

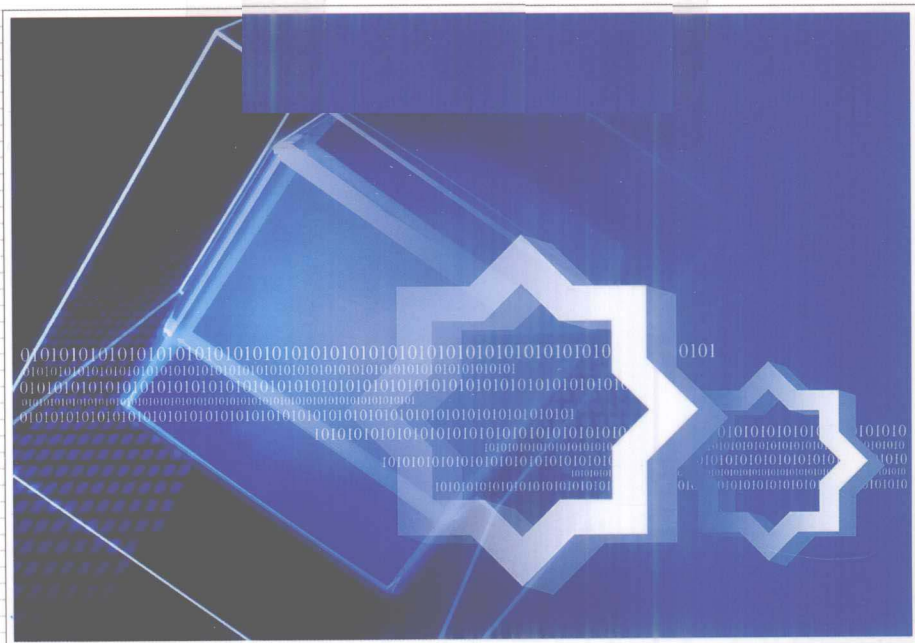


中等职业教育特色精品课程规划教材  
中等职业教育课程改革项目研究成果

# 塑料成型模具

suliao chengxing muju

主编 邓志久 张光荣



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



## 内 容 提 要

本书根据中职教育的特点,将塑料的有关知识和成型的理论基础、塑料模具的结构及设计方法简明扼要地介绍给读者。重点突出了成型工艺与模具设计基础,以注射模具设计程序为主线展开阐述,对其他塑料成型模具设计只进行简明扼要的阐述。全书共有8章,由于注射模具设计是全书的重点和难点,本书刻意把注射模具设计单独编为一章,把注射模具的分类及结构组成编为一章,把注射模具的设计步骤编为一章,并单独将注射模具设计实例编为一章,每章后有思考练习,以使读者能在较短时间内掌握塑料模具结构设计的规律和设计方法。本书在编写过程中,参考了大量国内外相关文献,力求做到理论联系实际和反映国内外先进水平。

版权专用 侵权必究

---

### 图书在版编目(CIP)数据

塑料成型模具/邓志久,张光荣主编. —北京:北京理工大学出版社,2009.8  
ISBN 978-7-5640-2579-3

I. 塑… II. ①邓…②张… III. 塑料模具-塑料成型-专业学校-教材 IV. TQ320.66

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第137377号

---

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京通县华龙印刷厂

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/10

字 数/160千字

版 次/2009年8月第1版 2009年8月第1次印刷

定 价/16.00元

责任校对/陈玉梅

责任印制/母长新

---

图书出现印装质量问题,本社负责调换

## 出版说明

中等职业教育是以培养具有较强实践能力,面向生产、面向服务和管理第一线职业岗位的实用型、技能型专门人才为目的的职业技术教育,是职业技术教育的初级阶段。目前,中等职业教育教学改革已经从专业建设、课程建设延伸到了教材建设层面。根据教育部关于要求发展中等职业技术教育,培养职业技术人才的大纲要求,北京理工大学出版社组织编写了《21世纪中等职业教育特色精品课程规划教材》。该系列教材是中等职业教育课程改革项目研究成果。坚持以能力为本位,以就业为导向,以服务学生职业生涯发展为目的的指导思想。主要从以下三个角度切入:

### 1. 从专业建设角度

该系列教材摒弃了传统普通高等教育和传统职业教育“学科性专业”的束缚,致力于中等职业教育“技术性专业”。主体内容由与一线技术工作相关联的岗位有关知识所构成,充分体现职业技术岗位的有效性、综合性和发展性,使得该系列教材不但追求学科上的完整性、系统性和逻辑性,而且突出知识的实用性、综合性,把就业岗位所需要的知识和实践能力的培养融于一炉。

### 2. 从课程建设角度

该系列教材规避了现有的中等职业教育教材内容上的“重理论轻实践”、“重原理轻案例”,教学方法上的“重传授轻参与”、“重课堂轻现场”,考核评价上的“重知识的记忆轻能力的掌握”、“重终结性的考试轻形成性考核”的倾向,力求在整体教材内容体系以及具体教学方法指导、练习与思考等栏目中融入足够的实训内容,加强实践性教学环节,注重案例教学和能力的培养,使职业能力的提升贯穿于教学的全过程。

### 3. 从人才培养模式角度

该系列教材为了切合中等职业教育人才培养的产学结合、工学交替培养模式,注重有学就有练、学完就能练、边学边练的同步教学,吸纳新技术引用、生产案例等情景来激活课堂。同时,为了结合学生将来因为岗位或职业的变动而需要不断学习的实际,注重对新知识、新工艺、新方法、新标准引入,在培养学生创造能力和自我学习能力的培养基础上,力争实现学生毕业与就业上岗的零距离。

为了贯彻和落实上述指导思想,在本系列教材的内容编写上,我们坚持以下一些原则:

#### 1. 适应性原则

在进行广泛的社会调查基础上,根据当今国家的政策法规、经济体制、产业结

构、技术进步和管理水平对人才的结构需求来确定教材内容。依靠专业自身基础条件和发展的可行性,以相关行业和区域经济状况为依托,特别强调面向岗位群体的指向性,淡化行业界限、看重市场选择的用人趋势,保证学生的岗位适应能力得到训练,使其有较强的择业能力,从而使教材有活力、有质量。

## 2. 特色性原则

在调整原有专业内容和设置专业新兴内容时,注意保留和优化原有的、至今仍适应社会需求的内容,但随着社会发展和科技进步,及时充实和重点落实与专业相关的新内容。“特色”主要是体现为“人无我有”,“人有我精”或“众有我新”,科学预测人才需求远景和人才培养的周期性,以适当超前性专业技术来引领教材的时代性。结合一些一线工作的实际需要和一些地方用人单位的区域资源优势、支柱产业及其发展方向,参考发达地区的发展历程,力争做到专业课内容的成熟期与人才需求的高峰期相一致。

## 3. 宽口径性原则

拓宽教材基础是提高专业适应性的重要保证之一。市场体制下的人才结构变化加快,科技迅猛发展引起技术手段不断更新,用人机制的改革使人才转岗频繁,由此要求大部分专门人才应是“复合型”的。具体课程内容应是当宽则宽,当窄则窄。在紧扣本专业课程内容基础上延伸或派生出一些适应需求的与其他专业课相关的综合技能。既满足了社会需求又充分锻炼学生的综合能力,挖掘了其潜力。

## 4. 稳定性和灵活性原则

中职职业教育的专业课程都有其内核的稳定性,这种内核主要是体现在其基本理论,基础知识等方面。通过稳定性形成专业课程教材的专业性特点,但同时以灵活的手段结合目标教学和任务教学的形式,设置与生产实践相切合的项目,推进教材教学与实际工作岗位对接。

为了更好地落实本教材的指导思想和编写原则,教材的编写者都是既有一定的教学经验、懂得教学规律,又有较强实践技能的专家,他们分别是:相关学科领域的专家;中等职业教育科研带头人;教学一线的高级教师。同时邀请众多行业协会合作参与编写,将理论性与实践性高度统一,打造精品教材。另外,还聘请生产一线的技术专家来审读修订稿件,以确保教材的实用性、先进性、技术性。

总之,该系列教材是所有参与编写者辛勤劳作和不懈努力的成果,希望本系列教材能为职业教育的提高和发展作出贡献。

北京理工大学出版社

# 前言



**塑**料成型模具设计与制造技术近年来得到了快速发展。我国各地尤其是东南沿海及环渤海地区，模具企业的数量急增，塑料模具人才需求巨大。要适应企业对模具设计与制造的要求，首先要对模具结构有深入的了解。

本书根据中职教育的特点，将塑料的有关知识和成型的理论基础、塑料模具的结构及设计方法简明扼要地介绍给读者。重点突出了成型工艺与模具设计基础，以注射模具设计程序为主线展开阐述，对其他塑料成型模具设计只进行简明扼要地阐述。全书共有八章，由于注射模具设计是全书的重点和难点，本书刻意把注射模具设计单独编为一章，把注射模具的分类及结构组成编为一章，把注射模具的设计步骤编为一章，并单独将注射模具设计实例编为一章，每章后有思考练习，以使读者能在较短时间内掌握塑料模具结构设计的规律和设计方法。本书在编写过程中，参考了大量国内外相关文献，力求做到理论联系实际和反映国内外先进水平。

本书讲叙简明扼要，通俗易懂，可作为中等职业教育的教材，同时也非常适于从事塑料模具设计与制造工作的工程技术人员，对他们有很大的参考价值。

由于编者水平有限、时间仓促，书中难免有错误和欠妥之处，恳请读者批评指正。

编者







第五章 其他塑料模具结构 .....	55
第一节 压注模的结构 .....	55
第二节 压缩模的结构 .....	59
第三节 挤出模的结构 .....	63
第四节 中空吹塑模具结构 .....	66
第六章 注射成型模具设计 .....	69
第一节 浇注系统的设计 .....	69
第二节 成型零件的设计 .....	82
第七章 注射成型辅助系统的设计 .....	98
第一节 导向与定位机构的设计 .....	98
第二节 推出机构的设计 .....	103
第三节 侧向分型抽芯机构的分类及其特点 .....	115
第四节 温度调节系统 .....	132
第八章 注射模具设计程序及实例 .....	140
第一节 注射模设计程序 .....	140
第二节 模具设计实例分析 .....	143
附 录 .....	147
附录 1 聚氯乙烯硬管的挤出成型缺陷及其解决措施 .....	147
附录 2 板、片材挤出成型缺陷及其解决措施 .....	149



## 塑料概述



## 本章概述

本章简要介绍了塑料的组成及分类以及几种常用的塑料。目的是使塑料模具设计人员了解塑料及塑料制品的基本知识。



## 学习目标

1. 使塑料模具设计人员了解塑料及塑料制品的基本知识。
2. 了解塑料行业术语。
3. 了解常用塑料名称、用途及加工成型特点。

\* \* \* \* \*

## 第一节 塑料的组成及分类

塑料为合成的高分子化合物，又可称为高分子或巨分子（macromolecules），也是一般所俗称的塑料（plastics）或树脂（resin），可以自由改变形体样式。是利用单体原料以合成或缩合反应聚合而成的材料，由合成树脂及填料、增塑剂、稳定剂、润滑剂、色料等添加剂组成的，它的主要成分是合成树脂。树脂这一名词最初是由动植物分泌出的脂质而得名，如松香、虫胶等，目前树脂是指尚未和各种添加剂混合的高聚物。树脂约占塑料总重量的40%~100%。塑料的基本性能主要决定于树脂的本性，但添加剂也起着重要作用。有些塑料基本上是由合成树脂所组成，不含或少含添加剂，如有机玻璃、聚苯乙烯等。所谓塑料，其实它是合成树脂中的一种，形状跟天然树脂中的松树脂相似，但因又经过化学的力量来合成，而被称之为塑料。

## 一、塑料的主要成分

## 1. 树脂

树脂通常是指受热后有软化或熔融范围，软化时在外力作用下有流动倾向，常温下是固态、半固态，有时也可以是液态的有机聚合物。严格来讲，树脂是一种酚醛结构的化学物质，种类有很多，广泛应用于我们的轻工业和重工业当中，我们日常的生活当中也经常使用到，比如塑料、树脂眼镜，涂料、松香。树脂是塑料中主要的、必不可少的成分。它决定塑料

的类型，影响塑料的基本性能。简单组分的塑料中树脂含量高达90%~100%，复杂组分的塑料中树脂含量也在40%~60%。

树脂可分为天然树脂和合成树脂两种。天然树脂有的是从树木中分泌出来的，例如，松香；有的是昆虫的分泌物，例如，虫胶。合成树脂是用人工合成的方法按天然树脂的分子结构制成的树脂，例如，环氧树脂、聚乙烯、酚醛树脂、氨基树脂等。天然树脂产量有限，性能较差，远远不能满足工业生产的需要，因此在生产中，一般采用合成树脂。

### 2. 添加剂

(1) 填充剂 填充剂又称填料，是塑料中重要的组成成分，但并非在每一种塑料中都是必不可少的。填充剂可分为有机填充剂和无机填充剂。填充剂在塑料中的作用有两种：一种是为了减少树脂的含量，降低塑料成本，起增量的作用，在塑料中加入一些廉价的填充剂；另一种是既起增量的作用——降低塑料成本，又能改善塑料性能——扩大塑料的应用范围。例如，在聚乙烯、聚氯乙烯中加入碳酸钙填充剂，使其成型为具有足够的刚性和耐热性的钙塑料。再如，加入玻璃纤维，能使塑料的力学性能大幅度提高；加入石棉可以提高耐热性，等等。

填充剂的形状有粉状、纤维状和层（片）状。粉状填充剂有木粉、纸浆、大理石粉、滑石粉、云母粉、石棉粉、石墨等；纤维状填充剂有棉花、亚麻玻璃纤维、金属丝等；层片状填充剂有纸张、棉布、麻布、玻璃布等。

(2) 着色剂 着色剂主要是使塑料具有不同的颜色，起装饰美观作用，有的着色剂还能提高塑料的光稳定性、热稳定性和耐候性。着色剂包括颜料和染料。颜料又分为无机颜料和有机颜料。无机颜料是不溶性的固态有色物质，它在塑料中分散成微粒而着色，例如，钛白粉、铬粉、镉红、群青等。其着色能力、透明性和鲜艳性较差，但耐光性、耐热性和化学稳定性较好。染料可溶于树脂中，有强烈的着色能力，且色泽鲜艳，但耐光性、耐热性和化学稳定性较差，例如，分散红、士林黄、士林蓝等。有机颜料的特性介于染料与无机颜料之间，例如，联苯胺黄、酞菁蓝等。在塑料中加入珠光色料、磷光色料和荧光色料，还可使塑料具有特殊的光学性能。

(3) 润滑剂 润滑剂的作用是防止塑料在成型过程中黏在模具上（简称黏模），同时还能改善塑料的流动性并提高塑件表面光泽度。常用的热塑性塑料中通常都要加入润滑剂，常用润滑剂有硬脂酸、石蜡和金属皂类（硬脂酸钙、硬脂酸锌）等。

(4) 增塑剂 增塑剂的主要作用是削弱聚合物分子之间的次价键，即范德华力，从而增加了聚合物分子链的移动性，降低了聚合物分子链的结晶性，即增加了聚合物的塑性，表现为聚合物的硬度、模量、软化温度和脆化温度下降，而伸长率、曲挠性和柔韧性提高。

增塑剂一般为高沸点液态和低熔点固态的有机化合物，要求与树脂相容性好、不易挥发、化学稳定性好、耐热、无色、无臭、无毒、价廉。常用的增塑剂有樟脑、邻苯二甲酸二丁酯、邻苯二甲酸二辛酯、癸二酸二丁酯等。

(5) 稳定剂 高分子化合物，在热、力、氧、水、光、射线等作用下，大分子链或化学结构发生分解变化的反应，称为降解。为了防止或抑制降解，须在树脂中加入稳定剂。稳定剂可分为热稳定剂、光稳定剂、抗氧化剂。

● 热稳定剂 抑制和防止树脂在加工或使用过程中受热而降解。例如，聚氯乙烯，其成型温度高于降解温度或当加工温度大于100℃时，高分子开始产生分解，放出氯化氢，颜色开始变成黄色、棕色至黑色，性能变脆，产品没有使用价值。加入热稳定剂后，可防止上述

现象的发生,保证塑料顺利成型并延长其使用寿命。常用的热稳定剂有三盐基性硫酸铝、硬脂酸钡等。

● **光稳定剂** 阻止树脂由于受到光的作用而引起的降解,从而使塑料变色,力学性能下降。光稳定剂种类很多,有紫外线吸收剂、光屏蔽剂等,常用的有2-羟基-4-甲氧基二苯甲酮紫外线吸收剂。

● **抗氧化剂** 防止树脂在加工、储存和使用过程中发生氧化,导致树脂降解而失去使用价值。常用的抗氧化剂是2,6-二叔丁基。

塑料添加剂除了上述几种,还有阻燃剂、发泡剂、抗静电剂等。

## 二、塑料的几种物料形式

根据塑料成型需要,工业上常用于成型的塑料有粉料、粒料、溶液和分散体四种。无论哪一种物料,通常都或多或少地加入了各种添加剂,不是单纯的树脂。

### 1. 溶液

溶液是将树脂溶于脂类、醚类和醇类溶剂中,再加入一些增塑剂、稳定型、色料和稀释剂等。溶液的形成分为两种,一种是在合成树脂时特意制成,另一种是在使用时通过配制设备用一定的方法临时配制。用溶液制成的产品,其中并不含溶剂,溶剂在生产过程中已挥发掉了,构成塑料制品的主要成分是树脂和添加剂。溶剂只是为了加工需要而加入的一种助剂。溶液状的塑料主要是用于流延法生产薄膜、胶片及浇铸制品时使用。

### 2. 粉料和粒料

粉料的配制是将一定配比的树脂和添加剂粉碎,并在混合设备中按一定的工艺混合即可。粒料是将已混合好的粉料置于塑炼设备中,借助于加热和剪切应力作用使之熔融,驱出挥发物与杂质,进一步分散粉料中的不均匀成分,再通过粒化设备使之成为粒料。粉料和粒料由于充分混合,不仅有利于成型后得到性能一致的产品,同时还有利于装卸、计量和成型操作,其中粒料更有利于成型性能一致的产品,所以一般的成型工艺均采用粒料。

### 3. 分散体

分散体是树脂与非水液体形成的悬浮体,通称为溶胶塑料或“糊”塑料。非水液体也称分散剂,包括增塑剂和挥发性溶剂两类。配制溶胶料的方法是将树脂、分散剂和其他添加剂一起加入球磨机中进行混合。分散体主要用于搪塑、滚塑及涂层制品(如人造革)等方面。

## 三、塑料分类

塑料的品种很多,有上千种,其分类方法也很多,但主要有两种分类方法。

### 1. 按树脂的分子结构及热性能分类

(1) **热固性塑料** 此类塑料的分子最终呈体型结构。它在受热之初,分子呈线型结构,故具有可塑性和可熔性,可成型为一定形状,当继续加热时,线型分子间形成化学键结合(交联),分子间呈网状结构,当温度达到一定值后,交联反应进一步发展,形成体型结构,此时树脂既不熔融,也不溶解,形状固定后不再变化,又称固化。如果再加热,不再软化,也不再具有可塑性,在上述过程中既有物理变化,又有化学变化。此类塑料制品的边角料(水口料)和废品不能再回收利用。

(2) **热塑性塑料** 热塑性塑料指具有加热软化、冷却硬化特性的塑料。我们日常生活

中使用的大部分塑料属于这个范畴。加热时变软以至流动，冷却变硬，这种过程是可逆的，可以反复进行。聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚甲醛，聚碳酸酯，聚酰胺、丙烯酸类塑料、其他聚烯烃及其共聚物、聚砜、聚苯醚，氯化聚酯等都是热塑性塑料。热塑性塑料中树脂分子链都是线型或带支链的结构，分子链之间无化学键产生，加热时软化流动，冷却变硬的过程是物理变化。

## 2. 按塑料的性能和用途分类

(1) 工程塑料 指在工程技术中作为结构件的塑料。这类塑料的力学性能、耐磨性、耐腐蚀性、尺寸稳定性均较高，具有一定的金属特性，所以常代替金属制造一些零部件。此类塑料有聚酰胺、聚碳酸酯、聚甲醛、ABS等。

(2) 增强塑料 在塑料中加入玻璃纤维等填料作为增强材料进一步改善塑料的力学、电气性能，形成复合材料，通常称为增强塑料。增强塑料具有优良的力学性能，比强度和比刚度高。热固性的增强塑料俗称玻璃钢。

(3) 通用塑料 此类塑料具有产量大、用途广、价格低的特点，主要有酚醛塑料、氨基塑料、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚乙烯和聚丙烯六大品种。

## 第二节 常用塑料

### 一、聚乙烯 (PE)

#### 1. 基本特性

聚乙烯塑料简称PE，是乙烯经聚合制得的一种热塑性树脂。在工业上，也包括乙烯与少量 $\alpha$ -烯烃的共聚物。聚乙烯无臭、无毒，手感似蜡，具有优良的耐低温性能（最低使用温度可达 $-70\text{ }^{\circ}\text{C} \sim -100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ），化学稳定性好，能耐大多数酸碱的侵蚀（不耐具有氧化性质的酸），常温下不溶于一般溶剂，吸水性小，电绝缘性能优良；但聚乙烯对于环境应力（化学与机械作用）是很敏感的，耐热老化性差。聚乙烯的性质因品种而异，主要取决于分子结构和密度。采用不同的生产方法可得不同密度（ $0.91 \sim 0.96\text{ g/cm}^3$ ）的产物。

高密度聚乙烯（HDPE）又称低压聚乙烯，其分子中支链短且很少、相对分子质量大、结晶度高（ $85\% \sim 95\%$ ）、密度高（ $0.941 \sim 0.965\text{ g/cm}^3$ ），所以具有较高的刚性、强度和硬度，但柔韧性、透明性较差。

低密度聚乙烯（LDPE）又称高压聚乙烯，其相对分子质量小、其分子链中含有较多较长的支链、结晶度低（ $45\% \sim 65\%$ ）、密度小（ $0.910 \sim 0.925\text{ g/cm}^3$ ）。具有较好的柔软性、耐寒性、耐冲击性；但耐热、耐光、抗氧化能力差，易老化。

聚乙烯无毒、无味、呈乳白色的蜡状半透明状，柔而韧，比水轻，有一定的机械强度，但与其他塑料相比机械强度偏低、表面硬度差。聚乙烯的绝缘性能优异，介电性能稳定；化学稳定性好，能耐稀硫酸、稀硝酸及其他任何浓度的酸、碱、盐的侵蚀；除苯及汽油外，一般不溶于有机溶剂；其透水透气性能较差，而透氧气、二氧化碳及许多有机物质蒸气的性能好；聚乙烯的耐低温性能较好，在 $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下仍具有较好的力学性能，但其使用温度不高，一般LDPE的使用温度在 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右，HDPE的使用温度在 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右。

### 2. 主要用途

高密度聚乙烯可用于制造塑料管、塑料板以及承载不高的零件，如齿轮、轴承等；低密度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，收缩率大，在流动方向与垂直方向上的收缩差异大，且注射方向的收缩率大于垂直方向的收缩率，易产生变形和产生缩孔；冷却速度慢，必须充分冷却；聚乙烯质软易脱模，制品有浅的侧凹时可强行脱模。

## 二、聚丙烯 (PP)

### 1. 基本特性

聚丙烯是由丙烯聚合而制得的一种热塑性树脂。有等规物、无规物和间规物三种构型，工业产品以等规物为主要成分。聚丙烯也包括丙烯与少量乙烯的共聚物在内。通常为半透明无色固体，无臭无毒。由于结构规整而高度结晶化，故熔点高达  $167\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，耐热，制品可用蒸汽消毒是其突出优点。密度  $0.90\text{ g/cm}^3$ ，是最轻的通用塑料。耐腐蚀，抗张强度  $30\text{ MPa}$ ，强度、刚性和透明性都比聚乙烯好。缺点是耐低温冲击性差，易老化，但可分别通过改性和添加抗氧剂予以克服。

聚丙烯具有优良的耐热性、耐化学腐蚀性、电性能和力学性能。屈服强度、抗拉强度、抗压强度、硬度、刚度及弹性、韧性、延伸性比聚乙烯好，特别是经定向后的聚丙烯具有极高的抗弯曲疲劳强度，可制作铰链。聚丙烯可在  $107\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 121\text{ }^{\circ}\text{C}$  下长期使用。聚丙烯是通用塑料中唯一能在水中煮沸且在  $135\text{ }^{\circ}\text{C}$  蒸汽中消毒而不被破坏的塑料。

聚丙烯的低温特性不如聚乙烯，脆化温度仅为  $-10\text{ }^{\circ}\text{C} \sim -30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，低温冲击强度低，抗氧化能力很低，其制品在光、热及氧的作用下易老化，故聚丙烯塑料中应添加适量的抗氧化添加剂。

### 2. 主要用途

聚丙烯可用作各种机械零件，如法兰、接头、泵叶轮、汽车零件和自行车零件等；可用冷/热水、蒸汽、各种非强酸、碱等的输送管道，化工容器和其他设备的衬里、表面涂层等；可制造各种绝缘零件以及自带铰链的盖体合一的箱壳类制品。

### 3. 成型特点

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冷却的冷却回路；聚丙烯成型的适宜模温为  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，温度过低会造成制品表面光泽差或产生熔接痕等缺陷。温度过高会产生翘曲现象。

## 三、聚苯乙烯 (PS)

### 1. 基本特性

聚苯乙烯是指有苯乙烯单体经自由基缩聚反应合成的聚合物。为无色、无味、无毒的透明塑料，密度为  $1.05\text{ g/cm}^3$ ，易燃烧，燃烧时带有很浓的黑烟，并有特殊气味。

聚苯乙烯的相对分子质量（通常在  $45\ 000 \sim 70\ 000$ ）越大，机械强度越高，具有较好的化学稳定性。能耐碱、硫酸、磷酸、 $10\% \sim 30\%$  的盐酸、稀醋酸及其他有机酸，但不耐硝酸及氧化剂。能溶于苯、甲苯、四氯化碳、酮类和脂类等，对水、乙醇、汽油、植物油及各种盐溶液有足够的抗蚀作用。聚苯乙烯具有优良的光学性能，透光率为  $88\% \sim 92\%$ ，易于着



色，能染成各种鲜艳的颜色。聚苯乙烯具有良好的电学性能，尤其是高频绝缘性。但热变形温度低，一般在  $70\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 98\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，质地硬而脆，并具有较高的热膨胀系数。

### 2. 主要用途

聚苯乙烯在工业上可制造仪器仪表零件、灯罩、透明模型、绝缘材料、接线盒、电池盒等；在日用品方面可用于制造包装材料、装饰材料、各种容器、玩具等。

### 3. 成型特点

流动性和成型性优良，成品率高，但易出现裂纹，成型制品的脱模斜度不宜过小，顶出要均匀；由于热膨胀系数高，制品中不宜有嵌件，否则会因两者的热膨胀系数相差太大而导致开裂。宜用高料温、低注射压力成型并延长注射时间，以防止缩孔及变形，但料温过高，容易出现银丝。因流动性好，模具设计中大多采用点浇口形式。

## 四、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。聚氯乙烯树脂为白色或浅黄色粉末。在聚氯乙烯树脂中加入适量的增塑剂，就可制成多种硬度、软质和透明的制品。纯聚氯乙烯的密度为  $1.4\text{ g/cm}^3$ ，加入了增塑剂和填料等的聚氯乙烯密度一般为  $1.15 \sim 2.00\text{ g/cm}^3$ 。硬聚氯乙烯不含或含有很少的增塑剂，有较好的抗拉、抗弯、抗压和抗冲击性能；软聚氯乙烯含有较多的增塑剂，柔软性、断裂伸长率较好，但硬度、抗拉强度较低。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，但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。应用温度范围较窄，一般在  $-15\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

### 2. 主要用途

由于聚氯乙烯的化学稳定性高，所以可用于制造防腐管道、管件、输油管、离心泵、鼓风机等；由于电气绝缘性能优良而在电气、电子工业中用于制造插座、插头、开关、电缆；在日常生活中用于制造凉鞋、雨衣、玩具、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，所以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；聚氯乙烯耐热性差，用一般的注射机须将料筒内的物料温度加热到  $166\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 193\text{ }^{\circ}\text{C}$  时会引起分解，应采用带预塑化装置的螺杆式注射机，模具浇注系统应粗短，应有冷却系统。

## 五、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物 (ABS)

### 1. 基本特性

ABS是由丙烯腈(A)、丁二烯(B)、苯乙烯(S)共聚生成的三元共聚物，具有良好的综合力学性能。丙烯腈使ABS具有较高的耐热性、耐化学腐蚀性及表面硬度；丁二烯使ABS具有良好的弹韧性、冲击强度、耐寒性以及较高的抗拉强度；苯乙烯使ABS具有良好的成型加工性、着色性和介电特性，使ABS制品的表面光洁。由于ABS三种共聚单体的比例可以在很大的范围内调节，故可由此得到性能和用途不一的多种ABS品种，如通用级、抗冲级、耐寒级、耐热级、阻燃级等。

ABS无毒、无味、不透明，色泽微黄，可燃烧，密度为  $1.02 \sim 1.20\text{ g/cm}^3$ 。有良好的机

械强度和极好的抗冲击强度，有一定的耐油性和稳定的化学性和电气性能。但在酮、醛、酯、氯代烃中会溶解而形成乳浊液。

### 2. 主要用途

ABS 广泛应用于家用电子电器、工业设备及日常生活用品等领域，如计算机、电视机、录音机、电冰箱、洗衣机、电话、电风扇、净水加热器等的壳体；工业机械中的齿轮、泵叶轮、轴承、把手、仪器仪表盘等；玩具、包装容器、家具、安全帽、农用喷雾器等。

### 3. 成型特点

ABS 在升温时黏度增高，所以成型压力较高，塑料上的脱模斜度宜稍大；易吸水，成型加工前应进行干燥处理；易产生熔接痕。

## 六、酚醛塑料 (PF)

### 1. 基本特性

酚醛塑料是热固性塑料的一个品种，它是以酚醛树脂为基础而制得的。酚醛树脂通常由酚类化合物和醛类化合物缩聚而成。酚醛树脂本身很脆，呈琥珀玻璃态，必须加入各种纤维或粉末状填料后才能获得具有一定性能要求的酚醛塑料。

酚醛塑料与一般热塑性塑料相比，刚性好，变形小，耐热耐磨，能在  $150^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$  的温度范围内长期使用，在水润滑条件下，有极低的摩擦系数。其电绝缘性能优良；缺点是质脆，冲击强度差。

### 2. 主要用途

布质层压及玻璃布层压酚醛塑料具有优良的力学性能、耐油性能和一定的介电性能，用于制造齿轮、轴瓦、导向轮、轴承及电工结构材料和电气绝缘材料；石棉布层压塑料主要用于高温下工作的零件；木质层压塑料适用于作水润滑冷却下的轴承及齿轮等。

酚醛纤维状压塑料具有优良的电气绝缘性能和耐热、耐磨性能，可制作各种线圈架、接线板、电动工具外壳、齿轮、凸轮等。

### 3. 成型特点

成型性较好，但收缩及方向性一般比氨基塑料大，并含有水分挥发物。成型前应预热，成型过程中应排气，不预热则应提高模温和成型压力。模温对流动性影响较大，一般超过  $160^{\circ}\text{C}$  时，流动性会迅速下降。硬化速度一般比氨基塑料慢，硬化时放出的热量大。大型厚壁塑件的内部温度易过高，容易发生硬化不均和过热。

## 七、环氧树脂 (EP)

### 1. 基本特性

环氧树脂是泛指分子中含有两个或两个以上环氧基团的有机高分子化合物，除个别外，它们的相对分子质量都不高。环氧树脂的分子结构是以分子链中含有活泼的环氧基团为其特征，环氧基团可以位于分子链的末端、中间或成环状结构。由于分子结构中含有活泼的环氧基团，使它们可与多种类型的固化剂发生交联反应而形成不溶或不熔的具有三向网状结构的高聚物。环氧树脂含有环氧基的高分子化合物。未固化之前，是线型的热塑性树脂，只有在加入固化剂（如胺类和酸酐等）之后，才交联成不熔的体型结构的高聚物，才有作为塑料的实用价值。环氧树脂具有很强的黏结能力，是人们所熟悉的“万能胶”的主要成分。此外还耐化学药品、耐热，电气绝缘性能良好，收缩率小。比酚醛树脂有较好的力学性能。其



缺点是耐气候性差、耐冲击性低，质地脆。

## 2. 主要用途

环氧树脂可用做金属和非金属材料的粘合剂，用于封闭各种电子元件；用环氧树脂配以石英粉等来浇铸各种模具；还可以作为各种产品的防腐涂料。

## 3. 成型特点

流动性好，硬化速度快。环氧树脂热刚性差，硬化收缩小，难于脱模用于浇注时的场合在浇注前应加脱模剂；硬化时不析出任何副产物，成型时不须排气。

# 八、聚酰胺 (PA)

## 1. 基本特性

聚酰胺又称尼龙 (Nylon)，可由二元胺和二元酸经缩聚反应而制得，也可由丙酰胺的分子经自聚而成。目前常见的品种有尼龙 6、尼龙 9、尼龙 11、尼龙 66、尼龙 610、尼龙 1010 等。

尼龙树脂为无毒、无味，呈白色或淡黄色的结晶颗粒。尼龙具有优良的力学性能，抗拉、抗压、耐磨。其抗冲击强度比一般塑料有显著提高，其中以尼龙 6 更优。作为机械零件材料，具有良好的消音效果和自润滑性能。尼龙还具有良好的耐化学性、气体透过性、耐油性 and 电性能。但吸水性强、收缩率大，常常因吸水而引起尺寸的变化。

## 2. 主要用途

尼龙由于具有较好的力学性能，在工业上广泛地用来制作轴承、齿轮、滚子、辊轴、滑轮、蜗轮、阀座、传动带等机械零件和降落伞、电池箱、电器线圈、各种绳索、刷子、梳子、拉链、球拍等。

## 3. 成型特点

软化点高，耐热，摩擦系数低，耐磨损，具有良好的自润滑性，吸震性和消音性，耐油，耐弱酸，耐碱和一般溶剂，电绝缘性好，有自熄性，无毒，无臭，耐候性好。缺点是染色性差，吸水性强，影响尺寸稳定性和电性能，纤维增强可降低树脂吸水率，使其能在高温、高湿下工作。

# 九、氨基塑料

## 1. 基本特性

氨基塑料也是热固性塑料，由氨基化合物与醛类（主要是甲醛）经缩聚反应而制得，主要包括脲-甲醛 (UF)、三聚氰胺-甲醛等 (MF)。

脲-甲醛塑料经染色后具有各种鲜艳的色彩，外观光亮，部分透明，表面硬度较高，耐电弧性能好，耐矿物油，但耐水性较差，在水中长期浸泡后电气绝缘性能下降。

三聚氰胺-甲醛可制成各种色彩，耐光、耐电弧、无毒，在  $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 100\text{ }^{\circ}\text{C}$  的温度范围内性能变化小，重量轻不易碎，能耐茶、咖啡等污染性强的物质。

## 2. 主要用途

脲-甲醛大量用于压制日用品及电气照明设备的零件、电话机、收音机、钟表外壳、开关插座及电气绝缘零件；三聚氰胺-甲醛主要用做餐具、航空茶杯及电器开关、灭弧罩及防爆电器的配件。

3. 成型特点

压注成型收缩率大；含水分及挥发物多，使用前须预热干燥，且成型时有弱酸性分解及水分析出；流动性好，硬化速度快。因此，预热及成型温度要适当，装料、合模及加工速度要快；带嵌件的塑料制品易产生应力集中，尺寸稳定性差。

每章一练

1. 简述塑料的组成和分类。
2. 塑料的成型工艺性能表现在哪些方面？
3. 影响塑料流动性的因素有哪些？
4. 什么是塑料的收缩性？影响塑料成型时收缩率波动的因素主要有哪些？
5. 何谓塑料的吸湿性和吸水性？它们的区别是什么？

塑料成型工艺性能

塑料的成型性能是指塑料在成型过程中，对成型工艺条件的适应能力。塑料的成型性能主要表现在以下几个方面：流动性、收缩性、吸湿性和吸水性。

流动性是指塑料在成型过程中，在一定的温度和压力下，流动的能力。流动性好的塑料，成型时容易充满模具，制品的尺寸精度高。影响塑料流动性的因素主要有：塑料的分子量、分子量分布、熔体黏度、模具温度、成型温度等。

收缩性是指塑料在成型过程中，由于冷却、结晶、挥发等原因，导致制品尺寸缩小的现象。收缩率大的塑料，成型时容易产生应力集中，导致制品变形、开裂。影响塑料收缩率波动的因素主要有：塑料的结晶度、分子量、分子量分布、成型温度、模具温度等。

吸湿性和吸水性是指塑料在成型过程中，吸收水分的能力。吸湿性是指塑料在潮湿环境中，吸收水分的能力。吸水性是指塑料在水中，吸收水分的能力。吸湿性和吸水性的区别在于：吸湿性是塑料在潮湿环境中吸收水分的能力，而吸水性是塑料在水中吸收水分的能力。

塑料成型工艺性能

塑料的成型性能是指塑料在成型过程中，对成型工艺条件的适应能力。塑料的成型性能主要表现在以下几个方面：流动性、收缩性、吸湿性和吸水性。

流动性是指塑料在成型过程中，在一定的温度和压力下，流动的能力。流动性好的塑料，成型时容易充满模具，制品的尺寸精度高。影响塑料流动性的因素主要有：塑料的分子量、分子量分布、熔体黏度、模具温度、成型温度等。

收缩性是指塑料在成型过程中，由于冷却、结晶、挥发等原因，导致制品尺寸缩小的现象。收缩率大的塑料，成型时容易产生应力集中，导致制品变形、开裂。影响塑料收缩率波动的因素主要有：塑料的结晶度、分子量、分子量分布、成型温度、模具温度等。

吸湿性和吸水性是指塑料在成型过程中，吸收水分的能力。吸湿性是指塑料在潮湿环境中，吸收水分的能力。吸水性是指塑料在水中，吸收水分的能力。吸湿性和吸水性的区别在于：吸湿性是塑料在潮湿环境中吸收水分的能力，而吸水性是塑料在水中吸收水分的能力。