

气浮与臭氧生物活性炭处理富营养化太湖水

戴世明¹,李发站^{1,2},吕锡武¹

(1.东南大学环境工程系,江苏 南京 210096; 2.华北水利水电学院环境与市政工程学院,河南 郑州 450008)

摘 要:采用气浮和臭氧生物活性炭联用技术对太湖原水进行处理,结果表明在平均水温为 25.7℃,臭氧接触时间为 13.3min, HRT 为 15min 时组合工艺对太湖水浊度、氨氮、COD_{Mn}、藻类和 UV₂₅₄ 的去除率分别为 99.4%、98.3%、86.3%、97.9%和 96.5%。并且 ZJ-15 型颗粒活性炭的去除性能总体上优于柱状颗粒活性炭。

关键词:气浮,臭氧,生物活性炭,富营养化

中图分类号:X991.2

文献标识码:A

文章编号:1000-3770(2007)04-028-02

近年来,随着太湖周边地区排污量的增加,水体富营养化日趋严重,夏季水华频繁发生,严重时造成绿色藻细胞覆盖整个水体,水厂停水,水乡居民无水喝的现象^[1],同时,水中的有机物和氨氮含量严重超标,特别是溶解性 DOC 有机物占总有机物 COD_{Mn} 的比例为 88%^[2]。由于常规饮用水处理工艺自身存在着对有机微污染物、氨氮等无法完全有效去除的弱点,并且氯化过程不能有效地灭活水中抗氯型的病原寄生虫等病原微生物,还导致了对人体健康危害更大的有机卤化物的形成,因此处理后的生活饮用水安全性难以保证。而臭氧生物活性炭技术采用臭氧氧化和生物活性炭滤池联用,将臭氧化学氧化、活性炭物理化学吸附、生物氧化降解等技术联用,去除原水中微量有机物和氯消毒副产物的前体物等有机指标,提高饮用水的安全性。本文就气浮、臭氧生物活性炭技术处理太湖水的效果进行了研究。

1 试验部分

表 1 太湖水主要水质指标

Table 1 Water quality indexes of Taihu Lake

水质指标	指标参数	平均值
水温(℃)	16~32	25.7
pH	7.2~8.2	7.6
DO(mg/L)	3.2~10.3	6.7
浊度(NTU)	22~240	52.7
NH ₃ -N(mg/L)	0.2~2.51	0.82
COD _{Mn} (mg/L)	4.2~10.6	6.4
藻类(10 ⁶ 个/L)	7.1~310	22.2
UV ₂₅₄ (cm ⁻¹)	0.250~0.410	0.329

收稿日期 2006-12-18

基金项目 国家高技术研究发展计划(863)项目(2002AA601130);江苏省科技厅社会发展资助项目(BS2004050)

作者简介 戴世明(1968-),女,博士,研究方向为环境工程,联系电话:13615215784,E-mail: smingdai@sina.com。

1.1 水质

试验期间太湖水(无锡充山水厂取水口)的主要水质指标如表 1 所示。

1.2 试验装置

选择“气浮+臭氧氧化+生物活性炭”作为小试净水处理工艺,如图 1 所示,运行参数见表 2。

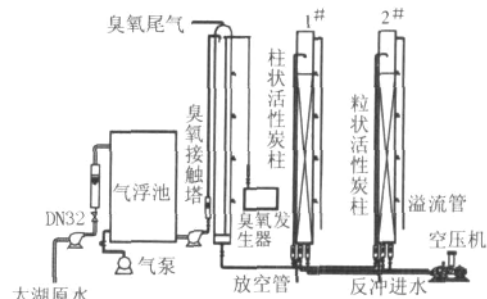


图 1 处理工艺装置图

Fig.1 The chart of experimental equipment

表 2 试验装置参数表

Table 2 Parameters of experimental equipment

参数	气浮	O ₃ 接触塔	1# 柱	2# 柱
体积(L)	423	222	123	123
水量(L/h)	1500	1000	500	500
HRT(min)	16.9	13.3	15.0	15.0

2 结果与讨论

工艺中生物活性炭的处理效果,采用 2# 柱 ZJ-15 型颗粒活性炭的数据。

2.1 浊度的去除

图2是“气浮+臭氧氧化+生物活性炭”组合工艺对太湖水浊度的处理效果。由此可以看出,在进水浊度波动较大时,活性炭出水浊度变化不大,一直维持在较低的水平,平均浊度为0.24NUT。但随着时间的推移,浊度略有升高,然后经过反冲,浊度又降低。以后每隔几天反冲一次,浊度基本上在0.3NUT以下,平均总去除率达到99.4%。虽然气浮工艺对浊度的去除效果明显,但随着水温的降低出水浊度有升高的趋势。

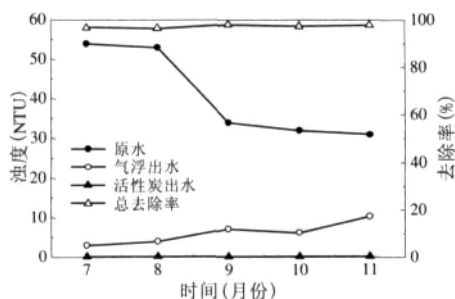


图2 浊度去除效果

Fig.2 Effect of turbidity removal

2.2 氨氮的去除

图3为“气浮+臭氧氧化+生物活性炭”组合工艺对太湖水氨氮的处理效果。由此可以看出,随着时间的推移,出水氨氮浓度越来越低。特别是到了10月份,出水氨氮含量平均仅有0.1mg/L。这可能与活性炭上微生物的生长情况有关,在6月初所有活性炭柱全部换成新炭,开始时活性炭上没有微生物生长,氨氮的去除主要以物理吸附为主,所以去除率很低,到7月份时仅为30%左右。到10月份随着生物活性炭的形成,对氨氮的平均去除率达到70.6%。组合工艺对氨氮的平均总去除率达到了98.3%。

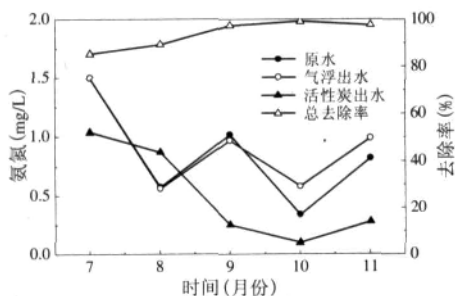


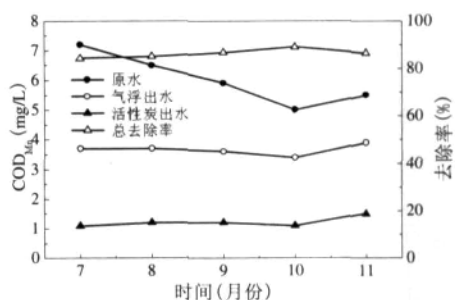
图3 氨氮去除效果

Fig.3 Effect of $\text{NH}_3\text{-N}$ removal

2.3 COD_{Mn} 的去除

图4是“气浮+臭氧氧化+生物活性炭”组合工艺对太湖水 COD_{Mn} 的处理效果。由此可以看出,该

工艺对 COD_{Mn} 的去除效果较为明显,其平均去除率达到86.3%,其中活性炭部分的去除率达到了60%左右,远远高于不经臭氧氧化的生物处理工艺的20%左右的水平^[3]。臭氧氧化后 COD_{Mn} 基本上没有变化,可能与臭氧投加量较少有关。较少的臭氧主要用于改变有机物的分子结构,而不是用来彻底氧化有机物。通过分子量分布测定实验也验证了这一点,即臭氧通过改变有机物分子结构来提高对 COD_{Mn} 的去除效果。

图4 COD_{Mn} 去除效果Fig.4 Effect of COD_{Mn} removal

2.4 藻类的去除

藻类是一种低等的、含有叶绿素的植物。藻细胞体内含有藻毒素,当藻细胞死亡、破裂后藻毒素就会溶出,危及水体安全。吕锡武等人^[3]在试验中发现,草履虫多时,蓝藻和藻毒素去除效果好,说明藻类的去除与藻毒素的去除具有正相关性。气浮对藻类的去除效果明显,去除率达到了90%以上,组合工艺对藻类的平均总去除率达到了97.9%。

2.5 UV_{254} 的去除

UV_{254} 作为水中芳香环有机物的指示指标,可作为TOC和THMs前驱物的代用参数,与三卤甲烷前驱物有很好的相关性。试验结果整明“气浮+臭氧氧化+生物活性炭”工艺对 UV_{254} 的去除效果较为明显,平均去除率达96.5%。这与臭氧氧化对原水中芳香环有机物的氧化开环作用是分不开的。

2.6 不同活性炭性能的比较

试验装置中1#柱为柱状颗粒活性炭,2#柱为ZJ-15颗粒活性炭。在进水水质完全相同的情况下,分别考察了两种活性炭对太湖水的浊度、氨氮、 COD_{Mn} 、藻类的去除效果。结果表明除对藻类的去除效果柱状颗粒活性炭优于ZJ-15型颗粒活性炭外,ZJ-15型颗粒活性炭对浊度、氨氮、 COD_{Mn} 的去除效果均比柱状活性炭的好。

(下转第41页)

计算结果见表 1 和表 2。由表 1 和表 2 可知, CTS、RS-CTS 对 Zn^{2+} 的吸附速率大于对 Cu^{2+} 的吸附速率, 而 RS-CTS 对 Cu^{2+} 的吸附速率最慢, 可能是由于改性衍生物增大了吸附剂的空间位阻, 从而减小了对 Cu^{2+} 的螯合(吸附)能力, 这也间接证实壳聚糖对 Cu^{2+} 的螯合(吸附)机理⁹。

3 结 论

壳聚糖、还原水杨醛改性壳聚糖作为吸附剂对低浓度 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 离子的吸附是以化学吸附为主的单分子层吸附。二者对 Zn^{2+} 离子吸附速率大于 Cu^{2+} 离子。

参考文献:

- [1] 孙昌梅,曲荣君,王春华,等.基于壳聚糖及其衍生物的金属离子吸附剂的研究进展[J].离子交换与吸附, 2004,20(2):184-192.
- [2] 汪玉庭,完莉莉.甲壳素、壳聚糖及其衍生物在水处理中的应用[J].污染防治技术, 2000,13(1):51-53.
- [3] Wan Ngah W S, Ghani S, Kamari A. Adsorption behaviour of Fe (II) and Fe (III) ions in aqueous solution on chitosan and cross-linked chitosan beads [J]. Bioresource Technology, 2005, 96(4):443-450.
- [4] Inoue K, Yoshizuka K. Adsorptive separation of some metal ions By complexing agent types of chemically modified chitosan [J]. Analytica Chimica Acta, 1999, 388:209-218.
- [5] 陈津津, 陈炳堃. 电导法研究可再生甲壳素吸附低浓度游离酸的行为[J]. 科技进展, 2003,17(11):31-33.

KINETICS OF ADSORBING Cu^{2+} 、 Zn^{2+} BY CHITOSAN AND ITS DERIVATIVES

DING De-run¹, LIANG Ai-bin², BO Lan-jun²

(1. College of Chemistry and Chemical Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201600 China;

2. Tongji Hospital of Tongji University, Shanghai 200065, China)

Abstract: The kinetic characteristics of adsorbing Cu^{2+} and Zn^{2+} by chitosan (CTS) and modified chitosan (RS-CTS) were studied by conductometric method. The study showed that the adsorption was a chemical one with single molecular layer as main characteristics. In the study, the adsorption rate constant under different conditions was derived through calculation, and adsorption mechanism was analysed preliminarily.

Key words: chitosan; conductometric method; adsorption; metal ions

(上接第 29 页)

3 结 论

“气浮+臭氧氧化+生物活性炭”组合工艺对太湖原水的浊度、氨氮、 COD_{Mn} 、藻类和 UV_{254} 去除率分别达到 99.4%、98.3%、86.3%、97.9% 和 96.5%。实验证明除藻类外, ZJ-15 型颗粒活性炭对浊度、氨氮、 COD_{Mn} 、 UV_{254} 的去除效果均优于柱状颗粒活性炭。

参考文献:

- [1] 穆丽娜,陈传炜,俞顺章,等.太湖水体微囊藻毒素含量调查及其处理方法研究[J].中国公共卫生,2000,16(9):803-804.
- [2] 董秉直,曹达文,范瑾初,等.天然原水有机物分子量分布的测定[J].给水排水,2000,26(1):30-33.
- [3] 吕锡武,稻森悠平,丁国际.有毒蓝藻及藻毒素生物降解的初步研究[J].中国环境科学,1999,19(2):138-140.

EXPERIMENTAL STUDY OF AIR FLOTATION OF EUTROPHICATED LAKE WATER IN COMBINATION WITH OZONE AND BIOLOGICAL ACTIVATED CARBON

DAI Shi-ming¹, LI Fa-zhan^{1,2}, LV Xi-wu¹

(1. Department of Environmental Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China;

2. Institute of Environmental and Municipal Engineering, North China Institute of Water Conservancy and Hydroelectric Power, Zhengzhou 450008, China)

Abstract: The Taihu Lake raw water was treated with a combined technique of air flotation and ozone biological activated carbon. The results showed that the removal rates of turbidity, ammonia nitrogen, COD_{Mn} , algae, UV_{254} by combined process were 99.4%, 98.3%, 86.3%, 97.9% and 96.5% separately under the conditions of the average water temperature 25.7°C, the contact time of ozone 13.3 min and the HRT of the biological active carbon 15 min. And the ZJ-15 granular activated carbon were excelled over columnar granular activated carbon.

Key words: air flotation; ozone; biological active carbon; eutrophication