

## 5G 边缘计算机房规划方法研究

金超,徐羲晟

(华信咨询设计研究院有限公司,浙江 杭州 310026)

**摘要:** 为满足 5G 三大场景的业务要求,基于网络功能虚拟化的边缘计算技术应运而生。运营商应顺应产业趋势,布局边缘计算,这对机房资源盘活、云网协同经营具有重要意义。从 5G 边缘计算的需求和价值出发,分别从业务和成本两个层面入手,提出 5G 边缘计算机房规划部署方法,同时对机房电源、空调等基础设施配置提出要求。

**关键词:** 5G;边缘计算;机房

**中图分类号:** TN929.5

**文献标识码:** A

**DOI:** 10.16157/j.issn.0258-7998.200583

**中文引用格式:** 金超,徐羲晟. 5G 边缘计算机房规划方法研究[J]. 电子技术应用, 2020, 46(8): 39-41, 45.

**英文引用格式:** Jin Chao, Xu Xisheng. Research on the arrangement method of 5G edge computing datacenter[J]. Application of Electronic Technique, 2020, 46(8): 39-41, 45.

## Research on the arrangement method of 5G edge computing datacenter

Jin Chao, Xu Xisheng

(Huaxin Consulting Design &amp; Research Institute Co., Ltd., Hangzhou 310026, China)

**Abstract:** In order to meet the business requirements of 5G three scenarios, edge computing technology based on network function virtualization comes into being. Operators should follow the trend of the industry, layout edge computing, which is of great significance to the revitalization of datacenter resources, cloud network collaborative operation. Based on the demand and value of 5G edge calculation, this paper proposes the planning and deployment method of 5G edge datacenter from two aspects of business and cost respectively, and meanwhile puts forward the requirements for the configuration of infrastructure such as power supply and air conditioning in the datacenter.

**Key words:** 5G; edge computing; datacenter

## 0 引言

随着 5G 网络建设的不断推进,为了满足垂直行业多样化的业务需求,5G 在网络云化的基础上,陆续引入边缘计算节点,但运营商在布局边缘计算机房过程中将面对如何合理规划节点数量?如何利用好现有网络资源(包括机房资源、管道资源、线路资源)?如何合理利用机房空间?如何降低能耗?这都将不可避免地成为边缘机房部署中地关键问题。本文将从 5G 边缘计算地价值出发,提出边缘机房规划思路和部署方案。

## 1 边缘计算技术

边缘计算是在靠近物或数据源头的网络边缘侧,融合网络、计算、存储、应用核心能力的开放平台,就近提供边缘智能服务,满足行业数字化在敏捷连接、实时业务、数据优化、应用智能、安全与隐私保护等方面的关键需求。移动网络一直在向减少业务处理环节、实现构架扁平的方向发展。边缘计算顺应网络发展趋势,成为满足 5G 三大场景的业务要求的关键技术,并存在广泛需求<sup>[1]</sup>:

## (1)低时延业务要求核心网功能部署到网络边缘

自从移动网络支持数据业务以来,各代移动技术一直致力于提升网络吞吐率以提升用户的体验,而实际上,随着吞吐率的提升,时延成了影响体验的关键因素。应用侧研究表明,高品质视频业务对时延要求非常苛刻,例如:AR/VR 业务就要求最高时延是 20 ms,否则用户就会产生眩晕感,严重影响体验。5G 甚至提出 1 ms 端到端时延的业务目标,以支持车联网、工业控制等业务的要求。

## (2)超大流量需要内容的本地化

当前的移动网络本来是为语音业务而设计的,基于业务的并发频度和传输效率的考虑,网络构架采用了树状结构,业务层汇聚到中心节点来处理。但对于 MBB 业务,特别是重复量较大的网络内容传送就会造成网络带宽的极大浪费。而该类能够缓存在靠近接入侧边缘的节点就可以为运营商节省大量的传输,尤其是随着空口吞吐率的大幅提升,网络流量越来越高,网络侧的这个效率问题将更加突出,所以大流量时代的内容本地化势在必行。

必行。

(3)垂直行业业务开展需要本地化、灵活、开放的网络平台

移动宽带网络越来越成为企业办公和行业营销的基础平台,越来越多的细分领域希望基于网络做行业定制,例如:某些企业为了移动办公的安全性考虑,希望对私有云的数据访问在企业园区内网完成,这就需要网络功能部署到园区内同时又能支持本地业务分流。

3GPP 在 5G 网络标准化进程中,针对 5G 时代的极低时延、超大带宽和千行百业的大规模物联网业务需求,对传统移动网络架构进行变革。一方面,接入网层面将基站重构成 CU(集中单元)和 DU(分布单元);另一方面,在核心网层面则遵循控制与转发分离定义 UPF(用户平面功能)。网络架构的改变为边缘计算技术在 5G 网络的引入提供基础。

边缘计算节点部署灵活,但如何合理地边缘计算机房进行规划,使之既能满足业务需求,又能合理降低建设和维护的成本,成为 5G 边缘计算技术规模推广的关键问题。

## 2 边缘计算机房规划

边缘计算机房规划需要平衡业务需求与成本之间的关系,可以分别从业务和成本两个层面入手,同时还会对机房电源、空调等基础设施配置提出不同的要求。

### 2.1 边缘计算机房分类

根据区域内边缘计算机房部署的数量及机房的容量,由小到大一般可将机房分为以下 4 种:

(1)基站机房,直接部署在基站机房或大型室内分布系统专用机房内;

(2)小 C-RAN 机房,部署在接入机房内,一般位于接入光缆主干层与配线层交界处;

(3)中 C-RAN 机房,部署在一般机楼内,一般位于中继光缆汇聚层与接入主干的交界处;

(4)大 C-RAN 机房,部署在一般机楼或核心机楼内。

### 2.2 基于业务的机房节点规划

5G 业务需求可以分为两类:传统满足个人业务需求的 To-C 业务和面对行业的 To-B 业务,5G 各类业务对速率和时延要求如图 1 所示。

由图 1 可以看出:5G 业务需求相对于 4G 在带宽和时延要求均有大幅的提高,为了满足用户对大带宽,特别是低时延业务的需求。

按照 NGMN 的带宽规划原则,eMBB 场景单站峰值带宽 $= (3.3+2 \times 0.99) = 5.28 \text{ Gb/s}$ ,单站均值带宽 $= 3 \times 0.99 =$

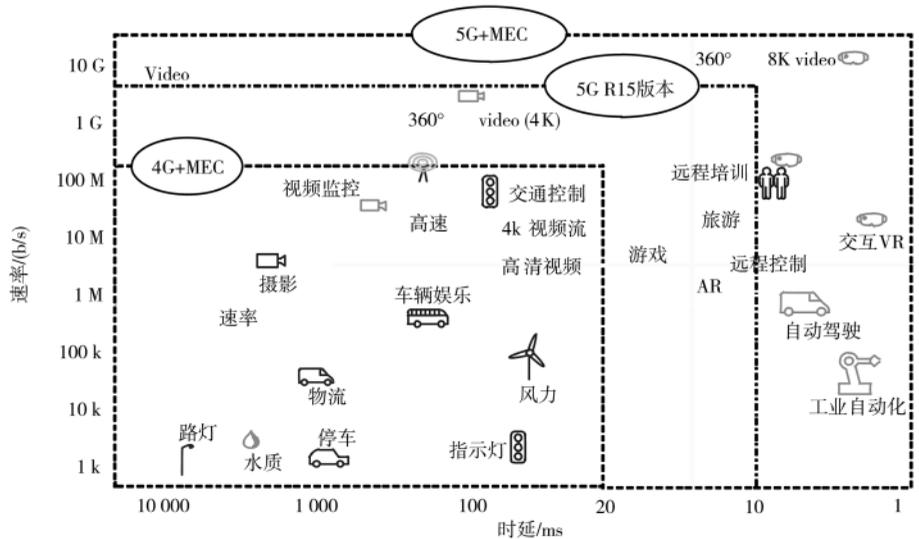


图 1 5G 各类业务对速率和时延的要求

2.97 Gb/s。按照密集城区每 300 m 一个基站测算,每平方公里传输均值需求为 29.7 Gb/s,骨干传输设备面临巨大的压力,因此需要把业务处理设备适当下沉以减轻骨干传输设备的压力,可根据业务发展情况逐步扩展传输设备或下移业务处理设备。

uRLLC 场景主要用于满足移动环境下车联网、自动驾驶、工业控制等业务。这部分业务对带宽和连接数量要求不高,但对时延和移动性要求极高,理想情况下端到端时延为 1 ms,典型端到端时延为 5~10 ms 左右,全部达到理想情况不可实现,可根据具体业务需求灵活下沉相关 MEC/UPF 设备,常规边缘计算机房按端到端时延 5~10 ms 以内来规划较为可行。

mMTC 场景主要用于满足移动环境下能够提供每平方公里百万级的连接数量,mMTC 场景对 5G 回传网乃至整个承载网没有特殊需求<sup>[2-3]</sup>。

综上所述,满足 5G 大带宽和低时延的业务需求,在整体边缘计算机房规划中主要应考虑低时延业务的典型端到端时延需求,时延需求直接决定边缘节点的机房选择位置。

### 2.3 基于成本的机房规划

边缘机房在考虑位置选择的同时,还必要考虑与部署成本之间的平衡。部署成本主要包括机房建设成本、管道/杆路建设成本、光缆敷设建设成本、电源系统建设成本、空调系统建设成本等。

其中,机房建设、电源系统、空调系统相关的成本基本与设备数量成正比,每个边缘计算机房的管辖区域大小对投资的影响不大。影响成本的主要因素是边缘计算机房部署的 CU-DU(BBU)单元与 AAU 之间光缆的成本,以及相对应的管道和杆路的成本。

通常,城区平均光缆引入距离宜控制在 2.5 km 以内,考虑到一般街区/市区大小和管道的路由情况,最短

的光缆路由应该在 1 km 左右。

以面积为 10 平方公里的城区为例,一般区域内 5G 基站覆盖范围约 0.25 平方公里,则区域内宏基站约 40 个,室内分布系统约 10 套站。分别设置机房数量为 1~6 个,对应机房内设置配置如表 1 所示。

表 1 基于成本的边缘计算设置计算

类别	机房数					
	1	2	3	4	5	6
每机房管辖 RRU 数	150	75	50	38	30	25
每机房 BBU 数	25	13	9	7	5	5
IP RAN 设备数	9	5	3	3	2	2
综合架数量	4	2	2	1	1	1
功耗/W	7 500	3 900	2 700	2 100	1 500	1 500
蓄电池容量/Ah	2 600	1 400	1 000	800	600	600
综合造价/万元	$T_0$	$75\%T_0$	$74\%T_0$	$80\%T_0$	$84\%T_0$	$96\%T_0$

根据不同的机房数量和基础设施设置,分别考虑各自的投资成本,涉及单机房建设投资、单机房市电、蓄电池、开关电源、传输设备、综合架和空调投资等。参考现阶段设备市场价格,可以分别得到机房数量为 1~6 个设置下的边缘机房综合造价。

在本案例中,假设设置 1 个边缘机房综合造价为  $T_0$ ,可以看出不同机房数量配置下综合造价存在差异,10 平方公里范围设置 2~3 个边缘计算机房时的综合造价最优。此外,边缘机房规划中应避免占用骨干网光缆传输,规划点应结合光缆网及管道网现状,在其覆盖范围的中心区域选取,不宜处于边界位置,从而便于业务节点的接入。

郊区和农村地区因光缆整体造价较低,可以根据光缆网络结构放宽管辖面积。

### 3 边缘计算机房基础设施部署

#### 3.1 电源系统和空调配置

电源系统通常包括市电引入、交流变配电、备用发电机组、开关电源、蓄电池组、直流电源头柜、DCDU,以及接地与防雷系统、动环监控系统、电力电缆等。

各类机房的电源及空调的设备配置要求如表 2 所示。

各类机房的电源及空调的经典场景设备配置方案如表 3 所示。

#### 3.2 机房气流组织

##### 3.2.1 总体原则

(1)合理设计机柜和空调设备的布局位置,尽可能将冷风直接送至机柜正面(进风口),先冷设备,再冷环境,不要对着机柜背面(出风口)吹送冷风。

(2)大中型 C-RAN 机房应采用冷、热通道设计,机柜按“面对面、背对背”排列,送、回风严格分离,并做好机柜盲板等密封设计,避免冷热混风。小 C-RAN 机房和基站机房也应设计好冷热气流的组织方向,做到相对分离,避免交叉混风。

(3)大中型 C-RAN 机房宜采用架空地板送风形式,地板高度根据机房平均负荷密度确定,一般不低于 450 mm;热密度较高的应进行冷通道(热通道)封闭,形成冷池(热池),提高制冷效率;也可直接采用微模块形式。小 C-RAN 机房有条件的也应采用架空地板送风形式,地板高度不低于 350 mm。

(4)合理设计空调风量,采用大风量送风,同时尽可

表 2 边缘计算机房电源及空调设备配置方案

机房类型	基站机房	小 C-RAN 机房	中 C-RAN 机房	大 C-RAN 机房
供配电设备	市电引入	四类	三类	二类/三类
	市电路数	单路	单路	单路
	电压等级/V	380/220	380/220	10 000
	变压器	无	无	按 N 配置
	发电机组	车载或便携式发电机组	车载式发电机组	车载式发电机组或固定油机
开关电源系统	模块设置 $N+1(N \leq 10, \text{含充电负荷})$			
	设备类型	分立式	分立式	组合式
	蓄电池组后备时长/h	3	2	1
	蓄电池组充电时长/h	10	10	10
机房空调	单点故障时可能停机	单点故障时可能停机	单点故障时能 50% 运行	单点故障时能 50% 运行
空调设备冗余	按 N 配置	按 N 配置	N+1 配置	N+1 配置

表 3 边缘计算机房电源及空调的经典场景设备配置

机房类型	基站机房	小 C-RAN 机房	中 C-RAN 机房	大 C-RAN 机房
供配电设备	市电引入容量/kVA	50	100	250
	发电机组容量/kW	50	100	250
开关电源系统	单套系统容量/A	300	600	1 500/2 000
	单套系统蓄电池容量/Ah	500×2	1 000×2	1 000×2/1 500×2
机房空调	系统容量/kW	12.5×2	12.5×3	60×(2+1)

(下转第 45 页)

场景下用户设备的分布导致更小的功率衰减因子(图2左边曲线显示95%置信区间的值小于0.2)。另外,假如按基站PRB利用率(业务负载)接近100%来评估,这只会增加计算的保守性,因为典型的流量负载约为50%或更小。

### 5.3 暴露评估结果

图3和图4给出了评估后的5G NR mMIMO站点楼顶上普通公众和工作人员的实际符合性边界(即禁区)。从屋顶到符合性边界下边缘的最小垂直距离对于普通公众是2.8 m,对于职业工人是4.2 m。因此,如果这两组人群都可以进入该楼顶天台,其EMF暴露是低于ICNIRP

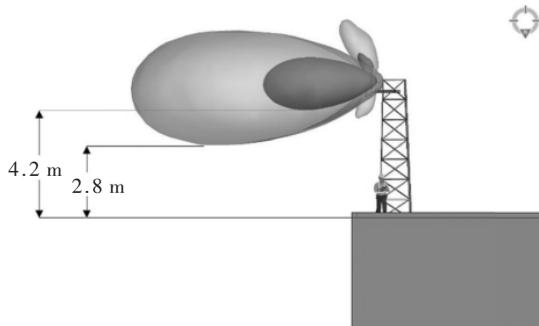


图3 计算出的安装在建筑物屋顶上5G基站的公众(浅色)和职业(深色)符合性边界的垂直视图(图示数值为屋顶天面到符合性边界最低点的垂直距离)

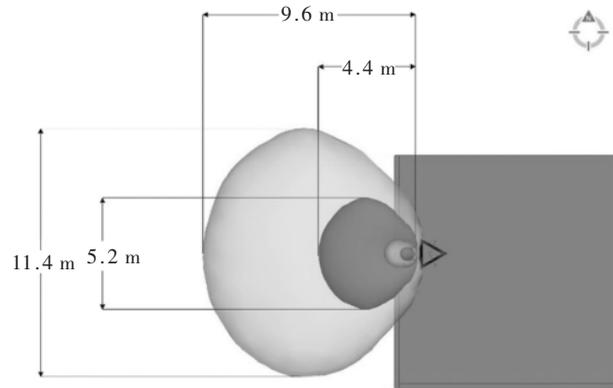


图4 计算出的安装在建筑物屋顶上5G基站周围的公众(浅色)和职业(深色)符合性边界的水平视图(图中数值为符合性边界的长度和宽度)

相关限值的。在基站天线正前方,普通公众的EMF安全距离为9.6 m(按我国标准限值应为45 m)。假设距公众可到达的邻近建筑物或区域的距离大于此距离,则表明5G站点符合相关限值。

## 6 结论

本文探讨了5G mMIMO基站的RF-EMF限值符合性评估方法和执行评估时需要考量的几点因素(如MIMO

(下转第53页)

(上接第41页)

能缩短送风距离,并确保回风直通顺畅,减少热风滞留。

### 3.2.2 各类机房典型场景空调布局及气流组织设计

(1)基站机房一般采用柜机,空间狭窄的可采用壁挂式空调作为补充。对于设备数量较多、负荷较大的应采用2台空调(无备用)。空调设备出风口应朝向设备正面或进风通道,并能保证设备背面热风能够顺畅回流,不造成气流短路。

(2)小C-RAN机房一般采用柜机或小型精密空调,至少应采用2台空调,有条件的或保障级别较高的应增加1台备机。空调设备出风口应朝向设备正面或进风通道,并能保证设备背面热风能够顺畅回流,不造成气流短路。

(3)中C-RAN机房一般采用机房专用空调, $N+1$ 冗余备份。机房应采用严格的“面对面、背对背”的冷热通道隔离形式。条件具备的应尽可能采用架空地板送风。空间有限的也可以采用微冷池等柜内风道形式结合小型列间空调(或柜内空调)。

(4)大C-RAN机房一般采用机房专用空调, $N+1$ 冗余备份。也可结合微模块、封闭冷通道(冷池)等采用列间空调形式,工艺要求与DC机房相当<sup>[4]</sup>。

## 4 结论

本文分别从业务和成本两个层面入手,提出5G边

缘计算机房规划部署方法,同时对机房电源、空调等基础设施配置提出要求。机房节点规划是5G边缘节点部署的关键问题,应根据机房类型和所处位置,分别采取对应方案即可优化资源利用方式,妥善平衡业务需求与成本之间的关系。

### 参考文献

- [1] 杨鑫,段惠斌,沈云,等.从移动边缘连接到大规模边缘计算论MEC的应用部署及演进[J].通信世界,2019,797(5):38-41.
- [2] 王海军,庞冉,刘琦.面向5G回传的IPRAN网络演进[J].通信世界,2019,804(12):26-28.
- [3] NGMN.NGMN 5G whitepaper V1.0[EB/OL].(2017-08-14)[2020-06-29].https://www.ngmn.org/5g-white-paper/5g-white-paper.html.
- [4] 中国电信.5G BBU机房基础设施建设指导意见(暂行)[Z].2019.

(收稿日期:2020-06-29)

### 作者简介:

金超(1978-),男,本科,高级工程师,主要研究方向:移动通信网络规划设计。

徐羲晟(1991-),男,硕士,工程师,主要研究方向:5G通信工程建设。

## 版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《电子技术应用》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、DOAJ、美国《乌利希期刊指南》、JST 日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《电子技术应用》编辑部

中国电子信息产业集团有限公司第六研究所