

# Advantages of the Application of Additive + Electrostatic Dust Removal Method in Catalytic Cracking Fume Purification

Haizhou Liu

Jingmen Branch of China Petroleum & Chemical Corporation, Jingmen, Hubei, 448000, China

## Abstract

For a petrochemical company two sets of catalytic cracking device different flue gas desulfurization process comparison, additive method+electrostatic dust removal process has simple operation, low failure rate, small pollution, do not produce secondary pollution. The operating cost of the device is 56.18% of the wet method cost, and the maintenance cost of the device is low.

## Keywords

catalytic cracking; additive+electrostatic dust removal method; flue gas purification

# 助剂 + 静电除尘法在催化裂化烟气净化中应用的优势

刘海洲

中国石油化工股份有限公司荆门分公司, 中国·湖北 荆门 448000

## 摘要

针对某石化公司两套催化裂化装置不同的烟气脱硫工艺进行对比, 助剂法+静电除尘工艺具有操作简单、故障率低、污染小, 不产生二次污染。装置的操作费用为湿法费用的56.18%, 装置的维护费用低特点。

## 关键词

催化裂化; 助剂+静电除尘法; 烟气净化

## 1 引言

随着中国对原油需求量的增加, 各炼厂开始加工高硫原油, 催化裂化加工的原料越来越重, 硫氮含量也越来越高, 再生烟气中  $\text{SO}_x$  和  $\text{NO}_x$  含量也越来越高。

目前, 控制催化裂化再生器烟气污染物排放的技术主要有以下两种:

①湿法除尘脱硫包括美国杜邦—贝尔格公司的 EDV 技术、美国埃克森美孚公司 WGS 技术碱洗法和中国石化洛阳工程公司的 RASOC 与荷兰壳牌公司的 CANSOLV 技术氨洗法技术。

②干法脱硫除尘技术: 通过加注硫转移剂降低烟气中  $\text{SO}_x$  的含量, 烟气经过余热锅炉后通过静电除尘或袋式除尘器降低烟气中粉尘浓度。

中国石化荆门分公司 1# 催化装置设计处理能力为 80 万 t/年, 装置再生单元为前置烧焦罐型式, 再生烧焦为完全燃烧。装置采用脱硫脱硝剂+静电除尘工艺将烟气降低至排放标准。

【作者简介】刘海洲 (1983-), 男, 中国湖北枣阳人, 硕士, 中级工程师, 从事石油化工研究。

2# 催化裂化装置为 120 万 t/年 FDFCC 高低并列重叠两段再生重油催化裂化装置, 脱硝采用 SCR 脱硝技术, 除尘脱硫主要采用的是中石化宁波技术研究院开发的湍冲型筛网文丘里洗涤技术<sup>[1]</sup>。

## 2 烟气脱硫脱硝除尘装置运行情况

### 2.1 烟气脱硫运行情况

装置使用硫转移剂, 开始的快速加入将助剂的量快速提高至总藏量的 3%~4% 后, 之后通过正常的补充一定数量的助剂维持系统藏量, 藏量仅占 2%~3% 左右, 对装置的转化率没有影响。烟气中的  $\text{SO}_x$  含量为  $70.25\text{mg}/\text{m}^3$ 。

从产品的硫分布来看, 原料中的硫主要集中在干气、液化气、LCO 及油浆中, 其中干气、液化气中的硫主要以硫化氢型式存在, 约占总硫的 50%, 汽油中的硫占原料硫的 4.37%, LCO 中的硫占原料的 15.59%, LCO 中的硫主要以噻吩、烷基噻吩、硫醇、硫醚等形式存在。油浆中的硫占原料硫的 11.66%, 焦炭中的硫仅占原料硫的 1.5%, 主要是使用硫转移剂, 装置使用烟气硫转移剂将烟气中的硫以硫化氢的形式转移干气和液态烃中, 烟气中的  $\text{SO}_x$  含量降至  $100\text{mg}/\text{m}^3$  以下。含硫污水中的硫占总硫的 16% (w), 主要是分馏、稳定注

入水洗水将油气中的 H<sub>2</sub>S 洗掉并进入水相。

## 2.2 烟气脱硝运行情况

装置使用钨系 CO 助燃剂,使用后烟气中的 NO<sub>x</sub> 含量控制在 200mg/m<sup>3</sup> 以下。在脱硝助燃剂占系统藏量 1.9% 的情况下,烟气中的 NO<sub>x</sub> 含量仅为 111.5mg/m<sup>3</sup>。

从产品氮分布来看,原料中的氮转移到干气及液体产品中的比例较小,汽油中的氮占 1.959%, LCO 中的氮占 7.418%,油浆中的氮占 9.208%,含硫污水中的氮占 13%。产品比原料中少 67.182% 的氮,主要原因是原料中的氮在再生过程中,大部分生产氮气。为了达到烟气排放的要求,装置加注钨型脱硝助燃剂来降低烟气中的氮氧化物,同时因装置加工渣油加氢重油,加氢脱氮后的原料氮主要存在于重组分中难以脱除的氮,这部分带到焦炭中烧焦变成氮气,因此大约 67% 的主要是生成了氮气。烟气中的氮氧化物降低至 200mg/m<sup>3</sup> 以下,达到排放标准。

## 2.3 静电除尘的运行情况

装置静电除尘装置投用后余热锅炉、电除尘器、输灰系统运行基本正常,静电除尘运行正常,烟气的环保排放一直符合环保要求。目前的烟气中的粉尘浓度一直控制在 20~30mg/m<sup>3</sup>,达到环保排放的标准。

标定期间两天共卸出电除尘催化剂细粉 2.1t,平均 43.75kg/h,烟气中粉尘浓度为 20.78mg/m<sup>3</sup>,烟气流速 172902m<sup>3</sup>/h,所以可以得知:

烟囱中排放的粉尘 = 烟气流速 × 20.78mg/m<sup>3</sup> = 3.593kg/h

粉尘总量 = 43.75kg/h + 3.593kg/h = 47.34kg/h

粉尘的脱除率 = 排放烟气中粉尘量 / 粉尘总量 = 92.41%

## 2.4 运行中存在的问题

第一,电除尘器灰斗容易堵塞,堵塞部位集中在灰斗下料段和灰库出灰段。为了防止堵塞,提高了气动振打的频率,每次报警人工到现场用锤锤振打灰斗和下料管,来疏通下料管线。

第二,电除尘运行后,烟气后路压降增加 2~3KPa 左右,烟机发电量降低 200kW/h 左右<sup>[2]</sup>。

## 3 2# 催化装置湿法脱硫脱硝运行状况

2# 催化烟气脱硫脱硝由 CO 燃烧炉(含 SCR 脱硝设施)、除尘脱硫、废水处理三个部分组成,设计烟气处理量 20000Nm<sup>3</sup>/h。投用后,二氧化硫、氮氧化物和粉尘排放指标均控制在较好的水平。

## 4 脱硫脱硝存在的问题

2# 催化脱硫脱硝自 2014 年 12 月 28 日开工至 2016 年 9 月 23 日,总共运行 583 天,停工 63 天,其中计划停工消缺 15 天,非计划停工 48 天。主要存在以下问题:

- ①综合塔、氧化罐衬里、脱落,并腐蚀设备本体和管线。
- ②浆液管线为玻璃钢材质,频繁泄漏,难以处理。
- ③综合塔底浆液 pH 值调节不好,容易过吸收造成泵频

繁堵塞。

④脱硫脱硝设备上以后,背压上升,炉膛压降上升 3.5 个,影响烟机发电降低了 450kW/h。

⑤外排水的 COD 指标不稳定,大量的废渣为危废处理费用大。

脱硫脱硝装置占地面积大,能耗高,成本投入大,污染大,现场卫生差,烟气拖尾严重,其中 SO<sub>3</sub> 在 10~30 μg 在湿基状态下显蓝色,是造成 PM2.5 偏高的原因之一<sup>[3]</sup>。

## 5 经济比较

1# 催化装置处理量为 80 万 t/年,静电除尘器投资 3000 万元左右,2# 催化装置脱硫脱硝装置投资在 8000 万元左右,投资费用差别巨大。两种催化烟气治理费用对比见表 1 和表 2。

表 1 1# 催化烟气治理费用

项目	单价(元/t)	消耗量(t/a)	金额(万元)	所占比例(%)
CO 助燃剂	166462	14.4	239.71	34.48
电耗	0.69	3477600	239.95	34.51
压缩空气	0.3	2125200	63.76	9.17
烟气硫转移剂	42188	36	151.88	21.84
合计	—	—	695.29	100

表 2 2# 催化烟气治理费用

项目	单价(元/t)	消耗量(t/a)	金额(万元)	所占比例(%)
NaOH 溶液(30%)	1045.56	7200	752.80	60.78
电耗	0.69	5732160	395.52	31.93
新鲜水	1.06	168000	17.81	1.44
固废	1200	96	11.52	0.93
絮凝剂	12825	18	23.09	1.86
循环水	0.3	1260000	37.8	3.05
合计	—	—	1238.54	100

从运行成本上来看,2# 催化的烟气年治理费用为 1238.54 万元,而 1# 催化装置烟气的年治理总费用为 695.80 万元,仅为 2# 催化治理费用的 56.18%。

## 6 结语

第一,与湿法烟气脱硫脱硝技术相比,助剂法 + 静电除尘法具有污染小、不造成二次污染问题,不产生危废优势。

第二,助剂法 + 静电除尘法对设备无腐蚀,装置操作简单,故障率低,维护费用低等优点。

第三,助剂法 + 静电除尘法的投资费低,运行费用为湿法脱硫脱硝费用的 56%。运行成本上都有足够的优势。

## 参考文献

- [1] 陈梓剑,王春花,夏长平,等.硫转移治理催化裂化装置蓝色烟羽问题的效果[J].石油炼制与化工,2019,50(1):101-104.
- [2] 宋海涛,田辉平,蒋文斌,等.降低 FCC 再生烟气 SO<sub>x</sub> 和 NO<sub>x</sub> 排放助剂技术新进展[A].炼油与石化工业技术进展[C].北京:中国石化出版社,2017.
- [3] 李磊,李欣,刘忠生,等.FCC 再生烟气超低排放技术路线分析[J].炼油技术与工程,2020,50(9):7-12.