阳泉市2024年度山西省科学技术奖励提名项目公示材料

提名者：阳泉市

一、阳大铁路CRH6A平台城际动车组维修周期间隔延长研究和应用

项目名称：

阳大铁路CRH6A平台城际动车组维修周期间隔延长研究和应用

Research and Application on the Extension of Maintenance Cycle Intervals for CRH6A Platform Inter-city EMUs on Yangda Railway

提名奖励类别：成果转化

主要完成单位：山西阳大铁路有限责任公司,中国铁路北京局集团有限公司,中车青岛四方机车 车辆股份有限公司,北京市域铁路融合发展集团有限公司

项目简介

2021年3月，山西阳大铁路有限责任公司与动车组代管局、主机厂及北京市域铁路公司对接启动城际动车组修程修制优化研究，于2021年6月下发技术方案，将动车组高级修周期由120万公里/4年优化为120万公里/6年并开展实车应用，于2023年12月形成总结并推广应用。主要科技创新包括：

1、研究形成了城际、市域(郊)铁路动车组修程修制的新模式

依据阳大铁路动车组的日均运行频次、运行速度、日运行交路等参数，采用基于AR模型的测算方法，精确测算其上线数、日均走行里程、年均运行里程。对标国内外同类车型高级修修程修制，开展修程修制优化研究，建立了CRH6A平台城际、市域（郊）铁路动车组修程修制新模式，首次将国内动车组高级修时间间隔延长至6年，填补市域（郊）铁路移动装备检修技术标准体系空白，为同类线路动车组检修标准制定与优化提供借鉴。

2、建立基于RCM修程修制优化技术路线的应用分析方法

基于RCM理念构建动车组整车修程修制优化分析技术路线，收集并综合分析关键部件运行与检修数据，经运用故障率、定期性能测试及新造数据综合统计评估部件性能状态，依性能退化模型算出满足可靠性的维修间隔，大幅延长关键部件检修周期，支撑整车高级修周期延至6年，使动车组全寿命周期高级修成本降低20%。

3、掌握关键部件服役时间延长与性能变化关系及评估方法

研究动车组走行部轴箱轴承等旋转件与关键橡胶部件随运用时长的性能、可靠性变化趋势并评估服役寿命，以满足城际、市域（郊）动车组修程个性化需求。结合CRH6A平台动车组运用特性制定差异化、精细化验证实施方案，重点评估走行部旋转件与橡胶件。对于旋转部件，借助车载轴温检测、轨旁监测及运用修检查等进行全周期在线监控，同时配合运用抽检、高级修精密检查、油脂检测与关键参数测量等并横向对比；对于橡胶件，运用修状态检测与高级修性能试验相结合，对比性能测试与新造数据，综合评估部件状态与性能劣化趋势，明晰关键部件服役时长与性能变化关联，评估服役寿命，为不同线路动车组修程修制提供依据。

4、理顺了城际、市域( 郊 )铁路动车组修程修制研究的工作规范

阳大铁路动车组为地方产权、国铁代管运营模式，其运用线路里程、站间距、年均里程等介于国铁干线和城轨车辆之间，不能完全依据国铁和城轨检修标准，亟需建立适用于CRH6A平台城际、市域( 郊 )线路动车组的修程修制。

项目取得发明专利2项，实用新型专利2项，完成标准编制1部，发表论文 8篇。项目研究成果成功应用于中国铁路北京局集团有限公司运营的山西省阳大铁路、北京城市副中心线、北京怀密线等城际动车组，经济社会效益显著,市场应用前景广阔。

客观评价

该项目成果显著且意义重大。创新成果上，构建新模式，延长高级修间隔，填补标准空白并提供借鉴，推动行业标准化；基于 RCM 理念的方法整合数据算间隔，降成本、延部件检修周期，提升经济性与可靠性；掌握部件性能变化关系及评估方法，依多种检测与对比为线路修程修制供依据，保安全与精细化运维；理顺特殊运营模式修程修制规范。成果转化方面，有多项专利、标准编制与论文发表，成果已应用于多条城际线，降成本、提效率，具广阔市场前景，可推动相关领域发展。

推广应用情况

1、应用项目一：2021年6月起，配属阳大铁路0471、0472、0473三列城际动车组按照《阳 大铁路CRH6动车组修程修制优化技术方案》开展高级修周期延长验证，高级修时间间隔由 4年延长至6年、检修轮次由“三-四-五”优化为“四-五”,动车组30年全寿命周期内，单车可 减少三级修3次、3列动车组总计减少三级修9次。

2、应用项目二：2023年12月起，配属北京副中心线5列CRH6A型动车组(0436-0439/0623) 高级修时间间隔由3年延长至6年、检修轮次由“三-四-三-五”优化为“四-五”,动车组30年 全寿命周期内，单车可减少三级修5次、5列动车组总计减少三级修25次。

3、应用项目三：2023年12月起，配属北京怀密线6列CRH6F-A型动车组(0491-0496) 高级修时间间隔由4年延长至6年、检修轮次由“三-四-五”优化为“四-五”,动车组30年全 寿命周期内，单车可减少三级修3次、6列动车组总计减少三级修18次。

主要知识产权目录

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 知识产权类别 | 专利名称 | 授权号/申请号/登记号 | 国（区）别 | 权利人 |
| 1 | 发明专利 | 用于动车组部件检修的运行数据处理方法 | ZL 2023 1 0581734.2 | 中国 | 赵晓明、贾潞、吴杭泽、许倩倩 |
| 2 | 发明专利 | 一种评估动车组用冷却风机性能的方法及系统 | ZL 2021 1 0088587.6 | 中国 | 李智国、孙卫平、夏建军 |
| 3 | 实用新型专利 | 动车组电机轴承油脂加注设备 | ZL 2022 2 3035915.5 | 中国 | 赵晓明、吴杭泽、许倩倩 |
| 4 | 实用新型专利 | 一种用于动车组牵引电机定转子水平组装的定位机构 | ZL 2022 2 3264156.X | 中国 | 赵晓明、贾潞 |
| 5 | 其他 |  CRH6A动车组修程修制优化研究 | CN：11-3750/N | 中国 | 夏建军 |
| 6 | 其他 | CRH6型城际动车组修程修制优化技术路线和应用 | CN：51-1450/T | 中国 | 田旭鹏 |
| 7 | 其他 | 基于AR模型的动车组日均走行里程测算方法研究 | CN：11-1917/U | 中国 | 杨军、薛锦波 |
| 8 | 其他 | 轨道车辆造修数据统计分析系统研究 | CN：34-1205/TP | 中国 | 宋龙龙 |
| 9 | 其他 | 铁道车辆非线性空气弹簧检修周期优化研究 | CN：11-9373/Z | 中国 | 于宏建 |
| 10 | 其他 | 动车组冷却单元风机绕组可靠性寿命试验研究 | CN：11-2503/F | 中国 | 吴杭泽 |
| 11 | 其他 | 高铁动车组长周期高级修计划优化方法 | CN：61-1369/U | 中国 | 薛锦波 |

主要完成人情况

杨栋善：身为项目组织人员，依凭敏锐行业洞察与专业能力，主导项目技术规划及推进工作。 涵盖制定总体技 术方案、优化路线、组织实车验证，统筹资源与成员选拔，全面管控并组织研讨、协调专家，为项目 实施推广保驾护航。深度参与并推动创新点一至五实现，彰显专业引领与组织协调实力。主导修程修 制延长验证，精心组织高效实施，妥善协调各方关系确保推进顺利。编制如《山西阳大铁路有限责任 公司会议纪要》（ 阳铁会纪[2021]20 号等）及相关修程修制函件等关键标准规范文件，为项目标准化运 作与可持续发展筑牢根基，项目参与全时率达 80%。

霍华风：作为本项目主要参与人员， 负责整体项目总体技术方案规划，制定优化路线和技术方案，指导在相关 线路进行实车验证。为本项目创新点一、五做出了贡献。主持制定标准及规范性文件 3 项，分别为《北 京城市副中心线 CRH6A 型动车组 6 年期四级修检修标准》、《中国铁路北京局集团有限公司关于北京城 市副中心线、怀柔－ 密云线、 阳泉北－ 大寨线 CRH6A 平台动车组高级修周期间隔调整核备的函》、《中 国铁路北京局集团有限公司关于调整代管市域（郊）铁路 CRH6A 平台动车组高级修周期间隔的通知》； 主持制定的《北京市郊铁路动车组修程修制技术标准体系》纳入北京市北京市交通行业科技创新成果 库；参与该项目全时率 65%。

常晋芳：作为项目组织人员，在公司董事长引领下，主导项目技术规划推进。精心规划总体技术方案与路线， 有序开展实车验证，统筹资源并精准选拔成员，全方位把控项目，多次组织研讨且协调专家指导，助 力项目从实施至推广。深度参与并推动创新点一至五实现，凭借专业与组织才能，主导修程修制延长 验证，高效组织实施并协调关系，保障验证顺利。积极参与编制如重要会议纪要及相关函件等关键标 准文件，为项目标准化与可持续发展奠基，全时率 80%，为项目成功贡献关键力量。

杨军：作为本项目的主要参与人员， 负责整体项目总体技术方案规划，制定优化路线和技术方案，指导在相 关线路进行实车验证。为本项目创新点一、五做出了贡献。发表论文《基于 AR 模型的动车组日均走行 里程测算方法研究》；组织制定《北京城市副中心线 CRH6A 型动车组 6 年期四级修检修标准》等 3 项标 准和规范性文件；参与制定的《北京市郊铁路动车组修程修制技术标准体系》纳入北京市交通行业科 技创新成果库；参与提出的《关于市域（郊）铁路 CRH6A 平台动车组修程修制体系优化研究及应用》 获得合理建议及技术改进一等奖；参与的北京市域（郊）铁路动车组修程修制优化研究创新团队获技 术创新劳动竞赛先进集体。参与该项目全时率 65%。

薛锦波：负责修程修制延长验证的实施和协调工作，组织动车组在相关线路进行实车验证。为本项目创新点一、 四、五做出了贡献。发表论文 2 篇，分别为《基于 AR 模型的动车组日均走行里程测算方法研究》、《高 铁动车组长周期高级修计划优化方法》； 负责制定《北京城市副中心线 CRH6A 型动车组 6 年期四级修检 修标准》等 3 项标准和规范性文件；参与制定的《北京市郊铁路动车组修程修制技术标准体系》纳入 北京市交通行业科技创新成果库；主持提出的《关于市域（郊）铁路 CRH6A 平台动车组修程修制体系 优化研究及应用》获合理化建议及技术改进一等奖； 牵头组建的北京市域（郊）铁路动车组修程修制 优化研究创新团队获技术创新劳动竞赛先进集体。参与该项目全时率 80%。

方江南：作为本项目的主要参与人员， 负责主持项目技术方案编制、验证总结，组织业内专家审查，组织在相 关线路动车组开展实车验证、数据收集和分析等工作。

主要对第一项科技创新点做出重要贡献。主持完成技术创新点中第 1 项内的技术方案《阳大铁路 CRH6 动车组修程修制优化技术方案》、技术总结《阳大铁路 CRH6 型动车组修程修制优化总结》和技术标准 《北京城市副中心线 CRH6A 型动车组 6 年期四级修检修标准》的编制，组织业内专家形成《CRH6A 平台 动车组修程修制优化验证总结评审意见》。主持 CRH6A 平台动车组修程修制优化项目运用情况跟踪，参 与完成整车修程修制优化技术分析、方案制定、实施方案及验证总结等工作。参与该项目全时率 80%。

夏建军：在项目负责人领导下，主要完成 CRH6A 平台动车组修程修制优化项目策划，组织完成整车修程修制优 化技术分析、方案制定、 实施方案及验证总结等工作。主要完成创新贡献第 1 项内的学术论文《CRH6 动车组修程修制优化研究》、技术方案《阳大铁路 CRH6 动车组修程修制优化技术方案》和技术标准《北 京城市副中心线 CRH6A 型动车组 6 年期四级修检修标准》的编制； 完成创新贡献第 3 项内的发明专利 《-种评估动车组用冷却风机性能的方法及系统》，参与该项目全时率 80%。

殷波：作为本项目的参与人员，参与了项目技术方案、 实施方案、保障措施的制定及实车验证等工作，并协 调项目成果在北京市郊铁路城市副中心线、怀柔-密云线上应用。

为本项目创新点一、四、五做出了贡献，参与标准性文件 1 项，《北京城市副中心线 CRH6A 型动车组 6 年期四级修检修标准》；参与制定的《北京市郊铁路动车组修程修制技术标准体系》纳入北京市交通行 业科技创新成果库； 支持的北京市域（郊）铁路动车组修程修制优化研究创新团队获技术创新劳动竞 赛先进集体。参与该项目全时率 60%。

主要完成单位及创新推广贡献：

山西阳大铁路有限责任公司：自 2021 年 3 月起，山西阳大铁路有限责任公司勇挑重担，牵头联合局方、主机厂以及其他线路应用单 位，组建起一支精锐的项目研究团队，全力投入《阳大铁路 CRH6A 平台城际动车组维修周期间隔延长 研究与应用》项 目。在项目推进过程中，深度聚焦 CRH6F-A 型动车组高级修周期间隔的延长研究及推 广应用，通过一系列严谨且科学的探索与实践，2021 年 6 月 已成功将动车组高级修周期由原本的 120 万公里/4 年大幅优化至 120 万公里/6年。不仅如此，还积极开展实车应用测试，全方位收集数据并深 入分析验证。历经不懈努力，至 2023 年 12 月顺利形成全面且系统的项目总结成果，并迅速将其推广 应用至北京城市副中心线与北京怀柔 - 密云线这两条重要的城际铁路之上。此举成效显著，不仅在经 济效益方面实现了大幅提升，在社会效益层面亦收获颇丰，更为关键的是，进一步完善并构建起一套 契合市域（郊）、城际铁路长远发展需求的动车组技术标准体系，为行业的规范化、 高效化发展奠定了 坚实而稳固的基础。

中国铁路北京局集团有限公司：本公司为国铁集团下属铁路运输公司，具有丰富的铁路运输组织能力、动车组运维工作经验和安全保 障体系，受阳大铁路公司委托，作为阳大线 CRH6F-A 型动车组运用维修主体， 负责动车组日常运维和 检修工作，组织开展 CRH6A 平台动车组修程修制优化工作，参与制定和实施动车组延长期内的安全保 障措施，根据验证方案安排动车组进行实车验证，牵头完成了动车组高级修计划优化方法的研究，将 项目研究成果成功应用到山西阳大铁路、北京城市副中心线和北京怀柔-密云线等 3 条城际铁路，经济 社会效益明显，完善建立了适合市域（郊）、城际铁路发展的动车组技术标准体系。

中车青岛四方机车车辆股份有限公司：在牵头单位领导下，完成了动车组修程修制优化技术方案，在实车验证阶段， 负责对动车组验证部件 运行故障、性能测试、检修等关键数据进行收集并分析，形成验证总结。结合该项目的开展，形成了 城际动车组修程修制优化方法，掌握了轴箱轴承、橡胶节点、牵引电机等部件随运用时间的性能变化 规律，为动车组修程修制优化提供技术支撑，最终实现动车组高级修时间周期延至 6 年，推动了动车 组检修技术进步。

主要完成技术创新点中第 1 项内的学术论文《CRH6 动车组修程修制优化研究》《CRH6 型城际动车组修 程修制优化技术路线和应用》、技术方案《阳大铁路 CRH6 动车组修程修制优化技术方案》、技术总结《阳 大铁路 CRH6 型动车组修程修制优化总结》和技术标准《北京城市副中心线 CRH6A 型动车组 6 年期四级 修检修标准》的编制，组织业内专家形成《CRH6A 平台动车组修程修制优化验证总结评审意见》； 完成 技术创新点中第 2 项内的学术论文《轨道车辆造修数据统计分析系统研究》《铁道车辆非线性空气弹簧 检修周期优化研究》； 完成技术创新点中第 3 项内的发明专利《-种评估动车组用冷却风机性能的方法 及系统》。

北京市域铁路融合发展集团有限公司：本公司是北京市郊铁路城市副中心线、怀柔-密云线的投资建设运营主体，配属有 11 列 CRH6A 平台动 车组（ 5 列 CRH6A 型动车组、6 列 CRH6F-A 型动车组）。考虑到动车组运用实际，在保障安全的前提下， 为降低运用成本，提升运用效率，实现北京市郊铁路可持续发展，公司积极争取北京市政府相关部门 和国铁北京局集团公司的支持，参与了 CRH6A 平台城际动车组维修周期间隔延长方案的研究、 实车验 证等工作，并将成果在北京市郊铁路城市副中心线、怀柔-密云线所有动车组上推广应用。参与完成的 技术标准《北京城市副中心线 CRH6A 型动车组 6 年期四级修检修标准》，完善了市域（郊）铁路动车组 检修标准体系。

二、山西贝特瑞新能源科技有限公司

提名奖励类别：企业技术创新奖

提名意见：

我单位认真审阅了该项目《提名书》及附件材料，确认全部材料真实有效。

山西贝特瑞新能源科技有限公司成立于2011年11月15日,注册资本4000万元人民币，公司主营产品锂离子电池负极材料，其他产品包括特碳、等静压、金刚石纯化粉、高纯核石墨粉、碳纳米材料、碳-碳复合材料等新型炭基材料。是国家高新技术企业、山西省“专精特新”中小企业，荣获全国工人先锋号、山西省模范集体、省级企业技术中心、山西省国防先进技术创新中心、山西省中小企业技术中心、山西省新材料产业融通创新服务平台、省级科技创新智库试点单位、山西省新材料精品、山西省名牌产品、山西省博士创新站、2024年“创客中国”山西省中小企业创新创业大赛 企业组一等奖、阳泉市重点产业链新能源电池产业链”链主“企业、阳泉市创新研发优秀企业、阳泉市市长质量奖等荣誉。公司注重专利保护，目前共申请专利100余项，已获得授权专利56项（发明专利12项，实用新型44项），参与国家标准制定1项。

经审核，该公司有效知识产权证明有47项，其中发明专利12项，实用新型35项。通过ISO9001（质量管理体系）、ISO14001（环境管理体系）、ISO45001（职业健康安全管理体系）、IATF16949（汽车行业质量管理体系）四大体系的验收工作，为公司的品质保障提供有力的支撑。

锂离子电池用天然石墨负极材料--天然石墨高温提纯工序品,2023年在细分领域国内市场占有率18.2%，排名位于国内前三。推荐该企业提名企业科技创新奖。

企业简介：

山西贝特瑞新能源科技有限公司于2011年11月15日注册成立，是由山西晋沪碳素有限责任公司（持股52.75%）和贝特瑞新能源材料股份有限公司（持股47.25%）共同出资成立，注册资金4000万元。厂区占地340余亩，现有员工263人，2022年营业收入8.52亿元，总产值突破9亿元，利税总额2.4亿元；2023年营业收入3.83亿，总产值4.38亿元，税收1531.89万元；2024年1月-11月营业收入3.42亿元。

公司主营产品锂离子电池负极材料，其他产品包括特碳、等静压、金刚石纯化粉、高纯核石墨粉、碳纳米材料等新型炭基材料，呈现出多品种并存的业务格局。公司拥有负极材料一体化生产体系，5条石墨化生产线，共50台不同类型石墨化窑炉，石墨化年产能3万吨；2条隧道窑生产线，负极材料碳化年产能3万吨；3条负极成品线，具备年产1.2万吨负极材料生产能力。

公司于2014年9月获得国家高新技术企业资质，注重专利保护，目前共申请专利100余项，已获得授权专利56项（发明专利12项，实用新型44项），参与国家标准制定1项。2022年，公司顺利通过ISO9001（质量管理体系）、ISO14001（环境管理体系）、ISO45001（职业健康安全管理体系）、IATF16949（汽车行业质量管理体系）四大体系的验收工作，为公司的品质保障提供有力的支撑。

企业创新情况及推广应用情况：

1.承担市级科技项目：快充型高容高压实人造石墨负极材料。通过研发和优化生产工艺，提高人造石墨负极材料的快充性能、容量密度和压实密度。以满足快充型电池的需求，主要应用于新能源汽车、便携式电子设备。

2.碳-碳石墨复合材料。与哈尔滨工业大学共同合作开发，已提交专利申请。碳碳石墨复合材料主要有石墨硬毡和软毡两类产品，我公司主要生产石墨硬毡。该产品在航空航天、高端芯片制造、汽车工业、化工设备、电气工程以及高温工业炉窑等领域有着广泛的应用。2024年石墨硬毡产线投产，提供就业岗位6个，目前已产出1.5吨，经济效益90万元。

3.硅碳复合负极产品。以优质人造石墨与硅碳材料，经过充分混合生产，得到硅碳复合负极产品。具有能量密度大、安全性能高、续航里程长、充电时间短等特点。适用于各类圆柱型电池、方型电池、聚合物电池、动力电池。

4.核石墨。也称为反应堆石墨，是一种专门用于核反应堆的石墨材料，它在核能发电和研究中扮演着重要角色。

产学研、自主知识产权

公司重视产学研合作，与贝特瑞研究院共建博士创新站，和太原理工大学、中北大学、哈尔滨工业大学、北奔重型汽车集团有限公司等高校研究院和企业签订合作协议，实施打造共享科研平台建设。充分利用现有公司体系内的人才资源优势，结合各合作单位的学术水平等因素实现信息共享，缩短了研发到试产的开发周期，提高了有效资源的利用率，保证技术水平世界先进。

研发强度

自2014年开始至今，累计投入研发经费1.18亿元，每年研发费用占当年营业收入3%以上。

团队建设

研发团队共计50余人，其中：博士2人、硕士4人、大专及以上学历37人。

核心团队

耿林华，阳泉市人大代表，中共党员，现任山西贝特瑞新能源科技有限公司总经理。从事碳素、石墨化加工及负极材料生产30余年，拥有授权专利51项，12项发明专利，39项实用新型，参与国家标准GB/T24533-2019锂离子电池石墨类负极材料制定。获得“山西三十佳转型发展优秀民营企业家”、“优秀共产党员”、“山西省第五届优秀中国特色社会主义事业建设者”等荣誉。

刘文增，常务副总经理，毕业于中山大学。深耕负极材料多年，先后在杉杉、凯金、新卡奔等公司担任技术专家、核心高管，被业内认可。有丰富的锂离子电池品质管理经验，对原材料输入检验、制程品质管控、出货品检验控制、产品售后服务、品质体系运行与维护等有较丰富的管理经验。

袁国辉，哈尔滨工业大学教授，学术委员会主任，袁教授是碳材料领域资深专家，担任中英政府间石墨烯标准化合作组成员、中国材料与试验团体标准委员会委员、国家石墨产业科技发展专项规划专家组成员。在科研领域多次为党和国家领导人建言献策。

张帅，博士，毕业于波兰西波美拉尼亚技术大学，材料工程专业。长期从事碳基材料在储能领域的应用研究。在石油焦。针状焦等人造石墨原料方面有深入的探索。同时。致力于人造石墨生产工艺的改进和优化。参与开发多种锂电负极材料专用设备。

李光华，博士，毕业于东南大学，材料物理与化学专业，深圳贝特瑞研究院项目应用开发部部长。拥有深厚的学术背景，和丰富的实践经验，擅长领域涉及高功率动力电池、三元锂离子动力电芯、正负极材料等多个方向。

主要知识产权证明目录：

授权项目名称 知识产权类别 国（区）别 授权号

双体石墨化炉 发明专利 中国 ZL2016101320699

便于研磨的锂电池硅碳负极材料加工设备及其加工方法 发明专利 中国 ZL2021106775598

锂电池硅碳负极材料连续化生产机器及其生产方法 发明专利 中国 ZL2021106789321

一种复合型锂电负极材料生产设备及其生产方法 发明专利 中国 ZL2021106775579

多孔型锂电负极材料的压制装置及其压制方法 发明专利 中国 ZL2021106789162

一种锂电池负极材料内串石墨化炉 发明专利 中国 ZL2021105665548

一种温控式锂电池负极研磨设备及其研磨方法 发明专利 中国 2021115094961

一种锂电池负极材料的制备反应釜及其制备方法 发明专利 中国 ZL2021112681598

一种锂电池负极填充用压实设备及其压实方法 发明专利 中国 ZL2022101528230

便于调节的锂电池负极材料压制机器及其压制方法 发明专利 中国 ZL2022105374759

一种高负载锂电池负极制备装置及其制备方法 发明专利 中国 ZL2022100485416

一种多功能的锂电池负极包覆设备 实用新型专利 中国 ZL202220111270X

一种锂电池负极材料定量制备装置 实用新型专利 中国 ZL2022203349283

锂电池负极材料的一体式制备装置 实用新型专利 中国 ZL2022203332761

一种坚果壳衍生多孔碳材料的制备方法和在锂离子电池中的应用 发明专利 中国 ZL2023104696321

截止目前，已累计申报专利108项，获得授权56项，其中：发明专利12项，实用新型44项。另参与国家标准——锂离子电池石墨类负极材料制定1项。