

北方某市夏季高藻水化学预氧化试验研究

李宗喜¹, 王晓昌², 金鹏康²

(1 华北水利水电学院, 河南 郑州 450011; 2 西安建筑科技大学, 陕西 西安 710055)

摘 要: 针对北方某市夏季高藻饮用水水源特点, 采用预氧化处理技术, 研究了臭氧、臭氧过氧化氢联用、高锰酸钾和氯预氧化对后续气浮、过滤等常规工艺处理效果的影响。实验结果表明, 预氧化能提高后续处理工艺出水水质, 降低出水浊度和有机物含量, 提高常规处理单元对藻类的去除能力, 臭氧、臭氧过氧化氢联用和高锰酸钾预氧化能有效降低消毒副产物生成势, 提高工艺出水安全性。

关键词: 预氧化; 臭氧; $O_3H_2O_2$; 高锰酸钾; 消毒副产物

中图分类号: TU991.2 **文献标识码:** A

水源水质的污染已成为饮用水常规处理工艺面临的突出问题。北方某市夏季饮用水水源为滦河水, 源水中有有机污染物和藻类对水厂常规工艺的运行产生严重影响, 单纯依靠提高混凝剂投加量难以满足出水水质的安全要求。

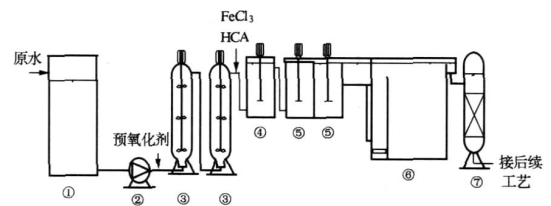
高含藻水对常规水处理工艺的影响主要表现在以下几个方面: 藻类带负电 (ζ 电位一般在 -40 mV 以上), 难混凝; 藻类代谢物 (如碳水化合物、肽和有机酸等) 会吸附在胶体颗粒表面, 增加其电负性^[1]; 藻类代谢物是消毒副产物前体物质 (Dis-infection by-product Precursor), 使得常规氯消毒副产物增加^[2-4]; 藻类会与水中金属离子络合, 穿透滤池; 藻类会粘附在滤池表面, 使滤池过滤周期显著缩短, 造成滤池频繁反冲。

化学预氧化是指在给水处理工艺前端投加氧化剂强化常规处理效果。各种氧化剂作为预处理药剂对给水处理的综合影响程度差别较大。目前能够用于给水处理的氧化剂主要有臭氧、氯、高锰酸钾、臭氧过氧化氢联用等。

1 实验装置

中试系统为 2 套平行系统, 系统在实验过程中

采用相同运行参数。图 1 为系统简图。单系统设计流量为 $5\text{ m}^3/\text{h}$, 每个预氧化罐水力停留时间为 10 min , 搅拌转速为 80 r/min ; 机械混合池混合时间 1 min , 搅拌转速为 130 r/min ; 二级机械搅拌反应池反应时间 18 min ; 溶气气浮池水力停留时间 20 min ; 过滤采用普通无烟煤 - 石英砂双层滤料, 设计滤速 8 m/h



—原水箱; —原水泵; —预氧化罐; —机械混合池; —机械反应池; —气浮池; —砂滤池

图 1 预氧化中试系统

2 分析方法

UV₂₅₄ 采用上海光谱仪器有限公司 752 型紫外可见分光光度计进行分析; 浊度采用 Hach 2100N 型浊度仪测定; 三卤甲烷生成势采用顶空气相色谱法测定; 卤乙酸生成势采用衍生化气相色谱法测定; 藻类计数采用平板计数。

收稿日期: 2008 - 05 - 30

基金项目: 国家高技术研究发展计划 “863 项目 (2002AA601140)。

作者简介: 李宗喜 (1973—), 男, 陕西西安人, 助教, 硕士, 主要从事水处理理论与技术方面的研究。

3 结果与讨论

3.1 预氧化对浊度去除的影响

图 2 是气浮单元出水浊度。从图中可以看出,臭氧预氧化和 $O_3H_2O_2$ 预氧化助凝效果基本相同,数据在多处重合,2 种预氧化剂气浮出水平均浊度均为 1.47 NTU,预氯化助凝效果不明显,平均浊度为 1.94 NTU,无预氧化气浮出水平均浊度为 1.97 NTU,高锰酸钾预氧化使气浮出水浊度升高,平均浊度为 2.16 NTU。

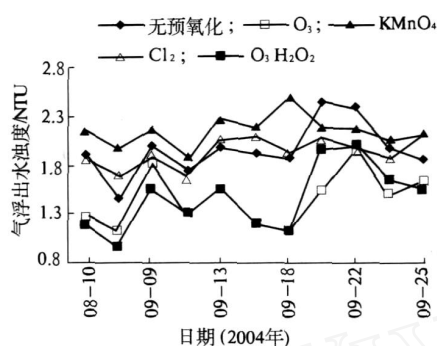


图 2 不同预氧化剂气浮出水浊度比较

图 3 是过滤单元出水浊度。从图中可以看出,滤后浊度臭氧预氧化、预氯化化和 $O_3H_2O_2$ 预氧化都比未预氧化有不同程度的降低,高锰酸钾预氧化的滤后浊度比未预氧化效果不明显。臭氧预氧化、 $O_3H_2O_2$ 、预氯化、高锰酸钾预氧化和无预氧化过滤后出水浊度分别为: 0.095, 0.096, 0.112, 0.138, 0.127 NTU。

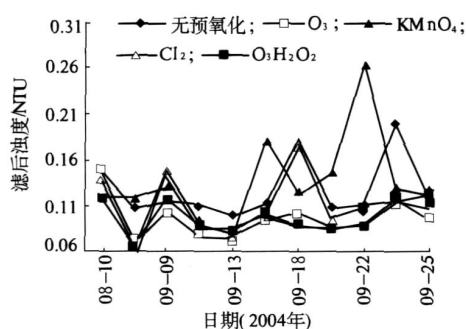


图 3 不同预氧化剂滤后浊度比较

高锰酸钾预氧化导致沉淀出水浊度升高的原因为: 水源水浊度和色度较低, 使用高锰酸钾预氧化后, 残余高锰酸钾会增加气浮和过滤单元出水的色度, 影响浊度测定, 从而导致测定浊度上升。

3.2 预氧化对有机物去除的影响

图 4 是预氧化剂对有机物的去除效果。从图中可以看出, 几种预氧化剂都对紫外吸光度有稳定的去除作用, 臭氧、 $O_3H_2O_2$ 、氯、高锰酸钾和无预氧化

过滤出水 UV_{254} 平均值依次为 0.036, 0.038, 0.044, 0.049, 0.052 cm^{-1} , 臭氧预氧化对 UV_{254} 有最大的去除率, 高锰酸钾预氧化对 UV_{254} 的去除率最低。

UV_{254} 值主要反映了水中带共轭结构或含有芳环结构的不饱和有机物浓度。臭氧氧化有机物时主要将非饱和有机物氧化成饱和有机物, 将大分子有机物氧化分解成小分子有机物^[5], 所以臭氧预氧化对有机物有较好的去除效果。

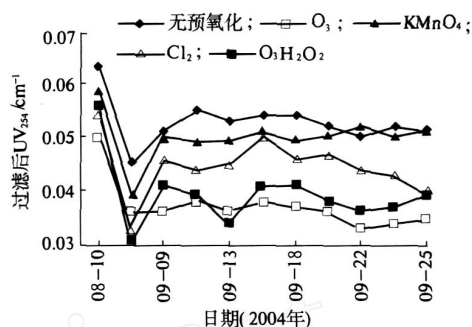


图 4 不同预氧化剂对 UV_{254} 去除效果比较

3.3 预氧化对藻类去除的影响

图 5 和图 6 是预氧化对常规处理单元除藻效能的影响。从图中可看出, 预氧化能够显著提高气浮工艺和过滤工艺的藻类去除能力, 臭氧、 $O_3H_2O_2$ 、氯、高锰酸钾预氧化和无预氧化气浮出水藻类个数依次为 590, 675, 857, 795, 1 009 万个 /L; 过滤出水藻类个数依次为 243, 203, 205, 200, 348 万个 /L。几种预氧化剂对气浮单元除藻的强化有一定的差异, 对过滤单元差异不明显。

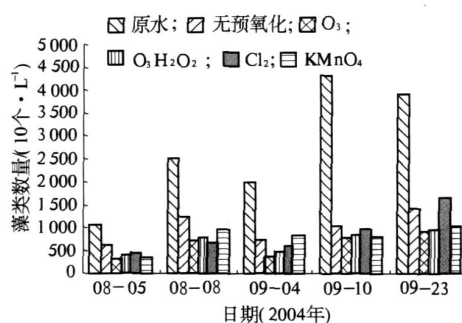


图 5 不同预氧化剂气浮出水藻类数量比较

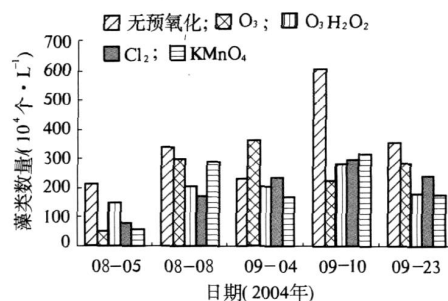


图 6 不同预氧化剂滤后藻类数量比较

3.4 预氧化对消毒副产物生成势的影响

表 1 是不同预氧化剂对控制消毒副产物生成势的对比. 原水经过预氧化单元后取水, 检测三卤甲烷生成势和卤乙酸生成势, 臭氧过氧化氢可以最有效地控制消毒副产物, 臭氧的效果略好于高锰酸钾, 预氯化导致卤乙酸生成势上升.

表 1 预氧化剂控制消毒副产物效能比较

检测项	THMFP /($\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	HAAFP /($\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)
原水	328.17	228.65
臭氧	255.94	197.13
高锰酸钾	272.13	197.55
臭氧过氧化氢	113.38	170.86
氯	312.67	240.40

4 结 语

通过对北方某市夏季高藻饮用水源的中试试验, 研究了以臭氧、 $\text{O}_3\text{H}_2\text{O}_2$ 、高锰酸钾和氯作为预氧化剂, 预氧化处理对后续常规处理单元的影响, 主要结论为:

1. 预氧化处理对气浮、过滤出水水质有显著改善作用, 与无预氧化处理单元对比, 能显著降低出水浊度和 UV_{254} , 臭氧预氧化为最佳的预氧化剂.

2. 预氧化处理能有效降低气浮、过滤出水藻类数量, 杀藻效果明显, 臭氧预氧化效果较好, 预氧化剂间对比不明显.

3. 臭氧、 $\text{O}_3\text{H}_2\text{O}_2$ 、高锰酸钾预氧化可以有效降低三卤甲烷和卤乙酸生成势, $\text{O}_3\text{H}_2\text{O}_2$ 预氧化去除效果最好, 预氯化导致三卤甲烷和卤乙酸生成势上升.

参 考 文 献

[1] Owens P N, Walling D E. The phosphorus content of fluvial sedimentation in rural and industrialized river basins[J]. Water Research, 2002, 36 (3): 685 - 701.

[2] Edzwald J K, Becker W C, Wittier K L. Surrogate parameters for monitoring organic matter and THM precursors[J]. J. Am. Water Works Assoc., 1985, 77 (4): 122 - 132.

[3] Graham N J D, Wardlaw V E, Perry R, et al. The significance of algae as trihalomethane precursors [J]. J. Am. Water Works Assoc., 1980, 72 (6): 344 - 350.

[4] Oliver B G, Shindle D B. Trihalomethanes from the chlorination of aquatic algae [J]. Environ Sci Technol, 1983, 17 (2): 80 - 83.

[5] 克里斯蒂安·戈特沙克. 水和废水臭氧氧化 [M]. 李凤亭, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2004: 9 - 13.

Experiment Research on Chemical Preoxidation of Algae-Rich Water in Summer in a North City

LI Zong-xi¹, WANG Xiao-chang², JIN Peng-kang²

(1. North China Institute of Water Conservancy and Hydroelectric Power, Zhengzhou 450011, China;
2. Xi'an University of Architecture & Technology, Xi'an 710055, China)

Abstract: For the characteristics of algae-rich water in summer in a north city of our country, the preoxidation treatment technologies are used. The influence of ozone, $\text{O}_3\text{H}_2\text{O}_2$, potassium permanganate, chlorine preoxidation to the conventional process such as the post-treatment air floatation and filtration, are studied. The result suggests that, preoxidation can improve the quality of post-treatment water, dilute the turbidity, reduce organic matters and enhance the ability of elimination to algae of the conventional process. The ozone, $\text{O}_3\text{H}_2\text{O}_2$, potassium permanganate preoxidation can lower the disinfection by-product precursor as well as strengthen the safety of the conventional process post-treatment water.

Key words: preoxidation; ozone; $\text{O}_3\text{H}_2\text{O}_2$; potassium permanganate; disinfection by-product