

具有高暴露度镍纳米颗粒的氮掺杂碳复合催化剂用于二氧化碳电还原制一氧化碳

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/41215.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！

具有高暴露度镍纳米颗粒的氮掺杂碳复合催化剂用于二氧化碳电还原制一氧化碳。 文章导读

镍单原子催化剂已被广泛用于CO₂还原领域，但合成工艺复杂及大电流密度下稳定性差等问题制约了其实际应用。分散性优异的镍纳米颗粒制备简便、高电流密度下催化性能更加稳定，是极具潜力的替代方案。华东理工大学王际童团队在ENG. Chem. Eng.发表论文，设计并制备了一种多级结构催化剂NiNP-BCN@C，以中空棒状碳材料为基底，将镍纳米颗粒封装于氮掺杂碳壳层内部。该中空棒状结构可大幅降低体相镍的含量，使其在催化剂表面富集，可以最大限度暴露镍纳米颗粒活性位点；氮掺杂碳壳层能够调控金属镍的电子环境，抑制竞争的析氢反应，同时促进CO₂活化。在H型电解池中，该催化剂在可逆氢电极电位-0.83V条件下，CO法拉第效率超90%，且可稳定运行32h。流动电解池测试结果显示：电流密度达300mA·cm⁻²时，CO法拉第效率高于98%，对应的TOF高达93579h⁻¹。原位傅里叶变换红外光谱检测到*COOH、COO⁻等关键中间体的特征信号显著增强，证明催化剂对CO₂的吸附与活化能力大幅提升。

文章亮点

形貌与结构优化，物相与化学态明晰

催化剂保持完整中空棒状结构，镍纳米颗粒被约3.84nm碳层均匀包覆、粒径均一且无明显团聚；碳壳既能高温下抑制颗粒迁移，又可避免酸洗流失，结构稳定性优异，同时材料石墨化程度高，导电性能更佳。XRD、XPS、XAFS多重表征证实，镍主要以零价金属纳米颗粒存在，少量与碳壳中的氮形成配位键，清晰阐明活性物种的存在形式，为构效关系分析提供了依据。

电化学性能优异，耐低浓度CO₂工况

H型电解池内CO法拉第效率超90%，可连续稳定运行32h；流动电解池在140~300mA·cm⁻²工业级大电流区间，CO法拉第效率高于98%，周转频率高达93579h⁻¹，活性、选择性与长效稳定性兼备。采用40%低浓度CO₂模拟工业废气，在300mA·cm⁻²大电流下，仍保持近98%的高选择性，受传质限制小，适配实际工业应用场景。

催化机理阐明，验证性能提升关键

结合原位红外、阻抗、双电层电容、DFT理论计算，证实氮掺杂碳壳可强化CO₂吸附活化、抑制

析氢副反应，明确反应中间体演变与控速步骤，完整揭示了催化作用机制。通过纯碳载体、镍单原子、无碳壳镍纳米颗粒三类对比样品，直观证明了碳包覆以及氮掺杂是提升选择性和稳定性的核心关键。

亮图解读

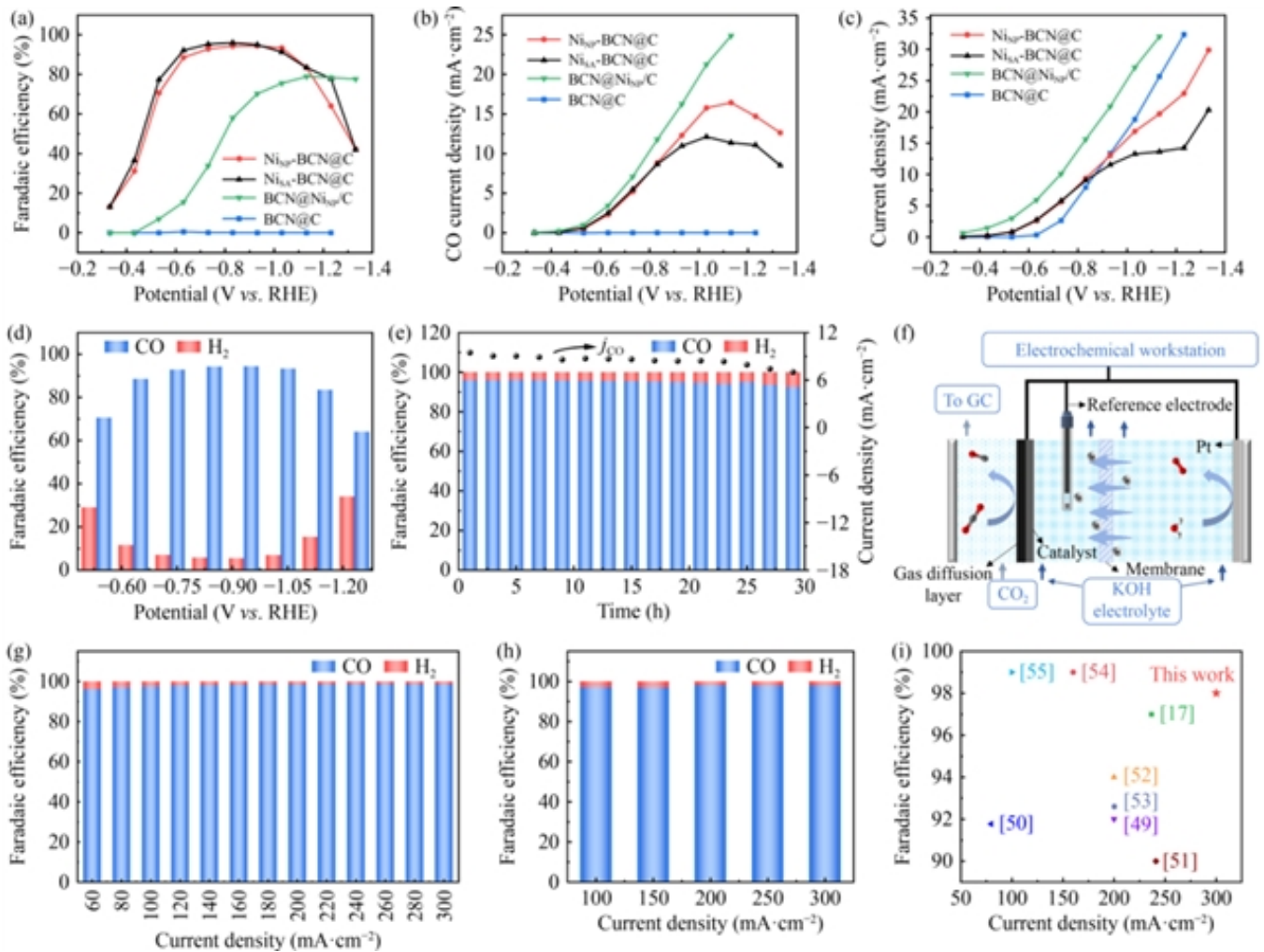


图1.展示了催化剂的电化学性能、稳定性与工业工况表现。该催化剂在H型电解池中选择性优异，可稳定运行32h。流动池测试中其在大电流、低浓度 CO_2 条件下仍保持高选择性，综合性能优于多数同类镍基催化剂。

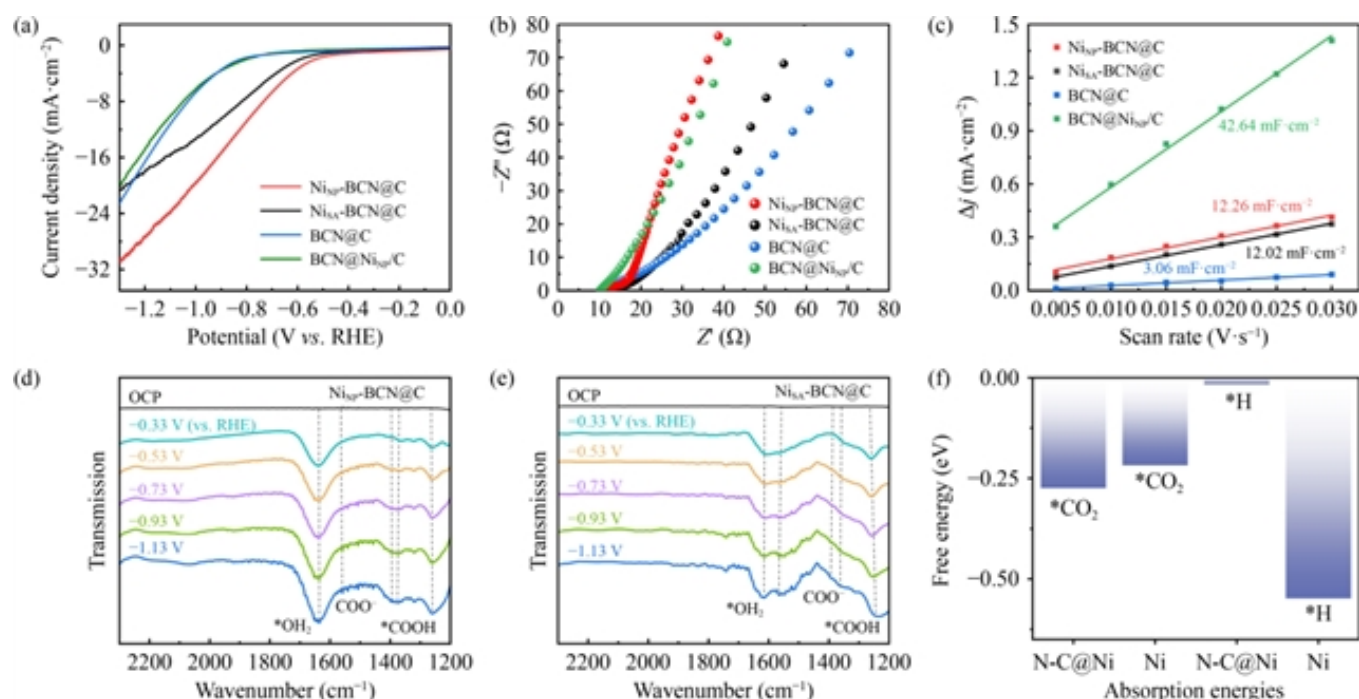


图2.从动力学、界面阻抗、活性位点及反应中间体解析催化机理。该催化剂电荷传输快、活性位点丰富，对CO₂吸附活化能力更强。结合理论计算，明确碳壳调控反应路径、抑制析氢副反应的协同作用机制。

（来源：EngineeringJournals微信公众号）

相关论文信息：<https://journal.hep.com.cn/fcse/EN/10.1007/s11705-026-2668-0>

作者：王际童等 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