

一、项目名称：

全场景数字用能信息智能感知关键技术、装备研制及产业化

二、提名者：

武汉市科技局

三、提名等级：

湖北省科学技术进步奖一等奖

四、主要知识产权和标准规范等目录

序号	知识产权（标准）类	知识产权（标准）具体名称	国家（地区）	授权号（标准编号）	授权（标准实施）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
1	发明专利	一种电力物联网感知设备组网系统	中国	202111353861.4	2019-11-01	第 5277510 号	国网福建省电力有限公司；国家电网公司；国网福建省电力有限公司电力科学研究院	赖国书，李建新，夏桃芳，高琛，丁忠安，郭志伟，鄢盛腾，詹世安，陈前，王雅平，林峰，李毅靖，刘铭，陈琳，王迟，林宗敏	有效
2	企业标准	低压电力线高速载波通信互联互通技术规范 第 4-2 部分	中国	Q/GDW 11612.42—2018	2019-10-10	国家电网有限公司	中国电力科学研究院有限公司；国家电网有限公司；国网重庆市电力公司；国网冀北电力有限公司；国网浙江省电力有限公司；国网江苏省电力有限公司；国网天津市电力公司；国网北京市电力公司；国网河北省电力有限公司；国网宁夏电力有限公司；国网新疆电力有限公司；全球能源互联网研究院有限公司；国网信息通信产业集团有限公司；国网上海市电力公司；国网山东省电力公司；国网湖南省电力有限公司；国网河南省电力公司；国网安徽省电力公司	张海龙，刘宣，唐悦，李然，周晖，彭楚宁，王齐，李松浓，叶方彬，陈霄，吕伟嘉，李飞，宋玮琼，李建岐，万凯，唐晓柯，王学良，刘卫新	现行有效
3	发明专利	一种电力线宽带载波衰减器	中国	201911276718.2	2023-3-10	第 4443200 号	国网湖北省电力有限公司计量中心；国网湖北省电力有限公司电力科学研究院；华立科技股份有限公司	魏伟，李帆，丁黎，余鹤，唐登平，夏水斌，陈锋凯，王岳平，李莉，杨丽华，仇娟	有效

4	发明专利	一种对与智能终端相连接的功能模组进行访问控制的方法及系统	中国	202011462149.3	2021-3-9	第 4289311 号	中国电力科学研究院有限公司	卢继哲,刘宣,唐悦,阿辽沙·叶,窦健,郑国权,郗爽,任毅,侯帅,李然,翟梦迪	有效
5	发明专利	一种采集终端多功能辅助测试装置	中国	201010189982.5	2013-7-10	第 1230954 号	中国电力科学研究院; 国家电网公司	刘宣,郑安刚,祝恩国,唐悦,常蕾,夏怡虹,阿辽沙·叶,刘岩,王燕华	有效
6	发明专利	一种低压集中抄表终端本地通信性能测试方法	中国	201210411317.5	2016-7-20	第 2147334 号	中国电力科学研究院、国家电网公司	刘宣,祝恩国,阿辽沙·叶,唐悦,董俐君,刘岩,常蕾,夏怡虹,王燕华	有效
7	发明专利	一种用电信息采集设备可靠性验证的试验方法	中国	201410332093.8	2017-6-23	第 2527590 号	中国电力科学研究院; 国家电网公司; 国网江苏省电力公司电力科学研究院	刘岩,董俐君,刘喆,唐悦,章宏伟,闫梓桐	有效
8	发明专利	一种用电信息采集设备性能检测方法	中国	201710230072.9	2020-9-10	第 3985048 号	中国电力科学研究院; 国家电网公司; 国网黑龙江省电力有限公司	姜洪浪,郜波,段晓萌,王晓东,杜蜀薇,杜新纲,彭楚宁,王爽,左嘉,赵婷,罗冉冉	有效
9	发明专利	宽带载波自动化测试系统及中继级数测试方法	中国	201710803519.7	2023-9-08	第 6311801 号	武汉盛帆电子股份有限公司	李中泽,陈顺飞,何佳,张方方	有效
10	发明专利	测试低压电力线载波通信的系统	中国	201410598543.8	2018-06-01	第 2946548 号	国家电网公司; 国网冀北电力有限公司电力科学研究院; 华北电力科学研究院有限责任公司	田海亭,钟侃,巨汉基,袁瑞铭,李斯琪,庞富宽,魏形珈,朱正甲	有效

五、主要完成人

姓名	排名	技术职称	文化程度	工作单位	贡献
郑安刚	1	教授级高工	研究生/硕士	中国电力科学研究院有限公司	对创新点 3 做出了贡献,承担用电信息采集系统、智能电能表相关通信协议和数据交换协议的研究和标准制定工作,参与了智能量测终端自动化检测体系标准的设备研究。证明材料:201010189982.5《一种采集终端多功能辅助测试装置》;标准《用电信息采集系统功能规范》、《用电信息采集系统通信协议 第 1 部分:主站与采集终端》等 11 项标准。
祝恩国	2	教授级高工	研究生/博士	中国电力科学研究院有限公司	负责项目的组织和实施,对创新点 2 和 3 均有贡献,提出了载波通信测试设备及方法、采集终端功能测试装置、采集设备通信测试方法等,参与了智能量测终端自动化检测体系标准的研究与编制。证明材料:专利 201510400893.3《一种双向互动用电信息采集系统的可靠通信通道配置方法》;201210411317.5《一种低压集中抄表终端本地通信性能测试方法》等 8 项;标准 DL/T 698.51-2016《用电信息采集与管理系统;用电信息采集系统型式规范 第 3 部分:采集器》等 9 项。
刘岩	3	高级工程师	研究生/硕士	中国电力科学研究院有限公司	对创新点 1、2、3 均有贡献,承担高速电力线载波通信分集交织编码及抗干扰技术研究,负责终端可靠性技术、通信单元和智能量测终端检测技术研究,参与智能量测终端标准体系和规模化检测技术的研究。证明材料:专利 201410332093.8《一种用电信息采集设备可靠性验证的试验方法》等 4 项;论文《多应力、多失效模式的集中器可靠性评估方法》等 2 篇;标准 Q/GDW 10379.3—2019《用电信息采集系统检验规范 第 3 部分:集中抄表终端》等 4 项。
郜波	4	教授级高工	研究生/硕士	中国电力科学研究院有限公司	负责项目整体技术方案制定。在创新点 2、3 方面均做出了贡献:承担智能量测设备检测技术研发、参与计量技术标准制修订。证明材料:201710230072.9《一种用电信息采集设备性能检测方法及其系统》;201310450535.4《一种测试电能表本地通信单元互换性的方法》等。
林繁涛	5	教授级高工	本科/学士	中国电力科学研究院有限公司	在创新点 3 做出了贡献,主要参与智能量测终端标准体系和规模化检测技术研究以及标准体系编制。证明材料:专利 201810196092.3《用电信息采集系统手持式性能监测系统及其监测方法》、专利 201811087163.2《一种用于对供能流量差值过大进行判断的方法及其系统》等。

李中泽	6	教授级高工	本科/学士	武汉盛帆电子股份有限公司	对创新点 2 做出了贡献,参与了智能量测终端高可靠性设计技术研究、用能信息感知软硬件双向解耦技术的研究。证明材料: 201710803519.7《宽带载波自动化测试系统及中继级数测试方法》; 202110811229.3《一种电子式电压互感设备及其电能计量设备》; 201811450339.6《IR46 电能表的电量数据处理方法和 IR46 电能表》。
叶方彬	7	高级工程师	本科/学士	国网浙江省电力有限公司营销服务中心	对创新点 2 和 3 做出了贡献,参与了用能信息感知终端软硬件双向解耦技术的研究,参与低压电力线高速载波通信技术和面向对象通信协议的研究。证明材料: 标准《低压电力线高速载波通信互联互通技术规范 第 4-2 部分》、《低压电力线高速载波通信互联互通技术规范 第 4-3 部分: 应用层通信协议》。
高琛	8	高级工程师	研究生/硕士	国网福建省电力有限公司营销服务中心	对创新点 3 做出了贡献,承担能源计量设备信息采集系统研究,参与低压电力线高速载波通信技术和面向对象通信协议的研究,负责智能量测终端推广和特大规模量测数据智能感知系统关键技术研究及系统研发。证明材料: 专利 202111353861.4《一种电力物联网感知设备组网系统》、专利 201920550845.6《一种多设备组网的智能检测系统》。
卢继哲	9	高级工程师	研究生/硕士	中国电力科学研究院有限公司	对创新点 2、3 做出了贡献: 参与智能量测终端高可靠性设计技术研究,参与智能量测终端标准体系和规模化检测技术研究以及标准体系编制。证明材料: 标准《用电信息采集系统》等 10 项; 专利 202011462149.3《一种对与智能终端相连接的功能模组进行访问控制的方法及系统》、专利 201811087588.3《一种识别计量设备用能流量值反向事件的方法和系统》等; 论文《Research on Advanced Metering Infrastructure Time Synchronization based on NTP》等 2 篇。
巨汉基	10	高级工程师	研究生/博士	国网冀北电力有限公司计量中心	对创新点 3 有贡献,承担低压电力线载波互联互通测试技术研究,负责了低压电力线高速载波通信单元和智能量测终端的自动化检测方法研究、标准体系编制。证明材料: 专利 201410598543.8《测试低压电力线载波通信的系统》; 标准“Q/GDW 11612.2-2018《低压电力线高速载波通信互联互通技术规范 第 2 部分: 技术要求》等 2 项。

余鹤	11	高级工程师	研究生/硕士	国网湖北省电力有限公司营销服务中心(计量中心)	对本项目技术创造性贡献： (1) 负责“全场景自适应高可靠性终端的关键技术”研究；(2) 在“采集终端软件鲁棒性设计及自愈技术设计”创新方面做出了贡献；(3) 本人参加本项目研究开发的时间占个人工作时间的 30%。主要支撑材料：专利 201911276718.2《一种电力线宽带载波衰减器》。
郑国权	12	工程师	研究生/硕士	中国电力科学研究院有限公司	对创新点 2 和 3 做出了贡献，参与智能量测终端软硬件双向解耦、智能量测终端标准体系和规模化检测技术和高速电力线载波通信自组网网络架构研究，参与了智能量测终端自动化检测设备的研究。201810201403.0《抽屉式远程通信模块检定托盘及检测柜》；201810201932.0《一种通信单元外观检测装置》等 4 项； 论文《Research on Diagnosis Technology of Advanced Metering Infrastructure On-site》等 3 篇； 标准 Q/GDW 10375.2-2019《用电信息采集系统型式规范 第 2 部分：集中器》等 12 项。
王伟	13	高级工程师	本科/学士	武汉盛帆电子股份有限公司	对创新点 2 做出了贡献，参与了智能量测终端鲁棒性设计及自愈技术的研究。证明材料：201810039180.2《过压保护电路、方法及电子设备》；专利 202110811229.3《一种电子式电压互感器设备及其电能计量设备》。
汪梦余	14	高级工程师	本科/学士	科大智能科技股份有限公司	在该项技术研发工作中投入的工作量占本人同期工作总量的百分比为 40%。在创新点 2 做出了贡献，发明了智能量测终端软硬件双向解耦设计方法，设计了具有自诊断、自恢复特性的应用软件；参与应用程序异常自启、通信模组自动识别等终端故障自愈算法研究。旁证材料：参与《科大智能 KD-200T 智能配变终端软件 V1.0》等软著编写。
张志颖	15	高级工程师	本科/学士	河南许继仪表有限公司	对本项目技术创造性贡献： (1) 参与完成多模组智能量测终端软件微应用化和软硬件高可靠性设计； (2) 发明一种针对 CPU 模块的测试系统，支撑智能量测终端自动化检测；(3) 参与基于电水气热的新一代用能信息采集系统现场工程应用；(4) 作为项目的主要完成人，对创新点 2 做出了重要贡献；(5) 旁证材料：发明专利《一种针对 CPU 模块的测试系统》等。

六、主要完成单位

1、武汉盛帆电子股份有限公司

项目技术总体负责单位。对创新点 1、2、3 作出了实质性贡献。(1) 负责低压电力线载波通信技术研究,提出基于宽带电力载波信道的多重度量动态路由决策方法,解决亿级节点规模网络的组网和应用难题。(2) 完成智能量测终端微应用化及高可靠性设计,提出智能量测终端软硬件解耦合方案,设计 9 种功能模组灵活展性和运行可靠性研究工作。(3) 参与编制智能量测产品功能、型式、通信及检测技术标准,建立标准体系,发明了一种宽带载波自动化测试系统及中继级数测试方法,与合作单位共同研制了高兼容性的多合一用能信息感知终端检测装置,开发了年检测亿级规模通信单元和年检测百万级规模的高兼容性终端功能自动化检测系统,推动了通信单元和智能感知终端检测过程的自动化、产业化发展。

2、中国电力科学研究院有限公司

作为项目的主要负责单位,主持项目的基础理论研究,对创新点 1、创新点 2、创新点 3 作出了创造性贡献。(1) 负责低压电力线载波通信技术研究,提出分群多层自组网网络架构,设计了 TDMA+CSMA/CA 混合调度方法,解决亿级节点规模网络的组网和应用难题,发明鲁棒性强的 OFDM 电力线载波通信方法,解决随机突发 OFDM 信号漏检率高和接收抗干扰能力差的技术难题。(2) 完成智能量测终端微应用化及高可靠性设计,指导智能量测终端 9 种功能模组灵活展性和运行可靠性研究工作。(3) 主持编制智能量测产品功能、型式、通信及检测技术标准,建立标准体系,制定通信单元和终端检测方法,研制通信单元和智能量测终端规模化自动检测系统。

项目成果推广过程中,中国电力科学研究院有限公司在能源量测领域应用数据交换协议方面进行的技术攻关为本项目研究成果的良好应用提供了有力支持。

3、国网湖北省电力有限公司营销服务中心(计量中心)

作为项目的主要参与单位,参与了项目的技术研究、对创新点 1、2、3 做出了重要的贡献:

(1) 参与了高速电力线载波通信技术研究,开展适用于多场景的智能量测终端和 HPLC 通信单元的现场应用。(2) 建设智能量测终端规模化检测流水线,并参与智能量测终端规模化检测标准体系编制。(3) 参与研制了量测数据智能感知系统实现 5400 万台终端千亿元级数据的感知计算,支持并发数由 1 个提高到 3000 个,响应时间由 15s 降至 1.3s。

4、国网浙江省电力有限公司营销服务中心

作为项目的重要参与单位,参与了项目的技术研究、设备研制及规模化应用等工作:(1) 参与了高速电力线载波通信技术研究,开展智能量测终端和 HPLC 通信单元的现场应用;(2) 建设智能量测终端规模化检测流水线,并参与智能量测终端规模化检测标准体系编制;(3) 研发了适应数据采集、有序充电、需求侧响应等的能源计量设备信息采集系统,并在国网浙江电力公司范围率先开展实用化应用,覆盖用户 3160 万,支持并发用户数由 1 个提高到 3000 个,系统部署时间由 30 天缩短到 3 天,响应时间由 15s 降至 1.3s;突破了批量任务执行能力弱、业务可扩展性差的技术瓶颈,实现 3200 多万只智能电能表、326.4 万台终端设

备的数据采集与共享，感知数据日增量达 700G。

5、国网福建省电力有限公司营销服务中心

国网福建省电力有限公司营销服务中心参与了项目的技术研究、设备研制及规模化应用等工作，并在福建省开展了大规模推广应用。（1）参与了高速电力线载波通信技术研究，开展适用于多场景的智能量测终端和 HPLC 通信单元的现场应用。（2）建设智能量测终端规模化检测流水线，并参与智能量测终端规模化检测标准体系编制。（3）研制了支撑千万级智能量测终端接入的新一代用能信息采集系统实现 5400 万台终端千亿级数据的感知计算，支持并发数由 1 个提高到 3000 个，响应时间由 15s 降至 1.3s，感知数据日增量达 4.1TB。

6、国网冀北电力有限公司计量中心

对创新点 1、3 均作出了实质性贡献。（1）参与了高速电力线载波通信技术研究，开展适用于多场景的智能量测终端和 HPLC 通信单元的现场应用。（2）建设了低压电力线高速载波通信单元和智能量测终端的自动化检测系统，开展全公司在运终端和通信单元批次全验收试验和故障检测分析。（3）开展智能量测终端、通信单元的推广应用，实现了水电气热用户用能信息感知数据的高效采集和数据量由日冻结数据到全量数据感知的全面提升。

（4）参与智能量测产品系列标准研究和编制，形成多项标准成果。

7、北京中宸微电子有限公司

对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：对创新点 1 作出了重要贡献。（1）进行高速电力线载波芯片核心算法研究工作，物理层可靠接收技术上发明了一种基于 IEEE1901.1 系统的降低突发漏检的方法和系统，提升了在低信噪比情况下的通信成功率链路层调度算法上发明了一种自组网系统信道时分复用的方法，提升了网络的使用效率。（2）进行高速电力线载波芯片设计和通信模组研发工作，研制出四款符合 QGDW 11612 系列标准的电力线载波通信芯片（ZC3750、ZC3951、ZC3750A、ZC3951A）以及使用四款芯片开发的高速电力线载波通信模组。本单位以高速电力线载波通信芯片为标准的高速电力线载波通信单元产品广泛应用于国家电网 24 个省公司，并在该产品的标准化基础上，开发了自动化生产线。

8、科大智能科技股份有限公司

对创新点 2 做出了实质性贡献：（1）参与本项目多模组智能量测终端软件微应用化设计，构建了终端软件操作系统与应用程序 APP 双向解耦方案，设计全场景自适应高可靠性的智能量测终端，突破了智能量测终端软硬件耦合度高的瓶颈。（2）参与智能量测终端与检测设备研发、制造和应用，实现应用程序异常自启、系统时钟自动校正、通信参数自动维护、通信模组自动识别、信息数据循环存储等终端故障自愈，设计了具有自诊断、自恢复特性的应用软件，减少终端故障处理时间。（3）科大智能作为国内智能量测终端研发及制造的核心企业，积极参与智能量测终端、HPLC 通信单元等产品的技术标准制定、智能量测终端生产线及自动化检测线的设计和推广应用，为本项目的技术创新突破以及产业化推广做出了突出贡献。

9、河南许继仪表有限公司

对创新点 2、3 做出了实质性贡献：（1）参与全场景自适应高可靠性终端的关键技术研究，完成感知终端软硬件高可靠性设计，研制了支持 9 种模组的感知终端；（2）参与感知终端软硬件双向解耦技术和资源虚拟化、硬件抽象层标准化技术，实现了软件脱离对硬件的

依赖；（3）发明一种针对 CPU 模块的测试系统，支撑感知终端大规模自动化检测体系的搭建。（4）许继仪表是国内感知终端研发及制造的龙头企业，积极参与感知终端、感知终端生产线及自动化检测线的设计和推广应用，为本项目的技术创新突破以及产业化推广做出了突出贡献。

10、杭州炬华科技股份有限公司

对创新点 2、3 做出了实质性贡献，包括：（1）参与本项目多模组智能量测终端微应用化及高可靠性设计，具备高变换性功能模组的智能量测终端，突破智能量测终端软硬件耦合度高的瓶颈。（2）参与智能量测终端研发、制造和应用，解决了智能量测终端产品技术方案不兼容、大规模生产及检测效率低以及现场运维等问题。（3）炬华科技作为国内智能量测终端研发及制造的领先企业，积极参与智能量测终端产品标准、HPLC 通信单元、智能量测终端生产线及自动化检测线的设计和推广应用，为本项目的技术创新突破以及产业化推广做出了突出贡献。