

常压炉烟气超标及热效率低解决方案研究

袁 磊 (中海油能源发展珠海精细化工有限公司, 广东 珠海 519050)

摘要: 随着环保要求的提高, 石油炼制工业对污染物排放标准也更加严格, 我司2台常压炉14套燃烧器原设计无法达到新标准中对烟气氮氧化物含量标准, 在不改变加热炉本体的结构基础上, 对燃烧器进行更换升级改造, 使加热炉烟气排放合格, 一并解决消除运行期间发现的点火难、过剩空气系数过大、操作弹性小等导致加热炉热效率低的问题。

关键词: 燃烧器; 氮氧化物; 热效率低

按照国家环保标准《石油炼制工业污染物排放标准》(GB 31570-2015), 要求大气污染物特别排放值烟气氮氧化物含量标准 $\text{NO}_x \leq 100\text{mg}/\text{m}^3$, 因加热炉燃烧器设计参考《大气污染物排放综合排放标准》(GB 16297-1996)和《工业炉窑大气污染物排放标准》(GB 9078-1996)中的相关规定, 大气污染物特别排放值中氮氧化物排放 $\leq 150\text{mg}/\text{m}^3$, 在装置运行情况下不能满足烟气排放标准。

借助此次加热炉燃烧器烟气排放超标改造, 一并对加热炉日常操作存在的点火难、过剩空气系数过大、操作弹性小等因素导致加热炉热效率低的问题进行解决。通过改变点火孔与长明灯距离, 使用电子点火枪消除负压影响, 提高点火成功率, 消除安全隐患。改变火嘴火盆安装方式及长明灯点火孔密封方式, 消除炉体看火窗缝隙, 控制过剩空气含量。设置内外圈燃烧头连通阀, 增高瓦斯阀后压力, 提升燃料与空气混合效果, 提高加热炉效率, 增加加热炉高低负荷操作弹性。经对改造后加热炉热效率进行测算, 加热炉热效率明显提高。

1 分析烟气超标原因

首先分析加热炉烟气中氮氧化物产生的原因, 得出烟气中氮氧化物含量大小主要有两方面原因造成, 一是火焰温度过高造成空气中氮气在高温下氧化产生, 二是由于加热炉炉体存在缝隙、空气分配不均匀, 过剩空气过大导致换算结果过高。

2 提出烟气超标的改造方案

2.1 增加脱硝设备和脱硝燃烧器

由于加热炉为低氮燃烧的设计, 并没有设置脱硝设备和脱硝燃烧器, 如想通过增加脱硝设备和脱硝燃烧器的方式来改造, 一个是造价过高, 二是现场改动过大, 需要对炉体本身进行改造, 安全风险偏高, 基于上述两个不利因素排除掉新增脱硝设施改造方法。

2.2 更换低氮燃烧器

在不改变炉体整体结构的基础上, 既要解决烟气超标, 还要提高加热炉热效率, 设想更换低氮、高效率的低氮燃烧器, 该低氮燃烧器采用二段燃料低 NO_x 燃烧技术, 一段中心燃烧形成高过剩空气量燃烧, 富余的空气继续向炉膛内上喷射, 与外枪分段喷入二段燃料混合燃烧, 二段燃料高速喷射将炉膛烟气引射入火焰中心, 火焰中心温度低于 1450°C , 避免氮气与氧气反应生成 NO 的温度条件, 达到低 NO_x 燃烧目的。该低氮燃烧器由火盆砖、内测燃气枪、外测燃气枪、长明灯、筒体、调风机构等组成。燃烧器采用燃料分级、无极分段燃烧、燃料浓淡非当量燃烧、引射炉内烟气回流燃烧等技术手段, 火焰形状为中空圆

柱, 降低初级燃料的混合强度, 有效地控制火焰文帝低于 1450°C , 极大的抑制 NO_x 的生成。该低氮燃烧器对于加热炉整体要求较高, 从空气混合、风道长度、瓦斯压力、火焰温度等条件都需达到才能实现低氮, 高效率。

3 低氮燃烧器改造

①减小燃烧最高温度区域范围: 对火嘴原有燃烧头进行分散布置(初馏炉由原5根改为8根, 常压炉由原8根改为12根), 平均分布可在同样热值情况下增加燃烧面积, 从而降低燃烧火焰温度, 减少氮氧化合物的产生;



图1 原燃烧器火嘴布置图 图2 低氮燃烧器火嘴布置图

②降低过剩空气系数、局部氧浓度: 第一改变火嘴点火孔安装方式, 采用密封性更好的丝扣安装, 火嘴火盆采用满焊安装, 看火窗密封面进行修复, 消除漏氧可能; 第二从操作上对加热炉过剩空气系数控制在3%~4%之间, 抑制氮氧化物生成;

③提高加热炉操作弹性、燃料与空气混合效果: 对常压炉火嘴内外圈设置连通球阀, 在装置低负荷运行时, 可调节连通阀开度, 调整燃料阀后压力, 提升燃料与空气混合效果, 提高加热炉效率, 增加加热炉的操作弹性;

④提高一次风、二次风分配效果: 对加热炉火嘴风道进行优化, 设置了一次风、二次风, 一次风主要供应给火嘴内圈燃烧头, 利用中部圆筒使空气环形进入与内圈燃烧头燃料充分混合后进行燃烧, 二次风进入了外圈燃烧头耐火砖内部, 与外圈火嘴燃料混合后进行燃烧并附着于耐火砖上部, 使未完全燃烧的燃料和空气进行二次燃烧;

⑤提高火嘴点火稳定性: 对原火嘴点火方式进行改造, 缩短点火孔与长明灯距离, 使用电子点火枪消除炉膛负压造成的影响, 提高点火成功率, 降低安全隐患。

4 改造结果

通过数次与低氮燃烧器厂家沟通交流和现场更换实施改造, 烟气中氮氧化物含量很好的控制在 $60\text{mg}/\text{m}^3$ ~ $80\text{mg}/\text{m}^3$, 这样不仅实现了烟气污染物排放达到, 还大大降低了氮氧化物含量。经对改造后加热炉热效率进行测算, 由原加热炉热效率92.1%提高到92.9%。同时也使得工艺操作简单, 安全环保。

表 1 低氮燃烧器改造完成试运行烟气检测记录

| 取样时间 | 取样地点 | SO ₂ mg/m ³ | 氮氧化物 mg/m ³ | CO mg/m ³ | 氧含量 % |
|-------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------|-------------------------|-------|
| 19:17 | 凝析油分离初底重沸炉后(干气) | 72 | 64 | 2270 | 12.5 |
| 23:42 | 凝析油分离初底重沸炉后(干气) | 30 | 14 | 2057 | 13.1 |
| 0:41 | 凝析油分离初底重沸炉后(干气) | 0 | 76 | 2345 | 13.4 |
| 6:51 | 凝析油分离初底重沸炉后(干气) | 0 | 75 | 2165 | 13.9 |
| 10:41 | 凝析油分离初底重沸炉后(干气) | 31 | 78 | 2011 | 13.5 |
| 11:05 | 凝析油分离初底重沸炉后(干气) | 31 | 79 | 2030 | 13.6 |
| 16:02 | 凝析油分离初底重沸炉后(干气) | 65 | 65 | / | 14.1 |
| 16:42 | 凝析油分离初底重沸炉后(干气) | 58 | 69 | / | 14.5 |
| 9:35 | 凝析油分离初底重沸炉后(干气) | 17 | 76 | / | 8.1 |
| 9:54 | 凝析油分离初底重沸炉后(干气) | 43 | 72 | / | 8.5 |

| | | | | | |
|-------|-----------------|----|----|---|-----|
| 10:09 | 凝析油分离初底重沸炉后(干气) | 38 | 76 | / | 8.3 |
| 10:47 | 凝析油分离初底重沸炉后(干气) | 34 | 71 | / | 8.4 |

5 结束语

通过对低氮燃烧器改造的研究分析,研制出一套低氮、高效率的燃烧器。通过现场更换实施,低氮燃烧器达到了安全环保、降本增效的目的,降低了烟气含量中的氮氧化物浓度,且有害物质氮氧化物含量低于现规范要求 20%~40%,为保护环境贡献了一份力量。同时加热炉热效率得到了明显的提高,具备正常投用状态,为后续正常安全平稳运行奠定良好的基础。

参考文献:

- [1] 孙秀泉.75t/h 燃油燃气锅炉燃烧器改造对烟气中 NO_x 含量的影响[J].淮海工学院学报(自然科学版),2015(4):57-60.

作者简介:

袁磊(1988-),男,汉族,甘肃庆阳人,本科,中级注册安全工程师,研究方向:设备安全管理。

(上接第 198 页)的数字化模型,从而为后续皮带运输机效率优化指明一个正确的方向,提升实际工作效率及工作质量。其次还要融入变频调速技术来起到节能降耗的效果,我国近几年来的一些生产厂商推出了新型的节能设备,节能效果是比较好的,因此在实际工作中需要加强对这些设备的融入,防止出现能源浪费问题的发生。

3 结束语

皮带运输机在实际矿产工作中得到了广泛性的利用,为了实现资源的优化性配置,需要加强对皮带运输机运送能力的有效了解和认识,实施自动化的工作手段来提升煤炭生产的效果和水平,另外还需要充分的考虑其中所应用到的控制技术,以提升运行效率为主来开展日常的工作,

(上接第 197 页)1.25。下盖板也选 Q550,顶板采用 Q345 即可,最上端的小顶板选用 Q460,这样安全系数均高于主肋和上盖板。从结果来看,主肋厚度减薄了,取消了几处贴板(增加了一处较薄的盖板),减轻了质量,减少了高强度板材 Q550 用量,简化了生产工艺,降低了生产成本,但安全系数却从 1.17 提高到了 1.25。对比可以看出,经过改进优化设计,形心位置移向盖板一侧(大约偏移了 12mm),小顶板和顶板的应力值增大了,盖板的应力值降低了,结构更合理了。经过优化设计后的支架,高强度板 Q550 使用量由原来的约 8000kg 降低到约 5000kg,总质量可减少约 3000kg。在为生产企业降低生产成本的同时,也可为矿方减少数百万元的投入,还为国家节约了资源。由此可见合理结构设计的重要性。

3.3 改变加工工艺

通过改变加工工艺,在销轴安装前,先进行淬火调质处理,以物理方法提升销轴质量强度,确保其耐磨性满足工作要求。

综上所述,对液压支架结构改进做了上述结构优化后,该批次改进后的液压支架,在实际未见局部出现疲劳裂纹,

从而使得皮带运输机能够支撑实际生产工作的有序进行,推动我国煤炭行业的稳定发展。

参考文献:

- [1] 曹巨华.曹妃甸矿石码头三期长距离皮带运输机关键系统及部件的性能分析[D].秦皇岛:燕山大学,2014.
- [2] 王燕斌.煤矿运输强力皮带优化设计方案的若干研究和讨论[J].科技与创新,2015(18):35-38.
- [3] 汤守义.变频器在井下强力皮带运输机中的运用研究[J].中国新技术新产品,2016(12):86-87.

作者简介:

胡波波(1987-),男,山西阳泉人,本科,毕业于太原理工大学,机电工程师。

改进方案具有实际意义。切实提高了液压支架的可靠性,减少设备维护成本,具有推广价值。

参考文献:

- [1] 郝晓鹏.关于液压支架掩护梁结构的改进设计[J].机械管理开发,2019,34(10):31-33.
- [2] 张占东,韩灏,王斌,李妍姝,苏芳,姚利花,张瑞平.液压支架换向阀阀芯结构的改进设计[J].煤矿机械,2019,40(05):121-123.
- [3] 李元辉,徐克根.液压支架支撑结构的改进设计与计算[J].煤矿机械,2018,35(07):181-182.
- [4] 刘波,高明霞,朱锦秀.液压支架组件结构设计的改进[C].全国各省区市机械工程学会.发展战略性新兴产业,助推新能源装备制造——2018年第四届全国地方机械工程学会学术年会暨新能源装备制造发展论坛论文集.全国各省区市机械工程学会:北京机械工程学会,2018.
- [5] 屈晔晟,范智欣.液压支架结构设计改进初探[J].煤矿机械,2018(10):99-100.

作者简介:

王俊(1988-),男,职称:机电工程师。