

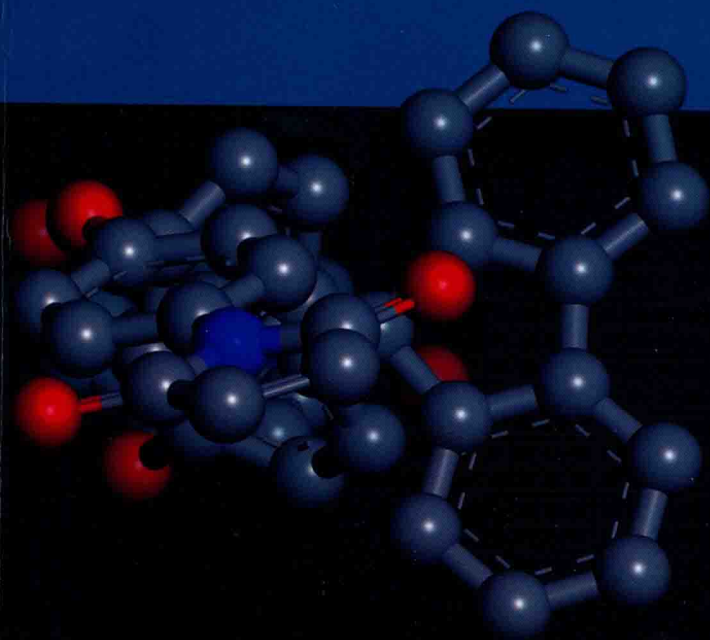


普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高分子合成材料学

第三版

陈平 廖明义 主编



Science of Synthetic Polymer Materials



化学工业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

辽宁省“十二五”普通高等教育本科省级规划教材

高分子合成材料学

第三版

陈 平 廖明义 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

《高分子合成材料学》分为上、下两篇。主要介绍具有重要应用价值的热固性与热塑性高分子合成材料。

上篇热固性高分子合成材料主要介绍酚醛树脂、不饱和聚酯树脂、环氧树脂、聚氨酯树脂、双马来酰亚胺树脂、聚酰亚胺树脂、氰酸酯树脂、有机硅树脂等热固性高分子合成材料的合成工艺原理、制造工艺、改性原则、结构与性能关系、成型加工及其应用。力求取材新颖，论述深入浅出，理论联系实际，提供很强的实用价值。

下篇热塑性高分子合成材料系统地介绍了五大通用树脂，即聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯和ABS树脂，以及通用工程塑料聚酰胺、聚碳酸酯、PET和PBT。详细介绍了这些合成树脂的合成原理、生产工艺、结构与性能关系以及加工与应用。所涉及的树脂品种皆为已经工业化生产的品种，内容条理清晰，注重反应原理、结构与性能之间的理论关系，并以成熟、完备的生产技术为依据，适当地介绍了一些有工业化前景的相关内容。

本书可满足高等工科学校高分子材料专业本科生和相关工程技术人员的学习、工作需要。

图书在版编目 (CIP) 数据

高分子合成材料学/陈平，廖明义主编. —3版. —北京：化学工业出版社，2017.2

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-122-28837-0

I. ①高… II. ①陈…②廖… III. ①高分子材料-高等学校-教材 IV. ①TB324

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 004464 号

责任编辑：王 婧 杨 菁

装帧设计：韩 飞

责任校对：王素芹

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011）

印 装：高教社（天津）印务有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张35¼ 字数870千字 2017年4月北京第3版第1次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：78.00 元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORD

高分子合成材料学这部教材自 2005 年出版以来,得到了高等院校高分子材料专业广大师生和社会相关专业人员的厚爱,在此深表诚挚谢意!

2007 年 7 月该书申报了普通高等教育“十一五”国家级规划教材,2008 年 2 月获得批准[见高教函 2008-3 号]进行重新修订。2010 年由化学工业出版社第二版出版发行以来,被国内多所高校作为高分子材料与工程专业教科书和广大从事高分子合成树脂材料的专业入门书。2014 年 5 月该书又入选了辽宁省“十二五”普通高等教育本科规划教材。经过两个版本的使用和高分子材料与工程专业课程学时的调整,发现原书的内容偏多,学生在短期内学习与掌握这些内容比较吃力。根据出版社和读者反馈意见,第三版进行了较大篇幅修订和压缩,主要有以下几个方面的删减和修改。

1. 对全书内容进行了重新分类和调整,对增韧机理、增强、增容、接枝等内容分别在不同章节有针对性地集中进行介绍。相同的共混体系在不同章节有所侧重。

2. 删除了与大学基础课程相重复的反应机理的介绍。删除了部分有关性能的表格,改为语言性描述。

3. 大幅缩减了生产工艺的介绍,删除了国内生产厂商列表。

4. 对国外公司名称、专业术语进行了全文统一。

5. 对一些文字错误进行了修改,插图也进行了适当调整。

希望通过这些修订,能够给广大读者提供一本知识全面、内容简洁丰富、信息准确、深入浅出、图文并茂的参考书,并能得到广大读者的喜爱,这就是我们最大的愿望。

编者

2016 年 6 月

第一版前言

FOREWORD

第二版前言

FOREWORD

材料、信息、能源是当代科学技术的三大支柱。高分子材料是当今世界上十分重要的非常活跃的领域。它是材料领域中的后起之秀。自从20世纪初德国化学家 H.Standinger 创立高分子长链概念以来,通过化学家、物理学家和材料工程学家等许多科技工作者的辛勤劳动,至今已经形成了一个较完整的高分子材料科学理论知识体系。高分子合成材料的出现与发展给材料领域带来了重大的变革,从而形成了金属材料、无机非金属材料、高分子材料和复合材料多元共存的格局。

高分子合成材料学是以高分子化学、高分子物理学和高分子成型工艺学为基础的,研究的范围是高分子材料的合成与改性、高分子的结构与性能、高分子材料的制备(成型加工)及其应用的一门科学。

高分子合成材料的发现、应用及推广,构成了人类进步与文明。从20世纪50年代迅速发展起来的合成树脂是目前产量最高、需求量最大、应用面最广的高分子合成材料,已经成为继金属、水泥、木材之后的第四种人类生存与发展的支柱材料,已在机械、化工、交通、航空、航天、船舶等众多国民经济与人民生活、国防建设与尖端技术领域发挥着重要的作用。

高分子合成树脂种类繁多,本书比较系统地介绍了其有重要应用价值的热固性和热塑性合成树脂的国内外发展历史、合成工艺原理、制造工艺、结构与性能关系、改性原则、成型加工工艺及其应用等内容。合成树脂在我国国民经济中占有十分重要的地位,随着石油化工工业的发展,我国合成树脂工业也取得了飞速发展。目前我国的合成树脂和塑料制品的产量和消费量均居世界前列,成为合成树脂和塑料制品的生产大国与消费大国。与之相对应,社会对高分子材料专业人才的需求也十分旺盛,为了配合高等教育对人才培养的需要,满足学生获取知识的愿望,我们组织编写了高分子合成材料学这本书。本书主要是为了满足高等工科院校高分子材料专业学生和相关工程技术人员需要编写的教材。为此,本书在内容编写上坚持取材新颖、理论深入浅出、理论联系实际、重视应用等基本原则,尽量做到既可以使读者在较短的时间从一定的深度和广度较为系统地掌握当今高分子合成树脂材料的基本知识概貌,又能基本了解今后可能的发展方向。

全书分为上、下两篇,上篇主要介绍酚醛树脂、环氧树脂、不饱和聚酯树脂、聚氨酯树脂、双马来酰亚胺树脂等热固性高分子合成材料,下篇主要介绍聚乙烯、聚氯乙烯、聚丙烯等热塑性高分子合成材料。全书由陈平教授统稿。上篇绪论由陈平、廖明义编写,酚醛树脂由黄发荣和陈平编写,不饱和聚酯树脂由沈开猷和陈平编写,环氧树脂由陈平和唐传林编写,聚氨酯树脂由李绍雄和陈平编写,双马来酰亚胺树脂由梁国正和顾媛娟编写,聚酰亚胺树脂由陈平编写,氰酸酯树脂由包建文和陈平编写,有机硅树脂由罗运军和陈平编写;下篇由廖明义教授编写。

本书在编写过程中,研究生唐忠鹏、张宜鹏、孙明、张伟清、陆春等协助对图表进行了整理,在本书出版的过程中,得到了大连理工大学教材出版基金资助,谨此致以深切的谢意。最后感谢所有提供文献资料的作者和支持帮助本书编写的同仁。

由于作者水平有限,书中一些不足之处难免,敬请读者批评指正。

编者

2005年1月

第二版前言

FOREWORD

《高分子合成材料学》这部教材自 2005 年出版以来,得到了高等院校高分子材料专业广大师生和社会相关专业人员的厚爱,在此作者深表诚挚谢意!

2007 年 7 月该书申报了普通高等教育“十一五”国家级规划教材,2008 年 2 月获得批准[见高教函 2008-3 号]进行重新修订。近年来中国经济的高速发展,加之科学技术进步日新月异,知识更新很快,经几年的使用,书中许多信息、数据与当前情况已有不符,有些内容也显陈旧。基于此,本书借助这次普通高等教育“十一五”国家级规划教材修订的机会,本着与时俱进的态度,对书中相关内容进行了一些修订,主要进行了以下几个方面的补充和修改。

1. 更新了一些数据,数据最新截止日期基本到 2007 年,个别到 2008 年。
2. 补充了一些最新技术进步的信息,特别是中国近年来的技术进步和成果。
3. 对全书内容进行了重新分类和调整,对于增韧机理、增强、增容、纳米材料、接枝等内容分别在不同章节有针对性地集中进行介绍。
4. 补充了一些最新成果,删除了一些重复叙述。
5. 对一些文字错误进行了修改,插图也进行了适当调整。

希望通过这些修订,能够给广大读者提供一本知识全面、内容丰富、信息准确、深入浅出、图文并茂的参考书,并能得到广大读者的喜爱,这就是编者最大的愿望。

感谢贾彩霞、王乾、张相一、李彬等研究生对书稿编辑整理所付出的辛勤劳动。

编者

2009 年 12 月

绪 论 1

0.1 ▶ 高分子合成材料的发展简史	1
0.2 ▶ 国内外发展现状	2
0.3 ▶ 高分子的定义、分类、特点、命名	5
0.3.1 定义	5
0.3.2 分类	5
0.3.3 特点	6
0.3.4 命名	8

上篇 热固性高分子合成材料

第 1 章 酚醛树脂 10

1.1 ▶ 酚醛树脂的原材料	11
1.1.1 酚类	11
1.1.2 醛类	12
1.2 ▶ 酚醛树脂的生成反应和结构	13
1.2.1 热塑性酚醛树脂的生成反应和分子结构	13
1.2.2 热固性酚醛树脂的生成反应和分子结构	15
1.3 ▶ 酚醛树脂的制造工艺	18
1.3.1 热固性酚醛树脂的制造工艺	18
1.3.2 热塑性酚醛树脂的制造工艺	19
1.3.3 影响酚醛反应的因素	20
1.4 ▶ 酚醛树脂的固化	22
1.4.1 热固性酚醛树脂的固化反应	22
1.4.2 热塑性酚醛树脂的固化反应	26
1.5 ▶ 酚醛树脂的基本性能	28
1.5.1 酚醛树脂的热性能及烧蚀性能	28
1.5.2 酚醛树脂的阻燃性能和发烟性能	29
1.5.3 酚醛树脂的耐辐射性	31
1.6 ▶ 其他酚醛树脂	31

1.6.1	间苯二酚树脂	31
1.6.2	苯酚糠醛树脂	32
1.6.3	纯油溶性酚醛树脂	33
1.7	▶ 改性的酚醛树脂	33
1.7.1	苯胺改性的酚醛树脂	33
1.7.2	二甲苯树脂改性的酚醛树脂	34
1.7.3	苯酚改性的二苯醚树脂	35
1.7.4	聚乙烯醇缩丁醛改性的酚醛树脂	36
1.7.5	植物油改性的酚醛树脂	36
1.7.6	耐热的酚醛树脂	37
1.8	▶ 酚醛树脂的应用	37
1.8.1	酚醛模塑料	39
1.8.2	酚醛树脂层压塑料	40
1.9	▶ 酚醛树脂的研究新进展	41
1.9.1	树脂	41
1.9.2	复合材料及其加工工艺	43

第 2 章 不饱和聚酯树脂

45

2.1	▶ 不饱和聚酯树脂基体、原材料	46
2.1.1	不饱和二元酸及酸酐	46
2.1.2	饱和二元酸及酸酐	47
2.1.3	二元醇	49
2.1.4	交联单体	50
2.1.5	引发剂	52
2.1.6	阻聚剂	56
2.2	▶ 不饱和聚酯树脂复合物的组成及其固化	57
2.2.1	不饱和聚酯树脂复合物的组成	57
2.2.2	不饱和聚酯树脂复合物的固化反应	58
2.2.3	有机引发剂	60
2.2.4	热分解引发	60
2.2.5	化学分解引发	61
2.2.6	光引发	61
2.2.7	阻聚与缓聚	61
2.3	▶ 不饱和聚酯树脂的老化与防老化	62
2.3.1	紫外线的作用	62
2.3.2	空气中氧和臭氧的作用	63
2.3.3	水解降解作用	63
2.4	▶ 不饱和聚酯树脂的性能与应用	63
2.4.1	层压塑料与模压塑料	63
2.4.2	片状模塑料、团状模塑料	64
2.4.3	人造大理石和人造玛瑙	64

2.4.4	云母带胶黏剂	65
2.4.5	油改性不饱和聚酯漆	65
2.4.6	无溶剂漆	66

第3章 环氧树脂

67

3.1	► 环氧树脂的合成、制造、质量指标	67
3.1.1	双酚 A 型环氧树脂的合成制造	67
3.1.2	脂环族环氧树脂的合成	70
3.1.3	环氧树脂的质量指标	71
3.2	► 环氧树脂的基本性能	72
3.2.1	双酚 A 型环氧树脂	72
3.2.2	双酚 F 型环氧树脂	73
3.2.3	双酚 S 型环氧树脂	74
3.2.4	氢化双酚 A 型环氧树脂	74
3.2.5	线型酚醛型环氧树脂	74
3.2.6	多官能基缩水甘油醚树脂	75
3.2.7	多官能基缩水甘油胺树脂	75
3.2.8	具有特殊机能的卤化环氧树脂	76
3.3	► 环氧树脂的固化反应、固化剂和促进剂	78
3.3.1	环氧化物的反应性	78
3.3.2	含羟基化合物的固化反应	79
3.3.3	胺类的固化反应和固化剂	80
3.3.4	有机羧酸的固化反应	88
3.3.5	酸酐的固化反应	89
3.3.6	酸酐类固化剂	93
3.3.7	合成树脂类固化剂	97
3.3.8	环氧树脂固化反应应用促进剂	99
3.4	► 环氧树脂用辅助材料及其改性	101
3.4.1	稀释剂	101
3.4.2	增韧剂	103
3.4.3	填料	105
3.4.4	阻燃剂	105
3.4.5	纤维增强材料	108
3.5	► 环氧树脂的应用	112
3.5.1	环氧树脂涂料	113
3.5.2	环氧树脂胶黏剂	116
3.5.3	环氧树脂成型材料	119
3.5.4	纤维增强塑料和复合材料	121
3.5.5	环氧树脂的反应注射成型	123

4.1 ▶ 聚氨酯的基本原材料	127
4.1.1 多元异氰酸酯	127
4.1.2 多羟基化合物和聚合物	128
4.1.3 助剂	129
4.2 ▶ 聚氨酯的合成原理	136
4.2.1 异氰酸酯的化学反应	136
4.2.2 聚氨酯的生成反应	138
4.3 ▶ 聚氨酯的制造工艺	138
4.3.1 熔融法	139
4.3.2 溶液法	139
4.4 ▶ 聚氨酯的应用	139
4.4.1 聚氨酯泡沫塑料	139
4.4.2 聚氨酯弹性体	141
4.4.3 聚氨酯涂料	144
4.4.4 聚氨酯胶黏剂	146
4.4.5 聚氨酯密封胶	147

5.1 ▶ 双马来酰亚胺的合成原理	149
5.2 ▶ 双马来酰亚胺的性能	151
5.2.1 熔点	151
5.2.2 溶解性能	151
5.2.3 反应性能	151
5.2.4 耐热性能	152
5.2.5 力学性能	152
5.2.6 BMI 固化物的热稳定性	152
5.3 ▶ 双马来酰亚胺树脂的改性	153
5.3.1 与链烯基化合物的共聚改性	153
5.3.2 二元胺改性 BMI	157
5.3.3 热塑性树脂改性 BMI	159
5.3.4 环氧改性 BMI	164
5.3.5 氰酸酯改性 BMI	164
5.3.6 降低后处理温度工艺改性	165
5.4 ▶ 新型双马来酰亚胺的合成	165
5.4.1 链延长型 BMI	165
5.4.2 取代型 BMI	171
5.4.3 稠环型 BMI	171
5.4.4 噻吩型 BMI	171
5.4.5 含特殊元素 BMI	172

5.4.6	树脂传递模塑用 BMI 树脂	172
5.4.7	线型酚醛型多马来酰亚胺树脂	173
5.5	▶ 双马来酰亚胺树脂的应用	174
5.5.1	电气绝缘材料	174
5.5.2	高温胶黏剂	174
5.5.3	航空航天结构-功能复合材料	174

第 6 章 聚酰亚胺树脂

177

6.1	▶ 均苯型聚酰亚胺	177
6.1.1	用熔融缩聚法制备聚酰亚胺	177
6.1.2	用两步法制备聚酰亚胺	178
6.2	▶ 可溶性聚酰亚胺	181
6.2.1	6F 二酐型聚酰亚胺	182
6.2.2	二苯醚四羧酸二酐型聚酰亚胺	183
6.2.3	用含亚胺环的二酐制备聚酰亚胺	184
6.3	▶ 加成型聚酰亚胺	184
6.3.1	PMR 型聚酰亚胺	184
6.3.2	乙炔端基型聚酰亚胺	185
6.4	▶ 聚酰亚胺的性能	187
6.4.1	聚酰亚胺的热稳定性	187
6.4.2	聚酰亚胺的化学稳定性	189
6.4.3	聚酰亚胺的介电性能	190
6.4.4	聚酰亚胺的力学性能	191
6.5	▶ 改性聚酰亚胺	191
6.5.1	聚酰胺酰亚胺	191
6.5.2	聚酯酰亚胺	193
6.5.3	聚酯-酰胺-酰亚胺	194
6.5.4	聚苯并咪唑-酰亚胺	195
6.5.5	聚砜-酰亚胺	195
6.6	▶ 聚酰亚胺的应用	196
6.6.1	聚酰亚胺薄膜	196
6.6.2	聚酰亚胺漆	199
6.6.3	聚酰亚胺胶黏剂	200
6.6.4	高性能工程塑料	200
6.6.5	聚酰亚胺纤维	204
6.6.6	聚酰亚胺复合材料	205

第 7 章 氰酸酯树脂

207

7.1	▶ 氰酸酯树脂单体的合成	207
7.2	▶ 氰酸酯树脂的固化反应	209

7.2.1	氰酸酯固化反应机理	209
7.2.2	催化剂对固化反应的影响	209
7.3	▶ 氰酸酯树脂的基本性能	213
7.3.1	氰酸酯树脂的结构与性能	213
7.3.2	氰酸酯固化物的热分解机理	219
7.3.3	氰酸酯树脂基复合材料的性能	220
7.4	▶ 氰酸酯的改性	223
7.4.1	氰酸酯改性环氧树脂	223
7.4.2	氰酸酯改性双马来酰亚胺树脂	228
7.4.3	氰酸酯的增韧改性	229
7.5	▶ 氰酸酯的应用	231

第 8 章 有机硅树脂

233

8.1	▶ 硅及硅键的化学特性	233
8.2	▶ 有机硅单体的合成	234
8.2.1	有机卤硅烷的合成方法	235
8.2.2	甲基氯硅烷的合成	237
8.2.3	苯基氯硅烷的合成	240
8.2.4	其他有机硅单体的合成	242
8.3	▶ 聚有机硅氧烷的生成反应	242
8.3.1	水解缩合	242
8.3.2	催化重排	248
8.3.3	在高温下利用空气中氧的作用提高分子量	249
8.3.4	杂官能单体缩聚制备聚有机硅氧烷	250
8.4	▶ 有机硅树脂的性能	250
8.4.1	热稳定性	250
8.4.2	聚有机硅氧烷液体及弹性体的特征	253
8.4.3	电绝缘性	253
8.4.4	力学性能	255
8.4.5	耐候性	256
8.4.6	耐化学药品性	257
8.4.7	憎水性	258
8.5	▶ 有机硅树脂的改性	259
8.5.1	有机硅改性醇酸树脂	259
8.5.2	有机硅改性聚酯树脂	260
8.5.3	有机硅改性丙烯酸树脂	260
8.5.4	有机硅改性环氧树脂	260
8.5.5	有机硅改性酚醛树脂	262
8.5.6	硅氧烷改性聚酰亚胺树脂	262
8.6	▶ 有机硅树脂的应用	264
8.6.1	有机硅绝缘漆	264

8.6.2 有机硅胶黏剂	270
8.6.3 有机硅塑料	273
8.6.4 微粉及梯形聚合物	275
参考文献	276

下篇 热塑性高分子合成材料

第9章 聚乙烯

277

9.1 ▶ 发展简史	277
9.2 ▶ 低密度聚乙烯	278
9.2.1 反应机理	278
9.2.2 生产工艺	278
9.2.3 结构与性能	279
9.2.4 加工和应用	282
9.3 ▶ 高密度聚乙烯	283
9.3.1 反应机理	283
9.3.2 生产工艺	283
9.3.3 结构与性能	284
9.3.4 加工和应用	285
9.4 ▶ 线型低密度聚乙烯	286
9.4.1 反应机理	286
9.4.2 生产工艺	286
9.4.3 结构与性能	287
9.4.4 加工和应用	289
9.5 ▶ 超高分子量聚乙烯	291
9.5.1 生产工艺	291
9.5.2 结构与性能	291
9.5.3 加工和应用	293
9.6 ▶ 茂金属聚乙烯	294
9.6.1 发展简介	294
9.6.2 生产工艺	295
9.6.3 结构与性能	295
9.6.4 加工和应用	297
9.7 ▶ 双峰聚乙烯	297
9.7.1 生产工艺	297
9.7.2 结构与性能	298
9.8 ▶ 共聚聚乙烯树脂	298
9.8.1 乙烯-乙酸乙烯酯共聚物	298
9.8.2 乙烯-丙烯酸乙酯共聚物	301
9.8.3 乙烯-丙烯酸甲酯、乙烯-马来酸酐共聚物	302
9.8.4 乙烯-乙烯醇共聚物	303

9.9 ▶ 聚乙烯改性	304
9.9.1 化学改性	304
9.9.2 共混改性	310
9.9.3 填充改性	312
参考文献	315

第 10 章 聚丙烯

317

10.1 ▶ 发展简史	317
10.2 ▶ 等规聚丙烯	318
10.2.1 反应机理	318
10.2.2 生产工艺	318
10.2.3 结构与性能	319
10.2.4 加工和应用	324
10.3 ▶ 茂金属聚丙烯	326
10.3.1 结构与性能	327
10.3.2 加工与应用	327
10.4 ▶ 无规聚丙烯	328
10.4.1 生产工艺	328
10.4.2 结构与性能	328
10.5 ▶ 共聚聚丙烯树脂	328
10.5.1 丙烯-乙烯无规共聚物	329
10.5.2 丙烯-乙烯嵌段共聚物	329
10.6 ▶ 聚丙烯改性	330
10.6.1 化学改性	330
10.6.2 共混改性	334
10.6.3 填充改性	340
10.6.4 聚丙烯纳米复合材料	343
10.6.5 透明改性	346
参考文献	347

第 11 章 聚氯乙烯

349

11.1 ▶ 发展简史	349
11.2 ▶ 反应机理	350
11.3 ▶ 生产工艺	350
11.3.1 悬浮聚合生产工艺	350
11.3.2 乳液聚合生产工艺	357
11.3.3 微悬浮聚合法工艺	360
11.3.4 本体法生产工艺	362
11.4 ▶ 结构和性能	363

11.4.1	化学结构	363
11.4.2	颗粒结构和形态	365
11.4.3	性能	368
11.4.4	加工和应用	373
11.5	► 共聚聚氯乙烯树脂	376
11.5.1	氯乙烯/乙酸乙烯酯共聚物	376
11.5.2	氯乙烯/偏二氯乙烯共聚物	377
11.5.3	氯乙烯/丙烯酸酯共聚物	377
11.5.4	氯乙烯/马来酰亚胺共聚物	378
11.6	► 聚氯乙烯化学改性	378
11.6.1	氯化聚氯乙烯	378
11.6.2	PVC 交联	380
11.7	► PVC 共混改性	382
11.7.1	增韧改性	382
11.7.2	耐热改性	388
11.8	► 聚氯乙烯填充改性	389
11.9	► 聚氯乙烯纳米复合材料	389
11.10	► 聚氯乙烯加工改性	392
11.11	► 聚氯乙烯热塑性弹性体	393
11.11.1	HP-PVC	393
11.11.2	共混型 TPVC	394
11.11.3	TPVC 加工和应用	394
	参考文献	394

第 12 章 聚苯乙烯

396

12.1	► 发展简史	396
12.2	► 通用聚苯乙烯	397
12.2.1	反应机理	397
12.2.2	生产工艺	397
12.2.3	结构与性能	398
12.2.4	加工和应用	399
12.3	► 可发性聚苯乙烯 (EPS)	399
12.3.1	生产原理和工艺	399
12.3.2	结构与性能	401
12.3.3	加工和应用	403
12.4	► 高抗冲聚苯乙烯 (HIPS)	404
12.4.1	生产工艺	404
12.4.2	结构与性能	406
12.4.3	加工和应用	410
12.5	► 间规聚苯乙烯	410
12.5.1	生产工艺	410

12.5.2	结构与性能	410
12.5.3	加工和应用	412
12.6	► 共聚聚苯乙烯树脂	413
12.6.1	丙烯腈/苯乙烯共聚物	413
12.6.2	丙烯酸酯/丙烯腈/苯乙烯共聚物	414
12.6.3	丙烯腈/乙烯-丙烯-二烯烃三元乙丙橡胶/苯乙烯共聚物	415
12.6.4	丙烯腈/氯化聚乙烯/苯乙烯共聚物	416
12.6.5	甲基丙烯酸甲酯/苯乙烯共聚物	416
12.6.6	甲基丙烯酸甲酯/丁二烯/苯乙烯共聚物	417
12.6.7	苯乙烯/马来酸酐共聚物	417
12.6.8	苯乙烯/马来酰亚胺共聚物	418
12.6.9	K树脂	419
12.7	► 聚苯乙烯共混改性	420
12.7.1	PS与PPO共混	420
12.7.2	PS与PO共混	421
12.7.3	其他共混改性	421
	参考文献	421

第13章 ABS树脂

423

13.1	► 发展简史	423
13.2	► 反应机理	424
13.3	► 生产工艺	425
13.3.1	ABS生产工艺分类	425
13.3.2	乳液接枝-掺混生产工艺	427
13.3.3	连续本体法	429
13.4	► 结构与性能	431
13.4.1	结构	431
13.4.2	增韧机理	431
13.4.3	性能	432
13.4.4	加工和应用	437
13.5	► ABS改性	438
13.5.1	化学改性	438
13.5.2	共混改性	440
13.6	► ABS填充改性	444
	参考文献	445

第14章 聚酰胺

447

14.1	► 聚酰胺6	447
14.1.1	发展简史	447
14.1.2	反应机理	448

14.1.3	生产工艺	449
14.2	► 聚酰胺 66	451
14.2.1	发展简史	451
14.2.2	反应机理	452
14.2.3	生产工艺	453
14.3	► 结构与性能	453
14.3.1	结构	453
14.3.2	性能	455
14.4	► 加工和应用	461
14.4.1	加工	461
14.4.2	应用	462
14.5	► 聚酰胺改性	463
14.5.1	共聚改性	463
14.5.2	共混改性	465
14.5.3	增韧改性	470
14.5.4	增强改性	471
14.5.5	填充改性	473
14.5.6	阻燃改性	474
14.5.7	聚酰胺纳米复合材料	475
14.6	► 其他聚酰胺	480
14.6.1	聚酰胺 1010	480
14.6.2	聚酰胺 11	483
14.6.3	聚酰胺 12	486
14.6.4	聚酰胺 46	489
14.6.5	聚酰胺 610、612	490
14.6.6	单体浇铸聚酰胺 6	492
14.6.7	透明聚酰胺	493
参考文献		494

第 15 章 聚碳酸酯

496

15.1	► 发展简史	496
15.2	► 反应原理	497
15.2.1	光气界面缩聚法	497
15.2.2	熔融酯交换法	497
15.2.3	非光气酯交换法	497
15.3	► 生产工艺	498
15.3.1	光气法工艺	498
15.3.2	熔融酯交换法工艺	499
15.3.3	非光气酯交换法工艺	500
15.3.4	其他非光气酯交换法工艺	502
15.4	► 结构和性能	503