**2024年度****江苏省科学技术奖提名项目公示**

**项目名称：**电弧防护性能评价体系构建与高性能防护材料制备关键技术

**完成人：**唐虹，孙启龙，鞠彬彬，李飞，曹丽霞，信天，丛林，任仲恺

**完成单位：**南通大学，山东省产品质量检验研究院，圣华盾防护科技股份有限公司，常熟市宝沣特种纤维有限公司，泰和新材集团股份有限公司

项目简介：

电弧爆燃是电力作业的高危风险源，可瞬间造成作业人员重度烧伤甚至死亡。长期以来，国内电弧防护材料性能测试依赖加拿大和西班牙测试机构，存在周期长、成本高等瓶颈，严重制约我国电力安全防护体系发展。为打破国外技术垄断，项目组围绕电力安全生产核心需求，构建了国内唯一、世界第三套电弧防护性能测试系统，研制了主要指标国内外领先的电弧防护材料，形成了电弧防护“机理-纤维-织物-服装-评价”全流程技术体系，实现了产业链安全，供应链可控，解决了国外“卡脖子”技术。具体技术突破如下：

1. **成功构建了国内唯一的电弧防护性能测试系统**。首创了短路电流谐波异常检测算法，内嵌该算法的智能保护装置有效提升了燃弧系统安全性；首创燃弧功率因数多参数耦合解析理论，通过极值点-时间差-频率三维特征建模，攻克燃弧系统稳定性不足的行业痼疾，实现电压/电流精度±3%、±2%（国际同行±5%），系统稳定性突破了行业瓶颈；建成了全球首个双频燃弧测试平台，兼容50Hz/60Hz电网特性，解决了欧美测试机构60Hz测试电源与我国50Hz电网特征严重不符问题。
2. **系统揭示了电弧防护机理**。发现了芳纶在电弧作用下热收缩、膨化动态响应规律，为芳纶在电弧防护领域的应用和性能提升指明了方向；揭示了电弧作用下防护材料“热解-机械应力”耦合失效机制；建立了材料透气性能、隔热性能、机械性能等与防护效能之间的定量关系，为织物结构设计提供理论支撑；国际上首次发现了深色材料吸收电弧光能触发分子交联反应形成碳化层的“吸收-应激”防护机理，填补深色防护材料理论研究空白。

（3）**突破了高热稳定高强度间位芳纶制备技术**。发明了间位芳纶交联增强技术，创新设计了间位芳纶分子主链结构，有效提升了间位芳纶的断裂强度和热稳定性。制备的间位芳纶拉伸强度达到5.06cN/detx，比杜邦公司提高28.43%，热收缩率降低至常规间位芳纶的1/4，为电弧防护织物开发提供了优质原料。

（4）**制备了高舒适高安全电弧防护织物**。开发了电弧防护用高柔性纱线，创新设计了“能量吸收-热缓冲-防爆裂”三明治织物结构，系统解决了防护性能与舒适性能难兼顾的问题。制备的高舒适高安全电弧防护织物与杜邦公司同类产品相比，ATPV值提高了49.43%，Ebt值提高了16.67%。

项目获国家重点研发计划课题“高等级防电弧纺织材料制备、防护机理与间接评价体系研究”等多个项目支持，授权发明专利20件、实用新型专利8件，发表学术论文15篇，制修订电弧防护相关国家标准1件、电力和纺织行业标准各1件。项目建立了国内唯一的电弧防护性能测试系统，填补了该领域国内空白，打破了国外垄断。制备的电弧防护材料主要技术指标超过国内外公司产品；项目整体技术到达国际先进水平。

研制的电弧防护性能评价系统已经取得CMA、CNAS、CE认证，得到了国际认可，在人民网、科技日报、山东电视台等多家媒体上得到报道。研制的电弧防护材料已应用于国家电网、南方电网及各级电力公司，近两年直接经济效益超过20亿元，对提升我国电力行业安全生产水平和我国个体防护装备世界竞争力具有重大意义。

代表性论文论著目录（主要知识产权和标准规范目录）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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） | 知识产 权（标 准）有 效状态 |
| 1 | 发明 | 一种腈氯纶防电弧面料ATPV值防护等级的评价方法 | 中国 | ZL202110533020.5 | 2022-09-27 | 5480073 | 南通大学 | 唐虹；朱雯；孙启龙；黄圳；李侠；时禄祯；胡亦雯；陈毓姝 | 有效 |
| 2 | 发明 | 一种防电弧面料电弧防护集成试验系统及其控制方法 | 中国 | ZL202211296879.X | 2023-08-25 | 6266382 | 山东省产品质量检验研究院 | 孙胜敏；张建成；员雪峰；孙玉泉；王锋；信天；陈浩；徐仲春；梁潇；许璇；孔令魁；赵盼；焦时宝；王正昊 | 有效 |
| 3 | 发明 | 低压电路短路耐受强度试验智能保护装置 | 中国 | ZL201810915821.6 | 2020-12-11 | 4147798 | 山东省产品质量检验研究院 | 李洪亮；窦慧；李海成；丛林；苏士清；朱金华；盖玉超 | 有效 |
| 4 | 发明 | 低压电器短路耐受强度试验功率因数的三极值点测量方法 | 中国 | ZL201710247528.2 | 2017-12-08 | 2729731 | 山东省产品质量检验研究院;北京电力经济技术研究院 | 李洪亮；董强；陈波；丛林；王鑫 | 有效 |
| 5 | 发明 | 一种交联增强间位芳纶及其制备方法 | 中国 | ZL201910818877.4 | 2021-07-23 | 4569589 | 泰和新材集团股份有限公司 | 关振虹；任仲恺；潘士东；李丹；周绪波；杨文华 | 有效 |
| 6 | 发明 | 一种具有能量吸收和应急防爆结构的轻型防电弧面料 | 中国 | ZL201910893840.8 | 2021-06-08 | 4470483 | 南通大学 | 唐虹；朱雯；李侠；黄晓梅；孙启龙；黄圳；时禄祯 | 有效 |
| 7 | 发明 | 一种舒适性防电弧面料及制备方法 | 中国 | ZL201910464204.3 | 2021-02-05 | 4239068 | 陕西元丰纺织技术研究有限公司 | 樊争科；孙凯飞；林娜；侯晓鹏；穆岩；马建超 | 有效 |
| 8 | 发明 | 一种防电弧面料及其制备方法、应用 | 中国 | ZL202110695555.2 | 2023-03-31 | 5830647 | 山东省产品质量检验研究院 | 鞠彬彬；陈现景；聂来聪；刘建志；丛林 | 有效 |
| 9 | 发明 | 防电弧服 | 中国 | ZL201710637293.8 | 2018-06-12 | 2957947 | 圣华盾防护科技股份有限公司 | 蒋春燕；陈太球； 李飞；徐雪妮；王馨婕；叶远丽；王玮容； 张磊；董晓明 | 有效 |
| 10 | 发明 | 荧光黄防电弧面料及其应用、防护服 | 中国 | ZL202210754104.6 | 2023-06-13 | 6045441 | 常熟市宝沣特种纤维有限公司 | 丁致家; 曹丽霞; 钱俊 | 有效 |