

脱氨塔重沸器腐蚀原因分析和改造

张劲冬

中国神华煤制油化工有限公司鄂尔多斯煤制油分公司 内蒙古鄂尔多斯 017209

摘要:重沸器是脱氨塔的主要设备,在日常生产操作中由于原料水组分变化、操作条件改变以及设备本身等因素,常常会产生不同种类的腐蚀泄漏。经常导致装置非计划停工,已经严重影响到了公司的安全生产。论文通过对重沸器腐蚀原因分析,以及探讨在设备的工艺、结构、选材等方面的优化,最后提出设备改造措施。通过将原重沸器碳钢材质的列管改造升级为304不锈钢,大幅提高了重沸器抗腐蚀性能,延长了装置稳定运行时间。

关键词:重沸器; 腐蚀; 设备改造; 不锈钢

1 引言

在煤化工中,换热器得到了广泛的应用,在我国碳达峰,碳中的国家战略下,在提高生产效率,回收热量,节能减排等目的下,其作用也日渐突显出来。换热设备实际的利用率会对化工工艺效率与企业成本费用会产生直接的影响。但是由于换热器在正常运行过程中往往面临着生产条件恶劣,工艺条件大幅波动。不可避免的会导致换热器泄漏失效,通过分析发现导致换热器泄漏失效的主因是腐蚀,也有一小部分失效的原因为换热器选型以及本身的设计缺陷,例如选材不合理,结构不合理等导致应力集中。在我公司中常用的换热器有列管式换热器,还有少部分的板式换热器,其基本失效形式有电化学腐蚀与化学腐蚀。由于腐蚀的产生,导致换热器使用寿命变短,生产波动加大,经常导致装置非计划停车。

换热器的腐蚀已经成为了制约我公司装置长周期运行最大因素之一,给我公司造成了严重的经济损失。换热器的腐蚀问题已经成为我公司亟待解决的问题。

2 概况

2.1 生产工艺流程

E2水汽提装置处理自污水处理厂ZLD装置E-2蒸发器产出的含氨污水,本装置公称规模为120t/h,实际处理量为120t/h,含氨E2水处理后产生110.035t/h净化水(SSW)返回154反渗透装置,气氨送112单元氨精制生产液氨,设计净化水氨含量 $\leq 10\text{ppm}$ 。原料水从污水处理厂来先经E-601与脱氨净化水换热升温后,进入脱氨塔C-601通过精馏工艺将原料水中的氨精馏出来,其中E-602重沸器通过与中压蒸汽进行换热为脱氨塔提供热量。

2.2 E-602技术参数

E-602技术参数

设备位号	设备名称	材质	介质	操作压力 MPa	操作温度 ℃	备注
112-E-602	脱氨塔重沸器	管: Q245R 壳: Q245R/10	管: 1.1Mpa蒸汽 壳: E2净化水	管: 1.0 壳: 0.17	管: 250/161.5 壳: 129/129	

2.3 E-602腐蚀情况

E2水汽提装置2013年3月建成,9月份发现脱氨塔重沸器E-602腐蚀泄露,导致E-2水被迫停工检修。2014年5月我公司全厂停工大检修,检修期间清洗E-602管束时发现其管束腐蚀严重,管板轻微腐蚀,管束内壁有结焦,外壁存在大量蚀坑,坑深大约1mm。管

束与管板接触部位存在缝隙腐蚀,外壁有锈瘤,管束壁厚折流板存在蚀坑。对换热器进行水压试压后发现壳程漏水严重,说明E-602B管束发生腐蚀泄露。换热器发生坑蚀情况如图。



换热管外表面坑、点蚀形貌

浮头管板腐蚀全貌

作者简介:张劲冬,1984年1月,汉,男,辽宁大连,中国神华煤制油化工有限公司鄂尔多斯煤制油分公司,操作工,助理工程师,本科,邮编:017209,邮箱:zhangjd_211310@163.com,研究方向:换热器检修。

2.4 E2水汽提装置水质分析

重沸器腐蚀发生后通过对E2水装置水质进行采样分析发现E2水来水中含有大量的硫酸根离子, 氯离子。其中硫酸根: 244.40mg/L; 氯离子: 131.38mg/L。

2.5 腐蚀原因分析

硫酸根腐蚀

从腐蚀检查情况来看, 其管板腐蚀严重, 焊缝有开裂现象, 有随时脱落的可能, 腐蚀严重的部位主要集中在管束表面以及管束与折流板连接处。管束表面的防腐涂层从现场情况来看, 已经基本失效, 失去防腐功能。管束外壁碳钢材质已经被腐蚀为黄褐色腐蚀产物。从介质流程上来看, 管程为中压蒸汽, 壳程为含硫、氨污水。管程介质对管束的腐蚀较为轻微, 与壳程介质直接接触的管束外壁为主要严重腐蚀部位。管束外壁锈皮呈黑褐色, 具有氧化现象, 初步判断其成分具有FeS。通过对水质进行分析发现原料水中含有大量的硫酸根, 硫酸根是一个硫原子和四个氧原子通过共价键连接形成的四面体结构, 硫原子以 sp^3 杂化轨道成键, 硫原子位于四面体的中心位置上, 而四个氧原子则位于它的四个顶点, 一组S—O—S键的键角为 $109^\circ 28'$, S—O键的键长为1.49 μm 。因硫酸根得到两个电子才形成稳定的结构, 因此带负电, 且很容易与金属离子或铵根结合, 产生离子键而稳定下来。

点腐蚀

换热管表面的腐蚀坑就是由于点腐蚀造成的, 这种腐蚀尤其容易发生在有 Cl^- 离子存在的环境中, 因为氯离子容易吸附在列管表面个别点上来破坏该处的钝化膜, 结垢后的换热管及管板垢下腐蚀最为严重, 就由于 Cl^- 主要存在于这里, 根据金属腐蚀机理, Cl^- 具有很好的活性, 出现小孔腐蚀的可能性很大。

应力腐蚀

应力腐蚀断裂主要是金属材料在拉力作用和某种腐蚀介质同时作用发生的脆性断裂, 这种腐蚀在实际运行中是存在的, 脱氨塔热量由重沸器提供, 在装置开停工期间或者装置出现大幅波动时, 重沸器的温度会随着热负荷波动而产生温度差造成热应力拉伸, 同时由于脱氨塔操作温度高、压力高, 如若换热器无法满足正常换热, 会造成热量积聚, 这种交变疲劳负荷增加了重沸器温差膨胀, 最终将换热管、换热管与管板间焊缝拉裂, 负荷的忽高忽低, 会导致局部过热, 加剧腐蚀。

设备制造缺陷

设备在制造的过程中产生的缺陷也是导致装置在运行过程中产生泄漏的重大因素, 由于管板与换热器的材都是碳钢材料, 在制造的过程中容易产生腐蚀, 使设备本身存在一些隐患, 在运行的过程中逐渐显现出来。

3 防腐蚀措施

3.1 碳钢材质的列管由于不耐腐蚀, 自由伸缩度小, 因此将换热管材质改为304不锈钢管材, 管板材质改为16MnIII+304, 与换热管焊接面加304不锈钢堆焊层, 以增强耐腐蚀性。

3.2 控制E2水汽提装置上游来水硫酸根和氯离子含量, 控制154单元来水水质。E2水汽提装置来水硫酸根偏高主要原因是E2结晶二次凝液和真空泵出水硫酸根高造成, 将E2结晶二次凝液和真空泵出水切出E2水汽提装置来水硫酸根恢复正常。

4 改造效果

E2水汽提装置2013年5月份建成投用, 9月份发现塔底重沸器(E-602)泄漏和堵塞的情况, 后因装置经常堵塞和泄漏问题E2水汽提装置与112扩脱氨部分经常切换装置进行检修。未升级换热器材质前E2水装置每隔4个月进行一次停工检修, 由于两套装置来回切换不仅造成生产剧烈波动而且大大加速了设备老化, 设备折旧率大幅提高, 通过将碳钢材质的换热器升级为304不锈钢材质, E2水装置由每四个月检修一次变为每12个月检修一次, 基本做到和公司大修日期同步, 通过材质升级不仅提高了设备长周期运行, 保证了装置安全稳定运行, 而且每年为厂里节省14万元左右的检修费。综上可知, 这次技改从根本上有效地解决了脱氨塔重沸器长久以来存在的腐蚀泄漏影响稳定生产问题, 取得了预期的良好效果。

参考文献:

- [1] 喻付华. 化工换热器的腐蚀问题及防腐措施[J]. 新疆有色金属, 2013, (8): 103—105.
- [2] 吉民. 浅谈炼化设备中换热器的腐蚀与防护[J]. 化学工程与装备, 2012, (8): 89—90.
- [3] 马立光. 重整预加氢进料换热器的腐蚀原因及对策[J]. 应用技术, 2013, 30(5): 54—56.
- [4] 梅丰, 李光东, 杜楠. 表面粗糙度对304不锈钢早期点蚀行为影响的电化学方法[J]. 失效分析与预防, 2012, 7(2): 86—90.