



污水厂尾水吸附法同步脱氮除磷工艺研究

研究生：李雪璞；导师：王洪杰 副教授

研究背景

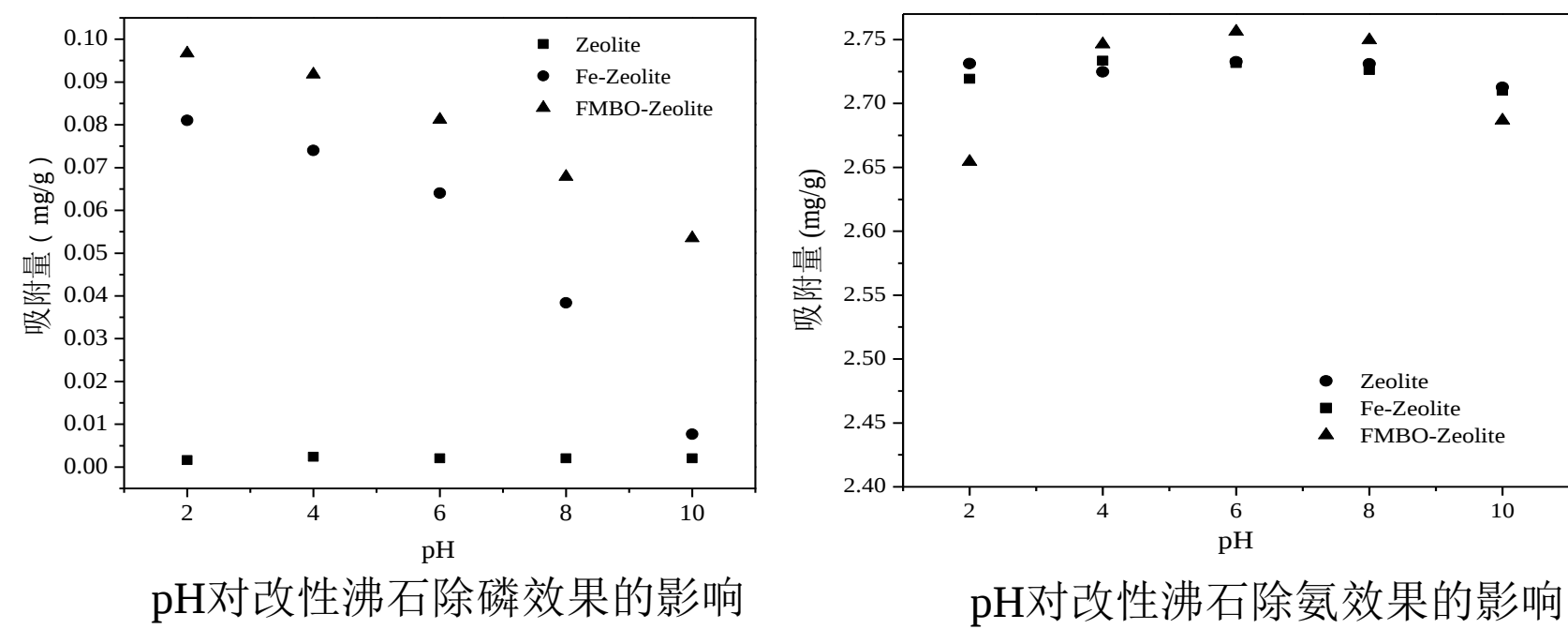
- 水中过量的氮磷是造成水体富营养化最主要的原因之一。我国目前建立的大部分污水处理厂所用的工艺技术都比较传统，对氮磷的排放并没有足够的控制。
- 用吸附法去除氮磷具有操作简便，效率高和低成本等优势，金属氧化物作为有效去除水中磷的吸附剂，并不具备脱氮性能，且由于其自身的粉末状性质无法应用于固定床等工业装置。
- 因此一些机械强度大的天然材料被负载金属氧化物负载得到可工业化的新型吸附剂成为研究热点。

研究目的

针对污水处理厂外排尾水深度脱氮除磷的实际需求，采用原位负载的方法，制备一种羟基金属氧化物改性沸石材料，研究其脱氮除磷效能及影响因素，建立动态运行反应器，优化工艺运行参数，完成基于羟基金属氧化物改性沸石吸附过程的深度脱氮除磷工艺设计。

结果与讨论

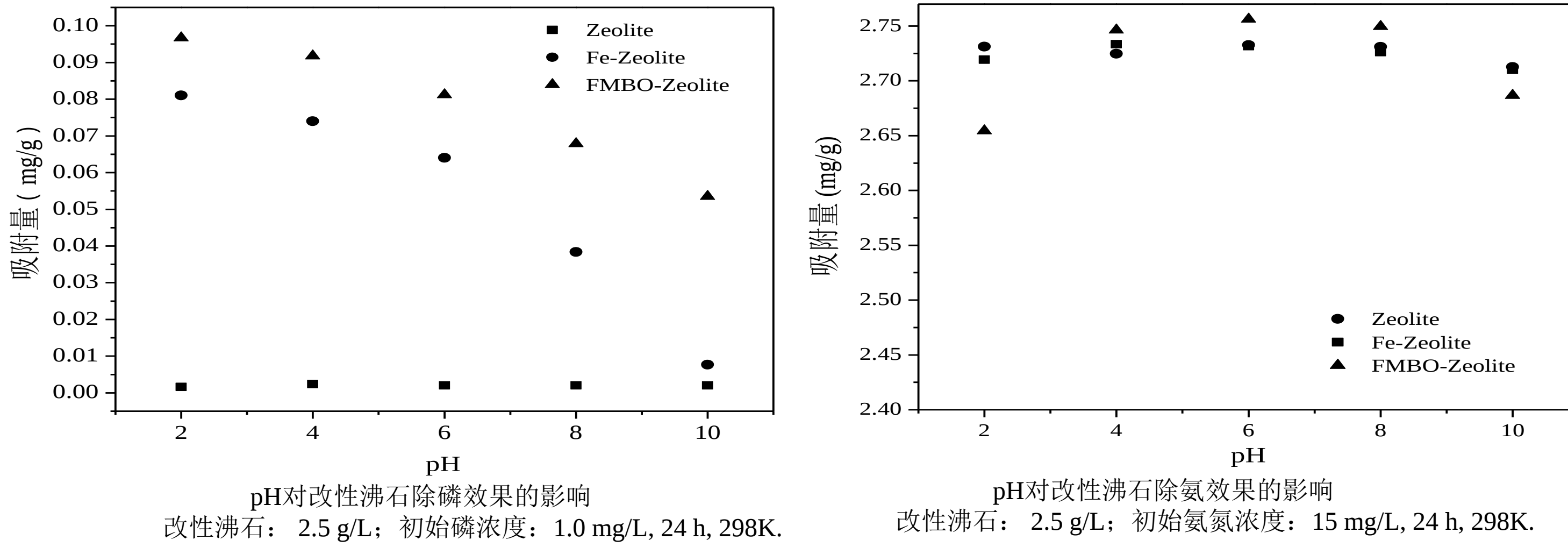
1. 吸附效能评价



pH影响实验

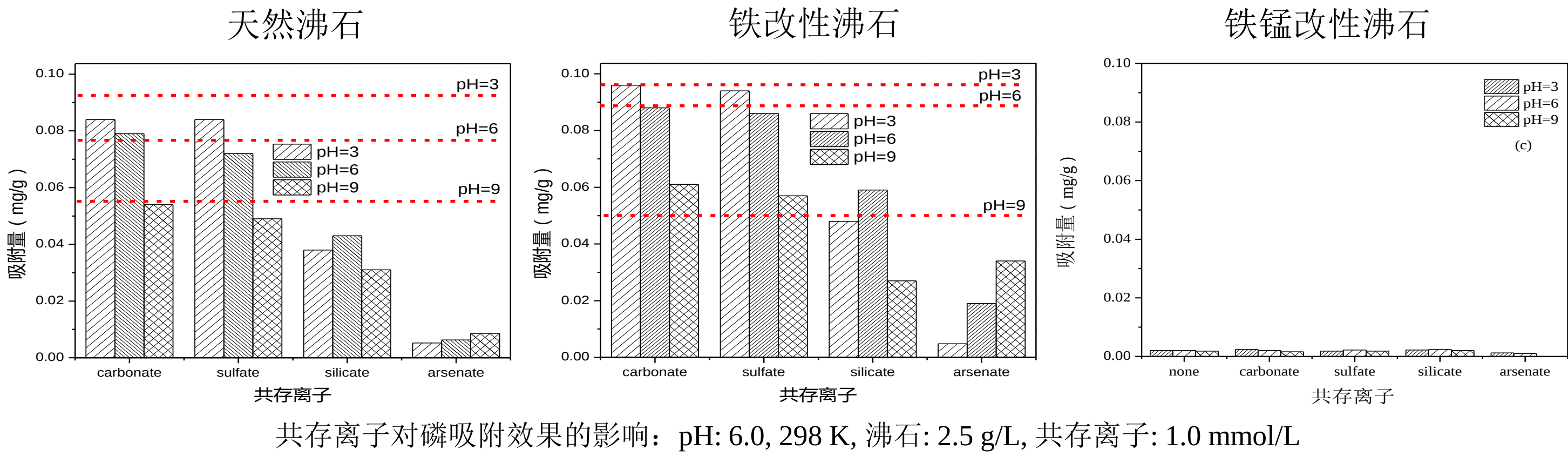
天然沸石对低浓度的磷吸附效果很微弱，而经由水合氧化铁以及铁锰复合氧化物改性后的沸石对磷的吸附量有明显的提高。

FMBO-Zeolite对磷的吸附在所选择的pH范围内优于Fe-Zeolite。在较宽pH范围内三种沸石对氨氮的吸附量均能保持较高水平。



■ 共存离子影响实验

- 溶液中 CO_3^{2-} 和 SO_4^{2-} 的存在对磷在铁改性沸石以及铁锰改性沸石上的吸附基本没有影响；
- SiO_3^{2-} 和 AsO_4^{3-} 会降低两种沸石对磷的吸附量，其中 AsO_4^{3-} 对吸附性能的影响最大。

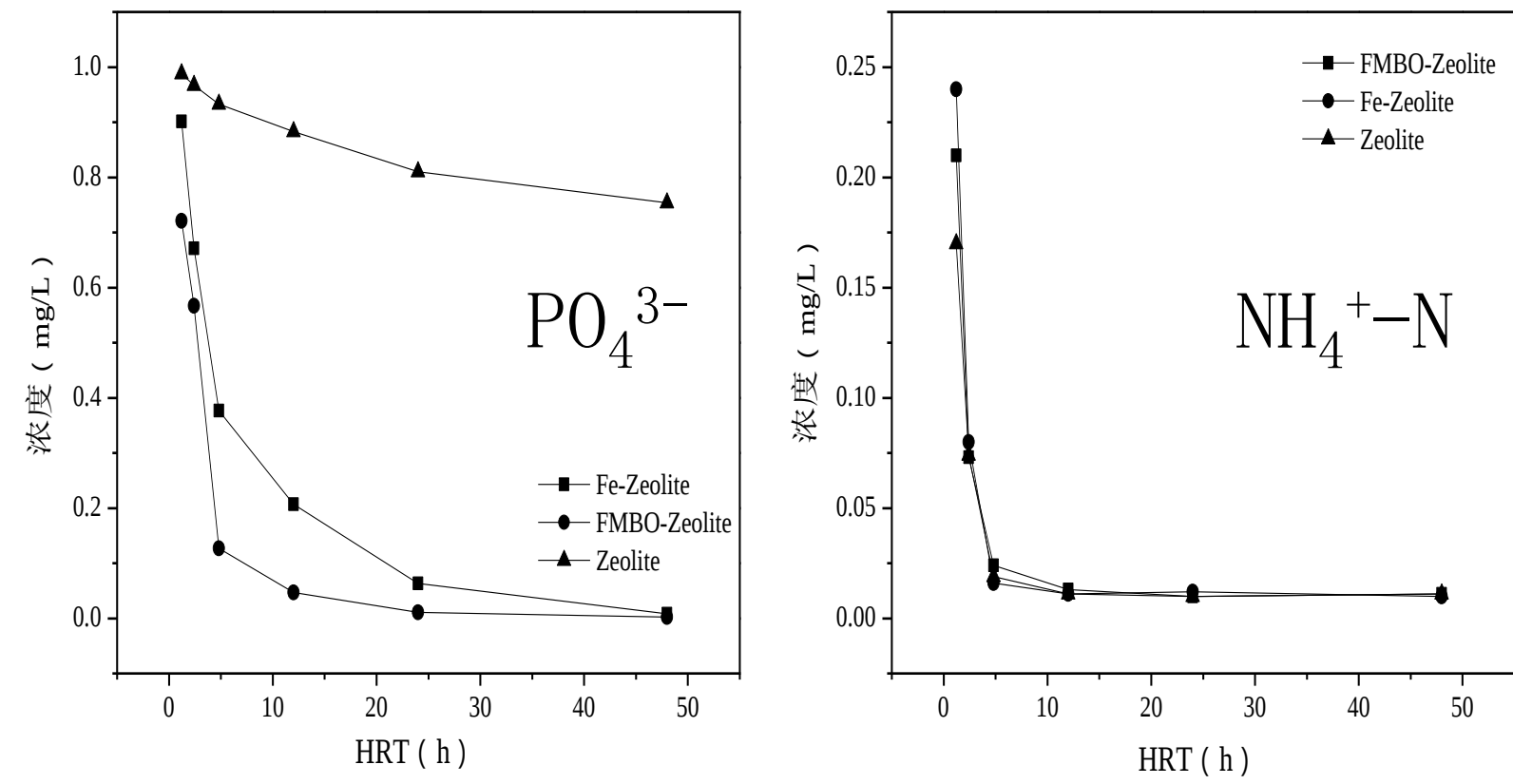


2. 动态运行同步脱氮除磷

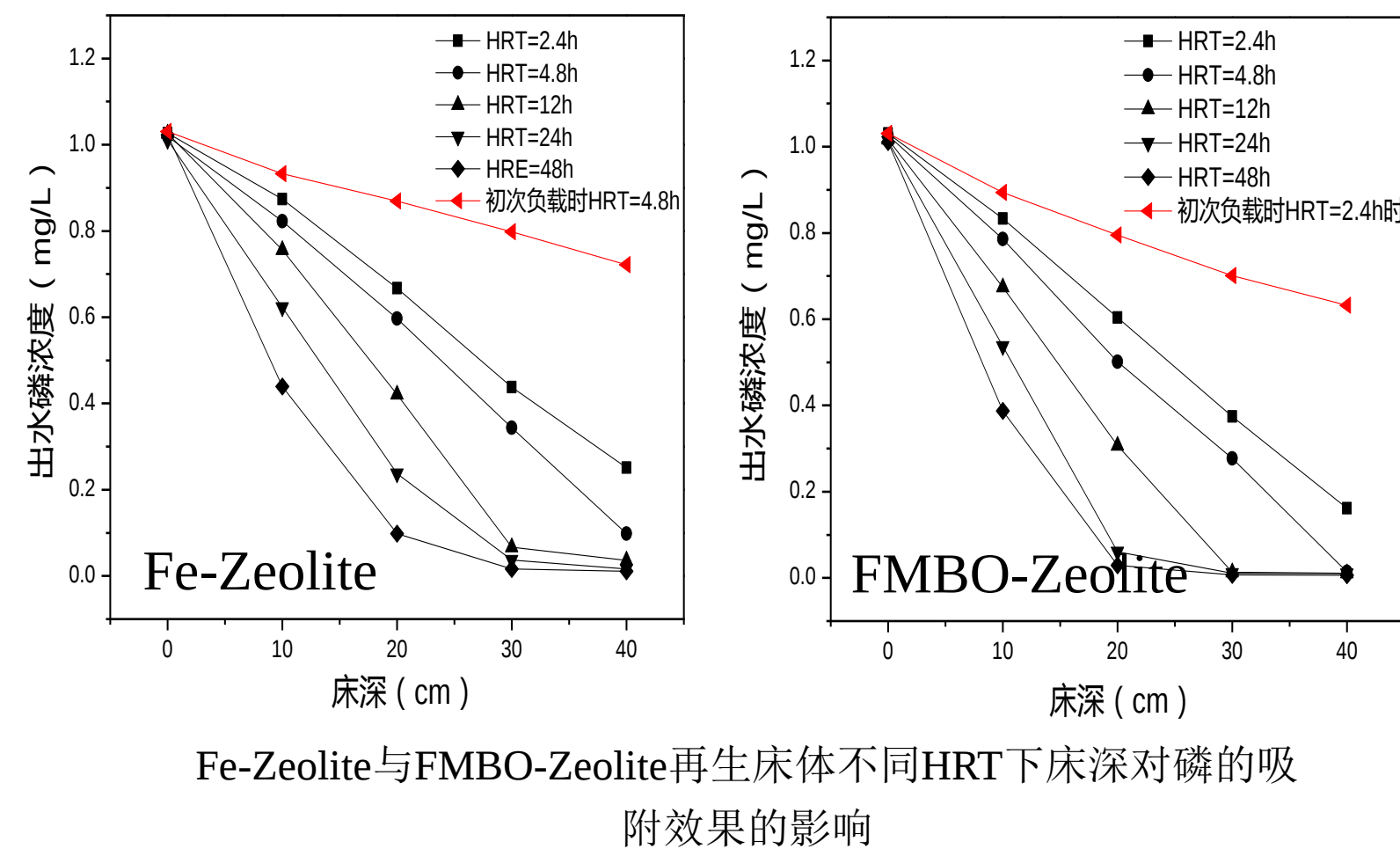


为了进一步探究 Fe-Zeolite 和 FMBO-Zeolite对污水厂尾水同步脱氮除磷的作用效果，实验设计吸附柱分别填充铁改性沸石、铁锰改性沸石和天然沸石。进水参考污水处理厂一级B的出水指标，总磷浓度1mg/L，氨氮浓度15mg/L。

- 当水力停留时间为48h时，铁锰改性沸石吸附柱出水磷浓度达到0.002mg/L，出水氨氮浓度0.024mg/L，接近地表一类水标准。
- HRT为48h时，铁改性沸石吸附柱出水磷浓度为0.008mg/L，出水氨氮浓度达到0.016mg/L。



不同水力停留时间对磷及氨氮去除效果的影响



随着HRT的增长，Fe-Zeolite 与FMBO-Zeolite吸附柱出水磷浓度逐渐降低。与图中红线标注的初次负载时数据相比，再生后对磷的吸附效果要于初次运行后的结果，大量再负载的金属氧化物为磷酸盐提供更多吸附位点。

3. 工程设计

1. 项目概述

在北方某城镇污水处理厂，拟建一个处理量为6000 m³/d的尾水脱氮除磷深度处理工程，据厂方提供的水质分析数据及排水水质要求，现拟采用基于铁锰改性沸石的同步脱氮除磷单元为核心的处理工艺。

2. 设备预算

序号	设备	单位	数量	单价 (万元)	总价 (万元)
1	脱氮除磷装置	台	3	6.00	18.0
2	砂滤装置	台	3	3	9
3	反冲洗泵	台	2	1.15	2.30
4	加药泵	台	2	1.50	3.0
5	提升泵	台	3	1.20	3.60
6	滤料1	m ³	187.5	0.1	18.75
7	滤料2	m ³	125	0.05	6.25
8	仪器仪表	套	1	0.50	0.50
9	电气系统	套	1	1.00	1.00
10	工艺管线	套	1	1.00	1.00
11	工艺阀门	套	1	0.80	0.80
12	设备总计			64.2万元	
13	安装调试费			2.57万元 (设备总计4%)	
14	税金			3.67 (设备总计+安装调试费整体的5.5%)	
15	总计			70.44万元	

工艺主体设备为吸附罐，砂滤罐，加药池。吸附罐高5.25m，直径3.25 m；砂滤罐高4.5m，直径3m。每台分别填充铁锰改性沸石32400 kg与石英砂37500 kg。日处理量6000 m³/d，流速15 m³/m²/h。设备预算70.44万元，日常运行管理费用0.13元。

结论

- Fe-Zeolite对磷的最大吸附量为2.92 mg/g，对氨氮最大吸附量为16.85 mg/g。FMBO-Zeolite对磷的最大吸附量为3.70 mg/g，对氨氮的最大吸附量为17.84 mg/g。两种改性沸石具有较宽的pH适用范围。 SiO_3^{2-} 与 AsO_4^{3-} 会对磷的吸附造成一定减损。
- Fe-zeolite 和 FMBO-Zeolite吸附柱均能对氨氮和磷进行有效地同步去除。原位负载再生后对磷的去除效果有所增加。

课题来源：

国家水专项 ‘清渭河流域水环境质量整体提升与功能恢复关键技术集成研究与综合示范课题’ (2015ZX07204002)

取得的主要研究成果：

- Xuepu Li**, Meiqing Chen, Hongjie Wang. Arsenite (As(III)) removal from aqueous solution by a novel ferric and manganese binary oxides doped alginate bead. The 6th IWA-ASPIRE Conference and Exhibition
- Xue-pu Li**, Shuai Liang, Tao Chen and Hong-jie Wang. Phosphate Removal from Wastewater by Ferric and Manganese Oxides Coated Zeolite. 2016 International Conference on Advanced Materials, Technology and Application