

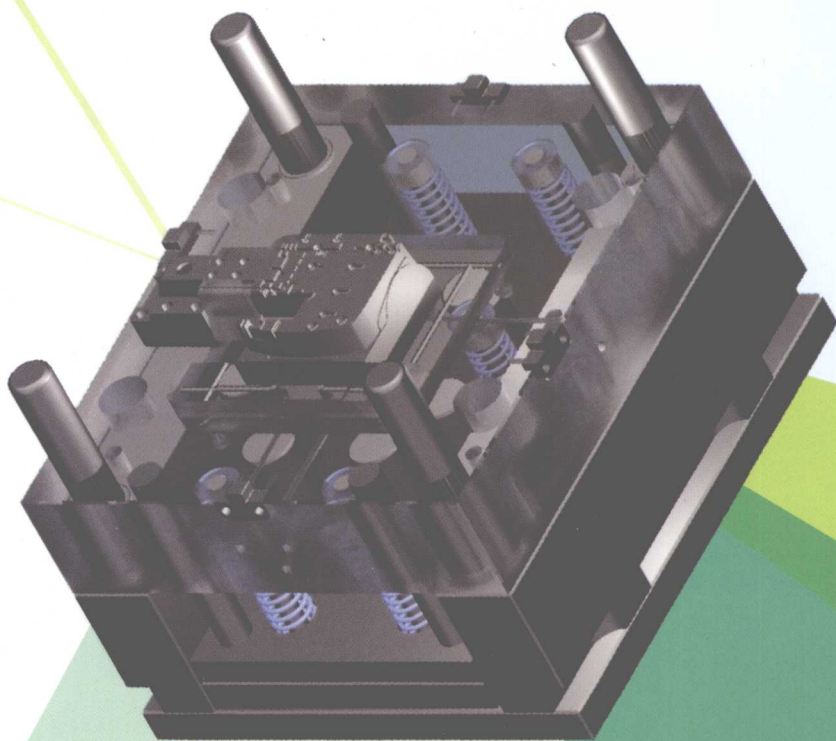


普通高等教育“十一五”国家级规划教材

模具设计与制造系列

塑料注射模结构 与设计

杨占尧 王高平 主编 原红玲 副主编



要容内

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

模具设计与制造系列

塑料注射模结构与设计

杨占尧 王高平 主编

原红玲 副主编

陈 伟 责任编辑

李 平 封面设计

王 高 封面设计

李 平 封面设计

王 高 封面设计

李 平 封面设计

王 高 封面设计

010-28281118

800-810-0298

<http://www.hep.edu.cn>

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

<http://www.landawo.com>

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

<http://www.wisdom.com>

2008年7月第1版

2008年7月第1次印刷

33.40元(含光盘)

787×1092 1/16

25.75

220.000

高等教育出版社

版式设计 晏松

00-24440 号

内容提要

本书是根据近年来塑料成型工艺及模具设计的教学需要编写而成的,主要内容包括:塑料基础知识、塑料制件设计、注射成型工艺、注射成型设备、注射模结构与设计、模具安装与调试等,同时还用相当篇幅讲解了压缩模、压注模和挤出模的结构与设计要点,另外还介绍了塑料模具的发展方向和注射成型新技术,重点突出、内容全面,是综合性、实用型教材。本书概念清晰易懂,理论讲解以够用为度,注重产学结合,附有大量的模具结构图例和模具设计实例,配有示教光盘,便于教师教学和读者自学。

在本书的配套光盘中,对典型模具结构的工作原理、零件组成、装模过程等进行了数字化模拟,按总图到零件图的模式特别是浏览模具组成零件时可以进行任意的旋转、放大和缩小。同时光盘中还有大量的模具二维动画、三维动画、产品及模具图片、模具专业常用网络站点等各种资源。

本书适合于高职高专模具专业、成人高校及本科高校设立的二级职业技术学院的模具专业、民办高校开设的材料成型及控制工程专业使用,也可供机械类其他专业选用,还可供模具企业有关工程技术人员参考。

本书配有教学网站:<http://211.69.0.16>,设置有教学设计、教学资源、网络课程、实践教学、职业能力、实际应用、习题与解答和学习指导等模块,免费开放。

图书在版编目(CIP)数据

塑料注射模结构与设计/杨占尧,王高平主编. —北京:
高等教育出版社,2008.7

ISBN 978-7-04-024440-3

I. 塑… II. ①杨…②王… III. ①注塑-塑料模具-
结构-高等学校:技术学校-教材②注塑-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(2008)第070289号

策划编辑	王 博	责任编辑	李京平	封面设计	于 涛	责任绘图	尹 莉
版式设计	马敬茹	责任校对	杨凤玲	责任印制	毛斯璐		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京未来科学技术研究所
有限责任公司印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 22.75
字 数 550 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2008年7月第1版
印 次 2008年7月第1次印刷
定 价 33.40元(含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 24440-00

前 言

模具作为重要的生产装备和工艺发展方向,在现代工业的规模生产中日益发挥着重大作用。通过模具进行产品生产具有优质、高效、节能、节材、成本低等显著特点,因而在机械、电子、轻工、家电、通信、军事和航空航天等领域的产品生产中获得了广泛应用,作用不可替代,模具被赞为“金钥匙”、“制造业之母”、“进入富裕社会的原动力”等。本书是作者在多年从事科研、教学和生产实践的基础上,参考了国内、外大量有关塑料制品设计、制造方面的专著和最新技术资料,在总结近几年各院校模具专业教育经验的基础上整理编写的。

全书共分十五章,分别阐述塑料及其应用、注射成型原理及主要工艺参数、塑料制件设计、注射模设计概论、普通浇注系统设计、成型零部件设计、结构零部件设计、推出机构设计、侧向分型与抽芯机构设计、温度调节系统设计、注射成型新技术及应用、塑料模具的安装与调试,同时还讲解压缩模、压注模和挤出模的结构与设计要点,第十五章以实例介绍注射模的实际设计过程,以提高学生对全书知识的掌握和综合运用,培养学生综合分析和解决实际问题的能力。

本书强调实践能力和创新意识的培养,具有以下主要特色:

1. 理论够用为度,突出应用性;通俗易懂,着眼于解决实际问题,具有较强的实用性;融合相关专业知 识为一体,突出综合素质的培养,强调综合性;加强专业知识的广度,积极吸纳新技术,体现先进性;注意教学内容的分工协调、相关联系,体现教学适用性。

2. 特别重视塑料模国家标准与塑料模具设计知识的衔接,着重于应用,同时全面收集整理 了模具设计的必备资料,依托本书就可以进行模具设计。

3. 多方参与编写。充分利用各种资源,尤其是行业、企业的资源,在学校参与的基础上,着 重行业企业的参与。

4. 聘请高职领域认可度较高的专家指导,同时请外籍专家提供咨询。

5. 配套有教学网站:<http://211.69.0.16>,设置有教学设计、教学资源、网络课程、实践教学、 职业能力、实际应用、习题与解答和学习指导等模块,免费开放。

本书适合于高职高专模具专业、成人高校及本科高校设立的二级职业技术学院的模具专业、 民办高校开设的材料成型及控制工程专业使用,也可供机械类其他专业选用,还可供模具企业有 关工程技术人员参考。

本书由杨占尧、王高平、原红玲、于智宏、于汇泳、李文星、丁海、韩艳艳、彭新荣、李楠、范蕾、高 坤等编写。全书由河南机电高等专科学校杨占尧教授、河南工业大学王高平副教授任主编,原红玲 副教授任副主编,并由杨占尧负责统稿。

本书由国家级第三届高等学校教学名师、成都电子机械高等专科学校成虹教授和武汉职业 技术学院韩森和副教授担任主审。在编写过程中得到了王学让、翟德梅等专家的大力支持和帮 助,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请读者批评指正。我们的联系方式是 E-mail: yangzhanyaoyzy@126.com。

编 者

2008年4月

目 录

第一章 概论	1
学习目的和要求	1
第一节 塑料模具的功用	1
第二节 塑料模具的设计制造水平	1
及发展趋向	1
第三节 塑料模具的发展展望	3
第四节 塑料模具的分类	4
第五节 本课程的学习目的及方法	5
实训与练习	6
第二章 塑料及其应用	7
学习目的和要求	7
第一节 塑料及其组成	7
一、塑料的特点	7
二、塑料的组成	9
第二节 塑料的分类	11
一、按聚合物的热性能分类	11
二、按塑料的用途分类	11
第三节 塑料的燃烧鉴别	12
第四节 塑料成型的工艺特性	14
一、热塑性塑料的工艺特性	14
二、热固性塑料的工艺特性	17
第五节 常用塑料简介	19
实训与练习	24
第三章 注射成型原理及主要工艺	25
参数	25
学习目的和要求	25
第一节 注射成型原理及过程	25
一、生产前的准备	27
二、常用塑料的输送	28
三、注射成型过程	30
四、塑件的后处理	31
第二节 注射成型的主要工艺参数	32

温度	32
压力	33
成型周期	34
实训与练习	40
第四章 塑料制件设计	41
学习目的和要求	41
第一节 塑料制件设计的基本原则	41
第二节 塑件的形状和结构设计	42
一、塑件形状	42
二、脱模斜度	44
三、防止塑件变形的措施	45
四、壁厚及壁厚均匀性	48
五、塑件的支承面	50
六、塑件上的孔	51
七、嵌件	52
八、标记、符号、图案、文字	55
第三节 螺纹塑件设计	56
第四节 齿轮塑件设计	58
第五节 塑件的尺寸精度和表面	59
粗糙度	59
一、塑件的尺寸	59
二、塑件的尺寸精度	60
三、塑件的表面粗糙度	60
实训与练习	63
第五章 注射模设计概论	65
学习目的和要求	65
第一节 注射模的工作原理与基本	65
结构	65
一、注射模的工作原理	66
二、注射模的结构	66
第二节 注射模的典型结构	68
第三节 注射机的基本结构与类型	73

一、注射机的基本组成	73	一、排气结构的作用	119
二、注射机的工作过程	75	二、设计要点	119
三、注射机的分类	77	三、常见的排气形式	120
四、注射机的技术参数	79	第三节 成型零部件的结构设计	121
五、注射机的型号规格表示法	80	一、凹模结构设计	121
第四节 注射模与注射机的关系	80	二、凸模和型芯结构设计	125
实训与练习	87	三、螺纹型芯或螺纹型环的结构设计	130
第六章 普通浇注系统设计	89	第四节 成型零部件工作尺寸的计算	133
一、学习目的和要求	89	一、工作尺寸计算的基本公式	133
第一节 概述	89	二、具有脱模斜度的工作尺寸计算	134
一、浇注系统的设计原则	89	三、不同公差标注的工作尺寸计算	135
二、浇注系统的作用、分类和组成	90	四、带有金属嵌件的工作尺寸计算	135
第二节 主流道设计	91	五、螺纹成型尺寸的计算	136
一、直浇口式主流道	91	第五节 成型零部件的壁厚计算	138
二、横浇口式主流道	95	一、型腔的强度及刚度要求	138
第三节 分流道设计	95	二、成型零部件的壁厚计算	138
一、直浇口式分流道	95	实训与练习	140
二、横浇口式分流道	97	第八章 结构零部件设计	142
三、多型腔模具的浇注系统流动平衡	97	一、学习目的和要求	142
第四节 冷料穴设计	99	第一节 合模导向机构设计	142
一、冷料穴与 Z 形拉料杆匹配	99	一、导柱合模导向机构	142
二、锥形或圆环槽形冷料穴与推料杆	100	二、锥面对合导向机构	151
匹配	100	第二节 其他结构零部件设计	153
三、冷料穴与带球形头部的拉料杆	101	一、推杆	153
匹配	101	二、复位杆	154
第五节 浇口设计	101	三、推管	155
一、浇口的作用和要求	101	四、推板	156
二、浇口的类型与设计	102	五、垫块	157
三、浇口对塑料品种的适应性	108	六、支承柱	159
四、浇口部位的选择	109	七、限位钉	161
实训与练习	112	八、模板	162
第七章 成型零部件设计	114	九、推板导套	165
一、学习目的和要求	114	十、推板导柱	166
第一节 分型面的设计	114	第三节 标准模架	167
一、制品在模具中的位置	114	一、模架组成零件的名称	167
二、分型面的形式	115	二、模架组合型式	169
三、分型面的选择	115	三、基本型模架组合尺寸	172
第二节 注射模的排气	119		

四、模架导向件与螺钉安装形式	176	二、抽拔力的计算	203
五、模架的型号、系列、规格及标记	176	第二节 斜导柱抽芯机构	203
六、模架的标记	176	一、抽芯原理与工作过程	204
实训与练习	177	二、完成抽芯所需斜导柱长度和开模距	205
第九章 推出机构设计	178	三、斜导柱受力分析及斜导柱直径计算	207
学习目的和要求	178	四、设计要点	208
第一节 概述	178	五、压紧楔块设计	211
一、推出机构的驱动方式	178	六、结构形式	212
二、推出机构的设计原则	178	第三节 弯销抽芯机构	219
三、推出力的计算	179	第四节 斜导槽分型与抽芯机构	220
第二节 一次推出机构	179	第五节 斜滑块抽芯机构	221
一、推杆脱模机构	179	第六节 顶出抽芯机构	223
二、推管脱模机构	183	一、斜顶杆顶出抽芯机构	223
三、推板脱模机构	184	二、顶杆平移式抽芯机构	224
四、推块脱模机构	185	第七节 液压或气压抽芯机构	224
五、拉板脱模机构	185	第八节 手动分型抽芯机构	226
六、多元件组合推出脱模机构	186	一、模内手动分型抽芯机构	226
第三节 二次推出机构	186	二、模外手动分型抽芯机构	227
一、弹开式二次推出机构	187	第九节 齿轮齿条抽芯机构	227
二、八字摆杆式二次推出机构	188	第十节 其他抽芯机构	228
三、斜楔滑块式二次推出机构	189	一、压杆滚珠弹簧联合抽芯机构	228
第四节 浇注系统凝料的推出和自动脱落	190	二、顶出后侧向取件抽芯机构	229
一、普通浇注系统凝料推出和自动脱落	190	实训与练习	230
二、点浇口凝料脱出和自动坠落	190	第十一章 温度调节系统设计	231
三、潜伏浇口凝料脱出和自动坠落	192	学习目的和要求	231
第五节 定模脱模机构	194	第一节 概述	231
一、链条牵引定模脱模机构	194	一、温度调节系统的功用	232
二、弹簧脱件板定模推出机构	195	二、模具的冷却与加热	232
第六节 带螺纹塑件的脱模机构	196	第二节 模具冷却系统的计算	233
一、螺纹塑件的非旋转脱模	196	第三节 冷却系统设计	235
二、螺纹塑件的旋转脱模	197	一、冷却系统设计原则	235
实训与练习	201	二、冷却系统结构设计	237
第十章 侧向分型与抽芯机构设计	202	第四节 加热系统设计	240
学习目的和要求	202	一、电加热的方式	241
第一节 概述	202	二、电加热装置的功率计算	242
一、抽芯距的计算	203	实训与练习	243

第十二章 注射成型新技术及应用	244	一、压注成型原理	280
学习目的和要求	244	二、压注模的典型结构与组成	281
第一节 热流道注射成型及模具	244	三、压注模的分类	283
一、对塑料品种的性能要求	244	四、压注模结构设计要点	285
二、绝热流道注射模	245	第三节 挤出模设计	291
三、热流道注射模	247	一、挤出成型原理及过程	291
四、阀式浇口热流道注射模	250	二、挤出成型的模具结构	292
五、内加热的热流道注射模	251	三、机头与挤出机的连接	295
第二节 热固性塑料注射成型及模具	252	四、管材挤出成型机头	296
一、成型方法特点	252	五、棒材挤出成型机头	301
二、注射成型特点	252	六、薄膜挤出吹塑成型机头	302
三、模具设计要点	253	七、板材和片材挤出成型机头	305
第三节 精密注射成型与模具	257	八、异型材挤出成型机头	307
一、精密注射成型概念	257	实训与练习	310
二、精密注射成型工艺特点	258	第十四章 塑料模具的安装与调试	312
三、精密注射成型对注射机的要求	258	学习目的和要求	312
四、精密注射模设计要点	259	第一节 塑料模具的安装	312
第四节 共注射成型	261	一、模具安装前的准备工作	312
第五节 气体辅助注射成型	262	二、安装方法和步骤	313
一、气体辅助注射成型原理	262	第二节 热塑性塑料注射模的调试	315
二、标准成型法	263	一、试模的目的	315
三、气体辅助注射成型的特点	263	二、注射模调试前的检查	315
第六节 低发泡注射成型	264	三、试模前的准备工作	316
一、低压法低发泡注射成型	264	四、热塑性塑料注射模的调试过程	316
二、高压法低发泡注射成型	264	五、调试过程中可能发现的问题、产生原因和调整办法	317
实训与练习	265	第三节 热固性塑料注射模的调试	320
第十三章 其他塑料成型模具设计	266	一、热固性塑料注射模调试工艺过程	320
学习目的和要求	266	二、热固性塑料注射模调试要点	321
第一节 压缩模设计	266	三、调试过程中可能发现的问题、产生原因和调整方法	321
一、压缩成型原理	266	第四节 塑料模具的验收、使用及卸模	322
二、压缩模的典型结构及组成	267	一、调试后的模具验收	322
三、压缩模的分类	268	二、塑料模具的使用	323
四、压缩模的结构选用	270	三、塑料注射模卸模步骤	324
五、模具结构设计要点	271	实训与练习	324
六、加料腔尺寸的计算	275	第十五章 模具设计实例与设计课题	
七、压缩模与压力机的关系	277		
第二节 压注模设计	280		

汇编	325	附录	341
学习目的和要求	325	一、塑料注射模零件技术条件	
第一节 模具设计的基本要求	325	(GB/T 4170—2006)	341
第二节 注射模设计程序	326	二、塑料注射模技术条件	
第三节 注射模设计实例	329	(GB/T 12554—2006)	342
一、塑件的工艺性分析	329	三、塑料注射模模架技术条件	
二、模具结构方案及模架的选择	330	(GB/T 12556—2006)	346
三、选择成型设备并校核有关参数	333	四、模具专业常用网络站点	347
四、模具设计的有关计算	334	五、模具专业常用大型网络	
五、绘制模具总装配图	334	数据库	349
第四节 注射模设计课题汇编	335	六、模具专业常用专利文献	350
实训与练习	340	参考文献	351

第一章 概论

学习目的和要求

- 了解塑料模具的功用。
- 掌握塑料模具的概念。
- 熟悉塑料模具的设计制造水平、发展趋向和发展展望。
- 掌握塑料模具的分类方法和类别。
- 明白本课程的学习目的及方法。

第一节 塑料模具的功用

在 高分子材料加工领域中,用于塑料制品成型的模具,称为塑料成型模具,简称塑料模。在塑料材料、制品设计及加工工艺确定以后,塑料模设计对制品质量与产量就具有决定性的影响。首先,模腔形状、流道尺寸、表面粗糙度、分型面、进浇与排气位置选择、脱模方式以及定型方法的确定等,均对制品尺寸精度和形状精度以及塑件的力学性能、应力大小、表观质量与内在质量等,起着十分重要的影响。其次,在塑件加工过程中,塑料模结构的合理性,对操作的难易程度具有重要的影响。再次,塑料模对塑件成本也有相当大的影响,除简易模具外,一般说来制模费用是十分昂贵的,大型塑料模更是如此。

现代塑料制品生产中,合理的加工工艺、高效率的设备和先进的模具,被誉为塑料制品成型技术的“三大支柱”。尤其是塑料模对实现塑件加工工艺要求、塑件使用要求和塑件外观造型要求,起着无可替代的作用。高效全自动化设备,也只有装上能自动化生产的模具,才能发挥其应有的效能。此外,塑件生产与产品更新均以模具制造和更新为前提。

我国塑料工业的高速发展对模具工业提出了越来越高的要求,国内塑料模具市场以注射模具需求量最大。近年来,人们对各种设备和用品轻量化要求越来越高,这就为塑料制品提供了更为广阔的市场。塑料制品要发展,必然要求塑料模具随之发展。汽车、家电、办公用品、工业电器、建筑材料、电子通信等塑料制品主要用户行业近年来都高位运行,发展迅速。有关数据表明,目前仅汽车行业就需要各种塑料制品 36 万吨;电冰箱、洗衣机和空调的年产量均超过 1 000 万台;彩电的年产量已超过 3 000 万台;在建材行业,塑料门窗、塑料管的普及率逐年提高,这些都会导致对模具的需求量大幅度增长,同时促进塑料模具的快速发展。

第二节 塑料模具的设计制造水平及发展趋向

塑料模是塑料制品生产的基础之深刻含意,正日益为人们理解和掌握。当塑料制品及其成

型设备确定之后,影响塑件质量及生产效率的因素,模具约占 80%,大型塑料模的设计技术与制造水平,常可标志一个国家工业化的发展程度。

近年来,我国塑料模具制造水平已有较大提高。大型塑料模具已能生产单套重量达到 50 t 以上的注射模,精密塑料模具的精度已达到 $2\text{ }\mu\text{m}$,制件精度很高的小模数齿轮模具及达到高光学要求的车灯模具等也已能生产,多腔塑料模具已能生产一模 7 800 腔的塑封模;高速模具方面已能生产挤出速度达 6 m/min 以上的高速塑料异型材挤出模具及主型材双腔共挤、双色共挤、软硬共挤、后共挤、再生料共挤出和低发泡钢塑共挤等各种模具。在生产手段上,模具企业设备数控化率已有较大提高,CAD/CAE/CAM 技术的应用面已大为扩展,高速加工及 RP/RT 等先进技术的采用已越来越多,模具标准件使用覆盖率及模具商品化率都已有较大幅度的提高,热流道模具的比例也有较大提高。另外,三资企业的蓬勃发展进一步促进了塑料模具设计制造水平及企业管理水平的提高,有些企业已实现信息化管理和全数字化无图纸制造。

中国塑料模具无论是在数量上还是在质量、技术和能力等方面都有了很大进步,但与国民经济发展的需求和世界先进水平相比,差距仍很大。一些大型、精密、复杂、长寿命的中高档塑料模具每年仍需大量进口。在总量供不应求的同时,一些低档塑料模具却供过于求,市场竞争激烈,还有一些技术含量不太高的中档塑料模具也有供过于求的趋势。

1. 塑料模具的发展趋向

经过近几年的发展,塑料模具的开发、创新和企业管理等方面已显示出一些新的发展趋向,现综合如下:

(1) 在模具的质量、交货周期、价格、服务四要素中,已有越来越多的用户将交货周期放在首位,要求模具公司尽快交货,这已成为一种趋势。

(2) 大力提高开发能力,将开发工作尽量往前推,直至介入到模具用户的产品开发中去,甚至在尚无明确用户对象之前进行开发(这需要在有较大把握和敢冒一定风险的情况下进行),变被动为主动。目前,电视机和显示器外壳、空调器外壳、摩托车塑件等已采用这种方法,手机和电话机模具开发也已开始尝试。青岛海尔模具公司等企业的“你给我一个概念,我还你一个产品”的一站式服务模式以及浙江陶氏模具集团有限公司等主动开发的办法已被越来越多的企业所接受,这也是今后的一种发展趋向。

(3) 随着模具企业设计和加工水平的提高,模具的制造正在从过去主要依靠钳工的技艺而转变为主要依靠技术。在某种意义上说:“模具是一种工艺品”的概念已逐渐被“模具是一种高新技术工业产品”所替代,模具“上下模单配成套”的概念正在被“只装不配”的概念所替代。模具正从长期以来主要依靠技艺而变为今后主要依靠技术。这不仅是一种生产手段的转变,更重要的也是一种生产方式的转变和观念的上升。

(4) 模具企业及其模具生产正在向信息化迅速发展。21 世纪,信息越来越多,信息技术越来越先进发达,信息已与人们的生产和生活休戚相关。在信息社会中,作为一个高水平的现代模具企业,单单只是 CAD/CAM 的应用已远远不够。目前许多企业已经采用的 CAE、CAT、PDM、CAPP、KBE、KBS、RE、CIMS、ERP 等先进制造技术和虚拟网络技术等都是信息化的表现。向信息化方向发展这一趋向已被行业所共识。

(5) 随着人类社会的不断进步,模具必然会向着更广泛的领域和更高水平发展。现在,能把握机遇,开拓市场,不断发现新的增长点模具企业和能生产高技术含量模具企业的生产任务充

足,利润水平和职工收入都很高。

(6) 发达工业国家的模具正加速向我国转移,其表现为:一是迁厂,二是投资,三是采购,近年来这一趋向更加明显。我国的模具企业应抓住机遇,借用并学习国外先进的技术,加快自己的发展步伐。

2. 我国塑料模具行业的主要问题

我国塑料模具行业和国外先进水平相比,主要存在以方面的问题:

(1) 发展不平衡,产品总体水平较低。包括生产方式和企业管理在内的总体水平与国外工业发达国家相比尚有 10 年以上的差距。

(2) 工艺装备落后,组织协调能力差。虽然部分企业经过近几年的技术改造,工艺装备水平已经比较先进,有些三资企业的装备水平也并不比发达国家差,但总体而言,工艺装备仍比较落后。更主要的是企业组织协调能力差,难以整合或调动社会资源为我所用,从而就难以承接比较大的项目。

(3) 大多数企业开发能力弱,创新能力明显不足。

(4) 供需矛盾一时还难以解决。国产塑料模具的国内市场满足率一直不足,其中大型、精密、长寿命模具满足率更低。

(5) 体制和人才问题的解决尚待时日。在社会主义市场经济中,竞争性行业,特别是像模具这样依赖于特殊用户,需单件生产的行业,国有和集体企业原来的体制和经营机制已显得越来越不适应,人才的数量和素质也跟不上行业的快速发展。虽然各地都在努力解决这两个问题,但要得到较好解决尚待时日。

(6) 原材料、能源、人工等成本持续上升,而模具价格却持续下降,模具企业总体利润率不断下滑。为了发展,模具企业必须从以前的经验型和模仿型设计向自主创新设计方向发展,积极采用高新技术已成为一种趋势。

第三节 塑料模具的发展展望

随着塑料模具市场的发展,塑料新材料及多样化成型方式必然会不断发展,对模具的要求也一定会越来越高。为了满足市场的需要,未来的塑料模具无论是品种、结构、性能还是加工都必将会有较快发展,而且这种发展必须跟上时代步伐。展望未来,下列几方面发展趋势预计会在行业中得到较快应用和推广。当然,这是需要开拓、创新和付出艰苦努力的。

(1) 超大型、超精密、长寿命、高效模具将得到发展。

(2) 多样材质、多种颜色、多层多腔、多种成型方法一体化的模具将得到发展。

(3) 各种快速经济模具,特别是与快速成型技术相结合的 RP/RT 技术将得到快速发展。

(4) 模具设计、加工及各种管理将向数字化、信息化方向发展, CAD/CAE/CAM/CAPP 及 PDM/PLM/ERP 等将向智能化、集成化和网络化方向发展。

(5) 更加高速、更加高精度、更加智能化的各种模具加工设备将进一步得到发展和推广应用。

(6) 更高性能及满足特殊用途的模具新材料将会不断发展,随之而来也会产生一些特殊的

和更为先进的加工方法。

(7) 各种模具型腔表面处理技术,如涂覆、修补、研磨和抛光等新工艺将不断得到发展。

(8) 逆向工程、并行工程、复合加工乃至虚拟技术将进一步得到发展。

(9) 热流道技术将会迅速发展,气辅和其他注射成型工艺及模具也将会有所发展。

(10) 模具标准化程度将不断提高。

(11) “绿色模具”的概念将日益被重视。今后的模具,从结构设计、原材料选用、制造工艺、模具修复、报废以及模具的回收利用等方面,都将越来越考虑其节约资源、重复使用、利于环保以及可持续发展这一趋向。

广大模具企业在科学发展观指导下,将进一步搞好科技进步与创新,坚持走新型工业化道路,将速度效益型的增长模式逐步转变到质量和水平效益型的轨道上来,模具工业必将得到又好又快的发展。

第四节 塑料模具的分类

按照塑料制品成型主要方法的不同,塑料模具的类型很多,如图 1-1 所示,其主要的类别有以下几种:

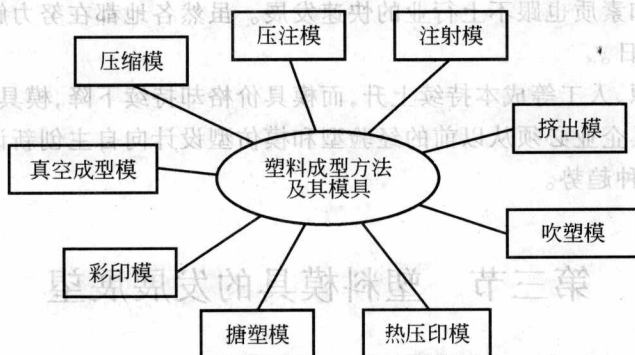


图 1-1 塑料成型模具的主要类型

1. 注射模

通过注射机的螺杆或活塞,使料筒内塑化熔融的塑料经喷嘴和浇注系统注入型腔,并固化成型所用的模具,称为注射模。注射模主要用于热塑性塑料制品成型,近年来也越来越多地用于热固性塑料制品成型。这是一类用途宽、占有比重大、技术较为成熟的塑料模具。根据材料或塑件结构或成型过程不同,有热固性塑料注射模、结构泡沫注射模和反应成型注射模以及气辅注射模等。

2. 压缩模

使直接放入型腔内的塑料熔融,并固化成型所用的模具,称为压缩模。压缩模主要用于热固性塑料制品的成型,但也可用于热塑性塑料制品成型。另外,还可用于冷压成型聚四氟乙烯塑件,此种模具称为压锭模。

3. 压注模

通过柱塞,使加料腔内塑化熔融的塑料经浇注系统注入闭合型腔,并固化成型所用的模具,称为压注模。压注模多用于热固性塑料制品的成型。

4. 挤出模

用于连续挤出成型塑料型材的模具,通称挤出模,也称为挤出机头。这是又一大类用途很宽、品种繁多的塑料模具,主要用于塑料棒材、管材、板材、片材、薄膜、电线电缆包段、网材、单丝、复合型材及异型材等的成型加工,也用于中空制品的型坯成型,此种模具称为型坯模或型坯机头。

5. 中空吹塑模

将挤出或注射出来的、尚处于塑化状态的管状型坯,趁热放置于模具型腔内,立即在管状型坯中心通以压缩空气,致使型坯膨胀而紧贴于模腔壁上,经冷却固化后即可得一中空制品。凡此种塑料制品成型方法所用的模具,称为中空吹塑模。中空吹塑模主要用于热固性塑料的中空容器类的制品成型。

6. 气压成型模

气压成型模,通常以单一的阴模或阳模形式构成。将预先制备的塑料片材周边紧压于模具周边,并加热使之软化,然后于紧靠模具一侧抽真空,或在其反面充以压缩空气,使塑料片材紧贴于模具上,经冷却定型后即得一热成型制品。凡此类制品成型所用的模具,通称为气压成型模。

第五节 本课程的学习目的及方法

本课程的主线有两条:一条是塑料—塑料制件—塑料模成型工艺,另一条是塑料模具设计。对于塑料模具设计,重点讲述的是塑料注射模具的设计,同时兼顾塑料压缩模、压注模和挤出模具的设计。通过学习,要求学生达到以下目的:

- (1) 了解常用塑料的主要性能、成型特性以及塑料的组成、分类。
- (2) 能够配合用户或美工设计人员,根据塑料成型特点进行一般塑料制件设计。
- (3) 掌握塑料成型的基本原理和工艺特点,正确分析成型工艺对模具的要求。
- (4) 掌握各种常用塑料在各种成型过程中对模具的工艺要求以及各种成型模具的结构特点及一般计算方法,达到能够独立设计一般的塑料注射模具和其他塑料成型模具。
- (5) 认识模塑成型工艺方法、塑料模具典型结构、塑料模具加工方法与手段。
- (6) 掌握常用塑料成型性能、塑料成型工艺编制,塑料模具设计方法和塑料模具制造工艺设计方法。
- (7) 了解塑料模具的安装与调试知识,具有初步分析、解决成型现场技术问题的能力,包括具有初步分析成型缺陷产生的原因和提出克服办法的能力。
- (8) 了解先进的塑料模具设计与制造技术。

“塑料注射模结构与设计”是一门实践性很强的课程,它的主要内容都是在生产实践中逐步积累和丰富起来的,因此学习本课程时除了重视其中的理论知识外,特别应注意产学结合、理论联系实际,尽可能地安排适量的现场教学和顶岗实训,向有经验的工人师傅和工程技术人员

学习。

塑料成型加工技术发展很快,塑料模具的各种结构也在不断地创新,在学习成型工艺与模具设计的同时,还应注意了解塑料模的新技术、新工艺和新材料的发展动态,学习和掌握新知识,为使我国塑料成型模具赶超国际先进水平做出贡献。

实训与练习

一、实训

1. 搜集你身边的各种塑料制件,然后按用途对其分类,归纳出塑料在国民经济和日常生活中的应用。

2. 分析你所搜集的各种塑料制件的成型方法。

二、练习题

1. 举例说明塑料模在国民经济和日常生活中有哪些实际应用。

2. 按照塑料制品成型主要方法的不同,可将塑料模具分为哪几种类型?

3. 我国塑料模具行业和国外先进水平相比,主要存在哪些不足?

4. 塑料模具的发展趋势是什么?

5. 学习本课程要达到的目的是什么?

6. 你认为如何才能学好本课程?有什么计划和打算?

附录 塑料模具设计

塑料模具设计是塑料成型工艺的重要组成部分,也是塑料成型工艺中技术含量最高、难度最大的环节。塑料模具设计的好坏,直接影响到塑料成型的质量和效率。因此,塑料模具设计是塑料成型工艺中不可忽视的一个重要环节。

塑料模具设计的内容包括:塑料模具的选型、塑料模具的设计、塑料模具的制造和塑料模具的调试。

塑料模具的选型是根据塑料成型工艺的要求,选择合适的塑料模具类型。

塑料模具的设计是根据塑料成型工艺的要求,设计塑料模具的结构和尺寸。

塑料模具的制造是根据塑料模具的设计,制造塑料模具的零件和装配塑料模具。

塑料模具的调试是根据塑料模具的制造,调试塑料模具的成型工艺参数。

塑料模具的设计是塑料模具设计中最重要的一环,也是塑料模具设计中最复杂的一环。

塑料模具的设计包括塑料模具的选型、塑料模具的设计、塑料模具的制造和塑料模具的调试。

塑料模具的设计是塑料模具设计中最重要的一环,也是塑料模具设计中最复杂的一环。塑料模具的设计包括塑料模具的选型、塑料模具的设计、塑料模具的制造和塑料模具的调试。

塑料模具的设计是塑料模具设计中最重要的一环,也是塑料模具设计中最复杂的一环。

塑料模具的设计是塑料模具设计中最重要的一环,也是塑料模具设计中最复杂的一环。

塑料模具的设计是塑料模具设计中最重要的一环,也是塑料模具设计中最复杂的一环。

塑料模具的设计是塑料模具设计中最重要的一环,也是塑料模具设计中最复杂的一环。塑料模具的设计包括塑料模具的选型、塑料模具的设计、塑料模具的制造和塑料模具的调试。

第二章 塑料及其应用

学习目的和要求

- 掌握塑料的概念和其所具有的优良性能。
- 熟悉塑料的组成。
- 掌握热固性塑料、热塑性塑料的概念以及二者的区别。
- 了解塑料的分类及塑料的燃烧鉴别方法。
- 了解热固性塑料和热塑性塑料的成型特性。
- 掌握常用塑料的名称和代号。
- 熟悉常用塑料的基本特性、成型特点和主要用途。

第一节 塑料及其组成

塑料是以树脂为主要成分的高分子材料,它在一定的温度和压力条件下具有流动性,可以被模塑成型为一定的几何形状和尺寸,并在成型固化后保持其既得形状不发生变化。

树脂是指受热时通常有转化或熔融范围,转化时受外力作用具有流动性,常温下呈固态或半固态或液态的有机聚合物,它是塑料最基本的,也是最重要的成分。

树脂分为天然树脂和合成树脂两大类型,塑料大多采用合成树脂。各种合成树脂都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,它们的相对分子质量一般都大于1万,有的甚至可以达到百万级,所以化学上也常将它们称为聚合物或高聚物。聚合物虽然是塑料中的主要成分,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,要克服这一缺陷,必须在聚合物中添加一定数量的助剂,并通过这些助剂来改善聚合物的性能。例如,添加增塑剂可以改善聚合物的流动性能和成型性能;添加增强剂可以提高聚合物的强度,等等。因此,可以认为塑料是一种由聚合物和某些助剂结合而成的高分子化合物。

一、塑料的特点

作为日常用品,塑料的用途已经广为人知,但由于它们的一些特殊优点,塑料在工业中的应用也已经非常普遍,其特点主要有以下几个方面:

1. 密度小、质量轻 塑料的密度为 $0.9 \sim 2.3 \text{ g/cm}^3$,但大多数都在 $1.0 \sim 1.4 \text{ g/cm}^3$,其中聚4-甲基丁烯-1的密度最小,大约为 0.83 g/cm^3 ,只相当于钢材密度的0.11倍和铝材的0.5倍左右,如果采用发泡工艺生产泡沫塑料,则塑料的密度将会更小,其数值可以小到 $0.01 \sim 0.5 \text{ g/cm}^3$ 。

塑料具有这样小的密度意味着在同样体积下,塑料制品要比金属制品轻得多。因此,若要减轻工业产品的重量,将金属制品改换成塑料制品是一条很重要的途径,即所谓的“以塑代钢”。利用塑料减重的方法在汽车工业中应用得最多,这就是人们经常讲到的汽车塑料化问题。汽车塑料化的主要目的是减轻车重、降低油耗。美国波音 747 客机有 2 500 个重量达 2 000 kg 的零部件是用塑料制造的,美国全塑火箭中所用的玻璃钢占总重量的 80%。飞机和火箭使用塑料零件除了减重之外,还能满足其他一些特殊的性能要求。

2. 比强度高

按单位质量计算的强度称为比强度。由于塑料的密度小,所以其比强度比较高,若按比强度大小来评价材料的使用性能,则一些特殊的塑料品种将会名列前茅。例如以各种高强度的粒状、片状和粉末状的金属或非金属为填料制成的增强塑料,其比强度和比刚度比金属还高,有些塑料就可以代替钢材做工程材料使用,如碳纤维和硼纤维增强塑料可用于制造人造卫星、火箭、导弹上要求强度高、刚度好的结构零件。

3. 绝缘性能好、介电损耗低

金属导电是其原子结构中自由电子和离子作用的结果,而塑料原子内部一般都没有自由电子和离子,所以大多数塑料都具有良好的绝缘性能以及很低的介电损耗。某些塑料无论在高频还是低频,高压还是低压条件下,绝缘性都是十分优良的。尤其是在高频、超高频条件下,是陶瓷、云母等其他绝缘材料所不能相比的。因此,塑料是现代电工行业和电器行业不可缺少的原材料,许多电器用的插头、插座、开关、手柄等,都是用塑料制成的。

4. 化学稳定性高

生产实践和科学试验已经表明,绝大多数塑料的化学稳定性都很高,它们对酸、碱和许多化学药物都具有良好的耐腐蚀能力,其中聚四氟乙烯塑料的化学稳定性最高,它的抗腐蚀能力比黄金还要强,可以承受“王水”的腐蚀,所以称为“塑料王”。

由于塑料的化学稳定性高,所以它们在化学工业中应用很广泛,可以用来制作各种管道、密封件和换热器等。

5. 减摩、耐磨性能好

如果用塑料制作机械零件,并在摩擦、磨损的工作条件下应用,那么大多数塑料都具有良好的减摩和耐磨性能,它们可以在水、油或带有腐蚀性的液体中工作,也可以在半干摩擦或者完全干摩擦的条件下工作,这是一般金属零件无法比拟的。因此,现代工业中已有许多齿轮、轴承和密封圈等机械零件开始采用塑料制造,特别是对塑料配方进行特殊设计后,还可以使用塑料制造自润滑轴承。

6. 减振、隔声性能好

塑料的减振和隔声性能来自于聚合物大分子的柔韧性和弹性。一般来讲,塑料的柔韧性比金属大得多,所以当其遭到频繁的机械冲击和振动时,内部将产生粘性内耗,这种内耗可以把塑料从外部吸收进来的机械能量转换成内部热能,从而也就起到了吸振和减振的作用。塑料是现代工业中减振隔声性能极好的材料,不仅可以用于高速运转机械,而且还可以用做汽车中的一些结构零部件(如保险杠和内装饰板等),据报导,国外一些轿车已经开始采用碳纤维增强塑料制造板簧。