

# 工程塑料手册

材料卷

马之庚 陈开来 主编



# 工程塑料手册

## 材料卷

主 编 马之庚

陈开来

副主编 张玉龙（常务）

高永忠



机械工业出版社

CHINA MACHINE PRESS

本手册共分两卷(材料卷、应用与测试卷), 28章。材料卷首先扼要介绍了工程塑料的基础知识、特性、地位与作用, 对热塑性通用工程塑料、特种工程塑料、工程化通用塑料、热固性通用工程塑料、高性能增强塑料、功能塑料、工程泡沫塑料和纳米改性塑料的制备、性能、应用、改性和加工成型工艺与条件等做了较为详细的论述。应用与测试卷对工程塑料选材、配方设计、结构设计、制品设计、制品连接与后处理等进行了介绍, 且辅以实例加以说明; 以各种制品或部件的制备过程形式介绍工程塑料在兵器、电子电气、家用电器、汽车、机械、建筑、化工防腐、航天航空、船舶、体育用品和医疗等领域中的应用; 以现行标准为依据, 结合实际分析测试经验, 介绍了工程塑料的化学分析、仪器分析、物理分析、动态分析等测试方法; 而且介绍了老化与防老化等方面的方法与技术。手册突出实用性、科学性、先进性和可操作性。本手册理论论述从简, 以实例说明为主, 由浅入深, 通俗易懂, 且图文并茂, 实用性强。

本手册是科研、设计、制造、测试、管理、销售、教学人员必备的工具书。

## 图书在版编目(CIP)数据

工程塑料手册. 材料卷/马之庚, 陈开来主编. —北京:  
机械工业出版社, 2004.6

ISBN 7-111-14578-X

I.工... II.①马...②陈... III.①工程塑料—技术  
手册②工程塑料—工程材料—技术手册 IV.TQ322.3-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第050905号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑: 张秀恩 王兴垣 封面设计: 姚毅

责任印制: 李妍

北京蓝海印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2004年10月第1版第1次印刷

787mm×1092mm 1/16·111.5印张·2插页·3524千字

0 001—4 000册

定价: 188.00元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

# 工程塑料手册

主 编：马之庚

陈开来

副主编：张玉龙（常务）

高永忠

## 编 写 人 员

（按姓氏笔划为序）

|     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 马之庚 | 于名讯 | 王从科 | 王化银 | 王建国 | 王喜梅 | 毛如增 |
| 田淑玲 | 冯典英 | 孙向民 | 孙 敏 | 伊廷会 | 齐贵亮 | 曲英章 |
| 李长德 | 李 萍 | 吴苏友 | 吴春芝 | 张广玉 | 张玉龙 | 张振英 |
| 张银生 | 杜华太 | 迟华亭 | 邢德林 | 陈开来 | 杨春兵 | 杨淑丽 |
| 郑会保 | 高永忠 | 唐 磊 | 郭 斌 | 冀克俭 | 魏化震 |     |

## 作者章节分工

|                   |                 |
|-------------------|-----------------|
| 第1章               | 马之庚             |
| 第2章 第1节           | 伊廷会、杨淑丽         |
| 第2章 第2、3、4、5节     | 杨淑丽、杨春兵         |
| 第3章 第1节           | 张玉龙、张振英、杜华太     |
| 第3章 第2、3、6、7节     | 张玉龙、张振英         |
| 第3章 第4节           | 张玉龙、张振英、杨淑丽     |
| 第3章 第5节           | 张玉龙、张振英、杨春兵     |
| 第4章 第1、2、3、5、6、7节 | 张玉龙、王喜梅         |
| 第4章 第4节           | 王建国、张玉龙、王喜梅     |
| 第5章 第1、2、4、5、6、7节 | 张玉龙、李长德、王化银     |
| 第5章 第3节           | 吴春芝、张玉龙、李长德     |
| 第6章               | 张玉龙、齐贵亮、吴苏友     |
| 第7章 第1、2、3、4节     | 张玉龙、李长德         |
| 第7章 第5节           | 张玉龙、李长德、孙向民、于名讯 |
| 第7章 第6、7节         | 杨淑丽、张玉龙、李长德     |
| 第8章               | 张玉龙、李长德、唐磊      |
| 第9章               | 张玉龙、李长德、田淑玲     |
| 第10章              | 陈开来             |
| 第11章              | 张玉龙、王喜梅、齐贵亮     |
| 第12章              | 张玉龙、郭斌、齐贵亮      |
| 第13章              | 高永忠、张玉龙、李长德     |
| 第14章              | 张玉龙、李长德、魏化震     |
| 第15章              | 张玉龙、李长德         |
| 第16章              | 张玉龙、李长德         |
| 第17章              | 张玉龙、张振英         |
| 第18章              | 张玉龙、王喜梅、李萍      |
| 第19章              | 张玉龙、李长德         |
| 第20章              | 张玉龙、王喜梅、李萍      |
| 第21章              | 张玉龙、齐贵亮         |
| 第22章              | 张玉龙、张振英         |
| 第23章              | 张玉龙、齐贵亮         |
| 第24章              | 毛如增、冯典英         |
| 第25章              | 冀克俭、张银生         |
| 第26章              | 郑会保、邢德林、孙敏      |
| 第27章              | 迟华亭、曲英章、王从科     |
| 第28章              | 张广玉             |

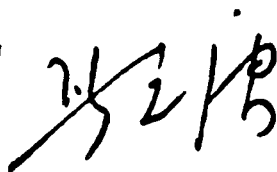
## 序

工程塑料是在合成树脂产业上发展起来的一类高效低成本工程结构材料。由于原材料来源丰富，品种繁多，可调节性和可配制性强，易加工成型，性能优异，应用范围不断得到扩展，是目前发展最快的工程结构材料，并与无机结构材料和金属材料一起，成为当今世界的三大主导材料。改革开放以来，随着新技术在工程塑料合成、改性、制备和加工中的广泛应用，我国工程塑料产业也得到了迅速发展，工程塑料已成为国民经济建设、国防建设、科技进步和日常生活中不可短缺的结构材料，在国计民生的各个领域得到了广泛的应用。

为方便广大科研、生产、教学、管理、销售人员和消费者查阅有关工程塑料的选材、制备、表征和使用等方面的知识，了解并应用工程塑料这一领域的成就，中国兵器工业集团第五三研究所受机械工业出版社委托，组织编写了《工程塑料手册》一书，对热塑性通用工程塑料、特种工程塑料、工程化通用塑料、热固性通用工程塑料、高性能增强塑料、功能塑料、工程泡沫塑料、纳米改性塑料的选材、设计、制品连接、应用与理化测试，以及工程塑料老化及防老化等做了较为详细的介绍，全面反映了工程塑料领域的基础知识、技术全貌及发展趋势，是广大科研、设计、生产、教学、管理人员及消费者了解掌握工程塑料知识和技术的良师益友。相信本手册的出版，将对普及和推广工程塑料的基础知识和技术，促进工程塑料的发展和应用产生重要的影响。

新技术的突破往往依赖于新材料的出现与应用。随着科技的发展、社会的进步和人们生活水平的不断提高，人们对新技术、新材料的应用提出了越来越多的希望和要求，我们相信，工程塑料作为当今世界发展最为迅速的一类结构材料，一定能在推动科技发展和社会进步，全面建设小康社会中发挥出越来越重要的作用。

主 编



2004年2月6日

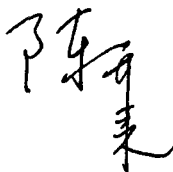
## 前 言

随着塑料工业的发展,工程塑料以其优良的结构性能和功能特性,在各个工业部门以工程结构材料形式得到广泛的应用,并在实际应用中展现出其优异的使用性能。工程塑料与金属和无机工程材料一起已成为电子、电气、汽车、建材、化工、机械、航空航天、船舶、兵器 and 日常生活诸领域中不可缺少的工程结构材料,且以迅猛的发展势头受到各界人员的关注。

为了推广工程塑料技术多年来形成的技术成就,进一步拓宽其应用领域,在兵器工业集团总公司马之庚总经理亲自指导和关怀下,我们组织编写了《工程塑料手册》工具书。本手册共分两卷(材料卷、应用与测试卷),共 28 章。材料卷首先扼要介绍了工程塑料的基础知识、特性、地位与作用,对热塑性通用工程塑料、特种工程塑料、工程化通用塑料、热固性通用工程塑料、高性能增强塑料、功能塑料、工程泡沫塑料和纳米改性塑料的制备、性能、应用、改性和加工成型工艺与条件等做了较为详细的论述。应用与测试卷对工程塑料选材、配方设计、结构设计、制品设计、制品连接与后处理等进行了介绍,且辅以实例加以说明;以各种制品或部件的制备过程形式介绍工程塑料在兵器、电子电气、家用电器、汽车、机械、建筑、化工防腐、航天航空、船舶、体育用品和医疗等领域中的应用;以现行标准为依据,结合实际分析测试经验,介绍了工程塑料的化学分析、仪器分析、物理分析、动态分析等测试方法;而且介绍了老化与防老化等方面的方法与技术。手册突出实用性、科学性、先进性和可操作性。本手册理论论述从简,以实例说明为主,由浅入深,通俗易懂,且图文并茂,实用性强,是科研、设计、制造、管理、销售、教学人员和广大消费者必备的工具书,相信此手册的出版对普及和推广工程塑料基础知识,促进工程塑料新应用领域的扩展,将起到一定作用。

本手册编写过程中得到国内众多专家的指导,在此谨表示真诚谢意。由于水平有限,文中错误在所难免,敬请读者批评指正。

主 编



2003 年 9 月于济南

# 目 录

## 序

## 前言

## 第1章 概论..... 1

### 第1节 基础知识..... 1

#### 1 定义与范畴..... 1

#### 2 分类..... 1

##### 2.1 按用途或功能分类..... 1

##### 2.2 按化学组成分类..... 1

##### 2.3 按结晶程度分类..... 1

##### 2.4 按耐热性分类..... 1

##### 2.5 按受热后的性能变化特征分类..... 2

#### 3 主要聚合方法..... 2

##### 3.1 连锁聚合反应..... 2

##### 3.2 逐步聚合反应..... 2

##### 3.3 聚合物化学反应..... 2

##### 3.4 超分子组装..... 3

#### 4 主要改性方法..... 3

##### 4.1 聚合物合金改性法..... 3

##### 4.2 填充改性法..... 3

##### 4.3 增强改性法..... 3

##### 4.4 纳米改性法..... 4

#### 5 工程塑料主要成型工艺与加工方法..... 4

##### 5.1 模压成型..... 4

##### 5.2 层压成型..... 4

##### 5.3 冷压模塑..... 4

##### 5.4 传递模塑..... 4

##### 5.5 低压成型..... 5

##### 5.6 挤出成型..... 5

##### 5.7 挤拉成型..... 5

##### 5.8 注射成型..... 5

##### 5.9 吹塑成型..... 6

##### 5.10 浇注成型..... 6

##### 5.11 手糊成型..... 7

##### 5.12 纤维缠绕成型..... 7

##### 5.13 压延成型..... 7

##### 5.14 涂布成型..... 7

##### 5.15 树脂传递模塑(RTM)..... 8

##### 5.16 发泡成型..... 8

##### 5.17 二次成型..... 8

## 6 工程塑料性能测试方法..... 8

### 6.1 物理性能..... 8

### 6.2 力学性能..... 11

### 6.3 热性能..... 17

### 6.4 电性能..... 19

### 6.5 耐环境适应性..... 20

### 6.6 老化性能..... 20

## 第2节 工程塑料的基本特性..... 22

### 1 质量轻,可大幅度减轻工程结构的质量..... 22

### 2 化学稳定性,可避免腐蚀和锈蚀现象..... 22

### 3 优异的电绝缘性能是电气电子设备的优良选材..... 22

### 4 优良的耐磨、减摩和自润滑性是机械工业必备的特性..... 22

### 5 突出的比强度和比模量是其他工程材料所不具备的..... 22

### 6 优良的吸声、减振、耐冲击、耐疲劳特性可显著改进工作环境..... 23

### 7 原材料价格低廉,树脂可添加性好..... 23

### 8 优越的成型加工性能可使制品综合成本明显降低..... 23

### 9 可设计性、可配制性卓越为改性提供了机遇..... 23

### 10 利用改性技术可弥补其本身的不足,是工程塑料可塑性的突出表现..... 23

## 第3节 工程塑料的发展..... 24

### 1 天然树脂改性应用阶段..... 24

### 2 合成树脂的涌现阶段..... 25

### 3 合成树脂的改性阶段..... 26

#### 3.1 填充增强改性..... 26

#### 3.2 合金化改性..... 27

#### 3.3 纳米改性..... 27

|                                               |    |                         |    |
|-----------------------------------------------|----|-------------------------|----|
| 3.4 工程塑料发展展望 .....                            | 28 | 2.5 尼龙 6 的应用 .....      | 55 |
| 第 4 节 工程塑料的地位与作用 .....                        | 31 | 3 尼龙 66 .....           | 55 |
| 1 在国防建设中的地位与作用 .....                          | 31 | 3.1 简介 .....            | 55 |
| 1.1 利用工程塑料密度低、比强度、比模量高使武器装备轻量化和小型化 .....      | 31 | 3.2 尼龙 66 的制备工艺 .....   | 56 |
| 1.2 运用工程塑料的功能特性,使武器装备功能化 .....                | 32 | 3.3 尼龙 66 的性能特点 .....   | 59 |
| 1.3 运用功能塑料的机敏特性,开发智能材料与结构,使武器装备智能化 .....      | 33 | 3.4 尼龙 66 的成型加工 .....   | 63 |
| 2 工程塑料在国民经济建设中的作用 .....                       | 33 | 3.5 尼龙 66 的应用 .....     | 64 |
| 2.1 工程塑料已成为车辆应用和制造中的主体材料 .....                | 33 | 4 尼龙 11 .....           | 65 |
| 2.2 工程塑料是普遍应用的建筑材料,为推动高强轻质建筑结构的发展起了重要作用 ..... | 34 | 4.1 简介 .....            | 65 |
| 2.3 工程塑料已成为新型防腐材料,在化学防腐工程中具有无可替代的地位 .....     | 34 | 4.2 尼龙 11 的制备工艺 .....   | 65 |
| 2.4 工程塑料已逐渐成为基础工业不可短缺的主导材料 .....              | 35 | 4.3 尼龙 11 的性能特点 .....   | 66 |
| 3 工程塑料技术已成为高新技术工业发展的物质基础,对技术进步具有推动作用 .....    | 35 | 4.4 尼龙 11 的成型加工 .....   | 67 |
| 3.1 信息工程技术 .....                              | 35 | 4.5 尼龙 11 的应用 .....     | 69 |
| 3.2 能源工程技术 .....                              | 35 | 5 尼龙 12 .....           | 69 |
| 3.3 生命工程技术 .....                              | 35 | 5.1 简介 .....            | 69 |
| 第 2 章 热塑性通用工程塑料 .....                         | 37 | 5.2 尼龙 12 的制备工艺 .....   | 70 |
| 第 1 节 聚酰胺 .....                               | 37 | 5.3 尼龙 12 的性能特点 .....   | 73 |
| 1 概述 .....                                    | 37 | 5.4 尼龙 12 的成型加工 .....   | 74 |
| 1.1 发展简史 .....                                | 37 | 5.5 尼龙 12 的应用 .....     | 74 |
| 1.2 现状 .....                                  | 39 | 6 尼龙 1010 .....         | 74 |
| 1.3 尼龙的命名及品种类型 .....                          | 40 | 6.1 简介 .....            | 74 |
| 1.4 尼龙的结构与性能特点 .....                          | 41 | 6.2 尼龙 1010 的制备工艺 ..... | 75 |
| 1.5 尼龙的成型加工 .....                             | 44 | 6.3 尼龙 1010 的性能特点 ..... | 81 |
| 1.6 尼龙的主要用途 .....                             | 46 | 6.4 尼龙 1010 的成型加工 ..... | 81 |
| 2 尼龙 6 .....                                  | 48 | 6.5 尼龙 1010 的应用 .....   | 82 |
| 2.1 简介 .....                                  | 48 | 7 尼龙 610 .....          | 82 |
| 2.2 尼龙 6 的制备工艺 .....                          | 49 | 7.1 简介 .....            | 82 |
| 2.3 尼龙 6 的性能特点 .....                          | 50 | 7.2 尼龙 610 的制备工艺 .....  | 82 |
| 2.4 尼龙 6 的成型加工 .....                          | 54 | 7.3 尼龙 610 的性能特点 .....  | 83 |
|                                               |    | 7.4 尼龙 610 的成型加工 .....  | 84 |
|                                               |    | 7.5 尼龙 610 的应用 .....    | 85 |
|                                               |    | 8 尼龙 612 .....          | 85 |
|                                               |    | 8.1 简介 .....            | 85 |
|                                               |    | 8.2 尼龙 612 的制备工艺 .....  | 85 |
|                                               |    | 8.3 尼龙 612 的性能特点 .....  | 85 |
|                                               |    | 8.4 尼龙 612 的成型加工 .....  | 86 |
|                                               |    | 8.5 尼龙 612 的应用 .....    | 87 |
|                                               |    | 9 尼龙 46 .....           | 87 |
|                                               |    | 9.1 简介 .....            | 87 |
|                                               |    | 9.2 尼龙 46 的制备工艺 .....   | 87 |
|                                               |    | 9.3 尼龙 46 的性能特点 .....   | 90 |
|                                               |    | 9.4 尼龙 46 的成型加工 .....   | 91 |
|                                               |    | 9.5 尼龙 46 的应用 .....     | 92 |
|                                               |    | 10 尼龙 1212 .....        | 92 |

|                            |     |                            |     |
|----------------------------|-----|----------------------------|-----|
| 10.1 简介 .....              | 92  | 3.6 吸水性 .....              | 164 |
| 10.2 尼龙 1212 的制备工艺 .....   | 92  | 3.7 耐老化性和耐燃性 .....         | 164 |
| 10.3 尼龙 1212 的性能特点 .....   | 93  | 3.8 光学性能和耐辐射性 .....        | 165 |
| 10.4 尼龙 1212 的加工与应用 .....  | 93  | 3.9 透气性 .....              | 166 |
| 11 芳香族尼龙 .....             | 94  | 3.10 与其他树脂的相容性 .....       | 166 |
| 11.1 简介 .....              | 94  | 3.11 聚碳酸酯的交联性 .....        | 167 |
| 11.2 半芳香族尼龙 .....          | 94  | 4 聚碳酸酯的成型加工 .....          | 167 |
| 11.3 全芳香族尼龙 .....          | 104 | 4.1 成型加工特性 .....           | 167 |
| 12 共聚尼龙 .....              | 107 | 4.2 聚碳酸酯的注塑成型 .....        | 167 |
| 12.1 简介 .....              | 107 | 4.3 聚碳酸酯的挤出成型 .....        | 170 |
| 12.2 共聚尼龙的性能与应用 .....      | 107 | 4.4 聚碳酸酯的吹塑成型 .....        | 171 |
| 12.3 共聚尼龙的品种 .....         | 108 | 5 改性及新型聚碳酸酯 .....          | 173 |
| 13 改性尼龙 .....              | 114 | 5.1 新型聚碳酸酯 .....           | 173 |
| 13.1 填充改性尼龙 .....          | 114 | 5.2 光盘级聚碳酸酯 .....          | 180 |
| 13.2 增强改性尼龙 .....          | 115 | 5.3 增强改性聚碳酸酯 .....         | 182 |
| 13.3 阻燃改性尼龙 .....          | 120 | 5.4 共混改性聚碳酸酯(聚碳酸酯合金) ..... | 185 |
| 13.4 纳米粒子改性尼龙 .....        | 127 | 6 聚碳酸酯的应用 .....            | 196 |
| 13.5 尼龙合金 .....            | 130 | 6.1 光学材料和电子电器产品 .....      | 196 |
| 14 其他尼龙 .....              | 144 | 6.2 汽车制造 .....             | 196 |
| 14.1 尼龙 3 .....            | 144 | 6.3 机械设备 .....             | 197 |
| 14.2 尼龙 4 .....            | 144 | 6.4 交通运输 .....             | 197 |
| 14.3 尼龙 7 .....            | 144 | 6.5 建筑及家具业 .....           | 197 |
| 14.4 尼龙 8 .....            | 145 | 6.6 其他应用 .....             | 197 |
| 14.5 尼龙 9 .....            | 145 | 第 3 节 聚甲醛 .....            | 197 |
| 14.6 尼龙 13 .....           | 145 | 1 概述 .....                 | 197 |
| 14.7 尼龙 69 .....           | 145 | 2 聚甲醛的制备工艺 .....           | 198 |
| 14.8 尼龙 1313 .....         | 146 | 2.1 以甲醛为单体的制备工艺 .....      | 199 |
| 14.9 单体浇注尼龙(MC 尼龙) .....   | 146 | 2.2 以三聚甲醛为单体的制备工艺 .....    | 199 |
| 14.10 粉末尼龙 .....           | 151 | 2.3 聚甲醛制备举例 .....          | 200 |
| 14.11 反应注塑尼龙(RIM 尼龙) ..... | 152 | 3 聚甲醛的性能特点 .....           | 200 |
| 14.12 晶核尼龙 .....           | 153 | 3.1 力学性能 .....             | 200 |
| 第 2 节 聚碳酸酯 .....           | 154 | 3.2 热学性能 .....             | 201 |
| 1 概述 .....                 | 154 | 3.3 耐化学药品性能 .....          | 201 |
| 1.1 简介 .....               | 154 | 3.4 电气性能 .....             | 201 |
| 1.2 发展概况 .....             | 154 | 3.5 成型性能 .....             | 201 |
| 2 聚碳酸酯的制备工艺 .....          | 155 | 3.6 聚甲醛的缺点 .....           | 201 |
| 2.1 原料 .....               | 155 | 4 改性和新型聚甲醛 .....           | 201 |
| 2.2 聚碳酸酯的制备工艺 .....        | 156 | 4.1 增强填充改性聚甲醛 .....        | 202 |
| 3 聚碳酸酯的性能 .....            | 160 | 4.2 共混改性聚甲醛(POM 合金) .....  | 204 |
| 3.1 物化性能 .....             | 160 | 4.3 其他改性和新型聚甲醛 .....       | 210 |
| 3.2 结晶性 .....              | 161 | 5 聚甲醛的成型加工 .....           | 213 |
| 3.3 力学性能 .....             | 161 | 5.1 成型加工特性 .....           | 213 |
| 3.4 热性能 .....              | 163 |                            |     |
| 3.5 电性能 .....              | 163 |                            |     |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 5.2 注塑成型 .....           | 214 |
| 5.3 挤出成型 .....           | 216 |
| 5.4 吹塑成型 .....           | 217 |
| 6 聚甲醛的应用 .....           | 217 |
| 第4节 聚苯醚和改性聚苯醚 .....      | 218 |
| 1 概述 .....               | 218 |
| 1.1 简介 .....             | 218 |
| 1.2 发展概况 .....           | 218 |
| 2 聚苯醚的制备工艺 .....         | 219 |
| 2.1 原料 .....             | 219 |
| 2.2 聚合反应 .....           | 220 |
| 3 聚苯醚的改性 .....           | 222 |
| 3.1 聚苯醚的改性方法 .....       | 222 |
| 3.2 聚苯醚共混合金 .....        | 223 |
| 3.3 结构官能化聚苯醚 .....       | 231 |
| 4 聚苯醚及改性聚苯醚的性能 .....     | 232 |
| 4.1 物理力学性能 .....         | 232 |
| 4.2 热性能 .....            | 234 |
| 4.3 电性能 .....            | 234 |
| 4.4 化学性能 .....           | 234 |
| 4.5 耐光性 .....            | 234 |
| 5 PPO 及 MPPO 的成型加工 ..... | 235 |
| 5.1 成型加工特性 .....         | 235 |
| 5.2 成型工艺 .....           | 236 |
| 6 应用 .....               | 238 |
| 6.1 聚苯醚的应用 .....         | 238 |
| 6.2 改性聚苯醚的应用 .....       | 238 |
| 第5节 热塑性聚酯 .....          | 240 |
| 1 概述 .....               | 240 |
| 1.1 简介 .....             | 240 |
| 1.2 发展概况 .....           | 240 |
| 2 PBT 和 PET 的制备工艺 .....  | 241 |
| 2.1 主要原料 .....           | 241 |
| 2.2 聚合及混配 .....          | 242 |
| 3 PBT 和 PET 的性能特点 .....  | 246 |
| 3.1 物理性能 .....           | 246 |
| 3.2 力学性能 .....           | 249 |
| 3.3 热性能 .....            | 250 |
| 3.4 电性能 .....            | 251 |
| 3.5 化学性能 .....           | 252 |
| 3.6 耐老化性能 .....          | 253 |
| 3.7 阻燃性能 .....           | 253 |
| 3.8 其他性能 .....           | 254 |

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 4 新型热塑性聚酯 .....                    | 254 |
| 4.1 聚对苯二甲酸环己撑二甲(醇)酯<br>(PCT) ..... | 254 |
| 4.2 聚萘二甲酸乙二(醇)酯<br>(PEN) .....     | 256 |
| 4.3 聚对苯二甲酸丙二(醇)酯<br>(PTT) .....    | 257 |
| 4.4 聚萘二甲酸丁二(醇)酯<br>(PBN) .....     | 258 |
| 5 改性热塑性聚酯 .....                    | 259 |
| 5.1 改性 PBT 树脂 .....                | 259 |
| 5.2 改性 PET .....                   | 270 |
| 5.3 PEN/PET 共混物和共聚物 .....          | 278 |
| 6 热塑性聚酯的成型加工 .....                 | 278 |
| 6.1 热塑性聚酯的成型加工特性 .....             | 278 |
| 6.2 PBT 的成型加工 .....                | 279 |
| 6.3 PET 的成型加工 .....                | 283 |
| 6.4 PCT 的成型加工 .....                | 286 |
| 6.5 PEN 的成型加工 .....                | 287 |
| 7 热塑性聚酯的应用 .....                   | 288 |
| 7.1 PBT 的应用 .....                  | 288 |
| 7.2 PET 的应用 .....                  | 289 |
| 7.3 PCT 的应用 .....                  | 290 |
| 7.4 PEN 的应用 .....                  | 291 |
| 7.5 PTT 的应用 .....                  | 292 |
| 参考文献 .....                         | 292 |

### 第3章 特种工程塑料 .....

#### 第1节 氟塑料 .....

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 1 概述 .....                       | 294 |
| 1.1 分类 .....                     | 294 |
| 1.2 氟塑料结构与基本特性 .....             | 294 |
| 1.3 氟塑料的发展史 .....                | 295 |
| 2 聚四氟乙烯(PTFE)塑料 .....            | 297 |
| 2.1 聚四氟乙烯树脂 .....                | 297 |
| 2.2 填充聚四氟乙烯(PTFE) .....          | 304 |
| 2.3 纤维增强聚四氟乙烯<br>(FR-PTFE) ..... | 307 |
| 2.4 聚四氟乙烯合金(PTFE-A) .....        | 309 |
| 2.5 聚四氟乙烯超细粉 .....               | 314 |
| 2.6 聚四氟乙烯型材与制品的<br>制备 .....      | 316 |
| 3 聚偏氟乙烯(PVDF) .....              | 331 |
| 3.1 聚偏氟乙烯(PVDF)树脂 .....          | 331 |

|                                 |     |                                         |     |
|---------------------------------|-----|-----------------------------------------|-----|
| 3.2 填充型导电 PVDF 塑料的<br>研制 .....  | 334 | 4.2 PPS 合金 .....                        | 396 |
| 第 2 节 聚酰亚胺 (PI) .....           | 335 | 5 聚苯硫醚的加工成型工艺 .....                     | 400 |
| 1 概述 .....                      | 335 | 5.1 PPS 的挤出加工 .....                     | 400 |
| 1.1 分类 .....                    | 335 | 5.2 PPS 的注塑加工 .....                     | 400 |
| 1.2 聚酰亚胺的发展 .....               | 335 | 5.3 模具设计 .....                          | 402 |
| 1.3 聚酰亚胺的性能 .....               | 336 | 5.4 成型注意事项 .....                        | 402 |
| 1.4 应用 .....                    | 336 | 5.5 聚苯硫醚的二次加工 .....                     | 403 |
| 2 热固性聚酰亚胺 .....                 | 336 | 6 聚苯硫醚的用途 .....                         | 403 |
| 2.1 均苯型聚酰亚胺塑料 .....             | 336 | 6.1 在汽车工业中的应用 .....                     | 403 |
| 2.2 均苯型 PI 塑料的加工方法 .....        | 336 | 6.2 在化学工业中的应用 .....                     | 403 |
| 2.3 用途 .....                    | 338 | 6.3 在机械工业中的应用 .....                     | 403 |
| 2.4 均苯型聚酰亚胺的改性与<br>品种 .....     | 338 | 6.4 在电子电器工业中的应用 .....                   | 404 |
| 2.5 NA 基封端聚酰亚胺 (PI) .....       | 345 | 6.5 在其他行业中的应用 .....                     | 404 |
| 2.6 乙炔封端聚酰亚胺 (PI) .....         | 347 | 第 4 节 聚砜类塑料 .....                       | 404 |
| 2.7 酮酐型聚酰亚胺 (PI) .....          | 348 | 1 概述 .....                              | 404 |
| 3 热塑性聚酰亚胺塑料 .....               | 349 | 2 聚砜 (双酚 A - 聚砜) (PSF) .....            | 404 |
| 3.1 单醚酐型聚酰亚胺 (PI) .....         | 349 | 2.1 简介 .....                            | 404 |
| 3.2 双醚酐型聚酰亚胺 (PI) .....         | 351 | 2.2 树脂生产工艺 .....                        | 405 |
| 3.3 Aurum 热塑性聚酰亚胺简介 .....       | 353 | 2.3 性能 .....                            | 405 |
| 3.4 氟酐型聚酰亚胺 (PI) 简介 .....       | 354 | 2.4 聚砜品种 .....                          | 408 |
| 3.5 顺酐型可溶性聚酰亚胺 (PI<br>简介 .....  | 355 | 2.5 聚砜的成型加工性能 .....                     | 410 |
| 4 改性聚酰亚胺 .....                  | 356 | 2.6 应用 .....                            | 411 |
| 4.1 聚醚酰亚胺 (PEI) .....           | 356 | 3 聚醚砜 (PES) .....                       | 411 |
| 4.2 聚酰胺酰亚胺 (PAI) .....          | 358 | 3.1 简介 .....                            | 411 |
| 4.3 聚酯酰亚胺 .....                 | 362 | 3.2 主要合成方法 .....                        | 412 |
| 4.4 聚胺 - 酰亚胺 .....              | 363 | 3.3 性能 .....                            | 412 |
| 4.5 聚苯并咪唑酰亚胺简介 .....            | 365 | 3.4 成型加工性能 .....                        | 415 |
| 5 双马来酰亚胺 (BMI) .....            | 366 | 3.5 用途 .....                            | 415 |
| 5.1 双马来酰亚胺 (BMI) 树脂 .....       | 366 | 4 聚芳砜 (PAS) .....                       | 415 |
| 5.2 双马来酰胺 (BMI) 改性 .....        | 367 | 4.1 简介 .....                            | 415 |
| 5.3 具有实用工程价值的双马来酰<br>亚胺树脂 ..... | 379 | 4.2 主要合成方法 .....                        | 416 |
| 第 3 节 聚苯硫醚 (PPS) .....          | 389 | 4.3 性能 .....                            | 416 |
| 1 简介 .....                      | 389 | 4.4 聚芳砜的成型加工 .....                      | 417 |
| 2 制备方法与工艺 .....                 | 389 | 4.5 用途 .....                            | 418 |
| 2.1 树脂制备方法与工艺 .....             | 389 | 5 改性品种的研制 .....                         | 418 |
| 3 性能 .....                      | 391 | 5.1 PSF/PPS 合金的研制 .....                 | 418 |
| 3.1 树脂特性 .....                  | 391 | 5.2 酚酞型聚芳砜 .....                        | 419 |
| 3.2 基本性能特点 .....                | 392 | 5.3 酚酞/双酚/二氯二苯砜的反应<br>过程 .....          | 419 |
| 4 PPS 改性 .....                  | 395 | 5.4 共聚物 (Bis - T/PP) PES 的热<br>性能 ..... | 420 |
| 4.1 结构改性 .....                  | 395 | 第 5 节 聚醚类塑料 .....                       | 421 |
|                                 |     | 1 概述 .....                              | 421 |
|                                 |     | 2 聚醚醚酮 (PEEK) .....                     | 422 |

|                          |     |                           |     |
|--------------------------|-----|---------------------------|-----|
| 2.1 简介 .....             | 422 | 3.4 AX 系列 .....           | 449 |
| 2.2 制造工艺 .....           | 423 | 3.5 复合物品级 .....           | 450 |
| 2.3 性能 .....             | 427 | 4 成型加工性能 .....            | 452 |
| 2.4 主要应用领域 .....         | 427 | 5 聚芳酯应用 .....             | 453 |
| 2.5 PEEK 的改性 .....       | 428 | 第 7 节 液晶聚合物(LCP) .....    | 453 |
| 3 聚醚酮(PEK) .....         | 429 | 1 热致性液晶聚合物(TLCP) .....    | 453 |
| 3.1 简介 .....             | 429 | 1.1 简介 .....              | 453 |
| 3.2 树脂的合成方法 .....        | 429 | 1.2 树脂合成 .....            | 454 |
| 3.3 性能 .....             | 430 | 1.3 结构与性能 .....           | 455 |
| 3.4 加工性能与应用 .....        | 430 | 1.4 加工性能 .....            | 457 |
| 3.5 酚酞型 PEK(PEK-C) ..... | 430 | 1.5 应用 .....              | 457 |
| 4 聚芳醚酮(PAEK) .....       | 433 | 1.6 LCP 合金 .....          | 457 |
| 4.1 简介 .....             | 433 | 2 液晶聚酰胺(LCPI)简介 .....     | 462 |
| 4.2 树脂合成 .....           | 433 | 2.1 分类 .....              | 462 |
| 4.3 钛酸钾晶须填充 PAEK .....   | 434 | 2.2 热致液晶聚酯酰胺              |     |
| 4.4 PAEK 的成型加工性能 .....   | 435 | (LCPEI) .....             | 462 |
| 4.5 应用 .....             | 435 | 2.3 液晶聚酰胺酰亚胺(LCPAI) ..... | 470 |
| 5 聚醚酮酮(PEKK) .....       | 436 | 2.4 热固性液晶聚酰胺 .....        | 470 |
| 5.1 简介 .....             | 436 | 第 8 节 发展中的耐高温特种工程         |     |
| 5.2 PEKK 的合成方法 .....     | 436 | 塑料 .....                  | 473 |
| 5.3 PEKK 的结构与性能 .....    | 439 | 1 聚苯并咪唑(PBI) .....        | 473 |
| 5.4 加工性能与应用 .....        | 439 | 1.1 简介 .....              | 473 |
| 6 聚醚砜酮(PESK) .....       | 439 | 1.2 生产工艺 .....            | 473 |
| 6.1 简介 .....             | 439 | 1.3 性能 .....              | 473 |
| 6.2 主要生产方法 .....         | 440 | 1.4 成型加工性能 .....          | 475 |
| 6.3 应用 .....             | 440 | 1.5 应用 .....              | 475 |
| 7 脂肪族聚酮 .....            | 441 | 1.6 已实用化的 PBI——聚间苯撑联苯     |     |
| 7.1 简介 .....             | 441 | 并咪唑 .....                 | 475 |
| 7.2 性能 .....             | 441 | 1.7 PBI 纤维 .....          | 479 |
| 7.3 品级系列 .....           | 442 | 2 聚对苯撑苯并二噻唑 .....         | 480 |
| 7.4 应用 .....             | 443 | 2.1 简介 .....              | 480 |
| 8 聚醚酮新品种简介 .....         | 443 | 2.2 聚对苯撑苯并二噻唑(PBT)的       |     |
| 8.1 聚醚醚酮酮(PEEKK) .....   | 443 | 制备 .....                  | 480 |
| 8.2 聚醚酮醚酮酮(PEKEKK) ..... | 445 | 2.3 聚对苯撑苯并二噻唑的性能 .....    | 481 |
| 第 6 节 聚芳酯(PAR) .....     | 445 | 2.4 聚对苯撑苯并二噻唑的应用 .....    | 482 |
| 1 简介 .....               | 445 | 3 聚乙二酰脲(PPA) .....        | 484 |
| 2 聚芳酯树脂 .....            | 446 | 3.1 简介 .....              | 484 |
| 2.1 树脂合成工艺 .....         | 446 | 3.2 制备方法与工艺 .....         | 484 |
| 2.2 性能 .....             | 446 | 3.3 性能 .....              | 485 |
| 2.3 应用 .....             | 447 | 3.4 用途 .....              | 485 |
| 3 PAR 合金 .....           | 447 | 4 聚噁二唑 .....              | 485 |
| 3.1 简介 .....             | 447 | 4.1 简介 .....              | 485 |
| 3.2 P-品级 PAR 合金 .....    | 448 | 4.2 制备方法与工艺 .....         | 485 |
| 3.3 U-品级 .....           | 448 | 4.3 性能 .....              | 486 |

|                                         |     |                            |      |
|-----------------------------------------|-----|----------------------------|------|
| 4.4 用途 .....                            | 486 | 12.4 碳/碳增强塑料 .....         | 503  |
| 5 聚喹唑啉二酮 .....                          | 486 | 12.5 薄膜 .....              | 503  |
| 5.1 简介 .....                            | 486 | 12.6 粘接助剂 .....            | 504  |
| 5.2 制备方法与工艺 .....                       | 486 | 12.7 增强塑料 .....            | 504  |
| 5.3 性能 .....                            | 487 | 12.8 轻型耐热绝热材料 .....        | 504  |
| 5.4 用途 .....                            | 488 | 13 聚苯醚腈(ID300) .....       | 504  |
| 6 加聚型三嗪树脂 .....                         | 488 | 13.1 简介 .....              | 504  |
| 6.1 简介 .....                            | 488 | 13.2 制备方法 .....            | 505  |
| 6.2 制备方法与工艺 .....                       | 488 | 13.3 性能 .....              | 505  |
| 6.3 性能 .....                            | 488 | 13.4 成型加工 .....            | 507  |
| 6.4 用途 .....                            | 489 | 13.5 用途 .....              | 508  |
| 7 BT树脂(双马来酰亚胺三嗪树脂) .....                | 490 | 14 梯形聚合物材料 .....           | 508  |
| 7.1 简介 .....                            | 490 | 14.1 聚吡咯酮 .....            | 509  |
| 7.2 制备方法与工艺 .....                       | 490 | 14.2 梯形聚喹唑啉 .....          | 510  |
| 7.3 性能 .....                            | 490 | 14.3 聚苯并咪唑苯并菲绕啉 .....      | 511  |
| 7.4 用途 .....                            | 491 | 15 元素有机聚合物 .....           | 512  |
| 8 聚喹噁啉(PQ) .....                        | 491 | 15.1 聚硅酮碳硼烷 .....          | 512  |
| 8.1 简介 .....                            | 491 | 15.2 磷腈-硅酮共聚体 .....        | 513  |
| 8.2 制备方法与工艺 .....                       | 492 | 15.3 有机磷酸锌聚合物 .....        | 513  |
| 8.3 性能 .....                            | 492 | 参考文献 .....                 | 514) |
| 8.4 喹噁啉聚合物的改性 .....                     | 495 |                            |      |
| 8.5 喹噁啉聚合物的加工和应用 .....                  | 495 | 第4章 工程化通用塑料 .....          | 517  |
| 9 聚苯并咪唑喹唑啉 .....                        | 496 | 第1节 通用塑料的工程化改性技术 .....     | 517  |
| 9.1 简介 .....                            | 496 | 1 简介 .....                 | 517  |
| 9.2 制备方法 .....                          | 496 | 2 结构改性技术 .....             | 517  |
| 9.3 性能 .....                            | 496 | 2.1 交联改性技术 .....           | 517  |
| 9.4 用途 .....                            | 497 | 2.2 共聚改性技术 .....           | 518  |
| 10 耐1200℃高温的聚合物——均三芳基三嗪环聚合物(TSIR) ..... | 497 | 3 共混合合金化改性技术 .....         | 519  |
| 10.1 简介 .....                           | 497 | 3.1 简介 .....               | 519  |
| 10.2 制备方法与工艺 .....                      | 497 | 3.2 物理共混技术 .....           | 519  |
| 10.3 TSIR聚合物的性能 .....                   | 500 | 3.3 化学反应共混技术 .....         | 519  |
| 10.4 应用 .....                           | 500 | 3.4 各种技术综合利用的方法 .....      | 520  |
| 11 苯并噁嗪树脂 .....                         | 501 | 4 填充或增强改性技术 .....          | 520  |
| 11.1 简介 .....                           | 501 | 4.1 简介 .....               | 520  |
| 11.2 制备方法 .....                         | 501 | 4.2 填料 .....               | 520  |
| 11.3 固化及性能 .....                        | 501 | 4.3 增强材料 .....             | 521  |
| 11.4 改性 .....                           | 502 | 4.4 填充改性中的关键技术与解决的方法 ..... | 522  |
| 11.5 应用 .....                           | 502 | 第2节 改性聚乙烯 .....            | 522  |
| 12 聚碳化二亚胺(PCD) .....                    | 502 | 1 概述 .....                 | 522  |
| 12.1 PCD简介 .....                        | 502 | 1.1 简介 .....               | 522  |
| 12.2 树脂制备 .....                         | 502 | 1.2 分类 .....               | 522  |
| 12.3 成型材料 .....                         | 503 |                            |      |

|                                 |     |                                            |     |
|---------------------------------|-----|--------------------------------------------|-----|
| 1.3 性能 .....                    | 523 | (UHMWPE)增强增韧 PP .....                      | 577 |
| 1.4 应用 .....                    | 524 | 3.6 聚丙烯热塑性弹性体(TPO) .....                   | 577 |
| 1.5 聚乙烯的改性 .....                | 524 | 3.7 工程母粒(EMB)改性 PP .....                   | 578 |
| 2 结构改性聚乙烯塑料 .....               | 525 | 3.8 热致液晶(TLCP)共聚酯原位复合增强 PP .....           | 581 |
| 2.1 交联聚乙烯 .....                 | 525 | 4 填充改性 PP .....                            | 582 |
| 2.2 共聚改性聚乙烯 .....               | 537 | 4.1 硅灰石改性 PP .....                         | 582 |
| 3 PE 合金或共混物 .....               | 541 | 4.2 阻燃硅灰石/PA6/PP .....                     | 584 |
| 3.1 聚乙烯与橡胶类合金 .....             | 541 | 4.3 碳酸钙(CaCO <sub>3</sub> )填充 PP .....     | 585 |
| 3.2 聚乙烯与氯化聚乙烯(CPE)合金 .....      | 542 | 4.4 高岭土填充 PP .....                         | 585 |
| 3.3 聚乙烯与反应性聚苯乙烯合金 .....         | 542 | 4.5 玻璃微珠填充 PP .....                        | 586 |
| 3.4 聚乙烯与聚丙烯酸酯合金 .....           | 542 | 4.6 晶须改性 PP .....                          | 587 |
| 3.5 聚乙烯与聚碳酸酯(PC)合金 .....        | 542 | 5 玻璃纤维增强 PP (GFR-PP) .....                 | 588 |
| 4 填充和增强聚乙烯 .....                | 543 | 5.1 简介 .....                               | 588 |
| 4.1 填充聚乙烯 .....                 | 543 | 5.2 制备方法与工艺 .....                          | 588 |
| 4.2 玻璃纤维增强聚乙烯 .....             | 548 | 5.3 性能 .....                               | 589 |
| 5 超高相对分子质量聚乙烯(UHMWPE) .....     | 549 | 5.4 加工性能 .....                             | 592 |
| 5.1 简介 .....                    | 549 | 5.5 用途 .....                               | 592 |
| 5.2 制备方法与工艺 .....               | 549 | 5.6 玻璃纤维毡增强 PP .....                       | 592 |
| 5.3 性能 .....                    | 549 | 6 功能 PP 材料 .....                           | 594 |
| 5.4 改性 .....                    | 552 | 6.1 阻燃 PP .....                            | 594 |
| 5.5 成型加工方法 .....                | 556 | 6.2 石墨/PP 导电材料 .....                       | 597 |
| 5.6 用途 .....                    | 556 | 6.3 透明 PP .....                            | 598 |
| 第 3 节 改性聚丙烯 .....               | 557 | 第 4 节 改性聚氯乙烯(PVC) .....                    | 602 |
| 1 概述 .....                      | 557 | 1 概述 .....                                 | 602 |
| 1.1 简介 .....                    | 557 | 1.1 简介 .....                               | 602 |
| 1.2 聚丙烯的合成 .....                | 557 | 1.2 聚氯乙烯的制备及分类 .....                       | 602 |
| 1.3 聚丙烯的结构及分类 .....             | 557 | 1.3 PVC 的结构与性能 .....                       | 603 |
| 1.4 性能 .....                    | 558 | 1.4 聚氯乙烯的成型性能 .....                        | 603 |
| 1.5 聚丙烯的成型性能 .....              | 558 | 1.5 聚氯乙烯的用途 .....                          | 603 |
| 1.6 聚丙烯的改性 .....                | 559 | 1.6 聚氯乙烯的改性 .....                          | 603 |
| 2 结构改性聚丙烯 .....                 | 559 | 2 结构改性 PVC .....                           | 604 |
| 2.1 氯化聚丙烯(PPC) .....            | 559 | 2.1 交联改性 PVC .....                         | 604 |
| 2.2 交联 PP .....                 | 560 | 2.2 共聚改性 PVC .....                         | 608 |
| 2.3 PP 共聚物 .....                | 561 | 3 PVC 共混合金 .....                           | 613 |
| 3 PP 共混合金 .....                 | 566 | 3.1 PVC/橡胶共混合金 .....                       | 613 |
| 3.1 橡胶增韧 PP 合金 .....            | 566 | 3.2 PVC/MBS 共混合金 .....                     | 619 |
| 3.2 PA/PP 共混合金 .....            | 573 | 3.3 PVC/ABS 共混合金 .....                     | 621 |
| 3.3 PP/PS 共混合金 .....            | 574 | 3.4 PVC/丙烯酸酯类树脂(ACR)共混合金 .....             | 623 |
| 3.4 PP/热塑性聚酯(PET、PBT)共混合金 ..... | 576 | 3.5 N-苯基马来酰亚胺/甲基丙烯酸甲酯/苯乙烯乳液共聚物改性 PVC ..... | 625 |
| 3.5 超高相对分子质量聚乙烯 .....           |     | 3.6 PVC/PS 共混合金 .....                      | 626 |

|                                     |     |                                           |     |
|-------------------------------------|-----|-------------------------------------------|-----|
| 3.7 聚氨酯(PU)及其弹性体对 PVC 的<br>改性 ..... | 627 | 3.3 PS/PC 共混合金 .....                      | 668 |
| 4 填充改性 PVC .....                    | 629 | 3.4 PS/聚四氢呋喃共混合金 .....                    | 670 |
| 4.1 简介 .....                        | 629 | 3.5 聚氨酯(PU)/苯乙烯/马来酸酐<br>(R-SMA)共混合金 ..... | 671 |
| 4.2 CaCO <sub>3</sub> 改性 PVC .....  | 629 | 4 填充改性 PS .....                           | 671 |
| 4.3 赤泥和白泥填充 PVC .....               | 633 | 4.1 简介 .....                              | 671 |
| 4.4 硅铝炭黑(SAC)填充 PVC .....           | 636 | 4.2 主要原材料 .....                           | 672 |
| 4.5 电镀级 PVC .....                   | 637 | 4.3 制备方法 .....                            | 672 |
| 5 玻璃纤维增强 PVC .....                  | 638 | 4.4 性能 .....                              | 672 |
| 5.1 简介 .....                        | 638 | 4.5 效果 .....                              | 672 |
| 5.2 短切玻璃纤维增强 PVC .....              | 638 | 5 纤维增强聚苯乙烯 .....                          | 672 |
| 5.3 短玻璃纤维增强 PVC 的增韧<br>改性 .....     | 639 | 5.1 简介 .....                              | 672 |
| 5.4 玻璃纤维增强 PVC 窗框的<br>制造 .....      | 639 | 5.2 制备方法 .....                            | 672 |
| 6 功能 PVC .....                      | 641 | 5.3 性能 .....                              | 673 |
| 6.1 抗静电 PVC .....                   | 641 | 5.4 加工方法 .....                            | 674 |
| 6.2 阻燃 PVC .....                    | 643 | 5.5 用途 .....                              | 674 |
| 6.3 透明 PVC .....                    | 644 | 6 阻燃 PS .....                             | 674 |
| 第 5 节 改性聚苯乙烯 .....                  | 645 | 6.1 简介 .....                              | 674 |
| 1 聚苯乙烯塑料 .....                      | 645 | 6.2 制备方法 .....                            | 674 |
| 1.1 简介 .....                        | 645 | 6.3 性能 .....                              | 674 |
| 1.2 树脂制备方法 .....                    | 645 | 6.4 加工方法 .....                            | 675 |
| 1.3 聚苯乙烯的性能 .....                   | 646 | 6.5 用途 .....                              | 675 |
| 1.4 特征 .....                        | 649 | 7 低烟阻燃 HIPS .....                         | 676 |
| 1.5 加工性能 .....                      | 649 | 7.1 原材料 .....                             | 676 |
| 1.6 用途 .....                        | 649 | 7.2 制备方法 .....                            | 676 |
| 1.7 聚苯乙烯的改性 .....                   | 649 | 7.3 性能 .....                              | 676 |
| 1.8 新品种聚苯乙烯的开发 .....                | 649 | 7.4 效果 .....                              | 677 |
| 2 PS 的共聚改性——苯乙烯共<br>聚物 .....        | 651 | 第 6 节 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯<br>(ABS)塑料 .....        | 678 |
| 2.1 苯乙烯-丙烯腈共聚物<br>(SAN) .....       | 651 | 1 ABS 树脂 .....                            | 678 |
| 2.2 苯乙烯-丁二烯共聚物(BS) .....            | 654 | 1.1 简介 .....                              | 678 |
| 2.3 苯乙烯-丁二烯嵌段共聚物<br>(SBS) .....     | 656 | 1.2 ABS 树脂的生产工艺与方法 .....                  | 678 |
| 2.4 苯乙烯-甲基丙烯酸甲酯(MS<br>共聚物 .....     | 659 | 1.3 ABS 的结构、性能及用途 .....                   | 679 |
| 2.5 苯乙烯-马来酸酐共聚物<br>(SMA) .....      | 660 | 1.4 ABS 的成型性能 .....                       | 679 |
| 3 PS 共混合金 .....                     | 663 | 1.5 ABS 的改性 .....                         | 679 |
| 3.1 橡胶改性 PS(高抗冲击 PS) .....          | 663 | 2 ABS 塑料 .....                            | 681 |
| 3.2 PS/聚甲基丙烯酸丁酯(PBMA)共混<br>合金 ..... | 667 | 2.1 通用 ABS .....                          | 681 |
|                                     |     | 2.2 透明 ABS .....                          | 689 |
|                                     |     | 2.3 耐热 ABS .....                          | 690 |
|                                     |     | 2.4 阻燃 ABS .....                          | 692 |
|                                     |     | 2.5 ABS 色母料 .....                         | 694 |
|                                     |     | 3 ABS 共混合金 .....                          | 696 |
|                                     |     | 3.1 ABS/PVC 共混合金 .....                    | 696 |
|                                     |     | 3.2 ABS/PC 共混合金 .....                     | 701 |

|       |                                              |     |
|-------|----------------------------------------------|-----|
| 3.3   | ABS/PMMA 合金制品                                | 703 |
| 3.4   | ABS 与其他聚合物共混合金                               |     |
|       | 简介                                           | 704 |
| 4     | 玻璃纤维增强 ABS                                   | 705 |
| 4.1   | 简介                                           | 705 |
| 4.2   | 制备方法与工艺                                      | 705 |
| 4.3   | 性能                                           | 706 |
| 4.4   | 加工性能                                         | 709 |
| 4.5   | 用途                                           | 710 |
| 第 7 节 | 丙烯酸类塑料——聚甲基丙<br>烯酸甲酯(PMMA)                   | 710 |
| 1     | 聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)                               | 710 |
| 1.1   | 简介                                           | 710 |
| 1.2   | PMMA 树脂                                      | 710 |
| 2     | 结构改性的 PMMA                                   | 717 |
| 2.1   | PMMA 的结构改性技术                                 | 717 |
| 2.2   | 甲基丙烯酸甲酯/丙烯酸酯类共<br>聚物                         | 720 |
| 2.3   | MMA/苯乙烯共聚物(MMA/S<br>和 MMA/丁二烯共聚物(MMA/<br>BD) | 721 |
| 2.4   | 交联型聚甲基丙烯酸甲酯共聚物<br>(浇注型)                      | 723 |
| 3     | PMMA 共混合金                                    | 725 |
| 3.1   | PMMA/PEO 共混合金                                | 725 |
| 3.2   | PMMA/ABS 共混合金                                | 726 |
| 3.3   | PBT/PMMA 共混合金                                | 728 |
| 3.4   | PMMA/聚碳酸亚丙酯型聚氨酯<br>(PPCU)互穿网络合金              | 730 |
| 4     | 填充 PMMA                                      | 731 |
| 4.1   | 无机填料填充 MMA/S 共<br>聚物                         | 731 |
| 4.2   | PMMA/SiO <sub>2</sub> 有机-无机杂化<br>玻璃          | 732 |
| 5     | PMMA 功能材料                                    | 733 |
| 5.1   | 珠光有机玻璃                                       | 733 |
| 5.2   | 拉伸定向 PMMA 装甲防护板材(定<br>向有机玻璃)                 | 735 |
| 5.3   | PMMA 磁性塑料                                    | 736 |
| 5.4   | PMMA 纤芯/氟树脂包层塑料<br>光纤                        | 737 |
|       | 参考文献                                         | 741 |
| 第 5 章 | 热固性通用工程塑料                                    | 744 |

|       |                                          |     |
|-------|------------------------------------------|-----|
| 第 1 节 | 酚醛塑料                                     | 744 |
| 1     | 概述                                       | 744 |
| 1.1   | 酚醛树脂                                     | 744 |
| 1.2   | 酚醛塑料                                     | 746 |
| 1.3   | 水溶性酚醛树脂                                  | 747 |
| 1.4   | 低压成型酚醛树脂                                 | 748 |
| 1.5   | 铸造用酚醛树脂                                  | 749 |
| 1.6   | 浸渍用酚醛树脂                                  | 750 |
| 2     | 改性酚醛树脂                                   | 751 |
| 2.1   | 双氰胺改性酚醛树脂                                | 751 |
| 2.2   | 醚型酚醛树脂                                   | 751 |
| 2.3   | 磷酚醛树脂                                    | 752 |
| 2.4   | 硼酚醛树脂                                    | 752 |
| 2.5   | 双酚-A 型硼酚醛树脂                              | 754 |
| 2.6   | 钼酚醛树脂                                    | 755 |
| 2.7   | 芳烷基化合物改性酚醛树脂——<br>新酚树脂                   | 756 |
| 2.8   | 开环聚合酚醛树脂                                 | 757 |
| 2.9   | 腰果油改性酚醛树脂                                | 759 |
| 2.10  | 多环酚改性酚醛树脂                                | 762 |
| 2.11  | 尼龙改性酚醛树脂                                 | 762 |
| 2.12  | 尼龙/橡胶改性酚醛树脂                              | 763 |
| 2.13  | 聚砜/橡胶增韧剂改性酚醛<br>树脂                       | 763 |
| 2.14  | 有机硅改性钼酚醛烧蚀<br>材料                         | 765 |
| 2.15  | 腰果壳油/三聚氰胺双改性酚醛<br>树脂-PYSM 酚醛树脂           | 766 |
| 2.16  | 丁腈橡胶改性酚醛树脂                               | 767 |
| 2.17  | 丁腈橡胶改性聚乙烯醇缩丁醛<br>改性酚醛树脂(FBMZ-7901)塑<br>料 | 769 |
| 3     | 填充改性酚醛塑料                                 | 770 |
| 3.1   | 电气(D)类粉状模塑料                              | 770 |
| 3.2   | 绝缘(U)类酚醛塑料粉                              | 771 |
| 3.3   | 无氨(A)类酚醛塑料粉                              | 773 |
| 3.4   | 耐高频(P)类酚醛塑料粉                             | 774 |
| 3.5   | 耐高电压(Y)类酚醛塑料粉                            | 775 |
| 3.6   | 耐酸(S)类酚醛塑料粉                              | 776 |
| 3.7   | 耐湿热(H)类酚醛塑料粉                             | 777 |
| 3.8   | 耐冲击(J)类酚醛塑料粉                             | 778 |
| 3.9   | 耐热(E)类酚醛塑料粉                              | 780 |
| 3.10  | 特种(T)类酚醛塑料粉                              | 781 |
| 3.11  | 耐电弧酚醛塑料粉                                 | 782 |