

[智慧配电网]

大数据时代下智慧配电网建设方案及应用场景

文/张华成 李家斌 姚雨晨 朱海宇 李帆 韩洪兴
国网江苏省电力公司常州供电分公司

深入探讨面向智慧配电网的建设目标及建设方案，首先介绍大数据时代下智慧配电网的典型架构和建设目标，指出当前配电网发展中存在的问题；其次，通过充分利用大数据和物联网技术，提出智慧配电网的建设方案，提升配电网的整体可靠性，并分析智慧配电网的典型应用场景；最后，展望未来智慧配电网的发展趋势。

随着分布式电源、电动汽车及储能的发展^[1-3]，配电网将演变成为分布式清洁能源消纳的支撑平台，充当多元负荷信息整合的数据中枢及多利益主体的服务平台。在此背景下，不断探索和创新智慧配电网模式成为支持新型电力系统建设的重要推动力。

大数据时代下^[4-5]，智慧配电网迎来了全面发展的机遇，数据驱动和管理运营使得其能够实现实时监测自愈、负荷预测和优化调度，促进了电力系统走向智能化。同时，智慧配电网建设中也逐渐融合能源互联网^[6]概念，助力能源高效流通，在智慧城市战略^[7]的推动下，智慧配电网结合城市其他系统，共同构建更智能、可持续的城市基础设施。

当前智慧配电网发展存在量测覆盖不全面，对运行状况的感知能力差，智能设备互联数据标准化不一致，智慧物联平台对数据的存储和处理能力难以适应当前巨大的数据量。因此，构建具备全状态感知能力的智慧物联平台是智能配电网^[8]运行、监测和管理的关键。本文对配电网状态感知提升、智慧物联平台架构等提出建设方案，在运维管理体系上提出统一的管理、通信平台，实现统一的实时监测和管理，促进智慧配电网发展。

智慧配电网建设

1. 智慧配电网建设目标

大数据时代下的智慧配电网结构如图1所示。

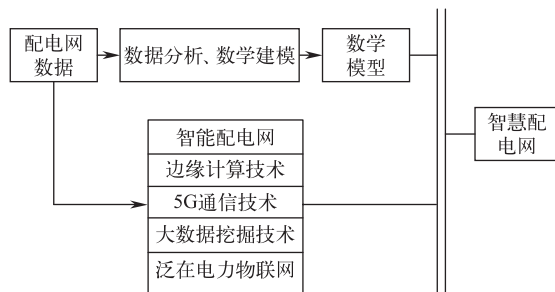


图1 智慧配电网结构

其中，5G通信与电力物联网结合，是电网发展的趋势，边缘计算技术、泛在物联网及智慧能源是能源互联的重要措施。

配电网是电力系统面向用户的最后一个环节，针对现阶段配电网系统建设现状，应用先进技术到配电网中具有重要的现实意义，使配电网能源互联化，最大程度上实现开放互动、智能化。而大量分布式电源、电动汽车和储能等负荷的接入，对配电网运行状态感知和控制的要求更高，当前智慧配电网的建设目标是以配电网为支撑平台、建立能源互联体系，结合硬件配置和软件系统接入，实现以能

源互联为核心的智慧配电网公共服务平台，其软件架构如图2所示。

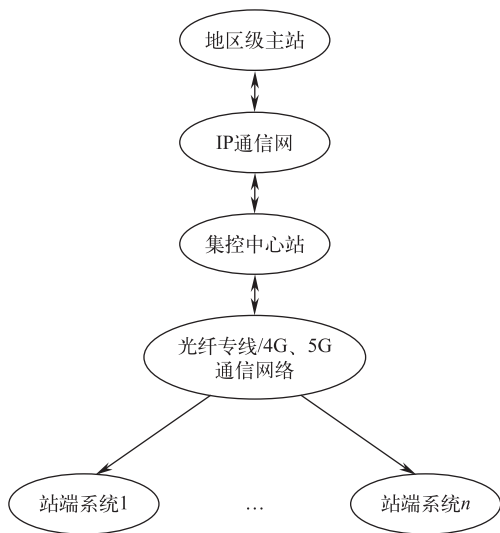


图2 智慧配电网软件架构

数据时代，对于配电网的信息双向交互和高效配置已成基本要求，对于配电网的基础性要求也越来越高。基于大量数据的支撑，配电网良好的运行状态，智能化先进技术在智慧配电网建设中起到重要作用，将配电网作为能源互联的应用试点，在起到示范作用的前提下推动开放互动、泛在智能化。以配电网为支撑平台，构建能源信息双向流通的供应体系。

2. 智慧配电网发展存在的问题

由于前端传感器的覆盖不完全，部分区域无监测数据或监测有误，数据量测、传输和通信等方面没有统一时间尺度，易发生信息孤岛现象；数据分析的智能化程度较低，尚未有效挖掘用电数据。配电网设备众多，覆盖面广，故障产生的影响对于大规模碎片化的数据与不确定的网络变化表明配电网即将迈入极端数据时代。

当前配电网量测覆盖不完全，部分区域状态感知能力不足，智慧互联感知、通信、互联标准化尚未完善，现有的网架结构缺乏足够的灵活性，海量分布式电源等随机负荷接入引起的双向潮流，难以满足用户各种多样的电力服务需求。

3. 智慧配电网建设方案

在配电网的规划建设方面，应当始终秉承以用户用电可靠性为核心的理念，将提升供电可靠性作为配电网建设和发展的主要目标。基于智慧配电网

发展中存在的问题，提出如下建设方案。

(1) 配电网状态感知能力提升建设

提升配电网感知能力建设涵盖图模一体化、量测通信中心以及系统互联互通，图模一体化主要针对分布式电源、电动汽车等随机负荷；实时测量中心负责采集和汇总测量数据；系统互联互通将检修、调度和营销平台连接起来，实时监控系统的运行状态，定位故障，并制订维修计划，提升电网公司运营管理能力。

(2) 智慧物联平台架构建设方案

建设配电网智慧物联平台，本质上就是将传统配电网系统与互联网相结合，坚持创建一个能够融合能源流、业务流和数据流的全面智慧物联网架构平台。智慧物联平台以配电网为核心，将用户、企业、设备，以及人与物相连接，实现数据共享，通过大数据、边缘计算技术、物联网和移动互联等技术的应用，实现各环节的全面互联和人机交互。智慧物联平台架构如图3所示。

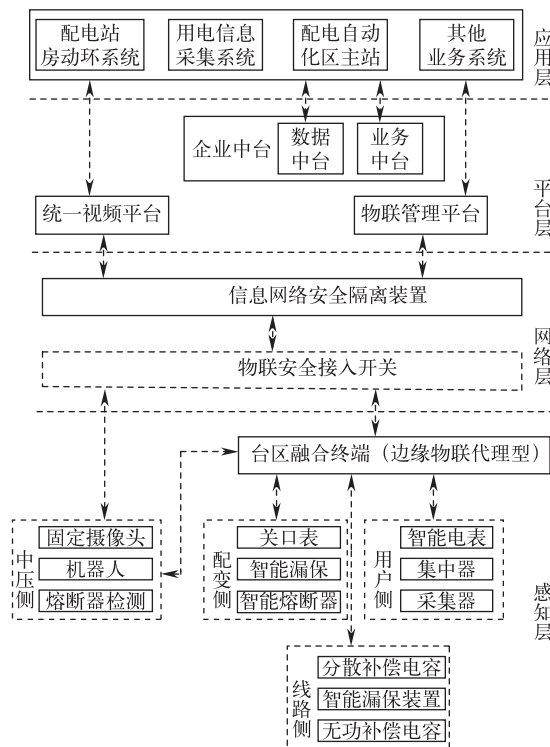


图3 智慧物联平台框架

其中，对于运维管理体系提升方案，需要建立统一体的网管平台，以统一的通信接口、规范和管理为目标，适用于不同区域的电力通信，能够在管辖范围内的通信入网设备、通信通道以及配电终端

运行环境等资源的统一实时监测与管理，能够实现通信故障分析和业务状态预测和分析等高级功能；与此同时，建立配电设备状态监测综合评估系统，利用该系统逐步实现对重要配电设备运行状态的监控与健康评价，包括设备缺陷、不良工况、在线监测数据等配电设备健康指数评价体系，形成设备状态评价报告，确保配电设备正常运行。

在配电自动化方面，随着配电网管理要求的日益精细化，需要对线路自动化的校验，状态操作的分析与处理，对故障处理的模拟仿真，通过建立配电自动化综合评估系统，制定配电网全过程综合评价指标体系，结合终端状态感知监测管理系统，帮助工作人员及时感知终端故障缺陷。

(3) “配电网智慧+”提升建设

大数据时代下，“配电网智慧+”提升从运行状态感知、设备平台互联、能源综合优化、能源和服务管理平台共建5个方面来提升，引入先进的传感技术，实时获取电网各要素的状态信息；实现不同业务系统、功能或平台之间的高效互联，提升配电网运行协同性；利用先进的优化算法和智能控制策略，实现对能源的综合优化；建立先进的服务管理平台，满足多样化的服务需求；在此过程中，结合油矿业、重工业、智慧农业、新能源和地市级能源互联网来建设。

智慧配电网典型应用场景

1. 智慧物联网台区柔性互动应用

建设数字智能互联台区，旨在实时感知台区设备运行状况，实现故障定位、隔离和快速恢复，大幅减少停电时间。

低压失电自愈、负荷柔性互联等先进技术引入试点中，实现秒级故障隔离恢复，保证低压配电网失电秒级自愈。在应对含大规模分布式电源、储能、电动汽车等负荷接入的配电网场景下，对负荷实时监测，将智慧配电网和智慧物联网台区内设备的互联，实现智能调度与响应，在源荷供需平衡的条件下完成负荷互联调度，实现配电网台区源网荷供需匹配。

2. 分散式居民电采暖柔性控制应用

针对当前“煤改电”“电能替代”等民生示范工程的逐步推进，以及供暖期间新能源消纳呈现出

的随机、波动性等特点，为了减轻电网供电压力，确保电力供应的安全性和可靠性，探索一种网荷友好互动模式，借助电力物联网技术监测设备运行状况，在确保用户采暖体验的前提下，实现对采暖所需电锅炉等负荷的远程智能调节和控制。

3. 智慧配电网技术在油矿建设中的应用

智能配电网在油田矿区中的建设是智慧矿区发展的重要组成部分，智能配电网自愈控制系统是保证矿区配电网智能运行的重要环节。智慧油矿的建设需要数字城市与物联网相结合，通过应用智能计算和监测测控技术，矿区配电系统连接到由矿区管理、居民服务、公用事业和公共安全组成的关键基础设施组件和服务，使其更加高效智能。

油矿配电网建设是解决油田矿区配电网连续、稳定、相关运行的基础技术工作，矿区配电装置是节能降耗的重要措施，合理配置能源，提高供电质量也是智能矿区建设的重要组成部分。

智慧配电网以现有配电网为支撑平台，综合运用传感器和量测设备、传输通信、计算机网络、自动控制和设备等领域新技术。总体而言，智慧配电网技术在油田矿产中的应用提供了可持续、高效和安全的供配电方案，为其现代化建设和发展提供了坚实支持。

结论与展望

未来电力系统的革新将会从智慧互联网建设开始，物联网和5G通信的广泛应用实现设备的实时量测、互联、监测与控制，完成对分布式电源的优化利用的负荷调度。

物联网需要在前端装设传感器，传输数据至管理平台，然而，这种信息流动通常是单向的，即从设备到平台的单一方向，未来的物联网发展趋势则需要数据信息的双向流动，即在设备和平台之间建立动态、互动的双向通道。

同时，高速通信技术的普及加速设备与设备之间的信息交换，促进智能化应用的发展，人工智能和机器学习将在故障监测、负荷预测发挥关键作用，区块链技术的发展，电动汽车和储能的接入为电力系统提供了更多的灵活性，推动配电网向低碳和可持续发展。

总体而言，未来智慧配电网将会成为一个高度

智能化、高度互联、环境可持续的系统，随着全网状态感知能力的逐渐提升，大数据系统的开发利用，智慧电网的建设和使用将会日益完善。EA

(收稿日期：2023-12-25)

参考文献

- [1] 蒋子维, 吴峰. 主动配电网低压分布式光伏连锁故障分析[J]. 供用电, 2021, 38(4): 77-84.
- [2] 葛少云, 王龙, 刘洪, 等. 计及电动汽车入网的峰谷电价时段优化模型研究[J]. 电网技术, 2013, 37(8): 2316-2321.
- [3] 尤毅, 刘东, 钟清, 等. 主动配电网储能系统的多目标优化配置[J]. 电力系统自动化, 2014, 38(18): 46-52.
- [4] 刘毅. 大数据时代人工智能在计算机网络技术中应用分析[J]. 网络安全技术与应用, 2023(12): 167-169.
- [5] 温宇, 朱明仕. 大数据时代智慧城市建设路径分析[J]. 产业创新研究, 2023(22): 56-58.
- [6] 朱子旭, 刘宣, 李丹, 等. 面向能源互联网的电力线通信路径搜索研究[J]. 电网与清洁能源, 2023, 39(10): 63-69.
- [7] 门东明. “双碳”战略下新型智慧城市建设路径研究[J]. 智能建筑与智慧城市, 2023(7): 138-141.
- [8] 史纪. 一种特大城市智慧配电网可视化运维应用体系的研究[J]. 自动化与仪器仪表, 2021(7): 179-182.

