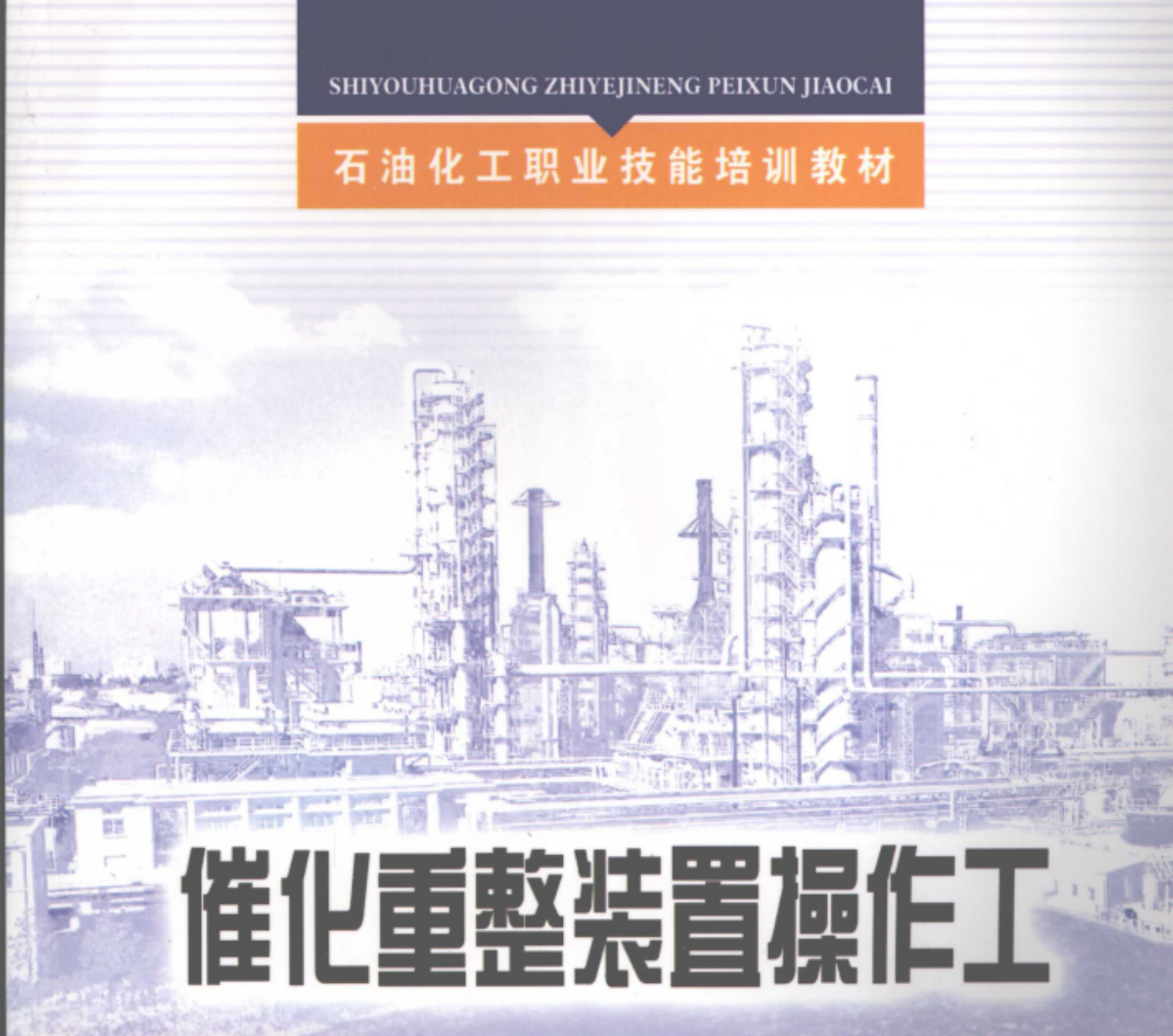


SHIYOUHUAGONG ZHIYEJINENG PEIXUN JIAOCAI

石油化工职业技能培训教材



催化重整装置操作工

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

中国石化出版社

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

SHIYOUHUAGONG ZHIYEJINENG PEIXUNJIAOCAI



石油化工职业技能培训教材

责任编辑：黄彦芬
责任校对：张小宏
封面设计：七星工作室

ISBN 978-7-80229-344-1



9 787802 293441 >

定价：36.00 元

石油化工职业技能培训教材

催化重整装置操作工

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

中国石化出版社

内 容 提 要

《催化重整装置操作工》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。主要内容包括催化重整装置的概况、催化剂、设备、工艺原理、工艺操作、事故分析与处理、自动控制及联锁、装置节能降耗及环保等。

本书是催化重整装置技能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

催化重整装置操作工/中国石油化工集团公司人事部,
中国石油化工天然气集团公司人事服务中心编.
—北京:中国石化出版社,2007
石油化工职业技能培训教材
ISBN 978-7-80229-344-1

I. 催… II. ①中…②中… III. 催化重整-化工设备-
操作-技术培训-教材 IV. TE624.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 073021 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

中国石化出版社图文中心排版

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 16.5 印张 408 千字
2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月第 1 次印刷

定价:36.00 元

《石油化工职业技能培训教材》

开发工作领导小组

组 长：陈同海

副组长：周 原 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。主要内容包括: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。

《催化重整装置操作工》为第三层次教材,在编写过程中注意工艺与设备技

术相结合,技术与经济相结合、国内与国外技术相结合,以使本书具有科学性、新颖性、系统性和实用性,力求通俗易懂。在内容上分为九章,包括了催化重整装置的概况、催化剂、工艺原理、工艺操作、事故处理、仪表自动化控制、装置节能降耗及环保等内容。适合从事催化重整操作人员初级工、中级工、高级工、技师及高级技师的学习和使用。

《催化重整装置操作工》教材由燕山石化负责组织编写,主编盖增旗(燕山石化),参加编写的人员有郑华(燕山石化)、王纪龙(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:姜殿虹、郑世桂,参加审定的人员有艾中秋、刘吉民、何文全、黄新友、樊春江、徐宏、徐宝国、潘茂华、张松友、张名鑫、岑奇顺,审定工作得到了茂名石化等单位的大力支持;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 概 述

1.1 催化重整技术的发展概况	(1)
1.1.1 国外催化重整技术的发展	(1)
1.1.2 国内催化重整技术的发展	(1)
1.1.3 现代催化重整的发展趋势	(2)
1.2 催化重整装置的构成	(3)
1.3 催化重整装置的作用和地位	(3)
1.3.1 催化重整工艺在炼油工业中的作用和地位	(3)
1.3.2 催化重整装置在石化工业中的作用和地位	(4)
1.4 催化重整装置的产品	(4)
1.4.1 重整汽油	(4)
1.4.2 轻质芳烃	(6)
1.4.3 重芳烃	(9)
1.4.4 非芳烃	(9)
1.4.5 重整氢	(9)

第2章 催 化 剂

2.1 催化剂基础知识	(10)
2.1.1 催化剂和催化作用	(10)
2.1.2 催化剂的一般性质	(10)
2.2 预处理催化剂	(13)
2.2.1 预处理脱砷剂	(13)
2.2.2 预加氢催化剂及其他化学药剂	(13)
2.3 重整催化剂	(19)
2.3.1 重整催化剂的双功能及组成	(19)
2.3.2 重整催化剂的种类及其性能	(22)
2.3.3 重整催化剂的失活	(26)

第3章 工 艺 原 理

3.1 重整原料及其预处理	(33)
3.1.1 重整原料	(33)
3.1.2 重整原料预处理	(37)

3.2 催化重整反应	(41)
3.2.1 催化重整反应过程	(41)
3.2.2 催化重整的化学反应	(42)
3.2.3 催化重整化学反应的热力学和动力学分析	(45)
3.2.4 重整反应过程的影响因素	(48)
3.3 催化重整催化剂的再生	(51)
3.3.1 重整催化剂再生过程的化学反应	(51)
3.3.2 重整催化剂再生过程的影响因素	(52)
3.4 催化重整工艺	(55)
3.4.1 固定床重整工艺	(55)
3.4.2 连续重整工艺	(59)
3.4.3 低压组合床重整工艺	(64)
3.5 芳烃抽提	(66)
3.5.1 液-液抽提	(66)
3.5.2 抽提蒸馏	(74)
3.6 芳烃精馏	(79)
3.6.1 芳烃精馏的特点	(79)
3.6.2 芳烃精馏工艺流程	(79)

第4章 设 备

4.1 催化重整加热炉	(81)
4.1.1 加热炉的分类及结构	(81)
4.1.2 加热炉的防腐	(87)
4.1.3 加热炉检修的主要内容及检修后的验收标准	(88)
4.2 催化重整反应器	(89)
4.2.1 反应器的分类	(89)
4.2.2 反应器的结构及各构件的作用	(92)
4.3 催化重整再生器	(94)
4.3.1 再生器的结构	(94)
4.3.2 再生器的结构及各构件的作用	(97)
4.4 催化重整特有设备	(99)
4.4.1 闭锁料斗	(99)
4.4.2 提升器	(101)
4.4.3 干燥器	(101)
4.4.4 特殊阀门	(102)
4.4.5 L 阀组件(UOP)	(103)
4.5 催化重整换热器	(104)
4.5.1 板壳式换热器	(104)
4.5.2 空气冷却器	(107)

第5章 工艺操作

5.1 催化重整装置的开工	(109)
5.1.1 开工前准备工作	(109)
5.1.2 预处理系统开工	(112)
5.1.3 催化重整反应系统开工	(115)
5.1.4 催化重整再生系统开工	(119)
5.1.5 芳烃抽提系统开工	(132)
5.1.6 芳烃精馏系统开工	(134)
5.2 催化重整装置的正常操作	(136)
5.2.1 原料预处理系统	(136)
5.2.2 重整反应系统	(141)
5.2.3 重整再生系统	(148)
5.2.4 芳烃抽提系统	(151)
5.2.5 芳烃精馏系统	(158)
5.3 催化重整装置的停工	(159)
5.3.1 停工前准备	(159)
5.3.2 预处理系统停工	(160)
5.3.3 重整系统停工	(161)
5.3.4 再生系统停工	(162)
5.3.5 芳烃抽提系统停工	(164)
5.3.6 芳烃精馏系统停工	(164)
5.4 加热炉的操作	(165)
5.4.1 加热炉开工操作	(165)
5.4.2 加热炉正常操作	(167)
5.4.3 加热炉停工操作	(170)
5.4.4 加热炉余热锅炉操作	(170)
5.4.5 空气预热器的操作	(172)
5.5 催化剂装填	(173)
5.5.1 催化剂装填的一般原则和要求	(173)
5.5.2 轴向反应器装填技术要求	(173)
5.5.3 径向反应器装填技术要求	(174)
5.5.4 连续重整装置催化剂装填	(175)

第6章 事故分析与判断处理

6.1 紧急停工	(178)
6.1.1 紧急停工的原则	(178)
6.1.2 紧急停工处理要点	(178)

6.2 工艺事故处理	(179)
6.2.1 预处理系统	(179)
6.2.2 重整反应系统	(183)
6.2.3 芳烃抽提系统	(185)
6.2.4 芳烃精馏系统	(188)
6.3 动力事故的处理	(193)
6.3.1 重整系统动力事故处理	(193)
6.3.2 芳烃系统动力事故处理	(195)
6.4 设备事故处理	(196)
6.4.1 DCS 故障	(196)
6.4.2 加热炉事故处理	(197)
6.4.3 泵故障处理	(199)
6.4.4 循环氢压缩机故障处理	(203)
6.4.5 增压机故障处理	(204)
6.5 典型事故案例	(206)
6.5.1 爆炸事故	(206)
6.5.2 着火事故	(208)
6.5.3 窒息事故	(209)
6.5.4 设备事故	(211)
6.5.5 坠落事故	(212)
6.5.6 其他事故	(212)

第7章 自动控制及联锁

7.1 概述	(214)
7.2 主要参数控制	(214)
7.2.1 重整反应及再生系统压力控制	(214)
7.2.2 重整反应温度与进料量控制	(216)
7.2.3 催化剂连续再生系统自动控制	(217)
7.3 主要工艺联锁	(222)
7.3.1 加热炉联锁	(223)
7.3.2 压缩机入口分液罐联锁	(223)
7.3.3 安全联锁自动停车系统	(223)
7.4 重整工艺中的在线分析仪器	(224)
7.4.1 重整循环氢纯度分析仪	(224)
7.4.2 重整循环氢水含量分析仪	(224)
7.4.3 重整进料水含量分析仪	(225)
7.4.4 在线辛烷值分析仪	(225)
7.4.5 再生烧焦氧分析仪	(226)

7.4.6	加热炉烟气中氧含量分析仪	(226)
7.4.7	氮气中氢烃分析仪	(227)
7.5	特殊控制系统	(227)
7.5.1	锅炉汽包双冲量液位控制系统	(227)
7.5.2	锅炉汽包三冲量液位控制系统	(227)
7.5.3	温差控制系统	(228)

第8章 环境保护和节能

8.1	能耗分析	(231)
8.1.1	连续重整装置的能耗分布	(232)
8.1.2	节能措施的实施	(232)
8.2	典型污染物和污染源	(233)
8.2.1	废水	(233)
8.2.2	废气	(233)
8.2.3	废渣	(234)
8.2.4	噪声	(234)
8.2.5	放射源	(234)
8.3	催化重整装置特殊有害化学品	(234)
8.3.1	四氯化碳	(234)
8.3.2	四氯乙烯	(235)
8.3.3	二硫化碳	(235)
8.3.4	石油苯	(235)
8.3.5	石油甲苯	(236)
8.3.6	石油二甲苯	(237)
8.3.7	三甘醇或三乙二醇醚	(237)
8.3.8	二甲亚砩(二甲基亚砩)	(238)
8.3.9	环丁砩	(239)
8.3.10	二甲基二硫	(239)

第9章 生产运行分析及工艺计算

9.1	装置标定	(240)
9.1.1	标定方案内容	(240)
9.1.2	标定报告	(240)
9.1.3	标定实例	(240)
9.2	装置班组经济核算	(245)
9.3	车间及班组管理	(245)
9.3.1	规范管理制度落实安全责任	(245)
9.3.2	创新基础管理推行人本安全	(245)

9.3.3 强化检查考核保障安全生产	(246)
9.4 物料平衡	(246)
9.5 工艺计算	(247)
9.5.1 催化重整装置的用能分析和能耗计算	(247)
9.5.2 催化剂补充氯的计算	(247)
9.5.3 催化剂补充水的计算	(248)
9.5.4 芳烃的三苯收率	(248)
9.5.5 氢油比与氢油摩尔比	(248)
9.5.6 加权平均相对分子质量	(249)
9.5.7 重整转化率	(249)
9.5.8 芳烃回收率	(249)
9.5.9 反应温度	(249)
9.5.10 环烷烃转化率	(250)
9.5.11 水/氯摩尔比(R)	(251)
9.5.12 催化剂使用寿命	(251)
参考文献	(252)

第 1 章 概 述

以 $C_6 \sim C_{11}$ 石脑油馏分为原料，在一定的操作条件(温度、压力、氢油比)和催化剂的作用下，烃类分子结构发生重新排列(如脱氢、环化、异构化、裂化等)的过程称为催化重整。催化重整生产目的为生产高辛烷值汽油或芳烃(苯、甲苯、二甲苯，简称 BTX)，同时副产相当数量的氢气。催化重整汽油是高辛烷值汽油的重要组分，具有如下特点：辛烷值高，烯烃含量很低，芳烃含量较高，基本不含硫、氮、氧等杂质。在发达国家的车用汽油组分中，催化重整汽油约占 25%~30%。BTX 是一级基本化工原料，全世界所需的 BTX 有一半以上是来自催化重整。氢气是炼油厂加氢装置的重要原料，而重整副产氢气是廉价的、重要的氢气来源。因此，催化重整是石油炼制和石油化工企业中的主要生产工艺之一。

1.1 催化重整技术的发展概况

催化重整的诞生源于其化学反应的发现过程。1901 年法国科学家萨巴切和桑德林首先发现，在镍、钴催化剂存在、约 300℃ 条件下，环己烷失去六个氢原子转化成苯。1911 年俄国化学家泽林斯基发现对于环烷脱氢反应，铂、钨催化剂较镍催化剂具有更高的活性，在这些催化剂作用下，环己烷及其同系物定量转化为芳烃。这些发现为催化重整的发展奠定了理论基础。

1.1.1 国外催化重整技术的发展

催化重整工艺经历了三个重要的发展阶段：1940 年在美国建成了第一套以氧化钼/氧化铝(MoO_3/Al_2O_3)作为催化剂的催化重整工业装置，称之为钼重整，随之又出现以氧化铬/氧化铝(Cr_2O_3/Al_2O_3)作为催化剂的铬重整工业装置，这类过程亦称临氢重整过程，可以生产辛烷值(RON)达 80 左右的汽油；1949 年美国环球油品公司(UOP)公布了以贵金属铂作催化剂的催化重整工艺，并建成世界上第一套铂重整工业装置，这是催化重整工业发展史上最具有历史意义的成就；1967 年美国雪弗隆研究公司首次宣布发明成功铂铈/氧化铝双金属重整催化剂，并在埃尔帕索炼油厂投入工业应用，命名为“铈重整”，自此开始了双金属和多金属重整催化剂及与其相关的工艺技术发展的时期，并且逐渐取代了铂催化剂。1971 年和 1973 年，美国 UOP 公司和法国 IFP 的连续(再生)催化重整工艺工业化后，使积炭催化剂得以连续再生，催化剂可长期保持最高活性，重整生成油的液体收率和芳烃产率可达到最佳状态，催化重整工艺技术达到了崭新的阶段。近年来工业上也广泛采用铂锡重整催化剂，这类催化剂主要是用于连续重整装置。

1.1.2 国内催化重整技术的发展

我国于 20 世纪 50 年代开始催化重整工艺和催化剂的研究工作。

1963 年第一套 2 万吨/年铂重整-芳烃抽提半工业试验装置在抚顺石油三厂建成，结束了我国没有催化重整和芳烃抽提的工业历史。1965 年我国自行研究、设计和建设的第一套 10 万吨/年半再生催化重整工业装置在大庆炼油厂投产，该装置采用我国自行研究开发和生产的 3651 铂催化剂。以后陆续建成了一批使用单铂催化剂的催化重整工业装置，同时根据

我国重整原料油的特性和产品要求,先后开发了原料预脱砷和产品后加氢等工艺技术。1966年6月从意大利引进的10万吨/年铂重整装置在抚顺石油二厂建成投产。1974年我国自主开发出3741铂-铼双金属催化剂,并在兰州炼油厂的催化重整装置上工业应用。1977年我国第一套多金属催化重整装置在大连石油七厂建成投产。1985年第一套引进UOP技术的连续重整装置在上海石化总厂建成。1988年底,第一套末反再生技术的催化重整装置在克拉玛依炼油厂投产,加工能力为3万吨/年,生产辛烷值(RON)85的产品。1989年,我国自行设计的第一套以环丁砜为溶剂的2万吨/年的抽提装置在锦州石油六厂建成投产。1990年第一套引进IFP技术的连续重整装置在抚顺石油三厂建成。这是一套采用法国IFP专利技术,由国内承担工程设计,第一次在国内连续催化重整装置使用国产催化剂的装置,装置的设备国产化率达96%。2000年9月,第一套由我国EPC总承包的25万吨/年芳烃联合装置在天津石化投产。2001年3月,我国第一套只付专利费,不再购买与专利有关的工艺包的IFP第二代连续再生技术的60万吨/年催化重整装置在齐鲁石化公司建成投产。2001年6月,国家计委重点工业性试验项目和中国石化集团公司“十条龙”攻关项目之一的50万吨/年“低压组合床催化重整工艺”装置在长岭炼油厂投产成功。2002年4月、7月,我国自行承担全部设计的、采用UOP第三代连续重整技术的60万吨/年催化重整装置分别在大连石油化工总厂和锦西炼化总厂投产成功。

经过40年的发展,到2005年3月我国共建成投产催化重整装置65套(其中:连续重整装置18套,半再生重整装置47套),总加工能力2190万吨/年(其中:连续重整装置加工能力为1190万吨/年,半再生重整装置加工能力为1000万吨/年),约占原油总加工能力的10%左右。产品以高辛烷值汽油组分和苯、甲苯、混合二甲苯为主,也生产一部分乙基苯、邻二甲苯。

1.1.3 现代催化重整的发展趋势

催化重整的发展趋势为:降低苯含量,提高产氢率,为新配方汽油提供合格组分。主要生产技术有以下两方面:

(1) 新型催化剂的研制与工业应用

① 美国UOP公司研制开发的R-230™系列催化剂。该系列催化剂在增加辛烷值,增加产率,提高处理能力,提高操作苛刻度等工艺中表现不凡。

② 法国IFP推出再生器Regen C技术及CR-401催化剂。氢产率、稳定性、抗磨损和持氢能力均强于CR-201,可使 C_3^+ 液收增加0.5%。

③ 壳牌公司在德国的哈博格炼厂CCR装置对CriterionPS-20催化剂的工业应用,运行结果显示其特点为:较高强度和抗磨性;比表面积稳定可达到并超过5年;催化剂积炭低;氯化物保持能力强;高选择性和活性。

(2) 工艺技术的开发与改进

① 美国UOP公司从工艺核查、更换催化剂、优化原料等工艺技术入手,实现低成本改造重整装置。

② 法国IFP以先进的再生器Regen C技术,对氧氯化段的技术、控制及烧焦进行了较大的改进,使催化剂寿命延长,操作的灵活性也大为提高。

③ 为降低反应操作压力,增加 C_3^+ 产率、辛烷值和氢产品,在固定床催化重整装置中增加了连续重整反应器。

④ 应用高效节能新设备,如重整进料换热器可应用焊板式立式换热器等。

1.2 催化重整装置的构成

催化重整装置按其生产目的不同可分为两类：一类用于生产高辛烷值汽油调合组分；另一类则用于生产芳烃。对于以生产高辛烷值汽油调合组分为目的的催化重整装置包括原料预处理、催化重整反应和产品稳定三部分。对于以生产芳烃为目的的催化重整装置，除了上述三部分以外还包括芳烃抽提和芳烃精馏两部分。图 1-1 为催化重整装置的基本构成。

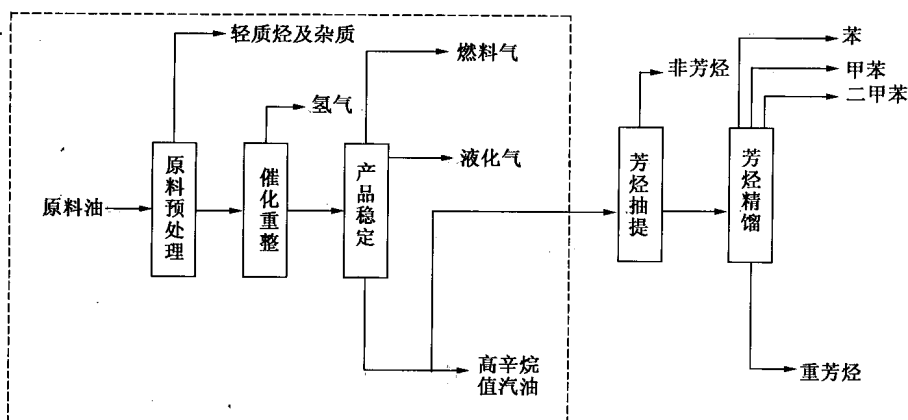


图 1-1 催化重整装置的基本构成

原料预处理部分包括预分馏和预加氢，其目的是得到馏分范围、杂质含量都合乎要求的重整原料。

催化重整反应部分是将重整原料在催化剂和一定温度、压力条件下转化成重整生成油，经稳定后可作为高辛烷值汽油的调合组分或用于生产芳烃。

芳烃抽提部分将重整生成油用溶剂进行抽提，分离出芳烃和非芳烃混合物。抽余油为非芳烃。

芳烃精馏部分是将混合芳烃经若干精馏塔，依次分离出苯、甲苯、二甲苯或其他单芳烃。

1.3 催化重整装置的作用和地位

1.3.1 催化重整工艺在炼油工业中的作用和地位

(1) 催化重整汽油是生产清洁燃料的重要调合组分之一

进入 21 世纪，炼油工业面临环保法规的巨大压力和市场发展趋势的挑战，生产符合环保要求的清洁燃料或绿色燃料是其重要任务之一。

未来的清洁汽油在提高汽油辛烷值的基础上，对汽油的烯烃含量、硫含量、苯和芳烃等提出了苛刻的要求。催化重整汽油是生产清洁汽油最重要的三种调合组分之一，对清洁汽油的贡献是其他生产过程所无法替代的，这主要是因为其具有辛烷值高、硫含量低、烯烃含量低等优点。重整汽油的辛烷值高，连续重整工艺汽油研究法辛烷值可达到 102 左右，作为车用汽油的调合组分可提高其辛烷值并改善汽油的辛烷值分布；重整汽油的烯烃含量低，一般

低于 2%，作为车用汽油调合组分可大幅度降低成品油中的烯烃含量；重整汽油的硫含量低，作为车用汽油调合组分可大幅度降低汽油中的硫含量。

(2) 催化重整装置是廉价氢气的重要来源

催化重整装置所产氢气是炼油加工过程中的重要氢源，加氢工艺的迅速增加、低硫燃油规格的实施等，将需要大量的廉价氢源。

加氢工艺是生产优质清洁燃料必不可少的核心技术之一，近年来发展很快，如：催化裂化原料加氢预处理，汽油选择性加氢和柴油深度加氢等工艺。此外，对加工高硫、高金属、重质原油和生产石油化工产品均需要加氢工艺，氢气的需求量将大幅度上升。催化重整装置的副产氢气正好适应这一需求。它较轻油或天然气制氢方法成本低廉。轻油制氢一般 3 ~ 3.5 吨轻油制 1 吨氢气。一般情况下，催化重整的纯氢气产率为 2.5% ~ 4.0% (质量分数，本书后面内容只对体积分数加注，质量分数不再加注)，60 万吨/年的半再生重整装置，每年约产纯氢量 1.5 万吨，60 万吨/年的连续再生重整装置，年产纯氢量约 2.4 万吨，可供一套 120 ~ 200 万吨/年柴油加氢精制装置使用。需要说明的是，催化重整装置的副产品氢的纯度较低，通过提纯后才可以做为下游用氢装置的氢气来源。

(3) 催化重整副产低硫、低烯烃清洁液化石油气燃料

催化重整副产的液化石油气具有低硫、低烯烃的特点，可以用作车用液化气燃料。

1.3.2 催化重整装置在石化工业中的作用和地位

催化重整装置生产芳烃，芳烃是石油化学工业的基础原料之一，在化工生产中有着极为重要的作用。据统计在总数约为八百万种的已知有机化合物中，芳烃化合物约占 30% 左右，其中 BTX 芳烃(苯、甲苯和二甲苯)被称为一级基本有机化工原料。芳烃最主要的用途是生产三大合成材料，如丁苯橡胶、聚酯、聚酰胺、聚苯乙烯、ABS 塑料等。此外，芳烃还用来生产合成染料、医药、洗涤剂、农药、炸药、溶剂等。苯最大的用途是做乙苯，其次是异丙苯、环己烷、苯胺/硝基苯和烷基苯等。甲苯则主要是通过脱烷基转为苯或经甲苯歧化(TDP)转化为苯和二甲苯，还可用作溶剂和生产甲苯二异氰酸酯(TDI)的原料，也可作为汽油组分以提高汽油辛烷值。混二甲苯是邻、间、对二甲苯和乙苯的混合物，主要用作油漆、涂料的溶剂、航空汽油的添加剂及染料、农药等。二甲苯中用量最大的是对二甲苯，是生产聚酯纤维和薄膜的主要原料。

数据统计结果表明，全世界的 BTX 芳烃中有 50% 以上来自催化重整装置。石油化学工业中芳烃的发展，则相当大程度上依赖着催化重整的发展。

1.4 催化重整装置的产品

催化重整装置的产品主要有汽油、芳烃和氢气等。

1.4.1 重整汽油

重整汽油是车用汽油的调合组分之一。车用汽油重要的质量指标之一是辛烷值，一般用研究法辛烷值(RON)、马达法辛烷值(MON)或抗爆指数 $[(RON + MON)/2]$ 来表示。重整汽油的 RON 和 MON 分别为 100 和 90 左右。

(1) 重整汽油的性质

重整汽油的性质与所采用的工艺条件、催化剂性能、原料组成等有密切关系。典型催化重整汽油的性质见表 1-1 所示。