安徽师范大学2018年度高等学校优秀科研成果奖拟推荐项目公示内容

项目一

**项目名称：** 能源纳米材料的制备、表征和性能研究

**项目完成人：耿保友、蒯龙、耿竞、陈露**

**项目简介：**近年来，煤、石油等传统能源面临着枯竭的危机。并且，传统能源的使用已经造成了一系列的环境问题。因此，开发和研究新的清洁能源已经成为人类共同的重大课题。理想的清洁能源形式应该是既能满足高效供能的要求又是对环境友好的。氢能源及燃料电池等新能源器件因能量密度大、污染小等优点而备受关注。然而，它们均需要相应的高效的电催化材料促进能量转化。本项目依托个国家自然科学基金和教育部新世纪优秀人才支持计划，开发系列能源纳米材料的可控合成方法，制备一批廉价高效的电催化材料，解决能源催化领域的关键电极材料问题。

具体有以下主要发现点：（1）设计和合成出性能优异的非贵金属电催化析氧反应的电极材料。特别是将气溶胶喷雾装置应用于非晶金属氧化（AMO）电极材料的制备，发展出一种普适的气溶胶喷雾辅助合成方法（ASAA）来合成和优化AMO电极材料。ASAA可以准确控制AMO复合材料的组分和调控材料的性能。后期通过前驱体的改进，得到尺寸仅为十几纳米的性能更加优异的非晶Fe-Ni-Ox金属氧化物电极材料。（2）设计了外延生长/置换反应策略制备了一系列Au核@多孔Pt纳米结构，特别是Au–Pt双层纳米管结构。电催化甲醇氧化结果表明Au-Pt双层纳米管结构催化剂明显比纯Pt纳米管和Au、Pt纳米管物理混合物的性能均要高，并且达到商业Pt/C催化剂的性能的2倍，Pt的利用率增加以降低燃料电池的成本。（3）通过控制还原速率实现异向生长在不使用表面活性剂的条件下制得多孔Pt纳米结构，其催化活性是商业Pt/C（20%）催化剂的2倍多。并且结合密度泛函数理论（DFT）模拟得出了阳离子、阴离子和非离子型3类表面活性剂对Pt纳米催化剂性能的影响规律。具有的科学价值有：（1）为非晶复合金属氧化物电催化析氧反应的制备提供了一种新的具有普适性的方法学，为更加优异的电极材料的搜寻提供方法学基础。（2）设计了一种构建复杂多孔结构的策略：外延生长/置换反应策略，为低Pt电极材料的合成提供有效途径。（3）认识到电极材料表面环境对催化性能的影响，为高效催化剂的设计和合成提供理论参考。

相关研究结果发表在Angew. Chem. Int. Ed., Chem. Commun., Chem. Eur. J.等国际著名期刊上，10篇代表性论文中影响因子大于7.0的有5篇。10篇代表性论文累计被SCI他引432次，有2篇他引70次以上，被国际化学权威综述Chem. Rev., Chem. Soc. Rev.引用的有4篇。其中关于主要发现点（1）及其相关3篇论文被Clément Sanchez等人发表在Chem. Soc. Rev. (2018, 47, 4112-4155)上的评述论文“Aerosol processing: a wind of innovation in the field of advanced heterogeneous catalysts”进行长达3页的详细介绍和正面评述。在项目研究过程中，人才培养成果丰硕，3人获得博士学位并在高校就职，23人获得硕士学位，2名本科生分别获得中国青少年科技创新奖。

**主要完成人及学术贡献：**

耿保友，第一完成人，安徽师范大学

学术贡献： 负责能源纳米材料研究方向及相关科学问题的凝练与把握。领导团队对能源领域关键材料的设计、合成与性能研究，指导结果分析与论文撰写。对所有的主要发现点均有重要贡献，是全部10篇代表性论文的通讯作者。

蒯龙，第二完成人，安徽师范大学

学术贡献： 参与能源领域关键材料设计、合成与性能研究，对主要发现点“气溶胶喷雾辅助合成非晶金属氧化物（AMO）及其电催化OER研究”、“外延生长/置换反应策略多孔Au-Pt复合纳米结构及其MOR性能研究”和“非Pt阴极氧气还原电催化材料的设计合成及其性能研究”作出重要贡献。参与结果分析与论文撰写，是4篇代表性论文的第一作者。

耿竞，第三完成人，安徽师范大学

学术贡献： 参与能源领域关键材料设计、合成与性能研究，对主要发现点“具有协同效应的Co-Fe-Ox/rGO复合电极材料的制备及电催化OER研究”和“气溶胶喷雾辅助合成非晶金属氧化物（AMO）及其电催化OER研究”作出重要贡献。参与结果分析与论文撰写，是1篇代表性论文的第一作者，2篇代表性论文的第二作者。

陈露，第四完成人，安徽师范大学

学术贡献： 参与能源领域关键材料设计、合成与性能研究，对主要发现点“外延生长/置换反应策略多孔Au-Pt复合纳米结构及其MOR性能研究”和“无表面活性剂制备多孔Pt纳米结构及其催化MOR性能”作出重要贡献。参与结果分析与论文撰写，是1篇代表性论文的第一作者，1篇代表性论文的共同作者。

**代表性论文专著目录：**

1）Long Kuai, Jing Geng, Changyu Chen, Erjie Kan, Yadong Liu, Qing Wang and Baoyou Geng\*, A Reliable Aerosol-Spray-Assisted Approach to Produce and Optimize Amorphous Metal Oxide Catalysts for Electrochemical Water Splitting, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2014**, *53*, 7547-7551.

2）Yixing Ye, Long Kuai and Baoyou Geng\*, [A template-free route to Fe3O4-Co3O4 yolk-shell nanostructure as a noble-metal free electrocatalyst for ORR in alkaline media](http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2012/jm/c2jm33893a), *J. Mater. Chem.* **2012**, *22*, 19132-19138.

3）Shaozhen Wang, Long Kuai, Yucheng Huang, Xue Yu, Yadong Liu, Wenzheng Li, Lu Chen and Baoyou Geng\*, [A Highly Efficient, Clean-Surface, Porous Platinum Electrocatalyst and the Inhibition Effect of Surfactants on Catalytic Activity](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/chem.201203398/abstract), *Chem. Eur. J.* **2013**, *19*, 240-248.

4）Long Kuai, Baoyou Geng\*, Shaozhen Wang and Yan Sang, A General and High-Yield Galvanic Displacement Approach to Au-M (M=Au, Pd and Pt) Core-Shell Nanostructures with Porous Shell and Enhanced Electrocatalytic Performance, *Chem. Eur. J.* **2012**, *18*, 9423-9429.

5）Jing Geng, Long Kuai, Erjie Kan, Qing Wang, and Baoyou Geng\*, Precious Metal-free Co-Fe-O/rGO Synergetic Electrocatalysts for Oxygen Evolution Reaction by a Facile Hydrothermal Route, *ChemSusChem* **2015**, *8*, 659-664.

6）Lu Chen, Long Kuai, Xue Yu, Wenzheng Li and Baoyou Geng\*, Fabrication of Au-Pt Double-walled Nanotubes via Galvanic Replacement Reaction and their Advanced Catalytic Performance, *Chem.-Eur. J.* **2013**, *19*, 11753-11758.

7）Lingxiao Wang, Jing Geng, Wenhai Wang, Chao Yuan, Long Kuai, and Baoyou Geng, [Facile synthesis of Fe/Ni bimetallic oxide solid-solution nanoparticles with superior electrocatalytic activity for oxygen evolution reaction,](http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=UA&search_mode=CitationReport&qid=2&SID=5EzaocoWDqVviJzHkO8&page=2&doc=17) *Nano Res.* **2015**, *8*, 3815-3822.

8）Long Kuai, Shaozhen Wang and Baoyou Geng\*, Gold–platinum yolk–shell structure: a facile galvanic displacement synthesis and highly active electrocatalytic properties for methanol oxidation with super CO-tolerance, *Chem. Commun.* **2011**, *47*, 6093–6095.

9）Xue Yu, Long Kuai and Baoyou Geng\*, Ce[O2/rGO/Pt sandwich nanostructure: rGO-enhanced electron transmission between metal oxide and metal nanoparticles for anodic methanol oxidation of direct methanol fuel cells](http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2012/nr/c2nr31765f), *Nanoscale* **2012**, *4*, 5738-5743.

10）Long Kuai, Baoyou Geng,\* Shaozhen Wang, Yanyan Zhao, Yinchan Luo, and Han Jiang, Silver and Gold Icosahedra: One-Pot Water-Based Synthesis and Their Superior Performance in the Electrocatalysis for Oxygen Reduction Reactions in Alkaline Media, *Chem. Eur. J.* **2011**, *17*, 3482–3489.