



塑料工业手册

HANDBOOK OF PLASTIC INDUSTRY

聚烯烃

洪定一 主编

化学工业出版社

塑料工业手册

聚 烯 烃

洪定一 主编

化 学 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

塑料工业手册 聚烯烃/洪定一主编. —北京: 化学工业出版社, 1998. 12
ISBN 7-5025-2354-5

I. 塑… I. 洪… III. ①塑料工业-手册②聚烯烃-化学工业-手册 IV. TQ32-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 26097 号

塑料工业手册

聚烯烃

洪定一 主编

责任编辑: 龚浏澄 白艳云

责任校对: 洪雅姝

封面设计: 郑小红

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

三河市东柳装订厂装订

*

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 46 $\frac{3}{4}$ 插页 1 字数 1165 千字

1999 年 3 月第 1 版 1999 年 3 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—5000

ISBN 7-5025-2354-5/TQ·1098

定 价: 80.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换

塑料工业手册编委会

主 编	徐 僖	四川联合大学教授，中国科学院院士
副主编	袁晴棠	中国石油化工集团公司教授级高级工程师，中国工程院院士
	李俊贤	黎明化工研究院教授级高级工程师，中国工程院院士
	杨元一	国家石油和化学工业局规划发展司教授级高级工程师
	顾觉生	国家石油和化学工业局法规司教授级高级工程师
顾 问	陶 涛	原化学工业部副部长
	胡亚东	中国科学院化学所研究员
	陈文瑛	原轻工业部塑料局教授级高级工程师

FH06/30 IV

编委会成员（按姓氏笔划）

- 王贵恒 四川联合大学高分子材料系教授
申长雨 郑州工业大学教授
申开智 四川联合大学塑料工程系教授
李滨耀 中国科学院长春应用化学研究所研究员
朱复华 北京化工大学教授
吴培熙 河北工业大学化工学院教授
吴舜英 华南理工大学工业装备与控制工程系教授
吴持生 中国五矿公司复合材料集团公司高级工程师
杜强国 复旦大学高分子科学系教授
宋焕成 北京航空航天大学教授
邱文豹 锦西化工研究院教授级高级工程师
陈大俊 中国纺织大学高分子材料学院教授
林兆安 山西省化工研究所教授级高级工程师
陈忠信 上海交通大学应用化学系教授
陈祥宝 北京航空材料研究院研究员
贺飞峰 上海合成树脂研究所教授级高级工程师
张传贤 兰州化学工业公司合成橡胶厂教授级高级工程师
施祖培 岳阳石油化工公司研究院高级工程师
姚康德 天津大学应用化学系教授
洪定一 中国石油化工集团公司技术开发中心教授级高级工程师
徐传骥 西安交通大学教授
益小苏 浙江大学高分子材料系教授，北京航空材料研究院研究员
黄 锐 四川联合大学塑料工程系教授
傅 旭 晨光化工研究院教授级高级工程师
焦扬声 华东理工大学高分子材料系教授
潘祖仁 浙江大学高分子材料系教授
瞿金平 华南理工大学工业装备与控制工程系教授

本分册编写人员

- 第一章 洪定一
第二章 胡友良 谢光华 贺大为
第三章 阳永荣 吕德伟
第四章 王 琪 王德鑫
第五章 郑裕堃 董晓武 丁 风 李景清 孙厚群 丁艳芬
第六章 关肇基
第七章 杨 力
第八章 陈乐怡
第九章 李蕴玲
第十章 俞燮峰
第十一章 赵丽梅 袁根乐 张立红 姜左凤 蔡志强
第十二章 李 扬
第十三章 谢振羽 邹盛欧 钱晓敏

序

材料是现代科学技术和社会发展的支柱，高分子材料在尖端技术、国防建设和国民经济各个领域已成为不可缺少的重要材料。合成树脂及塑料的世界年产量目前已高达 1.2 亿 t 以上，占三大合成材料产量 80% 以上，在建筑工程方面已成为继钢铁、木材、水泥之后第四大类建筑材料，在包装、交通、电子电器、工业部件、农业、轻工、纺织、航空航天、国防军工和日用品等领域的需求亦日益增多，发挥越来越突出的作用。

科技进步日新月异，合成树脂及塑料的性能不断得到提高，新的品种不断出现，市场竞争十分激烈。以占合成树脂和塑料世界年产量 35% 的聚烯烃为例，继 Ziegler-Natta 催化剂和高效负载型催化剂之后的茂金属聚合催化剂（由一种茂金属与助催化剂甲基铝氧烷或硼系化合物组成）将逐步部分取代传统催化剂。茂金属催化剂体系具有催化活性高、单一活性中心、聚合物结构可精确调控等特点。具有特殊优异性能的茂金属线性低密度聚乙烯（LLDPE）和聚乙烯塑性体（Polyolefine Plastmer, POP）、茂金属长链支化聚乙烯（LCBPE）和聚乙烯弹性体（Polyolefine Elastomer, POE）、茂金属等规聚丙烯（iPP）和环烯烃共聚物（COC）以及茂金属间规聚丙烯（sPP）等已开始进入市场，有关茂金属及其聚烯烃的专利已达数百项，其重要性在国际上已得到普遍共识，对合成树脂工业将产生巨大影响。

随国民经济和石油化工的发展，1997 年我国合成树脂年总产量已超过 600 万 t，居世界第五位，塑料制品的总产量高达 1600 万 t 以上，居世界第二位。我国是世界人口大国，与先进国家对比，在产品品种、质量、技术水平、生产成本、人均消费量等方面还有较大差距，国产树脂的满足率有待提高，每年还需要从国外进口大量高档次树脂，大量废旧塑料制品的回收处理和再生利用等问题亦有待解决。

本手册各章执笔人皆是在科研、生产、信息或高教战线有多年工作经验的知名专家学者。本手册对塑料的制备、加工工艺、成型机械、制品与模具设计、质量控制和使用的基本知识、世界合成树脂的发展概况等作了比较详尽的介绍和综合评述；对合成树脂的聚合机理和结构与性能作了充分地论述，并重点阐述塑料的改性、成型加工工艺。目的在于使从事合成树脂及塑料科技的工作者、高校师生、销售人员和部门对这一学科和行业领域的现状、水平、存在问题以及发展趋势有所了解，在运用这一领域的成就的同时，共同努力，开发新产品、新技术，使我国合成树脂和塑料工业，跃上一个新台阶，迎接世界性的挑战。

徐倬

1999 年 1 月 20 日，成都

内 容 提 要

塑料工业手册是一套全面介绍塑料原材料制造、结构与性能、共混改性、成型加工工艺与应用的专业手册，全书共分十八个分册。

第一分册聚烯烃，主要介绍聚烯烃工业现状与发展，论述催化机理、聚合原理、反应工程，聚烯烃及其共聚物的聚合工艺、产品结构与性能、共混改性与合金技术、成型加工工艺与应用技术、聚烯烃塑料测试与标准。进而对 LDPE、LLDPE、HDPE、PP、其他聚烯烃和乙烯基共聚物的结构与性能、聚合工艺与质量控制、共聚改性与成型加工分别进行论述。对各种树脂的牌号及专用料的特征与用途进行了论证。

本书可供从事聚合物制造、塑料加工与应用领域的工程技术人员参考。

目 录

第一章 绪论	1	2.2. 烯烃聚合催化剂	21
1.1. 导言	1	2.2.1. Ziegler-Natta 催化剂体系	21
1.1.1. 聚烯烃品种、牌号和分类	2	2.2.1.1. 常规的 Ziegler-Natta 催化剂	21
1.1.1.1. 品种	2	2.2.1.2. 载体型高效催化剂	24
1.1.1.2. 牌号	2	2.2.1.3. 第三组分及其作用	28
1.1.1.3. 通用聚烯烃树脂和专用聚烯烃树脂	4	2.2.2. 茂金属催化剂体系	32
1.2. 聚烯烃的物理性质和力学性能	5	2.2.2.1. 茂金属催化剂的特点	32
1.3. 聚烯烃的制造	5	2.2.2.2. 助催化剂甲基铝氧烷 (MAO)	33
1.3.1. 聚合反应工艺史	5	2.2.2.3. 丙烯聚合茂金属催化剂	34
1.3.2. 催化剂	6	2.2.2.4. 乙烯聚合茂金属催化剂	37
1.4. 工艺流程与技术进展	8	2.2.2.5. 单茂环结构的茂金属催化剂	39
1.4.1. 聚烯烃的技术发展	8	2.2.2.6. 茂金属催化剂多相化	40
1.4.2. 聚烯烃工业的新技术	9	2.3. 烯烃的配位聚合反应	43
1.4.2.1. 超冷凝态气相流化床工艺 (SCM)	9	2.3.1. 烯烃配位聚合机理	43
1.4.2.2. 超临界浆液法聚烯烃工艺	9	2.3.1.1. Natta 的双金属活性中心机理	43
1.4.2.3. 高温聚丙烯工业	12	2.3.1.2. Cossee-Arlman 单金属中心机理	44
1.5. 聚烯烃的改性	12	2.3.1.3. 茂金属催化剂烯烃聚合机理	47
1.5.1. 聚烯烃的共混物	12	2.3.2. 配位聚合反应动力学	49
1.5.1.1. 共混物的形态与结构	12	2.3.2.1. 聚合反应动力学曲线	49
1.5.1.2. 聚合物的相容性与形态、结构的	13	2.3.2.2. 活性中心浓度和链增长速率常数	50
1.5.1.3. 提高相容性的方法	13	2.3.2.3. 链转移和链终止反应	53
1.5.1.4. 共混型热塑性弹性体的制备、形态	13	2.3.2.4. 影响聚合物分子量及其分布的因素	54
1.6. 聚烯烃技术的新进展	14	参考文献	57
1.7. 我国聚烯烃的现状	15	第三章 聚合反应工程与设备	59
1.7.1. 聚乙烯生产装置的现状	16	3.1. 烯烃聚合过程动力学	59
1.7.2. 聚丙烯生产装置的现状	16	3.1.1. 聚合速率曲线的类型	59
1.7.3. 合成树脂的生产现状和技术开发	18	3.1.2. 速率衰减型动力学	61
第二章 聚合	21	3.1.3. 一般聚合动力学	62
2.1. 概述	21	3.1.4. 外扩散因素的排除	63
2.1.1. 烯烃聚合和聚合用催化剂发展的	21	3.1.5. 聚合分子量的计算	64
2.1.1.1. 历史	21	3.2. 聚烯烃的分子量和分子量分布	66
2.1.1.2. 茂金属催化剂和聚烯烃工业的新	21	3.2.1. 扩散阻力与多活性中心	66
2.1.2. 发展	21	3.2.2. 分子量分布曲线	68
		3.2.3. 工业催化剂的 MWD 控制	70
		3.3. 聚合物颗粒的热质传递	71

3.3.1.	催化剂/聚合物的颗粒结构	72	4.2.5.	以乙烯为基础的共聚物	121
3.3.2.	颗粒热质传递的分析	73	4.2.6.	以丙烯为基础的共聚物	122
3.3.2.1.	基于瞬时破碎模型的模拟结果	73	4.3.	聚烯烃树脂的化学改性	123
3.3.2.2.	基于逐步碎化模型的模拟结果	75	4.3.1.	通过单体的聚合反应对聚烯烃进行 化学改性	123
3.3.3.	烯烃聚合过程中传递性质的估计	77	4.3.1.1.	均聚聚烯烃链结构的控制	123
3.3.3.1.	单体在颗粒中的扩散系数	77	4.3.1.2.	通过共聚反应改进聚烯烃性能	125
3.3.3.2.	单体在聚合物中的扩散系数	77	4.3.1.3.	在聚合反应釜中制备聚烯烃共混物	126
3.3.3.3.	单体在聚合物中的溶解性质	78	4.3.1.4.	由聚合反应制备聚烯烃基复合材料	127
3.3.3.4.	聚合物密度	79	4.3.2.	聚合物的化学反应	127
3.4.	流化床气相聚合反应的设备与原理	79	4.3.2.1.	通过聚合物化学反应制备聚烯烃衍 生物	127
3.4.1.	工艺与设备	79	4.3.2.2.	聚烯烃的接枝反应	128
3.4.2.	流化床反应器的基本原理	83	4.3.2.3.	聚烯烃的交联反应	129
3.4.3.	颗粒生长过程与停留时间	85	4.3.2.4.	聚烯烃的反应性加工	129
3.4.4.	流化床反应器的时空收率	87	4.4.	聚烯烃的物理改性	130
3.4.5.	聚合反应器的动态行为	88	4.4.1.	物理新技术在聚烯烃的改性方面的 应用	130
3.5.	淤浆搅拌聚合反应与设备	90	4.4.1.1.	聚烯烃的辐照改性	130
3.5.1.	工艺与设备	91	4.4.1.2.	聚烯烃的力化学改性	132
3.5.1.1.	满釜搅拌的聚合过程	91	4.4.1.3.	聚烯烃的等离子体改性	132
3.5.1.2.	溢流搅拌聚合过程	92	4.4.1.4.	高聚物增韧聚烯烃	133
3.5.1.3.	间歇聚合过程	93	4.4.2.	物理方法改变聚烯烃的高次结构	133
3.5.2.	搅拌反应器原理	93	4.4.2.1.	结晶	133
3.5.2.1.	dfaudler型三叶后掠搅拌桨	93	4.4.2.2.	取向	134
3.5.2.2.	多层六直叶圆盘涡轮搅拌桨	94	4.4.2.3.	发泡	135
3.5.2.3.	螺带搅拌桨	95	4.4.3.	加入添加剂改善聚烯烃的性能	135
3.5.3.	操作特性分析	96	4.4.3.1.	抗氧化剂	135
3.5.3.1.	乙烯聚合过程模拟分析	96	4.4.3.2.	抗静电剂	135
3.5.3.2.	丙烯聚合过程模拟分析	99	4.4.3.3.	生物敏感剂和光敏剂	136
3.6.	卧式搅拌聚合反应与设备	103	4.4.3.4.	交联剂	136
3.6.1.	工艺与设备简介	103	4.4.3.5.	光稳定剂	136
3.6.2.	反应过程分析	103	4.4.3.6.	润滑剂和加工助剂	136
3.7.	环管聚合反应与设备	106	4.4.3.7.	金属钝化剂	136
3.7.1.	工艺与设备简介	106	4.4.3.8.	成核剂	137
3.7.2.	过程的数学描述	106	4.4.3.9.	其他添加剂	137
3.7.3.	环管反应器的操作行为	108	4.4.4.	聚烯烃的共混改性	137
参考文献		113	4.4.4.1.	聚烯烃的增容技术	137
第四章 聚烯烃树脂改性		116	4.4.4.2.	聚烯烃的共混物	138
4.1.	概述	116	4.5.	聚烯烃的增强复合改性	143
4.2.	聚烯烃树脂的结构形态与性能	116	4.5.1.	聚烯烃基复合材料的组成	143
4.2.1.	聚乙烯(PE)	117			
4.2.2.	聚丙烯(PP)	118			
4.2.3.	丁烯聚合物	120			
4.2.4.	聚4-甲基-1-戊烯[Poly(4-methyl- 1-pentene),P4MP]	121			

4.5.1.1.	基体树脂	143	5.2.3.3.	注塑工艺	192
4.5.1.2.	填充材料和增强材料	143	5.2.3.4.	注塑工艺条件	193
4.5.2.	聚烯烃增强复合改性的关键问题	144	5.2.3.5.	气体辅助注塑	196
4.5.3.	基体树脂聚烯烃的改性	144	5.2.4.	聚烯烃热成型	198
4.5.4.	填料的处理	145	5.2.4.1.	简介	198
4.5.5.	聚烯烃基体树脂与填料的界面改性	146	5.2.4.2.	热成型的基本方法	198
4.5.6.	填充和增强的聚烯烃材料	146	5.2.4.3.	热成型设备	201
4.6.	聚烯烃合金	148	5.2.4.4.	热成型加工工艺	202
4.6.1.	简介	148	5.2.4.5.	常见问题、产生原因及解决办法	203
4.6.2.	塑料合金化技术	149	5.2.5.	聚烯烃中空吹塑	203
4.6.2.1.	聚合物相容性概念	149	5.2.5.1.	简介	203
4.6.2.2.	聚合物相容性判据	149	5.2.5.2.	挤出吹塑	204
4.6.3.	改善聚合物对相容性的方法	150	5.2.5.3.	注射吹塑	209
4.6.3.1.	聚合物结构改进	150	5.2.5.4.	拉伸吹塑	211
4.6.3.2.	形成接枝或嵌段共聚物	150	5.2.5.5.	共挤出吹塑	212
4.6.3.3.	贯穿聚合物网链 (IPN)	151	5.2.6.	聚烯烃泡沫塑料成型	215
4.6.3.4.	相容剂 (增容剂)	151	5.2.6.1.	简介	215
4.6.4.	聚烯烃合金应用	152	5.2.6.2.	泡沫塑料成型和定型原理	215
4.6.4.1.	聚乙烯共混改性	152	5.2.6.3.	聚烯烃塑料的泡沫成型	216
4.6.4.2.	聚丙烯的共混改性及加工成型	154	5.2.7.	聚烯烃二次加工	222
参考文献		157	5.2.7.1.	简介	222
第五章 聚烯烃成型加工		161	5.2.7.2.	机械加工	222
5.1.	概述	161	5.2.7.3.	焊接	222
5.1.1.	聚烯烃成型方法和制品简介	161	5.2.7.4.	粘接	224
5.1.2.	聚烯烃制品的用途	161	5.2.7.5.	表面整饰	225
5.2.	加工工艺	163	5.2.8.	其他聚烯烃的加工成型	228
5.2.1.	聚烯烃成型基础理论	163	5.2.8.1.	乙烯-乙酸乙烯共聚物	228
5.2.1.1.	聚烯烃的结构与形态	163	5.2.8.2.	乙烯-丙烯酸乙酯共聚物	228
5.2.1.2.	聚烯烃的成型理论	166	5.2.8.3.	乙烯-丙烯酸共聚物	229
5.2.1.3.	聚烯烃的流变与流变行为	170	5.2.8.4.	聚 1-丁烯	229
5.2.1.4.	聚烯烃熔体的弹性流变效应	175	5.2.8.5.	4-甲基-1-戊烯	229
5.2.1.5.	聚烯烃的拉伸流动	177	5.2.8.6.	丙烯-乙烯无规共聚物	229
5.2.1.6.	聚烯烃的结晶与取向	178	5.2.8.7.	丙烯-乙烯嵌段共聚物	229
5.2.2.	挤出成型	181	5.2.8.8.	间规聚 1, 2-丁二烯	229
5.2.2.1.	简介	181	5.3.	聚烯烃添加剂	230
5.2.2.2.	挤出设备	182	5.3.1.	概述	230
5.2.2.3.	挤出理论	184	5.3.1.1.	聚烯烃添加剂的种类和功能	230
5.2.2.4.	管材的挤出	185	5.3.1.2.	聚烯烃添加剂选择和使用的一般原则	230
5.2.2.5.	板材的挤出	186	5.3.1.3.	聚烯烃添加剂发展概况和趋势	231
5.2.2.6.	薄膜吹塑	187	5.3.2.	抗氧化剂	231
5.2.3.	聚烯烃注塑	190	5.3.2.1.	简介	231
5.2.3.1.	简介	190	5.3.2.2.	聚烯烃的自动氧化反应与抗氧化剂的作用机理	231
5.2.3.2.	注塑设备	190			

5.3.2.3.	抗氧剂的功能和分类	232	5.5.3.	UHMWPE 纤维的性质	281
5.3.2.4.	抗氧剂的选择和评价	233	5.5.3.1.	力学性质	281
5.3.3.	光稳定剂	233	5.5.3.2.	化学性质	281
5.3.3.1.	简介	233	5.5.3.3.	耐冲击强度和比能量吸收	281
5.3.3.2.	聚烯烃光老化及光稳定化机理	233	5.5.3.4.	电性能	282
5.3.3.3.	光稳定剂的分类、性能和特征	233	5.5.3.5.	可加工性	282
5.3.3.4.	光稳定剂的要求	235	5.5.4.	UHMWPE 纤维的应用	282
5.3.4.	阻燃剂	236	5.5.4.1.	绳索、缆绳和鱼网	282
5.3.4.1.	简介	236	5.5.4.2.	织物	283
5.3.4.2.	聚烯烃的燃烧和阻燃机理	236	5.5.4.3.	复合材料	283
5.3.4.3.	聚烯经常用阻燃剂	236	5.6.	聚烯烃纤维用合成树脂	283
5.3.5.	抗静电剂	236	5.6.1.	简介	283
5.3.5.1.	简介	236	5.6.1.1.	聚烯烃纤维的历史与发展现状	283
5.3.5.2.	抗静电剂的作用机理	238	5.6.1.2.	术语及其定义	283
5.3.5.3.	聚烯经常用抗静电剂	238	5.6.1.3.	聚烯烃纤维的性能和用途	284
5.3.6.	着色剂	239	5.6.2.	聚烯烃纤维在纺织纤维中的地位	284
5.3.6.1.	简介	239	5.6.3.	国内外聚烯烃纤维概况	285
5.3.6.2.	着色剂的性能	239	5.6.3.1.	聚烯烃纤维国外概况	285
5.3.6.3.	聚烯烃用着色剂	239	5.6.3.2.	聚烯烃纤维国内概况	286
5.3.7.	填料及增强材料	240	5.6.3.3.	国内外聚烯烃纤维产品的开发与	287
5.3.7.1.	填料的选择	240	应用	287	
5.3.7.2.	填料与增强材料的性能和用途	241	5.6.4.	聚烯烃纤维用合成树脂品种和性能	289
5.3.8.	发泡剂	241	要求	289	
5.3.8.1.	物理发泡剂	241	5.6.4.1.	扁丝级(切膜纤维、膜裂纤维)	289
5.3.8.2.	化学发泡剂	241	5.6.4.2.	纺丝级(长丝、短纤维)	289
5.3.9.	其他添加剂	243	5.6.4.3.	纺丝直接成布用树脂	290
5.3.9.1.	偶联剂	243	5.6.5.	生产聚烯烃纤维用合成树脂的途径	290
5.3.9.2.	交联剂	243	5.6.6.	国内外聚烯烃纤维用树脂生产情况	291
5.3.9.3.	润滑剂和脱模剂	244	5.6.6.1.	国外聚烯烃纤维用树脂情况	291
5.4.	聚乙烯、聚丙烯的加工成型	245	5.6.6.2.	国内聚烯烃纤维用树脂情况	292
5.4.1.	聚乙烯(PE)的加工成型	245	5.6.6.3.	我国与发达国家和地区扁丝级和纺丝	293
5.4.1.1.	PE 加工性能	245	级聚丙烯产品结构比较	293	
5.4.1.2.	PE 成型制品及工艺条件	247	参考文献	293	
5.4.2.	聚丙烯(PP)的加工成型	262	第六章 聚烯烃塑料的应用	296	
5.4.2.1.	PP 的加工性能	263	6.1.	在农业上的应用	298
5.4.2.2.	PP 成型制品及工艺条件	265	6.2.	在建筑工程上的应用	301
5.5.	聚乙烯高强度高模量纤维	277	6.3.	在包装工业上的应用	302
5.5.1.	简介	277	6.3.1.	薄膜包装	302
5.5.1.1.	国外发展概况	277	6.3.1.1.	聚乙烯薄膜	302
5.5.1.2.	国内现状	278	6.3.1.2.	聚丙烯薄膜	306
5.5.2.	加工方法及工艺	278			
5.5.2.1.	UHMWPE 的选择	278			
5.5.2.2.	溶剂、抗氧剂和助剂的选择	279			
5.5.2.3.	凝胶纺丝工艺	280			

6.3.2.	编织制品	307	7.1.4.1.	塑料密度	332
6.3.3.	挤出片材	308	7.1.4.2.	表观密度的测定	333
6.3.4.	吹塑制品	308	7.1.4.3.	灰分测定	334
6.3.5.	注塑制品	310	7.1.4.4.	等规指数测定	335
6.4.	在汽车工业上的应用	311	7.1.4.5.	氮含量测定	336
6.4.1.	聚丙烯的应用	312	7.1.5.	电性能-介电常数和介质损耗角正切 的测定	337
6.4.1.1.	内装饰	312	7.1.5.1.	方法原理	337
6.4.1.2.	保险杠及其他外装件	312	7.1.5.2.	试验装置	337
6.4.1.3.	蓄电池槽	313	7.1.5.3.	试验步骤	337
6.4.1.4.	其他	313	7.1.5.4.	结果表示	337
6.4.2.	聚乙烯的应用	313	7.1.5.5.	影响因素	337
6.5.	在其他方面的应用	314	7.1.6.	光学性能	337
6.5.1.	注塑制品	314	7.1.6.1.	透光率和雾度	337
6.5.1.1.	家用器皿及家用电器	314	7.1.6.2.	薄膜鱼眼的测试	338
6.5.1.2.	医用品	315	7.2.	塑料制品性能测试	339
6.5.2.	挤出制品	315	7.2.1.	拉伸性能试验	339
6.5.2.1.	电线电缆	315	7.2.2.	冲击性能试验	341
6.5.2.2.	导线和导管	315	7.2.3.	耐候性	342
6.5.3.	纤维	316	7.2.4.	耐负荷试验	342
6.5.3.1.	纤维和长丝	316	7.3.	生产过程质量控制	344
6.5.3.2.	纺织纤维	316	7.3.1.	聚烯烃树脂生产过程的产品质量 控制	344
6.5.3.3.	无纺纤维	317	7.3.1.1.	低密度聚乙烯树脂	344
6.5.4.	泡沫制品	317	7.3.1.2.	高密度聚乙烯树脂	347
参考文献		317	7.3.1.3.	线性低密度聚乙烯树脂	348
第七章 聚烯烃塑料测试与标准化		319	7.3.1.4.	聚丙烯树脂	348
7.1.	树脂性能测试	319	7.3.2.	塑料制品的生产过程控制	351
7.1.1.	试样制备	319	7.3.2.1.	挤出成型	351
7.1.1.1.	模压试样制备	319	7.3.2.2.	注塑	352
7.1.1.2.	注塑试样制备	320	7.3.2.3.	吹塑成型	353
7.1.1.3.	吹塑试样制备	321	7.3.2.4.	压延成型	356
7.1.1.4.	试样的裁切	322	7.3.2.5.	热成型	356
7.1.1.5.	试样的状态调节及试验环境	322	7.4.	标准	357
7.1.1.6.	试样的外观检查	322	7.4.1.	塑料树脂国内外标准情况	357
7.1.2.	力学性能试验	322	7.4.2.	聚烯烃树脂标准	357
7.1.2.1.	拉伸性能试验	322	7.4.2.1.	命名标准	357
7.1.2.2.	冲击性能试验	324	7.4.2.2.	产品标准	358
7.1.2.3.	硬度试验(洛氏硬度)	326	7.4.3.	塑料制品标准	361
7.1.3.	热性能试验	328	7.5.	标准化管理体系与质检中心	363
7.1.3.1.	熔体流动速率	328	7.5.1.	标准化技术委员会	363
7.1.3.2.	热变形温度	329	7.5.1.1.	ISO 技术组织简介	363
7.1.3.3.	维卡软化点	330	7.5.1.2.	全国塑料标准化技术委员会	364
7.1.3.4.	脆化温度	330	7.5.2.	产品质量监督与质检中心	365
7.1.3.5.	环境应力开裂	331			
7.1.4.	物理性能测试	332			

7.5.2.1.	产品质量监督的几种形式及特点	365	8.4.2.	牌号	417
7.5.2.2.	质检中心	365	8.5.	主要生产厂的工艺、规模和产品	425
参考文献	.....	366	参考文献	.....	426
第八章 低密度聚乙烯	.....	367	第九章 线性低密度聚乙烯	.....	428
8.1.	概述	367	9.1.	生产工艺	428
8.2.	工艺技术及展望	368	9.1.1.	催化剂	428
8.2.1.	聚合反应	368	9.1.1.1.	铬系催化剂	428
8.2.1.1.	聚合反应机理简述	368	9.1.1.2.	Ziegler 催化剂	429
8.2.1.2.	动力学方程式	369	9.1.1.3.	茂金属催化剂	432
8.2.1.3.	引发剂	369	9.1.1.4.	其他新催化剂	433
8.2.1.4.	链转移剂	371	9.1.2.	共聚单体	434
8.2.1.5.	支化和不饱和结构	372	9.1.2.1.	1-丁烯	434
8.2.2.	工艺概述	375	9.1.2.2.	1-己烯、1-辛烯	436
8.2.3.	熔体指数、密度和支化度的控制	377	9.1.2.3.	4-甲基-1-戊烯	438
8.2.4.	釜式法工艺	378	9.1.3.	工艺技术及进展	438
8.2.5.	管式法工艺	379	9.1.3.1.	茂金属 LLDPE 生产技术	439
8.2.6.	釜式法和管式法的比较	380	9.1.3.2.	气相聚合冷凝式操作新技术	440
8.2.7.	技术改造	381	9.1.3.3.	双峰和宽分子量分布 LLDPE	445
8.2.8.	操作中可能发生的问题	382	9.1.4.	工艺过程与控制	446
8.2.9.	中国 LDPE 生产概况	382	9.1.4.1.	气相法	446
8.2.10.	工艺技术经济比较	384	9.1.4.2.	溶液法	451
8.3.	加工应用和产品牌号	384	9.1.4.3.	浆液法	455
8.3.1.	结构与性能	384	9.1.4.4.	高压法	456
8.3.1.1.	性能概述	384	9.1.5.	聚合物性能控制因素	456
8.3.1.2.	结晶度和相转移温度	385	9.1.5.1.	线性低密度聚乙烯的结构与性能	456
8.3.1.3.	物理性能	386	9.1.5.2.	催化剂对聚合物性能的影响	458
8.3.1.4.	化学性能	389	9.1.5.3.	共聚单体的影响	459
8.3.1.5.	电性能	389	9.1.5.4.	工艺方法和工艺条件	461
8.3.1.6.	流变学性能	389	9.1.6.	工艺技术经济性比较	462
8.3.1.7.	溶解性质	391	9.2.	加工与应用	463
8.3.1.8.	降解、老化和稳定化	391	9.2.1.	加工特性	463
8.3.2.	加工	392	9.2.2.	通用树脂及加工应用	464
8.3.2.1.	加工特点概述	392	9.2.2.1.	吹塑薄膜	464
8.3.2.2.	常用的加工方法	392	9.2.2.2.	超薄薄膜	466
8.3.2.3.	不同加工方法对树脂性能的要求	409	9.2.2.3.	农用地膜	467
8.3.2.4.	添加剂	409	9.2.2.4.	农用大棚膜	468
8.3.3.	主要应用领域	410	9.2.2.5.	重包装袋薄膜	469
8.3.3.1.	应用分配	410	9.2.2.6.	流延膜	470
8.3.3.2.	典型应用	411	9.2.2.7.	拉伸缠绕膜	471
8.4.	质量标准及牌号	417	9.2.2.8.	滚塑	472
8.4.1.	质量标准	417	9.2.2.9.	注塑	474

9.2.2.10. 中空成型	475	10.1.4.5. 高密度聚乙烯的化学稳定性	526
9.2.2.11. 管材	476	10.1.4.6. 透蒸汽性和透气体性	526
9.2.2.12. 扁丝与编织袋	477	10.1.4.7. 耐老化性能	527
9.2.3. 专用料及生产技术	478	10.1.4.8. 高密度聚乙烯的用途	527
9.2.3.1. 电线电缆专用料	478	10.1.5. 聚合物性能控制因素	527
9.2.3.2. DFDA-7047L 耐候专用料	482	10.1.5.1. 淤浆法高密度聚乙烯质量控制	527
9.2.3.3. 易加工线性低密度聚乙烯 DFDA-7047Y 专用料	483	10.1.5.2. 气相法高密度聚乙烯质量控制	531
9.2.3.4. 防雾地膜	484	10.1.6. 工艺技术经济性比较	533
9.2.3.5. 功能性除草地膜专用料	484	10.2. 牌号与加工应用	533
9.2.3.6. 拉伸缠绕膜专用料	485	10.2.1. 专用料牌号及其生产技术	534
9.2.3.7. 线性低密度聚乙烯地膜着色炭黑母料	486	10.2.1.1. 大庆石化高密度聚乙烯 57D000 牌号开发	534
9.2.3.8. 线性低密度聚乙烯加工专用母粒	487	10.2.1.2. 扬子石化 YZ-6000F 微膜牌号	536
9.3. 各生产厂产品牌号与性能	489	10.2.1.3. 齐鲁石化 DGDA-6098 牌号的开发	536
9.3.1. 产品牌号综述	489	10.2.2. 专用料的性能与加工应用	538
9.3.2. 中国生产厂产品与牌号性能	492	10.2.2.1. 微膜专用料 7000F 的加工技术	538
9.3.2.1. 大庆石油化工总厂塑料厂	492	10.2.2.2. 吹塑牌号高密度聚乙烯 YZ-6500B	544
9.3.2.2. 齐鲁石油化工公司烯烃厂	493	10.2.2.3. 高速挤出绝缘电缆料 PE-JA-50D012 (5300E)	545
9.3.2.3. 兰州化学工业公司石油化工厂	496	10.2.3. 管材的开发应用	547
9.3.2.4. 盘锦天然气化工厂	496	10.2.3.1. 概述	547
9.3.2.5. 抚顺石油化工公司	497	10.2.3.2. 高密度聚乙烯管材的性能	548
9.3.2.6. 天津联合化学有限公司	498	10.2.3.3. 高密度聚乙烯管材的开发应用	550
9.3.2.7. 中原石油化工公司	499	10.3. 国内外生产的工艺、规模和产品	552
参考文献	500	10.3.1. 聚烯烃技术的发展前景	552
第十章 高密度聚乙烯 (HDPE)	502	10.3.2. 中国生产厂家及产品介绍	553
10.1. 生产工艺	502	10.3.2.1. 大庆石油化工总厂塑料厂	553
10.1.1. 催化剂	502	10.3.2.2. 扬子石油化工公司塑料厂	553
10.1.1.1. 淤浆法高密度聚乙烯催化剂	502	10.3.2.3. 北京燕山石油化工公司化工一厂	553
10.1.1.2. Unipol 聚乙烯工艺催化体系	503	10.3.2.4. 辽阳石油化学纤维工业公司化工三厂	553
10.1.1.3. 国产 HDPE 催化剂的研制和开发	504	10.3.2.5. 兰州化学工业公司石油化工厂	556
10.1.2. 工艺技术及进展	505	10.3.2.6. 齐鲁石油化工公司烯烃厂	557
10.1.3. 工艺流程说明	508	10.3.2.7. 上海高桥石油化工公司化工厂	557
10.1.3.1. 日本三井油化淤浆工艺流程	509		
10.1.3.2. UCC 气相工艺	518		
10.1.4. 高密度聚乙烯的性能和用途	525		
10.1.4.1. 高密度聚乙烯的一般物理性质	525		
10.1.4.2. 高密度聚乙烯的力学性能	525		
10.1.4.3. 高密度聚乙烯的电性能	525		
10.1.4.4. 高密度聚乙烯的热性能	526		

第十一章 聚丙烯	559	11.1.9.5.	原料规格和消耗定额	589		
11.1.	聚丙烯生产工艺	559	11.1.9.6.	改造后的生产情况分析	591	
11.1.1.	聚丙烯生产简史	559	11.2.	牌号与性能	592	
11.1.2.	聚丙烯工业发展	559	11.2.1.	命名方法	592	
11.1.3.	聚合反应机理	559	11.2.1.1.	聚丙烯和丙烯共聚物材料命名	592	
11.1.3.1.	聚合物分子结构	559	11.2.1.2.	聚丙烯树脂国家标准 (GB 12670—	90)	594
11.1.3.2.	催化剂组分的作用	560	11.2.1.3.	HIMONT 公司聚丙烯产品命名和	表示方法	597
11.1.3.3.	聚合反应机理	561	11.2.1.4.	美国达特公司聚丙烯命名及表示	方法	598
11.1.4.	巴斯夫公司气相法聚丙烯工艺技术	563	11.2.2.	各大公司聚丙烯牌号及性能	599	
11.1.4.1.	基本情况	563	11.2.2.1.	中国国内生产聚丙烯塑料的主要	厂家及牌号	599
11.1.4.2.	技术特征	563	11.2.2.2.	北京燕化股份有限公司化工二厂	聚丙烯牌号及质量指标	600
11.1.4.3.	生产过程	564	11.2.2.3.	上海石化总厂塑料厂聚丙烯产品介绍	603
11.1.4.4.	原料规格及消耗定额	566	11.2.2.4.	大连石油化工公司有机合成厂聚丙烯	产品介绍	603
11.1.5.	Amoco 气相法聚丙烯工艺技术	567	11.2.2.5.	天津联合化学有限公司	604	
11.1.5.1.	基本情况	567	11.2.2.6.	齐鲁石油化工公司烯烃厂产品介绍	605
11.1.5.2.	技术特征	567	11.2.2.7.	扬子石油化工公司塑料厂产品 (扬	子牌聚丙烯) 介绍	606
11.1.5.3.	生产过程	568	11.2.2.8.	中国台湾聚丙烯有限公司产品介绍	(商品名: Pro-Fax PP)	607
11.1.6.	联碳/壳牌公司气相法聚丙烯工艺	569	11.3.	加工与应用	608	
11.1.6.1.	基本情况	569	11.3.1.	聚丙烯在包装上的应用	608	
11.1.6.2.	技术特征	570	11.3.1.1.	概述	608	
11.1.6.3.	生产过程	571	11.3.1.2.	聚丙烯薄膜和复合薄膜	608	
11.1.6.4.	原料规格和消耗定额	573	11.3.1.3.	聚丙烯编织袋	613	
11.1.7.	海蒙特公司液相气相组合式聚丙烯	574	11.3.1.4.	聚丙烯注塑包装品	613	
11.1.7.1.	基本情况	574	11.3.1.5.	挤出片材、热成型和中空成型制品	614
11.1.7.2.	技术特征	574	11.3.2.	聚丙烯在家具中的应用	615	
11.1.7.3.	生产过程	576	11.3.2.1.	塑料家具简介	615	
11.1.7.4.	原料规格及消耗定额	577	11.3.2.2.	聚丙烯在家具上的应用	616	
11.1.7.5.	其他几个比较重要的问题	578	11.3.3.	聚丙烯在汽车制造业中的应用	618	
11.1.8.	三井油化公司液相气相组合式	580	11.3.3.1.	聚丙烯在汽车上的应用	619	
11.1.8.1.	聚丙烯工艺技术	580	11.3.3.2.	国产汽车用聚丙烯牌号	621	
11.1.8.2.	基本情况	580	11.3.3.3.	聚丙烯用于汽车部件实例	621	
11.1.8.3.	技术特征 (HYPOL 工艺)	581	11.3.4.	聚丙烯簇绒地毯	622	
11.1.8.4.	生产过程	582	11.3.4.1.	概述	622	
11.1.8.5.	原料规格和消耗定额	583				
11.1.9.	三井油化高效催化剂浆液法聚丙烯	584				
11.1.9.1.	工艺技术	584				
11.1.9.2.	基本情况	584				
11.1.9.3.	技术特征	585				
11.1.9.4.	产品质量	587				
11.1.9.5.	生产过程	588				

11.3.4.2.	聚丙烯底布和二级背衬	623	12.2.3.3.	Enichem 的高压釜式技术	650
11.3.5.	丙纶无纺布	624	12.2.3.4.	DSM 的绝热低压溶液技术	650
11.3.5.1.	丙纶无纺布	624	12.2.3.5.	技术经济比较	651
11.3.5.2.	丙纶针刺无纺布和纺粘无纺布	624	12.2.4.	改性	651
11.3.5.3.	丙纶纺粘土工布	625	12.2.5.	加工	651
11.3.5.4.	丙纶熔喷法无纺布	626	12.2.6.	用途	651
11.3.6.	聚丙烯在家用电器上的应用	626	12.2.7.	生产厂家及牌号	652
11.3.6.1.	洗衣机内桶	626	12.3.	氯化聚乙烯 (CPE)	654
11.3.6.2.	聚丙烯在电视机上的应用	627	12.3.1.	概述	654
11.3.6.3.	聚丙烯在其他家用电器上的应用	629	12.3.2.	特性	655
11.3.7.	聚丙烯在其他方面的应用	629	12.3.3.	生产工艺	656
11.3.7.1.	聚丙烯在建筑上的应用	629	12.3.3.1.	溶液法	656
11.3.7.2.	聚丙烯在医疗器材上的应用	630	12.3.3.2.	气相法	656
11.4.	共混改性	631	12.3.3.3.	水相悬浮法	656
11.4.1.	共混改性的作用	632	12.3.3.4.	嵌段氯化聚乙烯 (溶液和水相悬 浮相结合)	657
11.4.2.	聚丙烯的共混改性举例	633	12.3.4.	改性	658
11.4.2.1.	聚丙烯与聚乙烯的共混	633	12.3.4.1.	与橡胶并用	658
11.4.2.2.	聚丙烯与乙丙共聚物的共混	634	12.3.4.2.	塑料改性	658
11.4.2.3.	聚丙烯与其他弹性体的共混	637	12.3.4.3.	作为共聚单体的单元组分	659
11.4.2.4.	聚丙烯与其他聚合物的共混	639	12.3.5.	加工	659
参考文献		640	12.3.5.1.	用作塑料	659
第十二章 其他聚烯烃树脂		641	12.3.5.2.	用作橡胶	659
12.1.	超高分子量聚乙烯 (UHMWPE)	641	12.3.6.	用途	660
12.1.1.	概述	641	12.3.7.	生产厂家及牌号	661
12.1.2.	特性	641	12.3.7.1.	国外生产厂家及牌号	661
12.1.3.	生产工艺	642	12.3.7.2.	国内生产厂家及牌号	664
12.1.4.	改性	643	12.4.	聚 1-丁烯 (PB)	664
12.1.5.	加工	643	12.4.1.	概述	664
12.1.5.1.	压制烧结成型	643	12.4.2.	特性	665
12.1.5.2.	挤出成型	644	12.4.3.	生产工艺	666
12.1.5.3.	注塑	644	12.4.3.1.	生产工艺简介	666
12.1.5.4.	吹塑	645	12.4.3.2.	技术经济估算	666
12.1.6.	用途	645	12.4.4.	改性	666
12.1.7.	生产厂家及牌号	647	12.4.4.1.	对聚烯烃改性	666
12.1.7.1.	国外生产厂家及牌号	647	12.4.4.2.	对其他树脂改性	666
12.1.7.2.	国内生产厂家及牌号	648	12.4.5.	加工	667
12.2.	超低密度聚乙烯 (ULDPE)	649	12.4.5.1.	挤出	667
12.2.1.	概述	649	12.4.5.2.	吹塑	667
12.2.2.	特性	649	12.4.6.	用途	667
12.2.3.	生产工艺	649	12.4.7.	生产厂家及牌号	668
12.2.3.1.	催化剂	649	12.4.7.1.	国外生产厂家及牌号	668
12.2.3.2.	Exxon 公司的 Exxpol 高压技术	650	12.4.7.2.	国内生产厂家及牌号	669
			12.5.	聚 4-甲基-1-戊烯 (TPX)	669