

高铁酸钾强化 PAC 去除景观水体中藻类的研究

王国华¹, 李晨光², 孙 晓¹, 谭学军¹, 伊学农²

(1 上海市市政工程设计研究总院, 上海 200092 2 上海理工大学 城市建设与环境工程学院, 上海 200093)

摘 要: 考察了高铁酸钾对聚合氯化铝 (PAC) 去除景观水体中藻类的强化效果, 探讨了高铁酸盐预氧化对絮体结构的影响机理, 并与高锰酸钾的强化除藻效果进行了对比。结果表明, 高铁酸钾的预氧化作用可促进 PAC 的除藻效果, 当 PAC 投量较小时, 高铁酸钾的强化除藻效果尤为明显; 高铁酸钾的强化除藻效果要优于高锰酸钾的; 高铁酸钾预氧化可改善絮体结构, 絮体的二阶分形维数随高铁酸钾投量的增加而增大。

关键词: 高铁酸钾; 聚合氯化铝; 景观水体; 除藻

中图分类号: X703 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2010)09-0083-03

Removal of Algae from Landscape Water by K_2FeO_4 /PAC

WANG Guo-hua¹, LI Chen-guang², SUN Xiao¹, TAN Xue-jun¹, YI Xue-nong²

(1. Shanghai Municipal Engineering Design General Institute, Shanghai 200092, China;

2. College of Urban Construction and Environmental Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract The enhanced effect of potassium ferrate on algae removal from landscape water by polyaluminum chloride (PAC) was investigated. The mechanism of ferrate preoxidation affecting floc structure was studied, and algae removal efficiencies by potassium ferrate and potassium permanganate were compared. The results show that the preoxidation of potassium ferrate can notably improve algae removal using low-PAC dosage. The algae removal efficiency by potassium ferrate is higher than that by potassium permanganate. The preoxidation of potassium ferrate can change floc structure. The fractal dimension of floc increases with increase of potassium ferrate dosage.

Key words potassium ferrate; polyaluminum chloride; landscape water; algae removal

景观水体多为静止或流动性较差的缓流水体, 容易受到生活污水、工业废水的污染, 当水文、气候条件适宜时, 藻类的繁殖速度加快, 易发生严重的水华现象。因此, 研究和探索高效、快速、无二次污染的新型杀藻剂越来越受到关注。高铁酸盐作为新型的水处理剂, 在水中具有极强的氧化性和高效的混凝、助凝作用, 其在酸性状态下的氧化还原电位高达

2.20 V, 甚至高于臭氧的 (2.07 V)。有研究表明, 高铁酸盐可有效去除源水中的藻类, 而且具有见效快、无残留毒性和二次污染等优点^[1]。但目前将高铁酸盐用于去除景观水体中藻类的研究较少。因此, 笔者从除藻效果和改善絮体结构等方面, 对高铁酸钾用于强化聚合氯化铝 (PAC) 去除景观水体中藻类的可行性进行了研究, 以期对景观水体的快速除

藻提供新技术。

1 试验材料与方法

1.1 原水水质

原水取自上海某景观水体, 水温为 16~24℃, pH 值为 6~7, 浊度为 50~80 NTU, TN、TP 和 COD 分别为 (12~17)、(0.9~1.2)、(40~80) mg/L, 藻类含量为 $(1.5\sim4)\times10^9$ 个/L, 其中主要为小球藻、栅藻和颤藻。

1.2 仪器与试剂

仪器: 混凝搅拌机; 电子显微镜; 隔膜电解槽 (阳极为铁, 阴极为铂); 旋叶式真空泵; 抽滤漏斗。试验中使用未经提纯的高铁酸钾, 纯度为 40%~50%, 杂质主要是 KOH, 由于其用量较小, 因此少量杂质碱不会对水体 pH 造成很大的影响, 基本可以满足使用要求, 节约了制药成本。

1.3 试验方法

试验步骤如下: ①将原水样置于混凝搅拌杯中, 投加一定量的高铁酸钾, 在 300 r/min 下快速搅拌 10 min; ④加入一定量的 PAC 溶液, 在 300 r/min 下快速搅拌 30 s 后, 再在 50 r/min 下慢搅 10 min, 静置沉淀 1 h; ④取上清液加入鲁哥试剂, 静置 48 h 后, 取底层水样于血球计数板上对藻类进行计数。

2 结果和讨论

2.1 PAC 的除藻效果

在原水藻类含量为 2.92×10^9 个/L 的条件下, 只投加 PAC, 考察 PAC 的单独除藻效果。结果表明, 当 PAC 投量 < 40 mg/L 时, 对藻类的去除率 < 60%, 沉后上清液的藻类含量 > 10^9 个/L, 属于高藻水; 当 PAC 投量 > 80 mg/L 时, 除藻效果较好, 除藻率提高至 84%~90%, 但沉后上清液藻类含量仍大于 5×10^8 个/L; 继续增加 PAC 投量, 除藻效果无显著提高, 表明当 PAC 投量增加到一定程度后, 继续投加 PAC 对除藻效果改善较小, 这与梁好等^[2]的研究结果一致。原因可能是, 增加 PAC 投量虽然可降低藻类的 Zeta 电位, 且铝盐水解产物可使部分藻类吸附在絮体表面, 但由于 PAC 不能使藻类灭活, 因而影响絮体的形成, 所以单纯依靠提高 PAC 投量很难取得理想的除藻效果。

2.2 高铁酸钾/PAC 的除藻效果

在原水藻类含量为 1.5×10^9 个/L 的条件下, 先投加高铁酸钾预氧化, 再投加 PAC 混凝沉淀, 考察高铁酸钾对 PAC 除藻的强化效果, 结果见图 1。

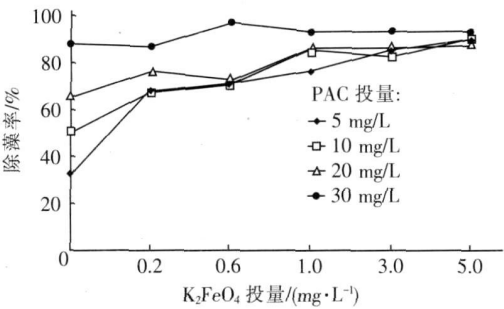


图 1 高铁酸钾/PAC 的除藻效果

Fig 1 Removal effect of algae by K_2FeO_4 /PAC

由图 1 可知, 经高铁酸钾预氧化后, PAC 的除藻效果明显提高, 尤其是在较低 PAC 投量下, 高铁酸钾的强化除藻效果更为明显; 当 PAC 投量为 5~20 mg/L 时, 只需投加少量高铁酸钾就可显著提高除藻效果; 当 PAC 和高铁酸钾的投量均为 5 mg/L 时, 对藻类的去除效果与只投加 30 mg/L 的 PAC 时相当, 因此高铁酸钾预氧化可明显节省混凝剂用量。分析原因: 首先高铁酸盐具有强氧化性, 可使藻类失活而更易沉降, 同时使藻类细胞膜破裂, 释放出粘性物质, 有利于絮体的形成; 其次高铁酸盐可降低水体中颗粒的 Zeta 电位^[3], 从而减少混凝剂的用量; 再次高铁酸盐可改善絮体结构, 由于混凝剂的卷扫网捕作用对絮体的去除效果要优于电中和作用, 投加高铁酸盐后, 仅需投加少量的混凝剂即可进入卷扫网捕阶段^[4]。

2.3 高铁酸钾与高锰酸钾的强化除藻效果比较
高锰酸钾是目前常用的一种预氧化剂, 试验在原水藻类含量为 1.56×10^9 个/L、PAC 投量为 20 mg/L 的条件下, 对高锰酸钾与高铁酸钾的强化除藻效果进行了对比, 结果见图 2。

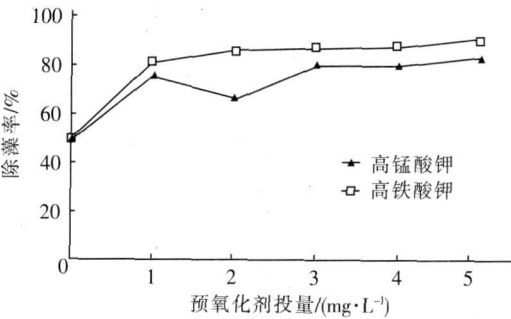


图 2 高铁酸钾与高锰酸钾的强化除藻效果比较

Fig 2 Comparison of algae removal effect by K_2FeO_4 /PAC and $KMnO_4$ /PAC

由图 2 可知, 在不同投量下, 高铁酸钾的强化除

藻效果均优于高锰酸钾,且使用高锰酸钾时常存在紫色残留问题,相比较而言,高铁酸钾更适合作为强化除藻的预氧化剂。

2.4 高铁酸钾预氧化对絮体结构的影响

一般情况下,絮体结构具有分形特性,密实絮体的分形维数较高,而体积过大、分叉多、松散的絮体的分形维数较低,因此分形维数与絮体的沉降性能密切相关^[5]。试验在原水藻类含量为 1.56×10^9 个/L、PAC投量为10 mg/L的条件下,采用显微摄像系统采集絮体图像并计算絮体的一阶、二阶分形维数,结果见图3。

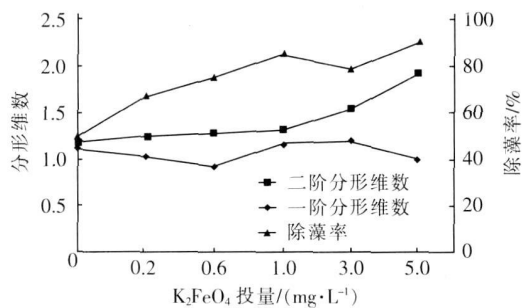


图3 高铁酸钾预氧化对絮体结构的影响

Fig.3 Effect of K_2FeO_4 preoxidation on floc structure

由图3可知,随高铁酸钾投量的增加,絮体的二阶分形维数增加,尤其是当投量>1 mg/L后增加更明显,但一阶分形维数并没有表现出一定的规律性。有研究表明,采用二阶分形维数表征絮体的分形结构特征更合理,絮体的二阶最大分形维数对应的最佳投药量,往往与实际生产中的最佳投药量相吻合^[6]。因此,投加高铁酸钾预氧化可改善絮体结构,增大絮体的二阶分形维数,使絮体结构更加密

实,易于沉降。

3 结论

高铁酸钾的预氧化作用对PAC的除藻效果有促进作用,尤其是在PAC投量较低条件下,高铁酸钾的强化除藻效果更明显,因此可大大节省PAC用量;高铁酸钾/PAC的联合除藻效果优于高锰酸钾/PAC,可作为景观水体中藻类大量繁殖时的应急处理技术;高铁酸钾预氧化可显著改善絮体结构,随其投量的增加,絮体的二阶分形维数显著增大,对藻类的去除率明显提高。

参考文献:

[1] 苑宝玲,曲久辉,张金松,等. 高铁酸盐对2种水源水中藻类的去除效果[J]. 环境科学, 2001, 22(2): 78-81.

[2] 梁好,韦朝海,盛选军,等. 高铁酸盐预氧化、絮凝除藻的实验研究[J]. 工业水处理, 2003, 23(3): 26-29.

[3] 苑宝玲,曲久辉. 高铁酸盐氧化絮凝去除藻类的机制[J]. 中国环境科学, 2002, 22(5): 397-399.

[4] Kim S H, Moon B H, Lee H I. Effects of pH and dosage on pollutant removal and floc structure during coagulation[J]. Microchemical Journal 2001, 68(2-3): 197-203.

[5] Chakraborti R K, Gardener K H, Atkinson J F. Changes in fractal dimension during aggregation[J]. Water Res 2003, 37(4): 873-883.

[6] 刘秉涛,李瑞涛,刘海员. 黄河原水絮体分形及分形维数研究[J]. 人民黄河, 2008, 30(1): 35-36, 39.

E-mail franky.tan@163.com

收稿日期: 2009-10-12

(上接第82页)

4 结论

建立了给水管网水力模型校正过程中的排水点优化模型,确定了两个目标函数和一个约束条件,并采用多目标遗传算法进行求解。模型求解结果表明,增加排水点的数量并不一定会加大管网波动。

参考文献:

[1] Omsbee L E. Implicit network calibration[J]. J Water Resour Plan Manage 1989, 115(2): 243-257.

E-mail xugangcr@gmail.com

收稿日期: 2009-11-15