

基于边缘计算的电力无线专网组网分析

殷超¹, 王鹤许², 白露薇¹, 宋学彬¹, 田原¹

(1. 内蒙古电力科学研究院, 内蒙古 呼和浩特 010010; 2. 内蒙古超高压供电局, 内蒙古 呼和浩特 010010)

【摘要】 电力无线专网组网是新时期智能电网构建的重要支撑, 以下对电力无线专网两种架构分析, 了解新时期电力业务开展对通信的要求, 采取集中部署方式, 提出以云边协同、边缘计算支持的网络架构和组网设计, 该组网方式具有带宽突出、时延较低等特点, 在本地的应用中能够满足多项业务需求。

【关键词】 边缘计算; 电力; 无线专网; 组网; 云边协同

【中图分类号】 TN924

【文献识别码】 A

【文章编号】 2095-3518(2022)01-46-03

智慧城市建设及物联网的发展推动电力事业不断进步, 物联网的建设使大数据分析、挖掘、应用可以更好地为电力组网服务, 提高组网管理效率, 改善服务质量, 促进社会持续发展。伴随经济不断的发展, 行业用户的网络需求及个性化差异更加明显, 更注重一个/多个网络性能指标^[1]。此时, 传统公网提供的移动宽带服务网, 其规划指标往往无法满足用户需求, 且其建设、运行模式有一定差异, 需通过专网服务^[2]。故以边缘计算对电力无线专网组网进行分析, 以此满足更精细化的业务需求, 促进社会不断进步。

1 研究背景

电力能源对各项社会生产、生活提供莫大便利, 它是地区建设和发展中的基本资源^[3]。内蒙古电网是我国唯一的独立性省级管理的电网, 其主要负责除了通辽、赤峰、兴安盟和呼伦贝尔外自治区的其他8个盟市内供电营业地区的电网经营管理、建设维护与农电工作等, 且受到自治区的委托, 还对自治区内电力方面的设计、科研和施工等工作进行管理。由于新时期电力技术得到迅速发展, 人们对电力行业的需求也在不断增加, 基于现代化配电、分布式配电等发展趋势, 其地区也对电力服务和建设方面提出了一系列的新要求, 故需要尽快构建稳定、高效的通信网、系统支持, 实施电力作业新模式。2019年, 内蒙古电网提出进一步加强电力建设的目标和要求, 重视泛在电力网及坚强智能电网的建设。结合《泛在电力物联网建设大纲》的要求, 电网建设注重强调时间、地点、人和物的信息连接、交互, 构成智能的电力生产、生活体系, 提高用电服务

综合水平, 也大大降低电网运维成本。电力无线专网可以看作移动公网的一项分支, 其和移动公网相互补充, 又向共同方向持续发展。

2 专用网络的构成

专用网络的构建需要符合国家相关规范, 这里主要满足DL/T800-2012标准, 采取核心网-MOCN部署, 多个运营商支持, 并以无线接入网方式支持, 基站设备允许公用。将核心网分开设置, 再用物理设备相互分隔, 使生产控制大区及信息管理区域各设置一核心网。

商用核心网多为集成结构, 各个网元集中在一设备, 核心网设置在地级市公司(呼和浩特、包头、鄂尔多斯、二连浩特等)地方公司中, 按照业务类型、基站承载、终端规模确定部署细节。

2.1 地级市公司集中部署方案

该方案的核心网设置在地级市公司, 各业务汇总到地级市公司, 再结合业务来源转接, 架构如图1所示。

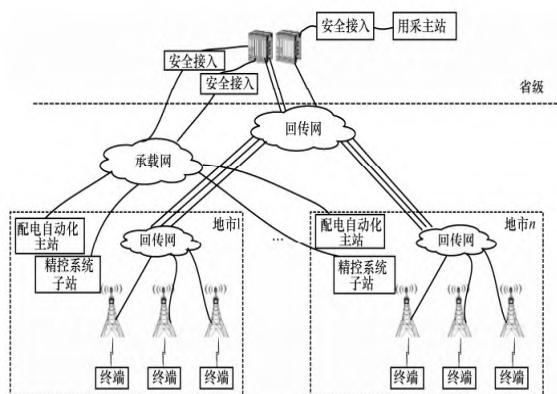


图1 市集中方案架构示意图

【第一作者】 殷超(1986-), 女, 内蒙古呼和浩特人, 工程师, 研究方向: 电能计量技术。

该方案数据路由主站设置在省级网，其也就不需要考虑路由迂回问题。而主站设计在地级市网内，要实现配电自动化，就需要考虑到路由迂回对正常运作的影响，此类业务对时延有较高的要求，故该方案的弊端也是在此。

2.2 县级(城乡结合部、旗县、农村等)公司集中部署方案

县级公司的集中部署方式，主要是将核心网布置在多个县级公司，完成之后，再针对各个业务的需求，在对应的主站位置进行转发。数据路由上，采取地方公司集中部署方的方案可以环节业务路由迂回问题，且网络时延得到有效控制。采用地方公司集中部署方案，其初期各个区域的建设无需大量投入，短期内的业务需求较少，且接入性业务为用采业务，单独设置核心网需要投入诸多成本，经济性并不理想。

2.3 通信方式

结合内蒙古电网的建设改造规划与要求，内蒙古各个供电区结合其行政的级别、实际供电的情况等，把内蒙古内供电的区域共分作5类，分别作A-E。同时，内蒙古电力公司和各盟市的供电局结合供电区域的不同类型，对的配电网的建设提出了相依的原则与通信方式，具体如表1。

表1 供电区域划分及电网通信方式

分区类别	地区	具体区域	建设原则	终端	通信方式
A	呼和浩特、包头、鄂尔多斯、二连浩特	城市的核心区域	主站集中控制(全覆盖)	三遥终端	专网(光纤、无线)
B	呼和浩特	中心类的城区	主站集中控制(主)、运行监测(辅)、达到全覆盖	三遥终端(主)、二遥终端(辅)	专网(光纤、无线)
B	包头、鄂尔多斯、二连浩特、巴彦淖尔、乌海、乌兰察布、薛家湾、锡林郭勒盟、阿拉善盟	主城区	主站集中控制(电缆)、主站集中控制或者电压时间就地(架空线路)、运行监测(辅)、达到全覆盖	三遥终端和二遥终端	专网(光纤、无线)
C	各地区	城乡结合部和旗县政府区域	运行监测全覆盖，集中控制(重要的电缆线路)、电压时间就地(架空线路)	二遥终端(主)、三遥终端(辅)	公网(无线)、专网(部分)
D、E	各地区	农村、林地和牧区	故障指示灯实现全覆盖，电压时间就地(运行维护的困难线路)	通信模块且部分是二遥终端	公网(无线)

3 电力业务的主要需求点

3.1 业务场景分析

3.1.1 变电站

变电站设智能巡检设备、人工智能机器人负责通

信，智能系统自动将各种不同设备手机上的数据、信息等搜集、分析，并采取影音的方式传递到监控总站，实现数据智能化分析。而变电站的智能巡检机器人，其控制传输带宽需要在2Mbit/s以上，控制误码率不低于 1×10^{-6} 数，在数据传输过程中，对时延控制也有明确规定，此时时延控制需要在200ms以下，图像传输时延控制在30ms以下。

3.1.2 开关站

开关站负责对接入层用户配电室分路开关、汇聚站点、计量装置进行通信，其需要做好安全保障措施，确保电网发生故障后，频率迅速跌落、主干道潮流越限、联络线功率超用等问题不出现。对于精准负荷控制系统，其通信要把握好峰值范围，速率控制在48.1Mbit/s-1.13Mbit/s范围内，ms级别的系统时延要控制不超过650ms。

3.1.3 充电桩

伴随国家绿色可持续发展理念的倡导，一系列新能源汽车出现，为了更好促进新能源汽车行业的发展，满足新能源汽车用户的充电需求，内蒙古电网需要积极推进“互联网+充换电设施”的发展，设置专门的充电站，以此为电动汽车提供更多便捷服务。充电桩/站一般设置在公路沿线、居民区、商场、学校等人口相对集中、交通方便区域，故其对网络的覆盖面有一定要求。

3.1.4 用户电表

智能化的电表属于常见的电网终端设备，其不仅计量电能，也为适应智能电网发展，电表含双向费率计、用户端控制、支持多种数据传输模式、防窃电等功能，通过采用智能电表，可推动节能性电网设备向智能化方向发展。

电表的位置受建筑物影响较大，且大部分电表位置隐蔽性较好，在楼道、地下室、井房等，要求网络充分覆盖，网络信号克服地形影响。电表类业务的上下行峰值有明确规定，要求用电数据采集的业务控制在1.05kbit/s左右，负荷控制业务需控制在2.5kbit/s左右。

3.2 网络和业务的矛盾

首先，现有网络并不能满足所有大宽带业务的需求，即使有230Mbit/s频段技术，但该技术目前并不成熟，只有100kbit/s低速业务可灵活应用；再者，现有网络对大连接能力支持不足，商业设备支持连接仅为3000台/扇区，未来不断增加的终端设备多为非在线终端，需提高连接能力；最后，传统网络结构中路由迂回突出，通道时延较大，精细化业务的时延压缩空间较小。

4 边缘计算引入组网方案

4.1 关于边缘计算及其优势

在基站及核心网内设置边缘计算服务器,实现计算、储存的功能,为网络提供IT资源池,它由路由、能力开放、平台管理三个子系统构成。路由系统则将边缘计算服务器串联到S1,支持网络连接及数据转发系统可卸载本地流量;能力开放系统调用应用程序接口,以平台中间件驱动网络;平台管理系统控制网络数据平面,对能力开发子系统的调用请求管理,编排IT基础设施。边缘计算的优势如下。

4.1.1 部署灵活

S1为开放性接口,采用TCP/IP协议支持,边缘计算服务器考虑到业务需要,设置在基站北侧各个位置,靠近用户,降低时延。为满足汇聚层的用户多种业务需求,可在传输网汇聚层设置边缘计算服务器。

4.1.2 符合低时延要求

利用边缘计算服务器,计算、储存下沉到网络边缘,将本地流量充分卸载,减少路由迂回、骨干网拥挤时延增加的几率,时延仅为ms级。低时延的特点可应用于视频监控数据处理,对大量数据分析后,提取关键特征数据上传,控制传输时延,降低上层网络负担,提高数据处理效率。还可在对时延超敏感中应用,精准负荷控制业务,克服路由迂回,从而妥善处理一系列故障导致的过负荷,若发现特高压异常,系统可以及时定位,并调整用电负荷,以此保障电网平稳运行。

4.2 组网方案

4.2.1 部署地/县级市级传输点

将边缘计算服务器设置在地级市传输网的节点,可以和地级市的信息网、配电自动化主站、精细化控制子站点等系统联系起来,各系统相互联系,实现辖区内各业务量卸载,控制辖区的业务系统,此时地级市公司则分析自己不同时期的需求,适当增加业务功能,控制省市骨干网迂回带宽。

一些县级辖区下设置有主站的,则在传输节点附近设置边缘服务器,实现对县级辖区内直接管理业务的控制。

4.2.2 在基站节点部署

基站节点的部署上,变电站的巡检机器人、视频监控等,所需的流量较大,但其场景区域变化不大,单一基站范围内虽有大量原始数据,但数据变化不大,且多数时间的信息内容一致,信息价值较低,占用大量的网络宽带。比如,骨干资源中,将边缘计算的服务器设置在基站周围不远处,或和基站同节点设置,将信息价值不高的信息数据卸载,采用边缘计算方式,对数据分析,对于有变化特征的数据再上传到主站,以此及时筛选出高价值的信息,有效提高信息处理效率及响应速度,也节省大量网络带宽的占用。

5 结束语

综上所述,电力无线专网组网将成为我国未来电力发展的重要趋势,它对人们的用电服务水平实现有效提升,但目前该技术还处于初步发展阶段,相关接入终端还需要不断完善。目前网络接入终端数量还较少,网络整体处于轻载状态,系统基本可满足各项业务需求。在此背景下,即使系统中存在诸多路由迂回,但其架构下的业务效率及质量较突出。社会不断发展的背景下,接入终端也将不断增加,原有组网的弊端逐渐暴露出来,一系列的网络瓶颈有待解决,业务体验较差。电力无线专网是电力物联网未来发展的重要承载,通过利用边缘计算及云计算技术,在多种现代化技术支持下,可发挥电力无线专网最大价值,使其在数据传输及电力智能化服务上有所作为。

参考文献

- [1]肖振锋,伍晓平,任浪,等.电力无线专网混合组网的测试与实现[J].电气应用,2018,37(23):12-16.
- [2]仲立军,施敏达,俞涯,等.LTE-G 230电力无线专网组网研究与探索[J].农村电气化,2020(2):47-51.
- [3]刘瑾,冯亮,冯瑛敏,等.基于站址优化的电力无线专网组网分析[J].电力信息与通信技术,2014,12(12):1-5.