

塑料成型工艺 与模具设计



主 编 ● 于丽君

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

普通高等院校机械类及相关学科规划教材

塑料成型工艺与模具设计

主 编 于丽君

副主编 李 雅



 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书以典型模具为载体,按照模具设计的整个工作流程来培养学生塑料成型模具的设计能力和综合知识的应用能力。

全书共分12个项目。项目1~项目3是通过选择及分析塑料、分析塑件的结构工艺、确定塑料成型方式及其工艺过程来训练与培养学生分析塑料性能和确定塑料成型工艺性、塑料结构工艺性的能力;项目4~项目9确定注射模结构及注射机,分型面及浇注系统、成型零部件、推出机构、侧向分型机构、调温系统设计来训练学生对注射模具各个部分的认识与设计;项目10通过实例来培养学生对注射模具的设计过程的认识;项目11和项目12对压缩、压注成型工艺的确定及模具结构设计进行了介绍,同时也使学生了解塑料的其他成型方式和方法。

本书可作为高等学校模具专业及相关专业的教学用书,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。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

塑料成型工艺与模具设计/于丽君主编. —北京:北京理工大学出版社, 2016. 11
(2016. 12 重印)

ISBN 978 - 7 - 5682 - 3400 - 9

I. ①塑… II. ①于… III. ①塑料成型 - 工艺 - 高等学校 - 教材②塑料模具 - 设计 - 高等学校 - 教材 IV. ①TQ320. 66

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 284690 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 /

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 17.5

字 数 / 411 千字

版 次 / 2016 年 11 月第 1 版 2016 年 12 月第 2 次印刷

定 价 / 41.00 元

责任编辑 / 封 雪

文案编辑 / 党选丽

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前 言

本书按照企业的模具设计流程，通过典型实例，系统地介绍了塑料成型模具的结构设计及工艺的确定，重点介绍注射模具设计的内容；充分体现了实际生产中的理论与实践的应用技巧，培养学生分析问题、解决问题的能力。

本书具有以下特点：

1. 以模具设计的工作过程为导向，典型实例为载体，通过项目引入、知识准备、项目实施来完成项目训练，以加强和巩固所学的知识。

2. 教材内容注重学生的实践应用能力，训练学生读图、识图的能力，并通过大量的模具装配图来训练学生读懂模具结构的能力，为今后工作打下坚实的基础。

本书给出的典型结构，是生产第一线的实际图例，展示的是模具结构的成型部分，有详细的模具结构图和工艺计算，并且有完整的模具装配图的表达方式，有俯视图、剖视图等结构图，对初学者有实际的帮助和参考价值。

本教材由于丽君担任主编，李雅担任副主编。其中，项目1和项目2由李雅编写，项目3~项目10、附录由于丽君编写，项目11由张丽娜编写，项目12由程禹霖编写。

由于时间仓促，编写水平和经验不足，书中难免有欠妥和错误之处，敬请读者批评指正，以便加以修改和完善。

编 者

目 录

项目 1 选择及分析塑料	1
知识目标	1
技能目标	1
项目引入	1
知识准备	2
1.1 塑料的基本组成	2
1.2 塑料的分类	3
1.3 塑料成型的工艺特性	4
1.4 常用塑料简介	7
学习小结	16
项目 2 分析塑件的结构工艺	17
知识目标	17
技能目标	17
项目引入	17
知识准备	17
2.1 塑件的尺寸、精度和表面粗糙度	18
2.2 塑件的几何形状	22
2.3 塑件的其他结构	36
学习小结	42
项目 3 确定塑料的成型方式及工艺过程	43
知识目标	43
技能目标	43
项目引入	43
知识准备	43
3.1 注射成型工艺	43
3.2 压缩成型工艺	50
3.3 压注成型工艺	55
3.4 挤出成型工艺	57
3.5 中空吹塑成型工艺	61

项目实施	63
学习小结	64
项目 4 确定注射模结构及注射机	65
知识目标	65
技能目标	65
项目引入	65
知识准备	65
4.1 注射模的分类与组成	65
4.2 典型的注射结构	67
4.3 注射机的选用和注射模的关系	73
学习小结	79
项目 5 分型面的确定与浇注系统的设计	80
知识目标	80
技能目标	80
项目引入	80
知识准备	80
5.1 型腔总体布置	80
5.2 分型面的确定	84
5.3 浇注系统	88
5.4 排气系统设计	104
学习小结	106
项目 6 注射模成型零部件的设计	107
知识目标	107
技能目标	107
项目引入	107
知识准备	107
6.1 成型零部件的结构设计	107
6.2 成型零部件的工作尺寸计算	111
6.3 成型型腔壁厚的计算	117
学习小结	121
项目 7 注射模推出机构的设计	122
知识目标	122
技能目标	122
项目引入	122
知识准备	122
7.1 推出机构的组成、分类及设计原则	122
7.2 脱模力的计算及推出零件尺寸的确定	124
7.3 一次推出脱模机构	125

7.4 二次推出脱模结构	131
7.5 浇注系统凝料的脱出和自动脱落机构	135
7.6 塑件螺纹的脱模机构	136
学习小结	142
项目8 注射模具侧向分型抽芯机构的设计	143
知识目标	143
技能目标	143
项目引入	143
8.1 侧向分型与抽芯机构	143
8.2 弯销侧向分型与抽芯机构	155
8.3 斜滑块侧向分型与抽芯机构	157
8.4 齿轮齿条侧向分型与抽芯机构	161
学习小结	162
项目9 调温系统设计及模架选用	163
知识目标	163
技能目标	163
项目引入	163
知识准备	164
9.1 注射模具模温控制系统设计	164
9.2 塑料模具的标准化及标准模架的选用	171
9.3 模架结构零部件的设计	179
学习小结	185
项目10 注射模设计程序	186
知识目标	186
技能目标	186
项目引入	186
知识准备	186
10.1 注射模设计过程	186
10.2 塑料模设计实例	189
学习小结	196
项目11 压缩模和压注模的设计	197
知识目标	197
技能目标	197
项目引入	197
知识准备	197
11.1 压缩模	197
11.2 压注模	216
学习小结	223

项目 12 其他塑料成型技术	224
知识目标	224
技能目标	224
项目引入	224
知识准备	225
12.1 无流道注射模	225
12.2 热固性塑料注射成型	235
12.3 挤出成型塑料注射模	240
12.4 中空吹塑成型方法与模具	249
12.5 真空成型方法与模具	253
12.6 气体辅助注射成型	256
12.7 发泡成型	261
12.8 精密注射成型与模具	263
12.9 快速成型	267
学习小结	268
附录	269
参考文献	273

项目 1

选择及分析塑料



知识目标

- 1) 掌握塑料的基本概念、分类及其在生产中的应用。
- 2) 了解塑料的基本组成成分及其作用。
- 3) 掌握热固性塑料与热塑性塑料的本质区别。
- 4) 掌握常用塑料的符号、性能及特点。



技能目标

- 1) 根据产品的使用要求能够选择最适合的塑料品种。
- 2) 能正确分析各种不同塑料的使用要求和工艺性能。



项目引入

如图 1-1 所示, 塑料制品为 U 盘外壳, 要求外表美观、无痕, 有一定的强度、韧性和耐磨性, 为小批量生产。请选择 U 盘外壳的材料, 并对它的使用和工艺进行分析。

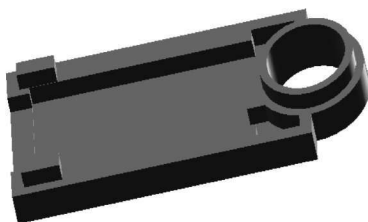
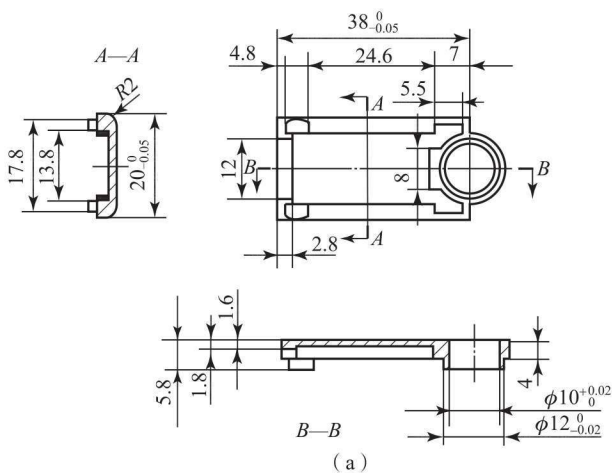


图 1-1 U 盘外壳图

塑料的品种很多，不同的塑料，其使用性能、成型工艺性不同。选择塑料的品种首先要了解塑料的用途、使用环境，如使用温度高低、是否需要导电，还需了解塑料的成型工艺性，如收缩率和流动性等。在满足塑料的使用性能要求后，还要考虑材料的成本及成型的难易程度等。

知识准备

1.1 塑料的基本组成

塑料是以合成树脂为主要成分，加入适量的添加剂组成的。

1. 合成树脂

合成树脂是由低分子化合物经聚合反应所获得的高分子化合物，如聚乙烯、聚氯乙烯、酚醛树脂等。合成树脂受热软化后，可将塑料的其他组分加以粘合，并决定塑料的主要性能，如物理性能、化学性能、力学性能及电性能等。塑料中的树脂含量为40%~100%。

2. 添加剂

添加剂包括填充剂（填料）、增塑剂、稳定剂、润滑剂、着色剂和固化剂等。

（1）填充剂（填料）

填充剂的作用是调整塑料的物理、化学性能，提高材料强度，扩大使用范围，以及减少合成树脂的用量，降低塑料的成本。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。例如，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；聚酰胺、聚甲醛等树脂中加入二硫化钼、石墨、聚四氟乙烯后，明显改善了塑料的耐磨性、抗水性、耐热性、机械强度和硬度等性能；用玻璃纤维作为塑料的填充剂，能大幅提高塑料的机械强度。有的添加剂还可使塑料具有树脂所没有的性能，如加入银、铜等金属粉末，可制成导电塑料；加入磁铁粉，可制成磁性塑料。塑料中的填充剂含量一般为20%~50%，这是塑料制件品种多、性能各异的主要原因之一。

（2）增塑剂

增塑剂用来提高塑料的可塑性和柔软性。常用的增塑剂是一些不易挥发的高沸点的液体有机化合物或低熔点的固体有机化合物。理想的增塑剂必须在一定范围内能与合成树脂很好地相溶，并具有良好的耐热、耐光、不燃及无毒的性能。增塑剂的加入会降低塑料的稳定性、介电性能和机械强度，因此，在塑料中应尽可能地减少增塑剂的含量。大多数塑料一般不添加增塑剂，唯有软质的聚氯乙烯含有大量的增塑剂（邻苯二甲酸二丁酯）。

（3）稳定剂

为了抑制和防止塑料在加工和使用过程中因受热、光及氧等作用而分解变质，使加工顺利并保证塑件具有一定的使用寿命，常在塑件中加入稳定剂。例如，在聚氯乙烯中加入硬脂酸盐，可防止热成型时的分解；在塑料中加入炭黑作紫外线吸收剂，可提高其耐光辐射的能

力。对稳定剂的要求是,除对聚合物的稳定效果好外,还应能耐水、耐油、耐化学药品,并能与树脂相容,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、铅的化合物及环氧化合物等。稳定剂用量一般为塑料的0.3%~0.5%。

(4) 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,添加润滑剂还可以提高塑料的流动性,便于成型加工,并使塑料表面更加光滑。常用的润滑剂为硬脂酸及其盐类,其加入量通常小于1%。

(5) 着色剂

着色剂又称色母。为满足塑件使用上的美观要求,常加入着色剂。一般用有机颜料、无机颜料和染料作着色剂。着色剂应具有着色力强、色泽鲜艳、分散性好的特点,不易与其他组分起化学变化,且具有耐热、耐光等性能。着色剂的用量一般为塑料的0.01%~0.02%。

(6) 固化剂

固化剂又称硬化剂,它的作用是促使合成树脂进行交联反应而形成体型网状结构,或加快交联反应速度。固化剂一般多用在热固性塑料中,如在酚醛树脂中加入六次甲基四胺、在环氧树脂中加入乙二胺或顺丁烯二酸酐等,此外在注射热固性塑料时加入氧化镁可促使塑件快速硬化。

1.2 塑料的分类

1. 按成型结构及其特性分类

(1) 热塑性塑料

热塑性塑料是由可以多次反复加热而仍具有可塑性的合成树脂制得的塑料。这类塑料的合成树脂分子结构呈线型或支链型,通常互相缠绕但并不连接在一起,受热后能软化或熔融,从而可以进行成型加工,冷却后固化。如再加热,又可变软,可如此反复进行多次。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

热固性塑料是由加热硬化的合成树脂制得的塑料。这类塑料的合成树脂分子结构的支链型呈网状。在开始受热时其分子结构为线型或支链型,因此,可以软化或熔融,但受热后这些分子逐渐结合成网状结构(称之为交联反应),成为既不熔化又不溶解的物质,称为体型聚合物。此时,即使加热到接近分解的温度也无法软化,而且也不会溶解在溶剂中。常用的热固性塑料有酚醛塑料、氨基塑料、环氧树脂和不饱和聚酯等。

2. 按塑料的用途分类

(1) 通用塑料

通用塑料是一种非结构用塑料,它的产量大,价格低,性能一般。这类塑料有聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚氯乙烯、酚醛塑料和氨基塑料六大类。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,其产量约占塑料总产量的80%。

(2) 工程塑料

工程塑料可作为结构材料,和通用塑料相比,它们产量较小,价格较高,但具有优异的力学性能、电性能、化学性能,以及耐热性、耐磨性和尺寸稳定性等。常见的工程塑料有聚甲醛、聚酰胺、聚碳酸酯、聚苯醚、ABS、聚砜、聚四氟乙烯、有机玻璃和环氧树脂等。这类材料在汽车、机械、化工等部门用来制造机械零件和工程结构零部件。

(3) 特殊塑料

特殊塑料是指具有某些特殊性能的塑料。这类塑料有高的耐热性或高的电绝缘性及耐腐蚀性等,如氟塑料、聚酰亚胺塑料、有机硅树脂等。特殊塑料还包括为某些专门用途而改性制得的塑料,如导磁塑料和导热塑料等。

1.3 塑料成型的工艺特性

塑料成型的工艺性有很多,除了热力学性能、结晶性及取向性外,塑料的收缩性、流动性、相容性、热敏性和吸湿性等都属于它的成型工艺特性。

1.3.1 塑料的成型收缩性

塑料制件从模具中取出冷却后一般都会出现尺寸缩小的现象,这种塑料成型冷却后发生的体积收缩的特性称为塑料的成型收缩性。影响收缩性的因素有很多,诸如塑料本身的热胀冷缩性、模具结构及成型工艺条件等。

塑料收缩性的大小常用实际收缩率 S_s 和计算收缩率 S_j 来表征。它们的表达式分别为

$$S_s = \frac{a-b}{b} \times 100\%$$

式中 a ——模具成型部分在成型温度时的尺寸(mm);

b ——塑料制品在常温时的尺寸(mm)。

$$S_j = \frac{c-b}{b} \times 100\%$$

式中 c ——塑料模具型腔在常温时的尺寸(mm)。

实际收缩率 S_s 表示成型塑件从其在成型温度时的尺寸到常温时的尺寸之间实际发生的收缩百分数,常用于大型及精密模具成型塑件的计算。由于在成型温度下测量模具尺寸不方便,所以小型模具及普通模具成型塑件的尺寸计算常采用计算收缩率 S_j ,这是因为在这种情况下,实际收缩率 S_s 和计算收缩率 S_j 差别不大。

影响收缩率的因素有很多,如塑料品种、成型特征、成型条件及模具结构等。首先,不同种类的塑料,收缩率也各不相同,同一种塑料,由于塑料的型号不同,收缩率也会发生变化。其次,收缩率与所成型塑件的形状、内部结构的复杂程度、是否有嵌件等都有很大关系。再次,模具的结构对收缩率也有影响,模具的分型面、浇口的形式及尺寸等因素直接影响塑料的流动方向、密度分布、保压补缩作用及成型时间。采用直接浇口或大截面的浇口,可减少收缩;反之,当浇口的厚度较小时,浇口部分会过早凝结硬化,型腔内的塑料收缩后得不到及时补充,收缩较大。最后,成型工艺条件也会影响塑件的收缩率,如成型时若料温

过高,则塑件的收缩率增大;成型压力增大,塑件的收缩率则减小。需要指出的是,热固性塑料在成型过程中进行了交联反应,分子结构由线型转变为网状的体型结构,由于分子链间距的缩小,结构变得紧密,所以也会产生体积收缩。总之,影响塑料的成型收缩性的因素很复杂,要想改善塑料的成型收缩性,不仅在选择原材料时需慎重,而且在模具设计、成型工艺的确定等多方面也需要认真考虑,才能使生产出的产品质量更高、性能更好。

1.3.2 塑料的流动性

塑料的流动性实质上是指树脂聚合物所处的温度大于其黏流温度 T 时发生的大分子之间的相对滑移现象。表现在成型过程中,即指在一定温度和一定压力下塑料熔体充填模具型腔的能力。塑料的品种、成型工艺和模具结构等是影响流动性的主要因素。塑料的流动性与塑料树脂本身的分子结构、塑料原材料的组成(即所用的各种塑料添加剂的种类、数量等)有很大关系;不同的塑料流动性也各异;同一种塑料,型号不同,流动性也各异。成型工艺条件对塑料充填模具型腔的能力有很大影响,如熔体和模具温度提高、成型压力增大,都会使充填模具型腔的能力提高。此外,模具型腔简单,成型表面光滑,有利于改善充填模具型腔的能力。

1. 热塑性塑料流动性的测定

热塑性塑料用熔融指数的大小来表示流动性的好与差,熔融指数采用熔融指数测定仪(见图1-2)进行测定。将被测定的定量热塑性塑料原材料加入测定仪中,上面放入压柱,在一定压力和一定温度下,以10 min内测定仪下面的小孔中挤出塑料的克数来表示熔融指数的大小。挤出塑料的克数越多,流动性越好。在测定几种塑料相对流动性的大小时,也可以采用螺旋线长度法进行测定,即在一定温度下,将定量的塑料以一定的压力注入阿基米德螺旋线模腔中,测其流动的长度,即可判断它们流动性的好与差,如图1-3所示。

2. 热固性塑料流动性的测定

热固性塑料采用拉西格压模(见图1-4)测定其流动性,将定量的热固性塑料原材料放入拉西格压模中,在一定压力和一定温度下,测定其从拉西格压模下面小孔中挤出塑料的长度值(mm)来表示热固性塑料流动性的好与差。挤出塑料越长,流动性越好。

热固性塑料的流动性可分为三个等级,第一级拉西格流动值为100~130 mm,适用于压缩形状简单的无嵌件塑件;第二级拉西格流动值为131~150 mm,用于压缩中等复杂程度的塑件;第三级拉西格流动值为151~180 mm,可用于压缩结构复杂、型腔很深、嵌件较多的薄壁塑件或用于压注成型。

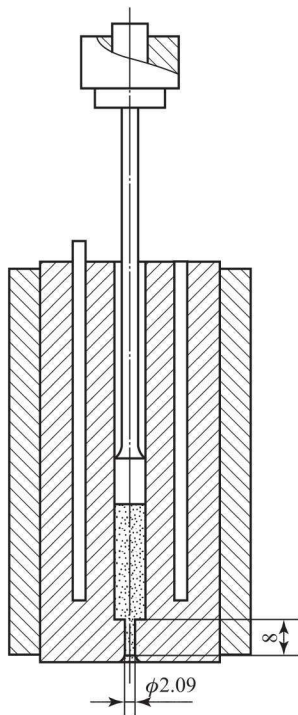


图1-2 熔融指数测定仪结构示意图

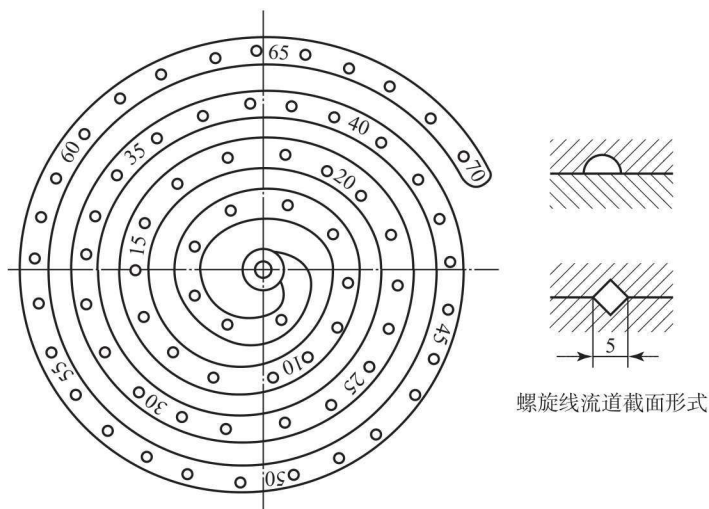


图 1-3 阿基米德螺旋线流动试验模具流道示意图

此外，表观黏度和流动距离比的大小也能衡量某种塑料流动性的好与差。

1.3.3 塑料的相容性

塑料的相容性又称为塑料的共混性，这主要是针对高聚物共混体系而言的。不同金属可以做成金属合金，从而得到纯金属所不及的性能优良的新材料。同样，不同的塑料进行共混以后，也可以得到单一塑料所无法拥有的性质。这种塑料的共混材料通常称为塑料合金。相容性是指两种或两种以上的塑料共混得到的塑料合金中，在熔融状态下，各种参与共混的塑料组分之间不产生分离现象的能力。如果它们的相容性好，则可能形成均相体系；如果相容性不好，塑料共混体系可能会形成多相结构，当然，在一定条件下也可能形成均匀的分散体系。因此，相容性对塑料合金的结构影响很大，判断共混体系的相容性是研究高分子合金的一个非常重要的问题。

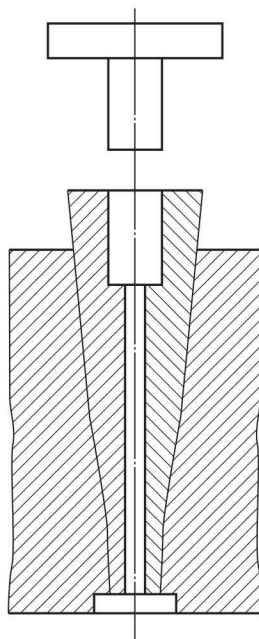


图 1-4 拉西格流动性测定模式示意图

1.3.4 塑料的热敏性和吸湿性

热敏性是指塑料在受热、受压时的敏感程度，也可称为塑料的热稳定性。通常，当塑料在高温或高剪切力等条件下时，树脂高聚物本体中的大分子热运动加剧，有可能导致分子链断裂、聚合物分子微观结构发生一系列的化学、物理变化，宏观上表现为塑料的降解、变色等缺陷，具有这种特性的塑料称为热敏性塑料。塑料的热敏性对塑料的加工成型影响很大，

因此，生产中为了防止热敏性塑料在成型过程中受热分解等现象发生，通常在塑料中添加一些抗热敏的热稳定剂，并且控制成型生产的温度，同时，合理的模具设计也可有效降低塑料的热敏反应。

吸湿性是指塑料对水的亲疏程度。有的塑料很容易吸附水分，有的塑料吸附水分的倾向不大，这与塑料本体的微观分子结构有关。一般具有极性基团的塑料对水的亲附性较强，如聚酰胺、聚碳酸酯等；而具有非极性基团的塑料对水的亲附性较小，如聚乙烯等，对水几乎不具有吸附性。塑料的吸湿性对塑料的成型加工影响也很大，会导致塑料制品表面产生银丝、气泡等缺陷，严重影响塑料制品的质量，因此，在塑料成型加工前，通常都要对那些易吸湿的塑料进行烘干处理，以确保塑料制品的质量。

1.3.5 塑料的比体积和压缩比

塑料的比体积和压缩比主要是针对热固性塑料而言的。比体积是指单位质量的松散塑料所占有的体积，其单位为 cm^3/g ；压缩比是指塑料的体积与塑件的体积之比，其值恒大于 1。比体积和压缩比都表示粉状和纤维状塑料的松散性，在热固性塑料压缩或压注成型时，用它们来确定模具加料室的大小。比体积和压缩比较大时，塑料内气体多，成型时排气困难，成型周期变长，生产效率降低；比体积和压缩比较小时，压缩和压注容易。但是，比体积太小，则影响塑料的松散性，以容积法装料时造成塑件质量不准确。常用热固性塑料的密度与压缩比见表 1-1。

表 1-1 常用热固性塑料的密度与压缩比

塑料名称	密度/ $(\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})$	压缩比
酚醛塑料（粉状）	1.35 ~ 1.95	1.5 ~ 2.7
氨基塑料（粉状）	1.50 ~ 2.10	2.2 ~ 3.0
碎布塑料（片状）	1.36 ~ 2.00	5.0 ~ 10.0

1.4 常用塑料简介

常用塑料分为热塑性塑料和热固性塑料两大类。

1.4.1 热塑性塑料

常用的热塑性塑料主要有 13 种，下面分别介绍其特性。

1. 聚乙烯（PE）

（1）基本特性

聚乙烯塑料是塑料工业中产量最大的品种。按聚合时采用的压力不同可分为高压和低压两种。低压聚乙烯的分子链上支链较少，相对分子质量、结晶度和密度较高（故又称高密度聚乙烯），所以低压聚乙烯比较硬，耐磨、耐蚀、耐热及绝缘性较好。高压聚乙烯分子带有许多支链，因而相对分子质量较小，结晶度和密度较低（故称低密度聚乙烯），且具有较

好的柔软性、耐冲击性及透明性。

聚乙烯无毒、无味，呈乳白色，密度为 $0.91 \sim 0.96 \text{ g/cm}^3$ ，为结晶型塑料。聚乙烯有一定的机械强度，但与其他塑料相比其机械强度低，表面硬度差。聚乙烯的绝缘性能优异，常温下聚乙烯不溶于任何一种已知的溶剂，并耐稀硫酸、稀硝酸和任何浓度的其他酸，以及各种浓度的碱、盐溶液。聚乙烯有高度的耐水性，长期接触水其性能可保持不变。聚乙烯透气气性能较差，而透氧气和二氧化碳以及许多有机物质蒸气的性能好。聚乙烯在热、光、氧气的作用下会产生老化和变脆。一般高压聚乙烯的使用温度在 80°C 左右，低压聚乙烯为 100°C 左右。聚乙烯能耐寒，在 -60°C 时仍有较好的力学性能，在 -70°C 时仍有一定的柔软性。

(2) 主要用途

低压聚乙烯可用于制作塑料管、塑料板、塑料绳及承载力不高的零件，如齿轮、轴承等；高压聚乙烯常用于制作塑料薄膜、软管、塑料瓶以及电气工业的绝缘零件和包覆电缆等。

(3) 成型特点

聚乙烯成型时，在流动方向与垂直方向上的收缩差异较大。注射方向的收缩率大于垂直方向的收缩率，易产生变形，并使塑件浇口周围部位的脆性增加；收缩率的绝对值较大，成型收缩率也较大，易产生缩孔；冷却速度慢，必须充分冷却，且冷却速度要均匀；质软易脱模，塑件有浅的侧凹时可强行脱模。

2. 聚丙烯 (PP)

(1) 基本特性

聚丙烯无味、无色及无毒。外观似聚乙烯，但比聚乙烯更透明、更轻。密度仅为 $0.90 \sim 0.91 \text{ g/cm}^3$ 。它不吸水、光泽好、易着色。聚丙烯的屈服强度、抗拉强度、抗压强度和硬度及弹性比聚乙烯好。定向拉伸后的聚丙烯可制作铰链，其具有特别高的抗弯曲疲劳强度，如用聚丙烯注射成型的一体铰链（盖和本体合一的各种容器），经过 7×10^7 次开闭弯折未产生损坏和断裂现象。聚丙烯的熔点为 $164^\circ\text{C} \sim 170^\circ\text{C}$ ，其耐热性好，能在 100°C 以上的温度下进行消毒灭菌。聚丙烯耐低温的使用温度可达 -15°C ，在低于 -35°C 时会脆裂。聚丙烯的高频绝缘性能好，而且由于其不吸水，绝缘性能不受湿度的影响。聚丙烯在氧、热、光的作用下极易解聚、老化，所以必须加入防老化剂。

(2) 主要用途

聚丙烯可用于制作各种机械零件，如法兰、接头、泵叶轮、汽车零件和自行车零件；可作水、蒸汽、各种酸碱等的输送管道，化工容器和其他设备的衬里、表面涂层；可制造盖和本体合一的箱壳，各种绝缘零件，并用于医药工业中。

(3) 成型特点

聚丙烯成型收缩范围大，易发生缩孔、凹痕及变形；聚丙烯热容量大，注射成型模具必须设计能充分进行冷却的冷却回路；聚丙烯成型的适宜模温为 80°C 左右，不可低于 50°C ，否则会造成成型塑件表面光泽差或产生熔接痕等缺陷，且温度过高会产生翘曲现象。

3. 聚氯乙烯 (PVC)

(1) 基本特性

聚氯乙烯是世界上产量最大的塑料品种之一。其价格便宜，应用广泛。聚氯乙烯树脂为

白色或浅黄色粉末。根据不同的用途可以加入不同的添加剂，聚氯乙烯塑件可呈现不同的物理性能和力学性能。在聚氯乙烯树脂中加入适量的增塑剂，可制成多种硬质、软质和透明制品。纯聚氯乙烯的密度为 1.4 g/cm^3 ，加入增塑剂和填料等的聚氯乙烯塑件的密度范围一般为 $1.15 \sim 2.00 \text{ g/cm}^3$ 。硬聚氯乙烯有较好的抗拉、抗弯、抗压和抗冲击性能，可单独用作结构材料。软聚氯乙烯的柔软性、断裂伸长率、耐寒性会增加，但脆性、硬度、拉伸强度会降低。聚氯乙烯有较好的电气绝缘性能，可以用作低频绝缘材料。其化学稳定性也较好。由于聚氯乙烯的热稳定性较差，长时间加热会导致分解，放出氯化氢气体，使聚氯乙烯变色，所以其应用范围较窄，使用温度一般为 $-15 \text{ }^{\circ}\text{C} \sim 55 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 主要用途

由于聚氯乙烯的化学稳定性高，所以可用于制作防腐管道、管件、输油管、离心泵和鼓风机等。聚氯乙烯的硬板广泛用于化学工业上制作各种储槽的衬里，建筑物的瓦楞板、门窗结构、墙壁装饰物等。由于其电气绝缘性能优良，可在工业中用于制造插座、插头、开关和电缆。在日常生活中，聚氯乙烯用于制造凉鞋、雨衣、玩具和人造革等。

(3) 成型特点

聚氯乙烯在成型温度下容易分解放出氯化氢气体，因此，在成型时，必须加入稳定剂和润滑剂，并严格控制温度及熔料的滞留时间。不能用一般的柱塞式注射成型机成型聚氯乙烯塑料，因为聚氯乙烯的耐热性和导热性不好，而用柱塞式注射机需将料筒内的物料温度加热到 $166 \text{ }^{\circ}\text{C} \sim 193 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ，这会引起聚氯乙烯分解，所以，应采用带预塑化装置的螺杆式注射机注射成型。模具浇注系统也应粗短，进料口截面宜大，模具应有冷却装置。

4. 聚苯乙烯 (PS)

(1) 基本特性

聚苯乙烯是仅次于聚氯乙烯和聚乙烯的第三大塑料品种。聚苯乙烯无色透明、无毒无味，落地时发出清脆的类似金属的声音，密度为 1.054 g/cm^3 。聚苯乙烯的力学性能与聚合方法、相对分子质量大小、定向度和杂质质量有关。相对分子质量越大，机械强度越高。聚苯乙烯有优良的电性能（尤其是高频绝缘性能）和一定的化学稳定性。聚苯乙烯能耐碱、硫酸、磷酸、10% ~ 30% 的盐酸、稀醋酸及其他有机酸，但不耐硝酸及氧化剂的作用，对水、乙醇、汽油、植物油及各种盐溶液也有足够的耐蚀能力，能溶于苯、甲苯、四氯化碳、氯仿、酮类和脂类等。聚苯乙烯的着色性能优良，能染成各种鲜艳的色彩。聚苯乙烯耐热性低，热变形温度一般在 $70 \text{ }^{\circ}\text{C} \sim 98 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ，所以只能在不高的温度下使用。聚苯乙烯质地硬而脆，有较高的热膨胀系数，因此，限制了它在工程上的应用。近几十年来，由于有了改性聚苯乙烯和以聚苯乙烯为基体的共聚物，这在一定程度上克服了聚苯乙烯的缺点，又保留了它的优点，从而扩大了它的用途。

(2) 主要用途

聚苯乙烯在工业上可用于制作仪表外壳、灯罩、化学仪器零件、透明模型等；在电气方面用于制作良好的绝缘材料，如接线盒和电池盒等；在日用品方面则广泛用于包装材料、各种容器和玩具等。

(3) 成型特点

聚苯乙烯由于流动性和成型性优良，故成品率高，但易出现裂纹，所以成型塑件的脱模