



塑料成型工艺及模具设计

(第2版)

● 主 编 林振清 张秀玲 沈言锦



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

塑料成型工艺及模具设计 (第2版)

主 编 林振清 张秀玲 沈言锦
副主编 汪 勇 孙玉新
主 审 叶久新
参 编 陆 唐 吕小艳 童 敏 徐文华
胡 钢 宁智群 张小聪 雷吉平 王仁志

内 容 简 介

本书共分8章,第1、第2章介绍塑料成型的理论知识;第3、第4章详细地讲述塑料模具设计基础及注射模具的结构以及设计,这两章内容也是全书的重点;第5~8章扼要地介绍了其他几种主要的塑料成型工艺及模具设计要点。另外,对于标准注塑模架及选用也作了介绍。本书体现了理论与实际相结合的特点,具有较强的针对性、实用性和可操作性。本书可作为高等院校及本科院校举办的二级学院模具专业教材,也可供有关从事模具设计与制造的工程技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

塑料成型工艺及模具设计/林振清,张秀玲,沈言锦主编.—2版.—北京:北京理工大学出版社,2017.2

ISBN 978-7-5682-3589-1

I. ①塑… II. ①林… ②张… ③沈… III. ①塑料成型-工艺-高等学校-教材②塑料模具-设计-高等学校-教材 IV. ①TQ320.66

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第013439号

出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(总编室)

(010)82562903(教材售后服务热线)

(010)68948351(其他图书服务热线)

网 址/<http://www.bitpress.com.cn>

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京国马印刷厂

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/18.25

字 数/411千字

版 次/2017年2月第2版 2017年2月第1次印刷

定 价/54.00元

责任编辑/赵 岩

文案编辑/梁 潇

责任校对/周瑞红

责任印制/李志强

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前 言

近年来,我国国民经济的高速、稳定的增长,促进了我国模具工业迅速发展、壮大,因此,模具设计与制造专业或相关的材料成型与控制专业已成为国内具有优势的热门专业之一,为了适应培养技术应用性人才的需要,根据模具专业人才培养的要求,作者凭着几十年教学方面的经验,以及长期指导学生下厂实习的心得和体会,在参考国内外有关著作和论文的一些精华,并加以提炼、融会贯通的基础上,将高分子聚合物的特性,塑料的组成、工艺特性,各类塑料成型原理与工艺等基础知识做有选择性的重点介绍。本书注重应用性、易懂性及先进性。

全书共分8章,第1、第2章介绍塑料成型的理论基础知识和塑料制品的设计原则;第3、第4章详细地讲述注射成型工艺及注射模具的结构以及设计,这两章内容也是全书的重点,由于注射成型模具应用最为广泛,而且模具的结构最为复杂,因此,在第4章中用了较大的篇幅对塑料制件在模具中的位置与浇注系统设计、成型零部件设计、合模导向机构设计、推出机构设计、侧向分型与抽芯机构、温度调节系统等作了重点介绍;第5~8章扼要地介绍了其他几种主要的塑料成型工艺及模具设计要点。

本书的特点是:

- ◆ 全书在内容上注重对塑料成型工艺理论知识的提炼,着重模具设计的可操作性和实用性。
- ◆ 将各种塑料成型工艺与相应的模具结构、设计要点等内容融合为一体,以利于教学内容的连贯性和适应性,让读者能够充分地将这两方面的内容结合起来学习,以便尽快入门。
- ◆ 书中给出了一个典型结构塑件完整的注射模具设计实例,并对实例中的模具结构的确定、工艺计算、模架及标准件的选择等内容都论述得非常详细,这对于初学者具有很强的指导意义和参考价值。
- ◆ 为了便于教学和读者自学,本书配有供教师使用的授课型课件和供学生使用的自学型多媒体网络课件。在这两种课件中都加入了大量的图片、动画和视频等素材。
- ◆ 与本书配套且可供用户选购的,还有典型模具结构的二维和三维的教学挂图以及新型透明的教学模型。

本书由林振清、张秀玲任主编;汪勇、孙玉新任副主编。参加编写的人员还有:陆唐,张小聪、宁智群,吕小艳、童敏,徐文华、胡钢,雷吉平、王仁志。湖南省“模具设计与制造”学会理事长、湖南大学模具研究所所长叶久新教授担任本书的主审,并提出了许多建设性的意见。

由于编者水平有限,书中难免存在不当和错误之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

绪论	1
0.1 塑料成型在塑料工业中的发展概况	1
0.1.1 塑料及塑料工业的发展概况	1
0.1.2 塑料成型在塑料工业生产中的地位	3
0.1.3 塑料成型技术的发展方向	5
0.1.4 塑料模具设计及加工技术的发展方向	6
0.2 塑件的生产工序	6
0.2.1 塑件的生产	6
0.2.2 塑件的生产工序流程	7
0.3 本课程内容、目标和学习要求	8
0.3.1 本课程的主要内容	8
0.3.2 学习本课程应达到的目标	8
0.3.3 本课程学习要求	8
第1章 塑料概述	10
1.1 高聚物的分子结构与特性	10
1.1.1 树脂简介	10
1.1.2 高分子与低分子的区别	10
1.1.3 高聚物的分子结构与特性	11
1.1.4 结晶型与非结晶型高聚物的结构及性能	11
1.2 塑料的热力学性能及在成型过程中的变化	12
1.2.1 塑料的热力学性能	12
1.2.2 塑料的加工工艺性能	13
1.2.3 高聚物的结晶	14
1.2.4 塑料成型过程中的取向行为	15
1.2.5 高聚物的降解	16
1.2.6 聚合物的交联	17
1.3 塑料的组成与分类	18
1.3.1 塑料的组成	18
1.3.2 塑料的分类	19
1.4 塑料的工艺性能	20
1.4.1 热塑性塑料的工艺性能	20
1.4.2 热固性塑料的工艺性能	23

1.5 常用塑料	24
1.5.1 热塑性塑料	24
1.5.2 热固性塑料	30
1.6 复习思考题	31
第2章 塑料成型原理与工艺	33
2.1 注射成型原理与工艺	34
2.1.1 注射成型原理和特点	34
2.1.2 注射成型工艺过程	35
2.1.3 注射成型工艺条件选择	39
2.2 压缩成型原理与工艺	45
2.2.1 压缩成型原理和特点	45
2.2.2 压缩成型工艺过程	46
2.2.3 压缩成型工艺条件的选择	49
2.3 压注成型原理与工艺	51
2.3.1 压注成型工作原理和特点	51
2.3.2 压注成型的工艺过程和工艺条件	52
2.4 挤出成型原理与工艺	53
2.4.1 挤出成型原理	53
2.4.2 挤出成型的工艺过程	54
2.4.3 挤出成型工艺参数	55
2.5 塑料成型工艺的制订	57
2.5.1 塑件的分析	58
2.5.2 塑料成型方法及工艺过程的确定	58
2.5.3 成型设备和工具的选择	59
2.5.4 成型工艺条件的选择	59
2.5.5 工艺文件的制定	59
2.6 复习思考题	59
第3章 塑料模具设计基础	61
3.1 塑件的结构工艺性	62
3.1.1 塑件的尺寸、精度和表面质量	62
3.1.2 塑件的几何形状	66
3.1.3 塑料螺纹和齿轮	78
3.1.4 带嵌件的塑件设计	81
3.2 塑料模的分类和基本结构	85
3.2.1 塑料模的分类	85
3.2.2 塑料模的基本结构	87
3.3 塑料模分型面的选择	88
3.3.1 分型面及其基本形式	88
3.3.2 分型面的数量	89

3.3.3 分型面选择原则	89
3.4 成型零件的设计	92
3.4.1 成型零件的结构设计	92
3.4.2 成型零件的工作尺寸计算	95
3.5 结构零件的设计	114
3.5.1 合模导向装置的设计	114
3.5.2 支承零件的设计	118
3.6 塑料模的设计程序	120
3.6.1 接受任务书	120
3.6.2 搜集、分析和消化原始资料	120
3.6.3 设计模塑成型工艺	121
3.6.4 熟悉成型设备的技术规范	121
3.6.5 确定模具结构	121
3.6.6 模具设计的有关计算	122
3.6.7 模具总体尺寸的确定与结构草图的绘制	122
3.6.8 模具结构总装图和零件工作图的绘制	122
3.6.9 校对、审图后用计算机出图	123
3.7 复习与思考	124
第4章 注射模具设计	126
4.1 注射模的分类及典型结构	127
4.1.1 概述	127
4.1.2 注射模的结构组成	127
4.1.3 注射模的分类及典型结构	128
4.2 注射模与注射机的关系	131
4.2.1 注射机的分类及技术规范	131
4.2.2 注射机有关参数的校核	134
4.3 浇注系统的设计	140
4.3.1 普通流道浇注系统设计	140
4.3.2 热流道浇注系统的设计	148
4.3.3 排气和引气系统的设计	150
4.4 推出机构的设计	152
4.4.1 推出机构的结构组成	152
4.4.2 简单推出机构	153
4.4.3 二次推出机构	159
4.4.4 双推出机构与顺序推出机构	163
4.4.5 点浇口浇注系统凝料的自动推出机构	163
4.4.6 带螺纹塑件的脱模机构	165
4.5 侧向分型与抽芯机构的设计	169
4.5.1 概述	169

4.5.2 斜导柱侧向分型与抽芯机构	171
4.5.3 斜滑块分型与抽芯机构	178
4.5.4 其他形式的侧向分型抽芯机构	181
4.6 热固性塑料注射模设计简述	184
4.6.1 概述	184
4.6.2 模具设计要点	184
4.7 模具加热与冷却系统设计	186
4.7.1 概述	186
4.7.2 冷却系统设计	186
4.7.3 冷却系统的结构设计	191
4.7.4 冷却水道的计算	194
4.7.5 加热系统设计	199
4.8 思考与练习	204
第5章 压缩模设计	207
5.1 压缩模结构及分类	208
5.1.1 压缩模的基本结构	208
5.1.2 压缩模的分类	209
5.2 压缩模与压力机的关系	211
5.2.1 压力机种类	211
5.2.2 压力机有关参数的校核	212
5.3 压缩模的设计	216
5.3.1 塑件在模具内加压方向的确定	216
5.3.2 凸凹模配合形式	218
5.3.3 凹模加料室尺寸的计算	224
5.3.4 压缩模脱模机构设计	226
5.3.5 压缩模的侧向分型抽芯机构	232
5.4 复习与思考	234
第6章 压注模设计	236
6.1 压注模类型与结构	236
6.1.1 压注模类型	236
6.1.2 压注模结构	239
6.2 压注模结构设计	239
6.2.1 加料室设计	239
6.2.2 浇注系统设计	242
6.2.3 排气槽设计	244
6.3 复习思考题	244
第7章 挤塑模设计	245
7.1 概述	245
7.1.1 挤塑成型机头典型结构分析	245

7.1.2 挤出成型机头分类和设计原则	246
7.1.3 挤出成型机及辅助设备	247
7.2 管材挤出成型机头	248
7.2.1 挤出成型机头结构	248
7.2.2 工艺参数的确定	249
7.2.3 管材的定径	252
7.3 异型材挤出成型机头	255
7.3.1 板式机头	255
7.3.2 流线型机头	255
7.4 复习思考题	256
第8章 其他成型模具	258
8.1 中空吹塑成型模具	258
8.1.1 中空吹塑成型工艺分类	258
8.1.2 吹塑塑件设计	261
8.1.3 吹塑模具设计	262
8.2 真空成型模具	263
8.2.1 真空成型工艺分类	263
8.2.2 真空成型塑件设计	265
8.2.3 真空成型模具设计	266
8.3 压缩空气成型模具	266
8.3.1 压缩空气成型工艺	266
8.3.2 压缩空气成型模具设计	267
8.4 复习与思考	268
附录	269
附录1 常用塑料名称中英文对照表	269
附录2 内地与港台（珠三角）地区模具与加工设备术语对照表	275
附录3 常用塑料的收缩率	276
附录4 常用热塑性塑料的软化或熔融温度范围	276
附录5 常用塑料的质量（密度或比重）	277
附录6 国产注塑机型号及主要技术性能参数（1）	277
附录7 国产注塑机型号及主要技术性能参数（2）	278
参考文献	280

绪 论



配套资源

0.1 塑料成型在塑料工业中的发展概况

0.1.1 塑料及塑料工业的发展概况

塑料是以相对分子质量高的合成树脂为主要成分，并加入其他添加剂，在一定温度和压力下塑化成型的高分子合成材料。一般相对分子质量都大于一万，有的可达百万。在加热、加压条件下具有可塑性，在常温下为柔韧的固体。可以使用模具成型得到我们所需要的形状和尺寸的塑料制件。其他的添加剂主要有填充剂、增塑剂、固化剂、稳定剂等其他配合剂。

塑料工业是一门新兴的工业。塑料最初品种不多，对它们的本质理解不足，在塑件生产技术上，只能从塑料与某些材料如橡胶、木材、金属和陶瓷等制品的生产有若干相似之处而进行仿制。从1910年生产酚醛塑料开始，塑料品种渐多，在生产技术和方法上都有显著的改进。虽然塑料工业的发展只有近100年的历史，但其发展速度却十分迅速，1910年世界塑料产量只有2万吨，到2014年产量达到了2.99亿吨。目前，塑料品种已有300多种，并且每年仍然在以10%左右的速度增长。

我国的塑料工业起步于20世纪50年代初期，新中国成立前夕，我国只有上海、广州、武汉等个别大城市有塑件加工厂，只有酚醛和赛璐珞两种塑料，1949年全国塑料总产量仅有200吨，从1958年我国第一次人工合成酚醛塑料开始，我国的塑料工业得到迅猛发展，1958年我国塑料产量为2.4万吨，1965年为13.9万吨，70年代中期引进的几套化工装置的建成投产，使塑料工业有了一次大的飞跃，1979年产量为94.8万吨，1988年猛增到135.42万吨，2000年已达到200万吨。近20年来产量和品种都大大增加，许多新颖的工程塑料已投入批量生产。目前，我国的塑件总产量在世界上已跃居第二位。据统计，在世界范围内，塑料用量近几十年来几乎每5年翻一番，预计今后将以每8年翻一番的速度持续高速发展。2009年，中国塑料加工工业协会会长廖正品在包头召开的首届中国塑料产业论坛上说，我国塑料工业发展前景广阔，西部地区发展潜力巨大。当今，中国塑料市场巨大，蕴藏着无限商机。今天，我国塑料制品已与钢铁、木材、水泥一起构成现代社会中的四大基础材料，是支撑现代高科技发展的重要材料之一；是信息、能源、工业、农业、交通运输乃至航空航天和海洋开发等国民经济各重要领域都不可缺少的生产资料；是人类生存和发展离不开的消费资料。近年来，全球塑料市场持续增长，全球塑料产量从2012年的2.88亿吨攀升3.9%至2013年的2.99亿吨，近几年全球塑料产量如下图0-1所示。



图 0-1 全球塑料产量

塑料制品业是我国轻工业的支柱产业。近年来，我国的塑料制品业快速发展，其增长速度远远高于世界塑料行业的平均增长速度，我国塑料产量从 2007 年的 3 305.23 万吨增长到 2014 年的 7 387.78 万吨，塑料制品消费量、产量居世界首位。如图 0-2 所示。



图 0-2 中国塑料产量

塑件的应用：

- ① 农业：薄膜、管道、片板、绳索和编织袋等，农田水利工程（多选用塑料管），农舍建筑。
- ② 交通运输：门把手、转向盘、仪表板等。
- ③ 电气工业：电线、电缆、开关、插头、插座绝缘体、家用电器、计算机（键盘套件、显示器外壳）等及各种通信设备等。
- ④ 通信产品：电话机、手机、传真机等外壳。
- ⑤ 日常生活用品：塑料桶、塑料盆、热水器外壳、塑料袋、航空茶杯、尼龙绳等。
- ⑥ 医疗：人工血管、输液器、输血袋、注射器、插管、检验用品、病人用具、手术室用品等。

塑料广泛应用于各个领域，品种繁多，性能也各不相同。归纳起来，塑料主要具有以下特性。

1. 塑料密度小、质量轻

大多数塑料密度在 1.0 ~ 1.4 g/cm³，约相当于钢材密度的 14% 和铝材密度的 50%；在同样体积下，塑件要比金属制品轻得多，采用塑料零件后对各种机械、车辆、飞机和航天器

减轻质量、节省能耗具有非常重要的意义。

2. 比强度和比刚度高

塑料的强度和刚度虽然不如金属的好,但塑料密度小,所以其比强度(即强度和密度之比 σ/ρ)和比刚度(弹性模量和密度之比 E/ρ)相当高。如玻璃纤维增强塑料和碳纤维增强塑料的比强度和比刚度都比钢的好,该类塑料常用于制造人造卫星、火箭、导弹上的零件。

3. 绝缘性能好

塑料的绝缘性能好,介电损耗低,耐电弧特性,所以广泛应用于电机、电器和电子工业中做结构零件和绝缘材料,是电子工业中不可缺少的原材料。

4. 化学稳定性高

塑料对酸、碱和许多化学物品都有良好的耐腐蚀性能。因此,在化工设备及日用工业品中得到广泛应用。常用的耐腐蚀塑料是硬质,它可以加工成管道、容器和化工设备中的零部件。

5. 耐磨、自润滑性能以及减振、隔声性能都较好

塑料的摩擦系数小,耐磨性强,可以作为减摩材料,如用来制造轴承、齿轮等零件,适合用于转速不高、载荷不大的工作场合。塑料还具有优良的隔声和吸声性能。

6. 成型性能、着色性能好,且有多种防护性能(防水、防潮、防辐射)

塑料在一定的条件下具有良好的塑性,可以采用多种成型方法制作不同的制品。塑料的着色简单,着色范围广,可制成各种颜色,部分塑料的光学性能很好,具有良好的光泽,可制成透明性很高的塑件,如常用的有机玻璃、聚碳酸酯等。塑料还具有防水、防潮、防透气、防振、防辐射等多种防护性能。

塑料虽具有上述优异的特性,但在某些性能上也存在着不足之处,如机械强度和硬度远不及金属材料的高,耐热性也低于金属,导热性差,且吸湿性大,易老化等,塑料的这些缺点或多或少地影响和限制了它的应用范围。

从发展趋势看,对现有的各种聚合物进行改性仍是目前和今后一段时间内对塑料材料进行开发和应用研究的主要任务。主要是继续扩大和完善新的聚合物高分子材料品种,对各种添加剂继续向低毒、高效和非污染的方向发展,同时改善塑料的工艺加工性能、节约能耗、提高产品质量、满足高速加工设备和高效加工工艺的要求,并减少环境污染、提高配料的准确性和发挥助剂的协同效能。

0.1.2 塑料成型在塑料工业生产中的地位

塑料成型工业自1872年开始到现在已度过仿制、扩展和变革的时期。塑料成型是把塑料原材料加热到一定温度注入具有一定形状和尺寸的模具中,待其冷却后,获得塑件的过程。塑料成型工艺与模具是一门在生产实践中逐步发展起来,又直接为生产服务的应用型技术科学,是一种先进的加工方法。它的主要研究对象是塑料和塑件所采用的模具。

模具是铸造、锻压、冲压、塑料、玻璃、粉末冶金、陶瓷等行业的重要工艺装备,在现代工业生产中广泛地采用各种模具进行产品生产,模具的设计和制造水平在很大程度上反映和代表了一个国家机械工业的综合制造能力和水平。塑料模是模具的一种,是指用于成型塑

料制件的模具，它是一种型腔模具的类型。

采用模具加工制造产品零件已涉及仪器仪表、家用电器、交通、通信和轻工业等各行行业中，发达的工业国家，模具的工业产值已超过了传统的机床行业的产值。据日本 1991 年统计，其全国一万多家企业中，生产塑料模和冲压模的企业各占 40%，模具工业已实现了高度的专业化、标准化、商品化；而韩国的模具工业专业厂中，有 43% 生产塑料模，44.8% 生产冷冲模。随着工业塑料制件和日用塑料制件的品种和需求量的日益增加，并且产品的更新换代周期的日益缩短，塑料模在模具中的比例在逐步提高。

据中国产业信息网发布的《2016—2022 年中国模具市场发展现状及未来趋势预测报告》中指出：2014 年中国模具产量高达 1 363.96 万套，比去年同期下降 4.6%。2010—2011 年中国模具产量呈小幅度增长，增长率为 6.5%。2012 年产量增长高达 102.1%，2013 年产量相较于前一年大幅下降 32.4%。据统计，截至 2011 年，我国规模以上模具企业数量为 1 589 家，资产总额达 1 394.82 亿元，实现产品销售收入 1 639.88 亿元，同比增长 27.35%；利润总额 107.10 亿元，同比增长 13.94%。2008—2009 年，我国模具贸易情况受到全球金融危机影响，2008 年进口减少，出口增加，且模具出口额小于进口额形成外贸逆差；2009 年进出口额均出现下滑，出口下滑大于进口下滑，造成逆差上升；2010 年起模具行业外贸实现顺差，2011 年至 2013 年贸易顺差逐步扩大，且进出口总额均逐年上升，模具行业实现良好发展。2008—2013 年模具产品进出口情况（单位：亿美元）如图 0-3 所示。

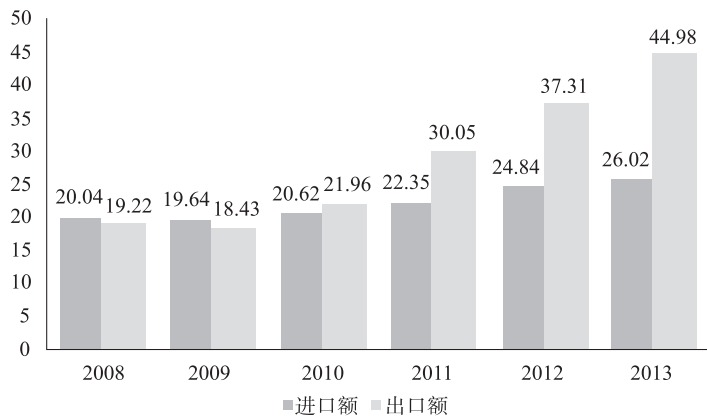


图 0-3 2008—2013 年模具产品进出口情况图

近年来全国范围内各类模具基地数量不断增加，使得模具制造配套服务的体系日趋完善。模具产业集聚生产基地的形成，使得模具行业本身及上下游产业配套协作更加便捷，促进模具生产成本降低、生产周期缩短，规模效应逐步体现。随着汽车、家电、电子通信行业的迅速发展，塑料模具具有良好的发展前景。据中国模具工业协会估算，1 亿元的塑料模具投入，将带动 100 亿元的产品产出。据统计，我国塑料模具销售总额占整个模具市场销售总额的 45% 左右。2011 年我国各类模具销售额占比情况见图 0-4 所示。

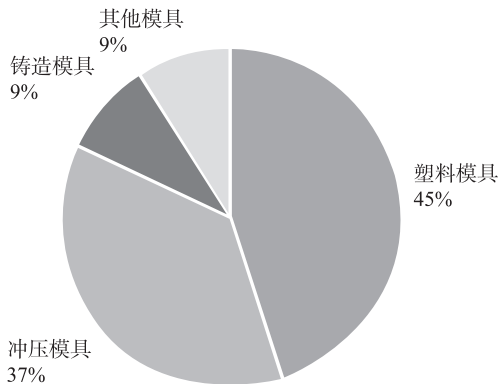


图 0-4 2011 年我国各类模具销售额占比情况图

在加工工业中，塑料成型是一种广泛应用的加工方法。生产过程易于实现机械化自动化，成型过程中设备操作简便，生产率高，成本较低，加工的塑料制件具有高度一致性，尤其适合在大批量的生产条件。塑料可加工成任意形状的塑料制件，且经塑料成型出来的制件，具有质量轻、强度好、耐腐蚀、绝缘性能好、色泽鲜艳、外观漂亮等优点。由于塑料成型在技术上和经济上的优良特点，高分子材料已进入所有工业领域以及人们的日常生活，并显示出其巨大的优越性和发展潜力。

当今世界把一个国家的高分子材料的消耗量和聚合物成型加工的工业水平，作为衡量一个国家工业发展水平的重要标志之一。可以说，离开聚合物成型加工工业，现代国民经济各部门和高科技领域不可能生存，更不可能发展。

0.1.3 塑料成型技术的发展方向

在现代塑料制件的生产中，影响制品生产和质量的三个重要因素为合理的加工工艺、高效的设备、先进的模具。因此，从塑料模的设计、制造以及模具材料的选择，是塑料成型技术的主要发展方向。

1. 塑料成型理论和成型工艺

模具设计已逐步向理论设计方面发展，目前为止，挤出成型的流动理论和数学模型已经建立，并在生产中得到应用；注射成型的流动理论尚在进一步研究中。完善和发展塑料成型理论，以便更好地指导实际生产以提高塑料产品的质量和生产效率。

2. 模具的标准化

为降低模具成本，缩短模具的制造周期，模具的标准化工作需要进一步加强。目前我国的模具标准化只有 20%，注射模方面关于模具零部件、模具技术条件和标准模架等有以下 16 个国家标准：

塑料注射模零件	GB/T 4169—2006
塑料注射模零件技术条件	GB/T 4170—2006
塑料成型模式语	GB/T 8846—2005
塑料注射模技术条件	GB/T 12554—2006
塑料注射模模架	GB/T 12555—2006
塑料注射模模架技术条件	GB/T 12556—2006

此外,还需要研究开发热流道标准元件、模具温控标准装置;精密标准模架、精密导向件系列;标准模板和模具标准件的先进技术和等向性标准化模块等。

3. 塑料制件的精密化、微型化、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、超大型化等方面发展。精密注射成型是塑件尺寸公差保持在 $0.01 \sim 0.001 \text{ mm}$ 的成型工艺方法,国内已经有注射量为 0.1 g 的微型注射机,可生产 0.05 g 的微型注射成型塑件;塑件的大型化要求有大型的成型设备,国产注射机的注射量已达 35 kg ,合模力为 80 MN 。

4. 生产的高效率、自动化

简化塑件的成型工艺,缩短生产周期,是提高生产率的有效办法。近年来,正在大力应用电子计算机来控制加工成型过程,已经研制成功了数控热固性塑料注射机、计算机群控注射机等。

0.1.4 塑料模具设计及加工技术的发展方向

塑料模具对塑料加工工艺的实现,保证塑件的形状、尺寸及公差起着极重要的作用。产品的生产和更新都是以模具制造和更新为前提的,高效率、全自动的设备只有配备了适应自动化生产的塑料模才有可能发挥其效能。由于工业塑件和日用塑件的品种和产量需求日益增加,对塑料模具也提出了越来越高的要求,因此推动了塑料模具不断向前发展。

1. 提高模具的使用寿命

模具材料的选用直接影响模具的加工成本、使用寿命及塑件成型的质量等,因此,应不断地采用新材料、新技术、新工艺,以提高模具的质量。

2. 模具加工技术的革新

为了提高加工精度,缩短模具的制造周期,塑料模具的加工已经广泛地应用了仿形加工、电加工、数控加工以及微机控制加工等先进的加工技术,并且使用了坐标镗、坐标磨和三坐标测量仪等精密加工和测量设备,超塑性成型和电铸成型型腔以及简易制模工艺等先进的型腔加工新工艺。

3. 推广应用 CAD/CAM

采用 CAD/CAM 进行产品设计以及模具设计、制造,比传统方式更迅捷、更方便、更合理,在缩短模具设计制造周期的同时可以更容易保证模具的制造质量。

4. 模具的“三化”

为适应模具工业的发展必须大力发展模具的标准化、系列化以及专业化,其中模具的标准化是前提条件,实现模具的“三化”有利于分工明确、配套协作,进一步提高模具的制造质量和缩短模具的生产制造周期。

0.2 塑件的生产工序

0.2.1 塑件的生产

塑件生产的一般加工过程为:原料→合成树脂→塑料的配制→塑料成型。

塑件的生产从塑料原料的生产到塑件的生产,包含了三个生产过程:第一生产过程是从

原料经过聚合反应生成合成树脂；第二生产过程是加入助剂混合得到塑料，即为生产塑件的原材料；第三生产过程是根据塑料性能，利用各种成型加工手段，使其成为具有一定形状和使用价值的塑件。

生产中一般第一过程和第二过程属于塑料生产部门，通常由树脂厂来完成。第三过程属于塑件生产部门。但对于大型塑件生产厂家，为了满足塑件的多样性要求，生产中也有将第二过程归入塑件的生产范围，即以合成树脂作为原材料，添加助剂后，再成型加工。

0.2.2 塑件的生产工序流程

根据各种塑料的固有性能，使其成为具有一定形状又有使用价值的塑件，是一个复杂而繁重的过程。在塑件工业生产中，塑件的生产系统主要是由塑料的成型、机械加工、修饰和装配四个连续过程组成的，如图 0-5 所示。有些塑料在成型前需进行预处理（顶压、预热、干燥等），因此，塑件生产的完整工序顺序为：塑料原料→预处理→成型→机械加工→修饰→装配→塑件。

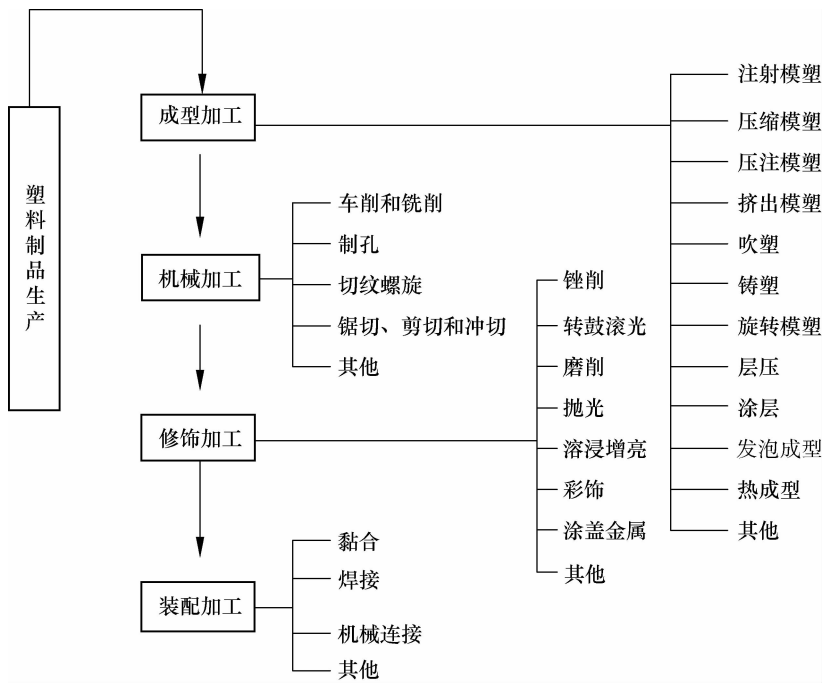


图 0-5 塑件的生产流程

在这四个过程中，塑料的成型最为重要，是一切塑件或型材生产必不可少的过程。成型的种类很多，如注射成型、压缩成型、压注成型、挤出成型、层压以及吹塑等。其他三个过程取决于塑件的要求，也就是说，不是每种塑件都需完整地经过这些过程。机械加工是用来完成成型过程所不能完成或完成得不够准确的一些工作；修饰主要是为美化塑件的表面或外观；装配是将各个已经完成的塑料部件连接或配套使其成为一个完整制品的过程。后三个过程有时统称为二次加工或后加工。对比来说，二次加工过程常居于次要地位。

塑料成型的方法很多，按成型过程中物理状态不同，塑料成型加工的方法可分为熔体成型与固相成型两大类。熔体成型也叫熔融成型，它是把塑料加热至熔点以上，使之处于熔融

状态进行成型加工的一类方法。属于此类成型加工方法的主要有注射成型、压缩成型、压注成型、挤出成型、旋转成型、离心浇铸成型、粉末成型等。熔体成型约占全部塑件加工量的90%以上。其共同特点是塑料在熔融状态下利用模具来成型具有一定形状和尺寸的塑件(简称塑件或制品)。成型塑件的模具叫塑料成型模具(简称塑料模)。固相成型是泛指在室温条件下对尚处于固态的热塑性坯材(至少低于熔点 $10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 20\text{ }^{\circ}\text{C}$)施加机械压力作用,使其成为塑件的一种方法,其中对非结晶类的塑料在玻璃化温度(T_g)以上、黏流温度(T_f)以下的高弹态区域加工的常称为热成型,如真空成型、压缩空气成型、压力成型等,而在玻璃化温度以下加工的则称作冷成型或室温成型,也常称作塑料的冷加工方法或常温塑性加工,包括在常温下的塑料粉末压延薄膜、片材辊轧、坯料或粉末塑料的模压成型以及二次加工等。

0.3 本课程内容、目标和学习要求

“塑料成型工艺及模具设计”课程是高职高专模具专业学生的主要专业课之一,它是高分子材料、流体力学、热处理、材料成型理论等为理论基础,是一门实践环节强的综合性应用课程。

0.3.1 本课程的主要内容

本课程的主要内容包括塑件主要成型方法的原理、特点、工艺过程、主要工艺参数的选定及对塑件性能的影响;主要设备的结构特性、工作原理、技术参数及设备的选型,结合设备特点及工艺条件对塑件性能的影响及关系。课程设置目的是使学生能够较快地适应生产实际的要求,获得塑料成型工艺、模具设计和设备技术的基础知识和综合应用能力。

0.3.2 学习本课程应达到的目标

① 要了解塑料的工艺特性与成型机理,掌握各种常用塑料在各种成型过程中对模具的工艺要求,掌握成型工艺所必备的各种技术知识。

② 在模具设计方面,要求学生掌握各种成型模具的结构特点及设计计算方法,在全面掌握塑料的特性与成型工艺性能、成型特点,模具零件的加工工艺性,标准件的选用等的基础上,初步具备分析、解决生产现场中出现的质量问题的能力。

③ 在塑件设计方面,在掌握正确分析塑件工艺性的基础上,根据塑料成型特点进行一般塑料制件工艺设计。

④ 在模具制造方面,了解塑料模具的制造特点,根据不同情况选用模具型腔加工新工艺;能够编制型芯和型腔的加工工艺规程。

0.3.3 本课程学习要求

在密切结合工艺过程的前提下,尽可能地对每种工艺所依据的原理、生产控制因素以及在工艺过程中塑料所发生的物理与化学变化和它们对制品性能的影响具有清晰的概念,并进一步理解各种成型工艺所能适应的塑料品种及其优缺点。此外,还要求学生了解塑料模具的装配、试模、验收、使用和维修方面的知识,能够提出由于模具设计或制造不当而造成的各