

文章编号: 1005- 8893 (2006) 03- 0034- 03

高锰酸钾- 沸石联用预处理微污染运河水的研究^{*}

王利平, 罗 真, 徐金妹, 郭迎庆, 董良飞
(江苏工业学院 环境与安全工程系, 江苏 常州 213164)

摘要: 针对运河常州段微污染水源, 进行了高锰酸钾- 沸石联用预处理运河水中的 COD 和氨氮试验研究。通过试验得到: 在投加聚合硫酸铁 20 mg/L, 高锰酸钾 1.0 mg/L, 沸石 300 mg/L 时, 运河水中的 COD 的含量从 113.6 mg/L 下降到 11.4 mg/L; 氨氮含量从 2.55 mg/L 下降到 0.43 mg/L。去除率分别达到 90.0% 和 83.1%, 使有机物和氨氮的含量达到 Ⅲ类水源水质标准。

关键词: 微污染水源; 高锰酸钾- 沸石工艺; 有机物; 氨氮

中图分类号: TU 991.2

文献标识码: A

Potassium Permanganate- Zeolite Process for Purification of Micro- Polluted Source Water of Grand Canal

WANG Li- ping, LU O Zhen, XU Jin- mei, GUO Ying- qing, DONG Liang- fei

(Department of Environmental and Safety Engineering, Jiangsu Polytechnic University, Changzhou 213164, China)

Abstract: Potassium permanganate- zeolite combined process was used to remove organic and ammonia nitrogen from micro- polluted canal water. The results indicated that the content of organic in the canal water decreased from 113.6 to 11.4 mg/L, the content of ammonia nitrogen decreased from 2.55 to 0.43 mg/L, and the total removal rates were 90.0% and 83.1%, respectively, at the dosage of polymer ferric sulfate 20 mg/L, potassium permanganate 1.0 mg/L and zeolite 300 mg/L.

Key words: micro- polluted source water; potassium permanganate- zeolite process; organic; ammonia nitrogen

运河水源水中, 有机物和氨氮的含量偏高, 常规处理不能很好的解决这一问题, 针对这样的现状, 提出了用高锰酸钾- 沸石联用工艺处理运河水。高锰酸钾是强氧化剂, 能显著控制氯化消毒副产物, 使水中有机物数量、浓度都有显著降低^[1]; 而沸石不仅具有去除水中浊度的作用, 而且可很好去除水中的氨氮^[2]。通过高锰酸钾- 沸石联用工艺对运河水进行预处理, 使有机物和氨氮的含量达

到 Ⅲ类水源水质标准, 便于后续工艺的进行。

1 实验部分

1.1 源水水质

实验用水为运河常州段源水, 其浊度为 118.0 NTU、pH 为 7.55、色度为 25 度、COD 为

* 收稿日期: 2006- 05- 22

基金项目: 江苏工业学院科技基金资助 (QD2004012)

作者简介: 王利平 (1960-), 男, 内蒙古呼和浩特人, 教授, 主要从事水资源、水环境安全控制与治理研究工作。

113.6 mg/L、氨氮为 2.55 mg/L。

1.2 仪器与药剂

仪器：电动搅拌器、震荡器、烘箱、沉降筒、取样器。

器皿：容量瓶、烧杯、量筒、滴定管等。

药剂：质量浓度为 10 g/L 的聚合硫酸铁溶液、质量浓度为 1.0 g/L 的高锰酸钾溶液。

1.3 实验材料

我国天然的沸石种类主要有斜发沸石、丝光沸石、菱沸石等，而斜发沸石的应用更广泛。本实验选用辽宁省某地天然斜发沸石（以下简称沸石），其化学组成见表 1。

表 1 天然斜发沸石的主要化学成分 %
Table 1 Chemical composition of zeolite %

| 项目 | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | K ₂ O | Na ₂ O | TiO ₂ |
|------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------------------|-------------------|------------------|
| 质量分数 | 69.57 | 14.11 | 0.79 | 2.29 | 0.35 | 4.46 | 1.20 | 0.13 |

1.4 测定方法

COD 测定选用重铬酸钾法；氨氮测定选用蒸馏-滴定法，滴定时用针管，以提高精度；浊度测定使用浊度仪。

1.5 实验设计

实验以模拟水厂实际工艺，采用电动搅拌，实验参数设计如下：混凝条件下快速搅拌 2 min，速度 250 r/min，慢速搅拌 10 min，速度 60 r/min，沉淀时间 10 min，取上清液进行检测。在采用高锰酸钾预处理时，高锰酸钾要先于混凝剂投加，并以 100 r/min 的转速搅拌反应 10 min。称取不同量的沸石加入上清液中，震荡 30 min，静态吸附过滤，测定滤液的 COD 及氨氮剩余量。

2 结果与讨论

2.1 混凝剂投加量对浊度的影响

实验所用混凝剂是聚合硫酸铁，其原理是聚合阳离子对水中胶体起电性中和及架桥作用。聚合硫酸铁投加量分别为 15、20、25、30、35、40 mg/L 时，考察聚合硫酸铁对浊度的影响，结果见图 1。

由图 1 可以看出，随着聚合硫酸铁投加量的增加，浊度降低。当聚合硫酸铁投加量为 35 mg/L

时，浊度达到最小值。而从节约投矾量考虑，实验选取混凝剂投加量为 20 mg/L。

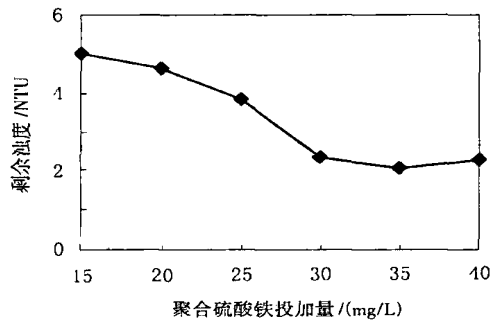


图 1 聚合硫酸铁投加量对剩余浊度的影响
Fig. 1 Influence of PFS dosage on residual turbidity

2.2 高锰酸钾预氧化处理运河水试验

高锰酸钾对水中微量有机物具有良好的去除效果的主要原因可能有两个方面：一是高锰酸钾对微量有机物的氧化作用，一是水合二氧化锰对微量有机物的吸附作用，且二氧化锰还可对高锰酸钾与有机物间的反应起催化作用，这两种作用相互影响，相互协同。固定聚合硫酸铁投加量 20 mg/L 时，高锰酸钾投加量分别为 0.25、0.5、1.0、1.5、2.0、2.5 mg/L，考察高锰酸钾对 COD 和氨氮的去除效果，结果见图 2 和图 3。

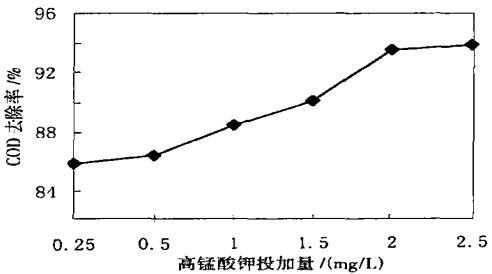


图 2 高锰酸钾投加量对 COD 去除效果的影响
Fig. 2 Influence of potassium permanganate dosage on COD removal

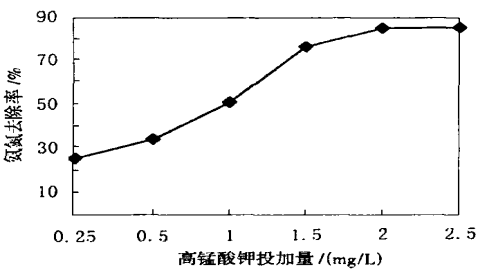


图 3 高锰酸钾投加量对氨氮去除效果的影响
Fig. 3 Influence of potassium permanganate dosage on NH₃-N removal

由图 2 和图 3 可知, 高锰酸钾投加量为 2.5 mg/L 时, COD 和氨氮的去除率达到最高。当高锰酸钾投加量为 2.0 mg/L 时, COD 的含量为 7.56 mg/L, 氨氮的含量为 0.43 mg/L, COD 和氨氮的含量已达到 Ⅲ类水源水质标准。但此时处理后的水呈现粉红色, 高锰酸钾过量, 且高锰酸钾投加量过高会造成水中的 Mn^{2+} 超标。综合考虑, 高锰酸钾投加量控制为 1.0 mg/L, 处理后的水用沸石吸附。

2.3 沸石吸附试验

研究表明, 不同产地的沸石具有不同的吸附交换能力, 而对水中的 NH_4^+ 则具有更高的选择性^[3,4]。沸石对 NH_4^+ 的吸附受 pH 影响, 钠型沸石对 NH_4^+ 的吸附选择性随 pH 升高而显著降低^[5]。为了试验结果具有代表性, 本研究 pH 与源水相同。源水经高锰酸钾预氧化后用沸石吸附。控制高锰酸钾投加量为 1.0 mg/L, 聚合硫酸铁投加量为 20 mg/L 时, 沸石投加量分别为 100, 200, 300, 400, 500, 1 000 mg/L 时, 考察高锰酸钾-沸石对 COD 和氨氮的去除效果, 结果见图 4 和图 5。

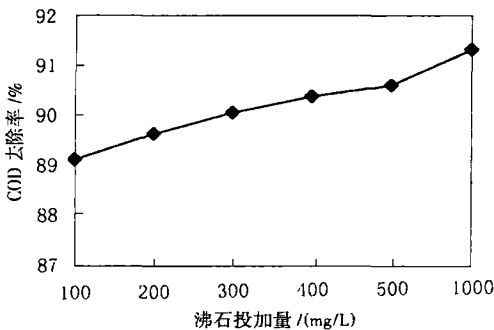


图 4 高锰酸钾-沸石对 COD 去除效果的影响

Fig. 4 COD removal by potassium permanganate dosage and zeolite combined process

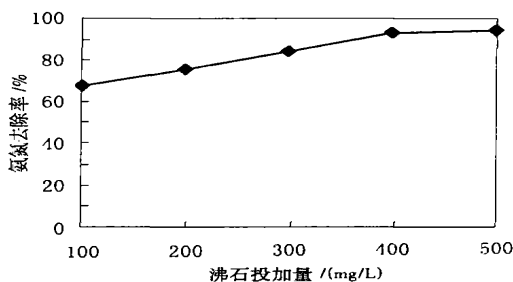


图 5 高锰酸钾-沸石对氨氮去除效果的影响

Fig. 5 NH_3-N removal by potassium permanganate dosage and zeolite combined process

由图 4 可知, 高锰酸钾-沸石联用工艺对 COD 有很好的去除效果, 其去除效果主要决定于高锰酸钾, 沸石对 COD 的去除率并不高。图 2 表明, 由于高锰酸钾的氧化作用, 在高锰酸钾投加量为 1.0 mg/L 时, 处理后水中有机物含量已降低到 Ⅲ类水源水质标准。

由图 5 可知, 高锰酸钾-沸石处理氨氮的效果很好。比较图 3 和图 5 可知, 在去除氨氮方面, 起主要作用的是沸石, 这是因为沸石结构上独特的离子交换和吸附特性, 通过一系列物理化学方法可使天然沸石活化而具有良好去除氨氮的能力。沸石投加量 100~400 mg/L 时, 去除氨氮的效果明显。高锰酸钾-沸石联用对氨氮的处理率很高, 可达 92.3%。沸石投加量 300 mg/L 时, 剩余氨氮的含量为 0.43 mg/L, 已达到 Ⅲ类水源水质标准。

3 结 论

1 单独用高锰酸钾预氧化处理微污染运河水, 高锰酸钾投加量为 2.0 mg/L 时, COD 含量为 7.56 mg/L, 氨氮含量为 0.43 mg/L, 去除率分别达到了 93.3% 和 83.1%。此时处理后水质能达到 Ⅲ类水源水质标准, 但源水经处理后呈粉红色, 高锰酸钾过量。④高锰酸钾-沸石联用工艺处理微污染运河水, 聚合硫酸铁投加量为 20 mg/L, 高锰酸钾投加量为 1.0 mg/L, 沸石投加量为 300 mg/L 时, COD 的含量从 113.6 mg/L 降至 11.4 mg/L, 氨氮含量从 2.55 mg/L 降至 0.43 mg/L, 总去除率分别达 90.0% 和 83.1%。④高锰酸钾-沸石联用工艺处理微污染运河水, 可使水体中有机物和氨氮的含量达到 Ⅲ类水源水质标准。

参考文献:

- [1] 贺瑞敏, 朱亮, 谢曙光. 微污染水源水处理技术现状及发展 [J]. 水处理技术, 2003, 10 (1): 37-40.
- [2] 王利平, 冯俊生, 陈莉荣, 等. 用沸石吸附稀土冶炼氨铵废水中的氨氮 [J]. 化工环保, 2005, 25 (3): 214-216.
- [3] Beler Baykal B, Guven D A. Performance of Clinoptilolite Alone and in Combination with Sand Filter for the Removal of Ammonia Peaks from Domestic Wastewater [J]. Water Sci and Technol, 1997, 35: 47-54.
- [4] Booker N A, Cooney E L, Priestly A J. Ammonia Removal from Sewage Using Natural Australian Zeolite [J]. Water Sci and Technol, 1996, 34: 17-24.
- [5] Jorgensen S E, Libor O, Graber K L, et al. Ammonia Removal by Use of Clinoptilolite [J]. Water Res, 1996, 10: 213-224.