



文章栏目: 水污染防治

DOI 10.12030/j.cjee.201912048

中图分类号 X703

文献标识码 A

魏婷, 牛丽君, 张光明, 等. 三元复合吸附剂 Ce-Zr-Zn 对水中低浓度磷的吸附性能及其机理[J]. 环境工程学报, 2020, 14(11): 2938-2945.

WEI Ting, NIU Lijun, ZHANG Guangming, et al. Performance and mechanism of adsorption of low concentration phosphate in water by Ce-Zr-Zn ternary composite adsorbent[J]. Chinese Journal of Environmental Engineering, 2020, 14(11): 2938-2945.

三元复合吸附剂 Ce-Zr-Zn 对水中低浓度磷的吸附性能及其机理

魏婷¹, 牛丽君¹, 张光明^{2,*}, 张涛¹, 张毅³, 邹志国³

1. 中国人民大学环境学院, 北京 100872

2. 河北工业大学能源与环境工程学院, 天津 300130

3. 山东公用同太环保科技有限公司, 济宁 277200

第一作者: 魏婷(1996—), 女, 硕士研究生。研究方向: 深度除磷。E-mail: 2018101881@ruc.edu.cn

*通信作者: 张光明(1973—), 女, 博士, 教授。研究方向: 高级氧化技术等。E-mail: zgm@ruc.edu.cn

摘要 为缓解水体富营养化问题, 通过沉淀法合成了新型的三元复合吸附剂 Ce-Zr-Zn, 且将其用于除磷研究。结合 XRD、SEM、BET、XPS 和 FT-IR 表征分析, 研究了其对水中低浓度磷的吸附性能及可能的吸附机理。结果表明: Ce-Zr-Zn 具有优异的除磷特性, 磷的去除率可高达 96%, 出水磷浓度低于 $0.045 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; 其对磷酸盐的最大吸附容量为 $66.61 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 磷酸盐吸附过程符合拟二级动力学模型和 Freundlich 模型。此外, 吸附剂具有较宽的 pH 适用范围(3~9)和良好的磷酸盐选择性。机理分析结果表明, 配位体交换和静电吸附是该吸附剂除磷的主要原因。以上结果可为该材料用于水体深度除磷提供参考。

关键词 除磷; Ce-Zr-Zn; 吸附性能; 机理

水体富营养化是严重的水质污染问题, 磷是导致水体富营养化的主要营养元素^[1]。为抑制藻类生长, 水体中磷浓度应控制在一个较低的范围($<0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)^[2]。但 A/A/O 等污水处理工艺对磷的去除效果并不理想, 出水磷浓度一般在 $0.5 \sim 2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ^[3-4]。因此, 需要深度除磷, 以进一步降低水中的磷浓度。

吸附法是一种常用的水处理方法, 与其他深度除磷方法(如纳滤/反渗透^[5]、离子交换^[6]和人工湿地^[7]等)相比, 具有操作简便、出水水质优和运行稳定等优势^[8-10]。在除磷吸附剂中, 金属复合吸附剂有较强的磷酸盐吸附特性^[11-13], 其可融合单金属的优势, 且能够展现出不同于单金属的物理化学特性, 如较大的比表面积和零电位点(pH_{pzc})等, 在一定程度上提高了对磷酸盐的吸附性能^[14-15]。LYU 等^[12]合成了 Fe-Al-Mn 复合吸附剂, 他们在 Fe-Mn 的基础上引进了氧化铝, 提高了吸附剂的 pH_{pzc} 和除磷性能。HAO 等^[13]合成了 La-Fe 复合吸附剂, 发现 Fe 的掺杂提高了吸附剂的除磷性能及其分离能力。

铈和锆基吸附剂具有环境友好、抗酸碱能力强、稳定性高等优势, 其对磷酸盐具有优良的去

收稿日期: 2019-12-08; 录用日期: 2020-03-01

基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项(2018ZX07110); 山东省重点研发计划(2018CXGC1007)