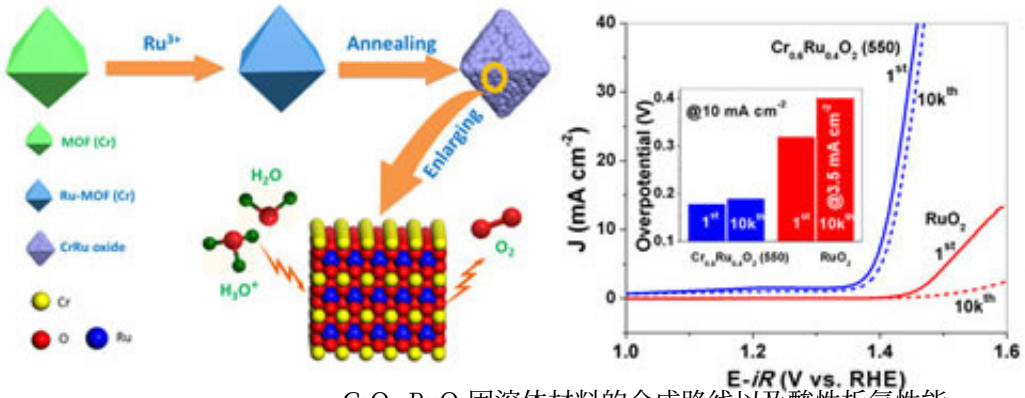
宁波材料所在电催化制氢领域取得新进展

随着人们对生活品质要求的大幅提高以及国家层面能源政策的调整，可再生能源将会在可见的未来扮演极其重要的角色。然而，可再生能源存在间歇性问题，例如太阳能受到昼夜变化、阴雨天气的限制，风能受到气候以及风速不稳的影响，因此，需要大力探索可再生能源富余电力转化技术。其中，电催化制氢气技术是目前最优的方案之一。根据电解质的不同，可分为碱性电催化制氢和酸性电催化制氢。对于碱性电催化制氢，难点是阴极上的析氢，而对于酸性电催化制氢，难点是阳极上的析氧。

近年来，中国科学院宁波材料技术与工程研究所所属新能源所研究员陈亮团队针对以上所述的两个电催化制氢难题，通过实验与理论的有效结合开展研究。其中，博士研究生葛瑞翔通过简单的浸渍涂覆和低温磷化的方法，选择性地制
备得
到了碳布
负载的磷化钌纳米
颗粒薄膜（RuP/CC）。在碱性溶液中
，这种新型析氢催化剂电极输出10mAcm^{-2}
电流密度时仅需要13mV的过电势，是目前析氢活性最好的催化剂之一。理论计算证明RuP的优秀活性来源于其独特的电子结构：与RuP_2
相比，RuP的Ru位点上电子密度更高，增强了RuP对溶液中质子的吸附强度，因此具有更好的析氢活性 (Nanoscale, 2018, 10, 13930)。苏建伟以Ru阳离子交换后的金属有机框架衍生物作为前驱体，在空气中焙烧制备了由超小纳米晶粒组装而成的Cu掺杂的RuO_2空心八面体材料。在10mAcm^{-2}
电流密度下，其过电位仅为188mV，表现出比商用RuO_2
电催化剂更优异的电催化析氧活性和稳定性。密度泛函理论模拟计算发现，高能面上的三配位Ru原子在反应过程逐步被氧化从而大幅度降低OER的反应能垒，同
时Cu掺杂可以调整RuO_2的电子结构，从而大幅度提高其OER催化活性(Advanced Materials, 2018, 30, 1801351)。

最近，林贻超基于Cr基金属有机框架材料，通过吸附R
uCl_3前驱体、退火等手段成功制备出新型CrO_2-RuO_2固溶体材料。通过PXRD晶修、Vegard ’ law
验证等技术确定了CrO_2-RuO_2
固溶体的结构，并通过原子分辨球差电镜直接观察到Cr、Ru原子均匀分布于同一个纳米单晶中。该材料在10mA
cm^{-2}
电流密度下，
其过电位仅为178mV，并且
经过10000次循环后，过电位仅升高了11mV，远优于商
业RuO_2
。通过同步辐射近边吸收测试发现Ru原子在晶体结构中由于4价Cr的强吸电子作用，价态略高于+4价，并且Ru-O的键长变短。田子奇通过密度泛函模拟计算发现，正是由于晶格中+4价Cr的吸电子作用导致Ru的催化活性变高，降低了反应能垒。此外，值得注意的是，该固溶体材料中贵金属Ru的含量仅占40%，可显著降低催化剂的成本。该工作近日以Chromium-ruthenium oxide solid solution electrocatalyst for highly efficient oxygen evolution reaction in acidic media
为题发表在《自然-通讯》（Nature Communications，DOI:
10.1038/s41467-018-08144-3）上。林贻超与田子奇为论文共同第一作者，陈亮为论文通讯作者。

上述工作得到科技部重点研发计划、自然科学基金委面上与青年项目以及宁波市创新团队等的大力支持，相关同步辐射实验也得到中科院上海应用物理研究所与上海光源的大力支持。



CrO_2-RuO_2固溶体材料的合成路线以及酸性析氧性能

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/133776.html