，其方法按损坏性质有局部修理和换嘴子修理两种。

### (2) 修理工艺

① 磨毛、刮皮 表面龟裂老化的水胎，需经过刮皮除去龟裂老化的表层。刮皮厚度视其表面龟裂情况而定，一般为1~3mm(但必须将表面的老化裂纹彻底刮掉，从而保证修补胶片的良好黏合)。局部修理的水胎，先用刀割去损坏部位胶层，然后用软轴机磨毛，以提高修补胶件与原胶层的黏合力。

② 涂胶浆及贴胶片 刮去老化层的水胎进行涂胶浆，并放置在固定架上干燥，涂浆后水胎各部位要厚度均匀。局部修理的水胎在磨毛处均匀地涂上胶浆。胶浆完全干燥后，在水胎损坏部位或周围贴上胶片。胶片所用胶料与水胎外层胶相同，胶片厚度依据磨毛、刮皮情况而定，以修补后相当于新水胎的质量且表面平整为原则。局部贴胶片的水胎，在专门的工作台上进行，贴胶片后应压实割平。

③ 换嘴 如果水胎嘴子损坏漏水，将会影响外胎的硫化质量。如果水胎嘴子堵塞，则会使所硫化之外胎由于缺压而成废品。

换嘴所使用的新胶嘴，由耐热、耐撕裂，高定伸胶料制作，经用模型硫化而成。

④ 内部修理 水胎内部发生龟裂老化时，在一定范围内亦可修理，但其操作较为复杂，从牙子中心线割开，然后磨毛涂胶浆，贴胶片，再将牙子黏合压实进行硫化。

### 4.3.2 胶囊的生产工艺

胶囊是定型硫化机必需的配件，起着与水胎相同的作用。在轮胎硫化过程中，胶囊经受反复的膨胀与收缩、拉伸和屈挠变形，还要经受急剧的升温和冷却，要求能耐热、氧老化。因此，对胶囊的胶料配方、胶囊结构和生产工艺等都提出了较高的要求。

对应定型硫化机的类型，胶囊种类主要有A、B两种，胶囊壁厚一般在10~15mm左右，表面有凹形细沟，以排出装模定型时胎里与胶囊的空气。其形状如图4-8所示，适用范围见表4-7。

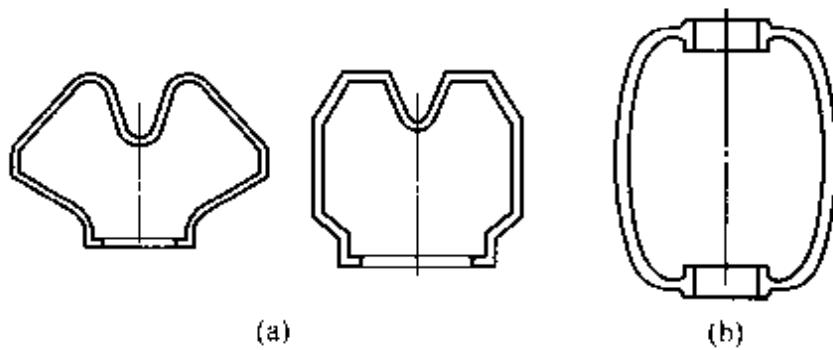


图 4-8 胶囊形状示意图

(a) A型胶囊; (b) B型胶囊

表 4-7 胶囊规格及其适用范围

胶囊规格	类型	胶囊适用范围
18.4—30	B	18.4—30; 12—38; 13.6—38(水田胎); 16.9—34; 16.9—38
15—24	B	15—24; 14.00—24; 13.00—28
9.00—20	B	9.00—20; 10.00—20; 11.00—20; 9.5—24
7.50—20	B	7.50—20; 8.25—20
6.50—16	A	7.50—16; 6.50—16(气密用)
6.50—16	A	6.50—16; 7.50—16
6.00—14	A	6.00—14; 6.95—14; 7.50—14
6.00—12	A	6.45—13; 6.00—12(拖)
5.00—12	A	5.00—12; 6.00—12

A型胶囊是一个下端开口、上端封闭的圆形胶囊，开口端固定在囊筒的子口上，上部顶端中心是一个U形凹槽，形状与推顶器球鼻的形状相吻合，可借球鼻的顶压对准胎坯的中心。

B型胶囊是上下两端开口的圆桶形胶囊，其下端安装在与下钢圈相吻合的卡盘上，上端安装在中心机构升降杆顶部的卡盘上。B型胶囊由于上下被固定，所以中心定位准确，胶囊的拉直长度受中心杆上下行程的限制。

#### 4.3.2.1 胶囊制作的工艺流程

生胶→烘胶→配料→混炼母胶→热炼→滤胶→加树脂、氧化锌→胶料热炼→胶片挤出→定长→预热→硫化→检查备用。

#### 4.3.2.2 烘胶及贮存条件

丁基橡胶必须在一定条件下烘胶，夏季 $(50\sim60)^\circ\text{C}\times(24\sim48)\text{h}$ （从5月1日起），冬季为 $(60\sim70)^\circ\text{C}\times(48\sim72)\text{h}$ （从10月1日起）。

#### 4.3.2.3 胶囊胶的混炼、热炼、滤胶、加树脂工艺

胶囊胶的混炼分两段进行。第一段在生胶中加大料（如炭黑）及油料制成母胶，第二段在母胶中加树脂及氧化锌。制备母胶时用密炼机进行，但丁基橡胶密炼时易出现掉负荷现象，为提高混炼效果，应加大容量 $10\%\sim15\%$ 以增大挤压、剪切力。首先要用洗车胶清洗转子和密炼室，不得混入其他杂质及胶种，以防影响丁基橡胶的互溶性、互黏性。具体工艺条件及操作顺序见表4-8。

表4-8 丁基母胶混炼工艺条件

设备名称	密炼机	胶温	$130\sim140^\circ\text{C}$
容量	196.2kg	水压	0.25MPa
		风压	0.5MPa
顺序	药品名称	操作要点	时间/min
1	丁基橡胶，氯丁橡胶	温胶	4
2	1/2 大料	混合	5
3	1/2 大料	混合	5
4	蓖麻油	混合	3
5		排胶	1
合计			18

#### 26in 开炼机下片

温度	前辊温 $50\sim60^\circ\text{C}$ , 后辊温 $60\sim70^\circ\text{C}$		
顺序	药品名称	操作要点	时间/min
1	胶囊混合胶	过辊三次降温	4
2		捣炼	6
3		下片	6
合计			16

混炼胶下片后，在开炼机上进行散热、下片，然后在开炼机台上热炼，辊筒温度为 50~60℃（前 50℃，后 60℃），容量 30kg。热炼后，胶料要滤胶。滤胶机温为：机身 50~60℃，机头 70~80℃，供胶条 90℃以下。胶条规格：厚 7~8mm，宽 90~100mm。滤网为 28 目、40 目各一层。滤胶后胶温不得超过 140℃。滤胶后胶料再投入开炼机散热、加树脂等，操作顺序见表 4-9。

表 4-9 丁基胶加树脂工艺操作顺序

顺序	药品名称	操作要点	辊距/mm	时间/min
1	过滤胶料	散热	7~8	4
2	加树脂	抽余胶，缓慢加入	7~8	7
3	加氧化锌	分散加入	7~8	4
4	薄通	落盘 2 次，三角包 3 个	3~4	5
5	捣炼	左右割刀 8 次	7~8	4
6	供热炼机台	卷或条	7~8	1
合计时间/min				25

注：1. 加料前必须清洗胶辊以免混入杂质。

2. 树脂必须粉碎、过筛后使用，筛网规格 28 目，应缓缓分散加入，以防粘辊。

#### 4.3.2.4 胶囊半成品的成型

胶囊半成品一般用挤出法生产，胶料挤出前需经热炼（辊温 60℃左右）、薄通三次后，供胶条，送挤出机挤出。注意胶条不得落地及沾污杂质。

挤出工艺条件为：机身温度 40~50℃；机头温度 50~60℃；口型温度 75~80℃；供挤出胶条厚 10~12mm；供挤出胶条宽 90~100mm。

挤出机规格为：螺杆直径  $\phi 250\text{mm}$ ，螺杆转速 30r/min，电机转速 735r/min，螺杆长径比 4.8。

胶片挤出后必须表面清洁，要码放整齐，存放温度在 18~40℃之间，不得有挤压变形，并用塑料包好，防止污物。存放时间不得超过 1 周。

胶囊半成品有两种形式，其中A型胶囊挤出后为圆形胶柱体，再根据施工要求的质量切成扁平圆柱体，也可用胶片卷成圆柱状。挤出速度宜慢不宜快，速度过快易造成内部起鼓。一般控制胶柱的纵、横轴尺寸比例接近1:1为宜，接近球体形状，这样可保证硫化铸压入模时，行程尽量缩短，易于流动，避免因胶柱过长出现压偏及流动不匀现象。A型胶囊多用于小型轿车胎。另一种形式为B型胶囊，用于载重胎，挤出后为胶片形，也可挤出矩形状胶条，依据施工要求切成相应的质量与长度，硫化前需接口后装模、硫化。

操作要点如下。

① 使用挤出机出型时应注意调节挤出温度与热炼胶料温度，以减少胶条的气泡产生。

② 出型后胶料应停放24h才使用，但不能多于两周。

③ 胶料定长时，以质量为准，称量时要采用减重法，不能加余胶，以免硫化后发生重皮和开裂现象。

#### 4.3.2.5 预热、接口

存放后胶料需经预热，预热前要定长、过磅。预热条件为(50~70)℃×4h以上，要随时翻动胶片，以防受热不匀，局部焦烧。预热后接口，成型为胶筒，接口处应为60°坡口，保证接齐、接牢。

各种规格胶囊施工标准及适用范围详见表4-10。

表4-10 几种规格胶囊施工标准

规格	断面形状	挤出长度/mm	挤出质量/kg	成型长度/mm	成型质量/kg
18.4—30	矩形	3700±50	41.5±0.5	3400±50	38.4±0.2
15—24	矩形	3180±50	30.5±0.5	2830±50	28.5±0.2
9.00—20	矩形	2550±50	15±0.1	2250±50	14±0.1
7.50—20	矩形	2240±20	11±0.15	2030±50	10.25±0.1
6.50—16(AB)	矩形		7.6±0.1		7.2±0.1

续表

规格	断面形状	挤出长度/mm	挤出质量/kg	成型长度/mm	成型质量/kg
6.50—16(A)	圆柱形		7.8±0.1		7.6±0.1
6.00—14	圆柱形		6.3±0.05		6.2±0.1
6.00—12	圆柱形		4.9±0.05		4.7±0.1
5.00—12	圆柱形		4.0±0.05		3.8±0.1

注：1. 挤出圆柱形胶囊主要以质量为控制指标。

2. 挤出矩形胶片必须符合施工标准中的长度和质量。

#### 4.3.2.6 胶囊硫化

胶囊硫化设备是胶囊硫化机。胶囊硫化机实际上是一个从下向上加压的压力机。胶囊模型装在上横梁和工作台之间。B型胶囊的成型过程如图4-9所示。生产时把环形胶条放在下模胶槽内，使柱

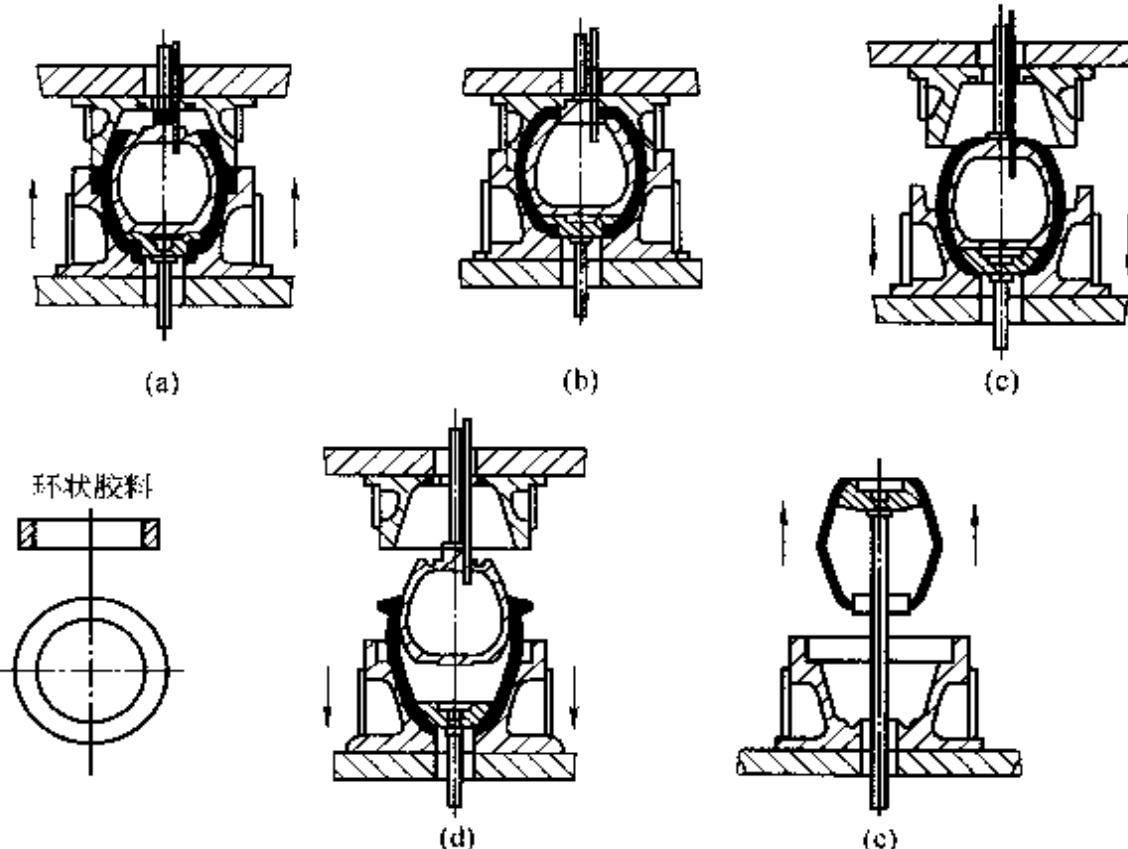


图 4-9 B型胶囊的成型过程

(a) 模型正在关闭；(b) 模型闭合、定型结束硫化开始；(c) 模型打开；  
(d) 上芯模脱出胶囊；(e) 下芯模顶出胶囊

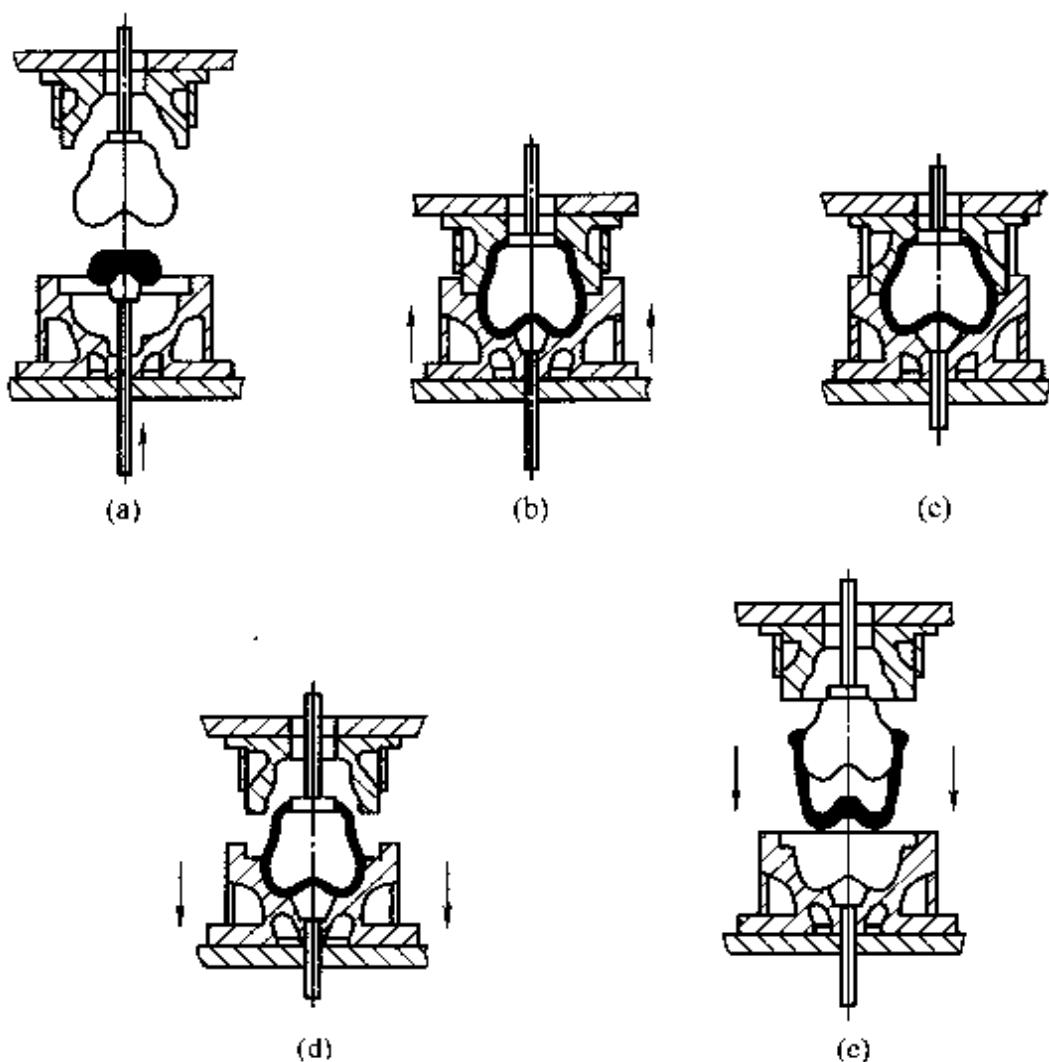


图 4-10 A 型胶囊的成型过程

(a) 下芯模上升料坯定位; (b) 合模; (c) 定型硫化结束;  
 (d) 开模; (e) 胶囊脱模

塞上升，下芯模上移，上芯模往下加压，把上下芯模压紧。当柱塞上升至全压合时，胶料充满模腔，开始硫化。A型胶囊的成型过程如图 4-10 所示。A型胶囊的半成品坯料放在下芯模上，然后使柱塞上升，上芯模下压，上下芯模间夹持胶料。当全部压合时，胶料充满模型开始硫化。

硫化温度为 170~180℃，时间为 2~3h（165℃以下不交联）。硫化结束后将下部外模及内模下降将胶囊脱下、检查、待用。

硫化操作要点如下。

① 半成品胶料在硫化前应先预热，预热温度 60~80℃，时间 4~6h。

② 半成品胶条接头前应刷汽油和打磨，并保持清洁。

③ 冷模应预热 60min，模型温度应大于 180℃。

④ 胶囊一般应停放 3 个月，至少必须停放一周才能投入使用。

#### 4.3.2.7 胶囊成品质量缺陷分析

(1) 气泡 形成气泡的原因有以下几方面。

① 用层贴法成型半成品时，胶料层间残留空气未排除。

② 胶料中含有挥发分。

③ 半成品胶料被污染。

④ 排气线设计不当。

⑤ 半成品质量或形状不合要求。

(2) 局部海绵 产生局部海绵的主要原因有以下几方面。

① 胶料混入杂质。

② 半成品设计不当，如质量过重等。

③ 模型泄漏。

④ 胶料保温预热不足或胶料流动性不足。

(3) 表面缺胶 造成表面缺胶的原因如下。

① 胶料或模型被污染。

② 用胶量不足。

③ 排气孔堵塞。

(4) 胶囊合缝线开裂 造成该现象的原因有以下几方面。

① 硫化机高压泄漏，致高压启动频繁，使压力波动过大。

② 胶料被污染。

③ 胶料混炼不均匀。

④ 模型缝口处倒角不足。

(5) 夹缘撕裂 夹缘撕裂由以下几方面原因引起。

① 胶料被污染。

② 脱模不当。

③ 胶囊设计的不当。

## 思 考 题

1. 内胎滤胶目的是什么？
2. 简述气门嘴生产工艺流程。
3. 丁基内胎生产有什么特点？
4. 定型的作用是什么？
5. 什么是水胎？它在轮胎生产中的作用是什么？在何种生产方法中使用水胎来制作轮胎？
6. 简述水胎的制作工艺。
7. 什么是胶囊？它在轮胎生产中的作用是什么？在何种生产方法中使用胶囊来制作轮胎？
8. 简述丁基胶囊制作工艺。
9. 硫化温度和压力波动对垫带质量会产生什么影响？

# 第5章 轮胎产品检验

近代汽车工业及高速公路的建设发展很快，轿车的行驶速度可超过200km/h，载重汽车的行驶速度达到100km/h，因而对轮胎性能要求很高，必须提高轮胎的质量和使用性能，以适应汽车高速性的要求。

轮胎是汽车不可缺少的部件。汽车在行驶过程中，轮胎不仅承受着垂直负荷和侧向、驱动、制动等较为复杂的各种外力，还经受着一定的应力应变疲劳和各种路面产生的强烈摩擦生热等非常苛刻、复杂的使用条件。轮胎性能和汽车的高速性、舒适性、安全性有着密切关系。由此看来，轮胎仅靠物理性能测试不能满足其使用性能的要求，必须从轮胎成品上严格检测，并通过各项检测结果达到控制质量、提高质量和为改善质量提供技术依据的目的。

## 5.1 轮胎成品检测及标准

随着汽车性能的不断提高，对轮胎的质量和性能要求也越来越高。为了提高轮胎的质量，满足汽车行驶性能的需求，不仅要从轮胎的设计制造工艺上进行研究改进，还需要从成品上严格控制轮胎的质量。因此对轮胎成品的各种性能的试验（也称测试或检测）非常重要。

### 5.1.1 轮胎成品的试验分类

目前，轮胎成品的试验主要采用以下两类方法。

#### 5.1.1.1 室内测试

通过针对性能测试的专用测试仪器设备，在规定的条件下进行测试，并根据测试数据及轮胎变化，测出轮胎的质量。室内测试项

目分为两种。

(1) 常规的质量控制检测 该类检测项目主要用于轮胎生产厂的产品质量控制和鉴定轮胎新产品投产前的技术鉴定，它按照规定的检测项目进行检测。这些项目均有各自的专用检测设备，有一套完整的试验方法和质量标准。

(2) 研究性质的轮胎性能测试 它主要是在规定的设备和一定的条件下进行室内试验，为轮胎设计和配方改进提供依据。

#### 5.1.1.2 室外试验

为了提高轮胎的质量和性能，仅靠室内试验不能满足实际使用性能研究和使用寿命结果的需要，因此需要开展室外实际使用试验。室外试验有道路试验场试验和考核轮胎新产品使用寿命的轮胎里程试验两种形式，它们用来研究轮胎和鉴定轮胎质量（或等级）。

#### 5.1.2 轮胎成品检测标准

轮胎成品测试的项目、使用仪器设备、测试方法及质量技术指标等，各国都有统一的规定标准，如国际公认的美国 DOT 标准和欧洲 ECE 标准。我国以美国 DOT 标准为主要依据，同时参考其他标准制定了国家标准 GB/T 519—1993。

#### 5.1.3 轮胎成品检测仪器设备

轮胎成品检测仪器设备是根据检测项目而制造的专用试验设备，如轮胎成品检测用的耐久性试验机、高速试验机、强度试验机、均匀性试验机和平衡试验机等；研究轮胎性能用的耐臭氧、耐高低温试验机、轮胎性能试验机、爆破试验机等。随着计算机技术的应用发展，目前绝大部分仪器设备都由原来人工控制仪表测试改为采用计算机程序控制和采用计算机进行对测试条件的自动调整以及测试数据的计算，甚至自动记录测试过程中出现的问题，既减轻了测试人员的劳动强度，又提高了测试结果的准确性。当然也对测试人员提出了更高的技术要求。

## 5.2 常规室内轮胎成品检测

### 5.2.1 轮胎外缘尺寸测定

(1) 测定的作用和目的 轮胎的外缘尺寸指轮胎与轮辋组合体的外形尺寸及内胎和垫带的尺寸，不仅关系到轮胎与车辆之间的匹配，而且对轮胎之间的互换也有影响，因此国家已将外缘尺寸的测定列入规定的检测项目之一。

轮胎的外缘尺寸用标准中规定的量具，在要求的条件下测量指定的部位，取得测试数据。测试的项目包括轮胎的外周长、断面宽度、花纹深度、内胎的双层厚度、垫带厚度及垫带宽度。

#### (2) 测试的步骤

① 测试的轮胎必须是硫化后停放 24h 以上，并在 12~36℃ 室温下至少停放 3h，使其轮胎充分的恢复。

② 测试内胎厚度和垫带的厚度、宽度。

③ 将外胎、内胎和垫带安装在标准的轮辋上，按轮胎层级最大负荷充入对应的气压。

④ 在 18~36℃ 室温下停放 24h 后，重新调整到标准气压，即可按标准规定的方法和项目要求测量各项数据。

#### (3) 测试结果报告

① 求出外胎的直径。

$$d = \frac{L}{\pi} \quad (5-1)$$

式中  $d$  —— 外胎直径，mm；

$L$  —— 轮胎外周长，mm；

$\pi$  —— 圆周率，取 3.14159。

② 将全部测试数据填入“轮胎外缘尺寸报告单”中。

③ 将所测试轮胎数据与相应规格轮胎的国家标准进行核对，

判断是否合格。

### 5.2.2 轮胎耐久性能试验（转鼓式）

(1) 测试目的 主要用于考核和鉴定轮胎耐热和耐疲劳方面的性能。

(2) 转鼓试验机 转鼓试验机有一鼓一胎位、一鼓二胎位、二鼓四胎位等类型，多为一鼓二胎位耐久试验机，其结构示意如图5-1所示。

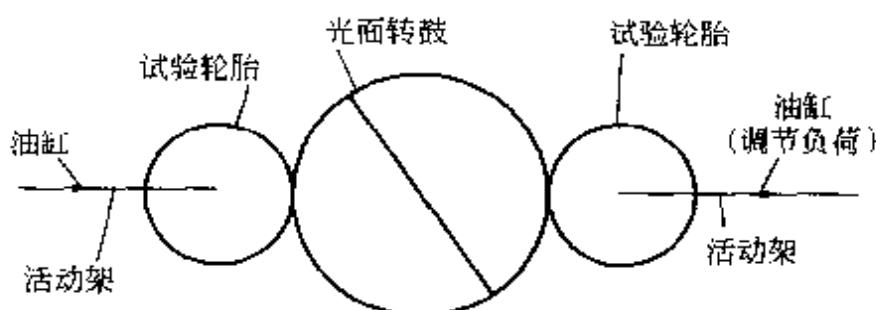


图 5-1 一鼓二胎位耐久试验机示意

转鼓试验机是由转鼓、电动机、活动架和油缸、油泵、控制柜等组成。

① 转鼓 用钢制成， $\phi 1707\text{mm}$  鼓表面平滑，宽 400mm 转鼓轴的一端装有旋转脉冲发生器，它将转鼓速度转换成脉冲频率信号，送入控制柜中的计算机，控制直流电动机的转数。

② 电动机 用于驱动转鼓，由电源柜中的硅整流装置供给直流电源。

③ 活动架和油缸 位于转鼓径向的两侧，试验轮胎则固定在活动架的轮轴上，由后面的油缸推动，在机座上向前移动，使轮胎压在转鼓的行驶面上。轮轴上装有测力传感器，它将试验轮胎的负荷转换成电压信号，通过调整油缸的油流量来控制试验轮胎的负荷。

④ 油泵 提供恒定压力的油源。

⑤ 控制柜 运用计算机对试验过程中的负荷和速度进行控制，

并显示和打印出试验的各项参数。

由于耐久试验的温度较高 [(38±3)℃]，易出现爆破现象，因此，试验机需装入隔离试验房间或整机封闭，并装有安全罩，控制柜和试验人员在外室操作，以保证试验温度和安全。

(3) 测试原理 采用转鼓作为活动的模拟路面，将充气的试验轮胎以规定的负荷压在转鼓上，做连续匀速行驶试验。整个试验按行驶时间分几个阶段，按阶段步骤增加试验轮胎的负荷，以增加试验轮胎的苛刻性。在达到标准规定的行驶时间后，试验结束，测量其气压、胎面温度、胎体温度和主要尺寸，检查外观损坏情况，依照质量指标确定是否达到标准。

#### (4) 轿车轮胎耐久试验的步骤 (转鼓试验机)

- ① 试验轮胎必须是符合外观质量标准的合格品。
- ② 将试验轮胎安装在标准轮辋上。
- ③ 按轮胎执行标准规定的试验轮胎的层级和轮胎的规格要求，充入相对应的压缩空气，在 (38±3)℃ 的室温条件下，停放 3h 以上。
- ④ 校核和调整标准气压。

⑤ 停放 15min 后，按外缘尺寸测定的方法测量轮胎外周长和断面宽度等各项主要尺寸。

⑥ 将试验轮胎装在转鼓式耐久试验机上，开机试验。试验速度，各阶段负荷率、时间和试验条件，按照标准规定执行。国家轿车轮胎耐久试验条件如下。

速度 80km/h；第一阶段负荷率 100%，4h；第二阶段负荷率 110%，6h；第三阶段负荷率 115%，24h；共计 34h。

有些生产厂家制定了高于国家标准的企业内控标准，则要求在完成国标规定试验后可按内控标准做进一步的试验。

⑦ 按标准规定完成三个阶段试验后，立即停机，检查外观，测量气压、胎面温度、胎体温度及外周长等各项主要尺寸，计算出气压增高率、外直径增大率和断面宽增大率，然后根据质量标准判断是否合格。

⑧ 在规定的试验过程中或完成规定试验继续试验的过程中，轮胎如出现摆动、焦烧气味、胶块甩出或爆破等异常现象，应立即把试验轮胎离开转鼓，待轮鼓转动停止或采取安全措施后，检查试验轮胎的损坏情况，判断其损坏程度，对已不能继续进行试验的试验轮胎都认为轮胎已经损坏，则进行各种项目的测量。

#### (5) 试验记录和试验报告

① 在轮胎试验的整个过程中，包括试验轮胎的标志、试验条件及测定的各项数据、试验日期、时间、试验人等，均需做好全部记录。

② 填写试验报告，根据执行的质量标准进行核对，确定是否合格。

### 5.2.3 轮胎高速性能试验（转鼓式）

(1) 试验目的 高速性能试验主要是考核和鉴定轿车轮胎和轻卡载重汽车轮胎高速行驶时的能力。

(2) 试验原理 汽车在高速行驶时，轮胎的滚动损失增加，大量的动能通过摩擦转换成热能，致使轮胎的温度升高，材料性能下降。当速度达到轮胎断面单元变形发生速率等于或大于它的变形恢复速率时产生驻波，这时的速度为临界速度。此时轮胎要承受很大的附加力。变形范围增大，滚动损失和温度急剧上升，加速了轮胎结构的破坏。轮胎损坏时的行驶速度称为损坏速度。高速性能试验就是测定成品轮胎规定的速度和临界速度、损坏速度、行驶时间和里程等数据。

(3) 轿车轮胎的高速性能试验步骤 试验设备为转鼓试验机。

① 测试的轮胎必须是经检验符合外观质量标准的合格品。

② 将试验轮胎安装在符合规定的特制轮辋上，充入规定压力的压缩空气。

③ 将试验轮胎装在试验机上，在(38±3)℃室温下，至少停放3h，然后核实调整压力到规定标准值。停放15min后（规定需要时测定外缘尺寸），开始进行试验。

④ 按试验方法规定的各阶段的次序及其转鼓速度和行驶时间进行试验。

a. 斜交胎应先进行预试，且在预试后立即测量轮胎面温度、气压、周长和断面宽度。待停放自然降温至室温后，调整到标准气压，再测其周长和断面宽度。然后按试验方法规定进行各个阶段的试验。

b. 轿车子午胎不需预试，直接连续进行各阶段试验。

⑤ 试验过程中除斜交胎预试外，各阶段的试验不得中断，中途也不能调整气压，且在各阶段变速至速度稳定所需的时间不得超出1min。

⑥ 在试验中，要细心观察轮胎的试验情况，如发生异常或完成试验后，要立即使轮胎脱离转鼓和转鼓停止旋转，检查外观，如有脱层、裂口、掉块、帘线断裂或接头脱开等缺陷，即认为轮胎已损坏，再测量轮胎胎面温度和气压。

⑦ 如完成各阶段试验仍未损坏，则可参照原来速度的程序继续增加转鼓速度，进行延长试验。

⑧ 在试验的全过程中，试验室温度应保持在(38±3)℃范围内。

(4) 试验记录和试验报告 与前面耐久试验相同。

#### 5.2.4 轮胎强度性能试验

(1) 试验目的 强度试验测定轮胎成品的胎冠强度。试验的目的是检查斜交轮胎胎冠部胎体帘线及缓冲层帘线的角度和密度的变化，检查子午线轮胎带束层帘线是否符合设计要求。

(2) 轮胎强度试验机 轮胎强度试验机的结构见图5-2。试验机由框架、液压系统、控制系统三部分构成。

① 框架 用于支架试验轮胎，在框架中心线上装有两个不同高度的伸缩轴，可分别装不同规格的试验轮胎。

② 液压系统 由油泵提供恒定压力的油源，驱动一个可上下运动的金属圆柱形压头压入轮胎。

③ 控制系统 较老的设备是用仪表控制和显示(记录)。目

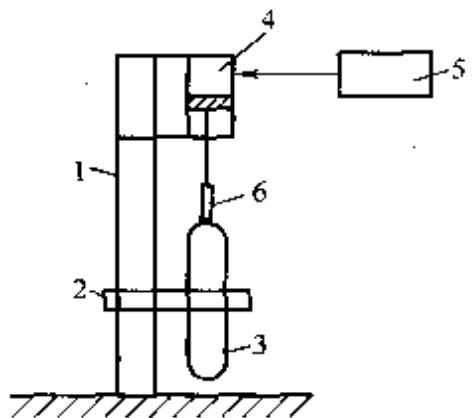


图 5-2 轮胎强度试验机结构示意

1—框；2—可伸缩的安装试验轮胎轴；3—试验轮胎；4—油缸；  
5—油泵；6—压头（Φ19mm、Φ32mm、Φ38mm）

前，大多采用计算机进行程序控制，显示出压头行程、破坏能，并打印或绘出曲线。

(3) 试验原理 强度试验测定的是模拟轮胎在行驶中胎冠与地面接触时可碰到石头等尖锐障碍物而引起的冠部刺穿的破坏功。试验是按规定标准的金属压头和压入速度，压入轮胎的胎冠部位，直至轮胎破坏（或压至轮辋）并计算出破坏功。

其计算公式为：

$$W = \frac{1}{2}FS \quad (5-2)$$

式中  $W$ —破坏功，J；

$F$ —破坏时的力，N；

$S$ —压头压入的深度，m。

#### (4) 试验步骤

- ① 检查试验轮胎，不应有标准中规定的缺陷。
- ② 将试验轮胎装在规定的标准轮辋上，充入标准气压，并在规定的 18~36℃ 试验室温度下停放 3h 以上。
- ③ 核对并调整到标准气压。
- ④ 将试验轮胎装在强度试验机上，在轮胎圆周上取 5 个等分

间隔进行试验。

⑤ 压头要垂直于胎面中心线附近的花纹块上，不要压在花纹沟中。

⑥ 开动试验机按规定速度压入轮胎。记录轮胎破坏前或压头触及轮辋瞬时的压力和压头行程。

⑦ 试验结果计算或计算机打出结果。

(5) 做好试验记录和填写试验报告。

### 5.2.5 轿车无内胎轮胎脱圈阻力试验

(1) 试验目的 脱圈阻力试验是对无内胎轿车子午线轮胎进行的试验项目，针对轿车无内胎轮胎的结构和使用特点，测定轮胎胎圈与轮辋之间的密合力，控制轿车无内胎轮胎的质量，确保汽车安全行驶。

(2) 试验机的组成与作用 图 5-3 为脱圈阻力试验机的结构示意。

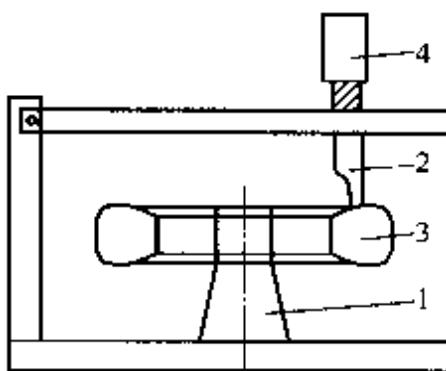


图 5-3 脱圈阻力试验机结构示意

1—轮胎支承轴；2—脱圈压块；3—试验轮胎；4—加载机构

主要由轮胎支承轴、脱圈压块、试验轮胎、加载机构组成，各部分的作用如下。

① 轮胎支承轴 固定试验轮胎。

② 脱圈压块 压块的结构及压块的角度和各部位的弧度均有规定要求。

③ 试验轮胎 按标准规定充入气压。

④ 加载机构 使压块下降，给轮胎自上而下的侧向压力。一般与强度试验机为一台试验机。

(3) 试验原理 汽车在行驶转弯时将产生离心力，此时，轮胎的胎圈将在胎圈座上向内做横向位移。对行驶速度高且气压低的轿车轮胎来说，这种胎圈横向位移易于发生，当离心力超过轮胎胎圈与轮辋的密合力时，即发生轮胎与轮辋脱开。若出现在无内胎轮胎时，气压迅速泄漏，就会发生汽车翻车事故严重威胁汽车的安全行驶。

脱圈阻力试验就是按照上述轮胎使用条件，在室内试验机上向轮胎胎侧施加压力，迫使胎圈从轮辋的胎圈座上向内脱落，测定其所需的最低值而进行的静态模拟试验。

#### (4) 试验步骤

① 检查试验轮胎是否符合标准规定的要求。

② 按标准规定的技术要求将试验轮胎装在标准的轮辋上。

③ 按试验轮胎的层级充入规定的气压，在18~36℃的室温下停放3h，再调整到标准规定的气压。

④ 将轮胎及轮辋组合体装在试验机的轮胎支承轴上，按轮辋的直径调整脱圈压块的位置。

⑤ 在轮胎胎侧圆周上确定不少于4个等间隔点，以(50±2.5)mm/min的下降速度并按标准规定的技术要求和脱圈阻力值的规定，逐个点测出其最小脱圈阻力值，记录脱圈时或停止试验时的阻力值。

#### (5) 记录和报告

① 详细做好试验过程中异常现象的记录。

② 填写无内胎子午胎脱圈阻力报告。

### 5.2.6 充气轮胎物理机械性能试验（轮胎解剖）

物理机械性能试验是将轮胎解剖，切取各种性能的试样，测试胎体各部位的物理机械性能是否能够满足轮胎在使用过程中的性能要求。在过去的国家充气轮胎标准中对各项性能的指标都有明确的

规定，也是一种比较早的质量控制方法，最新的国家轮胎标准中，已不作为质量控制项目，而改为轮胎成品的耐久、高速、强度等项目作为轮胎质量控制项目。但是从质量保证和技术质量分析角度来看，胎体性能的测定不仅有一定的作用也是分析胎体内部质量的重要手段之一，特别是对轮胎成品试验设备不齐全的生产厂家来说，尤为必要。

轮胎由多种复合材料和多种部件按一定的设计结构制造而成，它不仅承受着车辆的负荷和道路障碍的各种外力，而且在行驶滚动过程中承受因受力所产生的各种复杂的胎体内部应力变化，这种变化的应力导致胎体性能下降而影响轮胎的寿命。所以通过轮胎物理机械性能的试验可以达到以下目的。

① 核实试验轮胎的断面结构是否符合结构设计的要求，分析问题，采取技术措施。

② 测试试验轮胎各部位胶料和骨架材料的物理性能是否达到规定质量指标和是否符合配方设计的要求。

③ 依据各项性能测试结果，结合成品试验结果，综合分析，有针对性地采取技术措施，起到保证产品质量和提高轮胎质量的作用。

解剖试验轮胎的技术要求、测试项目、试样的准备、测试方法及测试的技术规定，按照国家标准 GB/T 519—1993 “充气轮胎物理机械性能试验方法”执行。应注意的是要做好试样的标记，做好试验过程中的记录，保证数据的准确，为质量分析提供可靠的依据。

### 5.3 研究轮胎性能的室内试验

研究轮胎性能的室内试验，主要是为轮胎设计和配方改进提供依据，用来进一步完善轮胎结构设计和配方，以满足各种轮胎的使用性能、安全性能、经济性能的需要，主要有以下几种试验。

(1) 爆破试验 通常采用水压爆破，其目的是测定轮胎的安全

系数，求得既经济又保证轮胎安全的胎体强度。

(2) 耐臭氧和耐高低温试验 在不同的密封条件下，在充入臭氧或提高、降低温度的环境下进行耐久和高速性能试验，测定轮胎、胶料的耐老化性能，高温下性能降低的程度和低温下胶料裂口、龟裂和胶料与帘线结合性能的状况。

(3) 斜面转鼓试验 斜面转鼓试验与耐久试验机基本相同，其转鼓不是平的而呈 15% 倾斜，改变了轮胎的受力面。其目的是研究轮胎胎肩区和胎圈部位的结构是否合理，特别是对子午线轮胎的研究更为需要。

(4) 非破坏性试验 非破坏性试验是在不破坏轮胎的条件下，检查轮胎内部结构是否符合设计要求，是否存在有杂物、气泡等缺陷，用来进行轮胎内部质量的分析研究。通常是由 X 射线检验机进行。它是利用 X 射线（能量较大的电磁波）穿透物质的能力和物质对 X 射线吸收能力不同的差别，来推断轮胎内部的缺陷位置和缺陷性质（是子午线轮胎生产企业控制成品质量的必备检验设备）。与 X 射线检验起相同作用的还有红外线和超声波检验设备。

(5) 均匀性试验和平衡试验 轮胎是由多种材料和多种部件经多道工序制成的制品。在几何尺寸、位置的误差及结构形状的不对称等多种因素作用下，轮胎在高速的行驶滚动中产生跳动、摆动和跑偏现象，从而影响车辆的乘坐舒适性、操纵稳定性，导致车辆部件和轮胎疲劳和磨损，危及车辆的安全行驶。这对轿车子午线轮胎更为重要，所以要研究这些现象，使其达到最小范围。通过静平衡、动平衡和均匀性能的试验，测出轮胎的不平衡度，力矩的不平衡和圆周方向、断面方向不平衡的数据，进行分析和改进。

对于子午线轮胎，特别是轿车子午线轮胎，其使用性能要求比较高。为检查生产工艺的精确性，子午胎生产企业都把这两项试验放在生产线上，逐条检验，控制子午胎质量。

(6) 其他 对于专项轮胎研究部门，还将进行滚动阻力、胎体刚度、行驶噪声、花纹移动性、温升和应力-应变等各项试验研究。

## 5.4 室外道路试验

### 5.4.1 道路试验场试验

对新规格或新改进的轮胎，在经过室内各项试验，结果比较满意后，再进行试验场各种实际性能试验，它是检验轮胎质量和使用性能不可缺少的试验，否则就无法确定轮胎的质量。

轮胎试验场根据不同的目的和用途，建有各种不同路面结构的跑道和不同形式的路段，如高速环形跑道，综合试验跑道和凹凸不平跑道等，通过各路段分别进行刹车、打滑、舒适性、操纵稳定性、操纵转向性、耐疲劳及耐磨性能等多种形式的试验。在先进的试验场还设有自动记录仪表和计算机处理数据等设施。

### 5.4.2 实际里程试验

里程试验就是将试验轮胎装在车辆上有针对性地在公路上或各种地区实际使用条件下试验，考核试验轮胎耐久性的综合结果，主要用来鉴定轮胎新产品的使用寿命。里程试验分为以下两种。

(1) 实际里程试验 一般结合使用单位的运输车辆，其使用条件就是试验条件，使用结果就是试验结果。这种试验的费用较低，但试验周期长，影响因素多，试验结果误差大。

(2) 快速里程试验 系用专用车辆组成车队，装载一定的负荷，在指定的公路上进行试验。优点是试验周期短，试验条件可控制，试验结果误差小，但试验费用高。

里程试验是在使用条件下进行的，受车辆、路面、充压、驾驶状况等多方面的影响。为了得到比较准确的试验结果，要求做到“八定”，即定车辆、定驾驶员、定载质量、定拖挂量、定路线或路区、定月行驶里程、定车辆二级保养及轮胎换位的间隔里程、定充

气压力。

## 思 考 题

1. 轮胎检验的目的是什么?
2. 轮胎检验的类型有哪些?
3. 简述外缘尺寸测定步骤。
4. 耐久性测定表示哪方面的问题?
5. 叙述脱圈试验的步骤。

# 第6章 力车轮胎生产工艺

## 6.1 力车轮胎的品种和组成、结构

力车轮胎是指安装在人力驱动的车辆或人力、畜力两用驱动的车辆（如自行车、三轮车、赛车、手推车等）上使用的轮胎，简称为力车胎。这些车辆具有轻便、灵活、无噪声、不用燃料、不污染、占空间少、具有健身作用等特点，作为短途运输和交通工具起着独特的作用，它与人们的日常生活和国民经济有着密切的联系。因此，在现代汽车及其他机动车迅速发展的情况下，力车仍未能被取代，并处在不断改进与发展之中。在我国城市和乡镇中，自行车用于交通代步和轻量运载，成为人们日常生活和工作的基本工具，其保有量在 13000 万辆以上，是世界上最多的国家而称为自行车王国。手推车在农村中仍然是主要的运输工具，其保有量在 4000 万辆以上。另外，在工矿企业、建筑工地等方面，手推车也发挥出其特有的短途运输的优势。

### 6.1.1 力车轮胎的品种

力车轮胎的分类方法较多，通常按以下几种方法分类。

#### 6.1.1.1 按用途分类

力车轮胎按用途分为：自行车轮胎、三轮车轮胎、手推车轮胎、赛车轮胎等。

#### 6.1.1.2 按使用特性分类

① 运动型轮胎 比赛用的轮胎，分为练习型、场地型和公路型三大类。

② 轻型（Q 级）轮胎 适用于单人乘骑的轮胎。

③ 普通型（P 级）轮胎 适用于乘骑及适量载重的轮胎。

④ 重型（Z 级）轮胎 适用于载荷的轮胎。

### 6.1.1.3 按胎圈结构不同分类

由于轮辋固着形状不同，力车轮胎的胎圈结构形状也不相同。力车轮胎按其胎圈的结构和胎踵的形状不同可分为：软边力车轮胎、直边力车轮胎、钩边力车轮胎、管式力车轮胎。其中，直边力车轮胎、钩边力车轮胎又统称为硬边力车轮胎。

### 6.1.2 力车轮胎的结构

#### 6.1.2.1 力车轮胎的组成

力车轮胎与汽车轮胎一样，绝大多数是充气空心轮胎，由外胎和内胎组成。直边轮胎为了防止轮辋辐条刺伤内胎，还需用垫带，垫带一般为布条、塑料带或废内胎胶条，不必专门生产配套；软边轮胎胎圈边缘包布相互重叠起到垫带保护内胎的作用。几种不同类型的力车轮胎如图 6-1 所示。

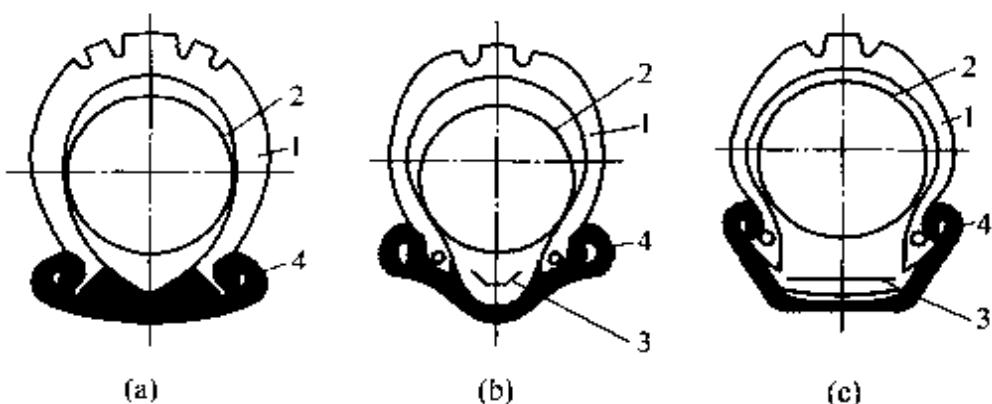


图 6-1 力车轮胎装配

(a) 软边轮胎；(b) 直边轮胎；(c) 钩边轮胎

1—外胎；2—内胎；3—垫带；4—轮辋

除管式轮胎外，软边轮胎、直边轮胎和钩边轮胎外胎的组成都是相同的。外胎由胎面胶、帘布层和胎圈三个主要部件组成，力车轮胎没有缓冲层。

胎面胶按不同部位可分为胎冠胶、胎肩胶和胎侧胶三个不同部

分。车轮滚动时与路面接触的外胎胎冠部位的一层厚橡胶层叫作胎冠胶。胎冠胶由花纹部分和沟下的胶层（基部胶）两层所组成，胎冠胶的作用是保证轮胎具有必要的耐磨性、缓和帘布所受的冲击与震动、防止帘布层和内胎受机械损伤和潮湿、保证与路面有足够的抓着力，并减少车辆震动。胎面在车轮滚动过程中受伸张、压缩和弯曲变形，其变形值大于帘布层的变形。为了保证与路面有足够的抓着力，胎面胶上设有胎面花纹，一般为普通花纹，也有混合及越野花纹。胎面花纹必须保证外胎与路面有良好的接着力、高耐磨性能、花纹沟不夹带砂石粒子，以及易于导出帘布层中的热量，而整个胎面胶必须具有优良的物理机械性能，如强度、弹性、耐磨耗、耐切割、耐撕裂、耐多次变形、耐腐蚀和耐老化。覆在外胎侧壁的胶层叫作胎侧胶，其作用是防止帘布层侧壁受光照、潮湿和机械损伤等。车轮在滚动过程中胎侧部位经历复杂的多次屈挠变形，因而胎侧胶必须薄而有足够的弹性、耐老化性能、耐屈挠性和不影响帘布层的刚性。胎肩胶是胎冠胶与胎侧胶过渡的部分，主要起着支承作用。

帘布层是外胎的基本部分，它由数层相互贴合的挂胶帘布组成，不像汽车轮胎那样没有隔离胶、油皮胶，而且帘布层数较少。帘布层主要作用是承受充气内胎的内力（内压），并将路面对车轮的反作用力传递到轮辋上，构成轮胎的行驶条件。帘布的厚度、密度、耐热性、伸张均匀性及其他性能对帘布层的使用质量有很大影响。例如，随着帘线粗度的减小及其强度的增加，帘布挂胶厚度减少，轮胎质量减轻，各帘布层的作用更加均衡。由于帘布的弹性模数比橡胶高出许多倍，因而，外胎的强度主要由帘布强度的高低来确定。帘布层数由所需空气压力、轮胎负荷、类型和用途来计算确定，为了使帘线受力对称，帘布层数总是取为偶数，一般自行车轮胎一般取2层帘布，手推车轮胎一般取4层帘布。帘布层中帘线胎冠角度一般为 $48^{\circ}\sim50^{\circ}$ ，因而力车轮胎结构多属斜交结构。根据帘布层的工作条件及其在外胎的作用，对帘布的性能要求有高强度、耐热性、高弹性、较大密度、粗度细、物理机械性能均匀一致，以

及摩擦损失最低。

### 6.1.2.2 力车轮胎的胎圈结构

胎圈是外胎上与轮辋接触并将外胎固定在轮辋上的部分，其作用是保证轮胎与轮辋的良好配合和安全使用。它是由半硬质胶芯或钢丝圈为骨架，外包挂胶帘布及内包布、外包布（胎圈包布），使胎圈有足够的强度，能牢固、坚实、稳固于轮辋上。力车轮胎根据胎圈结构及形状不同，其结构有所不同，现分述如下。

(1) 软边轮胎(BE) 胎圈由半硬质胶芯在帘布及内包布和胎圈包布的包覆下组成坚实体，并具有耳形的胎踵结构。内包布又分为上下两层，目前多数工厂已取消胎内包布。胎耳嵌入轮辋内，在胶芯的收缩力和轮辋边缘的限制下，使外胎稳固于轮辋上（胎圈直径略小于轮辋直径），以承受内压及负荷。软边轮胎断面结构见图6-2。

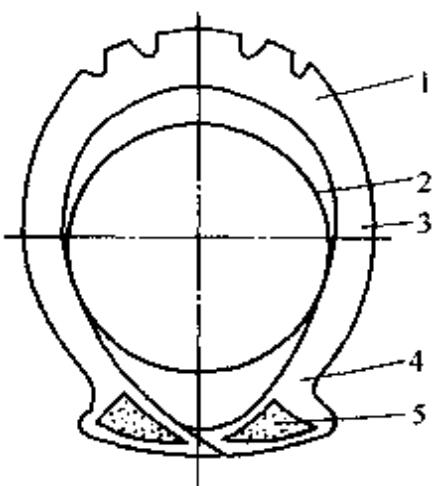


图 6-2 软边轮胎

1—外胎胎冠；2—内胎；3—外胎胎侧；4—外胎胎耳；5—胶芯

这种轮胎对轮辋尺寸要求不严格，较易维修；稍有内压不足时，也不易滑出轮辋；生产技术工艺较稳定。但软边轮胎为老式结构，胎圈不够坚固，使用中易产生“烧边”现象；胎体较重，胶料及帘布用量比硬边轮胎多10%~14%。因此，软边轮胎已渐趋于淘汰，被硬边轮胎所取代，现主要保留在部分用于更换老式软边力车的轮胎和部分大规格的力车轮胎（如手推车轮胎）。

(2) 直边轮胎 (SS) 胎圈外形与汽车轮胎相似，具有直角形胎踵结构。胎圈由单根或多根钢丝为芯，外层以挂胶帘布及细帆布（胎圈包布）做保护层，依靠钢丝圈的强度稳固于轮辋上。直边轮胎断面结构见图 6-3。

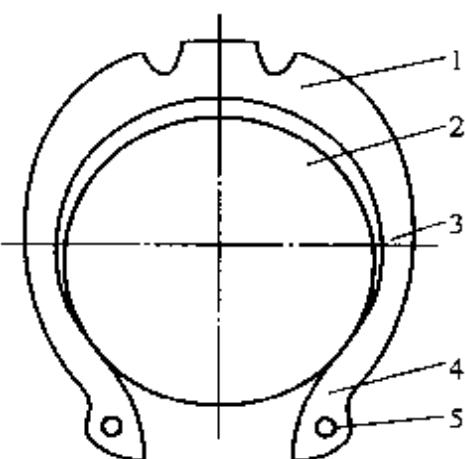


图 6-3 直边轮胎

1—外胎胎冠；2—内胎；3—外胎胎侧；4—外胎胎圈；5—钢丝

直边轮胎乘骑轻便，缓冲性能好，固着性能好，装卸方便。其生产工艺机械化程度高，劳动强度比软边轮胎低，原材料消耗较合理，这种力车轮胎应用广泛。

(3) 钩边轮胎 (HE) 胎圈外形及结构综合了软边轮胎和直边轮胎的特点，具有马蹄形胎踵结构。胎圈由单根或多根钢丝为芯，外层由挂胶帘布及细帆布（胎圈包布）作为保护层，依靠钢丝圈强度和受轮辋边缘的限制，使外胎稳固于轮辋上。这种结构适于宽断面、低气压、小轮径的轻便自行车轮胎。其轮胎充气容量大、乘骑舒适，是国际上新发展的一个品种。钩边轮胎断面结构见图 6-4。

由于钩边轮胎胎圈呈突缘形状，具有在低气压下不易脱出轮辋的优点，也具有直边轮胎缓冲性能好、便于装卸的优点。这种轮胎国外发展较快，按公称断面宽分为 1.25、1.35、1.75、2.125，按公称外直径分为 16、20、24、26，共组合成为 16 个规格。

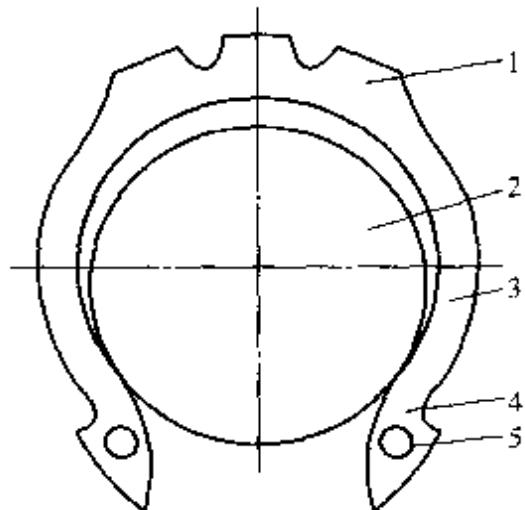


图 6-4 钩边轮胎

1—外胎胎冠；2—内胎；3—外胎胎侧；4—外胎胎圈；5—钢丝

(4) 管式轮胎 管式轮胎是密封环形管，由无纬帘布包覆在薄壁内胎上，经缝制硫化而成，内外胎组成一整体，胎体成管状形状，固着面有加强布层，用黏合胶浆直接安装在轮辋上。在充气内压下，内圈压力使轮胎与轮辋牢固箍紧着合，轮胎在高速滚动摩擦时，也能避免轮胎的脱出。这种轮胎没有胎圈，管式轮胎断面结构见图 6-5。

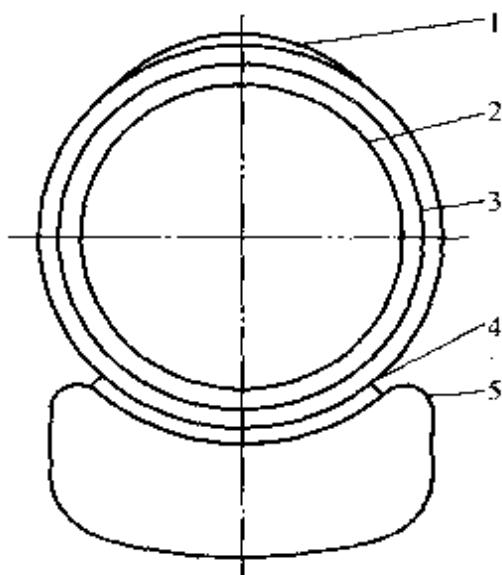


图 6-5 管式轮胎

1—外胎胎冠；2—内胎；3—外胎胎侧；4—封口带；5—轮辋

管式轮胎为特殊型的自行车轮胎，是一种赛车专用轮胎，具有弹性好、质量轻、乘骑轻快、滚动阻力小、安全耐用的特点。由于制造工艺复杂，生产效率低，维修困难，只适于体育锻炼及比赛用。自行车赛车速度一般为40km/h，高速达60km/h。

## 6.2 力车轮胎的标志

力车轮胎规格品种按国际标准（ISO）形成系列化，除了少数软边轮胎（直边轮胎和钩边轮胎）以外，每种规格对标准轮辋、外缘尺寸、充气内压、相应负荷都有较具体的规定。各国基本上趋向统一标准，使产品在国际市场上配套，具有通用化和适用性。

我国新制定的力车轮胎系列国家标准，对于直边和钩边轮胎采用国际标准的标志方法；对于软边轮胎则用英制的标志方法，轮胎规格名称必须标明在胎侧上。

四种类型力车轮胎规格名称标志方法如下。

(1) 软边轮胎(BE) 用“轮胎外直径标记(in)×断面宽度标记(in)”来表示，断面宽度中小于1的部分以分数形式表示。例如，具有外直径标记26in和断面宽度标记 $2\frac{1}{2}$ in的轮胎，标志为 $26\times1\frac{1}{2}$ 。

(2) 直边轮胎(SS) 用“标准轮辋着合直径标记(mm)－断面宽度标记(mm)”来表示。例如，具有断面宽度标记40mm和标准轮辋着合直径635mm的轮胎，标志为40—635。但为方便用户起见，可将直边轮胎旧标志用括号括上，如将旧标志( $28\times1\frac{1}{2}$ )加在新标志之后成为40—635( $28\times1\frac{1}{2}$ )。

(3) 钩边轮胎(HE) 用“轮胎外直径标记(in)×断面宽度标记(in)”表示，断面宽度带两位或三位小数，其小数部分必须

为 5 的倍数。例如，具有外直径标记 20in 和断面宽度标记 1.75in 的轮胎，标志为  $20 \times 1.75$ 。

(4) 管式轮胎 用“轮胎外直径标记 (in) × 断面宽度标记 (in)”表示。目前，管式轮胎的规格仅有“ $27 \times 1$ ”一种，其计量单位为 in。

### 6.3 力车轮胎的生产工艺流程

(1) 软边外胎生产工艺流程 如图 6-6 所示。

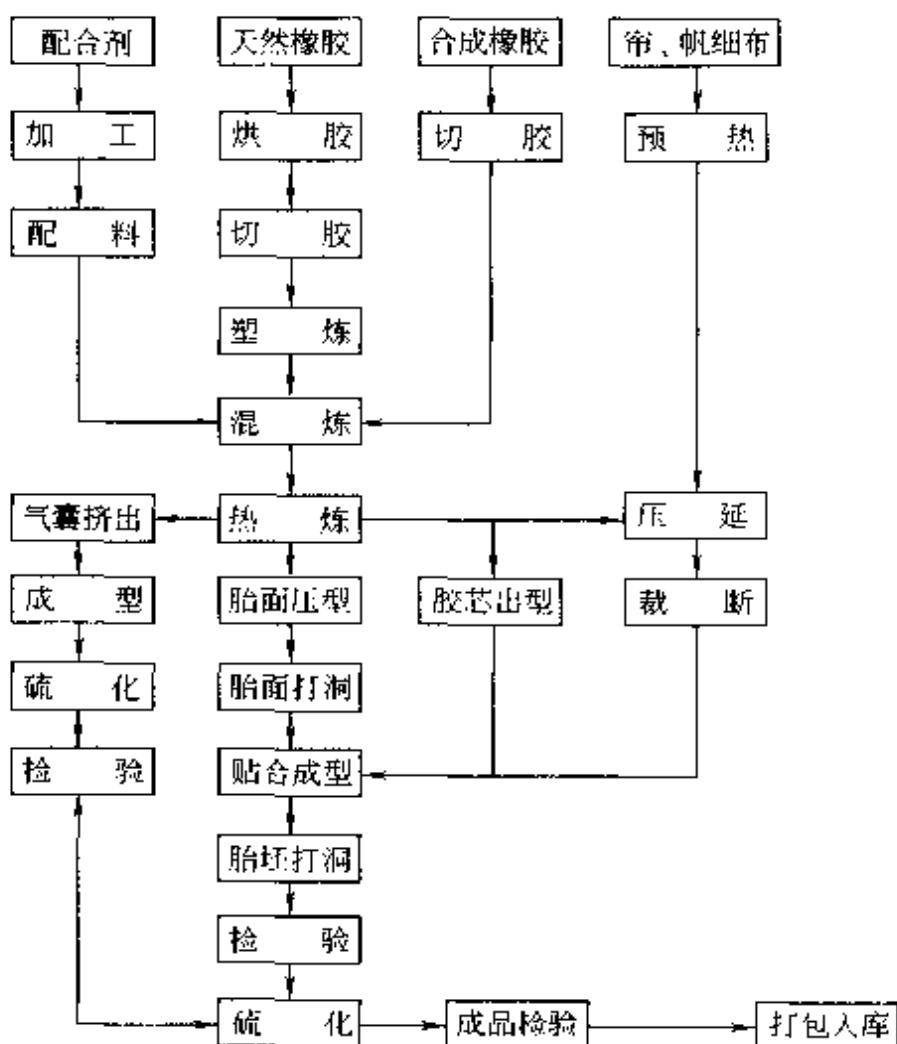


图 6-6 软边外胎生产工艺流程

(2) 硬边外胎生产工艺流程 如图 6-7 所示。

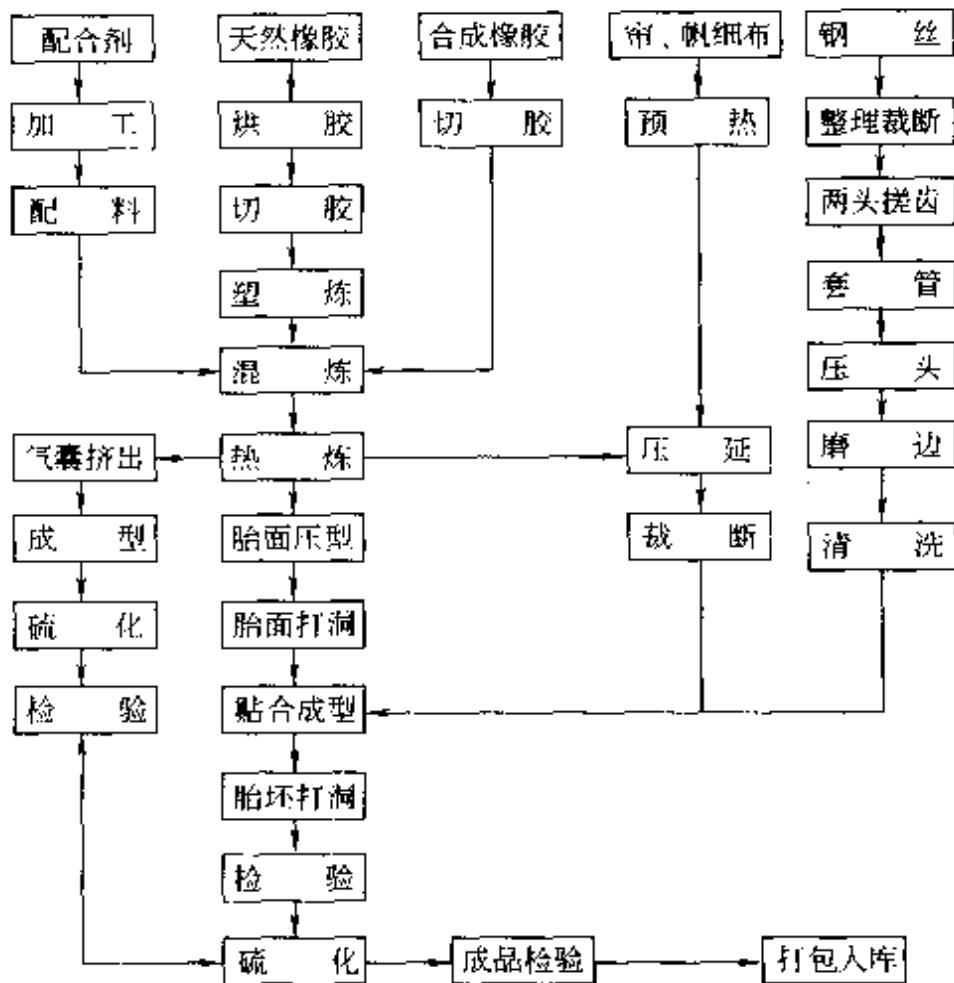


图 6.7 硬边外胎生产工艺流程

## 6.4 力车轮胎的成型

### 6.4.1 胎面制造工艺

胎面制造（胎面出型）主要是利用辊筒压延机压型或螺杆挤出机挤出具有一定断面形状的带状胎面胶片，制造方法分为压型法、挤出法和压出压延法。挤出法的优点是挤出平稳、胶料致密、胎面光滑、形状清晰、尺寸稳定和便于更换口型；压型法的优点则是工艺简便、生产效率高、可多条出型。力车轮胎胎面较薄，宽度较小，这两种方法在实际生产中均广泛应用，一般根据胎面胶的结构

形式进行选择。

#### 6.4.1.1 胎面出型方式

力车轮胎的胎面出型方式可分为两种，一种为单色胎面出型，另一种为彩色胎面出型。胎面出型时可根据胎面结构的要求选择出型方式。

(1) 单色胎面出型 单色胎面出型指胎面为一种胶料整体一次出型。一般采用压延机压型法，此法又可分为无积胶法和有积胶法两种，前者中下辊无积胶，下辊温度较低，挤出半成品压延效应小，多适用以天然橡胶为主的胎面或单料胎面；后者中下辊有积胶，胶料致密性好，表面光滑，但压延效应较大，适用于以合成橡胶为主的胎面或双料拼接胎面。压延机多为辊筒直径为Φ230mm的三辊或四辊压延机，胶料通过刻有一定断面尺寸压型辊而获得所需的胎面。

单色胎面压型法工艺操作简便，压型质量容易控制，生产效率较高。也可用螺杆挤出机一次性挤出成型。

采用四辊压延机压型胎面的质量优于三辊压延机。三辊压延机的优点是使用简单方便，缺点是压型胎面的表面不够光滑，气泡较多；四辊压延机的优点是压型胎面质量较好，胎面表面光滑，气泡较少，旁侧辊更换方便，可以根据生产需要随时更换，缺点是使用复杂。三辊压延机压延方法见图 6-8，四辊压延机压延方法见图 6-9。

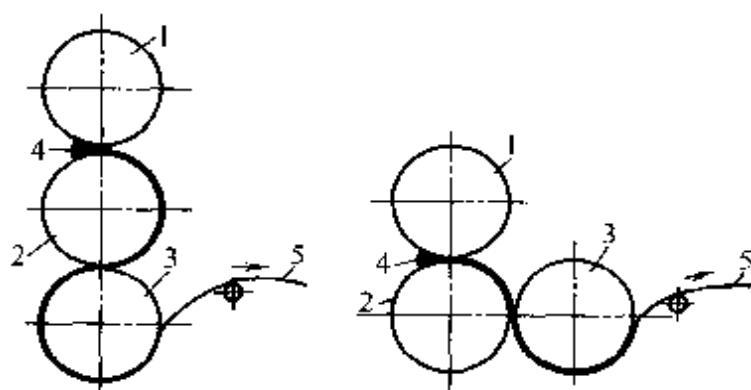


图 6-8 三辊压延机胎面压型

1—上辊；2—中辊；3—下辊式或侧辊；4—积胶；5—胎面

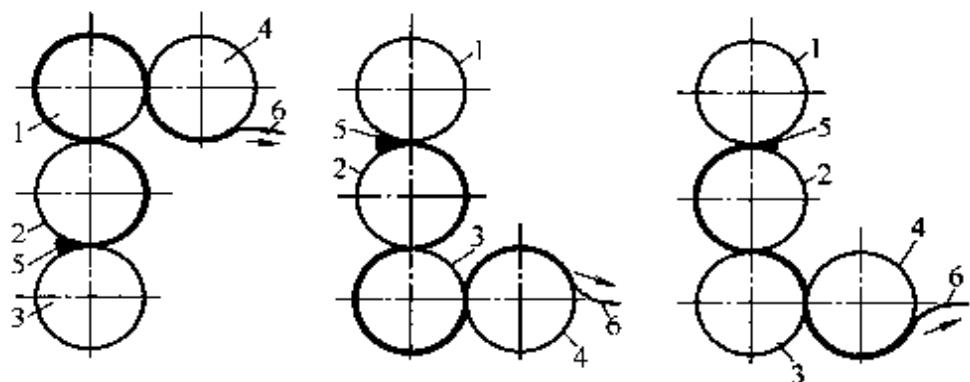


图 6-9 四辊压延机胎面压型

1—上辊；2—中辊；3—下辊；4—侧辊；5—积胶；6—胎面

(2) 彩色胎面出型 为胎冠与胎侧两种不同颜色胶料一次出型。胎面的结构形式分为上、下两层结构(二方二块)和胎冠胎侧三块结构(二方三块)两种，双色胎面的断面形状见图 6-10。其胎面出型工艺主要有复合挤出法和辊筒压延法两种。

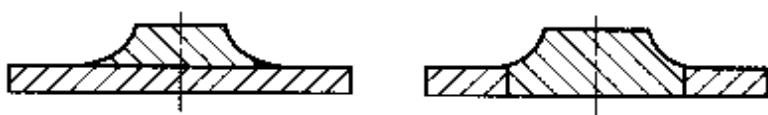


图 6-10 双色胎面断面形状

① 复合挤出法 设备多为 V 形冷喂料复合挤出机，由两套螺杆、机筒及传动装置共联结一个复合机头组成，胎冠与胎侧分别用两种不同颜色的胶料(或不同配方的胶料)从两个加料口进入挤出机，同时通过复合机头口型板一次完成。胶料在挤出前不需进行热炼。

此法特点是挤出平稳，胶料密致，耐磨性好，胎面表面平整光滑，气泡缺陷少，胎面断面形状清晰，彩色胶边分线齐，尺寸稳定，易于更换口型，适用于多种规格胎面挤出。另外这种方法胶料不需热炼，耗电能少，自动控制温度，操作人员少。但胶料要求严格，清洗机头麻烦。冷喂料复合挤出机的特征见表 6-1。

② 辊筒压延法 该工艺采用两台直径为  $\phi 230\text{mm}$  的三辊压延机或一台七辊压延机复合压型。也可采用一台热喂料挤出机与一台三辊压延机挤出压延复合出型，胎冠与胎侧两种不同颜色的胶料(或不同配方的胶料)分别通过型辊或挤出机口型板出片，然后在

表 6-1 冷喂料复合挤出机的特征

设备名称	长径比	生产能力 (kg/h)	螺杆转速 (r/min)	各部位温度/℃				
				上机筒	下机筒	上螺杆	下螺杆	机头
XJW 65	14:1	150	4.5~45	60~70	65~75	65~75	70~80	90~100

复合压辊上完成胎面复合。这种方法可同时挤出多条胎面（不包括挤出机-压延机复合法），胶料要求不严格，清洗辊筒方便，但胶料需要热炼，耗电多，胎面压型质量低于复合挤出法。

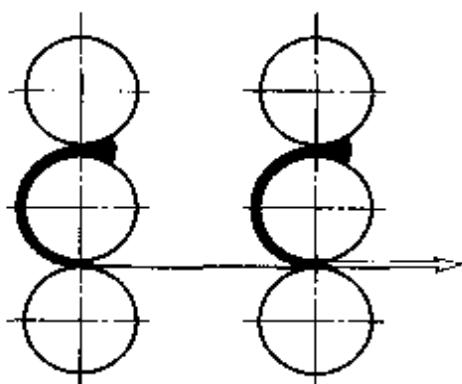


图 6-11 两台三辊压延机  
双色胎面压型

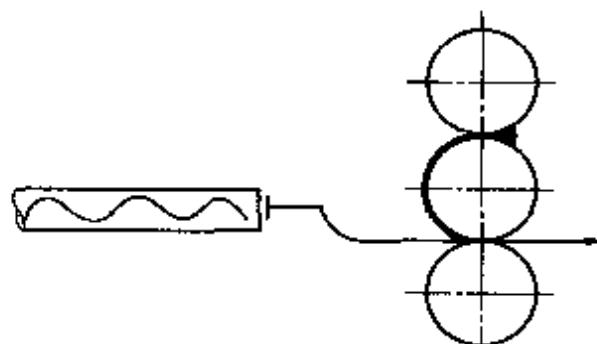


图 6-12 一台挤出机与一台三辊压延机  
双色胎面压型

两台三辊压延机双色胎面压型方法示意见图 6-11，一台挤出机与一台三辊压延机双色胎面压型方法示意见图 6-12，七辊压延机双色胎面压型方法示意见图 6-13。

复合挤出法与辊筒压延法是彩色自行车轮胎胎面挤出的两大主要工艺，其工艺操作的比较见表 6-2。

对于三色胎面压型，其结构一般由黑色胎冠胶、白胎侧胶和彩色底胶（一般为红或蓝色）构成。这种胎面压型方法一般是在双色胎面压型工艺的基础上再增加一台复合挤出机或压延机即可复合压型。三色自行车轮胎的胎面压型必须采用三方五块结构，要求胎侧胶片很

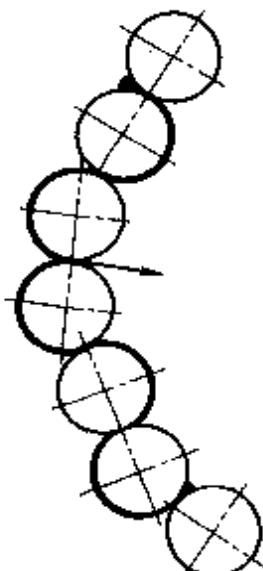


图 6-13 七辊压延机  
双色胎面压型

表 6-2 复合挤出法与辊筒压延法比较

序号	复合挤出法	辊筒压延法	序号	复合挤出法	辊筒压延法
1	胶料不需要热炼	胶料需要热炼	7	对胶料要求严	对胶料要求不严
2	操作人员少	操作人员多	8	清洗机头麻烦	清洗辊筒容易
3	电能消耗少	电能消耗多	9	设备成本低	设备成本高
4	一次挤出一条胎面	可以同时挤出两条胎面	10	自动控制温度	人工控制温度
5	更换规格方便	更换规格不易	11	彩色胶边分界线清楚	彩色胶边分界线不清
6	胎面气泡少	胎面气泡多	12	操作容易控制	操作控制技巧要求高

薄，故压型工艺要求较高。

#### 6.4.1.2 胎面出型工艺

(1) 胎面出型前的准备 采用热喂料式出型设备(热喂料挤出机和压延机)进行胎面出型时，其混炼胶必须先经热炼。目的是降低胶料黏性和便于出型，提高胶料的均匀性。热炼通常在开炼机上进行，分为粗炼和细炼两步。粗炼的目的主要是提高胶料的可塑性，粗炼通常采用低温薄通，辊温为50~55℃。细炼主要是提高胶料温度及均匀性，辊温为60~65℃。采用冷喂料式挤出机挤出胎面时，则需将混炼胶制成一定宽度与厚度的胶条，以便通过加料辊自动喂料。为了使胶料软硬均匀，保证供胶温度、用量及出型胎面的质量，可在热炼机上安装自动翻料装置，并通过输送带由热炼机连续自动供料。热炼机的配备可根据压延机的用胶量而定，通常配备2~3台热炼机。

胶料热炼时要注意以下两个问题。

① 挤出返回胶与新胶料掺和使用时，也需经过热炼，掺和均匀，以防胶料可塑度不匀，影响胎面质量。掺用比应控制在20%~25%以下。

② 热炼时，需防止过炼，以免胶料丧失应有的挺性，为此应控制热炼时间，一般以达到预热温度为准。

(2) 出型工艺条件 在胎面出型过程中，压延机和挤出机的速度和温度是决定胎面出型质量的重要因素之一，充分冷却和收缩过程是胎面规格尺寸准确的保证。因此需要严格控制。

① 压型辊筒温度和挤出温度 控制胎面压型辊筒温度是保证胎面质量的主要环节。因为辊温过低会造成胎面表面不光滑，收缩性大，辊温过高又会造成胎面表面或底层气泡增多或呈现水波纹状，所以要掌握好辊温。天然橡胶胎面压型辊温要比合成橡胶的胎面压型辊温高一些，但不高于 90℃。挤出机和压延机辊筒温度范围见表 6-3。

表 6-3 胎面压型辊筒温度 单位：℃

设备名称	上辊	中辊	下辊	旁侧辊
三辊压延机	55~60	75~80	65~70	
四辊压延机	55~60	75~80	65~70	75~80
挤出机	机身	机头		口型
	45~50	80~85		95~100

② 挤出速度 胎面的挤出速度与挤出后半成品的规格及致密性有密切的关系。胎面挤出通常在挤出联动装置输送带上进行，输送带速度要求符合胎面质量要求，即输送带牵引速度应与挤出速度配合一致。速度过快，容易产生气孔，并易使胎面拉伸而变形（变窄、变长）；速度过慢，生产效率太低，易使胎面收缩而拥折（变宽、变厚）。因此，必须权衡挤出质量和产量的要求，正确调节和控制挤出速度。

(3) 胎面冷却与停放 出型后的胎面由于温度较高，收缩性较大，因此必须冷却后才能使用，以避免胎面厚薄不均匀和宽窄不及在停放过程中产生焦烧现象。胎面冷却通常是在出型联动装置输送带上（单层或多层）进行自然冷却，有些是在冷却水槽及输送带上进行的，冷却水的温度不高于 25℃，冷却时间根据工艺要求而

定。若采用浸水冷却，胎面在贴合前应将胎面上的水分除净。

胎面胶出型经冷却后，停放方法有三种。

第一种方法是经过裁断，存放在胎面板或胎面车上供成型时使用。胎面一般采用自控裁断长度，电刀温度为 $180\sim200^{\circ}\text{C}$ ，近年来采用胎面裁断后自动称量，控制每条胎面的质量。胎面冷却存放时间一般不超过36h。采用此法胎面尺寸稳定，但辅助劳动强度较大，需要一定的场地存放胎面。

第二种方法是不经过裁断存放，在联动装置前配备一台上胎面机，挤出后的胎面存放在输送带上连续供成型使用。此法生产效率高，但胎面贴合工艺操作要求较高。

第三种方法是胎面挤出后加垫布打卷后供成型使用。

(4) 胎面打洞 为了减少尼龙胎成品的气泡缺陷，可以采用胎面打洞方法解决。其原因是：①能相应减少胎面表面气泡，尤其是胎面底层（贴合部位）的暗泡；②能使轮胎在高温硫化时因帘线收缩及挥发分产生的气体能通过洞孔及时逸出。

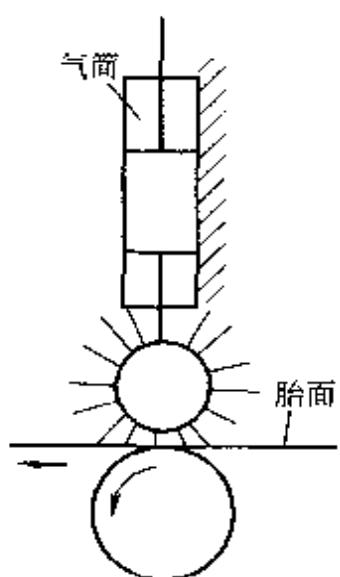


图 6-14 滚齿打洞示意

胎面打洞方法一般有滚齿打洞和往复式两种。滚齿打洞装置的特点是简单易行，缺点是热胎面或收缩性大的胎面易使洞孔封死和将压延机辊筒打成洞痕。打洞条件：直径为2mm的钢针，刺孔间距为12mm，在胎面冠部反面中心位置连续刺孔。滚齿打洞装置如图6-14所示。往复式打洞装置较复杂，特点是打洞效果好，洞孔不易封死。打洞条件：直径为2mm的钢针，打洞间距为15mm，在胎面冠部中心位置上连续打洞。往复式打洞装置如图6-15所示。

胎面打洞工艺要点如下。

① 从胎面底层部位向上打洞或刺孔，形成胎面上表面洞孔小、胎面底层洞孔大，呈蜂窝状。

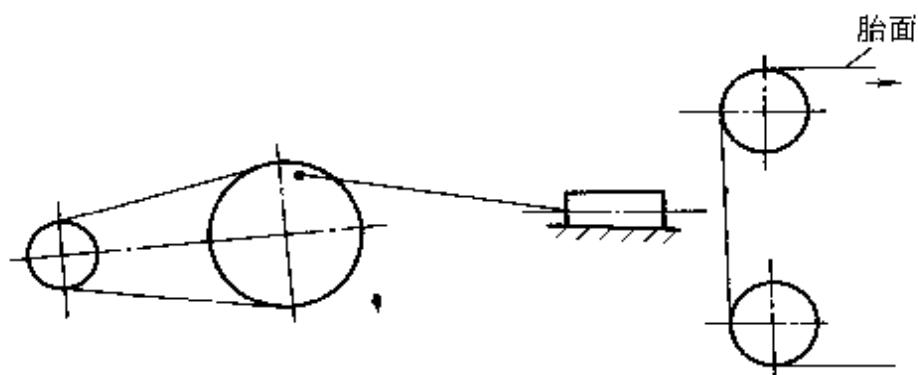


图 6-15 往复式打洞示意

② 以胎面冷却后打洞或穿孔为宜。

(5) 胎面出型操作要求 胎面出型和贴胎面应达到如下工艺要求。

① 胎面胶出型辊温应不高于 90℃，辊温过高会造成胎面表面或底层气泡增多，温度过低会造成胎面表面粗糙或呈水波纹状。外观质量应无气泡、杂质、边缘锯齿状等。

② 胎面返回胶掺用量不大于 20%。

③ 胎面在成型时的使用质量公差：手推车胎面±15g，自行车胎面±10g。

④ 胎面中心线准确，偏斜度不超过 1mm，胎边厚薄公差不超过 0.2mm，胶卷质量不超过 5kg。

⑤ 胎面出型后停放时间不多于 36h，胎面存放要避免变形。使用时应无喷霜、黏结现象。

⑥ 贴合胎面时室温不低于 12℃。应用冷却水冷却的胎面，贴合前需把水分吹干才能贴胎面。

(6) 质量问题及改进措施 常见胎面出型质量问题及改进措施见表 6-4。

## 6.4.2 钢丝圈制造

人力车硬边外胎成型用的钢丝圈分为单根（镀锌）钢丝圈和多根（镀铜）钢丝圈两种类型。单根钢丝圈接头方法有焊接法和冷压接头法；多根钢丝圈采用挤出挂胶法成型，与汽车轮胎的钢丝圈的制造方法相同。

表 6-4 胎面出型质量问题及改进措施

质量问题	原 因	改 进 措 施
胎面气泡	压延机线速度偏快,胶料中使用挥发性大的配合剂或胶料含有水分,返回胶掺用率大于20%,压型辊温过高,采用胶卷供胶压型	降低压延速度或螺杆转速,严格控制原材料,合格使用,严格执行工艺,控制压型辊温,改进供胶方式,采用胶片连续供胶出型
胎面疤痕粗糙	胶料热炼辊温低,热炼胶料不均匀,压型辊温(口型)低,供胶温度低,传送带线速慢于压型线速度,掺返回胶量过多	严格控制辊温、胶温,严格遵守工艺操作,胶料热炼安装自动翻料装置,并采用胶片连续供胶压型
胎面断面尺寸不符合要求	口型板安装不正,口型板变形或压型辊筒形状不符合要求,压型温度控制不当,挤出后冷却不足或存放条件不良	装正口型板,更换新口型板或更换压型辊筒,严格控制压型温度,调整挤出牵引速度,改善冷却与存放件

#### 6.4.2.1 单根钢丝圈

单根焊接钢丝由于工艺复杂,生产效率低,接头强力不易控制,已逐渐被单根挫齿式冷压接头新工艺所取代,见图6-16。在搓牙机上将定长的钢丝两端搓牙呈交叉花纹,然后装上小钢圈套,钢丝两端在套筒内中心位置对接好,再在冲压机上将套筒冲压扎实,使钢丝两端牢固地连接起来而成单根钢丝圈。这种冷冲压接头工艺简便、可靠、生产效率高,是目前国内广泛应用的工艺技术。

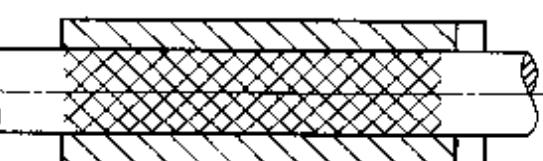


图 6-16 挫齿式接头断面示意

单根冷压接头钢丝圈的制造工艺过程为:钢丝调直→定长裁断→两头挫齿→汽油洗头→接头套管→压头→套管磨边→汽油清洗钢丝圈→检查。

工艺与质量要求如下。

- ① 钢丝校直定长。裁断机输送钢丝速度15~20m/min。
- ② 裁断的钢丝必须整根平直,切口平整,裁断长度的公差±0.5mm。
- ③ 挫齿后表面齿点清晰,不得有纹路模糊或平尖现象,齿板

不得有缺纹。

④ 两头挫齿后的钢丝人工套进镀铜套管，两头必须碰紧，不得有空隙，钢丝两端以不见齿纹为准。

⑤ 冷压时钢丝套管部分必须平整地放在压模槽内，同时将钢丝两端头向套管中心碰紧。

⑥ 磨削掉套管废边，不得留有明显的痕迹或块边。

国外钢丝冷压接头方式还有两种形式，一种为螺纹式冷压接头，如图 6-17 所示；另一种是嵌接式冷压接头，如图 6-18 所示。



图 6-17 螺纹式冷压接头断面示意

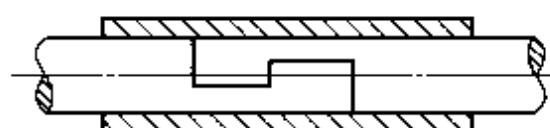


图 6-18 嵌接式冷压接头断面示意

#### 6.4.2.2 多根钢丝圈制造

多根钢丝圈是采用钢丝挤出包胶工艺来制造的，可分为单根挤出绕圈法和成排挤出绕圈法两种。将镀铜钢丝先经盐酸（浓度 5%）处理和水洗，再用螺杆挤出机包胶〔挤出机头温度（70±5）℃，机身温度（40±5）℃，螺杆用水冷却〕，将挂胶钢丝按施工标准缠绕便成多根钢丝圈。

其生产工艺为：钢丝整理→浸盐酸处理→清洗→吹干水分→挤出→卷层。钢丝处理工艺标准和钢丝挤出工艺标准与汽车轮胎钢丝圈制造工艺相同。

单根钢丝挤出缠绕组成的钢丝圈，两端需用胶布包扎或锡焊，且全周缠以纱线后进行半硫化定型（预硫化条件为 0.34MPa×25min）。

工艺与质量要求如下。

① 钢丝通过挤出机包胶挤出，经过缠绕数圈成钢丝圈，钢丝排列必须整齐。

② 挤出后的钢丝圈两端必须用胶布包扎，防止钢丝圈变形。

③ 挤出后的钢丝圈不应有缺胶、露钢丝以及沾有油污等缺陷现象。

单根或多根挤出钢丝圈与单根冷压接头法相比较具有工艺操作简单、机械化连续化程度及劳动生产率高的特点。

### 6.4.3 三角胶芯制造

软边力车轮胎胎耳三角胶芯制造工艺与汽车轮胎胎圈三角胶芯相同，其断面尺寸较小，可用压延机压型制造也可用挤出机挤出制造。胶芯压型前必须将所使用的混炼胶先经开炼机热炼，热炼时辊温控制在 $50\sim60^{\circ}\text{C}$ ，待胶料表面光滑后划成厚度为 $8\sim10\text{mm}$ 的胶片并打卷供压型使用。胶芯压型一般在直径为 $\phi230\text{mm}$ 的二辊压延机上进行，以冷辊压型，压型后的胶芯停放 $4\text{h}$ 以上，然后切割。胶芯切割是在三角胶芯切割分条机上进行，将整排三角胶芯通过成组圆盘切刀切割分条。切刀刀口形状有双斜面和单斜面两种，双斜面刀切割锐利，但修磨较麻烦。胶芯切割速度为 $22\sim30\text{m/min}$ ，圆盘刀转速为 $90\sim110\text{r/min}$ 。三角胶芯的质量要求：切割分离后的三角胶芯要求表面不得有残缺或凸出的节痕、油污等，质量及断面形状、尺寸应符合施工标准的规定。

### 6.4.4 胶帘布的裁断

力车轮胎外胎在制造过程中，需用大量的各种类型的胶帘、帆布。在成型前需根据力车轮胎的设计要求，按照施工标准规定的宽度、角度和长度对压延挂胶后的胶布进行裁断或撕裂。由于尼龙胶帘布较薄，胶帘布的裁断要注意裁断的精确度。

裁断宽度不准确，会影响成品的差级分布；裁断角度不准确，会影响成品胎冠帘线角度的正确。这些都与力车轮胎的使用性能有着密切的联系。

#### 6.4.4.1 裁断角度和裁断宽度

裁断角度和裁断宽度示意见图 6-19，为使裁断角度和宽度精确，需经

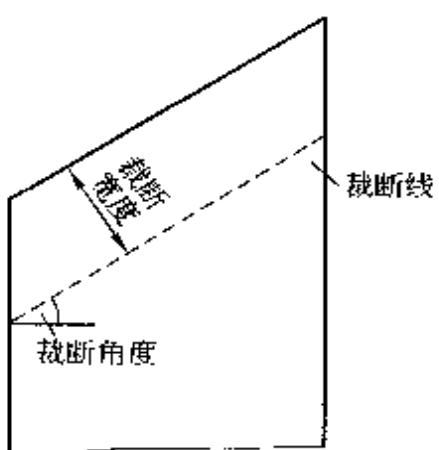


图 6-19 胶帘布裁断示意

常测量检查角度位置和宽度情况。

裁断线与经线的垂直线所构成的夹角叫裁断角。两条相邻裁断线之间的垂直距离叫裁断宽度。胶帘布的裁断公差见表 6-5。

表 6-5 胶帘布裁断公差

裁断公差		说 明
宽度/mm	角度/(°)	
+2.5	±1	帘布拼接压线宽度 3~6 根, 拼接长度不少于 30mm, 每层接头不多于 4 个

#### 6.4.4.2 胶帘布的裁断方法

胶帘布的裁断有卧式裁断和立式裁断两种。

(1) 卧式裁断 在卧式裁断机上进行, 胶帘布在裁断机上沿横向按一定的角度裁断, 然后按经线方向一定的宽度撕开。此工艺适宜于缠绕成型法用的棉帘布的裁断, 操作顺序是电动送布、手工裁断、拼接布片, 其工艺要求如下。

- ① 帘布边要与台边保持平行, 使角度准确。
- ② 帘布不应有露白、稀缝、打褶等现象。

③ 裁断后帘布片接头压线 3~7 根, 拼接用的帘布片宽不少于 30mm, 并按施工标准定长, 包叠式成型法用的胶帘布筒卷取要整齐。

(2) 立式裁断 立式裁断是目前力车轮胎行业普遍采用的方法。在立式裁断机上进行, 胶帘布在裁断机上按一定宽度和角度进行斜向裁断。操作顺序是电动送布、手工裁断、拼接布片。多用于尼龙帘布的裁断, 其工艺要求如下。

- ① 凡首裁或更换品种要首先检查帘布宽度、角度, 然后才能大批量生产。
- ② 胶帘布裁断后用手扯下时要自上而下垂直用力, 以避免出现大小现象。
- ③ 裁断后胶帘布的叠放高度不宜过高, 避免帘布黏着和变形。
- ④ 拼接胶帘布的宽度不少于 30mm, 允许连续使用两块, 每

层接头不多于 4 个，胶帘布接头压线 3~7 根，接头应整齐压牢。

⑤ 帘布不应有露白、稀缝、打褶等现象。

⑥ 裁刀压板风压为 0.1~0.5 MPa，可根据帘布与底板黏着情况调整。

#### 6.4.4.3 裁断布片的存放

裁断后的布片存放与输送有两种方法。

(1) 挂片式 将裁断的布片直接挂在输送链上或将裁断的布片经定长后放在输送链盘内，送往成型工段使用。该法的特点是适用于软边外胎连续化大生产；但由于布片直接在链上，长时间停放容易造成布片变形、下端下垂变窄等现象，因此裁断机的裁断能力应与外胎成型效率相适应。

(2) 卷取式 将裁断后的布片（定长或不定长）用塑料筒卷取后套在输送链上，送往成型工段供成型之用。该法的特点是适用于硬边外胎的连续大生产；但对工艺操作要求较高，布片卷取要整齐，松紧要适当。

#### 6.4.4.4 胶帘布裁断的质量要求

胶帘布应按压延先后顺序进行裁断，胶帘布裁断后不应出现帘线弯曲、两端宽度不相等、帘线稀缝、掉胶皮、帘布表面有熟胶粒及油污等缺陷。胶帘布裁断工艺常见的质量问题及改进措施见表 6-6。

表 6-6 胶帘布裁断工艺质量问题及改进措施

质量问题	原 因	改 进 措 施
大小头	胶帘布两边松紧不一，胶帘布有兜，裁断机压板不紧	改进帘布质量，提高压延操作质量，调整裁断机压板
宽度波动	胶帘布太黏或喷霜，裁断机有故障，操作不当	严格控制胶帘布压延质量、存放条件，更新或维修裁断机，提高操作技能
角度波动	供布松紧走斜，裁断机压松动	调整送布装置，调整裁断机压板
布片呈锯齿状	裁刀太钝，裁刀位置移动	及时更换裁刀，固定裁刀位置

#### 6.4.4.5 胶帆、细布裁断

胶帆、细布的作用是加固轮胎胎圈。若裁断宽度与角度不准

确，将影响轮胎胎圈的强度，造成轮胎早期损坏。胶帆、细布的裁断是在卧式裁断机与撕布机上进行的，卧式裁断机是将胶帆布按 $45^{\circ}$ 角度裁断，人工接头自动卷取后供成型使用，适用于胶布规格较大的情况。撕布机是将胶帆、细布按纵向( $90^{\circ}$ )撕成一定宽度的胶布条，连续自动卷取后供成型使用，主要用于细胶布。胶帆、细布裁断机的特征见表6-7。

表 6-7 胶帆、细布裁断机的特征

设 备	裁断宽度/mm	裁断角度/( $^{\circ}$ )	特 征
卧式裁断机	25~55	45	28~30 次/min
撕布机	细布>10 帆布>25	90	6m/min

胶帆、细布要按照施工标准中规定的宽度与角度裁断，裁断公差见表6-8。

表 6-8 胶帆、细布裁断公差

名 称	裁断角度 /( $^{\circ}$ )	裁断公差		说 明
		宽 度/mm	角 度/( $^{\circ}$ )	
胶帆布	45	±1.5	±1	拼接长度不小于50mm, 接头宽度±10mm
胶细布	90	±1	±1	接头宽度±10mm

胶帆、细布裁断质量要求：胶帆、细布应按压延的先后顺序进行裁断，然后供成型，裁断的胶帆、细布不应有露白、打褶、熟粒、油污等现象。

#### 6.4.5 力车轮胎成型工艺

外胎成型在轮胎制造工艺过程中是一个比较重要的工序，是将胶帘布、胎面胶、胎侧胶和胶芯或钢丝圈及各种包布等半成品部件在成型机上按工艺要求组合成一个完整胎坯的工艺过程。因此，成型工艺可以看作是外胎各“零部件”的“组装”过程，它在很大程度上决定着轮胎质量的好坏。在外胎生产的整个过程中，成型是…

个很重要的工序，它不仅是要把各道工序所制成的各个部件半成品按施工标准加以组合，同时在很大程度上决定着外胎的质量。外胎硫化后的外观缺陷如胎面接头不牢、帘线弯曲、胎圈变形等，外胎行驶时的质量问题如垫伤、脱层、差级折断等，除了与各部件制造有关外都与成型操作有着密切的关系。

#### 6.4.5.1 力车外胎成型生产工艺流程

在外胎成型生产工艺中，胎坯的成型是通过胎面压型、钢丝圈（或三角胶芯）制造和胶帘布裁断工序来完成的，力车轮胎的成型分为软边外胎成型和硬边外胎成型。软边外胎成型生产工艺流程见图 6-20，硬边外胎成型生产工艺流程见图 6-21。

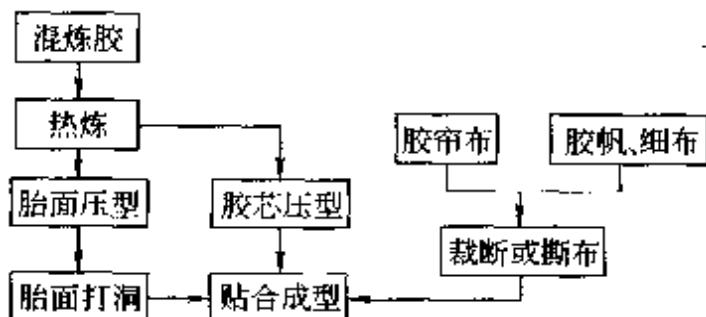


图 6-20 软边外胎成型生产工艺流程

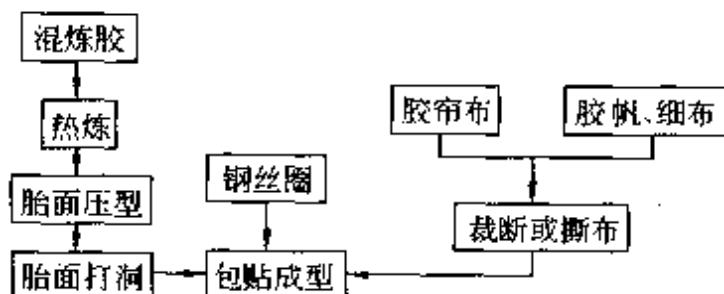


图 6-21 硬边外胎成型生产工艺流程

#### 6.4.5.2 力车轮胎的成型方法

力车轮胎的成型方法很多，归纳起来大致有下列四种分类方法。

(1) 按力车轮胎结构 分为硬边轮胎成型工艺和软边轮胎成型工艺。

(2) 按帘布贴合方式 目前力车轮胎成型的贴合方式基本上有4种：多层差级贴合法（贴合法）、多层包边贴合法（包边法）、单层包叠法（包叠法）、单层缠绕法（缠绕法）。各种方法适用的轮胎类型及成型条件见表6-9，成型方法示意见图6-22。

表 6-9 成型方法适用的轮胎类型及成型条件

成型方法	适用轮胎类	成型鼓数量	成型鼓鼓面结构
多层差级贴合法	软边自行车轮胎 软边手推车轮胎	单鼓	平鼓式
多层包边贴合法	硬边手推车轮胎	单鼓	半鼓式
单层包叠法	硬边自行车轮胎	单鼓, 双鼓	平鼓式
单层缠绕法	硬边自行车轮胎	双鼓	平鼓式

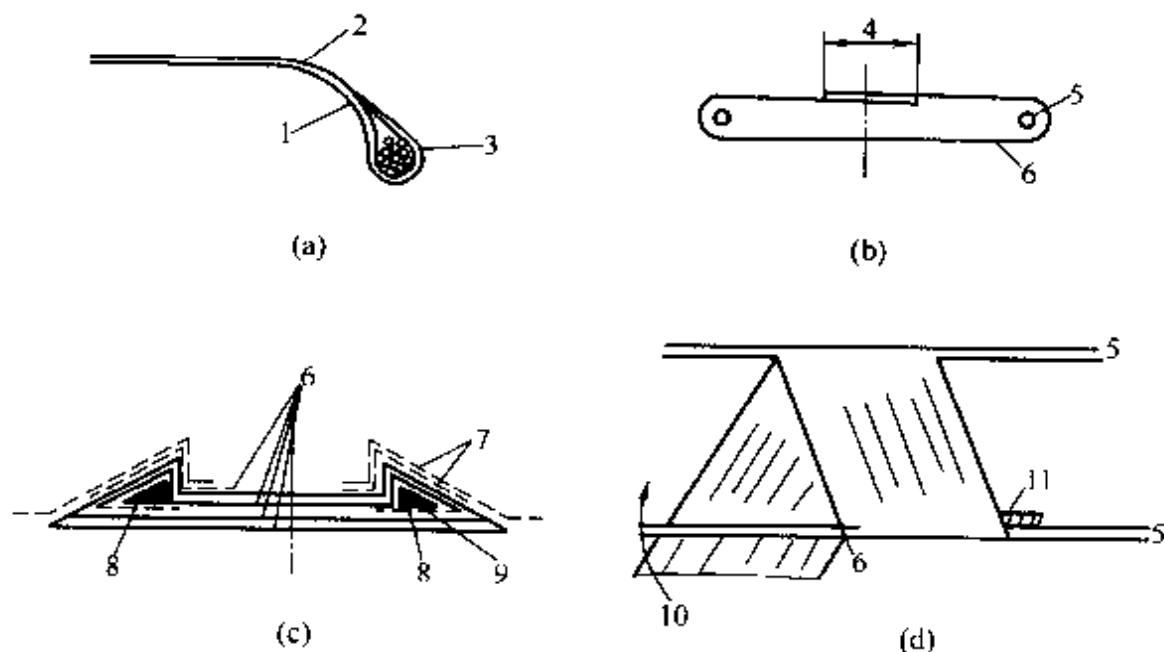


图 6-22 几种成型方法示意

(a) 包边法；(b) 包叠法；(c) 贴合法；(d) 缠绕法

1 第一层帘布；2 第二层帘布；3—多根钢丝圈；4—帘布搭头宽度；5—钢丝；  
6—帘布；7—外包布；8—胶芯；9—内包布；10—缠绕方向；11—帘布起点搭头

(3) 按成型鼓鼓面结构 分为平鼓型成型法和半鼓型成型法。

(4) 按成型鼓的数量 分为单鼓成型法和双鼓成型法。

通常软边手推车轮胎及自行车轮胎采用单鼓（平鼓式）成型，硬边手推车轮胎采用单鼓（半鼓式）成型，硬边自行车轮胎采用单

鼓或双鼓（包叠法或缠绕法）成型。下面分别讨论。

#### 6.4.5.3 双鼓式缠绕成型

成型设备用的是双鼓卧式成型机，成型时将钢丝圈套在鼓面沟槽中，然后将胶帘布缠绕在钢丝圈上组成胎壳，再贴上胎圈外包布和胎面后构成胎坯，其缠绕成型示意见图 6-23。此法胶帘布缠绕搭头多，成型、硫化后的轮胎乘骑性能差，适用于以棉帘布做骨架材料的硬边自行车轮胎，但棉帘布现在很少使用，这种方法已基本上淘汰。

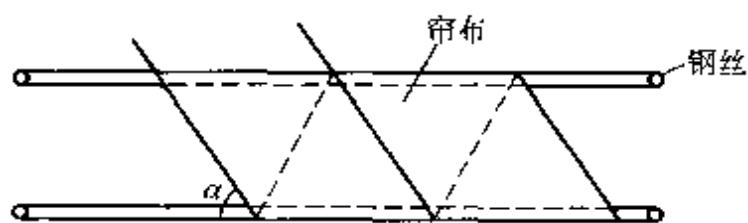


图 6-23 双鼓式缠绕成型示意

#### 6.4.5.4 双鼓式包叠成型

成型设备采用双鼓立式或卧式成型机，成型时将钢丝圈套在鼓面沟槽中，再将供布装置上的胶帘布贴在上部钢丝圈下，同时贴上胎圈外包布。成型鼓运转时，包叠装置上的翻布轮、抹布轮进行自动包叠，经过压辊压合后构成胎壳，贴上胎面后就成为胎坯。包叠成型断面见图 6-24，包叠成型机特征见表 6-10。



图 6-24 双鼓式包叠成型断面示意

表 6-10 双鼓式包叠成型机特征

轮胎类型	成型直径/mm	工作压力/MPa	生产能力/(条/h)	
			不贴胎面	贴胎面
自行车轮胎	216	0.34~0.39	70~80	50~57

双鼓式包叠成型的特点是帘布在胎冠部搭接，故能增强轮胎胎体冠部的强度，提高轮胎的负荷性和耐磨性等使用性能。按不同规格轮胎成型要求，搭接宽度一般为20~35mm（或控制包叠偏歪值小于等于7~10mm）。硬边自行车外胎通常采用这种成型工艺。

包叠成型方法一般优于缠绕成型方法，包叠成型与缠绕成型特点的比较见表6-11。

表 6-11 包叠成型与缠绕成型比较

项目	包叠成型	缠绕成型
生产接头个数	1~3个	11个多
原材料消耗	较少，节约	较多，浪费
操作工序	不需修头	需修头
劳动生产率	2.15人/(台·班)	3人/(台·班)
劳动强度	坐式成型，劳动强度低	站式成型，劳动强度高
帘布裁断方法	胶帘布沿横向按一定宽度和角度裁断	胶帘布沿横向按一定角度裁断，然后按经线向撕开
帘布裁断方式	立式裁断	卧式裁断
帘布贴合层数	两层胎冠部为三层	两层
适用性	帘线收缩状况相同，适用于尼龙骨架材料	帘线收缩状况不同，易引起胎身打褶，适用棉帘布做骨架材料轮胎
轮胎使用性能	可加强轮胎耐刺垫伤，提高行驶性能	断面易产生粗细不均匀，乘骑时出现跳动现象，不耐刺垫伤

#### 6.4.5.5 半鼓式贴合成型

采用单鼓立式成型机成型时，将供布架上的胶帘布层贴在鼓面上，胎圈以多根钢丝为芯，帘布边在胎圈部反包或包叠贴合，外包以保护布条，贴上胎面后就成为胎坯。这种成型工艺适用于硬边手推车外胎及轻型摩托车外胎，其包叠贴合成型断面如图6-25所示。

单鼓式贴合成型法的特点是层贴，帘布边在胎圈部要反包或包叠贴合。为了克服劳动强度大、生产效率低的缺点，成型鼓可采用气动膨胀、帘布边采用机械反包装置等措施。硬边手推车轮胎大部

分采用这种成型工艺。

#### 6.4.5.6 平鼓式贴合成型

成型设备采用单鼓成型机，成型时将胶帘布、内包布、三角胶芯、外包布依次逐层均匀贴合在鼓面上，并经压辊压合，最后贴上胎面构成胎坯，其贴合成型断面示意见图 6-26。软边手推车轮胎和软边自行车轮胎均采用这种成型工艺。成型鼓鼓面为平鼓式或双斜面式，斜面角为 $3^{\circ} \sim 5^{\circ}$ ，使用平鼓型成型鼓时，成型操作较为方便，但帘布贴合质量不及双斜面型鼓好。

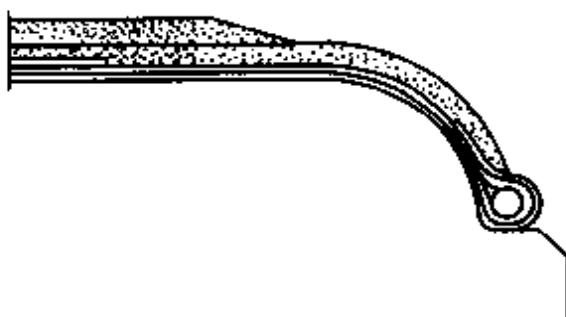


图 6-25 半鼓式包叠贴合成型断面示意

示意见图 6-26。软边手推车轮胎和软边自行车轮胎均采用这种成型工艺。成型鼓鼓面为平鼓式或双斜面式，斜面角为 $3^{\circ} \sim 5^{\circ}$ ，使用平鼓型成型鼓时，成型操作较为方便，但帘布贴合质量不及双斜面型鼓好。

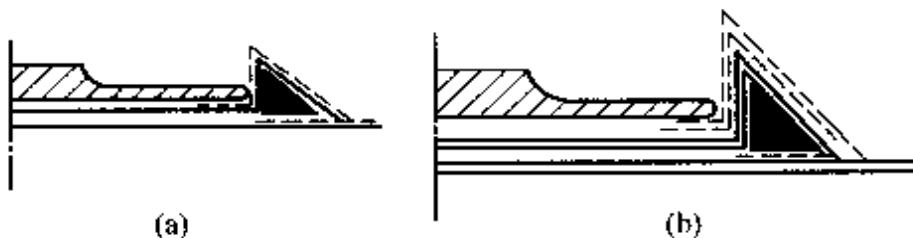


图 6-26 平鼓式贴合成型断面示意

(a) 两层断面；(b) 四层断面

该成型法的特点是成型过程中易上胎圈，易辊压，成型后易取出胎坯；但缺点是胎圈易移动、易变形。因此，按施工标准要求成型好胎圈，是个关键问题。

#### 6.4.5.7 成型工艺要求

① 凡帘布有严重稀缝、露白、胶块和帘线弯曲现象的不允许使用。

② 帘线接头压线根数为 3~6 根，拼接头宽度不少于 30mm，每层胶布接头不得多于 4 个。

③ 上外包布时，两边均匀，包布拼接长度不能小于 50mm。

④ 外包布不得有松边和绕边现象，包布内外最窄处不少于 6mm。

⑤ 胎面要贴正，贴歪不超过4mm，不得有反胶现象。分层挤出的胎面，上下层要求贴正、压实、无气泡。贴胎风压为0.2~0.3MPa。

⑥ 胎面胶接头做到两端剪斜口、按平、压实，不得有接头过深（超斜口不大于3mm）及张口现象。

⑦ 上胎面时，必须检查胎壳接头宽度和偏歪等，必须符合工艺要求。

⑧ 各部件贴合要正，层层压实，并做到伸张均匀一致。

在生产实践中，生产厂家总结了“四正”、“二实”、“二不交叉”、“二均匀”的操作法，其基本要领如下。

四正——帘布正、胶芯正、外包布正、胎面正。

二实——胎体压实、胶芯根部压实。

二不交叉——相邻两层帘布接头不交叉、帘布与胎面接头不交叉。

二均匀——上帘布均匀、上胎面均匀。

尼龙帘布胎坯成型时，要认真执行这一操作法，特别是“二实”操作的好坏对产品质量影响最大，胎坯压实程度不仅影响硫化成品的外观质量（主要是气泡或脱层），而且还影响着产品的实际使用寿命（主要是烧边或差级）。

⑨ 半成品不应有脱层、钢丝圈逃边、起泡缺陷。帘布、包布、钢丝、胎面、半成品不允许落地。

⑩ 成型好的胎坯存放时间不能超过36h，做到先成型先硫化。

⑪ 为了更加有效地减少尼龙外胎的气泡现象，除了胎面采取打洞方法外，对胎坯（或胎壳）也可进行打洞，孔径不能过大，以(2.1±0.2)mm为准。

#### 6.4.5.8 成型胎坯质量要求

成型胎坯胎体压实，不应有脱层、起泡、打褶等现象，成型后的胎坯质量应符合力车轮胎施工工艺标准的规定。常见的成型后胎坯的缺陷及对质量的影响见表6-12。

表 6-12 成型胎坯常见缺陷及对成品质量的影响

缺 陷	造成原因	对成品质量的影响
杂物	布片胎坯落地	造成外观有杂质,胎体脱层气泡
帘布接头过多,接头重叠交叉	操作工责任心不强,没有严格执行工艺规定	外胎充气后粗细不均匀,轮胎乘骑性能差
胎面接头高或脱开	成型操作不当	造成局部硫化不足,降低轮胎平稳性及舒适性,易造成刺垫伤
帘布差级不符	成型操作不当	影响胶芯上提或下提,加快了轮胎在使用中的差级折断或烧边
耳根未压实	成型操作不当,成型压轮失灵	影响胶芯移位,耳根局部帘线伸张变形大,轮胎在使用中易产生烧边
胎体未压实	成型操作不当,压辊失灵	硫化成品易产生气泡,影响轮胎胎体附着强度

## 6.5 力车外胎成型设备

### 6.5.1 软边轮胎成型机

软边外胎成型机借助于各种压合装置,把准备好的胶帘布、内外包布、三角胶芯和胎面等各种半成品,在成型鼓上依次贴合,组合成自行车和手推车外胎的胎坯。

软边力车胎的产品结构比较落后,生产过程复杂,原材料消耗多,但由于历史原因,软边自行车胎及手推车胎在国内还有一定市场,随着时间的推延,软边力车外胎将逐步被淘汰,由硬边力车胎取代。

#### 6.5.1.1 基本结构与传动

软边外胎成型机由机架、传动装置、成型鼓、各种压辊及供料装置等组成。目前,软边力车胎成型机的类型较多,其主要差别在于传动装置、压辊的驱动装置、成型鼓及供料装置的结构有所不同。图 6-27 所示是一种目前使用较多的 CCR-82 型软边力车外胎

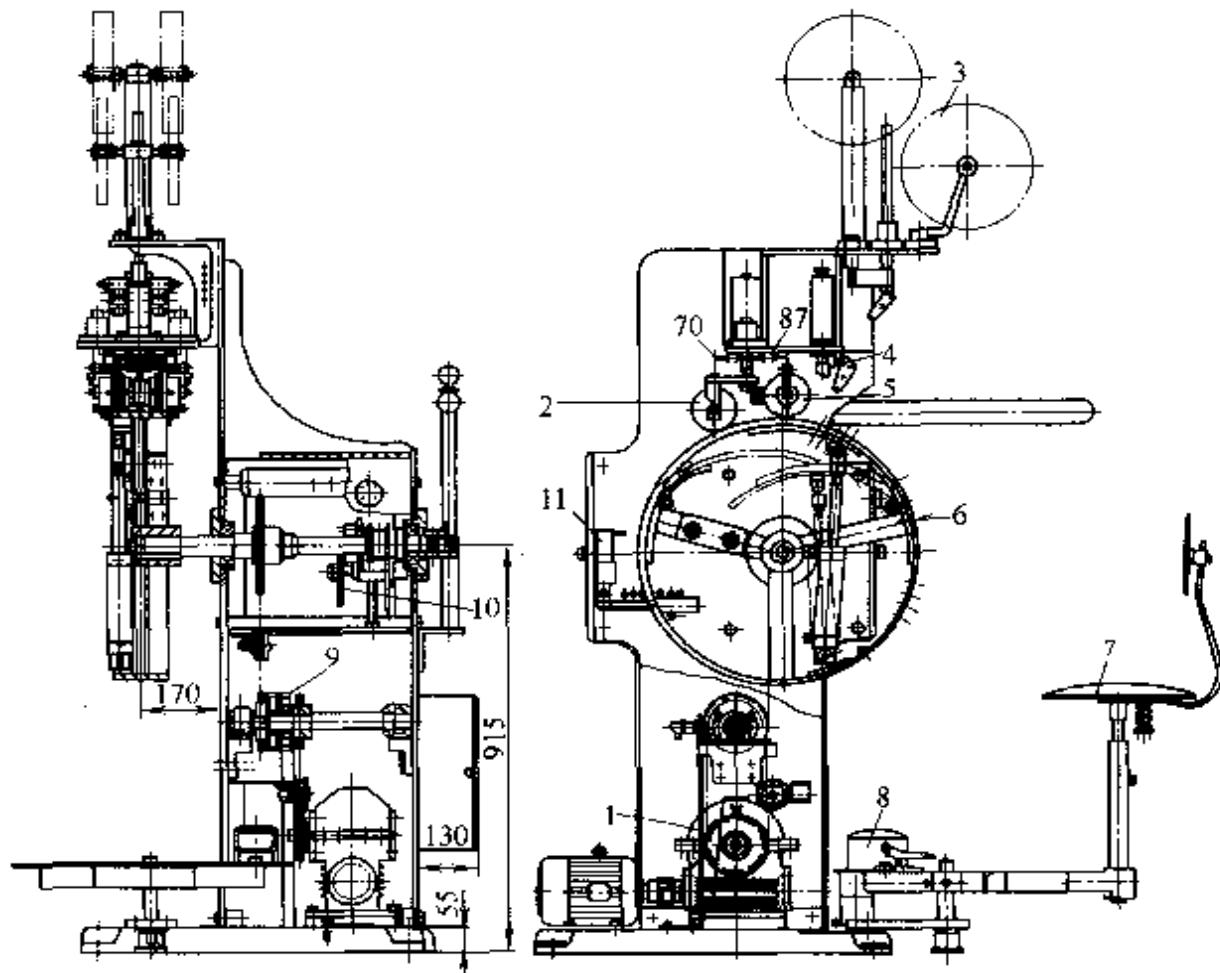


图 6-27 CCR 82 型软边外胎成型机

1 - 传动装置；2 - 片状压辊；3 - 包布供布架；4 - 胎面压头器；5 - 胶芯压辊；6 - 成型鼓；7 - 座椅；8 - 脚踏开关；9 - 电磁离合器；10 - 程序控制器；11 - 刷汽油装置  
成型机。

传动装置 1 装在机箱内，用于传动成型鼓 6 的回转。电机经蜗轮、减速器、链条减速后传动成型鼓主轴。在其传动环节上装有电磁离合器 9，工作时，电机处于常转状态，操作者踩动脚踏开关 8 时，电磁离合器结合，成型鼓主轴回转。脚踏开关 8 释放时，成型鼓停转。

成型鼓 6 是成型的模具，由汽缸驱动折叠，以便卸下成型好的胎坯。三角胶芯压辊 5 既用于把三角胶芯定位于帘布层上，又起着压贴外包布的作用。片状压辊用于滚压胎面。当胎面贴好在胎身帘布上时，用胎面压头器对胎面接头加压，防止胎面接头脱开。包布

供布架用于放置三角胶的内包布和外包布。片状压辊 2 及三角胶芯压辊 5 与胎面压头器 4 分别用汽缸驱动升降。汽缸驱动的刷汽油装置 11 用于在帘布上涂刷汽油。

整台机器的操作由程序控制器 10 控制，只要踏下脚踏开关 8，随着成型鼓的转动，便可以按成型工艺过程的程序实现其操作过程。操作者坐在座椅 7 上进行操作，可减轻劳动强度。

#### 6.5.1.2 主要性能参数

CCR-82 型软边外胎成型机主要性能参数见表 6-13。

表 6-13 CCR-82 型软边外胎成型机主要性能参数

项 目		指 标
适用生产规格		26in, 28in
生产能力		26in: 300 条/班 28in: 240 条/班
成型鼓转速		21r/min
电机	功率	0.75kW
	转速	910r/min
压缩空气		0.35~0.45MPa
外形尺寸		1250mm×760mm×2000mm
质量		约 500kg

#### 6.5.1.3 主要部件

软边力车胎成型机的主要部件有成型鼓、压辊、内外包布供布装置、胎面输送装置等，下面仅介绍成型鼓。

成型鼓是成型机的主要工作部件，它的结构和几何尺寸将直接影响产品的质量和成型操作的劳动强度。成型鼓的鼓面形状有平面型和双斜面型（斜角约为  $3^{\circ} \sim 5^{\circ}$ ）两种。平面型成型鼓加工制造和进行成型操作较为方便，但在成型操作时帘布对中及防止跑偏方面不及双斜面型鼓好。

成型鼓按折叠的方法可以分为手动式与气动式两种。气动式成型鼓按结构分为单汽缸和双汽缸两种。单汽缸成型鼓（图 6-28）结构比较简单，制造容易；而双汽缸成型鼓折叠后周长比单汽缸

小，因而更易卸胎，但它的结构较单汽缸成型鼓要复杂。成型鼓汽缸的动作是由安装在控制箱（或机箱）上的手动二位四通阀（或码盘、射流元件通过放大器）操纵的。气动式成型鼓的优点是操作方便、成型鼓折叠或张开迅速省力，缺点是如操作不慎容易轧伤手指，因此在操作过程中应当注意安全。

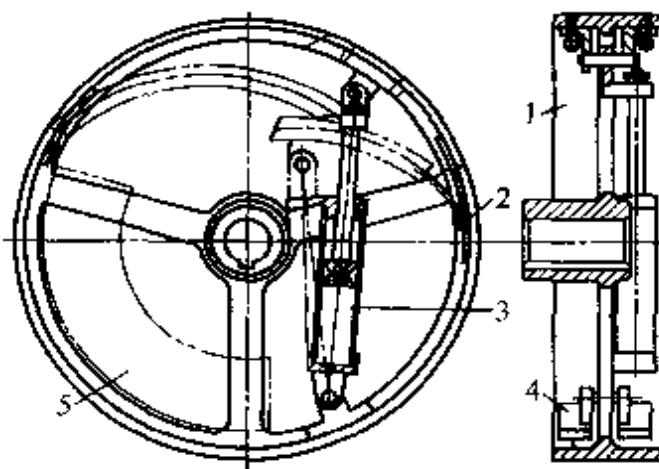


图 6-28 气动式成型鼓（单汽缸）

1—鼓体；2—铰链；3—汽缸；4—支座；5—平衡块

成型时，为便于将胶帘布头搭于成型鼓的鼓面上，在成型鼓的鼓面钻有和真空管道相连的真空吸附孔，布头靠真空吸附在鼓面上。

#### 6.5.1.4 维护与保养

##### （1）安全操作规程

① 开机前应打开风阀门及真空阀门并观察其压力是否符合规定。

② 生产前先空车运转，检查其操作程序是否准确、可靠，各汽缸有否泄漏，各紧固件有否松动。

③ 成型过程中，需要反转成型鼓时，可踏动左端气阀门，用手扳动。

④ 出现码盘失灵、成型鼓不停或其他意外情况，可踏动左端行程开关，使电机断电，并联系有关人员处理。

⑤ 操作工在成型过程中要密切注意机台情况，发现不正常现

象要及时联系有关人员处理。

⑥ 生产过程中途离开岗位应关闭真空阀门及电源。当班完成任务后要关闭一切阀门及电源。

(2) 常见故障处理方法 常见故障处理方法见表 6-14。

表 6-14 常见故障处理方法

故障现象	原 因	处 理 方 法
气缸活塞动作缓慢	密封圈损坏	更换密封圈
气缸活塞无动作	气路堵塞, 气路泄漏, 电刷接触不良	检查清洗电磁阀风嘴, 检查修理风管及风嘴, 清洗更换码盘和电刷
成型鼓转动无力	电磁离合器摩擦力小	清洗、更换电磁离合器内、外片

### 6.5.2 硬边轮胎包叠法成型机

硬边力车胎具有成型效率高、节约原材料、装卸车胎方便等优点，现在自行车胎生产中硬边胎所占的比重越来越大。手推车胎的硬边胎生产随着轮辋生产问题的解决也将逐步推广。

#### 6.5.2.1 种类

硬边力车胎包叠法成型机按成型鼓的数量不同又可分以下两种。

(1) 单鼓包叠法成型机 根据其结构不同又可分为胶囊膨胀单鼓包叠法成型机、机械膨胀单鼓包叠法成型机。

(2) 双鼓包叠法成型机 根据鼓的排列形式不同又可分为水平双鼓包叠法成型机、立式双鼓包叠法成型机。

单鼓包叠法成型机成型的车胎质量较好，表现在钢丝圈保持圆形不会变形、钢丝圈之间的距离正确；但是，单鼓包叠法成型机的结构比较复杂，特别是包边装置，已经接近于汽车轮胎的生产方法，因而设备的造价高，生产效率也就降低，改变成型的车胎规格时，需要更换相应的成型鼓。它较适用于钢丝圈直径较小或要求较高的力车轮胎的生产。

### 6.5.2.2 胶囊膨胀单鼓包叠法成型机

胶囊膨胀单鼓包叠法成型机用于成型硬边力车胎，它采用宽帘布包叠成型工艺。硫化后的成品胎体中间由于帘布重叠而成为六层（手推车轮胎），增强了力车轮胎的耐刺和耐垫伤性能，提高了力车胎的使用寿命和负荷能力，节约了原材料。

（1）结构简介 硬边力车胎胶囊膨胀单鼓包叠法成型机由主机传动装置、左扣圈装置、右扣圈装置、成型鼓、下压辊装置和供料装置等组成。

成型时，先由包布递送装置将包布条送到成型鼓处，由人工将外包布条贴在成型鼓上，然后，帘布递布装置分别将第一层和第二层帘布送至成型鼓处，由人工将它贴于成型鼓上，贴完两层帘布后，成型鼓的主鼓开始自动膨胀，在成型鼓的主鼓与副鼓之间形成胎肩，人工操纵气阀，左、右扣圈装置把钢丝圈扣在胎肩处，待扣圈装置复位后，左、右两副鼓上的反包胶囊开始充气膨胀，待反包胶囊膨胀到一定程度后，左、右扣圈装置再次伸出，先后将左、右反包胶囊推向成型鼓主鼓，完成帘布的反包操作。反包完毕，左、右扣圈盘复位，反包胶囊也排气复位。胎面输送翻板装置翻下，将胎面送到成型鼓上方，由人工将胎面贴于成型鼓上。利用成型鼓一周控制器的控制，成型鼓转动一周后自动停住，将胎面贴在成型鼓上，胎面接头由胎面接头刺头板进行刺压，增加接头的粘接强度，排除接头内的空气。在帘布、包布、胎面粘贴后，用下压辊装置进行滚压，排除空气。成型完毕之后，成型鼓收缩，由人工取下胎坯。整个成型过程由程序控制器进行控制。

（2）主要性能参数 硬边力车胎胶囊膨胀单鼓包叠法成型机的主要性能参数见表 6-15。

### 6.5.2.3 水平双鼓包叠法成型机

（1）结构简介 硬边力车胎水平双鼓包叠法成型机的结构形式很多，一般都包括有成型鼓、包边装置及传动装置三个主要部分。图 6-29 所示是国内使用较为广泛的一种水平双鼓包叠法成型机示意。

表 6-15 硬边力车胎胶囊膨胀单鼓包叠法成型机的主要性能参数

成型鼓转速		32r/min
成型鼓主鼓	收缩时直径	520mm
	膨胀时直径	572mm
	宽度	110mm
成型鼓副鼓宽度		160mm
主机传动装置电机功率		1.1kW
供料装置	帘布垫布卷最大直径	100mm
	垫布宽度	430mm
	胎面宽度	148mm
	胎圈外包布卷直径	280mm
	胎圈外包布卷宽度	400mm
	驱动电机功率	0.8kW
压缩空气压力		0.4~0.5MPa
外形尺寸		2664mm×2885mm×1800mm

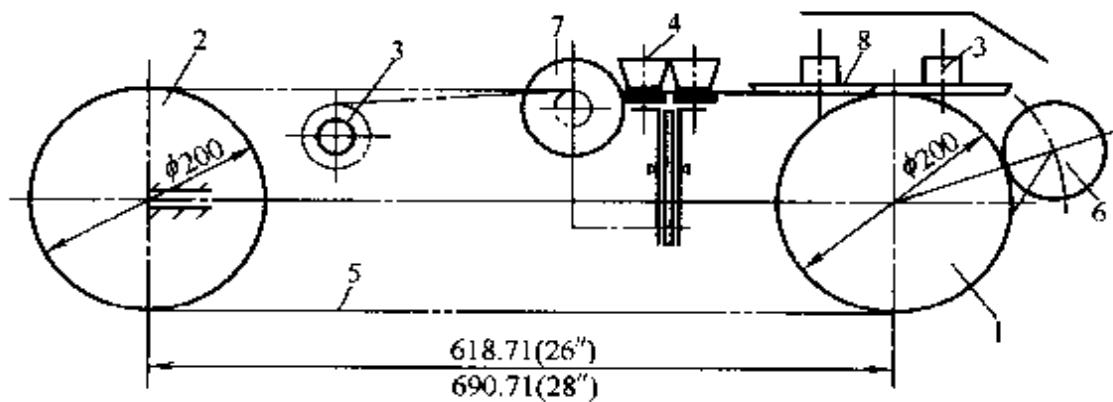


图 6-29 水平双鼓包叠法成型机示意

1—主鼓；2—副鼓；3—小帘布卷；4—包边辊；5—钢丝辊；  
6—压辊；7—折边辊；8—碟形辊

主鼓 1 由电机经减速器及链条减速后传动，副鼓 2 可由气缸驱动沿导轨做径向移动，以便装钢丝圈及卸胎坯。主鼓及副鼓的鼓面上有钢丝圈的沟槽，其间距可按规格需要调整，并使钢丝圈保持一定的距离。副鼓 2 除了可做径向移动外，还可在一定范围内稍做摆

动，使两钢丝圈在成型时的张力基本上保持一致。通过用调压阀调节汽缸的气压力，可以调节钢丝圈的张力。

小帘布卷3放置在主鼓与副鼓之间，由人工将其头引出后，送入钢丝圈与主鼓之间，并将帘布头由人工包叠好，然后，用脚踏开关使主鼓回转。帘布经过折边辊7、包边辊4及碟形辊8之后，将帘布包叠起来，由橡胶压辊6将帘布压贴排气。压辊6由汽缸驱动，绕支点摆动，可以向主鼓上加压或者离开主鼓。待钢丝圈沿主鼓转动一圈半左右，将帘布包叠贴好，胎体的成型完成。

根据生产工艺的不同要求，可以在成型机上同时完成贴钢丝圈外布及胎面的工作。在贴外包布时，需要用相应的包边辊进行包边，然后用压辊6压实。贴好的胎面也用压辊6滚压。有的工厂为了提高成型机的效率和产量，把钢丝圈外包布及胎面在别的机台上完成贴合。碟形辊8也用汽缸驱动，使其能绕支点摆动升降。小帘布卷3上装有摩擦张力装置，使帘布导出时具有一定张力，其张力大小可以调节。

水平双鼓包叠法自行车轮胎成型机的成型工艺过程如图 6-30

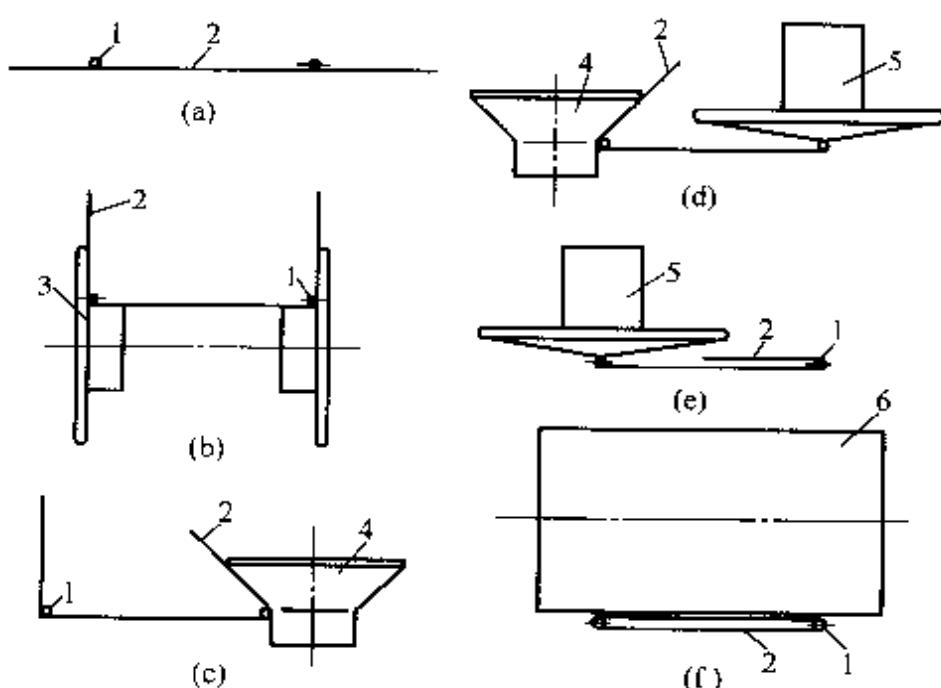


图 6-30 水平双鼓包叠法自行车轮胎成型机成型工艺过程

1—钢丝圈；2—帘布；3—折边辊；4—包边辊；5—碟形压辊；6—橡胶压辊

所示。

对于钢丝圈直径 24in 以下的自行车胎，在采用双鼓成型时，由于成型鼓尺寸、包边装置的位置等受到限制，无法使用两个整鼓，因此，不得不将副鼓改为“半鼓”。所谓“半鼓”就是由几个小直径的辊子组成一个半圆形的鼓，使得在成型过程中，在张力作用下，不因成型鼓的曲率半径太小而使钢丝圈产生永久变形，并且使得两个鼓之间留出够的位置放置包边辊、帘布卷等。图 6-31 是“半鼓”示意，“半鼓”本身并不转动，只是组成“半鼓”的辊随着钢丝圈而转动。装钢丝圈及卸胎坯时，“半鼓”可在汽缸驱动下，沿导轨滑动。

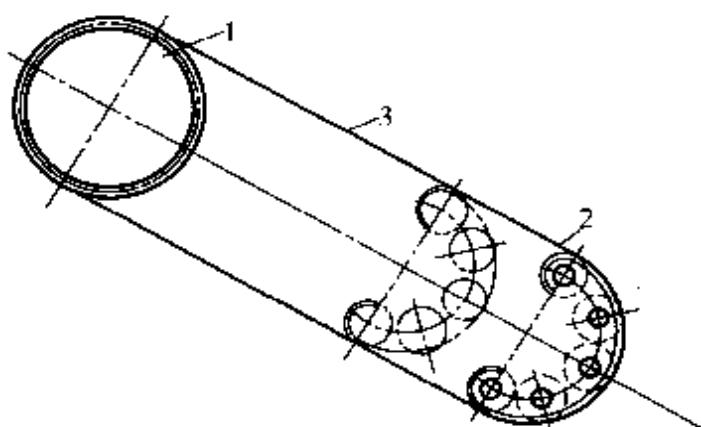


图 6-31 带有“半鼓”的双鼓成型机示意

1—主鼓；2—半鼓；3—钢丝圈

(2) 主要性能参数 水平双鼓包叠法成型机的主要性能参数见表 6-16。

### (3) 维护与保养

#### ① 安全操作规程

- a. 开机前检查机台有无异常，电器、仪表气动装置灵敏是否可靠，加好润滑油。
- b. 开机前调好所需风压，上岗位严禁戴手套。
- c. 放帘布，待手离后方可按钮启动。
- d. 经常检查机台的运转情况，如发现异常应立即停机检查。
- e. 保持工作场地半成品放置整齐和机台周围的清洁卫生，停

机不使用时应关闭风阀，切断电源开关。

表 6-16 水平双鼓包叠法成型机的主要性能参数

成型的胎坯最大宽度	90mm	
成型鼓直径	200mm	
成型鼓之间的中心距	560~700mm	
蝶形压辊直径	120mm(左)	110mm(右)
拉伸汽缸	直径:125mm	行程:70mm
压辊汽缸	直径:40mm	行程:40mm
蝶形辊汽缸	直径:40mm	行程:40mm
成型辊转速	50r/min	
蝶形辊转速	141r/min	
成型鼓驱动电机	功率:1.1kW	转速:1410r/min
外形尺寸	1100mm×1450mm×1250mm	
机器质量	约 1000kg	

② 常见故障处理方法 (表 6-17)

表 6-17 常见故障处理办法

故障现象	原 因	处 理 办 法
搓合轮不转动	软轴接头松脱或软轴断裂	紧固软轴接头或更换软轴
制动不良	刹车带位置调整不当, 紧固件松脱, 各螺栓孔磨损严重	调整刹车带位置, 重新紧固及调整更换制动器

## 6.6 力车外胎的硫化

外胎硫化是外胎制造的最后一个工序，也是对成品主要物理机械性能有决定性影响的工序。制品的商品化主要在硫化工序中实现。通常将胎坯放在具有一定轮廓和带有花纹的模型内，一方面让饱和蒸汽通入模型，另一方面通入压缩空气或蒸汽于气囊或隔膜腔内，使外胎内外同时受热受压硫化。

外胎硫化工艺流程：胎坯→涂隔离剂→定型→硫化→修检→成品。

### 6.6.1 力车外胎硫化前的准备

(1) 胎坯或气囊涂刷隔离剂 在胎坯胎里或气囊表面涂刷液体隔离剂，以便防止在硫化过程中外胎与气囊粘连，易于胎坯装囊、定型及硫化后的拔囊操作，减轻劳动强度。其液体隔离剂组分与汽车轮胎所用的基本相同。

成型后经检验的胎胚内表面或气囊成品表面，如果采用气囊硫化方式，需先涂隔离剂（通常每硫化10次涂一次隔离剂，使用新气囊时需涂隔离剂），再经停放、装气囊定型、装模硫化等工序；若采用隔膜硫化方式，需先涂隔离剂（涂隔离剂次数及方法与气囊硫化方式相同），经停放后装在备有隔膜外胎的模具上硫化。外胎硫化以后，还要经拔气囊和修整等工序。

① 涂隔离剂的目的 胎坯内表面或气囊表面涂隔离剂的目的有以下四点。

a. 改善硫化定型时的操作困难。隔离剂有润滑作用，在定型时，使气囊易于装入胎坯内，便于在胎坯内舒展均匀，从而保证定型质量。使用气囊有两个作用，一是在外胎硫化时起传递压力作用，二是装入胎坯内起定型作用。如果气囊装在胎坯内舒展均匀，当外胎硫化时，胎坯各部分才能均匀伸展，避免产生一些质量缺陷。如果气囊装入胎坯内歪斜不正，不仅造成胎坯定型不正，也造成硫化装模不正，容易产生“大小边”毛病。

b. 防止车胎硫化后气囊取出操作困难。没有隔离剂将失去隔离作用，气囊易于与胎胚里层粘连。在采用隔膜硫化方式时，外胎硫化后，成品难以取出。

c. 有助于胎坯定型中的定位、套正，装入硫化模摆位对正。

d. 防止胎里硫黄向气囊或隔膜表面迁移，使气囊或隔膜老化，以致影响气囊或隔膜的使用寿命。

② 隔离剂的选择 隔离剂宜选用与橡胶不相容、耐高温性能

好，对人体无害的品种。力车胎生产厂家一般采用硅橡胶隔离剂，又称硅油。近年研究采用乳化硅油作为力车外胎硫化隔离剂，也取得一定成果。

硅橡胶汽油溶液——硅油是由相对分子质量为35万~50万甲基硅橡胶，加入10倍（质量比）120号汽油溶解而成的。具有耐热和耐高温的特性，良好的隔离作用，硅橡胶呈生理惰性，无味无毒，而且润滑性能良好。所以，硅橡胶隔离剂是理想的胎坯内表面隔离剂。

使用硅油作为隔离剂的缺点如下。

a. 环境保护方面 防火安全性差，因为汽油是极易挥发和易燃溶剂。调配硅油和胎坯内表面涂硅油隔离剂时，需专门设置调配操作间和胎坯涂刷操作间。

b. 劳动保护方面 汽油极易挥发，对人体有一定毒性，不宜长时间操作。需采用打浆机进行调配，操作人员佩戴防毒面罩。

c. 模具清洗困难 在定型硫化过程中，硅橡胶受热分解出残留物逐渐形成积垢而使模型脏污，尤其掺入花纹棱角处及排气孔内，使模具清洗困难且极易造成花纹圆角和缺胶缺陷。

乳化硅油是一种以阳离子型硅橡胶水乳液为主体，配合多种助隔离剂的复合型隔离剂。主要成分是聚有机硅氧烷，经乳化后仍保持着交联结构。具有无毒、无害、无刺激性气味、安全防火、不污染环境等优点，是目前研究采用的新型硫化隔离剂。乳化硅油外观一般呈白色乳状液，其相对分子质量为30万~70万，可用水任意稀释。作为气囊表面隔离剂时，是在乳化硅油中加入3倍清水稀释而成的。

使用乳化硅油做隔离剂的优点是，防火防毒性好，模具污染小，外胎光洁度好，有利于提高外胎商品化程度，模具易清洁。缺点为目前只能局限用于气囊表面离剂。热气囊滚涂隔离剂后气囊温度下降明显。乳化硅油隔离效果比硅油略低。

## （2）胎坯定型

① 胎坯停放 成型后的胎坯要经过短时间的停放，其目的

如下。

a. 使成型时胎坯内部残存的汽油得到充分的挥发，隔离剂亦充分干燥，增加各部件的黏合，避免硫化时起泡或脱层。

b. 使胶料与帘布层间具有初步的收缩，因为未经定型的胎坯得不到充分的收缩会使各部位抽缩不一，既不利于定型操作，也不利硫化作业质量。当然，停放时间并不是越长越好，停放时间过长，易产生胎坯变形和胶料流动性差的弊端，一般以4~36h为好。

② 胎坯定型前检查 胎坯定型前要进行检查，虽然成型后的胎坯已经过外观质量检查，但在涂刷隔离剂的挂架存放过程中，是否粘有杂物、隔离剂是否挥发干、胎面接头是否裂口等，都将对硫化质量带来不可补救的影响。

③ 胎坯定型 硬边、钩边力车胎系列一般采用手工装气囊方法定型，或将胎坯套在伞形定型机上定型，然后人工装入气囊。软边力车胎系列采用装囊机机械方法定型，在定型机上先放上气囊，再套上胎坯进行定型。定型的目的是把成型后呈圆筒状的胎坯变成接近外胎轮廓，装入硫化模型内，便于硫化。

定型工艺操作要求：胎坯定型要平整、均匀、对称，让气囊在胎坯内舒展；要经常检查气囊有无破裂，喉嘴有无松动，气囊要保持清洁；胎坯使用隔离剂时，不允许隔离剂掺入胎坯内某一部位，待隔离剂风干后才能定型。

## 6.6.2 硫化设备

力车外胎硫化一般采用立式个体硫化机，分为电动（螺杆传动）和水压硫化机两种。前者采用单台传动控制，启动合模快，但活动部件多，维修量较大，有噪声；后者结构简单，制造方便，噪声小，便于维修，并且压力大，但不能采用单台传动控制，需要配备一套高低水动力系统，因而发生故障影响大，启动合模较慢。硫化机还可以根据硫化模型层数的不同分为单层、双层和三层三种形式，一般的硫化机采用双层或三层。具体见本套读本《橡胶硫化》一书中相关章节。

## 6.6.3 硫化工艺

### 6.6.3.1 硫化方式

力车外胎分为气囊（又称风胎）硫化和胶囊（又称隔膜）硫化两种。通常是指单向导热硫化，近几年来开始逐步推广应用双向导热隔膜硫化方法。

(1) 气囊硫化法 先将气囊装入胎坯内，再放在模型内加温、加压进行硫化作业，硫化时气囊内充入压缩空气形成内压。气囊硫化法是单向导热模型硫化，其特点如下。

① 必须采用三套气囊循环使用，即第一套气囊装胎，定型后待硫化；第二套气囊在硫化模内处于硫化过程中；第三套气囊在硫化好的成品胎内冷却后再取出。软边胎还需要采用装囊机设备。

② 可使气囊有疲劳和松弛恢复过程，以便使气囊表面温度适当降低，从而避免硫化出模后气囊表面温度过高而导致成品胎圈扭曲变形。

(2) 隔膜硫化法 将胎坯直接放在隔膜式定型硫化机上连续完成定型和硫化，有压缩空气内压隔膜单向导热和饱和蒸汽内压双向导热两种形式。其特点是，用隔膜代替气囊，不需要定型装囊机，可简化作业，减轻劳动强度，是较为先进的硫化方法。隔膜硫化热能充分利用，更有优越性。硫化内压采用饱和蒸汽硫化介质，硫化时间可以缩短 $1/3$ 。但外胎硫化后没有气囊支撑胎体，尼龙帘线轮胎易局部产生热收缩变形。

### 6.6.3.2 硫化条件

力车外胎硫化条件的选择是根据不同的产品以及产品各部件胶料半成品的正确化时间、产品的材料结构，硫化设备和工艺要求确定的。

力车外胎硫化时其模型采用的加热介质多为蒸汽，通常硫化温度为 $165\sim170^{\circ}\text{C}$ ，也有采用较高温度硫化的。硫化过程中一般采用自动控制蒸汽压力，稳定硫化温度。

一定的硫化压力能使外胎各部件紧密结合，增强了胎体强度。

屈挠性能和胎面耐磨性能，并获得精确的轮廓和清晰的花纹。

力车外胎硫化时气囊及胶囊加压介质有压缩空气和蒸汽。采用蒸汽时，形成外胎内外双向加热，能缩短硫化时间，提高生产效率。但目前提高蒸汽内压有一定难度，另外由于温度随蒸汽压力增加而增高，易导致胎体帘线性能下降，尚有待于改进。一般采用压缩空气做加压介质，内压力容易提高，有利于提高轮胎质量，但是硫化时间较长。

不同类型的轮胎硫化压力不同，手推车外胎硫化压力一般为 $1.47\sim1.77\text{ MPa}$ ，自行车外胎硫化压力一般为 $1.27\sim1.57\text{ MPa}$ 。为了提高硫化效率可采用压缩空气预热及蒸汽与压缩空气混合硫化等方法。

力车外胎硫化时间包括正硫化时间和操作时间。正硫化时间是根据硫化温度、产品规格、胶料配方以及成品性能要求而定。不同规格和类型的外胎硫化时间见表 6-18 所列。

表 6-18 力车外胎硫化时间示例

轮胎类型	蒸汽压力/MPa	正硫化时间/min	内压/MPa
26×2½(Z)	0.74	19	1.4
28×1½(Z)(40-635)	0.64	12	1.4
28×1½(P,Q)(40-635)	0.64	11	1.4
26×1¾(P,Q)(37-590)	0.59	7	1.4

由于尼龙帘线具有热收缩变形的特点，因此尼龙外胎硫化工艺应注意几点：气囊在装入胎坯等待硫化时，气囊表面温度应控制在 $60\sim70^\circ\text{C}$ ，其方法可采用三套气囊循环使用，即硫化后冷却、模内硫化和定型装入胎坯各一套；尼龙外胎硫化后冷却 $4\sim6\text{ min}$ ，才能取出胶囊；胎坯按成型先后顺序硫化，胎坯存量停放时间不超过 $36\text{ h}$ ；硫化成品外胎必须冷却至 $50^\circ\text{C}$ 以下才能进行包装。

#### 6.6.3.3 常见缺陷及产生原因

在力车外胎制造工艺过程中，由于受各方面因素（包括操作工

人、生产设备、原材料、工艺条件及环境状况) 的影响, 在诸工序生产中无疑地会出现一些工艺质量问题, 若这些问题不解决、不预防, 势必给制品质量带来不利影响。力车外胎硫化工序常见缺陷及产生原因、解决途径见表 6-19。

表 6-19 力车外胎硫化常见缺陷及产生原因、解决途径

常见缺陷	产生原因	解决途径
胎面缺胶	胎面胶流动性差 胶面形状不合适 胎面厚薄不均 三角胶高度过大 胎面接头开裂 气囊厚薄不均 硫化内压不足	改进胶料配方, 提高流动性 调整口型设计, 保证胎面形状 严格挤出工艺, 保证厚度一致 调整三角胶挤出口型、型辊设计 严格成型工艺, 提高胎面接头强度 严格气囊制造工艺 在模型上沟通排气线, 提高硫化内压
胎面起泡	胎面胶料残存空气 胎面压型时潜有气泡 胎面沾油污 返回胶掺比量过多 硫化压力不足	严格控制原材料质量 严格胎面压型工艺操作 保持胎面清洁 按 15% 掺比量较好 加强硫化工艺条件的执行
胎体脱层(胎里气泡)	硫化温度低、硫化时间不足或硫化压力不足 胶帘布不黏, 胶帘布、垫布受潮 胶帘布局局部偏厚 气囊接口偏大 胎坯低温长时间停放 胎坯隔离剂不干 各种半成品上沾有杂质、水迹、油污等杂物	严格掌握正硫化条件(时间、温度、压力) 改善贮存条件 严格压延工艺, 保证胶帘布厚度均匀 严格气囊制造工艺 控制胎坯停放时间 胎坯隔离剂干净 定型前风干, 加强现场工艺管理
胎耳缺胶	外包布定型速度过快 外包布擦胶过薄 三角胶高度过低 硫化内压偏低 胎坯装囊不正 胎面宽度不够 气囊接头过厚过大	调整配方 改善压延工艺 调整三角胶型辊尺寸 严格执行工艺 保证胎坯装囊正确 改进胎面胶口型及挤出工艺 严格气囊制造工艺
三角胶泡	胶芯喷霜 三角胶内含水分 外包布擦胶量过少	改善贮存条件 严格控制半制品质量 改善擦胶工艺

续表

常见缺陷	产生原因	解决途径
欠硫	硫化模积水多(模温高) 硫化时间不足 密封圈漏风	安装汽水分离器 严格工艺管理,保证硫化时间 勤检查勤更换
胎甩出沟	气囊(或隔膜)变形大 胎壳过宽 装胎不正	加强气囊使用前检查 经常测量宽度并及时校正 严格定型工艺
胎趾露布	胶料热炼不充分 胎面未压实 胎面宽度不够 胎坯定型与气囊定位不正 钢丝圈长度不符模型要求	严格热炼工艺,保证热炼均匀 严格成型工艺,胎面压实 保证胎面宽度 严格定型工艺,气囊定位正 严格执行钢丝圈长度标准
帘线弯曲	帘线伸长不足	调整施工设计(成型鼓直径与成型胎圈间距),控制胎面胶与胶布厚度, 气囊与外胎合理配合,胎里涂刷隔离剂不应过浓过湿
重皮	模型不干净,胶料表面沾污 胎面形状不合适 胶料流动太快	保持半成品及模型清洁 改进胎面胶形状 调整配方
麻里、跳线、 稀缝、沟痕	隔离剂浓度过大 隔离剂涂刷局部过多或不干 气囊装不正 胎里层有水渍 气囊接头太厚,气囊表面不光滑	通过调试找出最佳配比量 必须刷匀、擦干 定型操作应精工细作 用布擦干 加强气囊制造工艺

## 6.7 力车外胎质量标准及检验方法

### 6.7.1 质量标准

力车外胎成品必须经严格的检验,并且符合国家有关规定的标准方可销售。目前,我国力车胎行业执行中华人民共和国国家标准

准，力车轮胎的国家标准内容规定了力车轮胎的类型、规格尺寸和基本参数、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存等。

### 6.7.2 轮胎解剖及物理机械性能检测

力车外胎解剖的目的是通过采制试样进行各种物理机械性能的检测，以了解成品轮胎各部位的局部质量性能。在解剖过程中，除能直接观察和了解到轮胎半成品的加工质量水平和工艺路线外，还能通过断面分析其成型与硫化工艺质量情况，也可为减少消耗、降低成本、改革工艺和提高质量积累数据资料。

力车外胎解剖和取样方法是根据国家标准有关规定进行的。外胎各部位的物理机械性能项目包括胎面胶拉伸强度、伸长率、硬度、磨耗等，还有胎面胶与帘布层之间的附着强度、钢丝圈抗张强度和帘布拉伸强度等。

### 6.7.3 外缘尺寸的测试

力车轮胎外缘尺寸是指轮胎与轮辋组合体的外缘尺寸，它不仅关系到轮胎与轮辋的匹配，同时也影响到轮胎的互换性能。因此，力车外胎外缘尺寸测定已作为力车胎质量基本检测项目之一。

外缘尺寸的测定项目包括力车外胎的外周长、断面宽度、花纹沟深度等。测量时，将外胎安装在规定的轮辋上，充入规定的内压空气并要按规定条件进行停放与调整，然后使轮胎处于无负荷的静止状态下，用量具直接测量轮胎的指定部位。

测量轮胎外缘尺寸的目的，一是为了检验轮胎尺寸是否符合有关标准规定设计要求，二是可依靠轮胎变形状况分析得出轮胎变化规律。

### 6.7.4 静负荷性能测定

轮胎静负荷性能是指在规定的轮辋和充气内压条件下，静止轮胎上的负荷与轮胎变形之间的关系，它还可以反映轮胎承受负荷能力和与车辆的匹配及轮胎互换性的关系。静负荷性能测定是轮胎质

量检验基本项目之一。

#### 6.7.4.1 试验设备

静负荷试验机分为杠杆式、机械式、液压式三种，力车胎行业大部分采用机械式力车轮胎静负荷试验机，见图 6-32。

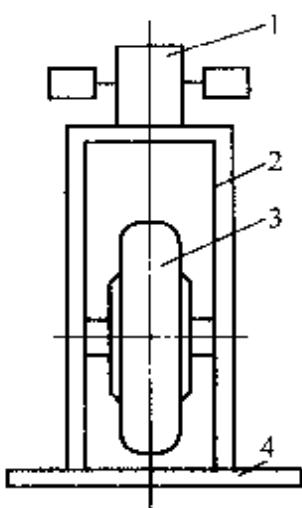


图 6-32 机械式静负荷性能试验机示意

1 电动机；2 支架；3 轮胎；4 铁板

#### 6.7.4.2 项目及试验

(1) 负荷下静半径和负荷下断面宽 将硫化后停放 24h 以上的外胎，在室温下放置一段时间之后，安装在规定轮辋上充入规定压力，再于室温下停放 24h 后，重新调整标准气压备用。

将轮胎与轮辋组合体安装在静负荷试验机上，承压平面必须垂直于轮胎的受力方向，至标准负荷后停放 2~3min，用钢尺测量负荷下轮胎支承轴中心至承压铁板面间的垂直距离，该距离即为轮胎的负荷下静半径；然后用游标卡尺测量静止轮胎负荷下的压缩部位。测最大部位（不含标志或花纹）的宽度，刻度值即为负荷下断面宽度。

(2) 印痕面积和长轴、短轴 在试验机的承压铁板上放一张白纸，再在对应铁板的轮胎胎面上均匀地涂上红色印油，然后慢慢地给轮胎加至试验规定的负荷，并停放 1min。在测量完轮胎的负荷下静半径和负荷下断面宽之后，使轮胎脱离承压铁板，然后取出印

痕纸。根据印痕纸上红色的印痕，可用求积仪测量出印痕面积，用钢尺测量出印痕的长轴和短轴。

#### 6.7.4.3 测试数据的计算方法

##### 下沉量计算公式

$$h_1 = \frac{D}{2} - r_1 \quad (6-1)$$

式中  $h_1$  —— 轮胎的下沉量，mm；

$D$  —— 充气轮胎外直径，mm；

$r_1$  —— 轮胎负荷下静半径，mm。

##### 下沉率计算公式

$$f = \frac{2h_1}{D-d} \times 100\% \quad (6-2)$$

式中  $f$  —— 轮胎的下沉率，%；

$d$  —— 轮辋着合直径，mm。

##### 印痕单位面积平均压力计算公式

$$g = \frac{Q}{A} \times 10 \quad (6-3)$$

式中  $g$  —— 印痕单位平均压力，kPa；

$Q$  —— 轮胎承受的负荷，N；

$A$  —— 印痕面积， $\text{cm}^2$ 。

##### 硬度系数计算公式

$$K_1 = \frac{g}{P} \quad (6-4)$$

式中  $K_1$  —— 轮胎的硬度系数；

$P$  —— 轮胎气压，kPa。

##### 接地系数计算公式

$$K_2 = \frac{a}{b} \quad (6-5)$$

式中  $K_2$  ——轮胎的接地系数；

$a$  ——印痕长轴，mm；

$b$  ——印痕短轴，mm。

### 6.7.5 耐久性试验

耐久性试验的目的主要是验证轮胎在行驶过程中所产生的摩擦、扭转、剪切、应力应变等物理性能和验证轮胎的耐热性和耐疲劳性。试验结果可按行驶至报废标准为止的里程（小时），也可以按行驶规定里程（小时）为依据，不报废为合格，报废为不合格。在试验中需定期检轮胎、气压、温度和轮胎外缘尺寸，以便分析轮胎的质量。

目前力车轮胎行业应用单转鼓双胎式试验机床，并按式（6-6），通过杠杆加负荷方法，使轮胎在负载下向转鼓压紧和因受转鼓摩擦而转动，如图 6-33 所示。

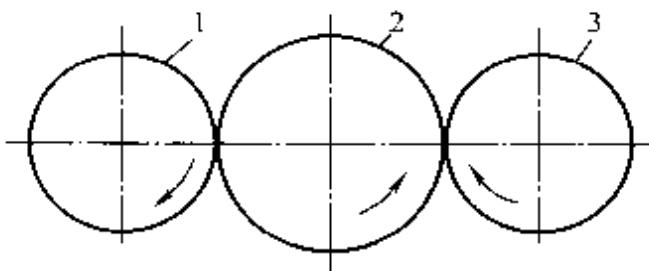


图 6-33 机床试验机示意

1—轮胎；2—转鼓；3—轮胎

### 加砝码质量公式

$$W = \frac{(Q - G)L_2}{L_1} \quad (6-6)$$

式中  $W$  ——应加砝码重，kg；

$Q$  ——试验要求轮胎应承受的负载，kg；

$G$  ——整个负荷机构的自重，kg；

$L_1$  ——重臂，cm；

$L_2$  ——力臂，cm。

### 6.7.6 强度性能测试

将轮胎安装在标准轮辋上，充入标准内压，用一定直径的顶端呈球状的钢制圆棒，以规定的速度从轮胎冠部压入，测定压穿轮胎所需能量，即为强度性能试验。

强度性能试验主要是检验轮胎成品帘线强度，它和安全试验一样，通过破坏性试验法来达到检验轮胎成品帘线强度的目的。凡是必须进行强度试验的轮胎，其强度值在标准中皆为最低破坏能值(J)，大于此值为合格。

用于力车轮胎的钢制压穿圆棒探头为Φ8mm，其刺入轮胎速度为50mm/min。如探头刺到轮辋时轮胎仍未破坏，也需计算能量。该试验在力车轮胎静负荷试验机上进行。

破坏能的计算公式

$$W = \frac{1}{2}FS \quad (6-7)$$

式中  $W$  —— 破坏能，J；

$F$  —— 压力，N；

$S$  —— 行程，m。

国家标准规定轮胎破坏能值见表 6-20。

表 6-20 轮胎破坏能值

轮胎	层级	破坏能/J
轮胎名义断面宽代号	2	>9.8
	4	>12.0
	2	>9.8
	4	>16
	6	>20

### 6.7.7 脱圈水压试验

脱圈水压试验是于轮胎内充入水压，测试轮胎与轮辋配合情况

(脱圈) 和在轮胎爆破时计算轮胎胎体(帘布层)或胎趾(钢丝圈)强度(安全倍数)。

试验时将轮胎安装在带有防护装置的试验设备上，充入内压(水压)，使内压升至外胎爆破为止。

$$\text{帘线强力安全倍数} = \text{爆破水压} / \text{充轮胎标准内压} \quad (6-8)$$

## 6.8 力车内胎生产工艺

### 6.8.1 力车内胎结构组成及其各部件的作用

力车内胎是一个环形密封胶筒，胶筒上装有气门嘴，力车内胎装于力车外胎的内腔，是轮胎重要组成部分之一。用它贮存压缩空气，以支撑起轮胎壳体，从而使轮胎具有弹性负荷性，构成轮胎正常运行的条件。

内胎由胶筒、气门嘴和加强胶垫组成，各部件的分析如下。

(1) 环形密封胶筒 是内胎的主体，用它贮存压缩空气。

(2) 气门嘴 一般用金属制造，在气门嘴上安有垫片、六角螺母、圆螺母、气门芯、压芯螺母和防护帽等。

垫片扣放在气门嘴的根部，与六角螺母紧挨在一起，当拧紧六角螺母后，垫片与胎筒紧紧结合在一起，从而保证气门嘴根部不漏气。圆螺母起固定轮辋的作用，气门芯、压芯螺母彼此相互依存。当气门芯插入嘴孔内，拧紧压芯螺母，可将气门芯锁住，从而保证胎筒充入空气后不跑气。防护帽起防尘、保持清洁的作用。

(3) 增强胶垫 由胶片、胶帆布等贴合而成。增强胶垫的作用是增强气门嘴的拉拔强度，保护气门嘴处内胎胎体免受损坏，提高内胎的使用质量和使用寿命。

### 6.8.2 力车内胎生产工艺流程

(1) 普通气门嘴内胎生产工艺流程 主要适用于天然橡胶内胎，如图 6-34 所示。

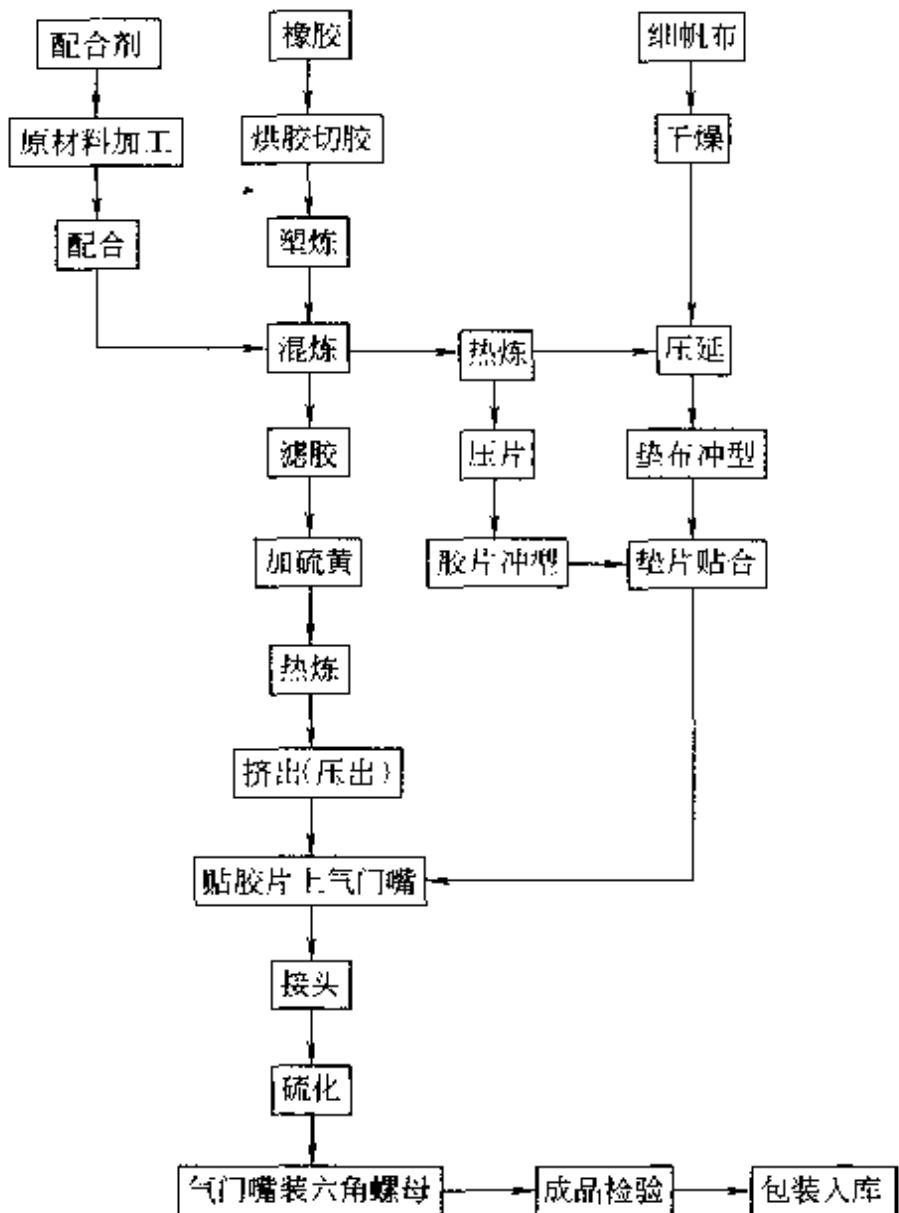


图 6-34 普通气门嘴内胎生产工艺流程

(2) 胶垫气门嘴内胎生产工艺流程 主要适用于丁基橡胶内胎, 如图 6-35 所示。

### 6.8.3 内胎挤出

### 6.8.3.1 天然橡胶内胎挤出

(1) 胶料滤胶 力车内胎较薄, 气密性要求高, 因此对生胶及配合剂比外胎有更高的质量要求。配合剂中的硫黄需经过 80 目筛网筛选后方可使用, 密炼机混炼后胶料必须停放 4h 以上才能使用,

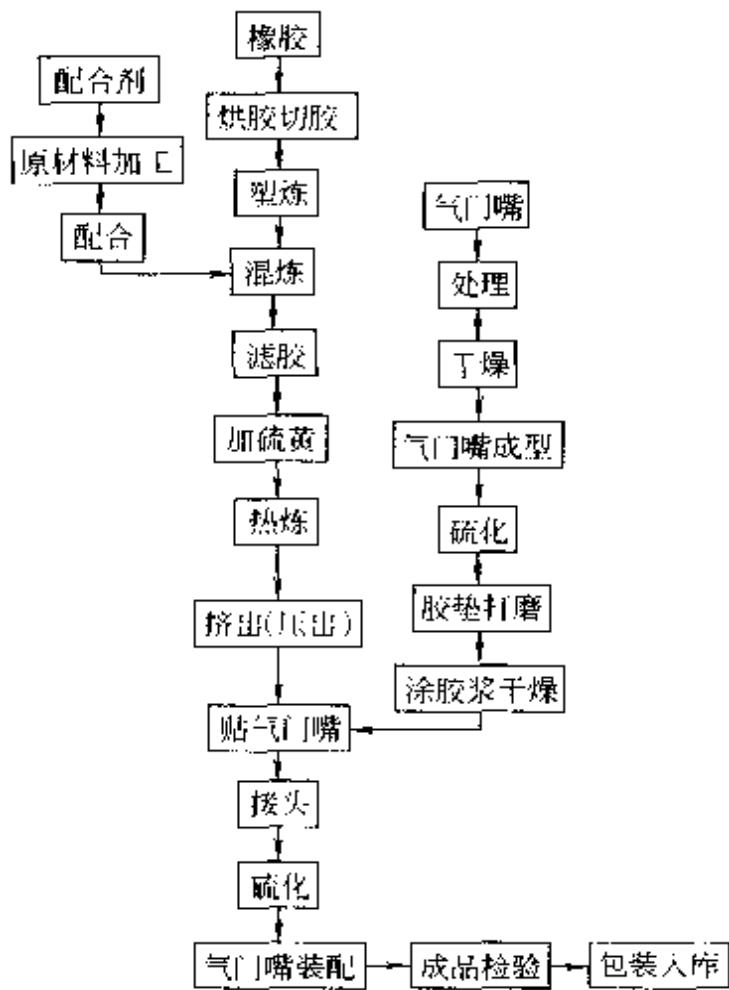


图 6-35 胶垫气门嘴内胎生产工艺流程

混炼胶的可塑度在满足工艺要求的条件下，以控制较低值为宜。内胎胶料必须过滤，在螺杆直径为  $\phi 150\text{mm}$  的滤胶机中进行过滤，螺杆转速为  $28\text{r}/\text{min}$ 。滤网规格为 44 目两层，20 目一层，10 目一层。滤胶时，机头温度  $95\sim 105^\circ\text{C}$ ，机身温度  $45\sim 55^\circ\text{C}$ ，挤出胶料温度不高于  $130^\circ\text{C}$ 。螺杆腔内通冷却水冷却。滤胶后胶料停放 1h 以上，再在开炼机上加硫黄，然后冷却停放 4h 以上才能使用。

(2) 力车内胎挤出工艺 通常采用单机头螺杆挤出机挤出，螺杆直径为  $\phi 115\sim 150\text{mm}$ ，螺杆转速一般为  $46\text{r}/\text{min}$ ，也可用双胎管挤出，可提高生产效率，但操作要求严格。

内胎胎管的挤出断面尺寸和形状与挤出口型设计、挤出温度及传送带的速度有关。挤出机头温度不高于  $85^\circ\text{C}$ ，口型温度不高于

105℃，机身温度40~50℃。螺杆腔内通冷却水冷却。挤出时输送带的速度一般为11.4~34.0m/min。胎管挤出后，喷刷隔离剂、冷却停放、贴合胶垫片、装气门嘴主体等作业在内胎挤出联动装置上进行。

内胎挤出联动装置由液体隔离剂循环装置、切断装置及存放输送装置等组成，可实现内胎生产的连续化，并降低劳动强度，提高生产效率。

内胎挤出返回胶不应含水分和杂物，为了保证胎管尺寸的稳定，返回胶掺用量一般不超过20%。

#### 6.8.3.2 丁基橡胶内胎挤出

(1) 胶料制备 丁基橡胶不需塑炼，可直接进行混炼，严格防止其他橡胶混入丁基胶料中。一般使用20r/min慢速密炼机混炼，混炼容量可增加10%~15%，上顶栓空气压力不小于0.6MPa，可改善配合剂的分散性能。混炼胶排胶温度为140~160℃。丁基胶料混炼加料顺序为：丁基橡胶→细料→炭黑、油→种子胶→炭黑、油→排胶。胶料下片冷却停放，通常用陶土作为隔离剂。冷却停放时间为8h以上。混炼胶可塑度为0.50左右。

(2) 滤胶与加硫黄工艺 滤胶与加硫黄的工艺顺序有两种，一种是先滤胶后加硫黄，另一种是先加硫黄后滤胶，其中先滤胶后加硫黄工艺与天然橡胶内胎相同。采用先加硫黄后滤胶工艺时，使用的滤网规格为两层56目，一层44目。

(3) 挤出工艺 丁基胶料的挤出性能较差，挤出速度比天然胶料慢30%以上，挤出变形系数较大，因此，挤出口型需减小。为了提高丁基内胎的挤出效率，可提高挤出速度。

挤出返回胶不应含水分和杂物，返回胶的掺用量应该恒定，为了保证挤出胎管尺寸的稳定，掺用量一般不超过20%。内胎胎管挤出时均采用内外喷洒干滑石粉作为隔离剂。

#### 6.8.4 胶座气门嘴准备

胶座气门嘴生产过程为：气门嘴大身→处理→干燥→气门嘴成

型→硫化→胶垫打磨→涂胶浆→干燥。

#### 6.8.4.1 内胎气门嘴的酸洗工艺

气门嘴在出厂前虽然经过清洗，但在存放、运输等过程中，因生锈、浸油等使气门嘴有可能不符合胶垫工艺要求，因此，在胶垫硫化之前仍需进行酸洗表面处理，也有个别使用碱洗工艺。

现将国内外有关黄铜气门嘴在胶垫硫化前的酸洗工艺配方列于表 6-21 中。

表 6-21 气门嘴酸洗工艺配方

配方	材料	1	2	3	4	5
	NaOH				18%	
	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	30			0.4%	
	FeCl <sub>3</sub> (42%)					18%~20%
	HNO <sub>3</sub>		240	400		30%~35%
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		12	300		
	H <sub>2</sub> O	100	400	800	74%	200%
处理工艺	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	30				
	温度	95~100℃	室温	室温	90~100℃	20~45℃
	时间	20min	2~4s	2~4s	10~15min	5~10min
	水洗温度	60℃	30~40℃	30~40℃	30~40℃	30~40℃
	干燥方式	热风	70℃热风	80℃热风	热风	热风

气门嘴胶垫硫化前表面处理程序如下。

(1) 浓硝硫混合酸处理 先将已配合好的混合浓酸置于不锈钢容器内，将少量气门嘴处理 3~4s，然后立即将气门嘴先后放入 50~60℃ 温水和 30~40℃ 温水中漂洗，再放入离心机甩干，最后置于 (70±5)℃ 烘箱中烘 1h 即可使用。

(2) 碱液处理 将一定数量的气门嘴盛于不锈钢容器内，再将不锈钢容器浸入碱液槽，100℃ 内煮 20min 左右，取出放冷水漂洗，再先后放入 60℃ 水和 30~40℃ 温水中漂洗，然后置于离心机

甩干，放入70℃烘箱中烘1h，待胶垫硫化时备用。要求必须每班用完。

(3) 用其他酸或用三氯化铁和次氯酸钠等处理也可。

#### 6.8.4.2 气门嘴硫化

将处理烘干的气门嘴插入冲好的气门嘴胶垫孔内待硫化。大身要插正，插到底。将成型好的气门嘴胶垫放入硫化模型中置于平板硫化机上进行硫化。

#### 6.8.4.3 气门嘴胶垫打磨

要将硫化后的胶垫在砂轮机上打磨出新的表面，以便涂胶浆更好地和胎筒黏合在一起。因此，打磨时要均匀一致。将打磨好的气门嘴胶垫涂上胶浆，胶浆的涂刷量应控制在 $3\sim4\text{mg/cm}^2$ ，但丁基橡胶内胎涂刷量一般为 $6\sim8\text{mg/cm}^2$ 。涂刷量适当增加可提高黏着性，但太多反而有害。气门嘴胶垫涂上胶浆晾干后可黏合于胎筒上。

### 6.8.5 内胎成型工艺

内胎成型是硫化前半成品的最后一道工序。为了使硫化操作顺利地进行，达到质量要求，必须严格成型工艺，按成型工艺要求操作。

#### 6.8.5.1 内胎成型工艺流程

内胎成型工艺流程：胎筒定长→刷汽油→贴气门嘴垫片→胎筒上冲眼→穿大身→内胎接头。其中，胎筒定长、刷汽油、贴气门嘴垫片、胎筒上冲眼和穿大身是在内胎挤出联动装置上进行的。它通过挤出联动的存放输送装置，将挤出后的胎筒冷却停放，并在输送带上完成内胎成型操作（除接头外）。

存放输送装置特征：输送带宽为230mm，输送线速度为 $0.35\sim0.5\text{m/min}$ ，存放时间控制在 $25\sim30\text{min}$ ，在输送带下还要装上蒸汽管道，在冬季生产现场温度较低时可以对挤出后的内胎筒进行保温。打孔一般采用电热钻孔，也有采用电钻钻孔。

### 6.8.5.2 内胎成型工艺

(1) 胎筒定长 胎筒按照工艺标准长度在输送带上用圆形滚刀自动定长，可根据胶料的收缩情况，随时调整两端滚刀的距离。

(2) 刷汽油 在离接头距离 180~230mm 处用汽油刷去胶筒上的隔离剂，使垫片粘贴紧密。经常清洗汽油存放容器，保证汽油纯度。

(3) 贴气门嘴胶垫 胶垫主要是为了使气门嘴大身能牢固地固定在胶筒上，要求贴正、贴牢、贴紧。

(4) 冲眼 冲眼是为了安装气门嘴，要求冲正、冲穿，冲眼直径为  $\phi 6\text{mm}$ 。

(5) 穿大身 穿气门嘴大身时，大身要对正冲眼，大身要插到底。

(6) 接头 接头方式有胎管先硫化后接头方法和胎管先接头后硫化方法两种。前者是将挤出胎管先经硫化，再装气门嘴，然后两端磨口，涂以自然硫化胶浆，进行接头。这种工艺由于工艺较多，且接头的内在和外观质量不好，基本上已淘汰。

目前多采用胎管先接头后硫化方法（模压法无接头内胎）的生产方式。将挤出的胎管先装上气门嘴，再进行接头，然后硫化。接头在专用接头机上进行。将内胎筒两端置入夹持器后，电热刀切去端头，然后两夹持器相对移动，使胎筒两端对接为一环状体。接头时检查电刀电压和电刀温度是否达到工艺要求，一般电刀电压控制在 190~220V，电刀温度控制在 200~220°C，压胎、切刀装置压力为 0.2~0.4MPa，接头装置压力为 0.4~0.6MPa。

如果电刀温度过低，胎筒不容易切断，而温度过高，容易造成接头处焦烧，影响接头强力。如果风压过低，达不到要求，胎筒相接时黏合不上。胎筒接头时一定控制好电刀温度及接头压力，保证胎筒接头处的质量并要求胎筒接头必须无稀缝、无重皮，要平整均匀。

采用机械接头方法，接头的质量稳定，接头强度较高，劳动强度低，生产效率高。这种接头工艺适于天然橡胶内胎和丁基橡胶内

胎生产，但由于丁基橡胶的自粘性较差，所以接头压力、温度和时间都要适当增加。

#### 6.8.5.3 内胎成型工艺标准

内胎胎筒成型制造中，必须严格遵守成型工艺标准及工艺操作，不同规格的内胎有不同的工艺标准。表 6-22～表 6-25 列出了部分力车内胎成型工艺标准。

表 6-22 内胎胎筒挤出成型标准

产品规格	双层宽度/mm	单层厚度/mm	胎筒长度/mm	胎筒质量/g
26×2½(70-535)	67~68	1.35~1.45	1885±10	410±10
28×1½(40-635)	43~44	1.20~1.30	2085±10	267±5
26×1¾(37-590)	37~38	1.20~1.30	1950±10	215±5

表 6-23 胶垫片规格尺寸标准 单位：mm

产品规格	胶皮			胶帆布			胶细布		
	长度	宽度	厚度	长度	宽度	厚度	长度	宽度	厚度
26×2½(70-535)	68	40	0.6~0.7	20	20	0.5	50	25	0.4
28×1½(40-635)	65	30	0.6~0.7	20	20	0.5	50	25	0.4
26×1¾(37-590)	55	26	0.6~0.7	20	20	0.5	40	22	0.4

表 6-24 冲眼、穿大身标准

项 目	标 准
冲头直径/mm	5~6
冲头刀口斜度/(°)	50~60
冲眼距胎头距离/mm	180~220

表 6-25 接头标准 单位：mm

产品规格	胎筒平叠长度	胎筒平叠宽度	单层厚度	余胶高度
26×2½(70-635)	915±5	67±0.5	1.4±0.5	<1.5
28×1½(40-635)	995±5	43±0.5	1.3±0.5	<1.5
26×1¾(37-590)	945±5	37.5±0.5	1.25±0.5	<1.5

#### 6.8.5.4 内胎半成品胎筒质量要求

- ① 胎筒应无杂物、熟胶粒、气泡、洞眼等。
- ② 胶垫片不应有打褶、缺口、脱开、露布现象。
- ③ 接头后的胎筒不应有大小头现象，接头处挤出胶皮要均匀一致，挤出的胶皮离内胎表面不高于1.5mm。接头处不应有内外裂。

#### 6.8.5.5 内胎成型中影响产品质量的因素及解决措施

内胎成型中，影响产品质量的因素很多，见表 6-26。

表 6-26 内胎成型质量缺陷、造成原因及解决措施

质量缺陷	造成原因	解决措施
胎身折	胎筒平叠长度过长，胎筒过宽 胎筒停放时间长	严格掌握胎筒平叠长度和平叠宽度 严格控制胎筒停放时间
胶垫片开口	汽油未挥发时贴胶垫 外隔离剂未清除净 汽油容器带入沉淀粒子 胶垫片未贴紧压实	待汽油挥发净后再贴胶垫 刷汽油时必须将隔离剂清除干净 汽油容器应勤清底，保证汽油纯度 胶垫片要贴正、贴牢
接头裂开	接头不平 电刀温度及电压不符合规定 隔离剂喷刷量过多	胎筒两端接口必须清洁，提高胎筒拼接时的压力 严格控制电刀温度及压力，经常保持电刀刃口的清洁 隔离剂用量适当
接头错位	接头机故障，接头导轨与拖板活动间隙大，模板移位，模板紧固螺丝松动，接头导轨磨损，模板左右不正、移位	调正导轨、校正模板，拧紧螺丝，更换导轨，调正模板
胎筒嘴子部位割伤	穿大身未插到底	严格工艺操作，定准位再冲眼；大身必须插到底以防大身底片割坏胎筒

### 6.8.6 内胎成型设备

#### 6.8.6.1 内胎接头机的构造及作用

内胎接头机由压胎装置、切刀装置、接头装置及控制装置等

组成。

(1) 压胎装置 该装置的作用是保证胎筒在拼接时不松动，接合牢固。上、下模具的宽度可通过调距板进行调整，以适应不同规格的内胎生产（表 6-27）。

表 6-27 压胎模具与胎筒尺寸示例 单位：mm

产品规格	胎筒尺寸		压胎模宽度	
	平叠宽度	单层厚度	上模	下模
26×2½(70-535)	67±0.5	1.4±0.5	65	65.5
28×1½(40-635)	43±0.5	1.3±0.5	41.5	42
26×1¾(37-590)	37.5±0.5	1.25±0.5	36	36.5

(2) 切刀装置 装置上的两把切刀起落要平稳，两把刀的刀口处在同一水平线上，切刀与垂直面的夹角一般控制在 20° 较好，电热切刀刃口的温度控制在 200~220℃，切刀切下时与下模板内边的距离为 0.5~1.0mm，切下深度比下模板低 0.2~0.5mm。

(3) 接头装置 该装置的作用是在压力下完成胎筒的拼接。为了防止冲击力过大，影响内胎的接头强度，一般在左托板上装有弹簧缓冲杆。

(4) 控制装置 接头机的控制方法有射流控制和机械凸轮组程序控制两种，前者使用的元件简单，但要求较高，稳定性差；后者采用的机械结构较复杂，但是运行可靠，动作准确，一般的生产厂家都采用该控制方法的接头机。

#### 6.8.6.2 内胎接头机特征（表 6-28）

表 6-28 内胎接头机特征

设备名称	压胎切刀装置 压力/MPa	接头装置 压力/MPa	电热刀温度/℃	生产能力/(单条/h)
内胎接头机	0.2~0.4	0.4~0.6	200~220	380~400

#### 6.8.6.3 内胎接头机工作原理

内胎接头机分单条胎筒接头和双条胎筒接头，双条胎筒接头可提高生产效率 25% 左右，胎筒接头方式为对接方式。接头机的工

作原理是：将停放约30min左右的胎筒放在接头机压胎装置的左、右、下模板上，按动气控传动机构按钮，使顺序操纵部分各自动作，压胎汽缸带动压胎上模下降，将胎筒两头压住，完成切割过程；然后切刀装置、汽缸活塞杆带动左边的压胎模（连同胎筒一起）向右边的压胎模移动，以机械压力将胎筒两头进行对接黏合，完成胎筒的接头操作，使之成为半成品胎坯。

#### 6.8.6.4 接头机维护保养常识

(1) 坚持日常维护 按照接头机各个部位润滑规定进行加油、润滑。

##### (2) 开车前检查

- ① 检查紧固件有无松动。
- ② 检查密封点有无泄漏。
- ③ 检查各润滑点的润滑情况。
- ④ 检查缓冲板、电刀的完好情况。
- ⑤ 检查安全装置是否灵敏可靠。

##### (3) 运行时的维护

- ① 运行时检查各控制阀动作是否准确。
- ② 检查液压系统有无共振现象。
- ③ 检查执行元件有无抖动、爬行现象。
- ④ 检查工作压力是否在规定范围内。
- ⑤ 检查工作程序的执行情况。
- ⑥ 检查冷却系统的冷却效果是否达到要求。

##### (4) 停机后的工作

- ① 停机后应切断电源及其他动力源。
- ② 对机台及周围环境进行清扫，做到文明生产。

##### (5) 定期检查

- ① 日检
  - a. 检查液压系统的润滑情况，液压油和润滑油的供给情况。
  - b. 检查电动机的运行情况。
  - c. 检查电控元件、执行元件工作程序的执行情况及密封点的

泄漏情况。

d. 检查冷却系统的循环情况及安全装置的执行情况。

② 月检

a. 检查油品质量。

b. 检查密封件的使用情况。

c. 检查油泵出油情况。

d. 检查各执行元件是否准确到位。

③ 年检

a. 检查各执行元件及各滑道的磨损情况。

b. 检查液压控制阀阀芯的磨损情况。

c. 检查油泵磨损情况。

d. 检查安全装置。

#### 6.8.6.5 常见设备故障对产品质量的影响

内胎接头机设备故障对内胎接头质量的影响很大，见表 6-29。

### 6.8.7 硫化工艺

#### 6.8.7.1 硫化设备

内胎的硫化设备有硫化罐和硫化机两种，力车内胎硫化一般采用立式个体硫化机。由于内胎较薄，要求开模与合模速度快，通常为单层式电动硫化机。具体见本套读本《橡胶硫化》一书中相关章节。

#### 6.8.7.2 力车内胎硫化工艺

(1) 定型工艺 硫化前内胎半成品需在木质或铝制的定型圈上定型，在内胎中充入压缩空气，使半成品内胎得以舒展便于装模和保证产品质量。内胎硫化定型方式有两种，一种是模腔内定型，这种方式不需任何辅助工具，且能提高生产效率，但采用这种定型方式要求操作工的技术熟练程度较高，因为产品质量与操作技术熟练程度有密切的关系；另一种是采用模外定型，即采用定型圈定型方法，采用模外定型方法对制品的质量比较有保证。

内胎定型圈的设计关键在于定型圈着合直径及曲线形状的正确

表 6-29 内胎接头缺陷产生原因与改进措施

缺陷名称	产生原因	改进措施
接头左右错位	胎筒宽度不一致 接头导轨与拖板活动间隙大 模板移位	提高胎筒挤出质量,选用符合要求的胎筒 调整导轨 校正模板
接头上下错位	胎筒厚度不一致 模板紧固螺丝松动 接头导轨磨损 模板左、右不正,移位	严格执行胎筒挤出工艺标准,挑选符合要求的胎筒 拧紧紧固螺丝 更换导轨 校正模板
接头不平	接头压力低于标准 胎筒接口不平 沾有油污等 电刀温度过高,胶料焦烧 拼接时撞接力过大	接头压力符合规定标准 调整拖板距离 保证接头处干净 电刀温度符合规定标准 拼接时要有缓冲性
接头胶边过高	胎筒胶料太软 压力过大,接头拼接时间过长	控制热炼返回胶掺用量,胎筒必须经冷却停放后使用 调整接头压力和拼接时间
接头内外裂	隔离剂喷刷量过多 胎筒接口不平 沾有油污、水分等 胎筒胶料太硬 硫化充气时过急	隔离剂用量适当 保持接口平整 胎筒接口要清洁 提高胎筒胶料的可塑度 改小硫化进气阀门直径
两侧压伤	胎筒太软 压胎模压力过高 胎筒断面尺寸形状不符	调整胎筒冷却停放的时间 压胎模压力应符合规定的压力标准 提高胎筒的挤出质量,接头时选用符合要求的胎筒

设计,它直接关系到内胎的硫化质量,设计不当会造成内胎硫化打褶和厚薄伸张不均等毛病。

内胎定型圈着合直径一般较内胎模型着合直径大1%~2%,其直径伸张值为1.01~1.02。此伸张值应视轮胎规格而定,断面大、内径小的轮胎取值偏高,反之可取小值。通常定型圈断面直径

比内胎模型断面直径小3~4mm。

在定型圈装置上设有标准针，用以控制内胎胎筒断面直径。标准针统一装模前半成品内胎的尺寸，并防止因伸张不等在硫化过程中造成内胎厚薄不均或打褶等质量缺陷。标准针高度应视内胎断面大小而定，一般为内胎模型断面直径的90%~95%。

图 6-36 为几种内胎充气用定型圈。

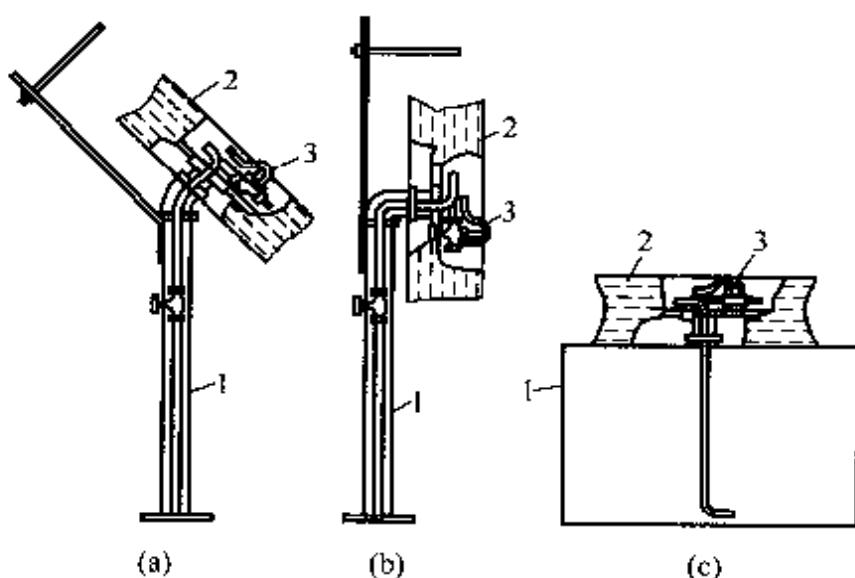


图 6-36 内胎充气定型圈

(a) 倾斜式；(b) 立式；(c) 卧式

1—架子；2—定型圈；3—充气结构

定型时，缓慢地充入压力较低的压缩空气，一般为0.35MPa，随即将胎筒理平，使各部位均匀膨胀，保证内胎成品厚度一致。

定型时，胎筒断面直径不宜膨胀过大，与硫化模型之间应保留适量的空隙。定型完毕，用易熔蜡将气门嘴堵塞即可装模硫化。

(2) 硫化工艺 个体硫化机硫化内胎采用蒸汽通过夹套间接加热模型，采用蒸汽内压或混气（空气与蒸汽）内压双向导热硫化内胎。天然橡胶内胎蒸汽压力一般为 $(0.74 \pm 0.02)$  MPa，硫化温度160~168℃。内胎正硫化时间根据硫化温度、压力、产品规格以及胶料硫化速度而定，一般硫化时间在3min左右。可全

部采用程序控制来完成内胎硫化进气、排气、合模、启模全过程。

丁基橡胶内胎硫化速度慢，硫化温度应提高。一般力车内胎的硫化温度为175~180℃，丁基橡胶内胎硫化蒸汽压力为1.0MPa左右，硫化时间为4.5~6min。

(3) 力车内胎硫化注意要点 先接头的胎坯先硫化，胎坯存放时间不超过6h。硫化前模型必须预热，在工艺规定的蒸汽压力下预热0.5~1h；硫化过程中，用汽水分离器自动控制所排出蒸汽中的水分，保持模型温度稳定；蒸汽做内压时，必须先经过滤器除去其中的水分后再使用。

#### 6.8.7.3 内胎生产常见的质量缺陷及改进措施

内胎生产常见质量缺陷及改进措施见表6-30。

表 6-30 内胎生产常见质量缺陷及改进措施

质量问题	造成原因	改进措施
不贴模	胎筒定型入模与模型不相吻合 硫化气压低 模型有水渍存在	提高操作技能，定型断面直径比模型小1mm，严格工艺控制 提高硫化气压，模型开排气线 常检查模型，及时清除水渍
灼薄	硫化合模速度慢 充气后存放时间长 装模操作时间太长 胎筒厚薄不均、局部薄	改进操作，提高口型温度 接头充气后固定存放周期 严格工艺控制，提高装模速度 控制胎筒厚度
胎筒沟痕	挤出时口型温度低 胶料中含有杂质搁口型 有熟胶疙瘩 口型表面粗糙	严格挤出条件，提高口型温度 胶料不能落地，防止混入杂质 及时清除，筛选胶头区别使用 保持口型表面光滑
内压不足	定型充气不适量 硫化温度低 硫化密封圈泄漏	严格控制定型充气量 提高硫化温度，控制硫化条件 校正硫化模型，更换密封圈

续表

质量问题	造成原因	改进措施
厚薄不均	胎筒宽度不够 定型充气过大、过快 装模、合模操作过慢 胎筒断面厚度不均(芯型偏歪)	挤出时勤检测,保证半成品胎筒尺寸合格 严格控制定型速度 提高操作技能,保证装模和合模速度 控制胎筒半成品厚度,及时检查调整芯型
接头裂口	胎筒两端宽窄不一(大小头) 内隔离剂过多、过湿 接头余胶过高(大于1mm) 胶料塑性低、黏性差 接头对接不牢 电刀表面胶垢多	严格挤出操作,保证宽窄均匀 调整喷嘴,减少隔离剂用量,增加浓度 控制接头余胶量 提高胶料可塑度和黏性 保证接头条件,提高接头强度 加强操作与检查,及时消除电刀表面胶垢
胎坯打褶	电刀温度过高或过低 定型充气过大(膨胀大) 接头后周长过大(大于模型周长) 挤出胎筒宽度过大 胎坯停放时间过长	严格工艺标准 提高操作技能 勤测定接头后胎筒的长度 严格挤出工艺 储备量严格控制
表面缺胶	胎筒与模型间残余空气未排除 胶料流动性差 硫化模型胶垢多	模型增开排气线 提高胶料可塑性 定期洗模
流失胶边	硫化模型合模缝隙不严	更新检修模型
胶垫欠硫	胶垫太厚 胶垫胶硫化速度慢	调整胶垫厚 调整配方,提高硫化速度
胶垫气泡	垫胶片过厚 垫片粘贴不牢(不洁净) 嘴子部位模温低	减少垫胶片厚 压延垫胶先检测再贴合 保证硫化温度均匀
胶垫边缘裂痕	垫片黏附粉尘多 胎筒贴垫片部位粉尘多 硫化不足	控制垫片黏附粉尘含量 加强工艺管理,清除贴合部位粉尘 严格执行工艺条件,保证硫化程度
表面麻斑	硫化模型胶垢多 胎筒与模型间存空气 胎坯有水渍	清洁模型 掌握定型操作方法,排尽胎筒与模型间空气 加强工艺管理,清除胎坯水渍
接头重皮	胎筒切断形状不良 接口对接不佳	切断保持新鲜面 接头防止余头

## 6.9 气囊隔膜制造

力车外胎硫化时，外胎内部有气囊或隔膜。气囊是支承外胎定型硫化的工具，隔膜是安装在硫化机上硫化外胎的工具。气囊和隔膜的断面形状见图 6-37。

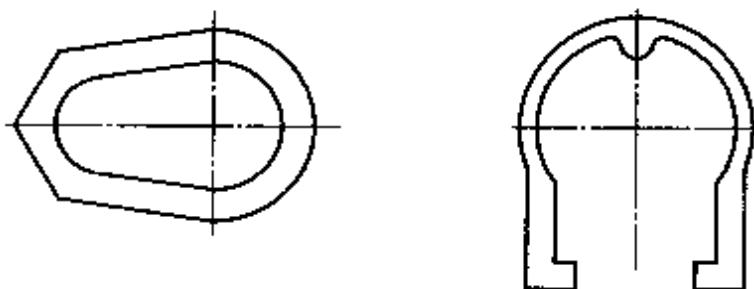


图 6-37 气囊和隔膜断面形状

### 6.9.1 气囊隔膜作用及结构特点

#### 6.9.1.1 作用

外胎硫化时，气囊或隔膜装入内部，通入压缩空气或蒸汽等硫化介质给外胎传递压力和传热，使外胎各部件向外均匀伸张，增加各部件之间的附着力，提高胎体强度，使外胎内轮廓达到设计要求，获得正确的外轮廓和清晰的花纹。这与汽车轮胎的水胎或胶囊作用相同。

#### 6.9.1.2 结构特点

气囊由环形胶筒、牙子和胶嘴三部分构成，其外缘尺寸曲线形状应符合外胎内缘曲线形状的要求，保证硫化时外胎各部位均匀一致，硫化出来的外胎内缘曲线符合设计标准。

一般气囊各部位设计结构参数取值方法为，气囊外直径伸张率 $1.01\sim1.03$ ，断面周长伸张率 $1.02\sim1.05$ ，气囊内直径应略大于外胎内直径 $1\%\sim2\%$ 。气囊与外胎内缘曲线配合如图 6-38 所示。

隔膜的配合尺寸主要考虑其断面周长的配合。隔膜在压板内的一部分长度及胎趾形状根据硫化机要求进行设计（图 6-39）。隔膜

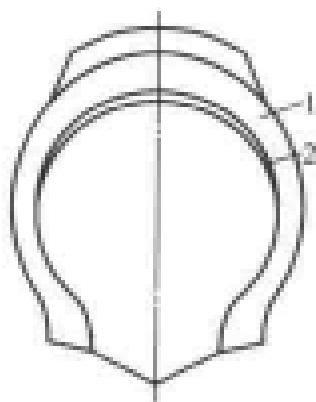


图 6-38 气囊与外胎内缘曲线配合

1—轮胎；2—气囊

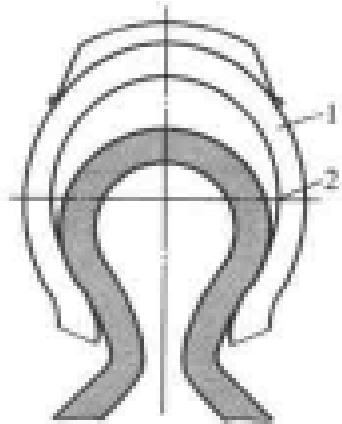


图 6-39 隔膜与外胎内缘曲线配合

1—轮胎；2—隔膜

周长的伸张率一般取 18%~20%。定型硫化机合模后，其隔膜外直径与气囊外直径相等。气囊、隔膜半成品胎壁厚一般取 (4.5±0.5)mm。

气囊或隔膜在高温、高压下使用，反复伸张和收缩，对胶料性能的要求较高。丁基橡胶具有良好的耐热性、耐老化性和臭氧性能，力车轮胎一般采用丁基橡胶制造气囊及隔膜，使用次数较高。丁基橡胶气囊使用次数可达 500~1000 次。丁基橡胶隔膜使用次数可达 300~400 次。

## 6.9.2 气囊及隔膜的制造

(1) 工艺流程 胶料→热炼→挤出→接头→成型→定型→硫化→成品。

(2) 气囊制造 气囊制造包括气囊挤出、胶芯制造、气囊成型与硫化。气囊挤出设备及工艺条件见表 6-31。

表 6-31 挤出设备及工艺条件

螺杆直径 /mm	螺杆转速 /(r/min)	口型温度 /℃	机头温度 /℃	机身温度 /℃	螺杆温度
Φ115~150	45~60	70~80	60~70	30~40	适当放水

(3) 胶芯制造 挤出直径为 Φ25~90mm 的实心胶柱，按不同

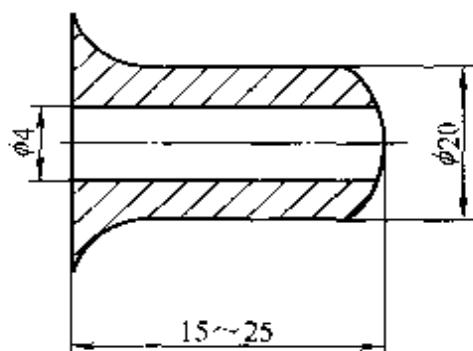


图 6-40 胶芯断面形状

规格尺寸切割成一定的长度，并磨成一定形状和尺寸。胶芯的断面形状如图 6-40 所示。

(4) 气囊成型 将冷却 2h 以上的胎坯（胶管）按不同规格尺寸定长，两头磨平，装上胶芯，停放后在接头机上进行电热压力接头。一般采用电热接头机电压 125~130V，电阻片容量 500~600W，预热时间

0.5~1min，加压时间 1~1.5min。

气囊硫化设备与外胎相同，硫化设备及工艺条件见表 6-32。

表 6-32 硫化设备及工艺条件

设备名称	水压/MPa		蒸汽压力/MPa	空气内压/MPa	硫化时间/min
	低压水	高压水			
水压硫化机	1.7~2.0	10.0	1.1~1.2	1.3~1.5	120~180

(5) 隔膜制造 挤出一定宽度和厚度的胶片，胶片长度根据隔膜规格大小而定。冷却停放 4h 以上，定长后两端磨成斜口，直接黏合成胎坯，再停放 2h 以上，然后进行硫化。

自行车轮胎硫化隔膜胶片宽度 110~120mm，胶片厚度侧部为 6~7mm，冠部厚度为 6.5~7.5mm，按规格定长、接头，硫化蒸汽压力 1.1~1.2MPa，硫化时间 120min。

## 思 考 题

1. 力车轮胎根据胎圈结构及形状不同共分几种类型？各有什么特点？
2. 为什么力车轮胎产品的发展是趋于硬边化？
3. 简述力车轮胎的规格表示方法。

4. 试绘出力车外胎制造工艺流程图。
5. 试述力车胎面单色及彩色胎面的压型方法。
6. 力车外胎的基本成型方法有哪几种？各适用于哪种类型轮胎成型？
7. 力车外胎硫化常采用什么方法？硫化介质如何确定？
8. 轮胎胎体帘、帆布常用何种挂胶方法？为什么？
9. 帘布压延质量缺陷常见的有几种？简述其产生原因。
10. 外胎常用成型机头有几种类型？如何合理选用？
11. 简述钢丝圈制备时工艺过程。
12. 尼龙轮胎为什么必须进行后充气冷却处理？
13. 简述水胎和胶囊的制备方法。
14. 试述内胎制造的工艺过程。
15. 内胎接头机主要由哪几部分组成？各自的作用是什么？
16. 内胎成型包括哪些？其工艺要求是什么？
17. 内胎成型中影响产品质量的因素有哪些？
18. 轮胎成品测试为何进行外缘尺寸及静负荷测定？
19. 外缘尺寸测量项目有哪几项？静负荷测定的项目有哪几项？
20. 什么叫强度性能试验？

## 参 考 文 献

- 1 杨顺根等. 橡胶工业手册·修订版·第九分册. 北京: 化学工业出版社, 1992
- 2 谢遂志等. 橡胶工业手册·修订版·第一分册. 北京: 化学工业出版社, 1989
- 3 邓本诚等. 橡胶工艺原理. 北京: 化学工业出版社, 1984
- 4 梁守智等. 橡胶工业手册·修订版·第四分册. 北京: 化学工业出版社, 1989
- 5 郑秀芳等. 橡胶工厂设备. 北京: 化学工业出版社, 1984
- 6 吴晓谦. 橡胶制品工艺. 北京: 化学工业出版社, 1993
- 7 霍玉云. 橡胶制品设计与制造. 北京: 化学工业出版社, 1984
- 8 杨清芝. 现代橡胶工艺学. 北京: 中国石化出版社, 1997
- 9 王文英. 橡胶加工工艺. 北京: 化学工业出版社, 1993
- 10 唐国俊等. 橡胶机械设计(上). 北京: 化学工业出版社, 1984
- 11 马占兴等. 橡胶机械设计(下). 北京: 化学工业出版社, 1984
- 12 梁星宇. 橡胶工业手册·修订版·第三分册. 北京: 化学工业出版社, 1990
- 13 杨顺根. 橡胶机械安装维护保养和检修. 北京: 化学工业出版社, 1999
- 14 庄继德. 汽车轮胎学. 北京: 北京理工大学出版社, 1996
- 15 林礼贵等. 轮胎翻修生产工艺学. 北京: 化学工业出版社, 1994
- 16 李苑菁. 轮胎制品工艺. 北京: 化学工业出版社, 1993

