

焚烧炉炉体腐蚀原因分析

薛福连

(沈阳市辽中县化工总厂, 辽宁 辽中 110200)

[摘要] 焚烧炉是尾气热焚烧的重要场所,其主要作用是焚烧尾气中残存的 S 和 H_2S 并完全转化为 SO_2 , 保证装置排放尾气符合大气环保要求。分析了焚烧炉炉体腐蚀的原因,并提出防护措施。

[关键词] 焚烧炉;腐蚀;防护措施

[中图分类号] TB332, TG17

[文献标识码] B

[文章编号] 1001-3660(2007)03-0078-02

Analysis of Corrosion Reason of Incinerator Body

XUE Fu-lian

(Shenyang Liaozhong County Chemical Head Plant, Liaozhong 110200, China)

[Abstract] The incinerator is the important place incinerating the tail gas, where residual S and H_2S are completely transformed to SO_2 , to ensure the tail gas from the plant reach the requirement of atmospheric environment protection. The reason of corrosion of the incinerator body was analyzed and protection measures were suggested.

[Key words] Incinerator; Corrosion; Protection measure

0 引言

炼油厂硫磺回收装置一般采用常规 CLAUSE、二级转化、三级冷凝、尾气热焚烧后高空排放工艺。焚烧炉是尾气热焚烧的重要场所,其主要作用是焚烧尾气中残存的 S 和 H_2S , 并完全转化为 SO_2 , 保证装置排放尾气符合大气环保要求。此炉的结构和操作比较简单,但介质腐蚀性较强,在实际运行中曾多次发生炉体穿孔,造成不必要的临时停工,如此高的事故发生频率,很值得我们认真分析原因,采取适当的措施预防同类事故再次发生。

1 炉体穿孔的位置及表现

尾气焚烧炉是卧式常压炉,规格为 $\phi 2524\text{mm} \times 5775\text{mm} \times 12\text{mm}$, 材质为 A3F 钢,除炉体前端无衬里外,其它各处均内衬 400mm 的高铅砖保温材料,结构如图 1 所示。实践中观察发现,焚烧炉壁穿孔的位置主要在前端水平轴线以下的部位,即图中粗黑线标记部位。其中炉子底部的腐蚀尤为严重,形态主要是以点蚀为主,并带有某些全面腐蚀的特征,产物为黄褐色锈土样混合物(主要成分 S、 Fe^{3+} 、 Fe^{2+}),且底部伴有水出现。在底部腐蚀严重的部位呈现大小不一麻点,呈溃疡状蚀坑,有的已腐蚀穿孔。

2 腐蚀失效原因分析

由于炉体前端温度较低,发生高温硫化物腐蚀的可能性不

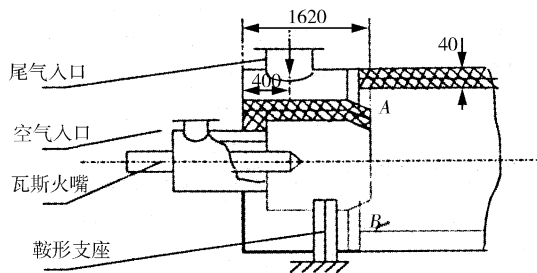


图1 尾气焚烧炉前端结构

Figure 1 Front structure of tail gas incinerator

大(温度大于 310°C 时易发生硫化物腐蚀),主要是发生了露点腐蚀和应力腐蚀。

2.1 腐蚀产生的条件

2.1.1 炉体前端无保护层

炉体的中部和后部均有耐火材料衬里,唯独前端尾气环形通道这一段无任何防护材料保护。此处既是腐蚀性介质不断通过的地方,又有适应的温度和湿度,炉体的腐蚀自然很容易在这里发生。

2.1.2 腐蚀性介质

进入尾气焚烧炉的气体中含有一定量的 H_2S 、 SO_2 、 NO_x 酸性介质,这些介质在低于其露点的温度下会和水蒸汽结合形成酸液,附着在炉壁上造成化学和电化学腐蚀。表 1 是生产正常时进入焚烧炉的气体组成(体积分数%)。

表1 生产正常时焚烧炉的气体组成(体积分数%)

Table 1 Gas composition in incinerator when normal production

N_2	CO_2	H_2O 蒸气	H_2S	SO_2	NO_x	S 蒸气
50~60	30~40	5 左右	1 左右	1 左右	0.3 左右	0.1 左右

如系统前路的操作不稳,配风不合适,则表 1 中的 H_2S 、

[收稿日期] 2006-11-20

[作者简介] 薛福连(1948-),男,辽宁沈阳人,高级工程师。

SO₂、NO_x的含量将会相应增大。

2.1.3 温度和湿度

如图1所示,尾气从上部尾气入口处进入炉内,入炉的温度为125~135℃,空气从瓦斯火嘴上部的小环形通道入炉,温度约为40℃。由于前端的环形通道远离燃烧区,受炉内温度影响较小,再加上尾气的偏流和冷空气从B处往环形区的少量回流,使其内部温度分布由上而下呈下降趋势。根据实测:上部高温区100~120℃;两侧中间区60~100℃;下部低温区60℃左右。据有关资料介绍发生露点腐蚀的温度是120~140℃,由此可见,炉体前端确实具有发生露点腐蚀的条件。由于上部温度较高,介质水主要以气态存在,腐蚀性气体虽有可能凝成液滴,但受重力作用不易附着在炉壁上,故发生露点腐蚀的可能性不大。相反,中下部水以液滴形式存在,比较容易发生露点腐蚀。且底部温度最低,一旦腐蚀穿孔,水在重力作用下很易从这里渗出。故此处腐蚀产物伴有水滴出现。

2.1.4 NO_x 存在

尾气中含有微量的H₂S、SO₂、NO_x和水蒸气,特别是NO_x极易溶于水,在炉壁遇冷至露点温度以下时即会形成硝酸盐溶液。而此种介质正是引发低碳钢、低合金钢应力腐蚀的特定敏感腐蚀介质。

2.1.5 热应力

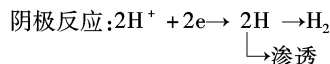
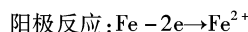
通过实测可以知道,炉子前端上下温差较大,受热很不均匀,这必然会产生较大的热应力。再加上焊接应力和热影响区的影响,这必然会造成钢板的结合部——焊缝的破坏倾向较大。

正是因为上面5个因素,使露点腐蚀和应力腐蚀的发生成为可能。炉子下部腐蚀产物中含有水,说明露点腐蚀是造成焚烧炉失效的重要原因。

2.2 腐蚀类型

2.2.1 露点腐蚀

由于炉子前端中下部温度较低,且尾气中含有5%左右的水蒸气,在炉壁上如果遇冷易凝为水,溶解尾气中的H₂S、SO₂、NO_x极性气体在露点温度下的液滴,形成酸性溶液,从而构成了腐蚀介质和电化学反应条件,导致露点腐蚀的发生,产生裂纹并最终使炉壁腐蚀穿孔。其腐蚀过程为:



2.2.2 应力腐蚀

露点腐蚀产生的新生态原子氢渗入钢中,由于这里温度较低易造成氢损伤。氢原子在缺陷处聚集并造成晶格界面开裂,在应力(主要是工作应力和焊接应力)的作用下,缺陷部位逐渐形成了小裂纹,而腐蚀介质的存在使应力集中区迅速腐蚀,从而加剧了应力腐蚀。

3 防护措施

尾气焚烧炉前端的腐蚀主要是露点腐蚀和应力腐蚀造成的。为了防止出现同类事故,采取了以下防护措施:

1) 尾气炉前端加防护衬里。为防止SO₂、SO₃、H₂S等腐蚀性介质在炉壁金属表面发生相变而造成腐蚀,在不改变炉体外型尺寸的情况下,将环形通道内壁无衬里区加设20cm的龟甲网保护层。此举可以避免炉体前端的金属材料直接与腐蚀性介质长期接触,大大减小发生露点腐蚀的可能性。

2) 优化前路工艺条件,特别是污水汽提装置的工艺条件。据估算,尾气中的90%的NO_x,是由于污水汽提塔顶带NH₃引起的,而NO_x的存在又加剧了应力腐蚀。资料表明塔顶温度控制在40℃以内可以有效减少塔顶的携氨量。

3) 使用耐蚀性能更好的材料。渗铝钢具有较好的耐蚀性能,它对SO₂、SO₃、H₂S、NH₃、CO₂等介质的耐蚀性是碳钢的4~40倍,具有较强的耐露点腐蚀及应力腐蚀性能。2000年11月在对焚烧炉前端包补时采用了渗铝钢板。并实施电热带方法进行焊后消除应力热处理,经7个月的运行效果良好。

4 结 论

1) 炉内前端无保护衬里是造成炉体腐蚀的直接因素,炉体失效的形式主要是露点、应力腐蚀。且从腐蚀形态和产物上看,炉体腐蚀以露点腐蚀(点蚀)为主,应力腐蚀为辅。

2) 从炉体包补后的运行实践上看,所采取的防护措施是积极有效的。

(上接第75页)

覆的膜层要吸收和反射光,膜层越厚,发光强度越低。膜层越薄,达不到抗水解的要求。因此,SiO₂含量最好控制在10%~25%左右,当然在包覆过程还要严格控制浆液的pH值、搅拌时间和反应温度。综合考虑各方面条件,才能得到较好的包膜样品。

[参 考 文 献]

- [1] 田玉为. 新一代长余辉荧光粉(SrAl₂O₄:Eu²⁺)的特性[J]. 中国照明电器,2003,(4):19
- [2] 耿杰,罗召平,陈玮,等. SrAl₂O₄:Eu²⁺,Dy³⁺发光粉体的长余辉特性研究[J]. 无机材料学报,2003,18(2):480-484

- [3] Yang Zhiping, Yang Yong, Zhu Shengchao, et al. Effect of hydrolysis on the stability of SrAl₂O₄:Eu²⁺, Dy³⁺ [J]. Journal of the Chinese Ceramic Society, 2004, 32(9):1050-1053
- [4] 梁超,董岩,张超,等. BaMgAl₁₀O₁₇:Eu²⁺ 荧光粉包膜研究[J]. 东南大学学报,2005,35(5):733-737
- [5] 许立和. 利用SiO₂包膜技术提高群青蓝颜料耐酸性的研究[J]. 化工新型材料,2003,31(3):39-40
- [6] 关毅,程琳,张金元. 非均相沉淀法在无机包覆中的应用[J]. 材料导报,2006,20(7):88-90
- [7] 黄永平. 氧化铝包覆荧光粉[J]. 广东化工,2005,(4):24-25
- [8] 张中太,张俊英,彭幼松,等. 在铝酸盐系长余辉荧光粉表面包覆二氧化硅薄膜的方法[P]. 中国专利:CN1371957A,2002-10-02