项目公示材料

|  |  |
| --- | --- |
| 项目名称 | 局部放电检测装置量值溯源及抗干扰技术 |
| 项目简介 | 局部放电检测是变电设备绝缘故障分析和诊断的主要手段，其检测结果的准确性和有效性是电力设备安全可靠运行的重要保证。局放检测装置的量值有效性直接关系到检测结果。目前在局放量值有效性方面存在的主要问题在于，一是局部放电检测多采用特高频法，而国际上尚无特高频频段的标准脉冲场强发生装置，二是特高频局部放电检测装置缺少有效的时域测量方法，传统的频域稳态测量方法和标准单极探针等测量方法误差大、频率范围窄，难以反映完整信息；三是局部放电检测装置常处于强电磁环境下，严重干扰局部放电的测量信号，影响检测结果，容易引起误报、漏报。其中，缺少特高频频段的标准脉冲场强发生装置是局放传感器量值溯源的关键技术瓶颈和亟需解决的难题。针对上述问题，本项目从标准脉冲场强发生装置研制、局部放电检测装置时域测试和量值溯源方法、复杂电磁干扰环境下局部放电检测装置的抗干扰技术三方面开展了技术创新，取得了以下主要技术发明：1.发明了锥角63.8°、母线长2.49m的大型镜面单锥装置，建立了特高频标准脉冲场强发生系统，填补了技术空白，实现频率测量上限从1.5GHz提升至3GHz；研制了低损耗高匹配的N-Cone阻抗变换器，解决了镜面单锥系统和脉冲电源间阻抗匹配问题；研制了300MHz～6GHz频段的高性能超宽带定向脉冲传感器，交叉极化比在全频段从-20dB减小至-25dB，解决了脉冲场精确测量问题；实现了标准装置内任意空间点脉冲场的清晰解析和准确测量，突破了脉冲场强溯源关键技术瓶颈。 2.首创了基于标准脉冲场强的特高频局放传感器时域校准方法，其平均有效高度测量误差从现有方法的8%降至6%；提出基于等效注入场强和信号传播特性的特高频局放装置自动在线校准方法，现场检测效率提升20倍。3.提出了自动环境辨识、基于信噪比最优的智能选频、传感器幅比聚类多源放电分离的综合电磁干扰抑制方法，实现复杂电磁干扰环境下局部放电的有效检测，首次将检测装置因电磁干扰引起的误报率降至5%。成果获中国发明专利14项，实用新型专利4项，制定暂态地电压局放、特高频局放、超声波局放等国家、行业、地方检测标准11项。发表论文36篇，其中，SCI检索论文16篇。中国电机工程学会组织的鉴定委员会认为该项目整体居国际领先水平。 成果于2017年开始在电网省级电科院等单位整体应用，大幅提高了局放检测装置的量值有效性，提升了局部放电检测装置对电力设备绝缘缺陷故障的检出率和检测效率。成果以专利许可的方式在局放检测装置制造企业应用，实现了局放检测、溯源技术成果的产品化，新增销售超1亿元；成果在发电、供电企业推广应用，大幅提高了局放装置现场检测效率，为变电站主设备运维检修和停运更换提供了有效的指导，避免了主设备潜在故障和停电事故；成果的脉冲传感器校准相关技术还推广应用于通信、国防等领域，推动了行业技术交叉融合发展。 |
| 第三方评价 | 1、鉴定意见2019年11月23日，中国电机工程学会在杭州组织召开了项目成果鉴定会。鉴定委员会认为：项目提出了基于镜面单锥TEM室的特高频局放传感器时域测试方法，开发了一套大型镜面单锥特高频局放传感器计量装置；提出了局部放电在线校核方法，解决了局放装置在线校核问题；提出了自动环境辨识、基于信噪比最优的智能选频、传感器幅比聚类多源放电分离的综合电磁干扰抑制方法和局放检测装置电磁干扰抑制能力评价平台化方法，鉴定委员会一致认为：项目在局部放电检测装置量值溯源及抗干扰技术方面取得了显著的成果。项目整体居国际领先水平。 2、第三方测试报告（1）中国计量科学研究院出具了《镜面单锥可计算脉冲场装置测试报告》,编号XDdj2019-2160，测试结果认为单锥母线长2.494m，在频率300MHz到3GHz频段，与大型开阔场和样品的平均有效高度差别为6%。（2）浙江省计量科学研究院出具了《应用于镜面单锥可计算脉冲场发生器几何参数测试方法研究技术评价分析报告》，编号2019-KY-HX-056，测试结果为：母线长最大截面直径2132.962mm，圆锥角度63.8度。（3）中国计量科学研究院出具了《脉冲发生器校准证书》，编号XDsm2018-0776，测试结果为：脉冲源通道A上升时间（20%~80%）39ps，下降时间（20%~80%）63ps。（4）北京市北供电气设备试验中心出具了《ZC-QC-T-HP多功能局放校验仪检测报告》，编号ZC2018052101，检测结果显示同步输出信号测试和双指数脉冲信号符合要求，通过便携式局放仪可以采集到高频局部放和特高频局放电典型PRPD图谱。3、查新报告2019年11月19日国家电网有限公司信息通信分公司对本项目进行国内外查新，结论为：该课题综合以下技术要点，在检出的国内外相关文献中未见报道：1）.基于超大镜面单锥TEM室的特高频局部放电传感器时域精密计量方法和系统，实现了特高频局放传感器关键参数量值溯源；2）基于等效注入场强和信号传播特性的特高频局部放电自动在线校核方法，实现在线监测局放装置自动校核；3）基于信噪比最优的智能选频、自动环境辨识、传感器幅比聚类多源放电分离的综合电磁干扰抑制方法，实现复杂电磁干扰环境下局部放电的检测。 |
| 经济效益 | 1.45亿元 | 社会效益 | 1、项目发明的大型镜面单锥系统改变了局放关键量值无法有效溯源的现状，保证了局放检测装置入网检测和周期校验工作的有效性和可行性，显著改善了局放检测装置的性能和质量，提升了局放检测的准确性和有效性，有效预防和减少了主设备停电事故，为护航电网安全稳定运行发挥了巨大作用;2、项目成果完善了电力设备局部放电量值溯源体系，推动了电力计量技术的发展;3、项目首创的脉冲电磁场计量技术已成功推广应用于通信、国防等领域，有力推动了相关行业的科技进步。 |
| 推广应用情况 | 1、成果于2017年开始率先在浙江、山东电网整体应用，并推广应用于国网、南网、地方电网所属多家电力企业，通过本项目技术检测的局放检测装置对主设备局放缺陷识别率达到100%，比传统方法提高了31%，在线监测装置的校验效率提升20倍；2、成果以专利实施许可的方式在杭州西湖电子研究所制造企业应用，形成了局放检测（抗干扰）、溯源系列产品；3、项目核心技术已推广应用于国防、通信领域的脉冲传感器计量等工作。 |
| 主要完成单位 | 国网浙江省电力有限公司电力科学研究院，上海交通大学，国网浙江省电力有限公司杭州供电公司 |
| 主要完成人员 | 王异凡，龚金龙，唐志国，江秀臣，王一帆，宋琦华 |
| 完成人合作关系说明 | “局部放电检测装置量值溯源及抗干扰技术”申报2020年浙江省技术发明奖，项目完成人国网浙江省电力有限公司电力科学研究院（以下简称“浙江电科院”）王异凡，龚金龙，王一帆，宋琦华，上海交通大学（以下简称“上海交大”）江秀臣，华北电力大学唐志国等相关人员组成技术团队，长期合作，联合攻关，共同完成该项目。6名完成人员之间合作关系如下：第一完成人王异凡为项目主要负责人，负责各项目研究内容的工作开展，制定并主导项目研究的技术路线和研究方案，把握该项目所有成员之间互相协作，保证研究方向的一致性。第一完成人王异凡和第二完成人龚金龙、第五完成人王一帆、第六完成人宋琦华同属浙江电科院同一课题组，共同完成多个项目的研究。本项目中共同完成了“大型镜面单锥系统设计与研制”、“局部放电时域测试方法制定”“在线监测装置自动校核方案制定”等研究内容。合作形成多项授权发明专利、软件著作权和论文。第三完成人唐志国为华北电力大学副教授。该课题组与浙江电科院长期合作，共同完成包括本项目在内的多项科技项目研究工作。本项目中共同完成了“变电站电磁噪音数据库建立”、“局放检测装置量值溯源方案制定”等研究内容。合作形成多项授权发明专利、软件著作权和论文。第四完成人江秀臣是上海交通大学教授，在本项目中主要负责“局部放电检测装置窄带干扰抑制方法研究”。 |
| 提名单位 | 浙江省电力学会 |
| 提名单位意见 | 项目攻克了标准脉冲场强溯源的难题，突破了局部放电溯源和抗干扰技术瓶颈，改变了局放关键参量无法实现时域溯源的现状，大幅提升了在线校核作业效率并节省了人力成本，建立了暂态地电压、超高频、超声波等局部放电类检测装置性能量化评估的标准化体系，从核心技术与装备研制、工程应用三方面推动了电力设备局部放电量值溯源和抗干扰技术进步。项目成果获项目成果在多个单位进行了应用，对减少主设备停电事故、实现电力设备精准状态评价具有重大应用价值，为保障电网安全稳定运行、推动了装备制造业技术水平的提升提供了技术支撑，推广应用前景好，经济社会效益显著。同意推荐浙江省技术发明奖一等奖。 |

附件：

1、主要完成人员情况

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 王异凡 | 排名 | 1 |
| 行政职务 | 专职 | 技术职称 | 高级工程师 | 现从事专业 | 电气工程 |
| 工作单位 | 国网浙江省电力有限公司电力科学研究院 |
| 对本项目主要科学发现或技术创造性贡献 | 对创新点1、2作出了重要贡献。针对局部放电检测装置时域测试方法开展了深入研究，提出了基于大型镜面单锥系统的局放传感器时域测试方法；提出了在线监测装置自动校核方法。旁证材料：发表论文7篇（前三作者），授权发明专利2项，实用新型专利1项。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 龚金龙 | 排名 | 2 |
| 行政职务 | 科室主任 | 技术职称 | 高级工程师 | 现从事专业 | 电气工程 |
| 工作单位 | 国网浙江省电力有限公司电力科学研究院 |
| 对本项目主要科学发现或技术创造性贡献 | 对创新点2、3做出了重要贡献。提出特高频局放检测装置有效性评价策略，提出在线监测装置现场校核验证实施方案，实现了局部放电在线监测装置现场自动校核。旁证材料：发表论文7篇，授权发明专利4项，实用新型专利4项。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 唐志国 | 排名 | 3 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 副教授 | 现从事专业 | 电气工程 |
| 工作单位 | 华北电力大学 |
| 对本项目主要科学发现或技术创造性贡献 | 对创新点1、2作出了重要贡献。探明了基于GTEM小室的局放特高频测量方法的特性，揭示了变电站现场电磁干扰规律，提出了基于等效注入场强和信号传播特性的脉冲场强注入量值确定方法。旁证材料：授权发明专利5项，发表论文4篇。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 江秀臣 | 排名 | 4 |
| 行政职务 | 副院长 | 技术职称 | 教授 | 现从事专业 | 电气工程 |
| 工作单位 | 上海交通大学 |
| 对本项目主要科学发现或技术创造性贡献 | 对创新点3作出了重要贡献。提出了局部放电检测性能评估方案，提出了基于软件的局部放电检测装置噪音抑制方案。发表论文27篇，授权发明专利2项。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 王一帆 | 排名 | 5 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 工程师 | 现从事专业 | 电气工程 |
| 工作单位 | 国网浙江省电力有限公司电力科学研究院 |
| 对本项目主要科学发现或技术创造性贡献 | 对创新点1做出了重要贡献。提出了镜面单锥系统对局放传感器灵敏度测试方法，建立了局放传感器灵敏度测试技术方案，实现了局放特高频传感器灵敏度的定量评估。旁证材料：授权发明专利2项，实用新型专利1项。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 宋琦华 | 排名 | 6 |
| 行政职务 | 无 | 技术职称 | 高级工程师 | 现从事专业 | 电气工程 |
| 工作单位 | 国网浙江省电力有限公司电力科学研究院 |
| 对本项目主要科学发现或技术创造性贡献 | 对创新点3作出了重要贡献。开展了复杂电磁环境下局放检测装置性能评估方法研究，提出了局放检测装置噪音抑制性能测试方法，开发了局放噪音模拟放电源。旁证材料：授权发明专利2项，实用新型专利3项。 |

2、主要完成单位情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 单位名称 | 排名 | 对本项目的支撑作用情况 |
| 国网浙江省电力有限公司电力科学研究院 | 1 | 本单位为本项目的主要组织单位和完成单位，负责本项目总体研究路线和实施方案的制定以及关键技术的研究。针对局部放电检测装置量值溯源关键技术问题开展了深入研究，设计了大型镜面单锥系统实施方案，提出了局部放电检测特高频传感器时域测试方法，设计了电源和镜面单锥系统之间的阻抗变换器，突破了局放量值溯源和抗干扰的关键技术瓶颈。 |
| 上海交通大学 | 2 | 本单位为该项目的主要完成单位，针对局部放电检测装置现场电磁干扰问题进行了深入研究。揭示了变电站电磁干扰频谱特性规律，提出了局放检测装置噪音抑制性能评估方案，建立了局放检测装置噪音抑制性能量化评价体系，实现了复杂电磁环境下局部放电的有效检测。 |
| 国网浙江省电力有限公司杭州供电公司 | 3 | 本单位为该项目的主要完成单位和项目成果应用单位。参与了局部放电在线自动校核方法研究，参与研制了局部放电检测装置噪音模拟发生装置，开展了变电站局放装置自动校核的实施验证工作。 |

3、知识产权证明目录

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 知识产权类别 | 知识产权具体名称 | 国家 | 授权号 | 授权日期 | 权利人 | 发明人（培育人） |
| 发明专利 | 一种超声波 局部放电测 试仪校验方 法及系统  | 中国 | ZL201510882652 .7  | 2018-10-23  | 国网浙江省电 力公司电力科 学研究院；国 家电网公司 ；中国电力科 学研究院 | 龚金龙、宋琦华、王一帆、王斯琪、詹洪炎、胡文堂、雷民、张军、万鑫、孙爱强、范俊、童跃升、韩军令、贺友杰、汪泉 |
| 发明专利 | 一种UHF在 线监测系统 灵敏度在线 校核装置及 其校核方法  | 中国 | ZL201710361044 .0  | 2020-03-03  | 国网浙江省电 力有限公司电 力科学研究院 ，北京华电智 成电气设备有 限公司  | 王异凡、龚金龙、宋琦华、 王一帆、唐志国、王倩、邱 凯、 陈建奇、张海波、宋宝磊  |
| 发明专利 | 一种局部放 电特高频检 测中的干扰 抑制方法及 装置 | 中国 | ZL201510093744 .7  | 2018-11-20 | 北京华电智成 电气设备有限 公司  | 唐志国  |
| 发明专利 | 一种基于混 沌退火小波 硬阈值法 XLPE电缆局 部放电消噪 方法 | 中国 | ZL201510022905.3  | 2017-08-25  | 上海交通大学 | 林秀钦、张伟忠、王俊波、覃浩、张慧、陈孝信、许永鹏、钱勇、盛 戈皞、江秀臣  |
| 发明专利 | 基于GPS同 步授时的 XLPE电缆局 部放电定位 方法 | 中国 | ZL201410052474 .0  | 2016-08-17  | 上海交通大学  | 宋辉、盛戈皞、钱勇、代杰杰、江秀臣 |
| 发明专利 | 一种空域噪 声合成同步 联合降噪方 法 | 中国 | ZL201710913818 .6 | 2019-12-13 | 北京华电智成 电气设备有限 公司  | 唐志国、唐铭泽、张连根、 陶亦然  |
| 发明专利 | 电力设备局 部放电故障 的识别方法 、装置及系 统  | 中国 | ZL201710141963 .7 | 2019-08-20 | 华北电力大学 ，北京华电智 成电气设备有 限公司  | 唐志国、陶亦然、王竹晓、 唐铭泽、张连根、丘凯、王 倩。  |
| 发明专利 | 一种容性设 备电气运行 模拟装置  | 中国 | ZL201410720995 .9  | 2018-01-02  | 国家电网公司 ，国网浙江省 电力公司电力 科学研究院 | 龚金龙，詹洪炎，孙爱强，范俊，万鑫，丁建军  |
| 发明专利 | 一种高频噪 声合成同步 共模降噪方 法  | 中国 | ZL201710913690 .3  | 2019-12-13 | 北京华电智成 电气设备有限 公司  | 唐志国、王倩、张海波、唐铭泽  |
| 发明专利 | 局部放电特高频检测装置的标定系统和标定方法 | 中国 | ZL201310091314.2 | 2015-08-12 | 华北电力大学 | 唐志国、李成榕、许鹤林、张连根、卢启付 |

4、代表性论文专著目录

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 作者 | 论文专著名称 | 刊名/出版社 | 论文级别 | 发表时间 |
| 1 | 王异凡，龚金龙，杨青，黄辉 | A novel impedance adapter for the time‐domain electromagnetic pulse standard field generation setup | Microwave and Optical Technology Leters | SCI | 2019-06-12 |
| 2 | 唐志国 ，蒋 佟佟 ，叶会 生 ，谢耀 恒 ，李 欣 ，周卫华 | 变电站局放检测中的电磁 干扰统计特性 | 高电压技术 | EI | 2017-09-30 |
| 3 | 王异凡，杨青，龚金龙 | Field Measurement and verification of UHF calibration platform based on GTEM cell, The Journal of Engineering | The Journal of Engineering | SCI | 2019-07-01 |
| 4 | 王异凡，龚金 龙，蒋建玲， 唐志国，王飞 | 基于GTEM 的局部放电 UHF 标定的场强溯源研 究 | 高压电器 | 中文核心 | 2019-03-01 |
| 5 | 王异凡，朱冠 霖，王兆强， 王尊，王一 帆，杨青，龚 金龙 | 基于改进小波阈值的 GIS 局部放电在线监测白噪声 干扰抑制研究 | 高压电器 | 中文核心 | 2019-02-08 |
| 6 | 侯慧娟, 盛戈皞，江秀臣 | Robust Time Delay Estimation Method for Locating UHF Signals of Partial Discharge in Substation | IEEE Trans on Power Delivery | SCI | 2013-12-10 |
| 7 | 侯慧娟, 盛戈皞，江秀臣 | A Novel Algorithm for Separating Multiple PD Sources in Substation Based on Spectrum Reconstruction of UHF Signal | IEEE Trans on Power Delivery | SCI | 2015-04-01 |
| 8 | 侯慧娟, 盛戈皞，江秀臣 | Localization Algorithm for the PD Source in Substation Based on L?Shaped Antenna Array Signal Processing | IEEE Trans on Power Delivery | SCI | 2015-02-01 |
| 9 | 宋辉，代杰杰，盛戈皞，罗林根，江秀臣 | Power Transformer Operating State Prediction Method Based on an LSTM Network | Energies | SCI | 2018-04-01 |
| 10 | 周楠， 罗林根, 盛戈皞，江秀臣 | Error Correction Method based on Multiple Neural Networks for UHF Partial Discharge Location | IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation | SCI | 2017-10-01 |

5、知情同意证明

本项目中未列入项目主要完成单位或完成人的论文作者、知识产权发明人、权利人均已知晓并同意相关论文、知识产权发明为申报2020年度浙江省技术发明奖支撑材料。

6、第三方评价证明（另附附件）

见附件