



中国机械工程学科教程配套系列教材
教育部高等学校机械设计制造及其自动化专业教学指导分委员会推荐教材

现代注塑模具 设计制造技术

主编 李凯岭

中国机械工程学科教程
China Mechanical Engineering Curricula
中国机械工程学科教程

清华大学出版社



中国机械工程学科教程配套系列教材
教育部高等学校机械设计制造及其自动化专业教学指导分委员会推荐教材

现代注塑模具 设计制造技术

主 编 李凯岭

副主编 王丽丽 张月蓉

参 编 徐 俊 郝建领 张海明
白桂恒 刘 然 夏传波

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书较为系统、全面地介绍了注塑模具设计及制造技术,包括塑料基本知识及塑料制品设计、注塑成型工艺及注塑机的选择、典型注塑成型模具结构、成型零件设计与制造、流道系统和排气系统设计、抽芯机构设计、脱模系统设计、模具温度调节系统设计、模具制造理论、数控加工技术、电加工技术、检测技术、装配技术、质量控制与分析等内容;同时,也介绍了注塑模具 CAD/CAE/CAM 技术及其发展与应用。通过本书的学习,读者能对注塑模具设计与制造技术有一个完整、系统的认识。本书可作为本科以及高职高专的专业课和选修课教材,也可作为研究生、工程技术人员的参考书。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

现代注塑模具设计制造技术/李凯岭主编. —北京:清华大学出版社, 2011. 7

(中国机械工程学科教程配套系列教材暨教育部高等学校机械设计制造及其自动化专业教学指导分委员会推荐教材)

ISBN 978-7-302-25626-7

I. ①现… II. ①李… III. ①注塑—塑料模具—设计高等学校—教材 ②注塑—塑料模具—制造—高等学校—教材 IV. ①TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 099425 号

责任编辑:庄红权

责任校对:刘玉霞

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260

印 张:30.25

字 数:733 千字

版 次:2011 年 7 月第 1 版

印 次:2011 年 7 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:49.00 元

产品编号:037015-01

丛书序言

PREFACE

我曾提出过高等工程教育边界再设计的想法,这个想法源于社会的反应。常听到工业界人士提出这样的话题:大学能否为他们进行人才的订单式培养。这种要求看似简单、直白,却反映了当前学校人才培养工作的一种尴尬:大学培养的人才还不是很适应企业的需求,或者说毕业生的知识结构还难以很快适应企业的工作。

当今世界,科技发展日新月异,业界需求千变万化。为了适应工业界和人才市场的这种需求,也即是适应科技发展的需求,工程教学应该适时地进行某些调整或变化。一个专业的知识体系、一门课程的教学内容都需要不断变化,此乃客观规律。我所主张的边界再设计即是这种调整或变化的体现。边界再设计的内涵之一即是课程体系及课程内容边界的再设计。

技术的快速进步,使得企业的工作内容有了很大变化。如从 20 世纪 90 年代以来,信息技术相继成为很多企业进一步发展的瓶颈,因此不少企业纷纷把信息化作为一项具有战略意义的工作。但是业界人士很快发现,在毕业生中很难找到这样的专门人才。计算机专业的学生并不熟悉企业信息化的内容、流程等,管理专业的学生不熟悉信息技术,工程专业的学生可能既不熟悉管理也不熟悉信息技术。我们不难发现,制造业信息化其实就处在某些专业的边缘地带。那么对那些专业而言,其课程体系的边界是否要变?某些课程内容的边界是否有可能变?目前不少课程的内容不仅未跟上科学研究的发展,也未跟上技术的实际应用。极端情况甚至存在有些地方个别课程还在讲授已多年弃之不用的技术。若课程内容滞后于新技术的实际应用好多年,则是高等工程教育的落后甚至是悲哀。

课程体系的边界在哪里?某一门课程内容的边界又在哪里?这些实际上是业界或人才市场对高等工程教育提出的我们必须面对的问题。因此可以说,真正驱动工程教育边界再设计的是业界或人才市场,当然更重要的是大学如何主动响应业界的驱动。

当然,教育理想和社会需求是有矛盾的,对通才和专才的需求是有矛盾的。高等学校既不能丧失教育理想、丧失自己应有的价值观,又不能无视社会需求。明智的学校或教师都应该而且能够通过合适的边界再设计找到适合自己的平衡点。

我认为,长期以来,我们的高等教育其实是“以教师为中心”的。几乎所有的教育活动都是由教师设计或制定的。然而,更好的教育应该是“以学生

为中心”的,即充分挖掘、启发学生的潜能。尽管教材的编写完全是由教师完成的,但是真正好的教材需要教师在编写时常怀“以学生为中心”的教育理念。如此,方得以产生真正的“精品教材”。

教育部高等学校机械设计制造及其自动化专业教学指导分委员会、中国机械工程学会与清华大学出版社合作编写、出版了《中国机械工程学科教程》,规划机械专业乃至相关课程的内容。但是“教程”绝不应该成为教师们编写教材的束缚。从适应科技和教育发展的需求而言,这项工作应该不是一时的,而是长期的;不是静止的,而是动态的。《中国机械工程学科教程》只是提供一个平台。我很高兴地看到,已经有多位教授努力地进行探索,推出了新的、有创新思维的教材。希望有志于此的人们更多地利用这个平台,持续、有效地展开专业的、课程的边界再设计,使得我们的教学内容总能跟上技术的发展,使得我们培养的人才更能为社会所认可,为业界所欢迎。

是以为序。



2009年7月

前 言

FOREWORD

塑料工业是世界上增长最快的工业之一。塑料制品在办公器材、汽车、机电、仪表、航天、航空等国家支柱产业及与人民生活相关的各个领域得到了广泛的应用。塑料制品成型的方法虽然很多,但最主要的方法是注塑成型,注塑模具设计与制造技术代表了一个国家的工业制造技术的发展水平。随着工业生产的高速发展,市场竞争的日趋激烈,对新产品的开发、设计、制造及更迭周期的要求也越来越高,传统的设计、制造和管理手段已不能满足现代模具行业的需要。

本书致力于为在校工科大学生提供一本全面讲述注塑模具设计与制造技术的教科书。为此,作者总结长期教学、生产、科研实践中的研究成果、经验和体会,结合现代注塑模具行业及现代设计制造技术的发展,编写了《现代注塑模具设计制造技术》一书。本书在内容组织方面注重全面、系统地讲述注塑模具设计制造技术,引入现代科学技术和制造技术的最新成果。全书内容包括了作者多年从事注塑模具设计和制造的经验以及潜心研究国内外注塑模具的体会,系统讲述了注塑模具的设计思路 and 知识体系,用相当多的篇幅介绍了模具制造技术和方法以及现代的模具设计制造技术,注重理论与实践的有机结合。通过本教材的学习和阅读,学生可以全面地了解当今注塑模具设计与制造技术的发展水平,基本掌握模具设计与制造的方法。

为适应教学改革和课程建设的发展,本教材的编写充分体现科学性、系统性和新颖性。为提高模具的标准化设计与制造水平,本教材努力将模具方面的一些术语从专业的角度进行了统一和规范,并且尽可能使之准确和符合行业习惯。

本书由李凯岭主编,王丽丽、张月蓉任副主编。全书共分 15 章,第 1、2 章由青岛特种设备检验所王丽丽编写,第 3 章由广州博创机械有限公司徐俊编写,第 4 章由山东大学张海明编写,第 5 章由山东大学郝建领编写,第 6、7 章由烟台大学张月蓉编写,第 10 章由山东华宇职业技术学院夏传波编写,第 15 章由济南重工白桂恒、中国南车刘然编写,其余各章由山东大学李凯岭编写。全书由李凯岭、王丽丽完成最终统稿。本书编写过程中引用了一些同类图书的插图、实例和表述,在此深表感谢!

本教材主要面向本科专业课和选修课的教学需要,也可以为模具设计制造技术课题方向的研究生作参考,同时也适合模具设计制造领域的工程师自学和培训用。

编者希望向读者奉献一本好书,由于水平有限,虽勉力为之,但疏漏和不妥之处在所难免,望各位同仁批评指正。

编 者

2011 年 4 月

目 录

CONTENTS

第 0 章 绪论	1
0.1 塑料成型在塑料工业中的发展概况	1
0.2 塑料制品的生产过程	4
0.3 塑料模具的分类	5
0.4 塑料模具设计制造技术与发展	7
0.5 本课程学习的主要内容和要求	9
思考与练习	10
第 1 章 塑料成型基础	11
1.1 高聚物分子结构与特性	11
1.2 聚合物在成型过程中的流动和形变	17
1.3 聚合物在成型过程中的物理化学变化	22
1.4 塑料的组成及分类	27
1.5 塑料的性能	31
思考与练习	36
第 2 章 常用塑料与塑件设计	37
2.1 常用塑料的基本特性与应用	37
2.2 塑料的鉴别与选用	43
2.3 塑件的结构工艺性	48
2.4 部分典型零件的塑件成型	61
思考与练习	67
第 3 章 注塑成型工艺与设备	68
3.1 注射模塑工艺	68
3.2 注塑模及其工作原理	75
3.3 塑料注塑成型机	76
3.4 注塑机与模具的关系校核	88
思考与练习	92

第 4 章 注塑模具典型结构与标准化	93
4.1 注塑模具的分型面	93
4.2 注塑模的分类和典型模具结构	96
4.3 注塑模具标准零部件结构体系	101
4.4 导向定位机构的设计	108
4.5 注塑模的设计程序	116
思考与练习	123
第 5 章 注塑模具成型结构设计	124
5.1 成型零件的结构设计	124
5.2 成型零件的相关计算	133
5.3 成型零件材料选用	145
思考与练习	145
第 6 章 注塑模具流道系统和温控系统设计	147
6.1 普通流道系统的设计	147
6.2 热流道流道系统的设计	162
6.3 排气引气系统的设计	168
6.4 模温控制系统	170
思考与练习	182
第 7 章 脱模机构和抽芯机构设计	183
7.1 脱模机构的设计	183
7.2 螺纹脱模机构	198
7.3 侧向分型抽芯机构概述	200
7.4 斜导柱抽芯机构	202
7.5 其他分型抽芯机构	212
思考与练习	218
第 8 章 模具制造工艺理论基础	219
8.1 模具制造工艺过程的基本概念	219
8.2 模具零件的工艺分析与毛坯的选定	225
8.3 零件的工艺基准选择和工件的装夹	226
8.4 模具零件加工方法与选择	233
8.5 工艺路线的拟订	235
8.6 加工余量的确定	240
8.7 加工工序尺寸的确定	243
8.8 机床与工艺装备的选择	245

8.9 工时定额的分析计算	252
思考与练习	253
第9章 模具零件数控加工技术	255
9.1 数控加工的基础知识	255
9.2 数控机床概述	261
9.3 数控切削刀具及工具系统	264
9.4 模具数控加工工艺设计	272
思考与练习	288
第10章 模具零件的电加工技术	289
10.1 电火花加工的基础知识	289
10.2 电火花成型加工	293
10.3 数控电火花线切割加工	307
10.4 超声波加工	320
10.5 电化学加工	322
思考与练习	324
第11章 模具的磨削与光整加工	325
11.1 磨削加工概述	325
11.2 砂轮及其特性	327
11.3 磨削机理	331
11.4 常用磨床的类型及功用	333
11.5 坐标磨床及其加工	338
11.6 表面的光整加工	342
11.7 砂带磨削	351
思考与练习	352
第12章 模具制造中的测量技术	353
12.1 测量技术	353
12.2 计量器具的特性与选择	356
12.3 模具零件检验常规量具	358
12.4 工具显微镜	364
12.5 三坐标测量机	367
12.6 光学投影仪	375
思考与练习	377
第13章 注塑模具机械加工质量	379
13.1 模具机械加工质量的概念	379

13.2	工艺系统的几何误差·····	384
13.3	工艺系统的受力变形·····	387
13.4	工艺系统的热变形·····	391
13.5	加工表面形成及影响加工表面质量的因素·····	394
13.6	加工误差的统计分析·····	401
	思考与练习·····	408
第 14 章	注塑模具装配与调试技术 ·····	409
14.1	模具装配概述·····	409
14.2	保证模具装配精度的工艺方法·····	411
14.3	装配工艺规程的制定·····	415
14.4	模具装配工艺装备·····	420
14.5	注塑模具典型结构的装配·····	423
14.6	试模与缺陷分析·····	436
	思考与练习·····	441
第 15 章	注塑模具 CAD/CAM 制造技术 ·····	442
15.1	注塑模具 CAD/CAM 技术概述 ·····	442
15.2	注塑模具 CAD 软件 SDMADS 简介 ·····	450
15.3	模塑仿真分析软件 MoldFlow ·····	453
15.4	CATIA 注塑模具设计与数控编程 ·····	460
15.5	模具的高速数控切削技术·····	465
	思考与练习·····	470
参考文献	·····	471

绪 论

本章要点

- 塑料制品的生产过程
- 塑料模具的分类
- 注塑模具设计制造技术

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(一般相对分子质量都大于一万,有的可达百万)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。塑料在加热、加压条件下具有可塑性,在常温下则为柔韧的固体,因此,可以使用模具成型方法得到所需要的形状和尺寸的塑料制件。其添加剂主要有填充剂、增塑剂、固化剂、稳定剂等。

塑料工业是一门新兴的工业。最初塑料制品的品种不多,由于对其的本质理解不足,塑料制品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,塑料的品种逐渐增多,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 100 年的历史,但其发展速度却十分迅速,世界塑料产量从 1910 年的 2 万 t 迅速增长到 2003 年的 1.28 亿 t、2005 年的 2.3 亿 t、2006 年的 2.45 亿 t、2007 年的 2.6 亿 t,预计 2015 年达到 3 亿 t。目前塑料品种已有 300 多种,并且每年仍在以 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料制品加工厂,只有酚醛和赛璐珞两种塑料。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,塑料产量从 1958 年的 2.4 万 t 上升到 1965 年的 13.9 万 t;20 世纪 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,如 1979 年为 94.8 万 t,1988 年猛增到 135.42 万 t,2000 年已达到 200 万 t。近 20 年来塑料的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,我国的塑料制品总产量已跃居世界第二位。2008 年中国塑料制品行业中,规模以上企业近 1.63 万个,累计完成产量达到 3713.79 万 t,总产值达 9638.36 亿元人民币。2009 年塑料制品的总产值约为 1.1 万亿元人民币。开发新产品、掌握新技术已经得到我国企业的

普遍重视。一般企业每年都有 2~3 个新产品,有的高达 10~20 个新产品投入市场。新产品产值一般占企业工业总产值的 20%~30%,甚至高达 50%~60%。我国通过消化吸收国外先进制造技术,开发具有国际先进水平的塑料机械产品,新产品、新技术的开发速度加快,塑料新产品、新工艺、新设备的研究、开发与应用都取得了可喜的成就。

塑料替代部分钢铁、木材、皮革等材料,发展成为各个行业中不可缺少的一种化学材料,并和钢铁、木材、水泥一起成为现代社会中的四大基础材料,是国民经济中不可缺少的重要材料之一。

塑料广泛应用于各个领域,品种繁多,性能也各不相同。塑料在一定的条件下具有良好的塑性,质量轻,比强度高,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;各种添加剂继续向低毒、高效和非污染的方向发展;改善胶料的工艺加工性能、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;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

塑料成型是把塑料原材料加热到一定温度注入到具有一定形状和尺寸的模具中,待其冷却后,获得塑料制品的过程。塑料模具是利用其自身特定形状去成型获得一定形状和尺寸的塑料制品的工具。模具工业的发展是推动国民经济发展的重要基础之一,模具已成为世界上现代工业生产中重要的工艺装备,其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制造工业的综合制造能力和水平。模具设计水平的高低、加工设备的好坏、制造力量的强弱和模具质量的优劣,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。世界上的工业发达国家无不把发展模具工业放在优先地位。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”。工业先进的发达国家,其模具工业年产值早已超过传统的机床行业的产值。

塑料模是型腔模的一种类型。在现代塑料制件的生产中,合理的加工工艺、高效的设备和先进的模具是生产必不可少的 3 个重要因素。尤其是塑料模具,它对实现塑料成型工艺要求、保证塑料制件质量、降低生产成本起着重要的作用。一副质量优良的塑料模具可成型几十万次,甚至上百万次,这与模具设计、选材、制造和使用维护有很大关系。

20 世纪 80 年代以来,我国模具工业迅速发展,1989 年国务院颁布了“当前产业政策要点的决定”,把模具制造列为重点支持技术改造的产业、产品中的第一位,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。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。目前,塑料模具在整个模具行业中所占比重约为 30%,在模具进出口中的比重高达 70%。随着中国机械、汽车、家电、电子信息和建材等国民经济支柱产业的快速发展,这一比例还将持续提高。

在加工工业中塑料成型是一种广泛应用的加工方法,其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,加工的塑料制件一致性高,尤其适合大批量的生产条件。塑料可加工成任意形状的塑料制件,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,因此,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。

0.1.3 塑料成型技术的发展方向

从塑料模的设计制造、模具的材料等方面考虑,塑料成型技术的主要发展方向有以下几个。

1. 塑料成型理论和成型工艺

随着塑料制件的大型化和复杂化,模具的重量可达数吨至十多吨,这么大的模具,若只凭借经验来设计,往往会因设计不当而造成模具报废产生经济损失,影响产品的开发,所以模具设计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。目前,有关挤出成型的流动理论和数学模型已基本建立,并且在实际生产中得到应用。有关注塑成型的流动理论还在进行探讨,注塑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建立。今后的发展方向是将理论与实际生产相结合,并进一步加强对塑料熔体在三维模腔中的流动行为的研究,以便更好地指导实际生产,改进或采用先进的生产工艺以提高塑料产品的质量和生产效率。

2. 模具的标准化

为了降低塑料成型模具的开发成本,缩短模具的制造周期,模具的标准化工作十分重要,目前我国模具的标准化程度只达到 20%。在注塑模方面,有关模具零部件、模具技术条件和标准模架等方面的国家标准只有 14 个,远远无法满足我国目前模具设计制造发展水平的需要。当前的任务重点是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

精密注塑成型是能将塑料制件尺寸公差保持在 $0.001\sim 0.01\text{ mm}$ 之间的成型工艺方法,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件。目前中国已有 0.5 g 的注射机,可以生产 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 170 kg 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 100 kg 和 96 kg 的超大型注射机;国

产注射机的注射量也已达到 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 CNC 技术来控制加工成型过程;机械手的广泛采用,提高了自动化生产过程中制品质量的稳定和高效;数控热固性塑料注塑机、计算机群控注塑机等装备已经研制成功。

0.2 塑料制品的生产过程

1. 塑料制品的生产

塑料制品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。

塑料制品的生产从塑料原料的生产到塑料制品的生产,包含了三个生产阶段。第一阶段为塑料的基本原料——合成树脂的生产,目前是从石油等原料经过聚合反应生成。这个阶段是在专业的大型石油化工树脂生产企业中完成的。第二阶段是根据塑料制品的性能,在合成树脂中添加助剂混合得到塑料。对于通用和新型特种塑料原料,往往由专业生产树脂原料的改性塑料生产厂家进行生产;但对于大型塑料制品生产厂家,以及具有自主知识产权的塑料原料品种,为了满足塑料制品的多样性要求,塑料原料的准备往往会在塑料制品生产厂中完成。即以合成树脂作为原材料,添加助剂后,再成型加工。第三阶段则是根据塑料性能,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料制品。

2. 塑料制品的生产工序流程

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料制品,是一个系统的生产过程。塑料制品工业生产中,塑料制品生产过程主要是由塑料预处理(顶压、预热、干燥等)、成型、机械加工、修饰和装配等子过程组成。因此,塑料制品生产的完整工序为:塑料原料→(预处理)→成型→机械加工→修饰→装配→塑料制品。

塑料的成型是塑料制品生产流程中应用最为普遍的、必不可少的过程。成型的种类很多,如注塑成型、压缩成型、压注成型、挤出成型、层压以及压延等。其他过程视塑料制品的要求而定。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料制品的表面或外观。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。后三种过程统称为二次加工或后加工。

按照塑料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,是把塑料加热至熔点以上,使之处于熔融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塑成型、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。模塑成型约占全部塑料制品加工量的 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料制品(简称塑件或制品)。成型塑料制品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 10~20℃)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以上、熔点以下的高弹区域的加工常称

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的加工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、片材轧制、坯料或粉末塑料的模压成型以及二次加工等。

塑料模具对塑料加工工艺的实现,保证塑料制品的形状、尺寸及公差起着极重要的作用。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,产品的生产和更新都是以模具制造和更新为前提的。对塑料模具设计的要求是能生产出在尺寸精度、外观、物理性能和力学性能等方面均能满足使用要求的优质制件。在使用模具时,力求生产效率高、自动化程度高、操作简便、寿命长;在制造模具时,要求结构合理、制造容易、成本低廉。由于工业塑料制品和日用塑料制品的品种和产量需求日益增加,对塑料模具也提出了更高的要求,因此推动了塑料模具不断向前发展。

0.3 塑料模具的分类

塑料模具的结构和制造工艺属于型腔类模具的范畴(统称为型腔模),所谓型腔模是指具有型腔和型芯成型结构的成型模具,它们在模具零件的加工制造工艺技术方面手段相同。塑料模具的分类方法很多,不同的塑料成型方法对于塑料模具的工作原理和结构要求各不相同。通常按照成型方法不同,将塑料模具分为以下几类。

1. 注射模

注射模又称注塑模。塑料的注塑成型是首先将粒状或粉状的塑料原料加入到注射机的料筒中,经过加热熔融成黏流态,然后在柱塞或螺杆的推动下,经过一定的流速通过料筒前端的喷嘴和模具的流道系统注射到闭合的模具型腔中,经过一定时间冷却凝固后,塑料在模内硬化定型,打开模具从模腔中取出成型的塑件。注射模主要用于热塑性塑料制件的成型,近年来,热固性塑料注射成型的应用也在逐渐增加。此外,反应注射成型、双色注射成型、气辅注射成型、水辅注射成型等特种注射成型工艺也正在不断开发与应用。

2. 压缩模

压缩模又称压塑模。塑料的压缩成型是首先将预热过的塑料原料直接加入敞开的、预热过的模具型腔(加料室)内;然后合模,塑料在热和压力的作用下呈熔融流动状态充满型腔;由于化学反应(热固性塑料)或物理变化(热塑性塑料),使塑料逐渐硬化定型,再打开模具,可取出塑件。其成型过程如图 0-1 所示,该成型方法周期长,生产效率低。压缩模多用于热固性塑料制件的成型,如酚醛塑料、氨基塑料、不饱和聚酯塑料等。

3. 压注模

压注模又称传递模。压注模的加料室与型腔由流道系统连接。首先将预热过的塑料原料加入预热的加料室内,然后通过柱塞向加料室内的塑料原料施加压力,塑料在高温高压下熔融并通过模具流道系统进入型腔,最后发生化学交联反应逐渐硬化定型,打开模具可取出塑件。压注模主要用于热固性塑料制件的成型。如图 0-2 为塑料压注模的典型结构。

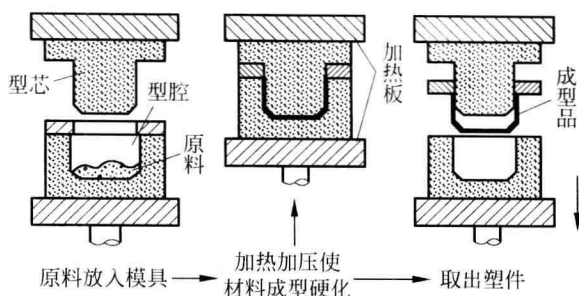


图 0-1 压缩成型过程

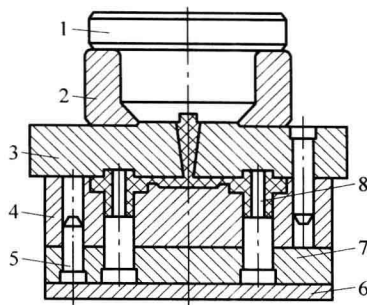


图 0-2 塑料压注模

1—柱塞；2—加料腔；3—上模座板；4—型腔模；
5—导柱；6—下模座板；7—型芯固定板；8—型芯

4. 挤出模

挤出模也称为挤出机头。挤出成型是利用挤出机机筒中的螺杆旋转加压的方式，连续地将塑化好的、呈熔融状态的成型物料从机筒中挤出，并通过特定断面形状的模式，然后借助于牵引装置将挤出后的塑料制件均匀地拉出，同时进行冷却定型处理。这类模具能连续不断地生产断面形状相同的热塑性塑料型材，例如塑料管材、棒材、片材及异型材等。

5. 气动成型模

气动成型模包括中空吹塑成型模、真空成型模和压缩空气成型模等。

中空吹塑成型是将挤出机挤出或注射机注射出的、处于高弹性状态的空心塑料型坯置于闭合的成型模腔内，然后向其内部通入压缩空气，使其胀大并贴紧于模具型腔表壁，经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。中空吹塑成型所用的模具叫中空吹塑成型模具，如图 0-3 所示。

真空成型是将加热的塑料片材与模具型腔表面所构成的封闭空腔抽为真空，使片材在大气压力下发生塑性变形而紧贴于模具型面上成为塑料制件的成型方法。真空成型所用的模具叫真空成型模具。

压缩空气成型是利用压缩空气，使加热软化的塑料片材发生塑性变形并紧贴于模具型面上成为塑料制件的成型方法。压缩空气成型所用的模具叫压缩空气成型模具。

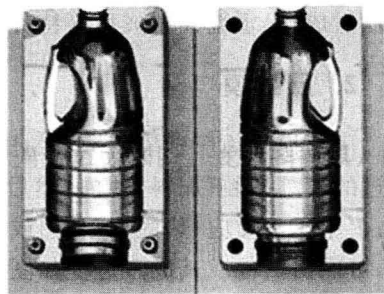


图 0-3 中空吹塑成型模具

在个别塑件深度大、形状复杂的情况下，也可以同时采用真空和压缩空气成型的方法。真空、压缩空气成型又叫热成型，其所用的模具叫真空、压缩空气成型模具。

除了上面介绍的几类塑料模具外，还有泡沫塑料成型模、铸塑模、搪塑模、浇铸模、回转成型模、模内贴标模、模内装配模等。