国家“十一五”应用型人才培养规划教材

塑料成型模具设计与制造

（第2版）

SULIAO CHENGXING MOJU SHEJI YU ZHIZAO

李力 崔江红 肖庆和 刘宏丽 编著

国防工业出版社
National Defense Industry Press

TQ320.66
63
2009

TQ320.66
63
2009

国家“十一五”应用型人才培养规划教材

塑料成型模具设计与制造

（第2版）

李力　崔江红　肖庆和　刘宏丽　编著

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

塑料成型模具设计与制造/李力等编著.—2版. —北京:国防工业出版社,2009.1
国家"十一五"应用型人才培养规划教材
ISBN 978-7-118-06038-6

Ⅰ.塑... Ⅱ.李... Ⅲ.①塑料模具-塑料成型-设计-高等学校-教材②塑料模具-塑料成型-制造-高等学校-教材 Ⅳ.TQ320.66

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第175695号

※

国防工业出版社出版发行
(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100048)
北京奥鑫印刷厂印刷
新华书店经售

※

开本 787×1092 1/16 **印张** 22 **字数** 508千字
2009年1月第2版第1次印刷 **印数** 1—4000册 **定价** 38.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422 发行邮购:(010)68414474
发行传真:(010)68411535 发行业务:(010)68472764

前　言

塑料，以其独特的性能、亮丽的外观、低廉的价格等优势，在国民经济和人们的日常生活中占据了重要的地位，随着国民经济的发展和人民生活水平的日益提高，对塑料制品的生产效率和制造质量也提出了越来越高的要求。

在塑料制品的制造中，塑料成型模具对制品的成本和质量起着十分关键的作用，为了满足塑料工业不断发展的需要，人们对塑料模具的设计和制造技术进行了大量的研究和探索，并获得了许多新的设计和制造方法。

为了满足当前社会上对塑料模具设计和制造方法的了解及掌握设计技巧，特别是模具三维造型的设计技巧，我们根据教学和工程设计的需要编写了《塑料成型模具设计与制造》。书中根据教学和工程设计的需要，用通俗易懂的风格和图文并茂的形式全面介绍了塑料模具的设计和制造方法。本书的主要作者均具有多年的工程设计经验和教学经验，在本书的编写中，力求使自己的工程实践经验和理论教学经验体现在书本的内容中，使读者花最少的时间、以最直观的方式获取较多的知识，并力求各部分具有较好的可操作性。

本书共分为十四章，由中原工学院李力、崔江红、肖庆和等人执笔完成。其中，绪论及第一章、第二章、第三章由李力完成；第四章和第五章由郑州大学的覃寿同完成；第六章、第七章和第八章由郑州大学的闫志华完成；第九章、第十一章及附录部分由中原工学院的苏朝化完成；第十二章的第一节由肖庆和完成；第十二章的第三节、第四节、第五节由郑州航空管理学院的程俊伟完成；第十三章由崔江红完成；第十二章的第二节和第十四章的第一节、第二节、第三节由河南职业技术学院的彭伟完成；第十四章的第四节由大连工业大学职业技术学院的刘宏丽完成。

在本书的编著过程中，得到了张新令、龚春阳、孔振海、杨宗、张彦峰、邵旭莹、张迎晓等同志的大力协助，在此对他们表示衷心的感谢。

书稿虽然经过多次修改，仍难免有不足之处，欢迎读者提出批评和建议。

李 力

2007 年 1 月 1 日

目　录

绪论 …… 1
第一章　塑料成型基础 …… 3
1.1　塑料概述 …… 3
1.1.1　塑料的组成 …… 3
1.1.2　塑料的分类 …… 4
1.1.3　塑料的特性 …… 5
1.1.4　常用热塑性塑料的使用性能 …… 8
1.1.5　常用热塑性塑料的成型性能 …… 9
1.2　塑料制品成型的常用方法及成型设备 …… 11
1.2.1　注塑成型 …… 11
1.2.2　压塑成型 …… 16
1.2.3　压铸成型 …… 16
1.2.4　中空成型 …… 17
1.2.5　挤出成型 …… 17
复习思考题 …… 17
第二章　塑料制品的设计原则 …… 18
2.1　塑料制品几何形状的设计要求 …… 18
2.2　金属嵌件的设计 …… 22
2.3　螺纹的设计 …… 25
2.4　齿轮的设计 …… 26
2.5　尺寸精度与表面粗糙度 …… 27
复习思考题 …… 29
第三章　塑料注塑模具设计 …… 30
3.1　注塑模的基本结构与分类 …… 30
3.1.1　注塑模的基本组成 …… 30
3.1.2　注塑模的分类 …… 31
3.2　注塑模的设计步骤 …… 35
3.3　注塑模与注塑机的关系 …… 36
3.3.1　最大注塑量 …… 36
3.3.2　锁模力 …… 36
3.3.3　注射压力 …… 37
3.3.4　模具在注塑机上的安装尺寸校核 …… 37

试读结束，需要全本PDF请购买 www.ertongbook.com

3.4 开模行程的校核 …… 38
复习思考题 …… 39
第四章 注塑模浇注系统设计 …… 40
4.1 普通流道浇注系统设计 …… 40
4.1.1 浇注系统的作用 …… 40
4.1.2 浇注系统的组成 …… 40
4.1.3 浇注系统的设计 …… 41
4.1.4 浇注系统的平衡进料 …… 49
4.2 无流道浇注系统设计 …… 53
4.2.1 无流道浇注系统概况 …… 53
4.2.2 绝热流道 …… 54
4.2.3 热流道模具 …… 55
复习思考题 …… 57
第五章 注塑模成型部分设计 …… 58
5.1 型腔的总体布局 …… 58
5.1.1 型腔的数目和配置 …… 58
5.1.2 分型面的设计 …… 60
5.1.3 排气结构设计 …… 61
5.2 成型零件的结构设计 …… 62
5.2.1 凹模的结构 …… 62
5.2.2 凸模和成型杆的结构 …… 64
5.2.3 螺纹型芯和型环的结构 …… 65
5.3 成型零件的工作尺寸计算 …… 66
5.3.1 型腔和型芯的尺寸计算 …… 66
5.3.2 螺纹型芯和型环的尺寸计算 …… 69
5.4 型腔壁厚的计算 …… 70
5.4.1 概述 …… 70
5.4.2 矩形型腔的壁厚和底板厚度计算方法 …… 71
5.4.3 圆形型腔的壁厚和底板厚度计算方法 …… 74
复习思考题 …… 75
第六章 注塑模导向和顶出机构设计 …… 76
6.1 导向机构的设计 …… 76
6.2 顶出机构的设计 …… 78
6.2.1 顶出机构的组成与工作原理 …… 78
6.2.2 顶出机构的类型 …… 79
6.2.3 常用顶出零件的结构与设计原则 …… 86
6.2.4 脱模力及顶出零件的尺寸计算 …… 88
复习思考题 …… 90
第七章 注塑模侧向抽芯机构的设计 …… 91

7.1 抽芯机构的分类与结构 …… 91
7.1.1 抽芯机构的类型 …… 91
7.1.2 斜导柱抽芯机构 …… 92
7.1.3 弯销抽芯机构 …… 96
7.1.4 斜导槽抽芯机构 …… 97
7.1.5 齿轮齿条抽芯机构 …… 97
7.2 斜导柱的设计计算 …… 98
7.2.1 斜导柱的安装形式 …… 98
7.2.2 斜导柱的形状和尺寸 …… 98
7.2.3 斜导柱工作参数的确定 …… 99
复习思考题 …… 101
第八章 模具温度调节系统的设计 …… 102
8.1 模具温度的影响 …… 102
8.1.1 模具温度对成型质量的影响 …… 102
8.1.2 模具温度对生产效率的影响 …… 102
8.2 常用塑料对模具温度的要求 …… 102
8.3 冷却装置的设计原则 …… 103
8.4 冷却装置的典型结构 …… 104
8.5 冷却计算 …… 106
8.5.1 冷却时间的衡量标准 …… 106
8.5.2 计算冷却时间的经验公式 …… 106
8.5.3 冷却管道设计 …… 107
复习思考题 …… 109
第九章 塑料压塑模的设计 …… 110
9.1 压塑成型的特点及模具结构 …… 110
9.1.1 压塑成型的特点 …… 110
9.1.2 压塑模具的典型结构 …… 110
9.1.3 压塑模具的分类 …… 111
9.2 压塑模具与压力机的关系 …… 113
9.2.1 塑料液压机的分类 …… 113
9.2.2 液压机的主要技术参数 …… 114
9.2.3 与压力机有关的校核 …… 116
9.3 压塑模的结构设计 …… 117
9.3.1 加料室的设计及计算 …… 118
9.3.2 压塑模凸、凹模的结构 …… 119
9.3.3 压塑模的顶出机构 …… 121
复习思考题 …… 122
第十章 压铸模的设计 …… 123
10.1 压铸成型概况 …… 123

10.1.1 压铸成型的特点…… 123
10.1.2 压铸模具的分类…… 123
10.2 压铸模具与压力机的关系…… 125
10.2.1 普通液压机上的压铸模计算…… 125
10.2.2 专用液压机上的压铸模计算…… 125
10.3 压铸模的结构设计…… 126
10.3.1 加料室的设计…… 126
10.3.2 压柱的结构设计…… 128
10.3.3 浇注系统的设计…… 129
10.3.4 排气槽的开设…… 130
复习思考题…… 130
第十一章 其他成型方法…… 131
11.1 中空成型模具…… 131
11.1.1 中空成型的分类和基本结构…… 131
11.1.2 中空成型模具的设计要点…… 132
11.2 真空成型模具…… 134
11.2.1 真空成型的特点和方法…… 134
11.2.2 真空成型模具的设计要点…… 135
11.3 压缩空气成型模具…… 137
11.3.1 压缩空气成型的特点…… 137
11.3.2 压缩空气成型模具的设计要点…… 139
复习思考题…… 139
第十二章 塑料模具的数控加工基础…… 140
12.1 数控加工的基本概念…… 140
12.1.1 数控机床的分类与选用…… 140
12.1.2 数控机床的发展趋势…… 147
12.1.3 数控加工程序编制…… 150
12.1.4 常用数控指令及用法…… 161
12.2 数控加工工艺设计基础…… 178
12.3 模具制造工艺基础…… 190
12.3.1 模具加工方法…… 190
12.3.2 模具制造工艺设计…… 192
12.3.3 常用模具铣削加工刀具…… 201
12.4 几种模具加工的典型实例…… 203
12.4.1 模具的数控铣削加工与编程…… 203
12.4.2 塑料模具的数控线切割加工及编程实例…… 213
12.5 模具的高速切削加工简介…… 220
12.5.1 高速切削的基本概念…… 220
12.5.2 高速切削加工在模具制造中的应用…… 223

复习思考题 …… 225
第十三章 模具 CAD/CAE/CAM 设计基础 …… 228
13.1 概述 …… 228
13.2 Pro/E Wildfire 3.0 软件基本操作及范例 …… 228
13.2.1 用户界面 …… 228
13.2.2 基本操作 …… 230
13.2.3 2D 参数化图形绘制及设计范例 …… 231
13.2.4 Pro/E Wildfire 3D 模型的创建及设计范例 …… 236
13.2.5 虚拟装配设计及范例 …… 253
13.2.6 工程图输出及范例 …… 256
13.3 塑料顾问(Plastic Advisor) …… 258
13.3.1 塑料顾问简介 …… 258
13.3.2 模流分析工作界面 …… 259
13.4 Mastercam X 软件技术基础 …… 261
13.4.1 Mastercam X 软件简介 …… 261
13.4.2 Mastercam X 的工作界面 …… 261
13.4.3 基本操作 …… 263
13.4.4 操作范例 1 …… 266
13.4.5 Mastercam X 的三维曲面加工 …… 273
13.4.6 三维曲面 CAD/CAM 实现的操作步骤及思路 …… 274
思考题与习题 …… 275
第十四章 注塑模 CAD/CAE/CAM 综合应用实例 …… 278
14.1 概述 …… 278
14.2 注塑模模具 CAD …… 278
14.2.1 计算塑件的体积和质量 …… 278
14.2.2 注塑模模具 CAD 计算过程 …… 279
14.2.3 EMX5.0 模具专家系统应用 …… 291
14.3 注塑模 CAE …… 300
14.4 注塑模 CAM …… 307
14.4.1 肥皂盒凸模加工工艺及 CAM 加工范例 …… 307
14.4.2 肥皂盒凹模加工工艺及 CAM 加工范例 …… 323
思考题与习题 …… 336
附录 …… 338
参考文献 …… 342

绪　论

1. 塑料工业概况

塑料，于我们周围无处不在。在国民经济的发展中，塑料产品几乎涉及了所有的领域，在航空航天、交通运输、邮电通信、仪器仪表、家用电器等行业中塑料更是不可缺少的材料。

自从塑料产生以来，从最初的稀有到今天的大众化，经历了快速的发展过程。1909年，美国的贝克兰发明了塑料。20世纪30年代，世界上又有了尼龙。40年代，随着石油化学工业的发展，塑料的原料以石油取代了煤炭，塑料制造业从此也得到了飞速的发展。40年代，科学家研制出了聚氯乙烯、聚苯乙烯、高压聚乙烯等塑料。50年代研制出了低压聚乙烯。60年代，在工业生产中又有了聚丙烯、ABS等塑料品种。随着科学技术的发展和对塑料的大量需求，目前塑料工业的发展更是日新月异，新的塑料品种不断出现，几乎每隔四五年，塑料的产量都会翻一番。

塑料产品的制造需要大量的模具对其进行成型。例如在家用电器行业中，一台电冰箱需要300多套模具，一台全自动洗衣机大约需要200套模具，一台彩电需要100多套模具。其中仅彩电模具每年我国就有将近30亿元的市场。正是由于高速发展的塑料工业对模具的大量需求，使模具工业成为许多国家经济发展的支柱产业，并在这些国家受到高度重视。在欧美等的一些工业发达国家，模具工业被称为“点铁成金”的“磁力工业”；在美国，模具工业被誉为“美国工业的基石”；在日本，模具工业被认为是“促进日本经济繁荣富裕的动力”；德国则认为模具工业是所有工业中的“关键工业”。目前，世界模具工业的发展已超过了新兴的电子工业，全世界模具的年产值约为650亿美元，仅仅在日本，模具工业的年产值已达到13000亿日元，远远超过日本机床总产值9000亿日元的数量。

由于模具在国民经济中的重要作用，我国对模具工业也十分重视，早在20世纪80年代末期，在国务院颁布的“当前产业政策要点的决定”中，就把模具制造列为机械工业中国家重点扶持的第一位。近年来，我国的模具工业一直以每年13%～15%的增长速度飞速发展，目前在国际上的排名已跃居第三位，仅次于日本和美国。

在当前各行业生产高速发展的背景下，塑料制品的品种和需求量不断增加，产品更新换代的周期越来越短，这对塑料模具的质量和生产成本也提出了更高的要求。塑料模具设计水平的高低、制造设备的配备与否、模具质量的好坏，直接影响着塑料产品的质量，影响着新产品的开发和老产品的更新换代，也成为衡量一个国家制造水平的重要标志。为了适应塑料成型生产发展的需要，在塑料模具的设计和制造中，许多国家都作了大量的研究，如美国Parametric Technology公司的Pro/Engineer、澳大利亚Moldflow公司的MPA塑模分析软件，以及我国华中理工大学开发的HSC5.0和北航开发的CAXA等。这些软件的应用能够对成型过程进行模拟（如对充模和冷却进行模拟），并对参数进

行合理的修正，为塑料模具的设计质量和制造质量提供了可靠的保证。

2. 塑料模具的发展方向

近些年来，我国的模具工业虽然有较大的发展，但是与工业发达的国家相比，在许多方面仍然有较大的差距。例如，精密加工设备较少，先进技术的普及率不高，大型 、精密、复杂和长寿命模具的制造技术还不完善，这些都需要在今后的发展中逐步予以充实。

从塑料模具的设计质量和制造成本出发，我国塑料模具的发展主要可以从以下几方面考虑。

1) 在塑料模具设计和制造中应用 CAD/CAM/CAE 技术

在塑料模具的设计和制造中，为了提高模具的设计制造质量和降低塑料产品的生产成本，在需要大型、精密、复杂、长寿命模具设计中，特别是在多型腔模具的平衡设计中，应用 CAD/CAM/CAE 技术具有不可替代的优势。

当前，CAD/CAM 技术已发展成为一项比较成熟的技术，塑料制品及模具的 3D 设计与成型过程中的 3D 分析将在我国塑料模具工业中发挥越来越重要的作用。在今后的塑料模具研究方向中，CAD/CAM 软件的智能化程度将得到进一步提高。

2) 应用热流道技术，发展气体辅助成型

由于热流道模具成型后的制品没有残留的凝料，所以这种成型方法可以节省大量的塑料制品原材料，而且利于实现自动化，提高产品的生产率。在塑料的成型中，特别是在大中型塑料制品的成型中，使用这种结构所产生的效益是相当可观的。当前，塑料材料的价格一直在逐年攀升，在这种情况下，热流道技术的推广和应用有着更加重要的意义。此外，热流道内的塑料溶体在成型中更容易流动，对于大型、薄壁、难以加工的塑料产品的成型比较容易，脱模后产品的残余应力较低，产品变形小，所以制品的成型质量较好。由于热流道模具的这些特点，一些工业发达国家一直十分重视热流道技术的发展和应用，在欧洲国家应用率已达 35%，在美国应用率为 24%。在我国，目前对热流道技术的应用率仅有 7%。在今后的塑料模具研制中，需要重视热流道技术的发展和应用，以逐步缩小与发达国家的差距。

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。在这种成型方法中，模具设计和控制的难度较大，在这方面的研究中，需要着力于气体辅助成型流动分析软件的研究。

3) 发展快速成型制造技术，缩短模具的设计制造周期，降低生产成本

4) 应用优质材料和先进的表面处理技术，提高模具寿命和质量，降低塑料产品的生产成本

5) 提高塑料模具标准化水平和标准件的使用率

在工业生产中采用标准化，可以较好地保证产品质量，缩短生产周期，降低生产成本。目前，工业发达国家模具标准化的商品化程度已达到 70%～80%，但是在我国还不足 30%，我国在模具生产的标准化程度方面与一些工业发达国家相比，仍有较大的差距。今后在模具的设计和制造中，一方面应加强标准化规范的制订，并严格标准化的管理；另一方面，应加大塑料模具标准零部件商品化的规模。

塑料模具是一项新兴的产业，随着塑料产品品种和市场需求的不断增长，随着塑料模具设计和制造技术的不断提高，我国塑料模具产业将会有更好的发展前景。

试读结束，需要全本PDF请购买 www.ertongbook.com

第一章　塑料成型基础

1.1　塑料概述

通常所用的塑料并不是一种纯物质，它是由许多材料配制而成的。其中高分子聚合物(或称合成树脂)是塑料的主要成分，为了改进塑料的性能，还要在合成树脂中根据使用要求加入某些添加剂。塑料以其独特的性能和价格上的优势，在许多领域得到广泛的应用。

1.1.1　塑料的组成

1. 合成树脂

合成树脂是塑料的主要成分，在塑料中的含量占 40%～100%，树脂的性质常常决定了塑料的性质。

树脂与塑料是两个不同的概念。树脂是一种未加工的原始聚合物，它不仅用于制造塑料，而且还是涂料、胶黏剂以及合成纤维的原料。而塑料除了极少一部分含 100%的树脂外，绝大多数除了主要成分树脂外，还需要加入其他物质。

2. 填充剂

填充剂是为了降低塑料成本，改善塑料的某些性能在塑料中添加的一些材料。

常用的填充剂有：木屑、碎布、各种织物纤维、纸张、玻璃纤维、硅藻土、石棉、炭黑等。

填充剂在塑料中主要有以下作用：

(1) 加入廉价材料，降低成本。

(2) 改善塑料性能，在塑料中加入填充剂之后，可以改善其机械性能、电性能、耐热性、蠕变性、加工收缩性等。

填充剂在塑料中的含量为 20%～50%。

3. 增塑剂

增塑剂是能与树脂混溶，无毒，无味，对光、热稳定的高沸点有机化合物。常用的增塑剂有邻苯二甲酸酯类、磷酸酯类、氧化石蜡等。

增塑剂在塑料中有以下作用：

(1) 提高塑料的塑性、柔软性、流动性。例如生产聚氯乙烯塑料时，如果加入较多的增塑剂，得到的是软质聚氯乙烯塑料。如果不加或少加增塑剂(用量小于 10%)，得到的是硬质聚氯乙烯塑料。

(2) 改善塑料的机械性能和加工性能。对增塑剂的要求是与树脂的混溶性好，无色，无味，性能稳定，挥发性小。

4. 稳定剂

稳定剂有抗氧化剂和紫外线吸收剂两大类。常用的抗氧化剂为酚类和胺类有机物；紫外线吸收剂能强烈地吸收紫外光，并将其能量转变后以无害的热能形式放出，如二苯甲酮类和苯并三唑类。

稳定剂在塑料中起以下作用：① 减缓或阻止塑料的老化。② 防止塑料颜色的消褪。

5. 润滑剂

润滑剂在塑料中起如下作用：① 使制品表面光滑；② 防止塑料加工成型时黏附模具；③ 提高塑料的流动性。

常用的润滑剂有硬酯酸、石墨、二硫化钼。

6. 固化剂

固化剂能使高分子树脂由线型结构转变为体型结构，某些树脂在成型前加入固化剂之后才能变成坚硬的材料。

7. 着色剂

着色剂能使塑料具有各种不同的颜色。

除上述成分之外，还可以根据使用要求在塑料中添加一些其他成分，如阻燃剂、发泡剂、抗静电剂、特效透明剂等。

1.1.2 塑料的分类

1. 按塑料的制造方法分类

(1) 由聚合反应得到的塑料。将许多低分子单体化合成高分子化合物，在反应过程中无低分子物质析出，如尼龙、聚苯乙烯、聚甲醛等。

(2) 由聚缩反应得到的塑料。由单体化合成高分子化合物时，同时析出低分子物质，如酚醛树脂、有机硅树脂。

2. 按塑料受热后的性质分类

(1) 热塑性塑料。热塑性塑料主要由聚合反应得到，其分子为链状或树枝状结构（图1-1），这些分子受热后变为流动状态。所以，热塑性塑料具有受热软化，冷却变硬，可反复多次成型，耐热性和刚性低等性能。

图 1-1 分子链的结构示意图

常用的热塑性塑料有聚乙烯、聚苯乙烯、聚氯乙烯、聚丙烯、聚甲醛、聚酰胺等。热塑性塑料制品的主要成型方法有注塑、吹塑、挤压等。

(2) 热固性塑料。热固性塑料主要由聚缩反应得到，其分子在固化前是链状或树枝

状结构，固化后成为网状结构（图 1-1）。所以热固性塑料第一次加热时可以软化流动，此后再加热时，就不能再变软了。这类塑料不仅不能再熔触，也不溶于任何溶剂中。

常用的热固性塑料有酚醛树脂、环氧树脂、不饱和聚酯、聚酰亚胺、有机硅等。

热固性塑料制品的主要成型方法有压塑、压铸等。

3. 按塑料的用途分类

(1) 通用塑料。通用塑料是具有一般用途的塑料。此类塑料有良好的成型工艺性，不具有突出的综合力学性能和耐热性，不宜用于承载要求较高的结构件和在较高温度下工作的耐热件。通用塑料的制造成本低，应用范围广，产量也比较大，占塑料总量的 80% 左右。

常用的通用塑料有聚乙烯、聚苯乙烯、聚氯乙烯、聚丙烯、酚醛塑料等。

(2) 工程塑料。工程塑料是指那些具有突出力学性能和耐热性，或在变化的环境条件下可保持良好绝缘介电性能的塑料。工程塑料可代替金属作为工程材料，可以作为承载结构件，升温环境下的耐热件和承载件以及升温条件、潮湿条件、大范围变频条件下的介电制品和绝缘用品。

常用的工程塑料有聚碳酸酯、聚酰胺（尼龙）、聚甲醛、聚砜、ABS、环氧塑料等。

4. 按树脂大分子的有序状态分类

(1) 无定型塑料。在这种塑料中，树脂大分子的排列是无序的。这种塑料的分子链不会产生有序的整齐堆砌形成结晶结构，而是呈现无规则的随机排列。在纯树脂状态时，这种塑料是透明的。

常用的无定型塑料有聚苯乙烯、聚氯乙烯、ABS 等。

(2) 结晶型塑料。在这种塑料中，树脂大分子的排列是有序的。从熔融状态冷却变为制品的过程中，树脂的分子链能够有序地紧密堆砌产生结晶结构。结晶结构只存在于热塑性塑料中。

常用的结晶型塑料有聚乙烯、聚丙烯、聚酰胺等。

结晶型塑料的成型特点：

(1) 由于结晶型塑料需要加热到熔点以上才能软化，所以结晶型塑料达到成型温度比无定型塑料达到成型温度需要更多热量。

(2) 冷却硬化时，由于结晶型塑料比无定型塑料放出的热量多，因此冷却的时间较长。

(3) 结晶型塑料的成型收缩率大，为 0.5%~3.0%（无定型塑料的收缩率为 0.4%~0.6%），且有方向性。

(4) 结晶型塑料制品容易翘曲开裂。

(5) 冷却速度对结晶度影响较大，缓冷可提高结晶度，急冷降低结晶度。

1.1.3 塑料的特性

1. 塑料的使用特性

与其他材料相比，塑料在使用和加工中具有以下优点：

(1) 塑料具有可塑性。通过加热的方法可以使固体的塑料变软，把变软的塑料放在模具中，令其冷却后又能重新凝固成一定形状的固体。塑料的这种性质也有一定的缺陷，

即遇热时容易软化变形。

(2) 塑料的质量比较轻。与金属相比，塑料的质量比较轻，在相同体积下其质量是铝的 1/2，钢的 1/4。

(3) 塑料具有较高的强度。塑料虽然没有金属那样坚硬，但与玻璃、陶瓷、木材等相比，还是具有比较高的强度及耐磨性。塑料可以制成机器上坚固的齿轮和轴承。

(4) 塑料具有耐腐蚀性。塑料不像金属那样在潮湿的空气中会生锈，也不像木材那样在潮湿的环境中易腐烂或被微生物侵蚀。另外，塑料不受碱类、酸类、盐类物质及汽油、气体、氧化剂的腐蚀。

(5) 塑料的绝缘性能好。塑料的分子链是原子以共价键结合起来的，分子既不能电离，也不能在结构中传递电子，所以塑料具有良好的绝缘性能。

(6) 塑料的耐磨性能好。大部分塑料的摩擦系数都很低，而且具有良好的耐磨性能，用塑料制作的轴承、齿轮、活塞环、密封圈等零件可以在腐蚀介质中或在少油、无油润滑的条件下正常工作。

(7) 塑料的加工性能好。制造塑料零件时，塑料成型的工艺简单，生产效率高。热塑性塑料还可以多次反复加工。

塑料在使用和加工中具有以下缺点：① 刚性差；② 耐热性差，易老化，易蠕变；③ 成型收缩率大；④ 尺寸稳定性差。

2. 塑料的成型特性

1) 塑料的成型收缩性

塑料制品从模具中取出后，尺寸会产生较大的收缩。在塑料制品的生产和模具的设计中，把塑料产生收缩的特性称为塑料的收缩性。制品的收缩量除了与塑料本身的热胀冷缩有关之外，还与制品的形状、制品的成型工艺等因素有关。在塑料模具的设计中，将塑料的收缩性用收缩率表示。

塑料制品的收缩量可以用塑料制品的实际收缩率来表达。

(1) 塑料的实际收缩率：

$$S_{实}=\frac{a-b}{b}\times 100\% \tag{1-1}$$

式中：a 为成型温度时的制品尺寸；b 为常温时的制品尺寸。

由于成型温度时的制品尺寸无法测量，而且这一尺寸与模具型腔的尺寸比较接近，所以，在计算中用常温下的模具尺寸取代成型温度时的制品尺寸，由此可用式（1-2）计算塑件的收缩率。

(2) 制品的计算收缩率：

$$S_{计}=\frac{c-b}{b}\times 100\% \tag{1-2}$$

式中：c 为常温时的模具尺寸。

(3) 根据以上关系，可求得型芯和型腔尺寸：

$$c=b\left(1+S_{计}\right) \tag{1-3}$$

表 1-1 中列出了一些收缩范围不大的常用塑料收缩量。

表 1-1　收缩范围不大的常用塑料收缩量

塑料名称	收 缩 量	塑料名称	收 缩 量
聚苯乙烯	0.5～0.8	聚碳酸酯	0.5～0.8
硬聚氯乙烯	0.6～1.5	聚砜	0.4～0.8
聚甲基丙烯酸甲酯	0.5～0.7	ABS	0.3～0.8
有机玻璃	0.5～0.9	氯化聚醚	0.4～0.6
硬聚氯乙烯	1.5～2	注射酚醛	1～1.2
聚苯醚	0.5～1	醋酸纤维素	0.5～0.7

表 1-2 中列出了一些收缩范围较大的常用塑料收缩率。

表 1-2　收缩范围较大的常用塑料收缩率

塑料名称	塑料壁厚/mm									高度方向与水平方向的百分比/%
	1	2	3	4	5	6	7	8	>8	
尼龙 1010	0.5～1		1.1～1.3 1.4～1.6		1.8～2		2～2.5		2.5～4	70
聚丙烯	1～2			2～2.5		2.5～3				120～140
低压聚乙烯	1.5～2			2～2.5					2.5～3.5	110～150
聚甲醛	1～1.5			1.5～2			2～2.6			105～120

(4) 收缩率的选取原则。由于影响收缩率的因素较多，在选取收缩率时应根据塑件的具体情况区别对待，一般来说应遵循以下原则：① 对收缩率范围较小的塑料，取平均收缩率。② 对收缩率范围较大的塑料，可根据塑件的形状选取。对壁厚的制品，取上限；对壁薄的制品，取下限。③ 应考虑注射成型中的工艺对收缩率的影响。注射压力越高，收缩率越小；注射温度越高，收缩率越大；注射时间越短，收缩率越大。④ 当塑料的收缩率很大时，可根据有关的图表选取。

2) 热敏性

有些塑料在高温下易变色和分解。具有该特性的塑料为热敏性塑料。硬聚氯乙烯、醋酸乙烯共聚物、聚甲醛、聚三氟氯乙烯等均属于热敏性塑料。这种塑料在分解时产生单体、气体、固体等副产物，特别是有的分解气体对人体、设备、模具都有刺激、腐蚀作用或毒性。因此，对此类塑料成型时，在模具设计、选择注塑机及成型工艺中应注意以下问题：① 应尽量选用螺杆式注塑机；② 浇注系统截面宜大；③ 模具和料筒的材料

应耐腐蚀或进行镀铬处理；④ 必须严格控制成型温度；⑤ 可在塑料中加入稳定剂，减弱其热敏性能。

3) 水敏性

有些塑料含有少量水分就会在高温、高压下分解，具有该特性的塑料为水敏性塑料，如聚碳酸酯。对此类塑料必须应预先加热干燥。

4) 吸湿性

有些塑料有很强的吸湿性，例如聚酰胺就是一种吸湿性强的塑料。对于此类塑料，成型前如果不进行充分的干燥处理，成型中在高温、高压下，水分会变成气体或发生水解作用，使树脂起泡、流动性下降并影响外观及力学性能；成型后还应将制品进行调湿处理，以减小因吸湿产生的尺寸变化。

1.1.4 常用热塑性塑料的使用性能

1. 聚乙烯(PE)

聚乙烯是以石油加工中产生的乙烯为原料聚合而成的，由于聚乙烯的原料来源充足，制造简单，并且具有许多良好的性能，所以聚乙烯的应用广泛，产量也居于塑料工业的首位。

聚乙烯为乳白色，无味，有较好的耐寒性能，在－60℃下仍具有机械性能，在－70℃下仍有一定的柔软性。聚乙烯有很多种，按聚合时所受压力的不同,主要可分为以下几种。

(1) 高压聚乙烯（低密度聚乙烯 LDPE）。大分子结构成链状，密度低、质地柔软、机械强度低、熔点也较低，外观为半透明乳白色，适宜制造薄膜、日常用品等。这种塑料的使用温度在80℃以下。

(2) 中压聚乙烯（中密度聚乙烯 MDPE）与低压聚乙烯（高密度聚乙烯 HDPE）。大分子结构呈线状，密度高、强度大、熔点也较高，外观成不透明的乳白色。宜制成绳子、空心容器及工业配件等。中、低压聚乙烯的使用温度在100℃以下。

2. 聚氯乙烯(PVC)

聚氯乙烯是由氯乙烯单体聚合而成的高分子化合物。这种塑料具有不易燃性、高强度、耐气候变化性以及优良的几何稳定性。对氧化剂、还原剂和强酸都有很强的抵抗力。但是它能够被浓氧化酸（如浓硫酸、浓硝酸）所腐蚀。这种塑料在生产和生活中应用广泛，产量仅次于聚乙烯。根据添加剂的不同，聚氯乙烯可分为硬聚氯乙烯和软聚氯乙烯。

(1) 硬聚氯乙烯。硬聚氯乙烯的成分为聚氯乙烯＋3%左右的稳定剂，有时加入少量的填充剂和增塑剂。硬聚氯乙烯具有抗拉、抗压、抗弯、抗冲击的性能。这种塑料可用来制造机械零件、电气绝缘用品、管道、板料、型材等。

(2) 软聚氯乙烯。软聚氯乙烯的成分为聚氯乙烯＋30%～80%的增塑剂。软聚氯乙烯性质柔软、弹性好、耐寒。这种塑料可用来制造电线绝缘层、人造革、日用品（如雨衣、凉鞋、台布）等。

3. 聚苯乙烯(PS)

聚苯乙烯由苯乙烯聚合而成，是发现最早的一种塑料。这种塑料具有良好的透

试读结束，需要全本PDF请购买 www.ertongbook.com