

唯实 拓新 求真 协力

首页 所况介绍 科研机构 职能部门 科研成果 人才队伍 党群文化 国际合作 院地合作 研究生世界 公共资源 内部信息

新闻中心

头条新闻

科研进展

工作动态

媒体视角

中科院之声

您现在的位置：首页 > 新闻中心 > 科研进展

固体所在生物质电催化转化方面取得进展

发布日期：2019-01-18

作者：张显

【打印】 【小中大】 【关闭】

近期，中国科学院固体物理研究所环境与能源纳米材料中心在生物质电催化转化方面取得新进展，该工作不仅展示了生物质平台分子-糠醛的绿色电催化转化升级过程，还对电催化转移加氢机理进行了深入探究。相关研究成果发表在期刊Applied Catalysis B: Environmental (doi.org/10.1016/j.apcatb.2018.12.025.) 上。

面对日益枯竭的传统化石能源（如石油、煤、天然气等）以及日益加剧的环境污染问题，人类必须不断追求和发展新的可持续能源转换与储存体系。基于绿色植物光合作用产生生物质作为一种重要的可再生资源产生方式，已被各国看作是替代化石能源制备燃料与化学品的重要途径，其中纤维素作为生物质最主要的组成部分，占生物质组成的40%~60%，是自然界中最丰富的非粮碳水化合物，对其催化转化制取具有高附加值的化学品是实现人类社会可持续发展的关键。近年来，如何将纤维素初步衍生的平台分子进一步催化转化得到更高附加值的化学品已成为能源领域的重点研究方向。

然而，生物质衍生的平台分子，例如糠醛或5-羟甲基糠醛转化成高附加值的化学制品合成条件非常苛刻，转化率和选择性低，将生物质平台分子推广到更大应用范围，仍然是一个极具挑战性的问题。目前主要使用的方法还是普通的热催化转化法，该方法需要高温高压条件、且催化剂与溶剂都有毒性，对环境造成污染。

绿色的电催化生物质转化技术相较于传统的生物质转化方法（包括传统的热催化或光催化方法），具有如下优点：一是可以取代高成本的氢气或有机分子（如异丙醇等）使用，直接用水作为转移加氢的氢源，避免了使用比较危险的氢气或价格昂贵的牺牲剂；二是在常温常压下即可以驱动催化反应进行，无需高温高压的反应条件，从而有效的降低了转化过程中的能量消耗；三是可以通过调控电流大小或者改变溶液的pH值，调节电催化合成反应速率，同时可以提高对反应产物的选择性；四是电催化或光电催化技术可实现催化加氢还原反应与氧化反应同时进行，有助于提高能量转换利用效率，五是生物质电催化加氢还是一种清洁可靠的氢能源储存方式，具有巨大的应用前景。当然，生物质电催化合成也面临许多挑战，比如由于电催化加氢反应是在水系条件反应进行，电催化水分解（产生氢气）不可避免的成为电催化加氢反应的有力竞争反应，最终会导致电催化加氢反应的法拉第效率与转化率非常低。更重要的是，电催化转移加氢反应与电催化水分解析氢之间的竞争机制，至今仍然是模糊的。

鉴于绿色电催化合成的优点与挑战，科研人员选择糠醛的电催化升级反应作为模型，首先采用新颖的气相水热法，设计并构筑了碳纤维布（CFC）负载金属磷化物电极（图a），并利用该电极组装了糠醛电催化转化体系，实现了高选择性、高法拉第效率、高电流密度糠醛加氢还原转化到糠醇、氧化转化到糠酸（图b）；通过同位素标记法（D₂O），直接证明了糠醛电催化加氢的氢就是来自于水中的氢原子（图c）；科研人员还通过密度泛函理论计算探究了Cu₃P/CFC对糠醛高效电催化加氢的机理，结果表明，在制备的Cu₃P暴露晶面（1-10），具有较高的吸附氢原子浓度及较高的H₂脱附能，抑制了电催化析氢过程（图d），从而实现了其对糠醛电催化加氢的选择性。

此研究工作不仅对如何设计高催化活性、高选择性电催化转移加氢催化剂具有指导意义，而且对电催化有机合成体系的设计和构建也具有重要的指导价值。

该项工作得到了国家自然科学基金，中国科学院百人计划和中国科学院创新研究团队国际合作项目的资助。

文章链接：<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926337318311780>

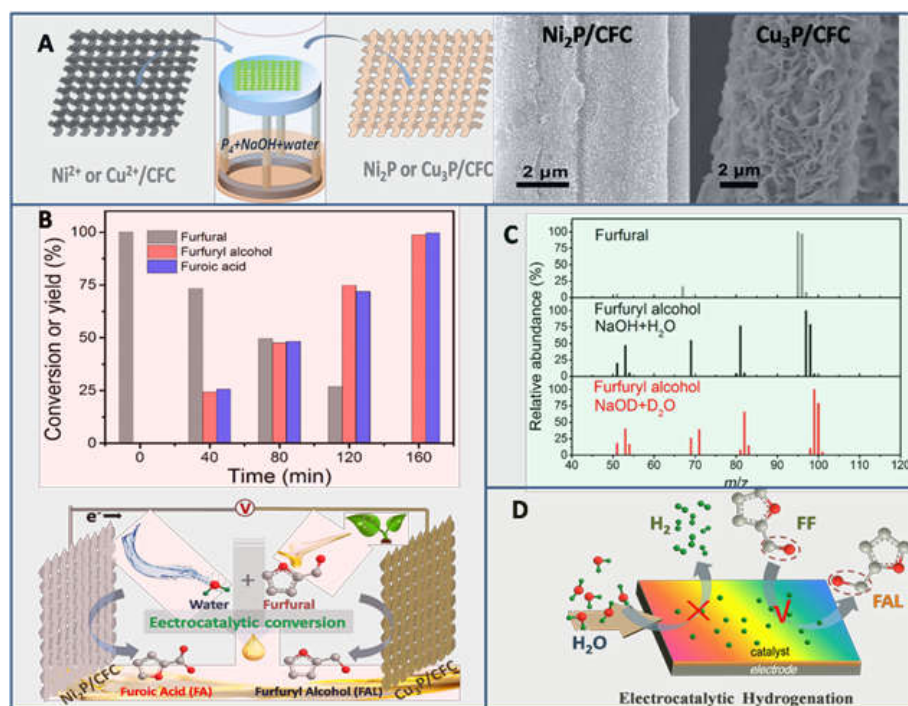


图 (A) 气相水热法合成金属磷化物示意图, 与合成的 $\text{Ni}_2\text{P}/\text{CFC}$ 和 $\text{Cu}_3\text{P}/\text{CFC}$ 的扫描电镜图片; (B) 两电极体系下糠醛电催化转化产物产量与反应物剩余量随时间变化, 两电极体系下糠醛电催化转化示意图; (C) 糠醛与产物糠醇的质谱图 (D) 电催化加氢与电催化析氢之间竞争关系示意图。