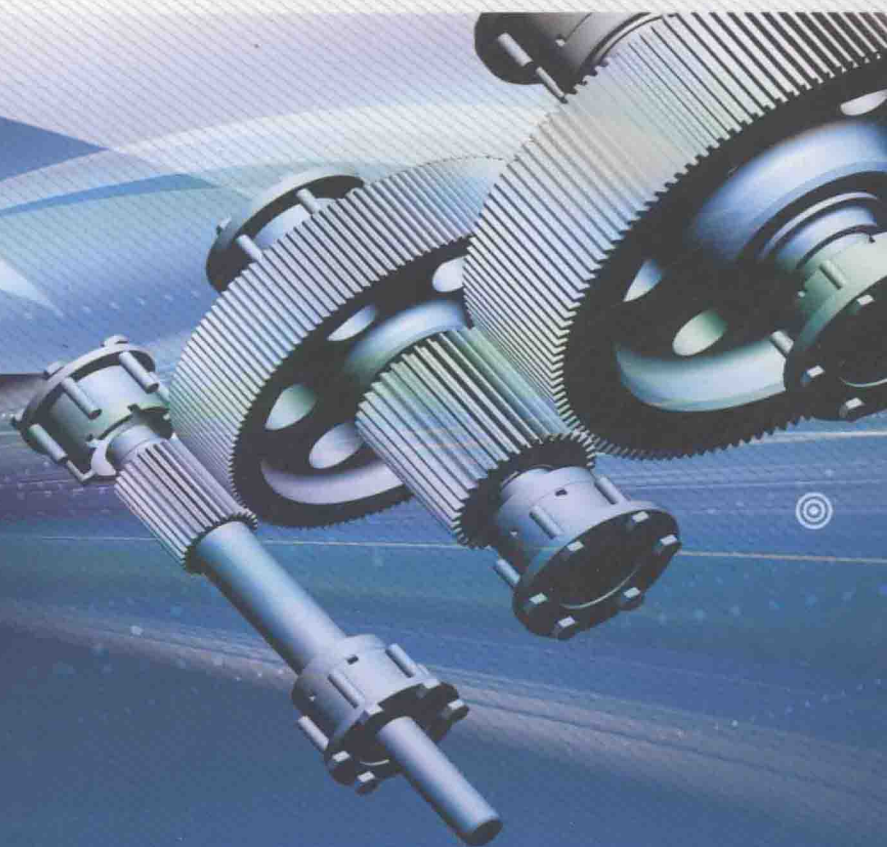




高职高专模具设计与制造专业规划教材

塑料模具 设计与制造

◎ 于保敏 主编 ◎ 陈桂华 副主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

高职高专模具设计与制造专业规划教材

塑料模具设计与制造

于保敏 主 编
陈桂华 副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以培养学生编制塑料成型工艺与模具设计制造能力为核心,基于模具设计与制造的工作过程,采用项目教学,以典型模具为载体,训练学生的综合应用能力。

本书内容以塑料模具设计与制造技术为主线,设置了13个综合性训练项目,分别是塑料的组成与工艺特性分析、塑件的结构与设计、注射成型工艺分析与注射机选择、注射模具的结构类型及模架选择、分型面的选择与浇注系统设计、注射模具成型零件设计、注射模具推出机构设计、注射模具温度调节系统设计、注射模侧向分型与抽芯机构设计、挤出成型模具设计、压缩模具与压注模具设计、模具零件的数控加工、注射模装配与调试。每个项目由项目引入、相关知识、项目实施、项目总结、学生训练项目组成,引导学生掌握塑料模具设计与制造的知识与技能。

本书可作为高职高专模具设计与制造、机电一体化、数控应用技术专业及其他相关专业的教材,也可作为从事模具设计与制造的工程技术人员的参考书及培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

塑料模具设计与制造/于保敏主编. — 北京:电子工业出版社,2012.12

高职高专模具设计与制造专业规划教材

ISBN 978-7-121-18974-6

I. ①塑… II. ①于… III. ①塑料模具—设计—高等职业教育—教材 ②塑料模具—制造—高等职业教育—教材 IV. ①TQ320.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 274717 号

责任编辑:贺志洪 特约编辑:张晓雪

印 刷:北京天宇星印刷厂

装 订:三河市鹏成印业有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编100036

开 本:787×1092 1/16 印张:18 字数:472千字

印 次:2012年12月第1次印刷

印 数:3000册 定价:35.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

本教材以高职教育“以培养职业能力为核心,以工作实践为主线,以工作过程(项目)为导向,用任务进行驱动,建立以行动(工作)体系为框架的现代课程结构”的课改思路为宗旨进行编写。

本教材具有以下特点:

1. 以典型工作项目统领整个教学内容,以模具设计与制造工作过程为导向,通过案例引入、任务驱动,完成单个项目的训练。
2. 教材内容附有大量模具三维模型,模具结构和模具动作以图形分解代替文字说明,做到用形象、直观的图表语言来讲述复杂的理论和操作问题,提高教学效果。
3. 特别重视对高等职业教育所面向的基本岗位分析,教材内容强化职业技能和综合技能的培养,充分体现高职教育的特色。

本书基于模具设计与制造的工作过程,整合出相应的知识和技能,选择典型项目安排教学内容,系统地训练学生进行成型工艺设计、塑料模具设计、模具零件加工及塑料模具安装调试的能力。

本书由漯河职业技术学院于保敏、陈桂华、赵伟阁、陈艳伟编写,于保敏担任主编并统稿,陈桂华担任副主编。本书共分 13 个项目,其中项目 1~项目 3 由陈艳伟编写,项目 4~项目 8 由陈桂华编写,项目 9~项目 11 由于保敏编写,项目 12、项目 13 由赵伟阁编写。

本书在编写过程中得到了很多企业和相关人员的支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者
2012 年 6 月

导 论

塑料是以树脂为主要成分的高分子有机化合物,简称高聚物。塑料作为一种工程材料,由于不断被开发与应用,加之成型工艺不断成熟与完善,极大促进了塑料成型模具的开发与制造。塑料模具是使塑料成为塑料制品的一种工艺装备,塑料成型是将各种形态的塑料通过模具制成所需要的形状、尺寸的制件或型坯的过程。塑料成型工艺与塑料模具设计是一门从生产实践中发展起来,又直接为生产服务的应用型技术。

1. 塑料成型方法及塑料模具的类型

塑料模具是成型塑料制件的主要工艺装备之一,对达到塑料成型工艺要求、塑料制件使用要求和造型设计要求起着重要作用。在塑料加工行业中绝大部分的产品靠模具生产,产品的更新都是以工艺的改进和模具的更新为前提的。

塑料的种类不同,其成型方法也不相同。塑料成型方法主要有注射成型、挤出成型、压缩成型、压注成型、中空吹塑成型和真空成型等。根据塑件的成型方法不同,塑料模具可以分为以下几类。

(1) 注射模

将粒状或粉状的塑料加入到注射机的料筒中,经过加热熔融成黏流态,然后在螺杆或柱塞的推动下,熔融塑料经喷嘴和模具的浇注系统注入型腔。经过一定的保压,塑料在模内冷却、硬化成型,这种成型方法称为注射成型,其所使用的模具称为注射成型模具或注射模。注射模主要用于热塑性塑料制件成型。近年来,热固性塑料的注射成型也在逐渐增加。注射成型具有能成型形状复杂的制件和生产率高等特点,在塑件的生产中占有很大的比重。据统计,注射模产量占世界塑料成型模具产量的50%以上。

(2) 挤出模

利用挤出机的加热、加压装置,使处于黏流状态的塑料在高温、高压下通过具有特定截面形状的机头口模,并经冷却定型装置硬化定型,以获得具有所需断面形状连续型材,这种成型方法称为挤出成型,其所使用的模具称为挤出成型模具或挤出模,也称为挤出机头。

(3) 压缩模

借助加热和加压,使直接放入型腔内的塑料熔融并固化成型,这种成型方法称为压缩成型,所用模具称为压缩成型模具或压缩模。压缩成型多用于热固性塑料制件的成型,但成型周期较长,生产效率较低。

(4) 压注模

通过柱塞使在加料腔内受热塑化的热固性塑料,经浇注系统压入被加热的闭合型腔,最后固化定型,这种成型方法称为压注成型,其所用模具称为压注成型模具或压注模。压注模主要用于热固性塑料制件的成型。

(5) 气动成型模具

气动成型模具是指利用气体作为动力成型塑料制件的模具。气动成型模具包括中空吹塑成型模具、真空成型模具等。中空吹塑成型是将挤出机挤出或注射机注射出的处于半熔融状态的型坯置于模具型腔内,借助于压缩空气使型坯膨胀贴紧于模具型腔壁上,经冷却定型后获

得中空塑件的成型方法,其所用模具称为中空吹塑成型模具或吹塑模。真空成型是将加热过的塑料片材放在模具型腔的表面,然后在两者之间形成的封闭空腔内抽真空,在大气压力作用下发生塑性变形的片材紧贴在模具型腔表面而成为塑件的成型方法,所用模具称为真空成型模具。

2. 塑料成型技术的发展趋势

我国的塑料工业发展非常迅速,塑料制品应用范围在不断扩大。塑料工业的迅速发展带动了塑料模具的发展,高效率、自动化、大型、精密、长寿命的模具在整个模具产量中所占的比重越来越大,但与先进国家相比还有较大差距。为赶超世界先进水平,我们应从以下几方面大力发展塑料成型技术。

(1)推进塑料成型基础理论和工艺原理的研究,引进和开发新技术、新工艺,大力发展大型、微型、高精度、高效率的模具,以适应不断扩大的塑料应用领域的需要。

(2)模具设计、制造数字化,模具分析智能化。具体体现在以下几个方面。

①模具 CAD/CAE/CAM 技术可以提高模具设计和制造水平,从而提高模具质量。在计算机系统内存储了各有关专业的综合性的技术知识,为模具的设计和制造工艺的制定提供了科学依据。计算机与设计人员交互作用,有利于发挥人、机各自的特长,使模具设计和制造工艺更加合理化。系统采用的优化设计方法有助于某些工艺参数和模具结构的优化。采用 CAM 技术极大地提高了加工能力,并可以加工传统方法难以加工或根本无法加工的复杂模具型腔,满足了生产需要。

②模具 CAD/CAE/CAM 技术可以节省时间,提高效率。设计计算和图样绘制的自动化大大缩短了设计时间。塑料模具 CAE 技术的运用是塑料成型加工及模具设计发展过程中的一个重要里程碑,实现了模具设计的智能化。它通过计算机对成型过程进行模拟分析,准确预测熔体的填充、保压、冷却情况,以及塑件中的应力分布、分子和纤维取向分布、制品的收缩和翘曲变形等情况,以使设计者能尽早发现问题,及时修改制件和模具设计,可使设计人员避免设计中的盲目性,有效降低模具的设计制造成本,缩短模具的研制周期,适应日益激烈的竞争环境。

(3)采用优质的模具材料和先进的热处理工艺。模具的材料在模具设计与制造中影响着模具加工工艺、模具使用寿命、塑料制品的质量等方面,国内外模具材料的研究工作者通过大量的研究试验,开发研制出具有良好使用性能和加工性能的新型模具材料。模具成型零件的表面抛光处理技术和表面强化处理技术的发展也很快,以满足延长模具的使用寿命。

(4)加速模具零部件标准化和专业化。模具标准化的水平在某种意义上体现了模具工业的水平。采用标准模架和使用标准零件,可以满足大批量制造模具和缩短模具制造周期的需要,从而降低模具成本,同时也为模具 CAD/CAM 创造了有利条件。与国外工业先进国家的模具标准化和专业化生产程度相比,我国在模具的标准化和专业化方面还有很大的差距。因此,为了适应模具工业的发展,必须提高我国模具标准化水平和模具生产专业化的程度。

3. 本课程学习目的和要求

本课程主要通过塑料的组成与工艺特性分析、塑件的结构与设计、注射成型工艺分析与注射机选择、注射模具的结构类型及模架选择、分型面的选择与浇注系统设计、注射模具成型零件设计、注射模具推出机构设计、注射模具温度调节系统设计、注射模侧向分析与抽芯机构设计、挤出成型模具设计、压缩模具与压注模具设计、模具零件的数控加工、注射模装配与调试等方面的训练,完成塑料模具设计与制造工作过程的整体训练。

通过本课程训练,应达到以下能力目标:

- ①会编制合理、可行的塑料成型工艺规程。
- ②会设计中等复杂程度的模具,为设计、制造复杂模具打下基础。
- ③能正确安装模具、调试工艺和操作成型设备,并会分析和处理调试过程中出现的有关技术问题。
- ④能对塑件质量进行分析。

“塑料模具设计与制造”是一门实践性很强的课程,它的主要内容是在生产实践中逐步积累和丰富起来的。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,因此,学习本课程特别应强调理论联系实际,同时还应注意了解塑料模具的新技术、新工艺和新材料的发展动态,学习和掌握新知识。

目 录

导论	1
项目一 塑料的组成与工艺特性分析	4
一 项目引入	4
二 相关知识	4
(一)塑料的组成与分类	4
(二)塑料的工艺特性	8
(三)塑料的选用	15
三 项目实施	18
(一)香皂盒材料的选择	18
(二)分析塑件材料使用性能	18
(三)分析塑料工艺性能	19
四 项目总结	19
五 学生训练项目	19
项目二 塑件的结构与设计	20
一 项目引入	20
二 相关知识	20
(一)塑件的尺寸及精度	21
(二)塑件的表面质量	24
(三)塑件的结构设计	28
三 项目实施	39
(一)分析香皂盒的结构工艺性	39
(二)分析线圈骨架的结构工艺性	40
四 项目总结	40
五 学生训练项目	40
项目三 注射成型工艺分析与注射机选择	42
一 项目引入	42
二 相关知识	42
(一)注射成型原理及工艺过程	42
(二)注射成型工艺参数及选择	45
(三)注射机的结构及其技术参数	48
(四)注射机有关工艺参数的校核	51
三 项目实施	54
(一)香皂盒成型工艺分析	54
(二)成型香皂盒所需注射机的初步选择	54
(三)编制香皂盒成型工艺卡	55
四 项目总结	58

五	学生训练项目	58
项目四	注射模具的结构类型及模架选择	59
一	项目引入	59
二	相关知识	60
(一)	注射模具的组成	60
(二)	典型注射模具的结构	62
(三)	标准模架	70
(四)	模架结构零部件的设计	75
三	项目实施	81
(一)	香皂盒注射模模架的选择	81
(二)	香皂盒注射模导向机构设计	83
四	项目总结	83
五	学生训练项目	83
项目五	分型面的选择与浇注系统设计	84
一	项目引入	84
二	相关知识	84
(一)	型腔数目的确定及布置	84
(二)	分型面的选择	86
(三)	浇注系统的设计	89
(四)	模具排气槽设计	103
三	项目实施	104
(一)	香皂盒注射模分型面的选择	104
(二)	香皂盒注射模浇注系统的设计	105
四	项目总结	105
五	学生训练项目	105
项目六	注射模具成型零件设计	106
一	项目引入	106
二	相关知识	106
(一)	成型零件结构设计	106
(二)	成型零件工作尺寸计算	110
三	项目实施	112
(一)	成型零件结构设计	112
(二)	成型零件尺寸计算	112
四	项目总结	113
五	学生训练项目	113
项目七	注射模具推出机构设计	114
一	项目引入	114
二	相关知识	114
(一)	注射模具推出机构组成与分类	114
(二)	脱模力计算	115

(三)推出机构的设计原则	116
(四)简单推出机构	116
(五)推出机构的导向与复位	120
(六)二次推出机构	121
(七)浇注系统凝料的脱模机构	122
(八)带螺纹塑件的推出机构	125
三 项目实施	127
四 项目总结	127
五 学生训练项目	128
项目八 注射模具温度调节系统设计	129
一 项目引入	129
二 相关知识	129
(一)模具温度调节的重要性	129
(二)模具冷却系统设计	130
(三)模具加热系统设计	133
三 项目实施	133
四 项目总结	134
五 学生训练项目	134
项目九 注射模侧向分型与抽芯机构设计	135
一 项目引入	135
二 相关知识	136
(一)侧向分型和抽芯机构的分类与工作原理	136
(二)抽芯力与抽芯距离计算	138
(三)斜导柱侧向分型与抽芯机构的设计	139
(四)斜导柱侧向分型与抽芯机构的应用形式	147
(五)常见侧向分型与抽芯机构	155
三 项目实施	158
四 项目总结	160
五 学生训练项目	160
项目十 挤出成型模具设计	161
一 项目引入	161
二 相关知识	161
(一)挤出成型工艺过程及参数选择	161
(二)挤出模具的组成	163
(三)管材挤出模具设计	165
(四)挤出成型设备	174
三 项目实施	177
(一)挤出机头结构的选择	177
(二)口模设计	177
(三)芯棒设计	178

(四)定型模设计	178
四 项目总结	178
五 学生训练项目	178
项目十一 压缩模具与压注模具设计	179
一 项目引入	179
二 相关知识	180
(一)压缩成型工艺	180
(二)压缩模结构组成及设计	183
(三)压力机	203
(四)压注成型工艺	208
(五)压注模的分类及组成	210
(六)压注模主要结构设计	212
三 项目实施	218
(一)压缩成型工艺过程及工艺参数	218
(二)模具结构分析	219
四 项目总结	219
五 知识拓展—气动成型工艺	220
(一)中空吹塑成型	220
(二)真空成型	226
六 学生训练项目	230
项目十二 模具零件的数控加工	231
一 项目引入	231
二 相关知识	231
(一)Pro/E NC 加工的基本流程	231
(二)Pro/E NC 加工的有关概念	232
三 项目实施	234
四 项目总结	265
五 学生训练项目	266
项目十三 注射模装配与调试	267
一 项目引入	267
二 相关知识	267
(一)注射模具装配	267
(二)模具的安装与调试	274
(三)模具验收	275
三 项目实施	275
(一)模具装配	275
(二)模具安装与调试	278
四 项目总结	279
五 学生训练项目	279
参考文献	280

导 论

塑料是以树脂为主要成分的高分子有机化合物,简称高聚物。塑料作为一种工程材料,由于不断被开发与应用,加之成型工艺不断成熟与完善,极大促进了塑料成型模具的开发与制造。塑料模具是使塑料成为塑料制品的一种工艺装备,塑料成型是将各种形态的塑料通过模具制成所需要的形状、尺寸的制件或型坯的过程。塑料成型工艺与塑料模具设计是一门从生产实践中发展起来,又直接为生产服务的应用型技术。

1. 塑料成型方法及塑料模具的类型

塑料模具是成型塑料制件的主要工艺装备之一,对达到塑料成型工艺要求、塑料制件使用要求和造型设计要求起着重要作用。在塑料加工行业中绝大部分的产品靠模具生产,产品的更新都是以工艺的改进和模具的更新为前提的。

塑料的种类不同,其成型方法也不相同。塑料成型方法主要有注射成型、挤出成型、压缩成型、压注成型、中空吹塑成型和真空成型等。根据塑件的成型方法不同,塑料模具可以分为以下几类。

(1) 注射模

将粒状或粉状的塑料加入到注射机的料筒中,经过加热熔融成黏流态,然后在螺杆或柱塞的推动下,熔融塑料经喷嘴和模具的浇注系统注入型腔。经过一定的保压,塑料在模内冷却、硬化成型,这种成型方法称为注射成型,其所使用的模具称为注射成型模具或注射模。注射模主要用于热塑性塑料制件成型。近年来,热固性塑料的注射成型也在逐渐增加。注射成型具有能成型形状复杂的制件和生产率高等特点,在塑件的生产中占有很大的比重。据统计,注射模产量占世界塑料成型模具产量的50%以上。

(2) 挤出模

利用挤出机的加热、加压装置,使处于黏流状态的塑料在高温、高压下通过具有特定截面形状的机头口模,并经冷却定型装置硬化定型,以获得具有所需断面形状连续型材,这种成型方法称为挤出成型,其所使用的模具称为挤出成型模具或挤出模,也称为挤出机头。

(3) 压缩模

借助加热和加压,使直接放入型腔内的塑料熔融并固化成型,这种成型方法称为压缩成型,所用模具称为压缩成型模具或压缩模。压缩成型多用于热固性塑料制件的成型,但成型周期较长,生产效率较低。

(4) 压注模

通过柱塞使在加料腔内受热塑化的热固性塑料,经浇注系统压入被加热的闭合型腔,最后固化定型,这种成型方法称为压注成型,其所用模具称为压注成型模具或压注模。压注模主要用于热固性塑料制件的成型。

(5) 气动成型模具

气动成型模具是指利用气体作为动力成型塑料制件的模具。气动成型模具包括中空吹塑成型模具、真空成型模具等。中空吹塑成型是将挤出机挤出或注射机注射出的处于半熔融状态的型坯置于模具型腔内,借助于压缩空气使型坯膨胀贴紧于模具型腔壁上,经冷却定型后获

得中空塑件的成型方法,其所用模具称为中空吹塑成型模具或吹塑模。真空成型是将加热过的塑料片材放在模具型腔的表面,然后在两者之间形成的封闭空腔内抽真空,在大气压力作用下发生塑性变形的片材紧贴在模具型腔表面而成为塑件的成型方法,所用模具称为真空成型模具。

2. 塑料成型技术的发展趋势

我国的塑料工业发展非常迅速,塑料制品应用范围在不断扩大。塑料工业的迅速发展带动了塑料模具的发展,高效率、自动化、大型、精密、长寿命的模具在整个模具产量中所占的比重越来越大,但与先进国家相比还有较大差距。为赶超世界先进水平,我们应从以下几方面大力发展塑料成型技术。

(1) 推进塑料成型基础理论和工艺原理的研究,引进和开发新技术、新工艺,大力发展大型、微型、高精度、高效率的模具,以适应不断扩大的塑料应用领域的需要。

(2) 模具设计、制造数字化,模具分析智能化。具体体现在以下几个方面。

① 模具 CAD/CAE/CAM 技术可以提高模具设计和制造水平,从而提高模具质量。在计算机系统内存储了各有关专业的综合性的技术知识,为模具的设计和制造工艺的制定提供了科学依据。计算机与设计人员交互作用,有利于发挥人、机各自的特长,使模具设计和制造工艺更加合理化。系统采用的优化设计方法有助于某些工艺参数和模具结构的优化。采用 CAM 技术极大地提高了加工能力,并可以加工传统方法难以加工或根本无法加工的复杂模具型腔,满足了生产需要。

② 模具 CAD/CAE/CAM 技术可以节省时间,提高效率。设计计算和图样绘制的自动化大大缩短了设计时间。塑料模具 CAE 技术的运用是塑料成型加工及模具设计发展过程中的一个重要里程碑,实现了模具设计的智能化。它通过计算机对成型过程进行模拟分析,准确预测熔体的填充、保压、冷却情况,以及塑件中的应力分布、分子和纤维取向分布、制品的收缩和翘曲变形等情况,以使设计者能尽早发现问题,及时修改制件和模具设计,可使设计人员避免设计中的盲目性,有效降低模具的设计制造成本,缩短模具的研制周期,适应日益激烈的竞争环境。

(3) 采用优质的模具材料和先进的热处理工艺。模具的材料在模具设计与制造中影响着模具加工工艺、模具使用寿命、塑料制品的质量等方面,国内外模具材料的研究工作者通过大量的研究试验,开发研制出具有良好使用性能和加工性能的新型模具材料。模具成型零件的表面抛光处理技术和表面强化处理技术的发展也很快,以满足延长模具的使用寿命。

(4) 加速模具零部件标准化和专业化。模具标准化的水平在某种意义上体现了模具工业的水平。采用标准模架和使用标准零件,可以满足大批量制造模具和缩短模具制造周期的需要,从而降低模具成本,同时也为模具 CAD/CAM 创造了有利条件。与国外工业先进国家的模具标准化和专业化生产程度相比,我国在模具的标准化和专业化方面还有很大的差距。因此,为了适应模具工业的发展,必须提高我国模具标准化水平和模具生产专业化的程度。

3. 本课程学习目的和要求

本课程主要通过塑料的组成与工艺特性分析、塑件的结构与设计、注射成型工艺分析与注射机选择、注射模具的结构类型及模架选择、分型面的选择与浇注系统设计、注射模具成型零件设计、注射模具推出机构设计、注射模具温度调节系统设计、注射模侧向分析与抽芯机构设计、挤出成型模具设计、压缩模具与压注模具设计、模具零件的数控加工、注射模装配与调试等方面的训练,完成塑料模具设计与制造工作过程的整体训练。

通过本课程训练,应达到以下能力目标:

- ①会编制合理、可行的塑料成型工艺规程。
- ②会设计中等复杂程度的模具,为设计、制造复杂模具打下基础。
- ③能正确安装模具、调试工艺和操作成型设备,并会分析和处理调试过程中出现的有关技术问题。
- ④能对塑件质量进行分析。

“塑料模具设计与制造”是一门实践性很强的课程,它的主要内容是在生产实践中逐步积累和丰富起来的。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,因此,学习本课程特别应强调理论联系实际,同时还应注意了解塑料模具的新技术、新工艺和新材料的发展动态,学习和掌握新知识。

项目一 塑料的组成与工艺特性分析

【能力目标】

1. 会分析和选择给定塑件的塑料种类
2. 会分析给定塑料的使用性能和工艺性能

【知识目标】

1. 掌握塑料的组成和常用塑料的基本性能
2. 熟悉常用塑料代号、性能、用途
3. 了解塑料的成型工艺性能

一、项目引入

图 1-1 和图 1-2 所示分别为日常生活中常用的香皂盒的盒体和盒盖。根据要求香皂盒具有耐磨性和足够的强度,外表面美观、无瑕疵的特点,设计一套成型该塑件的模具。

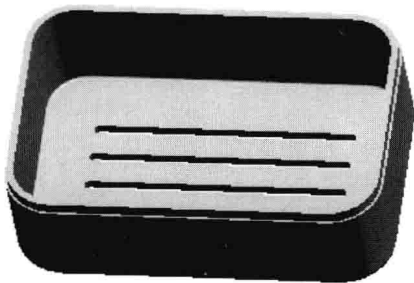


图 1-1 盒体

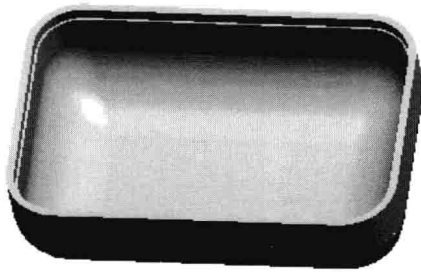


图 1-2 盒盖

本项目以香皂盒的盒体和盒盖为载体,完成对塑件材料的选择及对材料使用性能和成型工艺性能的分析,训练学生具有合理选择塑料种类与分析塑料工艺特性的能力。

二、相关知识

(一)塑料的组成与分类

1. 塑料的组成

塑料是以树脂为主要成分,加入适量添加剂组成的。工业上用于成型的塑料一般有粉料、粒料、溶液和分散体等几种。无论是哪一种塑料一般不是单纯的聚合物(树脂),或多或少加有

添加剂。加入添加剂的目的或者是为了提高聚合物的性能扩大聚合物的使用范围,或者是为了降低塑料的成本。

(1) 树脂

树脂是塑料的主要成分,决定着塑料的性能和类别,塑料中树脂的含量为 40%~100%。其特点是无明显的熔点,受热后逐渐软化,不溶于水但可溶于某些有机溶剂。树脂又可分为天然树脂和合成树脂。树木的分泌物如松香、橡胶;热带昆虫的分泌物如虫胶;石油的附产物如沥青等都是天然树脂。用人工方法合成的树脂称合成树脂。由于天然树脂产量有限,而且性能也远远不能满足需求,故主要靠大批量生产合成树脂来满足市场需求。

合成树脂是把低分子有机化合物通过化学聚合或缩聚反应得到的,因此又叫高聚物、聚合物或高分子聚合物。通过对聚合物分子结构的研究表明,高分子基本上属于长链结构。如果聚合物的分子链呈现不规则的线状,且聚合物分子由一根根分子链组成,则称为线型聚合物,如图 1-3(a)所示;如果一些线型聚合物分子主链上带着一些或长或短的小支链,且整个分子链呈枝状,则称为支链型聚合物,如图 1-3(b)所示;如果在大分子链之间还有一些短链把它们相互联接起来,成为立体网状结构,则称为网型聚合物(或称为体型聚合物),如图 1-3(c)所示。

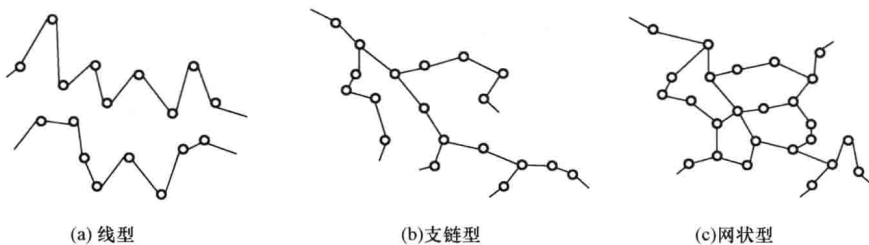


图 1-3 聚合物分子链结构示意图

聚合物的分子结构不同,其性质也不同。线型聚合物具有弹性和塑性,在适当的溶剂中可溶解,当温度升高时则软化直至熔化而产生流动,且这种特性在聚合物成型前后都存在,因而可以反复成型,这样的聚合物具有热塑性。体型聚合物的物理特性表现为脆性大、弹性高和塑性低,成型前是可溶和可熔的,而一经硬化成型(发生化学交联反应)后成为不溶不熔的固体,即使在再高的温度下(甚至被烧焦碳化)也不会软化,这样的聚合物具有热固性。支链型聚合物因为支链的存在,结构不太紧密,因此聚合物的机械强度较低,但溶解能力和塑性较高,低密度聚乙烯等聚合物分子链属于此种结构。

聚合物在微观结构上是由很多条分子链构成的,这些分子链不仅很长,具有不同结构,而且分子链的排列也具有不同特点。聚合物的分子排列有两种形式:一种是聚合物的分子有规则紧密的排列,称为结晶型聚合物;另一种是聚合物的分子排列处于无序状态,称为无定性聚合物。在一般情况下,结晶型聚合物的结晶不能百分之百进行,聚合物的分子聚集态结构由“晶区”和“非晶区(无定性区)”构成,如图 1-4 所示。结晶区所占的质量分数或体积分数称为结晶度,例如低压聚乙烯在室温时的结晶度为 85%~90%。结晶对聚合物的性能影响很大,由于结晶造成了分子链的紧密排列,增强了分子间的作用力,所以使聚合物的强度、硬度、刚度及熔点、耐热性和耐化学性等性能有所提高,而与大分子链运动的有关性能,如弹性、伸长率和冲击强度有所降低。

(2) 添加剂

添加剂包括填充剂、增塑剂、稳定剂、润滑剂、着色剂和固化剂等。

①填充剂，又称填料，其作用是减小合成树脂的比例，有利于降低成本以及调整塑料的物理化学性能，提高材料强度，扩大使用范围，是塑料中一种重要但非必要的成分。

常用的填充剂有木粉、纸及棉屑、硅石、硅藻土、云母、石棉、石墨、金属粉、玻璃纤维和碳纤维等。加入不同的填充剂可以制成不同性能的塑料。如酚醛树脂中加入木粉后，可获得机械强度高的胶木；加入云母、石英和石棉可提高塑料的耐热性和绝缘性；用玻璃纤维作为填料，能大幅度提高塑料的机械强度；在聚乙烯、聚氯乙烯等树脂中加入钙质填充后，可成为刚性强、耐热性好、价格低廉的钙塑料。有的添加剂还可以使塑料具有树脂所没有的性能，如加入水银、铜等金属粉末可以制成导电塑料，加入磁铁粉可制成磁性塑料。

对填充剂的一般要求是：易被树脂浸润，与树脂有很好的黏附性，本身性质稳定，价格便宜，来源丰富。填充剂的组分一般不超过塑料组成(质量分数)的40%。

②增塑剂。其作用是改善塑料的成型性能，降低刚性和脆性，即增加了塑料的塑性、流动性和韧性。如普通聚氯乙烯只能制成硬聚氯乙烯塑件，加入适当增塑剂后可以制成软聚氯乙烯薄膜或人造革。

对增塑剂的要求是：与树脂有较好的相容性，性能稳定，挥发性小；不降低塑料的主要性能，无毒、无害、成本低。常用的增塑剂有甲酸酯类、磷酸酯类和氯化石蜡等。

增塑剂的使用应适量，以免过多会降低塑件的力学性能和耐热性能。

③稳定剂，是指能阻缓塑料变质的物质。其添加的目的是阻止或抑制树脂受热、光、氧和霉菌等外界因素作用而发生质量变异和性能下降。对稳定剂的要求是：能耐水、耐油、耐化学药品，并与树脂相溶；在成型过程中不分解，挥发小，无色。常用的稳定剂有硬脂酸盐、铅的化合物以及环氧化物等。稳定剂可分为光稳定剂、热稳定剂、抗氧剂等。

④固化剂，是指能促使树脂固化、硬化的添加剂，又称硬化剂。它的作用是使树脂大分子链受热时发生交联，形成硬而稳定的体型网状结构。如在酚醛树脂中加入六亚甲基四胺，在环氧树脂中加入乙二胺、顺丁烯二酸酐等固化剂，均可使塑料成型为坚硬的制品。

⑤润滑剂。润滑剂对塑料表面起润滑作用，防止塑料在成型加工过程中黏附在模具上。同时，添加润滑剂可以提高塑料的流动性，便于成型加工，使塑料表面更光滑。常用的润滑剂为硬脂酸及其盐类，其加入量通常小于1%。

⑥着色剂。着色剂又称色母，分为有机颜料、无机颜料和有机染料。加入着色剂可以使塑料制品获得美丽的色泽，美观宜人，提高塑件的使用品质。对着色剂的要求是：性能稳定，不易变色，不与其他成分(增塑剂、稳定剂等)起化学反应，着色力强；与树脂有很好的相容性。日常生活用塑料制品应注意选用无毒、无臭、防迁移的着色剂。

有的着色剂兼有其他作用，如本色聚甲醛塑料用炭黑着色后可防止光老化；聚氯乙烯用二盐基性亚磷酸铅等颜料着色后，可避免紫外线的射入，对树脂起着屏蔽作用，因此，它们还可以



1—晶区；2—非晶区

图 1-4 结晶型聚合物结构示意图