

电磁水处理对水环境及金属设备的影响

黎涛,冯自平,宋文吉,高日新

中国科学院广州能源研究所,广州 510640

摘要 水是冷冻冷却、中央空调、锅炉等中必需使用的导热介质,用于系统中的冷却或蓄能作用,但水长期储存于系统中会引起细菌、藻类滋生和设备腐蚀。有报道提出采用电磁水处理设备进行水处理可去垢灭菌藻并抑制金属腐蚀。本文以不锈钢水槽、电磁水设备、过滤芯柱、循环水泵等组成的实验平台为研究对象,通过跟踪测试水槽中水的硬度、溶解氧,以及分析水体的沉积物的化学组分和含量,评价电磁水处理对水环境及金属设备的影响。试验结果表明,电磁水处理对水体具有杀菌灭藻的功能,但同时也具有促进金属设备表面腐蚀的作用。

关键词 电磁水处理;杀菌灭藻;金属;腐蚀

中图分类号 TQ085⁺.411

文献标识码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2012.03.006

Effect of Electromagnetic Water Treatment on Water Environment and Metal Equipment

LI Tao, FENG Ziping, SONG Wenji, GAO Rixin

Guangzhou Institute of Energy Conversion, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, China

Abstract Water is the essential thermal media for cooling equipment, central air-conditioning, boilers and others to cool or store energy, but the storage of water in the system for a long time will cause not only the growth of bacteria and algae, but also the corrosion of the equipment surface. It was reported that electromagnetic water treatment would kill bacteria and algae, remove dirt and inhibit metal corrosion. In this paper, an experiment platform composed by stainless steel sink, electromagnetic water equipment, filter column, circulating pump is used to evaluate the effect of electromagnetic water treatment on the water environment and metal equipment, by tracking the contents of calcium carbonate and dissolved oxygen in the water under the action of the electromagnetic treatment, and analyzing the chemical composition of the sediment in the filter column produced in this process. The experiment results show that the electromagnetic water treatment has the sterilization function, but it also promotes the corrosion of the surface of metal equipment.

Keywords electromagnetic water treatment; sterilization; metal; corrosion

0 引言

磁场水处理是近 10 年兴起的一种新型水处理技术,它利用磁场或电场的作用来防止水结垢和设备受腐蚀,去除污染物及抑制藻类和细菌生长^[1]。目前已有多个生产厂家生产相关的设备并投放市场,应用于空调、锅炉、污水等水环境设备系统的除垢防腐蚀处理^[2]。关于电磁水处理设备结构和工作机理的文献资料已有不少,但针对电磁水处理的应用效果却少有报道。本文以动态冰蓄冷不锈钢水槽和电磁水设备组成的实验平台为研究对象,通过跟踪测试水槽中的水质在电

磁水的作用下产生的变化,评价电磁水处理对水环境及金属设备的影响。

1 试验部分

1.1 试验设备

试验设备按图 1 安装。试验主体为动态冰蓄冷不锈钢水槽,内盛装 500kg 自来水,电磁水处理设备的电极悬浸在水中,由电线联接到主机。过滤芯柱为聚丙烯(PP)材质,通过循环水泵将槽中的水循环过滤。

收稿日期:2011-05-06;修回日期:2011-12-14

基金项目:2009 广东省中国科学院全面战略合作项目(2009A091100009);广东省重大科技专项(2009A080305002)

作者简介:黎涛,高级工程师,研究方向为材料分析,电子邮箱:litaotao@ms.giec.ac.cn

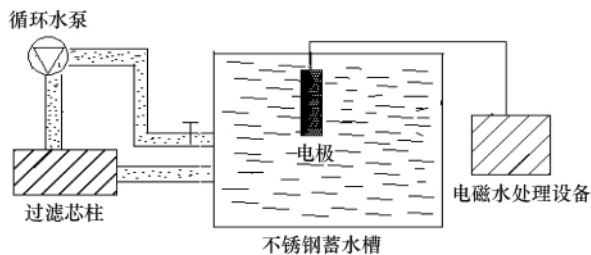


图 1 电磁水处理试验装置

Fig. 1 Experiment platform of electromagnetic water treatment

1.2 试验方法

1.2.1 水处理方法

启动电磁水处理设备,使设备处于工作状态,每天运转 8h,21d 后启动循环水泵,使槽中的水经过过滤芯柱。

1.2.2 样品检测

每次启动电磁水处理设备前取水样检测 pH 值、硬度、活性氧含量。

将过滤芯柱取出,此时可观察到 PP 表层有红褐色附着物,取附着物层,干燥后置 600℃ 灼烧,形成浅红色粉末样品,称重,取样品进行热场表面能谱(ESD)分析元素和电感耦合等离子体发射光谱(ICP)进行主要金属含量分析。

2 结果与讨论

2.1 硬度变化

不锈钢水槽中的水为自来水,本身含有一定量的 Ca、Mg 离子或沉淀。由图 2 可知,经电磁水处理后,水体的硬度逐日减少,初始值为 76.79mg/L,21d 后降至 53.25mg/L,减少了 30.66%,与此同时,浸泡在水中的电极金属网面上出现少量的垢,表明电磁水处理通过磁场作用将钙盐、镁盐吸附,具有软化水质的功能。

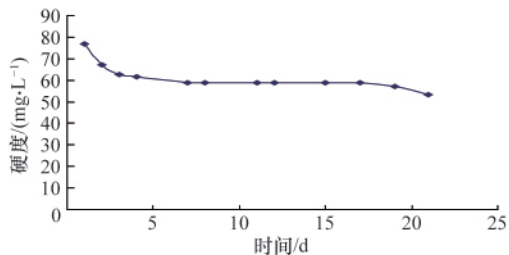


图 2 电磁水处理后水体硬度变化

Fig. 2 Change of water hardness after electromagnetic treatment

2.2 活性氧和 pH 值变化

在检测硬度的同时,笔者还跟踪测试水体中溶解氧含量

的变化,测试数据如图 3 所示。图 3 显示水体的溶解氧逐渐升高,第 1 天为 0.065mg/L,21d 后升高至 1.24mg/L,表明电磁效应将水中的 O₂ 激发成带电荷的活性氧^[3],方程式如下:



活性氧可以起到氧化和分解水体中的有机物,具有杀菌灭藻的作用^[4],因此电磁水处理可以有效降解有机物和抑制菌藻的滋生^[4]。

对水体的 pH 值也做了跟踪测试,测试结果表明,试验过程中水质 pH 值无变化,均为 6.5,这个结果表明电磁水处理没有使水电解产生 H⁺和 OH⁻,因此水体保持原有的 pH 值。

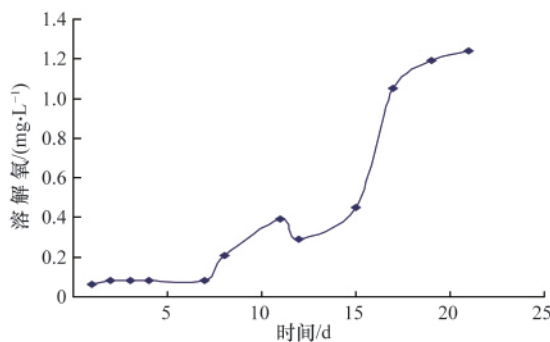


图 3 电磁水处理后水体溶解氧含量变化

Fig. 3 Change of dissolved oxygen after electromagnetic treatment

2.3 沉积物分析

不锈钢水槽经 21d 的电磁水处理后,水体出现浑浊,表明水中含沉积物。启动循环水泵,使沉积物附着在过滤芯柱上,提取附着层,灰化成粉末样品。样品经热场表面能谱(EDS)分析元素(图 4),分析结果如表 1 所示。

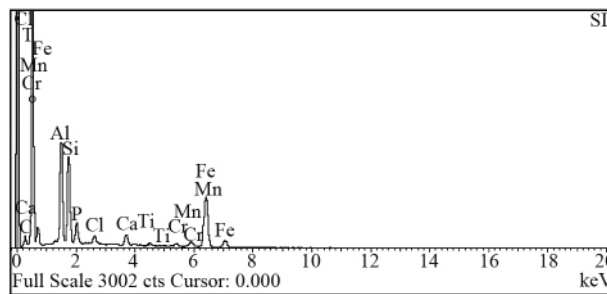


图 4 不锈钢水槽沉积物热场表面能谱分析图

Fig. 4 EDS spectrum of sediment in the stainless steel sink

表 1 显示沉积物含有 Mn、Cr 明显来自水槽的不锈钢镀层,金属元素中 Fe 质量分数最高,达 16.7%,其次是 Al,为 8.5%,表明水槽的不锈钢镀层被腐蚀脱落下来,内层的 Fe、Al 失去保护,也相继蚀剥进入水体。与常规情况比较,不锈钢水

表 1 不锈钢水槽沉积物元素分析结果

Table 1 Elemental analysis results of sediment in the stainless steel sink

元素	C	O	Al	Si	P	Cl	Ca	Cr	Mn	Fe
质量分数/%	8.03	52.67	8.50	7.78	2.18	0.81	1.39	0.52	1.10	16.70

槽在此试验中受到比较严重的腐蚀,原因来自水体中的活性氧。活性氧具有强氧化性,不仅可以氧化有机物和菌藻类,还可以氧化大多数金属,自来水中含有少量含氧化性金属离子的氯化物、硫酸盐等杂质^[6-7],在水中进一步促进活性氧对金属表层的腐蚀,包括 Mn、Cr、Ti 等惰性金属,化学式如下^[8]:



随着活性氧含量增加,氧化加速,当活性氧接触到内层的 Fe、Al 两种活泼金属,氧化进一步加速,方程式如下:



当水槽的水循环过滤后,水槽表面光洁如新,表明表面金属被蚀剥后,裸露出新的面层。腐蚀的金属形成金属氧化物并沉积在水中,被过滤芯柱捕集。

采用电感耦合等离子发射光谱仪定量分析沉积物的金属含量,结果如表 2 所示。结果表明沉积物含 1.575g 的金属,其中 Fe 占 64.8%,Al 占 30.5%,Mn 和 Cr 分别为 3.87% 和 0.89%。

表 2 不锈钢水槽沉积物金属含量分析结果
 Table 2 Metal content results of sediment in the stainless steel sink

元素	Fe	Al	Mn	Cr
质量/g	1.02	0.48	0.061	0.014

3 结论

(1) 电磁水处理通过高频电磁作用捕集钙盐和镁盐,具有去垢功能。同时产生活性氧,可以达到杀菌灭藻的作用。

(2) 电磁水处理产生的活性氧对金属设备具有较强的腐蚀性,可在短时间内将设备表面的金属蚀剥下来,造成一种“去锈”现象,其实是对金属设备的损坏,因此,电磁水处理设备具有促进腐蚀的作用,不能作为防腐蚀设备来使用。

参考文献 (References)

- [1] 陈静杰,王彬,余国卫. 高频电磁场防垢水处理技术及其应用[J]. 沈阳理工大学学报, 2006(2): 92-94.
Chen Jingjie, Wang Bin, Yu Guowei. *Journal of Shenyang Ligong University*, 2006(2): 92-94.
- [2] 齐伟. 谈强磁技术在空调冷却水系统中的应用[J]. 工程技术, 2009(4): 49.
Qi Wei. *Engineering Technology*, 2009(4): 49.
- [3] 刘新. 防腐蚀涂料与涂装应用 [M]. 3 版. 北京: 化学工业出版社, 2008: 2-9.
Liu Xin. *Application of anti-corrosion coatings* [M]. 3rd ed. Beijing: Chemical Industry Press, 2008: 2-9.
- [4] Benson R F. Using magnetic field to prevent scale [J]. *Chem Tech*, 2007, 27(4): 34-38.
- [5] Siva Sarathy, Madjid Mohseni. Effects of UV/H₂O₂ advanced oxidation on chemical characteristics and chlorine reactivity of surface water natural organic matter[J]. *Water Research*, 2010, 44(14): 4087-4096.
- [6] Driehaus W, Seith R, Jekel M. Oxidation of arsenate(III) with manganese oxides in water treatment[J]. *Water Research*, 1995, 29(1): 1995: 297-305.
- [7] 王东莉,梁政,姚洪成,等. 电磁水处理技术研究进展 [J]. 石油矿场机械, 2007, 36(1): 9-11.
Wang Dongli, Liang Zheng, Yao Hongcheng, et al. *Oil Field Equipment*, 2007, 36(1): 9-11.

(责任编辑 岳臣)

·学术动态·



“第八届全国压力容器设计学术会议”征文

由中国机械工程学会压力容器分会主办,2012 年 10 月 1 日在江苏省南通市召“第八届全国压力容器设计学术会议”。

征文范围:国内外压力容器设计标准与规范的最新进展;GB 150《压力容器》相关设计问题探讨;压力容器设计的新方法、新理论与新结构;压力容器无损检测与密封技术;压力容器设计研究及重大工程案例。

摘要截止日期:2012 年 4 月 30 日。

论文截止日期:2012 年 8 月 31 日。

联系电话:0571-87953007,13615812385。

电子信箱:zhiping@zju.edu.cn。

会议网站:www.cpmi-cscspv.com。