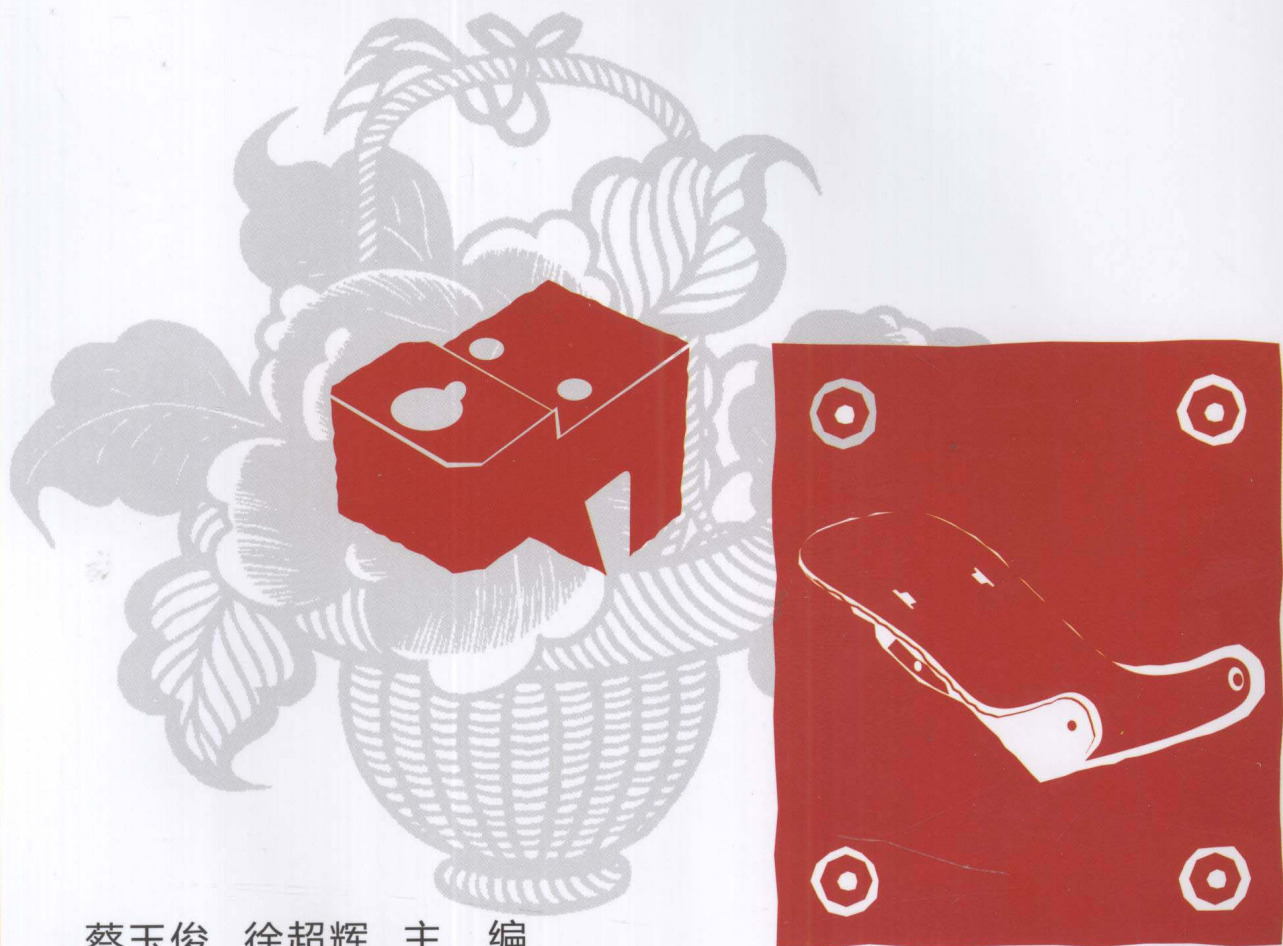


高新技能型紧缺人才培养系列教材·模具专业

塑料模具设计



蔡玉俊 徐超辉 主 编
王井玲 副主编



北京航空航天大学出版社

高技能型紧缺人才培养系列教材·模具专业

塑料模具设计

蔡玉俊 徐超辉 主 编
王井玲 副主编

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书分为上、下两篇:上篇为塑料模具设计,介绍注塑工艺及塑料模具基本结构,并以典型注塑模具结构为重点,分析注塑模具设计的结构特征及有代表性的关键模具工作零件的结构和工艺方案;下篇为模具制造工艺,介绍模具加工的各种加工工艺和手段,并对模具各重要零部件进行加工分析和要点阐述,展示加工仿真软件在模具加工领域的运用。

本书可作为高等学校材料成型及控制工程专业的教材,也可作为普通高等院校相关专业的教材,还可供注塑工艺和模具设计人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

塑料模具设计/蔡玉俊,徐超辉主编.--北京:北京航空航天大学出版社,2010.2

ISBN 978-7-5124-0012-2

I. ①塑… II. ①蔡…②徐… III. ①塑料模具-设计
IV. ①TQ320.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 015886 号

塑料模具设计

蔡玉俊 徐超辉 主 编

王井玲 副主编

责任编辑 王 实

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100191) 发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail:bhpress@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:10.75 字数:275 千字

2010 年 2 月第 1 版 2010 年 2 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-5124-0012-2 定价:20.00 元

前 言

塑料模具设计技术是随着制造业的飞速发展应运而生的新兴产业。当前世界发达国家60%的社会财富和45%的国民经济收入都是由制造业创造的。世界上许多发达国家的制造业正在向中国转移,我国将成为世界制造业的中心,模具工业在国民经济中所发挥的作用将越来越显著。

模具是一种特殊的工艺装备,是现代工业发展的基础,许多产业的发展都离不开模具行业的支持。特别是模具新技术的应用,直接影响产品的更新换代。模具工业已成为发达国家新技术产业化的重要组成部分,被誉为“工业之母”。我国已经把模具产业作为制造业的龙头产业,是国家重点发展和扶植的产业。凡工业经济发达的国家,都具有发达的模具工业,如美国、德国、日本及韩国等;前苏联在民用产业方面远远落后于西方国家,与其模具工业水平落后是分不开的。在诸多领域,我国已经逐渐成为世界的主要制造商及输出国,因而对模具的设计水平、制造精度、生产周期和使用寿命等的要求越来越高,新技术、新材料、新工艺的不断发展促使模具技术不断进步,对人才的知识、能力和素质的要求也在不断提高。模具工业已被国家正式确定为“基础产业”,并在“十一五”中列为重点扶持产业。

塑料模具技术涉及内容十分广泛,如何合理剪裁和编排其核心技术内容,形成易读、易懂、能用的教材,是本书编写的难点和主要解决的问题。本书以材料设计及控制工程专业、机械设计制造及其自动化专业的本科生和专科生教育为主要对象,适当覆盖相关领域工程技术人员的教学。本书是作者在多年教学和实践积累的基础上,结合教学课程体系改革的经验编写的。在编写过程中,考虑了学生的前期基础和专业需要,重点突出基础性,强调使用性,同时减少和避免与先修课程内容的重复。

在实用性方面,作者结合制造企业的需要,注重理论联系实际,以产品的设计、生产为主线进行编写,将理论、原理介绍与应用实例相结合。

在内容安排上,注重软硬件结合,并以软件为主;理论与应用结合,并以应用基础为主。

参加本书编写的有:蔡玉俊、李慕译编写绪论、第1~3章及第9章,徐超辉、豆照峰编写第4、5、8章,王井玲、冯仁专编写第6、7章。本书由蔡玉俊、徐超辉担任主编,王井玲担任副主编。

由于作者水平有限,加之时间仓促,书中难免有缺点、错误和不足之处,恳请广大读者批评指正。

作 者

2009年5月

目 录

绪 论	1
0.1 模具工业的发展趋势	1
0.2 模具设计与制造的基本要求	2
0.3 模具分类	2
0.4 塑料模具设计制造的基本流程	3

上 篇 塑料模具设计

第1章 注塑工艺与塑料模具	8
1.1 塑料概述	8
1.1.1 塑料的基础知识	8
1.1.2 塑料的分类	8
1.1.3 塑料的可加工性能	9
1.2 塑料结构件的设计	9
1.3 注塑模的结构	12
1.4 注射机	13
1.5 塑料注射成型工艺	16
思考与练习题	18
第2章 注塑模具结构设计	19
2.1 分型面的选择	19
2.1.1 分型面及其基本形式	19
2.1.2 分型面选择的基本原则	20
2.1.3 典型塑料件分型面的设计实例	24
2.2 浇注系统和排溢系统设计	26
2.2.1 浇注系统设计的基本要点	26
2.2.2 普通浇注系统各组成部分的设计	27
2.2.3 排溢系统的设计	41
2.2.4 热流道浇注系统的设计	43
2.3 成型零件的设计	45
2.3.1 成型零件结构设计	45
2.3.2 成型零件工作尺寸的计算	50

2.4 顶出机构的设计	55
2.4.1 顶出机构的结构及分类	56
2.4.2 顶出机构的设计原则和顶出力计算	56
2.4.3 简单顶出机构的设计	58
2.4.4 二次顶出机构的设计	61
2.5 侧向分型与抽芯机构设计	63
2.5.1 侧向抽芯机构分类	63
2.5.2 斜导柱侧向抽芯机构设计	64
2.6 模架的选择	71
2.7 温度调节系统的设计	76
2.7.1 概 述	76
2.7.2 冷却系统的设计原则	79
2.7.3 常见冷却系统的结构	82
2.7.4 冷却系统的设计实例	85
思考与练习题	85
第3章 典型注塑模具结构	87
3.1 细水口注塑模具	87
3.2 二次顶出注塑模具	88
3.3 斜滑块侧向分型注塑模具	89
3.4 斜导柱和侧滑块同时安装在定模的注塑模具	90
3.5 潜伏式浇口注塑模具	92
3.6 斜顶式注塑模具	94
3.7 顺序分型脱模注塑模具	94
3.8 推板顶出式注塑模具	96
3.9 斜导柱侧抽芯注塑模具	97
3.10 顶出机构先复位注塑模具	99
3.11 顶管顶出式注塑模具	100
3.12 旋转自动螺纹脱模注塑模具	101
3.13 热流道注塑模具	104
思考与练习题	104

下 篇 模具制造工艺

第4章 模具的机械加工	108
4.1 模具的一般机械加工	108
4.1.1 车削加工	108

4.1.2 铣削加工	110
4.1.3 磨削加工	111
4.2 模具的精密机械加工	112
4.2.1 坐标镗床加工	112
4.2.2 坐标磨床加工	114
4.2.3 成型磨削加工	114
思考与练习题	116
第5章 数控加工技术	117
5.1 数控机床简介	117
5.2 数控加工工艺基础	117
5.2.1 加工工序的划分原则	118
5.2.2 切削用量的选择	118
5.3 模具 CAD/CAM/CAE 基本概念	120
5.4 模具高速切削加工	122
5.4.1 高速切削对工艺系统的要求	122
5.4.2 高速加工与传统加工的比较	123
思考与练习题	125
第6章 模具的特种加工	126
6.1 电火花加工简介	126
6.1.1 电火花加工机床	128
6.1.2 电火花的穿孔加工	128
6.1.3 型腔模电火花加工实例	129
6.2 电火花线切割加工简介	134
6.2.1 电火花线切割加工	134
6.2.2 电火花线切割程序实例	136
6.3 其他特种加工方法介绍	137
思考与练习题	138
第7章 模具的表面处理技术	139
7.1 研磨抛光	139
7.2 超声波抛光	143
7.3 电化学抛光	144
7.4 其他抛光	145
思考与练习题	146

第 8 章 典型零件的加工工艺	147
8.1 导柱、导套的加工.....	147
8.2 模具板类零件的加工	149
8.3 典型成型零件数控加工实例	150
8.3.1 工艺规划	151
8.3.2 初始参数设置	151
8.3.3 体积铣——粗加工平面铣	153
思考与练习题.....	156
第 9 章 快速模具制造技术	157
9.1 快速成型技术的概念	157
9.2 快速成型技术的特征	157
9.3 基于 RPM 的快速模具制造分类	158
9.4 快速模具远程制造服务系统的功能设计	160
参考文献	162

绪 论

0.1 模具工业的发展趋势

模具是制造业的一种基本工艺装备,其零部件多由标准零部件组成,本身属于标准化程度较高的产品。其作用是控制和限制材料(固态或液态)的流动,使之形成所需要的形体。用模具制造零件以其效率高、产品质量好、材料消耗低和生产成本低而广泛应用于制造业。

目前,模具水平的高低已成为衡量一个国家、一个地区、一家企业制造水平的重要标志之一。随着社会经济的发展,人们对生活必需品的数量、品种和质量的要求越来越高。为了满足人们的需要,各工业发达国家都十分重视模具技术的开发,在模具行业重点投资,使模具水平有了很大提高,并取得了可观的经济效益。近几年,世界模具市场总量一直为 710 多亿美元,其中美国、日本、德国和瑞士等国每年出口的模具约占本国模具总产量的三分之一。在日本,模具被誉为“进入富强社会的原始动力”;在罗马尼亚,则称“模具就是黄金”;在德国,模具则冠名为“金属切削加工中的帝王”。因此,可以断言:随着现代工业生产的迅速发展,模具工业在国民经济发展过程中将会起到越来越重要的作用。

现代化工业产品的发展和技术水平的提高,很大程度上取决于模具工业的发展水平。在现代化工业生产中,60%~93%的工业产品需要使用模具加工,模具工业已成为工业发展的基础,许多新产品的开发和生产在很大程度上都依赖于模具的生产。因此,模具的设计与制造水平直接关系到产品的质量和更新换代。随着工业的发展,如何缩短模具设计与制造的生产周期及怎样提高模具加工的质量受到人们广泛的关注,而传统的模具设计与制造方法已不能适应产品及时更新换代和提高质量的要求。一些先进工业国家率先将计算机技术应用于模具工业,即应用计算机进行产品构型、工业设计与成型工艺模拟,以及模具结构设计,并输出模具图和编制模具加工代码,应用数控机床加工模具,从而实现了模具 CAD/CAM/CAE(计算机辅助设计、辅助制造和辅助工程)一体化系统,达到了提高模具设计效率与加工质量及缩短模具生产周期的目的。进入 21 世纪以来,模具 CAD/CAM/CAE 技术发展很快,应用范围日益扩大,在冲模、锻模、挤压模、注塑模和压铸模等方面都有成熟的 CAD/CAM/CAE 系统,并已取得了可观的经济效益。

综观近几年模具业的发展,可以总结出模具制造技术的特点及发展趋势如下:

① 未来模具将更加精密、高效并且有很快的出模速度。这主要得益于近几年数控技术的长足发展和普及。随着高性能计算机的普及和 CAD/CAM 技术的提高,以及高新材料的应用,数控机床可以做出更加精密和耐用的模具型芯,而自动恒温系统和新型浇注口技术的提出使得模具快速成型成为可能。

② 模具将更加专业化和标准化。专业化的生产方式是现代工业生产的重要特征。目前,美、日、德等国的模具厂的专业化程度已达 75% 以上。一个模具厂只生产一种高性能、高质量的模具已经成为发达国家模具生产企业的共识。然而,标准化则是实现模具专业化生产的基

本前提,没有标准化就不可能实现通用,自然也不会有专业化。

③ 快速、高效且易于掌握和操作的自动化模具加工设备已成为现代模具行业的主流。由于现代社会的快节奏和高速发展,使得模具制造技术必须快速推出新的模具以投入生产,这就使模具的快速生产成为必要,如何缩短制造周期、快速更换以及使工人迅速掌握加工就成为一个主要课题。

0.2 模具设计与制造的基本要求

为了保证模具产品的质量,除了设计合理的模具结构外,还必须采用先进的模具制造技术来制造模具。在制造模具时,应满足以下几个基本要求。

1. 高精度

为了满足用户对精度、质量和使用性能的要求,在整个模具设计制造过程中必须注意精度问题,其制造精度主要由制品精度和模具结构的要求决定。为了保证制品的精度,模具的工作部分精度一般要比制品精度高 2~4 级;同时,模具对上、下模的配合有较高的要求。为此,相应的模具零件就必须保证足够的制造精度,否则将不可能生产出合格的产品。

2. 短周期

模具制造周期的长短主要取决于制模技术和生产管理水平的高低。为了满足生产需要,提高产品的竞争能力,必须在保证质量的前提下尽量缩短模具制造周期。

3. 长寿命

模具是比较昂贵的工艺装备,目前模具制造费用占产品成本的 10%~30%,其使用寿命长短直接影响产品成本的高低。因此,除了小批量生产和新产品试制等特殊情况下,一般都要要求模具具有较长的使用寿命;在大批量生产的情况下,模具的使用寿命更加重要。

4. 低成本

模具的成本与模具结构的复杂程度、模具材料、制造精度要求及加工方法等都有关系。所以,模具技术人员必须根据制品的要求合理设计和制定其加工工艺。

必须指出,上述四个指标是相互关联、相互制约的。

0.3 模具分类

通常模具的具体分类方法有许多,主要包括:

(1) 按模具的结构形式分类

- ① 冲模中的单工序模、复合模和级进模等;
- ② 塑料模中的压缩模、注塑模和挤出模等。

(2) 按模具使用对象分类

可分为电工模具、汽车模具和电视机模具等。

(3) 按模具的材料分类

可分为硬质合金模具、低熔点合金模具、普通钢模具和特种钢模具等。

(4) 按工艺性质分类

- ① 冲模中的冲孔模、落料模、拉伸模和弯曲模;
- ② 塑料模中的注塑模、吸塑模和吹塑模。

(5) 从行业角度分类

主要有塑料模具、橡胶模具、金属冷冲模具、金属冷挤压模具、热挤压模具、金属拉拔模具、粉末冶金模具、金属压铸模具、金属精密铸造模具、玻璃模具和玻璃钢模具等。

(6) 按加工对象和工艺的不同分类

可分为金属板料成型模具(如冷冲压模具)、金属体积成型模具(如压铸模、粉末冶金模和锻压模等)和非金属材料制品成型模具(如塑料模、玻璃模和陶瓷模等)三大类。在现代工业生产中用量最大的是冲压模和塑料模,大约占模具总量的 80%。

限于篇幅,后续章节主要针对塑料模具进行介绍。

0.4 塑料模具设计制造的基本流程

随着科技的进步,计算机水平的日益发展,CAD/CAM/CAE 技术广泛应用于现代模具设计生产中。注塑模 CAD/CAM/CAE 技术主要从三个方面对技术人员提供强有力的帮助:一是应用 CAE 技术对模具进行有限元结构力学分析、流动分析模拟和冷却分析模拟等;二是完成注塑模结构 CAD,包括塑料产品的建模、模具总体结构方案设计和零部件设计,模具模拟装配及零件图和装配图的生成与绘制等;三是利用 CAM 数控编程系统产生刀具路径,进而用后处理程序产生 NC 代码,这样可以通过 DNC 传输软件给数控机床,实现边传边加工。这些技术大大提高了模具的制造精度,缩短了新产品的试制周期,甚至可以一次试模成功。图 0-1 所示为实际产品到模具设计制造流程图。

1. 利用计算机和 CAD 软件对设计的产品进行分析、计算和仿真

产品结构和性能的调整与优化以及绘图,把设计人员所具有的最佳设计特性(创造性思维、形象思维和经验知识、综合判断和分析能力)与计算机强大的记忆和检索信息能力、大量信息的高速精确计算和处理能力、易于修改设计的特性综合起来,提出产品的初步模型。

2. 利用 CAE 技术进行模拟分析

可以在模具加工前,利用 CAE 技术在计算机上对整个注塑成型过程进行模拟分析,准确预测熔体的充填、保压、冷却情况,以及制品中的应力分布,分子和纤维取向分布,制品的收缩和翘曲变形等情况,以便设计者能尽早发现问题,及时修改制件和模具设计,而不是等到试模以后再返修模具。

3. 利用 CAD 进行注塑模的结构设计

在注塑模设计中,模具结构设计涉及的内容既深又广。在传统设计中,模具设计人员首先根据产品进行尺寸换算,得到模具型腔尺寸,然后,通过型腔布置、流道设计、标准模架选择、动模和定模部装图设计、顶出机构设计、斜抽芯机构设计、冷却系统设计及总装图设计等步骤,完成注塑模总装图、部装图和零件图等绘制。由于大多数注射零件形状复杂,传统的手工设计周期长,模具图的绘制也非常繁杂,所以利用计算机辅助手段(CAD)来进行注塑模的结构设计就很有必要。

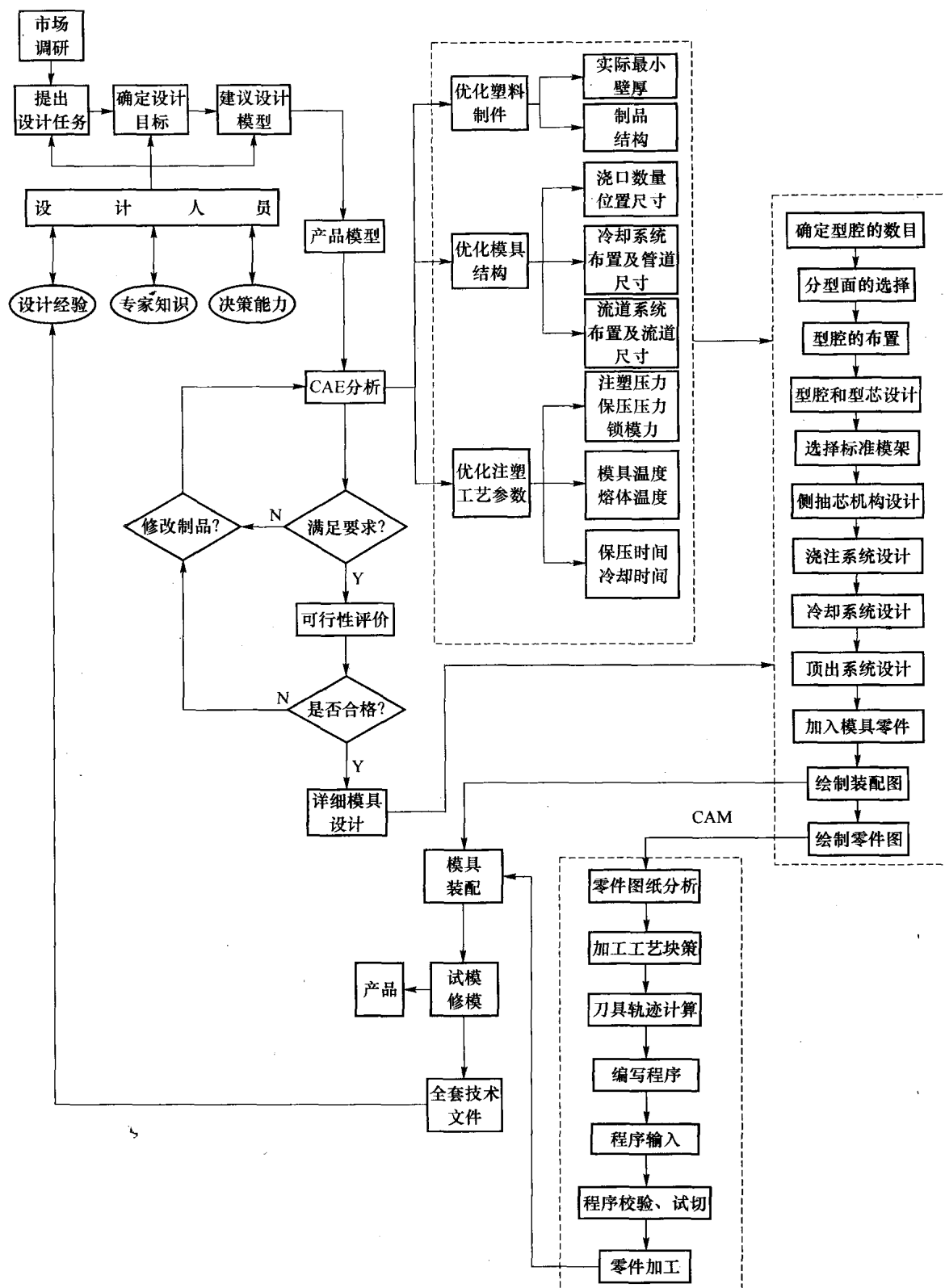


图 0-1 实际产品到模具设计制造流程图

① 建立几何模型 注塑模 CAD 工作的第一步是建立塑料制品的几何模型。通过前面的 CAE 分析优化产品模型,可以减少模具设计的后修模次数。

② 确定型腔的数目 从制品的精度及经济性要求、注射机最大额定注射量和最小注射量、注射机装模空间及注射机最大锁模力等六个方面对模具型腔数目进行分析,并综合以上各个因素推荐最佳选择。

③ 分型面的选择 分型面的选择应以模具结构简单,分型容易,保证产品质量为原则。

④ 型腔的布置 型腔的布置应尽量采用平衡式排列,以保证型腔平衡进料。

⑤ 型腔和型芯设计 如何将制品几何模型转换为型腔几何模型(生成制品的外表面)和型芯几何模型(生成制品的内表面),并将型腔和型芯的几何形状并入模架相对应的模板中,便可利用模具 CAD 系统提供的图形编辑功能划分出型腔组合模块(又称定模部装)和型芯组合模块(又称动模部装)。当需要采用斜抽芯机构时,还应划分出滑动模块。

⑥ 选择标准模架 根据设计、计算注塑模的主要尺寸,选择注塑模的标准模架,尽量选择标准模具零件。

⑦ 侧向抽芯结构设计 当塑件上有侧孔或侧凹时,在被顶出模具之前,必须先进行侧向分型或拔出侧向型芯,可以通过经验和理论计算分析完成。

⑧ 浇注系统设计 可利用流动分析软件来平衡一模多腔的浇注系统,或通过调整各级分流道和浇口尺寸来优化制品的成型压力。

⑨ 冷却系统设计 该系统的设计应紧接在浇注系统设计之后进行。在注塑模设计中,冷却系统中管道布置常常与顶出机构中顶杆布置发生冲突。在 CAD 技术尚未应用之前,冷却管路形式、冷却水温度与冷却管道布置等因素之间的关系很难分析计算,于是顶杆布置便成为首要任务,冷却管道只得在顶杆布置后所剩余的空间里安插,使冷却效率与质量无法保证。这样的设计原则必然导致模具冷却时间过长、制品脱模时温度分布不均匀。冷却分析软件的应用改变了以往模具设计时的“重推出、轻冷却”倾向。现在在冷却管道布置时,模具设计师可同时考虑顶杆与冷却管道的布置。当顶杆与冷却管道发生冲突时,可以设计几种折中方案,然后利用冷却分析软件对这几种冷却回路进行分析,根据分析结果选择最佳冷却回路,并确定该冷却回路合适的水流速度、水温、模具温度以及水泵压力等参数。

⑩ 顶出系统设计 模具的脱模方式设计及顶出位置选择,应充分考虑顶出过程中不使成型产品产生变形、破裂、卡滞现象及不影响外观。

⑪ 加入模具零件 冷却系统设计完成后,便可将各个部装图与标准模架合并在一起,再加入推杆等模具零件。

⑫ 绘制装配图和零件图 以上设计工作完成后,便可在计算机上绘制模具的装配图和零件图。

采用模具 CAD 技术以后,模具制造车间对模具图样的依赖性大为减少。目前,在采用了模具 CAD 的工厂里,仅依靠少许模具图样和数控加工指令,便可生产出合格模具。传统使用的全套模具图在这里仅作为技术资料加以保存,或者作为检验的依据。

4. 数控编程的内容和步骤

数控编程的步骤大致分为五步,各步的具体内容如下:

① 零件图分析及零件几何信息的描述 对零件进行几何造型,形成零件的三维几何信息。

② 加工工艺决策,确定工艺参数 根据零件的几何信息确定零件的加工工艺参数以及被

加工面等信息,并通过 CAM 系统提供的交互界面将这些信息输入计算机。工艺参数包括加工方法、刀具参数和切削用量等;被加工面信息包括被加工面及其边界、选刀退刀方式和进给路线等。

③ 刀轨计算生成 根据几何信息和工艺信息,CAM 系统自动进行有关数据的计算,生成刀具轨迹,并且将相关的信息分别保存在零件的轮廓数据文件、刀位数据文件和工艺参数文件中。它们是系统自动生成 NC 代码和仿真加工的基础。

④ 刀轨编辑和仿真 刀轨仿真可以验证刀轨的合理性,如果有错误和缺陷,可以对刀轨进行一定的编辑,包括刀具轨迹的裁剪、分割、连接、转置、反向,以及刀位点的增加、删除、修改和均化等。

⑤ 数控程序的产生及后置处理 将编辑好的刀位文件转换成指定的数控机床系统执行的数控程序单,这些程序单可以直接输入数控机床中,用于控制数控加工。

5. 试 模

把设计制造的模具装在相应的注射机上进行注射以验证其应用效果的过程称为试模。它是模具设计制造过程中必不可少的一道重要工序。通过试模应达到以下三个目的:

- ① 验证模具成型出的制品能否达到设计质量要求,检验模具的生产实用性。
- ② 找出模具自身仍存在的问题并予以修正,使模具得以进一步完善。
- ③ 寻求模具投入正常生产的最佳工艺参数。

因此,要对试模过程的每一步内容进行详细记录,以便在试模结束后得出总体结论,为下一步模具验收提供最重要的依据。

随着计算机在模具设计方面的开发和应用,模具结构的设计日趋合理,熔体流动模拟软件的问世,使模具设计和试模时间大为缩短,模具质量有所提高,并降低了模具成本。但计算机并不是万能的,输入条件的偏差,可能导致分析结果失准。因此,试模中仍不能完全脱离实际经验,应使二者紧密结合,综合判断方能准确地达到目的。

上 篇 塑料模具设计

塑料模具是一种可以重复大批量生产塑料零件或产品的一种生产工具。这种模具是靠成型零件在装配后形成的一个或多个型腔,来成型制品所需的形状。按照塑料制品成型加工方法的不同,通常可将塑料模分为以下几大类:注塑模、热压模、传递模、挤塑模和中空吹塑模等。其中,用于塑料制件注塑成型的模具,通称注塑模,或称注塑模。塑料模具设计是模具制造和生产的基础。

第1章 注塑工艺与塑料模具

1.1 塑料概述

1.1.1 塑料的基础知识

塑料是一种以树脂为主体的高分子材料。单纯聚合物的性能往往不能满足加工和实际使用的要求,因此要根据需要适当加入助剂(填充剂、增塑剂、润滑剂、稳定剂、着色剂和固化剂等)。由树脂和助剂组成的塑料具有一系列优异的性能,在一定的温度和压力下可以加工成符合使用要求的各种制品。塑料同钢铁、木材、水泥成为当今四大工业材料。

塑料作为一种应用广泛的材料,具备很多一般材料所不具备的优点。它具有较高的比强度和低密度,优良的电绝缘性和热绝缘性,良好的耐磨性和耐腐蚀性,以及优异的成型工艺性。但塑件的强度和硬度低,容易老化。

以下是几种常见传统材料与塑料的性能对比:在耐热方面,陶瓷、金属和玻璃最好,塑料其次,木材是最差的;在强度方面,金属材料最好,特种陶瓷和纤维增强工程塑料次之;在比强度方面,金属铝和增强工程塑料最好;在冲击强度方面,金属、塑料较好;在密度方面,塑料和木材最低,木材中以泡桐最轻,塑料中以泡沫塑料最轻;在线膨胀系数方面,塑料最大,陶瓷最小;在导热性能方面,塑料、木材最差,玻璃、陶瓷次之,而金属最好。

1.1.2 塑料的分类

根据塑料中树脂的分子结构和热性能分类,塑料分成两种:热塑性塑料和热固性塑料。

1. 热塑性塑料

这种塑料中树脂的分子结构是线型或支链型结构。在加热时塑料变软以至流动进入注塑机构,而冷却时则变硬成为成品。这种过程在大部分的热塑性塑料中是可逆的,可以反复进行。不同温度聚合物会呈现低温玻璃态、中温橡胶态和高温粘流态。下面介绍比较有代表性的热塑性塑料:

① 聚乙烯(PE) 具有优良的耐腐蚀和绝缘性能,其强度、熔点都较高,低密度聚乙烯柔韧性、伸长率和冲击强度优良;而高分子聚乙烯抗疲劳、耐磨。总之,聚乙烯是一种非常常见的工业注塑材料。

② 聚丙烯(PP) 除具有聚乙烯的基本优点外,还有更高的抗弯曲疲劳强度。其在 100℃ 左右依然可以使用;适合作机械、耐腐蚀以及绝缘零件。

③ 聚酰胺(PA) 抗冲击韧性好,自润滑性能和力学强度高,但其收缩率大,尺寸稳定性较差,适合作机械零件、耐磨零件以及绝缘的电器零件。

④ 聚苯乙烯(PS) 属无定型塑料,吸湿性小,不易分解,热膨胀系数大,易产生应力开裂,流动性较好,可用螺杆或柱塞式注射机加工,喷嘴可用直通式或自锁式。另外,可采用各种形

式进料口,进料口与塑件应圆弧连接,防止去除浇口时破坏塑件。塑件壁厚应该均匀,不宜有嵌件、缺口、尖角,各面应采用圆弧连接。

2. 热固性塑料

热固性塑料在第一次加热时可以变软以至流动,当加热到一定温度时,产生化学反应,当温度变化时,其结构由线性结构、支链型结构向网状型结构转变,交链固化而变硬,这种变化是不可逆的。再次加热时,热固性塑料已不能再变软流动了。正是借助这种特性进行成型加工,利用第一次加热时的塑化流动,在压力下充满型腔,进而固化成为确定形状和尺寸的制品。

热固性塑料的树脂固化前是线型或带支链的,固化后分子链之间形成化学键,成为三维的网状结构,不仅不能再熔化,在溶剂中也不能够溶解,例如有机硅、环氧树脂、三聚氰胺等。

下面介绍几种比较有代表性的热固性塑料:

- ① 酚醛塑料 刚性好,变形小,耐热耐磨,有极低的摩擦系数和电绝缘性能,但是质脆不抗冲击。适合于制造各种线圈架、电动机外壳、风扇叶子、齿轮和凸轮。
- ② 氨基塑料 外观光亮、着色鲜艳且不怕电火花,极其适合作电器开关和防爆电器等。
- ③ 环氧塑料 强度、绝缘性、化学稳定性和耐有机溶剂性好。适合于浇注各类电子元件等。

1.1.3 塑料的可加工性能

一般情况下,注塑塑料应当具备一定的注塑性能,比如热塑性塑料应当有好的流动性、结晶性和抗收缩性,热固性塑料要抗收缩。以下是一些塑料性能指标的介绍:

- ① 流动性 其标志着塑料在成型条件下充满模腔的能力,所以塑料应当具备好的流动性。
- ② 收缩性 塑料在冷却或固化后产生的体积缩小,收缩率应当稳定且不宜过大,否则影响成品的尺寸与性能。
- ③ 结晶性 塑料具备好的结晶性时,冷却速率快,制品的颗粒小、硬度低且韧性也好。
- ④ 吸湿性 塑料从空气中吸收水分的特性称为吸湿性。加工前必须将塑料的水分干燥。吸湿性对塑料制品的影响是显著的。
- ⑤ 固化速度 熔融塑料充满型腔后,由流体或半流体状态转化为固体所需时间的长短来表示,称为固化速度。时间越短,说明固化速度越快。固化速度慢会使成型时间长,降低生产率;而固化速度过快,又不利于大型或复杂的制品成型。

1.2 塑料结构件的设计

塑料制品通称为塑料制件,简称塑件。塑件的工艺性与其成型模具设计有着密切关系,因此必须认真分析塑件的工艺适应性,慎重考虑塑件的工艺结构,才能设计出合理的模具结构。

在实际生产中,塑料模具由于其加工中的力学因素和热力学因素限制了塑件外形的多样性,若要将聚合物加工成具有一定功能用途的塑料制件,除选用合适的塑料材料外,还必须考虑塑件的加工工艺性。所以,塑件的结构和外部轮廓设计必须遵循一定的原则:

- ① 塑件应该满足成型工艺的基本要求,即有利于熔融塑料的注入以及塑件的最终成型;
- ② 在塑件满足使用要求及性能的前提下,塑料产品结构力求简单、壁厚均匀、使用方便;