

---

# FCSE 纳米晶低硅X沸石作为快速捕获放射性锶的高效离子交换剂

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/34785.html>

*本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！*

FCSE 纳米晶低硅X沸石作为快速捕获放射性锶的高效离子交换剂。论文标题：Nanocrystalline low-silica X zeolite as an efficient ion-exchanger enabling fast radioactive strontium capture

期刊：Frontiers of Chemical Science and Engineering

作者：Hyungmin Jeon, Susung Lee, Jeong-Chul Kim, Minkee Choi

发表时间：15 Sep 2024

DOI：10.1007/s11705-024-2449-6

微信链接：[点击此处阅读微信文章](#)

核能源作为低碳电力的重要来源，对实现碳中和目标具有关键意义，但其产生的核裂变副产物需要谨慎处理，尤其是放射性核素如 $^{90}\text{Sr}^{2+}$ 和 $^{137}\text{Cs}^{+}$ 。其中， $^{90}\text{Sr}^{2+}$ 因半衰期长且水溶性高，对环境和生物安全构成长期威胁。在传统处理中，NaA沸石被广泛用于捕获 $^{90}\text{Sr}^{2+}$ ，但其4.0 Å的狭窄微孔开口、微米级晶体尺寸及水合 $\text{Sr}^{2+}$ 本身的体积庞大，导致离子交换动力学缓慢，限制了实际应用效率。

## Nanocrystalline low-silica X zeolite as an efficient ion-exchanger enabling fast radioactive strontium capture

Hyungmin Jeon<sup>1</sup>, Susung Lee<sup>1</sup>, Jeong-Chul Kim<sup>2</sup>, Minkee Choi<sup>1</sup>✉

### Author information

<sup>1</sup>. Department of Chemical and Biomolecular Engineering (BK21 Four), Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST), Daejeon 34141, Republic of Korea

<sup>2</sup>. Center for Nanomaterials and Chemical Reactions, Institute for Basic Science (IBS), Daejeon 34141, Republic of Korea

mkchoi@kaist.ac.kr

韩国科学技术研究院Minkee

Choi教授等在《化学科学与工程前沿》（英文）发表了题为Nanocrystalline low-silica X zeolite as an efficient ion-exchanger enabling fast radioactive strontium capture（纳米晶低硅X沸石作为快速捕获放射性锶的高效离子交换剂）的研究论文，通过优化合成条件制备了纳米晶低硅X型沸石（LSX），显著提升了放射性锶的捕获效率。

本研究通过降低合成凝胶的水含量以提高成核速率，并引入甲基纤维素水凝胶作为晶体生长抑制剂，成功制备了三种LSX样品（LSX-1、LSX-2、LSX-3）；其中LSX-3的晶体尺寸仅约340 nm，显著小于NaA的2.9 μm。材料表征结果进一步验证了LSX的优势：X射线衍射（XRD）分析显示，三种LSX样品均具有高结晶度且仅呈现FAU拓扑结构特征峰；随着LSX-1到LSX-3的合成条件调整，XRD峰的宽度逐渐增加，表明晶体尺寸逐渐减小。氮气（N<sub>2</sub>）吸附-脱附等温线显示，NaA因LTA拓扑结构的狭窄微孔（4.0 Å）在77 K下几乎无N<sub>2</sub>吸附；而LSX样品凭借FAU拓扑的大微孔（7.4 Å），呈现出典型的I型等温线。扫描电镜观察显示，NaA晶体尺寸约2.9 μm，而LSX-1、LSX-2、LSX-3的晶体尺寸分别为3.1 μm、1.8 μm和0.34 μm。此外，LSX保持了高结晶度和Al-rich骨架（Si/Al 1.00），所有铝位点均为四面体配位，确保了对Sr<sup>2+</sup>的高吸附容量和选择性。

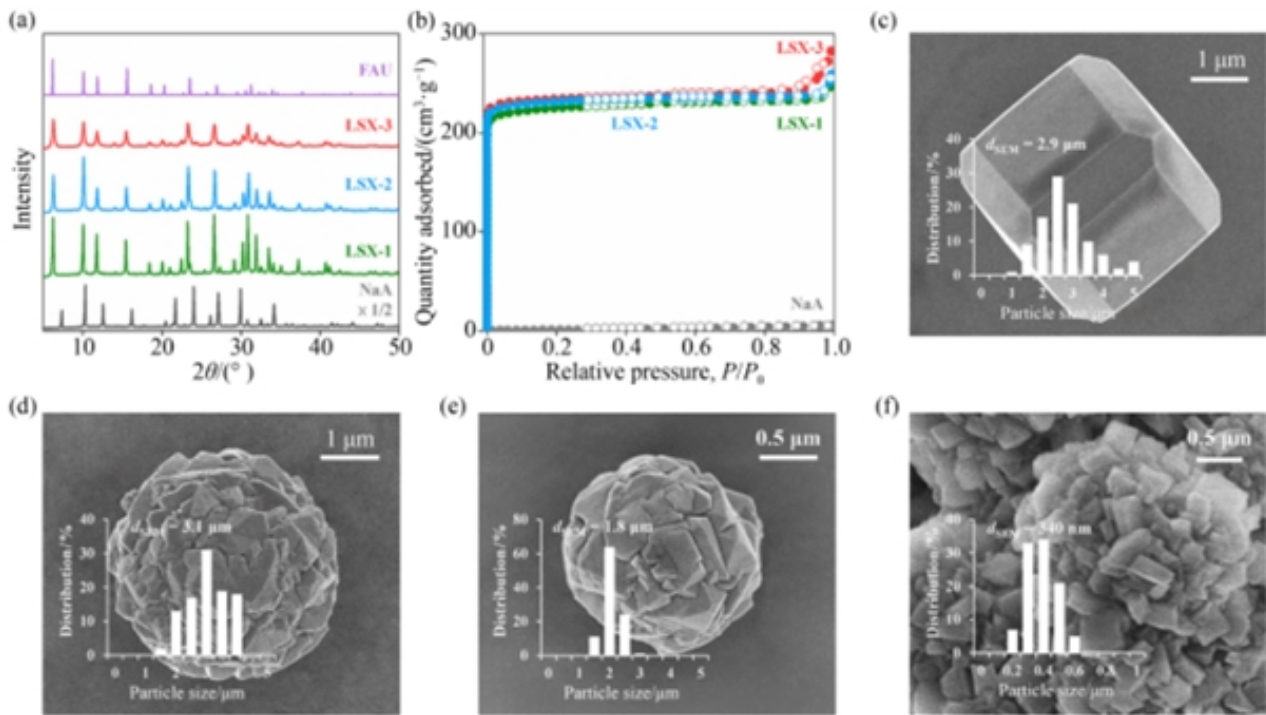


图1 (a) 沸石样品的X射线衍射图谱；(b) 沸石样品在77 K下的氮气吸附-脱附等温线。(c) NaA、(d) LSX-1、(e) LSX-2 和 (f) LSX-3的扫描电子显微镜图像

在 $\text{Sr}^{2+}$ 离子交换行为研究中，LSX展现出显著优势。批量实验表明，尽管LSX与NaA在平衡条件下的 $\text{Sr}^{2+}$ 吸附容量相近，但LSX的动力学常数远超NaA。其中，LSX-3的伪二级动力学常数是NaA的18倍以上，有效扩散时间常数为NaA的12倍。这得益于LSX具有更大的微孔开口和更小的晶体尺寸，显著缩短了水合 $\text{Sr}^{2+}$ 在孔道内的扩散路径。

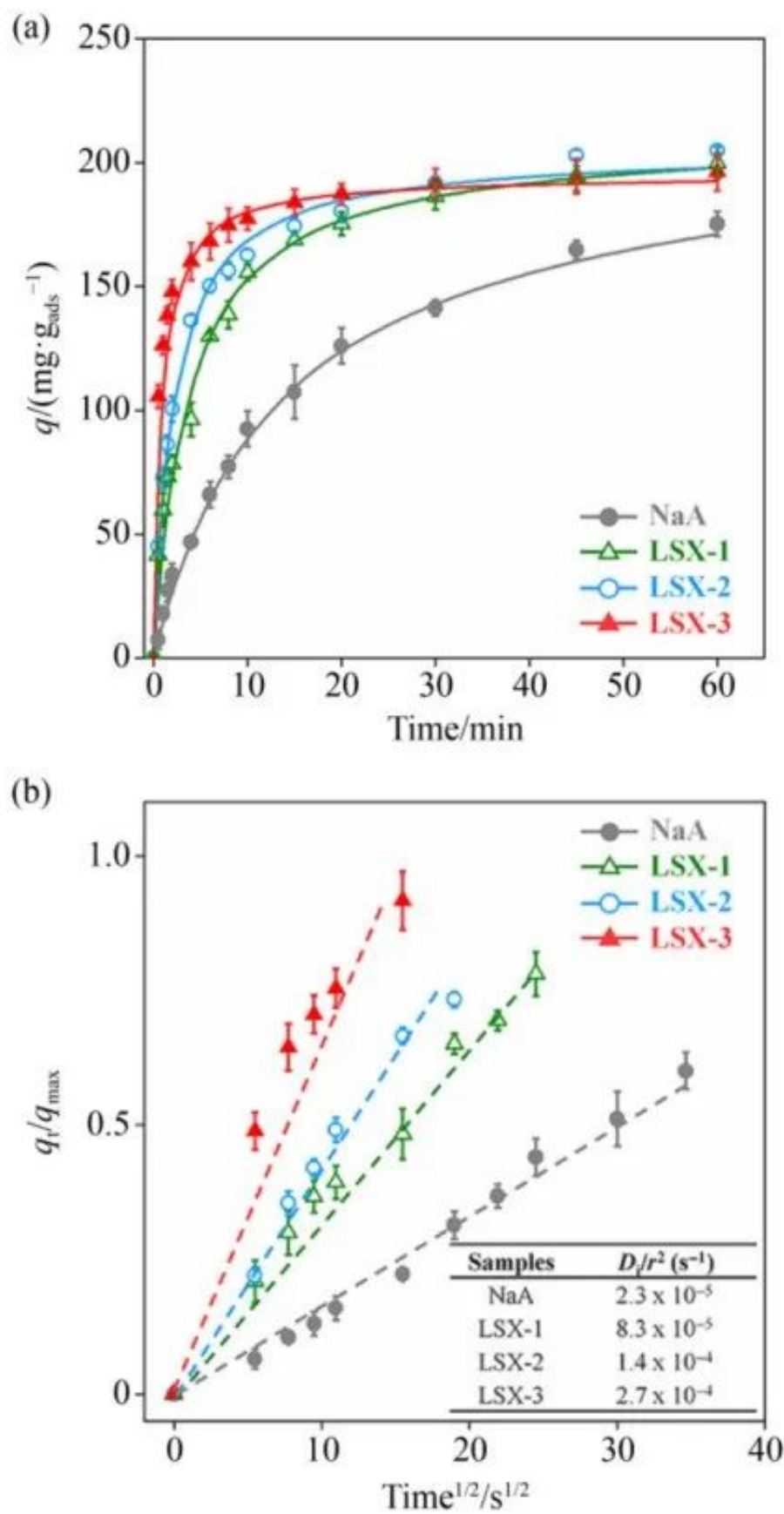


图2 (a) 沸石样品在 $Sr^{2+}$ 浓度为 $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 溶液中的 $Sr^{2+}$ 离子交换动力学曲线；(b)归一化 $Sr^{2+}$ 吸附量与时间平方根的关系图

竞争离子实验显示，LSX与NaA在模拟地下水和海水中对 $\text{Sr}^{2+}$ 的去除效率相近，但LSX在固定床连续流实验中表现更优——其穿透体积达3660 BV，是NaA的5.5倍，表明其在动态条件下的离子交换效率更高。

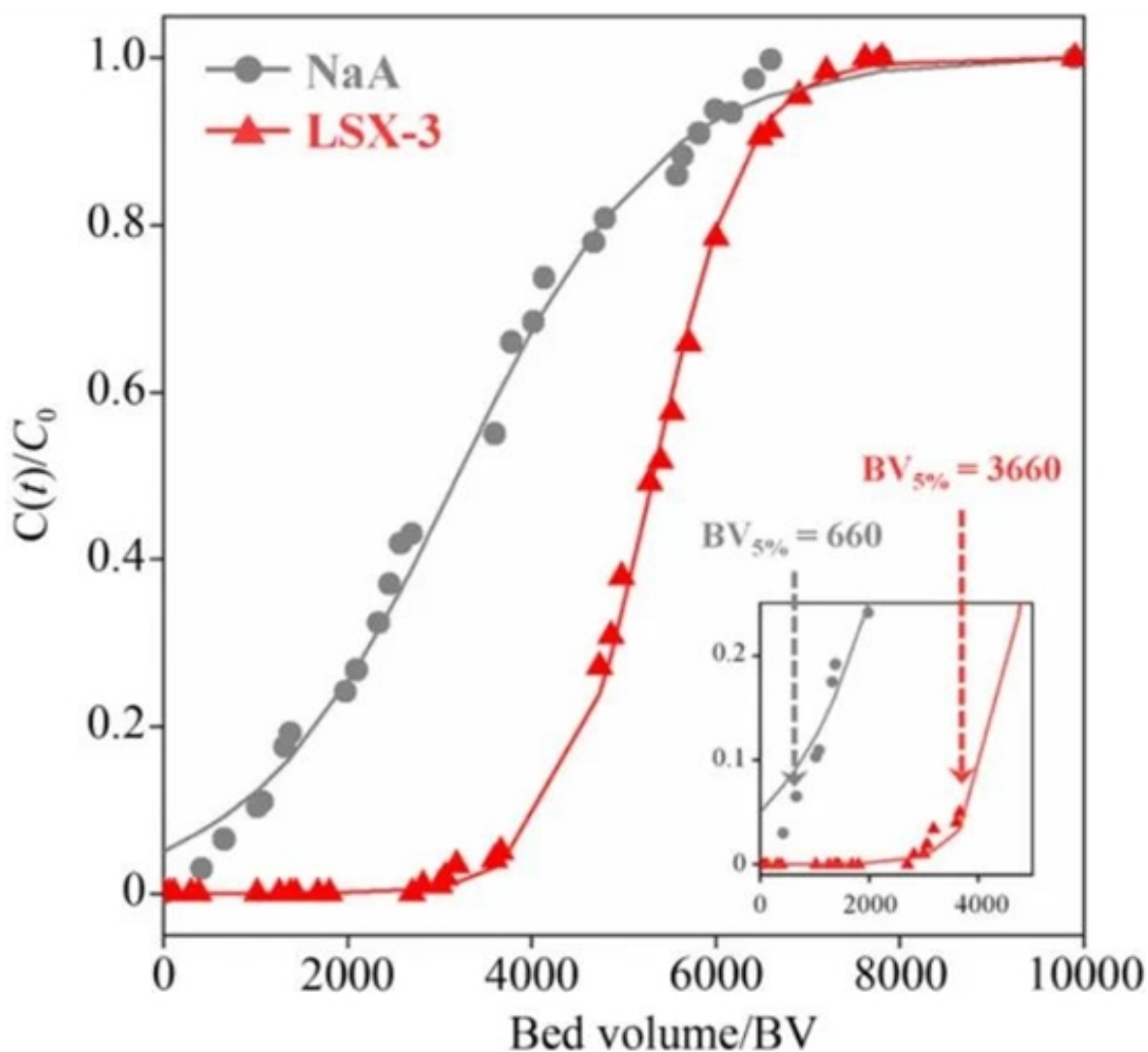


图3 NaA和LSX-3沸石的固定床柱吸附 $\text{Sr}^{2+}$ 效果

研究表明，纳米晶低硅X型沸石通过FAU拓扑结构的大微孔开口和纳米级晶体尺寸，显著提升了水合 $\text{Sr}^{2+}$ 的扩散速率，其离子交换动力学较传统NaA沸石提高18倍以上。尽管两者在平衡吸附容量上相当，但LSX在动态条件下的穿透体积优势使其成为替代NaA用于放射性锶去除的有力候选材料。该研究为核废料处理中高效离子交换材料的开发提供了新的思路。

#### 引用信息

Hyungmin Jeon, Susung Lee, Jeong-Chul Kim, Minkee Choi. Nanocrystalline low-silica X zeolite as an efficient ion-exchanger enabling fast radioactive strontium capture. *Front. Chem. Sci. Eng.*, 2024, 18(9): 98 <https://doi.org/10.1007/s11705-024-2449-6>

本文来自

---

Porous materials for catalysis and separation

扫描二维码 查看原文

原文链接：

<https://journal.hep.com.cn/fcse/EN/10.1007/s11705-024-2449-6>

《前沿》系列英文学术期刊

由教育部主管、高等教育出版社主办的《前沿》（Frontiers）系列英文学术期刊，于2006年正式创刊，以网络版和印刷版向全球发行。系列期刊包括基础科学、生命科学、工程技术和人文社会

---

科学四个主题，是我国覆盖学科最广泛的英文学术期刊群，其中12种被SCI收录，其他也被A&HCI、Ei、MEDLINE或相应学科国际权威检索系统收录，具有一定的国际学术影响力。系列期刊采用在线优先出版方式，保证文章以最快速度发表。

中国学术前沿期刊网

<http://journal.hep.com.cn>



高等教育出版社

## Frontiers Journals

- Covering the fields of natural sciences, engineering, life sciences and social sciences & humanities
- Indexed by SCI, A&HCI, Ei, MEDLINE, Scopus, etc.
- Worldwide available
- Online first publishing
- Co-published by Springer, etc.

Content available online  
<http://journal.hep.com.cn>

来源：Frontiers of Chemical Science and Engineering

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发