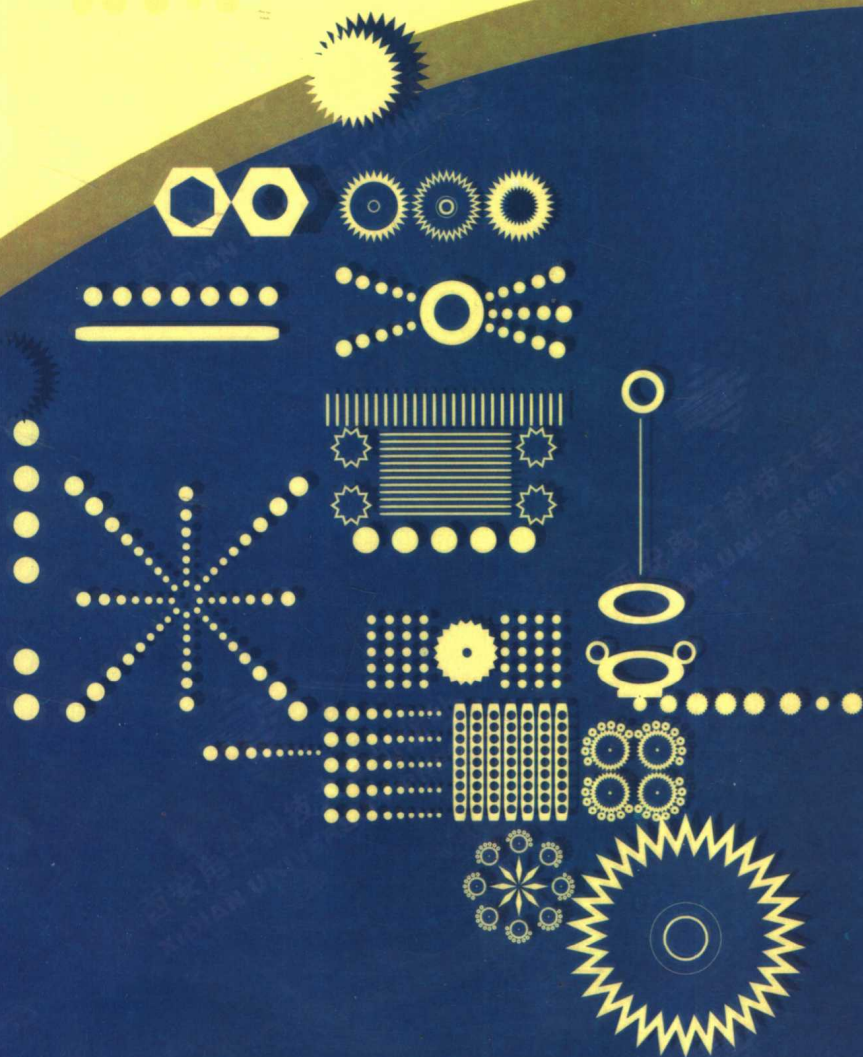


面向
21
世纪

中国高等职业技术教育研究会推荐
机电类专业高职高专规划教材

塑料成型模具设计

单小根 主编
王嘉 参编
殷铖 主审



中国高等职业技术教育研究会推荐

面向 21 世纪机电类专业高职高专规划教材

塑料成型模具设计

主 编 单小根

参 编 王 嘉

西安电子科技大学出版社

2007

内 容 简 介

本书共 10 章, 主要介绍了注射成型、压缩成型、压注成型、挤出成型和中空吹塑成型等常见的塑料成型方法, 工艺过程及条件。重点分析并介绍了注射、压缩和挤出等各类成型模具典型结构的特点, 工作原理及设计要点。此外, 本书还对塑料的基本性能和塑料制品工艺设计作了必要的介绍。

本书还介绍了塑料模具设计程序、步骤及实训, 供学生学习参考。

本书是高职高专和跨中职模具设计与制造专业教材, 也可用作成人教育模具专业教材。本书对从事塑料模具设计与制造工作的工程技术人员也有较大的参考价值。

★本书配有电子教案, 有需要的教师, 可与出版社联系, 免费赠送。

图书在版编目(CIP)数据

塑料成型模具设计/单小根主编. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2007. 8
中国高等职业技术教育研究会推荐. 面向 21 世纪机电类专业高职高专规划教材
ISBN 978-7-5606-1856-2

I. 塑… II. 单… III. 塑料模具-塑料成型-设计-高等学校: 技术学校-教材
IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 089735 号

策 划 马武装

责任编辑 马武装

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http: //www. xduph. com E-mail: xdupfxb@pub. xaonline. com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 27.75

字 数 660 千字

印 数 1~4000 册

定 价 37.00 元

ISBN 978-7-5606-1856-2/TG·0019

XDUP 2148001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜, 谨防盗版。

序

进入 21 世纪以来,随着高等教育大众化步伐的加快,高等职业教育呈现出快速发展的形势。党和国家高度重视高等职业教育的改革和发展,出台了一系列相关的法律、法规、文件等,规范、推动了高等职业教育健康有序的发展。同时,社会对高等职业教育的认识在不断加强,高等技术应用型人才及其培养的重要性也正在被越来越多的人所认同。目前,高等职业教育在学校数、招生数和毕业生数等方面均占据了高等教育的半壁江山,成为高等教育的重要组成部分,在我国社会主义现代化建设事业中发挥着极其重要的作用。

在高等职业教育大发展的同时,必须重视内涵建设,不断深化教育教学改革。根据市场和社会的需要,不断更新教学内容,编写具有鲜明特色的教材是其必要任务之一。

为配合教育部实施紧缺人才工程,解决当前机电类精品高职高专教材不足的问题,西安电子科技大学出版社与中国高等职业技术教育研究会在前两轮联合策划、组织编写了“计算机、通信电子及机电类专业”系列高职高专教材共 100 余种的基础上,又联合策划、组织编写了“数控、模具及汽车类专业”系列高职高专教材共 60 余种。这些教材的选题是在全国范围内近 30 所高职高专院校中,对教学计划和课程设置进行充分调研的基础上策划产生的。教材的编写采取在教育部精品专业或示范性专业(数控、模具和汽车)的高职高专院校中公开招标的形式,以吸收尽可能多的优秀作者参与投标和编写。在此基础上,召开系列教材专家编委会,评审教材编写大纲,并对中标大纲提出修改、完善意见,确定主编、主审人选。该系列教材着力把握高职高专“重在技术能力培养”的原则,结合目标定位,注重在新颖性、实用性、可读性三个方面能有所突破,体现高职高专教材的特点。第一轮教材共 36 种,已于 2001 年全部出齐,从使用情况看,比较适合高等职业院校的需要,普遍受到各学校的欢迎,一再重印,其中《互联网实用技术与网页制作》在短短两年多的时间里先后重印 6 次,并获教育部 2002 年普通高校优秀教材奖。第二轮教材共 60 余种,在 2004 年已全部出齐,且大都已重印,有的教材出版一年多的时间里已重印 4 次,反映了市场对优秀专业教材的需求。本轮教材预计 2006 年全部出齐,相信也会成为系列精品教材。

教材建设是高职高专院校基本建设的一项重要工作,多年来,各高职高专院校都十分重视教材建设,组织教师参加教材编写,为高职高专教材从无到有,从有到优、到特而辛勤工作。但高职高专教材的建设起步时间不长,还需要做艰苦的工作,我们殷切地希望广大从事高职高专教育的教师,在教书育人的同时,组织起来,共同努力,为不断推出有特色、高质量的高职高专教材作出积极的贡献。

中国高等职业技术教育研究会会长

李宗尧

面向 21 世纪

机电类专业高职高专规划教材

编审专家委员会名单

- 主 任:** 刘跃南 (深圳职业技术学院教务长, 教授)
- 副 主 任:** 方 新 (北京联合大学机电学院副院长, 教授)
- 刘建超 (成都航空职业技术学院机械工程系主任, 副教授)
- 杨益明 (南京交通职业技术学院汽车工程系主任, 副教授)

数控及模具组: 组长: 刘建超 (兼) (成员按姓氏笔画排列)

- 王怀明 (北华航天工业学院机械工程系主任, 教授)
- 孙燕华 (无锡职业技术学院机械与汽车工程系主任, 副教授)
- 皮智谋 (湖南工业职业技术学院机械工程系副主任, 副教授)
- 刘守义 (深圳职业技术学院工业中心主任, 教授)
- 陈少艾 (武汉船舶职业技术学院机电工程系主任, 副教授)
- 陈洪涛 (四川工程职业技术学院机电工程系副主任, 副教授)
- 钟振龙 (湖南铁道职业技术学院机电工程系主任, 副教授)
- 唐 健 (重庆工业职业技术学院机械工程系主任, 副教授)
- 戚长政 (广东轻工职业技术学院机电工程系主任, 教授)
- 谢永宏 (深圳职业技术学院机电学院副院长, 副教授)

汽车组: 组长: 杨益明 (兼) (成员按姓氏笔画排列)

- 王世震 (承德石油高等专科学校汽车工程系主任, 教授)
- 王保新 (陕西交通职业技术学院汽车工程系讲师)
- 刘 锐 (吉林交通职业技术学院汽车工程系主任, 教授)
- 吴克刚 (长安大学汽车学院教授)
- 李春明 (长春汽车工业高等专科学校汽车工程系副主任, 教授)
- 李祥峰 (邢台职业技术学院汽车维修教研室主任, 副教授)
- 汤定国 (上海交通职业技术学院汽车工程系主任, 高讲)
- 陈文华 (浙江交通职业技术学院汽车系主任, 副教授)
- 徐生明 (四川交通职业技术学院汽车系副主任, 副教授)
- 韩 梅 (辽宁交通职业技术学院汽车系主任, 副教授)
- 葛仁礼 (西安汽车科技学院教授)
- 顾培钦 (广东交通职业技术学院汽车机械系主任, 副教授)

项目策划: 马乐惠

策 划: 马武装 毛红兵 马晓娟

前 言

本书是以教育部“关于加强高职高专人才培养工作的若干意见”文件精神为指导思想,根据“塑料模具设计”课程教学大纲及培养从事塑料模具设计与制造的工程技术应用型人才的实际要求而编写的。

本教材结合高职高专模具专业培养目标要求,理论上以“用的上、实用”为度,突出实用性;紧扣工厂实际和现场问题,将相关的、必要的知识融为一体,注重学生综合能力的培养;化繁为简,通俗易懂,使初学者能快速入门,掌握模具设计规律,教学适用性强。同时为拓宽学生的知识面,增强学生的发展后劲,本书注意吸纳新技术,体现先进性。本书还介绍塑料模具设计程序、步骤及实例,为学生自学提供了方便。

全书共 10 章。主要介绍了与塑料模具设计相关的塑料原材料基础、塑料性能及用途;论述了注射成型、压缩成型、压注成型和挤出成型原理,工艺过程和条件;系统分析并介绍了常见塑料成型模具及零部件的结构、设计计算和设计步骤;叙述了塑料制品设计和成型模具与设备之间的关系。全书以模具设计为主线,将材料、工艺和模具设计有机结合在一起,旨在培养学生各方面知识的综合运用能力,提高分析和解决实际问题的能力。

本书由包头职业技术学院单小根主编,西安理工大学高等技术学院殷铖主审。其中第 1、2、3、4、7、8、9 章由单小根编写,第 5、6、10 章由包头职业技术学院王嘉编写。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

2007 年 2 月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 塑料工业的发展概况	1
1.1.1 塑料工业的发展历史	1
1.1.2 塑料工业在国民经济中的地位	2
1.2 塑料工业的生产体系	3
1.2.1 塑料的生产过程	3
1.2.2 塑料制品生产及塑料成型的重要性	4
1.3 塑料制品的成型方法	4
1.4 塑料制品成型与模具设计加工技术的发展方向	5
1.4.1 塑料制品成型技术的发展	5
1.4.2 塑料模具设计及加工技术的发展	7
1.5 学习本课程的要求及目的	7
1.5.1 学习目的	8
1.5.2 学习要求	8
第2章 塑料及成型工艺基础	9
2.1 塑料	9
2.1.1 塑料的成分、特性及分类	9
2.1.2 塑料的性能	14
2.2 塑料制品成型工艺	21
2.2.1 塑料注射成型工艺	21
2.2.2 注射成型工艺条件	25
2.2.3 塑料压缩成型工艺	29
2.2.4 塑料压注成型工艺	35
2.2.5 挤出模塑工艺	38
2.3 塑料制品设计	43
2.3.1 塑件的尺寸、精度和表面粗糙度	44
2.3.2 塑件的几何形状	47
2.3.3 塑料的螺纹和齿轮	57
2.3.4 嵌件	60
2.4 塑料成型工艺规程编制	64
2.4.1 塑料制品分析	64
2.4.2 模塑工艺规程的编制	66
第3章 塑料模具设计基础	68
3.1 塑料模具基本结构及分类	68
3.1.1 塑料模具基本结构及组成	68

3.1.2 塑料模分类	72
3.2 分型面的选择及成型零件设计	73
3.2.1 塑料模具的分型面	74
3.2.2 成型零件的结构设计	78
3.2.3 成型零件工作尺寸的计算	87
3.2.4 塑料模型腔侧壁和底板厚度计算	100
3.3 模具结构零件设计	109
3.3.1 合模导向机构及零件设计	109
3.3.2 模架及标准件的选用	114
3.4 模具温度系统设计	127
3.4.1 模具温度控制的重要性	127
3.4.2 模具冷却系统设计	130
3.4.3 模具加热系统设计	137
第4章 注射模设计	141
4.1 注射模的结构与类型	141
4.1.1 注射模典型结构与组成	141
4.1.2 注射模的主要类型	142
4.2 模具与注射机的关系	149
4.2.1 国产注射机合模部分的基本参数	149
4.2.2 注射机有关工艺参数的校核	153
4.3 浇注系统设计	161
4.3.1 浇注系统的类型、组成及设计原则	161
4.3.2 普通浇注系统设计	163
4.3.3 浇注系统的平衡	183
4.3.4 无流道(绝热流道、热流道)凝料注射模浇注系统	186
4.3.5 排气与引气系统的设计	186
4.4 推出机构设计	188
4.4.1 推出机构的分类及设计原则	188
4.4.2 常用推出机构设计	190
4.4.3 推出机构主要零部件设计	197
4.4.4 其他推出机构设计简介	199
4.5 侧向分型与抽芯机构的设计	217
4.5.1 侧向分型与抽芯机构的类型及组成	217
4.5.2 常用侧向分型与抽芯机构设计	221
4.5.3 侧向分型与抽芯机构主要零部件设计	242
4.6 无流道凝料注射模设计简介	251
4.6.1 无流道凝料注射模设计	251
4.6.2 无流道凝料模标准零部件结构介绍	260
4.7 热固性塑料注射模具设计简介	268
4.7.1 热固性塑料注射模的基本结构及模塑成型过程	269
4.7.2 热固性塑料注射模塑对塑料的要求	270
4.7.3 热固性塑料注射模塑对注射机的要求	270

4.7.4	热固性塑料注射模设计要点	270
4.7.5	热固性塑料温流道模的典型结构	274
4.8	精密注射模设计简介	275
4.8.1	精密注射成型概念	275
4.8.2	精密注射成型用塑料	276
4.8.3	精密注射成型工艺	276
4.8.4	精密注射成型对注射机的要求	277
4.8.5	精密注射模设计要点	277
4.9	气体辅助成型注射模设计简介	281
4.9.1	气体辅助注射成型原理	281
4.9.2	气体辅助注射成型的特点	282
4.9.3	气体辅助注射成型工艺	282
4.9.4	气体辅助注射成型用设备	284
4.9.5	气体辅助注射成型适用的塑料	285
4.9.6	气体辅助注射成型模具设计要点	285
4.9.7	气体辅助注射成型应用实例	288
第5章	压缩模具设计	291
5.1	压缩模的结构与分类	291
5.1.1	压缩模的典型结构与类型	291
5.1.2	压缩模的分类	293
5.2	压缩模结构设计	296
5.2.1	塑料件在压缩模中施压方向的确定	296
5.2.2	压缩模成型零件设计	298
5.2.3	凹模加料腔尺寸计算	303
5.2.4	压缩模脱模机构(推出机构)设计	306
5.2.5	压缩模侧向分型抽芯机构设计	318
5.2.6	压缩模与压机的关系	321
第6章	压注模设计	326
6.1	压注模的结构、特点与分类	326
6.1.1	压注模的分类与特点	326
6.1.2	压注模的典型结构与组成	329
6.2	压注模结构设计	329
6.2.1	加料腔与压柱的设计	329
6.2.2	浇注系统的设计	335
6.2.3	压注模其他零部件设计	340
6.2.4	液压机的选择	341
第7章	挤出成型机头设计	342
7.1	概述	342
7.1.1	挤出机头的分类	342

7.1.2 挤出成型机头的结构组成	342
7.1.3 挤出成型机头的设计要求	343
7.1.4 挤出成型机头与挤出机的关系	344
7.2 管材挤出成型机头设计	345
7.2.1 管材挤出成型机头典型结构	345
7.2.2 管材挤出机头主要零部件设计	348
7.3 棒材挤出成型机头	353
7.3.1 棒材挤出成型机头的典型结构	353
7.3.2 棒材挤出成型机头主要零部件设计	354
7.4 板材和片材的挤出成型机头设计	356
7.4.1 板材和片材挤出成型机头的分类及典型结构设计	356
7.4.2 常见板材和片材挤出成型机头主要零部件设计	361
7.5 其他挤出成型机头设计	362
7.5.1 电缆挤出成型机头设计	362
7.5.2 异型材挤出成型机头设计	363
7.5.3 造粒挤出机头设计	366
7.5.4 吹塑薄膜挤出机头设计	367
第8章 中空吹塑模具设计	378
8.1 中空吹塑成型工艺简介	378
8.1.1 中空吹塑成型方法	378
8.1.2 吹塑设备及控制因素	380
8.2 中空吹塑制品结构设计	381
8.3 中空吹塑模具及主要零部件设计	383
8.3.1 挤出吹塑	383
8.3.2 注射吹塑	388
第9章 塑料模具设计程序及实例	392
9.1 塑料模具设计程序	392
9.1.1 设计塑料模具应注意的问题	392
9.1.2 模具设计程序	392
9.2 典型塑料模具设计实例	395
9.2.1 典型注射模设计实例	395
9.2.2 典型压缩模设计实例	398
9.2.3 管材挤出成型模具设计实例	401
第10章 塑料模具材料的选择及热处理	402
10.1 塑料模具常用材料	402
10.1.1 对塑料模具零件材料的要求	402
10.1.2 塑料模具常用材料	402
10.2 塑料模具材料的选用及热处理要求	405

10.2.1 塑料模材料的选择和热处理	405
10.2.2 塑料模的表面处理	405
附录 A 塑料及树脂缩写代号(GB/T1884—1995)	409
附录 B 常用热塑性塑料的主要技术指标	411
附录 C 常见热固性塑料的主要技术指标	415
附录 D 部分国产注射成型机的型号及技术参数	418
附录 E 常用热塑性塑料注射成型的工艺参数	420
附录 F 常用液压机的主要技术参数	422
附录 G 模塑件尺寸公差表(GB/T14486—1993)	424
附录 H 周界尺寸$\leq 500\text{ mm} \times 500\text{ mm}$中小型标准模架参数	426
附录 I 周界尺寸为 $100 \times L$ 的模架规格	428
附录 J 注射模大型模架标准的尺寸组合(GB/T12555—90)	429
附录 K 电热棒外形尺寸与功率	430
附录 L 注射模塑的缺陷及其可能产生原因的分析	431
参考文献	434

第1章 绪 论

塑料是以树脂为主要成分的高分子有机化合物,简称高聚物,一般相对分子质量都大于1万,有的甚至可达百万级。塑料在一定温度和压力下具有可塑性,可以利用模具成型为具有一定几何形状和尺寸的制件。

塑料制品在工业中的应用非常普遍,这是由于它们具有一系列特殊的优点所决定的。塑料密度小、质量轻,大多数塑料密度在 $1.0\sim 1.4\text{ g/cm}^3$ 之间,相当于钢材密度的11%和铝材密度的50%左右。即在同样的体积下,塑料制件要比金属制件轻得多。据美国20世纪80年代统计,汽车上采用塑料零件后,平均每辆汽车的重量可减轻180 kg,这样,每升汽油可使汽车多行驶0.4 km,美国每年可节约汽油约1400万桶。塑料的比强度高,钢的拉伸比强度约为160 MPa,而玻璃纤维增强的塑料拉伸比强度可高达170~400 MPa。塑料的绝缘性能好,介电损耗低,是电子工业不可缺少的原材料;塑料的化学稳定性高,对酸、碱和许多化学药品都有良好的耐腐蚀能力,其中聚四氟乙烯塑料化学稳定性最高,“王水”对它也无可奈何,所以称之为“塑料王”。此外,塑料减摩、耐磨及减震、隔音性能也较好。因此,塑料已从代替部分金属、木材、皮革及无机材料发展成为各个部门不可缺少的一种化学材料,并跻身于金属、纤维材料和硅酸盐等传统材料之列。在国民经济中,塑料已成为各行各业不可缺少的重要材料之一。

1.1 塑料工业的发展概况

1.1.1 塑料工业的发展历史

1. 发展历史

塑料工业是一门新兴的工业,自1909年实现以纯粹化学合成方法生产酚醛塑料算起,世界塑料工业的崛起仅仅有90余年的历史。塑料工业发展历史虽然很短,但发展速度相当惊人。据统计,1935年全世界塑料产量只有20万吨,1950年为150万吨,1960年达677万吨,1970年达3000万吨,1981年达6000多万吨,1990年猛增至9896.4万吨,1998年达到14000万吨。预计今后将以每8年翻一番的增长速度持续高速发展。

塑料工业随着石油工业发展应运而生,它的发展大致分为以下几个阶段。

(1) 初创阶段。20世纪30年代以前,科学家研制成了酚醛、硝酸纤维素及醋酸纤维素等塑料,它们的工业化特征仅是间歇法、小批量生产。

(2) 发展阶段。20世纪30年代,低密度聚乙烯、聚苯乙烯、聚氯乙烯和聚酰胺等热塑性塑料相继工业化,奠定了塑料工业的基础,为其进一步发展开辟了道路。

(3) 飞跃发展阶段。20世纪50年代中期到60年代末,石油化工的高速发展为塑料工

业提供了丰富而廉价的原料。齐格勒-纳塔用有机金属络合物定向催化体系聚合工艺的创立、高分子学科的进一步发展及聚合技术的开拓,使得高密度聚乙烯和聚丙烯工业化。工程塑料也因聚碳酸酯和聚甲醛、聚酰亚胺等的相继出现并实现工业化生产,使得塑料向耐高温的领域发展。增强及复合材料的出现使塑料步入高强度、耐高温的尖端材料领域。这一阶段,塑料的产量和品种不断增加,成型加工技术更趋完善。

(4) 稳定增长阶段。20 世纪 70 年代以来,由于石油危机和资本主义周期性的经济危机,原材料价格猛涨,塑料的增长速度显著下降。这一阶段塑料工业的特点是通过共聚、交联、共混、复合、增强、填充和发泡等方法来改进塑料的性能,提高产品的质量,扩大应用领域,生产技术更趋合理。塑料工业向着生产工艺自动化、连续化,产品系列化,以及不断开拓功能性塑料的新领域发展。

2. 我国塑料工业发展情况

我国的塑料工业起步较晚,20 世纪 40 年代只有酚醛和赛璐珞两种塑料,年产量仅 200 吨,工厂数量极少,分布也极不平衡,差不多全都集中在沿海几个大城市,所生产的制品数量很少,质量也极低劣,只能作为日常用品使用,说不上与工农业发生关系。20 世纪 50 年代末,由于万吨级聚氯乙烯装置的投产和 20 世纪 70 年代中期几套引进的石油化工装置的建成投产,使塑料工业有了两次跃进,与此同时,塑料成型加工机械和工艺方法也得到迅速发展。

1.1.2 塑料工业在国民经济中的地位

1. 塑料制品的应用领域

现将塑料制品应用的主要部门和其情况简述如下:

(1) 农业。塑料薄膜和片材,在农业生产中的育苗、护理庄稼和收割、蓄水、排水以及贮青等方面的积极作用都是十分显著的。因此,对这两种塑料制品需求量的增长很快,一个较为迫切的要求是如何使这两类制品经久耐用和价格便宜。其次,在农田排灌中还需要大量的塑料管材和管件。

(2) 包装。塑料在制造包装容器、货袋、货物保护层和其他包卷用的材料方面已十分普遍,但在如何使其迎合需要而兼具原用纸张、玻璃或金属包装的优点上,则还有大量的工作要做。

(3) 交通运输。据统计,汽车、轮船以及其他交通工具等所用的塑料数量,如果按每辆车或每艘船计算,则是逐年都在增加。

(4) 电器工业。电线及电缆、录音带、电视机、计算机、收音机以及各种通讯设备所需要塑料数量,与日俱增。

(5) 化学工业。利用塑料轻盈和耐腐蚀的特性,力求改进或重建许多典型的化工设备。

(6) 仪表工业。将继续推广塑料在这方面的应用,主要是用它来制造主、辅部件。

(7) 建筑工业。原来用的木材、灰泥和砖瓦已越来越多地改用了塑料。改用不完全是单纯的取代,更多的则是新技术和新结构的采用,这对整个建筑工业都具有革命的意义。此外,在室内采光、供水、顶板、地面、壁板等方面所用的塑料数量也越来越多。

(8) 航空工业。民用或军用飞机,采用塑料的数量和品种都在不断增加。其中主要的

是利用各种增强塑料作为结构和覆面材料,这对减轻机体重量具有重要意义。

(9) 国防与尖端工业。由于塑料具有种种特殊性能,因此它正在国防与尖端工业中发挥其他材料所不能代替的作用。目前在人造卫星、火箭发动机以及原子能等工业中应用的塑料主要有各种烧蚀材料、耐腐蚀材料、增强塑料和工程塑料等。此外,在常规武器中用塑料制造的各种零部件的数量也相当可观。

(10) 家具。泡沫结构塑料不仅能够取代木材而做成多种多样的家具,并且能使它们兼备木质家具原来所没有的一些特性。其次,由模塑或热成型方法所制成的塑料椅凳是颇为实用的。

(11) 体育用具和日用百货。在这方面主要是提供新型产品。

2. 塑料成型模具在工业生产中的重要性

模具是工业生产中的重要工艺装备,模具工业是国民经济各部门发展的重要基础之一。塑料模是指用于成型塑料制件的模具,它是型腔模的一种类型。

模具设计水平的高低、加工设备的好坏、制造力量的强弱、模具质量的优劣,直接影响着许多新产品的开发和老产品的更新换代,影响着产品质量和经济效益的提高。美国工业界认为“模具工业是美国工业的基石”,日本则称“模具是促进社会繁荣富裕的动力”。事实上,在仪器仪表、家用电器、交通、通信和轻工业等各行业的产品零件中,有70%以上是采用模具加工而成的。工业先进的发达国家,其模具工业年产值早已超过机床行业的产值。据1991年统计,日本模具工业已实现了高度的专业化、标准化和商品化,在全国两万多企业中,生产塑料模和生产冲压模的企业各占40%。新近统计的韩国模具生产情况表明,全国模具专业厂中,生产塑料模的占43.9%,生产冲压模的占44.8%。新加坡全国有460家企业,60%生产塑料模,35%生产冲模和夹具。由以上事实可以看出,由于塑料成型工业的发展,到目前为止,塑料模具已处于同冲压模具并驾齐驱的地位。

近年来,我国各行各业对模具工业的发展十分重视。1989年国务院颁布了“当前产业政策要点的决定”,在重点支持技术改造的产业、产品中,把模具制造列为机械工业技术改造序列的第一位,它确定了模具工业在国民经济中的重要地位,也提出了振兴模具工业的主要任务。总之要尽快提高我国模具工业的整体技术水平并迎头赶上发达国家的模具技术水平。

从目前情况来看,塑料制品生产今后发展的方向是:简化生产流程和缩短生产周期;改进生产技术、方法和设备;实现全面机械化和自动化以利大量生产;设计更大更新的设备以适应各个生产部门对大型、微型或新型塑料制品生产的要求。

1.2 塑料工业的生产体系

1.2.1 塑料的生产过程

在塑料工业生产中,从原料到塑料,又从塑料到塑料制品的生产流程如图1-1所示。图中(1)和(2)两部分属于塑料生产部门;(3)部分属于塑料制品生产部门。但在大型的塑料制品生产工厂中,为了生产方便,往往也将(2)部分归入塑料制品的生产范围,以满足对塑料配制上的多样性要求。

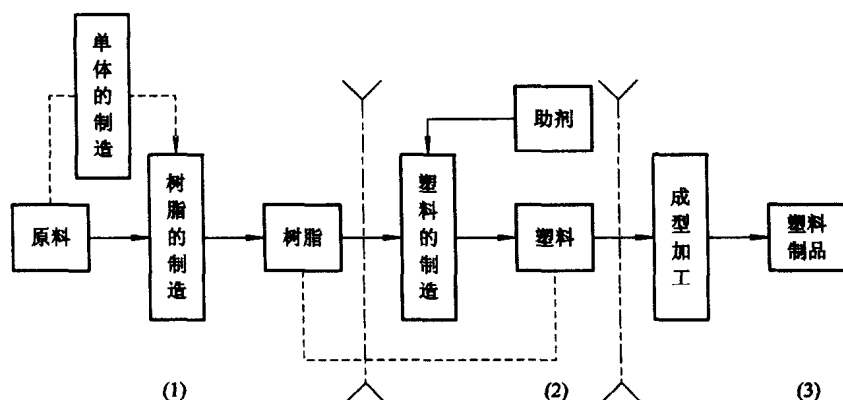


图 1-1 从原料到塑料制品的生产流程

由此可见，塑料工业包含塑料生产和塑料制品生产（称为塑料加工或塑料成型工业）两个系统。没有塑料生产，就没有塑料制品生产；没有塑料制品生产，塑料就不能变成产品或生活资料。这是一种密切的、相互依存的关系。

1.2.2 塑料制品生产及塑料成型的重要性

塑料制品的生产主要由塑料的成型、机械加工、修饰和装配四个基本工序所组成，有些塑料在成型之前需要经过预处理（预压、预热、干燥等）。因此，塑料制品生产的完整工序顺序为：预处理、成型、机械加工、修饰、装配。这个生产顺序不能颠倒，否则会影响制品质量。

在五个基本工序中，塑料的成型是最重要的，是一切塑料制品和型材生产的必经过程。其他四个工序却是根据塑料制品的要求而定，不是每个制品都需要经过这四个工序，甚至有可能都不需要这四个工序中的任何一个工序。后三个工序有时统称为二次加工。因此，可以说塑料的成型在塑料制品生产乃至塑料工业中占有重要的地位。

通常在生产一种新制品之前，制造者应先熟悉该种制品在物理、机械、热、电以及化学性能等方面所应具备的指标，然后根据这些要求选定合适的塑料并确定成型加工的方法，同时还应对成本进行估算以断定其是否合理。最后，再通过试制并确定生产工艺规程。在工艺规程中，对每个工序规定的步骤常非一个，必须先后分明。对每个工序的操作条件也须有明确的指标，并应规定所能允许的差值。有关注意事项也应列出，以保证生产的安全。当然，在实践的基础上还需不断地完善该项工艺规程。

1.3 塑料制品的成型方法

不同的塑料成型方法使用着原理和结构特点各不相同的塑料成型模具。按照成型加工方法的不同，可将塑料成型模具分为以下几类。

1. 压制成型

将塑料原料直接加在敞开的模具型腔内，再将模具闭合，塑料在热和压力作用下成为

流动状态并充满型腔,然后由于化学或物理变化使塑料硬化定型,这种成型方法叫压制成型,这种成型方法所用的模具叫压制成型模具。压制模具多用于成型热固性塑料,也有用来成型热塑性塑料的。另外还有不加热的冷压成型压制模具,用于成型聚四氟乙烯坯件。压制成型模具又称压缩成型模具,简称压模。

2. 压铸成型

将塑料原料加入预热的加料室,然后向压柱施加压力,塑料在高温高压下熔融并通过模具的浇注系统,进入型腔,逐渐硬化成型,这种塑料成型方法称压铸成型,所用的模具称压铸模具。压铸模具多用于热固性塑料的成型。压铸成型模具又称传递成型模具。

3. 注射成型

塑料先加在注射机的加热料筒内,塑料受热熔融,在注射机的螺杆或活塞推动下,经喷嘴和模具的浇注系统进入模具型腔,塑料在模具型腔内硬化定型,这就是注射成型的简单过程。注射成型所用的模具称注射模具。注射模具主要用于热塑性塑料制品的成型,但近年来也越来越多地用于热固性塑料成型。注射成型在塑料制件成型中占有很大比重,世界塑料成型模具产量中约半数以上是注射模具。

4. 挤出成型

塑料加入挤出机中,在旋转的螺杆和高温下塑化熔融。处于粘流状态的塑料在高温高压下通过具有特定断面形状的口模,然后在较低温度下定型,以生产具有所需断面形状连续型材的成型方法称挤出成型。用于塑料挤出成型的模具称挤出成型模具。挤出成型模具又称机头。

5. 中空制品吹塑成型模具

将挤出或注射出来的尚处于塑化状态的管状坯料,趁热放到模具成型腔内,立即在管状坯料的中心通以压缩空气,管坯膨胀而紧贴于模具型腔壁上,冷硬后即可得一中空制品。此种制品成型方法所用的模具称中空制品吹塑成型模具。

6. 真空或压缩空气成型模具

将预先制成的塑料片周边紧压在模具周边上,使加热软化,然后再在紧靠模具的一面抽真空,或在其反面充以压缩空气,使塑料片紧贴到模具上,冷却定型即得制品。此种成型方法,模具受力较小,要求不高,甚至可用非金属材料制作。真空或压缩空气成型模具为一单独的凸模或凹模。

除了上面所列举的几种塑料模具外,还有泡沫塑料成型模具、玻璃纤维增强塑料低压成型模具等。

1.4 塑料制品成型与模具设计加工技术的发展方向

1.4.1 塑料制品成型技术的发展

在现代塑料制品的生产中,合理的加工工艺、高效的设备、先进的模具是必不可少的三项重要因素,尤其是塑料模具对实现塑料加工工艺要求、满足塑料制件的使用要求、降

低塑料制品的成本起着重要的作用。一副好的注射模可成型上百万次，一副优良的压缩模大约能成型 25 万次，这与模具的设计、模具材料及模具的制造有着很大的关系。从塑料模的设计、制造及模具的材料等方面考虑，塑料成型技术的发展趋势可以简单地归纳为以下几个方面。

1. 模具的标准化

为了适应大规模成批生产塑料成型模具和缩短模具制造周期的需要，模具的标准化工作十分重要，我国在这方面已取得了可喜的进展，已经制定了塑料模国家标准，目前我国模具标准化程度只达到 20%。当前的任务是重点研究开发热流道标准元件和模具温控标准装置；精密标准模架、精密导向件系列；标准模板及模具标准件的先进技术和等向性标准化模块等。

2. 加强理论研究

随着塑料制件的大型化和复杂化，模具的重量达数吨至十多吨。这样大的模具，若只凭借经验来设计，往往会因设计不当而造成模具报废，数十万元的费用将毁于一旦。所以，设计模具已逐渐向理论设计方面发展，这些理论设计包括模板刚度、强度的计算和充型流动理论的建立。到目前为止，有关挤出成型的流动理论和数学模型已基本建立，并且在生产实际中得到应用。有关注射成型的流动理论尚在进行探讨，注射成型的塑料熔体在一维和二维简单模腔中的充型流动理论和数学模型已经解决，今后的工作是如何将理论与生产实际相结合，并进一步加强对塑料熔体在三维模腔中流动行为的研究。

3. 塑料制品的精密化、微型化和超大型化

为了满足各种工业产品的使用要求，塑料成型技术正朝着精密化、微型化和超大型化等方面发展。精密注射成型是能将塑料制件尺寸公差保持在 $0.01 \sim 0.001 \text{ mm}$ 之内的成型工艺方法，其制件主要用于电子、仪表工业。微型化的塑料制件要求在微型的设备上生产。目前，德国已经研究出注射量只有 0.1 g 的微型注射机，可生产 0.05 g 左右的微型注射成型塑件。国内目前已有注射量为 0.5 g 的注射机，可以生产注射量为 0.1 g 左右的微型注射塑件。注射塑件的大型化要求有大型、超大型的注射成型设备。目前，法国已拥有注射量为 $17 \times 10^4 \text{ g}$ 的超大型注射机，合模力为 150 MN ；美国和日本也已经分别生产出注射量为 $10 \times 10^4 \text{ g}$ 和 $9.6 \times 10^4 \text{ g}$ 的超大型注射机；国产注射机的注射量已达 $3.5 \times 10^4 \text{ g}$ ，合模力为 80 MN 。

4. 高效率、自动化

简化塑料制品成型工艺过程，缩短生产周期是提高生产率的有效方法。如排气式注射机和排气式挤出机的出现，为吸水性强的塑料加工省去了原料的预干燥工序，缩短了生产周期，提高了效率。高速自动化的塑料成型机械配合先进的模具也是提高塑料制品质量，提高生产率的有效方法。已经出现的高效率、自动化模具结构有高效冷却装置、无流道注射模、自动推出制品和流道凝料的脱模机构、多层多腔注射模、气体辅助注射成型及其自动控制系统等等。近年来，正在大力应用电子计算机来控制成型加工过程以提高生产效率。研制成功了数控热固性塑料注射机、计算机群控注射机等。