

# 活性炭对不同有机物吸附性能的影响

赵振业<sup>1,3</sup>, 孙伟<sup>2</sup>, 章诗芳<sup>2</sup>, 肖贤明<sup>1</sup>

(1. 中国科学院广州地球化学研究所有机地球化学国家重点实验室,  
广东省资源利用与保护重点实验室, 广东 广州 510640;

2. 广州市自来水公司, 广东 广州; 3. 香港大学生态及生物多样性学系, 香港)

**摘要:**通过活性炭对不同分子结构的有机物——阳离子嫩黄和苯酚、不同水体环境中苯酚的吸附, 以及对水源水中挥发性有机物和可提取有机物的吸附规律研究结果表明, 活性炭对水体中有机物的吸附量不仅与有机物的分子结构有关, 而且与水体中有机物种类的多寡有关, 水体中的各种有机物在活性炭上存在竞争吸附, 对于挥发性有机物, 随分子量的增大, 其在活性炭上的吸附量越大; 而对可提取有机物, 随分子量的增大, 其吸附量反而减小。

**关键词:**活性炭; 饮用水; 吸附; 有机物

**中图分类号:** TQ424·1

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-3770(2005)01-0023-03

各种有机污染物在活性炭表面上存在竞争吸附和其它的作用。活性炭对有机物的竞争吸附已经有相关的报道<sup>[1,2]</sup>, 同时也有有关各种有机分子在大孔树脂上的竞争吸附<sup>[3-5]</sup>。但在实际水处理中, 活性炭对水体中各种有机物的竞争吸附研究比较少。本研究在比较活性炭对两种特定的有机物竞争吸附的基础上, 分析其对水体中存在的挥发性有机质和其它可提取有机物的竞争吸附过程。

## 1 不同水体对苯酚的竞争吸附

实验过程用纯水、自来水和水源水配制苯酚溶液, 用上海木质活性炭作为吸附介质。实验室配制不同浓度的苯酚溶液, 实验活性炭对不同水体中的苯酚吸附状况, 结果如图1所示。

由图1可以看出, 在用纯水配制的苯酚溶液中, 活性炭的吸附量最大, 而在水源水配制的溶液中, 吸附量最小。在纯水中有机成分比较单一, 而自来水配制的溶液相对于水源水成分也单一。即对上海木质炭, 在水相中物种越少, 它对一种物质的吸附量就越大。这说明水体中所有存在的有机物基本上都可能被活性炭吸附, 各物种在活性炭上吸附量的大小主要与被吸附物种的性质和活性炭的微孔结构有关。

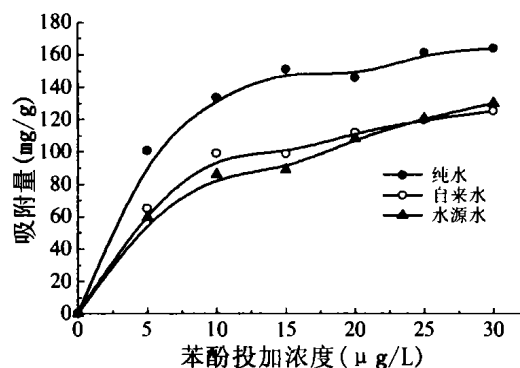


图1 不同水体对活性炭吸附性能的影响

由此可以看出, 在实际应用中, 水体污染越严重, 活性炭的投量应越多; 即枯水期活性炭的投量应比丰水期多。

## 2 活性炭对特定有机物吸附性能的比较

试验过程选用上海木质活性炭对苯酚和阳离子嫩黄两种不同分子量大小的特定有机物进行吸附比较分析, 探讨由于它们的分子结构差异而对活性炭吸附的影响。

试验中, 苯酚与嫩黄酸的初始浓度均为 20 μg/L。在室温下振摇, 不同时间取样分析溶液中两种物质的浓度, 计算吸附量, 测得的吸附平衡曲线

收稿日期: 2002-06-07

基金项目: 广东省自然科学基金资助项目 (021425)

作者简介: 赵振业 (1971-), 男, 香港大学生态与生物多样性学系。

如图 2 和图 3 所示。

由图 2 和图 3 可知, 阳离子嫩黄的吸附平衡时间为 1h, 而苯酚的吸附平衡时间约为 2h, 即阳离子嫩黄在活性炭表面的吸附速率比苯酚快。而且这两种特定的化合物在活性炭上的吸附量也有很大的差别, 苯酚的平衡吸附量为 170mg/g 左右, 而阳离子嫩黄的平衡吸附量大约在 300mg/g 左右, 几乎是苯酚平衡吸附量的一倍, 这说明该活性炭对大分子有机物的吸附量大于小分子的有机物。

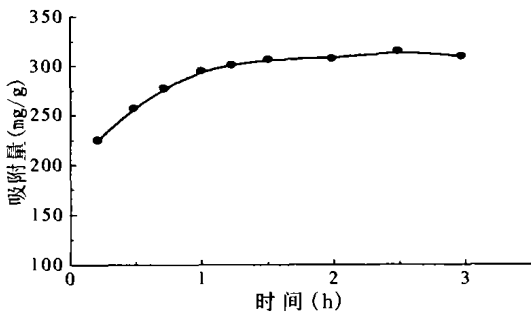


图 2 苯酚吸附平衡曲线

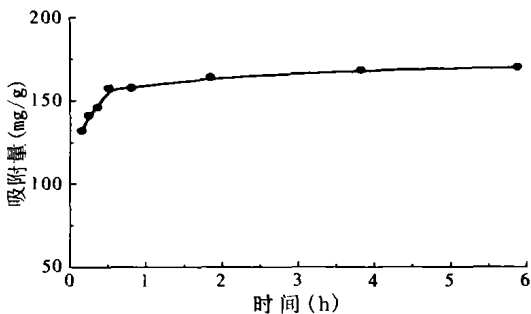


图 3 阳离子嫩黄吸附平衡曲线

比较两种吸附质的吸附性能可知, 阳离子嫩黄的吸附量明显大于苯酚的吸附量。其中的主要原因有:

(1) 苯酚的分子结构中含有较强的极性键 (O-H), 在水中可与水分子形成氢键。氢键的形成使得苯酚与水的亲和力增大, 从而不易被吸附。而阳离子嫩黄不含有较强的氢键, 因而与水的亲和力较小, 易被吸附。

(2) 阳离子嫩黄分子量比苯酚大很多, 一般情况下, 大分子物质具有较高的吸附能, 如果不存在活性炭孔隙对大分子的“筛滤”作用, 则大分子物质易被吸附。因此, 阳离子嫩黄的吸附量要比苯酚大。

上面两种物质代表了水体中常见的两类易溶性物质—具有氢键的物种和没有氢键的大分子物种。对于分子中含有较强极性键, 在水中可与水分子形成氢键的物种, 它们的吸附量往往小于大分子物种,

除非由于分子太大而在活性炭孔隙中存在“筛滤”作用。

### 3 水源水中各种有机物吸附性能对比

在实际源水中, 投加上海粉末活性炭的浓度为 20mg/L, 吸附 2h 后, 取样用 Takerna-GC-MS 分析其中挥发性有机物和 GC-MS 其它有机成分的变化, 各处理结果的分子流出图如图 4 和图 5 所示。

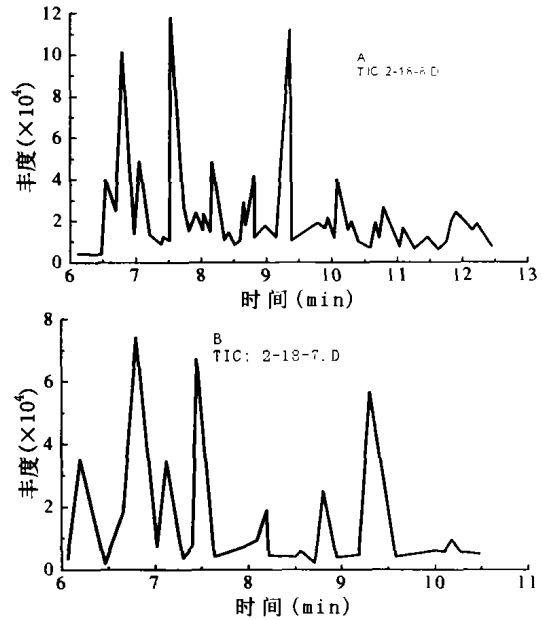


图 4 活性炭对挥发性有机物吸附的比较 (A. TIC:2-18-8.D 为源水; B. TIC:2-18-7.D 为处理水)

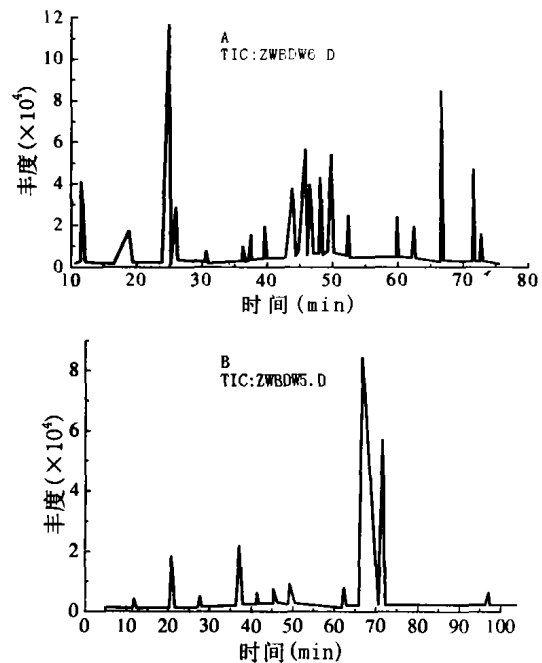


图 5 活性炭对可提取有机物的吸附对比 (A. TIC:ZWBDW6.D 为源水; B. TIC:ZWBDW5.D 为处理水)

在测定水体中的挥发性有机物时, 所测得的挥

挥发性有机物的分子量一般不大于 500, 通常的分子量都在 300 以下。比较图 4 源水与活性炭吸附后水体中挥发性有机物的分子流出图可以看出, 活性炭对水体中的挥发性有机物有比较好的吸附效果, 可使水体中各种挥发性有机物去除率达到 25%~65%。同时比较各种不同分子量有机物的吸附规律可以看出, 对于挥发性有机物, 分子量越大, 它们的去除率就越高。这与苯酚与阳离子嫩黄的吸附规律类似, 即对于水体中的小分子有机物而言, 分子量越大, 越容易被活性炭吸附。

比较图 5 中水源水与活性炭吸附后水体的可提取有机物全分析可以看出, 活性炭对分子量小于 480 以下的可提取有机物有着很好的去除效果, 而对大分子有机物的去除效率很低。这主要是由于活性炭的微孔结构空间位阻效应, 太大的有机物分子不能进入到活性炭的孔隙内部, 只能在活性炭的表面吸附, 这样它在活性炭上的有效吸附位下降, 致使其吸附效率较小。

对比图 4 中挥发性有机物与图 5 中可提取有机物的吸附可以看出, 活性炭对挥发性有机物与可提取有机物吸附有着较大的差别。挥发性有机物随分子量的增大, 其吸附效果越好, 而可提取有机物随分子量的减小, 其吸附效果越好。这主要是由于挥发性的有机物主要是一些极性比较小的有机物, 而可提取的有机物是极性比较大的有机物, 活性炭本身可以看作是一个非极性吸附剂, 对水中非极性物质的

吸附能力大于极性物质的吸附能力。而且, 吸附质分子大小与活性炭呈一定比例时, 最有利于吸附。对于极性较小的分子, 分子量越大, 越有利于吸附<sup>[6]</sup>。

#### 4 结束语

活性炭对水体中各种有机物的吸附有非常大的竞争性, 其对各种有机物吸附量的大小不仅与有机物的分子结构有关, 而且与水体中有机物种类的多寡有关。同时, 对于挥发性有机物与可提取有机物, 它们在活性炭上的吸附量与分子量的大小关系截然相反。可提取有机物随分子量的增大, 其吸附性能减弱; 而挥发性有机物随分子量增大起吸附性能亦增大。

#### 参考文献:

- [1] 李平, 修国华, 江雷. 活性炭纤维填充床内多组分竞争吸附[J]. 化工学报, 2001, 52(11): 987-992.
- [2] 孙彤. 水中苯酚-间甲酚的竞争吸附[J]. 辽宁工学院学报, 1996, 17(4): 46-49.
- [3] 华伟, 孙宇梅. 两种有机污染物的吸附研究[J]. 四川环境, 1998, 17(1): 13-18.
- [4] 田文化, 李培元. 有机物在大孔吸附树脂上的竞争吸附[J]. 水处理技术, 1996, 20(5): 254-258.
- [5] 杨学富, 张珂. 水中三种酚类化合物在 NKA 上的吸附研究[J]. 环境科学学报, 1996, 15(2): 162-166.
- [6] 王宝庆, 陈亚雄, 宁平. 活性炭水处理技术[J]. 云南环境科学, 2000, 19(3): 46-49.

### EFFECT OF ACTIVATED CARBON ON ADSORPTION PERFORMANCE OF DIFFERENT ORGANIC COMPOUNDS

Zhao Zhen-ye<sup>1,3</sup>, Sun Wei<sup>2</sup>, Zhang Shi-fang<sup>2</sup>, Xiao Xian-ming<sup>1</sup>

(1. State key lab. of Geochemistry of Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Science, Guangzhou 510640, China;

2. Guangzhou Waterworks, Guangzhou, China;

3. Department of Ecology and Biological Diversified Science, Hong Kong University, Hong Kong, China)

**Abstract:** The adsorption of activated carbon to cation light yellow and phynol—the organics with different molecular structure, the phynol in different water environments, and the adsorbing law of activated carbon for volatile organic compounds and extractable organic compound were studied. The results showed that the adsorption quantity of activated carbon to the organic compounds in water was related not only to the molecular structure of organic compounds, but to the number of categories of organic compounds in water; various organic compounds in water have competitive adsorption on activated carbon; the adsorption quantity of volatile organic compounds on activated carbon increased with increases in molecular weight, while the extractable organic compound, decreased with increases in molecular weight rather than increasing.

**Key words:** activated carbon; drinking water; adsorption; organic compound