

中国颗粒协会自然科学奖项目公示情况表

项目名称	纳米反应器颗粒材料设计合成及其能源存储与转换应用
申报单位	内蒙古大学、郑州轻工业大学、南昌大学、天津大学
项目简介	该项目立足于能源结构转型和“双碳”战略背景，针对能源存储与转换领域存在的催化效率低、反应选择性差及循环稳定性不足等关键科学问题，系统开展了纳米反应器颗粒材料的合理设计、精准构筑与性能调控研究。通过构筑具有特定形貌、明确孔道结构、多重腔室和定制活性位点的纳米反应器颗粒材料，研究其空间限域效应、传质增强效应和多元协同效应，阐明“介观-微观”跨尺度协同增强机理，提升能源存储与转换效率： （1）提出模拟“胚胎发育”的自组装策略，发展超分子(CTAB)_yS₂封装 MoS_xO_y 技术，构筑具有特定结构（蛋黄-蛋壳、中空、核壳）、物理微环境和活性位点可调的 MoS₂ 基纳米反应器颗粒，增强介观尺度流体传质，操控活性位点在亚纳米空间的分布，实现电解水制氢活性和稳定性的大幅提高； （2）提出“自下而上”分子水平设计和“自上而下”化学剪裁相结合策略，控制纳米反应器内部空间构型，调控活性位点在纳米反应器壳层的空间位置，制备多壳层、多级纳米反应器颗粒材料，增强反应物富集能力，优化尺寸选择性分子识别特性，实现半加氢反应活性和选择性提升； （3）提出“金属离子定向锚定”策略，优选聚合物前驱体，控制活性位点在纳米反应器腔体的定向落位，优化多硫化物的吸附和转化过程，解决多硫化物溶解、穿梭及电极材料体积膨胀导致的容量低、循环寿命差等问题，实现锂/钠硫电池倍率和稳定性的提升。 项目组作为提出纳米反应器定义以及多种纳米反应器颗粒材料可控构筑研究的团队，迄今为止以第一或通讯作者在 Nature Review Chemistry、Chemical Review、Chemical Society Review、Nature Materials、Nature Nanotechnology、Nature Synthesis、

	Nature Communication, Angewandate Chemie International Edition, Advanced Materials 等国际著名期刊发表 SCI 论文 70 余篇。研究成果得到了中国科学院院士赵东元，澳大利亚技术科学与工程院院士、国际电子技术科学院院士窦士学等国内外院士，以及彭栋梁教授、付宏刚、夏宝玉、杨启华等多名国家杰青、长江学者的积极引用和正面评价。 项目完成人多次受邀在国内外重要学术会议作主题或邀请报告。项目第一完成人先后入选教育部长江学者特聘教授计划、中组部青年千人计划、内蒙古自治区“草原英才”工程青年领军人才、辽宁省“兴辽英才计划”“青年拔尖人才”等。					
主要完成人情况表	姓名	排名	职称	工作单位	完成单位	对本项目重要科学发现的贡献
	刘健	1	教授	内蒙古大学	内蒙古大学	围绕中空纳米反应器颗粒材料的孔道设计、活性位点调控及其在锂硫电池以及加氢反应中的应用进行了深入研究。作为项目负责人，主导研究思路的提出与实验方案的设计，在关键技术的突破、核心科学问题的凝练以及成果总结等方面发挥了决定性作

						用，是相关学术论文与研究成果的主要贡献者。
	巩飞龙	2	副教授	郑州轻工业大学	郑州轻工业大学	在 MoS ₂ 基纳米反应器的研究体系构建与项目实施过程中发挥核心作用，主导完成了材料设计方案的制定、关键科学问题的凝练以及技术难点的突破。作为主要贡献者，重点参与了必备附件 1-1、1-2、1-7、其它附件 1-4 的研究工作，并负责相关学术论文的撰写与成果总结。
	李海涛	3	讲师	内蒙古大学	内蒙古大学	负责纳米反应器构筑实验方案的设计和具体实施、材料表征、实验结果分析并解决材料构筑中的技术难题。对必备附件 1-3、

						1-9 有主要贡献。
	弓丽华	4	实验 师	郑州轻工 业大学	郑州轻工业 大学	主导了材料结构的理论建模与计算模拟研究，通过第一性原理计算和仿真模拟深入揭示了催化反应机理与性能增强机制，为催化剂的理性设计提供了理论指导。作为核心研究人员，对必备附件 1-1、1-2、1-7、其它附件 1-4 做出贡献
	宋敏	5	讲师	郑州轻工 业大学	郑州轻工业 大学	负责中空碳基材料的精准构筑与系统表征，通过电化学性能测试与结构解析，建立了材料构效关系模型。作为核心研究人员，对必备附件 1-10、其它附件 1-3 做出主要贡献。
	叶闰平	6	教授	南昌大学	南昌大学	负责为本项目加氢反应提供较强

						的技术支持，本项技术研发的工作量占本人总工作量的 30%以上，以第一作者发表本项目代表性论文 1 篇，其余相关论文 10 余篇。对必备附件 1-8 有主要贡献。
	梁骥	7	教授	天津大学	天津大学	依据不同电催化及储能应用的具体要求，针对材料的结构和表面化学进行设计和调控，得到了一系列的高性能碳基新能源材料，同时结合理论模拟，揭示了这类材料在上述电化学体系中的反应机制，所开发的材料用于新型非贵金属催化氧还原、氮还原、光催化及储能等领域。对必备附件

						1-4 有主要贡献。
主要完成单位			内蒙古大学			
代表性论文						
序号	论文专著名称		刊名		作者	
1	Universal sub-nanoreactor strategy for synthesis of yolk-shell MoS ₂ supported single-atom electrocatalysts toward robust hydrogen-evolution reaction		Angewandte Chemie International Edition		Feilong Gong, Yuheng Liu, Yang Zhao, Wei Liu, Guang Zeng, Guoqing Wang and Yonghui Zhang, Lihua Gong and Jian Liu	
2	Boosting electrochemical oxygen evolution over yolk-shell structured O-MoS ₂ nanoreactors with sulfur vacancy and decorated Pt nanoparticles		Nano Energy		Feilong Gong, Sheng Ye, Mengmeng Liu, Jiangwei Zhang, Lihua Gong, Guang Zeng, Erchao Meng, Panpan Su, Kefeng Xie, Yonghui Zhang and Jian Liu	
3	Design of hollow nanoreactors for size- and shape-selective catalytic semihydrogenation		Angewandte Chemie International Edition		Yutong Pi, Linxia Cui, Wenhao Luo, Haitao Li, Yanfu Ma, Na Ta, Xinyao Wang, Rui Gao, Dan Wang, Qihua Yang and Jian	

	driven by molecular recognition		Liu
4	Nanoengineering carbon spheres as nanoreactors for sustainable energy applications	Advanced Materials	Hao Tian, Ji Liang and Jian Liu
5	Molecular-level design of pyrrhotite electrocatalyst decorated hierarchical porous carbon spheres as nanoreactors for lithium-sulfur batteries	Advanced Energy Materials	Yash Boyjoo, Haodong Shi, Emilia Olsson, Qiong Cai, Zhong-Shuai Wu, Jian Liu and Gao Qing (Max) Lu.
6	Multilevel hollow phenolic resin nanoreactors with precise metal nanoparticles spatial location toward promising heterogeneous hydrogenations	Advanced Materials	Yutong Pi, Yanfu Ma, Xinyao Wang, Cameron-Alexander Hurd Price, Haitao Li, Qinglong Liu, Liwei Wang, Hongyu Chen, Guangjin Hou, Baolian Su and Jian Liu
7	All-pH stable sandwich-structured MoO ₂ /MoS ₂ /C hollow nanoreactors	Advanced Functional Materials	Feilong Gong, Mengmeng Liu, Sheng Ye, Lihua Gong, Guang Zeng,

	for enhanced electrochemical hydrogen evolution		Lin Xu, Xiaoli Zhang, Yonghui Zhang, Liming Zhou, Shaoming Fang and Jian Liu
8	Boosting low-temperature CO ₂ hydrogenation over Ni-based catalysts by tuning strong metal-support interactions	Angewandete Chemie International Edition	Runping Ye, Lixuan Ma, Xiaoling Hong, Tomas Ramirez Reina, Wenhao Luo, Liqun Kang, Gang Feng, Rongbin Zhang and Maohong Fan
9	Reactant enrichment in hollow void of Pt NPs@MnO _x nanoreactors for boosting hydrogenation performance	National Science Review	Yanfu Ma, Liwei Wang, Wantong Zhao, Tianyi Liu, Haitao Li, Wenhao Luo, Qike Jiang, Wei Liu, Qihua Yang, Jun Huang, Riguan Zhang, Jian Liu, G. Q. Max Lu and Can Li
10	Tuning the atomic configuration of Co-N-C electrocatalyst enables highly-selective	Applied Catalysis B: Environmental	Wei Liu, Chang Zhan, Jingjing Zhang, Xiao Huang, Min Song, Jingwen Li, Feng He, Haiping Yang, Jian Zhang

	H ₂ O ₂ production in acidic media		and Deli Wang
--	---	--	---------------