

显热回收器内件改造的应用

张伟¹ 梁家勇¹ 韩强²

(1. 兖矿鲁南化工有限公司 山东滕州 277520;
2. 兖矿新疆煤化工有限公司 新疆乌鲁木齐 830011)

摘要:针对显热回收器内件冲刷、腐蚀问题进行了分析,通过技术改造,延长其使用周期,提高系统的安全稳定性、长周期性。

关键词:显热回收器内件;腐蚀;Cr5Mo合金管;电弧喷涂高温防腐耐磨涂层

中图分类号: X703.3 文献标识码: A 文章编号: 1006-8759(2013)01-0038-03

某化工企业 CO 制备车间造气工段共有 7 台造气炉。造气炉的煤气出口直接连接着显热回收器,通过进气和出气进行显热交换附产 1.3 Mpa 蒸汽。由于气体介质含有的焦沫、焦油等杂质对显热回收器内部套管造成的冲刷、腐蚀,以及设备结构上的缺陷,造成显热回收器内件的使用寿命一般维持在 18 个月左右,影响了生产系统的稳定运

行,增加了生产成本的消耗。

1 存在的问题

在腐蚀、冲刷作用下,显热回收器内件泄漏点主要表现在分配管、联箱、弯管、接管、短接、套管端口处,焊缝处和套管管壁出现的漏点情况较少。更换下来的显热回收器内件如图 1 所示:



图 1

2 原因分析

2.1 工艺因素

2.1.1 气体介质为粗煤气 (CO:63 %~67 %;CO₂:30~40 %; O₂:<0.5 %;H₂:<2 %; 少量的硫化物、煤焦油、焦沫、水分等杂质), 气体流量为 4 500 m³/h, 气体进出口流速为 4.4 m/s, 中部气体流速为 0.7 m/s, 显热交换过程中气体介质含有的焦沫、焦油等杂质对显热回收器内部套管造成冲刷、腐蚀。显热回收器的入口温度为 550 ℃, 出口温度为 220 ℃, 温度较高, 形成高温硫腐蚀。

高温硫腐蚀的影响因素主要有温度、硫化氢浓度、介质流速、材质及介质流动状态等。

①温度: 由于显热交换经过 550 ℃到 220 ℃的高温段, 气体中的非活性硫化物经过充分的分解生成硫化氢, 硫化氢又分解生成单质硫和硫醇。其活性硫含量剧增, 腐蚀性增大, 温度越高, 腐蚀速率越大。

②硫化氢浓度: 硫化氢是所有活性硫化物中腐蚀性最大的, 硫化氢浓度越高, 腐蚀越严重。

③介质流速: 流速越大, 金属表面上的硫化亚铁腐蚀产物保护膜越易脱落, 腐蚀也就加剧。

④材质: 碳钢腐蚀率较大。

⑤介质流动状态: 管线的弯头、大小头、设备的进出口接管、孔板等改变物流形态的部位, 容易产生湍流、涡流及紊流, 冲刷金属表面, 腐蚀率增高。介质长期不流动的盲区, 腐蚀速率较高。

2.1.2 气体介质中的硫化物和水以及泄漏出的蒸汽、液体之间产生反应生成酸性物质, 加剧对管壁的腐蚀。

2.2 设备因素

设备缺陷主要体现在焊缝开裂, 其主要原因: 该设备结构为套管式, 悬挂在显热回收器内部浇注料层上, 内件自身的重量以及管程中水的重量直接作用在分配管焊接处, 产生拉伸应力; 造气炉开停车时, 显热回收器内部温度冷热变化, 产生冷热交变应力; 设备焊接热处理不充分时, 会产生焊接应力。

3 改造措施

3.1 材质升级

研究表明: 在 Fe-Cr 合金表面生成的硫化物膜为三层结构: Fe-S、FeCr₂S₄、铁铬硫化物。由于基体中的高 Cr 的作用, 生成尖晶石硫化物 FeCr₂S₄, 形成较致密的膜, 可抑制腐蚀的继续进行。因此, 在高温部位, 尤其在高温含固体颗粒介质的部位

采用 Cr₅Mo 钢和含铬 13 % 以上的不锈钢是有效的防腐蚀措施。

Cr5Mo(T5 P5 STFA25)化学成分:

标号	C	Mn	Si	Cr	Mo	S≤	P≤	Nb	V	Al
P5	0.15	0.3~	0.5	4.0~	0.45~	0.025	0.025			
	max	0.6	max	6.0	0.65					

特点: 具有良好的抗氧化性、耐腐蚀性和组织稳定性。热强性能较高, 且工艺性能良好。应用: 高温硫腐蚀、高温氢和硫化氢腐蚀、有机酸腐蚀, 壁温 630 ℃~650 ℃的再热器管。

热处理--退火。

力学性能(不小于):

抗拉强度(σ_b)--390 MPa ;

屈服点(σ_s)--185 MPa;

延伸率(δ_5)--22 %;

高温强度 ($\sigma_D, 10^5$ h)--600 ℃时为 27 MPa。

根据更换下来的显热回收器内件状况, 可以发现内件的漏点、腐蚀部位主要分布在分配管、联箱、弯管、接管、短接、套管端口处。由此, 对该处的材质可由 20 # 中低压锅炉管升级为 Cr5Mo 合金管。

3.2 控制流速和流动状态

由于在弯头、大小头、三通、设备进出口接管等处易产生湍流、涡流, 腐蚀速率高。因此, 设备结构及管线布置应合理, 避免热应力、液体停滞或局部过热, 减少涡流和盲区, 减少流向剧变和形成低压区, 防止冲蚀。

增大显热回收器进出口管径, 减小其流速; 增加进口气体分布器, 消除产生的湍流、涡流。

3.3 防腐蚀防冲刷处理

对常腐蚀泄漏的分配管、联箱、弯管、接管、短接、套管端口处, 做防腐蚀防冲刷处理。目前, 国际国内较先进的处理技术为电弧喷涂高温防腐耐磨涂层, 其经济性有效性大大延长了锅炉管的使用寿命。

电弧喷涂高温防腐耐磨涂层的特点:

①涂层耐高温腐蚀和耐磨损寿命长, 提供锅炉受热面管壁使用寿命达 8~10 年以上。

②涂层与基体钢材结合力高达 30 Mpa 以上, 同时涂层与锅炉管材的热膨胀系数相当, 确保在加热、冷却和长期工作情况下, 涂层不起皮、不开裂、不剥落, 保持涂层长久有效。

③涂层热传导系数良好, 确保锅炉传热效率

不受影响。

④电弧喷涂设备灵活,可以方便于炉膛内各部位的现场喷涂施工,适应性强。

⑤电弧喷涂工艺简单,便于掌握,不需对工件进行喷涂前预热和后加工,同时还能对现场焊缝和损伤部位即时进行修复。

⑥电弧喷涂生产效率高,适合电厂各类大、中、小修期锅炉管道受热面的现场维修和预保护,不受工期影响,适应性强。

⑦主要适用于发电厂、供热和工业锅炉管道受热面高温腐蚀和磨损的保护。

3.4 调整工艺,优化操作

完善的工艺技术,严格工艺操作,禁止设备超温超压,尽量减少波动。严格控制原料焦的硫含量,减少硫化物的生成。

3.5 消除应力

对操作温度较高的管线及设备进行焊后消除应力热处理,防止应力腐蚀。

该显热回收器内件更换时,需现场对接焊接。因此,焊接后需热处理,消除焊接应力。

四 改造后的效果

4.1 经济效果分析

改造前,每台显热回收器内件的价格约 15 万元,使用周期在 18 个月左右,每年的维修费用 2 万元左右,因检修造成生产成本消耗约 12 万元,每台设备内件更换检修费用约 5 万元。改造后,每

(上接第 42 页)

通过表 3 可看出,投加剥离剂前凝汽器端差、真空度分别为 21.6℃、-0.093 MPa,处理后端差下降至 10℃以内,真空度稳定在-0.097 MPa。凝

汽器的换热效果得到了显著改善。

3.2 加强设备维护、检修,保证循环水水质

及时维修旁滤设备,保持旁滤系统正常连续运转,以降低循环水浊度。当一台旁滤设备故障停用时,缩短其它运行旁滤设备的运行周期,同时适当延长反洗时间,加大反洗力度。通过采取以上措施,11 月份循环水浊度平均值降到 4.8 NTU,最大值 7.8 NTU,最小值 2.75 NTU,极大地改善了循环水水质。

4 下一步研究方向及建议

4.1 定期清洗凝汽器

根据凝汽器运行情况,及时清洗凝汽器,提高

台显热回收器内件的价格约 18 万元,防腐蚀防冲刷处理约 2 万元,使用周期在 48 个月左右,每年的维修费用 5 000 元左右,因检修造成的生产陈本消耗约 1 万元。改造后,一台设备内件每 4 年节省维修费用:

$$(2+12) \times 4 + (15+5) \times 48 \div 18 - 18 - 2 - (1+0.5) \times 4 = 83.3(\text{万元})$$

一台显热回收器内件平均每天附产 1.3 Mpa 蒸汽 19.2 T,蒸汽价格为 120 元/T,每年按照 300 天生产计算,一台设备内件每 4 年创造效益为:

$$0.012 \times 19.2 \times 300 \times 4 = 276.48(\text{万元})$$

4.2 引用效果

CO 制备车间共有 7 台造气炉。7 台造气炉显热回收器内件全部进行改造,改造后,每 4 年共可节省维修费用:

$$83.3 \times 7 = 583.1(\text{万元})$$

7 台造气炉显热回收器内件每 4 年共创造生产效益:

$$276.48 \times 7 = 1935.36(\text{万元})$$

5 结论

CO 制备车间通过实施以上多种措施,有效降低了出口煤气对显热回收器内件的冲刷、腐蚀,延长了内件的使用寿命,实现了系统运行安全、稳定、长周期。同时,也节省了大量的维修费用,创造可观的经济效益。

凝汽器清洁度,提高凝汽器传热性能,降低凝汽器端差。尤其在每年夏季来临之前,对凝汽器水侧进行彻底清洗,清理凝汽器铜管,保证安全度夏。

4.2 采取胶球连续清洗法

目前我国各电厂普遍采用胶球连续清洗法,以保证凝汽器胶球清洗效果。因此需改进现有胶球清洗系统,提高胶球清洗系统工作的可靠性,做到每天定期清洗,并保证 1 h 清洗时间。

5 结语

5.1 综上所述,采用杀菌剥离方法效果十分理想,有效去除了系统中尤其是凝汽器内的粘泥,将系统恢复到了运行的最佳状态,提高了发电机组生产的安全性和经济性。

5.2 保持旁滤系统连续正常运行,降低循环水浊度,避免水中悬浮物沉积在换热设备和管道中,影响热交换。