

# 原料预热温度降低对催化裂化装置的影响

宁海涛\*

(中国石油天然气股份有限公司大庆石化分公司,黑龙江 大庆 163711)

**摘要:**某炼油厂催化裂化装置原料-油浆换热器管束存在堵塞问题,该换热器进行清洗期间,原料、油浆改走换热器副线,造成原料预热温度降低。分析了原料预热温度降低对剂油比、汽油烯烃含量、汽油辛烷值、产品分布和生焦的影响,结果表明,原料预热温度降低后,造成剂油比增大、汽油烯烃含量降低、轻油和总液收降低、生焦升高、产品分布变差。

**关键词:**预热温度;剂油比;生焦;汽油烯烃;产品分布

中图分类号:TE624

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2018)05-0198-03

DOI:10.16606/j.cnki.issn 0253-4320.2018.05.045

## Influence of feedstock preheating temperature on FCCU

NING Hai-tao\*

(Daqing Petrochemical Company, PetroChina Company Limited, Daqing 163711, China)

**Abstract:** There exists a clogging problem in the feedstock-oil slurry heat exchanger of the FCCU in a refinery. When this heat exchanger is being cleaned, the feedstock and oil slurry shift to flow through the backup lines, causing the temperature of the preheated feedstock to decrease. The effects of the temperature of feedstock preheating on the ratio of catalyst to oil, the content of olefins in gasoline, octane number of gasoline, products distribution and coke formation are analyzed. The results show that the ratio of catalyst to oil will increase, the content of olefins in gasoline will go down, the yields of light oil and total liquid will drop, the formation amount of coke will increase and the products distribution will get worse when the temperature of feedstock preheating drops.

**Key words:** temperature of preheating; ratio of catalyst to oil; coke formation; olefins in gasoline; products distribution

催化原料预热温度主要是保证原料能充分雾化并且给反应提供一定的热量,随着催化原料变得越来越重,原料预热温度也在不断提高,对催化裂化装置而言,预热温度已不再是调节反应温度的主要手段,但是不同的原料对预热温度有不同的要求。对于容易裂解的蜡油,预热温度相对较低,而对于渣油,黏度大,在较低的温度下不能达到较好的流动状态,因此预热温度会高一些。降低原料预热温度,有利于热平衡,在反应温度不变的情况下,降低原料预热温度,可提高催化剂循环量和剂油比,但原料预热温度亦有下限,当温度过低,对输送和原料雾化有不良影响,对产品分布、生焦和汽油烯烃含量有较大的影响。

原料油预热温度是催化裂化装置的重要独立变量,是优化操作最易于调整的参数之一。工程设计中往往根据原料特点采用的催化剂和反再操作条件选取一适当的预热温度,以期获得较高的液体收率<sup>[1]</sup>。

### 1 装置介绍

某炼油厂催化裂化装置采用 MIP 工艺,装置处

理量 1.0 Mt/a,加工原料为大庆原油的混合蜡油和减压渣油,处理量为 1.0 Mt/a,掺渣比 45%左右。

**反应部分:**2009 年改造取消原内置提升管反应器及粗旋,新增外置提升管反应器、VQS 旋流快分及预汽提段;一反出口增设急冷油喷嘴;VQS 旋流快分出口油气与现有单级旋分实现软连接;沉降器更换高效汽提段。**再生部分:**再生器取消二密相主风及增压风;再生器一二级旋风器整体更换;重新设

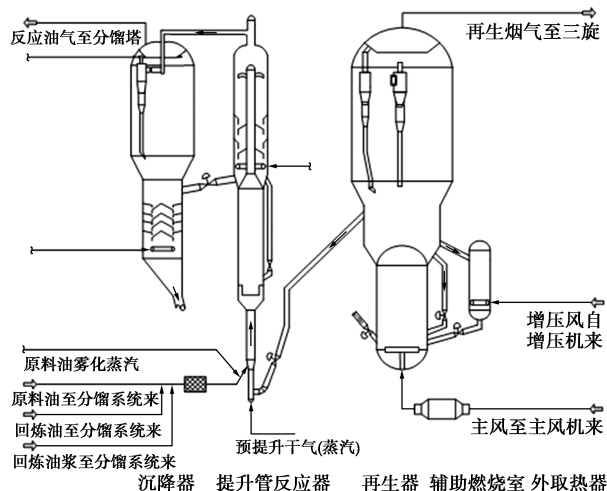


图1 反应-再生系统原则流程图

计再生剂抽出口及溢流斗;重新设计待生剂入口及待生催化剂分配器。改造后的反应-再生系统改为三器结构形式,结构简图见图1所示。

## 2 原料预热温度降低原因

2017年4月13日,某催化裂化装置出现停电、停工业风和仪表风事故,反应系统被迫切断进料,再生器闷床,4月20日装置恢复进料。开工喷油后,油浆循环量明显降低,由260 t/h降低至180 t/h,通过拆油浆泵入口过滤网发现过滤网处焦块较多,少量焦块进入油浆系统换热器。通过对油浆系统换热器逐台排查,确认油浆-原料换热器E202AB管程堵塞,当油浆-原料换热器E202AB油浆副线阀开大后,油浆循环量出现明显升高,当油浆-原料换热器E202AB油浆副线阀全开时,油浆循环量能够达到260 t/h,确认油浆-原料换热器E202AB管束存在焦块,堵塞严重,需要将油浆-原料换热器E202AB管程进行清洗。5月22日,将油浆-原料换热器E202AB管程、壳程切除,油浆、原料改走换热器副线,原料预热温度由205℃降低至136℃,出现明显降低,油浆-原料换热器E202AB切除前后操作条件见表1。

表1 油浆-原料换热器E202切除前后操作条件对比

关键工艺条件	E202AB 切除前	E202AB 切除后
处理量/(t·h <sup>-1</sup> )	111.04	110.04
掺渣比/%	40.83	40.74
原料预热温度/℃	205	136
一反出口温度/℃	513	513
再生器温度/℃	675	680
再生滑阀开度/%	21.60	26.30
再生器压力/MPa	0.22	0.22
反应器压力/MPa	0.22	0.22
回炼油流量/(t·h <sup>-1</sup> )	13	15
原料雾化蒸汽量/(t·h <sup>-1</sup> )	3.93	5.39
催化剂活性	65.38	

表1为油浆-原料换热器E202AB切除前后反再系统操作条件变化情况,装置处理量、掺渣比、反应温度和反再系统压力均变化不大,由于原料预热温度降低,带入反应的热量减少,为了补充反应需热,将回炼油流量提高2 t/h,将再生温度适当提高和开大再生滑阀来补充反应需热。5月19日,催化剂活性分析为65.38,5月19日至5月23日期间,

催化剂一直平稳加注,活性变化不大。

## 3 原料预热温度降低对催化裂化装置的影响

### 3.1 剂油比的影响

原料预热温度的变化会影响剂油比,原料预热温度降低,高温催化剂将原料气化所需的时间增多,线速基本不变时,留给反应的时间减少,同时气化需要的热量更多,催化剂温度降低,二次反应温度同样降低,重油催化裂化的反应深度和转化率均会下降。由于反应温度降低,再生滑阀开大,更多的催化剂进入提升管,催化剂活性中心增多,转化率提高,反应深度增加,同时由于二次反应温度降低,总的焦炭产量减少,再生热量减少,再生剂温度下降,从而使催化剂循环量提高,剂油比增加<sup>[2]</sup>。

原料预热温度降低,带入反应器的热量减少,为了补充反应需热,必然要通过再生滑阀来增加剂油比。表2为原料预热温度降低后,剂油比变化情况。

表2 原料预热温度与剂油比关系

项目	5月21日 E202AB	5月23日 E202AB
	切除前	切除后
原料预热温度/℃	205	136
剂油比	5.4	6.3

通过表2可以看出,随着原料预热温度的降低,剂油比升高,原料预热温度与催化剂循环量呈反比,亦即与剂油比呈反比。

### 3.2 产品分布的影响

原料预热温度降低造成剂油比升高,剂油比的改变对装置转化率及产品分布有较大影响。在相同的反应温度、催化剂活性及反应时间下,随着剂油比的增大相应提高了反应速度,使催化剂与原料接触更加充分,同时使待生催化剂和再生催化剂炭差减小,转化率增高。但当剂油比过高时原料转化率过快,干气和焦炭产率增加过多,轻质油产率相应有所降低。油浆-原料换热器E202AB切除后,装置产品分布情况见表3。

油浆-原料换热器E202AB切除后原料预热温度明显降低,油品表面张力上升,油的黏度大,不容易雾化,生焦量大,一定程度上装置的产品分布变差。由表3可知,原料预热温度降低后,剂油比由5.4升高到6.3,汽油收率升高,液态烃收率略有升高,轻柴收率明显降低,焦炭和干气产率升高,焦炭升高比较明显,轻油收率出现下降,转化率升高。

表 3 原料预热温度降低比对产品分布的影响

项目	E202AB	E202AB	项目	E202AB	E202AB
	切除前	切除后		切除前	切除后
原料预热温度/℃	205	136	轻柴/%	17.41	15.64
剂油比	5.4	6.3	重柴/%	2.44	2.35
回炼比/%	0.12	0.14	油浆/%	4.95	5.00
干气/%	3.31	3.39	焦炭/%	8.80	9.28
液态烃/%	18.42	18.74	转化率/%	74.70	76.51
汽油/%	44.17	45.10	轻油收率/%	61.58	60.74

原料预热温度降低后,造成原料雾化效果变差,原料与催化剂接触不充分,反应不均衡,过度反应会造成生焦升高;为了维持反应温度不变,原料预热温度降低后,催化剂循环量增大,剂油比过大,造成生焦明显升高。

### 3.3 汽油烯烃和辛烷值的影响

通过对表 1 中数据进行比较,原料预热温度从 205℃ 降低到 136℃,原料预热温度降低,在一反出口反应温度不变的提下,由于原料带入的热量减少,有利于增加催化剂的循环量,增加与单位原料接触的催化剂活性中心,在其他相同条件下,汽油中烯烃含量降低<sup>[3]</sup>。

原料预热温度降低后,剂油比的增加,芳烃、异构烷烃和环烷烃的含量明显升高,烯烃含量明显降低,正构烷烃的含量变化不大。剂油比增加,活性中心的数目增加,氢转移反应、异构化反应、芳构化反应等都会增强,所以烯烃转化率及芳烃和异构烷烃增加率都会明显增加<sup>[4]</sup>。

油浆-原料换热器 E202 切除前后汽油烯烃和辛烷值变化见表 4。

表 4 油浆-原料换热器 E202 切除前后汽油烯烃和辛烷值变化

项目	E202AB	E202AB
	切除前	切除后
RON	88.0	89.1
烯烃/%	29.6	27.1

由表 1 和表 4 可知,油浆-原料换热器切除后,原料预热温度降低,剂油比升高,在其他操作条件变化不大的情况下,汽油 RON 辛烷值升高,汽油烯烃含量降低。

## 4 结论

在其他操作条件不变的情况下,原料油预热温度降低,引起剂油比升高,装置产品分布发生变化,由于雾化效果变差和剂油比增加而导致焦炭和干气产率升高,轻油收率降低,总转化率升高,汽油烯烃含量降低,汽油辛烷值升高。在生产过程中,为原料油预热温度对产品收率和产品质量的影响做一参考。

### 参考文献

- [1] 张韩.原料预热温度对催化裂化装置的影响[J].炼油设计,1995,25(3):15-17.
- [2] 谭硕.关于剂油比的技术分析[J].广东化工,2014,41(14):122-140.
- [3] Xu Y H,Zhang J S,Long J,et al.A modified FCC process for maximizing iso-paraffins (MIP) in cracked naphtha [J]. Acta Petrolei Sinica;Petroleum Processing Section,2003,19(1):42-47.
- [4] 王刚,杨光福,高金森.油剂混合区的工艺条件对催化裂化汽油改质的影响[J].燃料化学学报,2009,37(3):311-317. ■

## 浙江丰利超细辊压磨荣获 2017 年度粉体行业最受关注产品奖

日前,2017 年度粉体行业最受关注产品评选揭晓,浙江丰利粉碎设备有限公司研发生产的“CGM1000 型超细辊压磨”榜上有名。这是浙江丰利继 2013 年、2015 年粉体行业最受关注产品“HWV 系列旋风磨”连续两届上榜之后,再度获此殊荣。

“粉体行业最受关注产品奖”是由中国粉体网联合北京粉体技术协会于 2013 年共同发起,旨在表彰当年度受用户关注最高、业内最畅销的产品。它依托于粉体行业大数据资源,真实反映一年来粉体行业相关产品的活跃度及市场关注度,旨在推动行业的发展。该项评选活动自 2013 年起已成功举办了两届,得到整个粉体行业的高度关注和积极参与。

2018 年 1 月中国粉体网再次发起第三届(2017 年)粉体行业最受关注产品奖评选活动。活动自上线以后累计共吸引全国 28 个省市 5 万逾人次参与投票评选,其中参与人

数最多的为浙江省,近 15 000 人参与;同时本次活动也吸引了韩国、美国、日本、澳大利亚等多个国家的行业人士共同参与。

浙江丰利此次获奖的“CGM1000 超细辊压磨”是在引进德国先进粉体技术、结合多年生产各类粉碎设备经验的基础上,进行自主创新研发成功的一款性能好、效率高、占地面积小、易安装、产品粒度均匀、可与国外同类产品相媲美的超微粉碎设备,是一种内分级式高压超细辊碾磨,能同时完成微粉粉碎和微粉分选两道工序;适用于高岭土、石灰石、方解石、滑石、石墨、炭黑等湿度小于 8%、莫氏硬度在 6 级以下的非易燃易爆物料的超细粉碎,是理想的非金属矿粉体材料的深加工设备,满足了非金属矿行业对该类设备的需求,且打破长期以来依赖进口的局面。此前,这一设备已获评 2014 年浙江省级新产品。(吴红富)