

5G边缘计算与电力设施融合部署模式探析


Research on Construction Fusion Mode of 5G Edge Computing and Electric Power Facilities

叶兴贵(中国联通福建分公司,福建 福州 350007)
Ye Xingguo(China Unicom Fujian Branch, Fuzhou 350007, China)

摘要:

5G的频率高、波长短,单个5G基站的覆盖范围小,而5G边缘计算需靠近最终用户部署,意味5G边缘计算节点的建设数量将快速增长,建设成本高、运维管理难度大。电力设施要求靠近负荷中心的建设特点与5G边缘计算节点的部署要求不谋而合。从5G边缘计算节点部署特性和电力设施建设规划要求等角度,分析了5G边缘节点与电力设施融合建设的可行性,讨论了5G边缘计算节点与电力设施的融合部署面临的散热、电磁兼容和安全等关键问题。

关键词:

5G;边缘计算;云计算;多站融合;泛在电力物联网
doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2021.04.016
文章编号:1007-3043(2021)04-0079-05
中图分类号:TN915
文献标识码:A
开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

Abstract:

5G is with high frequency, low delay, and the coverage of single 5G base station is small, while 5G edge computing needs to be deployed close to the end user, which means that the number of 5G edge computing nodes will grow rapidly, the construction cost is high, and the operation and maintenance management is difficult. The construction of electric power facilities requires being closed to the load center which coincides with the construction requirement of 5G edge computing nodes. From the perspective of 5G edge computing nodes deployment characteristics and power facilities construction planning requirements, it analyzes the feasibility of the fusion construction of 5G edge computing and electric power facilities, and discusses the key problems of heat dissipation, electromagnetic compatibility and security in the fusion deployment of 5G edge computing nodes and power facilities.

Keywords:

5G; Edge computing; Cloud computing; Multiple station integration; Ubiquitous power Internet of things

引用格式:叶兴贵. 5G边缘计算与电力设施融合部署模式探析[J]. 邮电设计技术, 2021(4): 79-83.

1 概述

随着国家“互联网+”战略的不断深入,新兴的通信技术正在向各行各业不断融合渗透,经济社会各领域向数字化转型升级的愿望和趋势愈发明显。在第三届世界人工智能大会上,使用5G+边缘云计算+全息投影技术实现场外嘉宾的现场演说,让线上线下的参会者记忆犹新。尽管集中部署的云计算中心能够提供全面的计算、存储、网络和安全能力,但是在万物互联、大带宽数据传输和低时延通信的需求背景

下,位于网络边缘的终端设备所产生的数据量已经达到海量的级别,这给当前的云计算模型带来了诸多挑战。

5G边缘计算(MEC)作为一种新的计算模式,架起边缘设备与数据中心之间的桥梁,使原始数据在源头附近就能得到及时高效的处理。5G边缘计算即将原本集中在大型云计算平台的数据计算、存储、网络能力下沉到网络的边缘,通过5G切片通信技术实现不同用户间的边缘数据与边缘网络的安全隔离通信,让现场数据能够就近获得计算、存储、网络和安全能力,而无需传输到云端。5G技术的三大技术特点:增强移动宽带(eMBB)、超可靠低时延通信(uRLLC)和海量机器类

收稿日期:2021-03-24

通信(mMTC)预示着5G将成为各行业数字化转型的关键技术之一。然而,一方面,根据电磁波的波长与频率的关系,频率越高波长越短,这也意味着相比于4G通信,需要建设更多的5G基站点来支持5G通信及5G边缘云业务。另一方面,随着无人驾驶、AR/VR沉浸式体验、智能视频监控、AI图像识别、远程手术等技术应用的兴起,海量数据的处理需要借助靠近数据源的本地化计算、存储、网络和安全能力,这意味着需要部署更多的边缘接入点以满足边缘业务运行的需要。

同时,由于MEC的部署要求尽可能地靠近终端用户,这意味着随着5G技术应用的不断深入,MEC的建设也将更为分散和密集,需要投入大量的电力、土地、网络和信息通信设备等资源,这将大大增加边缘计算节点的建设成本和整体规划难度。

无独有偶,2019年国家电网公司在其“两会”上提出了全面推进“三型两网,世界一流”战略,加快推进泛在电力物联网建设的目标。即通过广泛应用云计算、大数据、物联网、边缘计算等信息技术汇集各方资源,为规划建设、经营管理、综合服务等各方面提供有效的信息和数据支撑。泛在电力物联网建设对云计算、大数据、物联网和边缘计算等的需求与通信运营商的IT通信资源互补;而通信运营商对电能、场地、安全防护的需求与电网企业靠近终端用户建设的大量电力设施互补。构建基于电力设施的边缘计算节点有助于加快泛在电力物联网和泛在信息通信网的建设,也有助于加速5G技术的应用和推广。

2 5G边缘计算的建设原则

5G网络的三大技术特性及5G边缘计算能力下沉到网络边缘,决定了5G边缘计算的应用及业务接入方式将呈现多样化。同时,泛在的物联系统及数据采集系统需要尽可能靠近网络边缘,以便于现场数据采集设备信息的快速传输与高效处理。5G边缘终端的分散性决定了5G边缘计算节点部署的分散性。统筹考虑5G边缘计算的位置、应用场景、建设规模和性能规划,按照一定的原则进行规划部署,将有利于实现5G边缘计算节点的最佳实践效果。

2.1 轻量部署原则

5G边缘计算节点主要面向本地化部署的低时延、大带宽、真实感强的VR/AR、4K/8K视频、工业控制等具体应用场景。相对于大型数据中心内的云计算平台而言,5G边缘计算的计算和存储资源规模较小,可采

用超融合服务器部署功能精简的云平台。一方面,在云平台功能组件上,采用精简的OpenStack云计算框架,如只保留Nova、Neutron、Glance、Keystone、Ceilometer等基本功能组件,确保边缘计算性能;另一方面,根据特定的业务场景需要调整边缘计算节点的计算(如GPU计算等)和存储(如SSD存储等)规模。从通信网络的角度出发,在中心侧集中部署的网络功能虚拟化编排器(NFVO)和网络功能虚拟化管理器(NFVM)可集中部署在云计算中心或下沉到边缘;在平台侧部署的边缘管理平台(ECPM)和虚拟网络功能管理(VN-FM),可以合设也可以分设。同时,采用容器等轻量级计算技术减少边缘计算节点对物理资源的消耗。

2.2 统一架构部署原则

5G边缘计算由于节点分散,从业务连续性及运维管理的便利性角度,宜采用统一的架构。这里的统一架构有2层意思:一是不同地区及相同地区不同业务的边缘节点采用相同的边缘计算架构;二是与上层的云计算平台统一架构。由于业务下沉到网络边缘,对于同一区域同类型业务而言,边缘云平台可采用统一架构部署,共享底层物理设施,通过5G网络切片、计算和存储虚拟化实现不同业务的逻辑隔离。而通过统一不同地区的边缘计算架构和云计算平台架构,则有利于云边协同,更大程度地发挥云端网络、计算和存储效能。

2.3 按需部署原则

与通信基站密集预覆盖的建设模式不同,边缘计算通常为特定区域、特定场景的用户群体定制化部署。例如针对某一工厂的智能制造,数据源是该智慧工厂的各种智能设备,因此边缘计算节点不应离这些智能设备太远;再如面向视频监控和AI图像识别的场景,边缘服务器一般部署在摄像机附近,以降低摄像机到边缘服务器之间的时延,避免了摄像机到云计算中心的带宽消耗。再者,考虑到投资成本及投资回报等因素,5G边缘计算节点的部署通常不会在没有业务(或规划中的业务)的情况下大规模预先建设。因此,5G边缘计算节点的建设应遵循按需建设原则。此外,考虑到边缘计算节点分散、数量众多、协议众多等特点,通过部署SDN化网络将有利于提高网络配置效率和网元的QoS保障能力,并可按需灵活下发网络策略。

2.4 边云协同部署原则

由于5G边缘计算主要为低时延数据交互等场景提供本地计算存储服务,平台规模相对较小,且计算能

力和存储容量较为有限,如果现场ME-APP涉及大量存储,或者节点数据需与云计算中心或多个边缘节点进行协同,则往往需要借助云计算中心的资源能力。例如,在视频监控存储与AI图像分析场景中,如果要要求长期保存录像数据,则边缘节点的存储容量将无法满足视频存储的需要,同时多路视频信号传输到云计算平台中存储,对云平台互联网出口带宽也将是个巨大的压力。而如果将视频信号传输到本地MEC节点进行处理,并将历史数据按照一定的时间间隔上传至云计算中心,将有助于最大程度地发挥资源的配置效率,为现场应用提供最优性价比的云网资源。因此,云计算平台与边缘计算的协同部署显得尤为重要。面对多级联动的业务场景需求,边缘计算节点建设模式可以采用分层协同建设模式,云边协同示意图如图1所示。

图1中,云计算中心有着完善的计算、存储、网络和安全资源,而边缘节点的功能相对精简,边缘计算节点与云计算中心之间的通信可以通过5G MEC的UPF实现业务网络的切片隔离。当MEC距离云计算中心较远时,也可以通过光纤通信实现大容量数据的定时存储。通过分级分层部署,最终实现资源的合理高效配置。

3 5G边缘计算与电力设施融合建设思路

万物互联时代,数百亿的传感器将应用于各行各

业的现场数据收集。从如此庞大的输入源中获取和分析有用数据需要大量的边缘计算节点。5G边缘节点作为微型数据中心,既需要考虑安全的物理空间,也需要考虑可靠的电力供应。电力设施与5G边缘节点的融合可以在一定程度上缓解上述难题。根据《城市电力规划规范》(GB/T 50293-2014)(下称《规范》),城市供电设施一般包括城市变电站、开关站、环网单元、配电室等,这些电力设施的建设规划各有特点,其与5G边缘计算节点的融合方案也不尽相同。以下将分别针对这3种融合场景进行讨论。

3.1 MEC与电力变电站融合

城市变电站的规划选址需符合《规范》的要求:靠近负荷中心,方便交通运输,避开易燃易爆危险源和大气严重污秽区及严重盐雾区,并选址良好地质条件的地段。《规范》中对城市变电站的占地面积也做了要求:35 kV户内式变电站和户外式变电站用地面积分别推荐为500~2 000 m²和2 000~3 500 m²。城市变电站占地面积较大,变电容量较大,除了变电站自身用地之外,富余空间和电力容量较多,可预留10~20个机柜的空间(50~100 m²)和50~100 kVA的电容量用于部署大型边缘计算节点或小型云计算平台。

3.2 MEC与电力开关站融合

在城市的街头巷尾常常能看到一些门外写着“高压危险”字样的“小房子”,它们是电力开关站或“箱式变电站”或“环网单元”。《规范》指出,“10(20)kV开关

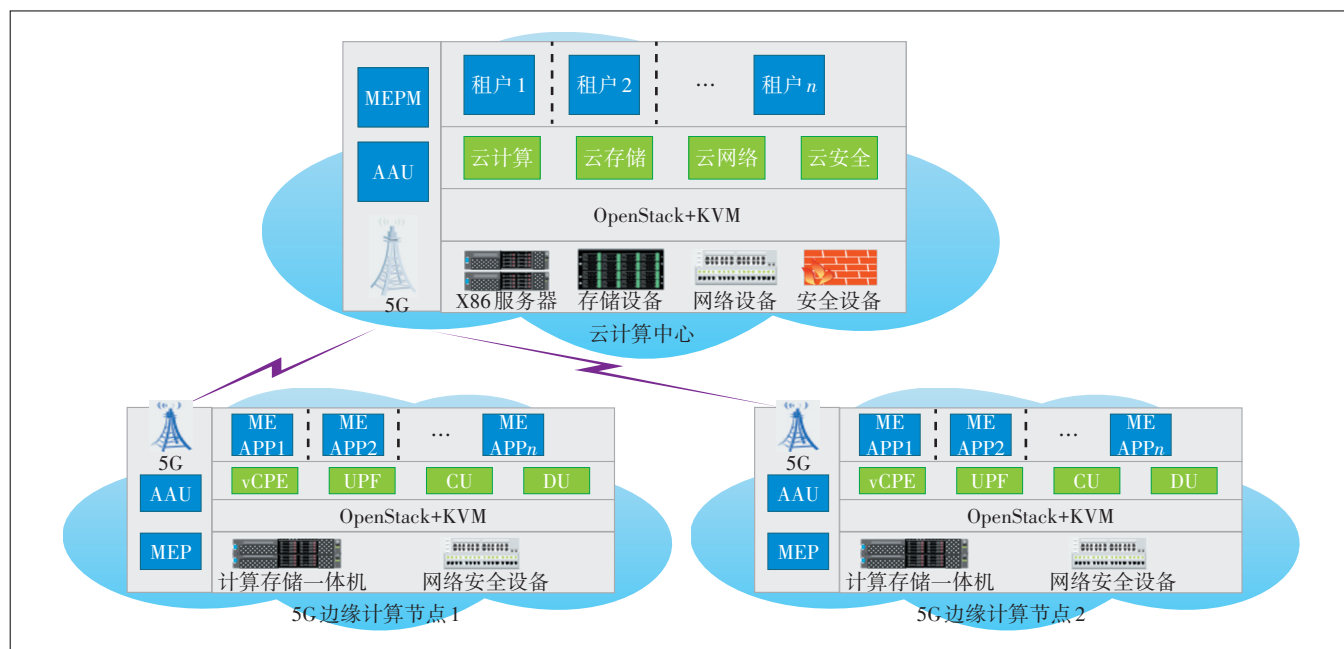


图1 云边协同示意图

站宜与10(20)kV配电室联体建设”。由于开关站或环网单元空间有限,富余空间相对城市变电站较小,可以考虑预留10~15 m²的空间部署2~3个机柜和10~20 kVA电源容量,并开设MEC业务专用门,便于MEC部署和运维作业等。MEC与电力开关站融合部署的示意图如图2所示。

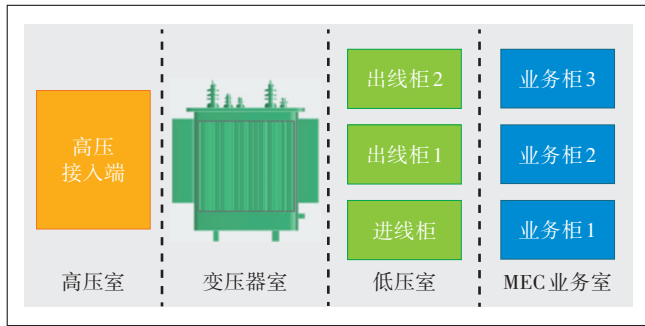


图2 MEC与箱变融合部署示意图

城市开关站常设立于城市的负荷中心,若能与MEC充分融合,将为电力物联网、无人驾驶、城市慧眼、智慧城市机器人等场景提供高带宽、低时延的边缘计算资源。

3.3 MEC与电力配电房融合

电力配电房是公共小区、建筑物内必须设置的公用设施,通常建于建筑物的屋内。对于公用配电室,《规范》指出“公用配电室的位置,应接近负荷中心。在负荷密度较高的市中心地区,住宅小区、高层楼群、旅游网点和对市容有特殊要求的街区及分散的大用电户,规划新建的配电室宜采用户内型结构”。针对公用配电室,由于富余空间和富余电源容量较小,可以预留10~15 m²的富余空间和10~20 kVA的电源容量部署2~3个机柜,用于部署边缘云,面向居民区、产业园、写字楼等局部区域提供边缘CDN、边缘云游戏、边缘VR/AR、边缘高性能计算等服务,将大大丰富和提升该区域的智能化体验。

基于上述3种电力设施的建设情况分析,可以估算一个行政区域内电力设施可用于5G边缘计算节点部署的边缘计算机柜数量。以某市某县区内电力变电站、开关站和配电设施规划为例,测算其可提供边缘计算节点部署的机柜数量,结果如表1所示。

由表1可知,一个县区内的电力设施可用于部署5G边缘计算节点的机柜数量可达2744个,按照平均每个机柜建设成本(含土地、电力、空调、消防、IT等费用)10万元计算,则可节约一次性投资成本2744×10=

表1 某县区内电力设施可提供的MEC节点机柜数量预估表

序号	融合类型	某区县电力设施配置数量/个	单站可用MEC机柜数量/个	可用机柜数小计/个
1	220 kV 电力变电站	3	8	24
2	110 kV 电力变电站	12	5	60
3	10 kV 电力开关站	640	2	1 280
4	10 kV 电力配电房	690	2	1 380
合计	-	-	-	2 744

2.744亿元,节约土地面积约2744×5 m²=13720 m²。根据国家统计局数据显示,截至2019年全国共有2846个县级区划数,则初略估计,可节约MEC建设投资2.744×2846=7809.42亿元,考虑县区地区MEC节点数量差异,选取平均系数为0.682(2017年全国地区生产总值整体相对差异水平变异系数为0.318,全国地区差异水平为1-0.318=0.682),则全国MEC建设投资可节约0.682×7809.42=5326.02亿元,节约土地约13720×2846×0.682=2663.01万m²。因此,利用电力设施的富余空间规划5G边缘计算节点,对节约土地资源,减少电力及通信线路铺设长度,降低电力与通信损耗,提升用户业务体验感知都将发挥积极作用。

4 边缘计算与电力设施融合建站的关键问题

5G边缘计算节点与电力设施的融合建设将面临设备散热、电磁兼容、安全等方面的问题,这些问题如果没有得到有效解决,将可能导致边缘计算设备和系统无法稳定运行,甚至危及人身安全,上述的融合模式将很难得以推广。

4.1 散热问题

5G边缘计算设备主要包括:边缘计算服务器、边缘存储服务器、网络设备、安全设备等。这些设备在运行过程中都将产生热量,特别是高密度边缘计算服务器,单台服务器额定功率可达数百瓦。如果设备没有及时散热,高温将影响服务器设备中电子元器件的使用寿命,危及设备系统安全。边缘计算节点的散热问题不容忽视。

边缘服务器的热量主要来源于服务器CPU工作运行发热,通过风扇将热量及时排到设备之外,如果设备所处环境没有冷却措施,环境温度将不断提高。因此,为了降低环境温度,使环境温度维持在服务器安全运行的温度范围内,可以有如下几种处理方法:一是空调降温法,针对大规模的边缘计算节点采用精密空调集中降温,针对小规模边缘计算节点采用家用空调

进行降温；二是自然通风法，该方法仅适用于年平均气温较低，且温湿度适合服务器正常运行的环境；三是尽量选择低功耗、发热量小的服务器，或通过平台调度算法合理调度服务器的执行任务，降低服务器总发热量。

考虑到边缘节点主要负责处理特定区域内的边缘计算任务，业务规模相对较小，对于面向园区或厂区的MEC节点，通常1~2个业务机柜即可满足业务需要，且变电站内要求防火、防尘、防潮、防腐，外部空气不允许进入柜体内。对于低密度机柜，在机柜环境较好的室内，特别是在恒温恒湿环境中可采用自然通风散热；而对于密度较高的边缘计算机柜，因其散热量较大，采用封闭式机柜空调循环制冷的方式更符合通信和数据机柜对散热环境的要求。

4.2 电磁兼容问题

根据国际电工委员会IEC对设备电磁兼容(EMC)的规定，电子产品在通电工作时，要求设备能够承受一定程度的外部或系统自身产生的电磁干扰而正常工作，同时也不通过传导、辐射、耦合等方式向外部发出超过标准规定的电磁干扰。随着服务器CPU芯片工作频率的不断提高，元器件在电路板中的布局、走线、阻抗和接地情况等都将影响边缘节点设备EMC的性能。常用的EMC抑制方法包括对辐射源的屏蔽、选择合适的导磁材料和有效接地。

对5G边缘计算而言，一方面选用具有国家3C认证的服务器，由于设备出厂时已通过电磁兼容检验，可以从源头上降低MEC设备遭受外界电磁干扰，同时避免对同区域内的其他设备造成电磁干扰。常用的机架式服务器外壳大多为具有铁磁特性的良导体，能有效吸收设备产生的电磁干扰和辐射能量；同时，对业务机柜采用低阻抗导体进行有效接地，可大大降低柜体对外的电磁辐射和外界对柜内设备的电磁辐射影响。另一方面，选用导磁效果良好的服务器机柜及科学合理的柜内布置，将大大减少服务器遭受外界电磁干扰。

4.3 安全问题

由于电力变电站、开关柜及配电房内都有高压设备，因此现场实施、维护人员的人身安全不容忽视。在变电站或配电房内部署边缘计算平台时需充分考虑与电力设备间的电气安全距离，并且需考虑信息通信设备日常维护的便利性。同时，由于变电站或配电房内不同厂商的设备较多，为了防止误操作导致的平台故障，边缘计算机柜的开启应设立相应的安全防护措施。

另外，由于MEC平台对外提供服务，因此平台自

身的安全稳定是确保ME-APP安全部署的前提。由于设备的开放性和异构性，以及与云计算中心相比相对有限的安全防护设备和安全防护措施，使得平台访问控制的难度大幅提升。边缘计算节点的分散性、“数据第一入口”、边缘安全较为薄弱等特性，使其更容易遭受攻击。而被攻陷的边缘节点还可能成为黑客的“肉机”，造成更大的危害和损失。针对MEC的安全问题，可以采取以下措施。

一是利用边界防火墙做好访问控制，可针对访问的设备进行MAC地址绑定，防止处于同一地址段的“冒充者”进入系统后进行数据的获取、篡改和破坏。

二是在平台侧部署安全一体机，对边缘计算系统进行严格的安全访问控制，通过虚拟的安全服务组件对边缘计算服务保驾护航。

三是利用区块链技术对生产重要环节产生的数据进行区块存储，使重要数据不可篡改并且可溯源。

5 结束语

5G技术的高带宽、低时延和海量连接等技术特性预示着未来的行业应用场景将向着大带宽、短时延、大连接的方向发展。随着5G及边缘计算的普及应用，边缘计算节点的建设、运营和管理等问题将不断突显。探索5G边缘计算节点与电力设施的融合建设模式，将有利于大幅降低边缘计算运营商、边缘计算服务商及边缘应用开发商的投资成本，提高5G边缘计算节点的安全性、可靠性和灵活性，助力泛在电力物联网建设，进一步促进产业的技术创新和转型升级。

参考文献：

- [1] 施巍松,刘芳,孙辉,等.边缘计算[M].北京:科学出版社,2018.
- [2] 方琰崴,陈亚权,李立平,等.5G网络切片解决方案和关键技术[J].邮电设计技术,2020(8):70-74.
- [3] 杨峰义,谢伟良,张建敏.5G无线网络及关键技术[J].电信科学.2017(4):206-207.
- [4] 刘健.5G边缘计算和网络切片技术[J].电子技术与软件工程,2019(12):1-7.

作者简介：

叶兴贵,工程师,博士,主要从事云计算、边缘计算技术与应用研究等工作。

