

非对称介孔材料用于构筑仿生逻辑门

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/22771.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！

非对称介孔材料用于构筑仿生逻辑门。

2023年4月13日，复旦大学赵东元院士与李晓民教授团队在Nature Chemistry期刊上发表了一篇题为Emulsion-oriented assembly for Janus double-spherical mesoporous nanoparticles as biological logic gates的最新论文。通过在不同介孔单元进行选择性的修饰和负载，研究组首次实现了单颗粒内部串联信号传递，由此构建了单颗粒级别仿生生物物质逻辑体系。赵天聪博士后为第一作者，赵东元院士和李晓民教授为共同通讯作者。

介孔材料因其高的比表面和孔容、独特且可调的介孔结构等特点，在诸多领域具有广泛的应用前景。介孔材料最为独特的特性之一是，可以将客体物质装载在介孔孔道中，结合孔口开关的设计，实现客体分子的响应性释放与递送，这个特性在纳米医学领域尤为重要。

自然界的信息传递方式多种多样，其中细胞内，细胞器之间的信息传递，因为其高度专一性和选择性，被研究者广为关注。介孔材料因为其可控负载与释放客体物质的能力，被认为在模拟自然界的信息传递、构建生物物质逻辑体系方面具有极高的前景。然而，想要模拟细胞的高度复杂的内部逻辑体系，其首要条件是构造类似于细胞器的多个独立的信号存储、转换单元。传统的各向同性介孔纳米材料通常只包含一组介孔和一种介孔孔径，因此在负载时，各种客体物质只能混杂在一起。这种单一介孔大小和储存空间的纳米颗粒并不能满足生物逻辑门、多模式药物释放等复杂应用的需求。

与传统各向同性介孔纳米颗粒不同，非对称介孔纳米颗粒中多个介孔单元彼此独立存在，空间上不相互干扰或遮蔽。因此可以利用非对称介孔纳米颗粒来构筑仿生生物物质逻辑体系，将多个独立的介孔单元视作细胞中独立运行的细胞器，将它们分别构建为信号的输入、内部处理和输出单元，实现多种内部运算单元的独立存在。然而目前报道的非对称纳米材料，主要是无孔或只拥有小的介孔(< 3 nm)，而小孔无法实现对大尺寸功能性生物分子的负载。因此，人们迫切需要制造具有大孔径和可调节的介孔非对称纳米颗粒，但截至目前，这仍然是一个巨大的挑战。

在这篇最新研究中，赵东元院士和李晓民教授团队基于新型乳液诱导各向异性组装策略合成了具有可调节大介孔的双介孔非对称MSN/mPDA纳米粒子(MSN=介孔二氧化硅纳米粒子，mPDA=介孔聚多巴胺)。所得到的双介孔非对称MSN/mPDA纳米粒子具有花生状不对称形态，每个纳米粒子由一个约150 nm的MSN纳米球和一个直径约120 nm的mPDA半球形组成。区别于以前报道的介孔Janus纳米粒子与小尺寸和不可调谐的介孔(< 3 nm)，这些非对称纳米粒子在MSN和mPDA两个单元同时拥有大且可调的介孔。MSN单元中的介孔的大小可从~3到~25 nm调节，mPDA单元也拥有可改变直径的介孔，范围在~5到~50 nm之间。通过在不同介孔单元进行选择性的修饰和负载，研究组首次实现了单颗粒内部串联信号传递

，由此构建了单颗粒级别仿生生物质逻辑体系。

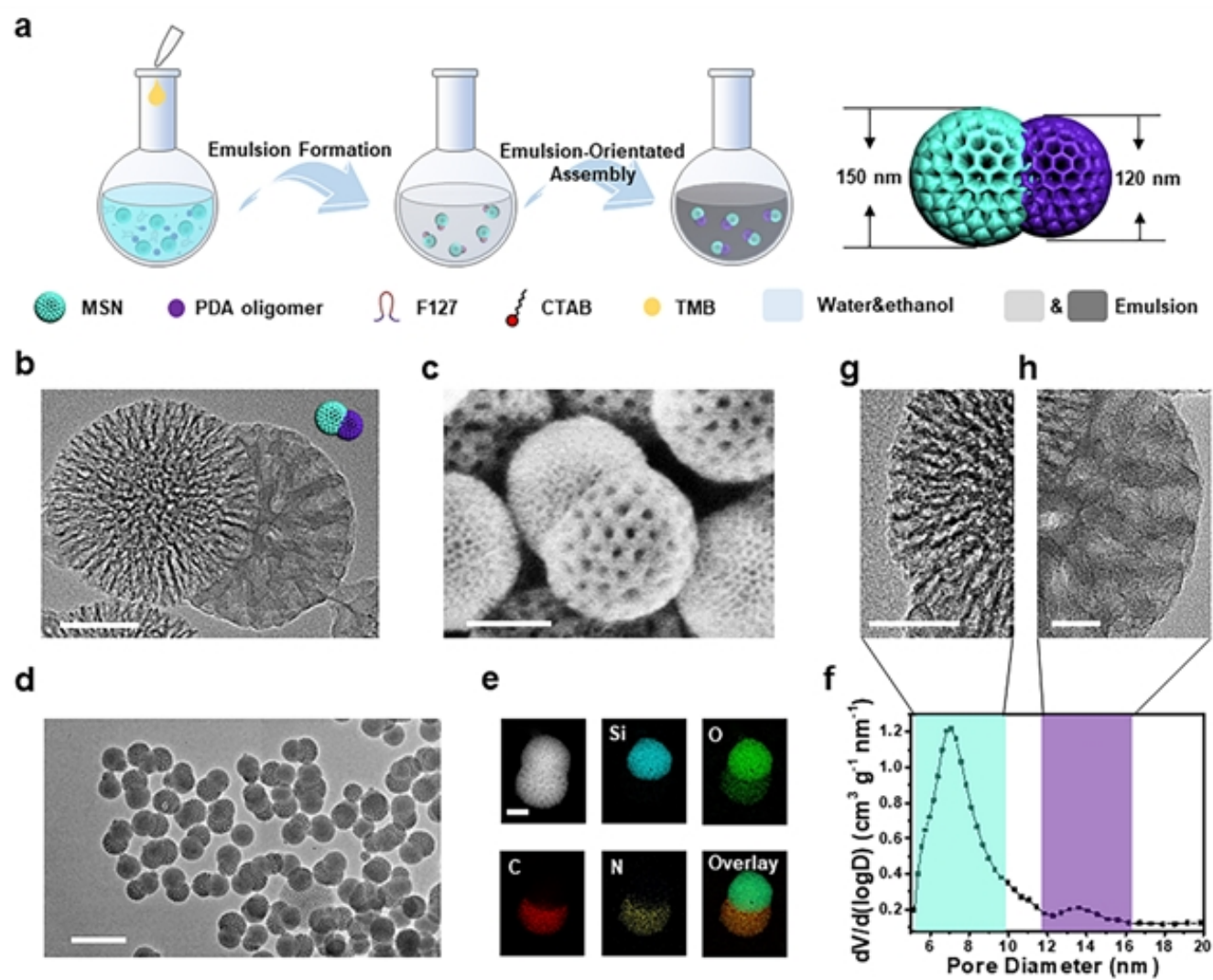


图1：非对称MSN@PDA纳米颗粒制备流程示意图及形貌表征。

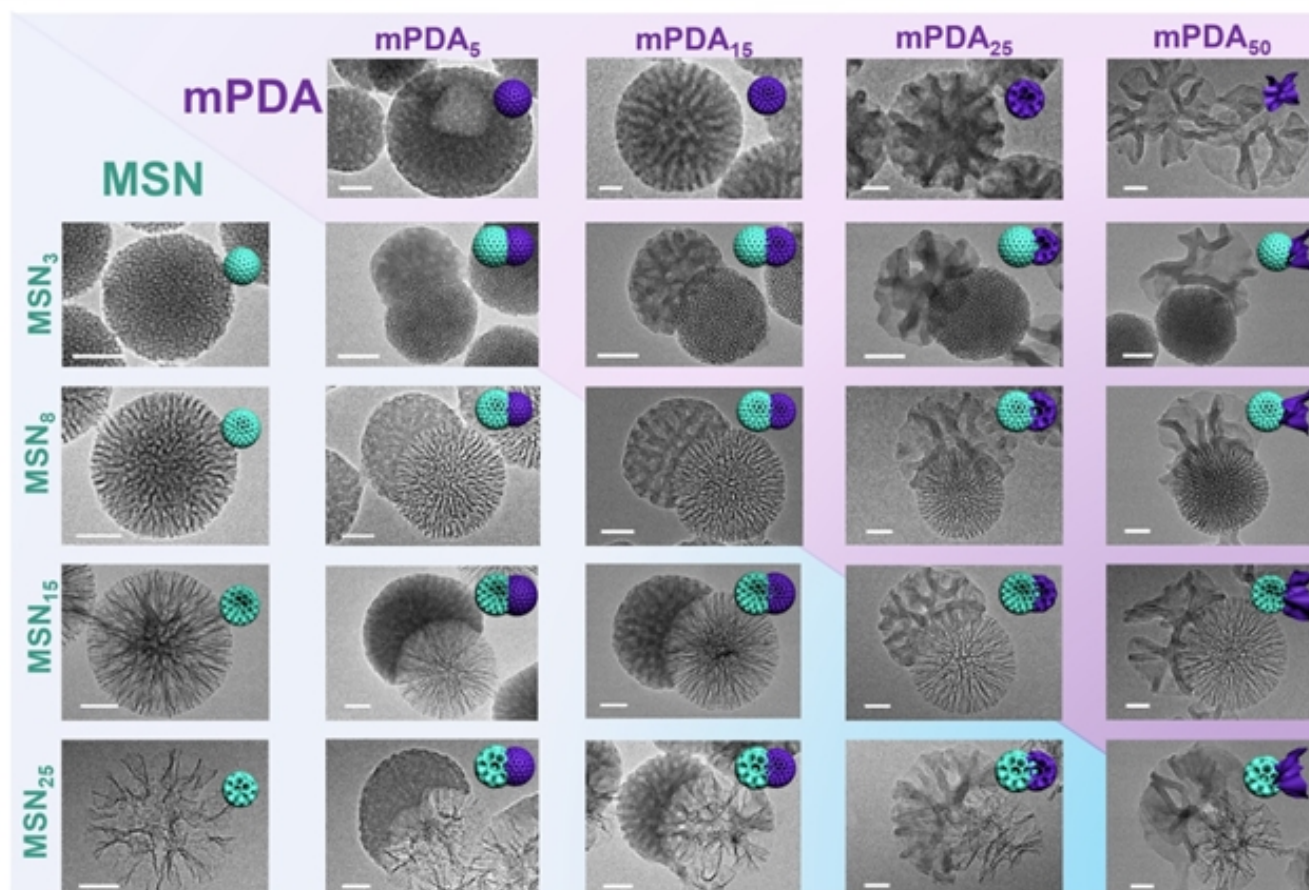


图2：具有不同介孔孔径的MSNmpDA纳米粒子。

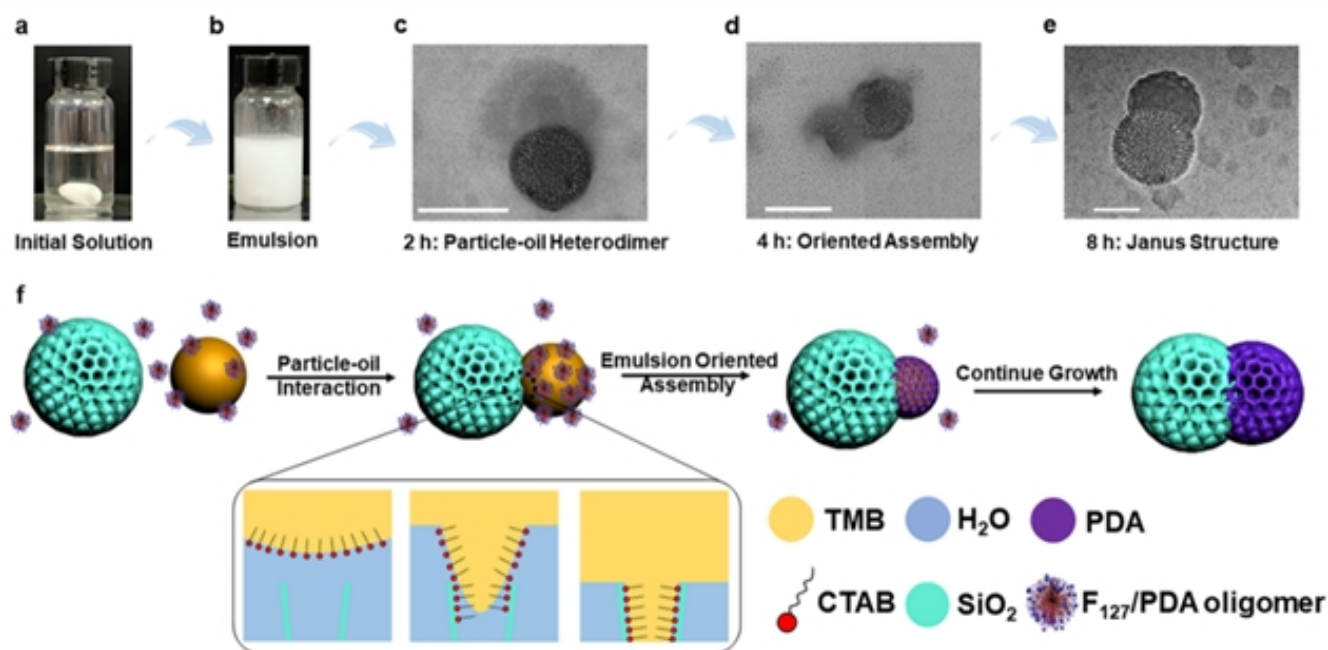


图3：乳液定向诱导各向异性组装机理。

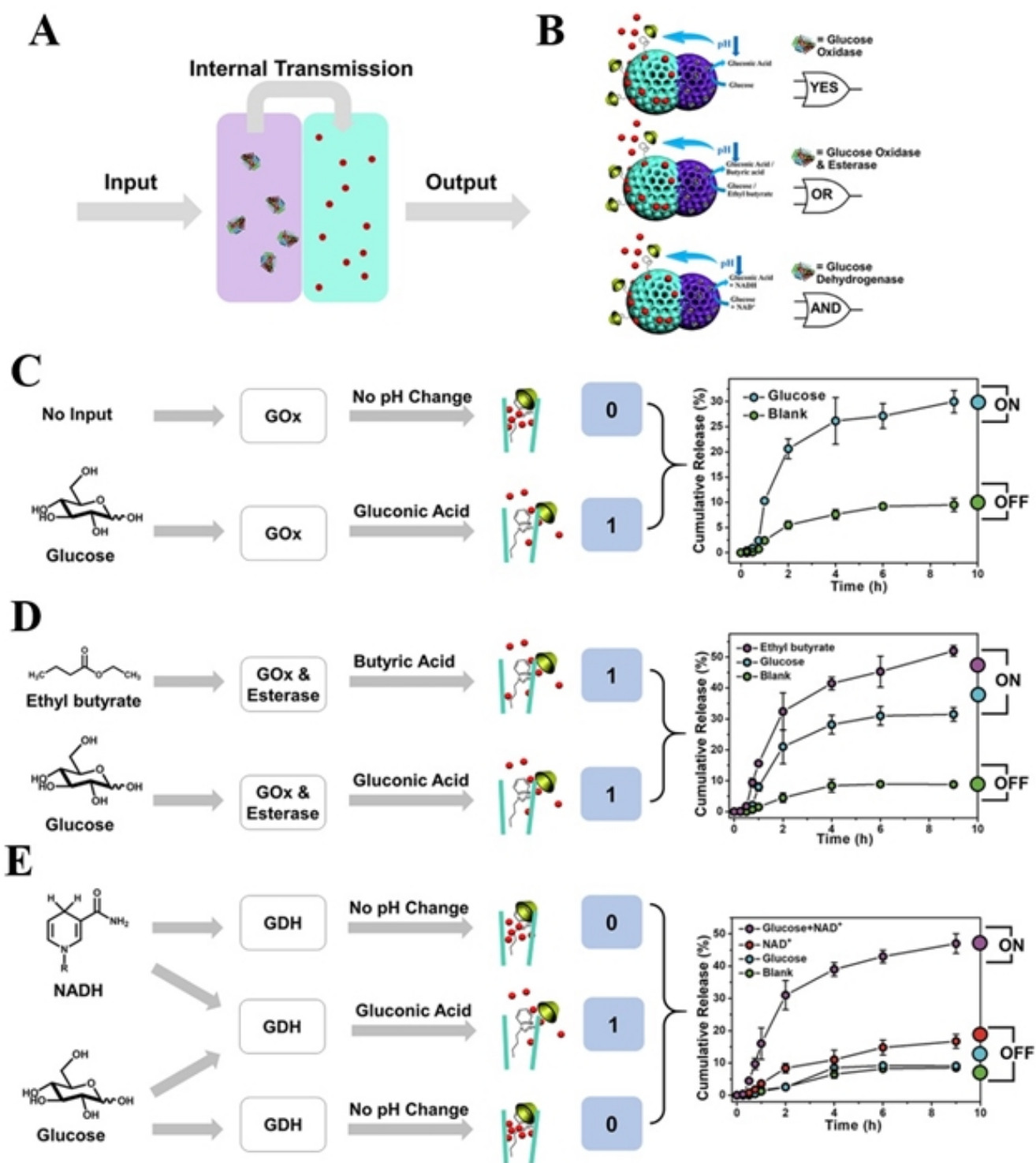


图4：非对称双介孔纳米粒子所构建的生物逻辑门。

综上所述，研究组通过乳液诱导定向组装法成功合成了具有双大孔和可调节孔径的非对称MSN/PDA纳米粒子，并将其用于仿生生物逻辑体系的研究。这是首次利用纳米-乳液交互作用构建非对称介孔纳米材料，也是首次实现了双介孔非对称纳米材料不同单元介孔孔径的精准调控。利用独特的非对称结构和双大可调控的介孔，成功建立了单颗粒级别串联信息传递体系，实现了对细胞内逻辑信号传递的模仿。这种双介孔MSN/PDA纳米颗粒具有双大孔和可调谐孔，并具有选

择性功能化和很强的扩展性，不仅是生物逻辑门的多功能平台，而且在催化、储能、传感和环境修复等领域也有很大的潜力。(来源：科学网)

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41557-023-01183-4>

作者：赵东元等 来源：《自然—化学》

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