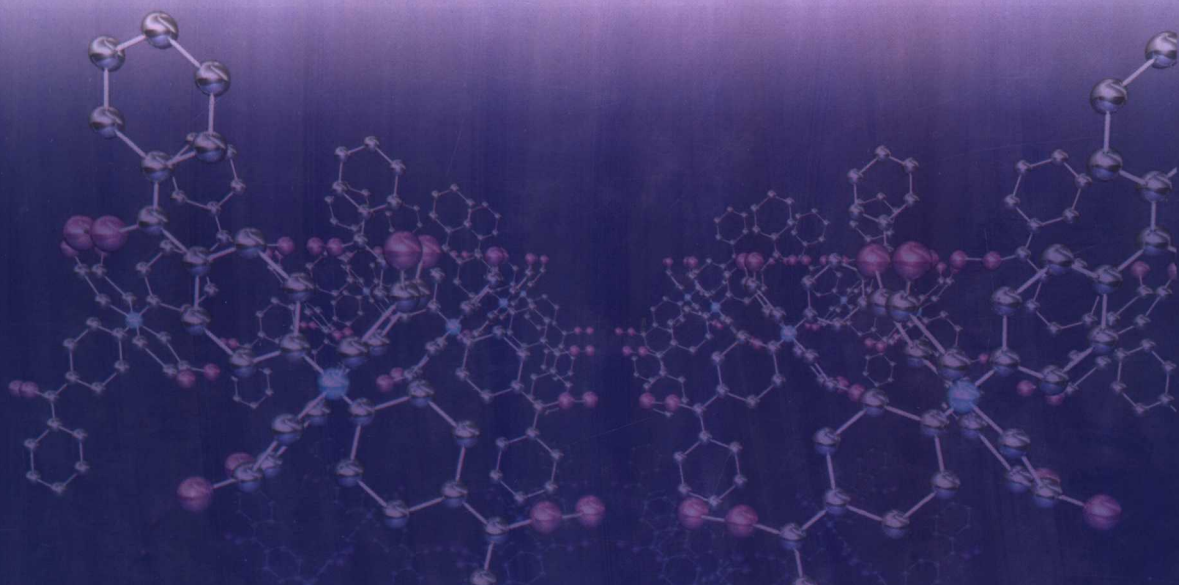


《合成树脂及塑料技术全书》编委会 编著



The Technology Encyclopaedia
of Synthetic Resin and Plastics

合成树脂及塑料 技术全书



中國石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

合成树脂及塑料技术全书

《合成树脂及塑料技术全书》编委会 编著

中国石化出版社

内 容 提 要

本书全方位地概括了合成树脂及塑料工业各主要方面的内容,包括五大通用树脂、通用工程塑料、热固性树脂、特种工程塑料和其他一些特种塑料(如功能高分子和阻隔性树脂等),也包括塑料加工工业的技术和动态,每一品种下包含国内外生产能力、产量、需求量、历史沿革、制备原理、生产工艺、主要技术进展、性能结构和主要应用等内容。

本书可供从事合成树脂生产、加工的决策、规划、研发、生产、应用的人员以及相应大专院校师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

合成树脂及塑料技术全书/《合成树脂及塑料技术全书》编委会编著.
—北京:中国石化出版社,2005
ISBN 7-80164-716-5

I.合… II.合… III.①合成树脂 ②塑料工业
IV.TQ32

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 017031 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)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

北京大地印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 93.75 印张 2328 千字

2006 年 4 月第 1 版 2006 年 4 月第 1 次印刷

定价:230.00 元

《合成树脂及塑料技术全书》

编 委 会

主任委员 师洪俊 毛炳权 范继宽

编 委 (按姓氏笔画排列)

王 强 王子康 王玉庆 王延康 张伯利 李 扬
李天益 陈乐怡 姚锡福 胡友良 郭寿源 景振华
谢振羽 翟羽申 瞿国华

编 撰 人 员 (按姓氏笔画排列)

丁 风 丁艳芬 于鲁强 马 懿 王力健 王亚辉
王艳芳 王德鑫 王树红 王洪涛 叶 成 石安富
刘 伟 刘枫阁 刘振爱 朱 昊 朱宪宝 许学翔
孙颜文 吴明光 苏一凡 宋文波 宋开生 张从容
张传贤 张 雷 李永舫 李生柱 李延辉 李忠杰
李德军 沈吉静 沈贻芳 杨志超 杨保柱 孟翠省
陈 箐 陈乐怡 陈红斌 陈青葵 陈信忠 周 澜
周祥兴 宗复强 贺飞峰 胡企中 胡友良 胡声威
郑 平 郑领英 姚谨权 赵 彤 赵 津 赵丽梅
徐纪平 贾秀峰 郭寿源 接贵明 曹培利 萧绪珮
韩丙勇 谢 平 谢培生 甄 建 蔡贤钦 蔡晨宁

前 言

当今世界离不开合成树脂，离不开塑料。从日常的食品包装、垃圾处理到彩电、冰箱、洗衣机、空调、电脑、汽车、飞机直至载人飞船升天，无处不见合成树脂及塑料在起着无可替代的重要作用。塑料农膜、地膜覆盖，喷灌、滴灌等节水设施促进了农作物的增产，今后在我国农业现代化进程中，还将继续发挥更大作用。塑料为我们带来了种种便利，改善了居住环境，提高了人们的生活质量。

合成树脂是石油化工最重要的终端产品，是最重要的合成材料之一。2004年世界合成树脂的产量和消费量为2.12亿吨，合成树脂产量是合成纤维产量的6倍多，是合成橡胶产量的16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；我国乙烯的80%左右、丙烯的65%用于生产合成树脂。

1990年到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，是钢增长率的2.75倍。2004年我国合成树脂产量为1791万吨，进口量为2131万吨，表观需求量为3813万吨。其中五大通用树脂的产量和消费量分别为1786万吨和3067万吨。1990年到2004年我国五大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。聚丙烯和苯乙烯系树脂有更快的消费增长速度。1990年到2004年国内五大通用树脂的自给率不到50%，进口产品占据了国内树脂市场的半壁江山。

五大通用树脂，即聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯和ABS约占世界合成树脂消费量的70%，其余是热固性树脂、工程塑料、特种塑料和其他树脂。占世界树脂消费量40%以上的聚烯烃仍是合成树脂领域中技术开发最活跃的部分。聚烯烃催化剂的开发引导了聚烯烃工业的技术进步，目前这一趋势仍在继续。从20世纪90年代以来聚烯烃工业两个主要新突破一是包括茂金属催化剂在内的单中心催化剂的开发，另一个是精密控制分子量分布的双峰聚乙烯树脂的开发。

合成树脂在给人类带来福祉的同时，也对环境造成影响。合成树脂工业与环境相关的最大问题是废弃塑料的回收处理问题。这是一个与技术、社会、管理、立法等相关的系统工程问题，相当程度上关系到公众和环境学家对塑料制品的认识问题。塑料的生产能耗明显低于钢材、铝材和包装用纸。以单位产量能耗计算，塑料只是钢材的1/4，是铝材的1/8。从总体看，合成树脂的应用利于节能，有利于环境，但废弃塑料对环境造成的影响也绝不能忽视。这一问题

关系合成树脂工业的发展前景，必须认真应对。

废塑料占世界固体废物总量的10%，但体积却近20%。从感官上，废塑料给人们极为深刻的印象。3R即减少废弃塑料来源(reduce)、重复使用(reuse)、回收利用(recycle)是发达国家处理废弃塑料的主要原则。将废弃塑料重新加工制成档次较低的制品，以及通过对环境无害的焚烧并回收能量是当今世界塑料固体废物处理的两个主要途径。

《合成树脂及塑料技术全书》力争全方位地概括合成树脂及塑料工业各主要方面的内容，包括五大通用树脂、通用工程塑料、热固性树脂、特种工程塑料和其他一些特种塑料(如功能高分子和阻隔性树脂等)，也包括塑料加工工业的近期发展动态。就每一品种而言，包括国内外生产能力、产量、需求量、近期增长率、历史沿革、基本制备原理、生产工艺、主要技术进展、性能结构和主要应用领域等内容。希望这部全书能为从事合成树脂生产、加工的领导决策、为从事计划、规划、设计、研发、生产的技术人员和有关大专院校的教学提供有价值的参考资料。

本书出版过程中得到了中国石化、中国石油、中科院和有关高等院校等多位专家和撰稿人的大力协助，中国石化股份公司齐鲁分公司对本书的出版更是鼎力相助，在这里一并表示感谢。因本书跨越的范围广、难度大，加之我们经验不足，编写缺点、错误在所难免，诚挚希望读者指出存在问题，帮助改进今后的工作。

目 录

第一章 总论	(1)
第一节 合成树脂	(1)
第二节 合成树脂发展概况	(3)
第三节 合成树脂生产现状	(5)
第二章 聚乙烯	(20)
第一节 概述	(20)
第二节 低密度聚乙烯	(33)
第三节 高密度聚乙烯	(46)
第四节 线型低密度聚乙烯	(74)
第五节 高压乙烯共聚物	(102)
第三章 聚丙烯	(106)
第一节 概述	(106)
第二节 聚丙烯结构与性能	(111)
第三节 应用现状及进展	(126)
第四节 生产方法和进展	(146)
第五节 主要生产厂家	(184)
第六节 聚丙烯树脂牌号	(188)
第四章 聚氯乙烯	(225)
第一节 概述	(225)
第二节 结构与性能	(232)
第三节 生产工艺及技术进展	(235)
第四节 经济技术指标	(274)
第五节 主要生产厂家和牌号	(275)
第五章 聚苯乙烯	(281)
第一节 概述	(281)
第二节 结构与性能的关系	(293)
第三节 生产方法与发展	(305)
第四节 加工和应用	(321)
第五节 发展动向与展望	(324)
第六节 技术经济指标	(326)
第七节 其他聚苯乙烯树脂	(328)
第六章 ABS 和 AS	(335)
第一节 概述	(335)
第二节 组成、结构与性能	(338)

第三节	应用现状及应用进展	(342)
第四节	生产方法及其进展	(343)
第五节	技术经济指标	(386)
第六节	主要生产厂家和牌号	(390)
第七章	聚氨酯树脂	(399)
第一节	概述	(399)
第二节	聚氨酯化学	(399)
第三节	聚氨酯产品的生产方法、结构性能和应用	(418)
第四节	主要生产厂家和牌号	(460)
第八章	酚醛树脂	(467)
第一节	概述	(467)
第二节	酚醛树脂结构与性能	(467)
第三节	酚醛树脂应用现状及进展	(479)
第四节	酚醛树脂生产方法和进展	(483)
第五节	酚醛树脂检验方法	(487)
第六节	主要生产厂家和牌号	(490)
第九章	不饱和聚酯树脂	(492)
第一节	概述	(492)
第二节	结构、性能及用途	(494)
第三节	生产工艺及技术进展	(506)
第四节	技术经济指标	(515)
第五节	主要生产厂家和典型牌号	(515)
第十章	环氧树脂	(540)
第一节	概述	(540)
第二节	结构与性能	(541)
第三节	应用现状及进展	(545)
第四节	生产方法和进展	(546)
第五节	技术经济指标	(555)
第六节	树脂牌号	(557)
第七节	主要生产厂家	(557)
第八节	环氧树脂的应用	(557)
第九节	环氧树脂的发展趋势	(562)
第十一章	氨基树脂与塑料	(569)
第一节	概述	(569)
第二节	结构和性能	(570)
第三节	应用现状及进展	(588)
第四节	生产方法	(594)
第五节	技术经济指标	(608)
第六节	主要生产厂家及品种、牌号	(609)

第七节	其他氨基塑料	(610)
第十二章	聚对苯二甲酸乙二酯树脂	(616)
第一节	概述	(616)
第二节	结构、性能及用途	(624)
第三节	生产工艺及技术进展	(646)
第四节	技术经济指标	(659)
第五节	典型生产厂家和主要牌号	(663)
第十三章	丙烯酸系树脂	(670)
第一节	概述	(670)
第二节	聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)	(672)
第三节	丙烯酸酯聚合物	(680)
第四节	丙烯酸酯共聚物树脂	(682)
第五节	甲基丙烯酸酯类树脂	(689)
第十四章	聚酰胺工程塑料	(692)
第一节	概述	(692)
第二节	结构性能与应用	(694)
第十五章	聚碳酸酯	(709)
第一节	概述	(709)
第二节	聚碳酸酯的合成	(710)
第三节	双酚 A 型聚碳酸酯结构与性能的关系	(725)
第四节	聚碳酸酯的性能	(728)
第五节	聚碳酸酯的改性	(738)
第六节	其他碳酸酯聚合物	(755)
第七节	聚碳酸酯的成型加工	(759)
第八节	聚碳酸酯的应用	(771)
第九节	聚碳酸酯市场分析	(775)
第十六章	聚甲醛	(780)
第一节	概述	(780)
第二节	结构性能及用途	(783)
第三节	生产工艺及技术进展	(789)
第四节	技术经济指标	(804)
第五节	主要生产厂家的典型牌号	(805)
第十七章	聚对苯二甲酸丁二醇酯	(822)
第一节	概述	(822)
第二节	结构、性能和用途	(823)
第三节	生产工艺	(836)
第四节	技术经济指标	(844)
第五节	主要生产厂家的典型牌号	(848)

第十八章	聚苯醚和改性聚苯醚	(881)
第一节	概述.....	(881)
第二节	聚苯醚.....	(884)
第三节	改性聚苯醚 Noryl 树脂	(892)
第四节	其他改性聚苯醚树脂.....	(901)
第五节	技术开发动向.....	(909)
第六节	改性聚苯醚主要生产厂及产品介绍.....	(912)
第十九章	氟塑料	(925)
第一节	总论.....	(925)
第二节	聚四氟乙烯.....	(926)
第三节	聚全氟乙丙烯.....	(939)
第四节	四氟乙烯—全氟乙烯基醚共聚物.....	(945)
第五节	聚偏氟乙烯.....	(948)
第六节	聚三氟氯乙烯.....	(953)
第七节	聚氟乙烯.....	(956)
第八节	乙烯—四氟乙烯共聚物.....	(960)
第九节	乙烯—三氟氯乙烯共聚物.....	(962)
第十节	发展动向.....	(964)
第二十章	特种工程塑料	(968)
第一节	概述	(968)
第二节	聚酰亚胺和其他芳杂环聚合物	(971)
第三节	聚砜类塑料	(1037)
第四节	聚醚酮类	(1054)
第五节	聚芳酯	(1059)
第六节	聚苯硫醚	(1068)
第二十一章	阻隔性树脂和提高包装用树脂阻隔性的方法	(1078)
第一节	包装业对塑料阻隔性能的要求	(1078)
第二节	常用的阻隔性树脂	(1080)
第三节	主要阻隔性树脂的生产方法	(1081)
第四节	其他阻隔性树脂	(1084)
第五节	表面处理工艺	(1084)
第六节	树脂阻隔技术的新进展	(1085)
第二十二章	功能高分子	(1091)
第一节	离子交换树脂和吸附树脂	(1091)
第二节	高分子分离膜	(1110)
第三节	高分子液晶	(1138)
第四节	导电高分子	(1154)
第五节	非线性光学聚合物	(1162)

第二十三章 塑料与环境	(1184)
第一节 塑料废料的产生及危害	(1184)
第二节 废旧塑料的循环再利用	(1186)
第三节 环境友好塑料	(1210)
第二十四章 合成树脂加工与应用	(1218)
第一节 概述	(1218)
第二节 加工	(1219)
第三节 合成树脂的改性	(1269)
第四节 应用	(1290)
第二十五章 合成树脂结构表征和性能测试	(1319)
第一节 合成树脂结构表征特点及意义	(1319)
第二节 合成树脂表征的主要内容	(1319)
第三节 常用的合成树脂表征相关实验技术	(1324)
第四节 合成树脂与塑料材料性能测试	(1328)
第二十六章 塑料助剂	(1360)
第一节 增塑剂	(1361)
第二节 光稳定剂	(1366)
第三节 热稳定剂	(1371)
第四节 抗氧剂	(1378)
第五节 阻燃剂	(1382)
第六节 发泡剂	(1387)
第七节 抗静电剂	(1392)
第八节 润滑剂	(1396)
第九节 成核剂	(1401)
第十节 交联剂	(1406)
第十一节 偶联剂	(1411)
第十二节 增强剂	(1417)
第十三节 无机填充剂	(1421)
第十四节 其他助剂	(1427)
第二十七章 展望	(1433)
第一节 通用树脂、工程树脂和特种树脂	(1433)
第二节 聚烯烃催化剂及生产工艺	(1465)

第一章 总 论

人类社会的历史，是使用、改造及生产物质资料的历史。人与其他动物的本质区别之一，就是人类不但能够使用大自然中现有的物质资料，而且还可以主动地改造物质资料甚至创造新的物质资料，为人类的生产和生活服务。这一切，往往伴随着科学技术的进步和飞跃，极大地促进了物质资料的生产。

人类历史的研究表明，即使在远古时代，人类也不是完全被动的使用现有的天然物质。为了更好的生存，人类不但食用天然果实，利用山洞居住、树皮保暖，而且发明了各种石器工具，狩猎动物、种植植物、修建房屋。之后，又创造了青铜和铁器等辉煌的时代，人造的陶瓷、纸张、玻璃、钢铁等得到了广泛地使用。

20世纪以来，人们利用化学知识，又合成了新一代材料——高分子材料。高分子材料也称为聚合物材料，它以高分子化合物为基体，添加其他助剂构成。高分子材料由于原料丰富，制造方便，性能优异，用途广泛，在人们日常生活和生产中占有越来越重要的地位，其产量相当于金属、水泥和木材之和。高分子材料不仅为人类生活的改善提供了重要的物质资料，而且在新技术的指导下，能满足各种不同要求的高性能的高分子材料不断涌现，为人类的未来发展奠定了物质基础。

在 高分子材料中，合成树脂(塑料)、合成纤维和合成橡胶并称三大合成材料。目前，发展最快、产量最大、品种最多、用途最广的当属合成树脂，其消费量和生产量，遥遥领先。

第一节 合成树脂

一、合成树脂的定义

合成树脂是人工合成的一种与天然树脂类似的有机高分子聚合物。以合成树脂为基体，与多种功能性的添加剂如有机染料、无机颜料、填料等助剂混合后，经过一定的加工，可制备具有特定性质的可塑性材料，统称为塑料。也就是说，合成树脂是塑料中的基础成分和主要原料，塑料则是合成树脂的统称。

二、合成树脂的分类

合成树脂及塑料品种众多，一般可按其加工成型特性、制品应用功能、高聚物主链结构和生产工艺方法来分类，如图 1-1 所示。习惯上四种分类方法均属通用，但严格地讲，至今尚无严密、固定、统一的分类模式。

三、合成树脂及塑料的性质及用途

1. 热塑性树脂(塑料)

这类高分子的分子链结构是线型或带支链型的，高聚物受热后可塑化(或称软化、熔化)

和流动，并可多次反复塑化成型。通用的典型树脂有聚乙烯(PE)，其中又分高密度聚乙烯(HDPE)、低密度聚乙烯(LDPE)、线型低密度聚乙烯(LLDPE)；聚丙烯(PP)；聚1-丁烯(PB)；聚氯乙烯(PVC)；聚苯乙烯(PS)，其中又分通用聚苯乙烯(GPPS)、高抗冲聚苯乙烯(HIPS)、可发性聚苯乙烯(EPS)；苯乙烯系共聚物，如丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)、丙烯腈-苯乙烯共聚物(AS或SAN)、苯乙烯-丁烯嵌段共聚物(K-树脂)；等等。

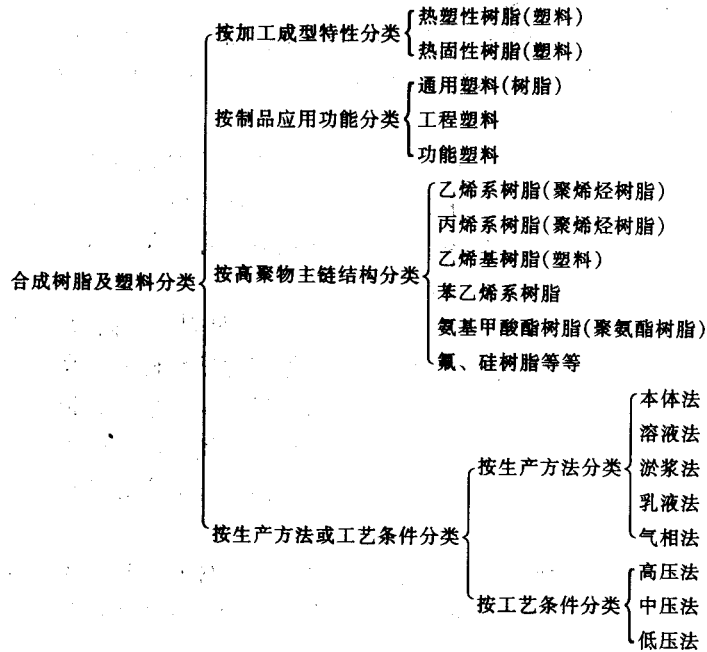


图 1-1 合成树塑及塑料的分类

2. 热固性树脂(塑料)

这类树脂均属立体型结构的高分子缩聚型化合物，在分子链中含有多官能团大分子，在有固化剂存在和受热、加压作用下可软化(或熔化)并同时固化(或熟化)成为不溶、不熔的高聚物。通用的典型树脂有苯酚-甲醛树脂(俗称酚醛树脂，PF)、脲-甲醛树脂(俗称脲醛树脂，为尿素和甲醛缩聚物，UF)、三聚氰胺甲醛树脂(俗称密胺甲醛树脂，MF)、环氧树脂(EP)、不饱和聚酯树脂(UP)、聚氨酯树脂(即聚氨基甲酸酯，PUR)等。但前述的酚醛树脂和聚氨酯树脂均可制得体型或线型结构的缩聚物，则线型结构的也属于热塑性树脂。

3. 通用型树脂

这类树脂的原料来源丰富，生产量大，应用面广，价格便宜，成型加工容易，一般习惯称谓“通用树脂”。如前述的PE、PP、PVC、PS、PF、UF、MF等。

4. 工程塑料

这类树脂的综合性能，特别是物理机械性能，如抗冲击性、耐高低温性、拉伸强度、断裂伸长率、电性能(包括体积电阻率、介电强度、相对介电常数、介质损耗因数)以及耐环境应力开裂等性能优异，各具特色，可代替金属或非金属作为工程结构材料使用，故称谓“工程塑料”，工程塑料多是分子主链除含碳原子外还含氧、氮、氟、硫原子的杂链线性结构的热塑性树脂。一般又分通用工程树脂与特种工程树脂两类，前者以聚酰胺(PA，俗称尼龙，

如尼龙 6、尼龙 66、尼龙 1010 等)、聚碳酸酯(PC)、聚甲酯(POM)、聚苯醚(PPO)和热塑性聚酯(TPU)为基材的五大通用工程树脂;后者为耐热 150℃以上,以聚苯硫醚(PPS)、聚芳酯(PAR)、聚砜(PSU 或 PSF)、聚醚砜(PES)、某些聚酰亚胺(PI)、聚酰胺-酰亚胺(PAI)等为基材的工程树脂。其他工程树脂还有聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA, 俗称有机玻璃)、氟树脂、硅树脂等;有时把丙烯腈-丁二烯-苯乙烯三元共聚物(ABS)和作为结构材料用的改性聚丙烯也归入工程树脂。

5. 功能树脂

这类树脂具有某种特异的功能,如离子交换树脂、螯合树脂、高吸水性树脂、光学树脂、光敏树脂、光降解树脂等。

6. 按高聚物主链结构分类的树脂

这是一大类同系树脂的总称。常用的如乙烯系树脂,包括乙烯均聚物(PE)或与 α -烯烃、其他共聚单体共聚所得的共聚物;丙烯系树脂,是以丙烯均聚物(PP)或丙烯与其他单体的共聚物;乙烯基树脂,指含乙烯基($\text{CH}_2=\text{CR}-$)的单体聚合得到的一大类热塑性树脂的总称,其中 R 可为氢或各种基团如卤基、烷基、芳基、羧基等,如聚氯乙烯(PVC)和氯乙烯共聚物,如聚酯酸乙烯、聚乙烯醇、氯乙烯-醋酸乙烯共聚物等等;苯乙烯系树脂,是指苯乙烯均聚物和以苯乙烯为主要成分的共聚物在内的一大类塑料的总称,苯乙烯均聚物包括通用聚苯乙烯(GPPS)、高抗冲聚苯乙烯(HIPS)、可发性聚苯乙烯(EPS)、聚甲基苯乙烯(PMS),苯乙烯共聚物如 ABS、AS(SAN)、甲基丙烯酸酯-丁二烯-苯乙烯(MBS)、苯乙烯-马来酸酐(SMA)等等,氨基甲酸酯树脂,是在高分子主链上含有一 $\text{NH}-\text{CO}-\text{O}-$ 基团的重复结构单元的聚合物,由异氰酸酯(如 TDI、MDI 等)和多元醇反应生成,按多元醇中所含官能团的多少,可以制得线型的热塑性树脂或体型的热固性树脂,按原料多元醇不同,有聚酯型和聚醚型。

第二节 合成树脂发展概况

一、世界合成树脂发展概况

世界合成树脂及塑料工业的起源,可追溯至 1909 年美国科学家 Bakeland 合成酚醛树脂开始,迄今已走了近 90 年的历程,并大致经过四个发展阶段:

(1) 初创起步阶段(20 世纪 20 年代到 30 年代) 在这阶段实现工业化的合成树脂品种有酚醛(PF)、脲醛(UF)、硝酸纤维素(CN)(俗称赛璐珞)及醋酸纤维素(CA)等,其特征是间歇法操作、规模批量小、品种少。

(2) 奠定基础阶段(20 世纪 30 年代到 50 年代初) 在这阶段初期,开发研制生产的品种有低密度聚乙烯(LDPE)、聚苯乙烯(PS)、聚氯乙烯(PVC)、聚酰胺(PA)以及醇酸树脂、氨基树脂和丙烯酸类树脂等。由于研制的品种相继实现工业化生产,给社会发展产生了良好效果,从而为合成树脂工业奠定了基础,并获得进一步发展的机遇。在第二次世界大战期间,虽曾受其影响而一度停滞,但战后又迅速得到了恢复发展。

(3) 蓬勃发展阶段(20 世纪 50 年代初到 70 年代) 从 20 世纪 50 年代中期到 60 年代末,由于全球石油炼制工业及石油化学工业的高速发展,为合成树脂工业提供了丰富而价廉的原

料。1953年 Ziegler 发现 $\text{TiCl}_4/\text{AlEt}_3$ 组成的催化体系能在常温常压下合成出线形高密度聚乙烯, Natta 在 1954 年用 $\text{TiCl}_3/\text{AlEt}_2\text{Cl}$ 成功地制备了全同立构聚丙烯, 开创了聚烯烃工业的新纪元, 高密度聚乙烯(HDPE)和聚丙烯(PP)相继实现了工业化。同期, 工程树脂如聚甲醛(POM)、聚碳酸酯(PC)、聚砜(PSF)、聚酰亚胺(PI)、聚苯硫醚(PPS)、PBT 等都相继投入工业化生产, 使树脂向功能性复合材料方面发展。这一阶段的特色是新型品种不断增加、产量迅速增长、加工成型技术日趋完善、应用领域拓宽发展。

(4) 稳定增长阶段(70 年代以来) 20 世纪 70 年代以来, 高分子新技术迅速发展: 聚合物分子设计的应用, 塑料合金的开发, 通过共聚、共混、交联、复合、增强、填充、发泡等方法来改善树脂性能, 提高产品质量; 同时生产工艺的自动化、连续化, 设备的大型化, 产品的系列化, 促使生产技术更趋完善合理; 老品种高产优质, 应用领域不断扩大; 新品种树脂如聚苯酯、聚酰胺亚胺、聚醚砜、聚芳酯、聚醚酰亚胺等特种功能树脂相继问世, 在此期间虽曾由于石油危机等因素造成原材料价格猛涨, 生产增长下滑, 需求市场波动。但从近 10 年的整体情况看, 合成树脂工业仍在稳定增长和发展之中。从 1996~1999 年间的年均增长率为 4.2%, 1994 年全球合成树脂总产量已突破 1 亿吨, 2000 年达到 1.63 亿吨。

二、中国合成树脂发展概况

中国合成树脂及塑料工业起源于上海, 早在 20 世纪 30 年代末期, 一些民族工商业者, 在上海、广州、天津、汉口、重庆等沿海临江城市开办了酚醛树脂(俗称电木粉)和硝酸纤维素塑料(俗称赛璐珞)制品加工厂。所用原料主要依赖进口, 所以产量小、品种少。解放前夕, 全中国合成树脂总产量仅 200 余吨。

新中国诞生后, 这些小厂得到国家扶植, 相继扩建, 发展较快。1956 年在私营企业实行公私合营的同时, 国营上海化工厂、重庆塑料厂也建成投产。此时提出要大力发展氨基塑料和聚氯乙烯树脂。1957 年, 我国合成树脂生产能力为 3.2 万吨, 产量超万吨, 我国合成树脂塑料工业迈出了可喜的第一步。

20 世纪 60 年代以后, 随着中国氯碱及电石乙炔工业的发展, 促进了聚氯乙烯树脂及其加工工业加快发展, 1970 年聚氯乙烯树脂产量比 1960 年增长了近 10 倍。同时以粮食酒精制乙烯为要原料, 生产高密度聚乙烯、低密度聚乙烯、聚苯乙烯等树脂也陆续开发研制成功并投产。虽然生产规模较小, 但已为中国合成树脂及塑料工业奠定了基础。20 世纪 70 年代初, 兰州化学工业公司引进了以闪蒸原油为原料的 3.6 万吨/年砂子炉裂解装置及 3.45 万吨/年高压聚乙烯和 0.5 万吨/年聚丙烯装置相继投产, 从而揭开了以石油乙烯、丙烯为原料生产聚烯烃树脂的序幕, 并使生产装置规模开始从万吨级起步。70 年代中后期, 中国又相继引进了外国大型石油化工装置。1976 年 5 月北京燕山石化公引进的首套年产 30 万吨乙烯装置建成投产后, 其配套的年产 18 万吨高压聚乙烯和 8 万吨丙烯装置相继投产。同年 9 月上海石化股份有限公司引进 11.5 万吨/年乙烯装置及其配套年产 6 万吨高压聚乙烯装置和丙烯腈、聚乙烯醇、聚酯等合纤单体生产装置都建成投产。北京化工二厂引进的首套以乙烯为原料生产氯乙烯单体装置及国内自行设计配套的 7.5 万吨/年聚氯乙烯装置也在同年 10 月开工建设。到 1979 年底, 辽阳石油化纤公司又引进了 7.3 万吨/年乙烯装置及各 3.5 万吨/年的聚丙烯和低压聚乙烯也建成投产。这个时期, 中国合成树脂生产能力和产量都大幅度增长,

品种成倍增加,质量显著提高。到1980年中国合成树脂生产能力已超过110万吨/年,产量近90万吨/年。引进的大型乙烯装置建成投产,为拓宽以石油原料路线生产合成树脂,提供了充裕廉价的原料,促使中国合成树脂工业得到全面发展,并进入了一个新的蓬勃发展时期。在这时期,中国自行开发研制并生产的热固性树脂、工程树脂和特种树脂,品种陆续增多,已有批量生产,有的也达到千吨和万吨级规模。1985年全国合成树脂总产量已达到123.4万吨,比1970年增长了7倍。

自20世纪80年代中后期以来,随着国民经济发展和人民生活水平提高的需要,在改革开放的形势下,中国石化工业持续稳步发展,随着乙烯装置的改扩建和新建,中国相继在吉林、黑龙江(大庆)、江苏(南京)、山东(淄博)、辽宁(盘锦、抚顺)、广东(茂名、广州)、新疆(独山子)、河南(濮阳)、天津等省、市、自治区建成投产了乙烯生产装置(规模为11.5万~30万吨/年)以及配套的合成树脂生产装置,有低密度聚乙烯(规模为6万~14万吨/年)、高密度聚乙烯(规模为14万吨/年)、聚丙烯(规模为4万~14万吨/年)、聚苯乙烯(规模为1万~5万吨/年)。同期随着石油炼制业发展,炼厂气丙烯得到合理利用。中国自行开发研制(就近利用炼厂气丙烯为原料)并设计建设的液相本体法聚丙烯装置,一般在0.5万~2万吨/年生产规模,从1982年至今全国共建50多套,总生产能力达60万吨/年。到1996年,我国合成树脂生产大类品种20多种,生产能力598万吨/年,产量535万吨。

第三节 合成树脂生产现状

1999年世界合成树脂总产量156717kt,比1998年世界合成树脂总产量149115kt增长5.1%。1998年世界合成树脂总产量比1997年世界合成树脂总产量143352kt增长4.0%。表1-1列出了1997~1999年三年世界各地合成树脂总产量和构成比。由表1-1可见1999年世界合成树脂平均增长率为5.1%,北美洲的增长率超过平均速率达到6.8%,其构成比由1998年的31.5%增加到32.0%,非洲的增长为零增长,比1998年的增长率减少0.5个百分点。

表1-1 世界各地域合成树脂产量、增长率及构成比

地 域	1997年			1998年			1999年		
	产量/kt	增长率/%	构成比/%	产量/kt	增长率/%	构成比/%	产量/kt	增长率/%	构成比/%
亚 洲	45781	16.8	31.9	46532	1.6	31.2	48862	5.0	31.2
欧 洲	43151	3.2	30.1	46013	6.6	30.9	47687	3.6	30.4
北美洲	45627	5.2	31.8	46907	2.8	31.5	50098	6.8	32.0
中南美洲	6965	17.0	4.9	7833	12.5	5.3	8230	5.1	5.3
非 洲	735	-2.5	0.5	740	0.5	0.5	740	0.0	0.5
大洋洲	1092	-0.7	0.8	1090	-0.2	0.7	1100	0.9	0.7
合 计	143352	8.4	100	149115	4.0	100	156717	5.1	100

表1-2是1997~1999年各主要生产国的合成树脂产量、增长率和构成比。由表1-2可见日本和中国台湾克服了1998年的负增长,分别提高到3.5%和7.8%。在所有国家和地区中中国是增长最快的国家,增长率达8.1%,其次是德国和中国台湾,增长率都达到7.8%。

表 1-2 各主要生产国的合成树脂产量、增长率及构成比

国 家	1997 年			1998 年			1999 年		
	产量/kt	增长率/%	构成比/%	产量/kt	增长率/%	构成比/%	产量/kt	增长率/%	构成比/%
美 国	42119	5.4	29.4	43347	2.9	29.1	46200	6.6	29.5
日 本	15390	3.8	10.7	14079	-8.5	9.4	14569	3.5	9.3
德 国	11858	9.2	8.3	12858	8.4	8.6	13860	7.8	8.8
韩 国	8198	12.9	5.3	8456	3.1	5.7	9083	7.4	5.8
中 国	6474		4.5	7028	8.6	4.7	7600	8.1	4.8
中国台湾	4658	1.7	3.2	4631	-0.6	3.1	4990	7.8	3.2
比利时	4400	2.3	3.1	4431	0.7	3.0	4400	-0.7	2.8
荷 兰	4000	-4.8	2.8	4100	2.5	2.7	4100	0.0	2.6
意大利	3740	4.3	2.6	3960	5.9	2.7	3975	0.4	2.5
其 他	36715	9.0	25.6	40225	9.6	27.0	41690	3.6	26.6
合 计	143352	8.4	100	149115	4.0	100	156717	5.1	100

表 1-3 是 1997~1998 年各主要生产国的各种合成树脂产量、增长率, 1998 年美国产量最大的树脂是 LDPE, 产量是 6717kt, 比 1997 年的 6615kt 增长 1.5%, 其次是 PVC, 1998 年 6580kt 比 1997 年增长了 3.0%, 脲-三聚氰胺经过 1997 年的 17.1% 的增长后, 1998 年回落到 8.8%, 增长最快的树脂当属聚氨酯。1998 年日本产量最大的数值是 PP 达到 2520kt。

表 1-3 主要生产国各种合成树脂产量(kt)和增长率(%)

	日 本			美 国			加 拿 大			德 国		
	1997 年	1998 年	增长率	1997 年	1998 年	增长率	1997 年	1998 年	增长率	1997 年	1998 年	增长率
PVC	2626	2457	-6.4	6930	6580	3.0	539	529	-1.8	1415	1310	-7.4
PS(GP、HI)	1318	1162	-11.8	2895	2830	-2.2	150	146	-2.6	1247	1242	-0.4
PS(可发性)	206	194	-5.8									
ABS、AS	678	619	-8.7	667	705	5.7	31	34	9.7			
LDPE	2053	1975	-3.8	6615	6717	1.5	1397	1415	1.3	1896	2068	9.1
HDPE	1313	1168	-11.0	5697	5864	2.9	793	868	9.5			
PP	2854	2520	-11.7	6044	6273	3.8	320	322	0.6	1106	1291	16.7
PET	679	642	-5.4	1933	2007	3.8						
丙烯酸系树脂	227	205	-9.7									
聚酰胺	236	224	-5.1	554	583	5.2	862	921	6.8			
脲-三聚氰胺	484	389	-19.6	1197	1303	8.8						
酚醛树脂	303	260	-14.2	1694	1788	5.5						
聚氨酯	297	272	-8.4	1826	2043	11.9				698	766	9.7
环氧树脂	222	204	-8.1	297	290	-2.4				1977		
其 他	1474	1403	-4.8	5575	5587	0.2	207	165	-20.3	2657	5260	112
合 计	15225	13909	-8.6	42119	43347	2.9	3508	3561	1.5	11858	12858	8.4

1995 年至 1999 年中国合成树脂的年平均增长率高达 16.19%, 尽管合成树脂的增长加快, 但仍不能满足塑料加工业的需要, 表 1-4 列出了国产原料树脂产量以及与塑料制品生产产量的比较。