

水中磺胺类药物的吸附去除机制与工艺研究

研究生：朱伟晓；导师：王洪杰 副教授



研究背景

水中微量磺胺类药物对生态环境和人类健康构成严重威胁，铁、锰等氧化物是悬浮颗粒物的主要成分，因此研究水中磺胺类药物在铁、锰等氧化物表面的作用过程对减少其对人类和环境造成的风险具有重要意义。

研究内容

1. 羟基金属氧化物对磺胺类药物的静态吸附研究；
2. 磺胺类药物在羟基金属氧化物表面吸附机制研究；
3. 铁锰负载沸石动态运行吸附实验；
4. 负载型铁锰氧化物吸附去除磺胺类药物的工艺设计。

研究方法

静态吸附实验

吸附机制研究

1. pH和离子强度的影响
2. 吸附动力学研究
3. 吸附热力学研究
1. X射线衍射（XRD）
2. 扫描电镜（SEM）
3. 低温液氮吸附-脱附分析（BET）
4. 红外光谱图（FTIR）
5. X射线光电子能谱分析（XPS）

动态运行吸附实验

1. 沸石和FMBO-Zeolite吸附柱对去除SDZ效果的比较
2. 空床停留时间（EBTC）对去除SDZ效果的影响
3. 进水pH对去除SDZ效果的影响
4. 初始浓度对去除SDZ效果的影响

结果分析

静态吸附实验

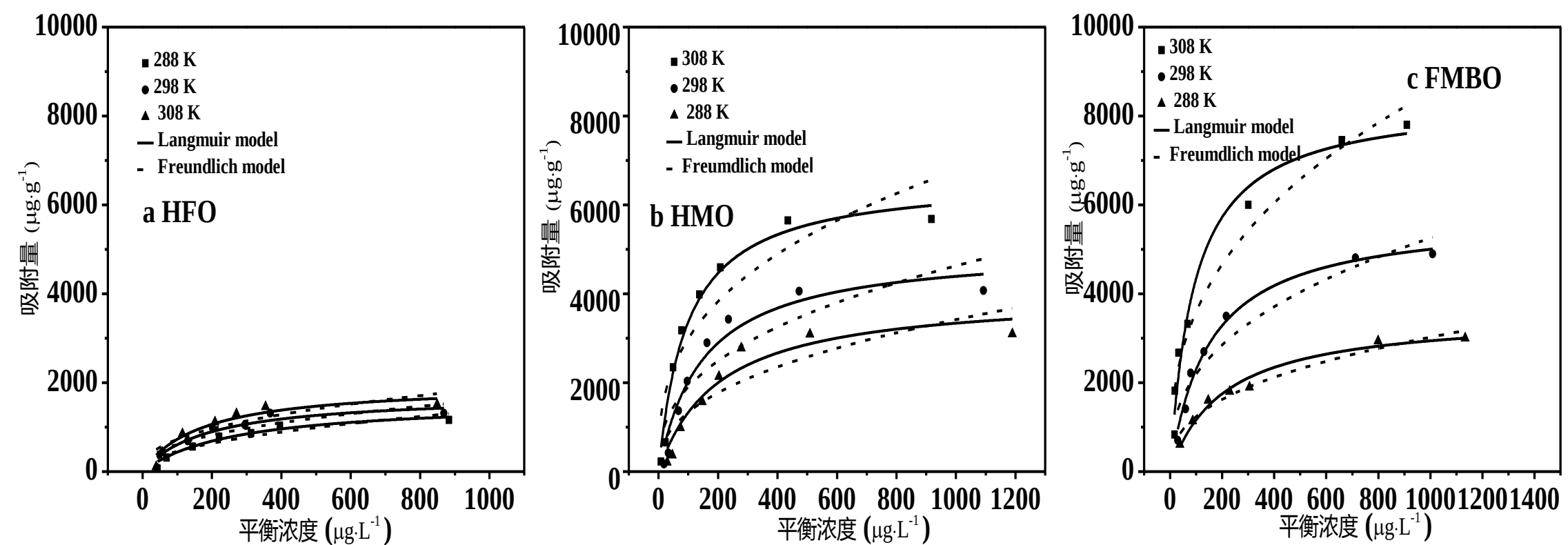
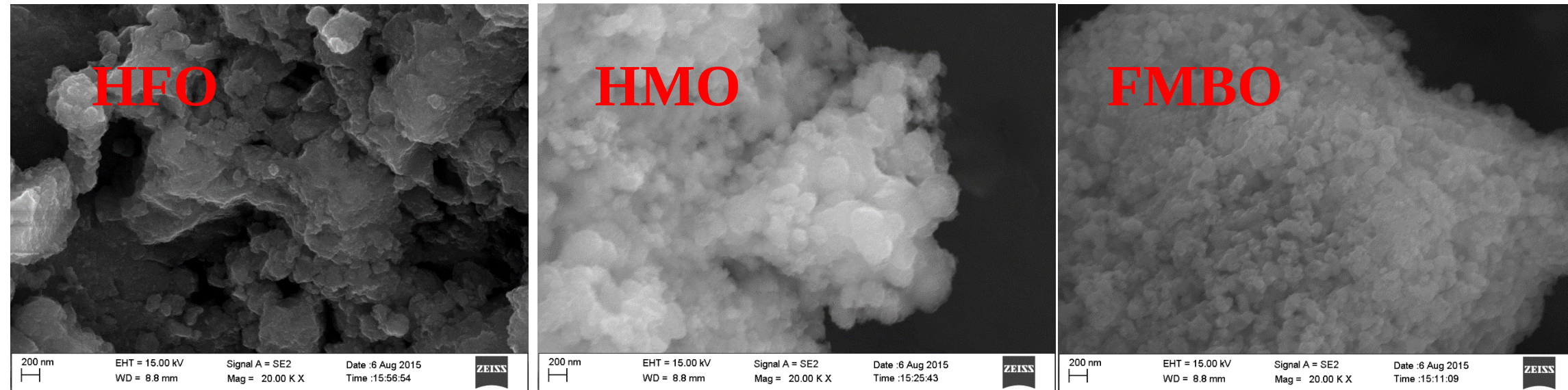


图1 等温吸附曲线及模型模拟 (a) pH=8.0±0.2, (b) pH=6.5±0.2, (c) pH=7.0±0.2, 投量, 100.0 mg/L; 24 h; NaNO₃, 0.01 mol/L;

吸附机制研究

SEM



- FMBO呈现无序团簇状，具有丰富孔状结构。

FTIR

- HFO吸附SDZ后，推测SDZ上的-NH-与HFO上的羟基是吸附的主要作用位点。
- HMO吸附SDZ后，推测-NH₂-和HMO的表面羟基的作用是SDZ去除的主要原因。
- FMBO吸附SDZ后，推测SDZ中的-NH-和-NH₂-与FMBO的表面羟基的作用是SDZ去除的主要原因。

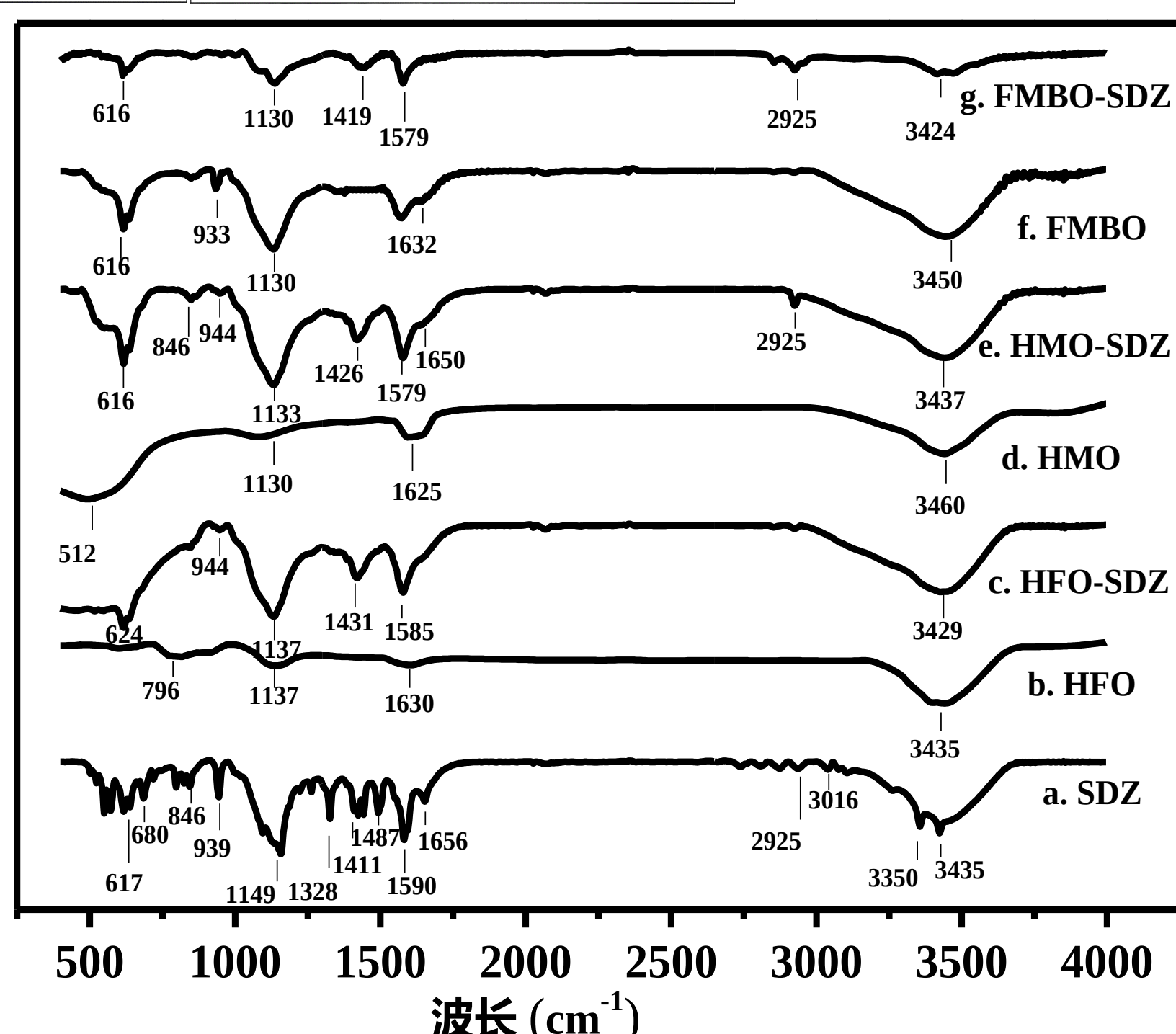
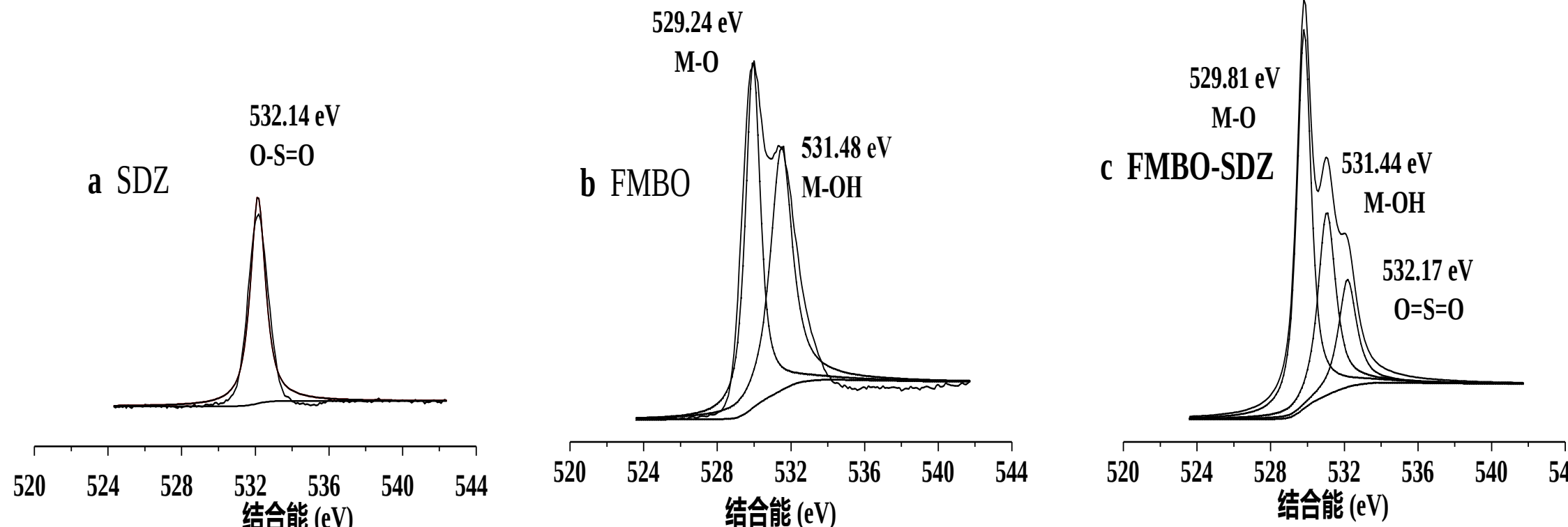
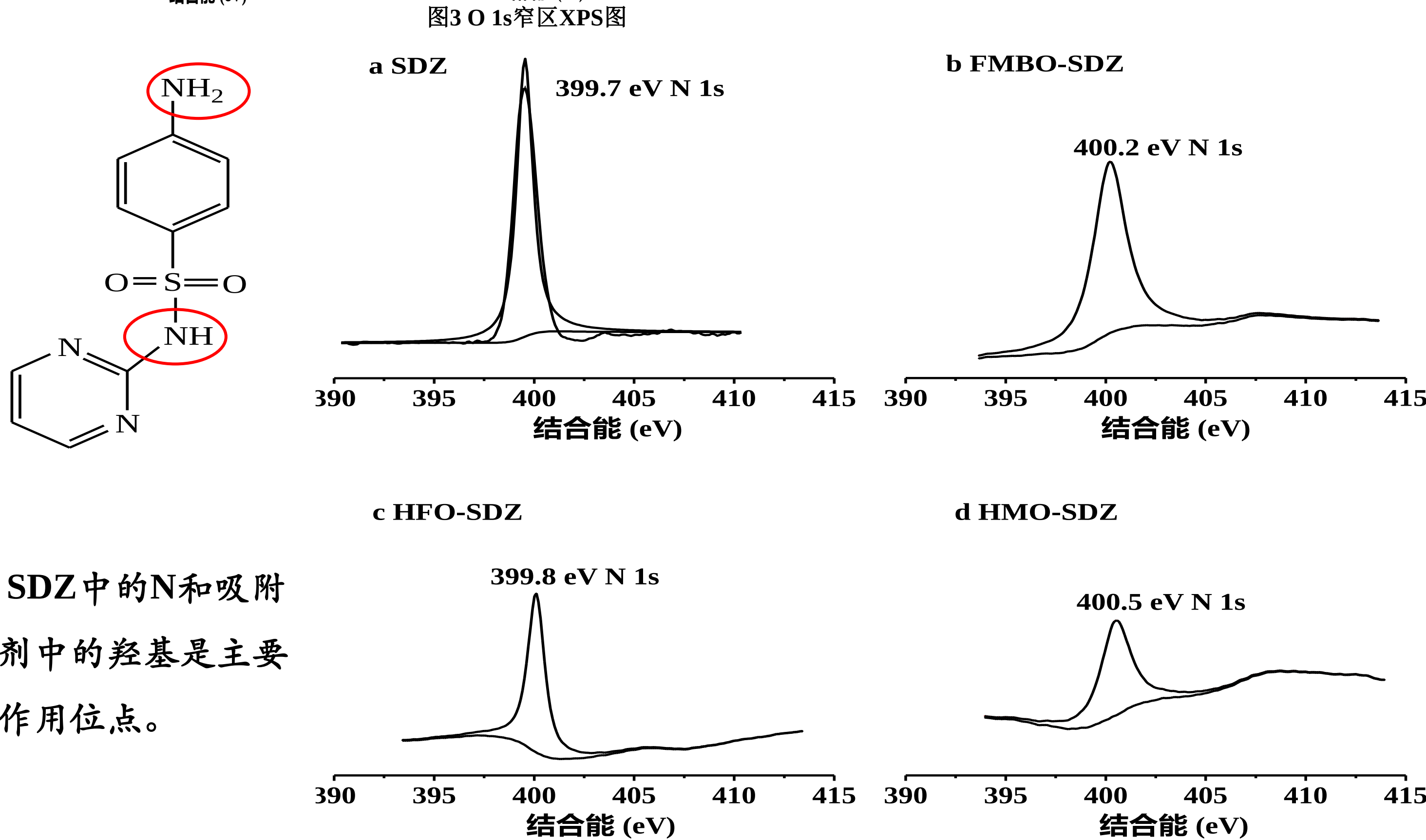


图2 红外光谱图 (a) SDZ, (b) HFO, (c) SDZ-HFO, (d) HMO, (e) SDZ-HMO, (f) FMBO, (g) SDZ-FMBO

XPS

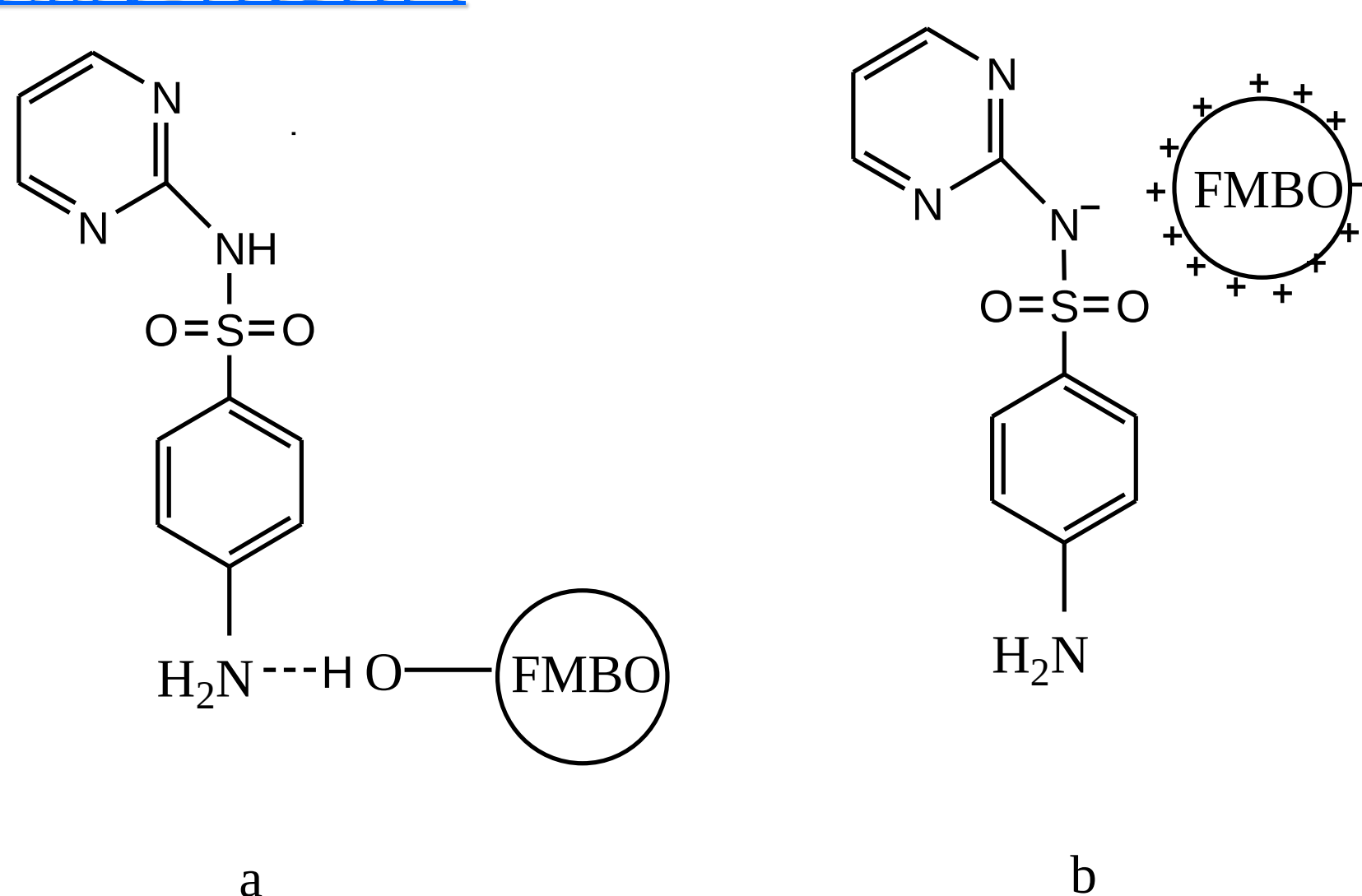


M-OH中的羟基是重要作用位点。



SDZ中的N和吸附剂中的羟基是主要作用位点。

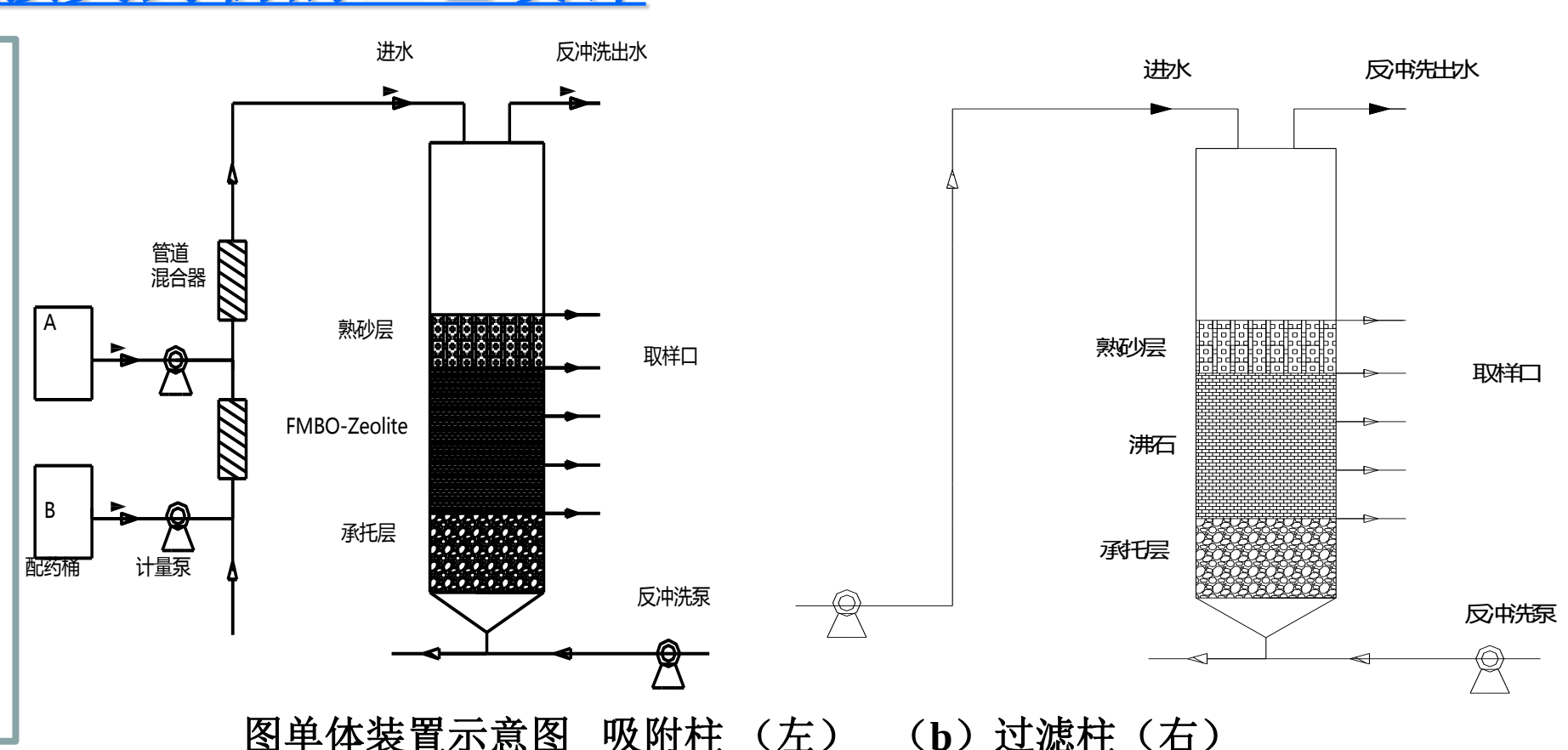
吸附机制说明图



- HFO对SDZ吸收去除是HFO表面的正电荷与SDZ-之间的静电吸引作用力；
- HMO吸收去除SDZ是HMO表面羟基与苯氨基中的氮之间形成的氢键作用力
- FMBO对SDZ的吸收去除则是静电和氢键的共同作用。

负载型铁锰氧化物吸附去除磺胺类药物的工艺设计

吸附柱：流量4 m³/h (96 m³/d)，
滤速为10 m/h，EBTC=15 min，
直径70 cm，高为2.5 m；
过滤柱：流量8 m³/h，滤速为15 m/h，
选取EBTC=12 min，
直径85 cm，高为3.0 m；



结论

1. 静态吸附结果表明，FMBO是去除水中SDZ和SDMO的有效吸附剂，308 K时，FMBO对SDZ和SDMO的最大吸附量分别为7900、1879 μg/g，HMO、FMBO对SDZ的吸附效果显著优于SDMO。且FMBO对水中磺胺类药物的吸附效果要优于常规的吸附材料。
2. 吸附机制结果表明，FMBO对SDZ的吸附去除是静电和氢键共同作用；HFO对SDMO吸收去除主要是由于HFO表面的正电荷与负电荷SDMO-之间的静电吸引作用力所致。
3. 沸石负载铁锰的最佳动态运行工艺条件是：EBTC=15 min，pH=7，初始浓度为200 μg/L。
4. 设计了一套处理量为192 m³/d、基于铁锰氧化物改性沸石吸附、过滤为一体的净水工艺，实现水中SDZ的高效去除。

课题来源：国家自然科学基金面上项目“特征有机物掺杂的锰基介孔材料组装及对有机结合态重金属去除机理”

研究成果

1. Weixiao Zhu, Jianduo Wang², Yili Wang¹, Hongjie Wang^{1,*}. Study on Sulfadimethoxine Removal from Aqueous Solutions by Hydrous Ferric Oxides. Water Science and Technology. (已接收, SCI)
2. Weixiao Zhu, Suhuan Ji¹, Bin Zhou², Hongjie Wang^{*}. Study on Sulfadimethoxine Removal from Aqueous Solutions by Ferric and Manganese Binary Oxides, The 6th IWA ASPIRE conference, September, 2015, Beijing, China. (国际会议)
3. Weixiao Zhu, Shuai Liang^{1,2}, and Yili Wang^{1,2}, Hongjie Wang^{1,2,*}. Sulfadiazine Removal from Aqueous Solutions by Hydrous Manganese Oxides: Adsorption Behavior and Mechanism. 2016 International Conference on Advanced Materials, Technology and Application. (国际会议)