

合肥研究院等在双功能催化剂高效电解水制氢研究中取得进展

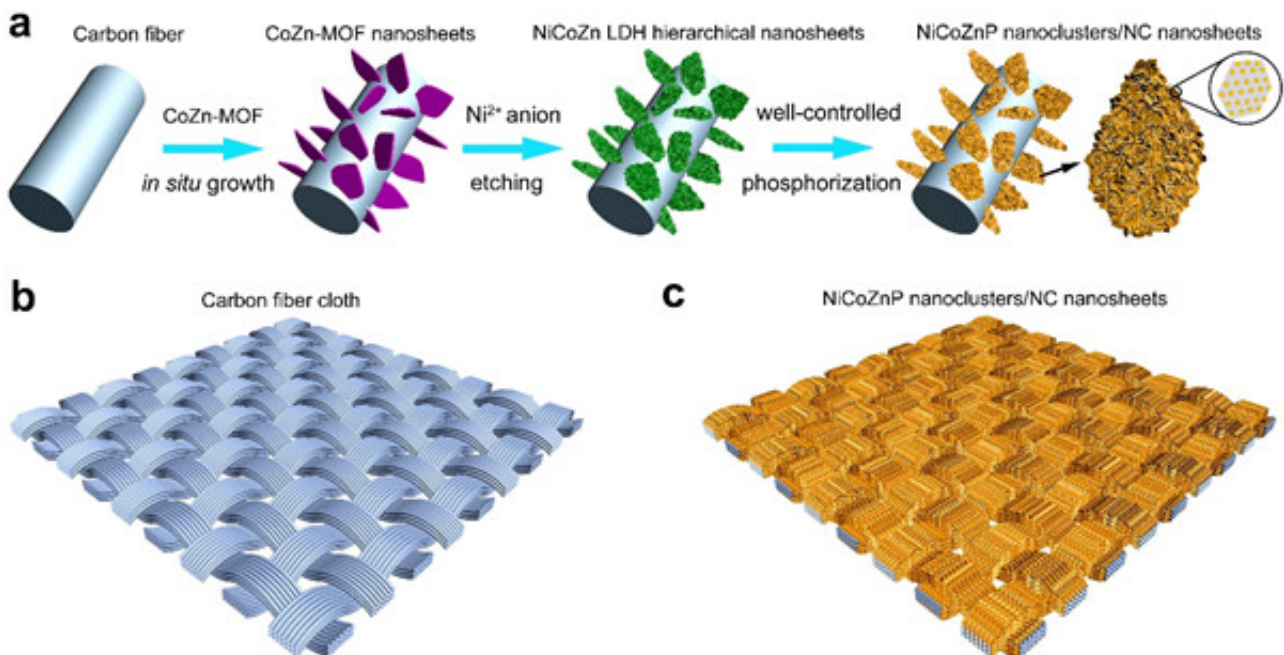
近期，中国科学院合肥物质科学研究院固体物理研究所纳米材料与器件技术研究部研究员孟国文课题组与韩国浦项科技大学合作，在过渡金属基催化剂的设计合成及其全电解水制氢方面取得新进展，通过优化设计与精准调控，在碳纤维布电极上原位生长制备单分散、超小尺寸过渡金属磷化物纳米晶均匀负载的氮掺杂碳分级纳米片阵列，具有优异的电催化析氢反应（HER）和析氧反应（OER）双功能催化性能，实现高效全电解水制氢。

电解水过程的HER和OER两个反应过电位大、能耗高，需要高效催化剂。贵金属铂（Pt）和铱钌（Ir/Ru）氧化物是目前性能最优的HER和OER催化剂，但高成本制约其规模化使用。此外，目前的相关研究主要集中在开发针对HER或OER的单功能催化剂，在实际应用中需设计两种不同类型的催化剂，增加了电解水设备的复杂性。

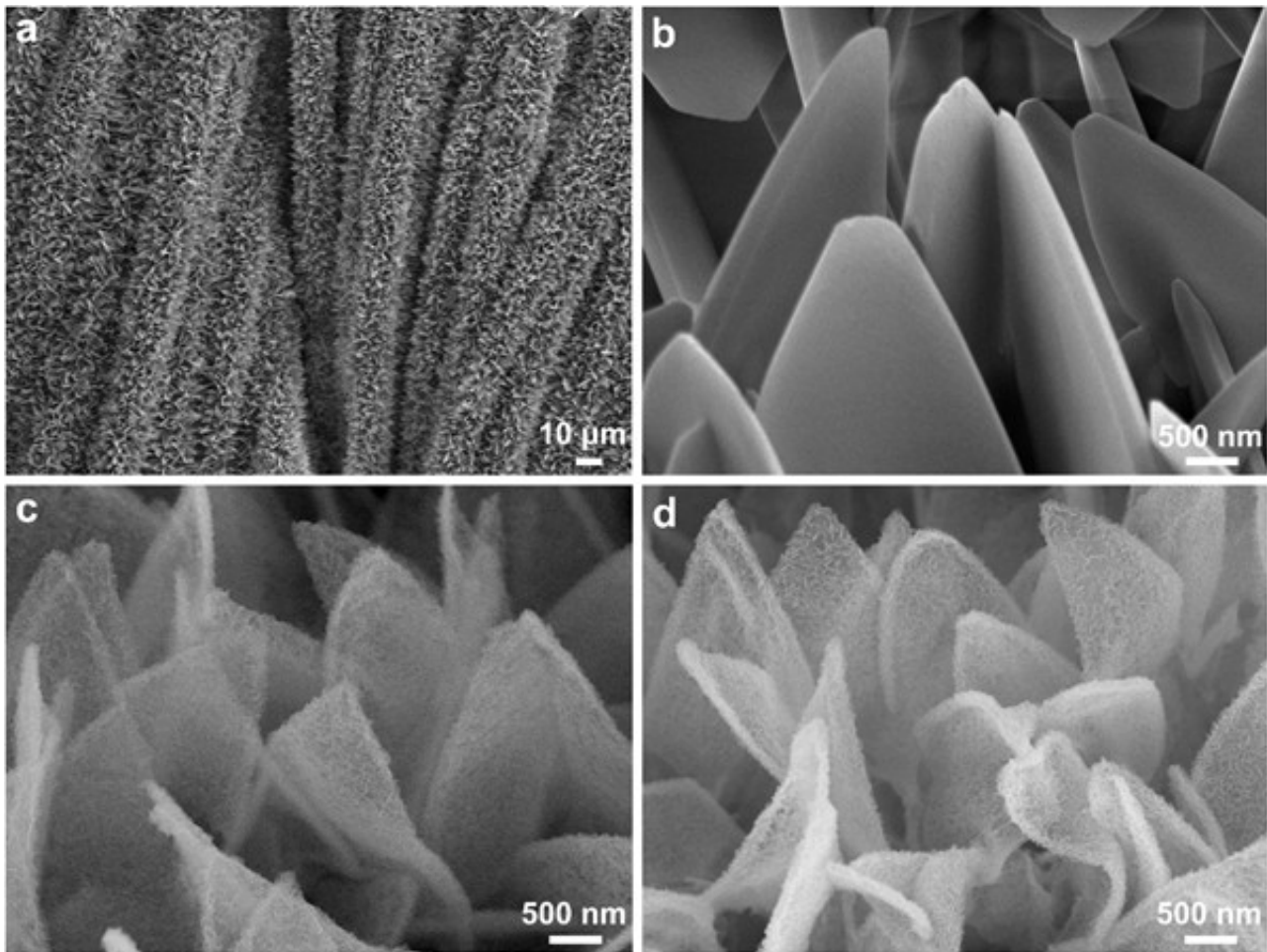
该研究采用室温液相法在碳纤维布电极上原位生长钴锌基金属有机框架（CoZn-MOFs）纳米片阵列前驱体，后利用 Ni^{2+} 离子刻蚀CoZn-MOFs的方法合成三元过渡金属NiCoZn层状双氢氧化物（CoZnNi LDHs）超薄纳米片组成的分级纳米片中间体，最后通过可控磷化反应构筑磷化物（NiCoZnP）纳米晶与有机配体碳化后形成的氮掺杂碳（NC）分级纳米片组成的NiCoZnP@NC复合结构催化剂。基于CoZnNi LDHs超薄纳米片中间体的自牺牲模板限域作用以及可控磷化反应，所制备的超细磷化物纳米晶均匀分布在氮掺杂碳分级纳米片上，可作为电催化分解水反应的高活性催化位点；超薄的氮掺杂碳分级结构比表面高、导电性好，可作为磷化物纳米晶的载体，促进催化反应过程中电荷的传输。此外，这种自支撑的NiCoZnP@NC分级纳米片直接生长在碳纤维布电极上，不仅有效降低了催化剂与电极之间的接触电阻，有利于电解液扩散以及产生气体的脱附，还大幅提高了催化剂的稳定性。

在以上协同作用下，所构筑的NiCoZnP@NC纳米片阵列呈现出超高的双功能催化性能。析氢反应中，其性能接近商业化铂碳催化剂；析氧反应中，性能远超商业化二氧化铱（ IrO_2 ）；在全电解水时，只需1.54伏的电压即可驱动 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ 的电流密度，表现出良好的长期稳定性，且这种过渡金属基催化剂的制备成本远低于商业化贵金属催化剂。该工作所提出的催化剂制备方法具有合成工艺简单、成本低、可实现规模化制备等优点，为研发高效、廉价、稳定的全电解水催化剂提供了新思路，在高效电解水绿色制氢领域具有良好的应用前景。

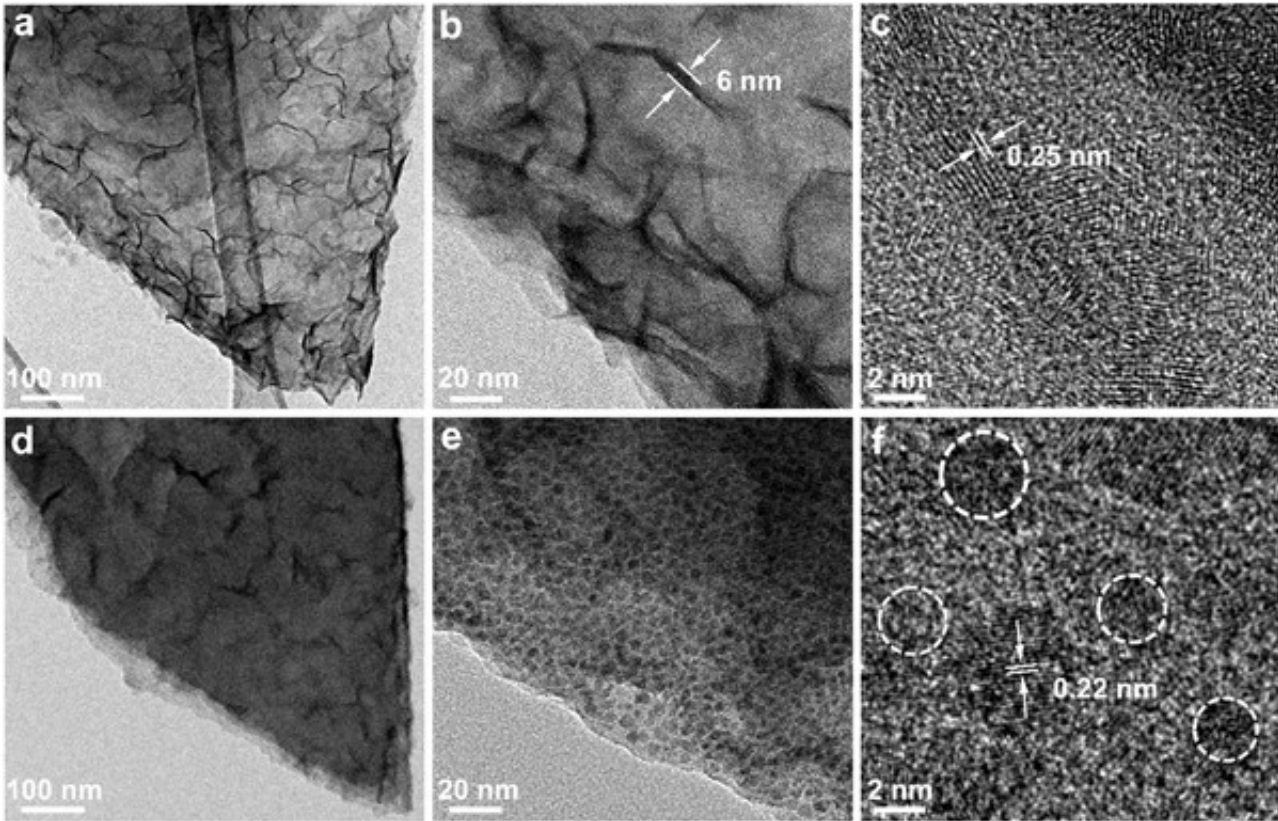
相关研究结果发表在Chemical Engineering Journal上。



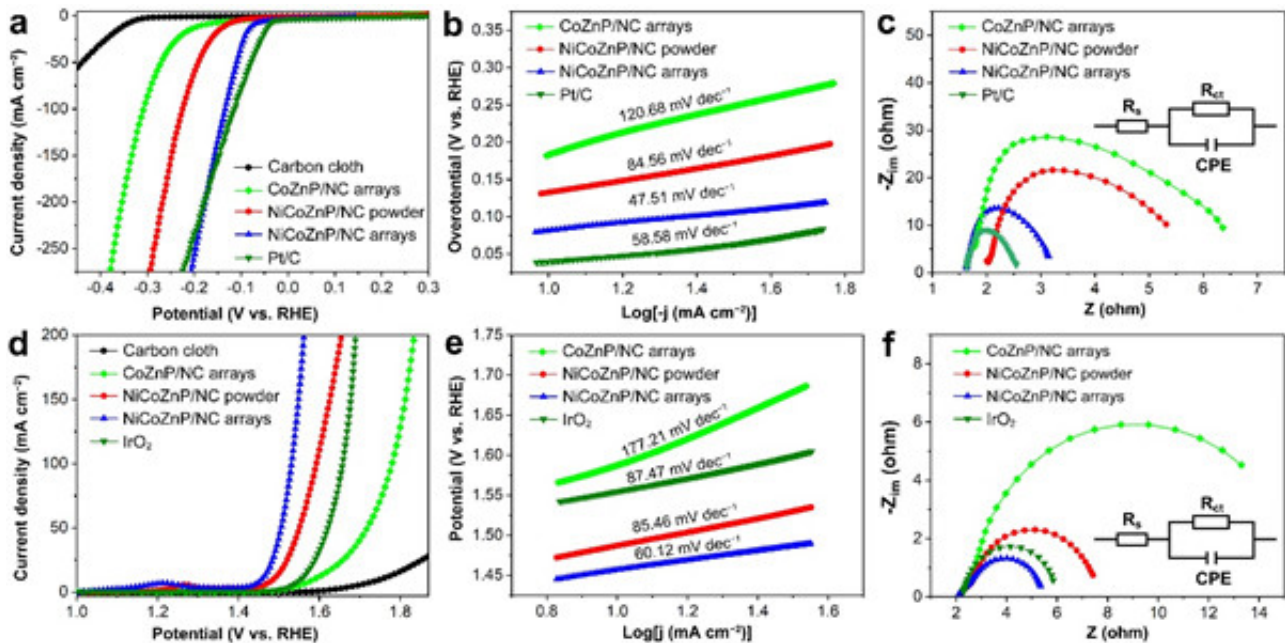
催化剂示意图。a：磷化物纳米晶@氮掺杂碳（NiCoZnP@NC）分级纳米片阵列制备流程示意图，b：碳纤维布电极示意图，c：NiCoZnP@NC分级纳米片阵列示意图



扫描电镜表征结果。a、b：CoZn-MOF纳米片阵列前驱体，c：NiCoZn LDH分级纳米片中间体，d：NiCoZnP@NC分级纳米片阵列



透射电镜表征结果：a—c：NiCoZn LDH超薄分级纳米片中间体，d—e：NiCoZnP@NC分级纳米片



HER和OER性能测试结果。a：HER线性扫描伏安曲线，b：HER塔菲尔斜率曲线，c：HER电化学阻抗谱，d：OER线性扫描伏安曲线，e：OER塔菲尔斜率曲线，f：OER电化学阻抗谱

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/172797.html>