

橡胶加工技术读本

轮胎加工技术

翁国文 编著

RUBBER



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

橡胶加工技术读本

轮胎加工技术

翁国文 编著



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

· 北京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

轮胎加工技术/翁国文编著. —北京: 化学工业出版社, 2005.10

(橡胶加工技术读本)

ISBN 7-5025-7738-6

I. 轮… II. 翁… III. 轮胎-加工工艺 IV. TQ336.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 119430 号

橡胶加工技术读本

轮胎加工技术

翁国文 编著

责任编辑: 宋向雁 李晓文

文字编辑: 林丹

责任校对: 战河红

封面设计: 潘峰

*

化学工业出版社 出版发行
材料科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

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

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 9 $\frac{1}{4}$ 字数 242 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7738-6

定 价: 19.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

出版说明

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

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

按照橡胶产品的生产工艺和制品种类，读本共分为九本：

《橡胶材料基础》

《橡胶塑炼与混炼》

《橡胶压延成型》

《橡胶挤出成型》

《橡胶硫化》

《轮胎加工技术》

《胶管胶带加工技术》

《胶鞋加工技术》

《橡胶工业制品加工技术》

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

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

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

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

化学工业出版社

2005年9月

前 言

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

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

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

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

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

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

翁国文

2005年8月于徐州工业职业技术学院

内 容 提 要

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

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

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

目 录

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

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

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

3.6.6	轮胎负荷	157
3.6.7	轮胎气压	157
3.6.8	轮胎速度	158
3.6.9	换位和更换	159
3.6.10	轮胎的其他保养	160
思考题		161
第4章	内胎和垫带的制造	162
4.1	内胎的生产工艺	162
4.1.1	胶垫气门嘴制造	162
4.1.2	滤胶	163
4.1.3	挤出	164
4.1.4	丁基橡胶内胎挤出特征	166
4.1.5	内胎成型	167
4.1.6	内胎定型和硫化	173
4.1.7	质量缺陷分析	175
4.2	垫带的生产工艺	176
4.2.1	垫带半成品制造	176
4.2.2	垫带硫化	177
4.2.3	垫带硫化设备	178
4.2.4	垫带外观质量标准及质量问题分析	181
4.3	胶囊和水胎的生产工艺	182
4.3.1	水胎的生产工艺	182
4.3.2	胶囊的生产工艺	185
思考题		193
第5章	轮胎产品检验	194
5.1	轮胎成品检测及标准	194
5.1.1	轮胎成品的试验分类	194
5.1.2	轮胎成品检测标准	195
5.1.3	轮胎成品检测仪器设备	195
5.2	常规室内轮胎成品检测	196
5.2.1	轮胎外缘尺寸测定	196

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

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

第 1 章 概 述

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

1.1 轮胎工业现状及发展趋势

1.1.1 轮胎发展史

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1948年生产出无内胎轮胎，简化了轮胎的结构，提高了轮胎的行驶安全性。

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

1955年出现低断面轮胎。

1959年，为了提高轮胎的使用寿命，减少轮胎的翻新次数，发明了活胎面轮胎。

1960~1970年出现了聚酯纤维和芳纶纤维等，并试用于轮胎。

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

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

1.1.2 轮胎工业现状

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

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

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