

# 聚丙烯

# 树脂的加工与应用

第二版

何叶尔·李力

主编

关肇基

副主编

中国石化出版社

# 聚丙烯树脂的加工与应用

第二版

何叶尔·李力 主编

关肇基 副主编

中国石化出版社

## 内 容 介 绍

本书结合我国聚丙烯加工应用现状,从聚丙烯牌号的选择入手,介绍了聚丙烯树脂在增强填充改性、包装、家具、汽车、无纺布、家用电器、医疗器材和建筑构件等方面的加工应用,特别是具体介绍了有关加工工艺实例和对工艺影响因素的讨论,内容新颖、翔实,对从事聚丙烯加工行业的管理人员、工程技术人员和技术工人有重要的参考价值。

### 图书在版编目(CIP)数据

聚丙烯树脂的加工与应用/何叶尔·李力主编. -2版.  
北京:中国石化出版社,1997  
ISBN 7-80043-707-8

I. 聚… II. ①何… III. 聚丙烯-合成树脂IV.  
TQ325.1

中国版本图书馆CIP数据核字(97)第16117号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街58号

邮编:100011 电话:(010)64241850

海丰印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所经销

\*

787×1092毫米32开本26.75印张 4插页600千字印1-3000

1998年6月第1版 1998年6月第1次印刷

定价:48.00元

## 二 版 序 言

《聚丙烯树脂的加工与应用》于1994年12月出版发行后，颇受读者欢迎，很快销售一空。应广大读者需要，进行再版。第二版是在对第一版疏漏之处进行修订的基础上，结合近几年聚丙烯树脂加工技术的新发展，增加了新的内容。

第二版第一章由姜斌编写，增加了第四节，介绍了90年代国际上聚丙烯生产技术的新发展。新增第九章，系统介绍了丙纶产业用及服用纤维，与七、八两章相互配合构成了关于丙纶制品的整体（由中国纺织科学院文永奋编写，并经吴宏仁、林其棱、翁心树、张锡伟、陈中、江希夏、孙玉山、马名璧、袁平审阅）。

新增第十三章，是把聚丙烯工业上下游作为一个整体，分析了我国与国际先进水平的差距，并提出了如何能在21世纪初迎头赶上国际先进水平的战略性措施（由李力编写，并经北京化工研究院吕立新审阅）。

第四章增加了聚丙烯金属蒸镀膜和聚丙烯托盘；第六章增加了聚丙烯轻型汽车门内衬板和仪表盘；第十章增加了洗衣机聚丙烯内桶专用料的新进展；第十二章增加了以快速老化外推法计算聚丙烯制品耐用年限（分别由刘凤阁、宗明、古连宝、刘志芳、锡星编写）等内容。

编者力求使本书达到全面性、实用性、新颖性、超前性和战略性。希望能对读者有所帮助并对我国聚丙烯工业在21世纪初赶上国际先进水平起到推动作用。

何叶尔·李力

1997年

## 序 言

聚丙烯制品产量在我国仅次于聚氯乙烯、聚乙烯，居第3位，1990年产量为 $56.8 \times 10^4$ t。编者近十几年来从事树脂生产和应用研究工作，在对用户进行技术服务过程中，曾接触到许多生产和使用上的问题，例如：

1. 一些塑料厂由于不了解塑料制品要按级别、牌号选用原料，以致错用，造成制品不合格。

2. 有些塑料厂从国外引进了制品生产线，但不知国内有否该制品需要的专用料，造成试车后停工待料。

3. 一些县、乡、镇企业不了解市场情况，盲目上生产线，以致产品滞销，浪费了资金。

4. 一些乡镇企业，由于没有专业工程技术人员，缺乏聚丙烯加工的基础知识，因而生产不能顺利进行，产品质量不稳定。

我们编著这本《聚丙烯树脂的加工与应用》一书，就是针对上述情况而编写的。其内容有实用价值，以期对从事塑料加工业的管理人员、技术人员和技术工人有所帮助。

本书的特点和主要内容如下：

1. 聚丙烯有着广泛的应用领域，本书着重从包装、家具、汽车、地毯、无纺布、家用电器、医疗和建筑等领域的应用谈起，介绍了国内外概况以及前景展望，以供塑料厂建生产线参考。

2. 本书详细介绍了国内和国外几个主要生产聚丙烯厂家的聚丙烯树脂级别、牌号, 以及如何选用聚丙烯树脂, 以便塑料厂使用。

3. 本书在叙述应用之后, 都介绍了加工工艺实例, 这些实例由参加操作的工程技术人员执笔, 对塑料厂有实用价值。

4. 本书吸收了近十年来与国外交流和考察所得资料, 内容比较新颖, 对塑料工作者有参考价值。

希望本书能达到以上预想, 在此衷心欢迎读者提出宝贵意见, 以便今后加以改进。

本书第一章由李力编写, 第二章由李力、杜秀荣编写, 第三章由魏文侠、杜秀荣编写, 第四章由郑玉冰、单书勋、林铁年、赵桂良编写, 第五章由李力、林铁年、古连宝、张翠兰编写, 第六章由钱德基、沈惠琴、万松华、林铁年、毛志华编写, 第七章由吴彬怡编写, 第八章由李瑞编写, 第九章由宗明、刘志芳编写, 第十章由李培林、袁秀芳、李瑞英、周澜编写, 第十一章由王树华编写。

本书在编写过程中, 还得到有关部委和企业一些同志的大力支持, 特此谨致谢意。

何叶尔·李力

1993年

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	1
第一节 聚丙烯的发展.....	1
第二节 聚丙烯的加工应用 .....	10
第三节 聚丙烯在我国的发展 .....	16
第四节 90年代聚丙烯生产技术的发展 .....	23
<b>第二章 牌号的选用和国内外主要聚丙烯生产厂家牌号介绍</b> .....	58
第一节 如何选用牌号 .....	58
第二节 几家公司牌号介绍 .....	60
<b>第三章 增强、填充改性聚丙烯</b> .....	152
第一节 概况.....	152
第二节 增强、填充材料的选择与作用.....	160
第三节 增强、填充改性聚丙烯的生产工艺.....	173
一、原料选择及配方.....	174
二、工艺方法.....	178
三、单螺杆挤塑机和短切玻璃纤维增强聚丙烯的生产操作.....	183
四、增强和填充改性聚丙烯的地位和作用.....	197
五、增强填充改性聚丙烯的应用.....	199
<b>第四章 聚丙烯在包装上的应用</b> .....	206
第一节 商品塑料包装的意义和发展.....	206
第二节 聚丙烯塑料在包装上的应用.....	210

第三节	聚丙烯薄膜和复合薄膜	211
第四节	聚丙烯编织袋	285
第五节	聚丙烯注塑成型包装用制品	302
第六节	挤出片材、热成型和中空成型制品	344
<b>第五章</b>	<b>聚丙烯在家具中的应用</b>	<b>375</b>
第一节	概述	375
第二节	聚丙烯在家具上的应用	379
一、	应用于家具上的聚丙烯牌号介绍	379
二、	聚丙烯家具简介	381
第三节	聚丙烯家具加工工艺实例	392
一、	一般注塑成型制品	392
二、	结构发泡注塑成型制品	403
三、	制品测试	419
第四节	塑料家具发展展望	422
<b>第六章</b>	<b>聚丙烯在汽车制造业中的应用</b>	<b>423</b>
第一节	概述	423
第二节	聚丙烯零部件在汽车上的应用	429
一、	取暖及通风系统	429
二、	车厢	430
三、	发动机舱及车身	431
四、	汽车用国产聚丙烯牌号	435
第三节	汽车部件制造实例	436
一、	汽车方向盘	436
二、	聚丙烯蓄电池槽	443
三、	聚丙烯轿车保险杠	449
四、	聚丙烯汽车仪表盘	467
五、	聚丙烯轻型汽车门内衬板	473



<b>第七章 丙纶产业用及服用纤维</b> .....	478
第一节 概述.....	478
第二节 丙纶纺丝原料的选择.....	482
第三节 产业用丙纶工业丝.....	490
第四节 丙纶细特长丝.....	501
第五节 功能性丙纶纤维.....	509
第六节 丙纶短纤维.....	525
第七节 丙纶烟用丝束.....	531
<b>第八章 聚丙烯簇绒地毯</b> .....	536
第一节 概述.....	536
第二节 簇绒地毯的生产.....	550
一、簇绒地毯的生产过程.....	550
二、簇绒生产工艺.....	554
三、后处理工艺.....	574
四、地毯厂区运输和贮存.....	583
第三节 聚丙烯底布和二级背衬.....	584
<b>第九章 丙纶无纺布</b> .....	601
第一节 无纺布发展概况.....	601
第二节 丙纶无纺布.....	612
第三节 丙纶针刺无纺布.....	617
第四节 丙纶纺粘无纺布.....	636
第五节 丙纶纺粘土工布.....	658
第六节 丙纶熔喷法无纺布.....	675
第七节 丙纶热粘合和复合等无纺布.....	686
<b>第十章 聚丙烯在家用电器上的应用</b> .....	702
第一节 概况.....	702
第二节 洗衣机内桶.....	706

第三节	聚丙烯在电视机上的应用·····	725
<b>第十一章</b>	<b>聚丙烯在其它方面的应用·····</b>	<b>732</b>
第一节	聚丙烯在建筑上的应用·····	732
第二节	聚丙烯在医疗器材上的应用·····	740
第三节	聚丙烯电容器薄膜·····	766
<b>第十二章</b>	<b>聚丙烯树脂测试方法·····</b>	<b>787</b>
第一节	聚丙烯测试方法的标准·····	787
第二节	聚丙烯基本性能测试方法·····	792
第三节	聚丙烯其它性能测试及仪器简介·····	801
第四节	快速老化外推法计算聚丙烯制品 的耐用年限·····	805
<b>第十三章</b>	<b>我国聚丙烯工业如何迎接 21 世纪的到来 ·····</b>	<b>811</b>
第一节	我国聚丙烯工业现状·····	811
第二节	聚丙烯工业如何迎接 21 世纪的到来 ·····	822

# 第一章 绪 论

## 第一节 聚丙烯的发展

自 1957 年意大利蒙特卡迪尼 (Montecatini) 公司实现聚丙烯 (PP) 工业化生产以来, 北美、西欧、日本等国家及地区都相继建设起自己的工业化装置。1994 年聚丙烯的生产能力已达 19.9Mt/a。今后几年仍将以年均 6%~7% 的速度增长。表 1-1 为世界聚丙烯生产能力的变化, 表 1-2 为部分国家聚丙烯的产量, 表 1-3 为丙烯聚合工艺及催化剂发展的历史。

表 1-1 世界聚丙烯生产能力的变化

地 区	1994 年		1998 年 (预计)		1998/1994 年均增长 %
	Mt/a	%	Mt/a	%	
西欧	5.65	28.4	6.8	26.3	4.7
北美	5.3	26.6	5.75	22.2	2.1
日本	2.35	11.8	2.4	9.3	0.5
东南亚、澳大利亚	3.85	19.3	6.35	24.6	13.3
南美	1.2	6.0	1.35	5.2	3.0
非洲、西亚	0.65	3.3	1.6	6.2	25.3
东欧	9.09	4.5	1.6	6.2	15.5
合 计	19.9	100.0	25.85	100.0	6.8

表 1-2 部分国家聚丙烯的产量

kt

国家	1985年	1986年	1987年	1988年	1989年	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年
美国	2331	2637	3016	3300	3284	3770	3779	3820	3915	4328
日本	1304	1333	1405	1559	1719	1942	1955	2038	2031	2225
德国	414	453	472	532	540	589	531	557	629	707
法国	424	470	527	575	702	776	785	903	960	
英国	325	370	416	299	304	362	316	327	415	
荷兰	250	260	306	300	328	377	425	468 <sup>①</sup>		
意大利			470 <sup>①</sup>	555 <sup>①</sup>	385	475	755 <sup>①</sup>	840 <sup>①</sup>	880 <sup>①</sup>	475
加拿大	148	173	202	190	217	234	234	240		
比利时			550	560	760		240 <sup>①</sup>	230 <sup>①</sup>		1165
丹麦				59	74 <sup>①</sup>	76	79			
西班牙	127	137	160	198	267	317	305	323	298	390
匈牙利				110	157	155	150	148		137
巴西			262	295	290	298	361		474	
南非	35			57	45	63	140	150	155	194
澳大利亚	83	44		145		116		120		149

①消费量。

聚丙烯之所以得到迅速的发展，其主要原因是：

(1) 原料来源丰富，价格便宜。丙烯来源，一为炼油厂的副产品炼厂气；另一为石脑油、柴油或其它烃类裂解生产乙烯时的联产品。这里丙烯只需精制即可作为聚丙烯的原料，不象聚苯乙烯等还要进行二次合成加工。

(2) 综合性能好，用途广泛。与其它通用树脂比较，聚丙烯综合性能好。如相对密度较小 (0.90~0.91)，透明性及表面光泽好；有较好的耐热性，软化点高于高密度聚乙烯

和 ABS, 连续使用温度可达 120℃, 且耐高温杀菌; 机械性能如屈服强度、拉伸强度、冲击强度、表面硬度、刚性及耐磨性等都比较优异 (见图 1-1~图 1-8)。它还有良好的电绝缘性, 较小的介电率, 较高的高周波特性, 良好的耐应力龟裂和耐化学品性能。此外, 经过与乙烯共聚、与橡胶共混、或用玻璃纤维增强、矿物质填充, 加入化学添加剂等, 可

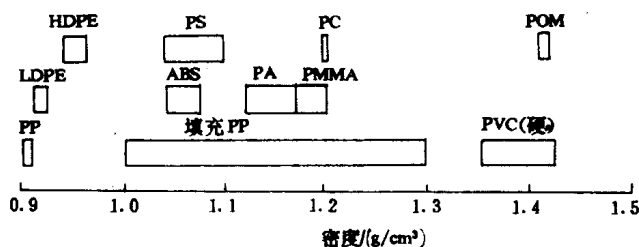


图 1-1 聚丙烯树脂与其它树脂密度的比较

HDPE—高密度聚乙烯; PC—聚碳酸酯; LDPE—低密度聚乙烯;  
PA—聚酰胺; PVC—聚氯乙烯; PMMA—聚甲基丙烯酸甲酯;  
PS—聚苯乙烯; PP—聚丙烯; POM—聚甲醛

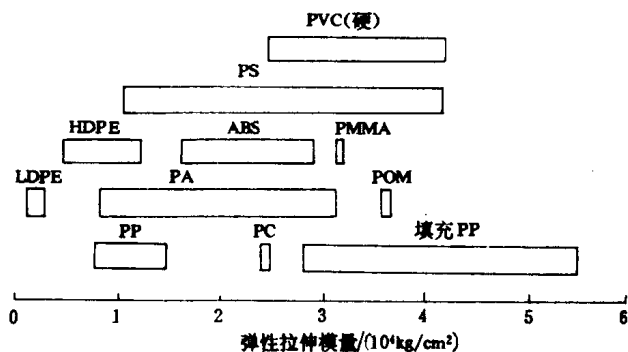


图 1-2 聚丙烯树脂与其它树脂弹性拉伸模量比较

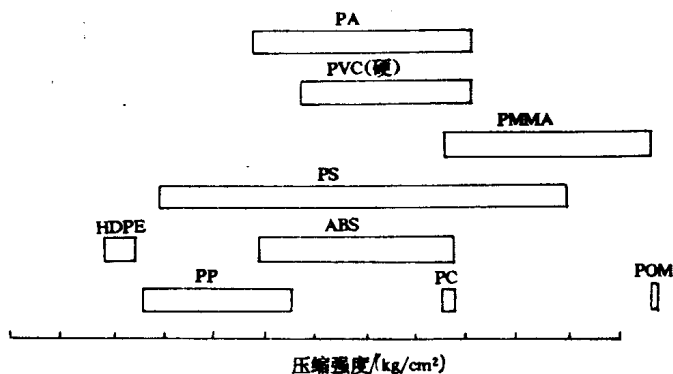


图 1-3 聚丙烯树脂与其它树脂压缩强度的比较

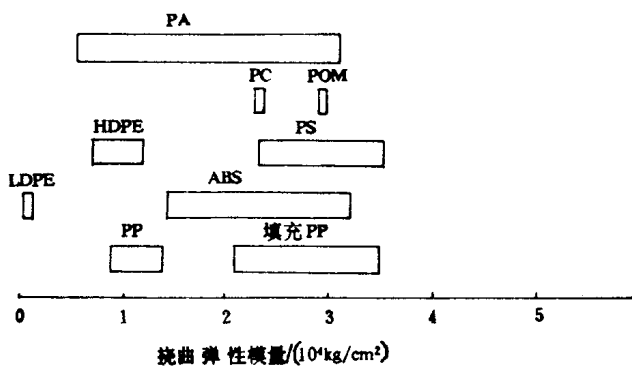


图 1-4 聚丙烯树脂与其它树脂挠曲弹性的比较

明显改进其性能，以适应不同领域的特殊要求。因此，聚丙烯可广泛地适用于注塑成型、薄膜、单丝、纤维、中空成型、挤出成型等制品，遍及工农业及生活日用品各个方面。

(3) 随着催化剂的不断改进，建设投资及生产成本相对降低。自 1957 年聚丙烯淤浆法工业化生产以来，40 年内生产工艺不断发展(见表 1-3)。60 年代出现了本体聚合工

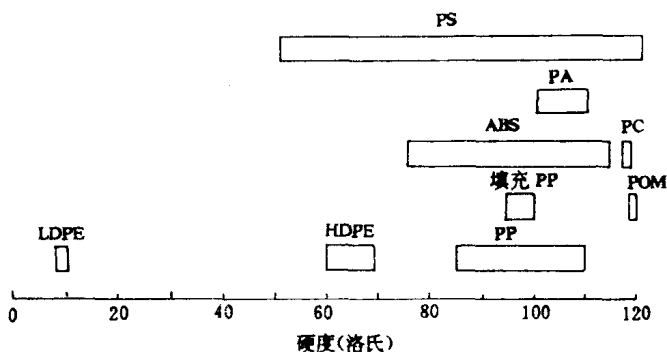


图 1-5 聚丙烯树脂和其它树脂硬度的比较

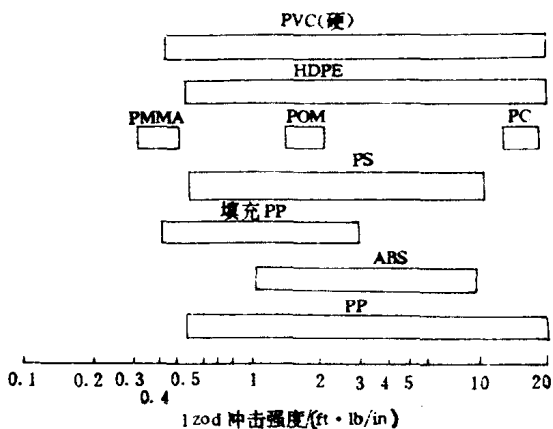


图 1-6 聚丙烯树脂和其它树脂的 Izod 冲击强度比较

(1ft·lb/in = 53.38J/m)

艺，解决了无溶剂问题；70年代又开发成功高效催化剂，实现了无脱灰的工艺流程。1980年高效催化剂在本体聚合工艺上应用，因产品等规度高，可省去脱无规物工序，装置投资及生产成本大大降低。近年来，由于催化剂的进一步发展，可通过其颗粒的形态控制聚丙烯的颗粒大小及形态，除

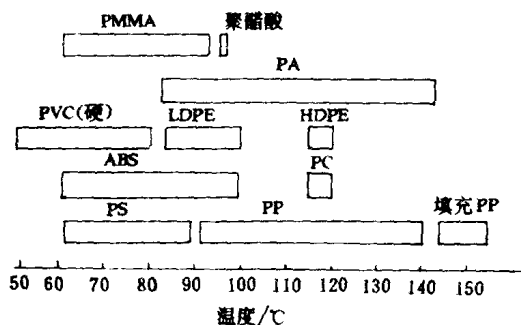


图 1-7 聚丙烯树脂和其它树脂耐热温度的比较

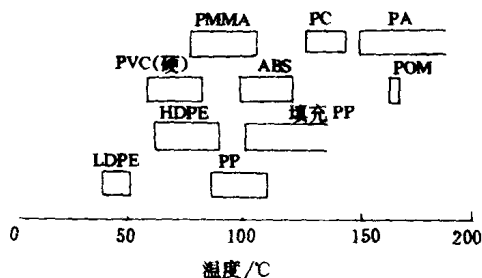


图 1-8 聚丙烯树脂和其它树脂热变形温度的比较

嵌段共聚物外，可省去造粒工序。前人预想的无溶剂、无脱灰、脱无规物和无造粒的目标在生产均聚物时得以实现。这就极大地节省了建设投资，提高了产品的质量，降低了生产成本。表 1-4 是常规无溶剂聚合与有溶剂聚合工艺的比较。均聚物工艺流程与老流程（低效催化剂淤浆法）比较见图 1-9，高效催化剂淤浆法、本体法流程简图见图 1-10 及图 1-11。

美国有 16 家公司生产聚丙烯。1994 年 9 月总生产能力



为 4.706Mt/a。最大的三家公司是海蒙特（生产能力为 835kt/a），阿莫科（生产能力为 753kt/a），及埃克森（生产能力为 467kt/a），合计占全美聚丙烯总能力的 44%。1998 年，美国总生产能力预计可增至约 5.9Mt/a。

表 1-4 常规无溶剂聚合与有溶剂聚合工艺的比较

项 目	无 溶 剂 聚 合 工 艺	有 溶 剂 聚 合 工 艺
产品质量	灰分及金属含量少 聚合物可应用于电容器薄膜、细丝	高 困难
溶剂精制工艺	不需要	需要
反应速度影响		溶剂影响反应速度，使 之下降
反应器容量	小	大
牌号切换	快（过渡料少）	慢（过渡料多）
污染	小	较大
共聚物生产	容易	操作费事

西欧 17 家公司在 11 个国家有 31 套聚丙烯生产装置，总生产能力为 5.40Mt/a。其中 1990~1994 年新增生产能力 665kt/a，相当于年增 3%。至 1997 年总生产能力将达到 6Mt/a。西欧最大的 10 家聚丙烯公司合计生产能力为 4.81Mt/a，占西欧聚丙烯总生产能力的 89%。头四家为蒙泰尔（占西欧聚丙烯总生产能力 24.8%），Borealis（占 12.2%），赫斯特（占 10.2%）和巴斯夫（占 9.3%）。最大的生产地是比利时、荷兰、卢森堡（1993 年占 32%）、法国（占 20%）、德国（占 15%）及意大利（占 10%）。最大的消费国依