

合肥研究院设计出直接燃料电池催化剂

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环境与能源纳米材料中心在以有机物5-羟甲基糠醛作为燃料的燃料电池研究中取得新进展，合成了负载在炭黑上的铂与硫化镍纳米颗粒双功能催化剂（PtNiSx/CB），不仅可以催化阳极燃料5-羟甲基糠醛（HMF）氧化为2,5-呋喃二甲酸（FDCA），还能够驱动阴极氧还原反应，实现在输出能量的同时将燃料转变为更高价值的产物。相关研究成果以Sustainable 2,5-furandicarboxylic synthesis by a direct 5-hydroxymethylfurfural fuel cell based on a bifunctional PtNiSx catalyst为题，发表在Chemical Communications上。

FDCA有望在化工生产中取代对苯二甲酸合成聚合物，是一种重要的近市场化工产品，主要通过热催化、光催化、电催化等方式氧化HMF得到。其中，电化学策略可与电化学析氢反应（HER）或电催化有机氢化合成结合，产生额外的高附加值产品，并提高能量转换效率。可持续和更节能的电催化FDCA合成工艺是燃料电池研究中的热点。

燃料电池作为一种可持续的能量转换和存储技术，因其能量转换效率高、环境友好等优点得到广泛研究和发展。燃料电池技术包含两个重要的化学反应——阳极的燃料氧化反应和阴极氧还原反应（ORR），均需要利用高效且价格相对低廉的催化剂以降低反应能垒，进而提高反应动力学。

基于此，研究人员设计出氧还原与有机合成相结合的直接HMF燃料电池（DHMF-FC）形式；采用浸渍、熏硫与煅烧的策略，合成了双功能PtNiSx催化剂。研究发现，铂与硫化镍间存在界面，Pt和NiSx纳米颗粒之间密切的相互作用与界面效应使得该催化剂具有良好的电化学ORR和HMF氧化催化活性。此外，NiSx的引入有利于ORR四电子反应过程的进行，硫元素也可有效防止金属颗粒的团聚。半电池的电化学测试和ICP-AES测试结果显示，PtNiSx/CB具有优异的ORR与OER性能，电化学活性面积（ $79 \text{ m}^2 \text{ gPt}^{-1}$ ）高于商业Pt/C（ $64 \text{ m}^2 \text{ gPt}^{-1}$ ），且其中铂的负载量（7.60 wt%）低于商业铂碳（20 wt%）。加入HMF后的燃料电池在60 时，开路电压为0.52 V，放电效率达 2.12 mW cm^{-2} ，电流密度为 6.8 mA cm^{-2} 。

；对放电反应电解液进行液相色谱检测，发现HMF几乎完全转化为FDCA，转化率接近98%，选择性达到100%。该研究有助于设计和发展双功能的燃料电池电催化剂。

研究工作得到国家自然科学基金、安徽省自然科学基金和中国博士后科学基金的支持。

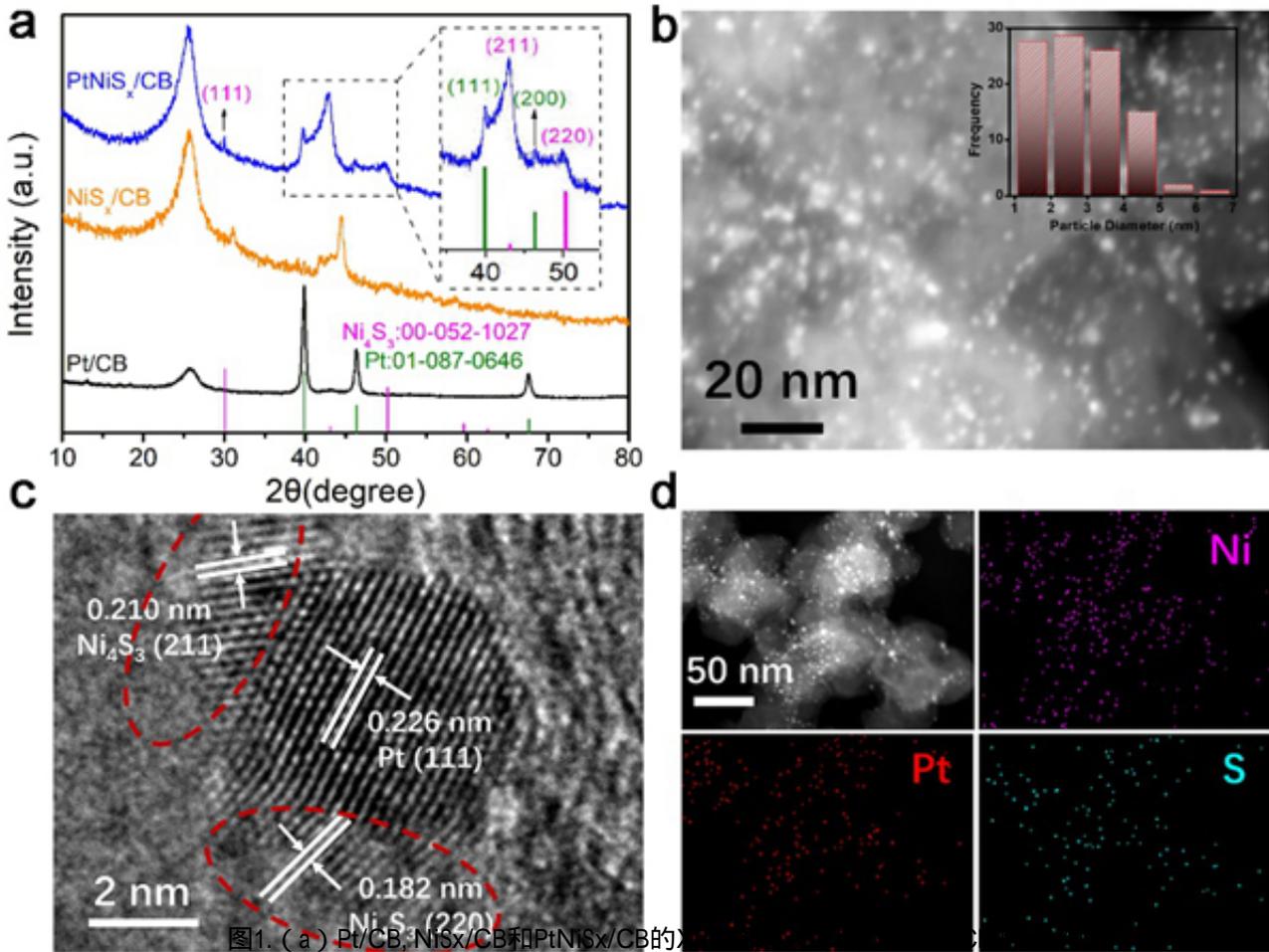


图1. (a) Pt/CB, NiS_x/CB和PtNiS_x/CB的XRD patterns, (b) PtNiS_x/CB的TEM图像及粒径分布图, HRTEM图像 (c) 和EDS能谱 (d)

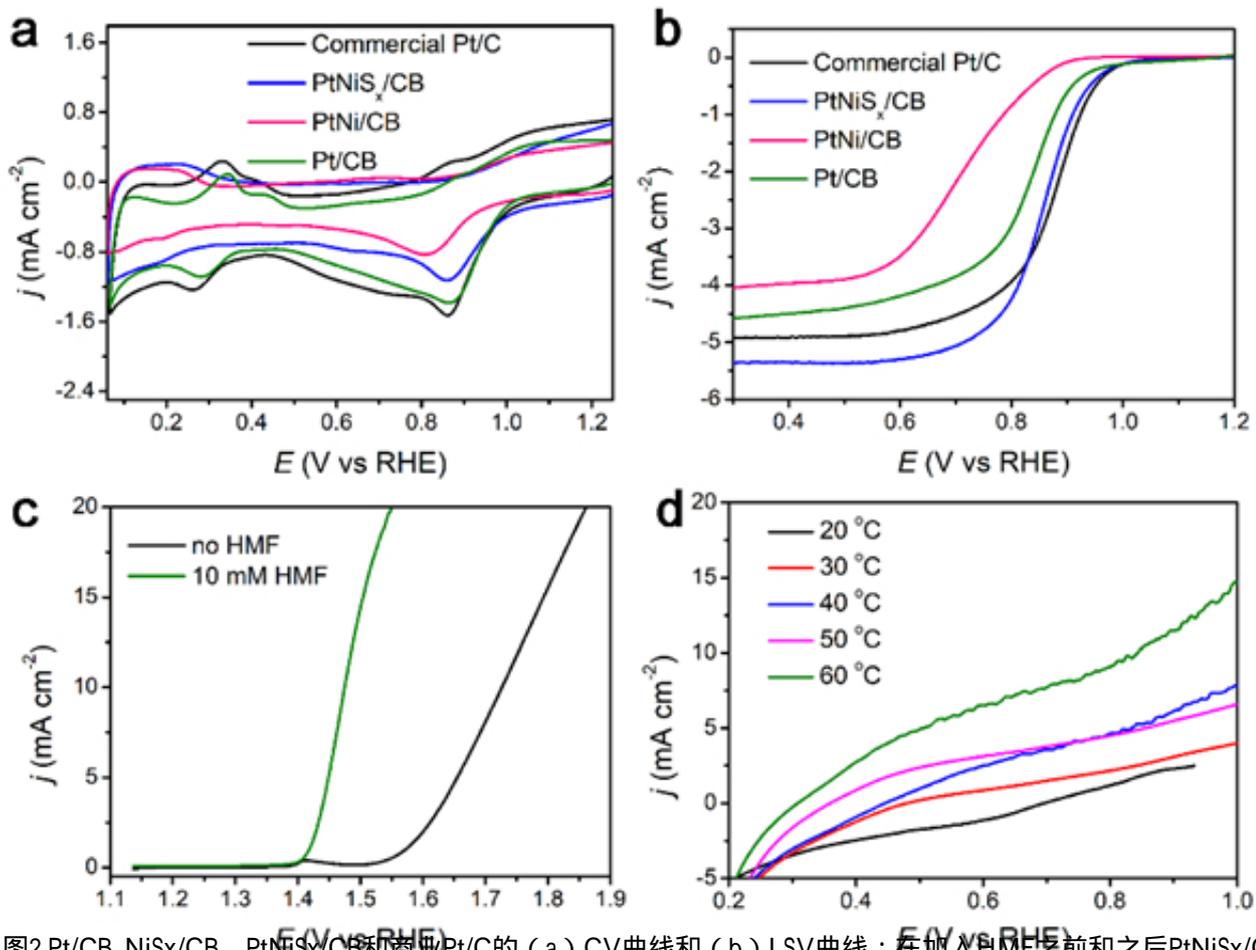


图2. Pt/CB, NiS_x/CB, PtNiS_x/CB和商业Pt/C的 (a) CV曲线和 (b) LSV曲线; 在加入HMF之前和之后PtNiS_x/CB的LSV曲线 (c); PtNiS_x/CB在不同温度下的LSV曲线 (d)

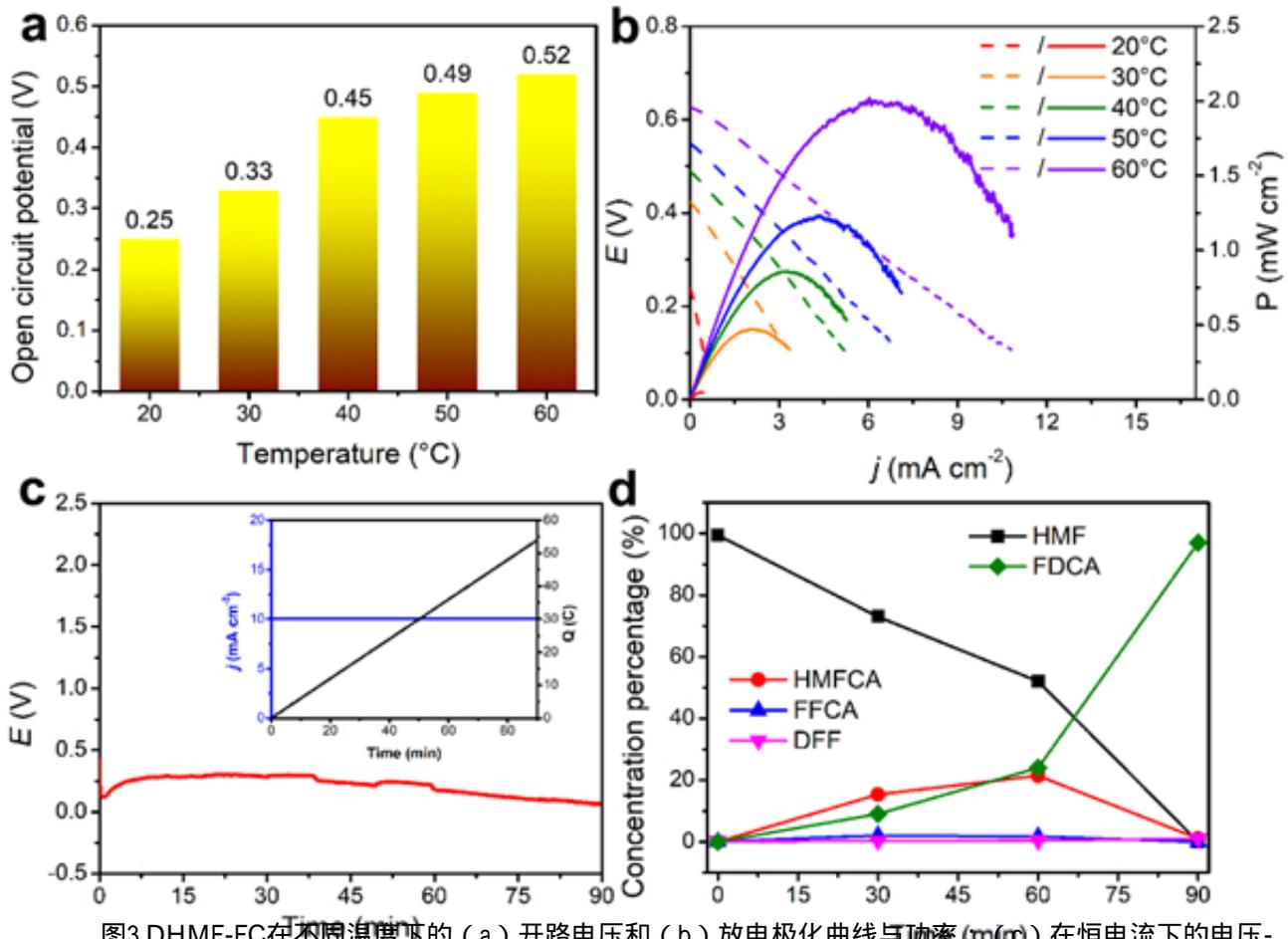


图3.DMHF-FC在不同温度下的 (a) 开路电压和 (b) 放电极化曲线与功率 (mW) 在恒电流下的电压-时间曲线, 电流密度-时间曲线和累计电量-时间曲线; (d) 恒电流反应中反应物质占比-时间曲线

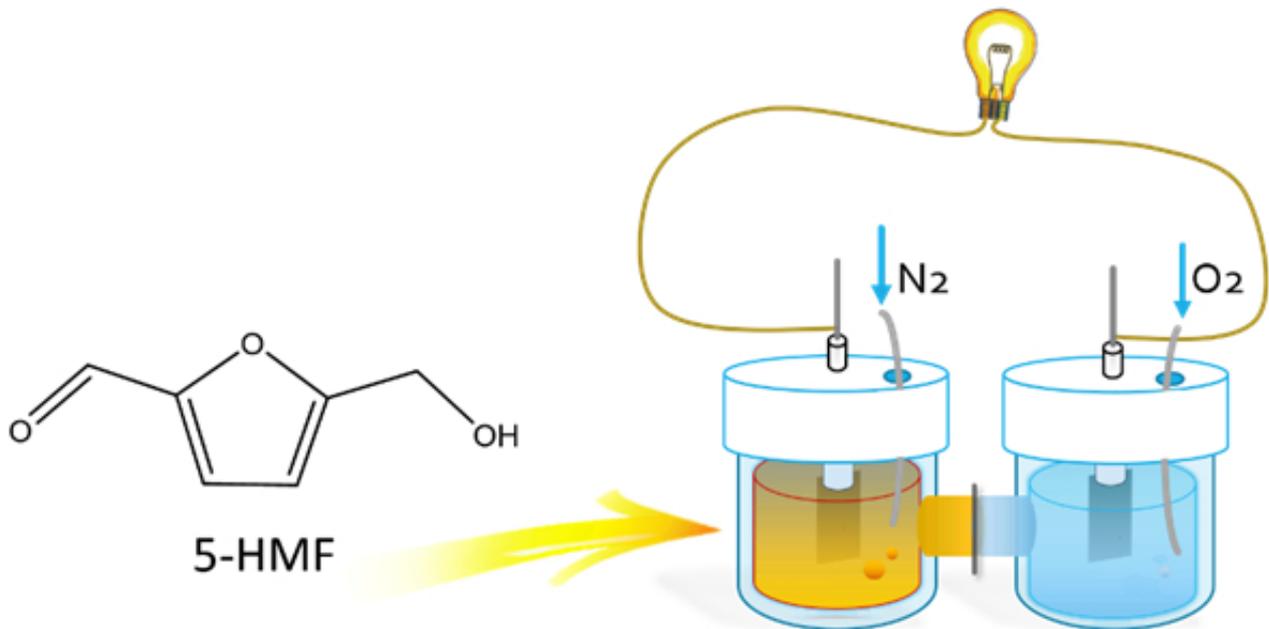


图4.直接5-羟甲基糠醛燃料电池装置示意图

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/167540.html>