

## 电力物联网在电网的应用方案研究

黄盛, 解文艳, 黄楚鸿, 付强, 李舒涛

引用本文:

黄盛, 解文艳, 黄楚鸿, 等. 电力物联网在电网的应用方案研究[J]. 南方能源建设, 2021, 8(S1): 20–25.

HUANG Sheng, XIE Wenyan, HUANG Chuhong, et al. [Research on Application Scheme of Power Internet of Things in Power Grid](#)[J]. *Southern Energy Construction*, 2021, 8(S1): 20–25.

---

## 相似文章推荐 (请使用火狐或IE浏览器查看文章)

Similar articles recommended (Please use Firefox or IE to view the article)

### [构建一流智能电网标准设计体系研究实践](#)

Research on the Construction of First-class Smart Grid Standard Design System

南方能源建设. 2020, 7(z1): 1–7 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2020.S1.001>

### [关于智能电网发展的几点思考](#)

Some Ideas on the Development Mode of Smart Grid

南方能源建设. 2018, 5(4): 21–28 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2018.04.003>

### [基于效用函数的电力物联网异构网络接入QoS保障方法](#)

Utility Function Based Network Access Method in Power Grid HetNets with QoS Guarantee

南方能源建设. 2017, 4(1): 87–91 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2017.01.016>

### [分布式供能系统协同电网调峰是历史的必然](#)

Distributed Energy System in Coordination with Peak Load Regulation of Power System is Historically Inevitable

南方能源建设. 2016, 3(4): 8–12 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2016.04.002>

### [大型城市智能电网规划探索](#)

Exploration of Smart Grid Planning in Large Cities

南方能源建设. 2020, 7(z1): 13–17 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2020.S1.003>

# 电力物联网在电网的应用方案研究

黄盛<sup>✉</sup>, 解文艳, 黄楚鸿, 付强, 李舒涛

(中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州 510663)

**摘要:** [目的] 电力物联网是电网公司数字化转型、提升电网智能化水平的重要手段。[方法] 介绍了电力物联网概况与架构, 重点说明了各层级功能要求与发展目标, 针对综合电力公司、配电网公司、售电公司的差异, 提出了各自发展电力物联网的技术方向。[结果] 在输电网、配电网、营销与用电、企业管理领域提出了应用解决方案。[结论] 该方案在各类电网公司得到了良好应用。

**关键词:** 电力物联网; 智能电网; 电网感知

**中图分类号:** TM7; TP391.44

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2095-8676(2021)S1-0020-06

**开放科学(资源服务)二维码:**



## Research on Application Scheme of Power Internet of Things in Power Grid

HUANG Sheng<sup>✉</sup>, XIE Wenyan, HUANG Chuhong, FU Qiang, LI Shutao

(China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

**Abstract:** [Introduction] Power Internet of things is an important means for power grid companies to make digital transformation and improve the level of power grid intelligence. [Method] This paper introduced the general situation and architecture of power Internet of things, focused on the functional requirements and development goals of each level, and put forward the technical direction of developing power Internet of things according to the differences among comprehensive power companies, distribution network companies and power sales companies. [Results] Application solutions were put forward in the fields of transmission network, distribution network, marketing and power consumption, and enterprise management. [Conclusion] The scheme has been well applied in various power grid companies.

**Key words:** power Internet of things; smart grid; power grid perception

2095-8676 © 2021 Energy China GEDI. Publishing services by Energy Observer Magazine Co., Ltd. on behalf of Energy China GEDI. This is an open access article under the CC BY-NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

### 1 电力物联网概况

2013年国务院发布《关于推进物联网有序健康发展的指导意见》, 提出“物联网是新一代信息技术的高度集成和综合运用, 具有渗透性强、带动作用大、综合效益好的特点, 推进物联网的应用和发展, 有利于促进生产生活和社会管理方式向智能化、精细化、网络化方向转变, 对于提高国民经济和社会生活信息化水平, 提升社会管理和公共服务

水平, 带动相关学科发展和技术创新能力增强, 推动产业结构调整和发展方式转变具有重要意义。”国家电网公司在2009年提出建设“智能电网”, 并在2019年正式提出建设“泛在电力物联网”, 将泛在电力物联网建设提升到与智能电网建设同等重要的高度。

国家电网定义的泛在电力物联网是围绕电力系统各环节, 充分应用移动互联、人工智能等现代信息技术、先进通信技术, 实现电力系统各个环节万物互联、人机交互, 具有状态全面感知、信息高效处理、应用便捷灵活特征的智慧服务系统<sup>[1]</sup>。

物联网技术融合云计算、大数据、物联网、人

收稿日期: 2020-08-24 修回日期: 2021-01-12

基金项目: 中国能源建设股份有限公司重大科技专项“物联网在电网中的应用研究与工程示范”(CEEC2020-KJZX-05)

工智能、三维数字化建模、虚拟现实等的数字技术, 为实现发电、输电、变电、配电、用电、营销、企业智能管理等场景智能应用提供支撑。文献 [2-3] 讨论了物联网技术在电力系统源-网-荷的应用, 从物联网技术与智能电网深度融合的角度, 阐述了智能电网的发展愿景, 文献 [4-5] 提出了电力物联网平台的设计实现方案, 文献 [6] 讨论了物联网在智能配电网的应用方案。文献 [7] 讨论了区块链技术在能源物联网领域的发展与应用。

## 2 电力物联网架构

电力物联网从 2010 年的物联网结构 [8] 从 3 层架构向 2019 年的 4 层架构 [3] 演进。原因是随着云计算与大数据技术发展, 逐步形成公共数据处理平台层与具体软件功能实现的应用层分离, 使得数据存储与处理效率更高、数据分析工具更丰富强大、松耦合发展系统更健壮、功能升级迭代更方便。电力物联网 4 层结构如图 1 所示。

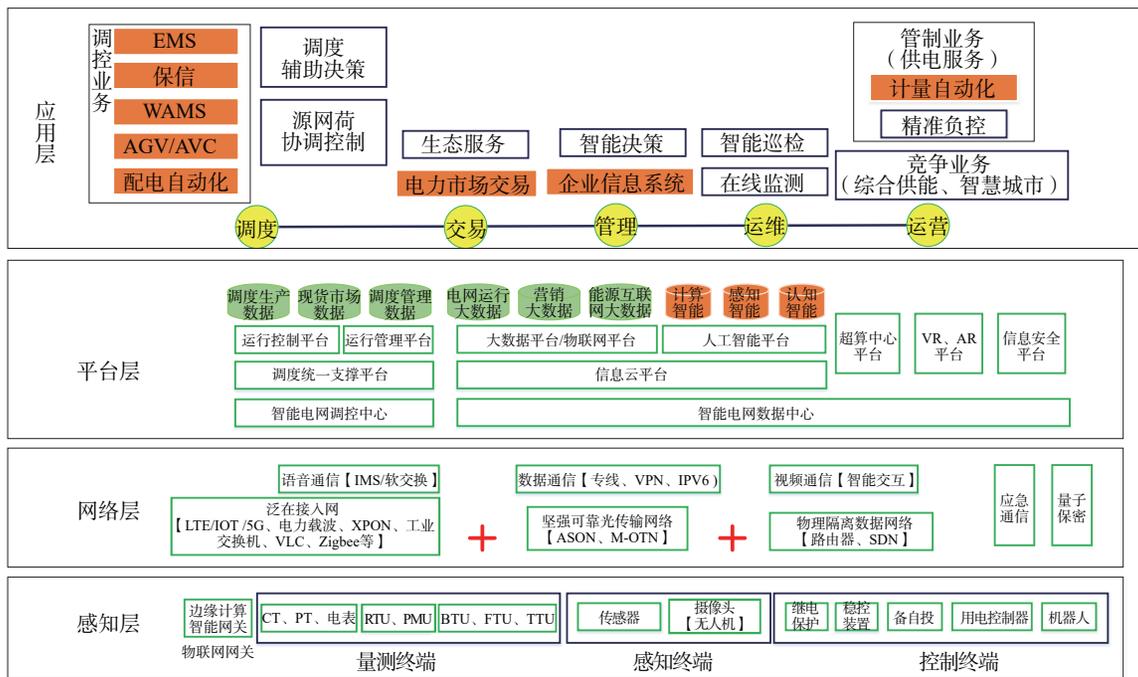


图 1 电力物联网体系结构

Fig. 1 Architecture of power Internet of things

感知层是智能电网实现其“智能”的基本条件, 目标是实现“智能感知、边缘控制”。感知层具有超强的事物环境感知能力和智能性, 通过保护自动化装置、电力仪表、传感器等二次设备、物联网技术实现对电力设施、基础设施、环境、建筑、安全等的监测和控制, 为电网运行、物资管理、业务营销各类应用提供全面数据采集与感知, 执行应用的反馈控制指令。

网络层是智能电网的“血管”通道, 实时高速、可靠安全的连接应用平台与终端。电力通信网络应该是由大容量、高带宽、高可靠的光网络和全面覆盖的电力物网络所组成, 为实现电网的智能化奠定良好的基础。同时, 为电网企业提供语音、视频、信息化管理等综合业务。

平台层是智能电网的基础能力平台、数据汇集仓库, 核心目的是让电网公司更加“智慧”, 在智能电网中, 数据是非常重要的战略性资源, 目标是实现“数据智慧分析、资源动态分配”。数据层主要任务是通过数据采集、数据融合、数据挖掘、数据活化等技术解决数据割裂、无法共享等问题。平台层包含电网生产控制、企业管理、业务营销三大类数据, 基于智能电网调控中心、智能电网数据中心, 实现各类数据共享与活化。

应用层的建设在智能电网的高效运行和营销拓展中具有重要地位, 应用层分为三个类应用: 电网调度控制类应用、企业信息化管理类应用、客户营销业务开展类应用, 目标是支持持续的“功能创新、模式创新”。应用层需要基于物理层面的海量

信息对电网运行状态进行实时分析、对物理设备的健康状态进行实时评价以及对未来电网态势发展进行实时预测,对各类电网控制对象、业务部门或电力用户下达指令,对公司人财物进行精准高效管理,对传统供电业务和能源互联网增值业务实施客户和经营管理,实现电网的调度运维、企业运营以及服务客户的高效互动。使得电网整体生产、经营、服务等业务成效达到最优。

### 3 电网企业分类与需求

随着智能电网与电力物联网的深度融合,芯片级智能终端、5G通信、云边融合分布式计算、人工智能模式与特征分析等高科技深化应用,电力物联网在将支撑电力行业的各类应用。由于不同电力企业自身规模、资金实力、发展需求不同,其物联网建设的需求、技术方案、应用功能也不同。以电力物联网建设为核心,将海量传感终端数据全面采集、平台数据统一存储、分析、共享、重复使用、最终实现业务功能基于全域数据的融合应用。

1) 大型综合电网企业包括如国家电网公司、南方电网公司,企业管理与资产范围包括输电、变电、配电、用电等环节,数字化信息需求包括智能调度、电力设备资产管理、客户服务、财务管理、人力资源管理,发展目标能力包括公司以保障社会可靠供电、建设运营输配电网、提供用户用电、用能综合服务,同时,需要承担联合上下游企业,建设能源互联网任务。

2) 中小型配电网企业包括近年来新发展的增量配电网公司、个别城市地方电力企业,企业管理与资产范围包括城市与农村配电网与少量接入的电源点,数字化信息需求包括配电网运行管理、配电网资产管理、客户服务、财务管理、人力资源管理等。发展目标能力包括优化本地配电网配置,保障本地电力供应和客户服务,降本增效、降低用户电费。

3) 这里售电企业指无输配电网资产的独立售电公司,中国售电公司向客户用能用电服务方向发展。企业管理与资产范围主要包括用电客户的管理与经营,为用户提供分时电价、节能管理、综合用能服务、分布式新能源微网管理运维等,数字化信息需求包括参与电力市场、客户服务、综合用能管

理、基本企业管理等,发展目标能力包括精细化客户服务、分时电价、新能源微网优化管理等。

大型综合电网公司平台层是支撑企业数字化转型、能源互联网、智能电网的关键部分,包括云计算平台、大数据平台、物联网平台、移动应用平台、人工智能平台、区块链平台、超算平台等几个组成部分,各平台松耦合建设,独立发展,不断引入利用最新的IT技术。基于自有平台,应用层开发各类对内业务和对外业务,基础供电业务与竞争类扩展业务。网络层以自建电力通信网为主,同时可向社会其他企业提供物联网服务。

中小型配电网企业平台层规模不大,各功能模块宜紧耦合一体化建设。在平台上开发配网运维、公司运营、客户服务的应用软件。骨干层通信与配电设施通信网自建,用电设施通信主要靠公网通信。

售电公司平台层可直接采用互联网公司(如BAT、运营商等)公共产品,接入广大用电用能客户数据。基于公共物联网平台,开发用电服务应用与APP供用户使用,通信基本全靠公网通信或互联网。

## 4 电力物联网应用方案

### 4.1 输电网解决方案

#### 4.1.1 电网感知

基于电力物联网的电网感知,利用物联网技术获取发、输、变、配、用各个运行环节的海量数据,通过大数据分析等技术对海量数据进行数据挖掘、数据融合、数据分析,实现从发电至用电环节的整体状态监视,使电网运行人员能够全面、动态地掌握电网的运行状态,及时发现电网各个运行环节潜在的风险并进行消缺处理,提高电网运行智能化水平及稳定性。基于电力物联网的电网感知可实现:

1) 全景展示:基于地理信息全景展示发、输、变、配、用各个运行环节的设备运行状态,采用可视化、三维等方式实现对电网设备的立体化在线监视,提高电网设备运行状态的感知。

2) 风险辨识:对获取的电网海量运行数据进行深度挖掘及融合,对电网运行状态进行智能化的风险评估及风险预警,以辅助运行人员开展事前风

险发现、事中异常处理及事后风险分析。

3) 故障处理: 实时掌握不同设备的运行状态, 通过不同设备间的关联性分析, 对异常故障进行快速定位并给出消缺处理建议, 为调度人员进行快速故障处理及快速进行供电方式的调整, 提高供电的可靠性及故障处理的针对性。

#### 4.1.2 智能运维

基于电力物联网的电力智能巡检系统, 采用高清摄像头, 红外热成像仪、拾音装置、传感器采集、机器人/无人机巡检等智能化设备, 以智能化的技术手段取代人工现场巡检, 对被监控设备进行实时在线监测、运行工况智能分析、风险预判及智能运维决策指导, 以实现设备的智能化运维, 提高电网和电力设备运行的可靠性。另外, 当电网出现故障时, 采用基于物联网的远程诊断系统, 由专家在远方进行技术会诊, 会诊专家通过故障现场画面的在线远程共享及运行数据在线智能分析相结合的手段, 共同远程指导现场工作人员处理现场出现的故障及技术难题, 以便迅速消除故障, 提高电网运行的可靠性及设备稳定性。

#### 4.1.3 源网荷储协调控制

基于电力物联网的源网荷储协调控制, 采用源网荷储运行在线监测及源网荷储智能协调运行控制等技术, 以储能、柔性负荷等可控资源作为调节手段, 参与到电网的运行中, 实现源网荷储之间的智能协调互动。源网荷储协调控制中, 通过将区域内的可调节负荷虚拟成一个整体柔性负荷, 采用智能优化控制技术对该虚拟柔性负荷进行弹性调节, 以实现负荷侧的电力调节管理及资源的有效配置; 通过对储能系统、光伏系统等资源进行智能优化控制, 可为电网提供削峰填谷、调频等技术手段。

### 4.2 配电网解决方案

#### 1) 配电状态智能感知

基于物联网技术的配电状态监测系统具有配电设备监测、环境状态监测、安保监测和智能分析预警等功能, 全面提升运行维护信息化、数据分析智能化、运检管理精益化水平, 为配电网智能巡检工作提供技术支撑。通过对配电房/开关站的设备状态、环境安防、电气等信息进行全面感知, 实现边缘智能与远程监测, 有效提升智能化运维水平和效率。典型的配电设备感知终端包括: 门磁传感器、

电缆接头温度传感器等配电室用传感器; 电缆室局放传感器、温湿度传感器等环网箱用传感器; 冷凝除湿传感器、接线桩头温度传感器等; 杆塔倾斜传感器等柱上开关用传感器; 接线电缆温度传感器、微气象传感器等柱上变压器台区用传感器; 杆塔倾斜传感器、电缆沟内部水位传感器等线路用传感器。

#### 2) 配网线路可视化与地下管廊监测

基于电力物联网的配网线路可视化主要涵盖地下电缆资产数字化与定位感知、配电网地下管廊智能监控和户外开关室几个部分可视化技术。实现地下电缆及电缆管廊的设备信息、运行信息的监测, 并对线路沿线户外开关箱进行智能化改造, 实现配网线路可视化。

### 4.3 营销与用电服务解决方案

#### 1) 综合能源服务

基于电力物联网的综合能源服务打破传统能源服务之间的供需界限, 融合一次、二次能源, 实现天然气、电力、热能供应等多种能源互补, 通过汇集多种能源供给与价格数据, 对能源服务进行管控。为实现综合能源服务, 电力物联网将延伸到能源供应商和能源用户, 将发电、电网等设备和用户的广泛互联, 促进能源流和信息流的高效运转。数据平台通过 GIS 平台、OS2、计量自动化系统、营销管理系统、资产管理系统等获取电网、热网、气网等多种能源数据, 实现多形态能源数据融合。综合能源服务内容包括综合能源运监管管理、综合能源协同与优化、综合能源设施运维服务管理、综合能源客户服务管理、综合能源建模等。

#### 2) 智能营业厅

基于电力物联网的智能营业厅以实现智能化、互联网化、电子化为目标, 以“引导互联网自助服务为主, 人工服务为辅”为原则, 优化供电营业厅布局分区和功能配置, 推进营业厅(线下)业务向互联网(线上)业务转变, 深度融合传统营业厅服务渠道与互联网服务渠道, 实现供电营业厅向体验型、智慧型方向转型, 智能营业厅包括受理基本服务功能、互联网业务和新业务推广、服务品牌宣传、综合能源业务展示等功能。

#### 3) 电动汽车充电设施管理

基于电力物联网的电动汽车充电设施管理, 目

标是提供安全、可靠、优质、高效的充电服务，有效解决充电设施分散、管理难度大和资源浪费等问题，寻求充电桩的精准负荷控制解决方案。电动汽车充电桩本身作为电量信息采集终端、设备状态、环境状态采集终端和用户信息交互终端，通过连接电力物联网平台，上传电量信息、设备运行状态与环境安保等信息，通过显示屏与用户实现电量电费查询、充电二维码缴费、充电模式选择与控制等功能。

#### 4) 智能用电台区与多表集抄

基于电力物联网的智能用电台区以提高低压配电网的多类型、高频次、高密度量测数据采集与状态全面感知能力，实现低压台区“变-线-相-户”拓扑关系自动识别及停电事件主动上报功能，为主站侧开展线损精细化分析治理、电能质量综合治理、停电快速研判等深层功能应用提供基础数据支撑。

电、水、气是人们日常生活不可少的公共服务产品。利用电力物联网技术与平台推动供电、供水、燃气“三表合一”采集，目的在于打造新型用能服务模式、全面支撑智慧城市建设，减少抄表工作量和硬件重复建设，建设节约型社会。2015年7月6日国家发改委、能源局发布的《关于促进智能电网发展的指导意见》提出“完善煤、电、油、气领域信息资源共享机制，支持水、气、电集采集抄，建设跨行业能源运行动态数据集成平台，鼓励能源与信息基础设施共享复用。”

### 4.4 企业管理解决方案

#### 4.4.1 智慧园区

基于电力物联网的新型智慧电力园区将实现深度感控、泛在互联、智能进化、以人为本四大特征各项管理功能。

1) 深度感控：通过在基础设施、园区环境、各类管道系统中部署物联网感知设备，实时有效地感知园区设备的运行状态，通过集成了GPS、NFC、RFID等终端智能设备，感知人和人、人和物的互动信息。

2) 泛在互联：通过有线或无线物联网和通用的行业标准接口协议，接入融合云平台，实现园区物与物、人与物、人与人的全面互联、互通、互动。

3) 智能进化：结合BIM进行智能化分析和控

制智能化设备，实现园区管理制度和流程数字化，提升运营效率，园区管理数据智能化分析，实现科学决策。园区平台通过不断的获取数据、分析数据，进行自主学习、进化，形成可持续发展能力。

4) 以人为本：以园区用户需求为根本出发点，通过人和人、人和物之间的感知和信息传递，使园区持续不断地满足用户的个性化和定制化需求，让园区中的用户生活更美好。

#### 4.4.2 智慧数据中心与机房运维

基于电力物联网的智慧数据中心与机房运维，将实现会学习、能感知、会分析、会推理、可预测、可决策、自动化、可视化八大特征的智慧运维，提升运维质量，降低运维成本。主要实现功能包括：运维数据集成、运维全景展示、设备三维快速定位、设备信息管理、设备库存管理、设备全生命周期管理、线缆管理及可视化查找、容量展示及预测、3D漫游、物联网设备集成、VR模拟仿真、设备健康监测、AR运维、运维知识库、能效管理系统、资产管理等功能。

#### 4.4.3 智慧工地、仓储物流

基于电力物联网的智慧工地应用包括应急指挥、VR施工安全培训、塔吊全景监控、环境监测、智能地磅、车辆识别、安全风险等功能。基于电力物联网的智慧仓储物流应用基于新型在线感知标签(eRFID)，具备感知数据离线读取和在线感知双重功能，实现重要/特殊资产的身份标识与状态监测，主要功能包括资产数据对应、标签管理、实物编码分析、物资仓储作业应用（到货验收、入库、查询盘点、出库等）、基于RFID的物资品控应用（监造、抽检、修理跟踪等）。

#### 4.4.4 资产全寿命周期管理

基于电力物联网的资产全寿命周期管理，覆盖资产的规划、设计、采购、建设、运行、检修、技改、报废的各个环节，通过数据平台获取重要设备状态数据、设备运行数据，全面感知电网设备和资产的运行状态。结合资产管理信息系统建设，贯通管理信息域和生产域的信息流，实现电网资产全寿命、全过程闭环管理，提高资产投资效益。资产全寿命周期管理主要功能包括电网设备台账、设备预测性检修、“帐卡物”一体化、配电全景展示、变电全景展示等。

#### 4.4.5 智慧办公

基于电力物联网的智慧办公,结合移动互联技术和IT软件技术,实现办公资源的整合管理,减少繁琐的人工申请、审批、统计和盘点工作,实现自动化、智能化的办公管理,营造舒适办公环境,提高员工工作效率,降低能源损耗、保障办公安全。智慧办公包括云投屏、云打印、会议管理、协同白板、工位管理等。

## 5 结论

电力物联网的快速发展,加速了电网智能化、管理智能化、服务智能化,先进的技术应用将使电网公司向能源互联网和综合能源服务公司发展的强大助力。

电力物联网建设还需考虑终端接入标准化问题、通信网络覆盖与可靠性问题、平台层持续发展问题、数据处理容量与实时性问题、信息安全防护问题、应用层功能升级灵活性问题。

#### 参考文献:

- [1] 国家电网公司. 泛在电力物联网白皮书2019 [R]. 北京: 国家电网公司, 2019.  
State Grid Corporation of China. White paper internet of things in electricity 2019 [R]. Beijing: State Grid Corporation of China, 2019
- [2] 何奉禄, 陈佳琦, 李钦豪, 等. 智能电网中的物联网技术应用与发展 [J]. 电力系统保护与控制, 2020, 48(3): 58-69  
HE F L, CHEN J Q, LIU Q H, et al. Application and development of internet of things in smart grid [J]. Power System Protection and Control, 2020, 48(3): 58-69.
- [3] 赵萌萌, 唐平舟, 孙堃, 等. 泛在电力物联网发展与展望 [J]. 华北电力大学学报(自然科学版), 2020, 47(5): 63-74.  
ZHAO M M, TANG P Z, SUN K, et al. Development and prospect of the ubiquitous electric internet of things [J]. Journal of North China Electric Power University (Natural Science Edition), 2020, 47(5): 63-74.
- [4] 郭文静, 刘迪, 丁学英. 面向电力行业的物联网平台设计及应用 [J]. 供用电, 2019, 36(6): 46-54.  
GUO W J, LIU D, DING X Y. Design and application of internet of things platform for power industry [J]. Distribution & Utilization, 2019, 36(6): 46-54.
- [5] 翟永杰, 李冰, 乔弘, 等. 分布式风电物联网平台设计与工程实践 [J]. 南方能源建设, 2017, 4(3): 23-29.  
ZHAI Y J, LI B, QIAO H, et al. Design and engineering prac-

tice of distributed wind power Internet of things platform [J]. Southern Energy Construction, 2017(3): 23-29.

- [6] 张亚健, 杨挺, 孟广雨. 泛在电力物联网在智能配电系统应用综述及展望 [J]. 电力建设, 2019, 40(6): 1-12.  
ZHANG Y J, YANG T, MENG G Y. Review and prospect of ubiquitous power internet of things in smart distribution system [J]. Electric Power Construction, 2019, 40(6): 1-12.
- [7] 逯遥, 毛知新, 邱志斌. 区块链技术在能源物联网领域的发展与应用综述 [J]. 广东电力, 2021, 34(7): 1-14.  
LU Y, MAO Z X, QIU Z B. Review of the development and applications of blockchain technology in the field of energy internet of things [J]. Guangdong Electric Power, 2021, 34(7): 1-14.
- [8] 刘化君. 物联网体系结构研究 [J]. 中国新通信, 2010, 12(9): 17-21.  
LIU H J. Study on the architecture for internet of things [J]. China New Communications, 2010, 12(9): 17-21.

#### 作者简介:



黄盛

黄盛 (通信作者)

1978-, 男, 江西九江人, 教授级高级工程师, 硕士, 主要从事电力系统通信系统研究与设计工作 (e-mail) huangsheng@gedi.com.cn。

#### 解文艳

1971-, 女, 吉林临江人, 高级工程师, 硕士, 主要从事数字电网、电网信息化咨询研究工作 (e-mail) xiewenyan@gedi.com.cn。

#### 黄楚鸿

1986-, 男, 广东台山人, 工程师, 硕士, 主要从事电网调度运行及研究工作 (e-mail) huangchuhong@gedi.com.cn。

#### 付强

1991-, 男, 江西抚州人, 工程师, 硕士, 主要从事信息化及综合能源服务研究咨询工作 (e-mail) fuqiang@gedi.com.cn。

#### 李舒涛

1985-, 男, 江西南昌人, 高级工程师, 硕士, 主要从事智能电网、智慧城市、智慧园区、楼宇研究设计工作 (e-mail) lishutao@gedi.com.cn。

(责任编辑 李辉)