

2023 年北京市科学技术奖提名公示内容

一、项目名称

电力物联网数字化感知关键技术、系列装置及规模化应用

二、候选单位

1、中国电力科学研究院有限公司;2、北京智芯微电子科技有限公司;3、国网北京市电力公司;4、华北电力大学;5、中国科学院上海微系统与信息技术研究所;6、西安交通大学;7、浙江维思无线网络技术有限公司

三、候选人

1、仝杰;2、蒲天骄;3、雷煜卿;4、马国明;5、彭国政;6、李伟;7、甄岩;8、张树华;9、杨爱军;10、宋睿;11、张明皓;12、何彦彬;13、张鋆;14、王兰若;15、何可嘉

四、任务来源

- 1、国家重点研发计划 2016YFB0901204
- 2、工信部“智能制造”支撑工程 0714-EMTC02-5378
- 3、国家自然科学基金 61475180

五、项目简介

电力设备设施规模庞大，电气故障、极端天气等对海量设备的安全运行持续带来挑战，设备状态精准感知至关重要。电力物联网是实现设备可观可测的数字化基础设施，但多年来电力传感装置及测量手段存在如下技术难题：①输电线路长，超长距分布式监测技术仍不成熟；②高电压强磁干扰使得无线传感器失联离网现象多发；③电网应急处置时效性要求高，感知响应与研判实时性不够；④电力现场不易取电，难以实现传感装置的长续航与免维护。

项目组依托国家重点研发计划、工信部智能制造专项等重大项

目，历时 9 年联合攻关，首次提出“感-传-算-能”智能感知技术体系，在长距离测量、高可靠连接、实时边缘计算、现场自取能等方面取得重大突破，主要创新点如下：

1. 突破了基于弱光信号解析与解耦的多参量超长距传感技术，揭示并拓展了光纤倏逝波相位检测机理，研制了高性能微纳集成光子器件和温度/应力/应变光纤传感系统，支撑架空线路山火、雷击、覆冰、断股等安全预警，100km 距离下测量灵敏度提高 2 个数量级。

2. 发明了自适应连接与在网同步的传感器微功率无线组网方法，提出了软件定义地址路由、频谱认知干扰回避、随机时钟源同步等技术，解决了无线信号受现场强电磁干扰、掉线无法自恢复等问题，传感网平均功耗降低 30%，通信传输成功率大于 99.9%。

3. 突破了资源灵活编排与并发接入控制的实时边缘计算技术，发明了元数据业务感知方法和嵌入式轻量级虚拟映射技术，研发了 RISC-V 自主可控芯片和边缘智能终端，解决了异构传感器即插即用、就地计算与实时响应问题，边缘处理时延小于 50ms。

4. 提出了磁-机-电耦合多源微弱能量采集与高效率转化技术，发明了串充并放级联式电场取电方法，能效比提高 1 个数量级；提出了摩擦-压电协同的磁场能量收集和高密度叠层线圈振动能量采集技术，功率密度提升 20%以上，解决了传感器自供电、免维护难题。

项目发表论文 83 篇，授权专利 66 件(国际专利 3 件)，出版专著 3 本，制定标准 14 项(国标 5 项)，取得软著 31 项。项目曾获中国电力科技进步一等奖，以周孝信、费爱国院士为主任的鉴定委员会认为，项目技术复杂，研制难度大，具有重大创新，整体达到国际领先水平。

项目研制的四大类 26 种传感器、终端及装置，广泛应用于北京电网并在 15 个省市推广。近三年新增产销 45.84 亿元，累计部署百万传感监测点，光纤监测距离超 1500 公里，实现停电隐患预警和设备异常报警 1300 余次，避免经济损失 10.17 亿元，为首都电力保供及电网安全运行做出重要贡献。

六、主要知识产权支撑材料目录（限 15 个）

序号	知识产权类别	名称	国（区）别	授权号	授权公告日	发明人	权利人
1	发明专利权	一种用于输电线路监测数据传输链路的 LDPC 编码方法	中国	ZL201610060361.4	2020年12月4日	仝杰, 杨德龙, 张睿纳, 雒宏礼	中国电力科学研究院, 国家电网公司
2	发明专利权	一种实现温度自校准的光纤拉曼测温系统及其校准方法	中国	ZL201510397058.9	2019年11月19日	雷煜卿, 汪洋, 仝杰, 丁慧霞, 史振国, 张永臣	中国电力科学研究院, 国家电网公司, 威海北洋光电信息技术股份公司
3	发明专利权	一种架空输电导线运行状态分布式监测的装置及方法	中国	ZL202210838733.7	2022年9月16日	马国明, 王思涵, 史荣斌, 郭腾俊, 秦炜淇, 王伟, 郭陟峰	华北电力大学
4	发明专利权	一种 6LoWPAN 无线网络系统及其信道切换方法	中国	ZL201611103553.5	2021年7月23日	仝杰, 吴赛, 汪洋, 魏旻, 杨德龙, 雷煜卿	中国电力科学研究院有限公司, 国家电网公司, 国网浙江省电力有限公司
5	发明专利权	一种输电线路在线监测数据的通信方法及系统	中国	ZL201610061402.1	2021年01月1日	仝杰, 刘艳丽, 杨德龙, 雷煜卿, 雒宏礼, 张庚, 姜文东, 刘岩	中国电力科学研究院, 国家电网公司, 国网浙江省电力公司
6	发明专利权	面向实时边缘计算的路由控制方法	中国	ZL201910628113.9	2021年6月15日	苑佳楠, 甄岩, 王立城, 霍超, 侯莹莹, 高建, 尹志斌, 张港红	北京智芯微电子科技有限公司, 国网信息通信产业集团有限公司
7	发明专利权	边缘计算的资源协同方法、装置及设备	中国	ZL202210486203.0	2022年7月29日	霍超, 郑利斌, 白晖峰, 甄岩, 慕迪, 尹志斌, 张港红	北京智芯微电子科技有限公司
8	发明专利权	电力传感器及其基于 MEMS 的电力设备振动微能量采集装置	中国	ZL202011366783.7	2021年3月9日	张明皓, 仝杰, 宋睿, 王兰若, 张树华	中国电力科学研究院有限公司

9	发明专利	一种变压器振动传感器及其宽频带振动微能量采集器	中国	ZL202110853183.1	2022年6月28日	张明皓, 宋睿, 张树华, 潘东, 程登峰, 汪胜和	中国电力科学研究院有限公司, 国家电网有限公司, 国网安徽省电力有限公司
10	发明专利	基于电容储能的电磁感应式磁能收集器及功率提升方法	中国	ZL202111471891.5	2023年8月18日	杨爱军, 王小华, 荣命哲, 刘柱, 赵鹏博, 叶凯, 袁欢	西安交通大学
11	发明专利	锗银复合材料及其在光电器件中的应用	中国	ZL201610216678.2	2019年5月7日	李伟, 狄增峰, 齐功民, 张苗, 母志强, 王曦	中国科学院上海微系统与信息技术研究所
序号	知识产权类别	论文(著作)名称	刊名/出版社	发表时间(年月日)	通讯作者(含共同)	第一作者(含共同)	论文全部作者
1	论文	Optical Frequency-Response Analysis for Power Transformer	IEEE TRANSACTIONS ON POWER DELIVERY	2020-07-23	马国明	马国明	马国明, 刘云鹏, 李亚波, 范晓舟, 徐策, 秦炜淇
2	论文	Power Flow Adjustment for Smart Microgrid Based on edge computing and multi-agent deep reinforcement learning	Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications	2021-09-09	乔骥	蒲天骄	蒲天骄, 王新迎, 曹一凡, 刘志成, 仇超, 乔骥, 张树华
3	论文	Asymptotic Domain Adaptive Detection for Abnormal Targets in Transmission Lines Under	CSEE JOURNAL OF POWER AND ENERGY SYSTEMS	2023-03-05	宋睿	张鋆	张鋆, 彭国政, 宋睿, 张树华, 谈元鹏, 蒲天骄, 王继业
4	论文	《电力物联网智能感知技术与应用》	中国电力出版社	2023-09-21	全杰	蒲天骄	蒲天骄, 全杰, 赵鹏, 雷煜卿, 张明皓, 宋睿, 谈元鹏, 张鋆, 张中浩, 王兰若, 彭国政, 何可嘉

