

小规模循环水系统多功能水质稳定剂的研制^{*}

张显球, 余跃进

(南京师范大学动力工程学院, 210042, 南京)

[摘要] 针对小规模循环水系统, 研制了1例复合型多功能水质稳定剂, 实验研究了该剂的阻垢、缓蚀、杀菌性能。结果表明该剂具有良好的阻垢、缓蚀、杀菌效果, 其中 CaCO_3 的阻垢率在90%以上, 腐蚀速率低于 0.1 mm/a , 可广泛应用于小规模循环水系统。

[关键词] 多功能, 水处理剂, 阻垢, 缓蚀, 杀菌

[中图分类号] TQ085⁺.4; [文献标识码] B; [文章编号] 1672-1292(2002)01-0060-03

随着我国节水行动的普及, 许多小规模循环水系统相继建立。这类水系统, 若不采用水质稳定处理则会造成设备结垢和腐蚀, 严重影响设备的运行效果, 必须定期进行化学清洗。而化学清洗又带来设备腐蚀, 形成恶性循环。这不仅缩短了设备的使用寿命, 而且洗涤废液还带来环境污染。另一方面, 由于系统规模小, 不能像大型循环水系统那样设有较多的操作人员, 可以现场分别投加阻垢剂、缓蚀剂、杀菌剂。因此这类小型水系统就需要非常简单的水处理技术。目前市场尚无此类产品。本文针对小规模循环水系统的特点, 研制1例多功能水质稳定剂以求解决上述问题。

1 实验部分

1.1 多功能水稳剂基本配方的选择

为满足循环冷却水在高pH、高浓缩倍数条件下运行的水处理要求, 并考虑到产品特性、价格等因素, 本实验选择了使用效果好、应用广泛的氨基三甲叉磷酸(ATMP)、分散剂T225、三元聚合物、苯并三氮唑(BTA)、锌盐(ZnSO_4)及新型杀菌剂戊二醛作为多功能水稳剂的主要成分。ATMP具有极稳定的C-P键, 对抑制 CaCO_3 垢特别有效, 同时也具有良好的缓蚀性能。分散剂T225系丙烯酸与丙烯酸羟丙酯的共聚物, 对多种水垢及腐蚀产物均有良好的抑制和分散效果。三元聚合物系丙烯酸(AA)、2-丙烯酰胺基-2-甲基丙基磺酸(AMPS)、丙烯酸羟丙酯按8:1:1比例经有机合成得到, 它可以解决磷系、锌系配方处理的冷却水系统中所产生的磷酸钙垢、锌垢和氧化铁等沉积问题, 能很好地稳定 Zn^{2+} 及有机磷酸^[1]。由于换热设备一般都含有铜质材料, 需要加入铜及铜合金专用缓蚀剂, 选最常用的苯并三氮唑(BTA), 它对抑制铜及铜合金的腐蚀特别有效。杀菌剂采用具有广谱杀菌性能的新型杀菌剂戊二醛, 它不但杀菌性能好, 而且与所选的阻垢剂、缓蚀剂有良好的配伍性^[2]。

1.2 试剂及仪器

药品: ATMP, 纯度50%; T225, 纯度30%; 三元聚合物, 纯度30%; 苯并三氮唑(BTA), 晶体, 化学纯; 硫酸锌($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), 晶体, 化学纯; 戊二醛, 纯度50%, 均由南京化工大学纳科公司提供。

主要仪器: RCC-I型系列旋转挂片腐蚀测试仪; 恒温水浴等。

1.3 试验方法

阻垢试验: 按 CaCO_3 静态阻垢试验进行。将加过药剂的水样于 50°C 浓缩4.0倍后, 测定 Ca^{2+} 浓度,

^{*} 收稿日期: 2001-09-10。

南京师范大学紫金校区科技项目(APP99-06)。

作者简介: 张显球, 1971-, 硕士, 南京师范大学动力学院讲师, 从事水与“废水”处理的教学与研究。

按下式计算阻垢率:

阻垢率 $r = \frac{CA_1 - CA_2}{CA_0 - CA_2} \times 100\%$

CA_0 ——试液试验前实测的 Ca^{2+} 浓度乘以浓缩倍数而得的理论 Ca^{2+} 浓度, (0.000 1%) ;

CA_1 ——加药剂的试液, 试验后的 Ca^{2+} 浓度, (0.000 1%) ;

CA_2 ——不加药剂的试液(空白) 在相同试验条件下的 Ca^{2+} 浓度, (0.000 1) % .

腐蚀性能测试: 按文献[3] 中的腐蚀性能测试方法进行, 转速 80 r/ min, 温度 50 ℃, 采用标准 A₃ 碳钢挂片, 28 cm², 试验前经脱脂干燥处理, 不预膜, 试验后挂片用 10% HCl+ 0. 5% 乌洛托品去除腐蚀产物, 再用 0. 5% NaOH 钝化, 冲洗干燥至恒重. 平均腐蚀速率按下式计算:

$F = \frac{C \times \Delta W}{A \times t \times \rho}$

C ——计算常数, $C = 8.76 \times 10^7$; ΔW ——试件的腐蚀失重, (g) ; A ——试件的面积, (28cm²) ;
 t ——腐蚀试验时间, h; ρ ——试件材料的密度, (kg/ m³) .

杀菌性能试验: 试验用水采用南京某化工厂循环水, 停药一段时间后, 待异氧菌的起始菌量达到 10⁴ 个, 加入多功能水稳剂, 测定不同时间的异氧菌数, 按下式计算异氧菌的杀菌率:

杀菌率(%) = $\frac{n_0 - n}{n} \times 100\%$

n_0 ——异氧菌起始菌量, (个) ; n ——不同时间的异氧菌数, (个) .

2 实验结果与讨论

2.1 实验水质

实验水样为南京市自来水, 水质见表 1.

根据 Langerlier 饱和指数^[4]判断南京市自来水为腐蚀型水, 经循环运行浓缩 3 倍以上时, 循环水为结垢型水. 因此以南京市自来水为循环补充水时有必要使用水稳剂.

2.2 阻垢、缓蚀性能配方的确定

根据南京市自来水质、各种药剂的性能及常用投加量初定两种配方, 然后将加过药剂的水样于 50℃ 浓缩 4. 0 倍后测定阻垢率, 并进行旋转挂片实验, 测定腐蚀速率. 配方及阻垢、缓蚀效果见表 2.

由表 2 可见, 虽然 2[#] 配方的阻垢效果、缓蚀效果要好于 1[#], 但对 2 种配方的阻垢、缓蚀数据作 F 显著性分析后发现它们并无显著差别, 因此可以认为在 1[#] 配方与 2[#] 配方范围内, 都有良好的阻垢、缓蚀性能.

在 2[#] 配方的基础上, 分别配入 0. 001 5%、0. 002% 戊二醛组成 3[#]、4[#] 配方, 从表 2 可知其阻垢、缓蚀性能仍然良好.

表 2 多功能水稳剂的阻垢、缓蚀性能

配方号	ATMP/ (× 0. 0001%)	T225/ (× 0. 0001%)	三元/ (× 0. 0001%)	BTA/ (× 0. 0001%)	ZnSO ₄ / (× 0. 0001%)	戊二醛/ (× 0. 0001%)	阻垢率/ %	平均腐蚀速率/ (mm/ a)
空白	0	0	0	0	0	0	0	0. 387
1	4	4	4	1	5	0	90. 8	0. 085
1	4	4	4	1	5	0	91. 6	0. 089
1 平均	4	4	4	1	5	0	91. 2	0. 087
2	6	4	6	2	10	0	93. 9	0. 068
2	6	4	6	2	10	0	92. 8	0. 071
2 平均	6	4	6	2	10	0	93. 35	0. 0695
3	6	4	6	2	10	15	91. 5	0. 073
4	6	4	6	2	10	20	91. 8	0. 075

2.3 多功能水稳剂的杀菌性能

表 3 的数据表明多功能水稳剂具有良好的杀菌性能。
由于微生物存在抗药性, 长期使用该剂可能存在杀菌性能下降, 可定期添加其它杀菌剂如 ClO_2 、异噻唑磷酮、季铵盐类等。

2.4 多功能水稳剂的配方

由以上试验结果可确定多功能水稳剂的配方, 见表 4。此配方成本较低, 不超过 9000 元/t。

表 3 多功能水质保养剂杀菌性能

作用时间/h	3 [#] 配方杀菌率/%	4 [#] 配方杀菌率/%
8	98.5	99.8
24	97.7	99.2
48	96.6	98.6
72	95.3	98.2

表 4 多功能水稳剂的配方

药剂名称	ATMP	T225	三元	BTA	ZnSO ₄	戊二醛
用量(×0.0001%)	4~6	4~6	4~6	1~2	5~10	15~20

- (1) 本文研制的 1 例多功能水质稳定剂对于南京地区自来水在浓缩倍数为 4.0 的情况下具有良好的阻垢、缓蚀、杀菌性能。阻垢率在 90% 以上, 平均腐蚀速率在 0.1 mm/a, 优于 0.125 mm/a 的国家标准, 加药后 72 h 的异氧菌杀菌率在 95% 以上。
- (2) 该剂成本较低, 适合于采用自动加药方式投加到小型循环小系统中, 操作简单, 方便。

[参考文献]

[1] 路长青, 汪鹰, 马迎军. 磷酸共聚物的合成及阻垢分散性能研究[J]. 工业水处理, 1995, 15(3): 14.
[2] 卢琦. 戊二醛杀生剂杀生性能实验评定和现场应用报告[J]. 工业水处理, 1997, 17(2): 20.
[3] 中国石化总公司生产部发展部. 冷却水分析与试验方法[M]. 北京: 中国石化出版社, 1994, 297~ 303.
[4] 龙荷云. 循环冷却水处理[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1991, 81~ 91.

The Preparation of Multifunctional Water Treatment Agents
to be Applied to Small-scale Circulating Water System

Zhang Xianqiu, Yu Yuejin

(College of Power Engineering, Nanjing Normal University, 210042, Nanjing, PRC)

Abstract: The multifunctional water treatment agent is developed. The experimental results show that the agent has excellent properties in scale and corrosion inhibition. The inhibition rate of CaCO_3 is up to 90%, and corrosion rate is lower than 0.1 mm/a. Furthermore, the agent also has excellent germicidal ability. The agent can be applied to small-scale circulating water system.

Key words: scale inhibition, corrosion inhibition, germicide, multifunction, water treatment agent

[责任编辑: 刘健]