附表6：

2023年度海南省科学技术奖提名公示内容

（适用于项目主要完成单位、主要完成人所在单位）

公示单位（公章）： 填表日期：2024年 1月1日

|  |  |
| --- | --- |
| 项目名称 | 介观能源材料的构筑及功能基元晶格调制 |
| 提名奖项/等级 | 海南省自然科学奖二等奖 |
| 提名单位 | 海南大学 |
| 提名意见 | 面向国家能源战略重大需求，构建高效能源存储与转换分级介观材料，推动能源转换升级具有重要战略意义。但功能基元的组成、结构和表面化学性质的多变性增加了分级介观材料的构筑与结构基元功能性的调控难度。因此，发展具有显著协同增强效应的典型分级介观能源材料精准设计与构筑的新方法，实现功能基元结构的精细调制，在更大的尺度范围内构建多层次作用的高电化学活性分级介观能源材料是国际难题。该项目攻克分级介观材料精准构筑与结构基元精细调制难题，发展多种新颖合成策略（改性溶液燃烧法、界面自组装法等），成功制备多种不同组成、不同结构的分级介观能源材料，创新性提出轻元素晶格取代、可转换前驱体的诱导生长等晶格精细调制手段，系统研究了分级介观能源材料构筑新方法及功能基元晶格调制规律，为介观能源材料的应用机制提供了研究积累。该项目研究内容独具特色，相关成果在Chem、Angew. Chem. Int. Ed、Nano Lett.、Chem Mater.等本领域顶级期刊发表多篇代表性文章，在国内/国际上产生了重要的学术影响，取得的重要创新性成果对能源转换、介观材料等领域均具有十分重要的意义。提名该项目为海南省自然科学奖二等奖。 |
| **项目简介** | 面向国家能源战略重大需求，推进能源转换升级，构建高效能源存储与转换材料具有重要战略意义。其中，提高材料本征电化学活性和传质传荷效率是能源转换与存储领域关注的共性关键科学问题，注重整体性能并综合考虑多作用因素而设计出来的具有显著协同增强效应的分级介观结构新体系正在成为设计和构筑高性能能源转换与存储材料的创新源泉。然而，功能基元的组成、结构和表面化学性质的多变性增加了分级介观材料的构筑与结构基元功能性的调控难度。因而，顺应介观能源材料领域发展趋势，着眼于大面积、高有序分级介观材料制备的基础科学问题，发展具有显著协同增强效应的典型分级介观能源材料精准设计与构筑的新方法，实现功能基元结构的精细调制，在更大的尺度范围内构建多层次作用的高电化学活性分级介观能源材料，对于能量储存与转换具有重要的实际应用意义。本项目综合运用物理学、纳米化学及材料科学等多学科知识，采取逐步深入的策略，系统研究了分级介观能源材料构筑新方法及功能基元晶格调制规律，发展多种新颖合成策略（改性溶液燃烧法、界面自组装法等），成功制备多种不同组成、不同结构的分级介观能源材料，借助轻元素晶格取代、可转换前驱体的诱导生长等手段，实现了功能基元晶格的精细调制，丰富了分级介观能源材料构筑方法和功能基元本征电化学活性调制手段，推进了介观能源领域的快速发展。系列研究成果发表于Chem、Angew. Chem. Int. Ed、Nano Lett、Chem. Mater.等期刊，在国内/国际上产生了重要的学术影响。主要成果创新点如下：创新点1：发展自组装合成新方法，实现了系列具有协同增强效应的分级介观能源材料的精准构筑。针对“如何发展有限构筑方法实现具有协同增强效应的分级介观材料的精准构筑”难题，发展了原位界面自组装、无表面活性剂湿化学自组装等策略实现了系列分级介观能源材料的精准合成，成功构筑系列的0D/2D、0D/1D分级介观能源材新材料，为具有显著协同增强效应分级介观能源材料可控构筑提供了的新方法，获得了广泛的国内/国际影响。创新点2：拓展溶液燃烧合成新机制，实现了高性能介观能源材料的超快合成。针对溶液燃烧合成中“燃烧过程可控性差”和“产物形貌可控性差”难题，提出溶液燃烧新模式——“喷发燃烧”，实现类似于自然界火山喷发的燃烧模式；且基于金属络合改性溶液燃烧的新机制，实现多孔能源材料的一步、快速、可控制备。与传统溶液燃烧法相比，新燃烧模式更连续、可控，产物颗粒更小、比表面积更大、储能性能明显提升。此外，阐明储锂性能与燃烧所获多孔结构的关联机制。创新点3：提出新策略实现介观能源材料功能基元晶格的精细调制，并基于此揭示了介观尺度下功能基元结构表面态与本征电化学活性关联规律。针对“介观尺度下功能基元晶格调控易引起骨架结构局域环境剧烈变化与破坏”的难题，创新性地发展了轻元素晶格取代、前驱体转换诱导生长、氢离子脱溶等策略，实现了介观能源材料功能基元晶格的精细调制，成为调控介观能源材料功能基元表界面电子结构的新思路。建立介观体系下功能基元晶格与微观表界面电子结构调控理论模型，揭示介观能源材料功能基元结构表面态与电化学活性的构效关系，为介观能源材料的应用机制提供了研究积累。 |
| **提名书****相关内容** | 1. Pseudocapacitance-enhanced Li-ion microbatteries derived by a TiN@TiO2 nanowire anode. Chem, 2017, 2(3), 404−416.
2. Strongly coupled dual zerovalent nonmetal doped nickel phosphide Nanoparticles/N, B-graphene hybrid for pH-Universal hydrogen evolution catalysis. Applied Catalysis B: Environmental, 2020, 278, 119284.
3. Rapid one-step synthesis and electrochemical performance of NiO/Ni with tunable macroporous architectures. Nano Energy, 2013, 2(6), 1383−1390.
4. Eruption combustion synthesis of NiO/Ni nanocomposites with enhanced properties for dye-absorption and lithium storage. ACS Applied Materials & Interfaces, 2011, 3(10), 4112-4119.
5. 溶液燃烧合成及应用. 科学出版社, ISBN: 978-03-057256-1
6. Univariate lattice parameter modulation of single-crystal-like anatase TiO2 hierarchical nanowire arrays to improve photoactivity. Chemistry of Materials, 2021, 33(4), 1489−1497.
7. Surface-induced desolvation of hydronium ion enables anatase TiO2 as an efficient anode for proton batteries. Nano Letters, 2021, 21(16), 7021−7029.
8. Nitrogen-doped cobalt diselenide with cubic phase maintained for enhanced alkaline hydrogen evolution. Angewandte Chemie- International Edition, 2021, 60, 21575-21582.
 |
| **主要完成人** | 文伟，排名1，教授，海南大学；徐坤，排名2，教授，安徽大学；孙一强，排名3，教授，济南大学；吴进明，排名4，教授，浙江大学； |
| **主要完成单位** | 1. 海南大学2. 安徽大学3. 济南大学4. 浙江大学 |

说明：国际科学技术合作奖可不用公示，其余奖项必须公示**至少7个工作日**