浙江省科技进步奖项目公示

**一、项目名称：长寿命锰酸锂系正极材料关键制备技术及产业化**

**二、推荐单位：省委人才办**

**三、项目简介：**

本项目是国家“863”计划课题（编号：2013AA050901）《长寿命锰酸锂系储能电池关键技术及示范》（任务三）正极材料部分的内容，2016年7月通过了科技部组织的专家组的技术验收。

本项目对多元复合掺杂进行了研究，发现Al/Mg和Al/Co双掺杂制备的材料具有更完整的尖晶石结构，改善了尖晶石锰酸锂一次颗粒形貌，从而提高了产品的物理化学性能。第一性原理计算发现Al和Co的共掺杂能够极大地有效遏制锰酸锂姜-泰勒畸变对晶格的动力学破坏，从而提高晶粒的结构稳定性。研究了影响锰酸锂循环性能的因素特别是Mn2+的溶解，发现有机Al的包覆有效地减少Mn2+的溶解，从而提高了锰酸锂的循环性能。依据上述研究的结果和条件，进行了锰酸锂系正极材料的中试和试产；产品比容量达到106mAh/g，在常温下循环3000次容量保持在80%。产品经美国和日本客户测试，表现出优异的性能。

**四、主要科技创新：**

研发了高通量Mad矩阵晶体设计程序软件，并申请了版权。应用了此软件计算结合实验对锰酸锂的晶体结构以及掺杂进行了研究，通过掺杂前后晶体结构改变的模拟计算，对锰酸锂的掺杂改性给予理论指导，并选定较为合适的掺杂元素与比例，并结合实验表征进行验证，极大的缩短了材料的研究周期，符合“材料基因组工程”所倡导的材料学主流思路，并给其他材料的研究予以借鉴。研究发现使用本项目开发的锰酸锂三元复合正极材料组装软包电池，具有长循环寿命的性能，适合动力和储能系统的要求。突破了长寿命低成本锰酸锂系正极材料的产业化技术。部分技术填补了国内空白，并实现了产业化，部分产品已销往美国。

**五、主要完成人及技术贡献**：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **排名** | **姓名** | **技术职称** | **工作单位** | **对本项目技术创造性贡献** | **曾获国家、省科技奖励情况** |
| 1 | 吴清国 | 正高级工程师/国家千人计划特聘专家 | 浙江瓦力新能源科技有限公司 | 项目总体设计及技术指导 | 美国国际性会议优秀论文奖；加拿大皇后大学Travel Research Award |
| 2 | 吴奎辰 | 工程师 | 浙江瓦力新能源科技有限公司 | 实验及产业化设计及实施 |  |
| 3 | 黎 军 | 研究员/省千人计划特聘专家 | 中国科学院宁波材料技术与工程研究所 | 项目理论模拟计算设计及指导 |  |
| 4 | 肖伶俐 | 工程师 | 浙江瓦力新能源科技有限公司 | 实验及产业化实施 |  |
| 5 | 靳文超 | 工程师 | 浙江瓦力新能源科技有限公司 | 电池制作实验实施 |  |
| 6 | 陈珍莲 | 副研究员 | 中国科学院宁波材料技术与工程研究所 | 理论模拟计算 |  |
| 7 | 张志峰 | 博士研究生 | 中国科学院宁波材料技术与工程研究所 | 模拟计算与实验验证 |  |
| 8 | 刘 佩 | 工程师 | 浙江瓦力新能源科技有限公司 | 包覆实验实施 |  |
| 9 | 何小毛 | 工程师 | 浙江瓦力新能源科技有限公司 | 材料测试实验实施 |  |

**六、主要完成单位及创新推广贡献**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **排名** | **单位名称** | **对本项目科技创新和推广应用支撑作用情况** |
| 1 | 浙江瓦力新能源科技有限公司 | 对长寿命锰酸锂系正极材料关键制备技术及产业化做了主要的工作。 |
| 2 | 中国科学院宁波材料技术与工程研究所 | 对锰酸锂的掺杂改性给予理论指导，并选定较为合适的掺杂元素与比例，并结合实验表征进行验证。 |

**七、经济（社会）效益**

**1.直接经济效益** （单位：万元）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **单位名称** | **2015年** | | | **2016年** | | | **年** | | |
| **销售收入** | **税收** | **利润** | **销售收入** | **税收** | **利润** | **销售收入** | **税收** | **利润** |
| 浙江瓦力新能源科技有限公司 | 397.0 | 23.8 | -353.6 | 2339.1 | 140.3 | 1.1 |  |  |  |
| 合 计 | 397.0 | 23.8 | -353.6 | 2339.1 | 140.3 | 1.1 |  |  |  |

**2.社会效益**

|  |
| --- |
| （一）打破国外技术垄断  锂离子电池正极材料的研发是锂离子电池行业发展的关键，用于动力与储能锂电池的锰酸锂系正极材料项目的实施符合国家的新能源产业的发展方向，并具有较强的应用和发展前景，有效解决长期困扰新能源汽车等锂电池领域的技术瓶颈和问题，缩小与国际高端产品的差距，属于高技术附加值的产品开发，符合国家产业结构调整的要求，有利于推动我国锂离子行业的现代化进程。  （二）带动产品上下游产业的发展  随着经济的发展与社会的进步，加快了高新技术成果的应用和产业化，提高了企业的经济效益，繁荣了地方经济。项目的实施后，需要采购各类原材料，提高了上游产品的销售量，将锂离子电池商品化的过程中，为本地下游企业（电动工具电池、小型储能电池和小型动力电池领域）增多了经济效益，为地方各方面增多了效益。可带动产品上下游产业的发展。   1. 增加地区就业   通过本项目的实施，公司生产规模将不断扩大，产品生产线将逐渐增多，销售业绩将日益提升、公司规范化管理能力将显著提高，需要更多直接或间接的人员参与到与项目相关的研发、生产、销售和管理等工作中来。加快了公司对技术人才的培养和引进。这可在一定程度上为当地居民提供就业岗位，缓解当地的就业压力。 |

**八.推广应用情况**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **应用单位名称** | **起止**  **时间** | **单位联系人**  **电话** | **推广应用量(情况)** | **销售收入**  **(万元)** | **税收**  **(万元)** |
| 所有技术自用，没做推广 |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

**九、代表性论文论著及作者**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 作者 | 论文专著名称/刊物 | 年卷页码  (X年X卷X页) | SCI他引次数 | 他引  总次数 |
| 吴奎辰、王飞、高璐璐…肖伶俐、…吴清国 | Effect of precursor and synthesis temperature on the structural and electrochemical properties of Li(Ni 0.5 Co 0.2 Mn 0.3 )O 2，*Electrochimica Acta* | 2012，75，393-398 | 6 | 6 |
| 徐中领、肖伶俐、王飞、吴奎辰、赵留涛、张宏立、吴清国等 | Effects of precursor, synthesis time and synthesis temperature on the physical and electrochemical properties of Li(Ni 1-x-y Co x Mn y )O 2 cathode materials，*Journal of Power Sources* | 2014，248，180-189 | 1 | 1 |
| 陈珍莲、黎军 | A New Method Applicable to Study Solid Compounds with Multiple Polyhedral Structures，*Journal of Computational Chemistry* | 2016, 37, 1476–1483 | 还没有 |  |
| 张志峰、陈珍莲、…、肖伶俐、吴奎辰、…、吴清国、…、黎军 | Dual-doping to suppress cracking in spinel  LiMn 2 O 4 : a joint theoretical and  experimental study，*Phys. Chem. Chem. Phys.*, | 2016, 18, 6893--6900 | 还没有 |  |

**十、主要知识产权及发明人：**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **授权项目名称** | **知识产权类别** | **国别** | **授权号** | **发明人** |
| 高通量Mad矩阵晶体设计程序软件 | 著作权 | 中国 | 2015SR153209 | 中国科学院宁波材料技术与工程研究所 |
|  |  |  |  |  |