

工业加热炉低NO_x燃烧器的在线更换及应用

胡晓彬

大连市西太平洋石油化工有限公司 辽宁大连 116600

摘要:某石化公司130万t/a汽油分离装置二甲苯分馏塔设置圆筒炉1台。原塔底再沸炉烟气设计NO_x排放值150mg/m³,实际运行期间NO_x值约为90-110mg/m³。根据即将实施的石化企业污染物特别排放限值的要求,NO_x排放指标将降低至100mg/m³。塔底再沸炉当前烟气排放NO_x调整余地较小,日常存在超标排放风险。本文通过对新设计的燃烧器进行在线更换后,加热炉运行工况得到明显改善,炉膛内烟气的二次燃烧减少,有效降低过剩空气系数,烟气中NO_x值含量远低于环保的特别排放限值。

关键词:加热炉; NO_x; 氮氧化物; 烟气排放; 环保

目前,我国针对石油炼制工艺加热炉废气NO_x排放限值做出相关规定,到2022年部分重点石化企业开始执行特别排放限值要求。在当前背景下,国内炼化企业纷纷进行加热炉燃烧器升级改造,更换使用低NO_x燃烧技术。

1、工艺加热炉燃烧器现状概述

某石化公司130万t/a汽油分离装置二甲苯塔塔底再沸炉在用的燃烧器是原湖南吉祥2013年产品,型号为WYNQ-DQ1.72的一种低氮气体燃烧器,设计采用燃料分级抑制NO_x生成技术,数量共计12台,单火盆,燃气枪分为中心气枪和辅助气枪,带有95UVS2-1CEX一体式火焰检测器。设计NO_x排放值150mg/m³,实际运行期间排放值90-110mg/m³。

根据2022年实施工业加热炉烟气特别排放限值的要求,NO_x排放指标降低至100mg/m³,公司二甲苯塔底在沸炉当前烟气排放NO_x调整余地较小,日常存在超标排放风险。公司委托某石化科技有限公司针对汽油分离装置二甲苯塔底重沸炉的现有燃烧器进行重新设计、制造并进行在线更换。

2、工艺加热炉烟气NO_x生成机理

在高温条件下生成的氮氧化物(NO_x)主要是以一氧化氮(NO)的形式存在(一氧化氮浓度约占95%),但由于一氧化氮(NO)在大气中极易与空气中的O₂发生化学反应,生成二氧化氮(NO₂),因此在自然条件下大气中氮氧化物(NO_x)普遍是以二氧化氮(NO₂)的形式稳定存在。

查阅相关资料显示,工艺加热炉的烧嘴在燃烧过程中氮氧化物(NO_x)的生成途径主要有三种,分别为热力型NO_x、燃料型NO_x、快速型NO_x。

1) 热力型NO_x

热力型NO_x主要是由于燃烧时空气中的N₂在高温下与空气中的O₂发生氧化反应生成,主要影响因素是燃烧温度。

2) 快速型NO_x

快速型NO_x是指空气中的N₂与碳氢化合物燃料中的碳氢离子团(如CH)反应生成HCN,再进一步与O₂作用以极快的速度生成NO_x。快速NO_x在燃烧过程中的生成量很小,可以忽略不计。

3) 燃料型NO_x

燃料型NO_x是指燃料中的氮化合物与空气中的O₂在燃烧中氧化反应生成NO_x。燃料中氮化合物含量越高,产生的NO_x量就越大;此外火焰燃烧温度越高,NO_x生成量也越高。

3、低NO_x排燃烧器的设计与改造

燃烧器的低氮改造设计应该兼顾加热炉炉膛温度和燃料组成特性。较高的炉膛温度,较高的燃料热值,燃烧器燃烧烟气中产生的氮氧化物就较多,由于二甲苯重沸炉炉膛温度较高,所用燃料热值较高,导致目前在用燃烧器的氮氧化物排放较高,日常监测到的烟气氮氧化物排放数据存在超标和卡边状况,生产操作上没有调整余地。

低NO_x燃烧控制原理:采用燃料分级和烟气回流相结合的技术,最大限度限制热力学NO_x的生成。燃料分级体现以火盆内采用主枪,火盆外采用辅枪形式出现,并且以独特的耐火砖结构保证其燃料分级的可行性。同时,也是依靠耐火砖的独特结构,燃烧烟气在火道内部产生涡流,强化混合,并从火盆设置的水平孔和竖直孔喷出,烟气对分级的燃气起到引燃作用,保证了燃料的分级稳定燃烧,且形成稳定、刚直有力中间空心的

圆柱状火焰,降低了火焰表面温度,有效地抑制了烟气中NOX的生成,从而实现了燃烧烟气的超低NOX排放,达到了高效、节能、低NOX污染排放与低噪声的环保目的。

为燃烧器结构组成:主要由火盆砖、内侧燃气枪(6或8个喷嘴)、外侧燃气枪(6或8个喷嘴)、长明灯、筒体、调风机构、导向柱等组成。

4、燃烧器的在线更换

4.1 现场机具准备

表1 燃烧器在线更换所需机具明细表

序号	名称	型号规格	单位	数量
1	液压式升降机	3吨	台	1
2	原燃烧器拆卸工装		台	1
3	新燃烧器安装工装		台	1
4	防爆扳手	S22~S32	套	2
5	防爆撬棍		把	1
6	防爆钳子		把	1
7	角磨机	150	台	1

4.2 在线更换步骤

①按照图纸要求,在火盆砖安装平面上铺垫陶纤维毯,并组装好火盆砖。在火盆砖外按图纸要求围上一定厚度的陶纤维毯,并用铁丝将陶纤维毯勒紧,使其压缩小于炉底开孔大小,便于顺利的通过燃烧器安装孔。在安装法兰位置按图纸要求铺好石棉带,拆除掉喷头的保护套,再次按图纸要求检查燃烧器各部件的安装尺寸,确认无误。

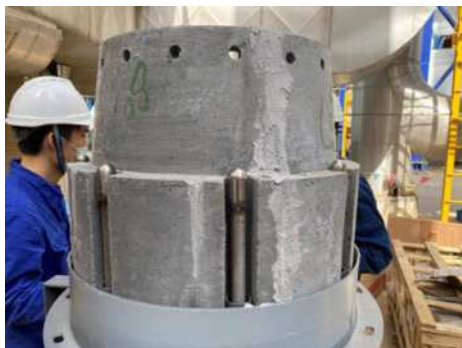


图2 燃烧器外观

②将燃料器主火嘴燃气手阀、长明灯燃气手阀关闭,拆除其双阀间法兰,并上锁挂牌。

③依次将旧燃烧器安装法兰螺栓进行预松动,将升降车移至燃烧器下部,并升起顶至原燃烧器位置,拆卸人员拆掉燃烧器法兰螺栓后将升降车缓慢下降,使燃烧器随升降车慢慢下降。

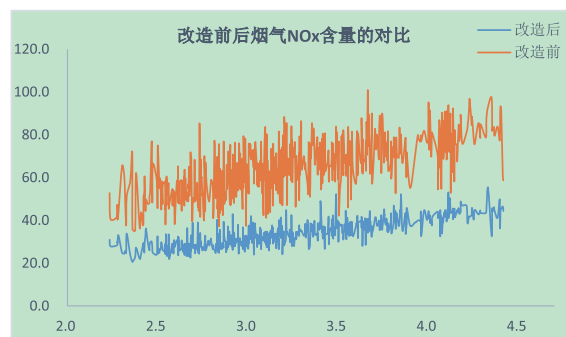
④当燃烧器下降至脱离炉底开孔,同时将炉底开孔铁板迅速堵上,再将升降车降至合适高度,移至炉体外,将旧燃烧器退出升降车。

⑤由于新燃烧器的工装故障,需要将就燃烧器卸下后将新燃烧器安上工装并移至炉底安装位置旁,同时将燃烧器提升至安装孔下方并对正方位,迅速拆掉盲板,升起升降车使燃烧器安装法兰螺栓孔与炉底螺栓方位套入,并将燃烧器顶置最终位置,拧紧各螺母。

⑥连接好各燃料气金属软管。按照点火程序进行点火,并调节好火焰状况。

⑦待加热炉稳定后按照同样的方式进行下一台燃烧器的更换。

5、更换后的效果及评价



针对二甲苯塔底再沸炉烟气排放NO_x调整余地较小,日常存在超标排放风险的问题,对二甲苯塔加热炉燃烧器进行了重新设计并在线更换。更换后的烟气中NO_x值较更换前明显降低。

表2 燃烧器改造前后烟气中NO_x排放值对比

氧含量%	改造后 mg/m ³	改造前 mg/m ³	差值
2.2	27.3	46.7	-19.4
2.5	29.4	54.4	-25
3	30.8	63.7	-32.9
3.5	36.5	68.6	-32.1
4	40.9	79.8	-38.9
4.5	43.5	81.6	-38.1

7月中旬对全部更换后的火嘴进行标定,收集了在相同工况下不同氧含量所对应的NO_x值,根据上表数据看出更换后的燃烧器随着氧含量的升高NO_x的值增长幅度较更换前较小,也就说明更换后的燃烧器应对高氧含

量工况下NO_x值降低较为明显。



图3 改造后燃烧效果对比

上图为改造前后现场燃烧器燃烧情况对比,改造前的火焰燃烧成一团,燃烧器火焰过长,炉膛不明亮。对比改造后炉膛明亮不浑浊,燃烧器火焰无明显过长、过大现象,明显的多火嘴齐火焰现象,燃烧效果好于更换之前。

项目投用后完全达到了预期目标,运行参数和产品质量良好,投用后也并未产生新问题,总体效果较好。

6、加热炉设计应遵循的原则

减压加热炉管的设计要符合绿色环保的要求,所以在设计时应该重视原则性。暖通设计方案首先要有设计人员,考虑到其中所存在的问题,针对国家的规定,要制定符合相关标准的设计。设计人员要秉承着节能环保的理念,以科学合理的方式设置供水,供气,供热等要求。暖通设计方案会受到多种因素的影响,所以采用最合适的设备展开施工,可具备较强的可靠性,同时可有一定的原则性,确保减压加热炉管设计具有一定的合理性。

在选择设计方案时,首先应该以节约成本以及安全

性为主要原则,也是目前大众比较关注的问题。设计人员可以设计多种方案,然后进行对比,选择最合理的一种方案。其主要依据为节能、美观,舒适。只有满足这几种条件,才能够保证设计方案具有科学性,合理性。同时在质量以及安装方面都能够得到保障。在实际工作中要避免由于追求本期利益,而忽视到后期的使用效果。如果设计不合理,那么会影响到整个车库的暖通状况,所以其设计方案需要技术人员在实地考察后,对其展开全面分析。争取设计方案,可真正做到安全,环保,节能,经济。

7、结论

伴随国家最新环保要求的落地实施,工业加热炉对于降低NO_x排放的需求也会日益增加,本次低NO_x燃烧器的在线更换的实际应用,但如何使用和推广好新型烧嘴和超低NO_x排放技术,成为今后的重要课题。

参考文献:

- 1.矿场加热炉自动控制[J].裴树桐.黑龙江自动化技术与应用.1991(04)
- 2.简谈加热炉双交叉限幅燃烧控制系统工作原理[J].唐洁.工业仪表与自动化装置.1998(06)
- 3.SCADA控制系统在原油直接式加热炉控制中的应用[J].李建军.石油矿场机械.2010(08)
- 4.压力变送器控制加热炉断流系统的使用[J].李海滨.内蒙古石油化工.2011(07)
- 5.数字化燃烧技术在莱钢异型坯加热炉的应用[J].张永强,冯俊小,孙国宏.工业炉.2007(02)

个人简介:胡晓彬,男、辽宁大连人

课题:有(工业加热炉低NO_x燃烧器在线更换及应用)