

数字新基建在公园城市能源互联网建设的落地与实践

潘雪佼¹, 何冰¹, 谢天祥¹, 乔云池², 胡园园¹, 向柯霓¹

(1. 国网四川省电力公司天府新区供电公司, 四川 成都 610041;

2. 国网四川省电力公司经济技术研究院, 四川 成都 610041)

摘要:“新基建”是国网公司立足于高科技的基础设施建设, 聚焦大数据中心、工业互联网、5G应用及人工智能4个领域, 明确建设能源互联网新战略下的数字新基建工作思路。国网天府新区供电公司有机融合了天府新区“公园城市”的建设理念, 提出基于工业互联网和5G技术的综合能源服务平台, 构建基于能源互联网的开放共享、绿色环保、智能高效的公园城市绿色生态体系。首先, 简单介绍了“5G+工业互联网”技术; 然后, 介绍了综合能源系统的功能; 最后, 提出了一个以客户为中心、逐步构建产业生态圈、可持续发展的综合能源服务平台方案, 并聚焦天府新区兴隆湖示范区落地实施, 获得了卓有成效的建设成果。

关键词:数字新基建; 能源互联网; 工业互联网; 5G; 综合能源系统

中图分类号:TK01 **文献标志码:**B **文章编号:**1003-6954(2020)06-0086-06

Implementation and Practice of New Digital Infrastructure in Energy Internet Construction for Park City

Pan Xuejiao¹, He Bing¹, Xie Tianxiang¹, Qiao Yunchi², Hu Yuanyuan¹, Xiang Keni¹

(1. State Grid Tianfu New Area Electric Power Supply Company, Chengdu 610041, Sichuan, China;

2. State Grid Sichuan Economic Research Institute, Chengdu 610041, Sichuan, China)

Abstract: The "new infrastructure" is the infrastructure construction based on new and high technologies. Focusing on big data center, industrial Internet, 5G application and artificial intelligence, State Grid Corporation of China determines new working thoughts of digital infrastructure under the development of energy Internet. The integrated energy service platform based on industrial Internet and 5G technology is proposed by Tianfu New Area Electric Power Supply Company, which mixes the idea of "park city" together, and a green and environmental, intelligent and efficient city ecosystem with open sharing is established based on energy Internet. The technology of "5G + industrial Internet" is introduced as well as the functions of the integrated energy system. A plan of gradually building an industrial ecosystem is proposed tanking customers as the center and for sustainable development, and focusing on the implementation of Xinglong Lake Demonstration Area in Tianfu New Area, the fruitful achievements have been achieved.

Key words: new digital infrastructure; energy Internet; industrial Internet; 5G; integrated energy system

0 引言

2018年2月, 习近平总书记在四川成都天府新区考察时提出“特别要突出公园城市特点, 把生态价值考虑进去^[1]”。作为公园城市“首提地”, 天府新区着力打造“人城境业”高度融合的公园城市。这

就在绿色低碳生产和经营效益方面对区域内企业提出了更高的发展要求。目前, 天府新区多数企业使用的能源管理服务平台建设水平仍处于能源数据集抄阶段, 部分虽具备子系统的节能控制功能, 但多与数据集抄系统是分割独立的, 且受限于RS485和电力载波技术条件, 无法升级到监控管一体化, 因此搭建一个高速、稳定、可靠的控制网络和传输网络是实

现智慧能源管理的关键。

立足于区域内企业智慧能源管理需求,提出基于“5G+工业互联网”技术的综合能源服务平台方案,促进综合能源业务融合,服务数字化城市建设、企业节能降耗和能源市场发展;从电网资源、数据、服务产品等多个方面重构业务运营管理方式,促进业务跨界融合,服务能源互联网建设与公司数字化转型。下面将从平台关键技术、建设目标、建设思路、平台系统架构、应用功能、应用案例进行介绍。

1 5G+工业互联网

工业互联网作为新基建七大领域之一,为数据采集、汇聚、共享、应用提供了基础^[2]。广义上来说,通过工业互联网平台实现了全流程资源及要素的连接,数据经过计算机的处理、存储、运算,达到自我学习优化的良性循环。工业互联网的诞生,有利解决数据孤岛、产业链协同及劳动力缺失等行业痛点。以数据为基础,依托平台实现多维度、多要素产业链的协同调控、统一管理,推动不同行业融通发展,实现效率提升、生产力提升。可以说,工业互联网是整个产业的数字化、信息化、智能化转型,能够推动传统产业升级,加速实体经济数字化进程。

5G 高速率、低功耗、低时延的特性能够服务以传感和数据采集为基础的应用场景智慧化、精准化升级,能够为工业互联网产业及技术体系,如数据的大容量稳定传输、多场景的独立运算处理、受控设备的快速响应提供有效支撑^[3]。

2 综合能源系统

综合能源系统是一种终端一体化多能互补、节能减排的有效方案。传统综合能源系统耦合多种单一能源系统,通过云平台集中管理实现不同能源优化调度,解决因响应时间、性能特性、所处环境等特征不同导致系统出现的安全、可靠、稳定等运行隐患。

能源领域应用工业互联网技术主要实现设备管理、智能运维、能效管理等功能,与综合能源系统功能具有联系相通之处。近年来,国家在能源方面出台了多项改革政策,且用户对高质量、可持续发展的

需求逐渐凸显,因此,综合能源系统发展向多维度延伸、智能化升级成为了趋势,这就对系统建设所采用的核心技术提出了能满足数据监测精度高、系统反应灵敏、能源信息维度与范围覆盖广、云平台存储量大、运算速率快等要求^[4]。

因此,天府公司结合综合能源系统功能及“5G+工业互联网”技术,提出搭建一个服务公园城市数字化建设与能源互联网落地的综合能源服务平台方案。

3 搭建综合能源服务平台

平台主要功能包括以下方面:

1) 能源数据的计量及监测:实现对用户侧多能源流数据实时、稳定、准确的采集。

2) 海量数据的分类及存储:对不同类型的数据分类处理,实现数据在云平台上可靠存储。

3) 各种设备及执行器的可靠控制:通过对接通讯协议或者加装控制终端实现对设备状态的远程控制。

4) 重要设备状态、能耗管理:基于设备电气状态量、环境量、负荷曲线、历史维护信息等数据,通过建模或算法实现设备的安全、维护提醒、生命周期等功能的集中管理。

5) 能耗统计、能源账单、用能预测:按照客户需求定期汇总生成能源管理报告,包括能源数据的分类统计、汇总能源账单、能源的短期或者长期预测等内容,实现与客户的友好互动。

6) 能效测评、能效公示、能效对标、能效审计。

7) 提供节能建议报告:根据客户用能习惯及能耗数据分析,出具节能建议报告。

综上,综合能源服务平台通过信息系统的固化和支撑业务流程,以数据反映企业能源消费活动情况;推动能源数据采集上云,运用物联网设备,实现用户资源要素的泛在接入。能源业务的信息化转型、产业链的网络化协同为形成自学习、自调节、自主、自治能力的智能化能源服务奠定了基础,促进区域用户能源服务模式智慧化转变。推进公司业务模式、产品服务数字化转型发展。通过着手推进区域企业能源管理模式数字化升级,为公园城市高质量建设打下坚实的基石。

4 平台设计

4.1 建设目标

国网天府新区供电公司融合互联网+思维^[5], 致力打造汇聚行业智慧、转化创新成果、运营开放共享的创新服务支撑平台, 构建覆盖能源生产和能源消费全产业链的共生共赢的创新服务生态, 提出综合能源服务平台建设四大目标^[6]。

1) 以“人”为本, 乐享服务, 不停电

以服务客户为根本, 面向客户提供经济、可靠电力保障服务。通过在用户侧加装电气量、水浸、温度、湿度等传感终端, 全方位深入融合用户侧感知数据, 依托云平台对用户用电异常情况监测管理, 实现配用电状态精准感知和专业化电力运维及抢修服务, 保障目标客户“不停电”的建设目标。

2) 以“城”为基, 智享能源, 不费电

以“城市”为基础, 依托平台向客户提供综合能源服务, 服务企业用户节能降耗, 高效用能。推进智慧建筑建设, 依托平台实现建筑监、管、控一体化运行, 提升用户建筑能效比, 支撑绿色城市“不费电”的建设目标。

3) 以“境”为重, 欣享景致, 不见电

基于公园城市建设理念, 以“环境”为重点, 依托电力大数据分析, 辅助政府环保治理。依托区域用户的海量电力数据, 综合智能评估用地成效, 为改善城市环境贡献“电力智慧”, 服务公园城市“不见电”的建设目标。

4) 以“业”为先, 共享市场, 不止电

以服务新兴产业升级为先导, 新型数字基础设施建设为基础, 推动产业数字化转型。开展综合能源服务, 收集用户需求, 设计设备智慧运维和企业节能降耗等典型应用场景, 推出多种电力套餐产品, 提高新兴业务产值; 拓展新兴市场、促进多方跨界合作, 构建产业生态圈, 推进平台“不止电”的建设目标。

4.2 建设思路及技术路线

以创新为引擎, 秉承“互联网+”开放、共享的理念, 以科技创新带动模式创新, 面向新能源全产业链提供创新服务模式; 以平台为依托, 以一平台、多场景, 微应用、微服务的技术思路为指导, 构建开放平台, 服务共建共享、链接产业链相关方;

以服务为载体, 借鉴互联网运营理念和方法, 聚集服务提供方在平台上构建数据服务、应用服务、业务服务, 转化科研成果, 形成丰富的市场化创新服务产品市场; 以生态为目标, 用业务价值吸引产业链相关各方, 数据拥有方也是数据消费方、服务提供方也是服务消费方, 取各家所长、聚产业智慧, 互相依存, 共生共赢, 形成健康持续生态; 以分享为模式, 新能源产业链各方根据自身需求在平台上选用服务产品, 完成与服务提供方的交易, 服务提供方获取服务收益。服务提供方与平台分享服务收益。

其中, 服务器开发采用业界成熟的服务开发技术单独部署。主站选择 Java EE 技术规范(Java EE 规范采用 8.0 以上版本, JDK 采用 1.8 版本), 开发平台选择 ACloudV1.5 实施建设, 开发过程涉及关系数据库 MySQL5.6.45 及实时数据库 InfluxDB1.7.8 的数据调用。为开发高性能、高可靠性的配电变压器终端采集程序, 采集选取 Netty 技术。网络传输利用 5G 专用网络进行, 并利用 MEC 系统 CT+IT 融合化部署, 实现数据边缘化卸载, 应用边缘化投放, 有效降低数据回传时延、保障数据私密性、为不同时延要求的 5G 类应用提供孵化部署平台。用户面下沉级别为现场级边缘云, 专用 UPF、MEC 内置于企业、园区站点内, 企业和 5GC CP 中的 5G 基站(gNB), 移动运营商边缘云中的 UDM 在私有和公共网络之间共享(RAN 和控制平面共享)。gNB、5GC CP 和 UDM 在逻辑上在专用网络和公用网络之间分开, UPF 和 MEC 在物理上分开。

4.3 系统架构

基于用户需求及业务场景, 系统的整体架构包括边缘层、网络层、平台层和应用层 4 部分, 如图 1 所示。

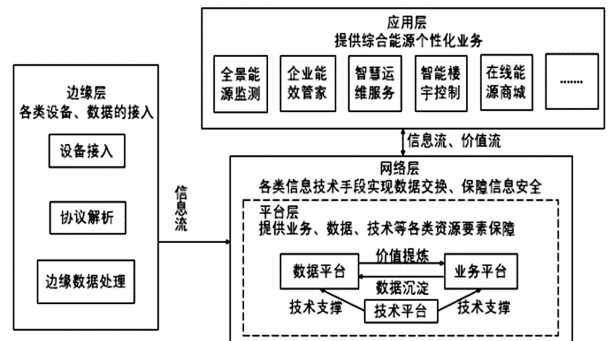


图1 系统架构

1) 边缘层

边缘层是直接通过网络体系连接监测、控制及生产流程的物理设备(包括用户机电设备、管理设施等)实现用户侧重要元素的泛在连接,包括相关数据的采集及物理设备的控制。采集内容包括电气量、热工量和设备状态量,并通过边缘数据处理形成数据信息。

2) 网络层

网络层能够依靠各类信息技术手段将采集数据可靠传输至平台层。平台应用5G通讯技术,通过加装基带处理单元(BBU)、射频拉远集线器(RHUB)、射频拉远单元(PRRU)等5G网络通信设备,实现试点区域的5G网络覆盖。基于移动运营商公用5G网络资源构建私有5G网络,采集数据通过传输网络定向流入MEC UPF, UPF根据分流策略对数据进行策略匹配,实现私有数据分流至本地服务器保障私有数据安全,其余数据传输至数据平台支撑能源业务开展。

3) 平台层

平台层包含核心业务组件,是开展创新服务业务的基础支撑。主要功能包括对下层软件、设备、资源模块的集中管理;对设备数据和业务数据的接、存、管、用;通过数据建模及大数据分析处理对应用构建和运化部署的支撑,实现应用层业务协同开展、资源统一调配。核心平台的定位在于,基于统一的数据获取和使用机制,支持开放共享的应用服务构建和运营。

4) 应用层

应用层主要包括以微服务框架及开发工具为核心的能源业务开发平台,是平台与客户进行服务互动、挖掘新型服务场景的载体。运营平台通过新能源应用运行支撑服务提供友好易用的应用与服务安装部署环境,通过运行环境、基础中间件服务、大数据服务等支持数据应用的落地部署上线。支持开放应用市集以开放竞争的方式对外服务。并对运营门户为服务提供方、服务消费方、运营管理等用户提供统一入口,打造生态聚集地。

4.4 功能架构及典型场景

综合能源服务平台按照政府需求、客户需求与公司内部需求,遵循“一平台,多场景,微服务、微应用”的开放共享建设思路,在完成设备或系统的实时监控的同时实现数据的汇总与分析。采集终端通

过网络将数据送入平台数据中心,通过使用数据处理工具,如Spark内存计算、Storm流计算、Excel、SQL完成数据清洗、数据分类、数据存储等一系列数据质量管理流程。平台提供开放应用市集和运营支撑,服务创新服务的快速落地、部署、发布。目前主要构建了五大典型服务场景,具体涵盖全景能源监测、企业能效管家、智慧运维服务、智能楼宇控制、在线能源商城五大业务^[7]。

1) 全景能源监测。多角度展示能源网络的实时运行情况及能源消费结构,园区、行业、企业多维度的能效、碳排放横向对标情况,支撑城市能源规划、政策引导和监管决策。

2) 企业能效管家。定期开展“能效体检”工作,辅助提供能源管理、设备运行优化建议,评估能效水平,促进企业节能降耗经济运营。

3) 智慧运维服务。通过在用户侧加装电气量、水浸、温度、湿度等传感终端,全方位深入融合用户侧感知数据,建立客户侧设备运行管理电子档案,为运维团队提供实时数据信息、平台技术支撑、设备操作步骤、定期检查提醒、故障主动报警等功能。

4) 智能楼宇控制。集成建筑设备管理系统,以感知数据为基础,制定智能化设施控制策略。通过对接通讯协议或加装控制装置,一方面实现对楼宇照明、空调、电梯、门禁、大功率负荷等用电设备的节能优化控制;另一方面实现安防监控、出入口控制、火灾报警及应急响应等安全防控功能。

5) 在线能源商城。构建产业生态圈,为企业和综合能源服务商搭建交易撮合平台,提供综合能源服务产品在线化交易,并附带精准营销、企业评级以及能源金融服务等产品。

4.4.1 全景能源监测

大屏幕运行监控作为显示主体,提供各种监视界面,实现区域配电网的“中压馈线-配电站房-末端设备”全域监控,界面展现技术采用Client模式和Browser模式结合的成熟界面展现技术,并提供多种显示属性,包括Zoom-in、Layer and Level、Panning、Navigation Window等显示功能,图形按图层配置为PUBLIC、SCADA、高级应用及客户定制层,切换各个应用时,图形自动切换到该应用层+共有层(PUBLIC)。通过分层能够为工作人员提供对不同需求的不同监测需要,实时数据在界面上可根据不同条件选择显示,如全显示、仅电压、仅电流、仅功

率、仅负荷等。

4.4.2 企业能效管家

系统提供可订制时段(5 min、15 min、1 h、某日、某月、某年)的能源计量数据统计计算功能。完成不同用户(园区、商业综合体、写字楼等)类别的分类分项能耗数据的实时计量、统计分析和展示。系统支持峰、平、谷电度电量和电度电费分析,提供同期环比分析报告。可根据智能终端采集的配变和分支馈线的各类数据进行用能评估,并按照客户耗能情况进行高耗能、一星级节能、二星级节能、三星级节能、节能达人和节能专家评估。可拓展提供其它能源,如水、热、气能耗的分项计量报告,系统支持提供当日及近半年能耗分析报告,包括能耗曲线、柱状图等,可自定义时间周期查看。

4.4.3 智慧运维服务

电气量统计分析直观的展示单个客户概况、设备档案和运行状况,集中展示负荷曲线、电量信息和分级告警,让运维管理人员和客户及时了解站点监控情况和设备告警信息。系统支持数据报表导出功能,运维管理人员和客户可按照小时、日、月方式对站点电气量有效值、最大值、最大值发生时刻、最小值、最小值发生时刻和平均值进行统计。系统支持对各站点电能质量的集中监测统计功能,从电压、功率因数、频率、谐波和三相不平衡5个维度,通过长期的数据积累,为配网的整体网络的改善提供数据分析判断依据。系统支持查看运维人员的各项信息和查询,统计运维人员的出勤次数、工作时长及巡检、消缺和抢修情况。

4.4.4 智能楼宇控制

系统支持楼宇控制方案的模块化定制,以用户物联网数据、用电设备特征为基础,通过对接通讯协议或在设备侧加装控制器,实现楼宇设施高效运行及安全监控,包括:照明系统远程集中控制、分时差异化运行控制,空调、清风系统与环境监测量的联动控制,水泵的本地及远程启停控制,门禁系统的自动识别控制等。智能楼宇的实现既降低了日常管理人力成本,同时也是能源互联网在建筑方面应用的落地体现。

4.4.5 在线能源商城

在线能源商城通过服务目录、交易管理、计费管理等服务,支持开放应用市集以开放竞争的方式对外服务,并提供运营门户为服务提供方、服务消费

方、运营管理等用户提供统一入口,打造生态聚集地。平台提供服务商入驻功能,经后台工作人员对服务商资质审核通过存入供应商库中,通过大数据分析、人工智能等技术挖掘客户潜在需求后平台进行交易撮合。平台提供客户评价反馈功能,并依据公司资质、业务接单量、响应速度、客户评价等要素为服务商综合评分,减少因买卖双方信息不对等而造成的风险及市场收益不均等问题,打造良性循环的能源业务生态圈。

5 示范区试点应用

综合能源服务聚焦天府新区兴隆湖示范区集中落地推广,定位服务群体为工业、商业、城市综合体、工业园区等企业级客户。通过平台监测功能,以面向客户提供电力安装、咨询、节能等服务、技术支持设备的智慧运维,推出经济省心的服务套餐获取经济效益;实现已参与业务服务用户综合能源服务平台的逐步接入,通过在用户侧加装传感器等设备、运用5G通讯技术,实现用户侧数据深入、精确、迅速全方位感知;通过与政府相关部门合作,依托平台推进示范建筑项目智慧化升级,打造绿色星级建筑,服务公园城市建设高质量发展;结合用户营销系统档案、电费、电量、停电次数、时长等系统数据,制定用户特定标签,完成用户用电特征的精准画像,及时、深入挖掘用户潜在服务场景,线上进行交易撮合,开展主动服务。

目前,兴隆湖示范区域内已签约服务企业用户共计68户,其中,接入综合能源系统平台数28户。通过对用户用能情况的全方位分析,平台提供用能结构调整、设备运行管理建议策略,服务客户平均有效提升综合能效5%~10%;结合实时监测数据,开展智慧运维服务累计100余次,有效节省用户人工运维及设备维护成本,缩短故障停电时长;充分利用大数据分析、人工智能等技术手段,开发增值数据产品并不断迭代升级。通过实践证明,以综合能源服务平台为基础开展的智慧能源服务具有一定的用户市场,其中“5G+工业互联网”技术对系统稳定运营、业务有效开展提供了有力支撑。

6 结语

综合能源的发展关系到国计民生,能源改革任

重而道远。所介绍的综合能源管理平台方案,通过融合工业互联网技术,基于5G技术高可靠、大带宽的网络传输通道,为用户提供“1+5”场景基础应用(包括全景能源监测、企业能效管家、智慧运维服务、智能楼宇控制、在线能源商城)以及额外场景服务定制。一方面使用户智享能源保障服务;另一方面也架起了能源服务行业多方合作共赢的桥梁。接下来,将以该平台为重心,推进区域用户的全量接入,广泛开放业务合作,并不断推进新技术的融合运用,赋予业务、数据产品快速开发及迭代能力,形成一个可推广、具有行业价值的综合能源服务平台;另外,对公司服务模式、商业模式的数字化转型也进行了路径探索。

参考文献

[1] 王琳黎. 四川天府新区打造人城境业高度融合的城市[N]. 成都日报, 2020-04-28.

[2] 皮亦鸣. 共建工业互联网平台, 共享数据要素, 推进成渝地区双城经济圈合作[N]. 人民邮电报, 2020-07-16.

[3] 刘洋, 安岗. 工业互联网融合5G网络切片技术演进发展浅析[J]. 信息通信技术, 2019, (S1): 27-31.

[4] 陈晓红. 数字经济时代的技术融合与应用创新趋势分

析[J]. 社会科学家, 2018(8): 1-8.

[5] 国家发改委、能源局、工信部联合印发《关于推进“互联网+”智慧能源发展的指导意见》: 发改能源[2016]392号[S]. 2016.

[6] 林杰, 刘畅, 张劲. 能源互联网的“先行者”, 四川天府新区的“试验田”——四看泛在电力物联网在成都天府新区试验[N]. 经济日报, 2019-07-19.

[7] 赵雯, 杨林华, 范娟娟, 等. 电网公司综合能源服务业务混合所有制改革模式探析[J]. 电力与能源, 2019, 40(1): 70-80.

作者简介:

潘雪佼(1995), 女, 学士, 助理工程师, 研究方向为电力市场与电力系统分析;

何冰(1974), 男, 硕士, 高级工程师, 研究方向为电力系统继电保护与能源互联网;

谢天祥(1982), 男, 硕士, 高级经济师, 研究方向为柔性输电技术及应用;

乔云池(1993), 男, 学士, 助理工程师, 研究方向为电力设计与电力系统及其自动化;

胡圆圆(1986), 女, 博士, 高级经济师, 研究方向为工商管理;

向柯霓(1994), 女, 学士, 助理工程师, 研究方向为电力市场。

(收稿日期: 2020-10-09)

(上接第80页)

[8] 冯显英, 葛荣雨. 基于数字温湿度传感器SHT11的温湿度测控系统[J]. 自动化仪表, 2006(1): 59-61.

[9] 崔江静, 黄顺涛, 仇炜, 等. 改进的Faster R-CNN方法及其在电缆隧道积水定位识别中的应用[J]. 电力自动化设备, 2019, 39(7): 219-223.

[10] 费斐. 电力隧道监控系统设计[J]. 科技信息(科学教研), 2007(23): 386.

[11] Min L, Zhou Z, Li H, et al. Research and Development of the Smart Telemonitor System for Power Cable Tunnel [C]// Transmission & Distribution Conference & Exposition, 2010.

[12] 韩丹翱, 王菲. DHT11数字式温湿度传感器的应用性研究[J]. 电子设计工程, 2013, 21(13): 83-85.

[13] Liu G, Lei C, Liu Y. Analysis on Transient Error of Simplified Thermal Circuit Model for Calculating Conductor Temperature by Cable Surface Temperature[J]. Power System Technology, 2011, 35(4): 212-217.

[14] 李俊廷. 电缆隧道综合监控技术研究[D]. 秦皇岛: 燕山大学, 2016.

[15] 艾福超. 高压电缆及电缆隧道综合监控系统研究与

应用[D]. 济南: 山东大学, 2015.

[16] 刘凯. 大连地区电缆隧道在线监测系统的设计与实现[D]. 大连: 大连理工大学, 2016.

[17] 蒋松云. 电缆隧道运行状态在线监测系统的设计与实现[D]. 长沙: 湖南大学, 2012.

[18] 杨联宇. 变电站电缆层及电缆隧道综合监控系统设计及应用[D]. 北京: 华北电力大学, 2013.

[19] 蒋亚坤, 王彬筌, 黎强, 等. 基于物联网技术的变电站监控架构方案[J]. 云南电力技术, 2019, 47(4): 57-59.

[20] Uysal - Biyikoglu E, Gamal A E. On Adaptive Transmission for Energy Efficiency in Wireless Data Networks [J]. IEEE Transactions on Information Theory, 2004, 50(12): 3081-3094.

[21] Kansal A, Hsu J, Zahedi S, et al. Power Management in Energy Harvesting Sensor Networks[J]. Acm Transactions on Embedded Computing Systems, 2007, 6(4): 32.

作者简介:

刘云龙(1989), 男, 硕士研究生, 工程师, 从事高压电缆、高电压与绝缘技术研究。

(收稿日期: 2020-07-10)