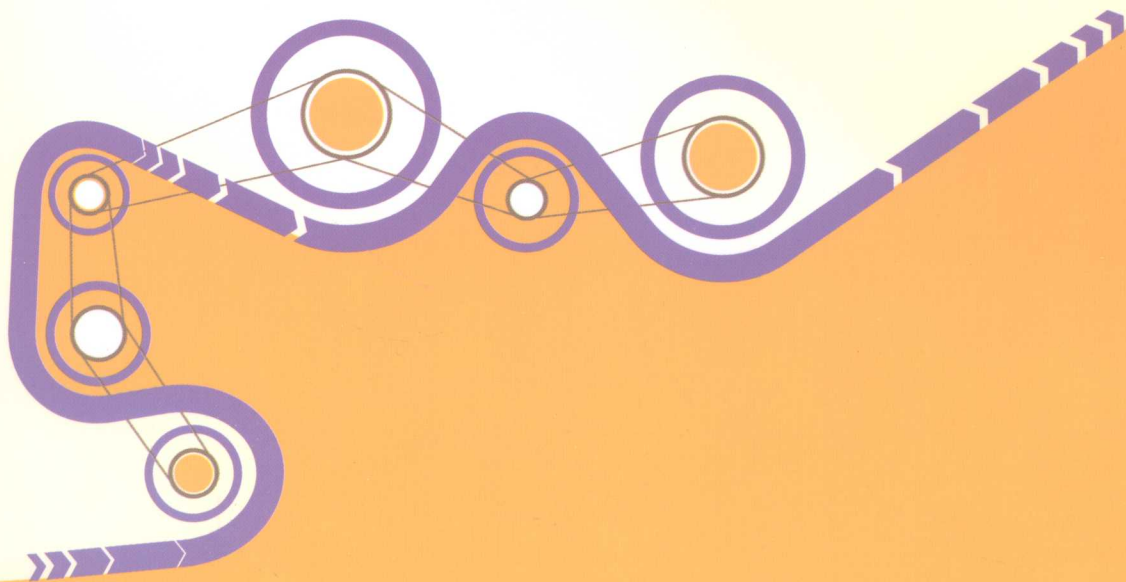


高职高专机电类工学结合模式教材

塑料成型工艺 与模具设计

于保敏 主编
王德俊 姬裕江 副主编

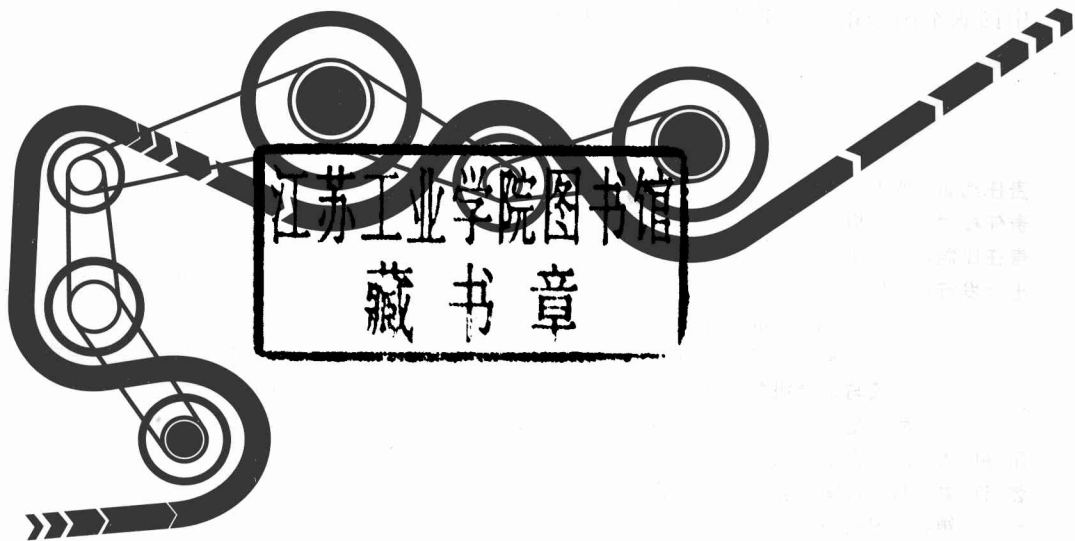


清华大学出版社

高职高专机电类工学结合模式教材

塑料成型工艺 与模具设计

于保敏 主编
王德俊 姬裕江 副主编



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书根据高职高专教育教学要求编写,主要内容包括:塑料成型基础、塑件的结构与设计,以及注射成型、挤出成型、压缩成型、压注成型、中空吹塑成型和真空成型等各类成型工艺、模具设计与成型设备。全书以应用为目的,将每一成型方法的原理、工艺过程与模具设计紧密结合,着重突出各类塑料模具的设计应用,并给出基于 Pro/E 的注射模具设计实例,供读者借鉴参考。

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教材,亦可供从事机械、模具设计的工程技术人员使用。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

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

塑料成型工艺与模具设计/于保敏主编. —北京:清华大学出版社,2009.4

高职高专机电类工学结合模式教材

ISBN 978-7-302-19587-0

I. 塑… II. 于… 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(2009)第 020733 号

责任编辑:贺志洪

责任校对:李梅

责任印制:杨艳

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 刷 者:北京密云胶印厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:16.25 字 数:370千字

版 次:2009年4月第1版 印 次:2009年4月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:27.00元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:031158-01



随着现代工业发展的需要,塑料工业得到了飞速发展。塑料制品在机械、电子、航空和日常生活等各个领域的应用越来越广泛,质量要求也越来越高。同时社会也亟需大量的塑料成型加工专业技术人才。目前,中国的塑料工业的总体水平与其他先进国家相比还有一定的差距,还需要大力推进此学科及其产业的发展,并进一步加强对塑料工业亟需的专业技术人才的培养。

“塑料成型工艺与模具设计”是高职高专模具设计及制造专业及相关专业的一门必修课。本书的编写指导思想是:依据高等职业技术教育培养应用型高级技术人才的培养目标,深入调研生产单位对技术人员的知识和技能要求,在对当前教材和部分高职院校本课程教学大纲进行分析的基础上,结合高职高专工学结合教改思想,设置教材体系,着重培养解决生产现场技术问题的能力和新技术的应用能力。力求做到理论联系实际,深入浅出,具有实用性和先进性,反映塑料成型加工技术发展的现状和动向。

本书详细论述了塑料成型基础、塑件的结构与设计,以及注射成型、挤出成型、压缩成型、压注成型、中空吹塑成型、真空成型等各类成型工艺与模具设计,并给出了基于 Pro/E 的注射模具设计实例。

本书由漯河职业技术学院于保敏任主编,鹤壁职业技术学院王德俊和开封大学姬裕江任副主编,参编的有鹤壁职业技术学院孟亚峰、洛阳理工学院沈俊芳、鹤壁市工贸学校寇忠琴和鹤壁市技工学校申贵山。本书共分6章,其中绪论和第2、4、6章由于保敏编写,第1章由沈俊芳编写,第3章由寇忠琴(3.1~3.3和3.5节)、申贵山(3.4、3.6和3.7节)和孟亚峰(3.8~3.12节)编写,第5章由姬裕江编写。

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,疏漏在所难免,恳请广大读者批评指正。

本课程教学建议

学时分配			
课程内容	学时数		总学时
	理论教学	实训教学	
第1章 塑料成型基础	4		4
第2章 塑件的结构与设计	6	2	8
第3章 注射成型工艺与注射模具设计	20	14	34
第4章 挤出成型工艺与模具设计	6	2	8
第5章 压缩模具与压注模设计	10	2	12
第6章 其他成型模具设计	4	2	6
总课时	50	22	72

本课程教学对象和适用范围：
 本书可作为高职高专模具设计与制造、数控应用技术、机电一体化专业及其他相关专业《塑料成型工艺与模具设计》课程的教材，亦可供从事机械、模具设计的工程技术人员参考使用。

本课程教学特点和方法：
 本课程包括塑料成型工艺与塑料成型模具设计两大主题。根据专业特点和生产实际的需要，侧重于模具设计方面。本课程的内容具有实践性强的特点，因此学习本课程除重视必要的基础知识和工艺原理外，更要注意做到理论联系实际。配合必要的现场教学、实习、模具拆装和课程设计等教学环节。做到使学生在掌握塑料成型工艺理论知识的基础上，掌握各种成型模具的结构特点、设计方法，达到能独立设计一般的塑料成型模具。

编者

2009年2月



绪论	1
第 1 章 塑料成型基础	4
1.1 塑料的组成与分类	4
1.1.1 塑料的组成	4
1.1.2 塑料的分类	7
1.2 塑料的一般工艺特性	8
1.2.1 聚合物的热力学性能	8
1.2.2 塑料成型的工艺特性	10
1.3 常用塑料的特性与应用	14
1.3.1 热塑性塑料	14
1.3.2 热固性塑料	20
1.3.3 塑料的选用	22
本章小结	23
思考与练习题	24
第 2 章 塑件的结构与设计	25
2.1 塑件尺寸及其精度	25
2.2 塑件表面质量	29
2.3 塑件结构设计	32
本章小结	43
思考与练习题	43
第 3 章 注射成型工艺与注射模具设计	44
3.1 注射成型工艺过程及参数选择	44
3.1.1 注射成型原理及特点	44
3.1.2 注射成型工艺过程	45
3.1.3 注射成型工艺参数及选择	47
3.2 注射模具的结构	50
3.2.1 注射模的组成	50
3.2.2 注射模的典型结构	53
3.3 塑件在模具中的位置与分型面	63

3.3.1	型腔数目的确定	63
3.3.2	分型面的选择	65
3.4	浇注系统的设计	68
3.4.1	浇注系统的组成及设计原则	68
3.4.2	主流道和分流道设计	71
3.4.3	浇口设计	74
3.4.4	浇注系统的平衡	80
3.4.5	冷料穴和拉料杆设计	84
3.4.6	模具排气槽设计	85
3.5	成型零部件设计	87
3.5.1	成型零部件结构设计	87
3.5.2	成型零部件工作尺寸计算	91
3.6	合模导向机构的设计	95
3.6.1	合模导向机构的作用	95
3.6.2	合模导向机构的类型	96
3.7	注射模推出机构设计	99
3.7.1	注射模推出机构组成与分类	99
3.7.2	推出力计算	100
3.7.3	常用推出机构	101
3.7.4	推出机构的导向与复位	104
3.7.5	浇注系统凝料的脱模	105
3.7.6	带螺纹塑件的推出机构	109
3.8	侧向分型与抽芯机构的设计	111
3.8.1	侧向分型与抽芯机构的组成与分类	111
3.8.2	抽芯力与抽芯距离计算	112
3.8.3	斜导柱侧向分型与抽芯机构的设计	112
3.8.4	斜导柱侧向分型与抽芯机构的应用形式	122
3.8.5	其他类型的侧向抽芯机构	130
3.9	温度调节系统设计	134
3.9.1	模具冷却系统设计	134
3.9.2	模具加热系统设计	136
3.10	注射模标准模架	136
3.11	注射成型设备	140
3.11.1	注射成型设备的组成与分类	140
3.11.2	注射机与模具的关系	141
3.12	注射模设计实例	144
3.12.1	注射模设计实例——电池充电器注射模设计	144
3.12.2	注射模设计实例——端盖注射模设计	152

3.12.3 注射模设计实例——线圈骨架侧分型与抽芯机构设计	156
本章小结	159
思考与练习题	160
第4章 挤出成型工艺与模具设计	162
4.1 挤出成型工艺过程及参数选择	162
4.1.1 挤出成型原理及特点	162
4.1.2 挤出成型工艺过程	163
4.1.3 挤出成型工艺参数及其选择	163
4.2 挤出模具的组成	165
4.2.1 机头、定型模的作用以及机头的分类	165
4.2.2 挤出模具结构组成	165
4.3 挤出机头的设计原则	166
4.4 管材挤出机头的设计	167
4.4.1 管材挤出机头的典型结构	167
4.4.2 管材挤出机头的设计	168
4.4.3 管材定型模的设计	171
4.5 其他成型挤出机头的典型结构	174
4.5.1 棒材挤出机头的典型结构	174
4.5.2 板材与片材挤出机头的典型结构	174
4.6 挤出成型设备	177
4.6.1 挤出机的分类及结构	177
4.6.2 挤出机的规格及主要参数	178
4.6.3 机头与挤出机的连接	179
本章小结	180
思考与练习题	181
第5章 压缩模具与压注模具设计	182
5.1 压缩成型工艺	182
5.1.1 压缩成型工艺原理与特点	182
5.1.2 压缩成型工艺过程	184
5.1.3 压缩成型工艺参数及选择	185
5.2 压缩模分类及结构	186
5.2.1 压缩模分类	186
5.2.2 压缩模结构特点	190
5.3 压缩模结构组成及设计	190
5.3.1 压缩模结构组成	190
5.3.2 成型零件结构设计	191

5.3.3	导向机构设计	200
5.3.4	开模和推出机构设计	200
5.4	压力机	207
5.4.1	压力机的分类及规格	207
5.4.2	压力机与模具的关系	208
5.5	压注成型工艺	212
5.5.1	压注成型工艺原理与特点	212
5.5.2	压注成型工艺参数及选择	213
5.6	压注模的分类及结构	214
5.6.1	压注模的分类	214
5.6.2	压注模的结构组成	216
5.7	压注模主要结构设计	217
5.7.1	压注模成型零件设计	217
5.7.2	压注模浇注系统设计	221
	本章小结	224
	思考与练习题	225
第6章	其他成型模具设计	226
6.1	中空吹塑成型	226
6.1.1	中空吹塑成型的分类及工艺过程	226
6.1.2	中空吹塑成型的工艺参数选择	228
6.1.3	吹塑模具结构	229
6.1.4	吹塑成型设备	230
6.1.5	吹塑成型模具的设计	232
6.2	真空成型	234
6.2.1	真空成型方法及工艺过程	234
6.2.2	真空成型塑件设计	236
6.2.3	真空成型模具设计	237
	本章小结	238
	思考与练习题	239
	思考与练习题答案	240
	参考文献	249



随着现代工业技术的发展,塑料制品在机械、电子、航空和日常生活等各个领域的应用越来越广泛,质量要求也越来越高。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。塑料成型与塑料模具在现代工业生产中占有重要地位,它的发展状况将制约或推进现代工业的发展。

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品的主要工艺装备之一,对达到塑料成型工艺要求、塑料制品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

模具称挤出成型模具或挤出模,也称挤出机头。

(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品的成型,但成型周期较长,生产效率低。

(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,最后固制定型,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品的成型。

(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品的模具。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

随着工业生产和科学技术的发展,塑料制品的应用范围不断扩大,其更新换代的速度也不断加快。塑料制品的生产正向复杂、精密、多品种、高质量和交货期短的方向发展,这就要求模具生产具有更短的周期、更低的成本和更高的质量,并促使塑料成型技术不断向前发展。目前塑料成型技术正朝着数字化、智能化、精密化、标准化、超大型化和自动化成型生产的方向发展。

(1) 模具设计、制造数字化,模具分析智能化

20世纪80年代以来,模具CAD/CAE/CAM技术已经广泛用于模具的设计与制造中,并得到迅速的发展。无论在提高生产效率、改善质量方面,还是降低成本、减轻劳动强度方面,模具CAD/CAE/CAM技术的优越性是传统的模具设计制造方法所不能比拟的。近年来,模具CAD/CAE/CAM技术发展主要有如下特点:

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。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,以便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,能有效降低模具的设计制造成本,缩短模具的研制周期,以适应日益激烈的竞争环境。

(2) 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。另一方面,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,以满足延长模具使用寿命的需要。

(3) 模具的复杂化、精密化与大型化

为了满足塑料在各种工业产品中的使用要求,塑料成型技术正朝着复杂化、精密化与大型化方向发展。大型塑料制件和精密塑料制件的成型,除了必须研制开发大型和精密的成型设备外,还需要采用先进的模具 CAD/CAE/CAM 技术来设计与制造模具。

(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也体现了模具工业发展的水平。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的专业化程度。

3. 本课程的学习目的和要求

本课程包括塑料成型工艺与塑料成型模具设计两大主题。根据专业特点和生产实际的需要,侧重于模具设计方面。通过本课程的学习,要求了解塑料成型理论知识、各种常用塑料成型的基本原理及工艺特点;了解各类塑料模具成型的基本原理、工艺过程和工艺参数,正确分析成型工艺对模具的要求;掌握各种成型模具的结构特点、设计方法,在查阅设计资料的基础上能独立设计一般复杂程度的塑料成型模具;能掌握各种成型设备与模具之间的安装关系及其对各类模具的要求;具有初步分析、解决成型现场技术问题的能力,包括具备初步分析塑件成型缺陷的原因和提出解决方法的能力。

“塑料成型工艺与模具设计”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。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,学习本课程除了重视书本的理论学习外,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、新技术。

塑料成型基础

学习目标:

1. 掌握塑料的基本组成与分类方法。
2. 掌握热塑性塑料和热固性塑料的成型工艺性能。
3. 掌握常用塑料的性能、用途、成型特点及牌号,了解塑料选用的一般原则。

1.1 塑料的组成与分类

1.1.1 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都不是单纯的聚合物(树脂),或多或少都加有添加剂。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,高分子基本上都属于长链结构。如果聚合物的分子链呈现不规

则的线状且聚合物分子是由一根根分子链组成的,则称为线型聚合物,如图 1.1(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,则称为带支链的线型聚合物,如图 1.1(b)所示;如果在大分子链之间还有一些短链把它们相互交联起来,成为立体网状结构,则称为体型聚合物(或称为网状型聚合物),如图 1.1(c)所示。

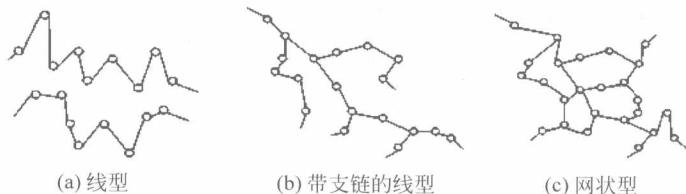


图 1.1 聚合物分子链结构示意图

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,就成为不溶不熔的固体,即使在很高的温度下(甚至被烧焦碳化)也不会软化,这样的聚合物具有热固性。而具有带支链的线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,具有不同的结构,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 1.2 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,所以聚合物的强度、硬度、刚度及熔点、耐热性和耐化学性等性能都有所提高,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。



1—晶区;2—非晶区

图 1.2 结晶型聚合物机构示意图

2. 添加剂

添加剂包括填充剂、增塑剂、稳定剂、固化剂、润滑剂和着色剂等。

(1) 填充剂

填充剂又称填料,其作用是减少合成树脂的比例,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剂后,可成为刚性强、耐热性好、价格低廉的钙塑料。有的填充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

增塑剂的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,使用过多会降低塑件的力学性能和耐热性能。

(3) 稳定剂

稳定剂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合物等。稳定剂可分为光稳定剂、热稳定剂、抗氧剂等。

(4) 固化剂

固化剂指能促使树脂固化、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件。

(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件获得美丽的色泽,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、无嗅、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,对树脂起到屏蔽作用。因此,它们还可提高塑料的稳定性。在塑料中加入金属絮片、珠光色料、磷光色料或荧光色料时,可使塑件获得特殊的光学性能。

3. 成型用塑料的配制

成型用的塑料一般是由树脂和添加剂混合而成的,其中粉料和粒料使用最为广泛。将树脂和添加剂混合后制成粉料或粒料的主要目的是便于装卸、计量和成型。

粉料的制备分为原料的准备和原料的混合两个阶段。原料的准备包括预处理、称量及输送;混合过程主要是将原料按照树脂、稳定剂、增塑剂、色料、填料、润滑剂等顺序加入混合设备中均匀混合从而制得粉料。常用的混合设备有转鼓式混合机、螺带式混合机和捏合机。

粒料与粉料在组成上是一致的,不同的只是混合的程度和形状。粒料的制备,实际上是先制成粉料,再经过塑炼和造粒而成。塑炼的目的是借助加热和剪切力使聚合物在熔化、剪切、混合等作用下驱出其中的挥发物,并进一步分散其中的不均匀组分。这样,使用塑炼后的物料就更有利于制得性能一致的制品。塑炼用的设备主要有双辊机、密炼机和挤出机等。造粒的设备主要有成粒机和切粒机两种。

1.1.2 塑料的分类

塑料的品种很多,从不同角度按照不同原则进行分类的方式也各不相同,常用的塑料分类方法有以下两种。

1. 按合成树脂的分子结构及其受热时呈现的基本行为分类

(1) 热塑性塑料

这类塑料的合成树脂都是线型或带支链的线型结构的聚合物,因而受热变软,成为可流动的黏稠液体。在此状态下具有可塑性,可加工成一定形状的塑件,并可经冷却定型;如再加热,又可变软加工成另一形状,如此可以反复进行多次。简而言之,热塑性塑料是由可以反复加热而仍具有可塑性的合成树脂制得的塑料。热塑性塑料在成型加工过程中,一般只有物理变化,因而其变化过程是可逆的。常见的热塑性塑料有聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚氯乙烯、有机玻璃、聚酰胺、聚甲醛、ABS、聚碳酸酯、聚苯醚、聚砜和聚四氟乙烯等。

(2) 热固性塑料

与前者相比主要不同之处是:不但合成树脂有所不同,而且在添加剂中还加入了固化剂。因此在加热过程中,当温度达到使固化剂产生化学变化的温度时,其分子结构从线型结构或带支链型结构变为网状的交联体型结构而固化,再加热也不再变化,成为既不熔化又不溶解的物质。整个成型过程中既有物理变化也有化学变化,其过程是不可逆的。常用的热固性塑料有酚醛塑料、氨基塑料、环氧树脂、脲醛塑料、三聚氰胺甲醛和聚酯等。

2. 按塑料的用途分类

(1) 通用塑料

通用塑料即普通的易于成型、产量大、用途广而又廉价的塑料,最常用的有聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、酚醛塑料和氨基塑料六大品种。它们可作为日常生活用品,包装材料以及一般小型机械零件,它们的产量占塑料总产量的一大半以上,构成了塑料工业的主体。

(2) 工程塑料

工程塑料指那些具有突出的力学性能和耐热性,或具有优异的耐化学试剂、耐溶剂性,或在变化的环境条件下可保持良好绝缘性能的塑料。工程塑料一般可作为承载结构件、耐热件、耐腐蚀件、绝缘件等使用。工程塑料的生产批量小,价格较昂贵,用途范围相对狭窄。从广义上来说,几乎所有的塑料都可以作为工程塑料使用,但实际上目前常用的工程塑料仅包括聚酰胺、聚甲醛、ABS、聚碳酸酯、聚砜、聚酰亚胺、聚苯硫醚、聚四氟乙烯等几种。

(3) 特种塑料

特种塑料又称功能塑料,即具有特种功能的塑料。如耐高温、低温、高冲击、具有高强度的塑料;具有导电或超导功能的塑料(即导磁、吸波、光敏、记忆性及超导功能)等。特种塑料一般是由通用塑料或工程塑料用树脂经特殊处理或改性获得的,但也有一些是由专门合成的特种树脂制成的。

1.2 塑料的一般工艺特性

1.2.1 聚合物的热力学性能

塑料是由树脂和添加剂组成的,树脂即聚合物的性能决定了塑料的性能。而聚合物的物理力学性能与温度密切相关。当温度变化时,聚合物的受力行为发生变化,呈现出不同的力学状态,表现出分阶段的力学性能特点。图 1.3 中曲线 1 为线型无定型聚合物在恒定压力作用下变形量与温度的关系曲线,也叫热力学曲线。此曲线明显分三个阶段,即线型无定型聚合物常存在的三种物理状态:玻璃态、高弹态和黏流态。

在温度较低时(低于 θ_g 温度),变形量随温度的变化很小,而且此过程是可逆的;但弹性模量较高,聚合物处于此状态时表现为玻璃态。此时,物体受力的变形符合虎克定律——应变与应力成正比,并在瞬时达到平衡。当温度上升时(在 θ_g 至 θ_f 之间),曲线开始急剧变化,但很快趋于水平。聚合物的体积膨胀,变化为柔软而富有弹性的高弹态。此时变形量很大,而弹性模量显著降低,外力去除后变形量可以回复,弹性是可逆的。如果温度继续上升(高于 θ_f 温度),变形迅速发展,弹性模量下降很快,聚合物随即产生黏性流动,成为黏流态。此时变形是不可逆的,物质为流体。这里 θ_g 为玻璃态与高弹态间的转变温度,称为玻璃化温度; θ_f 为高弹态与黏流态之间的转变温度,称为黏流温度。在常温下,玻璃态的典型材料是有机玻璃,高弹态的典型材料是橡胶,黏流态的典型材料是熔融树脂(如胶粘剂)。