



高等院校工业设计专业精品教材

产品制造技术基础

杨晓辉 孙自强 李强◎编著



清华大学出版社



高等院校工业设计专业精品教材

产品制造技术基础

杨晓辉 孙自强 李强 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本教材共 11 章,第 1 章为概述,介绍产品制造的一般过程;第 2 章为注塑成型技术,介绍塑料、注塑成型工艺和设备、注塑件的缺陷,并围绕着塑件设计讲解注塑成型模具、塑件形状和结构设计;第 3 章为冲压成型,介绍冲压加工理论、冲压成型工艺和设备,重点讲述冲裁、弯曲和拉深工艺及其结构设计;第 4 章为机械加工,介绍车削、铣削、钻镗和磨削加工;第 5 章为数控加工,介绍数控机床及其适应范围等;第 6 章为快速原型制造技术,介绍快速原型制造原理和主要工艺;第 7 章为逆向工程;第 8 章为铸造和锻造;第 9 章为特种加工,介绍与模具加工有关的特种加工技术;第 10 章为焊接与胶接;第 11 章为表面工程。

本教材面向工业设计专业,汇集了外覆盖件的主要制造技术。从专业的人才培养目标出发,将注塑成型、冲压成型、快速原型制造、逆向工程、铸造和其他制造技术等汇集成一册,结构紧凑、实用性强。为了更清楚地表达各种结构,书中采用了大量的图表,图文并茂,简洁清晰。适合作为高等学校工业设计专业的教学用书,也可供近机类专业的学生及工程技术人员参考。

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

产品制造技术基础 / 杨晓辉, 孙自强, 李强编著. —北京: 清华大学出版社, 2014

高等院校工业设计专业精品教材

ISBN 978-7-302-37827-3

I. ①产… II. ①杨… ②孙… ③李… III. ①工业产品—制造—高等院校—教材 IV. ①TB4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 198135 号

责任编辑: 杜长清

封面设计: 刘 超

版式设计: 文森时代

责任校对: 马军令

责任印制: 何 芊

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座 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 装 者: 清华大学印刷厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×230mm

印 张: 14.75

字 数: 335 千字

版 次: 2014 年 12 月第 1 版

印 次: 2014 年 12 月第 1 次印刷

印 数: 1~4000

定 价: 28.00 元

产品编号: 055209-01

前 言

产品设计是工业设计的核心,是企业运用设计的关键环节,它可将原料的形态改变为更有价值的形态。工业设计师通过对人的生理、心理、生活习惯等一切关于人的自然属性和社会属性的认知,进行产品的功能、性能、形式、价格及使用环境的定位,结合材料、技术、结构、工艺、形态、色彩、表面处理、装饰和成本等因素,从社会的、经济的、技术的角度进行创意设计。工业设计专业培养学生以立体工业产品造型为主,以视觉传达设计为辅,具备工业设计的基本理论、知识与应用能力。这些知识和能力不仅体现在形态美上,更重要的是创意实现的过程,最终要通过生产加工完成产品制造。所以要求工业设计师必须熟悉产品制造技术方面的知识。学习产品加工制造知识,了解工艺过程和制造成本,掌握工艺结构,可缩短产品设计周期,使设计更合理,满足使用者的要求。同时,新的工艺方法也会使产品更具有时代感。

工业设计是以工学、美学、经济学为基础对产品进行的设计,主要涉及的工学知识是产品外覆盖件的加工制造方法及其工艺结构,包括外覆盖件的制造成本。现在产品外覆盖件的加工制造方法主要有注塑成型、冲压成型、铸造和焊接等,快速原型制造和逆向工程则是今后发展的方向。然而,将注塑成型、冲压成型、快速原型制造、逆向工程、铸造和焊接等制造技术编辑成一册的教材几乎找不到。

本教材面向工业设计专业,以讲述工业产品外覆盖件的主要制造技术为主,其他制造技术为辅。内容包括注塑成型、冲压成型、切削加工、快速原型制造、逆向工程、铸造和锻造、焊接、特种加工和表面技术等。希望通过这些内容的学习,能够培养学生工业产品外覆盖件的形态概括能力、结构分析能力、多类型覆盖件的组合应用和创新能力,同时培养学生综合运用结构设计方法去分析问题、解决客户对形态需求的能力,并建立起开发工业产品形态的概念。

本教材的特色如下:

(1) 从专业的人才培养目标出发,将注塑成型、冲压成型、快速原型制造、逆向工程、铸造和其他制造技术等汇集成一册,结构紧凑、实用性强。

(2) 根据专业特点,在内容选择和编排上侧重于产品外覆盖件结构设计的相关知识,而为拓展知识面而编排的其他工学知识则简单介绍。教材重点明确,体现了应用型教育的特点。

(3) 讲述了与工业设计相关新工艺和新技术,如快速原型制造、逆向工程及表面拉丝处理等。

(4) 为更清楚地表达各种结构,书中采用了大量的图表,图文并茂,简洁清晰。

(5) 对学生不易掌握的塑件分型面,则通过典型例题进行讲解,起到举一反三的作用。

(6) 每章的后面都配有练习题, 便于学生巩固所学知识。

全书共 11 章, 杨晓辉编写第 1~3 章、第 8~11 章, 李强编写第 4 和第 5 章, 孙自强编写第 6 和第 7 章。全书由杨晓辉统一校订, 书中大量的图片由孙自强整理, 韩立参加了部分章节的编写工作。

由于编者水平有限, 书中涉及的知识面广, 难免存在不当和错误之处, 恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第1章 产品制造技术概述	1	4.2 车削加工	100
1.1 产品制造的一般过程	1	4.3 铣削加工	108
1.2 不同生产类型的特点	4	4.4 钻削和镗削加工	114
1.3 工艺过程和工序	5	4.5 磨削加工	124
思考与练习	6	思考与练习	131
第2章 注塑成型技术	7	第5章 数控加工	132
2.1 塑料概述	7	5.1 数控加工概述	132
2.2 注塑成型设备及工艺	12	5.2 数控机床的基本组成	135
2.3 注塑模具概述	17	5.3 数控加工工艺	141
2.4 注塑模具的成型零部件	21	5.4 典型数控机床	152
2.5 注塑模具的浇注系统	27	思考与练习	159
2.6 注塑模具的脱模抽芯机构	30	第6章 快速原型制造技术	160
2.7 注塑制品的设计原则及其尺寸精度	32	6.1 快速原型制造技术概述	160
2.8 注塑制品常见的缺陷及其产生原因	34	6.2 光敏液相固化法	163
2.9 注塑制品的结构设计	37	6.3 叠层实体制造	164
2.10 其他塑料成型加工方法	52	6.4 选择性激光烧结法	165
思考与练习	55	6.5 三维印刷	166
第3章 冲压成型	58	6.6 熔丝沉积成型法	167
3.1 冲压加工概述	58	思考与练习	168
3.2 冲压加工理论及材料	60	第7章 逆向工程	169
3.3 冲压工艺概述	62	7.1 逆向工程概述	169
3.4 冲裁加工	65	7.2 数据获取技术	172
3.5 弯曲加工	73	7.3 数据预处理技术	179
3.6 拉深加工	80	7.4 曲面重构技术	182
3.7 冲压设备	84	思考与练习	183
3.8 特种成型方法	88	第8章 铸造和锻造	184
思考与练习	90	8.1 铸造	184
第4章 机械加工	91	8.2 锻造	194
4.1 机械加工基础知识	91	思考与练习	199

第 9 章 特种加工	200	10.2 焊接.....	215
9.1 特种加工及其应用.....	200	10.3 胶接.....	221
9.2 电火花加工.....	201	思考与练习.....	223
9.3 电解加工.....	205	第 11 章 表面工程	224
9.4 超声波加工.....	206	11.1 概述.....	224
9.5 激光加工.....	208	11.2 表面预处理.....	225
9.6 电子束加工.....	210	11.3 表面涂层技术.....	225
9.7 化学加工.....	211	11.4 表面拉丝处理.....	226
9.8 电铸成型.....	212	思考与练习.....	228
思考与练习.....	213	参考文献	229
第 10 章 焊接与胶接	214		
10.1 概述.....	214		

第 1 章 产品制造技术概述

1.1 产品制造的一般过程

1. 概述

产品通常是由许多零件装配而成的，产品制造的一般过程如图 1.1 所示。由图可知，产品制造是一个复杂的过程，其中涉及原材料、毛坯和零件的制造等许多方面的知识。工业产品设计师只有了解和掌握了产品制造的工艺和过程才能够真正设计出产品，产品不同于工艺品，产品设计既要满足制造工艺要求，又要符合高效、低耗和低成本的要求，这些都与产品制造技术的特点紧密联系。



图 1.1 产品制造的一般过程

2. 毛坯 (原材料)

制造机械零件所使用的原材料主要是以钢铁为主的金属材料，包括轧材 (板、棒、管、线材和型材)、生铁、废铁、铝锭、电解铜板、特种合金、金属粉末、工程塑料、工程陶瓷及其他复合材料。

3. 毛坯的成型

金属毛坯的成型主要有铸造、锻造、冲压、焊接和切割等方法，目前的塑料成型技术主要是注塑，其他材料有各自的成型方法。常用毛坯制造方法的工艺特点如表 1.1 所示。

表 1.1 常用毛坯制造方法的工艺特点

方 法	材 料	形 状	生 产 率	设备 投资	生产 类型	缺陷 控制	组织 性能	适 用 范 围
手工砂 型铸造	铸铁、铸钢、非铁 铸造合金	任意复杂 程度	低	小	单件 小批	难	较差	单件小批 大型铸件
机械砂 型铸造			高	大	大量 大批	较难	中	大量大批的 中小型铸件
金属型 铸造	铸铁、非铁 铸造合金	较简单	高	中	成批 大量	较易	较好	多用于形状较简单的 中小型有色铸件
压铸	非铁铸造合金	复杂	很高	大	大量 大批	易	好	复杂薄壁的中小型 有色铸件, 批量大
熔模铸造	铸钢、难 加工合金	复杂	中	中	成批	较难	中	形状非常复杂的中小型 铸件, 有一定批量
自由锻造	锻钢、型钢、非铁 合金	简单	低	小~ 大	单件 小批	较难	较好	形状简单的大型锻件, 单件机修件
模锻	锻钢、型钢、 非铁合金	中等 复杂	高	大	大量 大批	易	好	批量很大的中小型锻 件, 单件机修件
冲压	型材(板、管)	较复杂	很高	大	大量 成批	易	好	批量很大的板材成型件
精冲	中薄板材	复杂	很高	大	大量 成批	易	好	大批量中薄板材、 复杂形状中小件
熔焊	钢、非铁合金	复杂	较高	较小	单件 成批 大量	较难	中	型材拼接, 适于各种 批量
压焊	型材(钢、非铁 合金)	较简单	很高	大	成批 大量	易	好	批量较大的薄板及圆棒 材拼接
钎焊	钢、非铁合金、工 程陶瓷	较复杂	低	小	单件 成批	易	中	异种材料或有色薄板
粉末烧结	钢铁、非铁合金、 硬质合金、工程 陶瓷	中等	较高	大	成批	较难	好	特种材料(硬质合金、 工程陶瓷、摩擦材料) 的成型
注塑	高分子材料	复杂	高	大	大量 成批	易	好	高分子材料零件成型

4. 零件的切削加工

零件的切削加工是指各种切削、磨削和特种加工方法等，是一种通过去除材料来改变毛坯形状、尺寸和表面质量，使之符合图纸要求的成型方法。各种表面可供选择的加工方法如表 1.2 所示。

表 1.2 各种表面可供选择的加工方法

表面形状	常用的加工方法
外圆	车（粗、细、精）、磨（粗、精）、研磨、抛光、滚压
内孔	钻、铰、镗、拉、磨、胀孔（挤压）、研磨、抛光
平面	铣、刨、车、拉、磨、研磨、抛光、刮研
螺纹	车、铣、磨、滚压（滚搓、滚轧）、套螺纹（板牙）、攻螺纹（丝锥）
齿形	铣、滚、插、拉、刨、剃、冷挤、珩、磨、研
成型表面	成型刀具加工、仿形加工、数控加工、电火花加工、电解加工
复杂和特殊表面	电火花加工、电解加工、激光加工、数控加工
微细表面 （深小孔，细沟槽等）	激光加工、电子束加工、电火花加工

5. 表面处理

表面处理技术包括表面热处理、电镀、转化膜和涂装等工艺，对零件表面起到改性、保护和装饰的作用。

6. 装配

装配是将零件按一定的关系和要求连接在一起，组成机械产品的工艺过程。

7. 检测

检测是保证产品质量和工艺过程正确实施的一种措施，贯穿于整个机械制造工艺过程。

8. 物流

搬运和储存统称为物流，是合理安排生产过程中各种物料（原材料、工件、成品、工具等）的流动与中间储存的技术，也是机械制造工艺流程中保证生产正常进行，减少投资，加速资金周转，提高经济效益的重要环节。

1.2 不同生产类型的特点

1. 生产类型

在产品制造生产中, 根据产品零件的生产数量可以分为单件生产、成批生产和大量生产 3 种不同的生产类型。

(1) 单件生产是指单件地制造某一种零件或者数量很少, 且很少重复制造的生产。

(2) 成批生产是指一次性成批地制造相同的零件, 每隔一定时间又重复进行的生产。每一次制造的相同零件的数量称为批量。根据批量的大小, 又可将成批生产分为小批生产、中批生产和大批生产。

(3) 大量生产是指每年制造相同的产品, 产品数量很多, 大多数工位经常重复地进行某一个零件的某一道工序的加工生产。

小批生产在工艺特点上接近于单件生产, 大批生产接近于大量生产。所以, 也可将生产类型分为单件小批生产、成批生产和大批大量生产。成批生产通常是指中批生产。

生产类型对企业的生产组织、工艺过程及所采用的工艺方法、设备和工装等有很大的影响。同一种产品, 由于产量不同, 其工艺过程可能完全不同。

为了用最少的投入获得最大的产出, 实现高质量和高效率生产, 应该综合考虑产品的使用性能要求, 根据零件的形状和大小以及生产类型, 优选毛坯制造方法、加工工艺方法、机床设备、工模夹具以及生产的组织准备。

2. 生产类型的工艺特点

各种生产类型的工艺特点如表 1.3 所示。

表 1.3 各种生产类型的工艺特点

工 艺 特 征		生 产 类 型		
		单件小批生产	成 批 生 产	大量(连续)生产
同类零件生产量/件	重型零件 (零件质量 >2000kg)	< 5	5 ~ 100 (小批) 100 ~ 300 (中批) 300 ~ 1000 (大批)	>1000
	中型零件 (零件质量 100 ~ 2000kg)	<10	10 ~ 200 (小批) 200 ~ 500 (中批) 500 ~ 5000 (大批)	>5000
	轻型零件 (零件质量 <100kg)	<100	100 ~ 500 (小批) 500 ~ 5000 (中批) 5000 ~ 50000 (大批)	>50000

续表

工 艺 特 征	生 产 类 型		
	单件小批生产	成 批 生 产	大量（连续）生产
毛坯成型	1. 型材锯床、热切割下料 2. 木模手工砂型铸造 3. 自由锻造 4. 弧焊（手工、通用焊机） 5. 冷作（旋压等）	1. 型材下料（锯、剪） 2. 砂型机器造型 3. 模锻 4. 冲压 5. 弧焊（专机）、钎焊 6. 压制（粉末冶金）	1. 型材剪切 2. 机器造型生产线 3. 压铸 4. 热模锻生产线 5. 多工位冲压、 冲压生产线 6. 压焊、弧焊自动线
机械加工	1. 通用工艺设备， 按机群式排列 2. 数控机床、加工中心	1. 通用和专用机床， 成组加工 2. 柔性制造系统 （多品种小批量生产）	1. 组合机床、 刚性自动生产线 2. 柔性生产线 （多品种大量生产）
辅助工装	按计划工作，采用万能夹具、 通用刀量具	广泛采用夹具， 多采用专用刀量具	广泛采用高效专用夹具、 刀具和量具
涂装	1. 喷漆室 2. 搓涂、刷涂	1. 混流涂装生产线 2. 喷漆室	涂装生产线（静电喷涂、 电泳涂漆等）
工人熟练程度	高	中等	低，但需熟练程度高的调整工
工艺文件	简单	中等	详细
生产成本	高	中等	低

1.3 工艺过程和工序

1. 工艺过程

在生产过程中，凡是改变生产对象的形状、尺寸、位置和性质等，使其成为成品或半成品的过程称为工艺过程。其他过程则称为辅助过程。工艺过程可具体分为铸造、锻造、冲压、焊接、机械加工、特种加工、热处理、表面处理、装配等。

采用机械加工方法，直接改变加工对象的形状、尺寸和表面性能，使之成为成品或半成品的过程，称为机械加工工艺过程。

2. 工序

一个或一组工人，在一个工作地（机床设备）对同一个或同时对几个工件所连续完成的那一部分工艺过程称为工序。工序组成工艺过程的基本单元，也是制定生产计划、进行经济核算的基本单元。机械加工工艺过程由若干个按一定顺序排列的工序组成。

划分工序的条件是操作者、工作地、加工对象三者不变和工作的连续性，其中有一个不满足即为另一道工序。这里的连续性，是指工序内的工作不中断，不能插入其他工作内容或者阶段性加工。

3. 工位

工位是指为了完成一定的工序部分，在一次装夹工件后，工件（或装配单元）与夹具或设备的可动部分一起相对刀具或设备的固定部分所占据的每一个位置所完成的那部分工序。

思考与练习

1. 了解产品制造的一般过程。
2. 常用的毛坯制造方法有哪些？
3. 产品制造的生产类型有哪些？
4. 什么是工艺过程和工序？

第2章 注塑成型技术

2.1 塑料概述

塑料是一种合成的或用天然材料改变性质而得到的、以高分子化合物为基体的固体材料。塑料的问世虽然较晚,但发展却极快,已深入到生活的方方面面,成为国民经济的支柱产业之一。塑料同金属材料和陶瓷材料一起成为当今三大主要结构材料。

1. 塑料的组成

塑料的主要成分是树脂。树脂连接着塑料中的其他组成部分,使其具有各种性能。根据不同的需要,可以加入各种不同性能的添加剂,如填充剂、增塑剂、润滑剂、着色剂、防静电剂、防老化剂、增强剂等。在塑料中,树脂约占总量的40%~100%,树脂的种类、性质以及它在塑料中所占比例的大小,对塑料的性能起着主导作用。虽然在塑料中添加的各种添加剂可以改变塑料的某些性质,但是树脂的特性仍是决定塑料性能和用途的根本因素。

2. 塑料的一般性能

塑料之所以发展得如此之快,是因为它有许多优良的性能。塑料的主要优点如下。

(1) 加工性能良好。

塑料原料的熔点都较低,一般在300℃左右都能熔融,熔融后的熔体很容易成型成各种所需要的形状,任何复杂形状的塑料制品均可通过相适应的模具制成。如图2.1所示的电视机外壳,其形状相当复杂,但通过注塑成型即可得到符合要求的制品。



图2.1 塑料制品

(2) 性能稳定。

一般金属材料均不耐腐蚀,这是金属材料的一大缺陷,但大多数塑料均有良好的防腐耐蚀性能,通常在浓度和温度都不高的酸、碱、盐类介质中能够保持化学性质稳定。俗称“塑料王”的 PTFE (聚四氟乙烯)甚至能经受“王水”的侵蚀。但这种稳定性也使塑料在自然界中难以降解,以致出现严重影响环境保护的“白色污染”。

(3) 轻巧美观。

普通塑料的密度都较小,大约是铝的 $1/2$, 钢铁的 $1/5$, 有的塑料比水还轻,因此,其制品都很轻巧,而且强度较高。利用这一特点,将塑料代替钢材应用于汽车工业,已取得较大的经济效益。此外,大多数塑料制品外观光亮、色彩多样、易于着色、刚柔相济,深受人们欢迎。

(4) 力学性能好。

虽然塑料的力学性能比金属差,但是其比强度(单位质量的强度)却很高。通常,塑料的比强度接近或超过传统的金属材料。塑料的力学性能差异较大,有的很低,有的则很高。例如,用玻璃纤维增强的塑料,其抗拉强度要比一般钢材高,故可用于制作一些受力不大的机械零件。

(5) 减振性能好。

塑料是由高分子聚合物制作而成,树脂高分子具有柔韧而富于弹性的特点,当受到机械振动时,能将外界振动的机械能转变为热能,从而起到吸振、减振和消音的作用,因此塑料常用来制作减振制品。很多高速的、易于产生振动的、比较精密的零部件常用塑料制作。

(6) 电绝缘性能好。

塑料的主要原料是树脂高分子材料,由于高分子的内部没有自由电子和离子,所以不具有导电能力。在塑料中加入的添加剂,可使塑料的电绝缘性产生变化,但其电绝缘性能仍很好。大多数塑料在低频、低压时都有良好的电绝缘性,少数塑料即使在高频、高压下也有良好的电绝缘性,因此,塑料在电子、电器、送变电等领域应用广泛。

(7) 透光性好。

塑料具有良好的透光性,有些塑料的透光性甚至要超过无机玻璃,如 PMMA 塑料(有机玻璃,聚甲基丙烯酸甲酯)对太阳光的透过率可达 92% 以上,超过无机玻璃的透过率(85% 左右),普通光学塑料的透过率也可达 90%。因此,可用光学塑料制作照相机、摄像机和传真机等光学仪器中的成像零件,其成像效果优于无机玻璃。

(8) 减摩、耐磨性好。

大多数塑料都具有优良的减摩、耐磨和自润滑性能,可以在边界摩擦和干摩擦条件下有效地工作,这是一般金属零件达不到的。塑料的摩擦系数很小,只有金属的几分之一,甚至几分之一。因此,塑料是一种很好的减摩、耐磨材料,如 PPS 和 PTFE 等塑料,常用作很好的减摩、自润滑零件。

(9) 阻隔性能好。

塑料的阻隔性包括气体阻隔性、水蒸气阻隔性、液体阻隔性、保香性等,因此,常用塑料制作各种容器,如饮料瓶和油桶等,其效果并不比原来的玻璃瓶差,有的还要胜过玻璃。

虽然塑料有许多优点,但由于塑料的结构特点决定其耐热性能比金属和陶瓷材料差。一般塑料在 300℃左右即会熔融,但在此之前,塑料的力学性能已经劣化,从而限制了塑料的应用领域,这是塑料制品的一大弱点。此外,塑料的热膨胀系数较大,是金属材料的几倍。由于塑料的成型收缩率较大,所以塑料零件的几何精度不易保证。塑料的低熔点使其具有好的热封性能,很多塑料袋的封口都是利用了其易熔的特性,密封效果相当好。

总之,塑料是与金属和陶瓷材料性质完全不同的一种新型材料。除上述性能外,塑料还有可电镀、焊接、耐辐射、绝热等多种性能,从事塑料制品设计和生产的相关人员应深刻认识并充分掌握塑料的各种特性。

3. 塑料的分类

塑料因其聚合物和添加剂等的不同而种类繁多,为了便于识别和使用,有必要对其进行分类。分类的方法很多,主要有以下几种。

(1) 按用途分类。

通用塑料:这是使用最广泛的一类,产量最大(约占塑料总产量的 3/4)且价格较低,被大量用于生产受力不大的日常用品,如家庭中所用的盆、盒、灯具和文具等,因其轻巧美观、形状多样、色泽鲜艳而深受人们喜爱。这类塑料的品种最多,常用的有 PE(聚乙烯)、PP(聚丙烯)、PS(聚苯乙烯)、PVC(聚氯乙烯)、PC(聚碳酸酯)、PF(酚醛树脂)等。

工程塑料:这类塑料的机械强度较高,力学性能好,且刚性大,能取代某些钢铁或有色金属材料,以制造机械零件或工程结构中的受力构件,如用工程塑料可制造齿轮、蜗轮、轴承、叶轮和凸轮等。由于塑料的耐蚀性能极好,不易受到腐蚀,故制作的耐蚀件要优于金属材料。属于这类塑料的有 PA、ABS、POM、PSF、PTFE 等。

特种塑料:这类塑料有某些独特的功能,能够适应某些特殊场合的需要,如导磁塑料、离子体塑料、珠光型塑料、光敏塑料和医用塑料等。随着塑料工业的发展,这类塑料的应用也将越来越多。

(2) 按加工受热时的特性分类。

这种分类法是比较科学的一种分类法,揭示了塑料的基本特性,是一种常用分类法。

热塑性塑料:这类塑料是一类应用最广的塑料,它在加热时软化,当达到一定温度时呈熔融态,成为可流动的黏稠流体,将其注入模腔可制成所需形状的制品,冷却固化后保持已成型形状,若再次加热又可软化、熔融,并可反复成型。在此过程中,塑料仅有物理变化而无化学变化。这类塑料的品种较多,常用的有 PE、PP、PS、PVC、PC、PA、ABS、PSF 等。

热固性塑料:这类塑料在第一次加热时软化,呈熔融态,注入模具冷却成型后呈刚硬状态,再次加热时不再软化、熔融,当温度升高到一定数值时会发生分解而破坏。这类塑料之所以有此特性,是因为它在塑制过程中产生了化学变化,由原来的线形分子变成了体形分子。这类塑料只能塑制一次,不能重复利用。其质地硬且脆,刚性好。常用的热固性塑料有 PF、UF、EP、UP、MF 等。

4. 常用的注塑材料

常用注塑材料的符号及其应用如表 2.1 所示。

表 2.1 常用的注塑材料

符 号	中 文 名 称	应 用
PE	聚乙烯	产量最大、应用最广的塑料品种，可以吹塑成各种容器；挤出各种型材、单丝；挤出或压延成各种薄膜。在注塑成型时可以制成各种工业用品及日常用品，如玩具、文具、娱乐用品、瓶壳、桶、盆、茶盘等，也可制作自行车、汽车、仪器仪表中的某些零件
PP	聚丙烯	应用范围很广，可以制作如注射器、输液袋、输血工具等医疗器具；罩壳、手柄、手轮等轻载结构件；特别宜于制造反复受力的叶轮、阀门、活页、接头等零件；也可制作汽车方向盘、脚踏板、车箱、消声器、工具箱等机械零件；良好的电性能使之能用于制作许多电器零件；它优良的耐蚀性使其能用于制作很多化工用零件，如管道、化工设备阀门等。还可制作一般家用器具，如门窗框架、折叠椅、盥洗室水槽等
PVC	聚氯乙烯	因有良好的耐蚀性而广泛用于化工设备中，可制作容器、管道及零部件；其优良的阻燃性可制作防火或阻燃的建筑材料；还可制作耐油、耐蚀、耐老化的电缆包皮；可制作皮革，有很好的耐折性和耐蚀性，被大量用于制作服装、箱包等绝缘层；还可制作软管等
PS	聚苯乙烯	良好的透光性使其被广泛地应用于光学工业中，如光学仪器、光学玻璃等；也可制作透明或颜色鲜艳的照明器具、灯罩等；它优异的介电性能，使之可用于制作许多在高频环境中工作的电器元件和仪表等。还可制作日常用品及建筑用绝热构件
ABS	丙烯腈、丁二烯、苯乙烯共聚物	具有优良的综合性能，因此用途十分广泛。其良好的机械性能使之能制作许多机械零件，如齿轮、轴承、叶轮、电机外壳、仪表壳、仪器箱等；也可制作汽车上的挡泥板、加热器、扶手等；还可制作电视机壳、电话机壳、录音机壳、洗衣机壳等家电零件，还在文体用品、玩具、乐器、邮箱、家具等方面获得了广泛应用
PMMA	聚甲基丙烯酸甲酯	以其极好的透光率而得到广泛应用，可制作各种光学玻璃，如透镜、棱镜、反射镜、照相机镜头等；可制作灯具、照明器材、仪器仪表表盘、刻度盘等；也可制作飞机座舱玻璃、防弹玻璃、光导纤维等；可制作各种医用、军用、建筑用玻璃等；在加入荧光粉或珍珠粉后可制成鲜艳、美观的制品而广泛用于广告装潢、工艺品制作中