



专栏：5G 商用和演进

边缘计算商业模式及落地部署关键方案

赵远¹, 辛冰², 马洪源¹, 陈立锋¹

(1. 中国移动通信集团设计院有限公司, 北京 100080;

2. 中国移动通信集团广东有限公司, 广东 广州 510623)

摘要: 边缘计算对于运营商而言是一种网络架构和业务模式的创新。5G 边缘计算节点由 5G UPF 和边缘计算平台构成, 基于业务对带宽、时延、本地分流的需求, 可部署在网络的不同层级。在 5G 应用场景上, 依托边缘计算, 可满足差异化垂直行业的客户需求, 抢占市场先机, 是运营商切入垂直行业的利器。主要研究边缘计算部署的商业模式、计费方案, 落地部署策略及方案, 包含业务场景、基础设施、硬件体系、选址方法论、建设方案、周边组网方案等。

关键词: 边缘计算; 5G; UPF; 商业模式

中图分类号: TN915

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2020274

Edge computing business model and key solutions for its landing and deployment

ZHAO Yuan¹, XIN Bing², MA Hongyuan¹, CHEN Lifeng¹

1. China Mobile Group Design Institute Co., Ltd., Beijing 100080, China

2. Guangdong Branch of China Mobile Communications Group Co., Ltd., Guangzhou 510623, China

Abstract: Edge computing is an innovation of network architecture and business model for operators. 5G edge computing node is composed of 5G UPF and edge computing platform. It can be deployed at different levels of the network based on the demand for bandwidth, delay and local streaming. In the perspective of 5G application scenarios, depending on edge computing can meet the customer needs of differentiated vertical industries and seize the market opportunities, which is a sharp tool for operators to enter the vertical industry. The business model, billing scheme, landing deployment strategy and scheme of edge computing deployment were mainly studied, including business scenario, infrastructure, hardware system, site selection methodology, construction scheme, peripheral networking scheme, etc.

Key words: MEC, 5G, UPF, business model

1 引言

边缘计算, 对于运营商而言是一种网络架构

和业务模式的创新, 边缘计算节点通过本地分流实现了对低时延和数据不出园区的业务支持能力, 使其在 5G 的三大业务场景(增强型移动宽带、

超可靠低时延通信和海量大规模连接物联网)中都有用武之地。根据第三方数据分析机构 IDC 预测,到 2020 年,全球将有约 500 亿的智能设备接入互联网,其中 40%的数据需要边缘计算服务。另据估算,到 2026 年美国在边缘计算方面的支出将达到 870 亿美元,欧洲则为 1 850 亿美元。边缘计算有着强大市场潜力,也引起了各研究机构、标准组织、服务提供商和产业界极大的关注。

5G 边缘计算节点由 5G UPF 和边缘计算平台构成,基于业务对带宽、时延、本地分流的需求,可部署在网络的不同层级。在应用场景展望上,依托边缘计算,可满足差异化的客户需求,抢占市场先机,更是运营商切入垂直行业的利器。

2 边缘计算商业模式

2.1 MEC 聚焦的业务场景

ETSI 对 MEC 的七大业务场景做了规范和详细描述,中国移动边缘计算白皮书中定义为 4 类

MEC 业务场景,见表 1;本文从不同的业务场景对网络的需求方面,细分了适合运营商落地探索的 3 种业务分类,结合 5G 初期国际标准和厂商产品实现,建议运营商 5G 初期从网络能力角度主要聚焦大视频类和智慧园区&智能制造类,这有利于运营商快速打开 5G 市场。

2.2 边缘计算价值链及资源分层

边缘兼有低时延和云计算特征,成为数字化和智能化时代的算力洼地;根据某运营商专家预测(边缘计算产业链价值占比如图 1 所示),预计边缘计算产业链中管道连接价值占比为 10%~15%,平台服务+应用占比 61%。

运营商在边缘计算商业模式上可以卖什么?如何开展商业计费亟需探索明确;总体上看商业模式(边缘计算的分层资源售卖视图如图 2 所示),应以边缘连接为基础和切入点,提供本地云网协同的服务,通过“云边网”产品组合可最大化运营商优势。商业模式探索中运营商在 MEC

表 1 中移边缘计算白皮书 4 类 MEC 业务场景

业务分类	细分典型场景	对网络需求特点
大视频-2C 类	- 智慧场馆: 赛事本地直播应用 - 云游戏: 高清/VR 云端渲染提高性能 - vCDN: 灵活部署高清视频等内容源的 CDN - AR/VR 应用: AR 导览、导航、VR 教育等应用 - 公检法安防: 视频识别、AR 安防	低时延: 一般 高带宽: 强 本地安全性: 一般
智慧园区&智能制造-2B 类	- 园区本地网: 园区本地网通信 - 园区视频监控: 视频多制式接入、存储 - 园区物联网: IoT 网关能力, 多种 IoT 网络接入 - 远程控制类: 低时延视频、远程控制能力 - 工业制造类: 工业相机、工业 AR、机器人、AGV - 智慧能源: 电力物联网、馈线自动化、配电自动化 - 智慧矿山、智慧城市	低时延: 一般→强 高带宽: 一般 本地安全性: 强
车联网-2B 类	- 信息服务: AR/VR 等车载娱乐服务 - 车载网关: CANBus、串口接入能力, 低时延视频 - 车路协同辅助驾驶: 高精度地图、事故预警 - 自动泊车类: 高精度地图、视频分析 - V2X: 车辆防碰撞、车辆编队	低时延: 一般→强 高带宽: 一般 本地安全性: 强

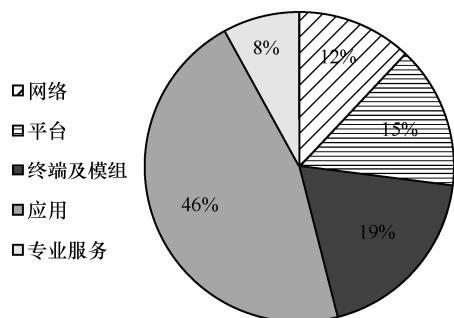


图1 边缘计算产业链价值占比

产业中应坚持云网融合思路，抢占主导权，并强化效益意识，以防被管道化、边缘化。

2.3 边缘计算计费和商业模式分析及策略建议

5G 边缘计算在提供管道连接服务的同时，也提供了云平台服务，存在多种不同的商业模式及计费方式。在垂直行业 2B 和 2C 拓展中，边缘计算是运营商创新业务模式、提升管道价值的一次良机，如何取得突破，边缘计算需面向不同行业、不同客户的应用场景，提供灵活的计费和商业模式。

边缘计算根据提供的服务层级不同，可提供 3 种不同的计费模式。

(1) 基于分流流量的计费，提供网络服务，

由 UPF 将计费信息上报给 SMF。

(2) 资源占用的计费，提供平台服务，由业务平台计费模块完成。

- 用户硬件资源，在应用部署时划分的固定资源，带宽、网络、CPU、存储等。
- 用户虚拟资源，资源动态扩容，如虚拟机资源增加。

(3) 网络信息开放 API 调用的计费，提供应用服务，由业务平台计费模块完成。

- 请求次数：根据用户调用 API 的累计次数进行计费。
- 请求频率：在固定时间段内的调用次数。
- 能力开放 API 向用户提供事件信息计费。

基于 3 种不同的计费模式，结合分层售卖资源的价值提升，边缘计算可分为 3 种价值递增的商业模式(边缘计算的 3 种商业模式如图 3 所示)。

- 模式 1：管道模式，基础网络租赁服务。
- 模式 2：初级平台模式，基础网络租赁+云 IaaS 能力服务。
- 模式 3：中高级平台模式，基础网络租赁+云 IaaS+通用 PaaS 能力服务。

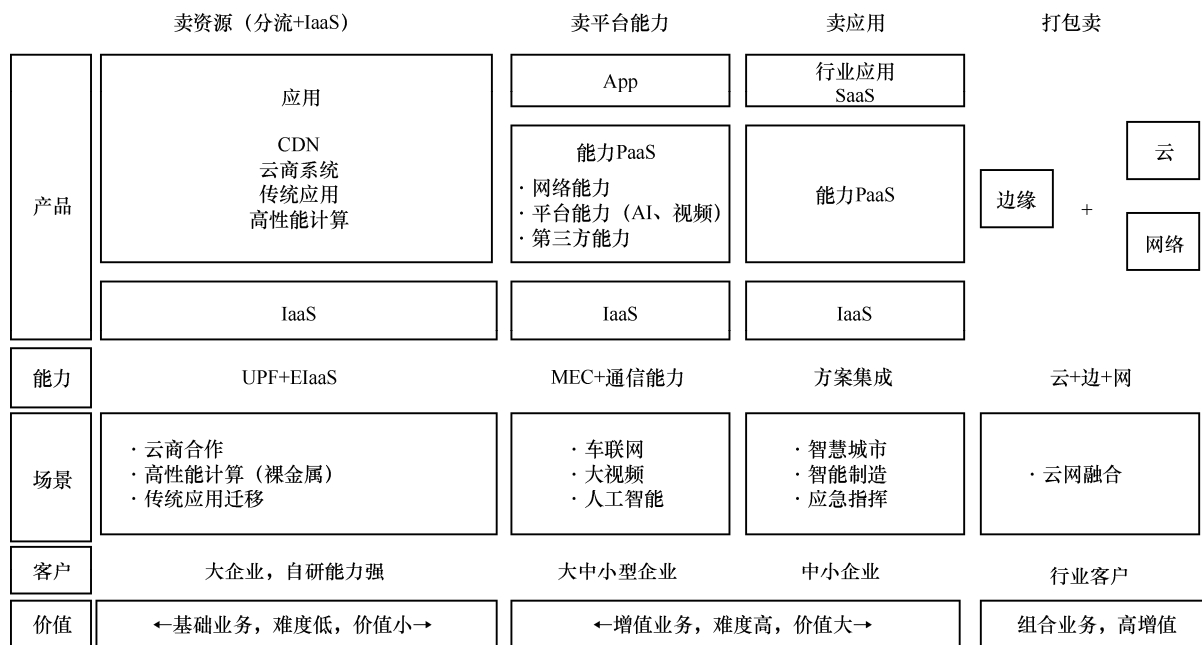


图2 边缘计算的分层资源售卖视图

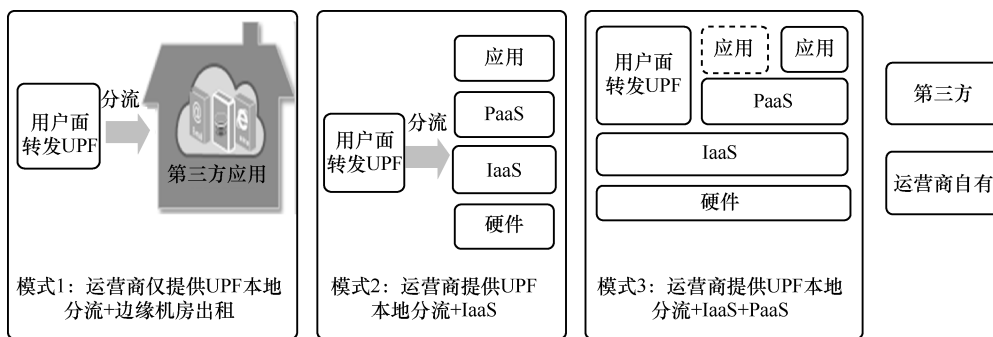


图3 边缘计算的3种商业模式

从提升运营商在边缘计算产业链占比分析，网络+平台可以将价值从 10%~15%提升到 25%~30%，如果考虑增加运营商部分应用能力，价值空间可以进一步扩展。因此建议运营商优先考虑模式 3 切入边缘计算产业链，优先引导第三方将应用部署在运营商自建的边缘节点平台能力（IaaS&PaaS）上，甚至提供部分自有应用打包售卖。同时，针对不同企业类型适当差异化推广。

（1）对于 OTT：如腾讯、百度，对于此类 2C 或者 2C2B 的企业，主要看重运营商在边缘节点的稀缺资源以及广泛的用户基础，应优先引导其将应用部署在运营商提供的 IaaS 或者 PaaS 上（模式 2 或模式 3）。

（2）对于企业客户：对于适配难度大、客户要求强烈、IT 能力强的大中型企业，考虑灵活提供其他云平台或者机房出租等选择（模式 1 或模式 2）；对于大多数中小型企业，其开发能力较弱或开发成本较高，借助运营商提供通用平台能力，优先建议模式 3。

3 边缘计算落地部署方案

3.1 MEC 部署机房基础设施

MEC 需求部署涉及 4 种类型的机房，包括地市核心机房、传输重要汇聚机房、传输普通汇聚机房、传输业务汇聚机房。目前对某运营商边缘计算部署机房调研情况见表 2。

总体上，地市核心机房属于自有机房，目前机房条件两极分化，近年部分地市有新建的数据中心，机房情况较好，大部分地市机房条件不乐观，需要专项开展老旧设备清退腾出装机空间；重要汇聚机房属于自有或租赁，大部分是近两年新建机房，可供边缘计算使用机架位较多，机房条件较好；普通汇聚机房和业务汇聚（接入级）属于租赁，条件较差，设计总装机功耗 18 kW，仅能满足少量用户侧园区需求。

3.2 MEC 部署的硬件服务器选择

可用于边缘计算部署的硬件服务器，分为通用服务器、OTII 定制服务器和边缘一体机，考虑边缘机房环境、业务对服务器性能的需求和运维管理需求，不同部署位置需要择优选择部署的硬件服务器类型。边缘硬件服务器类型对比见表 3。

MEC 硬件如何选型，可参考 4 种因素。

- 环境：空间小、制冷差的区县机房，需考虑空间限制下的设备尺寸。
- 成本：边缘单机房规模效应弱、供电能力有限、建设范围广，需降低设备功耗和成本。
- 管理：无人值守的区县机房，需提高设备运维和安全要求。
- 业务：特殊业务硬件需求，如 GPU、AI、编解码等需选配相应加速硬件。

综合考虑，建议边缘节点部署的硬件类型如下。



表 2 某省级运营商传输机房情况梳理

机房位置信息		机柜条件（机架数）		供电情况（直流）	最大可用功率（单机架最大）	网络情况				机房属性（自有或租赁）	改造难度
机房层级（地市、区县、普通汇聚、业务汇聚等）	机房分布及数量	可提供边缘计算机架数	可新增 1 000 mm 机柜空间	（直 流 -48 V、220 V 交流或其他）		是否有 DCN 连接	是否有回传网连接	是否有 IP 承载网	是否连接 CMNet		
城市核心	城市一般具备 2 个及以上自有传统核心机楼	具有新数据中心地 市条件较好,其他 大部分需老旧设 备退网腾退	是	直 流 -48 V 或交流 220 V	单机架 3~4 kW	是	是	是	是	自有	有限制改造
重要汇聚	一个区县规划建设 2 个	10~30+	是	直 流 48 V	单机架 3~4 kW	否	是	否	是	租赁	未建设可提要求
普通汇聚	一个综合区（6~10 个微网格）1~2 机房	1~2	否	直 流 48 V	单机架 3 kW, 总装机功耗 18 kW	否	是	否	部分是	租赁	无法改造
业务汇聚	1~2 个微网格 1 个机房	0~1	否	直 流 48 V	单机架 3 kW, 总装机功耗 18 kW	否	是	否	否	租赁	无法改造

表 3 边缘硬件服务器类型对比

	通用服务器	OTTII 服务器或一体机
物理架构&深度	单节点独享机箱、电源、风扇系统，本地存储/扩展能力强； 多为 ≥ 700 mm	通用多节点系统，存储/扩展模块化； 深度 ≤ 450 mm，适配传输汇聚机房 600 深机柜
同等能力下机架空间	过小的单插箱计算密度，使得基本配置数量较多，空间占用高，在空间受限场景部署困难	紧凑单插箱系统提供 4~8x 的计算密度/扩展能力，可节省部署空间； 机架空间占用下降 75%~85%，耗电下降 25%~55%
温度范围-最高可达 45℃	5℃~35℃	宽温，-5℃~45℃
灵活配置	各组件主板级紧耦合设计，演进、配置组合紧耦合，带来配置演进高成本	模块化解构设计，各资源模块独立按需演进，灵活配置组合，达到最优成本模型
在线维护	内部 PCIe 扩展组件不支持在线维护，需要断电开箱，影响系统级可靠性	组件前维护模块化设计，支持各自在线独立更换维护，相互之间无耦合

（1）对于地市级机房及条件较好的区县重要汇聚机房，建议采用通用服务器；功耗需求较大的 GPU 专用服务器也需要部署在这一级机房。

（2）对于在空间、制冷及动力有限制、运维能力差的传输汇聚机房，建议用 OTII 定制服务器

或一体机服务器。

3.3 MEC 部署选址方法论及方案

MEC 按部署层级分为地市核心，重要汇聚、普通汇聚、业务汇聚，MEC 下沉选址需重点关注 3 个因素：业务时延、业务模型、数据安全性；结

合现网 MEC 试点探索经验,归纳出选址方法的流程, MEC 选址方法论流程如图 4 所示。

3.3.1 选址的时延分析

MEC 端到端网络时延如图 5 所示,包括无线空口时延+传输时延+核心网处理时延、无线空口时延和核心网处理时延基本明确,因此 MEC 下沉部署可变时延需重点关注传输时延。

- 空口时延: 2.6 GHz 空口双向时延 12~14 ms, 4.9 GHz 空口双向时延 12~13 ms。
- 核心网处理时延: 核心网侧时延 1~2 ms, 取 2 ms。

根据该时延模型,某省级运营商省会城市传输组网下, eMBB 网络下 MEC 下沉各层级端到端网络平均时延汇总见表 4。

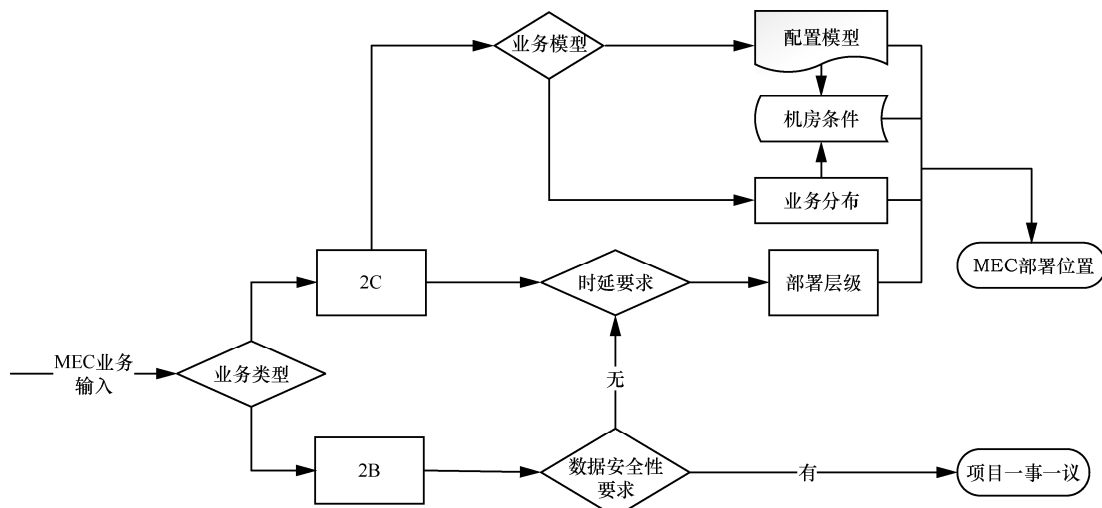


图4 MEC选址方法论流程

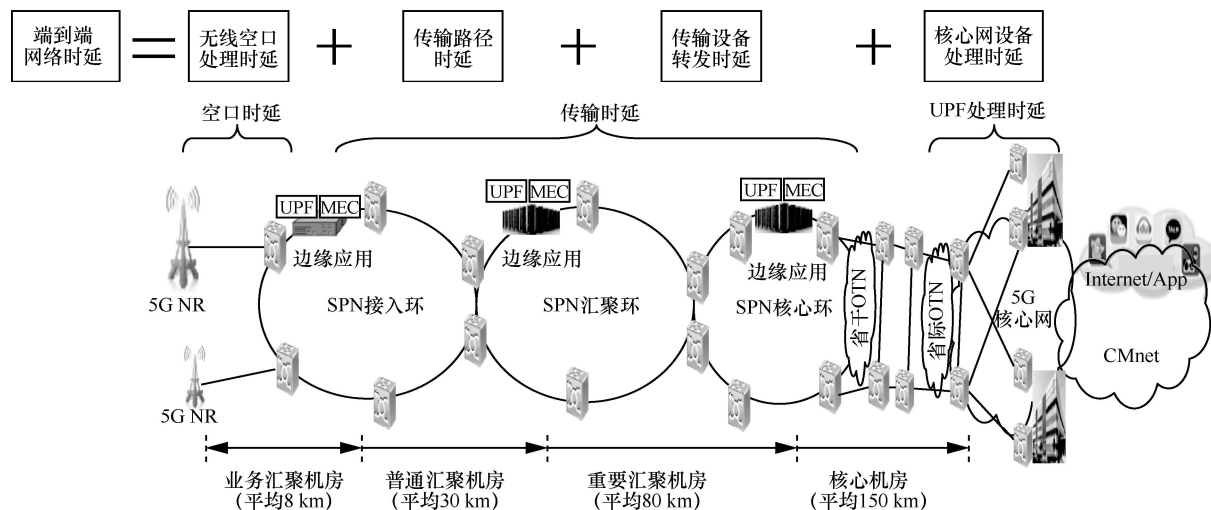


图5 端到端时延模型

表4 端到端网络平均时延-接近现网真实值(单位: ms)

MEC 部署位置	eMBB 端到端时延-异常传输路径	eMBB 端到端时延-正常传输路径	空口时延	传输时延	核心网时延
地市核心机楼	15.9~17.9	15.2~17.2	12~14	1.23~1.88	2
重要汇聚机房	15.3~17.3	14.7~16.7		0.7~1.33	
普通汇聚机房	15.5~17.5	14.5~16.5		0.5~1.54	



5G 承载的传输时延模型如图 6 所示。

(1) 业务处理 SPN (NPE、SPE、UPE), 平均最大时延 14 μ s。

(2) 业务穿通 SPN, 平均最大时延 $5.5 \mu\text{s}$ 。

(3) 光纤传输时延无法降低, 按 $5 \mu\text{s}/\text{km}$ 。

根据该 5G 传输承载网络组网架构模型, 分别计算 MEC 下沉各级传输机房的时延, 结果见表 5 (该模型近似于郊区的组网情况, 市区承载时延小于上述分析)。

3.3.2 MEC 下沉选址建议

结合以上分析,从时延角度上来看,5G eMBB 场景下,大于 20 ms 时延的业务部署在地市核心机房即可满足需求;对于 15~20 ms 的业务,可部

署在地市核心机房或重要汇聚机房；小于 15ms 的业务需要 uRLLC 场景或 eMBB 场景下无线开启预调度（无线空口时延下降 5 ms）功能方可满足。细分 2B 和 2C 类业务场景时，还有不同的部署选址策略，如下。

(1) 面向 2C 业务，特别是其中行业后付费的 2C 类（简称为 2B2C 类），5G eMBB 场景下对应于 15~20 ms 的业务（典型的如云游戏/VR/AR），还需要关注 5G 云游戏/VR/AR 业务的热力分布。若部署在地市区县级的重要汇聚机房，目前尚无 5G 云游戏/VR/AR 用户，建议各地市通过估算 4G 手游业务（时延敏感类）的区县热力分布，参考业务热力分布排序靠前的区县，并结合省公司建

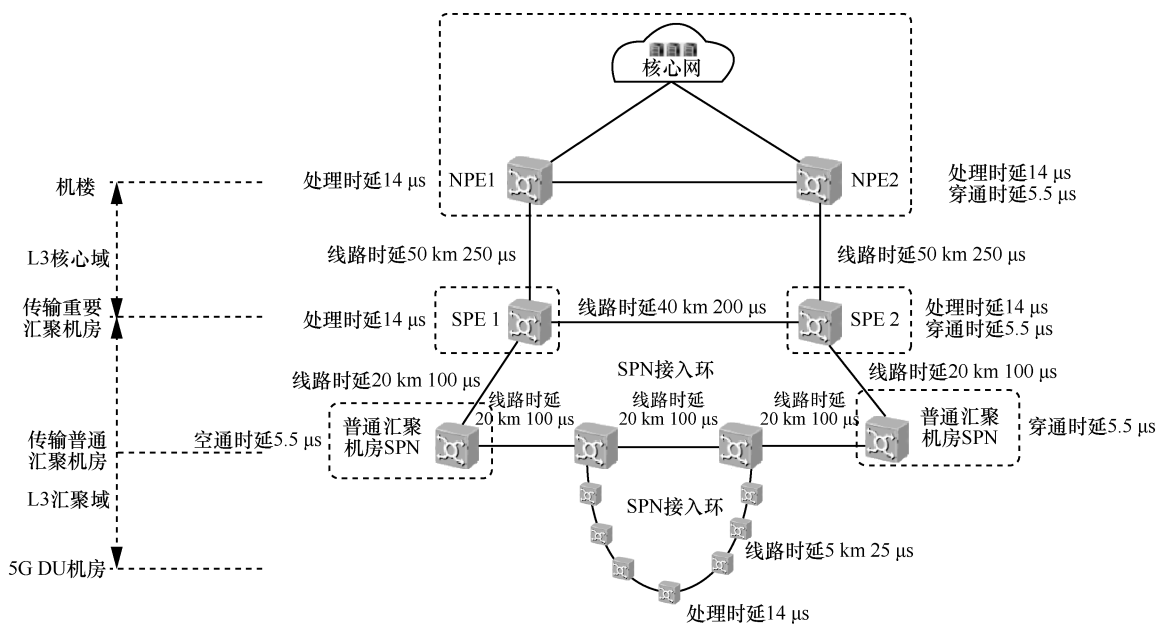


图 6 5G SPN 承载的传输时延模型

表 5 SPN 传输时延分析

场景-MEC 下沉位置	传输正常路径最大时延		传输异常切换路径最大时延	
	单向/μs	双向/ms	单向/μs	双向/ms
地市核心机房	614	1.23	942	1.88
重要汇聚机房	350	0.70	667	1.33
普通汇聚机房	250	0.50	772	1.54

注：(1) 当核心网 UPF 下沉至重要汇聚机房时，无论走正常路径，还是走倒换路径，最大单向端到端时延均较为理想，核心网 UPF 面下沉至普通汇聚机房时，倒换路径绕路较多，时延可能大于 U 面下沉至重要汇聚机房场景。

(2) 普通汇聚机房及以下层级机房面积较小, 动力资源普遍不充裕。

议的 MEC 数量进行重要汇聚机房选址。

(2) 面向 2B 业务，总体上是按需部署，一事一议。有数据安全要求，需要下沉园区，安全性要求不高，与 2B2C 业务 MEC 部署选址策略一致。

3.4 MEC 省级运营商落地建设方案

3.4.1 边缘计算业务需求及项目建设分析

根据 MEC 业务特点分析，边缘计算的需求可概括为对低时延、数据安全性、均衡性价比的组合需求，因此边缘计算节点建设建议分为共享型和专享型两类。针对不同层次的边缘计算需求，需要尽快构建“网络+平台+应用”的不同层级边缘计算能力体系，提升 5G 解决方案支撑能力，创新 5G 标准产品。

(1) 在全省范围内完成共享型边缘计算节点架构搭建，项目管理方式上建议采用省管省建

共享型边缘计算节点功能全、容量大，可满足企业大带宽、低时延（大于 20 ms）等业务需求，充分发挥集中优势，降低运营成本，为此 5G 垂直行业拓展中应优先引导客户使用共享型边缘节点。

(2) 专享型边缘计算节点整体立项、按项目滚动下达，项目管理方式上建议采用省管市建

制定 5G 垂直行业 ICT 项目申报模板，遵循现有 ICT 项目审核流程，采用一事一议方式进行项目下达；同时考虑到专享型边缘节点的建设规模受限于集团批复数量，因此需将有限的资源投入综合效益最优的重点项目中。

3.4.2 边缘计算总体建设方案分析

(1) UPF 建设方案

分 5G 2C 和 2B 分别下沉全省的 21 地市建设，负责全省各地市的 2C 和 2B 业务发展，其中 2B UPF 分地市级共享型和用户侧专享型两类建设，全部建设规模视业务需求确定。

(2) 边缘网络云建设

边缘计算共享型+专享型节点整体建设思路如图 7 所示，按地市级共享型边缘云和用户侧专享型边缘云分别建设，还有边缘节点云管等内容，其中地市级共享型边缘云供 2B 和 2C UPF 本地分流共用，具体建设规模视业务需求而定。

3.4.3 边缘计算建设原则建议

(1) 共享型 UPF 建设原则

- 初期主要满足时延 20 ms 以上的业务，集中设置在地市核心机房。
- 2B 共享型 UPF 每地市异局址 1+1 容灾备份，设备选用 2B 专线 UPF。
- 2B2C UPF 不单独建设，复用 2C UPF。

(2) 专享型 UPF 建设原则

- 按需部署在用户侧，包括自有机房和第三方机房。
- 考虑传输接入环单点部署及成本效益，优选按单点部署。
- 考虑云网融合，优先采用增强型一体化设备（UPF+边缘云）。

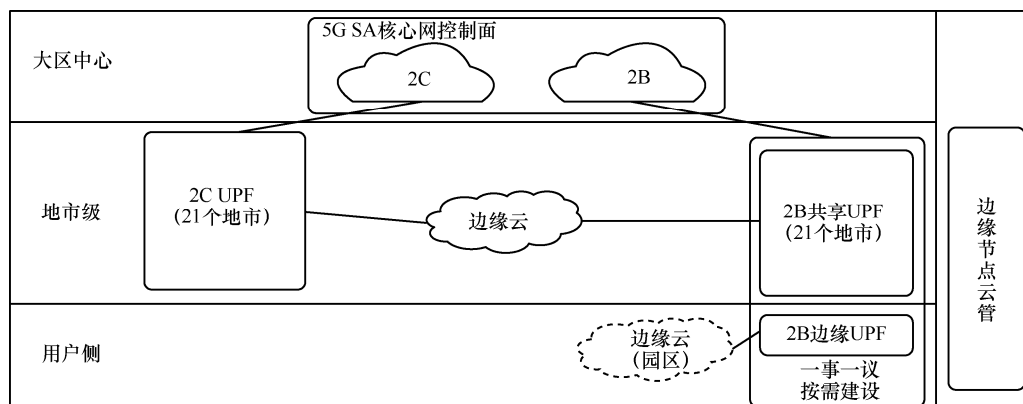


图 7 边缘计算共享型+专享型节点整体建设思路



(3) 边缘云建设原则

- 硬件资源池：共享型每地市建设 2 个硬件资源池，业务不明的情况下，初期以搭架构为主要思路，按照最小配置进行建设；专享型可与专享 UPF 采用增强一体化机部署。
- 虚拟化软件/MEP：为减少初期部署难度，按照与 UPF 与同厂商方式部署，后续具备引入第三方 PaaS 能力的条件。
- 运维管理域&MEPM：每厂商各 1 套，纳管本厂商边缘节点资源管理。

3.4.4 边缘节点组网及数通方案

(1) 共享型边缘节点

为了快速网络部署、减少资源需求、方便运维、快速运营，建议简化组网，采用一层组网，资源池内组网需要设置 1 对 DC GW+1 对低端三层管理交换机+1 对中高端防火墙；出口层接入共用同机房 UPF 建设的 IP 专网 CE、网管防火墙和地市机楼 CR。

共享型边缘云内部组网设备建议如下。

- 服务器平面初步建议：120 台服务器以下，建议对外逻辑上划分为业务平面、存储平面和管理平面，其中管理平面物理分设，硬件管理交换机与管理交换机合设。
- 存储资源：结合网元及应用要求，初期按

需选择本地存储。

- 网络设备：按最大满足 120 台服务器准备地市一个共享型边缘云的机房需求和组网设备配置，采用 1 对数据中心出口交换机（DC GW，8 槽位），40 台服务器以下，1~2 对三层管理交换机，40~120 台服务器以下，2 对以上三层管理交换机，出口层共用本机房 UPF 数通设备（IP 专网 CE、网管防火墙）。
- 安全设备：针对 UPF 部署 CMNet 防火墙，边缘云在 DC GW 旁挂 1 对中高端防火墙，实现内部不同安全域间的隔离和出口 CMNet。其他 IPS 和 WAF 安全设备初期业务需求不明时，可暂不配置。

(2) 专享型边缘节点

一般部署在用户侧，为了快速部署、减少周边资源建设难度，建议设备采用一体机部署，组网上采用一层组网（如图 8 所示），增强型一体化 UPF 设备中内置 1 对 DC GW 和 1 对防火墙。

3.5 MEC 部署的周边组网方案

MEC 部署周边组网上（如图 9 所示），需要考虑传输接入方案、IP 承载网接入方案、CMNet 接入方案、网管接入方案。综合考虑各类方案，建议 MEC 部署的周边接入网络原则如下。

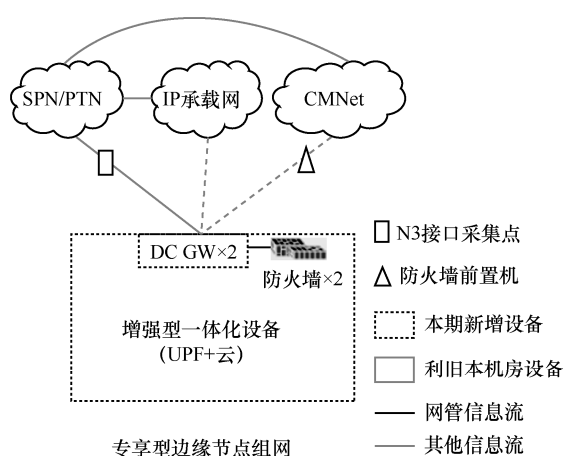
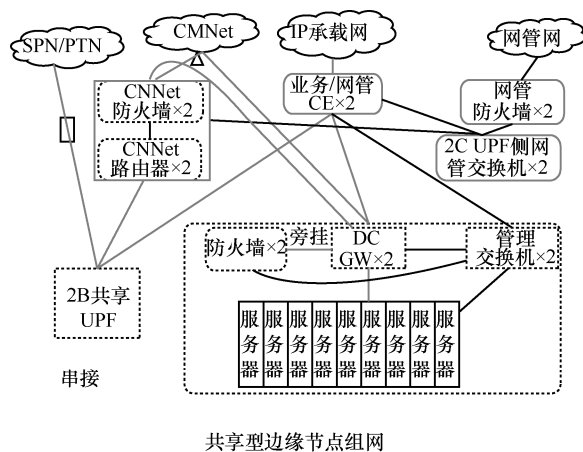


图 8 共享型和专享型边缘节点不同的组网架构

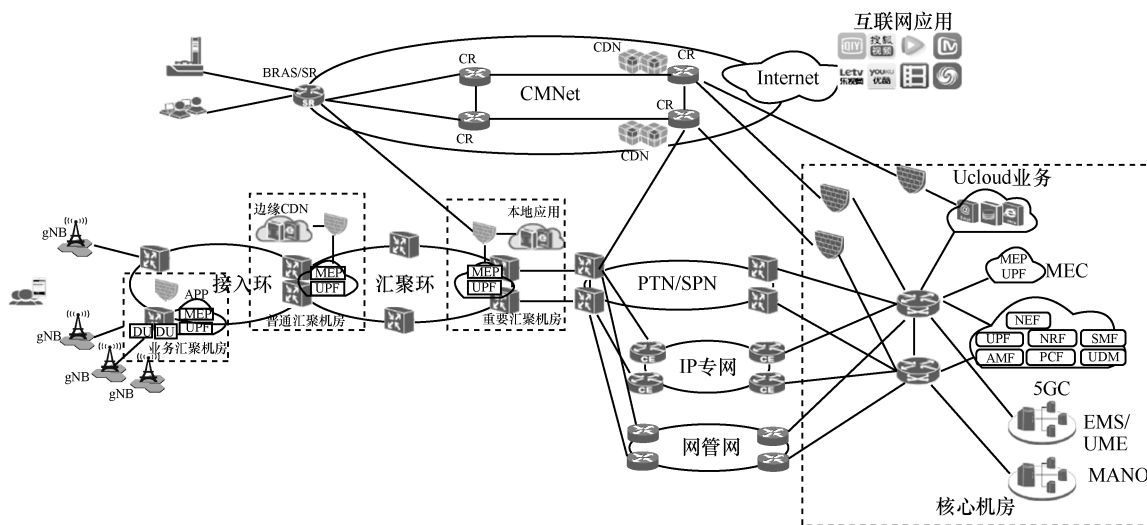


图9 边缘计算周边组网示意图

- 传输网接入原则:构建全省 SPN 传输网络, MEC 优先接入 SPN; 基于现网, MEC 在重要汇聚机房及以上部署时双平面接入, 以下位置单链路接入。
- CMNet 接入原则:满足 N6/N9 接口 CMNet 承载, 就近接入 2 台 BNG 或 CMNet CR, 就近接入 CMNet。
- IP 承载网接入原则: 满足 UPF N4 接口 IP 专网承载, 通过 SPN 打通与核心机房的 CE 通道。
- 网管网接入原则: 通过 SPN 打通网管 CE, 通过 IP 承载网网管 VPN 到集中部署的 MANO、EMS。

3.5.1 传输接入方案

MEC 要实现与 5G 基站的互通, 接入传输方案分为两种, 根据技术特性比较, 建议 MEC 优先接入 SPN。

- 方案 1: 5G 初期, 5G 基站接入 PTN 过渡, MEC 部署传输可接入 PTN, 但 PTN 的 L3 功能在骨干汇聚机房, 该方案用户面路由存在绕转, 增大业务路径时延。
- 方案 2: 伴随 SPN 网络的 L3 功能下沉及 FlexE 技术, 避免了用户面数据迂回绕转、

进一步提升转发性能降低了转发时延, 单节点转发时延降低至 $1\mu\text{s}$ 。

另外, 考虑传输成环实现容灾组网, 业务汇聚和普通汇聚机房一般无成对传输设备, 因此建议地市核心及重要汇聚机房才考虑双平面接入, 其他汇聚机房及接入机房部署的 MEC 建议优先接单平面组网, 单链路对接传输设备。

3.5.2 IP 承载网接入方案

MEC 的 UPF 中 N4 和 MEP 与 UPF 之间的 MP2 接口需要承载在 IP 承载网, 与 5GC 网络打通。接入方案存在两种, 考虑边缘机房空间及功耗散热、CE 设备特点、IP 承载网络安全性要求、投资效益, 建议通过 SPN 或 PTN 打通与核心机房的 CE 通道, 实现 N4 和 MP2 接口接入 IP 承载网。

- 方案 1: 通过 SPN 或者 PTN 打通与核心机房的 CE 通道, 简化便利组网, 不新增功耗及机房空间占用, 经济性优。
- 方案 2: 承载网 CE 延伸下沉到边缘 MEC 机房, 通过 CE 接入, 新增 CE 功耗较大, 占用新的机房空间, 投资也较大。

3.5.3 CMNet 接入方案

MEC 的 UPF 中 N6/N9 接口需要承载的 CMNet, 实现与第三方 App 的互通和流量本地卸载。目前地



市核心机房有 CMNet CR，重要汇聚机房和部分普通汇聚机房有 BNG，因此接入方案有两种：

- 方案 1：就近接入 BNG 或 CMNet CR；
- 方案 2：通过传输 SPN 打通 CR 或 BNG。

从就近接入 CMNet 有利于分流，节省传输带宽等角度看，建议 UPF 和边缘云应就近接入 MEC 设备所在机房最近的传输机房的 BNG 或 CR。

另外，在不具备就近的地方，从便于组网角度看，建议在重要汇聚机房打通 SPN 和 BNG，实现间接接入 CMNet，普通汇聚或业务接入机房通过 SPN 传输到重要汇聚机房实现接入 CMNet。

3.5.4 网管接入方案及建设方案

边缘节点的资源需要纳入边缘运维管理网元进行维护，因为边缘运维管理网元需要与 OSS4.0 或大区 NFVO+互通，建议边缘运维管理网元承载在 IP 承载网上。考虑下沉园区的专享型边缘节点，机房条件差，普遍不具备网管网接入条件，但大都具备 SPN 传输条件，方便边缘节点 MEC 接入统一运维网元。因此对于 MEC 接入运维管理，不同场景下建议采取不同的方案：

- 对于不具备 IP 承载网 CE 接入条件的机房，通过 SPN 打通的 CE 通道来疏通管理流量至网管系统；
 - 机楼内有 IP 承载网 CE 设备，直接接入。
- 边缘运维管理网元包括边缘运维管理域、

MEPM&OMC，运维管理工具供 5G 边缘计算相关网元的运维部门使用，如图 10 所示，满足 5G 边缘计算初期部署的共享型和专项型节点运维需求，仍需不断完善。

4 结束语

边缘计算作为 5G 的“杀手级”技术，应用前景广阔；特别是在垂直行业拓展上，边缘计算与网络切片技术相辅相成，将有力地提升 5G 时代运营商的价值链和收入。但是留给边缘计算的落地商用时间越来越紧迫，对其的规划建设主体、运维主体、市场主体、运营主体亟需自上而下的明确，对其落地部署组网验证、业务网络需求验证、资源效益模型构建也亟需落实多方探索。

参考文献：

- [1] 边缘计算不再“边缘”，未来的机会在哪里？[EB]. 2019. Edge computing is no longer “edge”, where are the opportunities in the future? [EB]. 2019.
- [2] 傅耀威, 孟宪佳. 边缘计算技术发展现状与对策[J]. 科技中国, 2019(10): 4-7.
FU Y W, MENG X J. Development status and countermeasures of edge computing technology [J]. Science and Technology China, 2019(10): 4-7.
- [3] 中国移动边缘计算白皮书[R]. 2019.
China Mobile edge computing white paper [R]. 2019.
- [4] 周汉冯, 江平. MEC 标准化进展[J]. 电信科学, 2019, 35(Z2):

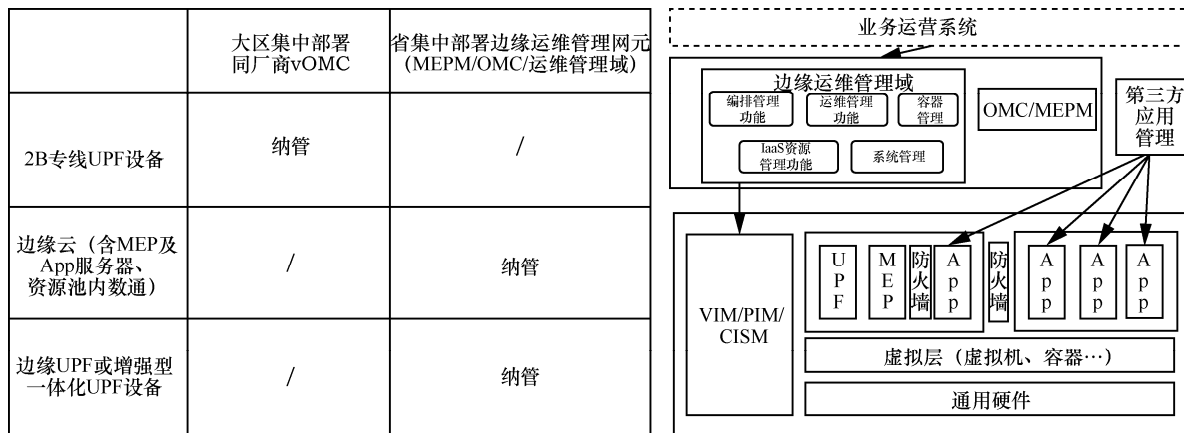


图 10 边缘运维管理架构及初步资源纳管分工

256-270.

ZHOU H F, JIANG P. Progress of MEC standardization[J]. Telecommunication Science, 2019, 35(Z2): 256-270.

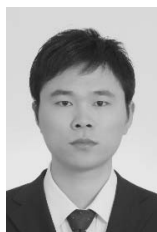
- [5] 马洪源, 肖子玉, 卜忠贵, 等. 5G 边缘计算技术及应用展望[J]. 电信科学, 2019, 35(6): 114-123.

MA H Y, XIAO Z Y, BU Z G, et al. 5G edge computing technology and its application prospect [J]. Telecommunication Science, 2019, 35(6): 114-123.

- [6] 孟令彬, 李娟, 薛楠, 等. 5G 边缘计算共享研究与展望[J]. 电信科学, 2020, 36(6): 38-44.

MENG L B, LI J, XUE N, et al. 5G edge computing sharing research and prospect[J]. Telecommunication Science, 2020, 36(6): 38-44.

[作者简介]



赵远 (1986-), 男, 中国移动通信集团设计院有限公司高级工程师, 主要研究方向为核心网 5G、NFV、CS/IMS、RCS、全业务、智能网、信令网和车联网 V2X 等。



辛冰 (1982-), 女, 中国移动通信集团广东有限公司工程师, 主要研究方向为核心网、NFV、IMS、边缘计算等。



马洪源 (1984-), 男, 中国移动通信集团设计院有限公司高级工程师, 主要研究方向为核心网 5G、NFV、IMS 及业务平台、边缘计算网络。



陈立锋 (1986-), 男, 中国移动通信集团设计院有限公司工程师, 主要研究方向为移动通信核心网、NFV、IMS 及业务平台和 5G 网络。