

2019 年度自治区科技奖励提名项目公示信息 (自然奖)

一、项目名称

先进碳基纳米复合电催化材料合成及应用研究

二、提名单位

中国科学院新疆分院

三、提名单位(专家)意见

我单位认真审阅了该项目的推荐书及附件材料,确认全部材料真实有效,相关栏目符合国家奖励办的填写要求,按照要求,我单位现对该项拟推荐项目情况进行公示。

项目在国家自然科学基金和新疆维吾尔自治区科技厅国际合作项目共同支持下,开展纳米材料设计合成、材料表面功能化复合修饰、重金属离子响应性能评价及检测工艺参数优化等多项关键技术研究,制备了多种具有高灵敏度的传感材料,建立了多种快速灵敏的电化学检测方法应用于检测环境中的重金属离子铅与镉。(1)构建了多种导电碳纳米材料,应用于构建重金属离子响应电极,提升了重金属离子电化学传感器的响应灵敏度和选择性,从而提升检测准确性;(2)在纳米材料表面引入杂原子、磺酸基团、金属羟基氧化物等电负性的官能团,进一步提升了纳米材料对重金属离子的富集效应,将传感器对重金属离子的检测限降低至亚 ppb 级别,较商业重金属离子电化学传感器的灵敏度提升了 2 个数量级,解决了电化学重金属离子检测电极灵敏度不高的问题;针对传统电化学重金属离子检测方法中需要添加重金属铋离子作为共沉积预富集膜的问题,通过在纳米材料表面引入巯基、磺酸基等电负性重金属离子吸附基团,实现了无铋离子添加条件下对重金属离子铅和镉的同时电化学检测,避免了检测过程中铋离子对环境造成的二次污染。

在项目支持下,还合成了一系列单原子催化剂负载多孔碳、多金属负载多孔金、双金属纳米催化剂负载多孔碳等先进复合材料应用于电催化氧气还原反应,突破贵金属催化剂大规模应用的技术瓶颈,以降低传统化石能源对环境的严重污染与破坏。通过项目实施,发表 SCI 论文 30 余篇,包括 10 多篇高影响因子大于

10 的高水平论文。

提名该项目为自治区自然科学奖一等奖。

四、项目简介

随着社会经济的快速发展，人类社会对能源供应的强烈需求，导致了赖以生存和发展的自然环境遭受了日益严重的破坏。因此发展新型能源和保护环境成为当前世界各国亟待解决的重要问题。本项目围绕新疆地区新能源和环境保护的迫切要求，开展基于碳纳米复合材料的电催化和环境检测应用基础研究，将为新疆经济和社会快速发展，维护新疆地区的长治久安，实现人民群众安居乐业等诸多方面具有非常重要而现实的社会意义。

(1) 合计合成碳纳米材料、如多孔碳、多孔碳纳米纤维、中空碳纳米球、细菌纤维素碳等多种碳纳米材料，应用于构建高灵敏度、高选择性重金属离子电化学传感器，提升检测精度和准确性；利用电负性杂原子、磺酸基团、金属羟基氧化物等对重金属离子的良好富集作用，将重金属离子电化学传感器对检测限进一步提升至亚 ppb 级别，较商业重金属传感器的灵敏度提升了 2 个数量级，解决了传统电化学重金属传感器灵敏度不高的技术瓶颈；

(2) 项目还针对传统电化学重金属离子检测方法需要添加重金属铋离子作为共沉积预富集膜的问题，通过在纳米材料表面引入巯基、磺酸基等重金属离子强吸附基团，实现了无铋离子条件下对重金属离子铅和镉的同时电化学检测，避免了铋离子对环境造成二次污染；

(3) 项目围绕环境保护这一重要主题，开发设计了一系列先进的纳米电催化剂应用于绿色能源催化基础研究，如氮掺杂碳纳米管并应用于氧气电催化还原反应，证实氮化学态可有效提高氧还原催化效率；设计合成 FeN₂ 负载有序介孔碳，可以进一步提升碱性条件下的氧还原活性，将氧还原活性提升至贵金属铂-碳催化剂的 2.8 倍；此外还合成了一系列单原子催化剂负载多孔碳、多金属负载多孔金、双金属纳米催化剂负载多孔碳等先进复合材料应用于电催化氧气还原反应，突破贵金属催化剂大规模应用的技术瓶颈，以降低传统化石能源对环境的严重污染与破坏。

相关科研成果在 Nature Communications、ACS Nano、J. Am. Chem. Soc.、Angew. Chem. Int. Ed.、Nano Energy、Analyst、Microchimica Acta、Journal of Electrochemistry Society 等国际著名期刊上 30 余篇论文，包括 10 多篇高影响因子大于 10 的论文；申请国家发明专利 8 项。

五、代表性论文专著目录：


1. Guangzhi Hu, Florian Nitze, Eduardo Gracia-Espino, Jingyuan Ma, Hamid Reza Barzegar, Tiva Sharifi, Xueen Jia, Andrey Shchukarev, Lu Lu, Chuansheng Ma, Guang Yang* and Thomas Wagberg*. "Small palladium islands embedded in palladium-tungsten bimetallic nanoparticles form catalytic hotspots for oxygen reduction". *Nat. Commun.*, 2014, 5:1-9.
2. Hangjia Shen, Eduardo Gracia-Espino, Jingyuan Ma, Haodong Tang, Xamxikamar Mamat, Thomas Wagberg*, Guangzhi Hu* and Shaojun Guo*. "Atomically FeN₂ moieties dispersed on mesoporous carbon: A new atomic catalyst for efficient oxygen reduction catalysis". *Nano Energy*, 2017, 35:9-16.
3. Eduardo Gracia-Espino, Guangzhi Hu, Andrey Shchukarev, and Thomas Wagberg*. "Understanding the Interface of Six-Shell Cuboctahedral and Icosahedral Palladium Clusters on Reduced Graphene Oxide: Experimental and Theoretical Study". *J. Am. Chem. Soc.*, 2014, 136: 6626-6633
4. Hangjia Shen, Eduardo Gracia-Espino, Jingyuan Ma, Ketao Zang, Jun Luo, Le Wang, Sanshuang Gao, Xamxikamar Mamat, Guangzhi Hu*, Thomas Wagberg*, and Shaojun Guo*. "Synergistic Effects between Atomically Dispersed Fe-N-C and C-S-C for the Oxygen Reduction Reaction in Acidic Media". *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2017, 129: 13988-13992
5. Lihan Zhang, Lili Han, Haoxuan Liu, Xijun Liu,* and Jun Luo*, "Potential-Cycling Synthesis of Single Platinum Atoms for Efficient Hydrogen Evolution in Neutral Media". *Angew. Chem. Int. Ed.* 2017, 56, 13694-13698.
6. Xingxu Yan, Zhenkun Tang, Xin Xu, Fang Fang, Dongsheng Song, Jianguo Liu, Shanfu Lu , Li-Min Liu, Jun Luo* and Jing Zhu*. "Electrocatalysis enhancement of iron-based catalysts induced by synergy of methanol and oxygen-containing groups". *Nano Energy* 2016, 21:265-275.
7. Tiva Sharifi, Guangzhi Hu, Xueen Jia and Thomas Wagberg*. "Formation of Active Sites for Oxygen Reduction Reactions by Transformation of Nitrogen Functionalities in Nitrogen-Doped Carbon Nanotubes". *ACS Nano*, 2012, 6:8904-8912.
8. Jian Li , Hui-Ming Yin, Xi-Bo Li, Eiji Okunishi, Yong-Li Shen, Jia He, Zhen-Kun Tang, Wen-Xin Wang, Emrah Yücelen, Chao Li, Yue Gong, Lin Gu, Shu Miao, Li-Min Liu*, Jun Luo* and Yi Ding*. "Surface evolution of a Pt-Pd-Au electrocatalyst for stable oxygen reduction". *Nat. Energy*, 2017, 2:17111.

六、主要完成人情况

公示姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目技术创造性贡献
胡广志	1	/	研究员	中国科学院新疆理化技术研究所	中国科学院新疆理化技术研究所	对项目的创新点 1-3 做出突出贡献，主持并完成了国家自然科学基金-青年基金项目 and 新疆维吾尔自治区国际合作项目，并参与了全部创新点的内容，负责材料设计、研究内容和数据分析比较，全面负责论文撰写和修改。旁证材料见成果目录。
夏木西卡玛尔·买买提	2	/	副研究员	中国科学院新疆理化技术研究所	中国科学院新疆理化技术研究所	对创新点 1,2 的内容做出贡献，负责指导研究生实验，并对实验数据进行分析 and 参与论文撰写，全程参与两个科研项目实施 and 完成过程，旁证材料见成果目录。
李弘毅	3	/	高级工程师	新疆维吾尔自治区产品质量监督检验研究院	新疆维吾尔自治区产品质量监督检验研究院	对创新点 1,2 做出贡献，参与重金属离子检测过程中的方法可靠性比较，负责提供重金属离子浓度的标准检测方法的检测数据，旁证材料见成果目录。
罗俊	4	副院长	教授	天津理工大学	天津理工大学	对创新点 2,3 的内容做出贡献，负责纳米材料表征 and 论文撰写。旁证材料见成果目录，获奖证书。
丁轶	5	副院长	教授	天津理工大学	天津理工大学	对创新点 2,3 的内容做出贡献，主要负责单原子催化材料的规划设计、数据分析和论文撰写。旁证材料见成果目录。

七、完成人合作关系说明

胡广志是国家自然科学基金-青年基金项目和新疆维吾尔自治区科技厅国际合作项目负责人，是代表论文 1,2,3,4,7 的主要贡献者。夏木西卡玛尔·买买提是这两个项目的主要参与和完成人，共同完成代表论文 2 和代表论文 4。第一完成单位完成人胡广志、夏木西卡玛尔·买买提承担两个科研项目的主要科研工作，第二完成单位完成人李弘毅负责重金属电化学检测数据和标准方法的比较，提供测试数据可靠性分析。第一完成单位与第三完成单位合作完成了代表论文 4，共同研究硫掺杂对氮化铁负载有序介孔碳的异质增强效应，胡广志、夏木西卡玛尔·买买提参与完成了材料合成和性能测试过程中的实验数据和结果分析。罗俊是代表论文 4,5, 6,8 的主要贡献者，主要全程参与材料表征、数据分析和论文撰写工作。丁轶是代表论文 8 的主要贡献者，全面负责参与实验过程和论文发表过程。第一完成单位中国科学院新疆理化技术研究所与第三单位共同完成了代表论文 4 的撰写和修改。第一完成单位胡广志、夏木西卡玛尔·买买提与第二、三单位一直进行有效的合作。对于本项目中所使用的专利和论文中的人员均已进行了知情告知。

第一完成人签字： 

八、知情同意证明

本人知晓中国科学院新疆理化技术研究所胡广志研究员使用我们的合作论文申报 2019 年自然科学奖，并同意不作为完成人推荐奖励。

特此证明。

代表作中有署名的作者	本人知情同意签名	代表作中有署名的作者	本人知情同意签名
杨光	杨光	徐初阳	徐初阳
Thomas Wågberg	Thomas Wågberg	唐振坤	唐振坤
沈行加	沈行加	朱静	朱静
郭少军	郭少军	Andrey Shchukarev	Andrey Shchukarev
Eduardo Gracia-spino	Eduardo Gracia-spino	覃丹凤	覃丹凤
刘利民	刘利民	刘念滔	刘念滔
高三双	高三双	苗澍	苗澍
马靖远	马靖远	Tiva Sharifi	Tiva Sharifi
唐浩东	唐浩东		

胡广志

项目总负责人：

胡广志

2019 年 8 月 12 日