

二甲基三硫和 β - 环柠檬醛的颗粒活性炭 吸附机理研究

成 银¹, 高乃云¹, 张可佳¹, 安 娜¹, 戎文磊², 周圣东²

(1. 同济大学污染控制与资源化研究国家重点实验室, 上海 200092; 2. 无锡市自来水总公司, 无锡 214031)

摘 要: 以饮用水源中 2 种典型的臭味物质二甲基三硫和 β - 环柠檬醛为研究对象, 分别从吸附平衡试验和吸附动力学方面进行了颗粒活性炭 (GAC) 吸附试验。结果表明, GAC 吸附二甲基三硫和 β - 环柠檬醛均同时符合伪 1 级反应动力学和伪 2 级反应动力学模型; 在 4 种等温吸附模型中, Freundlich 方程能最好地拟合吸附等温线, GAC 对二甲基三硫和 β - 环柠檬醛的吸附容量较大, 当二甲基三硫和 β - 环柠檬醛的初始质量浓度为 $500 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, 吸附容量分别达到 8.680 、 $16.04 \text{ L}\cdot\text{mg}^{-1}$, $\text{pH}>10$ 时更有利于 GAC 吸附二甲基三硫, 而 pH 为 $2\sim 13$ 对 β - 环柠檬醛的吸附效果无显著影响。

关键词: 二甲基三硫 β - 环柠檬醛 颗粒活性炭 臭味物质 吸附

中图分类号: TQ028.1⁴

文献标识码: A

文章编号: 1000-3770(2011)06-0054-005

随着水环境污染的加重, 国内外饮用水臭味事件的发生频率越来越高。引起臭味事件的臭味物质成分复杂, 其中由藻类引起的水体异味问题占有很大比重^[1-3]。以往对致臭物质的研究大部分集中在 2- 甲基异茨醇 (2-MIB)、土臭素 (Geosmin) 这 2 种物质上, 但是在 2007 年的无锡市饮用水臭味事件中, 主要的臭味物质是以二甲基三硫为主的硫醚化合物, 在污染水团、沙渚原水及自来水中的质量浓度分别达到 11.4 、 1.77 、 $0.43 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ^[4-5]。

二甲基三硫在污染水体中广泛存在, wajon 和 Khiari 等就曾报道过澳大利亚原水中的沼泽味 (或腥臭味) 与二甲基三硫存在关系。在国内其他饮用水的臭味事件中, 二甲基三硫也是产生腐败味、沼泽味的主要臭味物质^[6]。F Juttner 等还发现二甲基三硫可以由微囊藻产生, 尤其是在微囊藻腐败分解的过程中^[7]。

在蓝藻水华爆发的过程中通常还会检测到另 1 种典型的臭味物质 β - 环柠檬醛^[8-10]。P V Zimba 等指出 β - 环柠檬醛在污染水体中广泛存在, 并且与蓝藻有着紧密的相关性^[11]。 β - 环柠檬醛含量在不同的范围分别会表现为烟草味、干草 (木质) 味和烟草味,

而且在 $0.5 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 痕量级时就能检测出臭味^[10,12]。

臭味物质的去除目前主要有 2 种途径。第 1 种方法是高级氧化, 该方法能很好的控制和去除水的臭味, 例如臭氧氧化能有效地去除二甲基三硫, 但是在氧化的过程中, 也会产生消毒副产物等有害物质^[13-14]; 第 2 种方法是用活性炭 (AC) 吸附, 但目前报道主要集中在用活性炭吸附 2- 甲基异茨醇、土臭素, 而用 AC 吸附二甲基三硫和 β - 环柠檬醛这 2 种的臭味物质却鲜有报道。

本试验采用颗粒活性炭 (GAC) 吸附二甲基三硫和 β - 环柠檬醛, 分别从吸附平衡试验和吸附动力学描述吸附过程, 研究 GAC 对 2 种臭味物质的去除效果。

1 材料和方法

1.1 药品与试剂

二甲基三硫 (质量分数 98%)、 β - 环柠檬醛 (质量分数 90%)、内标 2- 异丁基 -3- 甲氧基吡嗪 (IB, 质量分数 99%) 标准物质, 均用甲醇 (质量分数 99%) 稀释为质量浓度 $1 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的作储备液。其他溶液均采

收稿日期 2010-09-02

基金项目: 国家科技重大专项资助 (2008ZX07421-002, 2008ZX07421-004), 国家高技术研究发展计划 (863) 项目 (2008AA06A412); 住房和城乡建设部研究开发项目 (2009-K7-4)

作者简介: 成 银 (1987-) 男, 硕士, 研究方向为水处理理论与技术, 联系电话: 13564304197, E-mail: zhengyin0@163.com

联系作者: 高乃云, 工学博士, 教授, 博士生导师, E-mail: gaonaiyun@sina.com

用有 Mill-Q 超纯水净化系统生产的去离子水配制。

GAC 特性参数如表 1 所示。

表 1 GAC 特性参数

Tab.1 The characteristic parameters of GAC

比表面积 /m ² ·g ⁻¹			孔隙容量 /cm ³ ·g ⁻¹			孔径 /nm	
BET	Micro ¹⁾	BJH ²⁾	Total ³⁾	Micro ¹⁾	BJH ²⁾	Ave ⁴⁾	BJH ²⁾
925	912	299	0.457	0.433	0.177	1.97	2.36

1)t-plot 法测得的活性炭微孔；

2)BJH 法测得的孔径为 1.7 到 300 nm 孔隙；

3) $p/p_0 > 0.99$ (<200 nm) 的单孔吸附总孔隙容量；

4)平均吸附孔隙宽度。

1.2 分析方法

β-环柠檬醛、二甲基三硫和 IB 的含量测定采用液液萃取与气相色谱-质谱联用仪 (GC-MS)。GC-MS 自动进样,毛细管柱 (RTX-5MS) 为 30 m×25 mm×25 μm,载气为 90 kPa 的高纯 He。进口采用无分流进样模式,进口温度 180℃。炉温控制:初始温度为 40℃持续 3 min,然后以 8℃·min⁻¹ 的升温速度加热至 120℃,最后以 15℃/min 的升温速度加热至 250℃持续 2 min。MS 离子化温度为 200℃。采用 SIM 模式 β-环柠檬醛、二甲基三硫和 IB 的 m/z 分别为(137,152)、(126,79)、(166,124)。GAC 表面的 ζ 电位采用 ζ 电位测定仪测定。

1.3 装置和方法

所用反应器为 250 mL 玻璃试剂瓶,内置 200 mL 反应液。二甲基三硫和 β-环柠檬醛初始质量浓度 ρ_0 均分别为 0.1~1 mg·L⁻¹,加入 4~40 mg 的 GAC,然后于 25℃、pH=7 下置于恒温摇床 (HYG-A) 上震荡,转速为 200 r·min⁻¹,在相应时间取样 5 mL。

液液萃取在 10 mL 比色管中进行。在水样中分别加入 1 g 固体 NaCl (分析纯)、5 μL IB 和 1 mL 甲醇,振荡器振荡 3 min,取有机相至自动进样瓶中。

2 结果与讨论

2.1 吸附动力学

在 250 mL 试剂瓶中分别加入 ρ_0 为 0.1~1 mg·L⁻¹ 的 β-环柠檬醛或二甲基三硫,加入 20 mg 的 GAC,震荡 48 h,在 0.5、1.5、2.5、4.5、6.5、9.5、12.5、24、36、48 h 等时间取样。

吸附动力模型采用伪 1 级反应动力学方程和伪 2 级反应动力学方程:

$$q_t = q_e [1 - \exp(-k_1 t)] \quad (1)$$

$$q_t = q_e^2 k_2 t / (1 + q_e k_2 t) \quad (2)$$

式中 q_t 和 q_e 分别为 t 时刻和平衡时的吸附容量, k_1 和 k_2 分别为伪 1 级动力学常数和伪 2 级动力学常数。

试验结果如图 1、图 2 和表 2 所示。

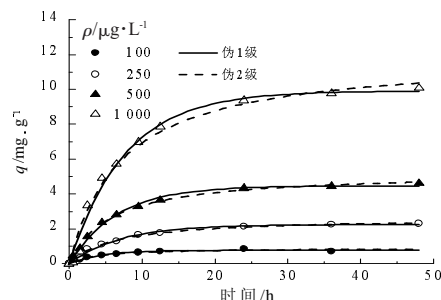


图 1 GAC 吸附二甲基三硫的动力学拟合曲线

Fig.1 Kinetic fitting curve of dimethyl trisulfide adsorbed by GAC

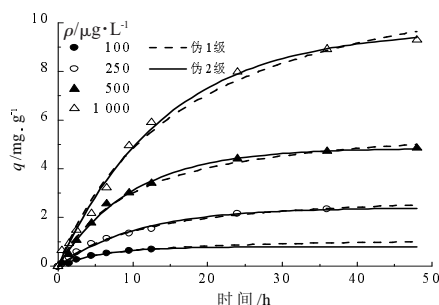


图 2 GAC 吸附 β-环柠檬醛的动力学拟合曲线

Fig.2 Kinetic fitting curve of beta-Cyclocitral adsorbed by GAC

由图 1、图 2 及表 2 可以看出,在不同的初始质量浓度条件下,伪 1 级和伪 2 级反应动力学都能很好地拟合 GAC 分别吸附二甲基三硫、β-环柠檬醛试验数据, R^2 大多在 0.98 以上。GAC 分别对二甲基

表 2 吸附动力学参数

Tab.2 Adsorption kinetic parameters

嗅味物质	$\rho_0/\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$q_e/\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$	伪 1 级			伪 2 级		
			$q_e/\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$	k_1/h^{-1}	R^2	$q_e/\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$	$k_2/\text{g} \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	R^2
二甲基三硫	0.10	0.699	0.770	0.220	0.977 2	0.892	0.298 0	0.968 8
二甲基三硫	0.25	2.303	2.241	0.141	0.991 3	2.648	0.059 8	0.993 4
二甲基三硫	0.50	4.610	4.468	0.152	0.995 5	5.232	0.033 4	0.997 3
二甲基三硫	1.00	10.08	9.915	0.131	0.985 5	11.93	0.011 6	0.980 7
β-环柠檬醛	0.10	0.698	0.806	0.168	0.992 4	1.177	0.106 0	0.990 4
β-环柠檬醛	0.25	2.357	2.410	0.094	0.993 5	3.145	0.027 1	0.996 8
β-环柠檬醛	0.50	4.846	4.852	0.102	0.996 9	6.047	0.016 5	0.993 4
β-环柠檬醛	1.00	9.289	9.721	0.069 7	0.995 5	13.06	0.004 5	0.991 3

三硫、 β -环柠檬醛的吸附量随时间 t 的增加而变大,直至 48 h 基本达到平衡。对二甲基三硫、 β -环柠檬醛的吸附率分别达到了 91% 和 96%。2 种吸附动力学模型均很好的拟合试验数据。曲线表明 GAC 对二甲基三硫、 β -环柠檬醛的吸附可能是个复杂的非均相固液反应,存在多个反应阶段分别对应不同的反应动力学模型,并且吸附过程的速率控制步骤并非只有 1 个反应阶段,可能是多个反应阶段都是速率控制步骤^[15]。

2.2 吸附等温线

在 250 mL 试剂瓶中分别加入 ρ_0 为 $500 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 β -环柠檬醛或二甲基三硫,加入 4~40 mg 的 GAC,震荡时间为 48 h,以保证吸附达到平衡。

采用 4 种不同的吸附等温模型 Langmuir、Freundlich、Temkin 和 Dubinin-Radushkevich (D-R) 来拟合试验数据。

Freundlich 吸附等温式:

$$q_e = K_f (\rho_e / \text{mg}\cdot\text{L}^{-1})^{1/n}, \quad (3)$$

式中 K_f 为 Freundlich 常数 ρ_e 为水溶液吸附平衡时的质量浓度。

Langmuir 吸附等温式:

$$q_e = K_L a_L \rho_e / (1 + a_L \rho_e), \quad (4)$$

式中 K_L 为 Langmuir 吸附常数 a_L 为吸附热。

Temkin 吸附等温式:

$$q_e = [RT \ln (K_{Te} \rho_e)^{1/n}] / b, \quad (5)$$

式中 K_{Te} 为 Temkin 吸附常数 R 为气体常数 ($8.314 \times 10^{-3} \text{ kJ}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$) T 为绝对温度 b 与吸附热有关。

D-R 吸附等温式:

$$q_e = q_m \exp \frac{RT \ln [1 + (1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1} / \rho_e)^2]}{-2E^2}, \quad (6)$$

式中 q_m 为最大吸附容量 E 为吸附热。

二甲基三硫、 β -环柠檬醛试验数据和拟合曲线分别如图 3 和图 4 所示,拟合参数如表 3 所示。

由表 3 可以看出 4 种吸附模型中 Freundlich 能很好的描述 GAC 吸附二甲基三硫和 β -环柠檬醛。原因在于 Freundlich 是基于固体和水 2 相之间溶质分布的经验模型,能很好地描述疏水性化合物

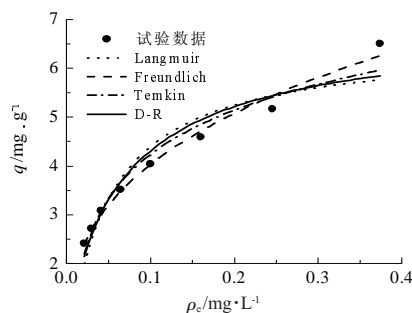


图 3 GAC 吸附二甲基三硫的 4 种等温模型拟合曲线比较

Fig.3 Comparison of the fitting curves of various isotherm equations for dimethyl trisulfide adsorbed by GAC

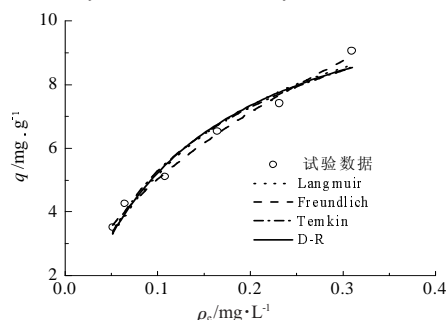


图 4 GAC 吸附 β -环柠檬醛的 4 种等温模型拟合曲线

Fig.4 Comparison of the fitting curves of various isotherm equations for β -cyclocitral adsorbed by GAC

的吸附。此外 GAC 对二甲基三硫的吸附也很接近于 Temkin 模型,而 Langmuir 模型之所以不能很好的拟合试验数据,可能是由于 GAC 不均匀性所致^[16]。Langmuir 和 Temkin 模型也能很好地描述 GAC 吸附 β -环柠檬醛。

另外,表 3 中 GAC 对 β -环柠檬醛的吸附容量高于二甲基三硫,这表明 GAC 的孔隙更容易吸附 β -环柠檬醛。

由于 β -环柠檬醛和二甲基三硫的溶解度很低 ($<1\%$) 溶液和溶质的相互作用很弱,而试验结果表明 GAC 对 2 种臭味物质的吸附容量都在 $10 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 量级,说明 GAC 对二甲基三硫、 β -环柠檬醛的吸附是 1 种不可逆化学吸附,而且是表面吸附不是多层吸附。因此,当 GAC 表面位吸附饱和之后,吸附率就大大下降^[16]。

2.3 pH 对吸附的影响

溶液 pH 会影响 GAC 的表面电荷以及污染物

表 3 4 种等温模型 GAC 吸附二甲基三硫、 β -环柠檬醛的拟合参数

Tab.3 Fitting parameters for various isotherm equations of dimethyl trisulfide and β -cyclocitral adsorbed by GAC

臭味物质	Freundlich				Langmuir					Temkin				D-K			
	$K_F/$ $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$	n	R^2	χ^2	$K_L/$ $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$	$a_L/$ $\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$	$(K_L/a_L)/$ $\text{mg}^2\cdot\text{g}^{-2}$	R^2	χ^2	B	$K_{Te}/$ $\text{L}\cdot\text{mg}^{-1}$	R^2	χ^2	$q_m/$ $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$	$E/$ $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	R^2	χ^2
二甲基三硫	8.680	3.001	0.987 7	0.162	6.502	20.85	0.312	0.908 5	1.208	1.894	254.4	0.959 7	0.533	6.638	6.385	0.937 1	0.831
β -环柠檬醛	16.04	1.984	0.991 9	0.174	12.65	6.907	1.831	0.970 9	0.629	0.859	62.60	0.970 9	0.628	11.27	4.794	0.967 4	0.704

的电离度和形态。pH 和 GAC 的 ζ 电位如表 4 所示。在整个吸附过程中 pH 只有微小的变化,而 ζ 电位却随着 pH 增大而明显减小,对应于 ζ 电位为 0 的 pH 在 2.0~4.0。

表 4 GAC 吸附过程中的 pH 和 ζ 电位
Tab.4 pH and ζ potential during the adsorption onto GAC

嗅味物质	pH		ζ 电位 /mV	
	初始	吸附后	初始	吸附后
二甲基三硫	2.04	2.09	10.1	11.1
	4.01	4.16	-38.0	-41.0
	6.01	6.06	-31.6	-31.5
	7.03	7.05	-31.6	-33.5
	8.01	7.93	-45.6	-36.7
	9.96	8.38	-41.1	-39.1
	11.05	10.78	-54.6	-39.5
	11.97	11.79	-54.7	-53.7
β -环柠檬醛	2.04	2.12	19.1	21.8
	4.05	4.20	-25.2	-33.8
	6.09	6.17	-23.7	-24.5
	7.03	7.03	-33.2	-30.0
	8.04	7.95	-21.4	-27.1
	9.93	9.24	-37.7	-40.2
	10.98	10.63	-35.9	-39.9
	12.03	11.71	-33.9	-49.2
	12.97	12.72	-31.4	-52.3

pH 对 GAC 分别吸附二甲基三硫、 β -环柠檬醛的影响如图 5 所示。

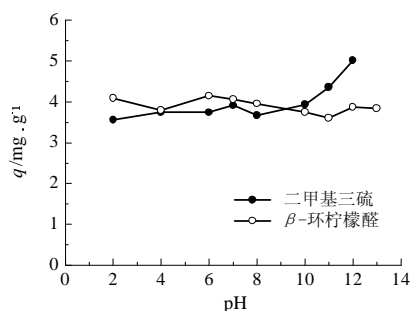


图 5 初始 pH 对 GAC 去除嗅味物质的影响

Fig.5 The effect of initial pH on the deodour of GAC

从图 5 可以看出 ζ 电位对 GAC 吸附二甲基三硫、 β -环柠檬醛的影响甚小。这可能是因为 GAC 吸附与微孔体积有关,而与表面电位无关。对于二甲基三硫, pH 在 2~10, 吸附容量为 3.5~4.0 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$; 当 pH 升高至 12, 吸附容量也增大至 5 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 。Graham 等用粉末 AC 吸附 MIB 和 geosmin 有相似的试验结果, pH=8.0 时的吸附效果好于 pH=5.9^[7]。吸附容量增大可能是由于 pH<8 时, 二甲基三硫产生了电离。对于 β -环柠檬醛, pH=2~13 对吸附无明显影响, 这可能是因为无论在酸性、中性、碱性环境下, β -环柠檬醛均以中性分子形式存在, 吸附动力主要是范德华

力的缘故。

3 结 论

GAC 对二甲基三硫和 β -环柠檬醛的吸附效果很好, 是一种很好的去除二甲基三硫和 β -环柠檬醛的吸附剂。在 48 h 内, 初始质量浓度 500 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 下, 质量浓度为 100 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 GAC 能分别去除 91% 的二甲基三硫和 96% 的 β -环柠檬醛。

无论对二甲基三硫还是 β -环柠檬醛, 在几种等温吸附模型中, Freundlich 方程能很好的拟合试验数据, R^2 分别为 0.987 7 和 0.991 9。

伪 1 级反应动力学和伪 2 级反应动力学均能很好地描述 GAC 对二甲基三硫或 β -环柠檬醛吸附过程, 拟合参数 R^2 在 0.968 8~0.996 9。

pH 对二甲基三硫的吸附影响仅限于 pH>10 时, 在低 pH 时影响甚微。对于 β -环柠檬醛, pH 在 2~13 时均对吸附无明显影响。

参考文献:

- [1] S B Watson. Cyanobacterial and eukaryotic algal odour compounds: signals or by-products review of their biological activity [J]. Phycologia, 2003, 42: 332-350.
- [2] S C Tung, T F Lin, F C Yang, et al. Seasonal change and correlation with environmental parameters for 2-MIB in Feng-Shen Reservoir [J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2008, 145: 407-416.
- [3] M Yang, J W Yu, Z L Li, et al. Taihu Lake not to blame for Wuxi's woes [J]. Science, 2008, 319: 158-162.
- [4] F Juttner, B Hoflacher. Evidence of β -carotene 7,8(7',8') oxygenase (β -cyclocitral, crocetindial generating) in Microcystis [J]. Archives of Microbiology, 1985, 141: 337-343.
- [5] 于建伟, 李宗来, 曹楠, 等. 无锡市饮用水嗅味突发事件致嗅原因及潜在问题分析 [J]. 环境科学学报, 2007, 27(11): 1771-1777.
- [6] J W Yu, Y M Zhao, M Yang, et al. Occurrence of odour-causing compounds in different source waters of China [J]. Journal of Water Supply Research and Technology-Aqua, 2009, 58: 587-594.
- [7] F Juttner. Characterization of Microcystis strains by alkyl sulfides and β -cyclocitral [J]. Z Naturforsch, 1984, 39c: 867-871.
- [8] F Juttner, B Hoflacher. Evidence of β -carotene 7,8(7',8') oxygenase (β -cyclocitral, crocetindial generating) in Microcystis [J]. Archives of Microbiology, 1985, 141: 337-343.
- [9] G J Jones, W Korth. In-situ production of volatile odor compounds by river and reservoir phytoplankton populations in Australia [J]. Water Science and Technology, 1995, 31: 145-151.
- [10] C C Young, I H Suffet, G Crozes, et al. Identification of a woody-hay odor-causing compound in a drinking water supply [J]. Water Science and Technology, 1999, 40: 273-278.
- [11] P V Zimba, C Crimm. A synoptic survey of musty/muddy odor metabolites and microcystin toxin occurrence and concentration in

- southeastern USA channel catfish (*Ictalurus punctatus* Rafinesque) production ponds[J]. *Aquaculture*, 2003, 218: 81-87.
- [12] J L Smith, G L Boyer, P V Zimba. A review of cyanobacterial odorous and bioactive metabolites: impacts and management alternatives in aquaculture[J]. *Aquaculture*, 2008, 280: 5-20.
- [13] A Peter, U V Gunten. Oxidation kinetics of selected taste and odor compounds during ozonation of drinking water[J]. *Environmental Science and Technology*, 2007, 41: 626-631.
- [14] A M Dietrich, R C Hoehn, L C Dufresne, et al. Oxidation of odorous and nonodorous algal metabolites by permanganate, chlorine, and chlorine dioxide[J]. *Water Science and Technology*, 1995, 31: 223-228.
- [15] 卢宁, 高乃云, 黄鑫. 水中高氯酸根的颗粒活性炭吸附过程及影响因素分析[J]. *环境科学*, 2008, 29(6): 1572-1557.
- [16] J L Sotelo, G Ovejero, J A Delgado, et al. Comparison of adsorption equilibrium and kinetics of four chlorinated organic from water onto GAC[J]. *Water Research*, 2002, 36: 599-608.
- [17] M R Graham, R S Summers, M R Simpson, et al. Modeling equilibrium adsorption of 2-methylisoborneol and geosmin in natural waters[J]. *Water Research*, 2000, 34: 2291-2300.

STUDY ON THE MECHANISM OF GRANULAR ACTIVATED CARBON TO ADSORB DIMETHYL TRISULFIDE AND β -CYCLOCITRAL

Cheng Yin¹, Gao Naiyun¹, Zhang Kejia¹, An Na¹, Rong WenLei², Zhou ShengDong²

(1. State Key Laboratory of Pollution Control and Resource Reuse, Tongji University, Shanghai 200092, China;

2. Wuxi Water Supply General Company, Wuxi 214031, China)

Abstract: dimethyl trisulfide and β -cyclocitral were two typical odorants in water, particularly related to algae and cyanobacteria. Granular activated carbon (GAC) adsorption of dimethyl trisulfide or β -cyclocitral was studied from the standpoint of kinetics and equilibria. The results showed that the GAC adsorption of dimethyl trisulfide or β -cyclocitral was consistent with pseudo first-order and pseudo second-order kinetics models. Among the four two-parameter isotherm models, Freundlich isotherm showed the best fitting with the equilibrium data, GAC had the biggest adsorption of dimethyl trisulfide and β -cyclocitral. With the Freundlich isotherm, the GAC adsorption capacities for dimethyl trisulfide and β -cyclocitral were 8.680 and 16.04 L \cdot mg⁻¹, respectively, at an equilibrium concentration of 500 μ g \cdot L⁻¹. The pH effects on GAC adsorption of dimethyl trisulfide and β -cyclocitral were different. High pH>10 favored removal of dimethyl trisulfide, however, GAC adsorption of β -cyclocitral was not significantly influenced by pH=2~13.

Keywords: dimethyl trisulfide; β -cyclocitral; granular activated carbon (GAC); odorant; adsorption

(上接第 53 页)

EXPERIMENTAL STUDY ON ENHANCED REMOVAL OF PHOSPHORUS FROM EFFLUENTS IN MUNICIPAL WASTEWATER TREATMENT PLANT BY CHEMICAL PRECIPITATION

Pan Lili¹, Wang Ling¹, Zheng Haijun², Lu Bosheng¹, Xu Weiyong¹

(1. College of Biology and Environmental Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310032, China;

2. Environmental Protection Agency of Anji county, Anji 313300, China)

Abstract: The removal of Phosphorus by chemical coagulation was carried out for the A/O treatment water in a municipal sewage treatment plant situated in the Taihu Lake Basin. The results showed that inorganic macromolecules coagulant PFS and PAC had a better effect on phosphorus removal compared with other inorganic molecules coagulants. And phosphorus removal effect of iron-based coagulants was better than aluminum-salt coagulants. Among the coagulants, phosphorus removal efficiency of PFS was best, PAC took the second place. When the coagulant dosage was 15 mg \cdot L⁻¹, the treated wastewater TP was less than 0.5 mg \cdot L⁻¹. PFS and phosphorus molar ratio (as $n(\text{Fe}^{3+})/n(\text{P})$) was 1.25. PFS was an efficient coagulant with low dosage and low cost. When coagulant combined with flocculant, coagulation aid action of the non-ionic PAM for PAC and ferric chloride coagulant was obviously. Chemical phosphorus removal process can be a simple and effective method to reduce the phosphorus content of the end of the water in urban sewage treatment plants.

Keywords: chemical phosphorus removal; advanced phosphorus removal in urban sewage; phosphorus removal coagulants; phosphorus removal process

厉行节约用水 建设节水型社会.