

一、项目名称：网络继电保护式全矿井供电智能管控系统关键技术及应用

二、提名者：山东省能源局

三、提名意见

我单位认真审阅了该项目提名书及其附件材料，确认全部材料真实有效，确认完成人、完成单位排序无异议，相关栏目均符合山东省科学技术奖励委员会办公室的填写要求。按照要求，所有项目完成单位、所有完成人所在单位都已对申报项目的拟提名情况进行了公示，公示期间无异议。

山东海纳智能装备科技股份有限公司牵头，协同各方完成“网络继电保护式全矿井供电智能管控系统关键技术”项目攻关，核心理论与成套装备实现颠覆性原始创新。

项目首创网络继电保护全新机理，突破国内煤矿、工矿配电网沿用数十年的传统继电保护固有技术框架，开创性融合人工智能技术与配电保护体系，深度耦合供电一次网络与通信网络，将传统独立分散、单点处置的“单兵作战”保护模式革新为全域联动、同步协同的“网络集群协同”故障处置新模式，可实现供电故障毫秒级精准定位，一举填补国内外矿井全域协同继电保护理论体系与成套专用装备双重空白，从底层原理层面根治行业长期痛点——传统保护机制引发矿井供电故障后大范围区域停电的行业顽疾。依托自主原创网络继电保护理论，项目搭建基于国产操作系统的自主可控供电智能监控平台，完整覆盖煤矿井下高低压全层级供电系统，为煤矿供电连续、安全、稳定运行筑牢自主可控核心装备技术底座。

项目成果斐然，授权发明专利 10 项，形成 10 大系列标准化矿用装备并全部通过矿安检测、防爆资质认证；在 IEEE Transactions on Industrial Electronics、《电网技术》等国内外权威顶刊刊发 SCI/EI 收录学术论文 11 篇。2025 年 5 月 29 日，李立涅院士等权威专家现场评审，整体技术达国际领先水平，项目突破了传统煤矿电网技术瓶颈。

成果落地转化成效突出，已在汶上义桥煤矿有限责任公司建成标准化示范工程，形成可复制、模块化成套解决方案；先后推广应用至国家能源、中煤、山东能源等十余家国内大型煤炭集团 200 余座井工矿井，其中 10 家单位近 2 年新增利润超 22.31 亿元。成果先后入选 2024 年国家矿山安监局先进适用推广技术，建设实施经验在山东省煤矿井下供电智能化现场会全省推广，并荣获 2025 年度中国煤炭工业科学技术奖一等奖。

本项目技术通用性、场景适配性极强，成套管控方案可平移适配冶金钢铁、石油化工、船舶舰船等多行业工矿配电场景，打造国内工矿供电智能保护领域标杆，引领全球配电网继电保护与全域智能管控技术迭代升级。

四、提名等级：山东省科学技术进步奖二等奖

五、项目简介

本项目隶属煤矿供电智能化、矿山电力安全相关技术装备领域，聚焦于煤炭资源安全、高效、智能化开采场景。面向井下高压馈线复杂拓扑、潮湿强电磁干扰、防爆受限作业环境，攻坚矿井供电继电保护失选择性、故障研判滞后、定值适配性差等行业难题，研发网络协同继电保护新机理、故障精准处置、低压漏电防控、全域智能管控一体化技术及成套装备，筑牢煤矿供电本质安全防线，落实“数字技术与煤炭生产开发深度融合”的煤矿智能化发展战略，为我国矿井供电安全管控提供核心技术方案和可复制的工程实践。

本项目来源于国家自然科学基金及企业横向项目，通过产学研协同攻关、井下反复试验迭代、核心软硬件自主国产化研发，破解传统煤矿继电保护固有技术短板，实现矿井供电保护机理、成套装备、管控体系的全方位技术突破。项目成果如下：

1) 原创矿井网络协同继电保护新原理，提出供电专网与工业通信双通道联动的集群协同保护机制，彻底取消逐级配合时间级差，实现全线路故障零延时精准定位。自主研发高低压智能网络保护装置、外施故障信号源、矿用智能电磁起动器等系列化核心防爆装备，攻克传统继电保护独立研判、动作失选择性、协同性差的行业技术瓶颈，补齐矿井供电基础保护机理短板。

2) 研发高压电网故障精准处置成套技术，构建自适应拓扑的高压短路防越级跳闸判别算法，将高压短路故障跳闸准确率提升至 99%以上，根治越级跳闸诱发全矿无计划停电重大安全隐患；搭建抗环境扰动接地故障选线模型，实现高压单相接地故障选线准确率由 70%大幅提升至 99%以上，筑牢高压供电安全屏障。

3) 发明低压漏电分层判别防控技术，提出零序电流幅值-功率方向联合集中判别新方法，实现低压漏电故障靶向精准判别，全面消除供电误停生产扰动；创新搭建全自动化“一键漏电试验”管控体系，闭环管控现场漏试、敷衍试、虚假试验顽疾。

4) 搭建国产化全矿井供电一体化智能管控平台，研发分层分布式矿井供电专用智能监控平台，一体化集成高低压供电实时监控、故障溯源闭环处置、继电

保护定值自适应整定、设备健康研判全维度功能，破解人工定值整定效率低、误差大、无法适配动态负荷难题，实现全矿井高低压供电全场景、全链路、全生命周期智能化自治管控。

本项目关键技术与成套装备获得知识产权 41 项，其中发明专利 10 项，实用新型专利、防爆软著等 31 项；在国内外电力、采矿领域顶级期刊发表 SCI/EI 检索高水平学术论文 11 篇，支撑 2 项国家能源行业标准编制，全部 10 个系列自研装备完成矿用 MA 安全检测、防爆资质认证。2025 年 5 月 29 日，李立涅院士等权威专家现场评审，整体技术达国际领先水平。项目突破了传统煤矿电网技术瓶颈，荣获 2025 年中国煤炭工业科学技术奖一等奖，入选 2024 年国家矿山安监局先进适用推广技术名录。项目在汶上义桥煤矿有限责任公司建成了标准化示范工程，推广应用至国家能源、中煤、山东能源等十余家国内大型煤炭集团 200 余座井工矿井，其中 10 家单位近 2 年新增利润超 22.31 亿元。

国家矿山安全监察局山东局 2025 年 12 月 26 日在项目示范基地（汶上义桥煤矿有限责任公司）召开了山东省煤矿井下供电智能化现场会，全省推广项目示范基地建设经验，发挥了标杆引领作用。

六、主要知识产权和标准规范等目录

知识产权（标准）类别	知识产权（标准）具体名称	国家（地区）	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日期	证书编号（标准批准发布部门）	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）	发明专利（标准）有效状态	第一完成人是否为发明人（标准起草人）	第一完成单位是否为权利人（标准起草单位）
发明专利	一种高压防爆开关	中国	ZL202310263590.6	2023 年 5 月 23 日	第 5994000 号	北京国力电气科技有限公司	国际平；张文瑞；张孝芳；孟凡	有效	是	否

发明专利	矿用保护装置相序自动调整方法及系统、电子设备、存储介质	中国	ZL202310442228.5	2023年7月11日	第6132405号	北京国力电气科技有限公司	国际平; 张文瑞; 张孝芳; 孟凡利	有效	是	否
发明专利	一种基于工况自适应式矿用低压漏电保护方法	中国	ZL202510341966.X	2025年8月19日	第8169669号	北京国力电气科技有限公司	国际平	有效	是	否
发明专利	一种矿用电路故障自诊断方法及系统	中国	ZL202510854441.6	2025年8月26日	第8199919号	山东海纳智能装备科技股份有限公司	朱凯; 王华东; 张娜娜; 谢胜卓; 刘波	有效	否	是
发明专利	一种工业矿用电源的过载监测方法、装置及电源	中国	ZL202510045254.3	2025年04月11日	第7869684号	山东海纳智能装备科技股份有限公司	朱凯; 王华东; 张娜娜; 郭向向; 张振洲	有效	否	是
发明专利	一种矿用备用电源管理系统	中国	ZL202410303605.1	2024年10月08日	第7427298号	山东海纳智能装备科技股份有限公司	王华东; 张娜娜; 谢胜卓; 赵瑞爽; 寻亚茹	有效	否	是

发明专利	一种矿用高压电缆绝缘检测方法及系统	中国	ZL 2024 1 127 555 0.4	2025 年 01 月 21 日	第 7680 708 号	山东海纳智能装备科技股份有限公司	时培立;王华东;张娜娜;谢胜卓;寻亚茹	有效	否	是
发明专利	一种矿用中高压直流电源的检测方法及装置	中国	ZL 2024 1 153 369 0.7	2025 年 03 月 21 日	第 7814 684 号	山东海纳智能装备科技股份有限公司	王华东;谢胜卓;颜静	有效	否	是
发明专利	一种全线路再生制动能量调控方法及装置	中国	ZL 2019 10 734 197. 4	2020 年 10 月 16 日	第 4034 505 号	中国矿业大学（北京）	卢其威; 车程; 何棒棒; 高志宣	有效	否	否
发明专利	直流供电系统及其电弧故障的检测方法和装置	中国	ZL 2019 10 750 099. X	2020 年 10 月 16 日	第 4036 353 号	中国矿业大学（北京）	卢其威; 苏猛; 叶泽雨; 王纪元	有效	否	否

七、主要完成人情况表

1.国际平，技术职称：高级工程师，行政职务：董事长，工作单位及完成单位：北京国力电气科技有限公司，排名：1/10。对本项目创新点一、二、三、四有贡献。

2.朱凯，技术职称：正高级工程师，行政职务：董事长，工作单位及完成单位：山东海纳智能装备科技股份有限公司，排名：2/10。对本项目创新点一、二、三有贡献。

3.卢其威，技术职称：教授，行政职务：副院长，工作单位及完成单位：中国矿业大学（北京），排名：3/10。对本项目创新点二、三、四有贡献。

4.毛庆福，技术职称：副高级工程师，行政职务：矿长，工作单位及完成单位：汶上义桥煤矿有限责任公司，排名：4/10。对本项目创新点二、三有贡献。

5.甄阳清，技术职称：应用研究员，行政职务：济宁矿业集团副经理，工作单位及完成单位：济宁矿业集团有限公司，排名：5/10。对本项目创新点二、三、四有贡献。

6.王崇景，技术职称：正高级工程师，行政职务：党委副书记、总经理，工作单位及完成单位：济宁能源发展集团有限公司，排名：6/10。对本项目创新点二、四有贡献。

7.程红，技术职称：教授，行政职务：副院长，工作单位及完成单位：中国矿业大学（北京），排名：7/10。对本项目创新点一、三有贡献。

8.夏亮亮，技术职称：副高级工程师，行政职务：机电矿长，工作单位及完成单位：汶上义桥煤矿有限责任公司，排名：8/10。对本项目创新点二、三、四有贡献。

9.吴敬建，技术职称：高级工程师，行政职务：机电中心副经理，工作单位及完成单位：山东济矿鲁能煤电股份有限公司，排名：9/10。对本项目创新点三有贡献。

10.张洋，技术职称：工程师，行政职务：总经理，工作单位：鲸航工业科技（山东）有限公司，完成单位：汶上义桥煤矿有限责任公司，排名：10/10。对本项目创新点三、四有贡献。

八、主要完成单位情况表

1、第一完成单位：山东海纳智能装备科技股份有限公司

该完成单位对本项目贡献：对创新点一、创新点二、创新点三均做出了贡献，

主要科技贡献包括：（1）参与核心保护装备研制与产业化制造，配合完成智能网络保护装置、智能电磁起动器等核心设备的结构优化与工业试制，保障装备符合矿用防爆标准与井下工况适配要求；（2）支撑示范工程装备配套交付，负责义桥煤矿等示范项目相关装备的生产供货与现场安装配合，统筹生产进度与质量管控，保障工程建设顺利推进；（3）配合核心技术现场验证优化，结合井下运行反馈提出装备改进建议，推动核心装备性能迭代，提升产品运行稳定性与环境适应性；（4）助力成果规模化推广，配套开展装备量产与售后技术服务，支撑项目成果在多座矿井落地。

2、第二完成单位：北京国力电气科技有限公司

该完成单位对本项目贡献：对创新点一、创新点二、创新点三、创新点四均做出了贡献，主要科技贡献包括：（1）牵头核心原理创新攻关，首创网络继电保护新原理，打破传统时限级差保护技术局限，研发高压防越级跳闸、接地精准选线、低压漏电防误跳等核心算法，奠定项目技术根基；（2）研发智能网络保护装置、专用外施信号源、智能电磁起动器等 10 个系列矿用产品，全部通过矿安与防爆认证，形成成套化硬件解决方案；（3）基于国产凝思操作系统开发智能监控软件平台，集成定值智能整定、一键漏电试验等功能，实现高低压供电全场景一体化管控；（4）负责义桥煤矿等示范工程的技术方案实施、现场调试与技术保障，解决井下复杂工况适配难题，保障系统长期稳定运行；（5）参与编制行业团体标准，支撑成果鉴定、奖项申报与国家推广目录入选。

3、第三完成单位：中国矿业大学（北京）

该完成单位对本项目贡献：对创新点一、创新点二、创新点三、创新点四均做出了贡献，主要科技贡献包括：（1）依托国家自然科学基金等科研项目，完成了本项目关键技术的研究工作，组织完成了本项目的科技创新工作；（2）完善网络型继电保护新原理，并指导研制了基于网络型继电保护的高精度选择性漏电保护装置；（3）开展基于零序电流幅值和功率方向集中判别的新方法的理论分析和建模，指导研发了具备漏电保护功能的智能型低压电磁起动器。

4、第四完成单位：汶上义桥煤矿有限责任公司

该完成单位对本项目贡献：对创新点二、创新点三、创新点四均做出了贡献，主要科技贡献包括：（1）作为项目首座示范矿井，建成覆盖地面 35kV 变电所、井下 6 个变电所及 31 个配电点的全矿井供电智能管控体系，实现高低压供电监控保护全覆盖，为核心技术提供完整工程验证场景；（2）依托矿井真实供电工

况，持续验证网络继电保护、高压防越级跳闸、高低压精准选漏等核心技术的现场可靠性，积累海量运行数据，支撑技术方案迭代优化；（3）结合井下潮湿、高粉尘、防爆要求高等特殊环境，提出工程化改进需求，推动核心装备现场适配改造，提升技术方案的井下实用性与运行稳定性；（4）落地一键漏电试验、定值智能整定等智能化功能，实测减少非计划停电时长，降低运维人工成本，形成详实的安全与经济效益数据；（5）总结矿井供电智能化建设经验，配合承办行业现场会与技术交流活动，形成煤矿供电智能化建设标杆方案，支撑成果向全行业推广应用。

5、第五完成单位：济宁能源发展集团有限公司

该完成单位对本项目贡献：对创新点二、创新点四均做出了贡献，主要科技贡献包括：（1）参与全矿井供电智能管控系统工程化适配，结合煤矿智能化建设实际需求，优化系统落地方案，推动网络继电保护、智能管控等核心技术与井下供电场景深度融合；（2）承担示范工程软件的实施与运维保障，负责义桥煤矿等示范项目的系统部署、现场调试与技术支持，配合完成核心技术工业验证，保障系统长期稳定运行；（3）开展区域成果推广与本地化服务，依托省内产业资源拓展应用市场，配套全流程技术支撑与售后保障；（4）协同推进技术迭代优化，收集现场运行反馈与用户需求，配合研发团队完善系统功能与装备性能，持续提升技术方案的现场适配性。