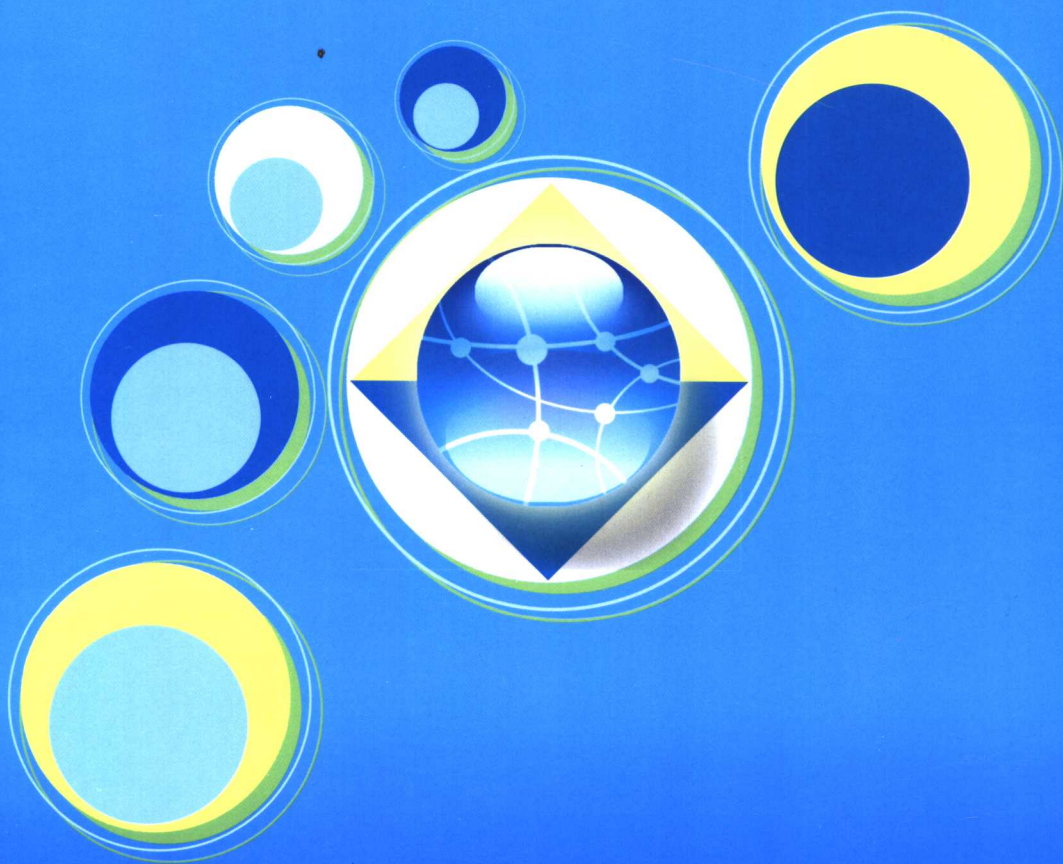



21st CENTURY
规划教材

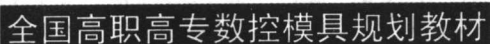
全国高职高专数控模具规划教材

塑料成型工艺与模具设计

余冬蓉 陈胜文 主编



科学出版社
www.sciencep.com



余冬蓉 陈胜文 主 编
丁晚景 刘胜国 副主编

北京

内 容 简 介

本书详细地讲述了塑料成型的基本原理、工艺特点,塑料制品的设计原则,塑料模具的基本结构及设计方法,着重介绍了注射成型工艺和挤出成型工艺,注射模与挤出模的典型结构和设计方法,并对压注成型、压塑成型、气动成型工艺和模具作了简要介绍,使读者对塑料成型的各种方法有一个全面的了解。

本书可作为高职高专院校和成人高等学校的模具设计与制造专业以及机械、机电类等相关专业的教材,也可供从事模具设计和制造的工程技术人员和自学者参考。

图书在版编目(CIP)数据

塑料成型工艺与模具设计/余冬蓉,陈胜文主编. —北京:科学出版社, 2005

(全国高职高专数控模具规划教材)

ISBN 7-03-016114-9

I. 塑… II. ①余…②陈… III. ①塑料成型—高等学校:技术学校—教材②塑料模具—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 (2005) 第 090737 号

责任编辑:李昱颖 马琳/责任校对:刘彦妮

责任印制:吕春珉/封面设计:高雪征

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005 年 8 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2005 年 8 月第一次印刷 印张:17 1/4

印数:1—3 000 字数:388 000

定价:23.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路通〉)

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62138978-8208 (VT04)

全国高职高专数控模具规划教材

编 委 会

主 任 李振格

副主任 (按姓氏笔画排序)

王贤涛 余小燕 张红英 陈志雄 柳舟通

委 员 (按姓氏笔画排序)

丁晚景 王利荣 王希华 邓德清 刘美玲

李年芬 李昱颀 李雪早 何 伟 余冬蓉

陆全龙 周金元 徐江林 黄卫红 龚洪浪

程燕军 雷才洪 廖建刚 熊南峰

本书编写人员

主 编 余冬蓉 陈胜文

副主编 丁晚景 刘胜国

撰稿人 (按姓氏笔画排序)

丁晚景 刘胜国 余冬蓉 陈胜文 肖新华

出版说明

进入 21 世纪,国际竞争日趋激烈,竞争的焦点是人才的竞争,是全民素质的竞争。人力资源在国家综合国力的增强方面发挥着越来越重要的作用,而人力资源的状况归根结底取决于教育发展的整体水平。

教育部在《2003~2007 年教育振兴行动计划》中明确了今后 5 年将进行六大重点工程建设:一是“新世纪素质教育工程”,以进一步全面推进素质教育;二是“就业为导向的职业教育与培训工程”,以增强学生的就业、创业能力;三是“高等学校教学质量与教学改革工程”,以进一步深化高等学校的教学改革;四是“教育信息化建设工程”,以加快教育信息化基础设施、教育信息资源建设和人才培养;五是“高校毕业生就业工程”,以建立更加完善的高校毕业生就业信息网络和指导、服务体系;六是“高素质教师和管理队伍建设工程”,以完善教师教育和终身学习体系,进一步深化人事制度改革。

职业教育事业在改革中加速发展,使我国的经济建设和社会发展服务能力显著增强。各地和各级职业院校坚持以服务为宗旨、以就业为导向,正大力实施“制造业与现代服务业技能型紧缺人才培养培训计划”和“农村劳动力转移培训计划”,并密切与企业、人才、劳务市场的合作,进一步优化资源配置和布局结构,深化管理体制和办学体制改革,使这一事业发展势头良好。

为配合教育部职业教育与成人教育司 2004~2007 年推荐教材的出版计划,科学出版社本着“高水平、高质量、高层次”的“三高”精神和“严肃、严密、严格”的“三严”作风,集中相关行业专家、各职业院校双优型教师,编写了高职高专层次的基础课、公共课教材,各类紧缺专业、热门专业教材,实训教材,以及引进的特色教材,其中包括如下三个部分:

1. 高职高专基础课、公共课教材系列

- (1) 基础课教材系列

- (2) 公共课教材系列

2. 高职高专专业课教材系列,又分

- (1) 紧缺专业

- 软件类专业系列教材

- 数控技术类专业系列教材

- 护理类专业系列教材

- (2) 热门专业教材

- 电子信息类专业系列教材

- 交通运输类专业系列教材

- 财经类专业系列教材
- 旅游类专业系列教材
- 生物技术类专业系列教材
- 食品类专业系列教材
- 精细化工类专业系列教材
- 艺术设计类专业系列教材
- 建筑专业系列教材

3. 高职高专特色教材系列, 又分

(1) 高职高专实训教材系列教材

(2) 国外职业教育优秀系列教材

本套教材建设的宗旨是以学校的选择为依据, 以方便教师授课为标准, 以理论知识为主体, 以应用型职业岗位要求为中心, 以素质教育、创新教育为基础, 以学生能力培养为本位, 力求突出以下特色:

1. 理念创新: 秉承“教学改革与学科创新引路, 科技进步与教材创新同步”的理念, 根据新时代对高等职业教育人才的需求, 出版一系列体现教学改革最新理念、内容领先、思路创新、突出实训、成系配套的高职高专教材。

2. 方法创新: 摒弃“借用教材、压缩内容”的滞后方法, 专门开发符合高职特点的“对口教材”。在对职业岗位所需求的专业知识和专项能力进行科学分析的基础上, 引进国外先进的教材, 以确保符合职业教育的特色。

3. 特色创新: 加大实训教材的开发力度, 填补空白, 突出热点, 积极开发紧缺专业、热门专业的教材。对于部分教材, 提供“课件”、“教学资源支持库”等立体化的教学支持, 以方便教师教学与学生学习。对于部分专业, 组织编写“双证教材”, 注意将教材内容与职业资格、技能证书进行衔接。

4. 内容创新: 在教材的编写过程中, 力求反映知识更新和科技发展的最新动态, 新知识、新技术、新内容、新工艺、新案例及时反映到教材中, 体现了高职教育专业紧密联系生产、建设、服务、管理一线的实际要求。

欢迎广大教师、学生在使用本系列教材时提出宝贵意见, 以便我们进一步做好修订工作, 出版更多的精品教材。

科学出版社

前 言

塑料以其原料来源广、工艺性能优、产品成本低、制品重量轻、耐腐蚀性能好等特点而被广泛应用于国民经济建设和人民日常生活中。随着塑料模具生产与应用的飞速发展, 社会对塑料模具专门技术人才和塑料模具方面的知识的渴求也日益旺盛。

正是在这种强劲需求的背景下, 我们编写了本书。本书适合高职高专类院校模具设计与制造专业的学生学习, 也可用作中等专业学校模具专业的教材, 还可供从事塑料模具设计与制造工作的专业技术人员参考。

本书以讲述塑料成型的基本理论为基础, 以讲解典型模具的结构及其设计为重点, 以培养学生的实际动手能力为目标。以下方面体现了本书的特色:

(1) 章节编排具有良好的逻辑性

将塑料成型的基础理论部分单独成章, 着重强调基础理论的重要性; 与此同时, 将不同类型的工艺部分放在相应的章节, 体现了连续性。

(2) 内容安排富有较强的时代性

在突出注射模具重要地位的同时, 将近几年快速发展的挤出成型工艺与模具设计放在十分重要的位置并加大篇幅, 把其他类型塑料成型工艺与模具合成一章, 这样学生既获得系统的知识, 又重点把握塑料模具的发展脉搏。

(3) 结构形式突出知识的实用性

每章开始列出本章重点, 使学习目标明确、重点难点清晰; 每章结束附有一定数量的练习题, 供学生进一步复习学习的内容、巩固学习的效果。

(4) 注重学习的便利性

书中安排了大量实用的结构简图, 以丰富的图库帮助学生尽快熟悉塑料模具结构形式; 而将常用的塑料特性参数等在书末单独收录成为附录。

本书的课堂讲授时间为 70 学时左右, 其中绪论 1~2 学时, 塑料成型基础 10~15 学时, 注射成型工艺与模具设计 15~30 学时, 挤出成型工艺与模具设计 8~10 学时, 其他塑料成型工艺与模具设计 10~15 学时; 也可以根据需要选择相关内容在 40~70 学时之间讲授。

由于时间紧迫, 加之作者水平所限, 书中难免存在疏漏甚至错误之处, 恳请读者批评指正。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 塑料成型在工业中的重要性	1
1.1.1 塑料及塑料工业的发展	1
1.1.2 塑料成型在工业生产中的重要性	1
1.2 塑料成型技术发展概况	2
1.2.1 塑料成型理论的进展	2
1.2.2 塑料成型方法的革新	2
1.2.3 塑料制品的精密化、微型化和超大型化	3
1.2.4 模具技术的进步	3
1.3 塑料模具的分类	4
1.4 学习目的和要求	5
第 2 章 塑料成型基础	6
2.1 聚合物的分子结构和物理状态	6
2.1.1 树脂与塑料	6
2.1.2 聚合物的分子结构	6
2.1.3 聚合物的物理状态	7
2.2 聚合物的流变性质	9
2.2.1 聚合物变形流动时的粘弹性	9
2.2.2 聚合物的流变性质	11
2.2.3 聚合物在模内的流动行为	14
2.3 聚合物在成型过程中的物理和化学变化	16
2.3.1 聚合物的结晶	16
2.3.2 聚合物的取向	19
2.3.3 聚合物的降解	20
2.3.4 聚合物的交联	21
2.4 塑料的组成及工艺特性	21
2.4.1 塑料的组成	21
2.4.2 塑料的成型工艺性能	24
2.5 常用塑料	29
2.5.1 热塑性塑料	29
2.5.2 热固性塑料	37
2.6 塑件的工艺性	39
2.6.1 塑件工艺性的设计原则	39

2.6.2 塑件工艺性设计的内容	39
思考与练习	54
第3章 注射成型工艺及注射模具设计	55
3.1 注射成型工艺	55
3.1.1 注射成型原理	55
3.1.2 注射成型工艺过程	55
3.1.3 注射成型工艺参数	57
3.2 注射模结构组成与类型	62
3.2.1 注射模的结构组成	62
3.2.2 注射模具的类型	64
3.3 注射模与注射机的关系	70
3.3.1 注射量的校核	70
3.3.2 锁模力的校核	71
3.3.3 最大注射压力的校核	71
3.3.4 注射机安装模具部分的尺寸校核	71
3.3.5 开模行程的校核	72
3.3.6 顶出装置的校核	75
3.4 塑件在模具中的位置	75
3.4.1 型腔数量及排列方式	75
3.4.2 分型面的设计	76
3.5 浇注系统设计	80
3.5.1 普通浇注系统设计	80
3.5.2 无流道浇注系统	95
3.6 成型零件的设计	97
3.6.1 成型零件的结构形式	97
3.6.2 成型零件工作尺寸计算	105
3.6.3 模具型腔侧壁和底板厚度的计算	111
3.7 导向机构设计	113
3.7.1 导柱导向机构	114
3.7.2 锥面定位机构	116
3.8 推出机构设计	117
3.8.1 推出机构的分类及设计原则	117
3.8.2 脱模力的计算	118
3.8.3 简单推出机构	119
3.8.4 动定模双向推出机构和顺序推出机构	125
3.8.5 二级推出机构	126
3.8.6 浇注系统凝料的脱模机构	130
3.8.7 带螺纹螺纹塑件的脱模机构	133

3.9 侧向分型与抽芯机构	135
3.9.1 侧向分型与抽芯机构的分类	135
3.9.2 斜导柱侧向分型与抽芯机构设计	136
3.9.3 斜导柱侧向分型抽芯的结构形式	146
3.9.4 斜滑块侧向分型与抽芯机构	154
3.9.5 其他侧向分型与抽芯机构	159
3.10 排气系统设计	161
3.11 温度调节系统设计	162
3.11.1 模具温度调节的重要性	163
3.11.2 冷却系统的计算	164
3.11.3 冷却系统的设计原则与常见冷却系统的结构	166
3.12 注射模的设计步骤	170
3.12.1 设计前的准备工作	170
3.12.2 注射模结构设计的一般步骤	171
思考与练习	173
第4章 挤出成型工艺及模具设计	175
4.1 挤出成型原理及其工艺特性	175
4.1.1 挤出成型原理及其特点	175
4.1.2 挤出成型工艺过程	176
4.1.3 挤出成型工艺参数	177
4.2 挤出成型模具概述	180
4.2.1 结构组成及各部分的作用	180
4.2.2 挤出机头的分类	182
4.2.3 挤出成型机头设计的一般原则	183
4.3 管材挤出成型模具	184
4.3.1 机头常用结构形式	184
4.3.2 机头参数设计	186
4.3.3 定径套的设计	189
4.4 棒材挤出成型机头	190
4.4.1 机头设计	190
4.4.2 定径套设计	192
4.5 板材、片材挤出成型机头	193
4.5.1 支管式机头	193
4.5.2 鱼尾式机头	194
4.5.3 衣架式机头	194
4.5.4 螺杆式机头	194
4.6 异型材挤出成型模具	195
4.6.1 塑料异型材的常见种类	195

4.6.2 机头的结构形式	197
4.6.3 机头设计	199
4.6.4 异型材定型方法	200
4.6.5 定型模设计	201
思考与练习	204
第5章 其他塑料成型工艺与模具设计	205
5.1 压塑成型工艺与模具设计	205
5.1.1 压塑成型工艺	205
5.1.2 压塑模和压机	207
5.1.3 压塑模的结构与设计	210
5.2 压注成型工艺与模具设计	221
5.2.1 压注成型工艺	221
5.2.2 压注模的结构和设计	222
5.3 吹塑成型工艺与模具设计	229
5.3.1 吹塑成型工艺	231
5.3.2 吹塑成型的制品设计	232
5.3.3 吹塑成型的模具设计	234
5.4 真空成型工艺与模具设计	237
5.4.1 真空成型工艺	238
5.4.2 真空成型的制品设计	240
5.4.3 真空成型的模具设计	241
5.5 压缩空气成型工艺与模具设计	243
5.5.1 压缩空气成型工艺	244
5.5.2 压缩空气成型的模具设计	244
思考与练习	245
附录	247
表1 塑料及树脂缩写代号 (GB/T1844—1995)	247
表2 常用塑料的收缩率 (%)	249
表3 模塑件尺寸公差 (GB/T14486—1993)	250
表4 部分国产注射成型机的型号及技术参数	252
表5 注射塑件成型缺陷分析	254
表6 一般热固性塑料成型缺陷分析	256
表7 管材的挤出成型缺陷分析	258
表8 板、片材挤出成型缺陷分析	259
表9 常用模具材料与热处理	260
主要参考文献	262

第 1 章 绪 论

1.1 塑料成型在工业中的重要性

1.1.1 塑料及塑料工业的发展

塑料是以树脂为主要成分的高分子有机化合物,在一定的温度和压力下,具有流动性,可被模塑成一定的形状和尺寸,并在成型后保持既得的形状而不发生变化。

树脂分天然树脂和合成树脂。塑料大多数是合成树脂。合成树脂是人工将低分子化合物单体通过合成方法生产出的高分子化合物。它的分子量一般大于 1 万,有的达到百万级,所以化学上称之为聚合物或高聚物。

聚合物虽然是塑料的主要成分,但是单纯的聚合物性能往往不能满足成型生产中的工艺要求和成型后的使用要求,必须在聚合物中添加一定数量的助剂。

塑料具有一系列特殊的优点,如质量轻、耐腐蚀、电绝缘性好、减摩耐磨、减震、隔音性能好、易于制造、生产效率高、成本低廉等,所以以塑代钢、以塑代木的实例比比皆是。特别是在办公机器、汽车、仪器仪表、航空、交通、通信、轻工、建材业产品、日用品及家用电器行业中的零件塑料化的趋势不断加强,并陆续出现全塑产品。

塑料工业是世界上增长速度最快的工业之一。自 1909 年实现以纯粹合成方法生产酚醛塑料算起,塑料工业仅仅有 90 余年的历史,但发展速度相当惊人。据统计,1935 年全世界塑料产量为 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发展。

目前,已合成的上千种高分子材料中具有工业价值的仅百余种。已工业化的合成树脂有 50 种左右,如果把改性塑料都计算在内,有 400 多种,如按不同型号、牌号统计则有几千种之多。从塑料品种的发展情况来看,热塑性塑料发展最迅速,最初以热固性塑料为主,而现在却以热塑性塑料为主。由于工程塑料综合性能优异,所以其发展速度超过了通用塑料。特别是聚酰胺、聚甲醛、ABS、聚碳酸酯、聚砜、聚苯醚与氟塑料等工程塑料的迅速发展,使塑料制件在工业生产和日常生活中的应用日趋普遍。

据报道,美国塑料工业已成为全美第四个最大的工业。我国的塑料工业发展也很快,特别是近 20 年,产量和品种都大大增加,许多新颖的工程塑料也已投入批量生产。我国树脂产量 1985 年已达到 123.2 万吨,1990 年达到 226.8 万吨,1998 年达 694.3 万吨,居世界第六位。至今,我国塑料工业已形成了相当规模的完整体系,它包括塑料的生产、成型加工、塑料机械设备、模具工业及科研、人才培养等。

1.1.2 塑料成型在工业生产中的重要性

塑料成型加工必需的生产要素包括塑料原材料、成型设备和成型模具,它们通过

成型工艺联系起来成为生产力。

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品的模具,属于型腔模的一种。

塑料制品的质量主要靠模具获得。靠模具的合理结构和模具成型零件的正确形状、精确尺寸及较好的表面质量来保证。其次取决于合理的成型工艺。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率的提高。世界上经济发达的国家把模具作为机械制造的重要装备。美国工业界认为“模具工业是美国工业的基石”,日本称“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的。工业发达的国家,其模具工业年产值早已超过机床行业的产值。据新近的统计,日本模具工业已实现了高度的专业化、标准化和商品化,在全国一万多家企业中,生产塑料模和冲压模的各占40%。而韩国模具工业情况表明,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%生产冲压模和夹具。

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,从而确定了模具工业在国民经济中的重要地位。

1.2 塑料成型技术发展概况

由于塑料工业的发展和塑料制品应用范围越来越大,塑料成型技术正在不断改善、革新和提高,下面简述一些发展概况。

1.2.1 塑料成型理论的进展

将塑料原材料进行加工,首先遇到的问题就是塑料有无成型的可能性以及加工的难易程度。这些与塑料本身的各种化学、物理和力学性能有关,还牵涉到塑料的流变学性质,以及塑料在充模过程中可能表现出的各种变形流动行为。对于这些问题,过去主要靠经验解决,但由于人们的经验有限,所以无法从根本上满足生产的要求,所以许多学者在有关方面进行了大量的理论与实验的研究工作。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,并且在生产中得到了应用。有关注塑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模流动理论和数学模型已经有所解决,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。

1.2.2 塑料成型方法的革新

由于塑料工业的发展,在各个工业部门的塑料品种越来越多。对于一些新材料,或者一些具有特殊要求的塑料制品,旧的成型方法已经不再适用,所以近年来出现了

许多新型的塑料成型加工方法。就注射成型来说,有热流道注射成型、热固性塑料注射成型,低发泡注射成型、排气注射成型、反应注射成型、流动注射成型、动力熔融注射成型、气体辅助注射成型以及多品种塑料的共注射成型等。

1.2.3 塑料制品的精密化、微型化和超大型化

由于塑料在各个工业部门的应用日益普遍,为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。

以注射成型为例:精密注射成型是指能将制品的尺寸公差保持在 $0.01 \sim 0.001\text{mm}$ 之内的成型工艺方法。其产品主要用于精密仪器的电子、仪表工业;注射成型的微型化实际上是指注射制品的微型化。德国已研制出注射量只有 0.1g 的微型注射机,可以生产 0.05g 左右的注射制品;注射成型的超大型化实际上也是注射制品的超大型化。法国已拥有注射量为 170kg 的超大型注射机,合模力为 150MN 。美国和日本也已经分别生产出注射量为 100kg 和 96kg 的超大型注射机,国产注射机的注射量达 $35\,000\text{cm}^3$,合模力为 80MN 。

1.2.4 模具技术的进步

模具是塑料成型生产必需的工艺装备,过去的模具设计主要靠技术人员的经验。而模具加工制造又在很大程度上依靠工人的操作技能,因此,模设计水平低、加工质量差、生产周期长、使用寿命短、新产品的更新换代都会因模具问题而受到干扰。随着塑料成型技术的不断发展,模具的重要性日益被人们所认识,甚至有人提出“没有模具就没有产品”的信条。近十余年来,国内外塑料成型加工行业都在改进和提高模具设计和制造技术方面投入了大量的资金和研究力量,取得了许多成果,可归纳为以下几个方面:

(1) 模具加工技术的革新

为提高模具的加工精度,缩短模具加工制造周期,模具行业已经广泛应用仿形加工,如电加工、数控加工等先进技术,以及坐标镗、坐标铣、坐标磨和三坐标测量机等精密加工和测量设备。

(2) 各种模具新材料被广泛应用

在模具设计与制造过程中,模具材料的选用是一个非常重要的问题。材料选择是否合理,将直接影响模具的加工成本,使用寿命及塑料制品的质量。现已开发了许多具有良好的使用性能、加工性能好、热处理变形小的新型模具钢,如预硬钢、新型淬火回火钢、马氏体时效钢、析出硬化钢和耐腐蚀钢等。

(3) 模具零部件的标准化和专业化生产程度越来越高

模具加工是典型的单件多品种生产。模具零部件的标准化及将模具零部件进行专业化生产是缩短模具加工周期,降低模具生产成本的重要方法之一。

据国外统计,对模具标准件进行专业化生产后,降低模具成本 50% ,各工业国家对模具零部件的标准化和专业化非常重视,美国和日本的模具标准化程度已达 70% ,专业化生产程度分别为 90% 和 70% 。

国内模具标准化程度只有 20% 左右, 专业化生产起步不久, 但有关部门正加强这方面工作。

(4) CAD/CAM 技术应用日益普遍

目前同内外都正在广泛地进行塑料模具 CAD/CAM 技术研究, 并且开发出不少软件系统已经在挤出和注射成型中得到应用。就注射模 CAD/CAM 技术而言, 利用 CAD 可以在人的参与下, 由计算机自动完成塑料制品的工艺分析、成型过程中塑料熔体的流动分析和热分析以及有关注射模的各种计算、设计和绘图工作; 利用 CAM 计算机可以控制数控机床自动完成模具零件的加工任务; 如果 CAD/CAM 一体化, 则整个注射模的设计和加工制造工作都可以在人的参与下, 由计算机自动完成。注射模 CAD/CAM 技术在工业发达国家应用较普遍, 市场上有商品化的系统软件出售, 国内在这方面也进行了不少研制开发工作, 取得了一些成果, 但在该技术的应用和推广方面与国外相比还有一定的差距, 有待于进一步改进和完善。

1.3 塑料模具的分类

塑料模分类方法很多, 按照塑料制品的成型方法不同可分为以下几种。

(1) 注射模

注射模又称注塑模。注射成型是根据金属压铸成型原理发展起来的, 首先将颗粒状或粉状的塑料加入到注射机的料筒中, 经过加热熔融成粘流态, 然后在螺杆或柱塞的推动下, 以一定的流速经过料筒前端的喷嘴和模具的浇注系统注入到闭合的模具型腔中, 经过一定时间的固化定型, 打开模具, 从模腔中取出塑件。注射成型主要用于热塑性塑料的成型加工, 近年来, 热固性塑料注射成型的应用也在逐步增加。此外, 反应注射成型、双色注射成型等特种注射成型工艺也在不断地开发与应用。

(2) 挤出模

挤出模又称挤出机头。挤出成型是利用挤出机筒内的螺杆旋转加压的方式, 连续地将塑化好的、呈熔融态的成型物料从挤出机筒中挤出, 并通过特定形状的口模成型, 然后借助于牵引装置, 将挤出后的塑料制品均匀拉出, 并同时冷却定型处理。

(3) 压注模

压注模又称传递模塑。其加料室与型腔由浇注系统相连, 首先将预热过的塑料加入预热的加料室, 然后通过压柱向加料室内塑料加压, 塑料在高温高压下熔融, 通过模具浇注系统进入型腔, 最后发生化学交联反应逐渐硬化定型。主要用于热固性塑料。

(4) 压塑模

压塑模又称压缩模。压塑成型首先是将预热过的塑料原料直接加入敞开的、经过加热的模具型腔(加料室), 然后合模, 塑料在热和压力作用下呈熔融熔流动状态充满型腔, 然后由化学反应(热固)或物理变化(热塑), 使塑料逐渐硬化定型。其周期长, 效率低, 多用于热固性塑料加工。

(5) 气动成型模

气动成型模包括中空吹塑成型、真空成型、压缩空气成型模等。中空吹塑是将挤

出机挤出或注射机注射出的、处于高弹态的空心塑料型坯置于闭合的模腔内,然后向其内部通入压缩空气,使其胀大,并紧贴于模具型腔表壁,经过冷却定型后成为具有一定形状和尺寸精度的中空塑料容器。真空成型是将加热的塑料片材与模具型腔表面构成的封闭空腔内抽真空,使片材在大气压下发生塑性变形并紧贴在模具型面上成为塑料制件的方法。压缩空气成型是利用压缩空气,使加热软化的塑料发生塑性变形,并紧贴在模具型面上成为塑料制件的成型方法。真空成型与压缩空气成型是使用已成型的片材再进行塑料制件的生产,属于塑料制品的二次加工。

除了以上介绍的几类塑料模具外,还有泡沫塑料成型模、搪塑模、浇注模、回转成型模、聚四氟乙烯压锭模等。

本教材主要介绍注射成型工艺与注射模设计、挤出成型工艺与挤出模设计,简单介绍压注、压塑和气动成型工艺与模具。

1.4 学习目的和要求

塑料成型工艺与模具设计是一门综合性课程,它集塑料工艺、塑料模具设计于一体,是模具专业的主要专业课之一。

通过对本课程的学习,要求学生了解塑料的成型特性与成型原理,掌握各种常用塑料在各种成型过程中对模具的工艺要求,掌握成型工艺必备的各种技术知识。

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,能独立设计中等复杂程度的塑料模具。

学完本课程,要求学生具有初步分析、解决现场技术问题的能力,包括具有分析成型缺陷产生的原因并提出解决的办法。

塑料成型工艺与模具设计的课程实践性很强,学生学习本课程时,除了要重视书本理论学习外,还需要不断理论联系实际,多在生产现场向有经验的工程技术人员和工人师傅学习,丰富课程内容。

塑料成型技术发展很快,塑料模具也在不断地创新,学生在学习本课程时,还应注意学习国内外的新技术、新工艺、新经验,不断地丰富自己的专业知识。

第2章 塑料成型基础

本章重点介绍聚合物的分子结构、聚合物的流变性质、聚合物成型过程中的物理化学变化、塑料的组成和工艺特性及塑料制件（简称塑件）的工艺性设计。

2.1 聚合物的分子结构和物理状态

2.1.1 树脂与塑料

塑料的主要成分是树脂。最早的树脂是从树木中分泌出来的脂物，如松香是从松树分泌出的乳液状松脂中分离出来的。后来发现从热带昆虫的分泌物中也可提取树脂，如虫胶。有的树脂还可从石油中得到，如沥青。这些都属天然树脂。

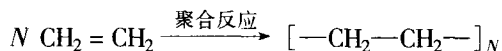
随着生产的发展，天然树脂在数量和质量上都无法满足生产的需要，于是人们根据天然树脂的分子结构和特性，应用人工方法制造出了合成树脂。目前，我们所使用的塑料一般都是用合成树脂制成的，很少采用天然树脂。树脂一般不能单独使用，只有加入一些助剂后才有使用价值，而加有各种助剂的树脂才称为塑料。

2.1.2 聚合物的分子结构

1. 聚合物的形成

天然、合成树脂都是高分子聚合物，简称聚合物或高聚物。塑料的许多性能都与树脂的分子结构有关。

每个高分子里含有一种或多种原子团，这些原子团按照一定的方式，首先排列成许多重复的结构小单元，称结构单元，再通过化学键连成一个高分子，例如



式中， $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ 是乙烯单体分子式； $[\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—}]$ 是聚乙烯结构单元分子式； N 是聚合物所含的结构单元的数量，称为聚合度。 N 值越大，聚合物大分子的相对分子质量越高。

由于聚合反应时，各工艺参数控制得并不完全一致，使聚合物的聚合度存在一定的差异，这种现象叫做聚合物相对分子质量的多分散性。分散程度与聚合反应时的各种工艺因素有关。

2. 聚合物的链状结构

通过对聚合物大分子结构进行的分析、研究表明，大分子基本上属于长链状结构，大分子中各个单体通常由 C—C 键连接在一起。

例：聚乙烯在聚合反应中双键被活化（打开），使多个单体连接在一起，形成一个大分子长链，该长链的结构可用下式表达，即