



# 塑料工业手册

HANDBOOK OF PLASTIC INDUSTRY

## 不饱和聚酯树脂

黄发荣 焦扬声 郑安呐 编著

化学工业出版社



# 塑料工业手册

## 不饱和聚酯树脂

黄发荣 焦扬声 郑安呐 编著

化学工业出版社  
·北京·

(京)新登字 039 号

**图书在版编目 (CIP) 数据**

不饱和聚酯树脂/黄发荣, 焦扬声, 郑安呐编著. —北京: 化学工业出版社, 2001.3  
(塑料工业手册)  
ISBN 7-5025-3024-X

I. 不… II. ①黄…②焦…③郑… III. 不饱和聚酯树脂-生产-技术手册 IV. TQ323.4-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 75583 号

---

**塑料工业手册**

不饱和聚酯树脂

黄发荣 焦扬声 郑安呐 编著

责任编辑: 龚浏澄

责任校对: 马燕珠

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)

发行电话: (010) 64982511

<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

三河市前程装订厂装订

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 37 $\frac{3}{4}$  字数 922 千字

2001 年 3 月第 1 版 2001 年 3 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—4000

ISBN 7-5025-3024-X/TQ·1317

定 价: 75.00 元

---

**版权所有 违者必究**

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

## 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。合成树脂和塑料世界年产量目前已高达 1.4 亿吨以上，占三大合成材料产量 80% 以上。我国国民经济和高科技已进入高速发展时期，对高性能、廉价的高分子材料的需求日益增加。据报道，近年来我国五大合成树脂（PE，PP，PVC，PS，ABS）年需求量为 1300 万吨左右，塑料制品总产量居世界第二位（1600 万吨以上），农地膜产量居世界首位，地膜和棚膜覆盖面积分别突破 1 亿亩和 1000 万亩，均居世界首位。我国是世界人口大国，需求量大，与先进国家对比，国产树脂在产品品种、质量、技术水平、生产成本等方面还有较大差距，每年还需要从国外进口大量高档次树脂，大量废弃塑料制品的回收处理和再生利用等问题亦有待解决，希望发展能与环境协调、高效益的高分子材料制备技术。

科学技术进步日新月异，合成树脂及塑料的性能不断得到提高。有关实现通用高分子材料的工程化和工程高分子材料的高性能化方面的新技术、新措施的报道不断出现。纳米材料在高新技术领域有极为广阔的应用前景，被称为“21 世纪最有前途的材料”。金属、无机非金属和聚合物的纳米微粒、纳米丝、纳米薄膜、纳米块体以及由不同组元和联结型构成的纳米复合材料将构成丰富多彩的纳米材料世界。塑料制品的质量取决于原料的选择和加工条件，塑料的成型加工是控制制品结构和性能的中心环节，其任务是：了解原料的加工特性，确定最适宜的加工条件，制备最佳性能的产品。它是一门学科交叉，科学与工程紧密结合的学科，内容涉及化学、物理、力学、机械、数理逻辑、计算机等多学科，对它早已不再停留在“来料加工”的概念。这些皆是我们在近期需要赶超的。

本手册执笔人皆是在科研、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论述，并重点阐述了塑料的改性、成型加工工艺。目的在于使从事合成树脂及塑料科技工作者、高校师生和使用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，力求在基础性研究的某些领域有所创新，达到国际先进水平，开发新产品，使我国合成树脂和塑料，跃上一个新台阶。

徐倬

1999 年 1 月 20 日，成都

## 前 言

不饱和聚酯树脂作为三大合成热固性树脂之一，20 世纪 40 年代开始在美国生产，并率先在军事部门获得应用，至今已广泛应用于国防、工业、农业、建筑、交通等国民经济各部门，不仅以树脂形式，而且以增强材料形式应用，尤其以玻璃纤维增强材料（常称为玻璃钢）使用最广。我国自 50 年代开始研究和少量生产，60 年代开始发展起来，主要用在军工和国防尖端技术上。当时从英国引进不饱和聚酯的生产技术，大大促进了不饱和聚酯树脂产业的发展。70 年代玻璃钢开始转向民用，发展相当快。随着我国对外开放政策的实行，许多企业从国外引进先进技术，生产和加工不饱和聚酯树脂，这也较大地促进了我国不饱和聚酯树脂行业的发展，使其成为很有发展潜力的行业。

作者在收集和参阅了许多国内外不饱和聚酯树脂方面的专著、文献资料的基础上，并结合自身的工作经验和体会编写了此书。本书在介绍不饱和聚酯树脂的基本理论之后，着重介绍不饱和聚酯的生产和加工技术，最后对其发展与未来作了论述。本书可供从事不饱和聚酯行业的工作人员，以及科研、教学人员查阅参考。

本书第四章由郑安呐同志编写，其余章节由黄发荣同志编写，全书由焦扬声教授审阅和校改。由于作者水平有限和时间仓促，书中肯定会有许多不足或不当之处，恳请读者不吝指正。

最后作者在此对编写过程中给予支持和帮助的诸多教授、同事、编辑及家人表示衷心的感谢。

编者于华东理工大学  
2000 年 7 月

## 《塑料工业手册》编委会

- |       |     |                              |
|-------|-----|------------------------------|
| 主任委员  | 徐 僊 | 四川大学教授，中国科学院院士               |
| 副主任委员 | 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 | 中国石油化工集团公司北京化工研究院院长，教授级高级工程师 |
|       | 顾觉生 | 国家《履行禁止化学武器公约》工作领导小组办公室副主任   |
| 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             |

## 编委会成员（按姓氏笔划排序）

- 王贵恒 四川大学高分子材料科学与工程系教授  
申开智 四川大学塑料工程系教授  
申长雨 郑州大学教授  
朱复华 北京化工大学教授  
杜强国 复旦大学高分子科学系教授  
李滨耀 中国科学院长春应用化学研究所研究员  
吴持生 中国五矿公司复合材料集团公司高级工程师  
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  
邱文豹 锦西化工研究院教授级高级工程师  
宋焕成 北京航空航天大学教授  
张传贤 兰州化学工业公司合成橡胶厂教授级高级工程师  
陈大俊 中国纺织大学高分子材料学院教授  
陈信忠 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  
林兆安 山西省能源产业集团公司研究员  
施祖培 岳阳石油化工总厂研究院教授级高级工程师  
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  
姚康德 天津大学应用化学系教授  
贺飞峰 上海合成树脂研究所教授级高级工程师  
徐传骧 西安交通大学教授  
徐新民 北京市化学工业研究院高级工程师  
益小苏 浙江大学高分子材料科学与工程系教授，北京航空材料研究院研究员  
黄 锐 四川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  
焦扬生 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科学与工程系教授  
瞿金平 华南理工大学教授

## 内 容 提 要

全书分四篇共 28 章。第一篇论述不饱和聚酯化学和结构与性能等基本理论；第二篇介绍树脂的生产、工艺、设备、产品及其质量控制，以及树脂的加工应用；第三篇阐述复合材料的加工与应用，介绍玻璃纤维及其处理技术，玻璃纤维增强聚酯的性能及设计，复合材料用模具，以及团状模塑料 (BMC)、片状模塑料 (SMC)、手糊成型、预成型、缠绕成型、板材类连续成型、拉挤成型、传递模塑及其他成型的工艺与设备；还介绍复合材料的后加工与性能测试；第四篇则介绍乙烯基酯树脂、光敏性及其他特种不饱和聚酯树脂，还介绍有关安全与防护，并阐述最新进展与展望。书末附有国内生产厂家及牌号和有关测试标准题录。



# 目 录

<b>第一章 概论</b> .....	1
1.1 基本概念 .....	1
1.2 不饱和聚酯树脂的发展简史 .....	3
1.3 不饱和聚酯树脂的一些特性 .....	6
1.4 不饱和聚酯树脂的应用 .....	7
1.4.1 未增强不饱和聚酯树脂的应用 .....	7
1.4.2 玻璃钢的用途 .....	8
1.5 不饱和聚酯树脂的发展现状和展望 .....	8
参考文献 .....	10
<b>第二章 不饱和聚酯树脂化学</b> .....	11
2.1 不饱和聚酯的合成反应.....	11
2.1.1 加成聚合反应.....	11
2.1.2 缩合聚合反应.....	12
2.1.2.1 缩聚反应的特征.....	12
2.1.2.2 线型缩聚反应动力学和缩聚反应机理.....	14
2.1.2.3 聚酯分子量及其控制.....	16
2.1.2.4 平衡缩聚反应.....	18
2.1.2.5 体型缩聚反应.....	20
2.1.2.6 共缩聚反应.....	25
2.1.2.7 影响缩聚反应的因素.....	26
2.2 不饱和聚酯树脂的交联反应.....	27
2.2.1 自由基共聚合反应.....	27
2.2.1.1 共聚物的组成方程.....	27
2.2.1.2 竞聚率.....	28
2.2.2 不饱和聚酯树脂交联反应的特征.....	29
2.2.3 不饱和聚酯树脂的交联固化原理.....	30
2.2.4 不饱和聚酯的反应活性.....	37
2.3 不饱和聚酯的稳定.....	39
2.4 固化不饱和聚酯树脂的老化与防老化.....	40
2.4.1 紫外光的作用.....	40
2.4.2 空气中氧和臭氧的作用.....	41
2.4.3 水解降解作用.....	41
参考文献 .....	41
<b>第三章 不饱和聚酯树脂制造和使用中的原材料</b> .....	42
3.1 不饱和聚酯的合成原料.....	42
3.1.1 二元酸.....	42

3.1.1.1	不饱和二元酸	42
3.1.1.2	饱和二元酸	43
3.1.2	多元醇	45
3.1.2.1	单元醇	45
3.1.2.2	二元醇	46
3.1.2.3	多元醇	47
3.1.3	交联单体	47
3.1.3.1	单官能团交联单体	48
3.1.3.2	多官能团交联单体	50
3.2	不饱和聚酯树脂的加工和应用的原材料	51
3.2.1	引发剂	51
3.2.1.1	常用的引发剂	51
3.2.1.2	引发剂的选用	55
3.2.2	促进剂	59
3.2.2.1	常用的促进剂	59
3.2.2.2	促进剂的作用原理	59
3.2.2.3	促进剂的选用	60
3.2.3	阻聚剂	66
3.2.3.1	阻聚剂作用及分类	66
3.2.3.2	阻聚作用机理	67
3.2.3.3	阻聚剂的性能	70
3.2.3.4	阻聚剂的应用	72
3.2.4	填料	73
3.2.4.1	引言	73
3.2.4.2	常用填料	75
3.2.5	颜料与染料	76
3.2.6	触变剂	77
3.2.7	阻燃剂	78
3.2.8	光稳定剂	79
3.2.9	脱模剂	82
	参考文献	83
<b>第四章</b>	<b>不饱和聚酯树脂的结构与性能</b>	<b>85</b>
4.1	聚酯树脂分子链交联网络结构及其可动性	85
4.2	聚酯树脂交联网络结构的分析方法	88
4.3	预聚体分子量对交联网络结构的影响	91
4.4	交联剂对交联网络结构的影响	92
4.5	引发剂及固化条件对不饱和聚酯树脂性能的影响	94
4.6	存在于聚酯树脂网络结构中的微相分离现象	100
4.7	不饱和聚酯分子结构与性能关系	105
4.7.1	不饱和聚酯交联点间分子结构对网络热机械性能的影响	105
4.7.2	不饱和聚酯树脂弯曲强度与热机械性能参数的对应关系	111

4.8 不饱和聚酯树脂分子结构设计的原则 .....	113
4.8.1 非结晶性 .....	113
4.8.2 力学性能 .....	113
4.8.3 耐腐蚀性能 .....	114
4.8.4 抗氧化降解及抗紫外性能 .....	114
4.8.5 不饱和聚酯树脂的表面性能 .....	115
参考文献 .....	115
<b>第五章 不饱和聚酯的生产、工艺及设备</b> .....	<b>117</b>
5.1 概述 .....	117
5.2 不饱和聚酯生产的主要设备 .....	118
5.2.1 缩聚反应设备 .....	118
5.2.1.1 反应釜 .....	118
5.2.1.2 蒸汽排出及冷凝装置 .....	119
5.2.2 稀释设备 .....	119
5.2.3 检测及控制仪 .....	120
5.3 不饱和聚酯的生产流程与车间布置 .....	120
5.4 不饱和聚酯树脂的合成工艺 .....	122
5.4.1 引言 .....	122
5.4.2 不饱和聚酯树脂的合成工艺流程及配方 .....	122
5.4.3 不饱和聚酯树脂的合成 .....	123
5.5 产品质量的控制 .....	126
5.5.1 原材料质量的控制 .....	126
5.5.1.1 酸或酸酐 .....	127
5.5.1.2 二元醇及多元醇 .....	129
5.5.1.3 交联剂单体 .....	131
5.5.1.4 阻聚剂 .....	134
5.5.1.5 引发剂 .....	135
5.5.1.6 促进剂 .....	136
5.5.2 生产过程控制 .....	137
5.5.3 树脂产品质量检验 .....	138
参考文献 .....	144
<b>第六章 不饱和聚酯树脂的产品介绍</b> .....	<b>145</b>
6.1 不饱和聚酯树脂（通用型） .....	145
6.2 韧性不饱和聚酯树脂 .....	147
6.3 柔性不饱和聚酯树脂 .....	148
6.4 光稳定不饱和聚酯树脂 .....	149
6.5 耐化学性不饱和聚酯树脂 .....	150
6.5.1 间苯二甲酸型不饱和聚酯树脂 .....	150
6.5.2 对苯二甲酸型不饱和聚酯树脂 .....	151
6.5.3 双酚 A 型不饱和聚酯树脂 .....	152

6.5.4	双酚 A 与对苯二甲酸混合改性型不饱和聚酯树脂 .....	153
6.5.5	甲基丙烯酸缩水甘油酯或丙烯酸缩水甘油酯型不饱和聚酯树脂 .....	153
6.6	阻燃不饱和聚酯树脂 .....	153
6.6.1	自熄性不饱和聚酯树脂 .....	153
6.6.2	低毒、低发烟性难燃不饱和聚酯树脂 .....	155
6.7	耐高温不饱和聚酯树脂 .....	155
6.7.1	三聚氰酸三烯丙酯型耐高温不饱和聚酯树脂 .....	155
6.7.2	顺丁烯二酸酐加成物改性的不饱和聚酯树脂 .....	156
6.7.3	双环戊二烯型不饱和聚酯树脂 .....	156
6.8	烯丙酯树脂 .....	156
6.9	苯二甲酸二烯丙酯交联的不饱和聚酯树脂 .....	158
6.10	甲基丙烯酸聚酯 .....	159
6.11	低收缩不饱和聚酯树脂 .....	159
6.12	含水不饱和聚酯树脂 .....	160
6.13	二甲苯不饱和聚酯树脂 .....	161
6.14	松香不饱和聚酯树脂 .....	162
6.15	不饱和聚酯玻璃纤维增强模塑料 (俗名 BMC 料团) .....	162
	参考文献 .....	164
<b>第七章</b>	<b>不饱和聚酯树脂的加工和应用 .....</b>	<b>165</b>
7.1	胶衣树脂 .....	165
7.2	浇铸树脂及成型 .....	166
7.2.1	引言 .....	166
7.2.2	钮扣树脂及加工 .....	167
7.2.3	包胶树脂 .....	167
7.3	人造大理石与人造玛瑙 .....	168
7.3.1	概述 .....	168
7.3.2	主要原材料 .....	169
7.3.2.1	不饱和聚酯树脂 .....	169
7.3.2.2	填料 .....	171
7.3.2.3	制品设计 .....	171
7.3.2.4	制造工艺 .....	172
7.3.2.5	人造大理石和玛瑙树脂的性能 .....	174
7.3.2.6	裂纹与缺陷的防止 .....	174
7.4	浸渍不饱和聚酯 .....	176
7.5	不饱和聚酯腻子及胶泥 .....	176
7.6	不饱和聚酯粘结剂 .....	176
7.7	不饱和聚酯混凝土 .....	177
	参考文献 .....	178
<b>第八章</b>	<b>增强材料 .....</b>	<b>179</b>
8.1	概述 .....	179

8.2 玻璃纤维 .....	182
8.2.1 玻璃纤维的分类 .....	182
8.2.2 玻璃纤维的结构和化学组成 .....	183
8.2.2.1 玻璃纤维的结构 .....	183
8.2.2.2 玻璃纤维的化学组成及各种成分的作用 .....	183
8.2.3 玻璃纤维的生产工艺 .....	183
8.2.4 玻璃纤维的物理性能和化学性能 .....	184
8.2.4.1 玻璃纤维的物理性能 .....	184
8.2.4.2 玻璃纤维的化学性能 .....	185
8.2.5 玻璃纤维的主要制品 .....	185
8.3 玻璃纤维的表面处理 .....	189
8.3.1 引言 .....	189
8.3.2 纤维表面处理 .....	189
8.3.3 表面处理剂的种类及应用范围 .....	189
8.4 其他纤维增强材料 .....	191
8.4.1 碳纤维 .....	191
8.4.1.1 碳纤维的制造、性能及应用 .....	191
8.4.1.2 碳纤维的表面处理 .....	192
8.4.2 石棉纤维 .....	194
8.4.3 芳族聚酰胺纤维 .....	195
8.4.4 其他增强纤维 .....	195
参考文献 .....	195
<b>第九章 纤维增强聚酯树脂的性能及设计</b> .....	<b>196</b>
9.1 不饱和聚酯树脂的纤维增强 .....	196
9.2 玻璃纤维增强聚酯的一些特性 .....	199
9.2.1 机械性能 .....	199
9.2.2 热性能 .....	200
9.2.3 耐化学腐蚀性 .....	200
9.2.4 耐气候性 .....	204
9.2.5 耐水性 .....	205
9.2.6 耐久性 .....	207
9.3 影响复合材料性能的一些因素 .....	207
9.3.1 玻璃纤维对复合材料性能的影响 .....	207
9.3.2 温度对复合材料性能的影响 .....	209
9.4 玻璃钢制品的设计 .....	209
9.4.1 材料选择 .....	209
9.4.2 工艺方法选择 .....	211
9.4.3 设计要点 .....	212
9.4.4 强度计算 .....	214
9.4.4.1 单向连续纤维层合材料的强度计算 .....	215



9.4.4.2	平面双向垂直分布的连续纤维复合材料的强度计算	215
9.4.4.3	随机分布的短纤维复合材料的强度计算	216
	参考文献	218
<b>第十章</b>	<b>不饱和聚酯及其复合材料的成型模具</b>	<b>219</b>
10.1	概述	219
10.2	模具选择	219
10.3	模具的制造和使用	221
10.3.1	石膏模	221
10.3.2	木模具	222
10.3.3	玻璃钢模具	222
10.3.4	金属模具	226
10.3.4.1	钢模具	226
10.3.4.2	铝、铜、锌等合金模具	227
10.3.5	碳纤维复合材料模具	227
10.3.6	橡胶模	227
10.3.7	其他模具	227
10.4	模具的设计	227
10.5	模具表面处理	231
	参考文献	233
<b>第十一章</b>	<b>不饱和聚酯团状模塑料及成型</b>	<b>234</b>
11.1	概述	234
11.2	原材料的选用及配方	234
11.2.1	树脂	234
11.2.2	增强材料	235
11.2.2.1	短切玻璃纤维	235
11.2.2.2	剑麻	236
11.2.2.3	石棉增强材料	236
11.2.2.4	聚乙烯醇纤维	237
11.2.2.5	织物切块	237
11.2.3	填料	237
11.2.4	化学增稠剂	238
11.2.5	内脱模剂	239
11.2.6	着色剂	239
11.3	常用配方	239
11.3.1	通用模塑料	240
11.3.2	低收缩模塑料	240
11.3.3	化学增稠的低收缩模塑料	240
11.4	团状模塑料的制备及设备	241
11.4.1	模塑料的混合程序	241
11.4.2	混料工艺中的若干问题	242

11.4.3	混料用设备	244
11.5	模塑料模压成型工艺	245
11.5.1	模塑料模压成型工艺	245
11.5.1.1	物料的准备与加料	245
11.5.1.2	成型工艺参数的选择	246
11.5.1.3	脱模	247
11.5.1.4	在成型过程中模塑料的流动问题	247
11.5.1.5	模塑料常见成型缺陷及改进途径	248
11.5.2	聚酯料团制品的表面装饰成型	249
11.5.2.1	使用表面装饰纸的聚酯料团成型工艺	250
11.5.2.2	聚酯料团制品表面纹理的成型工艺	251
11.6	模塑料制品的性能	252
	参考文献	253
<b>第十二章</b>	<b>不饱和聚酯片状模塑料及其成型</b>	<b>254</b>
12.1	概述	254
12.2	增稠效应及其增稠机理	255
12.2.1	增稠剂及其增稠效应	255
12.2.2	增稠机理	258
12.2.3	影响增稠的因素	259
12.2.4	片状模塑料生产过程中的粘度控制	261
12.3	原材料的选用及配方	262
12.3.1	树脂糊系统	262
12.3.1.1	树脂	262
12.3.1.2	引发剂	263
12.3.1.3	填料	264
12.3.1.4	内脱模剂	265
12.3.1.5	着色剂	266
12.3.1.6	其他助剂	266
12.3.2	增强材料	266
12.3.3	防收缩剂	268
12.3.3.1	收缩率	268
12.3.3.2	收缩率控制机理	269
12.3.3.3	防收缩剂品种	270
12.4	片状模塑料配方	271
12.5	片状模塑料的生产设备及工艺	272
12.5.1	片状模塑料的生产工艺	272
12.5.2	片状模塑料的生产设备	273
12.5.2.1	制片机组的类型	273
12.5.2.2	制片机组的结构	274
12.5.3	片状模塑料的生产工艺	275

12.5.4	片状模塑料性能的测定方法	278
12.6	片状模塑料的模压成型工艺及其设备	281
12.6.1	引言	281
12.6.2	片状模塑料压制设备	281
12.6.3	片状模塑料的模压成型工艺	281
12.6.4	片状模塑料成型中的问题	284
12.6.5	片状模塑料制品典型性能	286
12.7	模塑料技术的新进展	286
12.7.1	低压模塑料	286
12.7.2	定向纤维 SMC (XMC)	287
12.7.3	高强度 SMC (HMC)	287
12.7.4	TMC 制造工艺	289
12.7.5	其他特种 SMC 和 BMC	289
	参考文献	289
<b>第十三章</b>	<b>不饱和聚酯复合材料的手糊成型</b>	<b>291</b>
13.1	概述	291
13.2	手糊成型的原材料选择	291
13.2.1	玻璃纤维增强材料的选择	292
13.2.1.1	纤维品种选择	292
13.2.1.2	玻璃纤维制品选择	292
13.2.2	树脂选择	292
13.2.3	辅助材料的选用	293
13.3	手糊成型的设备	293
13.3.1	模具及脱模剂	293
13.3.1.1	模具的结构和选材	293
13.3.1.2	脱模剂	295
13.3.2	手糊成型的工具	295
13.4	手糊成型工艺	296
13.4.1	原材料准备	296
13.4.1.1	玻璃纤维制品	296
13.4.1.2	树脂配方选择	297
13.4.1.3	辅助剂的配制	298
13.4.2	糊制及固化	299
13.4.2.1	胶衣层的制备	299
13.4.2.2	糊制	299
13.4.3	固化	300
13.4.4	脱模、修整及装配	301
13.5	手糊成型工艺中常见的异常现象及解决办法	302
13.6	玻璃钢制品手糊成型工艺介绍	303
13.6.1	结构设计	303

13.6.2	计算实例	303
13.6.3	成型工艺	303
13.7	手糊聚酯玻璃钢的性能	304
	参考文献	305
<b>第十四章</b>	<b>不饱和聚酯树脂的喷射成型</b>	<b>306</b>
14.1	概述	306
14.2	喷射成型用原材料	307
14.2.1	树脂	307
14.2.2	纤维	307
14.3	喷射成型设备	308
14.3.1	概述	308
14.3.2	树脂喷射系统	308
14.3.2.1	树脂输送装置	308
14.3.2.2	喷枪	309
14.3.2.3	树脂喷射的形式	309
14.3.3	无捻粗纱切割喷射系统	310
14.3.4	模具	310
14.3.5	手动辅助工具	311
14.4	喷射成型工艺	311
14.4.1	喷射成型工艺要求	311
14.4.2	喷射成型工艺和影响因素	311
14.4.3	喷射工艺参数选择	313
14.5	喷射成型制品的质量控制	313
14.6	喷射成型工艺的最新成就	315
	参考文献	315
<b>第十五章</b>	<b>不饱和聚酯纤维增强复合材料的预成型</b>	<b>317</b>
15.1	概述	317
15.2	主要原材料及其选用	317
15.2.1	树脂系统	317
15.2.2	增强材料	318
15.2.3	填料及其他材料	318
15.3	预成型用设备	320
15.3.1	预成型坯的制备	320
15.3.1.1	各种预成型机	321
15.3.1.2	预成型机的性能	323
15.3.1.3	其他预成型设备及辅助设备	324
15.3.2	树脂混合设备	326
15.4	预成型工艺	326
15.4.1	预成型坯的成型工艺	326
15.4.2	配方及树脂混合物的制备	329