

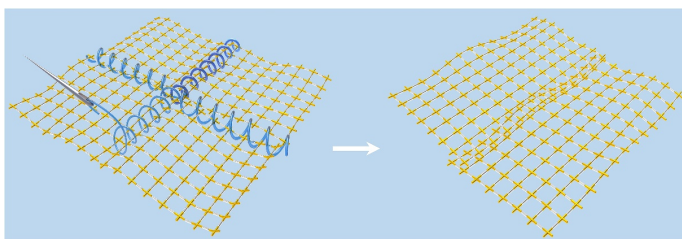
◆学术前沿◆

中山大学化学学院郑治坤教授课题组 在晶态聚合物均孔膜研究方面取得重要进展

中山大学化学学院郑治坤教授团队通过构建编织晶界，建立了一种改善晶态材料脆性并同步增强其机械强度和韧性的方法，该工作以“Elastic films of single-crystal two-dimensional covalent organic frameworks”为题，于2024年5月8日在线发表在*Nature*。

高结晶度材料的机械物理性能主要取决于其缺陷结构，缺陷特别是晶界缺陷严重破坏高结晶度材料的机械性能，而天然和合成晶态材料通常为多晶，故晶态材料机械稳定性不高。同时，同木材、玻璃和塑料等一样，晶态材料的机械强度（材料在外力作用下抵抗破坏的能力）与韧性（材料在受到外力冲击时吸收能量并抵抗断裂的能力）相互制约，如何改善高结晶材料的脆性，同步增强其机械强度和韧性为晶态材料当前面临的一个巨大挑战。

郑治坤教授课题组一直致力于通过共价有序结构成孔和缺陷结构调控实现晶态聚合物均孔膜可控制备、结构和性能调控及其在碳四到碳八分离方面的应用研究。2019年，课题组通过小分子结构导向剂辅助界面聚合和结晶过程，建立了水面上可控制备高结晶度聚合物均孔膜的



的普适性新方法(*Nat. Chem.*, 2019, 11: 994-1000)。通过对聚合和结晶过程的跟踪，揭示了聚合和结晶机理(*Nat. Chem.*, 2023, 15: 841)，并通过近原子尺度下对晶态聚合物均孔膜缺陷结构的跟踪和聚集态结构的调控，实现了晶态聚合物均孔膜孔结构均一化(*J. Am. Chem. Soc.*, 2021, 143: 3927-3933; *J. Am. Chem. Soc.*, 2022, 144: 3233; *J. Am. Chem. Soc.*, 2023, 145: 22079)。但将所得晶态聚合物均孔膜用于压力驱动的分

离过程时，膜易破裂并导致非选择性渗透。为应对这一挑战，郑治坤教授领导的国际团队利用牺牲性小分子结构导向剂导向相邻晶畴晶态聚合物分子链编织，构建了一种全新晶界结构-编织晶界，赋予了全结晶聚合物均孔膜高机械强度、韧性和弹性。大面积膜抗压性能接近致密材料铝合金和黄金，受力断裂时，断裂仅发生在受力集中点，裂纹不扩展，裂纹附近膜的机械性能与断裂前无差别，而一般全结晶材料裂纹一旦形成会迅速扩展，且裂纹严重影响机械性能。该工作通过构建编织晶界，建立了一种改善晶态材料脆性并同步增强其机械强度和韧性的方法，为晶态材料在柔性器件和分离膜方面的应用奠定了坚实的基础。

中山大学在读博士研究生杨永航和德国乌尔姆大学梁宝坤博士为论文的共同第一作者，郑治坤教授为唯一通讯作者。该工作得到了国家自然科学基金、中山大学化学学院和绿色化学与分子工程研究院、中山大学分析测试中心、中山大学光电材料与技术国家重点实验室、欧洲同步辐射光源(ESRF)及广东工业大学和榕江实验室的支持。

文章链接: <https://www.nature.com/articles/s41586-024-07505-x>

(原文链接: <https://ce.sysu.edu.cn/zh-hans/article/8546>)

◆ 郑治坤教授简介 ◆

郑治坤，中山大学化学学院教授、中山大学材料科学与工程学院双聘教授，主要从事：(1)有机多孔材料的宏量可控制备、结构、性能调控及应用研究；(2)光学加密材料的宏量可控制备及其在商品防伪和物流网方面的应用；(3)晶态聚合物均孔膜的可控宏量制备及其在碳四到碳八分离方面的应用基础研究。主持国家自然科学基金国际(地区)合作与交流项目(中德)、国家自然科学基金面上项目和欧盟H2020项目。在*Nature*、*Nature Chemistry* (2篇)、*Nature Communications* (3篇)、*Journal of the American Chemical Society* (5篇)、*Angewandte Chemie-International Edition* (10篇)和*Advanced Materials*(2篇)等学术期刊上发表SCI论文60余篇。



郑治坤教授