

# 基于末端物联感知技术的配电网数字化建设

唐常林 赵元伟 代启虎

国网阿勒泰供电公司

**摘要：**互联网信息技术的发展加快了我国4G、5G基站的建设进程，在此背景下，物联网等先进科技得到了广泛的应用。对于配电网而言，伴随智能电网的发展，其也不断完善、改进，而物联网技术，尤其是末端物联感知技术的应用频率不断提升，其也推动了我国配电网的数字化发展。基于此，本文围绕末端物联感知技术下的配电网数字化建设进行了分析和探讨。

**关键词：**末端物联感知技术；配电网；数字化建设

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.18.069

## 引言

配电网物联网是以传统工业技术为基础，和现代物联网技术有机融合，从而发展形成的新型电力网络形态，利用配电网设备的互联、互通等特性可以进行配网的综合感知，也能实现数据的融合与智能化应用，这在很大程度上可以满足配网的精益化管理要求，还能推动能源互联网持续、健康的发展。同时，配电网物联网是基于“云管边端”构建体系，高效处理信息、灵活应用与全面感知是其核心目标，再与物联网关键技术有机结合，不仅可以完成管层通信的差异化建设，还能实现多维端侧设备扩展。

### 一、物联感知技术概述

物联感知技术主要是指在利用各种传感器，通信技术和数据处理技术之后，由此实现物理视觉的感知识别和理解的一项技术。该项技术在应用过程中，主要以大数据时代下的物联网为基础以及运行核心，在通过对人工智能，大数据以及云计算等信息技术的有效运用下，保证该项技术的开展效果。现阶段，物联感知技术已经从最初的数字化性能转变为智能化特点。并且，在信息技术的发展下，由传统的有线连接转变为现阶段的无线连接，从单一的传感器应用到多个传感器的有效融合，由此在物联感知技术的开展下，能够将数据采集工作深化为数据的分析以及决策工作。物联感知技术可以广泛的应用于各个行业内部，使得企业领导人员可以借助多领域的智能物联网平台，为企业内部各部门以及各业务开展物联感知的联网服务。物联感知技术的智能化以及自动化优势，能够使得万物进行有效的互联，跨区域互通。这一技术能够适配不同类型及资源的终端，由此在根本上解决不同领域以及不同部门数据互通的问题，是终端智能化数据共享的优选载体。

### 二、配网自动化相关问题分析

#### （一）通讯协议较为繁多

采用新的技术可以更好地管理台区的运维。这些技术可以让台区的智能设备与端侧设备直接通讯，也可解决一些实际问题<sup>[1]</sup>。例如，通讯协议的选择可以更加灵活，这样就可以更加高效地进行调试。由于各种厂商和类型的端侧信息采集终端的通信协议有很大的差别，

TTU的解码负担极重，一台端侧设备的调试过程可能会花费超过5小时，此外，由于每一台TTU都要与多达数十台设备相连，因此，调试人员的工作量也会相应提高。

#### （二）设备互联难度大且数据采集缺乏即时性

通常情况，端、边设备互联需要借助485线这一传输媒介，而且每一台区的配电室都需独建上百根，甚至更多的通讯线，但因受到物理条件的局限，施工难以顺利、有序地进行，这一过程也大大增加了建设成本<sup>[2]</sup>。不仅如此，当下大部分端侧设备使用的是问答式数据采集方法，但因端侧设备过多，致使TTU获取数据的周期过长，只得凭借客户报修掌握相关的故障信息，这在很大程度上都影响了数据采集的即时性、有效性。

#### （三）配电网自动化设计并不完善

供电企业在运行过程中需要根据本企业所负责的范围以及供电的强度等内容，开展企业内部配网的自动化设计，这是一项长期且系统的流程，因此大部分供电企业在，配网自动化设计过程中仍处于探索阶段，所形成的产品不能够满足配电自动化运行的需求。因此，在配电网自动化设计过程中，不仅要针对基建工程进行分析，还需要对于整体的设备型号进行有效选择。配电网自动化设计并不是一个单一的工程系统，需要进行长期性且系统性的探索、调整与规划，由此就需要我国供电企业在配电网自动化设计过程中，能够将电网的各个部分纳入考虑的范围内部，由此保证后续管利于维护的有效开展。

### 三、某公司配电网的运维概况

#### （一）配电网运行情况

某公司担负着25个乡镇的供电工作，其运行维护的35千伏线路共有94千米，期间设置了8座35千伏变电站，还有1539千米长的10千伏线路，涉及的配电变压器数量接近2400台。随着电网的不断建设，其已构建多套专业信息化系统，比如用电信息采集系统、PMS等，不仅安全运行了多年，还为电网供电打下了数据基础。

#### （二）配电网运行问题分析

在该公司的电网运行过程中，存在许多问题，例如，感知基础薄弱、“站-线-变-箱-户”缺乏完善的体系化感知和交互设备、监测手段不够完善且无法及时发现配网站和线路的实际状况，尤其是在获取用户侧信息方面，存在许多障碍，这在很大程度上降低了信息的交互性，在配网范围内没有高效、可行的通信手段，影响了各乡镇居民的用电与生活。不仅如此，公司采用的配电网故障定位等技术相对滞后，不仅缺乏对双向交互可视化等技术的使用，资源的调配还缺乏合理性、可行性，这也导致其无法满足当下配电网的规模化发展要求。

### 四、配电网数字化自适应创新

该公司是以智慧配电网联网试点工程技术为基础，

将互联、互通视为建设目标，并致力于配电网的全面感知、数据融合与智能运用。为了提高网架供电能力并促进设备安全、稳定地运行，公司推进配电网向着数字化、智能化转型升级方向发展，并加大了对这方面的研究力度，以此打造出安全性、可靠性的智能低碳式配电网。实际工作过程中，公司需要统一端侧设备信息模型，尽可能避免硬件间的差异，从而提高其扩展的灵活性、可行性。如科学分类端设备，做好信息模型的定义，并基于这一信息模型开展端侧、边侧以及云侧设备的建设工作。在此背景下，端侧设备存在的通信差异可以有效解决，也能实现模型统一、信息交互的全物联网化互联。不仅如此，确保端侧设备的物联协议一致也可促进端侧、边侧互联的全物联网化，开展调试工作时可以节省大量的时间，通常可缩短93%-96%的时间，至于端侧、边侧互联及设备的管理也可更加灵活、高效。

目前，轻量级物联网操作系统的硬件要求相对较低，通常采用开源模式，可以有效提升设备的开发效率。经实践发现，一个物联翻译官可以实现6-8个设备之间的稳定连接，而且随着设备的增加，其可以自动从云端获取相关信息，大大提高了智能化运维的效率。另外，轻量化物联网操作系统还可以利用IP化技术、物联网协议和信息模型，支持设备的全面扩展，也可实现物联网的高效应用，可以发挥即插即用的功能<sup>[3]</sup>。不仅如此，采用以边缘计算为基础的智能算法可以做好故障研判、运行分析与设备联动等数据交互，还可定期备份海量数据，以防海量终端数据为其带来过大的压力，也可避免宽带限制、计算性能低下等问题，在此背景下也可有效实现“边缘计算”，其可促进多源数据与缺陷研判的完美融合。通常情况下，IP技术的发展为端侧设备带来了独特的身份认证，大大简化了设备的管理，同时也改善了通讯的流畅性。并且信息的收集方式也发生了巨大的变化，从传统的问答式轮询转变为主动上报，这也

缩短了异常数据的收集周期，极大地提高了作业效率。

此外，应用“零接线”通信组网技术，可以利用高频载波通信，同时兼顾电源线，从而节省大量的通讯接线，并且可以有效地避免TTU与端侧设备之间的连接问题。而且，只要有电源线就可以实现端侧设备与TTU全物联网化的有效衔接，再通过“零接线”通信网络，也能确保端侧设备之间的互联。最后，做好以末端物联感知技术为基础的配电网数字化自适应方法及应用的研究，不仅可保证配网物联网终端即插即用，还能促使其设备广泛互联，也可全面感知设备状态，相关资源也能得到最大限度的利用。比如工程配电室，随着智慧配电台区研究的深入，端侧设备与边侧设备数据传输不顺畅的问题得到了解决，再加大对工作效率高、实施成本低的智能互联技术的研究力度，也能确保配电网端侧设备向着全物联网化方向改进。

## 五、配电网架构的建设

### (一) 总体架构建设

结合当前情况，配电物联网拥有诸多发展方向，在建设方案方面也有诸多选择，可以说，配电网全面感知是借助配电物联网架构的功能进行体现，这是配电物联网建设发展的核心。以110千伏及以下配电网构建配电物联网架构为例，由于电力系统的主网、配电网在信息采集设备的数量、范围以及适用环境等方面存在极大的差异，所以为了促进配电网的全面感知，还应配置诸多类型不同的终端感知设备，大量数据也需强大边缘计算，这可满足数据处理的稳定性、实时性等要求。在此背景下，应基于电网运行需求合理调整配网架构。通常情况下，其架构包含边缘计算、配电网管控平台等诸多部分，不仅能实现配电网信息的采集与数据的传输，还可高效处理数据信息，也能实现高级应用分析等功能，下图所示为以配电物联网为基础的配电网建设架构。

### (二) 边缘计算与配电网管控平台

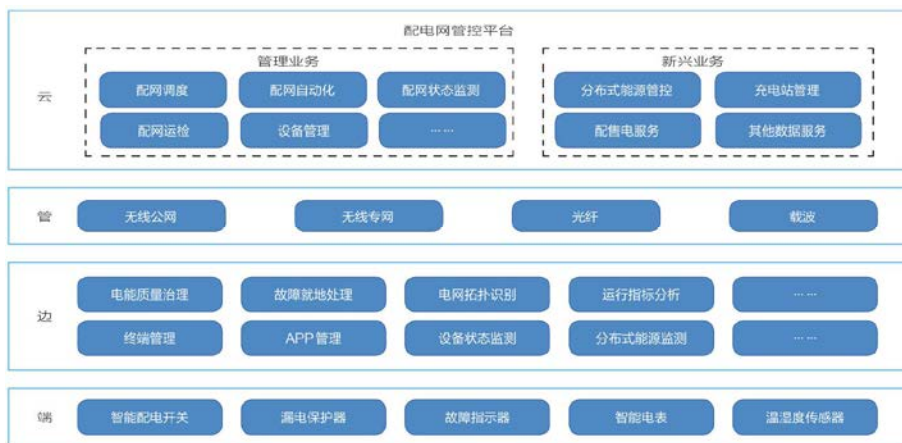


图1 配电网建设架构图

边缘计算是配电网感知的核心，应综合衡量低压配电网现状及趋势，科学使用分布式边缘计算技术架构，其可最大限度满足电网业务的生产与发展需要。通常边缘计算智能终端可以有效采集、分析数据，还可与管控平台实时交换运行数据<sup>[4]</sup>。利用边缘计算技术，智能终端可以实时监测、决策控制设备的运行状况，还可与云端

管控平台实现计算和数据共享，这大大提升了业务处理效率，减轻了管控平台的负担。此外，配电网管控平台利用大数据、云计算等前沿技术，实现了对配电网设备的全面感知，从而更好地满足用户的需求。通过使用管控平台，不仅能实现对配电网的统一模型管理，还能满足高级应用需求。在此背景下，还能更好地满足电网运

行人员的工作需求。

### （三）通信通道与终端设备

由于光线无线通信具备很多优势，比如稳定性强、安全性高，所以可以使用光线网络进行建设。然而配电网的工作环境相对复杂，所以针对不具备光线通信条件的地区，可以使用无线专网通信方法，其可有效采集重要数据，还可使用无线公网通信来获取非重要信息，这可满足数据传输和电网信息安全防护的诸多要求。为了更加完善的监测配电网，终端设备的性能必不可少。终端设备不仅要准确地采集环境和设备状况，还要迅速响应决策指令，同时终端设备还要具备良好的通讯功能，能够向上级传输配电网的最新信息。在配电网中，充电桩、低压开关、新能源发电设备等一次设备起着至关重要的作用，同时其还包括很多二次设备，如故障指示器、FTU以及各种传感器。在此背景下，为了更好地满足用户的需求，供电公司应当增设用户侧的智能电表、分布式新能源等信息采集设备，其在满足用户需求的同时，还能进一步促进用户的交互。

## 六、基于配电物联网的配电网建设方案

### （一）中压侧建设方案

在方案建设过程中，在1座110千伏、2座35千伏变电站、3个10千伏开闭所以及10千伏线路上安装了变压器、故障传感器等监测设备，同时在配电房、电缆沟道等外部环境中安装了烟感传感器和温湿度传感器，以确保电网的安全运行<sup>[5]</sup>。通过实时监测中压配网的运行情况，不仅能够更好地掌握系统的变化，还能够有效进行调度，其可确保配电网运行的安全性、稳定性。与传统的配电自动化技术相比，配电物联网技术的应用除了配备电气类和环境类的监测设施外，还增添了更多的智能化功能，这也大大提升了配电网的整体感知能力。

### （二）台区侧建设方案

为了提高配电网的效率和安全性，公司在低压侧安装了智能配变终端，并在用户侧安装了智能电表，其可有效管理电能质量。同时借助这些设备还可实时收集配变变压器和居民用电的运行数据。与配电自动化相比，基于配电物联网的建设更加重视与用户的交互。通过将智能终端安装在用户侧，可以实现对台区配电网的全面监控，也能为用户提供更加便捷的数据交互服务，从而实现了更高级的应用功能。

## 七、基于末端物联感知技术的配电网推广及应用

经调查，试点台区在设计过程中全面渗透了配电网数字化自适应方法，其高效推进了配电网建设工作。通过采用先进的检测和控制技术，可以实现“零感知”电源的快速切换，也可深入挖掘设备的缺陷并发挥其各种功能。比如实现基于智能配变终端的实时分析，以及台区电压波动的精确管理功能，还可以利用“三遥”功能，实现低压故障的隔离自愈以及单户停电的主动抢修，还能实时监测低压线损情况。为了更好地满足这些需求，供电公司还可以将配电室的各种监测装置与环境控制设备相结合，以提升整体的运行效率。除此之外，在试点台区，公司还建立了一个集光伏发电、储能和充电桩于一体的示范站点，将微网运行数据与智能配

变终端相连接，可以验证终端在微网运行控制方面的可行性。这种技术的应用不仅提高了低压用户的供电安全性、可靠性，还大大降低了用户的停电感知，也一定程度上确保了其经济效益和社会效益。

同时，为保证配电网的有效建设，推广以及应用，还需要针对技术创新以及资源协同方面进行分析。首先，针对技术创新这一层面进行论述。在运用末端物联网感知技术的情况下，也需要将此技术与基础的前端技术进行有效融合，由此突破缘何预测跟踪交直流混合组网虚拟电厂调度等技术，从而构建智能化、数字化的技术体系。其次，针对资源协同层面进行分析。在应用末端物联感知技术后，能够针对配电网运行过程中的相关数据信息进行有效的整合和分析。在此背景下，需要重点关注公用用电系统的感知透明化、业务融合高效化以及运营管控智慧化，由此确保供电企业在运行过程中能够搭建供需多方协同互动的生态体系，助力于数字化配电网的推广与应用。

虽然目前的研究结果可以被实际应用，但是配电物联网的四层系统架构和流程非常复杂，各个生产商的建设和使用方式又不一样，并且没有统一的接入标准，所以必须对每个系统进行适当的调试和测试，这也阻碍了配电物联网的普及。为了更好地推动配电物联网的发展与建设，供电公司将积极建立相关标准体系。目前，产品主要采用外置式设计方法，而随着配电物联网建设的不断深入，也将进行物联网通信模组等方面的研究。

### 结束语

总而言之，配电网是可将电力系统与低压用电侧有机互联，其利用互联网的思维和理念，将电力系统、油气热力管网、电动汽车充换电网络、供水系统等多种能源网络融合在一起，实现能源绿色、低碳可持续发展，也促进了一次能源和二次能源的互联、互通。基于智能架构，不仅要考虑系统未来的可能性，还要拓宽其适用范围，从传统的集中发电系统，到灵活性较强的用户终端电源设备和分布式电源，其极大程度超越了传统输送方式，再合理利用互联网技术，可有效实现资源的共享、互通。

### 参考文献

- [1] 李夏川, 路朝阳, 王瑞平. 基于末端物联感知技术的配电网数字化建设[J]. 中国电力企业管理, 2022(6): 82-83.
- [2] 马立红, 覃丹, 林强, 等. 基于NLP方法的配电网项目关键指标智能化提取[J]. 自动化与仪器仪表, 2019(4): 129-133.
- [3] 肖新华, 黄明焯, 宋志强. 基于智能配变终端的低压配电网智能运检体系构建研究[J]. 供用电, 2019, 36(6): 55-61.
- [4] 于博, 张耀东, 王钰, 等. 基于电力物联网的智能配电网全面感知分析[J]. 中国勘察设计, 2021(z1): 74-76.
- [5] 蒋辉, 杨娟. 基于电力物联网的变电设备智能感知与故障诊断技术研究[J]. 电力系统装备, 2021(2): 105-106.