

活性炭对挥发酚的吸附特性

詹旭, 邹路易, 邵帅, 李靖

江南大学环境与土木工程学院, 江苏无锡 214112

摘要 利用活性炭对挥发酚进行吸附实验, 通过测定挥发酚在水中的浓度变化情况, 考查了在不同吸附剂用量、pH 值、吸附时间、温度、起始浓度条件下, 活性炭对挥发酚去除效果的影响。进而分析活性炭对挥发酚的吸附特性, 为含挥发酚废水处理方案的设计提供参数。结果表明, 在 12℃ 下, 吸附时间 20min、活性炭的用量为 0.7g/50mL, 在不改变水样 pH 值条件下, 挥发酚的去除率最高达 96.04%, 而且低起始浓度下挥发酚的去除效果明显高于高浓度下的去除效果。活性炭吸附挥发酚的等温线符合 Freundlich 方程式。

关键词 活性炭; 挥发酚; 吸附特性

中图分类号 X506

文献标识码 A

文章编号 1000-7857(2010)24-0044-04

Absorption Characteristics of Activated Carbon on Volatile Phenol

ZHAN Xu, ZOU Luyi, SHAO Shuai, LI Jing

School of Environment and Civil Engineering, Jiangnan University, Wuxi 214112, Jiangsu Province, China

Abstract The absorption experiments of activated carbon on volatile phenol were carried out in different adsorbent dosages, pH values, adsorbent durations, temperatures, and initial concentrations, based on concentration measurement of volatile phenol in water. The adsorption characteristics of activated carbon on volatile phenol are analyzed, and the parameters obtained will provide a guidance for the design of sewage treatment with volatile phenol. The results show that the absorption reaches the maximum point of 96.04% when the temperature is 12℃, the adsorption time 20min, and activated carbon dosage 0.7g/50mL. The removal effect of volatile phenol under low initial concentration is better than under high initial concentration. The absorption isotherm of activated carbon on volatile phenol is consistent with the results of Freundlich.

Keywords activated carbon; volatile phenol; absorption characteristics

0 引言

近年来, 经济的迅速发展, 给环境带来了很大的压力, 一些企业和个人, 为了短期的经济利益, 不按照环境保护部门的要求, 违规或违法操作, 造成频繁的环境突发事件发生, 引起环境安全方面的一些问题。面对此类突发环境污染事件, 除了更为严厉的法律措施去规范, 更要形成各种突发环境污染事件的处理方法常态化, 本文基于一起受挥发酚污染的突发环境污染事件实际案例出发, 展开相关研究。

挥发酚是指沸点在 230℃ 以下的酚类物质, 人、动物误饮用超量的含挥发酚废水会引起头昏、贫血及各种神经免疫系统病症。国家明确规定水中挥发酚的最高允许浓度^[1]。

国内外对挥发酚的研究主要集中在检测和分布上^[2-5], 本文结合现场条件的局限性, 确定了用活性炭处理该类废水的

方案。在不同影响因素条件下, 考查了挥发酚的处理效果及活性炭对挥发酚的吸附特性, 为今后发生类似事故的处理方法提供了技术参考。

1 实验部分

1.1 主要材料和仪器

活性炭为粉末状, 国药集团化学试剂有限公司, 过筛后, 150 目以下, 经干燥后待用。水样取自某段受突发事故污染的水池, 其中挥发酚的质量浓度在 0.53~1.84mg/L, 且含有其他无机离子, 色度较差。

722s 型分光光度计, 上海棱光技术有限公司; PHS-3C 型 pH 计, 上海精密科学仪器有限公司; JB-PO-1 型定时磁力搅拌器, 上海天平仪器厂; 控温水浴器, 上海苏达实验仪器有限

收稿日期: 2010-05-13; 修回日期: 2010-10-24

基金项目: 江南大学青年基金项目(2009LQN17)

作者简介: 詹旭(中国科协所属全国学会个人会员登记号: S2964001814M), 副教授, 研究方向为水污染控制技术, 电子信箱: zhanxu_010@163.com; 邹路易(通信作者), 副教授, 研究方向为环境污染治理技术, 电子信箱: zlyjdw@21cn.com

公司; 电子调温电炉, 无锡江阴保利科研器械有限公司; DHG-9070 型, 电热恒温鼓风干燥箱, 上海精宏实验设备有限公司; 电子分析天平, 奥豪斯国际贸易上海有限公司。

1.2 实验方法

取水池中的水为实验水样, 测定挥发酚的浓度, c_0 为实验初始浓度, 同时取一定量的体积 V_0 , 加入一定质量 m 的活性炭, 常温搅拌一定时间 t 后过滤, 体积为 V , 然后取一定量的滤液用 4-氨基安替比林萃取分光光度法测其剩余挥发酚的吸光度^[6]。根据标准曲线 (图 1), 对应查出滤液中挥发酚的剩余浓度 c , 计算累托石对挥发酚的吸附率 (%) 及吸附量 q

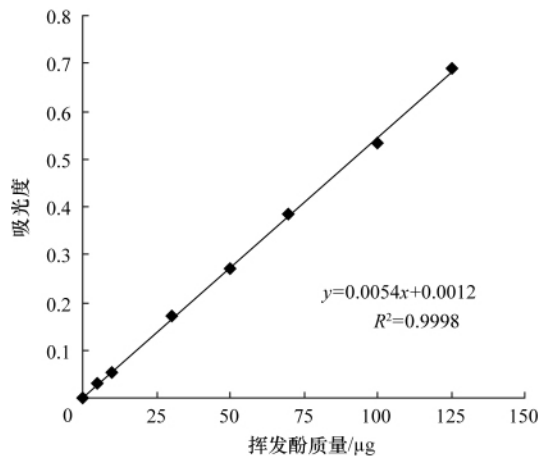


图 1 挥发酚的标准曲线

Fig. 1 Standard curve of volatile phenol

(mg/g), 计算式如下:

$$\text{吸附率} = \frac{c_0V_0 - cV}{c_0V_0} \times 100\% \quad q = \frac{c_0V_0 - cV}{m}$$

2 结果与分析

2.1 吸附剂用量对吸附效果的影响

室温 12℃ 条件下, 向 7 个各装有 50mL 挥发酚质量浓度为 899.63μg/L 废水的烧杯中, 分别加入不同量的活性炭, 在 pH 值在 6.1~6.5 范围内, 吸附 30min, 过滤后取滤液测定溶液的体积和挥发酚的质量浓度, 考查活性炭用量不同对挥发酚吸附效果影响, 结果如表 1 和图 2 所示。

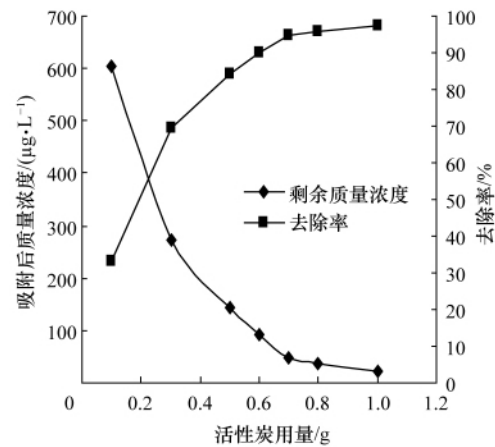


图 2 吸附剂用量对吸附效果的影响

Fig. 2 Effects of dosage on adsorption

表 1 吸附剂用量对吸附效果的影响
Table 1 Effects of dosages on adsorption

	活性炭用量/g						
	0.1	0.3	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0
吸附后质量浓度/($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	603.333	273.704	144.014	90.370	49.630	36.255	21.852
去除率/%	0.3293	0.6958	0.8399	0.8995	0.9448	0.9597	0.9757

由图 2 可以看出, 随着活性炭用量的增加, 挥发酚的去除效果明显, 当活性炭用量增加到 0.7g/50mL, 挥发酚的质量浓度从 899.63μg/L 降为 49.63μg/L, 挥发酚的吸附率为 94.5%。活性炭从 0.7g/50mL 增加到 1.0g/50mL, 挥发酚的去除效果没有明显提高, 权衡经济和去除效果, 确定活性炭有效用量为 0.7g/50mL。

2.2 pH 值对吸附效果的影响

在 12℃ 条件下, 向 6 个各装有 50mL 挥发酚水样浓度为 929.26μg/L 废水的烧杯中, 分别加入 0.7g 活性炭, 吸附时间为 30min, 过滤后取滤液测定溶液的体积和挥发酚的浓度, 考查不同 pH 值对挥发酚吸附效果影响, 结果如表 2 和图 3 所示。

表 2 pH 值对吸附效果的影响
Table 2 Effects of pH values on adsorption

	pH 值					
	2	4	6	8	10	12
吸附后质量浓度/($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	88.519	86.667	1.3.333	114.444	240.370	675.556
去除率/%	0.9047	0.9067	0.8888	0.8768	0.7413	0.273

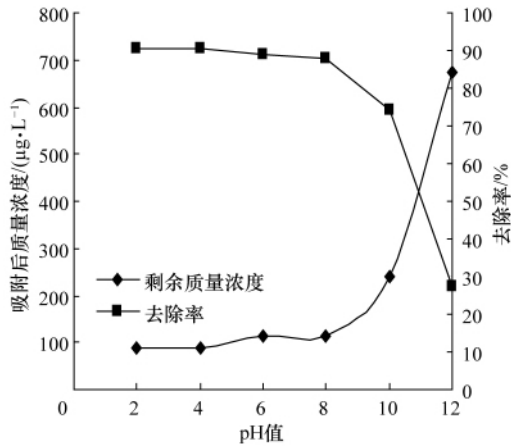


图3 pH值对吸附效果的影响

Fig. 3 Effects of pH values on adsorption

由表 2 和图 3 看出, $pH \leq 8$ 时, pH 值对挥发酚的去除效果无明显影响, 当 $pH > 8$, pH 值的增大不利于挥发酚的去除。

2.3 吸附时间对吸附效果的影响

室温 12°C 条件下, 向 6 个各装有 50mL 挥发酚水样浓度为 $942.22\mu\text{g/L}$ 废水的烧杯中, 分别加入 0.7g 的活性炭, 过滤后取滤液测定溶液的体积和其挥发酚的浓度, 考查不同的吸附时间对挥发酚吸附效果影响, 结果如表 3 和图 4 所示。

由表 3 和图 4 看出, 随着吸附时间的延长, 挥发酚的吸附效果得到提高, 当吸附时间为 20min, 挥发酚的吸附率达 91%, 20min 之后, 吸附效果不明显, 选取 20min 为活性炭对挥发酚的有效吸附时间。

2.4 温度对吸附效果的影响

调节温度, 向 4 个各装有 50mL 挥发酚水样浓度为

表 3 吸附时间对吸附效果的影响

Table 3 Effects of durations on adsorption

	时间/min					
	5	10	15	20	40	60
吸附后质量浓度/ $(\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1})$	116.296	112.573	86.667	84.815	81.111	79.259
去除率/%	0.8766	0.8805	0.9078	0.9100	0.9139	0.9159

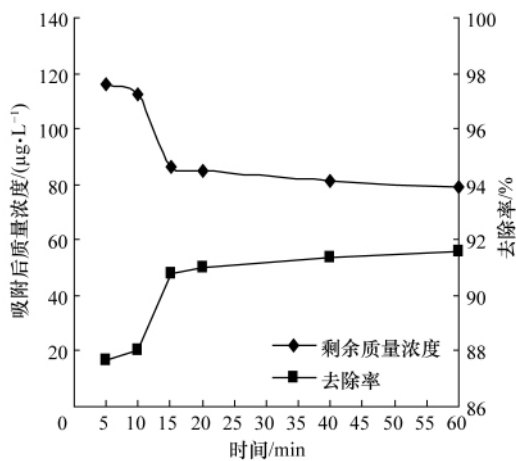


图 4 吸附时间对吸附效果的影响

Fig. 4 Effects of durations on adsorption

$942.22\mu\text{g/L}$ 废水的烧杯中, 分别加入 0.7g 活性炭, 吸附时间为 20min, 过滤后取滤液测定溶液的体积和挥发酚的浓度, 考查温度对挥发酚吸附效果影响, 结果如表 4 和图 5 所示。

由表 4 和图 5 可以看出, 温度对挥发酚的吸附效果有一定的影响, 随着温度的升高, 挥发酚的去除率也得到了提高。

2.5 初始质量浓度对吸附效果的影响

在 12°C 条件下, 取 5 种不同种类的水样, 测定各自的初始质量浓度, 分别为 0.505, 0.942, 1.364, 1.821, 2.562mg/L, 向

表 4 温度对吸附效果的影响

Table 4 Effects of temperatures on adsorption

	温度/ $^\circ\text{C}$			
	12	30	50	80
吸附后质量浓度/ $(\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1})$	86.667	121.852	173.704	238.519
去除率/%	0.9080	0.8675	0.8156	0.7468

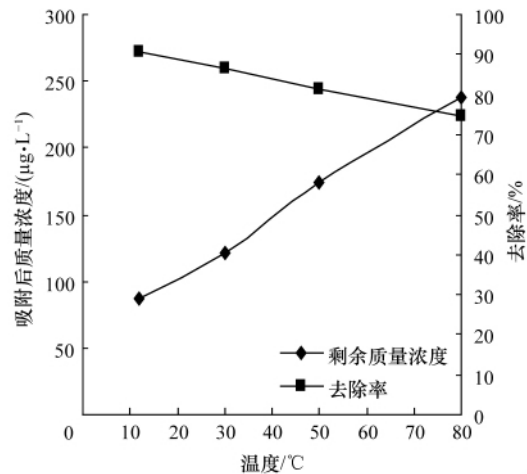


图 5 温度对吸附效果的影响

Fig. 5 Effects of temperatures on adsorption

这 5 种废水分别加入 0.7g 活性炭, 吸附时间为 20min, 过滤后

取滤液测定溶液的体积和挥发酚的浓度,考查不同初始浓度对挥发酚吸附效果的影响,结果如表 5 和图 6 所示。

表 5 初始质量浓度对吸附效果的影响
Table 5 Effects of initial concentrations on adsorption

	初始质量浓度/(mg·L ⁻¹)				
	0.505	0.942	1.364	1.821	2.562
吸附后质量浓度/(μg·L ⁻¹)	20.010	87.102	220.001	440.021	694.011
去除率/%	0.9604	0.9080	0.8388	0.7583	0.7292

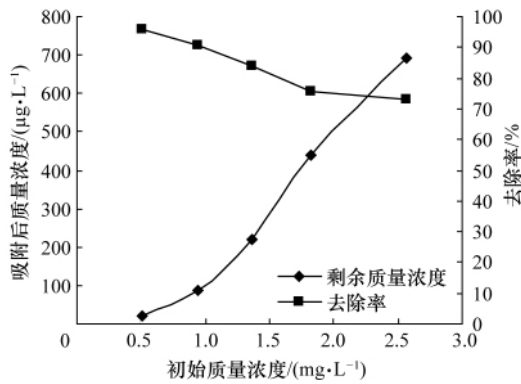


图 6 初始浓度对吸附效果的影响
Fig. 6 Effects of initial concentrations on adsorption

由表 5 和图 6 可以看出,随着初始浓度的增加,活性炭对挥发酚的吸附效果减弱,当挥发酚的初始浓度为 0.505mg/L,挥发酚的吸附率为 96.04%。

2.6 吸附等温线

在室温条件下,将废水中挥发酚的剩余浓度 c 和活性炭的吸附量 q ,分别用 Langmuir 和 Freundlich 曲线拟合,结果如图 7 和图 8 所示。

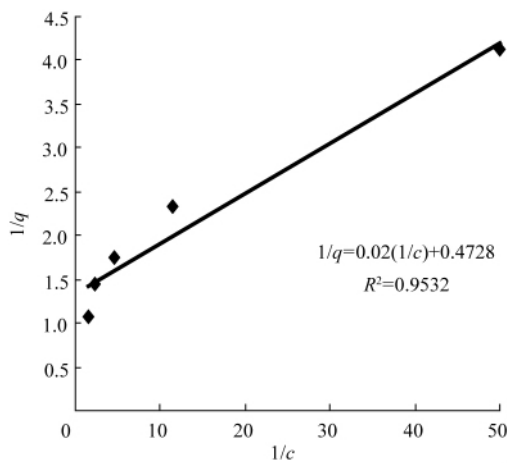


图 7 Langmuir 吸附等温线
Fig. 7 Absorption isotherm of Langmuir

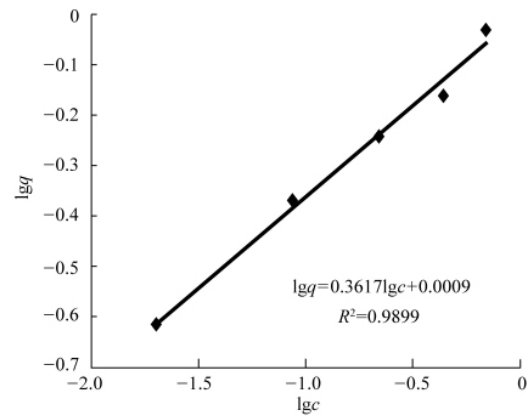


图 8 Freundlich 吸附等温线
Fig. 8 Absorption isotherm of Freundlich

由图 7、图 8 可得, Freundlich 吸附等温线的相关系数为 0.9899, 相关性好于 Langmuir 吸附等温线的相关系数, 因此 Freundlich 吸附等温线形式符合活性炭对挥发酚的吸附行为 (12℃)。

3 结论

- 1) 利用活性炭吸附废水中的挥发酚实验, 取得了明显的去除效果。
- 2) 在常温、吸附时间 20min、活性炭的用量为 0.7g/50mL, 原水 pH 值 6.1~6.5 的条件下, 挥发酚的去除率最高可达 96.04%。
- 3) Freundlich 方程更符合活性炭对挥发酚的吸附等温线。

参考文献 (References)

- [1] 国家环境保护总局. 地表水环境质量标准 [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.
State Environmental Protection Administration. Environmental quality standards for surface water [S]. Beijing: China Environmental Science Press, 2002.
- [2] Jin H, Yang X, Yu H, *et al.* Identification of ammonia and volatile phenols as primary toxicants in a coal gasification effluent [J]. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 1999, 63(3): 399-406.
- [3] Siegrist J, Salles C, Etiévant P. HPLC determination of volatile phenols in wines [J]. *Chromatographia*, 1993, 35(1): 50-54.
- [4] 袁菊, 陈凤凰, 郭道俊, 等. 流动注射分析仪测定水体中的挥发酚 [J]. *环境科学与技术*, 2009, 32(12): 132-134.
Yuan Ju, Chen Fenghuang, Guo Daojun, *et al.* *Environmental Science and Technology*, 2009, 32(12): 132-134.
- [5] 王红云, 王安群, 周敏. 挥发酚的气相色谱分析法研究 [J]. *环境保护科学*, 2008, 34(4): 58-60.
Wang Hongyun, Wang Anqun, Zhou Min. *Environmental Protection Science*, 2008, 34(4): 58-60.
- [6] 奚旦力, 孙裕生, 刘秀英. 环境监测 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1996.
Xi Danli, Sun Yusheng, Liu Xiuying. *Environmental monitoring* [M]. Beijing: Higher Education Press, 1996.

(责任编辑 岳臣)