

# 2025 年度陕西省科学技术奖提名公示

## （科学技术进步奖）

### 一、项目名称：

高安全性无锂枝晶生成的钒酸锂微纳材料调控与储锂机制探索

### 二、提名者及提名意见

提名者：陕西省教育厅

提名意见：

本项目“高安全性无锂枝晶生成的钒酸锂微纳材料调控与储锂机制探索”得到了陕西省产业项目和西京学院支持，由于能源消耗日益增加和带来的环境问题，开发高效和环保的存储与转换器件是社会可持续发展的必然趋势。锂离子电池中传统电极材料存在的产业关键问题在于：离子扩散速率慢；极化程度大及安全性，阻碍了锂离子电池整体电化学性能的提升及储能电站规模应用。

针对该项目基础和产业难题，在国家自然科学基金、陕西省自然科学基金项目鼎力资助下，项目组开发出了高安全性电极材料的微观结构设计及性能提升，攻克了现有技术瓶颈，完成了材料快速合成和批量制备。

项目材料齐全、规范，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省科技进步奖提名条件。

**特提名为陕西省科学技术进步奖三等奖。**

### 三、项目简介

本研究围绕  $\text{Li}_3\text{VO}_4$  微/纳米材料的可控制备、结构表征及电化学

性能深入开展研究。创新内容如下：（1）材料结构设计和合成规律探索：利用一种微波辐射技术制备高纯  $\text{Li}_3\text{VO}_4$  纳米结构（空心纳米球、纳米花、空心纳米立方体及纳米线）。（2） $\text{Li}_3\text{VO}_4$  原位电化学反应机理剖析：采用原位同步 X 射线衍射-电化学联用技术和原位透射电子显微镜-电化学联用技术深入观察了中间相在锂化/脱锂过程中的变化。（3） $\text{Li}_3\text{VO}_4$  原位 TEM 电化学反应过程监控：利用原位透射电子显微镜和选区电子衍射技术监测了  $\text{Li}_3\text{VO}_4$  空心纳米球的锂化过程，并进一步探讨了  $\text{Li}_3\text{VO}_4$  纳米材料的锂离子嵌入/脱嵌机制。（4）第一性原理引导与实验有机结合：通过第一性原理计算探究锂离子在不同晶面的  $\text{Li}_3\text{VO}_4$  空心纳米球中的电化学反应机制。

#### 四、客观评价

推动科技发展的经济效益和社会效益：本项目利用原位电化学联用监测技术和第一性原理计算，证实材料的电化学性能主要受其形貌结构影响，这为改善高安全电极材料的电化学性能做出了贡献。

#### 五、应用情况

推广应用及效益情况：2020~2023 年，成果在苏州聚云新能源科技有限公司、中矿资源（江西）新材料有限公司、山东瑞福锂业有限公司等多家应用单位；相关技术申请国家发明专利 12 项，已授权 4 项。

## 六、主要知识产权和标准规范等目录（限 10 条）

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家 (地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	论文	ZnFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> /Graphitic Carbon Nitride Nano/Microcomposites for the Enhanced Electrochemical Sensing of H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	中国	ACS Appl. Nano Mater. 2022, 5, 10922–10932	2022 年 8 月 4 日	2022, 5, 10922–10932	苏州科技大学; 安徽工业大学	Mingfu Ye, Chen Yang, Yan Sun,* Jieyue Wang, Didi Wang, Yijing Zhao, Zhu Zhu, Pengchao Liu, Jiahao Zhu, Chunsheng Li,* Wenxiu Peng, Ning Zhang,* and Yongping Dong*
2	论文	Mini-Review: Progress on the Controllable Synthesis of Micro/Nanoscale Bi <sub>2</sub> S <sub>3</sub> Functional Materials	中国	Cryst. Res. Technol.	2023 年 07 月 25 日	2023, 58, 2300081	西京学院; 苏州科技大学; 安徽工业大学等	Chen Yang, Yijing Zhao, Pengchao Liu, Didi Wang, Yan Sun,* Chunsheng Li,* Yongping Dong,* Mingfu Ye,* Ning Zhang, Zhu Zhu, Huidong Jiang, Jiahao Zhu, Miaoxi Shuai, Tonghui Wei, and Yuzhen Zhao
3	论文	Li <sub>3</sub> VO <sub>4</sub> micro/nanoscale anode with fast ion transportation for advanced lithium-ion batteries: a mini-review	中国	J. Mater. Chem. C	2021 年 09 月 09 日	2021, 9, 14981	西京学院; 苏州科技大学; 温州大学	Miaomiao Wang, Chunsheng Li,* Yan Sun,* Chen Yang, Lin Li, Zhu Zhu, Didi Wang, Yuanliang Li, Jiahao Zhu, Yuzhen Zhao and Shulei Chou *
4	论文	Enhanced	中国	Mater. Chem. Front.	2022 年	2022, 6, 1046	苏州科技大学;	Jiahao Zhu, Chunsheng Li, * Yan Sun,*

		photoluminescence of hollow $\text{CaWO}_4$ microspheres: the fast fabrication, structural manipulation, and exploration of the growth mechanism			02 月 10 日		西京学院; 温州大学	Chen Yang, Yijing Zhao, Zhu Zhu, Didi Wang, Zhe Hu, Shulei Chou, * Lin Li, Yuzhen Zhao,* Pengchao Liu, Miaomiao Wang and Yuanliang Li
5	发明专利	一种锂离子电池用钒酸锂 $\text{Li}_3\text{VO}_4$ 纳米花的高效微波辐射合成方法	中国	ZL201610850500.3	2019 年 06 月 21 日	3424662	苏州科技大学; 伍伦贡大学	李春生; 孙熾; (1)俞术雷; 王莉娜; 王云晓
6	发明专利	一种具有优异储锂性能的 $\text{Li}_3\text{VO}_4$ 纳米线的形貌和物相调控方法	中国	ZL201610850497.5	2019 年 06 月 18 日	3418842	苏州科技大学; 伍伦贡大学	孙熾; (1)李春生; 俞术雷; 王云晓; 王莉娜
7	发明专利	一种电化学稳定的高效储锂用 $\text{Li}_3\text{VO}_4$ 空心纳米立方体的低温微波合成方法	中国	ZL201610850635.X	2019 年 07 月 02 日	3437573	苏州科技大学; 伍伦贡大学	李春生; 孙熾; (1)王莉娜; 俞术雷; 王云晓
8	其他	校企合作产业项目: 钒酸锂基电极材料的设计开发	中国	校企合作产业项目	2022 年 11 月 15 日	/	西安普思莱克新材料科技有限公司; 西京学院	赵阳; (4)孙熾; (1)李春生; 贺泽民; 尹礼航; 赵云; 历亚星; 邓子俊; 郎婷婷
9	其他	校企合作产业项目: 双碳背景下智能微电网用高效多用途户储电源项目	中国	校企合作产业项目	2023 年 06 月 01 日	/	苏州聚云新能源科技有限公司; 苏州科技大学	孙熾 (1) 王健; 童小伟(5); 李春生

10	其他	校企合作产业项目： 储能电池用草酸锂基 球形形貌微观结构设计 与制备优化条件研究	中国	校企合作产业项目	2022 年 12 月 31 日	2021- SZKJXDP01	苏州科技大学； 江西东鹏新材料有限责 任公司	李春生；孙熾；（1）赵阳；（4）彭文修；（2）黄凤（6）
----	----	---	----	----------	------------------------	--------------------	------------------------------	------------------------------

## 七、主要完成人情况

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目贡献
孙 熾	1	行业重点 实验室骨 干教师	教授	苏州科技大学	西京学院	项目的负责人，材料合成与形貌表征；负责研究计划的制定、执行和技术攻关。
彭文修	2	副总经理	副高级	中矿资源（江 西）新材料有 限公司	中矿资源（江 西）新材料有 限公司	工程放大；反应动力学研究。曾任山东瑞福锂业有限公司技术研发总监，山东晟锂环保科技有限公司技术总负责人等。获得国家重点研发专项课题负责人1项，江西省中央引导地方项目1项，新余市科技支撑项目1项；累计发表20余篇论文、10余项（第一发明人5项）专利、5项以上（第一起草人2项）国家/行业标准。获得江西省级新产品一等奖1项、二等奖2项、三等奖2项；山东省企业技术创新一等奖2项。负责电池材料在功率密度、安全性、寿命、成本等方面性能优化。
叶明富	3	/	副教授	安徽工业大学	安徽工业大学	参与了材料微观结构储能机理探索。利用原位透射电子显微镜和选区电子衍射技术监测了空心纳米球的锂化过程，并进一步探讨了纳米材料的锂离子嵌入/脱嵌机制。
赵 阳	4	实验室管 理负责人	副教授	西京学院	西京学院	性能测试，电极老化分析、原位测试。负责通过对不同形貌的纳米结构进行 XRD、SEM 和 TEM 等表征，探究随

						着反应时间的延长，揭示了材料的生长机制，以此来探索样品的微观形貌和结构对电化学性能的影响。在 New J. Chem., 2022, 46, 10577–10583 发表 SCI 论文 1 篇；支撑本项目产业化。
童小伟	5	总经理	/	苏州聚云新能源科技有限公司	苏州聚云新能源科技有限公司	苏州聚云新能源科技有限公司总经理，负责电池测试、电路设计，高效纳米储能材料的应用、效果反馈和产品推广工作。
黄 凤	6	总经理	/	中矿资源（江西）新材料有限公司	中矿资源（江西）新材料有限公司	中矿资源（江西）新材料有限公司总经理开展的材料应用工艺技术开发，成功实现实验室制备、性能检测、工艺放大等工作，结构微观形貌设计有突出贡献。
王笛笛	7	/	/	苏州科技大学	苏州科技大学	材料循环稳定性测试，应用性能探索与试验；采用原位同步 X 射线衍射-电化学联用技术和原位透 射电子显微镜-电化学联用技术深入剖析材料电化学机理；为提高电池稳定性、安全性及倍率性能提供实验借鉴。

## 八、主要完成单位情况及创新推广贡献

完成单位	排名	对本项目科技创新和应用推广情况的贡献 (限 600 字)
西京学院	1	在项目执行过程中，提供了研究经费保障，并在实验场地、仪器设备、分析测试等方向提供便利和支持。西京学院为本成果的主要完成单位，在科研工作安排、研究条件、实验检测设备、技术支持和人员配备等方面给予了大力的支持，确保了项目的提前完成并在理论上和实际应用等方面均取得了显著的成绩。
苏州科技大学	2	组织人力进行实验方案设计与研究，监督管理实施进度，利用会议、交流会等多种渠道，宣传推广本项目成果。同时利用依托单位的科研平台负责液晶薄膜实验室研发及相关产业化工作。
中矿资源（江西）新材料有限公司	3	与完成单位与项目负责人联合开展的应用工艺技术开发，成功实现实验室制备、性能检测、工艺放大等，并建成生产车间。
安徽工业大学	4	材料应用推广，材料循环稳定性测试，应用性能探索与试验。
苏州聚云新能源科技有限公司	5	负责高效纳米储能材料的应用、效果反馈和推广；负责储能器件技术的提升。

## 九、完成人合作关系说明

本项目由西京学院作为第一完成单位，在执行过程中苏州科技大学、中矿资源（江西）新材料有限公司、安徽工业大学及苏州聚云新能源科技有限公司先后参与项目的研发，在项目负责的统筹下，各单位之间相互配合，各尽其职，共同推进项目成果的产生。

序号	合作关系	所有作者	知 识 产 权 类 别	知识产权具体名称	授权号	授 权 日 期	证书编号	权 利 人
1	叶明富(3),孙 熾(1), 王笛 笛(7), 彭文 修(2)	Mingfu Ye (叶明富(3)), Chen Yang, Yan Sun,* (孙熾(1)) Jieyue Wang, Didi Wang, (王笛 笛(7)) Yijing Zhao, Zhu Zhu, Pengchao Liu, Jiahao Zhu, Chunsheng Li,* Wenxiu Peng, (彭文修(2)) Ning Zhang,* and Yongping Dong*	论文	ZnFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> /Graphitic Carbon Nitride Nano/Microcomposites for the Enhanced Electrochemical Sensing of H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	ACS Appl. Nano Mater. 2022, 5, 10922-10932	2022 年 8 月 4 日	2022, 5, 10922-10932	苏 州 科 技 大 学; 安 徽 工 业 大 学
2	王笛笛(7); 孙熾(1); 叶 明富(3)	Chen Yang, Yijing Zhao, Pengchao Liu, Didi Wang, (王笛笛(7)) Yan Sun,* (孙熾(1)) Chunsheng Li,* Yongping Dong,* Mingfu Ye,* (叶明富(3)) Ning Zhang, Zhu Zhu, Huidong Jiang, Jiahao Zhu, Miaoxi Shuai, Tonghui Wei, and Yuzhen Zhao	论文	Mini-Review: Progress on the Controllable Synthesis of Micro/Nanoscale Bi <sub>2</sub> S <sub>3</sub> Functional Materials	Cryst. Res. Technol.	2023 年 7 月 25 日	2023, 58, 2300081	西 京 学 院; 苏 州 科 技 大 学; 安 徽 工 业 大 学



								等
3	孙燕(1);王笛笛(7)	Miaomiao Wang, Chunsheng Li,* Yan Sun,*(孙燕(1)) Chen Yang, Lin Li, Zhu Zhu, Didi Wang, (王笛笛(7)) Yuanliang Li, Jiahao Zhu, Yuzhen Zhao and Shulei Chou *	论文	Li <sub>3</sub> VO <sub>4</sub> micro/nanoscale anode with fast ion transportation for advanced lithium-ion batteries: a mini-review	J. Mater. Chem. C	2021 年 9 月 9 日	2021, 9, 14981	西 京学院; 苏 州科技大学; 温 州大学
4	孙燕(1);王笛笛(7)	Jiahao Zhu, Chunsheng Li, * Yan Sun,*(孙燕(1)) Chen Yang, Yijing Zhao, Zhu Zhu, Didi Wang, (王笛笛(7)) Zhe Hu, Shulei Chou, * Lin Li, Yuzhen Zhao,* Pengchao Liu, Miaomiao Wang and Yuanliang Li	论文	Enhanced photoluminescence of hollow CaWO <sub>4</sub> microspheres: the fast fabrication, structural manipulation, and exploration of the growth mechanism	Mater. Chem. Front.	2022 年 2 月 10 日	2022, 6, 1046	苏 州科技大学; 西 京学院; 温 州大学
5	赵阳; (4)孙燕; (1)	赵阳; (4)孙燕; (1)李春生; 贺泽民; 尹礼航; 赵云; 历亚星; 邓子俊; 郎婷婷	其他	校企合作产业项目: 钒酸锂基电极材料的设计开发	校企合作产业项目	2022 年 11 月 15 日	/	西 安普莱克新材料科技有限公司; 西 京学院

6	孙燕(1) 童小伟(5)	孙燕(1) 王健; 童小伟(5); 李春生;	其他	校企合作产业项目: 双碳背景下智能微电网用高效多用途户储电源项目	校企合作产业项目	2023年6月1日	/	苏州云能科技有限公司; 苏州科技大学
7	孙燕; (1) 赵阳; (4) 彭文修; (2) 黄凤 (6)	李春生; 孙燕; (1) 赵阳; (4) 彭文修; (2) 黄凤 (6)	其他	校企合作产业项目: 储能电池用草酸锂基球形形貌微观结构设计制备优化条件研究	校企合作产业项目	2022年12月31日	2021-SZKJJXDP01	苏州科技大学; 江西鹏材有限责任公司