

橡胶工业手册

第3版

橡胶制品(上册)

李敏 张启跃 主编

HANDBOOK
OF
RUBBER
INDUSTRY



化学工业出版社

橡胶工业手册

(第③版)

橡胶制品(上册)

李敏 张启跃 主编



化学工业出版社

·北京·

该书是《橡胶工业手册》(第3版):橡胶制品分册(上册)。主要对胶管、胶带、胶鞋、橡胶涂覆织物及其制品、胶乳及其制品、医用橡胶制品、与食物接触橡胶制品、体育文教及生活用橡胶制品等分别从结构、选材、配方设计、制造工艺及设备、检验与测试等角度进行了详细的介绍。内容丰富、具体,可供从事相关产品设计、研究、生产及应用的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

橡胶工业手册. 橡胶制品. 上册/李敏, 张启跃主编.
3版. —北京: 化学工业出版社, 2012.9
ISBN 978-7-122-12172-1

I. 橡… II. ①李…②张… III. ①橡胶工业-技术手册②橡胶制品-技术手册 IV. TQ33-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 174811 号

责任编辑: 赵卫娟 赵媛媛
责任校对: 蒋 宇

文字编辑: 徐雪华
装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司
装 订: 三河市万龙印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张55¼ 字数1672千字 2012年9月北京第3版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 298.00 元
京化广临字 2012—18 号

版权所有 违者必究

本书编写人员名单

第 1 章

- 1.1 王宇静
- 1.2 张芝静
- 1.3 李树军 张静菊
- 1.4 李树军 张静菊

第 2 章

- 2.1 徐桃源
- 2.2 徐桃源
- 2.3 刘岳兴
- 2.4 徐桃源 刘家兴
- 2.5 徐桃源 刘家兴
- 2.6 徐桃源 刘家兴
- 2.7 马隆芳 徐桃源
- 2.8 张顺和

第 3 章 王继业

第 4 章

- 4.1 沈但理

- 4.2 孙砚天 马燕红

- 4.3 由顺先

- 4.4 杨云良

- 4.5 沈但理 马庆华

第 5 章 曹奇健

第 6 章

- 6.1 张承焱

- 6.2 庄元晔

- 6.3 张承焱

第 7 章 王来春

第 8 章

- 8.1.1 胡妙林

- 8.1.2 胡妙林

- 8.1.3 翟祥国

- 8.1.4 胡妙林

- 8.1.5 胡妙林

- 8.2 王来春

出版者的话

《橡胶工业手册》于1973年问世，其修订版于1989年陆续出版发行，是我国橡胶行业最权威、最实用的大型工具书，深受广大读者的欢迎和厚爱。该手册的第1版和修订版曾分别获得原化学工业部科技进步奖，以及原中国石油和化学工业协会优秀图书奖。

《橡胶工业手册》（修订版）出版至今已有20多年的时间，在这期间，随着世界经济一体化的发展，橡胶工业国际化竞争越来越激烈，国际上的橡胶公司、轮胎公司和原材料公司不断经历分化、并购和重组，橡胶工业在这种竞争下也发生了翻天覆地的变化。为适应日益加剧的市场竞争，我国橡胶工业不断调整战略，加大科技投入，利用高新技术大力开发新产品、新材料、新设备、新工艺，进一步提高国际化、集团化和专业化程度。尤其是“十一五”期间，随着汽车、建筑、电子电气等行业的快速发展，对橡胶原材料和产品性能等也提出了越来越高的要求，迫使其不断更新换代。在这种情况下，代表20世纪80、90年代橡胶工业发展水平的《橡胶工业手册》（修订版）内容显然已经满足不了当前行业发展的需求，广大读者希望《橡胶工业手册》再次修订、更新的期望和呼声非常强烈。

化学工业出版社急行业之所需，在有关单位和专家学者的大力支持下，于2004年启动了《橡胶工业手册》（第3版）的修订组织工作。本次修订工作的主编由北京橡胶工业研究设计院、上海橡胶制品研究所、青岛科技大学、华南理工大学和北京化工大学等单位推荐的高水平专家担任，他们组织了国内科研、生产一线有实践经验和专业造诣的100多位专家和技术人员参与修订工作，历经数年的艰苦努力，克服重重困难，为《橡胶工业手册》（第3版）的顺利出版贡献了智慧和汗水。

《橡胶工业手册》（第3版）在秉承前两版实用性、简明性、全面性的基础上，重点突出了新牌号、新助剂、新工艺、新设备、新产品、新检测手段，旨在推陈出新，体现新发展，以跟上时代的步伐。在借鉴修订版风格的基础上删繁就简，大幅度减少篇幅，但有些内容由于近些年来发展比较平缓，技术层面变化不大，所以仅对个别设备和标准等进行了更新，在此对原作者表示感谢。

为了适应市场的变化，方便广大读者阅读，本次修订对整体结构进行了重新的规划和调整，《橡胶工业手册》（第3版）各分册名称如下：

- 《生胶与骨架材料》
- 《配合材料》
- 《配方与基本工艺》
- 《轮胎》
- 《橡胶制品（上、下册）》
- 《橡胶机械（上、下册）》
- 《试验与检验》

参与《橡胶工业手册》（第3版）修订工作的主编和新老作者们在时间紧、任务重的情况下，承担了为行业做贡献的责任，并很好地完成了这一艰巨的任务，同时，《橡胶工业手册》修订工作的顺利完成也离不开各主编所在单位强有力的协助与支持，借《橡胶工业手册》（第3版）即将出版之际，再次向各位主编和所在单位以及全体参编人员表示衷心的感谢！向为《橡胶工业手册》前几版编写做出重大贡献的老作者们表示由衷的敬意和感谢！

近年来，国内外科技发展速度很快，手册编写过程中坚持了实用、全面、新颖、简明的编写原则，力图更好地满足行业读者需要，但难免有不当之处，恳请读者多提宝贵意见和建议。

《橡胶工业手册》（第3版）编辑人员：周伟斌、宋向雁、李晓文、赵卫娟、杜春阳、冯国庆。

化学工业出版社
2011年12月

前 言

《橡胶工业手册》(第3版): 橡胶制品分册, 经过47位作者几年的共同努力终于与广大读者见面了。手册是我国橡胶行业的“百科全书”, 自20世纪70年代问世以来, 深受广大读者的欢迎与青睐; 自第二次修订以来, 历史的车轮又向前滚动了三十年, 在这期间, 我国橡胶工业发生了翻天覆地的变化。

随着我国橡胶科技水平的不断提高, 橡胶工业生产规模的持续扩大与拓展, 我国已发展成为世界头号橡胶大国, 年耗胶量已稳居全球之首。在这样的背景下, 20世纪80年代修订出版的《橡胶工业手册》无论从内容、篇幅, 还是从技术水平和业务内涵来看, 都已远远不能满足当前广大读者, 尤其是青年读者的需求和期望。为此, 在上一版的基础上, 结合当代橡胶工业发展的“热点”、难点, 对《橡胶工业手册》进行了第3次的修订。

本分册的篇幅较大, 由修订版的第五、六、七三个分册的内容缩编而成, 主要对非轮胎橡胶制品的分类、性能要求、结构特点、胶料配方、制造工艺、成品检验和质量标准等进行介绍。本分册共分为上、下两个分册: 上册包括胶管、胶带、胶鞋、橡胶涂覆织物及其制品、胶乳及其制品、医用橡胶制品、与食物接触橡胶制品、体育文教及生活用橡胶制品等; 下册包括橡胶密封制品、建筑工程橡胶制品、橡胶减震制品、海绵橡胶制品、胶板与防水卷材、胶辊、橡胶衬里、纺织橡胶制品、汽车橡胶制品、印刷橡胶制品、油田用橡胶制品、橡胶电绝缘材料、橡胶胶黏剂等。

在内容编排上, 充分考虑到读者的实际需求, 力求把生产实践中经常碰到的“疑点”、“难点”反映在书中。针对这些“疑点”、“难点”提出了切实可行的解决措施和方案。书中巧妙地把先进性和适应性糅合在一起, 让读者备感“炙口”。而且, 书中记录了大量作者在科研和生产实践中长期积累起来的经验和体会, 增加了本书的“可信性”。

本书的编写除了各位参编作者的辛勤劳动和无私奉献外, 还得到了作者所在单位领导的大力支持和帮助, 在此一并表示感谢。愿本书成为各位读者的挚友, 如能对读者工作、学习和业务拓展有点滴帮助, 我们将感到无比的欣慰与自豪。

编 者

2012年4月

目 录

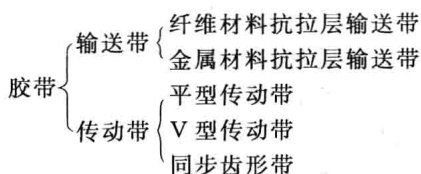
第 1 章 胶带	1
1.1 输送带	1
1.1.1 输送带的结构和分类	1
1.1.2 输送带用抗拉层材料和选型计算	3
1.1.3 输送带配方设计	17
1.1.4 输送带制造工艺	22
1.1.5 输送带质量标准	38
1.1.6 输送带成品试验方法	46
1.1.7 输送带的连接和使用保养	47
1.2 平型传动带	51
1.2.1 平型传动带的结构和品种	51
1.2.2 平型传动带配方及选用原则	54
1.2.3 平型传动带的制造工艺	57
1.2.4 平型传动带性能指标	68
1.2.5 平型传动带试验方法	72
1.2.6 平型传动带的连接	72
1.3 V带	74
1.3.1 V带的品种和结构	74
1.3.2 V带的设计	85
1.3.3 V带的制造工艺	91
1.3.4 V带的规格及物理机械性能	99
1.3.5 V带的使用和保养	114
1.4 同步带	121
1.4.1 同步带的结构和品种规格	122
1.4.2 同步带的设计与计算	126
1.4.3 同步带制造工艺	138
1.4.4 同步带性能指标	142
1.4.5 同步带检测方法	148
1.4.6 同步带的使用保养	155
参考文献	159
第 2 章 胶管	160
2.1 胶管的品种和分类	160
2.1.1 胶管的品种	160
2.1.2 胶管的分类	169
2.1.3 胶管规格表示方法	171
2.1.4 胶管计量表示方法	171
2.2 胶管结构和主要性能指标	172
2.2.1 产品结构	172
2.2.2 胶管的主要性能和指标	179
2.3 胶管骨架材料	187
2.3.1 骨架材料的作用、要求和基本性能	187
2.3.2 常用骨架材料的品种和性能	190
2.4 胶料配方及设计	197
2.4.1 制造胶管用胶料的要求	197
2.4.2 配方设计	199
2.4.3 胶管配方举例	211
2.5 胶管结构设计	214
2.5.1 胶管结构设计的一般原则	214
2.5.2 胶管耐压强度计算	216
2.5.3 夹布胶管结构计算	218
2.5.4 铠装夹布胶管结构计算	222
2.5.5 吸引胶管结构计算	224
2.5.6 编织胶管结构计算	226
2.5.7 缠绕胶管结构计算	233
2.5.8 其他胶管结构计算	242
2.6 胶管制造工艺	243
2.6.1 工艺流程图	243
2.6.2 准备工艺	246
2.6.3 胶管成型	265
2.6.4 胶管的硫化	283
2.6.5 其他胶管的成型与硫化	290
2.7 胶管质量控制	294
2.7.1 胶料(或半成品)性能测试	294
2.7.2 胶管成品的尺寸测量与性能试验	294
2.8 胶管接头及胶管总成	301
2.8.1 胶管(软管)总成的应用和发展	301
2.8.2 胶管总成的分类、规格表示方法及其定义	301
2.8.3 胶管接头类型、名称和规格表示方法	304
2.8.4 胶管接头的设计和加工	311
2.8.5 胶管总成的装配工艺及设备	326
2.8.6 胶管总成的附加外保护层	335
2.8.7 胶管总成的质量控制和检验	337
第 3 章 橡胶涂覆织物及其制品	343
3.1 橡胶涂覆织物	343
3.1.1 涂覆织物的分类、用途和性能特点	343
3.1.2 涂覆织物胶料配方	347
3.2 涂覆织物的物理性能试验	365
3.2.1 涂覆织物试验的标准环境与停放	365
3.2.2 涂覆织物整卷特性的测定	366
3.2.3 涂覆织物拉伸强度和拉断伸长率试验	367

3.2.4	涂覆织物撕裂强度试验	370			
3.2.5	涂覆织物透水性试验	373			
3.2.6	涂覆织物气透性试验	375			
3.2.7	涂覆织物涂覆层黏附强度的测定	377			
3.2.8	涂覆织物挥发性液体透过速率的测定(质量法)	378			
3.2.9	涂覆织物耐油性试验	380			
3.2.10	涂覆织物低温弯曲试验	381			
3.2.11	涂覆织物低温冲击试验	383			
3.2.12	涂覆织物耐屈挠破坏性能的动态测定法	383			
3.2.13	涂覆织物加速老化试验	386			
3.2.14	涂覆织物燃烧性能测定	388			
3.2.15	涂覆织物柔软性试验方法(扁环法)	391			
3.2.16	涂覆织物抗压裂性能试验方法	392			
3.2.17	涂覆织物导电性能试验方法	392			
3.2.18	涂覆织物其他试验	393			
3.3	涂覆织物制品	393			
3.3.1	涂覆织物制品的种类、用途和特点	393			
3.3.2	涂覆织物制品的设计	394			
3.3.3	制品用橡胶涂覆织物和配件	402			
3.3.4	涂覆织物制品制造工艺	404			
3.3.5	涂覆织物制品及技术要求 and 检验方法	420			
	参考文献	451			
第4章	胶鞋	453			
4.1	胶鞋的分类及主要品种	453			
4.1.1	一般概况	453			
4.1.2	胶鞋的定义	453			
4.1.3	胶鞋的分类和品种	453			
4.1.4	胶鞋的规格号码	456			
4.2	胶鞋结构设计	458			
4.2.1	胶鞋总体设计	458			
4.2.2	胶鞋结构	463			
4.2.3	鞋号及鞋楦设计	465			
4.2.4	胶鞋帮样设计	472			
4.2.5	胶鞋橡胶部件设计	492			
4.2.6	胶鞋装饰	537			
4.3	胶鞋配方设计	540			
4.3.1	胶鞋配方中常用的原材料	540			
4.3.2	胶鞋配方的整体设计	550			
4.3.3	布面胶鞋配方设计	552			
4.3.4	胶面胶鞋配方设计	572			
4.3.5	冷粘鞋配方设计	582			
4.3.6	注射(塑)鞋配方设计	592			
4.3.7	与配方相关的常见质量问题及解决措施	597			
4.4	胶鞋制造工艺	598			
4.4.1	鞋帮制造	598			
4.4.2	橡胶部件制造	613			
4.4.3	胶鞋成型工艺	639			
4.5	胶鞋标准试验方法及质量控制	667			
4.5.1	我国胶鞋标准的现状	667			
4.5.2	胶鞋产品标准	668			
4.5.3	胶鞋的试验方法标准	680			
4.5.4	胶鞋基础标准	683			
4.5.5	胶鞋的质量控制	683			
	参考文献	692			
第5章	胶乳及胶乳制品	693			
5.1	胶乳及其制品的分类与用途	693			
5.1.1	天然胶乳	693			
5.1.2	合成胶乳	694			
5.1.3	人造胶乳	700			
5.1.4	胶乳制品的分类与用途	702			
5.2	胶乳制品的配方设计	703			
5.2.1	配方设计原则	704			
5.2.2	配方的表示方法和计算	705			
5.2.3	特殊配方的设计要点	706			
5.3	配合剂加工	707			
5.3.1	加工设备	708			
5.3.2	溶液制备	709			
5.3.3	配合剂分散体制备	709			
5.3.4	乳浊液制备	711			
5.3.5	凝固剂制备	712			
5.4	胶乳的加工与硫化	714			
5.4.1	胶乳的处理	714			
5.4.2	胶乳的改性	716			
5.4.3	胶乳的配合	719			
5.4.4	胶乳的硫化	722			
5.4.5	胶乳的胶凝及成膜	727			
5.5	主要胶乳制品的制造	733			
5.5.1	浸渍制品	734			
5.5.2	胶乳海绵	754			
5.5.3	胶乳挤出制品	759			
5.5.4	注模制品	764			
5.5.5	胶乳在其他方面的应用	765			
5.6	胶乳制品物理机械性能测试	777			
5.6.1	胶乳制品拉伸性能试验	778			
5.6.2	胶乳制品耐蒸汽老化试验	781			
5.6.3	胶乳海绵物理机械性能试验	783			
5.6.4	胶乳胶丝拉伸性能试验	786			
5.6.5	胶乳工业手套耐酸(碱)性能试验	788			
5.6.6	天然胶乳安全套物理性能测定	790			
5.6.7	胶乳气象气球爆破性能测定	797			

参考文献	799	7.2.1 与食品接触的橡胶制品的卫生标准及测试方法	841
第6章 医用橡胶制品	800	7.2.2 与食品接触的橡胶制品中允许使用的橡胶原材料和助剂	842
6.1 医用橡胶制品概要	800	7.3 配方设计原则	843
6.1.1 发展历程	800	7.4 各种与食品接触的橡胶制品	844
6.1.2 医用橡胶制品的分类	802	7.4.1 食品加工机械的输送配件	844
6.1.3 医用橡胶制品的要求	802	7.4.2 食品加工机械的密封材料	846
6.2 体外医用橡胶制品	804	7.4.3 食品用橡胶包装材料及容器	847
6.2.1 医疗和护理用产品	804	7.4.4 其他食品用橡胶制品	848
6.2.2 药用胶塞	812	参考文献	849
6.3 体内植入医用橡胶制品	817	第8章 体育文教及生活用品橡胶制品	850
6.3.1 材料及配合	817	8.1 体育及文教用品	850
6.3.2 体内医用硅橡胶制品分类	823	8.1.1 球类	850
6.3.3 体内用硅橡胶制品的加工工艺	824	8.1.2 乒乓球拍粒型胶面与海绵	860
6.4 体内植入医用橡胶制品理化性能	826	8.1.3 游泳圈、游泳帽	870
6.4.1 理化性能测试及质量控制	826	8.1.4 擦字橡皮	873
6.4.2 医用橡胶及制品的生物学评价	828	8.2 生活用橡胶制品	877
参考文献	840	8.2.1 橡胶丝	877
第7章 与食品接触的橡胶制品	841	8.2.2 橡胶圈	881
7.1 与食品接触的橡胶制品的用途及分类	841		
7.2 与食品接触的橡胶制品的卫生与安全	841		

第1章 胶 带

各种橡胶胶带广泛应用在国民经济的各个领域和各产业部门。橡胶胶带品种甚多，规格繁杂。归纳起来，可分为输送带和传动带两大类。前者用于输送物料，后者用于传递动力。具体分类如下。



1.1 输送带

输送带是胶带输送机的主要部件之一，主要用于煤炭、采矿、冶金、化工、建筑和交通等部门的大规模、连续化运输，运输的物料有粒状、粉状、糊状和成件物品等。

1.1.1 输送带的结构和分类

1.1.1.1 输送带的结构

输送带主要由抗拉层和覆盖层组成，由于输送带种类不同，抗拉层亦各异。如，在帆布芯输送带中，抗拉层由多层帆布组成；在钢丝绳芯输送带中，抗拉层则由多根纵向排列的钢丝绳组成。基本结构如图 1-1 所示。

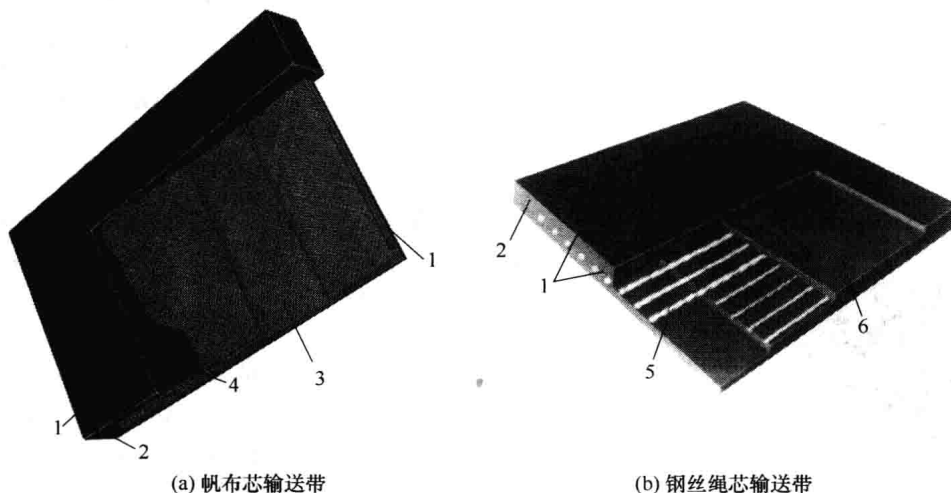


图 1-1 输送带基本结构

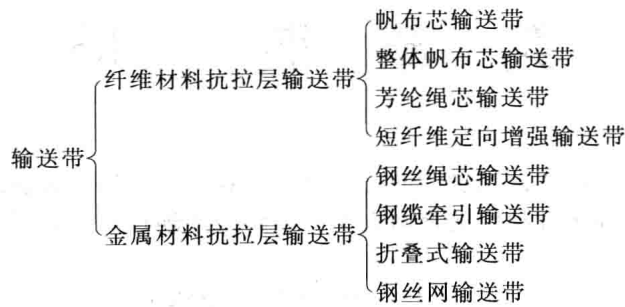
1—上下覆盖层；2—边胶；3—帆布抗拉层；4—帆布贴胶；5—钢丝绳抗拉层；6—钢丝绳芯胶

在工作中，输送带的抗拉层几乎承受工作时的全部负荷，故需具有一定的强度和刚度。

覆盖层和边胶是抗拉层的保护层，在输送带运行时，保护抗拉层免受物料的直接冲击、磨损和腐蚀，以延长输送带的使用寿命。覆盖层有上下之分，与物料接触的一面称为上覆盖层，另一面则为下覆盖层。通常，上覆盖层比下覆盖层厚。根据使用条件，覆盖层除了要求耐磨、抗撕裂和耐冲击等性能外，有的还应具有耐酸碱、耐油、耐寒、耐热、导静电和阻燃等性能。

1.1.1.2 输送带的分类

(1) 按抗拉层材料分类



帆布芯输送带又可以用构成帆布的材质命名，如棉帆布芯输送带、维纶帆布芯输送带、锦纶帆布芯输送带、聚酯帆布芯输送带等。整体帆布芯输送带的抗拉层，一般采用锦纶（纬向）和聚酯（经向）编织而成。整体帆布芯输送带适宜采用全塑料或橡胶与塑料并用的生产工艺，因此，该工艺在阻燃输送带中应用比较普遍。芳纶绳芯是由芳纶纤维编织成的线绳，其强力与钢丝绳相当，已进入应用阶段。短纤维定向增强输送带属于无层、强度较低的轻型输送带，目前尚在完善和发展中。

(2) 按覆盖层形状分类 输送带覆盖层一般为平面（包括环形输送带）。为了提高胶带给送机的运输倾角，可将输送带上覆盖层表面制成各种图案花纹，防止物料下滑。因此，输送带按其形状可分为平型输送带和花纹输送带。花纹输送带的花纹又有深浅两种，花纹深度在10mm以上的称深花纹输送带，用于输送散状物料，最大输送倾角可达 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ ；花纹深度在10mm以下的称浅花纹输送带，其输送倾角可达 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 。输送带覆盖层的花纹形状如图1-2~图1-4所示。

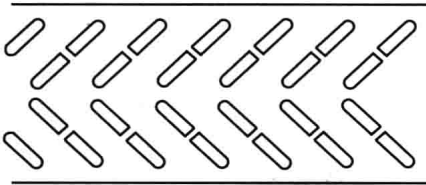


图 1-2 断条形人字花纹

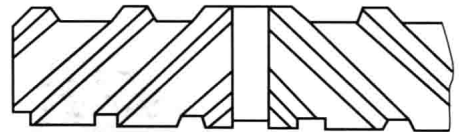


图 1-3 鱼骨形花纹

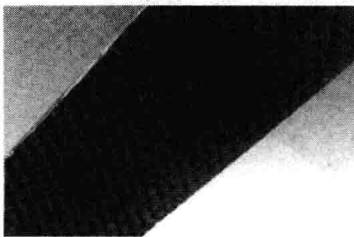


图 1-4 压型花纹

利用胶带给送机输送物料时，为了防止被运物料撒落，往往将输送带的两个侧边部制成不同形状的挡边，此带称为挡边输送带。挡边常见的有波状挡边和豁口挡边等，如图1-5所示。

(3) 按性能用途分类 根据输送带使用条件，往往使覆盖层具有特殊的性能，如无毒无味、防静电、耐酸碱、耐寒、耐热和阻燃等，阻燃输送带的抗拉层也应具有阻燃性能。

输送带的品种、性能、用途及结构特征汇总如表1-1所示。

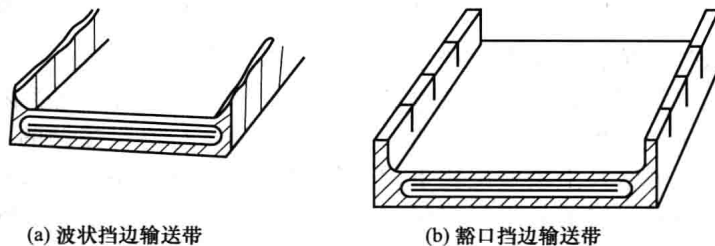
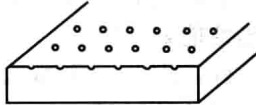
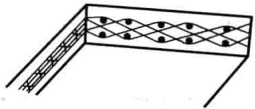

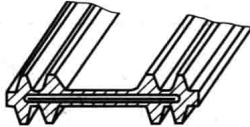


图 1-5 挡边输送带挡边形状

表 1-1 输送带品种、性能、用途及结构特征

品种名称	性能和用途	结构特征、制造工艺	结构图
普通输送带(帆布芯输送带)	输送粉状、粒状和块状物料,用于矿山、冶金等行业	以胶帆布(棉、维纶、锦纶、聚酯等)为带芯,经成型硫化而成	见图 1-1(a)
环形输送带	运行平稳,适用于选矿和化工等行业	结构同普通输送带,接头方法见环形输送带制造工艺	见图 1-1(a)
挡边输送带	防止物料撒落,适用于输送易撒落物料	覆盖层和抗拉层同普通输送带,用特制模具硫化	见图 1-5
浅花纹输送带	具有防止物料下滑的作用,适用于较高倾角运输	采用花纹织物或用带有花纹的模具,经硫化压制而成	
深花纹输送带	具有防止物料下滑作用,适用于高倾角运输	用特制模型,采用平板硫化机硫化压制而成	见图 1-2
食品输送带	输送带具有无毒、无味等性能,用于输送食品	输送带覆盖层为浅色,制造工艺同普通输送带	见图 1-1(a)
耐酸碱输送带	能输送 pH 值为 5~9 的酸碱性物料,用于化工行业	选用耐酸碱材料,制造工艺同普通输送带	见图 1-1(a)
耐油输送带	具有耐油性能,用于输送含油物料	覆盖层由耐油橡胶制成,制造工艺同普通输送带	见图 1-1(a)
耐寒输送带	输送带具有耐寒性能,能在 -40℃ 以上气温条件下使用	输送带制造工艺和外观形状与普通输送带相似	见图 1-1(a)
耐热输送带	输送带能输送高温物料,一般用于水泥、烧结物料等输送场合	选用耐高温材料作为输送带的抗拉层和覆盖胶	见图 1-1(a)
阻燃输送带	输送带各部件都具有阻燃性能,适用于煤矿井下作业或需阻燃的输送场合	有分层和编织整体芯两种,前者生产工艺与普通输送带相同,后者用 PVC 糊浸渍塑化,再贴上覆盖胶硫化而成	
导静电输送带	输送带具有导静电性能,用于易产生静电的输送场合	输送带制造工艺和外观形状与普通输送带相同	见图 1-1(a)
短纤维定向增强输送带	带体柔软,成槽性好。整体强度较低,适合输送轻量物料	输送带形状与普通输送带相似,可用挤出机和鼓式硫化机连续生产	
钢丝绳芯输送带	适用于大跨度、高速率、大运载量胶带输送机使用	以钢丝绳为抗拉层,配以黏合芯胶和覆盖胶,在恒张力下成型硫化而成	见图 1-1(b)
钢绳牵引输送带	适用于中等速率和中等负载输送	在上下覆盖胶之间横向排列钢条,在两侧配有耳胶槽,在模具中加压硫化	
折叠式输送带	适用于爬坡转弯输送物料	在波纹状凹型钢板上覆盖橡胶,经硫化成个体件,由铁链固定牵引运输	见图 1-29

1.1.2 输送带用抗拉层材料和选型计算

1.1.2.1 输送带用抗拉层材料

帆布芯输送带用的抗拉层有棉帆布、维纶帆布、锦纶帆布、聚酯帆布、直经直纬聚酯-锦纶帆布、芳纶帆布等。

棉帆布与橡胶黏合性好,制成的输送带柔韧性和成槽性好,但缺点是断裂强度低,易腐蚀,疲劳寿命短,因此,其使用量逐渐减少。

维纶帆布强度比棉帆布高，但吸湿性较强，由于解决了它与橡胶的黏合问题，加之，其资源丰富，因而被大量使用，主要应用于强度要求不高、中短距离运送用输送带。

锦纶帆布的经线和纬线均为锦纶纤维，它最突出的优点是耐磨性和耐疲劳性好，强度高。用锦纶帆布制成的输送带具有带体薄、强度高、抗冲击、成槽性好、层间黏合强度高、屈挠性能优异及使用寿命长等特点。但锦纶纤维模量低，拉断伸长率和定负荷伸长率较大，这些缺点会导致输送带产生“跑长”现象。因此，目前锦纶帆布多用于输送距离不长，安全因素大且要求带体弹性好的输送带。

聚酯帆布（包括聚酯-锦纶交织帆布）除具有锦纶帆布的上述优点外，还具有伸长率小，耐热性能好等特点。用聚酯帆布制备的输送带的带体模量高、伸长率小、耐疲劳、抗冲击和成槽性好，因此，聚酯帆布主要用于输送距离长、负荷大、耐化学腐蚀性强，尤其是要求尺寸稳定性好的输送带。

直经直纬聚酯-锦纶帆布的经线一般为聚酯纤维，纬线为锦纶纤维。主经纬线互不相交，纬线在主经线两侧，由偏经线连接，由于经线和纬线伸直排列，不织缩，因而纤维的强度保持率很高，织物尺寸稳定性好，制成的输送带具有带芯薄、覆盖厚等特点。这种输送带结构如图 1-6 所示。

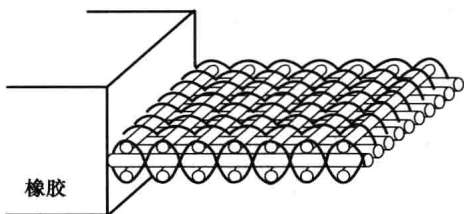


图 1-6 直经直纬帆布结构

芳纶纤维具有超高强度（2.2N/tex）、超高模量（47.5N/tex）。其强度约为一般锦纶纤维的 9~10 倍，聚酯纤维的 3~4 倍，用芳纶制成的帆布和线绳应用于输送带不仅强度高、尺寸稳定性好而且带体薄、使用寿命长。但芳纶目前价格较高，这明显限制了其在输送带中的应用。输送带用帆布性能如表 1-2 所示。

表 1-2 输送带用帆布性能

帆布名称		棉帆布	维纶帆布	锦纶帆布	聚酯帆布
规格		36'/18×12	34'/20×14	NN200	EP200
密度 /(根/10cm)	经向	98±2	100±2	120±2	130±2
	纬向	63±2	36±2	60±2	55±2
拉断强度 /(N/mm)	经向	≥66.7	≥297.9	≥230	≥246
	纬向	≥31.4	≥117.6	≥80	≥88
拉断伸长率 /%	经向	35±3	≤20	≤25	≥14
	纬向	12±2	≤14	≤40	≤45
干重/(g/m ²)		840±4	860±40	500±20	650±25
厚度/mm		1.70±0.05	2.1±0.15	0.85±0.05	0.85±0.05

输送带的整体芯帆布是由合成纤维的多支纱并股编织而成的。根据成品强度级别要求，编织相应级别的整体芯。这种输送带大多数是阻燃的，要求此带与高速转动的辊筒发生摩擦时，其接触面的温度不得超过 325℃，而且不产生火花。故该带芯一般采用聚酯纤维作为编织芯的经向，锦纶纤维作为编织芯的纬向，其结构如图 1-7 所示。

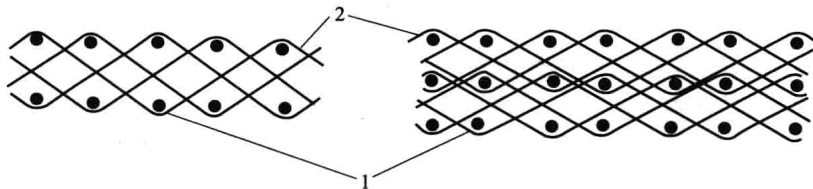


图 1-7 整体带芯结构

1—经向纱股；2—纬向纱股

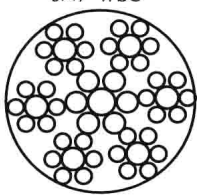
钢丝绳为开放式结构，按其结构分为 6×7-WSC、6×19-WSC、6×19W-WSC 三种；按抗拉强度分为普通强度级、高强度级、特高强度级；按镀锌层重量分为 H 级、A 级和 B 级三种，见表 1-3。

表 1-3 最小锌层重量

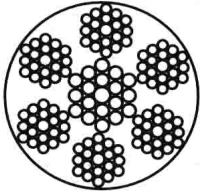
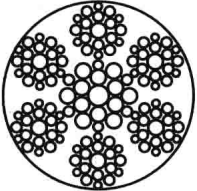
钢丝绳公称直径 d/mm	最小锌层重量/(g/m^2)		
	H 级	A 级	B 级
0.20~1.30	$80 \times d$	$60 \times d$	$30 \times d$

钢丝绳按捻制方向又可分为右捻 (Z) 和左捻 (S) 两种，各种结构的钢丝绳性能如表 1-4 所示。

表 1-4 各种结构钢丝绳性能

钢丝绳结构及图例	钢丝绳直径		钢丝绳最小破断拉力/kN			参考重量 ($\text{kg}/100\text{m}$)
	公称直径/mm	允许偏差/%	普通强度级	高强度级	特高强度级	
	2.50	+5 -2	5.3	5.5	5.8	2.4
	2.60		5.5	6.0	6.5	2.7
	2.70		6.4	6.7	7.0	2.9
	2.80		6.8	7.2	7.6	3.2
	2.90		7.5	7.7	8.0	3.4
	3.00		8.0	8.5	9.0	3.7
	3.10		8.8	9.5	10.0	3.9
	3.20		9.5	10.0	10.5	4.1
	3.30		10.3	10.8	11.4	4.4
	3.40		10.6	11.1	12.0	4.6
	3.50		11.4	12.0	12.8	4.9
	3.60		12.0	12.7	13.2	5.3
	3.70		12.7	13.2	14.2	5.5
	3.80		13.7	14.3	15.0	6.0
	3.90		14.0	14.8	15.8	6.3
	4.00		14.5	15.2	16.3	6.5
	4.10		15.3	16.2	17.4	6.8
	4.20		15.9	16.6	17.8	7.1
	4.30		16.8	17.8	19.0	7.5
	4.40		17.5	18.5	19.7	7.7
	4.50		18.2	19.3	20.7	8.1
	4.60		19.2	20.1	21.3	8.4
	4.70		19.6	20.8	22.5	8.7
	4.80		20.4	21.5	23.2	9.2
	4.90		21.5	22.7	24.1	9.5
	5.00		22.2	23.3	24.9	9.8
	5.10		23.4	24.2	25.7	10.4
	5.20		24.5	25.6	26.7	10.6
	5.30		25.2	26.1	27.5	11.1
	5.40		26.2	27.5	28.7	11.5
5.50	27.5	28.5	29.7	12.1		
5.60	28.1	29.0	30.1	12.5		
5.70	28.5	29.6	30.8	13.0		
5.80	29.2	30.7	31.3	13.4		
5.90	30.0	31.7	32.5	14.1		

续表

钢丝绳结构及图例	钢丝绳直径		钢丝绳最小破断拉力/kN			参考重量 (kg/100m)
	公称直径/mm	允许偏差/%	普通强度级	高强度级	特高强度级	
6×19-WSC 	4.5	+5 -2	18.2	18.6	19.3	7.8
	4.8		20.0	20.7	21.2	8.7
	5.0		22.5	23.2	23.9	9.8
	5.4		25.2	26.1	27.0	11.2
	5.6		27.5	28.7	29.9	12.1
	5.8		29.6	31.0	31.6	13.2
	6.0		31.0	32.3	33.3	13.9
	6.2		33.1	34.4	35.7	14.8
	6.4		34.5	36.2	37.4	15.7
	6.8		39.3	41.0	42.7	18.0
	7.2		43.0	45.0	47.1	19.9
	7.6		48.8	51.0	53.0	22.5
	8.0		53.2	55.3	57.2	24.4
	8.4		56.4	59.0	62.4	26.7
	8.8		63.2	66.2	68.3	29.4
	9.0	65.0	68.0	71.0	30.8	
	9.2	67.8	71.1	73.9	32.1	
	9.6	73.6	77.2	79.7	34.8	
	10.0	78.7	82.3	86.3	37.8	
	10.4	84.8	88.6	92.5	40.5	
	10.8	90.0	94.0	97.7	43.1	
	11.2	98.3	101	104	46.4	
	11.6	104	108	112	50.8	
	12.0	110	114	118	53.4	
	12.2	112	116	121	54.0	
	12.4	116	121	126	55.9	
	12.6	121	125	130	58.1	
	12.8	124	129	135	58.9	
	13.0	128	133	139	62.0	
	13.2	132	137	143	64.0	
13.4	135	140	146	65.5		
13.6	141	146	152	68.0		
13.8	145	150	155	70.0		
14.0	148	154	160	71.5		
14.5	156	162	168	76.1		
15.0	165	172	180	81.3		
6×19W-WSC 	5.0	+5 -2	23.0	23.7	24.5	10.3
	5.6		30.0	30.8	31.5	13.3
	6.0		33.2	34.3	34.8	14.9
	6.6		39.6	41.2	41.8	17.7
	7.0		44.7	46.5	47.0	19.9
	7.2		47.2	49.1	49.5	20.8
	7.6		52.8	55.0	55.5	23.6
	8.0		57.2	59.3	60.0	26.7
	8.3		60.0	62.3	63.0	28.4
	8.7		66.3	69.0	70.0	31.0
	9.1	73.0	76.3	77.0	33.7	
	10.0	84.0	87.5	88.3	38.9	
	10.5	91.5	95.2	96.5	42.9	
	11.0	101	104	106	47.1	
	11.5	105	109	112	51.5	
	12.0	114	118	120	56.1	
	12.5	122	127	132	60.2	
	13.0	131	138	143	65.3	
	13.5	140	146	154	70.2	
	14.0	150	157	164	73.9	
14.5	154	162	170	79.5		
15.0	167	175	184	86.0		

1.1.2.2 输送带的选型计算

(1) 输送带宽度计算

① 普通输送带宽度计算 输送带宽度一般按式 (1-1) 计算, 但花纹输送带除外。

$$B = \sqrt{\frac{Q}{KvVC\xi}} \quad (1-1)$$

式中 B ——输送带宽度, m;

Q ——输送量, t/h;

v ——输送物料堆积密度, t/m³ (见表 1-5);

V ——输送带运行线速度, m/s;

K ——输送带的断面系数 (由表 1-5 查出 ρ 值后, 再从表 1-6 查出 K 值);

C ——输送机倾角系数 (见表 1-7);

ξ ——输送带速度系数 (见表 1-8)。

表 1-5 各种物料堆积密度和动堆积角

物料名称	堆积密度 $v/(t/m^3)$	动堆积角 ρ	物料名称	堆积密度 $v/(t/m^3)$	动堆积角 ρ
煤	0.8~1.0	30°	小块石灰石	1.2~1.5	25°
煤渣	0.6~0.9	35°	烧结混合料	1.6	30°
焦炭	0.5~0.7	35°	砂	1.6	30°
锰矿石	1.7~1.8	25°	碎石和砾石	1.8	20°
黄铁矿	2.0	25°	干松泥土	1.2	20°
富铁矿	2.5	25°	湿松泥土	1.7	30°
贫铁矿	2.0	25°	黏土	1.8~2.0	35°
铁精矿	1.6~2.5	30°	盐	0.8~1.2	35°
白云石	1.2~1.6	25°	粉状石灰	0.55	20°
石灰石	1.6~2.0	25°			

注: 1. 物料自重 (容量或堆积密度) 和堆积角因物料水分含量、粒度大小等的不同而各异, 正确值以实测为准。

2. 表中动堆积角 (ρ) 一般为静堆积角的 70%, 动堆积角系数见表 1-10。

表 1-6 输送带的断面系数 (K)

带宽 B/mm	断面系数 K									
	15°		20°		25°		30°		35°	
	槽型	平型	槽型	平型	槽型	平型	槽型	平型	槽型	平型
500~650	300	105	320	130	355	170	390	210	420	250
800~1000	335	115	360	145	400	190	435	230	470	270
1200~1400	355	125	380	150	420	209	455	240	500	285

表 1-7 输送机倾角系数 C

倾角 β	≤6°	8°	10°	12°	14°	16°	18°	20°	22°	24°	25°
C	1.0	0.96	0.94	0.92	0.90	0.88	0.85	0.81	0.76	0.74	0.72

注: 倾角为奇数者, C 值取两相邻偶数间的平均值。

表 1-8 输送带速度系数 ξ

输送带速度 $V/(m/s)$	1.6	2.5	3.15	4.0
ξ	1.0	0.98~0.95	0.94~0.90	0.84~0.80

输送量 (Q) 可参照表 1-9, 若输送成件物品时, 输送量可按式 (1-2) 计算。

$$Q = 3600 \times \frac{GV}{T} \quad (1-2)$$

式中 G ——单件物质量, kg;

T ——物品在输送机上的间距, m。

表 1-9 各种带宽的输送量

输送带断面形状	输送带速度 V/(m/s)	输送带宽度 B/mm					
		500	650	800	1000	1200	1400
		输送量 Q/(t/h)					
槽型	0.8	78	131	—	—	—	—
	1.0	97	164	278	435	655	891
	1.25	122	206	348	544	819	1115
	1.6	156	264	445	696	1048	1427
	2.0	191	323	546	853	1284	1748
	2.5	232	391	661	1033	1556	2118
	3.15	—	—	824	1233	1858	2528
4.0	—	—	—	—	2202	2996	
平型	0.8	41	67	118	—	—	—
	1.0	52	88	147	230	345	469
	1.25	66	110	184	288	432	588
	1.6	84	142	236	368	553	753
	2.0	103	174	289	451	677	922
	2.5	125	211	350	546	821	1117

表 1-10 动堆积角 ρ 的系数

断面型式	槽型				平型			
	15°	20°	25°	35°	15°	20°	25°	35°
动堆积角 ρ	15°	20°	25°	35°	15°	20°	25°	35°
系数	0.77	0.83	0.92	1.08	0.5	0.63	0.82	1.18

每小时内输送物品的件数 (n) 可按式 (1-3) 计算。

$$n = \frac{3600V}{T} \quad (1-3)$$

② 花纹输送带宽度计算 花纹输送带 (如断条形人字花纹、鱼骨形花纹、横条形花纹等) 的宽度按式 (1-4) 计算。

$$B = \sqrt{\frac{Q}{KVvCa_k}} \quad (1-4)$$

式中 K ——花纹输送带断面系数 (见表 1-11);

C ——花纹输送带倾角系数 (见表 1-12);

a_k ——托辊槽角影响系数 (见表 1-13)。

表 1-11 花纹输送带断面系数 K

输送带线速度/(m/s)	断面系数 K			
	$\rho=30^\circ$	$\rho=35^\circ$	$\rho=40^\circ$	$\rho=45^\circ$
0.8、1.0、1.25	300	325	355	380
1.6	215	295	325	350
2.0	250	270	295	320

注: 表中 ρ 为物料静堆积角。

表 1-12 花纹输送带倾角系数 C

倾角	20°	25°	28°	30°	33°	35°
C	1	0.87	0.79	0.73	0.65	0.57

表 1-13 托辊槽角影响系数 a_k

托辊槽角 α	20°	35°
a_k	1.0	1.1~1.15

花纹输送带常运物料的最大许用倾角和许用速度如表 1-14 所示。

(2) 输送带最大张力计算 输送带最大张力计算以逐点计算法较为常用。张力逐点计算法是输送带从传动辊上奔离点的张力 (S_1) 开始, 沿其运行方向逐点计算到传动辊趋入点的张力 (S_n)。 S_1 与 S_n 之间的关系见式 (1-5)。