

# 工业循环水处理技术改进措施

靳东贵 盛文杰 (东营威联化学有限公司, 山东 东营 257000)

**摘要:** 目前, 社会进步迅速, 我国的工业化建设的发展也有了提高。在工业循环水应用中, 循环水系统一般分为敞开式 (简称开式) 和封闭式 (简称闭式) 两种, 在没有特殊工艺要求的前提下, 开式循环水系统的应用会更普遍一些。但开式循环冷却水在使用中会产生下列问题: ①循环水与空气接触比较充分, 空气中的尘埃混入水中, 极易滋生微生物、藻类; 冷却水蒸发、浓缩后析出的盐类物质, 会堵塞循环管网; ②开式冷却塔补充水一般为自来水, 长期连续运行后, 水中钙、镁离子浓度增大, 会造成设备内部的结垢, 降低换热效率, 严重时还会堵塞管路, 影响设备正常工作; ③开式循环系统水中溶解氧很充分, 容易产生氯离子、硫酸根离子等, 会对设备、管路等造成腐蚀穿孔等隐患; ④环境温度在 25~35℃ 时, 水中的有机物和无机物给微生物、藻类的生长繁殖提供了适宜的条件, 既会造成污垢沉积, 也会造成管路腐蚀。针对以上结垢、腐蚀和微生物等危害, 有必要采取一些有效的方法对其进行处理。

**关键词:** 工业循环; 水处理技术; 改进措施

## 0 引言

随着国家节能减排政策的进一步落实, 要求化工厂循环水浓缩倍率的大幅提高, 采用循环水中添加  $H_2SO_4$  缓蚀阻垢药剂, 可提高循环水的浓缩倍率, 但腐蚀问题却难以解决。我们针对该问题进行了试验研究, 提出了联合处理加药方式, 加入自制高效缓蚀剂 SW-127, 在不改变工艺条件下, 达到系统安全运行, 节约水资源的目的。该方法具有简单有效、使用方便、实际运行费用较低、操作人员少、经济性好等特点。

## 1 全厂用水量分配原则

东营威联化学有限公司拟在 200 万 t/a 对二甲苯项目建设基础上, 投资建设完成 250 万 t/a 精对苯二甲酸及配套工程项目, 循环水总水量 73715~76715 m<sup>3</sup>/h, 设置了 1 个规模为 80000 m<sup>3</sup>/h 的循环水场, 设置 2 台 200 t/h 高压燃气蒸汽锅炉, 正常工况下 1 台运行, 1 台备用。考虑节约用水、提高重复用水率, 循环水补充水采用再生水, 工业用水可采用循环水排污水或锅炉补给水及脱硫系统产生的废水, 锅炉补给水可采用再生水原水或循环水排污水。由于再生水含盐量比较高, 锅炉补给水水源无论采用原水或循环水排污水均需进行反渗透预脱盐处理, 而采用循环水排污水则可有效降低循环水的浓缩倍数、改善循环水运行工况, 因此本工程锅炉补给水水源选择循环水排污水。

## 2 优化措施分析

### 2.1 再生水反渗透 + 循环水旁流反渗透处理

该方案能除去循环水中的碳酸盐硬度、有机物和悬浮物等综合功能, 使循环水碳酸盐硬度、悬浮物满足要求。反渗透系统按脱盐率 98%、回收率 75% 设计, 产生的反渗透浓水回用至脱硫、调湿灰等工业用水, 仅锅炉补给水用水采用循环水排污, 循环水系统维持的极限碳酸盐硬度按 5 mmol/L 设计时, 计算除再生水需全部处理外, 还需旁流反渗透处理 946 t/h。此时, 循环水中的氯根含量约为 100~150 mg/L, 硫酸根含量约 250~350 mg/L, 凝汽器管材选用 304 不锈钢, 循环水系统构筑物仅需采用普通混凝土即可满足防腐要求。但反渗透处理产生高含盐量浓水约 765 t/h, 除回用一部分外, 仍会有至少 537 t/h 浓水外排。

### 2.2 离子棒处理方法

在装有离子棒的整个循环水系统中, 离子棒的电极产生正电荷, 故对带负电荷的粒子起作用。而整个管路系统则相当于阴极, 带负电荷, 且对带正电荷的粒子起作用。离子棒工作时产生的静电场释放出大量的“自由”电子, 增加了水中“结构”的排斥力。这种效应在带相反或相同电荷的粒子之间起到较强的相应作用, 破坏了水中粒子固有的晶体结构和电磁场环境。离子棒处理方法有如下效果: ①对已结垢的系统由于高压静电场的作用, 水分子被激励而处于高能位状态。经高压静电场处理过的水, 流经垢表面时能破坏垢分子间的电子结合力, 使已形成的水垢逐渐剥蚀、脱落, 达到除垢的目的; ②因为离子棒的作用, 水中阳离子和阴离子被水偶极子包围, 使成垢离子处于受缚状态, 无法结合在一起成垢, 从而达到阻垢的目的; ③一定强度的电场破坏了水中微生物和藻类生存的环境, 同时电磁场的存在, 使水中活性氧增加 (过氧化氢  $H_2O_2$ 、臭氧  $O_3$  等), 而导致微生物和藻类的死亡; ④电磁场在水中产生大量自由电子, 能有效地阻止管路的金属铁失去电子而被氧化, 强化了系统防腐性能。

### 2.3 再生水石灰软化 + 循环水旁流石灰软化处理

该方案将经石灰软化处理后的城市再生水补入循环水系统, 对部分循环水进行石灰软化处理。水库水由于悬浮物、有机物、碱度较低, 可直接补入循环水前池, 仅在夏季洪水期悬浮物较高或碳酸盐硬度过高时与中水一起进行处理。为节约投资, 两个系统的机械加速澄清池互为备用。除对全部再生水来水进行石灰软化处理外, 还需旁流 1008 t/h 循环水进行石灰软化处理, 并综合考虑到补充水处理系统用水量及与循环水补充水处理系统设备间的相互配套以及水质波动, 确定循环水旁流取水量为 1600 t/h (实际出力可达到 2000 t/h), 从 2 台机组各取 800 t/h 循环水进行旁流软化处理, 处理后 485 t/h 送至锅炉补给水处理系统, 泥浆含水约 10 t/h 用至脱硫, 其余返回循环水系统。经计算循环水中维持的全年最大悬浮物含量为 16 mg/L (补充水及旁流石灰处理出水悬浮物按 5 mg/L), 小于 DL/T 5339-2018《火力发电厂水工设计规范》规定的 50 mg/L, (下转第 141 页)

灰器清扫积灰。因为燃料不充分燃烧残留的碳粒与燃料中的灰粉等尘烟堆积在对流室炉管外表面, 加大了热阻力, 进而导致传热效率下降。解决方法有: 对于燃料油炉子应增加新型吹灰器, 或者增强吹灰频率, 进而减少受热面积灰、结盐与结垢以实现更理想的传热效率。

### 3.7 强化管理, 操作规范化、制度化与监督常态化

#### 3.7.1 强化管理来提升收益

拟定相关单位加热炉运转考核章程, 且从上而下的贯彻落实到位, 最终才能行之有效的从本质上提升加热炉运转水准。

#### 3.7.2 强化培训, 提升整体职员素养

加热炉隶属于动态运转的工艺设施, 炉管使用周期、加热炉运行寿命, 及其节能效率是否优良或多或少都与操作职员整体素养有关。所以, 应针对加热炉操作员实施定时定点培训, 才可提升整体工作人员理论与操作水平, 最终万无一失的正确操作加热炉。

#### 3.7.3 用心操作, 将风门、气门、油门与烟囱挡板调整到位

在确保燃烧器充分燃烧前提下, 最大程度减少过剩空气系数。通常来讲, 过剩空气系数不断上升, 将最终导致加热炉热效率下降。

#### 3.7.4 强化漏风处置, 降低空气漏入

管式炉燃烧需要空气数量全由燃烧处供应, 由其他位置漏入的空气很难产生高效助燃效果, 且也会导致排烟热流失上升, 加重炉管氧化等不利结果。因此, 应严密封堵, 最大程度降低空气漏入。

#### 3.7.5 吹灰流程规范

严格遵照设定的吹灰频率, 借助吹灰器, 最大程度确

保不积灰或降低积灰原始状态, 避免积灰增多及二次吹灰问题, 且需定期查看吹灰系统, 确保其能高效运转。

#### 3.7.6 按期清洁火嘴

燃烧器使用之后, 火嘴位置时常发生结焦、喷孔堵塞、喷孔不对中等现象, 一旦清理不及时, 势必阻碍燃烧效率, 所以创建按期清洁制度, 才可使燃烧器运行良好。

### 4 总结

总之, 上述提及的加热炉节能途径探究, 应结合实践中具体因素来设定。不可一味提升热效率, 却忽略了负面影响。比如: 降低排烟温度, 好处为有效降低燃料损耗, 提升收益, 相反负面影响为烟气和吸收介质之间温差降低, 提升相关成本费用。此时需要综合经济收益来明确排烟温度和入炉介质之间最小经济温差, 也就是通常所说的加热炉优化技术。然而, 伴随着科技水平突飞猛进, 全面推动了加热炉技术优化, 进一步提升了加热炉热效率途径。只有将目光集中在技术的不断进步上, 才能制定出更加合理的节能方案, 使管式加热炉的热效率得到提高, 最终达到节约能源的目的, 为我国能源的持续发展奠定基础。

#### 参考文献:

- [1] 赵传波. 管式加热炉的节能减排 [J]. 中国化工贸易, 2015 (11):270-270.
- [2] 王志翔. 管式加热炉的节能技术分析 [J]. 科技资讯, 2011 (7):50-51.
- [3] 陈颖, 张静伟, 梁宏宝, 等. 管式加热炉节能的研究进展 [J]. 化工进展, 2011, 30(5):936-941.

(上接第 139 页) 碱度维持 4.8~5.0mmol/L, 投加普通的阻垢缓蚀剂就可以保证循环水系统的安全经济运行。方案一的循环水系统排污 (全部为工业用水损耗) 为 62t/h, Cl<sup>-</sup> 浓缩倍率为 4.73, 氯根含量约为 900~1200mg/L, 硫酸根含量 (已考虑石灰处理浓硫酸调 pH 带入的硫酸根) 约为 1100~1300mg/L, 钙离子含量约为 500mg/L (以碳酸钙计), 硫酸根与钙离子乘积最大为  $6.5 \times 10^5$ , 小于规范提出的推荐值  $2 \times 10^6$  (45℃, 加入聚羧酸类水稳剂时可提高至  $4 \times 10^6$ ), 可见循环水中硫酸钙是稳定的。凝汽器管材及其他主要换热器管材推荐采用不锈钢 TP317 材质, 循环水系统构筑物不需采取特殊防腐处理。

#### 2.4 定期清理是必要

就目前状况而言需要实施工业循环来处理水资源, 在减少污害的同时, 相关设备所需要的成本相应减少, 更重要的是减少工作给设备带来的压力, 同时工作人员要深刻意识到, 在工业上处理天然水的时候天然水中的各类物质导致危险变化等, 而这就会导致工作设备压力过大从而压制住工作的速度。天然水中所带来的矿物质沉淀、细菌沉积和污染物积累而导致设备运转不起来, 水资源处理不干净带来的后果非同小可, 出于成本角度许多产业商家将会压制设备的清理效率以及设备升级等相关费用, 但是企业未考虑过贪图这小小的利益小则水资源循环处理不彻底导

致产品不成熟, 最危险的是由于沉淀等原因扰乱系统运行从而导致损害设备直到废除设备甚至可能造成工作人员的安全。在生活中, 重视这类问题的大型工厂将引入大量资金, 处理设备, 清理设备, 升级设备从而将自身的工作效率提高, 工业循环水在工业中起到了不可或缺的角色作用, 但是相反的是一些并不注重这类问题的企业将面临的损失是无法预算的, 很可能导致整个工厂运作瘫痪。

### 3 结语

保护生态环境, 做好节能减排成为当前国家的一项重要战略目标, 工业企业要意识到节水的重要性, 加大对循环水的使用力度, 提升工业用水循环率, 提升工业循环冷却水的浓缩倍数, 确保循环水水质的稳定性, 必须重视循环水处理工作。要求工业循环水结合现代化科技合理的处理, 不断改进、提升自身, 确保循环水系统安全、有效、稳定、高速的进行工作, 才能提高设备的使用率, 使生产正常运行。使我国工业生产走上可持续发展道路。

#### 参考文献:

- [1] 周本省. 工业水处理技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.
- [2] 郑书忠. 工业水处理技术及化学品 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2010.
- [3] 中国工程建设标准化协会化学分会. 工业循环冷却水处理设计规范 [M]. 北京: 中国计划出版社, 2008.