

海水淡化水的腐蚀控制研究与应用

高 溪, 刘 磊, 郭 猛, 任 达

(中海油天津化工研究设计院, 天津 300131)

[摘要] 以天津某化工厂为例, 介绍了使用海水淡化水作为循环冷却水补水的特点, 并针对其水质的强腐蚀性, 采取使用高效缓蚀剂和分散剂, 并在供水管道中投加缓蚀剂等措施。方案实施后, 该循环冷却水处理系统的总铁质量浓度小于 1 mg/L, 碳钢挂片和监测管的腐蚀率均小于 0.075 mm/a, 监测管的沉积速率小于 15 mcm。证明采取的措施起到了良好的防腐效果, 保证了正常的生产运行。

[关键词] 腐蚀性循环冷却水; 缓蚀剂; 海水淡化水

[中图分类号] TQ085+.412; P747 [文献标识码] B [文章编号] 1005-829X(2013)04-0088-02

Research and application of the corrosion control of desalted sea water

Gao Xi, Liu Lei, Guo Meng, Ren Da

(CNOOC Tianjin Chemical Research & Design Institute, Tianjin 300131, China)

Abstract: Taking a chemical plant in Tianjin, as example, the characteristics of using desalted sea water as make-up water of circulating cooling water are introduced. According to the strong corrosiveness of its water quality, some measures, such as using highly efficient corrosion inhibitors and dispersing agents, and adding corrosion inhibitors to water-supply pipe lines, have been adopted. After the project has been put into use, the mass concentration of total iron content in the circulating cooling water treatment system is less than 1 mg/L, the corrosion rates of carbon steel corrosion hanging piece and monitoring tube are both less than 0.075 mm/a, and the deposition rate is less than 15 mcm. It is proved that good antiseptic effect has been obtained by adopting these measures, and, normal operation in production has thus been guaranteed.

Key words: corrosive circulating cooling water; corrosion inhibitor; desalted sea water

随着现代工业的飞速发展以及淡水资源的日益短缺, 节约水资源成为人们不可忽视的一个重要问题。节约冷却水的主要方法是循环利用冷却水。腐蚀控制是循环冷却水处理中的重要内容。随着补充水源的多样化发展, 以海水淡化水作为循环冷却水补水也成为了研究热点。但海水淡化水是一种腐蚀性很强的水, 以其为补充水, 要求所用的缓蚀剂具有更高效的缓蚀性能。

天津某化工厂循环冷却水系统保有水量 3.8 万 m³, 循环水量为 6.8 万 m³/h。该厂配套有淡水产量超过 9 万 t 的海水淡化厂, 海水经过膜过滤、脱盐处理后, 出水可达到循环冷却水系统补水水质要求。2009 年该厂采用海水淡化水作为循环冷却水系统补水, 原有水处理方案不能保证系统正常运行, 中海油天津化工研究设计院为其制定了水处理方案, 采取使用高效缓蚀剂、投加铁的分散剂、在供水管道中投加缓蚀剂等措施后, 系统转入

正常运转, 2 a 多的现场实践表明, 该水处理方案运行效果显著。

1 海水淡化水水质

海水淡化水 pH=7.5, 电导率为 530 μ S/cm, Ca²⁺ (以 CaCO₃ 计) 为 1.25 mg/L, 总硬度 (以 CaCO₃ 计) 为 12 mg/L, 总碱度 (以 CaCO₃ 计) 为 10 mg/L, Cl⁻ 为 170 mg/L, 其作为补水使用, 具有低碱、低硬、高氯离子等强腐蚀性水质的特点。

现场循环冷却水系统循环水的 pH=8.04, 电导率为 2 960 μ S/cm, Ca²⁺ (以 CaCO₃ 计) 为 100.00 mg/L, 总硬度 (以 CaCO₃ 计) 为 150 mg/L, 总碱度 (以 CaCO₃ 计) 为 70.51 mg/L, Cl⁻ 为 700 mg/L。现场循环冷却水系统浓缩倍数维持在 5.0 以上时, 挂片腐蚀率为 1.250 mm/a。说明以海水淡化水作为补水, 当浓缩倍数达到 5 倍以上时, 其水质具有强腐蚀性。

2 处理方案

针对海水淡化水的强腐蚀性,制定了包括使用高效缓蚀剂、投加铁的分散剂、在供水管道中投加缓蚀剂在内的新的水处理方案。

2.1 采用高效缓蚀剂

开发新型高效缓蚀剂是该方案的重点。开发的高效缓蚀剂由药剂 A 和药剂 B 复配而成,其中药剂 A 由无机盐缓蚀剂和膦羧酸类共聚物组成,其可稳定水中的铁和锌,具有稳定性能好、抗氯分解能力强、能有效抑制循环水中阴离子和生物黏泥对设备的腐蚀的特点。药剂 B 由无机磷酸盐组成,其在高温和较长的停留时间下,具有稳定性能好、抗氯分解能力强的特点,特别适合在高温、高含盐量的水质条件下使用。

在将新研制的缓蚀剂用于现场前,先在实验室对该药剂进行了静态旋转挂片和动态模拟试验以检验其缓蚀效果。试验用水均取自该厂海水淡化车间,其中,静态试验条件:浓缩倍数 5.5, pH=8.5, 水温(50±1)℃, 试验时间 72 h, 挂片为不预膜的碳钢。动态模拟试验条件:循环水量 180 L/h, 浓缩倍数 5.5, pH 为 8.2~8.5, 试验时间 20 d, 挂片材质为碳钢材质。供水温度和回水温度的温差是 10℃。两种试验中缓蚀剂的投加质量浓度均为 80 mg/L, 结果表明,静态时碳钢挂片的腐蚀率为 0.020 mm/a, 动态时其碳钢挂片的腐蚀率为 0.030 mm/a, 能达到《工业循环冷却水处理设计规范》(GB 50050—2007)标准要求。

2.2 投加铁的分散剂

根据循环水中总铁质量浓度较高的情况(3 mg/L), 方案中增加了向循环水中投加铁的分散剂的步骤, 此分散剂为聚丙烯酸类阻垢剂, 投加质量浓度为 50 mg/L。

2.3 在供水管道水中投加缓蚀剂

在采取使用高效缓蚀剂、投加铁的分散剂措施后, 现场发现循环水中的铁质量浓度仍然较高(2 mg/L), 系统仍存在结垢与腐蚀风险。经分析认为, 这是由于该厂补水管线均采用碳钢管, 在补水长期强腐蚀性的影响下, 导致补水还未进入循环水系统时, 水中就已有腐蚀产物存在, 带入循环水系统势必会引起更多腐蚀与结垢问题的出现, 因此有必要向供水管道中投加一定的缓蚀阻垢剂。管道水用缓蚀阻垢剂的主要成分为无机磷酸盐和无机盐缓蚀

剂, 投加质量浓度为 20 mg/L。这样处理后, 循环水中的总铁质量浓度明显降低(0.8 mg/L), 有效控制了循环水系统的腐蚀问题。

2.4 缓蚀阻垢剂与杀菌剂的配伍性

该厂现场所用的杀菌剂为异噻唑啉酮、十二烷基二甲基苄基氯化铵, 为了确保新开发的缓蚀剂、铁分散剂、管道水用缓蚀阻垢剂与杀菌剂的配伍性, 还进行了配伍实验, 结果表明, 配伍性良好。

3 应用效果

2011 年 7 月该厂开始采用了新的水处理方案, 即在循环冷却水池中采用自动投加方式, 投加高效缓蚀剂 80 mg/L, 以同样自动投加方式, 投加铁分散剂 50 mg/L。同时, 向供水管道水中间歇投加管道水用缓蚀阻垢剂 20 mg/L。循环水系统 pH 在 8.2~8.5 之间, 进出口温差 6~8℃, 浓缩倍数 5.0。

2011 年 7 月—2012 年 2 月, 连续对循环冷却水系统的水质进行了监测, 结果表明, 循环冷却水中总铁平均质量浓度为 0.5 mg/L, 吸水井监测挂片碳钢平均腐蚀率为 0.008 mm/a, 平均沉积速率为 6.08 mm/a。

2011 年 9 月打开换热器检查, 发现换热器表面内壁干净, 表面垢和黏泥非常少, 换热器腐蚀现象并不十分明显, 说明处理效果很好。

4 处理成本分析

在此循环冷却水系统中, 还配以异噻唑啉酮、十二烷基二甲基苄基氯化铵为杀菌剂。两种杀菌剂交替使用。药剂成本包括高效缓蚀剂、铁的分散剂、管道水用缓蚀阻垢剂、杀菌剂, 其中高效缓蚀剂全年用量 280 t, 单价 1.7 万元/t, 铁的分散剂 30 t, 单价 2 万元/t, 管道水用缓蚀阻垢剂 30 t, 单价 1.5 万元/t, 异噻唑啉酮 12 t, 单价 1.6 万元/t, 十二烷基二甲基苄基氯化铵 12 t, 单价 1.8 万元/t, 折合吨水处理成本 0.012 元。

5 结论

以海水淡化水为补充水用于循环冷却水系统, 可有效解决淡水资源短缺的问题, 但应针对海水淡化水腐蚀性的特点和腐蚀情况, 采取适当的防腐措施, 才能取得良好的防腐效果。

[作者简介] 高溪(1982—), 工程师。电话:13820188379, E-mail: tjgaogaoxi@163.com。

[收稿日期] 2013-01-10(修改稿)