生物陶粒处理深圳水库水的试验研究*

黄晓东[1]　曹天洪[2]　谭为民[3]　吴为中[1]　方俊峰[2]　王占生[1]

(1 清华大学环境科学与工程系, 北京　100084　2 深圳莲塘供水公司　3 太原工业大学环境工程系)

摘要　利用生物陶粒对深圳水库水进行了生物预处理现场试验研究. 试验结果表明, 生物陶粒能有效地降低水中的NO_2-N、NH_3-N、OC、浊度、色度、Mn 和藻类, 在工作滤速为 4m/h, 气水比为 1∶1 的条件下平均去除率分别为 90.8%、84%、21.4%、62%、47%、89% 和 68%, 是解决水源水微污染问题有效的预处理单元工艺.

关键词　生物预处理, 生物陶粒, 水源水, 微污染

Study on Treatment of Reservoir Source Water in Shenzhen City by Bio-Ceramic Reactor

Huang Xiaodong[1]　Cao Tianhong[2]　Tan Weimin[3]　Wu Weizhong[1]

Fang Junfeng[2]　Wang Zhansheng[1]

(1　Dept. Environ. Sci. and Eng., Tsinghua University, Beijing 100084　2　Liantang Water Supply CO.

3　Environmental Engineering Department of Taiyuan Industrial University)

Abstract　In this paper, using bio-ceramic reactor as the pretreatment method, the reservior source water in Shenzen City was treated. Research results showed that the bio-ceramic pretreatment could effectively decrease the concentration of NO_2-N, NH_3-N, OC, turbidity, color, Mn and algae. The average removal efficiency is 90.8%, 84%, 21.4%, 62%, 47%, 89% and 68% respectively, in the condition of 4m/h filtration rate and 1∶1 air and water ratio and is proven to be the good method to treat micropollutants in source water.

Keywords　bio-preatreatment, bio-ceramic reactor, micropollutants, source water.

由于环境污染, 近年来深圳水库水中的耗氧量(COD_{Mn})、NO_2-N、NH_3-N、Mn 和藻类时常超标, 使自来水厂氯耗和矾耗增加, 保障优质供水的技术难度加大. 本试验利用生物陶粒接触氧化反应器(清华大学专利技术)对微污染深圳水库水进行了现场处理试验研究.

1　试验装置与方法

(1) 水源水　深圳水库水. 现场试验期间的主要水质指标见表 1.

表 1　水源水水质/mg·L^{-1}

项目	NH_3-N	NO_2-N	COD_{Mn}	Mn	色度/度	浊度/度
浓度	0.4—1.7	0.2—1.0	2.3—4.5	0.2—0.6	24—45	7.2—17.9

(2) 生物陶粒处理装置　页岩陶粒粒径 2—5mm, 装填高度 1.8m, 工作滤速 4m/h, 气水比 1∶1.

(3) 测定　COD_{Mn}、NO_2-N、NH_3-N、Mn、色度和浊度均按标准分析方法测定, 藻类总数用专用藻类计数框在光学显微镜下测定.

2　试验结果分析与讨论

2.1　对NH_3-N 和NO_2-N 的去除

*　中国科学院有机地球化学国家重点实验室开放基金资助
黄晓东: 男, 34 岁, 博士研究生
收稿日期: 1998-03-01

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

试验期间深圳水库水中NH_3-N 和NO_2-N 的浓度分别为 0.4—1.7mg/L 及 0.2—1.0mg/L, 均已超过地面水环境质量Ⅱ类标准 值得注意的是, 水中原本已经超标的NO_2-N 在水厂净水过程中浓度时常进一步增加 图 1 是试验期间水源水和出厂水中NO_2-N 含量的对比, 图 1 表明, 出厂水NO_2-N 浓度升高的机率达 50%. 研究发现水厂的滤池存在亚硝化细菌, 它能利用水中的NH_3-N 在水的过滤过程中发生亚硝化反应将NH_3-N 转化为NO_2-N.

$$NH_3 + O_2 \longrightarrow NO_2^- + H_2O + H^+ + \text{能量}$$

由于氯能和亚硝酸盐发生氧化还原反应, 使水中的NO_2-N 降低, 所以实际上, 出厂水中NO_2-N 的浓度是由加氯和滤池的亚硝化这 2 种结果相反的作用共同决定的 要降低出厂水中NO_2-N 的含量, 可增大投氯量, 但增加了制水成本, 同时也使水中的消毒副产物增加, 水的口感变差 生物陶粒能有效地降低水中NO_2-N 和NH_3-N 的含量, 增加水的生物稳定性, 使滤池中亚硝化细菌的生长得到抑制, 从而保证出厂水NO_2-N 达标 图 2 和图 3 是生物陶粒对NO_2-N 和NH_3-N 去除效果的多次试验数据汇总 其中对NO_2-N 的平均去除率为 90.8%; 对NH_3-N 的平均去除率为 84%. 现场试验表明: 增加了生物预处理之后滤池没有出现明显的亚硝化反应, 常规工艺出水亚硝酸盐浓度一直在 0.05mg/L 以下.

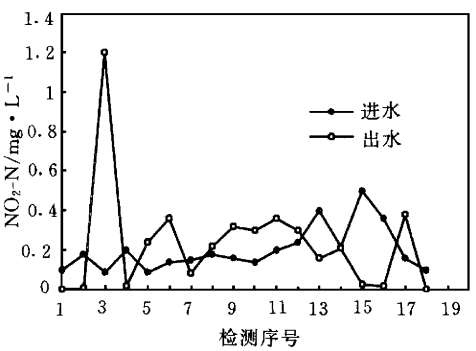

图 1　出厂水和水源水中NO_2-N 含量的对比

2.2　对有机物的去除

试验期间深圳水库水的COD_{Mn}值为 2.3—4.5mg/L, BOD_5/COD_{Mn}= 0.7—1.1, 水源水有较好的可生化性 由于原水中仅含微量有机物, 生化反应速率比较低, 理论上认为稳态膜中生物氧化所需时间不低于 10min, 而陶粒孔隙率为 50%, 所以生物陶粒的 HRT 不应低于 20min[1]. 在 4m/h 的工作滤速下, 生物陶粒反应器的水力停留时间为 27min, 生化反应的时间为 13.5min, 试验期间曾经将生物陶粒的生化反应时间延长至 9h, 出水COD_{Mn}去除率可达 50%. 说明增加生化反应时间无疑会提高有机物的去除率, 但是过长的接触反应时间将直接影响装置的处理能力 综合考虑对各种指标的去除效果及必要的生产能力, 一般生物陶粒的水力停留时间应在 20—30min.

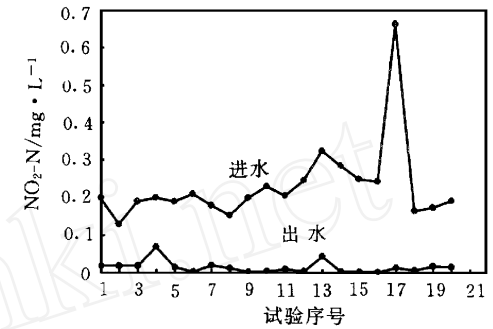

图 2　生物陶粒对NO_2-N 的去除效果

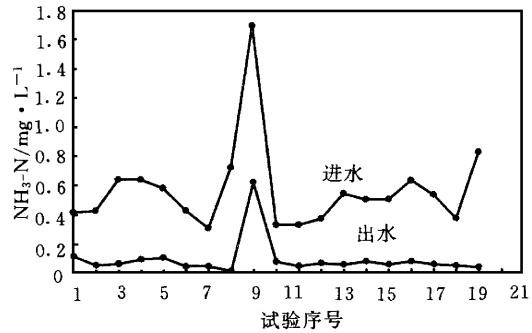

图 3　生物陶粒对NH_3-N 的去除效果

图 4 是在气水比为 1∶1、工作滤速为 4m/h 的情况下生物陶粒对有机物去除效果的多次试验结果的汇总 经计算, 在此条件下, 生物陶粒对有机物(COD_{Mn})的去除率最高达 31.1%、最低为 13.3%、平均为 21.4%.

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

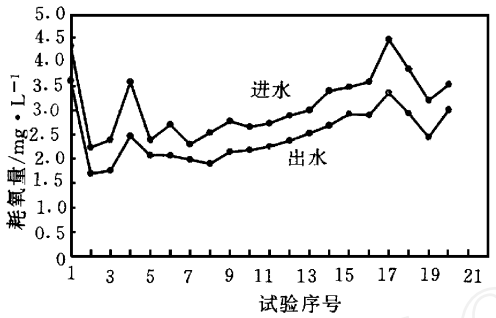

图 4 生物陶粒对有机物的去除效果

2.3 对其它指标的去除效果

生物陶粒除了对 NH_3-N、NO_2-N 和 COD_{Mn} 有较理想的去除效果外; 对深圳水库水中超标的 Mn (0.2—1.0mg/L)、藻类、色度和浊度也有较好的去除效果(表 2), 这是生物净化和陶粒本身作为一种粗滤料的机械截留共同作用的结果. 根据以往的研究, 生物陶粒还能够降低水的 Zeta 电位, 降低幅度为 14.4%—37.2%, 从而使胶体颗粒在后续常规工艺中更易于脱稳而去除[2]. 初步试验表明, 当水的浊度在 10 度以下时, 即使不加混凝剂, 对生物陶粒的出水直接进行过滤, 出水浊度仍能控制在 3 以下.

表 2 生物陶粒对色度、浊度、Mn 和藻的去除率/%

去除率	色度	浊度	Mn	藻类
最高	64	84	100	90
最低	37	51	61	40
平均	47	62	89	68

3 结论

对深圳水库水所进行的生物预处理现场试验表明, 生物陶粒能有效地去除水中的 NH_3-N、NO_2-N 和 COD_{Mn}, 平均去除率分别为 84%、90.8% 和 21.4%, 这使水的生物稳定性得以提高, 是抑制滤池亚硝化作用、解决出厂水 NO_2-N 超标的有效措施. 生物陶粒还能降低水源水中的浊度、色度、Mn 和藻类的含量, 平均去除率分别为 62%、47%、89% 和 68%. 总之, 生物陶粒预处理能起到综合提高水源水质的作用, 是解决水源水微污染问题的有效途径。

参 考 文 献

1 刘文君等. 淮河(蚌埠段)饮用水源水生物接触氧化预处理生产性试验. 环境科学, 1997, **18**(1): 22
2 刘文君等. 生物预处理对受有机污染源水中胶体 Zeta 电位的影响研究. 中国给水排水, 1996, **12**(4): 29

书 讯

《环境科学》1998 年增刊已出版, 为《环境影响评价专辑》. 该专辑共 100 页, 16 万字, 内容包括可持续发展的战略性环评、环评有效性探讨、区域环评、建设项目环评、生态环评、风险环评、环境影响后评估、费用效益分析以及完善环评制度的科学探讨和国内外经验介绍等. 本专辑由《环境科学》编辑部发售。欢迎从事环境影响评价工作的科技人员以及其他环境界同仁购阅本专辑。

购书办法: 邮购或到编辑部面购, 定价 11 元/册
购书地址: 北京市双清路 18 号(北京 2871 信箱)《环 境 科 学》编 辑 部, 邮 编: 100085
联系电话: 010-62925511-2138
联 系 人: 万维纲

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net