

# 生物滤池和常规工艺对某地表水中不同分子量有机物的去除

李建渠<sup>1</sup>, 李灵芝<sup>1</sup>, 王占生<sup>2</sup>

(1. 河南省平顶山师专化学系, 河南平顶山 467002; 2. 清华大学环境科学与工程系, 北京 100084)

**摘 要:** 采用生物滤池和常规处理对受污染的某地表水进行试验研究, 用膜过滤法对其出水进行了分子量分析, 考察了 2 个处理单元对不同分子量区间有机物的去除效果。结果表明: 原水中分子量小于 1000 的有机物占总 DOC 的 78.29%; 生物滤池对分子量小于 500、500~1000 和 >60000 的有机物去除率分别为 54.9%、36.1% 和 20.7%; 常规处理对以上分子量区间有机物的去除率分别为 15.3%、-20% 和 48.75%。

**关键词:** 生物滤池; 常规处理; 有机物; 分子量

**中图分类号:** X799.5

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-2141(2003)12-0046-02

在我国, 以地表水体为原水的自来水厂大都采用混凝、沉淀、过滤、消毒这一传统的水处理工艺, 以除去水中的悬浮物质和杀灭病原菌。然而, 由于近年来工业迅速发展和城市人口的集中, 大量城镇污水未经严格处理便排入地表水体, 造成水源水质恶化, 使传统水处理工艺受到了严重的挑战。因此, 研究开发新的处理工艺对提高水质有重要意义。生物处理以其具有良好的去除溶解性有机物、氨氮效果和经济、简便之优势, 成为了处理微污染水强有力的手段<sup>[1]</sup>。但生物处理对不同分子量区间有机物的去除特性尚未见报道, 因此本试验对微污染的某地表水进行生物预处理和常规处理, 并对各单元出水中的有机物分子量分布进行了分析, 考察了 2 个处理单元对不同分子量区间有机物的去除规律, 为选择有针对性的水处理工艺提供依据。

## 1 试验方法

### 1.1 测定方法

采用超滤膜过滤法对水样进行分子量分布测定, 所用超滤膜为美国 Amicon 公司生产的 YM 系列超滤膜, 超滤膜对有机物的截留分子量分别为 60000、30000、10000、6000、3000、1000、500 (Daltons), 膜直径为 62mm, 过滤水样前先对膜进行预处理, 然后浸泡于纯水中 4 冰箱保存待用。

超滤器为美国 Amicon 公司生产的 8200 型超滤器, 有效容积为 160ml, 最大承受压力为 0.53MPa, 内装磁力搅拌装置。

### 1.2 膜过滤过程

水样采用逐级过滤, 过滤过程如下:

0.45μm 滤膜—YM 60—YM 30—YM 10—YM 6—YM 3  
YC05—YM 1

每一级膜在过滤水样前先过滤 150ml 高纯水, 然后过滤水样, 并弃去 50ml 初滤液。超滤器中的水样不能滤完, 至少要剩余 50ml 截留液并弃掉。研究表明: 使用国产膜时透过液体积与截留液体积之比 1:1 为宜<sup>[2]</sup>。目前用国产膜和进口膜测定分

子量分布虽还没做过对比试验, 但可推断: 使用进口膜时超滤器中保留一定体积的截留液是有科学依据的, 主要防止截留液体积过少使过滤液浓度大引起浓度扩散使过滤液受到影响。

### 1.3 试验工艺概况

原水 生物滤池 常规处理(混凝、沉淀、过滤) 出水

原水取自某地表水, 生物滤池高 4m, 直径 4m, 填料高度 3.5m, 滤速为 12~20m/h, 试验于 2001 年春季运行挂膜; 混凝剂为硫酸铝, 投药量为 5mg/L。

### 1.4 水样分析项目和方法

DOC: 采用日本岛津 TOC-5000 总有机碳分析仪测定 TOC, 用差减法求出 DOC。

COD<sub>Mn</sub>: 酸性高锰酸钾法

## 2 试验结果与分析

### 2.1 原水中有有机物分子量分布特征

原水中不同分子量区间有机物的含量如表 1。

表 1 原水中不同分子量区间 DOC 分布

分子量区间 × 10 <sup>3</sup>	< 0.5	0.5~1	1~3	3~6	6~10	10~30	30~60	> 60
DOC(mg/L)	82.21	6.02	9.23	3.09	1.6	0.5	2.75	7.29
占总 DOC(%)	72.9	5.3	8.2	2.7	1.4	0.4	2.4	6.47

由表 1 看出, 原水中分子量 < 500 的有机物占 72.9%, 说明原水中溶解性有机物主要是小分子的有机物质所组成, 这是由于原水具有湖泊水质的特征同时又受生活工业污水污染<sup>[3]</sup>。因此, 针对原水水质, 研究和开发去除小分子量有机物的水处理工艺是提高水质的关键。

### 2.2 生物滤池和常规处理对不同分子量区间有机物的去除

生物预处理、常规处理(混凝沉淀和砂滤)对 DOC 的去除效果如表 2、图 1。

从表 2、图 1 看出, 各分子量区间有机物在每个单元的去除情况如下:

(1) 分子量小于 500 的有机物主要是在生物预处理单元中去除的, 去除率达到了 50.2%, 这主要是生物膜上的微生物能利用分子量低(尤其是分子量小于 500)的物质进行自身的新陈

收稿日期: 2003-03-27

作者简介: 李建渠(1960-), 男, 河南偃师人, 教授, 1982 年毕业于河南师范大学, 主要从事饮用水净化处理研究。

表 2 3 种单元对 DOC 的去除

mg/L

分子量 区间	原水 DOC 浓度	生物处理出水		混凝沉淀出水		砂滤出水	
		DOC 浓度	去除率 (%)	DOC 浓度	去除率 (%)	DOC 浓度	去除率 (%)
< 0.5K	110.3	54.9	50.2	56.0	-2	46.5	17
0.5~1K	9.3	5.94	36.1	6.5	-9.4	7.18	-10.4
1~3K	8.0	5.6	30	5.38	3.9	2.87	47
3~10K	5.6	4.46	20.3	3.39	23.8	3.12	7.1
10~60K	5.65	3.32	41.2	1.65	50.3	1.25	24.2
> 60K	8.12	6.44	20.7	2.05	68.1	1.52	25.6

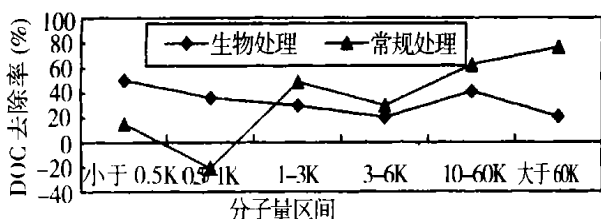


图 1 2 种处理单元对 DOC 的去除率

代谢<sup>[4]</sup>。所以,生物滤池对这部分有机物的去除率较高。而混凝沉淀对这一分子量区间的有机物不仅没有去除,而且还使它的含量略有增加,砂滤的去除率也只有 17%。

(2) 分子量 500~1K 的有机物主要是在生物预处理单元中得到去除的,去除率为 36.1%,而混凝沉淀和砂滤则分别使这一区间的有机物增加了 9.6% 和 10.4%,导致了整个工艺的总去除率降为 22%。这与水中存在的主有机物腐殖质的吸附特性有关,腐殖质是天然水体中有机物的主要组成部分,约占水中总溶解性有机物的 40%~60%<sup>[5]</sup>,主要包括腐殖酸和富里酸,其中富里酸占大部分。当 pH 在 4~7 时,富里酸在水中主要以类似海绵的网状结构存在,这种海绵结构含有许多“空洞”,通过巨大的内外表面上的含氧官能团,能捕集无机的和有机的小分子物质,从而表现出较强的吸附性能。因此,天然水体中小分子有机物常常部分被吸附在腐殖质分子上。当向水中投加混凝剂后,由于金属离子与富里酸所形成的水溶性络合物更加稳定<sup>[6]</sup>,使富里酸与有机物之间原有的结合大大减弱,致使富里酸分子所吸附的有机物得以释放,因而使常规处理出水中小分子有机物增加。所以,对于这部分有机物的去除最好是常规处理置于生物处理之前,才能提高整个工艺的总去除率。

(3) 分子量 1K~3K 的有机物在生物预处理单元的去除率为 30%,常规处理的去除率为 48.75%,可见,常规处理对这部分有机物的去除是比较有效的。

(4) 分子量 3K~10K 的有机物在生物处理和常规处理的去除率分别为 20.3% 和 30% (其中混凝沉淀与砂滤的去除率分别是 23.8% 和 7.1%),对这部分有机物的总去除率为 44.3%。

(5) 分子量为 10K~60K 的有机物主要在常规处理中被去除,去除率为 62.3%,并且主要是在混凝沉淀过程中去除的,但生物处理单元的作用也较显著,去除率达 41.2%,总去除率是 77.8%。

(6) 分子量 > 60K 的有机物主要是在混凝沉淀过程中得以去除的,去除率为 68.1%,生物预处理对这一部分有机物的去除率为 20.7%,这说明混凝沉淀对大分子有机物的去除比较有效。

### 2.3 生物滤池和常规处理对 $\text{COD}_{\text{Mn}}$ 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除

水样  $\text{COD}_{\text{Mn}}$ 、 $\text{NH}_3\text{-N}$  的测定结果如表 3。

表 3 水样测定结果

mg/L

水样	原水	生物滤池出水	常规处理出水
$\text{COD}_{\text{Mn}}$	40.52	31.57 (22.1%)	18.73 (40.7%)
$\text{NH}_3\text{-N}$	6.5	1.55 (76.1%)	0.72 (53.5%)

注: 括号内数据为去除率。

由表 3 可见,原水中  $\text{COD}_{\text{Mn}}$  和  $\text{NH}_3\text{-N}$  的含量均较高。生物滤池对  $\text{COD}_{\text{Mn}}$  去除率为 22.1%,对  $\text{NH}_3\text{-N}$  的去除率为 76.1%,另有研究表明:对于  $\text{NH}_3\text{-N}$  浓度较高的原水,最好有生物预处理工艺,其对  $\text{NH}_3\text{-N}$  的有很好的去除效果,一般去除率可达 60%~90%<sup>[7-8]</sup>。这与本研究的结论一致。常规处理对  $\text{COD}_{\text{Mn}}$  的去除率为 40.7%,国外曾报道说采用  $\text{FeCl}_3$  混凝剂对分子量大于 10000 的有机物很有效,本试验采用的混凝剂是硫酸铝,混凝原理与  $\text{FeCl}_3$  相同,所以对大分子量有机物的去除较有效,但对  $\text{NH}_3\text{-N}$  的去除率为 53.5%,不如生物处理的高。

## 3 结论

生物滤池对 DOC 的总去除率为 45.1%,尤其对分子量小于 3K 的各分子量区间 DOC 的去除效果较显著,去除率为 50.2%、36.1%、30%,对 10K 以上区间的有机物的去除率不理想。而常规处理对 10K 以上分子量区间有机物的去除率均高于生物滤池,可常规工艺的总去除率只有 22.5%,所以,生物滤池作为常规处理或深度处理的预处理单元是很有必要的,它可以有效地减小后续单元的处理负荷。

## 4 参考文献

- 岳舜琳. 生物氧化在给水处理中的应用. 中国给水排水, 1996, 12 (4): 17.
- 董秉直, 曹达闻, 范谨初等. 天然原水有机物分子量分布的测定. 给水排水, 2000, 26(1): 30~33.
- 董秉直, 曹达闻, 范谨初等. 黄浦江水中的溶解性有机物分子量分布变化特点. 环境科学学报, 2001, 21(5): 553~556.
- 吴红伟, 刘文君, 王占生. 臭氧组合工艺去除饮用水源水中有机物的效果. 环境科学, 2000, 21(4): 29~33.
- Suffet, I. H. (eds). Aquatic humic substances influence on fate and treatment of pollutants. Washington D. C.: 1989. 385~408.
- 张桂春. 清华大学工学博士论文, 1994. 86.
- 王占生, 刘文君. 微污染水源饮用水处理. 北京: 中国建筑工业出版社, 1999, 10: 136.
- 许建华, 万英, 汤利华等. 微污染原水的生物接触氧化预处理技术研究. 同济大学学报, 1991, 23(4): 376~379.

enhance of biological treatability were analyzed

**Key words:** microelectrolysis; iron filing; nitrochloro-benzene; wastewater treatment

### Statistic Analyses on Structure and Biodegradability of Monocyclic Aromatic Compounds

Lu Guanghua, Li Yumei, Wang Chao

(College of Environmental Science and Engineering, Hohai University, Nanjing 210098)

**Abstract** The energy of the highest occupied molecular orbital ( $E_{\text{HOMO}}$ ), the energy of the lowest unoccupied molecular orbital ( $E_{\text{LUMO}}$ ), the heat of formation ( $H_f$ ), the molecular weight ( $M_w$ ), the total surface area (TSA), and the dipole moment ( $\mu$ ) of 42 monocyclic aromatic compounds were calculated by the quantum chemical method MOPAC6.0-AM1. The logarithm of n-octanol/water partition coefficient ( $\lg P$ ) was obtained from ClogP for Window software. Though the factor analysis for the above 7 structural parameters, three principle components extracted could be used to reflect most structural information of compounds. The cluster analysis was completed on the basis of the factor scores of compounds. The quantitative structure-biodegradability relationship study was performed with the biodegradability of varied subgroups by the linear regression analysis method, and a series of equations were yielded. The biodegradability studied is related mainly to the electron effect of substituent.

**Key words:** structural parameters; factor analysis; cluster analysis; electron effect

### A Study on the Treatment of Arsenic-containing Wastewater by Polyferric Silicate Sulfate

Liu Yingxiang<sup>1</sup>, Tian Xuefang<sup>2</sup>, Zhang Xianjing<sup>1</sup>, Liu Yumin<sup>1</sup>

(1. College of Chemical and Pharmaceutical, Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang 050018

2. Shijiazhuang Chemical Factory, Hebei Vian Group, Shijiazhuang 050031)

**Abstract** A great deal of wastewater was produced in the manufacturing of gallium arsenide wafers, and the main contamination was gallium arsenide particles in suspension. In this article, polyferric silicate sulfate (PFSS) was prepared by using soluble glass as a raw material and arsenic-containing wastewater was flocculated by it. The conditional experimental results show that Fe/Simolar ratio 1 (0.5~1), the aging time 5~

7d, the dosage 8~12 mg/L and the pH=6~8 of outlet water are preferable conditions, under these conditions, PFSS has better performance than other coagulants and the dosage is less than others, the outleting water attained the requirements of Chinese Standards GB 8978-96. It could be extended as a new toxin-free coagulant.

**Key words:** polyferric silicate sulfate; coagulant; PFSS; gallium arsenide; arsenic-containing wastewater

### Removal of Different Molecular Weights Organics from A Surface Water by Bio-filter and Conventional Treatment

Li Jianq<sup>1</sup>, Li Lingzhi<sup>1</sup>, Wang Zhansheng<sup>2</sup>

(1. Chemistry Department of Pingdingshan Teachers College, Henan 467002;

2. Department of Environmental Science & Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084)

**Abstract** With membrane filtration method, this paper had investigated the removal effects of a bio-filter and conventional water treatment processes on different molecular weights organics in polluted surface water. The results had indicated that the organics of molecular weights being less than 1000 Dalton is 78.29% of total DOC in raw water. After bio-filter, 54.9%, 36.1% and 20.7% removal were reached for the organics of molecular weights less than 500 Dalton, 500~1000 Dalton, 6000 Dalton respectively while the applied conventional water treatment processes achieved the removal rates of 15.3%, 20% and 48.75% respectively for them.

**Key words:** bio-filter; conventional water treatment processes; organics; molecular weights

### Photocatalytic Oxidative Degradation of Phenol by TD<sub>2</sub> Thin Film Doped with Metal Ion

Fu Chuan, Qi Junsheng

(Department of Chemical Engineering, Chongqing Three Gorges College, Wanzhou 404000)

**Abstract** The transition metal ion-doped TD<sub>2</sub> film was prepared with Sol-Gel method, and the effects of doping different metal ions on the ability of TD<sub>2</sub> in photocatalyzing degradation of phenol were studied. The results showed that doping of Fe<sup>3+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Pd<sup>2+</sup> in TD<sub>2</sub> nanoparticles made photocatalytic efficiency increase, the effects of concentration of doped ions and oxidant on photocatalytic performance were discussed.