

铝基氧化物吸附去除水中砷、氟效果和机制研究

研究生：李永欢；导师：豆小敏 副教授



研究背景

问题的提出

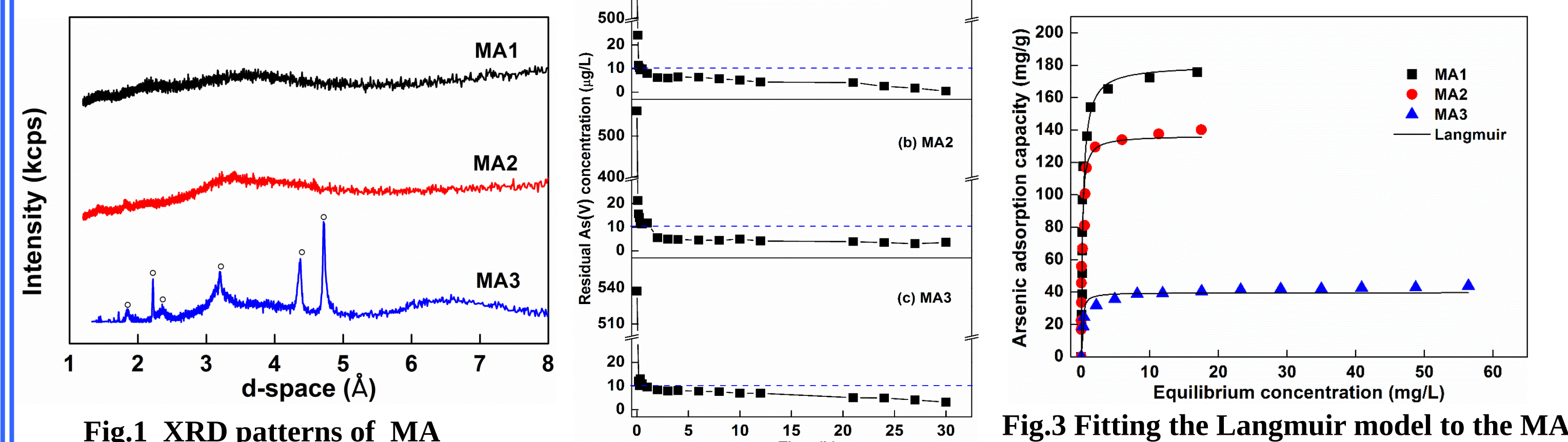
传统的吸附实验侧重研究吸附剂吸附去除性能以及吸附剂结构特性的一些常规的表征，但是对于吸附剂结构与吸附性能之间的构效关系的研究甚少；对于吸附剂而言，除了高吸附容量外还有一个关键因素-吸附速率，吸附剂的哪些性质影响吸附剂的吸附速率；

研究方法

研究内容

针对上述问题制备三种不同的介孔氧化铝（MA），研究其结构特性与除砷吸附性能之间的构效关系；
研究吸附传质速率的影响因素；

结果与讨论



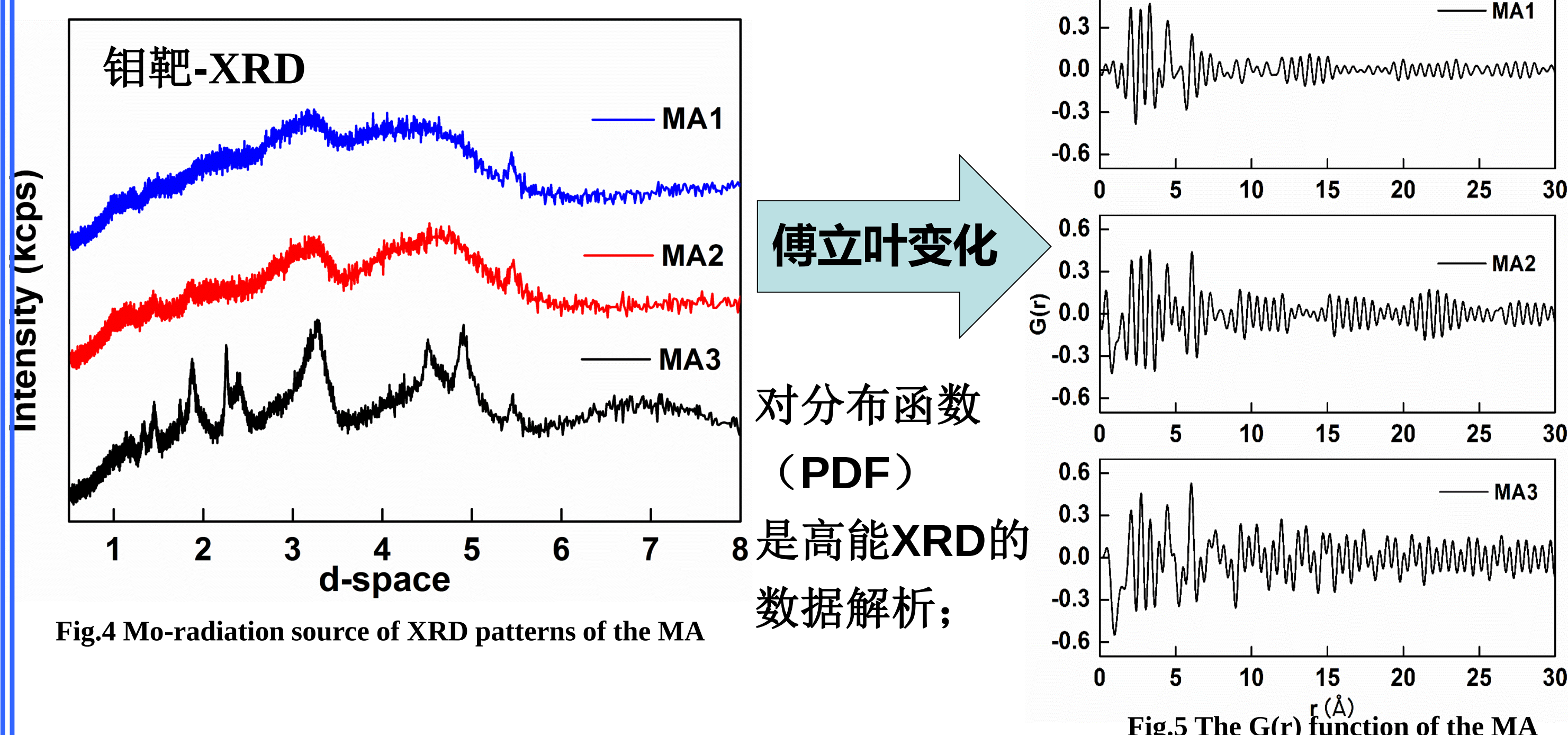
- 三种MA晶相结果得出MA1和MA2为无定形结构，MA3为晶形结构；
- MA1最大吸附量为175.7 mg/L，高于MA2和MA3；
- 在实际应用中是一种理想的吸附材料；

Table 1 The properties of MA

Adsorbent	MA1	MA2	MA3
surface area (m ² /g)	169.8	462.1	201.8
pore size (nm)	5.435	4.126	6.909
pore volume of MA V _p (cm ³ /g)	0.231	0.477	0.349
adsorption capacity (mg/g)	175.7	140.2	43.8

- 三种氧化铝孔径分布均在2-50 nm，属于介孔结构；
- 其他孔结构参数均不相同；

□ 结论：介孔氧化铝孔结构特性与除砷吸附性能没有相关性；



- 由G(r)函数得出MA1衰减速率快于MA2快于MA3，说明MA1无定形度高于MA2高于MA3；并且MA1和MA2在r<5 Å时存在尖而细的峰，说明MA1和MA2存在短程有序长程无序结构特点；

□ 结论：介孔氧化铝无定形度与除砷吸附性能呈正相关；

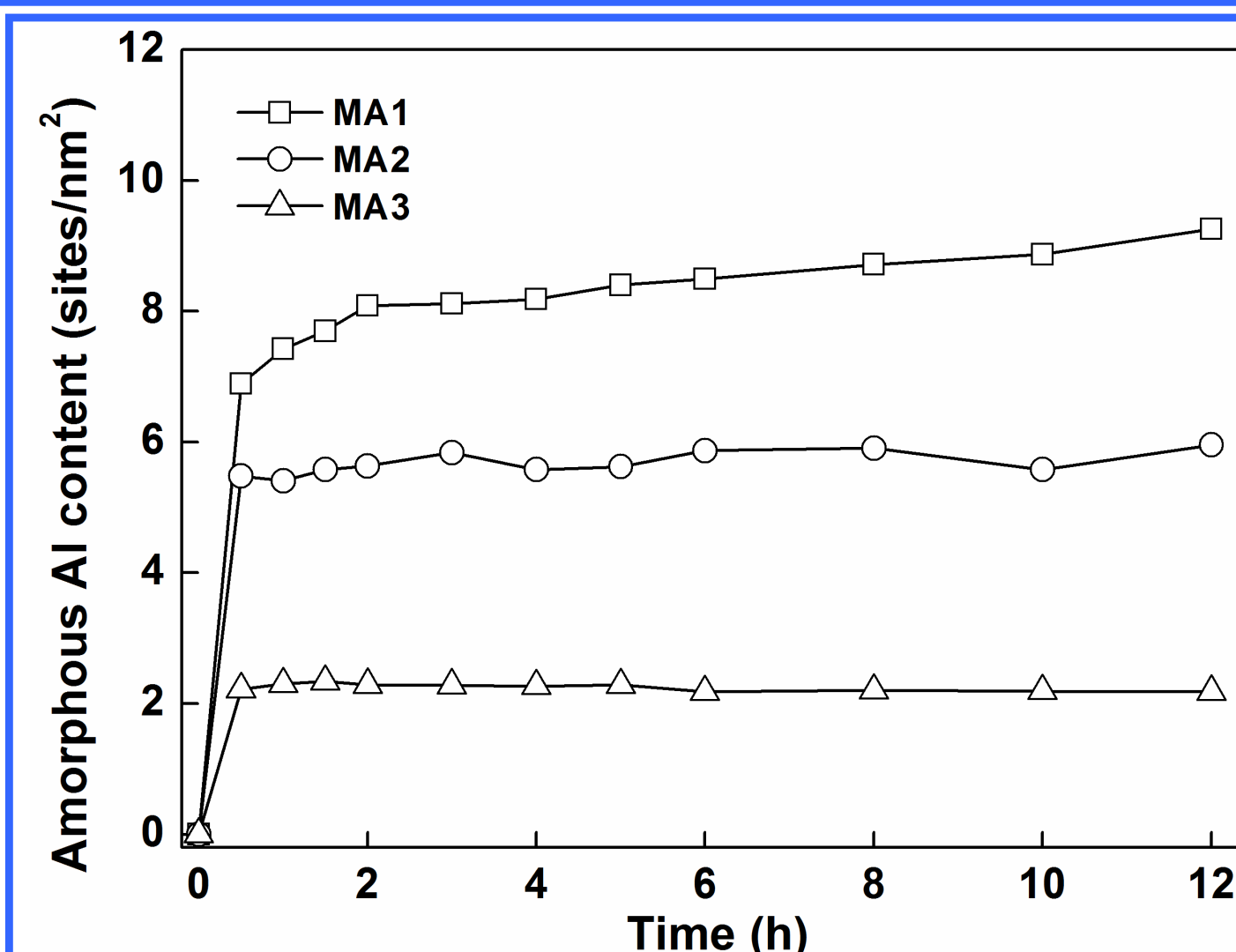


Fig.6 Al dissolution profiles of the MA

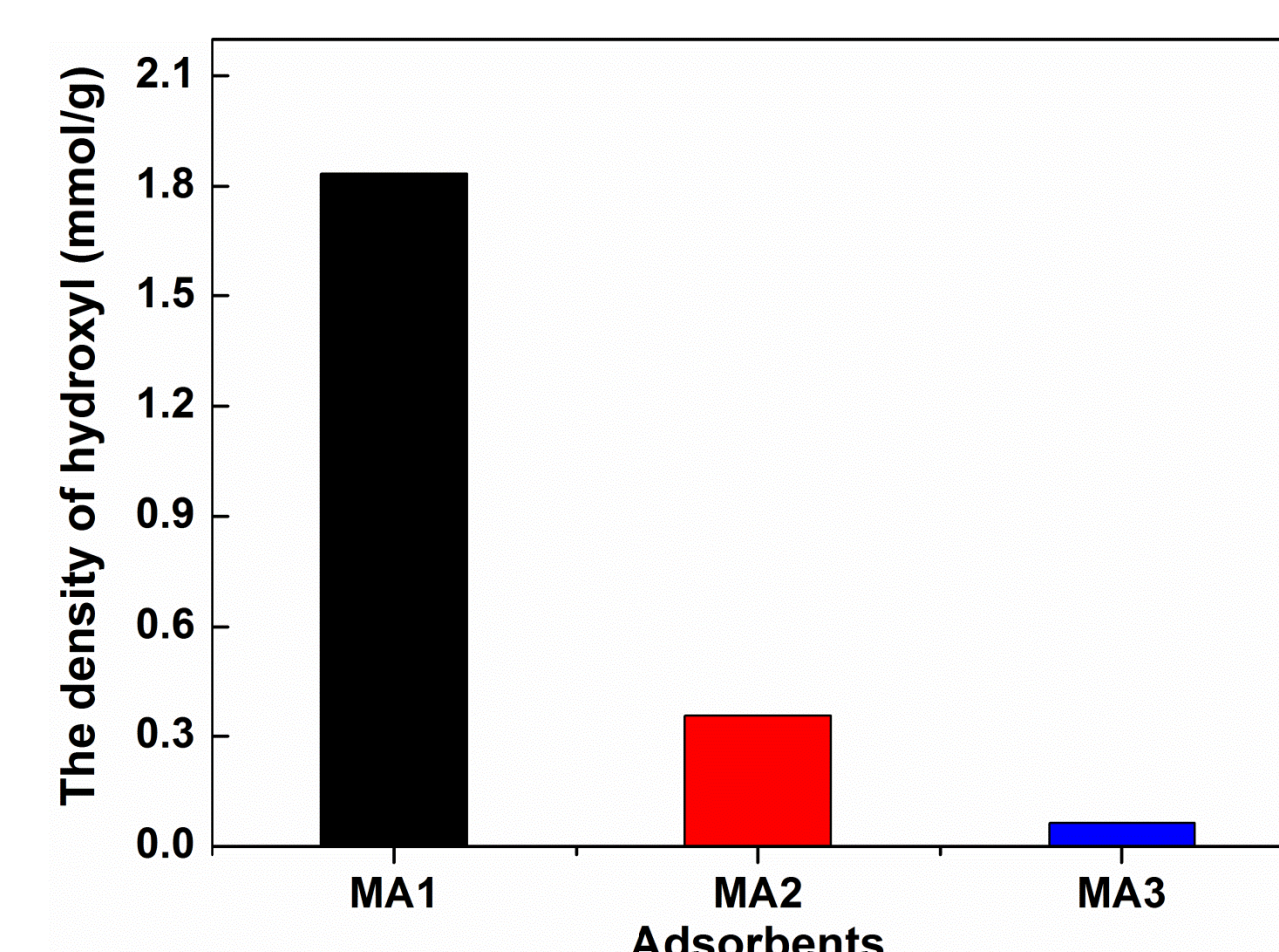


Fig.7 The results of the density of hydroxyl for three MA

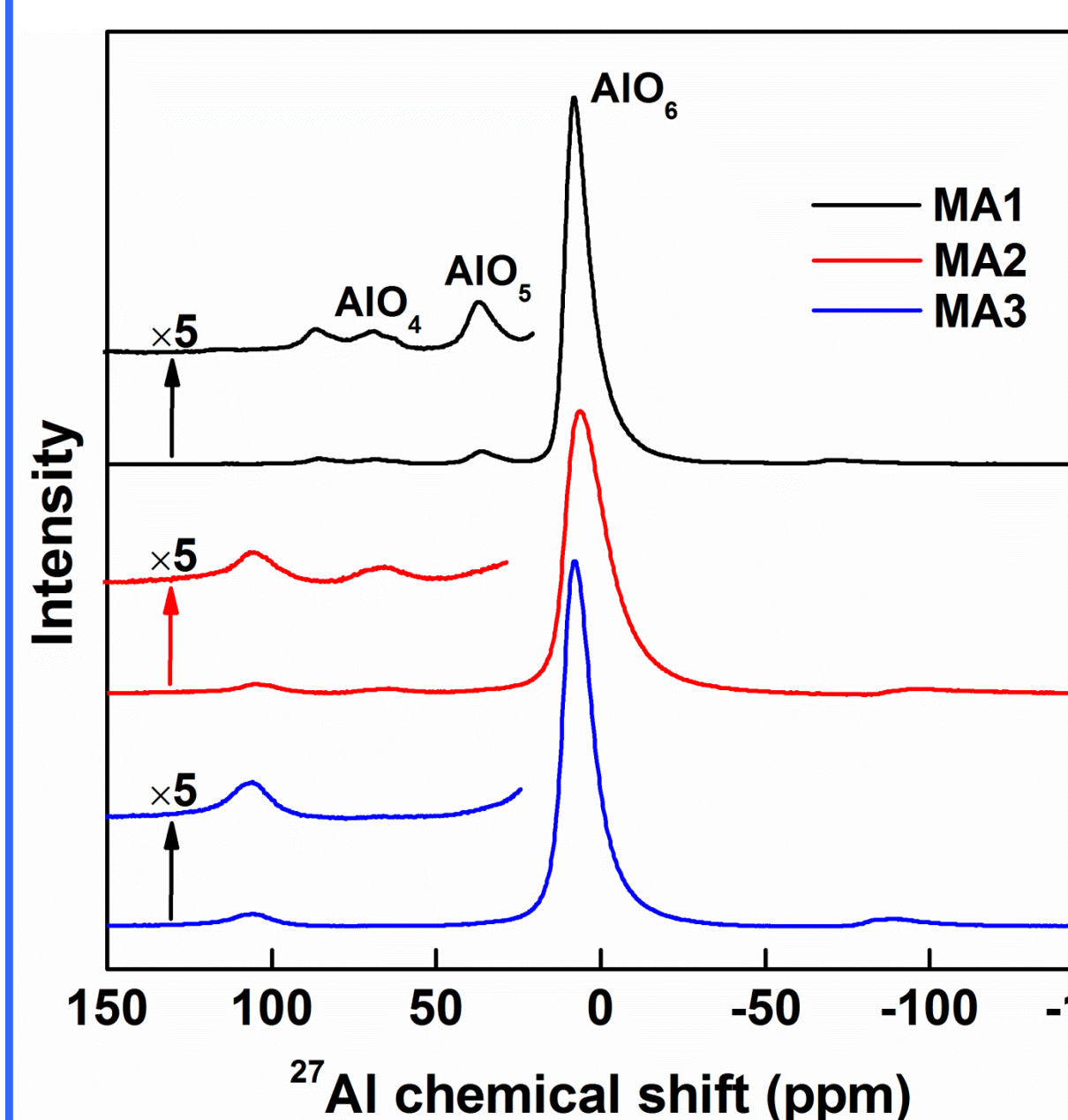


Fig.9 27Al NMR spectra of the MA

- 由表面滴定实验结果得出MA1羟基位密度高于MA2、MA3；

□ 结论：羟基位密度与除砷吸附量呈正相关；

- 由27Al solid NMR 结果得出MA1有AlO₆、AlO₅、AlO₄；MA2有AlO₆、AlO₅、AlO₄；MA3仅存在AlO₆；

□ 结论：Al-O配位环境对除砷吸附量有影响；

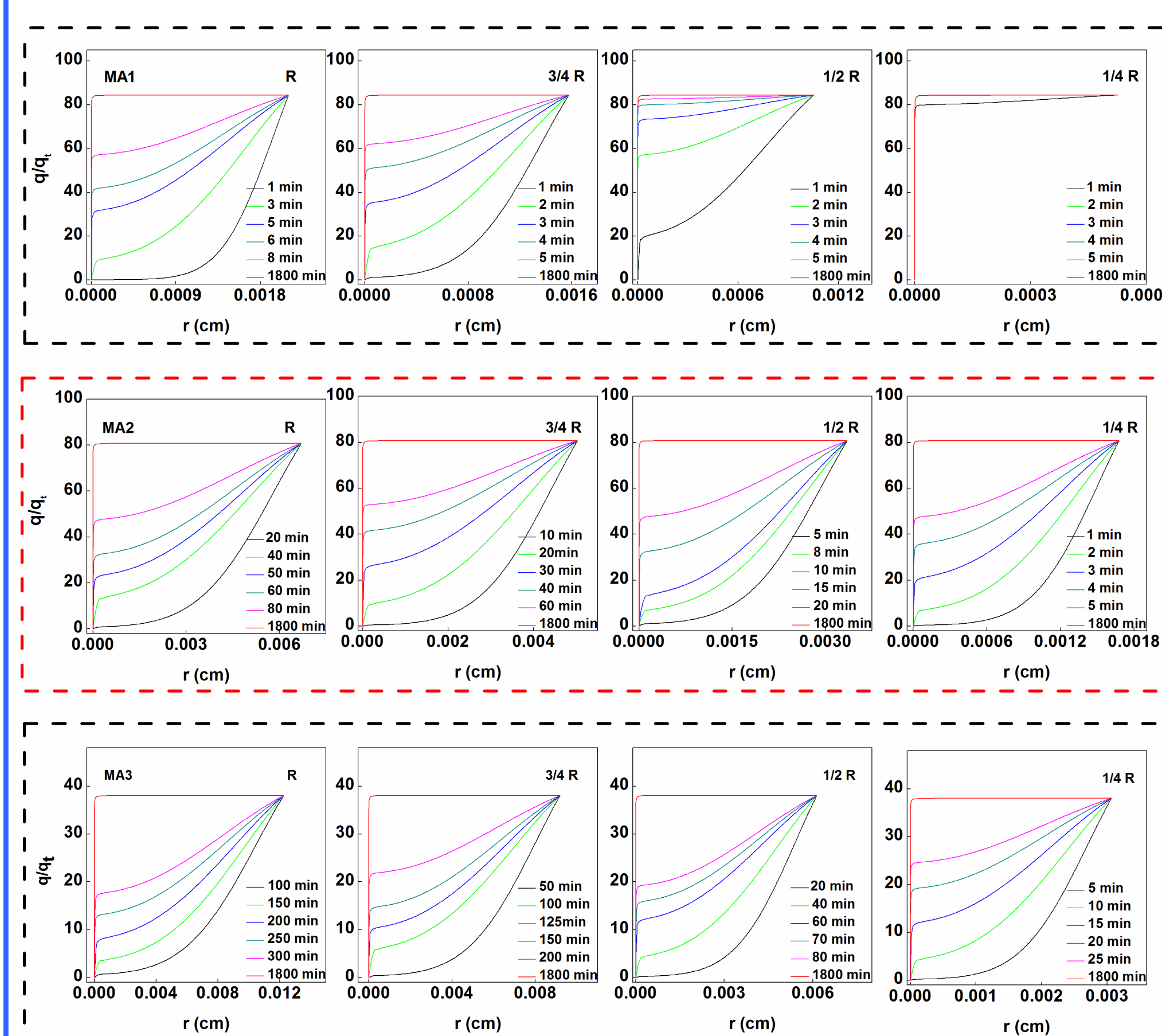


Fig.10 Calculation the effect of particle size on As(V) diffusion kinetics inside adsorbent particles

- 采用均向表面扩散模型（HSDM）拟合不同粒径下三种MA吸附传质过程，结果得出颗粒粒径越小，吸附传质速率越快；

□ 结论：影响吸附传质速率的重要参数为颗粒粒径，颗粒粒径越小吸附传质速率越快；

结论

1. 介孔孔结构与除砷吸附性能不相关；无定形度、无定形组分含量、羟基位密度、Al-O配位（AlO₄、AlO₅）与除砷吸附性能呈正相关；
2. 颗粒粒径越小吸附传质速率越快；

取得的主要研究成果：

Li Y, Mohan D, Pittman Jr C U, et al. Removal of antimonate and antimonite from water by schwertmannite granules[J]. Desalination and Water Treatment, 2016: 1-14.

课题来源：

北京林业大学创新团队项目，环境功能材料的开发与应用基础研究（TD-JC-2013-3）