

# 新型电力系统背景下低压台区建设的研究

杜峰, 江御龙

(国电南瑞南京控制系统有限公司, 江苏 南京 210000)

**摘要:** 随着农村电网的不断升级和改造, 低压台区侧设备智能水平以及供电服务能力等多个方面都有了显著提升, 同时伴随着经济的发展, 居民的用电方式不断改变, 传统电网管理模式已无法满足新时代发展变化的需求, 迫切须将物联感知等一系列先进技术应用到低压台区的建设中, 以满足用户的须求为出发点, 充分发掘居民用户的用电数据价值, 探索新的设备运行模式, 目的在于提升居民用电效益和用电质量, 助力构建新型电力系统。

**关键字:** 低压台区; 物联感知; 新型电力系统

**中国分类号:** TM774

## Research on the Construction of Low Voltage Platform Area Under the Background of New Power System

DU Feng, JIANG Yulong

(NARI-Tech Nanjing Control Systems Ltd., Jiangsu Nanjing 210000, China)

**Abstract:** With the continuous upgrading and transformation of rural power grid, the intelligent level of low-voltage substation equipment and power supply service capacity have been significantly improved. At the same time, with the development of economy, the way of electricity consumption of residents is changing. The traditional power grid management mode has been unable to meet the needs of the new era. It is urgent to apply a series of advanced technologies such as IOT sensing to the construction of low-voltage substation area. To meet the needs of users as the starting point, fully explore the value of power consumption data of residential users. Explore new equipment operation modes. The purpose is to improve the efficiency and quality of residential power consumption. Help build a new power system.

**Keywords:** low voltage station area; IOT perception; new power system

### 1 研究背景

能源互联网技术作为时下最先进的电子信息技术, 正以高效率、高技术水平、高覆盖率的优势成为电力发展的主要驱动力。供电公司致力于打造智能电网, 为每一个居民用户提供定制化服务, 根据居民用户的实际需要进行相应调整, 以提高用电管理效率和经济效益。在用户侧泛在能源互联网涵盖的范围极广, 是从用电企业用户安装的负荷控制管理终端、用能监控终端到低压台区侧集中器、居民用户的智能电能表、智能插座、智能家居等一切与电能关联的节点。随着交直流充电桩、分布式能源、智能家居、储能以及水气热等各类新型用能设备的逐步接入, 各网省公司数据采集范围较以前有了极大拓展, 同时随着居民用户用能情况实时监测的要求不断提高, 电能数据采集周期由每日到小时到现

收稿日期: 2022-04-28

在要求的分钟级, 采集频度大幅度增加了几十倍。

为了加快网省供电公司推进供电侧用户数字基础设施建设, 服务营销数字化转型发展, 聚焦“碳中和、碳达峰”目标, 构建新型低压台区管理服务体系, 必须全面加强台区信息感知能力, 推动业务体系融合贯通, 构建源网荷储互动机制, 实现台区精益管理、负荷精准调控, 用户精品服务, 助推可持续发展, 助力构建以新能源为主体的新型电力系统。

### 2 主要技术研究

物联感知技术在低压台区建设中重点是在通信组网建设思路, 以 HPLC 为主要通信方式, RS485 为辅, 结合蓝牙、LoRa 等方式作为补充, 以智能电能表为居民家庭通信子网中心、以物联感知终端为表箱通信子网中心, 以能源控制器为台区低压侧通信网络中心, 构建弹性扩展、传输高效的分层分布式通信网络。

HPLC技术是在低压电力线上进行数据高速传输的宽带电力线载波技术，是以低压电力线作为传输介质，实现电力用户的用电数据交互传输的一种通信网络。主要采用了正交频分复用（OFDM）技术，使用频段为0.7~3 MHz，与以往低速窄带电力线载波技术相对比，HPLC技术具有带宽大、传输速率高等优势条件，可以满足电力线载波通信更高的需求。

覆盖范围广泛，尤其是在建筑楼宇内或是山区等特殊地方，无线存在穿透力弱，有信号盲区的情况，HPLC技术可以很好的与无线技术行程互补，可以更好地实现通信连接。随着国家电网公司对HPLC大力推广，HPLC技术将来会带动起更多的市场应用前景。

### 3 建设内容研究

低压台区现场建设，一般从台区侧低压计量箱、分支箱、表箱、用户4个方面进行。基于HPLC推广与深化应用，主要包括数据高频采集、台区自动识别、相位拓扑识别、停电事件主动上报、台区分相停电分析、时钟精准治理、通信网络监测与优化、ID统一标识管理等功能。通过深化应用台区主要节点监测设备，强化低压台区分支和用电点的边缘感知、边缘计算能力，实现计量箱数字化监控。采用对台区内分支箱、计量箱、终端等设备进行数字化改造方式，建立台区各型设备信息模型，对实时运行工况、设备运行状态、电气拓扑结构、温湿度等信息的实时采集监控，实现可视化的数字、图形等展示，来提高台区运行的可观测性。通过对台区用电行为数据的实时监测，进而加强台区拓扑自动识别能力以及提升配网故障精准定位能力，实现台区拓扑和相位的高效率自动识别，这样相比于原有的人工营销建档、核查的方式，明显降低工作人员的工作量以及现场实际运维所产生的成本。

物联感知技术在低压台区的建设主要依托HPLC建立低压台区骨干通信网络，建立能源控制器、低压监测感知终端、智能电能表等主节点设备的稳定通信连接。

台区：能源控制器通过4G VPN与用电信息采集系统通信，实现平台与智能终端的数据交互。对下采用RS485总线通信采集台区总表、环境（温湿

度、水浸）传感器，通过电力线载波HPLC采集居民户表、低压监测感知终端、室内智能家电等设备信息并进行协调控制。

分支线路：安装分支箱的低压监测感知终端采用RS485总线连接环境传感器、塑壳断路器，实现分支电气拓扑结构辨识、相序识别、故障感知、事件主动上报及分支线路线损精细化分析等功能。低压监测感知终端接入用电分支线路的电压和电流，通过算法实现用电特征值冻结、负荷分解、故障分析、故障排查等功能，通过HPLC实现与能源控制器的数据传输。

表箱：居民表箱可集成低压监测感知终端、量测开关、漏电保护器、温湿度、水浸传感器以及具备无感换表底座、智能锁具，能源控制器通过HPLC与低压监测感知终端通信，对智能电能表实时或冻结数据、表箱开闭状态进行数据采集，实现智能电能表数据的高频采集、表前或表后停电故障监测分析、线路过载或短路保护、电气拓扑物理识别、线损精细化分析计算、非介入式负室内荷辨识以及表箱进水或高温、着火报警等功能。

用户：将用户侧的有序充电桩、光伏、储能装置数据通过HPLC接入能源控制器，通过具备HPLC载波功能的智能插座连接家用电器，实现户内空调、电热水器等大功率电器的负荷辨识与柔性调控。基于大数据处理分析，结合智能插座、智能家电等设备的精准感知，实现用户用能精准分析，台区负荷精准预测，提供家庭电器、台区、小区等多维度的用能分析，引导用户培养良好的用电习惯。

### 4 结束语

近年来，随着能源互联网技术的蓬勃发展，能源互联网的概念应运而生。能源互联网既有电力的互联互通，又存在信息的互联互通，因此具有泛在、双向交互和全面感知的特征。考虑到能源互联网的任务特征，其单向通信方式存在节点控制困难、难以应对高并发场景和终端设备故障处理等问题，因此本项目提出了一种能源互联网场景下的云端双向高并发通信架构，以满足双向互动、全面感知的泛在能源互联网业务要求。

（下转第16页）

### 3 结束语

北京地区供电企业通常认为由主干截面为300 mm<sup>2</sup>铜芯电缆构成的双环网,最大允许接入负荷能力不宜超过20 MW。对于总配电室分段母线带联络开关而言,鉴于所有变电站高压那一侧全都安装了母线短路线(不能够自动投切使用),实质上是在双环网的基础上一级一级的接入负荷。在上述的实例应用中规划设计双环网接入能力为25.34 MW,超过了20 MW,且能满足安全运行的要求。通过实践应用证明通过采取适当措施电缆双环网接线方式在保障高供电可靠性的同时,也能够有效地提高系统整体的供电能力。除此之外,通过实例分析可看出,在双环网接线模式中,开环点所设定的具体位置如若有所区别,那么倒闸操作的顺序与次数就不同,恢复供电的时间就有差别,所以除理论计算外,与运行部门形成有效地沟通配合,也是改善保障供电能力的重要环节。只有在规划阶段充分论证,并在运行阶段有针对性地制定应急预案,才可能打造安全的保证供电质量的可靠配网。

目前,双环网接线方式的应用虽然得到了大力推广,但其相关课题,如运行方式、供电可靠率等问题,还有待深入研究。运用双环网提高配电网供电能力,须要实践运行的数据分析、开环点设置位置与倒闸操作顺序三者之间的协调配合,在电网规划设计中大规模应用还有待进一步深入研究。本文对城市配电网接线形式的相关研究将理论与实际应用相结合,对于现实的电网规划运行有一定的指导意义。

(责任编辑:张峰亮)

(上接第11页)

基于物联感知技术打造的低压台区建设是各网省供电公司推进一流智能电网建设的重要一步。未来,电力系统的万物物联将是新型电力系统的发展趋势,进一步充分挖掘用电数据价值和数据应用的效率,为供电质量的提高和用电服务的提升提供更多的技术支撑。

### 参考文献

[1] 王永春,陈少坤.基于用电信息采集系统采集设备故障的智能诊断技术研究[J].环球市场信息导报,2018(10):122-123.

### 参考文献

[1] 杨期余.配电网[M].中国电力出版社,1998.  
 [2] 王锡凡.电力系统优化规划[M].水利电力出版社,1990.  
 [3] 陈章潮.城市电网规划与改造[M].中国电力出版社,1998.  
 [4] XIAO J, CUI Y, LUO F, et al. Comprehensive method on evaluation of distribution network planning[C]// International Conference on Electric Utility Deregulation and Restructuring and Power Technologies. IEEE, 2008:1249-1254.  
 [5] 毛春荣.浅析目前的城市电网改造[J].电网技术,1998,22(2):37-39.  
 [6] 陈晨,刘俊勇,刘友波,等.一种考虑变电站内部的电力系统可靠性分析[J].电力自动化设备,2015,35(2):103-109.  
 [7] 胡列翔,张弘,王蕾,等.国内外中压电缆网接线模式比较[J].浙江电力,2012,31(6):6-8+28.  
 [8] 郑杉,朱代瑛.新加坡“梅花”供电模型的启示[J].中国电力企业管理,2014(9):81-83.  
 [9] 廖鹏,李普明,董锴,等.配电网规划中各典型接线方式的可靠性分析研究[J].机电工程技术,2013(7):80-84.  
 [10] 汪穗峰,张勇军,任倩,等.配电网可靠性定量分析研究综述[J].继电器,2008(3):79-83.  
 [11] 丁明,张静,李生虎.基于序贯蒙特卡罗仿真的配电网可靠性评估模型[J].电网技术,2004,28(3):38-42.  
 [12] 张小娟,李泽荣,张重远,等.基于最小路法的配电网可靠性评估[J].电网与清洁能源,2010,26(8):24-28.  
 [13] 相晓鹏,邵玉槐.基于最小割集法的配电网可靠性评估算法[J].电力学报,2006,21(2):149-153.  
 [14] 万国成,任震,田翔.配电网可靠性评估的网络等值法模型研究[J].中国电机工程学报,2003,23(5):48-52.  
 [15] 郭永基.可靠性工程原理[M].施普林格出版社,2002.  
 [16] 中国航空规划设计研究院.工业与民用配电设计手册[M].中国电力出版社,1994.  
 [17] 宁岐.架空配电技术实用手册[M].中国水利水电出版社,2014.

(责任编辑:张峰亮)

[2] 张颖,王忠臣.微探电力用户用电信息采集系统在智能电网中的应用[J].数字通信世界,2019(8):189.  
 [3] 蒲振,吴迎年.基于LoRa的用电信息采集系统研究[J].电气技术,2019,20(6):25-29.  
 [4] 马敏.基于HomePlug GreenPHY的电力载波单元的设计与实现[D].陕西:西安电子科技大学,2017.

### 作者简介

杜峰(1987—),男,工程师,主要从事用电信息采集项目研究与应用。  
 江御龙(1989—),男,工程师,主要从事用电信息采集项目研究与应用。

(责任编辑:张峰亮)