



高等职业教育“十二五”规划教材  
国家示范性骨干院校建设项目成果

# 塑料模具设计与制造

主 编 王晓梅



科学出版社

高等职业教育“十二五”规划教材  
国家示范性骨干院校建设项目成果

# 塑料模具设计与制造

王晓梅 主编  
程晓宇 刘绪民 副主编

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书是在高职高专国家骨干院校示范性建设和模具设计与制造专业建设成果的基础上,通过综合分析塑料模具设计与制造的工作过程,锻炼学生从事塑料模具设计与制造的能力。

本书共分注射成型工艺的编制、注射模具设计、其他塑料模具设计、塑料模具制造4个项目,包含15个工作任务。每个工作任务均以典型塑料模具设计与制造的工作过程为导向要求教师在教中做、学生在做中学。全书内容强化职业技能和综合技能的培养,并与企业合作编写了有关章节。

本书可作为高职高专模具制造专业及相关机械类专业的教材,亦可供有关工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

塑料模具设计与制造/王晓梅主编. —北京:科学出版社,2013

(高等职业教育“十二五”规划教材·国家示范性骨干院校建设项目成果)

ISBN 978-7-03-036957-4

I. ①塑… II. ①王… 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(2013)第043407号

责任编辑:李太铎 张雪梅 / 责任校对:柏连海  
责任印制:吕春珉 / 封面设计:东方人华平面设计部

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号  
邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

百善印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2014年4月第一版 开本:787×1092 1/16

2014年4月第一次印刷 印张:24

字数:560 000

定价:49.50元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈百善〉)

销售部电话 010-62142126 编辑部电话 010-62135763-2021 (VT03)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

# 前 言

本书是高职高专国家骨干学校示范性建设模具设计与制造专业改革成果之一，通过综合分析塑料模具设计与制造的工作过程，锻炼和提高学生从事塑料模具设计与制造的能力。本书的编写以典型塑料模具设计与制造的工作过程为导向，要求教师在教中做、学生在做中学。全书内容强化职业技能和综合技能的培养，并与企业合作编写有关章节。

全书共分 4 个项目。

项目 1 为注射成型工艺的编制。通过任务 1.1 典型塑料注射成型工艺的编制，掌握塑料的性能、塑料成型方法、塑料制品的生产工序流程、塑料注射成型工艺过程；通过任务 1.2 典型塑件结构优化设计，掌握塑件的尺寸精度和表面质量、塑件的结构设计知识与技能。

项目 2 为注射模具设计。通过任务 2.1 单分型面注射模具设计、任务 2.2 双分型面注射模具设计、任务 2.3 侧抽芯机构注射模具设计和任务 2.4 螺纹塑件注射模具设计，掌握注射模具的基本结构、分类、设计流程，掌握单分型面、双分型面注射模具设计知识与技能，以及侧抽芯机构和螺纹塑件注射模具设计的设计要点。

项目 3 为其他塑料模具设计。通过任务 3.1 压缩模具结构设计，掌握热固性塑料压缩成型工艺、热固性塑料压缩模具设计知识与技能；通过任务 3.2 挤出模具设计，掌握挤出成型工艺，挤出机头设计知识与技能；通过任务 3.3 真空浇注模具设计，掌握真空浇注成型工艺、真空浇注模具设计知识与技能；通过任务 3.4 热流道注射模具设计，掌握热流道应用主要关键技术。

项目 4 为塑料模具制造。通过任务 4.1 塑料模具制造方法，任务 4.2 塑料模具通用件、标准件的制造，任务 4.3 塑料模具模板的制造，任务 4.4 塑料模具凸凹模的制造及任务 4.5 塑料模具装配，掌握塑料注射模具制造过程、常用材料、常用加工方法及设备、装配过程与工艺。

本书由陕西国防工业职业技术学院王晓梅担任主编，程晓宇、刘绪民担任副主编，西光模具公司樊百虎参编。全书编写分工如下：项目 1、项目 2 与项目 4 由王晓梅和刘绪民编写；项目 3 中的任务 3.1、任务 3.2、任务 3.4 由程晓宇编写，任务 3.3 由西光模具公司樊百虎编写。全书由王晓梅统稿，陕西国防工业职业技术学院王明哲审阅。在收集资料和编写本书过程中得到许多单位和个人的大力支持，谨此致谢！同时，在编写本书过程中，参考了国内外公开出版的同类书籍和资料，在此向这些书籍与资料的作者表示感谢！

由于编者水平有限，书中难免有不足之处，恳请广大读者批评指正。

# 目 录

## 前言

绪论	1
0.1 塑料工业的发展概况	2
0.2 塑料成型技术发展趋势	3
0.3 塑料模具设计及加工技术的发展方向	4
0.4 课程任务与学习目标	4
项目 1 注射成型工艺的编制	6
任务 1.1 典型塑料注射成型工艺的编制	7
1.1.1 塑料概述	7
1.1.2 塑料成型方法	19
1.1.3 塑料制品的生产工序流程	19
1.1.4 塑料注射成型工艺过程	20
1.1.5 注射成型工艺	30
任务 1.2 典型塑件结构优化设计	51
1.2.1 塑件的尺寸精度和表面质量	51
1.2.2 塑件的结构设计	56
项目 2 注射模具设计	77
任务 2.1 单分型面注射模具设计	78
2.1.1 注射模具的基本结构	78
2.1.2 注射模具的分类	82
2.1.3 设计流程	83
2.1.4 单分型面注射模具设计	85
任务 2.2 双分型面注射模具设计	126
2.2.1 双分型面注射模具特点	126
2.2.2 双分型面注射模具的浇注系统	127
2.2.3 定距离分型拉紧机构(顺序分型拉紧机构)	131
任务 2.3 侧抽芯机构注射模具设计	146
2.3.1 侧抽芯机构的组成和分类	146
2.3.2 侧抽芯机构的设计要点	148
2.3.3 其他抽芯机构	167
任务 2.4 螺纹塑件注射模具设计	184
2.4.1 强制脱螺纹	184



2.4.2 活动螺纹型芯与螺纹型环带出脱模	185
2.4.3 螺纹部分回转的脱模方式	186
<b>项目 3 其他塑料模具设计</b>	<b>197</b>
任务 3.1 压缩模具设计	198
3.1.1 热固性塑料压缩成型工艺	198
3.1.2 热固性塑料压缩模具设计	211
任务 3.2 挤出模具设计	243
3.2.1 挤出成型工艺	243
3.2.2 挤出机头设计	249
任务 3.3 真空浇注模具设计	264
3.3.1 真空浇注成型方法	265
3.3.2 环氧树脂浇注模具设计方法	268
3.3.3 模具选材及表面处理	270
任务 3.4 热流道注射模具设计	274
3.4.1 概述	274
3.4.2 热流道模具的结构形式	275
3.4.3 热流道系统的组成	277
3.4.4 热流道应用主要关键技术	279
<b>项目 4 塑料模具制造</b>	<b>283</b>
任务 4.1 塑料模具制造方法	284
4.1.1 塑料注射模具设计制造过程	284
4.1.2 塑料注射模具常用材料	286
4.1.3 塑料注射模具常用加工方法及设备	288
任务 4.2 塑料模具通用件、标准件的制造	295
4.2.1 模具导向零件制造	295
4.2.2 滑块和导滑槽制造	302
任务 4.3 塑料模具模板的制造	310
4.3.1 模板类零件的加工	310
4.3.2 模板上一般孔的加工	312
4.3.3 模板类零件的坐标磨削	317
任务 4.4 塑料模具凸凹模的制造	327
4.4.1 凸凹模成型磨削加工	327
4.4.2 凸凹模的电加工	343
4.4.3 凸凹模其他加工	350
任务 4.5 塑料模具装配	359
4.5.1 塑料模具组件装配	360
4.5.2 塑料注射模具装配实例	363
<b>主要参考文献</b>	<b>377</b>

## 绪 论

塑料已渗透到人们生产和生活的各个领域。在家用电器、仪器仪表、机械制造、化工、医疗卫生、建筑器材、汽车工业、农用器械、日用五金以及兵器、航空航天和原子能工业中，塑料已替代部分钢铁、木材、皮革等材料的发展，成为各个行业中不可缺少的一种化学材料，并和钢铁、木材、水泥一起成为现代社会中的四大基础材料。塑料制件已成为国民经济中不可缺少的重要材料之一。

塑料模具对塑料加工工艺的实现，保证塑料制品的形状、尺寸及公差起着极其重要的作用。高效率全自动的设备只有配备了适应自动化生产的塑料模具才有可能发挥其效能，产品的生产和更新都是以模具制造和更新为前提的。工业和日用塑料制品的品种和产量需求的日益增加，对塑料模具也提出了越来越高的要求，推动了塑料模具不断向前发展。



## 0.1 塑料工业的发展概况

塑料工业是一门新兴的工业，虽然塑料工业的发展只有近百年的历史，但其发展速度却十分迅速，1910年世界塑料产量只有2万吨，到2003年产量达到了1.28亿吨。目前塑料品种已有300多种，并且每年仍然在以10%左右的速度增长。

目前，我国的塑料制品总产量在世界上已跃居第二位。据统计，在世界范围内，塑料用量近几十年来几乎每5年翻一番。预计今后将以每8年翻一番的速度持续高速发展。据中国轻工信息中心统计，2002年中国塑料制品行业中，年销售额达500万元以上规模企业共计7480家，其中大中型企业约占10%，产品销售收入亿元以上企业397家。

塑料制品的应用主要有以下几个方面。

1) 农业：薄膜、管道、片板、绳索和编织袋等，农田水利工程多选用塑料管，农舍建筑中也会用到塑料制品。

2) 交通运输：门把手、转向盘、仪表板等。

3) 电气工业：电线、电缆、开关、插头、插座绝缘体、家用电器、计算机（键盘套件、显示器外壳）等及各种通信设备等。

4) 通信产品：电话机、手机、传真机等外壳。

5) 日常生活用品：塑料桶、塑料盆、热水器外壳、塑料袋、航空茶杯、尼龙绳等。

6) 医疗：人工血管、输液器、输血袋、注射器、插管、检验用品、病人用具、手术室用品等。

塑料广泛应用于各个领域，品种繁多，性能也各不相同。归纳起来，塑料主要具有以下优良特性：

1) 塑料密度小、质量轻。大多数塑料密度为 $1.0\sim 1.4\text{g/cm}^3$ ，相当于钢材密度的0.14倍和铝材密度的0.5倍左右；在同样体积下，塑件要比金属制品轻得多，采用塑料零件后对各种机械、车辆、飞机和航天器减轻质量、节省能耗具有非常重要的意义。

2) 比强度和比刚度高。塑料的强度和刚度虽然不如金属的好，但塑料密度小，所以其比强度（即强度和密度之比 $\sigma/\rho$ ）和比刚度（弹性模量和密度之比 $E/\rho$ ）相当高，如玻璃纤维增强塑料和碳纤维增强塑料的比强度和比刚度都比钢好，该类塑料常用于制造人造卫星、火箭、导弹上的零件。

3) 绝缘性能好，介电损耗低，耐电弧特性，所以广泛应用于电机、电器和电子工业中，做结构零件和绝缘材料，是电子工业中不可缺少的原材料。

4) 化学稳定性高，具有良好的耐腐蚀性能，因此在化工设备及日用工业品中得到广泛应用。常用的耐腐蚀塑料是硬质，它可以加工成管道、容器和化工设备中的零部件。

5) 耐磨、自润滑性能及减振、隔声性能都较好。塑料的摩擦因数小，耐磨性强，可以作为减摩材料，如用来制造轴承、齿轮等零件，适合用于转速不高、荷载不大的工作场合。塑料还具有优良的隔声和吸声性能。

6) 成型性能、着色性能好，且有多种防护性能（防水、防潮、防辐射）。

塑料在一定的条件下具有良好的塑性，可以采用多种成型方法制作不同的制品。塑料的着色简单，着色范围广，可制成各种颜色，部分塑料的光学性能很好，具有良好的



光泽，可制成透明性很高的塑件，如常用的有机玻璃、聚碳酸酯等。塑料还具有防水、防潮、防透气、防振、防辐射等多种防护性能。

塑料虽具有上述优异的特性，但在某些性能上也存在着不足之处，如机械强度和硬度远不及金属材料高，耐热性也低于金属，导热性差，且吸湿性大、易老化等，塑料的这些缺点或多或少影响和限制了它的应用范围。

从发展趋势看，对现有的各种聚合物进行改性仍是目前和今后一段时间内对塑料材料进行开发和应用研究的主要任务，如继续扩大和完善新的聚合物高分子材料品种，对各种添加剂继续向低毒、高效和非污染的方向发展，同时改善塑料的工艺加工性能、节约能耗、提高产品质量、满足高速加工设备和高效加工工艺的要求，并减少环境污染、提高配料的准确性和发挥助剂的协同效能。

## 0.2 塑料成型技术发展趋势

在现代塑料制件的生产中，影响产品生产和质量的三个重要因素为合理的加工工艺、高效的设备、先进的模具，因此应从塑料模具的设计、制造、材料等方面考虑塑料成型技术的主要发展方向。

### 1. 塑料成型理论和成型工艺

模具设计已逐步向理论设计方面发展。目前为止，挤出成型的流动理论和数学模型已经建立，并在生产中得到应用；注射成型的流动理论尚在进行研究，需完善和发展塑料成型理论，以便更好地指导实际生产；改进或采用先进的生产工艺以提高塑料产品的质量和生产效率。

### 2. 模具的标准化

为降低模具成本，缩短模具的制造周期，模具的标准化工作需要进一步加强，还需要研究开发热流道标准元件、模具温控标准装置，精密标准模架、精密导向件系列，标准模板与模具标准件的先进技术标准化模块等。

### 3. 塑料制件的精密化、微型化、超大型化

为了满足各种工业产品的使用要求，塑料成型技术正朝着精密化、微型化、超大型化等方面发展。精密注射成型是塑件尺寸公差保持在  $0.01\sim 0.001\text{mm}$  的成型工艺方法，国内已经有注射量为  $0.1\text{g}$  的微型注射机，可生产  $0.05\text{g}$  的微型注射成型塑件。塑件的大型化要求具备大型的成型设备，国产注射机的注射量已达  $35\text{kg}$ ，合模力为  $80\text{MN}$ 。

### 4. 生产的高效率、自动化

简化塑件的成型工艺，缩短生产周期，是提高生产率的有效办法。近年来，正在大力应用计算机来控制加工成型过程，已经成功研制了数控热固性塑料注射机、计算机群控注射机等。



## 0.3 塑料模具设计及加工技术的发展方向

塑料模具对实现塑料加工工艺，保证塑料制品的形状、尺寸及公差起着极重要的作用。高效率全自动的设备只有配备了适应自动化生产的塑料模具才有可能发挥其效能，产品的生产和更新都是以模具制造和更新为前提的。工业和日用塑料制品的品种和产量需求的日益增加，对塑料模具也提出了越来越高的要求，推动了塑料模具不断向前发展。

### 1. 提高模具的使用寿命

模具材料的选用直接影响模具的加工成本、使用寿命及塑件成型的质量等。因此，需要不断地采用新材料、新技术、新工艺，以提高模具的质量。

### 2. 模具加工技术的革新

为了提高加工精度，缩短模具的制造周期，塑料模具的加工已经广泛地应用了仿形加工、电加工、数控加工，以及微机控制加工等先进的加工技术，并且使用了坐标镗、坐标磨和三坐标测量仪等精密加工和测量设备，以及超塑性成型和电铸成型及简易制模工艺等先进的型腔加工新工艺。

### 3. 推广应用 CAD/CAM

采用 CAD/CAM 进行产品设计及模具设计、制造，比传统方式更迅捷、更方便、更合理，在缩短模具设计制造周期的同时更容易保证模具的制造质量。

### 4. 模具的“三化”

为适应模具工业的发展，必须大力发展模具的标准化、系列化及专业化，其中模具的标准化是前提条件，实现模具的“三化”有利于分工明确、配套协作，进一步提高模具的制造质量和缩短模具的生产制造周期。

## 0.4 课程任务与学习目标

### 1. 课程任务

本课程的主要任务是使学生掌握塑料成型模具的设计与制造方法，具备塑料模具设计与制造的工作能力，同时使学生了解塑料成型的基本工艺，掌握塑料模具设计的一般步骤及方法，能够设计和制造中等复杂程度的塑料模具。

### 2. 课程目标

通过学习本课程，学生应掌握常见的塑料模具的成型工艺方法；能够熟练应用塑料模具的设计规律，独立地设计中等复杂程度的塑料模具；合理地选择塑料成型设备，分析和解决生产中成品质量和模具方面的技术问题；了解常用塑料的性质及塑料的成型工艺方法；掌握塑料制件的设计原则，正确合理地设计塑料产品；掌握塑料模具的基本设



计规律；了解塑料挤出成型、浇注成型模具的设计要领。通过学习，学生应达到理论联系实际、活学活用的基本目标，提高实际应用技能，并养成善于观察、独立思考的习惯，同时通过教学过程中的实际开发过程的规范要求，强化职业道德意识和职业素质养成意识。

### 3. 知识目标

1) 塑料知识：熟悉塑料的组成与分类，明确各类塑料与塑件的成型方法，以及塑件使用性能的关系，能正确选择塑料。

2) 塑料模塑工艺知识：掌握塑料成型工艺条件对塑件成型及质量的影响；掌握塑件设计基本知识，具备审查塑件设计合理性的能力。

3) 塑料成型设备知识：掌握塑料成型设备的基础原理及注射机的选择方法。

4) 塑料注射成型模具结构设计、制造知识：熟悉各种典型注射模具结构；掌握注射模具设计方法。

5) 其他模塑成型知识：了解压缩模、挤出机头、真空成型等模具的成型原理和模具特征。

### 4. 技能目标

1) 能应用塑料流变基础理论，分析模塑成型工艺条件，达到能编制出合理、可行的塑料成型工艺规程的能力。

2) 能应用学过的设计知识通过查阅和使用有关设计手册和参考资料，设计、制造中等复杂程度注射模具和挤出模具，为设计、制造复杂塑料模打下基础。

3) 会选择塑料成型设备的规格、协调塑料成型设备与模具的关系，会分析和处理试模过程中产生的有关技术方面问题的能力。

4) 初步具备对塑件质量分析的能力，具有跟踪专业技术发展方向、探求和更新知识的自学能力。

项目



# 注射成型工艺的编制

**注**射成型工艺过程的确是注射模具设计与制造的中心环节。正确的工艺编制，需要了解常用塑料的工艺性能、设备的工作原理与技术参数、成型工艺参数的合理选择；更离不开对塑料制件结构性能及塑料产品设计知识的掌握，尤其应对塑料产品出现的生产缺陷，分清是塑料原料的问题、设备的问题、模具的问题，还是产品设计的问题，然后通过调整塑料成型工艺参数，又快又好低成本地解决缺陷问题。


总而言之，对成型工艺中各参数调节方法及作用经验越多，越能降低废品率，缩短成型时间，提高经济效益。所以，最佳成型工艺应满足最低的废品率和尽可能高的生产率。

学习本项目内容，不仅有利于适应未来塑料工艺员岗位，也可为塑料模具设计的学习打下坚实的基础。


## 任务



## 典型塑料注射成型工艺的编制

知识目标 

1. 掌握塑料的概念和常用塑料的基本性能。
2. 掌握注射成型的工作原理。
3. 掌握注射成型工艺过程和特点。
4. 掌握注射模具与成型设备的关系。

能力目标 

1. 会分析并选择塑料种类。
2. 会分析给定塑料的使用性能和工艺性能。
3. 具有合理选择塑料成型方式的初步能力。
4. 具有编制塑料制品成型工艺卡、撰写工艺规程的能力。
5. 会正确分析、判断影响塑件质量的因素，并能够提出相应的改进措施。
6. 具有合理选择注射成型设备的能力。

## 1.1.1 塑料概述

### 1.1.1.1 塑料的组成

塑料是以合成树脂为主要成分，再加入其他各种各样的添加剂（也称助剂）制成的。合成树脂决定了塑料制品的基本性能，其作用是将各种助剂黏结成一个整体。添加剂是为改善塑料的成型工艺性能及制品的使用性能或降低成本而加入的一些物质。

塑料材料所使用的添加剂品种很多，如填充剂、增塑剂、着色剂、稳定剂、固化剂、抗氧化剂等。在塑料中，树脂虽然起决定性的作用，但添加剂也有着不可忽略的作用。

#### 1. 树脂

树脂是在受热时软化，在外力作用下有流动倾向的聚合物。它是塑料中最重要的成分，在塑料中起黏结作用（也称为黏料），决定了塑料的类型和基本性能，如热性能、物理性能、化学性能、力学性能及电性能等。



## 2. 添加剂

### (1) 填充剂

填充剂又称填料，是塑料中重要但并非每种塑料必不可少的成分。填充剂与塑料中的其他成分机械混合，与树脂牢固胶黏在一起，但它们之间不起化学反应。

在塑料中填充剂不仅可减少树脂用量，降低塑料成本，而且能改善塑料的某些性能，扩大塑料的使用范围。例如，在酚醛树脂中加入木粉后，既克服了它的脆性，又降低了成本；聚乙烯、聚氯乙烯等树脂中加入钙质填充剂，便成为价格低廉的具有刚性强、耐热性好的钙塑料；用玻璃纤维作为塑料的填充剂，可大幅度提高塑料的力学性能。有的填充剂还可以使塑料具有树脂所没有的性能，如导电性、导磁性、导热性等。

填充剂有无机填充剂和有机填充剂。常用的填充剂的形态有粉状、纤维状和片状三种。

粉状填充剂有木料、纸浆、大理石、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、石棉纤维、碳纤维、硼纤维和金属须等；片状填充剂有纸张、棉布、麻布和玻璃布等。填充剂的用量通常为塑料组成的40%以下。

填充剂形态为球状、正方体状的，通常可提高成型加工性能，但机械强度差；而鳞片状的则相反，粒子愈细时对塑料制品的刚性、冲击性、拉伸强度、稳定性和外观等改进作用愈大。

### (2) 增塑剂

加入能与树脂相容的、低挥发性的高沸点有机化合物，能够增加塑料的可塑性和柔软性，改善其成型性能，降低刚性和脆性。其作用是降低聚合物分子间的作用力，使树脂高分子容易产生相对滑移，从而使塑料在较低的温度下具有良好的可塑性和柔软性。例如，聚氯乙烯树脂中加入邻苯二甲酸二丁酯，可变为像橡胶一样的软塑料。但加入增塑剂在改善塑料成型加工性能的同时，有时也会降低树脂的某些性能，如塑料的稳定性、介电性能和机械强度等。因此，在添加剂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。

对增塑剂的要求：与树脂有良好的相容性；挥发性小，不易从塑件中析出；无毒、无色、无臭味；对光和热比较稳定；不吸湿。常用的增塑剂有邻苯二甲酸二丁酯、樟脑等。

### (3) 着色剂

大多合成树脂的本色是白色半透明或无色透明的。为使塑件获得各种所需色彩，在工业生产中常常加入着色剂来改变合成树脂的本色，从而得到颜色鲜艳漂亮的塑件。有些着色剂还能提高塑料的光稳定性、热稳定性。例如，本色聚甲醛塑料用炭黑着色后能在一定程度上有助于防止光老化。

着色剂主要分颜料和染料两种。颜料是不能溶于普通溶剂的着色剂，故要获得理想的着色性能，需要用机械方法将颜料均匀分散于塑料中。颜料按结构可分为无机颜料和有机颜料。无机颜料热稳定性、光稳定性优良，价格低，但着色力相对差，相对密度大，



如钠猩红、颜料蓝、炭黑等；有机颜料着色力高、色泽鲜艳、色谱齐全、相对密度小，缺点为耐热性、耐候性和遮盖力方面不如无机颜料，如铬黄、氧化铬、铅粉末等。染料是可用于大多数溶剂和被染色塑料的有机化合物，优点为密度小、着色力高、透明度高，但其一般分子结构小，着色时易发生迁移，如士林兰。

对着色剂的一般要求是：着色力强；与树脂有很好的相溶性；不与塑料中其他成分起化学反应；性质稳定，成型过程中不因温度、压力变化而分解变色，而且在塑件的长期使用过程中能够保持稳定。

#### (4) 稳定剂

树脂在加工过程和使用过程中易产生降解（老化）。所谓降解，是指聚合物在热、力、氧、水、光、射线等作用下，大分子断链或化学结构发生有害变化的反应。为防止塑料在热、光、氧和真菌等外界因素的作用下产生降解和交联，在聚合物中添加能够稳定其化学性质的添加剂，称为稳定剂。

根据稳定剂所发挥的作用不同，可分为热稳定剂、光稳定剂和抗氧化剂等。

1) 热稳定剂，主要作用是抑制塑料成型过程中可能发生的热降解反应，保证塑料制件顺利成型并得到良好的质量。例如，有机锡化合物常用于聚氯乙烯，无毒，但价格高。

2) 光稳定剂，防止塑料在阳光、灯光和高能射线辐照下出现降解和性能降低添加的物质，其种类有紫外线吸收剂、光屏蔽剂等，苯甲酸酯类及炭黑等常用做紫外线吸收剂。

3) 抗氧化剂，防止塑料在高温下氧化降解的添加物，酚类及胺类有机物常用做抗氧化剂。

在大多数塑料中都要添加稳定剂，稳定剂的含量一般为塑料的 0.3%~0.5%。对稳定剂的要求：与树脂有很好的相溶性；对聚合物的稳定效果好，能防水、防油、耐化学药品腐蚀，并在成型过程中不分解、挥发小、无色。

#### (5) 固化剂

固化剂又称硬化剂、交联剂，用于成型热固性塑料，线型高分子结构的合成树脂需发生交联反应转变成体型高分子结构。固化剂添加的目的是促进交联反应，如在环氧树脂中加入乙二胺、三乙醇胺等。

此外，在塑料中还可加入一些其他的添加剂，如阻燃剂、发泡剂、防静电剂、导电剂和导磁剂等。例如，阻燃剂可降低塑料的燃烧性，发泡剂可制成泡沫塑料，防静电剂可使塑件具有适量的导电性能以消除带静电的现象。并不是每一种塑料都要全部加入这些添加剂，而是依塑料品种和塑件使用要求按需要有选择地加入某些添加剂。

### 1.1.1.2 塑料的分类

塑料的品种很多，目前世界上已制造出大约 300 多种可加工的塑料原料（包括改性塑料），常用的有 30 多种。塑料分类的方式也很多，常用的分类方法有以下两种。

#### 1. 热塑性塑料和热固性塑料

##### (1) 热塑性塑料

热塑性塑料中树脂的分子结构呈线型或支链型结构，常称为线性聚合物。加热时可





塑制成一定形状的塑件，冷却后保持已定型的形状。如再次加热，又可软化熔融，可再次制成一定形状的塑件，可反复多次进行，具有可逆性。在上述成型过程中一般无化学变化，只有物理变化。由于热塑性塑料具有上述可逆的特性，在塑料加工中产生的边角料及废品可以回收粉碎成颗粒后掺入原料中利用。

热塑性塑料又可分为结晶型塑料和无定形塑料两种。结晶型塑料分子链排列整齐、稳定、紧密，而无定形塑料分子链排列则杂乱无章，因而结晶型塑料一般都较耐热、不透明和具有较高的力学强度，而无定形塑料则与此相反。

常用的聚乙烯、聚丙烯和聚酰胺（尼龙）等属于结晶型塑料，常用的聚苯乙烯、聚氯乙烯和 ABS 等属于无定形塑料。从外观特征来看，一般结晶型塑料是不透明或半透明的，无定形塑料是透明的。但也有例外，例如，聚 4-甲基戊烯-1 为结晶型塑料，却有高透明性；而 ABS 为无定形塑料，却是不透明的。

## （2）热固性塑料

热固性塑料在受热之初也具有链状或树枝状结构，同样具有可塑性和可熔性，可塑制成一定形状的塑件。当继续加热时，这些链状或树枝状分子主链间形成化学键结合，逐渐变成网状结构（称之为交联反应）。当温度升高到达一定值后，交联反应进一步进行，分子最终变为体型结构，成为既不熔化又不溶解的物质（称为固化）。当再次加热时，由于分子的链与链之间产生了化学反应，塑件形状固定下来不再变化。塑料不再具有可塑性，直到在很高的温度下被烧焦炭化，其具有不可逆性。在成型过程中，既有物理变化又有化学变化。由于热固性塑料具有上述特性，加工中的边角料和废品不可回收再生利用。显然，热固性塑料的耐热性能比热塑性塑料好。常用的酚醛、三聚氰胺-甲醛、不饱和聚酯等均属于热固性塑料。

热塑性塑料常采用注射、挤出或吹塑等方法成型。热固性塑料常用于压缩成型，也可以采用注射成型。

## 2. 通用塑料、工程塑料和特种塑料

### （1）通用塑料

通用塑料指的是产量大、用途广、价格低、性能普通的一类塑料，通常用作非结构材料。世界上公认的六大类通用塑料有聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、酚醛塑料和氨基塑料，其产量约占世界塑料总产量的 75% 以上，构成了塑料工业的主体。

### （2）工程塑料

工程塑料泛指一些具有能制造机械零件或工程结构材料等工业品质的塑料。除具有较高的机械强度外，这类塑料的耐磨性、耐腐蚀性能、耐热性、自润滑性及尺寸稳定性等均比通用塑料优良，它们具有某些金属特性，因而在机械制造、轻工、电子、日用、宇航、导弹、原子能等工程技术部门得到广泛应用，越来越多地代替金属做某些机械零件。

目前工程上使用较多的塑料包括聚酰胺、聚甲醛、聚碳酸酯、ABS、聚砜、聚苯醚、聚四氟乙烯等，其中前四种发展最快，为国际上公认的四大工程塑料。



### (3) 特殊塑料（功能塑料）

特殊塑料指那些具有特殊功能、适合某种特殊场合用途的塑料，主要有医用塑料、光敏塑料、导磁塑料、超导电塑料、耐辐射塑料、耐高温塑料等。其主要成分是树脂，有的是专门合成的树脂，也有一些特殊塑料是采用上述通用塑料和工程塑料用树脂经特殊处理或改性后获得特殊性能。这类塑料产量小，性能优异，价格昂贵。

随着塑料应用范围的越来越广，工程塑料和通用塑料之间的界限已难以划分，如通用塑料聚氯乙烯作为耐腐蚀材料已大量应用于化工机械中。

#### 1.1.1.3 塑料的性能

塑料的性能包括塑料的使用性能和工艺性能，使用性能体现了塑料的使用价值，工艺性能体现了塑料的成型特性。

##### 1. 塑料的使用性能

塑料的使用性能即塑料制品在实际使用中需要的性能，主要有物理性能、化学性能、机械性能、热性能、电性能等。这些性能都可以用一定的指标衡量，并可用以一定的实验方法测得。

##### (1) 塑料的物理性能

塑料的物理性能主要有密度、表观密度、透湿性、吸水性、透明性、透光性等。

密度是指单位体积中塑料的质量，而表观密度是指单位体积的试验材料（包括空隙在内）的质量。

透湿性是指塑料透过蒸汽的性质，可用透湿系数表示。透湿系数是在一定温度下，试样两侧在单位压力差情况下，单位时间内在单位面积上通过的蒸汽量与试样厚度的乘积。

吸水性是指塑料吸收水分的性质，可用吸水率表示。吸水率是指在一定温度下，把塑料放在水中浸泡一定时间后质量增加的百分率。

透明性是指塑料透过可见光的性质，可用透光率表示。透光率是指透过塑料的光通量与其入射光通量的百分率。

##### (2) 塑料的化学性能

塑料的化学性能有耐化学性、耐老化性、耐候性、光稳定性、抗霉性等。

耐化学性是指塑料耐酸、碱、盐、溶剂和其他化学物质的能力。

耐老化性是指塑料暴露于自然环境中或人工条件下，随着时间推移而不产生化学结构变化，从而保持其性能的能力。

耐候性是指塑料暴露在日光、冷热、风雨等气候条件下保持其性能的性质。

光稳定性是指塑料在日光或紫外线照射下抵抗褪色、变黑或降解等的能力。

抗霉性是指塑料对真菌的抵抗能力。

##### (3) 塑料的机械性能

塑料的机械性能主要有抗拉强度、抗压强度、抗弯强度、断后伸长率、冲击韧度、疲劳强度、蠕变权限、摩擦因数及磨损、硬度等。