

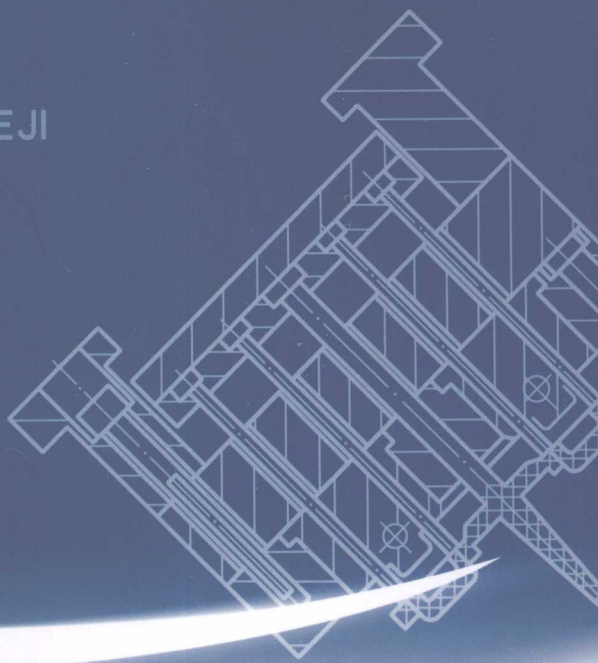
高职高专

模具设计与制造专业 规划教材

塑料工艺与 模具设计

SULIAO GONGYI YU MUJU SHEJI

沈言锦 主编



湖南大学出版社

高职高专模具设计与制造专业规划教材

塑料工艺与模具设计

主 编 沈言锦

副主编 林章辉 周 钢 陈艳辉

主 审 朱江峰

湖南大学出版社

2007 年 · 长沙

内 容 简 介

本书主要介绍了塑料的基本性质、塑料成型工艺及设备、塑料制品、塑料注射模结构、塑料压缩模、塑料压注模、塑料挤出模、塑料气动成型模具、塑料模具材料与寿命等内容;从塑料的基本特性、塑料制品的工艺特点、塑料模设备、塑料模工艺和塑料模结构五个方面入手,全面地分析了塑料模设计与制造过程中各个方面的问题。

本书为高职高专模具设计与制造专业及相关专业的专业教材,也可作为普通高等工科院校相关机类专业及成教自考教材,同时也可作为从事模具设计与制造的工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

塑料工艺与模具设计/沈言锦主编.

—长沙:湖南大学出版社,2007.12

ISBN 978-7-81113-263-2

I. 塑... II. 沈... III. ①塑料成型—工艺—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(2007)第 193940 号

塑料工艺与模具设计

Suliao Gongyi Yu Muju Sheji

主 编:沈言锦

责任编辑:张建平

封面设计:张 毅

出版发行:湖南大学出版社

社 址:湖南·长沙·岳麓山

邮 编:410082

电 话:0731-8821691(发行部),8820006(编辑室),8821006(出版部)

传 真:0731-8649312(发行部),8822264(总编室)

电子邮箱:presszhangjp@hnu.cn

网 址: <http://press.hnu.cn>

印 装:湖南省地质测绘印刷厂

开本:787×1092 16 开

印张:18.75

字数:480 千

版次:2007 年 12 月第 1 版

印次:2007 年 12 月第 1 次印刷

印数:1~5 000 册

书号:ISBN 978-7-81113-263-2/TH·177

定价:34.00 元

版权所有,盗版必究

湖南大学版图书凡有印装差错,请与发行部联系

高职高专模具设计与制造专业规划教材 编写委员会

主 任:叶久新

总主编:汤猷则

副主任(以姓氏笔画为序):

马洪儒	邓子林	米久贵	汤长清	朱江峰	刘茂福
刘 胜	刘海渔	苏庆勇	李名望	李佳民	张君伟
李灶福	李建跃	陈 勇	张 勇	陈厚德	肖调生
张海筹	邱葭菲	张群生	吴解奇	欧阳中和	
钟 波	徐友良	徐政坤	梁旭坤	董建国	曾谊晖
蔡超强					

委 员(以姓氏笔画为序):

万远厚	王立新	刘卫东	许孔联	朱爱元	杨友才
陈元华	邱玉平	张秀玲	沈言锦	李 奇	邵建华
张建卿	邵家云	杨晓红	陈艳辉	吴 敏	肖露云
范 云	罗永新	罗正斌	周 钢	周 虹	周春华
林章辉	林黄耀	徐石交	高作武	钱 萍	梁合意
黄朗宁	曾霞文	雷云进	谭赞良		

序

当今,高度发达的制造业和先进的制造技术已经成为衡量一个国家综合经济实力和科技水平的最重要标志之一。面对这一深刻的变化和严峻的形势,我们必须转变教育观念,坚持以邓小平同志提出的“三个面向”和胡锦涛同志提出的“构建和谐社会”的思想为指导,以持续发展为主题,以结构优化升级为主线,以改革开放为动力,以全面推进素质教育和改革人才培养模式为重点,以构建新的教学内容和课程体系为核心,努力培养素质高、应用能力和实践能力强、富有创新精神和特色的应用型复合人才。

教书育人,教材先行,教育离不开教材。为了认真贯彻中共中央、国务院以及教育部关于高职高专人才培养目标及教材建设的总体要求,根据高职高专的教学计划,湖南省模具设计与制造学会、湖南大学出版社组织部分教学经验丰富的普通高等学校、高职高专学校的老师编写了这套系列教材。

本套教材的编写以培养高职高专技能型人才为目标,在内容上突出了基础理论知识的应用和实践能力的培养。基础理论内容以应用为目的,以必需、够用为度,以讲清概念、强化应用为重点。专业内容加强了针对性和实用性,强化了实践教学。为了扩大使用面,在内容的取舍上也考虑到了电大、职大、业大、函大等教育的教学及自学需要。

这套教材具有以下特点:

科学定位。本套教材以高职高专技术教育教学中的实际技能要求为主旨,内容简明扼要,突出重点,主要适用于高职高专应用性人才培养。

突出特色。体现高职高专院校的教学特点。教材中编写有大量实例,符合一般高职高专学校的实际教学要求。注重技能性、实用性,内容覆盖了实验、实训、实习等实践环节。

强调适用。充分体现“浅、宽、精、新、用”。所谓“浅”,就是深浅适度;所谓“宽”,就是知识面宽;所谓“精”,就是少而精,不繁琐;所谓“新”,就是紧跟应用学科前沿,跟踪先进技术前沿,推陈出新,反映时代要求,反映新理论、新思想、新材料、新技术;所谓“用”,就是理论联系实际,学以致用。

以学生为本。本套教材尽量体现以学生为本、以学生为中心的教育思想,不为教而教。要有利于培养学生自学能力和知识扩展能力,为学生今后持续创造性学习打好基础;也要有利于学生在获得学历证书的同时,顺利获得相应的职业技能资格证书,以增强学生的就业竞争能力。

为了提高本系列教材的质量,在组织编写队伍时,采取了高职高专院校与普通高等院校相互协作编写并交叉审稿的方法,以利于实践教学和理论教学的相互渗透。

这套系列教材,以新体系、新面孔呈现在读者面前,不但能够满足当前高职高专教学的需要,而且将对高等职业技术教育的发展起到推动作用,为培养新世纪的高质量人才作出新的贡献。

叶久新

2007年8月于岳麓山

(序作者为湖南大学教授,湖南省模具设计与制造学会理事长,湖南省模具设计职业鉴定专家委员会主任)

前 言

本教材是根据国家教育部《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》和国家机械工业局教材编辑室《关于组织新编高职高专模具专业教材的原则》以及《塑料工艺与塑料模设计》课程教学大纲,总结近几年各高职高专院校模具专业的教改经验,结合近年来新出现的一些塑料模技术编写而成的。

本教材以“必须、够用”为度,着重解决实际问题,突出学生综合素质的培养,强调学生设计思路的整体性,加强学生专业知识学习的深度和广度,在此基础上,积极吸收专业发展的新理论、新技能。

本教材共 10 章,主要介绍了塑料的基本性质、塑料成型工艺及设备、塑料制品、塑料注射模结构、塑料压缩模、塑料压注模、塑料挤出模、塑料气动成型模具、塑料模具材料与寿命等内容。主要从塑料的基本特性、塑料制品的工艺特点、塑料模设备、塑料模工艺和塑料模结构五个方面入手,全面地分析了塑料模设计与制造过程中各个方面的问题。将工艺、设备、结构、制造融为一体,力求理论联系实际,旨在培养学生综合分析问题和解决问题的能力。

本书的最大特点是“全面、详略得当,理论联系实际”,适合高职学生的实际情况,也可以作为成人高等教育的模具设计和制造专业以及机械、机电、数控等相关专业的教材,还可以供从事模具设计与制造的工程技术人员参考。

本书由株洲职业技术学院沈言锦担任主编,长沙航空职业技术学院林章辉、中南林业科技大学周钢和郴州职业技术学院陈艳辉担任副主编,由江西工业工程职业技术学院朱江峰担任主审。参加编写的人员有:株洲职业技术学院沈言锦、长沙航空职业技术学院林章辉、中南林业科技大学周钢、常德职业技术学院黄志建、郴州职业技术学院陈艳辉、郴州职业技术学院陈婵娟、湖南电气职业技术学院程一凡等。

由于编者水平有限,书中不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2007 年 10 月

目次

1 绪论

1.1 塑料与塑料模具工业的发展现状	1
1.1.1 塑料工业的发展现状	1
1.1.2 塑料模具工业的发展现状	1
1.2 塑料成型	2
1.2.1 塑件的生产过程	2
1.2.2 塑料成型过程	2
1.3 塑料模塑成型的发展动向	3
1.4 本课程的学习目的和要求	4

2 塑料

2.1 塑料基础知识	6
2.1.1 塑料的定义及组成	6
2.1.2 塑料的分类	6
2.1.3 塑料的名称与代号	8
2.2 塑料的性能	8
2.2.1 塑料的力学性能	8
2.2.2 塑料的工艺性能	9
2.3 常用塑料	12
2.3.1 聚乙烯(PE)	12
2.3.2 聚丙烯(PP)	13
2.3.3 聚氯乙烯(PVC)	14
2.3.4 聚苯乙烯(PS)	14
2.3.5 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯树脂(ABS)	15
2.3.6 聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)	16
2.3.7 聚酰胺(PA)	16
2.3.8 聚甲醛(POM)	17
2.3.9 聚碳酸酯(PC)	17
2.3.10 聚对苯二甲酸乙二醇酯(PETP)	18
2.3.11 聚四氟乙烯(PTFE)	18
2.3.12 酚醛塑料(PF)	19
2.3.13 氨基塑料	19

3 塑料成型工艺与设备

3.1 注射成型工艺与设备	20
---------------	----

3.1.1	注射成型原理	20
3.1.2	注射成型工艺	21
3.1.3	注射成型机	23
3.1.4	注射机的操作与安全生产	39
3.2	挤出成型工艺与设备	42
3.2.1	挤出成型工艺	42
3.2.2	塑料挤出成型机	43
3.2.3	单螺杆挤出机	45
3.3	压缩压注成型工艺与设备	52
3.3.1	压缩成型工艺	52
3.3.2	压注成型工艺	53
3.3.3	液压机	54
3.4	中空吹塑成型工艺与设备	55
3.4.1	中空吹塑成型工艺	55
3.4.2	中空吹塑成型设备	56
4	塑料制品	
4.1	塑料制品的尺寸精度	58
4.1.1	塑料制品的尺寸	58
4.1.2	塑料制品的公差	58
4.1.3	塑料制品的表面粗糙度	63
4.2	塑料制品结构工艺	65
4.2.1	塑料制品的形状	65
4.2.2	塑料制品的壁厚	66
4.2.3	塑料制品的脱模斜度	69
4.2.4	塑料制品的加强肋	69
4.2.5	塑料制品的支承面和凸台	71
4.2.6	塑料制品的圆角	72
4.2.7	塑料制品孔的设计	72
4.2.8	塑料制品上的花纹、标记、符号和文字	73
4.2.9	塑料制品的螺纹和齿轮	74
4.2.10	塑料制品的嵌件设计	77
5	注射模设计	
5.1	概述	81
5.1.1	注射模的分类	81
5.1.2	注射模的工作原理和结构组成	81
5.2	分型面的选择	83
5.2.1	分型面的基本形式	83
5.2.2	选择分型面的原则	83

5.3	成型零部件设计	86
5.3.1	成型零部件的结构设计	86
5.3.2	成型零部件工作尺寸的计算	93
5.3.3	成型零部件的强度与刚度计算	98
5.4	结构零部件的设计	102
5.4.1	合模导向机构的设计	102
5.4.2	支承零部件	106
5.5	普通浇注系统的设计	112
5.5.1	浇注系统的组成及设计原则	112
5.5.2	浇注系统的设计	113
5.5.3	排气系统的设计	125
5.6	推出机构的设计	126
5.6.1	推出机构的分类与设计原则	126
5.6.2	推出力的计算	126
5.6.3	一次推出机构	127
5.6.4	二次推出机构	133
5.6.5	定、动模双向顺序推出机构	137
5.6.6	浇注系统凝料的推出机构	139
5.6.7	带螺纹塑件的脱模机构	143
5.7	侧向分型与抽芯机构设计	147
5.7.1	概述	147
5.7.2	斜导柱侧向分型与抽芯机构	148
5.7.3	斜滑块侧向分型与抽芯机构	162
5.7.4	其他形式的侧向分型与抽芯机构	166
5.8	加热和冷却装置设计	171
5.8.1	模具温度及其调节的重要性	171
5.8.2	模具加热装置的设计	172
5.8.3	模具冷却装置的设计	174
5.9	注射模具与注射机的关系	179
5.10	注射模的典型结构	183
5.11	其他注射模简介	186
5.11.1	热固性塑料注射模	186
5.11.2	热流道注射模	187
5.12	模具零部件的标准化	190
5.13	注射模的设计步骤	191
6	压缩模设计	
6.1	压缩模概述	193
6.1.1	压缩模的分类	193
6.1.2	压缩模的基本结构	196

6.2	压缩模的设计	197
6.2.1	塑件在模具内施压方向的选择	197
6.2.2	凸模和凹模配合的结构形式	198
6.2.3	凹模加料腔的尺寸计算	202
6.2.4	压缩模脱模机构的设计	205
6.2.5	压缩模的典型结构	208
7	压注模设计	
7.1	压注模概述	210
7.2	压注模的分类及结构	211
7.2.1	压注模的分类	211
7.2.2	压注模的结构组成	212
7.3	压注模的设计要点	213
7.3.1	液压机的选择	213
7.3.2	加料室的设计	214
7.3.3	压柱	217
7.3.4	压注模浇注系统与排溢系统设计	219
7.3.5	压注塑料制品成型缺陷分析	223
8	挤出模设计	
8.1	挤出模概述	224
8.1.1	挤出成型原理	225
8.1.2	挤出机头的组成部分及各部分的作用	225
8.1.3	挤出机头的作用	225
8.1.4	挤出机头的分类	226
8.1.5	挤出机头的设计原则	226
8.1.6	拉伸比	226
8.2	常用类型的挤出模	227
8.2.1	管材挤出机头的结构形式及其设计	227
8.2.2	异型材挤出模	236
8.2.3	吹塑薄膜挤出机头设计	243
9	气动成型模设计	
9.1	气动成型模具概述	247
9.2	常见类型的气动成型模具	247
9.2.1	中空吹塑成型模具	247
9.2.2	真空成型模具	255
9.2.3	压缩空气成型模具	258
9.2.4	泡沫塑料成型模具	260

10 塑料模具材料与寿命

10.1 塑料模具材料的失效形式与性能要求·····	263
10.2 塑料模具寿命·····	266

附 表

附表1 塑料及树脂缩写代号(GB/T 1844—80)·····	268
附表2 常用塑料的性能与用途·····	270
附表3 电阻丝规格·····	272
附表4 塑料模零件常用材料及热处理·····	272
附表5 模具常用钢性能比较·····	274
附表6 周界尺寸 $\leq 500\text{ mm} \times 500\text{ mm}$ 中小型标准模架参数·····	274
附表7 周界尺寸为 $100 \times L$ 的模架规格·····	276
附表8 注射模大型模架标准的尺寸组合(GB/T 12555—90)·····	277
附表9 注射模塑的缺陷及其可能产生原因的分析·····	277
附表10 一般热固性塑料产生废品的类型、原因及处理方法·····	279
附表11 塑料零件注射工艺卡片·····	282
附表12 塑料零件压缩模塑工艺卡片·····	283

参考文献·····	284
-----------	-----

1 绪 论

1.1 塑料与塑料模具工业的发展现状

1.1.1 塑料工业的发展现状

塑料工业是新兴的产业之一,其历史虽然短,但发展速度惊人。自 1909 年酚醛塑料面世以来,不到 100 年的时间,塑料制品已深入到我们生活的每一个领域中。据统计,在全世界范围内,塑料用量近几十年几乎每 5 年翻一番(见表 1.1),预计今后将以每 8 年翻一番的速度增长。现今塑料已与钢材、水泥、木材并驾齐驱成为四大工业基础材料。

表 1.1 世界塑料产量递增情况

年 份	1924	1930	1935	1939	1944	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1981	1990
产量/ 10^4 t	5.9	8.0	16	34	60	162	320	750	1 460	3 100	4 114	6 000	10 000

伴随着塑料产量的飞速发展,塑料的品种也不断丰富。在 20 世纪 20 年代以前,主要是发展热固性塑料,这时主要是纯化学合成,产量不是很高。20 世纪 20 年代以后,热塑性塑料开始发展起来,随着石油、天然气的广泛利用,塑料的品种和产量开始飞速发展,聚乙烯、不饱和聚酯、环氧树脂、聚甲醛、聚碳酸酯等塑料相继问世。目前,已合成的高分子材料有上千种,具有工业价值的有 100 多种,已工业化的塑料超过了 400 多种,不同牌号和不同型号的则有几千种。随着塑料的进一步应用,其品种和类型也将不断发展。

解放前,我国的塑料工业基本是空白,只能生产酚醛塑料、氨基塑料等少数几个品种,而且其原料还要依靠进口。但近几十年我国的塑料工业得到了迅猛发展,尤其是改革开放以来,塑料工业(包括塑料合成剂及添加剂、塑料加工机械与模具、塑料加工与应用三大方面)取得了举世瞩目的成就,其年平均增长速度高于国民经济总的增长速度,达到 10% 以上。2001 年,我国塑料制品产量已达 2 000 万吨,在世界各国排名居第二位。全国 6 230 个企业总的加工能力已经远远超过 2 000 万吨。出口在逐年增加,且出口远大于进口。从目前到 2015 年,我国塑料原料树脂将有较快增长,将扩建几个世界级的大型乙烯工程项目,合成树脂将随之大幅度增加,为塑料制品工业发展提供了原料基础;从人均消费量看,我国人均消费量仅 12 kg 左右,而发达国家是 30~100 kg,世界平均消费量也达 18 kg,因此,我国塑料工业发展前景广阔。近 10 年来,世界塑料制品的应用领域不断拓展,世界塑料制品以每年 3% 的速度发展,到 2010 年世界塑料制品总的产量将达到 1.86 亿吨。我国未来塑料工业的发展将主要在农用塑料制品、农用塑料节水器材、包装塑料制品、建筑塑料制品、工业交通及工程塑料制品等方面。

1.1.2 塑料模具工业的发展现状

现代模具工业有“不衰亡工业”之称,美国工业界认为“模具工业是工业的基石”,日本则认为“模具是人类进入富裕社会的原动力”,还有人认为模具是“效益放大器”,用模具生产出的产品价值,往往是模具价值的几十倍、上千倍。模具技术已成为衡量一个国家制造业水平高低的重要标志,并在很大程度上决定着产品质量、效益和新产品的开发能力。

伴随着我国工业的飞速发展,我国的模具产业也迎来了新一轮的发展机遇。20 世纪 80 年代以来,在国家产业政策和与之配套的一系列国家经济政策的支持和引导下,我国模具产业总产值保持 13% 的年增长率,到 2006 年模具产值为 600 多亿元,其中,塑料模具约占 35%,为整个模具行业的三分之一,仅次于冲压模。

我国塑料模具从起步到现在,生产水平有了较大提高。在大型模具方面,已能生产 48 英寸大屏幕彩电塑壳注射模具、6.5 kg 大容量洗衣机全套塑料模具以及汽车保险杠和整体仪表板等塑料模具;精密塑料模具方面,已能生产照相机塑料件模具、多型腔小模数齿轮模具以及塑封模具。

成型工艺方面,多材质塑料成型模、高效多色注射模、镶件互换结构和抽芯脱模机构的创新方面也取得了较大进展,气体辅助注射成型技术的使用更趋成熟。在制造技术方面,CAD/CAM/CAE 技术的应用水平上了一个新台阶,以生产家用电器的企业为代表,陆续引进了相当数量的 CAD/CAM 系统,如美国 EDS 公司的 UG II、美国 CV 公司的 CAD5、英国 Delcam 公司的 DOCT5、日本 HZS 公司的 CRADE、以色列的 Cimatron、美国 Parametric Technology 公司的 Pro/Engineer、美国 AC-Tech 公司的 C-Mold 及澳大利亚 Moldflow 公司的 MPA 塑模分析软件等等。这些系统和软件的引进,虽花费了大量资金,但在我国模具行业中,实现了 CAD/CAM 的集成,并能支持 CAE 技术对成型过程(如充模和冷却等)进行计算机模拟,取得了一定的技术经济效益,促进和推动了我国模具 CAD/CAM 技术的发展。

据有关方面预测,模具市场的总体趋势是平稳向上的,在未来的模具市场中,塑料模具发展速度将高于其他模具,在模具行业中的比例将逐步提高。随着塑料工业的不断发展,对塑料模具提出越来越高的要求是正常的,因此,精密、大型、复杂、长寿命塑料模具的发展将高于总量发展速度。同时,由于近年来进口模具中,精密、大型、复杂、长寿命模具占多数,所以,从减少进口、提高国产化率的角度出发,这类高档模具在市场上的份额也将逐步增大。建筑业的快速发展,使各种异型材挤出模具、PVC 塑料管材接头模具成为模具市场新的经济增长点;高速公路的迅速发展,对汽车轮胎也提出了更高要求,因此子午线橡胶轮胎模具,特别是活络模的发展也将高于总平均水平;以塑代木、以塑代金属使塑料模具在汽车、摩托车工业中的需求量巨大;家用电器行业将有较大发展,特别是电冰箱、空调器和微波炉等的零配件的塑料模需求很大;而电子及通讯产品方面,除了彩电等音像产品外,笔记本电脑和网机顶盒将有较大发展,这些都是塑料模具市场的增长点。

1.2 塑料成型

1.2.1 塑件的生产过程

塑件的生产过程如图 1.1 所示,由原料到塑料制品的生产过程包括塑料生产和塑料制品生产两大步骤,两者相互联系、密不可分,没有塑料的生产就没有塑料制品的生产,没有塑料制品的生产,塑料的生产也就失去了意义。

1.2.2 塑料成型过程

在实际生产中,塑料成型将会涉及塑料的基础知识、成型工艺、成型设备、塑件的结构工艺、塑料模具结构等知识,我们一般把它分为塑件的结构分析、塑料种类的选择、塑件的成型、塑料模具结构的设计和制造四个环节,塑料模具结构的设计和制造环节将直接决定塑件的质量。

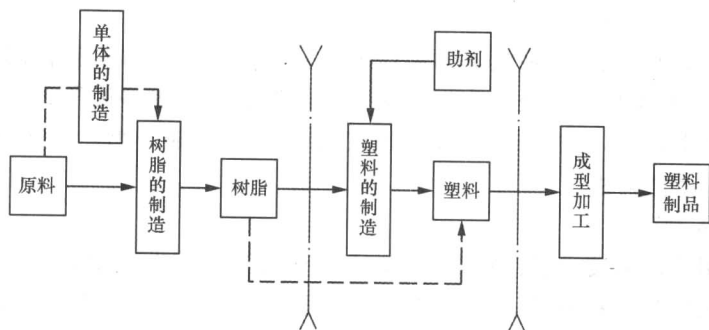


图 1.1 塑料制品的生产过程

1. 塑件的结构分析

要想设计出符合客户要求的模具，我们首先要将将要加工的塑件结构分析清楚，能够在以后的设计中，避免一些不必要的麻烦。

2. 塑料种类的选择

塑料的选择首先从塑料的工艺性能和使用性能入手，在保证塑件的质量前提下，考虑塑料的经济性能。

3. 塑件的成型

采用不同的成型工艺，所需的塑料形态各不相同，所以塑料的形态要根据塑件的成型来加工。

塑件的成型方法有很多种，图 1.2 列举了一些常见的成型方法。

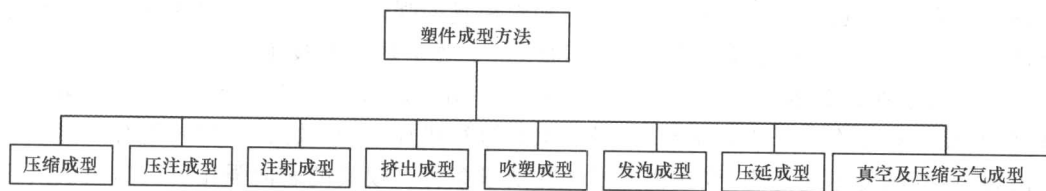


图 1.2 塑件的常见成型方法

4. 塑料模具结构的设计与制造

塑料模具的设计与制造在很大程度上决定了塑件质量的优劣和生产效率的高低，也在很大程度上决定了模具的寿命。在现代制品生产中，正确的加工工艺、高效率的设备和先进的模具是影响塑料制品的三个重要因素。随着塑料制品越来越广泛的应用，人们对其质量和周期的要求愈来愈高，这为模具的设计和制造提出了更高的要求。

1.3 塑料模塑成型的发展动向

随着塑料制件在国民经济各个领域的进一步应用，塑料成型技术有一些新的发展动向。

1. 加深理论研究

一是加深塑料成型理论的研究，如随着手提电脑、MP3 等 3C 产品的广泛运用，薄壁成型理论研究日益重要，更加深入注射成型的塑料流体在一维和二维简单模腔中冲模流动的研究。二是加深工艺原理的研究，借以改进成型工艺方法、成型设备和成型模具。

2. 大型、精密、复杂、长寿命

提高大型、精密、复杂、长寿命模具的设计水平及比例。这是由于塑料模成型的制品日渐大型化、复杂化和高精度要求以及因高生产率要求而发展的一模多腔所致。大型、小型、新型塑料成型设备也不断产生,如有一次性注射量仅为 0.02 g 的超小型注射机,也有一次性注射量达到 96 kg 的大型注射机。

3. 新型塑料成型方法

积极推广应用热流道技术、气辅注射成型技术和高压注射成型技术。采用热流道技术的模具可提高制件的生产率和质量,并能大幅度节省塑料制件的原材料和节约能源,所以广泛应用这项技术是塑料模具的一大变革。制定热流道元器件的国家标准,积极生产价廉高质量的元器件,是发展热流道模具的关键。气体辅助注射成型可在保证产品质量的前提下,大幅度降低成本,目前在汽车和家电行业中正逐步推广使用。气体辅助注射成型工艺比传统的普通注射工艺有更多的工艺参数需要确定和控制,而且常用于较复杂的大型制品,模具设计和控制的难度较大,因此,开发气体辅助成型流动分析软件,显得十分重要。另外,为了确保塑料件精度,继续研究开发高压注射成型工艺与模具也非常重要。

4. 模具的标准化和专业化

模具标准化是提高模具质量和降低模具成本的关键,是运用模具 CAD/CAM/CAE 的前提条件。模具的标准化和专业化程度越高,模具的生产周期越短,生产成本越低,模具质量越高。

5. 优质模具材料和先进的表面处理技术

塑料模具的发展有两个趋势:一是由低级材料向高级材料发展,如从碳素工具钢到低合金工具钢再到合金工具钢。这主要是为了满足塑料模具的强韧性、耐磨性、耐蚀性和耐热性等工作条件要求。二是由高级材料向低级材料发展,这主要是热处理技术特别是表面强化技术发展的结果。通过在低碳钢中加入一些合金元素(如 Ni, Cr, Mo, Ti, V 等),然后进行淬火和回火处理,其硬度控制在一个不是很高的范围,然后进行机加工、时效处理,这时就有金属间化合物析出,材料的硬度迅速升高,到达模具的工作要求条件。模具的表面强化可以提高模具工作表面的耐磨性、硬度和耐蚀性,主要是在模具材料的表面渗氮、碳等元素,近年来化学气相沉淀、物理气相沉淀也得到了迅速的发展。

6. 计算机辅助设计与制造模具技术(CAD/CAM/CAE)

CAD, CAM 和 CAE 分别是计算机辅助设计(Computer Aided Design)、计算机辅助制造(Computer Aided Manufacturing)和计算机辅助工程(Computer Aided Engineering)的缩写。CAD/CAM 技术已发展成为一项比较成熟的共性技术,近年来模具 CAD/CAM 技术的硬件与软件价格已降低到中小企业普遍可以接受的程度,为其进一步普及创造了良好的条件;基于网络的 CAD/CAM/CAE 一体化系统结构初见端倪,其将解决传统混合型 CAD/CAM 系统无法满足实际生产过程分工协作要求的问题;CAD/CAM 软件的智能化程度将逐步提高;塑料制件及模具的 3D 设计与成型过程的 3D 分析将在我国塑料模具工业中发挥越来越重要的作用。

1.4 本课程的学习目的和要求

塑料模具设计,是模具设计与制造专业的核心课程,它综合了塑料的基础知识、塑料模的

工艺与设备和塑料模的结构等知识,彼此之间相互联系,相互补充。在学习的过程中要融会贯通,学习完本课程之后要掌握以下知识:

①了解塑料的基本类型和工艺性能,能正确地选择材料和根据材料正确地选择注射工艺参数。

②掌握各种塑料模的成型工艺及各种塑料成型设备。

③能够正确地分析塑件的结构工艺。

④掌握各种类型的塑料模结构。

还应该具备以下能力:

①正确的设计思路。学完本门课程后,要求同学们能够树立一个正确的设计思路,在掌握各种模具结构特点的基础上,能够设计中等复杂程度的塑料模具。

②正确的加工方案。在掌握一些机械加工和热处理的基础上,能够根据不同的情况编制型芯和型腔加工工艺路线。

本门课程是一门实践性很强的课程,要求同学们在学习的过程中多联系实际,多向有经验的老师傅请教。

2 塑 料

2.1 塑料基础知识

2.1.1 塑料的定义及组成

塑料是以天然或合成的高分子化合物为主要成分,添加适量的高分子助剂如填料、稳定剂、增塑剂、着色剂等,再经成型加工获得制品,并能在常温下保持其形状不变的材料。

塑料属于有机高分子材料,其基本组分是天然或合成树脂,树脂的性能决定了塑料的类型和主要性能。树脂是高聚物,其分子由许多单体单元所构成,这些单体单元称为链节。树脂的一个分子中可以包括数百、数千、数万甚至数十万个链节,因此树脂的相对分子质量(即分子量)可以有数万、数十万至数百万。这些链节相互连接构成很长的链状分子,热固性塑料固化后,树脂的每个链状分子之间能以化学键相连,构成三维的网状结构大分子。

树脂的一个大分子中所含链节数称为聚合度。一种树脂的大分子中,聚合度会有很大差别,使相对分子有较大的质量差别,这一特性称为相对分子质量的多分散性。这是由于生成树脂时,单体之间发生反应,分子链的增长是一个随机过程,又受多种复杂因素的影响,使各个大分子的链长有很大差别。因此,树脂的相对分子质量总是用平均值来表示。同一种树脂,平均相对分子质量相同,相对分子质量的分散性可能会有差别。平均相对分子质量和相对分子质量分散度对树脂的许多性能有影响,从而对塑料的许多性能,特别是力学性能,例如拉伸和冲击强度、弹性、流动性等都有重大影响。平均相对分子质量越大,力学性能越好,流动性越差。平均相对分子质量相同,相对分子质量分散性越小,力学性能越好。

根据需要,树脂中可以加入称为助剂的其他成分,成为塑料配料,可改善或调节塑料性能。常用的助剂有填料、增塑剂、润滑剂、着色剂、抗氧剂、光稳定剂、固化剂、泡沫塑料中需加入的发泡剂等。并非所有塑料配料中都必须加入上述各种助剂,而是根据塑料的预定用途和树脂的基本性能有选择地加入某些助剂,也有不加助剂以纯树脂形式使用的塑料。

不同塑料品种之间,不仅由于树脂主链的化学组成和结构、侧取代基的化学组成和排列规律(构型)的不同有较大差别,以同一树脂为基础的塑料所含助剂品种数量不同,性能亦有很大不同,这使得塑料的品种、品级出现了多样性,性能和应用范围也有很大差别。

2.1.2 塑料的分类

塑料在一定温度和压力下,能塑化流动并成型为一定形状和尺寸,经过冷却凝固(热塑性塑料)或固化交联(热固性塑料)成为能够保持这种形状和尺寸的制品。塑料是有机高分子材料中的一个重要分支,品种多,产量大,用途广。根据不同标准,塑料有不同的分类方法。

2.1.2.1 按受热时的行为分

1. 热塑性塑料

加热时变软以至流动,冷却变硬,这种过程是可逆的,能够反复进行。聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚甲醛、聚碳酸酯、聚酰胺、丙烯酸类塑料、其他聚烯烃及其共聚物、聚砜、聚苯醚、氯化聚醚等都是热塑性塑料。热塑性塑料中树脂分子链都是线型或带支链结构,分子链