

# 催化裂化装置再吸收塔吸收剂流程改造

周国明, 何 艺

(中国石化上海石油化工股份有限公司炼油部, 上海 200540)

**摘要:**针对 350 万 t/a 重油催化裂化装置出现的干气不干现象, 经过一系列的分析, 确定由于 MIP 工艺产生的催化柴油密度过大, 使得再吸收塔内液相流动性差, 造成再吸收塔压降大、雾沫夹带严重, 干气带液严重影响下游装置运行。根据相似相溶原理, 进行了采用顶循环油作为再吸收塔吸收剂的改造。投用结果表明, 此项改造彻底解决了干气不干的现, 提高了液化气及汽油的收率, 直接经济效益可达 9 000 多万元/a。

**关键词:**催化裂化; 再吸收塔; 顶循环油; 干气; 柴油; 吸收剂

中图分类号: TE624

文献标志码: A

文章编号: 0253-4320(2014)11-0103-03

## Revamping of absorbent process for reabsorber of fluidized catalytic cracking unit

ZHOU Guo-ming, HE Yi

(Refining Department, Shanghai Petrochemical, Sinopec, Shanghai 200540, China)

**Abstract:** Too large density of catalytic diesel generated by maximizing isomerism propylene (MIP) process causes the quality decrease of dry gas in reabsorber of 3.5 million t/a fluidized catalytic cracking unit (FCCU), including poor mobility of liquid phase, large pressure drop, serious entrainment and dry gas with liquid seriously, which greatly affects the running of downstream devices. According to the principle of similar dissolves, the topping cycle oil is chosen as reabsorber absorbent. The result shows that the revamping of reabsorber absorbent completely solves the issues related to dry gas, greatly improving the yield of liquefied petroleum gas (LPG) and gasoline. The direct economic benefits are up to 90 million / year.

**Key words:** fluidized catalytic cracking unit (FCCU); reabsorber; topping cycle oil; dry gas; diesel fuel; absorbent

上海石油化工股份有限公司 350 万 t/a 重油催化裂化装置再吸收塔原设计用催化柴油作为吸收剂。柴油从分馏塔(C-2201)16层抽出, 经过换热后冷却至 40℃时进入再吸收塔(C-2303)25层(或30层), 设计贫吸收剂的量为 120 t/h。

装置自 2012 年 11 月 29 日首次开工以来, 贫吸收油只能提到 35 t/h 左右, 此时再吸收塔压降已上升至 35 kPa, 干气中的 C<sub>3</sub> 以上组分长期超标。如果为了增加吸收效果而加大贫吸收剂的量, 则立即出现再吸收塔压降迅速上升, 干气分液罐很快满罐, 即再吸收塔出现了较为严重的夹带液泛。

### 1 前期工作

针对装置开工以来出现的再吸收塔压降大、吸收效果差造成“干气不干”等一系列问题, 通过参阅资料, 分析了可能的原因。

#### 1.1 塔内件问题

柴油作为吸收剂时, 当流量 > 35 t/h, 就会出现再吸收塔压降升高, 塔底液控阀关小, 干气分液

罐液位迅速上升等现象。引起塔压降上升的原因可能是塔板下液不畅使得塔盘液层增厚。据此推断可能是塔内件的损坏或者脱落造成阀孔或降液管的堵塞<sup>[1]</sup>。装置于 2014 年 1 月中旬联系相关单位做了塔盘的 γ 射线检测, 检测图谱见图 1。

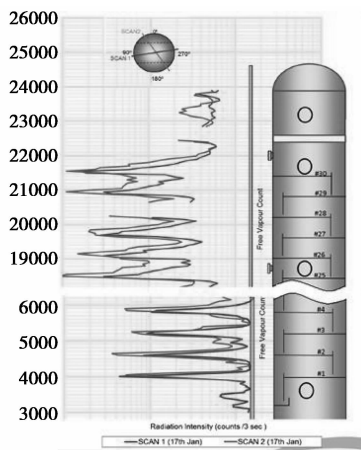


图 1 再吸收塔 γ 射线检测图谱

从图 1 可以看出, 塔盘 25 层进料口至 30 层上

气体区域的辐射值远远小于正常值,说明这些区域的液层较厚,同时造成了较为严重的雾沫夹带现象,而且液体被一层层塔盘携带上去,一直延续至除沫器上方并延伸至塔顶部切线,进入塔顶部出气口。正是由于液层的增厚,使全塔压降上升,夹带的液体造成了干气分液罐很快满罐。而 25 层以下辐射很快上升至正常,说明自 25 层以下塔盘液层逐渐变薄,雾沫夹带逐层减少。从实际操作来看,当塔压上升时,再吸收塔顶部液控阀逐步关小,说明从塔盘上溢流下来的液体越来越少。

### 1.2 雾沫夹带原因分析

通过  $\gamma$  射线检测可以看出,再吸收塔雾沫夹带现象主要是由于进料口以上的塔盘液体流动不畅引起的,分析造成流动不畅的原因可能是塔内件的损坏或是吸收剂本身的流动性能差。

#### 1.2.1 塔内件损坏

由于该塔设计为单溢流形式,如果由于安装质量问题导致降液板之类的大块塔内件脱落,使降液管的流通面积减小或造成堵塞,就可能造成溢流量减小,该层塔盘以上液层增厚,塔压上升,最终导致夹带现象。

$\gamma$  射线检测并未发现明显塔盘损坏的迹象,为了验证塔盘的降液情况,使用稳定汽油作吸收剂进行试验,对再吸收塔的操作和吸收效果进行考察。

#### 1.2.2 吸收剂问题

再吸收塔设计以柴油作为吸收剂,柴油组分过重,黏度较大,流动性能差,可能由于塔盘下液不畅导致塔板液层厚度增加,塔压降上升,最终造成夹带<sup>[2]</sup>。如果以上分析正确,则将吸收剂改为具有较小密度和较好流动性的稳定汽油(柴油和稳定汽油性质见表 1),理论上可以使塔压降接近或恢复正常值。为了验证以上观点,装置临时增加了稳定汽油致贫吸收油调节阀的管线,并于 2014 年 4 月 3 日进行稳定汽油作吸收剂的试验。

表 1 柴油与稳定汽油性质比较

项目	密度/ ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )	初馏点/ °C	10%/ °C	50%/ °C	90%/ °C	95%/ °C	终馏 点/°C
柴油	0.9650	200.9	219.3	276.1	347.9	360.3	366.9
稳定汽油	0.7371	30.1	45.7	96.9	171.6	183.3	195.6

稳定汽油以 40 t/h 进入再吸收塔以后,在较短的时间内塔的压降由 35 kPa 下降至 13 kPa。之后稳定汽油量加至 100 t/h,塔压稳定在 16 kPa,干气取样分析数据见表 2。

表 2 顶循环油与柴油吸收效果比较

项目	(体积分数)%								
	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> + C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	非烃 组分
稳汽	33.63	18.98	12.73	8.77	1.00	6.12	7.12	8.91	9.86
柴油	32.32	18.99	10.37	12.00	1.41	5.45	6.86	2.77	12.83

从表 2 数据看出,稳定汽油作为吸收剂,C<sub>3</sub>、C<sub>4</sub> 组分由柴油吸收剂的 6.86% 上升至 7.12%,C<sub>5</sub> 以上组分更是由 2.77% 上升至 8.91%。说明稳定汽油的吸收效果比柴油还要差,而且极易将更重的 C<sub>5</sub> 以上组分夹带至干气中。但此次试验验证了再吸收塔压降大确实因为原设计作为吸收剂的柴油组分过重、流动性差造成的,为之后考虑选择组分较轻的吸收剂提供了理论支持。

## 2 顶循环油作再吸收剂

稳定汽油主要组分为 C<sub>5</sub> ~ C<sub>11</sub>,但由于 C<sub>4</sub> 烯烃的饱和蒸气压与 C<sub>5</sub> 烷烃很接近(见表 3),因此在以蒸气压控制稳定汽油质量时,会有较多的 C<sub>4</sub> 组分携带在稳定汽油中,使吸收剂趋于饱和,造成吸收效果较差<sup>[3]</sup>。

表 3 稳定汽油切割点相关组分饱和蒸气压 kPa

组分	C <sub>5-1</sub>	C <sub>5</sub> <sup>0</sup>	C <sub>4</sub> <sup>0</sup>	C <sub>4-1</sub>	反 C <sub>4-2</sub>	C <sub>4-2</sub>
饱和蒸气压	40	120	390	160	120	110

综上所述,根据相似相容原理,馏程与稳定汽油接近,具有较好的流动性,饱和蒸气压低,C<sub>5</sub> 以下组分少的馏分较为适宜作为本装置再吸收塔的吸收剂。因此,考虑使用顶循环油作吸收剂。顶循环油性质见表 4。

表 4 顶循环油与稳定汽油性质比较

项目	蒸汽压/ kPa	初馏点/ °C	10%/ °C	50%/ °C	90%/ °C	95%/ °C	终馏点/ °C
顶循环油	12.2	93.0	109.7	184.8	204.0	208.8	217.5
稳定汽油	68.0	30.1	45.7	96.9	171.6	183.3	195.6

## 3 工艺改造

改造考虑从顶循环油泵(P-2203AB)入口过滤网法兰处接 DN250 管线至贫吸收油泵(P-2205AB)入口过滤网法兰处,实现贫吸收油泵抽顶循环油。从 E-2205 壳程出口管线新增 DN200 管线,接至冷

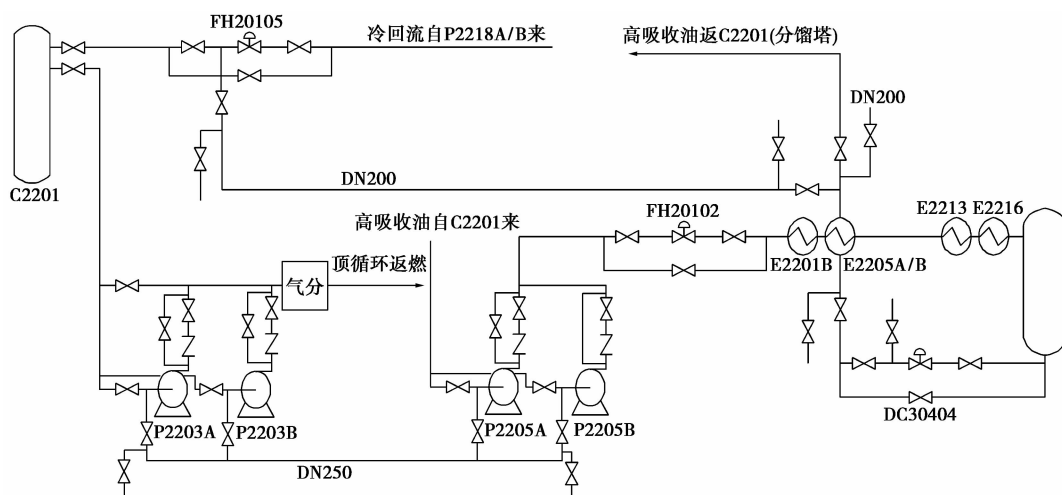


图2 顶循环油作再吸收剂改造流程图

回流阀组的调节阀与下游阀之间,具体流程如图2所示。

## 4 投用效果

### 4.1 再吸收塔操作

2014年4月24日,顶循环油作再吸收塔吸收剂改造开始投用。开始顶循环油量为40 t/h,在较短的时间内,塔压从35 kPa降至13 kPa。4月25日,吸收剂量加大至100 t/h,全塔压降稳定在16 kPa,此后干气分液罐基本没有积液。由此看出再吸收塔操作完全正常。

### 4.2 干气带液情况

顶循环油以40 t/h改进再吸收塔以后,再吸收塔顶干气量较进入再吸收塔的贫气量下降3 000 m<sup>3</sup>/h(改造前2个量基本一致),显示了较好的吸收效果。吸收剂加大至100 t/h后,干气中的C<sub>3</sub>、C<sub>4</sub>组分由3月份平均6.86%下降至1.00%,C<sub>5</sub>以上组分由2.77%下降至0.23%(见表5),满足干气对C<sub>3</sub>以上组分指标要求。

表5 顶循环油与柴油吸收效果比较

项目	(体积分数)%									
	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> + C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	非烃 组分	
顶循环油	34.79	24.26	11.94	13.68	1.03	0.25	1.28	0.23	12.34	
柴油	32.32	18.99	10.37	12.00	1.41	5.45	6.86	2.77	12.83	

### 4.3 停用冷回流泵

由于贫富吸收油换热器未投用,富吸收油返塔温度约为38℃,因此投用以后冷回流泵停用。此外,粗汽油泵至冷回流阀组流程打通,紧急情况下立

即投用冷回流。

### 4.4 分馏塔总压降略有上升

顶循环油作再吸收剂投用前分馏塔总压降约为11 kPa,投用后压降上升至18 kPa。鉴于本装置分馏塔压降原本偏低,且上升幅度不大,因此对气压机做功能力及蒸汽用量无太大影响。

## 5 经济效益

从干气中各组分看出,改造前C<sub>3</sub>、C<sub>4</sub>组分约占6.86%,C<sub>5</sub>以上的汽油组分占2.77%。投用顶循环油作为补充吸收剂后,干气中的C<sub>3</sub>、C<sub>4</sub>组分为1.28%,C<sub>5</sub>以上组分为0.23%。增加的年效益达9 500多万元。

## 6 结论

使用催化顶循环油作为再吸收塔吸收剂,从根本上解决了由于柴油黏度、流动性缺陷造成的再吸收塔雾沫夹带的操作问题,取得了非常理想的吸收效果。此外,干气组成恢复正常后,增加了高附加值产品的产率,获得较高的经济效益;同时减少了瓦斯带液造成生产波动的风险,使下游装置的操作更加平稳,对于存在类似问题的装置具有借鉴和推广意义。

## 参考文献

- [1] 李东风,张吉瑞.催化蒸馏法干气制乙苯工艺的研究[J].石油化工,2001,(9):669-671.
- [2] 高玉蝉,王连义,冯志霞.大庆催化裂化干气的利用[J].黑龙江石油化工,1997,(3):8-10.
- [3] 张可伟.重油催化裂化装置吸收稳定系统流程改进及操作优化[J].石油炼制与化工,2007,(12):16-19. ■