

SHIYOUHUAGONG ZHIYEJINENG PEIXUN JIAOCAI

石油化工职业技能培训教材



催化裂化装置操作工

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)

要 點 卷 內

石油化工职业技能培训教材

催化裂化装置操作工

编 者 (111) 目 录 编 委 组

中国石油化工集团公司人事部 编
中国石化天然气集团公司人事服务中心

中国石化出版社

2009年5月第1版 2009年5月第1次印刷
定价: 36.00元

内 容 提 要

《催化裂化装置操作工》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：装置概况、催化裂化原理、催化剂与助剂、原料及产品、工艺及操作、常见事故及异常操作处理、装置开停工、主要设备、仪表自动化、环保与安全、生产运行评价等内容。本书是催化裂化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。

工 书 制 置 装 分 裂 化 催

图书在版编目 (CIP) 数据

催化裂化装置操作工 / 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，2009
石油化工职业技能培训教材
ISBN 978-7-80229-810-1

I. 催… II. ①中…②中… III. 催化裂化-化工设备-
操作-技术培训-教材 IV. TE966

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 006101 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

北京科信印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787 × 1092 毫米 16 开本 16.25 印张 397 千字

2009 年 2 月第 1 版 2009 年 2 月第 1 次印刷

定价：36.00 元

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。

《催化裂化装置操作工》为第三层次教材,本书分为十一章,包括装置概况、

催化裂化原理、催化剂与助剂、原料及产品、工艺及操作、常见事故及异常操作处理、装置开停工、主要设备、仪表自动化、环保与安全、生产运行评价等内容。

《催化裂化装置操作工》由抚顺石化公司负责组织编写，主编殷宝(抚顺石化公司)，参加编写的人员有高卫亭(四川乙烯)、吉海明(抚顺石化公司)、刘文涛(燕山石化公司)、陈霞(大连石化公司)；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，主审郑世桂、王强。参加审定的人员有郭奇、孙吉民、江勇、高生、庄波、姜殿洪、张威毅、潘若非、宋阳、赵明、张扬、高飞、宋辉、曹柏顺、唐家俊；审定工作得到了抚顺石化、燕山石化、大连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 催化裂化在石油加工过程中的地位和作用	(1)
1.2 催化裂化的发展历程及现状	(2)
1.2.1 发展历程简述	(2)
1.2.2 工艺技术发展与现状	(2)
1.2.3 新工艺、新技术	(7)
1.3 催化裂化装置的主要组成部分	(8)
1.3.1 反应-再生系统	(8)
1.3.2 分馏系统	(8)
1.3.3 吸收稳定系统	(9)
1.3.4 产品脱硫(醇)精制部分	(9)
1.3.5 能量回收系统	(9)
参考文献	(9)

第2章 催化裂化的原理

2.1 催化裂化反应	(10)
2.1.1 反应机理	(10)
2.1.2 反应的种类	(13)
2.1.3 各类单体烃的催化裂化反应	(14)
2.1.4 原料组成对催化裂化反应的影响	(14)
2.2 影响催化裂化反应过程的主要因素	(15)
2.2.1 反应温度	(15)
2.2.2 反应压力	(16)
2.2.3 反应空速和反应时间	(16)
2.2.4 原料油的预热温度	(16)
2.2.5 回炼比与转化率	(17)
2.2.6 催化剂活性	(18)
2.2.7 再生温度	(19)
2.2.8 催化剂的循环量和剂油比	(20)
2.2.9 催化剂藏量	(21)
2.3 催化剂的再生及其影响因素	(21)
2.3.1 催化剂的再生	(21)
2.3.2 焦炭的组成和分类	(21)
2.3.3 再生的化学反应和热效应	(22)

2.3.4	再生反应速度	(23)
2.3.5	影响催化剂再生的因素分析	(23)
2.4	流态化	(24)
2.4.1	流态化的原理	(24)
2.4.2	催化剂的流化	(29)
2.5	反应-再生系统的平衡及控制	(35)
2.5.1	物料平衡	(35)
2.5.2	热平衡	(36)
2.5.3	压力平衡	(38)
	参考文献	(38)

第3章 催化裂化催化剂与助剂

3.1	催化裂化催化剂	(39)
3.1.1	硅酸铝催化剂	(40)
3.1.2	分子筛催化剂的理化性质	(41)
3.1.3	催化剂的使用性能及评价	(43)
3.1.4	催化剂的储存和运输	(46)
3.1.5	常用催化裂化催化剂	(46)
3.2	催化裂化助剂	(48)
	参考文献	(51)

第4章 催化裂化装置的原料及产品

4.1	催化裂化原料	(52)
4.1.1	原料油的来源与特点	(52)
4.1.2	原料油性质及对催化裂化的影响	(57)
4.2	催化裂化装置的产品性质	(62)
4.2.1	干气	(62)
4.2.2	液化石油气	(63)
4.2.3	汽油	(63)
4.2.4	轻柴油	(64)
4.2.5	油浆	(65)
	参考文献	(65)

第5章 催化裂化装置工艺及操作

5.1	反应-再生系统	(66)
5.1.1	流程简述	(66)
5.1.2	反应-再生系统的几种形式及工艺流程	(68)
5.1.3	主要工艺参数的控制	(73)

5.2 分馏	(78)
5.2.1 流程简述	(78)
5.2.2 分馏系统的原理及特点	(80)
5.2.3 主要工艺参数的控制	(81)
5.2.4 产品质量调整	(82)
5.3 吸收稳定	(83)
5.3.1 吸收解吸过程	(83)
5.3.2 流程简述	(84)
5.3.3 主要工艺参数的控制	(85)
5.3.4 产品质量调整	(87)
5.4 产品精制	(88)
5.4.1 汽油精制	(88)
5.4.2 干气、液化气精制	(89)
5.4.3 液化气脱硫醇	(90)
5.5 装置的能量回收	(91)
5.5.1 工艺流程简述	(92)
5.5.2 主要参数	(93)
5.5.3 主要控制操作	(93)
5.6 催化剂的使用	(95)
参考文献	(97)

第 6 章 催化裂化装置常见事故及异常操作处理

6.1 紧急停工条件及处理原则	(98)
6.1.1 紧急停工条件	(98)
6.1.2 紧急停工时故障处理原则	(98)
6.2 公用、动力系统故障处理	(99)
6.2.1 停循环水	(99)
6.2.2 停脱氧水	(99)
6.2.3 停 3.5MPa 蒸汽	(99)
6.2.4 停 1.0MPa 蒸汽	(99)
6.2.5 工业风中断	(99)
6.2.6 停电	(100)
6.3 反应-再生系统常见故障及操作异常处理	(100)
6.3.1 再生器主风中断	(100)
6.3.2 原料中断	(101)
6.3.3 催化剂倒流	(101)
6.3.4 再生器压力大幅波动	(102)
6.3.5 待生提升风中断	(102)
6.3.6 待生剂带油	(102)

6.3.7	二次燃烧	(103)
6.3.8	炭堆积	(103)
6.3.9	气压机喘振	(104)
6.3.10	外取热器取热管泄漏	(104)
6.3.11	内取热器泄漏	(104)
6.4	分馏系统常见故障及操作异常处理	(105)
6.4.1	分馏塔底液面超高	(105)
6.4.2	油气分离器液面超高	(105)
6.4.3	分馏塔顶回流泵抽空	(105)
6.4.4	一中段回流泵抽空	(105)
6.4.5	轻柴油泵抽空	(106)
6.4.6	回炼油泵抽空	(106)
6.4.7	油浆泵抽空	(106)
6.4.8	油浆固体含量高	(107)
6.4.9	粗汽油泵抽空	(107)
6.4.10	分馏塔冲塔	(107)
6.4.11	分馏塔塔盘冲翻	(108)
6.4.12	油浆换热器管束堵塞	(108)
6.5	吸收稳定系统故障处理	(108)
6.5.1	粗汽油中断	(108)
6.5.2	稳定塔底重沸器热源中断	(108)
6.5.3	压缩富气中断	(109)
6.5.4	气压机出口憋压	(109)
6.5.5	气压机出口油气分离器液面异常上升	(109)
6.5.6	稳定塔顶回流罐液面异常上升	(109)
6.5.7	再吸收塔液面异常上升	(109)
6.5.8	吸收塔冲塔	(110)
6.5.9	干气带油	(110)
6.6	精制系统故障处理	(110)
6.6.1	精制汽油硫醇含量超标	(110)
6.6.2	精制汽油带碱	(110)
6.6.3	精制汽油系统压力过高	(111)
6.6.4	抽提塔碱液位居高不下	(111)
6.6.5	精制汽油尾气带油、碱	(111)
6.6.6	氧化风线窜油	(111)
6.6.7	氧化风线窜碱	(111)
6.6.8	精制干气、液化气 H ₂ S 含量超标	(112)
6.6.9	精制液化气系统压力超高	(112)
6.7	外取热器与余热锅炉系统故障处理	(112)
6.7.1	强制循环水泵故障	(112)

6.7.2	汽包干锅, 外取热器断水	(112)
6.7.3	外取热器汽包满水	(113)
6.7.4	外取热器汽包水位低	(113)
6.7.5	余热锅炉汽包汽水共沸	(113)
6.7.6	蒸汽管道内水击	(114)
6.7.7	给水管道内水击	(114)
6.7.8	余热锅炉(省煤器)炉管破裂	(114)
6.7.9	CO 焚烧炉突然灭火	(114)
参考文献		(115)

第7章 装置的开停工

7.1	装置开工	(116)
7.1.1	开工准备	(116)
7.1.2	开工步骤	(117)
7.1.3	调整操作	(122)
7.2	装置正常停工	(122)
7.2.1	停工注意事项及停工准备	(122)
7.2.2	停工步骤	(123)
参考文献		(125)

第8章 装置主要设备原理、使用维护与管理

8.1	主风机组(能量回收机组)	(126)
8.1.1	主风机(空气压缩机)	(127)
8.1.2	电动机(电动机/发动机)	(131)
8.1.3	烟气轮机	(131)
8.1.4	变速箱	(133)
8.1.5	汽轮机	(134)
8.1.6	联轴器	(138)
8.1.7	润滑油系统	(138)
8.1.8	动力油系统	(139)
8.1.9	风机入口空气过滤器	(140)
8.1.10	与机组相关的特殊阀门	(140)
8.1.11	机组的正常维护与管理	(143)
8.1.12	四机组的开停机	(144)
8.1.13	三机组的开停机	(148)
8.2	富气压缩机组	(154)
8.2.1	离心式富气压缩机	(154)
8.2.2	气压机轴端干气密封	(157)
8.2.3	润滑油系统	(159)
8.2.4	中间凝液排出系统	(159)

8.2.5	反喘振系统	(159)
8.2.6	机组的正常维护与管理	(160)
8.3	反应器(沉降器)	(161)
8.3.1	提升管反应器及附件(含出口快分)	(161)
8.3.2	沉降器及内件	(163)
8.4	再生器	(165)
8.4.1	主风分布管(含事故蒸汽)	(165)
8.4.2	再生器旋风分离器	(166)
8.4.3	取热器	(167)
8.5	辅助燃烧室	(170)
8.5.1	辅助燃烧室概述	(170)
8.5.2	辅助燃烧室的操作要点	(170)
8.6	余热锅炉及焚烧炉	(170)
8.6.1	余热锅炉	(170)
8.6.2	CO 焚烧炉	(171)
8.7	特殊阀门	(173)
8.7.1	塞阀	(173)
8.7.2	滑阀	(174)
8.7.3	电液执行机构	(175)
8.8	油浆泵	(177)
8.9	塔器	(179)
8.9.1	分馏塔	(179)
8.9.2	吸收塔	(180)
8.9.3	解吸塔	(181)
8.9.4	稳定塔	(181)
8.9.5	再吸收塔	(181)
8.10	其他设备	(181)
8.10.1	油浆过滤器	(181)
8.10.2	小型加料系统	(183)
8.10.3	三级旋风分离器	(184)
8.10.4	蒸汽发生器	(185)
8.10.5	衬里选型与浇注烘干	(186)
参考文献		(187)

第9章 仪表自动化

9.1	催化裂化工艺的主要控制回路	(188)
9.2	自保联锁	(193)
9.2.1	机组自保联锁	(193)
9.2.2	反应-再生系统自保联锁	(194)
9.2.3	反应-再生系统各自保阀门状态及相互间逻辑	(195)

9.2.4	机组逻辑控制	(196)
9.3	DCS 事故处理	(200)
9.3.1	机组具备供风能力情况下 DCS 事故处理	(200)
9.3.2	DCS 死机、机组不具备供风条件情况下的事故处理	(203)
9.4	催化裂化装置 ESD 简介	(206)
9.4.1	自动保护联锁系统概述	(206)
9.4.2	自保联锁系统的类型及特点	(206)
9.5	机组轴系 S8000 在线检测分析系统	(207)
9.5.1	机械设备故障诊断基础知识	(207)
9.5.2	设备故障分析与诊断	(208)
9.5.3	旋转机械常见振动故障分析	(210)
9.5.4	大型机组状态监测取得的成果	(212)
9.6	先进控制和优化控制	(213)
9.6.1	先进控制技术	(214)
9.6.2	催化裂化装置控制策略	(215)
9.6.3	实施 APC 控制的效益	(216)
	参考文献	(216)

第 10 章 催化裂化装置环保与安全

10.1	催化裂化装置环境污染与防治	(217)
10.1.1	污染源	(217)
10.1.2	污染治理	(219)
10.2	安全与防护	(222)
10.2.1	催化裂化装置高温、易燃介质的防护	(223)
10.2.2	防 H ₂ S 中毒	(223)
10.2.3	防硫化亚铁自燃	(223)
10.2.4	防火	(224)
10.2.5	防冻凝、防解冻	(224)
	参考文献	(224)

第 11 章 生产运行评价

11.1	生产运行评价	(225)
11.1.1	产品结构和收率	(225)
11.1.2	产品质量	(225)
11.1.3	加工损失	(225)
11.1.4	能耗	(226)
11.2	装置标定	(228)
11.2.1	标定目的	(228)
11.2.2	标定报告的主要内容	(228)
11.2.3	标定方案的制定	(229)

11.2.4	标定数据采集	(229)
11.2.5	计量校准	(229)
11.2.6	标定核算	(229)
11.3	催化裂化装置生产运行优化	(240)
11.3.1	生产运行优化目的	(240)
11.3.2	生产运行优化内容	(240)
11.4	班组经济核算	(244)
11.4.1	班组经济核算的目的	(244)
11.4.2	班组经济核算的内容	(244)
	参考文献	(245)

第 1 章 概 述

1.1 催化裂化在石油加工过程中的地位和作用

流化催化裂化(Fluid Catlytic Cracking)是石油加工中重要的重质油轻质化工艺过程之一,作为生产交通运输燃料和提供部分低碳烯烃的主要工艺,具有突出的优点和不可替代的作用。流化催化裂化原料适应性强,轻质油产品收率高,技术成熟,是目前炼油企业利润的主要来源。近年来,随着原油重质化和劣质化的趋势加剧,轻质石油产品市场需求旺盛,清洁燃料生产和环保压力增大,炼化一体化的步伐加快,全球炼化企业普遍加快了工艺装置结构调整,但催化裂化作为原油转化的主要工艺装置,其核心地位仍然没有改变。

从表 1-1 可以看得出,进入 21 世纪以来,原油的一次加工能力仅增加 3.20%,而催化裂化加工能力却增加了 8.60%,催化裂化占原油一次加工能力的比例也由 2001 年初的 16.86% 提高到 2006 年初的 18.53%,在原油的深度加工装置中居首位,这充分说明了催化裂化在原油加工过程中的重要作用。而我国催化裂化装置的加工能力已由 2001 年初的 99Mt/a 增加到 2007 年初 110.4Mt/a,占一次加工能力的 29.82%,加工能力和占一次加工能力的比例仅次于美国,居世界第二位。2007 年中国石油、中国石化两大集团公司催化裂化装置共加工原料 95.02Mt,掺炼重油折合减压渣油占 37.44%,达到了 35.58Mt。

表 1-1 近几年全球催化裂化加工能力变化

日 期	原油一次加工能力		催化裂化加工能力		占原油加工能力/%
	Mt/d	增长/%	Mt/d	增长/%	
2001-1-1	11.37		1.91		16.86
2002-1-1	11.36	-0.10	1.94	1.21	17.08
2003-1-1	11.46	0.88	1.98	2.38	17.34
2004-1-1	11.48	0.22	2.00	0.94	17.46
2005-1-1	11.53	0.43	2.03	1.26	17.61
2006-1-1	11.90	3.20	2.20	8.60	18.53

注:数据取自催化裂化协作组第十一届年会《报告论文选集》,但原文中计量单位为桶,在本书中转变为吨。

催化裂化装置是生产发动机燃料最重要的装置。在国外,大多数装置按汽油方案生产,汽油产率大致在 50% 左右。在欧美发达国家,催化裂化汽油组分约占商品车用汽油总量的 1/3。由于我国原油中轻质馏分较少,重整汽油数量有限,所以,催化裂化汽油约占商品车用汽油总量的 75% 左右。催化裂化生产的柴油量约占我国商品柴油总量的 30% 左右。

从石油化工产业链看,催化裂化装置作为炼油厂中的核心工艺装置,是主要的石油二次加工装置,在生产汽油、柴油和液化气、丙烯方面发挥着重要的作用,催化裂化装置仍然是目前最重要的重油轻质化手段之一。随着催化裂化技术的不断发展,可以预见,在炼油/化工一体化过程中催化裂化仍将起着重要的作用。

1.2 催化裂化的发展历程及现状

1.2.1 发展历程简述

催化裂化的研究开始于 19 世纪 90 年代，随着固体酸性催化剂的问世，于 1936 年在美国诞生了世界上第一套固定床催化裂化工业装置。

固定床催化裂化存在设备结构复杂、操作繁琐，控制困难的缺点。为了克服固定床的缺点，需要两项革新，即催化剂在反应和再生操作之间循环和减小催化剂粒径。第一项革新结果出现了移动床，两项革新的结合得到了流化床。最初移动床催化裂化定名为 Thermoform Catalytic Cracking (TCC)，1943 年，Maguolia 石油公司投产了一套 0.5Mt/a 的 TCC 装置。1944 年开发成功的小球合成硅酸铝催化剂是催化裂化过程的重大改进。HPC 公司开发的第一套 Houdriform 移动床催化裂化工业化装置于 1950 年在美国投产。

第一套流化催化裂化装置于 1942 年在美国建成投产，而 1946 年硅铝微球催化剂的问世，更促进了催化裂化技术的发展。至 20 世纪 50 年代前后采用密相床反应的流化催化裂化技术趋向成熟。60 年代中期，随着分子筛催化剂的推出，全提升管流化催化裂化工艺的地位得到了确立并延续发展至今。

从分子筛催化剂的出现和全提升管流化催化裂化工艺地位的确立，近半个世纪以来，催化裂化工艺在世界上各大石油公司的努力下出现了各具特色的工业装置。

1.2.2 工艺技术与现状

1.2.2.1 国外催化裂化技术与现状

20 世纪 80 年代初，凯洛格公司 (Kellogg) 针对沸石催化剂的再生要求和重油催化裂化的需要，先后与阿莫科公司 (Amco) 和莫比尔公司 (Mobil) 合作在其原正流型催化裂化的基础上，开发了新一代的正流型催化裂化工艺。此工艺采用了折叠式的垂直外提升管，提升管出口设置了由 Mobil 公司开发的紧接式旋风分离器系统，并采用了两家公司合作开发的新型提升管进料喷嘴。再生器根据重油催化热量过剩的要求设置了内取热盘管和外取热器。采用 CO 完全燃烧的再生工艺，再生催化剂的含碳量可下降至 0.02% ~ 0.05%。

环球油品 (UOP) 公司从 1944 年开始进行工业催化裂化装置的设计建设，在 50 年代中期开发推广了直提升管高低并列式的催化裂化装置，并且适用于分子筛催化剂。为了最大限度地体现分子筛催化剂的优越性，该公司在 1974 年设计投产了现代意义上的高效再生流化催化裂化装置。并采用了一些新技术，如：提升管出口快分设施，烧焦罐式快速床再生等。

在 20 世纪 90 年代初，MOP 公司在几十年开发实践的基础上又设计推出了 CCC 工艺，即可控制的催化裂化工艺。该工艺技术集工艺设计、催化剂配方和工艺操作条件之大成，以生产质量最好的产品并达到最优的产品产率。近年他们又开发了 MSCC 工艺，即毫秒催化裂化，推荐短接触反应技术，以提高汽油的选择性。

壳牌 (Shell) 公司自 20 世纪 40 年代开始催化裂化装置的设计建设，1988 年 Shell 公司投产了第一套重油催化裂化装置，从最新投产的两套重油催化裂化装置来看主要考虑的是降低了沉降器的尺寸，使提升管出口至分馏塔间的油气停留时间仅为 3s；再生器只设一级旋风分离器，采用了旋流管式分离器；再生器中 CO 完全燃烧，设置外取热器回收过剩热。

石伟公司(Stone and Webster)1981年建成了一套重油催化裂化装置,并增设了第二再生器,两个再生器的烟气自成系统,第二再生器的旋风分离器设在器外,此外没有其他内件可以承受高温的限制,同时可根据需要采用取热设施。法国石油研究院(IFP)也采用了此类工艺技术,不同的是还在提升管采用了混合温度控制技术(MTC)。

1.2.2.2 我国催化裂化技术发展现状

我国的催化裂化技术是在新中国成立之后从无到有逐步发展起来的。1958年,在前苏联的帮助下建成投产了全国第一套移动床催化裂化装置,后又改为流化催化裂化装置。1965年5月5日我国第一套同高并列式流化催化裂化装置在抚顺石油二厂建成投产,装置处理能力为 $60 \times 10^4 \text{t/a}$ 。随着国外沸石催化剂的开发应用,提升管催化裂化技术开始引入我国,并于1974年8月将原玉门炼油厂的 $120 \times 10^4 \text{t/a}$ 同高并列式催化裂化装置改造为我国第一套高低并列式提升管催化裂化装置。

我国早期设计建设的两种典型催化裂化装置流程见图1-1、图1-2所示。

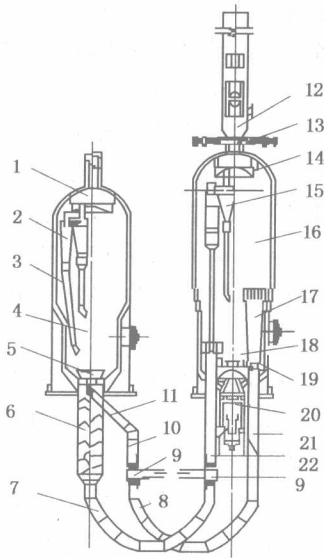


图1-1 同高并列式催化裂化装置的反应再生部分示意图

1—集气室;2—旋风分离器;3—稀相段;
4—密相段;5—分布板;6—汽提段;7—待生催化剂M型管;8—再生催化剂M型管;9—单动滑阀;10—再生催化剂提升管;11—进料弯管;12—烟囱;13—双动滑阀;14—集气室;15—旋风分离器;16—稀相段;17—溢流管;18—密相段;19—分布板;20—辅助燃烧室;21—再生催化剂立管;22—待生催化剂提升管

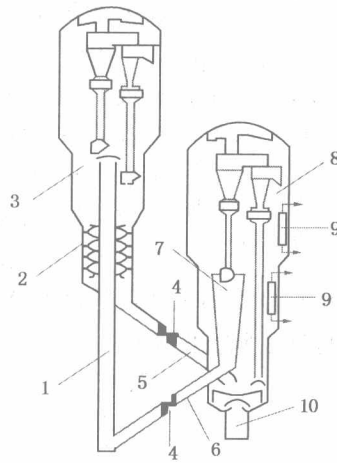


图1-2 高低并列式催化裂化装置的反应再生部分示意图

1—提升管;2—汽提段;3—沉降器;4—单动滑阀;
5—待生斜管;6—再生斜管;7—溢流管;8—再生器;
9—内取热器;10—辅助燃烧室

1977年12月,洛阳石油化工工程公司(LPEC)在其实验厂建成并投产了我国第一套5万吨/年的同轴式器内两段再生催化裂化装置(见图1-3)。70年代后期,随着快速床再生技术的引进吸收,LPEC成功地将乌鲁木齐石化总厂的催化裂化装置改造为具有内溢流管循环的快速床烧焦再生的催化裂化装置(见图1-4)。北京设计院也将荆门石油化工总厂的催化裂化装置改造成了具有外循环管的烧焦罐提升管快速床再生催化裂化装置。至此,在催化裂化催化剂的再生方面,我国已掌握了鼓泡床、湍动床、快速床三种床型,完全和不完全再生两种形式及单段、两段再生等各种再生组合形式的工业应用,并取得了很好的效果。

由于我国原油总体偏重,所以,重油的轻质化成为我国石油加工行业的重要课题,发展

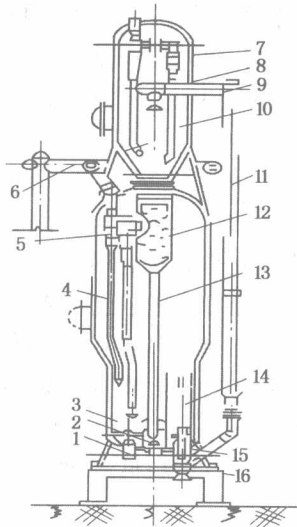


图 1-3 同轴式催化裂化装置的反再部分

1—空气分布管;2—待生塞阀;3—一段密相床;4—稀相段;5—旋风分离器;6—外部烟气集合管;7—旋风分离器;8—快速分离设施;9—耐磨弯头;10—沉降段;11—提升管;12—汽提段;13—待生立管;14—二段密相床;15—再生立管;16—再生塞阀

重油催化裂化尽可能地提高轻质油收率成为我国重油加工的主要手段之一。我国的重油催化裂化试验研究开始于 20 世纪 60 年代中期,当时随着无定形硅酸铝催化剂的开始应用,首先在大庆、大港和玉门的中型流化床装置上以无定形硅酸铝催化剂进行了常压渣油的催化裂化试验,于 1972 年以微球硅酸铝催化剂在玉门炼油厂成功地进行了拔头原油的催化裂化工业试验,并以此开始了大面积的重油催化裂化的工业实践,此后新改扩建的催化裂化装置基本都是重油催化装置。

1982 年 10 月在原兰州炼油化工总厂建成了我国真正意义上的重油催化裂化装置。该装置是 LPEC 根据该公司实验厂第一套 5 万吨/年的同轴式两器、两段再生的催化裂化装置的多年运转经验,与原兰州炼油化工总厂合作,将该厂原加工能力为 30 万吨/年的移动床催化裂化装置改成国内第一套同轴式提升管催化裂化装置,掺炼 20%~25% 的长庆减压渣油和二段脱沥青油,并采用单器两段完全再生及再生器水平内取热盘管等技术。

1983 年 9 月,在石家庄炼油厂高低并列式渣油催化裂化装置上成功进行了全馏分大庆常压渣油的生产试验。当时该装置的原料残炭为 5.5%,在实施全回炼操作的情况下,装置生焦为 9.3%,轻质油收率达到了 76.8%。1987 年该装置改造成两器、两段再生,如图 1-5 所示,使装置的生焦率下降了 1.5%。至此,我国重油催化裂化技术拉开了大发展的序幕,形成了我国具有自主知识产权的重油催化裂化技术,也给后来引进吸收国外大公司的重油催化裂化技术打下了坚实的基础。

形成了我国具有自主知识产权的重油催化裂化技术,也给后来引进吸收国外大公司的重油催化裂化技术打下了坚实的基础。

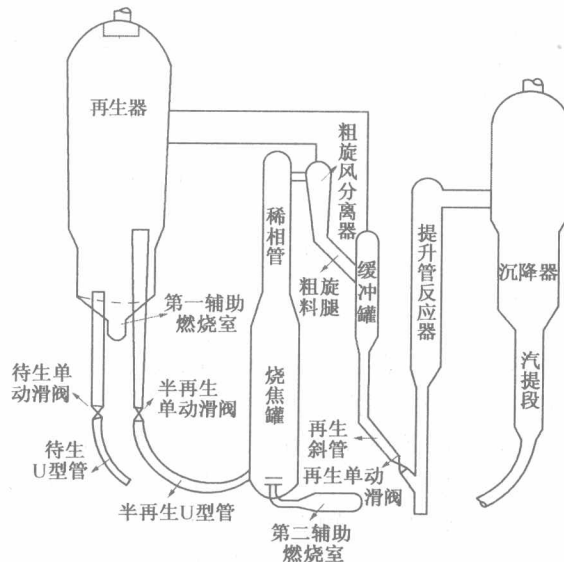


图 1-4 带烧焦罐再生的提升管催化裂化装置的反再部分