

GAOFENZI CAILIAO  
CHENGXING SHEBEI

主 编◎李继新 李学峰  
副主编◎王立岩 郭立颖 薛培宏

# 高分子材料 成型设备



北京师范大学出版集团  
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP  
北京师范大学出版社

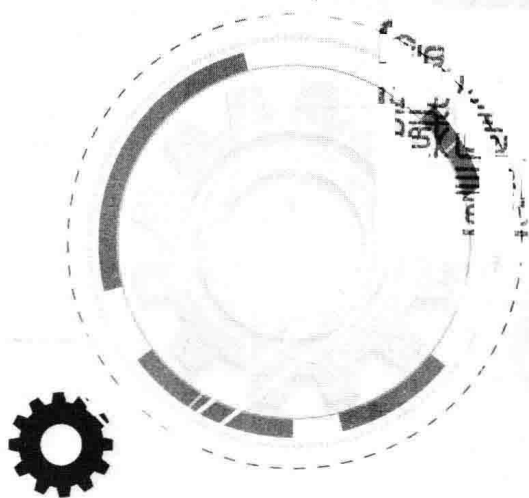


扫码查看教学课件

主 编◎李继新 李学峰

副主编◎王立岩 郭立颖 薛培宏

# 高分子材料 成型设备



GAOFENZI CAILIAO

CHENGXING SHEBEI



北京师范大学出版集团  
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP  
北京师范大学出版社

---

**图书在版编目(CIP)数据**

高分子材料成型设备/李继新,李学峰主编. —北京:北京师范大学出版社, 2019. 1

ISBN 978-7-303-24279-5

I. ①高… II. ①李… ②李… III. ①高分子材料—成型机械 IV. ①TB324

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 258250 号

---

营销中心电话 010-62978190 62979006  
北师大出版社科技与经管分社 www.jswsbook.com  
电子信箱 jswsbook@163.com

---

出版发行:北京师范大学出版社 www.bnup.com  
北京市海淀区新街口外大街 19 号  
邮政编码: 100875

印 刷:天津中印联印务有限公司  
经 销:全国新华书店  
开 本:787 mm×1092 mm 1/16  
印 张:15.75  
字 数:330 千字  
版 次:2019 年 1 月第 1 版  
印 次:2019 年 1 月第 1 次印刷  
定 价:39.80 元

---

策划编辑:刘风娟 责任编辑:刘风娟  
美术编辑:刘超 装帧设计:刘超  
责任校对:赵非非 黄华 责任印制:赵非非

**版权所有 侵权必究**

反盗版、侵权举报电话:010-62978190

北京读者服务部电话:010-62979006-8021

外埠邮购电话:010-62978190

本书如有印装质量问题,请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话:010-62979006-8006

# 前 言

近年来，我国高分子材料成型加工业飞速发展，高分子成型机械也得到较快发展。然而，适应这一发展、反映这一发展的高分子材料成型设备的教材却较少，特别是系统介绍高分子材料成型设备操作的书更少，远远不能满足高校教学的需要。

本书是按照“高分子材料与工程”专业教学大纲要求，并结合高等学校工科本科专业向应用型专业转变的要求编写而成，供高分子材料与工程专业学生使用。

本书以典型的高分子材料成型设备为主要内容，在选材上重点突出又照顾到全面，力求内容精练、图文并茂，注意尽量介绍国内外最新设备、新技术和发展趋势，突出了“实际、实用、实践的“三实”原则。本教材具体介绍了典型塑料生产机械设备、橡胶生产机械设备及纤维生产机械设备的结构、工作原理、操作方式、经常发生的问题及设备的维护，为学生正确选择、使用、管理和维护各类高分子材料成型设备打下了良好的基础。各章后附有习题，供学生复习和自学参考。

本教材共分8章，包括第1章总论；第2章混炼机械设备；第3章挤出成型设备；第4章注射成型设备；第5章压延成型设备；第6章纺前准备设备；第7章纺丝设备；第8章化学纤维后加工设备。

由于本书涉及面宽，内容繁杂，且涉及大量的生产实际问题，再加上编写时间仓促和缺乏经验，书中难免存在不足之处，敬请读者指正。

本教材的编写过程中，王海玥硕士及刘佳鑫、姚治国两位在读硕士研究生进行了文字校对工作，对他们的工作表示感谢。

另外，本书在编写过程中参阅了大量文献，在此对文献作者表示衷心感谢，由于篇幅所限，在本书中只列出了部分参考文献，亦请未被列入的文献作者见谅。

## 目 录

**第 1 章 总论 /1**

1.1 塑料机械 .....	1
1.2 纤维机械 .....	5
1.3 橡胶机械 .....	8
习题与思考 .....	10

**第 2 章 混炼机械设备 /11**

2.1 螺带混合机 .....	11
2.2 捏合机 .....	13
2.3 高速混合机 .....	15
2.4 开炼机 .....	17
2.5 密炼机 .....	20
习题与思考 .....	26

**第 3 章 挤出成型设备 /27**

3.1 概述 .....	27
3.2 单螺杆挤出机 .....	38
3.3 双螺杆挤出机 .....	50
3.4 新型螺杆 .....	61
3.5 挤出机头 .....	65
3.6 挤出成型辅机 .....	72
习题与思考 .....	88

**第 4 章 注射成型设备 /90**

4.1 注射机的分类与组成 .....	90
4.2 注射机的工作过程 .....	93
4.4 注射装置 .....	98
4.5 合模装置 .....	103
习题与思考 .....	109



## 第5章 压延成型设备 /110

5.1 概述 .....	110
5.2 压延机的分类和型号 .....	111
5.3 压延成型机的典型结构及工作原理 .....	114
5.4 压延机辅机 .....	124
习题与思考 .....	131

## 第6章 纺前准备设备 /132

6.1 切片干燥设备 .....	132
6.2 熔体混合和过滤设备 .....	143
习题与思考 .....	145

## 第7章 纺丝设备 /146

7.1 纺丝箱 .....	148
7.2 计量泵 .....	150
7.3 纺丝组件 .....	154
7.4 喷丝板 .....	157
7.5 冷却吹风系统 .....	160
7.6 熔纺卷绕机 .....	163
习题与思考 .....	177

## 第8章 化学纤维后加工设备 /179

8.1 短纤维后加工设备 .....	179
8.2 长丝后加工设备 .....	211
习题与思考 .....	242

## 参考文献 /243

# 第1章 总论

## 1.1 塑料机械

### 1.1.1 塑料概述

塑料成型机械的发展是随着塑料工业的迅猛发展而发展起来的。塑料成型机械是塑料工业的组成部分,是完成塑料制品生产的重要手段,是发展塑料工业的基础之一,是衡量塑料工业技术水平的标准之一。塑料成型机械的完善程度和潜力的发挥,对提高塑料制品质量,提高劳动生产率,降低产品成本,改善劳动条件,加强安全生产以及实现新工艺等都具有重要作用。

塑料工业的发展较橡胶工业晚。塑料和橡胶的加工有许多类似之处,所以塑料成型机械大多是在橡胶机械的基础上改进、发展而来的。但由于塑料的加工温度高,硬度大,制品精度要求高,加工工艺严格,所以塑料成型机械的选材、设计和制造都与橡胶机械相距甚远。

塑料行业发展很快。近年来,世界塑料原料(合成树脂)的产量增长迅速:2004年中国塑料制品产量达到1846.61万吨,超过德国,成为世界第二大塑料生产大国;2005年中国塑料制品产量达到2200万吨;2006年中国塑料制品产量达到2801.9万吨;2016年中国塑料制品总产量已经超7700万吨。

在世界各大洲中,亚洲塑料产量增长速度最快。1996年,亚洲塑料产量为3680万吨,占世界总产量的28.4%,而2003年亚洲塑料的产量增长到6800万吨,占世界总产量的比例也提升到了33%。1998年,欧洲的塑料产量为4200万吨,2001年、2003年分别为5790万吨、6340万吨。由于欧洲塑料产量的增速低于世界平均值,所以占世界总产量的比例有所下降,2001年降为32%,2003年降为30.8%。北美洲的塑料产量在1991年就已经超过3000万吨,2002年增至5240万吨,2003年增为5560万吨,但北美洲塑料产量占世界总产量的比例没有增长,2001年、2002年和2003年均为27%。

目前,全球塑料产量超过1000万吨的国家共有5个,即美国、中国、德国、日本和韩国。美国塑料的产量多年来一直居于世界各国之首,而其国内塑料消费量也是全球最多的。日本在很长的时期内都是仅次于美国的世界第二大塑料生产国,但从1998年开始,产量开始下降,在2000年被德国超过。德国成为当时的第二塑料生产大国。韩国塑料产量近些年来增长迅速,1999年突破900万吨,2002年到达1010万吨,跻身于世界五大塑料生产国之列。我国塑料工业从无到有,从小到大,几十年持续快速健康发展,取得了辉煌的成就,塑料制品年产量已跃居世界大国行列,2004年成为仅次于美国的世界第二大

塑料生产大国。2004年，中国塑料制品产量达到1846.61万吨，超过德国成为世界第二大塑料生产大国。

国产塑料产品品种显著增加，可以满足国民经济各个领域和人民日常生活需求。其中，包装器材是我国塑料制品加工行业发展最快的领域；同时塑料材料也被广泛地应用于建筑领域，并已被证明极具发展前途；工业领域应用的塑料种类繁多，数量年年大幅度增加；在健康消费理念驱动下，国内抗菌塑料需求日渐旺盛。

目前，我国已有一批大中型塑料生产加工的骨干企业成长起来，行业的整体素质有了明显提高。一个包括塑料原辅料、制品加工和机械设备制造等部分组成的中国塑料工业体系已日趋成熟、完善，并在行业内积极推行ISO 9000标准和国际上先进的技术与产品标准，塑料产品质量和企业的生产管理实现了与国际接轨。

我国塑料机械工业也是随着塑料工作的发展而发展起来，并随着科学技术的不断更新而不断发展着。1949年之前，我国的塑料机械工业几乎是空白的。那时只有小部分机械设备还是手工操作的，只能生产酚醛塑料制品，如梳子、皂盒之类的东西。

我国最早出现的塑料成型机械是开炼机和压延机。19世纪后期，螺杆挤出机设计成功；20世纪初，柱塞式注射成型机出现。

我国的塑料机械工业兴起于20世纪50年代。1956年，螺杆一线式注射成型机才开始问世。螺杆一线式注射机的出现，标志着注射成型工艺发展进行了一个新的历史阶段，从此，注射成型技术获得了突飞猛进的发展，现在，注射成型机不但可以加工热塑性塑料，而且可以加工热固性塑料。

改革开放前，大多数企业集中在原轻工和机械系统，规模较小、装备落后、技术力量薄弱。技术上主要以对引进样机进行测绘仿制为手段，产品品种少、工艺水平低、标准不一、模具开发能力低、配套能力差，缺乏成套供应能力。改革开放后，随着塑料工业的高速发展，市场对塑料成型加工设备的需求大幅度提高。许多企业通过与国外同类企业进行合资、合作和购买生产制造许可证等方式，从国外引进先进技术和设计并进行消化吸收，使得我国塑料机械产业有了一个明显的跃升，产品开始初步满足塑料加工工业的一般需求。进入20世纪90年代，由于塑料新型材料的不断涌现，塑料的应用领域已从一般民用、农用向几乎所有工业领域，如汽车、家电、建筑、包装、装潢、通信、计算机等产业快速扩展。塑料机械生产企业也打破了原大部分局限于轻工、机械及化工系统的格局，迅速在各个工业系统及军工和乡镇企业中蓬勃兴起，并依托塑料工业的重点发展地区，产品门类与之相适应，从而形成了较为明显的区域结构布局。例如，注射成型机的生产相对集中在广东南部，浙江的杭州、宁波一带，上海及江苏的无锡等地；挤出生产线相对集中在东部的山东、上海，中部的武汉及豫南，北部的北京、大连等城市；塑料编织设备主要集中在江苏常州和甘肃兰州两地；同向双螺杆挤出机则主要在江苏南京、甘肃兰州及大连；混配设备主要在江苏张家港和辽宁的部分地区；挤出成型机和注射成型机的关键部件螺杆和机筒则大部分在浙江舟山和江苏南京；而各类模具则以浙江黄岩地区以及安徽一些地区较为集中。经过从“六五”开始到目前30多年时间的发展，我国塑料机械工业已经初具规模，并已形成为塑料加工工业提供必备的装备，在轻工机械领域中排行首位、在整个机械



工业中渐显其重要性的不可忽视的力量。

中国塑料机械总的发展趋势是向高科技方向发展，重点是利用新技术改进生产力，提高经济效益。具体讲，是要朝着塑料机械专用化、系列化、标准化、复合化、微型化、大型化、个性化、智能化方向发展，同时要满足节能、节材、高效的要求，以适应塑料原料、塑料制品加工企业节约成本的需要。

### 1. 注塑机设备

注射成型技术发展迅猛，新技术、新设备层出不穷。高度计算机化、自动化、单机多功能化、辅助设备多样化、组合迅速且安装维修保养便利将成为趋势。全电动注塑技术、油电复合型注塑技术、气辅和水辅注塑成型技术、多层注塑技术方兴未艾。用于瓶坯、光盘、磁性材料以及生产特种工程塑料薄壁产品的专用注塑机将越来越重要。为配合汽车等重工业领域发展的大型、超大型注塑机也将有更大的需求。

### 2. 挤出机设备

一方面，大型化和精密化是挤出设备的发展趋势。如大型挤压造料机组是乙烯工程配套的三大关键设备之一，长期一直依靠进口，为满足石化工业发展需要，必须加快国产化进程。而精密化可以提高产品的含金量，如多层共挤复合薄膜等均需要精密挤出机。

另一方面，减少挤出机上的专用配件，努力提高装备生产的模块化是大势所趋。模块化生产不仅可缩短新产品的研发周期，而且方便对成型装备的各个系统模块部件进行全球采购，以保证整机质量、降低成本、加速资金周转。

### 3. 中空吹塑设备

提高设备的自动化程度、加强稳定性是当务之急。可选择一些中等速度的专用设备，如用于医用塑料瓶生产的吹瓶机为突破口。

总之，创新发展，是中国塑料机械工业发展的必由之路。只有不断研发，拥有自主知识产权的技术，才能使中国的塑料机械设备真正处于国际领先地位。

## 1.1.2 塑料分类

按照塑料的性能，尤其是力学性能和热性能的差异，可将塑料分为通用塑料和工程塑料。通用塑料指的是产量大、用途广、易成型、价格相对低廉的塑料品种。工程塑料泛指具有高性能又有可能代替金属材料使用的塑料品种，较通用塑料具有显著高的强度和耐热性能。

也可将塑料分为热塑性塑料和热固性塑料。热塑性塑料是直链高分子化合物，在特定的温度范围内能反复加热软化和冷却硬化的塑料，热软化重新冷却固化后可恢复原来的强度。前面所说的通用塑料或工程塑料中的绝大部分都属于热塑性塑料。热塑性塑料在全部塑料的生产量中占80%，典型代表有聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚氯乙烯、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯(Acrylonitrile Butadiene Styrene, ABS)等。热固性塑料受热即软化并能加工，但继续加热即发生化学反应而交联固化，再加热不能受热熔融。典型的热固性塑料有酚醛、脲醛和环氧树脂等。

### 1.1.3 塑料成型加工工艺过程与设备

我们所指的塑料成型加工过程包括以下四个方面。

- ①使物料熔融或软化，呈现流动性或可塑性。
- ②赋予制品一定的形状。

③对某些塑料，从单体或低分子化合物开始，按一定程序进行反应，制成所需的材料或制品，尤其是热固性塑料的成型更是如此。

- ④通过加工操作利用原辅材料的物理或化学变化，达到塑料改性的目的。

对于上述四个方面的内容，具体的操作有混合、混炼、挤出、注塑、发泡、交联、压延、模型、固化等多种工艺过程，这些过程伴随着加热、冷却、旋转、流动等多种外界作用因素，使塑料原辅材料借助于物理变化或化学变化成为所需要的材料或制品。

塑料成型加工设备有多种分类方式，最普遍的就是根据塑料的加工工艺来分。同时塑料的成型加工从宏观角度来看可分为预加工、独立成型、组合成型和两次加工四个阶段，表 1-1 即为按这样的分类列出的塑料成型加工机械种类。

表 1-1 塑料成型加工机械种类

设备大类	设备名称	设备大类	设备名称	
预加工机械	高速混合机	组合成型机械	移送成型机 {	
	捏合机			压制式移送成型机
	开炼机			挤出式移送成型机
	密炼机		薄膜成型机 {	注射式移送成型机
	造粒机 {			挤出吹塑薄膜成型机
				切粒机
	挤出造粒机			挤出压延薄膜成型机
浸胶机	混炼压延薄膜成型机			
独立成型机械	压机	二次加工机械	中空成型机 {	
	压延机			压制式中空成型机
	挤出机			挤出式中空成型机
	注射机		注射式中空成型机	
	流延机		塑料熔合机	
	浇注机		塑料黏合机	
	喷涂机		塑料表面处理设备	
	粉末成型设备		塑料热成型设备	
	浸渍设备		塑料印刷机械	
	缠绕设备		机械加工机	
		塑料粉碎机		

热塑性与热固性塑料在成型加工性能上有很大的差异，所以采用的成型加工工艺方法也不同。任何一种加工工艺都要使用相应的加工机械与设备，包括主机、辅机、模具等。表 1-2 列出了两类塑料所采用的成型方法。

表 1-2 热塑性塑料和热固性塑料的成型方法

材料种类 成型方法	热固性塑料	热塑性塑料
压缩成型	应用较多	应用较少
注射成型	应用较多	应用多
挤出成型	应用较少	应用多
压延成型	未应用	应用较多
浇铸成型	应用较多	应用多
发泡中成型	应用较多	应用多
二次加工	应用多	应用多

## 1.2 纤维机械

### 1.2.1 纤维概述

化学纤维可分为再生纤维和合成纤维两大类，具体见图 1-1。

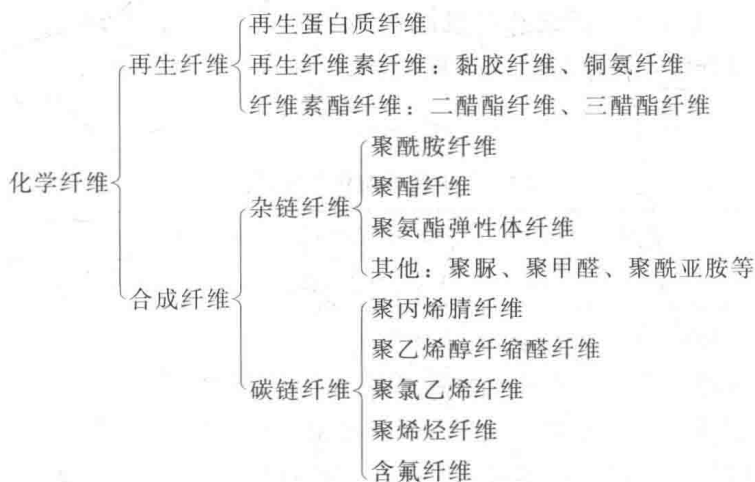


图 1-1 化学纤维的分类

再生纤维的发展至今已有 100 多年的历史，工业化产量较大的是黏胶纤维，直到 1965 年，其产量仍在急剧增长。1965 年后，由于黏胶纤维厂投资大，流程长，污染严重，资金回收周期长，并受到原料限制，加之受合成纤维的冲击，黏胶纤维产量一直很低。但是由于其优良的性能(如手感、吸湿性、透气性等)仍是一个不可取代的纤维大品种。

黏纤生产初期，纺速很低，属于半连续化生产，设备的材质多采用木质、陶瓷和铸铁，仅部分采用不锈钢。随着科学技术的发展，黏纤生产设备已向联合化自动化方向发展，生产能力也有大幅提高。

合成纤维的生产是在 20 世纪 30 年代中期开始的。当时合成纤维与再生纤维的生产过

程十分相似，由于纤维性能低下等一系列原因，合成纤维在生产上没有得到显著的发展。1935年，美国卡罗瑟斯首先研究成功第一种聚酰胺纤维——尼龙66；1938年建立中间试验工厂，1939—1940年开始工业化生产，以后这一纤维在西方工业国家得到广泛的发展。尼龙66是第一种正式生产的合成纤维。所以，一般认为，合成纤维的发展史是从1938—1940年算起的。尼龙66，生产时采用了一种新的纺丝方法——熔体纺丝法，因而具有一系列新而优异的性能，如高弹性、高强度等。

由于合成纤维性能优良，用途广泛，原料来源丰富易得，生产又不受气候或土地条件的影响，所以合成纤维工业自建立以来，发展速度十分迅速。1940年，世界合成纤维产量只有5000吨，占纺织纤维的0.5%；1950年为6.9万吨，占0.7%，超过了天然丝的产量；1960年增长到70.3万吨，占47%；经过石油化工大发展，1970年，合成纤维产量增长到470万吨；1975年，合成纤维产量为735万吨；1980年，合成纤维产量为1050万吨；1985年，为1280万吨；1986年，达到1601万吨；1996年，合成纤维产量1900万吨；2004年，合成纤维产量达到了3799.2万吨；2016年合成纤维产量达到6529万吨。

随着一系列新型化学纤维的制造成功，化学纤维应用之广泛已远远超出了纺织工业的传统概念范围。化学纤维深入国防工业、航空、航天、交通运输、医疗卫生、海洋水产、通信等一系列重要的国民经济部门。

我国化学纤维工业是从20世纪50年代末期开始建立起来的，起步于聚酰胺纤维。目前生产的主要品种有涤纶、锦纶、腈纶、丙纶、维纶、氨纶等。表1-3是我国早期化学纤维产量。2006年，我国化学纤维总产量已达2024万吨，2015年达到4831.7万吨，到目前为止，我国化学纤维生产产量已占世界产量的60%以上，已成为名副其实的世界合成纤维生产大国。

表 1-3 中国早期化学纤维产量

单位：万吨

年份	1957	1962	1970	1980	1985	1990	1993	1995	1998	1999
化纤总产量	0.02	1.36	10.09	45.03	94.78	165.42	273.37	341.17	510.00	600.00

注：此表数据来自国家统计局。

化学纤维设备随着化纤工业的发展而不断向前发展着。化学纤维设备一般可分为湿法纺丝设备和熔融纺丝设备两大类。湿法纺丝设备由于生产的产品不同设备也不同，即使同一产品，也由于溶剂不同腐蚀性不同，设备使用的材料也不相同，因而较难相互通用。而且湿法纺丝工艺路线长、设备复杂，因而湿法纺丝的合成纤维发展受到影响，产量远不及熔融纺丝类的合成纤维。20世纪50年代末，我国化纤设备起步于黏胶纤维的连续式长丝纺丝机，1966年自行设计制造腈纶纺丝成套设备，后又消化吸收国外技术，国产化了干湿纺丝设备。

熔融纺丝设备大部分可以通用，且生产的纤维性能优良，产量大，设备的加工速度高，因而发展很快。我国从最早仿制生产锦纶设备开始，到自行设计螺杆式涤纶纺丝机，生产整套沸腾预结晶充填式干燥设备，实现高压高速纺丝代替原来的常规低速纺丝。纺丝三大关键设备螺杆挤出机、计量泵和喷丝板都有多家专业厂生产。现差别化纤维生产所用的各种喷丝头、纺丝组件均已实现国产化。

高速纺丝的关键设备——高速卷绕机早在 20 世纪 80 年代我国就已研制成功并投入生产。关键组件高速导丝机采用多头凸轮，具有与世界上同类设备不同的特点。接着，我国又成功地研制出纺速为 6000 m/min 的拨叉式超高速卷绕头，为全取向丝的生产打下基础。

长丝后加工的主机牵伸变形机已由低速的转子式假捻器改为高速的叠盘式摩擦假捻器，从而直接产生内牵伸变形，省掉牵伸加捻机。生产普通的有捻定形长丝因仍需牵伸加捻机，在这一方面我国亦有很大进展。首先加大低倍牵伸范围，解决能在牵伸加捻机上进行剩余拉伸，使之与高速纺丝接轨的问题。其次是采用微机控制各工艺参数，使之更精确和方便，机电一体化程度大大提高。再者开发了牵伸卷绕机生产无捻无定型丝的技术。牵伸卷绕机一方面与织造范围的整经工序连接直接做经轴，打破化纤厂与织造厂的界限；另一方面可与倍捻机配套生产普通长丝。倍捻机已有多家工厂制造，三倍捻机也在研制。首先用于工业用丝的纺丝牵伸联合机也在研制。国外还制造了智能化熔融纺丝设备，生产时只需根据品种规格要求，给定参数，输入微机，启动后经测定后确认即可正式生产，生产过程中机器会自动调整，如遇故障会发出故障所在部位的提示。操作非常方便，但软件和电气设备比较复杂。长丝加工设备正向高速化、联合化和自动化方面发展。

短纤维后加工设备则主要是增加单条线的生产规模，发展新型大螺杆、大喷丝头组件和加工总线密度(纤度)大的成套后加工设备，如七辊拉伸机、紧张热定型机和压轮式切断机等。

## 1.2.2 化纤设备的分类

按产品类别、用途和加工方法进行分类，化纤设备可分为长丝生产设备和短纤维生产设备。短纤维生产设备又可分为湿法、干法和熔法生产设备。本课程以民用长丝生产设备和短纤维熔法生产设备为例进行介绍。

### 1. 长丝生产设备

以民用涤纶长丝生产设备为例，其生产设备如图 1-2 所示。

切片料仓→切片干燥机→螺杆挤压机→纺丝机（或增压熔体直接纺丝机）



图 1-2 涤纶长丝生产设备



## 2. 短纤维生产设备

以涤纶短纤维设备为例进行介绍。

### (1) 纺丝设备

纺丝设备包括切片料仓、切片干燥机(切片纺)、螺杆挤压机(增压熔体直接纺)、纺丝机、卷绕机及盛丝桶等。

### (2) 后加工设备

后加工设备包括集束架、多辊拉伸机、紧张热定型机、卷曲机、松弛热定型机、切断机及打包机等。

## 1.2.3 化纤设备的发展趋势

化纤机械的发展是随着化纤工业的迅猛发展而发展起来的,今后随着化纤行业的发展,还会得到更加快速的发展和完善。发展方向可归纳为下列五个方面。

①纤维制造技术向规模化、连续化、高速化和自动化方向发展,包括计算机控制技术的应用,达到降低生产投资、降低生产成本、提高产品质量(如产品的升级换代等)、稳固已有的产品市场的目的。

②生产管理上实现微机控制,开发柔性生产体系。为适应市场竞争和快速反应的需要,在微机中可贮存多个工艺程序,以便更换品种,集控制、监测和信息三大功能于一体,通过视频信号显示器进行人机对话。

③化纤设备有利于继续拓展聚酯产品的应用领域,如聚酯产品的非纤应用、纤维的工业应用等。

④化纤设备致力开发生产新的化纤品种,包括高附加值、功能性产品,以进一步开拓产品市场,引导消费市场。

⑤化纤设备有利于开发生产高强度、高模量及耐高温的高性能纤维,发展生物可降解的“绿色纤维”,以利于环境保护。

## 1.3 橡胶机械

### 1.3.1 橡胶概述

在 高分子材料产品中,橡胶的生产历史久远,其制品种类繁多,应用广泛,是汽车、轻工、矿山、国防等工业的基础原料,在国民经济中起着重要的作用。

橡胶包括天然橡胶与合成橡胶。橡胶原料消耗量代表一个国家橡胶工业发展水平。由于传统市场基本饱和,合成橡胶工业处于低速增长长期。

天然橡胶主要来源于三叶橡胶树。合成橡胶是由某些低分子物质做原料,经过复杂的化学反应制得的。根据合成橡胶的性能和用途,其分类如图 1-3 所示。

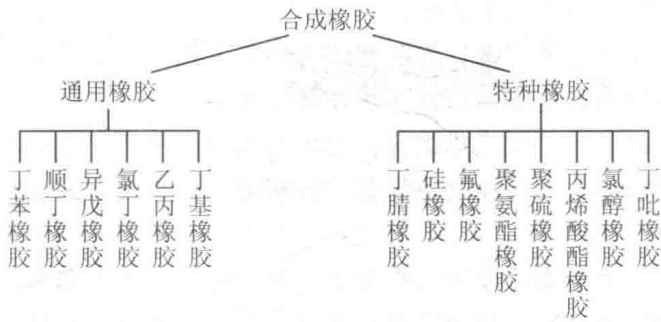


图 1-3 合成橡胶的分类

除了以上列举的各种合成橡胶之外，还有一些合成橡胶的新品种不断出现，如醉烯橡胶、氯磺化聚乙烯等。

### 1.3.2 橡胶制品生产过程

橡胶制品的主要原料是生胶，同时还要添加各种配合剂，采用纤维织物和金属材料做骨架。制造胶浆时，还需要大量的溶剂。橡胶制品生产的基本工艺过程包括塑炼、混炼、压出、压延、成型、硫化六个基本工序，如图 1-4 所示。

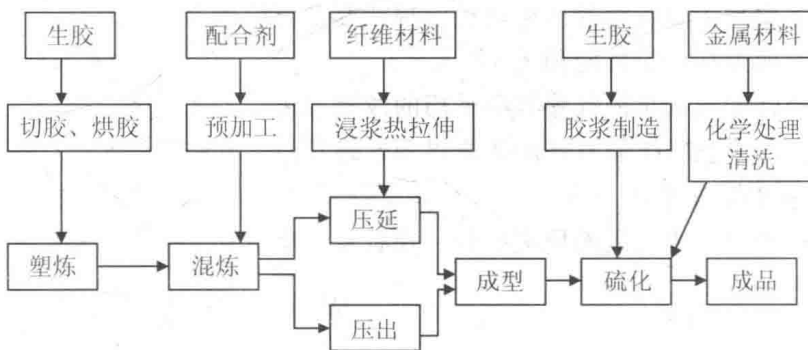


图 1-4 橡胶制品生产工艺过程

对生胶进行切胶后，进入密炼机进行塑炼。塑炼后的生胶称为塑炼胶。混炼是在塑炼胶中加入配合剂，包括硫化剂、硫化促进剂、活化剂、防老剂、补强剂、填充剂、软化剂、着色剂等各类化学药品。混炼过程也是由密炼机完成的。混炼后的材料称为混炼胶或胶料。压出、压延和成型工艺用以制造一定形状的半成品。经过压出可制成一定形状的坯料(如胶管、胶鞋大底、轮胎胎面)。压延可以对织物进行挂胶，然后将一定形状的坯料和压延胶布、胶片在专门的设备上粘贴压合，制成各种未经硫化的橡胶半成品。硫化是将上述已成型的半成品，在一定温度和压力下，经过一定时间橡胶与硫化剂发生化学反应，得到弹性好、强度高的橡胶制品。

### 1.3.3 橡胶加工设备的发展趋势

橡胶加工设备是围绕着橡胶工艺过程的要求进行设计制造的。由于橡胶工业的历史长久，工艺过程已经稳定，橡胶加工设备也已达定型化和系列化的相对稳定状态。目前，橡

胶设备的发展趋势主要有以下几个方面。

①提高设备控制精度。采用微机控制和传统加工工艺与设备相结合，消除人为控制产生的误差，提高产品质量。这方面的技术正在高速发展。

②优化连续成型设备。经过优化组合，使生产线更合理、产量更高、质量更好。

③采用新材料制造设备。增加设备耐磨、耐腐蚀、耐热等方面的性能，延长设备的使用寿命。

④从节能和环保方面考虑，改造原有设备结构，达到节省能源和环境保护的目的。

⑤随着新技术的出现，设计和改造原有设备，以满足工艺方面的要求。

总的说来，橡胶机械的发展趋势面向高度自动化、系统最优化、操作更合理、节省能源、有利环保的方向发展。

用于生产不同品种的橡胶制品的设备，其结构和原理有很大的区别。本部分以橡胶的通用机械为基础，介绍橡胶生产中的成型设备，对比橡胶与化纤设备的区别和共同点，掌握高分子材料加工的机械基础。

## 习题与思考

1. 简述我国塑料工业发展的历史过程、现状及发展前景。
2. 简述塑料成型加工设备的种类。
3. 简述热塑性塑料和热固性塑料所采用的成型方法。
4. 简述我国化学纤维工业发展的历史过程、现状及发展前景。
5. 简述化纤设备的分类。
6. 简述我国橡胶工业发展的历史过程、现状及发展前景。

## 第2章 混炼机械设备

某些塑料或胶料在成为制品前，必须进行混炼。混炼后得到的料，不论其料量多少，都应该在性能上均匀一致。混炼过程是在混炼机上进行的，如开炼机和密炼机。混炼之前通常要经过初混合，这是因为混炼机的承料量是有一定限制的，因此在制备大批料量时，就需要在混炼之前分批进行初混合，以求得原料组分之间有较好的均匀性。由于混炼机混炼效率的限制，一种不太均匀的料，即使它的重量没有超过混炼机的承料量，如果要求它通过混炼而完全均匀，则必须用很长的混炼时间。而混炼又总是在高温和高剪切速率下进行的，这样便会造成聚合物的过多降解。为此，各种原料在混炼之前，要求先在比较缓和的条件下进行初混合。初混设备一般是指物料在非熔融状态下进行混合所用的设备。初混设备很多，这里只介绍几种常见的典型初混设备：螺带式混合机、捏合机、高速混合机。

要实现上述过程，必须有相应的混炼机械设备。混炼机械是制备塑料半成品的机械。塑料半成品质量的好坏，直接影响塑料制品的质量。所以，混炼机械在塑料成型加工中起着相当重要的作用，同时它在塑料成型机械中也占有相当的比重。

### 2.1 螺带混合机

转子呈螺带状的混合机称为螺带混合机。根据螺带的个数或旋向将螺带混合机分为单螺带混合机和多螺带混合机；根据螺带的安装位置可将螺带混合机分为卧式螺带混合机、立式螺带混合机和斜式螺带混合机。

#### 2.1.1 螺带混合机的基本结构

图 2-1 为卧式单螺带混合机的结构。整个混合机由螺带、混合室、驱动装置和机架组成。它是一个两端封闭的半圆筒形槽，槽上有可启闭的盖，作为装料之用，也可在盖上设加料口，下部有卸料口。混合室外可设计为夹套式，用于加热或冷却物料。有些混合室还装有抽真空装置。加热冷却夹套一般配置在混合室偏下的部位，使得只有底部范围内的物料才可能被加热，以防止混合室内上表面物料受热硬化而形成硬表层。混合室底部的排料口在工作时是关闭的。当排料时，将排料口打开，转动着的螺带将物料渐渐推出。小型混合室也可设计成为翻转式的。排料时，将混合室倾斜一定角度，便可卸出物料。

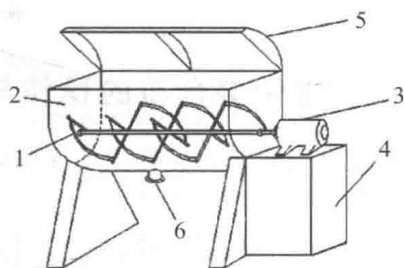


图 2-1 螺带式混合机

1—螺带 2—混合室 3—驱动装置  
4—机架 5—上盖 6—卸料口