

工业循环水监测指标体系的探讨

任成忠

(福建省三钢集团有限责任公司环境监测站, 福建 三明 365000)

摘要: 分析了循环水系统存在的主要问题及其影响, 阐述了建立循环水监测指标体系的原则和方法, 指出建立指标体系方法时, 应从指标的收集和基本项目确定两方面考虑。

关键词: 工业循环水; 监测; 指标体系

中图分类号: X830 **文献标识码:** C **文章编号:** 1006- 2009(2005)02- 0040- 02

工业企业是用水和废水排放大户, 在节约用水和保护环境方面, 许多企业都在积极探索实现水资源减量化、再利用、再循环 (3R) 的循环经济运行模式, 其中, 采取循环水和提高重复利用率是最行之有效的办法。但水在反复利用过程中会发生物理或化学的变化, 导致水质恶化, 影响其再生利用, 故开展循环水质的动态监测, 对于指导水质处理、科学用水具有十分重要的意义。

1 循环水存在的主要问题

水在循环过程中随着各种物质的逐渐富集, 水质会发生变化, 一般要经过相关物理化学或生物联合处理后方可重复使用。即便如此, 水质的变化仍然可能给循环水系统带来各种各样问题, 常见问题主要为结垢^[1]、腐蚀^[2]及富营养化等, 对系统危害极大。结垢会减小输水管路的截面积, 降低水流量, 影响换热器的冷却效果, 还会造成垢下腐蚀; 腐蚀会降低设备的使用寿命, 造成设备泄漏影响生产甚至被迫停产; 富营养会使藻类和微生物大量繁殖, 影响水的使用功能, 同时易使溶解氧过饱和, 加快金属的腐蚀, 其沉积物又会促进结垢生成。

2 指标体系建立的原则

(1) 安全性。循环水监测的根本目的在于指导水质处理和稳定, 确保用水的安全。因此, 建立的指标体系要能够表征水质的安全性, 及时反映出结垢、腐蚀及富营养化的倾向;

(2) 充分性。循环水系统的优劣可以用水质状况和运行状况衡量, 引起水质变化而造成系统危害的影响因素很多, 指标体系建立时应全面识别并兼顾运行实际效果;

(3) 针对性。工业循环水的用途十分广泛, 类型上可分为: 冷却用水、洗涤用水、锅炉用水和工艺用水等。用途不同, 对水质的要求和水接触的物料也不同, 由于采用的水处理方法各异, 选用的处理药剂 (如絮凝剂、阻垢剂、分散剂、缓蚀剂、杀生物剂等) 千差万别, 建立指标体系时, 应针对不同的水处理系统区别对待有所侧重;

(4) 经济性。指标的确定要具有可操作性, 经济适用。在充分收集指标的基础上, 经筛选和优化, 突出重点, 把握关键因素。

3 指标体系建立的方法

3.1 指标的收集

3.1.1 结垢性指标

结垢性指标的产生主要是因为溶解在水中的钙、镁离子从水中析出, 生成微溶的碳酸钙、硫酸钙、硅酸镁和磷酸钙等沉积物, 最常见的是碳酸钙垢; 其他金属离子如 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Mn^{2+} 等也属结垢性指标, 由于在地表水中的含量很低, 不会成为垢层的主要成分, 但若用水过程中有上述离子大量进入水体, 也应考虑纳入指标体系。另外, 悬浮物 (SS) 易沉降在管壁上成为结垢性物质的支撑骨架, 促进结垢生成。

结垢性指标为: SS 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 OH^- 、 $\text{H}_3\text{SiO}_4^{2-}$ 。

3.1.2 腐蚀性指标

腐蚀性指标中的 pH 值, 在循环水中通常要控制在 7.0~9.2 之间^[3], 在此范围内, 水的腐蚀性随

收稿日期: 2004- 10- 15; 修订日期: 2004- 11- 19

作者简介: 任成忠 (1969) , 男, 福建福州人, 工程师, 大学, 从事环境监测与管理工作。

着 pH 值升高而降低, pH 值过低金属腐蚀加快, 过高会降低阻垢剂和缓蚀剂效果; 溶解氧具有阴极去极化剂作用, 能促进金属铁的腐蚀, 对不锈钢则起着缓蚀作用, 在锅炉用水中要严格控制; 石油类易与水中悬浮物生成污垢, 产生垢下腐蚀, 同时它又是微生物的营养源, 促进微生物引起的腐蚀; 循环水流速过高时, SS 对硬度较低的金属会产生磨损腐蚀; 总硬度、总碱度适中时能降低水的腐蚀性。

腐蚀性指标为: pH、DO、SS、石油类、总硬度、总碱度。

此外, 有些腐蚀性指标与循环水系统设备、管道使用的材质有关^[4], 具有选择性腐蚀的特点, 见表 1。

表 1 与材质有关的腐蚀性指标 ¹				
指 标	钢	不锈钢	铝	铜
Cl ⁻ 、Br ⁻ 、I ⁻	K	K	K	
SO ₄ ²⁻	K	K		
氨、氨氮				K
H ₂ S	K			K
游离氯	K	K	K	

¹ K 表示有腐蚀性。

3 1.3 富营养化指标

富营养化指标中的总磷、总氮是藻类和微生物繁殖的营养盐, 水质富营养化必须条件之一; 细菌总数可以指示水中微生物的存活量; 叶绿素 a 是反映水体浮游藻类生物量的综合指标, 分析它的含量和动态, 可以了解水体营养化状况及变化趋势; 溶解氧和透明度也可以从侧面反映水质富营养状况。

富营养化指标为: TP、TN、DO、叶绿素 a、细菌总数、透明度。

3 1.4 效果性指标

效果性指标中的水温是冷却水系统需要特别控制的参数, 关系到生产安全, 温度太高会加速金属的腐蚀, 也影响水的蒸发损失量; 浓缩倍数是衡量用水合理性的一个重要技术指标, 浓缩倍数小, 说明用水不尽合理存在浪费现象, 浓缩倍数越大排污量越小, 新水补充量也越少, 副作用是含盐量增大, 管道易结垢、腐蚀, 在工业循环水中一般控制在 2~3 倍为宜。

特征指标是针对具体循环水系统而定的, 通常分为两类, 一类是与物料接触后进入水体的有害物

质, 系统一般要对其进行处理, 如洗涤用水要除 SS、设备冷却用水要除油类, 焦化废水要除酚类和氰化物等, 去除目的是衡量系统的处理效果、处理方式是否可行; 另一类是水处理药剂加入水体后引起的, 如许多阻垢剂和缓蚀剂中含有磷, 杀生物剂中含有氯等, 通过对总磷、游离氯等指标的监测来控制投药量, 具有指导意义。

效果性指标为: 水温、浓缩倍数、特征指标。

3 2 基本项目的确定

根据指标的危害性、重要性及关联性确定出的适用于所有循环水的基本监测项目见表 2。

表 2 循环水基本监测项目		
序号	项目	说 明
1	水温	关系生产的安全运行和金属的腐蚀速率
2	pH	水体腐蚀性的重要因素, 影响水处理药剂效果
3	SS	与结垢、腐蚀密切相关, 沉积在管壁上会降低冷却效果
4	总硬度 ¹	主要结垢性物质, 浓度适中时对铜腐蚀有抑制
5	总碱度 [°]	主要结垢性阴离子, 与腐蚀密切相关
6	TP	主要营养盐, 通常也用于水处理运行控制参数
7	叶绿素 a	代表水体的初级生产力, 反映富营养状况
8	浓缩倍数	水处理系统运行合理性的重要参数

¹ 总硬度是 Ca²⁺ 和 Mg²⁺ 的总量; [°] 总碱度包含 CO₃²⁻、HCO₃⁻、OH⁻ [5]。

4 结论

工业循环水的监测对企业科学、合理、安全用水, 节约水资源具有现实的指导意义, 指标体系建立为循环水监测的实施提供了依据。指标体系较为全面地反映了循环水系统存在的主要问题及其影响, 具有充分性、针对性和灵活性的特点, 建立的方法经实践运用证明是可行的。

[参考文献]

[1] 周本省. 循环冷却水系统中的结垢问题 [J]. 化学清洗, 1999 15(3): 36-42.
[2] 周本省. 工业冷却水系统中的腐蚀与控制 [J]. 腐蚀与防护, 1993 14(4): 165-169
[3] GB 50050-1995 工业循环冷却水设计规范 [S].
[4] 周本省, 杨文忠. 冷却水系统中腐蚀和水质的现场监测 [J]. 化学清洗, 1997 13(2): 32-36.
[5] 国家环境保护总局 5 水和废水监测分析方法 6 编委会. 水和废水监测分析方法 [M]. 第四版, 北京: 中国环境科学出版社, 2002