

生物预处理-超滤净水工艺对 不同分子量有机物的去除

李发站¹, 吕锡武², 邵 坚¹

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

摘 要: 采用跌水曝气生物接触氧化、砂滤和 UF 膜分离的联用技术工艺对太湖原水进行试验。有机物分子量分布测定结果表明: 生物接触氧化单元对分子量小于 0.5k 的有机物去除率最高, 其次是分子量介于 1~3k 的有机物; 砂滤单元对分子量大于 100k 的有机物去除率最高; 超滤单元对分子量介于 10~100k 的有机物去除率最高, 其次是分子量大于 100k 的有机物。综合评价认为: 生物接触氧化、砂滤和 UF 膜分离联用技术工艺处理微污染水源水是合理的。

关键词: 有机物; 分子量分布; 净水工艺; 评价

中图分类号: TQ085.41

文献标识码: A

文章编号: 1000-3770(2007)10-064-03

净水工艺的不同单元有其特定的去除对象, 在对原水的净化过程中有着不同的分工, 而且各单元工艺是相互联系和相互影响的, 这就要求从系统的角度考虑整个净水工艺的选择和运行, 合理发挥各个单元工艺的特点和各个单元之间的协同作用, 使整个工艺的选择和运行合理可靠。本文从水中有机物分子量分布及其不同分子量有机物的去除特性出发, 对净水工艺的合理性进行分析评价。

有机物分子量分布可以反映有机物的特性是近年来引起我国水处理研究者重视的研究课题。但大部分是针对水源水, 本文作者借助有机物分子量分布特性对整个净水工艺进行评价的研究, 在国内还鲜有报道。

1 试验方法与装置

1.1 试验方法

采用不同截留分子量的超滤膜或纳滤膜对水样进行过滤, 测定滤过水样的总有机碳 (TOC), 得到水中有机物分子量的分布区间。所采用的分离膜系列有 0.45 μm 微滤膜, 截留分子量分别为 100、10、3、1、0.5k 的超滤膜, 超滤膜由美国 Millipore Corporation 生产。膜浸泡在 1%~2% 的盐酸中, 置于 4℃ 冰箱中保存待用, 使用前用超纯水过滤 300mL 左右,

前 150mL 弃之不用。

超滤器有效容积为 300mL, 有效过滤面积为 33.2cm²。内有磁力搅拌装置, 由高纯氮气提供 0.1MPa 左右的压力。TOC 采用岛津 TOC-500 仪测定。膜过滤采用平行法, 有机物分子量测定程序如图 1 所示。

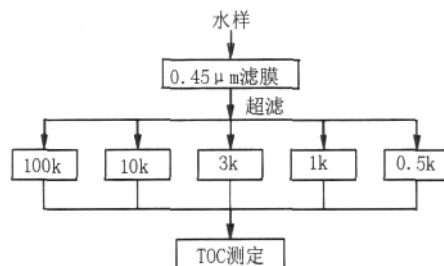


图 1 有机物分子量测定程序图

Fig.1 Determining procedure of organic MW

1.2 试验装置

选择“跌水曝气生物接触氧化 + 砂过滤 + UF 膜”作为小试处理工艺。试验在无锡市太湖边上的充山水厂内进行, 试验装置见图 2。

跌水曝气生物接触氧化: 靠微生物的新陈代谢作用去除水中溶解性的有机物和氨氮。试验中生化单元的水力停留时间为 1.5h, 分三级跌水, 跌水高度

收稿日期: 2006-12-25

基金项目: 华北水利水电学院青年科研基金项目 (HSQJ2006004)

作者简介: 李发站 (1973-) 男, 博士, 研究方向为水处理技术与水污染控制, 联系电话: 13236514066, E-mail: lifazhan2000@sina.com。

分别为 0.5、0.4、0.4m。

砂滤:截留脱落的生物膜,去除水中大部分的悬浮固体和大分子有机物,提高膜通量。滤料为石英砂(粒径 0.5~1.2mm),滤料层厚 0.7m,下层承托层厚 0.4m。

UF 膜:截留水中微小絮凝体,去除水中残留的悬浮固体和部分有机物,进一步提高水质。试验采用 LG0650 x1-B 超滤机,膜材质为 PVC 合金,内压式,有效膜面积 13m²,切割分子量 10 万,过滤方式为终端过滤,产水量为 0.5~1m³/h。

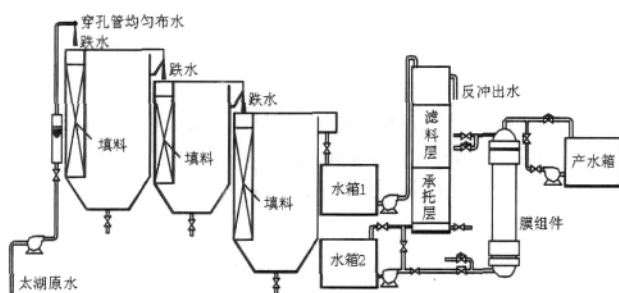


图2 工艺流程

Fig.2 Technological process

2 结果与讨论

太湖原水在各工艺单元出水的不同分子量分布区间如表 1 所示,测定时间为 2006 年 5 月上旬。太湖原水 TOC 为 5.905mg/L,其中溶解性部分(DOC)为 5.072mg/L。

2.1 原水有机物分子量分布

从表 1 可以看出,原水中分子量小于 0.5k 的有机物所占比例最高,为 33.2%,其次是分子量介于 1~3k 的有机物,所占比例为 25.5%。这两个区间的有机物所占比例的和高达 58.7%,其它区间的有机物所占比例的和为 41.3%。有资料^[1]显示,经臭氧预氧化可以转换大分子量有机物为小分子量有机物,进而提高有机物的可生化性和去除效率。考虑到太

湖原水大分子量有机物所占比例较低,因此可以不进行预氧化处理而直接采用生物预处理。

2.2 生物接触氧化池出水有机物分子量分布

生物接触氧化池出水中 TOC 为 4.292mg/L, DOC 为 3.403mg/L。从表 1 可以看出,分子量介于 10~100k 的有机物所占比例最高,达到了 33.1%,分子量大于 3k 的有机物的比例达到了 69.4%。原水中分子量大于 3k 的 TOC 为 1.664mg/L,小于 3k 的 TOC 为 3.408mg/L,生物接触氧化出水中分子量大于 3k 的 TOC 为 2.360mg/L,生物接触氧化去除 0.696mg/L,去除率为 -41.8%;小于 3k 的 TOC 为 1.043mg/L,去除 2.365mg/L,去除率为 69.4%。在生化系统 TOC 去除 1.613mg/L,去除率为 27.3%的情况下,主要去除的有机物分子量分布区间为小于 3k 的小分子量有机物,而大于 3k 的有机物去除率为负值,分析认为是部分颗粒态的有机物在微生物胞外水解酶的作用下分解为溶解性的有机物。有资料^[2]显示,延长膜生物反应器的水力停留时间(大于 6h),可以使更多的大分子量的有机物转化为小分子量的有机物。但本试验中生物接触氧化池的水力停留时间仅为 1.5h,由于水力停留时间较短,这些溶解性的大分子有机物来不及被微生物水解为更小分子的有机物,导致大于 3k 的有机物去除率为负值。

2.3 砂滤出水有机物分子量分布

从表 1 可以看出,砂滤出水中分子量位于区间 10~100k 的有机物所占比例最高,达到了 40.9%。分析认为分子量大于 100k 的有机物容易被截留,而分子量小于 10k 的有机物在前段生化系统中已经被大部分去除,所以砂滤有效去除(截留)的有机物主要是分子量大于 100k 的有机物。

2.4 超滤出水有机物分子量分布

从表 1 可以看出,超滤出水中分子量大于 100k 的有机物仅占 1.3%。试验所用超滤膜的截留分子量刚好为 100k,所以分子量大于 100k 的有机物可以被

表 1 各工艺单元出水不同分子量分布区间表
Table 1 MW distribution of the different out of various units

分子量 分布区间	原水		生物接触氧化池出水		砂滤出水		超滤出水	
	浓度(mg/L)	比例(%)	浓度(mg/L)	比例(%)	浓度(mg/L)	比例(%)	浓度(mg/L)	比例(%)
>100k	0.549	10.8	0.587	17.2	0.213	7.7	0.026	1.3
10~100k	0.656	12.9	1.126	33.1	1.134	40.9	0.412	20.8
3~10k	0.459	9.1	0.647	19.1	0.54	19.5	0.662	33.4
1~3k	1.294	25.5	0.517	15.2	0.424	15.3	0.355	17.9
0.5~1k	0.430	8.5	0.364	10.7	0.338	12.2	0.383	19.3
<0.5k	1.684	33.2	0.162	4.8	0.122	4.4	0.143	7.2
合计	5.072	100	3.403	100	2.771	100	1.981	99.9

有效去除。而砂滤出水中分子量小于 100k 的 TOC 为 2.558mg/L,超滤出水中为 1.955mg/L,也有一定程度的去除,分析认为在砂滤系统中也有部分微生物生存,这些微生物分泌的胞外酶继续水解着水中的有机物,特别是砂滤出水和超滤进水之间的中间水箱,为微生物的氧化分解提供了足够的时间。

另一方面,在运行过程中由于膜污染的存在,部分膜孔被堵塞而孔径变小,死端过滤方式在膜表面形成的泥饼层也有效截留了部分大分子量的有机物。在分子量大于 10k 的有机物中,超滤截留 TOC 的量为 0.909mg/L,超过了超滤对 TOC 的去除量 0.878mg/L(部分分子量介于 10~100k 的有机物由于水解而变成了分子量小于 10k 的有机物)。尽管超滤膜的截留分子量为 100k,超滤系统不但能有效截留分子量大于 100k 的有机物,而且大部分分子量介于 10~100k 的有机物也能被有效截留。

3 结 论

采用跌水曝气生物接触氧化、砂滤和 UF 膜分离的联用工艺对太湖原水进行试验,有机物分子量分布测定结果表明:生物接触氧化单元对分子量小于 0.5k 的有机物去除率最高,其次是分子量介于 1~3k 的有机物;砂滤单元对分子量大于 100k 的有机物去除率最高,超滤单元对分子量介于 10~100k 的有机物去除率最高,其次是分子量大于 100k 的有机物。各工艺单元对不同分子量区间有机物的去除具有明显的互补性,综合评价认为:生物接触氧化、砂滤和 UF 膜分离联用工艺处理微污染水源水是合理的。

参考文献:

- [1] Imai Akio, Matsushige Kazuo, Nagai Takashi. Trihalomethane formation potential of dissolved organic matter in a shallow eutrophic lake[J].Water Research,2003,37(10):4284-4294.
- [2] Shin Hang-Sik, Kang, Seok-Tae. Characteristics and fates of soluble microbial products in ceramic membrane bioreactor at various sludge retention times[J].Water Research, 2003, 37(1):121-127.

ASSESSMENT FOR BIOLOGICAL PRETREATMENT-ULTRAFILTRATION PURIFICATION PROCESS WITH CHARACTERISTICS OF DISTRIBUTION OF ORGANICS MOLECULAR WEIGHT

LI Fa-zhan¹, LV Xi-wu², SHAO Jian¹

(1.Institute of Environmental and Municipal Engineering North China Institute of Water Conservancy and Hydroelectric Power,Zhengzhou 450008, China;

2.Department of Environmental Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: A combination process of water-dropping aeration biological contact oxidation-sand filtration-UF membrane separation was applied to treatment of Taihu raw water. And the characteristics of molecular weight(MW)distribution of organics in influent and product water were analysed. It was shown that the removal rate of the organics with MW<500 by biological contact oxidation unit was the highest and that with 1000~3000, the second; the removal rate of organics with MW >100000 by sand filtration unit was highest; that with MW within 10000~100000 by UF unit was the highest and that with MW >100000, the second. Through comprehensive evaluation, it is held that the combination process to treat the micro-pollution water has mutually complementary action on organics removal in different MW scope, thus the process is reasonable.

Key words: organics; distribution of MW; purification process; assessment

(上接第 6 页)

PROGRESS IN RESEARCHES ON HUMIDIFICATION-DEHUMIDIFICATION SEAWATER DESALINATION TECHNOLOGY

CHENG Huai-gang, WANG Shi-chang

(Chemical Engineering Research Center, School of Chemical Engineering and Technology, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

Abstract: Humidification-Dehumidification technique is one of the novel seawater desalination methods; the advantages of which include flexibility in capacity, moderate installation and operating costs, and possibility of using low temperature energy. In this paper, the principle of the Humidification-Dehumidification technique is introduced; various Humidification-Dehumidification processes and their features are reviewed in detail. Furthermore, the application prospect of such a desalination technique is also analyzed.

Key words: desalination; low temperature energy; humidification; dehumidification