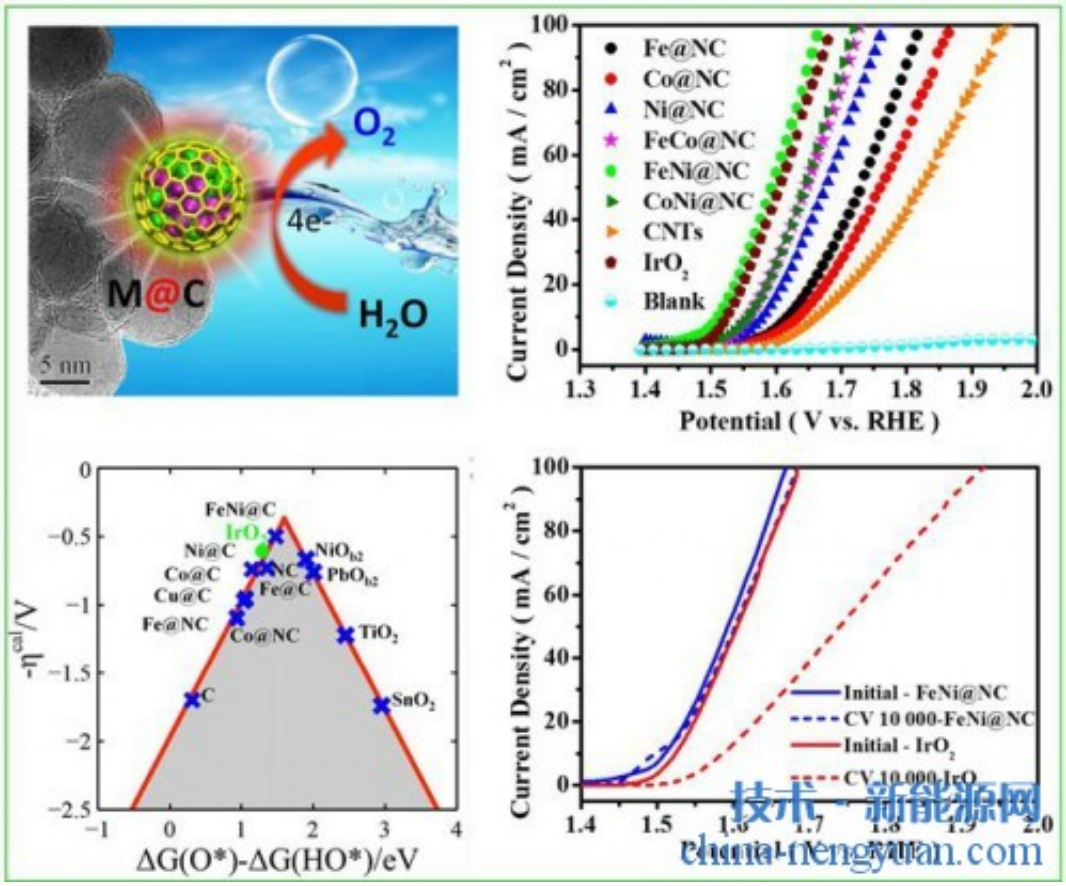
大连化物所在电解水催化剂的贵金属替代研究中取得进展



氢能源是一种清洁、高效、可再生的理想能源，电解水制氢是实现工业化廉价制备氢气的重要手段。电解水过程包含析氢和析氧两个半反应，其中由于析氧反应过程在动力学上的困难性成为了电解水制氢的瓶颈。目前商用的析氧催化剂主要为IrO_2和RuO_2
等贵金属，其高昂的价格和稀有的储量制约了这一过程的发展，寻找价格低廉和储量丰富的非贵金属催化剂成为近年来研究的热点。

近日，中国科学院大连化学物理研究所催化基础国家重点实验室副研究员邓德会和中国科学院院士包信和带领的研究团队在长期深入研究碳纳米材料催化的基础上，利用SBA-15的孔道对金属纳米颗粒尺寸的限域作用，通过化学气相沉积法成功实现了均一的单层石墨烯壳层封装3d过渡金属及其合金纳米粒子，所制得的单层石墨烯封装铁镍合金催化剂的活性和稳定性均优于商品的IrO_2催化剂。相关结果以通讯形式发表在Energy & Environmental Science上 (Energy Environ. Sci., 2016, DOI: 10.1039/C5EE03316K)。

理论计算和实验研究表明，单层的石墨烯壳层极大地促进了电子从金属向石墨烯的转移，从而有效地调变了石墨烯的电子结构，激发了石墨烯碳层的化学和催化活性，同时，由于石墨烯壳层对金属纳米粒子的保护，有效避免了强碱等苛刻环境对金属的腐蚀。催化这一过程的“电子穿透”的概念由该研究团队于2013年首次提出(Angew. Chem. Int. Ed. 2013, 52, 371)，相关原理已得到国际同行的广泛认可，国际上多个研究组已开始跟进研究，被形象描述成为催化剂“穿铠甲”(chainmail for catalyst)。

近年来，该研究团队在该领域不断取得新进展，先后从实验和理论上发现和验证了石墨烯“铠甲”厚度对非贵金属的“电子穿透”能力，对酸性质子交换膜燃料电池中阴极氧还原活性 (J. Mater. Chem. A 2013, 1, 14868)，以及酸性电解水析氢反应活性 (Angew. Chem. Int. Ed. 2015, 54, 2100)
的影响；提出了该类催化剂在酸性条件下催化电解水析氢的反应机理 (Energy Environ. Sci. 2014, 7, 1919)；与他人合作发现该类催化剂用作染料敏化太阳能电池的对电极材料，表现出了比贵金属Pt更为优异的I3-还原活性 (Angew. Chem. Int. Ed. 2014, 53, 7023)；利用Soft X-ray成像技术直接观察到活性金属对碳层表面电子结构的调变，并结合理论计算阐明了金属-碳相互作用的本质(Chem.

Sci. 2015, 6, 3262)，逐渐形成了一个较为完整的概念。

以上研究得到了国家自然科学基金委、中国科学院纳米先导专项和教育部能源材料化学协同创新中心(2011·iChEM) 的资助。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/87682.html