

硫磺冷却器的腐蚀原因及对策分析

王宝铁 (扬子石化炼油厂, 江苏 南京 210000)

摘要: 针对硫磺冷却器腐蚀泄漏, 文章概述了其腐蚀原因, 包括硫酸露点腐蚀、稀硫酸腐蚀、结构安装不科学、不锈钢应力腐蚀等, 并提出了几点保护对策, 以期能够有效处理冷却器腐蚀泄漏问题, 保证冷却器可以长时间稳定运行。

关键词: 硫磺冷却器; 腐蚀原因; 保护对策

0 引言

在某厂制硫装置中, 一共包含三台冷却器, 冷却器管程介质为过程气, 其中存在多种气体成分, 主要有硫化氢、二氧化硫、二氧化碳以及氧气等, 壳程为 0.3MPa 的蒸汽。管束为固定管板式, 原始设计碳钢材质, 后来由于出口存在较大的腐蚀问题, 所以针对冷却器的管束, 换成奥氏体不锈钢, 然而在进行材质更换后, 腐蚀问题并没有得到解决, 与之相反的是, 使得腐蚀问题变得更大。在通过全方位分析之后, 获得了引发腐蚀的因素, 与此同时, 给出了有关的对策, 充分利用这些策略之后, 在有效处理腐蚀问题的同时, 也极大节约了设备所需投入的费用。

1 设备腐蚀情况

通常情况下, 碳钢冷却器管束腐蚀形态, 都为出口端的换热管和管板焊肉部分被腐蚀, 从而导致出口端的焊口发生泄漏现象, 并且造成管子变薄, 严重情况还会导致穿孔现象的产生; 对于入口端而言, 是没有腐蚀现象以及开裂现象的。当管束换为奥氏体不锈钢之后, 它的出口端腐蚀现象不但不能够降低, 还会在入口端造成应力腐蚀开裂现象。这也是运用碳钢管束以来, 没有出现过的状况。对于开裂现象, 通常是出现在管子的母材方面, 常见的有环向开裂以及环向与纵向交叉式开裂现象。

2 硫磺冷却器的腐蚀原因

对于引发硫磺冷却器腐蚀的原因, 本文主要从硫酸露点腐蚀、稀硫酸腐蚀、结构安装不科学、连多硫酸应力腐蚀开裂等方面进行分析, 研究硫磺冷却器管束腐蚀泄漏问题。

2.1 硫酸露点腐蚀

对于硫酸露点腐蚀来讲, 是一个较为复杂的过程, 基于气液相具体而言, 就是其浓度以及温度的改变过程。在水蒸气含量处于 10% 的情况下, 针对于硫酸的露点而言, 处于 140℃ -240℃ 的范围变化。在进行设计的过程中, 考虑了露点腐蚀问题, 但是在实际运行中, 因为上游装置影响, 故而在对酸性气量进行处理时, 常常会出现较大的波动情况, 经常处于低负荷气量运行, 远远达不到设计值, 介质浓度和温度范围经常处于露点范围内, 产生露点环境, 特别是开工以及停工时, 露点腐蚀情况更加严重。

2.2 稀硫酸腐蚀

在硫磺回收运行操作过程中, 存在操作失误导致余热锅炉干锅, 硫磺冷却器管束发生爆裂的情况, 除氧水进入壳程, 溶解过程气中的二氧化硫, 形成稀硫酸腐蚀环境。以制硫装置非计划来看, 一共出现三次的停工, 停工时间

最长的达到四个月, 因为停工过于频繁, 冷却器中的温度较低。通常情况下, 正常操作温度来分析, 介于 127℃ -320℃ 之间, 停工降温过于频繁, 壳体内存在泄漏除氧水, 再加上没有彻底吹扫, 二氧化硫、三氧化硫以及水分, 三者结合产生硫酸酸液, 前两者源于过程气, 后者源于过程气及管束泄漏, 造成焊口及管壁, 严重腐蚀。从冷却器的出口端来分析, 因为其安装朝下倾斜 3 度 -5 度的范围, 更容易产生积液, 因此针对出口端焊口与管壁, 更容易导致稀硫酸腐蚀。

2.3 连多硫酸应力腐蚀开裂

2.3.1 连多硫酸的形式

一般对于连多硫酸的形成而言, 往往处于设备停工期间。在入口端运行的过程中, 温度通常超过 300℃, 过程气中, 含有很多的硫化氢以及活性硫, 在这样的条件下, 易于产生硫化亚铁。当处于装置停工期间时, 在氧气、水以及硫化亚铁共同作用的情况下, 会产生连多硫酸, 其中氧气源于空气, 水蒸气源于吹扫空气。

2.3.2 奥氏体不锈钢管端拉应力腐蚀

对于奥氏体不锈钢管而言, 其拉应力第一源于材料自身。正式出厂不锈钢之前, 需要对其开展矫直处理, 在进行矫直的过程中, 由于存在加工硬化的情况, 从而会形成很大的应力。另一方面, 对于管板以及不锈钢管, 在对二者进行连接时, 以强度焊加贴胀的方式施工, 由此在管板焊缝部位及热影响区, 会形成较为集中的拉应力, 在这样的条件下, 极有可能导致管子被腐蚀。在上述两个条件共同的作用下, 不锈钢管入口端, 产生了应力腐蚀开裂, 这样的开裂往往形成于内侧管子上。硫磺冷却器不锈钢管出口端, 因为温度相对较低, 通常属于硫酸露点腐蚀, 不易产生硫化亚铁, 故而不出现应力腐蚀开裂。

2.4 结构安装不科学

针对硫磺冷却器而言, 其材质属于碳钢, 管子材质是不锈钢。通常情况下, 在管束中会形成一定的膨胀力, 为更好消除这一膨胀力, 通常在壳程中部设计相应的膨胀节。实际上, 从水平方向上来看, 出口端与入口端的管板, 是被管线以及设备所限制的, 无法朝着两端进行膨胀, 面对这样的情况, 管束和管板之间产生较大的温差应力, 导致焊口出现了开裂。

3 硫磺冷却器的保护对策

基于冷却器的腐蚀因素分析, 并遵循节省投资费用, 增加效益的目标, 在工艺运行控制良好的前提下, 选择碳钢材质的硫磺冷却器管束。不需要更换为不锈钢材质, 因

为在设备费用方面,与碳管束相比较,不锈钢冷却器的价格约为碳钢 2.5 倍,而实际使用效果并不理想。以下为主要实施的防护策略。

强化生产管理,改善工艺环境增加和上游装置的有效关联,确保进制硫装置中酸性气量能够保持稳定。并且在开工以及停工阶段,都应该重视炉子中氧气的含量。除此之外,还应该最大限度地增加冷却器出口的温度,防止产生硫酸凝液,对其进行腐蚀。

停工阶段运用合理保护手段当装置停工时,可以通过烟气对设备进行吹扫,再利用氮气对设备进行吹扫和冲压,促使设备中的气体得到释放,没有残留,从而有效防止设备被腐蚀。

确保装置长时间持续运行在处理量较低的情况下,难以对系统温度进行维持时,可采取以下两种措施进而实现对系统温度的维持,一是提高一定的配风量,二是减少硫的转化率,如果情况较为特殊,可针对酸性气燃烧炉,向其中添加适当的燃料气,与此同时,促使燃料气彻底燃烧,通过这样的方式,促使系统温度始终超过 130℃。

优化管板结构与安装结构针对薄管板,适当增加其厚度,从而形成厚管板,与此同时提高胀槽,利用强度焊以及胀结构。另外在设备的出口端与入口端,留出一定的膨胀余地,在此基础上,可以实现对膨胀力的降低,这一作用力源于管子。

4 结论

通过上述分析,对于硫磺冷却器的管束应用以及保护,

本文提出以下几点:对于冷却器出口端而言,它的腐蚀现象主要应为硫酸露点腐蚀,以及停工阶段的稀硫酸腐蚀。在入口端,针对奥氏体钢管的裂开现象,主要应为连多硫酸应力腐蚀导致的开裂现象;硫磺冷却器使用 1Cr18Ni9Ti 不锈钢,不能减低腐蚀现象,还会生成连多硫酸腐蚀,不锈钢管造成开裂,焊口发生膨胀加剧应力腐蚀开裂现象;没有胀槽的薄管板容易造成焊口开裂,制造工艺需避免;装置运行不平稳,多次开工和停工操作,促使硫磺冷却器加重腐蚀。运行平稳,使用碳钢管束的硫磺冷却器也能安全使用。只要我们强化生产运行平稳管理,确保装置设备平稳长周期运行,运用碳钢管束冷却器可以安全运行,并降低设备的制造费用。

参考文献:

- [1] 王群.硫磺冷却器的腐蚀原因及对策[J].化工建设工程,2019(02):42-43.
- [2] 李文戈,金华峰.硫磺回收冷凝冷却器腐蚀原因分析及防腐对策[J].石油化工设备技术,2018(01):49-52+1.
- [3] 李文戈,尹莉,金华峰.硫磺回收冷凝冷却器腐蚀原因分析及防腐对策[J].石油大学学报(自然科学版),2017(05):69-72+4.

作者简介:

王宝铁(1985-),性别:男,民族:汉,籍贯:辽宁省锦州市,学历:本科,现有职称:中级工程师,研究方向:设备管理。

(上接第 204 页)器的高温循环油中,介入的油气将热能传递到双回收高效热交换器内,充分吸收的油气余热,交换器内的冷却介质水升温到预设温度后,输送到热水保温箱内,再由热水输送泵系统向职工浴室供水。

改造空压机的冷却管和散热风机,增设余热回收装置,铺设专用的供热水管网。在空气压缩机内部温控阀后以及油气分离器和散热管路前,加设一条长 3.0m 的油气管路,并增加提供澡堂热水动力的两台 10.0kW 的循环泵和恒温供水泵;专用的空压机余热装置的油路系统、气路系统、吨位水箱及供水管路需要包覆保温层及保护层;加压泵泵送回收余热的热水,通过管道输送到职工浴室。

3 经济效益分析

3.1 人工成本低

活塞式空气压缩机需配备专门的值班人员和维修人员,螺杆式空气压缩机自带有 PLC 控制系统,能够实现智能化控制及监控,无需看管人员;螺杆式空气压缩机减少 6 工/天,年人工降低费 28.8 万元。

3.2 运行效率高

活塞式空气压缩机利用机械能驱动完成工作行程,使得功耗损失多;且活塞缸中余隙容积,压缩气体效率低。以两渡矿 SA-280A-6kV 螺杆式空气压缩机与原活塞式空气压缩机相比:年运行 8000h,电机功率 280kW,每度电 0.60 元,效率要高出 25% 左右,每台每年可节约电费二十几万

元。

3.3 余热回收利用率高

空压机余热回收系统可有效供应热能,加热联合楼的职工澡堂热水 300t,降低热水锅炉运行时间,年节省耗电最为: $100\text{kW} \times 4\text{h} \times 360\text{d} = 14.4 \text{ 万 kW} \cdot \text{h}$,节省耗电费用: $14.4 \text{ 万 kW} \cdot \text{h} \times 0.60 \text{ 元} / (\text{kW} \cdot \text{h}) = 8.64 \text{ 万元} / \text{a}$ 。

4 结语

两渡矿空气压缩机改造选用先进螺杆式空气压缩机,并电控系统进行智能化改造,有效保证其运行效率、稳定性和安全性运行;空气压缩机加装了余热回收利用装置,节约煤炭消耗,降低空气加压系统和澡堂供热水系统的综合运行成本,减少碳排放,实现保护环境目标。

参考文献:

- [1] 杨誓.螺杆式空气压缩机在煤矿节能项目的改造和应用[J].冶金管理,2019:81+96.
- [2] 李剑峰.变频器在空气压缩机节能改造中的应用[J].凿岩机械气动工具,2014:52-53.
- [3] 贾霞飞,徐荣.SA-250 空气压缩机余热回收与利用[J].同煤科技,2018:38-40.

作者简介:

程海军(1985-),男,汉族,山西大同人,2013年毕业于太原理工大学,工程师,主要从事矿山机电。