

# 橡胶工业手册

3

## 橡胶机械（上册）

吕柏源 主编 洛少宁 何月梅 张建浩 副主编

HANDBOOK  
OF  
RUBBER  
INDUSTRY



化学工业出版社

# 橡胶工业手册

(第③版)

## 橡胶机械 (上册)

吕柏源 主编 洛少宁 何月梅 张建浩 副主编



化学工业出版社

·北京·

《橡胶工业手册》(第3版): 橡胶机械共分上、下两册。该书为上册, 主要对橡胶通用加工设备, 如开放式炼胶机、密闭式炼胶机、橡胶压延机和橡胶挤出机; 轮胎机械, 如复合胎面挤出联动生产线、胎面挤出缠绕联动生产线、轮胎钢丝圈机械、纤维帘布钢丝帘布帆布裁布机及其附属机械、轮胎钢丝帘布带束层及胎体层联动生产线、轮胎内衬层胶片联动生产线、轮胎成型机、轮胎定型硫化机、轮胎胶囊生产设备与胶囊模具以及内胎生产设备的用途、结构、技术参数、控制系统和维护保养等进行了详细介绍。内容全面具体, 可供从事橡胶机械设计、研究、生产应用的技术人员以及有关专业院校师生参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

橡胶工业手册. 橡胶机械. 上册/吕柏源主编. —3  
版. —北京: 化学工业出版社, 2014  
ISBN 978-7-122-17143-6

I. ①橡… II. ①吕… III. ①橡胶工业-技术手册  
②橡胶机械-技术手册 IV. ①TQ33-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 084132 号

责任编辑: 赵卫娟 宋向雁  
责任校对: 陶燕华

文字编辑: 张燕文 徐雪华 王琪  
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: 三河市胜利装订厂  
787mm×1092mm 1/16 印张 74 字数 2127 千字 2014 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 2014—17 号

版权所有 违者必究

# 《橡胶工业手册》(第3版): 橡胶机械 (上册)

## 编写人员

第1章 吕柏源

第2章 黄树林 洛少宁 鲁敬 陶丽梅

第3章 阎锦涛 洛少宁 刘亮 刘丽 李志华 (3.6节)

第4章 吕海峰 洛少宁 陶乃义 杨宥人

第5章 吕柏源

第6章 吕柏源

第7章 施政敏 张建浩

第8章 杨铁军

第9章 徐勇

第10章 何月梅 李木松

第11章 陈金声 王秀琴 张建浩

第12章 张华东 洛少宁 陈汝祥 刘勇

第13章 毛小馨 阎卫国 王奎大 张建浩 何月梅 阎学和

第14章 赵向明 姚宁 车海峰

第15章 唐国政

第16章 徐世斌

# 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):橡胶机械分册,经过橡胶行业30多个单位,70多名作者的共同努力,终于与广大读者见面了。《橡胶工业手册》是我国橡胶行业的“百科全书”,深受广大读者的欢迎,自1992年修订以来,时光又过去了20多年,在这期间,我国橡胶工业发生了翻天覆地的变化,同时支撑橡胶工业脊梁的橡胶机械更是发生今非昔比的巨大变化。当代国内橡胶机械不但可以满足国内橡胶工业生产的需求,同时还有许多橡胶机械进占国际市场,在全球前30名的排行榜中已占据了第14席,其销售额已占到全球销售额的1/3,这也说明了我国橡胶机械巨大的技术进步。在这样的背景下,20世纪90年代初期修订出版的《橡胶工业手册》橡胶机械分册无论从内容、篇幅,还是从技术水平和业务内涵来看,都已经远远不能满足当前广大读者的需求和期望。为此,在上一版的基础上,结合当代橡胶工业发展的现状和趋势,本着手册的实用性、先进性和新颖性的原则,对《橡胶工业手册》橡胶机械分册进行了第三次修订。

本分册的篇幅较大,分上、下两个分册。上册包括橡胶通用加工设备篇的开放式炼胶机、密闭式炼胶机、橡胶压延机和橡胶挤出机,以及轮胎机械篇的复合胎面挤出联动生产线、胎面挤出缠绕联动生产线、轮胎钢丝圈机械、纤维帘布钢丝帘布帆布裁布机及其附属机械、轮胎钢丝帘布带束层及胎体层联动生产线、轮胎内衬层胶片联动生产线、轮胎成型机、轮胎定型硫化机、轮胎胶囊生产设备与胶囊模具以及内胎生产设备。下册包括力车胎机械、胶带机械、胶管机械、橡胶片线条机械、橡胶制品机械、胶鞋机械、轮胎翻新机械、再生胶机械、胶乳制品机械和橡胶模具。

本分册的参加编写单位有:青岛科技大学、大连橡胶塑料机械股份有限公司、天津赛象科技股份有限公司、软控股份有限公司、上海精元机械有限公司、威海三方橡胶机械有限公司、桂林橡胶机械厂、浙江杭廷顿公牛橡胶有限公司、青岛黄海橡胶股份有限公司、中国橡胶工业协会力车胎分会、广州市钻石车胎有限公司、无锡市第一橡塑机械有限公司、青岛橡六输送带有限公司、青岛橡胶研究所、青岛信森机电有限公司、山东正环橡塑制品有限公司、辽宁盘锦橡塑机械厂、北京化工大学、内蒙古北祥橡胶装备有限公司、浙江湖州东方机械有限公司、上海德仁橡塑机械有限公司、湖南衡阳华意机械有限公司、青岛北海密封技术有限公司、中国重汽集团济南橡塑件有限公司、内蒙古宏利达橡塑机械公司、青岛环球集团、中国化学工业桂林工程有限公司、中橡集团桂林曙光橡胶工业研究院、四川亚西橡塑机械有限公司、东莞方达环宇公司、青岛双碟集团股份有限公司和广东巨轮模具有限公司。

在手册编写过程中,中国化学工业桂林工程有限公司杨顺根高级工程师和北京橡胶工业研究设计院谷传芝高级工程师提供了许多宝贵意见,在此特别鸣谢。由于支持本手册编写的单位和个人很多,在此恕不一一列举,谨向他们表示衷心的感谢!

尽管全书经过认真校订,但由于编写人员多、资料来源与编者水平的局限,难免有疏漏之处,敬请读者批评指正。

编 者

2014年1月

# 目 录

## 第 1 篇 橡胶通用加工设备

第 1 章 橡胶通用加工设备总述 .....	2	2.5.3 出片切胶刀 .....	53
1.1 概述 .....	2	2.5.4 安全警示标识 .....	54
1.2 橡胶通用加工设备的科技进步和发展 动向 .....	2	2.5.5 胶片冷却装置 .....	54
1.2.1 炼胶设备的科技进步和发展动向 .....	2	第 3 章 密闭式炼胶机 .....	55
1.2.2 橡胶压延设备的科技进步与发展 动向 .....	4	3.1 概述 .....	55
1.2.3 挤出设备的科技进步与发展动向 .....	6	3.1.1 现代密炼机系统 .....	55
1.3 橡胶加工工艺与通用设备的关系 .....	8	3.1.2 密炼机用途与分类 .....	56
1.3.1 轮胎制造工艺与通用加工设备的 关系 .....	8	3.1.3 工作原理 .....	57
1.3.2 橡胶制品加工工艺与通用加工 设备的关系 .....	8	3.1.4 基本结构 .....	63
第 2 章 开放式炼胶机 .....	10	3.1.5 传动系统 .....	65
2.1 概述 .....	10	3.1.6 型号规格的表达、标准及主要性能 参数 .....	71
2.1.1 用途与分类 .....	10	3.2 主要性能参数的确定 .....	88
2.1.2 工作原理及工作条件 .....	10	3.2.1 密炼机容积 .....	88
2.1.3 结构简介及传动形式 .....	11	3.2.2 转子转速 .....	88
2.2 主要性能参数的确定 .....	17	3.2.3 生产能力与填充系数 .....	89
2.2.1 辊筒工作部分直径及其长度 .....	17	3.2.4 压砵对胶料的压力 .....	89
2.2.2 辊筒工作速度与速比 .....	17	3.2.5 转子工作部分长度 .....	89
2.2.3 横压力 .....	18	3.2.6 传动功率 .....	89
2.2.4 生产能力 .....	21	3.3 主要零部件的结构设计计算 .....	90
2.2.5 电机功率及电机型式 .....	22	3.3.1 转子 .....	90
2.2.6 开炼机主要性能参数 .....	23	3.3.2 密炼室 .....	101
2.3 主要零部件结构与设计 .....	24	3.3.3 转子端面密封装置 .....	106
2.3.1 辊筒 .....	24	3.3.4 转子轴承 .....	111
2.3.2 辊筒轴承 .....	32	3.3.5 加料及压料装置 .....	117
2.3.3 机架与压盖 .....	34	3.3.6 卸料锁紧装置 .....	127
2.3.4 安全装置 .....	38	3.3.7 润滑系统 .....	134
2.3.5 调距装置 .....	39	3.4 密炼机的控制系统 .....	136
2.3.6 辊温调节装置 .....	42	3.4.1 电气控制系统 .....	136
2.3.7 制动装置 .....	44	3.4.2 气动控制系统 .....	141
2.3.8 润滑系统 .....	47	3.4.3 液压控制系统 .....	143
2.4 安装与维护保养 .....	49	3.4.4 温度控制系统 .....	144
2.4.1 安装技术要求 .....	49	3.5 密闭式炼胶机的安装、维护与保养 .....	144
2.4.2 主要零部件重量 .....	50	3.5.1 安装 .....	144
2.4.3 维护与保养 .....	50	3.5.2 验收要求 .....	148
2.4.4 设备维修 .....	51	3.5.3 维护保养 .....	150
2.5 附属装置 .....	52	3.5.4 设备检修 .....	154
2.5.1 翻胶装置 .....	52	3.6 密炼机上辅机及智能控制系统 .....	155
2.5.2 挡胶装置 .....	53	3.6.1 概述 .....	155
		3.6.2 密炼机上辅机主要装置 .....	156
		3.6.3 计算机智能控制系统 .....	172
		3.7 密炼机下辅机系统 .....	174

3.7.1	橡胶挤出压片机	174	生产线简介	361	
3.7.2	冷却机组	192	4.6.5	输送带成型压延联动生产线	362
3.7.3	几种主要装置	202	4.7	压延机自动控制系统	363
3.7.4	安装、维护与保养	209	4.7.1	概述	363
<b>第4章</b>	<b>橡胶压延机</b>	<b>212</b>	4.7.2	压延机的电力拖动系统	364
4.1	概述	212	4.7.3	压延机及其联动生产线的速度调节系统	365
4.1.1	用途与分类	212	4.7.4	张力控制系统	365
4.1.2	工作原理	213	4.7.5	测厚系统	369
4.1.3	压延工艺与压延机的应用、辊筒排列型式的比较以及压延机的基本结构	215	4.7.6	计算机监控系统	374
4.1.4	传动系统	223	4.8	压延制品常见的缺陷、原因和解决办法	374
4.1.5	型号规格的表达、标准及主要性能参数	228	<b>第5章</b>	<b>橡胶挤出机</b>	<b>375</b>
4.2	主要性能参数的确定	230	5.1	概述	375
4.2.1	横压力	230	5.1.1	分类	375
4.2.2	辊筒规格	232	5.1.2	橡胶挤出机基本结构与工作原理	376
4.2.3	辊筒的线速度与速比	235	5.1.3	传动系统	388
4.2.4	生产能力	237	5.1.4	挤出机型号规格的表达、标准、主要性能参数及主要生产单位	395
4.2.5	传动功率	237	5.2	主要性能参数的确定	405
4.3	主要零部件的结构设计与计算	240	5.2.1	螺杆转速	405
4.3.1	辊筒	240	5.2.2	挤出压力与轴向力	406
4.3.2	辊筒轴承	255	5.2.3	挤出温度	406
4.3.3	机架	261	5.2.4	生产能力	407
4.3.4	调距装置	267	5.2.5	功率	408
4.3.5	辊筒轴交叉装置	281	5.3	主要零部件结构与设计	409
4.3.6	预负荷与反弯曲装置	284	5.3.1	螺杆	409
4.3.7	润滑系统	288	5.3.2	机筒	428
4.3.8	辊筒温度控制装置	291	5.3.3	喂料装置	435
4.3.9	旋转接头	297	5.3.4	机头与口模	439
4.4	附属装置	300	5.4	橡胶挤出机附属装置与配套	449
4.4.1	挡胶板装置	300	5.4.1	自动供料装置的配套	449
4.4.2	扩边装置	301	5.4.2	温控装置的配套	451
4.4.3	切胶边装置	303	5.4.3	橡胶挤出机测温测压装置的配套	458
4.4.4	划气泡装置	305	5.4.4	旋转接头的配套	461
4.4.5	供胶装置	308	5.5	橡胶挤出机的安装、维护和检修	463
4.4.6	递布和揭布头装置	311	5.5.1	橡胶挤出机的安装、试车与验收	464
4.5	安装、维护保养和检修	313	5.5.2	橡胶挤出机的维护与检修	465
4.5.1	安装	313	5.6	常见挤出过程的质量问题	467
4.5.2	维护保养	315	5.6.1	产率问题	467
4.5.3	检修	316	5.6.2	挤出半成品尺寸的稳定性问题	467
4.6	压延联动生产线	316	5.6.3	半成品挤出温度过高问题	468
4.6.1	概述	316	5.6.4	半成品挤出畸形及挤出不稳定性问题	469
4.6.2	帘(帆)布压延联动生产线主要单元设备及装置	325	5.6.5	挤出半成品表面粗糙问题	469
4.6.3	钢丝压延联动生产线主要单元设备及装置	353			
4.6.4	纤维、钢丝帘布两用压延联动				



## 第2篇 轮胎机械

<b>第6章 轮胎机械总述</b> .....	472	8.1 概述	542
6.1 概述	472	8.1.1 用途与分类	542
6.2 轮胎机械的技术进步和发展趋势	472	8.1.2 基本结构与工作原理	543
6.2.1 轮胎机械的技术进步	472	8.1.3 主要性能参数及主要生产单位	550
6.2.2 轮胎机械的发展趋势	474	8.2 联动生产线主要单元机台与装置	552
6.3 轮胎制造工艺与设备的关系	476	8.2.1 挤出机	552
6.3.1 轮胎的结构	476	8.2.2 胶片压型装置	553
6.3.2 轮胎制造工艺与轮胎机械关系	477	8.2.3 冷却鼓	553
<b>第7章 复合胎面挤出联动生产线</b> .....	480	8.2.4 胶条输送装置	553
7.1 概述	480	8.2.5 变位供料装置	554
7.1.1 用途和分类	480	8.2.6 胎面缠绕机	555
7.1.2 联动生产线基本结构与工作原理	480	8.3 挤出缠绕胎面常见的缺陷、原因及解决办法	559
7.1.3 主要性能参数及主要生产单位	493	<b>第9章 轮胎钢丝圈机械</b> .....	561
7.2 复合胎面挤出机	505	9.1 概述	561
7.2.1 复合胎面对复合挤出机的要求	505	9.1.1 轮胎钢丝圈结构与工艺过程	561
7.2.2 基本结构	505	9.1.2 钢丝圈机械主要性能参数及主要生产单位	563
7.2.3 复合胎面挤出机生产能力的确定与匹配	509	9.2 轮胎钢丝圈挤出缠卷联动生产线	567
7.2.4 匹配复合胎面挤出机注意事项	513	9.2.1 六角形钢丝圈挤出缠卷联动生产线	567
7.3 复合胎面挤出机机头	515	9.2.2 全钢圆断面钢丝圈缠绕机	577
7.3.1 复合胎面机头分类	515	9.2.3 斜交胎、半钢子午胎钢丝圈缠绕联动生产线	581
7.3.2 复合胎面机头基本结构	515	9.3 双复合三角胶芯挤出生产线	585
7.3.3 复合胎面机头主要零部件	518	9.3.1 用途	585
7.3.4 复合胎面挤出机常见的故障与解决办法	524	9.3.2 挤出机的选型	585
7.4 联动生产线的主要单元机台与装置	525	9.3.3 复合挤出机机头结构	585
7.4.1 接取装置	525	9.3.4 工作原理	586
7.4.2 收缩辊道	526	9.3.5 主要性能参数	587
7.4.3 标识打印装置	526	9.4 斜交胎、半钢子午胎钢丝圈包布机	587
7.4.4 测厚(测宽)装置	527	9.4.1 设备用途	587
7.4.5 辊道自动连续称量装置	528	9.4.2 主要装置	588
7.4.6 贴胶片压延机	528	9.4.3 工作原理	590
7.4.7 供料挤出机	529	9.4.4 主要性能参数	590
7.4.8 胶片导开和贴合装置	530	9.5 全钢钢丝圈缠布机	591
7.4.9 冷却装置	531	9.5.1 用途	591
7.4.10 向下输送和吹干装置	533	9.5.2 基本结构	591
7.4.11 卷取装置	533	9.5.3 主要性能参数	592
7.4.12 复合胎面切割前输送带	534	9.6 全钢钢丝圈内包布机	592
7.4.13 胎面横向切割机	534	9.6.1 用途	592
7.4.14 快速分离辊道	536	9.6.2 基本结构	592
7.4.15 单条胎面称量装置	537	9.6.3 主要性能参数	593
7.4.16 胎面分选取出装置	538	9.7 全钢子午胎钢丝圈上三角胶机	593
7.5 挤出联动生产线挤出胎面常见的缺陷、原因及解决办法	540	9.7.1 回转工作台式钢丝圈上三角胶机	594
<b>第8章 胎面挤出缠绕联动生产线</b> .....	542		

9.7.2 鼓式钢丝圈上三角胶机 .....	595	12.2 挤出压延法生产内衬层胶片联动线 ...	737
9.8 钢丝包布成型机 .....	598	12.2.1 冷喂料挤出系统 .....	737
9.8.1 用途 .....	598	12.2.2 挤出机头与辊筒机头的连接 .....	742
9.8.2 基本结构 .....	598	12.2.3 辊筒机头 .....	743
9.9 轮胎钢丝圈常见的缺陷、原因及解决 办法 .....	600	12.2.4 挤出压延法联动生产线的主要 装置 .....	752
<b>第10章 纤维帘布、钢丝帘布、帆布 裁布机及其附属机械</b> .....	602	12.2.5 挤出压延法生产内衬层联动线的 配套 .....	769
10.1 概述 .....	602	12.2.6 挤出压延法生产内衬层联动线的 监控系统 .....	772
10.1.1 裁布机种类及主要应用范围 .....	602	12.2.7 内衬层生产线在运行过程中常出现 的缺陷产生的原因及解决方法 ...	773
10.1.2 对斜裁机的主要要求 .....	602	12.3 压延法生产内衬层胶片联动线 .....	773
10.1.3 裁布机的应用情况 .....	602	12.3.1 概述 .....	773
10.2 纤维胶布、胶帘布裁布机 .....	603	12.3.2 用途与分类 .....	773
10.2.1 立式裁布机 .....	603	12.3.3 压延法生产内衬层联动线 .....	774
10.2.2 卧式裁布机 .....	612	12.3.4 压延法生产内衬层胶片联动线的 电气控制 .....	781
10.2.3 综合裁布机及多用纵裁机 .....	631	12.4 生产大型工程胎用内衬层联动线 .....	781
10.2.4 多刀纵裁机 .....	636	12.4.1 挤出法生产大型工程胎内衬层 联动线 .....	782
10.2.5 挂胶帘布接头机 .....	641	12.4.2 压延法生产大型工程胎内衬层 联动线 .....	782
10.2.6 卷布机 .....	643	12.4.3 挤出压延法生产全钢子午线大型 工程胎内衬层联动线 .....	783
10.2.7 90°帘布接头卷取装置 .....	644	<b>第13章 轮胎成型机</b> .....	785
10.2.8 钢丝(尼龙)帘布二次分割 装置 .....	646	13.1 概述 .....	785
10.3 钢丝帘布裁布机 .....	647	13.1.1 类型 .....	785
10.3.1 类别及外形结构 .....	647	13.1.2 规格表示 .....	786
10.3.2 钢丝帘布裁布机的基本结构 .....	650	13.1.3 轮胎成型举例 .....	788
10.3.3 钢丝帘布拼接器 .....	676	13.2 斜交轮胎成型机 .....	789
<b>第11章 轮胎钢丝帘布带束层及胎体层联动 生产线</b> .....	678	13.2.1 压辊包边轮胎成型机 .....	789
11.1 概述 .....	678	13.2.2 快速及高精度成型机 .....	792
11.1.1 用途 .....	678	13.2.3 层贴法成型机 .....	803
11.1.2 分类 .....	678	13.2.4 工程胎成型机 .....	803
11.2 用挤出法生产钢丝带束层联动 生产线 .....	679	13.3 子午线轮胎成型机 .....	816
11.2.1 8in 钢丝帘布带束层覆胶挤出 生产线 .....	679	13.3.1 子午线轮胎的成型方法 .....	816
11.2.2 0°钢丝帘布带束层覆胶挤出 生产线 .....	689	13.3.2 二次成型法的子午胎成型机 .....	818
11.3 用压延法生产带束层、胎体层的联动 生产线 .....	696	13.3.3 一次成型法的子午胎成型机 .....	848
11.3.1 钢丝帘布带束层联动生产线 .....	696	13.3.4 三鼓式全钢丝工程子午线轮胎 成型机组 .....	920
11.3.2 胶帘布胎体层联动生产线 .....	714	13.4 实心轮胎成型机 .....	922
<b>第12章 轮胎内衬层胶片联动生产线</b> ...	729	13.4.1 轮胎缠绕法成型工艺 .....	923
12.1 概述 .....	729	13.4.2 基本结构与工作原理 .....	923
12.1.1 用途与分类 .....	729	13.5 主要技术参数的确定 .....	924
12.1.2 生产内衬层胶片联动线主要 类型 .....	730	13.5.1 影响贴合黏着程度的因素 .....	925
12.1.3 挤出压延法生产轮胎内衬层胶片 联动线主要性能参数 .....	736	13.5.2 成型鼓转速及主电机功率 .....	926
		13.6 主要零部件结构 .....	929
		13.6.1 机箱及传动机构 .....	929

13.6.2	主轴	931	14.7	后充气装置	1075
13.6.3	套帘布筒装置	935	14.7.1	用途	1075
13.6.4	包边装置	939	14.7.2	后充气装置结构	1075
13.6.5	下压合装置	950	14.8	定型硫化机热工管路系统	1080
13.6.6	后压合装置	954	14.8.1	工艺介质及其参数	1080
13.6.7	轮胎成型鼓	965	14.8.2	热工管路系统工作原理	1080
13.7	轮胎成型机的供料装置	986	14.9	定型硫化机工艺程序	1083
13.7.1	帘布供料架	986	14.9.1	定型硫化机工艺程序	1083
13.7.2	旋转式供料装置	986	14.9.2	定型硫化机控制系统框图	1084
13.7.3	塔式供料机	988	14.9.3	定型硫化机控制工作原理	1084
13.7.4	移动式供料机	990	14.10	轮胎定型硫化机的安装、调试与 维护保养	1086
13.7.5	固定式供料机	990	14.10.1	硫化机的安装	1086
13.7.6	带束层供料机	996	14.10.2	硫化机工作介质的要求	1086
13.7.7	胎面供料架	999	14.10.3	轮胎定型硫化机的轴承间隙	1088
13.7.8	轮胎成型机供料系统	1000	14.10.4	轮胎定型硫化机的润滑	1089
13.8	轮胎成型机的控制	1001	14.10.5	轮胎定型硫化机的调节	1090
13.8.1	轮胎成型设备的技术进步	1001	14.11	轮胎定型硫化机使用时常见的故障 及其排除方法	1092
13.8.2	控制方法	1001	14.12	轮胎定型前及硫化后的准备及修整 设备	1095
13.8.3	PLC控制方式的特点	1002	14.12.1	轮胎内喷涂联动线	1095
13.8.4	轮胎成型机控制举例	1002	14.12.2	自动剪胶辊机简介	1096
<b>第14章 轮胎定型硫化机</b>		1009	14.12.3	轮胎胎冠补胎硫化机	1097
14.1	概述	1009	14.12.4	双工位轮胎胎侧补胎硫化机	1099
14.1.1	用途和分类	1012	14.12.5	轮胎子口补胎硫化机	1100
14.1.2	基本结构	1012	<b>第15章 轮胎胶囊生产设备与胶囊 模具</b>		1102
14.1.3	轮胎定型硫化机的操作过程	1028	15.1	概述	1102
14.1.4	规格型号表示、型谱、主要 性能参数及主要生产单位	1030	15.1.1	轮胎胶囊的分类与用途	1102
14.2	主要性能参数的确定	1032	15.1.2	桶状骨架胶囊的制作与设备	1103
14.2.1	张模力、锁模力和总压力	1032	15.1.3	盘状纯聚氨酯胶环的制作与 设备	1104
14.2.2	功率的确定	1033	15.1.4	各类成型胶囊的具体规格和 尺寸	1104
14.3	传动系统	1037	15.1.5	硫化胶囊的类型	1105
14.3.1	曲柄连杆式定型硫化机传动 系统	1037	15.1.6	全国主要轮胎硫化胶囊专业 生产企业	1109
14.3.2	液压式硫化机传动系统	1038	15.2	轮胎硫化胶囊的制造工艺与生产 设备	1110
14.3.3	减速箱的结构	1039	15.2.1	硫化胶囊前段制作工艺与 设备	1110
14.3.4	齿轮传动	1040	15.2.2	硫化胶囊模压法制作工艺与 设备	1111
14.4	主要零部件的结构设计与计算	1040	15.2.3	硫化胶囊注射法制作工艺与 设备	1121
14.4.1	加热装置	1040	15.3	胶囊模具	1137
14.4.2	中心机构	1044	15.3.1	硫化胶囊模压模具	1137
14.4.3	升降与锁模机构	1051	15.3.2	硫化胶囊注射成型模具的结构	
14.5	装胎机构与存胎器	1065			
14.5.1	曲柄连杆式硫化机装胎机构	1065			
14.5.2	液压式硫化机装胎机构	1071			
14.5.3	存胎器	1071			
14.6	卸胎机构	1072			
14.6.1	镰刀型卸胎机构	1072			
14.6.2	V型卸胎机构	1072			
14.6.3	直线型卸胎机构	1073			
14.6.4	其他类型卸胎机构	1074			

特点 .....	1139	16.2 内胎联动生产线主要单元机台及 装置 .....	1162
15.3.3 注射法生产的硫化胶囊主要 缺陷与解决方法 .....	1140	16.2.1 内胎胶滤胶机 .....	1162
15.4 其他注射法硫化胶囊生产工艺 .....	1141	16.2.2 内胎挤出机 .....	1163
15.4.1 螺杆旋转注射法硫化胶囊 生产工艺 .....	1141	16.2.3 内胎挤出机头 .....	1165
15.4.2 注射法硫化胶囊移模生产 工艺 .....	1143	16.2.4 喷粉装置 .....	1167
<b>第 16 章 内胎生产设备</b> .....	1146	16.3 内胎生产设备主要故障及处理 方法 .....	1167
16.1 概述 .....	1146	16.3.1 内胎挤出机常见故障及处理 方法 .....	1167
16.1.1 用途及分类 .....	1146	16.3.2 内胎硫化机常见故障及处理 方法 .....	1168
16.1.2 内胎生产设备的基本结构与 工作原理 .....	1146	16.3.3 内胎接头机常见故障及处理 方法 .....	1169
16.1.3 主要性能参数及主要生产 单位 .....	1155	<b>参考文献</b> .....	1172

# 第 1 篇 橡胶通用加工设备

# 第1章 橡胶通用加工设备总述

## 1.1 概述

由于橡胶的高弹性特点，在加工时首先必须破坏其高弹性，变成具有可塑性和特定性能的胶料，然后进行各种工序的加工；为了重新获得其高弹性的性能，则又必须通过加温加压的硫化使破坏了分子链重新连接起来。因此，导致橡胶加工的生产工艺过程十分复杂，其相对应的加工设备也很复杂；同样由于橡胶高弹性的特点，使其具有广泛的用途，因此出现了各种各样的橡胶加工设备。

橡胶通用加工设备一般包括炼胶设备（含开炼机和密炼机）、压延机和挤出机。炼胶设备是橡胶厂必备的原材料加工设备，它把橡胶塑化后，根据橡胶厂对橡胶制品的各种用途，添加各种补强剂、配合剂以及硫化剂，进而制备出各种性能的胶料，以供后续工序使用。压延设备在橡胶厂主要用于制备纯橡胶胶料，或对各种帘布进行擦胶和贴胶或对骨架材料进行层贴成型，这一工序主要是为后续工序提供纯胶料或带骨架的橡胶部件。橡胶挤出机的最大特点是结构简单，可以连续生产，同时可以根据制品的形状和尺寸变换相应的机头和口型，就能获得各种要求的橡胶半成品，这一个工序为后续工序提供橡胶半成品或橡胶部件。以上设备的主要功能具备了一般橡胶厂所需加工工艺的基本功能，如果橡胶厂具备了这些设备，再根据所需制品的用途设置专用的成型设备和硫化设备，这将衍生出各种各样的专业橡胶厂。因此说炼胶设备、压延设备和挤出设备是橡胶通用加工设备。

橡胶通用加工设备没有收入原材料加工设备，如切胶机、粉碎机和筛选机、胶浆搅拌机、帘布浸胶机以及热伸长联动线等内容，由于这些设备是炼胶机或压延机的准备工序设备，主要涉及选型问题，而设计方面涉及相对较少，一般橡胶技术人员上网就可查阅到相应的产品。

## 1.2 橡胶通用加工设备的技术进步和发展动向

### 1.2.1 炼胶设备的技术进步和发展动向

#### 1.2.1.1 炼胶设备的技术进步

橡胶密炼机是现代橡胶工业炼胶的主要设备，其经过近百年的发展，已取得很大的进步，尤其在近20年来取得巨大的进步，表现在以下几方面。

(1) 大功率、大容量和高转速 工业化国家早就进入了激烈的市场竞争，“高质、高效、低耗、低成本”也早已成为他们奋斗的目标。只有大功率、大容量和高转速的密炼机才能让他们在市场中获得更好的生存和发展。因此，从20世纪60年代开始工业化国家就开始致力于密炼机的大功率、大容量和高转速的开发工作。

大功率、大容量和高转速的密炼机带来了一系列的技术难题：适应大容量和高转速的大功率电机的制造问题；主要零部件的加工及加工精度问题；关键部件的材质及表面处理问题；适应短周期的上、下辅机配套问题；联动和自动控制相匹配问题以及高转速对橡胶加工工艺相适应问题。以上的关键技术经过几十年的努力，已经取得了明显的技术进步：功率从几十千瓦、几百千瓦到1000kW、2000kW，已经到了3300kW；同时也从一个电机驱动发展到两个电机驱动。容量从几升、几十升发展到了270L、400L、630L，至目前已经到了800多升。转子转速从原来的20r/min、40r/min、60r/min，至目

前已发展到 80r/min, 甚至 80r/min 以上, 同时有的密炼机由直流电机或变频电机驱动, 可任意调节其转速与速比。

密炼机大功率、大容量和高转速的技术进步给企业和社会带来了巨大的效益, 但这不会无止境地发展下去。当转速超过一定限度时, 将带来以下问题: ①技术难度将越来越大, 生产成本将越来越高; ②当设备产生故障时, 严重影响生产; ③相配套的外围设备难于匹配; ④高转速产生的高温, 工艺难以适应; ⑤任何少数的大型橡胶企业也垄断不了种类繁多的橡胶产品, 不是任何一个橡胶企业都需要大型密炼机。因此, 必须根据国情, 根据国家工业的综合实力以及企业的需要来确定发展策略。

(2) 系列化、联动化和自动化 为满足不同规模和不同橡胶制品生产企业的要求, 各种类型的密炼机已在两个方面形成系列和填补空白: 在容量方面, 从 1L 开始, 有 5L、30L、40L、50L、60L、70L、80L、120L、270L、370L、620L, 在 K 系列中, 容量已达到 851L; 在密炼机类型方面, 有 F 系列、GK 系列、K 系列和国产的 XM 系列等。F 系列与 GK 系列特点是加料量大、混炼室压力高、混炼周期短、转子型式多样, 可适应不同的胶料; K 系列特点是可提高混炼胶料的分散度, 降低排胶温度以及减轻胶料对机器的磨损, 这种特点很适合混炼使用偶联剂与白炭黑和橡胶的“绿色轮胎”胶料。

为了提高生产效率, 改善工作条件, 密炼机从原始的裸机发展到下辅机、上辅机。使密炼机作业过程, 从胶料的投放、各种配合剂的喂入, 到胶料的混炼; 从混炼胶的排放, 补充混炼到压片, 形成了有机整体的联动化。改变了炼胶工序又脏又累的落后局面。

由于计算机技术、电子技术以及传感器检测技术的发展, 这些技术很快就嫁接在密炼机及其联动线上, 实现了混炼过程中各种工艺参数的在线检测或控制, 如混炼室胶料的温度、压力、黏度、混炼周期以及上、下辅机与配合剂的运行参数等。这些参数按照预先编写的计算机程序, 使密炼机的整个操作过程实现了全自动化。

(3) 完善、提高和创新 密炼机的工作条件是苛刻的, 它必须满足高温、高压、高负荷和高峰值的要求, 同时还必须满足混炼胶的工艺要求, 因此密炼机的技术问题一直是比较难解决的问题。通过数十年的发展, 有许多技术问题已经不断得到完善和提高, 如转子的堆焊技术、混炼室的堆焊技术、热处理技术, 以及主要零部件的加工技术, 还有密封技术也有很大的提高。从 20 世纪 80 年代以来, 密炼机有以下问题取得比较显著的技术进步: ①匹配了加料比较准确、工作比较可靠的上辅机; ②下辅机由单螺杆连续补充混炼压片设备取代了开炼机, 并由双螺杆的下辅机逐步取代单螺杆的下辅机; ③各种构型的转子及其相对应的密炼机不断涌现, 如销钉转子密炼机、同步转子密炼机以及可调距转子密炼机等; ④由液压驱动上顶栓取代了风压驱动上顶栓; ⑤由计算机的全自动监控操作取代了手动和半自动操作。

### 1.2.1.2 炼胶设备的发展动向

炼胶设备的发展动向主要有三个方面: 一是连续混炼; 二是连续混炼作业的延伸; 三是发展智能操作。

(1) 连续混炼及其混炼设备 混炼胶加工的密炼机在橡胶工业使用了将近一个世纪, 在此过程中虽然已经高度机械化、联动化和自动化, 但却一直没有突破连续化这个功能。混炼胶加工机械向连续化加工机械发展已是大势所趋, 因为连续混炼具有许多优点: ①可以大幅度提高生产效率; ②可以免除或简化庞大的密炼机、下辅机和上辅机, 进而由一条联动生产线替代, 大大简化了设备的结构; ③大幅度降低能耗; ④提高混炼胶质量和稳定性; ⑤容易实现“绿色”操作。到目前为止, 连续混炼加工机械实现胶料高质量的分散混炼和分布混炼已基本得到解决, 利用计算机和相关的配套设备实现连续的定量加料已成为可能。工业化国家很早就提出连续混炼的概念, 并投入了大量人力、物力和财力进行了大量的研究, 不过目前的连续混炼要求使用胶粒或胶粉, 使连续混炼机的使用受到很大的限制, 因



此迟迟不能推广。

连续混炼机的推广和工业化需要突破如下的关键技术：①如何由带状的塑炼胶代替胶粒或胶粉和如何获得精确的喂料技术；②如何实现大料、小料以及油料的强制定制加料；③如何匹配胶料与各种配合剂配比的变化等。这种连续混炼机可以设想由一台新型的螺杆塑炼机→大料连续混炼挤出机→小料与油料连续混炼挤出机→压片挤出机所组成的联动线。在生产线上配以储料与定量加料装置，整条生产线由计算机进行自动检测和控制。

这类混炼胶加工机械没有现成的样机，但是有现代的技术和计算机作后盾，经过自主创新，这类新型的连续混炼设备是能够实现的。

(2) 连续混炼功能的延伸及其加工设备 工业化国家正在掀起一场秘而不宣的全自动化轮胎生产技术的革命性浪潮。其中三海公司的ccc低温连续混炼技术能降低能耗50%，降低成本62%，这是一个很有诱惑力的技术。在全球追求指挥+控制+通信+制造一体化系统的今天，将连续混炼技术嫁接到橡胶制品（含轮胎）的半成品。这种连续混炼功能的延伸及其加工设备将是一个具有巨大动力的发展动向。

(3) 炼胶设备的智能化 目前密炼机设备型号大小规格都有，可以满足各种炼胶的需求，为了提高劳动生产率，密炼机的容量越来越大，转速越来越高，一般2~3min就可混炼200~300kg胶料，甚至更多；自动化方面实现了胶料经皮带称量投入，炭黑和油料从管道投入，大大减轻了劳动强度；混炼胶的压片冷却也都实现了机械化。目前主要问题是采用的混炼工艺各不相同，是否优化无法判断，混炼胶质量要等检查后才能知道是否合格。实现最优化涉及混炼过程许多的复杂因素，这些复杂因素又不是人工能在现场及时完成的，这些工作只能由密炼机的智能化来解决。密炼机的智能化一般包括如下功能：①具有根据新的配方和产品性能要求自主生成混炼工艺规程能力的专家系统，其中包括各种胶料、配合剂的每批称量的数量、填充系数、选择控制参数、制定投料顺序及结束混炼的排料标准等；②有利用日常生产数据，自动优化混炼工艺的能力，这样可以不断判断各种条件的变化对混炼工艺规程的影响，保持混炼工艺经常处在最佳状态；③检测混炼过程的有关参数，在每批胶料混炼结束时，即可根据每种胶料建立的预测黏度和分散度的数学模型，或者是根据密炼机建立的预测黏度和分散度的数学模型，给出每批胶料的黏度和分散性，无需机外检测；④微机控制系统在直接控制生产时，则可在要求的质量指标条件下结束混炼，从而可保证每批混炼胶均在要求的质量指标内；⑤密炼机微机智能系统，分上、下位机，下位机在密炼机现场，一台下位机控制一台密炼机，上位机在炼胶车间办公室，它可联系多台下位机，每台下位机控制密炼机的生产情况，过去的、现在的均可在上位机查询到，每台下位机的密炼机的生产任务也可通过上位机下达；⑥微机智能控制系统具有管理功能，可以查询过去某台密炼机生产的某种胶料的混炼情况，如班号、操作员、配方号、工作记录名、累积能量、排胶温度、开始时间、生胶重量、炭黑重量、油重量等，还有功率曲线、温度曲线、混炼时间曲线以及密炼机编号、预测的塑性（黏度）值、分散性、密度等。

## 1.2.2 橡胶压延设备的技术进步与发展动向

### 1.2.2.1 橡胶压延设备的技术进步

橡胶压延设备是现代橡胶工业生产的重要设备，其经过100多年的发展，已取得很大技术进步，尤其近30年来取得了巨大的进步。

(1) 规格系列化、结构多样化、传动直流化 压延机在出现初期都是一些小规格的两辊或三辊压延机，随着生产的发展，不同规格和不同结构型式的压延机不断涌现。在规格方面已从辊筒直径230mm发展到700mm，辊筒长度630mm发展到1800mm，在此范围内压延机已形成了系列。压延机的结构型式也从原来的简单I型结构发展到Γ型、L型、Z型、斜Z型和S型；辊筒的结构也从中空式发展到周边钻孔式结构。在传统的传动系统中



采用直流发电机组和电力放大机供电,也有采用直流发电机组与磁放大器供电系统,这类传统系统设备庞大、投资高、效率低、功耗大而且有严重的噪声污染,从20世纪70年代以来,随着晶闸管技术的发展,压延机传动系统基本上采用直流调速系统,从20世纪90年代开始也有采用变频的调速系统。早期的压延机主机的辊筒通常是由一台电机集中拖动,要改变辊筒之间的速比时则要采用改变速比齿轮的方法,在出现直流电机后,将压延机辊筒由直流电机分别传动,使各个辊筒之间速比可以连续平滑可调,这样能更好地适应橡胶制品对工艺的要求。

(2) 联动化、自动化 早期压延设备各单元装置之间的传动是由压延机通过链条或地轴进行集中拖动,以保证它们同步运行,是一种机械刚性同步方式,其运行速度低、速比调整困难、劳动强度大。随着社会技术的进步,联动装置的技术水平也不断提高,各单元设备都采用单独传动,在导开、压延主机前后和卷取工作区段均设有测力装置进行张力的测量显示和控制,通过对张力的自动调节与控制,使压延机与联动装置的运行速度保持互相协调一致。各单元设备的协同运作,使压延作业中的各项工序一次连续完成。现代压延联动装置还根据压延工艺要求在干燥装置出口处设有可连续测量与指示纺织物湿度的传感器,并可自动调节干燥温度。有的生产流程还设有胶布刺洞装置、自动测厚装置、排线架等;在冷却装置出口处设有断纬线装置;在整个压延联动线上还设有帘布、垫布、自动定中心装置、自动扩宽装置、张力检测装置、定长自动控制装置、卷取装置及自动称量、打印装置等。现代压延联动设备已普遍采用计算机对整个压延过程进行检测和控制,包括速度、张力、湿度、温度、厚度、密度等,并能在监视器上显示出来,并可将过程数据在打印机上打印输出或存储,同时对联动设备的故障能及时显示和报警且能迅速处理,从而使压延操作、使用与维护变得容易了,大大提高了生产效率和制品质量。

(3) 用途多样化 早期的压延设备主要用途:橡胶的压片,帘布的擦胶、贴胶。随着社会的发展,社会对橡胶制品和橡胶的品种与结构都不断提出新的要求。橡胶压延机作为一种重要的成型设备也不断适应新材料、新工艺、新产品的要求,从而获得压延设备技术进步的動力。压延设备的用途也不断扩展,如轮胎钢丝帘布带束层压延联动生产线、轮胎内衬层胶片联动生产线以及高强度钢丝输送带联动生产线等。随着新材料、新产品、新技术、新设备的不断出现,压延设备用途的多样化将不断获得推进。

### 1.2.2.2 橡胶压延设备的发展动向

(1) 大型化 随着社会的发展,规模化生产是一个趋势,提高压延工艺的生产效率、降低能耗和减轻运行成本,其有效途径就是压延设备向大型化方向发展;同时随着社会对制品幅宽的要求越来越宽,所以压延设备的规格也不断地增大。目前我国橡胶压延机系列最大辊筒直径为700mm,最大工作长度为1800mm,国内已生产出最大辊筒直径800mm、最大工作长度2500mm的橡胶压延机,甚至有的压延机最大辊筒直径超过了800mm。据有关资料介绍,法国生产大型压延机规格为 $\phi 900\text{mm} \times 2500\text{mm}$ ,美国为 $\phi 910\text{mm} \times 2540\text{mm}$ ,意大利为 $\phi 860\text{mm} \times 2540\text{mm}$ 。对于塑料压延机来说,辊筒的长度在用于宽幅的塑料压延制品中,其辊筒的工作长度已较普遍达到4~5m。

(2) 高速化 提高压延机的速度是提高生产效率最直接的途径,因此提高压延机的速度一直是人们追求的目标。但是提高压延机的速度受到很多因素的制约,如高速运转的压延机辊筒,会迅速提高胶温,不符合工艺要求,这就必须提高辊筒的设计水平,采用强化冷却效果的辊筒结构;高速运转的压延机,对传动系统的齿轮加工精度有极高的要求,不然在高速运转中会产生振动、噪声和高温;高速运转的压延机,装机功率也相应增大;高速运转的压延机,对联动线单元装置配置和自动化水平的要求提高等。由于压延速度的提高要受许多因素的制约,因而尽管国内外压延机的制造水平近年来有很大提高,但速度却提高不多,如纤维帘布压延机的最高速度一般在50~80m/min,少数可达到115m/min,钢丝帘布压延机