

[补充信息]

[BMIM][BF₄]-MnO₂@SS 阳极的制备及对氧氟沙星废水的降解

李绘¹, 张燕^{1,✉}, 张玉琰¹, 宋凤娟¹, 郇雪¹, 王浩宇², 曹晓强¹, 吕宪俊¹

1 山东科技大学化学与环境工程学院, 青岛 266590

2 青岛贝宝海洋科技有限公司, 青岛 266408

[Supplementary Information]

Fabrication of [BMIM][BF₄]-MnO₂@SS Anode and Removal of Ofloxacin Wastewater

LI Hui¹, ZHANG Yan^{1,✉}, ZHANG Yuyan¹, SONG Fengjuan¹, LI Xue¹, WANG Haoyu², CAO Xiaoqiang¹, LYU Xianjun¹

1 College of Chemical and Environmental Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, China

2 Qingdao Beibao Marine Science & Technology Co., Ltd., Qingdao 266408, China

实验药品与仪器

实验药品: 氢氧化钠、硫酸锰、高锰酸钾、重铬酸钾、无水硫酸钠、盐酸, 以上药品均为分析纯; [BMIM][BF₄]离子液体(上海成捷离子液体有限公司), 抗之霸氧氟沙星药片(广州白云山医药集团股份有限公司); 高效切片石蜡。

实验仪器: KH250 反应釜, APS3005D 单路直流稳压稳流电源, Nova Nano SEM 450 高分辨率扫描电镜(美国 FEI), Utima IV X 射线衍射分析仪(日本理学仪器公司), Autolab PGSTAT302N 电化学工作站(瑞士万通), 754 紫外可见分光光度计, COD 消解仪。

利用 X-射线衍射分析仪对制备的电极材料进行物相分析, 辐射源为铜靶(K α , $\lambda = 1.5416 \text{ \AA}$), 扫描范围为 $10\sim 90^\circ$ (2θ), 加速电压和电流分别为 40 kV 和 40 mA, 扫描速度为 $7^\circ/\text{min}$, 步长为 0.02° 。电极材料的微观形貌采用高分辨率扫描电镜进行表征, 其加速电压为 15 kV。

电极构建过程

利用软件 Materials Studio 模拟 [BMIM][BF₄]-MnO₂@SS 电极的构建过程。[BMIM][BF₄] 首先镶嵌于 MnO₂ 孔隙中, 然后负载在不锈钢基体上形成 [BMIM][BF₄]-MnO₂@SS 电极。

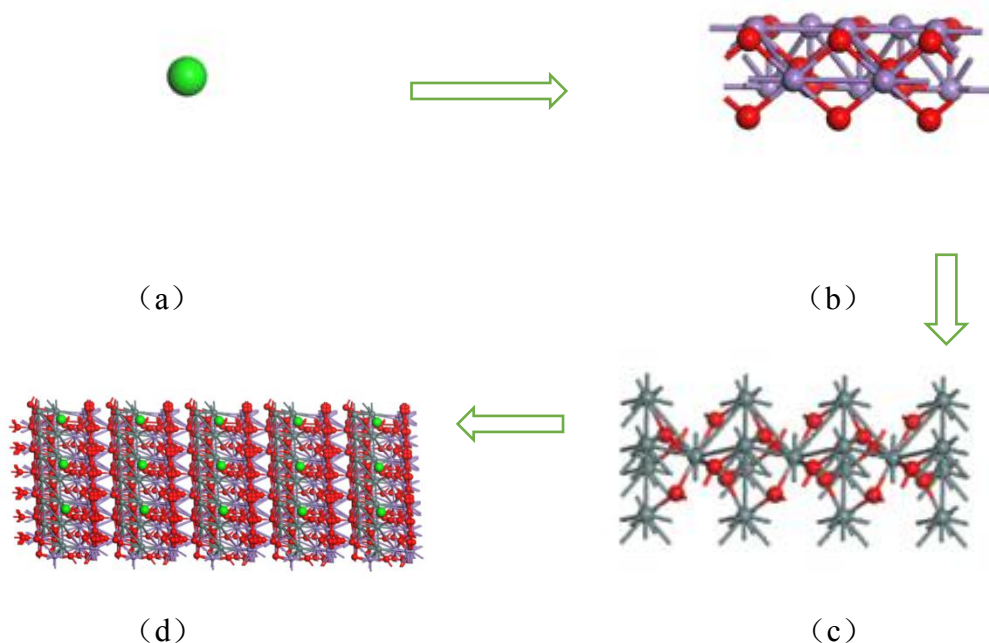


图 S1 [BMIM][BF₄]-MnO₂@SS 电极的形成过程 (a—[BMIM][BF₄], b—MnO₂, c—SS, d—[BMIM][BF₄]-MnO₂@SS)
Fig.S1 Formation process of [BMIM][BF₄]-MnO₂@SS electrode (a—[BMIM][BF₄], b—MnO₂, c—SS, d—[BMIM][BF₄]-MnO₂@SS)

电化学性能测试

用电钻将电极样品打孔, 孔径约为 1 cm, 将纯铜导线穿入小孔进行电化学测试。在电化学测试之前用石蜡封边, 预留测试面积约为 1 cm×1 cm, 用电化学工作站测定电极的电化学性能。测试体系的参比电极为饱和甘汞电极, 对电极为铂电极, 工作电极分别为 SS 电极、MnO₂@SS 电极和 [BMIM][BF₄]-MnO₂@SS 电极, 0.20 mol/L Na₂SO₄ 溶液为电解液, 测试温度为 26 °C, 极化曲线测试的扫描速度为 0.05 V/s, 扫描范围为 -2.00 V_{OPC}~+2.00 V_{OPC}。

氧氟沙星浓度标准曲线

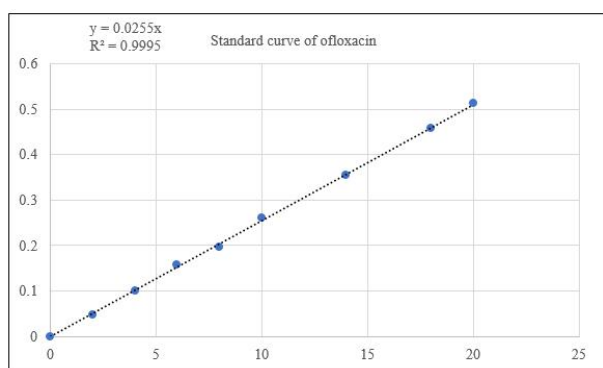


图 S2 氧氟沙星浓度标准曲线
Fig.S2 Standard curve of ofloxacin concentration

EE/O 能耗测定条件

实验过程中电解电压为 4 V，电流密度为 0.1 mA/cm²，电极作用面积为 4 cm²，降解废水所用时间为 30 min，废水总体积为 150 cm³，废水初始浓度为 20 mg/L。在 30 min 时，MnO₂@SS 电极降解后的氧氟沙星废水浓度为 11.926 0 mg/L，[BMIM][BF₄]-MnO₂@SS 电极降解后的氧氟沙星废水浓度为 2.2 mg/L。根据以上参数可以计算出 MnO₂@SS 电极和 [BMIM][BF₄]-MnO₂@SS 电极的 EE/O 分别为 6.96 kWh/m³ 和 3.40 kWh/m³。