

文章编号: 1002 - 1124(2007) 07 - 0063 - 03

热电再生水硫酸根处理试验研究

朱亚平¹, 张玉先¹, 刘凡清¹, 高龙源²

(1 同济大学 环境科学与工程学院, 上海 200433; 2 华电国际 青岛发电有限公司, 山东 青岛 266000)

摘 要: 热电厂低 pH 值再生水中 SO_4^{2-} 的存在, 对系统有很大的腐蚀性隐患, 碰到高硬度补充水还会产生沉淀。本文通过工艺优化和沉淀处理等改进措施并进行试验研究, 提出热电 SO_4^{2-} 的控制方法。

关键词: 硫酸根; 优化; 沉淀

中图分类号: X703 TQ420. 6

文献标识码: A

Study on sulfate radical treatment of thermoelectric reusewater

ZHU Ya - ping¹, ZHANG Yu - xian¹, LIU Fan - qing¹, GAO Long - yuan²

(1. College of Environmental Science and Engineering, Tongji University, Shanghai 200433, China;

2. Qingdao Generation Electricity, Huadian Power International Co. Ltd., Qingdao 266000, China)

Abstract: The existence of sulfate radical in the thermal power plant low pH reusewater has prodigious corrosive hidden danger to the system and will also be able to have the precipitation if encountering the high degree of hardness complementary water. This article proposes the thermoelectricity sulfate radical control method through improvement measures such as craft optimization and precipitation treatment and conducts the experimental study.

Key words: sulfate radical; optimization; precipitation

西南某工厂属热电厂主要承担生产供热供水任务, 现有 8 台蒸气锅炉, 总供气能力 $710 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$; 10 台发电机组, 总装机容量 70MW。近些年, 该热电厂响应国家污水资源化利用的号召, 已经实现生产废水零排放, 即废水全部处理后回用。

众所周知, SO_4^{2-} 是增大水腐蚀作用的重要因素。实现零排放后, 废水不能外排, 只能参与内部循环, 故再生水如不针对 SO_4^{2-} 进行水质处理或处理不当, 会使系统中 SO_4^{2-} 随着废水的一次次回用而不断的富集^[1], 从而引起管道、设备腐蚀, 并且由于当地新水硬度较高, 新水做为补充水与再生水混合后也会与 SO_4^{2-} 反应, 生成沉淀引起管道阻塞, 从而使循环水流量减小、水温升高, 流量减小、水温升高更易引发结垢、阻塞管道。这种恶性循环, 最终导致被迫停机, 清洗设备。但是, 无论用手工、机械法清洗或用化学法清洗, 都极易损伤管道设备且影响生产的正常运转^[2]。

1 循环水中 SO_4^{2-} 现状及来源

由于实施了废水零排放, 该热电厂生产废水处

理后做为循环再生水间接汇入全厂循环再生水系统重复使用。热电水中 SO_4^{2-} 的严重超标, 汇入全厂循环再生水中后势必影响后者的 SO_4^{2-} 含量。实际后果是全厂循环水 SO_4^{2-} 含量升高, 水质腐蚀性增强。而近几年热电再生水 SO_4^{2-} 的变化趋势随时间先升后降, 而 2005、2006 两年的年均值均较大 ($> 3000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)。水质情况见表 1。

表 1 热电与全厂再生水水质

指标	$\text{SO}_4^{2-} / \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	硬度 (以 CaCO_3 计 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	pH 值
热电再生水水质	3249.7	877.2	5.52
全厂循环水水质	755.9	10.4	8

从表 1 可以看出, 热电再生水 SO_4^{2-} 平均值为 $2588 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 硬度平均 $877 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 已经达到生成 CaSO_4 沉淀的条件, 我国行业标准《化工企业循环冷却水处理设计技术规定》HG/T20690 - 2000 中关于循环冷却水的水质指标规定的许用值为 $\text{Cl}^- \leq 700 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, SO_4^{2-} 与 Cl^- 之和 $\leq 1500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 系统中 SO_4^{2-} 严重超标; 而且从数据上看, 全厂循环水 SO_4^{2-} 平均值 $755.9 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 水质受热电的影响很大。

热电中 SO_4^{2-} 主要来源于湿法除硫 (水膜除尘器) 的二次污染, 由于烟气中含有大量的 SO_2 , 冲灰水中自然引入较高的 SO_4^{2-} , 这部分水汇入热电废水回收利用为再生水, 原有的水处理设施对 SO_4^{2-} 的去除力度不够, 造成再生水中仍然含有大量的 SO_4^{2-} , 又兼热电再生水 pH 值较低, 一般在 4~6 之间, 因此, 再生水有很强的腐蚀性; 若碰到高硬度补

收稿日期: 2007 - 04 - 30

作者简介: 朱亚平 (1982 -), 女, 在读硕士研究生, 研究方向: 工业水处理。

导师简介: 张玉先, 同济大学环境科学与工程学院教授, 原环境学院副院长, 研究方向: 水处理理论及技术; 在研项目有: 长江水污水排泥水处理、输水管爆管对策研究、给排水处理集成技术研究等。

水,则会形成沉淀。两方面的结果,造成管道腐蚀和结垢,从某种意义上而言都是 SO_4^{2-} 引起的。

2 改进措施

2.1 原热电水处理工艺

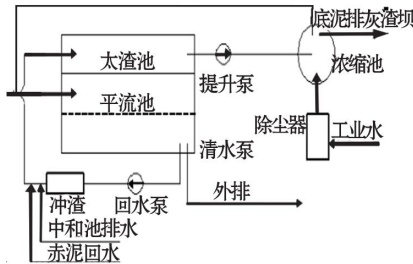


图 1 原热电水处理工艺

2002年以前,热电灰渣水部分外排($400\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$),再生水部分直接用于生产流程中,之后跟随流程回水汇入全厂循环水,造成后者 SO_4^{2-} 浓度的升高。现建议禁止热电再生水进入全厂循环水,直接回用于热电自身的冷却和冲灰等工序。这样,就可从源头上断绝热电 SO_4^{2-} 与全厂循环水的接触,从而保证后者不被 SO_4^{2-} 污染。并取消原渣池,增加砂水分离器,优化流程;同时新建净水器,配套相应的管路系统,将外排灰渣水回收一部分进行深度处理后回用于锅炉除尘器使用,并用净化水替代部分工业水冲厕所。改造后的水处理工艺见图 2。

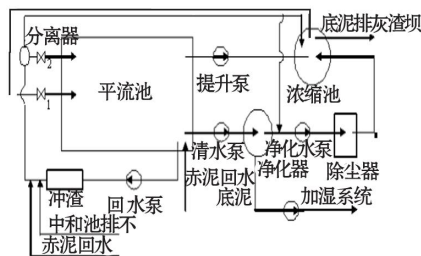


图 2 改造后热电水处理工艺

改造后流程有如下技术特点:(1)每小时可回收 200m^3 的灰渣水,在减少外排的同时节约相应的工业水量;(2)采用国内先进的净水器作深度处理设备;(3)通过系统分析的方法,在基本不增加设备的前提下,有效提高了系统的总体处理效果和稳定性,同时在保证水处理要求的前提下,最大限度地减少了设备运行,有效降低了处理电耗;(4)结合现场特点,将净化器间断排泥改为连续排泥,把排泥地点从大渣池改到加湿系统,不但改善了净化器运行条件,也有效节约了该部分底泥的处理能耗;(5)在灰渣水进入浓缩池和平流池的分支处增设的渣水分离器有效解决了用阀门调节易堵塞和粗渣易引起设备和管道磨损的问题。

2.2 辅助措施

全厂循环水的 SO_4^{2-} 问题得到解决,但是热电

再生水中 SO_4^{2-} 浓度还是超过行业标准的,通过分析研究,决定采取措施集中处理掉热电再生水中 SO_4^{2-} 含量。为此,在实验室进行了模拟实验。

2.2.1 试验方案 向热电厂再生水中投入石灰乳,利用硫酸钙的沉淀使硫酸根离子在热电水处理站中沉淀下来,上清液再回用冲灰,利用烟气中的 CO_2 和 SO_2 将 Ca^{2+} 沉淀下来,去除新增硬度,从而以不增加硬度的方式处理掉 SO_4^{2-} 。

2.2.2 试验结果及分析

表 2 实验室试验结果(平均值)

项目	热电再生水原水	投加石灰乳后的	
	(a)	热电再生水 (b)	(b)水回用冲灰后 去除率/%
$\text{SO}_4^{2-}/\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	2707	728	1009 73.3
硬度以 CaCO_3 计 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	877.2	1349.5	429.9 50.9

备注: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 固含 10%,按理论当量比的 2 倍投加,取热电再生水 50mL,投入石灰乳 100mL,沉淀 30min 取上清液测定。混合水与冲灰水 1:1 混合测硬度和 SO_4^{2-} 。

实验室结果与预期目标基本一致,投加石灰乳去除 SO_4^{2-} 的效果较好, SO_4^{2-} 去除率为 75.3%,达到循环冷却水的国家标准,而再次回用冲灰后水的硬度亦有所下降,去除率达到 50.9%。说明用石灰乳去除热电 SO_4^{2-} 的方案从理论和实验室讲是可行的。

根据实验室结果,现在只需在平流沉淀池中投加石灰乳,沉淀后取上清液冲灰,冲灰水再回流到平流沉淀池处理。这样集中解决掉热电循环水中 SO_4^{2-} 问题。若采用此措施必然增加平流沉淀池渣量,需另外解决清渣问题。但总体而言,此措施简单可行,效果明显,故此推荐。

3 结语

采取流程优化和沉淀去除两项措施,基本可以抑制 SO_4^{2-} 浓度的升高趋势,从而可以有效降低管道、设备的结垢和腐蚀,延长其使用寿命,在一定程度上消除了管道运行中的安全隐患;同时,去除了热电再生水 SO_4^{2-} 对全厂循环再生水中 SO_4^{2-} 含量的影响。但是热电 SO_4^{2-} 的根本去除方法是采取更环保更节能的干法除硫,从源头上解决 SO_4^{2-} 问题。目前工厂相关部门正在进行热电生产流程采用干法除硫代替湿法除硫的改造。

参 考 文 献

[1] 肖冰,等.污水回用对循环冷却系统的腐蚀影响研究[J].甘肃科学学报,2004,16(4):86-89.
[2] 李贺全,张福太,李杰.大同二电厂循环水处理运行方式试验研究[J].华北电力技术,2001,(4):8-12.