

# 科学技术进步奖公示内容

## 一、 项目名称：

高镍三元正极材料关键技术及其在无人机锂离子电池中的应用

## 二、 提名者及提名意见（包含提名等级）：

陕西省教育厅，陕西省科技进步奖一等奖

该项目以国家“双碳”战略目标为导向，以无人机用动力电池发展需求为牵引，重点开展了高镍三元正极材料表面功能化及其宏量制备和高功率、高能量“双高”锂离子电池设计制造三方面的工作，并开发了系列正极材料和锂离子电池产品，实现了较大的经济与社会效益。该项目选题新颖、构思巧妙、理念先进、特色鲜明、成果突出，具有重要的学术和应用推广价值，对陕西省低空经济和新能源电池等领域的发展起到了积极的促进作用。特推荐该项目申报 2025 年度陕西省科技进步奖一等奖。

## 三、 项目简介：

该项目以国家“双碳”战略目标为导向，以万亿级低空经济中的无人机用动力电池为具体应用场景，提出了表面功能化策略，攻克了高镍三元正极材料的表界面结构衰退难点，发明了原子/分子尺度沉积的表面改性技术，消除了表面功能化高镍三元正极材料宏量制备的均匀性与连续性差的痛点，设计了三维多孔高载量的薄电极结构，打通了传统厚电极离子/电子传输缓慢的堵点，构建了完整的无人机用锂离子电池系列产品技术平台。形成了倍率型 6 系高镍正极材料、容量型 8 系高镍正极材料和倍率容量“双高”型 8 系富镍正极材料三大材料产品，结合流化床的低温原子层沉积技术、基于 pH 缓冲体系的湿化学技术和基于原子互相扩散的化学气相技术三大关键技术，高功率电池、高能量电池及功率能量“双高”型电池三大锂离子电池产品。

## 四、 客观评价：

该项目成果得到了国内外研究者的广泛引用，得到了下游电池厂商和无人机厂家的积极反馈，得到了本领域院士专家的高度评价。

## 五、 应用情况：

本项目中的表面功能化策略，已成功应用于陕西红马科技有限公司、陕西彩

虹新材料有限公司以及陕西煤业化工技术研究院有限责任公司等材料企业。本项目生产的高镍三元正极材料产品，主要应用于无人机等领域，生产的锂离子电池已经应用于大疆创新、极飞科技、飞米科技等高端无人机客户。

六、 主要知识产权和标准规范等目录：（限 10 条，所列专利证书颁发日期、标准规范发布日期、论文发表日期应在 2024 年 12 月 31 日之前。）

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	发明专利	一种磷修饰锂离子电池正极材料及其制备方法和应用	中国	ZL202010789679.2	2021 年 12 月 17 日	4853709	西安理工大学	李喜飞、刘文、郝猷琛、王晶晶
2	发明专利	一种湿法包覆降低正极材料表面碱量并提高电化学性能的方法	中国	ZL202010982517.0	2023 年 01 月 20 日	5704634	陕西红马科技有限公司	陈森、田新勇、方胜庭、同洁、屈彦、潘家辉、高彦宾
3	实用新型专利	一种无人机用锂电池	中国	ZL201920116804.6	2019 年 08 月 06 日	9195919	西安瑟福能源科技有限公司	吴喜康、王刚、陈二虎、李峰、何显峰
4	发明专利	一种磷酸钛铝应用于锂离子电池正极材料及制备方法	中国	ZL202010010163.3	2023 年 04 月 11 日	5873326	西安理工大学	李喜飞、王景瑜
5	发明专利	一种三维石墨烯/CNT 包覆硅碳材料的制备方法及应用	中国	ZL202011211214.5	2023 年 07 月	6121792	西安瑟福能源科技有限公司	付焕萍、赵群会、曹乐乐、李峰、何显峰
6	发明专利	一种利用超混流反应器制备无定形单晶正极材料的方法	中国	ZL 202111233276.0	2023 年 07 月 28 日	6190880	陕西红马科技有限公司	梁国文、田新勇、魏玲、高彦宾
7	论文	Functional Passivation Interface of LiNi <sub>0.8</sub> Co <sub>0.1</sub> Mn <sub>0.1</sub> O <sub>2</sub> toward Superior Lithium Storage	中国	2021(31): 2008301	2021 年 01 月 20 日	Advanced Functional Material	西安理工大学	Wen Liu, Xifei Li, Youchen Hao, Dongbin Xiong, Hui Shan, Jingjing Wang, Wei Xiao, Huijuan Yang, Hong Yang, Liang Kou, Zhanyuan

						ls		Tian, Le Shao, Cheng Zhang
8	论文	Controllable Cathode-Electrolyte Interface of $\text{Li}[\text{Ni}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}]\text{O}_2$ for Lithium Ion Batteries: A Review	中国	2019(9): 1901597	2019年08月20日	Advanced Energy Materials	西安理工大学	Hirbod Maleki Kheimeh Sari, Xifei Li
9	论文	Surface engineering of $\text{LiNi}_{0.8}\text{Mn}_{0.1}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ towards boosting lithium storage: Bimetallic oxides versus monometallic oxides	中国	2020(77): 105034	2020年7月4日	Nano Energy	西安理工大学	Quan Xu, Xifei Li, Hirbod Maleki Kheimeh Sari, Wenbin Li, Wen Liu, Youchen Hao, Jian Qin, Bin Cao, Wei Xiao, Yue Xu, Yuan Wei, Liang Kou, Zhanyuan Tian, Le Shao, Cheng Zhang, Xueliang Sun
10	论文	Grain binding derived reinforced interfacial mechanical behavior of Ni-rich layered cathode materials	中国	2023(121): 109214	2023年12月19日	Nano Energy	西安理工大学	Jiaxuan Zuo, Jing Wang, Ruixian Duan, Yikun Bai, Kaihua Xu, Kun Zhang, Jun Wang, Kailin Zhang, Zhenguang Yang Zihao Yang, Ming Li, Guiqiang Cao, Qinting Jiang, Wen Liu, Jingjing Wang, Wenbin Li, Xifei Li

承诺：上述知识产权无争议且为本项目独有，未曾在往年国家科学技术奖励项目、往年其他省部级（政府）科学技术奖励项目和本年度其他陕西省科学技术奖提名项目中作为支撑材料出现。用于提名陕西省科学技术奖的情况，已征得未列入项目主要完成人和主要完成单位的权利人（专利发明人）的同意，有关知情证明材料均存档备查。

## 七、 主要完成人情况：

排名	姓名	技术职称	行政职务	工作单位	完成单位	对本项目的贡献
1	李喜飞	教授	院长	西安理工大学	西安理工大学	全面统筹该项目的开展
2	孙学良 (XUELIANG SUN)	院士	无	西安理工大学	西安理工大学	主要科技创新 1 和 2
3	何显峰	高级工程师	董事长	西安瑟福能源科技有限公司	西安瑟福能源科技有限公司	主要科技创新 3
4	李文斌	副教授	系主任	西安理工大学	西安理工大学	主要科技创新 1 和 2
5	田新勇	高级工程师	院长	陕西红马科技有限公司	陕西红马科技有限公司	主要科技创新 2
6	杨洪	正高级工程师	副总经理	西安瑟福能源科技有限公司	西安瑟福能源科技有限公司	主要科技创新 3
7	李峰	高级工程师	副总经理	西安瑟福能源科技有限公司	西安瑟福能源科技有限公司	主要科技创新 3
8	王宏宇	高级工程师	副总工程师	西安瑟福能源科技有限公司	西安瑟福能源科技有限公司	主要科技创新 3
9	方胜庭	中级工程师	部长	陕西红马科技有限公司	陕西红马科技有限公司	主要科技创新 2
10	魏玲	助理工程师	部长	陕西红马科技有限公司	陕西红马科技有限公司	主要科技创新 2
11	王晶晶	助理工程师	无	西安理工大学	西安理工大学	主要科技创新 1
12	梁国文	助理工程师	副部长	陕西红马科技有限公司	陕西红马科技有限公司	主要科技创新 2
13	左稼暄	无	无	西安理工大学	西安理工大学	主要科技创新 1
14	李晖	高级工程师	主任工程师	西安瑟福能源科技有限公司	西安瑟福能源科技有限公司	主要科技创新 3
15	屈彦	助理工程师	项目经理	陕西红马科技有限公司	陕西红马科技有限公司	主要科技创新 2

## 八、 主要完成单位及创新推广贡献：

排 名	完成单位	创新推广贡献
1	西安理工大学	提出高镍三元正极材料表面功能化策略,发展高镍三元正极材料表面功能层的实验室制备技术
2	西安瑟福能源科技有限公司	无人机锂离子电池的设计、制造关键技术开发及批量化生产
3	陕西红马科技有限公司	表面功能层修饰的高镍三元正极材料的宏量制备工艺开发和批量化生产

## 九、 完成人合作关系说明：（合作方式包括专著合著、论文合著、共同立项、共同知识产权、共同获奖、共同参与制定标准规范、产业合作等。下表中的“项目排名”指在本次报奖中的完成人排序。）

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作起始时间	合作完成时间	合作成果名称
1	共同知识产权	李喜飞/1、王晶晶/11	2020年08月07日	2021年12月17日	一种磷修饰锂离子电池正极材料及其制备方法和应用,发明专利
2	共同知识产权	李峰/7、何显峰/3	2020年11月03日	2023年07月07日	一种三维石墨烯/CNT 包覆硅碳材料的制备方法及应用,发明专利
3	共同知识产权	田新勇/5、方胜庭/9、屈彦/15	2020年09月17日	2023年01月20日	一种湿法包覆降低正极材料表面碱量并提高电化学性能的方法,发明专利
4	共同知识产权	梁国文/12、田新勇/5、魏玲/10	2021年10月22日	2023年07月28日	一种利用超混流反应器制备无定形单晶正极材料的方法,发明专利
5	共同知识产权	李峰/7、何显峰/3	2019年1月23日	2019年08月06日	一种无人机用锂电池,实用新型专利
6	论文合著	李喜飞/1,王晶晶/11,杨洪/6	2019年01月20日	2021年01月20日	Functional Passivation Interface of $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2$ toward Superior Lithium Storage, 论文

7	论文合著	李喜飞/1, 李文斌/4, 孙学良/2	2018 年 07 月 04 日	2020 年 07 月 04 日	Surface engineering of $\text{LiNi}_{0.8}\text{Mn}_{0.1}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ towards boosting lithium storage: Bimetallic oxides versus monometallic oxides, 论文
8	论文合著	左稼暄/13, 王晶晶/11、李文斌/4, 李喜飞/1	2021 年 12 月 19 日	2023 年 12 月 19 日	Grain binding derived reinforced interfacial mechanical behavior of Ni-rich layered cathode materials, 论文
9	共同立项	杨洪/6、王宏宇/8, 李晖/14	2019 年 01 月 01 日	2020 年 06 月 30 日	农业无人飞行器用锂离子电池技术改造项目, 2020 年度陕西省外经贸发展专项资金——区域协调发展项目

**注意：**专家提名项目还应公示提名专家的姓名、工作单位、职称和学科专业。