附件3

“国产芯片赋能换流站全域智能故障诊断与处置技术研究及应用”项目公示内容

一、项目名称

国产芯片赋能换流站全域智能故障诊断与处置技术研究及应用

二、提名者及提名等级

提名者：昆明经济技术开发区管理委员会

提名等级：云南省科学技术进步奖二等奖

1. 项目简介

特高压直流输电作为“西电东送”战略的核心载体，是国家统筹区域发展、破解能源逆向分布难题、实现“双碳”目标的关键基础设施。云南作为全国清洁能源基地，已建成10条跨省直流通道，包括世界首个±800kV特高压直流、特高压混合多端直流工程。

换流站运行人员控制系统是高压直流输电系统的关键组成部分，而目前国内运行人员控制系统的核心元器件仍然依赖进口，电力智能化水平受限于场景极复杂、数据极多源，严重影响我国高压直流输电“大动脉”的安全稳定，能源安全问题与电力“芯片”国产化替代存在严峻挑战和瓶颈。

为突破瓶颈，南方电网超高压输电公司昆明局联合南方电网科学研究院有限责任公司、昆明理工大学、许继电气股份有限公司等7家“产学研用”单位共同成立了攻关组。在国家基金、南方电网等5个科技项目支持下，历时近十年，持续围绕特高压领域全国产化替代及智能化水平提升的难题，开展了国产化芯片动态热-算力协同、迁移学习技术研究，研制了首个高压换流站完全自主可控智能监控系统。取得了集理论、方法、技术和系统的创新成果，有如下创新点：

1.国产芯片智能决策引擎。提出国产化芯片动态热-算力协同技术，解决换流站高算力场景下国产芯片过热导致的性能下降与可靠性降低问题，实现芯片多核与冗余服务器间的任务动态迁移与温控优化。

2.迁移学习和知识图谱驱动智能诊断技术。提出基于多模态数据融合的迁移学习技术、创新知识图谱驱动智能诊断技术，解决换流站设备缺陷图像样本稀缺导致的检测精度低问题、攻克“数据异构”与“逻辑黑盒”引发的故障分析定位耗时长、准确率低难题，实现换流站全域智能故障诊断。

3.故障智能诊断系统。基于“国产芯片+智能诊断技术”融合创新，研制出首个高压换流站完全自主可控智能监控系统，突破性解决电力核心装备领域长期存在的芯片“卡脖子”技术瓶颈与智能化水平不足难题。构建“分析-诊断-决策-处置”全链路智能化运维体系，故障特征分析时长从常规20分钟压缩至10秒以内、故障自动识别准确率提升至不低于95%、首次实现了换流站一键隔离故障电气设备间隔，形成“监测-预警-处置”的闭环管控能力，推动换流站运维模式从从人工依赖型运维向智能自主运维的范式转变。

项目授权发明专利17件、软著2项；发布行标2项、团标2项、企标4项；发表论文23篇。研发的高压直流输电一体化运行人员控制系统等2种装置、2类应用软件通过第三方权威机构的检测，结果表明各项指标均符合相关标准要求。经中国机械工业联合会等鉴定机构组织鉴定，由饶宏院士领衔、20余位行业专家组成的鉴定委员会认定：项目成果整体达国际领先水平，填补了该领域国际空白。项目成果自2022年以来已经在多个换流站中得到应用，经济和社会效益显著，保障了能源安全的同时，有力推动特高压领域的国产化、智能化科技进步。

四、主要知识产权和论文专著

1、主要知识产权目录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 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 |
| 1 | 发明专利 | 电力数据的处理方法、装置、设备及存储介质 | 中国 | ZL202111027085.9 | 2025年03月04日 | 第7776231号（国家知识产权局） | **中国南方电网有限责任公司超高压输电公司昆明局** | **孙豪;**卢远宏;鞠翔;郭琦;魏金林;李少森;李仕凯;周源；魏国富;黄大彬;徐家将;袁虎强;孙靖铷;郭海平;苏明章 | 已授权 |
| 2 | 发明专利 | 换流站的日志关联分析方法及诊断装置 | 中国 | ZL202110021099.3 | 2022年05月17日 | 第5155181号（国家知识产权局） | **中国南方电网有限责任公司超高压输电公司昆明局** | **黄剑湘;**李少森;杨涛;徐峰;魏金林;陈图腾;王加磊;朱旭东;**孙豪;李浩;**丁丙侯;杨铖;朱盛强;阮峻;韩建伟;梁钰华;付天乙;鞠翔;赵世伟;张函;郭康;袁虎强;苏志龙;陈文;杨光;陈诺;李德荣;刘超;龙磊;马向南;张子聪;何照能;孙靖铷 | 已授权 |
| 3 | 发明专利 | 一种特高压直流设备检修二次隔离方法 | 中国 | ZL201910465069.4 | 2022年12月13日 | 第5645819号（国家知识产权局） | **中国南方电网有限责任公司超高压输电公司昆明局** | **孙豪**;**李浩**;涂仁川;王胜;**黄剑湘**;李少森;袁虎强;杨光;丁丙侯;吴东崛;王秋开;卢麒;朱盛强;刘超;李德荣;梁钰华;付天乙 | 已授权 |
| 4 | 发明专利 | 精准管理直流换流站内控制保护系统总线的方法 | 中国 | ZL201911063664.1 | 2021年06月22日 | 第4502804号（国家知识产权局） | **中国南方电网有限责任公司超高压输电公司昆明局** | 杨光;李少森;**黄剑湘;孙豪;**朱盛强;丁丙侯;刘超 | 已授权 |
| 5 | 发明专利 | 换流站的事件分析方法及分析装置 | 中国 | ZL202110021103.6 | 2022年06月10日 | 第5224406号（国家知识产权局） | **中国南方电网有限责任公司超高压输电公司昆明局** | **黄剑湘;**李少森;杨涛;王加磊;陈图腾;徐峰;梁钰华;**孙豪;**付天乙;赵世伟;韩建伟;鞠翔;朱旭东;杨铖;丁丙侯;魏金林;朱盛强;阮峻;郭康;张函;杨光;**李浩**;袁虎强;任君;苏志龙 | 已授权 |
| 6 | 发明专利 | 基于辅助节点与视频图像双确认的换流站顺序控制方法 | 中国 | ZL 2024 11608013.7 | 2025-01-21 | 第7681749号（国家知识产权局） | **中国南方电网有限责任公司超高压输电公司电力科研院** | 冯鸫;郝志杰;刘航;彭茂兰;苏国磊;国建宝;**黄剑湘**;张朝辉;黄炟超;陈名;冯雷;**彭光强** | 已授权 |
| 7 | 发明专利 | 基于DRN模型的高压直流输电系统故障诊断方法及系统 | 中国 | ZL202310956213.0 | 2024年10月01日 | 第7417120号（国家知识产权局） | **中国南方电网有限责任公司超高压输电公司电力科研院**、超高压输电公司大理局 | 李强:陈潜;武霁阳;**彭光强**;王海军;王电处;杨光源;杨礼太;陈礼昕;黄之笛;龚泽;毛炽祖;覃广斌;**李浩** | 已授权 |
| 8 | 发明专利 | 一种高压直流输电监控系统的界面设计方法 | 中国 | ZL201911108312.3 | 2023年07月04日 | 第6112914号（国家知识产权局） | **许继电气股份有限公司** | 刘翼;**饶国辉**;崔晓优;余存;张欣;张自朋;耿战霞;周玉勇;贾帅锋;靳玮玮;甄宏宇;李凤龙;赵东杰;吴春昇 | 已授权 |
| 9 | 发明专利 | 一种高压直流输电系统元件可靠性参数求解方法及装置 | 中国 | ZL202110290680.5 | 2023年06月09日 | 第6041739号（国家知识产权局） | **南方电网科学研究院有限责任公司** | **李凌飞**;侯婷;罗炜;姬煜轲;钱海;辛清明;黄莹;喇元;李岩;杨煜;李欢 | 已授权 |
| 10 | 发明专利 | 一种基于FPGA芯片的资源调度方法及系统 | 中国 | ZL201910899469.6 | 2022年10月28日 | 第5541839号（国家知识产权局） | 北京中科云脑智能技术有限公司;**合肥中科类脑智能技术有限公司** | 常峰;郑歆慰;褚海涛;**刘海峰** | 已授权 |

2、代表性论文专著

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 论文专著  名称 | 刊名 | 作者 | 年卷页码（xx年xx卷xx页） | 发表时间（年月日） | 第一作者（含共同） | 他引总次数 | 论文署名单位是否包含国外单位 | 知识产权是否归国内所有 |
| 1 | 考虑换流站海量事件的关联规则挖掘分析方法 | 电力系统保护与控制 | **黄剑湘**，林铮,刘可真,骆钊,禹晋云,徐 峰 | 2022,50(12):117-125 | 2022年06月16日 | 黄剑湘 | 9 | 否 | 是 |
| 2 | 基于关联规则算法的换流站SER事件集挖掘方法 | 科学技术与工程 | **黄剑湘**,林铮,骆钊,禹晋云,杨涛,徐峰 | 2022,22(08):3152-3159 | 2022年03月31日 | 黄剑湘 | 7 | 否 | 是 |
| 3 | Dynamic Spatial–Temporal Graph Neural Network for Cooling Capacity Prediction in HVDC Systems | energies | **Hao Sun**, Shaosen Li, **Jianxiang Huang**, **Hao Li**, Guanxin Jing, Ye Tao, **Xincui Tian** | 2025, 18(2): 313 | 2025年01月12日 | 孙豪 | 0 | 否 | 是 |
| 4 | 基于改进关联规则的直流换流站典型运维事件集诊断方法 | 电力系统自动化 | 刘可真，林铮，骆钊，黄剑湘，杨涛，雷金辉 | 2022年第46卷 | 2022年04月02日 | 刘可真 | 19 | 否 | 是 |
| 5 | 基于Apriori算法的特高压直流换流站SER事件关联分析 | 南方电网技术 | **黄剑湘**，骆钊，林铮，李少森，杨涛，徐峰 | 2021,vol.15,supplement2 | 2021年12月30日 | 黄剑湘 | / | 否 | 是 |
| 6 | 基于集成学习的高压直流输电系统故障诊断 | 电力系统控制与保护 | 李强;陈潜;武霁阳;**彭光强**；黄雄辉；李子由；杨博 | 2023, 51(16):168-178 | 2023年8月16日 | 李强 | 16 | 否 | 是 |
| 7 | 基于缺失数据插补和改进集成策略的电力系统暂态稳定评估 | 电力系统及其自动化学报 | 李 欣，吴凌霄，李新宇，**赵伟杰**，李 阳，郭攀锋 | / | 2024年09月09日 | 李欣 | 0 | 否 | 是 |
| 8 | 考虑容量分配系数的混合多送端直流输电系统可靠性评估 | 南方电网技术 | **江一**，曹显武，谢桂泉，**李凌飞**，辛清明，李欢，姬煜轲，侯婷，赵晓斌 | 2023, 17 (09): 57-67 | 2023年09月20日 | 江一 | 3 | 否 | 是 |
| 9 | Coordinated control and protection scheme for fault identification in hybrid  three-terminal DC line based on pre-estimation of fault characteristics | International Journal of Electrical Power & Energy Systems | **Xincui Tian**,Ziqian Liu,Jieshan Shan,Jinyun Yu, Jinxiong Wang,Qiang Li,  Shihong Zhang,Tuoji Zhu,Jian Hu,Kaiwen Chen  ,Hongchun Shu | 2025年164卷 | 2025年03月25日 | 田鑫萃 | 0 | 否 | 是 |
| 10 | HVDC单极闭锁暂态特性的桥差保护动作分析 | 电测与仪表 | **彭光强**，刘青松，陈伟，武霁阳，伍衡，邓军 | 2018, 55 (22): 118-123+146 | 2018年11月25日 | 彭光强 | 4 | 否 | 是 |

五、主要完成单位

1、中国南方电网有限责任公司超高压输电公司昆明局

2、南方电网科学研究院有限责任公司

3、昆明理工大学

4、许继电气股份有限公司

5、中国南方电网有限责任公司超高压输电公司电力科研院

6、合肥中科类脑智能技术有限公司

7、清华四川能源互联网研究院

六、主要完成人基本情况

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 姓名 | 工作单位 | 最高学历 | 职称 | 备注 |
|
| 1 | 黄剑湘 | 中国南方电网有限责任公司超高压输电公司昆明局 | 本科 | 高级  工程师 | 云南省“兴滇英才”  云南省直流“技术状元” |
| 2 | 孙 豪 | 中国南方电网有限责任公司超高压输电公司昆明局 | 本科 | 高级  工程师 | 技术专家 |
| 3 | 田鑫萃 | 昆明理工大学 | 博士 | 教授 | 博导/云南省“兴滇英才”  云南省“万人计划” |
| 4 | 李 浩 | 中国南方电网有限责任公司超高压输电公司昆明局 | 硕士 | 高级  工程师 | 昆明市中青年学术和技术带头人及后备人选 |
| 5 | 江 一 | 中国南方电网有限责任公司超高压输电公司昆明局 | 硕士 | 高级  工程师 | 技术带头人 |
| 6 | 赵伟杰 | 中国南方电网有限责任公司超高压输电公司昆明局 | 本科 | 工程师 | 技术专家 |
| 7 | 李凌飞 | 南方电网科学研究院有限责任公司 | 硕士 | 教授级  工程师 | 技术专家 |
| 8 | 刘海峰 | 合肥中科类脑  智能技术有限公司 | 博士 | 教授级  工程师 | 国家级“领军人才” |
| 9 | 彭光强 | 中国南方电网有限责任公司超高压输电公司电力科学研究院 | 硕士 | 高级  工程师 | 南方电网“战略级专家”  广东省直流“技术状元” |
| 10 | 李海波 | 清华四川能源互联网研究院 | 博士 | 研究员 | 四川省“万人计划”  四川省“峨眉计划” |
| 11 | 饶国辉 | 许继电气股份有限公司 | 本科 | 高级  工程师 | 技术总工 |