催化裂化装置腐蚀回路的腐蚀检查措施

Corrosion Inspection Measures

for Corrosion Circuit of Catalytic Cracking Unit

宋 铭 毛文茂 任培杰 (山东昌邑石化有限公司, 山东 潍坊 261300)

Song Ming Mao Wenmao Ren Peijie (Shandong Changyi

Petrochemical Co., Ltd, Shandong Weifang 261300)

摘要: 重油催化裂化装置“反应再生—分馏—吸收稳定”三大系统工艺流程多、设备结构复杂、腐蚀问题突出。为了保障装置的安全运行,在装置检修前,按催化工艺流程和设备运行情况,首先提前划分出腐蚀回路;其次提出检修期前主动识别出隐患风险部位,再根据腐蚀风险部位采取对应的检查检测方法;最后用在线测厚或电场矩阵技术监测、脉冲涡流检测技术等制定主动腐蚀检查方案,结合装置检修计划,进行系统高效的腐蚀检查。

关键词: 催化裂化装置; 腐蚀回路; 腐蚀检查

Abstract: The three systems of “reaction regeneration - fractionation - absorption stabilization” in heavy oil catalytic cracking unit have many processes, complex equipment structure and prominent corrosion problems. In order to ensure the safe operation of the device, the corrosion circuit is first divided in advance according to the catalytic process flow and the operation of the equipment before the device maintenance. Secondly, it is proposed to actively identify the hidden risk parts before the maintenance period, and then take the corresponding inspection and detection methods according to the corrosion risk parts. Finally, the active corrosion inspection scheme was developed by using online thickness measurement or electric field matrix technology monitoring and pulsed eddy current testing technology. Combined with the maintenance plan of the device, the corrosion inspection was carried out systematically and efficiently.

Key words: FCC unit; Corrosion circuit; Corrosion inspection

1 典型的腐蚀

1.1 固体颗粒冲刷腐蚀

1.1.1 催化剂的冲蚀

在该装置的催化剂卸载过程中,大型的试剂卸载线通常有孔,尤其是在管道弯头和载风区域附近。卸荷管线上的第二个控制闸阀(使用中的第一个闸阀完全打开)经常更换,阀板和阀通道已磨损,卸荷管线的阀一般只能使用3个月左右。

由于工艺要求,反应再生系统必须不断补充和更换催化剂,并且系统中的催化剂必须连续循环和流化。催化剂通过油,气和风的流态化或通过提升介质的加速达到非常高的速度。催化剂发生碰撞并与管道,墙壁和内部发生碰撞,导致设备表面不断腐蚀,变薄和穿孔。特别是在高速区域,例如原料喷嘴,分配器,旋风分离器和催化剂管道,在某些位置,催化剂的线速度接近或高于100m/s,并且在高温环境下,腐蚀会更快,更严重一些。

1.1.2 焦炭颗粒的冲蚀

检修设备并检查泥浆泵时,发现在泥浆泵叶轮和腔体的边缘有腐蚀痕迹,腔体下部有明显的尖锐腐蚀槽。催化裂化装置的原料进入提升管后,经过一系列复杂的化学反应和物

理变化,不可避免地会产生大量的焦炭。大部分焦炭粘附在催化剂,容器的内壁或内部组件上,并且一些下落的焦炭颗粒与反应性油和气体一起进入分馏系统。焦炭颗粒或焦炭块与精细的催化剂粉末混合,并封闭在热油和气体中,进入分馏塔,不断侵蚀分馏塔的底部和浆液系统,导致浆液的磨损。泵和泥浆管道。

1.2 露点腐蚀

已经研究出,如果装置的废热锅炉旁路的膨胀有深绿色的水滴从腔中泄漏,膨胀接头的下部会发生环形腐蚀,并且腐蚀部分的壁厚明显变薄。测试腐蚀性液体的pH使其成为强酸。

在废热锅炉的入口水密罐的水路中以及在废热锅炉的排气口附近也出现了不同程度的类似的腐蚀泄漏。腐蚀原因的分析主要是由于残留的催化裂化原料中的硫含量较高,在处理过程中,再生烟道气中产生了大量的SO₂和SO₃,设备发生露点腐蚀。热的再生烟道气是酸性的,并且在废热锅炉单元中被加热和冷却,最终温度降至180℃以下。烟道气中的水蒸气逐渐凝结成水,烟道气中的SO₃与SO₂混合形成强酸炉床,硫酸和硫酸化学腐蚀管道。

同时,SO₂和SO₃在水环境中作用于杂质碳化铁或焊渣上,

形成阳极，由于使用新鲜铁作为阴极的微电池，该表面因老化和腐蚀而被电化学腐蚀。

由于温度是设备中发生露点腐蚀的必要条件，因此腐蚀通常发生在废热锅炉的低温节煤区，锅炉其余部分的出口以及旁路烟道。

由于化学腐蚀和电化学腐蚀的双重作用，设备管道的表面不断受到腐蚀，从而导致腐蚀穿孔。同时，亚硫酸和硫酸对烟道气的粉尘催化剂具有吸附作用，形成难以去除的黄皮层，并且降低了废热锅炉的吸热效率。

2 腐蚀回路的检查及检测策略

对不同的腐蚀回路设备选用不同检测技术进行检查，对于普通的管线用便携测厚仪测量壁厚减薄值；在介质冲刷、磨蚀较重的重点弯头用超声 C 扫描来检测壁厚减薄值；对于换热器及空冷管束，利用远场涡流检测管束漏点及点蚀情况。对于油浆线等无法切开确认内部腐蚀状态的管线，利用脉冲涡流检测确定缺陷部位（也可以开工检测）；对含有酸性腐蚀介质及两相流的设备，采取垢样分析方法对腐蚀问题进行验证。

3 分馏塔高温回路主要设备检测

3.1 高温油浆线脉冲涡流技术检测

脉冲涡流检测方法是近年来发展起来的一种新的无损检测技术，传统的涡流采用正弦电流作为激励，而脉冲涡流的激励电流为具有一定占空比的方波，比传统的涡流检测出更多的参数，可测量出距离和厚度。

选定被检部件某一已知厚度区域的检测信号为参考信号，比较待测区域的检测信号与参考信号的特征时间，在金属管壁上产生电涡流，再通过接收线圈产生二次电磁感应，通过激变的电信号，即可获得待测区域与对比区域的厚度值变化。

某企业催化油浆线 P209/3 入口第 1 个弯头（1 号位置），规格为 325mm × 14.0mm，对其自北向南进行脉冲涡流扫查，发现在该弯头侧壁减薄，最薄位置测厚值为 10.8mm，减薄率为 23%。

3.2 油浆线泵出口管线弯头 C 扫描检测

超声 C 扫描检测是结合了高移动性的便携式超声波探伤仪与具有数据处理功能的电脑结合的检测技术。在扫查区域的附近有两个接收超声的探头，用来接收超声定位发射探头所产生的脉冲信号，两个接收探头之间的距离是由扫查区域的宽度决定的。

某企业 II 催化油浆线泵出口管线弯头 C 扫描检测（检测面积 80mm × 80mm），发现壁厚减薄，壁厚最大值为 7.94mm，壁厚最小值为 7.53mm；减薄率达 16.3%。这种方法较常规测厚相比，误差更小，结果更直接、准确，可以直接帮助判断失效件损伤程度。

4 分馏塔顶和顶循主要设备检测

4.1 分馏塔顶油气线超声测厚

超声波测厚是采用脉冲反射超声波的原理来检测设备、

管线腐蚀的余量。针对分馏塔顶油气线可能形成的点蚀情况，采用密集测厚方法来检测。某企业催化油气线材质为碳钢，该管线区域 1 及区域 3 推测内壁可能有大量点蚀坑，实测最小壁厚为 1.7mm。根据壁厚对区域 1 及区域 3 进行局部贴板处理。

4.2 分馏塔顶换热器涡流检测

当把换热器的管束置于交变磁场之中，由于管束的电导率、磁导率、形状、尺寸和缺陷等变化导致涡流的变化，进而判断管束内外缺陷、横向裂纹、内外部腐蚀、应力集中、磨损和点蚀等引起的壁厚变薄。

某石化公司催化分馏塔换热器管程和壳程材质均为碳钢，管程介质为循环冷却水，壳程介质为分馏塔顶油气，通过涡流检测管束，发现有密集点蚀坑 0.2~0.5mm；管束测厚 1.5~1.8mm。

5 吸收稳定回路垢样分析

通过能谱分析设备表面垢样的成分及含量。垢样主要含有 C、O、Fe 和 S 元素，还含有一定量的 Na 和 Mn 等其他元素。X 射线衍射对沉积物或腐蚀产物进行成分分析。某石化公司催化凝缩油 - 稳汽换热器，管程和壳程材质均为 16Mn R，管板表面轻微污垢，垢下均匀腐蚀 + 坑蚀（0.2~0.3mm），经分析其腐蚀产物主要成分为 FeS 和 Fe₂O₃，由此证明发生了垢下腐蚀。

6 结束语

综上所述，在装置检修前按催化裂化工艺流程、设备运行情况提前划分出腐蚀回路，预判出腐蚀风险部位，根据腐蚀风险部位采取对应的检查检测方法、制定出腐蚀检查方案。在装置检修期间按已制定的腐蚀检查方案运用先进的检测技术对腐蚀回路内的设备、管线进行检测和评价。在装置开工运行期间对已检查验证的重要腐蚀回路继续监测，特别是对分馏塔顶循环回路管线用在线测厚或电场矩阵技术监测，对分馏塔油浆线定期进行脉冲涡流检测。通过对催化裂化装置制定科学的腐蚀回路，并结合先进检测技术进行腐蚀检查，为设备安全运行提供了保障。

参考文献：

- [1] 何阳. 催化裂化装置腐蚀与典型设备防腐措施初探 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020, 40(14): 19-20.
- [2] 赵国君. 催化裂化装置腐蚀与典型设备防腐措施初探 [J]. 化工时刊, 2020, 34(04): 17-19.
- [3] 王海, 吴艳萍. 重油催化裂化装置卸剂线腐蚀分析及改造 [J]. 化工管理, 2020(09): 160-161.
- [4] 刘涛. 催化裂化装置分馏稳定单元腐蚀与防护 [J]. 化工管理, 2020(04): 146-147.
- [5] 余锋, 宗瑞磊, 张迎恺. 催化裂化装置分馏塔底系统高温部位腐蚀和选材分析 [J]. 安全、健康和环境, 2020(11).
- [6] 黄坤荣. 茂名炼油厂催化裂化装置腐蚀状况及防护对策 [J]. 石油化工腐蚀与防护, 1992(03).