

1、项目名称

过渡金属基电极材料的制备及其储能性能研究

2、提名单位意见

该项目对过渡金属基电极材料的制备和储能性能进行了深入系统的研究，取得了具有一定国际影响力的原创性成果。该项目提出的过渡金属基电极材料的可控制备方法和电化学行为调控机制可用于指导化学电源电极材料的设计、合成和储能性能调控，推动了电极材料的研究和开发。

该项目的5篇代表性论文分别发表在《Electrochimica Acta》、《Journal of Alloys and Compounds》和《Journal of The Electrochemical Society》这些电化学领域国际权威期刊上，并被《Nano Energy》、《Journal of Materials Chemistry A》、《Materials Horizons》、《Electrochimica Acta》等国际权威期刊上的论文正面评述和引用，其中他引134次，得到了国内外知名专家的高度评价。该成果已达到国际先进水平，产生了重大的学术影响。

我单位认真审阅了该项目推荐书及其附件材料，确认真实有效，相关栏目符合填写要求。按照要求，我单位及完成人所在单位均进行公示，确认完成人排序无异议。

根据滨州市自然科学奖的申报条件，推荐该项目申报滨州市自然科学一等奖或二等奖。

3、项目简介

过渡金属基化合物是一类非常重要的储能电极材料。储能性能调控是电极材料的设计基础。本项研究探明过渡金属基化合物的合成机理、关键影响因素；建立其微观结构和储能性能之间的构-效关系并阐明其储能机理，获得电极材料的设计依据，推动了电极材料的研究和开发，具体研究结果如下：

（1）可控制备过渡金属基化合物及其复合材料

本研究设计了模板法合成 LaFeO_3 、溶剂热合成 $\beta\text{-FeOOH}$ 及 $\beta\text{-FeOOH/rGO}$ 复合材料、固相加工法合成镍基磷化物、溶解热法制备 $\text{NiS/Ni}_3\text{S}_4$ 复合材料、固相加工-溶剂热法制备 $\text{Ni}_2\text{P/NiS}_2$ 空心球状复合材料、化学法制备花球状镍钴氢氧化物和镍钴氢氧化物纳米片/碳布的可控制备方案，并成功实现了其可控制备。

（2）探究过渡金属基电极材料合成的关键影响因素

几乎所有电极材料的合成都存在关键影响因素，因此，研究过渡金属基电极材料合成的关键影响因素变得非常重要。本研究通过调控构筑条件并借助多

种物性表征手段探究了过渡金属基电极材料的合成机理和关键影响因素。

(3) 研究过渡金属基电极材料储能性能

该成果研究了过渡金属基电极材料的储能性能，探究其储能性能随构筑条件的变化规律。研究过渡金属基化合物的微观结构优化、不同晶相间耦合、活性位暴露等对其储能性能的促进机制，尤其是对循环稳定性的改善机制；关联过渡金属基电极材料的微观结构和比电容、倍率性能、循环稳定性的对应关系，建立其微观结构与储能性能之间的构-效关系，探究基于高效储能的过渡金属基电极材料的电化学行为调控机制，研究其电荷存储机理。

4、客观评价

(1) 同行引用及评价：

该项目的 5 篇代表性论文分别发表在《Electrochimica Acta》、《Journal of Alloys and Compounds》和《Journal of The Electrochemical Society》这些电化学领域国际权威期刊上，并被《Nano Energy》、《Journal of Materials Chemistry A》、《Materials Horizons》、《Electrochimica Acta》等国际权威期刊上的论文正面评述和引用，其中他引 134 次。

(2) 专家评价：

《山东省自然科学基金项目结题评审表》中专家的评价：

专家一：

评价内容：该项目从组成、相态和构筑等方面，研发了自支撑型铁基复合氧化物纳米阵列及有序多孔型铁基复合氧化物，应用于有机系锂-空气电池正极，具有高效双功能电催化性能、良好电子传导性、较高机械强度和较大三相反应界面。发表SCI论文2篇。

评价等级：优秀

专家二：

评价内容：(1) 研究了有序介孔和有序大孔铁基复合氧化物制备及可控生长；(2) 采用水热合成方法，得到了具有较高储能性能的 β -FeOOH 纳米材料；(3) 进行了自支撑过渡金属氧化物（氢氧化物）纳米阵列制备及可控生长研究。发表多篇学术论文。

评价等级：优秀

专家三：

评价内容：该项目研发了自支撑型铁基复合氧化物纳米阵列及有序多孔型铁基复合氧化物，应用于有机系锂-空气电池正极，具有高效双功能电催化性能、良好电子传导性、较高机械强度和较大三相反应界面；用等离子体技术对铁基复合氧化物表面改性，引入氧空位并进行氮掺杂和加氢处理，提高了电催化性能、电池容量、倍率性能及循环性能；建立了催化剂的微观结构与性能之间的相互关系。发表 SCI 收录论文 4 篇。

评价等级：优秀

5、代表性论文专著目录

SCI 收录文章

[1]**Jianxia Gou**, Shengli Xie, Yanru Liu, Chenguang Liu, Flower-like nickel-cobalt hydroxides converted from phosphites for high rate performance hybrid supercapacitor electrode materials [J], *Electrochimica Acta* (中科院一区), 2016, 210, 915–924.

[2]**Jianxia Gou**, Shengli Xie, Zhichao Yang, Yaqing Liu, Yinjuan Chen, Yanru Liu, Chenguang Liu, A high-performance supercapacitor electrode material based on NiS/Ni₃S₄ composite [J], *Electrochimica Acta* (中科院一区), 2017, 229, 299–305.

[3]Shengli Xie, **Jianxia Gou** (通讯作者). Facile synthesis of Ni₂P/Ni₁₂P₅ composite as long-life electrodematerial for hybrid supercapacitor [J], *Journal of Alloys and Compounds* (中科院二区), 2017, 713, 10–17.

[4]**Jianxia Gou**. Ni₂P/NiS₂ composite with phase boundaries as high-performance electrode material for supercapacitor [J], *Journal of The Electrochemical Society* (中科院二区), 2017, 164 (13), 2956–2961.

[5]**Jianxia Gou**. Influence of Oxygen Content on the Formation of NiCo-Hydroxide Nanosheets on Carbon Cloth for Enhanced Electrochemical Properties[J], *Journal of The Electrochemical Society* (中科院二区), 2017, 164(13), 3326–3332.

6、主要完成人情况

(1) **苟建霞**，教授，滨州学院，对本项目的主要学术贡献：

主持项目，全面负责项目方案的制定和实施、研究目标的制定、关键科学问题的发现、技术路线的设计、论文撰写及项目结题等工作。本项研究中的具体贡献是：在论文[1-5]，提出设计思想，实施实验方案，完成理论证明，撰写论文。

(2) **解胜利**，副教授，滨州学院，对本项目的主要学术贡献：

项目的主要参与人，负责实验实施和数据处理等。本项研究中的具体贡献是：在论文[1-3]中，负责数据处理，理论证明。

7、完成人合作关系说明

苟建霞：主持项目，全面负责项目方案的制定和实施、研究目标的制定、关键科学问题的发现、技术路线的设计、论文撰写及项目结题等工作。本项研究中的具体贡献是：在论文[1-5]，提出设计思想，实施实验方案，完成理论证明，撰写论文。

解胜利：项目的参与人，负责实验实施和数据处理等。本项研究中的具体贡献是：在论文[1-3]中，负责数据处理，理论证明。