

显著降低水制氢成本 中国科学家研发新型高效析氢催化剂

最近“加水就能跑”的新能源汽车闹得人尽皆知，尽管当地政府投资的这个项目有颇多疑点，不过水制氢这件事本身并不是神话，而是科技人员一直在研究的新技术，其准备说法是电化学析氢（HER），是获得高纯度氢气并实现可持续分布式存储的重要途径。

HER制备氢气的重要因素就是催化剂，如何设计制备高效的催化剂驱动HER反应是推进此方法实际应用所面临的主要挑战。针对商业化Pt/C催化剂成本高难以规模化应用的劣势，研究人员开发了许多低成本过渡金属化合物（如硫化物、磷化物和碳化物等）作为替代催化剂并取得了一些成果。

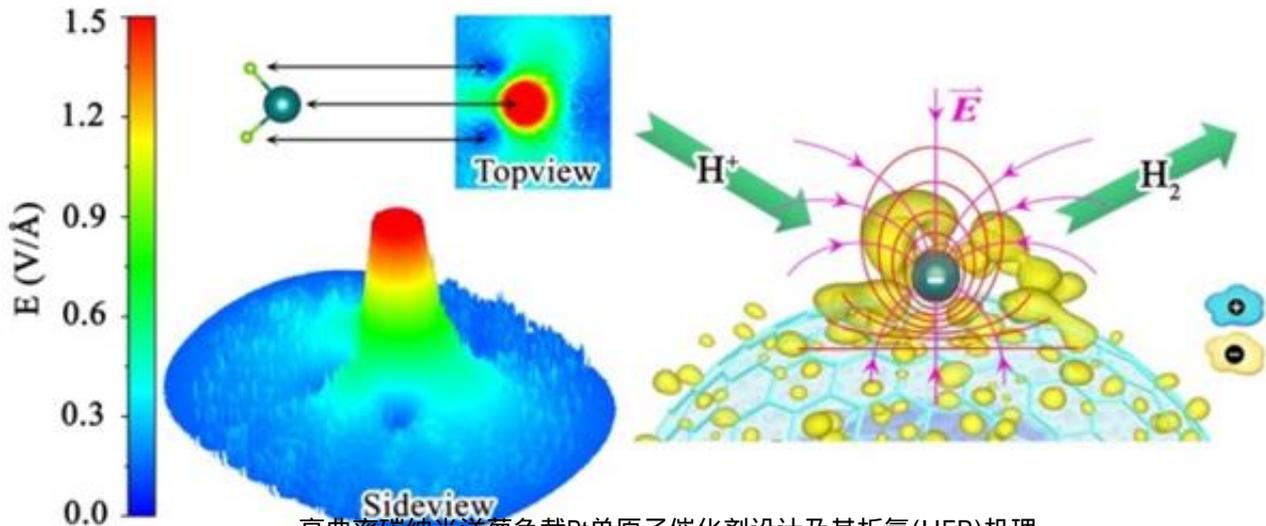
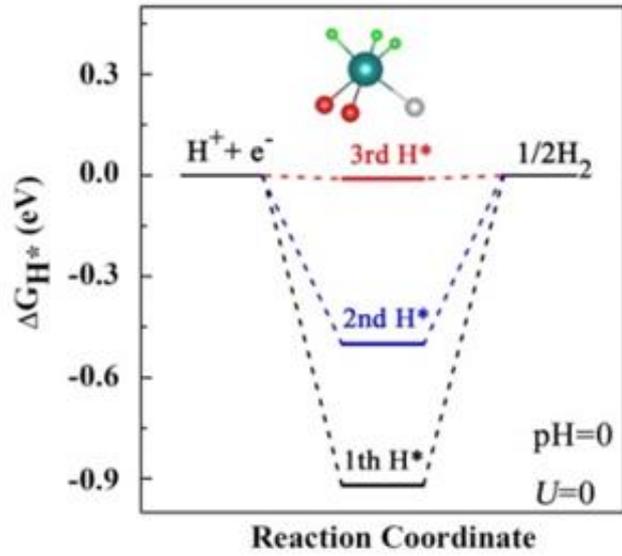
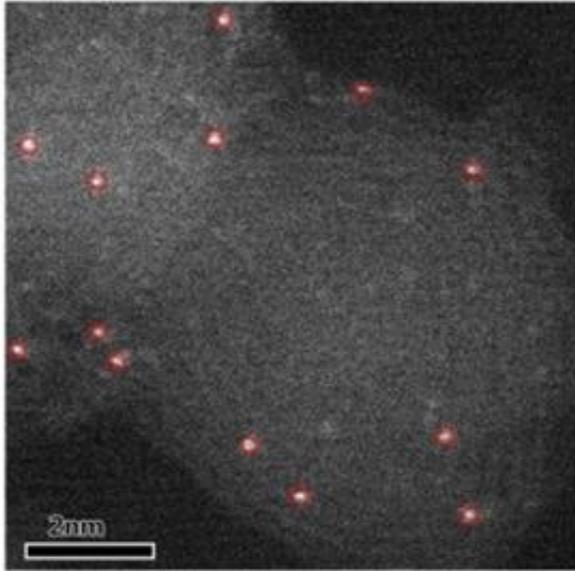
另外，随着近年来单原子催化剂制备和表征技术的发展，从降低金属负载量最大化原子利用率角度出发，利用高本征活性的Pt设计制备催化剂也成为了可能。

中国科学技术大学日前宣布，中国科学技术大学国家同步辐射实验室宋礼教授和合肥微尺度物质科学国家研究中心江俊教授合作，在低铂(Pt)负载催化剂设计及其电化学析氢性能研究方面取得了重要进展，揭示了局域电场效应对HER反应动力学过程的影响。相关成果以“Atomically dispersed platinum supported on curved carbon supports for efficient electrocatalytic hydrogen evolution”为题发表在国际知名杂志Nature Energy上。

单原子催化剂金属活性位点通常会均匀的分布在负载载体上。在活性位点结构均一的条件下，从化学反应碰撞理论的角度出发进一步提升催化剂性能的策略有（1）制备高密度的单原子催化剂（但需要增加金属的用量）；（2）提高反应物在催化剂活性位点的局部浓度。特别地，催化剂的尖端结构可以具备局域电场，其作用于化学反应，反应底物在催化剂的尖端结构周围会出现局域高浓度分布，从而有望加速化学反应的动力学过程，最终获得更优的催化性能。

基于此，中科大宋礼教授课题组在前期纳米金刚石的工作基础上，与江俊教授及其他合作者通过精准合成结合理论设计，成功获得了高曲率quasi-0D碳纳米洋葱(OLC)负载Pt单原子催化剂。测试结果表明，在酸性介质中较低Pt负载量(0.27 wt%)的Pt1/OLC催化剂表现出低过电位(38 mV at 10 mA cm⁻²)和高TOF值(40.78 H₂ s⁻¹at 100 mV)，不仅优于同样方法制备的相近Pt负载量(0.33 wt%)的Pt1/graphene催化剂，而且接近于商业化20 wt% Pt/C催化剂的性能。基于第一性原理方法，理论计算表明Pt位点的产氢活性很高。同步辐射X射线谱学表征结合高分辨电镜观测发现，得益于高曲率的OLC载体表面，Pt位点构成尖端并产生局域电场效应，诱导质子聚集在Pt位点周围，促进了质子耦合的电子转移(PECT)过程，最终呈现了优异的HER性能。该工作提出了一种通过调控纳米碳载体结构增强单原子位点活性的新策略，也提供了一种基于同步辐射精细结构解析和理论计算的有效表征途径。

论文通讯作者是宋礼教授(<http://staff.ustc.edu.cn/~song2012/>)和江俊教授(<http://staff.ustc.edu.cn/~jiangju1/>)，共同第一作者为刘道彬博士和李喜玉博士。该工作从2012年的纳米金刚石的纯化开始，得到了科技部国家重大科学研究计划(MOST)、国家自然科学基金委员会(NSFC)等项目资助，同时上海光源、北京同步辐射装置、合肥国家同步辐射实验室以及中科大微纳研究与制造中心为课题的开展提供了实验条件。



高曲率碳纳米洋葱负载Pt单原子催化剂设计及其析氢(HER)机理

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/140382.html>