



炼油装置
技术改造及优化案例丛书



延迟焦化装置 技术改造 及优化案例

中国石化集团高级技师燕山培训基地
组织编写

中国石化出版社

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

炼油装置技术改造及优化案例丛书

延迟焦化装置 技术改造及优化案例

中国石化集团高级技师燕山培训基地 组织编写

中国石化出版社

内 容 提 要

本书遴选了延迟焦化装置技术改造及优化近百个成功实施的典型案例,内容涵盖操作优化、节能降耗、设备应用、安全环保等方面。案例中容纳了技改背景、技改内容以及技改效果等内容,是各装置现场经验的精华总结,内容贴切实际,非常适合从事相关技术工作以及现场操作人员阅读,也可供相关装置设计人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

延迟焦化装置技术改造及优化案例/中国石化集团高级技师燕山培训基地组织编写. —北京:中国石化出版社,2011.12

(炼油装置技术改造及优化案例丛书)

ISBN 978 - 7 - 5114 - 0885 - 3

I. ①延… II. ①中… III. ①石油炼制—延迟焦化—化工设备 IV. ①TE624.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 224541 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

河北天普润印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 32 开本 7.75 印张 161 千字

2012 年 1 月第 1 版 2012 年 1 月第 1 次印刷

定价:25.00 元

编 委 会

主 任 王喜海

副主任 谢景山 邹 强 李庆萍 鲍金锁

成 员 高体坡 秦文平 曹 吉 蔡 浪

胡建凯 李向国 廖广明 蒋 玉

薛栋臻 郑文斌 王福强 许国忠

郭 勇 李金平 邓炳生 张 军

杨远智 周 锋

前言

世界范围内原油重质化和劣质化速度快速增加，对轻质油品的需求增大，对重质燃料油的需求减少；加之对环境保护日益严格，导致原油资源供应与石油产品需求之间的矛盾与日俱增。因此，延迟焦化技术因其设备投资少、工艺简单、技术成熟、可加工各类高含沥青质、硫和金属的重质渣油，最大量地生产馏分油产品，已经成为世界各国重质油轻质化的重要手段，并得到了迅速发展。

近年来，世界各国学者针对延迟焦化工艺技术进行研究与改进的方向主要集中在提高液体收率和减少焦炭及气体产率、优化操作和提高产品质量等方面。为取得更大经济效益，各炼油企业充分利用现有装置，重视组合工艺的开发和利用，开展资源、产品结构和生产工艺流程的优化工作，使生产管理实现“精耕细作”，把节能降耗、优化操作等工作落到实处。为此，编者将有关延迟焦化装置的优化操作、节能降耗、设备应用、安全环保等操作案例进行了整理，组织编写了本书。

本书遴选了各企业延迟焦化装置技术改造与优化近百个成功实施的典型案例，涵盖操作优化、节能降耗、设备使

用、安全环保等方面内容。每一案例都进行了全面透彻的分析与总结，实用性、科学性比较强。希望本书的出版能对延迟焦化装置的生产操作起到一定的指导和借鉴作用。

在本书即将出版之际，编者衷心感谢石油化工科学研究院申海平、镇海炼化杨云峰、天津分公司张岩三位专家。他们在审核过程中对本书给予了充分的肯定，提出了很多宝贵的修改意见。同时还要感谢中国石化集团公司人事部相关领导的不断鼓励和支持。

由于时间仓促，水平有限，经验不足，书中会存在诸多不妥之处，恳请广大读者和专家批评指正。

中国石化集团高级技师燕山培训基地

目 录

第一部分 优化操作

- 1 掺炼油浆对延迟焦化的影响 (1)
- 2 稠油加工分析与对策 (4)
- 3 延迟焦化装置弹性生焦操作的运用 (10)
- 4 全厂污油至延迟焦化装置回炼 (13)
- 5 延迟焦化 DCS 系统操作优化措施 (15)
- 6 优化操作 提高焦化装置的液收 (17)
- 7 分馏塔底循环油反向流程 (19)
- 8 分馏塔三大平衡的有效控制 (21)
- 9 分馏塔顶部循环流程改造 (23)
- 10 焦化分馏塔底积焦粉原因与对策 (25)
- 11 分馏塔顶循段结盐防范措施和水洗处理 (28)
- 12 延迟焦化装置汽油乳化的改善 (31)
- 13 干气 C_3 含量高的原因及处理 (33)
- 14 解析塔中部重沸器流程优化改造 (35)
- 15 增加稳定系统不带压循环线 (37)
- 16 吸收稳定优化 (40)
- 17 系统管网瓦斯引入延迟焦化稳定吸收系统
流程优化 (43)
- 18 压缩机压液线改造减少劳动强度 (45)

19	加热炉余热回收系统节能改造	(47)
20	辐射泵预热方法	(50)
21	精心操作提高加热炉效率	(52)
22	延迟焦化加热炉氧含量的先进控制	(56)
23	在线清焦技术在焦化加热炉上的应用	(59)
24	焦炭塔底盖柱状焦的形成与消除	(62)
25	焦炭塔放空余热回收	(65)
26	焦炭塔急冷油注入点改造避免大油气线结焦	(68)
27	焦炭塔溢流线增加降温线降低溢流初期温度	(71)
28	钻杆优化操作	(73)
29	优化冷焦改溢流操作减少废气排放	(74)
30	优化操作降低焦炭塔预热切换对分馏 稳定系统的影响	(78)
31	优化操作减轻焦炭塔顶大油气线出口结焦	(80)
32	放空塔甩油回炼的应用	(84)
33	放空塔污油处理	(87)
34	回收焦炭塔放空瓦斯不凝气降低制氢原料 硫含量增产干气	(90)
35	优化操作降低放空塔顶污油量	(94)
36	冷焦水罐优化改造解决罐内存焦	(96)
37	焦化低温热的综合利用	(100)
38	巧用离心泵代往复泵	(102)

第二部分 节能降耗

1	加热炉节能改造	(105)
---	---------------	-------

2	降低焦化装置加热炉燃料气用量的措施	(107)
3	焦炭塔消泡剂灵活注入操作分析	(108)
4	脱硫胺液二次利用	(111)
5	停用稳定塔进料泵节约电能	(113)
6	转动设备节能运行方法	(115)
7	延迟焦化在节电降耗上的措施	(118)
8	停用干气脱硫贫液泵节约电能	(122)
9	放空塔顶空冷改为温控自启动	(123)
10	重污油泵入口增上回收器回收重污油	(125)
11	延迟焦化装置伴热站串联节约蒸汽	(127)
12	用饱和水代替蒸汽大吹汽的应用	(129)
13	脱氧水代替大吹汽	(132)
14	提高蒸汽品质	(134)
15	焦化装置污水综合利用	(137)
16	焦化装置冷却器串联循环热水利用	(139)
17	循环水场排污水循环利用	(141)
18	冷焦罐低温水循环利用	(143)
19	综合利用水资源 降低装置新鲜水耗量	(146)
20	焦化装置热联合降低能耗	(149)
21	延迟焦化的节能降耗措施	(151)

第三部分 设备应用

1	变频调速技术在焦化生产中的应用	(155)
2	旋转射流搅拌器在冷焦水罐中的运用	(157)
3	加热炉机械清焦的应用	(159)

4	罐中罐在冷焦水中除油的应用	(163)
5	泵的油雾润滑	(165)
6	焦炭塔平板式自动底盖机的应用	(168)
7	延迟焦化空气压缩机改造	(172)
8	自动过滤器在冷焦水系统应用	(173)
9	自动切水器在污油罐的应用	(175)
10	更换干气密封减少泄漏	(178)
11	延迟焦化柴油泵小改造降低故障率	(180)
12	磁力泵在延迟焦化装置上的应用	(182)
13	螺杆泵在焦化甩油系统上的应用	(184)
14	胺液净化措施	(187)
15	延迟焦化 LPG 泵改正连接错误消除事故源	(190)

第四部分 安全环保

1	弹丸焦的生成及预防	(192)
2	延迟焦化炼含酸油采取的防腐措施	(194)
3	分馏塔底循环抽出线堵塞的处理	(197)
4	焦化吸收稳定注缓蚀剂	(199)
5	冷焦时焦炭塔倾斜事故	(201)
6	焦炭塔顶盖提升活塞杆断裂	(204)
7	延迟焦化装置处理浮渣减少污染	(205)
8	冷焦水罐废气碱液脱臭技术应用	(209)
9	冷焦水密闭改造	(212)
10	开停工吹扫密闭改造	(217)
11	含油污水清污分流	(219)

12	气压机操作画面的升速按钮故障分析及整改措施	(221)
13	一般阀门泄漏故障和预防措施	(224)
14	一键式辅助停车系统	(226)
15	焦化油雾润滑系统故障分析与处理	(228)
16	焦炭塔一次放水不出的巧妙处理	(230)
17	调整换塔操作避免焦炭塔冲塔	(232)

第一部分 优化操作

1 掺炼油浆对延迟焦化的影响

1.1 背景介绍

催化裂化是炼油行业一个重要的二次加工手段，也是必不可少的部分，油浆为催化裂化的副产品。随着社会对油品质量要求的提高，加上催化裂化加工原料重质化以及重油加工量的增加，催化裂化就必须加大对油浆的外甩。为解决催化油浆的出路问题，在汲取国内外延迟焦化掺炼油浆经验的基础上，优化了掺炼的方案，但催化裂化油浆中含有固体金属粉末，给延迟焦化的掺炼带来困难。

某延迟焦化装置加工能力为 150 万吨/年，设计循环比为 0.25，掺炼油浆实践已有多多年，由于掺炼比例的控制方法各有不同，对延迟焦化的操作存在不同程度的影响，现根据掺炼油浆不同比例对延迟焦化的影响进行分析，进行工艺和设备上的调整。

1.2 原因分析

减压渣油与催化裂化油浆性质对比见表 1.1。

表 1.1 减压渣油与催化裂化油浆性质对比表

项 目	减压渣油	油 浆
密度/ (kg/m ³)	985.5	1072.3
黏度 (100℃) /mm ² · s ⁻¹	719.84	13.71



续表

项 目	减压渣油	油 浆
残炭/%	15.50	6.60
氢碳比	1.58	1.09
饱和烃/% (质量)	29.3	27.1
芳香烃/% (质量)	30.1	52.1
胶质/% (质量)	34.1	18.6
沥青质/% (质量)	6.5	1.4
固体含量/% (质量)	0	0.31

从表 1.1 发现,与减压渣油相比,催化裂化油浆密度大,其残炭值、黏度、硫、胶质、沥青质含量较低,芳烃含量高,氢碳原子比小,固体催化剂含量达 0.31g/L。从理论上推断,由同一热加工工艺达到同一反应深度时,原料密度越大,焦炭产率越高,而液收越低。原料芳烃含量高,芳烃本身不易裂解,多为缩合反应,而其侧链多为裂解反应。掺炼不同比例催化裂化油浆产品分布见表 1.2。

表 1.2 掺炼不同比例催化裂化油
浆产品分布表

掺炼比	0	10%	30%
焦炭	19.19	20.83	24.06
蜡油	28.0	27.04	28.87
柴油	27.6	26.13	24.06
汽油	16.96	17.14	13.12
轻收	44.72	43.27	37.18
液收	71.72	70.31	66.05



从表 1.2 发现, 在少量掺炼油浆时, 对产品收率的变化不大, 只是焦炭和蜡油的收率略有上升。由于催化油浆芳烃含量较高, 裂解难度大, 所以随着掺炼油浆比例的增加, 焦炭产率明显增加, 汽柴油收率和液体收率明显下降。

掺炼不同比例催化裂化油浆产品质量见表 1.3。

表 1.3 掺炼不同比例催化裂化油浆产品质量表

掺炼比		0	10%	30%
蜡油	20℃ 密度/(g/cm ³)	0.939	0.948	0.963
	残炭/%	0.33	0.43	0.54
	硫含量/%	1.596	1.722	1.347
焦炭	挥发分/%	10.15	10.11	10.19
	灰分/%	0.15	0.33	0.41
	水分/%	0.24	0.25	0.24
	硫含量/%	1.11	1.19	1.08

从表 1.3 发现, 随着催化油浆掺炼比例的增加, 蜡油的残炭变大, 焦炭的灰分则明显上升, 主要由催化油浆中固体粉末较多残留在焦炭中造成的, 其他数据则成无规律性的变化。

由于催化裂化油浆含有催化剂固体的金属颗粒, 再经机泵的加压后, 对高温设备的磨损比较严重, 主要表现在辐射泵、重蜡油泵叶轮、加热炉热偶、炉进料控制阀、炉管弯头、流量计等高温管线上设备的磨损。根据多家分公司掺炼油浆的经验, 10ppm (μg/g) 以上固体含量的油浆进焦化就会对上述设备造成冲刷, 若在含量 12ppm 以上, 运行 3 个月上述设备明显减薄, 造成设备事故隐患, 合理的掺炼比



例为 10%，固体含量控制在 6ppm 以下。

1.3 优化措施

为减少油浆掺炼对装置轻收和焦炭质量灰分的影响，必须严格控制比例掺炼和催化油浆中的固体含量，抑制催化剂颗粒对管线设备的磨损，增设流量控制阀门和质量流量计；同时相应调整焦化的生产操作参数，加强对焦化辐射泵、加热炉炉管等重点部位的实时监控，并对炉管回弯头及加热炉至焦炭塔管线等部位进行测厚监控。

经常分析催化油浆中的固体含量，根据催化油浆中的固体含量的大小及时调整掺炼比例，合理的掺炼比例为 10%，固体含量控制在 6ppm 以下。

当油浆与冷渣混合不均匀的情况下，会影响焦化装置的质量控制和对设备的冲刷。为了使催化油浆与减压渣油充分的混合，由先前油浆进原料罐改为油浆在罐区内和减渣混合后再送至焦化装置，并保持一定的流量，若增加混合器则更为合理。

1.4 实施效果

经生产实践表明，焦化装置掺炼油浆在生产操作上是可行的，但将导致轻收、液收降低，气体及焦炭产率增加，也使石油焦的灰分升高，降低石油焦的等级。由于油浆催化剂金属粉末被携带至焦化装置的主要设备中，对设备形成冲刷，影响装置的安全生产，所以必须控制掺炼比例 10% 左右，固体含量控制在 6ppm 以下，并加强对设备的检测。

2 稠油加工分析与对策

2.1 背景介绍

塔河稠油属于目前我国最难加工的原油品种之一，尤其



随着塔河油田新区的不断开发和产能的提高，塔河稠油的劣质趋势越来越明显。油品主要性质：高密度、高黏度、高沥青质、高胶质含量、高硫、高氮含量、高盐含量、高金属含量、低轻质油收率。针对塔河原油特性，在加工中如何确保装置长周期运行、避免加热炉炉管结焦及弹丸焦的产生，以及防止工艺设备腐蚀都尤显重要。某延迟焦化装置年加工能力为 100 万吨/年，以常压与延迟焦化联合生产工艺，全部加工该种稠油，经过多年实践经验与理论分析，总结了一套加工该油品的经验。表 1.4、表 1.5 为塔河原油、常渣、减渣评价表。

表 1.4 塔河劣质原油性质

分析项目	塔河原油
采样时间	2008 年
特性因数	11.6
原油类别	高硫中间基
密度(20℃)/(g/cm ³)	0.9430
黏度/(mm ² /s)50℃	245.5
80℃	49.01
凝点/℃	-20
倾点/℃	-21
残炭(康氏)/%	14.60
硫/%	2.10
氮/%	0.37
灰分/%	0.052
水/%	0.15



续表

闪点(开口)/℃		41
酸值/(mgKOH/g)		0.12
盐/(mgNaCl/L)		119.8
组成/%	胶质	13.10
	沥青质	12.80
	蜡含量	3.3
金属含量/(μg/g)	铁	3.1
	镍	26.3
	铜	<0.1
	钒	212
	铅	<0.1
	钙	2.2
	钠	8.2
	镁	0.1

表 1.5 塔河常、减压渣油性质

分析项目	>350℃	>500℃	>540℃
收率/(质量)	72.21	47.57	41.74
% (体积)	67.84	42.71	36.97
密度(20℃)/(g/cm ³)	0.9997	1.0482	1.0647
API 度	9.6	3.2	1.1
黏度/(mm ² /s) 80℃	1462.0	>20000	>20000
100℃	377.9	>20000	>20000
凝点/℃	24	>50	>50
闪点(开口)/℃	232	292	354