

文章编号 1000-5013(2006)01-0047-03

Cr(VI) 在泉州湾滩涂沉积物上的吸附特性

于瑞莲 胡恭任

(华侨大学材料科学与工程学院, 福建 泉州 362021)

摘要 研究 Cr(VI) 在泉州湾滩涂沉积物上吸附行为, 以及其吸附机理. 探讨 pH 值和温度对吸附作用的影响, 绘制吸附等温线. 实验结果表明, 常温下 Cr(VI) 在泉州湾滩涂沉积物上的吸附平衡时间约需 2.5 h; 吸附作用随 pH 值的升高而减弱, 随温度的升高而增强; 其吸附行为符合 Langmuir 型吸附等温式. 这说明其吸附机理非常复杂.

关键词 Cr(VI), 滩涂沉积物, 泉州湾, 吸附等温线

中图分类号 O 612.6; X 131.3(257)

文献标识码 A

泉州湾地处福建省东南部, 台湾海峡西岸, 湾口向东敞开并与台湾海峡相连, 属半敞开性海湾. 近年来, 随着沿海城市经济的发展, 泉州湾近岸海域污染日趋严重. 人们对该海域研究较多的是近岸海域水质状况调查和水体富营养化趋势分析^[1,2], 对其沉积物中重金属吸附的研究尚未见报道. 本文以泉州湾滩涂沉积物为吸附剂, 用重铬酸钾配制的 Cr(VI) 溶液为吸附质, 研究滩涂沉积物对 Cr(VI) 的吸附特性, 并探讨水环境条件如温度、pH 值等对吸附作用的影响. 本研究将为研究重金属在海洋环境中的迁移转化行为提供科学依据, 对海洋重金属污染防治有理论和现实意义.

1 实验部分

1.1 沉积物的采集及处理

实验所用沉积物均取自泉州湾洛阳桥桥头下滩涂表层 10 cm 处的淤泥, 沉积物呈灰褐色, 表层较松散, 颗粒细微. 将取回的沉积物平铺在洁净的表面皿上, 让其自然风干, 去除碎石、枯枝、败叶等杂物, 然后用研钵捣碎研细, 过 100 目筛, 在低温下密封保存.

1.2 仪器与试剂

(1) 主要仪器. HWY-100A 型小容量恒温培养摇床; BS210S 电子天平; 756 紫外可见分光光度计; 82801 精密 pH 计; DL-5-B 低速大容量离心机; DHG-9070A 电热恒温鼓风等. (2) 主要试剂. 重铬酸钾(AR), 二苯碳酰二肼(AR), 丙酮(AR), 硫酸(AR), 磷酸(AR) 等. 实验用水均为去离子水.

1.3 Cr(VI) 的测定方法

采用二苯碳酰二肼分光光度法测定 Cr(VI)^[3].

1.4 吸附实验

(1) 吸附平衡时间(t) 的测定. 在多个 250 mL 具塞锥形瓶中, 各加入 1.0 g 沉积物样品和 50 mL 的 $20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Cr(VI) 溶液, 加塞后固定在恒温振荡器中, 控制温度为 25°C , pH 值为 6.7~7.1, 以 $120 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 的转速振荡. 每隔一定时间取样离心 10 min, 取上层清液测定 Cr(VI) 的浓度, 得出吸附平衡时间. (2) pH 值影响的测定. 在多个 250 mL 具塞锥形瓶中各加入 1.0 g 沉积物和 50 mL 的 $20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Cr(VI) 溶液, 用 HCl 或 NaOH 调节 pH 值, 在 25°C 下, 以 $120 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 振荡并达到吸附平衡. 取出, 离心 10 min, 取上层清液测定 Cr(VI) 的浓度, 求出沉积物在不同 pH 下对 Cr(VI) 的吸附量 q . (3) 温度

收稿日期 2005-07-28

作者简介 于瑞莲(1970), 女, 讲师, 主要从事环境科学与环境工程的研究. E-mail: grhu@hqu.edu.cn

基金项目 福建省自然科学基金资助项目(D0310017)

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

的测定. 在多个具塞锥形瓶中各加入 1.0 g 沉积物和 50 mL 的 $20\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Cr(VI) 溶液($\text{pH} = 6.7 \sim 7.1$), 分别在一定温度下振荡吸附并达到吸附平衡. 取出, 离心 10 min, 取上层清液测定 Cr(VI) 的浓度, 求出不同温度下沉积物对 Cr(VI) 的吸附量. (4) 吸附等温线的绘制. 在多个 250 mL 具塞锥形瓶中各加入 1.0 g 沉积物和一系列已知浓度的 50 mL Cr(VI) 溶液. 控制温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 自然 pH (约 $6.7 \sim 7.1$), 以 $120\text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 的振速振荡并达到吸附平衡. 取出, 离心($3000\text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$) 10 min, 取上层清液测定 Cr(VI) 的浓度, 绘制吸附等温线.

2 结果与讨论

2.1 吸附平衡时间对吸附作用的影响

吸附平衡时间的测定结果, 如图 1 所示. 从图 1 可看出, 泉州湾滩涂沉积物对 Cr(VI) 的吸附在 2.5 h 后可达到平衡. 这是因为, 当六价铬与沉积物接触时, 会同时发生吸附和解吸作用. 接触初期以吸附作用为主, 随时间延长, 解吸作用逐渐增加, 2.5 h 后吸附和解吸速度达到平衡. 沉积物的组成不同会造成吸附平衡时间的差异. 据伍钧等人^[4]的研究, 黄壤吸附六价铬 1 h 就基本达到吸附平衡, 玄武岩黄壤 2 h 达到吸附平衡, 而老风化壳黄壤和再积黄壤需 4 h 才基本达到吸附平衡. 这说明不同性质的土壤对六价铬的吸附速度存在差异. 为确保吸附达到平衡, 以下实验的吸附振荡时间取 3 h.

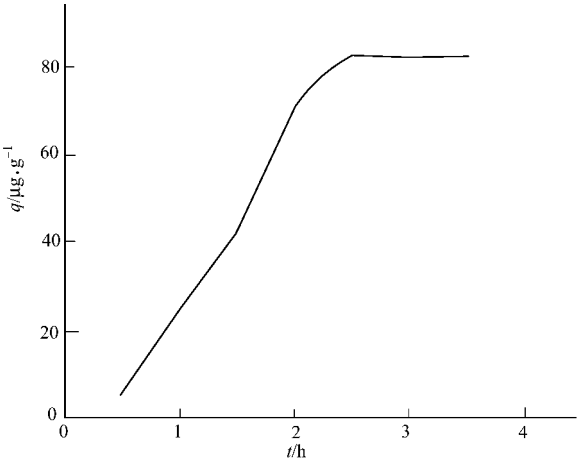


图 1 Cr(VI) 在沉积物上的吸附平衡时间

2.2 pH 值对吸附作用的影响

不同 pH 值下沉积物对 Cr(VI) 的吸附结果, 如图 2 所示. 从图 2 看出, 沉积物对 Cr(VI) 的吸附作用随 pH 的增大而减弱. 在 pH 值为 $1 \sim 2$ 范围内吸附量都很大, 但从 pH 值大于 2 后, 吸附量随 pH 的增大而显著减少. pH 值的影响主要是由于 pH 不但影响沉积物胶体的电荷性质和数量, 也影响到溶液中六价铬的形态分布. Cr(VI) 在水溶液中通常以 CrO_4^{2-} 和 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的形式存在, 在 pH 值较低时, 沉积物胶体因质子化作用而增大对阴离子吸附; 在较高 pH 值时, 沉积物胶体带负电荷, 几乎不对阴离子产生静电吸附. 另外, 在酸性环境中 Cr(VI) 易被还原为以 $\text{Cr(H}_2\text{O)}_6^{3+}$ 和 Cr(OH)_3 为主要存在形式的 Cr(III) , 而 Cr(III) 易被沉积物中的腐殖质强烈吸附^[5].

2.3 温度对吸附作用的影响

不同温度(θ)下, 沉积物对 Cr(VI) 的吸附结果, 如图 3 所示. 从图 3 可以看出, 沉积物对 Cr(VI) 的吸

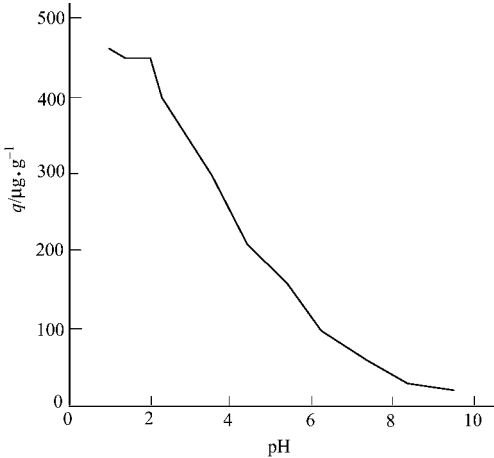


图 2 pH 值与吸附作用的关系

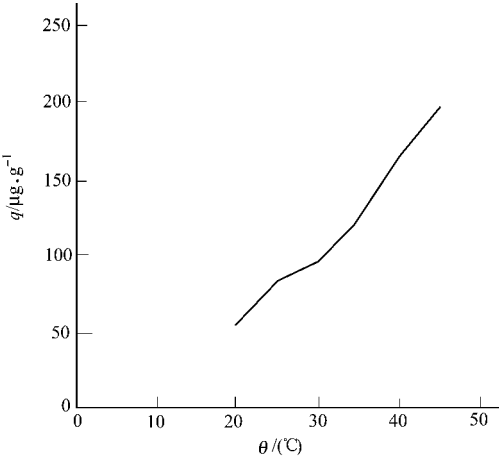


图 3 温度与吸附作用的关系

附量随温度的升高而增加. 泉州湾滩涂沉积物是一个非常复杂的体系, 其对 Cr(VI) 的吸附包括多种机

制,如表面吸附、氢键络合、专属吸附等. 这些因素的综合作用,使得 Cr(VI) 的吸附率随温度(θ) 的升高而增加. 其中原因之一可能是,随着温度的升高吸附剂的孔隙率增大,比表面积增大,增强了沉积物的吸附能力. 本实验所得结论与文〔6〕报道一致.

2.4 吸附等温线

吸附等温线的测定结果,如图 4 所示(图中 C 为平衡浓度). 分别用 Freundlich 和 Langmuir 吸附等温式对实验数据进行线性拟合,结果如表 1 所示. 由表 1 可见, Cr(VI) 在泉州湾滩涂沉积物上的吸附行为符合 Langmuir 吸附等温式. 说明吸附机理很复杂,是多种作用力的综合结果.

表 1 吸附等温式拟合结果

Langmuir 模型			Freundlich 模型		
A	G^0	R	lgk	$1/n$	R
13.08	129.9	0.998 4	1.192 1	0.542 3	0.983 4

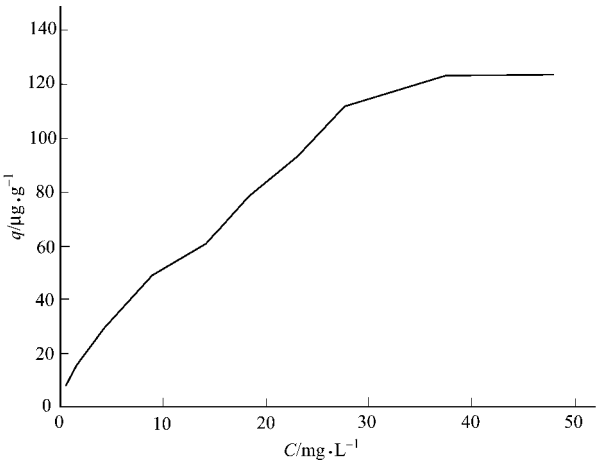


图 4 泉州湾滩涂沉积物对 Cr(VI) 的吸附等温线

3 结束语

常温下,泉州湾滩涂沉积物对 Cr(VI) 的吸附平衡时间约需 2.5 h,其吸附作用受 pH 值和温度的影响. 吸附量随 pH 值的升高而减小,随温度的升高而增大. Cr(VI) 在泉州湾滩涂沉积物上的吸附行为符合 Langmuir 型吸附等温式,说明吸附机理复杂,是多种作用力的综合结果.

参 考 文 献

1 袁建军, 谢嘉华. 泉州湾近岸海域水质状况调查与评价[J]. 台湾海峡, 2003, 22(1): 14~ 18
2 洪晓琴. 泉州湾水质富营养化趋势分析及防治对策[J]. 福建环境, 2001, 18(4): 13~ 15
3 国家环境保护总局《水和废水监测分析方法》编委会编. 水和废水监测分析方法[M]. 第 4 版. 北京: 中国环境科学出版社, 2002. 346~ 349
4 伍 钧, 漆 辉, 郭 佳. 黄壤对六价铬吸附特性的研究[J]. 农业环境科学学报, 2003, 22(3): 333~ 336
5 任乃林, 许佩芸. 用底泥吸附处理含铬废水[J]. 水处理技术, 2002, 28(3): 172~ 174
6 梁郁强, 贾宗剑, 江凤仪. 活性污泥吸附重金属 Cr⁶⁺ 的研究[J]. 环境技术, 2004, (1): 33~ 35

Sorption Property of Cr(VI) on the Tidal Flat
Sediment of Quanzhou Bay

Yu Ruilian Hu Gongren

(College of Material Science and Engineering, Huaqiao University, 362021, Quanzhou, China)

Abstract The present work deals with the sorption behavior of Cr(VI) on the tidal flat sediment of Quanzhou Bay, and on this basis, inquires into its sorption mechanism. The emphasis is put on the discussion of the effect of pH value and temperature on the sorption, and on the drawing of sorption isotherm. experimental results show that the sorption equilibrium time of Cr(VI) on the tidal flat sediment of Quanzhou Bay needs about 2.5 hrs at normal atmospheric temperature. The sorption capacity decreases with the increase of pH value but increases with the increase of temperature; and sorption behaviour accords with Langmuir type sorption isotherm equation, implying that its sorption mechanism is very complicated.

Keywords Cr(VI), tidal flat sediment, Quanzhou Bay, sorption isotherm