

延迟焦化装置技术改造

袁存昱¹, 郭爱军²

(1. 胜利油田有限公司石油化工总厂, 山东 东营 257000; 2. 石油大学(华东)化学化工学院, 山东 东营 257061)

摘 要: 主要介绍了延迟焦化工业装置改造中采用的灵活可调循环比新工艺特点和加热炉管的进料工艺流程的技术革新, 对实际生产中的应用情况进行了技术分析。通过技术改造, 循环比降低 0.12, 焦化装置处理量扩大, 产物分布得到改善、液收增加 2.10%, 炉管烧焦周期延长 1 倍, 另外综合能耗也有很大程度的降低。最后对装置未来技术革新提出了建议, 技术改造经验对同类装置具有很大的借鉴作用。

关键词: 延迟焦化; 技术改造; 循环比; 加热炉; 工业装置

文章编号: 1006-5539(2006)01-0050-03

文献标识码: B

0 前言

延迟焦化工艺投资相对较低、液体产物收率高, 柴油馏分和石脑油馏分的分子直链性较好, 经缓和加氢精制即可分别成为优质车用燃料(柴油)和乙烯化工原料(石脑油)。因此各大石油炼制与化工企业对延迟焦化工艺的关注一直是有增无减。装置循环比的灵活可调性、炉管烧焦长周期和热能的充分利用有利于提高企业的经济效益^[1]。

循环比大, 柴油收率高, 总液收低, 装置处理量小; 循环比小, 蜡油收率高, 总液收高, 装置处理量大。可灵活调节循环比流程可适应不同的循环比(尤其是小循环比)操作, 炼厂可根据自身要求来选择合适的循环比; 需要低处理量时, 可以采用比较大的循环比, 不至于使辐射进料量降至过小、促进炉管的结焦; 需要高处理量时, 可以采用很小的循环比, 在加热炉不扩能的情况下, 就可以增加装置的处理能力。

胜利油田石化总厂 40×10^4 t/a 延迟焦化装置由中石化北京院设计, 1996 年 12 月投产; 2003 年与洛阳石化工程公司合作完成了该装置的技术改造, 在国内较早采用了先进的可灵活调节循环比新工艺流程, 同时调整了部分分馏换热流程, 并将加热炉辐射进料改造为“下进中出”流程。同改造前相比, 改

造后的换热流程更趋合理、操作调整更灵活, 渣油焦化处理能力大幅提高, 循环比降低 0.12、焦炭收率降低 1.73%、气体产率降低 0.37%、液收增加 2.10%, 因而技术改造带来的经济效益十分明显。

1 焦化原料一般性质

焦化原料是胜利原油的减压渣油, 其一般性质分析见表 1。由表 1 可见, 焦化原料的相对密度高、粘度大、残炭高、胶质沥青质含量也较高, 是一种较难加工的劣质减压渣油原料。

表 1 焦化原料减压渣油的一般性质

项 目	数 据
d_{40}^{20}	0.975 5
$> 538^{\circ}\text{C}$ 馏分/(%)	71.0
粘度/ $\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ 80 $^{\circ}\text{C}$ /100 $^{\circ}\text{C}$	5 643/1 429
康氏残炭/(%)	14.62
S/(%)	1.56
$\text{V}/\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	1.19
$\text{Ni}/\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	33.21
四组分组成/(%)	
饱和分	26.4
芳香分	28.8
胶质	42.5
沥青质	2.3

收稿日期: 2005-04-19

作者简介: 袁存昱(1970-), 男, 山东东营人, 工程师, 本科, 主要从事石油炼制工作。电话: (0546)8597041。

2 生产技术改造及其分析

2.1 可灵活调节循环比流程

改造前, 焦化装置采用焦炭塔反应油气和减压渣油在分馏塔进料段直接混合换热的流程见图 1, 利用换热深度来控制进料油气中重组份的冷凝量, 从而调节循环比。但是, 该流程在小循环比的条件下(低于 0.2)分馏塔塔底由于温度较高而容易结焦, 影响辐射进料泵的正常运转, 并导致辐射炉管结焦而缩短装置运行周期, 难以实现小循环比操作。

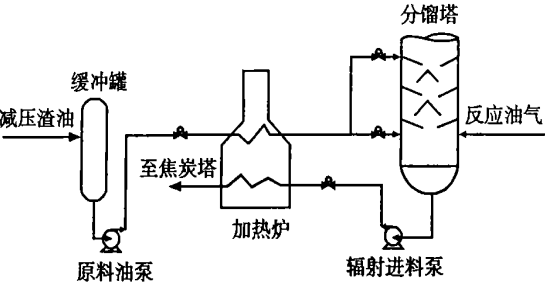


图 1 改造前焦化装置渣油进料流程

本次改造采用在分馏塔底增加循环油抽出设施, 循环比的调节采用直接将合适量循环油(即重蜡油)注入原料减压渣油中, 反应油气的热量采用循环油回流方式取走, 取消反应油气在分馏塔内直接与减压渣油换热的流程见图 2; 多余的循环油被排出

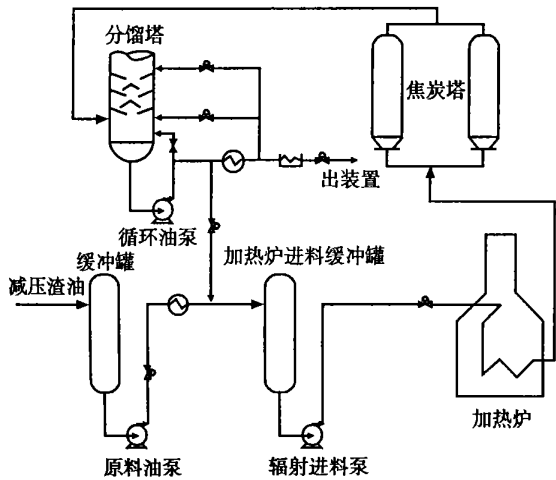


图 2 灵活可调循环比延迟焦化流程

装置。改造后, 不但可以通过控制循环油的外排量或蒸馏塔蒸发段温度来灵活调节循环比的大小, 而且可易于控制分馏塔底温度 $\geq 360^{\circ}\text{C}$, 主要操作参数

见表 2, 大大降低了在较低循环比或超低循环比下分馏塔下部的生焦和结焦倾向; 继而因循环油携带入辐射进料泵的焦粉含量大幅减少, 可以使辐射进料泵的磨损减缓、使用寿命延长。改造前, 辐射进料泵的机封每运行 3~6 个月就要更换, 这不仅造成浪费, 而且影响安全生产; 改造后, 辐射进料泵可连续安全运行 12 个月以上。焦粉对渣油受热生焦起“自催化”作用, 即促进焦炭的生成^[2], 因而焦化进料中焦粉含量的减小, 显然还可减轻炉管中的生焦和结焦、延长炉管烧焦周期。

表 2 焦化装置主要操作参数

项 目	设计指标	改造前	改造后
循环比	0.40	0.40	0.28
加热炉出口温度/ $^{\circ}\text{C}$	495~505	496	496
分馏塔底温度/ $^{\circ}\text{C}$	360	390	340
分馏塔蒸发段温度/ $^{\circ}\text{C}$	350~400	360	380
焦炭塔顶压力/MPa	0.17	0.17	0.17

2.2 加热炉辐射进料调整为“下进中出”流程

根据重质油热转化反应机理^[3]可知, 渣油在炉管加热的过程, 一般经过三个阶段: 第一阶段是由辐射入口温度(280°C)加热至渣油临界反应温度下限的低温升温段。此加热过程中渣油处于较低的温度, 渣油以轻微的一次裂化反应为主, 渣油粘度随温度的升高和裂化的进行而降低, 胶质和沥青质的含量未发生大的改变, 炉管不具备生焦和结焦的条件。第二阶段是渣油由临界反应温度下限升高到临界反应温度上限的临界反应升温段。此阶段渣油的裂化反应速度增长低于缩合反应速度增长, 渣油中生成一种似固又似液的中间相小球体, 它对炉管有较强的附着性, 能在母液中逐渐成长、融合, 并最终因炉管的高热强度而固化为焦炭, 同时渣油在这个阶段的汽化率小, 流速低, 从而造成此阶段成为焦化炉管结焦速度最大的阶段。因此为减缓此阶段的结焦, 一方面应使此段炉管的表面热强度处于较低水平, 以降低焦垢生成速度; 另一方面应增加此阶段渣油的汽化率和流动线速, 以加大焦垢脱落速度。第三阶段是由临界反应温度上限升温至炉出口温度(500°C)的高温升温段。此阶段渣油汽化率较高、流速快, 焦垢脱落速度较高, 同时焦垢生成速度受母液中碳质沥青质浓度的影响而减缓, 因而, 此阶段炉管的结焦速度较低。因此, 抑制加热炉管结焦的关键在于有效控制第二阶段即渣油临界反应温度段进料

中焦炭的生成和沉积。

图 3 为改造前后焦化加热炉炉膛烟气温、炉管管壁温度、渣油沿炉管流动方向的温度分布图。由图 3 可知,改造前,辐射室顶部(30~40 根)与第 6 根~第 15 根炉管之间是辐射室烟气的高温区、第 18 根~第 28 根炉管间为辐射室烟气的低温区;炉管最高管壁温度在第 9 根~第 15 根之间、渣油临界反应温度段则在第 9 根~第 35 根之间。显然,渣油临界反应温度段与最高管壁温度的区域发生了重叠。按前述反应机理论述,为减缓炉管结焦、延长加热炉的开工周期,应避免渣油结焦速度最大的临界反应温度段处于管壁温度最高和热强度分布最不均匀的管段,应处于炉膛烟气的低温区。因此在实际生产中,需要控制渣油的临界反应温度段(420~470℃)在第 18 根~第 28 根之间的炉膛烟气低温区,以保证较低的炉管热表面强度,减少渣油内中间相小球体的生成、减缓炉管结焦。

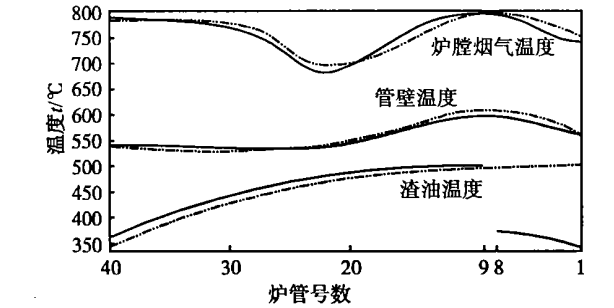


图 3 改造前后加热炉相关温度分布图
---. 改造前辐射室入口和出口的炉管号分别为 40 和 1;
——. 改造后辐射室入口和出口的炉管号分别为 1 和 9。

因此,对辐射管的进料方式进行了相应调整和改造。焦化进料从底部第 1 根炉管进入加热炉的辐射段,从第 8 根出辐射室,由炉外转油线转入对流室第二排遮壁管进入辐射室,再从辐射室第 9 根炉管出辐射室,相关温度分布见图 3。由图 3 可见,“下进中出”流程改造达到了使渣油临界反应温度段控制在炉膛烟气低温区的目的。

2.3 换热流程改进

2.3.1 分馏系统

采用灵活调节循环比焦化流程后,原料油不去加热炉对流段加热,改为原料油逐级与分馏塔侧线抽出油换热升温。通过换热流程的改进,一方面分馏塔的热量得到了充分利用;另一方面可降低分馏塔底温度,减缓分馏塔底的结焦,利于分馏塔的操作。

2.3.2 加热炉系统

加热炉余热回收采用水热媒系统,该系统主要由烟气换热器、空气换热器和热水循环泵组成,利用软化注水(2.5~3.7 MPa)作为热媒(中间热载体)建立一个闭式循环系统。热媒经循环泵进入加热炉烟气换热器、吸收热量后,然后进入空气换热器、预热加热炉助燃空气,最后,经换热后循环水返回热水循环泵入口,回路中的热水损失由软化给水补充。

表 3 为加热炉主要操作参数对比。由数据可知,尽管改造后的处理量增大,由于热媒系统的投用,使助燃空气的温度提高了 32℃,加热炉排烟温度降到了 200℃以下,提高了加热炉的热效率。

表 3 加热炉主要操作参数对比			
项 目	设计指标	改造前	改造后
辐射进料量/ $\text{t} \cdot \text{h}^{-1}$	70	60	64
加热炉出口温度/ $^{\circ}\text{C}$	495~505	496	496
加热炉排烟温度/ $^{\circ}\text{C}$	158	250	192
空气预热温度/ $^{\circ}\text{C}$	195	200	232

2.4 技术经济指标分析

从表 4 的比较可以看出,胜利石化焦化装置改造后的主要技术经济参数得到了较大程度的优化。同改造前相比,就产物分布而言,液体收率提高 2.10%、焦炭收率降低 1.73%、气体产率降低 0.37%;就装置长周期运转而言,炉管烧焦周期延长了 1 倍,综合能耗方面也降低了 5.05 kg 标油/t,降低幅度达 13%。因此这次改造是很成功的。

表 4 主要技术经济参数								
	产物分布/(%)						烧焦周期	综合能耗
	气体	汽油	柴油	蜡油	焦炭	液收	/月	/ kg 标油·t ⁻¹
改造前	6.45	15.37	33.09	21.22	23.87	69.68	6	38.51
改造后	6.08	14.55	31.94	25.29	22.14	71.78	12	33.46

浅谈建设项目投资控制与限额设计

邓绍林

(中国石化股份公司西南分公司, 四川 成都 610081)

摘 要: 投资控制是工程建设的重要内容, 限额设计对工程建设的投资控制是有效的手段。从限额设计的必要性和意义以及限额设计的基本内容和实施要点等方面对推进限额设计进行较为全面的论述, 为推进控制投资提供一种有效的手段。

关键词: 建设项目; 投资控制; 限额设计

文章编号: 1006-5539(2006)01-0053-03

文献标识码: A

1 推行限额设计的必要性

建设项目投资的有效控制是工程建设管理的重要组成部分。投资控制, 就是从项目审批立项开始至竣工投产为止的全过程中, 把建设项目投资控制在批准的投资限额以内, 随时纠正工程费用的偏差, 以保证项目投资管理者目标的实现。虽然项目投资控制贯穿于项目建设全过程, 但项目投资控制的关键还在于施工以前的投资决策和设计阶段。在项目作出投资决策后, 控制项目投资关键在于设计。其

中, 在初设阶段, 影响项目投资的可能性为 75% ~ 95%; 在技术设计阶段, 影响项目投资的可能性为 35% ~ 75%; 在施工图设计阶段, 影响项目投资的可能性为 5% ~ 35%。由此可见, 设计是否成熟, 设计质量的好坏对整个工程建设投资控制的作用是举足轻重的, 可以认为, 工程项目设计是基础投资控制的龙头, 投资的“三超”现象时有发生, 造成了投资规模失控, 影响了生产建设计划的完成。究其原因, 有以下几个方面:

a. 在石油工程建设方面, 真正的投资主体并不

3 存在的问题及改进的方向

尽管焦化装置技术改造非常成功, 但仍有一些问题, 正在或即将加以解决:

a. 由于流程改动, 分馏塔底的焦粉不易带走, 可能造成循环油系统管线内焦粉沉积。可以将分馏塔底抽出过滤器更换为反冲洗过滤器, 焦粉通过过滤清除掉。

b. 冷焦水系统为开放的储水池式, 储焦池也是开放式的, 这给周边环境造成了一定污染。冷焦水可采用储罐式密闭循环系统, 储焦池可借鉴国外的脱水仓密闭输送的流程进行设计。

c. 能耗的进一步改进: 分馏塔顶循环回流的热量没有利用, 造成浪费, 可以利用顶循环回流和燃料气或低温水换热, 利用这部分热量; 将气压机的汽轮机由凝汽透平改为背压透平, 可使焦化装置能耗进

一步降低, 达到中石化综合能耗 27.21 kg 标油/t 的平均水平。

d. 在生产运行中发现: 由于加热炉火嘴为油、气混烧, 油火火焰比较高, 使得炉膛温度、管壁温度的高温区上移, 没有充分发挥“下进中出”流程减缓炉管结焦的优点。因此应该更换小流量油火嘴; 尽可能多烧燃料气、少烧燃料油, 保证齐火苗、短火焰。

e. 低循环比条件下所得重蜡油的馏分的进一步有效加工和利用。

参考文献:

- [1] 侯祥麟. 中国炼油技术[M]. 北京: 中国石化出版社, 2001. 89-103.
- [2] 王宗贤, 郭爱军, 阙国和. 辽河渣油热转化和加氢裂化过程中生焦行为的研究[J]. 燃料化学学报, 1998, 26(4): 326-333.
- [3] 程之光. 重油加工技术[M]. 北京: 中国石化出版社, 1994. 360-427.

收稿日期: 2005-09-09

作者简介: 邓绍林(1973-), 男, 四川德阳人, 经济师, 学士, 主要从事投资计划工作。电话: (028) 83324126。

SELECTED ABSTRACTS

NATURAL GAS AND OIL

(BIMONTHLY)

Vol. 24 No. 1 Feb. 2006

ABSTRACT: In view of the problem of the min. mixed oil volume, analyzed is the technology of liquid partition on the batch transportation and influence of different length liquid partition mixed oil volume. Calculated is the optimum length of the liquid partition using numerical value method and prepared is a program for calculating the optimum length of the liquid partition. The result of example shows that the mixed oil volume is less when using the liquid partition and the mixed oil volume is least under the optimum length of the liquid partition. A credible method is available to seek the optimum length of the liquid partition.

KEY WORDS: Pipeline; Batch transportation; Liquid partition; Optimum length; Numerical value calculation

Economic Evaluation Analysis on Failure of Pipeline

Li Shuang, Chen Lijiong, Zhang Peng(Southwest Oil College, Chengdu, 610500, Sichuan, China)

Li Miao(Kehong Gas Transportation Branch Co., Chengdu, 610215, Sichuan, China)

Zeng Yongjie(Sichuan Petroleum Administration Gas Transportation Branch Co., Chengdu, 610213, Sichuan, China) **NGO**, 2006, 24 (1): 36-39

ABSTRACT: Failures of oil and gas pipeline will result in serious personnel death and injury, property losses and damage to environment. Aiming at pipeline failure sequent, correspondent effective maintenance measures may be adopted to reduce loss. However, a conclusion is not easy to be made due to non-consistency of measurement methods of direct economic loss, life loss and environment damage. A currency quantization method is put forward for dealing with non-consistency of measurement methods. This method is beneficial to pipeline operators for accident management.

KEY WORDS: Oil and gas pipeline; Failure sequent; Personnel injury and death; Economical loss; Currency quantization method

OIL & GAS TREATING AND PROCESSING

New Development of SDP Sulfur Recovery and Tail Gas Treatment

Pu Yuanyang, Zhu Lin et al. (Southwest Oil College, Chengdu, 610500, Sichuan, China) **NGO**, 2006, 24 (1): 42-46

ABSTRACT: The SDP technology plays an important role in sulfur recovery and tail gas treatment. Summarized is recent development of sulfur recovery and tail gas treatment techniques, especially described are technical characteristics, application and development of Clauspo, Clinsulf-SDP and MCRC techniques and discussed is the development trend of the SDP technology.

KEY WORDS: SDP technology; LT Claus; Sulfur recovery; Tail gas treatment; Process; Development trend

Development Trend of Domestic Gasoline and Engine Oil for Motorcycle

Wang Enyang, Sun Zongli, Zhang Ning et al. (Nanyang Paraffin Refining Plant, Nanyang, 473132, Henan, China) **NGO**, 2006, 24 (1): 47-49

ABSTRACT: Along with improvement of people's living conditions continuously, China has the largest motorcycle productivity and consumption in the world, which has resulted in serious environment pollution due to tail gas. For purpose of protecting environment, motorcycles in China are gradually turned to 4-stroke from 2-stroke. High quality engine oil is required for special work environment of motorcycle engine.

KEY WORDS: Motorcycle; Gasoline and engine oil; Environmental protection; 2-stroke; 4-stroke

Technical Innovation on Delayed Coking Unit

Yuan Cunyu(General Petrochemical Plant of Shengli Oil field Co., Ltd. Dongying, 257000, Shandong, China)

Guo Aijun(College of Chemistry and Chemical Engineering, Petroleum University, Dongying, 257061, Shandong, China) **NGO**, 2006, 24 (1): 50-52

ABSTRACT: Described are the technical characteristics of tunable recycle ratio adopted in the industrial delayed coking unit and technical innovation on processflow of furnace pipe. The practical application in the process is then further analyzed. The technique innovation has resulted in recycle ratio reduction of 0.12, enlargement of the coking unit capacity, improvement of product distribution, liquid product increment of 2.10%, furnace pipe coking period prolongation of 1 multiple and large reduction of synthetic energy consumption. Some suggestions are put forward on future technical innovation of the unit. The experience in the technical innovation is beneficial to similar unit reformation.

KEY WORDS: Delayed coking; Technical innovation; Recycle ratio; Furnace; Industrial unit

INSTRUMENTATION AND AUTOMATATION

Application of Matrix Algorithm to Analysis on Failure of Instrumentation at Combined station

Zhang Lin, Li Changjun(Southwest Oil College, Chengdu, 610500, Sichuan, China)

Tang Weili(Sichuan University, Chengdu, 610065, Sichuan, China) **NGO**, 2006, 24 (1): 56-59

ABSTRACT: Major factors affecting reliability of instrumentation in the combined-station are analyzed synthetically. The fault tree is put forward. The min. cut sets and main failure types are obtained. Presented are some measures of improving reliability of the instrumentation.

KEY WORDS: Combined-station; Failure; Reliability; Matrix algorithm; Fault tree analysis

MACHINERY AND EQUIPMENT

Selection of Calculation Method for Wall Thickness of Cylinder Body in Pressure Equipment

Zhang Chunyan(China Petroleum Engineering Co., Ltd. Southwest Company, Chengdu, 610017, Sichuan, China) **NGO**, 2006, 24 (1): 60-62

ABSTRACT: Calculate methods for wall thickness of the pressed cylinder in different operating conditions are different. Based on basic theory of strength design, common methods are analyzed and compared, formulas are selected to calculate the cylinder wall thickness to ensure that the pressed cylinder operate safely and reliably.

KEY WORDS: Cylinder; Thickness; Strength; Calculation method