

超灵敏磁共振分子影像研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/42059.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！

超灵敏磁共振分子影像研究取得进展。超极化 ^{129}Xe MRI是一种高灵敏度、无背景干扰的成像技术，已用于肺部重大疾病的检测。将超极化 ^{129}Xe 通过分子笼进行有效封装与富集，并结合Hyper-CEST技术，可进一步提升检测灵敏度，实现对痕量目标物的超灵敏检测。目前，常用 ^{129}Xe 分子笼面临 ^{129}Xe 捕获效率低、笼内信号弱等问题。因此，开发新型 ^{129}Xe 分子笼、增强笼内 ^{129}Xe 信号强度，对推动超灵敏磁共振分子影像技术走向临床应用具有重要意义。

近日，中国科学院精密测量科学与技术创新研究院科研团队发展多配体工程策略，构建多配体金属有机框架（MTV - MOFs）材料。团队在超极化 ^{129}Xe 物理增强信号的基础上，通过精准调控金属有机框架（MOFs）材料孔道微环境与 ^{129}Xe 相互作用，借助超极化 ^{129}Xe 化学交换饱和转移技术（Hyper - CEST），实现了超极化 ^{129}Xe 磁共振信号化学—物理级联增强6个量级。这一成果推动了MOFs材料应用于超灵敏磁共振分子影像的发展进程，拓宽了其在生物医学领域的应用范围。

团队以水稳定性优异的CAU - 1为骨架，采用多配体策略，将2-羟基对苯二甲酸和2-氨基对苯二甲酸配体整合至同一MOF晶格，构筑系列CAU - 1 - $(\text{OH})_x - (\text{NH}_2)_{1-x}$ 多组分MOF。团队通过调控两类配体的摩尔比例，在孔道内搭建协同氢键网络，实现孔道微环境以及 ^{129}Xe -MOF主—客体相互作用的连续调控。研究表明，当羟基与氨基配体配比为1:1时，得到的CAU - 1 - $(\text{OH})_{0.5} - (\text{NH}_2)_{0.5}$ 信号增强效果最佳，其Hyper - CEST信号最高可达单组分CAU - 1的65倍，呈现“1+1>2”的协同增强效应。

多种表征手段与理论计算证实，多配体工程构建的协同氢键网络能够适度抑制水分子进入孔道，形成适宜的孔道结合环境，平衡¹²⁹

Xe吸附

能力与化学交

换过程，进而实现磁共振信

号提升。细胞实验显示，CAU - 1 - (OH)_{0.5} - (NH₂)_{0.5}

可被A549肺腺癌细胞内吞，进入活细

胞后，仍具有较强的¹²⁹Xe捕获能力，可在活细胞内实现Hyper-CEST分子成像。细胞MRI表明，采用多配体工程策略可在原子尺度上精准调控MOF孔道的化学环境，使其更适用于在生物体系中捕获¹²⁹Xe原子，从而增强其¹²⁹Xe MRI信号，具备生物医学应用的潜力。

该研究将多配体工程策略拓展至¹²⁹

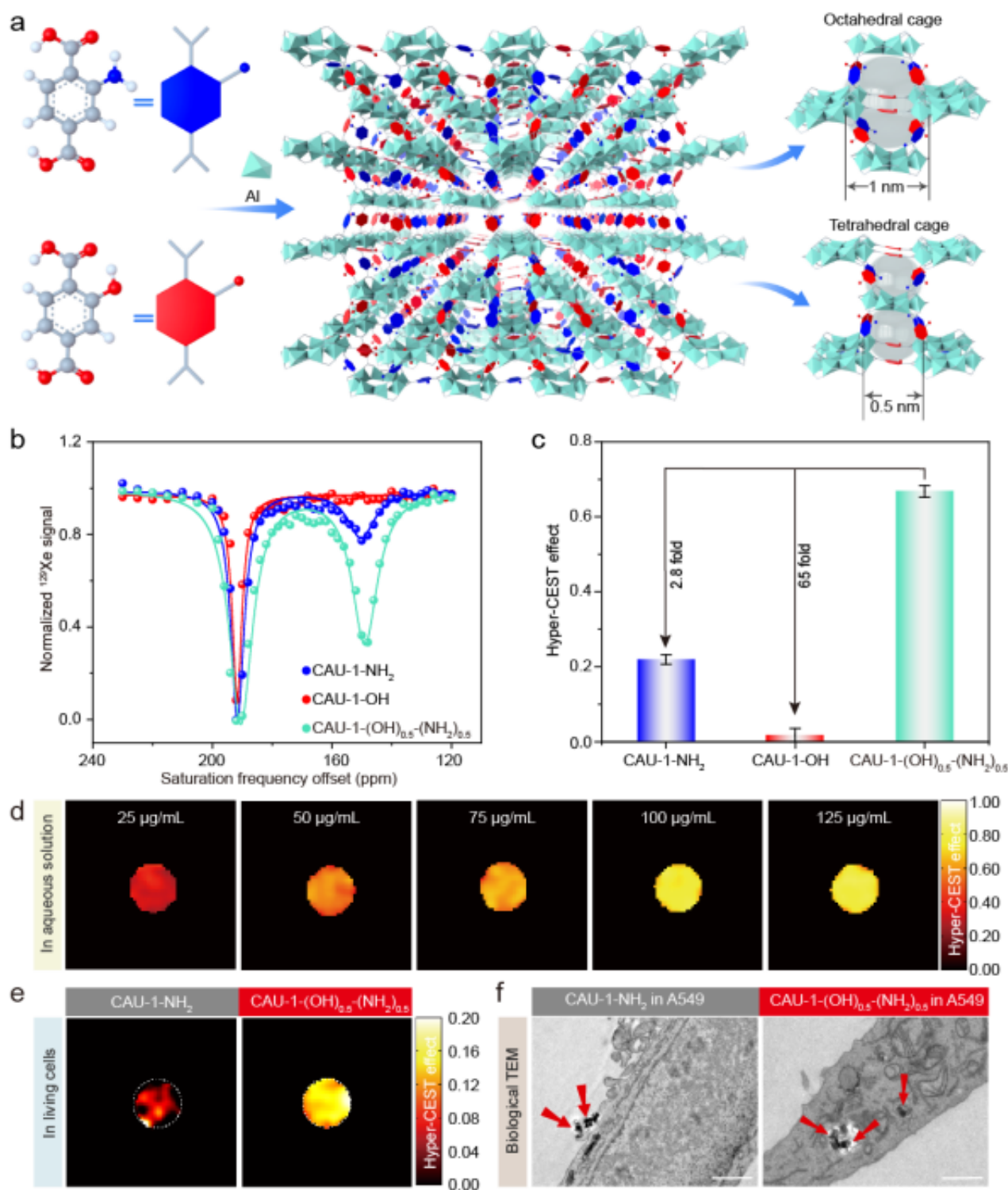
Xe分子笼的构筑领域，开辟了区别于传统金属位点掺杂路线的新路径。研究从有机配体层面出发，在原子尺度上实现了

对MOF孔道化学环境的精准调控，为高性能¹²⁹

Xe分子笼的理性设计提供了理论指导。未来，在金属位点掺杂和多配体策略的协同发展下，将推动基于¹²⁹Xe MRI的分子影像向着活体、无损、特异性靶向检测的方向发展。

相关研究成果发表在《美国化学会志》（Journal of the American Chemical Society）上。研究工作得到国家自然科学基金委员会、中国科学院等的支持。

[论文链接](#)



(a) CAU - 1 - (OH)_x - (NH₂)_{1-x}的合成流程与结构示意图。(b)和(c) 单组分MOF与多组分MOF Hyper-CEST效果对比和定量分析结果。(d)多组分MOF在溶液中的Hyper-CEST成像效果。(e) 单组分MOF与多组分MOF在活细胞内Hyper-CEST成像效果对比。(f)细胞电镜图片表明MOF材料被细胞内吞。

研究团队单位：精密测量科学与技术创新研究院

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](https://www.iikx.com)转发