**2023 年湖北省科技奖（自然科学奖）提名**

**公示内容**

1. **项目名称：多功能****生物质碳基纳米材料的仿生制备及性能研究**
2. **提名者及提名意见**

**提名者：华中师范大学**

**提名意见：**该项目聚焦于如何实现生物质碳基材料的纳米结构仿生制备与功能化这一科学问题，采用廉价、可再生的天然生物材料有机模板，通过活化、表面修饰、元素掺杂及材料复合等调控策略，构建了具有多功能用途的生物质碳基纳米材料，实现了生物质原材料的高效利用，同时在阐明碳基电极材料在能源存储和转换器件中的反应机制，揭示缺陷、孔隙率、比表面积和石墨化程度对其电化学活性影响等方面取得重要科学发现。通过凝聚态物理、材料科学等多学科交叉研究设计了系列具有多孔结构和高效活性位点的生物质碳基纳米材料，提升了金属-空气电池、超级电容器等器件的输出功率和充放电循环寿命。该项目对深入探究碳基材料结构与其电化学性能的关系，提高能源存储和转换器件性能，破除纳米材料高昂成本的产业化壁垒具有重要意义。

该项研究具有系统性和独创性。项目第一完成人祝志宏教授项目组在生物质碳基材料的设计与制备、能源存储与转换器件应用领域具有良好的研究基础，发表了多篇高水平学术论文，其中5篇代表性论文累计他引583次，最高单篇他引291次，2篇入选ESI高被引论文，研究成果得到了国内外同行的广泛重视和高度评价。

**提名该项目为湖北省科技奖（自然科学奖） 二 等奖**

1. **项目简介**

随着化石燃料的日益枯竭和对能源需求的不断提高，人们对清洁、可持续和可再生能源技术有着很高的需求。燃料电池、水电解技术、金属-空气电池、超级电容器等能量转换和存储系统的发展对我国绿色可持续发展、新旧动能转换和“双碳”目标的实现意义重大。碳基电极材料，如碳纳米管、石墨烯和其他碳基复合材料是推动这些新能源技术发展的关键。生物质碳前驱体具有价格低廉、产量高、可持续等优点，在新能源设备中广泛应用。通过“绿色”合成途径和仿生制备策略从生物质中开发功能化碳基纳米材料，有望在可再生能源领域取得巨大突破。

本项目在国家自然科学基金的资助下，利用可再生的天然生物材料有机模板弥补了传统碳基电极材料的短板，解决了纳米电极材料制备成本高、反应机理不明确、活性低且稳定差等问题。

项目重要科学发现包括：

1.发展了高温活化策略，首次利用生物质的天然多孔结构和丰富的杂原子含量，成功构建了具有高比表面的Fe-N-C三维碳骨架导电片状碳材料，揭示了生物碳基底的孔隙率、杂原子含量、石墨化程度对催化性能的影响。系列生物质碳基催化剂在金属-空气电池中表现出高活性和稳定性。

2.发现了碳基纳米材料表面金属活性位点作用机制。利用生物质材料中丰富的杂原子，调控了金属活性位点周围的配位环境，优化了催化反应路线，构建了高选择性碳基纳米材料，满足了能源储存和转换设备的商业化应用标准。

3.发现了碳基材料中多孔结构对性能的调节机制。利用生物质材料天然的多孔结构和有序孔道制备了系列多孔碳基纳米复合材料，揭示了碳基材料中微孔、介孔、大孔通道的作用机理，实现了碳基材料的结构优化，为功能化的天然生物质在材料科学中准确、有效的应用提供一种新的思路。

基于上述3个科学发现，设计和制备了系列多功能生物质碳基纳米材料，显著提升了金属-空气电池、超级电容器和电解水装置的输出特性、大幅提升了其功能性，为实际应用打下了基础。

学术评价及应用：

研究成果得到了国内外同行的广泛重视和高度评价，5篇代表性论文他引583次，被多名国际著名学者在Advanced Materials、Advanced Energy Materials等权威期刊引用和好评。项目研究成果对生物质碳基材料的应用具有重要意义。

1. **代表性论文专著目录（不超过5篇，其中国内科技期论文原则上不少于1/3）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 论文（专著）名称/刊名/作者 | 年、卷、页码 | 发表时间（年月 日） | 通讯作者（含共同） | 第一作者（含共同） | 国内作者 | 他引总次数 | 检索数据库 | 论文署名单位是否包含国外单位 |
| 1 | Single Fe Atom on Hierarchically Porous S, N-Codoped Nanocarbon Derived from Porphyra Enable Boosted Oxygen Catalysis for Rechargeable Zn-Air Batteries/Small/张纪廷、张盟、曾艳、陈继胜、仇灵溪、周华、孙成军、余颖、朱成周、祝志宏 | 2019、15、1900307 | 2019年5月6日 | 朱成周，祝志宏  | 张纪廷 | 张盟，曾艳，陈继胜，仇灵溪，周华，孙成军，余颖  | 291 | Web of Science | 是 |
| 2 | A robust bifunctional catalyst for rechargeable Zn-air batteries: Ultrathin NiFe-LDH nanowalls vertically anchored on soybeanderived Fe-N-C matrix/Nano Rsearch/张盟、张纪廷、冉思怡、仇灵溪、孙伟、余颖、陈继胜、祝志宏 | 2020、14、1175–1186 | 2020年11月26日 | 孙伟，余颖，祝志宏  | 张盟，张纪廷 | 冉思怡，仇灵溪，陈继胜 | 31 | Web of Science | 否 |
| 3 | NiCo2O4 with oxygen vacancies as better performance electrode material for supercapacitor/ Chemical Engineering Journal/闫丹、王伟、罗昕、陈超、曾艳、祝志宏 | 2017、334、864-872 | 2017年10月21日 | 祝志宏 | 闫丹 | 王伟，罗昕，陈超，曾艳 | 193 | Web of Science | 否 |
| 4 | Polydopamine regulated hydroxyapatite microspheres grown in the three-dimensional honeycomb-like mollusk shell-derived organic template for osteogenesis/Biofabrication/张盟、张纪廷、班丽娜、仇灵溪、陈继胜、祝志宏、万影 | 2020、12、035022 | 2020年6月9日 | 祝志宏，万影 | 张盟 | 张纪廷，班丽娜，仇灵溪，陈继胜 | 12 | Web of Science | 否 |
| 5 | Cobalt and nitrogen co-doping of porous carbon nanosphere as highly effective catalysts for oxygen reduction reaction and Zn-air battery / Chemical Engineering Journal /赵松林、班丽娜、张纪廷、易文天、孙伟、祝志宏 | 2021、409、128171 | 2020年12月18日 | 孙伟、祝志宏 | 赵松林 | 班丽娜、张纪廷、易文天 | 56 | Web of Science | 否 |

1. **主要完成人（完成单位）（不超过5人）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **完成人姓名** | **完成单位** |
| **1** | 祝志宏 | **华中师范大学** |
| **2** | 赵松林 | **华中师范大学** |
| **3** | 张盟 | **山东第一医科大学** |
| **4** | 孙伟 | **海南师范大学** |