

表面聚合技术让金属有机网络稳定性与吸附性能双提升

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/42695.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！

表面聚合技术让金属有机网络稳定性与吸附性能双提升。在气体吸附与分离领域，金属有机网络（MONs）凭借高比表面积及可调孔结构的独特优势，成为极具潜力的新型材料，但高湿、酸碱等复杂环境下的结构易降解问题，始终是其工业化应用的核心瓶颈。近期南京工业大学孙林兵教授团队发表观点文章，聚焦表面聚合技术这一解决方案，探讨了如何破解MONs稳定性难题，并实现其气体分离性能的同步提升。

核心痛点：MONs潜力大但稳定性却拖后腿

MONs包含金属有机框架（MOFs）、金属有机笼基超分子框架等材料，因孔结构可精准调控、吸附位点丰富，在天然气纯化、二氧化碳分离等场景中应用前景广阔，但它的致命短板是稳定性差。在工业常见的高湿度、酸性或碱性条件下，MONs的骨架易降解、孔道会坍塌，直接导致吸附分离性能大幅流失。为解决这一问题，传统思路是通过内空聚合将MONs与聚合物复合，让聚合物链在MONs内部空腔生长以提供机械支撑。但这种方法弊端明显，极易造成孔道堵塞，大幅降低材料的比表面积和孔径，牺牲了MONs原本的吸附优势。

创新方案：表面聚合不损孔隙还提性能

本文指出，表面聚合技术成为破解上述难题的关键（如图1）。与内空聚合不同，该技术仅在MONs晶体表面引入聚合物形成涂层，不侵入内部孔道，核心优势体现在三大方面：

孔隙率完美保留：聚合过程中形成的聚合物链会抑制单体传质，仅在表面形成均匀涂层，MONs的原始孔结构、孔径分布完全不变，吸附位点不流失；

稳定性显著提升：通过在MONs与聚合物间构建共价/配位相互作用，提升了界面相容性，让复合体系的机械、化学稳定性大幅增强，尤其改善了耐湿性；

性能与功能双升级：保留的孔结构让吸附容量和分离效率同步提升，还能赋予MONs光响应性等单一组件不具备的新功能。

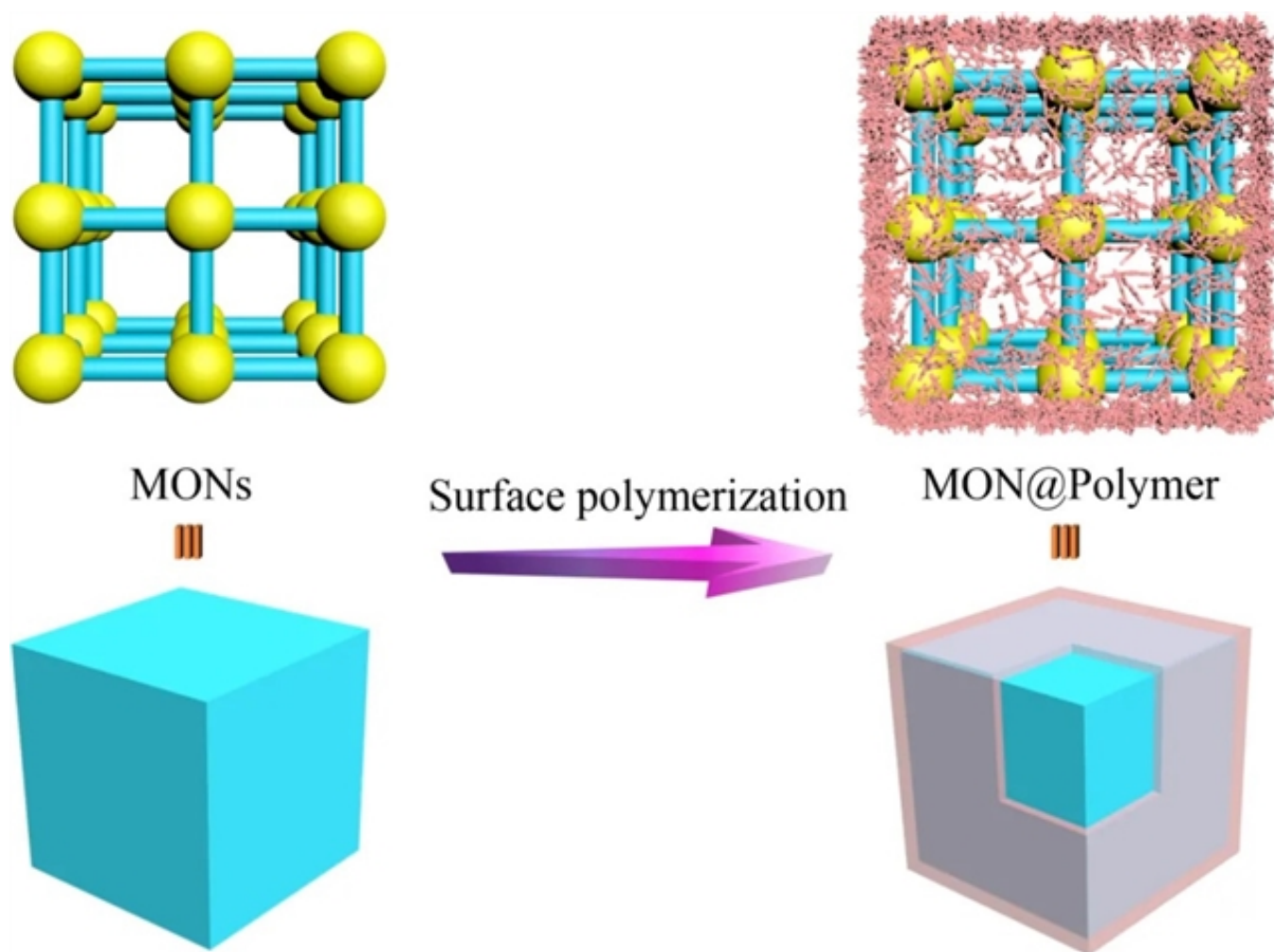


图1.通过表面聚合提高金属有机框架（MOFs）的稳定性及气体分离性能。

多款材料改性后性能跨越式提升

实验数据直观印证了表面聚合技术的优异效果，多款改性后的复合体系性能实现质的飞跃：

MSF-1@PolyHDI：BET比表面积从561提升至2600 $\text{m}^2 \text{g}^{-1}$ ，56bar下甲烷吸附量从62提升至186 $\text{cm}^3 \text{g}^{-1}$ ，吸附容量提升2倍；

PCC-20t@PolyIDI：BET比表面积提升18.6倍， CO_2 吸附量的光调控效率从7.0%升至27.9%，光响应性能大幅增强；

MOF-5@NTU-COF：高湿环境下可实现 CO_2/N_2 完全分离，分离时间间隔保持稳定，而未改性MOF-5的分离性能会快速衰减。

现存问题：仍处发展阶段，需精准设计优化

尽管表面聚合技术展现出巨大优势，但目前仍处于发展初期，尚未实现规模化应用：一方面，聚合物层的设计仍需更精准的调控，如何根据不同MONs的结构和应用场景定制匹配的聚合物涂层，是后续研究的关键；另一方面，界面相互作用的调控机制尚未完全明晰，如何进一步增强MO

NS与聚合物的结合力提升复合体系的长期稳定性，仍需深入探索。

未来展望：两大方向解锁更多应用可能

表面聚合技术以不牺牲孔隙率为核心，实现了MONs稳定性与性能的双重提升，为解决此类材料的工业化瓶颈提供了全新思路。未来随着聚合物层设计的精准化、界面作用机制的明晰化，改性后的MONs复合体系有望在气体吸附分离、环境治理等领域实现更广泛的应用，推动相关产业向高效、绿色方向发展。

基于表面聚合技术不扰动MONs内部孔结构的核心优势，本文提出了两大极具前景的研究方向：（1）构建聚合物分子筛层：将聚合物层设计为分子筛，与MONs的高容量吸附位点协同作用，解决气体吸附中吸附容量与选择性的传统权衡问题，实现更高效率的分离；（2）制备刺激响应型功能层：在聚合物中引入光、温等刺激响应基团，让复合体系实现气体吸附分离的外部可控调节，比如通过光照实现气体的按需吸附与释放，拓展在智能分离、气体存储等领域的应用。（来源：EngineeringJournals微信公众号）

相关论文信息：<https://journal.hep.com.cn/fcse/EN/10.1007/s11705-026-2629-7>

作者：孙林兵等 来源：《工程·化学工程》

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