

# 工程塑料手册

应用与测试卷

马之庚 陈开来 主编



# 工程塑料手册

## 应用与测试卷

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. 应用与测试卷/马之庚, 陈开来主编.  
—北京: 机械工业出版社, 2004.8  
ISBN 7-111-15014-7

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 076787 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 陈宝华 黄丽梅 责任校对: 申春香 张晓蓉  
封面设计: 姚毅 责任印刷: 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/16· 92 印张·3 插页·2775 千字  
0 001—4 000 册  
定价: 158.00 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             |

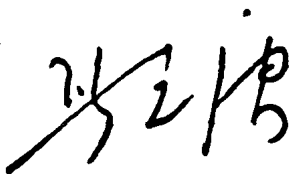
## 序

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。相信本手册的编辑出版,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 陈 来

2003 年 9 月于济南

# 目 录

## 序

## 前言

## 第 10 章 工程塑料选材 ..... 1

### 第 1 节 工程塑料选材概述 ..... 1

#### 1 简介 ..... 1

##### 1.1 选材原则 ..... 1

##### 1.2 选材的依据 ..... 1

##### 1.3 选材的方法 ..... 2

#### 2 工程塑料选材程序 ..... 3

##### 2.1 简介 ..... 3

##### 2.2 选材程序步骤说明 ..... 5

##### 2.3 选材注意事项 ..... 5

### 第 2 节 工程结构制品的塑料选材 ..... 6

#### 1 简介 ..... 6

#### 2 工程塑料的性能 ..... 6

##### 2.1 简介 ..... 6

##### 2.2 密度 ..... 6

##### 2.3 色泽与透明度 ..... 7

##### 2.4 硬度 ..... 8

##### 2.5 力学性能 ..... 8

##### 2.6 塑料的热性能 ..... 19

##### 2.7 燃烧性 ..... 23

##### 2.8 化学性和吸水性 ..... 25

##### 2.9 耐久性 ..... 25

##### 2.10 电性能 ..... 28

##### 2.11 各向异性 ..... 28

#### 3 选材方法 ..... 31

##### 3.1 选材应考虑的因素 ..... 31

##### 3.2 按用途进行工程塑料选材 ..... 31

### 第 3 节 防腐和抗磨结构的塑料选材 ..... 40

#### 1 防腐结构的塑料选材 ..... 40

##### 1.1 简介 ..... 40

##### 1.2 塑料防腐性能的应用 ..... 40

##### 1.3 塑料的耐蚀特性 ..... 41

##### 1.4 防腐结构的塑料选材 ..... 43

#### 2 抗磨结构的塑料选材 ..... 46

##### 2.1 简介 ..... 46

##### 2.2 塑料的摩擦、磨损和润滑特性 ..... 46

##### 2.3 抗磨塑料的选用 ..... 48

##### 2.4 几种典型摩擦环境介绍 ..... 49

## 第 4 节 电子电气工程用塑料选材 ..... 50

### 1 电气工程用塑料选材 ..... 50

#### 1.1 简介 ..... 50

#### 1.2 低压电气设备的选材 ..... 50

#### 1.3 中、高压电气设备选材 ..... 51

#### 1.4 高频电气设备的选材 ..... 52

#### 1.5 电容器介质选材 ..... 52

### 2 电子工程用塑料选材 ..... 53

#### 2.1 简介 ..... 53

#### 2.2 绝缘电阻率 ..... 53

#### 2.3 相对介电常数 ..... 54

#### 2.4 介电损耗因数 ..... 56

#### 2.5 介电强度 ..... 57

### 3 家电和通信用塑料的选材 ..... 58

#### 3.1 简介 ..... 58

#### 3.2 家用电器类制品选材 ..... 58

#### 3.3 通信工程类制品选材 ..... 59

### 4 其他部件的选材 ..... 60

#### 4.1 结构零件用塑料选材 ..... 60

#### 4.2 外观零件用塑料选材 ..... 63

#### 4.3 耐腐蚀零件用塑料选材 ..... 64

## 第 5 节 功能结构的塑料选材 ..... 65

### 1 光学制品的塑料选材 ..... 65

#### 1.1 塑料的透明性 ..... 65

#### 1.2 透明塑料的品种 ..... 67

#### 1.3 透明塑料的选材 ..... 67

### 2 绝热保温塑料的选材 ..... 69

### 3 阻尼塑料的选材 ..... 70

## 参考文献 ..... 70

## 第 11 章 工程塑料设计 ..... 71

### 第 1 节 工程塑料的配方设计 ..... 71

#### 1 简介 ..... 71

#### 2 对配方设计的要求 ..... 71

##### 2.1 对各组分功能特性应充分了解 ..... 71

##### 2.2 对制品的性能要求应充分了解 ..... 71

|                            |    |                               |     |
|----------------------------|----|-------------------------------|-----|
| 2.3 应充分了解原材料 .....         | 71 | 1.1 工程塑料制品设计的主要方法与程序 .....    | 77  |
| 2.4 应了解成型设备和成型工艺条件 .....   | 71 | 1.2 工程塑料制品设计要点 .....          | 78  |
| 2.5 应了解配方中用量的表示方法 .....    | 72 | 1.3 设计原则 .....                | 80  |
| 3 配方设计的基本原则 .....          | 72 | 2 工程塑料制品功能设计的主要内容 .....       | 80  |
| 3.1 满足制品使用环境和使用性能的原则 ..... | 72 | 2.1 脱模斜度设计 .....              | 80  |
| 3.2 满足制品设计性能的原则 .....      | 72 | 2.2 壁厚的设计 .....               | 82  |
| 3.3 满足制造工艺条件要求的原则 .....    | 72 | 2.3 支承面 .....                 | 87  |
| 3.4 满足制品性能/价格平衡的原则 .....   | 72 | 2.4 加强肋及防止变形结构 .....          | 87  |
| 3.5 满足用户需求的原则 .....        | 72 | 2.5 圆角 .....                  | 89  |
| 4 配方设计的基本程序 .....          | 72 | 2.6 孔与侧凹 .....                | 90  |
| 4.1 简介 .....               | 72 | 2.7 凸台与角撑 .....               | 93  |
| 4.2 主体树脂的选取 .....          | 72 | 2.8 凹槽与凸凹纹 .....              | 94  |
| 4.3 分析各组分材料的功能特点 .....     | 72 | 2.9 铰链设计 .....                | 95  |
| 4.4 设定初步配方 .....           | 73 | 2.10 标记、符号及花纹 .....           | 95  |
| 4.5 正交试验优化配方 .....         | 73 | 2.11 螺纹 .....                 | 96  |
| 4.6 制备样品分析实验 .....         | 73 | 2.12 嵌件 .....                 | 97  |
| 4.7 确定配方与试制 .....          | 73 | 2.13 齿轮 .....                 | 98  |
| 4.8 试制样品的分析测试 .....        | 73 | 2.14 分型线 .....                | 99  |
| 4.9 制定制品文件和评审 .....        | 73 | 2.15 功能设计要点一览表 .....          | 100 |
| 5 工程塑料的组成、功能和组分设计 .....    | 73 | 3 几种工程塑料制品的设计 .....           | 104 |
| 5.1 树脂 .....               | 73 | 3.1 增强塑料制品的设计 .....           | 104 |
| 5.2 增强材料 .....             | 74 | 3.2 塑料光学元件的设计 .....           | 107 |
| 5.3 填料 .....               | 74 | 3.3 双色制品的设计 .....             | 110 |
| 5.4 偶联剂 .....              | 74 | 3.4 低发泡制品的设计 .....            | 111 |
| 5.5 增塑剂 .....              | 74 | 4 塑料制品设计中的注意事项 .....          | 111 |
| 5.6 稳定剂 .....              | 74 | 4.1 塑料成型收缩率 .....             | 111 |
| 5.7 其他助剂 .....             | 74 | 4.2 尺寸精度 .....                | 115 |
| 6 注意事项 .....               | 74 | 4.3 塑件的组装与配合 .....            | 120 |
| 第2节 工程塑料的结构设计 .....        | 75 | 4.4 制品设计实例——聚丙烯制品设计 .....     | 121 |
| 1 简介 .....                 | 75 | 5 新技术在工程塑料制品设计中的应用 .....      | 128 |
| 2 结构设计的基本要求 .....          | 75 | 5.1 运用 CAD/CAM 设计工程塑料制品 ..... | 128 |
| 2.1 满足基本使用性能要求的结构设计 .....  | 75 | 5.2 有限单元法在注塑产品设计中的应用 .....    | 132 |
| 2.2 满足承受载荷的结构设计 .....      | 75 | 参考文献 .....                    | 136 |
| 2.3 满足使用环境条件的结构设计 .....    | 75 | 第12章 工程塑料的连接 .....            | 137 |
| 2.4 满足结构使用寿命的设计 .....      | 75 | 第1节 概述 .....                  | 137 |
| 2.5 满足制品尺寸、形状要求的结构设计 ..... | 76 | 1 简介 .....                    | 137 |
| 3 结构设计的方法 .....            | 76 |                               |     |
| 4 结构设计中的注意事项 .....         | 77 |                               |     |
| 第3节 工程塑料制品设计 .....         | 77 |                               |     |
| 1 概述 .....                 | 77 |                               |     |

|                           |     |                                                         |     |
|---------------------------|-----|---------------------------------------------------------|-----|
| 2 塑料的种类与影响连接的因素 .....     | 137 | 3.6 改性聚苯醚(PPO) .....                                    | 162 |
| 3 塑料连接工艺的类型 .....         | 138 | 3.7 聚砒 .....                                            | 163 |
| 第2节 热焊接法连接工艺 .....        | 142 | 3.8 工程化聚氯乙烯(PVC) .....                                  | 163 |
| 1 直接加热焊接 .....            | 142 | 3.9 ABS(丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料) .....                            | 163 |
| 1.1 简介 .....              | 142 | 3.10 聚苯乙烯(PS)塑料 .....                                   | 164 |
| 1.2 热模具焊接法 .....          | 142 | 3.11 丙烯酸类塑料 .....                                       | 164 |
| 1.3 热气体焊接 .....           | 144 | 3.12 热塑性结构泡沫塑料 .....                                    | 164 |
| 1.4 电阻丝焊接 .....           | 145 | 3.13 注意事项 .....                                         | 165 |
| 1.5 激光焊接 .....            | 145 | 第5节 胶粘剂粘接 .....                                         | 165 |
| 1.6 红外焊接 .....            | 146 | 1 简介 .....                                              | 165 |
| 2 间接加热焊接 .....            | 146 | 2 塑料的表面处理 .....                                         | 165 |
| 2.1 简介 .....              | 146 | 2.1 塑料的表面处理方法 .....                                     | 165 |
| 2.2 感应焊接 .....            | 146 | 2.2 热塑性塑料的表面处理 .....                                    | 166 |
| 2.3 介电加热 .....            | 148 | 2.3 热固性塑料的表面处理 .....                                    | 173 |
| 3 摩擦焊接 .....              | 149 | 2.4 增强塑料(树脂基复合材料的表面处理) .....                            | 175 |
| 3.1 简介 .....              | 149 | 2.5 泡沫塑料 .....                                          | 176 |
| 3.2 旋转焊接 .....            | 149 | 3 胶粘剂粘接技术 .....                                         | 176 |
| 3.3 超声波焊接 .....           | 150 | 3.1 胶粘剂的选择 .....                                        | 177 |
| 3.4 振动焊接 .....            | 153 | 3.2 胶粘剂使用技术 .....                                       | 178 |
| 第3节 机械连接工艺 .....          | 154 | 3.3 各种塑料的胶粘剂粘接 .....                                    | 178 |
| 1 简介 .....                | 154 | 第6节 常用工程塑料连接适用的工艺与方法 .....                              | 184 |
| 2 机械紧固件 .....             | 155 | 1 均聚甲醛和共聚甲醛 .....                                       | 184 |
| 2.1 机加工螺栓等 .....          | 155 | 2 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS) .....                             | 185 |
| 2.2 自攻螺纹螺钉 .....          | 156 | 3 氟塑料(PTFE、CTFE、FEP等) .....                             | 185 |
| 2.3 铆钉 .....              | 157 | 4 聚酰胺(尼龙) .....                                         | 186 |
| 2.4 弹簧钢紧固件 .....          | 157 | 5 聚碳酸酯 .....                                            | 186 |
| 3 压配组合法 .....             | 157 | 6 聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)和聚甲基戊烯 .....                           | 187 |
| 3.1 按压式装配 .....           | 157 | 7 聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)和聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT) .....                 | 187 |
| 3.2 锁口装配 .....            | 158 | 8 聚醚酰亚胺(PEI)、聚酰胺酰亚胺(PAI)、聚醚醚酮(PEEK); 聚芳砒和聚醚砒(PES) ..... | 187 |
| 第4节 溶剂粘接法 .....           | 159 | 9 聚酰亚胺(PI) .....                                        | 187 |
| 1 简介 .....                | 159 | 10 丙烯酸塑料 .....                                          | 187 |
| 1.1 溶剂粘接机理 .....          | 159 | 11 聚苯醚(PPO) .....                                       | 188 |
| 1.2 适用范围 .....            | 159 | 12 聚苯硫醚(PPS) .....                                      | 188 |
| 1.3 注意事项 .....            | 159 |                                                         |     |
| 2 溶剂 .....                | 159 |                                                         |     |
| 3 溶剂粘接塑料的基本类型及其所用溶剂 ..... | 160 |                                                         |     |
| 3.1 塑料的基本类型 .....         | 160 |                                                         |     |
| 3.2 所用的溶剂种类 .....         | 161 |                                                         |     |
| 3.3 尼龙 .....              | 161 |                                                         |     |
| 3.4 聚碳酸酯(PC) .....        | 162 |                                                         |     |
| 3.5 聚甲醛(POM) .....        | 162 |                                                         |     |

|                                                          |     |                                        |     |
|----------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------|-----|
| 13 聚苯乙烯(PS) .....                                        | 188 | 3.2 性能 .....                           | 200 |
| 14 聚砜(PSU) .....                                         | 188 | 3.3 应用与研制 .....                        | 200 |
| 15 聚氯乙烯(PVC) .....                                       | 189 | 4 集成装甲 .....                           | 201 |
| 16 热固性塑料(环氧、邻苯二甲酸二<br>烯丙酯、聚酯、三聚氰胺、酚醛、<br>脲甲醛、聚氨酯等) ..... | 189 | 4.1 简介 .....                           | 201 |
| 参考文献 .....                                               | 189 | 4.2 常用材料 .....                         | 201 |
|                                                          |     | 4.3 制备技术 .....                         | 201 |
|                                                          |     | 5 人体装甲 .....                           | 203 |
|                                                          |     | 5.1 简介 .....                           | 203 |
|                                                          |     | 5.2 材料 .....                           | 203 |
|                                                          |     | 5.3 性能 .....                           | 203 |
|                                                          |     | 6 智能装甲概念简介 .....                       | 204 |
|                                                          |     | 7 21 世纪的超高性能纤维——<br>PBO 纤维简介 .....     | 204 |
| <b>第 13 章 工程塑料在兵器上的应用</b> .....                          | 190 | <b>第 3 节 工程塑料在兵器轻量化中的<br/>应用</b> ..... | 205 |
| <b>第 1 节 概述</b> .....                                    | 190 | 1 坦克装甲车辆 .....                         | 205 |
| 1 简介 .....                                               | 190 | 1.1 简介 .....                           | 205 |
| 2 工程塑料特性 .....                                           | 190 | 1.2 坦克装甲车辆车体 .....                     | 207 |
| 2.1 轻质高强的工程塑料是兵器<br>轻量化所需的材料 .....                       | 190 | 1.3 结构件 .....                          | 210 |
| 2.2 优越的耐腐蚀、耐磨蚀性可延长兵器的<br>使用寿命及降低维修保养成本 .....             | 190 | 1.4 行动部件 .....                         | 210 |
| 2.3 工程塑料独特的功能特性是<br>兵器制造必不可少的 .....                      | 190 | 1.5 发动机 .....                          | 212 |
| 2.4 工程塑料可配置性、可设计性是<br>制造兵器结构件所必需的 .....                  | 190 | 2 在火炮上的使用 .....                        | 213 |
| 2.5 优良的工艺性能是制备兵器用价格/<br>性能比优化材料所必需的 .....                | 191 | 2.1 应用情况 .....                         | 213 |
| 2.6 工程塑料优良的吸声减振、抗冲击<br>耐爆震性是兵器装备所必需的<br>又一大特性 .....      | 191 | 2.2 复合炮身管 .....                        | 215 |
| 3 工程塑料在兵器上的<br>地位与作用 .....                               | 191 | 2.3 炮管热护套 .....                        | 215 |
| 3.1 工程塑料技术是发展武器装备的<br>物质基础之一 .....                       | 191 | 2.4 其他部件 .....                         | 217 |
| 3.2 工程塑料的性能与水平是<br>决定武器装备性能与水平的<br>重要因素之一 .....          | 191 | 3 在弹药上的应用 .....                        | 218 |
| 3.3 工程塑料技术是确保和提高武器装备<br>生存能力的关键技术之一 .....                | 191 | 3.1 药筒 .....                           | 218 |
| <b>第 2 节 工程塑料在装甲防护中<br/>    的应用</b> .....                | 192 | 3.2 穿甲弹及其他弹种尾翼 .....                   | 219 |
| 1 简介 .....                                               | 192 | 3.3 手榴弹 .....                          | 220 |
| 2 复合装甲 .....                                             | 192 | 3.4 其他弹种 .....                         | 220 |
| 2.1 厚板装甲 .....                                           | 192 | 3.5 枪弹 .....                           | 221 |
| 2.2 薄板装甲 .....                                           | 195 | 3.6 引信 .....                           | 221 |
| 2.3 轻质或超轻质装甲 .....                                       | 198 | 3.7 弹托、弹带和弹丸闭气环 .....                  | 223 |
| 3 防中子内衬 .....                                            | 199 | 4 在枪械上的应用 .....                        | 225 |
| 3.1 材料 .....                                             | 199 | 4.1 简介 .....                           | 225 |
|                                                          |     | 4.2 工程塑料枪托、握把和护木 .....                 | 227 |
|                                                          |     | 4.3 纤维增强塑料弹匣 .....                     | 228 |
|                                                          |     | 4.4 增强塑料大口径机枪枪架 .....                  | 229 |
|                                                          |     | <b>第 4 节 工程塑料在弹箭上的应用</b> .....         | 229 |
|                                                          |     | 1 简介 .....                             | 229 |
|                                                          |     | 2 结构材料 .....                           | 229 |
|                                                          |     | 3 隔热耐热材料 .....                         | 232 |

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| 4 阻燃包覆层材料 .....                          | 232 |
| 第5节 兵器用功能塑料技术 .....                      | 233 |
| 1 阻尼密封材料 .....                           | 233 |
| 1.1 阻尼降噪材料 .....                         | 233 |
| 1.2 密封材料 .....                           | 234 |
| 2 电磁屏蔽材料 .....                           | 234 |
| 2.1 电磁屏蔽材料发展综述 .....                     | 234 |
| 2.2 各国电磁屏蔽材料发展水平、应用<br>水平及对武器装备的影响 ..... | 235 |
| 3 隐身材料 .....                             | 236 |
| 3.1 简介 .....                             | 236 |
| 3.2 红外隐身材料 .....                         | 237 |
| 3.3 雷达隐身材料 .....                         | 237 |
| 3.4 红外——雷达隐身材料 .....                     | 238 |
| 3.5 激光隐身材料 .....                         | 238 |
| 参考文献 .....                               | 238 |

## 第14章 工程塑料在电气电子工业中的应用 .....

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 第1节 工程塑料选材与应用特点 .....                | 240 |
| 1 电气电子用工程塑料选材 .....                  | 240 |
| 1.1 简介 .....                         | 240 |
| 1.2 选材原则与注意事项 .....                  | 240 |
| 1.3 常用工程塑料 .....                     | 240 |
| 1.4 材料的成型加工 .....                    | 244 |
| 1.5 选材实例 .....                       | 244 |
| 2 应用特点 .....                         | 245 |
| 2.1 用量大、品种多、发展快 .....                | 245 |
| 2.2 电线电缆是塑料应用的大户 .....               | 245 |
| 2.3 电气电子工程中的塑料<br>绝缘材料 .....         | 245 |
| 2.4 发电机绝缘子塑料化制备技术 .....              | 246 |
| 2.5 电气电子部件中的热塑性塑料 .....              | 246 |
| 2.6 电子、光电子工程、照相、通信<br>工程等工程用塑料 ..... | 247 |
| 2.7 增强塑料在电子电气部件<br>应用日趋增多 .....      | 247 |
| 2.8 功能塑料在电气电子工业中<br>用量逐步增加 .....     | 247 |

## 第2节 工程塑料在电气工业中的应用 .....

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 1 薄膜类绝缘材料 ..... | 248 |
| 1.1 薄膜 .....    | 248 |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 1.2 复合膜材(又称复合材料) .....        | 248 |
| 1.3 胶带 .....                  | 250 |
| 2 层压品类 .....                  | 250 |
| 2.1 层压管材 .....                | 251 |
| 2.2 层压棒材 .....                | 251 |
| 3 绝缘模塑料 .....                 | 251 |
| 第3节 塑料绝缘材料在电子工程<br>中的应用 ..... | 253 |
| 1 电子元器件 .....                 | 253 |
| 1.1 简介 .....                  | 253 |
| 1.2 变压器与阻流圈 .....             | 254 |
| 1.3 在线圈中的应用 .....             | 257 |
| 1.4 电容器 .....                 | 259 |
| 1.5 电阻器 .....                 | 260 |
| 1.6 继电器 .....                 | 261 |
| 1.7 晶体管 .....                 | 262 |
| 1.8 集成电路封装 .....              | 263 |
| 2 印制电路板(PCB) .....            | 263 |
| 2.1 简介 .....                  | 263 |
| 2.2 特点 .....                  | 264 |
| 2.3 金属箔绝缘基板上的<br>印制电路板 .....  | 264 |
| 3 电子接插件与开关 .....              | 265 |
| 3.1 简介 .....                  | 265 |
| 3.2 接插件 .....                 | 266 |
| 3.3 开关 .....                  | 268 |
| 4 天线 .....                    | 268 |
| 4.1 起绝缘支撑作用的零件 .....          | 268 |
| 4.2 四种天线 .....                | 269 |
| 4.3 天线罩和辐射器罩 .....            | 273 |
| 5 在结构部件中的应用 .....             | 274 |
| 5.1 传动结构件 .....               | 274 |
| 5.2 一般结构件 .....               | 277 |
| 5.3 外观结构件 .....               | 281 |
| 6 在微波元件中的应用 .....             | 284 |
| 6.1 在波导中的应用 .....             | 284 |
| 6.2 在波导移相器中的应用 .....          | 289 |
| 6.3 在衰减器和全匹配负载中<br>的应用 .....  | 290 |
| 7 在电声器材中的应用 .....             | 291 |
| 8 在磁性元件中的应用 .....             | 291 |
| 8.1 在软磁材料中的应用 .....           | 291 |
| 8.2 在硬磁材料中的应用 .....           | 292 |

|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| 9 情报机器 .....                       | 292        |
| 参考文献 .....                         | 293        |
| <b>第 15 章 工程塑料在家电和通信上的应用 .....</b> | <b>294</b> |
| <b>第 1 节 家电和通信用工程塑料选材 .....</b>    | <b>294</b> |
| 1 选材原则 .....                       | 294        |
| 2 家电产品对工程塑料的性能要求 .....             | 294        |
| 3 通信器材对工程塑料的性能要求 .....             | 295        |
| 3.1 线缆制品 .....                     | 295        |
| 3.2 塑料光纤 .....                     | 295        |
| 3.3 光盘 .....                       | 295        |
| 3.4 办公设备 .....                     | 296        |
| 4 适用的塑料 .....                      | 296        |
| 4.1 工程化通用塑料 .....                  | 296        |
| 4.2 工程塑料 .....                     | 296        |
| 4.3 透明塑料 .....                     | 297        |
| 4.4 增强塑料 .....                     | 297        |
| 4.5 功能塑料 .....                     | 297        |
| 5 选材实例 .....                       | 297        |
| 5.1 光盘 .....                       | 297        |
| 5.2 电熨斗 .....                      | 298        |
| <b>第 2 节 电冰箱 .....</b>             | <b>298</b> |
| 1 简介 .....                         | 298        |
| 2 内胆与门内衬 .....                     | 298        |
| 2.1 聚苯乙烯的研制 .....                  | 299        |
| 2.2 电冰箱(柜)内胆和门内衬板材的生产 .....        | 299        |
| 2.3 制品缺陷、产生的原因与防止措施 .....          | 302        |
| 2.4 电冰箱内衬材料的发展——绿色内衬材料 .....       | 302        |
| 3 电冰箱门密封条及其制备 .....                | 303        |
| 3.1 原材料的选用 .....                   | 303        |
| 3.2 配方 .....                       | 305        |
| 3.3 工艺流程 .....                     | 306        |
| 3.4 工艺参数 .....                     | 306        |
| 3.5 常见缺陷产生原因及排除措施 .....            | 307        |
| 4 隔热层 .....                        | 308        |
| 4.1 隔热层用聚氨酯泡沫塑料的制备 .....           | 308        |
| 4.2 适用的品种与牌号 .....                 | 312        |
| 5 电冰箱用其他塑料制品 .....                 | 312        |
| 5.1 简介 .....                       | 312        |
| 5.2 AS 冰箱果菜盒的制造 .....              | 312        |
| <b>第 3 节 洗衣机 .....</b>             | <b>314</b> |
| 1 波轮式洗衣机 .....                     | 314        |
| 1.1 简介 .....                       | 314        |
| 1.2 内筒 .....                       | 314        |
| 1.3 喷淋管 .....                      | 315        |
| 1.4 内盖板 .....                      | 316        |
| 1.5 其他 .....                       | 316        |
| 2 全自动滚筒洗衣机 .....                   | 316        |
| 2.1 简介 .....                       | 316        |
| 2.2 改性聚丙烯的生产工艺 .....               | 316        |
| 2.3 改性聚丙烯的性能 .....                 | 317        |
| 2.4 改性聚丙烯在全自动滚筒洗衣机上的应用 .....       | 317        |
| <b>第 4 节 电视机 .....</b>             | <b>317</b> |
| 1 简介 .....                         | 317        |
| 2 壳体的制造工艺过程 .....                  | 318        |
| 2.1 产品性能及使用要求 .....                | 318        |
| 2.2 产品质量分析 .....                   | 318        |
| 2.3 产品注射工艺参数的确定 .....              | 318        |
| 3 电视机壳体的喷涂 .....                   | 319        |
| 3.1 涂料 .....                       | 319        |
| 3.2 稀释剂配方 .....                    | 320        |
| 3.3 HIPS 电视机壳体喷涂前的应力消除措施 .....     | 320        |
| 3.4 喷涂工艺 .....                     | 321        |
| 4 发展 .....                         | 323        |
| <b>第 5 节 空调器 .....</b>             | <b>323</b> |
| 1 概述 .....                         | 323        |
| 1.1 简介 .....                       | 323        |
| 1.2 空调器对塑料的性能要求 .....              | 323        |
| 1.3 选用材料 .....                     | 323        |
| 1.4 空调器用塑料部件 .....                 | 323        |
| 1.5 风机 .....                       | 323        |
| 2 室外机塑料壳体的制造 .....                 | 324        |
| 2.1 空调器室外机壳用材料的必备条件 .....          | 324        |
| 2.2 改性塑料的选择 .....                  | 324        |
| 2.3 改性塑料的成型加工条件 .....              | 325        |
| 2.4 经济性分析 .....                    | 326        |

|                                         |     |                                          |     |
|-----------------------------------------|-----|------------------------------------------|-----|
| 第6节 小家电产品 .....                         | 326 | 2.3 适用的工程塑料 .....                        | 344 |
| 1 简介 .....                              | 326 | 2.4 常用的塑料品种 .....                        | 346 |
| 2 电风扇 .....                             | 326 | 2.5 为方便选材应做的工作 .....                     | 356 |
| 3 收录机与音响 .....                          | 326 | 3 汽车塑料制品的制造                              |     |
| 3.1 磁带式录相机(VTR) .....                   | 326 | 工艺简介 .....                               | 356 |
| 3.2 盒式收录机 .....                         | 326 | 3.1 SMC压缩模塑 .....                        | 356 |
| 3.3 磁带盘 .....                           | 327 | 3.2 反应注射模塑(RIM) .....                    | 357 |
| 3.4 音响设备 .....                          | 327 | 3.3 吹塑成型 .....                           | 357 |
| 4 吸尘器 .....                             | 327 | 3.4 其他成型新技术 .....                        | 358 |
| 5 电熨斗 .....                             | 327 | 3.5 国外合金生产工艺 .....                       | 358 |
| 6 厨房用品 .....                            | 327 | 3.6 复合管材料挤出成型 .....                      | 359 |
| 6.1 电子微波炉和电饭煲 .....                     | 327 | 3.7 低压注射法 .....                          | 359 |
| 6.2 电磁灶 .....                           | 328 | 3.8 绝热流道注射法 .....                        | 360 |
| 6.3 自动加热食物盘 .....                       | 328 | 第2节 汽车内饰塑料制品 .....                       | 360 |
| 6.4 洗碗机器 .....                          | 328 | 1 仪表板 .....                              | 360 |
| 6.5 自动切菜机 .....                         | 328 | 1.1 简介 .....                             | 360 |
| 6.6 煤气的旋塞、龙头 .....                      | 328 | 1.2 仪表盘用塑料特性 .....                       | 361 |
| 7 照相机 .....                             | 328 | 1.3 仪表板专用料 .....                         | 363 |
| 7.1 工程塑料应用概况 .....                      | 328 | 2 门内板 .....                              | 373 |
| 7.2 精密注塑模结构设计 .....                     | 329 | 3 汽车座椅用专用料 .....                         | 374 |
| 第7节 在通信工程中的应用 .....                     | 330 | 3.1 简介 .....                             | 374 |
| 1 塑料电缆 .....                            | 330 | 3.2 座椅塑料骨架专用料的研制 .....                   | 374 |
| 1.1 简介 .....                            | 330 | 3.3 聚氨酯高回弹性座垫材料<br>的研制 .....             | 376 |
| 1.2 电线电缆的主要种类及适用<br>的塑料材料 .....         | 331 | 4 顶蓬 .....                               | 377 |
| 1.3 电线电缆对塑料性能的基本要求<br>与所用塑料的类型与结构 ..... | 333 | 4.1 简介 .....                             | 377 |
| 2 塑料光纤 .....                            | 335 | 4.2 顶蓬用塑料材料 .....                        | 377 |
| 3 光盘 .....                              | 336 | 第3节 汽车外装塑料制品 .....                       | 378 |
| 4 移动电话 .....                            | 336 | 1 保险杠 .....                              | 378 |
| 参考文献 .....                              | 336 | 1.1 简介 .....                             | 378 |
| 第16章 工程塑料在汽车上的应用 .....                  | 337 | 1.2 聚丙烯保险杠 .....                         | 379 |
| 第1节 概述 .....                            | 337 | 1.3 保险杠专用料的研制 .....                      | 381 |
| 1 应用简况 .....                            | 337 | 1.4 保险杠面罩 .....                          | 382 |
| 1.1 简介 .....                            | 337 | 2 塑料挡泥板 .....                            | 383 |
| 1.2 国外应用状况 .....                        | 337 | 2.1 轿车挡泥板的研制 .....                       | 383 |
| 1.3 国内应用情况 .....                        | 339 | 2.2 聚氨酯弹性体挡泥板的研制 .....                   | 383 |
| 1.4 塑料在汽车上的应用发展 .....                   | 342 | 2.3 前后玻璃纤维增强塑料(GFRP<br>保险杠造型设计与制备) ..... | 385 |
| 2 汽车用工程塑料选材 .....                       | 343 | 3 塑料车身 .....                             | 385 |
| 2.1 选材原则 .....                          | 343 | 3.1 玻璃钢车身 .....                          | 385 |
| 2.2 工程塑料的特性及在汽车上<br>的作用 .....           | 343 | 3.2 车身外板 .....                           | 390 |
|                                         |     | 3.3 车轮罩盖 .....                           | 390 |
|                                         |     | 3.4 其他车身部件 .....                         | 391 |
|                                         |     | 4 塑料汽车灯具 .....                           | 391 |

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 4.1 汽车灯具简介 .....                    | 391 |
| 4.2 制备过程要点 .....                    | 391 |
| 4.3 塑料灯具选材要点 .....                  | 392 |
| 4.4 汽车前照灯 .....                     | 392 |
| 4.5 反射镜 .....                       | 392 |
| 5 其他部件 .....                        | 393 |
| 6 汽车前后围造型设计 .....                   | 393 |
| 第4节 发动机周边用塑料制品 .....                | 394 |
| 1 发动机罩内的环境条件 .....                  | 394 |
| 2 空气吸进系统 .....                      | 395 |
| 3 燃料系统 .....                        | 396 |
| 3.1 油箱 .....                        | 396 |
| 3.2 燃料吸进系统 .....                    | 400 |
| 3.3 其他部件 .....                      | 400 |
| 4 冷却系统 .....                        | 401 |
| 4.1 简介 .....                        | 401 |
| 4.2 增韧增强聚苯硫醚冷却水泵<br>叶轮与进水接盘 .....   | 401 |
| 4.3 塑料暖风水室的研制 .....                 | 402 |
| 4.4 塑料冷却风扇 .....                    | 403 |
| 5 发动机其他部件 .....                     | 403 |
| 5.1 应用现状 .....                      | 403 |
| 5.2 发展趋势 .....                      | 404 |
| 第5节 汽车其他塑料制品 .....                  | 404 |
| 1 底盘和悬挂装置 .....                     | 404 |
| 1.1 应用研制现状 .....                    | 404 |
| 1.2 玻璃纤维增强塑料板簧 .....                | 405 |
| 1.3 聚四氟乙烯(PTFE)减振器<br>活塞环 .....     | 407 |
| 2 汽车方向盘 .....                       | 408 |
| 2.1 一般要求 .....                      | 408 |
| 2.2 常用塑料 .....                      | 408 |
| 2.3 STEYR 汽车方向盘用塑料特点<br>和加工工艺 ..... | 408 |
| 3 聚丙烯汽车空气调节装置 .....                 | 408 |
| 3.1 简介 .....                        | 408 |
| 3.2 PP 专用料的制备 .....                 | 408 |
| 3.3 制品制备方法——注射成型 .....              | 409 |
| 3.4 应用 .....                        | 409 |
| 4 塑料轴承组件 .....                      | 410 |
| 4.1 尼龙保持架轴承 .....                   | 410 |
| 4.2 EQGS 型钢背-聚甲醛复合<br>轴承 .....      | 410 |

|            |     |
|------------|-----|
| 参考文献 ..... | 411 |
|------------|-----|

## 第 17 章 工程塑料在机械上的应用 .....

### 第 1 节 机械用工程塑料选材 .....

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 1 选材原则 .....                         | 413 |
| 1.1 材料力学性能满足机械使用<br>性能要求的原则 .....    | 413 |
| 1.2 材料耐磨性满足机械使用性能<br>和特种要求的原则 .....  | 413 |
| 1.3 材料的耐热性满足使用性能<br>要求的原则 .....      | 413 |
| 1.4 材料的化学性能满足使用性能<br>要求的原则 .....     | 413 |
| 1.5 材料的成型加工性能满足成型<br>工艺条件要求的原则 ..... | 413 |
| 1.6 实现性能/价格比优化的原则 .....              | 413 |

### 2 机械用塑料的耐磨性能 与选用 .....

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 2.1 工程塑料是机械零部件耐磨<br>材料选材的必然 ..... | 413 |
| 2.2 塑料的摩擦、磨损和润滑特性 .....           | 414 |
| 2.3 抗磨塑料的选用 .....                 | 415 |
| 2.4 机械塑料制品常用工程塑料 .....            | 417 |

### 第 2 节 工程塑料轴承组件 .....

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 1 概述 .....                     | 423 |
| 1.1 简介 .....                   | 423 |
| 1.2 塑料轴承的选材 .....              | 423 |
| 1.3 塑料轴承的设计 .....              | 424 |
| 1.4 几种常用工程塑料轴承的研制 .....        | 424 |
| 2 工程塑料轴承保持架的研制 .....           | 427 |
| 2.1 简介 .....                   | 427 |
| 2.2 塑料轴承保持架用模具 .....           | 430 |
| 2.3 工程塑料轴承保持架的设计 .....         | 431 |
| 2.4 轴承保持架的成型 .....             | 433 |
| 3 水润滑塑料止推轴承的制备 .....           | 437 |
| 3.1 原材料与配方 .....               | 437 |
| 3.2 制备方法与模压工艺 .....            | 438 |
| 3.3 P23 酚醛塑料轴承应用设计<br>要点 ..... | 438 |
| 4 聚四氟乙烯轴承组件 .....              | 439 |
| 4.1 聚四氟乙烯轴承垫层 .....            | 439 |
| 4.2 聚四氟乙烯轴承座 .....             | 441 |
| 4.3 PTFE 轴承 .....              | 443 |
| 5 超高分子质量聚乙烯在轴套和                |     |

|                               |     |                                       |     |
|-------------------------------|-----|---------------------------------------|-----|
| 轴承上的应用 .....                  | 444 | 3.1 板簧的研制 .....                       | 479 |
| 5.1 简介 .....                  | 444 | 3.2 传动轴 .....                         | 480 |
| 5.2 136kW 渔船尾轴复合轴套 .....      | 444 | 4 其他高性能塑料机械结构件 .....                  | 481 |
| 5.3 UHMWPE 输送机托辊轴承 .....      | 446 | 4.1 增韧尼龙织布梭 .....                     | 481 |
| 6 铸型尼龙轴承套 .....               | 446 | 4.2 聚碳酸酯丝织纬管 .....                    | 482 |
| 6.1 简介 .....                  | 446 | 4.3 聚丙烯纱管 .....                       | 485 |
| 6.2 铸型尼龙及其轴承套的设计 .....        | 447 | 4.4 纤维增强塑料连续抽油杆<br>的研制 .....          | 487 |
| 6.3 成型工艺过程 .....              | 447 | 4.5 聚甲醛紧固销钉 .....                     | 488 |
| 6.4 铸型尼龙的机械加工 .....           | 447 | 4.6 MC 尼龙复合滤泥板的研制 .....               | 491 |
| 6.5 应用效果 .....                | 448 | 参考文献 .....                            | 493 |
| 第3节 塑料齿轮 .....                | 448 |                                       |     |
| 1 概述 .....                    | 448 | 第18章 工程塑料在航空与航天上<br>的应用 .....         | 494 |
| 1.1 塑料齿轮的选材 .....             | 448 | 第1节 航空与航天工业用工程<br>塑料选材 .....          | 494 |
| 1.2 塑料齿轮的设计 .....             | 449 | 1 简介 .....                            | 494 |
| 1.3 制备方法 .....                | 450 | 2 选材原则 .....                          | 494 |
| 1.4 加工中应注意事项 .....            | 451 | 3 航空航天用工程塑料制品<br>品种及使用要求 .....        | 494 |
| 1.5 应用实例 .....                | 452 | 3.1 宇航工业中的结构件或零部件 .....               | 494 |
| 2 聚碳酸酯(PC)齿轮 .....            | 452 | 3.2 航空工业中的工程塑料制品 .....                | 494 |
| 2.1 车机用 PC 齿轮 .....           | 452 | 4 适用的工程塑料品种及特性 .....                  | 495 |
| 2.2 小模数 PC 齿轮的制备 .....        | 457 | 4.1 常用工程塑料及塑料合金 .....                 | 495 |
| 3 聚甲醛齿轮 .....                 | 462 | 4.2 增强改性热固性树脂 .....                   | 495 |
| 3.1 聚甲醛(POM)双齿轮研制 .....       | 462 | 4.3 特种工程塑料 .....                      | 495 |
| 3.2 小模数 POM 齿轮的研制 .....       | 463 | 4.4 高性能增强塑料 .....                     | 495 |
| 4 玻璃纤维增强尼龙 66 内齿套 .....       | 465 | 4.5 选材实例 .....                        | 496 |
| 4.1 简介 .....                  | 465 | 5 发展趋势 .....                          | 496 |
| 4.2 注塑成型工艺 .....              | 465 | 第2节 工程塑料在航空中的应用 .....                 | 496 |
| 4.3 NL 系列内齿套后处理 .....         | 466 | 1 常规纤维增强塑料——玻璃纤维<br>增强塑料在飞机上的应用 ..... | 497 |
| 4.4 性能试验 .....                | 467 | 1.1 应用状况 .....                        | 497 |
| 4.5 效益分析 .....                | 467 | 1.2 玻璃钢(玻璃纤维增强塑料<br>轻型飞机的制备) .....    | 498 |
| 第4节 工程塑料高性能机械结<br>构件 .....    | 467 | 2 高性能纤维增强塑料在飞机上<br>的应用 .....          | 501 |
| 1 塑料活塞组件 .....                | 467 | 2.1 高性能纤维增强塑料 .....                   | 501 |
| 1.1 塑料活塞环简介 .....             | 467 | 2.2 高性能纤维增强塑料在战斗<br>机上的应用 .....       | 504 |
| 1.2 聚四氟乙烯(PTFE)活塞组件 .....     | 469 | 2.3 高性能纤维增强塑料在民用<br>飞机上的应用 .....      | 506 |
| 1.3 蒸汽锤用聚四氟乙烯活塞环<br>的研制 ..... | 472 | 3 飞机用内饰材料 .....                       | 512 |
| 2 塑料机械轮 .....                 | 474 |                                       |     |
| 2.1 MC 尼龙摩擦轮 .....            | 474 |                                       |     |
| 2.2 玻璃纤维增强尼龙叶轮 .....          | 474 |                                       |     |
| 2.3 尼龙叶片 .....                | 476 |                                       |     |
| 2.4 玻璃纤维增强酚醛倍捻机压轮 .....       | 477 |                                       |     |
| 3 纤维增强塑料板簧与传动轴<br>组件的研制 ..... | 479 |                                       |     |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 4 涡扇发动机结构材料             | 513 |
| 4.1 简介                  | 513 |
| 4.2 航空发动机用 PMR 聚酰亚胺增强塑料 | 514 |
| 4.3 用于民航飞机发动机部件的增强尼龙    | 517 |
| 第 3 节 工程塑料在航天工业上的应用     | 519 |
| 1 航天工业用高性能纤维增强塑料        | 519 |
| 1.1 简介                  | 519 |
| 1.2 航天高技术对高性能纤维增强塑料的需求  | 520 |
| 1.3 高性能纤维增强塑料在航天工业应用简况  | 521 |
| 2 作为航天结构材料的高性能纤维增强塑料    | 523 |
| 2.1 简介                  | 523 |
| 2.2 应用实例                | 525 |
| 3 热防护材料                 | 530 |
| 3.1 简介                  | 530 |
| 3.2 导弹火箭系统外绝热防护         | 530 |
| 3.3 导弹火箭系统抗辐射外防护        | 531 |
| 3.4 导弹系统壳体及外绝热层的防静电方法   | 532 |
| 3.5 复合材料抗氧化防护           | 533 |
| 3.6 热防护用聚合物材料           | 533 |
| 第 4 节 航空航天用功能塑料         | 535 |
| 1 透波增强塑料                | 535 |
| 1.1 简介                  | 535 |
| 1.2 透波增强塑料的需求趋势         | 535 |
| 1.3 通用透波增强塑料            | 536 |
| 1.4 特种透波增强塑料            | 538 |
| 1.5 高性能机载雷达罩用 Nomex 蜂窝  | 539 |
| 2 雷达吸波材料                | 540 |
| 2.1 简介                  | 540 |
| 2.2 功能增强塑料对缩减 RCS 的作用   | 541 |
| 2.3 雷达吸波材料              | 542 |
| 2.4 雷达吸波结构(RAS)         | 545 |
| 参考文献                    | 546 |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第 19 章 工程塑料在船舶上的应用    | 548 |
| 第 1 节 玻璃钢船舶的选材与设计     | 548 |
| 1 船用玻璃钢的材料特性          | 548 |
| 1.1 船用玻璃钢原材料的基本性能     | 548 |
| 1.2 玻璃钢的耐水性           | 549 |
| 1.3 玻璃钢在长期载荷下的性能      | 549 |
| 2 船舶制造用玻璃钢选材          | 550 |
| 2.1 选材的技术标准与要求        | 550 |
| 2.2 可供选用国产材料          | 552 |
| 2.3 性能                | 554 |
| 3 玻璃钢船体的结构设计          | 557 |
| 3.1 玻璃钢船体结构设计的一般原则    | 557 |
| 3.2 船体结构形式的设计特点       | 559 |
| 3.3 玻璃钢船体强度和刚度的校核     | 559 |
| 3.4 玻璃钢船体强度与刚度的关系     | 560 |
| 第 2 节 玻璃钢船体的制造        | 562 |
| 1 玻璃钢船体的制造            | 562 |
| 1.1 简介                | 562 |
| 1.2 原材料的选用            | 562 |
| 1.3 模具材料及结构形式         | 563 |
| 1.4 成型加工              | 563 |
| 2 玻璃钢金枪鱼延绳钓渔船的研制      | 564 |
| 2.1 总体设计              | 564 |
| 2.2 主要设备              | 567 |
| 2.3 制备工艺              | 567 |
| 2.4 性能检测结果            | 568 |
| 2.5 效果                | 568 |
| 3 高速交通艇玻璃钢壳体的制备       | 568 |
| 3.1 简介                | 568 |
| 3.2 工艺设计方案和材料的确定      | 568 |
| 3.3 工艺流程及操作要求         | 568 |
| 3.4 效果                | 569 |
| 4 竹片仿形编织物增强不饱和聚酯船体的研制 | 569 |
| 4.1 简介                | 569 |
| 4.2 原材料选择与处理          | 570 |