

新型电力系统背景下智慧配电物联网云主站建设与应用

何磊¹, 唐宝锋¹, 薛林¹, 刘海峰¹, 梁栋², 张旋³

(1. 国网河北省电力有限公司雄安新区供电公司, 河北 雄安 071000; 2. 河北工业大学 省部共建电工装备可靠性与智能化国家重点实验室, 天津 300130; 3. 天津大学 智能电网教育部重点实验室, 天津 300072)

摘要: 为了提升配电网全景感知及智能化管控水平, 提出了新型电力系统背景下智慧配电物联网云主站建设方案, 并对其应用场景进行了归纳。阐述了智慧配电物联网云主站的相关技术和发展现状, 并揭示了现有配电物联网云主站在状态全面感知、信息高效处理、决策分析智能简洁、功能应用便捷灵活等方面难以兼顾的问题。以雄安地区为例, 提出智慧配电物联网云主站建设方案和系统分层架构, 并详细阐述了配电物联网云主站面向配电物联应用、智慧管廊及智能开关站等11种应用场景及功能。同时, 明晰了云主站在新型电力系统中的应用价值与未来发展方向。研究表明, 智慧配电物联网云主站可以实现对配电系统的全面监控和管理, 提高系统运行的可靠性和安全性。

关键词: 配电物联网; 云主站; 智能化管控; 实时监测; 应用场景

中图分类号: TM773 **文献标志码:** A **DOI:** 10.19421/j.cnki.1006-6357.2023.07.004

0 引言

能源互联网和新能源的迅速发展, 给电力系统的经济运行和安全管理带来了前所未有的挑战^[1-2]。为实现电网运行控制和调度智能化水平的优化提升, 智慧配电物联网技术以其动态的灵活感知、实时通信、智能控制和信息安全可靠等特点备受各界关注, 成为构建新型电力系统必不可少的重要环节^[3-4]。

配电物联网能够将智能设备^[5]、传感器^[6]、数据通信^[7]和数据分析^[8]等技术有机结合, 实现对配电系统电力设备的实时监测、控制和优化, 从而提高系统的可靠性和经济性^[2,9]。目前相关研究主要集中在态势感知以及电网决策分析等方面。在态势感知方面, 文献[10]提出了一种基于可控性矩阵的动态矢量测量装置布置方法, 实现对系统状态的全面感知。文献[11]基于配电物联网技术研究提出了用于城市交通态势感知的合环控制方法, 实现了实时潮流计算和供电质量提升。在电网决策分析方面, 为实现电网

状态的高效分析、数据处理和信息传递, 文献[12]提出了一种基于事件驱动的分布式状态估计算法, 可以优化状态估计的精度和效率。文献[13]构建了电力物联网分析监控系统, 用于数据采集、故障分析等综合应用, 实现高精度故障定位。文献[14]提出了基于三维卷积神经网络的配电物联网异常辨识方法, 可以精确地辨识系统异常情况, 提高配电物联网的安全性。上述研究虽然能够为电网管理和运行提供丰富的数据支持和智能决策依据, 但目前尚缺乏能够兼顾电网状态全面感知、信息高效处理、决策分析智能简洁、功能应用便捷灵活等多功能为一体的平台。

针对上述问题, 本文提出新型电力系统建设背景下智慧配电物联网云主站的建设方案。该云主站具有状态全面感知、信息高效处理、决策分析智能简洁、功能应用便捷灵活功能, 能够提高配电网智能化管控, 适用于数字配电网全景、电网一张图应用等11种场景, 进一步推广应用将有助于提高智慧配电物联网的建设水平和应用能力, 推动新型电力系统的发展。

1 配电物联网云主站

配电物联网云主站作为智慧配电物联网的重要组成部分, 扮演着信息汇聚、数据分析和控制管理的

基金项目: 国家自然科学基金项目(52077149); 河北省电力有限公司科技项目“高可靠性配电网运行态势感知与自愈控制技术研究”。Supported by the National Natural Science Foundation of China (52077149); Science and Technology Project of State Grid Hebei Electric Power Company.

[引文信息] 何磊, 唐宝锋, 薛林, 等. 新型电力系统背景下智慧配电物联网云主站建设与应用 [J]. 供用电, 2023, 40 (7): 25-32.
HE Lei, TANG Baofeng, XUE Lin, et al. Construction and application of intelligent power distribution internet of things cloud master station under the background of new power system [J]. Distribution & Utilization, 2023, 40 (7): 25-32.

重要角色^[15-16]。因此,智慧配电物联网云主站的建设有利于推动电力系统向更经济高效、更安全可靠和更可持续性的新型电力系统转变^[17]。配电物联网云主站作为配电物联网技术的核心组成部分,已经在国内外得到广泛的应用和研究,主要集中在以下方面:

1) 云计算技术,是配电物联网云主站建设的重要手段。国内外学者已经提出了多种基于云计算技术的配电物联网云主站设计方案^[18],并且在实际应用中取得了良好的效果,为配电系统的智能化管理提供了新的思路和方法^[19]。

2) 配电网数据传输与安全防护。配电物联网云主站中包含着大量的配电网数据,因此安全设计和数据保护是配电物联网云主站建设中非常重要的环节^[20]。国内外学者已经提出了多种针对配电物联网云主站的安全设计和数据保护方案,保障了配电网数据的安全存储和传输^[21-22]。

3) 实时状态监测与故障预警,是配电物联网云主站的核心功能之一,可以通过传感器获取配电设备的实时运行状态,包括电流、电压、功率等参数。同时,配电物联网云主站还可以对供电质量进行管控,通过数据分析和挖掘,识别供电质量问题,并及时采取措施进行调整和优化^[23]。配电物联网云主站可以实现对配电设备状态的实时监测和故障预警。

4) 智慧决策调度和能量管理,是配电物联网云主站的另一个重要功能。基于大数据分析和算法模型,配电物联网云主站可以对配电网进行预测和优化,实现智能化的调度和运行管理。同时,协同能量管理也是配电物联网云主站的一项重要工作,它可以实现对能量的有效调度和利用,提高配电网的运行效率和稳定性^[19]。配电物联网云主站可以实现对配电网运行情况的实时评估和优化调度,提高能源利用效率和降低运行成本^[24]。

目前,全球范围内已经有不少基于物联网技术的智能配电网云平台,2019年5月底,国网上海市电力公司建成国内外首个配电物联网云主站,具备数据信息采集、动态拓扑识别、电能质量监测等功能,但同时存在安全风险较高和数据隐私保护难度大的问题。美国“PECO Smart Grid”与英国“GridKey”利用物联网技术对电网进行实时监测和控制,并通过大数据分析技术对电力系统的运行状态进行预测和优化。配电物联网云主站建设已经取得了一定的进展,然而,如何建设集电网状态全面感知、信息高效处理、决策分析智能简洁、功能应用便捷灵活为一体的智慧配

电物联网云主站仍需进一步探索。

2 建设方案

基于配电物联网的理念,结合实际功能需求,以雄安地区为例建设智慧配电物联网云主站,汇集状态全面感知、信息高效处理、决策分析智能简洁、功能应用便捷灵活等多功能于一体。

2.1 建设背景

顺应能源革命和数字革命相融并进的大趋势^[25],以“云、管、边、端”整体框架,全力打造智慧感知型开关站房、物联感知台区和智慧综合管廊,实现开关站、配电台区、综合管廊等设备状态的全景感知、多源数据的深度融合,为建设电网与城市相融合的配电物联网生态体系打下坚实基础,同步推进物联感知设施、窄带物联网络、增强移动物联网络建设,打造空间全域覆盖的物联感知网络体系,实现城市全域万物互联。

2.2 建设目标

建设目标框架如图1所示,包括配电物联应用、电网一张图、智能开关站、智能台区、数字孪生电网、智慧管廊、综合指标管控以及智慧视频应用等。利用数字孪生技术提升电网能源优化配置能力和智能化管控水平,以实现统一全景平台对全域配电网“状态全面感知、信息高效处理、决策分析智能简洁、功能应用便捷灵活”的应用需求。

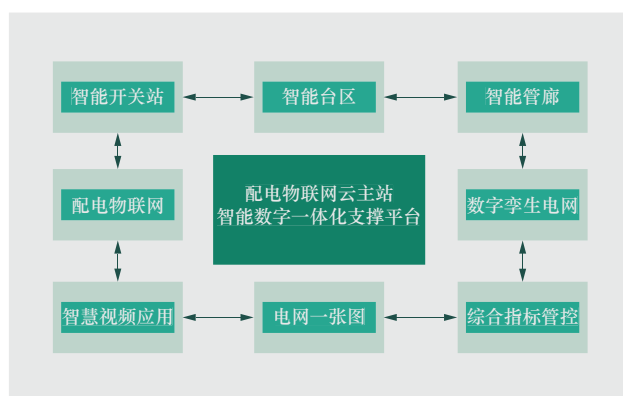


图1 建设目标框架

Fig.1 Construction goal framework

2.3 系统分层架构

系统分层架构如图2所示,包括应用层、平台层、网络层、感知层4层,基于电网资源业务中台建设,开展配电网业务数据统一采集、统一模型、统一处理、业务全融合,以云架构支撑大数据计算与微服务集群,实现配电网全环节数据感知,配电网业务高度集成。

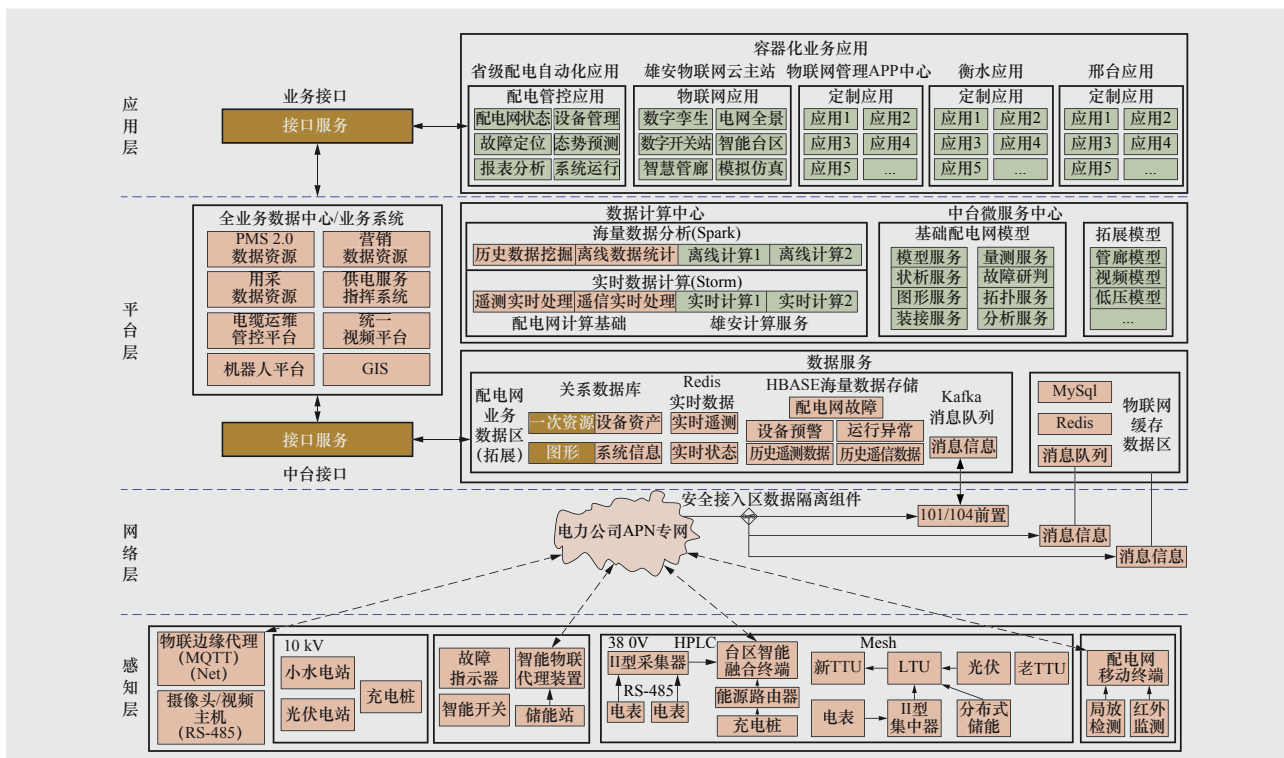


图2 系统分层架构

Fig.2 System hierarchical architecture

3 功能应用场景

功能应用场景包括配电网物联应用场景、电网信息同源维护、电网一张图、智能开关站场景、台区低压延伸

场景、配电网数字孪生场景、智慧管廊场景、数字化班组场景、配电网保修APP、源网荷储场景以及人工智能场景等11大应用场景，云主站功能架构如图3所示。

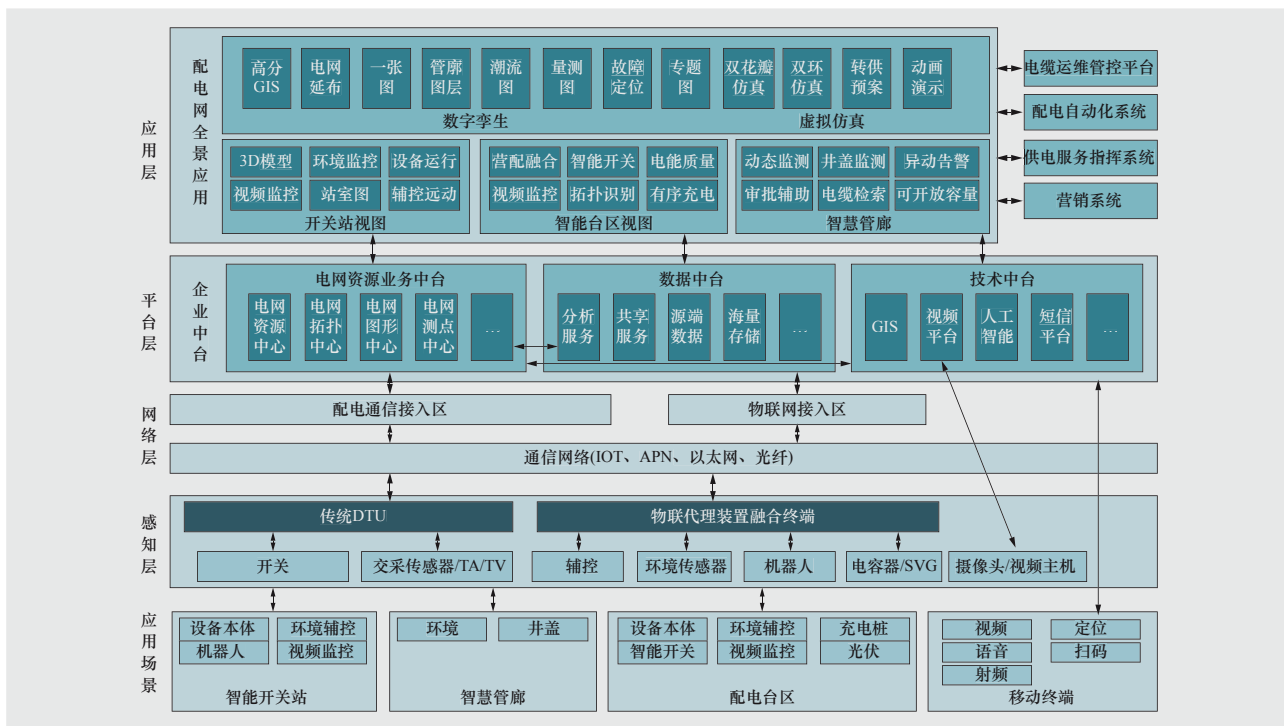


图3 云主站功能架构

Fig.3 Functional architecture of cloud master station

3.1 配电物联应用场景

配电物联应用场景主要包括：中压配电物联典型应用场景、低压配电物联典型应用场景、电网一张图及其应用。其中中压物联应用场景以线路设备配电物联为主要载体，主要包括智慧配电室、智慧管廊等；低压物联应用场景以配电变压器台区管控为主要载体，主要包括分布式新能源接入与管控、充电桩有序充电管理、重要用户保供电等典型场景。

3.2 电网信息同源维护

电力行业的资源涉及电源、电网、用户设备等多个领域，资源的管理与维护需要统一信息模型与中台标准服务的支持，以实现电网资源信息的全局共享和一致性。此背景下，配电物联网云主站基于统一信息模型和中台标准服务，构建出满足发、输、变、配、用等专业需求的电网资源维护应用，支持电源、电网、用户设备的电网资源信息维护。

通过对设备资源、资产、图形、拓扑信息的一致性、准确性、完整性的保障，强化了统一电网资源维护能力。此外，数据源端的唯一性也得以实现，从而确保了数据的可靠性和安全性。具体功能有：

1) 地理图加载迅速，图模一体化流畅维护。具有高效的地理图加载功能，使得地理信息能够快速、流畅地展示，同时采用图模一体化设计，实现了图形和模型的完美融合，方便操作人员对电网资源进行维护和管理。

2) 设备树、图形分层分级显示，层次分明。支持设备树和图形的分层分级显示，为操作人员提供更直观、更清晰的电网资源管理界面，可以快速定位到所需设备，并清晰了解其所在的分层和分级信息，提升了电网资源管理的效率。

3) 全文检索、查询定位便捷快速。支持全文检索和查询定位功能，能够快速查找所需的电网资源信息，操作人员可以根据设备名称、电压等级、位置等关键词进行检索和查询，快速定位到所需的资源信息，提高了查询资源信息的效率和可操作性。

4) 按电压等级、变电站着色，清晰直观。支持按电压等级和变电站进行着色，为用户提供直观、清晰的电网资源展示界面，通过颜色的变化快速了解电网资源的电压等级和所属变电站等信息，提升了电网资源管理的可视化水平。

5) 文字标注动态显示，不压盖图形。具备文字标注动态显示功能，确保标注信息不会压盖图形，提高了电网资源信息的清晰度和可读性，可以通过文字标注了解电网资源的详细信息，同时不会对电网资源

图形造成干扰，提高了电网资源管理的准确性。

3.3 电网一张图场景

电力系统的拓扑、资源、图形信息的维护及管理对于实现电力生产、传输和消费至关重要，基于电网资源业务中台的服务支撑前端应用，实现了输电侧、配电侧和客户侧的拓扑、资源和图形的一张图维护和管理，提高了电网的拓扑完整性和准确性。

电网一张图场景涵盖了地理信息、设备层次、全文检索、着色等功能，使用户可以方便快捷地定位和查询所需的信息。同时，该场景也充分考虑了安全、稳定和高可用性的要求，通过对数据源端的唯一性和全局共享，保证了数据的一致性和准确性。

3.4 智能开关站场景

随着能源互联网的发展和智能电网建设的推进，智能开关站逐渐成为配电自动化和智能化的重要组成部分。该场景主要针对开关站、配电房普遍采用无人值守模式下存在的诸多短板，借助配电物联网云主站实现设备运行状态、故障监测、故障告警确障、防恐、防盗、防外破和作业管控等运行和安全防范功能等。利用“大云物移智”等信通技术，为运维检修人员提供智能化、移动化感知和监控手段，提高运维工作效率，降低运维人工成本，同时也能够消除设备及环境存在的安全隐患，提高开闭所和配电房现场突发事件的应急处置能力，保障电网设备和人员的安全。具体功能有：

1) 实时在线监控。提供实时在线监控、故障智能预测和移动实时监控等功能，以实现对于开闭所和配电房环境、动力及设备运行状态的实时掌握和管理。

2) 故障智能预测。依据对于开关站和配电房环境、动力及设备运行状态的实时在线监控，应用大数据和人工智能技术对开关站和配电房设备运行状态数据进行分析，实现隐患分析和智能预警，以提高设备运行的安全性和可靠性。

3) 一切尽在掌握。云主站依托于移动互联网的广泛覆盖和应用的便捷性，实现了随时随地的移动实时监控功能，可以通过APP应用方便地查看设备状态、接收实时预警信息和进行远程操作，以便对设备进行更加精细和及时的管理。

其中，在实时监控方面，该配电物联网云主站提供了多项智能功能，其中包括智能巡检、运行监测、动力监测、环境监测和安防监测。

1) 智能巡检：支持多种巡检方式，包括自动巡检、遥控巡检、视频监控和图像识别等，能够对配电房的运行状态进行实时监控，确保设备运行的安全性

和可靠性。

2) 运行监测: 提供电气量监测和信号量监测, 以便对配电房设备的运行状态进行监控和分析。此外, 还具备运行合理区间分析和防误联动等功能, 能够帮助调度人员准确地分析设备运行状态和处理突发情况。

3) 动力监测: 支持电源监测、蓄电池监测、智能灯光监控、空调远程控制和能耗分析等功能, 能够对配电房设备的动力使用情况进行分析和控制, 以便减少能源消耗和提高设备运行效率。

4) 环境监测: 包括站内微气象监测、室内温湿度临控柜盘温湿度监测和漏漫水监测等功能, 可对配电房的环境状态进行实时监测, 以便预防设备运行过程中出现的问题。

5) 安防监测: 支持电子围栏、综合门禁和防外破监测等功能, 可对配电房的安全状态进行实时监测和控制, 以便保障设备运行的安全性和可靠性。

3.5 台区低压延伸场景

在低压台区延伸场景中, 该云主站具备低压台区营配数据融合、拓扑动态识别、电能质量管控、线损就地计算和柔直系统监测等功能。这些功能的综合应用可以实现对可调负荷的台区进行高效聚合和协同控制。同时, 柔直互联系统的多元互动使得能源流向有序控制, 从而实现台区间的能量高效互济。在实际应用中, 能够实时监测和管理低压台区的运行状态, 并根据实际情况进行智能调度。在此场景中, 除了具备上述功能, 云主站还可以通过融合终端边缘计算, 结合主站开展云边协同, 实现回路巡检、低压电流互感器计量性能在线监测、用户负荷辨识、台区计量实时仿真等智能应用, 如图4所示。这些应用可以通过对数据的实时采集、处理和分析, 提高对低压台区的精细化管理水平, 优化电网运行状态, 提升电网的可靠性、稳定性和安全性。同时, 云主站还能够提高能效, 实现对电网能源的可持续利用。

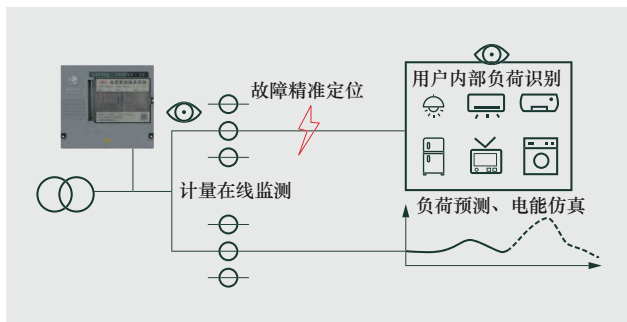


图4 台区智能融合终端边缘计算

Fig.4 Edge calculation of intelligent fusion terminal in station area

3.6 配电网数字孪生场景

配电网数字孪生场景是通过基于配电物联网主站构建电力数字化模型来实现的, 此场景包括地图全景展示、电网运行状况展示、电网潮流展示、管廊信息展示、电网设备定位、电网设备量测展示、电网事件定位等功能, 可以为电力管理部门提供全面的电网信息展示和监测服务。

此外, 数字孪生技术还可以应用于电网故障分析、电网设备管理和电网设备人机交互等方面, 通过构建数字孪生模型, 实现对电网运行状态的实时监测和分析, 及时发现电网故障, 优化电网设备管理, 提高电网运行效率和可靠性。同时, 数字孪生模型还能够支持电网设备的人机交互, 通过在数字孪生模型中对电网设备进行虚拟操作, 可以实现对电网设备的远程控制和监测, 减少对人力的依赖, 提高电网管理的效率和精度。因此, 配电网数字孪生场景可以为电力管理部门提供全面的电网信息展示、监测、分析和控制服务, 提高电网管理的水平和效率。

3.7 智慧管廊场景

智慧管廊场景中, 通过智能巡检机器人和智能采集终端实现了电缆及管廊火灾等信息的实时掌握和风险预警, 监测界面如图5所示。利用人工智能技术如设备图像识别和视频分析, 以提高电网安全性和供电可靠性, 降低事故损失和供电风险, 防范电缆线路隐患和避免突发性故障的发生。利用智能化技术将实现电网设备的自动监测、自动预警、自动处理等功能, 从而提高电网的自动化水平和管理效率。同时, 这些技术还将改善电网安全性和供电可靠性, 以满足不断增长的社会用电需求。



图5 智慧管廊监测界面

Fig.5 Smart tube gallery monitoring interface

3.8 数字化班组场景

数字化班组场景利用数字化技术, 将传统的配电网运维工作实现了数字化记录和管理, 提高了工作效率和准确性, 同时也减少了工作量和纸质记录。通过

定制APP (i国网) 建立移动端入口, 班组成员可以随时随地记录和查看运维信息、缺陷信息、隐患信息等。同时, 基于AI助手建设的数字化班组实现了智能人员排程、班组成员评价、办公日志管理、设备台账及检修、操作、抢修、消缺、巡检全过程管控等功能。数字化班组通过分析班组承载力以及事项编排优先级, 科学管理班组的日、周、月计划, 实现班组日常业务的数字化管理, 提高了班组工作效率和管理水平, 为电网安全和可靠运行提供了有力支持。

3.9 配电网报修APP

1) 多种报修方式。配电网报修APP实现了多种报修方式, 包括地图定位、历史报修记录、关联户号和扫描电表条码等, 使用户更加便利地提交报修请求。

2) 自行排查指导。配电网报修APP提供了自助排查指导, 通过漫画说明让用户进行自我检查, 从而缓解用户焦虑。

3) 抢修进度可视化。用户可以通过抢修进度可视化功能, 查看报修人员位置以及预计到达时间, 主动了解当前抢修进展, 能够进一步缓解用户的不安情绪。

3.10 源网荷储场景

源网荷储场景展示如图6所示。在配电物联网云主站的支持下, 通过智能配电变压器终端采集分布式电源和储能等运行信息, 开展储能运行监控、有功优化调度、分布式储能协同功率支撑、无功电压调节、光储协调控制、虚拟电厂聚合调峰等应用, 有助于实现对储能的全局优化调度和台区综合自治。

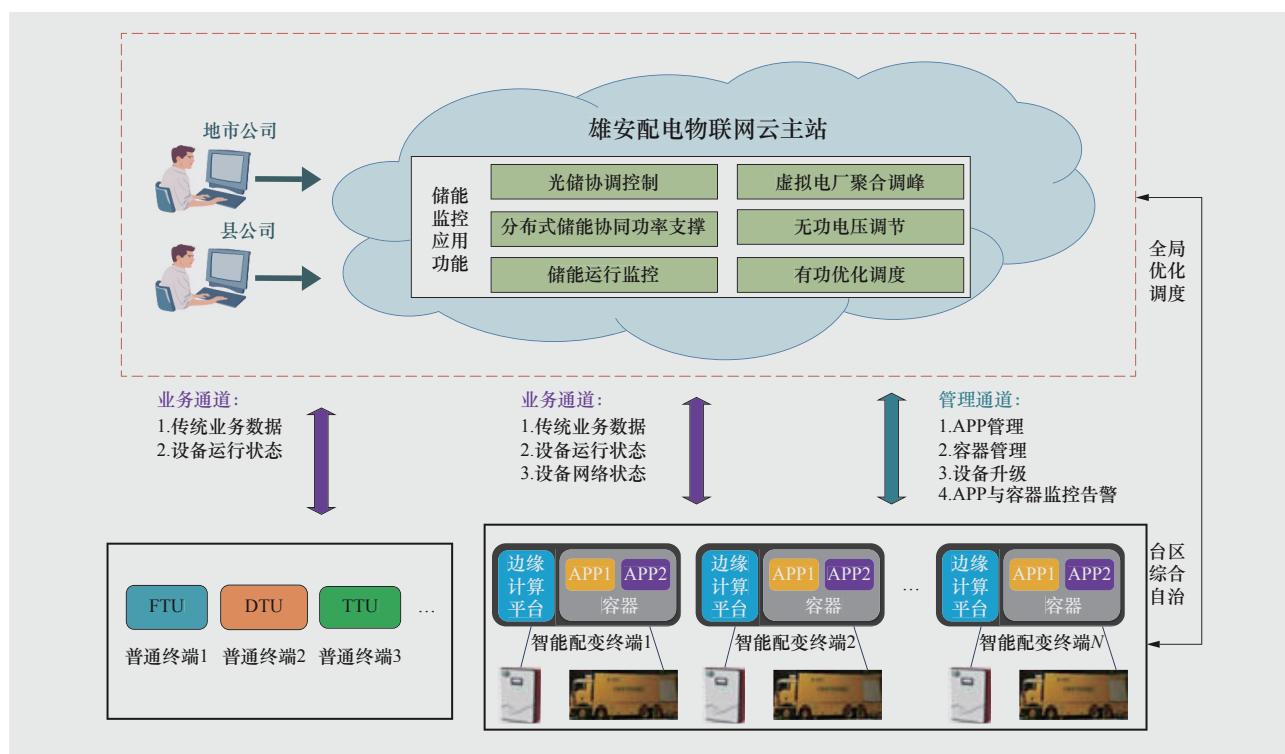


图6 源网荷储场景展示

Fig.6 Source-network-load-storage scenario display

3.11 人工智能场景

1) 检修申请单智能成票。根据大量历史检修票及相关电网模型数据, 训练生成词法分析、依存句法分析、意图识别等语义分析模型, 通过语义分析智能识别检修申请单内容并自动生成操作票, 提高操作票的拟票效率。

2) 负荷画像分析。基于历史负荷大数据进行聚类分析, 将负荷划分为居民生活用电、公共设施用电、企事业单位用电、一般工商业用电和城镇居民生

活用电等多种类别, 为精细化负荷预测及负荷管理等场景提供依据。

3) 设备故障风险预警。挖掘配电网设备故障与运行状态、环境之间的相关性, 构建配电网设备故障关联分析模型和设备故障风险预警模型, 并生成配电网故障处理辅助决策信息, 辅助风险点改造。

4) 新能源柔性管控。利用大数据挖掘, 进行可开放容量分析, 对分布式发电、储能、充电桩运行数据进行挖掘和智能分析, 实现对新能源设备的策略提

前编制,利用配电物联网实现新能源的柔性控制与能源互动。

4 结语

智慧配电物联网云主站作为电网企业、客户和其他主体之间的供电服务和信息互动的桥梁,对内提供规划建设、生产运行、电力营销和供电服务所需的数据支撑和平台化服务,对外为政府政策制定、企业客户决策、电力市场交易、综合能源管理和电动汽车运行服务提供数据共享和增值服务,有利于实现电网企业和社会各方的共赢共享,助力构建新型电力系统。

在雄安新区实际应用中,智慧配电物联网云主站实现了配电网全环节数据感知,解决了现阶段配电网运行智能化水平不高、系统间融合不畅的问题,提升了电网能源优化配置能力和智能化管控水平。未来,如何进一步优化智慧配电物联网云主站的应用并与其他相关系统实现协同管理,将成为下一个研究重点,将为新型配电网的建设和管理提供坚实的技术保障。



参考文献

- [1] 陈艳, 宋英华. 新型配电物联网后台系统架构设计与关键技术研究 [J]. 供用电, 2020, 37 (2): 41-46, 53.
CHEN Yan, SONG Yinghua. Research on architecture design and key technologies of new distribution IoT back-end system [J]. Distribution & Utilization, 2020, 37 (2): 41-46, 53.
- [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 Fenglu, CHEN Jiaqi, LI Qin hao, et al. Application and development of internet of things in smart grid [J]. Power System Protection and Control, 2020, 48 (3): 58-69.
- [3] BEDI G, VENAYAGAMOORTHY G K, SINGH R, et al. Review of internet of things (IoT) in electric power and energy systems [J]. IEEE Internet of Things Journal, 2018, 5 (2): 847-870.
- [4] 艾精文, 党晓婧, 吕启深, 等. 基于物联网的具有全景功能的全维度设备状态监测系统研究 [J]. 电力系统保护与控制, 2019, 47 (16): 122-128.
AI Jingwen, DANG Xiaojing, LÜ Qishen, et al. Research on full dimension equipment status monitoring system with panoramic function [J]. Power System Protection and Control, 2019, 47 (16): 122-128.
- [5] NAUMAN A, JAMSHED M A, ALI R, et al. Reinforcement learning-enabled intelligent device-to-device (I-D2D) communication in narrowband internet of things (NB-IoT) [J]. Computer Communications, 2021 (176): 13-22.
- [6] ABIDOYE A P, OBAGBUWA I C. Models for integrating wireless sensor networks into the internet of things [J]. IET Wireless Sensor Systems, 2017, 7 (3): 65-72.
- [7] FATHY Y, BARNAGHI P. Quality-based and energy-efficient data communication for the internet of things networks [J]. IEEE Internet of Things Journal, 2019, 6 (6): 10318-10331.
- [8] AHMED E, YAQOOB I, HASHEM I A T, et al. The role of big data analytics in internet of things [J]. Computer Networks, 2017, 129: 459-471.
- [9] DESPA D, NAMA G F, MUHAMMAD M A, et al. The implementation internet of things (IoT) technology in real time monitoring of electrical quantities [J]. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018, 335: 012063.
- [10] 殷浩然, 苗世洪, 韩倩, 等. 基于三维卷积神经网络的配电物联网异常辨识方法 [J]. 电力系统自动化, 2022, 46 (1): 42-50.
YIN Haoran, MIAO Shihong, HAN Ji, et al. Anomaly identification method for distribution internet of things based on three-dimensional convolutional neural network [J]. Automation of Electric Power Systems, 2022, 46 (1): 42-50.
- [11] 韦凌霄, 刘军, 韦春元, 等. 基于配电物联网的城市轨道交通供电系统合环精准协调控制技术研究 [J]. 供用电, 2019, 36 (8): 1-6.
WEI Lingxiao, LIU Jun, WEI Chunyuan, et al. Research on combined and coordinated control technology of urban rail transit power supply system based on distribution network internet of thing [J]. Distribution & Utilization, 2019, 36 (8): 1-6.
- [12] 刘春玉, 孙书利. 一种基于事件触发的分布式卡尔曼一致性滤波算法设计 [J]. 空军工程大学学报 (自然科学版), 2021, 22 (3): 89-95.
LIU Chunyu, SUN Shuli. A design on an event-triggered distributed Kalman consensus filtering algorithm [J]. Journal of Air Force Engineering University (Natural Science Edition), 2021, 22 (3): 89-95.
- [13] KONG X Y, XU Y, JIAO Z B, et al. Fault location technology for power system based on information about the power internet of things [J]. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2020, 16 (10): 6682-6692.
- [14] 邵南. 配电物联网端设备状态在线监测方法 [D]. 淄博: 山东理工大学, 2022.
- [15] YU L, NAZIR B, WANG Y. Intelligent power monitoring of building equipment based on internet of things technology [J]. Computer Communications, 2020 (157): 76-84.
- [16] MA X, SHAO S Y, ZHANG W X. Research on key technologies of power distribution internet of things [C] // 2020 12th IEEE PES Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference (APPEEC). September 20-23, 2020. Nanjing, China. IEEE, 2020: 1-4.
- [17] 吕军, 梁文鹏, 刘日亮, 等. 基于全面感知和软件定义的配电物联网体系架构 [J]. 电网技术, 2018, 42 (10): 3108-3115.
LÜ Jun, LUAN Wenpeng, LIU Rilang, et al. Architecture of distribution internet of things based on widespread sensing & software defined technology [J]. Power System Technology, 2018, 42 (10): 3108-3115.
- [18] 孙浩洋, 张冀川, 王鹏, 等. 面向配电物联网的边缘计算技术 [J]. 电网技术, 2019, 43 (12): 4314-4321.
SUN Haoyang, ZHANG Jichuan, WANG Peng, et al. Edge computation technology based on distribution internet of things [J]. Power System Technology, 2019, 43 (12): 4314-4321.
- [19] 姚旭, 程向向, 钱传伟, 等. 配电云主站架构方案与关键技术 [J]. 浙江电力, 2021, 40 (3): 51-58.
YAO Xu, CHENG Xiangxiang, QIAN Chuanwei, et al. Architecture scheme and key technology of distribution cloud master station [J]. Zhejiang Electric Power, 2021, 40 (3): 51-58.
- [20] HOU R, REN G, ZHOU C, et al. Analysis and research on network security and privacy security in ubiquitous electricity internet of things [J]. Computer Communications, 2020 (158): 64-72.
- [21] 王海, 曾飞, 杨雄. 基于区块链的配电物联网数据安全防护方法 [J]. 电力工程技术, 2021, 40 (5): 47-53.
WANG Hai, ZENG Fei, YANG Xiong. Blockchain-based data security protection for distribution internet of things [J]. Electric Power Engineering Technology, 2021, 40 (5): 47-53.
- [22] 甄自竞, 刘柱, 王利民, 等. 基于区块链技术的配电网分布式台区终端系统设计 [J]. 浙江电力, 2021, 40 (5): 30-35.
ZHEN Zijing, LIU Zhu, WANG Limin, et al. Design of distributed terminal system for power supply area of distribution networks based on blockchain technology [J]. Zhejiang Electric Power, 2021, 40 (5): 30-35.
- [23] 岳振杰, 赵宇. 智能配电网监控系统架构设计与应用 [J]. 电工技术, 2020 (23): 136-137.

YUE Zhenjie, ZHAO Yu. Architecture design and application of intelligent distribution network monitoring system [J]. Electric Engineering, 2020 (23): 136-137.

- [24] 彭跃辉, 韩建沛, 刘念. 考虑需求响应和边缘计算的配电网分布式优化调度 [J]. 华北电力大学学报 (自然科学版), 2020, 47 (4): 19-28.
PENG Yuehui, HAN Jianpei, LIU Nian. Distributed optimal scheduling of distribution network considering demand response and edge computing [J]. Journal of North China Electric Power University (Natural Science Edition), 2020, 47 (4): 19-28.
- [25] 刘海峰, 池威威, 贾志辉, 等. 变电站数字孪生系统的设计与应用 [J]. 河北电力技术, 2021, 40 (3): 8-14.
LIU Haifeng, CHI Weiwei, JIA Zhihui, et al. Design and application of substation digital twin system [J]. Hebei Electric Power, 2021, 40 (3): 8-14.

收稿日期: 2023-03-15; 修回日期: 2023-04-05

作者简介:

何磊 (1982—), 男, 硕士, 教授级高级工程师, 研究方向为配电网规划设计。

唐宝锋 (1980—), 男, 硕士, 教授级高级工程师, 研究方向为配电网技术管理。

薛林 (1996—), 男, 硕士, 助理工程师, 研究方向为配电网及其自动化技术。

刘海峰 (1975—), 男, 硕士, 教授级高级工程师, 研究方向为电网运行管理。

Construction and application of intelligent power distribution internet of things cloud master station under the background of new power system

HE Lei¹, TANG Baofeng¹, XUE Lin¹, LIU Haifeng¹, LIANG Dong², ZHANG Xuan³

(1. Xiong'an Electric Power Corporation State Grid Hebei Electric Power Company, Xiong'an 071000, China; 2. State Key Laboratory of Reliability and Intelligence of Electrical Equipment, Hebei University of Technology, Tianjin 300130, China; 3. Key Laboratory of Smart Grid of Ministry of Education, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

Abstract: In order to improve the panoramic perception and intelligent control level of the distribution network, this article proposes a construction plan for a smart distribution internet of things (IoT) cloud platform under the background of a new power system, and summarizes its application scenarios. The article elaborates on the relevant technologies and development status of the smart distribution IoT cloud platform, and reveals the problems difficulty to balance of existing distribution IoT cloud platforms between comprehensive state perception, efficient information processing, intelligent and concise decision analysis, and convenient and flexible application of functions. Taking the Xiong'an area as an example, this article proposes a construction plan and system hierarchical architecture for the smart distribution IoT cloud platform, and elaborates on the functions of the platform in 11 application scenarios, such as distribution IoT applications, smart corridors, and intelligent switch stations. At the same time, the application value and future development direction of the cloud platform in the new power system are clarified. The study shows that the smart distribution IoT cloud platform can realize comprehensive monitoring and management of the distribution system, and improve the reliability and safety of system operation.

Key words: power distribution internet of things; cloud master station; intelligent management and control; real-time monitoring; application scenarios