

[物联网]

传统配电网优化建设方案的探索

文/北京智芯微电子科技有限公司 奚森涛 刘娜 王宇
黑龙江省电力有限公司信息通信公司 刘宇
国网浙江苍南县供电有限责任公司 景峰

在建设泛在电力物联网的大背景下，未来电网系统需要实现任何时间、任何地点、任何人及任何物之间的信息连接和交互，数据高效传输、实时分析。传统配电网系统存在诸多缺陷，必须充分使用云计算、大数据、物联网、人工智能、5G和边缘计算等新兴技术推动配电物联网的建设。

当今世界范围内，电力行业面临深刻变革，传统电网与新技术深度融合，建立电力流、业务流和信息流合一的智能电网趋势愈加明显。当前我国电网也面临三大挑战：第一，社会对电力依赖越来越大，对供电可靠性要求更高，电网越来越复杂，接入设备类型和数量越来越多，电网形态发生变化，安全运行压力加大；第二，受电力市场开放，电价下降，电量增长减速等多因素影响，电网业务面临更加激烈的竞争，迫切需要融合数据，探索数字化业务；第三，互联网经济、数字经济的快速发展，通过平台对接供需双方，打造多边市场，对传统电力市场带来巨大挑战，电网存在被“管道化”的风险。国家电网公司应对挑战提出建设“三型两网，世界一流”能源互联网企业的战略目标，战略核心在于建设泛在电力物联网。泛在电力物联网要求将电力用户及其设备、电网企业及其设备、发电企业及其设备、供应商及其设备以及人和物连接起来，产生共享数据，为用户、电网、发电、供应商和政府社会提供服务，以电网为枢纽，发挥平台作用和共享作用，为全行业和更多市场主体发展创造更大机遇，提供价值服务。

配电网是承载电力生产和电力消费的关键节点，是保障电力供需平衡的主要系统，也是泛在电力物联网建设的重要组成部分。当前配电网系统在自动化、智能化和信息化等方面仍然存在很

多缺陷，伴随着泛在电力物联网的建设，越来越多的配电终端、分布式能源和新型用电设备都将接入配电网系统，也将给配电网系统的稳定运行带来挑战，电网公司必须拥抱新兴科技，推进包括云计算、大数据、物联网、人工智能、移动互联网、5G通信、区块链和边缘计算等现代技术在配电网系统的应用，重构配电网的架构设计。

传统配电网存在的问题

长期以来，我国的电力规划研究工作重心主要放在电源规划和主网规划上，配电网建设相对落后，缺乏合理的规划设计，设备相对陈旧，在配电自动化和精益化管理方面尤为突出。主要有以下问题。

1) 智能化程度较低。如配电线路巡检、故障定位与维修、配电运行状态数据采集等业务主要依靠人工完成，自动化和信息化建设水平低。

2) 标准化程度低。对配电终端软硬件、配电主站系统缺乏统一规划和设计，系统运维管理成本高。

3) 数据共享程度低。缺乏高效实时获取和处理数据的能力，不同地区和不同子业务之间数据不贯通，阻碍数字化业务发展。

4) 安全防护能力较弱。忽视对重要数据传输和存储的保护，对数据保密性和防篡改等安全方面缺乏研究。

5) 源荷规划不当。配电网建设中缺乏对负荷和城市经济增长的长远规划,导致后期迂回供电、线路交错和接线复杂等一系列问题。

6) 发展不平衡和不充分。城市与农村,东部与中西部的配电网建设水平差距较大。

7) 市场化机制较弱。缺乏市场化管理模式和互联网思维,对外开放合作共享不充分,对客户感知能力不足,无法快速响应和满足社会新需求。

配电物联网

1. 建设目标

配电物联网是为解决传统配电网存在的问题,支持能源互联网发展而提出的新一代智能电网建设方案。建设目标将充分考虑解决传统配电网问题和未来电网发展需求,目标可分为以下几方面。

(1) 状态全息感知,设备泛在物联

利用先进的传感技术全面感知配电网运行状态数据,通过成熟的通信技术将设备与设备、设备与主站、设备与人即时连接起来,实现任何时间、任何地点、任何人及任何物之间的信息连接和交互,提高配电网信息化建设水平。

(2) 数据开放共享,业务快速上线

贯通电网内数据壁垒,融合各类业务数据,建立统一数据共享平台并对外开放,解决传统配电网数据共享问题,为数字化业务发展奠定基础。

标准化配电网数据模型,规范化配电网设备规格,让应用开发与硬件平台解耦,加速业务上线和更新迭代,更快响应市场需求。

(3) 运维高效精准,决策全面智能

通过对全息感知的状态数据进行大数据智能分析,为运维部门提供实时高效的处理方案,为决策部门提供全面有力的数据支撑,实现精准运维,智能决策,提高配电网自动化和智能化建设水平。

(4) 运行安全稳定,抵抗风险更强

1) 数据安全。制定配电网内控制类指令和重要状态数据安全传输和存储防护方案,防止非法恶意窃取和篡改行为对配电网的伤害,提高配电网数据安全防护能力。

2) 网络攻击。充分考虑如木马病毒和系统漏洞等因素给配电网带来的网络攻击风险,合理规划配电网系统,配置先进的安全基础设施,加强防护能力。

3) 源荷冲击。充分考虑清洁能源发电并网、电动汽车充电等可能给配电网、电源接入和负荷承载方面带来冲击的因素,从长远角度规划建设方案,避免传统配电网规划不当带来的问题。

2. 建设方案

为改变传统配电网落后的现状,实现配电物联网提出的建设目标,本文提出建设方案,在架构上分为四个层次,即端、边、管和云,总体架构如图1所示。端即感知终端,负责状态数据采集;边即边缘计算,负责实时分析状态数据;管即数据通信方式;云即云化主站,负责数据的汇集与共享。

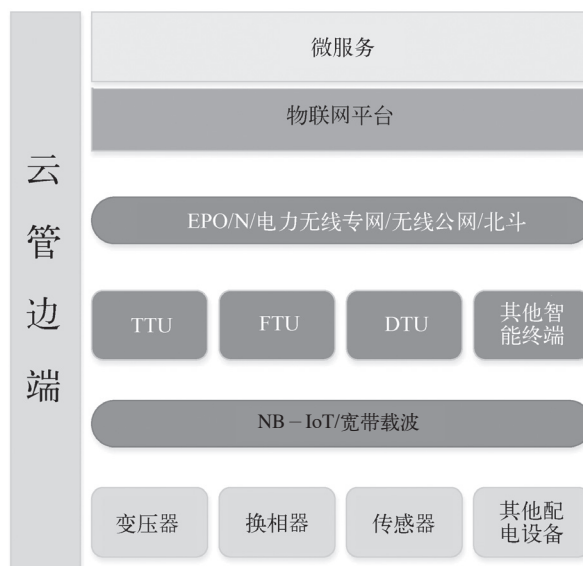


图1 总体架构图

(1) 端

“端”侧由海量传感器、感知终端组成,负责采集配电网运行状态数据,端侧示意图2所示。传统配电网内设备在硬件规格、通信接口、通信协议方面标准不统一,导致数据交互不通畅,信息化程度低,无法支撑全息感知的配电物联网目标,必须对端侧设备进行统一规划改造。

制定硬件标准规格,统一通信接口和通信协议,使产品做到无须调试,即插即用。

统一配置国密安全加密芯片,使用对称算法对数据进行加密,使用非对称算法和摘要算法对数据进行完整性校验,保障数据传输和存储的安全性;如有更高等级安全需求,可考虑引入TrustZone技术、区块链技术等,使用多安全技术的组合提高整体防护能力。



图2 “端”侧示意图

(2) 边

“边”即边缘计算，也可称为边缘智能，边侧示意如图3所示。边缘计算可以为指定区域内感知终端提供高效实时的数据分析能力，是解决传统配电网智能化水平不足问题的核心技术。

边缘计算将云平台的计算能力迁移至靠近数据源头的终端中，实时高效处理数据，避免因网络带宽问题影响业务的时效性，是对云计算模式的补充。从技术上看，边缘计算具备更低带宽占用率、更高实时性和更高安全等特点，可以在配电网广泛应用，解决海量终端数据实时高效安全处理的问题。云平台可将成熟的应用迁移到边缘侧，边缘侧采用容器技术、隔离技术和安全防护技术对应用进行独立部署，使各个应用独立成不同APP，互不影响，任何台区都可以利用丰富的数据资源结合AI技术实现边缘决策、台区自治。

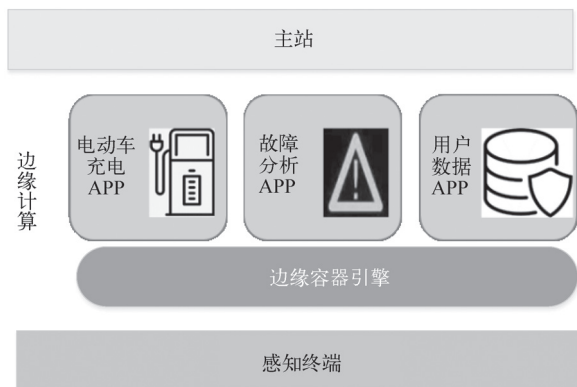


图3 “边”侧示意图

(3) 管

“管”即数据通信方式，配电网系统中通信方式主要分为两部分：

1) 远程通信。主要满足边缘终端和云主站之间的通信，包括EPON、工业以太网、电力无线专网（LTE230 MHz、LTE1 800 MHz）和无线公网等通信方式，各种通信方式选择应根据当地条件进行选择。

2) 本地通信。主要满足边缘计算终端与感知终端之间的通信需求，通信组网方式可采用远距离无线和宽带电力线载波共存的双模方式。远距离无线组网可采取NB-IoT或LoRa，考虑物联接入IP化的需求，推荐采用NB-IoT通信方式。宽带电力线载波方式与远距离无线相互补充。

(4) 云

“云”即云化主站，将配电网业务系统迁移至云平台，利用云平台强大的计算能力建立配电网数据处理核心，同时在云端建立开放统一的数据平台，打破信息孤岛，解决传统配电网数据共享问题。

云化主站包含物联网平台和应用微服务两部分。物联网平台负责提供设备连接、设备管理和数据管理等基础性服务，并对全行业开放，鼓励和支持社会企业与电网公司共同探索新业务。应用微服务负责具体的业务应用，不同应用独立封装，互不影响；应用微服务将边缘侧应用处理的结果信息进行可视化展示。

3. 建设路线

根据建设方案提出的端、边、管、云架构，对配电网系统进行结构划分并制定改造方案，分步骤有序实施，完成建设方案落地。当前建设路线可以分为三步走，如图4所示。

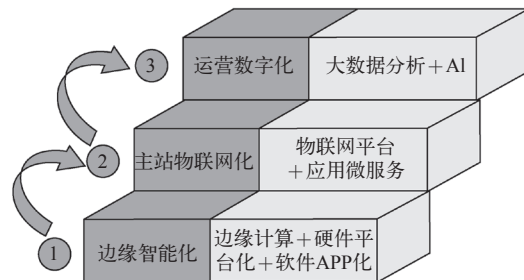


图4 建设路线示意图

(1) 边缘智能化建设

1) 配电设备标准化改造。按照建设方案中“端”层建设要求，统计“端”侧配电设备种类，制定相应的产品规范，根据规范对配电设备进行统一改造，包括硬件规格、通信接口、通信协议和安全配置等方面。通过设备标准化改造统一硬件平台，实现设备与设备信息互联，为建设全息感知的配电物联网创造硬件基础。

2) 通信网络建设。按照建设方案中“管”层建设要求，完善远程通信中EPON、工业以太网、电力无线专网（LTE230 MHz、LTE1 800 MHz）和无线公网等基础设施，加快本地通信网络NB-I

(下转第83页)

的设备系统，主要由制冷机组、冷却水循环系统两大部分等组成。其控制系统、检测元件也是自带，主要控制温度、液位和压力等参数。在设备订货时，一定要对制造商做技术要求，留好相应的端口，以便整个系统联机监控。控制要求按照制冷机组使用手册设计。

加热系统的控制

加热系统主要用来对萃取过程中的热水系统加热。热水系统由两个部分组成，一部分是萃取热水系统，水温为50℃左右（具体参数根据萃取工艺要求设置）；另一部分是分离热水系统，水温为30℃左右（具体参数根据萃取工艺要求设置）。主要控制热水储水罐的水位（水位一般为水罐容量的2/3）、水温、热水循环泵、调节阀和电磁阀等，加热系统控制采用Siemens S7-200系列PLC。注意的是温度检测元件如果采用的是

PT100，要考虑PT100不耐高压，加装了不锈钢外套保护，得到检测的温度数据有误差的情况，所以在程序设计和调试中要反复校正，消除误差。

结束语

上述超临界CO₂萃取设备的控制应用设计技术，通过多年的实践检验，性能稳定、运行可靠，得到了良好的效果。超临界CO₂萃取技术因萃取速度快，无毒、不易燃，使用安全，无污染环境的特点，因而应用前景广阔。其设备控制应用朝着智能化、数字化方向发展，以实现生产过程自动化控制、保证产品质量，降低生产成本，改善工作环境。其控制技术还有待研发人员在实际应用中不断完善改进。EA

（收稿日期：2019.02.14）

（编辑：朱金凤）

（上接第50页）

IOT、宽带载波组网建设，为配电物联网内数据实时传输、高效分析建立管道基础。

3) 边缘计算应用。按照建设方案中“边”层建设要求，改造TTU、DTU和FTU等配电变压器终端硬件平台，引入边缘计算技术，将各类业务独立成不同APP部署，不同APP对接“端”侧数据进行实时分析实时处理，为配电物联网智能化建立技术基础。

(2) 主站物联网化建设

按照建设方案中“云”层建设要求，首先将主站业务拆分成物联网平台和微服务两部分。在物联网平台开发设备连接、数据管理等基础服务，同时建立数据共享模块；在微服务中开发与“边”侧对应的业务APP，从物联网平台获取数据处理结果信息进行可视化展示。完成物联网平台和微服务改造后，将主站业务统一迁移至云计算平台中。

(3) 数字化运营

在边缘智能化和主站物联网化建设完成后，

配电物联网基本框架已经建立，数据已然成为配电网运营的基础，运维检修、业务创新和精益化管理都将依赖于对数据的智能分析，在此阶段，应当充分利用大数据分析、AI等技术提高数据分析的精准性、预见性，实现数字化运营。

结束语

通过传感技术、云计算、大数据、边缘计算和密码算法等技术与配电网结合，解决传统配电网存在的问题，推进配电物联网的建设，满足泛在电力物联网提出的全息感知、泛在连接、开发共享和融合创新的需求，为建设运行更安全、管理更精益、投资更精准和服务更优质的电网夯实基础，为实现“三型两网、全球一流”能源互联网企业的战略目标提供有力支撑。EA

（收稿日期：2019.07.29）

（编辑：朱金凤）