空气冷却器腐蚀防范措施

Corrosion Prevention Measures of Air Cooler

李华忠 石林 张征飞

Huazhong Li Lin Shi Zhengfei Zhang

中国石油吉林石化公司染料厂 中国·吉林 吉林 132021

Dyestuff Factory of Jilin Petrochemical Company of PetroChina, Jilin, Jilin, 132021, China

摘 要:某厂在检修过程中发现空压机排气冷却器,换热器多处管束焊缝存在泄漏现象,对冷水器系统中出现的水垢物质进行取样分析,循环水药剂中的磷酸盐和水中的钙离子反应生成磷酸钙,最终导致磷酸钙在换热器表面析出,形成磷酸盐垢缓慢腐蚀设备。

Abstract: During the maintenance process of a factory, it was found that there was leakage in the welds of several tube bundles of the exhaust cooler and heat exchanger of the air compressor. The scaling materials in the water cooler system were sampled and analyzed. The phosphate in the circulating water reagent reacted with the calcium ions in the water to form calcium phosphate, which eventually led to the precipitation of calcium phosphate on the surface of the heat exchanger, forming phosphate scale and slowly corroding the equipment.

关键词: 空气冷却器;换热器;固定管板;原因分析

Keywords: air cooler; heat exchanger; fixed tube sheet; cause analysis

DOI: 10.36012/etr.v2i8.2531

1 设备概述

规格\型式: DN600*6978*10\ 固定管板(卧式);

管程材质: 10;

壳程材质: 16MnR;

管程介质: 循环水;

壳程介质: 空气。

2 事件简述及原因分析

2.1 事件介绍

某厂在 2015 年大检修期间对空压机排气冷却器管程进行机械清洗。在进行常规清洗后打压试漏过程中发现,换热器多处管束焊缝存在泄漏现象,经补焊处理后具备短期投用条件。为防止今后该换热器再次发生泄漏现象,车间拟将该换热器管束更换为白钢材质。

2.2 事件原因分析

2.2.1 冷水器系统中出现水垢物质对空气冷却器管束腐蚀的影响

冷水器系统中出现的水垢物质,多为重碳酸盐结垢和重

磷酸盐结垢,重磷酸盐浓度会随着水分的蒸发增高,重磷酸盐浓度达到一定程度的时候,会从水体中析出,然后形成水垢物质;重碳酸盐是循环水流经过换热器表面,特别是温度较高的表面时,重碳酸盐就会受热分解^[1];此时溶解循环水在水中的二氧化碳就会逸出,水的 pH 值就会升高,重碳酸盐在碱性条件下产生 CaCO_3 沉淀,形成钙垢^[2];同时,循环水药剂中的磷酸盐和水中的钙离子反应生成磷酸钙,最终导致磷酸钙在换热器表面析出,形成磷酸盐垢。缓慢腐蚀换热器的金属薄弱点^[3]。而空压机排气冷却器换热器薄弱点集中在管束焊缝处。

2.2.2 循环水药剂对空气冷却器管束材质的影响

①空压机排气冷却器管束是碳钢材质,由于循环水药剂未充分考虑生产需求原因,导致含有磷药剂,药剂与钙离子反应形成磷酸盐垢,缓慢腐蚀换热器管束焊缝处。同时使用方对药剂对管束影响了解不够,在日常的管理中没有得到充分的重视,是该事件的间接原因之一。

②6 月份水汽车间对循环水系统清洗预膜在化洗阶段,出现锌离子大幅上升的现象,大循化洗过程中,锌离子由

【作者简介】石林(1981~),男,吉林省吉林市人,高级工程师,从事动静设备保养与维护研究。

26.1mg/L 提升到 49.3mg/L; 专循循化洗过程中, 锌离子由 17.2mg/L 提升到 28.43mg/L, 由此判定, 此原因为换热器内有 锌垢, 清洗过程中 锌垢被洗下来进入系统。在清洗前, 打开换 热器, 也证实了这一点。锌垢直接影响换热器的换热效果, 此 厂换热器春节过后也发现换热能力有所下降。

③工业制作管束一般常用钢材包括 Q345、C10、C52、16 MnR、0Cr18Ni9、13Cr、0Cr17Ni12Mo2、022Cr17Ni12Mo2。委托 检测中心采集循环水取样溶液对上述钢材模拟实际工况, 使用 电极动态电化学腐蚀反应, 控制温度在 22.7~24.6℃, 压力 控制为 0.65MPa。同时使用光谱分析和金相组织检测, 确认 材质腐蚀速率。通过腐蚀的情况(见表 1), 分析如下:

表 1 标样腐蚀电流密度表

序号	材质	腐蚀电流密度
1	Q345	194uA/cm ²
2	C10	172uA/cm ²
3	C52	165uA/cm ²
4	16MnR	233.45uA/cm ²
5	13Cr	52.2uA/cm ²
6	0Cr18Ni9	25.2uA/cm ²
7	0Cr17Ni12Mo2	11.2uA/cm ²
8	022Cr17Ni12Mo2	10.8uA/cm ²

通过对 8 种钢材的腐蚀电流密度情况, 可以看出 16 MnR 钢在模拟水溶液腐蚀电流密度最大, 外观有明显的点蚀 痕迹, 其最多处坑痕可连成一片。Q345、C10、C52 腐蚀与 16 MnR 钢腐蚀偏轻, 但仍有点蚀痕迹, 仅局部出现连续点蚀坑 痕。这也说明低碳钢越大其腐蚀电流密度就最大^[4]。因此, 空 压机排气冷却器管束在循环水药剂未有效改进前, 不建议采 用低碳钢来做为管束。而 13Cr 腐蚀电流密度仍然较高, 其它 0Cr18Ni9、0Cr17Ni12Mo2、022Cr17Ni12Mo2 腐蚀电流密度较 小, 腐蚀形貌均为表面光滑, 极少腐蚀坑, 腐蚀深度很浅。根 据选材试验研究, 使用 0Cr18Ni9 作为本次空气冷却器的管 束钢材。

2.2.3 其他因素对空气冷却器管束的影响

①循环水浓缩倍率没有得到高度重视, 很多工厂为了降 低水耗, 对循环水浓缩倍率的控制在于工艺指标上限。尤其是 夏季受气温升高等因素浓缩倍率长期保持 4.5 上限, 换热器的 结垢机率也开始增加。进入冬季浓缩倍率工艺指标值保持 在 3.5 下限, 微溶物质大量增加, 缓释剂投放量不够, 也增加 了结垢机率。

②循环水流速: 一般根据管束的截面积水流速要求在 1.0m/s 以上, 水流速过低, 越会导致沉积物增加, 影响传导

率。反之如果管束水流速过高, 管束的内壁冲刷腐蚀也越大。 建议管束流速控制 1.0~1.3m/s 左右, 壳程循环水流速不小于 0.3m/s。

3 防范措施

首先, 加强循环水工艺指标和监控。严格按照循环水场 的水质工艺指标进行控制。同时, 更换原有循环水药剂采用 无磷药剂。采用整体预膜方案, 预膜期间保证循环水阀门的 流量和开度, 以某厂预膜为例, 分析数据如表 2 所示。

表 2 循环水工艺指标

时间	电导	pH	浊度	PAA	Zn2+	总铁	Ca2+	JD	备注
12:00	342	7.47	9.69	6.13	2.14	1.21	92	42	停止排污, 准备预膜

投加 4kg 次氯酸钠, 14:30 余氯<0.1mg/L, 开始预膜, 投 加 0.3t 预膜剂 AZ-202, 投加浓度为 400mg/L, 投加氯化钙 15kg, pH 值为 6.81, 投加 75kg pH 调节剂, pH 值为 5.71 (碱 度 9mg/L), pH 值偏高时用 pH 调节剂调节。运行 26h 进行排 放。当所有指标达到正常运行指标时, 停止排污, 转入正常运 行。预膜效果以挂片为准。预膜 26h 后, 用 5%硫酸铜溶液滴 定预膜试片, 试片变色时间为 34.33s (大于 10s), 说明本次预 膜试片成膜较好。

其次, 定期对装置的换热器开大进、出口阀门, 加大循环 水流速, 将水冷器管束流速控制在 ≥1.2m/s, 避免粘泥沉积附 着在管束中而造成垢下腐蚀, 定期在换热器封头低点排污。

最后, 空压机排气冷却器管束更换为 0Cr18Ni9 材质, 壳 程材质为 16MnR。

4 结语

经过此次对换热器管束材质升级后, 车间水冷器管束流 速控制在 ≥1m/s, 严格控制循环水场的水质指标。次年对该 设备管束进行外观检查未见明显腐蚀迹象。事实表明此次对 换热器防腐蚀措施有明显的效果。

参考文献

- [1] 张芳, 王启山, 夏海燕. 再生水回用于电厂循环冷却水指标与处 理工艺探讨[J]. 水处理技术, 2010, 36(11): 128-135.
- [2] 李冰, 赵乐军, 邵林. 我国城市中水回用于工业循环冷却水的现 状与建议[J]. 工业水处理, 2007, 27(7): 89-92.
- [3] 杨继广. 循环冷却水高浓缩倍率运行的实例分析[J]. 工业水处 理, 2004, 24(7): 56-59.
- [4] 胡增国. 腐蚀性气体对郝现联合站污水腐蚀的影响研究[J]. 中国 科技信息, 2010(6): 16-18.