物理所等在直接甲醇燃料电池催化剂研究中取得新进展

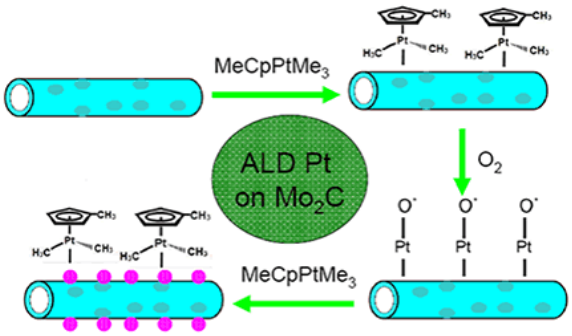

图1. 在Mo_2C纳米管上原子层沉积Pt纳米颗粒示意图。

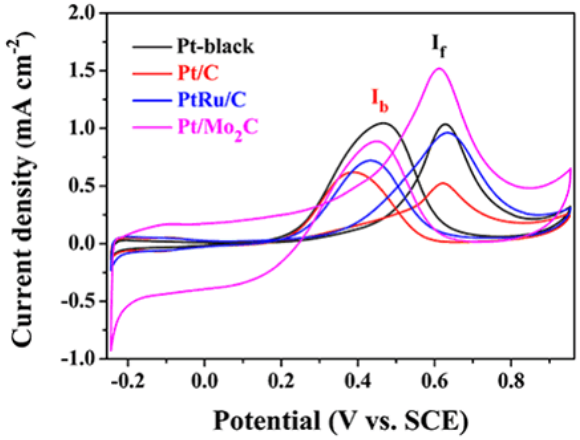

图2. 在ALD600Pt/Mo_2C与商品Pt黑，Pt/C和PtRu/C催化剂上甲醇电氧化的循环伏安曲线比较，溶液为0.5 M H_2SO_4和0.5 M CH_3OH，扫速100 mV s^{-1}，温度为25°C。

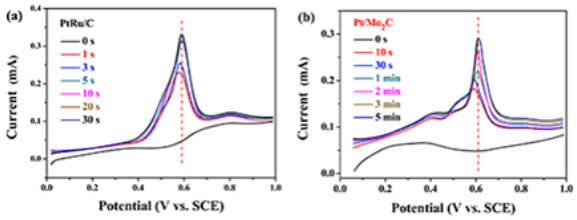

图3. CO溶出伏安曲线：(a) 商品PtRu/C催化剂，(b) ALD600Pt/Mo_2C纳米管催化剂；扫速50 mV s^{-1}。

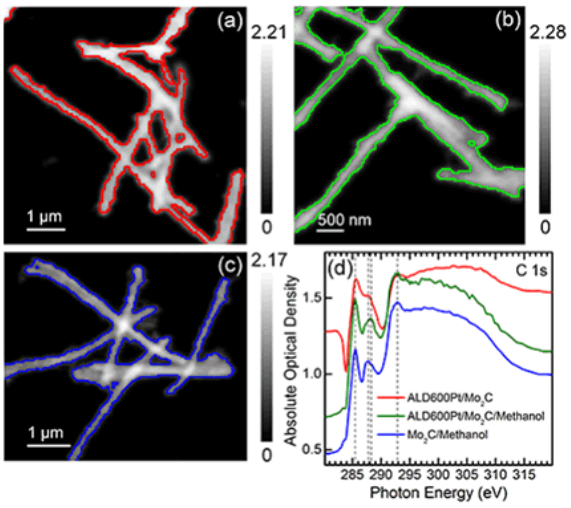

图4. 扫描透射X射线显微镜C K-边光学密度图像：(a) ALD600Pt/Mo_2C，(b) ALD600Pt/Mo_2C/甲醇，(c) Mo_2C/甲醇，(d)从(a)，(b)和(c)选定区域得到的C K-边空间分辨的X射线近边吸收结构谱。

目前和今后很长时期内，我国能源结构仍将是以煤炭为主，但是煤炭的开发和加工利用已经成为环境污染物排放的主要来源，近年来全国各地出现的雾霾天气更是引起人们的高度关注。因此，发展洁净煤技术是我国能源发展的必然选择。

燃料电池是一种直接将燃料的化学能转化为电能的清洁高效的发电器件，是解决目前化石类燃料燃烧发电效率低和污染环境的最有效手段之一，一直是国际上清洁能源领域的研究热点，可以真正实现将煤的利用“由黑变绿”。目前，由煤制甲醇和合成气的生产技术成熟，成本低。

近年来，中国科学院物理研究所／北京凝聚态物理国家实验室(筹)清洁能源实验室副研究员孙春文和中国工程院院士陈立泉围绕煤炭的清洁高效利用这一课题，致力于碳基燃料的固体氧化物燃料电池（SOFC）和直接甲醇燃料电池（DMFC）的研究。其中，DMFC是以甲醇为燃料，离子交换膜为电解质的一类燃料电池。与其它质子交换膜燃料电池相比，DMFC最显著的特点是不用氢气。

甲醇价格便宜，储存、携带方便，并且有完整的生产销售网络。DMFC尤其适用于交通工具和便携式电源，此外，也可应用于军事潜艇、单兵作战电源等，应用前景十分广阔。但是，开发具有高催化活性和抗CO毒化的甲醇电氧化催化剂仍然是目前DMFC面临的两大挑战。

最近孙春文、陈立泉和博士生杨伟与先进材料实验室副研究员马超、研究员李建奇以及北京工业大学教授李钒研究组、哈尔滨工程大学教授陈玉金研究组合作研究了一种新型高活性、抗CO毒化的直接甲醇燃料电池（DMFCs）催化剂Pt/Mo2C纳米管。催化剂设计策略为：利用了一维Mo2C纳米管优良的电子传输特性以及Mo2C在酸性环境中优异的抗腐蚀性能；通过原子层沉积技术（ALD）可控地在Mo2C纳米管表面均匀地沉积了直径为2~6nm的高活性Pt纳米颗粒。

研究发现，该催化剂对甲醇电化学氧化的催化活性比目前商品Pt/C和PtRu/C催化剂都高。更重要的是，他们观察到在Mo2C纳米管表面可控地生成了一层有利于甲醇溶液中OH吸附的MoOx层，从而为甲醇电氧化反应提供了一个OH“储存池”；扮演了与PtRu/C催化剂中Ru在活化水解离生成羟基方面相似的角色。CO溶出伏安实验结果表明，该催化剂表现出比商品PtRu/C更优异的抗CO毒化性能。

随后他们与加拿大光源Jigang Zhou和Jian Wang博士等人合作利用同步辐射吸收谱和目前世界上最先进的扫描透射X射线显微镜(STXM)证实了在Pt纳米颗粒和Mo2C纳米管之间存在强的化学相互作用，Pt和Mo2C之间存在协同催化效应，首次从实验上给出了证据。这种催化剂设计不仅降低了Pt的用量，而且显著地改善了其在甲醇氧化条件下的耐久性，为设计下一代高活性催化剂提供了一种新的思路，被编辑和审稿人评价为“燃料电池领域的一项重大进展”。相关结果近期发表在《自然》杂志子刊NPG Asia Materials 7, e153
（2015）。杨伟为共同第一作者，孙春文为通讯联系人。

该研究工作得到了国家自然科学基金委、科技部“973”项目和中科院的资助。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/72460.html