

泛在电力物联网下的台区一体化智能管理研究

孙 薇¹,周海东²,吕诗宁³

(1. 国网浙江余姚市供电有限公司,浙江 宁波 315000;2. 国网浙江安吉县供电有限公司,杭州 313300;3. 国网浙江省电力有限公司 电力科学研究院,杭州 310000)

Integrated and intelligent management of substation area based on ubiquitous power Internet of Things

SUN Wei¹, ZHOU Haidong², LV Shining³

(1. Yuyao Power Supply Co., Ltd., State Grid Zhejiang Electric Power Co., Ltd., Ningbo 315000, China;
2. Anji Power Supply Co., Ltd., State Grid Zhejiang Electric Power Co., Ltd., Hangzhou 313300, China;
3. Electric Power Research Institute, State Grid Zhejiang Electric Power Co., Ltd., Hangzhou 310000, China)

摘要:智能台区管理是近年来各省市电网企业重点工作之一,全能型乡镇供电所、城区低压网格化等以台区为基础管理单元的新机制新模式全面推广。借鉴数字孪生五维结构模型,构建以数据为核心的台区一体化智能管理框架,重点从以物理台区的全息感知构建数字台区、以数字台区为引导实现台区深度洞察、以服务系统为支撑开展台区智能管理三个角度,开展一系列重点应用建设,全面提升台区的智能化管理水平,以期实现台区的全面分区自治。

关键词:台区;泛在电力物联网;数字孪生;全息感知;智能管理

Abstract: Intelligent management of substation area is one of the key construction works of power grid enterprises in recent years, all-round township power stations and low-pressure gridding in urban area is in overall promotion. Digital twin five-dimensional structure model is used to build a frame of integrated and intelligent management of substation area, construction of digital substation area, deep insight in area and intelligent management is focused on, a series of key application construction, to greatly enhance level of intelligent management of substation area are carried out, then the regional autonomy is fully achieved.

Key words: substation area; ubiquitous power Internet of Things; digital twin; holographic perception; intelligent management

0 引言

台区是电网企业依据供电变压器划分的基础用电管理单元,拥有供电层次布局清晰,用户产权明确的特点,是目前最优的运营模式^[1]。随着智能电网建设加入更多类型的终端和设备,用能需求增长带来用户数量增长及类型的复杂多样,充电桩、分布式电源、用户侧储能等新的能源节点的广泛接入,台区形成了远超以往的复杂形态和运行环境,台区管理需要满足客户日益增长的用电需求,提供高水平的供电能力和供电可靠性,建立高效的运行管理水平和服务能力,因此亟需形成集生产运行、营销管理、客户服务及安全管理等于一体的新型管理模式。

1 台区管理现状及存在问题

近年来,随着新型节能型配电变压器、自动化、信息化及通行等先进技术在配电台区的应用,配电台区智能化水平不断提升。国家电网公司也在加快开展智能台区建设,统筹推进新技术、新模式的探索及应用,

优化营销资源配置,强化自动化技术支撑,促进台区内营配数据贯通和业务融合,提高供电服务体验。目前台区管理能力取得了显著提升,但仍然存在一些问题。

从管理机制看,国家电网公司自十九大后提出着力构建以客户为中心的现代服务体系,提出台区经理、网格经理、政企客户经理等主要客户服务队伍建设,配网台区成为经营管理的最小单元^[2]。从各省市地区建设情况来看,台区管理的队伍已基本成型,但职能定位、运转逻辑、考核办法、绩效标准等还有待进一步细化和落实,还未形成理想化的分区自主经营管理机制。

从管理内容看,受限于台区经理或网格经理的业务能力结构和专业素质,目前台区管理正在逐步实现台区内的常规供电服务、台区线损管理、简单配网运维等业务的归口管理,而综合能源服务、经营管控等业务因资源、技术、工具等不足还有待进一步落实。

从管理手段看,经过多年电力信息化建设,用电信息采集、营销移动作业、配网自动化系统等支撑台区客户服务和配网运维的信息化系统极大地提升了台区管理水平,各地也在逐步发展以数据驱动的智能管理升级,但是针对台区的实时监控、故障诊断、状态预测等智能化支撑手段仍然缺乏,人工核查、经验分析等特征显著。

收稿日期:2019-09-03;修回日期:2019-10-11

2 泛在电力物联网建设为台区管理创新创造条件

国家电网公司基于“三型两网”战略大力开展泛在电力物联网建设,提出以“全息感知、泛在连接、开放共享、融合创新”为核心的基础支撑及内外部业务的全面升级建设要求。泛在电力物联网的建设是贯穿物理电网、数字电网及多元业务的综合性复杂工程,其建设成果将为智能台区建设奠定基础,带来诸多助益^[3]。

2.1 数字孪生

泛在电力物联网建设大纲提出应用电网统一信息模型,实现实时准确的数字化电网拓扑,随着传统物联采集功能的丰富和更多新型的智能终端、采集模块、智能芯片的应用,台区内物理设备的信息采集频次、维度、范围等都将大幅扩展,进而将推动虚拟信息资源对物理实体对象的映射还原,以数字方式创建高写实虚拟模型,形成台区的数字孪生体,真正实现从物理层面到数字层面的互联互通和全景可视。

2.2 动态洞察

泛在电力物联网建设将实现全量设备在线、用电信息实时采集及配网拓扑自动识别,泛在连接有助于数据信息的关联采集和追根溯源,同时采用边缘计算技术可以就地完成用户及台区的状态监测、智能分析、故障预警、故障诊断等,即可直接支撑台区管理人员实时监控台区运行状态,洞察台区异常情况。

2.3 智能分析应用

泛在电力物联网的建设要求实现跨业务数据同源采集、数据融通及数据共享,台区本身信息与台区管理所涵盖业务相关数据的融合,能够为开展基于大数据的业务分析和管理分析提供有力支撑,实现数据驱动的台区管理模式。

3 泛在电力物联网下的台区一体化智能管理

鉴于泛在电力物联网建设能够为台区管理创新创造的有利条件,国网浙江省电力公司借鉴了数字孪生五维结构模型,提出泛在电力物联网下的台区一体化智能管理框架,即构建以“台区物理实体、虚拟数字台区、台区服务系统、孪生数据、交互连接”五个维度为核心的台区数字孪生模型,进而建立全方位覆盖台区管理的业务闭环。整体框架示意如图1所示。

3.1 构建物理台区与数字台区间的映射

从物理台区到数字台区的还原映射需要实现涵盖总体拓扑到具体设备的虚拟模型刻画,能够在

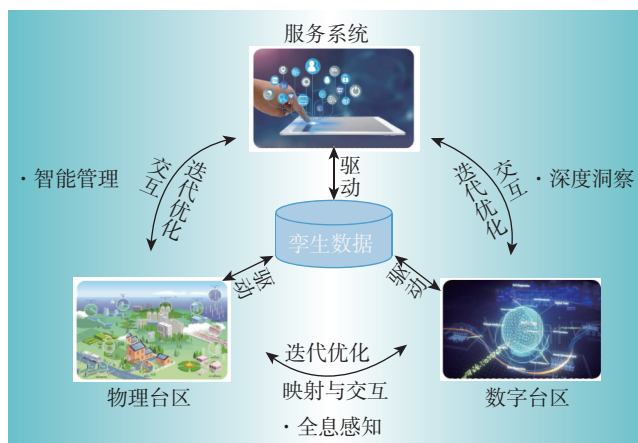


图1 基于数字孪生五维结构模型的台区一体化智能管理
Fig. 1 Integrated and intelligent management of substation area base on digital twin five-dimensional structure model

数字层面全面掌握台区的稳态、暂态和动态情况,因此可围绕台区拓扑构建、台区设备监测、用户用能感知几个方面实现对台区的全息感知。

3.1.1 台区拓扑构建

可应用HPLC技术实现台区拓扑识别,包括利用相位识别、网络拓扑信息、网络节点停电信息绘制台区网络拓扑;根据台区网络拓扑信息和台区配变分支箱、表箱、户表档案信息绘制台区电气拓扑图;根据台区档案信息和智能分支开关经纬度地理信息绘制台区物理层级拓扑图;根据北斗定位装置采集各台区经纬度物理地址信息结合百度地图绘制3D全景台区展示信息等。在此基础上,利用台区4层网络拓扑信息,可根据各网络节点设备数据监控台区组网时效和数据节点传输效率等信息,研判台区故障发生点信息。

3.1.2 台区设备监测

台区设备监测的目的是实现对台区各类终端设备运行情况的实时感知,目前台区设备日常运行信息的监测,大多已通过用电信息采集系统、配网设备监测平台等实现,或基于未来的统一物联管理中心逐步扩展,台区智能管理需要在泛在电力物联网基础上进一步拓展,探知和挖掘台区运行情况,增强台区运维的时效性和精准性。可拓展如下典型应用。

(1) 台区精准停电监测

通过物联装置上报终端、电能表、智能开关、表后智能微型断路器等跳/合闸信息、停/上电信息,结合配网拓扑进行综合研判分析,确定故障位置、故障原因、停电影响范围、停电影响程度等,为管理人员在电气拓扑中集中展示监测分析结果,支撑快速响应处理。

(2) 配变重过载监测

综合配变相关基本属性数据、运行数据,气象数据(温度、湿度)等内外部数据,应用大数据分析

技术分析台区配变的负荷特性、配变温度敏感度、用电结构等,实现台区配电变压器重过载异常事件的精准监测与实时预警。

(3) 计量装置异常监测

包括基于电能表总示值、各费率时段示值、电流、抄表示值、日电量变化等信息的综合分析,监测电能表示值不平、电能表倒走、电能表停走等电量异常;基于电能表各相电压、电流值的监测分析电压电流异常;基于反向电量、电流、功率曲线等信息监测分析电能表接线异常。

(4) 充电桩运行监测

包括充电站充电量、负荷、站内电量损耗、平均充电时长、充电次数、温度、湿度、风速、气压等信息监测,实现充电故障、告警的实时监测。

3.1.3 用户用能感知

泛在电力物联网建设将推进客户侧用能感知触角向用户用电红线以内延伸,对台区管理而言,可发展基于介入式/非介入式负荷辨识技术的家庭电器用能情况感知,以此为基础全面掌握客户用能特征,定制差异化和个性化的服务与产品。

3.2 构建基于数字台区的状态深度洞察

基于物联采集和监测分析的台区全息感知建立了立体化的台区运行全景,而台区是一个综合性供电系统,在掌握微观个体情况的同时还应建立宏观全局的把控,需要从经营角度深度洞察台区状态,因此建议重点关注台区总体健康状态和台区线损情况。

3.2.1 台区健康体检

围绕台区经理日常工作中主要和关注的台区线损、台区供电工况、台区开放容量三大主题,梳理与各类主题相关的业务因素,形成台区健康体检指标体系,应用合理的数据分析算法(如AHP层次分析法),构建台区健康智能体检模型;开展健康体检模型的常态应用,包括按月周期性体检和基于临时需要的专项体检,为台区经理及上级管理单位提供台区体检报告和诊断建议,指导台区管理工作的决策与安排。

3.2.2 台区线损分析

从台区线损管理的核心与难点出发,前移管理关口,围绕台区线损溯源诊断和台区窃电诊断,在线损溯源诊断方面以全息感知数据为支撑,结合专家经验、业务规范、业务标准模型构建异常溯源诊断模型,实现线损智能化管理。在台区窃电诊断方面,综合窃电用户样本库、用户用电行为库、用电采集异常事件及其他相关表征信息,采用BP神经网络、随机森林、深度学习等适用算法构建高低压客户窃电分析模型,准确定位窃电用户,及时挽回电费损失。

3.3 数据驱动的台区智能管理工具

台区全息感知和深度洞察建立了台区的故障预测与健康管理的PHM,形成了台区健康管理的新模式。而数字孪生驱动的PHM服务最终价值应向台区物理实体传递。因此,需要构建数据驱动的台区智能管理工具,也是一系列台区监测和洞察服务的应用工具,辅助台区管理和作业人员开展相应的健康管理和服务工作。

3.3.1 台区健康运维助手

集合台区全息感知和深度洞察建设成果,提供台区画像,向业务人员全面呈现数字化的虚拟台区,提供台区健康体检工具、异常运维工具、线损治理工具、窃电核查工具、用户停复电工具等,变被动运维为主动运维,持续推进台区健康运行。

3.3.2 台区智慧服务助手

台区分区经营管理情况下面临着要改变传统中心化的业务系统支撑服务模式,提升分布式服务中心的敏捷、灵活及智能水平。建议在用户用能精准感知的基础上,围绕不同类型用电客户的差异特征,针对传统供电服务发展业扩报装辅助、居民用户服务、重要用户服务的工具,针对新兴业务发展光伏用户服务、充电桩用户服务、煤改电用户服务等工具。

4 结束语

台区一体化智能管理是电网企业营销管理的必然发展趋势,在泛在电力物联网的建设背景下,自动监测与智能分析相结合能够降低传统业务开展的复杂度,增强台区管理组织的业务承载力,专业工具的辅助能够降低业务处理的复杂度,增强工作人员综合服务能力,同时间接降低台区资源的需求量,总体将有效支撑台区经理制、网格化综合服务、政企客户经理等机制的落地应用。在此基础上,建议未来继续提高管理的智能化和自动化水平,强化台区的自治自愈能力。D

参考文献:

- [1] 王利,王金丽,姜富修. 新型智能配电台区建设模式[J]. 农村电气化,2016(9):17-19.
WANG Li, WANG Jinli, JIANG Fuxiu. Construction mode of new intelligent distribution platform area[J]. Rural Electrification, 2016(9): 17-19.
- [2] 李继乐. 低压智能台区管理平台的研究[D]. 电子科技大学,2018.
LI Jile. Research on low-voltage intelligent platform management system[D]. University of Electronic Science and Technology of China, 2018.
- [3] 李易. 泛在电力物联网在电力系统中应用的展望[J]. 科技创新与应用,2019(22):175-176.
LI Yi. The application prospect of ubiquitous Internet of Things in power system[J]. Technology Innovation and Application, 2019(22): 175-176.

(责任编辑 水 鹤)