

冬季黄河水预臭氧化中试试验

王丽华, 王晓昌, 金鹏康

(西安建筑科技大学环境与市政工程学院 陕西 西安 710055)

摘 要: 本试验采用臭氧为预氧化剂, 以黄河水为水源水, 对水源水中有机物(COD_{Mn} , UV_{254} 和 TOC)、浊度、细菌总数、大肠菌群数、氨氮与亚硝酸盐氮等去除效果进行了试验研究。结果表明, 预臭氧化使原水的浊度升高, 但由于悬浮颗粒的状态发生变化, 通过气浮、过滤处理后, 浊度降低; 预臭氧化有良好的杀菌作用; 臭氧氧化可以去除部分有机物和亚硝酸盐氮, 而且提高水中有机物的可生化性, 提高后续工艺对污染物的去除率。

关键词: 臭氧; 预氧化; 地表水

中图分类号: TU991.2

文献标识码: A

文章编号: 1000-3770(2005)09-0049-03

水源水的预氯化及传统的水处理工艺的氯化消毒, 能产生可致癌物三卤甲烷类化合物 (THMs), 虽然在常规处理工艺增加活性炭 (GAC), GAC 可以吸附水中的 THMs, 但是 THMs 在几周的时间内就可以穿透 GAC^[1], 成本较高而且去除的量有限, 因此, 比较合理和经济有效的方法应该是控制原水中的三卤甲烷前体物 (THMFP), 同时用其他氧化剂代替氯进行预处理。

以黄河水为第二水源的天津芥园水厂采用常规工艺进行处理, 其水质不甚理想, 这是由于黄河水源的污染日益严重, 尤其是有机物污染, 通过常规工艺处理虽然可以去除水中许多有毒有害物质, 但对水体中有机物的去除效果却不太理想, 过滤后的出水仍含有较多的有机污染物, 致使饮用水中有时含有一定的气味, 这也正是造成饮用水水质二次污染的主要原因^[2]。

针对常规处理工艺的不足, 各种饮用水预氧化技术应运而生, 预臭氧化技术正逐渐引起人们的关注。由于原水水质差异和臭氧化特性使得当前对预臭氧化的利弊说法不一, 并且臭氧应用成本较高、国内经验不多, 为更好地应用该技术, 针对冬季黄河水进行了预臭氧化的中试试验研究。

1 试验部分

1.1 冬季黄河水水质

本次研究主要是考虑臭氧在 1.0 ~ 2.0 mg/L 投

加量下对有机物、浊度、细菌总数、大肠菌群数、氨氮与亚硝酸盐氮的影响。试验期间原水采用冬季黄河水, 其水质典型特征为低温低浊。水质见表 1 所示。

表 1 冬季黄河水水质

指标	范围
水温()	5 ~ 8
色度(度)	10 ~ 20
浊度(NTU)	8 ~ 13
pH	>8
硬度(mg/L)	260 ~ 280
氨氮(mg/L)	0.20 ~ 0.27
藻类计数(万个/L)	0 ~ 146
COD_{Mn} (mg/L)	3.0 ~ 4.0
TOC (mg/L)	2.4 ~ 2.5

1.2 试验装置

本试验在中试系统上研究臭氧预氧化的效果。中试系统为两套平行系统, 图 1 为系统工艺流程图。每套系统的设计流量为 5 m³/h, 每个预氧化罐水力停留时间为 10 min, 搅拌转速为 80 r/min。

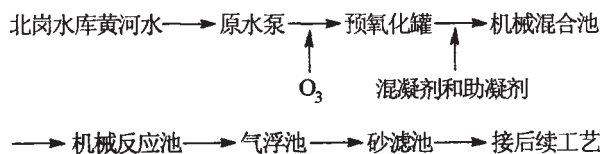


图 1 系统工艺流程图

收稿日期 2004-08-29

项目基金 国家高技术研究发展计划(863)项目(2002AA601140)

作者简介 王丽华(1980-)女, 硕士, 研究方向为水处理理论与技术, 联系电话: 13891930992, E-mail: Laurel.pulf@yahoo.com.cn.

臭氧采用 Ozonia 公司的 CFS-3A 型臭氧发生器现场制备,以空气为起源、自来水为冷却介质。预臭氧化的臭氧采用钛板布气,臭氧和原水从预氧化罐的底部共同进入水射器投加臭氧。试验期间,常规处理工艺参数基本恒定。

1.3 实验方法与仪器

高锰酸钾指数采用酸性高锰酸钾指数法测定^[3]; UV_{254} 采用上海光谱仪器有限公司 752 型紫外可见分光光度计测定; TOC 采用 DC-190 型检测仪测定; 浊度采用 HACH2100N 型浊度仪测定; 细菌总数采用平板计数法测定; 氨氮采用纳氏试剂分光光度法测定^[3]。

2 结果与讨论

本试验采用动态中试实验在中试基础上确定对于冬季黄河水,臭氧的最佳投加量在 1.0~2.0mg/L 范围内。

2.1 预臭氧化对有机物的影响

水中有机物成分复杂,定性和定量的测定都极为困难,所以用一些替代参数来反映水中有机物的情况,本试验用 COD_{Mn} 、TOC 和 UV_{254} 表示有机物。

2.1.1 预臭氧化对 COD_{Mn} 的影响

预臭氧化对 COD_{Mn} 的去除效果见图 2。从图 2 可以看出,在低臭氧投加量下,氧化后 COD_{Mn} 有一定程度的升高,随着臭氧投加量的增大,滤后水的 COD_{Mn} 随之降低,说明臭氧投加量越大,有机物氧化的越彻底。臭氧还可以氧化吸附在胶体表面的小分子有机物,不仅降低了 COD_{Mn} ,而且促使胶体脱稳聚集,使得有机胶体颗粒混凝沉淀,对有机物的去除有一定的辅助作用。但是由于臭氧的强氧化性,还使部分稳定的有机物被氧化为易降解的有机物,又使得 COD_{Mn} 表示有机物含量增加。因此臭氧化对有机物的去除作用不仅在于臭氧的氧化作用还有臭氧化的助凝作用。

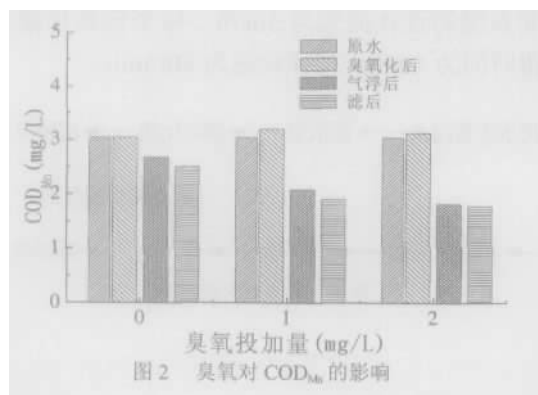


图 2 臭氧对 COD_{Mn} 的影响

2.1.2 预臭氧化对 UV_{254} 和 TOC 的影响

图 3 和图 4 为预臭氧化对 UV_{254} 和 TOC 的影响。由图中可以看出,臭氧化后, UV_{254} 下降了 37.3%~45.11%,而 TOC 只下降了 3.05%~4.76%。由于臭氧的强氧化作用,可使有机物的不饱和双键断开,苯环开环,使 UV_{254} 降低迅速。但水中由 TOC 代表的有机物总量并未发生太大的变化,也就是说,臭氧并不能将有机物彻底氧化成无机物,而主要是改变了有机物的构造和性质^[4,5]。

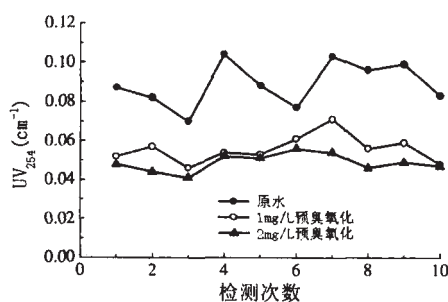


图 3 预臭氧化对 UV_{254} 的影响

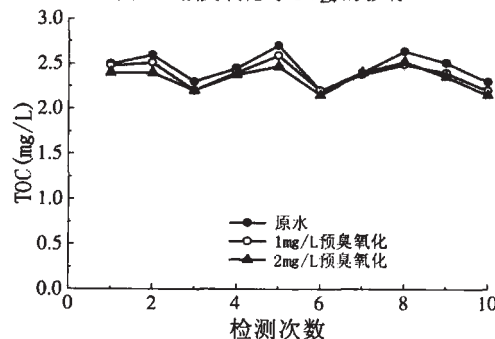


图 4 预臭氧化对 TOC 的影响

2.2 预臭氧化对浊度的影响

预臭氧化对浊度的影响见图 5。

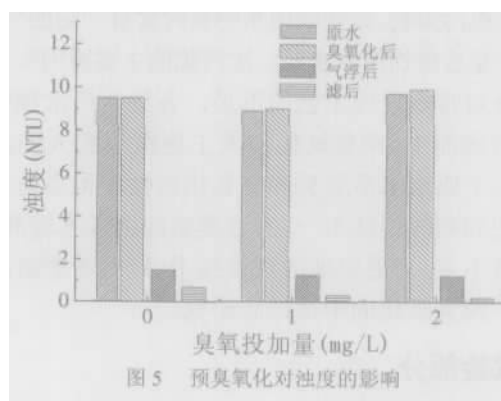


图 5 预臭氧化对浊度的影响

从图 5 可以看出,原水进行预臭氧化后,浊度都有不同程度的升高,而预臭氧化后气浮和过滤出水浊度明显低于无臭氧化各单元出水浊度。所以预臭氧化具有一定的助凝作用。

多数文献均报道了^[6,7]预臭氧化的微絮凝效应,

即预臭氧化可降低达到相同滤后水浊度下的最佳混凝剂量,或提高一定混凝剂下的浊度去除率,延长滤池过滤周期。预臭氧化产生微絮凝的可能机理是增加水中含氧官能团有机物(如羧酸等)而使其与金属盐水解产物、钙盐等形成聚合物,降低无机颗粒表面 NOM 的静电作用,引起溶解有机物的聚合作用而形成具吸附架桥能力的聚合电解质,使稳定性高的藻类脱稳、产生共沉淀等。

2.3 预臭氧化的杀菌作用

今年黄河水水质的一大特点是水中有机物含量低,水质良好,但是水中细菌和大肠菌群以及粪大肠菌群含量很高。试验期间,原水中细菌总数最高达到 820CFU/mL,大肠菌群最高达到 9200CFU/100mL。

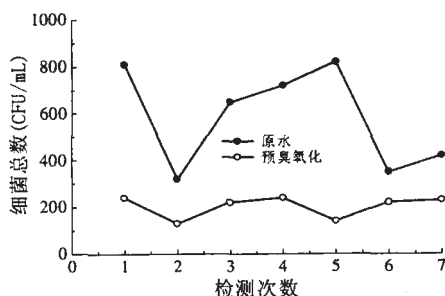


图6 预臭氧化对细菌的杀灭作用

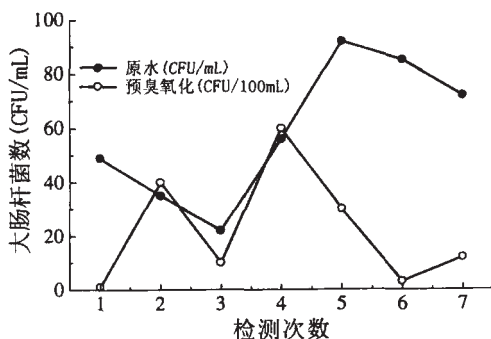


图7 预臭氧化对大肠菌群的杀灭作用

图6和图7为预臭氧化对细菌及大肠菌群的杀灭作用。从图6和图7看出,预臭氧化对细菌总数的去除率达65%,其对大肠菌群的杀灭作用十分明显,杀灭率在98%以上,最高可以达到100%的杀灭,从而减轻了后续工艺的去除负荷。

2.4 预臭氧化对氮类的影响

氨是比较稳定的化合物,臭氧难以将其氧化,因此氨氮没有降低,反而由于臭氧的强氧化性,使水中含氮有机化合物转化为氨氮,经过预臭氧化使水中氨氮含量升高,但由于溶解氧的增加,可以使砂滤池的硝化菌有效去除氨氮。图8为预臭氧化对氨氮的作用。

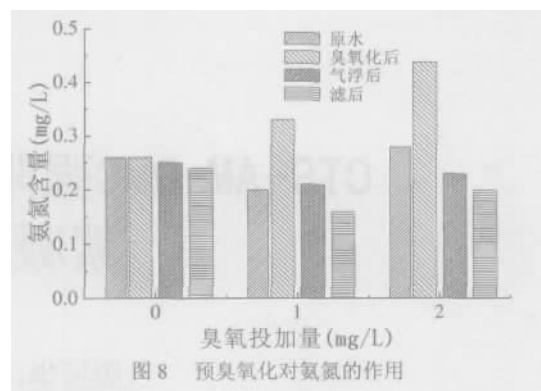


图8 预臭氧化对氨氮的作用

由图8可以看出,预臭氧化后,氨氮含量增高57%~65%。主要原因是臭氧把含氮有机物如蛋白质等氧化为氨态氮。还可以看出,经过预臭氧化后,后续的过滤工艺对氨氮的去除率显著提高。预臭氧化后,过滤工艺对氨氮的去除率由无预氧化的7.7%提高到28.6%,这与预臭氧化提高了水中有机物的生物可降解性有关。

亚硝酸盐氮对人体有着严重危害,臭氧可以有效氧化亚硝酸盐。预臭氧化对亚硝酸盐氮的作用见图9。

从图9可以看出,原水中的亚硝酸盐氮含量随臭氧投加量的增加而明显降低,同时投加臭氧可以增加水中的溶解氧含量,促进砂滤池内的亚硝酸盐氮的生物转化。

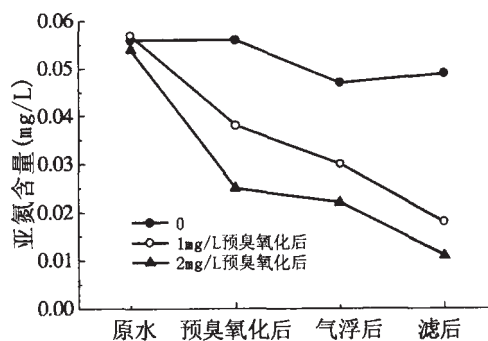


图9 预臭氧化对亚硝酸盐氮的作用

3 结论

在预臭氧化工艺中,臭氧的作用并不是将水中的有机物矿化成 CO_2 和 H_2O ,而是对水中有机物的改性作用,有利于后续工艺对有机物的去除。对于冬季黄河水,臭氧投加量在1.0~2.0mg/L时,预臭氧化有一定的助凝作用。预臭氧化有良好的杀菌作用。在低臭氧投加量下,对细菌总数的去除率达65%,对大肠菌群的杀灭率在98%以上。由于臭氧对有机氮的氧化,通常预臭氧化容易使氨氮的含量升高,臭

(下转第60页)

- 294-301.
- [2] 张文艺, 采用厌氧序批间歇式反应器处理屠宰废水试验研究[J]. 农业工程学报, 2002, 18(6): 127-130.
- [3] 缪应祺, 倪国, 岳强. ASBR 法处理酸性钛白废水的技术研究[J]. 江苏大学学报, 2003, 24(1): 87-90.
- [4] 贺延龄. 废水的厌氧生物处理[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1998: 47-48.

TREATMENT OF BEAN-PROCESSING WASTEWATER WITH ASBR

Wang Liang¹, Li Feng-ting¹, Liu Hua², Liu Yan³

(1. College of Environmental Science & Engineering, State Key Laboratory of Pollution Control and Resources Reuse, Tongji University, Shanghai 200092, China; 2. Shanghai Environmental Engineering design institute, Shanghai 200071, China;

3. Sifang District Branch of Qingdao Environmental Protection Bureau, Qingdao 266033, China)

Abstract: Food-processing wastewater is a common industrial wastewater, which is highly concentrated but with a comparatively low volume. In this paper, the bean-processing wastewater treatment using the anaerobic sequencing batch reactor (ASBR) is studied. The results showed that: the ASBR system was started rapidly and steadily by means of putting GAC into the reactor and increasing the OLR, decreasing the HRT as soon as possible in the stage of start-up. The time of the start-up of this experiment is 118 days; After the success of the start-up, the OLR achieved $8\text{ kg/m}^3\cdot\text{d}$, the volumetric firedamp production rate was $3.9\text{ m}^3/\text{m}^3\cdot\text{d}$, the content of the methane was 70%, the concentration of MLVSS was 16359 mg/L in the reactor, the age of sludge achieved 18 days, the sludge in the reactor granulated completely, the diameter of the granulated sludge was $1\sim 3\text{ mm}$. This showed that the ASBR was high-performance anaerobic system.

Keywords: ASBR system; bean-processing wastewater; starting-up

(上接第 51 页)

氧化可以氧化部分亚硝酸盐, 并且增加水中溶解氧, 有利于后续工艺对亚硝酸盐氮的去除。

参考文献:

- [1] Symons J M, et al. Treatment Technique for Controlling Tri-halomethane in Drinking Water [R]. EPA Report No. 600/2-81-156, 1981, Municipal Environ. Res. Lab, Cincinnati, OH.
- [2] 王占生, 刘文君. 微污染源饮用水处理[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1999.
- [3] 国家环保局《水和废水监测分析方法》编委会. 水和废水监测分析方法, 第三版[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1997.
- [4] 王晓昌, 金鹏康. 水中腐植酸的臭氧化特性研究[J]. 西安建筑科技大学学报, 2000, 32(4).
- [5] Camel V, Bermond A. The use of ozone and associated oxidation processes in drinking water treatment[J]. Water Reseach, 1998, 32.
- [6] 胡文容. 微絮凝过滤、O₃ 消毒工艺处理微污染水库水[J]. 中国给水排水, 2001, 17.
- [7] Antoine Montiel and B é n é d i c t e W e l t é . Preozonation coupled with flotation filtration: successful removal of algae [J]. Wat. Sci. Tech., 1998, 3.

PREOZONATION OF YELLOW RIVER WATER IN WINTER

Wang Li-hua, Wang Xiao-chang, Jin Peng-kang

(School of Envir. & Muni. Eng., Xi'an Univ. of Arch. & Tech., Xi'an 710055, China)

Abstract: The removal efficiency of organic compounds (COD_{Mn} , UV_{254} and TOC), turbidity, bacteria, ammonia nitrogen and nitrogen nitrite etc in the source water from the Yellow River was studied with preozonation in the water supply treatment process. The results showed that preozonation made the raw water's turbidity rising, but as the state of suspended particulates changed, after the treatment by air floatation and filtration, the turbidity lowered. Preozonation had better sterilization action; the ozone oxidation could remove partial organics and nitrogen nitrite and improved the biodegradability of organics in water and increased the removal rate of the pollutants in following processes.

Keywords: ozone; pre-oxidation; surface water