



生物接触氧化法去除微污染源水中的氨氮

孙治荣¹, 秦媛¹, 张素霞², 姜颖²

(1.北京工业大学 环境与能源工程学院, 北京 100022; 2.北京市自来水集团有限责任公司 第九水厂, 北京 100085)

摘要: 采用生物接触氧化法对北京某水库的微污染源水进行了除氨效果研究。结果表明, 生物接触氧化法具有较好的除氨效果, 生物接触氧化原水氨氮的质量浓度在不大于 0.234 mg/L 时, 氨氮的月平均去除率为 30.8%~72.9%, 进水氨氮的质量浓度人工增加至 0.126~2.080 mg/L 时, 氨氮去除率最高可达 97.4%, 平均去除率为 71.2%。同时探讨了水温及进水氨氮的质量浓度对氨氮去除效果的影响。

关键词: 微污染源水; 氨氮; 生物接触氧化

中图分类号: TU991.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-2455(2004)06-0021-03

Removal of Ammonia Nitrogen in Slightly-Polluted Source Water by Bio-Contact Oxidation Process

SUN Zhi-rong¹, QIN Yuan¹, ZHANG Su-xia², JIANG Ying²

(1. School of Environmental and Energy Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100022, China;

2. No.9 Water Supply Plant, Beijing Waterworks Group Company Limited, Beijing 100085, China)

Abstract: A bio-contact oxidation process was used in studying the results of ammonia removal from the slightly-polluted source water of a reservoir in Beijing. The results showed that the result of ammonia removal by bio-contact oxidation process was good; when bio-contact oxidation process was used and the mass concentration of ammonia nitrogen in the raw water was not higher than 0.234 mg/L, the monthly average ammonia nitrogen removal efficiency was 30.8%~72.9%; when the mass concentration of ammonia nitrogen in influent water was manually increased to 0.126~2.080 mg/L, the maximum removal efficiency of ammonia nitrogen was as high as up to 97.4%, the average removal efficiency being 71.2%. In addition, the effects of water temperature and ammonia nitrogen concentration of influent water on the result of removal of ammonia nitrogen were also explored.

Key words: slightly-polluted source water; ammonia nitrogen; bio-contact oxidation

目前水源水污染日益严重, 水中不仅有有机物浓度增加, 而且氨氮的质量浓度也升高, 而自来水厂传统的净水工艺不能有效地去除氨氮, 当水中氨氮的质量浓度超过 1.0 mg/L 时, 就需要进行预处理(生活饮用水水源水质标准 CJ 3020-93 中规定, 一级水源水中氨氮的质量浓度不大于 0.5 mg/L、二级水源水中氨氮的质量浓度不大于 1.0 mg/L)。

生物预处理是指在常规净水工艺之前增设生物处理工艺, 借助于微生物群体的新陈代谢活动, 对水中的有机污染物、氨氮、亚硝酸盐等污染物进行

初步去除^[1-4]。

本试验采用了生物接触氧化工艺作为生物预处理方法, 对微污染源水中氨氮的去除效果进行了研究。

1 试验装置与试验方法

1.1 试验装置与流程

试验在作为北京水源水的某水库的取水站内进行, 试验时间为 2002 年 5 月至 2003 年 1 月。试验装置设在取水站的调流泵房附近, 在调流泵的一个水质监测出口处连接进水管, 水压为 0.2~0.4

MPa, 调流泵的出水未加氯。试验装置如图 1 所示。

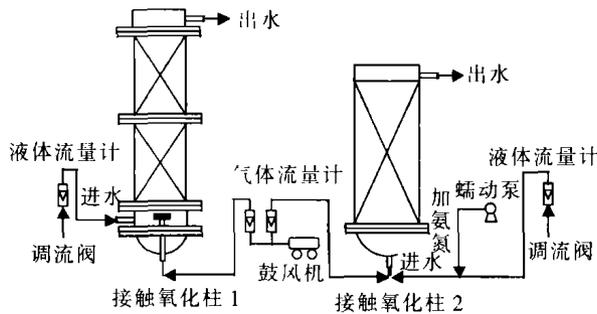


图 1 试验装置

1.2 试验方法

生物接触氧化柱的启动, 采用动态培养的自然挂膜方法。经过 1 个月的挂膜运行, 填料表面覆盖了一定厚度的生物膜, 原水氨氮去除率达 40% 左右, COD_{Mn} 去除率达 20% 左右, 认为挂膜成功, 进入正常运行(6月4日开始)。

由于试验期间水源水中氨氮质量浓度较低, 在保持最初运行的接触氧化柱 1(以下简称柱 1)的进水始终为水库的水源水的前提下, 为了考察接触氧化柱对进水氨氮质量浓度的抗冲击负荷能力, 8月20日~11月1日在接触氧化柱 2(以下简称柱 2)中进行了人工投加氨氮, 11月2日之后进水恢复为水库的水源水。两个接触氧化柱的运行参数基本相同, 见表 1。

表 1 接触氧化柱的运行参数

运行参数	柱 1	柱 2
流量/(L·h ⁻¹)	40	40
水力负荷/(m ³ ·m ⁻² ·h ⁻¹)	2.3	1.3
水力停留时间/h	1.33	1.57
有效水深/m	3	2
填料	YDT弹性立体填料	YDT弹性立体填料
柱内溶解氧量/(mg·L ⁻¹)	≥4	≥4
流向	上向流, 水气同向	上向流, 水气同向

2 结果与讨论

2.1 氨氮去除效果

2002年6月4日(柱1启动运行后的第30d)至2003年1月6日期间柱1对氨氮的去除效果见图2。

图2表明, 在2002年6月至2003年1月期间, 原水氨氮的质量浓度在未检出至0.234 mg/L范围内, 柱1的出水氨氮的质量浓度在未检出至0.175 mg/L范围内, 去除率在3%~100%之间, 平均去除率为47.4%。

原水氨氮的质量浓度月平均为0.039~0.118

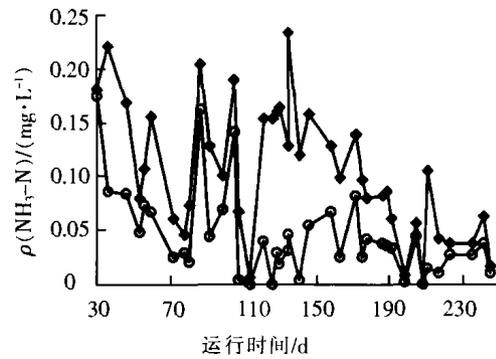


图 2 柱 1 进出水氨氮质量浓度变化

mg/L, 柱 1 出水氨氮的质量浓度月平均值在 0.027 ~ 0.069 mg/L 范围内, 月平均去除率为 30.8% ~ 72.9%。最高月平均去除率出现在 9 月份, 此时原水水温高, 原水氨氮质量浓度高。其余 6 个月的氨氮月平均去除率比较稳定, 统计值在 30% ~ 50% 之间, 表明柱 1 具有很好的去除氨氮的效果。

为探讨接触氧化柱对氨氮的抗冲击负荷能力, 从 8 月 20 日开始, 人工增加柱 2 进水氨氮质量浓度, 运行至 11 月 1 日。柱 2 的氨氮去除效果见图 3。

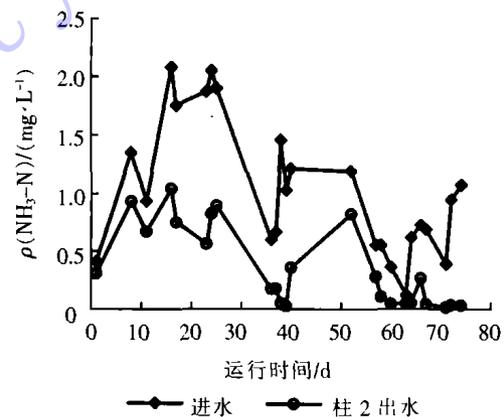


图 3 柱 2 进出水氨氮质量浓度变化

图 3 表明, 柱 2 进水氨氮的质量浓度增加至 0.126 ~ 2.080 mg/L 时, 柱 2 出水氨氮的质量浓度为 0.016 ~ 1.040 mg/L, 氨氮去除率在 25.7% ~ 97.4% 之间, 平均去除率为 71.2%。说明生物接触氧化法对氨氮具有很好的抗冲击负荷能力。

2002年11月2日至2003年1月6日期间, 恢复柱2进水为水库水源水, 在此期间, 水源水平均水温为4.0℃。在相同进水水质条件下, 比较了柱1和柱2对氨氮的去除效果, 结果见图4。

从图4中可以看出, 柱1的氨氮去除率在5.3%~59.8%之间, 平均去除率为25.9%; 柱2的

氨氮去除率在 5.3% ~ 69.6% 之间, 平均去除率为 33.7%, 两者表现出相似的氨氮去除效果。由于两个接触氧化柱的运行参数相近, 说明接触氧化柱在进水氨氮质量浓度由较高恢复为较低后, 仍可保持和增加进水氨氮质量浓度之前相似的处理能力。

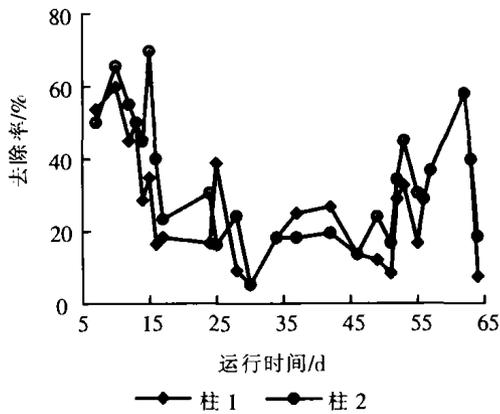


图4 两个接触氧化柱氨氮去除效果的比较

2.2 氨氮去除效果影响因素分析

在充氧曝气保证接触氧化柱内溶解氧充足、水力停留时间足够长的情况下, 探讨了水温及进水氨氮质量浓度对氨氮去除效果的影响。

2.2.1 水温对柱1去除氨氮作用效果的影响

温度是影响接触氧化柱除污染效果的主要因素, 探讨水温对接触氧化柱除污染效果的影响作用, 有助于做好生物预处理的工艺设计及运行管理, 这对于提高生物预处理工艺的除污染效果具有重要意义。

从图5可知, 水温在 0 ~ 7 °C 时, 柱1的氨氮去除率在 20% 左右, 水温在 8 ~ 12 °C 时, 氨氮去除率在 40% 左右, 水温在 13 ~ 16 °C 时, 氨氮去除率在 60% 左右, 水温接近 20 °C 时, 氨氮去除率在 80% 以上。可见, 水温对柱1去除原水氨氮具有很大的影响作用, 水温高时, 柱1去除原水氨氮的效

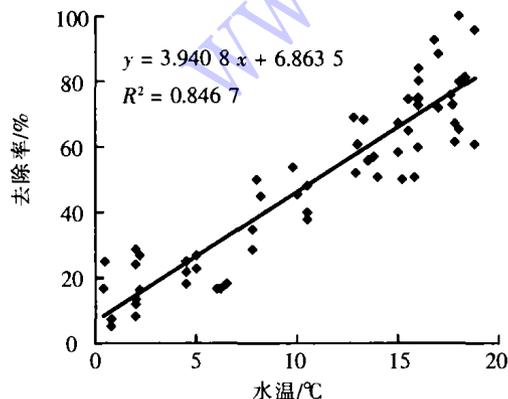


图5 水温对柱1去除氨氮效果的影响

果好。

2.2.2 进水氨氮的质量浓度对柱1去除氨氮效果的影响

对柱1在正常运行条件下的氨氮去除效果与原水氨氮质量浓度的关系进行了分析, 结果见表2。

从表2可知, 在相同水温条件下, 进水氨氮质量浓度高时, 柱1去除氨氮的效率高, 柱1出水氨氮质量浓度保持相对稳定、波动不大。

表2 进水氨氮质量浓度对柱1去除氨氮效果的影响

进水水质		柱1出水	NH ₃ -N 去除率/ %
水温/°C	$\rho(\text{NH}_3\text{-N})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	$\rho(\text{NH}_3\text{-N})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	
2.0	0.049	0.033	32.7
2.0	0.038	0.027	28.9
14.0	0.17	0.08	52.9
14.0	0.08	0.05	37.5
18.0	0.23	0.05	78.3
17.8	0.10	0.04	60.0
18.3	0.16	0.03	81.3
18.0	0.08	0.03	62.5

3 结论

采用生物接触氧化法预处理北京某水库的微污染水源水, 取得了较好的除氨氮效果。

原水氨氮质量浓度在未检出至 0.234 mg/L 时, 氨氮的月平均去除率为 30.8% ~ 72.9%, 进水氨氮质量浓度增加至 0.126 ~ 2.080 mg/L 时, 氨氮去除率为 25.7% ~ 97.4%, 平均去除率为 71.2%, 表现出良好的对氨氮的抗冲击负荷能力。

水温对接触氧化柱去除原水中的氨氮具有很大的影响作用, 水温高时, 氨氮去除效果好。

在相同水温条件下, 进水氨氮质量浓度增加, 氨氮的去除率增加。

参考文献:

- [1] Rittmann B E, Snoeyink V L. Achieving biologically stable drinking water[J]. J AWWA, 1984, 76(10): 106-114.
- [2] 叶正中, 张华. 用生物流化床工艺作为污染源预处理的研究[J]. 中国给水排水, 1986, 2(2): 33-36.
- [3] 金福荣. 生物转盘工艺预处理微污染水源水的实验研究[D]. 上海: 同济大学, 1993.
- [4] 黄晓东, 于正丰, 王占生, 等. 受污染珠江水原水的生物预处理试验研究[J]. 给水排水, 1998, 24(7): 35-37.

作者简介: 孙治荣(1969-), 女, 辽宁营口人, 副教授, 博士。