

# 催化裂化装置吸收稳定系统技术改造

李培鸿

(中原油田石油化工总厂, 河南 濮阳 457165)

**摘要:** 针对催化裂化装置吸收稳定系统存在的问题采用 JF 复合浮阀塔板、双股进料流程等新技术、新工艺对其进行一系列技术改造。介绍了技术改造的主要内容, 并对经济效益和运行效果进行了分析。

**关键词:** 催化裂化装置; 吸收稳定系统; 技术改造

中图分类号: TQ205

文献标识码: A

文章编号: 0253-4320(2003)02-0040-03

## Technological revamping of adsorptive stabilization system in a catalytic cracking unit

LI Pei-hong

(General Petrochemical Plant, Zhongyuan Oilfield, Puyang 457165, China)

**Abstract:** According to the problems which exist in an adsorptive stabilization system of catalytic cracking units, a series of modifications were made by using new technologies and processes like the JF composite float valve tower plank and double feeding process. The main content of the modification was introduced, and the economic benefits and running results were also analyzed.

**Key words:** catalytic cracking unit; adsorptive stabilization system; technological revamping

中原油田石油化工总厂 2# 催化裂化装置为同轴式, 设计加工能力是 30 万 t/a。为了优化产品结构, 改善产品质量, 提高处理能力, 于 1997~1998 年经过技术改造, 成为 44 万 t/a 多产液化气和汽油 (ARGG) 装置 (同时满足 50 万 t/a 催化裂化装置)。

吸收稳定系统是催化裂化装置的后部处理过程, 主要由吸收塔、解析塔、稳定塔、再吸收塔及相应的辅助设备构成。作用是利用吸收和精馏方法将富气和粗汽油分离成干气 ( $C_1$ 、 $C_2$ )、液化气 ( $C_3$ 、 $C_4$ ) 及稳定汽油。该厂吸收稳定系统经改造投产之后, 仍存在着液化气  $C_5$  含量时常超标, 干气带液情况较高, 稳定系统能耗比较高, 稳定塔的操作难度大等问题。经过工艺技术人员对操作参数的合理优化以及生产方案的调整, 以上问题虽然得到了一定缓解, 但是并没有从根本上解决, 对此, 我们提出对吸收稳定系统进行进一步技术改造的方案。

## 1 改造方案

(1) 将稳定塔的波纹规整填料全部更换为 JF 复合浮阀塔板。

由于在操作过程中吸收稳定系统出现液化气  $C_5$  含量超标、稳定汽油腐蚀不合格以及稳定汽油饱和蒸气压不合格现象, 这说明稳定塔的分离效果不能满足现场生产的要求。在操作参数调整过程中, 提高稳定塔的压力及增大冷回流可以暂时解决液化气  $C_5$  含量超标的问题, 但造成了稳定汽油饱和蒸气压的偏低和汽油腐蚀不合格; 而提高塔底温度, 一方面增加了稳定系统的取热负荷, 另一方面又造成液化气  $C_5$  含量超标。JF 复合浮阀塔板作为一种新型的高效高弹性浮阀塔板, 较目前应用的波纹规整填料具有雾沫夹带少、处理能力大、塔板效率高等特点, 有很高的操作弹性和分离精确度, 能够适应该装置稳定塔的操作情况。因此, 2000 年 8 月该厂在装置大修期间对稳定塔塔板进行了改造。

在此次改造中, 对稳定塔除塔壳体不变外, 内部构件全部进行了更换, 原来的波纹规整填料全部换为 JF 复合浮阀塔板。JF 复合浮阀塔板是大庆石油化工设计院和江苏省无锡东新石油化工设备厂同天津大学国家重点精馏分离实验室合作开发的新型精馏塔板。在结构上吸取 F1 型浮阀、条形浮阀及舌型

塔板的优点,巧妙地将条形浮阀与舌型塔板有机地结合起来,形成一种复合式浮阀,其外形类似于条阀,但阀片上开有小固舌或小浮舌。工业试验表明JF复合浮阀塔板操作平稳,具有较大的操作弹性,当气速较大时,不会因压降的急剧增加而导致降液管液浮,JF复合浮阀片上舌孔的特有设计,有利于降低塔板上的液面梯度,开工响应快,抑制了雾沫夹带和不均匀漏液、降低了塔板气速下限。另外,JF复合浮阀塔板还具有压降曲线较为平坦,操作稳定,塔板压降较低的优点。

从改造后运行情况对比表(表1)可以看出,使用JF复合浮阀塔板后,液化气中 $C_5$ 含量总体上可以得到控制,即使回流比降到2.0,顶温仍可控制在 $60^\circ\text{C}$ 以内,仍可以确保稳定塔的分馏精确度,确保产品质量合格。同时,由于改造后稳定塔的操作弹性比较大,塔底温度可以适当提高,也解决了汽油蒸汽压和腐蚀的问题。

表1 改造前后稳定塔操作条件对比

	改造前			改造后			
	1998年 3月	1999年 7月	1999年 11月	2000年 1月	2000年 11月	2001年 6月	2002年 6月
塔顶温度/ $^\circ\text{C}$	54	52	50	48	55	59	60
塔底温度/ $^\circ\text{C}$	154	153	150	149	155	156	165
进料温度/ $^\circ\text{C}$	100	96	96	92	98	102	102
回流温度/ $^\circ\text{C}$	37	36	36	36	36	36	36
压力/ $\text{MPa}$	0.85~	0.85~	0.85~	0.9~	0.9~	0.9~	0.9~
	1.0	1.0	1.0	0.95	0.95	0.95	0.95
回流比	3.0	3.2	3.5	3.5	3.0	2.5	2.0
液化'气量/ $\text{t}\cdot\text{h}^{-1}$	7	7	7	7	8	7	7
$C_5$ 以上质量分 数/%	3~5	3~5	3~5	3~4	0	0	0.02
不合格率/%	22.2	11.7	8.9	25.3	0	0	0

## (2)对双股进料流程改造。

富吸收油自泵301抽出之后,在换304处加一条跨线,跨换304作为冷路打入解析塔顶部;经换304加热后作为热路打入解析塔中部。

造成干气带液和稳定系统能耗大的原因是解析塔解析过度,解析塔顶部负荷过大。该厂吸收塔的进料设计上是热进料方式,富气、富吸收油和解析气经空冷冷却在平衡罐分离得到液相凝缩油,在进入解析塔之前又被加热,使部分刚刚被冷下来的凝缩液油部分气化进入解析气,如此往复循环,不仅增加了空冷的负荷,也使整个解析塔温度提高,解析气量增大,增大了吸收塔的负荷,造成了吸收不完全,干气带液。过度解析的解析气经过吸收塔进入凝

缩液油里面,导致解析塔底再沸器负荷的增加,造成了稳定系统能耗偏高。而天津大学化学工程研究所开发的解析塔的双股进料工艺,能较好地解决解析塔能耗和吸收效果的矛盾。该厂于2001年7月进行了双股进料流程的改造,见图1。

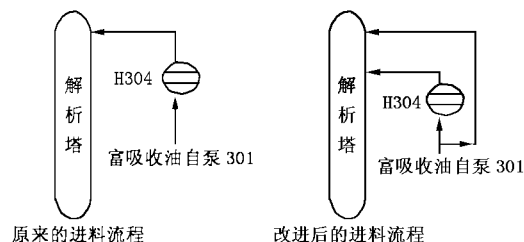


图1 双股进料流程

该工艺是天津大学化学工程研究所最近开发的旨在解决解析塔能耗和吸收效果矛盾的新的进料工艺。就是将温度不同的凝缩液分别进入塔的不同位置,其主要优点是:

①解析效果好,解析塔顶温度低,有利于控制解析温度,吸收效果和上部冷却负荷与冷进料工艺非常接近;

②能耗低,对稳定汽油余热利用合理,解析塔再沸器负荷低。

采用双股进料以后,解析塔的操作得到了优化,顶部的负荷得到了合理的降低,自投用以来,没有发生过干气带液的事故。

## 2 运行效果评价

从改造以后的运行情况来看,稳定系统的操作弹性、产品合格率得到了显著提高,并取得了较明显的节能效果。

(1)解决了液化气 $C_5$ 含量与稳定汽油饱和蒸汽压的矛盾

稳定汽油的回收率由原来的96%左右提高到98%,极大地减少了汽油的蒸发损失。由于稳定塔板的高效,即使在塔底温度达到 $170^\circ\text{C}$ 时,液化气的 $C_5$ 含量仍然可以控制。同时,由于稳定塔顶冷回流量减少,塔顶空冷负荷降低,在正常生产时就可以停开2~3台空冷(目前停开3台),软化水泵也可以停开1台备用,达到了节能的目的。

(2)提高了液化气的收率

由于干气带液问题及稳定汽油饱和蒸汽压过低的问题得到了解决,使过去分散在干气和汽油中的液化气组分得到了回收,从而提高了液化气的收率,从表2可以看出,液化气的收率比改造前提高了

2.84%, 创造出了较高的经济效益。

表 2 吸收稳定系统改造前后产品分布情况

	产品收率/%					
	汽油	柴油	液化气	油浆	烧焦	损失
改造前	52.73	16.51	15.81	1.51	8.15	5.23
改造后	51.70	16.73	18.65	1.38	8.11	5.23

### (3) 解决了分馏中段热源不足的问题

双股进料工艺充分合理地利用了稳定汽油的热源, 减少了解析气的流量, 进而减少了凝缩油的量, 对分馏系统的取热就随之减少, 解决了过去分馏、稳定系统争抢热源的问题。同时由于吸收、解析负荷的减轻, 可以比改造前少开 1 台空冷, 节约了电能。

### (4) 汽油腐蚀问题得到了彻底解决

改造前, 由于汽油腐蚀问题的存在, 汽油碱洗系统负荷很大, 碱水质量分数至少维持在 10% 以上, 年耗碱量高达 30~40 t 才可维持汽油腐蚀达标。改造后, 目前碱水质量分数在 5% 以内, 就足以确保汽油腐蚀达标(见表 3)。

表 3 改造前后用碱消耗情况

年度	1999	2000	2001	2002
用碱量/t	37.8	52.4	16.6	15.8

稳定塔在日处理量 800~1 200 t 之间波动时, 稳定系统表现出了良好的适应能力, 自投用以来, 没有出现过一次产品质量不合格的现象, 甚至在 2002 年上半年原料性质劣化时也没有出现汽油腐蚀不合格等问题, 说明吸收稳定装置的改造是成功的, 新技术应用的效果明显。

(上接第 39 页)

合反应后混合 C<sub>4</sub> 中残余异丁烯的质量分数一般在 0.5%~5%, 所以如果以此 C<sub>4</sub> 分离 1-丁烯还需通过醚化反应或叠合反应脱除残余的异丁烯。该工艺路线见图 5。

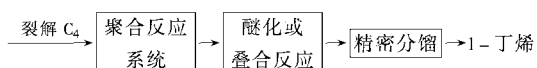


图 5 聚合-醚化反应(叠合反应)法工艺

该工艺路线的最大特点是: 在生产 1-丁烯的同时副产聚丁烯产品, 该产品具有广阔的发展前景。混合 C<sub>4</sub> 生产聚丁烯的技术路线是成熟的, 国外如英国 BP 公司、德国的 BASF 公司都有生产装置, 国内大庆石化总厂、锦州石化公司、新疆乌鲁木齐石油化

## 3 经济效益分析

①提高液化气收率。技术改造全部完成后的 2002 年与技改前的 2000 年相比, 解决了干气带液及汽油饱和蒸气压低的问题, 使综合液化气收率提高了 1.81%, 按照中国石化总公司吨标准油 500 元计, 年处理量 30 万 t, 可提高经济效益 271.5 万元/a。

②解决了汽油腐蚀的问题, 大大减少了化工碱的消耗, 与改造前相比, 每年至少少消耗碱 20 t, 降耗节资 4.2 万元/a。

③由于减少了稳定系统空冷的负荷, 可以少开风机 4 台(15 kW 3 台, 22 kW 1 台), 少开软化水泵 1 台(22 kW), 按年开工 8 000 h、0.65 元/kWh 计, 由此降耗节资 46.28 万元/a。

经过对稳定系统的技术改造, 可产生直接经济效益 321.98 万元/a。

## 4 结论及问题

①JF 复合浮阀塔板在吸收稳定系统的应用是成功的。改造后稳定塔的操作条件得到极大改善, 对不同的处理量、不同的原料性质的适应能力大大加强, 产品合格率大幅度提高。

②双股进料工艺较好地改善了装置分馏、稳定系统的状况, 优化了产品分布, 确保了产品质量的提高, 具有较大的经济效益和社会效益, 有一定的推广价值。

存在的问题是双股进料工艺将温度不同而组成相同的凝缩液分别进入塔的不同位置, 破坏合理的浓度分布, 导致轴向传质返混, 对 C<sub>3</sub> 的分离仍然不够彻底, 这对下一步的整改提出了新的课题。■

工厂也均有生产装置。但这些装置均是以生产聚丁烯为目的的产物的装置。而以聚丁烯装置 + MTBE 装置(叠合装置)以脱除 C<sub>4</sub> 中异丁烯而生产 1-丁烯为目的的产品的装置国内还没有。但通过与北京化工大学等科研单位的共同探讨, 认为该工艺路线生产 1-丁烯是完全可行的。

针对乙烯厂的 C<sub>4</sub> 原料组成, 石油化工厂与大庆石化总厂研究院和北京化工大学分别进行了聚丁烯的模拟实验, 得到了合格的产品, 为聚合-醚化反应法脱除 C<sub>4</sub> 中的异丁烯的工业化奠定了基础。

通过上述 3 种生产 1-丁烯的工艺路线的综合比较, 天津石化公司 1-丁烯装置脱除混合 C<sub>4</sub> 中异丁烯的工艺采用了水合反应-醚化反应法工艺路线。■