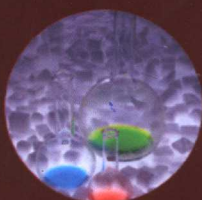
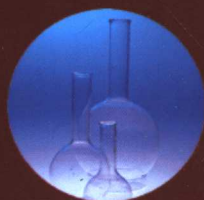




中国石油化工产品 生产工艺及加工应用

● 中国石油化工与销售分公司 主编



石油工业出版社



中国石油

中国石油化工产品 生产工艺及加工应用

中国石油化工与销售分公司 主编

石油工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国石油化工产品生产工艺及加工应用 / 中国石油化工与销售分公司主编 .
北京: 石油工业出版社, 2007.11
ISBN 978-7-5021-6297-9

I. 中…

II. 中…

III. ① 石油化工 - 化工产品 - 生产工艺

② 石油化工 - 化工产品 - 加工

IV. TE65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 158776 号

中国石油化工产品生产工艺及加工应用 中国石油化工与销售分公司 / 主编

出版发行: 石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址: www.petropub.com.cn

编辑部: (010) 64523608 发行部: (010) 64523603

经 销: 全国新华书店

印 刷: 石油工业出版社印刷厂

2007 年 11 月第 1 版 2007 年 11 月第 1 次印刷

889×1194 毫米 开本: 1/16 印张: 22.25

字数: 600 千字 印数: 1—6000 册

定价: 80.00 元

(如出现印装质量问题, 我社发行部负责调换)

版权所有, 翻印必究

《中国石油化工产品生产工艺及加工应用》

编 委 会

主 任： 沈殿成

副主任： 沈 钢 周世民 王德义 孙宗民 胡 杰

委 员（按姓氏笔画排列）：

马昌峰 王桂轮 刘晓舟 陈为民 单松辉 邹恩广

赵继忠 高启升 常仲乐 章龙江 温铁民

合成树脂编审组组长： 邹恩广

组 员： 闫成玉 剡 军 胡玉安 林震宙 陈 雷

王占国 王奇坤 孙艳德 付 义

合成纤维编审组组长： 高启升

组 员： 宋振宇 刘玉君 马向军 葛雅婕

合成橡胶编审组组长： 赵继忠

组 员： 邵卫国 许 鑫 张冠英

化肥编审组组长： 常仲乐

组 员： 蔡卫平 张澎艳 朱建立 王金宝 张明松

参加本书审定工作的还有（按姓氏笔画排列）：

王明成 王立静 李绍杰 何德江 杨秀家 杨学柏

邹晓博 张文辉 荔栓红 姜长胜 高 江 梁 涛

序

2000年，中国石油天然气集团公司党组和股份公司管理层为了适应新体制和新形势的要求，作出中国石油化工产品实行集中统一销售的重大决策，这是符合中国企业管理特点的新的管理体制，是国有企业建立现代企业制度的要求，是提高中国石油化工业务竞争能力和盈利能力的重要举措。

中国石油化工与销售分公司按照中国石油天然气股份公司建设具有国际竞争力跨国企业集团的战略目标和“做强做特化工、做大做好销售”的具体要求，在激烈的市场竞争中，开拓进取，拼搏奉献，实行集约化经营、专业化管理、一体化物流，加强队伍建设，由小到大，由弱到强，建立了覆盖全国的营销网络，加速了中国石油化工产品统销事业的发展，形成了和谐的一体化营销体系。

随着统销体制改革逐步深化，化工与销售分公司在充分利用中国石油之外的国内、国外化工产品资源和国内、国外两个市场，使中国石油化工业务朝着由生产商向供应商、由单纯国内经营向国际化经营转变的方向迈进的同时，为应对竞争日趋激烈的化工市场，按照股份公司人才总体战略，结合化工销售业务自身发展的实际，制定中国石油化工销售企业“363”人才建设工程。为加快“363”人才培养工程的步伐，提高化工生产、化工销售企业员工的业务素质，化工与销售分公司分别从化工生产和销售企业抽调相关行业的技术专家编写了《中国石油化工产品生产工艺及加工应用》，这是中国石油第一次出版系统介绍中国石油化工产品生产和加工与应用的图书，必将对化工业务人才培养起到十分重要的作用。本书系统地介绍了中国石油合成树脂、合成纤维、合成橡胶和化肥四大类产品的生产工艺、产品性能及产品下游的加工与应用知识，不仅能使不同工作岗位的员工了解产品研发、生产、销售、加工与应用整个产品链知识，更好地发挥中国石油化工业务产销研一体化的优势，同时也会对使用中国石油化工产品的客户起到一个很好的指导作用。

希望中国石油化工业务系统的员工能够认真学习，利用好这本书，不断提高素质，增强本领，开创化工业务的新局面，为股份公司的改革和发展贡献自己的一份力量。



2007年10月

前 言

中国石油化工与销售分公司是中国石油天然气股份有限公司（以下简称股份公司）四个专业公司之一，负责石油化工的生产经营、技术开发和产品销售等业务，是目前中国第二大石油化工产品生产者和供应商，归口管理 9 家地区石化公司，6 家化工销售公司，销售网点 62 个。

自 2000 年组建以来，化工与销售分公司认真贯彻股份公司管理层的总体部署和要求，做强做特化工，做大做好销售，发挥产销研一体化的优势，强化集约经营，深挖内在潜力，严格内部管理，积极应对市场，由小到大，由弱到强，依托化工生产基地，已经建成了覆盖国内主要化工产品区域的市场营销网络，开创了化工业务的新局面。截止 2006 年底，化工与销售分公司共有各类生产装置 206 套，辅助生产装置 86 套，生产合成树脂、合成纤维、合成橡胶、化肥、有机化工、无机化工和催化剂等 100 余种石油化工产品，年产商品量达 1258 万吨，年销售化工产品约 1356 万吨。

石油化工产品生产技术日新月异，化工产品销售竞争日益激烈，为使员工熟悉和掌握中国石油化工产品的生产装置、产品性能及产品加工与应用的基本情况，充分发挥中国石油化工业务产销研一体化的优势，化工与销售分公司组织地区公司有关专业的专家和化工销售公司的业务骨干对中国石油现有化工产品进行了全面的调查，并在此基础上编写了这本《中国石油化工产品生产工艺及加工应用》（包括合成树脂、合成纤维、合成橡胶、化肥四个部分）。我们相信，本书将帮助广大员工更加详细地了解中国石油化工业务的基本情况，不仅对今后的工作起到一定的指导作用，而且在提高生产和销售岗位员工的业务素质和工作水平等方面提供有益的帮助，成为一本必备的工具书。同时，本书也可以使广大客户更加详细地了解中国石油化工产品的基本情况，以便更好地来使用我们的产品。

由于编写仓促，错误在所难免，恳请广大读者提出宝贵意见。我们将根据石油化工技术和中国石油化工业务的发展情况，不断进行修正。

本书在编写过程中得到了中国石油化工与销售分公司归口管理的 9 家地区公司和 6 家销售企业的大力支持，在此表示感谢！

编 者
2007 年 8 月

目 录

第一篇 通用合成树脂生产工艺及加工应用

第一章 绪论	3
第一节 通用合成树脂的发展历史	3
第二节 通用合成树脂的特点及用途	3
一、聚乙烯 (PE)	3
二、聚丙烯 (PP)	5
三、苯乙烯系树脂	5
第三节 我国通用合成树脂产需现状	7
一、聚乙烯	7
二、聚丙烯	9
三、苯乙烯系树脂	10
第四节 世界通用合成树脂技术进展	12
一、LDPE 技术进展	12
二、HDPE/LLDPE 技术进展	13
三、PP 技术进展	15
四、苯乙烯系树脂产品的发展	17
第二章 中国石油聚乙烯生产技术与产品	18
第一节 概述	18
一、世界聚乙烯产需现状	18
二、世界聚乙烯主要生产工艺	19
第二节 中国石油聚乙烯生产工艺	20
一、LDPE 生产工艺	21
二、HDPE 生产工艺	23
三、LLDPE 生产工艺	26
第三节 中国石油聚乙烯产品介绍	29
一、LDPE 产品	29
二、HDPE 产品	29
三、LLDPE 产品	29
第三章 中国石油聚丙烯生产技术与产品	48
第一节 概述	48
一、世界聚丙烯产需现状	48
二、世界聚丙烯主要生产工艺	49
第二节 中国石油聚丙烯生产工艺	49
一、Spheripol 工艺	50

二、Hypol 工艺	52
三、Spheripol-II 环管工艺	53
四、国内设计的液相本体单环管工艺	54
五、AMOCO 淤浆法工艺	55
第三节 中国石油聚丙烯产品介绍	55
第四章 中国石油苯乙烯系树脂生产技术及产品	78
第一节 世界苯乙烯系树脂产需现状	78
第二节 中国石油苯乙烯系树脂生产工艺	79
一、PS 生产工艺	79
二、ABS 生产工艺	81
第三节 中国石油苯乙烯系树脂产品介绍	83
一、PS 产品	83
二、ABS 产品	83
第五章 通用合成树脂制品成型工艺	87
第一节 通用合成树脂性能与加工	88
一、基础性能与加工	88
二、流变性能与加工	90
第二节 薄膜成型工艺	91
一、工艺介绍	91
二、薄膜加工中常见的不正常现象、原因和解决办法	96
第三节 管材成型工艺	98
一、工艺介绍	99
二、管材加工中常见的不良现象及解决措施	101
第四节 中空制品成型工艺	101
一、工艺介绍	102
二、中空成型加工中常见的不良现象及解决措施	105
第五节 丝、网、带成型工艺	107
一、挤出法单丝生产工艺	107
二、扁丝生产方法	108
三、吹塑—拉伸法捆扎绳生产工艺	108
四、挤出拉伸法打包带生产工艺	108
五、挤出法塑料网生产工艺	110
第六节 板、片、棒材成型工艺	110
一、挤出板及片材	110
二、热拉伸板生产工艺	112
三、层压板生产工艺	112
四、固体挤出棒材工艺	113
第七节 泡沫塑料成型工艺	113
一、化学交联法发泡工艺	113
二、丁烷高发泡工艺	113

第八节 注塑成型工艺	114
一、工艺介绍	114
二、注塑成型加工中常见不良现象及解决措施	114
第九节 塑料喷涂工艺	120
附录 1 树脂牌号命名方法	122
一、LDPE 树脂命名举例	122
二、LLDPE 树脂命名举例	123
三、Basell 公司 PP 树脂命名	124
附录 2 树脂性能测试标准	125
参考文献	126

第二篇 合成纤维生产工艺及加工应用

第一章 纺织纤维概述	129
第一节 纺织纤维发展简史	129
一、再生纤维的发展	129
二、合成纤维的发展	129
三、我国化学纤维的发展及今后发展趋势	130
第二节 纺织纤维基本知识	130
一、纺织纤维分类	131
二、纺织纤维的基本特性指标	133
三、纺织纤维的鉴别	134
第二章 涤纶产品	136
第一节 概述	136
一、涤纶的发展历史	136
二、涤纶的发展前景	137
三、中国石油涤纶生产技术简介	138
四、涤纶产品新技术、新产品	139
第二节 生产工艺	139
一、聚酯的反应原理	139
二、辽阳石化聚酯装置工艺流程	140
三、乌鲁木齐石化聚酯装置工艺流程	146
四、辽阳石化涤纶长丝装置工艺流程	149
五、辽阳石化涤纶短丝装置工艺流程	152
六、乌鲁木齐石化涤纶短丝装置工艺流程	157
第三节 涤纶产品性能指标	159
一、涤纶产品的主要质量指标及含义	159
二、中国石油主要涤纶产品的质量指标	161
第四节 涤纶产品的应用	173
一、纤维级聚酯切片的应用	173

二、瓶级聚酯切片的应用·····	174
三、涤纶短纤维的应用·····	176
四、涤纶 FDY 的应用·····	177
五、聚酯的其他用途·····	179
第三章 腈纶产品 ·····	181
第一节 概述·····	181
一、腈纶概述·····	181
二、腈纶行业发展历史及现状·····	181
三、腈纶发展趋势·····	183
四、国内外腈纶新产品、新技术·····	184
五、我国腈纶生产工艺的发展·····	185
六、中国石油聚丙烯腈装置概况·····	185
第二节 腈纶生产工艺·····	185
一、腈纶生产工艺路线及特点·····	185
二、兰州石化化学纤维厂腈纶生产工艺·····	190
三、大庆石化腈纶生产工艺·····	196
四、大庆石化公司腈纶毛条生产工艺·····	202
第三节 腈纶产品性能指标·····	203
一、纤维主要品质指标及表示方法·····	203
二、中国石油部分腈纶装置纤维主要性能指标·····	210
第四节 腈纶纤维的加工及应用·····	220
一、腈纶纤维的性能及用途·····	220
二、腈纶纤维后加工应用常识·····	225
三、产品分类、出厂检验、标识、包装、运输和储存·····	227
四、售后服务·····	228
第四章 丙纶产品 ·····	230
第一节 概述·····	230
一、丙纶的发展及应用·····	230
二、世界丙纶市场前景·····	231
第二节 大连石化丙纶生产装置介绍·····	232
一、概述·····	232
二、工艺流程简述·····	232
三、产品质量要求·····	233
四、工艺流程图·····	234
五、主要消耗指标·····	234
参考文献 ·····	235

第三篇 合成橡胶生产工艺及加工应用

第一章 合成橡胶 ·····	239
-----------------------	-----

第一节 世界合成橡胶产量及消费	239
一、生产能力	239
二、产量和消费	239
第二节 中国合成橡胶产量及消费	241
第三节 合成橡胶技术进展	243
一、研发进展	243
二、工艺进展	244
三、主要发展趋势	244
第二章 丁苯橡胶	246
第一节 丁苯橡胶生产技术现状及消费量	246
一、丁苯橡胶技术起源及类别	246
二、我国丁苯橡胶生产现状	246
三、国内外丁苯橡胶生产与消费量发展趋势	247
第二节 丁苯橡胶生产装置、工序简介与产品种类	249
一、兰州石化丁苯橡胶装置简介	249
二、吉林石化丁苯橡胶装置简介	252
第三节 丁苯橡胶产品牌号与产品性能	254
一、丁苯橡胶主要产品牌号及用途	254
二、丁苯橡胶产品的一般化学性能	254
第四节 丁苯橡胶的加工与应用	255
一、丁苯橡胶加工及应用	255
二、丁苯橡胶应用中可能出现的问题	255
三、影响丁苯橡胶加工及应用的主要参数	255
第五节 丁苯橡胶的科研开发及技术进展	255
一、丁苯橡胶的科研开发	255
二、丁苯橡胶的生产技术进展	259
第三章 丁腈橡胶	263
第一节 丁腈橡胶生产技术现状及消费量	263
一、丁腈橡胶技术起源及类别	263
二、我国丁腈橡胶的生产技术现状及消费量	264
三、国内外丁腈橡胶生产与消费发展趋势	265
第二节 中国石油丁腈橡胶生产装置简介	267
一、兰州石化丁腈硬胶生产装置简介	267
二、兰州石化年产 1.5 万吨丁腈软胶装置简介	268
三、吉林石化丁腈软胶装置简介	273
第三节 丁腈橡胶产品牌号与产品性能	275
第四节 丁腈橡胶的加工与应用	278
一、丁腈橡胶的应用	278
二、丁腈橡胶应用中可能出现的问题	278
三、影响丁腈橡胶加工与应用的主要参数	278

第五节 丁腈橡胶的科研开发及技术进展·····	278
第四章 聚丁二烯橡胶 ·····	279
第一节 聚丁二烯橡胶生产技术现状及消费量·····	279
一、聚丁二烯橡胶的技术起源及类别·····	279
二、国内外聚丁二烯橡胶生产技术现状及消费量·····	279
三、聚丁二烯橡胶的发展趋势·····	284
第二节 聚丁二烯橡胶生产装置简介·····	285
第三节 聚丁二烯橡胶产品牌号与产品性能·····	286
第四节 聚丁二烯橡胶的加工与应用·····	287
一、配合·····	287
二、加工·····	287
三、应用·····	288
第五节 聚丁二烯橡胶的科研开发及技术进展·····	289
一、催化剂的开发·····	289
二、聚合反应工艺·····	290
三、凝聚及后处理工艺·····	291
四、新型防老剂的使用·····	292

第四篇 化肥产品生产工艺与产品知识

第一章 绪论 ·····	295
第一节 化肥的发展历史·····	295
第二节 化肥工业的现状·····	297
第三节 化肥工业的未来发展趋势·····	298
第二章 化肥生产工艺 ·····	300
第一节 中国石油主要化肥装置生产工艺·····	300
一、工艺类型简介·····	300
二、合成氨装置生产工艺·····	300
三、尿素装置生产工艺·····	302
第二节 国内外先进、前沿的生产技术·····	303
一、合成氨·····	303
二、尿素·····	305
第三章 化肥产品的性能 ·····	307
第一节 氨·····	307
一、氨的物理性质·····	307
二、氨的化学性质·····	307
三、液体无水氨的性能·····	307
四、液体无水氨的质量指标·····	308
第二节 尿素·····	308
一、尿素的一般性质·····	308

二、尿素的吸湿性·····	308
三、尿素的化学性质·····	308
四、尿素的性能及用途·····	308
五、尿素的质量标准·····	309
第四章 化肥产品的应用 ·····	310
第一节 氨和硝酸铵的用途·····	310
一、氨·····	310
二、硝酸铵·····	310
第二节 尿素的用途·····	311
一、用作肥料·····	311
二、用作饲料·····	312
三、用作工业原料·····	312
第三节 尿素的后续加工·····	312
一、复合肥·····	313
二、缓效尿素和专用尿素·····	315
三、三聚氰胺·····	316
四、新产品开发·····	317
第四节 化肥的产品技术服务·····	320
一、包装、运输及贮存·····	320
二、识别·····	322
三、购买·····	322
四、营销·····	323
第五章 化肥的施用 ·····	324
第一节 我国主要土区的养分状况和化肥肥效·····	324
一、不同地区土壤的氮、磷、钾营养成分的含量·····	324
二、不同地区土壤的微量元素含量·····	325
三、化肥的肥效·····	326
第二节 化肥的合理施用·····	328
一、施肥的基本原则·····	328
二、化肥与有机肥料的关系·····	329
第三节 氮肥的合理施用·····	330
一、氮肥的去向·····	330
二、氮肥损失的途径·····	330
三、氮肥的利用率·····	330
四、氮肥的施用方案·····	331
第四节 尿素的合理施用·····	334
一、合理施用尿素，提高利用率·····	334
二、大颗粒尿素的优点和施用·····	336
第五节 复合肥的合理施用·····	336
第六节 测土配方施肥·····	337

一、实施测土配方施肥的原因·····	337
二、内容·····	338
三、9项技术环节·····	338
四、警惕误区·····	339
第七节 化肥施用禁忌和误区·····	340
一、化肥施用十忌·····	340
二、化肥施用误区·····	340
三、尿素施肥注意事项·····	342
参考文献·····	342

第 一 篇

通用合成树脂 生产工艺及加工应用

第一章 绪 论

第一节 通用合成树脂的发展历史

通用合成树脂一般指聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、ABS 五大类,本书重点介绍聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯和 ABS 等通用合成树脂。

20 世纪 30 年代初期,英国 ICI 公司首次发明了高压法生产聚乙烯技术,30 年代末期,高压聚乙烯投入工业生产;到 40 年代,高压聚乙烯则以更大的规模迅速发展。

50 年代,由于齐格勒和纳塔等人开发了配位络合催化剂,因而出现了低压聚乙烯、等规聚丙烯,这在合成树脂的发展过程中开辟了新的领域。

60 ~ 70 年代,合成树脂工业出现了三个方面的大发展:第一个大发展是装置生产能力的大型化,采用高效催化剂,改革老工艺,发展新工艺;第二个大发展是利用共聚与共混改性增加新品种,不断提高塑料性能;第三个大发展是采用增强材料,以提高塑料的机械强度,增加其耐热性能。

80 年代以来,聚烯烃新技术不断得到开发和应用。超临界聚合工艺、超冷凝聚合工艺、高温聚丙烯工艺得到开发推广;茂金属催化剂(已经发展到第三代)、第五代聚丙烯催化剂获得应用;第二代线性低密度聚乙烯生产技术、双峰聚烯烃生产技术、聚丙烯合金生产技术、透明聚烯烃生产技术、纳米改性技术等达到工业化水平并迅速发展。

随着科学技术,特别是军事工业与尖端技术的发展,促使合成树脂加工技术有了更快的进步,从而使成型加工成为一个独立的新兴工业。单纯合成树脂组成的均质材料,由不同树脂以不同方式加工成的非均质材料,如层压材料、增强材料、多孔材料及其他复合材料的发展,促使塑料加工工业进入了一个高速发展时期。

我国合成树脂与塑料工业,在 20 世纪 60 年代也着手进行过一些研究和试制工作,如高压法聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、ABS 树脂等等。从 70 年代初开始,从国外引进了一些成套设备,如高压法聚乙烯、低压法聚乙烯,气相法聚乙烯、聚丙烯等,这些生产装置陆续投入生产,从而使我国的合成树脂开始了大规模工业化生产。80 年代以后,在大庆、齐鲁、扬子、燕山相继引进 4 套 30 万吨乙烯,以此为主体,目前已经在中国形成北京燕山、上海、西北、东北、山东齐鲁、福建、广东、江浙等大石化基地。到 2005 年,通用合成树脂的总产量超过 1300 万吨。

随着我国合成树脂产量的扩大、品种的增多、应用的扩展,促进了塑料加工工业的发展,我国在原料、机械设备、加工工艺等方面已经逐步建立了一个自行的体系,逐渐接近国际先进水平。

第二节 通用合成树脂的特点及用途

一、聚乙烯(PE)

聚乙烯是以乙烯为原料聚合而成,是最通用的热塑性塑料之一。聚乙烯的成型加工方法很多,注塑、挤塑、吹塑等一般热塑性塑料成型方法均可采用,还可以进行喷涂、焊接、机加工等。

聚乙烯是非极性结构,因此吸湿性很小,但由于它是非导体,所以颗粒在贮存运输过程中,特别是在干燥的大气中易产生静电,吸附空气中的水分而造成水分含量过大,因此,在成型前应进行