

合成树脂及塑料 速查手册

●●●●●●●● 陈乐怡 编著 ●●●●●●●●



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



T031-6³
7479
2

合成树脂及塑料速查手册

陈乐怡 编著



机械工业出版社

本书概述了合成树脂主要品种的国内外供求概况、主要生产公司、性能、生产方法、主要技术进展、应用现状、应用开发及与环境相关的问题。第1章从宏观角度阐述了合成树脂工业发展概况,第2至25章介绍五大通用树脂、主要热固性树脂、通用工程塑料和特种工程塑料,最后两章分别阐述阻隔性树脂和可降解树脂及生物塑料的现状和进展。

各类树脂分别独立成章便于读者查阅。本书可供有关专业的工程技术人员、管理人员、营销人员以及大专院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

合成树脂及塑料速查手册/陈乐怡编著. —北京:机械工业出版社, 2006.4

ISBN 7-111-18793-8

I. 合... II. 陈... III. ①合成树脂—工业产品目录—世界②塑料—工业产品目录—世界 IV. TQ32-63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 026434 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 孔 劲 责任编辑: 张亚秋 版式设计: 冉晓华
责任校对: 李秋荣 封面设计: 马精明 责任印制: 杨 曦
北京机工印刷厂印刷

2006 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

890mm×1240mm A5·15.5 印张·635 千字

0 001—5 000 册

定价: 34.00 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) 68326294

编辑热线电话 (010) 68351729

封面无防伪标均为盗版

前 言

合成树脂是石化工业的重要组成部分，50%以上的乙烯用于生产聚乙烯；60%以上的丙烯用于生产聚丙烯。合成树脂及塑料是乙烯、丙烯、芳烃等基本石化产品的主要下游产品，而合成树脂的下游产品又广泛用于包装、农业、建筑、家电和汽车等与国民经济和人民生活息息相关的领域。合成树脂产品需求的增长速度与国民经济密切相关，增速一般为GDP的两倍左右。2004年世界塑料产量2.12亿t，我国塑料产量1790万t，消费量3810万t。2005年我国塑料产量和消费量估计分别为2140万t和3830万t。我国塑料产量和消费量在世界上都仅次于美国，但人均塑料产量和消费量还远低于发达国家，也低于世界平均水平。

发展合成树脂与塑料，用更多的塑料替代钢材、铝材、木材和玻璃，有利于保护自然资源，减少人类向大自然的索取，有利于人与自然的和谐发展，符合建设节约型和谐社会的宗旨。虽然目前大量塑料主要来自石油和天然气资源，生产过程中也要耗费能源，但在国民经济的方方面面发挥着重要作用的塑料，所耗费的能源不到能源总消费量的4%。

“十一五”期间合成树脂工业仍是我国重点发展行业。预测合成树脂产量年均增速约为15%，2010年产量将达到3700万t。2005~2007年间，我国与巴斯夫、BP、壳牌和埃克森美孚公司合资的石化合资企业新增合成树脂产能将高达300万t/年以上。期间工程塑料等高性能树脂的产量也将明显增加。合成树脂工业的技术进步继续推进其对金属、木材和玻璃的替代，聚丙烯等通用树脂的技术进步也正在推进其对工程塑料的替代。

在合成树脂工业迅速发展的大环境下，对一些常用树脂的基本概况做及时的更新是有必要的。《合成树脂及塑料速查手册》的编写和出版就是要达到这一目的。《手册》包括的树脂有五大通用树脂（聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯和ABS）、主要热固性树脂（聚氨酯、不饱和聚酯树脂、环氧树脂、酚醛树脂和氨基树脂）、通用工程塑

IV 合成树脂及塑料速查手册

料(聚酰胺、聚碳酸酯、聚甲醛、聚对苯二甲酸丁二酯和改性聚苯醚)、丙烯酸系树脂、PET 聚酯树脂和特种工程塑料(氟树脂、聚苯硫醚、砜树脂、芳香族聚酮、聚酰亚胺和液晶聚合物)等。“手册”的第 1 章从宏观角度阐述了合成树脂工业发展概况,最后两章分别阐述阻隔性树脂和可降解树脂及生物塑料的现状和进展。阅读该手册,各种主要合成树脂品种的国内外产能、产量、需求状况、主要供应商、生产技术及进展、应用现状及进展、与环境相关的问题等内容将一目了然。期望能为合成树脂及塑料专业的工程技术人员、管理人员、营销人员及大中专院校师生提供一部有重要参考价值的工具书。在编写过程中参考了大量有价值的咨询报告、内部资料和最新发表的期刊、杂志。由于能力有限,书中的缺点、错误在所难免,敬请读者能及时指正。

作者

2006 年 1 月

目 录

前言

第 1 章 合成树脂及塑料概述	1
1.1 国内外供需	1
1.2 合成树脂分类	5
1.3 合成树脂的组成、结构和性能	10
1.4 合成树脂应用	14
1.5 合成树脂加工	18
1.6 合成树脂与环境协调发展	29
第 2 章 聚乙烯	33
2.1 低密度聚乙烯 (LDPE)	33
2.2 高密度聚乙烯 (HDPE)	50
2.3 线型低密度聚乙烯 (LLDPE)	67
第 3 章 聚丙烯	86
3.1 概述	86
3.2 结构与性能	91
3.3 生产工艺及技术进展	101
3.4 加工方法	111
3.5 应用	111
3.6 与环境相关的问题	124
第 4 章 聚氯乙烯	125
4.1 概述	125
4.2 主要生产公司	125
4.3 组成与性能	129
4.4 生产工艺及技术进展	133

4.5	加工方法	135
4.6	应用	136
4.7	与环境相关的问题	138
第5章 聚苯乙烯		141
5.1	概述	141
5.2	主要生产公司	141
5.3	结构与性能	145
5.4	生产工艺及技术进展	148
5.5	加工方法	153
5.6	应用	154
5.7	与环境相关的问题	156
第6章 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物 (ABS)		157
6.1	概述	157
6.2	主要生产公司	157
6.3	结构与性能	159
6.4	生产工艺及技术进展	161
6.5	加工方法	164
6.6	应用	164
6.7	与环境相关的问题	167
第7章 聚氨酯		168
7.1	概述	168
7.2	制备工艺、性能和应用	174
7.3	与环境相关的问题	202
第8章 不饱和聚酯树脂		204
8.1	概述	204
8.2	主要生产公司	205
8.3	组成、结构与性能	206
8.4	生产工艺及技术进展	212
8.5	加工方法	214
8.6	应用	217
8.7	与环境相关的问题	221

第 9 章 环氧树脂	222
9.1 概述	222
9.2 主要生产公司	223
9.3 品种和性能	225
9.4 生产方法	226
9.5 加工与应用	230
9.6 与环境相关的问题	237
第 10 章 酚醛树脂	238
10.1 国内外供需状况	238
10.2 主要生产公司	238
10.3 类型和生产方法	239
10.4 主要应用	242
第 11 章 氨基树脂	250
11.1 概述	250
11.2 主要生产公司	251
11.3 组成与性能	251
11.4 生产工艺及技术进展	252
11.5 应用	253
11.6 与环境相关的问题	264
第 12 章 聚酰胺	267
12.1 概述	267
12.2 主要生产公司	268
12.3 结构与性能	270
12.4 生产工艺及技术进展	271
12.5 加工方法	274
12.6 应用	275
12.7 与环境相关的问题	280
第 13 章 聚碳酸酯	282
13.1 概述	282
13.2 主要生产公司	282
13.3 结构与性能	284

13.4	生产工艺及技术进展	288
13.5	加工方法	291
13.6	应用	292
13.7	与环境相关的问题	304
第 14 章	聚甲醛	306
14.1	概述	306
14.2	主要生产公司	307
14.3	结构与性能	309
14.4	生产工艺及技术进展	312
14.5	加工方法	313
14.6	应用	313
14.7	与环境相关的问题	316
第 15 章	聚对苯二甲酸丁二酯	317
15.1	概述	317
15.2	主要生产公司	318
15.3	结构与性能	319
15.4	生产工艺及技术进展	332
15.5	加工方法	335
15.6	应用	335
第 16 章	改性聚苯醚	339
16.1	概述	339
16.2	主要生产公司	340
16.3	结构与性能	341
16.4	生产工艺及技术进展	343
16.5	加工方法	344
16.6	应用	344
第 17 章	聚对苯二甲酸乙二酯塑料	350
17.1	概述	350
17.2	生产工艺及技术进展	352
17.3	主要类别和应用	355
17.4	与环境相关的问题	361

第 18 章 丙烯酸系树脂	362
18.1 概述	362
18.2 主要生产公司	363
18.3 结构与性能	365
18.4 生产工艺和加工方法	366
18.5 应用	367
18.6 与环境相关的问题	378
第 19 章 氟树脂	379
19.1 概述	379
19.2 主要生产公司	381
19.3 结构与性能	383
19.4 生产工艺及技术进展	386
19.5 加工方法	387
19.6 应用	388
19.7 与环境相关的问题	402
第 20 章 聚苯硫醚	403
20.1 概述	403
20.2 主要生产公司	403
20.3 结构与性能	404
20.4 生产工艺及技术进展	405
20.5 加工方法	405
20.6 应用	406
第 21 章 砒树脂	409
21.1 概述	409
21.2 主要生产公司	409
21.3 结构与性能	409
21.4 生产工艺及技术进展	411
21.5 加工方法	412
21.6 应用	412
第 22 章 芳香族聚酮	415
22.1 概述	415

22.2	主要生产公司	415
22.3	结构与性能	416
22.4	生产工艺及技术进展	417
22.5	加工方法	417
22.6	应用	417
第 23 章 聚酰亚胺		421
23.1	概述	421
23.2	主要生产公司	422
23.3	结构与性能	422
23.4	生产工艺及技术进展	431
23.5	加工方法	433
23.6	应用	433
23.7	与环境相关的问题	441
第 24 章 液晶树脂		442
24.1	概述	442
24.2	主要生产公司	442
24.3	结构与性能	442
24.4	生产工艺及技术进展	445
24.5	加工方法	446
24.6	应用	446
第 25 章 聚 1-丁烯		449
25.1	概述	449
25.2	主要生产公司	449
25.3	结构与性能	449
25.4	生产工艺	452
25.5	加工	452
25.6	应用	453
第 26 章 阻隔性树脂		454
26.1	包装业对塑料阻隔性能的要求	454
26.2	常用的阻隔性树脂	457
26.3	主要阻隔性树脂的生产方法	458

26.4 其他阻隔性树脂	462
26.5 表面处理工艺	463
26.6 树脂阻隔技术的新进展	464
第 27 章 生物可降解塑料和生物塑料	470
27.1 生物可降解塑料	470
27.2 生物塑料	474
27.3 其他开发与应用实例	477
参考文献	480

第 1 章 合成树脂及塑料概述

合成树脂是产量和消费量最高的合成材料，合成树脂产量大约是合成纤维产量的 6 倍多，是合成橡胶产量的 15 倍多。合成树脂也是乙烯、丙烯等基本石油化工原料最重要的下游产品，我国约 80% 的乙烯用于生产合成树脂。

1.1 国内外供需

(1) 亚洲占世界塑料总产量的 1/3 以上，发展中国家人均塑料占有率还很低。

2004 年世界塑料总产量 2.12 亿 t，比上一年增长 5.0%，亚洲、欧洲和北美分别占世界总产量的 34.4%、30.7% 和 25.9%。从 2003 年起，亚洲塑料产量占世界总产量的比例有明显增高的趋势，见表 1-1。

表 1-1 世界各地区塑料产量 (单位：万 t)

地区	2001		2002		2003		2004	
	产量	份额	产量	份额	产量	份额	产量	份额
亚洲	5900	32.6	6000	30.9	6900	34.2	7300	34.4
欧洲	5800	32.0	6000	30.9	6300	31.2	6500	30.7
北美	4900	27.1	5000	25.8	5300	26.2	5500	25.9
其他地区	1500	8.3	2000	10.3	1800	8.9	1900	9.0
总量	18100	100.0	19400	100.0	20200	100.0	21200	100.0
比上一年的 增长率 (%)	1.7		7.2		4.1		5.0	

2004 年世界人口按 64 亿计，世界人均塑料产量为 33kg，一些发达国家人均塑料产量为 100kg 左右，美国多达 170kg，比利时高达 180kg。我国 2004 年塑料产量为 1791 万 t，表观消费量（出口的塑料制品计在国内表观消费量内）为 3813 万 t，出口塑料制品 1078 万 t。如果出口的塑料制品不计入国内消费，那么 2004 年国内塑料消费量为 2735 万 t。2004 年我国塑料产量和消费量在世界上都仅次于美国（美国分别为 4850 万 t 和 5147 万 t）。我国人口按 13 亿计算，塑料人均产量为 13.8kg，人均表观消费量为 29.3kg，人均消费量为 21.04kg。与前几年相比，虽然人均消费量越来越靠近世界平均水平，但与世界发达国家相比差距还很大。另一些发展中国

家,如印度人均塑料消费量只有 4kg,见表 1-2。低于世界平均人均消费水平的还有越南 (16kg)、罗马尼亚 (18kg)、南非 (22kg) 和巴西 (22kg) 等。

表 1-2 2003 年世界一些国家和地区塑料产量、消费量和人均消费量

国家和地区	产量/万 t	国内消费量/万 t	人均消费量/(kg/人)
日本	1398	1052	82
韩国	1038	517	108
中国台湾	664	344	152
印度	468	419	4
美国	4876	5147	177
加拿大	500	402	126
德国	1680	1261	153
法国	673	576	92
比利时	670	187	180
意大利	371	693	123
英国	277	466	79
瑞士	384	452	108
中国	1791	3813	29.3 (人均产量 13.8)
世界平均	21200	21200	33.1

(2) 国内合成树脂增长率是 GDP 增长率的 2 倍多,进口产品占据半壁江山。

2004 年我国合成树脂产量为 1791 万 t,进口量为 2131 万 t,表观需求量为 3813 万 t。1990~2004 年,我国五种通用树脂表观消费量的年均增长率为 19.0%,是同期 GDP 年均增长率 (9.3%) 的 2.04 倍,其中聚乙烯产量增长率为 13.5%,聚丙烯为 21.7%,聚氯乙烯为 14.4%,聚苯乙烯为 30.1%,ABS 为 45.9%。ABS 产量增长速度最快,其次是聚苯乙烯和聚丙烯。同期聚乙烯消费量年均增长率为 17.2%,聚丙烯为 21.0%,聚氯乙烯为 18.0%,聚苯乙烯为 20.4%,ABS 为 32.7%,聚丙烯和苯乙烯系树脂有更快的消费增长速度,见表 1-3 和表 1-4。1990~2004 年,国产树脂的平均满足率约为 49.5%,进口树脂占据了我国通用树脂市场的半壁江山。根据中国轻工信息中心的报告,2004 年中国有 9473 家规模较大的塑料加工公司,比 2003 年增加 11%。这些较大规模的塑料加工公司的总产值约为 3770 亿人民币。

(3) 合成树脂对钢材、铝材、木材、水泥等其他材料的替代仍在继续,增长速度超过 GDP 增长速度。

2003 年世界塑料产量为 2.06 亿 t,比上一年增长 6.2%。上一年世界 GDP 的增长率为 3.2%,塑料的增速仍然超过了 GDP 增速。1990~2003 年,世界塑料年均

增长率是 5.02%，同期世界 GDP 的增速是 2.43%，世界钢产量的平均增速是 1.83%。世界塑料需求的年均增长率是同期 GDP 增长率的 2.06 倍，是钢产量增长率的 2.75 倍。

表 1-3 1990 ~ 2004 年我国通用树脂的产量、净进口量和表观消费量

(单位: 万 t)

年 份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
聚乙烯	产量	78	95	112	113	117	132	171	215	229	275	300	308	355	441.3
	净进口量	37	65	141	103	133	181	194	244	242	259	296	410	484	477.7
	表观 需求量	115	160	253	216	250	313	365	459	471	534	596	718	839	919
聚丙烯	产量	34	58	72	79	89	106	141	188	207	269	324	334	374	475
	净进口量	27	56	62	58	81	106	101	126	152	144	163	208	243	290
	表观 需求量	61	114	134	137	170	212	242	314	359	413	487	542	617	765
聚氯乙烯	产量	79	88	92	102	119	137	139	154	160	192	239	288	339	503
	净进口量	-8	9	31	40	38	50	76	115	154	177	188	247	225	198
	表观 需求量	71	97	123	142	157	187	215	268	314	369	427	535	564	701
聚苯乙烯	产量	8	11	13	14	22	26	31	34	46	94	127	154	160	258
	净进口量	25	39	65	71	93	100	116	140	128	150	148	149	180	125
	表观 需求量	33	50	78	85	114	126	147	174	174	244	275	303	340	383
ABS	产量	2	1	2	2	3	3	3	8	10	12	32	56	67	109
	净进口量	11	12	43	49	69	80	89	109	121	142	154	149	156	190
	表观 需求量	12	13	45	51	72	83	92	117	131	154	187	205	222	299
通用树脂总计	产量	200	253	291	310	349	403	484	599	652	842	1022	1140	1295	1786.3
	净进口量	92	180	342	321	414	516	576	734	797	872	949	1163	1288	1280.7
	表观 需求量	292	434	633	631	763	920	1061	1333	1449	1714	1972	2303	2582	3067

注: 聚苯乙烯和 ABS 树脂 1997 年后的产量数据根据国外公司的咨询报告, 其他根据国内各种统计年鉴。

表 1-4 1990 ~ 2004 年我国通用树脂的产量和消费量增长率

产品名称	聚乙烯 (PE)	聚丙烯 (PP)	聚氯乙烯 (PVC)	聚苯乙烯 (PS)	丙烯腈-丁 二烯-苯乙烯 共聚物 (ABC)	五大通用 树脂总计
产量增长率 (%)	13.5	21.7	14.4	30.1	45.9	17.2
消费量增长率 (%)	17.2	21.0	18.0	20.4	32.7	19.0

(4) 五大通用树脂占世界合成树脂总量的 70%，亚洲是世界上需求增长最快的地区，中东供应能力增长最快。

2004 年世界五大通用树脂的生产能力为 1.759 亿 t，产量为 1.497 亿 t，见表 1-5，大约为塑料总产量的 68%。聚乙烯占五大通用树脂总产量的 40.0%、聚丙烯占 25.5%、聚氯乙烯占 20.1%，聚苯乙烯占 10.2%，ABS 树脂占 4.2%。从 1999 ~ 2004 年五年的增长速度看，聚烯烃和 ABS 树脂有较快的需求增长速度，尤其是聚丙烯，无论是生产能力增速还是产量（近似为需求量）的增速都居首位。今后 5 年和 10 年预测增速最高的也是聚丙烯。

表 1-5 世界五大通用树脂的生产能力、产量、开工率及增长率

生产情况		实际		预测		年均增长率 (%)		
		1998	2003	2008	2013	1998 ~ 2003	2003 ~ 2008	2008 ~ 2013
聚乙烯	生产能力/万 t	5363	6926	8175	9015	5.3	3.4	2
	开工率 (%)	85	81	87	92			
	产量/万 t	4532	5610	7108	8298	4.4	4.8	3.1
聚丙烯	生产能力/万 t	2976	4032	5049	6300	6.3	4.6	4.9
	开工率 (%)	87	89	96	97			
	产量/万 t	2602	3580	4829	6083	6.6	6.2	4.7
聚氯乙烯	生产能力/万 t	2808	3311	3714	4174	3.4	2.3	2.4
	开工率 (%)	85	82	90	93			
	产量/万 t	2376	2722	3361	3876	2.8	4.3	2.9
聚苯乙烯	生产能力/万 t	1537	1810	2078	2241	3.3	2.8	1.5
	开工率 (%)	78	82	88	93			
	产量/万 t	1193	1483	1829	2094	4.4	4.3	2.7

(续)

生产情况		实际		预测		年均增长率(%)		
		1998	2003	2008	2013	1998 ~ 2003	2003 ~ 2008	2008 ~ 2013
ABS	生产能力/万 t	634	794	1013	1013	4.6	5	0
	开工率(%)	67	74	68	83			
	产量/万 t	424	586	691	840	6.7	3.3	4
五大通用树脂合计	生产能力/万 t	13318	16873	20029	22743	4.8	3.5	2.6
	开工率(%)	83.5	82.9	89.0	93.2			
	产量/万 t	11127	13981	17818	21191	4.7	5.0	3.5

多年以来亚洲塑料产量已稳定地占据世界塑料总产量的 32% 以上, 是世界最大的消费地区。1999 ~ 2004 年世界五种通用树脂生产能力年均增长速度为 4.6%, 其中中东为 13.2%, 亚洲为 6.1%。这期间我国五种通用树脂的产量和消费量增长速度分别为 18.6% 和 13.4%, 均为世界之最。随着中东一大批以廉价天然气液体为原料的乙烯装置的建成投产, 其主要下游产品——合成树脂必将对世界市场的竞争格局带来很大影响。

1.2 合成树脂分类

合成树脂工业产品可分为通用树脂和专用树脂。通用树脂产量大, 成本低, 一般用于通用消费品或耐用商品, 代表性的品种有聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯和 ABS; 专用树脂一般指为专门用途而生产的树脂, 产量较小, 生产成本较高, 例如可替代金属用于机械、电子、汽车等部门, 工程塑料就属于专用树脂的范畴。重要的工程塑料有聚酰胺、聚碳酸酯、聚甲醛、聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)、改性聚苯醚及聚四氟乙烯等。另一类专用树脂是热塑性弹性体, 它具有类似橡胶的弹性, 加热时又可重复成型。

根据化学组成, 合成树脂也可大致分为两个类别: 一种类别的合成树脂的主链仅由脂肪族碳原子构成, 通用树脂基本属于这一类别; 另一种类别合成树脂在主链中除碳原子外尚含有氧、氮和硫, 大部分工程塑料是由杂链聚合物构成的。两个类别聚合物性质的差别见表 1-6。因为表中所列的每一种合成树脂都会有许许多多的不同品级和牌号, 故表 1-6 所列性质只是对这种树脂的一个近似的描述。

根据工程性能, 合成树脂可分为热塑性树脂和热固性树脂。其差别主要来自于聚合物的化学组成和分子结构。聚乙烯、聚苯乙烯等热塑性树脂可以快速成型, 并可重复成型。热塑性聚合物的分子是彼此分离的, 虽然分子可大可小, 可有支