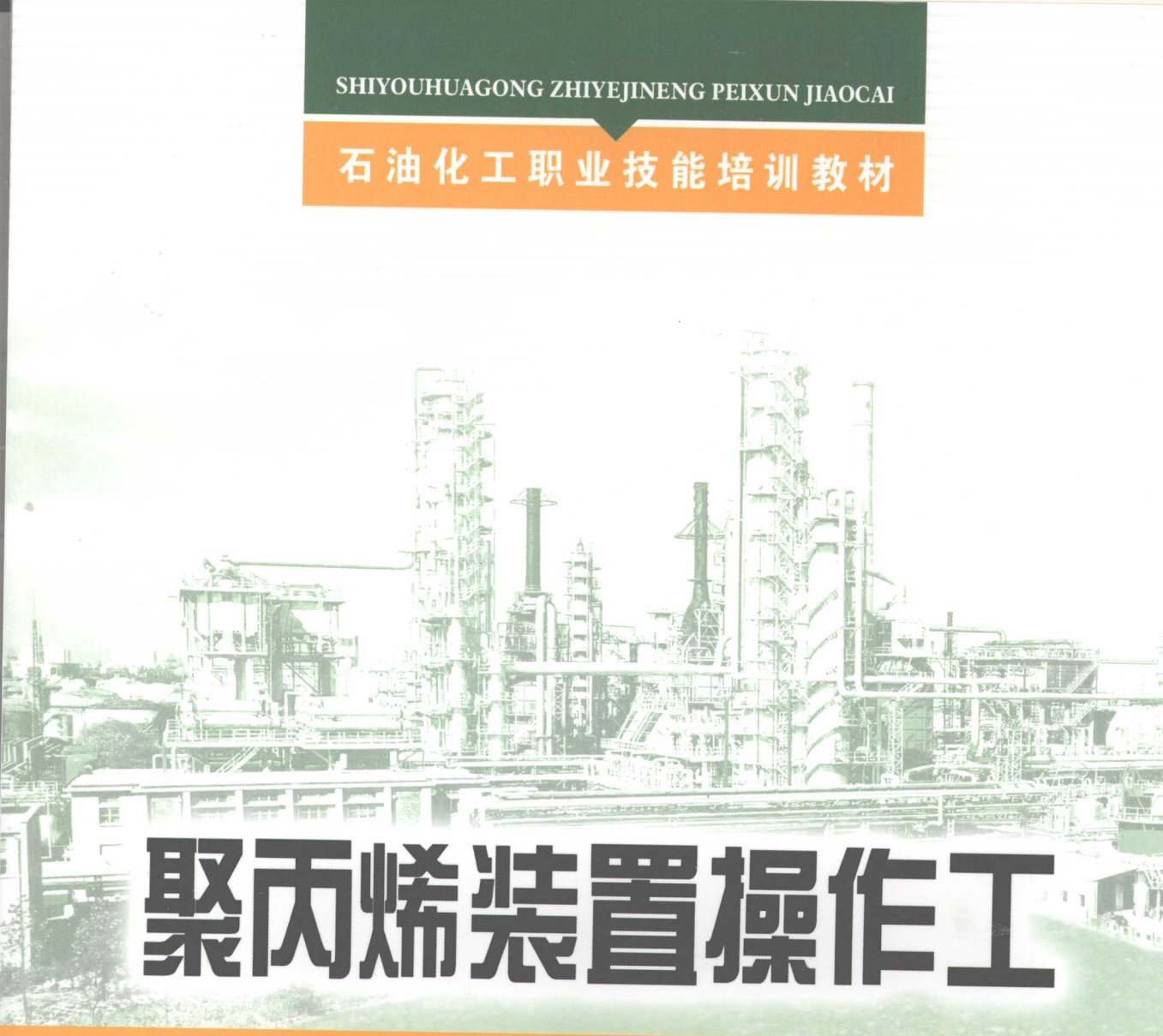


SHIYOUHUAGONG ZHIYEJINENG PEIXUN JIAOCAI

石油化工职业技能培训教材



聚丙烯装置操作工

中国石油化工集团公司人事部 编
中国石油天然气集团公司人事服务中心

中国石化出版社

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

内 容 提 要

《聚丙烯装置操作工》为《石油化工职业技能培训教材》系列之一,涵盖石油化工生产人员《国家职业标准》中,对该工种初级工、中级工、高级工、技师、高级技师五个级别的专业理论知识和操作技能的要求。主要内容包括:基础知识;聚丙烯生产过程中主要设备的结构特点、操作及其维护;聚丙烯生产过程中使用的主要化工三剂及其作用、机理;国内聚丙烯生产中的三大主流工艺技术特点及其操作、重要事故处理;聚丙烯生产中的三大主流挤压造粒机的操作、重要事故处理;聚丙烯生产过程中的有关安全、环保和节能的知识内容等。

本书是聚丙烯装置操作人员进行职业技能培训的必备教材,也是专业技术人员必备的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

聚丙烯装置操作工/中国石油化工集团公司人事部,
中国石油天然气集团公司人事服务中心编.
—北京:中国石化出版社,2008
石油化工职业技能培训教材
ISBN 978-7-80229-569-8

I. 聚… II. ①中…②中… III. 聚丙烯-化工设备-
操作-技术培训-教材 IV. TQ325.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 049379 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

金圣才文化发展(北京)有限公司排版

北京宏伟双华印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 20.75 印张 510 千字

2008 年 5 月第 1 版 2008 年 5 月第 1 次印刷

定价:42.00 元

《石油化工职业技能培训教材》

开发工作领导小组

组 长：周 原

副组长：王天普

成 员：(按姓氏笔画顺序)

于洪涛	王子康	王玉霖	王妙云	王者顺	王 彪
付 建	向守源	孙伟君	何敏君	余小余	冷胜军
吴 耘	张 凯	张继田	李 刚	杨继钢	邹建华
陆伟群	周赢冠	苟连杰	赵日峰	唐成建	钱衡格
蒋 凡					

编审专家组

(按姓氏笔画顺序)

王 强	史瑞生	孙宝慈	李兆斌	李志英	岑奇顺
杨 徐	郑世桂	姜殿虹	唐 杰	黎宗坚	

编审委员会

主 任：王者顺

副主任：向守源 周志明

成 员：(按姓氏笔画顺序)

王力健	王凤维	叶方军	任 伟	刘文玉	刘忠华
刘保书	刘瑞善	朱长根	朱家成	江毅平	许 坚
余立辉	吴 云	张云燕	张月娥	张全胜	肖铁岩
陆正伟	罗锡庆	倪春志	贾铁成	高 原	崔 昶
曹宗祥	职丽枫	黄义贤	彭干明	谢 东	谢学民
韩 伟	雷建忠	谭忠阁	潘 慧	穆晓秋	

前言

为了进一步加强石油化工行业技能人才队伍建设,满足职业技能培训和鉴定的需要,中国石油化工集团公司人事部、中国石油天然气集团公司人事服务中心联合组织编写了《石油化工职业技能培训教材》。本套教材的编写依照劳动和社会保障部制定的石油化工生产人员《国家职业标准》及中国石油化工集团公司人事部编制的《石油化工职业技能培训考核大纲》,坚持以职业活动为导向,以职业技能为核心,以“实用、管用、够用”为编写原则,结合石油化工行业生产实际,以适应技术进步、技术创新、新工艺、新设备、新材料、新方法等要求,突出实用性、先进性、通用性,力求为石油化工行业生产人员职业技能培训提供一套高质量的教材。

根据国家职业分类和石油化工行业各工种的特点,本套教材采用共性知识集中编写,各工种特有知识单独分册编写的模式。全套教材共分为三个层次,涵盖石油化工生产人员《国家职业标准》各职业(工种)对初级、中级、高级、技师和高级技师各级别的要求。

第一层次《石油化工通用知识》为石油化工行业通用基础知识,涵盖石油化工生产人员《国家职业标准》对各职业(工种)共性知识的要求。主要包括:职业道德,相关法律法规知识,安全生产与环境保护,生产管理,质量管理,生产记录、公文和技术文件,制图与识图,计算机基础,职业培训与职业技能鉴定等方面的基本知识。

第二层次为专业基础知识,分为《炼油基础知识》和《化工化纤基础知识》两册。其中《炼油基础知识》涵盖燃料油生产工、润滑油(脂)生产工等职业(工种)的专业基础及相关知识,《化工化纤基础知识》涵盖脂肪烃生产工、烃类衍生物生产工等职业(工种)的专业基础及相关知识。

第三层次为各工种专业理论知识和操作技能,涵盖石油化工生产人员《国家职业标准》对各工种操作技能和相关知识的要求,包括工艺原理、工艺操作、设备使用与维护、事故判断与处理等内容。

《聚丙烯装置操作工》为第三层次教材,在编写时根据国内聚丙烯工业生产

的特点,对国内聚丙烯生产中的三大主流工艺 Spheripol、Innovene 和 Hypol 工艺技术特点及其工艺操作分别进行了介绍。在编写顺序上遵循先基础理论知识后技能操作的编写特点,并坚持以理论知识为基础,以技能知识为核心的原则,其目的是为从事聚丙烯生产的操作人员提供一些基础知识,为全面系统学习聚丙烯生产的操作技术,为从事聚丙烯生产的操作人员提供很好的帮助。

《聚丙烯装置操作工》教材由齐鲁石化负责组织编写,主编薛南锦(齐鲁石化),参加编写的人员有杨雪峰(燕山石化)、纪苏(扬子石化)、陶义(抚顺石化);本教材已经中国石油化工集团公司人事部、中国石油天然气集团公司人事服务中心组织的职业技能培训教材审定委员会审定通过,主审:王强、袁秀芳,参加审定的人员有蔡志强、杨徐、夏华、李卫华、王立群、于涛、程敬博、于海江、邢辉、褚卫彬、任翠霞,审定工作得到了燕山石化、扬子石化、济南炼油厂及大庆石化的大力支持;中国石化出版社对教材的编写和出版工作给予了通力协作和配合,在此一并表示感谢。

由于石油化工职业技能培训教材涵盖的职业(工种)较多,同工种不同企业的生产装置之间也存在着差别,编写难度较大,加之编写时间紧迫,不足之处在所难免,敬请各使用单位及个人对教材提出宝贵意见和建议,以便教材修订时补充更正。

目 录

第1章 基础知识

1.1 概述	(1)
1.1.1 聚丙烯发展史	(1)
1.1.2 国内聚丙烯生产与发展	(2)
1.1.3 聚丙烯的合成	(4)
1.1.4 聚丙烯的应用	(12)
1.1.5 聚丙烯生产技术的发展及趋势	(16)
1.2 主要原材料的物性、规格、质量指标	(18)
1.2.1 丙烯	(18)
1.2.2 乙烯	(19)
1.2.3 丁烯	(19)
1.2.4 氢气	(20)
1.3 聚丙烯的结构与性能	(20)
1.3.1 等规聚丙烯	(22)
1.3.2 间规聚丙烯	(24)
1.3.3 无规聚丙烯	(25)
1.3.4 共聚聚丙烯	(25)
1.4 聚丙烯生产工艺技术及生产过程控制	(27)
1.4.1 聚丙烯生产工艺技术	(27)
1.4.2 聚丙烯生产工艺控制	(36)
1.4.3 产品质量控制	(42)
1.4.4 安全控制系统	(44)
1.5 简单计算	(45)
1.5.1 反应器产量(率) Y 的计算	(45)
1.5.2 催化剂 Al/Ti 比的计算	(47)
1.5.3 催化剂的收率 R 的计算	(48)
1.5.4 H_2 加料量 F_{H_2} 的计算	(49)
1.5.5 Ti 固体催化剂油膏的配比计算	(49)
1.5.6 参数 $RATIO$ 比值估算	(50)
1.5.7 有关浆液浓度(密度)的计算	(51)
1.5.8 熔体流动速率估算	(51)

第2章 工艺流程与技术特点

2.1 环管式气液本体法(Spheripol 工艺)	(52)
2.1.1 工艺特点	(52)
2.1.2 工艺原理	(52)
2.1.3 Spheripol 工艺流程	(54)
2.2 釜式气液本体法(Hypol 工艺)	(63)
2.2.1 工艺特点	(63)
2.2.2 工艺原理	(64)
2.2.3 Hypol 工艺流程	(64)
2.3 气相法(Innovene 工艺)	(68)
2.3.1 工艺特点	(68)
2.3.2 工艺原理	(69)
2.3.3 气相法工艺流程	(70)

第3章 主要设备及使用维护

3.1 反应器	(78)
3.1.1 环管式本体-气相法工艺反应器	(78)
3.1.2 釜式气液本体法反应器	(82)
3.1.3 气相法反应器	(85)
3.2 气相反应器循环气压缩机	(88)
3.2.1 气相反应器循环气压缩机组的结构特点	(88)
3.2.2 气相反应器循环气压缩机组的操作与维护	(90)
3.3 丙烯进料泵	(93)
3.3.1 丙烯进料泵的结构特点	(93)
3.3.2 丙烯进料泵的操作与维护	(98)
3.4 丙烯压缩机	(99)
3.4.1 回收丙烯循环气压缩机组的结构特点	(99)
3.4.2 回收丙烯循环气体压缩机组的操作与维护	(102)
3.5 挤压造粒机	(105)
3.5.1 挤压造粒机的主要结构及作用原理	(105)
3.5.2 挤压造粒机的操作与维护	(106)

第4章 三 剂

4.1 催化剂	(109)
4.1.1 Ti-催化剂	(109)
4.1.2 助催化剂	(110)
4.2 助剂	(111)
4.2.1 抗氧化剂	(113)
4.2.2 光稳定剂	(114)

4.2.3 卤素吸收剂	(115)
4.2.4 成核剂	(115)
4.2.5 爽滑剂	(116)
4.3 溶剂	(116)

第5章 环管式气液本体法工艺操作

5.1 原料精制系统	(117)
5.1.1 原料精制系统开车	(117)
5.1.2 原料精制系统停车	(119)
5.1.3 主要设备及作用	(119)
5.1.4 原料精制系统工艺参数控制	(120)
5.1.5 事故分析与处理	(120)
5.1.6 联锁/报警	(120)
5.2 催化剂配制、计量、输送系统	(121)
5.2.1 催化剂配制、计量、输送系统开车	(121)
5.2.2 催化剂配制、计量、输送系统停车	(126)
5.2.3 主要设备的作用及操作	(127)
5.2.4 催化剂配制、计量、输送系统工艺参数控制	(128)
5.2.5 事故分析与处理	(128)
5.2.6 联锁/报警	(129)
5.3 预聚合及液相本体反应系统	(129)
5.3.1 预聚合及液相本体反应系统开车	(129)
5.3.2 预聚合及液相本体反应系统停车	(134)
5.3.3 主要设备及作用	(137)
5.3.4 预聚合及液相本体反应系统工艺参数控制	(138)
5.3.5 事故分析与处理	(139)
5.3.6 联锁/报警	(141)
5.4 聚合物闪蒸及丙烯回收系统	(141)
5.4.1 聚合物闪蒸及丙烯回收系统开车	(141)
5.4.2 聚合物闪蒸及丙烯回收系统停车	(146)
5.4.3 主要设备的作用及操作	(148)
5.4.4 聚合物闪蒸及丙烯回收系统工艺参数控制	(149)
5.4.5 事故分析与处理	(150)
5.4.6 联锁/报警	(151)
5.5 抗冲共聚系统	(152)
5.5.1 抗冲共聚系统开车	(152)
5.5.2 抗冲共聚系统停车	(157)
5.5.3 主要设备的作用及操作	(161)
5.5.4 联锁/报警	(162)
5.5.5 抗冲共聚系统工艺参数控制	(162)

5.5.6	事故分析与处理	(163)
5.6	聚合物汽蒸、干燥系统	(164)
5.6.1	聚合物汽蒸、干燥系统开车	(164)
5.6.2	聚合物汽蒸、干燥系统停车	(165)
5.6.3	主要设备的作用及操作	(166)
5.6.4	聚合物汽蒸、干燥系统工艺参数控制	(167)
5.6.5	事故分析与处理	(168)
5.6.6	联锁/报警	(169)
5.7	公用工程系统	(169)
5.7.1	公用工程系统开车	(169)
5.7.2	公用工程系统停车	(172)
5.7.3	主要设备的作用及操作	(173)
5.7.4	公用工程系统工艺参数控制	(174)
5.7.5	事故分析与处理	(174)
5.7.6	联锁/报警	(175)
5.8	产品过渡	(175)
5.8.1	从均聚到均聚	(175)
5.8.2	从均聚到无规共聚	(176)
5.8.3	从无规共聚到均聚	(176)
5.8.4	从均聚到抗冲共聚	(177)
5.8.5	从无规共聚到抗冲共聚	(177)
5.8.6	从抗冲共聚到均聚	(177)

第6章 釜式气液本体法工艺操作

6.1	丙烯精制系统	(178)
6.1.1	概述	(178)
6.1.2	精制	(178)
6.1.3	脱砷剂的活化	(178)
6.1.4	脱砷剂装卸注意事项	(178)
6.1.5	工艺联锁/报警	(179)
6.1.6	主要设备的作用及操作	(179)
6.2	催化剂配制、计量、输送系统	(179)
6.2.1	催化剂配制、计量、输送	(179)
6.2.2	工艺参数控制	(180)
6.2.3	催化剂的配制、计量、输送系统的停车	(180)
6.2.4	联锁/报警	(180)
6.2.5	主要设备及作用	(182)
6.2.6	事故分析与处理	(182)
6.3	聚合系统	(183)
6.3.1	聚合系统开车	(183)

6.3.2	聚合系统停车	(188)
6.3.3	主要设备的作用及操作	(192)
6.3.4	聚合系统工艺参数控制	(192)
6.3.5	主要故障分析与处理	(195)
6.3.6	工艺联锁/报警	(196)
6.4	干燥系统	(197)
6.4.1	干燥系统开车	(197)
6.4.2	干燥系统停车	(198)
6.4.3	主要设备的作用及操作	(198)
6.4.4	干燥系统工艺参数控制	(199)
6.4.5	主要故障分析与处理	(199)
6.4.6	工艺联锁/报警	(200)
6.5	产品过渡	(200)
6.5.1	过渡模型	(200)
6.5.2	过渡产品的处理	(201)
6.5.3	过渡程序	(201)

第7章 气相法工艺操作

7.1	丙烯精制系统	(202)
7.1.1	丙烯精制系统开车	(202)
7.1.2	丙烯精制系统停车	(205)
7.1.3	丙烯精制系统主要设备及作用	(207)
7.1.4	丙烯精制系统工艺控制及操作	(207)
7.1.5	事故分析与处理	(208)
7.1.6	联锁/报警	(208)
7.2	催化剂进料系统	(208)
7.2.1	催化剂进料系统开车	(208)
7.2.2	催化剂进料系统停车	(215)
7.2.3	主要设备及作用	(217)
7.2.4	催化剂进料系统工艺参数控制	(217)
7.2.5	事故分析与处理	(218)
7.2.6	联锁/报警	(218)
7.3	第一反应器系统	(219)
7.3.1	第一反应器系统开车	(219)
7.3.2	第一反应器系统停车	(224)
7.3.3	第一反应器系统主要设备及作用	(230)
7.3.4	第一反应器系统工艺参数控制	(230)
7.3.5	事故分析与处理	(233)
7.3.6	联锁/报警	(234)

7.4 气锁器系统	(235)
7.4.1 气锁器系统开车	(235)
7.4.2 气锁器系统停车	(239)
7.4.3 气锁器系统的主要设备及作用	(242)
7.4.4 气锁器系统的工艺操作和控制	(242)
7.4.5 事故分析与处理	(243)
7.4.6 联锁/报警	(244)
7.5 第二反应器系统	(244)
7.5.1 第二反应器系统开车	(244)
7.5.2 第二反应器系统停车	(247)
7.5.3 第二反应器系统主要设备及作用	(247)
7.5.4 第二反应器系统工艺控制和必要操作	(247)
7.5.5 事故分析与处理	(248)
7.5.6 联锁/报警	(248)
7.6 粉料脱活和干燥系统	(249)
7.6.1 粉料脱活和干燥系统开车	(249)
7.6.2 粉料脱活和干燥系统停车	(251)
7.6.3 粉料脱活系统主要设备及作用	(251)
7.6.4 粉料脱活和干燥系统工艺控制和操作	(251)
7.6.5 事故分析与处理	(253)
7.6.6 联锁/报警	(253)
7.7 膜回收系统	(254)
7.8 公用工程系统	(254)
7.8.1 公用工程系统开车	(254)
7.8.2 公用工程系统停车	(256)
7.8.3 公用工程的主要控制	(256)
7.8.4 事故分析与处理	(257)
7.8.5 联锁/报警	(258)
7.9 产品过渡	(258)
7.9.1 从均聚到均聚	(259)
7.9.2 从均聚到无规共聚	(259)
7.9.3 从均聚到抗冲共聚	(259)
7.9.4 从抗冲共聚到均聚	(259)

第8章 挤压造粒系统工艺操作

8.1 日本制钢挤压造粒系统	(261)
8.1.1 挤压造粒系统开车	(261)
8.1.2 挤压造粒系统停车	(266)
8.1.3 挤压造粒系统工艺参数控制	(269)
8.1.4 事故分析与处理	(270)

8.1.5	联锁/报警	(271)
8.1.6	主要设备的作用及操作	(272)
8.2	日本神户挤压造粒系统	(273)
8.2.1	概述	(273)
8.2.2	主要设备及操作	(273)
8.2.3	挤压造粒工艺参数控制	(278)
8.2.4	开车步骤	(280)
8.2.5	停车步骤	(282)
8.2.6	事故分析与处理	(283)
8.2.7	联锁/报警	(285)
8.3	WP 挤压造粒系统	(286)
8.3.1	挤压造粒系统开车	(286)
8.3.2	挤压造粒系统停车	(288)
8.3.3	主要设备的作用及操作	(289)
8.3.4	挤压造粒系统工艺参数控制	(289)
8.3.5	事故分析与处理	(289)
8.3.6	联锁/报警	(291)

第9章 事故判断与处理

9.1	Spheripol 聚丙烯工艺	(292)
9.1.1	晃电事故处理	(292)
9.1.2	停电事故处理	(292)
9.1.3	循环冷却水故障处理	(293)
9.1.4	C_3^- 进料中断(泵故障)事故处理	(295)
9.1.5	第一环管反应器循环轴流泵故障事故处理	(296)
9.1.6	第二环管反应器循环轴流泵故障事故处理	(297)
9.1.7	反应器下游故障处理	(298)
9.1.8	氮气故障事故处理	(299)
9.1.9	蒸汽故障事故处理	(299)
9.1.10	催化剂进料中断事故处理	(300)
9.2	Hypol 聚丙烯工艺	(301)
9.2.1	晃电事故处理	(301)
9.2.2	停电事故处理	(302)
9.2.3	循环水故障事故处理	(302)
9.2.4	蒸汽故障事故处理	(302)
9.2.5	第三反应器循环气鼓风机故障处理	(303)
9.2.6	第四反应器循环气鼓风机故障处理	(303)
9.2.7	回旋阀故障处理	(303)
9.2.8	氮气故障事故处理	(304)
9.2.9	C_3^- 进料泵故障事故处理	(304)

9.2.10 第一反应器到第二反应器浆液管线堵塞事故	(304)
9.3 Innovene 聚丙烯工艺	(305)
9.3.1 晃电事故处理	(305)
9.3.2 停电事故处理	(305)
9.3.3 循环水故障事故处理	(305)
9.3.4 氮气故障事故处理	(306)
9.3.5 蒸汽故障事故处理	(307)

第 10 章 安全、环保与节能

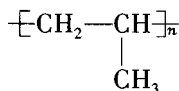
10.1 安全	(308)
10.1.1 装置安全技术	(308)
10.1.2 易燃、易爆、易中毒物料的危险性危害防护	(308)
10.1.3 防静电、防粉尘爆炸	(310)
10.1.4 防辐射	(311)
10.1.5 可燃气体、液体检测	(311)
10.1.6 装置安全设施	(311)
10.2 环保	(312)
10.2.1 废渣	(313)
10.2.2 废液	(313)
10.2.3 废气	(313)
10.2.4 噪声	(314)
10.3 节能	(314)

第 1 章 基础知识

1.1 概 述

1.1.1 聚丙烯发展史

聚丙烯(Polypropylene, 缩写为 PP)是以丙烯为单体, 在催化剂作用下, 通过聚合反应而成的高分子聚合物, 是通用塑料中的一个重要品种。其结构式为:



德国的齐格勒(Ziegler)于 1923 年起, 对金属有机化合物与烯烃之间的反应进行了研究, 并于 1954 年采用 $\text{R}_3\text{Al} - \text{TiCl}_4$ 作催化剂体系, 在较低压力和温度下与乙烯聚合制得所谓的低压高密度聚乙烯后, 曾用 $\text{R}_3\text{Al} - \text{TiCl}_4$ 为催化剂体系制取 PP, 但是只得到了无定形聚丙烯。意大利的纳塔(Natta)继 Ziegler 之后对丙烯聚合进行了深入研究, 发展了 Ziegler 的方法, 于 1955 年用改进的齐格勒催化剂 TiCl_3 和烷基铝作催化剂体系, 成功地将丙烯聚合成为具有高度立体规整性的聚丙烯, 并创立了定向聚合的理论基础。

1957 年 Montecatini 公司利用 Natta 的成果在意大利 Ferrara 建成了 6000t/a 的聚丙烯生产装置, 这是世界上第一套聚丙烯生产装置, 率先使聚丙烯实现了工业化生产。同年 Hercules 公司在美国 Parlin 也建成了 9000t/a 的聚丙烯生产装置。几年后, 德国、日本、法国等国家也纷纷建厂, 相继实现了聚丙烯的工业化生产, 并致力于催化剂体系的改进和新工艺的开发。这时期的聚丙烯生产工艺均采用浆液法生产工艺。

1963 年美国菲利浦公司首先实现了液相本体法工艺工业化生产; 1969 年德国巴斯夫公司(BASF)开发了负载型 $\text{TiCl}_3 \cdot 1/3\text{AlCl}_3 \cdot \text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ 高效催化剂体系, 并首先采用立式搅拌床气相法聚合的工艺, 使 PP 实现了气相法工业化生产; 1975 年蒙特爱迪生公司(Montedison)与三井油化公司(MPC)联合研制成功 $\text{MgCl}_2 \cdot \text{Bu}_2\text{O} - \text{TiCl}_4 \cdot \text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ 负载型高效催化剂体系, 并首先采用这一催化剂开发出了无脱灰的溶剂法聚合生产工艺; 1979 年美国阿莫科公司(Amoco)开发了卧式搅拌床气相法聚合工艺并实现了工业化生产; 1980 年三井油化公司研制成功 HY-HS II 型高效催化剂体系, 并于 1984 年开发成功了 Hypol 本体-气相法新工艺; 1983 年意大利蒙特爱迪生公司与美国赫克里斯公司(Herculis)合并为海蒙特(Himont)公司, 首先开发成功了 Spheripol 本体-气相法新工艺, 并实现了工业化生产; 美国联合碳合物公司(UCC)和壳牌公司(Shell)共同开发了气相法 Unipol 新工艺, 并实现了工业化生产。在 20 世纪 80 年代至今的 20 多年中, 新聚丙烯生产工艺的出现和广泛应用使整个聚丙烯工业获得了新的发展, 使聚丙烯成为近年来最有活力、增长速度最快的聚合物材料。在整个 80 年代, 很多大公司和聚丙烯生产商都开发出了基于第四代高效催化剂的新生产工艺, 取消了脱灰、脱无规物, 取消了溶剂的使用, 装置投资和操作费用大幅度降低, 使聚丙烯产品的种类和新产品牌号不断增加, 性能范围大幅度拓宽。这些新技术集中在以下几个主要的专利商和工艺技术中: 原 Himont 公司(现 Basell)的 Spheripol 工艺、Dow/UCC 公司的 Unipol

工艺、BASF 公司的 Novolen 工艺(现为 ABB - Equistar 的合资公司 NTH 所有)、原三井油化(现三井化学)的 Hypol 工艺、Amoco(现 BP)的气相法工艺等,这些技术全部是本体法、气相法或两者的组合法,不同的工艺技术采用不同形式的反应器设计。80 年代中期以来新建的聚丙烯装置绝大部分采用以上这些新工艺。

目前,除浆液法工艺生产因过程复杂、经济效益差很少发展外,气相法、本体法、本体-气相法工艺生产都随着高效催化剂体系的不断开发和工艺的进一步完善而得到提高和发展。其中 Basell 公司的反应颗粒技术(简称 RGT)的开发和应用引发了 Z - N 催化剂的革命,并且成为 Basell 公司在聚烯烃工业中处于遥遥领先地位的基础。RGT 概念的提出和开发实现了一整套创新、先进和通用的烯烃聚合工艺技术,包括 Spheripol、Spherilene(Basell 聚乙烯工艺技术)和 Catalloy 工艺,并且还在不断开发出新的工艺技术,如多催化剂反应器颗粒技术和多区循环反应器技术等。1988 年原 Himont 公司决定建设两套工业规模 Catalloy 工艺装置,分别建设在意大利的费拉拉(Ferrara)和美国德克萨斯的 Bayport,并先后于 1990 年、1992 年建成投产。2000 年,Borealis(北欧化工)建成投产了第一套采用一个单环管反应器,在超过丙烯临界点的条件下聚合反应的 Borstar 双峰超临界聚合工艺技术的聚丙烯装置,可生产高性能的聚合物。由于 RGT 的开发和一些创新性技术的发展,聚合工艺和聚合物性能都得到很大的发展。

1.1.2 国内聚丙烯生产与发展

我国自 20 世纪 60 年代初就开始进行聚丙烯催化剂的开发和研究,并进行聚丙烯聚合工艺的中间试验,60 年代开始引进国外技术,建设大型聚丙烯生产装置。因此在我国聚丙烯工业生产中一直存在有国产和引进两类的聚丙烯聚合工艺技术。

1964 年兰州化学工业公司从英国维克斯 - 吉玛(Vickers - Zimer)公司引进规模为 5kt/a 的五釜连续聚合工艺技术的浆液法聚丙烯装置,1970 年 8 月,该装置建成投产,生产均聚物,开创了我国工业规模的聚丙烯生产。在 70 年代到 80 年代期间曾结合我国国情先后开发出丙烯汽化散热三釜连续聚合工艺技术和间歇本体丙烯聚合工艺技术,采用自主开发的催化剂技术,以炼厂气中的丙烯为原料,建成了一批工业规模在 5kt/a 到 10kt/a 的间歇式本体法聚丙烯生产装置投入生产,间歇式本体法生产能力约 750kt/a。

1974 年,燕山石化化工二厂从日本三井油化公司引进一套 80kt/a 浆液法聚丙烯生产装置,能生产均聚物、无规共聚物和抗冲共聚物产品,于 1976 年 6 月建成投产。

1976 年,辽阳石化化工三厂从美国 Amoco 公司引进一套 35kt/a 聚丙烯装置,于 1979 年 12 月建成投产。以上三套装置的生产工艺均为浆液法,采用第一代催化剂。

从 80 年代开始,我国相继引进了多套当时最先进的聚丙烯装置。1983 年 7 月,扬子石化公司塑料厂从日本三井油化公司(MPC)引进了一套生产能力为 140kt/a 的聚丙烯装置,采用三井油化的 Hypol 工艺,四釜流程,两条生产线。1986 年 8 月,齐鲁石化公司塑料厂与美国 Himont 公司(现 Basell)签订了专利技术引进合同,引进了一套生产能力为 70kt/a 的 Spheripol 工艺聚丙烯装置,并于 1990 年建成投产。

1996 年 12 月,燕山石化聚丙烯事业部与美国 Amoco 公司(现 BP - Amoco)签订了引进一套 200 kt/a 聚丙烯装置的合同,采用 Amoco 气相法聚丙烯工艺。该装置于 1998 年建成投产。

1986 ~ 2005 年间,随着一批新建乙烯装置的建设 and 现有乙烯装置的改扩建等,我国又先后引进了 5 套采用三井油化 Hypol 工艺的聚丙烯装置、12 套采用 Spheripol 工艺的聚丙烯装置和 4 套采用 BP - Amoco 气相法工艺的聚丙烯装置,使我国聚丙烯生产达到了较先进的

水平。表 1-1 汇总了我国采用引进工艺技术的聚丙烯装置。

表 1-1 我国采用引进工艺技术的聚丙烯装置一览表

序号	企业名称	生产能力/(kt/a)		投产日期/年	采用工艺技术
		原设计	现有		
1	兰州化学工业公司	5	已停产	1970	英国维克斯-吉玛浆液法
2	燕山石化公司	80	已停产	1976	日本三井油化浆液法
3	辽阳石化公司	35	43.5	1979/1994	Amoco 溶剂法
4	扬子石化股份有限公司	140	220	1987/2001	Hypol 工艺
5	盘锦乙烯工业公司	40	60	1990	Hypol 工艺
6	齐鲁石化股份有限公司	70	80	1990	Spheripol 工艺
7	上海石化股份公司(1PP)	70	100	1990/1998	Spheripol 工艺
8	上海石化股份公司(2PP)	70	100	1991/1999	Spheripol 工艺
9	抚顺乙烯化工有限公司	60	90	1992/2001	Spheripol 工艺
10	洛阳石化公司	50	60	1993	Hypol 工艺
11	广州石化总厂(1PP)	70	70	1997	Hypol 工艺
12	广州石化总厂(2PP)	40	50	1995	Hypol 工艺
13	天津化学有限公司	40	60	1995/2000	Spheripol 工艺
14	独山子石化公司	70	70	1995	Spheripol 工艺
15	茂名石化公司(1PP)	140	170	1996/2000	Spheripol 工艺
16	中原石油化工有限公司	40	60	1996/2000	Spheripol 工艺
17	西太平洋石油化工有限公司	60	90	1996/2001	Spheripol 工艺
18	华北油田炼油厂	50	50	2001	Spheripol 工艺
19	燕山石化公司	200	280	1998/2001	BP-Amoco 气相法工艺
20	扬子石化股份有限公司	200	200	2002	BP-Amoco 气相法工艺
21	中外合资上海赛科乙烯聚丙烯部	250	250	2005	BP-Amoco 气相法工艺
22	燕山石化公司	120	120	2005	BP-Amoco 气相法工艺(均聚)
23	中国海油惠州乙烯聚丙烯部	200	200	2006	Spheripol 工艺
24	南海炼化化工聚丙烯部	240	240	2006	Spheripol 工艺

注：后一个投产日期为改造后的投产日期。

从 20 世纪 80 年代初开始，我国在引进国外先进聚丙烯工艺的同时开始了大型聚丙烯装置的国产化开发设计工作。从 1995 年下半年开始环管法聚丙烯工艺的国产化开发设计工作，随后几年解决了环管法聚丙烯工艺的国产化设计和工程化问题。从 1996 年至 2007 年，利用该技术建成投产了 7 套以炼厂气丙烯为原料的 70kt/a 的聚丙烯装置和数套 100~300kt/a 的聚丙烯装置，所有这些装置的设计水平均达到了国外同类装置的同期技术水平，产生了极大的经济效益，缓解了国内聚丙烯产品的供需矛盾，在国内石油化工技术领域有较大的影响。

为适应石油化工装置大型化发展的要求，北京石化工程公司于 1999 年又开发出 200kt/a 规模、能够生产双峰分布产品、高性能抗冲共聚物、具有国外新一代 Spheripol 工艺技术水平第二代国产化环管聚丙烯成套工艺技术。采用该技术的上海石化塑料事业部第三套 PP 于 2002 年 2 月建成投产，这是我国采用自有技术独立设计建设的第一套技术最新、规模最大的世界级石油化工装置。中国石化集团公司组织了有关科研、设计、生产单位进行技术攻关，解决新型催化剂和新产品牌号的开发。90 年代至今，建设了多套大中型聚丙烯装置，这标志着我国的聚丙烯工艺技术经过 30 多年的引进国外技术之后，国产化技术已经达到了国际先进水平，这对于形成我国自己的石油化工核心技术具有重要的意义。采用国产化技术的聚丙烯装置见表 1-2。

表 1-2 采用国产化技术的聚丙烯装置一览表

序号	企业名称	生产能力/(kt/a)		投产日期/年	采用工艺技术
		原设计	现有		
1	大连石化公司有机合成厂	40	50	1991	液相本体-气相组合法
2	燕山石化公司(2PP)	40	50	1994	液相本体-气相组合法
3	兰港石化有限公司	40	70	1995/1999	液相本体-气相组合法
4	前郭炼油厂	40	40	1999	液相本体-气相组合法
5	兰州石化公司石油化工厂	40	40	1998	液相本体-气相组合法
6	长岭炼油厂长盛石化有限公司	70	70	1998	环管工艺
7	九江石化总厂	70	100	1998/2002	环管工艺
8	武汉石油化工厂	70	70	1998	环管工艺
9	福建炼油化工有限公司	70	70	1998	环管工艺
10	济南炼油厂	70	100	1998/2004	环管工艺
11	荆门石油化工总厂	70	70	1999	环管工艺
12	大连石化公司	70	70	1999	环管工艺
13	大庆石化公司	100	100	1999	环管工艺
14	上海石化股份公司3PP	200	200	2002	第二代环管工艺
15	镇海炼化股份有限公司	200	200	2003	第二代环管工艺
16	大庆炼化公司聚丙烯	300	300	2005	第二代环管工艺
17	茂名石化公司(2PP)	300	300	2005	第二代环管工艺
18	浙江绍兴三圆石化有限公司	200	200	2006	第二代环管工艺
19	中国石化青岛炼化化工股份有限公司	200		2008	第二代环管工艺
20	大港油田集团石油化工公司	100		2008	环管工艺

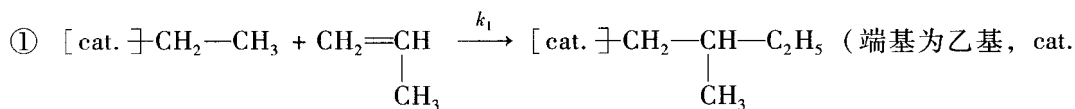
注：后一个投产日期为改造后的投产日期。

1.1.3 聚丙烯的合成

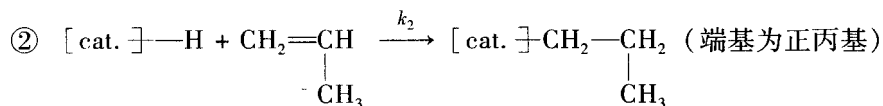
1.1.3.1 丙烯的聚合反应

丙烯聚合反应的机理复杂,人们对丙烯定向聚合反应机理进行了大量的研究后,积累了丰富的资料,可以得出的结论是:丙烯定向聚合反应的基本原理是丙烯对催化剂配位、丙烯对增长链的定向聚合和活性中心的再生等三个重要阶段。一般来说,可以划分为四个基本反应步骤:活化反应,形成活性中心;链引发;链增长及链终止。聚合反应的历程通常有链引发、链增长、链转移和链终止:

(1) 链引发



为催化剂)



(2) 链增长

