刘惠春 主编

汽车用橡胶制品标准手册



数码防伪

中国标准出版社

责任编辑：张　莉
封面设计：张晓平
版式设计：李　玲
责任校对：马　涛
责任印制：程　刚

汽车用橡胶制品标准手册



ISBN 978-7-5066-5083-0
9 787506 650830 >
定价：60.00 元

销售分类建议：化工

橡胶技术论坛
WWW.GAOMO.NET

汽车用橡胶制品标准手册

刘惠春　主编

中国标准出版社
北　京

编委会名单

主编　刘惠春

编委　刘惠春　伍江涛　高静茹

宋惠颜　陈海燕

前　言

汽车工业是我国国民经济的支柱产业。近年来我国汽车工业的发展令世界瞩目。据中国汽车工业协会2008年1月发布的统计显示，2007年，我国汽车产销888.24万辆和879.15万辆，同比增长22.02%和21.84%。乘用车产销638.11万辆和629.75万辆，同比增长21.94%和21.68%；商用车产销250.13万辆和249.40万辆，同比增长22.21%和22.25%。汽车销量比2003年的439万辆翻了一番。

世界汽车制造商协会(Organisation Internationale des Constructeursd' Automobiles，OICA)公布的数据显示，2007年世界汽车总产量为7 310.17万辆，同比增长5.4%，与上年同期相比，增幅提高1.4个百分点。其中乘用车生产5 304.20万辆，同比增长6.1%；商用车生产2 005.97万辆，同比增长3.7%。日本、美国和中国居前三位。中国汽车产量为889.24万辆，同比增长22.0%；日本产量保持稳定，为1 159.63万辆；美国汽车产量为1 078.07万辆，降幅达4.5%。

近年来随着汽车工业技术的进步，汽车向高速度、高功能化和高舒适性等方面发展。由于汽车内增加了一些电器设备或部件，如为使燃油燃烧完全而使用的电喷装置、涡轮增压装置等；为保护环境不受污染，而使用无铅汽油；空调制冷剂以R134a取代了R12；汽车发动机舱变窄、温度升高等等。这些改变都对汽车用橡胶制品提出了更加苛刻的要求。为适应这些情况，国际标准和各国标准中都制定了严格的产品规定。各汽车轮胎、密封制品、软管、胶带及其他橡胶制品厂家也根据这些情况，不断地采用新技术、新工艺研发新产品，以满足汽车工业的需要。

用户常常要求产品供应商，能否制造一些特殊产品供他们使用。一个产品供应商或制造者，只有当他完全明了产品所处的具体的工作环境时，才可能提出最佳建议。这就是说，在实践中由于缺少信息可能会给出错误的建议，致使产品的供应和使用不能满足预定用途。所以加强用户和产品制造者之间的沟通是非常必要的。本手册旨在为汽车用橡胶制品用户和供应商开发和生产更多的新产品提供全面的标准化资料和信息。

本手册汇集了汽车用橡胶制品的最新标准化资料，包括轮胎、汽车用密封制品、汽车用软管、汽车用胶带及其他橡胶制品的产品要求及其试验方法。内

容涉及国家标准、化工行业标准、汽车行业标准，以及国际标准和国外先进标准等各类标准。内容丰富，资料可靠，反映了国内外汽车用橡胶制品标准化的最新水平，为汽车制造业和橡胶制品行业的工程技术人员和用户提供了设计、选材、制造、安装、维修等大量标准信息资料，是一本突出专业特色、突出实用性的工具书。

本手册共分五篇。

第一篇，轮胎要求及试验方法。主要涉及轿车轮胎、载重汽车轮胎、农业轮胎、工业车辆轮胎、充气轮胎轮辋实心轮胎、压配式实心轮胎，以及相关试验方法。

第二篇，汽车用密封制品要求及试验方法。主要涉及O形橡胶密封圈，弹性体材料的旋转轴唇形密封圈，密封元件为热塑性材料的旋转轴唇形密封圈，汽车制动气室橡胶皮碗、橡胶隔膜，车辆门窗橡胶密封条等汽车用橡胶密封制品，以及相关试验方法。

第三篇，汽车用软管要求及试验方法。主要涉及汽车用燃油系统软管、空调系统软管、冷却系统软管、制动软管，以及相关试验方法。

第四篇，汽车用胶带要求及试验方法。主要涉及汽车V带、汽车同步带、汽车多楔带，以及相关试验方法。

第五篇，汽车用其他橡胶制品要求及试验方法。主要涉及汽车悬架用空气弹簧橡胶气囊、离合器用橡胶气胎、车辆蓄电池用硬质橡胶，车辆用橡胶缓撞器、橡胶堵塞，摩托车和轻便摩托车发动机用石棉橡胶垫片，以及汽车转向盘聚氨酯泡沫包覆层等产品。

本手册各篇编写人员如下：

第一篇由伍江涛编写；第二篇中第四章、第五章一至七和九至十三、第六章一至三由高静茹编写；第五章八和第六章四至七由陈海燕编写；第三篇由刘惠春编写；第四篇由宋惠颜编写；第五篇由高静茹编写。

全书由刘惠春策划、编审。对张敬之在本手册的策划和编写过程中给予的建议和帮助表示感谢。

由于编者水平有限，不足之处，敬请广大汽车工业及橡胶行业工程技术人员、专家学者和读者批评指正。标准是不断发展和变化的，总有新制定或修订的标准发布，我们力争做到本手册交稿之时所涉及的内容是最新的，但也不排除有个别遗漏或出版时有新的标准出现。还请读者在阅读本手册时予以理解和注意。

编　者

2008年9月5日

图书在版编目（CIP）数据

汽车用橡胶制品标准手册/刘惠春主编．—北京：中国标准出版社，2009

ISBN 978-7-5066-5083-0

Ⅰ.汽… Ⅱ.刘… Ⅲ.汽车-橡胶制品-标准-中国-手册 Ⅳ.TQ336-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2009）第 055863 号

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号
邮政编码：100045
网址 www.spc.net.cn
电话：68523946 68517548
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 28.25 字数 677 千字
2009 年 7 月第一版 2009 年 7 月第一次印刷

*

定价 60.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话：(010)68533533

目　录

第一篇　轮胎要求及试验方法

第一章　概述 …… 3

一、分类和结构 …… 3
二、轮胎术语简述 …… 5
三、基本尺寸要求 …… 8
四、使用和保养 …… 10

第二章　轮胎要求及规格尺寸系列 …… 23

一、轿车轮胎要求及规格尺寸系列 …… 23
二、载重汽车轮胎要求及规格尺寸系列 …… 27
三、农业轮胎要求及规格尺寸系列 …… 31
四、工程机械轮胎要求及规格尺寸系列 …… 38
五、工业车辆轮胎要求及规格尺寸系列 …… 41
六、充气轮胎轮辋实心轮胎及其规格系列 …… 45
七、压配式实心轮胎及其规格系列 …… 50

第三章　轮胎试验方法 …… 53

一、通用试验方法 …… 53
（一）充气轮胎物理性能试验方法 …… 53
（二）轮胎外缘尺寸测量方法 …… 61
（三）汽车轮胎动平衡试验方法 …… 64
（四）汽车轮胎均匀性试验方法 …… 67
（五）汽车轮胎滚动阻力试验方法 …… 70
（六）轮胎水压试验方法 …… 80
（七）轮胎静负荷性能测定方法 …… 81
（八）轮胎惯性滑行通过噪声测试方法 …… 82
二、轿车轮胎试验方法 …… 96

（一）轿车轮胎耐久性试验方法（转鼓法）…… 96
（二）轿车轮胎强度试验方法 …… 98
（三）轿车轮胎高速性能试验方法（转鼓法）…… 99
（四）轿车无内胎轮胎脱圈阻力试验方法 …… 101
（五）轿车轮胎滚动周长试验方法 …… 103
三、载重汽车轮胎试验方法 …… 107
（一）载重汽车轮胎耐久性试验方法 …… 107
（二）载重汽车轮胎强度试验方法 …… 109
（三）轻型载重汽车轮胎高速性能试验方法 …… 111
（四）载重汽车轮胎滚动周长试验方法 …… 113
四、农业轮胎试验方法 …… 115
（一）农业轮胎牵引性能试验方法 …… 115
（二）农业轮胎耐磨耗性能试验方法 …… 117
五、其他试验方法 …… 118
（一）轿车轮胎在冬季雪地条件的制动效率试验方法 …… 118
（二）吨公里每小时试验程序 …… 121
（三）轮胎压力分布试验方法 …… 124

第二篇　汽车用密封制品要求及试验方法

第四章　概述 …… 131

一、汽车用橡胶材料分类系统 …… 131
二、橡胶制品的尺寸公差 …… 172
（一）尺寸的测量 …… 173
（二）公差 …… 173
（三）模压制品 …… 173
（四）压出制品 …… 174
（五）压延胶板 …… 177
三、模压和压出橡胶制品外观质量的一般规定 …… 178
（一）模压制品 …… 178
（二）压出制品 …… 180
四、橡胶密封制品标志、包装、运输、贮存的一般规定 …… 181
（一）标志 …… 181
（二）包装 …… 182
（三）运输 …… 183
（四）贮存 …… 184

第五章　汽车用密封制品产品要求 …… 186

一、O形橡胶密封圈 …… 186
（一）O形橡胶密封圈的尺寸系列和公差 …… 186
（二）O形橡胶密封圈的外观检验标准 …… 193
（三）耐高温滑油O形橡胶密封圈胶料 …… 197
（四）普通液压系统用O形橡胶密封圈 …… 199
（五）耐燃油O形橡胶密封圈 …… 201
二、弹性体材料的旋转轴唇形密封圈 …… 202
（一）基本尺寸和公差 …… 202
（二）外观检验标准 …… 205
（三）弹性体材料的性能要求 …… 207
（四）内包骨架旋转轴唇形密封圈结构尺寸系列 …… 209
（五）外露骨架旋转轴唇形密封圈结构尺寸系列 …… 212
（六）装配式旋转轴唇形密封圈结构尺寸系列 …… 216
（七）耐正负压内包骨架旋转轴唇形密封圈 …… 219
三、密封元件为热塑性材料的旋转轴唇形密封圈 …… 221
四、汽车液压制动橡胶皮碗 …… 228
五、汽车制动气室橡胶隔膜 …… 237
六、汽车液压盘式制动缸用橡胶密封圈 …… 239
七、汽车液压制动缸用橡胶护罩 …… 245
八、汽车用橡胶密封条 …… 248
九、车辆门窗橡胶密封条 …… 255
十、减震器唇形橡胶密封圈用胶料 …… 257
十一、汽车轴承用密封圈 …… 258
十二、机动车辆用软木橡胶制品 …… 260
十三、汽车空调器用橡胶密封件 …… 263

第六章　汽车用密封制品试验方法 …… 265

一、O形橡胶密封圈试验方法 …… 265
二、旋转轴唇形密封圈性能试验 …… 272
三、橡胶垫片密封性能的试验方法 …… 276
四、汽车密封条压缩永久变形试验方法 …… 278
五、汽车密封条压缩负荷试验方法 …… 280
六、汽车密封条植绒耐磨性试验方法 …… 280
七、汽车密封条插入力和拔出力的试验方法 …… 282

第三篇　汽车用软管要求及试验方法

第七章　概述 …… 287

一、用户选择软管准则 …… 287
二、软管贮存 …… 288
三、软管的使用和维护 …… 289
四、软管的标志、包装和运输 …… 291

第八章　汽车用软管要求 …… 292

一、燃油软管 …… 292
（一）内燃机燃油系统用纯胶管及橡胶软管 …… 292
（二）机动车用液化石油气橡胶软管和软管组合件 …… 300
二、空调软管 …… 303
（一）分类 …… 303
（二）尺寸 …… 304
（三）标志 …… 313
三、冷却系统软管 …… 313
（一）汽车用输水橡胶软管 …… 313
（二）轿车和轻型商用车辆冷却系统用纯胶管和橡胶软管 …… 315
（三）SAE 冷却系统软管 …… 319
四、制动软管 …… 328
（一）液压制动系统用制动软管组合件 …… 328
（二）空气制动软管和软管组合件 …… 335
五、动力转向软管 …… 340
六、汽车用热塑性非增强软管和软管 …… 344
（一）非燃油用热塑性软管和非增强软管 …… 344
（二）石油基燃油用热塑性软管和非增强软管 …… 348

第九章　汽车用软管试验方法 …… 351

一、橡胶和塑料软管及软管组合件试验方法 …… 351
（一）尺寸测量方法 …… 351
（二）静液压试验方法 …… 354
（三）耐吸扁性能的测定 …… 358
（四）无曲挠液压脉冲试验 …… 358
（五）透气性的测定 …… 360

（六）电阻的测定 …… 363
二、橡胶和塑料软管试验方法 …… 365
（一）低温曲挠试验 …… 365
（二）弯曲试验 …… 367
（三）各层间粘合强度测定 …… 369
（四）静态条件下耐臭氧性能的评价 …… 373
（五）容积膨胀的测定 …… 375
（六）内燃机用橡胶和塑料燃油软管可燃性试验方法 …… 376
（七）液体壁透性测定 …… 377

第四篇　汽车用胶带要求及试验方法

第十章　概述 …… 383
一、带传动 …… 383
二、传动带 …… 383
第十一章　汽车用胶带要求 …… 384
一、汽车 V 带 …… 384
二、汽车同步带 …… 390
三、汽车多楔带 …… 395
第十二章　汽车用胶带试验方法 …… 399
一、汽车 V 带试验方法 …… 399
（一）拉伸试验方法 …… 399
（二）测定节面位置的动态试验方法 …… 400
（三）疲劳试验方法 …… 401
二、汽车同步带试验方法 …… 404
（一）物理性能试验方法 …… 404
（二）疲劳试验方法 …… 409
三、多楔带试验方法 …… 413
（一）测定节面位置的动态试验方法 …… 413
（二）拉伸试验方法 …… 414
（三）耐低温试验方法 …… 414
（四）疲劳寿命试验 …… 414

第五篇　汽车用其他橡胶制品要求及试验方法

第十三章　概述 …… 421

第十四章　汽车用其他橡胶制品要求及试验方法 …… 422

一、汽车悬架用空气弹簧橡胶气囊 …… 422
二、离合器用橡胶气胎 …… 425
三、车辆蓄电池用硬质橡胶 …… 428
四、车辆用橡胶缓撞器 …… 429
五、橡胶堵塞 …… 430
六、摩托车和轻便摩托车发动机用石棉橡胶垫片 …… 431
七、汽车转向盘聚氨酯泡沫包覆层 …… 433

第一篇

轮胎要求及试验方法

第一章 概 述

轮胎在英语中有两种拼写，tyre 和 tire，英系使用 tyre，美国使用 tire。在不同的地区，轮胎的说法是不完全相同的。从某种意义上说，轮胎的历史就是车轮的历史，最初的橡胶轮胎产生于 1835 年，而在轮胎的结构发展中，具有划时代意义的是 1947 年由美国古德里奇开发的无内胎轮胎，以及 1948 年法国米其林公司开发的子午线轮胎。

自子午线轮胎问世以来，它以独特的结构带来了优异的性能，是汽车工业发展道路中的一项杰出的成就，引起了汽车悬架系统的大改革，也为轮胎行业开辟了一条崭新的道路。

一、分类和结构

1. 汽车的分类

(1) 汽车(motor vehicle)指的是由动力驱动，具有四个或四个以上车轮的非轨道承载车辆，主要用于载运人员/货物，牵引载运人员/货物的车辆，以及特殊用途，分为乘用车、商用车辆。

(2) 乘用车(passenger car)是指在其设计和技术特性上主要用于载运乘客及其随身行李/临时物品的汽车，包括驾驶员座位在内最多不超过九个座位。它也可以牵引一辆挂车。乘用车包括普通乘用车、活顶乘用车、高级乘用车、小型乘用车、敞篷车和仓背乘用车，这些又俗称为轿车；乘用车还包括旅行车、多用途乘用车、短头乘用车、越野乘用车和专用乘用车。

(3) 商用车辆(commercial vehicle)指的是在其设计和技术特性上主要用于运送人员/货物的汽车，并且可以牵引挂车，它包括客车、货车以及半挂牵引车。

(4) 挂车(trailer)则指的是就其设计和技术特性需由汽车牵引，才能正常使用的一种无动力的道路车辆，用于载运人员/货物及特殊用途。

(5) 汽车列车(combination vehicles)是一辆汽车与一辆或多辆挂车的组合。

2. 轮胎的分类和结构

(1) 轮胎的分类

轮胎指安装在车轮或机轮上的圆环形弹性制品，供汽车、工程机械、农业机械、工业车辆、摩托车、力车行驶和飞机或飞行器起落等使用。

从不同的角度对轮胎进行分类，如轮胎的结构、用途以及装配形式，其分类结果是不同的，因此，我们常常会面临许许多多的说法。但从常规地面轮胎标准来看，轮胎分类可以总结为以下几个方面。

——从内胎角度，分为有内胎、无内胎以及内支撑轮胎等；

——从结构角度，分为子午线轮胎、斜交轮胎、带束斜交轮胎等；

——从腔体角度，分为实心轮胎、半实心轮胎、充气轮胎等；

——从用途角度，分为普通轮胎、特殊轮胎、雪泥轮胎、临时备用轮胎等；

——从轮胎的配套使用角度，分为轿车（乘用车）轮胎、载重汽车（商用车）轮胎、工程机械轮胎、工业车辆轮胎、农业轮胎（可另加分林业轮胎）、力车轮胎、摩托车轮胎、航空轮胎等等。

表 1-1 给出了日本、美国、欧洲及我国的轮胎分类对照表，供参考。

表 1-1　汽车轮胎分类

JATMA 轮胎标准年鉴分类	TRA 标准年鉴分类	ETRTO 标准手册分类	中国标准分类
乘用车轮胎	乘用车轮胎	乘用车轮胎	轿车轮胎
轻型载重汽车轮胎 载重汽车和大客车轮胎	轻型载重汽车轮胎和 特种挂车轮胎 载重汽车和客车轮胎	载重汽车轮胎	载重汽车轮胎 增强型载重汽车轮胎
工程机械轮胎	工程机械轮胎	工程机械轮胎	工程机械轮胎
农业轮胎	农业轮胎	农业轮胎	农业轮胎
工业车辆轮胎	工业车辆轮胎	工业车辆和叉车充气轮胎 工业车辆和叉车实心轮胎	工业车辆充气轮胎 工业车辆实心轮胎
摩托车轮胎和小型 摩托车轮胎	摩托车轮胎	自行车和摩托车轮胎	力车胎和摩托车轮胎

注：JATMA——日本机动车辆制造者协会；
TRA——美国轮胎轮辋协会；
ETRTO——欧洲轮胎轮辋技术组织。

（2）轮胎的结构

轮胎的组成部件可分为主要结构部件（必需部件）和辅助结构部件。

1）主要结构部件。即具有向地面传递动力、支承车体重量所需的强度、保持轮胎形状、赋予轮胎四大功能（负荷功能，制动、驱动功能，缓冲功能，牵引功能）作用的部件。具体包括：胎面胶、带束层（缓冲层）、胎体层、胎圈钢丝。

2）辅助结构部件。即具有可应对行驶中遇到的各种力学、热学、光学作用，起到保护上述主要结构部件作用的部件。一般是主要结构部件之外的所有部件，如：胎圈填充胶条、胎面边部胶等。

图 1-1 和图 1-2 给出了典型的轮胎断面解剖图，并标明了用于轮胎的基本结构及各部件名称。

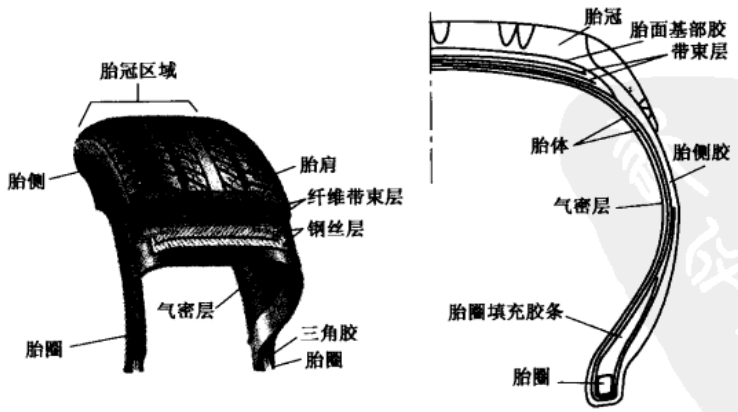


图 1-1　乘用车子午线轮胎的结构与名称

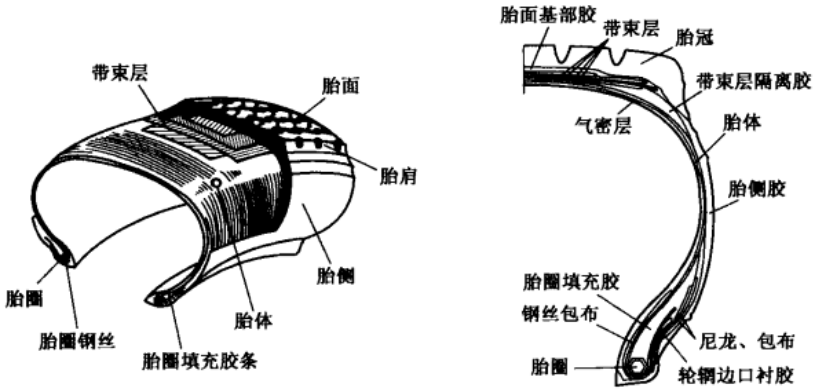


图 1-2 载重汽车和客车子午线轮胎的结构与名称

二、轮胎术语简述

1. 简述

轮胎术语是轮胎专业的基础。术语基于不同的角度和观点，可有许多不同的陈述方式，例如，以轮胎性能为主，以车辆操纵稳定性为主等。不同体系的术语在表达上都会有一些差异，都会有一个侧重点。GB/T 6326《轮胎术语》采用了国际通用的基本表达方式，所定义的术语与 ISO 4223 基本上相似。该标准中未包括有关运动轴系的一些术语，随着轮胎制造技术的进步和对轮胎行驶力学研究的逐步完善，轴系术语将越来越重要，因此按照 SAE J2047:1998 予以了补充。在 SAE J2047:1998 术语中包括了大量的有关轮胎和车轮的力学术语词条，我们认为其严谨性和先进性都具有相当的水平，但是由于我国在轮胎力学性能研究和应用上以及术语应用情况，与 SAE 有很大的不同，因此，本章节并未给出 SAE 的其他经典术语。

另外，欧洲轮胎轮辋技术组织(ETRTO)和美国轮胎轮辋协会(TRA)以及日本机动车辆制造者协会(JATMA)均在标准中规定了大量的标准术语词条，其术语词条大多是为标准手册或标准年鉴服务的，因此，在查阅类似的标准手册和标准年鉴时，可仔细领会，进而深层面地理解和使用标准。相关的国际术语标准列于表 1-2 供参考。

表 1-2 相关的国际术语标准

标 准	最新版本	名 称
ISO 612	1978	汽车和拖车道路车辆尺寸 术语和定义
ISO 789-6	1982	农业拖拉机 试验程序 重力中心
ISO 1176	1990	道路车辆 质量 词汇和代号
ISO 2163	1975	工业载重汽车 车轮和小脚轮 词汇
ISO 2416	1992	轿车 质量分布
ISO 3339-0	1986	农业林业拖拉机和机械 分类和术语 分类系统和分类
ISO 3833	1977	道路车辆 轮胎 术语和定义
ISO 3877-1	1997	轮胎、气门嘴和内胎 等效术语表：轮胎
ISO 3877-2	1997	轮胎、气门嘴和内胎 等效术语表：气门嘴
ISO 3877-3	1978	轮胎、气门嘴和内胎 等效术语表：内胎

续表 1-2

标　准	最新版本	名　　称
ISO 3877-4	1984	轮胎、气门嘴和内胎　等效术语表：实心内胎
ISO 3911	1998	车轮/轮辋：术语、名称
ISO 4130	1978	道路车辆　三维参照系统和基准标记　定义
ISO 4223-1	1992	轮胎工业应用的某些术语的定义：充气轮胎
ISO 4223-2	1991	轮胎工业应用的某些术语的定义：实心轮胎
ISO 4306-2	1994	汽车起重机　词汇
ISO 5053	1987	动力工业载重汽车　术语
ISO 6016	1998	工程机械　整机、装备和附件的质量测量方法
ISO 6156	2001	工程机械　基本类型　词汇
ISO 6725	1981	二轮机动自行车和摩托车尺寸　术语和定义
ISO 6726	1988	二轮机动自行车和摩托车尺寸　质量　词汇
ISO 6746-1	1987	工程机械　尺寸和符号的定义　第一部分：基本机械
ISO 6746-2	1987	工程机械　尺寸和符号的定义　第二部分：装备
ISO 6747	1998	工程机械　拖拉机　术语和工业的技术要求
ISO 6814	2000	林业机械　机动的和自推进的机械　识别词汇
ISO 7131	1997	工程机械　装载机　术语和工业用的技术要求
ISO 7132	1990	工程机械　自卸车　术语和工业用的技术要求
ISO 7133	1994	工程机械　拖拉机、搬运机　术语和工业用的技术要求
ISO 7134	1996	工程机械　推土机　术语和工业用的技术要求
ISO 7136	1998	工程机械　术语和工业用的技术要求
ISO 7237	2001	敞篷车　质量和尺寸　词汇
ISO 8090	1990	自行车　术语
ISO 8601	2000	资料单元和交换形式　信息交换　日期和时间的表示法

2. 轴系术语

(1) 地面固定轴系(大地固定轴系)　earth-fixed axis system X_E，Y_E，Z_E

固定在大地上的右手取向坐标系。X_E 和 Y_E 轴在地平面中，而 Z_E 轴指向上面。原点的位置一般是用户确定的任意点。

注：这个坐标系通常用于描述车辆及其组成部分的轨迹。上述坐标系也可用于描述影响车辆运动的风向。为计算风的作用，X_E，Y_E，Z_E 大地固定轴系应按照通常使用的地理惯例取向。X_E 轴应平行于赤道，向东为正向；Y_E 轴应平行于经线，向北为正向。

(2) 道路轴系　road axis system X_r，Y_r，Z_r

用于描述路平面相对于地平面的角度取向的轴系。它是以接地中心为原点的直角右手坐标系。X_r 和 Y_r 轴位于路平面中。Z_r 轴垂直于路平面，以离开路平面为正向。X_r 轴的正向与轨迹速度的方向相同。Y_r 轴的正向朝左。

(3) 车轮(轮胎)轴系　wheel (tire) axis system

注：可认可两个现有轴系：ISO 8855 车轮轴系和 SAE J670e 轮胎轴系作为同等轴系并提供彼此之间的换算。当定义与轴系有关的时候，ISO 和 SAE 两者定义都给出。首先给出 ISO 定义，然后给出 SAE 定义。将数据换算为与车辆动态特性试验大纲采用的轴取向兼容的格式也可能是必要的。

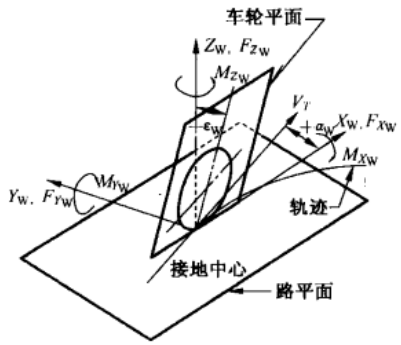
1) 车轮轴系　wheel axis system (X_W，Y_W，Z_W)(ISO 8855)

供道路作用在车轮上的力和力矩取向用；也供车轮相对于路平面的角度取向用的参考

系。它是以接地中心为原点的直角右手三轴坐标系。X_W 和 Y_W 轴位于路平面中。Z_W 轴垂直于路平面，离开路平面为正向。X_W 轴与接地线重合，它的正向为向前。Y_W 轴向左为正向（见图 1-3）。

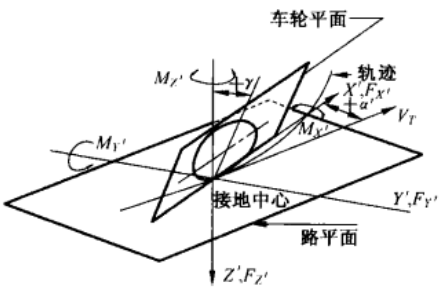
2）轮胎轴系　tire axis system(X',Y',Z')(SAE J670e)

供道路作用在轮胎上的力和力矩取向用，也供轮胎相对于路平面的角度取向用的参考系。它是以接地中心为原点的直角右手三轴坐标系。X' 和 Y' 轴位于路平面中。Z' 轴垂直于路平面，以指向路平面为正向。X' 轴与接地线重合，它的正向为向前。Y' 轴向右为正向（见图 1-4）。关于轴、力和力矩由轮胎轴系到车轮轴系的换算表明在图 1-5。



注：图中画出的椭圆形示意地表示轮胎的外形及其相对于轴系的位置，不应作为圆周线或赤道线解释。

图 1-3　车轮轴系（ISO 8855）



注：图中画出的椭圆形示意地表示轮胎的外形及其相对于轴系的位置，不应作为圆周线或赤道线解释。

图 1-4　轮胎轴系（SAE J670e）

$$\begin{vmatrix} X_W \\ Y_W \\ Z_W \end{vmatrix}_{\text{ISO 8855}} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{vmatrix} \circ \begin{vmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{vmatrix}_{\text{SAE J670e}}$$

$$\begin{vmatrix} F_{X_W} \\ F_{Y_W} \\ F_{Z_W} \\ M_{X_W} \\ M_{Y_W} \\ M_{Z_W} \\ T \end{vmatrix}_{\text{ISO 8855}} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \circ \begin{vmatrix} F_{X'} \\ F_{Y'} \\ F_{Z'} \\ M_{X'} \\ M_{Y'} \\ M_{Z'} \\ T \end{vmatrix}_{\text{SAE J670e}}$$

图 1-5　从轮胎轴系到车轮轴系的轴、力和力矩换算矩阵图

（4）车轮平面取向　wheel plane orientation

相对于路平面和车轮行驶方向的车轮平面的角度取向，起因于以下两个旋转顺序：围绕 Z_W（Z'）轴旋转和围绕 X_W（X'）轴旋转。这个角度取向通常用词汇侧偏角和侧倾角来表示。侧偏角和侧倾角的符号惯例由坐标系的选择来确定（见图 1-3 和图 1-4）。在车轮轴系与轮胎轴系之间的侧偏角和侧倾角换算表明在图 1-6。

$$\begin{vmatrix} \alpha_W \\ \varepsilon_W \end{vmatrix}_{\text{ISO 8855}} = \begin{vmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} \circ \begin{vmatrix} \alpha' \\ \gamma' \end{vmatrix}_{\text{SAE J670e}}$$

图 1-6　由轮胎轴系到车轮轴系的侧偏角和侧倾角换算矩阵图

1）侧偏角　slip angle [α_W(α')]

在 X_W（X'）轴与接地中心轨迹切线之间的夹角。它在车轮轴系中向左为正向，在轮胎轴系中向右为正向。

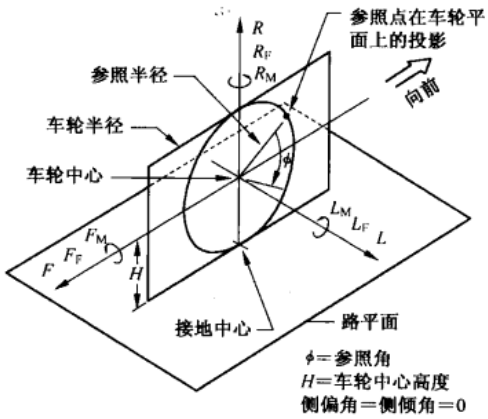
2）侧倾角　inclination angle[ε_W(γ)]

由 $Z_W(Z')$ 轴到车轮平面的夹角。它在两个轴系中都是向右为正向。

(5) 轮胎均匀性轴系　tire uniformity axis systems

1) 轮胎面系　tire face system (F,L,R)

供相对于轮胎面的轮胎力和力矩取向用的参照系。它是以车轮中心为原点的直角右手和三轴坐标系。前至后轴 F_F 和横轴 L_F 平行于路平面，始终无侧倾角。L_F 轴与旋转轴重合，以指向相对于轮胎面的外倾为正向。径向轴 R_F 垂直于路平面，以离开路平面为正向。F_F 轴同 L_F 和 R_F 轴形成直角定位，以向后为正向(见图 1-7)。



注：图中画出的椭圆形示意地表示轮胎的外形及其相对于轴系的位置，不应将它作为圆周线或赤道线解释。

图 1-7　轮胎面系

注：轮胎面系在轮胎工业中主要用于轮胎均匀性测量，其通常在零度侧偏角和零度侧倾角下进行。轮胎面系是专用轴系，于 20 世纪 60 年代采用并在 20 世纪 70 年代初主要和轮胎工厂中的均匀性试验机同时使用。

最初，轮胎面系仅有径向力和横向力两个轴。该参考系是在 SAE J670e 轮胎轴系未考虑的情况下提出的。最近，为满足轮胎工业的需要加上了第三个轴即纵轴。可惜，该轴正向的选择受现有试验机强加的约束限制。这些试验机被设计成能在离开路平面时提供正向的径向轴和在指向相对于轮胎面的外侧时提供正向的横轴。由于这些约束，就不可能将原来的两轴轴系换算成纵轴向前为正向的直角右手和三轴轴系。为做这个换算必须将纵轴的正向从向前倒转为向后。

2) 参照点　reference point

轮胎面上用于识别轮胎组件的角度位置的任何标记(见图 1-7)。

注：参照点——参照点可以设置在轮胎面上任何地方，但是必须记录它的位置。例如：方便的位置可在胎圈附近小字符的轮胎规格代号的第 1 个字符起点。

3) 参照半径　reference radius

参照点在车轮平面上法向投影与车轮中心之间的直线(见图 1-7)。

4) 参照角　reference angle(Φ)

自参照半径至特定轮胎部件或特点的夹角。当面对轮胎面的时候，参照角是顺时针方向的(见图 1-7)。.

三、基本尺寸要求

轮胎外缘尺寸的设计要求不很绝对，因此，不同的标准有不同的要求。对于具体的轮胎外缘尺寸的要求，在轮胎规格尺寸中予以介绍，这里我们摘用了 ETRTOEDI:2008 的设计要求，供参考。

下列公式适用于各类轮胎。

轮胎类型变化系数，应该参考与轮胎类型有关的内容。

1. 理论轮辋宽度(A_1)

$$A_1 = S_N \cdot R \qquad (1\text{-}1)$$

式中：A_1——理论轮辋宽度；S_N——名义断面宽度；R——系数（见与轮胎类型有关的条款）。

使用理论轮辋计算值不修约（不化整）。

2. 测量轮辋宽度（A）

如果与理论轮辋不同，最接近理论或计算的测量轮辋宽度的标准化轮辋宽度。

3. 设计断面宽度（S）

$$S=S_N+K(A-A_1) \quad \cdots\cdots (1\text{-}2)$$

式中：S——设计断面宽度；S_N——名义断面宽度；A——测量轮辋宽度；A_1——理论轮辋宽度；K——系数。

4. 最小断面宽度（S_{min}）

$$S_{min}=S \cdot F_{S_{min}} \quad \cdots\cdots (1\text{-}3)$$

式中：S——设计断面宽度（根据 ISO 31-0:1992 § 3 规则 B，进行最终计算后，修约到最接近的毫米）；$F_{S_{min}}$——系数（见有关轮胎类型的相应条款）。

5. 最大使用总宽度（S_G）

$$S_G=S \cdot F_{S_G} \quad \cdots\cdots (1\text{-}4)$$

式中：S_G——最大使用总宽度（根据 ISO 31-0:1992 § 3 规则 B，进行最终计算后，修约到最接近的毫米）；S——设计断面宽度；F_{S_G}——为设计和制造公差以及由防擦线、胎侧刻字、装饰线和使用胀大等使设计断面宽度增大而设定的系数（见有关轮胎类型的相应条款）。

6. 设计断面高度（h）

$$h=S_N \cdot ar/100 \quad \cdots\cdots (1\text{-}5)$$

式中：h——设计断面高度（根据 ISO 31-0:1992 § 3 规则 B，进行最终计算后，修约到最接近的毫米）；S_N——名义断面宽度；ar——名义高宽比（如：60 系列 $ar=60$）。

7. 设计外直径（d）

$$d=2h+d_r \quad \cdots\cdots (1\text{-}6)$$

式中：d——设计外直径；h——设计断面高度；d_r——轮辋名义直径（当不用毫米表示时，参见相应值）。

8. 最大和最小新胎外直径（d_{max}，d_{min}）

$$d_{max}=2h_{max}+d_r \quad \cdots\cdots (1\text{-}7)$$

$$d_{min}=2h_{min}+d_r \quad \cdots\cdots (1\text{-}8)$$

式中：d_{max}——新胎最大外直径；d_{min}——新胎最小外直径；$h_{max}=h \cdot F_{hmax}$（根据ISO 31-0:1992 § 3 规则 B，进行最终计算后，修约到最接近的毫米）；$h_{min}=h \cdot F_{hmin}$（根据 ISO 31-0:1992 § 3 规则 B，进行最终计算后，修约到最接近的毫米）；h——设计断面高度；F_{hmax}，F_{hmin}——设计和制造公差而设的系数；d_r——轮辋名义直径（当不用毫米表示时，参见相应值）。

9. 最大使用外直径（d_G）

$$d_G=2h_G+d_r \quad \cdots\cdots (1\text{-}9)$$

式中：d_G——最大使用外直径；$h_G=h \cdot F_{hG}$——最大使用新胎高度（根据 ISO 31-0:1992 § 3 规则 B，进行最终计算后，修约到最接近的毫米）；h——设计断面高度；F_{hG}——为设计和制造公差以及使用胀大而设的系数；d_r——轮辋名义直径（当不用毫米表示时，参见相应值）。

四、使用和保养

轮胎是车辆和道路之间唯一相接触的部分，在所有行驶条件下的安全取决于相对小的接地面积。因此，无论何时，在良好条件下保养轮胎极为重要。当需要更换轮胎时，正确地替换也十分重要。

安装在车辆上的原配轮胎，是经过车辆和轮胎制造厂考虑车辆操作的各方面因素而选择的，在没有事先征求轮胎厂和汽车制造厂意见的情况下，不能改变轮胎的规格、结构、负荷和速度等级，因为任何改变必须考虑对安全性、汽车性能和间隙的影响。

轮胎的正确使用是保证轮胎使用寿命和使用安全的基本前提，是十分重要的。不同的轮胎对使用和保养的要求也不尽相同。GB/T 9768—2008《轮胎使用与保养规程》给出了轮胎使用和保养的基本要求。考虑到我国子午线轮胎的发展，作为对汽车轮胎使用和保养的一个补充，将 ETRTOEDI《欧洲轮胎轮辋技术组织工程设计手册》中规定的一些内容一并予以介绍。

1. 国家标准 GB/T 9768—2008 的要求

(1) 轮胎的运输

1) 运输轮胎时，要根据不同轮胎的特性要求，科学合理码放，以不影响轮胎使用性能为宜。轮胎不应与油类、易燃物、化学腐蚀品等混装，避免阳光照射和雨淋。

2) 内胎、垫带不单独包装时，需放在外胎内并充以适量的空气，使其与外胎内腔相接触，垫带覆盖在内胎与外胎胎圈内壁之间，用绳捆绑两处以上或加以外包装，绳索不得损坏轮胎胎圈。

3) 搬运轮胎时不应用绳索、吊钩或吊叉直接把轮胎吊提，应使用宽度不小于 150 mm 的非金属宽幅带，以免损坏胎圈(见图 1-8)。

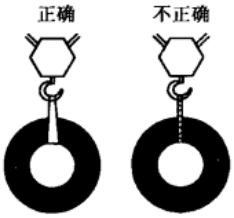


图 1-8　轮胎吊提示意图

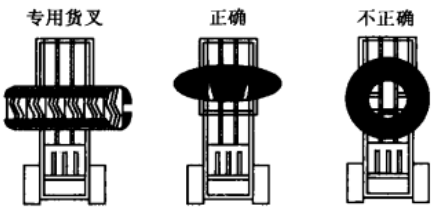


图 1-9　叉车搬运轮胎示意图

4) 使用叉车搬运轮胎时，宜使用抱胎方式的专用货叉，或从轮胎侧面托起，不应用货叉插入胎圈中心提升(见图 1-9)。

(2) 轮胎的贮存

1) 一般要求

轮胎应在通风、清洁的库房内存放。室温(－10～＋30)℃、相对湿度 50%～80%为宜。库房内避免阳光直接照射。库房内不应使用可产生臭氧的设备装置。

不应将轮胎与油类、酸类、易燃品及化学腐蚀品存放在一起，或与这些物品接触。

轮胎应远离热源，避免烘烤轮胎。

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，并按生产时间和入库时间分批分类贮存，按先进先出顺序使用。

2) 外胎贮存要求

为减少轮胎变形，存放轮胎的方法应离地 10 cm 垂直放在成排托架上，不允许挤压轮胎（见图 1-10）。

短期（30 d 内）存放，轮胎也可以平放在地面上（见图 1-11）叠放高度以不影响轮胎使用性能为宜。

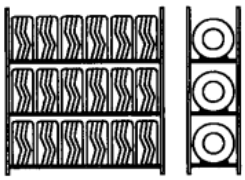


图 1-10　托架码放示意图



图 1-11　短时间堆放示意图

3）内胎、垫带贮存要求

内胎、垫带放在外胎内存放时，内胎表面应涂抹适量滑石粉，放入外胎内并充适量空气，将垫带覆盖在内胎与外胎两胎圈内壁间，用包装带或绳捆绑包装，与外胎一起存放。

内胎短期单独存放时，在表面涂抹滑石粉，不允许折叠堆置，应展平放置于架子或地面上，且叠放高度不宜超过 50 cm，避免刺伤、划伤和气门嘴压坏内胎表面。也可挂在半圆形的托架上，每两个月转动一次支点。

垫带单独存放应水平放在架子上或套在圆木架上贮存，且要防止灰尘、油脂和湿气侵蚀。

（3）轮胎的选择、装配和拆卸

1）一般要求

车辆使用的轮胎应与车辆出厂时的原配胎为相同或等效规格。

车辆使用轮胎的花纹类型根据车辆使用条件、前轴、后轴使用要求，可以选择不同的花纹类型，包括普通花纹、牵引花纹、加深花纹等。

同轴应选择同一品牌、规格、结构、使用类型轮胎，且要求轮胎磨耗程度接近相同，以保证外直径相同。

装配定向花纹轮胎时，应使轮胎的旋转方向标志与车辆行驶方向一致。

换装新胎时，应尽量做到整车或同轴同换。

轮胎应安装在符合规定的轮辋上，不允许使用变形、裂纹、磨损、焊缝不平、尺寸超差的轮辋。

斜交轮胎与子午线轮胎、无内胎轮胎与有内胎轮胎不得同车混装。

轮胎安装前应对外胎、垫带、内胎、轮辋进行全面检查。保证各部件表面清洁，无杂物。并使用中性皂液或专用润滑剂涂抹胎圈底部和轮辋圈座等接触部位（图 1-12）。但不应使用如润滑脂类等能影响轮胎质量的润滑剂。

轮胎的装配和拆卸必须由经过培训的专业人员进行。

轮胎充气时，应采用慢速充气，缓慢逐渐提高气压，避免气压突然升高，损坏轮胎及轮辋，以致造成人身事故。

拆卸前，轮胎内的空气要排净，以保证拆



图 1-12　安装轮胎时清洁润滑示意图

卸人员的安全。

2）有内胎轮胎的装卸

有内胎轮胎的拆装应使用专用工具或器械。

当装用有内胎轮胎时，应使用新的内胎和垫带。

内胎装入外胎时，应在外胎的内壁和内胎表面涂抹滑石粉，以便于内胎的伸展。垫带应平滑地覆盖在内胎与外胎子口内壁之间，内胎气门嘴应放置在轮辋气门嘴孔内并放正，不得折弯或反方向拧气门嘴。

将轮胎安装在轮辋上，并将挡圈、锁圈安装到位后，用橡皮锤周向轻敲轮辋、挡圈、锁圈，使轮胎胎圈正确落在轮辋内（见图 1-13）。

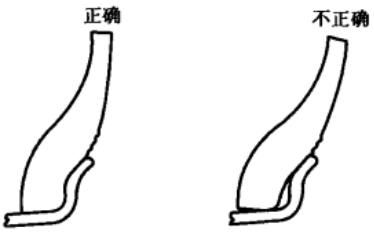


图 1-13　轮胎胎圈安装示意图

轮胎胎圈、轮辋、挡圈、锁圈正确就位后，慢速向内胎充气，并轻敲以上部位。严禁快速充气，避免锁圈弹出伤人。

轮胎拆卸应用专用工具在安装处周向施压，使轮胎胎圈脱离轮辋后，再取下锁圈与挡圈，卸下轮胎。

3）无内胎轮胎的装卸

无内胎轮胎的装卸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。

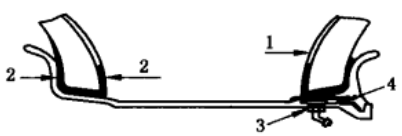
装胎时将轮辋与轮胎结合面及轮胎胎圈底座和 O 形圈沟槽部分的铁锈和其他杂物除掉。

凡拆装有 O 形圈轮辋的轮胎，则需换上新的 O 形圈。安装轮胎前要检查 O 形圈是否有缺陷，并涂上润滑剂。

无内胎轮胎更换时，必须使用新的无内胎气门嘴。

无内胎轮胎与轮辋为过盈配合，装配充气时应保证胎圈与轮辋紧密正确就位（图 1-13）。

轮胎充气后应检查气门嘴、气门芯、轮辋与轮胎接触部及 O 形圈处是否漏气（见图 1-14）。



1——胎里密封层；2——胎圈密封胶；
3——气门嘴；4——O 形圈
图 1-14　轮胎装配示意图

4）压配式实心轮胎、充气轮胎轮辋实心轮胎的装卸

压配式实心轮胎、充气轮胎轮辋实心轮胎的装卸只能由具备必要装备和技能的专业人员进行，非专业人员装卸可能导致人员伤害及对轮胎和车轮隐蔽的损伤。

为避免轮胎胎圈底座损伤，应将轮胎同心地安装在轮辋上并与轴平行。

只允许使用轮胎制造商推荐的轮辋。

（4）轮胎使用

1）轮胎负荷

轮胎负荷应符合现行相关国家标准或轮胎制造商标明的规定。

车辆上轮胎的实际负荷，不得超过轮胎负荷能力，否则将严重影响轮胎使用寿命及车辆和人身安全。

车辆装载货物应分布均匀，避免某一轮胎负荷过重（见图 1-15、图 1-16）。

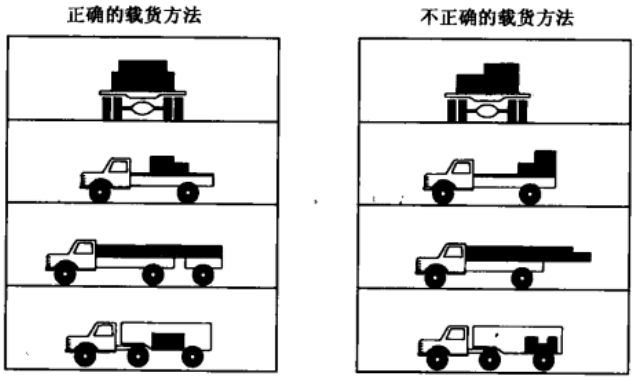


图 1-15 货车上的物品分布



图 1-16 自卸车装载分布

2）轮胎气压

轮胎气压是指轮胎处于常温时所采用的气压，不包括由于车辆行驶增高的气压。

使用气压的公差范围应符合表 1-3 的规定。

表 1-3 使用气压的公差范围表

轮胎类型	轿车轮胎、摩托车轮胎	载重汽车轮胎	工程机械轮胎、农业轮胎、工业车辆充气轮胎
公差/kPa	±10	±20	±30

工程机械子午线轮胎的使用气压应按表 1-4 进行校正。

表 1-4 工程机械子午线轮胎使用气压校正表

环境温度/℃	25 以下	25～29	30～34	35～39	40～45
内压增加/%	0	4	6	8	10

测量轮胎充气气压，应在轮胎充分冷却后进行。

工程、工地、矿区、长途车辆用轮胎气压每周检查一次，市区和短途车辆用轮胎每两周检查一次，最长不得超过 15 d。

车辆长途高速行驶及夏季行车时，应经常检查气压，若需补充气压时应等轮胎降温后再予以充气。车辆行驶时气压增加是正常的，同时也是轮胎设计允许的，不应放气降压，也不应用冷水浇泼。

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，与斜交胎相比往往误认为充气不足，应用气压表加以检定。

3）轮胎速度

轮胎速度符号不得低于装配车辆的速度性能要求。

车辆行驶速度不得长时间超过轮胎速度符号对应的速度，否则会引起轮胎过度生热而爆破。

4）其他注意事项

如果车辆停用时间超过半年应将车辆顶起，消除轮胎负荷。并对轮胎进行遮盖，避免日光照射及与油类、化学腐蚀品等相接触，同时应适当降低轮胎内气压。

应根据车辆、配备轮胎的种类调整车辆前轮的前束量，必要时要向车辆制造商进行咨询。并在使用过程中根据轮胎磨耗情况及时进行相应调整。

车辆长途高速行驶及夏季行车时，应适当增加停车次数，避免过长距离高速行驶，造成轮胎温度过高。

车辆行驶时尽量避免猛烈加速和紧急制动，避免损伤轮胎。

装有防滑链的轮胎，应对称装用，不用时应立即卸掉。

轮胎在使用中，一旦被刺伤应及时卸下予以更换或修补，避免气压不足引起结构损伤或因水侵入损伤胎体帘线，而导致轮胎脱层损坏。

轮胎行驶中与路边石严重碰撞、出现剧烈震动、左右跑偏或在恶劣路面长距离行驶后，应及时由专业人员检查，不得延误。

轿车轮胎、载重汽车轮胎、摩托车轮胎胎面磨耗标志是轮胎的安全使用标志，当胎面磨损达到磨耗标志时，应停止使用。农业轮胎、工程机械轮胎、工业车辆充气轮胎允许的胎面磨耗程度，应向生产厂家咨询。

为确保行车安全，翻新的轮胎不应做转向轮胎使用。

轮胎生产厂标记出导电轮胎和抗静电实心轮胎，为保持这些性能，使用时应经常保持轮胎的清洁。

（5）轮胎的保养

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，清除并装轮胎之间、花纹沟内夹石和杂物，以免刺伤轮胎，同时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。主要检查外胎有无划伤、变形、裂口、脱层、老化；内胎有无老化，损伤现象；垫带有无开裂等。发现问题作好记录，并及时处理。按GB/T 521测量胎面花纹磨损及外周长，断面宽的变化。作好记录，并进行轮胎换位。

a. 轿车轮胎的换位

轿车子午线轮胎要按轮胎换位的规定，每行驶(12 000～15 000)km进行一次换位并检测平衡。

轿车斜交轮胎按轮胎换位的规定，每行驶(8 000～10 000)km进行一次换位并检测平衡。

b. 载重汽车轮胎的换位

载重汽车子午线轮胎要按轮胎换位的规定，每行驶(12 000～15 000)km进行一次换位并检测平衡。

载重汽车斜交轮胎要按轮胎换位的规定，每行驶(8 000～10 000)km进行一次换位并检测平衡。

c. 工程机械轮胎的换位

重型自卸车轮胎应结合车辆二级保养进行交叉换位。

名义断面宽度为18.00～36.00的工程机械轮胎，当前轮轮胎花纹深度磨去1/3时，应换到后轮；当后轮同轴双胎并装轮胎外直径差值在(10～18)mm时，应将双胎里、外侧轮胎相互换位。

d. 农业轮胎的换位

农业轮胎行驶一个季度，轮胎要左右换位，并作好使用、装卸及损坏记录。

e. 压配式实心轮胎、充气轮胎轮辋实心轮胎和工业车辆充气轮胎的换位

压配式实心轮胎、充气轮胎轮辋实心轮胎和工业车辆充气轮胎应根据胎面花纹的磨耗情况进行换位，以保持胎面花纹磨耗均匀。

注意避开使用场地的油类及化学物品的污染，防止轮胎过早的老化。

f. 摩托车轮胎的换位

结合摩托车的保养，对摩托车轮胎进行检查维修，使用一定时间，应对轮胎进行换位。

(6) 轮胎换位图

轮胎换位图如图1-17～图1-25。

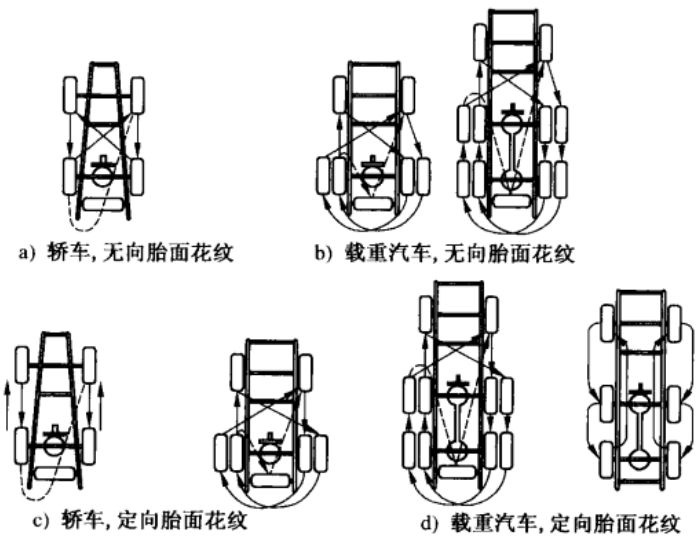


图1-17　交叉换位图

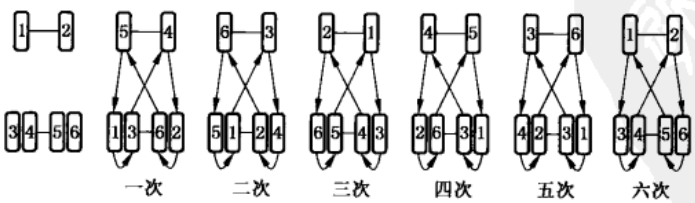


图1-18　六轮二桥混合换位法

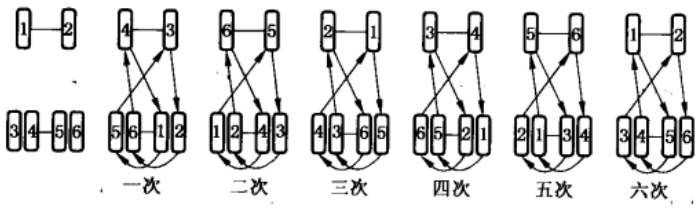


图 1-19　六轮二桥循环换位法

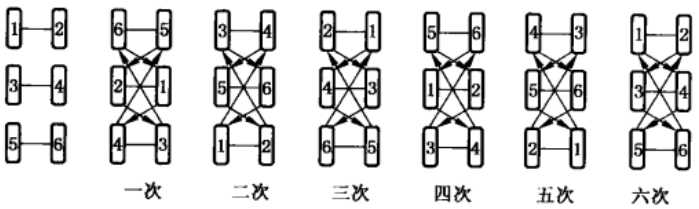


图 1-20　六轮二桥交叉换位法



图 1-21　六轮三桥混合换位法

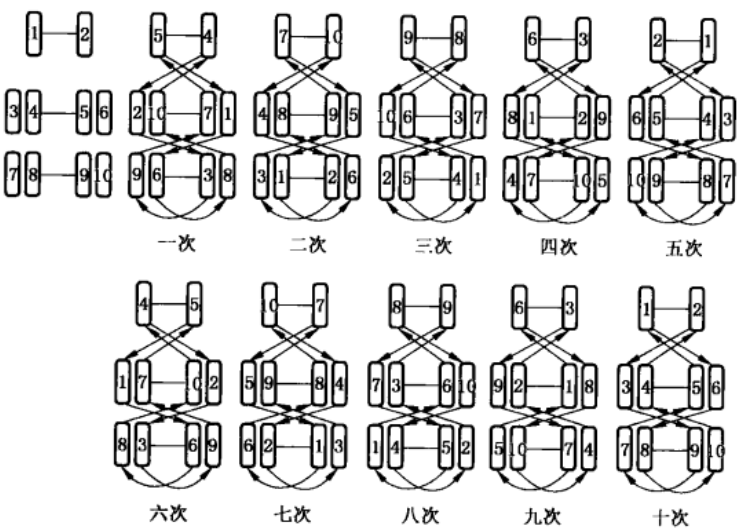


图 1-22　十轮三桥交叉换位法

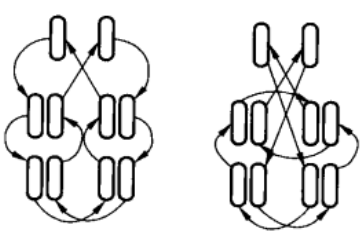


图 1-23　十轮三桥混合换位法

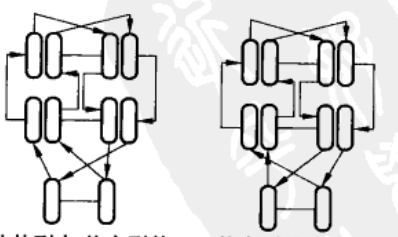


图 1-24　十轮三桥循环换位法(大循环)

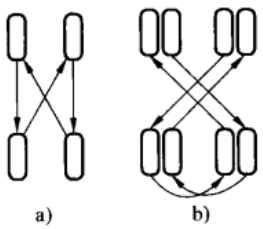


图 1-25 挂车轮胎换位法

2. ETRTOEDI:2008 的要求

(1) 轿车轮胎

1) 轮胎的装拆

这些操作必须且只能委托于具有必要装备和专门知识的专业人员,非专业的装配可能导致人员伤害及轮胎和车轮明显的或隐蔽的损伤。

2) 充气压力

正确的充气压力对行驶安全至关重要。

内压不足会使轮胎过热,可能大大地缩短寿命,也会降低轮胎与道路的抓着力,并可能引起不规则磨损和内在损伤,最终甚至轮胎爆破。内压过高则极易遭受冲击损伤。

轮胎内压至少必须每两星期检查一次,长途旅行之前一定要带备胎。因为行驶时生热气压升高,所以只有在冷却后检查。千万不能从热轮胎中放气降压。

当行驶后停放至少 1 h 或仅在低速下行驶不超过(2～3)km 时,轮胎才被认为是冷的。

轮胎的冷空气内压必须符合汽车或轮胎厂推荐汽车使用的内压。当汽车在苛刻的条件下行驶(如持续高速、带拖车或旅游住房式挂车等),除在汽车手册中有特殊规定外,建议将冷气压提高 30 kPa。应配带气门嘴帽,最好用密封型气门嘴帽。

3) 轮胎的负荷和速度

大多数轮胎有由负荷指数(数字)和速度符号(字母)组成的使用说明标记。例如 78S。

作为设备安装的轮胎,适宜于汽车最大轴质量和速度能力。替换胎必须至少有相同于原配轮胎的负荷指数和速度符号。在缺乏使用说明时,请教轮胎专业人员,以保证适当的替换。

除 M+S 冬用雪泥轮胎,替换轮胎的速度能力可低于原配胎,但行驶速度必须限制在较低的速度等级。

注意:速度超过 240 km/h 的轮胎,用 ZR 标记(如 195/50ZR15)。

速度超过 240 km/h 的轮胎,既可以用"ZR",也可以用相关说明标记(如 195/50ZR15 82W,195/50ZR15 82Y)规定轮胎性能;在没有使用说明的情况下,向轮胎制造厂询问实际的最大速度。

如果轮胎适用于超过 300 km/h 速度,则应该在括号内标记使用说明如 195/50ZR15 (82Y)。轮胎超负荷或超过最高速度行驶,可引起极度生热,导致爆破。

4) 市场中有前缀"P"的轮胎

例如,市场中 P195/70R13 和 195/70R13,在尺寸方面几乎相同,假如负荷和速度能力相同,就可以在一辆车上混装。如果负荷和速度没有规定,需要询问轮胎制造厂。

5) 轮胎的保养

装在车辆上的轮胎应定期检查，要特别注意检查胎面的异常磨损、划伤、局部变形和异物（如砂粒、钉子），胎侧的划伤、裂口、冲击损伤、磨损和局部变形以及胎圈/轮辋轮缘部位的磨损、轮辋损伤、装配不正常等。有以上损伤的轮胎必须请专业人员检查。

如果轮胎与路边石、坑洼地发生严重撞击，在普通道路上出现一般故障或在恶劣路面上长距离行驶后，即使无明显损伤，也要请专业人员检查，因为这种损伤会明显地缩短使用寿命。不正常的行驶，如剧烈振动、突然向左或向右拐等，也应作检查，不要延误。

轮胎被刺扎绝对有必要尽快拔出，并更换轮胎，因为在缺气的情况下行驶将引起结构损坏。被扎破的轮胎必须从车轮上卸下，以便作进一步损伤检查。不推荐使用抗刺扎的液体密封剂，因其会掩饰进一步损伤和妨碍内在损伤的检查。

如果轮胎需要且适于修补，则必须由专业人员进行，以免发生进一步结构损伤。总之，所有轮胎的修补必须委托给专业人员，他们对修补的轮胎负全部责任。

a. 轮胎的替换

必须定期检查花纹深度。目前的轮胎有胎面花纹磨耗标记，以提醒使用者花纹已接近磨损的极限。胎面花纹越浅，在湿路面上行驶时打滑的危险性就越大。

不要装用情况不明或用过的轮胎。必须始终听取轮胎制造厂或轮胎专业人员有关轮胎替换的意见。

为安全起见，当装用新的有内胎的轮胎时，必须使用新内胎。当装用新的无内胎轮胎时，必须使用新的无内胎气门嘴。

所有无内胎轮胎必须装在气密的轮辋上，不能用无内胎轮胎替换有内胎轮胎。

b. 轮胎的老化

即使没有用过或仅偶尔用过的轮胎也会老化。胎面和胎侧裂口，有时会伴随着胎体变形，是老化的证明。旧胎和老化了的轮胎必须由轮胎专业人员检验，以确定是否可以继续使用。

安装在大篷车和船式拖车上的轮胎，如果长时间闲置停放，比经常行驶的车辆上的轮胎更易老化和裂口。在这种情况下，用千斤顶将闲置汽车顶起消除负荷，并加以遮盖避免直接光照是非常重要的。

必须特别注意可能陈旧和老化的备胎，在这种情况下应谨慎使用并尽可能快替换。

c. 轮胎的混装

除在临时使用情况下安装备胎外，在给定的轴上必须装用同一规格、结构（子午线、斜交或带束斜交）、使用范围（普通、雪地和特殊用途）和磨耗程度接近相同的轮胎。

d. 轮胎标记举例

图 1-26 仅为一个示例，该图仅作为一个使用信息，不应该只考虑一个模式。标记的尺寸、位置、字母等，请咨询特别的规定，并必须考虑所有法规的要求。

（2）载重汽车轮胎

除遵循以上轿车轮胎的要求以外，还应当遵循以下要求。

1）轮胎的替换

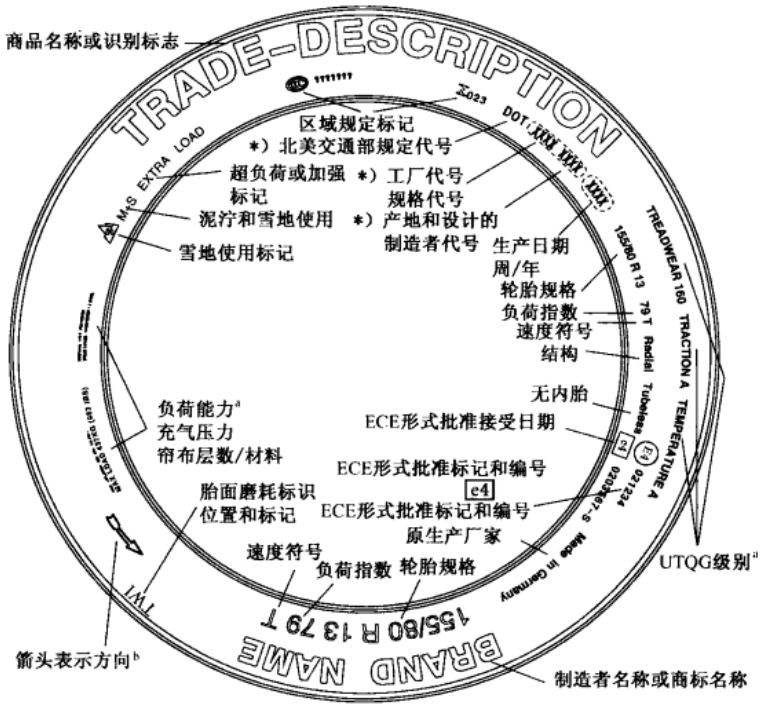
为安全起见，当装用新的有内胎轮胎时，必须使用新的内胎。当装用新的无内胎轮胎时，必须使用新的无内胎气门嘴或使用新的 O 形圈。所有无内胎轮胎必须装在气密的轮辋上，不能用无内胎轮胎替换有内胎轮胎。

2）轮胎的混装

在给定的轴上的轮胎必须是同一规格、结构（子午线、斜交或带束斜交）、使用类型（普通、雪地和特殊用途）和磨耗程度接近相同的。双胎并装轮胎必须明确具有相同外直径。

3）轮胎重刻花纹沟

可重刻花纹沟的载重汽车轮胎有相应的标志。这项工作应遵照说明书只能由负全部责任的专业人员完成。



[a] 供选择，只有在符合FMVSS标准要求的地区是强制性。
[b] 与安全无关的优化性能轮胎旋转方向用箭头指出。

图 1-26 轮胎标记示例

4）轮胎标记前缀或后缀 LT

轮胎标记前缀或后缀“LT”可以认为等同于规格中的“C”型轮胎，所以当负荷和速度能力相同时，它们则能混装于一辆车上。

（3）农业轮胎

除以上轮胎的要求外，农业轮胎有其特殊的要求——液体填充。

必须使用气/水两用气门嘴。液体填充程序、使用推荐的充液体积和防冻液，应取得有关内外胎制造厂同意。

（4）工业车辆和叉车轮胎

除遵循以上轮胎的要求以外，还应遵循以下要求。

1）充气轮胎

a. 轮胎的装拆

对特殊的衬垫的装配，需要适当的压力和辅助装置。必须严格遵守轮胎制造厂印发的

说明。只有批准的专利轮胎润滑剂才能使用。

必须使用合适的轮辋/车轮。如有疑问，应与轮辋/车轮厂协商。

b. 轮胎的负荷和速度

轮胎的负荷能力是每一个轮胎规定的，应查阅发布的标准和轮胎厂的手册，以获得适用于特殊用途的实际负荷值。不允许在规定的速度级差中用插值法求负荷，轮胎的速度等级必须至少等于空车的最高速度。

为防止轮胎过度生热而导致轮胎破裂，应避免连续行驶。

c. 特殊用途

根据轮胎制造厂标记导电和抗静电轮胎。为保证维持这些性能，使用者应经常保持清洁。

2）实心轮胎

a. 特殊用途

特殊耐油和耐油脂的实心轮胎是可以采用的。橡胶和聚氨酯实心轮胎可能对酸碱溶液、氨水和蒸汽比较敏感，在使用前必须询问有关轮胎厂，可能暴露上述任何情况的使用场合。

轮胎厂相应地标记出导电和抗静电实心轮胎。为保持这些性能，使用者应经常保持轮胎清洁。

b. 轮胎的保养

虽然实心轮胎需要较少的保养，但也应随时作检查，以便确定是否可以继续使用。

c. 轮胎的替换

已磨损或已损坏的轮胎须按轮胎厂的推荐予以更换。实心轮胎从一个国家运送到另一个国家使用，也应按该国家法规技术要求进行检验。

更换轮胎时，特别要注意装配条件和轮辋的适用性，因为损坏的轮辋和装配错误都可能导致轮胎也损坏。

d. 轮胎的混装

给定的轴上必须装用同类型和同规格名称及大约相同的外直径的轮胎。

3）胎面磨耗

a. 磨耗限制

工业载重车轮胎的胎面磨耗限制，在国家或国际标准中没有规定。某些轮胎制造厂会对自己的产品给出限制的指导。

在可采用的场合，始终应遵循轮胎制造厂的推荐，但是，如果推荐不是可采用的，可以使用轮胎制造厂提供的指导性的说明。

b. 范围

在不涉及道路交通法规的前提下，在工业载重车行驶中，可使用实心橡胶轮胎的胎面磨耗的限制。在这种情况下，无论是载重车制造厂或者轮胎制造厂，都没有其他的推荐或建议。

注：在公路上工业载重轮胎的行驶，必须遵守相关的道路交通法规。

c. 过度胎面磨耗的危险性

过度的胎面磨耗可能引起危险：

a）负荷能力降低，引起加速磨耗和过度生热。

b）在低摩擦路面，在加速和刹车时，车轮打滑的危险。如果在同一轴上使用基本不同胎面磨耗量的轮胎，即使在磨耗限制内，也会产生更进一步的危险。

c）载重车侧面稳定性下降。

d）在加速和刹车时，一个车轮打滑的危险、引起方向失控的危险。

e）在双胎并装的情况下，轮胎负荷不均匀。

d. 减少危险的两项措施：

a）在任何一条轴上的轮胎，应该是同一个厂制造的，相同的规格（橡胶的或非橡胶的轮胎，在鼓式硫化机上或在鼓式硫化机上加压力），并且磨耗是匹配的。

b）当替换轮胎时，任何一条轴上的所有轮胎都应该替换。

e. 胎面磨耗极限和计算

a）充气轮胎轮辋实心车胎

对于充气轮胎轮辋的实心橡胶轮胎，如果轮胎有磨耗标记，可以使用到胎面磨耗至磨耗指示为止，或至防磨棱顶部。如果没有指示符号，使用轮胎到保留轮胎初始总厚度的 3/4 为止。

为了计算对应这个磨耗限制的最小允许直径，首先测量磨损轮胎的外直径，再测量相同类型、制造、规格和相同车轮轮辋直径的未磨损轮胎外直径。磨损轮胎的最小允许直径由式(1-10)求出：

$$D_{磨损}=3/4(D_{新}-d_{轮辋})+d_{轮辋} \quad \cdots\cdots (1\text{-}10)$$

式中：$D_{磨损}$——磨损轮胎的外直径；$D_{新}$——未磨损轮胎的外直径；$d_{轮辋}$——车轮轮辋的直径。

b）压配式、粘结式和锥形底座的轮胎（橡胶和非橡胶）

压配式、粘结式和锥形底座的轮胎胎面磨耗极限为初始总厚度的 2/3。并按式(1-11)、式(1-12)计算：

粘结式轮胎

$$D_{磨损}=2/3(D_{新}-d_{轮辋})+d_{轮辋} \quad \cdots\cdots (1\text{-}11)$$

压配式和锥形底座的轮胎

$$D_{磨损}=2/3(D_{新}-d_{轮辋}-20)+(d_{轮辋}+20) \quad \cdots\cdots (1\text{-}12)$$

注 1：所有测量的尺寸用 mm 表示；

注 2：轮胎 $D_{磨损}$ 和 $D_{新}$ 的外直径可通过卷尺测量轮胎周长，并根据直径$=\frac{轮胎周长}{\pi}$计算直径。

(5) 车辆试验设备上轮胎的处理

1）目的

在于预防和避免摩托车轮胎和轿车轮胎的损坏。损坏的理由之一可能是车辆试验设备上轮胎承受额外的应力。当轮胎在非正常使用条件下完成一系列试验，可见和不可见的轮胎损坏可能发生，如胎体内部的脱层，在以后长时间冲击后，可能导致轮胎突然损坏，这是非常危险的。

下面推荐标准的应用可以基本上保证在车辆设备上完成试验，不致于引起以后出现轮胎损坏。

2）性能试验设备上的轿车轮胎

a. 基本原则

当使用性能试验设备时，重要的是采用特定的安装试验轮胎的建议，以保证安装在车辆上轮胎。如果用车辆自带的轮胎（仅限夏季轮胎）则必须增加充气压力，并且必须严格限制有关试验的最高速度。如果由于不容许达到试验目的，这些限定不能满足，则在任何情况下，必须使用专用的特殊轮胎。以任何其他形式都不可能达到行车安全的目标。

b. 性能试验设备轮胎的使用

冬季轮胎和牵引花纹轮胎（如越野和越野/公路轮胎），以及 MIL 胎面轮胎，都一定不能用于性能试验设备。

只有在性能试验设备上完成性能试验周期的所谓试验轮胎，必须用于全部试验周期——包括专用于场地的轮胎，或者磨损过的轮胎，或者非正规生产的轮胎。这些轮胎的充气压力可以达到 400 kPa。

如果使用的试验轮胎是不适宜的，则安装在车辆上的标准胎面轮胎（夏季轮胎）可以使用。但仅用于直径超过 200 mm 的圆柱形试验设备上，且仅限于下述条件：

——冷空气的轮胎充气压力 250 kPa。充气压力不超过 300 kPa。如果充气压力高于 300 kPa，则使用车辆制造厂建议的充气压力。

——车辆必须不载货。行李、车辆工具及其他不在此例。

——允许的最高速度和试验时限，依赖于性能试验设备的圆柱直径。

——试验时限超过 1 min，必须不超过图 1-27 指出的圆柱形直径的最高速度和时限。

——试验时限不超过 1 min，圆柱形直径 318 mm 及以上，速度可达图中最高速度的 125%。

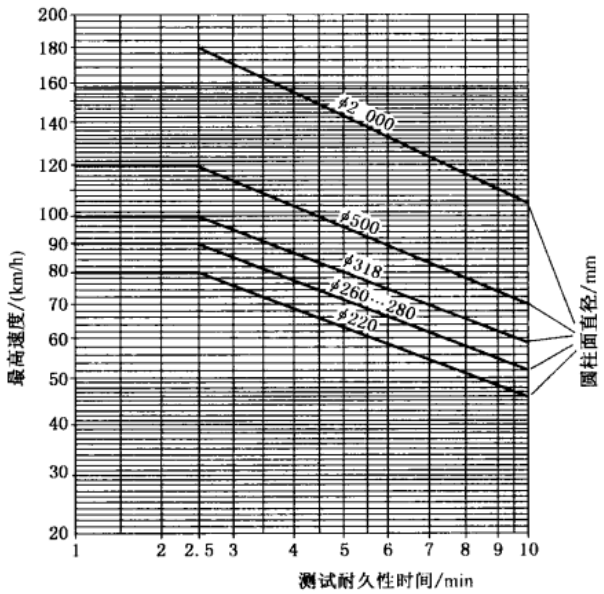


图 1-27　在不同圆柱面直径的轿车轮胎试验设备的最高速度和时限

c. 在任何情况下，不建议车辆上安装的轮胎完成几个试验运行。如果不可避免，则在试验运行之后，必须插入 1 h 的冷却周期。

3）制动试验设备上的轿车轮胎

制动试验设备必须安装保护或锁控装置。

承受胎面、花纹块以及其他而增加了摩擦系数的圆柱形制动设备，其最高速度应该不超过 10 km/h，图 1-27 的数据是光滑圆柱形制动试验设备上的最高速度。

制动试验期间，车辆必须不锁。

第二章 轮胎要求及规格尺寸系列

一、轿车轮胎要求及规格尺寸系列

国家标准 GB 9743—2007《轿车轮胎》和 GB/T 2978—2008《轿车轮胎系列》是一对相互关联、相互补充的标准。GB 9743—2007 主要规定了轿车轮胎用术语及其定义、要求、试验方法和标志，GB/T 2978—2008 则规定了轮胎规格、基本参数、主要尺寸和气压与负荷对应关系。

1. 要求

(1) 技术要求

1) 轮胎规格、负荷指数或层级、测量轮辋、新胎充气后的断面宽度和外直径、负荷能力、充气压力、允许使用轮辋应符合 GB/T 2978 的规定。

注：在实际生活中，由于技术保密和商业运作的需要等原因，总有一些轮胎规格不被国家标准或行业标准包括，因而标准的更新速度总是跟不上技术和市场的变化。为了尽快更新轮胎规格，国际上往往以年鉴或标准手册的形式，每年更新一次，予以完善和补充。如，美国轮胎轮辋协会(TRA)发布的《美国轮胎轮辋协会标准年鉴》，欧洲轮胎轮辋技术组织(ETRTO)发布的《欧洲轮胎轮辋技术组织标准手册》和日本机动车辆轮胎制造者协会(JATMA)发布的《日本机动车辆制造者协会轮胎标准年鉴》等等。这些年鉴与标准手册，都是由行业联盟或技术组织在负责编写和修订，接受相应技术法规的使用。

无论轮胎规格如何变化或如何增减，它们的性能都应是满足安全性能要求和相应的使用要求的。

2) 轮胎速度符号与最高行驶速度的对应关系应符合表 2-1 的规定。

表 2-1 轮胎速度符号与最高行驶速度对照表

速度符号	最高行驶速度/(km/h)	速度符号	最高行驶速度/(km/h)	速度符号	最高行驶速度/(km/h)
A1	5	D	65	Q	160
A2	10	E	70	R	170
A3	15	F	80	S	180
A4	20	G	90	T	190
A5	25	J	100	U	200
A6	30	K	110	H	210
A7	35	L	120	V	240
A8	40	M	130	W	270
B	50	N	140	Y	300
C	60	P	150		

3）轮胎负荷指数(LI)与负荷能力(TLCC)的对应关系应符合表 2-2 的规定。

表 2-2 负荷指数(LI)对应的负荷能力(TLCC)对照表

LI	TLCC/kg	LI	TLCC/kg	LI	TLCC/kg	LI	TLCC/kg	LI	TLCC/kg	LI	TLCC/kg	LI	TLCC/kg
0	45	40	140	80	450	120	1 400	160	4 500	200	14 000	240	45 000
1	46.2	41	145	81	462	121	1 450	161	4 625	201	14 500	241	46 250
2	47.5	42	150	82	475	122	1 500	162	4 750	202	15 000	242	47 500
3	48.7	43	155	83	487	123	1 550	163	4 875	203	15 500	243	48 750
4	50	44	160	84	500	124	1 600	164	5 000	204	16 000	244	50 000
5	51.5	45	165	85	515	125	1 650	165	5 150	205	16 500	245	51 500
6	53	46	170	86	530	126	1 700	166	5 300	206	17 000	246	53 000
7	54.5	47	175	87	545	127	1 750	167	5 450	207	17 500	247	54 500
8	56	48	180	88	560	128	1 800	168	5 600	208	18 000	248	56 000
9	58	49	185	89	580	129	1 850	169	5 800	209	18 500	249	58 000
10	60	50	190	90	600	130	1 900	170	6 000	210	19 000	250	60 000
11	61.5	51	195	91	615	131	1 950	171	6 150	211	19 500	251	61 500
12	63	52	200	92	630	132	2 000	172	6 300	212	20 000	252	63 000
13	65	53	206	93	650	133	2 060	173	6 500	213	20 600	253	65 000
14	67	54	212	94	670	134	2 120	174	6 700	214	21 200	254	67 000
15	69	55	218	95	690	135	2 180	175	6 900	215	21 800	255	69 000
16	71	56	224	96	710	136	2 240	176	7 100	216	22 400	256	71 000
17	73	57	230	97	730	137	2 300	177	7 300	217	23 000	257	73 000
18	75	58	236	98	750	138	2 360	178	7 500	218	23 600	258	75 000
19	77.5	59	243	99	775	139	2 430	179	7 750	219	24 300	259	77 500
20	80.5	60	250	100	800	140	2 500	180	8 000	220	25 000	260	80 000
21	82.5	61	257	101	825	141	2 575	181	8 250	221	25 750	261	82 500
22	85	62	265	102	850	142	2 650	182	8 500	222	26 500	262	85 000
23	87.5	63	272	103	875	143	2 725	183	8 750	223	27 250	263	87 500
24	90	64	280	104	900	144	2 800	184	9 000	224	28 000	264	90 000
25	92.5	65	290	105	925	145	2 900	185	9 250	225	29 000	265	92 500
26	95	66	300	106	950	146	3 000	186	9 500	226	30 000	266	95 000
27	97.5	67	307	107	975	147	3 075	187	9 750	227	30 750	267	97 500
28	100	68	315	108	1 000	148	3 150	188	10 000	228	31 500	268	100 000
29	103	69	325	109	1 030	149	3 250	189	10 300	229	32 500	269	103 000
30	106	70	335	110	1 060	150	3 350	190	10 600	230	33 500	270	106 000
31	109	71	345	111	1 090	151	3 450	191	10 900	231	34 500	271	109 000
32	112	72	355	112	1 120	152	3 550	192	11 200	232	35 500	272	112 000
33	115	73	365	113	1 150	153	3 650	193	11 500	233	36 500	273	115 000
34	118	74	375	114	1 180	154	3 750	194	11 800	234	37 500	274	118 000
35	121	75	387	115	1 215	155	3 875	195	12 150	235	38 750	275	121 000
36	125	76	400	116	1 250	156	4 000	196	12 500	236	40 000	276	125 000
37	128	77	412	117	1 285	157	4 125	197	12 850	237	41 250	277	128 500
38	132	78	425	118	1 320	158	4 250	198	13 200	238	42 500	278	132 000
39	136	79	437	119	1 360	159	4 375	199	13 600	239	43 750	279	136 000

(2) 安全性能要求

1) 轮胎强度性能

轿车轮胎强度试验，每一试验点的强度试验破坏能应不低于表 2-3 的规定。

表 2-3　轿车轮胎最小破坏能　　J

轮胎名义断面宽度	子午线轮胎		斜交轮胎			
	标准型	增强型	尼龙或聚酯		人造丝	
			4PR、6PR	8PR	4PR、6PR	8PR
160 mm 以下	220	439	220	439	132	263
160 mm 及其以上	295	585	295	585	177	361
T 型临时使用的备用轿车轮胎，其负荷指数小于 76 的，最小破坏能为 220 J；负荷指数大于或等于 76 的，最小破坏能为 295 J。						

2) 无内胎轮胎脱圈阻力

无内胎轮胎任何测试点上的脱圈阻力应不低于表 2-4 的规定。

表 2-4　轿车无内胎轮胎最小脱圈阻力值

轮胎名义断面宽度 S/mm	$S<160$	$160\leqslant S<205$	$S\geqslant 205$
最小脱圈阻力值/N	6 670	8 890	11 120
T 型临时使用的备用轿车无内胎轮胎负荷指数小于 76 的，最小脱圈阻力值为 6 670 N；大于或等于 76 小于 93 的负荷指数，最小脱圈阻力值为 8 890 N；负荷指数大于或等于 93 的，最小脱圈阻力值为 11 120 N。			

3) 轮胎耐久性能

轮胎经耐久性试验后，轮胎气压不应低于规定的初始气压；试验结束后，外观检查不应有(胎面、胎侧、帘布层、气密层、带束层或缓冲层、胎圈)脱层、帘布层裂缝、帘线剥离、帘线断裂、崩花、接头裂开、龟裂以及胎体异常变形等缺陷。

4) 轮胎高速性能

轮胎经高速性能试验后，轮胎气压不应低于规定的初始气压；试验结束后，外观检查不应有(胎面、胎侧、帘布层、气密层、带束层或缓冲层、胎圈)脱层、帘布层裂缝、帘线剥离、帘线断裂、崩花、接头裂开、龟裂等缺陷。

注：轮胎气压将随时间的变化而变化，GB 9743 没有规定试验后的轮胎气压的具体检测时间。FMVSS139规定试验结束后(15～25) min 检查轮胎的气压，其气压不应低于初始气压的 95%。

5) 胎面磨耗标志

每条轮胎外胎应沿周向等距离地设置不少于四个能正常观察到的胎面磨耗标志，其高度应不小于 1.6 mm。

轮胎两侧肩部处应模刻指明胎面磨耗标志位置的标记。

6) 外观质量

轮胎不应有严重影响使用寿命的外观缺陷，如各部件间脱层、海绵状、钢丝圈断裂、钢丝圈严重上抽、多根帘线断裂、胎里帘线起褶楞和胎冠出胶边带帘线等缺陷。若使用垫带，垫

带外形不应有残缺和带身裂开。

外胎和垫带的其他外观质量要求宜符合 HG/T 2177 的规定。

若使用内胎和垫带，内胎应符合 GB 7036.1 的规定，垫带应符合与外胎配套的使用要求。

(3) 试验方法

1) 新胎充气后的断面宽度和外直径及胎面磨耗标志位置的高度按 GB/T 521 进行测定。

2) 轮胎强度按 GB/T 4503 进行检验。

3) 无内胎轮胎脱圈阻力按 GB/T 4504 进行检验。

4) 轮胎耐久性按 GB/T 4502 进行检验。

5) 轮胎高速性能按 GB/T 7034 进行检验。

6) 轮胎的外观质量按 HG/T 2177 进行检验。

(4) 标志

1) 每条外胎胎侧上应有下列 a～h 项标志。其中 a～f 项为模刻标志，g 项为永久性标志，h 项可为水洗不掉的标志。

a. 规格；

b. 商标、厂名或地名；

c. 负荷指数(负荷能力)或层级、充气压力；

d. 速度符号；

e. 子午线轮胎胎冠和胎侧用骨架材料名称及其层数，斜交轮胎用骨架材料名称；

f. 胎面磨耗标志位置的标记；

g. 生产编号；

h. 出厂检查标记。

2) 子午线轮胎应模刻“RADIAL”(或“子午线”)标志，无内胎轮胎应模刻“TUBELESS”(或“无内胎”)标志。

3) 胎面花纹有行驶方向的轮胎应模刻行驶方向标志。

4) 雪泥轮胎应模刻雪泥花纹标志。

5) 增强型轮胎应模刻增强型标志。

6) 临时使用的备用轮胎应模刻临时使用标志。

2. 轿车轮胎规格尺寸系列

轿车轮胎规格尺寸系列，目前国际上有影响的三个标准系列分别为欧洲的 ETRTO、美国的 TRA 和日本的 JATMA 标准体系。这三个标准系列在轮胎的规格尺寸和尺寸公差上均有一些小的差异，同时与我国现行的标准也有一些差异。现将公差的差异列出(见表 2-5)，供使用者在选择轮胎时参考。

需要注意的是标准中的一些细节规定。由于我国的轿车轮胎基本上沿用 ETRTO 的轮胎规格，所以在研究和使用轮胎时，研究和分析欧洲的标准是重要的，为此，我们将 ETRTOEDI:2008的一些与我国标准不同之处提出如下，以便在使用时有所比较和参考。

——尺寸要求不同，见表 2-5；

——允许使用轮辋轮廓，ETRTO 的规定多于 GB/T 2978；

——ETRTO 强调车轮外倾角对轮胎负荷、气压和速度的影响；

——ETRTO 强调轮胎负荷、气压、速度以及车轮外倾角之间的相互协调关系，所规定的负荷和气压的对应关系是在不同的前提条件下成立的，因此，实际上的负荷气压关系随实际的条件（如车辆的结构、轮胎的位置以及车轮的一些实际条件）变化而变化。

轿车轮胎规格表示示例：

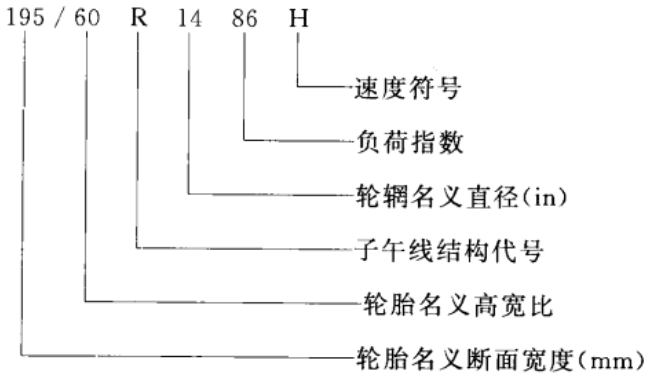


表 2-5　轿车轮胎尺寸公差规定比较

项　目		新胎断面总宽度公差	新胎外直径公差
ETRTOEDI:2008		最多可小 4%	断面高的±3%
TRAEDI:2008	子午线	±4%	断面高的±3%
	斜交或 T 型轮胎	+7%或加上 10 mm	断面高的+7%或加上 8 mm
GB/T 2978—2008		±3.5%或±4%	±1%

二、载重汽车轮胎要求及规格尺寸系列

载重汽车轮胎也有两个相互关联相互补充的标准，即 GB 9744—2007《载重汽车轮胎》和 GB/T 2977—2008《载重汽车轮胎规格、尺寸、气压与负荷》。

1. 要求

（1）技术要求

1）轮胎规格、负荷指数、层数、测量轮辋、新胎充气后的断面宽度和外直径、负荷能力、充气压力、最小双胎间距和允许使用轮辋应符合 GB/T 2977 的规定。

2）轮胎行驶速度与气压、负荷的对应关系应符合 GB/T 2977 的规定。

3）轮胎速度符号与最高行驶速度的对应关系应符合表 2-1 的规定。

4）轮胎负荷指数与负荷能力的对应关系应符合表 2-2 的规定。

（2）安全性能

1）轮胎强度性能

载重汽车公制系列轮胎强度试验，每一试验点的强度试验破坏能应不低于表 2-6 的规定。

表 2-6 载重汽车公制系列轮胎最小破坏能

单胎负荷指数	单胎最大额定负荷对应的气压/kPa	最小破坏能/J	
		轮辋名义直径代号 <13	轮辋名义直径代号 ≥13
≤121	≤250	136	294
	251～350	203	362
	351～450	271	514
	451～550	—	576
	551～650	—	644
	>650	—	712
≥122	≤550	972	
	551～650	1 412	
	651～750	1 695	
	751～850	2 090	
	851～950	2 203	

2）轮胎耐久性能

轮胎经耐久性试验后，轮胎气压不应低于规定的初始气压；试验结束后，外观检查不应有（胎面、胎侧、帘布层、气密层、带束层或缓冲层、胎圈）脱层、帘布层裂缝、帘线剥离、帘线断裂、崩花、接头裂开、龟裂以及胎体异常变形等缺陷。

载重汽车英制系列轮胎强度试验，每一试验点的破坏能应不低于表 2-7 的规定。

表 2-7 载重汽车英制系列轮胎最小破坏能 J

层级（PR）	微型、轻型载重汽车轮胎				载重汽车轮胎	
	轮辋名义直径代号 ≤12	轮辋名义直径代号 13～14	轮辋名义直径代号 ≥15	轮辋名义直径代号 ≤17.5	轮辋名义直径 >17.5	
					有内胎	无内胎
4	136	192	294	294	—	—
6	203	271	362	362	768	576
8	271	384	514	514	893	734
10	339	514	576	576	1 412	972
12	—	—	644	644	1 785	1 412
14	—	—	712	712	2 282	1 695
16	—	—	768	768	2 599	2 090
18	—	—	—	—	2 825	2 203
20	—	—	—	—	3 051	—
22	—	—	—	—	3 220	—

3）轮胎高速性能

微型和轻型载重汽车轮胎经高速试验后，轮胎气压不应低于规定的初始气压；试验结束后，外观检查不应有（胎面、胎侧、帘布层、气密层、带束层或缓冲层、胎圈）脱层、帘布层裂缝、

帘线剥离、帘线断裂、崩花、接头裂开、龟裂等缺陷。

4）胎面磨耗标志

每条轮胎外胎应沿周向等距离地设置不少于四个能正常观察到的胎面磨耗标志。微型和轻型载重汽车轮胎其胎面磨耗标志的高度应不小于 1.6 mm，载重汽车轮胎其胎面磨耗标志的高度应不小于 2.0 mm。

轮胎两侧肩部处应模刻指明胎面磨耗标志位置的标记。

5）外观质量

各种外胎不应有严重影响使用寿命的外观缺陷，如各部件间脱层、海绵状、钢丝圈断裂、钢丝圈严重上抽、多根帘线断裂、胎里帘线起褶楞和胎冠出胶边带帘线等缺陷。若使用垫带，垫带不应有残缺和带身裂开。

外胎和垫带的其他外观质量要求宜符合 HG/T 2177 的规定。

若使用内胎和垫带，内胎应符合 GB 7036.1 的规定，垫带应符合与外胎配套的使用要求。

（3）试验方法

1）新胎充气后的断面宽度和外直径及胎面磨耗标志的高度按照 GB/T 521 进行测定。

2）轮胎强度按照 GB/T 4501 进行检验。

3）轮胎耐久性按照 GB/T 4501 进行检验。

4）微型和轻型载重汽车轮胎高速性能按照 GB/T 7035 进行检验。

5）轮胎的外观质量按 HG/T 2177 进行检验。

（4）标志

1）每条外胎胎侧上应有下列 a～h 项标志。其中 a～f 项为模刻标志，g 项为永久性标志，h 项可为水洗不掉的标志。

a. 规格；

b. 商标、厂名或地名；

c. 负荷指数或负荷能力、层级、充气压力；

d. 速度符号；

e. 轮胎胎冠和胎侧用骨架材料名称（或代号）；

f. 胎面磨耗标志位置的标记；

g. 生产编号；

h. 出厂检查标记。

2）子午线轮胎应模刻“RADIAL”（或“子午线”）标志，无内胎轮胎应模刻“TUBELESS”（或“无内胎”）标志。

3）微型载重汽车轮胎应模刻“ULT”标志，轻型载重汽车轮胎应模刻“LT”标志。

4）胎面花纹有行驶方向的轮胎应模刻行驶方向标志。

5）雪泥轮胎应模刻雪泥花纹标志。

6）特种专用挂车轮胎应模刻“ST”标志。

7）可再刻花纹轮胎应模刻“REGROOVABLE”标志。

2. 载重汽车轮胎规格尺寸系列

载重汽车轮胎的规格尺寸系列，从目前国际上的标准系列来看，规格尺寸和尺寸公差以

及负荷要求均有一些小的差异，同时与我国现行的标准 GB/T 2977—2008 也有一些差异，见表 2-8。由于我国载重汽车轮胎非等效采用 TRA 标准年鉴的载重汽车轮胎和客车轮胎以及轻型载重汽车轮胎标准部分，同时少量轮胎参考 ETRTO 标准手册和 JATMA 轮胎标准年鉴，因此需要注意它们之间的微小差异，使用者在选择轮胎时应予以注意。

另外，我国引进的欧系商用车，有可能在选择轮胎的时候，会沿用欧系的标准，因此，针对轻型载重汽车轮胎的标志“LT”和“C”，在使用时应核准其负荷和速度符号以及有关的技术参数值，以便正确使用。尤其需要注意的是，标志“C”的欧洲标准轮胎，其负荷指数小于或等于 121，但标志“LT”的美国标准轮胎或我国标准轮胎，其负荷指数不一定小于或等于 121，有一部分轮胎的负荷指数大于或等于 121。也就是说，中国、欧洲、美国三个标准体系在轻型载重汽车的定义划分是不完全一样的。

在标识方面，TRA 的公制轮胎，“LT”标识在规格之首，例如 LT325/45R24。TRA 的英制轮胎，“LT”标识在规格中的名义轮辋直径后面，例如 36×14.50R15LT。我国则标识“LT”在名义轮辋直径之后，ETRTO 的“C”标识也是在名义轮辋直径之后。在选择轮胎时注意。

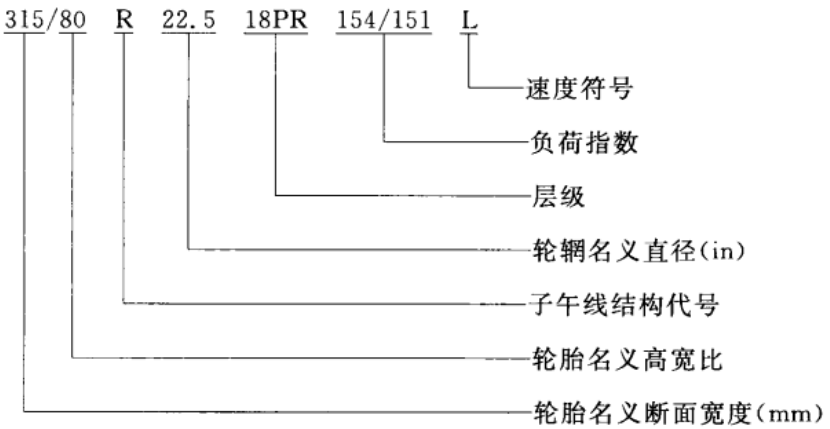
表 2-8 不同标准的公差比较

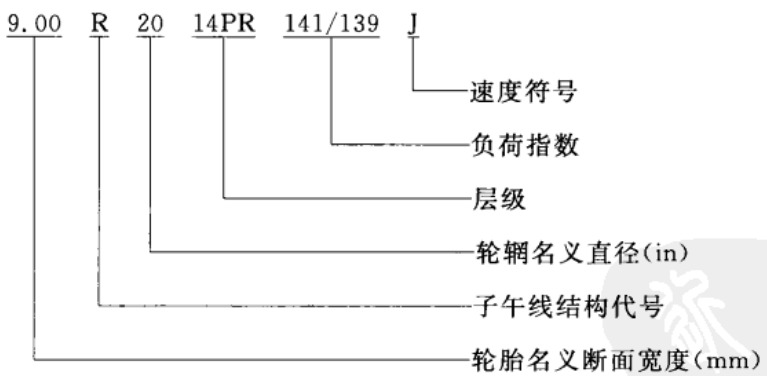
项目				新胎断面总宽度		新胎断面高度	
				最小新胎系数	最大新胎系数	最小新胎系数	最大新胎系数
ETRTOEDI:2008	斜交		正常	0.96（MPT除外）	1.04	0.97	1.07
			特殊				1.09
	子午线		正常		1.08		1.04
			特殊				1.06
TRA标准年鉴	轻型载重	斜交	LT公制	—	—	—	1.03
			宽基LT	0.97	1.07	—	1.07
			高通过性	0.97	1.07	—	1.08
			普通LT	0.97	1.08	—	1.08
		子午线	LT公制	—	1.05	0.97	1.03
			宽基LT	0.95	1.07		
			高通过性	0.95	1.07		
			普通LT	0.95	1.07		
	载重和客车	斜交	公制	—	—	—	1.03
			宽基TB	0.97	1.05	—	1.05
			普通TB	0.97	1.06	—	1.06
			普通ML	0.97	1.08	—	1.06
		子午线	公制	—	1.04	0.97	1.03
			普通TB	0.97	1.05		
			宽基、宽基公制				

续表 2-8

项目				新胎断面总宽度		新胎断面高度	
				最小新胎系数	最大新胎系数	最小新胎系数	最大新胎系数
GB/T 2978—2008	微型轻型	斜交	普通 ULT	0.96	1.07	0.97	1.07
	轻型	子午线	普通	0.96	1.05	0.97	1.03
			高通过性				
	载重	斜交	普通	0.97	1.06	0.97	1.06
			宽基				
		子午线	普通、宽基	0.96	1.04	0.97	1.03

载重汽车轮胎规格举例：





三、农业轮胎要求及规格尺寸系列

GB/T 1192—2008《农业轮胎技术条件》和 GB/T 2979—2008《农业轮胎规格、尺寸、气压与负荷》适用于农业拖拉机、农业机械用充气轮胎。

1. 要求

(1) 技术要求

1) 轮胎规格尺寸、气压与负荷应符合 GB/T 2979 的规定。

2）轮胎的物理机械性能应符合表 2-9 的规定。

3）轮胎的外观质量应符合 HG/T 2177 的规定。

表 2-9 轮胎的物理机械性能

项目	指标	
	外胎	垫带
拉伸强度/MPa	≥15.5[a]	≥6.5
拉断伸长率/%	≥450(420)[a]	≥350
硬度(邵尔 A)/度	55～70[a]	—
磨耗量(阿克隆)/cm^3	≤0.4[a]	
胎面胶/缓冲胶与缓冲帘布层粘合强度/(kN/m)	≥7.8(6.8)	
胎面胶/缓冲胶与帘布层粘合强度/(kN/m)	≥6.8(5.8)	
缓冲帘布与帘布层粘合强度/(kN/m)	≥4.8	
帘布层间粘合强度/(kN/m)		
胎侧胶与帘布层粘合强度/(kN/m)	≥5.5(4.8)	
注：括号内数字仅适用于畜力车轮胎。		
[a] 指胎面胶。		

(2) 试验方法

1）轮胎充气后的外直径、断面宽度按 GB/T 521 测定。

2）外胎胎面胶的拉伸强度和拉断伸长率，按 GB/T 519 规定取样，按 GB/T 528 用2 型裁刀进行试验。

3）外胎胎面胶的硬度按 GB/T 531 进行测定。

4）外胎胎面胶的磨耗量按 GB/T 519 规定取样，按 GB/T 1689 进行试验。

5）外胎各部件的粘合强度按 GB/T 519 规定取样，按 GB/T 532 进行试验。

6）轮胎可根据 GB/T 14828 进行牵引性能试验。

7）轮胎可根据 HG/T 2444 进行耐磨耗性能试验。

(3) 标志和包装

1）标志

每条外胎胎侧上应有下列 a～i 项的标志，如果是无内胎轮胎还应有 j 项标志。每条垫带上应有 a、b 和 h 项的标志。外胎上 a～g、i 项为模刻标志，h 项应为永久性标志，i 项可为水洗不掉的标志。

a. 规格；

b. 商标、制造商名称或产地；

c. 层级、速度、气压、负荷；

d. 骨架材料代号；

e. 轮胎行驶方向标志(外胎胎面花纹有行驶方向的)；

f. 测量轮辋；

g. 花纹分类代号；

h. 生产编号；

i. 检查印鉴；

j. 无内胎轮胎应注明“无内胎”字样。

2）包装

配套的轮胎应将内胎和垫带装在外胎内，使内胎中有一定的空气，并使其与外胎的内缘相接触，再捆绑两处以上（需要特殊包装除外）。

（4）检验规则

这是被 GB/T 1192—2008 删除的内容，由于质量管理的需要，我们依然建议工厂参照试验。

1）轮胎应逐条检查外观质量。

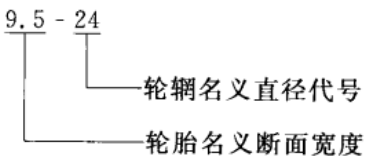
2）每一规格、层级的外胎、垫带均以 12 000 条为一批（超过 12 000 条则为另一批）每批抽取一条，按标准检查主要尺寸和物理机械性能，如从生产日起 12 个月的产量不足12 000 条，也应抽取一条进行上述检验。

2. 农业轮胎系列

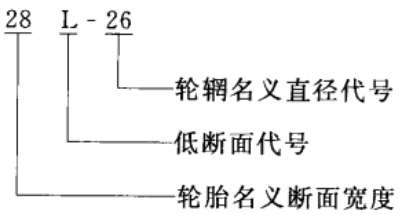
GB/T 2979—2008 非等效采用 ISO 4251 系列。

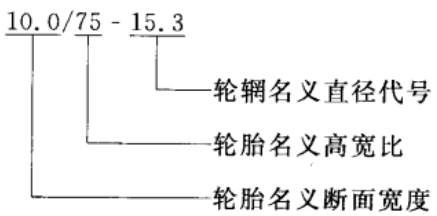
（1）轮胎规格表示与最大负荷标记

1）普通断面斜交结构轮胎

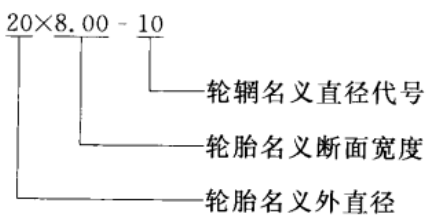


2）低断面斜交结构轮胎

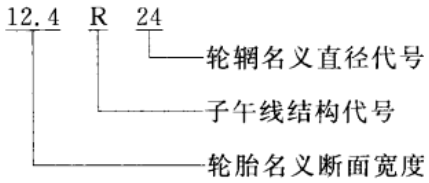




3）园艺拖拉机斜交结构轮胎



4）普通断面子午线结构轮胎



5）最大负荷标记

最大负荷现行标记用层级表示

规格表示示例：

13.6-28 8PR

（2）要求

1）新胎最大、最小断面宽度

新胎最大总宽度＝设计断面宽度×a

除农业拖拉机驱动轮水田斜交轮胎以外的轮胎　　$a=1.06$

农业拖拉机驱动轮水田斜交轮胎　　$a=1.12$

新胎最小断面宽度＝设计断面宽度×0.96

2）新胎最大、最小外直径

新胎最大外直径＝2×设计断面高度×b＋轮辋名义直径

拖拉机驱动轮普通断面子午线结构　　$b=1.04$

拖拉机斜交结构驱动轮轮胎和林业机械轮胎　　$b=1.05$

拖拉机导向轮、农机具和全地形轮胎　　$b=1.06$

园艺拖拉机、高通过性轮胎、农业拖拉机驱动轮水田斜交轮胎　　$b=1.08$

最小外直径＝2×设计断面高度×0.96＋轮辋名义直径

轮胎规格、基本参数和主要尺寸应符合有关的规定，由于标准涉及的规格数量以及种类太多太复杂，不在此一一陈述。

（3）农业轮胎花纹分类代号、类型命名和适用范围

农业轮胎花纹分类代号、类型命名和适用范围见表 2-10。

表 2-10　农业轮胎分类代号、类型命名和适用范围

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

续表 2-10

分类代号	类型命名	适用范围
I-农机具轮胎		
I-1	多条型	农机具的导向轮及支撑轮
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	农机具的支撑轮
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-园艺车辆用轮胎		
G-1	牵引型	园田作业

(4) 农业轮胎设计花纹深度

农业轮胎设计花纹深度应符合表 2-11～表 2-17 的要求。

表 2-11　农业拖拉机驱动轮普通断面与低断面轮胎设计花纹深度

轮胎名义断面宽度/in	设计花纹深度/mm			
	R-1	R-2[a]	R-3[b]	R-4[b]
4.00	22	—	—	—
5.00	24			
6.00				
6.50	25			
7.50	26			
8.3	30			
9.5	33	60	15	
11.2	35	63	16	
12.4	36	67	17	
13.6	37	70	19	

续表 2-11

轮胎名义断面宽度/in	设计花纹深度/mm			
	R-1	R-2[a]	R-3[b]	R-4[b]
14.9	38	73	20	26
15.5	37	70	—	—
16.9	39	76	21	27
18.4	41	81	24	28
20.8	42	85	—	—
23.1	42	89	28	30
24.5	43	91	29	—
农业拖拉机驱动轮低断面轮胎				
17.5 L	39	73	21	26
19.5 L	40	76	22	27
21 L	41	81	24	29
28 L	44	89	28	—
30.5 L	45	92	—	

[a] 对于蔗田和稻田型花纹(R-2)轮胎，除去名义断面宽度代号 15.5 这一轮胎的断面高度为普通型花纹(R-1)轮胎断面高度的 1.135 倍外，其他轮胎的断面高度均为普通型花纹轮胎断面高度的1.06倍。

[b] 对于浮力型花纹(R-3)和工业型花纹(R-4)轮胎，其轮胎断面高度比普通型花纹轮胎的断面高度小 12 mm。

表 2-12 农业拖拉机导向轮普通断面与低断面轮胎设计花纹深度

轮胎名义断面宽度/in	设计花纹深度/mm		
	F-1	F-2	F-3
4.00	17	11	4.5
5.00	19	13	5.5
5.50	21	15	6.0
6.00	22	16	6.5
6.50	—	17.5	7.0
7.50	26	20	7.5
9.00	—	23	8.5
10.00	32	26	—
11.00	34	29	12
农业拖拉机导向轮低断面轮胎			
7.5 L	—	20	—
9.5 L		24	

续表 2-12

轮胎名义断面宽度/in	设计花纹深度/mm		
	F-1	F-2	F-3
11 L	—	27	12
14 L		33	15
16.5 L		36	16
单条型花纹(F-1)和浮力多条型花纹(F-3)轮胎的断面高度等于双条或多条型花纹(F-2)轮胎的断面高度加上或减去其模型花纹深度的差。			

表 2-13　农机具普通断面与低断面轮胎设计花纹深度

轮胎名义断面宽度/in	设计花纹深度/mm		
	I-1	I-2	I-3
3.50	4.0	—	10.5
4.00	4.5		11
4.50	5.0		—
5.00	5.5		12
5.50	6.0		12.5
5.90			
6.00	6.5		13
6.40	6.0		—
6.50	7.0		
6.70	6.5		13
7.50	7.5		14
9.00	8.5		—
10.00	9.0		
11.25	9.5		
13.50	10	15	19
农机具低断面轮胎			
8.5 L	9.0	—	14
9.5 L			15
11 L			16
12.5 L			17
14 L	10		—
16.5 L	11	16	
19 L	12	—	
21.5 L	14	19	
牵引型花纹(I-2)和重牵引型花纹(I-3)两种轮胎的断面高度，等于多条型(I-1)轮胎的断面高度加上两者花纹设计深度差的 1.25 倍。			

表 2-14 林业机械普通断面与低断面轮胎设计花纹深度

轮胎名义断面宽度/in	设计花纹深度/mm		
	LS-1	LS-2[a]	LS-3[b]
16.9	39	49	76
18.4	41	51	81
23.1	42	53	89
24.5	43	54	91
林业机械低断面轮胎			
28 L	47	57	89
30.5 L	44	55	92

[a] LS-2 的断面高度等于 LS-1 的轮胎断面高度加上两者花纹设计深度差的 1.25 倍。

[b] LS-3 的断面高度等于 LS-1 的轮胎断面高度的 1.06 倍。

表 2-15 农业拖拉机中耕轮胎设计花纹深度

轮胎名义断面宽度/in	7.2	8.3	9.5
设计花纹深度/mm	26	30	33
CR-1			

表 2-16 农业拖拉机驱动轮水田专用轮胎设计花纹深度

轮胎名义断面宽度/in	6.5	7.2	8.3	9.5	11.2	12.4	13.6
设计花纹深度/mm	70	75	80		85		95
PR-1							

表 2-17 园艺拖拉机轮胎设计花纹深度

轮胎规格	设计花纹深度/mm	轮胎规格	设计花纹深度/mm	轮胎规格	设计花纹深度/mm	轮胎规格	设计花纹深度/mm
	G-1		G-1		G-1		G-1
4.10-4	6.0	11×4.00-5	4.0	18×6.50-8	7.5	20×8.00-10	7.0
4.10-5	6.0	13×5.00-6	4.5	18×8.50-8	8.5	20×10.00-10	7.0
4.10-6	6.0	13×6.50-6	6.5	18×9.50-8	8.5	23×8.50-12	8.5
5.30-6	6.5	15×6.00-6	6.5	20×8.00-8	7.0	23×10.50-12	9.0
4.80-8	6.5	16×6.50-8	7.0	20×10.00-8	7.0	24×12.00-12	9.0
11×4.00-4	4.0	16×7.50-8	7.0	22×11.00-8	12.5	26×12.00-12	9.0

四、工程机械轮胎要求及规格尺寸系列

1. 要求

GB/T 1190—2001《工程机械轮胎技术要求》规定了工程机械轮胎的技术要求。

（1）外观质量

轮胎的外观质量应符合 HG/T 2177 的规定。

（2）物理机械性能

轮胎的物理机械性能应符合表 2-18 的规定。

表 2-18　工程机械轮胎物理机械性能要求

项目			指标	
			外胎	垫带
拉伸强度/MPa		不小于	16.5[a]	7.0
拉断伸长率/%		不大于	350[a]	350
拉断永久变形/%		不小于	—	40
硬度(邵尔 A)/度		不大于	55[a]	—
磨耗量(阿克隆)/cm^3		不小于	0.50[a]	
粘合强度/(kN/m)	胎面胶/缓冲胶与缓冲布层	不大于	8.0	
	缓冲帘布层间	不大于	7.0	
	缓冲层与帘布层	不大于	6.0	
	帘布层间	不大于	5.5	
	胎侧胶与帘布层	不大于	5.5	
[a]指胎面胶。				

（3）试验方法

1）外胎胎面胶的拉伸强度和拉断伸长率按 GB/T 519 的规定取样，按 GB/T 528 的规定用 2 型裁刀进行试验。

2）外胎胎面胶的磨耗量按 GB/T 519 的规定取样，按 GB/T 1689 的规定进行试验。

3）外胎各部件间的粘合强度按 GB/T 519 的规定取样，按 GB/T 532 的规定进行试验。

4）外胎胎面胶的硬度按 GB/T 519 的规定取样，按 GB/T 531 的规定进行试验。

5）垫带的拉伸强度、拉断伸长度和拉断永久变形按 GB/T 519 的规定取样，按 GB/T 528的规定，用 1 型裁刀进行试验。

（4）检验规则

1）轮胎应由制造厂按标准进行检验。

2）轮胎应逐条检查外观质量。

3）相同使用类型的外胎、垫带均以 6 000 条为一批，每批抽取一条，按表 2-18 进行物理机械性能的检验。

（5）标志和包装

1）标志

每条外胎胎侧上必须有 a～h 项的标志；每条垫带上必须有 a、b 和 g 的标志。

a. 规格；

b. 商标、厂名(或地名)；

c. 层级；

d. 轮胎骨架材料，无内胎轮胎应标明“无内胎”字样；

e. 轮胎行驶方向标志（外胎胎面花纹有行驶方向的）；

f. 标准轮辋；

g. 检验标识；

h. 生产编号。

外胎上 a～f 项的标志均需使用模刻印痕，其他标志可用水洗不掉的标识。

2）包装

凡有内胎和垫带的轮胎，配套时应将内胎和垫带装在外胎内，并在内胎中充以适量的空气，使其与外胎内缘相接触，并捆扎两处以上。

2. 工程机械轮胎规格、尺寸、气压和负荷

GB/T 2980—2001 修改采用国际标准 ISO 4250-1:1996《工程机械轮胎规格与尺寸》和 ISO 4250-2:1995《工程机械轮胎负荷与气压》。同时参考了美国轮胎轮辋协会 1999 年标准年鉴。标准中轮胎负荷和气压仅规定了最大负荷和气压，没有新胎充气后断面宽度和外直径偏差的规定，没有垫带和气门嘴型号的内容。比较 ISO 标准，增加了 70 系列轮胎规格，删去 ISO 标准中少量的规格，编入设计花纹深度，并增加 65 系列设计花纹深度。

由于轮胎规格数量多，而不一一赘述，仅将 ETRTO、TRA 的标准偏差对比列于表 2-19。

表 2-19　工程机械轮胎公差规定比较

项　目		总　宽　度	新胎外直径
ETRTOEDI:2008		最大值： 名义断面宽度代号≤14.00 或 385 mm；系数（F_{SG}）=1.08 名义断面宽度代号>14.00 或 385 mm；系数（F_{SG}）=1.11 所有 65 系列公制轮胎规格系数（F_{SG}）=1.05 最小值：（F_{smin}）=0.97	最大使用外直径（d_G）： 名义断面宽度代号≥14.00 或 385 mm；系数（F_{hG}）=1.08 名义断面宽度代号<14.00 或 385 mm；系数（F_{SG}）=1.06 所有 65 系列公制轮胎规格系（F_{SG}）=1.03 最小设计外直径（d_{min}）：F_{hmin}=0.98
TRAEDI：2008	子午线轮胎	最大值系数=1.09 最小值系数=0.97	最大值：断面高×103% 最小值： 16.00 及其以上的普通轮胎和所有宽基轮胎：断面高×98%； 小于 16.00 的普通轮胎：断面高×97%
	斜交轮胎	最大值系数=1.06 最小值系数=0.97	最大值：断面高×102% 最小值： 16.00 及其以上的普通轮胎和所有宽基轮胎：断面高×98%； 小于 16.00 的普通轮胎：断面高×97%

五、工业车辆轮胎要求及规格尺寸系列

1. 要求

GB/T 2981—2001《工业车辆充气轮胎技术要求》规定了有关要求。

(1) 外观质量

轮胎的外观质量应符合 HG/T 2177 的规定。

(2) 物理机械性能

轮胎的物理机械性能应符合表 2-20 的规定。

表 2-20　工业车辆轮胎的物理机械性能要求

项目			指标	
			外胎	垫带
拉断拉伸强度/MPa		不小于	12.7[a]	6.8
拉断伸长率/%		不小于	350[a]	350
拉断永久变形/%		不大于	—	40
硬度(邵尔 A)/度		不小于	50[a]	—
磨耗量(阿克隆)/cm^3		不大于	0.4	—
粘合强度/(kN/m)	胎面胶/缓冲胶与缓冲帘布层	不小于	7.8	—
	缓冲帘布层间	不小于	6.8	
	缓冲层与帘布层	不小于	5.8	
	帘布层间	不小于	5.3	
	胎侧胶与帘布层	不小于	5.3	
[a]指胎面胶。				

(3) 磨耗标志

每条轮胎沿周向等距离地设置不少于四个可观察到的花纹沟剩余深度的标志，轮辋名义直径代号 20 以下为 1.6 mm，轮辋名义直径代号 20 及其以上为 2.0 mm。

轮胎两侧肩部处应模刻出指明胎面磨耗标志位置的标记。

(4) 试验方法

1) 外胎胎面胶的拉断拉伸强度和拉断伸长率，按 GB/T 519 的规定取样，按GB/T 528 进行试验。

2) 外胎胎面胶的硬度按 GB/T 519 的规定取样，按 GB/T 531 进行试验。

3) 外胎胎面胶的磨耗按 GB/T 519 的规定取样，按 GB/T 1689 进行试验。

4) 外胎各部件的粘合强度按 GB/T 519 的规定取样，按 GB/T 532 进行试验。

5) 垫带的拉断拉伸强度、拉断伸长率和拉断永久变形按 GB/T 519 的规定取样，按 GB/T 528 进行试验。

(5) 检验规则

1) 轮胎应由制造厂按规定检验。

2) 轮胎应逐条检查外观质量。

3) 每一规格、层级的外胎和垫带均以 12 000 条为一批(超过 12 000 条则为另一批)。

每批至少抽取一条，按表 2-20 检验物理机械性能，如从生产日起 12 个月的产量不足 12 000 条，也应抽取一条进行上述检验。

(6) 标志和包装

1) 标志

每条外胎胎侧上应有 a～j 项的标志，每条垫带上必须有 a，b，j 项的标志。

a. 规格；

b. 商标、厂名(或地名)；

c. 层级或负荷指数；

d. 生产编号；

e. 无内胎标识(无内胎轮胎)；

f. 行驶方向标志(外胎胎面花纹有行驶方向的)；

g. 使用条件(速度、气压、负荷)；

h. 标准轮辋；

i. 骨架材料及结构；

j. 检验标识。

外胎上 a～i 项的标志均需使用模刻印痕，其他标志可用水洗不掉的标识。

2) 包装

凡有内胎和垫带的轮胎，配套时应将内胎和垫带装在外胎内，并在内胎中充以适量的空气，使其与外胎内缘相接触，并捆扎两处以上(需要特殊包装除外)。

(7) 使用和保养

轮胎的使用和保养应符合 GB/T 9768 的规定。

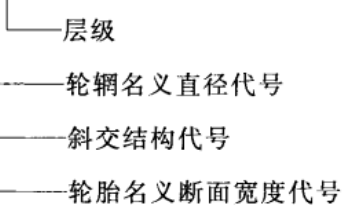
2. 工业车辆充气轮胎规格、尺寸、气压和负荷

工业车辆轮胎分为实心轮胎和充气轮胎两大类。本部分指的是平衡配重式、牵引车和平板车等工业车辆充气轮胎。

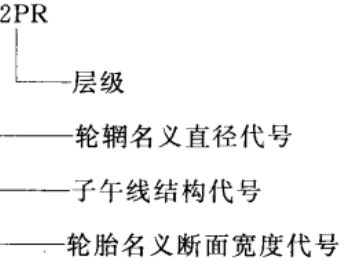
(1) 轮胎规格表述示例

1) 普通断面轮胎

例 1：6.00 - 9 10PR

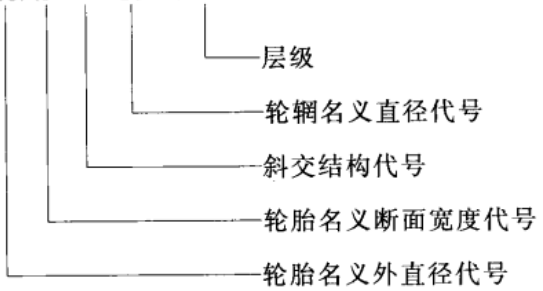


例 2：6.00 R 9 12PR

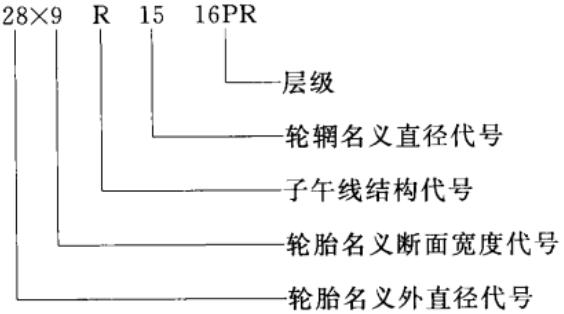


2）宽断面轮胎

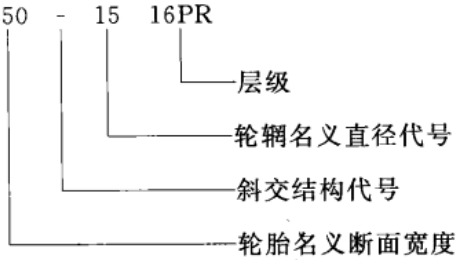
例 1：28×9 - 15 12PR



例 2：28×9 R 15 16PR

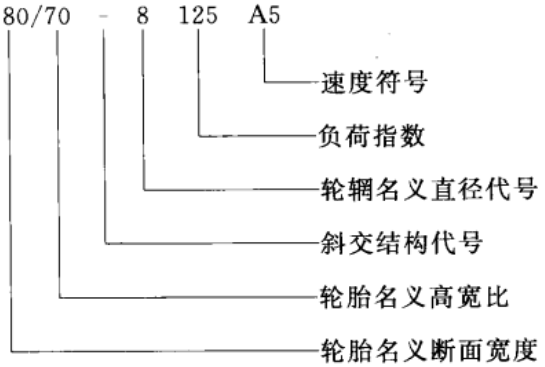


例 3：250 - 15 16PR

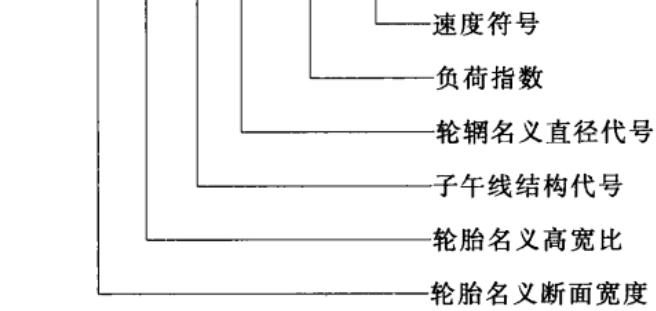


3）公制系列轮胎

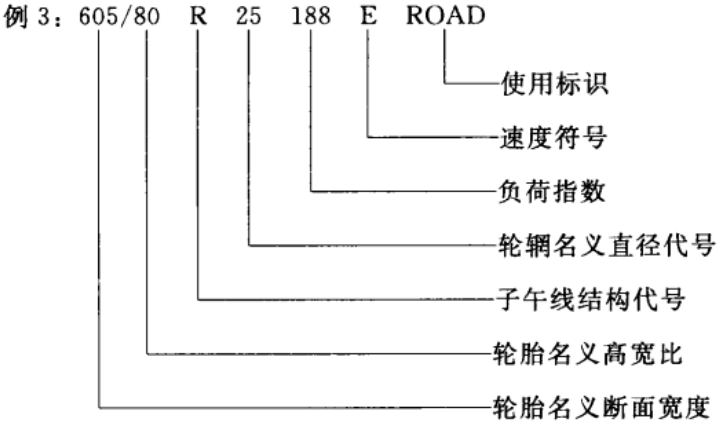
例 1：180/70 - 8 125 A5



例 2：205/70　R　15　135　A5



例 3：605/80　R　25　188　E　ROAD



(2) 内胎和垫带

1) 凡是外胎需要配备内胎的，其内胎的要求、试验方法、检验规则、标志和包装应符合 GB 7036.1 的规定。

2) 凡是外胎需要配备垫带的，其垫带的要求、试验方法、检验规则、标志和包装应符合 GB/T 2981 的规定，垫带的规格尺寸应咨询轮胎生产厂家。

(3) 最大负荷

不同最高速度下轮胎的最大负荷见表 2-21 和表 2-22。

表 2-21　不同最高速度下公制系列轮胎的最大负荷

适　用	最大负荷/标准负荷	适　用	最大负荷/标准负荷
平衡配重式叉车		其他车辆	
25 km/h 负荷轮	130%	10 km/h	130%
转向轮	100%	25 km/h	100%
35 km/h 负荷轮	125%	40 km/h	89%
转向轮	92.5%	50 km/h	84%
注：负荷计算时应修约 5 kg。			

表 2-22　不同最高速度下移动式起重机轮胎的最大负荷

最高行驶速度/(km/h)	最大负荷/标准负荷	最高行驶速度/(km/h)	最大负荷/标准负荷
30	130%	70(E)	100%
40	124%	80	82%
50	118%	90	70%
60	112%	100	60%
注：负荷计算时应修约 5 kg。			

(4) 标准公差比较

ETRTO、TRA 和我国标准公差比较见表 2-23。

表 2-23　工业车辆轮胎公差规定比较

项　目		新胎总宽度	新胎外直径
ETRTOEDI:2008	斜交轮胎	最大值系数:1.08	最大值系数:1.02,最小值系数:0.98
	子午线轮胎	最大值系数:1.05	最大值系数:1.02,最小值系数:0.98
	特殊用途子午线轮胎	最大值系数:1.08	最大值系数:1.04,最小值系数:0.98
	21×4,22×4½,23×5,25×6	—	最大值系数:1.03,最小值系数:0.97
TRAEDI:2008		最大值=设计断面宽度×1.08	最大值=2×设计断面高度×1.08+D_r 最小值=2×设计断面高度×0.97+D_r
GB/T 2982—2001		±3.5%	±1.2%和±1%

六、充气轮胎轮辋实心轮胎及其规格系列

1. 要求

(1) 尺寸要求

充气轮胎轮辋实心轮胎的外直径尺寸公差为(0～−5)%。

(2) 物理性能要求

轮胎的物理机械性能应满足表 2-24 的要求。

表 2-24　充气轮胎轮辋实心轮胎物理机械性能要求

项　目		指　标		
		基部胶	胎面胶	
			普通轮胎	无印痕轮胎
拉伸强度/MPa	不小于	13	18	
拉断伸长率/%	不小于	—	450	
硬度(邵尔 A)/度		85±5	67±5	
磨耗量(阿克隆)/cm^3	不大于	—	0.4	0.6
注：当基部胶含预处理纤维时，拉断强度与不含纤维胶相比，不得低于不含纤维的基部胶的拉断强度的 80%。				

(3) 试验方法

1) 外缘尺寸的测定

a. 测量条件

硫化后的轮胎必须停放 72 h 以上的时间，其中包括至少在 GB/T 2941 规定的标准实验室环境下调节 8 h。

b. 测量工具

钢板尺和金属卷尺(不带弧度)：分度不大于 1.0 mm；

游标卡尺：精度高于 0.1 mm；

卡钳；

千分尺：精度 0.05 mm。

c. 测量方法

a) 轮胎外周长及外直径：用金属卷尺沿胎冠中心线或靠近中心线最高处绕轮胎一周，测量外周长。测量值取一位小数，并按式(2-1)求得外直径。

$$D=L/\pi \quad \cdots\cdots (2\text{-}1)$$

式中：D——轮胎外直径，mm；L——轮胎外周长，mm；π——圆周率，取 3.14。

测量和计算结果按 GB/T 8170 规定进行修约。

b) 轮胎断面宽度：选取没有标志、装饰线和防擦线的胎侧部位，用游标卡尺或卡钳在轮胎圆周四等分处测量四点的断面宽度。取算术平均值，修约到整数。

c) 花纹深度：用游标卡尺(或专用量具)测量。测量时，游标卡尺必须保持与花纹沟底部相垂直。

d) 纵向花纹轮胎：在轮胎圆周四等分处的四点上测量靠近胎冠中心线的花纹沟深度。取算术平均值，修约到一位小数。

e) 横向和越野花纹轮胎：在胎肩到胎冠中心线 1/2 处，测量轮胎圆周四等分处的花纹沟深度。取算术平均值，修约到一位小数。

2) 静负荷性能测定

a. 测试条件

测试的轮胎应在硫化后停放 72 h 以上，其中包括至少在 GB/T 2941 规定的标准实验室环境下停放 24 h。

轮胎的负荷，配装轮辋应符合现行轮胎的标准规定。

试验机的承压平面必须垂直于轮胎的受力方向。

b. 测量与计算

将轮胎安装在试验机上，按尺寸测量规定测量轮胎直径和断面宽度。

将轮胎承压部位涂上印油，在轮胎与承压平面之间铺放一张白纸，启动试验机，给轮胎施加负荷至规定值，持续 15 min 后，测量轮胎静负荷下半径和断面宽度。

完成测量后，取出印痕纸，用求积仪求出印痕面积(cm^2)计算取整数。

下沉量按式(2-2)计算：

$$h_1=\frac{D}{2}-r_1 \quad \cdots\cdots (2\text{-}2)$$

式中：h_1——轮胎的下沉量，mm；D——轮胎的外直径，mm；r_1——轮胎的静负荷半径，mm。

下沉率按式(2-3)计算：

$$f=\frac{2\times h_1}{D-d}\times 100 \quad \cdots\cdots (2\text{-}3)$$

式中：f——轮胎的下沉率，%；h_1——轮胎的下沉量，mm；D——轮胎的外直径，mm；d——轮辋着合直径，mm。

单位面积平均压力按式(2-4)计算：

$$N=P/10\ S \quad \cdots\cdots (2\text{-}4)$$

式中：N——轮胎单位面积平均压力，kPa；P——轮胎负荷，N；S——轮胎印痕面积，cm^2。

c. 试验条件允许差

负荷量精度为±2%。

计算准确到一位小数，测量和计算结果按 GB/T 8170 规定进行修约。

3) 物理机械性能试验

a. 一般要求

硫化后的轮胎在取样前在室内调节时间应不少于 72 h，其中包括至少在 GB/T 2941 规定的标准实验室环境下停放 24 h。

从成品中所取样品或试样表面不平整或厚度大于相应标准规定时，应按 GB/T 2941 进行切削、打磨。样品厚度小于相应标准规定时，可按样品的实有厚度裁成试样进行试验。

b. 老化前后的拉伸性能

取样时，对胎面部分，以胎冠中心线为基础，沿纵方向取样品，冠部厚度(6～10)mm 的切取一层中层试样，在 10 mm 以上的切取中、下两层试样(冠部花纹特殊切样不在此限)。对中间部分、对基部部分，以基部胶的中心线为标准，沿着纵方向切取基部胶试样，基部胶在 25 mm 以下切取上、下二层试样，在 25 mm 以上的切取上、中、下三层试样。在分胶层部位的基部胶切取时，不得附有其他层胶。

将样品裁切、打磨成符合 GB/T 528 的 2 型试样，并标明试样的部位及层次。

当胎面胶花纹特殊不能切取标准尺寸时，可按实际情况裁取试样的夹持部分。

按 GB/T 528 进行拉伸性能试验，按 GB/T 3512 进行老化后的拉伸性能试验。

c. 硬度

在胎面、基部各层切取厚度不小于 6 mm，长度不小于 40 mm，宽度不小于 15 mm 的样品，或用同一层的最多三个样品叠成试样。

按 GB/T 531 测定各层样品的硬度，胎面胶表面硬度可直接在轮胎冠部测定；基部胶表面硬度，可在轮胎与轮辋轮廓表面曲线接触的部位测定，仲裁时应以样品制成的试样上所得结果为准。

d. 耐磨性

阿克隆磨耗试验，以胎冠中心线为基准，沿纵方向切取样品。对胎面胶厚度在 10 mm 及其以下的样品，切取两个长约 250 mm，宽约(15～20)mm 的试样，并以胎面层表面为试验面；对胎面胶厚度在 10 mm 以上的样品，切取一个长约 250 mm，宽约(15～20)mm 的上、下两层试样，上层以胎面层表面为试验面，下层以靠近基部胶部位为试验面。

按 GB/T 1689 规定裁切，磨削及粘接试样。

按 GB/T 1689 进行试验，表示结果。

4）耐久性试验方法

a. 试验设备与精度

试验转鼓的外直径为(1 700±17)mm。

试验转鼓的试验面应为光滑的钢质面，表面宽度应大于或等于试验轮胎的断面总宽度。

温度测量仪应为数字显示的针式温度计，温度计的精度为±0.1 ℃。

试验机转鼓的表面线速度应满足试验的要求，速度的控制精度应为±0.1 km/h。

轮胎的中心轴线应与转鼓中心线平行，其精度应不大于 0.5°。

试验机转鼓施加给试验轮胎的负荷应满足试验要求，试验负荷的控制精度应为满量程的±1.5%。

b. 试验条件

在整个试验过程中，实验室温度应为(25±5)℃。

对试验轮胎进行钻孔。在距离面最外表面 25 mm 的胎侧处和轮胎断面高度二分之一处各钻一测温孔。孔直径比测温棒的直径大(1～2)mm，深度为轮胎断面宽度的二分之一。

将试验轮胎安装在实际使用的轮辋上，在实验室温度下的调节时间不少于 72 h，其中包括在 GB/T 2941 规定的标准实验室环境下至少调节 8 h。

试验机转鼓的表面线速度为 10 km/h。

试验基准负荷为 GB/T 10823 中规定的平衡重式叉车 10 km/h 下驱动轮的负荷。

试验轮胎的负荷作用方向应垂直于轮胎与转鼓接触面的切线方向，且应通过安装试验轮胎的车轮中心，角度偏差应控制在 3°以内。

c. 试验步骤

将准备好的试验轮胎和轮辋组合体固定到耐久试验机上，施加表 2-25 规定的第 1 试验阶段试验负荷。

测量试验轮胎测温孔内的初始温度。

以匀加速度启动试验机转鼓到规定的速度。

按表 2-25 规定的程序进行试验。第 1 试验阶段运行间隔时间为 5 min，间隔时间内应卸载。

试验过程中，每次测量测温孔内温度均应在第 1 试验阶段结束后 1 min 内将测温棒插入轮胎测温孔的底部，待温度达到平衡时读数。

表 2-25　充气轮胎轮辋实心轮胎试验程序

试验阶段	试验负荷/%	运行时间/min
1	100	15
2	100	15
3	100	15
4	100	15
5	100	15

续表 2-25

试验阶段	试验负荷/%	运行时间/min
6	100	15
7	100	15
8	100	15
9	100	120

d. 判定规则

试验结束后，任一阶段的每一个孔的温升不出现下列任一情况判定“通过试验”，否则判定“未通过试验”：

试验过程中，第 8 试验阶段及其以前任一阶段的温升（实测温度-初始温度）高于 110 ℃、试验结束后轮胎起鼓或爆胎。

e. 试验报告

试验报告至少应包括以下内容：

a）试验轮胎的制造厂名称、商标、规格、生产编号；

b）试验用轮辋规格；

c）试验基准负荷、试验速度、环境温度、试验轮胎测温孔内初始温度；

d）各试验阶段的测温孔内温度，以及试验结束后的轮胎情况；

e）结论：“通过试验”或“未通过试验”；

f）试验日期。

（4）检验规则

1）轮胎外观质量应按 HG/T 2177 标准逐条进行检验。

2）每批（各种规格轮胎的总和 1 500 条为一批）应抽取一条按标准的规定检查主要尺寸和物理机械性能。如从生产日期起三个月内的产量不足 1 500 条，也应抽取一条进行检查。

（5）标志

每条轮胎两侧必须有下列标志：

1）规格；

2）商标、制造商名称或产地；

3）轮辋规格；

4）生产编号；

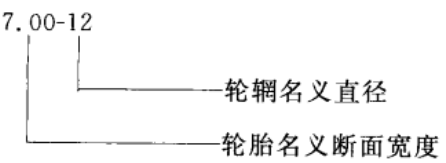
5）检验标记。

轮胎两侧上的 1）～4）项标志，均需使用模刻印痕，其他标志可用水洗不掉的印痕。

2. 规格表示方法

充气轮胎轮辋上的实心轮胎规格标志示例如下。

示例 1：



示例 2：

21×8-9

- 9 —— 轮辋名义直径
- 8 —— 轮胎名义断面宽度
- 21 —— 轮胎名义外直径

示例 3：

300-15/8.00

- 8.00 —— 轮辋名义断面宽度
- 15 —— 轮胎名义直径
- 300 —— 轮胎名义断面宽度

七、压配式实心轮胎及其规格系列

1. 要求

(1) 技术要求

1) 轮胎规格、尺寸、速度及负荷应符合 GB/T 16622 的规定。

2) 轮胎的物理性能应符合表 2-26 的规定。

表 2-26　压配式实心轮胎胶料物理性能表

性能项目			指标	
			普通轮胎	无印痕轮胎
胎面胶	拉伸强度/MPa	不小于	17	
	拉断伸长率/%	不小于	350	
	硬度(邵尔 A)/度		70±5	
	磨耗(阿克隆)/cm^3	不大于	0.4	0.6
金属与橡胶粘着强度/(kN/m)		不小于	15.0	

3) 轮胎按规定的试验方法进行耐久性试验后应无分离或起鼓的现象。

4) 轮胎外观质量应符合 HG/T 2177。

(2) 试验方法

1) 轮胎外缘尺寸的测定

a. 测试项目：外周长、断面宽度。

b. 测试条件

测试的轮胎应是硫化后停放 72 h 以上，其中包括在 GB/T 2941 规定的标准实验室环境下至少停放 24 h(轮胎和轮辋的组合体)；轮胎的外观质量必须符合 HG/T 2177 的规定。测量工具如下：

钢板尺和金属卷尺(不带弧度)：分度不大于 1.0 mm；

游标卡尺：精度高于 0.1 mm；

卡钳；

千分尺：精度 0.05 mm。

c. 测量方法

轮胎外周长：用金属卷尺沿胎冠中心线或靠近中心线最高处绕轮胎一周，测量外周长。测量值取一位小数，按式(2-5)求得外直径，修约到整数。

轮胎断面宽度：选取基部钢圈部位，用游标卡尺或卡钳在轮胎圆周四等分处测量四点的断面宽度，取算术平均值，修约到整数。

d. 轮胎外直径计算

轮胎外直径按式(2-5)计算：

$$D=L/\pi \quad \cdots\cdots (2\text{-}5)$$

式中：D——轮胎外直径，mm；L——轮胎外周长，mm；π——圆周率，取 3.14。

计算结果按 GB/T 8170 规定进行修约。

2）轮胎物理性能测试

a. 一般要求

硫化后的轮胎按 GB/T 2941 规定的标准实验室环境下停放 72 h 后才能进行试验。

从轮胎中所取样品或试样表面不平整或厚度大于相应标准规定时，应按 GB/T 2941 进行切削、打磨。样品厚度小于相应标准规定时，可按样品的实际厚度裁成试样进行试验。

b. 胎面胶的物理性能测试

a）拉伸性能

取样时，以胎冠中心线为基准，沿纵方向取样品，在冠部厚度(6～10)mm 处切取试样，经切削、打磨使样品厚度不大于 3 mm。将样品裁切，打磨成符合 GB/T 528 的 2 型试样，并标明试样的部位。当胎面花纹特殊不能切取标准尺寸试样时，可按实际情况裁取试样的夹持部分。按 GB/T 528 进行拉伸性能试验。

b）硬度

在胎面切取长度不小于 40 mm，宽度不小于 15 mm，厚度不小于 6 mm 的样品，用 3 个样品叠成试样。按 GB/T 531 测定胎面胶表面硬度可直接在轮胎冠部测定，仲裁时应以样品制成的试样上所得结果为准。

c）耐磨性

阿克隆磨耗试验：以胎冠中心线为基准，沿纵方向切取样品，对胎面胶厚度在 10 mm 及以下的样品，切取 2 个长约 250 mm、宽约(15～20)mm 的试样，并以胎面层表面为试验面；对胎面胶厚度在 10 mm 以上的样品，切取一个长约 250 mm，宽约(15～20)mm 的试样，再从中间平分厚度相同的上、下两层试样，以中间平分面分别作为上、下层试样的磨面。按 GB/T 1689规定裁切、磨削及粘接试样。按 GB/T 1689 进行试验，表示结果。

3）金属与橡胶的粘着强度按 GB/T 7760 的规定测试。

4）成品轮胎耐久性试验测试。

a. 试验设备与精度

试验转鼓的外直径为(1 700±17)mm。试验转鼓的试验面应为光滑的钢质面，表面宽度应大于或等于试验轮胎的断面总宽度。试验机转鼓的表面线速度应满足试验的要求，速度的控制精度应为±0.1 km/h。轮胎的中心轴线应与转鼓中心轴线平行，其精度应不大于

0.5°。试验机转鼓施加给试验轮胎的负荷应满足试验要求，试验负荷的控制精度应为满量程的±1.5%。

b. 试验条件

在整个试验过程中，实验室温度应为(25±5)℃。将试验轮胎安装在标准试验轮辋上，在实验室温度下的停放时间应不小于 72 h，其中包括在 GB/T 2941 规定的标准实验室环境下至少停放 8 h。试验机转鼓的线速度为 10 km/h。试验负荷为 GB/T 16622 中规定的 10 km/h下的负荷。试验轮胎的负荷作用方向应垂直于轮胎与转鼓接触面的切线方向，且应通过安装试验轮胎的车轮中心，角度偏差应控制在 3°以内。轮胎中心轴线应与转鼓中心线平行，轮胎侧偏角应控制在 3°以内。

c. 试验方法

将准备好的试验轮胎和轮辋组合体固定到耐久试验机上，施加表 2-27 规定的第 1 试验阶段试验负荷。以匀加速度启动试验机转鼓到规定的速度。按表 2-27 规定的程序进行试验。运行间隔时间为 5 min，间隔时间内应卸载。

表 2-27　压配式实心轮胎试验程序

试验阶段	1	2	3	4	5
试验负荷/%	50	60	90	100	110
运行时间/min	10	10	10	10	10

d. 判定规则

试验结束后，轮胎不出现下列任一情况判定“通过试验”，出现下列情况之一判定“未通过试验”：起鼓、钢圈与橡胶分离。

5) 轮胎与轮辋的配合尺寸

当给出表 2-28 中列出的轮辋(车轮)直径，则可以从轮辋(车轮)的外周长中减去表 2-28 中给出的，计算出钢圈基部的内周长数值。

表 2-28　轮辋(车轮)直径与“C”值

轮辋(车轮)直径/in	4 至 5 以下	5 至 10 以下	10 至 15 以下	15 至 20 以下	20 至 24 以下	24 及 24 以上
C/mm(in)	1.20(0.047)	1.60(0.063)	2.00(0.078)	2.74(0.108)	3.50(0.138)	5.15(0.203)

钢圈内直径：±0.2 mm。

轮辋(车轮)宽度按规格中的名义宽度公差：$^{0}_{-0.8}$ mm。

轮辋(车轮)直径公差：$^{+0.13}_{0}$ mm。

2. 规格表示方法

压配式实心轮胎规格表示方式及其释义见表 2-29。

表 2-29　压配式实心轮胎规格表示及释义

轮胎规格		轮胎外直径/mm	轮胎断面宽度/mm	轮辋直径/mm
公制/mm	英制/in			
229×127×127	9×5×5	229	127	127

第三章 轮胎试验方法

轮胎的试验方法种类繁多，有的试验属于质量控制试验，有的试验属于研究性的试验，有的试验是建立在质量控制试验的基础上，通过试验的延伸达到研究与开发的目的，可用来寻找技术突破口。

不同的技术组织有属于各自不同的标准体系，每一个标准体系都有它的特点和重点，本章主要介绍国家标准对于轮胎试验方法的要求，同时选取了个别国家标准或行业标准没有的标准，其目的仅仅是介绍以供参考。随着技术的进步，标准的变化非常快，对于标准的理解也相当重要，尤其是通过试验的延伸达到研究与开发的目的，这需要我们通过试验的变化来分别判断轮胎的配方性能和轮胎结构的优劣。

试验方法标准中有一些专用的字词，这些字词均有相对的含义（如：至少、可以等），在试验时一定引起注意。对于轿车轮胎而言，速度是关键，对于载重汽车轮胎而言，载重是重点，但是对于所有轮胎而言，速度都是一个十分重要的核心问题，几乎所有的性能，都以速度为前提，因此，在进行试验时，应密切注意。

另外，由于轮胎成品试验的特点，很少有实验室关心试验数据的精密度。建议不要忽视试验数据的可靠性和准确性，同时还应注意试验方法的灵敏度。

一、通用试验方法

（一）充气轮胎物理性能试验方法

充气轮胎的物理性能试验方法现行国家标准为 GB/T 519—2003《充气轮胎物理性能试验方法》，其是解剖轮胎用的，也适用于对成品轮胎的后期检验。因此，不同轮胎、不同试验目的其试验要求是不同的。以下方法更多的是基本的试验方法，随着子午线轮胎的发展，有一些轮胎部件的检测并没有给出相应的方法，因此对于一些特殊用途轮胎、特殊结构的轮胎以及研究阶段的轮胎，在进行试验时，应注意不要遗漏检测项目，同时还要注意试验结果的可比性。

1. 要求

（1）硫化后的成品在取样前应在室内进行调节。外胎的调节时间不少于 24 h；内胎和垫带的调节时间不少于 12 h。

（2）从成品中所取样品表面不平整或厚度大于相应标准规定时，应按 GB/T 2941 进行切削、打磨。样品厚度小于相应标准规定时，可按样品的实际厚度裁成试样进行试验。

2. 外胎物理性能试验

（1）胶料的物理性能试验

1）拉伸性能

各部位的取样方法如下：

——胎面部分，以胎冠中心线为基准，沿轮胎周向切取样品，冠部胶厚度在小于或等于10 mm的，切取一层中层试样，厚度在10 mm以上的切取中、下两层（冠部花纹特殊、切样方法不在此限）；

——胎侧部分，沿轮胎周向在胎侧部位中部切取样品；

——有足量“胎肩垫胶”的轮胎，可沿轮胎周向的胎肩部位切取“胎肩垫胶”样品，其样品应保证胶料部位的准确性。

——对于子午线轮胎的子口防护胶部位和三角胶芯部位（包括含有上、下两种胶料三角胶芯类型的轮胎）同样可沿轮胎周向分别切取各部位胶料样品，其样品应保证胶料部位的准确性。

建议优先选择GB/T 2941中以切削方式（采用切片机）直接制备标准厚度试样。从各部位所切取的样品厚度应不超过3.5 mm，并应按GB/T 2941打磨成试样所需厚度；也可直接按GB/T 2941切削为试样所需厚度。其样品不能夹带相邻部位的其他胶料和与橡胶粘合的织物。

将切削好或打磨好的样品裁切成符合GB/T 528中的2型试样，并标明试样的部位及层次。

当胎面胶花纹特殊，不能切取标准尺寸试样时，可按实际情况裁取试样的夹持部分。

按GB/T 528进行拉伸性能试验，按GB/T 3512进行老化后的拉伸性能试验。

2）硬度

在胎面各层切取厚度不小于6 mm，长度不小于40 mm，宽度不小于15 mm的样品，或用同一层的最多三个样品，叠成试样。

按GB/T 531测定轮胎各部位胶料的硬度。胎面胶表面硬度可直接在轮胎冠部测定。仲裁时，应以在样品制成的试样上所测得的结果为准。

3）耐磨性能

a. 阿克隆磨耗试验

以胎冠中心线为基准，沿轮胎周向切取样品，见图3-1。

——胎面胶厚度在10 mm及其以下的样品，切取两个长度约250 mm，宽度约(15～20)mm的试样，并以胎面层表面为试验面。

——胎面胶厚度在10 mm以上的样品，切取一个长度约250 mm，宽度约(15～20)mm的样品胶条，再从中间平分相同厚度的上、下两层试样，以中间平分面分别作为上、下层试样的磨面。

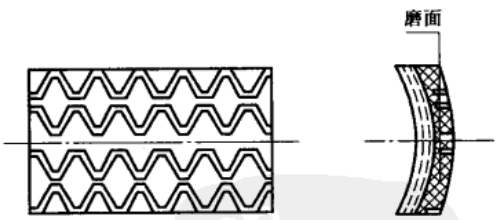


图3-1　阿克隆磨耗试验切取样品示意图

按GB/T 1689的规定裁切，磨削及粘接试样。

按GB/T 1689的规定进行试验。

b. 滑动磨耗试验

按阿克隆磨耗试验相同步骤和部位切取样品。

按HG/T 3836的规定裁切，磨削及粘接试样。试样应标明纵（轮胎周向）、横（轮胎径

向）方向及里、外面，胎面胶的中间平分面（即里面）为磨面，磨耗时的回转方向应与胎面的纵向一致。

按 HG/T 3836 的规定进行试验。

（2）层间粘合强度试验

1）试样

去掉胎侧部分，对称于胎冠中心切取试样，斜交轮胎试样宽为（30±0.5）mm；子午线轮胎试样宽为（32±0.5）mm，试样长约（150～250）mm，详见图 3-2。

将试样上胎面胶花纹部分去掉，保留（4～6）mm，当轮胎胎面基部胶厚度小于 4 mm 时，可采用实际厚度。

轮胎断面宽度大于 185 mm 的，试样的有效剥离长度应不小于 100 mm；断面宽度为 185 mm 及其以下的，试样的有效剥离长度至少为 60 mm，剥离面的中点位于胎冠中心。

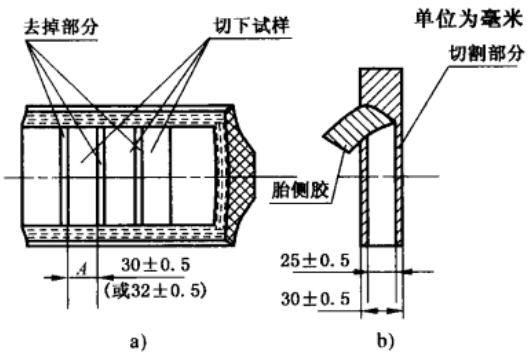


图 3-2　层间粘合强度试验切取试样示意图

2）测定步骤

a. 帘线层间粘合强度

斜交轮胎通常以 2 层或 3 层为一组。仅在测 2～3 层间粘合强度时，以 2 层为一组，子午线轮胎以 2 层为一组，测胎体 1～2 层间粘合强度时，可采用 1 层为一组。

在上述试样一端剥离层间分割开（20～50）mm 的剥离口，为防止进行剥离试验时跳线、窜层，在试样剥离层两侧开一深度均匀的侧口。斜交轮胎试样割口深度为 2.5 mm，子午线轮胎试样割口深度为 3.5 mm，以保证试样的有效剥离宽度为（25±0.5）mm，见图 3-2。在切割试样两侧胶条时不应切断帘线。

按 GB/T 532 测定上述试样的粘合强度，剥离顺序为从内层到外层，层间胶应附在剥离层下方。不应有跳线或接头出现，否则该处剥离值不计入结果。

b. 斜交轮胎胎面胶与缓冲层之间、子午线轮胎胎面胶与带束层之间或子午线轮胎胎面胶与冠带层之间粘合强度

试样为层间粘合强度试样，夹持试样时，胶层应夹在下夹具上。其步骤同帘线层间粘合强度的测定步骤。

c. 胎侧胶与帘布层间粘合强度

试样在轮胎对称部位的胎侧位置并垂直于轮胎周向切取。将试样自胎肩处将胶与胎体帘线层或胶与胎体钢丝帘线层之间分割开（20～40）mm 的剥离口。试验步骤同帘线层间粘合强度的测定步骤。

d. 斜交轮胎胎体帘线层与缓冲帘线层、缓冲帘线层与缓冲帘线层之间的粘合强度

试样为层间粘合强度试样，以 2 层或 3 层帘线为一组，试验步骤同帘线层间粘合强度的测定步骤。

e. 子午线轮胎胎体帘线层与带束层之间、带束层与带束层之间、带束层与冠带层之间和冠带层与冠带层之间的粘合强度

试样为层间粘合强度试样，以2层为一组。试验时胎体帘线层应夹于下夹持器，其余试验步骤同帘线层间粘合强度的测定步骤。

(3) 帘线性能试验

1) 帘线角度的测定

a. 胎冠的帘线角度

斜交轮胎按图3-3的C、D胎冠中心位置各切取一块长度为(80±1)mm，宽度为(50±1)mm的矩形样品。样品的长度方向应和轮胎周向相一致，将样品每两层一组分开制成试样，标明试样层次。

子午线轮胎同样按图3-3的C、D胎冠中心位置各切取一块样品，样品的外形尺寸可参照斜交轮胎，但边长不应小于50 mm。

在试样中心线上画一条纵轴，在纵轴中点附近抽出一根帘线，形成一条痕迹线，用分度为0.5°的量角器在交点上分别测定痕迹线与纵轴形成的夹角α、β，该夹角即为此层的帘线角。测定时量角器的水平轴与试样纵轴重合，详见图3-4中a)。

b. 胎侧的帘线角度

按图3-3的A、B部位，分别标出胎侧中心位置点，以轮胎横向通过所标出的胎侧中心点的最短距离画一直线(应与轮胎直径线重合)，通过这一直线的胎侧中心点做轮胎横向直线的垂线为试样的纵轴。

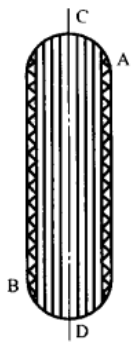


图3-3　胎冠帘线角度测定均取试样示意图

斜交轮胎按图3-3的A、B部位以胎侧中心点为中心，各切取一块边长为(50±0.5)mm的正方形样品，将样品每两层一组分开制成两个试样，标明层次。

子午线轮胎同样按图3-3的A、B部位以胎侧中心点为中心，各切取一块边长大于50 mm的样品，分别制备试样。

抽线的痕迹线应通过试样的中心点。斜交轮胎试样上的痕迹线为弧形线，通过中心点做痕迹线的切线(子午线轮胎不做)，测夹角α、β，方法同胎冠的帘线角度的测量，详见图3-4中b)。

c. 结果表示

以两个试样四个夹角的平均值作为胎冠或胎侧的帘线角。

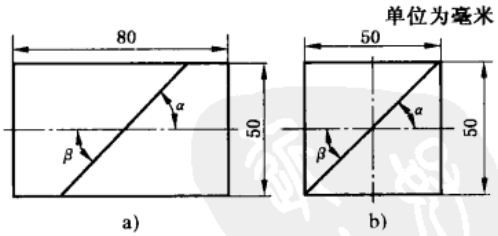


图3-4　胎侧的帘线角度测定示意图

2) 帘线的密度

——在“胎冠的帘线角度”或“胎侧的帘线角度”测定中的试样上选一根帘线，作该帘线的垂线，并在垂线上标出50 mm的宽度，数该宽度内的帘线根数，乘2得到100 mm内的帘线根数，即为相应的帘线密度。

——全钢子午线轮胎胎圈部位胎体钢帘线的密度测定，截取一段长度在100 cm以上的轮胎胎圈部位，然后剥除该部位的子口加强骨架层，使其露出胎体帘线层。用钢卷尺沿胎圈内弧标出100 mm宽度，数出该宽度内钢帘线根数，即为胎圈部位胎体钢

帘线密度。

3）帘线的拉伸性能

a. 取样

——斜交轮胎。取样分奇数、偶数层两类情况。

奇数线层取样时，从胎冠帘线层的第一层上抽取两根相距至少为 40 mm 的帘线，从而得到两条痕迹线。沿该痕迹线切取试样，标明层次。

偶数线层取样时，沿相应层的帘线方向切取宽度至少为 50 mm 的试样，标明层次。

——半钢丝子午线轮胎。取样分胎体帘线、冠带层帘线两类情况：

a）半钢丝子午线轮胎胎体帘线取样，从轮胎胎里的子口部位用刀切割分离出帘线端头和层次，依次抽取各层帘线，标明层次。

b）半钢丝子午线轮胎冠带层帘线取样，沿轮胎冠部中心周向以一定的宽度，切穿胎面胶直至带束钢帘线层部位，然后以带束层和冠带层介面剥取长度在 350 mm 以上的冠带层纤维帘线，依层次抽取冠带层帘线并标明层次。

——全钢丝子午线轮胎。取样分胎体钢帘线、带束层钢帘线两类情况：

a）全钢丝子午线轮胎胎体为钢丝帘线，取样应沿胎体钢丝帘线排列方向，从轮胎胎圈部位胎体钢帘线的反包端点分离出胎体钢帘线并剔除附胶，但不要伤损钢帘线。

b）全钢丝子午线轮胎带束层（包括零度带束层）钢帘线取样，应截取一段 60 mm 左右轮胎，剔除其胎面胶使其露出带束层钢丝帘线，然后从轮胎的两肩带束层钢帘线端点部位依层次分离并剥取各带束层层次钢帘线。

b. 试样要求

所抽取的帘线试样长度应在 350 mm 以上，小规格（断面宽度在 185 mm 及其以下的）轮胎，帘线试样至少长 180 mm。代表每层的帘线数量不应少于 10 根。

c. 试验步骤

a）从纤维子午线轮胎和全钢子午线轮胎上抽取的胎体钢帘线和带束钢帘线均按 GB/T 11181进行钢帘线破断力和破断伸长率的测定。

b）纤维帘线试样试验前应置于温度为（20±2）℃，湿度为 65%±2%条件下调节（24±2）h；人造丝帘线试样应在（105±2）℃的温度下烘（2～3）h，然后置于干燥器内冷却 30 min。

c）用测力精度为 1 N，测伸长值精度为 1 mm 的拉力试验机测定帘线的定负荷伸长率。试验机还应配有自动记录装置。

d）拉伸前帘线应施加规定的预加张力。

e）按不同的试样长度，规定不同的夹持距离；长度≥350 mm 的帘线，夹持距离为 250 mm；180 mm ≤长度＜350 mm 的帘线，夹持距离为 100 mm。

f）以（300±5）mm/min 的速度拉伸帘线直至拉断。

g）帘线打滑或断裂在夹具钳口处，其数值应删除。有效试样数不应少于 10 个。

4）数据处理

试验结果表示为定负荷伸长率或拉断伸长率，用式（3-1）计算：

$$\Sigma=\frac{L_1-L_0}{L_0}\times 100 \quad \cdots\cdots (3\text{-}1)$$

式中：Σ——定负荷伸长率或拉断伸长率，%；L_0——开始试验时，夹持器间的距离

(250 mm 或 100 mm)，mm；L_1——定负荷时的夹持器间的距离或帘线拉断时的夹持器间的距离，mm。

试验结果采用试验步骤中 g)的试样组单根帘线测试记录进行计算。若单根帘线测试记录值与平均值超出±10%，则该数据予以删除。删除后的有效数据应不少于五个。

3. 内胎的物理性能试验

(1) 单层厚度取样方法和单层厚度值

将内胎平叠放在平面上，避开内胎接头和气门嘴部位，相距 90°依次横向截取四个宽度为 25 mm 的试样，在所截取的四个试样的外周合模线附近位置、内周合模线附近位置和上、下模中心附近位置，用厚度计分别测量其厚度。上述 16 点测量的算术平均值为单层厚度值。

(2) 拉伸强度、老化后拉伸强度变化率、拉断伸长率

1) 在上、下模位置分别沿内胎周向切取样品各 10 个。内胎周向为试样长度方向。

2) 将切取好的样品按 GB/T 2941 的规定切削或打磨至标准厚度(胎身厚度小于等于 2.2 mm 的，可直接裁成试样)，在标准实验室环境下调节 16 h 后，按 GB/T 528 中规定的 1 型哑铃状裁刀裁取试样。上、下模位置各裁取 10 个试样，试样应标明方向，试验报告中应注明试样是否经过打磨。

3) 将上、下模位置的试样分别平均分成两组，每组五个试样。

4) 从上、下模位置试样中分别随机抽取一组，按 GB/T 528 的规定分别进行拉伸强度、拉断伸长率试验。

5) 将上、下模位置的另一组试样，任选表 3-1 规定的试验条件，按照 GB/T 3512 的规定分别进行老化后拉伸强度试验，老化后拉伸强度变化率按式(3-2)计算。

表 3-1　老化试验条件

老化试验条件	1	2
老化温度/℃	90±1	70±1
老化时间/h	24	96

$$A_c=\frac{X_0-X_1}{X_0}\times 100 \quad \cdots\cdots (3\text{-}2)$$

式中：A_c——相对于老化前拉伸强度变化率，%；X_0——老化前的拉伸强度，MPa；X_1——老化后的拉伸强度，MPa。

6) 每组试样拉伸强度、拉断伸长率和老化后拉伸强度的试验结果取中值。试验报告的拉伸强度、拉断伸长率值取上、下模位置两个中值的最小值。老化后拉伸强度变化率上模和下模两个值分别计算，取其绝对值中的最大值。

(3) 接头部位的拉伸强度

1) 在胎身冠部、基部和上、下模四个部位的中心接头位置，沿内胎周向各切取一个样品。内胎周向为试样长度方向。

2) 样品应按 GB/T 2941 规定打磨至标准厚度(样品厚度小于等于 3 mm 的，可直接裁成试样)，将打磨后样品在标准实验室环境下调节 16 h 后，裁切为 GB/T 528 中规定的 1 型哑铃状试样，接头位置应处于哑铃状试样的工作标线之内。取接头位置邻近两点厚度的平均值作为试样厚度。

3）按 GB/T 528 规定的试验方法试验，试验报告值取四个值的最低值。

（4）热拉伸变形

1）采用 GB/T 528 中规定的 1 型哑铃状裁刀，在内胎上、下模位置，按内胎周向各切取一个试样，印标线间距为(25±0.1)mm 的标线。

2）将试样拉伸至标线间距为 37.5 mm 时固定，然后在温度为(105±2)℃的热空气老化箱中放置 5 h。取出后在 GB/T 2941 规定的标准实验室环境下调节 2 h，去掉张力，并停放 8 h 后，测量标线间距，按式(3-3)计算热拉伸变形，取两个试样试验结果的最大值。

$$S_r=\frac{L_t-L_0}{L_0}\times 100 \quad \cdots\cdots (3\text{-}3)$$

式中：S_r——热拉伸变形，%；L_0——初始试验标线间距，mm；L_t——试验后的试验标线间距，mm。

（5）撕裂性能

在内胎上、下模位置分别沿内胎径向切取撕裂性能样品各五个。内胎径向为试样长度方向。

将切取的样品按照 GB/T 2941 的规定，切削或打磨成标准厚度样品（胎身厚度小于或等于 2.2 mm 的可直接裁成试样），并在标准实验室环境下调节 16 h 后，按照 GB/T 529 裁切成试样并进行试验。

（6）硬度

在内胎上切取长度不小于 40 mm，宽度不小于 15 mm 的样品，将样品叠成厚度为 6 mm 以上的试样。按 GB/T 531 进行试验。

（7）脆性温度

在内胎上切取样品，按 GB/T 1682 进行试验。

（8）气门嘴胶垫与金属气门嘴、气门嘴胶垫与胎身胶的粘合强度

1）气门嘴胶垫与金属气门嘴粘合强度。

a. 有底盘弯嘴金属气门嘴与气门嘴胶垫粘合强度：在气门嘴试样的底盘中部保留一条宽(15±0.5)mm 胶条，切除其余部分，将带嘴的一面沿底盘边缘切开胶与金属界面，注意不应损伤底盘胶，在底盘中心垂直切断胶条，制成两个试样。将金属气门嘴紧固在一端带有孔径 12 mm 的金属板上（见图 3-5），金属板的另一端夹于试验机上夹持器，把剥离胶条呈 180°夹于下夹持器按 GB/T 532 进行试验，两个试样所得的数值都应达到标准规定值，试验结果取其中的最小值，单位：kN/m。

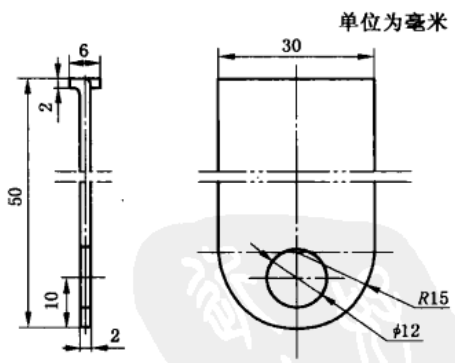


图 3-5　有底盘弯嘴金属气门嘴与气门嘴胶垫粘合强度测定用金属板示意图

b. 直杆气门嘴与气门嘴包胶粘合力：在气门嘴胶垫中心部位保留宽(15±0.5)mm 的胶条，其余部分去掉（见图 3-6），然后沿胶条宽两侧将胶垫底部和直杆包胶切至金属嘴表面，分别切取对称的两等份（见图 3-7）。

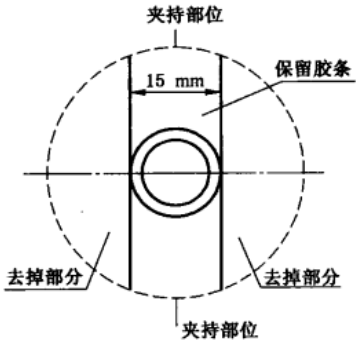


图 3-6　直杆气门嘴与气门嘴包胶粘合力试样俯视示意图

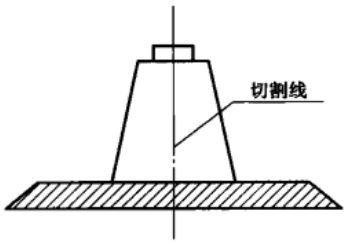


图 3-7　直杆气门嘴与气门嘴包胶粘合力试样侧面示意图

把试样横穿在夹具上(见图 3-8),再将夹具放在拉力试验机的上夹持器上,把试样另一端的胶条夹在下夹持器上。剥离试验的牵引速度为(50±5)mm/min。

两个试样分别进行剥离试验,在剥离试验中要求保持呈 90°角剥离状态,剥离到胶与金属嘴脱离为止。

在试验过程中,若气门嘴包胶被拉断,粘合力以胶拉断时负荷计算。

粘合力值以两个试样试验数值的最低值表示,单位:N。

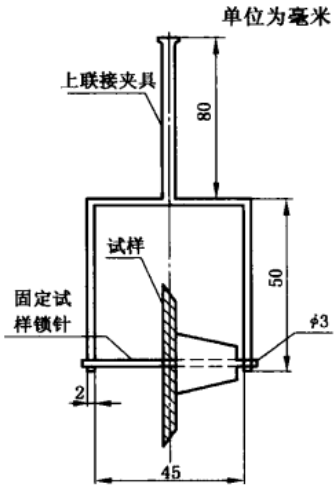


图 3-8　直杆气门嘴与气门嘴包胶粘合力试样安装示意图

2) 气门嘴胶垫与胎身胶的粘合强度

从内胎上切取气门嘴胶垫样品,在气门嘴任意两侧对称并且平行部位的胶垫上制备宽度为(10±0.5)mm 的试样各一个,在试样的胶垫与胎身胶的结合面分别开(20～30)mm 的口,将胶垫与胎身分别夹于上、下夹持器,按 GB/T 532 进行试验,粘合强度值以两个试样试验数值的最低值表示,单位:kN/m。

剥离中如果胶层被拉断,此时粘合强度大于胶层的拉伸强度,表示结果时应加以说明。

4. 垫带物理性能试验

(1) 拉伸性能

在垫带中间位置沿垫带周向切取样品,按 GB/T 2941 进行切削或打磨并进行试样调节后,裁切成 10 个符合 GB/T 528 中规定的 1 型哑铃状试样。

按 GB/T 528 进行拉伸性能试验。按 GB/T 3512 进行老化后的拉伸性能试验。

(2) 硬度

在垫带中间切取长度不小于 40 mm,宽度不小于 15 mm 的样品,将样品叠成厚度不小于 6 mm 的试样,按 GB/T 531 进行试验。

5. 轮胎内衬层渗透性分析测定方法

轮胎圆周均匀取四个点按以上方法进行试样切取和观测。

在图 3-9 所示胎肩防擦线下截断轮胎,按圆周方向切开胎肩,切口要清晰(用虎钳把断

块夹住，并施以压力，用新裁刀把它切断）。

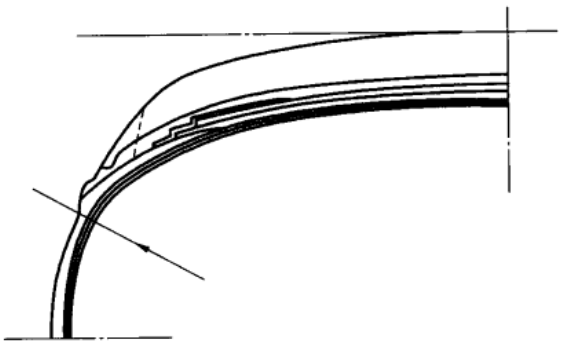


图 3-9　轮胎截断面示意图

在 10 倍以上的放大镜下进行检测。将所得结果与图 3-10 所示进行对比。以内衬层胶渗入帘线间的程度的百分比进行结果判定。

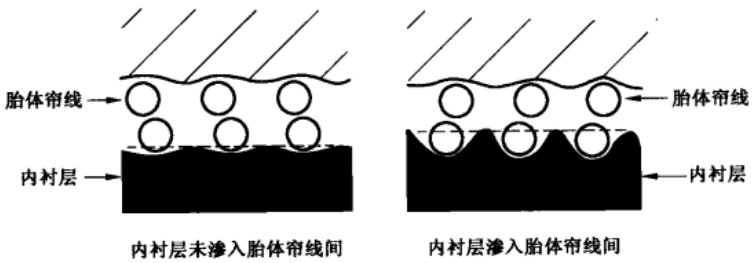


图 3-10　内衬层与胎体帘线间示意图

（二）轮胎外缘尺寸测量方法

轮胎外缘尺寸的测量方法很多，而且差异也比较大，这与轮胎尺寸的一些定义有关。

GB/T 6326 规定外缘尺寸为轮胎安装在规定轮辋上，充气到规定压力时所测出的轮胎外周长、断面宽度等外形尺寸。断面宽度为轮胎断面两外侧之间的最大距离，不包括标志、装饰线和防擦线所增加的宽度。总宽度为轮胎断面两外侧之间的最大距离，包括标志、装饰线和防擦线所增加的宽度。断面高度为轮胎胎圈底部至胎面最高点的垂直距离。

显然，GB/T 6326 并没有明确规定标准意义上的外缘尺寸，而仅仅对外缘尺寸作了定义。因此从文字的表面意义上来看，条件不同可测量到不同的外缘尺寸。为此，为了规定标准的外缘尺寸，我们可以重新定义，具体如下：

断面宽度：在测量前 24 h 充气到推荐压力从而将充气胀大考虑进去的无负荷、新胎的宽度，不包括标志、防擦线和装饰线。

总宽度：在测量前 24 h 充气到推荐压力从而将充气胀大考虑进去的无负荷、新胎的宽度，包括标志、防擦线和装饰线。

轮胎最大总（胀大的）宽度：包括制造公差、充气胀大和使用胀大的总宽度。

断面高度：包括 24 h 充气胀大的径向横断面的高度，通常作为外直径与轮辋名义直径之间差的二分之一来计算。

高宽比：轮胎断面高度与断面宽度的比值乘 100。

外直径：安装在试验轮辋上并充气到推荐压力，包括 24 h 充气胀大的无负荷、新胎的最

大部分外直径。外直径的测量是一项比较有争议的测试，通常我们采取测量轮胎外周长，然后除以π得到；但是严格意义上讲，轮胎不是一个几何圆，这种测量的前提是将轮胎认定为几何圆，因此我们认为在测试原理上存在不严谨之处，建议调整。

事实上，在GB/T 521—2003中，规定了外缘尺寸的测量条件和试验方法。

1. 测量工具及其精度要求

1）轮胎气压表：±10 kPa；

2）钢板尺和金属卷尺（不带弧度）：±1 mm；

3）游标卡尺：±0.02 mm；

4）卡钳；

5）百分表。

2. 测量条件

（1）轮胎硫化后应在室温下停放24 h以上。充气前，应在（18～36）℃室温下停放3 h以上。

（2）轮胎应安装在测量轮辋（标准轮辋）上，并按规定充气。

（3）轮胎充气后，在（18～36）℃室温下停放24 h以上。测量前应对停放后的轮胎进行气压测定，如气压下降，需重新调整到规定的气压，停放15 min后立即对轮胎的充气压力进行确认并进行测量。

3. 测量方法

（1）轮胎外周长

用金属卷尺沿胎冠中心线或靠近中心线最高处绕轮胎一周，测量外周长。测量值单位为毫米，取整数。

（2）轮胎断面宽度

选取没有标志、装饰线和防擦线的胎侧部位，用游标卡尺或卡钳，在轮胎圆周大约四等分处测量四点的断面宽度。若不能避免，测量时包括了标志、装饰线和防擦线等时，应将测量值减去由此增加的宽度。

（3）轮胎花纹沟深度

用游标卡尺（或专用量具）测量。测量时，应避开胎面磨耗标志。游标卡尺（或专用量具）应保持与花纹沟底部相互垂直。

纵向花纹轮胎，在轮胎圆周四等分处的四点上测量靠近胎冠中心线的花纹沟深度。

横向和越野花纹轮胎，对有磨耗标志的轮胎，沿磨耗标志圆周线，测量轮胎圆周四等分处四点上的花纹沟深度；对无磨耗标志的轮胎，在胎肩到胎冠中心线间1/2处，测量轮胎圆周四等分处四点上的花纹沟深度。

（4）胎面磨耗标志的高度

在对应四处胎面磨耗标志的部位，测量四点花纹沟深度及相应四点的胎面磨耗标志距胎面高度。用游标卡尺（或专用量具）测量。测量花纹沟深度时，游标卡尺（或专用量具）应保持与花纹沟底部相互垂直。测量胎面磨耗标志距胎面的高度时，游标卡尺（或专用量具）应保持与胎面磨耗标志上平面相互垂直，并对准磨耗标志的中间位置。

（5）垫带厚度

用百分表分别测量垫带中部和垫带边缘2 mm处的厚度。分别测量垫带圆周四等分处

四点。

(6) 垫带展平宽度

将垫带展平后，用钢板尺测量其宽度，测四处。

(7) 内胎外周长

将内胎气体排尽，放在平面上对折成半圆环后，用卷尺测量其外半周长。所得值乘 2，为内胎外周长。

(8) 内胎平叠断面宽度

用钢板尺压平横断面，沿内胎径向圆周四等分的四处测量其宽度。

4. 数据计算与处理

(1) 轮胎外直径

轮胎的外径按式(3-4)计算：

$$D=\frac{L}{\pi} \quad \cdots\cdots (3\text{-}4)$$

式中：D——轮胎外直径，mm；L——轮胎外周长，mm；π——圆周率，取 3.14。

轮胎外直径的数据结果取整数。

注：轮胎不是几何圆，因此建议采用直接测定多处轮胎外直径，取平均值的办法。

根据 SAE 的定义，外直径 overall(outside)diameter 指安装在试验轮辋上并充气到推荐压力，包括 24 h 充气胀大的无负荷、新胎的最大部分外直径。外直径应测量其最大值。

(2) 轮胎断面宽度、轮胎花纹沟深度、垫带展平宽度、垫带厚度

轮胎断面宽度、垫带展平宽度取四点的算术平均值，测量值单位为毫米，取整数位。

轮胎花纹沟深度、垫带厚度取四点的算术平均值，测量值单位为毫米，修约到小数点后一位。

(3) 胎面磨耗标志高度

胎面磨耗标志高度按式(3-5)计算：

$$D_{PR}=D_P-H_P \quad \cdots\cdots (3\text{-}5)$$

式中：D_{PR}——胎面磨耗标志高度，mm；D_P——花纹沟深度，mm；H_P——胎面磨耗标志距胎面高度，mm。

取四点的算术平均值，修约到小数点后一位。

(4) 内胎外周长和平叠断面宽度

内胎外周长和平叠断面宽度测量值单位为毫米，取整数位。

平叠断面宽度取四点的算术平均值，取整数位。

5. 试验报告

1) 制造厂名称、商标、轮胎规格、生产编号；

2) 轮胎负荷指数或最大负荷，轮胎气压；

3) 轮胎外周长、外直径、轮胎断面宽度；

4) 轮胎花纹沟深度、胎面磨耗标志到胎面的高度、胎面磨耗标志高度；

5) 垫带厚度、垫带展平宽度；

6) 内胎外周长、平叠断面宽度；

7) 试验轮辋；

8)试验条件、试验日期。

（三）汽车轮胎动平衡试验方法

静平衡与力偶平衡之间的区别可以归结为以下三点：

——静平衡表示在二维平面内的轮胎质量分布状况，力偶平衡指轮胎质量在第三维的分布状况，因此也可把前者称为单面平衡，而后者则为双面平衡。

——质量分布平衡性是通过测量其所产生的力或力矩间接地评定的，静平衡作为力的平衡进行测定，而力偶平衡则作为力矩的平衡予以认可的。

——静不平衡量可以单独进行测量，但力偶不平衡量和静不平衡量同存于动不平衡量中，需要通过运算将力偶不平衡量和静不平衡量从测量值中分解出来。

所以，轮胎平衡试验按测量项目分为静平衡试验和动平衡试验两类。

静平衡试验可以采用测量静止轮胎（呈水平姿态或站立姿态）圆周上的不平衡重力的方法，也可通过测量旋转轮胎上的不平衡离心力的方法。动平衡试验只能在轮胎旋转时进行，通过测量它的不平衡离心力和不平衡力矩，获得轮胎的静不平衡量、力偶不平衡量和它们的重点位置。也就是说，静平衡试验只能测定轮胎的静不平衡，而动平衡试验能测定静和力偶两者的不平衡。

1. 定义

除下述定义外，GB/T 18505—2001《汽车轮胎动平衡试验方法》还使用 GB/T 6326 中的定义。

（1）静不平衡量

轮胎质量乘重心偏心距，单位：g·cm。

注：当轮胎旋转时，静不平衡产生垂直于旋转轴的离心力，可用下式表示：

$$F_S = m \times e \times \left(\frac{\pi n}{30}\right)^2 \times 10^{-5}$$

式中：F_S——不平衡离心力，N；m——轮胎质量，g；e——重心偏心距，cm；n——转速，r/min；π——圆周率。

由于轮胎在离心力作用下会发生变形，故可将重心偏心距作为转速的函数。

（2）力偶不平衡量

轴向惯量减去径向惯量后乘以轮胎主惯性轴线与轮轴中心线之间的夹角（夹角用弧度表示，当 α 很小时，$\alpha \approx \sin\alpha$）再除以校正面间距。

注：当轮胎按恒定转速旋转时，力偶不平衡产生垂直于轮轴的力矩，可用下式表示：

$$M = (I_a - I_d) \times \sin\alpha \times \left(\frac{\pi n}{30}\right)^2 \times 10^{-7}$$

式中：M——不平衡力矩，N·m；I_a——轴向惯量，g·cm²；I_d——径向惯量，g·cm²；α——主惯性轴线与轮轴中心线之间的夹角，(°)；n——转速，r/min；π——圆周率。

由于轮胎在离心力作用下会发生变形，故可将轴向惯量和径向惯量作为转速的函数。

（3）校正面

供平衡配重用的轮胎两侧对称的两个旋转平面（在呈水平姿态的轮胎上可分为上校正面和下校正面）。

（4）校正半径

轮胎平衡配重中心位置至轮轴中心线的距离。用式(3-6)计算校正半径。

$$R=2.54\times D/2+1.27 \quad \cdots\cdots (3\text{-}6)$$

式中：R——校正半径，cm；D——轮辋直径代号。

(5) 校正面间距

两个校正面之间的距离。用式(3-7)计算校正面间距。

$$W=C+1.905 \quad \cdots\cdots (3\text{-}7)$$

式中：W——校正面间距，cm；D——轮辋宽度，cm。

(6) 校正面不平衡质量

按照矢量相加的平行四边形法则求得的，同一校正面上的静不平衡质量(静不平衡量除以校正半径)和力偶不平衡质量(力偶不平行量除以校正半径)的合成量。校正面不平衡量的合成见图 3-11。用式(3-8)计算上校正面不平衡质量和用式(3-9)计算下校正面不平衡质量。

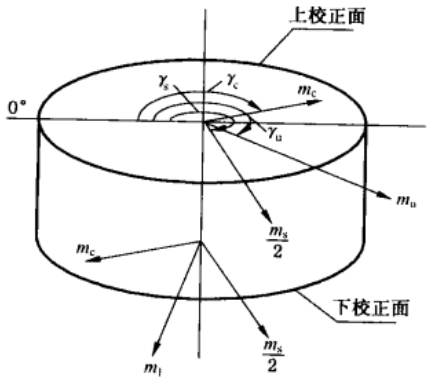


图 3-11　校正面不平衡质量的合成

$$m_u=\left[\left(\frac{U_s}{2R}\right)^2+\left(\frac{U_c}{R}\right)^2-2\times\frac{U_s}{2R}\times\frac{U_c}{R}\times\cos(180°-\gamma_s+\gamma_c)\right]^{\frac{1}{2}} \quad \cdots\cdots (3\text{-}8)$$

$$m_l=\left[\left(\frac{U_s}{2R}\right)^2+\left(\frac{U_c}{R}\right)^2-2\times\frac{U_s}{2R}\times\frac{U_c}{R}\times\cos(\gamma_s-\gamma_c)\right]^{\frac{1}{2}} \quad \cdots\cdots (3\text{-}9)$$

式中：m_u——上校正面不平衡质量，g；m_l——下校正面不平衡质量，g；m_s——静不平衡质量，g；m_c——力偶不平衡质量，g；U_s——静不平衡量，g·cm；U_c——力偶不平衡量，g·cm；R——校正半径，cm；γ_s——静不平衡的重点位置角，(°)；γ_c——力偶不平衡的重点位置角，(°)。

(7) 重点位置角

产生不平衡的重点与指定的基准点之间的圆周夹角，用式(3-10)计算上校正面的重点位置角，用式(3-11)计算下校正面的重点位置角。

$$\gamma_u=\gamma_c\pm\cos^{-1}\left\{\frac{1}{2m_uU_c/R}\left[m_u^2+\left(\frac{U_c}{R}\right)^2-\left(\frac{U_s}{2R}\right)^2\right]\right\} \quad \cdots\cdots (3\text{-}10)$$

$$\gamma_l=\gamma_c+180°\pm\cos^{-1}\left\{\frac{1}{2m_lU_c/R}\left[m_l^2+\left(\frac{U_c}{R}\right)-\left(\frac{U_s}{2R}\right)^2\right]\right\} \quad \cdots\cdots (3\text{-}11)$$

式中：γ_u——上校正面不平衡的重点位置角，(°)；γ_l——下校正面不平衡的重点位置角，(°)；

其他符号的解释与式(3-8)和式(3-9)的相同。

注：在式(3-10)和式(3-11)中，两个角度的叠加按照以力偶不平衡的重点位置角为起点，顺时针方向者相加和逆时针方向者相减的方法进行计算。

2. 试验机

(1) 试验机为轮胎专用的动平衡试验机。它采取测量轮胎旋转时的不平衡离心力和力矩的方式，求得轮胎的不平衡量和重点位置角。

(2) 轮轴转速应在(200～500)r/min 范围内，可根据测力传感器的灵敏度选定，但转速精度应在测量转速的±0.5%范围内。

(3) 试验机的量程指示精度应符合表 3-2 中的要求。

表 3-2 试验机的量程指示精度

测量参数	静不平衡量/(g·cm)	力偶不平衡量/(g·cm)	校正面不平衡质量/g	重点位置角/(°)
指示精度	±1	±1	±0.1	±1

(4) 在装配好轮胎并给它充气后的试验轮辋上,放置质量不小于 50 g 的砝码(同型号试验机的标定砝码质量应相同)进行标定试验时,试验机的测量精度应符合表 3-3 中的要求。

表 3-3 试验机的测量精度

测量参数	静不平衡量	力偶不平衡量	校正面不平衡质量	重点位置角/(°)
测量精度	基准值的±2%	基准值的±4%	基准值的±4%	±5

3. 试验条件

(1) 试验现场的环境温度应保持在(5～40)℃之间,试验轮胎应在(5～40)℃环境温度下至少停放 3 h。

(2) 试验的轿车轮胎应符合 GB 9743 或 GB/T 2978 中的规定,微型和轻型载重汽车轮胎应符合 GB 9744 或 GB/T 2977 中的规定。

(3) 试验用轿车轮辋的宽度应符合 GB 9743 或 GB/T 2978 规定的试验轮胎规格的标准轮辋宽度,试验用微型和轻型载重汽车轮辋的宽度应符合 GB 9744 或 GB/T 2977 中规定的标准轮辋宽度。试验用轮辋的标定直径应符合 GB/T 3487 中的规定。但为了便于装卸及使轮胎胎圈正确就位,试验轮辋的标定直径可以略小于标准轮辋的标定直径,其差值应不大于 1.2 mm。

(4) 试验用轮辋的残余静不平衡量应小于 100 g·cm,残余力偶不平衡应小于 80 g·cm。试验前,应在试验机上测量试验用轮辋和轮轴组合体的不平衡量和重点位置角。

(5) 为保证轮胎在试验轮辋上正确就位,可在轮胎胎圈或轮辋胎圈座或两者的表面均匀涂以适当的润滑剂。

(6) 轿车轮胎的测量气压为 200 kPa,微型和轻型载重汽车轮胎的测量气压为轮胎单胎最大负荷对应的气压的 80%。测量气压的允许偏差应在±10 kPa 范围内。

4. 试验步骤

(1) 将轮胎安装在动平衡试验机上,给轮胎充气,使得轮胎能充分膨胀并在轮辋上正确就位,然后调整到试验条件中规定的测量气压。

(2) 给试验机设定轮胎不平衡的校正半径和校正面间距。

(3) 使轮胎按试验机中规定的转速旋转,测量静不平衡量和力偶不平衡量沿轮胎圆周的分布。

(4) 从测量值中减去轮辋和轮轴组合体的不平衡量,其差的最大值分别为轮胎的静不平衡量和力偶不平衡量。该最大值在轮胎圆周上的位置分别为上述两个不平衡量的重点位置角。

(5) 计算轮胎的上、下校正面不平衡质量及其重点位置角。

(6) 使轮胎停止旋转。需要时在轮胎胎侧上打印重点或轻点标记,但两种标记应有

区别。

5. 试验记录

除轮胎生产线上的大批量产品质量检验可以酌情选择外，其他的轮胎动平衡试验应记录以下数据：

1）轮胎的厂牌、规格、负荷指数或层级、生产编号；

2）试验轮辋规格；

3）轮胎测量气压；

4）轮轴转速；

5）静不平衡量、力偶不平衡量和上、下校正面的不平衡质量及其重点位置角；

6）试验日期。

（四）汽车轮胎均匀性试验方法

随着汽车工业对车速的要求不断提高，汽车在高速行使时，要求有良好的行驶平稳性，这就要求尽量提高轮胎的均匀性，因为均匀性差的轮胎在转动时，将受到来自路面异常力和周期变化的反作用力，这将直接影响轮胎的行驶性能，如：使行驶方向发生偏移，严重降低汽车的操纵稳定性，导致车辆异常振动，影响汽车的乘坐舒适性和安全性，产生周期性的噪声，加速轮胎的磨损，易产生轮胎偏磨现象等等。正因为如此，现在国内很多汽车和轮胎厂商都提出了对轮胎均匀性进行控制的要求，并且有不断强化的趋势，如：对于轮胎刚性均匀性，一些企业除了对径向力波动（RFV）、侧向力波动（LFV）、锥度效应（CON）、角度效应（PLY）等指标控制外，还对径向力一次谐波（RFH_1）、径向力二次谐波（RFH_2）、侧向力一次谐波（LFH_1）、侧向力二次谐波（LFH_2）等指标进行控制。总而言之，控制轮胎不均匀性已成为汽车使用方和轮胎供应商的共同要求，尽管对轮胎刚性均匀性的控制水平因汽车性能、轮胎规格和使用条件而有差异，但试验方法应是相同的。以下将国家标准 GB/T 18506—2001 规定的方法加以介绍。

1. 定义

（1）均匀性

在静态和动态条件下，轮胎圆周特性恒定不变的性能。

注：虽然均匀性可包括轮胎的不平衡、跳动和力的波动等，但本处仅指轮胎力的波动。

（2）峰间值

在规定频带宽度之内，每转中测量信号的最大值与最小值之差。

（3）旋转方向

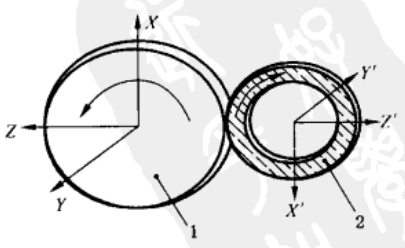
以顺时针方向（图 3-12 所示轮胎旋转方向）为正转，逆时针方向为反转。

（4）径向力波动（RFV）

受载轮胎在固定负荷半径和恒定速度下，每转一周自身反复出现的径向力（图 3-12 的 Z 轴）的波动值。

（5）侧向力波动（LFV）

受载轮胎在固定负荷半径和恒定速度下，每转一周自身反复出现的侧向力（图 3-12 的 Y 轴）的波



1——转鼓；2——轮胎。

图 3-12　力参照轴系统

动值。

(6) 侧向力偏移(LFD)

直行自由滚动的受载轮胎在固定负荷半径和恒定速度下,每转一周侧向力的平均值。

注:RFV、LFV和LFD正转时记为RFV_1、LFV_1、和LFD_1,反转时记为RFV_2、LFV_2、和LFD_2。

(7) 锥度效应(CON)

不因轮胎旋转方向改变而改变符号的侧向力偏移。

$CON=0.5(LFD_1+LFD_2)$

(8) 角度效应(PLY)

随着轮胎旋转方向改变而改变符号的侧向力偏移。

$PLY=0.5(LFD_1-LFD_2)$

(9) 试验转鼓

旋转的圆筒形飞轮。

2. 试验设备

(1) 总要求

1) 轮胎专用均匀性试验设备应该包括:

a. 主轴,装有可调宽度轮辋,轮胎可简便地安装在该轮辋上;

b. 试验转鼓,其轴与主轴平行;

c. 给轮胎加负荷的装置,该装置在试验过程中能使轮胎与转鼓间的轴距保持恒定;

d. 当轮胎和转鼓以规定的速度旋转时,有测量径向力和侧向力的装置。

2) 主轴与转鼓轴在 10 kN 径向力和 0.5 kN 侧向力的作用下的平行度应保持低于0.25 mm/m。

3) 该设备应有顺时针和逆时针两种旋转方向的装置。

4) 该设备应具有在(10～250)r/min 之间转动轮胎的能力。

5) 测定侧向力和径向力波动的仪器的精度的允许偏差为±2.5 N。

(2) 结构共振频率

试验设备的支承结构和部件设计应使在测量频率范围内,固有频率的影响不致使测量参数发生超过 10%的变化。

(3) 外界振动

为了使环境对测量参数的影响减到最小,应使试验设备有充分的隔振。

3. 试验条件

(1) 温度

室温应控制在(5～40)℃之间。若轮胎温度不在(5～40)℃范围内,应将轮胎停放在该室内,直至其达到上述温度为止。

(2) 轮胎

试验轮胎应符合 GB 9743、GB/T 2978 的规定。

(3) 试验轮辋

1) 试验轮辋的宽度应符合 GB 9743、GB/T 2978 规定的标准轮辋的宽度。

2) 试验轮辋的标定直径和轮廓一般应与标准直径和轮廓相符,但为便于装卸及使轮胎胎圈正确就位以获得可重现的数据,也可作如下修改:

a. 试验轮辋的标定直径等于标准轮辋的标定直径的规定值减去 1.2 mm；

b. 试验轮辋的胎圈座圆角半径小于 2.5 mm，但轮缘高度不小于 9.6 mm。

3）试验轮辋的两个胎圈座的直径差小于 0.1 mm。

4）试验轮辋胎圈座径向和侧向偏差小于 0.05 mm。

5）试验轮辋在负荷下运行时，胎圈座处任何方向的挠度应小于 0.125 mm。

6）试验轮辋两个表面的对称性公差应小于 0.05 mm。

7）试验轮辋的静态残余不平衡量小于 100 g·cm，动态残余不平衡量小于1 000 g·cm^2。

8）应避免使用胎圈座有凸峰的轮辋。

（4）试验转鼓

1）转鼓的外直径为 854 mm，允许偏差为±2.5 mm。

2）转鼓的不圆度小于 0.05 mm。

3）转鼓的静态残余不平衡量小于 500 g·cm，动态残余不平衡量小于 5 000 g·cm^2。

4）转鼓应配有高摩擦力、粗糙的外表面，鼓面的宽度应大于被试验轮胎的印痕。

（5）试验气压

试验时轮胎充气压力为 200 kPa，允许偏差为±10 kPa。

（6）试验负荷

1）标准负荷型轮胎的试验负荷，由标准负荷型轮胎负荷指数在表 3-4 中查得，试验负荷允许偏差为±50 N。

2）增强负荷型轮胎的试验负荷，由增强负荷型轮胎负荷指数减去 4 在表 3-4 中查得，试验负荷允许偏差为±50 N。

表 3-4　试验负荷与负荷指数关系表

负荷指数		试验负荷/N	负荷指数		试验负荷/N
起	止		起	止	
30	35	800	84	91	4 000
36	43	1 000	92	99	5 000
44	51	1 250	100	107	6 300
52	59	1 600	108	116	8 000
60	67	2 000	117	123	10 000
68	75	2 500	124	131	12 500
76	83	3 150	132	140	16 000

（7）试验转速

试验机主轴转速为 60 r/min。

（8）其他

1）轮胎和试验转鼓表面应保持清洁，不得有油泥之类的污染。

2）试验轮胎若因储存、包装和运输造成轮胎局部变形，可以采用适当的预热程序以使变形减少到可接受的程度。

3）为了保证轮胎在轮辋上正确就位，可以在轮胎胎圈或轮辋胎圈座或两者上涂以适当

的润滑剂。

4. 试验步骤

(1) 按试验轮辋的规定选取和调整试验机的轮辋。

(2) 将轮胎安装在轮辋上，充气至试验气压。

(3) 使试验机主轴按试验转速规定的速度旋转，移动试验转鼓使其靠上轮胎，直至达到规定的负荷，保持主轴与转鼓轴的距离恒定不变。使主轴顺时针方向和逆时针方向各旋转二周以上，测量并记录下列数据：径向力波动 RFV_1；侧向力波动 LFV_1；侧向力偏移 LFD_1；径向力波动 RFV_2；侧向力波动 LFV_2；侧向力偏移 LFD_2；锥度效应 CON；角度效应 PLY。

(4) 将试验转鼓移离轮胎，使轮胎放气，并将轮胎从轮辋上卸下。

5. 试验记录

轮胎均匀性试验，需要时可记录以下参数：

1) 轮胎的生产厂名、商标、规格、结构、负荷指数和生产编号；

2) 试验轮辋规格；

3) 轮胎试验气压；

4) 试验负荷；

5) RFV、LFV、LFD、CON、PLY；

6) 试验日期。

(五) 汽车轮胎滚动阻力试验方法

国家标准 GB/T 18861—2002 规定了测量汽车轮胎滚动阻力的试验方法。

轮胎的滚动阻力可以说是由构成轮胎的主要材料——橡胶和其他有机材料在转动中，由于受到反复形变作用，造成能量损失而产生的，此外，也有空气阻力和路面与轮胎间的机械阻力，但仅占总阻力的 5%左右。橡胶一般被称作具有弹性和黏性两种性质的“黏弹体”，由于具有黏性，变形时的能量不可能完全恢复，其中一部分以热能的形式被消耗，即产生滞后损失。

轮胎的滚动阻力受温度、磨耗、速度充气压力及负荷等影响，因此在试验时，应严格控制有关的试验参数，以保证试验数据的重现性和再现性。

试验时可以发现，滚动阻力随时间的延长而减小，在测定开始后的 15 min 左右几乎不再改变，可以看到轮胎的表面温度随时间的延长而增高，大约在 15 min 时达到饱和。由此可见，滚动阻力与温度有密切的关系。这是因为在滞后损失要素中，橡胶的 $\tan\delta$ 值对温度有依赖性。温度越高，橡胶的 $\tan\delta$ 值越小。因此，凉轮胎刚开始转动时，其 $\tan\delta$ 值大，滚动阻力也增大。但随着因滚动阻力而生热引起轮胎内部升温，$\tan\delta$ 值减小，滚动阻力也减小了。当然，大轮胎(热容量大的轮胎)滚动阻力达到饱和时需要的时间也长。一般来说，载重汽车和客车轮胎滚动阻力达到饱和时约需要行驶 2 h，乘用车轮胎约需要行驶 30 min。由于滚动阻力受温度影响，所以滚动阻力试验机应放置在温度受控的室内，室温变化在±1℃的范围内。同理，因冬天路面的温度较低，轮胎滚动阻力也比夏天的大。虽然受轮胎种类的影响，但一般来说，环境温度增加 10 ℃，可使滚动阻力降低 5%～10%。

一般来说，随着轮胎磨耗的增加，滚动阻力减小。轮胎产生磨耗后，其胎面橡胶的体积减少，且轮胎各部件使用的橡胶随时间产生微小的变化，$\tan\delta$ 值减小。经过一定距离的行驶后，胎面花纹沟减少，大约减少 3 mm 时，滚动阻力比新胎时要降低 20%～30%。因此，

不能把新胎与半旧的轮胎直接加以比较来评价新胎滚动阻力的高低。

滚动阻力对速度的依赖性因轮胎结构而异。在低于 100 km/h 左右的速度以内，轮胎的滚动阻力缓慢增大，超过 100 km/h 后的高速区内，滚动阻力显著增加。高速区内滚动阻力显著增加的原因是因为应变能急剧增加的结果，一般可从驻波现象来理解，临界速度主要取决于轮胎结构的刚性大小及充气压力的高低。轮胎刚性大、充气压力高时，其临界速度也提高。不同速度级别的轮胎，不能直接进行滚动阻力的比较，尤其高速性能的轮胎与普通速度的轮胎。

一般而言，滚动阻力随充气压力的增加而减少，但减少的程度因负荷不同而异。高负荷(150%标准负荷)时，减少的程度大，低负荷(50%标准负荷)时减少的程度小。轮胎的曲挠量决定了应变能的大小，但轮胎的曲挠量由充气压力和负荷来决定。因此滚动阻力基本取决于轮胎的曲挠量，可以用曲挠量来调整充气压力及负荷的影响。但曲挠量相同的轮胎其尺寸大者应变能却偏小，因此最好能用与轮胎尺寸有关的负荷率来讨论。

轮胎的滚动阻力试验方法分为室内试验和室外道路试验，在室外道路试验条件下，其方法有如下几类：

A，以恒定速度牵引车辆；

B，使车辆滑行，测其间速率；

C，测量汽车驱动轴上保持一定车速所需的力矩。

由于不容易将其他摩擦力从试验结果分离开来，因此道路法测定轮胎滚动阻力是比较困难的；另外由于挂车的惯性，恒速下的恒牵引力很难准确控制，同时受道路的横纵坡度、车轮轴承的摩擦力、气候等因素的影响，加上轮胎的温度几乎不可控制，因而，在通常情况下，室内试验的测定值将更加准确。另外，匀速方法和减速度法都是目前国际使用比较多的试验方法，但是对于精确判断或预测轮胎的滚动阻力，匀速方法的影响因素更少一些，且对于试验设备和操作人员的要求以及试验成本更加实用，如果需要进行减速度法，那么两者之间的差异及其原因应加以分析和判断。具有代表性的试验是 SAE J1269 和 SAE J2452。

1. 测量方法

按照测量参数的区分，本试验方法提供以下四种测量方法，供选用。但无论选用何种方法，都应将测量数据换算成作用于轮胎与转鼓接触面的滚动阻力值。这四种测量方法是：

1）测力法：测量轮轴上的反作用力；

2）扭矩法：测量转鼓的输入扭矩；

3）功率法：测量转鼓的输入功率；

4）减速度法：测量转鼓和轮胎轮辋组合体在惯性滑行时的减速度。

2. 试验设备

(1) 设备组成和特征

试验设备主要由转鼓为主的路面驱动系统，将试验轮胎压在转鼓外周表面上的加负荷装置和检测试验数据的测量装置组成。由于轮胎滚动阻力系数较小，因此轮胎滚动阻力的测量必然是在存在较大力(主要是负荷)的情况下测量很小的力，这就要求试验设备必须有较高的精度。

(2) 性能要求

1）转鼓直径

转鼓的外直径为(1 700±17)mm

2) 转鼓表面品质

转鼓的外周表面应为光滑的钢质面或有纹理面,且应保持清洁。在钢质光滑的转鼓外周表面上沿横向测量的轮廓算术平均偏差应不大于 6.3 μm。转鼓的外周表面若用有纹理面代替光滑钢质面时,其纹理深度为 180 μm。

3) 转鼓宽度

转鼓表面宽度应大于试验轮胎的行驶面宽度。

4) 试验轮辋

试验轮辋的宽度应符合相应标准规定的试验轮胎规格的测量轮辋宽度(标准轮辋宽度)。轿车轮辋的宽度应符合 GB 9743 或 GB/T 2978 的规定,载重汽车轮辋的宽度应符合 GB 9744 或 GB/T 2977 的规定。

试验轮辋的偏差应符合以下要求:胎圈座处的最大径向跳动不大于 0.5 mm;轮缘处的最大轴向跳动不大于 0.5 mm。

5) 定位和精度

a. 定位

试验轮胎的负荷作用方向应垂直于轮胎与转鼓的接触中心平面,且应通过车轮的中心,允许偏差如下:在测力法和减速度法中为不大于 0.06°(1 mrad);在扭矩法和功率法中为不大于 0.29°(5 mrad)。

车轮中心平面应垂直于轮胎与转鼓的接触中心平面。在任何一种测量方法中,车轮外倾角均应不大于 0.11°(2 mrad)。

试验轮胎与转鼓的接触中心的前进方向应平行于车轮的中心平面。在任何一种测量方法中,试验轮胎的侧偏角均应不大于 0.06°(1 mrad)。

b. 控制精度

除了由于试验轮胎和轮辋的不均匀性引起的扰动外,试验设备应能够测量各变量在以下范围内的变化值。

a) 轮胎试验气压:±3 kPa;

b)试验负荷:±20 N;

c) 试验速度(转鼓外周表面速度):在测力法中为±0.5 km/h;在扭矩法、功率法和减速度法中为±0.2 km/h;

d) 时间:±0.02 s;

e) 角速度:测量值的±0.2%。

在采用测力法时,应使用以下方法之一消除负荷与轮轴力之间的交扰和加负荷方向偏差对轮轴力的影响:

a) 通过测量试验轮胎在正转和反转时的轮轴力,再用"正转"值减去"反转"值,然后除以 2 的计算结果作为补偿后的轮轴力值;

b) 通过试验设备的标定,求出负荷与轮轴力的补偿系数修正测量值。

c. 仪器精度

用于测量和记录试验数据的仪表应具有下述范围内的精度。

a) 轮胎试验气压:±1 kPa;

b) 试验负荷：±10 N；

c) 试验速度：±0.1 km/h(各种试验方法)；

d) 环境温度：±0.2℃；

e) 时间：±0.01 s；

f) 角速度：测量值的±0.1%；

g) 轮轴力：±0.5 N；

h) 转鼓输入扭矩：±0.5 N·m；

i) 电功率：±10 W；

j) 轮轴中心至鼓面的距离：±1 mm。

3. 试验条件

(1) 环境温度

环境温度应在轮轴中心线的延长线上，距轮胎胎侧表面 1 m 处测量。标准环境温度为 25 ℃，若环境温度不能达到标准温度时，则允许在(20～30)℃的环境温度范围内进行试验，但应将试验数据按式(3-17)修正为标准环境温度下的轮胎滚动阻力值。

(2) 转鼓表面温度

在试验开始时，转鼓外周表面的温度应接近环境温度。

(3) 试验气压

标准的滚动阻力试验采用轮胎闭气试验。轿车轮胎的试验开始气压应等于 GB 9743 或 GB/T 2978 规定的该规格轮胎的最大负荷对应的气压减去 30 kPa 后的值。载重汽车轮胎的试验开始气压应为 GB 9744 或 GB/T 2977 规定的该规格轮胎的最大单胎负荷对应的气压。试验开始气压的控制精度应符合本试验方法中的规定。

(4) 试验负荷

轿车轮胎的标准试验负荷应为 GB 9743 或 GB/T 2978 规定的该规格轮胎的最大单胎负荷的 80%。载重汽车轮胎的标准试验负荷应为 GB 9744 或 GB/T 2977 规定的该规格轮胎的最大单胎负荷的 85%。试验负荷的控制精度应符合本试验方法中的规定。

(5) 试验速度

试验速度以转鼓的外周表面速度为准。轮胎的试验速度应符合表 3-5 中的要求。轿车轮胎和单胎负荷指数不大于 121，速度符号 N 及其以上的载重汽车轮胎有单速试验和多速试验两种，可任选其一或两者皆用。多速试验应按低速至高速顺序连续进行。各种试验速度均应控制在本试验方法中控制精度给出的精度范围内。

表 3-5　试验速度

轮胎类型			试验速度/(km/h)	
			单速试验	多速试验
轿车轮胎			80	50、90 和 120
载重汽车轮胎	单胎负荷指数≤121	速度符号 N 及其以上	80	50、90 和 120
		速度符号 M 及其以下		--
	单胎负荷指数>121	速度符号 K～M(含 K 和 M)	80	--
		速度符号 F～J(含 F 和 J)	60	--

(6) 时间和速度变量

当采用减速度法时，运行时间的增量应不大于 0.5 s，试验速度的变量应不大于1 km/h。

(7) 选用试验条件

若需要进行轮胎气压、负荷和速度对轮胎滚动阻力的敏感度试验，宜采用以下试验条件。

轮胎滚动阻力随速度、负荷、充气压力以及其他因素而改变。通过不同试验条件下的轮胎试验，即可获得以上因素对轮胎滚动阻力的影响规律。本处给出的选用试验条件都是供上述目的使用的。除非在标准的正文中引用，选用试验条件不能代替标准试验条件。

1) 速度敏感度试验条件

轿车轮胎和单胎负荷指数不大于 121 的载重汽车轮胎，在 50 km/h、90 km/h 和 120 km/h 三个试验速度下进行试验，即可测定轮胎滚动阻力与速度的关系。试验采用闭气试验，且应按上述速度顺序连续进行。测量前的轮胎最少升温行驶时间见表 3-6。

表 3-6 速度敏感度试验用轮胎最少升温行驶时间

轮胎类型	最少升温行驶时间/min		
	50 km/h	90 km/h	120 km/h
轿车轮胎	30	20	20
单胎负荷指数≤121 的载重汽车轮胎	60	30	30

2) 负荷和气压敏感度试验条件

供测定轮胎滚动阻力与负荷和气压关系用的轿车轮胎的试验负荷和试验气压组合见表 3-7。载重汽车轮胎的试验负荷和试验气压组合见表 3-8。试验按组号顺序进行。测量前的轮胎最少升温行驶时间见表 3-9。

表 3-7 轿车轮胎的试验负荷和试验气压的组合

组号	试验负荷 (轮胎最大负荷的百分数)	试验气压 (轮胎最大负荷对应的气压的修正值)
1	50%	+70 kPa(调压试验)
2	50%	−30 kPa(调压试验)
3	90%	+70 kPa(调压试验)
4	90%	−30 kPa(调压试验)

表 3-8 载重汽车轮胎的试验负荷和试验气压的组合

组号	试验负荷 (轮胎最大单胎负荷的百分数)	试验气压 (轮胎最大单胎负荷对应的气压的百分数)
1	100%	100%(闭气试验)
2	100%	95%(调压试验)
3	75%	70%(调压试验)
4	50%	120%(调压试验)
5	25%	70%(调压试验)

表 3-9　负荷和气压敏感度试验用轮胎最少升温行驶时间

轮胎类型		最少升温行驶时间/min				
		组合 1	组合 2	组合 3	组合 4	组合 5
轿车轮胎		30	10	10	10	—
载重汽车轮胎	负荷指数≤121	60	15	15	15	15
	负荷指数>121	90	30	30	30	30

4. 试验步骤

(1) 试运行

将试验轮胎安装在试验轮辋上，按规定的试验气压充气，然后将其安装在试验机上，按规定的试验负荷和试验速度试运行。轿车轮胎和单胎负荷指数不大于 121 的载重汽车轮胎的试运行时间不少于 1 h，单胎负荷指数大于 121 的载重汽车轮胎试运行时间不少于 2 h。

(2) 冷却

将轮胎与轮辋组合体停放在试验现场，使试验轮胎冷却到环境温度。轿车轮胎和单胎负荷指数不大于 121 的载重汽车轮胎的冷却时间为 3 h 以上，单胎负荷指数大于 121 的载重汽车轮胎的冷却时间为 6 h 以上。

(3) 调整气压

检查试验轮胎的气压，使其符合本试验方法对试验气压的规定，并于 10 min 后进行复查以保证轮胎规定的试验气压。

(4) 升温

按本试验方法规定的试验负荷和试验速度给试验轮胎作升温行驶，直至它的滚动阻力值趋于稳定。最少升温行驶时间见表 3-10。

表 3-10　最少升温行驶时间

轮胎类型			最少升温行驶时间/min			
			单速试验	多速试验		
				50 km/h	90 km/h	120 km/h
轿车轮胎			30	30	20	20
载重汽车轮胎	单胎负荷指数≤121	速度符号 N 及其以上	60	60	30	30
		速度符号 M 及其以下	60	—	—	—
	单胎负荷指数>121		90	—	—	—

(5) 测量

1) 测力法或扭矩法或功率法的测量

在试验轮胎完成升温行驶后立即进行测量。测量时间不超过 3 min。数据采样次数应满足通过求平均值的方法减少轮胎不均匀性影响的需要。测量参数如：轮胎试验气压；试验负荷；试验速度；环境温度；轮轴力和轮轴中心至鼓面的距离(测力法)或转鼓输入扭矩(扭矩法)或转鼓输入功率(功率法)(见图 3-13)。

2) 减速度法的测量

在试验轮胎完成升温行驶后，先切断转鼓电动机电源，在试验轮胎按本试验方法规定的

试验速度滚动时，测量以下参数值：轮胎试验气压；试验负荷；试验速度；环境温度；试验轮胎角减速度；转鼓角减速度；轮轴中心至鼓面的距离（见图 3-14）。

（6）测量附加损失

1）用分离法测量附加损失

当选用分离法测量值作为附加损失时，为了使试验轮胎的滚动阻力减小到可以忽略不计，应使试验轮胎在转鼓上按本试验方法规定的试验速度滚动而不滑动的条件下，将试验负荷减少到最小，例如：50 N，然后测量轮胎试验气压，试验负荷，试验速度，环境温度，轮轴力和轮轴中心至鼓面的距离（测力法）或转鼓输入扭矩（扭矩法）或转鼓输入功率（功率法）参数值。测量时间不超过 3 min。

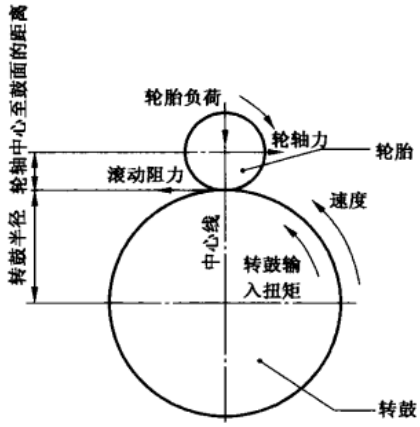


图 3-13　无附加损失时的转鼓与轮胎系统简图

2）用机器法测量附加损失

当选用机器法测量值作为附加损失时，应将试验轮胎移开鼓面，使转鼓仍按本试验方法规定的试验速度转动，然后测量试验速度、转鼓输入扭矩（扭矩法）或转鼓输入功率（功率法）。

3）减速度法中的附加损失测量

当采用减速度法时，应在试验轮胎虽已移开鼓面和转鼓电动机已切断电源，但两者仍按本试验方法规定的试验速度转动时，测量试验速度、试验轮胎角减速度和转鼓角减速度。

5. 数据处理

（1）附加损失的扣除

1）分离法测量值的扣除

当采用测力法或扭矩法或功率法且以分离法测量值作为附加损失时，从测得的轮轴力或转鼓输入扭矩或转鼓输入功率值中减去测得的分离法对应值，其差值即为轮轴力净值（F_r）或转鼓输入扭矩净值（T）或转鼓输入功率净值（W）。

2）机器法测量值的扣除

当采用扭矩法或功率法且以机器法测量值作为附加损失时，从测得的转鼓输入扭矩或转鼓输入功率值中减去测得的机器法对应值，其差值即为转鼓输入扭矩净值（T）或转鼓输入功率净值（W）。

3）减速度法中的附加损失的扣除

当采用减速度法时，先将测得的试验轮胎角减速度值和转鼓角减速度值用式（3-12）计算附加损失，然后将其代入式（3-16）中减去。

$$F_P = I_D(\Delta\omega_{v0}/\Delta t_0)/R + I_r(\Delta\omega_{P0}/\Delta t_0)/R_r \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3\text{-}12)$$

式中：F_P——附加损失，N；I_D——转鼓转动惯量（参见本试验方法中 8），kg·m²；I_r——试验轮胎与轮辋组合体转动惯量，kg·m²；R——转鼓半径，m；R_r——试验轮胎自由半径，m；$\Delta\omega_{v0}/\Delta t_0$——无试验轮胎的转鼓在惯性转动时的角减速度，rad/s²；$\Delta\omega_{P0}/\Delta t_0$——无负荷的试验轮胎在惯性转动时的角减速度，rad/s²。

（2）滚动阻力的计算

1）测力法滚动阻力的计算

将按本试验方法的规定求得的轮轴力净值代入式(3-13)，计算试验轮胎的滚动阻力。

$$F_r = F_t[1+(r_L/R)] \quad \cdots\cdots (3\text{-}13)$$

式中：F_r——试验轮胎的滚动阻力，N；F_t——轮轴力的净值，N；r_L——轮轴中心至鼓面的距离，m；R——转鼓半径，m。

2）扭矩法滚动阻力的计算

将按本试验方法的规定求得的转鼓输入扭矩净值代入式(3-14)，计算试验轮胎的滚动阻力。

$$F_r = T/R \quad \cdots\cdots (3\text{-}14)$$

式中：F_r——试验轮胎的滚动阻力，N；T——转鼓输入扭矩的净值，N·m；R——转鼓半径，m。

3）功率法滚动阻力的计算

将按本试验方法的规定求得的转鼓输入功率净值代入式(3-15)，计算试验轮胎的滚动阻力。

$$F_r = 3.6\,W/U_n \quad \cdots\cdots (3\text{-}15)$$

式中：F_r——试验轮胎的滚动阻力，N；U_n——试验速度，km/h；W——转鼓输入功率的净值，W。

4）减速度法滚动阻力的计算

将按本试验方法的规定测得的试验轮胎角减速度、转鼓角减速度和求得的附加损失代入式(3-16)，计算试验轮胎的滚动阻力。

$$F_r = I_D(\Delta\omega_v/\Delta t)/R + RI_T(\Delta\omega_v/\Delta t)/R_r^2 + M_{AP}/R_r - F_P \quad \cdots\cdots (3\text{-}16)$$

式中：F_r——试验轮胎的滚动阻力，N；F_P——附加损失，N；I_D——转鼓的转动惯量，kg·m²；I_T——试验轮胎与轮辋组合体的转动惯量，kg·m²；$\Delta\omega_v/\Delta t$——转鼓角减速度，rad/s²；M_{AP}——试验轮胎的空气阻力矩，N·m；R——转鼓半径，m；R_r——试验轮胎的滚动半径，m，$R_r = R(\Delta\omega_v/\Delta t)/(\Delta\omega_P/\Delta t)$；$\Delta\omega_P/\Delta t$——试验轮胎角减速度，rad/s²。

5）滚动阻力值的修正

环境温度在 20 ℃～30 ℃范围内但并非在 25 ℃的条件下测得的轮胎滚动阻力值，均应用式(3-17)进行修正。

$$F_{r25} = F_r[1+k(t_{amb}-25)] \quad \cdots\cdots (3\text{-}17)$$

式中：F_{r25}——在标准环境温度(25 ℃)下的轮胎滚动阻力，N；F_r——在实际环境温度(t_{amb})下的轮胎滚动阻力，N；t_{amb}——实际测量时的环境温度，℃；k——轮胎滚动阻力的温度修正系数，轿车轮胎和负荷指数≤121 的载重汽车轮胎：$k=0.01$，负荷指数＞121 的载重汽车轮胎：$k=0.006$。

6）标准环境温度下的滚动阻力系数的计算

将试验轮胎在标准环境温度(25℃)下的滚动阻力值，代入式(3-18)计算试验轮胎的滚动阻力系数。

$$C_{r25} = F_{r25}/L_m \quad \cdots\cdots (3\text{-}18)$$

式中：C_{r25}——试验轮胎在标准环境温度(25℃)下的滚动阻力系数；F_{r25}——试验轮胎在标准环境温度(25℃)下的滚动阻力，N；L_m——轮胎试验负荷，N。

6. 试验记录

轮胎滚动阻力试验记录应包括以下内容：

1）试验轮胎的制造厂名、厂址、商标、规格、负荷指数或层级、速度符号、生产编号；

2）试验用轮辋规格；

3）设备名称及其型号；

4）转鼓直径和转鼓表面品质；

5）转鼓的转动惯量、试验轮胎与轮辋组合体的转动惯量和试验轮胎的自由半径(减速度法)；

6）测量方法种类和附加损失类别；

7）试运行时间、冷却时间和升温行驶时间；

8）试验开始和终止时的轮胎气压；

9）每次测量的轮胎试验负荷、试验速度、环境温度、轮轴力和轮轴中心至鼓面的距离(测力法)、转鼓输入扭矩(扭矩法)、转鼓输入功率(功率法)、转鼓角减速度和试验轮胎角减速度(减速度法)；

10）试验轮胎在标准环境温度(25℃)下的滚动阻力和滚动阻力系数；

11）试验日期。

7. 转鼓转动惯量和轮胎与轮辋组合体转动惯量的确定方法

为获得可靠的试验结果，本处介绍了确定转鼓转动惯量和轮胎与轮辋组合体转动惯量的几种方法，供采用减速度法测量轮胎滚动阻力时选用。

(1) 转鼓转动惯量的确定

1）测试法

a. 试验装置

该试验装置由质量和轴承摩擦力都很小的定滑轮，已知质量(50～100)kg 的砝码和钢丝绳及连接件组成。见图 3-14。

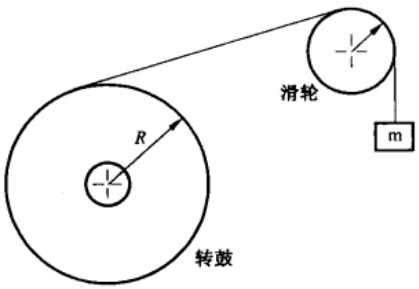


图 3-14　转鼓的转动惯量试验装置示意图

b. 原理

将力学原理应用于图 3-14 所示的系统可得式(3-19)(滑轮轴承的摩擦力矩忽略不计)：

$$I_D=(mgR-C)/(\Delta\omega_D/\Delta t)-mR^2-I_PR^2/r^2 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (3\text{-}19)$$

式中：I_D——转鼓的转动惯量，kg·m²；m——砝码质量，kg；g——重力加速度，取 9.81 m/s²；R——转鼓半径，m；C——转鼓轴承的摩擦力矩，N·m；$\Delta\omega_D/\Delta t$——转鼓的角加速度，rad/s²；I_P——滑轮的转动惯量，kg·m²；r——滑轮半径，m。

c. 方法

将质量已知的砝码挂在钢丝绳的一端，转鼓便在砝码重力的作用下转动，通过安装在转鼓轴上的角度编码器和计时器就可以测得转鼓的角加速度。当砝码获得足够的动量之后，将钢丝绳与转鼓分开，再测量转鼓的角减速度。它与转鼓轴承摩擦力矩的关系可用式(3-20)表示如下：

$$C=I_D(\Delta\omega_D/\Delta t)_{dec} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (3\text{-}20)$$

式中：C——转鼓轴承的摩擦力矩，N·m；I_D——转鼓的转动惯量，kg·m²；

$(\Delta\omega_D/\Delta t)_{dec}$——转鼓的角减速度，rad/s²。

将式(3-20)代入式(3-19)，得到转鼓转动惯量的计算式(3-21)如下：

$$I_D=[mgR-(mR^2+I_PR^2/r^2)/(\Delta\omega_D/\Delta t)]/[(\Delta\omega_D/\Delta t)+(\Delta\omega_D/\Delta t)_{dec}] \quad (3\text{-}21)$$

式中的符号释义见式(3-19)和式(3-20)。

2）估算法

先计算出转鼓各部件的转动惯量，再求出它们之和。如式(3-22)：

$$I_D=I_f+I_d+I_r \quad (3\text{-}22)$$

式中：I_D—转鼓的转动惯量，kg·m²；I_f——转鼓法兰盘的转动惯量，kg·m²；I_d——转鼓盘的转动惯量，kg·m²；I_r——转鼓加强筋的转动惯量，kg·m²。

(2) 轮胎与轮辋组合体转动惯量的确定

1）弹簧法

a. 试验装置

该装置由转动摆和扭簧组成。见图 3-15。

b. 原理

当转动摆从平衡位置摆动角度 θ 时，转动摆的自由运动方程为式(3-23)：

$$I_0(d^2\theta/dt^2)+k\theta=0 \quad (3\text{-}23)$$

式中：I_0——转动摆的转动惯量，kg·m²；θ——摆角，rad；t——时间，s；k——弹簧刚度，N·m。

转动摆的自由振动周期由式(3-24)计算：

$$T_0=2\pi(I_0/k)^{1/2} \quad (3\text{-}24)$$

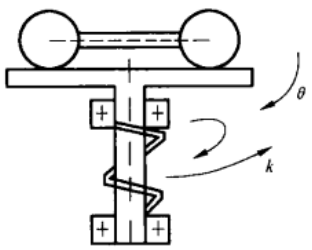


图 3-15　弹簧法试验装置示意图

式中：T_0——转动摆的自由振动周期，s；I_0——转动摆的转动惯量，kg·m²；k——弹簧刚度，N·m。

c. 方法

将试验轮胎与轮辋组合件平置于转动摆上(见图 3-15)，测量转动摆的振动周期，再用式(3-25)计算试验轮胎与轮辋组合体的转动惯量。

$$I_T=k(T_1^2-T_0^2)/4\pi^2 \quad (3\text{-}25)$$

式中：I_T——试验轮胎与轮辋组合体的转动惯量，kg·m²；k——弹簧刚度，N·m；T_1——有试验轮胎与轮辋组合体时的转动摆的振动周期，s；T_0——转动摆的自由振动周期，s。

2）绳摆法

a. 试验装置

将长度完全相等的两根钢丝绳，上端固定，下端悬挂试验轮胎与轮辋组合体。见图 3-16。

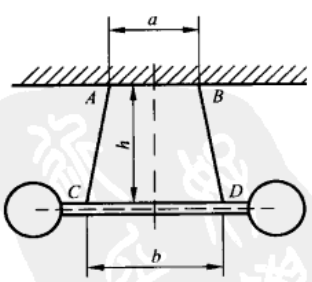


图 3-16　绳摆法试验装置示意图

b. 原理

图 3-16 所示的试验轮胎与轮辋组合体的转动惯量可用式(3-26)计算。

$$I_T=\tau^2\times Wab/4\pi^2h \quad (3\text{-}26)$$

式中：I_T——试验轮胎与轮辋组合体的转动惯量，kg·m²；τ——扭摆振动周期，s；W——试验轮胎与轮辋组合体的重量，N；a——A 点与 B 点（见图 3-16）之间的距离，m；b——C 点与 D 点（见图 3-16）之间的距离，m；h——AB 线与 CD 线（见图 3-16）之间的距离，m。

c. 方法

将试验轮胎与轮辋组合体悬挂在图 3-16 所示的两根钢丝绳上，使其做扭转摆动，测量该系统的扭摆振动周期，再用式(3-26)计算试验轮胎与轮辋组合体的转动惯量。

（六）轮胎水压试验方法

HG/T 2186—1991《轮胎水压试验方法》规定了轮胎水压试验的方法。

1. 试验装置

本试验可以采用手动液压泵或机动液压泵或蓄能器为轮胎提供升压水源，用内径不小于 6 mm、长度不大于 10 m 的耐压管将该水源引至与轮胎的气门嘴相连接，用压力仪表测量该管路中的水压。

对压力仪表的选择，应保证在测定条件终止压力时的相对误差不大于±3%。压力仪表应具有检验合格证。在使用中的压力仪表应定期进行检查和校准。

管路中的水压的脉动引起压力仪表指示值的波动不得超过同条件下管路水压测量值的 7%。

试验用轮辋应是水压试验专用且与轮胎相应的标准轮辋。轮辋轮廓的形状和尺寸应符合 GB/T 2883、GB/T 3372、GB/T 3487、GB/T 12939 的规定，并能经受住试验压力。

2. 试验方法

(1) 试验条件

轮胎水压试验应在 5 ℃以上的自然环境温度中进行。

用清水作为试验介质，水压试验的水温为(5～40)℃。

轮胎需在 5℃以上的自然环境温度条件下停放 24 h 以上方能做试验。

对无内胎轮胎允许装上内胎以后做试验。

(2) 试验步骤

把符合 HG/T 2177 规定的合格轮胎安装在试验装置中规定的轮辋上，卸下气门芯，将轮胎气门嘴与水源连接，并排出轮胎和管路中的空气。

先给轮胎充满水，用规定的装置使轮胎水压缓慢增加(升压速度不超过 300 kPa/min)，当管路中的水压值达到轮胎最大负荷的相应气压的数值时，暂停升压 3 min，检查轮胎与轮辋的着合是否正常，输水管路是否有泄漏。经检查正常后，所有人员撤到安全区(或给轮胎盖好安全罩)，在确保安全的条件下，按规定的升压速度继续提高轮胎内压至轮胎爆破为止。记录轮胎爆破时的压力测量值。

(3) 试验失败

由于试验故障使试验压力未能达到轮胎最大负荷相应的气压的三倍时，允许用原试样重复做试验(但重复试验不得超过两次)，否则应另取试样重试。

3. 升压速度

升压速度系指 1 min 中的压力(kPa)升值(kPa/min)。

(1) 最小升压速度

试验终止压力低于或等于 2 500 kPa 者为 60 kPa/min。

试验终止压力高于 2 500 kPa 者为 80 kPa/min。

(2) 最大升压速度

试验终止压力低于或等于 2 500 kPa 者为 150 kPa/min。

试验终止压力高于 2 500 kPa 者为 200 kPa/min。

4. 计算公式

读取压力仪表指示值的中间值作为压力的测量值。

轮胎安全倍数以式(3-27)计算：

$$K=\frac{p}{S} \quad \cdots\cdots (3\text{-}27)$$

式中：K——轮胎安全倍数；p——在轮胎爆破时管路中压力测量值，kPa；S——轮胎最大负荷的相应气压，kPa。如有单、双胎气压时，以单胎气压计算。

5. 试验报告

试验报告应包括以下内容：

1) 轮胎商标、厂名、结构、规格、层级、骨架材料和生产编号；

2) 轮辋规格；

3) 试验条件和试验日期；

4) 试验中异常情况；

5) 试验结果：包括爆破压力、安全倍数以及损坏部位等。

(七) 轮胎静负荷性能测定方法

HG/T 2443—1993《轮胎静负荷性能测定方法》规定了轮胎静负荷性能测定的方法。

1. 测试条件

(1) 测试的轮胎在硫化后必须停放 24 h 以上。测试前，必须在(18～36)℃室温下停放 3 h 以上。

(2) 轮胎的外观质量必须符合 HG/T 2177 或 GB 9743 和 GB 9744 的规定。

(3) 轮胎的气压、负荷，标准轮辋必须符合现行的轮胎标准的规定(当规定有单、双胎两种使用条件时，则用单胎负荷及相应气压)。

气压允许偏差：340 kPa 及其以下者±10 kPa；

340 kPa 以上者±20 kPa。

负荷允许偏差：±2%。

轮胎气压表分度不大于 20 kPa。

(4) 轮胎充气后，在(18～36)℃室温下停放 24 h 以上，测量停放后的轮胎气压。如气压下降，重新补充至规定的气压，停放 15 min 后即可进行测试。

(5) 试验机的承压平面必须垂直于轮胎的受力方向。

2. 测量与计算

(1) 要求

测量和计算结果按照 GB/T 8170 规定进行修约。

(2) 测量

将符合标准测试条件规定的轮胎安装在试验机上，按照 GB/T 521 规定测量轮胎外直

径和断面宽度。

将轮胎承压部位涂上印油，在轮胎与承压面之间铺放一张白纸，启动试验机，给轮胎施加负荷至规定值，持续 15 min 后，测量轮胎负荷下静半径和断面宽度。

(3) 计算

取出印痕纸后，用求积仪求出印痕面积(cm^2)，计算取整数。

1) 下沉量的计算

下沉量(mm)＝充气轮胎断面高－负荷下轮胎断面高度，精确到小数点后一位。

其中：充气轮胎断面高(mm)＝(充气轮胎外直径－轮辋名义直径)/2

负荷下轮胎断面高度(mm)＝负荷下轮胎静半径－轮辋名义直径/2

2) 下沉率的计算

下沉率(%)＝(下沉量/充气轮胎断面高)×100，精确到小数点后一位。

3) 硬度系数的计算

硬度系数＝负荷/(印痕面积×轮胎气压)，精确到小数点后两位。

4) 单位面积平均压力的计算

单位面积平均压力(kPa)＝负荷/印痕面积，取整数。

5) 接地系数的计算

接地系数＝印痕长轴/印痕短轴，精确到小数点后两位。

(八) 轮胎惯性滑行通过噪声测试方法

GB/T 22036—2008《轮胎惯性滑行通过噪声测试方法》规定了在惯性滑行条件下，测量安装在试验车辆或拖车上轮胎噪声的测试方法。适用于行驶的试验车辆或拖车在惯性条件下测量轮胎噪声。试验结果是在规定试验条件下测得的轮胎噪声客观量，即 A 声级。

1. 术语及其定义、符号和术语缩写

ISO 4223-1 确立的术语和定义及下列相关符号和术语缩写适用于GB/T 22036—2008。

(1) 轮胎分类

C1 轿车轮胎。

C2 单胎负荷指数小于或等于 121，速度级别为 N 及以上的载重汽车轮胎。

C3 单胎负荷指数小于或等于 121，速度级别为 M 及以下的载重汽车轮胎或单胎负荷指数为 122 及以上的载重汽车轮胎。

(2) LI(负荷指数)

LI 是在轮胎厂规定的使用条件下，在速度符号所标明的速度下所能承受的最大负荷的数字代号。对于没有负荷指数的轮胎，应参考胎侧标记的最大负荷。

2. 试验场地

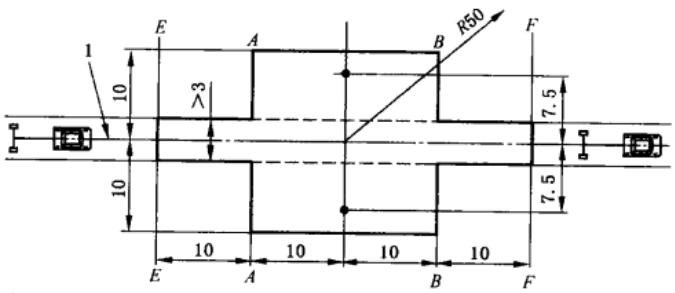
试验场地应有连续的水平区域组成，在声源和传声器之间自由声场的条件应该达到在 1 dB 以内。应满足在试验区域中心 50 m 以内的范围内没有大的声音反射物体的条件，如：栅栏、岩石、桥梁或建筑物等。

试验路面(包括孔隙)，在整个测量过程中应该是干燥、清洁的，试验区域和道路表面应符合 ISO 10844 的要求，如图 3-17 所示。

3. 测量仪器

(1) 声学测量仪器

声压级计或等效的测试系统应至少符合 IEC 60651：2001 中对第 1 类型设备的要求。测量应使用“A”频率计权特性和“F”时间计权特性。



1——行驶中心线；

• ——传声器位置；

$A—A$，$B—B$，$E—E$，及 $F—F$ 是参考线。

注：车辆或拖车应以规定的速度行驶。

图 3-17　测量区域和传声器位置

测量开始时，声压级计的校准应该按照仪器生产厂的说明书进行检查和调节，并用标准声源（如活塞发生器）进行校准，试验结束时重新检查和记录。校准设备应符合IEC 60942：1997 中相应的第 1 类型规定的要求。

在进行测量时，如果通过校准的声压级计每次测得的数据误差（变化范围）超过 0.5 dB，该试验视为无效，校准时的读数应记录在试验报告中。

声压级计和校准设备应该在间隔不超过 1 年的时间内根据 IEC 60651：2001 和 IEC 60942：1997 的要求进行检验。

应根据仪器制造厂的要求使用防风罩。

试验场地和表面应符合 ISO 10844 要求，如图 3-17 所示，另外，在图 3-17 所示的半径范围内没有声学反射物。

（2）传声器

试验中使用两个传声器，车辆（或拖车）的两侧各一个，在传声器附近，应该没有声反射物，并且声源与传声器之间没有任何人站留。进行测量的观察者也应站在不致影响仪器测量结果的位置。

传声器应该布置在离地面高（1.2±0.02）m，距离车辆行驶中心线（7.5±0.05）m 处，其参考轴线应保持水平并垂直指向车辆行驶中心线。

（3）温度测量

1）总论

对于空气和试验路面温度，温度计或其他温度测量仪的精度应该在±1 ℃以内。红外温度测量仪不能用来测量空气温度。

应记录所使用的温度传感器类型。

可以通过仪器设备对温度进行连续记录。如果条件不允许，也可以进行单值测量和记录。

空气温度和试验路面温度测量是强制性的，最后读数近似到实际测得值的摄氏度整数位。

无论是车辆法还是拖车法，温度测量应该是贯穿轮胎噪声测量的全过程，或者使用试验开始和结束时的温度的平均值。

2）空气温度

将温度传感器置于传声器附近有遮挡的地方，例如：暴露在气流下，不受太阳光直射，可以采用遮阳屏或类似装置达到同样效果。温度传感器应位于距试验路面上方（1.0～1.5）m的地方，以减少试验路面热辐射引起的低气流影响。

3）试验路面温度

将温度传感器置于能够测得代表车轮印迹温度的位置，同时不妨碍轮胎噪声的测量。

如果使用接触式的温度传感器，应该在路面和传感器之间使用导热性能好的粘接剂，以确保足够的热传导。

如果使用热辐射温度计，高度的选择应确保覆盖测量场地距温度计直径不小于 0.1 m 的范围。

试验路面在试验前及试验中不应进行人工冷却。

（4）风速的测量

风速仪的精度应该在±1 m/s 以内。风速仪应该在传声器高度、在 $A—A$ 和 $B—B$ 之间、距行驶中心线不超过 20 m（见图 3-17）的位置，并同时记录风向。

（5）速度的测量

速度测量装置应该能测试试验车辆或拖车的瞬时速度，并保证误差在±1 km/h 以内。

4. 气象条件和背景噪声

（1）气象条件

测量应在良好天气条件下进行。测试时，传声器高度的风速不应该超过 5 m/s。当空气温度或路面温度低于 5 ℃，或者空气温度超过 40 ℃时，不能进行试验。应注意测量结果不受阵风的影响。

（2）温度修正

温度修正仅适用于 C1 和 C2 型轮胎，每次测量的声压级为 L_m，实际声压级应按式（3-28）进行修正：

$$L=L_m+k\Delta T \quad \cdots\cdots (3\text{-}28)$$

式中：L——实际声压级；k——系数，对于 C1 型轮胎，20 ℃以上，k 为 −0.03 dB(A)/℃；20 ℃以下，k 为 −0.06 dB(A)/℃；对于 C2 型轮胎，k 为 −0.02dB(A)/℃；ΔT 是路面参考温度 20 ℃与试验时路面实际温度 t 的差值：$\Delta T=(20-t)$℃。

（3）背景噪声

背景噪声（A 声级，包括风的噪声）至少应比被测轮胎噪声低 10 dB。

可以采用合适的风罩，但应该考虑到它对传声器灵敏度和方向性的影响。

5. 有关轮胎的准备和调整

试验轮胎安装在轮胎制造厂选定的轮辋上，记录轮辋宽度，有特殊安装要求的轮胎，例如不对称或有方向性的轮胎，应该按照要求进行安装。

轮胎与轮辋总成应保持良好的动平衡。试验前，轮胎应磨合好。轮胎磨合等效于在普通公路上行驶 100 km 左右，有特殊安装要求的轮胎应该根据具体要求进行磨合。

除了在磨合过程中磨损的胎面外，轮胎应该有完整的花纹。

在试验开始前，C1 和 C2 型轮胎应该进行预热，即在正常条件下车辆以 100 km/h 速度行驶 10 min。

6. 车辆法

(1) 总论

1) 试验车辆

试验车辆应有两个车轴，每个车轴上有两条轮胎，应能承受本方法中所规定的负荷。

2) 轴距

安装试验轮胎两轴之间的轴距为：≤3.5 m，适用于 C1 型轮胎；≤5.0 m，适用于 C2 和 C3 型轮胎。

3) 减少车辆在试验过程中对轮胎噪声影响的措施

为了确保轮胎噪声不受试验车辆结构的影响，对试验车提出如下要求和建议：

a. 要求：不应安装挡泥板或其他附加装置；位于紧贴车轮(轮胎和轮辋)边缘附近，不允许有额外的可能影响噪声辐射部件；车轮校准(前轮的前束、前轮外倾、汽车主销后倾角)应在无载荷的车辆上进行检查，要完全符合汽车制造厂的出厂要求；在车轮周围挡板上或车底部不能安装吸声材料；汽车的车窗及天窗在试验期间应关闭。

b. 避免附加噪声的建议：车辆上对车辆背景噪声有贡献的组成部分应被调整或拆除，凡是拆除或调整之处应记录在试验报告中；试验期间应确保制动系统工作状态良好，不至于引起制动噪声；禁止使用四轮驱动车辆或在轴上装有减速装置的卡车；当车辆按照试验要求承受负荷时，良好的悬架系统可以保证测试结果不受离地间隙变化的影响。如果有条件，在无负荷情况下通过车身水平调整系统的调节，使车辆保持正常的离地间隙；试验前，车辆应被清洗干净，没有泥土、污染物或在试车阶段无意加上的吸声材料。

4) 轮胎负荷

车辆法负荷条件应满足下面所有的条件：轮胎平均负荷应是其负荷指数 LI 对应负荷的(75±5)%；任何一条轮胎不低于负荷指数 LI 对应负荷的 70%，不高于负荷指数 LI 对应负荷的 90%。

5) 轮胎充气压力

每条轮胎在常温下胎压 $P_t^{+10}_{0}$% 的计算见式(3-29)：

$$P_t = P_r \left(\frac{Q_t}{Q_r}\right)^{1.25} \quad \cdots\cdots (3\text{-}29)$$

式中：P_t——试验胎压，kPa；P_r——参考胎压，对于 C1 标准型轮胎相当于 250 kPa，对于 C1 增强型轮胎相当于 290 kPa，对于上述两种类型的轮胎最低试验胎压是 P_t=150 kPa；对于 C2 和 C3 型轮胎是其轮胎胎侧标记的气压；Q_r——轮胎参考负荷，轮胎负荷指数对应的最大负荷；Q_t——轮胎试验负荷。

6) 车辆运行条件

试验车辆应在发动机关闭和变速器空挡的情况下进入 A—A 或 B—B 线，并沿中间线位置前行，车辆行驶的中心线应尽可能靠近地面中心线，如图 3-17 所示。

7) 速度范围

试验车辆在通过传声器位置时，其速度应保持在如下范围：对于 C1 和 C2 型轮胎，速度为(70～90)km/h；对于 C3 型轮胎，速度为(60～80)km/h。

8) 试验数据(A 声级)的确定

每次试验车辆在 A—A 线和 B—B 线之间通过时，记录两个传声器的最大声压级。

如果记录的最大声压级与实际声压级有明显差异(异常)时,则测量无效。例如:在同一速度条件下,进行多次重复试验,其结果重复性较差(最大 A 声级差异较大),则视为测量无效。

9) 测量次数

对于左右两侧的传声器,在高于参考速度的某一速度下应至少测试四次,低于参考速度的某一速度下应至少测试四次。这些速度应大体均匀分布在规定的试验速度范围内。尽量保证以参考速度为标准测试四次。

10) 推荐的频谱测量

推荐同时测量"A"频率计权特性的 1/3 倍频程频谱曲线,其结果应该与"F"时间计权特性结果一致。其数据应该是在车辆通过时,最大 A 声级对应的 1/3 倍频程频谱曲线。

(2) 数据处理

1) 温度修正

同"气象条件和背景噪声"中的温度修正。

2) 参考速度

为了得到某一速度下的标准噪声,定义参考速度 V_{ref} 如下:对于 C1 和 C2 型轮胎,参考速度为 80 km/h;对于 C3 型轮胎,参考速度为 70 km/h。

3) 速度标准化

每组有效测量值(试验速度 V_i,温度修正的声压级 L_i),在报告中给出的轮胎噪声声压级 L_R 用如下回归公式[式(3-30)]来进行计算,即:

$$L_R = \bar{L} - a\bar{V} \quad \cdots\cdots (3\text{-}30)$$

式中:$\bar{L}$——温度修正后声压级的算术平均值[见式(3-31)],单位用 dB 表示。

$$\bar{L} = \left(\frac{1}{n}\right)\sum_{i=1}^{n} L_i \quad \cdots\cdots (3\text{-}31)$$

式中:n——修正的声压级个数,$n \geqslant 16$,在同一个回归分析中,使用两个传声器的数据。

$\bar{V}$ 为速度对数的算术平均值[见式(3-32)]。

$$\bar{V} = \left(\frac{1}{n}\right)\sum_{i=1}^{n} V_i \quad \cdots\cdots (3\text{-}32)$$

式中:$V_i = \lg\left(\frac{V_i}{V_{ref}}\right)$

a 是回归曲线的斜率,以每十个速度为一组的分贝数表示[见式(3-33)]。

$$a = \frac{\sum_{i=1}^{n}(V_i - \bar{V})(L_i - \bar{L})}{\sum_{i=1}^{n}(V_i - \bar{V})^2} \quad \cdots\cdots (3\text{-}33)$$

由此,可以给出轮胎噪声声压级 L_R,然而,在速度范围内的任何速度下轮胎噪声的声压级 L_v,可由式(3-34)确定,即:

$$L_v = L_R + a\lg\left(\frac{V}{V_{ref}}\right) \quad \cdots\cdots (3\text{-}34)$$

(3) 试验报告

试验报告应包括如下信息:

1) 参考使用的国家标准;

2）气象条件，包括每次测试时周围空气和路面温度；

3）根据 ISO 10844 标准规定，填写试验路面的检查日期和结果；

4）试验轮辋宽度；

5）有关轮胎的数据，包括制造商、商标名称、规格、LI 或负荷能力、速度符号、参考胎压、轮胎序列号。

6）试验车辆类型、出厂日期及任何影响轮胎测试噪声的车辆改造信息；

7）每条试验轮胎的负荷（单位 kg）及负荷指数；

8）试验轮胎的胎压，单位 kPa；

9）车辆通过传声器时的速度；

10）车辆每次滑行经过传声器时轮胎噪声的最大 A 声级；

11）最大 A 声级，单位 dB(A)，标准化的参考速度和修正温度，至少保留一位小数。

表 3-11～表 3-13 分别给出了使用车辆法和拖车法测试的试验报告、背景数据和其他试验信息以及机动车辆试验结果的标准格式。

表 3-11　试验报告

根据 GB/T 22036—2008《轮胎惯性滑行通过噪声测试方法》测试

试验报告号：

轮胎信息（商标、品牌、制造商）：

制造商轮胎产品说明：

生产厂地址：

轮胎规格：　　轮胎序列号：

轮胎负荷指数和速度符号：　　参考气压：

轮胎类别：　□ 轿车轮胎(C1)

□ 载重汽车轮胎(C2)

□ 载重汽车轮胎(C3)

使用类别：

本报告附件：

A 计权声压级：　　dB，参考速度：　□ 70 km/h　□ 80 km/h

意见：（如果需要）

负责试验操作的技术服务情况：

申请者的姓名和地址：

试验报告日期：　　签名：

表 3-12 背景数据及其他试验信息

本表附属的试验报告号：_____ 噪声测试日期：_____
试验车辆/拖车(车型、生产厂、出厂日期、改造、牵引杆长度)：_____
_____
_____
试验路面的位置：_____ 路面认证的日期：_____
试验路面认证的单位：_____
_____
轮胎试验负荷，用 kg 表示 左前：_____ 右前：_____ 左后：_____ 右后：_____
同样，负荷指数 左前：_____ 右前：_____ 左后：_____ 右后：_____
轮胎胎压，用 kPa 表示 左前：_____ 右前：_____ 左后：_____ 右后：_____
试验轮辋宽度：_____
温度传感器类型：_____ 空气温度：_____ 试验路面温度：_____

表 3-13 机动车辆试验结果

试验编号	速度/(km/h)	行驶方向	左侧 A 声级(温度修正前)/dB(A)	右侧 A 声级(温度修正前)/dB(A)	空气温度/℃	路面温度/℃	左侧 A 声级(温度修正后)/dB(A)	右侧 A 声级(温度修正后)/dB(A)	备注
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
轮胎的 A 声级：_____ dB(A)									
注：轮胎的 A 声级是在温度修正，并取一位小数后，在参考速度下利用回归分析计算得出。									

7. 拖车法

(1) 牵引车和拖车

试验设备由牵引车和拖车组成。

1) 牵引车

牵引车的行驶噪声通过采取适当的措施，如：采用低噪声轮胎、遮挡、空气动力裙围等，使其减到最低限度。在理想的情况下，单独牵引车试验时轮胎的 A 声级至少比牵引拖车总成试验的 A 声级低 10 dB(A)。在这种情况下，不需要对单独的牵引车进行多次测量。由于不需要扣除牵引车噪声，可以大大提高拖车中轮胎噪声的测量精度。对于 A 声级差值及轮胎的 A 声级在表 3-17 中给出。

牵引拖车总成试验及牵引车单独试验时，牵引车上轮胎的负荷不应有变化。为了获得

恒定的负荷，在做单独牵引车试验时，应增加配重物。

2）拖车

a. 单轴拖车

拖车应是具有拉杆和可变车轮负荷的单轴双轮拖车。为了减小车辆障板反射的影响，不能使用封闭底板和裙板。轮胎应暴露，没有轮胎罩体或挡泥板覆盖。

b. 拉杆长度

拖车的拉杆长度应至少达到 5 m 以上，即从牵引车轴心线到拖车轴心线之间的距离。具体长度应该根据牵引车噪声大小来确定，以不影响测试轮胎噪声为准。

c. 印痕宽度

印痕宽度是指：测得的拖车两侧轮胎接地印迹的中心线之间的距离。印痕宽度应小于 2.5 m。

d. 校准

在试验条件下，所有试验轮胎的定位参数（外倾角和前束）为零，外倾角的公差应是 $\pm 30'$，前束角的公差是±5 。

（2）轮胎负荷和胎压

1）轮胎负荷

对于所有类型的轮胎，试验负荷应是参考负荷 Q_r 的(75±2)%。

2）轮胎充气压力

每个轮胎的气压为：$P_t{}^{+10}_{0}$ %，计算见式(3-35)：

$$P_t = P_r \left(\frac{Q_t}{Q_r}\right)^{1.25} \qquad \cdots\cdots (3\text{-}35)$$

式中：P_t——试验气压，用 kPa 表示；P_r——参考气压，对于标准型 C1 型轮胎相当于 250 kPa，对于增强型 C1 型轮胎相当于 290 kPa，对于 C2 和 C3 型为轮胎胎侧标记的气压；Q_r——轮胎参考负荷，轮胎负荷指数对应的最大负荷；Q_t——轮胎试验负荷。

（3）测量过程

1）总论

试验中，应做两套测量：单独进行牵引车试验，按照下面的程序记录测量的 A 声级；进行牵引车与拖车总成试验，记录 A 声级的试验结果。

测得轮胎 A 声级如表 3-17 所示。

2）车辆的位置

牵引车或牵引车与拖车总成应在关闭发动机（变速器空档，离合分离）的情况下进入 $E—E$ 线，车辆中心线尽可能靠近行驶中心线，如图 3-18 所示。

3）试验速度

牵引车在进入试验区域（$E—E$ 或 $F—F$，如图 3-18 所示）以前应达到足够的速度，以至于当牵引车关闭发动机后，车辆及拖车能滑行进入试验区域，在 $A—A$ 及 $B—B$ 之间车辆平均速度 C1 型和 C2 型轮胎是(80±1.0)km/h，C3 型轮胎是(70±1.0)km/h。

4）数据采集

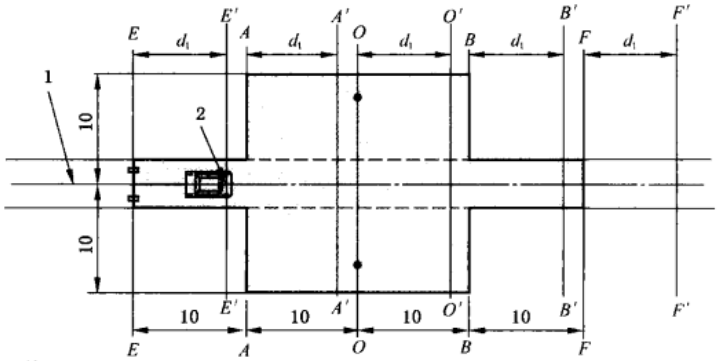
a. 噪声测量

在 $A—A$ 与 $B—B$ 线之间的如图 3-18 所示试验区域，要全过程记录试验中轮胎随位置和时间变化的声压级和最大声压级。另外，测试轮胎通过整个测量区域过程中，要记录以 F 计权时间特性不超过 0.01 s 时间间隔为基础的每个传声器的声压级。在以后的分析中，这

后一组数据将作为时间历程声压级。

时间历程测量由 A'—A'线起始记录，至 B'—B'终止记录(见图 3-18)。

单位为米



1——行驶中心线；

2——触发点；

•——传声器位置；

A—A 和 A'—A'，B—B 和 B'—B'，E—E 和 E'—E'，及 F—F 和 F'—F'，O—O 和 O'—O'是参考线。

图 3-18　时间历程计算的测量位置图

这些起始、终止线由长度 d_1 来界定，它表示从试验轮胎的中心到牵引车上的触发点的距离(见图 3-18)。该触发点是指牵引车辆上的一个点，它在车辆通过 A'—A'和 B'—B'时，能在以时间刻度轴记录声压级的记录上做个标记，声压级的记录分别从这些标记处开始和结束。牵引车和拖车总成和单独牵引车在通过试验区域时要有同样的记录程序。

b. 其他的测量

每次测量时应记录如下的数据：

a) 环境空气温度；

b) 试验路面温度；

c) 风速是否低于 5 m/s(是/不是)；

d) 背景噪声是否比测量噪声低 10 dB(是/不是)；

e) 牵引车通过 A'—A'线和 B'—B'线之间区域的平均速度。

5) 平均声压级

记录总的 A 声级的时间历程和在每次通过每个传声器位置时获得的最大值。在没有温度修正的情况下，进行连续测试，直到测得的五个最大声压级与它们的算术平均值相比在 ±0.5 dB 的范围内，并且记录每个速度及每个传声器的位置。根据温度修正，这些最大值的平均值和平均时间历程水平应用温度进行修正，然后计算温度修正值的平均值，得到由两个传声器确定的传声器平均声压级值和试验时间历程。接下来，计算牵引车单独行驶情况下和牵引拖车总成行驶情况下的两个传声器平均声压级的算术平均值，注明通过时的平均声压级值，下面这些是时间历程和声压级相同平均程度。应用下面的计算得出平均声压级的时间历程。

$\bar{L}_T$——没有拖车情况下的牵引车的平均最大 A 声级。

$L_T(t)$——没有拖车情况下的牵引车的平均时间历程 A 声级。

$\bar{L}_{TP}$——牵引车与拖车总成试验时，平均最大 A 声级。

$L_{TP}(t)$——牵引车与拖车总成试验时，平均时间历程 A 声级。

6）时间历程记录的校准

当牵引车驶过 $O'—O'$ 线时，一个指示脉冲应与声压时间历程一同记录，指示脉冲用于确保得到必要的平均和减法运算时信号的校准。

7）试验程序

逐步进行如下拖车试验操作程序：

a. 准备

a）在牵引车上设置时间触发点；

b）测量 d_t（见图 3-18）；

c）如图 3-18 所示，在试验场确定 $E'—E'$、$A'—A'$、$O'—O'$、$B'—B'$、$F'—F'$ 的位置，设置触发装置，以便于声压级记录始于 $E'—E'$，止于 $F'—F'$；

d）C1 型轮胎和 C2 型轮胎，$A—A$ 和 $B—B$ 之间的平均速度应是（80±1.0）km/h；而 C3 型轮胎，速度应是（70±1.0）km/h，测量试验轮胎从 $A—A$ 到 $B—B$ 间的速度，这就等效于牵引车时间指示器所显示的从 $A'—A'$ 到 $B'—B'$ 段；

e）对数据采集器进行设置，以便于牵引车单独试验或牵引车与拖车总成试验的时间历程总是从 $E'—E'$ 到 $F'—F'$，根据时间历程记录的校准，设置触发器以便于在达到 $O'—O'$ 时产生指示脉冲，对时间历程记录进行比较；

f）检查空气温度和风速测量仪器。

b. 至少五次单独试验（牵引车单独的）

a）在牵引车经过每个传声器位置时，记录最大 A 计权声压级及该声压级的时间历程，连续进行这样测量程序直到五个最大的声压级与它们的算术平均值相比较在 ±0.5 dB 范围内，记录每个传声器的位置。

b）应用温度修正五个时间历程。

c）用这五个时间历程确定平均声压级的时间历程。

d）在每一系列试验的开始和结束时对前述的 a）和 c）进行比较，在试验期间如果空气温度变化不超过 5 ℃，则可以进行拖车试验。

c. 牵引车与拖车总成试验，至少五次。

a）在牵引车经过每个传声器位置时，记录最大 A 计权声压级及该声压级的时间历程，连续进行这样测量程序直到五个最大的声压级与它们的算术平均值相比较在 ±0.5 dB 范围内，记录每个传声器的位置。

b）应用温度修正五个时间历程。

c）用这五个时间历程确定平均声压时间历程。

见表 3-14 和表 3-15。

（4）轮胎噪声声压级的确定

1）考虑到牵引车的影响

在计算滑行轮胎 A 声级前，应进行确保有效的数据的试验。单独牵引车和牵引车与拖车总成时测量值的差值应足够大，以保证轮胎 A 声级的准确计算。

这个差值通过如下两种方法判断。

a. 最大声压级差值大于或等于 10 dB

如果对于两个传声器，单独牵引车的最大 A 声级的平均值比牵引车与拖车总成的最大 A 声

级平均值至少小 10 dB 以上，那么该测量有效，这说明所有的环境条件和背景声等都已达到要求。在这种情况下，轮胎 A 声级就是测得的牵引拖车总成时最大 A 声级的平均值。如式(3-36)所示：

$$L_{tyre}=\overline{L}_{TP} \quad \cdots\cdots (3\text{-}36)$$

式中：L_{tyre}——试验轮胎的 A 声级(即报告中的数值)。

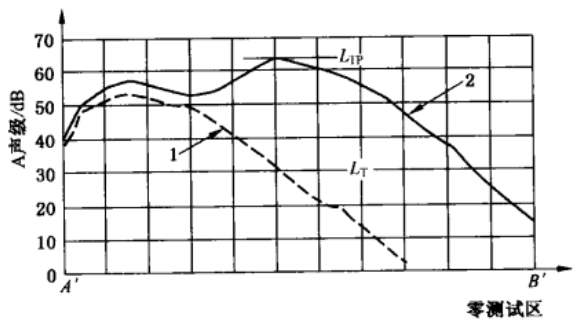
b. 最大 A 声级的差值<10 dB

如果对于一个或两个传声器，单独牵引车的最大声压平均值比牵引拖车总成的最大 A 声级平均值小于 10 dB，需要进一步计算，该计算使用修正后的平均时间历程声压级。

2) 时间历程声压级计算

测试轮胎的 A 声级是牵引拖车总成的 A 声级平均值与单独牵引车 A 声级平均值的差值。为计算这个差值，牵引车温度修正后的平均 A 声级时间历程应从牵引车与拖车总成中减去。平均 A 声级由最大 A 声级与其平均值相差在 0.5 dB 以内的五次试验的数据计算。

一个时间历程——A 声级的例子如图 3-19 所示：



1——牵引车；2——牵引车与拖车总成。

图 3-19　拖车滑行法测量的时间历程数据图

时间历程对应 O'—O' 定位之后，一个关键的参数就是在同一个点牵引拖车总成的与单独牵引车的 A 声级平均时间历程值的差。这个差值在图 3-19 中突出。

如果差值≥10 dB，对于测试轮胎而言，牵引车和牵引车与拖车总成的测量值是正确的；如果差值<10 dB，那么轮胎 A 声级通过下面给出公式进行牵引车与拖车总成与牵引车声压对数减法，这个对数减法应用上面图 3-19 中注明的平均时间历程值。报告中的轮胎 A 声级是式(3-37)的计算结果。

$$L_{tyre}=10\ \lg[10^{(L_{TP}/10)}-10^{(L_T/10)}]\text{dB} \quad \cdots\cdots (3\text{-}37)$$

式中：L_{TP}——试验通过的最大 A 声级(牵引拖车总成)；L_T——没有拖车时牵引车在与 L_{TP} 同样的位置测得的 A 声级。

3) 声压级的确定程序

如果由左右传声器测得的牵引车与拖车总成最大 A 声级平均值比单独牵引车的最大 A 声级平均值大 10 dB，那么总成的声压等于轮胎 A 声级，下面的程序就不必要了。如果差值小于 10 dB，按如下处理：

a. 定位适当的单独牵引车和总成的平均 A 声级时间历程，确定时域增量的算术差值。记录在牵引拖车总成最大声压级点的 A 声级之差。每次测试重复这一步骤。

如果差值>10 dB，那么总成的 A 声级即等于轮胎的 A 声级。

b. 如果计算的差值小于 10 dB，且大于 3 dB，在牵引车和拖车总成 A 声级最大值发生

时确定牵引车和拖车总成与单独牵引车最大平均时间历程 A 声级的对数差值。

c. 如果差值小于 3 dB，测量是无效的。减小牵引车 A 声级直到差值大于 3 dB，才能进行有效计算。见表 3-14 和表 3-15。

(5) 试验报告

试验报告应记录如下内容：

1) 参考的国家标准；

2) 气候条件，包括周围空气的温度和测量路面温度；

3) 根据 ISO 10844，试验路面的检查日期和内容；

4) 试验轮辋宽度；

5) 有关轮胎的数据，包括制造商、品牌、商标、规格、LI 或负荷能力、速度符号、参考气压、轮胎序列号；

6) 试验车辆类型、出厂日期及任何影响轮胎测试噪声的车辆改造信息；

7) 测试仪器描述，包括牵引杆的长度和测试荷载下的悬架调节；

8) 轮胎负荷(单位 kg)及每条试验轮胎负荷指数；

9) 试验轮胎的充气压力，单位 kPa；

10) 车辆通过传声器时的速度；

11) 每次滑行经过时，每个传声器的最大 A 声级；

12) 最大 A 声级，单位 dB，标准参考速度和修正温度，至少保留一位小数。

表 3-14 和表 3-15 分别给出了使用车辆法和拖车法测试的试验报告、背景数据标准格式。表 3-16～表 3-20 作为例子，分别给出牵引车试验报告，牵引车与拖车总成试验报告，测量有效性的检查，时间历程计算和 A 声级差值及轮胎噪声计算记录的标准格式。

表 3-14　试验报告

根据 GB/T 22036—2008《轮胎惯性滑行通过噪声测试方法》测试

试验报告号：

轮胎信息(商标、品牌、制造商)：

制造商轮胎产品说明：

生产厂地址：

轮胎规格：　　轮胎序列号：

轮胎负荷指数和速度符号：　　参考气压：

轮胎类别：　□ 轿车轮胎(C1)

□ 载重汽车轮胎(C2)

□ 载重汽车轮胎(C3)

使用类别：

本报告附件：

A 计权声压级：　　dB，　参考速度：　□ 70 km/h

□ 80 km/h

续表 3-14

意见：(如果需要)

负责试验操作的技术服务情况：

_____

_____

_____

申请者的姓名和地址：

_____

试验报告日期：_____ 签名：_____

表 3-15 背景数据及其他试验信息

本表附属的试验报告号：_____ 噪声测试日期：_____

试验车辆/拖车(车型、生产厂、出厂日期、改造、牵引杆长度)：_____

_____

_____

试验路面的地址：_____ 路面认证的日期：_____

试验路面认证的单位：_____

_____

轮胎试验负荷，用 kg 表示 左前：_____ 右前：_____ 左后：_____ 右后：_____

同样，负荷指数 左前：_____ 右前：_____ 左后：_____ 右后：_____

轮胎胎压，用 kPa 表示 左前：_____ 右前：_____ 左后：_____ 右后：_____

试验轮辋宽度：_____

温度传感器类型：_____ 空气温度：_____ 试验路面温度：_____

表 3-16 示例结果——牵引车试验记录

试验号	速度/(km/h)	空气温度/℃	最大左侧声压级值/dB(A)	最大右侧声压级值/dB(A)	温度修正后		备注
					最大左侧声压级值/dB(A)	最大右侧声压级值/dB(A)	
1	70.1	25	69.7	70.1	70.0	70.4	
2	69.6	25	69.6	69.9	69.9	70.2	
3	69.2	26	69.2	69.9	69.6	70.3	
4	70.2	26	69.7	70.4	70.1	70.8	
5	70.6	26	70.1	70.7	70.5	71.1	
6							
7							
8							
9							
平均数		26	69.7	70.2	70.0	70.6	

表 3-17　示例结果——牵引车与拖车总成试验记录

试验号	速度/(km/h)	空气温度/℃	最大左侧声压级值/dB(A)	最大右侧声压级值/dB(A)	温度修正后		备注
					最大左侧声压级值/dB(A)	最大右侧声压级值/dB(A)	
1	70.6	23	72.9	73.8	73.1	74.0	
2	70.3	23	73.1	73.8	73.3	74.0	
3	69.2	23	72.5	73.1	72.7	73.3	
4	70.1	23	72.0	73.5	72.2		
5	69.5	24	72.7	73.4	72.9		
6	70.1	24	73.0	73.6	73.2		
7							
8							
9							
平均数		26	69.7	70.2	70.0	70.6	

表 3-18　示例结果——测量有效性审核

试　验　号	牵引车最大声压级平均值/dB(A)	牵引车与拖车组合最大声压级平均值/dB(A)	声压级算术差值/dB(A)
左传声器	70.0	73.0	3.0
右传声器	70.6	73.7	3.1
平均值	70.3	73.3	3.0

表 3-19　示例结果——时间历程计算审核

试　验　号	牵引车与拖车组合最大平均时间历程声压级/dB(A)	牵引车最大平均时间历程声压级/dB(A)	声压级算术差值/dB(A)
左传声器	73.0	66.0	7.0
右传声器	73.7	66.4	7.3
平均值	73.3	66.2	7.2

表 3-20　声压级差和轮胎声压级计算值

试　验　号	牵引车与拖车组合最大平均时间历程声压级/dB(A)	牵引车最大平均时间历程声压级/dB(A)	算术差值取对数[见式(3-37)]/dB(A)
左传声器	73.0	66.0	72.0
右传声器	73.7	66.4	72.8
平均值	73.3	66.2	72.4
轮胎声压级值			72.8

二、轿车轮胎试验方法

（一）轿车轮胎耐久性试验方法（转鼓法）

轮胎的耐久性包括耐磨耗性能、耐疲劳性和耐热性。汽车轮胎耐久性也称使用寿命，指轮胎实效前的行驶里程。它与轮胎的磨损寿命、橡胶复合材料的疲劳寿命、轮胎生热以及轮胎可修复和胎面可翻新等性能密切相关。汽车轮胎的耐久性试验分为里程试验、转鼓试验和快速磨耗拖车试验。里程试验能鉴定轮胎的综合耐久性，转鼓试验主要用于鉴定轮胎的耐热和耐疲劳性能，磨耗试验则专供鉴定轮胎磨耗方面用。三者各有所长，互为补充。如通常使用的 80 km/h 的耐久试验，也有低气压试验，也有高速耐久试验，还有老化后耐久试验。每一种试验都有不同的针对性和目的。在试验时应引起注意。另外，低气压试验通常是在耐久性试验结束后，在同一条轮胎上进行的延续试验，如 FMVSS 139 的低气压试验，其试验条件为：速度120 km/h，时间 2 h。

1. 要求

按 GB/T 4502—1998 规定的条件进行耐久性试验后，轮胎气压不应低于规定的初始气压；轮胎外观检查不应有（胎面、胎侧、帘布层、气密层、带束层、胎圈）脱层，帘布层裂逢、帘线剥离、帘线断裂、崩花、接头裂开、龟裂等缺陷。

2. 试验机的主要技术参数

试验转鼓直径（1 700±17）mm，表面应为平滑的钢制面，宽度大于被试验轮胎的充气断面宽。

3. 试验方法

（1）试验条件

试验轮胎的外观质量应符合 GB 9743 的规定。

1）轮胎安装在符合 GB/T 2978 规定的标准轮辋上，充以表 3-21 中规定的气压。

表 3-21　轿车轮胎耐久性试验气压

轮　胎　种　类	气　　压/kPa
标准型轮胎	180
增强型/超重负荷轮胎	230
注：斜交轮胎充气压力，4PR 同标准型轮胎；6PR 同增强型/超重负荷轮胎。	

2）将轮胎轮辋组合体在（38±3）℃的温度下至少停放 3 h。

3）试验转鼓速度为 80 km/h，以匀加速启动到规定速度的时间应在 5 min 以内。

4）轮胎耐久性试验的试验负荷和试验时间应符合表 3-22 的规定。

表 3-22　轿车轮胎耐久性试验条件

试 验 阶 段	试 验 负 荷/kg	试 验 时 间/h
1	轮胎最大额定负荷×85%	4
2	轮胎最大额定负荷×90%	6
3	轮胎最大额定负荷×100%	24

注：轿车轮胎的耐久试验程序很多，以下介绍的程序仅供参考。

A 程序：

试验阶段	试验负荷(kg)	试验时间(h)
1	轮胎最大额定负荷×85%	4
2	轮胎最大额定负荷×90%	6
3	轮胎最大额定负荷×100%	24
4	负荷继续增加 15%	4
5	继续增加 15%	4
⋮	⋮	⋮
	直至破坏	

B 程序：

试验阶段	试验负荷(kg)	试验时间(h)
1	轮胎最大额定负荷×100%	8
2	轮胎最大额定负荷×110%	8
3	轮胎最大额定负荷×115%	8
4	继续增加 5%	4
5	继续增加 5%	4
⋮	⋮	⋮
	直至破坏	

(2) 试验步骤

1) 将停放后的轮胎气压重新调整到表 3-21 的规定值，再停放 15 min 后，测量轮胎主要尺寸。

2) 将按上述条件准备好的轮胎轮辋组合体安装在试验轴上，使之垂直转鼓外表面加压，并按表 3-22 规定的条件进行试验。

3) 试验期间环境温度为(38±3)℃，环境温度的测量装置应安装在距轮胎(150～1 000)mm。试验过程中不得人为地冷却轮胎。

4) 试验按规定程序连续进行，其间不得中断，不得重新调整气压，试验负荷必须保持不变。

5) 轮胎按规定程序完成三个试验阶段后，要立即停机测量轮胎的气压和主要尺寸，待自然冷却后，放掉气压，进行外观检查。

4. 试验记录

轮胎试验应记录和测量下列各项内容：

1) 厂名、商标、结构、规格、层级、生产编号；

2) 轮辋规格；

3) 气压变化情况；

4) 外直径、断面宽度变化率；

5) 试验速度、试验负荷及试验里程；

6) 试验结束时轮胎的气压、外观情况与损坏现象；

7) 结论："通过试验"或"未通过试验"；

8) 试验日期。

5. 试验条件的允许偏差

除执行现行轮胎标准规定的允许偏差外，其他试验条件的允许偏差见表 3-23。

表 3-23　试验条件的允许偏差

项　　目	气压/kPa	试验转鼓速度精度	负荷精度
允许偏差	±10	$^{+2}_{0}$km/h	满量程±1.5%

（二）轿车轮胎强度试验方法

1. 试验设备与精度

试验机上应具有一个足够长的钢质圆柱形压头，压头端部为直径(19±0.5)mm 的半球形。

压头装置应能逐渐递增施加负荷，力和位移指示器精度为满量程的±1%。

压头压入轮胎的速度为(50±2.5)mm/min。压头位移速度精度为满量程的±3%。

充气压力表的量程至少应为 500 kPa，精度为±5 kPa。

2. 试验条件

试验轮胎的外观质量应符合 GB 9743 的规定。

将试验轮胎安装在 GB/T 2978 规定的测量轮辋上，并充入表 3-24 规定的气压。

实验室温度应保持在(18～36)℃。试验轮胎和试验轮辋组合体在实验室温度下应至少停放 3 h。

表 3-24　轿车轮胎强度试验用充气压力　　kPa

子午线轮胎		斜交轮胎		T 型临时使用的备用轮胎
标准型	增强型	4PR、6PR	8PR	
180	220	180	220	360

3. 试验步骤

(1) 将停放后的轮胎气压重新调整到表 3-24 的规定值，将试验轮胎和轮辋组合体固定在试验机上。

(2) 沿轮胎胎面中心线取大致间隔相等的五个点进行试验。

(3) 压头垂直于胎面，并压在靠近胎面圆周中心线的花纹块上，避免压入花纹沟中。压入轮胎的速度为(50±2.5)mm/min。

(4) 测量每个点的轮胎破坏前瞬时的压力和压入深度(行程)，或压头触及轮辋的瞬时压力和行程。在转入下一个点试验前校正气压。

(5) 如果压头触及轮辋，轮胎未压穿，且未达到最小破坏能值，则此点视为达到最小破坏能。

(6) 用式(3-38)计算各点(上条所述点除外)的破坏能。

$$W=\frac{F\times P}{2\ 000} \qquad \cdots\cdots (3\text{-}38)$$

式中：W——破坏能，J；F——作用力，N；P——行程，mm。

(7) 采用自动计算破坏能装置时，当达到规定的最小破坏能后，应立即停止压头继续压入轮胎。

(8) 试验过程中，如果无内胎轮胎无法保持充气压力，可装入内胎，但应在试验报告中注明。

4. 判定规则

轮胎各试验点的破坏能值均大于或等于表 3-25 的规定值时，判定“通过试验”；若有一试验点的破坏能值小于表 3-25 的规定值时，则判定“未通过试验”。

表 3-25　轿车轮胎最小破坏能

轮胎名义断面宽度/mm	子午线轮胎最小破坏能/J		斜交轮胎最小破坏能/J			
	标准型	增强型	尼龙或聚酯		人造丝	
			4PR、6PR	8PR	4PR、6PR	8PR
160 以下	220	439	220	439	132	263
160 及其以上	295	585	295	585	177	351
T 型临时使用的备用轮胎，其负荷指数小于 76 的最小破坏能为 220 J；负荷指数不小于 76 的最小破坏能为 295 J。						

5. 试验报告

试验报告至少应包括以下内容：

1）试验轮胎制造厂名称、商标、规格、生产编号；

2）试验轮胎负荷指数或层级、最大负荷能力、速度符号；

3）试验轮辋规格；

4）试验气压、轮胎各试验点的压头作用力、行程和破坏能；

5）无内胎轮胎是否装用内胎；

6）试验轮胎各试验点的情况："压穿"或"未压穿"；

7）结论："通过试验"或"未通过试验"；

8）试验日期。

（三）轿车轮胎高速性能试验方法（转鼓法）

高速性能轮胎指的是适用于高速车辆的轮胎，其重要的功能应确保高性能车辆必需的高速行驶性能。适应车辆的高速度和高性能轮胎必须具备以下几个条件：

——提高高速耐久性，在高速度下高速耐久性好；

——提高轮胎对地面的附着力，具有足够的驱动、制动力和横向力，特别是湿地牵引性好；

——提高直线行驶的稳定性，在高速行驶下不摆振。

GB/T 7034—1998 规定的高速性能检测方法用于对轮胎结构、轮廓、胎面花纹和材料等四个因素的综合评价，当轮胎的高速耐久法，干、湿的牵引性和直线行驶稳定性等方面都达到良好的性能时，轮胎的高速性能才达到要求。

1. 要求

按 GB/T 7034—1998 规定的条件进行高速性能试验后，轮胎气压不应低于规定的初始气压；轮胎外观质量不应有（胎面、胎侧、帘布层、气密层、带束层、胎圈）脱层、帘层布裂缝、帘线剥离、帘线断裂、崩花、接头裂开、龟裂等缺陷。

2. 试验设备的主要技术参数

（1）试验转鼓直径应为（1 700±17）mm。

（2）试验转鼓的试验面应为平滑的钢质面，宽度大于或等于试验轮胎的断面总宽度。

3. 试验条件

（1）试验轮胎的外观质量应符合 GB 9743 的规定。

(2) 试验轮胎应安装在 GB/T 2978 规定的标准轮辋上，并充入表 3-26 规定的充气压力。

(3) 充气后的试验轮胎和轮辋组合体在(38±3)℃的实验室温度下至少停放 3 h。

(4) 试验转鼓以匀加速启动达到初始试验速度的时间应在 10 min 以内。

表 3-26 轿车轮胎高速性能试验用充气压力 kPa

速度符号	斜交轮胎		带束斜交轮胎和子午线轮胎	
	4PR	6PR	标准型	增强型
L,M,N	230	270	240	280
P,Q,R,S	260	300	260	300
T,U,H	280	320	280	320
V	300	340	300	—

注：在标准种没有规定 W,Y 子午线轮胎的试验气压，可以采用：标准型 320 kPa，增加型 360 kPa。

(5) 其他各试验阶段速度改变到速度稳定，所需时间小于 1 min。

4. 试验步骤

(1) 将停放后试验轮胎的气压重新调整到表 3-26 的规定值，再停放 15 min 后，测量轮胎的主要尺寸。

(2) 将按上述条件准备好的试验轮胎和轮辋组合体安装在试验轴上，使之垂直于试验转鼓外表面加压，并按表 3-27 规定的条件进行试验。

表 3-27 轿车轮胎高速试验程序

试验负荷	速度等级符号 H 及其以下的轮胎，其试验负荷为最大额定负荷的 65%。 速度等级符号 V 的轮胎，其试验负荷为最大额定负荷的 73%。	
初始试验速度	轮胎速度等级符号对应的速度减去 40 km/h	
试验阶段	试验速度/(km/h)	试验时间/min
1	0～初始试验速度	10
2	初始试验速度	10
3	初始试验速度＋10	10
4	初始试验速度＋20	10
5	初始试验速度＋30	10
6	初始试验速度＋40	10
注：试验速度为转鼓表面的线速度。		

注 1：实际操作过程中，有实验程序规定如下，以供参考：

速度符号 H 及其以下的轮胎，其试验负荷为轮胎负荷指数对应的负荷能力的 80%。

速度符号 V 的轮胎，其试验负荷为轮胎负荷指数对应的负荷能力的 73%。

速度符号 W,Y 的轮胎，其试验负荷为轮胎负荷指数对应的负荷能力的 68%。

下表给出的是速度负荷 Y 的试验条件，以供参考。

速度符号为 Y 的轿车轮胎试验程序

试验阶段	试验速度/(km/h)	试验时间/min
1	0～260	10
2	260	20
3	270	10
4	280	10
5	290	10

注 2：轿车轮胎的高速试验程序有很多种，以下仅供参考。

初始试验速度(ITS)＝速度符号对应的速度(RS)－20 km/h；

试验阶段：0～ITS，ITS，ITS＋10，ITS＋20；

试验时间：10 min，10 min，10 min，30 min；

试验负荷：80%或 90%；

试验气压：180 kPa 或 240 kPa，280 kPa。

(3) 按规定程序连续进行，期间不得中断，不得重新调整气压，试验负荷必须保持不变。

(4) 试验期间，实验室温度应保持(38±3)℃。

(5) 轮胎按规定程序完成试验后，要立即停机并测量轮胎的气压和主要尺寸；待自然冷却 1 h 后，放掉气压，卸下轮胎进行外观检查。

5. 试验报告

试验报告至少应记录和测量下列各项内容：

1) 厂名、商标、结构、规格、层级、生产编号；

2) 轮辋规格；

3) 气压变化情况；

4) 外直径、断面宽度变化率；

5) 试验速度、试验负荷及试验里程；

6) 试验结束时轮胎的气压、外观情况与损坏现象；

7) 结论："通过试验"或"未通过试验"；

8) 试验日期。

6. 试验条件的允许偏差

除执行现行轮胎标准规定的允许偏差外，其他试验条件的允许偏差见表 3-28。

表 3-28　试验条件的允许偏差

项　目	气压/kPa	负荷精度	试验速度精度	转鼓径向与跳动/mm
允许偏差	±10	满量程±1.5%	$^{+2}_{0}$km/h	0.25

(四) 轿车无内胎轮胎脱圈阻力试验方法

1. 要求

按 GB/T 4504—1998《轿车无内胎轮胎脱圈阻力试验方法》规定的条件进行无内胎轮胎脱圈阻力试验，每点的脱圈阻力值应不低于表 3-29 的要求。

表 3-29　轿车无内胎轮胎最小脱圈阻力值

轮台名义断面宽 S/mm	$S<160$	$160\leqslant S<205$	$S\geqslant 205$
阻力值/N	6 670	8 890	11 120

2. 轮胎脱圈阻力试验机的主要技术参数

(1) 轮胎脱圈阻力试验机由轮胎支承轴、脱圈压块等组成，如图 3-20 所示。标准铸铝圈压块形状与尺寸如图 3-21 所示。不同轮辋直径的轮胎试验时，轮胎支承轴中心到脱圈压块的水平距离“P”的取值见表 3-30。

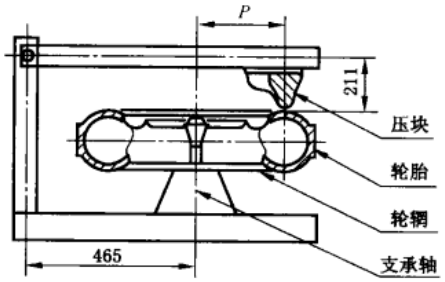


图 3-20　轮胎圈阻力试验机示意图

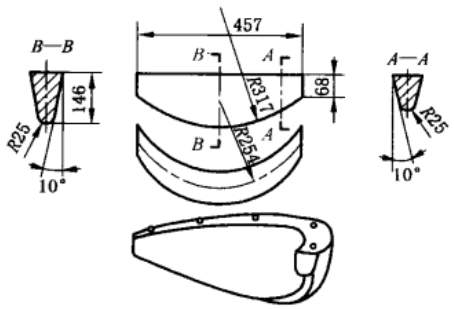


图 3-21　标准铸铝圈压块形状与尺寸示意图

表 3-30　不同轮辋名义直径轮胎试验时“P”尺寸

轮辋名义直径代号	10	12	13	14	15	16	17	18	19
P/mm	216	241	254	267	279	292	305	318	330

注：65 及其以下系列轮胎用“P”尺寸，可按下式求得：

$$P=\frac{D}{2}-\frac{H}{4}$$

式中：P——轮胎旋转轴中心到脱圈压块的水平距离；D——轮胎外直径；H——轮胎断面高。

(2) 脱圈压块压迫胎侧的下降速度为(50±2.5)mm/min。

3. 试验方法

(1) 试验条件

1) 试验轮胎应符合 GB/T 2978 的规定。

2) 轮胎胎圈部位必须洁净，安装在外观光洁、不涂润滑剂或粘合剂、没有损坏变形且符合 GB/T 2978 规定的标准轮辋上，充以表 3-31 中规定的气压。

表 3-31　轿车无内胎轮胎脱圈阻力试验充气压力

轮　胎　分　类	气　　压/kPa
标准型轮胎	180
增强型/超重负荷轮胎	230

注：轿车斜交无内胎轮胎充气压力：4PR 同标准型轮胎，6PR 同增强型/超重负荷轮胎。

3) 将轮胎轮辋组合体在(18～36)℃的温度下至少停放 3 h 后，再重新调到规定的气压。

(2) 试验步骤

1）将轮胎轮辋组合体安装在试验机上，按表 3-20 规定的距离调整脱圈压块的位置。

2）在轮胎胎侧圆周面上确定至少四个等间隔点，按下一步骤的规定逐点进行试验。

3）脱圈压块以(50±2.5)mm/min 的下降速度，向胎侧外表面施加压力，直到轮胎与轮辋脱开或达到表 3-29 规定的最小脱圈阻力值时为止。记录脱圈时或停止试验时的阻力值。

4. 试验记录

轮胎试验应测量下列数据，并进行记录。

1）厂名、商标、结构、规格、层级、生产编号；

2）轮辋规格；

3）每点的脱圈阻力值；

4）结论："通过试验"或"未通过试验"；

5）试验日期。

5. 试验条件的允许偏差

除轮胎标准规定的允许偏差外，试验条件的允许偏差见表 3-32。

表 3-32　试验条件的允许偏差

项　　目	气压/kPa	压力位移指示器精度	位移速度精度
允许偏差	±10	满量程±1%	满量程±3%

（五）轿车轮胎滚动周长试验方法

轮胎的半径分自由半径、静半径、动半径、动负荷半径和滚动半径。通常滚动轮胎每转一圈的行程比使用中心高度表示的滚动半径测出的行程大，但比使用自由半径测出的行程小。GB/T 19388—2003《轿车轮胎滚动周长试验方法》中的试验方法分为转鼓法和车辆道路法。

1. 转鼓法

(1) 原理

将试验轮胎轮辋组合体装于从动轴上，压在一规定直径的转鼓上，并施加负荷。滚动周长的值由特定的速度确定。记录轮胎和转鼓的转动圈数，将这些数据代入公式，计算出轮胎的滚动周长。

(2) 试验转鼓要求

1）直径。标准试验用试验转鼓的直径应为(1 700±17)mm。其他试验转鼓直径应至少1 200mm，但不用于实验室间的对比分析。其转鼓应具有带动一从动轮的能力，使轮胎固定和加压在驱动转鼓上。测量期间应注意运转平稳。

2）表面。转鼓表面应是光滑的钢质面，如果使用有纹理表面的转鼓，应在试验报告中予以注明。转鼓表面应保持清洁。

3）宽度。转鼓试验表面的宽度应大于试验轮胎的胎面宽度。

(3) 热环境

试验应在 25℃标准室温下进行。也可以在(20～30)℃温度范围内进行，不要求温度校正。

(4) 速度

转鼓的试验速度应为 80 km/h。

对于子午线轮胎，在(80±50)km/h 速度范围内，可以认为轮胎的滚动周长值和速度存

在线性关系。在这个范围内，可以通过线性插入法求出 80 km/h 速度时的滚动周长值。

(5) 精度

轮胎和转鼓的每转的最小脉冲数(N_i)应均为 10。在测量期间总的脉冲数应大于 1 000。

(6) 试验轮胎参数

1) 标准试验负荷应为轮胎胎侧模刻的最大负荷能力的 80%。试验负荷力的方向应与试验表面保持垂直，并通过车轮中心，其偏差应控制在 0.29°(5 mrad)以内。

2) 轮胎平面应与试验表面的运动方向平行，侧偏角控制在 0.17°(3 mrad)内。车轮平面应与试验表面垂直，外倾角控制在 0.58°(10 mrad)内。

(7) 充气压力

试验轮胎在室温下的充气压力应为轮胎胎侧模刻的最大负荷能力对应的充气压力减去 30 kPa。

标准试验采用闭气气压。试验也可以采用调节气压。

(8) 轮辋

试验轮辋应是轮胎制造厂认可的，试验轮胎在公路上使用的轮辋规格和型号。如果没有合适的轮辋，试验应使用标准测量轮辋或最接近的轮辋。

(9) 步骤

1) 为了保证测试的可靠性，在试验开始前，试验轮胎应进行试运行和冷却过程。试运行应在规定的转鼓上进行，运行速度为 80 km/h，时间不少于 1 h，负荷和充气压力按本试验方法的规定。

2) 为了便于比较，记录试运行后新轮胎的外直径。

3) 为了使轮胎与环境的温度达到平衡，轮胎以充气状态，在试验环境中，停放 3 h 以上。

4) 经停放后的轮胎，按本试验方法的规定调整充气压力，并在约 10 min 后检查，同时按本试验方法的规定检查负荷。

5) 按规定的试验速度运行 30 min，以预热轮胎。当使用闭气试验时，预热后的轮胎的气压不能调整，试验应在气压升高的情形下进行，以模拟正常使用条件。调压试验所得的轮胎滚动周长的值与闭气试验测得的值相似。

(10) 计算

1) 记录在 T 时间段的轮胎和转鼓的整圈转数和非整圈转数。并注意保证在 T 时间内轮胎和转鼓的脉冲总数大于 1 000。

2) 用式(3-39)计算试验轮胎的滚动周长 C_r，以 mm 为单位。

$$C_r = 2\pi R \frac{N_d}{N_t} \quad \cdots\cdots (3\text{-}39)$$

式中：N_d——转鼓的转数；N_t——轮胎的转数；R——转鼓半径，mm。

3) 由不同转鼓直径得到的试验结果，可以通过经验式(3-40)、式(3-41)进行比较。

$$C_{r,R2} \cong K \times C_{r,R1} \quad \cdots\cdots (3\text{-}40)$$

$$K = \left[\frac{\frac{R_1}{R_2}(R_2 + r_T)}{R_1 + r_T}\right]^{-\frac{1}{30}} \quad \cdots\cdots (3\text{-}41)$$

式中：R_1——转鼓 1 的半径，mm；R_2——转鼓 2 的半径，mm；r_T——轮胎名义半径，mm；$C_{r,R1}$——转鼓 1 测得的滚动周长，mm；$C_{r,R2}$——转鼓 2 测得的滚动周长，mm。

4）用给定的计算式(3-39)计算出的滚动周长，可以通过下列经验式(3-42)和式(3-43)校正为在平直模拟路面上所得的结果。

$$C_{rF} \cong K \times C_{rD} \quad \cdots\cdots (3\text{-}42)$$

$$K = \left[\frac{R_1}{R_1 + r_T}\right]^{-\frac{1}{30}} \quad \cdots\cdots (3\text{-}43)$$

式中：R_1——转鼓 1 的半径，mm；r_T——轮胎名义半径，mm；C_{rD}——转鼓上测得的滚动周长，mm；C_{rF}——平直路面上测得的滚动周长，mm。

2. 车辆道路试验方法

(1) 原理

本试验方法是在笔直、水平、铺砌的路面上，以恒定的速度驾驶在驱动轴上安装有试验轮胎的具有代表性的车辆。记录轮胎通过一段经准确测量的距离时所发生的整圈转数和非整圈转数。

(2) 条件

1) 试验道路

试验道路应用沥青或水泥混凝土铺砌的，具有中等粗糙度的，且笔直、平坦和干燥的道路。该道路的路面的纵向和横向坡度应不超过 1%，道路的长度应有 500 m 或更长，这取决于对试验设备的精度要求。

试验道路的长度以 m 表示，测量误差应控制在 0.1%以内。

试验道路的两端应有引道，该引道应具备使试验车辆以试验速度进入该试验道路的条件，保证试验车辆以试验速度进入试验道路。

2) 气候

环境温度应在(5～30)℃之间。如果使用沥青路面，应使路面足够冷而不至于发黏。风速应不超过 7 m/s。

(3) 速度

试验速度应为(80±2)km/h。

对于子午线轮胎，在(80±50)km/h 范围内，可以认为轮胎滚动周长与速度之间存在线性关系。

(4) 精度

每转的最小脉冲数应为 16。转数装置的总误差，包括开始和停止在内应不超过 0.1%。

(5) 车辆

试验车辆应是通常装配与试验轮胎相同规格轮胎的具有代表性的车型。

因为大多数速度表和里程表都由驱动轴带动，所以试验轮胎应安装在驱动轴上。对于四轮驱动的车辆，在试验期间，其中的另一个轴应与传动系统脱离。

(6) 试验轮胎和轮辋参数

1) 轮胎

试验轮胎应采用相同规格、标识、型号、商标的轮胎。在充气后，在不加负荷的情况下，轮胎彼此外直径的差应在 0.5%以内。

为了比较，测量并记录轮胎的外直径。

2）负荷

驱动轴上的负荷为轮胎最大负荷的80%乘以该轴上轮胎的数目，误差控制在±2%以内。

3）充气压力

轮胎在环境温度下的充气压力为轮胎最大负荷对应的标准充气压力减去30 kPa。

4）轮辋

试验轮辋应是轮胎制造厂认可的，试验轮胎在公路上使用的轮辋规格和型号。如果没有合适的轮辋，试验应使用标准测量轮辋或最接近的轮辋。

(7) 步骤

1）试验进行前，试验轮胎应在规定的负荷和气压下，以约80 km/h的平均速度行驶至少0.5 h，进行试运行和调节。

2）轮胎进行调节后，以规定的试验速度，在规定的试验道路上立刻进行试验。

3）在测量过程中，应使加速、制动、转向尽可能在小的极限内。

4）当车辆通过试验道路时，记录右试验轮和左试验轮的整圈转数和非整圈转数。

5）每一方向重复试验两次。

6）如果相同方向的每个车轮的第一次转数和第二次转数相差值超过0.2%，则应重复试验，直到在每个方向的两次试验所得的结果在这一公差之内。

(8) 计算

1）准确度

按照每一方向重复试验两次的规定且符合精度要求的八个读数(即每个驱动轴上四个读数)逐一计算，得出平均值。

2）轮胎每单位距离的转数

由测定的转数(含非整转转数)除以试验道路长度，并乘以10^3计算得出轮胎每千米的转数，将计算值修约为最接近的整数。其中试验道路的长度用m表示。

$$\text{轮胎每千米的转数}=(\text{测定的转数}/\text{试验道路长度})\times 10^3$$

3）轮胎滚动周长

由试验道路的长度(m)除以测出的转数，并乘以10^3计算得出轮胎的滚动周长，将计算值修约为最接近的整数。其中试验道路的长度用m表示，轮胎滚动周长用mm表示。

$$\text{轮胎滚动周长}=(\text{试验道路的长度}/\text{测出的转数})\times 10^3$$

(9) 试验记录

1）试验方法和试验条件(温度、湿度、风速、闭气或调压)；

2）试验轮胎制造厂名称、商标、规格、数量以及外直径；

3）试验轮辋制造厂名称、商标、规格以及型号；

4）转鼓直径、表面品质；

5）试验道路路面品质、坡度以及长度；

6）试验车辆商标、型号以及驱动装置情况；

7）试验阶段轮胎外直径；

8）试验速度、气压、负荷；

9）标准条件下的滚动周长值、试验条件下的滚动周长值；

10）试验日期。

三、载重汽车轮胎试验方法

（一）载重汽车轮胎耐久性试验方法

1. 要求

按 GB/T 4501—2008 的陈述，耐久性能试验通过在规定的负荷和一定速度下的运行距离来评价轮胎的持久性能。

按 GB/T 4501—2008 规定的条件进行耐久性试验后，轮胎气压不应低于规定的初始气压；轮胎外观检查不应有（胎面、胎侧、帘布层、气密层、带束层、胎圈）脱层、帘布层裂逢、帘线剥离、帘线断裂、崩花、接头裂开、龟裂以及胎体异常变形等缺陷。

2. 试验机的主要技术参数

（1）试验机转鼓直径应为（1 700±17）mm。

（2）试验机转鼓的试验鼓面应为平滑的钢制面，其宽度应大于或等于试验轮胎的断面总宽度。

（3）试验加载装置的加载能力应能满足试验方法要求，其精度为满量程的±1.5%。

（4）试验机转鼓及试验设备的速度能力应满足试验方法的要求，其速度精度为$^{+2}_{0}$km/h。

（5）试验机转鼓的径向跳动应不大于 0.25 mm。

（6）环境温度测量装置宜设置在距离试验轮胎（150～1 000）mm 的范围内。

注：在 GB/T 4501—2008 中没有关于气压的测定要求，而在 GB/T 4501—1998 中规定为±10 kPa。

3. 试验方法

（1）试验条件

试验轮胎的外观质量应符合 GB 9744 的规定。

将轮胎安装在符合 GB/T 2977 规定的测量轮辋上，充以其最大额定负荷相应气压（当规定单胎和双胎两种使用条件时，以单胎最大额定负荷所对应的气压为准）。

轮胎轮辋组合体在（38±3）℃的温度下，至少停放 3 h。

转鼓以匀加速由启动到达规定速度的时间应在 5 min 以内。

各速度等级轮胎的耐久性试验条件应符合表 3-33 的规定。

表 3-33　载重汽车轮胎耐久性试验条件

轮胎速度符号	试验转鼓速度[a]/(km/h)		轮胎最大额定负荷的百分比/%		
			持续时间		
	子午线轮胎	斜交轮胎	7 h（第一阶段）	16 h（第二阶段）	24 h（第三阶段）
a）单胎最大额定负荷≤1 500 kg					
F	35	35	65	85	100
G	40	40			
J	50	50			
K	55	55			

续表 3-33

轮胎速度符号	试验转鼓速度[a]/(km/h)		轮胎最大额定负荷的百分比/%		
			持续时间		
	子午线轮胎	斜交轮胎	7 h（第一阶段）	16 h（第二阶段）	24 h（第三阶段）
L	65	55	70	90	105
M	80	65	75[b]	95[b]	115
N	90	—			
P	100	—			
Q及其以上	120	—			
b）单胎最大额定负荷大于1 500 kg					
F	35	35	65	85	100
G	45	35			
J	50	40			
K	55	50			
L	65	—			
M	70	—			

注1：牵引型花纹轮胎按普通轮胎的85%试验速度进行试验。

注2：名义断面宽度在13.00及其以上，最高速度为70 km/h的轮胎，均按30 km/h试验转鼓速度进行试验。

[a] 指直径为(1 700±17)mm转鼓表面的线速度。

[b] 第一阶段和第二阶段的时间分别为4 h和6 h。

(2) 试验步骤

1) 将停放后的轮胎气压重新调整到规定值，再停放15 min后，测量轮胎主要尺寸。

2) 将按上述条件准备好的轮胎轮辋组合体安装在试验轴上，使之垂直转鼓外表面加压，并按表3-33规定的条件进行试验。

3) 试验期间环境温度为(38±3)℃，环境温度的测量装置应安装在距轮胎(150～1 000)mm。

4) 试验按规定程序连续进行，其间不得中断，不得重新调整气压，不得人为地冷却轮胎，并保持各阶段相应的试验负荷不变。

5) 轮胎按规定程序完成三个阶段的试验后，要立即停机，测量轮胎气压和主要尺寸，待自然冷却1 h后，卸下轮胎进行外观检查。

4. 试验记录

轮胎试验应记录和测量下列各项内容：

1) 厂名、商标、结构、规格、层级、生产编号；

2) 轮辋规格；

3) 气压变化情况；

4) 外直径、断面宽变化率；

5）试验速度、试验负荷及试验里程；

6）试验结束时轮胎的气压、外观情况及损坏现象；

7）结论："通过试验"或"未通过试验"；

8）试验日期。

（二）载重汽车轮胎强度试验方法

新的 GB/T 4501—2008 代替了 GB/T 6327—1996。在有关强度性能方面与 GB/T 6327—1996的差异在于试验要求，GB/T 6327—1996 规定各点破坏能的算术平均值作为轮胎破坏能，轮胎的破坏能不低于规定的最小破坏能。按照这个规定，当采用自动计算破坏能装置时，所测得的破坏能算术平均值比五点均压穿时所测得的破坏能算术平均值小，甚至前者达不到最小破坏能，而后者却高出最小破坏能很多。因此，各点破坏能的算术平均值指的是五点均压穿时所测得的破坏能算术平均值。事实上，DOT、JIS 轮胎强度试验规定各测试点均压穿，轮胎压穿各点破坏能的算术平均值作为轮胎的破坏能。实际操作过程中，有的 1～4 点达到最小破坏能停止，第五点压穿，有的五点全部压穿，试验操作方法不统一。作为标准，考核的应是轮胎能否达到规定的最小破坏能。

标准的变化关键在于由考核破坏能的平均值改为考核每一点的最小破坏能。

1. 试验设备与精度

（1）试验机上应配备一个足够长的金属圆柱形压头，压头端部为半球形。载重汽车公制系列轮胎按照表 3-34 的规定采用不同的压头直径；载重汽车英制系列轮胎按照表 3-35 的规定采用不同的压头直径。

（2）压头装置应能逐渐递增地施加负荷，力和位移指示器精度为满量程的±1%。

（3）设备速度精度为满量程的±3%。

表 3-34　载重汽车公制系列轮胎强度试验用压头直径　　mm

单胎负荷指数	≤121	122～134	≥135
压头直径±0.5	19	32	38

表 3-35　载重汽车英制系列轮胎强度试验用压头直径　　mm

轮胎类型			压头直径±0.5
微型、轻型载重汽车轮胎[a]			19
载重汽车轮胎	轮辋名义直径≤17.5		19
	轮辋名义直径>17.5	12PR 及其以下	32
		14PR 及其以上	38

[a] 轮辋名义直径≥16，且单胎最大负荷能力≥1 500 kg 的轻型载重汽车斜交轮胎，压头直径为 32 mm。

（4）充气压力表的量程至少应为 1 000 kPa，精度为±20 kPa。

2. 试验条件

（1）试验轮胎的外观质量应符合 GB 9744 的规定。

（2）将试验轮胎安装在 GB/T 2977 规定的测量轮辋上。充入最大负荷对应的气压，如

果轮胎的单双胎气压不相同，则应采用双胎气压进行试验。

(3) 实验室温度应保持在(18～36)℃范围内。试验轮胎和轮辋组合体应在实验室温度下至少停放 3 h。

3. 试验步骤

(1) 将停放后的轮胎气压重新调整到规定的气压。将试验轮胎和轮辋组合体固定在试验机上。

(2) 沿轮胎胎面中心线取大致间隔相等的五个点进行试验。

(3) 压头垂直于胎面，并压在靠近胎面圆周中心线的花纹块上，避免压入花纹沟中。压入轮胎的速度为(50±2.5)mm/min。

(4) 测量每个点的轮胎破坏前瞬时的压力和压入深度(行程)，或压头触及轮辋的瞬时压力和行程。在转入下一个点试验前校正气压。

(5) 如果压头触及轮辋，轮胎未压穿，且未达到最小破坏能值，则此点视为达到最小破坏能。

(6) 用式(3-38)计算各点(上条提及的点除外)的破坏能。

(7) 采用自动计算破坏能装置时，当达到规定的最小破坏能后，应立即停止压头继续压入轮胎。

(8) 试验过程中，如果无内胎轮胎无法保持充气压力，可装入内胎进行试验。但应在试验报告中注明。

4. 判定规则

载重汽车公制系列轮胎各试验点的破坏能值均大于或等于表 3-36 的规定值时，判定“通过试验”；若有一试验点的破坏能值小于表 3-36 的规定值时，则判定“未通过试验”。

表 3-36 载重汽车公制系列轮胎的最小破坏能

单胎负荷指数	最大负荷对应的气压/kPa	最小破坏能/J	
		轮辋名义直径<13	轮辋名义直径≥13
≤121	≤250	136	294
	251～350	203	362
	351～450	271	514
	451～550	—	576
	551～650	—	644
	>650	—	712
≥122	≤550	972	
	551～650	1 412	
	651～750	1 695	
	751～850	2 090	
	851～950	2 203	

载重汽车英制系列轮胎各试验点的破坏能值均大于或等于表 3-37 的规定值时，判定“通过试验”。若有一试验点的破坏能值小于表 3-37 的规定值时，则判定“未通过试验”。

表 3-37　载重汽车英制系列轮胎的最小破坏能　　J

层级（PR）	微型、轻型载重汽车轮胎			载重汽车轮胎		
	轮辋名义直径 ≤12	轮辋名义直径 13～14	轮辋名义直径 ≥15	轮辋名义直径 ≤17.5	轮辋名义直径＞17.5	
					有内胎	无内胎
4	136	192	294	294	—	—
6	203	271	362	362	768	576
8	271	384	514	514	893	734
10	339	514	576	576	1 412	972
12	—	—	644	644	1 785	1 412
14	—	—	712	712	2 282	1 695
16			768	768	2 599	2 090
18			—	—	2 825	2 203
20			—	—	3 051	—
22			—	—	3 220	—

5. 试验报告

试验报告至少应包括以下内容：

1）轮胎制造商名称、商标、规格、生产编号；

2）试验轮胎负荷指数或层级、最大负荷能力、速度符号；

3）试验用轮辋规格；

4）试验环境温度；

5）试验方法标准代号、试验日期；

6）试验气压、试验负荷；

7）试验各阶段的试验时间和试验速度；

8）强度性能试验轮胎各试验点的压头作用力、行程、能量、最大破坏能（如果有）；

9）强度试验轮胎各试验点的情况："已穿"、"未穿"或"触及轮辋"；

10）试验过程的情况记录或说明；

11）结论："通过试验"、"未通过试验"。

（三）轻型载重汽车轮胎高速性能试验方法

GB/T 4501—2008《载重汽车轮胎性能室内试验方法》中规定了有关轻型载重汽车轮胎高速性能试验方法的有关内容。

1. 试验仪器设备及其精度要求

（1）试验机转鼓直径应为(1 700±17)mm。

（2）试验机转鼓的试验鼓面应为平滑的钢制面，其宽度应大于或等于试验轮胎的断面总宽度。

（3）试验加载装置的加载能力应能满足试验方法要求，其精度为满量程的±1.5%。

(4) 试验机转鼓及试验设备的速度能力应满足试验方法的要求，其速度精度为$^{+2}_{0}$km/h。

(5) 试验机转鼓的径向跳动应为≤0.25 mm。

(6) 环境温度测量装置宜设置在距离试验轮胎(150～1 000)mm 的范围内。

2. 试验条件

(1) 试验轮胎的外观质量应符合 GB 9744 的规定。

(2) 试验轮胎安装在 GB/T 2977 规定的测量轮辋上，并充入单胎最大负荷对应的充气压力。

(3) 充气后的试验轮胎和轮辋组合体在(38±3)℃的温度下至少停放 3 h。

(4) 试验转鼓以匀加速启动到初始试验速度的时间应在 10 min 以内。

(5) 试验条件应符合表 3-38 的规定。表 3-38 中，除第 1 试验阶段外，其他各试验阶段速度改变到速度稳定，所需时间应在 1 min 以内。

(6) 整个试验过程应连续进行，不应调整轮胎试验气压，试验负荷应保持恒定。

(7) 在整个试验过程中，环境温度应保持在(38±3)℃的范围内。

3. 试验步骤

(1) 将停放后的试验轮胎气压重新调整到规定的气压。

(2) 将按上述条件准备好的试验轮胎和轮辋组合体固定在试验机上，并使其垂直于试验转鼓外表面施加试验负荷，试验负荷应为单胎最大负荷的 90%。

(3) 按表 3-38 的规定连续进行试验。

(4) 按规定程序完成试验后，立即停机并测量试验轮胎气压；待自然冷却 1 h 后，卸下轮胎进行外观检查。

表 3-38　轮胎高速性能试验程序

试验阶段	试验速度/(km/h)	试验时间/min	试验阶段	试验速度/(km/h)	试验时间/min
1	0～初始试验速度[a]	10	3	初始试验速度＋10	10
2	初始试验速度	10	4	初始试验速度＋20	30
[a] 初始试验速度＝速度符号对应的速度－20 km/h。					

4. 判定规则

按规定的条件进行试验后，轮胎气压不应低于规定的初始气压；轮胎外观检查不应有(胎面、胎侧、帘布层、气密层、带束层、胎圈)脱层、帘布层裂缝、帘线剥离、帘线断裂、崩花、接头裂开、龟裂以及胎体异常变形等缺陷，则为“通过试验”否则为“未通过试验”。

5. 试验报告

试验报告宜包括以下内容：

1) 轮胎制造商名称、商标、规格、生产编号；

2) 试验轮胎负荷指数或层级、最大负荷能力、速度符号；

3) 试验用轮辋规格；

4) 试验环境温度；

5) 试验方法标准代号、试验日期；

6）试验气压、试验负荷；

7）试验各阶段的试验时间和试验速度；

8）高速性能试验结束后的轮胎外观、气压保持等状况；

9）试验过程的情况记录或说明；

10）结论："通过试验"、"未通过试验"。

（四）载重汽车轮胎滚动周长试验方法

1. 原理

GB/T 19389—2003《载重汽车轮胎滚动周长试验方法》规定的方法是将试验轮胎和轮辋组合体安装在具有代表性的车辆驱动轴上，在笔直、水平、铺砌的道路上，以恒定的速度驾驶，记录其在一段经准确测量的距离上轮胎发生的整圈转数和非整圈转数。

2. 试验要求

（1）试验道路

试验道路应用沥青或水泥混凝土铺砌，具有中等粗糙度，且应是水平、笔直、平坦、干燥的道路。该道路的路面的纵向和横向坡度应不超过1%，长度应有500 m或更长，这取决于对试验设备的精度要求。

试验道路的长度以m表示，测量误差应控制在0.1%以内。

试验道路的两端应有引道，该引道应具备使试验车辆以试验速度进入该试验道路的条件，保证试验车辆以试验速度进入试验道路。

（2）试验期间的气候

环境温度应在(5～30)℃之间。如果使用沥青路面，应使路面足够冷而不至于发黏。风速应不超过3 m/s。

（3）试验速度

1）速度符号为G及其以上的或最高速度标记大于或等于90 km/h的轮胎，其试验速度应为(70±2)km/h。

2）速度符号为G以下的或最高速度标记小于90 km/h的轮胎，试验速度应为对应速度的75%±2 km/h。

3）如果没有速度标记的轮胎，其试验速度采用(70±2)km/h。

（4）试验设备精度

每转的最小脉冲数应为16。转数装置的总误差，包括开始和停止在内不应超过0.1%。

试验装置公差：轮胎负荷±50 N，充气压力±5 kPa。

3. 试验用车辆

（1）试验用车辆和轮胎位置

试验车辆应是通常装配相同规格试验轮胎的，具有代表性的车型。

因为大多数速度表和里程表都由驱动轴带动，所以试验轮胎应安装在驱动轴上。对于四轮驱动的车辆，在试验期间，其中的一个轴应与传动系统脱离。

通常在驱动轴上作为双胎并装使用的轮胎，试验时应以双胎并装形式进行试验。

（2）试验负荷

驱动轴上的试验负荷应为轮胎胎侧上模刻的最大负荷的80%(对于在驱动轴上作为双胎并装使用的轮胎，试验负荷为双胎并装最大负荷的80%)乘以该轴上轮胎的数目，误差控

制在±2%以内。

其他轴上的负荷，应正常分布。

4. 试验轮胎和轮辋

(1) 试验轮胎

试验应采用相同规格、标识、型号、商标的轮胎，试验轮胎在充气后，在不加负荷的情况下，轮胎彼此外直径的差应在0.5%以内。

为了比较，测量并记录新轮胎的外直径。

(2) 试验轮胎的充气压力

轮胎在环境温度下的充气压力，应为轮胎胎侧上模刻的最大负荷能力(对于在驱动轴上通常作为双胎使用的轮胎应为轮胎最大双胎负荷能力)对应的充气压力。

(3) 轮胎试运行

在试验进行前，试验轮胎应在规定的负荷和充气压力下，以大致70 km/h的平均速度，至少运行150 km，以达到试验要求的状态。试运行后，轮胎花纹深度的损失应不大于10%。

(4) 试验轮辋

试验轮辋应是轮胎制造厂认可的，试验轮胎在公路上使用的轮辋规格和型号。如果没有合适的轮辋，试验应使用标准测量轮辋或最接近的轮辋。

5. 试验步骤

(1) 在试验场地环境温度下试验轮胎保持充气压力，至少停放3 h。在此期间，试验轮胎和轮辋组合体可以安装在试验车辆上。

(2) 将轮胎的试验充气压力调整到规定的气压，试验负荷应为规定的负荷。

(3) 试验车辆以规定的试验速度行驶约60 min，使轮胎的温度上升。轮胎温度上升以后，不要调整轮胎的气压。

(4) 按规定的试验速度，在规定的试验道路上立即进行试验。在测量过程中，应使加速、制动、转向尽可能在小的极限内。

(5) 记录右试验轮和左试验轮通过试验道路时所发生的整圈转数和非整圈转数。

(6) 每一方向重复试验两次。

(7) 如果相同方向的每个车轮的第一次转数和第二次转数相差值超过0.2%，则应重复试验，直到在每个方向的两次试验所得的结果在这一公差之内。

6. 计算

(1) 准确度

将符合精度要求的八个读数(即每个驱动轴上四个读数)逐一计算，得出平均值。

轮胎每单位距离的转数和轮胎滚动周长值的计算值修约为最接近的整数。

(2) 轮胎每单位距离的转数

由测定的转数(含非整转转数)除以试验道路长度，并乘以10^3计算得出每千米的转数。其中试验道路的长度用m表示。

$$\text{轮胎每单位距离的转数}=(\text{测定的转数}/\text{试验道路长度})\times 10^3$$

(3) 轮胎滚动周长

由试验道路的长度(m)除以测出的转数，并乘以10^3计算得出轮胎的滚动周长。其中

试验道路的长度用 m 表示，轮胎滚动周长用 mm 表示。

$$轮胎滚动周长=(试验道路的长度/测出的转数)\times 10^3$$

7. 试验记录

1）试验方法和试验条件(温度、湿度、风速、闭气或调压)；

2）试验轮胎制造厂名称、商标、规格、数量；

3）试验轮辋制造厂名称、商标、规格以及型号；

4）试验道路路面品质、坡度以及长度；

5）试验车辆商标、型号以及驱动装置情况；

6）试验前轮胎外直径；

7）试验速度、气压、负荷；

8）轮胎的滚动周长；

9）轮胎每单位距离的转数；

10）试验日期。

四、农业轮胎试验方法

(一) 农业轮胎牵引性能试验方法

1. 试验条件与方法

(1) 土壤条件

应为典型的、均匀一致的土壤，土壤表面应平整，在试验方向上的坡度应不大于 0.5%。土壤含水量为 10%～20%。

土壤坚实度规定如下：

——较坚硬的一种为(800～1 100)kPa；

——较松软的一种为(300～600)kPa。

试验时的环境温度为(5～35)℃。

(2) 试验装置

1）试验设备

试验设备应能驱动试验轮胎旋转行进，并对试验轮胎施加稳定的垂直负荷和水平负荷，使之产生牵引力和滑转率。所施加的垂直负荷及水平负荷不能交互影响且能独立地予以调整和控制。

2）测量仪器设备

用于测量试验轮胎垂直作用力、驱动转矩、牵引力、角速度、速度的设备；轮胎气压表；土壤坚实度测量仪、土壤水分测量仪。

(3) 参数测量精度

参数测量精度见表 3-39。

表 3-39　参数测量精度

参　数	力	力　矩	速　度	角速度	轮胎气压
测量准确度	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±0.5%	±5 kPa

(4) 试验准备

1）土壤

土壤经整理后测取土壤参数。土壤坚实度及含水量在试验区段至少测量三点。每点的土壤坚实度取(0～150)mm 深度的平均值。每点的土壤含水量取 50 mm、100 mm、150 mm 深处土壤含水量的平均值。最后，将所有测量点的平均值作为报告值。

2）试验轮胎

将符合 HG/T 2177 规定的试验轮胎装在 GB/T 1192—2008 或 GB/T 2979—2008 规定的标准轮辋上，充气至该轮胎最大负荷的相应气压，再将轮胎安装到试验装置上。

(5) 试验方法

在试验土壤上，利用试验装置对试验轮胎施加转矩，驱动其旋转行驶，同时施加垂直负荷，使轮胎对土壤的垂直作用力等于该轮胎的最大负荷能力(按照 GB/T 1192—2008 或 GB/T 2979—2008)，并施加水平负荷使其以牵引工作状态行进。此时轮胎与地面之间产生滑转并发生相互作用，在行进方向上产生牵引力。在相同土壤条件下，不同设计参数的轮胎可能产生不同的牵引力。同时使用测量仪器测量轮胎对地面的垂直作用力、驱动转矩、牵引力、角速度、速度等量。最小牵引力应做到零工况，轮胎在零牵引力时的速度应不低于 0.3 m/s，最大滑转率应做到 30%，测量点数应不少于 12。计算出各测点的牵引力系数、滑转率、牵引效率，最后经数据处理得到试验轮胎的牵引性能试验结果。

2. 试验结果的表述

(1) 牵引力系数

$$TC=\frac{F_r}{G} \quad \cdots\cdots (3\text{-}44)$$

式中：TC——牵引力系数；F_r——牵引力，kN；G——垂直作用力，kN。

(2) 滑转率

$$S=\left(1-\frac{v/\omega}{v_0/\omega_0}\right)\times 100 \quad \cdots\cdots (3\text{-}45)$$

式中：S——滑转率，%；v——轮胎的速度，m/s；ω——轮胎的角速度，rad/s；v_0——零牵引力时轮胎的速度，m/s；ω_0——零牵引力时轮胎的角速度，rad/s。

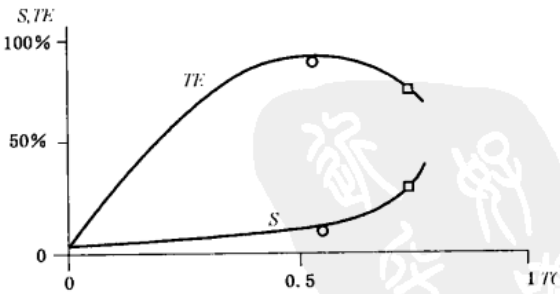
(3) 牵引效率

$$TE=\frac{F_T \cdot v}{T \cdot \omega}\times 100 \quad \cdots\cdots (3\text{-}46)$$

式中：TE——牵引效率，%；F_T——牵引力，kN；v——轮胎的速度，m/s；ω——轮胎的角速度，rad/s；T——驱动转矩，kN·m。

(4) 试验数据的选取

1）测取的试验数据以牵引性能曲线表示，见图 3-22。曲线经过对测取的数据进行拟合得出。这些曲线包括：牵引力系数-滑转率曲线、牵引力系数-牵引效率曲线。



符号 ○表示最大牵引效率点，□表示允许滑转率点。

图 3-22　轮胎牵引性能曲线

2）在牵引性能曲线上读取报告值。包括：允许滑转率($S=20\%$)时的牵引力系数、牵引

力(牵引力系数×最大负荷能力)、牵引效率;最大牵引效率及相应点的滑转率、牵引力系数、牵引力(牵引力系数×最大负荷能力)。

3) 数值修约精确到:土壤坚实度10 kPa,土壤含水量的质量分数0.1%,轮胎气压10 kPa,最大负荷力0.01 kN,滑转率0.1%,牵引力系数0.01,牵引效率1%,牵引力0.01 kN。

3. 试验报告

试验报告应包括下列各项:

1) 轮胎制造厂名称、商标、轮胎规格、层级和生产编号;

2) 轮胎气压、最大负荷能力;

3) 轮辋规格;

4) 试验土壤坚实度、土壤含水量;

5) 允许滑转率及对应点的牵引力系数、牵引力、牵引效率;

6) 最大牵引效率及对应点的滑转率、牵引力系数、牵引力;

7) 实验室名称、试验设备名称、试验日期。

(二) 农业轮胎耐磨耗性能试验方法

HG/T 2444—1993《农业轮胎耐磨耗性能试验方法　双转鼓法》规定的方法适用于测定外径为(500～1 100)mm的农业驱动轮胎的耐磨耗性能。

1. 试验条件及设备

(1) 实验室温度为(30±5)℃。

(2) 双转鼓试验机

双转鼓试验机由一对能使被试轮胎产生滑磨的转鼓及能对其施加足够的稳定垂直负荷的机构组成,见图3-23。

其主要参数如下:

双转鼓的直径为300 mm,转鼓的宽度应大于被试轮胎充气后的行驶面宽度;

双转鼓中心距为(410～420)mm;

双转鼓镶以30条厚10 mm、宽31 mm的钢板,其上刻出与边缘成60°角的菱形槽纹,槽距(15～17)mm,槽宽(2～3)mm,钢板的长边有1×45°的倒角。

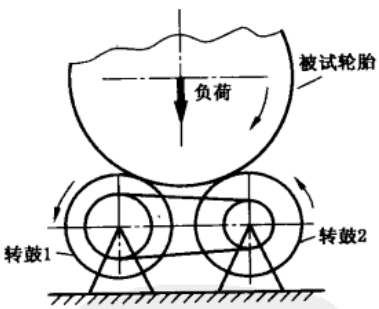


图3-23　双转鼓试验机示意图

(3) 测量仪器及参数测量精度

1) 气压表:轮胎气压测量精度±5 kPa;

2) 温度计:环境温度测量精度±1 ℃;

3) 秤:外胎质量称量精度±5 g;

4) 花纹块深度测量尺:测量精度±0.25 mm。

2. 试验步骤

(1) 试验准备

1) 把符合HG/T 2177、GB/T 1192或GB 2979规定的被试轮胎的外胎加以称量。

2) 将被试轮胎装在符合GB/T 1192或GB 2979规定的轮辋上。

3) 充气至GB/T 1192或GB 2979规定的与轮胎层级相应的最高气压值,在规定的环

境温度下停放至少 3 h 后再检查并调整至规定气压值，停放 15 min 后可进行试验。

4）试验前应测定花纹块深度，以胎肩到胎冠中心线的 1/2 处轮胎回转平面内的花纹深度为准，每胎测量四点，取平均值，测量时应避开花纹底部之补强筋。

5）将轮胎安装在双转鼓试验机上。

（2）试验

1）试验按表 3-40 规定的程序进行。

表 3-40　试验程序

项　　目	程　　序			
试验阶段	正转 1	正转 2	反转	正转 3
试验时间/h	20	20	7	23
试验负荷	0.6 W	0.8 W	W	W
注：1. 外胎胎面花纹有行驶方向的以胎侧箭头所指的旋转方向为正转方向。 2. "W"表示轮胎最大负荷。				

2）试验时双转鼓的转速应控制在使被试轮胎与转鼓表面产生 7.3 cm/s 的平均相对滑磨速度。

3）试验应连续进行，但允许有不超过 5 min 的短暂停机以作观察，清除磨下的胶料及调整负荷等。如发现异常现象，应及时停机或中止试验。

（3）试验机结束后的测量

1）试验结束后立即测量气压并作记录。

2）检查轮胎外观的变化情况。

3）按规定测量花纹深度。

4）拆下轮辋，取下内胎，称量外胎质量。

3. 试验结果评定

试验结果由试验前后轮胎质量差、花纹深度差及其他损坏情况来评价。

4. 试验记录

试验记录应包括下列各项：

1）轮胎生产厂名、商标、结构、规格、层级和生产编号；

2）轮辋规格；

3）试验温度、轮胎气压及加载负荷；

4）磨耗量、花纹块深度降低量；

5）其他损坏及异常情况；

6）试验日期及地点。

五、其他试验方法

（一）轿车轮胎在冬季雪地条件的制动效率试验方法

1. 原理

ETRTODEI:2008 规定的试验方法叙述在制动期间的减速效率，使用一辆用装备仪器的轿车，其带有 ABS 的系统，全部车轮装配相同的轮胎。

用规定的初始速度起动，应用制动触发 ABS 系统。计算平均减速，或在长于或等于 1 s 的规定时间间隔内；或在初始速度和最终速度之间，两个至少 15 km/h 的规定速度间隔内。任何情况下，最终速度不低于 8 km/h，使用一种方法，可以得到平均减速。

通过在车辆上装配给定的轮胎，同装配的对照轮胎，在一个短的时间间隔里，并在相同的试验场地作两相测量，比较两者获得的平均减速，可找出给定轮胎的效率。

2. 设备

(1) 车辆

试验用装备 ABS 系统的标准轿车进行。

使用的车辆必须是每个车轮的负荷适合于进行测试轮胎。在相同的车辆上可以测试几种不同规格的轮胎。

应重视"车辆正常负荷"。轮胎充气压力将由轮胎/车辆制造厂推荐。

(2) 测量设备

车辆必须装备有适于在冬季路面测量速度的传感器。

速度测量可接受的公差见表 3-41。

要求测量两速度之间的时间或两速度之间行驶距离，取决于使用的分析方法(见表 3-41)。可接受的公差如下：

1) 两个速度测量之间的时间：±1/100 s；

2) 距离/减速：±0.05 m。

在车辆内，最好有测量试验速度或更好的测量速度和参考速度之差的显示，以便驾驶员能调整车辆的速度。

必须有一数据收集系统，以便能储存测量结果。

3. 试验路径

(1) 雪地条件

制动试验必须在压实的雪地上进行。

试验条件必须如下：

地面上方约 1 m 处测量空气温度和大约 1 cm 深度处雪的温度，必须在(−2～15)℃之间。

- 用 CTI 针入式硬度计测量的雪地硬度必须在 70 度和 90 度之间。
- 雪地试验表面应有 2%最大坡度的平面。
- 为减少准备事项，要求有较大的试验面积。
- 对于设备细节，参照 ASTM F1805 有关针入式硬度计的附件。

(2) 堆积雪道的准备

雪道必须有至少 3 cm 的硬雪基和中等积雪的表层及至少 2 cm 的准备雪组成。

(3) 试验程序

在试验前，轮胎必须运行(距离最少 100 km)。

在试验前，确保与雪接触的轮胎表面是洁净的。

试验前，试验的轮胎必须在室外温度条件下放置至少 2 h，根据对环境温度条件调整轮胎气压。

首先在车辆上安装对照轮胎。

在开始区域，车辆加速至高于或等于试验的初始速度。

在测量区域，一旦达到规定的速度，驾驶员就放松离合器，并迅速踩踏下刹车踏板，需要保持这个状况，直到测量完成。然后放松刹车，以使测量区以外的道路表面不受损伤。

重复这个程序，直到至少进行八次有效测量为止。其百分比变化（$C.V.=\frac{S}{\overline{X}}\cdot 100\%$）应小于或等于10%（$S$=减速度值的标准偏差，$\overline{X}$=平均减速度值。）

进行测量时，如果条件不符（速度公差、刹车时间和测量区的表面），则放弃试验、做另外的测量。

至少做五次有效的测量以后，用一组试验轮胎取代对照轮胎。

当用对照轮胎时，遵守相同的程序。

在对照轮胎再试验之前，最多可以试验两组试验轮胎。例如，四组试验轮胎加对照轮胎（con）的试验运行次序如下：

con　　A　　B　　con　　C　　D　　con

在对照轮胎测试之间，路面不必要准备。

4. 测量结果的处理

每次重复测量，用表3-41有关规定之一计算平均减速值。

表3-41　数据处理与速度公差

如果进行的测量	测量的参数（s）可以是：	按下式计算平均减速值（AD）	测量速度公差
在规定的时间间隔期间（Δt）	在时间间隔内的初始速度（s_i）和最终速度（s_f）	$AD=(s_f-s_i)/\Delta t$	±0.1 km/h
在规定的两个速度之间（s_i 和 s_f）	在初始速度 s_i 和最终速度 s_f 之间的时间间隔（Δt）或在初始速度 s_i 和最终速度 s_f 之间的行走距离（D）	$AD=(s_f-s_i)/\Delta t$ $AD=(s_f^2-s_i^2)/(2D)$	±0.5 km/h

对每条轮胎计算有效的测量平均值。允许直接测量减速度。

如果 R_1 是对照轮胎第一次试验 AD 值的平均值。R_2 是对照轮胎第二次试验 AD 值的平均值，而 T 是限定的轮胎试验 AD 值的平均值，完成下面的运算：

- 关于对照轮胎结果，应该按表3-42规定校正。
- 比率 $T/R\times 100$ 的计算结果，表示限定轮胎与对照轮胎比较的相对效率。

表3-42　R 校正公式

如果两对照轮胎成功运行之间的试验轮胎的组数是	限定的轮胎组	R 按下式计算
1：con　A　con	A	$R=1/2(R_1+R_2)$
2：con　A　B　con	A	$R=2/3R_1+1/3R_2$
	B	$R=1/3R_1+2/3R_2$

5. 性能水平

美国橡胶制造者协会（RMA）在他们的“轮胎信息”服务公布，37卷第1期中，依据

ASTM 试验程序 N0. F1805，当他们获及的性能好于参照 SRTT 轮胎 10%时，才证明有特殊符号的苛刻冬季条件的雪地轮胎合格。

试验结果基本上取决了试验方法。因此，当用上述试验程序，做选择轮胎与 SRTT 参照轮胎比较时，在试验结果中，达到相同性能水平，有 7%差额。

（二）吨公里每小时试验程序

吨公里每小时（TKPH）是评价工程轮胎性能的要素之一。但是我们国家标准中并没有相应的工程轮胎的试验方法，因此，我们节选了 SAE J1015 的试验程序，供大家在研究和控制工程轮胎质量时参考。

1. 装置

（1）试验机

使用 TRA 标准年鉴规定的轮辋，将轮胎安装在适宜的试验机上，试验轮胎应单个放置在驱动（非转向）或牵引轴上。注意并排除车轮的任何外倾及前束，以防止不均匀载荷。

（2）试验路线

试验路线应是干燥的、平整的、高密实材料或铺装路面，呈闭环形状。路线长度和布置不应由于转弯和超高引起重心偏移，而使轮胎载荷受到较大影响。保证轮胎在已知的恒定载荷下运行。应采用往返行驶的方法来颠倒行驶方向。TKPH 测量必须仅在干燥的试验路线上进行，因为潮湿将影响轮胎的温度。

（3）仪器

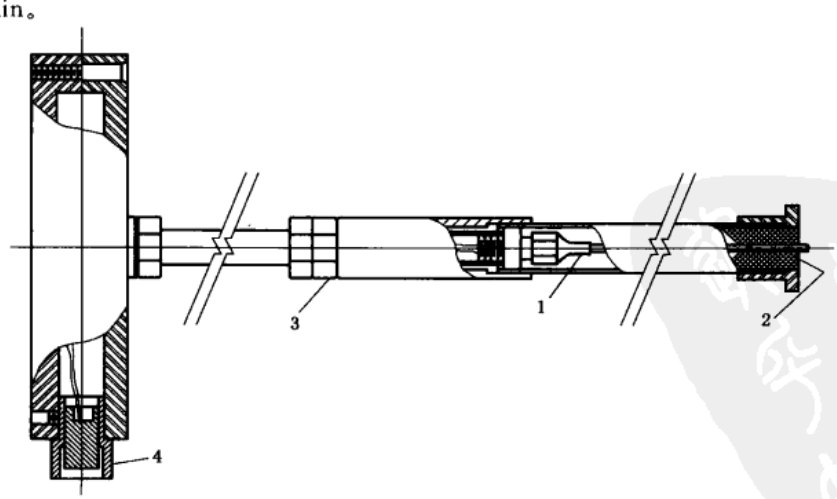
1）温度测量系统——系统应具有在±1℃精度情况下测量轮胎温度系统的能力。

2）热电偶探针装置——仪器描述在图 3-24，应能提供固定、导向和插入热电偶的作用，有与读数器或记录装置联线的手柄。

3）压力表——测量轮胎压力的压力表为精确到±6.9 kPa。

4）称重秤——称重秤精确到 2%。

5）计时器——用标准的秒表或秒钟来测量，能测量 60 min 及其以上，刻度为0.01 min。



1——探针；2——探针导向；3——固定螺母；4——连接器。

图 3-24　热电偶探针和支架

2. 试验准备

(1) 轮胎

应在轮胎胎面最顶层加强层的上部，也就是缓冲层、带束层或胎体帘线层之处，准备钻直径为 3 mm 热电偶探针孔；这些钻孔与胎面表面垂直或呈法向，其位置穿过胎面花纹，一个或多个点的深度在 25 mm 以内或邻近轮胎最热的点。为了满足这些条件，推荐使用以下程序。

1) 钻孔定位

a. 使用卡钳，沿轮胎胎面的中心线和胎肩部分，测量每个部分的总厚度，确定圆周方向最厚的区域。

b. 在最厚的区域选择一个花纹块或邻近的花纹单元，作为探针的位置。

c. 对于断面宽 16.00 及其以下的轮胎，孔应定位在横向花纹的中心或邻近部位，从轮胎中心线到胎肩的最大递增量为 25 mm；对于较大的轮胎，其递增量应为 50 mm。

d. 具有条形花纹的轮胎，要求在每条花纹的中心上钻孔，块的宽度大于 76 mm 的花纹条，要求在其中心的任一侧 25 mm 处增加孔，但距离块的边缘不少于 12.5 mm。

e. 按照上面的表述横过轮胎胎冠作出递增量标记。

2) 钻孔深度的确定

a. 钻孔的深度应使孔的底部距离最外层的帘线加强层 2.5 mm 以内，但不要深入或穿过这个帘线层。

b. 如果胎体的厚度已知，在规定的位置测量轮胎总的厚度，并从上述的测量结果中减去已知的胎体厚度；钻孔的深度应小于差值 2.5 mm。

c. 如果胎体的厚度未知，那么钻孔的深度可通过钻试验空心孔予以确定。

从胎面中心线到胎肩的规定间隔处，在紧临预定探针位置的胎面部位，钻一个直径不超过 6 mm 的空心孔。对于设计条形花纹的轮胎，空心孔不能钻在距离探针孔 50 mm 的地方。空心孔应与胎面垂直或呈法向，空心孔的深度不应延伸到缓冲层或带束层进入胎体帘布层，对于钢丝帘线的轮胎，空心孔的深度不应比开始接触到钢丝缓冲层或带束层时深。

从空心孔取出胶芯，测量加强层(胎体材料)的厚度，并从空心孔的深度中减去，上述测量结果减去 2.5 mm 确定探针定位深度。

(2) 充气压力

在第一次试验的 24 h 前对新轮胎充气，试验轮胎应充以 TRA 年鉴规定的对应层级或负荷等级的气压。

(3) 试运行

新轮胎在负荷和速度联合作用下，运行(130～160)km，按照产生以下限定的实际稳定温度来确定。

1) 斜交轮胎(纤维)，(87～107)℃；

2) 子午线轮胎(钢丝)，(71～93)℃。

3. 试验程序

(1) 试验条件

1) 调整试验负荷

试验负荷为 TRA 标准年鉴中规定的试验轮胎 48 km/h 下负荷能力的 85%。试验负荷应测定并控制在 2%以内，试验负荷贯穿试验的全过程。

2）调整试验气压

在立即进行试验前，调整环境温度下轮胎的充气压力，并修正到 15.6 ℃时的标准气压。

3）调整试验速度

可选择三种试验速度。这三个试验速度乘以试验负荷，将产生三个相应的 TKPH 值，用于 TKPH 测定。

速度的说明——速度是一个计算平均值。从启动试验机开始到最终停止时止，全部的行驶距离除以全部的时间。

速度选择方法——所选择三个平均速度，每个将产生达到平衡的轮胎温度，其近似的范围见表 3-43。

表 3-43　达到平衡的轮胎温度

轮胎种类	相对常温的近似的温度/℃
纤维	93 107 121
钢丝	79 93 107

（2）试验周期

1）每一个试验周期由恒速运转大约 60 min或 24.1 km，以及一个停止周期（不超过 10 min）组成。运行时间和距离可能有轻微不同，允许站间路线的重叠，但是一旦速度或运行时间已经确定，必须控制在±1%以内。

2）使用规定的仪器在预先已钻好的探针孔里测量轮胎温度，温度应在停止期开始尽可能的读出。整个试验保持特定的试验测量顺序，测量使用的热电偶探针应该在探针孔底部的 1.3 mm 范围内。从停止期开始时，除了记录温度外，还要记录消逝的时间。

热区域的测量——当已经得到确定中心线任意一侧热点区域的充足数据后，不一定要探测每个已钻好的探针孔，在这个区域建立后，继续记录每个区域的热点及其邻近的各点，来确认最热的点已经被测量。

冷却率的测量——在完成最后一次探针测量（最热的试验条件），达到了平衡条件的时候，应该按照试验的规定以同样的次序再次测量每个探针孔，记录每次探针测量消逝的持续时间，如同整个试验所用的方法。在最后一次停止时，用记时装置继续记录时间。第三次探针孔的温度数据根据其适当的停止时间得出来，大约在上次读数 15 min 以后。这个操作程序应以15 min为间隔不断地试验，直到得到足够的数据可以绘制出一条均匀的温度和时间的递减曲线。

3）环境温度应该在定时试验开始和每次停止期之前 30 min 时记录。这些数据常规范化为轮胎温度 38 ℃。

4）有效试验的最小环境范围——如果环境温度小于 10 ℃，不应进行试验。

（3）试验期

当每条轮胎达到平衡条件之前，在每个停止期内应记录温度值。根据三个连续的停止期时间内，以热点的变化来规定平衡条件，其修正到 38 ℃的温度增加量不应超过 2.8 ℃。

4. 数据处理和分析

（1）探针测量过程消逝时间的温度修正——在停止后对于每次探针测量结果应追加以消逝时间为基础的修正。在试验结束后，使用以时间为基准的冷却曲线来确定修正量。

（2）冷却曲线——冷却曲线是由冷却率的测量中所述的数据来绘制的。因为冷却率修正不直接应用于记录数据，该曲线不对环境温度予以规范化。

（3）环境温度的规范——对于每条轮胎在每个停止期内，记录的最高温度（热点）应通

过以下程序规范到 38 ℃：

1）如果在记录轮胎温度之前的 30 min，环境温度未达到 38 ℃，给最高温度示值加上 60%的差额，如下所示：

0.60(38 ℃－环境温度)

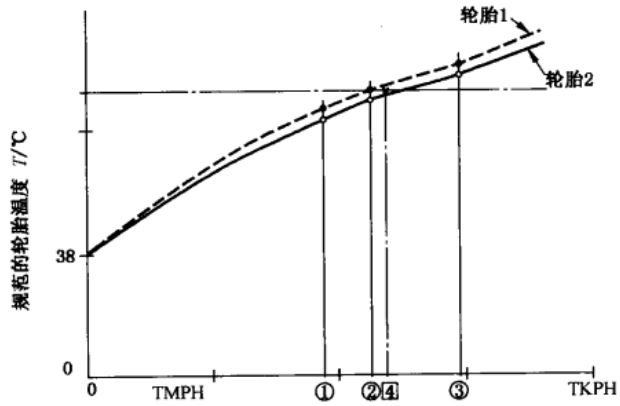
2）如果环境温度大于 38 ℃，给最高温度示值减去 60%的差额，如下所示：

0.60(环境温度－38 ℃)

这些经过规范的数值用做测定的 TKPH。

(4) TKPH 的规定——在速度选择方法中三个条件的正规化平衡温度值对着已定的相应TKPH水平标绘。两条试验轮胎的数据作为平均值绘制出来(见图 3-25)。

温度等级(T°)是指(一定的科学技术发展情况)轮胎可靠地承受的温度。温度等级(T°)是分别由各个轮胎制造商来确定。各试验轮胎的 TKPH 值按已经建立的温度等级(T°)，并由试验机构发布。轮胎试验样品(最少两条轮胎)的平均值用来确定等级。如果对于样品间温度等级的差别超过 5.6 ℃，那么试验是无效的，则应该增加试验样品数量。



注：①、②、③是指三次试验的最小值；④是指两条试验轮胎曲线中平均截距。

图 3-25　数据图

(三) 轮胎压力分布试验方法

轮胎的压力分布是轮胎与路面接触引起的压力分布，在静负荷试验中只能测单位接地面积中的平均接地压力，但是实际中轮胎的接地压力是不均匀的，影响轮胎接地压力分布的因素有胎面弧度曲率、轮胎结构、子午线轮胎的带束层结构等。压力分布对于轮胎的性能影响主要表现在对轮胎的耐磨性、制动性以及通过性能等，是一项十分重要的标准。但是鉴于轮胎行业和汽车行业在这个问题上的不同观点和看法，从而引出了不同的标准观点。

这里，笔者的看法偏向于汽车的观点，轮胎的压力分布是动态的，检测技术和试验手段均受多种影响，因此，我们在此介绍 ASTM F870:1994(2005)有关试验方法，供大家参考。

1. 试验操作摘要

(1) 本试验操作分为两个独立的部分。本试验方法中“轮胎印迹印象”提供了获得轮胎压痕的步骤，“印迹印象的测定”中表述了测定压痕的要素，拷贝他们，来计算花纹沟面积分数。附加的印痕长度和宽度也是可以测定的。

(2) 花纹沟面积分数由测定的印痕面积 60%的中心区域确定，60%的中心区域(按照印

痕长度尺寸计算）可以避免对正处于“边缘”的不清晰以及主观的判断。花纹沟面积分数 ΦA 是在该区域花纹沟—间隙印痕面积与总的或总量面积的比值。总面积可以通过直接测定矩形面积而得到。

2. 意义和用途

（1）环形带状的轮胎胎面接触地面，通常包括几何的花纹沟或间隙胎面花纹元素，它们有助于提供给轮胎适当的牵引性能，尤其是在湿的和雪的路面上。

（2）作为轮胎花纹特征部分的花纹沟面积的量或百分数，对于轮胎的牵引性能和磨耗特性都是重要的，花纹沟面积分数的计算与总的接地面积有关。

3. 干扰

（1）当测定轮胎花纹沟面积分数和印痕尺寸时，会遇到必然的困难。主要关注包括花纹间隙面积的结果，作为大多设计成几何部分的间隙，在印痕图上所表现的，经过主观判断被包括是不能避免的，而且有关的结果被认可，必须在最终的报告给予充分的解释。

注：基于本实验操作的需要，同一条轮胎中，指比 1 mm 宽，且大于花纹沟深度 25% 的花纹沟为槽口花纹，细花纹指比花纹沟或花纹间隙足够窄的模型或刀槽间隙。它们之间的差异示意见图 3-26。



图 3-26　槽口花纹和细花纹的差异示意图

（2）具有代表性的困难，见图 3-27，轮胎印痕边缘胎肩的外侧，没有一个良好的胎肩棱边，图 3-28表明了获得总面积的边缘说明。

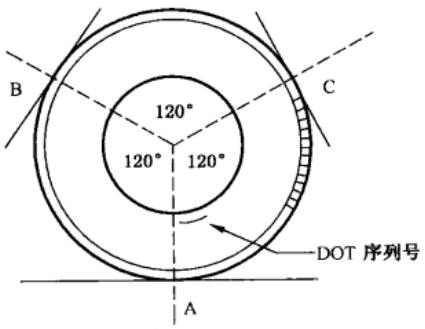


图 3-27　印痕区域 A，B，C



图 3-28　花纹边缘肩部不包括密实胎肩

4. 设备

（1）轮胎载荷机构——一个机构或一个固定装置有能力支撑安装了轮辋的轮胎，在标准气压下，能提供规定的负荷（控制在±2%以内）。该机器具有一个光滑的、平的、硬的基础平台，以施加给轮胎负荷。加载负荷的速度应该在停止给轮胎负荷时，不要发生轮胎反弹或振动，操作负荷的垂直运行的速度为 2 mm/s 或更小是合适的。

（2）印迹垫——具有足够印迹胎面表面积的、软的墨水垫，推荐使用办公用的图章墨水的发泡橡胶图章衬垫，这种衬垫应浸上墨水，以便图章衬垫被墨水完全渗透，但是应避免过多的墨水，而导致印痕印象边缘部分印迹扭曲。

（3）印痕印象纸——纸的大小足够印迹印痕。这种纸应该是光滑的，而且足够的厚（或

重），预防纸的表面在轮胎载荷过程中，被扣住或卷边。墨水不应该浸润或者渗透到几何图形外的区域，导致毛边或类似的问题。

注：如果使用者能证明印迹印象是清晰的，而且与墨水印迹是等效的，可以使用压敏纸。

5. 步骤

（1）轮胎印迹印象

1）将轮胎安装到 TRA 年鉴规定的试验轮辋上，并充以所选负荷对应的充气压力，检查轮胎表面的不平整处，如突出的模具排气孔，排出所发现的缺陷。

2）如果没有推荐的充气压力，按照胎侧表明的最大充气压力予以充气。

3）对于轮胎胎面上有很多的模具排气孔，采用动力带式磨砂机，用好用打磨纸将其去除。这样将充气的轮胎和轮辋安装到轴上，其旋转速度为(10～15)r/min，当抛光至合适的光洁度，然后前后移动，去除(0.05～0.1)mm[(0.002～0.004)in]胎面表面是合适的。但是抛光不要改变轮胎胎面的外轮廓。

4）如果没有动力装置，切除模具排气孔或飞边，或者两者，使用一个小的、非常锋利的刀或袖珍的剪子，手工轻轻地、细微地、小心地从胎面表面将其去除。

5）轮胎胎面经常包含有胎面元素尺寸变化（规格、间距、倾斜、长度等），以减少使用中噪声的声调，当这种变化存在的时候，需要用平均花纹沟面积或花纹间隙面积来表示。但是给出的三个推荐区域，也可能不能充分地达到这个目标，而且可能需要在现场修改，以获得一套具有代表性的印迹印象。

6）用于印迹印象的三个推荐区域 A、B、C，按照以下方法定位：

区域 A，点系列数字一侧，旋转轴的中心平面的垂直线，通过点的第一个字母。

区域 B，从区域 A 印迹中心顺时针旋转 120°间隙，定位为区域 B 印迹中心。

区域 C，从区域 A 印迹中心顺时针旋转 240°间隙（或逆时针 120°），定位为区域 C 印迹中心。从一个印迹中心到另一个印迹中心的角度误差在±5°以内。

7）将轮胎和轮辋安装到负荷机构或固定装置上，在垂直方向上定位第一个印迹区域和位置。通过使用结实的压力纸，印迹胎面，圆周弧度近似 30 cm。检查印迹表面以确保：

所有的突出物被完全印迹而且湿润。

注：为了保证橡胶粘上墨水而且湿润，在使用墨水前，预先可以采用碳氢化合物（己烷、庚烷）清洁胎面的表面，溶剂可以挥发。

没有多余的墨水明显地出现在条纹的边缘累积。

8）使用轮胎负荷对应于充气压力，使墨水区域的中心对应负荷下轮胎的印痕中心位置的中央旋转，从平板的边缘抓住印痕纸。如果使用最大充气压力，其相应的最大负荷表明在胎侧。对于最大充气压力下的其他充气压力，参考 TRA 标准年鉴。允许轮胎没有负荷很少的几秒。

9）针对清晰、花纹块印迹印象突出，而且相对于花纹沟明显，花纹块区域有满意的黑，来检查印迹。如果没有得到好的印迹，重新涂墨水和负荷重做。用适用的确定数据标记印迹。

10）所有的选择区域重复试验。让所有的印迹干透后复印测定。

（2）印迹印象的测定

1）使用复印机使三个区域的原始印迹再现，合适的区分接地和间隙区域，不要引起接

地长度和宽度的变化，最大不超过±1%。影印原始印象以排除由于墨水的重量导致的变异。

2）典型的印迹表明在图 3-29。60%的中心区域，通过以下方法得到。

a. 在印迹图 3-29 上面一条“中止线”，如 a 和 a'。这些线的水平位置不是严格的，但是他们应该按照个人的主观判断作分析，适当地描述在印迹的尾端。印迹的肩部长度长于顶端的长度，肩部的尺寸应该用于中止线的定位。

b. 测量中止线间的距离 d_{FL}（本例子的长度是 174 mm），然后将其除以 5（本例子是 34.8≈35）。从每条中止线向内量 35 mm，然后画线 b 和 b'。这两条的最后的线组成最终的 60%的中心区域，且用于印迹的测定。

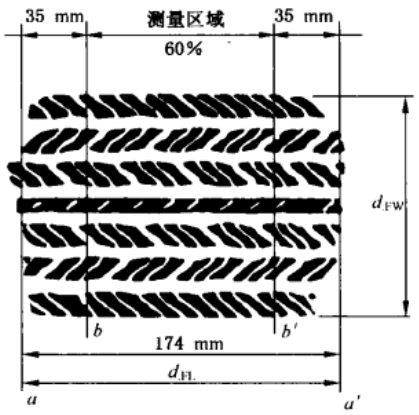


图 3-29　典型的印痕印迹

3）测定肩部外部边缘位置的印迹并且测定 d_{FW}（见图 3-28、图 3-29）。

4）切下成矩形的 60%区域的纸印迹，并且称重到最接近的 0.005 g。这个质量为印迹纸的质量 W_T。

5）使用刀片或其他的设备，准确地切出 60%区域花纹沟和间隙面积，不要包括切口或刀槽花纹，但要包括切口。如果切口或刀槽花纹有自然分界线，应该有一个特别的说明包括还是没有包括。称重所有切出来的花纹沟和间隙纸片，并称到最接近的 0.005 g。这个质量为花纹沟和花纹间隙的质量 W_V。

6）由 W_T 减去 W_V，测定没有间隙的质量 W_{NV}。

6. 计算

（1）对所有的 A，B，C 三个区域，计算花纹沟面积分数 ΦA，见式(3-47)：

$$\Phi A = W_T / (W_V + W_{NV}(CF)) \quad \cdots\cdots (3\text{-}47)$$

式中：

W_V——有间隙的中心区域 60%面积的质量，g；

W_{NV}——没有间隙（花纹块、花纹连线）的质量，g；

CF——没有间隙面积的图像密度质量；

W_T——$W_V + W_{NV}(CF)$。

注：修正系数 CF 为使用复印机复印的图像制品，其非黑色面积和黑色面积的重量或质量的比值。也可以通过复印的黑色和白色纸，而且使用锋利的刀片切出相同面积的同类型的纸（间隔可以使用厘米或英寸），由质量比值（非黑色和黑色之比）给出修正系数 CF。在印迹印象操作过程中，这种黑色纸应该同墨水印迹的图像产品，具有相同的亮度。

（2）在特定的技术应用条件下的花纹沟面积比较，印迹修正系数可以省略。这种省略可以产生−4%的偏差；没有经过修正的值比经过修正的值小。如果修正被应用，每个等距离测定的点的修正系数都应被确定。

7. 报告

（1）墨水印迹印象报告包含以下信息：

1）轮胎鉴定信息(型号、规格等)；

2）数据；

3）轮胎负荷(精确到±2%)；

4）轮胎充气压力(精确到±2%)；

5）轮辋信息；

6）用有关的连续编号轮胎圆周区域印迹印象的位置。

(2) 印迹印象的测定报告包含以下信息：

1）记录墨水印迹印象报告中的轮胎信息；

2）计算区域 A,B,C 的花纹沟面积分数 ΦA，轮胎平均花纹沟面积分数 ΦA，精确到最接近的 0.005；

3）这些 ΦA 是否包括图像密度修正的陈述，如果使用修正，报告密度系数 CF 值；

4）接地印迹长度 d_{FL}(每个值和平均值)和宽度 d_{FW}，单位为：mm；

5）包括间隙在内的有关几何形状的任何陈述。

第二篇

汽车用密封制品要求及试验方法

第四章 概 述

橡胶密封制品是橡胶制品中的一大类，在各个行业中都有着广泛的应用，在汽车上也不例外。汽车用橡胶密封制品是指用于汽车各个部位起密封作用的各类橡胶制品，包括汽车制动系统用密封制品、液压系统用密封制品、密封条、轴承密封圈等等。主要产品有O形圈、旋转轴唇形密封圈、汽车液压制动橡胶皮碗、制动气室橡胶隔膜、汽车液压盘式制动缸用密封圈及护罩以及各种密封条等。

近年来，随着我国汽车工业的快速发展，汽车向高速、高功能化和高舒适性等方面的要求的提高，对汽车配件的要求也越来越高。为了适应这种发展需求，汽车用橡胶密封制品的要求也在不断提高，各种新材料、新技术、新工艺也不断被开发和应用。比如，旋转轴唇形密封圈，原来以传统的氟橡胶和丁腈橡胶为基材制造，近年来发展了一种采用新型的热塑性材料PTFE制成密封元件，密封元件与金属骨架装配或粘接而成旋转轴唇形密封圈，这种新型的旋转轴唇形密封圈具有密封效果好、制造简单、成本低等特点，受到了橡胶密封圈生产厂家及汽车生产厂家的普遍重视。又比如，汽车用的密封条，包括门框密封条、玻璃导槽密封条、发动机舱密封条以及行李箱密封条等等。原来以纯橡胶材料为主，近年来已发展了塑料密封条、橡塑密封条、植绒密封条、涂层密封条等。这些新型密封条都得到了较好的应用，在性能、外观等方面都有较大的提高和改进。

本篇提供了汽车用的橡胶密封制品的标准信息和资料，不仅仅局限于传统的橡胶材料及制品，也涉及到新型的热塑性材料的标准信息。另外，还给出了汽车上可能用到的一些基础标准的信息资料，如《汽车用橡胶材料分类系统》(HG/T 2196)，《橡胶制品的公差　第一部分　尺寸公差》(GB/T 3672.1)等。对于试验方法，如果已有标准，我们在本篇第六章试验方法中介绍，对于一些特定产品的专用方法，则在产品要求中的试验方法一节中介绍。另外，对于有些正在制定的国家标准和行业标准，在目前国家标准和行业标准没有正式出版发布的情况下，为了尽可能地为广大用户提供较为全面的信息，我们介绍了相应标准信息，以为汽车制造业和橡胶制品行业的工程技术人员和用户在设计、选材、制造、安装、维修等方面提供便利。

一、汽车用橡胶材料分类系统

HG/T 2196—2004《汽车用橡胶材料分类系统》是修改采用ASTM D 2000:2001制定的，不仅适用于密封制品，也适用于包括轮胎、软管等所有的汽车用橡胶制品。

1. 类型和级别

汽车用橡胶材料是以类型(耐热性)和级别(耐油性)为基础标注。类型和级别用表4-1和表4-2以及“标注代码”中所列举的字母代号来表示。

类型是根据在适当的温度下经70 h耐热后拉伸强度变化率不超过±30%，拉断伸长率

变化率不超过－50%，硬度变化不超过±15 度来确定的。为确定类型，各种材料所用的试验温度列于表 4-1。

级别是基于在表 4-1 所确定的一个温度下，于 3 号油中浸泡 70 h 后材料的耐溶胀性能来确定的，但所采用的最高温度为 150 ℃（油稳定的上限），每一级别的溶胀极限见表 4-2。

字母代号后跟有一个三位数，表示硬度和拉伸强度，例如：505。第一个数字表示硬度，5 表示硬度为 50±5，如为 6 则表示硬度为 60±5；后两个数字表示最小拉伸强度，05 表示拉伸强度为 5 MPa，如为 14 则表示拉伸强度为 14 MPa。对于期望硬度和拉伸强度的市售材料的相互关系通过表 4-6 中的拉断伸长率值就可确定。

表 4-1　温度所确定的类型的基本要求

类型	试验温度/℃	类型	试验温度/℃
A	70	F	200
B	100	G	225
C	125	H	250
D	150	J	275
E	175	K	300

表 4-2　根据体积膨胀确定的级别的基本要求

类型	体积膨胀（最大）/%	类型	体积膨胀（最大）/%
A	无要求	F	60
B	140	G	40
C	120	H	30
D	100	J	20
E	80	K	10

注 1：以耐热性为基础的类型的选择应理解为是通常可从商品橡胶中预期的固有耐热性的体现。同样，级别的选择是基于与确定类型时一样的通常是从商品橡胶中预期的体积溶胀范围。材料的类型和级别在表 4-6～表 4-29 中列于基本要求名下的事实表明满足这些耐热和耐油要求的材料是市场上可买得到的。

注 2：当顾客需要或供方认为必要时，可用 IRM902 油、IRM903 油分别代替 2 号油和 3 号油。IRM902 油、IRM903 油参见 ASTM D 5964，这两种油与 2 号油和 3 号油相似但又不完全相同。由于其溶胀特性不同并有可能会影响胶料的分类，因此，IRM902 油和 IRM903 油对 2 号油和 3 号油的可替代性尚未确立。

2. 品级数及后缀字母的表示

（1）品级数

由于基本要求并非都能充分地表示出所有必要的质量要求，因此通过前缀品级数系统对差异或补充要求进行了规定。品级数 1 表示仅基本要求是必须达到的，而勿需有后缀要求。除 1 而外的其他品级数，都用以指明差异或补充要求，并以“适用的后缀品级数”列入表 4-6～表 4-29 基本要求下的最后一栏。品级数作为材料的前缀写在类型和级别字母的前面，见“标注代码”中的示例。

（2）后缀字母

可能用到的后缀字母及其含义列于表 4-3。

（3）后缀数字

每一后缀字母后最好应跟有两个后缀数字。第一个后缀数字表示试验方法，试验时间为试验方法的一部分，并可以从表 4-4 查出；第二个后缀数字，如果使用的话，则表示试验温度，并可以从表 4-5 中查到。在需要用到三位数时，可用一短横将其分开，例如：A1-10；B4-10；F1-11。

表 4-3 后缀字母的含义

后缀字母	要求的试验	后缀字母	要求的试验
A	耐热	H	耐屈挠
B	压缩永久变形	J	耐磨耗
C	耐臭氧或耐天候	K	粘合强度
D	耐压缩-变形	M	耐燃
EA	耐液体(水)	N	抗冲击
EF	耐液体(燃油)	P	耐污染
EO	耐液体(油类和润滑剂)	R	回弹性
F	耐低温	Z	任何特殊要求,需详细说明
G	抗撕裂		

3. 胶料及其加工

本分类系统以按材料规范提供的材料为基础,这些材料是用单一或并用的天然橡胶、再生橡胶或合成橡胶与加入的配合剂一起制成的,所加配合剂的种类和数量应保证生产的硫化胶符合规定的要求。所有的材料及其制造质量应符合好的商业惯例。最终产品应没有孔隙、薄弱部分(weak section)、气泡、杂质及其他可影响使用性的缺陷。颜色方面,除了 FC、FE、FK 及 GE 材料外,材料表中的各种数据都是以黑色橡胶胶料为基础,而且可能得不到不同颜色胶料的可比数据。

4. 基本要求

表 4-6～表 4-29 规定的物理性能的基本要求以从标准实验室试样上所获得的数据为基础,试样是按适用的试验方法进行制备和试验的。从成品上制备的试样的试验结果与从标准试样上所得的结果可能不同。

注:当标准试样是按 GB/T 2941 从成品上切取时,经供需双方协商可允许有 10%范围内的偏差(仅限于拉伸强度值和伸长率值),允许这一偏差是因为认识到当试样从成品上制备并进行拉伸强度和伸长率试验时,接合、纹理、打磨对材料的影响。由于加工方法或是由于从成品上获取适当的试样有困难而造成差别时,供需双方可协商出一双方均可接受的偏差。这可通过将标准试样的试验结果与从实际成品上获取试样的试验结果进行对比来完成。

现有的材料都列入表中相应的材料部分,并给出了每一种材料的硬度和拉伸强度及其相应的拉断伸长率值。而且由于类型和级别的编排,材料的耐热和耐油老化要求会重复出现。此外,压缩永久变形值也作为基本要求加以规定,以确保适当的硫化。

5. 后缀要求

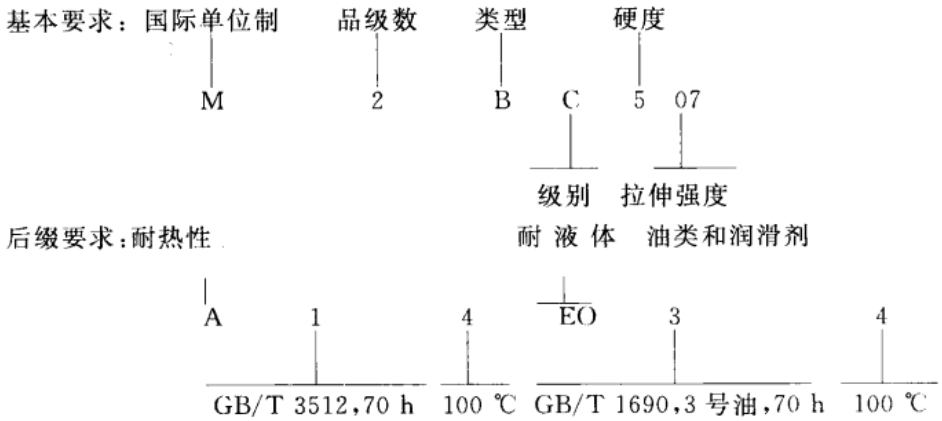
后缀要求规定了为满足使用要求所必需的质量。这些后缀要求由各种品级数来表示。描述这些后缀要求的后缀字母和后缀数字可以单独使用,也可组合使用。但是,对于某一需要规定的给定材料而言,并非所有的后缀数值都要用到。基本要求总是有效的,除非在"标注"中被特殊的后缀要求所取代。

注:以 A14 和 EO34 为例说明后缀字母和数字的用途。后缀字母 A(表 4-3)表示耐热性,后缀数字 1(表 4-4)表示试验要按试验方法 GB/T 3512 进行 70 h,而后缀数字 4(表 4-5)表示试验温度 100 ℃。同样,后缀 EO34 表示按试验方法 GB/T 1690 在 100 ℃下进行 70 h 的耐 3 号油试验。

6. 标注代码

"标注代码"作为一种技术规范，应包括：文件名称、前缀字母 M、品级数、材料代号（类型和级别）、硬度及拉伸强度。其后跟有相应的后缀要求。下面是这种"标注代码"或规范的示例：

HG/T 2196　M 2 B C 507　A14EO34



在此例中，基本要求耐热和耐液体被后缀要求取代了。但是，对压缩永久变形为 80% 这一要求，因它不包括在后缀要求内，就不能被取代，而应符合表 4-9 的规定。

7. 试验方法

有关的试验方法列于表 4-4，这些试验方法几乎涉及到橡胶材料所有的常用方法，这里对这些方法不作详细说明。

表 4-4　试验方法

要求或后缀字母	基本要求和第一个后缀数字								
	基本要求	1	2	3	4	5	6	7	8
拉伸强度、拉断伸长率	GB/T 528 1 型裁刀	—	—	—	—	—	—	—	—
邵尔 A 硬度	GB/T 531.1	—	—	—	—	—	—	—	—
后缀字母 A，耐热	—	GB/T 3512，70 h	ASTM D865，70 h	ASTM D865，168 h	GB/T 3512，168 h	GB/T 3512，1 000 h	ASTM D 865，1 000 h	—	—
后缀字母 B，压缩永久变形，从胶片上切取标准试样	—	GB/T 7759，22 h，B 型密实试样	GB/T 7759，70 h，B 型密实试样	GB/T 7759，22 h，B 型叠合试样	GB/T 7759，70 h，B 型叠合试样	GB/T 7759，1 000 h，B 型密实试样	GB/T 7759，1 000 h B 型叠合试样	—	

续表 4-4

要求或后缀字母	基本要求和第一个后缀数字								
	基本要求	1	2	3	4	5	6	7	8
后缀字母C，耐臭氧和耐天候	—	GB/T 11206，耐臭氧老化[a]方法D	GB/T 11206[b]耐天候方法D	GB/T 11206耐臭氧老化[a]方法C	—	—	—	—	—
后缀字母D，耐压缩-变形	—	GB/T 7757	—	—	—	—	—	—	—
后缀字母EO，耐油	—	GB/T 1690，1号标准油，70 h	GB/T 1690，2号标准油，70 h	GB/T 1690，3号标准油，70 h	GB/T 1690，1号标准油，168 h	GB/T 1690，2号标准油，168 h	GB/T 1690，3号标准油，168 h	GB/T 1690，101液体70 h	GB/T 1690HK材料专门规定的油，70 h
后缀字母EF，耐燃油	—	GB/T 1690，标准燃油A，70 h	GB/T 1690，标准燃油B，70 h	GB/T 1690，标准燃油C，70 h	GB/T 1690，标准燃油D，70 h	GB/T 1690，85%体积百分比的标准燃油D加上15%体积百分比的变性乙醇，70 h	—	—	—
后缀字母EA，耐含水液体	—	GB/T 1690，蒸馏水，70 h[c]	GB/T 1690等体积的蒸馏水和试剂级的乙二醇，70 h[d]	—	—	—	—	—	—
后缀字母F，耐低温	—	GB/T 15256，B型试样3 min[e]	GB/T 6036 5 min，T_2、T_5、T_{10}、T_{50}或T_{100}	GB/T 15256，B型试样22 h[e]	GB/T 7758，50 mm裁刀，50%伸长，回缩10%，最小	GB/T 7758，50 mm裁刀，50%伸长，回缩50%，最小	—	—	—
后缀字母G，抗撕裂	—	GB/T 529，新月型裁刀	GB/T 529，直角型裁刀	—	—	—	—	—	—
后缀字母H，耐曲挠	—	GB/T 1687	—	—	—	—	—	—	—
后缀字母J，耐磨耗[f]	—	—	—	—	—	—	—	—	—

续表 4-4

要求或后缀字母	基本要求和第一个后缀数字								
	基本要求	1	2	3	4	5	6	7	8
后缀字母K，粘合强度	—	GB/T 11211	GB/T 7760	硫化后进行粘合	—	—	—	—	—
后缀字母M，耐燃[f]	—	—	—	—	—	—	—	—	—
后缀字母N，抗冲击[f]	—	—	—	—	—	—	—	—	—
后缀字母P，耐污染	—	ASTM D 925，方法A	ASTM D925，方法B，控制板	—	—	—	—	—	—
后缀字母R，回弹性	—	GB/T 7042	—	—	—	—	—	—	—
后缀字母Z，特殊要求[f]	—	—	—	—	—	—	—	—	—

[a] 质量保持率的确定见本部分下述(八)。

[b] 耐候试验时间为 6 周。试验地点和年份由供需双方协商。

[c] 应使用蒸馏水，除非省略乙醇浸泡，体积的增加用排水法计算，在测定拉伸强度的变化、伸长率的变化和硬度的变化时，试样浸入浸泡液后，液面在试管的 3/4 处。30 min 后测量。用蒸馏水冷却，省略丙酮浸泡。

[d] 用等体积的蒸馏水和试剂级的乙二醇。除非省略乙醇浸泡，体积的增加用排水法计算。在测定拉伸强度的变化、伸长率的变化和硬度的变化时，试样浸入浸泡液后，液面在试管的 3/4 处。30 min后测量。用蒸馏水冷却，省略丙酮浸泡。

[e] GB/T 15256 中规定的冷冻时间为 5 min。

[f] 试验方法待定。

表 4-5　表示试验温度的后缀数字

有关的后缀要求	第二个后缀数字	试验温度/℃[a]	有关的后缀要求	第二个后缀数字	试验温度/℃[a]
A，B，C，EA，EF，EO，G，K	11	275	F	1	23
	10	250		2	0
	9	225		3	−10
	8	200		4	−18
	7	175		5	−25
	6	150		6	−35
	5	125		7	−40
	4	100		8	−50
	3	70		9	−55
	2	38		10	−65
	1	23		11	−75
	0	[b]		12	−80

[a] 试验温度是以 GB/T 2941 为基础。

[b] 在室外试验时是指环境温度。

表 4-6 AA 材料的基本要求和附加(后缀)要求

基本要求							
邵尔 A 硬度 ±5 度	拉伸强度(最小)		拉断伸长率/% 最小	耐热 (GB/T 3512, 70 ℃×70 h)	耐液体 (GB/T 1690,3 号油,70 ℃×70 h)	压缩永久变形 (GB/T 7759, 密实试样 70 ℃×22 h)	适用的后缀品级数
	MPa	psi					
30	7	1 015	400	硬度变化,±15度;拉伸强度变化率,±30%;拉断伸长率变化率(最大),−50%	无要求	压缩永久变形(最大),50%	2,4
30	10	1 450	400				2,4
30	14	2 031	400				2,4
40	7	1 015	400				2,4
40	10	1 450	400				2,4
40	14	2 031	400				2,4
40	17	2 466	500				2,4
40	21	3 046	600				2,4
50	3	435	250				2
50	6	870	250				2
50	7	1 015	400				2,3
50	8	1 160	400				2,3
50	10	1 450	400				2,3,4,5
50	14	2 031	400				2,3,4,5
50	17	2 466	400				2,3,4,5
50	21	3 046	500				2,3,4,5
60	3	435	250				2
60	6	870	250				2
60	7	1 015	300				2,3
60	8	1 160	300				2,3
60	10	1 450	350				2,3,4,5
60	14	2 031	400				2,3,4,5
60	17	2 466	400				2,3,4,5
60	21	3 046	400				2,3,4,5
60	24	3 481	500				2,3,4,5
70	3	435	150				2
70	6	870	150				2
70	7	1 015	200				2,3
70	8	1 160	200				2,3
70	10	1 450	250				2,3,4,5
70	14	2 031	300				2,3,4,5
70	17	2 466	300				2,3,4,5
70	21	3 046	350				2,3,4,5
80	3	435	100				2
80	7	1 015	100				2
80	10	1 450	150				2
80	14	2 031	200				2
80	17	2 466	200				2
90	3	435	75				2
90	7	1 015	100				2
90	10	1 450	125				2

续表 4-6

AA 材料								
后　缀　要　求	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
A13 耐热(GB/T 3512,70 ℃×70 h) 硬度变化/度 拉伸强度变化率/%　最大 拉断伸长率变化率/%　最大		 ±15 ±30 −50		 +10 −25 −25	 +10 −25 −25			
B13 压缩永久变形/%(GB/T 7759,B 型密实试样,70 ℃×22 h)　最大			25	25	25			
B33 压缩永久变形/%(GB/T 7759,B 型叠合试样,70 ℃×22 h)　最大			50	50	50			
C12 耐臭氧(GB/T 11206,方法 D) 质量保持率[b]/%　最小		85	+	85	+			
C20 耐天候老化(GB/T 11206,方法 D) 质量保持率[b]/%　最小		85	85	85	85			
EA14 耐水(GB/T 1690,100 ℃×70 h) 体积变化/%　最大		10	10	10	10			
F17 耐低温(GB/T 15256,程序 A) 在−40 ℃下经 3 min 后无裂纹		合格	合格	合格	合格			
G21 抗撕裂/(kN/m)(GB/T 529,直角型试样裁刀) 拉伸强度在 7.0 MPa 以下　最小 拉伸强度超过 7.0 MPa　最小		 22 26	 22 26	 22 26	 22 26			
K11 粘合强度/MPa(GB/T 11211)　最小		1.4	2.8	1.4	2.8			
K21 粘合强度/kN/m(GB/T 7760)　最小		7	7	7	9			
P2 耐污染(ASTM D 925,方法 B)控制板		合格	合格	合格	合格			
Z(特殊要求)任何特殊要求应详细规定,包括试验方法。								

[a] 品级 1 只有基本要求,无后缀要求。

[b] 质量保持率的判定标准见本部分下述(八)。

+表示该要求适用,可买到具有这些特性的材料,但数值尚未确定。

表 4-7　AK 材料的基本要求和附加(后缀)要求

基　本　要　求							
邵尔 A 硬度 ±5 度	拉伸强度(最小)		拉断伸长率/% 最小	耐热 (GB/T 3512, 70 ℃×70 h)	耐液体 (GB/T 1690,3 号油,70 ℃×70 h)	压缩永久变形 (GB/T 7759, 密实试样 70 ℃×22 h)	适用的后缀品级数
	MPa	psi					
40	3	435	400	硬度变化,±15 度;拉伸强度变化率,±30%;拉断伸长率变化率(最大),−50%	体积变化(最大),+10%	压缩永久变形(最大),50%	2
50	3	435	400				2
60	5	725	300				2
70	7	1 015	250				2
80	7	1 015	150				3
90	7	1 015	100				3

续表 4-7

AK 材料							
后 缀 要 求	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
A14 耐热(GB/T 3512,100 ℃×70 h)								
硬度变化/度 最大		+15	+15					
拉伸强度变化率/% 最大		−15	−15					
拉断伸长率变化率/% 最大		−40	−40					
B33 压缩永久变形/%(GB/T 7759,B 型叠合试样,70 ℃×22 h) 最大		50	50					
EO14 耐液体(GB/T 1690,1 号油,100 ℃×70 h)								
拉伸强度变化率/% 最大		+	+					
拉断伸长率变化率/% 最大		+	+					
硬度变化/度 最大		+	+					
体积变化/%		−3～+5	−3～+5					
EO34 耐液体(GB/T 1690,3 号油,100 ℃×70 h)								
硬度变化/度		−5～+10	−5～+10					
拉伸强度变化率/% 最大		−30	−30					
拉断伸长率变化率/% 最大		−50	−50					
体积变化/% 最大		+	+					
F17 耐低温(GB/T 15256,程序 A)在 −40 ℃经 3 min 后无裂纹		合格						
Z(特殊要求)任何特殊要求应详细规定,包括试验方法。								

[a] 品级 1 只有基本性能,无后缀要求。

+表示该要求适用,并可买到具有这些特性的材料,但数据尚未确定。

表 4-8 BA 材料的基本要求和附加(后缀)要求

基 本 要 求							
邵尔 A 硬度 ±5 度	拉伸强度(最小)		拉断伸长率/% 最小	耐热(GB/T 3512,100 ℃×70 h)	耐液体(GB/T 1690,3 号油,100 ℃×70 h)	压缩永久变形(GB/T 7759,密实试样 70 ℃×22 h)	适用的后缀品级数
	MPa	psi					
20[a]	6	870	400	硬度变化,±15 度;拉伸强度变化率,±30%;拉断伸长率变化率(最大),−50%	无要求	压缩永久变形(最大),50%	3
30	7	1 015	400				2
30	10	1 450	400				2,3,4,5
30	14	2 031	400				2,3,4,5
40	3	435	300				2,8
40	7	1 015	300				2,8
40	10	1 450	400				2,3,4,5,6
40	14	2 031	400				2,3,4,5

续表 4-8

基本要求							
邵尔 A 硬度 ±5 度	拉伸强度(最小)		拉断伸长率/% 最小	耐热 (GB/T 3512, 100 ℃×70 h)	耐液体 (GB/T 1690,3 号油,100 ℃×70 h)	压缩永久变形 (GB/T 7759, 密实试样 70 ℃×22 h)	适用的后缀品级数
	MPa	psi					
50	7	1 015	300	硬度变化,±15 度;拉伸强度变化率,±30%;拉断伸长率变化率(最大),−50%	无要求	压缩永久变形(最大),50%	2,8
50	10	1 450	400				2,3,4,5,6
50	14	2 031	400				2,3,4,5
50	17	2 466	400				2,3,4,5
60	3	435	250				8
60	6	870	250				8
60	7	1 015	300				2,8
60	10	1 450	350				2,3,4,5,6
60	14	2 031	400				2,3,4,5,6
60	17	2 466	400				2,3,4,5,6
70	3	435	150				8
70	6	870	150				8
70	7	1 015	200				2,8
70	8	1 160	200				8
70	10	1 450	250				2,3,4,5,6
70	14	2 031	300				2,3,4,5
70	17	2 466	300				2,3,4,5
80	7	1 015	100				2,7
80	10	1 450	150				2,4
80	14	2 031	200				2,4
90	3	435	75				7
90	7	1 015	100				2,7
90	10	1 450	125				2,4

[a] 在现有的性能基础上,材料具有独特的 20～25 度的邵尔 A 硬度。

BA 材料								
后缀要求		品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
A14 耐热(GB/T 3512,100 ℃×70 h)									
硬度变化/度	最大			+10	+10				
拉伸强度变化率/%	最大			−25	−25				
拉断伸长率变化率/%	最大			−25	−25				
B13 压缩永久变形/%(GB/T 7759, B 型密实试样,70 ℃×22 h)	最大			25			25		25
C12 耐臭氧(GB/T 11206,方法 D)									
质量保持率[b]/%	最小		100	100	100	100	100	100	100
F17 耐低温(GB/T 15256,程序 A)在 −40 ℃经 3 min 后无裂纹			合格	合格	合格	合格			

续表 4-8

后 缀 要 求	BA 材料							
	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
F19 耐低温(GB/T 15256,程序 A)在 −55 ℃经 3 min 后无裂纹)			合格		合格			
K11 粘合强度/MPa(GB/T 11211) 最小			1.4	1.4	1.4	1.4		
K21 粘合强度/(kN/m)(GB/T 7760) 最小			7	7	7			
K31 粘合强度,硫化后进行粘接			[c]	[c]	[c]			
Z(特殊要求)任何特殊要求应详细规定,包括试验方法。								

[a] 品级 1 只有基本性能,无后缀要求。

[b] 质量保持率的判定标准见本部分下述(八)。

[c] 后缀字母 K31 表示材料应没有对粘合强度剂有害的或可能有害的表面状态和组分。

表 4-9 BC 材料的基本要求和附加(后缀)要求

基 本 要 求							
邵尔 A 硬度 ±5 度	拉伸强度(最小)		拉断伸长率/% 最小	耐热 (GB/T 3512, 100 ℃×70 h)	耐液体 (GB/T 1690,3 号油,100 ℃×70 h)	压缩永久变形 (GB/T 7759, 密实试样, 100 ℃×22 h)	适用的后缀品级数
	MPa	psi					
30	3	435	300	硬度变化,±15 度;拉伸强度变化率,30%;拉断伸长率变化率(最大),−50%	体积变化(最大),+120%	压缩永久变形(最大),80%	2,5
30	7	1 015	400				2,5
30	10	1 450	500				2,5
30	14	2 031	500				2
40	3	435	300				2
40	7	1 015	400				2,5
40	10	1 450	500				2,5
40	14	2 031	500				2,5
40	17	2 466	500				2
50	3	435	300				2,5
50	7	1 015	300				2,5
50	10	1 450	350				2,5,6
50	14	2 031	400				2,5,6
50	17	2 466	450				2,6
50	21	3 046	500				2,6
50	24	3 481	500				2,6
60	3	435	300				3,5
60	7	1 015	300				3,5
60	10	1 450	350				3,5,6
60	14	2 031	350				3,6
60	17	2 466	400				3,6
60	21	3 046	400				3,6
60	24	3 481	400				3,6

续表 4-9

基本要求							
邵尔 A 硬度 ±5 度	拉伸强度(最小)		拉断伸长率/% 最小	耐热 (GB/T 3512, 100 ℃×70 h)	耐液体 (GB/T 1690,3 号油,100 ℃×70 h)	压缩永久变形 (GB/T 7759, 密实试样, 100 ℃×22 h)	适用的后缀品级数
	MPa	psi					
70	3	435	200	硬度变化,±15度;拉伸强度变化率,30%;拉断伸长率变化率(最大),−50%	体积变化(最大),+120%	压缩永久变形(最大),80%	3,5
70	7	1 015	200				3,5
70	10	1 450	250				3,5,6
70	14	2 031	300				3,5,6
70	17	2 466	300				3,6
70	21	3 046	300				3,6
80	3	435	100				4
80	7	1 015	100				4
80	10	1 450	100				4
80	14	2 031	150				4
90	3	435	50				4
90	7	1 015	100				4
90	10	1 450	150				4
90	14	2 031	150				4

BC 材料

后缀要求	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
A14 耐热(GB/T 3512,100 ℃×70 h)								
硬度变化/度 最大		+15	+15	+15	+15	+15		
拉伸强度变化率/% 最大		−15	−15	−15	−15	−15		
拉断伸长率变化率/% 最大		−40	−40	−40	−40	−40		
B14 压缩永久变形/%(GB/T 7759,B 型密实试样,100 ℃×22 h) 最大		35	35	35	35	35		
C12 耐臭氧(GB/T 11206,方法 D)								
质量保持率[b]/% 最小		100	100	100	100	100		
C20 耐天候老化(GB/T 11206,方法 D)质量保持率[b]/% 最小		+	+	+	+	+		
EO14 耐液体(GB/T 1690,1 号油,100 ℃×70 h)								
硬度变化/度		±10	±10	±10	±10	±10		
拉伸强度变化率/% 最大		−30	−30	−30	−30	−30		
拉断伸长率变化率/% 最大		−30	−30	−30	−30	−30		
体积变化/%		−10~+15	−10~+15	−10~+15	−10~+15	−10~+15		
EO34 耐液体(GB/T 1690,3 号油,100 ℃×70 h)								
拉伸强度变化率/% 最大		−70	−60	−45	−60	−60		
拉断伸长率变化率/% 最大		−55	−50	−30	−60	−50		
体积变化/% 最大		+120	+100	+80	+100	+100		

续表 4-9

BC 材料							
后 缀 要 求	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
F17 耐低温(GB/T 15256,程序 A)在 −40 ℃经 3 min 后无裂纹		合格	合格	合格		合格		
F19 耐低温(GB/T 15256,程序 A)在 −55 ℃经 3 min 后无裂纹					合格			
G21 抗撕裂/(kN/m)(GB/T 529,直角型试样裁刀)								
拉伸强度在7.0 MPa以下 最小		22	22	22				
拉伸强度 7.0 MPa～10 MPa 最小		26	26	26				
拉伸强度超过 10 MPa 最小		26	26	26	26	26		
K11 粘合强度/MPa(GB/T 11211) 最小		1.4	1.4	1.4	1.4	2.8		
P2 耐污染(ASTM D 925,方法 B)控制板		+	+	+				
Z(特殊要求)任何特殊要求应详细规定,包括试验方法。								

[a] 品级 1 只有基本性能,无后缀要求。

[b] 质量保持率的判定标准见本部分下述(八)。

+表示该要求适用,并可买到具有这些特性的材料,但数据尚未确定。

表 4-10 BE 材料的基本要求和附加(后缀)要求

基 本 要 求							
邵尔 A 硬度 ±5 度	拉伸强度(最小)		拉断伸长率/% 最小	耐热 (GB/T 3512, 100 ℃×70 h)	耐液体 (GB/T 1690,3 号油,100 ℃×70 h)	压缩永久变形(最大)/% (GB/T 7759, 密实试样, 100 ℃×22 h)	适用的后缀品级数
	MPa	psi					
40	3	435	500	硬度变化,±15 度;拉伸强度变化率,±30%;拉断伸长率变化率(最大),−50%	体积变化(最大),+80%	40	2
40	7	1 015	500			40	2
50	3	435	350			40	2
50	6	870	350			40	2
50	7	1 015	400			40	2
50	10	1 450	400			40	2,3
50	14	2 031	400			40	2
60	3	435	300			40	2
60	6	870	300			40	2
60	7	1 015	350			40	2
60	10	1 450	350			40	2,3
60	14	2 031	350			40	2
70	3	435	200			50	2
70	6	870	200			50	2
70	7	1 015	200			50	2
70	10	1 450	250			50	2,3
70	14	2 031	250			50	2
70	17	2 466	250			50	2

续表 4-10

基本要求							
邵尔 A 硬度 ±5 度	拉伸强度(最小)		拉断伸长率/% 最小	耐热 (GB/T 3512, 100 ℃×70 h)	耐液体 (GB/T 1690,3 号油,100 ℃×70 h)	压缩永久变形(最大)/% (GB/T 7759, 密实试样, 100 ℃×22 h)	适用的后缀品级数
	MPa	psi					
80	7	1 015	100	硬度变化, ±15 度; 拉伸强度变化率, ±30%; 拉断伸长率变化率(最大), −50%	体积变化(最大),+80%	50	2
80	10	1 450	100			50	2
80	14	2 031	150			50	2
80	17	2 466	150			50	2
90	7	1 015	100			50	2
90	10	1 450	100			50	2
90	14	2 031	150			50	2

后缀要求		BE 材料						
		品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
A14 耐热(GB/T 3512,100 ℃×70 h)									
硬度变化/度	最大		+15	+15					
拉伸强度变化率/%	最大		−15	−15					
拉断伸长率变化率/%	最大		−40	−40					
B14 压缩永久变形/%(GB/T 7759,B 型密实试样,100 ℃×22 h)	最大		25	25					
C12 耐臭氧(GB/T 11206,方法 D)									
质量保持率[b]/%	最小		100	100					
C20 耐天候老化(GB/T 11206,方法 D)质量保持率[b]/%	最小		+	+					
EO14 耐液体(GB/T 1690,1 号油, 100 ℃×70 h)									
硬度变化/度			±10	±10					
拉伸强度变化率/%	最大		−30	−30					
拉断伸长率变化率/%	最大		−30	−30					
体积变化/%			−10～+15	−10～+15					
EO34 耐液体(GB/T 1690,3 号油, 100 ℃×70 h)									
拉伸强度变化率/%	最大		−50	−50					
拉断伸长率变化率/%	最大		−40	−40					
F17 耐低温(GB/T 15256,程序 A)在 −40 ℃经 3 min 后无裂纹			合格						
F19 耐低温(GB/T 15256,程序 A)在 −55 ℃经 3 min 后无裂纹				合格					

续表 4-10

BE 材料								
后 缀 要 求	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
G21 抗撕裂/(kN/m)(GB/T 529,直角型试样裁刀) 拉伸强度在10 MPa以上 最小			26					
K11 粘合强度/MPa(GB/T 11211) 最小			1.4					
Z(特殊要求)任何特殊要求应详细规定,包括试验方法。								

[a] 品级 1 只有基本性能,无后缀要求。

[b] 质量保持率的判定标准见本部分下述(八)。

+表示该要求适用,并可买到具有这些特性的材料,但数据尚未确定。

表 4-11 BF 材料的基本要求和附加(后缀)要求

基 本 要 求							
邵尔 A 硬度 ±5 度	拉伸强度(最小)		拉断伸长率/% 最小	耐热(GB/T 3512,100 ℃×70 h)	耐液体(GB/T 1690,3 号油,100 ℃×70 h)	压缩永久变形(GB/T 7759,密实试样,100 ℃×22 h)	适用的后缀品级数
	MPa	psi					
60	3	435	200	硬度变化,±15度;拉伸强度变化率,±30%;拉断伸长率变化率(最大),−50%	体积变化(最大),−60%	压缩永久变形(最大),50%	2
60	6	870	200				2
60	7	1 015	250				2
60	8	1 160	250				2
60	10	1 450	300				2
60	14	2 031	350				2
60	17	2 466	350				2
70	3	435	150				2
70	6	870	150				2
70	7	1 015	200				2
70	8	1 160	200				2
70	10	1 450	250				2
70	14	2 031	250				2
70	17	2 466	300				2
80	3	435	100				2
80	7	1 015	100				2
80	10	1 450	125				2
80	14	2 031	125				2

BF 材料								
后 缀 要 求	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
B14 压缩永久变形/%(GB/T 7759,B型密实试样,100 ℃×22 h) 最大		25						
B34 压缩永久变形/%(GB/T 7759,B型叠合试样,100 ℃×22 h) 最大		25						

续表 4-11

BF 材料							
后缀要求	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
EO14 耐液体(GB/T 1690,1 号油,100 ℃×70 h)								
硬度变化/度		±10						
拉伸强度变化率/% 最大		−25						
拉断伸长率变化率/% 最大		−45						
体积变化/%		−10～+10						
EO34 耐液体(GB/T 1690,3 号油,100 ℃×70 h)								
硬度变化/度 最大		−20						
拉伸强度变化率/% 最大		−45						
拉断伸长率变化率/% 最大		−45						
体积变化/%		0～+60						
F19 耐低温(GB/T 15256,程序 A)在−55℃经 3 min 后无裂纹		合格						
K11 粘合强度/MPa(GB/T 11211)		[b]						
Z(特殊要求)任何特殊要求应详细规定,包括试验方法。								

[a] 品级 1 只有基本性能,无后缀要求。

[b] 在硫化过程中能粘合到金属上的材料是适用的。由于橡胶材料应用极广,而且最终使用要求又不相同,所以未注具体数值。GB/T 11211 及其要求应由买卖双方协商而定。

表 4-12 BG 材料的基本要求和附加(后缀)要求

基本要求							
邵尔 A 硬度 ±5 度	拉伸强度(最小)		拉断伸长率/% 最小	耐热(GB/T 3512,100 ℃×70 h)	耐液体(GB/T 1690,3 号油,100 ℃×70 h)	压缩永久变形(GB/T 7759,密实试样,100 ℃×22 h)	适用的后缀品级数
	MPa	psi					
40	7	1 015	450	硬度变化,±15 度;拉伸强度变化率,±30%;拉断伸长率变化率(最大),−50%	体积变化(最大),+40%	压缩永久变形(最大),50%	2,5
40	10	1 450	450				2,5
50	3	435	300				2,5
50	6	870	300				2
50	7	1 015	350				2,5
50	8	1 160	350				2
50	10	1 450	300				2,3,4,5
50	14	2 031	350				2,3,4,5
50	21	3 046	400				3,4
60	3	435	200				2,5
60	6	870	200				2
60	7	1 015	250				2,5
60	8	1 160	250				2
60	10	1 450	300				2,5

续表 4-12

基本要求							
邵尔 A 硬度 ±5 度	拉伸强度(最小)		拉断伸长率/% 最小	耐热 (GB/T 3512, 100 ℃×70 h)	耐液体 (GB/T 1690,3 号油,100 ℃×70 h)	压缩永久变形 (GB/T 7759, 密实试样, 100 ℃×22 h)	适用的后缀品级数
	MPa	psi					
60	14	2 031	300	硬度变化,±15度;拉伸强度变化率,±30%;拉断伸长率变化率(最大),−50%	体积变化(最大),+40%	压缩永久变形(最大),50%	2,3,4,5
60	17	2 466	350				2
60	21	3 046	350				3,4
60	28	4 061	400				3,4
70	3	435	150				2,5
70	6	870	150				2
70	7	1 015	200				2,5
70	8	1 160	200				2
70	10	1 450	250				2,5
70	14	2 031	250				2,3,4,5
70	17	2 466	300				2,3
70	21	3 046	350				3,4
70	28	4 061	400				3,4
80	3	435	100				6,7
80	7	1 015	100				6,7
80	10	1 450	125				6,7
80	14	2 031	125				3,4,6,7
80	21	3 046	300				3,4
80	28	4 061	350				3,4
90	3	435	50				6,7
90	7	1 015	100				6,7
90	10	1 450	100				6,7

BG 材料

后缀要求	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
A14 耐热(GB/T 3512,100 ℃×70 h)								
硬度变化/度 最大				±5	+15	+15		
拉伸强度变化率/% 最大				±15	−20	−20		
拉断伸长率变化率/% 最大				−15	−40	−40		
B14 压缩永久变形/%(GB/T 7759,B 型密实试样,100 ℃×22 h) 最大		25	50	50	25	25	25	
B34 压缩永久变形/%(GB/T 7759,B 型叠合试样,100 ℃×22 h) 最大		25			25	25		
C12 耐臭氧(GB/T 11206,方法 D) 质量保持率[b]/% 最小			+	+				
C20 耐天候老化(GB/T 11206,方法 D)质量保持率[b]/% 最小			+	+				

续表 4-12

后　缀　要　求	BG 材料							
	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
EA14 耐水(GB/T 1690,100 ℃×70 h)硬度变化/度 体积变化/%		±10 ±15					±10 ±15	
EF11 耐液体(GB/T 1690,标准燃油 A,23 ℃×70 h) 硬度变化/度 拉伸强度变化率/%　最大 拉断伸长率变化率/%　最大 体积变化/%		±10 −25 −25 −5～+10					±10 −25 −25 −5～+10	
EF21 耐液体(GB/T 1690,标准燃油 B,23 ℃×70 h) 硬度变化/度 拉伸强度变化率/%　最大 拉断伸长率变化率/%　最大 体积变化/%		0～−30 −60 −60 0～+40					0～−30 −60 −60 0～+40	
EO14 耐液体(GB/T 1690,1 号油,100 ℃×70 h) 硬度变化/度 拉伸强度变化率/%　最大 拉断伸长率变化率/%　最大 体积变化/%		−5～+10 −25 −45 −10～+5	−7～+5 −20 −40 −5～+10	−7～+5 −20 −40 −5～+5	−5～+15 −25 −45 −10～+5	−5～+15 −25 −45 −10～+5	−5～+5 −25 −45 −10～+5	
EO34 耐液体(GB/T 1690,3 号油,100 ℃×70 h) 硬度变化/度 拉伸强度变化率/%　最大 拉断伸长率变化率/%　最大 体积变化/%		−10～+5 −45 −45 0～+25	−10～+5 −35 −40 +16～+35	−10～+5 −35 −40 0～+6	0～−15 −45 −45 0～+35	0～−20 −45 −45 0～+35	−10～+5 −45 −45 0～+25	
F16 耐低温(GB/T 15256,程序 A)在−35 ℃经 3 min 后无裂纹							合格	
F17 耐低温(GB/T 15256,程序 A)在−40 ℃经 3 min 后无裂纹		合格				合格		
F19 耐低温(GB/T 15256,程序 A)在−55 ℃经 3 min 后无裂纹			合格	合格	合格			

续表 4-12

BG 材料								
后 缀 要 求	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
K11 粘合强度/MPa(GB/T 11211)		[c]	[c]	[c]	[c]	[c]	[c]	
P2 耐污染(ASTM D 925,方法 B)控制板			合格	合格				
Z(特殊要求)任何特殊要求应详细规定,包括试验方法。								

[a] 品级 1 只有基本性能,无后缀要求。

[b] 质量保持率的判定标准见本部分下述(八)。

[c] 在硫化过程中能粘合到金属上的材料是适用的。由于橡胶材料应用极广,而且最终使用要求又不相同,所以未注具体数值。GB/T 11211 的方法及其要求应由买卖双方协商而定。

+ 表示该要求适用,并可买到具有这些特性的材料,但数据尚未确定。这些数据应由最终用户和制造商来确定。

表 4-13 BK 材料的基本要求和附加(后缀)要求

基 本 要 求							
邵尔 A 硬度 ±5 度	拉伸强度(最小)		拉断伸长率/% 最小	耐热 (GB/T 3512, 100 ℃×70 h)	耐液体 (GB/T 1690,3 号油,100 ℃×70 h)	压缩永久变形 (GB/T 7759, 密实试样, 100 ℃×22 h)	适用的后缀品级数
	MPa	psi					
60	3	435	200				4
60	6	870	200				4
60	7	1 015	250				4
60	8	1 160	250				4
60	10	1 450	300				4
60	14	2 031	350				4
60	17	2 466	350				4
70	3	435	150	硬度变化,±15 度;拉伸强度变化率,±30%;拉断伸长率变化率(最大),−50%	体积变化(最大),+10%	压缩永久变形(最大),50%	4
70	6	870	150				4
70	7	1 015	200				4
70	8	1 160	200				4
70	10	1 450	250				4
70	14	2 031	250				4
70	17	2 466	300				4
80	3	435	100				4
80	7	1 015	100				4
80	10	1 450	125				4
80	14	2 031	125				4
90	3	435	50				4
90	7	1 015	100				4
90	10	1 450	100				4

续表 4-13

	BK 材料							
后　缀　要　求	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
A24 耐热(ASTM D 865,100 ℃×70 h)								
硬度变化/度				±10				
拉伸强度变化率/%　最大				−20				
拉断伸长率变化率/%　最大				−30				
B14 压缩永久变形/%(GB/T 7759,B 型密实试样,100 ℃×22 h) 最大				25				
B34 压缩永久变形/%(GB/T 7759,B 型叠合试样,100 ℃×22 h)				25				
EF11 耐液体(GB/T 1690,标准燃油 A,23 ℃×70 h)								
硬度变化/度				±5				
拉伸强度变化率/%　最大				−20				
拉断伸长率变化率/%　最大				−20				
体积变化/%				±5				
EF21 耐液体(GB/T 1690,标准燃油 B,23 ℃×70 h)								
硬度变化/度				0～−20				
拉伸强度变化率/%　最大				−50				
拉断伸长率变化率/%　最大				−50				
体积变化/%				0～+25				
EO14 耐液体(GB/T 1690,1 号油,100 ℃×70 h)								
硬度变化/度				±5				
拉伸强度变化率/%　最大				−20				
拉断伸长率变化率/%　最大				−20				
体积变化/%				−10～0				
EO34 耐液体(GB/T 1690,3 号油,100 ℃×70 h)								
硬度变化/度				−10～+5				
拉伸强度变化率/%　最大				−20				
拉断伸长率变化率/%　最大				−30				
体积变化/%				0～+5				
K11 粘合强度/MPa(GB/T 11211)				[b]				
Z(特殊要求)任何特殊要求应详细规定,包括试验方法。								

[a] 品级 1 只有基本性能,无后缀要求。

[b] 在硫化过程中能粘合到金属上的材料是适用的。由于橡胶材料应用极广,而且最终使用要求又不相同,所以未注具体数值。GB/T 11211 方法及其要求应由买卖双方协商而定。

表 4-14 CA 材料的基本要求和附加(后缀)要求

基本要求							
邵尔 A 硬度 ±5 度	拉伸强度(最小)		拉断伸长率/% 最小	耐热 (GB/T 3512, 125 ℃×70 h)	耐液体 (GB/T 1690,3 号油,150 ℃×70 h)	压缩永久变形 (GB/T 7759, 密实试样, 100 ℃×22 h)	适用的后缀品级数
	MPa	psi					
30	7	1 015	500	硬度变化,±15 度;拉伸强度变化率,±30%;拉断伸长率变化率(最大),−50%	无要求	压缩永久变形(最大),60%	2
30	10	1 450	500				2
40	7	1 015	400				2
40	10	1 450	400				2
40	14	2 031	400				2
50	7	1 015	300				3
50	10	1 450	300				4
50	14	2 031	350				4
50	17	2 466	350				4
60	7	1 015	250				3
60	10	1 450	250				4
60	14	2 031	250				4
70	7	1 015	200				3
70	10	1 450	200				4,5
70	14	2 031	200				4,5
80	7	1 015	150				6
80	10	1 450	150				7,8
80	14	2 031	150				7,8
90	7	1 015	100				6
90	10	1 450	100				7,8

CA 材料								
后缀要求	品级 1*	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
A25 耐热(ASTM D 865,125 ℃×70 h)								
硬度变化/度 最大		+10	+10	+10	+10	+10	+10	+10
拉伸强度变化率/% 最大		−20	−20	−20	−20	−20	−20	−20
拉断伸长率变化率/% 最大		−40	−40	−40	−40	−50	−40	−40
B44 压缩永久变形/%(GB/T 7759,B 型叠合试样,100 ℃×70 h) 最大		35	50					
B35 压缩永久变形/%(GB/T 7759,B 型叠合试样,125 ℃×22 h) 最大		70	70	70	50	70	70	50
C32 耐臭氧(GB/T 11206,暴露,方法 C)		合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格
EA14 耐水(GB/T 1690,100 ℃×70 h) 体积变化/%		±5	±5	±5	±5	±5	±5	±5
F17 耐低温(GB/T 15256,程序 A)在 −40 ℃经 3 min 后无裂纹		合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格

续表 4-14

CA 材料								
后　缀　要　求	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
F18 耐低温(GB/T 15256,程序 A)在 −50℃经 3 min 后无裂纹		合格	合格	合格	合格		合格	
F19 耐低温(GB/T 15256,程序 A)在 −55 ℃经 3 min 后无裂纹				合格				
G11 抗撕裂/(kN/m)(GB/T 529,新月型试样裁刀)　最小		17	26	26	26	26	26	26
G21 抗撕裂/(kN/m)(GB/T 529,直角型试样裁刀)　最小		17	26	26	26	26	26	26
K11 粘合强度/MPa(GB/T 11211)　最小			1.4	2.8	2.8	1.4	2.8	2.8
P2 耐污染(ASTM D 925,方法 B)控制板		合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格
R11 压缩回弹性/%(GB/T 7042) 最小		70	50	60				
Z(特殊要求)任何特殊要求应详细规定,包括试验方法。								
[a] 品级 1 只有基本性能,无后缀要求。								

表 4-15　CE 材料的基本要求和附加(后缀)要求

基　本　要　求							
邵尔 A 硬度 ±5 度	拉伸强度(最小)		拉断伸长率/% 最小	耐热(GB/T 3512,125 ℃×70 h)	耐液体(GB/T 1690,3 号油,125 ℃×70 h)	压缩永久变形(GB/T 7759,密实试样,70 ℃×22 h)	适用的后缀品级数
	MPa	psi					
50	14	2 031	400	硬度变化,±15 度;拉伸强度变化率,±30%;拉断伸长率变化率(最大),−50%	体积变化(最大),+80%	压缩永久变形(最大),80%	2,3
60	10	1 450	350				2,3
60	14	2 031	400				2,3
60	17	2 466	400				2,3
70	7	1 015	200				2,3
70	10	1 450	250				2,3
70	14	2 031	300				2,3
70	17	2 466	300				2,3
80	7	1 015	200				2,3
80	10	1 450	250				2,3
80	14	2 031	250				2,3

CE 材料								
后　缀　要　求	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
A16 耐热(GB/T 3512,150 ℃×70 h)								
硬度变化/度		±20						
拉伸强度变化率/%		±30						
拉断伸长率变化率/%　最大		−60						

续表 4-15

CE 材料								
后 缀 要 求	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
B15 压缩永久变形/%(GB/T 7759,B 型密实试样,125 ℃×22 h) 最大		60	80					
C12 耐臭氧(GB/T 11206,方法 D)质量保持率[b]/% 最小		+	+					
C20 耐天候老化(GB/T 11206)		+	+					
F19 耐低温(GB/T 15256,程序 A)在 −55 ℃经 3 min 后无裂纹		合格	合格					
P2 耐污染(ASTM D 925,方法 B)控制板		合格	合格					
Z(特殊要求)任何特殊要求应详细规定,包括试验方法。								

[a] 品级 1 只有基本性能,无后缀要求。

[b] 质量保持率的判定标准见本部分下述(八)。

+ 表示该要求适用,并可买到具有这些特性的材料,但数据尚未确定。这些数据应由最终用户和制造商来确定。

表 4-16 CH 材料的基本要求和附加(后缀)要求

基 本 要 求							
邵尔 A 硬度 ±5 度	拉伸强度(最小)		拉断伸长率/% 最小	耐热(GB/T 3512,125 ℃×70 h)	耐液体(GB/T 1690,3 号油,125 ℃×70 h)	压缩永久变形(GB/T 7759,密实试样,100 ℃×22 h)	适用的后缀品级数
	MPa	psi					
60	3	435	200	硬度变化,±15 度;拉伸强度变化率,±30%;拉断伸长率变化率(最大),−50%	体积变化(最大),+30%	压缩永久变形(最大),50%	2,3
60	6	870	200				2,3
60	7	1 015	250				2,3
60	8	1 160	250				2,3
60	10	1 450	300				2,3,5,6
60	14	2 031	350				2,3
60	17	2 466	350				2,3
70	3	435	150				2,3
70	6	870	150				2,3
70	7	1 015	200				2,3
70	8	1 160	200				2,3
70	10	1 450	250				2,3
70	14	2 031	250				2,3,5,6
70	17	2 466	300				2,3
80	3	435	100				3,4
80	7	1 015	100				3,4
80	10	1 450	125				3,4
80	14	2 031	125				3,4,5,6
90	3	435	50				3,4
90	7	1 015	100				3,4
90	10	1 450	100				3,4,5,6

续表 4-16

后　缀　要　求	CH 材料							
	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
A25 耐热(ASTM D 865,125 ℃×70 h)								
硬度变化/度		0～+15	0～+15	0～+15	0～+10	0～+10		
拉伸强度变化率/%　最大		−25	−25	−25	−10	−20		
拉断伸长率变化率/%　最大		−50	−50	−50	−40	−30		
B14 压缩永久变形/%(GB/T 7759,B 型密实试样,100 ℃×22 h)　最大		25	25	25	30	25		
B34 压缩永久变形/%(GB/T 7759,B 型叠合试样,100 ℃×22 h)　最大		25	25		30	25		
C12 耐臭氧(GB/T 11206,方法 D)								
质量保持率[b]/%　最小					100	100		
C20 耐天候老化(GB/T 11206,方法 D)					+	+		
EF31 耐液体(GB/T 1690,标准燃油 C,23 ℃×70 h)								
硬度变化/度		0～−30		0～−30	0～−20	0～−20		
拉伸强度变化率/%　最大		−60		−60	−50	−50		
拉断伸长率变化率/%　最大		−60		−60	−60	−50		
体积变化/%		0～+50		0～+50	0～+40	0～+40		
EO15 耐液体(GB/T 1690,1 号油,125 ℃×70 h)								
硬度变化/度		0～+10		0～+10				
拉伸强度变化率/%　最大		−20		−20				
拉断伸长率变化率/%　最大		−35		−35				
体积变化/%		−15～+5		−15～+5				
EO16 耐液体(GB/T 1690,1 号油,150 ℃×70 h)								
硬度变化/度			0～+10					
拉伸强度变化率/%　最大			−20					
拉断伸长率变化率/%　最大			−40					
体积变化/%			−15～+5					
EO35 耐液体(GB/T 1690,3 号油,125 ℃×70 h)								
硬度变化/度		±10		±10				
拉伸强度变化率/%　最大		−15		−15				
拉断伸长率变化率/%　最大		−30		−30				
体积变化/%		0～+25		0～+25				

续表 4-16

CH 材料							
后 缀 要 求	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
EO36 耐液体(GB/T 1690,3 号油,150 ℃×70 h)								
硬度变化/度			±10		−5～+10	−5～+10		
拉伸强度变化率/% 最大			−35		−10	−15		
拉断伸长率变化率/% 最大			−35		−50	−40		
体积变化/%			0～+25		0～+10	0～+15		
F14 耐低温(GB/T 15256,程序 A)在−18 ℃经 3 min 后无裂纹					合格			
F16 耐低温(GB/T 15256,程序 A)在−35 ℃经 3 min 后无裂纹				合格				
F17 耐低温(GB/T 15256,程序 A)在−40 ℃经 3 min 后无裂纹		合格				合格		
K11 粘合强度/MPa(GB/T 11211) 最小		[c]	[c]	[c]	[c]			
Z(特殊要求)任何特殊要求应详细规定,包括试验方法。								

[a] 品级 1 只有基本性能,无后缀要求。

[b] 质量保持率的判定标准见本部分下述(八)。

[c] 在硫化过程中能粘合到金属上的材料是适用的。由于橡胶材料应用极广,而且最终使用要求又不相同,所以未注具体数值。GB/T 7760 及其要求应由买卖双方协商而定。

+ 表示该要求适用,并可买到具有这些特性的材料,但数据尚未确定。这些数据应由最终用户和制造商来确定。

表 4-17 DA 材料的基本要求和附加(后缀)要求

基 本 要 求							
邵尔 A 硬度 ±5 度	拉伸强度(最小)		拉断伸长率/% 最小	耐热(GB/T 3512,150 ℃×70 h)	耐液体(GB/T 1690,3 号油,150 ℃×70 h)	压缩永久变形(GB/T 7759,密实试样,150 ℃×22 h)	适用的后缀品级数
	MPa	psi					
50	7	1 015	300	硬度变化,±15 度;拉伸强度变化率,±30%;拉断伸长率变化率(最大),−50%	无要求	压缩永久变形(最大),50%	2
50	10	1 450	300				2
50	14	2 031	350				2
60	7	1 015	250				2,3
60	10	1 450	250				2,3
60	14	2 031	300				2,3
70	7	1 015	200				2,3
70	10	1 450	200				2,3
70	14	2 031	200				2,3
80	7	1 015	150				2,3
80	10	1 450	150				2,3
80	14	2 031	150				2,3

续表 4-17

DA 材料							
后　缀　要　求	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
A26 耐热(ASTM D865,150 ℃×70 h) 硬度变化/度　最大 拉伸强度变化率/%　最大 拉断伸长率变化率/%　最大		 +10 −20 −20	 +10 −20 −20					
B36 压缩永久变形/%(GB/T 7759,B 型叠合试样,150 ℃×22 h) 最大		40	25					
C32 耐臭氧(GB/T 11206,暴露,方法 D)		合格	合格					
EA14 耐水(GB/T 1690,100 ℃×70 h) 体积变化/%		 ±5	 ±5					
F19 耐低温(GB/T 15256,程序 A)在 −55 ℃经 3 min 后无裂纹		合格	合格					
G11 抗撕裂/(kN/m)(GB/T 529,新月型试样裁刀)　最小		17	17					
G21 抗撕裂/(kN/m)(GB/T 529,直角型试样裁刀)　最小		17	17					
K11 粘合强度/MPa(GB/T 11211) 最小			1.4					
P2 耐污染(ASTM D 925,方法 B)控制板		合格	合格					
R11 压缩回弹性/%(GB/T 7042) 最小		60	60					
Z(特殊要求)任何特殊要求应详细规定,包括试验方法。								
[a] 品级 1 只有基本性能,无后缀要求。								

表 4-18　DE 材料的基本要求和附加(后缀)要求

基　本　要　求							
邵尔 A 硬度 ±5 度	拉伸强度(最小)		拉断伸长率/% 最小	耐热 (GB/T 3512, 150 ℃×70 h)	耐液体 (GB/T 1690,3 号油,150 ℃×70 h)	压缩永久变形 (GB/T 7759, 密实试样, 125 ℃×22 h)	适用的后缀品级数
	MPa	psi					
60	10	1 450	350	硬度变化,±15 度;拉伸强度变化率,±30%;拉断伸长率变化率(最大),−50%	体积变化(最大),+80%	压缩永久变形(最大),80%	2
60	14	2 031	400				2,3
60	17	2 466	400				2,3,4
70	7	1 015	200				2
70	10	1 450	250				5
70	14	2 031	300				
70	17	2 466	300				6
80	7	1 015	200				
80	10	1 450	200				2
80	14	2 031	250				
90	10	1 450	150				
90	14	2 031	150				5

续表 4-18

后 缀 要 求	DE 材料					
	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6
A16 耐热(GB/T 3512,150 ℃×70 h)						
硬度变化/度		15	15	15		15
拉伸强度变化率/%		30	30	30		30
拉断伸长率变化率/% 最大		−30	−30	−30		−30
B15 压缩永久变形/%(GB/T 7759,B 型密实试样,125 ℃×22 h) 最大		55	35	25	35	30
C12 耐臭氧(GB/T 11206)		[b]	[b]	[b]	[b]	[b]
EO36 耐液体(GB/T 1690,3 号油150 ℃×70 h)						
体积变化/% 最大		+70	+70		+60	
F16 耐低温(GB/T 15256,程序 A)						
在−35 ℃经 3 min 后无裂纹		合格			合格	
F17 耐低温(GB/T 15256,程序 A)						
在−40 ℃经 3 min 后无裂纹			合格	合格		合格
Z(特殊要求)任何特殊要求应详细规定,包括试验方法。						

[a] 品级 1 只有基本性能,无后缀要求。

[b] 该要求适用,并可买到具有这些特性的材料,但数据尚未确定。

表 4-19 DF 材料的基本要求和附加(后缀)要求

基 本 要 求							
邵尔 A 硬度 ±5 度	拉伸强度(最小)		拉断伸长率/% 最小	耐热(ASTM D865,150 ℃×70 h)	耐液体(GB/T 1690,3 号油,150 ℃×70 h)	压缩永久变形(最大)/%(GB/T 7759,密实试样,150 ℃×22 h)	适用的后缀品级数
	MPa	psi					
40	6	870	225	硬度变化,±15 度;拉伸强度变化率,±30%;拉断伸长率变化率(最大),−50%	体积变化(最大),+60%	80	2
50	7	1 015	225			80	2
60	8	1 160	175			80	2
70	6	870	100			90	5
70	8	1 160	150			80	2
80	6	870	100			90	5
80	8	1 160	150			80	3
90	7	1 015	125			85	4

续表 4-19

	DF 材料						
后　缀　要　求	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
A26 耐热(ASTM D 865,150℃×70 h)								
硬度变化/度　最大		+10	+10	+10	+10			
拉伸强度变化率/%　最大		−25	−25	−25	−25			
拉断伸长率变化率/%　最大		−30	−30	−30	−30			
B16 压缩永久变形(GB/T 7759,B 型密实试验,150 ℃×22 h)/% 最大		50	60	75	80			
B36 压缩永久变形/%(GB/T 7759,B 型叠合试验,150 ℃×22 h) 最大		75	80	85				
C12 耐臭氧(GB/T 11206,方法 D)								
质量保持率[b]/%　最小		+	+	+	+			
C20 耐天候老化(GB/T 11206,方法 D)		+	+	+	+			
EO16 耐液体(GB/T 7759,1 号油,150 ℃×70 h)								
硬度变化/度		−8～+15	−8～+10	−8～+10	−8～+10			
拉伸强度变化率/%　最大		−20	−20	−20	−30			
拉断伸长率变化率/%　最大		−30	−30	−30	−50			
体积变化/%		−5～+10	−5～+10	−5～+10	−5～+10			
EO36 耐液体(GB/T 7759,3 号油,150 ℃×70 h)								
硬度变化/度　最大		−30	−30	−30	−30			
拉伸强度变化率/%　最大		−60	−60	−60	−60			
拉断伸长率变化率/%　最大		−40	−30	−30	−50			
体积变化/%　最大		+50	+50	+50	+50			
F14 耐低温(GB/T 15256,程序 A)在 −18 ℃经 3 min 后无裂纹			合格	合格	合格			
F15 耐低温(GB/T 15256,程序 A)在 −25 ℃经 3 min 后无裂纹		合格						
K11 粘合强度/MPa(GB/T 11211) 最小		1.4	1.4	1.4	1.4			
Z(特殊要求)任何特殊要求应详细规定,包括试验方法。								

[a] 品级 1 只有基本性能,无后缀要求。

[b] 质量保持率的判定标准见本部分下述(八)。

+ 表示该要求适用,并可买到具有这些特性的材料,但数据尚未确定。

表 4-20 DH 材料的基本要求和附加(后缀)要求

基本要求							
邵尔 A 硬度 ±5 度	拉伸强度(最小)		拉断伸长率/% 最小	耐热(ASTM D865, 150 ℃×70 h)	耐液体(GB/T 1690,3 号油,150 ℃×70 h)	压缩永久变形/%(GB/T 7759,密实试样,150 ℃×22 h) 最大	适用的后缀品级数
	MPa	psi					
40	7	1 015	300	硬度变化,±15 度;拉伸强度变化率,±30%;拉断伸长率变化率(最大),−50%	体积变化(最大),+30%	60	2
50	8	1 160	250			60	2
60	8	1 160	200			60	2
60	9	1 450	200			60	2
60	14	2 031	250			40	4
70	6	870	100			75	5
70	8	1 160	200			60	3
70	10	1 450	200			60	3
70	16	2 321	250			40	4
80	6	870	100			75	5
80	8	1 160	175			60	3
80	10	1 450	175			60	3
80	20	2 900	150			40	4
90	10	1 450	100			60	3
90	20	2 900	100			45	

后缀要求		DH 材料							
		品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
A26 耐热(ASTM D865,150 ℃×70 h)									
硬度变化/度	最大		+10	+10	+10	+10			
拉伸强度变化率/%	最大		−25	−25	−15	−25			
拉断伸长率变化率/%	最大		−30	−30	−25	−30			
B16 压缩永久变形/%(GB/T 7759,B 型密实试样,150 ℃×22 h)	最大		30	30		60			
B36 压缩永久变形/%(GB/T 7759,B 型叠合试样,150 ℃×22 h)	最大		50	50	35				
C12 耐臭氧(GB/T 11206,方法 D)									
质量保持率[b]/%	最小		+	+	+	+			
C20 耐天候老化(GB/T 11206,方法 D)			+	+	+	+			
EO16 耐液体(GB/T 1690,1 号油,150 ℃×70 h)									
硬度变化/度			−5~+10	−5~+10	−5~+10	−5~+10			
拉伸强度变化率/%	最大		−20	−20	−20	−20			
拉断伸长率变化率/%	最大		−30	−30	−30	−40			
体积变化/%			±5	±5	−10~+5	±5			

续表 4-20

DH 材料							
后　缀　要　求	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
EO36 耐液体(GB/T 1690，3 号油，150 ℃×70 h)								
硬度变化/度　最大		−15	−15	−15	−15			
拉伸强度变化率/%　最大		−40	−30	−40	−40			
拉断伸长率变化率/%　最大		−40	−30	−30	−40			
体积变化/%　最大		+25	+25	+25	+25			
F13 耐低温(GB/T 15256，程序 A)在 −10℃经 3 min 后无裂纹			合格		合格			
F14 耐低温(GB/T 15256，程序 A)在 −18 ℃经 3 min 后无裂纹		合格						
F17 耐低温(GB/T 15256，程序 A)在 −40 ℃经 3 min 后无裂纹				合格				
K11 粘合强度/MPa(GB/T 11211，在硫化时粘合)　最小		1.4	1.4		1.4			
Z(特殊要求)任何特殊要求应详细规定，包括试验方法。								

[a] 品级 1 只有基本性能，无后缀要求。

[b] 质量保持率的判定标准见本部分下述(八)。

＋ 表示该要求适用，并可买到具有这些特性的材料，但数据尚未确定。

表 4-21　EE 材料的基本要求和附加(后缀)要求

基　本　要　求							
邵尔 A 硬度 ±5 度	拉伸强度(最小)		拉断伸长率/% 最小	耐热(ASTM D 865，175 ℃×70 h)	耐液体(GB/T 1690，3 号油，150 ℃×70 h)	压缩永久变形(GB/T 7759，密实试样，150 ℃×22 h)	适用的后缀品级数
	MPa	psi					
50	8	1 160	400	硬度变化，±15 度；拉伸强度变化率，±30%；拉断伸长率变化率(最大)，−50%	体积变化(最大)，+80%	压缩永久变形(最大)，75%	3
50	10	1 450	500				3
50	12	1 740	500				
50	14	2 031	500				
60	6	870	200				4
60	8	1 160	300				3,4,5
60	12	1 740	300				3
60	14	2 031	400				3
70	8	1 160	200				3,4,5
70	10	1 450	200				4
70	12	1 740	300				3

续表 4-21

基本要求							
邵尔 A 硬度 ±5 度	拉伸强度(最小)		拉断伸长率/% 最小	耐热(ASTM D 865，175 ℃×70 h)	耐液体(GB/T 1690，3 号油，150 ℃×70 h)	压缩永久变形(GB/T 7759，密实试样，150 ℃×22 h)	适用的后缀品级数
	MPa	psi					
80	10	1 450	200	硬度变化，±15 度；拉伸强度变化率，±30%；拉断伸长率变化率(最大)，−50%	体积变化(最大)，+80%	压缩永久变形(最大)，75%	4
80	12	1 740	200				3，4
80	14	2 031	200				3，4，5
80	16	2 320	200				3
90	6	870	100				4
90	10	1 450	100				3
90	14	2 031	100				

EE 材料

后缀要求	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
A47 耐热(GB/T 3512，175 ℃×168 h)								
硬度变化/度 最大			+10	+20	+10			
拉伸强度变化率/% 最大			−30	−30	−30			
拉断伸长率变化率/% 最大			−50	−65	−50			
B46 压缩永久变形/%(GB/T 7759，B 型叠合试样，150 ℃×70 h) 最大			50	75	50			
B37 压缩永久变形/%(GB/T 7759，B 型叠合试样，175 ℃×22 h) 最大			50	75	50			
E016 耐液体(GB/T 1690，1 号油，150 ℃×70 h)								
硬度变化/度			−10～+5	−10～+5	−10～+5			
拉伸强度变化率/% 最大			−25	−25	−25			
拉断伸长率变化率/% 最大			−35	−35	−35			
体积变化/%			±15	±10	±10			
E036 耐液体(GB/T 1690，3 号油[b]，150 ℃×70 h)								
拉伸强度变化率/% 最大			−60	−50	−50			
拉断伸长率变化率/% 最大			−55	−50	−50			
体积变化/% 最大			+70	+60	+50			
EA14 耐水(GB/T 1690，100 ℃×70 h)体积变化/% 最大			+15	+15	+15			
F17 耐低温(GB/T 15256，程序 A) 在−40 ℃下经 3 min 无裂纹			合格	合格	合格			
G21 抗撕裂/(kN/m)(GB/T 529，直角型试样裁刀) 最小			20	20				

[a] 品级 1 只有基本性能，无后缀要求。

[b] 由于系列数据在统计学上不支持它，硬度值的变化被省略。

表 4-22　EH 材料的基本要求和附加(后缀)要求

基本要求							
邵尔 A 硬度 ±5 度	拉伸强度(最小)		拉断伸长率/% 最小	耐热(ASTM D 865，175 ℃×70 h)	耐液体(GB/T 1690，3 号油，150 ℃×70 h)	压缩永久变形/%(GB/T 7759，密实试样，150 ℃×22 h) 最大	适用的后缀品级数
	MPa	psi					
40	7	1 015	250	硬度变化，±15 度；拉伸强度变化率，±30%；拉断伸长率变化率(最大)，−50%	体积变化/±30%	75	3
50	8	1 160	175			75	3
60	6	870	100			75	3
60	9	1 306	150			75	3
70	6	870	100			75	3
70	9	1 306	125			75	3
80	7	1 015	100			75	3

EH 材料

后缀要求	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
A27 耐热(ASTM D 865，175 ℃×70 h)								
硬度变化/度　最大			+10					
拉伸强度变化率/%　最大			−30					
拉断伸长率变化率/%　最大			−40					
B17 压缩永久变形/%(GB/T 7759，B 型密实试样，175 ℃×22 h)　最大			60					
B37 压缩永久变形/%(GB/T 7759，B 型叠合试样，175 ℃×22 h)　最大			60					
E016 耐液体(GB/T 1690，1 号油 150 ℃×70 h)								
硬度变化/度			±5					
拉伸强度变化率/%　最大			−20					
拉断伸长率变化率/%　最大			−30					
体积变化/%			±5					
E036 耐液体(GB/T 1690，3 号油 150 ℃×70 h)								
硬度变化/度　最大			−20					
拉伸强度变化率/%　最大			−40					
拉断伸长率变化率/%　最大			−30					
体积变化/%　最大			+25					
F14 耐低温/℃(GB/T 15256)			合格					
F25 耐低温/℃(GB/T 6036，T100)			合格					
K11 粘合强度/MPa(GB/T 11211)　最小			1.4					

Z(特殊要求)任何特殊要求应详细规定，包括试验方法。

[a] 品级 1 只有基本性能，无后缀要求。

表 4-23 EK 材料的基本要求和附加(后缀)要求

基本要求							
邵尔 A 硬度 ±5 度	拉伸强度(最小)		拉断伸长率/% 最小	耐热 (GB/T 3512, 150 ℃×70 h)	耐液体 (GB/T 1690,3 号油,150 ℃×70 h)	压缩永久变形/% (GB/T 7759, 密实试样, 150 ℃×22 h) 最大	适用的后缀品级数
	MPa	psi					
50	9	1 305	125	硬度变化, ±15 度; 拉伸强度变化率, ±30%; 拉断伸长率变化率(最大), −50%	体积变化/ ±10%	60	2
70	10	1 450	125			60	2
80	10	1 450	100			60	2

EK 材料

后缀要求	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
A17 耐热(GB/T 3512,175 ℃×70 h)								
硬度变化/度		±10						
拉伸强度变化率/% 最大		−25						
拉断伸长率变化率/%		−20～+30						
A18 耐热(GB/T 3512,200 ℃×70 h)								
硬度变化/度		−15～+10						
拉伸强度变化率/% 最大		−60						
拉断伸长率变化率/%		−10～+40						
B17 压缩永久变形/%(GB/T 7759,B 型密实试样,175 ℃×22 h) 最大		60						
B26 压缩永久变形/%(GB/T 7759,B 型密实试样,150 ℃×70 h) 最大		50						
C32 耐臭氧(GB/T 11206,方法 C)		合格						
EA14 耐水(GB/T 1690,100 ℃×70 h)								
硬度变化/度		−5～+10						
体积变化/%		0～+20						
EF31 耐液体(GB/T 1690 标准燃油 C,室温下 70 h)								
硬度变化/度		−20～+5						
拉伸强度变化率/% 最大		−50						
拉断伸长率变化率/% 最大		−50						
体积变化/% 最大		+40						
EO16 耐液体(GB/T 1690,1 号油 150 ℃×70 h)								
硬度变化/度		−10～+5						
拉伸强度变化率/% 最大		−10						
拉断伸长率变化率/% 最大		−20						
体积变化/% 最大		+10						

续表 4-23

EK 材料							
后　缀　要　求	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
E036 耐液体(GB/T 1690,3 号油,150 ℃×70 h)								
硬度变化/度		−15～0						
拉伸强度变化率/%　最大		−20						
拉断伸长率变化率/%　最大		−20						
体积变化/%　最大		+10						
F19 耐低温(GB/T 15256,程序 A)在−55 ℃下经 3 min 无裂纹		合格						
F49 耐低温(GB/T 7758)冷冻 10 min 后,回缩 10%不高于−55 ℃[b]		合格						

[a] 品级 1 只有基本性能,无后缀要求。

[b] ASTM D 1329 采用 38.1 mm 的裁刀,GB/T 7758 采用 50 mm 的裁刀。

表 4-24　FC 材料的基本要求和附加(后缀)要求

基　本　要　求							
邵尔 A 硬度 ±5 度	拉伸强度(最小)		拉断伸长率/% 最小	耐热(GB/T 3512,200 ℃×70 h)	耐液体(GB/T 1690,3 号油,150 ℃×70 h)	压缩永久变形/%(GB/T 7759,叠合试样,175 ℃×22 h)最大	适用的后缀品级数
	MPa	psi					
30	3	435	350	硬度变化,±15 度;拉伸强度变化率,±30%;拉断伸长率变化率(最大),−50%	体积变化(最大),+120%	60	2
30	5	725	400			60	2
40	7	1 015	400			60	3
50	7	1 015	400			60	3
50	8	1 160	500			80	4
60	7	1 015	300			60	3
60	8	1 160	400			80	4
70	7	1 015	200			60	3

FC 材料							
后　缀　要　求	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
A19 耐热(GB/T 3512,225 ℃×70 h)								
硬度变化/度　最大		+10	+10	+15				
拉伸强度变化率/%　最大		−40	−40	−50				
拉断伸长率变化率/%　最大		−40	−40	−50				
B37 压缩永久变形/%(GB/T 7759,B 型叠合试样,175 ℃×22 h)最大		40	45	60				

续表 4-24

后 缀 要 求	FC 材料							
	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
C12 耐臭氧(GB/T 11206,方法 D) 质量保持率[b]/% 最小		+	+	+				
C20 耐天候老化(GB/T 11206,方法 D)		+	+	+				
EA14 耐水(GB/T 1690,100 ℃×70 h) 硬度变化/度 体积变化/%		±5 ±5	±5 ±5	±5 ±5				
EO16 耐液体(GB/T 1690,1 号油,150 ℃×70 h) 硬度变化/度 拉伸强度变化率/% 最大 拉断伸长率变化率/% 最大 体积变化/%		0～−10 −50 −30 0～+20	0～−15 −50 −50 0～+20	0～−15 −50 −50 0～+20				
F1-11 耐低温(GB/T 15256,程序 A) 在−75 ℃下经 3 min 无裂纹		合格	合格	合格				
G11 抗撕裂/(kN/m)(GB/T 529,新月型试样裁刀) 强度在 7.0 MPa 以下 最小 强度在 7.0～10.5 MPa 最小		5	17	26				
Z(特殊要求)任何特殊要求应详细规定,包括试验方法。								

[a] 品级 1 只有基本性能,无后缀要求。

[b] 质量保持率的判定标准见本部分下述(八)。

+ 表示该要求适用,并可买到具有这些特性的材料,但数据尚未确定。

表 4-25 FE 材料的基本要求和附加(后缀)要求

基 本 要 求							
邵尔 A 硬度 ±5 度	拉伸强度(最小)		拉断伸长率/% 最小	耐热(GB/T 3512,200 ℃×70 h)	耐液体(GB/T 1690,3 号油,150 ℃×70 h)	压缩永久变形/%(GB/T 7759,密实试样,175 ℃×22 h)最大	适用的后缀品级数
	MPa	psi					
30	3	435	400	硬度变化,±15 度;拉伸强度变化率,±30%;拉断伸长率变化率(最大),−50%	体积变化(最大),+80%	60	2
30	7	1 015	500			60	5
40	8	1 160	500			60	3
50	8	1 160	500			80	4

续表 4-25

后　缀　要　求		FE 材料				
		品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5
A19 耐热(GB/T 3512,225 ℃×70 h)						
硬度变化/度	最大		+10	+10	+15	±10
拉伸强度变化率/%	最大		−60	−40	−40	−50
拉断伸长率变化率/%	最大		−60	−60	−60	−50
B37 压缩永久变形(GB/T 7759,B 型叠合试样,175 ℃×22 h)/%	最大		45	50	65	35
C12 耐臭氧(GB/T 11206,方法 D)						
质量保持率[b]/%	最小		+	+	+	
C20 耐天候老化(GB/T 11206,方法 D)			+	+	+	
EA14 耐水(GB/T 1690,100 ℃×70 h)						
硬度变化/度			±5	±5	±5	±5
体积变化/%			±5	±5	±5	±5
EO16 耐液体(GB/T 1690,1 号油,150 ℃×70 h)						
硬度变化/度			0～−10	0～−10	0～−10	0～−10
拉伸强度变化率/%	最大		−50	−50	−50	−40
拉断伸长率变化率/%	最大		−50	−50	−50	−40
体积变化/%			0～+20	0～+20	0～+20	0～+20
E036 耐液体(GB/T 1690,3 号油,150 ℃×70 h)						
硬度变化/度	最大			+	−40	
体积变化/%	最大			+80	+80	+65
F19 耐低温(GB/T 15256,程序 A)在−55 ℃下经 3 min 无裂纹			合格	合格	合格	
G11 抗撕裂/(kN/m)(GB/T 529,新月型试样裁刀)						
强度在 7.0 MPa 以下	最小		9			
强度在 7.0～10.5 MPa	最小			22	26	25
K11 粘合强度(GB/T 11211)			+	+	+	
K21 粘合强度(GB/T 7760)			+	+	+	
K31 硫化后粘合强度			[c]	[c]	[c]	[c]
P2 耐污染(ASTM D 925,方法 B)控制板			合格	合格	合格	

[a] 品级 1 只有基本性能,无后缀要求。

[b] 质量保持率的判定标准见本部分下述(八)。

[c] 后缀 K31 指材料应没有对粘合强度剂有害或可能有害的表面状态和组分。

+ 表示该要求适用,并可买到具有这些特性的材料,但数据尚未确定。

表 4-26 FK 材料的基本要求和附加(后缀)要求

基本要求							
邵尔 A 硬度 ±5 度	拉伸强度(最小)		拉断伸长率/% 最小	耐热 (GB/T 3512, 200 ℃×70 h)	耐液体 (GB/T 1690,3 号油,150 ℃×70 h)	压缩永久变形/% (GB/T 7759, 叠合试样, 175 ℃×22 h) 最大	适用的后缀品级数
	MPa	psi					
60	6	870	150	硬度变化,±15 度;拉伸强度变化率,±30%;拉断伸长率变化率(最大),−50%	体积变化(最大),+10%	50	2

后缀要求		FK 材料							
		品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
A19 耐热(GB/T 3512,225 ℃×70 h)									
硬度变化/度	最大		+15						
拉伸强度变化率/%	最大		−45						
拉断伸长率变化率/%	最大		−45						
C12 耐臭氧(GB/T 11206,方法 D)									
质量保持率[b]/%	最小		+						
C20 耐天候老化(GB/T 11206,方法 D)			+						
EF31 耐液体(GB/T 1690,标准燃油 C,23 ℃×70 h)									
硬度变化/度			0～−15						
拉伸强度变化率/%	最大		−60						
拉断伸长率变化率/%	最大		−50						
体积变化/%			0～+25						
E036 耐液体(GB/T 1690,3 号油,150 ℃×70 h)									
硬度变化/度			0～−10						
拉伸强度变化率/%	最大		−35						
拉断伸长率变化率/%	最大		−30						
体积变化/%			0～+10						
F19 耐低温(GB/T 15256,程序 A)在 −55 ℃下经 3 min 无裂纹			合格						
Z(特殊要求)任何特殊要求应详细规定,包括试验方法。									

[a] 品级 1 只有基本性能,无后缀要求。

[b] 质量保持率的判定标准见本部分下述(八)。

+ 表示该要求适用,并可买到具有这些特性的材料,但数据尚未确定。

表 4-27　GE 材料的基本要求和附加(后缀)要求

基本要求							
邵尔 A 硬度 ±5 度	拉伸强度(最小)		拉断伸长率/% 最小	耐热(GB/T 3512，225 ℃×70 h)	耐液体(GB/T 1690，3 号油，150 ℃×70 h)	压缩永久变形/%(GB/T 7759，叠合试样，175 ℃×22 h) 最大	适用的后缀品级数
	MPa	psi					
30	3	435	300	硬度变化，±15 度；拉伸强度变化率，±30%；拉断伸长率变化率(最大)，−50%	体积变化(最大)，+80%	50	2
30	5	725	400			50	2
30	6	870	400			50	8
40	3	435	200			50	2
40	5	725	300			50	2
40	6	870	300			50	8
50	3	435	200			50	3
50	5	725	250			70	4,5
50	6	870	250			50	5
50	8	1 160	400			60	9
60	3	435	100			50	3
60	5	725	200			70	4,5
60	6	870	200			50	5
70	3	435	60			50	6
70	5	725	150			50	7
70	6	870	150			50	5
80	3	435	50			50	6
80	5	725	150			50	7
80	6	870	100			50	5

	GE 材料							
后缀要求	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8	品级 9
A19 耐热(GB/T 3512，225 ℃×70 h)									
硬度变化/度　最大		+10	+10	+10	+10	+10	+10	+10	+10
拉伸强度变化率/%最大		−25	−25	−30	−25	−25	−25	−25	−30
拉断伸长率变化率/%最大		−30	−30	−30	−30	−30	−30	−25	−30
B37 压缩永久变形/%(GB/T 7759，B 型叠合试样，175 ℃×22 h)　最大		25	30	50	25	30	30	25	40
C12 耐臭氧(GB/T 11206，方法 D)									
质量保持率[b]/%　最小		+	+	+	+	+	+	+	+
C20 耐天候老化(GB/T 11206，方法 D)		+	+	+	+	+	+	+	+

续表 4-27

	GE 材料							
后 缀 要 求	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8	品级 9
EA14 耐水(GB/T 1690，100 ℃×70 h) 硬度变化/度 体积变化/%		 ±5 ±5	 ±5 ±5	 ±5 ±5	 ±5 ±5	 ±5 ±5	 ±5 ±5	 ±5 ±5	 ±5 ±5
EO16 耐液体(GB/T 1690，1 号油，150 ℃×70 h) 硬度变化/度 拉伸强度变化率/%最大 拉断伸长率变化率/%最大 体积变化/%		 0～−10 −30 −30 0～+15	 0～−15 −20 −20 0～+10	 0～−15 −20 −20 0～+15	 0～−15 −20 −20 0～+10	 0～−15 −20 −20 0～+10	 0～−15 −20 −20 0～+15	 0～−10 −30 −20 0～+15	 0～−10 −30 −30 0～+10
E036 耐液体(GB/T 1690，3 号油，150 ℃×70 h) 硬度变化/度 最大 体积变化/% 最大		 +60	 −30 +60	 −35 +60	 −30 +60	 −40 +60	 −40 +60	 + +60	 −30 +60
F19 耐低温(GB/T 15256，程序 A)在−55 ℃下经3 min无裂纹		合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格
G11 抗撕裂/(kN/m)(GB/T 529，新月型试样裁刀) 强度在 7.0 MPa 以下 最小 强度在 7.0～10.5 MPa 最小		 5	 6	 9	 9	 5	 9	 9	 25
K11 粘合强度(GB/T 11211)		+	+	+	+	+	+	+	+
K21 粘合强度(GB/T 7760)		+	+	+	+	+	+	+	+
K31 硫化后粘合强度		[c]	[c]	[c]	[c]	[c]	[c]	[c]	[c]
P2 耐污染(ASTM D 925，方法 B)控制板		合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格
Z(特殊要求)任何特殊要求应详细规定，包括试验方法。									

[a] 品级 1 只有基本性能，无后缀要求。

[b] 质量保持率的判定标准见本部分下述(八)。

[c] 后缀 K31 指材料应没有对粘合强度剂有害或可能有害的表面状态和组分。

+ 表示该要求适用，并可买到具有这些特性的材料，但数据尚未确定。

表 4-28　HK 材料的基本要求和附加(后缀)要求

基本要求							
邵尔 A 硬度 ±5 度	拉伸强度(最小)		拉断伸长率/% 最小	耐热 (GB/T 3512, 250 ℃×70 h)	耐液体 (GB/T 1690,3 号油,150 ℃×70 h)	压缩永久变形 (GB/T 7759, 叠合试样 175 ℃×22 h)	适用的后缀品级数
	MPa	psi					
60	7	1 015	200	硬度变化,±15度;拉伸强度变化率,±30%;拉断伸长率变化率(最大),−50%	体积变化(最大),+10%	压缩永久变形(最大),35%	2,4,6
60	10	1 450	200				2,4,6
60	14	2 031	200				2,4,6
70	7	1 015	175				2,4,6
70	10	1 450	175				2,4,6
70	14	2 031	175				2,4,6
80	7	1 015	150				2,4,6
80	10	1 450	150				2,4,6
80	14	2 031	150				2,4,6
90	7	1 015	100				3,5,7
90	10	1 450	100				3,5,7
90	14	2 031	100				3,5,7

HK 材料

后缀要求	品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
A1-10 耐热(GB/T 3512,250 ℃×70 h)								
硬度变化/度 最大		+10	+10			+10	+10	
拉伸强度变化率/% 最大		−25	−25			−25	−25	
拉断伸长率变化率/% 最大		−25	−25			−25	−25	
A1-11 耐热(GB/T 3512,275 ℃×70 h)								
硬度变化/度 最大				+10	+10	−5～+10	−5～+10	
拉伸强度变化率/% 最大				−40	−40	−40	−40	
拉断伸长率变化率/% 最大				−20	−20	−20	−20	
B31 压缩永久变形/%(GB/T 7759,B 型叠合试样,23 ℃×22 h) 最大						15	20	
B37 压缩永久变形/%(GB/T 7759,B 型叠合试样,175 ℃×22 h) 最大		50	30					
B38 压缩永久变形/%(GB/T 7759,B 型叠合试样,200 ℃×22 h) 最大		50	50	50	50	15	20	
C12 耐臭氧(GB/T 11206,方法 D)		无龟裂	无龟裂	无龟裂	无龟裂	无龟裂	无龟裂	
C20 耐天候老化(GB/T 11206,方法 D)		无龟裂	无龟裂	无龟裂	无龟裂	无龟裂	无龟裂	
EF31 耐液体(GB/T 1690,标准燃油 C,23 ℃×70 h)								
硬度变化/度		±5	±5	±5	±5	±5	±5	
拉伸强度变化率/% 最大		−25	−25	−25	−25	−25	−25	
拉断伸长率变化率/% 最大		−20	−20	−20	−20	−20	−20	
体积变化/%		0～+10	0～+10	0～+10	0～+10	0～+10	0～+10	

续表 4-28

后 缀 要 求	HK 材料 品级 1[a]	品级 2	品级 3	品级 4	品级 5	品级 6	品级 7	品级 8
EO78 耐液体(GB/T 1690 101 液体 200 ℃×70 h)								
硬度变化/度		−15～+5	−15～+5	−15～+5	−15～+5			
拉伸强度变化率/% 最大		−40	−40	−40	−40			
拉断伸长率变化率/% 最大		−20	−20	−20	−20			
体积变化/%		0～+15	0～+15	0～+15	0～+15			
EO88 耐液体(GB/T 1690,SAE 2 号液与 7700 共混液[c]200 ℃×70 h)								
硬度变化/度						−15～+5	−15～+5	
拉伸强度变化率/% 最大						−40	−40	
拉断伸长率变化率/% 最大						−20	−20	
体积变化/% 最大						+25	+25	
F15 耐低温(GB/T 15256,程序 A)在 −25 ℃下经 3 min 无裂纹		合格			合格	合格		
F17 耐低温(GB/T 15256,程序 A)在 −40 ℃下经 3 min 无裂纹				合格				
Z(特殊要求)任何特殊要求应详细规定,包括试验方法。								

[a] 品级数 1 只有基本要求,无后缀要求。

[b] 101 号工作液为 99.5%(质量分数)癸二酸二辛酯和 0.5 %(质量分数)吩噻嗪。

[c] SAE 2 号液与 7 700 共混液可以从 AKZO Nobel chemicals Inc. 5 Livingstone Avenue. DebbsFerry,NY 10522,1-800-666-1200 购得。

表 4-29 KK 材料[a] 的基本要求和附加(后缀)要求

基 本 要 求						
邵尔 A 硬度 ±5 度	拉伸强度(最小) MPa	拉伸强度(最小) psi	拉断伸长率/% 最小	耐热 (GB/T 3512, 300 ℃×70 h)	耐液体 (GB/T 1690,IRM903 油[a],150 ℃×70 h)	压缩永久变形 (GB/T 7759, 叠合试样, 200 ℃×22 h)
80	11	1 595	125	硬度变化,±15 度;拉伸强度变化率,±30%;拉断伸长率变化率(最大),−50%	体积变化(最大),+10%	压缩永久变形(最大),25%

[a] 从 ASTM headquarter. Request RR:D11-1090 可得到其支持数据。IRM 903 油可参见 ASTM D 5964。

8. 质量保持率的确定

对于以上表中后缀字母 C 的耐臭氧老化,ASTM D 2000 采用质量保持率。为了便于使用,按照 ASTM 的试验方法给出了质量保持率的判定方法。

质量保持率是以在连续暴露的三个时间间隔内对三个试样的龟裂等级的观察为基础。如果需要提供一个质量保持率的判定值，则采用下面的程序：

(1) 采用 GB/T 11206 方法 D 的试样，并按照 GB/T 11206 方法 D 所述的方法安装和暴露试样，但暴露的时间应采用六个星期。如经供需双方协商，也可采用其他的户外暴露时间。

(2) 每隔两星期或在三个相等的时间间隔内，进行一次龟裂等级判定。判定方法是：采用一种两倍率的头戴式双目放大镜或类似工具，在试样从试样棒上取下之前对试样进行检验，通过与图 4-1 所示的参考标准进行对比来判定龟裂程度。如果在两倍的放大倍率下，龟裂的尺寸小于一张照片上所示的尺寸而大于相邻的低一级图像所示的尺寸，那么取低一级的等级。这样会得出三个等级。



等级0　　等级1　　等级2　　等级3

图 4-1　橡胶胶料耐天候试验的等级(样品安装在试样棒上)(两倍)

(3) 三个龟裂增长等级将放在一起得到一个三位数的号码，然后用表 4-30 求得质量保持率。龟裂增长栏中三位数的龟裂增长号码与右栏中的质量保持率是一致的。

表 4-30　质量保持率的判定

龟裂增长	000	001	011	111	002	012	112	022	122	222	003	013	113	023	123	223	033	133	233	333
质量保持率/%	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0

二、橡胶制品的尺寸公差

GB/T 3672.1—2002《橡胶制品的公差　第 1 部分：尺寸公差》为等同采用 ISO 3302-1：1996，规定了橡胶制品的尺寸和公差。

橡胶制品经加工和硫化后易产生尺寸变化。这可能是由于诸如模制收缩或压出膨胀松弛等各种因素造成的。这些变化在设计制造某一产品的模具和口型这样的部件时应该加以确定和考虑。

标准中所列的精密度较高的公差级别，只有在最终应用有要求时才采用，并应局限于那些被认为是关键的尺寸。所采用的精密度越高，制造过程中所有必须实行的控制就越严格，因而成本也就越高。

当产品要求一些特殊的性能时，使用一种能够以精密公差进行成型的胶料也未必始终能提供这些性能。在这种情况下，应由有关双方面进行协商。一般说来，低硬度的硫化胶(即硬度低于 50 IRHD 的硫化胶)比高硬度的硫化胶需要更大的公差。

标准规定的公差适用于硫化胶，也可适用于热塑性橡胶制造的产品。但不适用于精密的环形密封圈或胶布之类的压延复合材料产品或用挂胶或贴胶方法涂覆橡胶涂层的产品。

（一）尺寸的测量

对于实心产品，尺寸的测量应在硫化后 16 h 进行，在有争议的情况下，这一最短时间可延长至 72 h。测量应在向买方发货之日后或产品投入使用之前（以时间较短的为准）三个月之内完成，测量应经环境调节后在标准温度下进行。应注意保证不使产品经受有害的贮存条件，并保证产品在测量过程中不变形。

实心产品可用刻度盘测微规测量，测微规的测足对硬度等于或大于 35 IRHD 的橡胶应施加 22 kPa±5 kPa 的压力，而对硬度小于 35 IRHD 的橡胶则应施加 10 kPa±2 kPa 的压力；另外，还可采用合适的光学测量仪；上、下限与待测尺寸相适应的固定式量规；以及包括卷尺、标卡尺和千分尺在内的其他测量器具。

所有仪器的测量误差应在规定的公差范围内。用于对比的测量，应采用同一测量器具。

（二）公差

个别产品的某些参数的尺寸可以不全部要求采用同一级别的公差。同一图纸上的产品的不同参数尺寸可采用不同级别的公差。当图纸未标明所要求的级别公差时，应采用有关表中所列的最大公差。

注 1：本处规定的以相等的正负值表示的公差（如±0.35），只要这两个值之差保持不变，也可以用不相等的正负值表示。例如：±0.35 也可以表示为$^{+0.2}_{-0.5}$或$^{+0.7}_{0}$或$^{0}_{-0.7}$等。

注 2：对于低硬度和高拉伸强度的硫化胶（例如天然橡胶的硫化胶），有必要对公差加以特殊考虑。

（三）模压制品

1. 总则

本处所述的尺寸公差比其他一些工程实践所用的尺寸公差要宽，是考虑到下列情况：

（1）所有的橡胶模制后冷却时都有一定程度的收缩，因此在模具设计时应将这一点考虑进去。收缩量取决于所用的橡胶类型和胶料，而且同一胶料的收缩量也因批次不同而异。由一些硅橡胶、氟橡胶和其他特种弹性体制造的产品收缩量较大，因此使用这些橡胶很难达到 M1 和 M2 级公差要求。

（2）粘接到橡胶上的非橡胶部件会影响收缩，因而也影响实际可行的公差。

（3）模具应根据产品的类型和所要求的精度以不同的方法制造。通常产品的精度都不会高于模具，并且要求的精度愈高，模具及其他维修费用也愈昂贵。

（4）对于截面变化大的产品，使用标准公差时应慎重。

2. 分级

（1）M1 级，适用于精密模制品。这类模制品要求精密的模具，每一模具的模腔较少，胶料严密控制等，因而成本高。为了避免测量仪器使橡胶产生变形，需要使用光学测量仪或其他类似的测量仪。这类部件要求昂贵的控制和检验程序。

（2）M2 级，适用于高质量模制品，其中包括 M1 所要求的许多严密控制。

（3）M3 级，适用于良好质量的模制品。

（4）M4 级，适用于尺寸控制不严格的模制品。

3. 固定尺寸与合模尺寸

在模压制造一种橡胶产品时，所使用的胶料比充满模腔所需的要多，而这多余的胶料就溢出。这种溢料往往阻碍模具部件完全闭合，从而影响成品的尺寸。

注：对于用传递法或注射法模制的产品，可以认为所有的尺寸都是固定尺寸。

(1) 固定尺寸(F)：不受溢料厚度或模具不同部件(上、下部件或模芯)横向位移之类变形作用影响的尺寸。见图 4-2 中的尺寸 l_1、l_2、l_3。

(2) 合模尺寸(C)：受溢料厚度或模具不同部件横向位移变化的尺寸。见图 4-2 中的尺寸 d_1、d_2、d_3 和 h。

注：F 和 C 尺寸只有在它们互无联系时才能确定公差。

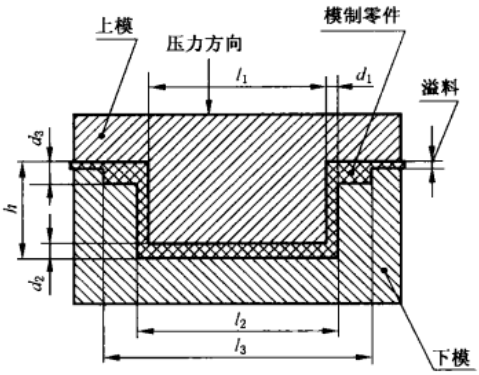


图 4-2　压缩模具和模制零件(示意图)

4. 公差

所采用的公差应通过有关方面协商从模压制品的公差级别中选取。

标准公差列于表 4-31。固定尺寸公差(F)与每一尺寸的大小有关，而所有的合模尺寸公差(C)则均按最大的合模尺寸 h(见图 4-2)确定。

表 4-31　模压制品的公差　　mm(除另有标明外)

公称尺寸		M1 级		M2 级		M3 级		M4 级
大于	直到并包括	F ±	C ±	F ±	C ±	F ±	C ±	F 和 C ±
0	4.0	0.08	0.10	0.10	0.15	0.25	0.40	0.50
4.0	6.3	0.10	0.12	0.15	0.20	0.25	0.40	0.50
6.3	10	0.10	0.15	0.20	0.20	0.30	0.50	0.70
10	16	0.15	0.20	0.20	0.25	0.40	0.60	0.80
16	25	0.20	0.20	0.25	0.35	0.50	0.80	1.00
25	40	0.20	0.25	0.35	0.40	0.60	1.00	1.30
40	63	0.25	0.35	0.40	0.50	0.80	1.30	1.60
63	100	0.35	0.40	0.50	0.70	1.00	1.60	2.00
100	160	0.40	0.50	0.70	0.80	1.30	2.00	2.50
160	—	0.3%	0.4%	0.5%	0.7%	0.8%	1.3%	1.5%

(四) 压出制品

压出橡胶制品要求的制造公差比模制品大，因为橡胶经历压出膨胀，并且在随后的硫化中通常又会发生收缩和变形。

在硫化时使用支撑物可减少变形，支撑物的种类与产品截面和要求的控制程度有关。这些条件决定着适合于给定尺寸的公差级别。

对于某些合成橡胶的压出制品，不可能直接达到 E1 级公差。

1. 分级

(1) 无支撑的压出制品公称截面尺寸的三个公差级别：E1，高质量级；E2，良好质量级；E3，尺寸控制不严格级。

(2) 芯型支撑的压出制品公称截面尺寸的三个公差级别：EN1，精密级；EN2，高质量级；EN3，良好质量级。

(3) 表面磨光的压出制品(纯胶管)外尺寸(公称外径)两个公差级别(EG)以及这种压出制品壁厚的两个公差级别(EW):EG1 和 EW1,精密级;EG2 和 EW2,良好质量级。

(4) 压出制品切割长度的三个公差级别和压出制品切割零件厚度的三个公差级别:L1 和 EC1,精密级;L2 和 EC2,良好质量级;L3 和 EC3,尺寸控制不严格级。

2. 公差

所采用的公差应通过有关方面协商从压出制品的公差级别中选取。标准公差列于表 4-32～表 4-37。在任何压出制品断面上,三个变量(即内尺寸、外尺寸和壁厚)中只要确定两个变量的尺寸公差就能控制该截面的尺寸。

(1) 无支撑压出制品

无支撑压出制品截面尺寸公差列于表 4-32。

中空压出制品或复杂截面的压出制品硫化期间可能出现一定程度的塌瘪。将这类压出制品套以芯型或模型可以限制或防止这种塌瘪。截面的允许变形量应由买方规定。

(2) 芯型支撑的压出制品

中空压出制品的硫化可以在芯轴上进行,以获得比无支撑更精密的内尺寸公差。这种方法适用于随后用来切割密封圈或垫圈的纯胶管。这种产品从芯型上脱下时通常发生收缩,所以芯型支撑的制品尺寸的最终规格要比芯型规格小。但是,如果芯型的正公差超过压出制品的收缩量,产品的尺寸就可能较大。在这种情况下应采用正、负两种公差。

芯型支撑压出制品的内尺寸公差列于表 4-33。正公差可用于芯型的任何公差,但不允许因此使内尺寸公差发生变动。表 4-33 规定的负公差不应增大。

所有其他尺寸的公差应符合表 4-32 规定。

(3) 表面磨光的压出制品

表面磨光的压出制品(通常指纯胶管)的外尺寸(通常指外径)的公差列于表 4-34(这些公差同样适用于从胶管上切取的密封圈),壁厚公差列于表 4-35。

(4) 切割长段制品

压出制品的切割段的长度公差列于表 4-36。

(5) 切割零件

压出制品的切割零件(如圈、垫、圆盘)的厚度公差列于表 4-37。

注:只有用车床的切割零件才能达到 EC1 和 EC2 公差级别。

表 4-32 无支撑的压出制品截面尺寸公差

mm

公称尺寸		E1 级	E2 级	E3 级
大于	直到并包括	±	±	±
0	1.5	0.15	0.25	0.40
1.5	2.5	0.20	0.35	0.50
2.5	4.0	0.25	0.40	0.70
4.0	6.3	0.35	0.50	0.80
6.3	10.0	0.40	0.70	1.00
10	16	0.50	0.80	1.30
16	25	0.70	1.00	1.60
25	40	0.80	1.30	2.00
40	63	1.00	1.60	2.50
63	100	1.30	2.00	3.20

表 4-33 芯型支撑的压出制品内尺寸公差 mm(除另有标明外)

公称尺寸		EN1 级	EN2 级	EN3 级
大于	直到并包括	±	±	±
0	4	0.20	0.20	0.35
4	6.3	0.20	0.25	0.40
6.3	10	0.25	0.35	0.50
10	16	0.35	0.40	0.70
16	25	0.40	0.50	0.80
25	40	0.50	0.70	1.00
40	63	0.70	0.80	1.30
63	100	0.80	1.00	1.60
100	160	100	1.30	2.00
160	—	0.6%	0.8%	1.2%

表 4-34 表面磨光的压出制品尺寸公差 mm(除另有标明外)

公称尺寸		EG1 级	EG2 级
大于	直到并包括	±	±
0	10	0.15	0.25
10	16	0.20	0.35
16	25	0.20	0.40
25	40	0.25	0.50
40	63	0.35	0.70
63	100	0.40	0.80
100	160	0.50	1.00
160	—	0.3%	0.5%

表 4-35 表面磨光的压出制品壁厚公差 mm

公称厚度		EW1 级	EW2 级
大于	直到并包括	±	±
0	4	0.10	0.20
4	6.3	0.15	0.20
6.3	10	0.20	0.25
10	16	0.20	0.35
16	25	0.25	0.40

表 4-36 压出制品切割段长度公差 mm(除另有标明外)

公称长度		L1 级	L2 级	L3 级
大于	直到并包括	±	±	±
0	40	0.7	1.0	1.6
40	63	0.8	1.3	2.0
63	100	1.0	1.6	2.5
100	160	1.3	2.0	3.2
160	250	1.6	2.5	4.0
250	400	2.0	3.2	5.0
400	630	2.5	4.0	6.3

续表 4-36

mm(除另有标明外)

公称长度		L1 级	L2 级	L3 级
大于	直到并包括	±	±	±
630	1 000	3.2	5.0	10.0
1 000	1 600	4.0	6.3	12.5
1 600	2 500	5.0	10.0	16.0
2 500	4 000	6.3	12.5	20.0
4 000	—	0.16%	0.32%	0.50%

表 4-37 压出制品切割零件厚度公差

mm

公称厚度		EC1 级	EC2 级	EC3 级
大于	直到并包括	±	±	±
0.63	1.00	0.10	0.15	0.20
1.00	1.60	0.10	0.20	0.25
1.60	2.50	0.15	0.20	0.35
2.50	4.00	0.20	0.25	0.40
4.00	6.30	0.20	0.35	0.50
6.30	10	0.25	0.40	0.70
10	16	0.35	0.50	0.80
16	25	0.40	0.70	1.00

（五）压延胶板

压延胶板的公称尺寸范围和公差极限类似于压出制品，是考虑到橡胶通过压延机辊筒时的膨胀以及硫化前和硫化过程中的变形。

选用的公差与胶板的表面光洁度有关，布纹表面的胶板要求的厚度公差比平滑的或压光的胶板大。

1. 分级

(1) 公称厚度的三个公差级别：ST1，精密级；ST2，高质量级；ST3，良好质量级。

(2) 公称宽度的三个公差级别：SW1，高质量级；SW2，良好质量级；SW3，尺寸要求不严格级。

2. 公差

采用的公差应由有关方面协商从压延胶板的公差级别中选取。标准公差列于表 4-38 和表 4-39。

表 4-38 压延胶片厚度公差

mm(除另有标明外)

公称厚度		ST1 级	ST2 级	ST3 级	公称厚度		ST1 级	ST2 级	ST3 级
大于	直到并包括	±	±	±	大于	直到并包括	±	±	±
0	1.00	0.15	0.20	0.25	4.00	6.30	0.35	0.50	0.70
1.00	1.60	0.15	0.25	0.35	6.30	10	0.40	0.70	0.80
1.60	2.50	0.20	0.35	0.40	10	16	0.50	0.80	1.00
2.50	4.00	0.25	0.40	0.50	16	—	3.5%	5%	7%

表 4-39　压延胶片宽度公差　　mm(除另有标明外)

公称宽度		SW1 级	SW2 级	SW3 级
大于	直到并包括	±	±	±
630	1 000	20	25	30
1 000	1 600	30	40	50
1 600	—	3%	2.5%	3%

三、模压和压出橡胶制品外观质量的一般规定

HG/T 3090—1987 规定了模压和压出橡胶制品各种外观缺陷的一般要求，不适用于注塑制品、O 形橡胶圈、充气轮胎和内胎、硬质橡胶制品、海绵橡胶制品及薄膜制品。

(一) 模压制品

1. 相关术语

(1) 重缺陷：能够造成故障或严重降低产品实用性能的缺陷。

(2) 轻缺陷：只对产品的实用性能有轻微影响或几乎没有影响的缺陷。

(3) Ⅰ号位缺陷：指出现在模压制品表面起主要作用的、与尺寸公差和实用性能有关的工作面上的缺陷。

(4) Ⅱ号位缺陷：指出现在模压制品表面不是起主要的、与尺寸公差和实用性能无关的非工作面上的缺陷。

2. 模压制品的分类

模压橡胶制品的规格和形状是多种多样的，但这类产品有若干种使用性能和质量要求相类似的基本用途或使用要求。故按其实际用途和使用要求大致分为下列几类：

(1) 耐曲挠类：制品主要用于在使用期间经受恒定的或周期性的弯曲、扭转或曲挠等场合。

(2) 密封类：制品主要用于流体密封的场合。

(3) 封隔类：制品主要用于阻止液体或气体穿透的场合。

(4) 匹配类：制品主要用于必须同配件一起装配并有公差要求的场合。

(5) 保护类：制品用于不存在机械应力或偶尔产生机械应力作外层材料的场合。

(6) 填充类：制品用于不存在机械应力或偶尔产生机械应力作填充内部空间的场合。

(7) 减振(缓冲)类：制品主要用于减振、缓冲、隔音的场合。

(8) 其他类：制品用于除上述几类用途外的其他使用场合。

3. 模压制品缺陷类别及质量要求

(1) 模压制品的缺陷按使用性能分为重缺陷和轻缺陷两类。

(2) 模压制品的缺陷类别及其质量要求按表 4-40 规定。

表 4-40 模压橡胶制品缺陷类别及其质量要求

序号	缺陷				质量判定处数							
	名称	位置	重	轻	制品外径或长度小于或等于 50 mm		制品外径或长度大于 50 mm～100 mm		制品外径或长度大于 100 mm～200 mm		制品外径或长度大于 200 mm	
					合格	不合格	合格	不合格	合格	不合格	合格	不合格
1	气泡	Ⅰ号	×		0	1	0	1	0	1	0	1
		Ⅱ号		×	1	2	2	3	3	4	4	5
					气泡的长度、宽度不大于 2 mm，高度或深度不大于 0.5 mm 时							
2	杂质	Ⅰ号	×		0	1	0	1	0	1	0	1
		Ⅱ号		×	1	2	2	3	3	4	4	5
					杂质的宽度不大于 1 mm，长度不大于 2 mm，高度或深度不大于 0.5 mm 时							
3	凹凸缺陷	Ⅰ号	×		0	1	0	1	0	1	0	1
		Ⅱ号		×	1	2	2	3	3	4	4	5
					凹凸深度或高度不大于 0.5 mm，长度不大于 3 mm、宽度不大于 2 mm 时							
4	麻点	Ⅰ号	×		0	1	0	1	0	1	0	1
		Ⅱ号		×	1	3	3	4	4	5	5	6
					麻点的长度、宽度不大于 2 mm，深度不大于 0.5 mm 时							
5	裂纹	Ⅰ号	×		0	1	0	1	0	1	0	1
		Ⅱ号	×		0	1	0	1	0	1	0	1
6	裂口	Ⅰ号	×		0	1	0	1	0	1	0	1
		Ⅱ号	×		0	1	0	1	0	1	0	1
7	流痕	Ⅰ号	×		0	1	0	1	0	1	0	1
		Ⅱ号		×	2	3	3	4	4	5	5	6
					宽度不大于 0.5 mm，深度不大于 0.5 mm，制品外径或长度 d 小于或等于 200 mm，流痕长度不大于 10 mm，d 大于 200 mm，流痕长度不大于 0.05 d 时							
8	划痕	Ⅰ号	×		0	1	0	1	0	1	0	1
		Ⅱ号		×	2	3	3	4	4	5	5	6
					宽度不大于 0.5 mm，深度不大于 0.5 mm，制品外径或长度 d 小于或等于 200 mm，流痕长度不大于 10 mm，d 大于 200 mm，划痕长度不大于 0.05 d 时							
					合格	不合格	合格	不合格	合格	不合格	合格	不合格
9	错位	Ⅰ号	×		0	1	0	1	0	1	0	1
		Ⅱ号		×	允许存在，但不得超过公差范围	允许存在，但不得超过 0.5 mm						
10	开模缩裂	Ⅰ号	×		0	1	0	1	0	1	0	1
		Ⅱ号		×	1	2	2	3	3	4	4	5
					宽度不大于 0.5 mm，深度不大于 0.2 mm 时							

续表 4-40

序号	缺陷				质量判定处数							
	名称	位置	重	轻	制品外径或长度小于或等于 50 mm		制品外径或长度大于 50 mm～100 mm		制品外径或长度大于 100 mm～200 mm		制品外径或长度大于 200 mm	
					合格	不合格	合格	不合格	合格	不合格	合格	不合格
11	折皱	Ⅰ号	×		0	1	0	1	0	1	0	1
		Ⅱ号	×		0	1	0	1	0	1	0	1
12	机械损伤	Ⅰ号	×		0	1	0	1	0	1	0	1
		Ⅱ号		×	1	2	2	3	3	4	4	5
					损伤宽度不大于 2 mm，长度不大于 5 mm，深度不大于 0.5 mm 时							
13	过度修边	Ⅰ号	×		0	1	0	1	0	1	0	1
		Ⅱ号		×	1	2	2	3	3	4	4	5
					过度修边宽度不大于 1.5 mm，深度不大于 0.2 mm 时							
注：缺陷项下标×者，表示属重缺陷或轻缺陷。												

（二）压出制品

1. 相关术语

（1）重缺陷：能够造成故障或严重降低产品实用性能的缺陷。

（2）轻缺陷：只对产品的实用性能有轻微影响或几乎没有影响的缺陷。

（3）Ⅲ号位缺陷：指出现在压出制品密封面上的缺陷。

（4）Ⅳ号位缺陷：指出现在压出制品非密封面可见表面上的缺陷。

（5）Ⅴ号位缺陷：指出现在压出制品非密封面不可见表面上的缺陷。

2. 压出制品的分类

压出制品的规格和形状是多种多样的，但有如下几种基本用途或使用要求：

（1）密封类：用于流体密封的场合。

（2）包覆类：用于包覆材料、间隙材料、缓冲垫或类似用途时起中间连接作用的场合。

（3）非密封和非包覆类：用于内部间隙填料起辅助作用的场合。

（4）其他类：用于除上述三种基本用途外的其他使用的场合。

3. 压出制品的缺陷类别及其质量要求

（1）压出制品的缺陷按实际使用性能分为重缺陷和轻缺陷两类。

（2）压出制品的缺陷类别及其质量要求按表 4-41 规定。

表 4-41　压出橡胶制品缺陷类别及其质量要求

序号	缺陷				合格质量标准
	名称	位置	重	轻	
1	脱层、裂缝		×		不允许有
2	裂纹		×		不允许有

续表 4-41

序号	缺陷				合格质量标准
	名称	位置	重	轻	
3	截面气泡	Ⅲ号	×		不允许有
		Ⅳ号		×	允许存在，但气泡直径不得大于 1.5 mm
4	截面海绵状	Ⅲ号	×		不允许有
		Ⅳ号		×	允许存在，但小孔直径不得大于 0.5 mm
5	杂质			×	杂质的长度、宽度不大于 1.5 mm、高度或深度不大于 0.5 mm 时，任意每米内不得多于 2 处
6	麻点			×	允许存在，但麻点的长度、宽度不得大于 0.5 mm，深度不得大于 0.5 mm
7	喷硫		×		不允许有
8	扭转变形			×	不允许有明显的扭转变形情况
9	棱角缺胶			×	棱角缺胶的深度不大于 2 mm、长度不大于 8 mm 时，在任意每米内不得多于 2 处
10	压偏变形			×	对厚壁和夹布圆形压出制品，变形不得超过基本尺寸的 20%；对薄壁和纯胶圆形压出制品，变形不得超过基本尺寸的 40%
11	凹凸缺陷	Ⅲ号	×		不允许有
		Ⅳ号		×	凹凸缺陷的深度或高度不大于 0.5 mm、宽度不大于 1 mm、长度不大于 5 mm 时，在任意每米内不得多于 2 处
12	水纹			×	其缺陷的宽度不大于 2 mm、长度不大于 8 mm 时，在任意每米内不得多于 3 处
13	接头缺陷			×	允许存在，但高低不平不得大于 0.5 mm

注：1. 缺陷项下未标号位者，表示包括所有号位的缺陷。
2. 缺陷项下标×者，表示属重缺陷或轻缺陷。

四、橡胶密封制品标志、包装、运输、贮存的一般规定

GB/T 5721—1993 规定了橡胶密封制品标志、包装、运输、贮存的一般规定。

（一）标志

1. 标志内容与要求

标志应清晰、醒目、牢固，大小适宜，标志内容如下：

（1）制品名称、规格或代号；

（2）制品标准代号；

（3）胶料标准代号与胶料代号；

（4）硫化日期；

（5）产品数量；

(6) 生产厂检验批号和合格印记；

(7) 生产厂名或其代号及商标。

2. 制品的标志

(1) 制品的标志应符合以上“标志内容与要求”或有关标准的规定。出口产品和专用产品，可由供需双方另行制订细则。

(2) 凡宜于在制品上作识别标志时，采用字母和数字，在制品非工作面上进行标志。标志内容一般由产品代号、规格等组成。

(3) 不宜在制品上作标志时，应在包装袋(盒、箱)外表进行标志或在包装袋(盒、箱)内附具有标志内容的卡片。

3. 包装的标志

(1) 每个内包装(包括小包装和中间包装)容器和装箱容器的外表都应有标志。标志内容应符合前述规定。

(2) 如果使用透明或半透明的材料包装，不在袋(盒、箱)外表标志时，可代之以在袋(盒、箱)中放入具有标志内容的卡片。

(二) 包装

1. 包装准备

(1) 原则上，装在一个包装容器中的应是同批次、同规格的同种制品。

(2) 检验合格的制品应是清洁的，不应受到污物、灰尘、油类或润滑脂的污染。不应在制品上涂防腐剂。应防止金属屑等尖锐物损伤制品。不应在制品的任何部位进行捆扎或栓标签。

2. 包装及装箱的分级与要求

(1) 小包装

1) A 级

a. 每个包装袋(盒、箱)只装一个制品。

b. 包装袋(盒、箱)的优先内部尺寸如下：

55 mm×55 mm；100 mm×100 mm；150 mm×150 mm；205 mm×205 mm；330 mm×330 mm；400 mm×400 mm；550 mm×550 mm。

c. 如图 4-3 所示，尺寸为 255 mm 以下的相同包装袋可以头尾相连形成带型包装，也可以在包装袋密封区中间打上孔眼，形成片型包装。

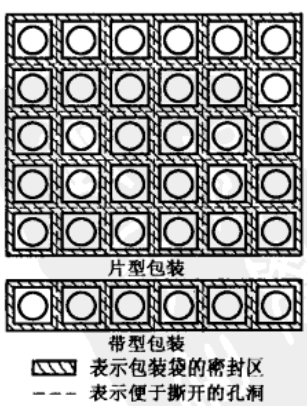


图 4-3　带型包装和片型包装例图

d. 应当优先使用加热后便可使包装袋袋口密封的不透明材料，例如涂覆聚乙烯的牛皮纸，铝箔/纸/聚乙烯复合材料或不透明的聚乙烯、聚丙烯薄膜。但不得使用聚氯乙烯薄膜及含有增塑剂的塑料薄膜。单独使用的聚乙烯、聚丙烯薄膜，其基本厚度应大于 50 μm。

e. 包装袋应牢固封口。

f. 若所需包装的制品为 O 形圈，其外径为 330 mm 和 330 mm以下时，不应盘卷，直接装入包装袋(盒、箱)中。其

外径为 330 mm 以上时，可按图 4-4 所示方法盘卷，以减少外尺寸，便于包装在尺寸较小的包装袋（盒、箱）中。盘卷时应小心操作，避免制品本身打结和产生折痕。盘卷后制品的横截面不应产生扭转。如果由于制品几何形状（截面直径和内径）的原因，使盘卷的圈在装入袋（盒、箱）后容易散开，应往袋（盒、箱）中填充足够的填料或用预成型硬纸板等固定，不使制品散开，然后用压敏胶带把硬纸板等的四角粘牢固定。但压敏胶带不应接触制品，并且，硬纸板受压时，不应使制品受压变形。



图 4-4 盘卷 O 形圈的参考方法

2）B 级

a. 制品应预先用聚乙烯或聚丙烯薄膜适当包裹或隔离，然后再装入包装袋（盒、箱）中。

b. 每个包装袋（盒、箱）中装入制品的数量限制应符合表 4-42 的要求。

表 4-42 B 级小包装的数量限制

制品外尺寸/mm	大于	8	13	50	100	300
	至	13	50	100	300	
每个包装袋中制品的数量（最多）/件		200	80	40	10	5

c. 包装袋（盒、箱）的优先内部尺寸应按 A 级小包装中包装袋的优先内部尺寸的规定。

d. 包装袋（盒、箱）应牢固封口，包装材料应按 A 级小包装中对于封口的规定。

（2）中间包装

1）A 级：如有规定或按供方要求，若干小包装在装箱之前需进一步用中间包装容器包装在一起。其质量不应超过 5 kg。中间包装容器可以用纸板箱、瓦楞纸板箱或纤维板箱。

2）B 级：若无另外规定，不需要进行中间包装。

（3）装箱

1）A 级

应采用木箱、木板条加固的胶合板箱或木板条加固的纤维板箱作装箱容器。装箱容器应配备箱衬，并牢固捆扎和严密封闭，装箱后的毛重不应超过 90 kg。

2）B 级

除非另有规定，制品应当用符合合同规定的装箱容器装运。其装箱应符合运输方面的规定以及与运输方式相应的条例。应能保证制品被安全运到交货地点。

当发往同一地点的制品数量较少时，允许将不同规格的制品装在同一装箱容器中，但必须用小包装或中间包装把同批次、同规格的同种制品包装在一起，然后再装入装箱容器中，并加以封闭。

当必须将制品与其装配设备成套装箱时，制品应保留在原有标志的包装袋（盒、箱）中。

3. 胶料的包装与装箱

对于胶料，应参照本章有关要求，采取塑料袋密封包装后，按 A 级要求装箱。每箱净重不超过 50 kg。

（三）运输

（1）在运输过程中，应防止制品被日光直晒和雨雪浸淋，严禁与油类、润滑脂、酸、碱等有损制品质量的物质接触。

(2) 装卸及中转储运过程中应妥善操作，若需堆码装箱容器时，应避免由于堆码过高过重而损坏码垛下部的装箱容器及其中的制品。

(四) 贮存

通常应将制品按规定包装之后再于贮存室贮存。

1. 贮存条件

(1) 温度

贮存温度应在 30 ℃以下，最好在 15 ℃以下，制品至少应距离热源 1 m 以上。低温贮存的制品在该温度下装卸时应小心操作，避免将它们扭曲。在投入使用前，应于室温充分停放，使它们的温度升高到接近环境温度。

(2) 湿度

不应将制品贮存在潮湿的贮存室内。贮存时不应有湿气凝结。贮存室相对湿度不应大于 80%。

(3) 光

制品应当避光，特别应避免太阳光的直射和使用具有高紫外线的光源。室内照明最好用普通的白炽灯。

(4) 臭氧

贮存室内应不使用任何能产生臭氧的装置，如荧光灯、水银蒸气灯、高压电器、电动机或其他可以产生电火花或无声放电的装置。应隔绝可能通过光化学作用生产臭氧的可燃气体或有机物蒸气。

(5) 形变

存放的制品不应被拉伸、压缩或使之产生其他形式的形变。决不允许用细绳、铁丝等将制品穿栓悬挂。

(6) 接触污染

1) 液体、半固体材料

制品在贮存期间，不允许同酸、碱、溶剂及油脂等液体、半固体材料接触。

2) 金属

制品在贮存时不应与某些金属，特别是铜和锰接触。

3) 隔离粉

任何一种隔离粉都不应含有对硫化橡胶有害的组分。通常允许使用的隔离粉是滑石粉，细粒子云母粉。

4) 粘合剂

所使用的任何一种胶粘剂、表面处理剂，都不应对硫化橡胶产生有害影响。

5) 容器、包装和覆盖材料

任何一种容器、包装和覆盖材料，都不应含有对硫化橡胶有害的物质，如环烷酸铜、杂酚油等。

6) 不同橡胶

应避免不同种类或不同配方的橡胶制品相互接触。

7) 生物危害

应注意防止某些动物，特别是啮齿动物对制品的伤害和污染。应防止某些虫类或霉菌

在制品上生长。

2. 清洗

制品需清洗时，可以用水和中性洗涤剂进行洗涤。然后在室温下晾干。但禁止使用研磨剂及三氯乙烯、四氯化碳、烃类等溶剂清洗制品。

3. 存放的循环

制品在仓库的停留时间应尽可能短。制品应以循序的方式进出仓库，以便使仓库中留下的总是最近制造或交付的产品。

第五章 汽车用密封制品产品要求

一、O形橡胶密封圈

O形橡胶密封圈是最常用的橡胶密封制品之一，由于其生产工艺相对简单、密封效果好，在各个行业中的应用十分广泛，是量大面广的产品。对其成品有相对成熟的尺寸系列和公差标准、外观质量检验标准以及试验方法标准。同时由于各种O形圈的使用场合不同，所接触的介质不同，因此针对不同场合下使用的O形圈，要选择耐不同介质的胶料来制造。本章提供O形圈尺寸系列和公差（标准为GB/T 3452.1—2005）、外观质量检验要求（标准为GB/T 3452.2—2007），以及汽车行业中使用的耐高温滑油O形圈胶料的要求（标准为HG/T 2021—1991）、普通液压系统用的O形圈胶料的要求（标准为HG/T 2579—2008）和耐燃油O形圈胶料的要求（标准为HG/T 3089—2001）。

（一）O形橡胶密封圈的尺寸系列和公差

在液体传动系统中，功率是通过封闭回路中的受压流体来传递和控制的，系统中的各种元件、附件和管路均需要密封。O形橡胶密封圈（简称O形圈）是密封件中用途广、产量大的密封件。正确选择O形圈的尺寸与公差是保证液压气动系统与元件正常可靠工作的关键环节。

GB/T 3452.1—2005《液压气动用O形密封圈　第1部分：尺寸系列及公差》规定了用于液压气动的O形橡胶密封圈的内径、截面直径、公差和尺寸标识代号，适用一般用途（G系列）和航空及类似的应用（A系列）。

如有适当的加工方法，本处规定的尺寸和公差适合于任何一种合成橡胶材料。

注：通常采用的加工是根据70 IRHD NBR的收缩率，对于与NBR合成物不同收缩的材料，要保持名义尺寸和表列的公差极限，可能需要特殊的模具。

1. 符号

O形圈的尺寸与公差采用下列符号：

d_1——O形圈的内径；

d_2——O形圈的截面直径。

2. O形圈的结构

O形圈的形状应为圆环形，如图5-1所示。

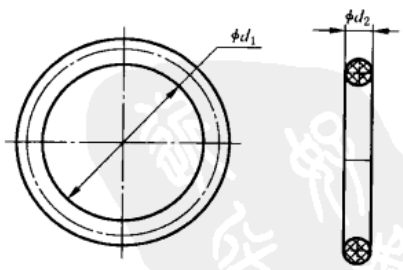


图5-1　典型的O形圈

3. 内径 d_1，截面直径 d_2 和公差

一般用途的O形圈（G系列）的内径 d_1、截面直径 d_2 和公差，应从表5-1中选取；对于航空和类似应用的O形圈（A系列）的内径 d_1、截面直径 d_2 和公差，应从表5-2中选取，本处推荐了较小的公差范围。

G系列O形圈内径 d_1 的公差用下式计算：d_1 的公差 $=\pm[(d_1^{0.95}\times 0.009)+0.11]$ mm

A 系列 O 形圈内径 d_1 的公差用下式计算：d_1 的公差 $=\pm[(d_1^{0.96}\times 0.007)+0.09]$ mm

计算结果应四舍五入圆整，小数点后取两位有效数字。

表 5-1　一般应用的 O 形圈内径、截面直径尺寸和公差(G 系列)　　mm

d_1		d_2					d_1		d_2				
尺寸	公差±	1.8±0.08	2.65±0.09	3.55±0.10	5.3±0.13	7±0.15	尺寸	公差±	1.8±0.08	2.65±0.09	3.55±0.10	5.3±0.13	7±0.15
1.8	0.13	×					10	0.19	×				
2	0.13	×					10.6	0.19	×	×			
2.24	0.13	×					11.2	0.20	×	×			
2.5	0.13	×					11.6	0.20	×	×			
2.8	0.13	×					11.8	0.19	×	×			
3.15	0.14	×					12.1	0.21	×	×			
3.55	0.14	×					12.5	0.21	×	×			
3.75	0.14	×					12.8	0.21	×	×			
4	0.14	×					13.2	0.21	×	×			
4.5	0.15	×					14	0.22	×	×			
4.75	0.15	×					14.5	0.22	×	×			
4.87	0.15	×					15	0.22	×	×			
5	0.15	×					15.5	0.23	×	×			
5.15	0.15	×					16	0.23	×	×			
5.3	0.15	×					17	0.24	×	×			
5.6	0.16	×					18	0.25	×	×	×		
6	0.16	×					19	0.25	×	×	×		
6.3	0.16	×					20	0.26	×	×	×		
6.7	0.16	×					20.6	0.26	×	×	×		
6.9	0.16	×					21.2	0.27	×	×	×		
7.1	0.16	×					22.4	0.28	×	×	×		
7.5	0.17	×					23	0.29	×	×	×		
8	0.17	×					23.6	0.29	×	×	×		
8.5	0.17	×					24.3	0.30	×	×	×		
8.75	0.18	×					25	0.30	×	×	×		
9	0.18	×					25.8	0.31	×	×	×		
9.5	0.18	×					26.5	0.31	×	×	×		
9.75	0.18	×					27.3	0.32	×	×	×		

续表 5-1

mm

d_1		d_2					d_1		d_2				
尺寸	公差 ±	1.8±0.08	2.65±0.09	3.55±0.10	5.3±0.13	7±0.15	尺寸	公差 ±	1.8±0.08	2.65±0.09	3.55±0.10	5.3±0.13	7±0.15
28	0.32	×	×	×			67	0.60		×	×	×	
29	0.33	×	×	×			69	0.61		×	×	×	
30	0.34	×	×	×			71	0.63		×	×	×	
31.5	0.35	×	×	×			73	0.64		×	×	×	
32.5	0.36	×	×	×			75	0.65		×	×	×	
33.5	0.36	×	×	×			77.5	0.67		×	×	×	
34.5	0.37	×	×	×			80	0.69		×	×	×	
35.5	0.38	×	×	×			82.5	0.71		×	×	×	
36.5	0.38	×	×	×			85	0.72		×	×	×	
37.5	0.39	×	×	×			87.5	0.74		×	×	×	
38.7	0.40	×	×	×			90	0.76		×	×	×	
40	0.41	×	×	×	×		92.5	0.77		×	×	×	
41.2	0.42	×	×	×	×		95	0.79		×	×	×	
42.5	0.43	×	×	×	×		97.5	0.81		×	×	×	
43.7	0.44	×	×	×	×		100	0.82		×	×	×	
45	0.44	×	×	×	×		103	0.85		×	×	×	
46.2	0.45	×	×	×	×		106	0.87		×	×	×	
47.5	0.46	×	×	×	×		109	0.89		×	×	×	×
48.7	0.47	×	×	×	×		112	0.91		×	×	×	×
50	0.48	×	×	×	×		115	0.93		×	×	×	×
51.5	0.49		×	×	×		118	0.95		×	×	×	×
53	0.50		×	×	×		122	0.97		×	×	×	×
54.5	0.51		×	×	×		125	0.99		×	×	×	×
56	0.52		×	×	×		128	1.01		×	×	×	×
58	0.54		×	×	×		132	1.04		×	×	×	×
60	0.55		×	×	×		136	1.07		×	×	×	×
61.5	0.56		×	×	×		140	1.09		×	×	×	×
63	0.57		×	×	×		142.5	1.11		×	×	×	×
65	0.58		×	×	×		145	1.13		×	×	×	×

续表 5-1

mm

d_1		d_2					d_1		d_2				
尺寸	公差 ±	1.8±0.08	2.65±0.09	3.55±0.10	5.3±0.13	7±0.15	尺寸	公差 ±	1.8±0.08	2.65±0.09	3.55±0.10	5.3±0.13	7±0.15
147.5	1.14		×	×	×	×	243	1.77				×	×
150	1.16		×	×	×	×	250	1.82				×	×
152.5	1.18			×	×	×	254	1.84				×	×
155	1.19			×	×	×	258	1.87				×	×
157.5	1.21			×	×	×	261	1.89				×	×
160	1.23			×	×		265	1.91				×	×
162.5	1.24			×	×	×	268	1.92				×	×
165	1.26			×	×	×	272	1.96				×	×
167.5	1.28			×	×	×	276	1.98				×	×
170	1.29			×	×	×	280	2.01				×	×
172.5	1.31			×	×	×	283	2.03				×	×
175	1.33			×	×	×	286	2.05				×	×
177.5	1.34			×	×	×	290	2.08				×	×
180	1.36			×	×	×	295	2.11				×	×
182.5	1.38			×	×	×	300	2.14				×	×
185	1.39			×	×	×	303	2.16				×	×
187.5	1.41			×	×	×	307	2.19				×	×
190	1.43			×	×	×	311	2.21				×	×
195	1.46			×	×	×	315	2.24				×	×
200	1.49			×	×	×	320	2.27				×	×
203	1.51				×	×	325	2.30				×	×
206	1.53				×	×	330	2.33				×	×
212	1.57				×	×	335	2.36				×	×
218	161				×	×	340	2.40				×	×
224	1.65				×	×	345	2.43				×	×
227	1.67				×	×	350	2.46				×	×
230	1.69				×	×	355	2.49				×	×
236	1.73				×	×	360	2.52				×	×
239	1.75				×	×	365	2.56				×	×

续表 5-1　　mm

d_1		d_2					d_1		d_2				
尺寸	公差±	1.8±0.08	2.65±0.09	3.55±0.10	5.3±0.13	7±0.15	尺寸	公差±	1.8±0.08	2.65±0.09	3.55±0.10	5.3±0.13	7±0.15
370	2.59				×	×	487	3.33					×
375	2.62				×	×	493	3.36					×
379	2.64				×	×	500	3.41					×
383	2.67				×	×	508	3.46					×
387	2.70				×	×	515	3.50					×
391	2.72				×	×	523	3.55					×
395	2.75				×	×	530	3.60					×
400	2.78				×	×	538	3.65					×
406	2.82					×	545	3.69					×
412	2.85					×	553	3.74					×
418	2.89					×	560	3.78					×
425	2.93					×	570	3.85					×
429	2.96					×	580	3.91					×
433	2.99					×	590	3.97					×
437	3.01					×	600	4.03					×
443	3.05					×	608	4.08					×
450	3.09					×	615	4.12					×
456	3.13					×	623	4.17					×
462	3.17					×	630	4.22					×
466	3.19					×	640	4.28					×
470	3.22					×	650	4.34					×
475	3.25					×	660	4.40					×
479	3.28					×	670	4.47					×
483	3.30					×	注：表中“×”表示包括的规格。						

表 5-2　航空及类似应用的 O 形圈内径、截面直径尺寸和公差(A 系列)　　mm

d_1		d_2					d_1		d_2				
尺寸	公差±	1.8±0.08	2.65±0.09	3.55±0.10	5.3±0.13	7±0.15	尺寸	公差±	1.8±0.08	2.65±0.09	3.55±0.10	5.3±0.13	7±0.15
1.8	0.10	×					2.24	0.11	×				
2	0.10	×					2.5	0.11	×				

续表 5-2

mm

d_1		d_2				
尺寸	公差 ±	1.8±0.08	2.65±0.09	3.55±0.10	5.3±0.13	7±0.15
2.8	0.11	×				
3.15	0.11	×				
3.55	0.11	×				
3.75	0.11	×				
4	0.12	×				
4.5	0.12	×	×			
4.87	0.12	×				
5	0.12	×				
5.15	0.12	×				
5.3	0.12	×	×			
5.6	0.13	×				
6	0.13	×	×			
6.3	0.13	×				
6.7	0.13	×				
6.9	0.13	×	×			
7.1	0.14	×				
7.5	0.14	×				
8	0.14	×	×			
8.5	0.14	×				
8.75	0.15	×				
9	0.15	×	×			
9.5	0.15	×	×			
10	0.15	×	×			
10.6	0.16	×	×			
11.2	0.16	×	×			
11.8	0.16	×	×			
12.5	0.17	×	×			
13.2	0.17	×	×			
14	0.18	×	×	×		
15	0.18	×	×	×		
16	0.19	×	×	×		
17	0.20	×	×	×		
18	0.20	×	×	×		
19	0.21	×	×	×		
20	0.21	×	×	×		
21.2	0.22	×	×	×		
22.4	0.23	×	×	×		
23.6	0.24	×	×	×		
25	0.24	×	×	×		
25.8	0.25		×	×		
26.5	0.25	×	×	×		
28	0.26	×	×	×		
30	0.27	×	×	×		
31.5	0.28	×	×	×		
32.5	0.29	×	×	×		
33.5	0.29	×	×	×		
34.5	0.30	×	×	×		
35.5	0.31	×	×	×		
36.5	0.31	×	×	×		
37.5	0.32	×	×	×	×	
38.7	0.32	×	×	×	×	
40	0.33	×	×	×	×	
41.2	0.34	×	×	×	×	
42.5	0.35	×	×	×	×	
43.7	0.35	×	×	×	×	
45	0.36	×	×	×	×	
46.2	0.37		×	×	×	
47.5	0.37	×	×	×	×	

续表 5-2

mm

d_1		d_2					d_1		d_2				
尺寸	公差 ±	1.8±0.08	2.65±0.09	3.55±0.10	5.3±0.13	7±0.15	尺寸	公差 ±	1.8±0.08	2.65±0.09	3.55±0.10	5.3±0.13	7±0.15
48.7	0.38		×	×	×		112	0.74	×	×	×	×	×
50	0.39	×	×	×	×		115	0.76			×	×	×
51.5	0.40		×	×	×		118	0.77	×	×	×	×	×
53	0.41	×	×	×	×		122	0.80			×	×	×
54.5	0.42		×	×	×		125	0.81	×	×	×	×	×
56	0.42	×	×	×	×		128	0.83			×	×	×
58	0.44		×	×	×		132	0.85		×	×	×	×
60	0.45	×	×	×	×		136	0.87			×	×	×
61.5	0.46		×	×	×		140	0.89		×	×	×	×
63	0.46	×	×	×	×		145	0.92		×	×	×	×
65	0.48		×	×	×		150	0.95		×	×	×	×
67	0.49	×	×	×	×		155	0.98		×	×	×	×
69	0.50		×	×	×		160	1.00		×	×	×	×
71	0.51	×	×	×	×		165	1.03		×	×	×	×
73	0.52		×	×	×		170	1.06		×	×	×	×
75	0.53	×	×	×	×		175	1.09		×	×	×	×
77.5	0.55			×	×		180	1.11		×	×	×	×
80	0.56	×	×	×	×		185	1.14		×	×	×	×
82.5	0.57			×	×		190	1.17		×	×	×	×
85	0.59	×	×	×	×		195	1.20		×	×	×	×
87.5	0.60			×	×		200	1.22		×	×	×	×
90	0.62	×	×	×	×		206	1.26				×	×
92.5	0.63			×	×		212	1.29		×		×	×
95	0.64	×	×	×	×		218	1.32		×		×	×
97.5	0.66			×	×		224	1.35		×		×	×
100	0.67	×	×	×	×		230	1.39		×		×	×
103	0.69			×	×		236	1.42		×		×	×
106	0.71	×	×	×	×		243	1.46				×	×
109	0.72			×	×	×	250	1.49		×		×	×

续表 5-2　　mm

d_1		d_2					d_1		d_2				
尺寸	公差±	1.8±0.08	2.65±0.09	3.55±0.10	5.3±0.13	7±0.15	尺寸	公差±	1.8±0.08	2.65±0.09	3.55±0.10	5.3±0.13	7±0.15
258	1.54		×		×	×	325	1.90				×	×
265	1.57		×		×	×	335	1.95		×		×	×
272	1.61				×	×	345	2.00				×	×
280	1.65		×		×	×	355	2.05		×		×	×
290	1.71		×		×	×	365	2.11				×	×
300	1.76		×		×	×	375	2.16				×	×
307	1.80		×		×	×	387	2.22				×	×
315	1.84		×		×	×	400	2.29				×	×
注：表中“×”表示包括的规格。													

4. 尺寸标识代号

符合表 5-1 或表 5-2 的 O 形圈，尺寸标识代号应以内径 d_1、截面直径 d_2、系列代号(G 或 A)和等级代号(N 和 S)标识。示例见表 5-3。

表 5-3　O 形圈尺寸标识代号示例

内径 d_1/mm	截面直径 d_2/mm	系列代号(G 或 A)	等级代号(N 或 S)	O 形圆尺寸标识代号
7.5	1.8	G	S	O 形圈 7.5×1.8-G-S-GB/T 3452.1—2005
32.5	2.65	A	N	O 形圈 32.5×2.65-A-N-GB/T 3452.1—2005
167.5	3.55	A	S	O 形圈 167.5×3.55-A-S-GB/T 3452.1—2005
268	5.3	G	N	O 形圈 268×5.3-G-N-GB/T 3452.1—2005
515	7	G	N	O 形圈 515×7-G-N-GB/T 3452.1—2005
注：N、S 的定义见 GB/T 3452.2。				

(二) O 形橡胶密封圈的外观检验标准

GB/T 3452.2—2007《液压气动用 O 形橡胶密封圈　第 2 部分：外观质量检验规范》对 O 型圈的表面缺陷进行了定义和分类，并对这些缺陷规定了最大允许极限值。也适用于宇航工程中使用的 O 形圈。

1. 等级

(1) N 级(一般用途)

N 级规定了一般用途的 O 形圈检验判定依据。见表 5-4。

(2) S 级(特殊用途)

S 级规定了用于外观质量水平较高和/或表面缺陷尺寸公差精度要求较高的 O 形圈检验判定依据。这一等级包括宇航业、重要工业或汽车业的应用。见表 5-5。

(3) CS 级(关键用途)

CS 级规定了用于外观质量水平非常高和/或表面缺陷尺寸公差精度要求非常高的 O 形圈检验判定依据。这一等级包括宇航业或医药业的一些关键场合的应用。在这些场合下,为了达到最满意的使用效果,O 形圈的表面应力求无缺陷。见表 5-6。

(4) 等级的选择

如果用户在采购时没有规定等级,对于特定的宇航应用场合,其外观质量要求选择 S 级,其余场合的外观质量要求选择 N 级。

2. 表面状况

(1) 当自然状态下的 O 形圈在适当灯光下用两倍的放大镜观察时,O 形圈表面不应有裂纹、破裂、气泡或大于表 5-4、表 5-5 和表 5-6 中极限值的其他缺陷。其他方法宜由制造商和用户协商确定。

(2) 在以上条件下观察,O 形圈表面不应嵌入外来杂质。

(3) 在表 5-4、表 5-5 和表 5-6 中规定的极限值以内的流痕、缺料和凹痕规定如下:

1) 对于 N 级和 S 级,在圆周上任何 25 mm 的长度内上述缺陷不允许多于三处;对于 CS 级,在圆周上的任何 25 mm 长度内上述缺陷不允许多于一处;

2) 上述缺陷不允许相互连接;

3) 对于 N 级和 S 级,当缺陷之间的间隔距离小于其最大允许极限尺寸时,这样的缺陷不允许多于三处;对于 CS 级,当缺陷之间的间隔距离小于其最大允许极限尺寸,且每 25 mm圆周长度上仅有一处缺陷时,这样的缺陷不允许多于两处。

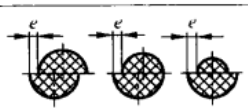
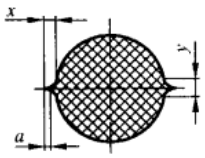
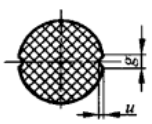
(4) 在径向上不应有固有的定向流痕。

(5) 任何过度修边的表面应与正常表面光滑过渡。

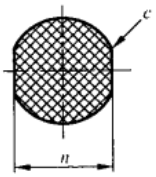
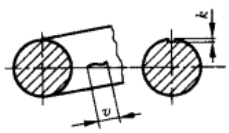
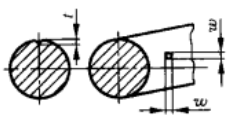
(6) 可以用适当规格的线规通过比较来测量缺陷的大小。

(7) 当发生争议时,测量方法应由制造商和用户协商确定。

表 5-4　N 级 O 形圈表面缺陷尺寸的极限值　　mm

表面缺陷类型	图　示	缺陷尺寸符号	缺陷的最大极限值 N 级 O 形圈截面直径 d_2				
			>0.8[b] ≤2.25	>2.25 ≤3.15	>3.15 ≤4.50	>4.50 ≤6.30	>6.30 ≤8.40[b]
错位、错配(偏移)		e	0.08	0.10	0.13	0.15	0.15
组合飞边(偏移、飞边和分模线凸起的组合)		x	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18
		y	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18
		a	可见的飞边不应超过 0.07 mm				
开模缩裂		g	0.18	0.27	0.36	0.53	0.70
		u	0.08	0.08	0.10	0.10	0.13

续表 5-4　　mm

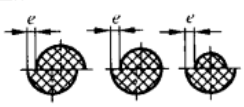
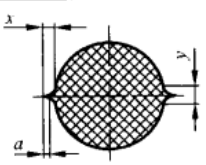
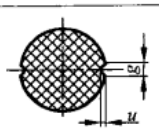
表面缺陷类型	图　示	缺陷尺寸符号	缺陷的最大极限值 N 级 O 形圈截面直径 d_2				
			>0.8[b] ≤2.25	>2.25 ≤3.15	>3.15 ≤4.50	>4.50 ≤6.30	>6.30 ≤8.40[b]
过度修边（不允许有径向修边痕迹）		n	允许修边后的尺寸 n 不小于 O 形圈截面直径 d_2 的下限值				
流痕（不允许在径向上有固有的定向流痕）		v	1.50[a]	1.50[a]	6.50[a]	6.50[a]	6.50[a]
		k	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
缺胶和凹痕（包括分模线凹痕）		w	0.60	0.80	1.00	1.30	1.70
		t	0.08	0.08	0.10	0.10	0.13

[a] 或者是 O 形圈内径（d_1）乘以 0.05，取二者中的较大者。

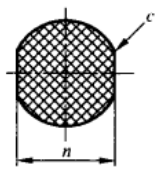
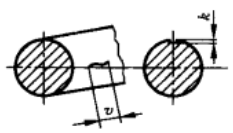
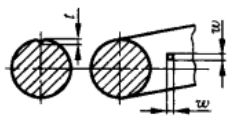
[b] 对于截面直径<0.8 mm，或截面直径>8.40 mm 的 O 形圈，其缺陷的允许极限值应由制造商和用户协商确定。

[c] 圆角。

表 5-5　S 级 O 形圈表面缺陷尺寸的极限值　　mm

表面缺陷类型	图　示	缺陷尺寸符号	缺陷的最大极限值 S 级 O 形圈截面直径 d_2				
			>0.8[b] ≤2.25	>2.25 ≤3.15	>3.15 ≤4.50	>4.50 ≤6.30	>6.30 ≤8.40[b]
错位、错配（偏移）		e	0.08	0.08	0.10	0.12	0.13
组合飞边（偏移、飞边和分模线凸起的组合）		x	0.10	0.10	0.13	0.15	0.15
		y	0.10	0.10	0.13	0.15	0.15
		a	可见的飞边不应超过 0.05 mm				
开模缩裂		g	0.10	0.15	0.20	0.20	0.30
		u	0.05	0.08	0.10	0.10	0.13

续表 5-5　　mm

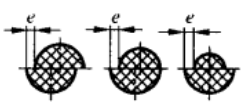
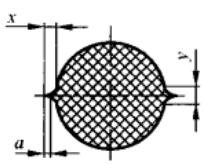
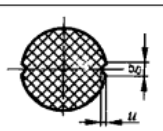
表面缺陷类型	图　示	缺陷尺寸符号	缺陷的最大极限值 S级O形圈截面直径 d_2				
			>0.8[b] ≤2.25	>2.25 ≤3.15	>3.15 ≤4.50	>4.50 ≤6.30	>6.30 ≤8.40[b]
过度修边（不允许有径向修边痕迹）		n	允许修边后的尺寸 n 不小于O形圈截面直径 d_2 的下限值				
流痕（不允许在径向上有固有的定向流痕）		v	1.50[a]	1.50[a]	5.00[a]	5.00[a]	5.00[a]
		k	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
缺胶和凹痕（包括分模线凹痕）		w	0.15	0.25	0.40	0.63	1.00
		t	0.08	0.08	0.10	0.10	0.13

[a] 或者是O形圈内径（d_1）乘以0.05，取二者中的较大者。

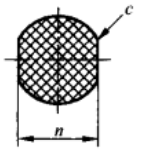
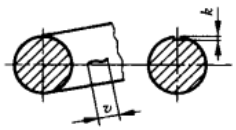
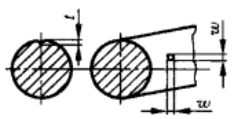
[b] 对于截面直径<0.8 mm，或截面直径>8.40 mm的O形圈，其缺陷的允许极限值应由制造商和用户协商确定。

[c] 圆角。

表 5-6　CS级O形圈表面缺陷尺寸的极限值　　mm

表面缺陷类型	图　示	缺陷尺寸符号	缺陷的最大极限值 CS级O形圈截面直径 d_2				
			>0.8[b] ≤2.25	>2.25 ≤3.15	>3.15 ≤4.50	>4.50 ≤6.30	>6.30 ≤8.40[b]
错位、错配（偏移）		e	0.04	0.04	0.06	0.06	0.08
组合飞边（偏移和分模线凸起的组合）		x	0.07	0.07	0.10	0.13	0.13
		y	0.10	0.10	0.13	0.13	0.13
		a	不允许				
开模缩裂		g	不允许				
		u	不允许				

续表 5-6　　mm

表面缺陷类型	图　示	缺陷尺寸符号	缺陷的最大极限值 CS级O形圈截面直径 d_2				
			>0.8[b] ≤2.25	>2.25 ≤3.15	>3.15 ≤4.50	>4.50 ≤6.30	>6.30 ≤8.40[b]
过度修边（不允许有径向修边痕迹）		n	允许修边后的尺寸 n 不小于O形圈截面直径 d_2 的下限值				
流痕（不允许在径向上有固有的定向流痕）		v	1.50[a]	1.50[a]	1.50[a]	4.56[a]	4.56[a]
		k	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
缺胶和凹痕（包括分模线凹痕）		w	0.08 0.13[d]	0.13 0.25[d]	0.18 0.38[d]	0.25 0.51[d]	0.38 0.76[d]
		t	0.08	0.08	0.10	0.10	0.13

[a] 或者是O形圈内径（d_1）乘以0.03，取二者中的较大者，最大不超过30 mm。

[b] 对于截面直径<0.8 mm，或截面直径>8.40 mm的O形圈，其缺陷的允许极限应由制造商和用户协商确定。

[c] 圆角。

[d] 仅限于模具沉积物产生的凹痕。

（三）耐高温滑油O形橡胶密封圈胶料

HG/T 2021—1991规定了耐高温滑油O形橡胶密封圈胶料的分类和要求。

注：本节规定了O形橡胶密封圈的材料要求。O形圈的尺寸和公差宜根据实际情况从GB/T 3452.1《液压气动用O形橡胶密封圈　第1部分：尺寸系列和公差》中选取；O形圈的外观质量要求宜满足GB/T 3452.2《液压气动用O形橡胶密封圈　第2部分：外观质量检验规范》中的相关要求。

1. 分类

（1）按不同材料分为Ⅰ、Ⅱ两类。Ⅰ类：以丁腈橡胶为代表，适用于石油基滑油，工作温度一般为（−25～+125）℃，短期150 ℃。Ⅱ类：以低压缩变形氟橡胶为代表，主要适用于合成酯类滑油，工作温度一般为（−15～+200）℃，短期250 ℃。

（2）材料的优先公称硬度级：Ⅰ类为60、70、80、88 IRHD；Ⅱ类为60、70、80、88 IRHD。

（3）采用字母和数字进行材料性能标记，即“类型、基本物理性能、标准号”。

示例：

HⅡ 7 4 5 4 HG/T 2021—1991

- HG/T 2021—1991：标准号
- 4：压缩变形最大值代码
- 5：拉断伸长率最低值代码
- 4：拉伸强度最低值代码
- 7：硬度值代码
- HⅡ：耐高温滑油O形橡胶密封圈Ⅱ类材料

在已知材料和标准号的情况下，可用“基本物理性能”进行标记。

2. 要求

耐高温滑油O形橡胶密封圈材料，所用原材料及制造工艺应符合有关技术规范。胶料应当混炼均匀。胶料（硫化橡胶）的物理性能应符合表5-7和表5-8规定的要求。

表5-7 Ⅰ类材料的物理性能要求

项目	指标				试验方法
	HⅠ 6463	HⅠ 7454	HⅠ 8434	HⅠ 9423	
硬度（IRHD或邵尔A）/度	60±5	70±5	80±5	88±4	GB/T 5720或GB/T 531或GB/T 6031进行，仲裁采用GB/T 6031
拉伸强度/MPa 最小	10	11	11	11	GB/T 5720或GB/T 528
拉断伸长率变化/% 最小	300	250	150	120	GB/T 5720或GB/T 528
压缩永久变形（125 ℃×22 h）/% 最大	45	40	40	45	GB/T 5720或GB/T 7759
1#标准油中（150 ℃×70 h） 硬度变化（IRHD）/度 体积变化/%	 −5～+10 −8～+6	 −5～+10 −8～+6	 −5～+10 −8～+6	 −5～+10 −8～+6	GB/T 5720或GB/T 1690
热空气老化（125 ℃×70 h） 硬度变化（IRHD）/度 拉伸强度/MPa 最大 拉断伸长率变化/%最大	 0～+10 −15 −35	 0～+10 −15 −35	 0～+10 −15 −35	 0～+10 −15 −35	GB/T 5720或GB/T 3512
低温脆性，−25 ℃[a]	不裂	不裂	不裂	不裂	GB/T 1682

[a] 若需更低温度，应由供需双方商定。

表5-8 Ⅱ类材料的物理性能要求

项目	指标				试验方法
	HⅠ 6463	HⅠ 7454	HⅠ 8434	HⅠ 9423	
硬度（IRHD或邵尔A）/度	60±5	70±5	80±5	88±4	GB/T 5720或GB/T 531或GB/T 6031进行，仲裁采用GB/T 6031
拉伸强度/MPa 最小	10	10	11	11	GB/T 5720或GB/T 528

续表 5-8

项　　目	指　　标				试验方法
	H Ⅰ 6463	H Ⅰ 7454	H Ⅰ 8434	H Ⅰ 9423	
拉断伸长率变化/%　最小	200	150	125	100	GB/T 5720 或 GB/T 528
压缩永久变形(200 ℃×22 h)/%　最大	30	30	35	45	GB/T 5720 或 GB/T 7759
101#标准油(癸二酸二异辛酯与吩噻嗪的质量比为99.5∶0.5)(200 ℃×70 h) 硬度变化(IRHD)/度 体积变化/%	 −10～+5 0～+20	 −10～+5 0～+20	 −10～+5 0～+20	 −10～+5 0～+20	GB/T 5720 或 GB/T 1690
热空气老化(250 ℃×70 h) 硬度变化(IRHD)/度 拉伸强度变化/%最大 拉断伸长率变化/%最大	 −5～+10 −25 −25	 −5～+10 −30 −20	 −5～+10 −30 −20	 −5～+10 −35 −20	GB/T 5720 或 GB/T 3512
低温脆性,−15 ℃[a]	不裂	不裂	不裂	不裂	GB/T 1682

[a] 若需更低温度,应由供需双方商定。

3. 物理性能试验方法

(1) 试样:试样应优先采用标准的 O 形圈,也可采用该产品的同批胶料,制备硫化程度相当的硫化试样(压缩变形用 B 型试样),采用相应的国家标准物理试验方法,其结果表征产品的性能。O 形圈制品与硫化试样的试验结果不能比较。

(2) 物理性能:物理性能试验方法见表 5-7 和表 5-8,其中 GB/T 5720 成品 O 形圈制备的试样;其余方法用于硫化试样。

(四) 普通液压系统用 O 形橡胶密封圈

普通液压系统用 O 形橡胶密封圈适用于普通液压系统石油基液压油和润滑油(脂),工作温度范围分别为(−40～+100)℃和(−25～+125)℃。HG/T 2579—2008《普通液压系统用 O 形橡胶密封圈材料》对其作出了有关规定。

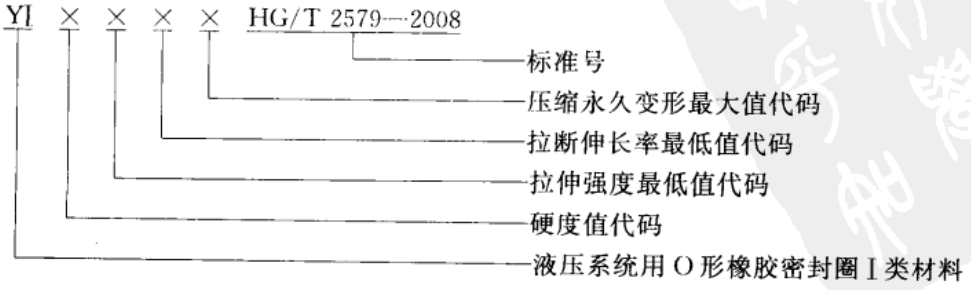
注:本节仅规定了 O 形橡胶密封圈的材料要求。O 形圈的尺寸和公差宜根据实际情况从 GB/T 3452.1《液压气动用 O 形橡胶密封圈　第 1 部分:尺寸系列和公差》中选取;O 形圈的外观质量要求宜满足 GB/T 3452.2《液压气动用 O 形橡胶密封圈　第 2 部分:外观质量检验规范》中的相关要求。

1. 分类

O 形橡胶密封圈材料按其工作温度范围分为Ⅰ、Ⅱ两类。每类分为四个硬度等级。Ⅰ类工作温度范围为(−40～+100)℃,Ⅱ类工作温度范围为(−25～+125)℃。

O 形圈材料按"用途、类型、基本物理性能、标准号"进行标记。

示例:



2. 要求

O形圈橡胶材料的物理性能应符合表5-9或表5-10规定的要求。

表5-9 Ⅰ类橡胶材料的物理性能

项目	指标				试验方法
	YⅠ 6455	YⅠ 7445	YⅠ 8535	YⅠ 9525	
硬度(IRHD或邵尔A)/度	60±5	70±5	80±5	88^{+5}_{-4}	GB/T 5720或GB/T 531.1、GB/T 6031
拉伸强度/MPa 最小	10	10	14	14	GB/T 5720或GB/T 528
拉断伸长率/% 最小	250	200	150	100	GB/T 5720或GB/T 528
压缩永久变形(B型试样，100 ℃×22 h)/% 最大	30	30	25	30	GB/T 5720或GB/T 7759
热空气老化，100 ℃×70 h					GB/T 5720或GB/T 3512
硬度变化/度	0～+10	0～+10	0～+10	0～+10	
拉伸强度变化率/% 最大	−15	−15	−18	−18	
拉断伸长率变化率/% 最大	−35	−35	−35	−35	
耐液体，100 ℃×70 h					GB/T 5720或GB/T 1690
1#标准油					
硬度变化/度	−3～+8	−3～+7	−3～+6	−3～+6	
体积变化率/%	−10～+5	−8～+5	−6～+5	−6～+5	
3#标准油					
硬度变化/度	−14～0	−14～0	−12～0	−12～0	
体积变化率/%	0～+20	0～+18	0～+16	0～+16	
脆性温度/℃ 不高于	−40	−40	−37	−35	GB/T 1682

表5-10 Ⅱ类橡胶材料的物理性能

项目	指标				试验方法
	YⅡ 6454	YⅡ 7445	YⅡ 8535	YⅡ 9524	
硬度(IRHD或邵尔A)/度	60±5	70±5	80±5	88^{+5}_{-4}	GB/T 5720、GB/T 531.1、GB/T 6031
拉伸强度/MPa 最小	10	10	14	14	GB/T 5720、GB/T 528
拉断伸长率/% 最小	250	200	150	100	GB/T 5720、GB/T 528
压缩永久变形(B型试样，125 ℃×22 h)/% 最大	35	30	30	35	GB/T 5720或GB/T 7759
热空气老化，125 ℃×70 h					GB/T 5720或GB/T 3512
硬度变化/度	0～+10	0～+10	0～+10	0～+10	
拉伸强度变化率/% 最大	−15	−15	−18	−18	
拉断伸长率变化率/% 最大	−35	−35	−35	−35	

续表 5-10

项　　目	指　　标				试　验　方　法
	YⅡ 6454	YⅡ 7445	YⅡ 8535	YⅡ 9524	
耐液体，125 ℃×70 h					
1# 标准油					
硬度变化/度	−5～+10	−5～+10	−5～+8	−5～+8	
体积变化率/%	−10～+5	−10～+5	−8～+5	−8～+5	GB/T 5720 或 GB/T 1690
3# 标准油					
硬度变化/度	−15～0	−15～0	−12～0	−12～0	
体积变化率/%	0～+24	0～+22	0～+20	0～+20	
脆性温度/℃　不高于	−25	−25	−25	−25	GB/T 1682

3. 物理性能试验方法

(1) 试验试样采用与产品的同批胶料，制备硫化程度相当的试样，也可由供需双方商定，采用 O 形圈为试样进行试验。

(2) 物理性能：物理性能试验方法见表 5-9 和表 5-10，其中 GB/T 5720 用于成品 O 形圈制备的试样；其余方法用于硫化试样。

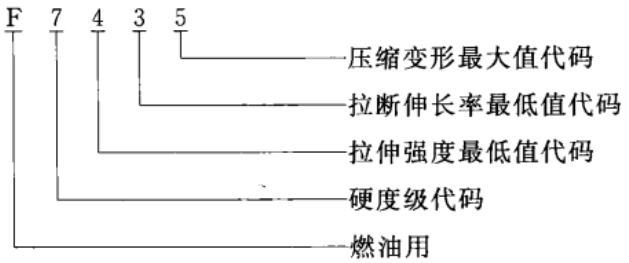
(五) 耐燃油 O 形橡胶密封圈

HG/T 3089—2001《燃油用 O 形橡胶密封圈材料》对用于在(−40～+100)℃的石油基燃油系统的耐燃油 O 形橡胶密封圈作出了规定。

1. 标记

燃油用 O 形橡胶密封圈材料代号由“用途和基本物理性能代码”组成。

示例：



2. 要求

制造燃油用 O 形橡胶密封圈采用的原材料及制造工艺应当遵照有关技术规范的要求。橡胶材料的物理性能应符合表 5-11 的要求。

表 5-11　橡胶材料的物理性能

序号	项　　目	指　　标				试验方法
		F6364	F7445	F8435	F9424	
1	硬度(邵尔 A)/度	60±5	70±5	80±5	88^{+5}_{-4}	GB/T 531
2	拉伸强度/MPa　不小于	9	10	11	11	GB/T 528
3	拉断伸长率/%　不小于	300	220	150	100	GB/T 528
4	压缩永久变形/%(B 型试样 100 ℃，24 h)　不大于	35	30	30	35	GB/T 7759

续表 5-11

序号	项　　目		指　　标				试验方法
			F6364	F7445	F8435	F9424	
5	热空气老化(100 ℃,24 h)						GB/T 3512
	硬度变化(邵尔 A)/度		0～+10	0～+8	0～+8	0～+8	
	拉伸强度变化率/%	不小于	−10	−10	−10	−10	
	拉断伸长度/%	不小于	−30	−30	−30	−30	
6	耐液体						GB/T 1690
	燃油 B(常温,72 h)						
	硬度变化(邵尔 A)/度		−25～0	−20～0	−20～0	−15～0	
	体积变化/%	不小于	35	35	30	30	
	燃油 B(常温,72 h 浸泡后再经 100 ℃,24 h 干燥)						
	体积变化/%	不小于	−12	−10	−8	−5	
7	脆性温度/℃	不高于	−40	−40	−35	−30	GB/T 1682

3. 物理性能试验方法

(1) 试验试样采用与产品的同批胶料,制备硫化程度相当的试样。

(2) 物理性能:物理性能试验方法见表 5-11。

二、弹性体材料的旋转轴唇形密封圈

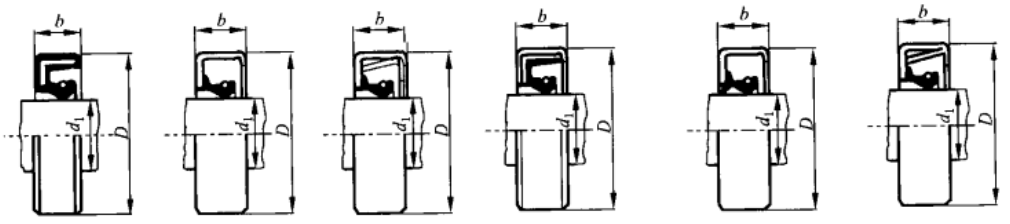
"弹性体材料的旋转轴唇形密封圈"就是我们通常所说的"旋转轴唇形密封圈",由于近年来发展了一种密封元件为热塑性材料的旋转轴唇形密封圈,为了区别,将传统的旋转轴唇形密封圈称为弹性体材料的旋转轴唇形密封圈。

唇形密封圈是在使用旋转轴的设备上用于密封液体或润滑脂的。有些情况下,轴是静止的而腔体旋转。低压差的唇形密封圈的密封通常是因为在设计时轴和柔性密封元件间有过盈配合,过盈量通常由紧箍弹簧配合施加。密封圈外表面和腔体内孔表面之间的过盈量合适则能保持密封圈在腔体内并防止在外缘处的泄漏。

弹性体材料的旋转轴唇形密封圈主要是指传统的以丁腈橡胶和氟橡胶为基材制造的旋转轴唇形密封圈,由于丁腈橡胶和氟橡胶的良好的耐油性,提供了良好的耐油密封效果,是广泛使用的密封件。本处将介绍弹性体材料的旋转轴唇形密封圈的基本尺寸和公差、外观质量、弹性体材料的要求,另外还介绍其结构尺寸系列,其结构尺寸系列与基本尺寸有所不同,它包含了旋转轴唇形密封圈的一些设计尺寸要求,为密封圈的结构设计提供帮助,此外还介绍一种耐正负压的旋转轴唇形密封圈。

(一) 基本尺寸和公差

弹性体材料的旋转轴唇形密封圈的基本尺寸和公差规定于 GB/T 13871.1—2007《密封元件为弹性体材料的旋转轴唇形密封圈　第 1 部分:基本尺寸和公差》。规定了旋转轴唇形密封圈的公称尺寸;规定了六种基本类型的密封圈,其描述和图示见图 5-2;为了保证不同制造商生产的密封圈的互换性,也规定了轴和腔体的尺寸极限;并给出了密封圈基本尺寸的推荐公差。适用于轴径从(6～400)mm 以及相配合的腔体从(16～440)mm 的旋转轴唇形密封圈,不适用于较高(>0.05 MPa)压力下使用的旋转轴唇形密封圈。



类型1 (B型) 内包骨架型　类型2 (W型) 外露骨架型　类型3 (Z型) 装配型　类型4 (FB型) 带副唇内包骨架型　类型5 (FW型) 带副唇外露骨架型　类型6 (FZ型) 带副唇装配型

图 5-2　密封圈的六种基本类型

1. 字母符号

采用的字母符号如下：

b　密封圈公称宽度，与腔体内孔深度有关；

d_1　与密封圈相配合的旋转轴的公称直径；

d_2　轴导入倒角处的最小直径(见图 5-3)；

D　腔体内孔公称直径和密封圈的公称外径。

2. 公称尺寸

密封圈的公称尺寸列于表 5-12。

表 5-12　公称尺寸　　mm

d_1	D	b	d_1	D	b	d_1	D	b	d_1	D	b
6	16	7	25	40	7	45	62	8	105[a]	130	12
6	22	7	25	47	7	45	65	8	110	140	12
7	22	7	25	52	7	50	68	8	120	150	12
8	22	7	28	40	7	50[a]	70	8	130	160	12
8	24	7	28	47	7	50	72	8	140	170	15
9	22	7	28	52	7	55	72	8	150	180	15
10	22	7	30	42	7	55[a]	75	8	160	190	15
10	25	7	30	47	7	55	80	8	170	200	15
12	24	7	30[a]	50	7	60	80	8	180	210	15
12	25	7	30	52	7	60	85	8	190	220	15
12	30	7	32	45	8	65	85	10	200	230	15
15	26	7	32	47	8	65	90	10	220	250	15
15	30	7	32	52	8	70	90	10	240	270	15
15	35	7	35	50	8	70	95	10	250	290	15
16	30	7	35	52	8	75	95	10	260	300	20
16[a]	35	7	35	55	8	75	100	10	280	320	20
18	30	7	38	55	8	80	100	10	300	340	20
18	35	7	38	58	8	80	110	10	320	360	20
20	35	7	38	62	8	85	110	12	340	380	20
20	40	7	40	55	8	85	120	12	360	400	20
20[a]	45	7	40[a]	60	8	90[a]	115	12	380	420	20
22	35	7	40	62	8	90	120	12	400	440	20
22	40	7	42	55	8	95	120	12			
22	47	7	42	62	8	100	125	12			

[a] 为国内用到而 ISO 6194-1:1982 中没有的规格。

3. 轴

(1) 轴端应有符合图 5-3 和表 5-13 规定的导入倒角，并且倒角上不应有毛刺、尖角和粗糙的机械加工痕迹。

(2) 轴的直径公差按 GB/T 1800.4 的要求，不得超过 h11。

(3) 与密封圈唇口接触的轴表面应使用磨削法加工至符合 GB/T 1031 的表面粗糙度 $Ra=(0.2\sim0.63)\mu m$，$Rz=(0.8\sim2.5)\mu m$。与密封圈接触的轴的表面不允许有机械加工的痕迹。

注：在某些场合下，更高一点的表面粗糙度值可能会接受。

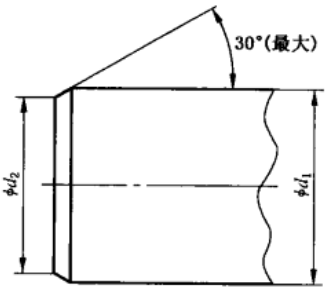


图 5-3　轴导入倒角

表 5-13　轴导入倒角　　mm

轴径 d_1	d_1-d_2[a]	轴径 d_1	d_1-d_2[a]
$d_1\leqslant10$	1.5	$50<d_1\leqslant70$	4.0
$10<d_1\leqslant20$	2.0	$70<d_1\leqslant95$	4.5
$20<d_1\leqslant30$	2.5	$95<d_1\leqslant130$	5.5
$30<d_1\leqslant40$	3.0	$130<d_1\leqslant240$	7.0
$40<d_1\leqslant50$	3.5	$240<d_1\leqslant400$	11.0

[a] 若轴端采用倒圆导入倒角，则倒圆的圆角半径不少于表中直径之差(d_1-d_2)的值。

4. 腔体

(1) 总则

腔体应有安装密封圈的内孔。

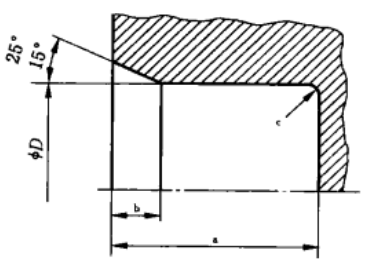
(2) 尺寸

1) 当腔体是由黑色金属整体加工成的刚性件时，其腔体内孔的公差和表面粗糙度应符合下述(3)和(4)的规定。

2) 腔体内孔应有倒角，不允许有毛刺，如图 5-4 和表 5-14 所示。

3) 腔体内孔深度和圆角半径应符合图 5-4 和表 5-14 的规定。

注：如果腔体不符合以上规定(例如采用有色金属和非金属材料，黑色金属或有色金属冲压件)，腔体尺寸、公差和倒角形状应由供需双方协商确定。



[a] 内孔深度；

[b] 倒角长度；

[c] 圆角半径。

图 5-4　腔体内孔

(3) 腔体内孔公差

按 GB/T 1800.4 的规定，不应超过 H8。

(4) 腔体内孔表面粗糙度

按 GB/T 1031 规定，$Ra=(1.6\sim3.2)\mu m$，$Rz=(6.3\sim12.5)\mu m$。(当采用外露骨架型密封圈时，内孔表面粗糙度可能会要求更低的数值)。

5. 密封圈公差

推荐的密封圈宽度公差见表 5-15；为了在密封圈外表面和腔体内孔表面提供一种过盈配合，推荐的密封圈的外径公差应如表 5-16 所示(由于密封圈外表面和腔体内孔表面之间过盈

量是与密封圈的设计有关的特性，因此。供需双方可能有必要对采用的公差极限达成协议）。

表 5-14　腔体的内孔尺寸　mm

密封圈公称总宽度 b	腔体内孔深度	倒角长度	腔体内孔最大圆角半径
≤10	b+0.9	0.70～1.00	0.50
>10	b+1.2	1.20～1.50	0.75

表 5-15　密封圈的宽度公差　mm

密封圈公称总宽度 b	公差
≤10	±0.3
>10	±0.4

表 5-16　密封圈的外径公差　mm

公称外径 D	外径公差[a]		圆度[b]	
	外露骨架型	内包骨架型[c,d]	外露骨架型	内包骨架型
D≤50	+0.20 +0.08	+0.30 +0.15	0.18	0.25
50<D≤80	+0.23 +0.09	+0.35 +0.20	0.25	0.35
80<D≤120	+0.25 +0.10	+0.35(0.45) +0.20	0.30	0.50
120<D≤180	+0.28 +0.12	+0.45(0.50) +0.25	0.40	0.65
180<D≤300	+0.35 +0.15	+0.45(0.55) +0.25	外径的 0.25%	0.80
300<D≤440	+0.45 +0.20	+0.55(0.65) +0.30	外径的 0.25%	1.00

[a] 外径等于在相互垂直的二个方向上测得的尺寸的平均值。

[b] 圆度等于间距相同的三处或三处以上测得的最大直径和最小直径之差。

[c] 内包骨架密封圈的外表面允许有波纹，但其外径公差应由供需双方协商确定。

[d] 内包骨架密封圈采用丁腈橡胶时，采用本列所列的公差；采用除丁腈橡胶以外的材料时，可能会要求不同的公差，可采用括号内的公差或由生产商和用户商定。

6. 尺寸标识代码

尺寸标识代码应由旋转轴和腔体的公称尺寸组成，见表 5-12。

尺寸标识代码的示例见表 5-17。

表 5-17　尺寸标识代码示例　mm

d_1	6	70	400
D	16	90	440
尺寸代码	006016	070090	400440

（二）外观检验标准

弹性体材料的旋转轴唇形密封圈的外观质量检验要求规定于 GB/T 15326—1994《旋转轴唇形密封圈外观质量》。随着弹性体材料的旋转轴唇形密封圈标准体系的调整，该标准将被 GB/T 13871.5 代替。外观检验要求如下。

1. 密封圈表面区域的划分

密封圈表面区域的划分如图 5-5 所示：

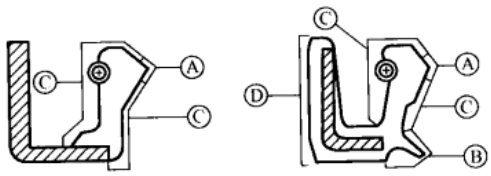


图 5-5　表面区域的划分

2. 密封唇口的范围

密封唇口的范围如图 5-6 及表 5-18 的规定，密封圈的最大磨损预计发生在密封唇口的范围内。

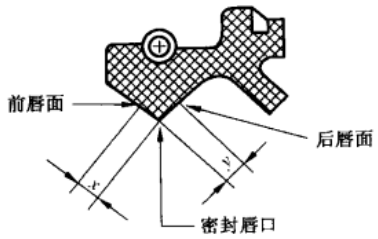


图 5-6　密封唇口范围

3. 外观缺陷

(1) 密封唇口(A)应光滑、平整，不允许存在杂质、气泡、流痕、缺胶、凹凸缺陷、裂纹等任何一种缺陷。

(2) 副唇(B)表面应光滑、平整，不允许出现杂质、气泡、缺胶、裂纹等缺陷。对于副唇上有分模面的密封圈，其副唇上的胶边高度及过度修边宽度、深度不得大于 0.2 mm。

表 5-18　密封唇口的范围　　mm

轴径 d_1	$d_1 \leqslant 50$	$50 < d_1 \leqslant 120$	$d_1 > 120$
x	0.6	0.8	1
y	1.2	1.5	2

(3) 弯曲段和其他重要区域(C)内不允许出现裂纹、粘合不良等缺陷，其他缺陷要求列于表 5-19。

(4) 外圆周表面(D)上不允许出现裂纹、粘合不良、轴向划痕等缺陷。在圆周方向的划痕深度应不大于 0.1 mm，宽度不大于 0.3 mm，长度不大于 6 mm。其他缺陷要求见表 5-19。

(5) 在符合表 5-19 的条件下，除过度修边缺陷外，其余缺陷之间的轴向、径向距离应不小于 5 mm，圆周方向的距离应不小于 10 mm。

表 5-19　缺陷要求

序号	缺陷名称			$d_1 \leqslant 50$		$50 < d_1 \leqslant 120$		$d_1 > 120$	
				合格品	一等品	合格品	一等品	合格品	一等品
1	气泡	高度或深度/mm	不大于	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		宽度/mm	不大于	2	2	2	2	2	2
		处	不多于	2	1	2	1	3	2
2	杂质	高度或深度/mm	不大于	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		长度/mm	不大于	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2
		宽度/mm	不大于	1	1	1	1	1	1
		处	不多于	2	1	2	1	3	2
3	凹凸缺陷	高度或深度/mm	不大于	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		长度/mm	不大于	2	2	3	2	3	2

续表 5-19

序号	缺陷名称			$d_1 \leqslant 50$		$50 < d_1 \leqslant 120$		$d_1 > 120$	
				合格品	一等品	合格品	一等品	合格品	一等品
3	凹凸缺陷	宽度/mm	不大于	2	2	2	2	2	2
		处	不多于	2	1	3	2	3	2
4	缺胶	深度/mm	不大于	0.5	0.5	1	0.5	1	1
		长度/mm	不大于	2	2	3	2	4	3
		处	不多于	1	1	2	1	3	2
5	流痕	高度或深度/mm	不大于	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5
		长度/mm	不大于	5	5	6	6	8	8
		处	不多于	2	1	2	1	3	2
6		以上缺陷累计/处	不多于	4	2	5	3	6	4
7	过度修边	深度/mm	不大于	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
		长度/mm	不大于	1.2	1.2	1.3	1.3	1.5	1.5

4. 弹簧

弹簧应挠制均匀，不允许出现形变、扭曲、伸长等缺陷，接头处不应发生脱口现象，不允许生锈。

5. 骨架

骨架不应有毛刺、机械损伤。外露部分不应生锈。

（三）弹性体材料的性能要求

弹性体材料的性能要求规定于 HG/T 2811—1996。随着弹性体材料的旋转轴唇形密封圈标准体系的调整，该标准将被 GB/T 13871.6 代替。弹性体材料的性能要求如下。

1. 分类

（1）标准规定的旋转轴唇形密封圈用橡胶材料分为 A、B、C、D 四类。

——A 类是以丁腈类橡胶为基的三种材料；

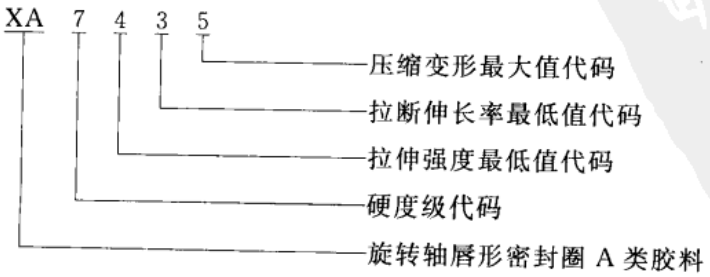
——B 类是以丙烯酸酯橡胶为基的一种材料；

——C 类是以硅橡胶为基的一种材料；

——D 类是以氟橡胶为基的二种材料。

（2）橡胶材料按“用途、类型、基本物理性能代码”进行编号。

示例：



2. 要求

(1) 制造旋转轴唇形密封圈所用的原材料及制造工艺应当遵照有关技术规范的要求。

(2) 橡胶材料的物理性能要求及试验方法见表 5-20 和表 5-21。

表 5-20　A、B 类硫化胶性能

序号	项　目	胶料代号				试验方法
		A 类		B 类		
		XA7453	XA8433	XA7441	XB7331	
1	硬度(IRHD 或邵尔 A)/度	70±5	80±5	70±5	70^{+8}_{-4}	GB/T 531 或 GB/T 6031
2	拉伸强度/MPa　最小	11	11	11	8	GB/T 528
3	拉断伸长率/%　最小	250	150	200	150	GB/T 528
4	压缩永久变形(B 型试样)/%　最大	100 ℃×70 h 50	100 ℃×70 h 50	120 ℃×70 h 70	150 ℃×70 h 70	GB/T 7759
5	热空气老化： 硬度变化(IRHD 或邵尔 A)/度 拉伸强度下降率/%　最大 拉断伸长率下降率/%　最大	100 ℃×70 h 0～+15 −20 −50	100 ℃×70 h 0～+15 −20 −40	120 ℃×70 h 0～+10 −20 −40	150 ℃×70 h 0～+10 −40 −50	GB/T 3512
6	耐液体 1# 标准油 体积变化率/% 3# 标准油 体积变化率/%	100 ℃×70 h −10～+5 0～+25	100 ℃×70 h −8～+5 0～+25	120 ℃×70 h −8～+5 0～+25	150 ℃×70 h −5～+5 0～+25	GB/T 1690
7	脆性温度/℃　不高于	−40	−35	−25	−20	GB/T 1682

表 5-21　C、D 类硫化胶性能

序号	项　目	胶料代号			试验方法
		C 类	D 类		
		XC7243	XD7433	XD8423	
1	硬度(IRHD 或邵尔 A)/度	70^{+8}_{-4}	70±5	80±5	GB/T 531 或 GB/T 6031
2	拉伸强度/MPa　最小	6.4	10	11	GB/T 528
3	拉断伸长率/%　最小	220	150	100	GB/T 528
4	压缩永久变形(200 ℃×70 h,B 型试样)/%　最大	50	50	50	GB/T 7759
5	热空气老化(200 ℃×70 h) 硬度变化(IRHD 或邵尔 A)/度 拉伸强度下降率/%　最大 拉断伸长率下降率/%　最大	 −5～+10 −20 −30	 0～+10 −20 −30	 0～+10 −20 −30	GB/T 3512

续表 5-21

序号	项　　目	胶料代号			试验方法
		C 类	D 类		
		XC7243	XD7433	XD8423	
6	耐液体：150 ℃，70 h 1# 标准油 体积变化率/%	−5～+12	−3～+5	−3～+5	GB/T 1690
	3# 标准油 体积变化率/%	—	0～+15	0～+15	
7	脆性温度/℃　　不高于	−60	−25	−15	GB/T 1682

（四）内包骨架旋转轴唇形密封圈结构尺寸系列

GB/T 9877.1—1988《旋转轴唇形密封圈结构尺寸系列　第一部分：内包骨架旋转轴唇形密封圈》规定了包括内包骨架旋转轴唇形密封圈的基本结构、骨架和弹簧尺寸系列。适用于安装在设备中的旋转轴端，在压差不超过 0.03 MPa 的条件下，对流体和润滑脂起密封作用的内包骨架旋转轴唇形密封圈。

1. 代号

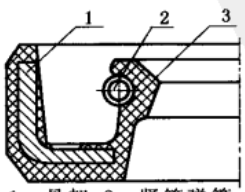
d_1——轴的基本直径（密封圈基本内径）；
D——密封圈外径基本直径；
b——密封圈基本宽度；
δ——圆度公差；
i——唇口过盈量；
i_1——副唇口过盈量；
h——唇宽；
h_1——唇口宽；
h_2——唇冠宽；
h_3——副唇宽；
α——前唇角；
β——后唇角；
α_1——副唇前角；
β_2——副唇后角；
θ_1——副唇外角；
θ_2——倒角；
l_1——倒角宽度；
θ_3——外径内壁倾角；
s——腰部厚度；
R 值——弹簧相对位置；
R_s——弹簧槽半径；
α——唇口至弹簧槽中心高度；
b_1——底部厚度；
b_2——骨架宽度；
t_1——骨架厚度；
D_3——骨架内壁直径；
d_3——骨架内径；
R_c——骨架弯角；
L_s——弹簧自由长度；
l_s——弹簧接头长度；
D_s——弹簧外径；
d_s——弹簧丝直径。

2. 型式和尺寸

（1）内包骨架旋转轴唇形密封圈分两种基本型式：

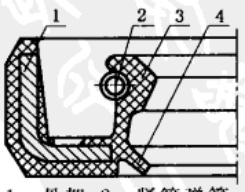
B 型：无副唇内包骨架旋转轴唇形密封圈（见图 5-7）。

FB 型：有副唇内包骨架旋转轴唇形密封圈（见图 5-8）。



1—骨架；2—紧箍弹簧；3—橡胶密封体。

图 5-7　B 型



1—骨架；2—紧箍弹簧；3—橡胶密封体；4—副唇。

图 5-8　FB 型

（2）内包骨架旋转轴唇形密封圈基本尺寸应符合 GB/T 13871.1—2007《密封元件为弹性体材料的旋转轴唇形密封圈　第1部分：基本尺寸和公差》的要求。

（3）内包骨架旋转轴唇形密封圈唇口过盈量和内径极限偏差应符合表 5-22 中的规定。

（4）旋转轴唇形密封圈在接触较多灰尘或雨水等外来杂质的环境中使用时，应采用有副唇的密封圈。副唇口过盈量及内径极限偏差应符合表 5-22 中的规定。

（5）按轴径大小将内包骨架旋转轴唇形密封圈分为 6 档。其截面示意图见图 5-9，主要参数见表 5-23。

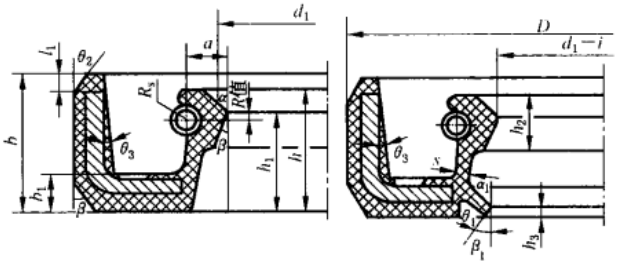


图 5-9　内包骨架旋转轴唇形密封圈各部位参数代号

（6）内包骨架旋转轴唇形密封圈唇口过盈量及截面结构在特殊条件下，可由用户和制造厂共同商定。

表 5-22　内包骨架旋转轴唇形密封圈唇口、副唇口过盈量和内径极限偏差　mm

d_1	i		i_1	
	唇口过盈量	极限偏差	副唇口过盈量	极限偏差
>5～30	0.7～1.0	$^{+0.2}_{-0.3}$	0.3	±0.15
>30～60	1.0～1.2	$^{+0.2}_{-0.5}$	0.4	±0.20
>60～80	1.2～1.4	$^{+0.2}_{-0.6}$	0.5	±0.25
>80～130	1.4～1.8	$^{+0.2}_{-0.8}$	0.6	±0.30
>130～250	1.8～2.4	$^{+0.3}_{-0.9}$	0.7	±0.35
>250～400	2.4～3.0	$^{+0.4}_{-1.0}$	0.9	±0.40

表 5-23　内包骨架旋转轴唇形密封圈截面主要参数

d_1	h	h_1	h_2	h_3	α	β	α_1	θ_1	θ_2	θ_3	β_1	s	$R_{1值}$	R_2	a^a	b_1	l_1
mm	mm				度							mm					
>5～30	6.2	5.1	2.8	0.2								0.8～1.2	0.4～0.6	0.80	2.3 2.6	1.9	1.0
>30～60	7.1	5.9	3.5	0.3								1.0～1.4	0.5～0.7	1.00	2.8	2.0	1.0
>60～80	9.0	7.3	4.0	0.3	45±5	25±5	40～50	30～35	25 或 30	3 或 5	50～70	1.2～1.6	0.6～0.8	1.25	3.5	2.6	1.5
>80～130	11.0	9.2	5.0	0.4								1.4～1.8	0.6～1.0	1.50	4.2	3.0	1.5
>130～250	13.5	11.2	6.5	0.5								1.6～2.0	0.7～1.1	1.75	5.2	4.0	2.0
>250～400	15.5	12.9	7.2	0.6								2.0～2.4	0.8～1.2	2.00	5.8	5.0	2.5

[a] 当 $d_1=16$ mm 时，a 取 2.3 mm。

3. 骨架

（1）骨架材料：用作密封非腐蚀性介质时，骨架采用08F钢板或类似的钢板制造；用作密封酸、碱类等腐蚀性介质时，应采用耐腐蚀性钢板或采用防腐性可靠的涂层进行保护。

（2）内包骨架的结构型式如图5-10所示。

（3）内包骨架的主要参数应符合表5-24中的规定。

（4）骨架是用规定厚度的钢板冲压加工，也可采用其他方法加工。

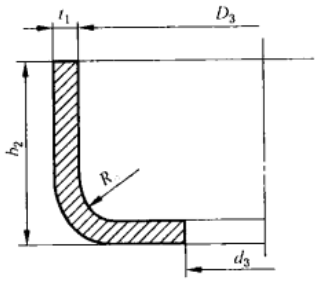


图5-10　内包骨架结构

表5-24　内包骨架主要参数　　mm

d_1	b_2	t_1	D_3	d_3	R_e（最大）
>5～30	5.5±0.2	0.5 0.8	$D-3.0^{+0.10}_{0}$	$d_1+5^{+0.20}_{0}$	t_1
>30～60	6.5±0.2	0.8 1.0	$D-4.0^{+0.10}_{0}$	$d_1+6^{+0.30}_{0}$	
>60～80	8.0±0.2	1.0 1.2	$D-5.0^{+0.10}_{0}$	$d_1+7^{+0.30}_{0}$	
>80～130	9.5±0.2	1.2 1.5	$D-5.4^{+0.15}_{0}$	$d_1+9^{+0.40}_{0}$	
>130～250	12.0±0.3	1.5 1.8	$D-6.4^{+0.15}_{0}$	$d_1+10^{+0.40}_{0}$	
>250～400	16.5±0.3	2.0 2.2	$D-7.6^{+0.20}_{0}$	$d_1+12^{+0.50}_{0}$	

4. 紧箍弹簧

（1）弹簧型式：由弹簧丝绕制而成的螺线型圆柱状环形弹簧，其结构型式分为A型、B型，如图5-11所示。

（2）弹簧丝直径 d_s 依照密封圈唇部弹簧槽半径 R_s 大小而变化，一般弹簧的 D_s 与 d_s 之比应在5～6范围内。

（3）弹簧断面直径 D_s 应与旋转轴唇形密封圈弹簧槽半径 R_s 相一致。其他各参数应符合表5-25中的规定。

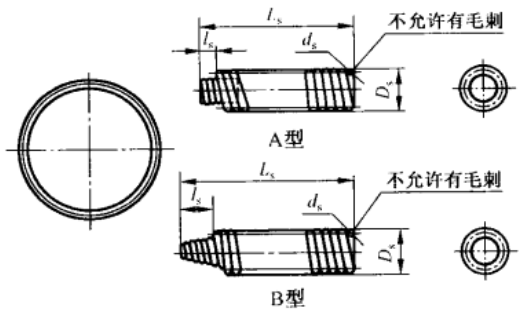


图5-11　紧箍弹簧结构型式

（4）绕制成的弹簧应进行低温退火和防锈处理。

（5）绕制成的弹簧截成规定的长度后，首尾相连接，搭接部分 l_s 拧入尾部，要求连接牢固，不许松动。

（6）必要时，可采用其他材料的紧箍弹簧，其要求由用户与制造厂商定。

表5-25　紧箍弹簧基本尺寸

d_1/mm	d_s[a]/mm	D_s/mm	L_s[b]/mm		l_s[c]/mm	拉伸5%负荷/N
>5～30	$^{0.25}_{0.30}$±0.01	1.6±0.05	$\pi(d_1+a)+l_s\pm2$	$\pm2d_s$	1.0～1.5	0.7～1.0 0.9～1.2
>30～60	0.36±0.01	2.0±0.05			1.2～1.5	1.5～2.0

续表 5-25

d_1/mm	d_s[a]/mm	D_s/mm	L_s[b]/mm		l_s[c]/mm	拉伸 5%负荷/N
>60～80	0.45±0.02	2.5±0.05	$\pi(d_1+a)+l_s\pm2$	$\pm2d_s$	1.5～2.0	2.0～3.0
>80～130	0.50±0.02	3.0±0.075			1.5～2.0	2.0～3.0
>130～250	0.60±0.025	3.5±0.075			2.0～2.5	2.5～3.5
>250～400	0.80±0.03	4.0±0.075			3.0～4.0	9.0～12.0

[a] $d_1\leqslant16$ mm 时，d_s 取 0.25 mm；

[b] L_s 的极限偏差为 $\pm2\ d_s$；

[c] 若采用 B 型弹簧时，l_s 应适当加长。

5. 标记

(1) 内包骨架旋转轴唇形密封圈的标记符号由密封圈的型式、公称内径、外径、宽度、胶种代号、制造单位或代号表示。采用汉语拼音词头字母和阿拉伯数字标记。

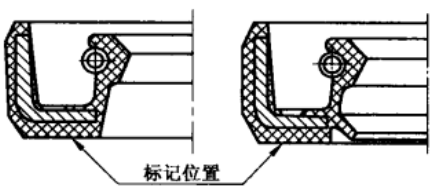


图 5-12　内包骨架旋转轴唇形密封圈的标记方法

示例：(F)B　120　150　12　×　××

××——制造单位或代号

×——胶种代号

12——b = 12 mm

150——D = 150 mm

120——d_1 = 120 mm

(F)B——(有副唇) 的内包骨架旋转轴唇形密封圈

(2) 标记方法：应有规则地标记在旋转轴唇形密封圈底部，字头向心排列如图 5-12 所示。

(五) 外露骨架旋转轴唇形密封圈结构尺寸系列

GB/T 9877.2—1988《旋转轴唇形密封圈结构尺寸系列　第二部分：外露骨架旋转轴唇形密封圈》规定了外露骨架旋转轴唇形密封圈的基本结构、骨架和弹簧尺寸系列。适用于安装在设备中的旋转轴端，在压差不超过 0.03 MPa 的条件下，对流体和润滑脂起密封作用的外露骨架旋转轴唇形密封圈。

1. 代号

d_1——轴的基本直径(密封圈基本内径)；

D——密封圈外径基本直径；

b——密封圈基本宽度；

δ——圆度公差；

i——唇口过盈量；

R 值——弹簧相对位置；

R_s——弹簧槽半径；

a——唇口至弹簧槽中心高度；

b_1——底部厚度；

D_c——加工前骨架外径(毛胚骨架外径)；

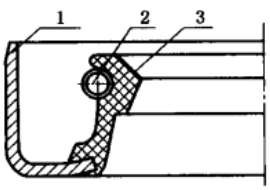
i_1——副唇口过盈量；
h——唇宽；
h_1——唇口宽；
h_2——唇冠宽；
h_3——副唇宽；
α——前唇角；
β——后唇角；
α_1——副唇前角；
β_1——副唇后角；
θ_1——副唇外角；
s——腰部厚度；
t_2——骨架厚度；
d_3——骨架内径；
R_c——骨架弯角；
a_c——骨架前倒角；
l_1——骨架前倒角宽度；
β_c——骨架内径弯角；
l_c——骨架内径弯角宽度；
L_s——弹簧自由长度；
l_s——弹簧接头长度；
D_s——弹簧外径；
d_s——弹簧丝直径。

2. 型式和尺寸

(1) 外露骨架旋转轴唇形密封圈分两种基本型式：

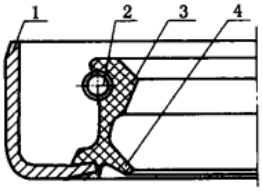
W 型：无副唇外露骨架旋转轴唇形密封圈(见图 5-13)。

FW 型：有副唇外露骨架旋转轴形密封圈(见图 5-14)。



1—骨架；2—紧箍弹簧；3—橡胶密封体。

图 5-13　W 型



1—骨架；2—紧箍弹簧；3—橡胶密封体；4—副唇。

图 5-14　FW 型

(2) 外露骨架旋转轴唇形密封圈基本尺寸应符合 GB/T 13871.1—2007《密封元件为弹性体材料的旋转轴唇形密封圈　第 1 部分：基本尺寸和公差》的要求。

(3) 旋转轴唇形密封圈唇口过盈量和极限偏差应符合表 5-26 中的规定。

表 5-26　外露骨架旋转轴唇形密封圈唇口、副唇口过盈量和内径极限偏差　　mm

d_1	i		i_1	
	唇口过盈量	极限偏差	副唇口过盈量	极限偏差
>5～30	0.7～1.0	$^{+0.2}_{-0.3}$	0.3	±0.15
>30～60	1.0～1.2	$^{+0.2}_{-0.5}$	0.4	±0.20
>60～80	1.2～1.4	$^{+0.2}_{-0.6}$	0.5	±0.25
>80～130	1.4～1.8	$^{+0.2}_{-0.8}$	0.6	±0.30
>130～250	1.8～2.4	$^{+0.3}_{-0.9}$	0.7	±0.35
>250～400	2.4～3.0	$^{+0.4}_{-1.0}$	0.9	±0.40

(4) 旋转轴唇形密封圈在接触较多灰尘或雨水等外来杂质的环境中使用时，应采用有副唇的密封圈。副唇口过盈量及内径极限偏差应符合表 5-26 中的规定。

(5) 截面结构参数：按轴径大小将外露骨架旋转轴唇形密封圈分为 6 档。其截面示意图见图 5-15，主要参数见表 5-27。

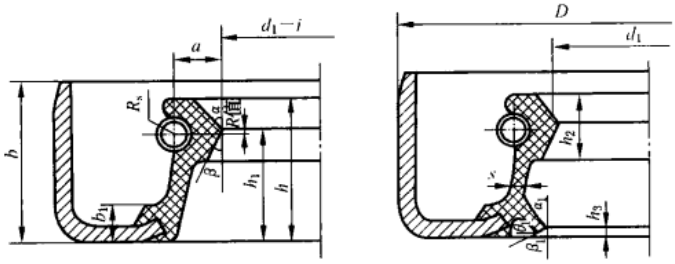


图 5-15　外露骨架旋转轴唇形密封圈各部位参数代号

表 5-27　外露骨架旋转轴唇形密封圈截面主要参数

d_1	h	h_1	h_2	h_3	α	β	α_1	θ_1	β_1	s	$R_{公1}$	R_s	a^a	b_1
mm	mm				度					mm				
>5～30	6.2	5.1	2.8	0.2						0.8～1.2	0.4～0.6	0.80	2.3 2.6	1.9
>30～60	7.1	5.9	3.5	0.3						1.0～1.4	0.5～0.7	1.00	2.8	2.0
>60～80	9.0	7.3	4.0	0.3	45±5	25±5	40～50	30～35	50～70	1.2～1.6	0.6～0.8	1.25	3.5	2.6
>80～130	11.0	9.2	5.0	0.4						1.4～1.8	0.6～1.0	1.50	4.2	3.0
>130～250	13.5	11.2	6.5	0.5						1.6～2.0	0.7～1.1	1.75	5.2	4.0
>250～400	15.5	12.9	7.2	0.6						2.0～2.4	0.8～1.2	2.00	5.8	5.0

[a] 当 $d_1 \leqslant 16$ mm 时，a 取 2.3 mm。

（6）外露骨架旋转轴唇形密封圈唇口过盈量及截面结构在特殊条件下，可由用户和制造厂共同商定。

3. 骨架

（1）骨架材料：用作密封非腐蚀性介质时，金属骨架采用 08F 钢板或类似的钢板制造；用作密封酸、碱类等腐蚀性介质时，应采用耐腐蚀性钢板或采用防腐性可靠的涂层进行保护。

（2）外露骨架的结构型式如图 5-16 所示。

（3）必要时也可采用其他结构型式的外露骨架。

（4）外露骨架的主要参数应符合表 5-28 中的规定。

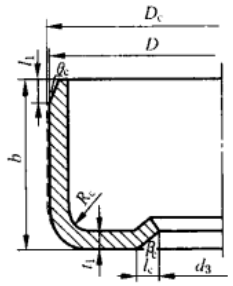


图 5-16　外露骨架结构型式

表 5-28　外露骨架主要参数

mm

d_1	D_c	t_1	d_3	l_c	α_c	β_c[a]	l_1	R_c 最大
>5～30	D+加工余量	0.8 1.0	$d_1+5^{+0.2}_{0}$	2.0	15°～20°	20°	1.0	t_1
>30～60		1.2	$d_1+6^{+0.3}_{0}$	2.5			1.2	
>60～80		1.2	$d_1+7^{+0.4}_{0}$	2.5			2.0	

续表 5-28　　mm

d_1	D_c	t_1	d_3	l_c	α_c	β_c[a]	l_1	R_c 最大
>80～130	D+加工余量	1.5	$d_1+9^{+0.4}_{0}$	3.5	15°～20°	20°	2.2	t_1
>130～250		2.0 2.2	$d_1+10^{+0.4}_{0}$	3.5			2.5	
>250～400		2.2 2.5	$d_1+12^{+0.4}_{0}$	4.0			3.0	

[a] β_c 也可取 0。

(5) 金属骨架是用规定厚度的钢板冲压加工，也可采用其他方法加工(例如：去除金属法加工成型、直接冲挤成型)。但应保证外露骨架旋转轴唇型密封圈外径 D 的尺寸。

(6) 外露骨架旋转轴唇型密封圈外周表面粗糙度为 $Ra\leqslant 3.2\ \mu m$ 并可以有涂层。

4. 紧箍弹簧

(1) 弹簧型式：由弹簧丝绕制而成的螺线型圆柱状环形弹簧，其结构型式分为 A 型、B 型，如图 5-17 所示。

(2) 弹簧丝直径 d_s 依照密封圈唇部弹簧槽半径 R_s 大小而变化，一般弹簧的 D_s 与 d_s 之比应在 5～6 范围内。

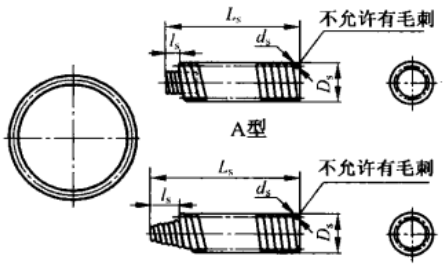


图 5-17　紧箍弹簧结构

(3) 弹簧断面直径 D_s 应与旋转轴唇形密封圈弹簧槽半径 R_s 相一致。其他各参数应符合表 5-29 中的规定。

表 5-29　紧箍弹簧基本尺寸

d_1/mm	d_s[a]/mm	D_s/mm	L_s[b]/mm		l_s[c]/mm	拉伸 5%负荷/N
>5～30	$0.25^{+0.05}_{0}\pm0.01$	1.6±0.05	$\pi(d_1+a)+l_s\pm2$	$\pm2d_s$	1.0～1.5	0.7～1.0 0.9～1.2
>30～60	0.36±0.01	2.0±0.05			1.2～1.5	1.5～2.0
>60～80	0.45±0.02	2.5±0.05			1.5～2.0	2.0～3.0
>80～130	0.50±0.02	3.0±0.05			1.5～2.0	2.0～3.0
>130～250	0.60±0.025	3.5±0.10			2.0～2.5	2.5～3.5
>250～400	0.80±0.03	4.0±0.10			3.0～4.0	9.0～12.0

[a] $d_1\leqslant 16$ mm 时，d_s 取 0.25 mm；

[b] L_s 的极限偏差为 $\pm 2\ d_s$；

[c] 若采用 B 型弹簧时，l_s 应适当加长。

(4) 绕制成的弹簧应进行低温退火和防锈处理。

(5) 绕制成的弹簧截成规定的长度后，首尾相连接，搭接部分 l_s 拧入尾部，要求连接牢固，不许松动。

(6) 必要时，可采用其他材料的紧箍弹簧，其要求由用户与制造厂商定。

5. 标记

(1) 外露骨架旋转轴唇形密封圈的标记符号由密封圈的型式、公称内径、外径、宽度、胶种代号、制造单位或代号表示。采用汉语拼音词头字母和阿拉伯数字标记，如"(F)W×××　×××　××　×　××"。

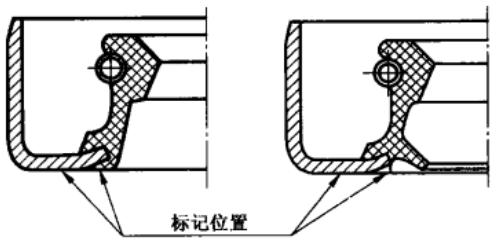


图 5-18　旋转轴唇形密封圈的标记方法

示例：(F)W　120　150　12　×　××

——制造单位或代号

——胶种代号

——b = 12 mm

——D = 150 mm

——d_1 = 120 mm

——(有副唇) 的外露骨架旋转轴唇形密封圈

(2) 标记方法：有规则地标记在旋转轴唇形密封圈底部，字头向心排列如图 5-18 所示。

(六) 装配式旋转轴唇形密封圈结构尺寸系列

GB/T 9877.3—1988《旋转轴唇形密封圈结构尺寸系列　第三部分：装配式旋转轴唇形密封圈》规定了装配式旋转轴唇形密封圈的基本结构、骨架和弹簧尺寸系列。适用于安装在大型、精密设备中的旋转轴端，在压差不超过 0.03 MPa 的条件下，对流体和润滑脂起密封作用的装配式旋转轴唇形密封圈。

1. 代号

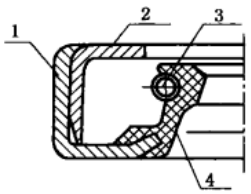
d_1——轴的基本直径(密封圈基本内径)；
D——密封圈外径基本直径；
b——密封圈基本宽度；
δ——圆度公差；
i——唇口过盈量；
i_1——副唇口过盈量；
h——唇宽；
h_1——唇口宽；
h_2——唇冠宽；
h_3——副唇宽；
α——前唇角；
β——后唇角；
α_1——副唇前角；
β_1——副唇后角；
θ_1——副唇外角；
s——腰部厚度；
$R_{值}$——弹簧相对位置；
R_s——弹簧槽半径；
a——唇口至弹簧槽中心高度；
b_1——底部厚度；
t_3——外骨架厚度；
t_4——内骨架厚度；
b_0——外骨架宽度；
b_3——内骨架宽度；
D_c——加工前外骨架外径(毛胚骨架外径)；
D_3——外骨架骨壁直径；
d_3——外骨架内径；
d_4——内骨架内径；
D_2——内骨架外径；
R_d——内骨架弯角；
R_c——外骨架弯角；
β_c——外骨架内径弯角；
l_c——外骨架内径弯角宽度；
θ_c——外骨架前倒角；
l_1——外骨架前倒角宽度；
α_c——内骨架前倒角；
l_2——内骨架前倒角宽度；
D_s——弹簧外径；
L_s——弹簧自由长度；
l_s——弹簧接头长度；
d_s——弹簧丝直径。

2. 型式和尺寸

(1) 装配式旋转轴唇形密封圈分两种基本型式：

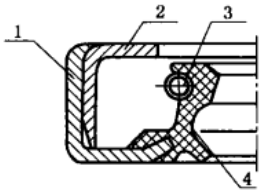
Z 型：无副唇装配式旋转轴唇形密封圈(见图 5-19)。

FZ 型：有副唇装配式旋转轴形密封圈(见图 5-20)。



1—外骨架；2—内骨架；3—紧箍弹簧；4—橡胶密封体。

图 5-19　Z 型



1—外骨架；2—内骨架；3—紧箍弹簧；4—橡胶密封体。

图 5-20　FZ 型

(2) 装配式旋转轴唇形密封圈基本尺寸应符合 GB/T 13871.1—2007《密封元件为弹性体材料的旋转轴唇形密封圈　第 1 部分：基本尺寸和公差》的要求。

(3) 装配式旋转轴唇形密封圈唇口过盈量和内径极限偏差应符合表 5-30 中的规定。

(4) 旋转轴唇形密封圈在接触较多灰尘或雨水等外来杂质的环境中使用时，应采用有副唇的密封圈。副唇口过盈量及内径极限偏差应符合表 5-30 中的规定。

表 5-30　装配式旋转轴唇形密封圈唇口、副唇口过盈量和内径极限偏差　mm

d_1	i		i_1	
	唇口过盈量	极限偏差	副唇口过盈量	极限偏差
>60～80	1.2～1.4	$^{+0.2}_{-0.6}$	0.5	±0.25
>80～130	1.4～1.8	$^{+0.2}_{-0.8}$	0.6	±0.30
>130～250	1.8～2.4	$^{+0.3}_{-0.9}$	0.7	±0.35
>250～400	2.4～3.0	$^{+0.4}_{-1.0}$	0.9	±0.40

(5) 截面结构参数：按轴径大小将装配式旋转轴唇形密封圈分为四档。其截面示意图见图 5-21，主要参数见表 5-31。

(6) 装配式旋转轴唇形密封圈唇口过盈量及截面结构在特殊条件下，可由用户和制造厂共同商定。

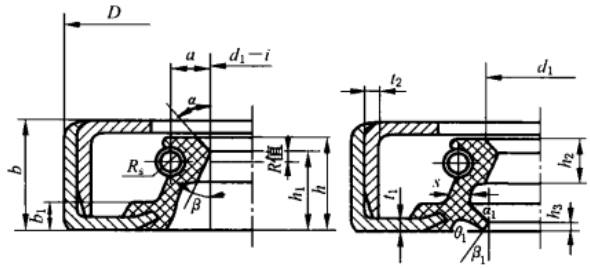


图 5-21　装配式旋转轴唇形密封圈各部位参数代号

表 5-31　装配式旋转轴唇形密封圈截面主要参数

d_1	h	h_1	h_2	h_3	α	β	α_1	θ_1	β_1	s	$R_{值}$	R_s	a^a	b_1	t_3	t_4
mm	mm				度					mm						
>60～80	9.0	7.3	4.0	0.3	45±5	25±5	40～50	30～35	50～70	1.2～1.6	0.6～0.8	1.25	3.5	2.6	1.0	1.0
>80～130	11.0	9.2	5.0	0.4						1.4～1.8	0.6～1.0	1.50	4.2	3.0	1.2	1.0
>130～250	13.5	11.2	6.5	0.5						1.6～2.0	0.7～1.1	1.75	5.2	4.0	1.5	1.2
>250～400	15.5	12.9	7.2	0.6						2.0～2.4	0.8～1.2	2.00	5.8	5.0	2.0	1.5

[a] 当 $d_1 \leqslant 16$ mm 时，a 取 2.3 mm。

3. 内、外骨架

(1) 内、外骨架材料：用作密封非腐蚀性介质时，内、外骨架采用08F钢板或类似的钢板制造；用作密封酸、碱类等腐蚀性介质时，应采用耐腐蚀性钢板或采用防腐性可靠的涂层进行保护。

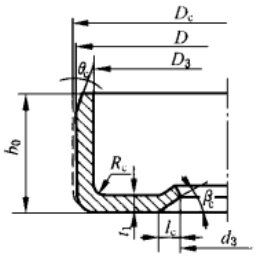


图 5-22　外骨架结构型式

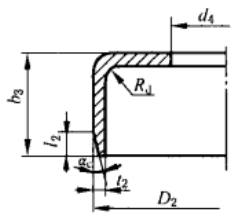


图 5-23　内骨架结构型式

(2) 外骨架的结构型式如图5-22所示；内骨架的结构型式如图5-23所示。

(3) 外骨架冲压成型，外周允许采用去除金属法加工成型，也可以直接冲挤成型。但应保证装配式旋转轴唇形密封圈外径 D 的尺寸，并保证不低于规定的粗糙指标。骨架宽度 b_0 为基本宽度 b 加翻边余量 l_1。尺寸和公差应符合表5-32中的规定。

表 5-32　外骨架主要参数　　mm

d_1	D_c	d_3	b_0	l_1	l_c	β_c[a]	θ_c	R_c 最大
>60～80	D+加工余量	$d_1+7^{+0.3}_{0}$	b+翻边余量	1.0	2.5	20	20	t_1
>80～130		$d_1+9^{+0.4}_{0}$		1.2	3.5			
>130～250		$d_1+10^{+0.4}_{0}$		1.5	3.5			
>250～400		$d_1+12^{+0.5}_{0}$		2.0	4.0			

[a] β_c 也可取0。

(4) 内骨架主要起加强外骨架作用。其外径 D_2 尺寸应等于或稍小于外骨架内壁尺寸，以便顺利装入外骨架内壁中。内骨架宽度 b_3 为基本宽度 b 减外骨架厚度 t_1，尺寸和公差应符合表5-33中的规定。

表 5-33　内骨架主要参数　　mm

d_1	D_2	d_3	b_3		t_2	l_2	a_c	R_d 最大
>60～80	D_c-2t_1	d_1+10	$b-t_1$	−0.2	1.0	2	20	t_2
>80～130		d_1+12		−0.3	1.0	2		
>130～250		d_1+15		−0.3	1.2	2.5		
>250～400		d_1+17		−0.3	1.5	3.5		

(5) 装配式旋转轴唇型密封圈外周表面粗糙度为 $Ra\leqslant 3.2\ \mu m$ 并可以有涂层。

4. 紧箍弹簧

(1) 弹簧型式：由弹簧丝绕制而成的螺线型圆柱状环形弹簧，其结构型式分为A型、B型，如图5-24所示。



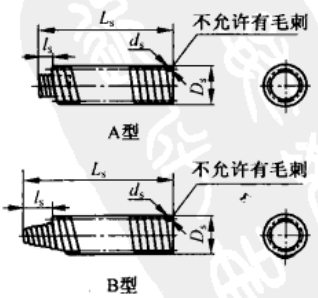


图 5-24　紧箍弹簧结构型式

(2) 弹簧丝直径 d_s 依照密封圈唇部弹簧槽半径 R_s 大小而变化，一般弹簧的 D_s 与 d_s 之比应在5～6范围内。

(3) 弹簧断面直径 D_s 应与旋转轴唇形密封圈弹簧槽半径 R_s 相一致。其尺寸公差应符合

表 5-34中的规定。

表 5-34　紧箍弹簧基本尺寸

d_1/mm	d_s/mm	D_s/mm	L_s[a]/mm		l_s[b]/mm	拉伸 5%负荷/N
>60～80	0.45±0.02	2.5±0.05	$\pi(d_1+a)+l_s\pm2$	$\pm2d_s$	1.5～2.0	2.0～3.0
>80～130	0.50±0.02	3.0±0.05			1.5～2.0	2.0～8.0
>130～250	0.60±0.025	3.5±0.05			2.0～2.5	2.5～3.5
>250～400	0.80±0.03	4.0±0.10			3.0～4.0	9.0～12.0

[a] L_s 的极限偏差为±2 d_s；

[b] 若采用 B 型弹簧时，l_s 应适当加长。

(4) 绕制成的弹簧应进行低温退火和防锈处理。

(5) 绕制成的弹簧截成规定的长度后，首尾相连接，搭接部分 l_s 拧入尾部，要求连接牢固，不许松动。

(6) 必要时，可采用其他材料的紧箍弹簧，其要求由用户与制造厂商定。

5. 标记

(1) 装配式旋转轴唇形密封圈的标记符号由密封圈的型式、公称内径、外径、宽度、胶种代号、制造单位或代号表示。采用汉语拼音词头字母和阿拉伯数字标记，如"(F)Z×××××××　××　×　××"。

示例：(F)Z　120　150　12　×　××

- ××——制造单位或代号
- ×——胶种代号
- 12——b = 12 mm
- 150——D = 150 mm
- 120——d_1 = 120 mm
- (F)Z——(有副唇) 装配式旋转轴唇形密封圈

(2) 标记方法：有规则地标记在装配式旋转轴唇形密封圈底部，字头向心排列如图 5-25 所示。

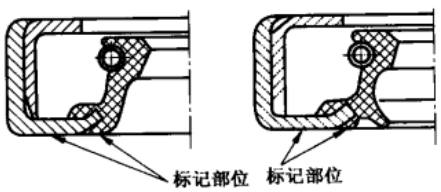


图 5-25　装配式旋转轴唇形密封圈的标记位置

(七) 耐正负压内包骨架旋转轴唇形密封圈

HG/T 3880—2006 规定了耐正负压内包骨架旋转轴唇形密封圈，适用于安装在齿轮泵的旋转轴端，对液压油和润滑脂起密封作用的密封圈。密封圈的工作温度为(−40～100)℃，工作压力为−56 kPa～0.2 MPa。

1. 代号和型式

(1) 字母代号有：

d_1——轴径；

D——密封圈基本外径；

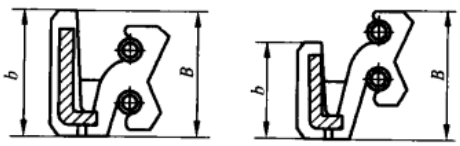
b——密封圈基本宽度；

B——密封圈总宽度；

δ——圆度公差。

（2）型式

密封圈分为 Q_1 和 Q_2 两种基本型式（见图 5-26）。



a）Q_1型密封圈　　b）Q_2型密封圈

图 5-26　密封圈的两种基本型式

2. 要求及试验方法

（1）密封圈用胶料的物理性能应符合表 5-35 的指标。

表 5-35　密封圈用胶料的物理性能

序号	性　能		指标	试验方法
1	硬度（邵尔 A）/度		78～85	GB/T 531.1
2	拉伸强度/MPa	最小	12	GB/T 528
3	拉断伸长率/%	最小	160	
4	压缩永久变形（100 ℃，22 h，B 型试样）/%	最大	40	GB/T 7759
5	热空气老化（100 ℃，24 h）			GB/T 3512
	硬度变化/度	最大	+10	GB/T 531.1
	拉伸强度变化率/%	最大	−20	GB/T 528
	拉断伸长率变化率/%	最大	−35	GB/T 528
6	耐液体（100 ℃，24 h）			
	1# 标准油　体积变化率/%		−10～+5	GB/T 1690
	3# 标准油　体积变化率/%		0～+20	
7	脆性温度/℃	不高于	−30	GB 1682

（2）密封圈用紧箍弹簧应符合 GB/T 9877.1—1988《旋转轴唇形密封圈结构尺寸系列 第一部分：内包骨架旋转轴唇形密封圈》规定的要求。允许按用户使用要求，制造相应密封圈所用的紧箍弹簧。

紧箍弹簧采用目视及分度值不低于 0.01 mm 量具测量。

尺寸检查用分度值不低于 0.02 mm 的量具测量。内径、外径尺寸至少要取三个测量值，报告其平均数；宽度及总宽度至少要取四个测量值，报告其平均数。

（3）密封圈的基本外径尺寸见表 5-36，基本宽度、总宽度及极限偏差见表 5-37。密封圈外径的圆度公差应符合表 5-38 规定。

表 5-36　密封圈基本尺寸及极限偏差　　mm

d_1	D		d_1	D	
轴径	基本外径	极限偏差	轴径	基本外径	极限偏差
10	22		20	35	
12	25		20	40	
12	30	+0.30	20	42	+0.30
15	30	+0.15	22	47	+0.15
16	30		25	42	
17	30		25	47	
18	30		28	47	

续表 5-36　　mm

d_1	D		d_1	D	
轴径	基本外径	极限偏差	轴径	基本外径	极限偏差
30	50		52	72	
32	52		55	75	
35	55		55	80	
38	58		60	80	
40	62	+0.35	60	85	+0.35
42	62	+0.20	65	90	+0.20
45	65		70	90	
50	70		75	95	
50	72		80	100	
50	80				

表 5-37　基本宽度、总宽度及极限偏差　mm

D	b(Q_1 型、Q_2 型)		B(Q_2 型)	
	基本宽度	极限偏差	总宽度	极限偏差
$D\leqslant 30$	8	±0.3	10	−0.4～+0.3
$30<D\leqslant 80$	10	±0.3	12	−0.5～+0.4
$80<D\leqslant 100$	12	±0.4	15	±0.5

表 5-38　密封圈外径圆度公差　mm

D	δ 圆度公差
$D\leqslant 30$	0.25
$30<D\leqslant 50$	0.30
$50<D\leqslant 80$	0.35
$80<D\leqslant 100$	0.45
注：圆度公差等于 3 等份或多等份测得的最大直径与最小直径之差。	

(4) 密封圈的性能要求

由制造厂和使用方共同商定。密封圈的性能要求的试验方法应按照 GB/T 13871.4—2007《密封元件为弹性体材料的旋转轴唇形密封圈　第 4 部分：性能试验程序》的规定进行。试验条件可由制造厂和使用方共同商定。

(5) 密封圈的耐压要求

在液压泵充 0.16 MPa 气压时 3 min 内不漏气。密封圈的耐压要求的试验方法应按照 JB/T 7041—2006《液压齿轮泵》的规定进行。

(6) 密封圈的外观质量

密封圈的外观质量应符合 GB/T 15326—1994《旋转轴唇形密封圈外观质量》的要求。外观质量用目视检验。

三、密封元件为热塑性材料的旋转轴唇形密封圈

密封元件为热塑性材料的旋转轴唇形密封圈是近年来发展起来的旋转轴唇形密封圈。这里主要描述了密封元件为热塑性材料的密封圈，密封元件是以热塑性材料如聚四氟乙烯(PTFE)为基，经适当配合制成的。与密封元件为弹性体材料的旋转轴唇形密封圈互为补充，这种密封圈生产工艺相对简单，密封效果较好，应用越来越广。GB/T 21283.1—2007《密封元件为热塑性材料的旋转轴唇形密封圈　第 1 部分：基本尺寸和公差》规定了密封圈、旋转轴和腔体的基本尺寸和公差以及尺寸标识代码。

1. 基本尺寸和公差

(1) 密封圈的类型和实例

1) 密封圈外缘结构

密封圈外缘结构有四种类型：金属骨架式、金属骨架半橡胶包覆式、金属骨架全橡胶包覆式、金属座式。以装配式密封圈为例的金属骨架式、金属骨架半橡胶包覆式、金属骨架全橡胶包覆式外缘结构的见图 5-27，以粘结式密封圈为例的金属座式结构见图 5-28(由于设计图的某些变化，或是由于是厂家生产的不同，因此，所示的结构仅是代表了基本类型)。

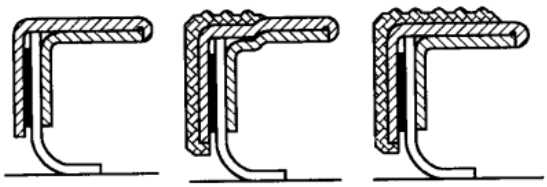
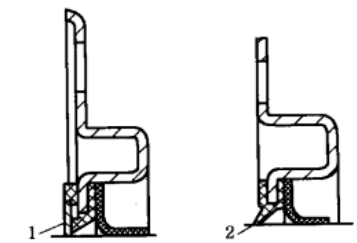


图 5-27　外缘结构的三个基本类型(以装配式为例)



1 — 副唇为毛毡；2 — 副唇为橡胶。

图 5-28　金属座式的外缘结构(以粘结式为例)

2) 密封唇的排列

部分密封唇的排列示例见图 5-29。

图 5-29 所示的密封唇排列可以与图 5-27 所示的任何一种密封圈外缘结构一起使用。在某些应用中，一些厂家会配有流体动力的辅助结构。密封唇的设计应由供需双方协商确定。

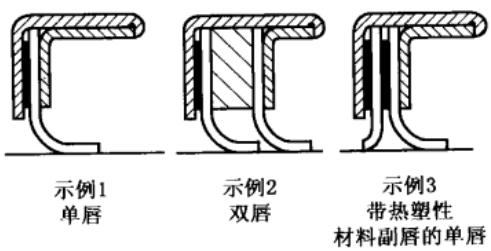
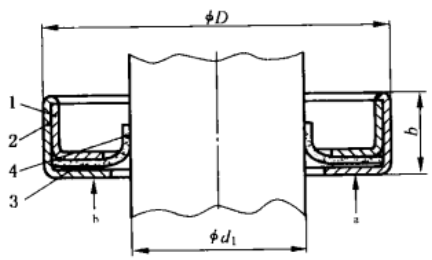


图 5-29　密封唇的排列(以装配式为例)

(2) 字母符号

所用的字母符号如下：



1— 内骨架；2 — 外骨架；
3 — 密封垫(如有的话)；4— 密封元件。
[a] 从空气侧看轴的旋转方向；
[b] 密封圈空气侧的标识(优先定位)。

图 5-30　密封圈

b　密封圈公称总宽度，与腔体内孔深度有关(见图 5-30)；

d_1　与密封圈相配合的旋转轴的公称轴径(见图 5-30)；

d_2　轴导入倒角处的最小直径(见图 5-31)；

D　腔体内孔的公称直径和密封圈的公称外径(见图 5-30 和图 5-32)。

(3) 公称尺寸

密封圈的公称尺寸见图 5-30 和表 5-39。

表 5-39　公称尺寸　　mm

d_1	D	b^a	d_1	D	b^a	d_1	D	b^a	d_1	D	b^a
6	16	7	8	22	7	10	22	7	12	25	7
6	22	7	8	24	7	10	25	7	12	30	7
7	22	7	9	22	7	12	24	7	15	26	7

续表 5-39　　mm

d_1	D	b^a	d_1	D	b^a	d_1	D	b^a	d_1	D	b^a
15	30	7	32	45	8	60	80	8	150	180	15
15	35	7	32	47	8	60	85	8	160	190	15
16	30	7	32	52	8	65	85	10	170	200	15
18	30	7	35	50	8	65	90	10	180	210	15
18	35	7	35	52	8	70	90	10	190	220	15
20	35	7	35	55	8	70	95	10	200	230	15
20	40	7	38	55	8	75	95	10	220	250	15
22	35	7	38	58	8	75	100	10	240	270	20
22	40	7	38	62	8	80	100	10	260	300	20
22	47	7	40	55	8	80	110	10	280	320	20
25	40	7	40	62	8	85	110	12	300	340	20
25	47	7	42	55	8	85	120	12	320	360	20
25	52	8	42	62	8	90	120	12	340	380	20
28	40	8	45	62	8	95	120	12	360	400	20
28	47	8	45	65	8	100	125	12	380	420	20
28	52	8	50	65	8	110	140	12	400	440	20
30	42	8	50	72	8	120	150	12	450	500	25
30	47	8	55	72	8	130	160	12	480	530	25
30	52	8	55	80	8	140	170	15			

注：金属座式密封圈的尺寸可由供需双方协商确定。

[a] 为了便于结构更为复杂的密封圈的使用，宽度 b 可增加。

（4）轴

1）轴端：轴端应有导入倒角，见图 5-31 和表 5-40，不应有毛刺、尖角和粗糙的机械加工痕迹。

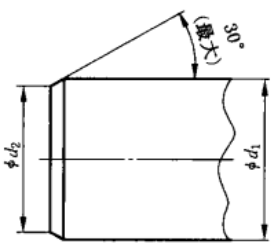


图 5-31　轴的导入倒角

表 5-40　轴的导入倒角　　mm

公称轴径 d_1	d_1-d_2[a]	公称轴径 d_1	d_1-d_2[a]
$d_1\leqslant 10$	1.5	$50<d_1\leqslant 70$	4.0
$10<d_1\leqslant 20$	2.0	$70<d_1\leqslant 95$	4.5
$20<d_1\leqslant 30$	2.5	$95<d_1\leqslant 130$	5.5
$30<d_1\leqslant 40$	3.0	$130<d_1\leqslant 240$	7.0
$40<d_1\leqslant 50$	3.5	$240<d_1\leqslant 480$	11.0

[a] 若轴端采用倒圆导入倒角，则倒圆的圆角半径不少于表中直径之差（d_1-d_2）的值。

2）直径公差：轴的直径公差不应超过 h11（见 GB/T 1800.4—1999）。

3）表面粗糙度和硬度：表面粗糙度按照 GB/T 3505—2000 和 GB/T 10610—1998 轴向测量，与密封圈接触的旋转轴表面应磨削加工至表面粗糙度 Ra 为（0.2～0.63）μm，Rz 为（0.8～2.5）μm（有很硬镀层的旋转轴可能需要更为光滑的加工表面，供需双方协商确定），密封圈的接触表面上通常不应有机加工痕迹。表面硬度应由供需双方协商确定。

（5）腔体

1）总则

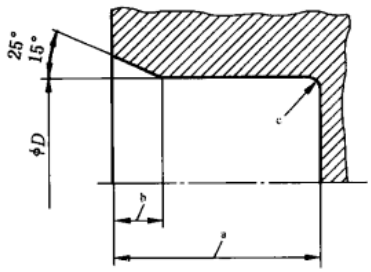
腔体中应有安装密封圈的内孔。

2）尺寸

当腔体是由钢铁类金属整体加工成的刚性件时，腔体内孔的公差和表面粗糙度应符合下述(3)和(4)的规定。

腔体内孔应有导入倒角，不应有毛刺，见图 5-32 和表 5-41 的规定。

腔体内孔的深度和圆角应符合图 5-32 和表 5-41 的规定(如果腔体不符合以上规定，例如：非黑色金属或是非金属材料，黑色或非黑色材料冲压件，那么尺寸、公差和导入结构应由供需双方协商)。



[a]内孔深度；[b]导角长度；[c]圆角半径。

图 5-32　腔体内孔

表 5-41　腔体内孔尺寸　　mm

密封圈公称总宽度 b	腔体内孔最小深度	导角长度	腔体内孔最大圆角半径
≤10	b+1.2	0.7～1.0	0.5
>10	b+1.5	1.0～1.3	0.75

3）腔体内孔公差

腔体内孔的尺寸公差不应超过 H8(见 GB/T 1800.4—1999)。

4）腔体内孔表面粗糙度

按照 GB/T 3505—2000 和 GB/T 10610—1998 轴向测量，腔体内孔表面粗糙度 Ra 应为(1.6～3.2)μm，Rz 应为(6.3～12.5)μm。

(6) 密封圈公差

推荐的密封圈宽度公差见表 5-42。为了保证密封圈外表面与腔体内孔表面之间的过盈配合，密封圈外径的公差应符合表 5-43 的规定(由于密封圈外表面与腔体表面之间的过盈量是与密封圈的设计有关的一个特性，因此，供需双方有必要对采用的公差极限达成协议)。

表 5-42　密封圈的宽度公差　　mm

密封圈公称总宽度 b	b≤10	10<b≤14	14<b≤18	18<b≤25
公差	±0.3	±0.4	±0.5	±0.6

表 5-43　密封圈外径公差　　mm

公称外径 D	外径公差[a]			圆度[b]	
	金属骨架式	橡胶包覆式[c]		金属骨架式	橡胶包覆式
		NBR 包覆	ACM、AEM 或 VMQ 包覆		
D≤50	+0.20	+0.30	+0.35	0.18	0.25
	+0.08	+0.15	+0.20		
50<D≤80	+0.23	+0.35	+0.40	0.25	0.35
	+0.09	+0.20	+0.25		

续表 5-43　　mm

公称外径 D	外径公差[a]			圆度[b]	
	金属骨架式	橡胶包覆式[c]		金属骨架式	橡胶包覆式
		NBR 包覆	ACM、AEM 或 VMQ 包覆		
$80<D\leqslant120$	+0.25	+0.35	+0.45	0.3	0.5
	+0.10	+0.20	+0.25		
$120<D\leqslant180$	+0.28	+0.45	+0.55	0.4	0.65
	+0.12	+0.25	+0.30		
$180<D\leqslant300$	+0.35	+0.45	+0.60	外径的 0.25%	0.8
	+0.15	+0.25	+0.30		
$300<D\leqslant530$	+0.45	+0.55	+0.65	外径的 0.25%	1
	+0.20	+0.30	+0.30		

[a] 外径等于在相互垂直的二个方向上测得的尺寸的平均值。

[b] 圆度等于间距相同的三处或三处以上测得的最大直径和最小直径之差。

[c] 橡胶包覆式密封圈的外表面允许有波纹，但其外径公差应由供需双方协商确定。

(7) 尺寸标识代码

尺寸标识代码应由旋转轴和腔体的公称尺寸组成，见表 5-39；尺寸标识代码的示例见表 5-44。

表 5-44　尺寸标识代码示例　　mm

d_1	6	70	400
D	16	90	440
尺寸代码	006016	070090	400440

2. 外观疵点的识别

GB/T 21283.5—2008《密封元件为热塑性材料的旋转轴唇形密封圈　第 5 部分：外观缺陷的识别》对使密封圈的作用减弱的常见的密封圈表面缺陷进行了定义和分类，目的是为了方便制造商和用户商讨这些缺陷对不同的使用场合的影响。

(1) 密封唇接触部位

密封唇接触部位见图 5-33。

(2) 典型缺陷

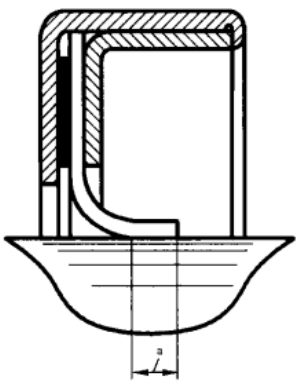
密封圈的典型缺陷列于表 5-45 和表 5-46 中，这些缺陷的图示见图 5-34～图 5-51。

表 5-45　典型缺陷

图 5-34 中的条号	描　　述	详细说明的图号	图 5-34 中的条号	描　　述	详细说明的图号
1	密封元件反向(内侧有流体动力辅助结构)	5-35	7	杂质	5-39
			8	聚合物孔洞	5-40
2	缺口	5-36	9	撕裂	5-41
3	不正确的流体动力辅助结构		10	填料凸出	5-42
4	密封层外径不均匀		11	密封垫挤出	5-43
5	割口	5-37	12	密封唇翻卷	5-44
6	龟裂	5-38	13	修边不完全	5-45

表 5-46　典型的混合缺陷

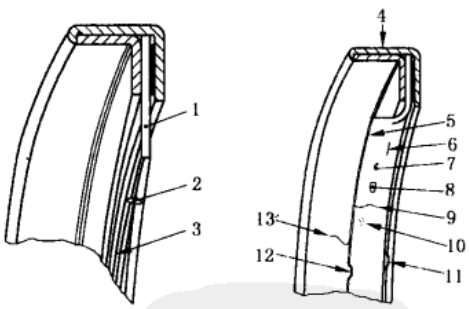
描　　述	详细说明的图号	描　　述	详细说明的图号
不正确的流体动力辅助结构	5-46	密封唇内圈与密封圈外圈偏心	5-50
密封元件表面粗糙	5-47	密封唇偏离外骨架直径(密封元件的外径尺寸不足)	5-51
夹持法兰的翻转不均匀	5-48		
密封垫缺失	5-49		



注：在磨损的情况下，密封唇接触部位的疵点会在其使用寿命内减弱旋转轴唇形密封圈的作用。根据各个制造商的设计标准，该尺寸可有不同。

[a] 密封唇接触部位。

图 5-33　密封唇接触部位



a) 密封唇定型前　　b) 密封唇定型后

图 5-34　典型缺陷

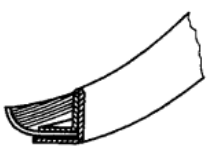


图 5-35　密封元件反向(内侧有流体动力辅助结构)

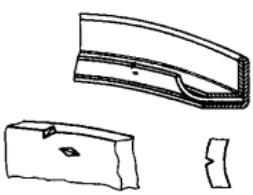


图 5-36　缺口

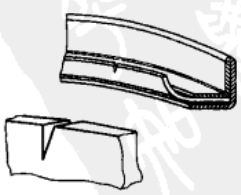


图 5-37　割口

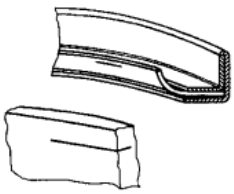


图 5-38　龟裂

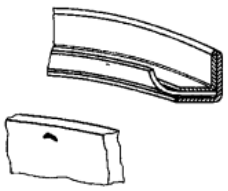


图 5-39　杂质

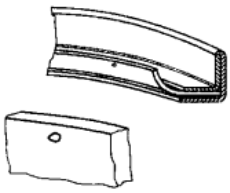


图 5-40　聚合物孔洞

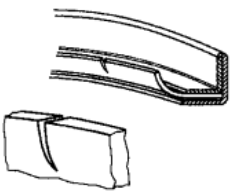


图 5-41　撕裂

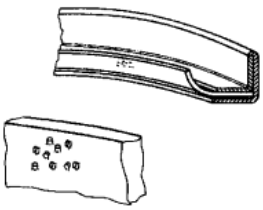


图 5-42　填料凸出

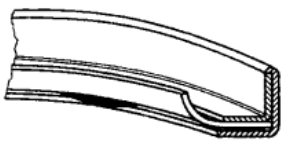


图 5-43　密封垫挤出

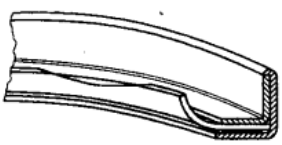


图 5-44　密封唇翻卷

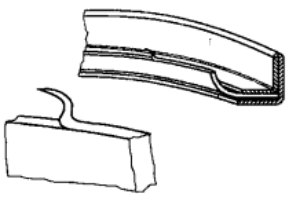
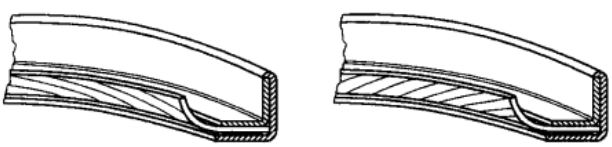


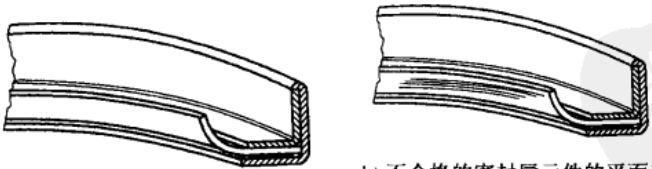
图 5-45　修边不完全或卷边



a）正确的螺旋方向：当从背面（空气一侧）看时，流体动力辅助结构与顺时针的旋转轴相配

b）不正确的螺旋方向

图 5-46　正确的和不正确的螺旋方向举例



a）合格的

b）不合格的密封唇元件的平面表面粗糙的图示说明，例如有机加工沟槽

图 5-47　密封元件表面粗糙

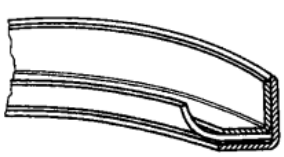


图 5-48　夹持法兰翻转不均



图 5-49　密封垫缺失

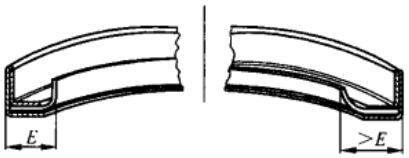


图 5-50　密封唇内圈与密封圈外圈偏心
（在主轴上的定型不正确）

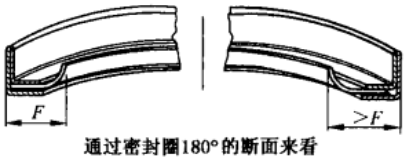


图 5-51　密封唇偏离外骨架直径
（密封元件的外径尺寸不足）

3. 密封圈附加部件上的外观缺陷

（1）密封圈外部周边的缺陷

密封圈外部周边上的缺陷有：刮伤、倒角错误、粘合不完全。

（2）副唇

副唇的缺陷有：撕裂、割口或缺口、未充满、飞边。

四、汽车液压制动橡胶皮碗

HG 2865—1997《汽车液压制动橡胶皮碗》适用于汽车液压制动缸（包括主缸和轮缸）用的橡胶皮碗。

1. 定义

（1）唇径：皮碗唇口最大外直径（见图 5-52）。

（2）端径：皮碗底部端面的外径。端径应在距底面规定的高度处测量，该高度通常为 3 mm（见图 5-52）。

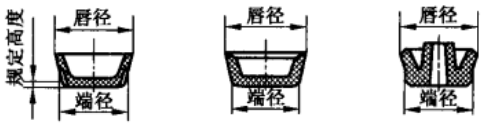


图 5-52　唇径和端径示意图

（3）皮碗工作面：指动密封一侧大于活塞直径或小于柱塞直径的过盈部分（见图 5-53）。

（4）皮碗偶合面：指与偶合件接触的表面。

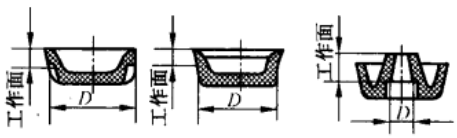


图 5-53　皮碗工作面示意图

（5）皮碗非工作面：除去工作面和偶合面之外的表面。

（6）导液槽：碗型和环型的主缸主皮碗有轴向直槽 6 或 8 条，或兼有模槽一条为返回冲程输导制动液的通道。

（7）唇径过盈量：皮碗唇径与制动缸缸径尺寸之差。

2. 分类及规格代号

（1）皮碗按工作温度范围分为三类，A 类：(－40～＋70) ℃，B 类：(－40～＋120) ℃，C 类：(－40～＋150) ℃。

（2）皮碗按制动缸分为主缸皮碗和轮缸皮碗两种。主缸皮碗由主皮碗和副皮碗相配套组成。皮碗按截面分为碗型和环型两种。

主缸主皮碗有导液碗型（见图 5-54）、导液环型（见图 5-55）、承压环型（见图 5-56）和位定环型（见图 5-57）四种。主缸副皮碗有环型（见图 5-58）、C 型（见图 5-59）两种。



图 5-54　导液碗型主缸主皮碗

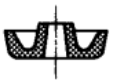


图 5-55　导液环型主缸主皮碗



图 5-56　承压环型主缸主皮碗



图 5-57　位定环型主缸主皮碗



图 5-58　环型主缸副皮碗



图 5-59　C 型主缸副皮碗

用于轮缸的皮碗有碗型(见图 5-60)、环型(见图 5-61)、反孔型(见图 5-62)三种。



图 5-60　碗型轮缸皮碗



图 5-61　环型轮缸皮碗



图 5-62　反孔型轮缸皮碗

(3) 皮碗的规格代号用其安装尺寸表示，例如：碗型皮碗缸径为 19mm，其规格代号即为“19”；环型皮碗缸径为 28 mm，孔径为 13 mm，高为 6.4 mm，其规格代号即为“28—13—6.4”。

对工作温度范围为(－40～＋120)℃和(－40～＋150)℃的皮碗，应在规格代号后分别加字母 B 或 C。

3. 要求

(1) 胶料的物理性能

胶料的物理性能要求见表 5-47，如供需双方同意，表 5-47 中的硬度指标还可定为(65±5)度。

表 5-47　胶料的物理性能要求

序号	项　目	试验条件			指　标			试验方法
		A 类	B 类	C 类	A 类	B 类	C 类	
1	硬度(邵尔 A)/度	—			60±5 或 70±5			GB/T 531.1
2	拉伸强度/MPa　不小于	—			10			GB/T 528
3	拉断伸长率/%　不小于	—			300			GB/T 528
4	压缩永久变形，A 型试样/%　不大于	70 ℃×24 h	120 ℃×24 h	150 ℃×24 h	30			GB/T 7759
5	热空气老化 硬度变化/度 拉伸强度下降率/% 不小于 拉断伸长变化率/% 不小于	70 ℃×96 h	120 ℃×72 h	150 ℃×72 h	 －5～5 －30 －30	 －5～10 －40 －40		GB/T 3512
6	耐液体 硬度变化/度 拉伸强度下降率/% 不小于 拉断伸长变化率/% 不小于 体积变化率/%	70 ℃×120 h	120 ℃×72 h	150 ℃×72 h	 －10～0 －25 －25 0～＋15	 －15～0 －40 －40 0～＋20		GB/T 1690 试验液为符合 GB 10830 中 JG 3 的制动液或供需双方同意的制动液
7	脆性温度/℃　不高于	—			－50			GB/T 1682

(2) 皮碗成品的理化性能

1) 皮碗成品的理化性能要求见表 5-48。如供需双方同意，表 5-48 中的硬度指标还可定为(65±5)度。

表 5-48　皮碗成品的理化性能要求

序号	项目			试验条件			指标		
				A 类	B 类	C 类	A 类	B 类	C 类
1	硬度(邵尔 A)/度			-			60±5 或 70±5		
2	耐液体	体积变化率/%		70 ℃×120 h	120 ℃×70 h	150 ℃×70 h	0～15	0～20	
		唇径变化率/%					0～5		
		端径变化率/%					0～5		
		硬度变化(邵尔 A)/度					−10～0	−15～0	
		外观变化					无发黏及异常现象		
3	沉淀	沉淀体积比/%　不大于					0.3		
4	金属腐蚀	质量变化量/(g/m^2)	镀锡铁皮	100 ℃×120 h			±2		
			钢				±2		
			铝				±1		
			铸铁				±2		
			黄铜				±4		
			铜				±4		
			锌				±4		
		金属试片外观变化					无腐蚀痕迹，允许变色		
		皮碗端径变化率/%					0～5		
		皮碗外观变化					无发黏及异常现象		
		沉淀体积比/%　不大于					0.2		
5	贮存腐蚀皮碗接触的金属工作表面变化			在相对湿度 95%下，以 45 ℃×16 h 和 20 ℃×8 h 为 1 周期，共 12 周期			无腐蚀痕迹，允许变色		
6	工作耐久性	试后唇径过盈量/mm 不小于		工作频率：1 000 次/h			缸径	小于 19	20.5～26	28～38	大于 42
				70 ℃×120 h	120 ℃×70 h	150 ℃×70 h	主碗	0.30	0.40	0.51	0.65
				液压 3.5 MPa 供需双方同意时可为 7.0 MPa	液压 7.0 MPa		轮碗	0.40	0.51	0.65	0.75
		缸壁、活塞工作面外观变化					无腐蚀痕迹，允许变色				
		试验过程主缸液压					稳定				
		试验过程密封状态					无制动液滴下				
7	低温密封，泄漏			−40 ℃×120 h			无制动液滴下				
8	耐寒	低温弯曲		−40 ℃×22 h			无裂口，1 min 内基本复原				
		硬度变化(邵尔 A)/度					0～25				

2）对耐寒试验中的硬度变化，当皮碗的硬度为(70±5)度时，低温下测得的皮碗硬度应不高于95度，当皮碗硬度为(60±5)度或(65±5)度时，低温下测得的皮碗硬度应不高于90度。

3）表5-48中第2,3,4,6,7项用试验液为符合GB 10830中JG 3的制动液或供需双方同意的制动液。

(3) 皮碗的尺寸及公差

皮碗的尺寸及公差应符合图纸的规定，唇径公差应符合GB/T 3672.1中M 1级的规定，但上公差均规定为+0.30。未注公差的尺寸，其公差应符合GB/T 3672.1中M 3级的规定。

皮碗的尺寸用分度值为0.02 mm的量具进行检验。

(4) 外观质量

1）皮碗表面应清洁、平整、色泽均匀，不允许有气泡、损伤，主皮碗导液槽处不允许有胶边。

2）皮碗的唇口处不允许有任何缺陷。工作面外表面距唇口4 mm内不允许有轴向纹路。

3）皮碗偶合面允许有一处缺陷。

4）皮碗非工作面允许有二处缺陷。

5）同一皮碗表面缺陷总数不允许超过二处。

6）皮碗表面缺陷限度见表5-49。

表5-49　皮碗表面缺陷限度

缺陷名称	缺陷限度
模痕	长不大于2 mm，宽不大于0.5 mm，深或高不大于0.2 mm
缺胶	皮碗拐角周向处的缺胶，长度不大于3 mm
杂质	粒状杂质的最长处不大于0.5 mm，线状杂质的长度不大于4 mm
流痕	长不大于4 mm，宽不大于0.2 mm，深不大于0.1 mm
过度修边	深不大于0.2 mm，宽不大于1 mm，长度不大于周长的一半

4. 理化性能试验方法

(1) 成品硬度试验

1）试验装置

a. 硬度计———符合GB/T 531.1规定的橡胶硬度计；

b. 橡胶座——用与测试皮碗硬度级相同的胶料制成，形状如图5-63所示。



图5-63　橡胶座

2）程序

将测试皮碗放入相应的橡胶座内，使硬度计的压针与被测面垂直测量并读取硬度值，每个试样测量不同的三点，结果取中值。

(2) 成品耐液体试验

1）试样制备

任取四件皮碗按表 5-48 规定的试验条件在制动液中浸泡之后，用乙醇清洗，清洗时间不应超过 30 s。

2）体积变化率

体积变化率按 GB/T 1690 规定进行试验。

3）唇径变化率和端径变化率

a. 测量浸泡前皮碗的唇径和端径。

b. 用滤纸吸干皮碗上的乙醇，在(30～40)min 内，用读数显微镜测量互相垂直的两处唇径和端径，精确至 0.02 mm。

c. 唇径变化率和端径变化率按式(5-1)计算：

$$\text{唇径或端径变化率}(\%)=\frac{D_2-D_1}{D_1}\times 100 \quad \cdots\cdots (5\text{-}1)$$

式中：D_1——浸泡前唇径或端径，mm；D_2——浸泡后唇径或端径，mm。

d. 试验结果取算术平均值。

4）硬度变化

分别测定皮碗浸泡前和浸泡后的硬度。硬度变化按式(5-2)计算：

$$\text{硬度变化}=\text{浸泡后硬度}-\text{浸泡前硬度} \quad \cdots\cdots (5\text{-}2)$$

5）外观变化

皮碗的外观变化用目视法进行检查。

(3) 沉淀试验

1）试验装置

a. 试样瓶——容积约 350 mL，广口磨砂塞无色玻璃瓶，底部直径(70～80)mm；

b. 锥形刻度离心试管——容积 20 mL，管口直径(20～24)mL，长(100～120)mm；

c. 电动离心机——能连续调速，并能使离心管重心处达到 600～700 倍重力加速度；

离心机转速可按式(5-3)确定：

$$N\approx 30\sqrt{\frac{n}{r}} \quad \cdots\cdots (5\text{-}3)$$

式中：N——离心机转速，r/min；n——重力加速度倍数；r——离心管重心至转轴中心线的垂直距离，m。

例：$n=659$　$r=0.15$ m　　则：$N=2\,000$ r/min

d. 烘箱——电热鼓风恒温干燥箱。烘箱温度可按试验条件调节。

2）试样制备

从试样中任取皮碗两件，按圆心角剪取大致相同的扇形块各一块，共重(4±0.2)g。

3）程序

取试样瓶两个，各加入制动液 75 mL。其中一个放试样，另一个做空白试验用，都盖严瓶塞，同时放入已调整到规定温度的烘箱中。经过规定时间后，从烘箱中取出试样瓶，在室温中冷却 24 h。以镊子夹住试样，充分摇动后取出试样。剧烈搅匀试样瓶中的制动液，立即注入两支离心试管至 20 mL 刻度处，对称放入离心机中，开动离心机，达到规定的转速，经10 min后停机。让离心机惯性停转，取出离心试管，读取沉淀量。再置于离心机中转动 10 min，检查前后两次沉淀量有无可判断的差别。如有差别，应再置于机中转 10 min，并以

末次沉淀量作为计算的数值。如超过，应再取一支离心试管，从剩余的制动液中取 20 mL 注入此管，配一支盛水的离心试管，按上述离心沉淀操作。得出沉淀量，以三支离心试管的沉淀体积比的算术平均值作为试验结果。

空白试验程序同上。

4）沉淀体积比按式(5-4)计算：

$$\text{沉淀体积比}(\%)=\frac{V_1-V_2}{20}\times 100 \quad \cdots\cdots (5\text{-}4)$$

式中：V_1——放试样液体的沉淀体积，mL；V_2——空白试验沉淀体积，mL。

(4) 金属腐蚀试验

1）试验装置

a. 分析天平——称量精度 0.1 mg；

b. 试样瓶——容积为(350～400)mL 广口磨砂塞无色玻璃瓶，底部直径(70～80)mm(或图 5-64 所示的试样瓶)。

c. 锥形刻度离心试管——容积 20 mL，管口直径(20～24)mm，长(100～120)mm。

d. 电动离心机——能连续调速，并能使离心管重心处达到 600～700 倍重力加速度。

e. 烘箱——电热鼓风恒温干燥箱。

2）试样制备

a. 皮碗——任取碗型皮碗“28”二件。

b. 金属试片——两组，每组的品种、牌号及尺寸见表 5-50 和图 5-65。

表 5-50　金属试片品种、牌号及厚度

品种	镀锡铁皮	钢	铝	铸铁	黄铜	铜	锌
牌号	见 GB/T 2520	45	LY12-CZ	HT20-40	H62	T3	Zn-2
厚度	0.3～0.5	1～3	1～3	3～5	1～3	1～3	3～5

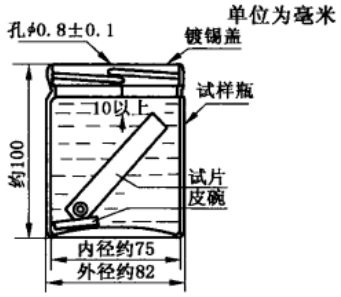


图 5-64　金属腐蚀试验试样瓶

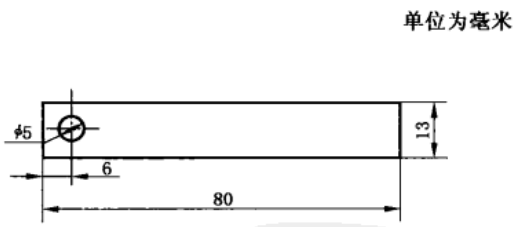


图 5-65　金属试片尺寸

c. 取皮碗和金属试片两组，作平行试验。除镀锡铁皮(马口铁)外，每一试片都用 200 号砂纸擦去试片表面的伤痕和凹坑，再用 00 号砂纸抛光，直至无可见的麻点，每种金属各用一张新的砂纸。然后以脱脂棉蘸 95%乙醇清洗全部金属试片，然后再用干净的脱脂棉抹拭，以不再污染脱脂棉为止，抛光后的金属试片，应用洁净的镊子来挟取，防止手指接触。将试片置于干燥器中 1 h。

d. 称量每个试片，精确到 0.1 mg，按镀锡铁皮、钢、铝、铸铁、黄铜、铜和锌的顺序，用 4 mm直径的螺栓穿上，旋紧螺母，使各试片能处于电解接触状态。

e. 除铸铁试片外，其余试片扳开，自由端间隔约 10 mm(见图 5-66)。

3) 程序

a. 将 190 mL 制动液与 10 mL 蒸馏水注入试样瓶中，放进"28"皮碗，唇口朝上，然后把组装好的金属试片放入，其螺栓端与皮碗的内底面接触，自由端向上；盖严瓶塞，把试样瓶放进已调至(100±1)℃的烘箱中，经(120±2)h 从烘箱中取出试样瓶，在室温中冷却(60～90)min；以镊子挟住金属试片组，让试片组在瓶中的制动液内充分搅动，以抖落黏附在试片上的沉淀物。

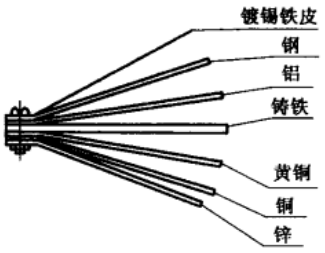


图 5-66　金属试片排列示意图

b. 拆散金属试片组，用 95%乙醇浸洗，再用脱脂棉蘸乙醇擦净试片，检查各试片表面腐蚀及斑点情况，然后将各试片置于干燥器中保持 1 h，逐片称量。

c. 按成品耐液体试验中的规定测定皮碗端径变化率；按成品耐液体试验中的规定检查皮碗外观变化；按沉淀试验的规定测定沉淀体积比；质量变化量按式(5-5)计算：

$$\text{质量变化量}(g/m^2)=\frac{W_1-W_2}{S} \quad \cdots\cdots (5\text{-}5)$$

式中：W_1——腐蚀前质量，g；W_2——腐蚀后质量，g；S——试片表面积(包括侧面积)，m^2。

平行试验的结果，同品种金属试片的质量变化量相差应不大于 0.5 g/m^2。

(5) 贮存腐蚀试验

1) 试验装置

恒温恒湿箱：能保持相对湿度 92%～98%，温度分别为(20±1)℃及(45±1)℃。

2) 试样

制动轮缸总成三个。

3) 程序

a. 用乙醇清洗总成各零件，采用干布擦去零件上的乙醇，待零件干燥后用皮碗专用润滑脂涂抹于缸壁、活塞、弹簧及皮碗的整个表面，将零件组装成总成，并将保护套装上，清洗皮碗时不得在乙醇中浸泡 30 s 以上。

b. 制动缸总成的进液、排气等孔，除保留一个敞开外，都应堵塞，总成放入恒温恒湿箱中，要把敞开的孔朝下。

c. 制动缸总成在(45±1)℃，92%～98%相对湿度条件下，放置(16±1)h，然后在(20±1)℃，92%～98%相对湿度条件下放置(8±1)h，以此作为一个周期，共进行 12 个周期。

d. 经 12 个周期的试验后，拆散总成，取出皮碗。用干布擦净缸壁上的润滑脂，在明亮的光线下观察与皮碗相接触及邻近一段缸壁表面有无腐蚀、变色或污染，其余缸壁部位不需检查。

(6) 工作耐久性试验

1) 试验装置(见图 5-67)

a. 烘箱——电热鼓风恒温干燥箱，其容积能安装一个主缸、四个轮缸和安装设备；

b. 推动装置——能提供主缸活塞进行往复运动的动力，保持频率为(1 000±100)次/h；

c. 轮缸装置——能调整液压(见图 5-68)。

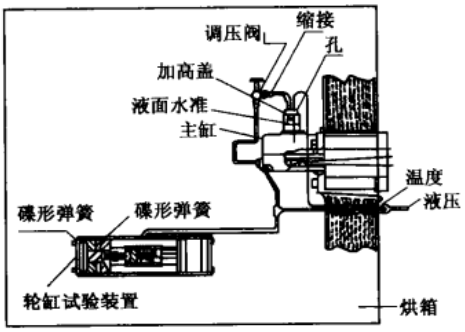


图 5-67　工作耐久性试验装置

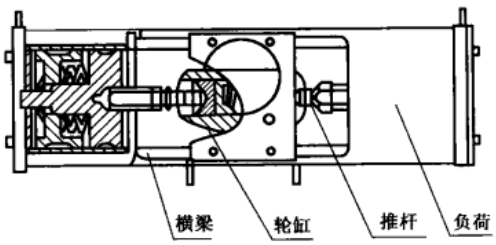


图 5-68　轮缸试验装置

2）试验条件

试验条件见表 5-51。

表 5-51　工作耐久性试验试验条件

分类	烘箱温度/℃	液压/MPa	时间/h
A 类	70±5	3.5±0.3 或 7.0±0.3	120±2
B 类	120±5	7.0±0.3	70±1
C 类	150±5	7.0±0.3	70±1

3）程序

a. 用乙醇清洗主缸、轮缸、活塞、管路等零件，用布擦干各零件，测量各制动缸缸径。用乙醇清洗待试的皮碗，清洗时间不超过 30 s，用滤纸吸干皮碗上的乙醇。

b. 将各零件浸入制动液内，按规定组装主缸及轮缸总成，但不装保护罩。

c. 将主缸、轮缸装入烘箱，接通管道，向主缸注入制动液至规定液面高度，排除各总成及管道中的空气，确保各泄漏点均达到密封状态。调整主缸活塞行程为其规定有效行程的 90%，轮缸行程(4.8±0.5)mm(单程)或按该规格实际行程，调整液压，检查往复频率，均应符合试验条件。

d. 加热烘箱 2 h，以稳定在试验条件规定的温度；在每个总成的活塞杆下方，各放滤纸一张。

e. 从开始试验至试验结束，应注意滤纸上有无制动液滴，并注意补充制动液，以保持主缸液面高度不低于规定高度。

f. 试验达到规定时间，结束试验，停止烘箱加热，停止主缸运行，活塞返回原位，自然冷却 24 h，然后以(0.1～0.7)MPa 的液压推动主缸活塞，保持不动 5 s，检查主缸及轮缸有无制动液滴下，液压能否保持不下降。

g. 从装置上卸下各总成，拆散总成。用乙醇清洗各零件，并用布擦干。查看缸壁、活塞工作面有无外观变化。皮碗在乙醇中的清洗时间不得超过 30 s，擦干时应防止皮碗局部变形。

h. 测量试验后皮碗的唇径。

4）试验后唇径过盈量

试验后唇径过盈量按式(5-6)计算：

试验后唇径过盈量＝试验后唇径－缸径 …… (5-6)

(7) 低温密封试验

1) 试验装置(见图 5-69)

a. 低温箱——能保持温度(－40±2)℃,容积足够安置主缸总成一个与轮缸总成一个;

b. 推动装置——手动推杆和支架。

2) 程序

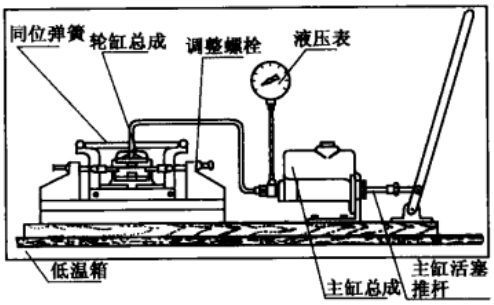


图 5-69　低温密封性能试验装置

a. 拆散主轮缸总成,用乙醇清洗各零件,其中皮碗浸洗时间不得超过 30 s,组装主缸及轮缸总成,但不装保护套。

b. 将主缸及轮缸总成放进低温箱,在支架上安装好,往主缸注满制动液,并排尽空气,在主缸及轮缸下面各放一张滤纸。

c. 封闭低温箱,使整个试验过程的(120±2)h 内保持温度在(－40±2)℃,在开始的(72±2)h 前,保持主缸静止,72 h 以后(包括 72 h),每隔 24 h(72 h±2 h,96 h±2 h,120 h±2 h)推动主缸活塞六次,液压为 0.7 MPa,接着推动主缸活塞六次,液压为 3.5 MPa。每次推动时间相隔 1 min,每次推动后,活塞都应回到原始静止位置。

d. 在这 120 h 的试验过程中,不允许滤纸上出现液滴。

(8) 耐寒试验

测量皮碗的硬度,将皮碗及橡胶座放入低温箱中,在(－40±2)℃下停放(22±1)h 后,用硬度计在低温箱中立即测量硬度。接着手指将皮碗弯曲至对径相接,并立即松开。在 1 min 内检查有无变形及裂纹(见图 5-70)。

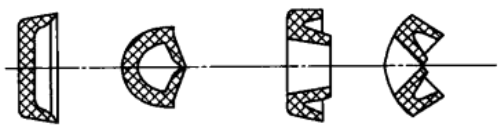


图 5-70　皮碗弯曲示意图

5. 主缸活塞行程与液压关系

(1) 缸径 25 mm,行程(25±0.4)mm,液压(3.5±0.3)MPa(见图 5-71)。

(2) 缸径 28.58 mm,液压 7.0 MPa(见图 5-72)。

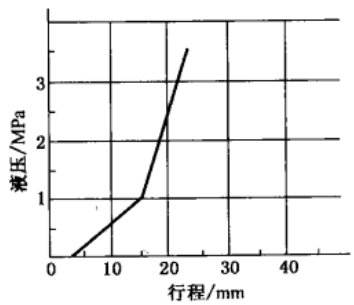


图 5-71　缸径 25 mm 的主缸活塞的行程与液压的关系

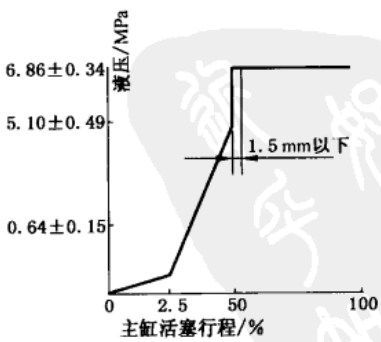


图 5-72　缸径 28.58 mm 的主缸活塞的行程与液压的关系

五、汽车制动气室橡胶隔膜

HG 2950—1999《汽车制动气室橡胶隔膜》规定了汽车制动气室用橡胶隔膜的尺寸、材料、外观质量等要求，还规定了抽样和试验方法。

1. 要求

(1) 材料

制造橡胶隔膜所用的材料应符合有关标准要求。

(2) 硫化橡胶的物理性能

硫化橡胶的物理性能应符合表 5-52 的要求。硫化橡胶试样制备按 GB/T 2941 的规定进行。

表 5-52　硫化橡胶的物理性能

序号	物理性能		指标		试验方法
1	硬度(邵尔 A)/度		50±5	60±5	GB/T 531
2	拉伸强度/MPa	最小	12		GB/T 528
3	拉断伸长率/%	最小	300	250	GB/T 528
4	压缩永久变形(70 ℃×70 h)/%	最大	35		GB/T 7759
5	脆性温度/℃	不高于	−45		GB/T 1682
6	热空气老化(70 ℃×70 h)				GB/T 3512
	硬度变化(邵尔 A)/度		−5～+10		
	拉伸强度变化率/%	最大	−25		
	拉断伸长率变化率/%	最大	−30		
7	硫化橡胶与织物粘合强度/kN/m	不小于	2.5		GB/T 532

(3) 产品尺寸

产品尺寸应符合图样的要求。产品尺寸测量按 GB/T 2941 的规定进行测量。

(4) 产品外观质量

除另有规定外，产品外观质量应符合表 5-53 要求。产品的外观质量用目视或分度值为 0.02 mm 的量具进行测量。

表 5-53　产品外观质量

序号	缺陷名称	指标
1	模痕	允许有，但凹凸度不大于 0.3 mm，长不大于 1.5 mm
2	气泡	直径(2～3)mm，或深不大于 0.5 mm 的气泡，不允许多于二处
3	杂质	长不大于 3 mm，宽不大于 1.5 mm，或深不大于 0.5 mm，不允许多于二处
4	缺胶	长不大于 3 mm，宽不大于 1.5 mm，或深不大于 0.5 mm，不允许多于二处
5	织物断裂	不允许有
6	修边损伤	深不大于 1 mm，累计长度不大于周长的 1/6
7	边缘毛边凸出	高不允许大于 1 mm

续表 5-53

序号	缺陷名称	指　　标
8	流痕(包括水波纹及轻微麻点)	允许存在,但不允许有裂口
9	周边缺布	累计长度不允许大于周长的 1/6
10	累计缺陷	序号 2、3、4 项缺陷总数不允许超过四处

(5) 产品寿命

产品寿命为 25 万次;寿命试验后试样在 $0.6^{+0.2}_{-0.1}$ MPa 压力下,保压 1 min,气压下降值不大于 30 kPa。

2. 试验方法

(1) 装置

产品寿命试验装置见图 5-73 和图 5-74。

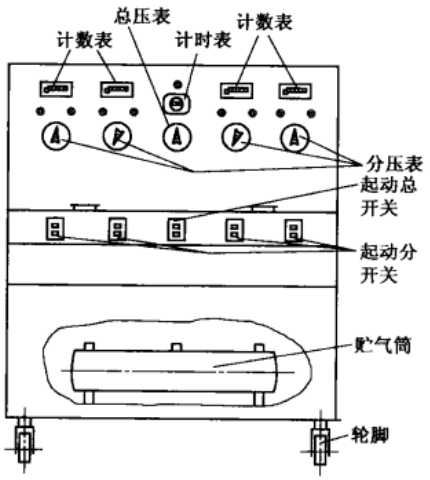


图 5-73　汽车制动气室橡胶隔膜台架寿命试验装置(正视图)

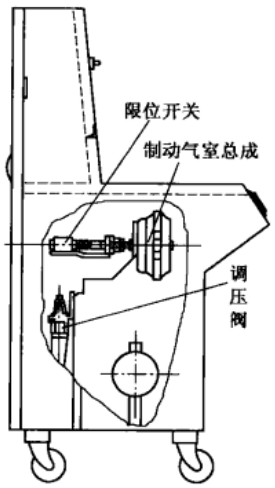


图 5-74　汽车制动气室橡胶隔膜台架寿命试验装置(侧视图)

(2) 试样

应从符合要求的一批产品中随机抽取两只。

除另有规定外,试样的结构分为Ⅰ型和Ⅱ型,如图 5-75 所示,其主要尺寸应符合表 5-54 的规定。

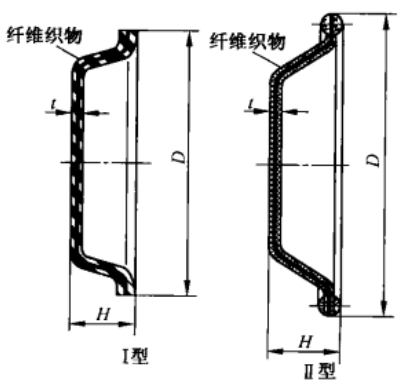


图 5-75　试样结构图

表 5-54　试样的主要尺寸　　mm

型式	D	H	t
Ⅰ-2	178±1.5	40±0.7	4±0.4
Ⅱ-2	179±1.5	40.5±0.7	3±0.3

(3) 试验前的准备工作

装配试样前，各气室主要零件尺寸、外观应符合有关规定。

(4) 试验条件

除另有规定外，其试验条件应符合 GB/T 2941 的规定。

(5) 试验步骤

1) 将所需制动气室固定在支架上，试样分别装在制动气室内，校正活塞与试样的位置，使二者分别处于自由状态。用卡箍箍紧，保障试样在 $0.6^{+0.2}_{-0.1}$ MPa 压力下，保压 1 min，气压下降值不大于 10 kPa。

2) 调节限位座上的螺母，使其行程达到(28±2)mm。

3) 接通电源、气源，调节调压阀使气压为 $0.6^{+0.2}_{-0.1}$ MPa。

4) 保持工作频率(15±1)次/min 和每次进气时间不大于 0.6 s。

5) 将记数器复零，开始试验。

6) 当记数器读数达 25 万次时(亦可用实际试验时间换算)，应停止试验。

7) 试样在 $0.6^{+0.2}_{-0.1}$ MPa 压力下，保压 1 min，观察气压下降值。

六、汽车液压盘式制动缸用橡胶密封圈

HG/T 3612—1999《汽车液压盘式制动缸用橡胶密封圈》适用于非石油基制动液的汽车盘式制动缸用橡胶密封圈。

1. 分类

标准规定的密封圈材料按使用温度分为 A、B 两类：A 类材料在一般工作温度条件下使用，最高使用温度为 120 ℃；B 类材料在高温工作条件下使用，最高使用温度为 150 ℃。

2. 要求

(1) 材料与工艺

1) 所有原材料及制造工艺应当遵照有关技术规范的要求。

2) 硫化橡胶的物理性能要求见表 5-55。试样按 GB/T 2941 规定进行制备。试样环境按 GB/T 2941 的规定进行调节。试验中所用制动液应为 GB 12981 中规定的制动液或由供需双方商定的制动液。

3) 密封圈的物理性能要求见表 5-56。

表 5-55　硫化橡胶的物理性能要求

序号	项　　目		指　　标		试验方法
			A 类	B 类	
1	硬度(IRHB 或邵尔 A)/度		70±5 或 75±5		GB/T 531、GB/T 6031 (仲裁时采用 GB/T 6031)
2	拉伸强度/MPa	最小	10		GB/T 528
3	拉断伸长率/%	最小	200	140	GB/T 528
4	压缩永久变形/%，B 型试样 A 类 120 ℃×24 h B 类 150 ℃×24 h	最大	30		GB/T 7759

续表 5-55

序号	项　　目	指　　标		试验方法
		A 类	B 类	
5	热空气老化 A 类 120 ℃×72 h B 类 150 ℃×72 h 硬度变化(IRHD 或邵尔 A)/度 拉伸强度变化率/%　　最大 拉断伸长率变化率/%　　最大 老化后状态	 0～+15 −40 −40 不允许出现龟裂、变形、气泡等外观上的异常		GB/T 3512
6	耐液体 A 类 120 ℃×70 h B 类 150 ℃×70 h 硬度变化(IRHD 或邵尔 A)/度 拉伸强度变化率/%　　最大 拉断伸长率变化率/%　　最大 体积变化/% 试验后状态	 −15～0 −40 −40 0～+15 不允许出现龟裂、变形、气泡等外观上的异常及炭黑析出		GB/T 1690

表 5-56　密封圈的物理性能要求

序号	项　　目	指　　标	
		A 类	B 类
1	沉淀 A 类 120 ℃×70 h B 类 150 ℃×70 h 沉淀体积比/%　　最大	 0.3	
2	金属腐蚀性 100 ℃×120 h 镀锡铁皮质量变化/(mg/cm²)　最大 钢片质量变化/(mg/cm²)　最大 铝片质量变化/(mg/cm²)　最大 铸铁片质量变化/(mg/cm²)　最大 黄铜片质量变化/(mg/cm²)　最大 铜片质量变化/(mg/cm²)　最大 锌片质量变化/(mg/cm²)　最大 金属试片外观变化 密封圈外观	 ±0.2 ±0.2 ±0.1 ±0.2 ±0.4 ±0.4 ±0.4 不允许有肉眼可见的腐蚀所致孔洞或表面粗糙，但允许变色 在形状和表面状态上不允许有显著变化	
3	耐寒性 −40 ℃×22 h 低温弯曲试验	 不允许产生裂纹，1 min 内应基本恢复原状	

续表 5-56

序号	项　　目	指　　标	
		A 类	B 类
4	低温密封 −40 ℃×120 h	不允许有泄露	
5	常温工作耐久性 温度(4～35)℃ 液压(7±0.3)MPa 频率(17±1)min^{-1} 工作次数 5×10^5	1）试验期间不允许有因密封圈泄露导致的压力下降； 2）不允许有从密封圈处的漏液； 3）密封圈应无有害变形、磨损及其他缺陷； 4）活塞及气缸内部与密封圈接触及其附近部位，不允许有肉眼可见的腐蚀；但轻微的污斑或变色是允许的	
6	高温工作耐久性 A 类温度 120 ℃×70 h B 类温度 150 ℃×70 h 液压(7±0.3)MPa 频率(17±1)min^{-1} 工作次数 5×10^5	1）试验期间不允许有因密封圈泄露导致的压力下降； 2）不允许有从密封圈处的漏液； 3）密封圈应无有害变形、磨损及其他缺陷； 4）活塞及气缸内部与密封圈接触及其附近部位，不允许有肉眼可见的腐蚀；但轻微的污斑或变色是允许的	

（2）外观质量

密封圈的表面应加工良好，应无有害的气泡、裂纹伤痕、毛边、异物等。密封圈的外观质量用目视或精度为 0.02 mm 的量具进行检查。

（3）尺寸和尺寸公差

密封圈的尺寸及尺寸公差应符合图样的规定。密封圈的尺寸用精度为 0.02 mm 的量具进行测量。

3. 物理性能试验方法

（1）沉淀试验

1）试验装置（见图 5-76）

a. 试验瓶：容积约为 350 mL，广口磨砂塞无色玻璃瓶，底部直径(70～80)mm(或图 5-76 所示的试验装置)。

b. 锥形刻度离心试管：容积 20 mL，管口直径(20～24)mm，长(100～120)mm。

c. 电动离心机：能连续调速，并能使离心管重心处达到 600～700 倍重力加速度。

离心机转速可按式(5-3)确定。

d. 烘箱：电热鼓风恒温干燥箱。烘箱温度可按试验方法要求调节[A 类试样(120±2)℃，B 类试样(150±2)℃]。

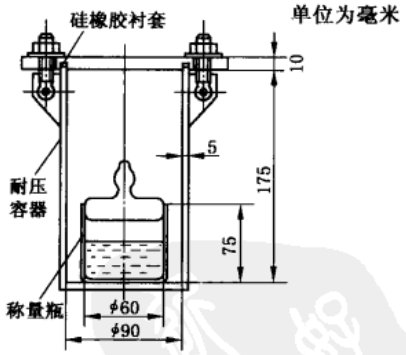


图 5-76　沉淀试验装置

2）试样

从样品中任取两个密封圈，按圆心角剪取大致相同的两整段，作为一组试样，共重(4±0.2)g。共取两组试样。用 95%乙醇清洗干净。

3）试验步骤

a. 取试样瓶三个，各加入制动液 75 mL，往其中两个试样瓶中各放入一组试样，另一个

做空白试验用，都盖严瓶塞，将它们同时放入已调节到规定温度[A类(120±2)℃，B类(150±2)℃]的烘箱中。经过(70±1)h后，从烘箱中取出试样瓶，在室温中冷却24 h。

b. 对于每个试样瓶，以镊子夹住试样，充分摇动后取出试样，摇匀试样瓶中的制动液，立即注入一支离心试管至20 mL刻度处，放入离心机中，开动离心机，达到规定的转速。经10 min后停机，让离心机惯性停转。取出离心试管，读取沉淀体积值。再置于离心机中转动10 min，检查前后两次沉淀体积有无可判断的差别。如有差别，应再置于机中转10 min，并以末次沉淀作为读取值。

c. 同时进行两组试样试验和空白试验。计算每一组试样的沉淀体积比。以两组试样的沉淀体积比的算术平均值作为试验结果。

4) 沉淀体积比按式(5-4)计算。

(2) 金属腐蚀试验

1) 试验装置

a. 分析天平：称量精度0.1 mg。

b. 试验瓶：容积为(350～400)mL的广口磨砂塞无色玻璃瓶，底部直径(70～80)mm(或见皮碗成品理化性能试验方法中的图5-64所示的试样瓶)。

c. 烘箱：电热鼓风恒温干燥箱。温度调节至(100±2)℃

2) 试样

a. 密封圈：任取密封圈试样两个，用95%乙醇清洗干净；

b. 金属试片：两组，每组的品种、牌号及尺寸见表5-50和图5-65(见皮碗成品理化性能试验方法)。

3) 试验方法

取密封圈和金属试片两组作平行试验。每一金属试片(除镀锡铁皮外)都用200号砂纸擦去试片表面伤痕凹坑，再用00号砂纸抛光。每种金属试片各用一张新的砂纸。然后以脱脂棉蘸95%乙醇清洗全部金属试片，再用干净的脱脂棉抹拭，以不再污染脱脂棉为止。抛光后的金属试片，应用干净的镊子夹取，防止手指接触。将金属试片置于干燥器中1 h。

称量每个金属试片(精确到0.1 mg)，按镀锡铁皮、钢、铝、铸铁、黄铜、铜和锌的顺序，用4 mm直径的螺栓穿上，旋紧螺母使各试片直接接触。

以铸铁试片为中心，将其余金属试片向两侧扳开，自由端间隔约10 mm(见皮碗成品理化性能试验中的图5-66)。把装好的金属试片用95%乙醇浸洗后，用吹风机吹干，再置于干燥器中保持1 h以上。

取密封圈试样，将其平放于试样瓶中底部，将760 mL制动液与40 mL水配制成混合制动液。往试样瓶中加入350 mL混合制动液。然后把组装好的金属试片放入，使其联接端置于密封圈之上，自由端向上并保持被浸没至自由端距液面约10 mm(见图5-64)，盖严瓶盖，把试样瓶放进已调节到(100±2)℃的烘箱中，经(120±2)h，从烘箱中取出试样瓶，在室温中冷却(60～90)min，以镊子夹住金属试片组，让试片组在瓶中的制动液内充分摇动，以清除粘附在试片上的沉淀物。

拆散金属试片组，用95%乙醇清洗，再用脱脂棉蘸乙醇擦净试片，检查各试片表面腐蚀及斑点情况，然后将各试片置于干燥器中保持1 h，逐片称量(精确至0.1 mg)。

各金属试片质量变化量按式(5-5)计算。

平行试验的结果同品种金属试片的质量变化量相差应不大于 0.05 mg/cm²。

用镊子夹持密封圈，把黏附在其上的沉淀物洗落在试验液中后取出，用 95%乙醇清洗密封圈，然后用吹风机吹干，检查密封圈外观，有无发黏、裂纹及破损等情况。

(3) 耐寒性试验

1) 试验装置

低温箱：恒温至(－40±2)℃。

2) 试验步骤

把密封圈放入(－40±2)℃的低温箱中停放(22±1)h 后，在低温箱中用手指弯曲密封圈至其内壁接触(如图 5-77 所示)，然后立即松开手指，在 1 min 内检查密封圈恢复原形的过程，有无变形。然后，移出低温箱，检查密封圈有无裂纹产生。

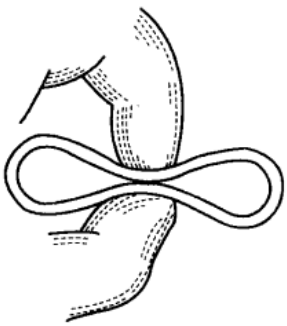


图 5-77　密封圈弯曲方法

在进行弯曲试验时，注意应带上尼龙丝或细布手套操作。

(4) 低温密封试验

1) 试验装置(见图 5-78)与试样

a. 制动钳总成：制动机构及制动装置用常规方法，具有正常的零件组装，必要时可进行适当调整。

b. 加压装置：加压装置为手动加压装置，如图 5-78 所示，加压装置要固定在比制动钳总成高(300～600)mm 的位置。

c. 装配夹具：在未特别指定时，装配夹具使制动钳总成的位置、安装角度等可按与实际车辆相当的安装状态固定(图 5-79)。

d. 恒温槽：能把制钳总成保持在(－40±2)℃中的装置。

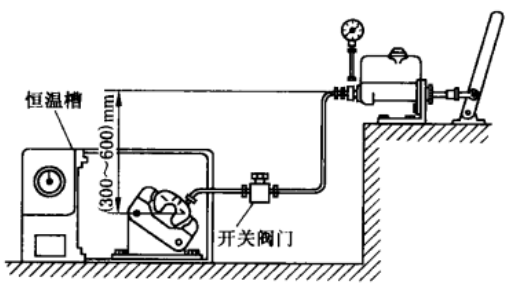


图 5-78　低温密封试验装置

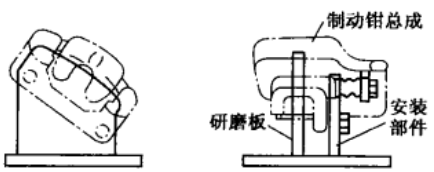


图 5-79　装配夹具

e. 衬垫：衬垫按厚度要求准备全新、半磨损、三分之二磨损及全磨损状态的。或通过依次抽出垫隙片，使活塞位置移到相当于上述衬垫的磨损状态的位置也可以。

2) 试验步骤

a. 采用新衬垫把制动钳总成固定在装配夹具上。充分排除空气。

b. 在(－40±2)℃的低温氛围中放置 72 h。

c. 在(1±0.07)MPa 和进而在(4±0.3)MPa 条件下，各施加 6 次液压。液压间隔60 s，保持 5 s。

d. 换上半磨损状态的衬垫，用能使活塞移动的最小液压使其移动，使活塞移至相当于衬垫半磨损状态的位置。

e. 活塞移动 30 min 后，观察并记录漏液情况。进而在低温氛围中放置 24 h，进行 c 的操作。

f. 换上三分之二磨损状态的衬垫，用能使活塞移动的最小液压使其移动，使活塞移至相当于衬垫三分之二磨损状态的位置。

g. 进行 e 的操作。

h. 换上全磨损状态的衬垫，用能使活塞移动的最小液压使其移动，使活塞移至相当于衬垫全磨损状态的位置。

i. 活塞移动 30 min 后，观察并记录漏液情况。

(5) 常温工作耐久性试验

1) 试验装置与试样

a. 制动钳总成：制动机构及制动装置用常规方法，具有正常的零件组装，必要时可进行适当调整。

b. 加压装置：为自动加压装置，如图 5-80 所示，能使制动钳总成的加压自动地重复进行，频率为(17±1)min^{-1}[或(1 000±100)h^{-1}]，能在一个工作行程里在制动钳总成上负载 14 MPa 的压力。

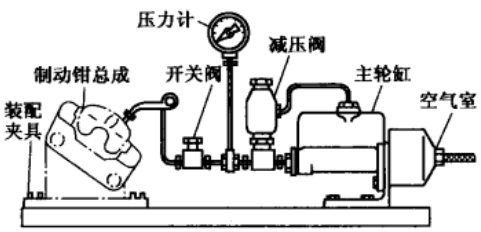


图 5-80　自动加压装置

c. 装配夹具：在未特别指定时，装配夹具使制动钳总成的位置、安装角度等可按与实际车辆相当的安装状态固定(见图 5-79)。

d. 衬垫，按厚度要求用半磨损状态的。

2) 试验步骤

a. 制动钳总成组装后，将制动钳总成固定在装配夹具上。充分排除空气。

b. 按以下试验条件，即温度(4～35)℃，液压(7±0.3)MPa 或按供需双方商定的液压，频率(17±1)min^{-1}[或(1 000±100)h^{-1}]，工作次数 5×10^5 或按供需双方商定的次数，实施常温工作耐久试验工作。在试验期间，应注意观察有无由于密封圈漏液导致的压力下降。

c. 进行漏液试验：在 0.7 MPa 液压下保持 5 min，检查有无漏液；在 0.01 MPa 液压下保持 24 h，检查有无漏液。

d. 拆卸制动钳总成。然后，用 95%乙醇清洗缸壁和活塞工作面，并用布擦干。用 95%乙醇清洗密封圈，但清洗时间不得超过 30 s。然后用吹风机吹干密封圈。

e. 目视检查密封圈的变形、磨损及缺陷情况。

f. 目视检查缸壁、活塞工作面的腐蚀情况。

(6) 高温工作耐久性试验

1) 试验装置与试样

a. 制动钳总成：制动机构及制动装置用常规方法，具有正常的零件组装，必要时可进行适当调整。

b. 加压装置：为自动加压装置，如图 5-80 所示，能使制动钳总成的加压自动地重复进行，频率为(17±1)min^{-1}[或(1 000±100)h^{-1}]，能在一个工作行程里在制动钳总成上负载 14 MPa 的压力。

c. 装配夹具：在未特别指定时，装配夹具使制动钳总成的位置、安装角度等可按与实际车辆相当的安装状态固定（见图 5-79）。

d. 衬垫：按厚度要求用半磨损状态的。

e. 恒温槽：能使制动钳总成保持在(120±5)℃及(150±5)℃的氛围中。

2）试样步骤

a. 制动钳总成组装后，将制动钳总成固定在装配夹具上。充分排除空气。

b. 按以下试验条件，即温度对于 A 类为(120±5)℃；对于 B 类为(150±5)℃，液压为(7±0.3)MPa 或按供需双方商定的液压，频率(17±1)min^{-1}[或(1 000±100)h^{-1}]，工作时间(70±1)h 或按供需双方商定的时间，实施高温工作耐久试验工作。在试验期间，应注意观察有无由于密封圈漏液导致的压力下降。

c. 试验完成后，立即终止加热和工作，释放剩余压力，打开恒温槽门，冷却 60 min。然后移出槽外，自然冷却 24 h。

d. 然后，进行如下漏液试验：在 0.7 MPa 液压下保持 5 min，检查有无漏液；在 0.01 MPa 液压下保持 24 h，检查有无漏液。

e. 拆卸制动钳总成。然后，用 95%乙醇清洗缸壁和活塞工作面，并用布擦干。用 95%乙醇清洗密封圈，但清洗时间不得超过 30 s。然后用吹风机吹干密封圈。

f. 目视检查密封圈的变形、磨损及缺陷情况。

g. 目视检查缸壁、活塞工作面的腐蚀情况。

七、汽车液压制动缸用橡胶护罩

HG/T 2578—1994《汽车液压制动缸用橡胶护罩》适用于非石油基制动液的汽车液压制动缸用橡胶护罩，也适用于离合器液压缸用护罩。不适用于石油基制动液的制动缸用护罩。

1. 分类

（1）类别

汽车液压制动缸分为主缸和轮缸。轮缸分为鼓式和盘式两类，所用橡胶护罩工作条件是不一样的。护罩橡胶材料适用温度分为三个类别，列于表 5-57。

表 5-57　材料类别

橡胶材料		最高使用温度 ℃	用　途
类别	代码		
Ⅰ	BA 5464，BA 6464	100	主缸、鼓式制动器
Ⅱ	CA 5464，CA 6464	120	主缸、轮缸、鼓式、盘式制动器
Ⅲ	DA 5363，DA 6363	150	轮缸、盘式制动器

（2）标记

1）护罩用胶料采用字符，按“代码、标准号”顺序表示。

2）护罩采用字符，按“零件号、规格（锁品直径、自由高度、孔径）、标准号”进行标记，或由供需双方商定。

2. 技术要求

（1）理化性能

1）护罩用胶料性能，应符合表 5-58 的要求。试样制备和试样环境调节按照 GB/T 2941 进行。

表 5-58　胶料性能

序号	项　目	指　标			试验方法
		材料代码			
		BA 5464 BA 6464	CA 5464 CA 6464	DA 5363 DA 6363	
1	硬度(邵尔 A 或 IRHD)/度	50±5 或 60±5			GB/T 531、GB/T 6031 (仲裁时采用 GB/T 6031)
2	拉伸强度/MPa　不小于	10	10	10	GB/T 528
3	拉断伸长率/%　不小于	300	300	300	GB/T 528
4	压缩永久变形(A 型试样)/%不大于	100 ℃×22 h 40	120 ℃×22 h 40	150 ℃×22 h 50	GB/T 7759
5	撕裂强度(直角形试样)/(kN/m)　不小于	30	30	20	GB/T 529
6	热空气老化： 硬度变化(邵尔 A 或 IRHD)/度 拉伸强度变化率/%　不大于 拉断伸长变化率/%　不小于	100 ℃×70 h 0～+10 40 40	120 ℃×70 h 0～+10 40 40	150 ℃×70 h 0～+10 40 40	GB/T 3512
7	耐制动液： 制动液型号[a] 硬度变化(邵尔 A 或 IRHD)/度 拉伸强度变化率/%　不大于 拉断伸长变化率/%　不小于 体积变化率/%	100 ℃×70 h JG0 −10～+10 40 40 −10～+15	120 ℃×70 h JG2 −10～+10 40 40 −10～+15	150 ℃×70 h JG4 −10～+10 40 40 −10～+15	GB/T 1690
8	低温脆性/℃	−45，不裂	−45，不裂	−45，不裂	GB/T 1682
9	耐臭氧试验[b]： 外观状态	50×10^{-8}，40 ℃×48 h，拉伸 20%(静态) 用两倍放大镜观察，无裂纹			GB/T 7762

[a] 经供需双方商定，可用其他型号的制动液。

[b] 该项目的控制，由供需双方商定。

2）护罩成品性能，应符合表 5-59 的要求。

表 5-59　成品性能

序号	项　目	指　标			试验方法
		材料代码			
		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	
1	硬度(IRHD)/度	50±5 或 60±5			GB/T 6031
2	热空气老化： 硬度变化(IRHD)/度 状态变化	100 ℃×70 h −5～+10 试验后弯曲到使用状态，无裂纹、不发黏	120 ℃×70 h −5～+10	150 ℃×70 h −5～+10	GB/T 3512

续表 5-59

序号	项　　目	指　　标			试验方法
		材　料　代　码			
		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	
3	耐制动液： 制动液型号[a] 硬度变化/度 体积变化率/% 状态变化	100 ℃×70 h JG0 −10～+10 −12～+15 试验后不应发粘、剥落	120 ℃×70 h JG2 −10～+10 −12～+15	150 ℃×70 h JG4 −10～+10 −12～+15	GB/T 1690
4	高温动作试验： 试验后状态	100℃×70h 试验后无裂纹，能与缸体、活塞紧密结合	120 ℃×70 h	150 ℃×70 h	见护罩成品性能试验方法
5	低温动作试验： 试验后状态	−40 ℃×22 h 试验后弯曲无裂纹，不得从缸体、活塞上脱落			见护罩成品性能试验方法
6	低温弯曲试验： 外观状态	−40 ℃×22 h 无裂纹，1 min 内基本复原			见护罩成品性能试验方法
7	扩张变形试验： 变形/%　　不大于	100 ℃×70 h 75	120 ℃×70 h 75	150 ℃×70 h 75	见护罩成品性能试验方法
8	耐臭氧试验[b]： 外观状态	50×10^{-8}，40 ℃×70 h，拉伸 15%（静态），用两倍放大镜观察，无裂纹			GB/T 7762
9	耐水性试验[c]： 试验后状态	热空气老化后，浸入水深(300±30)mm 动作 500 次，内侧不许进水			见护罩成品性能试验方法
[a]经供需双方商定，可用其他型号的制动液。 [b,c]该项目的控制，由供需双方商定。					

（2）外观质量

护罩的外观质量，应符合 HG/T 3090 中有关要求。

（3）尺寸公差

护罩的尺寸应符合图样规定，其公差应符合 GB/T 3672.1 中有关精度等级，通常偶合面按 M3 级，其余按 M4 级。

3. 成品性能试验方法

（1）试样制备和环境调节

试样制备和试样环境调节按照 GB/T 2941 进行。

（2）高温动作试验

见汽车液压制动橡胶皮碗成品理化性能试验方法中的工作耐久性试验，试验条件见表 5-51。

（3）低温动作试验

见汽车液压制动橡胶皮碗成品理化性能试验方法中的低温密封试验。

（4）低温弯曲试验

测量护罩硬度，将护罩放入低温箱中，在(−40±2)℃下停放(22±1)h 后，在低温箱中立即测量其硬度，接着手指将护罩弯曲至对径相接，并立即松开。在 1 min 内检查有无变形及裂纹。

（5）扩张变形试验

1）取三个合格护罩为试样。采用与制动缸安装护罩端形状相似的扩张心轴，其直径为

护罩安装槽直径的 1.15 倍，表面应当光滑并有倒角，$Ra=3.2\ \mu m$，倒角 $1\times45°$。

2）首先测量护罩安装端的内径，取二垂直方向平均值，然后套在扩张心轴上，按规定的试验条件试验后，取下护罩，在室温下停放 30 min，按同样方法测量内径。

3）扩张变形按式(5-6)计算：

$$\Delta d=\frac{d_2-d_1}{d_3-d_1}\times100 \quad \cdots\cdots (5\text{-}6)$$

式中：Δd——扩张变形，%；d_1——护罩试验前内径，mm；d_2——护罩试验后内径，mm；d_3——扩张心轴直径，mm。

用 3 个试样试验计算结果的平均值作为试验结果。

(6) 耐水性试验

按照 HG 2865—1997 中皮碗成品理化性能试验方法中的工作耐久性试验，将主缸和轮缸护罩安装好，进行热老化后，浸入水箱中进行动作 500 次试验，然后取出检查。

八、汽车用橡胶密封条

密封条通常是指与接触物体表面产生接触压力起密封作用的条形密封件。

QC/T 639—2004《汽车用橡胶密封条》主要用于汽车的门、窗、舱盖等存在制造间隙的部位，起密封、减震、隔音、防止外部的风沙、雨水、尘土等有害物质侵入车内，以提高汽车部件的工作寿命和乘坐舒适性。随着科技的发展和人们环境保护意识的加强，人们对密封条的要求已不仅要求它具有优良的密封性与环境隔离功能，而且延伸到具有舒适性和装饰性等功能。

1. 分类

(1) 按所用基体材料种类，可分为橡胶制品、塑料制品、橡塑复合制品、热塑性弹性体制品等密封条。

(2) 按密封功能及形式，可分为滑动密封、闭合密封、静止密封等密封条。见表 5-60。

(3) 按其装配部位，可分为门系统和车身系统密封条。见表 5-60。

(4) 按其基本组分，可分为单一组分和复合组分。见表 5-61。

表 5-60　密封功能和装配部位分类

按密封功能		按装配部位	
滑动密封	内侧密封条	门系统	内侧密封条
	窗外侧密封条		窗外侧密封条
	导槽密封条		导槽密封条
闭合密封	发动机盖密封条		头道密封条
	行李箱密封条	车身系统	发动机盖密封条
	背门密封条		行李箱密封条
	门框密封条		背门密封条
	头道密封条		门框密封条
	天窗密封条		风窗密封条
静止密封	风窗密封条		侧窗密封条
	侧窗密封条		天窗密封条
	三角窗密封条		三角窗密封条

续表 5-60

按密封功能		按装配部位	
其他	顶饰条	车身系统	顶饰条
	立柱条	其他	立柱条
	导水条		导水条

表 5-61　按基本组分分类

种　类	组　分	植绒	涂层	其他辅助材料
单一组分	密实胶	有/无	有/无	有/无
	海绵胶	有/无	有/无	有/无
复合组分	海绵胶＋密实胶	有/无	有/无	有/无
	海绵胶＋密实胶＋骨架	有/无	有/无	有/无
	密实胶 1＋密实胶 2	有/无	有/无	有/无
	密实胶 1＋密实胶 2＋海绵胶＋骨架	有/无	有/无	有/无
	其他组合	有/无	有/无	有/无

2. 外观质量

外观质量在标准环境条件下用目测法进行检验，外观质量要求如下：

(1) 密封条密实胶部分外观应符合 HG/T 3090—1987 的有关规定。海绵胶部分外观应无气泡、表皮龟裂、破皮、缺胶等影响产品外观和使用性能的缺陷。

(2) 植绒面植绒均匀，表面清洁，无污迹，不允许基材裸露。

(3) 特殊要求应符合供需双方协商确定的批准封样件或样板要求。

3. 规格尺寸

(1) 产品断面形状及尺寸应在其放大倍率为 10 的控制图公差范围内。如图样无明确要求，可按 GB/T 3672.1—2002 执行。断面形状及尺寸检验，取(2～5)mm 厚的样片，放在 10 倍投影放大仪上投影，以相应产品断面 10 倍放大控制图进行对照检查。

(2) 产品长度尺寸及公差应符合产品图样的有关规定。未注公差可按表 5-62 执行。成品长度采用相应产品的专用检具或相应精度的量具进行检验。

表 5-62　未注公差　　mm(除另标明外)

尺寸	公差		尺寸	公差	
	密实胶/复合组分	海绵胶		密实胶/复合组分	海绵胶
0～40	±1.0	±1.6	401～630	±4.0	±6.3
41～63	±1.3	±2.0	631～1 000	±5.0	±10.0
64～100	±1.6	±2.5	1 001～1 600	±6.3	±12.5
100～160	±2.0	±3.2	1 601～2 500	±10.0	±16.0
161～250	±2.5	±4.0	2 501～4 000	±12.5	±20.0
251～400	±3.2	±5.0	大于 4 000	±0.32%	±0.50%

4. 胶料性能要求

(1) 密封条基体材料以三元乙丙橡胶(EPDM)为主要原料的胶料性能应符合表 5-63要求。

表 5-63 胶料性能

项目		性能指标						试验方法
		密实胶					海绵胶	
硬度(邵尔 A)/度		50±5	60±5	70±5	80±5	90±5	—	GB/T 531
拉伸强度/MPa		≥7.0	≥7.0	≥7.0	≥7.0	≥6.0	≥2.5	GB/T 528[a]
拉断伸长率/%		≥250	≥250	250～550	200～500	100～400	100～400	GB/T 528[a]
热空气老化 (70±2)℃×70 h	硬度变化(邵尔 A)/度	0～+5	0～+5	0～+5	0～+5	0～+5	—	GB/T 3512[b]
	拉伸强度变化率/%	−15～+15	−15～+15	−15～+15	−15～+15	−15～+15	−15～+15	
	拉断伸长率变化率/%	−25～0	−25～0	−25～0	−25～0	−25～0	−35～0	
耐水性 (80±2)℃×120 h	硬度变化(邵尔 A)/度	0～+5	0～+5	0～+5	0～+5	0～+5	—	GB/T 1690[c]
	拉伸强度变化率/%	−15～+15	−15～+15	−15～+15	−15～+15	−15～+15	−15～+15	
	拉断伸长率变化率/%	−25～0	−25～0	−25～0	−25～0	−25～0	−35～0	
表观密度/(g/cm³)		—	—	—	—	—	0.65±0.15	HG/T 3055
压缩永久形变/%	(23±2)℃×72 h	≤35	≤35	≤35	≤40	≤40	—	GB/T 7759
	(70±2)℃×24 h	≤50	≤50	≤50	≤55	≤55	—	
脆性温度/℃	不高于	−40	−40	−40	−40	−35	−40	GB/T 15256
耐臭氧老化性	拉伸 20%，(40±2)℃，72 h 臭氧浓度(2±0.2)×10^{-6}	无裂纹	无裂纹	无裂纹	无裂纹	无裂纹	无裂纹	GB/T 7762
污染性	方法 A	轻微污染						GB/T 19243
腐蚀性	(100±2)℃×24 h	1 级：未变成黑色						见下文(六)中“胶料的腐蚀性能试验方法”

[a] 海绵胶试片在计算面积时，蜂窝状忽略不计，测量试片厚度和宽度时，试样应不受压。

[b] 试样按要求放置结束后，在(23±2)℃环境温度下调节 16 h 后，再进行相应的性能试验。

[c] 将试样置于试验规定温度的去离子水中，按试验规定时间要求放置。当试验温度高于实验室标准环境温度(23±2)℃的时，应将试样充分浸没在恒温水浴槽中，并按试验规定时间要求放置。放置结束后，从去离子水中取出试样，先用具有较好吸水性能的干净织物或纸擦干，然后在(23±2)℃环境温度下调节 2 h 后再进行相应的试验。

(2) 密封条基体材料以 TPE 材料为主要原料的性能要求见表 5-64。TPE 材料通常有挤出型和注塑型两种。

表 5-64　TPE 材料性能要求

试验要求		指标		试验方法
		挤出型	注塑型	
硬度(邵尔 A)/度		图纸指示	图纸指示	GB/T 2411
拉伸强度/MPa		≥5.0	≥6.0	GB/T 528
断裂伸长率/%		≥300		
热空气老化 100 ℃×168 h	硬度变化/度	−5～+5		GB/T 7141
	拉伸强度变化率/%	−10～+20		
	断裂伸长率变化率/%	−10～+10		
耐臭氧老化(40±2)℃×48 h，臭氧浓度(200±20)×10^{-8}		无龟裂		GB/T 7762
脆性温度/℃		≤−40		GB/T 5470
压缩永久变形/%(70±1)℃×22 h(A 型试样)		≤60		GB/T 7759
注：邵尔 D 硬度的 TPE 材料性能要求由供需双方协商确定。				

5. 成品性能要求

成品性能应符合表 5-65 要求。其他性能要求由供需双方协商确定。

表 5-65　成品性能

项目	性能指标
压缩永久变形	按图样要求
压缩负荷(挤压力)/N	按图样要求
插入力/N	按图样要求
拔出力/N	按图样要求
低温性能(−40±2)℃×24 h	仍有弹性、无裂纹
密实胶-海绵胶间拉断力/N	≥100
接头/接角结合力/N	≥120
植绒耐磨性	≥4 级
涂层低温性能(−40±2)℃×4 h	涂层无裂纹，与基材不分离
耐光照老化	≤1 级
耐天候老化	按图样要求

6. 性能试验方法

(1) 胶料的腐蚀性能试验方法

1) 仪器与设备

a. 烘箱：烘箱应符合 GB/T 2941 的有关要求。传热介质为空气。温度采用自动控制。

b. 试验装置：腐蚀性试验装置由负荷块、电解铜板和玻璃板组成。推荐采用表 5-66 中规定的规格尺寸。

表 5-66　试验工装和试样规格尺寸

名　称	规　格	备　注
总负荷	(450+10)g	总负荷为负荷块和一块玻璃板负荷之和
电解铜板	(30+1)mm×(20+1)mm×0.5 mm	—
玻璃板	70 mm×50 mm	玻璃板两块
试样	(20±1.0)mm×(10±1.0)mm×(2±0.2)mm	—

2) 试样

a. 试样尺寸推荐表 5-66 中规格。必要时，当要求从成品上取样且试样尺寸与表 5-66 中规格相差较大时，可对试样进行适当修整，同时调整负荷块的规格，以使施加在试样上的压强不小于 2.2×10^{-2} N/mm²。

b. 试样的调节应符合 GB/T 2941—2006 有关要求。

3) 测试步骤

a. 用金相砂纸擦电解铜板，以去除表面氧化层，并用乙醇清洁其表面。

b. 按图 5-81 所示放置试样和负荷块。试样上所压总负荷为负荷块和一块玻璃板负荷之和，以使施加在试样上的压强不小于 2.2×10^{-2}N/mm²。

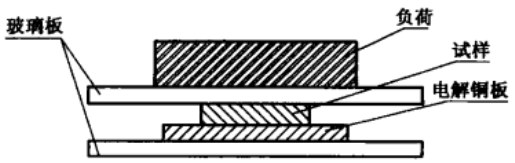


图 5-81　腐蚀性试验试样组合件示意图

c. 将上述试样组合件置于符合 GB/T 3512—2001 的烘箱内。试验温度为(100±2)℃，放置时间为 24 h。放置结束后，取出试样组合件，移去负荷和试样，将电解铜在(23±2)℃的环境下调节 30 min 后，再观察电解铜板表面并进行评定。

4) 试验结果表示

根据从电解铜表面观察到的现象，试验结果按表 5-67 中评定的级别表示。

表 5-67　评定级别

级　别	1 级	2 级	3 级	4 级
描述	未变成黑色	轻度回火色	重度回火色	变成黑色

(2) 成品的性能试验方法

1) 试样的通用要求

a. 成品性能试验用试样应从挤出半成品或成品上截取。

b. 试验与硫化(指下挤出线时)之间的时间间隔以及试样在试验前的调节，应按 GB/T 2941—2006 规定的方法进行。

c. 试样在试验前，应在温度为(23±2)℃、相对湿度为(50±5)%的环境下至少调节3 h，试样在调节期间不得受压。

d. 除特殊要求外，试样应分别从不同的成品上截取符合试验要求长度的三个试样。

2）压缩永久变形试验按 QC/T 709—2004 的规定进行。

3）压缩负荷试验按 QC/T 710—2004 的规定进行。

4）插入力、拔出力试验按 QC/T 716—2004 的规定进行。

5）低温性能试验(包括涂层的低温性能试验)

a. 仪器与设备

a）低温控制箱：低温控制箱应符合 GB/T 2941—2006 有关要求。推荐选用具有机械冷冻装置类的低温控制箱。

b）芯棒：芯棒材料宜选用玻璃和陶瓷等种类的惰性材料。芯棒直径应根据产品要求进行选用。推荐选用直径为 ϕ50 mm、ϕ100 mm 的芯棒。

b. 试样

试样长度应以试样能环绕芯棒并能满足操作要求确定。

c. 测试步骤

a）将试样和芯棒置于规定温度试验箱中放置一定的时间。除特殊规定外，试验温度为−40℃，试样放置时间为 24 h。对测试密封条涂层低温性能试验，试样放置时间为 4 h。停放期间试样应处在自由状态，不受任何应力作用。

b）放置结束后，用戴手套的手取出试样和芯棒，立即将试样环绕芯棒弯曲 180°，并用目测法观察密封条表面，记录观察结果。

6）密实胶-海绵胶拉断力试验

a. 仪器与设备

a）拉力试验机：拉力试验机应符合 HG/T 2369—1992 有关要求，其测力精度为 A 级。

b）试验装置：试验装置由上、下一组夹具组成。其结构根据产品结构进行设计。夹具应能确保试验中牢固地夹住试样。拉杆直径应根据产品图样要求选用。常见结构见图 5-82。

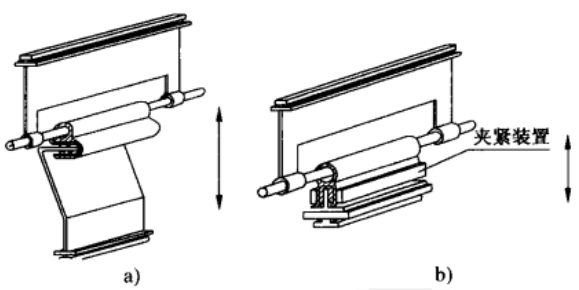


图 5-82　密实胶与海绵胶之间拉断力试验装置结构示意图

b. 试样

特殊规定外，试样长度为(100±2)mm。

c. 测试步骤

a）根据产品试验要求，选择测试工作模式、设定拉伸速度等参数。除产品有特殊规定外，速度设定为 100 mm/min。

b）将夹具安装到拉力试验机上。安装时应使夹具所施加的负荷作用线与试样的中心线一致。

c）将试样安装到试验机的夹具上，调整试样，并使试验时拉力均匀分布于试样上。

d）开动试验机，使夹具以规定的拉伸速度恒速拉伸，直至试样断裂，记录最大力值。取

出试样，检查并记录试样破坏面情况。

d. 试验结果表示

取全部测试数据中的最小值作为测试结果，并按 GB/T 8170 的规定修约到一位小数，单位为牛顿(N)。

7) 接头和接角结合力试验

a. 仪器与设备

a) 拉力试验机：拉力试验机应符合 HG/T 2369—1992 有关要求，其测力精度为 A 级。

b) 试验装置：试验装置由上、下一组夹具组成。夹具结构根据产品结构进行设计，夹具应能确保试验过程中牢固地夹住试样。

b. 试样

试样的制备工艺应与正常生产工艺相同，通常从成品上截取。接角或接头部位应处在试样的中央。如无特殊规定，试样长度为(100～150)mm。

c. 测试步骤

a) 根据产品试验要求，选择测试工作模式、设定拉伸速度等参数。除特殊规定外，拉伸速度为 250 mm/min。

b) 将夹具安装到拉力试验机上。安装时应使夹具所施加的负荷作用线与试样的中心线一致。

c) 将试样安装到试验机的夹具上，调整试样，应保证试样拉伸初始状态不受力，并使试验时拉力均匀分布于试样上。

d) 开动试验机，使夹具以规定的拉伸速度恒速拉伸，直至试样断裂，记录最大力值。取出试样，检查并记录试样破坏面情况。

d. 试验结果表示

取全部测试数据中的最小值作为测试结果，并按 GB/T 8170 的规定修约到一位小数，单位为牛顿(N)。

8) 植绒耐磨试验

按 QC/T 711—2004 的规定进行。其中热空气老化试验按 GB/T 3512—2001 的规定的方法进行，试样按要求放置结束后，在(23±2)℃环境温度下调节 16 h 后，再进行相应的性能试验。

9) 耐光照老化试验

按 GB/T 12831—1991 规定的方法进行。试验条件参见表 5-68。

表 5-68　耐光照老化试验条件

类　别		照射强度	黑板标准温度	相对湿度	照射剂量
内饰件		1.2 W/m²(420 nm)	(100±2)℃	(20±10)%	560 kJ/m²
外饰件	湿态 (干态：湿态=102 min：18 min)	0.5 W/m²(340 nm)	(65±2)℃	(60～80)%	1 900 kJ/m²
	干态	0.6 W/m²(340 nm)	(90±2)℃	(20±10)%	2 100 kJ/m²

10) 耐天候老化试验

按 GB/T 3511—2001 规定的方法进行。

九、车辆门窗橡胶密封条

HG/T 3088—1999《车辆门窗橡胶密封条》适用于车辆门窗用橡胶、海绵橡胶及复合型橡胶密封条。

1. 要求

(1) 材料与工艺

密封条所用的原材料及制造工艺应符合有关技术文件的规定。

(2) 性能

橡胶材料的物理性能应符合表 5-69 的规定。

表 5-69　橡胶材料物理性能

序号	项　目	指　标				试验方法
		橡胶			海绵橡胶	
1	硬度(IRHD 或邵尔 A)/度	50±5	60±5	70±5		GB/T 531 或 GB/T 6031 (仲裁时,采用 GB/T 6031)
2	拉伸强度/MPa　最小	7	7	7		GB/T 528
3	拉断伸长率/%　最小	400	300	200		GB/T 528
4	压缩永久变形(B 型试样 70℃×22 h)/%　最大	50	50	50		GB/T 7759
5	撕裂强度/(kN/m)　最小	15	15	15		GB/T 529
6	表观密度/(g/cm³)				0.35～0.7	GB/T 6343
7	热空气老化,70 ℃×70 h 硬度老化(IRHD 或邵尔 A)/度　最大 拉伸强度变化率/%　最大 拉断伸长率变化率/%　最大	 10 −25 −35	 10 −25 −35	 10 −25 −35		GB/T 3512
8	污染性	试片上无转移污染				见污染性试验方法
9	耐臭氧性,50×10⁻⁸,拉伸 20% 40 ℃×72 h	无龟裂或异常现象				GB/T 7762
10	脆性温度,不高于/℃	−35	−35	−35		GB/T 1682
11	耐候性,63 ℃×300 h,拉伸 20%	无龟裂或异常现象				GB/T 16422.2
注:当使用方没有提出要求时,第 11 项可以不做。						

(3) 尺寸

密封条的尺寸及公差应符合有关技术文件的规定。若无文件规定,则密封条的截面装配尺寸公差应符合表 5-70 的规定,长度尺寸公差应符合表 5-71 的规定。复合型密封条橡胶部分与海绵部分应分别符合表 5-70、表 5-71 中对应的要求,橡胶金属复合部分应符合对橡胶密封条的要求。

产品的截面主要尺寸用精度为 0.02 mm 的量具或投影仪进行测量。

表 5-70　密封条截面装配尺寸公差　　mm

尺寸		公差		尺寸		公差	
大于	至(包括)	橡胶密封条	海绵密封条	大于	至(包括)	橡胶密封条	海绵密封条
0	2.5	±0.30	±0.50	16	25	±1.00	±1.60
2.5	4.0	±0.40	±0.65	25	40	±1.30	±2.00
4.0	6.3	±0.50	±0.80	40	63	±1.60	±2.50
6.3	10	±0.65	±1.00	63	100	±2.00	±3.20
10	16	±0.80	±1.30				

表 5-71　密封条长度尺寸公差　　mm

尺寸		公差		尺寸		公差	
大于	至(包括)	橡胶密封条	海绵密封条	大于	至(包括)	橡胶密封条	海绵密封条
0	40	±1.0	±1.6	400	630	±4.0	±6.3
40	63	±1.3	±2.0	630	1 000	±5.0	±10.0
63	100	±1.6	±2.5	1 000	1 600	±6.3	±12.5
100	160	±2.0	±3.2	1 600	2 500	±10.0	±16.0
160	250	±2.5	±4.0	2 500	4 000	±12.5	±20.0
250	400	±3.2	±5.0	4 000		±0.32%	±0.50%

(4) 外观质量

橡胶密封条的外观质量应符合 HG/T 3090 的规定。海绵密封条的外观质量应符合表 5-72的规定。复合型密封条橡胶部分的外观质量应符合对橡胶密封条的要求，海绵部分的外观质量应符合对海绵密封条的要求。

产品的外观质量用目测和精度为 0.02 mm 的量具进行检查。

表 5-72　海绵密封条外观质量要求

序号	缺陷名称	指标
1	破皮缺胶	深度不超过 2 mm，长度不超过 3 mm，每米内不多于 2 处
2	软硬度	均匀一致
3	塌坑	深度不超过 1 mm，长度不超过 3 mm，每米内不多于 2 处

2. 污染性试验方法

(1) 仪器

1) 老化箱。

2) 白色试板：一级白瓷砖 70 mm×150 mm。

(2) 试样

长 100 mm，宽(10±0.5)mm，厚(2±0.2)mm 的试样三片，按 GB/T 2941 的要求制备。

(3) 试验程序

1) 用蘸有无水乙醇的洁净白布擦净白色试板表面。

2) 将试样平放在白色试板上，用对试验无影响的线或胶粘纸将其固定在试板上，然后放进老化箱中在(63±3)℃的温度中停放 100 h。

3）取下试样，用清洁的水冲洗试板表面，检查有无污染。

4）将冲洗过的试板再放进老化箱中，在(63±3)℃的温度中停放 16 h。

5）用清洁的水冲洗试板表面，检查有无污染。

6）同时进行试板空白试验。

(4) 结果评定

判断有无污染，在试验后的试板上，直接接触试片周围的表面因污染引起的变色比空白试验板的变色大时，则为转移污染。

十、减震器唇形橡胶密封圈用胶料

HG/T 3784—2005《减震器唇形密封圈用橡胶胶料》适用于汽车、摩托车减震器用唇形密封圈橡胶材料。

该标准规定的减震器唇形密封圈用橡胶材料分为 A、B、C 三类，A、B 类为丁腈类橡胶，C 类为氢化丁腈类橡胶。A 类宜使用于摩托车前减震器唇形密封圈，B 类宜使用于汽车减震器唇形密封圈及摩托车后减震器唇形密封圈，C 类在顾客有特殊要求时采用。

减震器唇形橡胶密封圈用胶料的物理性能应符合表 5-73 的规定。

表 5-73　减震器唇形橡胶密封圈用胶料的物理性能

试　验　项　目	材料种类			试验方法
	A	B	C	
硬度(IRHD 或邵尔 A)/度	75±5	80±5	80±5	GB/T 531、GB/T 6031
拉伸强度/MPa　最小	10	10	10	GB/T 528
拉断伸长率/%　最小	200	150	150	GB/T 528
压缩永久变形/%　最大				GB/T 7759
100 ℃×70 h	50	50		
120 ℃×70 h			50	
热空气老化试验				GB/T 3512
100 ℃×70 h，硬度变化(IRHD 或邵尔 A)/度	0～+10	0～+10		
拉伸强度变化率/%　最大	−20	−20		
拉断伸长率变化率/%　最大	−40	−40		
120 ℃×70 h，硬度变化(IRHD 或邵尔 A)/度			0～+10	
拉伸强度变化率/%　最大			−25	
拉断伸长率变化率/%　最大			−50	
耐 1# 标准油				GB/T 1690
100 ℃×70 h，硬度变化(IRHD 或邵尔 A)/度	−5～+10	−5～+10		
拉伸强度变化率/%　最大	−25	−25		
拉断伸长率变化率/%　最大	−45	−45		
体积变化率/%	−10～+5	−10～+5		
120 ℃×70 h，硬度变化(IRHD 或邵尔 A)/度			0～+10	
拉伸强度变化率/%　最大			−20	
拉断伸长率变化率/%　最大			−35	
体积变化率/%			−15～+5	

续表 5-73

试　验　项　目	材料种类			试验方法
	A	B	C	
耐 3# 标准油				GB/T 1690
100 ℃×70 h,硬度变化(IRHD 或邵尔 A)/度	0～−20	0～−20		
拉伸强度变化率/%　最大	−45	−45		
拉断伸长率变化率/%　最大	−45	−45		
体积变化率/%	0～+35	0～+35		
120 ℃×70 h,硬度变化(IRHD 或邵尔 A)/度			±10	
拉伸强度变化率/%　最大			−15	
拉断伸长率变化率/%　最大			−35	
体积变化率/%			0～+25	
TR10/℃　不高于	−25	−30	−25	GB/T 7758

十一、汽车轴承用密封圈

汽车轴承用密封圈适用于汽车轴承用骨架式橡胶密封圈。HG/T 3980—2007 规定了有关的要求。

1. 胶料的物理性能

丁腈橡胶的物理性能见表 5-74,氟橡胶的物理性能见表 5-75。

表 5-74　丁腈橡胶的物理性能

性　　能		指　　标	试验方法
硬度(邵尔 A)/度		70±5	GB/T 531
拉伸强度/MPa	最小	10	GB/T 528
拉断伸长率/%	最小	250	GB/T 528
压缩永久变形(B 型试样,125 ℃×70 h)/%	最大	40	GB/T 7759
热空气老化,125 ℃×70 h			GB/T 3512
硬度变化/度		0～+15	
拉伸强度变化率/%	最大	−20	
拉断伸长率变化率/%	最大	−55	
耐液体			
1) 1# 标准油:125 ℃×70 h			GB/T 1690
硬度变化/度		−5～+10	
拉伸强度变化率/%	最大	−15	
拉断伸长率变化率/%	最大	−30	
体积变化率/%		−10～0	
2) 3# 标准油:125 ℃×70 h			
硬度变化/度		−10～0	
拉伸强度变化率/%	最大	−25	
拉断伸长率变化率/%	最大	−25	
体积变化率/%		0～+25	

续表 5-74

性　　能		指　　标	试验方法
3）润滑油：100 ℃×168 h			
硬度变化/度		−10～+10	
拉伸强度变化率/%	最大	−30	
拉断伸长率变化率/%	最大	−45	
体积变化率/%		−10～+10	
脆性温度/℃	不高于	−40	GB/T 1682
粘合强度/MPa	不小于	4.0	GB/T 11211

表 5-75　氟橡胶的物理性能

性　　能		指　　标	试验方法
硬度（邵尔 A）/度		70±5	GB/T 531
拉伸强度/MPa	最小	10	GB/T 528
拉断伸长率/%	最小	180	GB/T 528
压缩永久变形（B 型试样，200 ℃×70 h）/%	最大	50	GB/T 7759
热空气老化，200 ℃×70 h			GB/T 3512
硬度变化/度		0～+10	
拉伸强度变化率/%	最大	−20	
拉断伸长率变化率/%	最大	−30	
耐液体，150 ℃×70 h			GB/T 1690
1＃标准油：体积变化率/%		−3～+5	
3＃标准油：体积变化率/%		0～+15	
脆性温度/℃	不高于	−25	GB/T 1682
粘合强度/MPa	不小于	4.0	GB/T 11211

2. 密封圈的尺寸和公差

密封圈的尺寸和公差应符合图样的规定，同件产品厚度的偏差应不超过 0.05 mm。尺寸检查用精度不低于 0.02 mm 的量具测量。

3. 密封圈的外观质量

密封圈主唇两侧 1 mm 之内不允许有任何可视缺陷。密封圈其他表面的外观质量应符合表 5-76 的规定。外观质量用目视检验。

表 5-76　密封圈其他表面的外观质量要求

序号	缺　陷	要　求	
		外径≤80 mm 的密封圈	外径>80 mm 的密封圈
1	表面凸凹	高度不允许高于 0.20 mm	高度不允许高于 0.20 mm
		面积不允许超过 0.50 mm^2	面积不允许超过 1 mm^2
		数量不允许多于一处	数量不允许多于一处

续表 5-76

序号	缺　陷	要　求	
		外径≤80 mm 的密封圈	外径>80 mm 的密封圈
2	表面划痕	长度不允许大于 2 mm	长度不允许大于 3 mm
		深度不允许超过 0.03 mm	深度不允许超过 0.05 mm
3	合模缝错位	不超过 0.08 mm	不超过 0.08 mm
4	胶边	不允许超过 0.10 mm	
5	表面气泡	直径不允许超过 0.5 mm，数量不多于二处	
6	表面杂质	不允许超过 0.5 mm^2，数量不多于二处	
7	缺胶	不允许	
8	骨架外露部分划痕	长度不允许大于 2 mm，宽度不允许超过 0.20 mm，深度不允许超过 0.05 mm，数量不允许多于二处	

十二、机动车辆用软木橡胶制品

HG/T 2813—2005《软木橡胶密封制品　第 2 部分：机动车辆用》适用于汽车、拖拉机、铁路机车、摩托车等机动车辆在紧固力为(2～3)MPa、使用温度在(－40～＋120)℃下的静密封软木橡胶制品。

1. 要求

(1) 材料

软木粒子应干净、无杂质、柔软而有弹性。橡胶及其配合剂应符合有关标准的规定。

(2) 物理性能

机动车辆用软木橡胶密封制品的物理性能应符合表 5-77 的规定。

表 5-77　机动车辆用软木橡胶密封制品的物理性能

序号	试验项目及试验条件		指标	试验方法
1	硬度(邵尔 A)/度		80±10	GB/T 531.1*
2	拉伸强度/MPa　最小		2.5	GB/T 528，1 型试样
3	密度/Mg/m^3　最大		1.05	GB/T 533
4	热空气压缩永久变形(压缩 25%，125 ℃×，24 h)/%　最大		55	GB/T 7759，B 型试样
5	可压缩性/%		15±5	见本部分试验方法中 1
6	压缩恢复性/%　最小		75	见本部分试验方法中 1
7	热空气老化，100 ℃×70 h	硬度变化/度	0～＋10	GB/T 3512，
		质量变化/%	－10～0	GB/T 3512
		曲挠性指数/最大	10	见本部分试验方法中 2
8	耐 1 # 标准油，100 ℃×70 h	硬度变化/度	－10～＋10	GB/T 1690
		体积变化/%	0～＋10	GB/T 1690
		可压缩性	无破裂	见本部分试验方法中 1

续表 5-77

序号	试验项目及试验条件		指标	试验方法
9	耐水，100 ℃×1 h，体积变化/%		0～+15	GB/T 1690
10	耐易挥发标准油 B，23 ℃×24 h	硬度变化/度	−20～0	GB/T 1690
		体积变化/%	0～+60	GB/T 1690
		可压缩性	无破裂	见本部分试验方法中 1
11	脆性温度/℃ 不高于		−30	GB/T 1682
			−45	
[a]按 GB/T 531 的规定进行试验，在每个试样的不同位置取 10 个点的测定值，取其算术平均值为试验结果。				

(3) 耐油性

试样按表 5-77 规定进行耐油试验后，其表面不应有发黏现象。

(4) 产品的尺寸及公差

产品的厚度用分度值为 0.01 mm 的厚度计或分度值为 0.02 mm 的游标卡尺测量，取 10 个不同点进行测量，取其算术平均值为测定结果。

1) 板材的最大宽度为 915 mm，除非另有规定，板材的宽度公差为±6.35 mm；厚度为(1～12)mm，产品的厚度公差为±0.30 mm，同一胶板的厚度偏离度不超过 0.25 mm，特殊要求的公差可由供需双方协商确定；板材的长度由双方协商确定。

2) 型材尺寸根据需方的要求。

3) 其他制品的尺寸和公差应符合 GB/T 3672.1 的规定。

(5) 外观质量

制品的表面应平整、光滑、不允许有杂质和对产品性能有害的缺陷。产品的外观采用目视法。

2. 试验方法

(1) 软木橡胶密封材料可压缩性和压缩恢复性试验方法

1) 试验装置

a. 砧座：最小直径为 31.7 mm，表面经淬火和研磨。

b. 压头：直径(12.8±0.025)mm 的钢质圆柱，柱端表面经淬火和研磨。

c. 百分表：分度值为 0.01 mm，用于试验过程中指示试样的厚度。

d. 预负荷施加装置：包括压头本身和附加砝码的重量，其值为(4.4±0.44)N。

e. 总负荷施加装置：该装置可以是一套砝码，一个液压缸、气缸，或者别的任何一种能均匀地慢慢施加负荷的装置。其值为(351±3.51)N，总负荷为(355.4±3.55)N。

2) 试样

a. 试样的制备

试样按 GB/T 9865.1—1996 规定制备。试样的表面应符合产品对外观的要求，采用厚度为(3.2±0.38)mm，直径或边长最小 29 mm 的圆形或方形试样，试样的试验面上不应有接口或间隙。

b. 试样的环境调节

a）试验前应将试样在温度为(23±2)℃，相对湿度为(50±4)%环境下，至少调节 46 h。

b）如果不能用机械的方法保持(50±4)%的相对湿度，可用一个盛有试剂级硝酸镁[$Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$]饱和溶液的盘子放在调节小室中，以提供所要求的相对湿度。

3）试验温度

应确保试验和仪器都处在(23±2)℃的温度下进行试验。

4）试验程序

a. 把试样放在砧座的中心，加预负荷并保持 15 s，读取试样在预负荷下的厚度，然后以均匀的速度，平衡地将主负荷加到压头上，在 10 s 之内达到总负荷，在操作压头下落的过程中，应使压头表面和砧座表面保持平行。总负荷保持 60 s，立即读取试样的厚度，然后卸掉主负荷，使试样在预负荷下恢复 60 s 后，立即读取恢复后的试样厚度。

b. 试验至少要用不同的试样进行 3 次，结果取其算术平均值。

5）计算

a. 可压缩性和恢复性，按式(5-7)和式(5-8)计算：

$$C=\frac{P-M}{P}\times 100 \quad \cdots\cdots (5\text{-}7)$$

$$R=\frac{N-M}{P-M}\times 100 \quad \cdots\cdots (5\text{-}8)$$

式中：C——可压缩性，%；R——恢复性，%；P——预负荷下的厚度，mm；M——总负荷下的厚度，mm；N——恢复厚度，mm。

b. 精度：可压缩性和恢复性允许偏差为±10%。

(2) 软木橡胶密封材料曲挠性试验方法

1）装置

a. 钢质裁刀，尺寸为 12.7 mm×157.4 mm。

b. 老化箱。

c. 芯轴，直径为(5～102)mm 的一个系列，每个直径规格相差 1 mm。

2）试样

a. 试样按 GB/T 9865.1—1996 规定制备。试样的表面应符合产品对外观的要求。试样的厚度为(2.0±0.2)mm。

b. 试验前应将试样在温度为(23±2)℃，相对湿度为(50±4)%环境下，至少调节 46 h。

3）试验温度

试验温度为(23±2)℃。

4）试验程序

a. 将试样紧贴芯轴，用手指缓慢且稳固地使试样绕芯轴 180°，然后用新试样或前次试验试样的未弯曲部分，在直径较小的芯轴重复这种曲挠性试验，直到试样出现破坏为止。在曲挠试样时要求的时间为(5±1)s，出现的破坏应是指目视所见的任何龟裂、断裂或表面分离。

b. 在(100±2)℃的循环热空气老化箱中，老化 70 h 后，取出试样，在温度为(23±2)℃，相对湿度为(50±4)%的条件下停放(24±1)h。然后再将老化后的试样完成前面的试验程序。

5）结果

将试样曲挠而不出现任何破坏迹象的最小芯轴直径除以试样厚度，即为曲挠性指数的试验结果。

(3) 老化后的质量变化

热空气老化按 GB/T 3512 的规定进行试验，老化后的质量变化(ΔW)用一个尺寸为 25 mm×50 mm×2.0 mm 的试样进行试验。老化前称取重 W_1，老化后在温度(20～30)℃、相对湿度为(50～55)%的条件下停放(24±1)h 后称取重(W_2)，称量精确到 0.001 g，质量变化按式(5-9)计算：

$$\Delta W=\frac{W_1-W_2}{W_1}\times 100 \quad \cdots\cdots (5\text{-}9)$$

式中：ΔW——老化后的质量变化，%；W_1——老化前的质量，g；W_2——老化后的质量，g。

(4) 脆性温度

按 GB/T 1682 的规定进行试验。冲击后的试样顺冲击方向绕试样厚度 5 倍的芯轴弯曲 180°。用放大 5 倍的放大镜观察软木粒子胶结部分有无裂纹、裂口等破坏现象。

十三、汽车空调器用橡胶密封件

QC/T 666—2000《汽车空调器用橡胶密封件》适用于制冷剂为 HFC-134a 的制冷系统。

1. 技术要求

(1) 密封件中橡胶材料所用原材料及制造工艺应当遵照有关技术规范。

(2) 密封件橡胶材料的物理机械性能见表 5-78，试验试样的制备按 GB/T 2941 进行。

表 5-78　汽车空调器用橡胶密封件橡胶材料的物理机械性能

序号	性能		指标	试验方法
1	常态物理性能	硬度(邵尔 A)/度	75±5	GB/T 581
		拉伸强度/MPa	≥10	GB/T 528，2 型裁刀
		拉断伸长率/%	≥140	
2	压缩永久变形(A 型试样)	(150±2)℃×72 h/%	≤30	GB/T 7759
3	热空气老化性能	(150±2)℃×72 h		GB/T 3512
		硬度变化(邵尔 A)/度	≤10	
		拉伸强度变化率/%	≥−10	
		拉断伸长变化率/%	≥−30	
4	脆性温度	℃	≥−35	GB/T 1682
5	耐液体性能			GB/T 1690
	耐 1# 标准油	(150±2)℃×72 h		
		硬度变化(邵尔 A)/度	−5～+10	
		拉伸强度变化率/%	≥−20	
		拉断伸长变化率/%	≥−30	
		体积变化率/%	−10～+5	

续表 5-78

序号	性能		指标	试验方法
5	耐 HFC-134a 和 PAG 冷冻润滑油混合液	HFC-134a/PAG=50 g/10 g,23 ℃±2 ℃,168 h		GB/T 1690
		硬度变化(邵尔 A 型)/度	−15～0	
		体积变化率/%	0～25	
	耐 HFC-134a 和 POE 冷冻润滑油混合液	HFC-134a/POE=50 g/10 g,23 ℃±2 ℃,168 h		
		硬度变化(邵尔 A 型)/度	−15～0	
		体积变化率/%	0～25	
6	耐臭氧性能	$(50\pm5)10^{-9}$,40 ℃±2 ℃,24 h,拉伸 20%	0 级(没有裂纹)	GB/T 7762

(3) 密封件成品性能

下面关于对压缩永久变形的要求只适用于 O 形圈,其他类型的密封件应在图样上另作规定。在(150±2)℃,72 h,压缩 25%的条件下,压缩变形量不大 70%。按 GB/T 5720 进行。

(4) 产品尺寸:O 形密封圈尺寸,应符合 GB/T 3452.1。如有特殊要求,可由供需双方另行商定。密封件尺寸的测量按 GB/T 2941 中 7.4 或使用专用量具进行。

(5) 外观质量:产品的外观质量除图纸另有规定外,应按 GB/T 3452.2—1987 规定的 S 级或 SZ 级规定执行。采用目视法及精度为 0.02 mm 的量具进行。

2. 耐 HFC-134a 和 PAG 冷冻润滑油混合液及耐 HFC-134a 和 POE 冷冻润滑油混合液试验方法

(1) 装置:耐 HFC-134a 和 PAG 冷冻润滑油混合液及耐 HFC-134a 和 POE 冷冻润滑油混合液试验装置要求容器耐压大于 5 000 kPa。

(2) 试样:应从符合 GB/T 528 的硫化橡胶试样上抽取试样。

(3) 试验条件:试验环境温度(23±2)℃,试验时间 168 h。

(4) 试验步骤:先将试验容器内定量倒入 PAG 油或 POE 油,放入试样,然后密封容器。按规定的质量比迅速加注 HFC-134a,使试样完全浸在混合液中,将容器置于试验条件下进行试验。

(5) 试验结果:按 GB/T 1690 测定试样硬度及体积的变化。

第六章 汽车用密封制品试验方法

一、O形橡胶密封圈试验方法

GB/T 5720—2008《O形橡胶密封圈试验方法》采用ASTM D 1414制定，给出了测定实心硫化O形橡胶密封圈的尺寸测量、硬度、拉伸性能、热空气老化、恒定形变压缩永久变形、腐蚀试验、耐液体、密度、收缩率、低温试验和压缩应力松弛的试验方法。

1. 试样要求及试验条件

(1) 试样要求

1) 试样制备按照GB/T 2941—2006的规定进行。

2) 试样的外观质量应符合GB/T 3452.2—2007中N级的规定。

3) 硬度、拉伸性能、热空气老化、恒定形变压缩永久变形、腐蚀试验、耐液体、密度、收缩率、低温试验的试样分别见以下试验程序，压缩应力松弛的试样是截面直径为(2.65±0.09)mm，内径为(14.0±0.17)mm的O形圈。

(2) 试验条件

试样环境调节和试验的温度及时间应按照GB/T 2941—2006规定执行。

2. 尺寸的测量

试样尺寸的测量应按GB/T 2941—2006第7章的规定进行，截面直径采用方法A测量，内径采用方法D测量。

3. 试验程序

(1) 硬度的测定

1) 试验仪器：微型硬度计应符合GB/T 6031—1998中的有关规定。

2) 试样：试样应是完整的O形圈或是O形圈上切取的片段，试样数量三个。

3) 试验步骤：按GB/T 6031—1998的规定测量微型硬度。

4) 试验结果的表示：测量结果为三个，取其中位数，取整数位。

(2) 拉伸性能的测定

1) 试验仪器

a. 拉力试验机：拉力试验机应符合HG/T 2369—1992有关规定。

b. 试验夹具：完整的O形圈试验夹具是由上、下两个直径至少为12 mm的带滚珠轴承的轴轮组成，当两个轮彼此靠近时，其中心距在25 mm以内。直线型试样夹具采用通用拉伸试验的夹具，但需保证试验过程中试样不断在夹持处。

2) 试样

a. 试样应是一个完整的O形圈。

b. 下面情况下，应采用从O形圈上切取的直线型试样：

——O形圈内径太大以至于不能在拉力试验机的最大行程内拉断时；

——O形圈内径太小无法用拉力试验机试验时；

——试样已被事先裁断进行老化试验时；

——未老化试样要与事先裁断的老化试样进行对比时。

c. 试样数量五个。

3）试验步骤

a. 按尺寸的测量规定测量试样的截面直径及内径。若是直线型试样则只测量截面直径。其工作部分标线间距为25 mm。

b. 将O形圈套在尽可能靠近的上、下夹具的轴轮上，使试样不受拉伸应力，连接好伸长测量系统，并调整零点（即确定O形圈内周长的伸长等于零时，两轴轮的中心距 S_0），由式(6-2)计算值 S_0。

c. 开动机器以(500±50)mm/min的速度拉伸试样，记录试样拉伸到规定伸长时的负荷、拉断时的负荷及伸长量。

d. 若试样为直线型试样，则按GB/T 528中的步骤进行拉伸试验。

4）试验结果的计算

a. 两轴轮的中心距的计算

按式(6-1)计算：

$$S=\frac{1}{2}[(eC_0/100)+C_0-G] \quad \cdots\cdots (6\text{-}1)$$

式中：S——两轴轮中心间的距离，mm；e——试样的伸长率，%；C_0——O形圈的初始内周长，mm；G——一个轴轮的圆周长，mm。

当式(6-1)中的 $e=0$ 时，则得式(6-2)：

$$S_0=\frac{1}{2}(C_0-G) \quad \cdots\cdots (6\text{-}2)$$

b. 定伸应力和拉伸强度的计算

O形圈试样的定伸应力和拉伸强度按式(6-3)计算：

$$T=\frac{F}{2A}=\frac{F}{1.57d^2} \quad \cdots\cdots (6\text{-}3)$$

式中：T——定伸应力或拉伸强度，MPa；F——试样所受的负荷，N；A——试样的横截面积，mm^2；d——试样的横截面直径，mm。

直线型试样的定伸应力和拉伸强度按式(6-4)计算：

$$T=\frac{F}{A}=\frac{F}{0.785d^2} \quad \cdots\cdots (6\text{-}4)$$

式中：T——定伸应力或拉伸强度，MPa；F——试样所受的负荷，N；A——试样的横截面积，mm^2；d——试样的横截面直径，mm。

c. 拉断伸长率的计算

O形圈试样拉断伸长率按式(6-5)计算：

$$E=\frac{2S_1+G-C_0}{C_0}\times 100 \quad \cdots\cdots (6\text{-}5)$$

式中：E——拉断伸长率，%；S_1——O形圈拉断时两轴轮的中心间距，mm；G——一个

轴轮的圆周长，mm；C_0——O形密封圈的初始内周长，mm。

直线型试样拉断伸长率按式(6-6)计算：

$$E=\frac{L_1-L_0}{L_0}\times 100 \quad \cdots\cdots (6\text{-}6)$$

式中：E——拉断伸长率，%；L_1——试样拉断时两标线间的距离，mm；L_0——试样两标线间的原始距离，mm。

5）试验结果的表示

测量结果为五个，试验结果取计算结果的中位数，拉断伸长率取整数位，定伸应力和拉伸强度取一位小数。

(3) 热空气老化试验

1）试验装置

2）试样：

拉伸强度变化率和拉断伸长率变化率的试样同拉伸性能的测定中的试样，硬度变化试样同硬度的测定中的试样。老化箱应符合 GB/T 3512 中相关的规定。

3）试验步骤

a. 测量老化前的拉伸强度、拉断伸长率和硬度。

b. 按 GB/T 3512 的规定，将试样放入规定温度的老化箱中并开始计时。

c. 到达规定时间后，立即从老化箱中取出试样，在实验室温度下停放至少 16 h，但不得超过 6 d。

d. 测量老化后的拉伸强度、拉断伸长率和硬度。

4）试验结果的计算

a. 拉伸强度变化率，按式(6-7)计算：

$$\Delta T_1=\frac{T_1-T_0}{T_0}\times 100 \quad \cdots\cdots (6\text{-}7)$$

式中：ΔT_1——试样热空气老化后的拉伸强度变化率，%；T_0——试样老化前的拉伸强度，MPa；T_1——试样热空气老化后的拉伸强度，MPa。

b. 拉断伸长率变化率按式(6-8)计算：

$$\Delta E_1=\frac{E_1-E_0}{E_0}\times 100 \quad \cdots\cdots (6\text{-}8)$$

式中：ΔE_1——试样热空气老化后的拉断伸长率变化率，%；E_0——试样老化前的拉断伸长率，%；E_1——试样热空气老化后的拉断伸长率，%。

c. 硬度的试验结果以硬度的变化值表示，按式(6-9)计算：

$$\Delta H_1=H_1-H_0 \quad \cdots\cdots (6\text{-}9)$$

式中：ΔH_1——热空气老化后硬度的变化值，IRHD；H_1——试样热空气老化后的硬度，IRHD；H_0——试样老化前的硬度，IRHD。

5）试验结果的表示

拉伸强度、拉断伸长率老化试验的结果按式(6-7)和式(6-8)计算的结果表示，取整数位；硬度老化试验的结果按式(6-9)计算的结果表示，取整数位。

(4) 恒定形变压缩永久变形的测定

1）试验装置

a. 压缩夹具见 GB/T 7759—1996 的图 1，也可采用图 6-1 所示夹具。

b. 试样的硬度在(10～80)IRHD 时，限制器的高度为试样截面直径的 75%；试样的硬度在(81～89)IRHD 时，限制器的高度为试样截面直径的 85%；试样的硬度在(90～95)IRHD 时，限制器的高度为试样截面直径的 90%；限制器的高度公差为+0.05mm。

注：限制器可由薄金属片叠合到所需高度。

c. 用于在液体中进行压缩永久变形试验的浸泡容器一般为钢质密封罐，也可以采用其他材质的耐高温、耐液体、耐压的密封容器，其尺寸以能容纳压缩夹具、足够的试验液体及便于操作为宜。

d. 加热装置为老化箱，水浴或油浴。

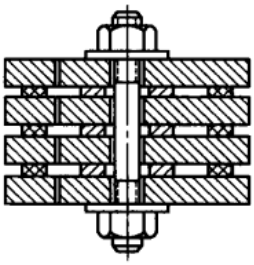


图 6-1　压缩夹具

2) 试样

试样应是 O 形圈或从 O 形圈上切取的片段，长度小于 3 mm 以下的片断不能作为压缩试样，试样数量为三个。

3) 试验液体

试验液体的用量应在试验过程中保证试验夹具始终浸没在液面 15 mm 以下；试验液体只限使用一次，不同配方的试样不得同时在一容器中试验。

4) 试验步骤

a. 测量 O 形圈或其片段的轴向截面直径。

b. 将试样依次放入夹具的各压板间。试样与限制器相互不接触，并保证压缩后试样与限制器互相不接触。

c. 将装入试样的夹具进行压缩，使压板与限制器紧密接触，拧紧螺母，试样不得扭转。

d. 若进行耐液体试验，将装好试样的夹具在室温下停放 30 min，然后放入盛有试验液体的容器中，将容器放入规定温度的老化箱中，并开始计时。

e. 若进行热空气老化试验，则将装好试样的夹具在室温下停放 30 min 后，放入规定温度的老化箱中，并开始计时。

f. 到达规定时间，从老化箱中取出浸泡容器或夹具。

对高温不挥发液体，取出的是浸泡容器，则需在室温下冷却 30 min，然后打开容器取出夹具，立即松开夹具取出试样进行洗涤，每个试样的洗涤时间不超过 30 s，并将试样置于平整的木板上，在室温下恢复 30 min。

对室温挥发性液体，到达规定时间后从容器中取出夹具，并立即松开夹具，取出试样置于平整的木板上，在室温下恢复 30 min。

对高温热空气情况，取出的是夹具，则应立即松开夹具，取出试样置于平整的木板上，在室温下恢复 30 min。

g. 按 O 形圈尺寸测量的方法，测量 O 形圈或其片段的轴向截面直径。

5) 试验结果的计算

压缩永久变形按式(6-10)计算：

$$C_1=\frac{d_1-d_2}{d_1-h_s}\times 100 \quad \cdots\cdots (6\text{-}10)$$

式中：C_1——热空气老化后，或液体浸泡后试样的压缩永久变形，%；d_1——试样的初始轴向截面直径，mm；d_2——试样恢复后的轴向截面直径，mm；h_s——限制器的高度，mm。

6）试验结果的表示

测量结果为三个，试验结果取计算结果的算术平均值，取整数位。

（5）腐蚀试验

1）试验装置

试验装置由任何一种耐腐蚀、可密封并具有合适工作尺寸的容器组成。

注：一般采用实验室用干燥器。

除非另有规定，试验夹具压板应由45号钢制成，表面镀镍[厚(0.000 2～0.004)mm]，粗糙度 Ra 为(0.16～0.25)μm。尺寸应以合适夹住试样，并能置于容器中为宜。推荐的试验夹具及尺寸见图6-2。

将体积比为15∶85的丙三醇、水溶液注入容器中，以保持100%的相对湿度。混合液的深度应至少宜在容器深度的20%以上。

用一种耐腐蚀的搁板在容器中支撑夹具，使其接近但不接触混合液。

2）试样

试样应由从O形圈上裁取的38 mm的片断组成，如果O形圈周长小于38 mm，可采用完整的O形圈为试样，试样数量两个。

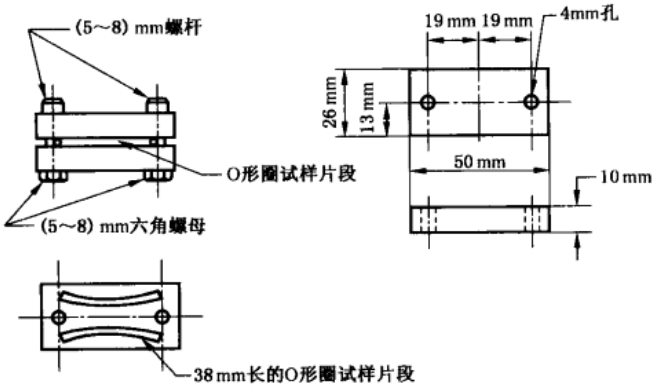


图6-2　耐腐蚀试验夹具及尺寸

3）试验步骤

a. 用无水乙醇或别的合适溶剂清洗试验板，并进行干燥。

b. 按O形圈尺寸的测量方法，测量试样的轴向横截面直径。

c. 取下干燥器盖，将试样和试验压板放入容器中不加盖停放1 h。

d. 将试样装入试验夹具中，施加压力使试样的轴向横截面直径产生15%的变形，并保持这一变形。

e. 把组装好的夹具放在一块平板玻璃上，然后将玻璃板放入试验容器中的搁板上，盖好容器的盖子保持密封。

f. 将容器在(23±2)℃的温度下保持96 h。

注：也可以用别的试验温度，但应在试验报告中说明。

g. 取出试样，用滤纸吸干试验板上的水渍，用肉眼观察试样在试验板上留下的痕迹。

h. 试验结果用无腐蚀、中等腐蚀(可见的浅色印痕)和严重腐蚀(深色斑纹或锈蚀斑纹)评定腐蚀等级，见图6-3。

（6）耐液体试验

1）试验液体的容量

液体的体积应不少于试样的总体积的15倍，并确保试验过程中试样始终完全浸泡在液面15 mm以下。

试验液体只限使用一次，不同配方的试样不得同时在同一液体中进行浸泡试验。

2）试样

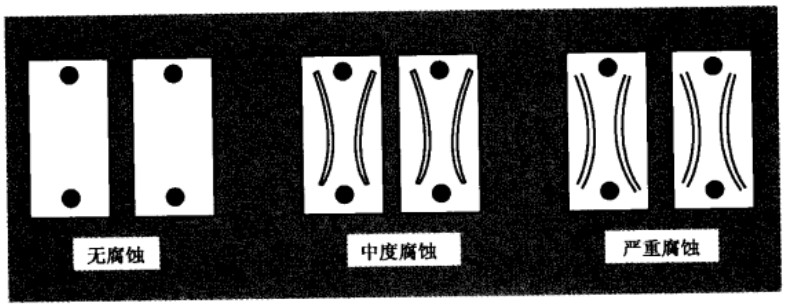


图 6-3　耐腐蚀试验结果评定

试样应是完整的O形圈或是从O形圈上切取长度至少为50 mm的片段，试样数量三个。

3）试验步骤

a. 质量变化、体积变化试验按GB/T 1690—1992的步骤进行。

b. 浸泡前后的拉伸性能试验按拉伸性能的测定步骤进行。浸泡后的硬度试验按硬度的测定规定进行。

4）试验结果的计算

a. 质量变化按式(6-11)计算：

$$\Delta m=\frac{m_3-m_1}{m_1}\times 100 \quad \cdots\cdots (6\text{-}11)$$

式中：Δm——质量变化，%；m_1——浸泡前试样在空气中的质量，g；m_3——浸泡后试样在空气中的质量，g。

b. 体积变化按式(6-12)计算：

$$\Delta V=\frac{(m_3-m_4)-(m_1-m_2)}{m_1-m_2}\times 100 \quad \cdots\cdots (6\text{-}12)$$

式中：ΔV——体积变化，%；m_2——浸泡前试样在水中的质量，g；m_4——浸泡后试样在水中的质量，g；m_1、m_3——同式(6-11)。

c. 拉伸强度变化率按式(6-13)计算：

$$\Delta T_2=\frac{T_2-T_0}{T_0}\times 100 \quad \cdots\cdots (6\text{-}13)$$

式中：ΔT_2——试样浸泡液体后的拉伸强度变化率，%；T_0——浸泡前试样的拉伸强度，MPa；T_2——浸泡后试样的拉伸强度，MPa。

d. 拉断伸长率变化率按式(6-14)计算：

$$\Delta E_2=\frac{E_2-E_0}{E_0}\times 100 \quad \cdots\cdots (6\text{-}14)$$

式中：ΔE_2——试样浸泡液体后的拉断伸长率变化率，%；E_0——浸泡前试样的拉断伸长率，%；E_2——浸泡后试样的拉断伸长率，%。

e. 硬度变化按式(6-15)计算：

$$\Delta H_2=H_2-H_0 \quad \cdots\cdots (6\text{-}15)$$

式中：ΔH_2——试样浸泡液体后的硬度变化值，IRHD；H_0——试样浸泡前的硬度，IRHD；H_2——试样浸泡液体后的硬度，IRHD。

5）试验结果的表示

质量变化、体积变化的测量结果为三个，试验结果取按式(6-11)或式(6-12)计算结果的算术平均值，取一位小数。

拉伸性能的试验结果，按式(6-13)或式(6-14)计算的结果表示，取中位数的整数位。

硬度变化取按式(6-15)计算的结果表示，取中位数的整数位。

(7) 密度的测定

1) 试验仪器

试验仪器应符合 GB/T 533—2008 的有关规定。

2) 试样

采用任意规格的 O 形圈或其片段，其质量应不少于 0.5 g，如不足 0.5 g 时，允许用质量总和达到 0.5 g 以上的几个 O 形圈或片段作为试样，试样数量为三个。

3) 试验步骤

试验步骤按 GB/T 533—2008 中有关规定进行。

4)试验结果的计算

试样在试验温度下的密度按式(6-16)计算：

$$\rho_R = \frac{m_1}{m_1 - m_2}\rho_0 \quad \cdots\cdots (6\text{-}16)$$

使用子坠时，按式(6-17)计算：

$$\rho_R = \frac{m_1}{m_1 + m_5 - m_6}\rho_0 \quad \cdots\cdots (6\text{-}17)$$

式中：ρ_R——试样的密度，mg/m^3；m_1——试样在空气中的质量，g；m_2——试样在水中的质量，g；m_5——坠子在水中的质量，g；m_6——试样和坠子在水中的质量，g；ρ_0——蒸馏水在试验温度下的密度，mg/m^3。

5) 试验结果的表示

测量结果为三个，试验结果取计算结果的中位数，取两位小数。

(8) 收缩率的测定

1) 试验仪器

工具显微镜

2) 试样

采用制造内径为(25±0.22)mm、截面直径为(3.55±0.10)mm 的 O 形圈的合格模具制备试样，亦可采用其他尺寸的模具制备试样，试验模具应尽可能接近生产模具的截面尺寸，试样数量三个。

3) 试验步骤

a. 沿 O 形圈均匀分布的至少四个位置上，用工具显微镜测量内径和径向截面直径，分别取算术平均值。

b. 沿相应模具型腔均匀分布的至少四个位置上，用工具显微镜测量两半模具腔的内径和径向宽度，取两半模具型腔内径的平均值和径向宽度的平均值，分别作为型腔的内径和径向截面直径。

4) 试验结果的计算

a. 内径收缩率按式(6-18)计算：

$$K_1=\frac{D_0-D}{D_0}\times 100 \quad \cdots\cdots (6\text{-}18)$$

式中：K_1——O 形圈内径收缩率，%；D_0——模腔的内径，mm；D——O 形圈的内径，mm。

b. 截面直径收缩率按式(6-19)计算：

$$K_2=\frac{d_0-d_3}{d_0}\times 100 \quad \cdots\cdots (6\text{-}19)$$

式中：K_2——O 形圈径向截面直径收缩率，%；d_0——模腔的径向截面直径，mm；d_3——O 形圈的径向截面直径，mm。

(9) 低温试验

1) 试验仪器

采用 GB/T 7758—2002 中规定的试验仪器。

2) 试样

试样应为截面直径为(1.5～3.8)mm 的 O 形圈，或是从 O 形圈上裁取的直线型试样，其长度应足以保证使夹持器两端夹持住试样，试样数量三个。

3) 试验步骤

按 GB/T 7758—2002 进行试验，试样按标准拉伸 50%，如果采用较大或较小的拉伸率时，应报告实际的拉伸率。

4) 试验结果的表示

应按 GB/T 7758—2002 的规定表示。

5) 试验结果的表示

测量结果为三个，试验结果取计算结果的平均值，取两位小数。

(10) 压缩应力松弛的测定

按照 GB/T 13643—1992 进行 。

二、旋转轴唇形密封圈性能试验

GB/T 13871.4—2007《密封元件为弹性体材料的旋转轴唇形密封圈　第 4 部分：性能试验程序》规定了密封元件为弹性体材料的旋转轴唇形密封圈的试验要求和方法，可适用于合格鉴定试验，也适用于材料控制试验、动态试验和附加的低温试验等。GB/T 21283.4—2008《密封元件为热塑性材料的旋转轴唇形密封圈　第 4 部分：性能试验程序》适用于密封元件为热塑性材料的旋转轴唇形密封圈，GB/T 21283.4 规定的试验程序与 GB/T 13871.4 类似，这里对 GB/T 21283.4 不专门介绍。

1. 预试验程序

(1) 检验所有的密封圈，确定是否符合密封圈的相关图样或规范的要求。

(2) 对于弹性体部件密封圈，要确保密封圈的生产商已确定制造密封圈材料的指定批号以及公称密度、公称硬度、最大压缩永久变形以及浸泡在试验液体后的最大质量变化；当要求进行低温刚性试验时，同样要确保密封圈的生产商已确定在指定的试验温度下进行试验后的最大模量；确保该批次的弹性体已按照要求进行了检验。

(3) 为了便于准确地分析试验结果，在进行试验以前需测量密封圈的以下物理特性值：

1) 唇径(有弹簧)：

2）唇径(无弹簧,在卸下弹簧 24 h 以后进行测量)；

3）外径以及圆度；

4）轴径、材料硬度和表面粗糙度；

5）腔体直径、腔体材料及表面粗糙度；

6）主唇装有弹簧或不装弹簧的副唇直径(如果有的话)。

(4) 确保规定的轴偏心量与试验设备的腔体偏心量相匹配。

2. 动态试验

(1) 试验设备

试验设备应类似图 6-4 的典型示意图,应由适当的腔体和一个旋转部分构成,腔体用来盛装试验液体并定位试验密封圈,旋转部分有一个水平安装在适当轴承上的芯轴。密封圈腔体的设计应符合 GB/T 13871.1—2007 中规定的尺寸。腔体和旋转部分应能够确保规定的轴偏心量与试验设备的腔体偏心量相匹配。

试验设备还应符合以下附加要求：

1）轴应能够旋转并/或保持轴转速误差在±3%以内；

2）在每次试验过程中,轴应能够在动态条件下保持规定的试验偏心量在±0.03 mm内；

3）试验机头的设计和结构应在整个工作温度范围内保持腔体内孔相对于试验主轴的同轴度不超过 0.03 mm；

4）试验机头支架的设计应确保最小变形和偏移；

5）试验机头和热传递系统应能够保持试验液体的温度误差在±3 ℃以内,并与大气相通；

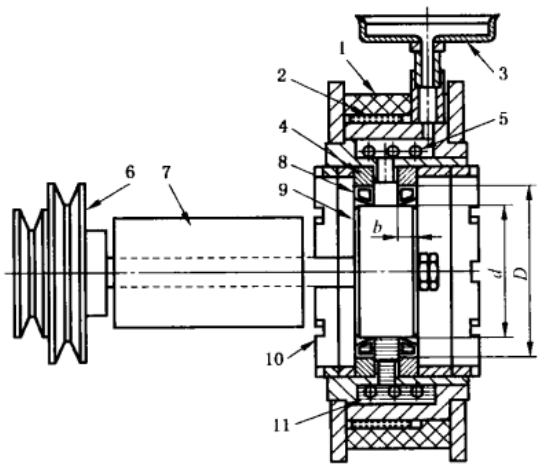
6）采用的供热方式应避免试验液体的局部温度过高而引起液体分解；

7）试验轴应没有螺旋状的机械加工痕迹并应符合 GB/T 13871.1—2007 中规定的要求；

8）试验腔体内孔应符合 GB/T 13871.1—2007 中规定的要求；

9）试验轴和试验腔体内孔的材料、精磨加工痕迹及尺寸应尽可能接近实际使用的轴和腔体内孔；

10）试验液体的最少用量为 0.75 L；



1——隔热材料；2——加热带；3——加液斗；4——密封圈腔体；5——冷却管；6——皮带轮；7——试验机头支架；8——试验密封圈；9——试验轴；10——紧固环；11——试验液体。

图 6-4　动态试验设备的典型示意图

11）试验机头内的试验液体的液面应在轴的最低点以上 0.3 d～0.5 d 之处(d 为轴径)；

12）对于有内置轴承的密封圈腔体,试验腔体应在轴承支座处适当泄压,以防止在轴承和密封圈之间的液体压力过大；

13）在试验中,应提供必要的手段来收集和测量从密封圈泄漏的液体的质量；

14）试验机头应具有使密封圈腔体压力增加到工作压力的加压装置；

15）在机头内应有液面测量装置。

（2）安装

1）彻底清洁机头，使之不含污染物和外来物质。

2）将密封圈安装到试验机头上，得到密封圈和试验机头间的累积偏心量。

3）除非另有规定，确保密封圈的唇平面与轴的轴线垂直。

4）将试验轴固定，使得轴上未使用过的清洁表面与试验密封圈的密封元件相接触。

（3）试验条件

采用的试验条件应模拟用户规定的密封圈实际使用条件，即：给定的工作温度、给定的轴工作速度、预计的最高工作温度、预计到的最大轴转速。

（4）试验程序

取六个密封圈做 10 个周期的试验，每个周期持续 24 h，其中 14 h 是在使用条件下在给定的工作温度和轴转速下，6 h 是在预计的最高工作温度和最大轴转速下，接着停机 4 h，这时试验机冷却到室温。如果可以的话，在每个周期轮换时旋转方向应相反。

（5）试验后的测量

试验完成之后，测量密封唇直径、副唇直径（如果有的话）、接触带的宽度。检查密封唇口，在试验结果中注明出现的任何裂纹、撕裂，裂缝及缺陷。

（6）记录

在密封圈的试验报告中记录所有的试验数据。

（7）合格标准

除非生产商和用户另有约定，六个密封圈均不应有可见的泄漏。

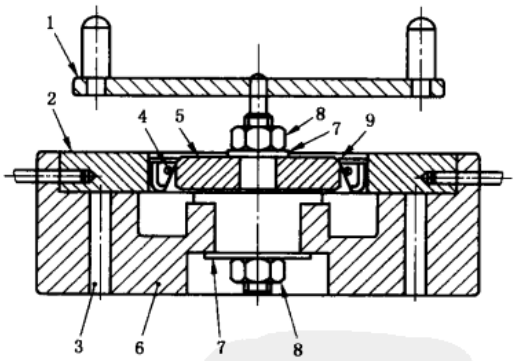
3. 动态低温试验

（1）总则

本试验适用于所有的最低工作温度在 −10 ℃或 − 10 ℃以下的旋转轴唇形密封圈。

（2）试验装置

试验装置类似于图 6-5 所示的典型示例。试验轴和密封圈腔体应模拟用户规定的预计最大偏心量。试验轴径、试验轴的表面粗糙度以及密封腔尺寸也应符合用户的要求或GB/T 13871.1—2007的规定。



1——手柄；2——密封圈腔体；3——在冷冻机底座平台上的带销钉的定位孔；4——试验密封圈；5——试验轴；6——底座；7——垫片；8——六角螺帽；9——试验液体。

图 6-5　低温试验装置的典型示意图

（3）安装

1）彻底清洁机头，排除污染物和外来物质。

2）将密封圈安装到试验机头上，得到密封圈和试验机头间的累积偏心量。

3）除非另有规定，确保密封圈的唇平面与轴的轴线垂直。

（4）试验程序

取两个密封圈按下列程序进行试验：

1）在给定的工作温度下将密封圈浸泡在试验液体中 70 h。

2）从试验液体中取出密封圈，抖落多余的液体，但不要擦干。

3）用少量的试验液体润滑试验轴。

4）将密封圈正确地安装在试验装置上。

5）将试验液体注入试验装置，使密封唇口的油侧被浸泡。

6）将试验装置放在冷却箱内，在用户规定的最低使用温度下停放 16 h。

7）在试验装置仍在冷冻箱内的情况下，按顺时针方向以接近 1 Hz 的速度用手将轴转动 10 圈，每 180°停一次。

8）从冷却箱中取出试验装置，在室温下的最少停放时间是 6 h。

9）从试验装置上卸下密封圈。

（5）试验后的测量

检验在试验过程中是否出现泄漏，并目视检验密封唇口，在试验结果中注明出现的任何裂纹、撕裂，裂缝及缺陷。

（6）记录

在密封圈的试验报告中记录所有的试验数据。

（7）合格标准

在唇口没有肉眼可见的损伤，并且泄漏量应不高于用户的规定。

4. 弹性体部件的材料试验

（1）弹性体材料的要求

制造试验密封圈的每一批次材料均应进行质量控制试验。为了确保用于制造密封圈的材料与动态试验用密封圈的材料的差别不大，其随后的生产批次也应随机抽样进行试验。用于试验的材料应是未使用过的材料。

试验应按照下面的要求进行。

（2）密度

每批材料应按照 GB/T 533—1991 进行试验；对于所有材料，其试验结果应在规定的公称密度±0.03 g/cm^3 的公差范围内。

（3）硬度

每批材料应按照 GB/T 6031—1998 进行试验；如果试验样品的尺寸大于 4 mm，应按照常规试验程序进行试验；如果试验样品的尺寸小于 4 mm，则应按照微型硬度试验程序进行试验；试验结果应在规定的公称硬度±7 IRHD 的公差范围内。

（4）压缩永久变形

每批材料应按照 GB/T 7759—1996 进行试验；试验时间为 22 h，对于不同的弹性体应采用表 6-1 给出的试验温度；试验结果不应超过规定的最大值。

表 6-1　推荐的试验温度

弹性体	丁腈橡胶	氢化丁腈橡胶	聚丙烯酸酯橡胶	氟橡胶	硅橡胶
温度/℃	100	150	150	200	200

（5）液体浸泡

每批材料应按照 GB/T 1690—1992 进行试验。试验时间为 22 h，每种材料的浸泡温度见表 6-1。试验液体应为 GB/T 1690—1992 规定的 1 号标准油。除非制造商和用户另有约定，体积变化应在密封圈制造商规定的公称体积变化值的±2%的范围内。

(6) 热空气老化

每批材料应按照 GB/T 3512—2001 进行试验，采用老化箱法。试验时间为 168 h，不同弹性体采用的试验温度见表 6-1。试样应类似于硬度试验使用的试样。试验后的表观硬度应为试验前记录硬度的±10 IRHD 的范围以内。

(7) 低温刚性

如已确定实际使用的最低温度在－10 ℃或－10 ℃以下，每一批次应在规定的试验温度，即－10 ℃、－20 ℃或－40 ℃下，按照 GB/T 6036—2001 或 GB/T 7758—2002(由制造商和用户协商)进行试验。在按照 GB/T 6036—2001 进行试验时，试验后的模量不应超过规定的最大值。

三、橡胶垫片密封性能的试验方法

HG/T 2700—1995《橡胶垫片密封性的试验方法》规定的橡胶垫片密封性能的试验方法适用于标准室温下，用泄漏速率来评价不同压缩法兰载荷下橡胶垫片的密封性能。在标准室温下测定橡胶垫片对液体或气体的密封性能有 A、B 两种方法。

A 法：适用于液体泄漏的测定。

B 法：适用于气体泄漏的测定。

1. 试验原理

对夹在两个光滑钢质法兰面之间的环形试样，施加规定的载荷，将试验介质引入环形试样的中心，然后给介质施加规定的压力。对于液体密封性能试验，采用被密封液体，并通过安装在垫片密封性能试验装置管路上游的液柱指示计液面的变化来测定泄漏速率。对于气体密封性能试验，推荐采用氮气，并通过安装在垫片密封性能试验装置管路上游液柱指示计液面的变化来测定泄漏速率。

2. 试验装置

垫片密封性能试验装置主要由试验法兰盘、压力传感器、液柱指示计、调压阀及管路等组成，其连接见图 6-6 所示。

(1) 试验法兰盘：由上、下两片钢质法兰组成，其工作面的表面粗糙度 Ra 为(0.80～1.60)μm。

(2) 压力传感器：经标定的载荷传感器，其直径取决于所要求的载荷范围。

(3) 液柱指示计：长约 280 mm，内径 1.6 mm，分度值为 0.05 mL 的耐压玻璃管。

(4) 调压阀：用以调节和控制气源压力。

(5) 管路：用以连接各部件。

3. 试样

(1) 试样应按照 GB/T 2941 规定的方法进行制备，模压或冲切都可以。试样表面应平整，没有划伤和裂纹。

(2) 试样为环状，其内径为(32.20～32.30)mm，外径为(44.20～44.30)mm，厚度为(0.70～0.80)mm。

(3) 试样厚度的测量应按 GB/T 2941 规定的方法 A 进行测量，测量值应精确

至0.01 mm。

(4) 每一种材料至少三个试样。

(5) 制备好的试样在试验之前，应按GB/T 2941规定，在标准室温下进行环境调节。

4. 试验步骤

(1) A法：液体泄漏试验

1) 试验法兰盘的清洗

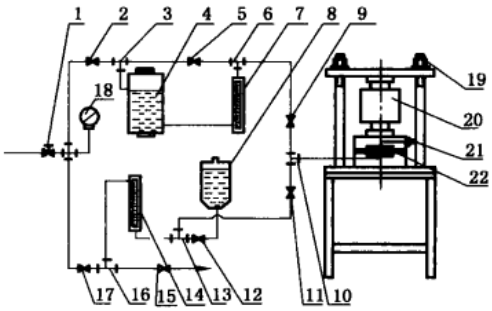
为除去前次试验的残留物，应清洗试验法兰盘上、下两片法兰的工作表面。必要时，用三氯乙烷清洗，并检查是否有裂口或划伤。

2) 试样的安装

将试样放在试验法兰盘下法兰的中央位置，放上上法兰使其与下法兰对齐，装上压力传感器，在1 min内使试验部分的顶板对试样产生规定的载荷(夹紧力)。

3) 试验前泄漏的检查

试验前，放净贮水罐中的水，用一弹性较好的橡胶板(厚度2.5 mm以上)代替环形密封垫试样，装配好，并施以4.9 kN的荷载，然后打开系统中的所有连通阀门(只有阀门12和阀门15关闭)，再给系统充注0.21 MPa的氮气，在系统各部件及其管路连接处涂以稀皂液，目测有无泄漏，无泄漏时方可进行试验。



1——调压阀；2——阀门；3——三通；
4——贮水罐；5——阀门；6——三通；
7——液柱指示计；8——贮油罐；
9——阀门；10——三通；11——阀门；
12——阀门；13——三通；14——液柱指示计；
15——阀门；16——三通；17——阀门；
18——压力表；19——加荷螺母；
20——压力传感器；21——堵头；22——试验胶。

图 6-6　垫片密封性能试验仪测试管路示意图

4) 试验液的充注

首先关闭阀门2和9。打开阀门15和11，关闭阀门17，然后打开阀门12，使贮油罐中的试验液经管路流入试验腔和液注指示计14中，打开上法兰盘上的螺旋塞堵头，当堵孔有少许试验液流出时，说明试验腔已充满了试验液，继续充注直到液柱指示计14中的液柱达到1/2以上液柱指示计高度时，关闭阀门12，然后关闭阀门15。

5) 液体泄漏速率的测定

打开调压阀1，使压力表18指示规定的压力值(如无特别说明，一般为0.21 MPa)，轻轻开启阀门17，载压气体经管路通入液柱指示计上端挤压液柱，待液柱指示计的液面稳定后，将阀门17开至最大，使试验腔内的液体达到规定的压力，经5 min稳定后，读取5 min时液柱指示计14的液面高度。以该读数为起始读数，每隔一定时间读取并记录液柱指示计的液面高度。时间间隔(如5 min，10 min，30 min或1 h)应根据液柱指示计的液面移动速度选取，计算三次连续间隔的平均体积变化，以每小时的毫升数表示液体泄漏速率。

注1：液体泄漏过程一般来说是相当缓慢的，试验过程往往要经过1 h到几个小时。

注2：如果2 h以上不出现泄漏，经过同用户协商可适当提高工作压力，但最高工作压力不得超过0.5 MPa。

6) 管路系统的卸压

试验完毕后，关闭阀门1，再关闭阀门17，打开上法兰盘堵头，用烧杯收集从液柱指示计及其下游管路中排出的试验液。然后卸掉法兰盘载荷，取下上法兰盘和试样。然后打开阀

门 1 和 17，利用载压气体吹净管路内残留的试验液，将收集起来的试验液重新倒入贮油罐 8 中或作妥善处理。

(2) B 法：气体泄漏试验

1) 试验法兰盘的清洗同 A 法中的规定。

2) 试验前泄漏的检查同 A 法中的规定。

3) 试样的安装同 A 法中的规定。

4) 气体泄漏速率的测定

关闭阀门 2、9、11 和 17，打开阀门 5 和 9，慢慢开启阀门 2 和调压阀 1，使压力表 18 指示较小的压力(如 0.05 MPa 以下)，这时，载压气体经三通接头通到密闭贮水罐及试验腔，贮水罐中的水将沿管路进入液柱指示计 7 并形成某一高度的水注(一般不超过液柱指示计高度的1/3)，将阀门 2 关小，以防止水柱漫过液柱指示计 7 而进入管路。调节调压阀 1，使压力表 18 指示规定的压力(无特别说明，一般为 0.10 MPa)。再打开阀门 17 和 11，往试验腔中充载压气体，这时，试验腔内的气体压力立即和贮水罐中的气体压力到达规定的压力并平衡，液柱指示计 7 中的水柱下降，通过调节阀门 17 和 11 的开启程度，使水柱面处在便于观察的高度(位于液柱指示计 1/3 高度以下)，立即关闭阀门 11，然后关闭阀门 17，将阀门 2 开至最大，这时水柱面不再有大的移动，待稳定 0.5 min，让液柱指示计 7 两端的压力充分平衡，然后关闭阀门 5，再稳定 3 min，记录 3 min 时水柱的高度作为起始读数，然后每隔一定时间(如10 min，5min，1min 和 30 s 等)观察并记录水柱的高度，计算三次连续时间间隔的水柱高度变化的平均值，并换算成以每小时毫升数表示的气体泄漏速率。

注 1：气体泄漏过程是相当快的，30 min 内即可完成试验，因此要迅速而准确地读取水柱高度。

注 2：最高工作压力不得超过 0.21 MPa。

5) 管路系统的卸压

试验完毕后，首先关闭阀门 1，打开阀门 17，然后打开阀门 15，缓慢卸去贮水罐中的压力，再打开阀门 11，卸掉密闭试验腔内的压力。

四、汽车密封条压缩永久变形试验方法

QC/T 709—2004《汽车密封条压缩永久变形试验方法》适用于汽车密封条压缩永久变形性能的试验。

1. 试验原理

将已知高度的密封条试样，按压缩率要求压缩到规定的高度，在规定温度下，压缩一定的时间，然后在标准温度下除去压缩力，试样在自由状态下逐渐回复，在规定的时间内测定其回复后高度。用试样压缩后不能回复的形变值与试样压缩时的最大形变值之比表示。以表示密封条在压缩作用的力消除后由于压缩产生的变化阻止材料回复到其原来状态而产生的变形大小。

2. 仪器与设备

(1) 烘箱

烘箱应符合 GB/T 2941 有关要求。传热介质为空气。

(2) 高度测量仪

高度测量仪的精度应达 0.02 mm。

(3) 试验装置

1）试验装置结构根据产品结构进行设计。常见结构示意图见图 6-7。

2）底板、上压板和限位套筒材料为不锈钢板或镀铬钢板。板的尺寸应足够大，应确保在试验过程中试样既不与限位套筒接触，也不超出上压板。

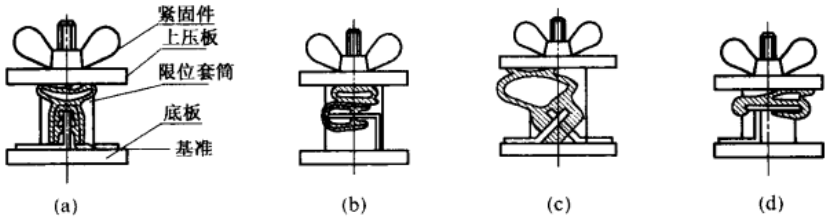


图 6-7　压缩永久变形测试装置结构示意图

3）底板上应设置固定密封条试样和上压板的结构。

4）上压板表面粗糙度应达到 Ra 不大于 4×10^{-7} mm(0.4 μm)。并有足够的刚度，应确保压板受压时，弯曲不超过 0.01 mm。

5）同一试样所用的限位套筒高度公差为±0.02 mm，每个套筒的上、下两个端面的平行度小于 0.01 mm。

6）紧固件常见结构为蝶形螺母。

3. 试样及状态调节

(1) 除特殊要求外，应分别从不同的成品上截取长度为(100±2)mm 的三个试样。

(2) 试验与硫化之间的时间间隔以及试样在试验前的调节，应按 GB/T 2941 的规定进行。

(3) 试样在试验前，应在温度为(23±2)℃、相对湿度为(50±5)%的环境下至少停放 3 h，试样在停放期间不得受压。

4. 测试步骤

(1) 将试样安装在相应的试验夹具上。

(2) 推荐将底板的上表面作为基准面，设定高度测量仪零点。

(3) 测量试样压缩前高度 h_0 和限位套筒高度 h_1。安装上压板，拧紧固定螺母。

(4) 将已安装完试样的夹具放入符合试验规定的环境中，按要求时间存放。如无特殊规定，试验环境温度为(70±2)℃，存放时间为 96 h。

(5) 存放结束后，立即松开紧固件，卸下上压板将其置于(23±2)℃的标准环境中，自由状态下调节(30±3)min 后，测量试样恢复后的高度 h_2。

5. 试验结果表示

(1) 压缩永久变形 c 按式(6-20)计算：

$$c=\frac{h_0-h_2}{h_0-h_1}\times100 \qquad \cdots\cdots (6\text{-}20)$$

式中：c——压缩永久变形，%；h_0——试样压缩前高度，mm；h_1——试样压缩时高度(即限位套筒高度)，mm；h_2——试样压缩后规定时间内恢复后的高度，mm。

(2) 计算结果按 GB/T 8170 修约到 1%。

(3) 取全部试验数据的算术平均值作为测试结果，每个试验数据与算术平均值的差不

大于±10%，否则应再取三个试样试验，并在报告中注明试样的个数。

五、汽车密封条压缩负荷试验方法

QC/T 710—2004《汽车密封条压缩负荷试验方法》适用于汽车密封条压缩负荷的测试。

1. 定义

压缩负荷：将一定长度的密封条，以规定的速度压缩至一定高度（或一定的压缩量）时的力值。

2. 仪器与设备

（1）拉力试验机：应符合 HG/T 2369 的有关要求，其测力精度为 A 级。

（2）试验装置：由上、下工装组成，其结构根据产品结构进行设计。如无特殊规定，推荐图 6-8 结构。

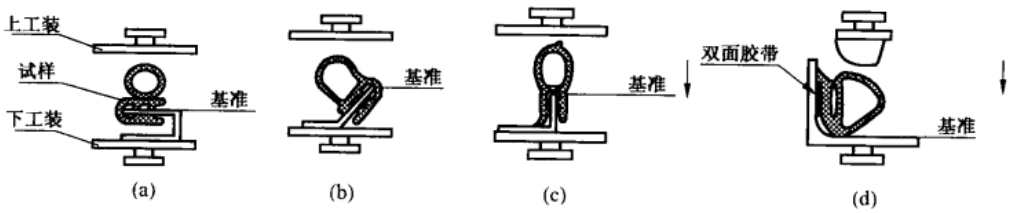


图 6-8　压缩负荷试验工装结构示意图

3. 试样及状态调节

（1）除特殊要求外，应分别从成品上截取长度为（100±2）mm 的三个试样。

（2）试样与硫化之间的时间间隔以及试样在试验前的调节，应按 GB/T 2941 规定的方法进行。

（3）试样在试验前，应在温度为（23±2）℃、相对湿度为（50±5）%的环境下至少停放 3 h，试样在停放期间不得受压。

4. 试验步骤

（1）根据产品试验要求，选择测试工作模式、设定试验速度和压缩高度等参数。除产品有特殊规定外，试验速度设定为 30 mm/min。可将密封部位高度的 30%作为参考压缩位移高度。

（2）将上、下工装安装到拉力试验机上，安装时应使压板与密封条平行，并使试验中所施加的负荷作用线与试样的中心线一致。

（3）测定时，通常将测试下工装的上平面或凸缘上端面作为压缩位移基准（见图 6-8）。

（4）安装试样，开动试验机。使压板以规定的速度压缩试样至规定的高度，记录其压缩负荷与形变的关系。

5. 试验结果表示

取全部测试数据的算术平均值作为试验结果，计算结果按 GB/T 8170 修约到一位小数。

六、汽车密封条植绒耐磨性试验方法

QC/T 711—2004《汽车密封条植绒耐磨性试验方法》适用于汽车密封条植绒耐磨性试验。

1. 仪器与设备

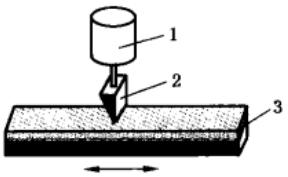
(1) 摩擦试验机

摩擦试验机应具有可往复运动的试验平台、固定摩擦刀具和试样的装置、自动计数和预设摩擦次数等功能。宜选用频率(往复移动次数)可调,行程可调的摩擦试验机。图 6-9 为摩擦试验机工作示意图。

(2) 摩擦刀具

1) 常用的摩擦刀具推荐使用 CrWMn 工具钢加工。

2) 常用的摩擦刀具结构及其规格尺寸见图 6-10 和表 6-2。



1——附加砝码;2——摩擦刀具;3——植绒试样。

图 6-9　摩擦试验机工作示意图

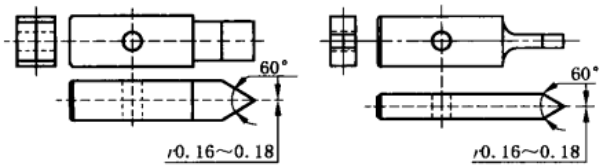


图 6-10　摩擦刀具结构

表 6-2　摩擦刀具规格尺寸

刀具规格	刀头宽度	曲率半径	总负荷(刀具+附加砝码)	适用部位
1 号	(7.9±0.2)mm	(0.16~0.18)mm	500 g	密封条底部
2 号	(2.8±0.2)mm	(0.16~0.18)mm	250 g	密封条唇部

2. 试样及状态调节

(1) 除特殊要求外,应从不同的挤出型材或成品件上截取三个试样。试样表面不应有裂纹或其他缺陷,如缺绒、绒毛聚集或颜色差异等(由零件几何形状、植绒方向造成的颜色差异除外)。为保证试样厚度均匀平整,必要时,可对截取的试样非植绒表面进行机械加工。

(2) 除特殊要求外,试样的规格尺寸见表 6-3。

(3) 试验与硫化之间的时间间隔以及试样在试验前的调节,应按 GB/T 2941 规定的方法进行。

(4) 试样在试验前,应在温度为(23±2)℃、相对湿度为(50±5)%的环境下至少停放 24 h,试样在停放期间不得受压。

表 6-3　试样规格尺寸　　mm

项　目	部　位	
	唇部	底部
长度	90~150	90~150
宽度	8~10	4~6

3. 试验步骤

(1) 根据试验要求,选择相应的摩擦刀具、附加砝码及其相应配件,并将它们安装到摩擦试验机上。安装时应确保摩擦刀具及其附加砝码的负荷能够均匀地施加到被摩擦的试样表面。

(2) 将试样平整地固定到试验机的移动平台上。

(3) 按试验要求设定摩擦频率、摩擦次数和移动行程。如无特殊要求，推荐摩擦频率为(60±5)LW/min(摩擦次数以一个往复 LW 记为一次)；移动行程选择范围为(60～100)mm；不同部位，经不同预处理的试样，其摩擦次数见表 6-4。

(4) 开动试验机，进行摩擦试验。待达到设定的摩擦次数后机器自动停机。取出试样，用目测法检验摩擦情况，记录观察结果，并按评定级别表示试验结果。

表 6-4　摩擦次数

预处理状态	部　位	
	唇部试样	底部试样
供货状态	250 次	200 次
热空气老化后，70 ℃×46 h	250 次	200 次
水中存放后，80 ℃×120 h	45 次	45 次

4. 试验结果表示

(1) 根据从被摩擦表面观察到的摩擦情况，试验结果按表 6-5 中评定级别表示。

(2) 评定时，被摩擦部位移动行程两端 5 mm 不作考虑，并应以三个样件中等级最低的一个试样作为试验结果。

表 6-5　试验结果表示

级　别	现　象
1 级	绒毛全部脱落，可见全部基材或全部粘合剂
2 级	绒毛部分脱落，可见 50%以上基材或粘合剂
3 级	绒毛部分脱落，可见 50%以下基材或粘合剂
4 级	绒毛变短但未脱落，未显出基材或粘合剂，外观无明显变化
5 级	外观无任何变化

七、汽车密封条插入力和拔出力的试验方法

QC/T 716—2004《汽车密封条插入力和拔出力试验方法》规定的试验方法适用于汽车用密封条的插入力和拔出力的试验。

1. 仪器及设备

(1) 拉力试验机

拉力试验机应符合 HG/T 2369 中的有关要求。示值相对误差在±1%以内。

(2) 涂漆板

1) 涂漆板应采用阴极电泳涂漆板，涂漆板表面应光滑，不允许存在划伤及明显磨痕，四个角部倒成光滑圆角。

2) 涂漆板的长度和厚度应根据产品结构进行设计。如无特殊规定，推荐涂漆板的长度为(100±0.2)mm。

(3) 测试工装

测试工装结构根据产品结构进行设计，应保证试样安装在工装上与插入或拔出方向垂直，如无特殊规定，推荐结构见图 6-11。

2. 试样及状态调节

(1) 常规试验时，应分别从不同成品或半成品上截取三个试样。如无特殊规定，试样长度为(120±2)mm，并剔除密封条中夹持部分以外有碍试验的部分。

(2) 试验与产品生产之间的时间间隔以及试样在试验前的调节，应按GB/T 2941规定的方法进行。

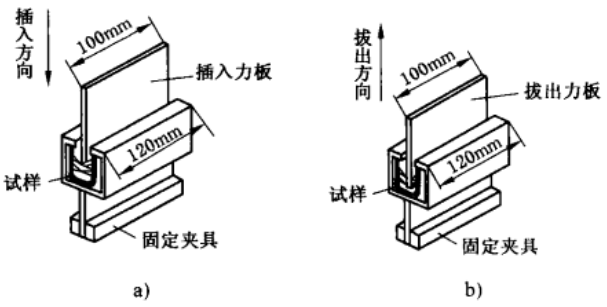


图 6-11　常见插入力和拔出力试验工装结构示意图

(3) 如产品技术文件无规定，试样在试验前，应在温度为(23±2)℃、相对湿度为(50±5)%的环境下至少停放3 h，试样在停放期间不得受压变形。

3. 试验步骤

(1) 插入力试验

1) 根据产品结构选取插入力试验夹具。

2) 将试样安装在试验机下夹具上，插入用涂漆板安装在试验机上夹具上。安装时应使涂漆板与试样插入中心对齐。

3) 根据产品试验要求设定插入深度和插入速度。插入深度应使插板通过最后一组内齿，但不接触夹持沟槽底部。如无特殊规定，插入速度为50 mm/min。

4) 开动试验机，使涂漆板以规定的速度插入试样，记录最大力值。

(2) 拔出力试验

1) 根据产品结构选取拔出力试验夹具。

2) 先将涂漆板缓慢插至密封条夹持沟槽底部，然后将其安装到拉力机上。安装时应使试验中所施加的负荷作用线与试样的中心线一致。

3) 根据产品试验要求设定拔出速度。如无特殊规定，插入速度为50 mm/min。

4) 开动试验机，使涂漆板以规定的速度从试样中拔出，记录最大力值。

4. 试验结果表示

(1) 计算结果按GB/T 8170修约到1%。

(2) 插入力试验取三个试样中的最大值作为测试结果；拔出力试验取三个试样中的最小值作为测试结果。单位以牛顿(N)表示。

第三篇

汽车用软管要求及试验方法

第七章 概 述

软管用于连接到一个连接点或两个连接点之间不能使用刚性连接的地方或者需要软(柔性)连接的地方,以便输送各类介质。例如:吸引软管和压力软管,以及移动的和振动设备两个部件之间的连接管,例如:液压软管、制动软管。软管被用于输送各类介质,而且通常在系统压力下工作。另外,软管还被用于那些频繁连接到硬管一端或两端存在问题的地方。

一、用户选择软管准则

GB/T 9576—2001《橡胶和塑料软管及软管组合件 选择、贮存、使用和维护指南》给出了软管的选择指南。

1. 通则

为预定的用途选择符合现行国家标准或国际标准的软管或软管组合件符合用户的最大利益。如果难以说明是否适合,或者有任何特殊要求,或者难以得到必要的信息,则应向软管生产厂、行业协会或标准化技术委员会咨询。

当为特定用途选择软管或软管组合件时应考虑下列因素:

(1) 工作环境:环境温度;大气条件;与有害介质的接触。

(2) 传输的介质:液体;气体;固体;上述物质的混合物。

(3) 传输方法:压力(包括流速);吸引(包括流速);重力(包括流速);加力(固体/液体,固体/气体的混合物)。

(4) 工作条件:所传输产品的压力和温度;使用频率。

(5) 安装:弯曲的程度;系统的振动;因冲击和磨损造成损坏的危险;正确连接形式的使用。

2. 汽车用软管

由于汽车用软管和软管组合件暴露于恶劣的环境,软管应耐受或免受环境的侵害。

(1) 软管和软管组合件的现场部位条件,例如:在引擎顶盖下,可能与燃油、滑油、电池酸等相接触,暴露于发动机的热或富臭氧的环境中。

(2) 可能要求车辆在其中工作的条件,例如:极限温度和湿度或溅上沙、泥、砾、雪、冰等。

(3) 软管或软管组合件所连接的车辆部件之间的运动和振动。

在上述(1)和(2)给出的条件中,建议尽可能将软管和软管组合件用护套保护起来。

如果安装中有严重弯曲或固定点在不同平面上,应考虑使用模压软管。

特殊情况也应考虑。冷却剂软管应有足够的柔软性以保证散热器的连接不承受不适当的应力。制动软管和软管组合件应有足够的长度以使其可在极端操作条件下满意地工作而无不当应力,同时应考虑:

——与其他部件的间隙，尤其在位移极限处，如车轮的完全锁定；

——相对于固定点的运动，应考虑由于车轮弹跳和在转向期间的旋转运动造成的位置高低变化。

二、软管贮存

1. 概述

在贮存，尤其是长期贮存期间，当暴露于某些因素下时，软管和软管组合件的物理性能将会发生变化。当投入使用时，这些变化可能使其不再具有与其作用相应的最佳特性。贮存条件应能对软管和软管组合件提供最佳的保护和最小的损害。

2. 贮存期

贮存期应尽可能地短。因此，必须实施存货的周转，并遵循“先进先出”的规则。如果不能避免长期贮存，软管组合件最长贮存规定为二年，散装软管最长贮存四年，且产品在使用前应进行检查和/或试验。

3. 温度

只要可能，贮存温度应在 0 ℃和 35 ℃之间，最好在 15 ℃左右。在产品贮存期间，温度不应超过 50 ℃和低于－30 ℃，也不应有反常的波动。

4. 湿度

相对湿度最好不超过 65%。

5. 光

应在远离阳光和强的人工光源的暗处贮存。如果贮存区有窗户或装有玻璃的开口，应使用红、橙或白色遮盖物遮蔽。

6. 臭氧

由于臭氧对橡胶基的产品有有害的影响，贮存区内不应有能产生臭氧的设备，如汞蒸气灯或管、高压电设备、电机或其他可能产生电火花或电荷的设备。

7. 环境

不应与某些物料相接触，或暴露于其蒸气中，尤其是溶剂、油类、油脂、酸、消毒剂等。某些金属，如铜、铁和锰，对某些橡胶胶料有有害的影响。

8. 热源

不应贮存在与热源很近的地方。与热源的距离应足以保证符合对温度的要求。

9. 电磁场

贮存区附近不应有可产生电场或磁场的设备，因为电磁场的变化或波动会在金属接头内感生电流，从而生热。

10. 贮存方法

应以不承受过量的应力、拉伸或变形的方式贮存。应避免与锐利的、带尖的或磨蚀性物体或表面相接触，应尽可能架置贮存。

盘卷的软管或软管组合件应平放贮存。当堆放不可避免时，堆的高度应限制在底部的产品不产生永久变形的程度。不推荐将软管卷悬挂在桩钉上。

以伸直状态交货的软管和软管组合件应平放贮存，不要弯曲。

交货时所带的管端封头不应去掉。

11. 啮齿动物

应避免受到啮齿类动物的侵害，如果有此危险应给予足够的保护。

12. 出库

务必保证从仓库内发出的产品处于其合格的状态，并适合于其预定用途。为此，有必要对库内不同型别的产品进行标识。

对未带有永久性管接头的软管组合件，即带有可调卡箍/夹持器的软管组合件，应进行检查，以确保管接头是牢固的。

13. 返库

从使用中撤回的软管在返库之前应排净它们曾传输的物质。并在清洗之后和返库之前，对产品进行检验，以确定其是否适合继续使用。

三、软管的使用和维护

关于对汽车用软管的使用和维护目前没有专门的标准给予规定，GB/T 9576—2001《橡胶和塑料软管及软管组合件 选择、贮存、使用和维护指南》和 ISO/TR 17784:2003《橡胶和塑料软管及软管组合件 用户、组装者、安装者和操作者使用指南》给出的软管使用和维护的建议是适用的，这里选择相应部分加以介绍。

1. 安装

软管在使用时，如果安装不当会大大减少软管的使用寿命。无论什么情况下，软管所承受的弯曲半径都不应小于标准的规定。要注意保证张力最小、避免扭转，以及与相邻组件之间有足够的间隙。在静态下存在这种间隙的地方，应保证车辆在动态工作条件不会使软管产生振动和位移，否则会使软管与热的部位相接触或与相邻部件相摩擦。软管或软管组合件的长度应为满足上述条件所需的最小值，并且只要有可能，软管就要用适当的夹持装置加以支撑。

安装软管时必须小心谨慎。关于软管的正确和错误的安装如图 7-1 所示。软管宜使用恰好的长度，并且在连接点不宜产生拉伸。如果软管安装错误，则在邻近固定连接处的弯曲应力会增大。

图 7-1 中 a)示出了一种不正确的安装以及软管在接近管接头处是如何扭曲的。这样安装的软管只有很短的工作寿命。而如图 7-1 中 b)所示安装的软管则会有长得多的工作寿命。

应记住软管最薄弱的部位通常是紧靠接头的地方。安装所需软管长度可通过在软管弯曲弧长的基础上再加上软管内径的 6～10 倍来计算。

软管不宜进行如图 7-1 中 c)、d)、e)所示的安装。如果软管被安装在非常严重的震荡点，则其工作寿命将会大大缩短。图 7-1 中 f)所示为正确的安装。当两个连接点都配有肘形转接管时，软管寿命将大大延长。

不正确的安装也可能引起轴向压缩。这种错误可能产生于安装时，如图 7-1 中 g)所示；也可能产生于运动时，如图 7-1 中 h)所示。

扭转运动会导致软管快速破裂，而这通常都是由于错误的安装造成的，见图 7-1 中 i)所示。应确保软管的中心线是平行的，如图 7-1 中 j)所示，运动方向位于同一平面。

旋转能够引起扭矩，特别是对螺旋管接头更是这样。因此在安装时，宜使用第二个扳手来固定。用图 7-1 中 k)所示的方法可以避免产生扭矩。

图 7-1 中 l)、m)所示均为不正确的安装。

如图 7-1 中 n)或 o)所示，如果能够提供一个支撑的话，则软管的变形和扭矩可以避免。

如图 7-1 中 n)或 o)所示可以使用一个一定形状的支撑以避免下垂。如果提供的支撑同时带有一个平衡重物，则可以使软管保持良好的弯曲半径而不在连接处产生过载。

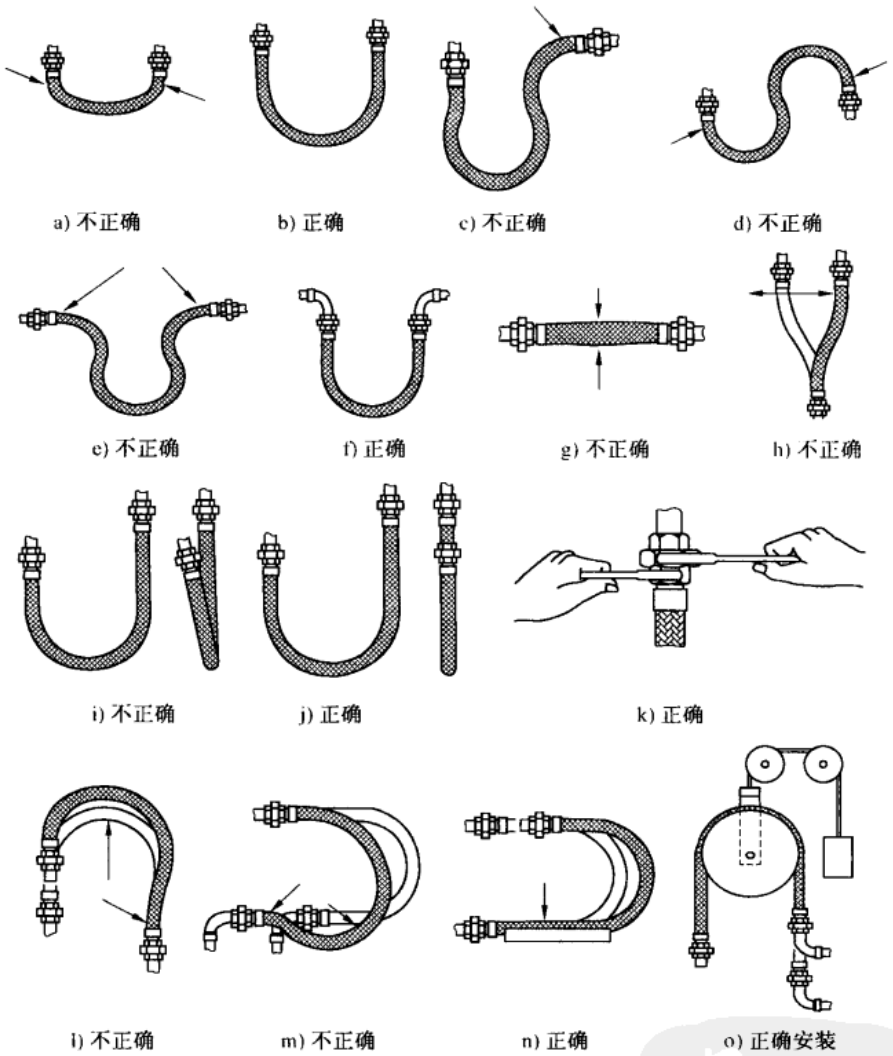


图 7-1　软管的正确和不正确安装示意图

2. 维护

除有法规、标准或合同要求者外，应对软管和软管组合件进行定期试验检验以确定其是否适合继续使用。尤其应该注意连接处及其邻近部位的情况，以及是否出现由于正常老化或在使用中不正常的使用条件、恶劣操作或事故造成的损坏所引起的表示软管性能下降的缺陷。

有下列缺陷者应停止使用：穿孔、裂口、撕裂、增强层暴露；臭氧龟裂；局部变形、气泡、压力下膨胀；软或黏的补斑。

当在软管标志中有使用截止日期时，即使软管没有出现明显的性能下降的迹象，也应遵守。

3. 修理

不推荐对软管进行修理，除非生产厂特别提出。如果允许对软管进行修理，应认真按生产厂的说明操作。

四、软管的标志、包装和运输

软管的标志、包装和运输的要求具体产品有具体的规定，GB/T 9577—2001《橡胶和塑料软管及软管组合件 标志、包装和运输规则》给出了基本要求。

1. 标志

软管上应有永久性的明显标志，根据不同类型的软管选择以下内容：

(1) 中文标明的生产厂厂名或商标、产品名称；

(2) 标准代号、规格、型号和等级；

(3) 生产日期(年、月)。

对于输送特种介质(油类、酸碱液、高压蒸汽等)的软管，其标志不应因接触这些介质而脱落。

2. 包装

(1) 一般要求

包装材料和包装方法根据具体软管产品标准规定。

软管及软管组合件两端必须封口，以免杂质进入软管。法兰式管接头应使用比法兰直径大的圆盘保护，外螺纹式管接头应使用螺纹保护装置或其他适当的方法进行保护。

(2) 平直包装

长度较短的软管和软管组合件可采用平直包装。

在包装件上要备有抓持条带。其数目和位置的确定以保证在搬运时能使软管组合件保持足够平直为原则。

(3) 盘卷包装

长度较长的软管和软管组合件可采用盘卷包装。盘卷内径不应小于软管内径的 15 倍或软管最小弯曲半径的 2 倍。

一个包装中捆装一根以上的软管组合件，应在盘卷之间对管接头做好适当的间隔保护。

(4) 运输

1) 堆放

运输时的堆放规则应按 GB/T 9576 中的贮存规则执行。

软管应伸直平放或盘卷平放。堆放高度不应超过 1.5 m。不允许将软管卷盘悬挂在一个固定物上。

软管伸直平放时，应考虑使用支架或托架。

2) 搬运

软管在搬运和运输过程中，应注意以下事项：

a. 需按类搬运和停放；

b. 应避免雨雪浸淋，避免与过热的物质相接触，距离热源不应少于 1 m；

c. 应避光，特别是直射的日光和强烈的灯光；

d. 保持空气流通，附近不应有能产生臭氧、电火花或无声放电的设备；

e. 不应与油、脂、溶剂、酸碱等腐蚀性物质或任何其他可能对软管和软管组合件有不利影响的物质接触；

f. 软管的堆放应符合 GB/T 9576 的要求。

第八章 汽车用软管要求

一、燃油软管

（一）内燃机燃油系统用纯胶管及橡胶软管

内燃机燃油系统用纯胶管及橡胶软管标准有三个，分别为：1）针对输送含氧燃油的HG/T 3665—2000《内燃机燃油系统输送含氧燃油用纯胶管及橡胶软管》，2）针对输送氧化燃油的HG/T 3666—2000《内燃机燃油系统输送氧化燃油用纯胶管及橡胶软管》，3）输送常规燃油的HG/T 3042—1989《内燃机燃油系统输送常规液体燃油用纯胶管和橡胶软管》。其中HG/T 3665—2000在使用加有含氧化合物如乙醇的液体燃油的燃油系统中使用。HG/T 3666—2000用于燃油可能被氧化或“酸化”的燃油循环系统，这些燃油可能含有，也可能不含如乙醇那样的化合物。HG/T 3042—1989所指常规液体燃油为不含氧化化合物的燃油。

这三个标准在结构上极其相似，在技术要求上也很接近。在此一并予以介绍，如无特殊指出则要求相同。

三种软管在结构上的差异是氧化燃油软管和纯胶管一般具体特种弹性体材料制作的内镶衬层（见图8-1）。这种结构上的不同，也引起了一些性能要求的变化。

1. 分类

纯胶管及软管分为下列三种不同的型别：

1型：纯胶管，最大工作压力为0.12 MPa；

2型：软管，工作压力为(0～0.12)MPa；

3型：软管，工作压力为(0～0.3)MPa。

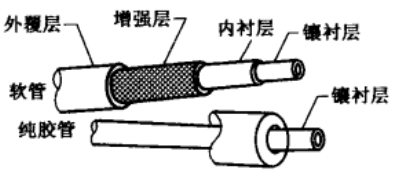


图8-1 典型的结构图

此外，上述1型、2型和3型三种型别可进一步分成两个级别：

A级：在最高120 ℃的环境温度下工作；

B级：在最高140 ℃的环境温度下工作。

B级纯胶管可带有外覆层。

2. 纯胶管和软管的内壁

全部纯胶管及软管的内壁都应是清洁的，目视检查时不应有任何杂质。

3. 尺寸

(1) 纯胶管

当按GB/T 9573测量时，内径和壁厚应符合表8-1的规定。

公差应根据GB/T 3672.1《橡胶制品的公差　第1部分：尺寸公差》规定的相应类别进行选取：模压管为M3，挤出管为E2。

当使用镶衬层时，其厚度应为(0.6±0.1) mm，该厚度值应包括在表 8-1 所示的所有公称壁厚中。

注：作为信息，与纯胶管相配的接头应具有下列直径：4 mm，4.5 mm，6 mm 或 6.35 mm，8 mm，10 mm，12 mm 和 14 mm。

表 8-1　纯胶管内径和壁厚　　mm

公称内径	3.5	4	5	7	9	11	13
公称壁厚	3.5	3.5	4	4.5	4.5	4.5	4.5

(2) 软管

当按 GB/T 9573 规定的方法进行测量时，软管的尺寸、公差及同心度应符合表 8-2 和表 8-3 的规定。

当使用镶衬层时，其厚度应为(0.6±0.1) mm，该厚度值应包括在表 8-2 所示的所有公称壁厚中。

表 8-2　软管尺寸　　mm

公称内径	公　差	壁　厚	外　径	公　差
3.5	±0.3	3	9.5	±0.4
4			10	
5			11	
6.5			12	
7			13	
7.5			13.5	
8			14	
9			15	
11		3.5	18	
12			19	
13	±04		20	±0.6
16		4	24	
21			29	
31.5	+0.5 −1.0	4.25	40	±1.0
40		5	50	

表 8-3　软管同心度　　mm

内　径	最大同心度误差
	内径到外径
3.5 以下(包括 3.5)	0.4
3.5 以上	0.8

4. 物理试验和规范

(1) 对材料的要求

只要可能，应使用从产品上裁取的试样进行试验。如不可能，则试样应从与产品相同硫化程度的标准试验胶片上裁取。压缩永久变形的测定应使用标准试样。

与含氧燃油管相比，氯化燃油管的材料要求增加了对镶衬层的要求，取消了对纯胶管外覆层的要求(见表 8-4)。

1) 硬度

当按 GB/T 6031(微型试验)规定的程序测定时，硬度应符合表 8-4 的规定。

表 8-4　对材料的要求

特　征	单位	含氧燃油				氧化燃油				常规燃油		
		对 A 级和 B 级的要求				对 A 级和 B 级的要求						
		纯胶管	纯胶管外覆层(如要求)	软管内衬层	软管外覆层	镶衬层	软管内衬层	软管外覆层	纯胶管	纯胶管	软管内层胶	软管外层胶
硬度	IRHD	70±10	70±10	70^{+5}_{-10}	70±10	80^{+5}_{-10}	70±10	70±10	70±10	70^{+10}_{-5}	70^{+10}_{-5}	70^{+10}_{-5}
拉伸强度　最小	MPa	10	10	8	7	8	8.5	10	10	10	10	10
拉断伸长率　最小	%	250	250	200	200	200	200	250	250	200	250	250
加速老化												
硬度增加　最大[a]	IRHD	15	15	15	15	5	15	15	15	+10	+10	+10
拉伸强度下降　最大	%	20	20	20	20	10	20	20	20	−20	−20	−20
拉断伸长率下降　最大	%	50	50	50	50	20	50	50	50	−40	−40	−40
耐臭氧性能		放大 2 倍观察无龟裂										
压缩永久变形　最大 (100±1) ℃×(24$^{0}_{-2}$)h	%	50	50	50	50	50	50	50	50	65	—	—
2 型和 3 型 A 级 100 ℃×70^{+2}_{0} h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	50
B 级 125 ℃×70^{+2}_{0} h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	50
耐烃类性能												
硬度下降　最大	IRHD	25	—	25	—	20		—	25			
拉伸强度下降　最大	%	40	—	40	—	40	40	—	40			
拉断伸长率下降　最大	%	30	—	30	—	30	30	—	30			
体积膨胀　最大	%	30	—	30	—	25	30	—	30	0～30[b]	0～30[b]	
耐含氧燃油性能												
硬度下降　最大	IRHD	25	—	25	—	25	—	—	25			
拉伸强度下降　最大	%	50	—	50	—	40	50	—	50			
拉断伸长率下降　最大	%	40	—	40	—	30	40	—	40			
体积膨胀　最大	%	45	—	45	—	30	45	—	45			

续表 8-4

特　征	单位	含氧燃油				氧化燃油				常规燃油		
		对A级和B级的要求				对A级和B级的要求						
		纯胶管	纯胶管外覆层（如要求）	软管内衬层	软管外覆层	镶衬层	软管内衬层	软管外覆层	纯胶管	纯胶管	软管内层胶	软管外层胶
耐氧化燃油性能												
硬度下降　最大	IRHD	25	—	26	—	25	—	—	25			
拉伸强度下降　最大	%	50	—	50	—	40	50	—	50			
拉断伸长率下降　最大	%	40	—	40	—	30	40	—	40			
体积膨胀　最大	%	45		45	—	30	40	—	45			
耐3号油性能												
拉伸强度下降　最大	%	25	50	—	50	—	—	50	50			
拉断伸长率下降　最大	%	50	50	—	50	—		50	50			
体积变化												
增加　最大	%	15	75	—	75	—	—	75	75	30	30	60
减少　最大	%	15	5	—	5	—	—	5	5	−5	−5	−5

[a] 对含氧燃油和氧化燃油，最大绝对值不应超过 90 IRHD；对常规燃油，最大绝对值不应超过 85 IRHD。

[b] 耐液体C体积变化率，室温×70^{+2}_{0} h。

2）拉伸强度和拉断伸长率

当按 GB/T 528 规定的程序使用 2 号哑铃状试样进行测定时，拉伸强度和拉断伸长率应符合表 8-4 的规定。

3）加速老化后性能的变化

加速老化试验应根据 GB/T 3512 的规定，在通风干燥箱中，使用前述两条规定的试样，在下列条件下进行：

——A 级的镶衬层、纯胶管、软管外覆层，以及 B 级的镶衬层和软管内衬层：(120 ±2)℃×72^{0}_{-2} h；

——B 级纯胶管和软管外覆层：(140±2)℃×72^{0}_{-2} h；

——对于常规燃油，A 级：100 ℃×70^{+2}_{0} h；B 级：125 ℃×70^{+2}_{0} h。

硬度、拉伸强度和拉断伸长率的变化应符合表 8-4 的规定。

4）耐臭氧性能

进行加速老化后，按 HG/T 2869 中规定的相应方法进行试验。在下列条件下用两倍放大镜检查，试样不应出现龟裂现象（见表 8-4）。

臭氧分压：(50±3) mPa；

周期：72^{0}_{-2} h；

伸长率：软管外覆层、内衬层和镶衬层为 20%，纯胶管（包括镶衬层）为 50%；

温度：(40±2)℃。

5) 压缩永久变形

当按 GB/T 7759 规定使用大试样(A 型)在表 8-4 规定的条件下测定时，压缩永久变形应符合表 8-4 的规定。

6) 耐燃油性能

警告：在高温下燃油是极其危险的。试验应在防爆柜中于回流状态下进行。

——耐烃类性能(GB/T 1690 规定的液体 C)要求仅适用于纯胶管和软管的内衬层及镶衬层。在(60±1)℃下于液体 C 中浸渍 72^{0}_{-2} h 后，按 GB/T 1690 规定的程序进行测定，硬度、拉伸强度、拉断伸长率以及体积的任何变化均应符合表 8-4 的规定。

——耐含氧燃油性能要求仅适用于纯胶管和软管的镶衬层及内衬层。在(60±1)℃下于体积比为 85% 的液体 C(GB/T 1690)和 15% 的甲醇的混合液中浸渍(72^{0}_{-2})h 后，按 GB/T 1690规定的程序进行测定，硬度、拉伸强度、拉断伸长率以及体积的任何变化均应符合表 8-4 的规定。

——耐氧化燃油性能要求仅适用于氧化燃油和含氧燃油的纯胶管和软管的镶衬层及内衬层。在(60±1)℃下于氧化燃油试验液体(见 HG/T 3665—2000 附录 A)中浸渍(140±2) h后，按 GB/T 1690 规定的程序进行测定，硬度、拉伸强度、拉断伸长率以及体积的任何变化均应符合表 8-4 的规定。

7) 耐 3 号油性能

本要求仅适用于纯胶管和软管的外覆层。A 级产品试样在(120±2)℃下，B 级产品试样在(140±2)℃下，于 3 号油中浸渍 72^{0}_{-2} h 后，按 GB/T 1690 规定程序进行测定，拉伸强度、拉断伸长率以及体积的任何变化均应符合表 8-4 的规定。

(2) 对成品的要求

1) 泄漏试验

本要求仅适用于纯胶管。将纯胶管套在一段金属管的经抛光的端头上，该金属管的机械加工公差按 GB/T 1800.2 定义为 H14，其直径应等于纯胶管尺寸中注给出的相应值。将该纯胶管沿金属管向里推进的距离应为纯胶管公称内径的 3 倍。金属管的另一端应封闭，纯胶管的另一端则应接在气压源上。然后，使该组合件承受 0.12 MPa 的内压，并保持 2 min，介质为液体 C。在试验期间不应出现泄漏(见表 8-5)。

表 8-5　对成品的要求

特　　性	单 位	含氧和氧化燃油		常规燃油	
		纯胶管	软管	纯胶管	软　管
泄漏试验	—	不泄漏	—	不泄漏	—
拉伸试验	—	不断裂无滑脱	—	不断裂无滑脱	—
最小爆破压力	MPa	0.5	3.0	1 型 0.5	2 型 1.2,3 型 3.0
粘合强度 最小分离力					
——外覆层和内衬层对增强层	kN/m	-	1.5	—	1.5
——镶衬层对内衬层	kN/m	1.5	1.5	—	—

续表 8-5

特　　性	单位	含氧和氧化燃油		常规燃油	
		纯胶管	软管	纯胶管	软　管
低温曲挠性		2倍放大，无龟裂迹象			
清洁度					
不溶杂质量　最大	g/m^2	5	5	5	5
燃油可溶物含量　最大	g/m^2	3	3	10	10
蜡状萃取物　最大	g/m^2	1.5	1.5	10	A级10，B级5
液体C的渗透性　最大	cm^3/m^2	25	25	—	—
	$g/(m^2 \cdot 24h)$	—	—	350	350
抗撕性　最小	kN/m^2	4.5	—	8	—
耐吸扁性	—	球应能在整根软管内通过			
耐弯曲性					
变形系数 D'/D	—	0.7	0.7	—	—
长期耐含氧燃油和氧化燃油性能		球应能在整根软管内通过		—	
耐吸扁性					
耐弯曲性					
变形系数 D'/D，最小	—	0.7	0.7	—	—
耐臭氧性能	—	2倍放大，无龟裂迹象		—	—
最小爆破压力	MPa	—	1.2	—	—
粘合强度					
最小分离力					
——外覆层和内衬层对增强层	kN/m	—	0.8	—	—
---镶衬层对内衬层	kN/m	0.8	0.8	—	—
低温曲挠性	—	2倍放大，无龟裂迹象			
加速老化	—	2倍放大，内外无龟裂或剥蚀			
拉伸永久变形，最大值					
A级　100±1℃	%	—		50	
B级　125±1℃	%	—		—	50(内、外胶层)

2）拉伸试验

本要求仅适用于纯胶管。按泄漏试验中所述方法将一段纯胶管套在金属管的一端，然后将该组合件沿金属管垂直悬挂下来，并使纯胶管承受施加于用塞子塞住的另一端上的10 N载荷。

该纯胶管不应断裂或滑脱(见表8-5)。

3）最小爆破压力

按GB/T 5563规定的程序测得的最小爆破压力应符合表8-5的规定。

4）粘合强度

本要求仅适用于软管和有内镶衬层的纯胶管。按GB/T 14905中规定的相应方法测得

的和层间粘合强度应符合表 8-5 的规定。

5）低温曲挠性能

本试验应在下列条件下按 GB/T 5564 规定的方法 B 进行。

空的纯胶管或软管：(－25±2) ℃×24$^{0}_{-2}$ h。

充注液体 C 的纯胶管或软管：(－40±2) ℃×72$^{0}_{-2}$ h。

从给纯胶管或软管充注液体至冷冻开始之间的时间间隔不应多于 30 min。

软管的弯曲半径应为其公称内径的 12 倍，纯胶管的弯曲半径应为其公称内径的 25 倍。

曲挠之后，用 2 倍放大镜检查，纯胶管或软管不应有龟裂迹象(见表 8-5)。

注：工业上广泛使用的“空的”试验仅用于仲裁试验。

6）清洁度

按下述方法测得的不溶性杂质含量、燃油可溶物含量和蜡状萃取物含量应符合表 8-5 的规定。

a. 取一段(300～500) mm 长的纯胶管或橡胶软管试样并测定内径。将试样垂直悬挂，在试样的下端塞上金属塞，往试样里注入液体 C，然后在试样的顶端塞上金属塞。计算试样内表面面积，减去金属塞占去部分的面积，求得试样接触液体 C 的内壁总面积。

b. 将组件在标准实验室温度下停放 24 h。然后，拔出试样一端的金属塞，将管内液体 C 倒入一个烧杯中；再拔出另一端的金属塞，将试样垂直悬挂，每次取 20 mL 的液体 C 注入试样淋洗内壁，共淋洗五次，将所有的淋洗液都收集到前述同一烧杯中。用烧结玻璃漏斗过滤烧杯中全部液体，另用少量新鲜液体 C 淋洗漏斗中残留物，淋洗液也倒入前述烧杯中。

将有残留物的烧结玻璃漏斗放入(85±5) ℃干燥箱中干燥直至恒重，减去漏斗质量，即为不溶性杂质总质量。

c. 将前述烧杯中全部液体倒入蒸发皿中，置于带罩的蒸发器中，蒸发掉绝大部分的液体 C，再将蒸发皿和其中的剩余物置于(85±5) ℃干燥箱中干燥，直至恒重，减去蒸发皿质量，即为由液体 C 萃取出的可溶性物质的总质量。

d. 将蒸发皿和其中的剩余物放在防护罩下，在标准实验室温度下放置至少 16 h 后，在标准实验室温度下，将剩余物溶入 30 mL 的甲醇中。

用烧结玻璃漏斗将甲醇溶液过滤到另一个(第二个)蒸发皿里，用 10 mL 新鲜甲醇漂洗前一个蒸发皿，也用烧结玻璃漏斗过滤到第二个蒸发皿中。

将第二个蒸发皿中的甲醇溶液置于带罩的蒸发器下，蒸发掉绝大部分的甲醇，再将剩余物置于(85±5) ℃下干燥，直至恒重，减去蒸发皿质量，即为蜡状萃取物的总质量。

e. 分别将不溶性杂质总质量、液体 C 萃取出的可溶性物质总质量、蜡状萃取物总质量除以试样接触液体 C 的内壁面积，所得数值即为试样每平方米内壁的不溶性杂质含量、燃油可溶物含量和蜡状萃取物含量。

7）液体 C 的渗透性

按 GB/T 18423 规定的方法 A，在(40±1) ℃下经(100±2) h 测得的液体 C 渗透值应符合表 8-5 的规定。

8）抗撕性

本要求仅适用于纯胶管。按 HG/T 3665—2000 附录 C 测定的撕裂强度应符合表 8-5 抗撕性的规定。

9）耐吸扁性

本试验应在下列条件下，按 GB/T 5567 规定的方法 A 仅在直的软管上进行测试：

真空度：80 kPa；

周期：(15～60) s；

球直径：0.8 倍公称内径。

该球应能在整根软管内通过(见表 8-5)。

10）耐弯曲性

本要求仅适用于内径不大于 16 mm 的直的纯胶管和软管。

试验应根据 GB/T 5565 进行，所用的卷筒直径如下：

——对于直径为(7～11) mm(含 11 mm)的纯胶管和软管为 140 mm；

——对于直径为(12～16) mm(含 16 mm)的纯胶管和软管为 220 mm。

变形系数 D'/D 应符合表 8-5 规定的值。

11）长期耐含氧燃油性能

按体积分数用 85% 液体 C 和 15% 甲醇制备成试验燃油，立即进行试验。剩余的试验燃油应贮存于适当塞紧的深色玻璃容器中，并用作试验期间的储备液。

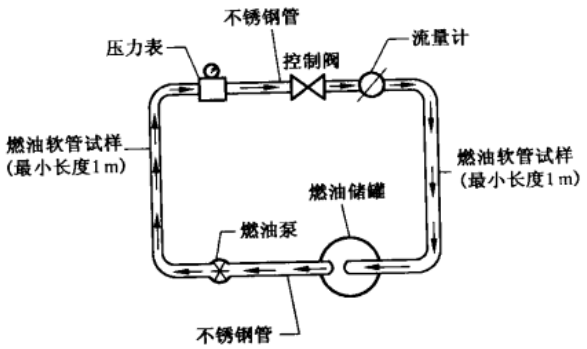


图 8-2　燃油循环试验台

试验步骤如下：

a）按图 8-2 所示组装试验台；

b）将制备的试验燃油充装试验台后，储存剩余的燃油；

c）打开燃油储罐的加热器，将试验燃油升温到(60±1) ℃；

d）打开燃油泵，设定流速为(700±70) cm^3/min；

e）添加储备液补偿试验过程中的蒸发性损失。另外，每隔 70 h 测量一次试验燃油的过氧化物数(PN)。如果 PN 落在 50～65 的范围以外，则添加新的试验燃油直到 PN 恢复到该范围以内。

到 1 000 h 时停止此含氧燃油的长期循环试验。

测试三个试样。然后：

a）第一个试样接着进行耐吸扁性、耐弯曲性、耐臭氧性能和最小爆破压力的试验。

b）第二个试样进行粘合强度的试验。

c）第三个试样进行低温曲挠性能的试验。

a. 耐吸扁性：当按规定的方法试验时，球应在整根软管内通过(见表 8-5)。

b. 耐弯曲性：测定的变形系数 D'/D 应符合表 8-5 规定的数值。

c. 耐臭氧性能：在下列条件下按 HG/T 2869 规定的方法 1 进行试验，用 2 倍放大镜检查，试样不应出现龟裂迹象(见表 8-5)。

臭氧分压：(50±3) mPa；

周期：(72^{0}_{-2}) h；

伸长率：软管外覆层、内衬层和镶衬层为20%；纯胶管（包括镶衬层）为50%；

温度：(40±2) ℃。

对于常规燃油，一段合适长度的橡胶软管或纯胶管，将其两端塞住，但不得将管体伸长，然后将试样在室温下浸渍在足够量的液体C中，经72 h后取出，在40 ℃下干燥72 h后，按上述条件进行臭氧试验。

d. 最小爆破压力：测定的最小爆破压力应符合表8-5的规定。

e）粘合强度：用第二个试样测得的外覆层和内衬层两者与增强层之间的粘合强度应符合表8-5的规定。

f）低温曲挠性能：用第三个试样进行试验，在2倍放大镜下检查，不应出现龟裂现象（见表8-5）。

12）长期耐氧化燃油性能

按HG/T 3665—2000附录A制备氧化燃油，进行三个试样的长期循环试验。然后取一个试样接着进行耐吸扁性、耐弯曲性、耐臭氧性能和最小爆破压力的试验。再取另外两个试样分别进行粘合强度和低温曲挠性能的试验。试验结果应分别符合试验所规定的要求（见表8-5）。

13）加速老化后性能的变化

将一根适当长度的纯胶管或软管试样弯曲成直径大约为250 mm的两端相接的环，并置于(150±3) ℃的通风烘箱内老化72^{0}_{-2} h。在老化周期结束时，将试样伸直(4～8) s，伸直后，用2倍放大镜检查，试样内外均不应有龟裂或剥蚀迹象（见表8-5）。

14）拉伸永久变形试验

该试验仅适用于常规燃油的纯胶管、软管的内层胶和外层胶。

使用GB/T 528规定的1型试样。试验前，在试样上打印出间距(25±0.05) mm的标线，并将试样夹到拉伸装置上。

用(2～10) mm/s的拉伸速度将试样拉伸到试样标线间距为原标线间长度的1.5倍，在标准实验室温度下放置(20～30) min后，放入相应于各级软管工作温度的高温箱中，经24 h后取出，冷却(30～50) min后，以(2～10) mm/s的速度除去应变，取下试样，自由放置在木质平板上，经30 min后，测量标线间长度，精度为0.5 mm。

按式(8-1)计算拉伸永久变形率，%。

$$拉伸永久变形率(\%)=\frac{L_2-L_0}{L_1-L_0}\times 100 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (8\text{-}1)$$

式中：L_0——拉伸前原标线间长度，mm；L_1——拉伸后标线间长度，mm；L_2——恢复后标线间长度，mm。

计算三个试样试验结果的平均值为测定结果。

（二）机动车用液化石油气橡胶软管和软管组合件

机动车用液化石油气(LPG)橡胶软管和软管组合件用于机动车辆的液化石油气装置。GB 20414—2006《机动车用液化石油气的橡胶软管和软管组合件》规定了最大内径为20 mm的橡胶软管和软管组合件的要求。其最大工作压力为2.5 MPa，工作温度为(−40～+80) ℃。

注：如果软管在高于80 ℃的温度下使用，即用于发动机仓或将软管与（风冷发动机蒸发气体用的）排气管脚连接时，则必须证明这些软管能承受较高的温度。

1. 内径和公差

内径和公差应符合表 8-6 的要求。

2. 软管结构

(1) 软管应由适宜的橡胶材料制成的内壁光滑的内衬层和外覆层以及一层或多层增强层组成。

(2) 外覆层和内衬层应光滑，无可见缺陷及污染。

表 8-6　内径和公差　　mm

公称内径	公差	
6.4	−0.6	+0.2
9.5	−0.6	+0.2
12.7	−0.8	+0.4
15.8	−0.8	+0.4
19.0	−0.8	+0.8

(3) 如果使用耐腐蚀材料(如不锈钢)作增强层，可不需要外覆层。

(4) 增强层可以用棉线、合成纤维或耐腐蚀材料(如不锈钢)。采用不耐腐蚀的增强层材料时，软管需要外加外覆层以保护软管，防止外界环境的浸蚀。

注：国家安全法规可能规定所用增强材料的类别。

(5) 为避免因气体渗透形成气泡，应对外覆层进行针刺处理。

(6) 软管应具备这样的结构，即不必剥离外覆层就能装配管接头。

3. 对内衬层和外覆层材料的要求

(1) 试样的制备

试样应从软管上裁取，软管生产后的 24 h 内不应进行任何试验。

(2) 内衬层和外覆层的物理性能要求

当按表 8-7 所示试验方法试验时，内衬层和外覆层应符合其规定的要求。

表 8-7　内衬层和外覆层性能

性能		要求	试验方法
拉伸强度/MPa		≥7.0	GB/T 528
拉断伸长率/%		≥150	GB/T 528
热空气老化 (100 ℃×72 h)	拉伸强度变化率/%	≥−25	GB/T 3512 GB/T 528
	拉断伸长率变化/%	−50～+10	

(3) 耐正戊烷性能

按照 GB/T 2941 的规定在标准温度下于正戊烷中浸泡 72 h 后，按表 8-8 所示试验方法进行试验时，内衬层和外覆层试样应符合其规定的要求。

表 8-8　耐正戊烷性能

性　能	要　求	试验方法
拉伸强度变化率/%	≥−35	GB/T 528
拉断伸长率变化/%	≥−35	GB/T 528
体积变化/%	−10～+30	ISO 1817

(4) 耐臭氧性能

当按 HG/T 2869—1997 方法 3 试验时，取外覆层做试样，外覆层不应有可见裂纹；如使用耐腐蚀材料增强的无外覆层软管，取整段软管做试样，软管不应有可见裂纹。

4. 对软管的要求

(1) 气体渗透性

当按 GB/T 18422—2001 方法 2 试验时，按暴露的内衬层面积计算，丙烷的渗透率不应超过 0.052 8 $cm^3/(m^2 \cdot s)$。

(2) 耐低温性能

当按 GB/T 5564—2006 方法 B 于(−40±2) ℃下试验时，内衬层或外覆层不应出现裂缝或断裂。

(3) 静压力试验和爆破压力试验

软管的最大工作压力应设计为 2.5 MPa(25 bar)。

按 GB/T 5563 对软管施加 6.25 MPa(62.5 bar)的试验压力并保持 10 min，软管不应出现泄漏或破坏现象。

按 GB/T 5563 试验时，最小爆破压力不应小于 12.5 MPa(125 bar)。

5. 对管接头的要求

(1) 管接头应使用不锈钢、黄铜或电镀的钢铁材料制造以防腐蚀。

(2) 应使用扣压式或螺纹整壳式可拆卸管接头。旋转螺帽应使用统一标准细牙螺纹(UNF)，并用 45°锥面密封。

注：管接头材料规范和型号可由国家安全法规规定。

6. 对软管组合件的要求

(1) 脉冲试验

将软管组合件按 GB/T 5568 进行脉冲试验。试验的循环油温为(93±2) ℃，最小压力为 2.5 MPa(25 bar)，脉冲次数为 150 000 次。试验后，对组合件施加 6.25 MPa(62.5 bar)的试验压力并保持 10 min，软管不应出现泄漏或破坏现象。

(2) 气密性

用氮气给组合件施加 3.0 MPa 的内压后，浸于水中 5 min 不应出现任何泄漏。

7. 标志

(1) 符合本标准的软管应清晰永久地标志出下列内容，其间隔不应大于 0.5 m；

a) 生产厂名或商标；

b) 生产的年和季；

c) 软管的规格和类别；

d) 所用标准的编号，即 GB 20414—2006；

e）标志符号“LPG”。

（2）软管组合件应给出组装厂的厂名或商标，以及螺纹的规格。

二、空调软管

根据空调用制冷剂的不同，目前我国有两个汽车空调用橡胶和塑料软管及软管组合件的标准。一个是耐制冷剂 R12 的（HG/T 2718—1995），一个是耐制冷剂 134a 的（GB/T 20025.2—2005）。前者用于汽车空调系统输送循环液态和气态二氯二氟甲烷（制冷剂 R12），软管可在（－30～＋125）℃的温度内使用。后者用于传输汽车空调系统中循环液态和气态 R134a（四氟乙烷），软管及软管组合件应设计得能够限制制冷剂的损失和系统的污染，使用温度范围为（－40～＋125）℃。

1987 年 9 月在加拿大的蒙特利尔市召开了专门的国际会议，并签署了《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔协议》，于 1989 年 1 月 1 日起生效，对氟利昂包括 R11、R12、R113、R114、R115、R502 及 R22 等 CFC 类的生产进行限制。1990 年 6 月在伦敦召开了该议定书缔约国的第二次会议，增加了对全部 CFC、四氯化碳（CCl_4）和甲基氯仿（$C_2H_3Cl_3$）生产的限制，要求缔约国中的发达国家在 2000 年完全停止生产以上物质，发展中国家可推迟到 2010 年。另外对过渡性物质 HCFC 提出了 2020 年后的控制日程表。HCFC 中的 R123 和 R134a 是 R12 和 R22 的替代品。

国际标准化组织（ISO）于 2004 年废止了相应的国际标准 ISO 8066-1：1997《橡胶和塑料软管及软管组合件——规范——第 1 部分：制冷剂 R12》。考虑到我国的国情，耐制冷剂 R12 的汽车空调用橡胶和塑料软管及软管组合件化工行业标准 HG/T 2718—1995，目前尚未废止，但也不再进行修订。

所以这里将仅介绍 GB/T 20025.2—2005《汽车空调用橡胶和塑料软管及软管组合件　耐制冷剂 134a》的相关内容。

（一）分类

1. 型别

（1）A1 型和 A2 型——橡胶、织物增强

由无缝橡胶内衬层、与内衬层和外覆层相粘合的纺织纱线、帘线或织物增强层和耐热及耐臭氧的橡胶外覆层构成的软管。

注：通常销售的 A1 型软管商品化产品含有一层纺织纱线编织增强层，外径小于 A2 型软管。A2 型软管为双层编织增强层软管。A1 型和 A2 型软管的管接头通常不可互换。

（2）B 型——橡胶、钢丝增强

由无缝橡胶内衬层、钢丝增强层和浸有胶浆的耐热纺织纱线外覆层构成的软管。

（3）C 型——热塑性塑料防渗层、纺织物增强、橡胶外覆

由两侧各有一层橡胶层的热塑性塑料防渗层组成的内衬层、纺织纱线增强层和耐热、耐臭氧的橡胶外覆层构成的软管。

（4）D 型——热塑性塑料内衬、纺织物增强、橡胶外覆

由内侧（流体侧）带有一薄的热塑性塑料内衬的橡胶内衬层、与内衬层和外覆层相粘合的纺织纱线、帘线或织物增强层和耐热、耐臭氧的橡胶外覆层构成的软管。

（5）E 型——热塑性塑料、纺织物增强、热塑性塑料外覆

由无缝热塑性塑料内衬层、与内衬层和外覆层相粘合的纺织纱线、帘线或织物增强层和耐热、耐臭氧的塑料外覆层构成的软管。

2. 类别

(1) 1 类——排出/液体、耐湿气

用于排出/液体的软管，耐湿气性能符合水进入试验的规定。

(2) 2 类——排出/液体、中等耐湿气

用于排出/液体的软管，中等耐湿气性能符合水进入试验的规定。

(3) 3 类——吸入、耐湿气

用于吸入的软管，耐湿气性能符合水进入试验的规定。

(4) 4 类——吸入、中等耐湿气

用于吸入的软管，中等耐湿气性能符合水进入试验的规定。

(二) 尺寸

1. 软管内径和外径

当按 GB/T 9573 方法 2 测量时，软管内径应符合表 8-9 的要求。当按 GB/T 9573 方法 1 测量时；软管外径应符合表 8-10 的要求。

表 8-9　内径　　mm

公称内径	内径											
	A1 型		A2 型		B 型		C 型		D 型		E 型	
	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
4.8					4.8	5.4					4.6	5.1
6.4	6.2	7.0									6.1	6.7
8	7.8	8.6	7.8	8.6	8.0	8.7	7.8	8.6	8.0	8.7	7.6	8.3
9.5											9.1	9.9
10	10.2	11.1	10.2	11.1	10.3	11.1	10.2	11.1	10.3	11.1	9.9	10.7
13	12.4	13.6	12.4	13.6	12.7	13.7	12.4	13.6	12.7	13.7	12.2	13.2
16	15.6	16.8	15.6	16.8	15.9	16.9	15.6	16.8	15.9	16.9	15.2	16.5
22					22.2	23.2			22.2	23.3		
29					28.6	29.8			28.6	29.8		

表 8-10　外径　　mm

公称内径	外径											
	A1 型		A2 型		B 型		C 型		D 型		E 型	
	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
4.8					12.7	13.7						8.3
6.4	13.5	15.1										11.4
8	17.5	19.1	18.3	19.8	16.7	17.6	18.3	19.8	16.7	17.6		13.5

续表 8-10　　mm

公称内径	外径											
	A1 型		A2 型		B 型		C 型		D 型		E 型	
	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
9.5												15.2
10	21.4	23.0	22.2	23.8	18.9	20.0	22.2	23.8	18.9	20.0		16.1
13	23.8	25.4	24.6	26.2	22.8	24.0	24.6	26.2	22.6	24.0		18.8
16	27.8	28.5	27.8	29.4	26.8	28.0	27.8	29.4	26.8	28.0		23.4
22					30.6	32.2			30.6	32.2		
29					37.3	38.9			37.3	38.9		

2. 软管壁厚偏差

当按 GB/T 9573 方法 2 测量壁厚时，壁厚的偏差不应超出表 8-11 的值。

表 8-11　壁厚偏差　　mm

A、B、C、D 型		E　型	
公称内径	最大同心度偏差	公称内径	最大同心度偏差
4.8 和 6.4	0.8	4.8 和 6.4	0.5
8～22	1.0	8～13	0.6
29	1.3	16	0.8

3. 试验和使用性能要求

(1) 试验条件和试验流体

实验室应保持在 GB/T 2941 规定的标准温度下。试验前，软管和软管组合件的温度应稳定 24 h。

除了抽出试验只使用制冷剂 R134a 外，当要求时，所用的制冷剂应为含有(10±1)%聚亚烷基二醇(PAG)润滑油的 R134a。软管试验时应装配有与预定最终使用相同的管接头。管接头的端部应为便于试验的类型。

(2) 泄漏

1) 要求

当按下述程序测定时，制冷剂的质量损失不应超过制冷剂初始质量的 10%，并且软管或软管组合件不应有视觉可见的变质。

2) 程序

试验三个试样。每个试样充满含有体积分数为(10±1)%PAG 润滑油的 R134a。每个试样在(90±2)℃下保持 24 h。

注：本试验可单独进行或在(90±2)℃下为制冷剂损失试验所进行的 24 h 预调节期间进行。

在不与制冷剂损失一起而单独进行试验的情况下，使用制冷剂损失中所述的程序。

(3) 制冷剂损失

1）要求

当按下述试验方法测定时，制冷剂从软管或软管组合件中的损失不应超过表 8-12 给出的值。其中，在(90±2)℃时，使用系统的高压部分试验软管或软管组合件。在(80±2)℃时，使用系统的低压部分(吸管适用)试验软管或软管组件件。

表 8-12　制冷剂损失

试验温度/℃	制冷剂的最大允许损失[a]/[kg/(m²·a)]	
	A、B 型	C、D、E 型
80	29.0	9.7
90	40.0	30.0
[a]依据软管的内表面积。		

2）试验方法

a. 仪器

a）罐　容积在(475～525)cm³ 之间，最小爆破压力 21 MPa(210 bar)，并带有使软管试验组合件连接在其上的适当的接头。

b）软管接头　能使制冷剂在软管里面保持，承压后在软管与管接头之间无任何泄漏，与在实际使用中预定使用的管接头相同。

c）循环空气烘箱　在整个试验期间能保持一致的试验温度。

d）天平　称量精度为±0.1 g。

b. 试验组合件

取四个组合件，每个自由长度 1 m。其中三个用于测定制冷剂损失，第四个用作测定软管管件本身质量变化的基准。

c. 程序

a）预备操作

在大气压力下测量每根软管的自由长度，精确到 1 mm。将四根软管的每一根连接到一个罐上，并测量每个软管/罐组合体包括用于堵塞软管自由端的塞子的质量，精确到±0.1 g。向其中三个软管/罐组合体中注入含有(10±1)%PAG 油的 R134a 制冷剂，1 mm³ 组合体容积 0.6 mg，公差为±5 g。

注：向组合体内注入制冷剂建议使用方法 1 和方法 2。

b）方法 1

在制冷机中在－30℃或更低温度下将软管/罐组合体冷却最少 4 h，即可满意地加注。

由制冷剂 R134a 和(10±1)%PAG 油在调节温度下的密度，可以计算出所需制冷剂与 PAG 混合物在该温度下的体积。将制冷剂与 PAG 混合物和软管保持在调节温度下，即可加注软管，使用带有刻度的量瓶测量制冷剂/PAG 混合物的体积。

然后，在仍处于调节温度下时将加注的组合件塞住，但可以从制冷机中取出，以拧紧连接件。

c）方法 2

软管/罐组合件可以在室温下通过在压力下注入制冷剂/PAG 混合物。适用的装置是一个制冷剂钢瓶，一个接受器型压缩空气系统，一个活塞泵和一个测量输液量的仪表。

d) 测定

将三个被加注的组合件和基准组合件一起放在烘箱中，在规定试验温度下调节(30±5) min，以除去表面湿气。当在烘箱中时，组合件不应弯曲到弯曲处的半径小于软管外径的20倍的程度。

将组合件从烘箱中取出，并保证加注的组合件没有泄漏。从烘箱中取出之后15 min～30 min内进行称量。记录每个加注的组合件的初始质量(m_1)和基准组合件的初始质量(m_3)。

将四个组合件在规定的试验温度下在烘箱中暴露24 h。在第一个24 h结束时按上述规定测量这些组合件并记录这一周期的每个加注的组合件的质量(m_2)和基准组合件的质量(m_4)。

重复24 h(称量周期)暴露直到达到一个稳态，即：

——直到最后四次暴露周期的制冷剂的净损失值[$(m_1-m_2)-(m_3-m_4)$]在最小值的10%之内；或者

——暴露25 d。

以先出现稳态为准。

e) 计算

用式(8-2)计算每个加注的组合件的制冷剂的损失率R，以kg/(m² · a)表示：

$$R=\left[\frac{(m_1-m_2)}{l_1}-\frac{(m_3-m_4)}{l_2}\right]\times\left(\frac{k}{d\times t}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (8\text{-}2)$$

式中：m_1——加注的组合件调节之后的初始质量，g；m_2——加注的组合件稳态下的最终质量，g；m_3——基准组合件在调节之后的初始质量，g；m_4——基准组合件稳态下的最终质理，g；l_1——加注的组合件的长度，m；l_2——基准组合件的长度，m；d——软管内径，mm；k——将R值转换成kg/(m² · a)的常数(k=116.2)；t——达到稳态的时间，d。

(4) 老化

1) 要求

当按下述程序试验时，试验期间软管和软管组合件不应有因裂纹产生的泄漏或损失。

2) 程序

将长度在300 mm～1 000 mm之间的软管或软管组合件缠绕在8倍软管外径的轴上。将轴和软管或软管组合件放进(125±2)℃循环空气烘箱中168 h。

将轴和软管或软管组合件从烘箱中取出，使其冷却到室温，展开软管或软管组合件检查外表面是否有裂纹、破裂或其他缺陷。使软管或软管组合件承受2.4 MPa(24 bar)静液压5 min，查看是否有任何液体泄漏或损失。

(5) 低温试验

1) 要求

当按下述程序进行试验时，不应有因裂纹或裂口而出现的泄漏或损失。

2) 程序

试验组合件的长度应在450 mm～1 000 mm之间。

在室温下向试验组合件注入相当于软管容积70%的量的含有(10±1)%PAG油的液

体 R134a 制冷剂。可将软管组合件和制冷剂冷却到－30℃以下，这样制冷剂就处于液态，因而有利于操作。

将组合件在 70 ℃循环空气烘箱中放置 48 h。取出组合件，使其冷却到室温。

使软管保持平直状态，将组合件在－40℃试验箱中放置 24 h。试验箱应能使干冷空气或空气与二氧化碳混合气体的环境均匀地保持在规定的温度下，误差在±2 ℃以内。不把软管从试验箱中取出，将其在一直径为软管平均外径 8 倍的轴上在(4～6)s 之内弯曲 180°。

将软管恢复到室温并排掉液体制冷剂。

使连接的软管承受 2.4 MPa(24 bar)静液压力 5 min。检查是否有任何因裂纹引起的泄漏或损失。

(6) 减压

1) 总则

软管或软管组合件应连续进行减压试验、长度变化试验、爆裂试验。

2) 要求

当按下述程序对软管或软管组合件进行(13.3±6)kPa(绝对值)减内压(真空)试验 2 min 时，软管外径的减少不应超过初始外径的 20%。

3) 程序

试验软管或软管组合件自由长度应为(610～1 000) mm。将软管弯曲成 U 形，使软管 U 形底部的内侧半径 5 倍于软管的平均外径。向弯曲的软管施加(13.3±6)kPa(绝对值)的真空 2 min。然后，在仍保持真空状态的同时，测量软管 U 形底部的外径，以测定该点的最小外径。

(7) 压力下长度变化

1) 要求

当承受 2.4 MPa(24 bar)压力时，软管或软管组合件缩短不应超过 4%，伸长不应超过 2%。

2) 程序

使软管或软管组合件处于水平状态，承受 7 kPa(0.07 bar)静液压并测量长度。然后在 1 min 内将压力增加到规定的值并再次测量长度。长度以在 7 kPa(0.07 bar)下长度的百分率表示。

另外的信息参见第九章中“静液压试验方法”。

(8) 最小爆破压力

当按 GB/T 5563—2006 所述的方法使用包括进行制冷剂损失试验的试样测定时，所有型别和规格的软管或软管组合件的最小爆破压力应为 12 MPa(120 bar)。

(9) 试验压力

1) 要求

当按下述的程序试验时，软管或软管组合件应无泄漏、龟裂、突然畸形(表明材料或构造不规则性)或其他失效迹象。

2) 程序

向软管或软管组合件施加 50%最小爆破压力的静液压并保持该压力 2 min±30 s。在试验压力保持期间和之后检查软管。

(10) R134a 抽出

1) 要求

当按下述程序进行测定时，R134a 从软管内衬层抽出的物质数量不应超过 118 g/m²。

注：被抽出的物质是油类或脂类。

2) 程序

试验组合件的自由长度应在(450～1 000)mm 之间。

向试验组合件按其容量注入下列一种溶剂：溴化正丙烷、氟代烃或十氟戊烷/二氯乙烯混合物，然后立即排空，以除掉任何表面污染物。

注：三氯三氟乙烷通常是本试验推荐的溶剂，但在大多数场合和许多地方不易获得，因为它已被视为消耗臭氧的化学品剂。

在室温下向试验组合件注入其 70%容量的液体 R134a。为方便起见可将软管组合件和制冷剂冷却到－30 ℃以下，这样制冷剂就处于液态，从而有利于操作。将加注的组合件在(70±2)℃循环空气烘箱中放置 24 h。之后，将软管冷却到－34 ℃或更低，将液体制冷剂倒入已配衡的烧瓶中，使其在室温下蒸发。液态制冷剂蒸发掉之后，将烧瓶在 70 ℃下调节 1 h，以除掉凝结的湿气，然后再称量。

试验结果以 g/m² 表示，面积为软管内侧面积，依据软管的公称内径计算。

(11) 在 R134a 中的体积变化

1) 总则

本要求只适用于软管的内衬层并按 GB/T 1690 所述的方法执行。

将内衬层的试验部分放在压力容器中，冷却到低于－30 ℃，并完全浸泡在含有(10±1)%PAG油的 R134a 中。将容器密封并将其放进(90±2)℃下的循环空气烘箱内。

2) 橡胶材料

当在(90±2)℃下在含有(10±1)%PAG 油的 R134a 中按 GB/T 1690 试验 70 h 时，在从制冷剂中取出试验部分之后 5 min 之内测量的体积变化应在－5%～＋35%范围内。

3) 热塑性塑料材料

当在(90±2)℃下在含有(10±1)%PAG 油的 R134a 中按 GB/T 1690 试验 70 h 时，在从制冷剂中取出试验部分之后 5 min 之内测量的体积变化应在±5%范围内。

(12) 耐臭氧性能

本要求只适用于 A、C、D 和 E 型软管。

将软管环绕直径为平均软管外径 8 倍的芯轴弯曲，并按 HG/T 2869 方法 1 在臭氧分压(50±5) mPa 下臭氧进行试验。

当用 2 倍放大镜进行观察时，软管外覆层不应有裂纹。

(13) 软管清洁度

1) 要求

软管的内壁应干燥、清洁。当按下述程序进行测定时，按软管的内表面积计，不溶物质的质理最多应为 270 mg/m²。

2) 程序

取一最小长度为 300 mm 的软管试样。将软管弯曲成 U 形，U 的两个立柱等长。使软管处于直立状态并充满合适的替代三氯三氟乙烷(CFC113)的溶剂。

下面的溶剂可用作三氯三氟乙烷的替代品(这只是部分可接受的替代品,其他材料可能更容易获得):

——溴化正丙烷,商品名 Leksol;

——氟代烃,商品名 HFE100;

——十氟戊烷/二氯乙烯混合物,商品名 Vertrl MCA。

注:三氯三氟乙烷通常是本试验推荐的溶剂,但在大多数场合和许多地方不易获得,因为它已被视为消耗臭氧的化学品剂。

立即排空软管,通过已知质量的特别处理过的古氏坩埚、烧结玻璃坩埚或 0.4 μm 的过滤器过滤溶剂。

在 70 ℃下干燥过滤器和残渣 20 min 之后,通过质量差测定不溶物质的质量。

(14) 脉冲试验

1) 要求

当按下述程序试验时,在 150 000 次循环之后软管或软管组合件不应泄漏或失效。

2) 程序

按 GB/T 5568—2006 进行试验。

将最少两根软管或软管组合件安装到试验仪器上,并使它们以每分钟 30～40 次循环承受从(500±500)kPa(5 bar±5 bar)到 2.6 MPa±130 kPa(26 bar±13 bar)的脉冲压力。使用 GB/T 3141 规定在 40 ℃下 ISO 黏度等级为 46 相一致的油。在(125±2)℃下进行试验。

使用的最小弯曲半径为软管外径的 5 倍。

(15) 水进入试验

1) 要求

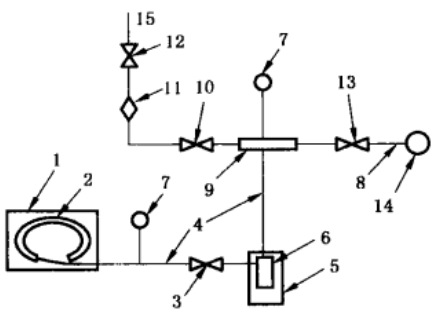
当按下述试验方法测定时,湿气进入率不应超过表 8-13 给出的值。

表 8-13　湿气进入率

软　　管	耐湿气软管	中等耐湿气软管
最大湿气进入率/[g/(mm² · a)]	3.90×10^{-4}	1.11×10^{-3}

2) 试验方法

a. 仪器,见图 8-3。



1——湿度箱;
2——软管组合件;
3——不锈钢阀门;
4——铜或不锈钢管;
5——甲醇/干冰槽;
6——玻璃真空阱;
7——真空表;
8——真空软管;
9——真空歧管;
10——不锈钢阀门;
11——干燥剂(硅胶指示剂);
12——快开阀门;
13——真空阀门;
14——真空泵;
15——通向大气环境。

图 8-3　水进入试验示意图

b. 试验组合件

准备最少两个两端扣压管接头的试验组合件。在管接头之间的软管暴露长度应为(1 500±25) mm。

测量并记录每个软管组合件的内径及管接头之间软管暴露长度。

进行泄漏检查以确保组合件不泄漏。

c. 程序

a) 用塞子堵塞一端的管接头，将另一端安装到湿度箱中的一条真空管线上，以此法将试验组合件安装到湿度箱中。试验组合件应排列得把尽可能多的表面暴露在环境条件中(图 8-3)。

b) 密封湿度箱，将干球温度计设定在(50±2)℃，湿球温度计设定在(47.2±2)℃。使湿度箱在规定的温度和(85±5)%相对湿度下稳定至少 4 h。

c) 使用干燥的压缩空气或氮气和合适的溶剂彻底清洗所有的真空阱的内部和外部。

d) 将真空阱擦拭干净，并在温度设定在(80±2)℃的烘箱中放置 1 h。

e) 从烘箱中取出真空阱，立即转移到干燥器中，稳定在室温下。

f) 当真空阱达到室温时，一次取出一个，用无绒毛巾擦拭真空阱的外部，立即称量，精确到 0.1 mg。

g) 称量后立即将真空阱安装在保持(−70±2)℃的槽内(图 8-3 中的 5)，并在所有 O 形圈连接件上涂上真空脂将真空阱连接到管线上。

h) 所有连接都完成之后，启动真空泵，打开阀 13，然后打开阀 3，然后打开阀 12，可按下面所述进行快速的真空检查。

① 关闭阀 13；

② 关闭真空泵约 5 min，查看任何真空下降，如果有任何真空损失，密封泄漏处并进行再检查；

③ 重新启动真空泵，并打开阀 13；

④ 系统运行 1 h 后，关闭阀 13 并关闭真空泵 30 min。如果有任何真空损失，应中断试验，并密封泄漏处。回到 c)重新开始试验。

i) 一旦将系统排空并且完整性得以保证，保持 95 kPa(绝对值)真空。记录时间和温度。

j) 24 h 之后，进行下述操作程序。只要将数据调节到规定的时间(72 h 或 96 h)，可以使用更长的时间。

k) 操作程序(用于新湿气阱的安装)；

① 记录时间和湿、干球的温度以及阱槽的温度；

② 关闭阀 3；

③ 关闭阀 13；

④ 关闭真空泵；

⑤ 缓慢打开阀 10，然后打开阀 12。为确保真空阱在大气压下注入干氮气或干空气，该程序是非常必要的[气源调节器应设定在 7 kPa(1 psi)]；

⑥ 一次取下一个真空阱并立即堵塞所有管连接件；

⑦ 安装另一套按④～⑦步骤准备的真空阱；

⑧ 真空阱从冷槽中取出并在干燥器中恢复到室温；

⑨ 用无绒毛巾擦拭每个真空阱的外部，取下塞子，立即称量每一个阱；

⑩ 计算并记录质量变化。

l) 每隔 72 h 或 96 h 重复 h)、i)和 k)直至达到稳态。当最后四次读数在其最小读数的 10%范围内时被看作是达到稳态。

d. 计算

用式(8-3)计算在 24 h 期间内收集的平均冷凝物质量：

$$A=\left(\frac{R_1+R_2+R_3+R_4}{4}\right)\times\left(\frac{24}{t}\right) \quad \cdots\cdots (8\text{-}3)$$

式中：A——平均冷凝物质量，g/24h；R_1——读数 1，g；R_2——读数 2，g；R_3——读数 3，g；R_4——读数 4，g；t——读数之间的时间间隔，h(即 72 h 或 96 h)。

读数 1、读数 2、读数 3 和读数 4 是达到稳态后取的最后四次读数。

用式(8-4)计算水进入率：

$$W=\frac{AY}{\pi DL} \quad \cdots\cdots (8\text{-}4)$$

式中：W——水进入率，g/(mm² · a)；A——平均冷凝物质量，g/24h；Y——365 d/a；D——软管内径，mm；L——管接头之间暴露的软管长度，mm。

(16) 连接整体性(密封性)

1) 要求

按下述试验方法进行试验，每 12 d 每罐(两个管接头)试验最大质量损失不应超过10 g。

四个暴露后的曲挠评价不应在装配管接头的组合件中的任何部位产生嘶嘶声或视觉可见的油损失。

2) 试验方法

取六根生产的装配有管接头的组合件，所使用的管接头应与在实际使用的一样。暴露的软管长(76±3)mm，管接头与终端装置之间有与软管公称外径相同的直金属管，长(56±8)mm。将每个组合件安装到容积为(1 260±25)cm³ 并配有加注接头的罐上。

向每个罐/软管组合体注入(10±1)cm³ 的 PAG 油。排气并注入(130±1)g R134a 制冷剂，称量试验组合件，得出初始质量。检查所有接头，确保没有 R134a 外漏。确保该称量和所有以后的称量都在(18～29) ℃范围内进行并精确到 0.01 g。加注之后，摇动组合体，确保制冷剂和润滑油混合均匀，而且所有的内表面都被湿润。

调节组合体的方向使罐与水平位置成 4°±2°以确保液体一直流入软管中。使罐/软管组合体按顺序经受下列试验，每次试验后进行泄漏评价，并且当必要时，在下一次试验前再次加注。

试验 1——在 2.07 MPa(20.7 bar)罐压下，在(125±2)℃下，96 h。

试验 2——在一计时器控制的试验箱内在－30℃和＋125℃之间热循环 48 h，试验箱温度每 4 h 变化一次，试验箱的设计应使罐/软管组合体在每次温度变化 3 h 内达到要求的温度。

试验 3——在 2.07 MPa(20.7 bar)罐压下，在(125±2)℃下，96 h。

试验 4——在一计时器控制的试验箱内在－30℃和＋125℃之间热循环 48 h，试验箱温度每 4 h 变化一次，试验箱的设计应使罐/软管组合体在每次温度变化 3 h 内达到要求的温度。

每次试验之后，罐/软管组合体一达到室温[即在(18～29)℃范围内]，就进行下列程序：

称量组合体并测定和记录每次试验的质量损失，单位以 g 表示。

如果质量损失超过 7 g，终止试验。

对罐上装配有管接头的组合件弯曲±15°进行曲挠试验。在约 10 s 内在两个垂直面的每个面上都弯曲 10 次。立即用下列方法评价每个连接处泄漏状况：

——听嘶嘶声(注液损失)；

——观察流体泄漏。

曲挠试验后重新称量和记录质量。如果质量在初始质量的±4 g 以内，继续进行下一暴露。否则，重新加注到初始质量，然后继续试验。

注：保持质量在初始质量的±4 g 以内，能确保罐内重新试验压力在 125℃下不低于 2 MPa(20 bar)。

3) 结果的表示

结果以六个试验组合体质量损失的平均数表示，单位为克(g)。

(三) 标志

除了太小不能贴标签之外，软管或软管组合件应至少标志下列内容：

1) 制造厂名称和商标；

2) 所用标准的标准号；

3) 软管的型别；

4) 软管的组批；

5) 软管的公称内径；

6) 制冷剂的名称，即“R134a”；

7) 制造年月。

三、冷却系统软管

(一) 汽车用输水橡胶软管

汽车用输水橡胶软管主要用于汽车发动机冷却系统及取暖系统。中、轻型车橡胶软管使用温度为(－30～110)℃；轿车用橡胶软管使用温度为(－40～120)℃。

HG/T 2491—1993《汽车用输水橡胶软管》规定了汽车用输水橡胶软管的规格尺寸、技术要求、试验方法和检验规则等。

软管按结构分为纯胶管和带有增强层的橡胶软管两类。软管形状分为直形和异形两类。

1. 产品规格尺寸

(1) 规格尺寸及公差

软管内径尺寸、壁厚及允许公差应符合表 8-14 规定，如另有要求，应由制造方和使用方协商确定。

表 8-14　规格尺寸　　mm

内径		壁厚及公差		内径		壁厚及公差	
d	公差	纯胶管	增强软管	d	公差	纯胶管	增强软管
6 7 8	$^{+0.2}_{-0.4}$	2±0.2	2.5±0.3	26 27 30 34	$^{+0.5}_{-0.7}$	3.5±0.3	4±0.7
10 12 13 16 19	$^{+0.3}_{-0.5}$	2.5±0.3	3±0.5	38 39 46 47 51 55 58 64 76	$^{+0.5}_{-1.0}$	4.5±0.4	5±0.8
20.5 22 23	$^{+0.4}_{-0.6}$	3.5±0.3	4±0.7				
24 25	$^{+0.5}_{-0.7}$						

(2) 长度及公差

软管长度及公差如表 8-15 所示。

表 8-15　长度及公差

长度/mm	65 以下	200 以下	400 以下	400～1 000	1 000 以上
公差/%	±5	±5	±5	±8	±15

(3) 产品标记

标记内容：名称、规格、标准号。

2. 技术要求

外观应符合 HG/T 2185 的要求，如有特殊要求，可由供需双方协商确定。

胶料和成品软管的物理性能应符合表 8-16 规定。

表 8-16　胶料及成品软管的物理性能

	项目		指标		
			纯胶管	增强胶管	
				内胶层	外覆层
胶料的物理性能	硬度(邵尔 A)/度		±75		
	拉伸强度/MPa	≥	7.0		8.0
	拉断伸长率/%	≥	250		300
	脆性温度，−30 ℃(轿车−40 ℃)		无裂纹		
	耐臭氧，(50±5)mPa，(70±2)h×(40±2)℃		不龟裂		
	热空气老化 110 ℃×72 h (轿车 120 ℃×72 h)	拉伸强度变化率/%	±25		
		拉断伸长率变化率/%	+10 −30		
		硬度变化	+20 以下		
软管的物理性能	粘合强度/(kN/m)		1.2		
	爆破压力/MPa		0.2	0.3	
	外径变化率(试验压力，0.1 MPa)/%		15		

注 1：内径 19 mm 及 19 mm 以下的软管不做粘合强度试验。

注 2：标准大气压(101 kPa)和 273 K 下，1×10^{-8} 的浓度相当于 1.01 mPa 的分压，50 mPa 相当于 50×10^{-8}。

（二）轿车和轻型商用车辆冷却系统用纯胶管和橡胶软管

GB/T 18948—2003《轿车和轻型商用车辆冷却系统用纯胶管和橡胶软管》规定了自重为3.5 t以下（含3.5 t）的轿车和轻型商用车辆内燃机使用的含有1,2-乙二醇基的冷却剂（防冻液）的加压和无压冷却系统中用的纯胶管（非增强橡胶软管）和橡胶软管的要求。这类软管包括预成型或直接挤出的纯胶管和橡胶软管，不包括短纤维增强胶料制成的橡胶软管。

1. 型别、尺寸和公差

（1）型别

纯胶管和橡胶软管分为下列3种不同型别：

Ⅰ型——工作温度在100 ℃以下的纯胶管和橡胶软管。

Ⅱ型——工作温度在125 ℃以下的纯胶管和橡胶软管。

Ⅲ型——工作温度在150 ℃以下的纯胶管和橡胶软管。

此外，根据工作环境，每种型别的纯胶管和橡胶软管可进一步划分为两个级别：

A级——外表面不可能被燃油和润滑油污染的位置使用的纯胶管和橡胶软管。

B级——外表面可能被燃油和润滑油污染的位置使用的纯胶管和橡胶软管。

（2）尺寸和公差

按GB/T 9573规定的方法测量时，纯胶管和橡胶软管的内径尺寸和公差应符合GB/T 9575的规定。

2. 内壁清洁度

所有的纯胶管和橡胶软管内壁应当清洁，目视检查时不得有任何杂质。

3. 物理试验和规范

压缩变形试验应使用标准的试样（片）进行试验，其他试验应使用从产品上裁取的试样进行试验或由生产厂和用户协商确定。

（1）硬度

按GB/T 6031—1998规定的程序测定时，硬度应符合表8-17的规定。

表8-17　对材料的要求

特　　性		单位	要　　求		
			纯胶管	软管内衬层	软管外覆层
硬度		IRHD	70	70	70
硬度公差		IRHD	±5	+5 −10	+5 −10
拉伸强度	最小	MPa	10	8	8
拉断伸长率	最小	%	250	250	250
热空气老化					
硬度变化	最大	IRHD			
Ⅰ型和Ⅱ型			+10	+10	+10
Ⅲ型			+15	+15	+15
拉伸强度变化率	最大	%			
Ⅰ型			+10	+10	+10
Ⅱ型			+20	+20	+20

续表 8-17

特　　性		单位	要　　求		
			纯胶管	软管内衬层	软管外覆层
Ⅲ型			+25	+25	+25
拉断伸长率变化	最大	%			
Ⅰ型			−25	−25	−25
Ⅱ型			−40	−40	−40
Ⅲ型			−65	−65	−65
压缩变形	最大	%			
Ⅰ型:100 ℃×24 h			30	30	30
Ⅱ型:100 ℃×24 h			—	50	50
Ⅲ型:100 ℃×24 h			—	50	50
耐冷却液性能					
硬度变化	最大	IRHD	±5	±5	—
拉伸强度变化率	最大	%	±10	±10	—
拉断伸长率变化	最大	%	−25	−25	—
体积变化	最大	%	+10 −2	+10 −2	—
耐 3 号油性能					
体积变化	最大	%			
B 级			75	—	75
耐臭氧性能			2 倍放大镜下不应出现龟裂		2 倍放大镜下不应出现龟裂

(2) 拉伸强度和拉断伸长率

按 GB/T 528 规定的程序,使用 2 型试片测定时,拉伸强度和拉断伸长率应符合表 8-17 的规定。

(3) 热空气老化后性能的变化

按照 GB/T 3512—2001 的规定,在通风干燥箱中使用硬度、拉伸强度和拉断伸长率符合上述规定的试样,按下列试验条件进行:

——Ⅰ型:100 ℃×7 d;

——Ⅱ型:125 ℃×7 d;

——Ⅲ型:150 ℃×7 d。

硬度、拉伸强度和拉断伸长率的变化应符合表 8-17 的规定。

(4) 压缩永久变形

使用 GB/T 7759—1996 中 3.1 规定的 A 型试样,按 GB/T 7759—1996 规定的方法进行试验。

(5) 耐冷却液性能

本要求仅适用于纯胶管和橡胶软管的内衬层。

将硬度、拉伸强度和拉断伸长率符合上述规定的试样,按 GB/T 1690—1992 规定,放入温度为(100±1)℃的等体积的 1,2-乙二醇和蒸馏水的混合液中浸渍 7 d 后进行测定,硬度、

拉伸强度、拉断伸长率以及体积变化均应符合表 8-17 的规定。

(6) 耐 3 号油性能

本要求仅适用于 B 级纯胶管和橡胶软管的外覆层。

试样按 GB/T 1690—1992 规定，在(100±1)℃下，放入 3 号油中浸渍 72^{0}_{-2} h 后，测得的体积变化不应超过表 8-17 的规定。

(7) 耐臭氧性能试验

本要求仅适用于纯胶管和橡胶软管外覆层。

按 HG/T 2869 中规定的相应方法，在下列条件下进行试验：

臭氧分压：(50±5)MPa；持续时间：72^{+2}_{0} h；伸长率：20%；温度：(40±2)℃。

试验后用 2 倍的放大镜检查试样，应符合表 8-17 的规定。

(8) 对成品的要求

按 GB/T 5563 规定，在实验室温度下，纯胶管和橡胶软管最小爆破压力应符合表 8-18 的规定。

表 8-18　对产品的要求

特　　性	单　位	要　　求	
		纯胶管	软　管
爆破压力　　最小	MPa	0.2	—
直径小于 20 mm(包括 20 mm)		—	1.2
直径 20 mm～40 mm(包括 40 mm)		—	0.9
直径大于 40 mm		—	0.5
粘合强度　　最小	kN/m		
软管初始状态		—	1.5
软管型别工作温度下经(72^{0}_{-2})h 老化后		—	1.5
耐真空性能，最大塌瘪	%	30	30
低温压缩变形(−30℃)　　最大	%	90	90
耐弯曲性，变形系数 T/D		≤0.7	≤0.7
机械疲劳试验，循环次数			
Ⅰ型：最低次数		5 000	5 000
Ⅱ型：最低次数		5 000	5 000
Ⅲ型：最低次数		5 000	5 000
低温弯曲性(−40℃)		不得有裂痕、龟裂、折断	

(9) 粘合强度

本要求仅适用于橡胶软管。

按照 GB/T 14905 规定的相应方法，测得软管初始的和在软管型别规定的工作温度下经 72^{+2}_{0} h 热空气老化后的层间的粘合强度应符合表 8-18 的规定。

(10) 耐真空性能

本要求仅适用于内径尺寸 25 mm 及以上的纯胶管和橡胶软管。

在规定烘箱试验温度下，按 GB/T 5567 进行试验。试样于真空度为 30 kPa，温度为(100±2)℃，持续时间 10 min 试验后，塌瘪应符合表 8-18 规定。

(11) 低温压缩变形

应从纯胶管和橡胶软管的管壁上切下一块圆形试样进行试验，试样的直径与厚度的比值应当为 2 或 2.3。

按 GB/T 7759 的规定，在－30 ℃温度下试验，经过 30 min 的回缩后，试样的压缩变形值不应超出表 8-18 所列的数值。

(12) 耐弯曲性能

本要求仅适用于内径尺寸 19.5 mm 及以下的平直纯胶管和橡胶软管。

按 GB/T 5565 中规定的相应方法，依据内径尺寸，将试样围在下列规定的直径的芯轴上进行试验时，变形系统 T/D 应符合表 8-18 规定的值。胶管内径对应的芯轴直径如下：

——对于直径为(7.8～10.5)mm(含 10.5 mm)的纯胶管和橡胶软管为 140 mm；

——对于直径为(10.5～16.5)mm(含 16.5 mm)的纯胶管和橡胶软管为 220 mm；

——对于直径为(16.5～19.5)mm(含 19.5 mm)的纯胶管和橡胶软管为 300 mm。

(13) 机械疲劳强度

1) 要求

按下述要求进行试验时，纯胶管和橡胶软管在表 8-18 规定的最低循环次数内不应出现破裂。

2) 试验

a. 试验台

试验台应装有安全防护装置，确保在发生泄漏、爆破或其他故障时，可以立即中断试验。

a) 冷却剂(防冻液)在纯胶管或橡胶软管里连续流动；

b) 温度保持恒定在(90±5)℃的范围内；

c) 按如下顺序施加循环压力：

——从 0 MPa 升到 0.2 MPa 压力的时间为 2 s；

——在 0.2 MPa 压力下持续的时间为 5 s；

——从 0.2 MPa 降到 0 MPa 的时间为 3 s；

——一次循环时间为 10 s；

d) 记录循环次数。

b. 试验程序

a) 把纯胶管和橡胶软管安装到试验台上，软管卡箍和扭距的调节应保证处于良好的密封状态；

b) 把冷却剂的温度升至(90±5)℃；

c) 打开压力循环泵；

d) 排出循环系统里的空气；

e) 将压力循环周期调到规定的次数；

f) 如果在试验过程中，软管出现故障，应记下已完成的循环次数；

g) 应检查已完成规定循环次数的软管有无异常；

h) 在试验过程中，因为软管卡箍因素软管出现泄漏时，测得的试验结果不计在内；

i) 最少试验三个试样。

(14) 低温曲挠性

1）要求

按下述要求进行试验时，纯胶管和橡胶软管的试样不应出现裂痕、龟裂或折断现象。

2）试验

a. 弯曲试验

适用于内径尺寸为 25.4 mm 及以下的纯胶管和橡胶软管。试样为足够长度的一段成品软管。

将软管试样置于－40 ℃的低温箱里，时间为 5 h。然后在低温箱里，将软管从其中心线处，弯曲 180°，使其弯曲直径 10 倍于软管的最大外径。弯曲过程在 4 s 内完成。

b. 压缩试验

适用于内径尺寸 25.4 mm 以上的纯胶管和橡胶软管。试样应当是一段 25.4 mm 的成品软管。

将试样放置在－40 ℃的低温箱里，时间为 5 h。然后将试样放在两块板之间，在 4 s 内将其压缩到其初始内径的 50%。在整个试验过程中，试验安装夹具都应在低温箱里。

4. 标志

除另有规定外，纯胶管和橡胶软管的标志应包括下列内容：

1）生产厂名和商标；

2）所用标准的编号；

3）型别、级别代号和公称内径；

4）生产年、月、日。

（三）SAE 冷却系统软管

SAE J 20;2004 规定的冷却系统软管与 GB/T 18948—2003 规定的轿车和轻型商用车辆冷却系统用纯胶管和橡胶软管在分类上有很大差别，它分了六种型号五个级别，个别型号和级别还有细分。工作介质与 GB/T 18948—2003 相同，也是水和乙烯乙二醇基发动机冷却剂。

1. 分类

（1）型别

SAE 20R1——苛刻工作条件下使用的重型软管。该型别软管有两种壁厚，壁厚范围(4.3～5.6)mm 为标准型，壁厚范围(5.8～7.1)mm 为厚壁型。

SAE 20R2——工作条件与 SAE 20R1 相同的可曲挠的重型钢丝埋置型软管。

SAE 20R3——常规工作条件下使用的加热器软管。

SAE 20R4——常规工作条件下使用的散热器软管。

SAE 20R5——常规工作条件下使用的钢丝支撑波纹软管。

SAE 20RXY 为特别标识型软管：X 指软管的型，Y 用于标识软管的特殊性能。如需要，可使用多个 Y 标识符。

HT——高温标识，适合于 SAE 20R1 到 SAE 20R5 要求在高于 125 ℃的环境中工作的任何级型的软管。

EC——电化学标识，适合于 SAE 20R1 到 SAE 20R5 要求具有 SAE J1684 规定的耐电化学性能的任何级型的软管。

LT——低温标识，适合于 SAE 20R1 到 SAE 20R5 要求在低达－55 ℃的环境中工作的任何级型的软管。

（2）级别

规定和标识基于不同品级合成橡胶的胶料：

A 级——耐高温；B 级——高耐油；C 级——中耐油；D-1 级——低耐油，要求低的；D-2 级——低耐油，标准的；D-3 级——低耐油，耐高温，要求高的；E 级——低耐油，纤维弹性体复合材料。

各级别软管的物理性能见表 8-19。

（3）标志

外覆层的表面应打印标志 SAE 20RXY（X 为软管的型，Y 为任一特殊标识，如“LT”）、级别、内径尺寸（以毫米表示）、软管制造厂的代码标志以及用户与制造厂/供应方商定的任何其他标识。建议此标志在软管外覆层的外表面每不大于 380 mm 的间隙出现一次。

表 8-19　冷却剂系统软管弹性体材料物理性能

SAE 标识 弹性体		A 级硅橡胶	B 级 NBR	C 级 CR	D-1 级 EPDM	D-2 级 EPDM	D-3 级 EPDM	E 级 EPDM/纤维
使用温度范围/ ℃		−55～175	−40～100	−40～100	−40～125	−40～125	−40～150	−40～125
初始性能								
硬度（邵尔 A）/度		55～75	55～75	55～75	55～75	55～75	55～75	65～85
拉伸强度/MPa	最小	5.5	8.5	7.0	7.0	5.0	7.0	5.0
拉断伸长率/%	最小	200	250	200	250	150	250	100
烘箱热空气老化后变化，								
试验条件		175 ℃，70h	100 ℃，70h	100 ℃，70h	125 ℃，70h	125 ℃，70h	150 ℃，168h	125 ℃，70h
硬度（邵尔 A）/度		+10	+15	+20	+15	+15	+15	+15
拉伸强度/%	最大	−15	−15	−20	−20	−20	−35	−20
拉断伸长率/%	最大	−40	−50	−50	−50	−50	−65	−50
浸油后变化，ASTM 3 号油或 IRM 903（IRM 903 正逐渐替代 ASTM3 号油）								
试验条件		100 ℃，70h	100 ℃，70h	100 ℃，70h				
体积/%	最大	0～+45	−5～+25	+80				
拉伸强度/%	最大	−40	−20	−50	—	—	—	—
浸冷却剂（仅内衬层）后变化								
试验条件，沸点下，试验时间/h		70	70	70	70	70	168	70
体积/%		0～+40	0～+20	0～+20	−5～+20	−5～+20	−5～+20	−5～+20

对于小内径或短软管，如果由于尺寸或外形在软管上没有足够的空间打印所要求的标志，标志方法应由用户与制造厂/供应方商定。

2. 尺寸要求

几何尺寸及公差要求在 SAE J 2370 中作了一般规定。下列要求为最低标准。

（1）内衬层和外覆层厚度

内衬层的最小厚度应为 1.6 mm，外覆层的最小厚度应为0.8 mm。

注：该要求不适用于没有明显内衬层和外覆层结构的软管。

(2) 长度公差

1) 直软管——除用户或制造厂另有规定外，将使用贸易公差。见表 8-20；

2) 弯曲软管——从软管一端到最接近中线的交叉点测得的臂长公差应如表 8-21 所示。

表 8-20　长度公差　　mm

长度	精确公差	贸易公差
0～300	±3.2	+9.7～3.2
>300	±1%	+3%～1%

表 8-21　臂长公差　　mm

臂　长	精确公差	贸易公差	臂　长	精确公差	贸易公差
0～300.0	±4.0	±6.4	910.1～1 220.0	±9.7	±11.2
300.1～610.0	±4.8	±7.2	1 220.1～1 830.0	±12.7	±15.9
610.1～910.0	±6.4	±9.7	超过 1 830	±1%	±2%

(3) 弯曲软管的总设计公差

确定弯曲交点和中线半径的尺寸是为了确定软管的理论设计中线。软管实际外侧轮廓与软管理论设计外侧在所有平面上的公差必须保持在 9.6 mm 总范围内。为进行软管检验，检验之前软管端头应放置在理论设计位置上(为修正因搬运或运输期间引起的变形，有可能不得不将软管晃动)。SAE 臂长公差应适用。

除轮廓公差之外，公差还适用于所有的臂长和管体长度。涵盖一个以上臂长或管体长度的尺寸仅供参考，没有公差。弯曲软管弯曲部位的壁厚与直管壁厚相差不超过 33%。

当组装操作要求对齐标志时，建议采用图 8-4 中的基本标志：

对齐标志的位置和/或其他信息应由用户及制造厂确定。



图 8-4　对齐标志

(4) 扩头

当软管的一端内径扩张时，通常扩头的内径应不超过软管其余部分内径的 33%。就公差而言，扩张端应看做臂长。通常软管的壁厚会随扩头而改变。

(5) 端头平行度

软管端头表面上各点必须在与软管轴线垂直的两个平面所构成的公差带之内。公差带按表 8-22 确定。

表 8-22　端头平行度

软管内径	精确公差	贸易公差
≥25.4 mm	内径的 10%	内径的 15%
<25.4 mm	25.4 mm	3.75 mm

(6) 连接处的光洁度和圆度

冷却剂连接软管的用户应采取各种措施使连接处尽可能地平滑和呈圆形(参见 SAE J1231)。

(7) 紧固装置

关于可用的紧固装置级型，参看 SAE J1508。

3. 物理试验要求与程序

(1) 成品

1) 粘合强度

当适用时，采用 ASTM D413 的试验程序。所有弹性体或用弹性体涂覆的各层之间的最低要求为 1 400 N/m。

2）低温曲挠性

应采用下列程序：

对于内径小于和等于 25.4 mm 的软管，试样由完整软管组成，其长度应足以进行下列所述的弯曲试验：将软管在－40 ℃的冷冻箱中放置 5 h。然后在冷冻箱中将软管在 4 s 内从中线弯曲 180°，弯曲直径应 10 倍于软管的最大外径。软管内衬层或外覆层不应破碎及出现任何龟裂或破裂。

对于内径大于 25.4 mm 的软管，试样应为一段长度为 25.4 mm 的完整软管。试样和试验装置在－40 ℃的冷冻箱中放置 5 h。然后在 4 s 内将软管在两个平面之间压缩至其原内径的 50%。试样应无龟裂或裂纹。在整个试验过程中试验装置应在冷冻箱内。

注：对于 LT 软管，具体的低温曲挠性要求见下文。

3）臭氧试验和要求

采用下列试验和要求：

当适用时，采用 ASTM D 1149 试验程序。

对于内径小于和等于 25.4 mm 的软管，应将具有足够长度的软管试样弯曲缠绕一外径等于规定试样外径 8 倍的芯轴上。两端应在交叉处用漆包铜线或铝线系住。固定之后，将试样在标准实验室试验温度下无臭氧环境中停放 24 h，再将固定的试样放入充有臭氧分压为(50±5)mPa、温度为(40±1) ℃的试验箱内。

暴露 100 h 后，取出试样，让其冷却至标准实验室试验温度，然后在 7 倍放大镜下进行外观检查。除靠近金属附近的部位忽略不计外，试样不应出现任何龟裂。

对于内径大于 25.4 mm 的软管，应从完整的软管上切取一个 12.7 mm×100 mm 的条状试样，将试样(外覆层朝外)缠绕一直径为 12.7 mm 的芯轴上。用前面对整根软管所规定的相同的方式进行调节并采用相同的试验条件和要求。这一试验仅适用于外覆层，内衬层或外覆层切割边缘上的龟裂应忽略不计。

4）弯折试验

这一试验仅适用于 SAE 20R3 软管(对模制的软管不建议采用)。

a. 试验程序

将一段软管试样在标准实验室试验温度下调节至少 2 h。在试样的接近中间处测量其最小外径。如软管具有足够长度，允许并建议使用较长试样进行试验，以尽量减少操作变量和过度弯曲。将软管的一端插入规定试验装置的一个孔中，小心弯曲软管(以自然弯曲的方向)，并将软管的另一端插入试验装置的另一个孔中。不要过度弯曲或以剧烈动作弯曲软管以避免过度弯折或折叠。在 30 s 内，测量在最大折叠点的最小直径。

b. 试验装置

应由 25.4 mm 厚有钻孔的平板构成，钻孔直径不超过软管外径 1.6 mm，并相隔规定的中心距离。

c. 试验要求

试验要求列于表 8-23 中。

表 8-23　SAE 20R3 软管弯折试验要求

软管公称内径/mm	试样长度/mm	中心距离/mm	软管折叠极限/%
≥15	24×内径	10×内径	25
<15	24×内径	8×内径	25

5）真空塌瘪试验

实际可能时，应按表 8-24 和表 8-25 的规定检测整根软管。在施加 15 s 到不超过 30 s 的真空期间，最小外径减小量不应超过 20%。

表 8-24　爆破压力和真空度（20R1 和 20R2）

公称尺寸/mm	20R1 重型标准壁厚最小爆破压力/MPa	20R1 重型标准壁厚最小真空度/kPa	20R1 重型壁厚最小爆破压力/MPa	20R1 重型壁厚最小真空度/kPa	20R2 内嵌钢丝最小爆破压力/MPa	20R2 内嵌钢丝最小真空度/kPa
10	3.29	33.8				
13	2.93	33.8				
16	2.59	27.0				
19	2.24	27.0				
22	2.24	23.6				
25	2.06	23.6			2.06	84.4
29	2.06	20.3				
32	1.90	16.9	3.45	33.8	1.90	84.4
35	1.90	13.5				
38	1.72	10.1	3.10	33.8	1.72	84.4
41	1.72	6.8				
44	1.55	3.4	2.76	16.9	1.55	84.4
51	1.38		2.41	10.1	1.38	84.4
57	1.21		2.41	3.4	1.21	84.4
60	1.21					
64	1.03		2.06		1.03	84.4
70	0.86		1.72		0.86	84.4
76	0.60		1.72		0.69	84.4
83						
89	0.52		1.38		0.52	84.4
102	0.34		1.03		0.34	84.4
注：对于处于所列尺寸之间的软管，使用较大尺寸的值。						

表 8-25　爆破压力和真空度（20R3，20R4 和 20R5）

公称尺寸/mm	20R3 加热器最小爆破压力/MPa	20R3 加热器最小真空度/kPa	20R4 散热器最小爆破压力/MPa	20R4 散热器最小真空度/kPa	20R5 钢丝支撑最小爆破压力/MPa	20R5 钢丝支撑最小真空度/kPa
5	1.72	3.38				
6	1.72	33.8				

续表 8-25

公称尺寸/mm	20R3 加热器最小爆破压力/MPa	20R3 加热器最小真空度/kPa	20R4 散热器最小爆破压力/MPa	20R4 散热器最小真空度/kPa	20R5 钢丝支撑最小爆破压力/MPa	20R5 钢丝支撑最小真空度/kPa
7	1.72	33.8				
8	1.72	33.8				
9	1.72	33.8				
10	1.72	33.8	1.24			
13	1.72	33.8	1.17			
16	1.72	27.0	1.10			
19	1.38	23.6	1.03			
22						
25	1.21	20.3	0.97		0.97	
29						
32	1.21	16.9	0.90		0.90	
35						
38			0.83		0.83	
41						
44			0.76		0.76	
51			0.69		0.69	
57			0.62		0.62	
60						
64			0.55		0.55	
70			0.48			
76			0.41			
83			0.34			
89			0.27			
102						
注：对于处于所列尺寸之间的软管，使用较大尺寸的值。						

注：经用户与制造厂商定，可考虑用 SAE J1638 作为替代试验方法。

6）爆破试验

应按 ASTM D380 要求用直的软管进行试验并满足表 8-24 和表 8-25 的要求。

对于弯曲的 20R3 和 20R4 软管，采用相同的试验条件，只是在用单根弯曲软管进行试验时软管的一端自由，不加束缚，所施加的压力速率在(2.0 ～7.0)MPa/min 之间。老化后的爆破要求适用于所有的 HT 软管。

7）压力振动和温度试验或者压力和温度试验

该试验应在用户与制造厂/供应方商定后，使用 SAE J1610 规定的试验方法。如果需要，经用户与制造厂/供应方商定，可修改试验范围。

（2）软管上切取的试样的物理性能

程序见 ASTM D 380。对于薄试样（少于 1.5 mm）根据 ASTM D 380 采用 ASTM 厚片试验法。

注：对于 20R5 软管，试样应从波纹管管头部切取。

1）硬度按 ASTM D 2240 测量邵尔 A 硬度。

2）拉伸强度和拉断伸长率按 ASTM D 412 测定。

3）箱式老化按 ASTM D 573 进行试验。

4）冷却剂试验

采用水冷回流冷凝器装置，将试样用下列沸点状态的混合物浸泡后，观测体积变化、拉伸强度、拉断伸长率和硬度变化。试验期间，通过补充所需量的蒸馏水保持流体的水位。

——1/2 体积的蒸馏水；

——1/2 体积的供方与用户商定的乙烯乙二醇基冷却剂。

拉伸强度、拉断伸长率、硬度和体积变化的测量应按相应的 ASTM 方法进行。

5）油浸渍试验按 ASTM D 471 进行。

6）压缩永久变形试验

应按 ASTM D 395 方法 B 进行试验。对于外覆层试样，应层叠到（8.9±1）mm，不超过七层。对于内衬层试样，应层叠到（12.7±1）mm，不超过七层。当不能满足所要求的厚度时，使用与软管相同的硫化条件下硫化的标准 ASTM 试片。

4. SAE 20R1 重型软管

此级软管主要用于苛刻工作条件下，其中以柴油机机车中的应用为典型的实例。这种软管预定经受较高压力系统的影响。当需要时，软管的内衬层可使用一种级材料，而外覆层则使用另一种级材料。在这种情况下，应对各部分采用不同的物理性能要求。

（1）增强层

增强层可由多层机织织物或帘线织物，或者单层或多层编织、针织或缠绕纱线层构成，使软管满足表 8-24 规定的最小爆破压力和真空度要求。

（2）尺寸及公差

尺寸小于 51 mm 的软管内径公差为±0.8 mm，等于或大于 51 mm 的公差为±1.6 mm。标准壁厚软管的壁厚范围为（4.3～5.6）mm。厚壁软管的壁厚范围为（5.8～7.1）mm。这些尺寸应在无搭接部位测量。

5. SAE 20R2 重型钢丝埋置型软管

这种型别的软管除了在软管壁中埋置了一根或多根钢丝螺旋线外，与 SAE 20R1 级型相似。这种软管预定承受高真空和/或某种程度的强制弯曲。

（1）增强层

增强层主要由多层机织织物或帘线织物，或者单层或多层编织、针织纱线和一根或多根钢丝螺旋线构成，以使软管满足表 8-24 规定的最小真空度和爆破压力要求。

（2）尺寸及公差

尺寸小于 51 mm 的软管内径公差为±0.8 mm，等于或大于 51 mm 的为±1.6 mm。软管端部不包括钢丝的壁厚范围为(4.3～6.4)mm。

6. SAE 20R3 加热器软管

这种型别的软管用于地面车辆冷却剂循环系统中加热器系统与其他部件的连接。

(1) 增强层

增强层主要由一层或多层机织织物，编织、针织或螺旋纱线，或 E 级材料构成，以使软管满足表 8-25 中的最小爆破压力和真空度要求。

(2) 尺寸及公差

标称尺寸及公差见表 8-26 和表 8-27，接触或非接触测量方法必须经制造厂与用户商定。由于软管的扩张端可能导致壁厚变化，扩张端的外径及公差也必须经制造厂与用户商定。下面所列之外的公差和尺寸必须经制造厂与用户商定。表 8-26 和表 8-27 中的值为标准壁厚尺寸及贸易公差。如果要求薄壁尺寸或精确公差，参见 SAE J 2387。

表 8-26　SAE 20R3 的标准尺寸和工业公差(接触测量方法公差)　mm

内径	内径公差	标称外径[a]	外径公差	标准壁厚	最大壁厚变量
5.0～<9.0	±0.8	最大内径加 7	±0.8	3.5	1.0
9.0～<25.4	±0.8	最大内径加 8	±0.8	4.0	1.0
25.4	±0.8	34.0	±1.2	4.3	1.0
>25.4	±0.8	最大内径加 9.9	±1.6	4.95	1.0
[a]标称外径应用一个等于规定最大内径的塞规测量。					

表 8-27　SAE 20R3 的标准尺寸和贸易公差(非接触测量方法公差见 SAE J 2605)　mm

内　径	内径公差	标称壁厚	壁厚公差	最大壁厚变量
5.0～<9.0	±0.8	3.5	±0.4	1.0
9.0～<25.4	±0.8	4.0	±0.4	1.0
25.4	±0.8	4.3	±0.6	1.0
>25.4	±0.8	4.95	±0.8	1.0

7. SAE 20R4 常规工作条件下散热器软管

这是一种用于汽车发动机冷却剂循环系统的软管，通常称为散热器软管。当要求具有耐真空塌瘪性能时，需要嵌入一根钢丝螺旋线。

(1) 增强层

增强层一般由一层或多层机织、针织、编织或缠绕纱线或者 E 级材料构成，以使软管满足表 8-25 中的最小爆破压力和真空度的要求。

(2) 尺寸及公差

标称尺寸及公差如下：尺寸小于 70 mm 的软管内径公差为±0.8 mm，等于或大于 70 mm的为±1.6 mm。尺寸小于 50.8 mm 的软管壁厚及公差为(4.95±0.65)mm，等于或大于 50.8 mm 的为(5.35±1.05) mm。

测量方法必须经制造厂与用户协商确定。由于软管的扩张端可能导致壁厚变化，扩张端的外径及公差也必须经制造厂与用户协商确定。下面列表以外的公差和尺寸必须经制造

厂与用户协商确定。在接近软管端头处弯曲可能导致软管壁厚变化，所报告的壁厚应是相距90°获得的四个读数的平均值。上述的值为标准壁厚的尺寸及贸易公差。如果要求薄壁尺寸或精确公差，参看SAE J2387。

8. SAE 20R5 常规工作条件下钢丝支撑波纹软管

这是一种用于汽车发动机冷却剂循环系统的钢丝增强软管，通常称为通用型软管。这种软管由波纹部分和两头平直的端部构成。软管应在波纹部分含有一根或多根钢丝螺旋线。

(1) 增强层

增强层--般由一层或多层的机织或帘线织物、编织、针织或缠绕纱线构成，软管必须满足表8-25中所列的最小爆破要求。

(2) 尺寸及公差

内径公差为+0.8 mm～−1.6 mm。壁厚范围为3.6 mm～4.8 mm。

9. 耐高温软管 HT

要求在125 ℃以上环境中使用的任何SAE 20R1到SAE 20R5型软管。字母HT用来标识这一新的要求，例如：SAE 20R1HT型A级标准壁厚。

1) 内衬层和外覆层胶料必须是A级或D-3级的。

2) 在150 ℃热空气老化箱内168 h后，增强纱线或织物保证软管符合表8-25中所给出的最小爆破压力。

10. 耐电化学软管 EC

(1) 标识

要求具有耐电化学性能的任何SAE 20R1到SAE 20R5型软管。字母EC用来标识这一要求，例如：SAE 20R1 EC。

(2) 要求

按SAE J1684:2005中的方法1测定软管组合件的耐电化学性能。

11. 耐低温软管 LT

要求在−55 ℃以下环境中使用的任何SAE 20R1到SAE 20R5型软管。字母LT用来标识这一要求，例如：SAE 20R1 LTA级标准壁厚。

根据QS 9000规定，试验频率至少每年一次。

(1) 耐振动性能

这一性能仅适用于SAE 20R2型钢丝埋置软管。压力振动和温度试验或者压力和温度试验的要求应适用，建议使用SAE J1610试验程序1。

(2) 验证压力

按ASTM D 380，该试验应使用直的软管，以表8-24和表8-25中爆破压力的50%的压力进行。对于弯曲的20R3及20R4软管，适用同样的方法，但每弯曲软管以其一端自由不加束缚且压力速率在(2.0～7.0)MPa/min之间。

(3) 低温曲挠性能

按成品低温曲挠性能试验程序进行。试验温度应为−55 ℃。

四、制动软管

（一）液压制动系统用制动软管组合件

液压制动软管根据所使用的制动液，分别制定了两个国家标准，GB/T 7127.1—2000《使用非石油基制动液的道路车辆　液压制动系统用制动软管组合件》和 GB/T 7127.2—2000《使用石油基制动液的道路车辆　液压制动系统用制动软管组合件》。这两个标准分别等效采用了 ISO 3996:1995 和 ISO 6120:1995。

两个标准对软管的要求除了在输送的介质（也是试验用介质）不同外，其他要求都相同，所以这里对使用非石油基制动液和使用石油基制动液的软管一起介绍，在相关条款处予以注明。

这两类软管组合件由帘线增强层及合成弹性体制成的软管与金属管接头组成，分别适用于符合 GB/T 12981 规定的非石油基制动液和符合 ISO 7308 的石油基制动液。

1. 结构

（1）软管

软管应由一弹性体内衬层，埋置或粘合到内衬层上的两层或多层帘线增强层和一外覆层构成。增强层之间允许有一层缓冲胶片。外覆层应当是能承受长期天候老化而不龟裂的黑色胶料，软管内衬层应当分别是耐 GB/T 12981 规定的非石油基制动液或 ISO 7308 的石油基制动液的胶料。

（2）软管组合件

液压制动软管两侧应装配有永久性的管接头。

2. 性能合格试验

试验项目应包括表 8-28 列出的全部试验。在进行每一另外的制动软管组合件设计时，都应完成全部的试验项目。软管结构或材料、管接头的扣压或管接头的任何变化都视为组合件设计的变化。不影响软管管接头连接牢固的变化，例如：螺纹尺寸、管口尺寸、接头六角形螺母尺寸的变化等则不视为设计变化。

表 8-28　液压制动软管组合件性能试验和试样要求数量

试样数量	合格试验	试样数量	合格试验
全部	液压试验	2	动态条件下耐臭氧试验
全部[a]	缩颈试验	1	低温弯曲试验
4	容积膨胀试验，然后爆破试验	1	盐雾试验
4	制动液相容性试验	吸水后试验项目	
4	曲挠试验	4	爆破强度试验
4	拉伸强度试验	4	曲挠试验
4	高温脉冲强度试验	4	拉伸试验

注：试样的总数为 36 个。

[a] 如须切割组合件进行缩颈试验，可采用四根制动软管组合件。

如果是软管组合件构型的原因不能进行如拉伸、曲挠和缩颈试验时，应当采用相同的生产设备和工艺，用相同型别的软管和管接头生产的软管组合件来代替制动软管组合件进行

试验。

3. 试验

(1) 试验条件

供性能试验用的软管组合件应当是新的或未使用过的，应当是至少 24 h 以前制造的产品。试验前 4 h 应将其置于(15～32) ℃温度内调节。

在进行曲挠试验或低温弯曲试验时，安装软管组合件之前，应移开所有外部附件，如固定支架、弹簧防护罩和金属套管或将长导管缩短，或卸掉外部附件并缩短导管。

除另有规定外，进行所有试验时，实验室温度应为(15～32) ℃。

(2) 液压试验

软管组合件在进行液压试验时，压力介质应为惰性气体、空气、水或者根据软管组合件的种类分别采用符合 GB/T 12981 或 ISO 3709 规定的制动液。以惰性气体和空气作为压力介质时，试验压力应当在(10.3～14.5)MPa，以水和制动液作为压力介质时，试验压力应当为(20.7～24.8)MPa。

警告：如果使用惰性气体或空气作为压力介质时，应特别小心。因为在规定的压力下如果软管组合件出现损坏，软管内气体或空气逸出就会有产生爆炸的可能性。

保持该压力(10～25)s。

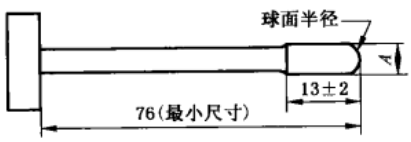
在该项试验中出现泄漏的软管组合件应当拒收并应做报废处理。

(3) 缩颈试验

1) 试验要求

在制动软管组合件端部接头部位，用图 8-5 示出的量规测量软管组合件的缩颈尺寸。量规可由操作者来选择。

缩颈尺寸不应小于图 8-5 规定的最小直径 A。



插入量规的标准尺寸　　mm

软管公称内径	A(最小)
3.2	2.03
4.8	3.05

图 8-5　软管内径缩颈试验用量规

2) 试验程序

采用下列合适的程序：

a. 将软管组合件的管接头垂直地固定住，并将符合图 8-5 要求的量规的 A 径插入一端的接头，插入深度为量规的全长。在软管组合件另一端重复此项测量。

b. 当有些软管组合件的接头形式特殊，有一端管接头不能插入量规时，应使用端部符合图 8-5 要求的加长量规。从可以插入的一端达到另一端。

注：如果量规在插入第二个管接头时不能对准，则必须校直软管使量规能插入通过。

c. 当有些软管组合件的管接头形式特殊，两端都不能插入量规时，可将软管组合件在距管接头(50±2) mm 位置上切断，然后用符合图 8-5 要求的量规分别对两端接头进行测量。

(4) 膨胀试验

按照 GB/T 7129 的规定进行试验，软管组合件的最大膨胀值不应超过表 8-29 的规定。其试验压力为 6.9 MPa 和 10.3 MPa，试验介质为无添加剂、无气泡的水或制动液。

表 8-29 软管自由长度的最大膨胀量

软管公称内径/mm	试验压力			
	6.9 MPa		10.3 MPa	
	常规膨胀(HR)/(cm^3/m)	低膨胀(HL)/(cm^3/m)	常规膨胀(HR)/(cm^3/m)	低膨胀(HL)/(cm^3/m)
3.2	2.17	1.08	2.59	1.38
4.8	2.82	1.81	3.35	2.36

(5) 爆破强度试验

1) 试验要求

用完成内容积膨胀试验后的试样进行试验时，每根软管组合件试样应能承受住表 8-30 所规定的试验压力 2 min 和最小爆破压力。

2) 试验设备

表 8-30 试验压力和最小爆破压力

软管公称内径/mm	试验压力/MPa	最小爆破压力/MPa
3.2	27.6	49.0
4.8	27.6	34.5

试验设备由一适宜的压力系统组成，在该系统中，软管组合件应以能控制和计量流体压力的方式进行连接；以手动或者动力驱动的泵或者贮液罐系统获得所需的压力，并且应当用压力表进行测量。从安全方面考虑，在加压前，应使软管组合件充满水或制动液并使里面所有空气经排气阀排出。

应以(172.5±69)MPa/min 的速率施加表 8-30 所示的压力。

因为这类软管组合件要承受表 8-30 所示的最小爆破压力，所以所选用的管线、开关以及连接件要安全牢固，应适于高压环境工作。

3) 试验程序

将软管试样连接到压力系统，注满水或者制动液，排出所有空气，摇动软管有助于气泡排出。以(172.5±69)MPa/min 的速率施加 $27.6^{\ 0}_{-0.13}$ MPa 的试验压力并保持 $120^{\ 0}_{-10}$ s。在该试验压力周期结束时，以(172.5±69)MPa/min 的速率升压直至软管爆破。从校准压力表上读取最大压力，读数精确至 0.69 MPa，并记录下此读数作为软管组合件的爆破强度。

(6) 制动液的相容性

1) 试验要求

当软管组合件注满符合 ISO 4926 规定的相容的非石油基制动液或符合 ISO 7309 规定的石油基制动液，承受 $120^{+5}_{\ 0}$℃温度经(70～72)h 后，软管组合件应满足缩颈试验的要求。

然后软管组合件应承受 27.6 MPa 的压力，承压时间 $120^{\ 0}_{-10}$ s；之后继续升压直至软管组合件爆破，最小爆破压力不应低于 34.5 MPa。

2) 准备

a. 向容积 0.5 L 的储液箱里充注 100 mL 符合ISO 4926规定的相容的非石油基制动液或符合 ISO 7309 规定的石油基制动液，在储液箱下面安装一根软管组合件或可安装多根软

管组合件的歧管(见图 8-6)。

b. 向软管组合件注满符合 ISO 4926 规定的相容的非石油基制动液或符合 ISO 7309 规定的石油基制动液并密封住下端接头。

3) 试验程序

a. 将软管组合件垂直放入烘箱。在 120^{+5}_{0}℃下调节(70～72)h,然后冷却至室温,调节(30±5)min。

b. 排空软管组合件内制动液,并在10 min内检验缩颈。

c. 软管组合件应当在 3 h 内进行爆破强度试验。

(7) 曲挠试验

1) 试验要求

任何一根自由长度符合表 8-31 规定的软管组合件试样,在曲挠试验机上试验的最低寿命应为 35 h。

表 8-31　软管自由长度和曲挠试验松弛量　　mm

软管公称内径	自由长度/L	软管松弛量
3.2	$200 \leqslant L \leqslant 400$	44.45±0.4
	$400 < L \leqslant 480$	31.75±0.4
	$480 < L \leqslant 600$	19.05±0.4
4.8	$250 \leqslant L \leqslant 400$	25.4±0.4

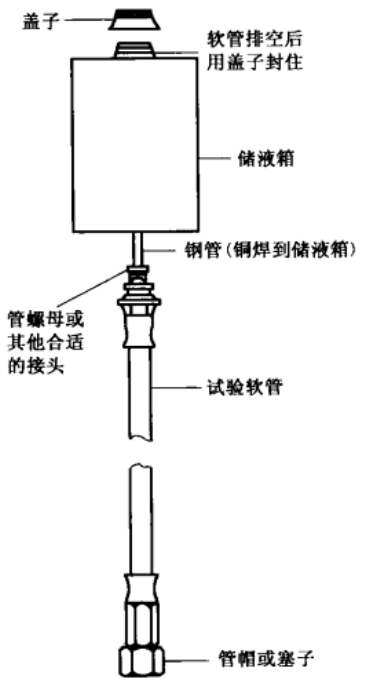


图 8-6　制动液的相容性试验装置

2) 试验设备

试验设备(见图 8-7)由转动部分和固定部分组成。转动部分为可动水平杆及通过轴承垂直安装在可动水平杆两端的转盘,转盘的中心与轴承的中心相距 100 mm;固定部分为可调的非动水平杆,该水平杆平行于和转盘中心在同一水平面内的可动水平杆。两个水平杆上都装有可平行安装软管组合件的若干个接头。转盘以(800+10)r/min 的速率旋转。因此固定在可动水平杆上的软管端部也以此速率转动,形成直径为(203.2±0.25)mm 的圆形轨迹,而软管的另一端则固定不动。封住可动水平杆上的接头,而非动水平杆上的接头与和液压源相接的歧管是连通的。应采用一个控制开关,以便因软管损坏而液压下降时使试验装置停车。另外还应配置一个记录时间的指示器。

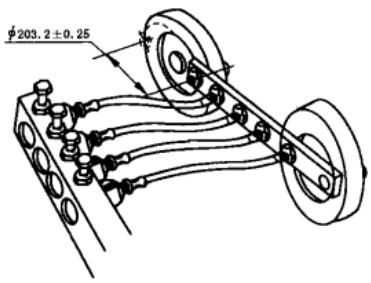


图 8-7　曲挠试验装置

3) 试验程序

a. 将(567±3)g 的重物系在软管组合件下端使其垂直,用一游标卡尺或类似的量尺测量软管组合件的自由长度,记录两端接头之间的长度,精确到 0.5 mm。

b. 给非动水平杆安装可单独调节每根软管组合件长度的装置。在安装到曲挠试验机(见图 8-7)上时,每根软管组合件的投影长度应小于图 8-8 所示的松弛时软管组合件自由长度,其松弛量见表 8-31。

由于曲挠试验结果对设定长度时产生的误差非常灵敏，因此该曲挠试验机上每根软管组合件的投影长度应当在规定的范围内。取垂直于可动水平杆的投影长度。

把软管组合件安装在试验机上不应有任何扭曲，施加压力值(1.55～1.72)MPa 的水或制动液，并打开所有软管和通道排出气泡，开动电机使可动水平杆转动，记录试验的持续时间。定期检查旋转速率。

因泄漏引起压力下降说明软管组合件损坏，应终止试验。

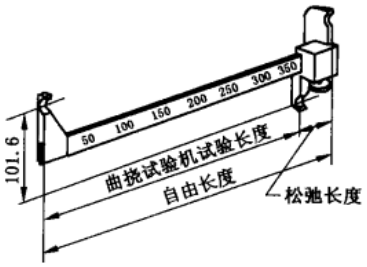


图 8-8　曲挠试验松弛量调整器

(8) 拉伸强度试验

1) 试验要求

所有软管组合件应承受表 8-32 规定的最小负荷的拉伸试验而软管和管接头不应出现拔脱或损坏。

表 8-32　拉伸分离速度和最小负荷

软管公称内径/mm	拉伸分离速度/(mm/min)	最小负荷/N
3.2 或 4.8	25±3	1 446
	50±3	1 646

2) 试验装置

拉伸试验装置应符合 GB/T 16825.1《静力单轴试验机的检验　第 1 部分：拉力和(或)压力试验机测力系统的检验与校准》要求并具有 4.5 kN 的负荷能力。该装置应装有一个能记录试验结束总拉力的记录仪。试样的安装应保证软管和管接头的中心线与装置的拉力方向一致。

3) 试验程序

将软管组合件安装在试验装置上，然后以表 8-32 给定的速度施加持续增加的拉伸负荷直至损坏时为止。记录软管组合件损坏时的总负荷和损坏形状。

(9) 吸水性试验

1) 试验要求

浸水后的每根软管组合件应能满足爆破强度、曲挠和拉伸强度的所有要求，以此表明制动软管组合件无老化现象。

2) 试验程序

a. 将经过完全密封的软管组合件浸入(85±2) ℃的热水里(70～72)h。

b. 将软管组合件从水里取出后，在 10 min 内进行拉伸强度和爆破强度试验；软管组合件从水里取出后在(10～30)min 内进行曲挠试验。

(10) 低温弯曲试验

1) 试验要求

目视检查，软管外覆层不应出现龟裂或裂纹。

2) 试验装置

该试验装置为一芯轴，软管内径为 3.2 mm 时，芯轴直径为 76.2^{+1}_{0} mm；软管内径为 4.8 mm时，芯轴直径为 88.9^{+1}_{0} mm。

3) 试验程序

a. 将平直状态的软管连同试验装置规定的芯轴在(－45～－48) ℃温度下调节(70～72)h。然后仍在此温度下，将软管在(3～5)s 内均匀地绕在芯轴上，至少弯曲到 180°。

b. 目视检查制动软管的外覆层是否出现龟裂或裂纹。

(11) 动态条件下耐臭氧试验

1) 试验要求

在最为苛刻的应力条件下，目视检查软管的外覆层，不应出现龟裂或裂纹，带箍部位或带箍附近的部位可忽略不计。

2) 试验装置

试验装置示于图 8-9。

3) 准备

在试验开始前，软管组合件试样应在无应力条件下，于(27±6) ℃的温度下至少预调节 24 h。

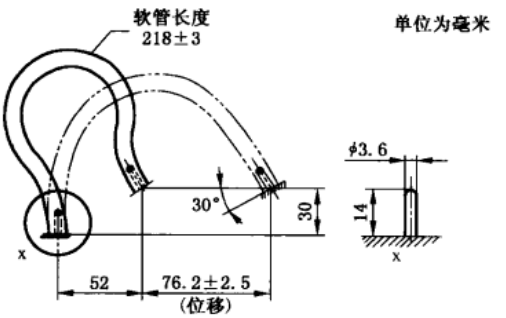


图 8-9　臭氧强度试验装置

4) 试验程序

a. 将软管组合件装配到动态臭氧试验机上，并应满足图 8-9 所示的相应位置和曲挠参数。将长度为(218±3) mm 的软管组合件插入臭氧试验装置上定位销，直至软管组合件接触到定位销底部时为止，用带箍将软管组合件牢固地固定在定位销上。

b. 将试验机和软管组合件放置到含有臭氧与空气稳定混合气体的臭氧箱里，臭氧分压为(100±10)mPa(每亿万份体积的空气中含 100±10 份臭氧)，臭氧箱内空气温度应为(40±3) ℃。

c. 当臭氧箱内达到规定的臭氧浓度并且在试验机放入臭氧箱的时间不超过 1 h 的时候，开始进行曲挠试验。曲挠速率应为(0.3±0.05)Hz。曲挠行程应为(76.2±2.5)mm。曲挠试验时间应为(48±10)h。

d. 检查软管组合件外覆层的龟裂情况。

(12) 高温脉冲强度试验

1) 试验要求

在承受 150 次脉冲无泄漏之后，制动软管组合件应在 27.6 MPa 压力下保持 2 min，而不出现泄漏，也不应在低于 34.5 MPa 压力下出现爆破。

2) 试验装置

a. 压力循环装置应能施加 11 MPa 压力，并应能自动控制加压/泄压周期。

b. 一个具有合适的恒温控制装置的加热系统，并能保持(143±3) ℃温度的隔热循环空气烘箱。

c. 试验压力和爆破强度试验装置应当符合爆破试验中的相关要求。

3) 试验程序

a. 将软管组合件连接到能产生(0～11)MPa 的压力循环装置上。

b. 将压力循环装置和软管组合件注满符合 ISO 4926 规定的相容的非石油基制动液或符合 ISO 7309 规定的相容的石油基制动液，并排出空气。

c. 将软管组合件放置在空气循环烘箱内并在 30 min 内使烘箱温度达到(143±3) ℃。

d. 向软管组合件施加 $11^{+0.5}_{0}$ MPa 的循环内压，时间(60±6)s，然后降至 0 MPa，时间(60±6)s。应当在 2 s 内达到规定的压力(0 MPa 至 11 MPa，11 MPa 至 0 MPa)。组合件的压力循环应至少进行 150 次。

e. 从烘箱中取出软管组合件，从装置上卸下软管组合件并排出液体。在室温空气中冷却软管组合件，时间至少为 45 min。

f. 按上述规定对软管组合件进行试验压力和爆破压力试验。

(13) 盐雾试验

1) 试验要求

经 24 h 暴露试验后，软管管接头试样不应出现金属腐蚀。端部接头部位，由于扣压或打标志而造成保护涂层的破坏，可不考虑腐蚀要求。黄铜管接头由于具有较强的耐腐蚀性，所以不需要进行盐雾试验。

2) 试验装置

使用符合 GB/T 10125—1997《人造气氛腐蚀试验　盐雾试验》规定的试验装置，盐雾试验箱应当能够达到：

a. 构件材料不受盐雾的腐蚀；

b. 软管组合件支撑或悬挂要与垂直线成 15°～30°(见图 8-10)，并应与水平通过试验箱的盐雾流动方向平行，在同一垂直平面上；

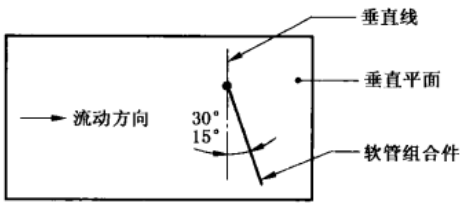


图 8-10　在盐雾试验时软管组合件

c. 软管组合件不应接触任何金属材料或吸油的材料；

d. 从软管组合件落下的冷凝液不得再返回到蓄液箱重新雾化；

e. 任何来源的冷凝液都不得落在软管组合件上，或者落在液体收集装置中；

f. 来自喷嘴的盐雾不能直接喷在软管组合件上。

3) 准备

a. 塞住每根软管组合件的端部接头。

b. 用质量(5±1)份的氯化钠与 95 份的蒸馏水混合成盐溶液，要采用基本不含镍和铜的氯化钠，其中干组分碘化钠的含量质量分数不超过 0.1%，总杂质含量质量分数不超过 0.3%。要保证盐溶液在雾化前无悬浮固体。

c. 在 35^{+1}_{2}℃温度下雾化后，要保证收集到的溶液 pH 值在 6.5～7.2 之间，在(25±3)℃温度下测定 pH 值。

d. 供给喷嘴(68.9～172.4)kPa 的压缩空气，喷嘴要清洁无油污无灰尘。

4) 试验程序

a. 软管组合件进行连续 24 h^{+12}_{0} min 的 ISO 9227 规定的盐雾试验。

b. 调节混合溶液使每个收集器每 80 cm^2 的水平收集面每小时能收集到(1～2)mL 溶液。

c. 保持曝露区域的温度为(35±2) ℃。

d. 试验结束后，轻轻清洗或将软管组合件浸在流动的不超过 37 ℃的干净水中，除去其表面的盐垢，然后在空气中干燥 2 min。

e. 检验管接头金属的腐蚀情况并记录结果。

4. 标识和标志

(1) 制动软管

1) 彩色标志线标识

每个软管制造厂可在软管结构中用一条或几条彩色标志线作为标识。也可以用软管外覆层上的凸起花纹或打印(立体的)标记来代替彩色标志纱线。

2) 软管标志

a. 对非石油基软管,每根软管在平行位于软管纵轴的两侧,应至少有两条宽度不小于1.6 mm 的清晰的非绿色标识带。其中,一条可以用 c. 规定的条款隔开,另一条可以用制造厂选定的内容隔开。

b. 对石油基软管,每根软管在平行位于软管纵轴的两侧,应至少有两条宽度不小于1.6 mm 的清晰的绿色标识带。其中,一条可以用 c. 规定的条款隔开,另一条可以用制造厂选定的内容隔开。

c. 每根软管应用除绿色以外的一种颜色打印上标志,从一个标志符号的末端到下一个标志符号始端的距离不应大于 150 mm;用至少 3.2 mm 高的大写字母(字符)和数字标志出下列内容:

a) 该软管国家标准编号,非石油基的打印 GB/T 7127.1—2000,石油基的打印GB/T 7127.2—2000;

b) 代表软管制造厂的标识;

c) 用数字表示的制造的年、月、日或年和月;

d) 以 mm 表示的软管的内径;

e) "HR"表明是正常值膨胀的液压软管;或者"HL"表明是低膨胀值的液压软管(见表8-29)。

(2) 制动软管组合件

1) 每一软管制造厂制造的制动软管组合件可以按规定的方法在环绕软管组合件带箍上标志,也可以按规定的方法按制造厂的选择在制动软管端部接头上打上标志。

2) 软管组合件带箍上应以至少 3.2 mm 高的印刷体大写字母、数字或符号蚀刻、压刻或打印出下列内容:

a. 该软管组合件国家标准编号,非石油基的打印 GB/T 7127.1—2000,石油基的打印 GB/T 7127.2—2000;

b. 制造厂厂名或商标。

3) 至少要在一端管接头上,按制造厂的选择,以蚀刻、压刻或打印方式,按规定标志出至少 1.6 mm 高的软管组合件制造厂标记。

(二) 空气制动软管和软管组合件

国家标准 GB/T 7128—1986《汽车气压制动胶管》是参照采用日本工业标准 JIS D2606:1980制定的,历时二十多年,已不适于技术发展的要求,全国橡胶与橡胶制品标准化技术委员会软管分技术委员会正组织对该标准进行修订。所采用的标准将是 SAE J1402《汽车空气制动软管和软管组合件》。故这里将 SAE J1402 予以介绍。

SAE J1402:2005《汽车空气制动软管和软管组合件》为地面车辆推荐标准,该标准发布

于1942年1月，最近一次修订是2005年1月(代替1985年版)。

该标准规定了由增强的弹性体软管和适宜的软管接头制造的空气制动软管组合件的最低要求。这些组合件用于汽车空气制动系统，包括空气压力1 MPa的可能存在拉伸和冲击的车架与轴、牵引车与挂车的软连接及其他没有防护的气压管线。软管不适用于温度范围(内部的或外部的)超出(－40～＋100)℃的环境。

1. 软管结构和尺寸

由增强的弹性体软管制造的空气制动软管组合件有3种不同的结构。所有规格都列于表8-33中。

表8-33　A、AⅠ和AⅡ型软管的内径和外径

米制规格	英寸规格(参考)	SAE A型短横标示规格(参考)	SAE AⅠ和AⅡ型短横标示规格(参考)	A型内径(最小)	A型内径(最大)	AⅠ和AⅡ型内径(最小)	AⅠ和AⅡ型内径(最大)	A型外径(最小)	A型外径(最大)	AⅠ型外径(最小)	AⅠ型外径(最大)	AⅡ型外径(最小)	AⅡ型外径(最大)
5	3/16		－4			4.8	5.5			12.0	13.0	12.7	13.7
6.3	1/4	－4	－5	5.8	6.9	6.4	7.2	15.1	16.7	13.6	14.6	14.3	15.3
8	5/16	－5	－6	7.3	8.5	7.9	8.7	16.7	18.3	15.1	16.2	16.7	17.6
10	3/8	－6		8.9	10.1			18.3	19.8				
11	13/32		－8			10.3	11.1			18.1	19.3	18.9	20.0
11.5	7/16	－7		10.3	11.9			19.8	21.4				
12.5 SP	1/2SP	－8		11.9	13.5			21.4	23.0				
12.5	1/2		－10			12.7	13.7			20.5	21.7	22.8	24.0
16	5/8	－10	－12	15.1	16.7	15.9	17.0	26.2	27.8	23.7	24.9	26.8	28.0

注：如果有要求，则3/8、7/16和1/2SP规格的A型软管能装配野外装配型接头，但这些野外装配型接头与AⅠ和AⅡ型软管使用的不同。

AⅠ型由弹性体内衬层、钢丝或纤维增强层和纤维编织外覆层组成；

AⅡ型由弹性体内衬层、钢丝或纤维增强层和纤维编织或弹性体外覆层组成，该软管的尺寸与SAE J517 100R5软管等同。

2. 接头

(1) 永久接头

当软管装配永久接头时，软管组合件的软管部分应符合表8-33中A、AⅠ和AⅡ型软管的尺寸要求。

(2) 野外装配型接头

当软管装配野外装配型接头时，软管组合件的软管部分应符合表8-33中AⅠ和AⅡ型软管各种规格的尺寸要求或应符合表8-33中A型软管3/8、7/16和1/2SP规格的尺寸要求。野外装配型接头与AⅠ和AⅡ型软管使用的不同。

注：如果有要求，则3/8、7/16和1/2SP规格的A型软管能装配野外装配型接头，但这些野外装配型接头与AⅠ和AⅡ型软管使用的不同。

3. 最小弯曲半径

表 8-34 中列出了推荐使用的车辆安装最小弯曲半径。

表 8-34　推荐的最小弯曲半径

米制规格	5	6.3	8	10	11	11.5	12.5SP	12.5	16
英制规格(参考)	3/16	1/4	5/16	3/8	13/32	7/16	1/2SP	1/2	5/8
最小弯曲半径(弯曲内侧)/mm	50	65	75	90	90	100	100	100	115

4. 性能

注 1：所有承受除验证压力和长度变化试验以外的一个或二个性能试验的试样都应在试验和分析完成后销毁。

注 2：爆破强度和组合件拉伸强度试验是鉴定试验，并不意味着软管组合件能在那些条件下使用。

(1) 验收性能

软管和软管组合件制造时应符合：

1) 管接头

管接头应符合 SAE J1402 的所有部分。在装配到软管上以后，管接头或软管的最小内径不应小于表 8-33 所示软管最小内径的 66%。所有软管组合件在进行任何其他试验之前应通过这一要求。

2) 验证压力

组合件在水中承受用(2±0.1)MPa 的空气或氮气进行的 30 min 压力试验后不应有泄漏。

3) 爆破压力

当软管或软管组合件承受用水施加的静液压爆破试验时，在 6 MPa 以下不应有软管爆破、泄漏或管接头分离。

4) 组合件拉伸强度

450 mm 长的软管组合件(包括接头)应承受恒定速率为 25 mm/min 的纵向拉伸试验直到软管与接头分离或软管破坏。6.3 mm 及以下规格发生破坏时负荷不应小于 1 100 N，更大规格的则不应小于 1 450 N。

5) 长度变化

长度变化试验应按 ASTM D 380(伸长与收缩)进行，初始测量在 0.1 MPa 下进行。长度变化应在 1.5 MPa 下测定，并且不应超出+5%～−7%。

6) 粘合性能

粘合试验仅应在初始未老化的试样上如下进行：

a. 纤维增强软管的粘合性能

粘合试验应按 ASTM D 413 机械方法进行，分离任何相邻层所需的平均负荷应为最小 1.4 N/mm。

b. 钢丝增强软管的粘合性能

测试带有钢丝增强层的 AⅠ型和 AⅡ型软管外覆层粘合性能的要求和方法应如上述纤维增强软管的粘合性能试验。取一段不小于 380 mm 长的软管，按下述要求测试内衬层的粘合性：

将表 8-35 规定规格的钢球置于软管内腔中。软管的一端连接真空源，另一端塞住。将软管基本伸直施加 17 kPa 绝对真空 5 min。在 5 min 时，保持真空状态下，将软管沿两个不同的方向分别弯曲 180°至表 8-34 中的最小弯曲半径。弯曲并回到基本伸直位置后，仍然在真空状态下，钢球应能从一端滚动到另一端。如果钢球不能自由地从一端滚动到另一端则表示内衬层与增强层分离并构成破坏。

表 8-35　测试钢丝增强层粘合性能的钢球规格

米制规格	5	6.3	8	11	12.5	16
英制规格（参考）	3/16	1/4	5/16	13/32	1/2	5/8
钢球规格	3.5	4.5	6.0	7.5	9.5	12.0

（2）鉴定性能

对于初始鉴定，所有验收性能，鉴定性能和弯曲试验要求都应满足。最低取样以及规定的接续试验程序应按表 8-36 进行。

表 8-36　最低取样及接续试验程序

试样号	性　能	接续试验
1	管接头[a]	耐高温性能，然后验证压力
2	管接头[a]	耐低温性能，然后验证压力
3	耐 ASTM IRM 903 油	—
4	管接头[a]	耐水，然后组合件拉伸强度
5	耐臭氧	—
6	管接头[a]	盐雾试验，然后爆破压力
7	管接头[a]	长度变化，然后验证压力和爆破压力
8	粘合性能	—
9	管接头[a]	曲挠试验
[a] 在开始试验或老化之前安装管接头。		

1）耐温性能

a. 耐高温性能

当软管组合件的软管部分在模型上弯曲并在老化箱内于（100±2）℃下经（72±2）h 老化后伸直时，其内外都不应出现龟裂、炭化和碎裂。试验模型的半径应符合表 8-34 的规定。纤维编织外覆层软管的外表面由于目视检查不可行，可以免于检查龟裂项目。

完成该试验后，软管组合件应进行验证压力试验。

b. 耐低温性能

将软管和具有表 8-34 所示半径的模型置于空气循环箱内于（－40±2）℃下经（70±2）h 后，在此温度下将软管在模型上弯曲 180°，软管内外都不应出现龟裂。在整个过程中。软管和模型应以非金属表面支撑。弯曲应在（3～5）s 内完成。纤维编织外覆层软管的外表面由于目视检查不可行，可以免于检查龟裂项目。

2）耐环境性能

a. 油

从内衬层和外覆层制备的试样在（100±2）℃的 ASTM IRM 903 油中浸渍（70±2）h，从油中取出后，进行测量，体积膨胀不应超过 100%。

b. 水

将软管组合件在表 8-34 所列最小弯曲半径的模型上弯曲并置于室温蒸馏水中调节（168±2）h。在浸渍过程中端部要完全密封。

试验完成后，对该软管组合件进行组合件拉伸强度试验。

c. 臭氧

将软管组合件在表 8-34 所列最小弯曲半径的模型上弯曲，并置于臭氧试验箱内，在环境温度（40±2）℃于标准大气条件下经（70±2）h。箱内的气体由空气和臭氧组成，臭氧的

分压为 100 mPa(每 100 百万份空气有 100 份臭氧)。用 7 倍放大镜观察,软管不应有龟裂。该试验仅适用于弹性体外覆层的软管。

d. 盐雾试验

按 ASTM B117 盐雾试验进行试验。将软管组合件以与垂直方向成 15°～30°角支撑或悬挂使之曝露在盐雾中(24±1)h。在此曝露后,接头除在标识压印和折皱变形部位的红锈可以接受外不应有金属锈蚀。白色锈蚀产品可以接受。

在完成该试验后,该软管组合件应进行爆破强度试验。

5. 挠曲试验

(1) 试样的制备

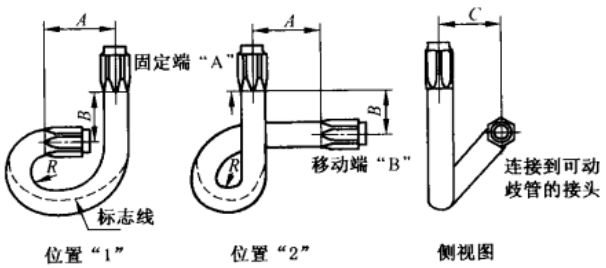
1) 切割软管之前,沿软管的纵向(随着由于软管盘卷而形成的自然弯曲线)画一条(颜色明显不同于软管外覆层的)线,见图 8-11。



* 为进行试验而制备试样时标记的,非制造商的标志线。

图 8-11　软管标线

2) 切割软管以制备软管自由长度如图 8-12 和表 8-37所示的软管组合件试样。软管自由长度是成品软管组合件上管接头之间露在外面的软管长度。



注:位置"1"是位移的极左端;位置"2"是位移的极右端。

图 8-12　挠曲试验装置

表 8-37　挠曲试验装置

软管自由长度/mm	米制规格	标称英制规格(参考)	尺　寸/mm							
			位置 1				位置 2			
			A	*B*	*C*	*R*	*A*	*B*	*C*	*R*
			±3	±3	±3	参考	±3	±3	±3	参考
255±2 mm	5、6.3	3/16、1/4	75	70	95	34	75	70	95	30
280±2 mm	8、10、11	5/16、3/8、13/32	75	90	115	43	75	90	115	33
355±2 mm	11.5、12.5、12.5SP、16	7/16、1/2、1/2SP、5/8	75	100	125	56	75	100	125	46

3) 接头应按制造商的说明装配在软管上。

(2) 预调节

每一根试样组合件应进行盐雾调节,之后进行高温老化调节。

1) 盐雾调节

将软管组合件试样的端部塞住,按 ASTM B117 盐雾试验方法,曝露于盐雾中(24±1)h。

在完成盐雾调节后到开始高温老化试验之前，时间间隔不应超过 168 h。

2）高温老化

将每一根软管组合件试样平直放置，于(100±2) ℃的空气中老化(70±2)h。在整个调节期间，每根试样的软管内腔都应曝露于老化箱内的空气中。

用至少 2 h 将软管组合件冷却至室温，但在完成高温老化后到开始挠曲试验之前，时间间隔不应超过 168 h。

(3) 试样在试验装置中的安装

在试样预调节之后，按图 8-12 和表 8-37 规定的方式将其安装在试验装置中。安装程序如下：

1）曲挠试验机的可动歧管在其行程的中心，使标志线位于顶部中心位置将接头“B”连接到可动歧管(见图 8-12)。

2）在接头“B”安装至可动歧管后，再将接头“A”连接至固定歧管，连接时不应施加任何扭曲，但应允许其自然弯曲。

(4) 试验程序

曲挠试样是通过从行程的中心位置移动接头“B”至距中心每一侧 75 mm(图 8-12 中 A 尺寸)，即位置“1”和位置“2”交替进行的。同时，施加循环空气压力，开 60 s，关 60 s。

1）曲挠/压力循环试验参数

总曲挠行程：(150±1.5)mm。

曲挠行程频率：(1.7±0.1)Hz。

环境温度：(26±6) ℃。

试样内压：(1±0.1)MPa。空气压力应交替进行，全“开”(60±5)s，全“关”(60±5)s。

2）曲挠试验终止

由于试样的损坏会导致空气压力损失，可据此测定破坏点(曲挠循环周期数)。空气压力是通过交替全“开”(60±5)s 和全“关”(60±5)s 施加的。通过一个 $1.6\ ^{+0.05}_{0}$ mm 直径的小孔在 2 min 内重新加压至(1±0.1)MPa 时，压力损失可称作为系统破坏。系统在完成 1 百万次循环周期之前不应破坏。

五、动力转向软管

GB/T 20461—2006《汽车动力转向系统用橡胶软管和软管组合件　规范》规定了汽车动力转向系统用橡胶软管和软管组合件的工作温度范围为(－40～＋135) ℃，根据软管的压力等级和容积膨胀不同分为五种型号。

1. 软管型别

1 型：低压液体回流软管和软管组合件；

2 型：中压低容积膨胀软管和软管组合件；

3 型：中压中容积膨胀软管和软管组合件；

4 型：中压高容积膨胀软管和软管组合件；

5 型：高压低容积膨胀软管和软管组合件。

2. 软管结构

软管应包括：橡胶内衬层；增强层；橡胶外覆层，或者织物外覆层(只适用于 5 型)。

软管外观质量应均匀、无孔、无气泡和杂质。

3. 内径和公差

(1) 软管应满足表 8-38 要求的公称内径。当按 GB/T 9573 进行测量时，实际内径应在公称内径±0.4 mm 以内。典型外径范围作为信息由表 8-39 给出。

表 8-38　公称内径　mm

1 型	2 型	3 型	4 型	5 型
—	6.3	—	—	—
9.5	9.5	9.5	9.5	9.5
—	12.7	—	—	12.7

表 8-39　典型外径范围　mm

公称内径	1 型	2 型	3 型	4 型	5 型
6.3	—	4.0～15.0	—	—	—
9.5	15.9～17.9	18.3～19.8	19.1～20.6	19.1～20.6	19.1～20.6
12.7	—	22.9～24.4	—	—	22.2～23.8

(2) 按 GB/T 9573 测量时软管内壁与外覆层外表面之间的指示器总读数即同轴度不应超过 0.75 mm。

4. 软管性能要求

(1) 脉冲性能

当按 GB/T 5568 用下列试验条件进行脉冲试验时，至少取四个试样，每一试样都应承受 225 000 次循环而在接头处不出现超过 GB/Z 18427—2001 类别 3 的泄漏，同时软管应无破裂和鼓起。

试验介质温度：(135±2) ℃；

试验时环境温度：(100±5) ℃；

循环频率：(30～40)次/min；

循环参数：

升压时间：(0.20±0.10)s；

持续时间：(0.65±0.20)s；

降压时间：(0.20±0.10)s；

试验压力：如表 8-40 中给出的设计工作压力。

表 8-40　液体介质压力规范

型号	公称内径/mm	设计工作压力/MPa	试验压力/MPa	最小爆破压力/MPa
1	9.5	1.75	3.5	7.0
2	6.3	9.0	18.0	36.0
	9.5	8.0	16.0	32.0
	12.7	7.0	14.0	28.0
3	9.5	10.0	20.0	40.0
4	9.5	9.0	18.0	36.0
5	9.5	15.5	31.0	62.0
	12.7	14.0	28.0	56.0
注：所有规定的压力值都是压力表所示压力。				

(2) 爆破强度

当按 GB/T 5563 进行试验时，软管和软管组合件应能承受表 8-40 给出的最小爆破压力。

(3) 长度变化

在表 8-40 给出的相应的设计工作压力下，1 型、3 型和 4 型软管的长度变化率不应超过 0～－8%，2 型和 5 型软管长度变化率不应超过＋2%～－4%。

(4) 低温曲挠性

试样需在(－40±2) ℃下调节 72 h 后，在直径为 8 倍软管公称外径的轴上弯曲试样，用 GB/T 5564－2006 规定的无扭转方法 B 测定。

试样不应断裂，外覆层不应有任何裂纹或破坏。

试验后，将试样恢复到室温，然后按 GB/T 5563 规定的方法在表 8-40 给出相应的试验压力下，试样不应有任何泄漏或其他失效型式。

在压力试验后，应解剖试样，目测检查内衬层不应有裂纹。

(5) 粘合强度

当按 ISO 8033 测定时，1 型、2 型、3 型、4 型软管和不带橡胶外覆层的 5 型软管的内衬层与增强层之间、增强层之间、增强层与外覆层之间的粘合强度不应低于 1.5 kN/m。

(6) 耐臭氧性能

当按 HG/T 2869－1997 方法 1 测定时，试样不应有龟裂。

(7) 容积膨胀性能

本要求只适用于 3 型和 4 型号的软管。

当按容积膨胀试验规定的方法进行试验时，软管或软管组合件应符合表 8-41 的要求。

表 8-41　容积膨胀

型　　号	3	4
在 9 MPa 下的容积膨胀	(10～26) cm^3/m	(26～55) cm^3/m

(8) 清洁度要求

当按清洁度试验规定的方法进行测定时，杂质总量不应超过 100 mg/m^2，并且最大颗粒应不大于 70 μm。

(9) 接头腐蚀性能

当按 GB/T 10125《人造气氛腐蚀试验　盐雾试验》试验 168 h 后，软管组合件和管接头的金属材料基本不应有腐蚀。

(10) 试验压力要求

按 GB/T 5563 规定的方法，检测每根软管或软管组合件在表 8-40 中给出的相应的压力，时间为 1 min，不应有损坏和泄漏。

(11) 低温脉冲试验(只适用于 4 型软管)

1) 要求

当按以下试验方法进行试验时，15 个循环后组合件不应有裂纹或泄漏。

2) 试验方法

a. 将软管弯曲成 U 形，充注试验介质(见表 8-42)，降温到(－40±2) ℃。

b. 施加 1.5 s 一次 11 MPa 的脉冲压力，20 次。

c. 允许将组合件升到实验室环境温度，并保持 2 h。

d. 施加 1.5 s 一次 11 MPa 的脉冲压力，20 次。

e. 再重复以上规定的程序[从“降温到(－40±2) ℃”开始]14 次。

f. 目测检查软管组合件是否有龟裂或泄漏，忽略任何与管接头有关的泄漏。

(12) 低温爆破压力试验(只适用于 4 型软管组合件)

向软管中充注试验介质(见表 8-42)，并保持在(－40±2) ℃下 12 h。然后软管组合件应承受按 GB/T 5563 规定的 36 MPa 的最小爆破压力。

5. 试验方法

(1) 容积膨胀试验

1) 原理

在大气压下将一已测量长度的软管充注试验流体。将压力升高到工作压力保持2 min。测量达到该压力必须的流体体积，以立方厘米每米(cm^3/m)表示。

2) 仪器

a. 升液压工具：管内压达到(9±0.1)MPa。

b. 校准的压力表：刻度至少到 14 MPa。

c. 两个阀门：其设计应使开、关时置换的液体最少。

d. 试验室量筒：符合 ISO 4788 的要求，至少有 30 cm^3 和 60 cm^3 的容积，每个量筒能准确读取至其额定容积的 2%。

e. 0.5 m 长不锈钢内膛毛细管：牢固地安装到一个阀门的进液侧。

3) 试验流体

试验流体应为水或按规定方法进行试验具有如表 8-42 规定的特性的完全增强液压矿物油。

表 8-42　试验流体性能要求

性　能	要　求　值	试验方法
在－40 ℃的黏度	(130±20)mm^2/s	ISO 2909
凝固点，最高	－24 ℃	ISO 3016
闪点，闭杯法，最低	218 ℃	ISO 2719
苯胺点	(103±10) ℃	ISO 2977

4) 试样

试样应为连接有适当管接头的、管接头之间自由伸展长度为 1 m 的软管，或已测量管接头之间自由长度的软管组合件。

5) 程序

将试样连接到装有能隔离试样的阀门的压力源上。

用试验流体充注试验组合件，确保排除所有空气并且试样不受外界张力。将试样内压力升到(9±0.1)MPa，将两个阀门关闭保持 1 min，然后恢复到大气压。

在大气压下 2 min 后，再将压力升到(9±0.1) MPa 并保持 2 min。释压并收集排出的试验流体。再用另外两个试样重复试验并记录收集三次试验流体的体积。

6) 结果表示

结果以每米试样收集的试验液体体积的平均值表示。

(2) 清洁度试验

1) 原理

向试样或软管组合件内充注石油醚并摇动。

收集洗液，滤出不溶杂质，干燥并称量，并测量最大颗粒尺寸。

2）试剂

石油醚（60～80 级）。

3）仪器

a. 玻璃漏斗。

b. 烧杯：符合 ISO 3819 的要求。

c. 通风干燥烘箱：0 ℃～(85±5) ℃温度可控。

d. 天平：精确到 0.1 mg。

e. 烧结玻璃过滤器：气孔率 P4（见 ISO 4793）。

f. 显微镜。

4）程序

取一长度为（300～500）mm 的软管或一完整组合件作为试样，测定其内表面面积。向试样中充注石油醚，摇动并倒入烧杯中，从另一端再向试样中充注石油醚，摇动并倒入烧杯中。用已称量的烧结玻璃过滤器过滤烧杯中全部洗液，必要时用少量新鲜的石油醚清洗出剩余的固体。在(85±5) ℃干燥烘箱中干燥过滤器直到获得恒定的质量，测定此时不溶杂质的总质量。

在显微镜下测定取自过滤器的残余物，并测量最大粒子的尺寸，以毫米（mm）表示。

5）结果表示

计算不溶杂质（污垢）的总质量，以毫克每平方米（mg/m^2）试验软管或组合件的内表面面积表示。

6. 标志

每根软管都应以不超过 250 mm 的间隔清楚地永久地标识下列内容：

1）制造厂名称或商标；

2）国家标准号 GB/T 20461 和软管型别；

3）软管公称内径，以 mm 表示；

4）制造日期（年和月）；

5）设计的工作压力，以 MPa 表示。

六、汽车用热塑性非增强软管和软管

这里介绍的非燃油用热塑性软管和非增强软管和燃油用热塑性软管和非增强软管所对应的两个标准（GB/T 20462.1—2006《汽车用热塑性非增强软管和软管　第 1 部分：非燃油用》和 GB/T 20462.2—2006《汽车用热塑性非增强软管和软管　第 2 部分：石油基燃油用》）与前述的软管标准不同，它们的名称不是以用途而是以材料加介质命名的。也就是，把相同制造材料、相同传输介质的软管归纳到一个标准之中，然后再以用途分类。

（一）非燃油用热塑性软管和非增强软管

1. 分类和材料

1 型：真空和电控非增强软管和软管；

2 型：冷却系统非增强软管和软管；

3 型：挡风玻璃/头灯清洁系统非增强软管和软管；

4 型：废气循环系统非增强软管和软管。

非增强软管和软管由带有或不带整合增强层的挤出热塑性材料构成，也可有一层提高耐液体性和(或)耐热性的内衬层，还可有一层挤出的外覆层以提高环境和(或)耐燃性。外覆层不一定要粘合到非增强软管或软管上。

2. 尺寸

非增强软管和软管的公称内径、内径及公差和最小壁厚应符合表 8-43 的规定。

表 8-43　规格尺寸

mm

公称内径	2.0	4.0	6.0	6.0	7.5	8.0	8.0	9.0	10.0	12.0	12.0	14.0
内径及公差	2.0±0.1	4.0±0.1	6.0±0.1	6.0±0.1	7.5±0.1	8.0±0.1	8.0±0.1	9.0±0.1	10.0±0.1	12.0±0.1	12.0±0.1	14.0±0.1
最小壁厚	0.90	0.90	0.90	1.35	1.12	0.90	1.35	1.35	1.80	1.35	1.80	1.80

壁厚应是构成非增强软管和软管结构中各组成部分各自壁厚的总和。每个组成部分的壁厚应使得各部分能起到自身的及非增强软管或软管整体的作用。

3. 产品的性能要求

各种型别非增强软管和软管进行的试验应包括表 8-44 列出的全部或部分试验项目。

表 8-44　检测项目

试验项目		1 型	2 型	3 型	4 型
爆破试验		×	×	×	×
低温冲击性能		×	×	×	×
耐热老化性能	70 ℃×1 000 h	NA	NA	×	NA
	100 ℃×1 000 h	NA	NA	NA	NA
	125 ℃×1 000 h	×	×	NA	NA
	135 ℃×1 000 h	NA	NA	NA	×
	100 ℃×168 h	NA	NA	×	NA
	125 ℃×168 h	NA	×	NA	NA
	140 ℃×168 h	×	NA	NA	NA
	150 ℃×168 h	NA	NA	NA	×
耐光性		NA	NA	NA	NA
耐表面燃油污染	浸在试验液体 1)中	×	×	×	×
	浸在试验液体 2)中	×	×	NA	×
	浸在试验液体 3)中	×	×	NA	×
	浸在试验液体 4)中	×	×	NA	×
耐发动机冷却剂	表面污染	×	NA	NA	×

试验项目		1 型	2 型	3 型	4 型
耐发动机冷却剂	耐长期老化性能	NA	×	NA	NA
耐应力龟裂性能		×	×	×	×
耐电池酸性能		×	×	×	×
耐发动机油及石油基液压流体性能	表面污染	×	×	×	NA
	耐长期老化性能	NA	NA	NA	×
耐非石油基液压(刹车/离合)流体	表面污染	×	×	×	×
	耐长期老化性能	NA	NA	NA	NA
粘合强度		NA	NA	NA	NA
燃烧性		×	×	×	×
内部清洁		×	NA	×	NA
耐挡风玻璃清洁剂性能		NA	NA	×	NA
由挡风玻璃清洗液的物质萃取作用引起上油漆表面污染		NA	NA	×	NA
电阻		NA	NA	NA	NA
耐弯折性		×	×	×	×
耐内部压力降低性能		×	×	×	×

"×"——应进行试验；"NA"——不适用试验。

(1) 爆破试验

按 GB/T 5563 试验时，各种结构软管的最小爆破压力应不小于 2 MPa(20bar)。

(2) 低温冲击性能

按 ISO 7628-2:1998《道路车辆　气压制动系统用热塑管材　第 2 部分：车辆上的安装和试验方法》中 7.4 的规定，在－40 ℃下进行低温冲击试验后，各种结构软管应无外部破裂或龟裂现象。并符合爆破压力要求。

(3) 耐热老化性能

按 ISO 188 的规定，在下列一个或多个条件下老化后，各种结构软管应符合低温冲击要求：

1) 70 ℃×1 000 h；2) 100 ℃×1 000 h；3) 125 ℃×1 000 h；4) 135 ℃×1 000 h；

5) 100 ℃×168 h；6) 125 ℃×168 h；7) 140 ℃×168 h；8) 150 ℃×168 h。

(4) 耐光性

按 GB/T 18424—2001 的规定，在 1 000 kJ/m^2 氙弧光下暴露后，各种结构软管应符合低温冲击要求。

注：本项试验适用于在正常车辆使用期间或车辆最终装配之前于露天贮存的底盘上需要暴露于日光下的制品。

(5) 耐表面燃油污染

将足够的各种结构软管的非增强软管或软管试样端部塞紧。在 60 ℃下，将每个试样充分浸在以下规定的试验流体中 2 h。在浸渍期结束时，立即擦去试样表面的流体，进行低温冲击试验并应符合要求。如果适用还应符合粘合要求。

1) 体积分数为 85%的液体 C(ISO 1817)和 15%的甲醇组成的混合物。

2) 体积分数为 15%的液体 C(ISO 1817)和 85%的甲醇组成的混合物。

3) 体积分数为 85%的液体 C(ISO 1817)和 15%的甲基叔丁基醚(MTBE)组成的混合物。

4) 液体 F(ISO 1817)(模拟内燃机燃油)。

(6) 耐发动机冷却剂

1) 表面污染

将足够的非增强软管或软管试样端部塞紧，以便能进行低温冲击试验。在 60 ℃下，将每个试样充分浸在体积占 50%的水和体积占 50%的乙烷-1,2-二醇混合物中 2 h。在浸渍期结束时，擦去试样表面的流体，并按要求试验。

各种结构软管应符合低温冲击要求。如果适用还应符合粘合要求。

2) 耐长期老化性能

注入体积占 50%的水和体积占 50%的乙烷-1,2-二醇混合物，并在为 1 000 h 耐热老化试验中规定的温度下老化 1 000 h 后，各种结构软管应符合低温冲击要求。如果适用还应符合粘合要求。

(7) 耐应力龟裂性能

按 ISO 7628-2:1998 中 7.9 进行试验时，各种结构软管不应有任何应力龟裂现象，并应符合低温冲击要求。

(8) 耐电池酸性能

按 ISO 7628-2:1998 中 7.11 进行试验时，各种结构软管不应有任何龟裂或降解现象，并应符合低温冲击要求。

(9) 耐发动机油及石油基液压流体性能

1) 表面污染

将足够的非增强软管或软管试样端部塞紧，以便能进行低温冲击试验。在 60 ℃下，将每个试样充分浸在 3 号标准油中 2 h。在浸渍期结束时，擦去试样表面的流体，并按要求试验。

各种结构软管应符合低温冲击要求。如果适用还应符合粘合要求。

2) 耐长期老化性能

当注入 3 号标准油，并在为 1 000 h 耐热老化试验中选定的温度下老化 1 000 h 后，各种结构软管应符合低温冲击要求。如果适用还应符合粘合要求。

(10) 耐非石油基液压(刹车/离合)流体

1) 表面污染

将足够的非增强软管或软管试样端部塞紧，以便进行低温冲击试验。在 60 ℃下，将每个试样充分浸在规定的污染液体中 2 h。在浸渍期结束时，立即擦去试样表面的流体，并按要求试验。用 ISO 4926《道路车辆　液压制动系统　非石油基标准流体》规定的相容性流体进行试验时，各种结构软管应符合低温冲击要求。如果适用还应符合粘合要求。

2) 耐长期老化性能

当注入 ISO 4926 的液压流体，并在为 1 000 h 耐热试验中选定的温度下老化 1 000 h 后，各种结构软管应符合低温冲击要求，如果适用还应符合粘合要求。

(11) 粘合强度

仅适用于结构中带有两层或两层以上粘合层的软管。当按 ISO 8033 中的适当程序进行测定时，各层间的粘合强度应不小于 1.5 kN/m。

(12) 燃烧性

按 ISO 3795 进行试验时，燃烧速率不应超过 100 mm/min。

(13) 内部清洁

按本章内燃机燃油软管清洁度的测定方法测得的不溶性杂质含量不应超过 5 g/m^2。

(14) 耐挡风玻璃清洁剂性能

注入体积占 50%的水和体积占 50%的异丙醇混合液，并在为 1 000 h 耐热试验中选定的温度下老化 1 000 h 后，各种结构软管应符合低温冲击要求。如果适用还应符合粘合要求。

(15) 由挡风玻璃清洗液的物质萃取作用引起上油漆表面污染。

按 GB/T 19243—2003 的方法 B 用如上所述的挡风玻璃清洗液代替蒸馏水进行试验时，上漆金属表面不应有污染。

(16) 电阻

按 GB/T 9572 进行测定时，电阻不应超过 10 MΩ。

(17) 耐弯折性

按 GB/T 5565 进行试验时，最大变形系数(T/D)不应超过 0.7。

对公称内径小于 10 mm 的非增强软管或软管，芯轴的直径应为 140 mm，公称内径大于 10 mm 小于或等于 12 mm 的，芯轴的直径应为 220 mm，公称内径为 14 mm 的，芯轴的直径

为 300 mm。

(18) 耐内部压力降低性能

按 GB/T 5567，于 100 ℃，绝对压力 0.03 MPa(0.3 bar)下进行试验时，各种结构软管在 10 min 后塌瘪不应超过 50%。

(二) 石油基燃油用热塑性软管和非增强软管

1. 分类和材料

1 型：油箱和发动机舱之间的供油及回油管线——汽油机；

2 型：油箱和发动机舱之间的供油及回油管线——柴油机；

3 型：发动机舱内的供油及回油管——中等温度(100 ℃)环境——汽油机；

4 型：发动机舱内的供油及回油管——高温(125 ℃)——汽油机；

5 型：发动机舱内的供油管——柴油机；

6 型：用于蒸汽管线的多层非增强软管和软管。

非增强软管和软管由带有或不带有整合增强层的挤出热塑性材料构成，也可有一层提高耐液体性和(或)降低燃油蒸气透过的内衬层，还可有一层挤出的外覆层以提高环境性能和(或)耐燃性。外覆层不一定要粘合到非增强软管或软管上。

2. 尺寸

非增强软管和软管的公称内径、内径和最小壁厚应符合表 8-45 的规定。

表 8-45　规格尺寸　　mm

公称内径	2.0	4.0	6.0	6.0	7.5	8.0	8.0	9.0	10.0	12.0	12.0	14.0
内径及公差	2.0±0.1	4.0±0.1	6.0±0.1	6.0±0.1	7.5±0.1	8.0±0.1	8.0±0.1	9.0±0.1	10.0±0.1	12.0±0.1	12.0±0.1	14.0±0.1
最小壁厚	0.90	0.90	0.90	1.35	1.12	0.90	1.35	1.35	1.80	1.35	1.80	1.80

壁厚应是构成非增强软管和软管结构中各组成部分各自壁厚的总和。每个组成部分的壁厚应使得各部分能起到自身的及非增强软管或软管整体的作用。

3. 产品的性能要求

各种型别非增强软管和软管进行的试验应包括表 8-46 列出的全部或部分试验项目。

表 8-46　检测项目

试　验　项　目		1 型	2 型	3 型	4 型	5 型	6 型
爆破试验		×	×	×	×	×	×
低温冲击性能		×	×	×	×	×	×
耐热老化性能	0 ℃×1 000 h	×	×	NA	NA	NA	×
	100 ℃×1 000 h	NA	NA	×	NA	×	NA
	125 ℃×1 000 h	NA	NA	NA	×	NA	NA
	100 ℃×168 h	×	×	NA	NA	NA	×
	125 ℃×168 h	NA	NA	×	NA	×	NA
	140 ℃×168 h	NA	NA	NA	×	NA	NA

续表 8-46

试　验　项　目		1 型	2 型	3 型	4 型	5 型	6 型
耐光性		NA	NA	NA	NA	NA	NA
耐燃油性能	试验燃油 1)	×	NA	×	×	NA	×
	试验燃油 2)	×	NA	×	×	NA	×
	试验燃油 3)	×	NA	×	×	NA	×
	试验燃油 4)	NA	×	NA	NA	×	NA
	试验燃油 5)	×	NA	×	×	NA	×
耐应力龟裂性能		×	×	×	×	×	×
耐电池酸性能		NA	NA	×	×	×	NA
耐发动机油及石油基液压流体表面污染		NA	NA	×	×	×	NA
耐非石油基液压(刹车/离合)流体表面污染		NA	NA	×	×	×	NA
粘合强度		×	×	×	×	×	×
燃烧性		×	×	×	×	×	×
内部清洁		×	×	×	×	×	×
燃油渗透性		×	×	×	×	×	×
电阻		×	NA	×	×	NA	NA
耐弯折性		×	×	×	×	×	×
"×"——应进行试验;"NA"——不适用试验。							

(1) 爆破试验

按 GB/T 5563 试验时,各种结构软管的最小爆破压力应不小于 5.5 MPa(55 bar)。

(2) 低温冲击性能

按 ISO 7628-2:1998 中 7.4 的规定,在−40 ℃下进行低温冲击试验后,各种结构软管应无外部破裂或龟裂现象。并符合爆破压力要求。

(3) 耐热老化性能

按 ISO 188 的规定,在下列一个或多个条件下老化后,各种结构软管应符合低温冲击要求:

1) 0 ℃×1 000 h;2) 100 ℃×1 000 h;3) 125 ℃×1 000 h;

4) 100 ℃×168 h;5) 125 ℃×168 h;6) 140 ℃×168 h。

(4) 耐光性

按 GB/T 18424 的规定,在 1 000 kJ/m^2 氙弧光下暴露后各种结构软管应满足低温冲击要求。

注:本项试验适用于在正常车辆使用期间或车辆最终装配之前于露天贮存的底盘上需要暴露于日光下的制品。

(5) 耐燃油性能

按本章内燃机燃油软管含氧燃油长期循环试验的方法用下列试验燃油中的一种或多种进行试验,各种结构软管应符合低温冲击要求,如果适用还应符合粘合要求。

1）按体积计 85%的液体 C(GB/T 1690)和 15%的甲醇组成的混合物。

2）按体积计 15%的液体 C(GB/T 1690)和 85%的甲醇组成的混合物。

3）按体积计 85%的液体 C(GB/T 1690)和 15%的甲基叔丁基醚(MTBE)组成的混合物。

4）液体 F(GB/T 1690)(模拟内燃机燃油)。

5）PN 180 氧化燃油。

(6) 耐应力龟裂性能

按 ISO 7628-2:1998 中 7.9 进行试验时，各种结构软管都不应有任何应力龟裂现象，并应符合低温冲击要求。

(7) 耐电池酸性能

按 ISO 7628-2:1998 中 7.11 进行试验时，各种结构软管都不应有任何龟裂或降解现象，并应符合低温冲击要求。

(8) 耐发动机油及石油基液压流体表面污染

将足够的非增强软管或软管的试样端部塞紧，在 60 ℃下，将每个试样充分浸在 GB/T 1690的规定的 3 号油中 2 h。在浸渍期结束时，立即擦去试样表面的流体。

各种结构软管应符合低温冲击要求，如果适用还应符合粘合强度要求。

(9) 耐非石油基液压(刹车/离合)流体表面污染

将足够的非增强软管或软管的试样端部塞紧，在 60 ℃下，将每个试样充分浸在 ISO 4926规定的液压流体中 2 h。在浸渍期结束时，立即擦去试样表面的流体。

各种结构软管应符合低温冲击要求，如果适用还应符合粘合强度要求。

(10) 粘合强度

仅适用于带有两层或两层以上共挤出或增强层的制品。按 ISO 8033 的规定进行试验时，各层间粘合强度应不小于 1.5 kN/m。

(11) 燃烧性

按 GB/T 20462.2—2006 附录 C 进行试验时，各种结构软管暴露于火焰至少 60 s 不应有压力损失。

(12) 内部清洁

按本章内燃机燃油软管清洁度的测定方法测得的不溶性杂质含量不应超过 5 g/m^2，燃料可溶性杂质含量不应超过 3 g/m^2。

(13) 燃油渗透性

按 GB/T 18423 进行试验时，由按体积计 85%的液体 C(GB/T 1690)和 15%的甲醇组成的混合物的渗透率应不超过 25 $g/(m^2 \cdot 24\ h)$。

(14) 电阻

按 GB/T 9572 进行试验时，电阻不应超过 10 MΩ。

(15) 耐弯折性

按 GB/T 5565 进行试验时，最大变形系数(T/D)不应超过 0.7。

对公称内径小于 10 mm 的非增强软管或软管，芯轴的直径应为 140 mm，公称内径大于 10 mm、小于或等于 12 mm 的，芯轴的直径应为 220 mm，公称内径为 14 mm 的，芯轴的直径为 300 mm。

第九章 汽车用软管试验方法

一、橡胶和塑料软管及软管组合件试验方法

（一）尺寸测量方法

GB/T 9573—2003《橡胶、塑料软管及软管组合件 尺寸测量方法》规定了测量橡胶、塑料软管内径、外径（包括液压软管增强层外径）、壁厚、同心度、内衬层及外覆层厚度的方法，规定了测量及标识橡胶、塑料软管和软管组合件长度的方法，以及检验液压软管组合件孔径的方法。

1. 内径的测量

（1）一般要求

方法 1 到方法 5 的测量可在整根软管的端部或从整根软管切下的试样（最低长度为 150 mm）上进行。钢丝增强液压软管，应在离软管端部至少 25 mm 处测量。

进行测量应选用下列方法之一。

（2）方法 1

测量公称内径小于 150 mm 和各种规格可折叠型软管，可用直径增量为 0.25 mm 的塞规进行（见图 9-1）。将塞规不施加压力缓慢插入软管试样里。如果软管内腔不是精确的圆形时，更应小心测量。

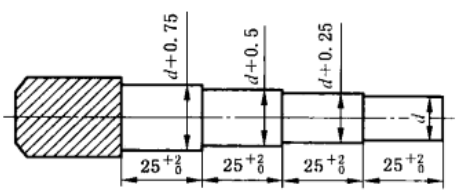


图 9-1 塞规

（3）方法 2

对公称内径小于 63 mm 准确度要求高的软管，如钢丝增强的液压软管，应使用一个扩张球式或伸缩式内径量规来测量。

（4）方法 3

测量公称内径为 100 mm 及 100 mm 以下的软管，可使用符合 GB 1214.2 要求的滑动游标卡尺的内测量爪测量。在互为直角处进行两次测量，取其平均值作为内径。测量时注意不要使软管变形。测量 100 mm 以上公称内径的软管时，如要求测量结果的准确度比方法 5 要求更高时，可使用适当规格卡尺进行测量。

（5）方法 4

测量所有规格内径的软管，都可以使用设计用于测量弹性体材料制成的管壁并带有圆脚内径指示表（见 GB/T 1219），卡尺规格要适合于被测量的内径。应在互为直角处进行两次测量，并取其平均值作为内径。

（6）方法 5

测量公称内径在 100 mm 以上的软管时，使用有刻度的钢尺一般就能达到足够的准确

度。应在互为直角处进行两次测量，并取其平均值作为内径。

(7) 方法 6

对断面未受切割操作影响而造成变形的适宜直径软管，可使用 0.1 mm 分度的光学放大镜，应在互为直角处进行两次测量，并取其平均值作为内径。

2. 外径的测量

(1) 一般要求

方法 1 到方法 3 的测量可在整根软管或从整根软管切取的试样(最低长度为 150 mm)上进行。测量部位至少离软管端部 25 mm。

测量应适当选用下列方法之一。

(2) 方法 1

测量公称外径为 100 mm 及 100 mm 以下的软管时，可使用滑动游标卡尺或符合 GB/T 1216规定的千分尺。在互为直角处进行两次测量，并取其平均值作为外径。测量时注意不要使软管变形。当要求准确度较高时，应将外径等于软管内径的圆棒插入软管内，以防试样变形。

(3) 方法 2

测量公称外径为 20 mm 以上的软管时，可使用以 π 标度的游标卷尺。

(4) 方法 3

测量公称外径为 100 mm 以上的软管时，可使用能直接读出直径的卷尺，或用卷尺测量周长，再由周长计算出软管直径。

(5) 方法 4

对断面未受切割操作影响而造成变形的适宜直径软管，可使用 0.1 mm 分度的光学放大镜，应在互为直角处进行两次测量，并取平均值作为外径。

3. 增强层外径的测量

增强层外径的测量一般只限于装配管接头的液压软管，并应在从软管上切取的试样上进行测量。

完全去掉外覆层材料之后，按测量外径的方法 1 或方法 2 的规定进行测量。

4. 壁厚的测量

(1) 一般要求

当需要知道壁厚时，通常以取外径与内径之差的一半来计算。

或者使用下列方法之一直接测量壁厚。

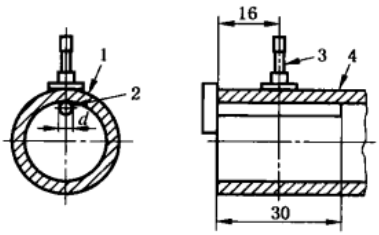
(2) 方法 1

用滑动游标卡尺测量，测量时注意不要因弧度影响造成误差。

(3) 方法 2

用带有可与软管内表面相接触的圆形测量头的千分尺或用类似图 9-2 所示装置进行测量。

(4) 方法 3



1——软管；
2——软管支撑物或支座；
3——指示表的测量轴；
4——软管(最小长度 30 mm)。
d=3 mm，当软管内径不超过 6 mm时；
d=6 mm，当软管内径超过 6 mm时。

图 9-2　用指示表测软管壁厚的适用装置

用适用于测量弹性材料的、带有圆形压脚的测厚千分尺测量。

(5) 方法 4

用分度为 0.1 mm 的光学放大镜测量。

5. 同心度的测量

(1) 一般要求

同心度是软管内径和外径的最高和最低读数之间差的度量。这些读数应采用下列方法之一来测量。所有读数应在离软管试样端部至少 15 mm 处读取。

(2) 方法 1

将软管试样安装在一根外径等于软管内径的芯轴上，芯轴的端部支撑在 V 形垫块上。使用千分表测出沿软管圆周上高低读数之间的最大差值。

(3) 方法 2

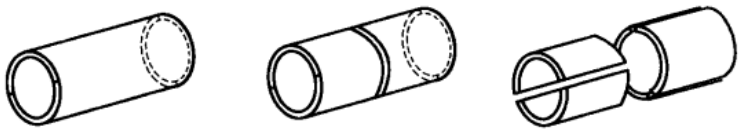
使用带有可与软管内表面相接触的圆形测量头千分表或用类似图 9-2 所示仪器，对于公称内径为 63 mm 及 63 mm 以上的软管，应沿软管圆周按 45°间隔取八个读数；对公称内径小于 63 mm 的软管，应沿软管圆周按 90°间隔取四个读数。

6. 内衬层和外覆层厚度的测量

(1) 方法 1

1) 取一段长约 50 mm 的软管试样，并在其两端标出直径，两端直径标记应相互垂直[见图 9-3a)]。

2) 将试样切成相等长度的两段，然后将每段沿标出直径纵向切开两等份[见图 9-3b)和图 9-3c)]。



a) 所标的直径　　b) 切成两段的试样　　c) 纵切成的每一半试样

图 9-3　内胶层和外胶层厚度的测量

3) 用分度为 0.1 mm 的光学放大镜测量软管切开部分八个纵向切边的每边上最薄部分的内衬层和外覆层厚度。

4) 记录和计算这八个测量值的平均值，即为内衬层及外覆层的厚度。

5) 当外覆层呈波纹状时，应测量最薄处。

(2) 方法 2

1) 测量从任何型别的软管上所截取的内衬层和外覆层的厚度，都可以用刻度 0.02 mm，带有直径(3～10)mm、能施加(22±5)kPa 压力的压脚的标准厚度计进行测量。

2) 测量贴近编织或缠绕增强层的内衬层或外覆层的厚度时，取其两次厚度测量的平均值，其中一次测量值应从刚好磨去编织层或缠绕层波纹的试样获得。记录取自间隔 90°两个试样读数的平均值。

测量贴近织物增强层的内衬层或外覆层的厚度时，应测量刚好磨去由纺织物增强层引起的皱纹的试样厚度。记录取自间隔 90°两个试样读数的平均值。

(3) 方法 3

当对钢丝增强软管规定了最大外覆层厚度时，外覆厚度应采用带有圆形压脚的千分表测深规进行，圆形压脚应与软管平行放置，横跨从软管外覆层上切取的(12.5～25)mm 宽的条所形成的凹槽，测量外胶层的壁厚。将一根圆棒放入软管孔腔中，以保证使偏差降至最小。记录沿圆周测量最大和最小读数。

7. 长度的测量及测量点的标志

(1) 长度的测量

对长度在 20 m 及 20 m 以下的软管，使用有刻度的钢卷尺进行测量。对长度在 20 m 以上的软管，用一把带刻度的钢卷尺或一个轮型测量仪进行测量。

所有测量应在软管呈直线状，且在未受拉伸的状态下进行。

(2) 测量点

1) 未装有管接头的软管

测定切割长度两末端间的软管长度。

2) 装有管接头的软管

标识出软管组合件长度的测量点。图 9-4～图 9-9 示出了典型的管接头及如何标识不同测量点的方法。

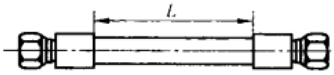


图 9-4　管接头间外露软管的长度

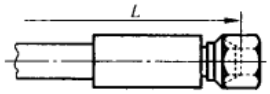


图 9-5　管接头(阴螺纹)芯杆端部开始的长度

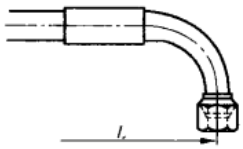


图 9-6　弯形管接头(90°)芯杆中心线开始的长度

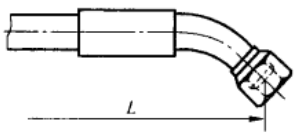


图 9-7　弯形管接头(大于 90°)芯杆中心线开始的长度

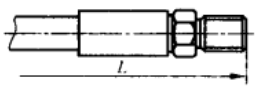


图 9-8　管接头(阳螺纹)芯杆端部开始的长度

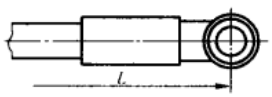


图 9-9　从鼓形管接头中心线开始的长度

未在图 9-4～图 9-9 中示出的带管接头的软管组合件，应按照管接头安装者数据对接头测量点进行标识。

8. 软管组合件内径检验(过球试验)

本项试验适用于端部装有管接头的软管组合件，用来确认整个组合件的内径(包括由于安装管接头引起的凸起或收缩部分)是否小于规定数值。

本项试验是通过测量一个规定尺寸的试验球能否顺利通过组合件来完成的。

注：建议软管规范应规定所用试验球的尺寸，该尺寸应选用标准滚珠轴承规格。而不是标出公称内径的百分数，因为后者通常会导致试验球的规格不标准，而且这种球是不易得到的。

(二) 静液压试验方法

GB/T 5563—2006《橡胶和塑料软管及软管组合件静液压试验方法》规定了用于测量软管及软管组合件的静液压作用的能力静液压试验方法，包括验证压力试验，承压形变、长度变化、外径的变化、扭转和弯曲的测量，以及爆破压力试验和泄漏试验。

1. 一般要求

除另有规定外，所有试验都应在标准温度下进行（见 GB/T 2941）。

2. 仪器

（1）压力泵能按以下“施加静液压压力”中规定的速率升高压力，直至达到所需要的试验压力。

（2）校准压力表或带有数字显示器的压力转换器，对于每个试验的试验压力值应选择在压力表最大量程的 15%～85%之间。

（3）为了保证精确度，校准压力表或带有数字显示器的压力转换器应经常校对，建议安装节流阀以使震动损坏减至最小。

（4）游标卡尺或千分尺和卷尺。

3. 试样

（1）软管组合件

当进行软管组合件试验时，装配的组合件长度应符合试验条件。

（2）软管

进行静液压试验和爆破压力试验所用软管试样的最小自由长度，不包括管接头和加固件，如果同时测量形变应为 600 mm，否则为 300 mm。

（3）试样数量

至少应试验两个试样。

4. 施加静液压压力

（1）一般要求

应使用水或其他适合于软管的液体作为试验介质。

应注意：由液体施加压力的软管和软管组合件可能以潜在的危险方式破坏。因此，试验应在适当的封闭状态下进行。同样应避免使用空气或其他气体作为试验介质，因为这对操作者来说是危险的。在特殊的情况下，试验需要使用这种介质时，必须采取严格的安全措施。此外，还应该强调指出，即使采用液体作为试验介质，也必须要排除试样中的全部空气，否则当软管爆破时，由于软管内聚集的空气因突然释压而膨胀，有使操作者受伤的危险。

（2）程序

1）先将试样充满试验用的液体，排除所有空气，然后连接到试验装置上。关闭阀门以均匀的升压速率施加静液压力。用校准压力表或带数字显示器的压力转换器测量压力。

注 1：试验过程中，允许试样的自由端或堵塞端产生不受限制的运动，这一点很重要。

2）升压速度应是恒定的，对公称内径小于或等于 50 mm 的软管应在（30～60）s 之间达到最终压力。对于公称内径大于 50 mm 而小于或等于 250 mm 的软管，其达到最终压力所需时间应在（60～240）s 之间。对于公称内径大于 250 mm 的软管，达到最终压力所需要的时间应由制造厂和使用者决定。

5. 静液压试验

（1）验证压力试验

当用验证压力试验检查软管和软管组合件是否泄漏时，应按照上述“施加静液压压力”的有关规定施加验证压力并保持这个压力（30～60）s。除在产品标准中另有规定外，此期间应检验试样有无表明材料和加工不均匀的泄漏、裂口、急剧变形现象或其他破坏的迹象。

注：试验时软管不能弯曲。

(2) 承压形变的测量

1) 一般程序

当要求测定软管的长度变化、内径变化和扭转变形时，将软管伸直，水平放置进行检查，必要时施加0.07 MPa的静压以使软管保持稳定状态。在软管外表面做三个参比标记，中间标记(B)标在约软管长度的中间位置，而外面的两个标记(A和C)分别标在距(B)250 mm处。每个标记包括在软管周长的弧线上，通过每个标记画一条垂直于所在弧线的直线，而且引出的三条直线应在同一条直线上(见图9-10)。

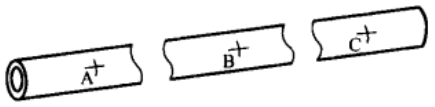


图 9-10　尺寸稳定性测定

注：相对应的国际标准 ISO 1402 正在修订之中，其中 A、C 两标记点与标记点 C 的距离将由 250 mm 改为 500 mm。

保持 0.07 MPa 的初始压力(如果施加了的话)，在参比标记处进行适当的测量。

在进行测量试验前，以上述“施加静液压压力”中规定的速率施加规定的试验压力，并保持这个压力 1 min，然后尽可能迅速测量，以免延长试验周期。

注：试验压力会在适当的软管产品规范中予以规定，它可能是设计工作压力、验证压力或任何用于测量软管形变特性的低于验证压力的其他压力。

2) 长度变化

在初始压力(0 MPa 或 0.07 MPa)和规定的试验压力下，用卷尺测量两个最外面标记(A 和 C)之间的长度，精确到±1 mm。

用式(9-1)计算长度的变化(Δl)并用原始长度的百分率表示：

$$\Delta l = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100 \quad \cdots\cdots (9\text{-}1)$$

式中：l_0——初始压力下测定的两个最外面标记(A 和 C)之间的距离；l_1——在规定试验压力下，同样的这两个标记之间的距离。

3) 外径的变化

a. 一般要求

最好采用以卷尺直接测量其圆周长的方法来确定外径，精确到±1 mm。也可以用一个最小有效尖宽为 5 mm 的游标卡尺来测量。

b. 通过外周长变化测定

在初始压力(0 MPa 或 0.07 MPa)和规定试验压力下，用卷尺测量三个标记(A、B 和 C)中每一标记处的圆周长。

用式(9-2)计算直径的变化(ΔD)以原来直径的百分率来表示：

$$\Delta D = \frac{\sum C_1 - \sum C_0}{\sum C_0} \times 100 \quad \cdots\cdots (9\text{-}2)$$

式中：$\sum C_0$——在初始压力下，三个标记处测得的圆周长之和；$\sum C_1$——在规定试验压力下，三个标记处测得的圆周长之和。

c. 外径变化的直接测量法

在初始压力(0 MPa 或 0.07 MPa)和规定的试验压力下，用游标卡尺测量三个标记中每一标记处的两个垂直方向的直径。

用式(9-3)计算直径的变化(ΔD)，以原来直径的百分率来表示：

$$\Delta D = \frac{\sum D_1 - \sum D_0}{\sum D_0} \times 100 \quad \cdots\cdots (9\text{-}3)$$

式中：$\sum D_0$——在初始压力下，三个标记处测得的六个直径之和；$\sum D_1$——在规定试验压力下，三个标记处测得的六个直径之和。

4）扭转

如果在压力作用下软管发生扭转变形，由标记构成的最初直线将变成螺旋曲线（见图 9-11）。

软管在规定试验压力作用下，从标记（A）引出的沿着软管长度方向的直线，与参比点（C）所在的圆弧相交于 C' 点。

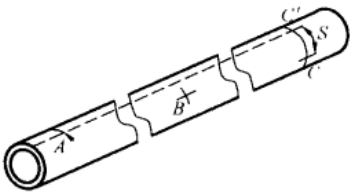


图 9-11　扭转量测定

然后用卷尺测量圆弧线 CC' 的长度 S，精确到 1 mm。

用式(9-4)计算每米的扭转量（T），用角度来表示；单位为 rad/m；

$$T = \frac{S \times 360}{C_c \times l_0} \quad \cdots\cdots (9\text{-}4)$$

式中：C_c——按“外径的变化”一般要求测得的参比点 C 处的圆周长；l_0——按“长度变化”测得的 A 和 C 之间的距离。

5）弯曲

弯曲是指软管在试验过程中偏离于初始压力（0 MPa 或 0.07 MPa）下平行于软管所在表面的平面内所画的两管接头间的直线的程度。可以用一条拉紧的直线来表示两管接头正中间的连线。在规定试验压力下产生的弯曲值是软管的任何部位与在初始压力下两管接头正中间连线的最大偏离值。弯曲值用该直线到最大偏离点处软管中心线的距离表示。报告测量结果应精确到 5 mm。

（3）爆破压力试验

按照上述“施加静液压压力”中规定的速度升高压力，直至软管和软管组合件破坏，在试验报告中应记录下软管爆破的位置和状态。

当管接头出现拔脱、距管接头 25 mm 或等于软管外径的距离（取最大数值）内发生泄漏或爆破而引起的任何破坏都不应视为真正的软管爆破。

（4）泄漏试验

1）试样

泄漏试验用试样应为未老化的软管组合件，其管接头装配的时间不能超过 30 d，但也不能少于 1 d。

2）程序

试验组合件承受规定的静态压力应是其最小爆破压力值的 70%。保持该试验压力（5±0.5）min，然后释压至零。再施加该规定试验压力，并保持（5±0.5）min。这个试验被认为是破坏性试验，试验后的组合件试样应废弃。

3）损坏的依据

不应有泄漏或破坏的迹象。

在管接头处泄漏、管头拔脱或靠近管接头处软管破裂都视为该组合件本身的质量问题。

注：这种破坏并不一定表明更换管接头后该软管还不符合规定的要求。

（三）耐吸扁性能的测定

耐吸扁试验也称耐真空试验。对软管进行吸扁试验，以确定软管能否承受在使用中因软管内压下降而遭遇的压差。该项试验的吸扁程度在相关的产品标准中作出规定。

GB/T 5567—2006《橡胶和塑料软管及软管组合件　耐吸扁性能的测定》中根据软管内径不同有如下两种测定软管耐吸扁性能的方法：

方法 A——适用于公称内径 80 mm 以下（含 80 mm）的软管；

方法 B——适用于公称内径大于 80 mm 的软管。

1. 试样

应使用无端部管接头的最小试验长度 5 倍于公称内径的或者 1 m 长的试样，以最长者为准；如果长度小于 1 m，则使用整根软管或软管组合件。

2. 试样的调节

在软管制造后 24 h 之内不应进行试验。试验之前，试样应在标准温度下（见 GB/T 2941）至少调节 3 h；除非买方和制造厂另有协定，这一调节时间可为制造后 24 h 的一部分。

3. 试验程序

（1）方法 A

将软管尽可能直地放置在一平面上，将一端塞住，形成气密封。向软管内放入一个直径为软管内径 0.9 倍以下，精确到整数毫米的光滑实心球，然后将软管的开口端连接到真空泵和仪表上。在 60 s 之内将软管的内压降至规定的试验压力，并将此压力保持要求的时间，保持时间不应少于 10 min。

在保持规定压力的同时，检查软管外部是否有塌瘪或凹陷的迹象，然后倾斜软管，使实心球通过整根软管，以检查是否有因内部变形而引起的任何阻塞。

（2）方法 B

在软管的两端安装上透明的气密封板，其中一端连接到真空泵和仪表上。在 60 s 之内将软管内压降至规定的试验压力，并将此压力保持要求的时间，保持时间不应少于 10 min。

在保持降低后的压力的同时，用通过一端的透明板照明，通过另一端透明板检查软管内部，再检查软管外部有无脱层、凹陷或塌瘪现象。

（四）无曲挠液压脉冲试验

GB/T 5568—2006《橡胶或塑料软管及软管组合件　无挠曲液压脉冲试验》规定的无曲挠脉冲试验适用于在使用中承受脉冲压力的高压液压软管及软管组合件。

1. 试验装置

（1）加压装置

该装置应能使用一种循环通过试样的液压液体，以（1±0.25）Hz 的频率对试样施加一内脉冲压力，此种液体应保持在所需的试验温度下，每一压力周期应在图 9-12 所示的公差范围内。

升压额定速率 R 应按式(9-5)计算：

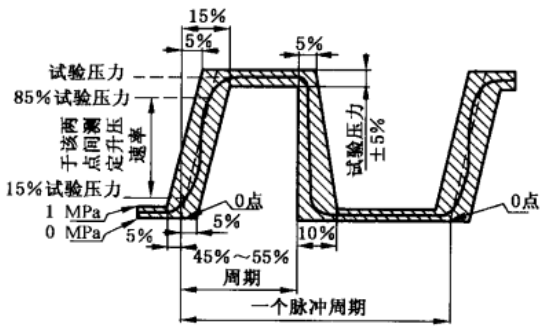
$$R = f(10p - 5) \quad \cdots\cdots (9\text{-}5)$$

式中：f——频率，Hz；p——额定脉冲压力，MPa。

实际升压速率应如图 9-12 所示测定，其公差范围应在计算额定值的 ±10% 以内。

(2) 图示记录装置、数字存储器或示波器

应有适宜的图示记录装置、数字存储器或示波器，以便能对照图 9-12 检查压力周期。该记录装置应具有一超过 250 Hz 固有频率，能精确地减振以获得一个范围在固有频率 0.05 至 0.6 倍的频率特性曲线平坦区。



注：1. 升压正割线是升压曲线上两点间的连接直线，其中一点为试验压力的 15%，另一点为试验压力的 85%。

2. 0 点为升压正割线与压力为零处的交点。

3. 升压速率为升压正割线的斜率，MPa/s。

4. 循环速率应保持在(1±0.25)Hz 范围内。

图 9-12　压力脉冲周期

2. 试验流体

除非另有规定，按照 GB/T 3141—1994，试验液体应符合 N46 在 40℃的要求。

3. 试验温度

试验温度应选取下列温度之一：85 ℃，100 ℃，125 ℃，135 ℃或 150 ℃。

试验液体在应选温度下于试样内循环流动，温度误差为±3 ℃，试验液体温度应在试样的入口及出口处测量，并定义为两次测定温度的平均值。任何一个测量值与试验温度的偏离值不应大于 3 ℃。

4. 试样

(1) 试样应由一完整的软管组合件或端部装配上适宜管接头的软管组成。

除非另有规定，应试验四个试样。

(2) 计算试验软管自由长度(不含管接头)如图 9-13 所示，方法如下。

1) 软管公称内径在 22 mm 以下(含 22 mm)按式(9-6)计算：

$$180° \text{弯曲，自由长度} = \pi\left(r+\frac{d}{2}\right)+2d \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (9\text{-}6)$$

2) 软管公称内径大于 22 mm 按式(9-7)计算：

$$90° \text{弯曲，自由长度} = \frac{\pi}{2}\left(r+\frac{d}{2}\right)+2d \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (9\text{-}7)$$

式中：r——最小弯曲半径；d——软管外径。

对所计算的软管自由长度，其偏差范围为 0～+1%或(0～15)mm，两者以较大者为准。

5. 程序

(1) 将试样与试验装置相连接。试样应按图 9-13 规定安装，公称内径在 22 mm 以下(含 22 mm)的软管，试样应弯曲 180°；公称内径在 22 mm 以上的软管应弯曲 90°。

(2) 将试验液体升温至试验温度，然后按图 9-12 要求施加脉冲压力，将试验进行至规定脉冲循环次数或直至软管组合件损坏为止。如果在完成最小周期数前停止脉冲试验，当达到试验温度并重新开始试验时，在软管/管接头接合处可能会出现轻度的试验液体渗漏。应按 GB/Z 18427—2001 分类规定记录渗漏等级。

6. 结果表示

(1) 记录出现故障时循环次数。如果未发生故障，则应记录所完成的循环次数。

(2) 端部管接头发生渗漏、起泡或破损，在距软管管接头 25 mm 以内或在相当于软管外径的距离以内，两者以较大者为准，应视为组合件性能不合格。此类故障并不能证明更换管接头后软管不能符合规定的要求。

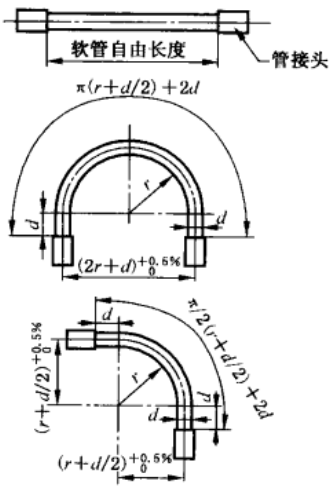


图 9-13　压力脉冲试验试样

(五) 透气性的测定

GB/T 18422—2001《橡胶和塑料软管及软管组合件　透气性的测定》规定了用于测定在规定的时间内气体渗透通过橡胶或塑料软管管壁体积数的三种方法。

方法 1：用于测定除管接头外整个软管管壁对试验气体的渗透性。在评价外胶层穿孔的软管透气特性时使用这种方法。

方法 2：用于测定软管内胶层和增强层对试验气体的渗透性。在测定外胶层未穿孔的软管的透气特性时，气体通常从软管切割端的织物增强层渗出，此时使用这种方法。

方法 3：用于准确测定在规定的时间内，软管管壁对试验气体的渗透性。

这些方法仅适用于那些不溶于水的试验气体。

1. 试验装置

(1) 水槽：能够保持在规定的温度下，并有足够的长度可容纳试样。

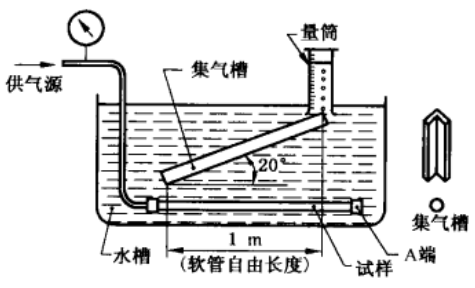
(2) 供气源：装备有适宜气压表和在软管失效时用的应急过流断流阀。

(3) 集气装置：由量筒组成，有时还含有适合于三种方法中每种方法的装置，如图 9-14～图 9-16 所示。量筒的容量和精度应按照预计收集的气体体积加以选择。

(4) 气压表：用于记录试验时的气压。

(5) 两支温度计：用于记录气体收集处的水温和气温。

这三种试验方法的试验装置示意图见图 9-14～图 9-16。



注：试样的 A 端应离量筒的右侧远至不能使气泡从中逸出而上升进入量筒内。

图 9-14　透气性测定方法 1 用的试验装置示意图

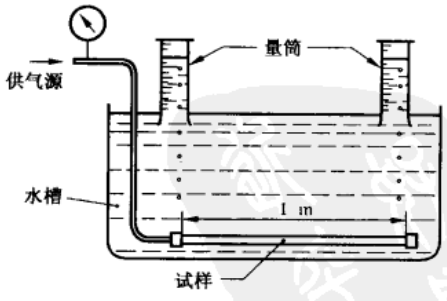


图 9-15　透气性测定方法 2 用的试验装置示意图

2. 试样

(1) 方法 1 的试样应为一段适当长度的软管，其长度足以保证在气体收集槽下面暴露

的软管长度为 1 m。

(2) 方法 2 的试样应为自由长度为 1 m 的软管。

(3) 方法 3 的试样的两个管接头之间的软管自由长度为 0.5 m。

3. 试样的调节

在软管生产 24 h 之内不应进行任何试验。试验前，试样应按 GB/T 2941 在选定的温度和湿度下至少调节 3 h。

4. 试验温度

试验应在 GB/T 2941 规定的温度下进行。

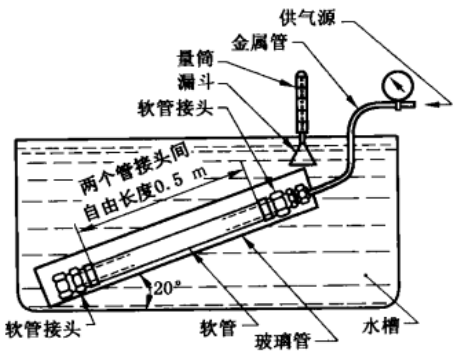


图 9-16　透气性测定方法 3 用的试验装置示意图

5. 试验压力

除非另有规定，试验应在 1 MPa 的气压下进行。

6. 程序

(1) 方法 1 程序

将试样一端封闭，另一端连接到规定的供气源上。在最后封闭试验组合件之前用气体清洗试验组合件 30 s，排除截留的空气。

将水槽的温度调节至规定的值。

把试验组合件浸入水槽，施加气压并在收集气体之前将该压力保持 72 h。

按图 9-14 所示，把集气装置安置在试样的上方，记录收集 3.0 cm^3 气体所需要的时间。将此项测量重复两次。另一做法是，测量在 24 h 内收集的气体体积。

如果需要测量不同压力下的透气性，首先在最低压力下试验，然后再升到较高的压力下试验。

(2) 方法 2 程序

在试样上安装适当的进气和尾部管接头，进气端连接在规定的供气源上，然后堵住尾部管接头。用气体清洗试验组合件，排出空气，最后封闭试验组合件。

将水槽的温度调至规定的温度。

向软管组合件施加试验压力，保持 24 h，然后将试验组合件及其端部连接件浸入水槽中(见图 9-15)。用两个带有刻度的量筒在两端收集并计量逃逸的气体 1 h。保持试验组合件中的气压，将其从水槽中取出。

将试验组合件再浸入水槽中，每 24 h 测量 1 h 的逃逸气体的体积，再得出六次测量值。重要的是 1 h 测量之后将组合件取出，而不是留在水中继续浸泡，因为暴露的织物增强层会膨胀，使试验结果没有代表性。

(3) 方法 3 程序

将试样的一端部分封闭，另一端连接在规定的供气源上。在最后封闭试验组合件之前用气体将其清洗 30 s，排除截留的空气。将水槽的温度调至规定的温度。

将试验组合件插入玻璃管，浸入水槽，使它们应与水平面倾斜约 20°(见图 9-16)。施加气体压力，保持 14 d。之后收集气体 6 h，或者收集(450～500)cm^3 的气体。每隔 24 h 重复这一试验程序，直至相连两次收集的气体体积相差在 5%之内。用相连两次读数的平均值

计算透气性。

如果欲测定不同压力下的透气性，首先在最低压力下，然后再在较高压力下进行试验。

7. 试验结果表示

(1) 方法 1 以三次测量结果计算收集 1 cm^3 气体的平均时间，由该值计算出气体的渗透速率，单位用[$cm^3/(m \cdot h)$]表示。如果采用另一种做法，收集气体 24 h(见方法 1 程序的第 4 段)，也可以进行相似的计算。

(2) 方法 2 由于试验组合件可能仍含有一些空气，所以不要第一个读数。平均剩下的六个读数，单位用[$cm^3/(m \cdot h)$]表示。

(3) 方法 3 所研究的部位是与气体相接触的软管内表面。与气体相接触的软管内表面透气速率单位用[$cm^3/(m^2 \cdot s)$]表示。根据在干燥条件下的标准温度 273.15 K 和标准压力 101.325 kPa 修正所有试验结果。测量软管两端的内径，取其平均值。用式(9-8)计算透气速率：

$$\frac{858.09 \times V(p-p_w)}{dLt(273.15+\theta)} \quad \cdots\cdots (9\text{-}8)$$

式中：V——收集到的气体的体积，cm^3，精确到 ±2.0 cm^3；p——收集气体之时的大气压，kPa，精确到 ±0.7 kPa；p_w——在温度 θ 下(见表 9-1)水的饱和蒸汽压力，kPa，精确到 ±0.01 kPa；d——软管内径，mm，精确到 ±0.5 mm；t——收集气体的时间，s，精确到 ±30 s；θ——收集气体时收集装置的温度，℃，精确到 ±0.10 ℃；L——软管长度，m，精确到 ±0.001 m。

表 9-1　在 15℃～35℃的温度(θ)下液态水的饱和蒸汽压力(p_w)　　kPa

θ/℃	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
15	1.705	1.716	1.727	1.738	1.749	1.760	1.772	1.783	1.794	1.806
16	1.817	1.829	1.841	1.853	1.864	1.876	1.888	1.900	1.912	1.925
17	1.937	1.949	1.962	1.974	1.987	1.999	2.012	2.025	2.037	2.050
18	2.063	2.076	2.089	2.102	2.116	2.129	2.142	2.156	2.169	2.183
19	2.196	2.210	2.224	2.238	2.252	2.266	2.280	2.294	2.309	2.323
20	2.338	2.352	2.366	2.381	2.396	2.411	2.426	2.441	2.456	2.471
21	2.486	2.501	2.517	2.532	2.548	2.563	2.579	2.595	2.611	2.627
22	2.643	2.659	2.675	2.692	2.708	2.725	2.741	2.758	2.775	2.791
23	2.808	2.825	2.842	2.860	2.877	2.894	2.912	2.930	2.947	2.965
24	2.983	3.000	3.019	3.037	3.056	3.074	3.092	3.111	3.129	3.148
25	3.167	3.186	3.204	3.223	3.243	3.262	3.281	3.301	3.321	3.340
26	3.360	3.380	3.400	3.420	3.441	3.461	3.481	3.502	3.523	3.543
27	3.564	3.585	3.606	3.628	3.649	3.670	3.692	3.713	3.735	3.757
28	3.779	3.801	3.823	3.845	3.868	3.890	3.913	3.936	3.959	3.982

续表 9-1　　kPa

θ/℃	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
29	4.005	4.028	4.051	4.075	4.100	4.122	4.146	4.170	4.194	4.218
30	4.242	4.267	4.291	4.316	4.340	4.365	4.390	4.415	4.440	4.466
31	4.492	4.517	4.543	4.569	4.595	4.621	4.647	4.674	4.700	4.727
32	4.754	4.781	4.808	4.835	4.862	4.890	4.918	4.945	4.973	5.001
33	5.029	5.058	5.086	5.115	5.143	5.172	5.201	5.230	5.260	5.289
34	5.318	5.348	5.378	5.408	5.438	5.468	5.499	5.529	5.560	5.591
35	5.622	5.653	5.684	5.716	5.747	5.779	5.811	5.843	5.876	5.908

（六）电阻的测定

GB/T 9572—2001《橡胶和塑料软管及软管组合件　电阻的测定》规定了用于测定橡胶和塑料软管及软管组合件的电性能试验方法，以测定导电、抗静电和不导电的橡胶、塑料软管的电阻以及软管组合件管接头之间电连续性和电间断性。

1. 导电、抗静电和不导电软管及软管组合件的电阻的测定

对仅具有导电内衬层、导电外覆层以及全部用导电胶料制成的三种橡胶软管及软管组合件分别规定电阻的测定方法。

（1）装置

要求使用下列装置，此装置基本上与 GB/T 2439 规定的相同。

1）试验仪器

为了测定导电、抗静电和不导电的软管的电阻，宜使用能测定绝缘电阻的具有 500 V 额定开路电压（直流）的特定仪器，或者采用已知可比结果的其他仪器进行试验。仪器应具有足够精度以保证测量电阻误差在±10%之内。在试验过程中为了防止由于温度效应而产生的误差，在试样内消耗的电能应不超过 3 W，消耗的功率应由测得的电阻除开路电压的平方而求得。试验电压低时，测得的电阻值会随着所施加的电压而变化，并产生误差。在有争议的情况下，施于试样的电压不得低于 40 V。当试样内损耗的电功率超过 3 W 时除外。

在测定端部管接头之间或有连通的内连线和外连线的电连续性时，可使用能测出毫欧姆、精度为±10%的欧姆表。

2）电极和接触片

应采用导电银漆、胶体石墨或导电液在试样表面形成宽 25^{+2}_{0} mm 的圆周形带状电极。

采用导电液时，电极接触面积应当完全湿润，直到完成这项试验为止。

导电液应由下列成分组成：相对分子量为 600 的无水聚乙二醇：800 质量份；水：200 质量份；润湿剂：1 质量份；氧化钾：10 质量份。

当采用导电银漆或胶体石墨时，在干燥膜试样上的任意两点间的表面电阻不得超过 100 Ω。干净的金属接触片应施加在电极上，除非另有说明，用于电极的清洁的金属接触片的接触面应与电极尺寸大致相等，但不得大于该电极。

在软管内径小于 50 mm 时，难以把导电液准确地涂到软管的内壁上，这时可以采用一根外径和软管内径相同的黄铜塞，涂以导电液后插入软管内 25 mm。

(2) 试验准备和清洗

软管或试样的表面应清洗，如果必要应用干净的脱脂棉棒、干硅藻土(铝镁硅酸盐)和水将待施加电极的试样或软管表面上所有粉屑清除掉，再用浸蒸馏水的脱脂棉棒擦拭，最后使其干燥，不要使用能够侵蚀或溶胀橡胶的有机物质，也不要使试样表面磨损或抛光。

在施加接触片或试验过程中，软管的表面均不得出现变形，当使用软管试样时，支撑点应当在试验长度之外，当使用一根长的软管时，软管应松卷，拉直铺放在聚乙烯或其他绝缘材料上，应保证整根软管与外界任何漏电通路处于绝缘状态。

(3) 调节

软管试样应至少在如下的标准实验室条件下停放 16 h；

温度(23±2)℃、相对湿度(50±5)%；

温度 27 ℃±2 ℃、相对湿度(65±5)%。

但如果对很长的软管进行试验，可以根据供货方和用户协商决定，只要相对湿度不超过70%，允许采用工厂、仓库或实验室现有的条件。

(4) 有导电内衬层软管的试验步骤(整根软管)

在软管每端的内表面上施加规定的电极，电极带边缘应与软管的端部重合。在使用导电液时，应注意防止软管内衬层、增强层和外覆层之间产生漏电通路，把金属接触片安在电极上，施加测试电压(5±1)s 后测量其电阻。

(5) 有导电外覆层软管的试验步骤

1) 方法 1(整根软管)

在软管每端的外表面上施加规定的电极，施加金属接触片，施加测试电压(5±1)s 后测量其电阻。

2) 方法 2(在软管试样上)

a. 试样

从一批产品中任意选取的样品中切取五根各长约 300 mm 的软管，以制备试样。按上述规定调节试样。

将规定的电极沿试验试样对称地放置，以使其边缘之间最近的距离为(100±1)mm(见图 9-17)。

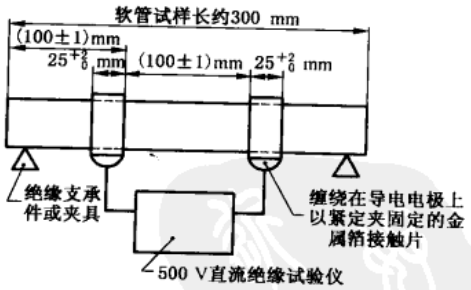


图 9-17　电阻的测定试验用电极和接触片

应当保证沿着试样软管圆周同电极保持最紧的接触。金属接触片应比软管圆周长，以便连接后留出一小段长度为电连接夹子牢固地夹住。

b. 试验步骤

把试样安装在聚乙烯或其他绝缘材料的支承件上，使在试样和支承件表面之间产生 10^{11} Ω以上的电阻。应保证仪器上的导线不得相互接触，也不得接触软管或除每一导线连接端以外的任何部件。把试验仪器引出的导线连接在相应接触片，施加测试电压(5±1)s 后测量其电阻。

应避免试样表面受潮而造成凝集现象，使结果产生误差。

(6) 全部采用导电胶料制作的软管的试验步骤

1) 方法 1[长度 6 m 以下(含 6 m)的软管]

将规定的电极施加在软管一端(A 端)内表面和另一端(B 端)的外表面,将金属接触片安在电极上,施加测试电压(5±1)s 后测量其电阻。

把电极安在软管 A 端的外表面和 B 端的内表面,然后重复上述的试验。

2) 方法 2(长度 6 m 以上的软管)

将规定的电极施加在软管一端的内表面和距该端 3 m 和 6 m 处的外表面上,把金属接触片接到内电极和距内电极 3 m 处的外电极上,施加测试电压(5±1)s 后测量其电阻。

在内电极和距内电极 6 m 处的外电极之间重复此试验,其电阻值之差应视为 3 m 软管的电阻。

在软管的另一端重复此试验。

注:该项试验的目的不仅为了测量和比较软管两端各 3m 长的电阻,也是为了检验整根软管结构的均匀性。

(7) 用金属管接头装配的软管组合件的试验

当需要测定软管组合件的电阻值时,应将试验仪器上的导线和两端金属管接头直接连接。

某些软管,尤其是热塑性软管,在软管壁内有导电层,这些软管应当用按软管和管接头生产厂提出的接头装配工艺加工的组合件进行试验。

2. 电连续性的测定

在某些导电型软管结构中,通过连在每个管接头上的连续导线使软管端部管接头之间形成电连续性。当软管的结构是内、外均装上导线时,应使用适宜的欧姆表确定内外导线之间的电连续性。

但需使端部管接头和仪表之间有最小的接触电阻。

3. 电间断性的测定

在某些结构内含导线的软管中,要求导线与两端管接头绝缘,在这种情况下,软管应按规定进行调节,并测量两个管接头之间的电阻。

但需使端部管接头与仪表之间有最小的接触电阻。

二、橡胶和塑料软管试验方法

(一) 低温曲挠试验

GB/T 5564—2006《橡胶和塑料软管　低温曲挠试验》规定了评价软管在低于环境温度下能否保持足够的曲挠性能的两种方法。

方法 A 适用于公称内径在 25 mm 以下(包括 25 mm)的不可折叠软管。它是测量与在标准实验室温度下曲挠性(即柔性)相比挺性的增加,即软管在低温下变硬的程度。

方法 B 是适用于控制试验的一种更简单的定性方法,适合于公称内径在 100 mm 以下(包括 100 mm)的软管。

1. 方法 A——低于环境温度挺性试验

(1) 装置(见图 9-18)

1) 扭转轮

扭转轮的直径等于规定的软管最小弯曲半径的 2 倍,装备有使软管与轮子保持切线的装置、使软管围绕轮子弯曲的适宜装置和测量扭矩的应变仪和图示记录仪,其精确度为

±3%。如果没有规定最小弯曲半径，那么扭转轮的直径应为软管公称内径的12倍。

2）冷冻箱

冷冻箱装备有一个搅拌器、一个温度测量装置和直径为50 mm的软管导向辊。

致冷剂不应对试验的软管有影响，并按GB/T 2941的规定使用。

适宜的致冷剂液体为加入粉碎的干冰（固体二氧化碳）的甲醇或乙醇。当仪器设计成使用气体致冷剂的试验与使用液体致冷剂所得结果相同时可使用气体致冷剂。

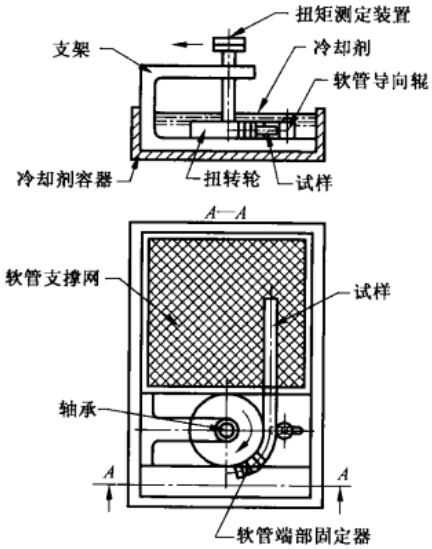


图 9-18　低温曲挠试验装置

（2）试样

1）样式

应从待试验的软管上切取试样，其长度 L 应按式(9-9)计算：

$$L = 2(\pi R + d) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (9\text{-}9)$$

式中：R——软管产品相关标准中规定的最小弯曲半径；D——软管公称内径。

2）数量

每次试验至少应使用三个试样。

软管制造后的24 h之内不应进行试验。

（3）试验温度

试验应在下列温度之一下进行：(0±2)℃，(−10±2)℃，(−25±2)℃，(−40±2)℃，(−55±2)℃。

或在相关的产品标准中规定的其他低于环境的温度下进行。

（4）程序

将试样的一端固定在轮子上，而试样的其余部分呈笔直状态。如果软管有自然弯曲，那么该弯曲应随着轮子的圆弧放置。

在冷冻箱中没有致冷剂的情况下，在从GB/T 2941中给出的那些温度中选择的标准温度下，将试样围绕轮子弯曲180°，测量所需的扭矩。

弯曲时间应为(12±2)s。在冷冻箱中充有致冷剂的情况下，在选择的试验温度下重复上述试验。在试验之前，在试验温度下，在一个低温箱中调节试样24 h，然后在试验装置中在试验温度下再至少调节30 min。

（5）结果表示

通过计算位于相应扭矩记录曲线中部50%区间所有峰值的平均值，计算每个试样在标准温度下的平均扭矩和在试验温度下的平均扭矩。

用式(9-10)计算挺性 S，表示为试验温度下的平均扭矩与标准温度下的平均扭矩之比：

$$S = \frac{T_1}{T_0} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (9\text{-}10)$$

式中：T_1——试验温度下的扭矩（三次试验的平均值）；T_0——标准温度下的扭矩（三

次试验的平均值)。

如果每一温度下三个试样其中一个扭矩值超出平均值的15%,那么这个试验应重做。

2. 方法B——低温弯曲试验

(1) 装置

1) 芯轴,外径等于规定的软管最小弯曲半径的2倍;或者模型,弧度至少为180°。如果没有规定最小弯曲半径,芯轴或模型的外径应等于软管公称内径的12倍。

2) 调节箱,能够保持在规定的温度范围内。

(2) 试样

应从待试验的软管上切取试样,其长度除了能够围绕芯轴的圆周弯曲的一段外还应在每一端有足够夹持的长度。

试验完成后试样应报废。

(3) 试验温度

试验应在下列温度之一下进行:(0±2)℃,(−10±2)℃,(−25±2)℃,(−40±2)℃,(−55±2)℃。

或在相关的产品标准中规定的其他低于环境的温度下进行。

(4) 程序

在选择的试验温度下在调节箱内调节芯轴和试样24 h。不将它们从调节箱中取出,公称内径在22 mm以下(包括22 mm)的软管围绕芯轴在(10±2)s内弯曲180°,而公称内径大于22 mm的软管则在(10±2)s内弯曲90°。

公称内径大于22 mm的软管,也可以在调节箱外进行试验,但在试验期间应采取措施防止试样温度上升超出合理的范围。

观察软管的内胶层或外胶层是否出现龟裂或破裂。

弯曲后,可使试样恢复到环境温度,施加按GB/T 5563精确测量的规定的验证试验压力,确认内胶层或外胶层是否已出现龟裂或破裂。

(二) 弯曲试验

GB/T 5565—2006《橡胶或塑料增强软管和非增强软管　弯曲试验》规定了两种测定方法,用于测量当软管或非增强软管弯曲到规定弯曲半径时的性能。

方法A适用于内径为80 mm以下的软管和非增强软管。该方法也提供了一种在规定的内压下达到规定弯曲半径所需应力的测量方法。

方法B可在(−60～+200)℃一系列温度下确定弯曲性能,包括弯曲要求的应力。装置的特性限定其适用于小直径的软管和非增强软管,即内径为12.5 mm以下。

1. 方法A

(1) 装置

装置由A和B两个导板构成,导板A固定在轨道上,导板B沿该导板移动,平行于导板A并与导板A高低一致(见图9-19)。

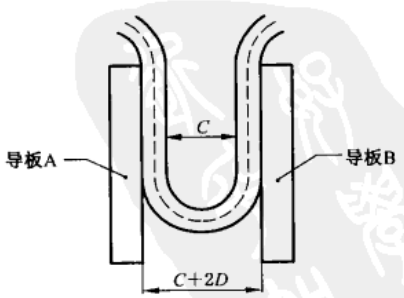


图9-19　弯曲试验方法A装置示意图

如果想测量达到规定的弯曲半径要求的应力，也可以做到，例如，通过一个滑轮系统和砝码测量（见图 9-20）。应注意将摩擦阻力降到最低。

（2）试样

1）类型和尺寸

试样应由整根软管或适于试验长度的软管构成。如果制造的长度短于试验要求的长度，应制造足够长度的试样。

2）数量

除另有规定，应试验两个试样。

（3）试样的调节

试验应在制造 24 h 后进行。

为使评价具有可比性，应尽可能在制造后相同时间间隔后进行试验。应遵循GB/T 2941规定的制造和试验试样之间的时间。

试验前，试样应在标准实验室温度和湿度下（见GB/T 2941）至少调节 16 h；该 16 h 可以是制造后 24 h时间间隔的一部分。

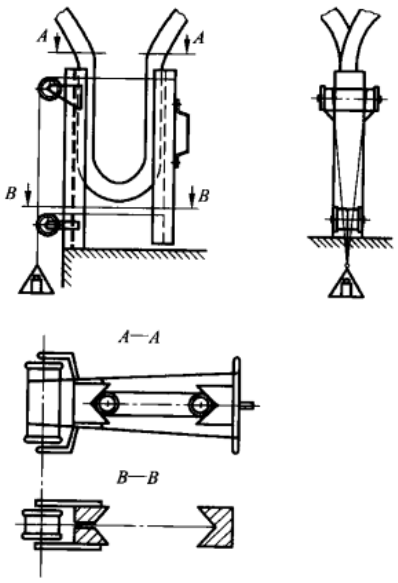


图 9-20　弯曲试验方法 A 测量弯曲应力装置示意图

（4）试验程序

1）如有要求，施加在相关产品规范中规定的试验压力。

2）用 GB/T 9573 中规定的合适的量具测量并确定软管的平均外径 D。

3）沿整个管长画两条平行且径向相对的直线。如果软管本身具有弯曲，一条直线应在弯曲的外侧。取 $1.6C+2D$ 或 200 mm 两者中较长的距离在每条线上做一个标记，式中 C 为相应的规范中规定的最小弯曲半径的两倍，以使标出的距离正好相对。这将确保弯曲试验有充分的长度和软管有足够的支撑。

4）将导板 A 和 B 分开稍短于 $1.6C+2D$ 的距离。将软管放入导板之间，以使标记距离的两端与两个导板的上端对齐，并当导板靠拢到 $C+2D$ 的距离时（见图 9-19）仍在此位置。

5）检查软管两边的支撑不短于 D 的长度。

6）测量并确定软管弯曲部分的最小外径 T（见图 9-21）。

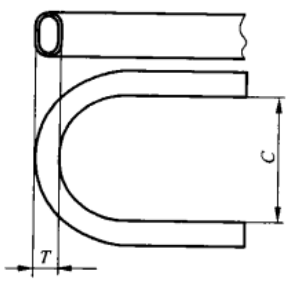


图 9-21　变形系数的测量示意图

2. 方法 B

（1）装置

1）压缩试验机，带有移动速率 100 mm/min 的夹板，最好有图形记录仪。一个毫米刻度的标尺，可以安装到夹板上以测量弯曲半径，或者，最好能从记录图形上测定。

2）一对相同的槽型夹持器，装有试验软管端部止动销（见图 9-22）。

3）控温调节箱能安装到试验设备上，并带有能测量软管外径的通道。

（2）试验

1）类型和尺寸

应取两个等长的待试验的软管或非增强软管的试样进行试验。试样的长度由夹持器的尺寸确定，应为 $2G+0.5\pi C$，其中 G 为试样夹持器的长度（见图 9-22），C 为相应的规范中规定的最小弯曲半径的两倍试样。试样决不能接触控温调节箱的壁上，长度 L 应短于外罩。

2）数量

除另有规定，应试验三个试样。

3）试样的调节

试验应在软管制造 24 h 后进行。

为使评价具有可比性，应尽可能在软管制造后相同时间间隔后进行试验。应遵循 GB/T 2941 规定的制造和试验试样之间的时间。

试验前，试样应在规定的温度下在控温调节箱内平直放置或按其自身弯曲调节 5 h。

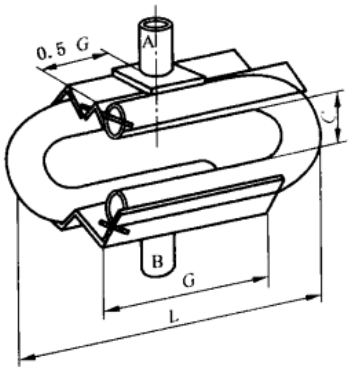


图 9-22　弯曲试验方法 B 装置示意图

4）试验温度

试验温度将在相应的软管规范中规定。

5）试验程序

a. 用 GB/T 9573 规定的合适的量具不施压测量试样中点的外径 D。

b. 将试样以大弯曲半径安装到夹持器内，试样的端部顶在端部止动销上。如果有弯曲，应顺其自然。

c. 启动机器，确定达到规定的弯曲半径所要求的力。

d. 将直接读取或从记录图上获得的应力值除以 2 获得单个试样的弯曲力。

e. 测量软管弯曲部分任意点的外径 T。

注：如果机器能预先设定当达到两倍规定的弯曲半径 C 时停止将会非常有利。

3. 结果表示

方法 A 和 B 两种方法都用获得的平均值计算 T/D。与相应的软管规范给出的允许变形比较。

（三）各层间粘合强度测定

GB/T 14905—1994《橡胶和塑料软管各层间粘合强度测定》规定了所有内径尺寸的软管及以下各类结构的软管内衬层和增强层，外覆层和增强层以及各增强层之间的粘合强度的测定：编织布软管，纱线编织软管，纱线缠绕软管，纱线针织软管，纱线圆织软管，帘子布软管，钢丝编织软管，钢丝缠绕软管，支撑螺旋线软管。

注：GB/T 14905--1994 等效采用 ISO 8033:1991《橡胶和塑料软管--各层间粘合强度测定》。目前 ISO 对该标准进行了修订，发布了 ISO 8033:2006。

1. 试验仪器

（1）试验机应由动力驱动，设有适用的测力系统并设有自动记录装置，在试验过程中移动夹具能保持平稳的移动速率。试验机的测力精度应符合相应的仪器标准的规定。

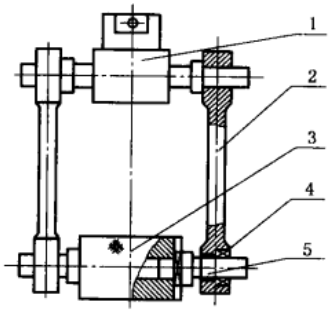
注：应使用一个无惯性的测力系统。

（2）试样夹持器应能夹住试样，使在试验时剥离层不致滑动。

注：推荐采用自紧式夹具。

对于条状试样，在试验过程中试样必须处于与夹具夹持面相平行的平面内，例如可用适当的重物固定在试样的自由端或将一块涂有聚四氟乙烯(PTE)之类低摩擦材料的支撑板安装到试验机的上夹持器中。

(3) 在试验环形试样时，应设有能使试样滑动的夹持器(见图 9-23)。把试样套在芯轴上，然后将芯轴装在两个平行的吊杆上。芯轴两端各有一个滚珠轴承，使芯轴在试验过程中自由转动。



1—吊耳；2—吊杆；3—试样；4—轴承；5—芯轴。

图 9-23　粘合强度试验夹具示意图

2. 试样

(1) 试样的类型

为满足各类结构软管及其各种内径规格的试验要求，规定了七种类型试样。

(2) 试样的选择

在特定的产品标准中，除另有规定或有关部门之间另有协定外，应按表 9-2 中的规定，选择试样类型。不同的试样、相同的结构而直径不同的软管得到的试验结果不能进行比较。

表 9-2　试样的选择

软管结构	所粘合的层	软管公称内径尺寸 d/mm		
		$d\leqslant 20$	$20<d\leqslant 50$	$d>50$
编织布 纱线编织 纱线针织 纱线圆织	内胶层与增强层 增强层间 外胶层与增强层	4 型 4 型 4 型	1 型 1 型 1 型	1 型 1 型 1 型
纱线缠绕帘子布	内胶层与增强层 增强层间 外胶层与增强层	2 型 2 型 2 型	3 型 2 型或 3 型[1)] 3 型	3 型 3 型[1)] 3 型
钢丝编织 钢丝缠绕	内胶层与增强层 增强层间 外胶层与增强层	5 型[2)] 见注 3) 2 型或 6 型	5 型 见注 3) 2 型或 6 型	5 型 见注 3) 2 型或 6 型
支撑螺旋线软管	内胶层与增强层 增强层间 外胶层与增强层	7 型 7 型 7 型	7 型 7 型 7 型	7 型 7 型 7 型

注 1：如果因织物断裂难以获得清晰界面而影响粘合，应在试验报告中注明。

注 2：内径尺寸小于 12.5 mm 时，因试样宽度不足，无法进行测试。

注 3：由于钢丝编织缠绕层剥离时导致钢丝散开使此项测试无法进行。而且在任何情况下所得的结果均明显地受到钢丝弯曲所需要的力的影响。

(3) 试样制备

1) 1 型试样

从软管上切取一个宽为(25±0.5)mm 的环形试样，将环形试样横向切开以形成一条条状试样(见图 9-24)。

注：切取试样时采用的方法不得因裁刀摩擦生热而引起性能下降，此时应采用 2、3、5 或 6 型试样。

2）2 型试样

切取长度为 160 mm 的一段软管，按轴向将其切成近似相等的两半，然后视所用试样宽度再沿轴向将胶层切开宽为(25±0.5)mm、(10±0.5)mm 或(5±0.5)mm 的试样，注意不要切透纱线，并将其胶层一端剥开一定长度(见图 9-25)。

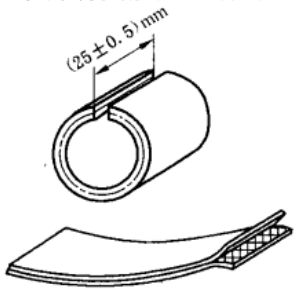
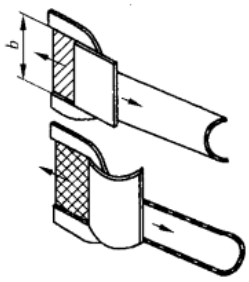


图 9-24　1 型试样



b=(25±0.5)mm或(10±0.5)mm或(5±0.2)mm

图 9-25　2 型试样

3）3 型试样

从软管上切取(35±0.5)mm 宽的圆环，并横向切开形成一条状试样，然后沿与软管轴相垂直方向环绕一周切取宽为(25±0.5)mm 试样，注意不要切透纱线，并将其胶层一端剥开一定长度(见图 9-26)。

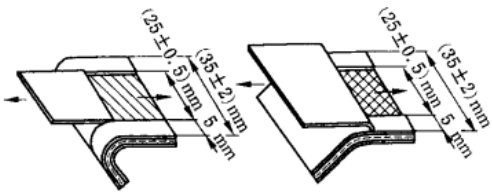


图 9-26　3 型试样

4）4 型试样

切取长度为 160 mm 的一段软管，按轴向将其切成近似相等的两半，然后切取宽为(10±0.5) mm 的条状试样，并将其胶条一端剥开一定长度(见图 9-27)。如果切取的试样宽度小于 10 mm 时，则尽可能取最大宽度。

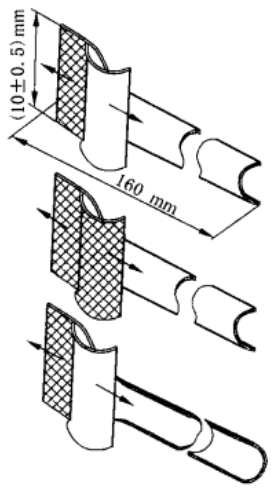


图 9-27　4 型试样

5）5 型试样

切取长度为 160 mm 的一段软管。按轴向将其切成近似相等的两半然后在该试样内胶层中心部位上切取宽为(5±0.2) mm 的胶层试样。并将其端剥开一定的长度(见图 9-28)。

6）6 型试样

从软管上切取一个宽为(35±2) mm 的环状试样，试样工作部分宽度为(25±0.5) mm，用刀具沿试样工作部分环绕一周切割外覆层，露出钢丝后，沿试样轴向方向切开工作部分的外胶层，并将其剥开一定长度(见图 9-29)。

7）7 型试样

沿增强层螺旋线方向从软管壁上切取一个长条，并加工成长为 160 mm、宽为(25±0.5)mm 的试样，并将其一端剥开一定长度(见图 9-30)。如果宽度小于 25 mm，则尽可能取得到的最大宽度。

注 1：此试样仅适用于螺旋间距大于 10 mm 的支撑螺旋线软管，不适用于带特殊端部、埋入式接头等个别软管。

注 2：图 9-30 没有使用 GB/T 14905—1994 的图，而是选用了 ISO 8033:2006 中的图，因后者更易理解。

8）8 型试样

说明：该型试样是 ISO 8033:2006 中新增加的，GB/T 14905—1994 中没有此型试样。

从软管上切取一环状试样，其截面与软管的纵轴成直角，试样的宽为(25±0.5)mm。跨 25 mm 宽度横向切开外覆层，并剥开切口的一边(见图 9-31)。

注：建议在切取环状试样时，在软管内插入一木质圆柱或相类似的设备。

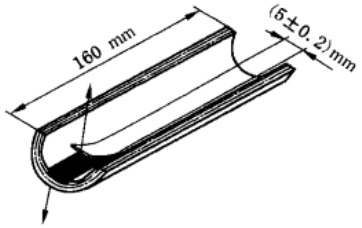


图 9-28　5 型试样

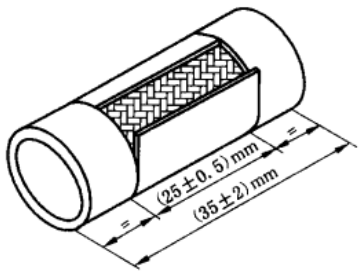
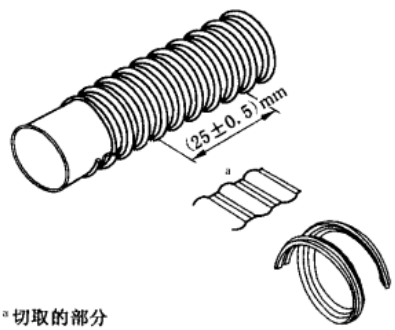


图 9-29　6 型试样



[a] 切取的部分

图 9-30　7 型试样

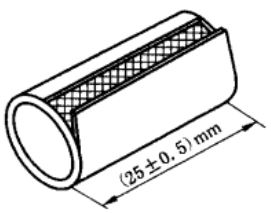


图 9-31　8 型试样

3. 试样的调节

任何试验应在软管制造 24 h 后进行。样品应在实验室标准温度和湿度下调节至少 16 h，这段时间可作为制造后的 24 h 调节时间中的一部分。试样制成后，应在实验室标准温度下调节至少 3 h 后进行试验。

注：GB/T 14905—1994 在这里规定为至少 3 h，而 ISO 8033 规定至少 16 h。

对于对比试验，应尽可能在产品制成后按相同的时间间隔内进行。

4. 试验步骤

(1) 要试验的每一界面应使用一个单独的试样。

(2) 从调节环境中取出试样，并用精度为 0.5 mm 的量具测量试样的实际宽度(mm)。将试样已剥开的一端分别夹持在两夹持器上时，要使两夹持器的夹持面处于剥离力轴线的同一平面上，以保证拉力分布均匀。剥离时试样不发生扭曲现象，并使条状试样的剥离角度约为 180°，环形试样的剥离角度约为 90°。

(3) 调整拉力试验机，使下夹持器的移动速度为(50±5)mm/min。

(4) 开动试验机，进行连续剥离，记录剥离至少 100 mm 长度所需的力(N)。如果试样长度不到 100 mm，则应记录剥离最长距离所需的力。

如果剥离发生在其他位置，例如在试验的两层中的一层之内出现分离，此类分离应在报告中予以注明，并记录分离时的力。

5. 试验结果的表示

(1) 由自动记录仪上得到的曲线图显示了剥离时层间所受拉力的变化。试样粘合强度应按 GB/T 12833 中规定的相应方法，由曲线图确定力的峰值中位数。然后将力的峰值中位数除以试样的有效宽度即得粘合强度，用 kN/m 表示。

(2) 以两个试样的算术平均值代表样品试验结果，试验结果取小数点后一位。

注：ISO 8033 对试样的数量未作规定。

(四) 静态条件下耐臭氧性能的评价

HG/T 2869—1997《橡胶和塑料软管　静态条件下耐臭氧性能的评价》规定了三种测定方法。

方法 1：适用于内径 25 mm 以下(包括 25 mm)的软管，用软管本身进行试验；

方法 2：适用于内径大于 25 mm 的软管，用从软管壁上切取的试样进行试验；

方法 3：适用于内径大于 25 mm 的软管，用从软管外覆层上切取的试样进行试验。

通常采用方法 1 和方法 2。仅当不能按照方法 2 进行试验时，才采用方法 3。

尽管进行试验的软管外覆层材料相同而且硫化程度也相同，按照方法 1 进行试验的结果可能与按照方法 2 和方法 3 进行试验所获得的结果不同，所采用的试验方法应符合产品标准中的规定。

注：对带有埋入式管接头的不能切取试样的软管，其耐臭氧性能可以根据 GB/T 7782 采用硫化程度相同的相应的聚合物配料制成的试样进行试验。

1. 试验装置

(1) 臭氧箱，应符合 GB/T 7762 规定的具有产生臭氧和监测、控制臭氧浓度的装置。

(2) 试样夹具，用于方法 1，如图 9-32 所示。

(3) 试样夹具，用于方法 2，如图 9-33 所示，例如用油漆或铝粉喷涂的木料制成。

(4) 试样夹具，用于方法 3，用于拉伸试样的夹具应符合 GB/T 7762—1987 中的有关规定。

置放在试验箱中的所有装置应采用不吸收或不分解臭氧的材料制成。

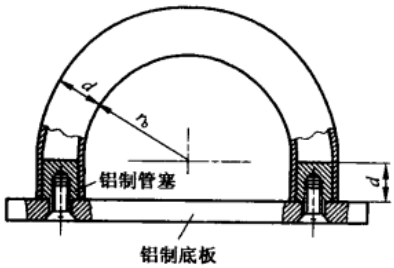


图 9-32　方法 1 的软管安装装置

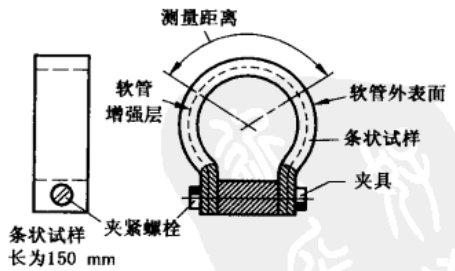


图 9-33　方法 2 的试样安装夹具

2. 试样

(1) 试样类型

1) 方法 1 的试样为一根软管样品，其长度按式(9-11)计算：

$$L = \pi(r_b + d) + 2d \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (9\text{-}11)$$

式中：L——试样的长度；r_b——所试验的软管弯曲半径；d——所试验的软管的外径。

2）方法 2 的试样应为沿软管轴向切取的条状试样，其长度为 150 mm，宽度 25 mm。

3）方法 3 的试样应为沿软管轴向切取的宽度为 25 mm 的软管外覆层的条状试样。按 GB/T 9865—1988 中的有关规定，去掉增强层的印痕，并符合 GB/T 7762—1987 中的有关规定。

（2）试样数量

应使用两个试样进行试验。

3. 试样调节

产品制成后 24 h 内不应进行试验。

进行对比评价时，试验应尽可能在制造后的相同时间间隔进行。样品制成与进行试验的时间间隔应符合 GB/T 2941 的规定。

按相应的程序安装的试样应置于黑暗或光线柔和处，在标准温度下（见 GB/T 2941），于基本无臭氧的环境中调节 48 h。

4. 试验条件

除非在有关的软管产品标准中另有规定，试样应在臭氧浓度为亿分之（50±5）体积份，即臭氧体积分数为$(50\pm5)\times10^{-8}$的臭氧箱中，在（40±2）℃ 温度下暴露(72^{0}_{-2})h。

注：已发现当试样暴露于以亿分之多少体积份表示的恒定的臭氧深度中时，大气压力的差异对臭氧龟裂会产生影响。可将臭氧空气中的臭氧含量换算为分压（以 mPa 表示）来加以考虑，并与恒定臭氧分压进行对比来分析这种影响。在标准大气压力和温度条件下（101 kPa，273 k），1×10^{-8}的臭氧浓度相当于分压 1.01 mPa 。

5. 程序

（1）方法 1 的程序

每个试样按图 9-32 所示安装到用于方法 1 的试样夹具上。半径 r_b 应等于对所试验的软管规定的最小弯曲半径；如果没有规定则应为软管内径的 6 倍。

用防尘帽密封试样的两端，以防止软管内衬层和增强层吸收臭氧。

将试样置于臭氧环境下 2 h、4 h、24 h、48 h 和 72 h 后，用两倍放大镜在保持拉伸状态下检查试样，靠近试样两端固定点的部位忽略不计。如果发现龟裂，记录龟裂特征及首次发现龟裂的时间。

（2）方法 2 的程序

按图 9-33 所示，将每个试样安装到用于方法 2 的试样夹具上，这样就能达到间距 20 mm长的软管外覆层所需要的伸长率。如无其他规定，外覆层的伸长率为 20%。每个试样的边缘和内衬层应涂上防臭氧的清漆。

将试样置于臭氧环境下 2 h、4 h、24 h、48 h 和 72 h 后，用两倍放大镜在保持拉伸状态下检查试样，靠近试样两端固定点的部位忽略不计。如果发现龟裂，记录龟裂特征及首次发现龟裂的时间。

（3）方法 3 的程序

将每个试样安装到用于方法 3 的试样夹具上，使其伸长率为 20%。

将试样置于臭氧环境下 2 h、4 h、24 h、48 h 和 72 h 后，用两倍放大镜在保持拉伸状态下检查试样，靠近试样两端固定点的部位忽略不计。如果发现龟裂，记录龟裂特征及首次发

现龟裂的时间。

（五）容积膨胀的测定

当进行液压传动时，如果容积发生变化，将会造成压力变化，引起传动失误。当用软管传输规定容积的流体时，要求在传输压力下软管的容积仅有微小的变化。GB/T 7129—2001《橡胶或塑料软管　容积膨胀的测定》规定了一种用于检查这种要求的方法。

1. 仪器

（1）试验仪器见图 9-34。此试验仪器包括一种能够保持所需压力的适用流体源，以及压力表、管道、阀门和连接件，以便使一根直立软管承受液体压力。还需要有一个刻度足够精确的量管，用以测量在压力作用下与软管膨胀所相对应的流体容积。

（2）所有管道的内壁和连接处均应光滑、无凹槽或不平直，以便在每次进行试验前，所有空气能够自由地从设备中排除。各阀门的设计应保证能随流体的最小位移而开启、闭合。此仪器应能按 GB/T 5563 规定施加试样中的压力。升压速度为：

1）当试验压力小于 12.5 MPa 时，升压速度为（0.075～0.175）MPa/s 之间；

2）在较高的试验压力时，升压速度为（0.35～1.0）MPa/s之间。

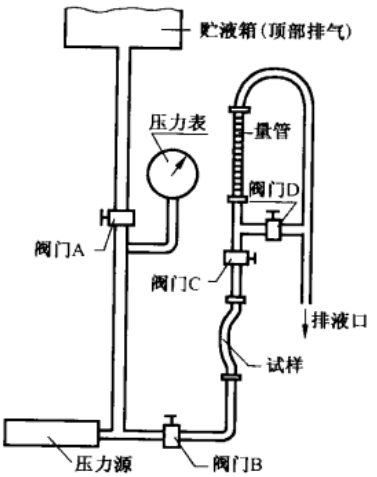


图 9-34　容积膨胀试验仪器配置图

2. 试验仪器的校准

（1）在试验软管之前，试验仪器的校正系数，在试验压力下所估计到的软管容积增加，应按下条的规定进行测定。

（2）按照下文规定的程序，用一段外径为 6.3 mm，壁厚至少为 1.52 mm 的液压钢管代替试样，测定三次膨胀的平均值作为校正系数。

（3）如果在 10.3 MPa 压力下所测定的校正系数大于 0.08 cm^3，则该仪器不合格。

3. 程序

（1）小心地将试样连接到试验仪器上，确保无泄漏，并注意避免产生扭曲，保持试样处于垂直状态，测量试样的自由长度，并且在压力作用下不受拉伸影响。

（2）用酒精、蒸馏水或其他试验液体充满贮液箱，同时要注意排除空气或溶解性气体，开启阀门 A 并用液体注满压力源，部分地开启阀门 D 并让液体从贮液箱流过量管，直到量管内看不到气泡为止。

注：前后移动试样便于排出气泡。

（3）关闭阀门 A、C 和 D，并在 10 s 内将试样内压力升高到试验压力，检查连接处有无泄漏，并开启阀门 C 完全排出试样中的压力，然后在进行下一步规定的操作之前再将其关闭。

（4）用阀门 D 将量管中的液面调整到 0 刻度。

（5）按规定的升压速度升压，直到压力表指示已达到试验压力为止。关闭阀门 B 以保持试样中的压力。然后开启阀门 C，让膨胀试样中的液体上升到量管内并立即测定膨胀容

积。待液面达到恒定状态，立即关闭阀门C并记录量管内的容积。

(6) 按上一步所规定的程序重复进行两次，使量管最终的读数是三次膨胀的总容积。

(7) 如果在确定膨胀读数之前，试样内的压力偶然上升到试验压力值以上，但未超过软管规定最低爆破压力值的50%，则将压力完全排除，让试样恢复15 min，再按上述(4)～(6)规定的程序重复试验。

当试验中有气泡从试样中逸出，则让试样至少恢复15 min以后再重复试验。

4. 结果表示

容积膨胀值 E(cm³/m)，按式(9-12)计算：

$$E=\frac{(V/3)-C}{L} \qquad (9\text{-}12)$$

式中：V——由量管读出的三次膨胀的总容积，以 cm³ 表示，精确到 0.01 cm³；C——校正系数，以 cm³ 表示，并精确到 0.01 cm³；L——试样的自由长度，以 m 表示。

容积膨胀值精确到 0.01 cm³/m。

注：如果必要，试验结果也可用百分率表示。可在试验前测定软管组件的内径、自由长度以及确定其容积。

(六) 内燃机用橡胶和塑料燃油软管可燃性试验方法

GB/T 20024—2005《内燃机用橡胶和塑料燃油软管可燃性试验方法》规定了用于内燃机输送石油燃料软管的可燃性评定，软管的公称内径不大于16 mm。

其他类别的橡胶和塑料软管的可燃性试验应按GB/T 15907—2008/ISO 8030:1995《橡胶和塑料软管　燃性试验方法》进行。

1. 原理

将软管充满庚烷，放在火焰上面，在盘中燃油点燃后 T(min)之前不得出现泄漏。时间 T 在相应的产品标准中规定。

2. 设备和器材

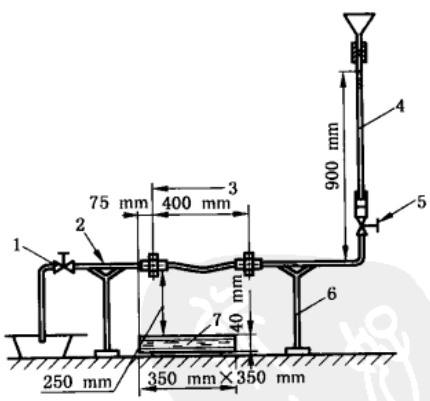
(1) 不通风的房间，保持在标准温度下(见GB/T 2941)。

(2) 钢支架，用于在燃油盘上方以水平状态支撑试样(见图9-35)。

(3) 玻璃管，用于以一定的压力向试样提供燃油(油位在试样之上900 mm)。

(4) 燃油盘，尺寸350 mm×350 mm，深40 mm。

(5) 燃油，由商品庚烷构成，蒸馏点范围为80 ℃～110 ℃。



1—排放阀；2—钢燃油管线；3—试样端部，安装后无纵向应力；4—玻璃管；5—燃油阀；6—钢支架；7—燃油盘，装0.5 dm³ 水和2 dm³ 庚烷。

图9-35　可燃性试验设备示意图

3. 试样

应使用长度为400 mm的软管组合件(见图9-35)。至少应试验三根试样。

4. 试样的调节

在制造后24 h之内不得进行试验。

试验前，试样应在标准温度和湿度下调节至少 3 h。这一时间可在制造后的 24 h 以内。

5. 程序

警告：泄漏期间可能出现大的火焰和燃烧废油。因此，试验应在不易燃环境，由配带防护设备和消防装备的人员进行。

（1）准备

按图 9-35 配置试验设备，但不安装试样。按下面所述向燃油盘注油，点燃燃油，使出现稳定的火焰。房间里不适当的通风效应会影响火焰，如出现这种情况，应改变燃油盘的位置，以便使软管及其一端包围在火焰之中。熄灭火焰并将整个设备冷却至室温。

（2）试验

将试样安装就位，打开燃油阀注燃油，保证软管内不存留空气。将油位调到试样之上 900 mm。

向燃油托盘倒入 0.5 dm^3 水和 2 dm^3 庚烷，并点燃庚烷，燃油盘应放置成其中两侧与试样平行。

使庚烷燃烧，并记录试样泄漏的时间。

在出现泄漏的位置上提高火焰的强度会使泄漏更明显。

当出现泄漏或燃油盘内的庚烷烧尽时，终止试验。

如果在试验过程中，火焰非常不稳定，并且未使试样充分暴露于火焰的时间超过整个试验时间的 25%，或者在任一试验中出现泄漏的时间与测定的平均值偏差超过了 30 s，应试验另外两个试样。

每一次试验后，在安装新试样和更换水和燃油之前，须将燃油管路和燃油盘冷却至环境温度。

（七）液体壁透性测定

GB/T 18423—2001《橡胶和塑料软管及非增强软管　液体壁透性测定》规定了适用于测定液体透过软管及非增强软管管壁的性能的两种方法，实际上是用于考核软管阻止所试验液体透过管壁的能力。

方法 A——适用于所有规格和结构，是一项模拟工作条件的实际对比试验。

方法 B——适用于内径不大于 16 mm 的软管及非增强软管。

1. 原理

（1）方法 A 原理

该方法是在安装在一个试验设备内的组合件上进行的，该试验设备配有可充注且测量挥发性液体充填体积的装置。该系统承压并每隔 24 h 测量一次体积变化，直到体积变化随时间恒定，即达到平衡状态。试验结果是这种稳定状态的蒸发速率，以软管或非增强软管的单位内表面积每小时液体损失的体积表示。

（2）方法 B 原理

该方法是利用一个无压容器，将一段软管或非增强软管的一端连接于该容器，软管或非增强软管的另一端塞住。将该容器部分充注试验液体并密封。在试验开始时称量该组合件，以后 8 d 内每隔 24 h 称量一次。试验结果以软管或非增强软管单位内表面积任一 24 h 期间的最大液体损失质量表示。

注：该方法是通过液体的渗透和蒸发测量其损耗值的，并通过每天搅动燃油混合物，使该液体中组分的选择性渗透降至最低限度。

2. 试验液体

试验液体应符合相应产品标准的规定。

3. 方法 A

警告：因为存在有潜在危险的蒸气，应确保该试验在通风良好的地方进行。

(1) 装置

试验装置包括连接到管路系统的氮气源。氮气压力由调压器和压力表控制。该系统必须配有一个安全阀。

将试样垂直固定。试样上端通过符合GB/T 12804规定的量筒连接到该装置上，其下端连接到加液管上(见图 9-36)。

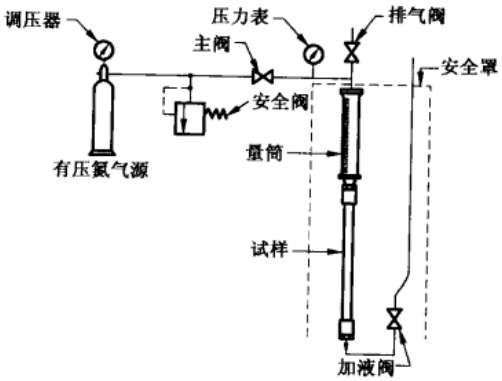


图 9-36　液体壁透性测定方法 A 的装置

(2) 试样

试样应为自由长度为 250 mm 的软管组合件，或是按图 9-37 装配有适宜管接头及承接管的非增强软管。应试验三根试样。

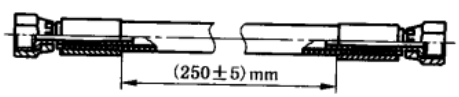


图 9-37　试样的自由长度

(3) 试验温度

试验温度应为 GB/T 2941 中定义的标准温度之一。

(4) 试验压力

试验压力应高于大气压力(50±5)kPa。

(5) 程序

1) 如图 9-36 所示测量试样的自由长度，按照 GB/T 9573 规定测量试样的内径 d。

2) 连接试样于试验装置(见图 9-36)。

3) 向试样及量筒内充注试验液体直到量筒的顶部刻度为止。

4) 考虑软管或非增强软管在试验压力下的膨胀，将试样在试验压力下保持 5 min。卸去氮气压力，等 5 min 使溶解的气体逸出，然后记录量筒所显示的初始读数 V_1。

5) 施加试验压力。

6) 按如下方法在 24 h、48 h、72 h 和 96 h 后进行测量。

关闭总阀，卸去试验压力，等 5 min 后记录新的读数。关闭排气阀，开启主阀重新加压。

如果 96 h 后计算的体积损耗值还不稳定，则在 120 h 后再进行一次测定(如必要，在 144 h 后再进行一次)。

(6) 结果表示

1) 每隔 24 h 计算一次体积损耗值，并确定损耗稳定点。过该点后，渗入软管或非增强软管管壁的液体就不再成为体积损耗的原因之一。这样所观察到的损耗值就仅代表蒸发损耗。

2) 如果在 72 h 前就达到稳定状态，采用式(9-13)计算蒸发速率，以 $cm^3/(m^2 \cdot h)$ 表示：

$$\frac{(V_{72}-V_{96})\times 10^6}{\pi \times d \times l \times 24} \qquad (9\text{-}13)$$

式中：V_{72}——72 h 后体积，cm^3；V_{96}——96 h 后体积，cm^3；d——软管或非增强软管内径，mm；l——软管或非增强软管自由长度，mm。

如果是在超过 96 h 的时间里完成的测定，上式中的 V_{72} 和 V_{96} 应分别由相应的倒数第二次和最后一次的体积测定值来代替。

4. 方法 B

(1) 装置

1) 贮罐：容积为 500 cm^3，带有一个金属销或氟弹性体衬的螺帽及一个焊接到与充注口位置相对的贮罐底角处的标准软管接头(见图 9-38)。

2) 秤或天平：最小量程 400 g，精度为 0.01 g。

3) 不渗透的软管管塞：应有足够的尺寸密封软管或非增强软管的一端，插入深度为 12.5 mm。

4) 标准软管卡箍：尺寸适合试验所用软管或非增强软管的卡箍。

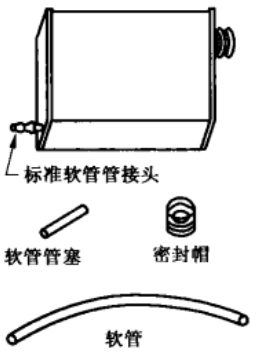


图 9-38　液体壁透性测定方法 B 装置组件

(2) 试样

长度为 300 mm 的软管或非增强软管。

(3) 试验温度

试验温度应为 GB/T 2941 中定义的标准温度之一。

(4) 程序

1) 测量软管或非增强软管内径，以 mm 表示。

2) 用一不渗透的管塞塞入试样的一端，深度为 12.5 mm。如有必要，可加上一卡箍。

3) 将试样的另一端连接到贮罐的管接头上，插入深度为 12.5 mm。如有必要，可加上一卡箍。

4) 向贮罐内充入 300 cm^3 规定的试验液体。

5) 用螺帽把贮罐封好。

6) 将贮罐/试样组合件称量，精确到 0.01 g 并记录。

7) 为保证软管充分充注，将组合件垂直竖起(见图 9-39)，轻拍软管管体，以便消除软管里截留的空气。

8) 将贮罐组合件以水平状态放置于存放处，贮罐靠近软接头的狭窄面向下，软管也呈水平状态(见图 9-40)。贮存地点应将温度控制在标准温度，并保证空气流通以防止积存烟雾。



图 9-39　液体壁透性测定试验贮罐组合件排除空气位置



图 9-40　液体壁透性测定试验贮罐组合件存放位置

9) 在 8 d 内，每隔(24±0.5)h 称量一次贮罐组合件，记录每次称量读数。如果要取消周末的称重，就将各次结果平均值作为周末的称重值，然后试验再从星期一开始。

10) 每次称量后，倒置组合件排空软管，轻轻地搅动试验液体，然后按规定重新向软管充注，并再放置于存放处。

(5) 结果表示

1) 测定 8 d 最大的 24 h 质量损耗值 Δm_{24}，以 g 表示。

2) 用式(9-14)计算暴露的内衬层面积 A，以 m^2 表示：

$$A = \pi \times d \times l \times 10^{-6} \quad \cdots\cdots (9\text{-}14)$$

式中：d 和 l 的定义同式 9-13 中。

3) 以式(9-15)计算试验液体蒸发率，以 g/(m^2 · 24 h)表示：

$$\frac{\Delta m_{24}}{A} \quad \cdots\cdots (9\text{-}15)$$

第四篇

汽车用胶带要求及试验方法

第十章 概 述

汽车传动带是汽车发动机的重要零部件，随着汽车工业的发展，一些新结构、新材料、新工艺、新装备的应用，使得汽车传动带向高性能、长寿命、节能、高精度及低噪音等方向发展，这对标准化也提出了高要求。

从传动带在汽车传动中使用开始，汽车制造者和传动带制造者都在从事诸如产品开发、材质与质量分类等试验，力图使供货者和使用者相统一，如：对皮带结构评估、带轮尺寸、轮系分布、负载扭矩、试验方法、试验装置的研究及对试验数据进行分析的指导等；都希望标准能成为带的设计开发及评价、货源鉴定和质量检验的依据。

一、带传动

由带和带轮组成传递运动和(或)动力的传动，分摩擦传动和啮合传动。

1. 摩擦传动

由带的工作面与轮槽两侧面接触摩擦而完成的传动，本文的汽车 V 带和汽车多楔带分别与带轮配合完成的传动就是摩擦传动。

2. 啮合传动

由同步带和同步带轮组成的啮合传动，其同步运动和(或)动力是通过带齿和轮齿相啮合传递的。本文的汽车同步带就是啮合传动。

二、传动带

在传动中，用以传递运动和(或)动力的带，称之为传动带，本文只涉及到汽车用 V 带、多楔带及同步带。

第十一章 汽车用胶带要求

一、汽车V带

汽车V带(以下简称V带)用于驱动汽车内燃机的辅助设备,例如:风扇、发电机、水泵、动力转向泵、压缩机等。

与之相关的国家标准为GB 12732—2008《汽车V带》,GB/T 13352—2008《带传动 汽车工业用V带及其带轮尺寸》,GB/T 11545—2008《带传动 汽车工业用V带 疲劳试验》和GB/T 17516.1—1998《V带和多楔带传动 测定节面位置动态试验方法 第1部分:V带》

1. 分类和要求

GB 12732—2008《汽车V带》,规定了汽车V带的分类和要求。

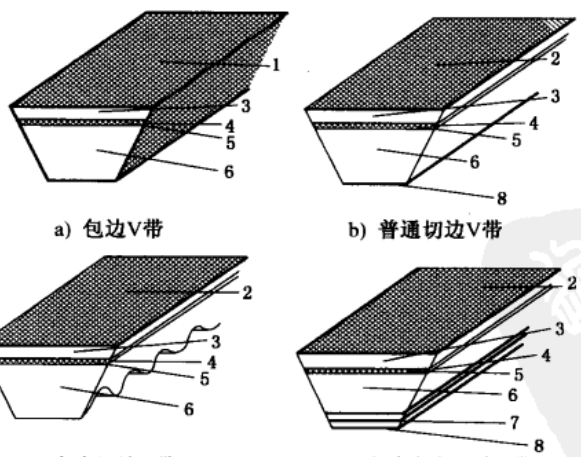
(1) 分类

1) 型式

V带的型式根据其结构可分为包边V带和切边V带两种,切边V带又分为普通切边V带、有齿切边V带和底胶夹布切边V带三种型式(见图11-1)。

2) 型号

V带应具有对称的梯形横截面,其型号根据V带的顶宽分为AV10、AV13、AV15、AV17、AV22等五种。



a) 包边V带　b) 普通切边V带

c) 有齿切边V带　d) 底胶夹布切边V带

1——包布;2——顶布;3——顶胶;4——缓冲胶;5——芯绳;6——底胶;7——底胶夹布;8——底布。

图11-1 V带的结构

(2) 材料

1) 橡胶

顶胶、缓冲胶、底胶的组成应均匀，其性能应适合各自应有的性能。

2) 织物

包布、顶布、底布及底胶夹布应为棉纤维或合成纤维织成的布，其经线和纬线密度应均匀，其纱线和织物不得有残缺、扭曲等影响品质的疵点。

3) 芯绳

芯绳应是聚酯纤维等高性能纤维制成的线绳，其捻度应均匀。

(3) 要求

1) 外观质量

V 带的外观不应有任何明显可见且影响使用的扭曲、开裂、气泡和嵌有物等缺陷。包边式 V 带顶面单侧飞边宽度不得超过 0.5 mm，修剪不得损伤内包布。切边式 V 带两侧面及顶面不允许有切割的重边，不允许有分层、顶布搭缝脱开和线绳明显弯曲等缺陷。

2) 尺寸

V 带尺寸及其偏差应符合 GB/T 13352 的规定。

3) 性能

a. 拉伸性能

V 带拉伸强度和参考力伸长率见表 11-1。

表 11-1　V 带拉伸强度、参考力伸长率

型　　号		AV10	AV13	AV15	AV17	AV22
拉伸强度/N	≥	2 260	3 140	3 700	4 420	7 060
参考力伸长率/%	≤	4	4	4	6	6
参考力/N		790	1 480	1 800	2 360	3 930

b. 耐高温性能

切取长约 250 mm 的 V 带试样，置于(100±1)℃的温度下 70^{+5}_{0} h。然后，在室温下冷却至少 2 h。将冷却后的试样在具有表 11-2 规定直径的管或棒上按带的正常弯曲方向弯曲，不允许出现裂纹。

表 11-2　管棒直径　　mm

型号	AV10	AV13	AV15	AV17	AV22
管棒直径	45	50	50	55	60

c. 耐低温性能

将已进行过高温试验的试样，置于(−30±1)℃的温度下 70^{+2}_{0} h 后，立即在具有表 11-2 规定直径的管或棒上按带的正常弯曲方向弯曲，不允许出现裂纹。

d. 导电性要求

产品标准(GB 12732—2008)中没规定导电性。GB/T 10715—2002 对此的规定是单根 V 带传动表面的最大电阻为 3.6 MΩ(AV10)，2.8 MΩ(AV13)

e. 疲劳寿命

按 GB/T 11545—2008 进行试验，包边 V 带的疲劳寿命不得小于 55 h，切边 V 带的疲劳寿命不得小于 80 h。

2. 尺寸

汽车V带(以下简称V带)的尺寸及带轮尺寸的测量方法由GB/T 13352—2008《带传动　汽车工业用V带及其带轮　尺寸》给出。

(1) V带

1) 种类

V带的种类根据与带所配用的带轮轮槽形状可分为AV10、AV13、AV15、AV17、AV22五种型号。

2) 尺寸

a. 截面尺寸

V带的截面形状及顶宽的公称值如图11-2和表11-3所示。

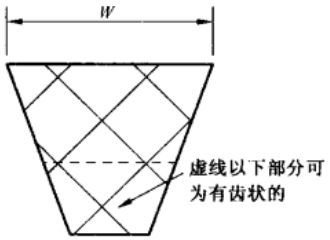


图11-2　V带的剖视图

V带在轮槽中的节面位置取决于有效节线差 b_e，b_e 值可以根据GB/T 17516.1规定的方法进行测定。标准对 b_e 值未规定。除用户和厂家有特殊约定外，V带公称楔角为40°。

表11-3　V带的公称顶宽　　mm

项　目	符　号	AV10		AV13		AV15		AV17		AV22	
		包边带	切边带	包边带	切边带	包边带	切边带	包边带	切边带	包边带	切边带
公称顶宽	W	10	10	13	13	15	--	17	17	22	22
注：AV15为老型号，主要是包布带，承载能力低，不推荐采用。											

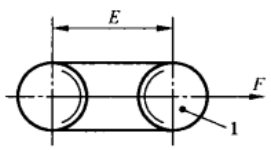
b. V带的有效长度及其露出高度的测量

其测量方法是将带装在两个相同的测量轮上(见图11-3)，测量带轮的尺寸见表11-4和图11-4，并且两带轮要安装在同一直线上，施加测量力 F，至少转两圈，以确保V带与带轮的良好贴合。

V带有效长度计算如式(11-1)：

$$L_e = E_{max} + E_{min} + C_e \quad \cdots\cdots (11\text{-}1)$$

式中：C_e——带轮的有效圆周长，$C_e = \pi d_e = 300$ mm，但是AV22的 C_e 为300 mm；E_{max}——两带轮的最大中心距，mm；E_{min}——两带轮的最小中心距，mm。



1——滑动带轮。

图11-3　测量装置

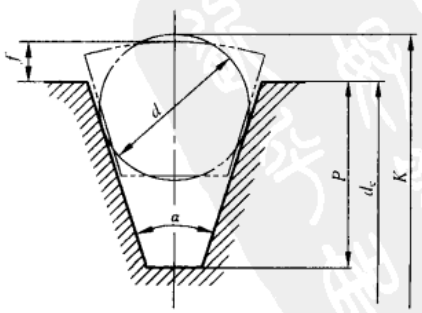


图11-4　测量V带的槽轮

表 11-4　测量带轮、测量球或柱销尺寸及测量力

项　目	符　号	单　位	不同型号的参数值					极限偏差
			AV10	AV13	AV15	AV17	AV22	
有效宽度	W_e	mm	9.7	12.7	14.7	16.8	21.5	
有效直径	d_e	mm	95.49	95.49	95.49	95.49	120.96	
外径	d_o	mm	95.5	95.5	95.5	95.5	121.0	±0.2
最小槽深	P	mm	11	13.75	15	16	19	
槽角	α	(°)	36	36	36	34	34	±10′
测量球或柱直径	d	mm	7.950	11.124	13.205	14.288	19.775	$^{0}_{-0.025}$
球或柱的外切线间距	K	mm	99.31	103.53	106.19	103.71	138.05	±0.05
测量力[a]	F	N	267	267	267	356	440	

[a] 在非水平测长机测量时，带的每个直线段上所受张力应为所示值的一半。

对 V 带进行测量时，V 带有效长度的变化量用中心距变化量表示，其中心距极限偏差及多根带传动时同一组带之间中心距差值如表 11-5 所示。

表 11-5　中心距参数　　mm

带长范围	中心距极限偏差(推荐值)	配组中心距差值(推荐值)
≤1 000	±3.0	≤0.8
>1 000～1 200	±4.0	
>1 200～1 400	±4.5	
>1 400～1 600	±5.0	≤1.0
>1 600～2 000	±5.5	
>2 000～5 000	±6.0	
>5 000	—	—

注 1：带长范围的数值为有效长度的公称值；

注 2：单根带传动时的中心距极限偏差与多根带传动时各条带之间的中心距差值，原则上应根据供需双方协商确定。

将被测量 V 带安装在测长机两轮轮槽中，再施加表 11-4 测量力，将 V 带转动至少两圈，使之与带轮贴合良好，待其停稳后，测量出图 11-4 的 f 值，但注意不要在 V 带上布层接头和商标的部位测量。取测量三点的平均值。

各型 V 带的露出高度 f(见图 11-4)应符合：$0<f<2.4$ mm；AV22 应符合：$0<f<3.4$。

c. 中心距的变化量

中心距的变化量是为了保证 V 带的均匀性。中心距的变化量与带顶宽的关系应符合表 11-6 要求，中心距变化量的测量按 GB/T 13490 规定进行。

表 11-6　中心距变化量极限值 ΔE　　mm

带长	大于	—	1 000	2 000	5 000
	小于或等于	1 000	2 000	5 000	—
带顶宽($W\leqslant25$)	ΔE	≤1.2	≤1.6	≤2.0	≤2.5

3）V 带的标记

V 带的标记内容和顺序为型号、有效长度公称值、标准号。

标记示例如下：

AV13×1 000　GB 12732

- GB 12732 —— 标准号
- 1 000 —— 有效长度公称值
- AV13 —— 汽车 V 带型号

（2）工作带轮

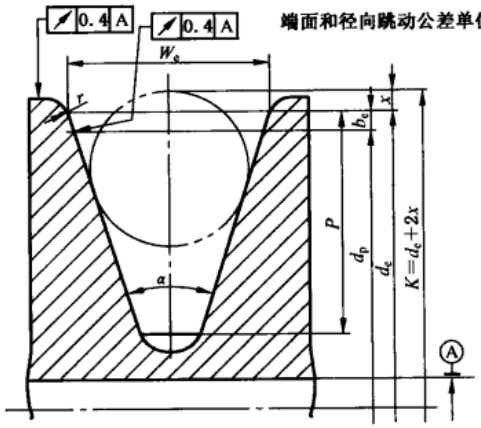
1）尺寸

工作带轮的尺寸示于图 11-5、图 11-6和表 11-7、表 11-8。

新式的辅助传动装置常常使用一组多根带来传动，表 11-8 所示轮槽和轮槽间距同时适用于汽车工业用多带传动和联组带传动。

2）有效直径的检验

将两个测量球或圆柱的尺寸在表 11-9中列出，两个球或圆柱间隔 180°放入轮槽中，并与轮槽的侧面接触。然后测量球或圆柱的外切间距 K。



d_p——节径。

图 11-5　工作带轮的轮槽

$$d_e = K - 2x$$

有效直径应满足：d_e+2x 的偏差不超过 0.6 mm。

表 11-7　带轮的尺寸

项　目	型　号				
	AV10	AV13	AV15	AV17	AV22
轮槽的有效宽度 W_e/mm	9.7	12.7	14.7	16.8	21.5
槽角[a] α	36°±0°30′	36°±0°30′	36°±0°30′	36°±0°30′	36°±0°30′
最小槽深 P/mm	11.0	13.8	15.0	16.0	19.0
轮槽侧上部最小圆角半径 r/mm	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

注：轮槽的两侧应是光滑的；

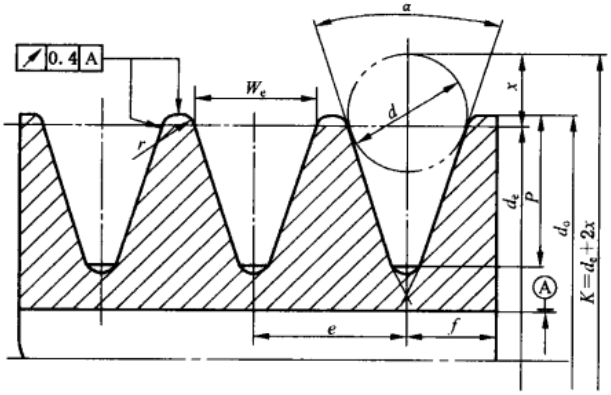
轮槽的端面和径向跳动分别通过测量在轮旋转一周中安装于轮槽中的百分表触头在轴向和径向读数最大值和最小值的差而测出，并且在测量过程中触头的球体在弹簧作用下始终与两侧壁相接触；

若轮槽底取圆弧形，半径可任选，但圆弧应在槽深 P 以下；

轮槽的每一截面的对称轴应与穿过带轮轴心线的半平面成 90°±2°的角。

[a] 对直径＜57 mm 的 AV10 型带轮、直径＜70 mm 的 AV13 型带轮、直径＜102 mm 的 AV15、AV17 型带轮和直径＜132 mm 的 AV22 型带轮，槽角最好减至 34°。

端面和径向跳动公差单位为毫米



$d_o - d_e \leqslant 1.4$ mm

图 11-6　多槽带轮

表 11-8　多槽带轮尺寸　　mm

项　目	型　号				
	AV10	AV13	AV15	AV17	AV22
轮槽的有效宽度　W_e/mm	9.7	12.7	14.7	16.8	21.5
槽角[a]　α	36°±0°30′	36°±0°30′	36°±0°30′	36°±0°30′	36°±0°30′
最小槽深　P/mm	11	13.75	15	16	19
槽顶最小圆角半径　r/mm	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
槽间距　e/mm	12.6±0.3	15.9±0.3	18.0±0.3	21.4±0.4	—
轮槽中心到端面的距离　f/mm	8±0.6	10±0.6	12±0.6	15±0.8	—

注 1：轮槽的两侧应是光滑的；

轮槽的端面和径向跳动分别通过测量在轮旋转一周中安装于轮槽中的百分表触头在轴向和径向读数最大值和最小值的差而测出，并且在测量过程中触头的球体在弹簧作用下始终与两侧壁相接触；

若轮槽底取圆弧形，半径可任选，但圆弧应在槽深 P 以下；

轮槽的每一截面的对称轴应与穿过带轮轴心线的半平面成 90°±2°的角。

注 2：多于两个轮槽的中心距的公差应在±0.6 mm 的范围内。

[a] 对直径＜57 mm 的 AV10 型带轮、直径＜70 mm 的 AV13 型带轮、直径＜102 mm 的 AV15、AV17 型带轮和直径＜132 mm 的 AV22 型带轮，槽角最好减至 34°。

表 11-9　球或圆柱的尺寸　　mm

项　目	符号	型　号				
		AV10	AV13	AV15	AV17	AV22
球或圆柱直径	d	$7.95\ ^{0}_{0.025}$	$11.124\ ^{0}_{-0.025}$	$13.205\ ^{0}_{-0.025}$	$14.288\ ^{0}_{-0.025}$	$19.775\ ^{0}_{-0.025}$
修正项	$2x$	3.8	8.0	10.7	8.2	17.1

如果在带轮中每个轮槽都具有相同的公称尺寸，则不同槽之间 K 值的偏差应满足每 5 mm直径小于 0.01 mm。极限情况：对于直径大于或等于 152 mm 的，该值不超

过0.3 mm。

3）标记

V带轮的标记由有效直径、槽数、槽型、标准号等内容依次组成。

标记示例：AV10型的轮槽，有效直径67 mm，单槽汽车V带轮标记为：67×1 AV10 GB/T 13352；由不同的槽构成的多槽带轮可将各槽的标记依次组合起来进行标记为：90×1 AV13-67×1 AV10 GB/T 13352。

二、汽车同步带

汽车同步带用于汽车发动机驱动凸轮轴、燃料喷射泵和平衡轴等传动装置。目前与汽车同步带有关的我国国家标准有一个，国际标准有五个，日本汽车协会标准有三个，美国汽车工程师协会标准有两个。

GB 12734—2003《汽车同步带》等效采用国际标准ISO 9010:1997，对汽车同步带（以下简称带）规定了要求。

1. 型别

ZA型：梯形齿；ZH型：圆弧齿，H系列；ZR型：圆弧齿，R系列；ZS型：圆弧齿，S系列；ZB型：梯形齿；YH型：圆弧齿，H系列；YR型：圆弧齿，R系列；YS型：圆弧型，S系列。

2. 标记

用数字和字母按以下顺序表示带的标记：

1）表示齿数的数字；2）表示节距的字母；3）表示齿形的字母；4）表示以毫米为单位的宽度的数字。

3. 尺寸及其极限偏差

（1）ZA型和ZB型梯形齿带带齿尺寸如图11-7和表11-10所示。

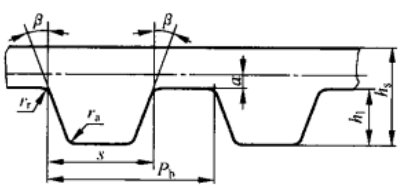


图11-7　ZA型和ZB型梯形齿带带齿公称尺寸（侧视图）

表11-10　ZA型和ZB型梯形齿带带齿公称尺寸

名称	代号	公称尺寸	
		ZA型	ZB型
齿节距/mm	P_b	9.525	9.525
齿形角/(°)	2β	40	40
带高/mm	h_s	4.1	4.5
节线差/mm	a	0.686	0.686
齿根圆角半径/mm	r_r	0.51	1.02
齿顶圆角半径/mm	r_a	0.51	1.02
齿高/mm	h_t	1.91	2.29
齿宽/mm	S	4.65	6.12

（2）ZH型和YH型圆弧齿带带齿尺寸如图11-8和表11-11所示。

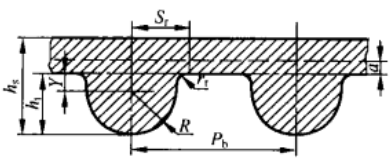


图11-8　ZH型和YH型圆弧齿带带齿公称尺寸（侧视图）

表11-11　ZH型和YH型圆弧齿带带齿公称尺寸 mm

名称	代号	公称尺寸		名称	代号	公称尺寸	
		ZH型	YH型			ZH型	YH型
齿节距	P_b	9.525	8	齿高	h_t	3.5	3.04
带高	h_s	5.5	5.2	齿半径	R	2.45	2.11
节线差	a	0.686	0.686	齿心下移量	Y	1.05	0.93
齿根圆角半径	r_r	0.76	0.64	齿根半宽	S_r	3.27	2.84

(3) ZR 型和 YR 型圆弧齿带带齿尺寸如图 11-9 和表 11-12 所示。

表 11-12　ZR 型和 YR 型圆弧齿带带齿公称尺寸

名称	代号	公称尺寸	
		ZR 型	YR 型
齿节距/mm	P_b	9.525	8
齿形角/(°)	2β	32	30
带高/mm	h_s	5.4	5.1
节线差/mm	a	0.75	0.75
齿根圆角半径/mm	r_r	1	0.8
齿高/mm	h_t	3.2	2.8
齿宽/mm	S	5.5	5.3
齿形因子	k	1.228	1.692

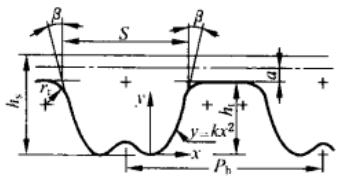


图 11-9　ZR 型和 YR 型圆弧齿带带齿公称尺寸(侧视图)

(4) ZS 型和 YS 型圆弧齿带带齿尺寸如图 11-10 和表 11-13 所示

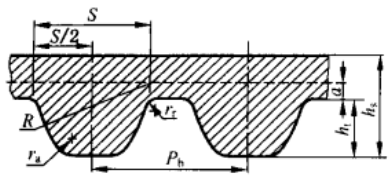


图 11-10　ZS 型和 YS 型圆弧齿带带齿公称尺寸(侧视图)

表 11-13　ZS 型和 YS 型圆弧齿带带齿公称尺寸mm

名称	代号	公称尺寸	
		ZS 型	YS 型
齿节距	P_b	9.525	8
带高	h_s	5.7	5.2
节线差	a	0.686	0.686
齿根圆角半径	r_r	0.95	0.8
齿顶圆角半径	r_a	0.95	0.8
齿高	h_t	3.53	2.95
齿宽	S	6.19	5.2
齿半径	R	6.19	5.2

表 11-14　节线长极限偏差　mm

节线长范围	节线长极限偏差	节线长范围	节线长极限偏差
$L_p \leqslant 381$	±0.45	$1\,221 \leqslant L_p \leqslant 1\,524$	±0.8
$382 \leqslant L_p \leqslant 505$	±0.5	$1\,525 \leqslant L_p \leqslant 1\,782$	±0.85
$506 \leqslant L_p \leqslant 762$	±0.6	$1\,783 \leqslant L_p \leqslant 2\,030$	±0.9
$763 \leqslant L_p \leqslant 991$	±0.65	$2\,031 \leqslant L_p \leqslant 2\,286$	±0.95
$992 \leqslant L_p \leqslant 1\,220$	±0.75	$2\,287 \leqslant L_p \leqslant 2\,544$	±1

(5) 带节线长 L_P 由带齿数和齿节距 P_b 相乘而得到。带节线长应由有关方面协商确定。节线长极限偏差如表 11-14 所示。

(6) 带宽应由有关方面协商确定。带宽极限偏差如表 11-15 所示。

表 11-15　带宽极限偏差　mm

带宽范围	节线长范围中的带宽极限偏差	
	$L_p < 840$	$L_p \geqslant 840$
$b_s < 40$	±0.8	±0.8
$b_s \geqslant 40$	±0.8	$^{+0.8}_{-1.3}$
注：对于特殊应用，可用较小的极限偏差。		

4. 节线长测量

(1) 测量装置

同步带应安装在包括下列部分的测长装置上测量节线长(见图 11-11)。

1) 带轮

两个相等直径的带轮，带轮的要求由表 11-16 和 GB/T 10414.2—2002(见同步带带轮)的规定，带轮的型号和带的型号一致，并具有标准齿槽尺寸。带轮尺寸极限偏差应符合表 11-16～表 11-19 要求。一个带轮能在固定轴上自由转动，另一个带轮能在游动轴上自由转动，以使中心距可变。

2）测量力施加装置

测量力通过该装置施加于游动带轮上。

3）中心距测量装置

该装置在测量两带轮中心距时应具有所需精度，以检验该中心距是否符合所要求的极限偏差（中心距极限偏差等于表 11-14 所示节线长极限偏差的一半）。

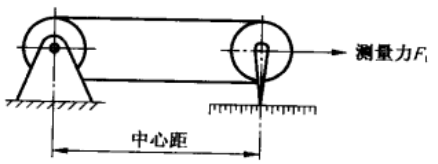


图 11-11　节线长测量装置

（2）测量力计算

测量力 Ft 按以下公式计算：

ZA、ZB、ZH、YH、ZR 和 YR 型用式(11-2)计算；ZS 和 YS 型用式(11-3)计算：

$$F_t=(b_s\times 29)-100 \quad \cdots\cdots (11\text{-}2)$$

$$F_t=1\ 020\times(b_s/25)^{1.14} \quad \cdots\cdots (11\text{-}3)$$

式中：b_s——带宽，mm；F_t——测量力，N。

表 11-16　带节线长测量用带轮

带型号	齿数 Z	节圆周长/mm	外径 d_o/mm	跳　动/mm		2 a/mm
		$P_b\times Z$		径向	轴向	
ZA、ZB、ZH、ZS	20	190.5	59.266±0.013	0.013	0.025	1.327
YH、YS	22	176	54.651±0.013	0.013	0.025	1.327
ZR	20	190.5	59.138±0.013	0.013	0.025	1.5
YR	22	176	54.522±0.013	0.013	0.025	1.5
注：只要两带轮直径相等，并且带轮直径比表 11-16 规定值大，也可用其他直径的带轮。						

（3）程序

在测量同步带节线长时，先将带至少转动两圈，以使之与带轮正确啮合并使测量力平均分配在带的两直段上。

带的节线长等于一个带轮的节圆周长加上两倍的所测中心距。

（4）带与带轮和轮槽的尺寸及间隙如图 11-12～图 11-17 和表 11-17～表 11-20 所示。

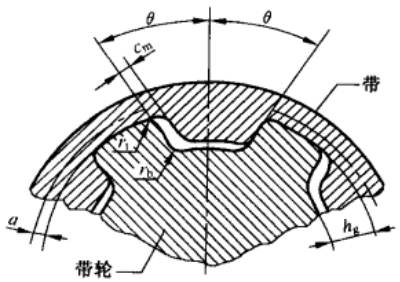


图 11-12　ZA 型和 ZB 型带与带轮的间隙（见表 11-17）

表 11-17　ZA 型和 ZB 型轮槽尺寸（见图 11-12）

型号	最小间隙 c_m/mm	h_g/mm	r_b/mm	r_1/mm	θ/°	a/mm
ZA	0.33	2.68±0.1	0.85±0.1	0.85±0.1	20±15	0.686
ZB	0.38	3±0.1	1.23±0.1	1.23±0.1	20±15	0.686

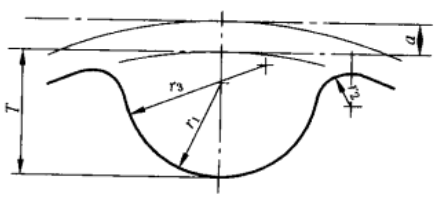


图 11-13　ZH 型和 YH 型轮槽尺寸（见表 11-18）

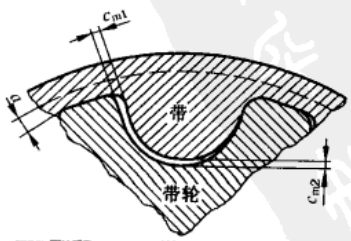


图 11-14　ZH 型和 YH 型带与带轮的间隙（见表 11-18）

表 11-18　ZH 型和 YH 型轮槽尺寸(见图 11-13 和图 11-14)　　mm

型号	a	最小间隙		r_1	r_2	r_3	T
		c_{m1}	c_{m2}	±0.05	±0.05	±0.05	±0.05
ZH	0.686	0.34	0.11	2.78	0.89	—[a]	3.61
YH	0.686	0.3	0.11	2.22	0.69	3.45	3.16
[a] 齿侧弧半径不适用于 ZH 型。							

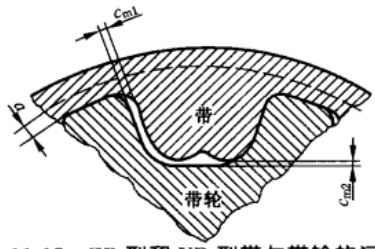


图 11-15　ZR 型和 YR 型带与带轮的间隙(见表 11-19)

表 11-19　ZR 型和 YR 型带与带轮的间隙(见图 11-15)

型号	齿数 Z	最小间隙/mm		a/mm
		c_{m1}	c_{m2}	
ZR	20	0.34	0.11	0.75
YR	22	0.3	0.11	0.75
注：轮槽尺寸由 ISO 9011:1997 规定的齿条刀具确定(见图 11-15 和表 11-11 所示)。				

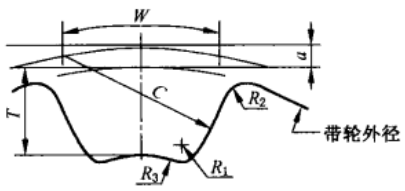


图 11-16　ZS 型和 YS 型轮槽尺寸(见表 11-20)

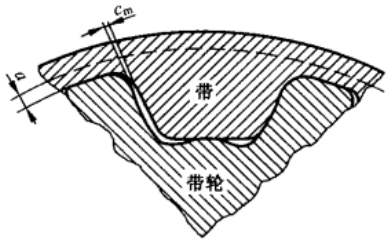


图 11-17　ZS 型和 YS 型带与带轮的间隙(见表 11-20)

表 11-20　ZS 型和 YS 型轮槽尺寸(见图 11-16 和图 11-17)　　mm

型号	a	最小间隙	W	C	T	R_1	R_2	R_3
		c_m	$^{+0.1}_{0}$	$^{+0.1}_{0}$	±0.03	±0.05	$^{+0.05}_{0}$	±0.05
ZS	0.686	0.2	6.19	6.31	3.37	0.48	0.89	4.81
YS	0.686	0.24	5.2	5.3	2.83	0.4	0.75	4.04

5. 横向摆动测量

(1) 装置

1) 带

用“节线长测量”中和图 11-11 规定的相同装置来测量同步带的横向摆动，测量力通过测量力施加装置施加于游动带轮上。

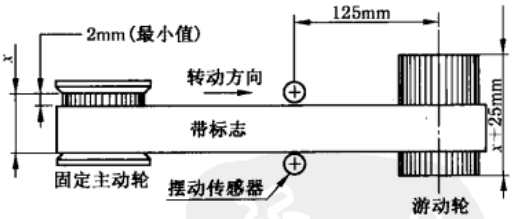


图 11-18　横向摆动测量装置

2) 带轮

槽数和槽尺寸同“节线长测量”中对带轮的规定和表 11-16 规定。

将固定带轮(主动轮)两侧作成挡边，两挡边的间距(x)至少比被测带宽 2 mm。游动带轮没有挡边，带轮宽至少比主动轮两挡边的间距宽 25 mm(见图 11-18)。

(2) 测量装置

机械(或光学)传感器安装在距游动轮中心线 125 mm 处，且应安装在带的进入游动轮的方向，可用单个传感器，也可在带的两侧各安装一个传感器。

注：长度不大于 690 mm 的带可由供需双方协商确定传感器的安装位置。

(3) 程序

将带安装在图 11-18 所示的测量装置上，带的标志应如图 11-18 中的那样，从测量装置的上方即可看到。

将传感器安装在距无挡边游动轮中心线 125 mm 的带侧面，将带沿顺时针方向转动至少两圈，以使带对于挡边来讲处于稳定位置。

随着带的转动，带边会发生相对于传感器的轴向移动。与挡边接触的那一侧带边的横向摆动由安装在该侧的传感器测出。

(4) 结果

传感器可测出全摆动范围，而且能手动或自动记录精确到 0.1 mm 的测量结果。该测量方法对带只提供一个横向摆动测量值。

注：显然这里作为横向摆动而被记录的读数是由静态参数(或称尺寸参数)"宽度变量"和动态参数"横向摆动"这两部分组合而成的。其标准值由供需双方协商确定。

6. 要求

(1) 外观质量

同步带的工作面应具有等间距的饱满梯形齿或圆弧齿，包布不得有折叠或破损现象。同步带的背胶和齿胶不得有裂纹、海绵状和气泡，也不得有防碍使用的凹坑伤痕等缺陷。同步带不得有扭曲现象。

(2) 物理性能

同步带物理性能要求如表 11-21 所列。

表 11-21　同步带物理性能

项　　目	供货状态下	耐高温性 (110±2)℃×70 h	耐油性 GB/T 1690　1 号油 (100±2)℃×22 h	耐水性 100 ℃(开水)×3 h， (25±5)℃(水)×30 min
带背硬度(邵尔 A)/度	73±5	变化范围 0～+7	变化范围 0～−15	变化范围 0～+7
拉伸强度/(N/mm)	不小于 750	不小于 750	不小于 700	不小于 600
齿体剪切强度/(N/mm)	不小于 60	不小于 60	不小于 50	不小于 50
包布粘合强度/(N/mm)	不小于 6.5	不小于 3.5	不小于 4.5	不小于 4.5
芯绳粘合强度/N	不小于 400	不小于 400	不小于 400	不小于 300
注 1：拉伸强度表示值为环形同步带，非环形拉伸应用表中取值除以 2。 注 2：如有特殊要求，由供需双方协商解决。				

(3) 耐臭氧性能

带经臭氧性能试验后，带体不允许出现裂纹。

(4) 耐低温性能

带经低温性能试验后，带体不允许出现裂纹。

(5) 疲劳寿命

同步带的疲劳寿命试验按 GB/T 18183 的规定进行，试验负载及疲劳寿命时间由供需双方协商决定。当按其中两轮疲劳试验方法进行时，疲劳寿命应不少于 200 h。

注：此条关于疲劳寿命的要求是强制性的。

7. 标志

同步带必须有水洗不掉的明显标志。包括以下内容：

1)型号;2)规格;3)制造厂家商标和厂名;4)制造年月日(或其代号);5)标上"严禁曲折"字样。

三、汽车多楔带

汽车多楔带(以下简称带)适用于汽车内燃机的风扇、电机、水泵、压缩机、动力转向泵、增压器等动力传动。

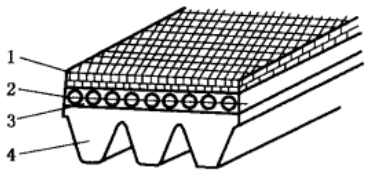
GB 13552—1998《汽车多楔带》是一个典型的多国部队,它综合了国际标准和日本标准的技术内容。其尺寸部分等效采用了国际标准草案 ISO/DIS 9981:1997《带传动——PK 型汽车多楔带及带轮尺寸》;而疲劳寿命试验方法又纳入了国际标准 ISO 11749:1995《带传动——汽车工业用多楔带——疲劳试验》的内容。又以日本汽车协会标准 JASO E 109—1994《汽车多楔带》补充了包括物理性能在内的要求。

GB 13552—1998 于 2005 年发布了第 1 号修改单,在以下对 GB 13552--1998 的介绍中将其一并纳入,不再另行注明。

对于疲劳试验方法部分,则将其分离出来在第十二章中多楔带试验方法中给出,以便于查找和使用。

1. 形状及结构

截面如图 11-19 所示的环形带。



1——顶布;2——芯绳;
3——粘合胶;4——楔胶。

图 11-19　结构各部名称

2. 构成带的各部分的要求

(1) 橡胶

粘合胶和楔胶的组成应均匀一致,其性能应适合各自的功能。

(2) 顶布

采用棉纤维、合成纤维或它们的混纺纤维组成的织物作为顶布。织物的经向和纬向的密度应均匀,无疵点和扭曲变形。

(3) 芯绳

采用合成纤维制成的线绳,其捻度应均匀一致。

(4) 带外观不得有由目测能确认的有害的扭曲、歪斜、裂纹、气泡、异物等缺陷。

(5) 型号

带的型号用来表示截面形状和尺寸。汽车多楔带只采用 PK 一种型号。

1) 尺寸

带的截面尺寸如图 11-20 和表 11-22 所示。

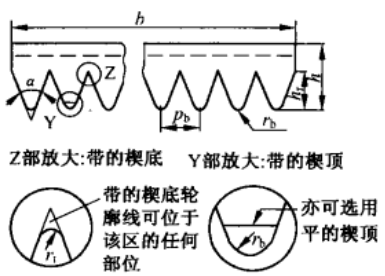


图 11-20　带的横截面

表 11-22　带的截面尺寸　mm

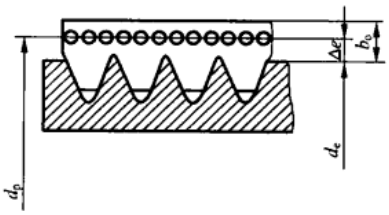
名　称	符　号	尺　寸
楔距	P_b	3.56
楔角	α	40°
楔底弧半径	r_1	0.25(最大值)
楔顶弧半径	r_b	0.5(最小值)
带厚	h	4～6(参考)
楔高	h_r	2～3(参考)

2）规格、标记

带的规格包括带楔数、带型号和有效长度(mm)，如：6 PK 1150。

3）有效线差和露出高度

带的有效线差 Δe 和露出高度 b_O 如图 11-21 所示。露出高度按下文规定进行测定，有效线差按 GB/T 17516.2测量。有效线差和露出高度的公称值和极限偏差均由供需双方协商确定。



Δe——有效线差；b_O——露出高度；d_e——有效直径；d_p——节。

图 11-21　有效线差及露出高度

4）配用带轮直径

从带的耐久性考虑，推荐采用表 11-23 规定的最小直径以上的带轮直径。

表 11-23　最小轮径

项　　目	有　效　直　径	外　　径
正向弯曲	55 mm	—
反向弯曲	—	85 mm

5）有效长度的极限偏差

带的长度以有效长度表示，其极限偏差如表 11-24 所列，带的有效长度值，原则上应是 10 的倍数。

表 11-24　有效长度的极限偏差　　mm

有效长度 L_e	$375<L_e$ $\leqslant 750$	$750<L_e$ $\leqslant 1\,000$	$1\,000<L_e\leqslant$ $1\,500$	$1\,500<L_e$ $\leqslant 2\,000$	$2\,000<L_e$ $\leqslant 3\,000$	注：超过 3 000 mm 的带由供需双方协商确定。
极限偏差	$+5$ -10	$+6$ -12	$+8$ -16	$+10$ -20	$+12$ -24	

3. 性能要求

（1）疲劳寿命

根据实际使用情况或供需双方协议，选用三轮或四轮试验机按第十二章介绍的多楔带的疲劳试验测定的带的疲劳寿命不得低于 50 h。

（2）拉伸性能

按第十二章介绍的多楔带的拉伸试验方法进行试验，其拉伸性能和参考力伸长率应符合表 11-25 的规定。

表 11-25　拉伸性能

楔　数 n	拉伸强度/kN	参考力伸长率/%	参考力/kN
3	$\geqslant 2.40$	$\geqslant 3.0$	0.75
4	$\geqslant 3.20$		1.00
5	$\geqslant 4.00$		1.25
6	$\geqslant 4.80$		1.50
7 以上	$\geqslant 0.8\times n$		$0.25\times n$

（3）耐低温性能

按第十二章介绍的多楔带耐低温性能试验方法进行试验，试验后带上不得出现裂纹。

注：鉴于在疲劳寿命试验中已增加了“高温”这一条件，所以现行标准中取消了静态耐高温试验。

（4）导电性要求

GB 13552—1998 中没有导性能要求，但在关于抗静电带的导电性要求和试验方法标准 GB/T 10715—2002中规定 PK 带传动表面的最大电阻为：3.2 MΩ（三个楔），2.5 MΩ（四个楔）。

4. 长度和露出高度的测量

（1）测量装置

测量装置如图 11-22 中的 b）和 c）所示，带轮尺寸如图 11-22 中的 a）和表 11-26 所示，露出高度如图 11-21 所示。

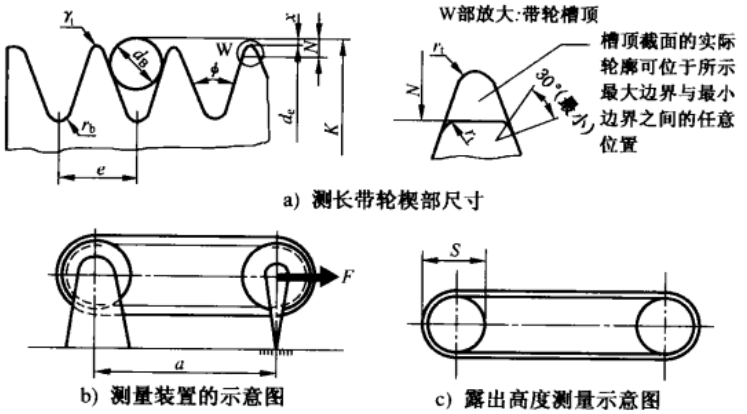


图 11-22　长度及露出高度的测量装置

表 11-26　轮槽尺寸

mm

项　　目	符号	标准值	极限偏差
槽距[a]	e	3.56	±0.05
槽角[b]	φ	40°	±0°15′
有效直径	d_e	95.5	—
测量用圆球或圆柱的直径	d_B	2.5	±0.01
测量用圆球或圆柱的外切平行平面间距	K	96.48	±0.13
测量用圆球或圆柱外切平行平面与带轮外缘的间距的 2 倍	$2x$	0.99	—
测量用圆球或圆柱外切平行平面与带轮外缘的间距的 2 倍	$2N$[c]	1.68	最大值
楔顶弧半径	r_t	0.25	最小值
楔底弧半径	r_b	0.5	最大值
测长带轮有效圆周长	C_e	300	—
测量力	F	100 N×n[d]	—

[a] 带轮所有轮槽的槽距累积偏差不得超过±0.3 mm 范围。

[b] 槽中心线与带轮轴线夹角应为 90°±0.5°。

[c] N 与带轮的有效直径无关。

[d] n 为带的楔数。

(2) 程序

对带施加表 11-26 所示测量力后，将带转动至少两圈，测出两轮中心距的最大值和最小值以及 S 值。用式(11-4)和式(11-5)计算出带的有效长度 L_e 及露出高度 b_o。

$$L_e = a_{max} + a_{min} + C_e \quad \cdots\cdots (11\text{-}4)$$

式中：L_e——带的有效长度，mm；a_{max}——最大中心距，mm；a_{min}——最小中心距，mm；C_e——带轮有效圆周长，mm。

$$b_o = S - d_e \quad \cdots\cdots (11\text{-}5)$$

式中：b_o——露出高度，mm；d_e——带轮有效直径，mm；S——计算用值见图 11-22 中的 c)，mm。

第十二章 汽车用胶带试验方法

一、汽车V带试验方法

（一）拉伸试验方法

汽车V带拉伸强度和伸长率试验方法由GB/T 3686—1998《V带拉伸强度和伸长率试验方法》给出。该方法用于测定V带全截面拉伸强度、参考力伸长率和拉断伸长率。

1. 装置

（1）拉力试验机应符合HG/T 2369的要求。

（2）夹持器应能保证试样固定良好，在整个试验过程中既不发生打滑也不发生夹断现象。

（3）在读出或记录拉力数值时，误差不得大于2%。

（4）拉断试样所需的力应不少于量程的15%，不大于量程的85%。

（5）夹持器移动速度为50 mm/min×(1±10%)。

2. 试样

（1）试样为一段全截面的V带，长250 mm以上。

（2）试样数量为三个，取之一个样品带。如不能取下三个试样的短带则取两个，但应在试验报告中注明。

（3）在试样上标出测定伸长率用的两条标线，标线间的距离（简称标距）为100 mm。

（4）试样在试验前，应在试验温度(23±2)℃下，停放24 h以上。

（5）对C型带，必要时可将试样夹持部位带芯周围橡胶切除后进行试验。

3. 程序

（1）将试样两端分别夹于试验机两个夹持器上，试样纵向中心线与力线方向一致。

（2）以50 mm/min的速度对试样进行连续拉伸。

（3）当拉力增至参考力时记录标距，当断裂发生时分别记录瞬间的拉力和标距。

（4）如试样在夹持部分断裂，应追加试样补做试验。

4. 结果说明

（1）试验结果包括拉伸强度和参考力伸长率或拉断伸长率。

（2）参考力伸长率或拉断伸长率按式(12-1)计算：

$$r=\frac{L_r-L_0}{L_0}\times 100 \qquad \cdots\cdots (12\text{-}1)$$

式中：r——参考力伸长率或拉断伸长率，%；L_0——试样的初始标距，mm；L_r——拉力增至参考力或试样断裂时的标距，mm。

（3）各项试验结果均以三个试样计算出的算术平均值表示，精确至规定值最低位的下

一位。对只能取两个试样的短带的试验结果以两个试样算术平均值表示。

5. 试验报告

试验报告包括下列内容：

1）试验依据的标准的编号；2）试验V带的品种、规格、批号及制造单位；3）拉伸强度和伸长率的试验结果；4）停放时间和实验室温度；5）试验者和试验日期。

（二）测定节面位置的动态试验方法

V带轮槽的规格由有效宽度的基准宽度确定。当一条V带安装在槽上运转时，一定存在一个节面，该节面位于相对于槽的一定位置上。这一位置需要被确定，以进行带传动设计计算。GB/T 17516.1——1998《V带和多楔带传动　测定节面位置的动态试验方法　第1部分：V带》给出了这样一个用动态法测定节面位置的方法。

1. 原理

通过测量试验设备的带轮转速和安装在带轮上被试V带直线部分的速度（或带轮中心距与V带旋转一周所需时间）来计算V带与带轮配合时的节径，然后计算有效线差或基准线差。

2. 装置

试验装置主要由以下几部分组成：

（1）两个直径相等的带轮，其尺寸应符合相应标准的规定。为适应具体带长的需要，两带轮的轮轴中心距应是可调的。

（2）施加测量力的装置，它应使测量力符合相应标准的规定。

（3）锁紧装置，用以固定带轮中心距。

（4）以适当速度带动其中一个带轮旋转的机械装置。对该速度的大小没有严格要求，但应足够大，以保证平稳操作。推荐转速为1 000 r/min。

（5）测量带轮转速和测量带速（或带轮中心距和旋转一周所需的时间）的装置。

3. 程序

将V带安装上述试验装置上，施加由相应标准规定的测量力以使其张紧。开动装置并运转5 min，以便使带和带轮完好地楔合。

待运转正常后，锁紧可移动带轮的轮轴，以确保带轮中心距不变。准确地测量出带轮转速，并同时准确地测量出带直线部分的速度或带轮中心距及V带旋转一周所需时间。

4. 计算

（1）节径

按式(12-2)、式(12-3)之一可计算出V带与带轮配合时的节径：

$$d_p=\frac{60\ 000}{\pi}\times\frac{v}{n} \quad \cdots\cdots (12\text{-}2)$$

式中：d_p——带轮节径，mm；v——带速，m/s；n——带轮转速，r/min。

$$d_p=\frac{120}{\pi}\times\frac{a}{nt-60} \quad \cdots\cdots (12\text{-}3)$$

式中：d_p——带轮节径，mm；a——带轮中心距，mm；n——带轮转速，r/min；t——V带旋转一周所需时间，s。

(2) 有效线差

有效线差的含义见图 12-1 和图 12-2。

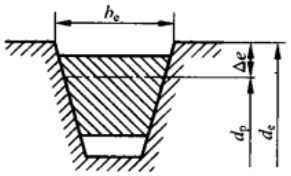


图 12-1　单根 V 带的有效线差

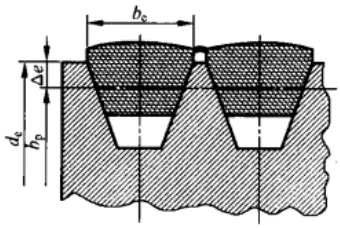


图 12-2　联组 V 带的有效线差

按式(12-4)计算有效线差：

$$\Delta e=\frac{d_e-d_p}{2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (12\text{-}4)$$

式中：Δe——有效线差，mm；d_e——带轮有效直径，mm；d_p——带轮节径，mm。

在多数情况下，运转中带轮的节径(由带的节面位置确定)小于其有效直径，有效线差是正值；当有效线差出现负值时，说明此时的节面处于有效直径的位置上(这种情况对某些联组 V 带或六角带设计是可能的)。

(3) 基准线差

基准线差的含义见图 12-3。

按式(12-5)计算基准线差：

$$\Delta d=\frac{d_d-d_p}{2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (12\text{-}5)$$

式中：Δd——基准线差，mm；d_d——带轮基准直径，mm；d_p——带轮节径，mm。

如果运转中带轮的节径(由带的节面位置确定)小于其基准直径，基准线差为正值；当基准线差为负值时，说明带的节面位置高于基准直径的位置。

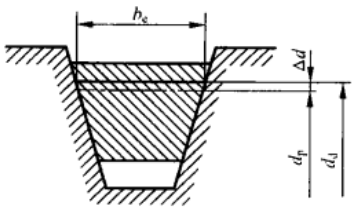


图 12-3　基准线差

(三) 疲劳试验方法

GB/T 11545—2008《带传动　汽车工业用 V 带　疲劳试验》给出了在规定的条件下，用三轮(或两轮)疲劳试验机测定 V 带的疲劳寿命。该方法中的疲劳寿命是指当 V 带达到终止条件时所累积的正常运转小时数。

1. 设备

(1) 疲劳试验机(见图 12-4 和图 12-5)

试验机应具有牢固结构，所有部件应能承受试验中产生的应力而不受损。试验机应包括以下几个部分：

1) 一个主动轮和驱动它的装置。

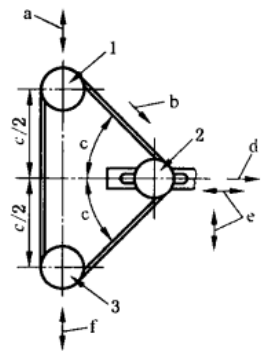
2) 一个从动轮和与之相连的功率消耗和测定装置；其测定装置要有一定精度，并可校正。

3) 一个可以对 V 带施加张力的张紧轮和张紧装置：三轮试验机上一个是张紧轮(见图 12-4)；两轮试验机上一个是可移动的带轮(可以是主动轮或从动轮，见图 12-5)。

4）一个测量 V 带滑动量的装置，测量精度为±1%。

为了适用于不同的带长，主动轮和(或)从动轮(对三轮试验机还包括张紧轮)及其支架的位置可调节并可以紧固(见图 12-4、图 12-5)。

为能方便地对 V 带施加张紧力，三轮试验机上的张紧轮以及安装的轴承支架应能沿张紧力的方向自由滑动或转动。在这种情况下，张紧力的作用线平分 V 带在张紧轮上的夹角，通过张紧轮的轴心并且作用在通过张紧轮槽中心的平面上。



1——从动轮(与功率消耗装置相连)；2——张紧轮(置于滑道中)；3——主动轮。

注：安装在试验带轮上的 V 带，与通过轮槽的中心面所成角度应在±15′的范围内。

a：从动轮调节方向；

b：带的运动方向；

c：开始试验时为 45°，可以因带的再次张紧而改变；

d：作用于张紧轮的带的张紧力；

e：张紧轮及其支架的调节方向；

f：主动轮调节方向。

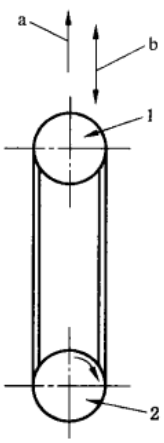
图 12-4　三轮试验机

两轮试验机的从动轮或主动轮应可以平移，以满足规定的短 V 带的需要(见图 12-5)。固定住可移动单元后，张紧力便加到 V 带上。

(2) 试验用带轮

试验带轮采用 45 号钢制作，并进行调质处理，轮缘部分表面硬度(217～255)HBS。

试验带轮的尺寸如表 12-1 和图 12-6 所示。



1——从动轮(与功率消耗装置相连)；2——主动轮。

注：安装在试验带轮上的 V 带，与通过轮槽的中心面所成角度应在±15′的范围内。

a：作用于可移动带轮的带的张紧力；

b：可移动带轮的调节方向(可固定)。

图 12-5　两轮试验机

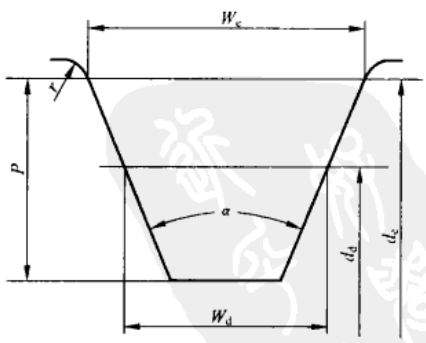


图 12-6　试验带轮的轮槽

表 12-1　试验带轮尺寸[5]

项　目	符　号	单位	型　号					极限偏差
			AV10	AV13	AV15	AV17	AV22	
有效直径与基准直径的差值	$d_e-d_d=2Y$	mm	3.69	5.23	6.80	8.62	7.69	
槽的基准宽度	W_d	mm	8.5	11.0	12.5	14.0	19.0	
主动轮和从动轮有效直径（三轮试验机）	d_{e1}	mm	121	127	127	127	150	±0.2
主动轮和从动轮有效直径（两轮试验机）	d_{e1}	mm	63	76	80	90	100	±0.2
张紧轮有效直径（三轮试验机）	d_{e2}	mm	63	70	80	90	100	±0.2
槽的有效宽度	W_e	mm	9.7	12.7	14.7	16.8	21.5	±0.25
主动轮和从动轮槽角	α	(°)	36	36	36	36	36	±0.5
张紧轮槽角	α	(°)	36	36	36	34	34	±0.5
最小槽深	P	mm	11	13.75	15	16	19	
槽侧顶部最小圆角半径	r	mm	0.8	0.8	0.8	0.8	1.5	

轮槽侧面处的表面粗糙度 Ra 的算术平均值不得大于 3.2 μm。

带轮的平衡要求按 GB/T 11357 的规定执行。

2. 实验室条件

实验室的室温应控制在(18～32)℃之间。

试验时装置周围不得有空气流动，但由于传动本身引起的空气流动除外。

3. 试验方法

(1) 试验条件

1) 试验装置中各轮及支架的相对位置如图 12-4、图 12-5 所示，三轮试验时主动轮和从动轮间的中心距由式(12-6)计算，中心距的极限偏差为±2 mm。

$$2.414\ C=L_e-0.785(3d_{e1}+d_{e2})-(d_{e1}-d_{e2}) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (12\text{-}6)$$

式中：C——主动轮与从动轮之间的中心距；L_e——V 带的有效长度；d_{e1}——主动轮与从动轮的有效直径；d_{e2}——张紧轮的有效直径。

2) 主动轮的转速、从动轮的传动功率以及试验中加的张紧力如表 12-2 所示。

表 12-2　疲劳试验参数

项　目	符号	单位	型　号				
			AV10	AV13	AV15	AV17	AV22
主动轮转速	n	r/min	4 900	4 700	4 700	4 700	3 900
从动轮的传动功率	P	kW	6.0	7.9	7.9	9.0	10.0
三轮试验张紧力	F	N	540	690	690	830	930
二轮试验张紧力	F	N	460	610	610	690	770
注：两轮试验机的传动功率 P 值应为表中的 70%。							

3）三轮试验机试验时所用 V 带长度最好按表 12-3 选取。

表 12-3　三轮试验机 V 带带长选择　　mm

型　　号	AV10　AV13	AV15　AV17　AV22
带　　长	800～1 000	950～1 200

若 AV10 和 AV13 带长小于 800 mm、AV15、AV17 和 AV22 的带长小于 950 mm 时用两轮试验机进行试验。

（2）程序

1）准备

a. 三轮试验机

将 V 带安装在带轮上，在张紧轮上施加规定的张紧力，让张紧轮支架在滑道中自由移动，开动试验机使之达到规定的转速，将规定的负荷迅速施加在从动轮上，让试验装置在上述条件下运转 5 min±15 s(不包括启动和制动时间)，然后停机至少 10 min。

b. 两轮试验机

使用可移动的 V 带轮代替张紧轮，其余与三轮试验机中的试验程序相同。

c. 用手使 V 带转动数圈，测量张紧轮移动的最大范围并记录下来，然后将张紧轮支架紧固在上述最大移动范围的中心处。

2）试验

a. 重新启动试验机达到规定的转速，将规定的负荷迅速施加到从动轮上，记录主动轮和从动轮之间的初始滑动率，让试验装置在上述条件下连续运转，直到 V 带达到终止条件。

b. 当滑动率与初始滑动率之差(即滑动率增量)达到 4%时，立即关闭试验机，停机 20 min，然后松开张紧轮支架(二轮试验为可移动 V 带轮支架)的紧固装置，重新对 V 带施加张紧力，用手使 V 带转动 2～3 圈，再将其紧固在最大移动范围的中心处，随后继续试验。对 V 带进行再张紧的操作时间不得超过 30 min。

3）滑动率增量计算

滑动率增量 g 可以用测定时的滑动率与初始滑动率相减而得到，也可以按式(12-7)计算：

$$\begin{aligned} g &= (i_o - i_f) \times 100 \\ &= (n_o/N_o - n_f/N_f) \times 100 \end{aligned} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (12\text{-}7)$$

式中：g——滑动率增量，%；n_o——开动试验时从动轮转速；n_f——测定 g 值时从动轮转速；N_o——开始试验时主动轮转速；N_f——测定 g 值时主动轮转速。

4）试验的终止

当试验中出现 V 带失效现象(即带体翻转、断裂等)而无法运转或 V 带滑动率增量第三次达到 4%时，终止试验并记录连续正常运转的累积小时数，作为疲劳寿命试验结果。

二、汽车同步带试验方法

(一) 物理性能试验方法

1. 概述

GB/T 10716—2000《汽车同步带物理性能试验方法》规定的试验方法主要用于评价同步带的静态性能，而这些试验方法与齿型无关，同时带的适用性还应通过动态试验和里程试验进行评价。

2. 试验条件

(1) 标准环境条件

实验室的标准环境条件为:温度(25±5)℃,相对湿度(65±20)℃。实际环境条件应在试验报告中记录。

(2) 试样的标准条件

试样的试验应在产品硫化后至少 24 h 以后进行。试验前至少 1 h 内,试样应置于符合标准环境条件的室内。

(3) 试验结果的修约

每项试验的结果应按表 12-4 分别修约到适当的位数再记录。

表 12-4　试验结果的修约

项　　目	单　　位	测定值最低有效数位	试验结果最低有效数位
带背硬度	度(邵氏 A)	个位	个位
拉伸强度	N/mm	十位	百位
包布粘合强度	N/mm	个位	个位
芯绳粘合强度	N	十位	十位
齿体剪切强度	N/mm	十位	十位
示例: 测定值最低有效数位在十位:3474→3470,3475→3480 试验结果最低有效数位在百位:3440→3400,3450→3500			

3. 静态试验

(1) 带背硬度试验

1) 试样

试样可为完整的环形带,也可为从样带上切下的长度大于 100 mm 的一段带。

2) 试验程序

采用符合 GB/T 531 的邵尔 A 硬度计进行试验。将试样放在平台上(有齿面向下),测定齿体上方的带背硬度。

3) 结果表示

按下例所示,计算沿带纵向五个不同部位的硬度测定值的平均值并加以修约。

例:

$$\frac{74+75+75+74+74}{5}=74.4\rightarrow 74 \qquad \frac{75+75+75+74+74}{5}=74.6\rightarrow 75$$

(2) 拉伸强度试验

1) 试样可为宽 19.1 mm 的完整环形带,也可为长度大于 250 mm、宽度为 19.1 mm 的带段。对于宽度小于 19.1 mm 的同步带,可直接用样带的宽度作为试样宽度。

2) 试验程序

将环形的样带以有齿面向外撑挂在两个等直径平带轮上。带轮直径为 114 mm,可自

由转动。以(50±5)mm/min 的带轮分离速度对样带施加拉力，直至样带拉断。

如果采用两段切开的带段作为试样，则试验时试样夹在每一夹持器内的长度应大于 50 mm，而两夹持器之间的间距应大于 150 mm，以(50±5) mm/min 的夹持器分离速度对试样施加拉力，直至试样断裂。对第二个试样按同样的要求进行试验。

3) 结果表示

当采用环形带作为试样时，以测量值的二分之一作为计算拉力；当采用切开的带段作为试样时，以两个测量值中的较小值作为计算拉力。对前一情况来说，当断裂发生在样带的包绕带轮部位时，试验无效；对后一情况来说，当断裂发生在试样的被夹持部位时，试验无效。另外，在试验报告中应指出是采用环形的样带进行试验还是采用非环形的试样进行试验。

4) 结果计算

拉伸强度按式(12-8)计算：

$$T=\frac{F}{b} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (12\text{-}8)$$

式中：T——拉伸强度，N/mm；F——试样计算拉力，N；b——试样宽度，mm。

(3) 包布粘合强度试验

1) 试样

从样带上切取两段长度大于 100 mm，宽度为 19.1 mm 的带段作为试样。对于宽度小于 19.1 mm 的同步带，可直接用样带的宽度作为试样宽度。

用手工将试样一端的包布剥开足够长的夹持部分。

2) 试验程序

将试样的夹持部分分别夹在拉力试验机的两夹持器中，以剥离面朝向试验者，以第一齿根位于两夹持器之间，如图 12-7 所示。

启动试验机，以(50±5) mm/min 的夹持器分离速度对试样施加拉力，使包布从带的表面剥离，同时记录三个连续齿的剥离力。试验中，如包布断裂或出现裂口，则试验无效。

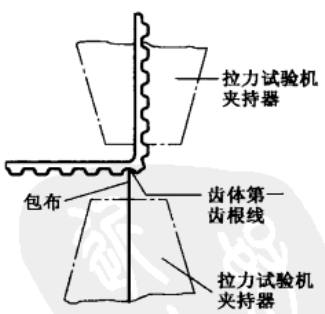


图 12-7　包布粘合强度试样的安装

3) 结果表示

对齿体部位的包布粘合强度和齿根部位的包布粘合强度应分别表示，均表示为单位试样宽度上的包布剥离力见式(12-9)。对齿体包布粘合强度来说，以两个试样试验中所得到的六个峰值中的最小值作为粘合强度计算包布剥离力；对齿根包布粘合强度来说，以两个试样的第一齿根结束对谷值中的较小值作为粘合强度计算包布剥离力。以上规定均参见图 12-8。

4) 结果计算

包布粘合强度按式(12-9)计算：

$$\delta=\frac{F}{b} \quad \cdots\cdots (12\text{-}9)$$

式中：δ——包布粘合强度，N/mm；F——包布剥离力，N；b——试样宽度，mm。

(4) 芯绳粘合强度试验

1) 试样

从样带上切取两段长度大于 100 mm 的带段作为试样。在试样上相距(30±3)mm 的两处进行局部切断(见图 12-9)，以将两根中部芯绳抽出。

2) 试验程序

将试样夹在拉力试验机的两夹持器中。

启动试验机，以(50±5) mm/min 的夹持器分离速度对试样施加拉力，直至两根芯绳被抽出。如果芯绳没有被抽出而是被拉断了，则应另取试样并将切断长度适当减小以保证两根芯绳能被完整抽出。

按同样要求对第二个试样进行试验。

3) 结果表示

对切断长度为 30 mm 的试样，以两个试样的抽出力中的较小值作为试验结果；对于切断长度不足 30 mm 的试样，按式(12-10)将实际抽出长度下的抽出力换算成抽出长度为 30 mm时应有的抽出力，并按表 12-4 对该值进行修约，作为试验结果。

$$F_t=\frac{F_m}{L}\times 30 \quad \cdots\cdots (12\text{-}10)$$

式中：F_t——芯绳粘合强度，N；F_m——实际抽出长度下的抽出力，N；L——实际抽出长度，mm。

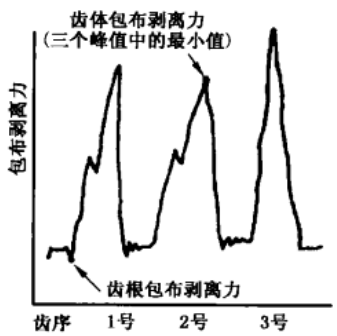


图 12-8　三个连续齿的粘合强度试验曲线

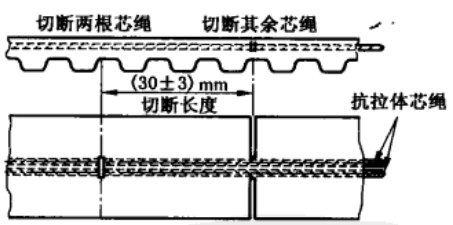


图 12-9　芯绳粘合强度用试验

(5) 齿体剪切强度试验

1) 试样

从样带上切取一段长度大于 200 mm、宽度为 19.1 mm 的带段作为试样。对于宽度小于 19.1 mm 的同步带，可直接用样带的宽度作为试样宽度。

2) 试验设备

试验用齿体剪切装置及试样夹持方法如图 12-10 所示。

ZA 型和 ZB 型同步带用齿剪切头的结构尺寸如图 12-11 和表 12-5 所示。

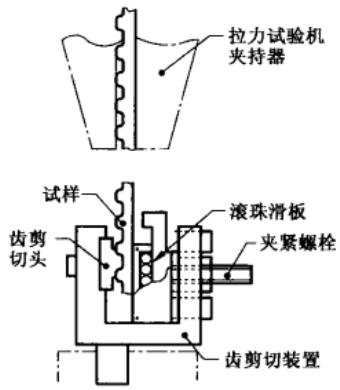


图 12-10　齿体剪切装置及试样夹持

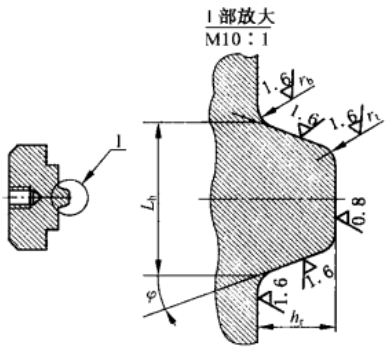


图 12-11　齿剪切头

3）试验程序

将试样夹持在拉力试验机的夹持器和齿体剪切装置上，该剪切装置以牛顿值相当于试样宽度毫米值 157 倍的夹紧力将试样夹紧。启动试验机，以(50±5) mm/min 的夹持器分离速度对试样施加拉力，直至试样发生齿剪切破坏，然后将被试验齿的下一个齿切除(见图 12-12)，并继续按上述要求进行齿体剪切试验。一般说来应试验三个齿。包布上有接头的试样不得用于试验。

4）结果表示

以试样单位宽度上的剪切力作为齿体剪切强度值，以三个测定值中的最小值作为试验结果，详见式(12-11)。

齿体剪切强度按式(12-11)计算：

$$S=\frac{F}{b} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (12\text{-}11)$$

式中：S——齿剪切强度，N/mm；F——最小剪切力，N；b——试样宽度，mm。

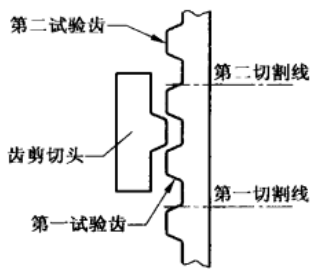


图 12-12　剪切试验中的齿切除加工

(6) 耐高温性试验

1）试样

从样带上切取一段长度大于 100 mm 的带段作为试样。

2）试验程序

将试样置于热空气循环老化箱(或性能相近的其他设备)中，在(125±2)℃的温度下进行 70 h 的老化；对于耐热带，应在(150±2)℃的温度下进行 70 h 的老化，然后在标准环境条件下使试样冷却至少 1 h，再进行以下试验：带背硬度试验；包布粘合强度试验。

(7) 耐低温性试验

1）试样

从样带上切取一段长度大于 150 mm 的带段作为试样。

2）试验程序

将试样置于冷冻箱中，在(−40±2)℃的温度下冷冻至少 5 h，然后在冷冻箱中将试样包绕在直径为 25 mm 的圆柱上(有齿面向内)，同时观察试样上是否出现裂纹或其他缺陷。

(8) 耐油性试验

1) 试样

从样带上切取一段长度大于 200 mm 的带段作为试样。

2) 试验程序

将试样浸入温度为(100±2)℃的,符合 GB/T 1690 的 1 号油中达 70 h。将试样从油中取出并在标准环境条件下冷却至少 1 h,然后进行以下试验:带背硬度试验;齿体剪切强度试验。

(9) 耐臭氧性试验

1) 试样

从样带上切取一段长度大于 200 mm 的带段作为试样。

2) 试验程序

将试样按自然弯曲方向包绕在一个直径为 50 mm 的圆柱上,然后一并置于浓度为$(50\pm5)\times10^{-8}$,温度为(40±2)℃的臭氧中达 70 h。取出后用十倍放大镜观察试样背面有无裂纹。

(10) 耐水性试验

1) 试样

试样为一环形样带。

2) 试验程序

将试样以自然状态浸于 100 ℃水中达 3 h,再浸于(25±5)℃的水中达 30 min,然后在标准环境条件下干燥(1～24)h,再进行以下试验:拉伸强度试验;包布粘合强度试验;芯绳粘合强度试验。

(二) 疲劳试验方法

GB/T 18183—2000《汽车同步带疲劳试验方法》规定了实验室检验汽车同步带疲劳寿命的方法。

疲劳寿命是指被试带运转至达到终止条件时所累积的小时数。在试验过程中,主动轮按规定的转速运转,在从动轮上施加一定的扭矩。张紧力通过张紧装置和张紧轮作用到被试带上,试验时张紧轮位置锁定。试验分三轮法和两轮法。

1. 三轮法

(1) 装置

1) 疲劳试验机

疲劳试验机所有的部件应具有足够的强度和刚度,并能满足长期连续运转的需要。它主要有以下几部分组成:

a. 主动轮及其驱动装置。

b. 从动轮及与其相联的加载装置,加载装置能提供准确、稳定的试验扭矩,并能用适当的方法(如用重锤)进行扭矩校准。

c. 张紧轮(平轮)及其滑道,该装置能使张紧轮沿张紧力(F)的作用方向自由运动(如图 12-13 所示),以使试验所需的张紧力准确地作用到被试带上。

2) 带轮的位置关系

试验时各带轮的位置关系如图 12-13 所示。为使试验机能适用于不同长度的同步带,主动轮和(或)从动轮、张紧轮和(或)支座的位置应可调。

若以从动轮中心作为坐标原点(0,0)，分别以水平方向和垂直方向作为 X 轴、Y 轴设立坐标系(如图 12-13)，则主动轮和张紧轮中心的位置坐标可用表 12-6 中所列的公式求出。

3) 试验带轮

a. 试验用的各带轮应采用合金结构钢(最好是38CrMoAIA)制作，主、从动轮的轮齿及张紧轮与带背面接触部分的表面硬度均为(50～55)HRC。

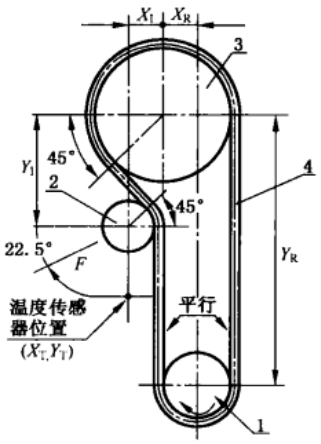
b. 主、从动轮的轮齿的表面粗糙度参数 Ra 的数值不大于 1.25 μm。张紧轮与带背面接触部分的表面粗糙度参数 Ra 的数值不大于 0.4 μm。

使用新带轮会加剧轮与带的摩擦，从而使带的寿命降低。因此在换用新带轮后的第一次实验之前应用一条与被试带同样长度的"磨合"带对新带轮进行至少 48 h 的磨合。

c. 主动轮两侧均应有挡边，挡边的结构和尺寸应符合 GB/T 10414 的规定。

d. 带轮齿和齿槽的尺寸应符合 GB/T 10414 的规定。

e. 试验带轮的各项技术参数应符合表 12-7 的规定。



1——主动轮；2——张紧轮；
3——从动轮；4——被试同步带。

图 12-13　试验带轮的布置

表 12-5　齿剪切头尺寸

带型号	h_t ±0.02	L_b ±0.03	r_1 ±0.02	r_b ±0.02	φ ±0.5°
ZA	1.91	6.27	0.51	0.51	20°
ZB	2.29	5.09	1.02	1.02	20°

表 12-6　带轮的位置坐标计算公式及坐标值　　mm

带轮及坐标符号		计算公式	根据公式算出的 ZA、ZB 型号坐标值
从动轮	X_N	0	0
	Y_N	0	0
张紧轮	X_1	$-0.5\,d$	−25.0
	Y_1	$-(0.707\,D_N+0.207\,d)$	−91.805
主动轮	X_R	$+0.25\,D_N$	28.8
	Y_R	$-(\frac{1}{2}-1.270\,9\,D_N+0.010\,65\,d)$	$-(L/2-145.89)$

注 1："D_N"的计算公式为：$D_N\ \dfrac{Z\cdot P_b}{\pi}$

式中：d——张紧轮节径；Z——从动轮齿数；P_b——齿节距。

注 2：对于 ZA、ZB 型以外的其他型号，在确定了 d、P_b、Z 的数值后，可按本表给出的公式计算带轮的位置坐标。

注 3：L 为被试同步带节线长。

(2) 试样

被试带的宽度及长度由供需双方协商确定。

(3) 试验条件

1) 试验期间的实验室温度由供需双方协商确定。实际温度对规定值的极限偏差为±5 ℃。温度传感器安装的坐标(见图 12-13)如式(12-12)、式(12-13)

$$X_T = X_1 \quad \cdots\cdots (12\text{-}12)$$

$$Y_T = Y_1 - (\frac{d}{2} + 25) \quad \cdots\cdots (12\text{-}13)$$

式中：X_T，X_1——温度传感器及张紧轮中心的横坐标，mm；Y_T，Y_1——温度传感器及张紧轮中心的纵坐标，mm；d——张紧轮节径，mm。

表 12-7　试验带轮技术参数

项　　目	代　号	单　位	ZA、ZB 型参数值	
			主 动 轮	从 动 轮
节距	P_b	mm	9.525	9.525
齿数	Z		19	38
节圆周长	C_p	mm	180.98	361.95
节径	d	mm	57.61	115.21
节顶距	δ	mm	0.686	0.686
外径	d_0	mm	$56.23^{+0.1}_{0}$	$113.84^{+0.13}_{0}$
相邻齿节距偏差		mm	0.03	0.03
90°弧上齿节距累积误差		mm	0.1	0.13
径向圆跳动(最大值)		mm	0.13	0.13
轴向圆跳动(最大值)		mm	0.1	0.11
轮齿平行度误差(最大值)		mm	带宽/1 000	带宽/1 000
带轮锥度(最大值)		mm	带宽/1 000	带宽/1 000

注 1：轮宽与被试同步带相适应，应符合 GB/T 10414 的规定。

注 2：张紧轮公称节径为 50 mm，外径为(47±0.1)mm，轮宽与主动轮和从动轮相等。

注 3：对于除 ZA 型、ZB 型以外的型号，试验带轮的技术参数应向带的生产厂家咨询。

2) 试验时主动轮转速为(6 000±120)r/min。

3) 试验扭矩由供需双方商定。试验过程中实际扭矩的极限偏差为规定扭矩的 2%。

4) 试验时带的张力和张紧轮施加的张紧力符合表 12-8 的规定。

表 12-8　带的张力和张紧轮施加的张紧力

带宽/mm	被试带直段张力 T/N	张紧力 F/N	带宽/mm	被试带直段张力 T/N	张紧力 F/N
15	173	132	19	227	174
17	200	153	25	310	237

(4) 程序

1) 试验准备

试验之前先用适当的溶剂对带轮进行清洗。

将同步带安装到试验机带轮上，对其施加规定的张紧力。启动试验机，使其达到规定的转速。让试验机运转 5 min±15 s(不包括启动和制动时间)后停止。

用手使同步带转动数圈后将张紧轮位置锁定。

2）试验程序

启动试验机使其达到规定的转速。将试验扭矩调至规定值。让试验机在该条件下连续运转直至达到规定的带运转寿命或出现带断裂等失效现象。

疲劳寿命测定之后，应检查试验机每个带轮及其轴承磨损情况以及张紧轮支座的固定情况，以确定被试带的失效是否由带轮的损坏或试验装置的故障引起的。

2. 两轮法

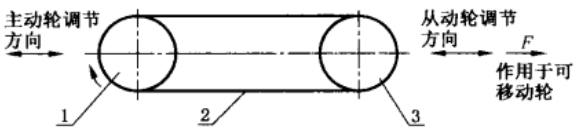
(1) 疲劳试验机

两轮试验机带轮布置如图 12-14 所示。主动轮和(或)从动轮应可移动，张紧力 F 通过可移动带轮作用到被试同步带上。试验机应装有紧固装置，能在同步带承受张紧力的条件下锁定可移动带轮的位置。其余要求与三轮试验机相同。

(2) 试验带轮

1）试验带轮的材质、硬度和表面粗糙度与三轮试验机相同。

2）试验带轮的技术参数应符合表 12-9的规定。其他有关规定与三轮试验方法相同。



1——主动轮；2——被试同步带；3——从动轮。

图 12-14　两轮试验机带轮布置

表 12-9　试验带轮的技术参数

带　轮	节　距 P_b	齿　数 Z	节圆周长 C_p	轮　宽 b
主动轮	9.525 m	42 个	400 m	26.7 m
从动轮	9.525 m	42 个	400 m	26.7 m

(3) 试样

试样的型号为 ZA 型，宽度为 19 mm，长度由供需双方协商确定。对于 ZA 型以外的带，也可参照本标准进行试验。

(4) 试验条件

试验应在表 12-10 规定的条件下运行。

表 12-10　试验条件

项　目	符　号	数　值
主动轮转速	n	3 000 r/min±60 r/min
张紧力	F	500 N/150 N[a]
试验扭矩	M	30 N·m
试验功率	P	9.425 kW[b]

[a] 先用 500 N 的张紧力将带张紧，运转 5 s 后再减至 150 N。

[b] $P=\dfrac{M\cdot n}{9\,549}$(kW)

(5) 试验准备

将被试带装到试验机带轮上，张紧力调至 500 N，使带张紧。启动试验机达到规定的转速，运转 5 s 后停止。

将带的张紧力减少至 150 N，用手将带转动数圈后，将可移动带轮的位置锁定。

(6) 试验程序

试验程序与三轮试验机试验方法相同。

(7) 试验报告

试验报告的内容除不包括试验扭矩和带宽外，其余均与三轮试验机试验方法相同。

三、多楔带试验方法

(一) 测定节面位置的动态试验方法

GB/T 17516.2—1998《V 带和多楔带传动　测定节面位置的动态试验方法　第 2 部分：多楔带》规定了测定多楔带节面位置的动态方法。节面位置以有效线差 Δe 表示(见图 12-15)。

1. 原理

通过测量试验设备的带轮转速和安装在带轮上被试多楔带直线部分的速度(或带轮中心距与多楔带旋转一周所需时间)来计算多楔带与带轮配合的节径，然后计算有效线差。

2. 装置

试验装置主要由以下几部分组成：

(1) 两个直径相等的带轮，其尺寸应符合相应标准的规定。为适应具体带长的需要，两带轮的轮轴中心距应是可调的。

(2) 施加测量力的装置，它应使测量力符合相应标准的规定。

(3) 锁紧装置，用以固定带轮中心距。

(4) 以适当速度带动其中一个带轮旋转的机械装置。对该速度的大小没有严格的要求，但应足够大，以保证平衡操作。推荐转速约为 1 000 r/min。

(5) 测量带轮转速和测量带速(或带轮中心距和带旋转一周所需的时间)的装置。

3. 程序

将多楔带安装在上述试验装置上，施加由相应标准规定的测量力以使其张紧。开动装置并运转 5 min，以便使带和带轮完好地楔合。

待运转正常后，锁紧可移动带轮的轮轴，以确保带轮中心距不变。准确地测量出带转速，并同时准确地测量出带直线部分的速度或带轮中心距及多楔带旋转一周所需时间。

4. 计算

(1) 节径

按式(12-14)或式(12-15)可计算出多楔带与带轮配合时的节径：

$$d_p=\frac{60\ 000}{\pi}\times\frac{v}{n} \qquad (12\text{-}14)$$

式中：d_p——带轮节径，mm；v——带速，m/s；n——带轮转速，r/min。

$$d_p=\frac{120}{\pi}\times\frac{a}{nt-60} \qquad (12\text{-}15)$$

式中：d_p——带轮节径，mm；a——带轮中心距，mm；n——带轮转速，r/min；t——多楔带旋转一周所需时间，s。

(2) 有效线差

有效线差的含义见图 12-15。

按式(12-16)计算有效线差：

$$\Delta e=\frac{d_e-d_p}{2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (12\text{-}16)$$

式中：Δe——有效差线，mm；d_e——带轮有效直径，mm；d_p——带轮节径，mm。

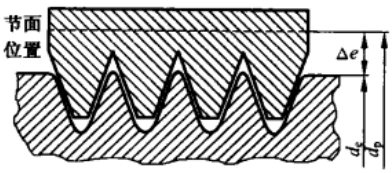


图 12-15　有效线差

在任何情况下，多楔带与带轮配合时的节径(由多楔带动节面位置确定)都大于其有效直径，因此，有效线差总是负值。

注：因为式(12-16)与 V 带的有效线差计算式完全相同，所以多楔带的有效线差计算结果总是负值。

(二) 拉伸试验方法

1. 试样

从一条带上切取长 250 mm 的三个试样。在其中画出测量伸长率用的间距为 100 mm 的标线。当从一条带上不能切出三个试样，则试样个数由带的制造方和使用方协商确定。

2. 试验程序

在(25 ± 5)℃ 的环境中，在拉力试验机上对试样进行拉伸试验。试验速度为(50±5)mm/min。

测定当试样拉断时的最大拉力，作为拉伸强度。

一般来说，标准测定值应是对三个测定值取平均值圆整至仅含两位小数所得到的结果。在夹持部位断裂的试样的测定值应予以舍弃，并在同一条带上再切取试样进行试验以补充缺少的测定值。

(三) 耐低温试验方法

1. 试样

同以上拉伸试验中同样的方法取试样，将试样在(100±2)℃的条件下放置 70^{+2}_{0} h 预处理，冷却至室温。

2. 试验方法

将预处理试样在(−30±1)℃的条件下放置 70^{+2}_{0} h 后取出，立即按表 12-11 所示弯曲条件沿圆筒以至少 90°的接触角进行弯曲，检查试样是否有裂纹。按带的实际使用情况或按供需双方协议选择正向弯曲和(或)反向弯曲试验条件。

表 12-11　弯曲条件

项　　目	正向弯曲	反向弯曲
实验室温度/℃	25±5	25±5
圆筒直径/mm	40	70

(四) 疲劳寿命试验

与同步带疲劳试验用三轮或两轮试验机不同，多楔带的疲劳试验使用四轮和三轮试验机。GB 13352—1998《汽车多楔带》中规定了有关的试验要求。

1. 试样

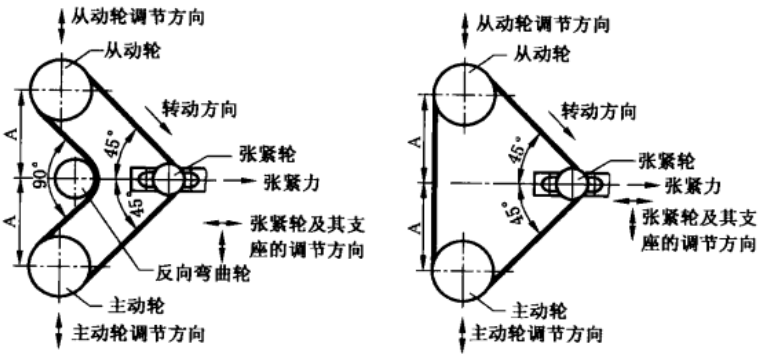
使用如表 12-12 所规定的试样。

2. 试验装置

动态试验装置及条件如图 12-16 所示。从动轮与功率吸收装置相连，张紧轮安装在滑道中，可在张紧力方向上移动。试验装置上有一个用来罩住试验传动装置，保持试验温度的恒温箱。箱内试验温度等试验参数如表 12-13 所示，带轮的截面尺寸及相关参数如表 12-14 和图 12-17 所示。实验室温度为(18～32)℃。

表 12-12　动态试验的试样

试验装置	带楔数	带的有效长度/mm
三轮试验机	3	850～1 000
四轮试验机	3	1 050～1 300



a) 四轮试验机　　b) 三轮试验机

注 1：45°是试验机开始时该夹角的大小，试验过程中可由于带的再张紧稍有改变。

注 2：安装在带轮上的带所在平面与由各带轮中心确定的平面的夹角应调整到 15′。

图 12-16　三轮及四轮试验机装置

表 12-13　试验参数

主动轮转速/(r/min)	传动功率/kW	张紧力/N	试验温度/℃
4 900±98	8	680±30	85±5

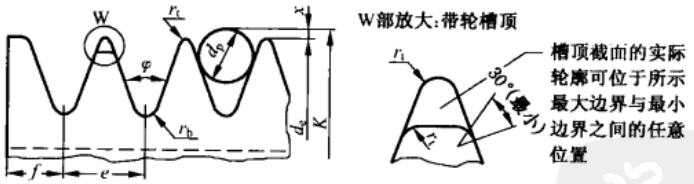


图 12-17　疲劳试验用带轮尺寸

表 12-14　疲劳试验用带轮尺寸

mm

项　　目	符　号	数　值	极限偏差
槽间距	e	3.56	±0.05[a,b]
槽角[c]	ϕ	40°	±1°
槽底弧半径[d]	r_b	0.5	−0.05
槽顶弧半径[d]	r_t	0.25	+0.10
主动轮和从动轮有效直径[e]	d_{el}	121	±0.02

续表 12-14　　mm

项　　目	符　号	数　值	极限偏差
张紧轮有效直径[e]	d_{e2}	55	±0.2
主动轮和从动轮有效直径[f]	d_{e1}	63	±0.2
反向弯曲张紧轮外径[g]	d_{e3}	76	±0.2
主动轮和从动轮节径[h]	d_p	$d_p=d_e+2\Delta e$	
有效线差	Δe	2	公称值
测量圆球或圆柱外切平行平面间距[i]	K	$K=d_r+2x$	
测量圆球或圆柱外切平行平面与带轮外缘的间距的二倍	$2x$	0.99	--
测量圆球或圆柱直径	d_B	2.5	±0.01
轮槽中心线到带轮端面的间距	f	2.5	最小值

a　系指两相邻轮槽对称轴之间的距离的偏差。

b　一个带轮所有 e 值的累积偏差应不大于±0.3 mm。

c　轮槽的对称轴与带轮轴线的夹角应为 90°±0.5°。

d　在本标准中规定了 r_b 和 r_t 极限偏差值，因它们在本标准中是试验轮的一个重要参数。

e　仅适用于三轮或四轮试验机。

f　仅适用于两轮试验机。

g　仅适用于四轮试验机。

h　多楔带与带轮配合时的实际节径比有效直径稍大，其准确值只有将所用多楔带安装在带轮上转动才能测得，有效线差的公称值（Δe=2 mm）可用来近似计算传动比。当需要更高的精确度时，应向带的制造者询问。

i　在一个带轮各槽上测得的有效直径的差值应不大于 0.15 mm。

3. 试验程序

（1）在张紧轮能在滑道上自由移动的情况下，对张紧轮施加表 12-13 所示张紧力并启动试验机，使主动轮达到规定转速，尽量快地向从动轮施加表 12-13 所示负荷，使功率吸收装置吸收规定功率。在这种情况下让试验机运转（5±0.25）min（不包括启动和制动时间）后，停机至少 10 min。然后用手转动带轮，使带转动数圈，立即将张紧轮支座固定在其移动范围的中心位置上。在恒温箱内温度达到（85±5）℃后再重新启动试验机。在主动轮达到规定转速后，向从动轮施加规定负荷。立即测量主动轮和从动轮之间的滑动率。

（2）以此时作为疲劳寿命的计时起点，运转 10 h 以后每隔 2 h 测定一次滑动率并停机检查带的破损情况，然后重新启动试验机。

（3）当滑动率增量达到 4%时，停机，待装置和试样冷却至（15～35）℃之后，对带进行再张紧，然后重新启动试验机。

（4）当滑动率增量第三次达到 4%时，或当带出现图 12-18 所示破损情况时，终止试验并记录疲劳寿命。

注 1：停机时间不记入疲劳寿命。

注 2：每次停机前应先去掉负荷。每次重新启动后应待主动轮达到规定转速后重新迅速地向从动轮施加规定负荷。停机时间是指从去掉负荷到重新施加规定负荷的时间间隔。

注 3：如试验带轮是新的，必须用非试验带按上述试验条件和方法进行 48 h 以上的适应性运行，方可进行正常试验。

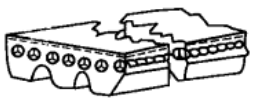
滑动率增量 g 用百分率表示，可按式(12-17)计算：

$$g=(i_0-i_f)\times 100 \quad \cdots\cdots (12\text{-}17)$$

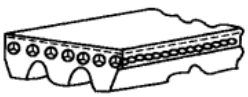
$$i_0=\frac{n_0}{N_0},i_f=\frac{n_f}{N_f}$$

式中：n_0——加上规定负荷后立即测定的从动轮转速；n_f——测量滑动率时的从动轮转速；N_0——加上规定负荷后立即测得的主动轮转速；N_f——测量滑动率时的主动轮转速。

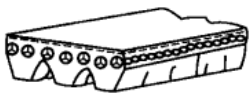
式中所有转速均为试验负荷下的转速。



断裂



局部掉胶(一处以上)



裂纹(扩展至芯绳)

图 12-18　疲劳试验的破损情况

第五篇

汽车用其他橡胶制品要求及试验方法

第十三章 概 述

除了前面介绍的轮胎、密封制品、橡胶软管、胶带等制品以外，汽车上还用到其他一些橡胶制品，如离合器气胎、橡胶堵塞、缓冲器、安全气囊、橡胶雨刷等等，与前面的产品相比，这些产品的国家标准和行业标准不是很多，有许多产品还是各个企业按照企业标准组织生产和验收，但这些产品也是汽车上使用的橡胶制品的重要组成部分，相信随着我国汽车及相关工业的发展，这一部分产品的标准化体系会逐渐得到充实和完善。我们尽可能地收集了一些这些产品的国家标准和行业标准，在这里作一个简单的介绍。

本书第二篇密封制品的概述中的内容，即材料分类、制品的公差、外观质量、标志、包装、运输等要求均适用于本篇，这里就不再重复。

第十四章 汽车用其他橡胶制品要求及试验方法

一、汽车悬架用空气弹簧橡胶气囊

GB/T 13061—1991《汽车悬架用空气弹簧　橡胶气囊》规定了汽车悬架用空气弹簧橡胶气囊的有关要求，适用于汽车（含城市用无轨电车）悬架用空气弹簧橡胶气囊，其他车辆用橡胶气囊可参照执行。

1. 有关术语

（1）标准高度 H_0：空气弹簧总成（以下简称气簧）的一个设定高度。以此高度为计算变形量的起始点，压缩为正向，伸张为负向。

（2）标准内压 P_0：为使气簧在标准高度时承受设计负荷而选取的内压，一般在（0.4～0.6）MPa 范围内选取。

（3）标准状态：气簧在标准高度、标准内压时的工作状态。

（4）有效面积 A_e：计算按式（14-1）。

$$A_e = 1\,000\,W/P \quad \cdots\cdots (14\text{-}1)$$

式中：A_e——气簧有效面积，mm^2；W——气簧负荷，kN；P——橡胶气囊（以下简称气囊）的内压（相对内压），MPa。

若无说明，A_e 为气簧在标准状态下的值。

（5）有效直径 D_e

按有效面积计算的圆直径。

（6）最大行程 S_m：气簧在结构上可能达到的最大伸张变形量与最大压缩变形量的绝对值之和。

（7）许用工作行程 S_w：留有保险余地后允许气簧在工作时出现的最大伸张变形量与最大压缩变形量（分别简称许用最大伸张值和许用最大压缩值）的绝对值之和。

（8）最大外径 D_m：气簧处于标准状态后，在最大行程内气囊所达到的最大外部直径。

2. 产品分类

（1）产品类型

气囊可分为囊式、膜式和混和式三大类型。

（2）产品型号

□ □ □ × □

□ —— H_0，mm

□ □ □ —— 标准状态下的 D_e，mm，尾数不为零时向上进一位

□ □ —— P_0，MPa，用第一位有效数字表示

□ —— 类型。用 B 代表囊式，D 代表膜式，C 代表混和式

示例：型号 D5-270×260，表示标准内压为(5.0～5.9)MPa、有效直径为(261～270)mm、标准高度为 260 mm 的膜式气囊。

3. 技术要求

(1) 气囊内外层胶胶料的物理机械性能应符合表 14-1 的规定。

表 14-1　气囊内外层胶胶料物理机械性能

性能名称	指标	试验方法
拉伸强度/MPa	≥20(15[a])	GB/T 528
拉断伸长率/%	≥500	GB/T 528
拉断永久变形/%	≤35	GB/T 528
硬度(邵尔 A 型)/度	55～65	GB/T 531
曲挠龟裂(三级裂口)/万次	≥50	GB/T 13934
老化后抗张积百分变化率[b]/%	≥－20	GB/T 3512

[a] 适用于采用 50%以上的丁基类橡胶的内外层胶。

[b] 热空气老化条件：温度 70 ℃，时间 96 h。

(2) 气囊的外观质量应满足以下要求：

1) 帘线不得外露，帘布无脱层或损伤现象。

2) 气囊内外表面均不得有气泡、裂口、损伤或异物混入胶层；缺胶不得超过三处，每处深不得超过 0.3 mm，面积不大于 100 mm^2；腰环定位圈缺胶部分的长度不得超过定位圈外周长的 1/10；子口配合面不得缺胶。

3) 子口钢丝不得有断裂和上抽现象，子口应能保证总成装配完好。

4) 产品标志清晰可辨。

(3) 气簧在伸缩过程中，气囊不得有异常变形和漏气现象。最大行程和最大外径应符合设计要求。

(4) 气囊 24 h 的内压降不得超过 0.02 MPa。

(5) 气囊的破坏内压不得低于 2.00 MPa。

(6) 气囊帘布层间的粘附强度不得低于 6 kN/m。

(7) 气囊的台架寿命不得低于 300 万次。

4. 成品试验方法

(1) 试样

伸缩试验、气密试验、弹簧特性试验、破坏试验、剥离试验用同一试样依次进行，台架寿命试验用另一试样。

成品试验应将气囊与合格的零部件装配成气簧进行。

(2) 试验条件

试验的一般条件应符合 GB/T 2941 中的有关规定，其中成品试验的环境温度可放宽至(23±15)℃。

(3) 试验设备

伸缩试验、弹簧特性试验在材料试验机或其他可以指示、记录负荷并调节高度和变形速度的类似设备上进行；气密试验、破坏试验在专用试验台或其他可以调节高度的类似设备上进行；台架寿命试验在弹簧试验机或其他可以连续上下动作的类似设备上进行。这些试验

均需要能够指示并调节压力的供气(水)系统,还需能将气簧固定在试验机台上的专用夹具。胶料物理机械性能试验、剥离试验按有关标准的规定在相应的设备上进行。

(4) 试验程序及结果

1) 伸缩试验

将气簧调至标准状态,断开气源,在最大行程内缓慢地伸缩五次。测量伸缩过程中气囊的最大外径,检查伸缩过程中气囊有无异常变形和漏气现象。

2) 气密试验

将气簧调至标准状态,断开气源,30 min 后记录初始内压(应在 $P_0 \pm 0.02$ MPa 的范围内)和初始环境温度并开始计时,24 h 后记录气囊的终止内压和环境温度,气囊的 24 h 内压降由式(14-2)给出:

$$\Delta P = P_s - P_e T_s / T_e \cdots\cdots (14\text{-}2)$$

式中:ΔP——气囊 24 h 内压降,MPa;P_s——气囊初始内压的绝对压力,MPa;P_e——气囊终止内压的绝对压力,MPa;T_s——初始环境温度,K;T_e——终止环境温度,K。

3) 弹簧特性试验

将气簧调至标准状态,断开气源,使其上升到许用最大伸张状态并停留 5 min 时间,然后以 10 mm/min 的速度将气簧压缩到许用最大压缩状态,连续记录压缩过程的变形量-负荷曲线和变形量-内压曲线。在不具备连续记录条件的情况下,允许用最大伸张状态开始,每变形 10 mm 读一次变形量、负荷和内压值,但压缩过程应该连续。

再将气簧调至标准高度,分别充以 $P_0 - 0.20$ MPa、$P_0 + 0.20$ MPa 的气压,重复上述试验过程。

以上述三种试验过程所得变形量-负荷、变形量-内压和变形量-有效面积的曲线(或数据组)表示气簧的弹簧特性。

4) 破坏试验

将气簧固定在标准高度,以不超过 1.0 MPa/min 的速度平缓地向气囊内充以高压水直至气囊破坏,记录气囊破坏前的最高水压,以此作为气囊的破坏内压。

5) 剥离试验

气囊帘布层间的剥离试验按 GB/T 519 的第 7 章进行,试样的裁取应尽量远离气囊的破坏部位。

6) 台架寿命试验

将气簧调至标准状态,断开气源,以 3 Hz 的频率和许用最大压缩值的一半为振幅反复伸缩振动,直到气囊损坏为止。

试验过程中,应随时向气囊补充气压,以保证标准高度时的内压在 $P_0 \pm 0.02$ MPa 的范围内,还应不间断地向气囊表面吹风。

气囊试验前以及试验到 100 万、200 万、250 万、280 万、300 万次时,应参照气密试验对气囊进行 1 h 的气密试验,并测量其标准状态下的最大外部直径,此后每振动 20 万次均进行一次 1h 的气密试验和测量一次外径。当气囊 1 h 的内压降达到 0.02 MPa 后,即认为气囊已经损坏,停止试验并以此时的累计振动次数作为气囊的台架寿命。气囊达到规定的振动次数而未损坏时,亦可以停止试验,但要注明此时的 1 h 内压降和外径。

试验可以间断进行,但一个气囊振动 300 万次的时间一般不得超过 30 d。

二、离合器用橡胶气胎

离合器用橡胶气胎是连接和卸开传递动力矩的重要传动元件。其形状与汽车轮胎相似，为环形气囊结构，由外层胶、帘布层、内层胶（气密层）、气嘴和连接片等部件组成。离合器橡胶气胎的优点是传动柔和、能抗冲击和振动，并能补偿相连两轴间不大的不平行度和不同轴度。被广泛用于金属加工、矿山、石油、造纸和工程机械等领域。

HG/T 2293—1992《离合器用橡胶气胎》作了有关的规定。

1. 分类

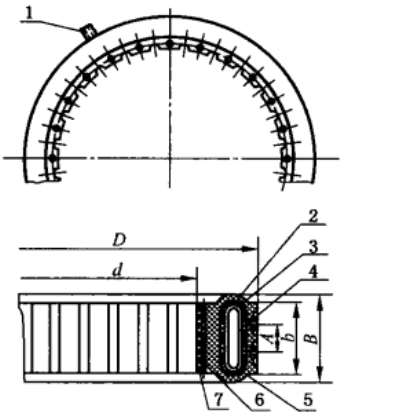
离合器用橡胶气胎按结构分为普通型（1 型）和通风型（2 型）两种型式。

（1）1 型橡胶气胎

1 型橡胶气胎的结构如图 14-1 所示，其尺寸公差列于表 14-2，表 14-2 中离合器规格为离合器摩擦轮公称直径×离合器摩擦轮公称宽度。

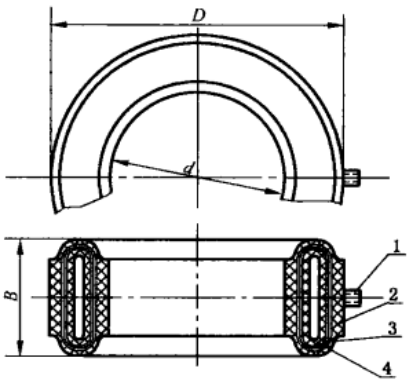
（2）2 型橡胶气胎

2 型橡胶气胎的结构如图 14-2 所示，其尺寸公差列于表 14-3，表 14-3 中离合器规格为离合器摩擦轮公称直径×离合器摩擦轮公称宽度。



1——金属气嘴；2——外胶层；3——帘布层；
4——金属连接片；5——内胶层；
6——销孔；7——帆布层。

图 14-1　1 型橡胶气胎示意图



1——金属气嘴；2——外胶层；
3——帘布层；4——内胶层。

图 14-2　2 型橡胶气胎示意图

2. 标记

采用汉语拼音字母和数字，以“产品名称、型号、摩擦轮公称直径、摩擦轮公称宽度、制造单位、标准号”对产品进行标记。

示例：　FN　1　500×125　××　HG/T ××××—××××

- HG/T ××××—××××：标准号
- ××：制造厂代号
- 500×125：离合器摩擦轮公称宽度
- 500：离合器摩擦轮公称直径
- 1：气胎型别
- FN：离合器用橡胶气胎

表 14-2　1 型橡胶气胎尺寸和公差

离合器规格	摩擦轮外缘尺寸			摩擦轮宽度	固定销孔数量和尺寸		连接片个数和螺纹规格		气嘴个数和螺纹规格		连接片中心距/mm	备注
	内径 d/mm	外径 D/mm	截面宽度 B/mm	b/mm	销孔个数	销孔尺寸/mm	连接片个数	螺纹规格	气嘴个数	螺纹规格		
290×100	224±1.5	290±1.5	93±1	78±1	24	φ4	6	12M10×1.5	1	M20×1.5	30±0.5	
300×100	315±1.6	389±2	115±1	98±1		φ4.5		M10×1			40±0.5	
500×125	521±2.5	645±3	152±1	125±1		φ6				M20×1.5 M30×1.5	60±0.5	
600×125	617±3	743±2			28	φ6.5		M12×1.5		M33×1.5		
700×135 带钢圆	722±3	814±3	168±2	137±1.5	36	φ8	—	—	2	—	—	
700×200	725±3	880±3	246±2	198±1.5			8	M12×1.25		M33×1.5	65±0.5	
1 000×200	880±3	973±3		200±1			11	—	—		—	
770×136	684±3	770±3	166±1	135±1	32		8	M12×1.25	1	—	65±0.5	特殊结构
1 070×200	1 044±3	1 270±3	246±3	198±1.5	52		14			M45×1.5		
CBC700	722±1.5	814±1.5	164±1	137±1	36	φ6	6		2	M20×1.5	70±0.5	

表 14-3　2 型橡胶气胎的尺寸和公差

离合器规格	摩擦轮外缘尺寸			气嘴个数和螺纹规格	
	内径 d/mm	外径 D/mm	截面宽度 B/mm	气嘴个数	螺纹规格
318×100	318±1.6	358±1	100±1	1	—
400×130	277±2	419±2	130±1		
450×130	455±2	482±2	132±1		
580×150	540±2.5	580±2.5	150±1		
500×200	615±2	675±2	264±1	2	M20×1.5 M30×1.5
500×260	615±3	675±3	262±2		M20×1.5
610×160	612±3	670±3	160±1	4	—
610×260					
965×305	1 098±3	1 146±3	315±1		20-14NPT
1 070×200	1 114±3	1 270±3	230±1	2	M33×1.5 M45×1.5
1 168×305	1 310±3	1 380±3	315±1	4	20-14NPT
1 170×250	1 303±3	1 367±3	264±1	2	
LT700/1350Y 隔膜式	810±1	870±1	173±0.5	—	

3. 技术要求

(1) 橡胶气胎所用原材料及制造工艺应符合有关技术规范要求。

(2) 橡胶气胎材料物理性能应符合表 14-4 的规定。试样取自产品，若不能直接从产品上制取时，可以从制造该产品的同批胶料，采用与产品相当的硫化条件，制取标准试样，并在试验报告中加以说明。试样调节按 GB/T 2941 规定。

表 14-4　橡胶气胎物理性能

层　次	项　目		指　标	试 验 方 法
外胶层	硬度(邵尔 A 或 IRHD)/度		60±5	GB/T 531、GB/T 6031(仲裁法)
	拉伸强度/MPa		≥16	GB/T 528
	拉断伸长率/%		≥450	GB/T 528
	压缩永久变形(100 ℃×22 h)/%		≤60	GB/T 7759
	热空气老化(100 ℃×24 h)	拉伸强度变化率/%	−20～10	GB/T 3512
		拉断伸长率变化率/%	≥−30	
内胶层	硬度(邵尔 A 或 IRHD)/度		50±5	GB/T 531、GB/T 6031(仲裁法)
	拉伸强度/MPa		≥16	GB/T 528
	拉断伸长率/%		≥450	GB/T 528
帘布层	橡胶与帘布粘着强度/(kN/m)		≥4.5	GB/T 532
	帘布层与帘布层间粘着强度/(kN/m)		≥4	
注：用合成橡胶 50%以上(包括 50%)，拉伸强度应不少于标准的 90%。				

(3) 产品的外观应整洁，毛刺应清除干净，产品的外观质量应符合表 14-5 和表 14-6 规定的要求；外观质量用目视或精度为 0.02 mm 量具进行检验。产品的外型(尺寸)应符合设计要求；尺寸采用精度为 0.5 mm 或 1 mm 的量具测量。

表 14-5　1 型橡胶气胎外观质量

序 号	缺 陷 名 称	要　求
1	胎侧露帘布纹	允许有轻微露帘布纹，但总长度不超过周长的 1/4
2	销孔裂缝	裂缝长度不大于 7 mm，深度不超过总长度的 10%
3	起泡	不允许
4	气嘴螺丝脱扣	
5	连接片螺丝脱扣	不超过两片，但不得连续
6	连接片边部裂口	允许有，不得露帘布。总长度不超过连接片的 1/3。公称直径为 600 mm以下者，不超过两片；700 mm 以上者，不超过五片
7	气嘴歪斜	两边垂直高度差不大于 3 mm
8	气嘴凹陷	公称直径 300 mm 以下者，外露不少于 14 mm；公称直径为 500 mm、600 mm 者，外露不少于 16 mm；700 mm 以上者，外露不少于 18 mm
9	销孔弯曲	不允许
10	明疤重皮	深度不超过外层胶厚度 20%，每处长、宽分别不大于 12 mm、10 mm。公称直径在 500 mm 以下者，应不多于两处，在 500 mm 以上者，应不多于四处

表 14-6　2 型橡胶气胎外观质量

序号	缺陷名称	要　求
1	模缝溢胶厚度	1 mm 以下
2	胎侧露帘布纹	允许有轻微露帘布纹，但总长度不超过周长的 1/4
3	起泡	不允许
4	明疤重皮	深不超过外胶厚度的 20%，每处长、宽分别不大于 12 mm、10 mm。公称直径在 500 mm 以下者，应不多于两处；在 500 mm 以上者，应不多于四处
5	气嘴倾斜	两边垂直高度差不大于 3 mm

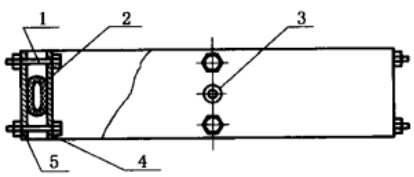
(4) 气胎的工作压力为 0.75 MPa。

4. 压力试验方法

该方法是将橡胶气胎充入规定压力，经一定时间后，由气胎的密封及外形变化情况来判定橡胶气胎的承压能力。

(1) 试验装置

采用最高压力为 50 MPa 的 Y_2-150 水压爆破机；气胎内、外夹持圈各 1 只；固定螺杆 4 只，进水嘴子 1 只。



1——固定螺杆；2——气胎试样；3——进水嘴子；4——气胎内夹持圈；5——气胎外夹持圈。

图 14-3　气胎压力试验示意图

(2) 试验条件

试验应为常温；试验介质为自来水；试验水压(1.5±0.1)MPa。

(3) 试验程序

将气胎试样用内外圈固定好，放正。把进水嘴子插入样品的气嘴中，封好，不许漏水。用橡皮管子把爆破机接通，然后开动电源，打开水源使爆破机打压进水(见图 14-3)，按规定要求进行试验。

(4) 试验结果评定

当水压升到(1.5±0.1)MPa 时，保压 10 min，在保压期间内，压力下降在 0.05 MPa 以内，而且气胎外形膨胀均匀一致为合格品。当水压上升过程中有水浸出，或气胎膨胀不均，则为不合格品。

三、车辆蓄电池用硬质橡胶

车辆蓄电池用硬质橡胶用于制造汽车、机车、叉车等车辆起动、照明提供直流电源的蓄电池的容器。HG/T 2699—1995《车辆蓄电池用硬质橡胶技术条件》对其作了相关规定。

(1) 硬质橡胶所用原材料及制造工艺，应符合有关技术规范。

(2) 外观质量：胶料应混炼均匀。用放大倍数 5 倍的放大镜检查，不允许有大于 0.2 mm的团粒及杂质。

(3) 物理性能：硬质橡胶的物理性能应符合表 14-7 规定。

表 14-7　硬质橡胶的物理性能

物理性能		指　标	试验方法
击穿强度/(kV/mm)	大于	15.0	GB/T 1695
横向折断强度/MPa	大于	20.0	HG/T 3844
冲击强度/(J/m³)	大于	5.0×10^4	HG/T 3845
压碎强度/MPa	大于	35.0	HG/T 3863
马丁耐热/℃	不低于	45	HG/T 3847
铁含量/%	小于	0.02	JB/T 3076

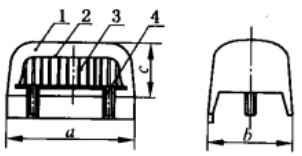
四、车辆用橡胶缓撞器

HG 2864—1997《车辆用橡胶缓撞器》规定了车辆用橡胶缓撞器的分类、规格尺寸、技术要求、检验规则以及运输、包装、贮存的要求。

1. 产品分类

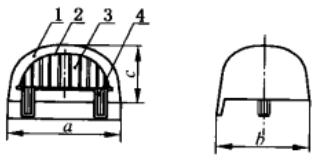
(1) 型号与结构

缓撞器分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ型，其结构分别如图 14-4、图 14-5、图 14-6 所示。



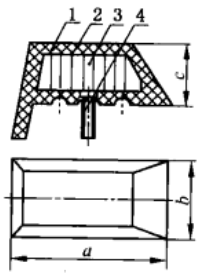
1——橡胶；2——防撞壳；
3——铝片缓冲器；4——螺钉。

图 14-4　Ⅰ型



1——橡胶；2——防撞壳；
3——铝片缓冲器；4——螺钉。

图 14-5　Ⅱ型



1——橡胶；2——防撞壳；
3——铝片缓冲器；4——螺钉。

图 14-6　Ⅲ型

(2) 规格尺寸

缓撞器规格尺寸应符合表 14-8 规定。缓撞器的尺寸用卷尺、卡尺测量。

表 14-8　缓撞器规格尺寸

mm

规格符号	Ⅰ型		Ⅱ型		Ⅲ型	
	尺寸	极限偏差	尺寸	极限偏差	尺寸	极限偏差
a	270	±2	210	±2	160	±2
b	180		174		100	
c	110		110		85	

(3) 产品标记

缓撞器按下列顺序标记：产品名称　型号　标准号

示例：Ⅰ型缓撞器标记为：车辆用橡胶缓撞器Ⅰ型 HG 2864—1997

2. 技术要求

(1) 缓撞器表面质量用目测，表面质量应符合下列要求：

1) 缓撞器表面不得有明疤和缺胶。

2) 缓撞器表面不得有裂口，螺栓不得锈蚀及有机械损伤。

3) 缓撞器用的铆、焊应粘接牢固，不得有缝隙。

(2) 缓撞器用胶料物理性能应符合表 14-9 的规定。

表 14-9　缓撞器用胶料物理性能

序　号	项　目		指　标	试验方法
1	硬度(邵尔 A)/度		60～70	GB/T 531
2	拉伸强度/MPa		≥3	GB/T 528
3	拉断伸长率/%		≥250	GB/T 528
4	压缩永久变形(70 ℃，22 h，25%)/%		≤28	GB/T 7759
4	热空气老化 (70 ℃×48 h)	拉伸强度降低率/%	≤15	GB/T 3512
		拉断伸长率降低率/%	≤30	
5	脆性温度/℃		≤−35	GB/T 1682

五、橡胶堵塞

汽车行业标准 QC/T 624—1999《橡胶堵塞》规定了汽车上堵孔用橡胶堵塞的型式、尺寸和技术条件。

1. 型式与尺寸

橡胶堵塞型式见图 14-7，尺寸见表 14-10。

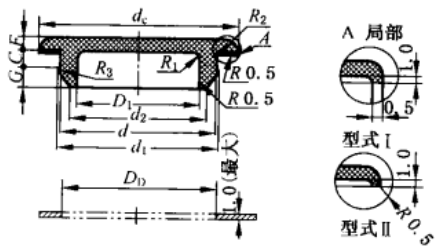


图 14-7　橡胶堵塞型式

2. 技术条件

(1) 材料

堵塞用硫化橡胶制造，技术要求按HG/T 2196规定。

(2) 颜色由供需双方协商。

(3) 验收检查、标志与包装按 GB/T 90 的规定。

3. 产品编号

示例：D=12 mm 橡胶堵塞的编号：Q72712

表 14-10　橡胶堵塞的尺寸

D_0/mm	d/mm		d_c/mm	d_1/mm		d_2/mm	D_1/mm	F/mm	G/mm	R_1/mm	R_2/mm	R_3/mm	C/mm
	基本尺寸	极限偏差		基本尺寸	极限偏差								
12	12	+0.4 0	18	14	+0.3	10	8	2	4	2	3	0.5	1
16	16		23	18		14	12						
20	20		28	22		18	15	2.5		2.5	3.5		
25	25		34	28		23	20						

续表 14-10

D_0/mm	d/mm 基本尺寸	d/mm 极限偏差	d_c/mm	d_1/mm 基本尺寸	d_1/mm 极限偏差	d_2/mm	D_1/mm	F/mm	G/mm	R_1/mm	R_2/mm	R_3/mm	C/mm
30	30	+0.5 0	39	33	+0.4	28	25	3	5	3	4	0.7	1
35	35		45	38		32	29						
40	40	+0.6 0	50	44	+0.5	37	33		6	3.5	4.5	1.0	
45	45		56	50		42	38						
50	50	+0.7 0	62	55		47	42			4	5		
55	55		68	60		52	46						

六、摩托车和轻便摩托车发动机用石棉橡胶垫片

QC/T 684—2002《摩托车和轻便摩托车发动机用石棉橡胶垫片技术条件》规定了摩托车和轻便摩托车发动机用石棉橡胶辊压材料制造的摩托车和轻便摩托车发动机用垫片(以下简称垫片)的技术要求。

1. 技术要求

(1) 垫片应按经规定程度批准的产品图样及技术文件制造。

(2) 在正常光线下目测,垫片表面应光滑,无气泡、分层、划痕、棉束等影响密封效果的缺陷。

(3) 在正常光线下目测,垫片的冲压边缘应光滑、无毛刺。

(4) 垫片的厚度公差及允许偏差应符合表 14-11 规定。垫片的厚度以工作面直径为(6～10)mm,厚度用 0.01 的千分尺测量,一个垫片测量三点,以算术平均值作为厚度测量结果。

(5) 垫片材料的物理化学性能应符合表 14-12 规定。

表 14-11　垫片的厚度公差及允许偏差　　mm

厚　度	厚　度　公　差	同一垫片任意两点间厚度允许偏差,不大于
0.4	±0.04	0.05
0.5	±0.05	0.05
0.6	±0.05	0.05
0.8	±0.05	0.05
1.0	±0.05	0.05

表 14-12　垫片材料的物理化学性能

项目名称		试验条件	技术指标	试验方法
基本特性	横向拉伸强度/MPa ≥	常温、空气中拉伸	15	GB/T 541
	密度/(g/cm³)		1.7～2.0	GB/T 541
	压缩率/%		15±5	GB/T 541
	回弹率/% ≥		55	GB/T 541

续表 14-12

项目名称		试验条件	技术指标	试验方法
基本特性	软性	(15～30)℃	无裂纹	GB/T 3985
	应力松弛率/%　≤		30	GB/T 3985 附录 A
	腐蚀性	温度(70±2)℃，在蒸馏水蒸汽中放置 24 h，对硬铝板	无腐蚀	以下试验方法的 2
	气密性	(0.2～0.25)MPa 的压缩空气，在水中保持 10 min，常温、常压	无气泡	以下试验方法的 3
耐油性	横向拉伸强度减少率/%≤	温度(150±2)℃，在符合 GB/T 440要求的 20 号航空润滑油中浸泡 5 h 后取出、在(15～30)℃下放置 30 min	30	GB/T 540
	浸油增厚率/%　≤		18	GB/T 540
	浸油外观变化		不允许起泡	GB/T 540
	横向拉伸强度/MPa　≥	温度(15～30)℃，在 75 号航空汽油或符合 GB 6537 要求的 3 号喷气燃料中浸泡 5 h 后取出，放置 5 min	10	GB/T 540
	浸油增厚率/%　≤		20	GB/T 540
	柔软性		无裂纹	GB/T 540
	油密封性	温度(15～30)℃，介质为 75 号航空汽油或符合 GB 6537 要求的 3 号喷气燃料，压力为 15 MPa，保持 30 min	完全密封	GB/T 540

2. 试验方法

(1) 浸油横向拉伸强度减少率的计算

垫片材料的浸油横向拉伸强度试验按 GB/T 540 的规定，浸油横向拉伸强度减少率按式(14-3)计算：

$$S=\frac{y_1-y_2}{y_1}\times 100 \quad \cdots\cdots (14\text{-}3)$$

式中：S——浸油后拉伸强度减少率，%；y_1——浸油前拉伸强度，MPa；y_2——浸油后拉伸强度，MPa。

计算结果精确至小数点后两位，按 GB/T 8170 进行修约。

以三个试样横向拉伸强度减少率的算术平均值作为报告值。

(2) 垫片材料的腐蚀性试验

1) 试验设备

a. 游标卡尺：精度为 0.02 mm；

b. 电热干燥箱：温度控制灵敏度±2 ℃；

c. 干燥器；

d. 2A12 硬铝板：化学成分应符合 GB/T 3190 的要求，接触试样面粗糙度为 $Ra1.6\ \mu m$；

e. 0 号砂布；

f. 搪瓷盘。

2) 试验步骤

a. 准确裁取 50 mm×20 mm 的试样三片；

b. 将试样在温度为(100±2)℃的电热干燥箱中放置 1 h 后，移入干燥器冷却至室温；

c. 硬铝板接触试样面在试验前用 0 号砂布磨光；

d. 试样及硬铝板表面用脱脂棉蘸符合 GB 1922 要求的 NY-120 溶剂油擦拭干净。处理后的试样及硬铝板表面避免手指接触；

e. 将试样夹在两块硬铝板中间，并用夹紧装置将硬铝板夹紧，然后放入电热干燥箱；

f. 电热干燥箱内要放置盛有蒸馏水的搪瓷盘，试验过程中盘内蒸馏水不得蒸干；

g. 试验温度为(70±2)℃，时间 24 h。试验时将电热干燥箱的通气孔打开一半；

h. 24 h 后，将硬铝板从干燥箱中取出，在空气中冷却至室温。松开夹紧装置，打开硬铝板，取下试样。用脱脂棉蘸符合 GB 1922 要求的 NY-120 溶剂油擦拭硬铝板表面。

3) 结果判定

目视检查，两块硬铝板接触试样的表面及周边无斑点，试样无分层即为无腐蚀。

三组硬铝板表面及周边均无腐蚀，该试验结果为无腐蚀；若有一组或一组以上硬铝板表面及周边产生腐蚀则判定该试验结果为有腐蚀。

注：本腐蚀性试验中，试验温度、试验用金属板和结果判定与 GB/T 540 规定的不同。

(3) 垫片的气密性试验

1) 试验设备

a. 带有图 14-8 所示规格形状的密封面的金属腔体。密封面粗糙度为 $Ra3.2\ \mu m$，平面度为±0.05 mm。

b. M6 螺栓：五个，具体规格尺寸应符合 GB/T 5782—2000 的要求。

c. 气泵：带气压表。

d. 水槽。

2) 试验过程

常温、常压下，将准确裁取与气密性试验装置密封面规格形状相同的样片装在气密性试验装置上，拧紧螺栓，预紧力矩为(8～12)N·m，放入水槽中。为便于观察，以水位刚好没过气密性试验装置为宜。用气泵打入装置腔内(0.2～0.25)MPa 的压缩空气，观察试验装置的密封边缘是否有气泡生成。如在 10 min 内无气泡生成，判定为合格，否则判定为不合格。

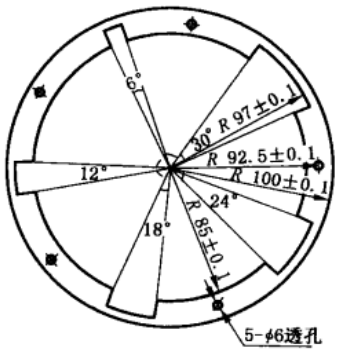


图 14-8　气密性试验装置密封面平面图

七、汽车转向盘聚氨酯泡沫包覆层

QC/T 703—2004《汽车转向盘聚氨酯泡沫包覆层技术条件》规定了适用于用模塑浇注发泡法一次成型的整体汽车转向盘聚氨酯泡沫包覆层有关技术条件，包覆层主体材料由聚醚-聚氨酯泡沫构成，不含全卤化含氟含氯烃类的发泡剂。

1. 技术要求

(1) 外观要求

1) 外观质量：汽车转向盘聚氨酯泡沫包覆层轮缘上表面应无缩孔、夹杂物、裂缝或其他对使用性能有影响的缺陷。

2) 颜色：汽车转向盘聚氨酯泡沫包覆层应与图样或比色图表标示的颜色色板相一致。

3）花纹：汽车转向盘聚氨酯泡沫包覆层花纹应与图样标示的花纹样板相一致。

（2）材料技术要求

汽车转向盘聚氨酯泡沫包覆层技术要求见表 14-13。

表 14-13　汽车转向盘聚氨酯泡沫包覆层技术要求

序号	项目		单位	技术指标
1	外观质量	耐热试验后相对初始状态	—	无变形、变色、析出物、缩孔和粉化等现象
		耐冷热交变试验后相对初始状态		
		耐光试验后相对初始状态		
2	邵尔 L 硬度	初始状态	HL	70
		耐热试验后相对初始状态变化	HL	±3
		耐冷热交变试验后相对初始状态变化	HL	±3
3	色牢度	耐热试验后相对初始状态变化	级	≥4
		耐冷热交变试验后相对初始状态变化	级	≥4
		耐光试验后相对初始状态变化	级	≥4
4	气味性能	40 ℃，24 h	级	≤2
		80 ℃，4 h	级	≤3
5	燃烧特性		mm/min	≤100

2. 试验方法

（1）试样

进行一次完整的试验至少需要 10 个转向盘样品。试样应是生产 3 d 以后的产品。

（2）试验的标准条件

按 GB/T 2918 的规定将试样进行状态调节并在此环境下进行试验。标准环境：温度为(23±2)℃，相对湿度为 50%±5%，试验前样品处理时间至少 8 h。

（3）外观质量检查

将按规定处理的初始样品和按耐热试验、耐冷热交变试验和耐光性试验的规定条件试验后的样品，在标准环境下进行目测检查对比。在试验报告中说明样品的颜色、花纹和表面状态等。

（4）邵尔 L 硬度试验

1）试验装置

邵尔 L 硬度计。

2）试验样品

试验样品是六个完整的转向盘。

3）试验步骤

将样品按试验的标准条件调节并按耐热试验和耐冷热交变试验的规定进行试验后，按下述方法进行试验。

a. 试验条件

按 GB/T 2918 的规定条件将试样状态调节并在此标准环境下进行试验。标准状态：温

度为(23±2)℃，相对湿度为50%±5%。处理时间不少于8 h。

b. 测量点数量

a) 两辐条的转向盘测量点数目：四个测量点，每个辐条左右各测一点。

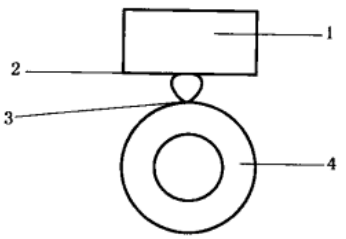
b) 三辐条的转向盘测量点数目：六个测量点，每个辐条左右各测一点。

c) 四辐条的转向盘测量点数目：四个测量点，上轮缘测两点，下轮缘测两点。

c. 测量点的位置和距离

测量点的位置应选择在转向盘轮缘正面的最高点处。轮缘最高点剖面示意见图14-9。

选择测量点时要注意避开表皮的接缝处，测量点距辐条连接点一般应大于50 mm。特殊情况下，如果连接点之间距离小于100 mm，则测量点不受大于50 mm测两点的限制，应选在中间部位测一点。



1——硬度计；2——压头；
3——轮缘最高点；
4——轮缘。

图14-9　轮缘最高点剖面图

d. 试验步骤

把硬度计压头平稳无冲击地放在方向盘轮缘最高点处，保持硬度计与轮缘垂直。施加规定的载荷，3 s后立即读数。如果规定要瞬时读数，则应在施加载荷后压头与试样完全接触1 s内读数。

e. 试验结果表述

从硬度计上读取的数值即为所测定的硬度值。用符号HL表示。

以一组数据的算术平均值作为硬度。并修约到整数位。

(5) 色牢度试验

将样品按耐热试验、耐冷热交变试验和耐光性试验的规定进行试验后，按GB 250的原理和方法进行样品表面颜色的目测评定。

(6) 耐热试验

1) 试验装置

使用温度精确到±2 ℃的电热鼓风空气循环恒温烘箱，按GB/T 7141的规定将试验样品老化。

2) 试验样品

试验样品是两个完整的转向盘。

3) 试验步骤

将转向盘整个放在恒温烘箱中进行耐热试验，恒温烘箱温度控制在(100±2)℃，放置时间为(240±5)h，试验结束后取出样品，并在标准环境下放置1 h后进行检验。

(7) 耐冷热交变试验

1) 试验装置

试验推荐使用自动控制的温度湿度试验箱。温度精度为±2 ℃，湿度精度为±3%。

2) 试验样品

试验样品是两个完整的转向盘。

3) 试验步骤

将样品放入试验箱中，先进行一个预循环后再接着进行10个循环的试验。预循环需80 min，一个循环(T1～T6)需时623 min，整个试验需时6 310 min(约105 h)。耐冷热交变

试验条件见表 14-14。

试验结束后取出样品，并在标准环境下放置 1 h 后进行检验。

表 14-14　耐冷热交变试验条件

序　号	循环	升、降温速率/(℃/min)	温度/℃	相对湿度/%	一个过程时间/min
1	预循环	1	20～70	90～95	50
		0	70	90～95	30
2	T1	−0.25	70～−35	—	420
3	T2	0	−35	—	30
4	T3	2	−35～100	—	68
5	T4	0	100	—	50
6	T5	−2	100～70	—	15
7	T6	0	70	90～95	40

(8) 耐光性试验

1) 试验装置

耐光性试验箱(氙灯)按 GB/T 16422.2(方法 B)。整个试验过程保持干态试验条件，不需喷水。

2) 试验样品

试验样品是从转向盘轮缘直接切割的一段。每次至少检验两个转向盘。

3) 试验步骤

将取好的样品以不受任何外加力的方式固定于试样架上，使转向盘轮缘的正面朝向光源。按表 14-15 给出的耐光试验条件开始试验：总共进行 15 个循环的试验。一个循环由白天干燥和白天潮湿两个过程组成，过程的时间包含过渡升、降温时间。

试验结束后取出样品，并在标准环境下放置 1 h 后进行检验。

表 14-15　耐光性试验条件

序　号	循环过程	升、降温速率/(℃/min)	黑标准温度/℃	相对湿度/%	一个过程时间/h
1	白天干燥	1	80±2	20～30	12
2	白天潮湿	1	40±2	60～70	12

(9) 气味性能试验

1) 试验装置

a. 试验箱：有循环空气的恒温试验箱，温度精度控制在±2 ℃；

b. 容器：带有无味密封垫和盖的容积为 1 L 的玻璃容器。每次试验之前必须将容器进行清洗，以保证容器清洁、无味。

2) 试验样品

转向盘轮缘包覆泡沫层上整体剥下的一段，质量约为(20±2)g。

3) 试验步骤

在两个温度条件下进行试验，每次试验必须使用新制的样品，放有样品的玻璃容器盖严

后放置在恒温箱中。

试验一：温度(40±2)℃，时间(24±1)h，容器中加注 50 mL 蒸馏水，试样不与水接触；

试验二：温度(80±2)℃，时间(2±0.2)h。

4) 结果的评价

气味试验结果的评价分为六个等级，也可以是两个等级之间的中间值。评价至少应由三个测试者进行，结果取三个测试值的算术平均值，如果单个评价结果差别大于两级，则应由五个测试者进行重复测试，结果取五个测试值的算术平均值。

a. 对于试验一，试验结束后取出样品直接进行评价；

b. 对于试验二，试验结束后取出容器，使其冷却到的(60±2)℃，通过三个测试者评价后，需再将容器放入(80±2)℃的恒温箱中 30 min 后再进行评价；

c. 气味评价等级：

1 级：感觉不到气味；

2 级：可感觉到气味，但对人无刺激；

3 级：明显感觉到气味，但对人无刺激；

4 级：可明显感觉到气味，对人刺激大；

5 级：气味对人刺激强烈；

6 级：气味对人刺激强烈，不能忍受。

(10) 燃烧特性试验

按照 GB 8410 进行试验。如果不能从转向盘上制取符合尺寸要求的样品，则应按与生产工艺条件相一致的方法制取符合规定要求的试样。