

# 5G MEC 边缘云组网研究

Research and Business Enablement of 5G  
MEC Edge Cloud Networking

## 与业务使能

吕华章,张忠皓,李福昌,冯 毅(中国联通网络技术研究院,北京 100048)

Lü Huazhang,Zhang Zhonghao,Li Fuchang,Feng Yi(China Unicom Network Technology Research Institute,Beijing 100048,China)

### 摘要:

MEC边缘云在5G时代将扮演重要的角色,作为5G网络架构中重要的一环,不仅提供用于5G虚拟化网元边缘部署的下沉云资源,同时能够通过能力开放平台,为第三方应用提供各类平台能力,使能创新业务,提升用户体验。运营商根据5G组网的架构,考虑MEC边缘云的组网方式,包括NSA和SA 2类。介绍了5G NSA MEC边缘云和5G SA MEC边缘云的组网架构及演进模式,分析了影响运营商建设MEC边缘云的几类因素,并给出理想的MEC边缘云平台架构组成。最后列出了5G时代运营商在MEC边缘云的几种可能的应用场景。

### Abstract:

MEC Edge Cloud will play an important role in 5G era. As an important part of 5G network architecture, it will not only provide sunken cloud resources for the edge deployment of 5G virtualization network elements, but also provide various platform capabilities for third-party applications through open platform capabilities, enabling innovative businesses to improve user experience. According to the 5G networking architecture, operators should consider the networking mode of MEC edge cloud, including NSA and SA. It introduces the networking architecture and evolution mode of 5G NSA MEC edge cloud and 5G SA MEC edge cloud, analyzes several factors affecting the construction of MEC edge cloud by operators, and gives the ideal architecture composition of MEC edge cloud platform. At last, several possible application scenarios of MEC edge cloud in 5G era are listed.

### Keywords:

Edge cloud; NSA; SA; Application enablement

### 关键词:

边缘云; NSA; SA; 业务使能

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2019.08.005

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

文章编号: 1007-3043(2019)08-0020-06

引用格式: 吕华章,张忠皓,李福昌,等. 5G MEC边缘云组网研究与业务使能[J]. 邮电设计技术,2019(8):20-25.

## 0 引言

MEC边缘云是在靠近人、物或数据源头的网络边缘侧部署云资源池和云平台<sup>[1-2]</sup>,它是融合了网络、计算、存储、应用核心能力的新的网络架构和开放平台,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。MEC边缘云的优势在于:一方面它实现了在更靠近数据源所在的本地区域网内运算,尽

可能地不将数据回传到云端,减少数据往返云端的等待时间和网络成本,大幅度降低了运营商核心网和传输网的拥塞与负担,减缓网络带宽压力<sup>[3-4]</sup>。另一方面,MEC边缘云作为一个能力开放平台,不仅提供基本的云资源,同时提供丰富的平台能力。通过开放网络能力与大数据、云计算平台结合,使得第三方应用部署到网络边缘,提升用户业务体验和指标,同时也是运营商网络架构从扁平到边缘及面向5G网络架构演进的必然选择,同时也提供了一种新的生态系统和价值链。目前3GPP TS 23.501和3GPP TS 23.502中已明确将5G网络支持边缘计算特性作为标准规

收稿日期:2019-05-25

范<sup>[5-6]</sup>,未来在5G网络建设中,将考虑支持相关业务及设备部署。

本文首先介绍运营商通信云架构,运营商将基于丰富的通信云资源部署广泛的边缘资源池;第2章详细介绍了5G NSA和SA架构下MEC边缘云组网架构,并分析影响MEC边缘云建设的因素和分阶段建设MEC边缘云。第3章介绍了MEC边缘云各层架构。第4章尝试分析了未来运营商MEC边缘云商业模式。第5章对全文做总结。

## 1 5G NSA架构下MEC边缘云组网

目前国内运营商都已经确定先部署5G NSA架构,然后再过渡到5G SA架构。5G NSA架构由于大部分仍保留4G核心网的主体架构,新增部分功能而演进至EPC+,因此整体MEC边缘云组网架构同4G基本保持不变,只需要MEC边缘云支持5G gNB接入即可。而5G SA架构采用了全新的5GC核心网架构,MEC边缘云的部署将主要配合UPF网元下沉而部署。

由于国内运营商将首先部署5G NSA,因此针对不同的组网架构需要考虑不同的MEC边缘云组网方案。国内运营商NSA架构采用主流的Option 3系列组网方案,包括Option3、Option3a、Option3x。

该系列NSA组网架构中,核心网采用EPC+,由4G EPC演进而来。LTE eNB和5G NR同EPC+的接口为S1接口,S1-C为控制面接口,S1-U为用户面接口。所有的Option3系列组网方案,S1-C控制面信令均走LTE eNB锚点。根据用户面锚点的情况,Option3中仅用LTE eNB作为用户面锚点,Option3a中LTE eNB和NR均提供用户面路径到EPC+,而Option3x用NR作为唯一的用户面路径。NSA架构下,终端通过双连接同时接入4G和5G网络。NSA模式下,要求5G和4G设备同厂商。

5G NSA架构下,MEC边缘云的组网方案完全沿袭了4G网络中的架构,但是由于引入了5G NR,所以对于MEC边缘云的部署位置有一定的影响。

5G NSA Option3 MEC边缘云组网架构同4G完全一致(见图1),由于eNB作为全部的S1-C和S1-U的锚点,因此,需要将MEC边缘云串接在此处,用于处理业务分流。由于Option3架构只需要新增5G gNB,原有的4G机房BBU不做改动,因此,只需要保证MEC边缘云串接BBU和传输设备即可完成整个链路。这种方案改造难度最小。

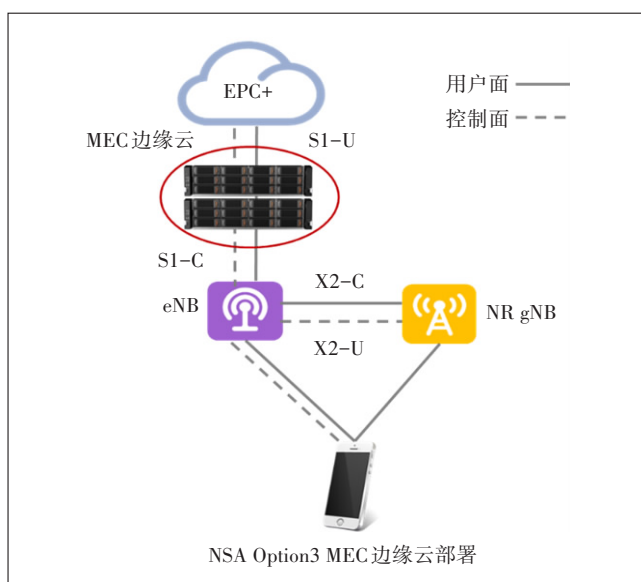


图1 5G NSA Option3 MEC边缘云组网架构

5G NSA Option3a MEC边缘云组网架构有所不同(见图2),在Option3的基础上,增加了S1-U到5G gNB的用户面,因此,如果要保证MEC边缘云对5G基站进行边缘分流或相关业务,则MEC边缘云不仅要串接在4G eNB和EPC+之间,还要将5G基站连接进来。MEC边缘云依然部署在4G机房中,连接BBU和传输设备。为了接入5G基站,如果4G和5G BBU同机房部署,则组网相对简单;如果5G BBU距离4G BBU或传输机房较远,则需要运营商远距离连接5G基站设备。MEC

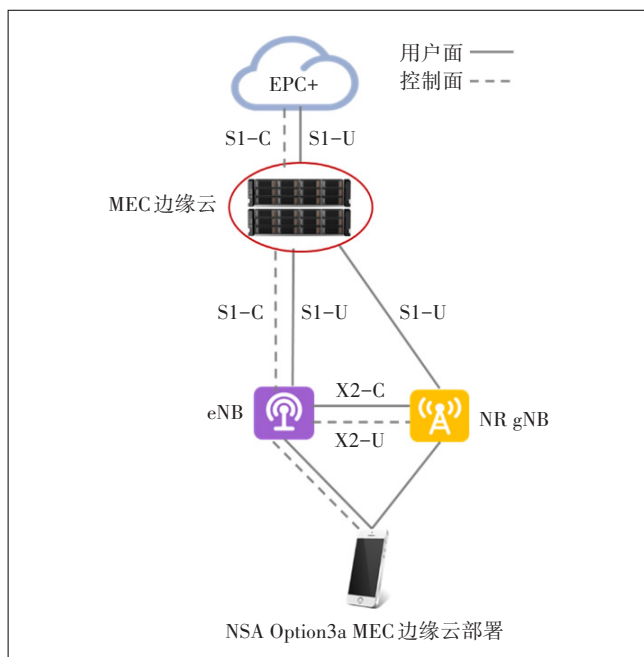


图2 5G NSA Option3a MEC边缘云组网架构

边缘云也可以不接5G基站设备,这样相当于所有UE接入5G NR都无法享受MEC边缘云分流带来的新体验。

5G NSA Option3x MEC边缘云组网架构(见图3),eNB和gNB分别作为控制面和用户面的锚点,MEC边缘云需要将S1-U和S1-C全部连接。Option3x方案中,由于eNB和gNB的建设位置很可能不是同机房部署,因此,需要新建设备连接,Option3x的方式施工成本最大,新增MEC边缘云同无线设备的连接无法避免,仅在4G和5G共BBU的时候可以节约建设成本。

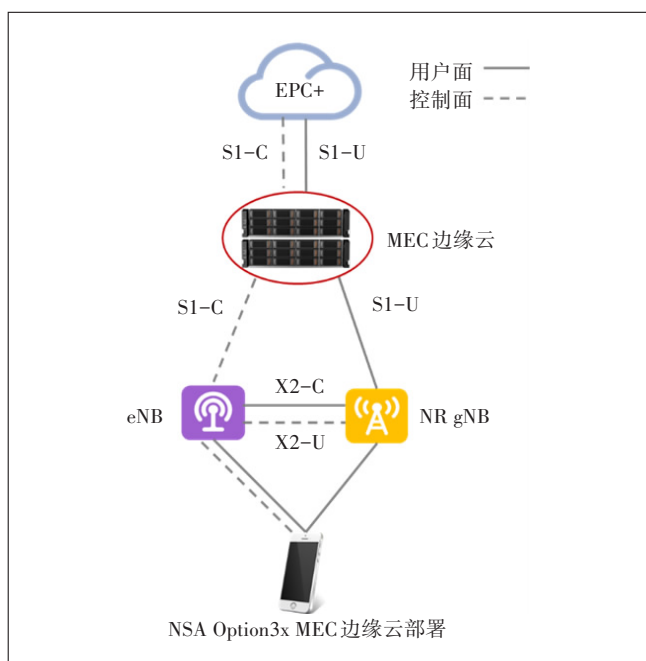


图3 5G NSA Option3x MEC边缘云部署架构

MEC边缘云的部署形态取决于平台能力解耦的情况。目前4G和5G NSA网络中,基础设施和虚拟化层已经实现解耦,非无线类平台能力(如AI、视频编解码、IoT等)也实现了解耦和微模块化。但是与无线侧相关的平台能力目前还无法解耦,同覆盖区域内的无线设备厂家强绑定,如分流、定位、RNIS无线网络信息、UI用户身份识别等。其中,又以平台分流能力最为重要。所以,5G NSA部署前期,可考虑将平台能力和MEC业务分2个服务器集群部署,当无线类平台能力实现解耦以后,实现一体化部署。未来,MEC边缘云平台将作为虚拟化网络功能VNF部署在通用基础设施上,因此,长期的愿景是,MEC边缘云业务和平台能力均作为解耦VNF同集群部署,实现硬件基础设施、虚拟化层、平台能力层、APP与应用层4层解耦。

由于5G NSA沿袭了4G的大部分EPC架构,导致MEC边缘云的部署仍然无法解决计费、合法监听等问题。解决方法是,将MEC边缘云演进到增强型边缘云,MEC边缘云具备处理控制面信令的能力,还支持同其他4G核心网网元的对接,包括计费(CG——Charging GW)、P-GW、警用监听中心(LIG)等,以实现对计费、合法监听等功能的支持。对业务的支持同4G完全一致,通过对应的Tracking Area指向MEC边缘云,本地流量直接转发到本地应用,非本地流量,与上级机房的PGW通过S5接口对接,不需分流的业务通过S5接口上送,只需对MEC边缘云配置好分流规则即可。计费功能,与上级机房的CG通过Ga接口对接,实现对分流业务的计费。合法监听,与上级机房的LIG通过Xn(X1/X2/X3)接口对接,实现合法监听。

对于5G NSA架构中是否会出现演进型MEC边缘云,目前还没有明确的说法。由于4G和5G NSA核心网架构比较封闭,每个网元形态功能都是确定的,因此,如果要出现演进型MEC边缘云至少应满足如下条件:首先,5G NSA至少3~5年内不会被5G SA完全替代,这样可从运营商角度出发,长期运营5G NSA MEC边缘云商业化和商业模式,可同厂家一道投资开发和建设增强型MEC边缘云。其次,从运营商角度,是否考虑在5G NSA阶段就发起全面的MEC边缘云商用。一旦全面商用,不仅MEC边缘云涉及的业务种类和业务覆盖程度会加深,同时合法监听和计费问题是运营商无法避免而必须关注的,这涉及到商业模式和安全问题。所以运营商应通过制定行标和企标,对MEC边缘云演进形态进行标准化定义,对各类新增接口和信令流程进行规范,这样可保证演进型MEC边缘云合理化部署。

最后,考虑CUPS(Control and User Plane Separation)架构,即控制/用户面分离——将网络的控制面CP和用户面UP分离,目的是让网络用户面功能摆脱“中心化”的囚禁,使其既可灵活部署于核心网(中心数据中心),也可部署于接入网(边缘数据中心),最终实现可分布式部署。目前运营商基本不会考虑将4G网元升级至4G+,不采用4G CUPS架构。但是在5G NSA架构中,EPC+的理想形态为虚拟化的,满足控制面和用户面分离的CUPS架构。如果5G NSA明确要EPC+进行虚拟化CUPS架构演进,那么MEC边缘云也可以演进成支持CUPS架构的形态,这将完全支持计费和合法监听等4G无法实现的功能。第3阶段为终



极阶段,需要运营商长期合理的规划。

## 2 5G SA架构下MEC边缘云组网

图4给出了5G SA Option2 MEC边缘云组网架构。SA架构采用Option 2组网方案,核心网采用全新的5GC,5G gNB和5GC连接进行5G独立组网,终端通过切换或回落等与4G网络互操作。该架构使用全新的NR和5GC,能够实现全部的5G新特性,能够支持5G网络引入的所有相关新功能和业务,适用于5G系统的目标架构和最终形态,适合在整个5G商用周期内进行部署。

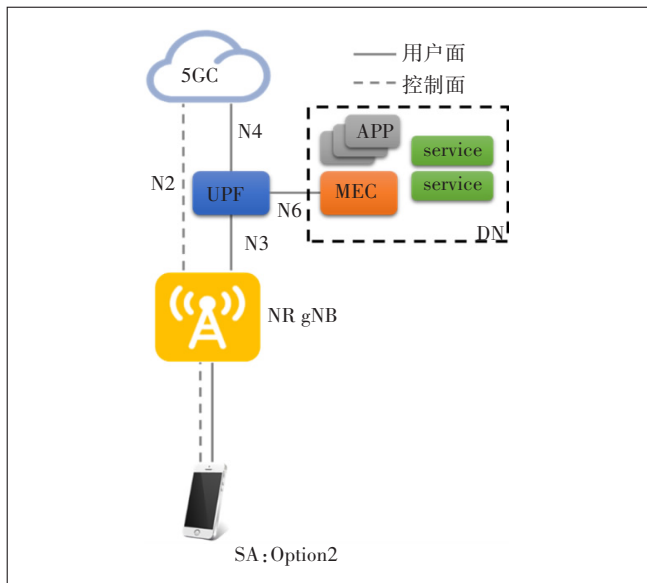


图4 5G SA Option2 MEC边缘云组网架构

5G SA 网络架构下,将彻底解决 5G NSA 中遗留的各类问题,计费、合法监听、业务分流都由 UPF 网元完成,而且 UPF 可根据业务的要求按需下沉,UPF 后运营商既可以自建 MEC 边缘云,也可以对第三方 MEC 边缘云提供管道和连接,商业模式多样。另一方面,由于 MEP 将以虚拟化网元的形态部署在 MEC 边缘云上,同时各能力开放也已微模块化,未来 MEC 边缘云将同 UPF 一道实现按需下沉一体化部署。从网络角度,5G SA 有助于更好地实现云边协同,改变 NSA 架构中仅单点部署 MEC 边缘云的情况。

图5给出了5G SA MEC边缘云部署与网元关系示意。

### 3 MEC边缘云使能业务

中国联通 5G MEC 边缘云使能的应用场景包括智

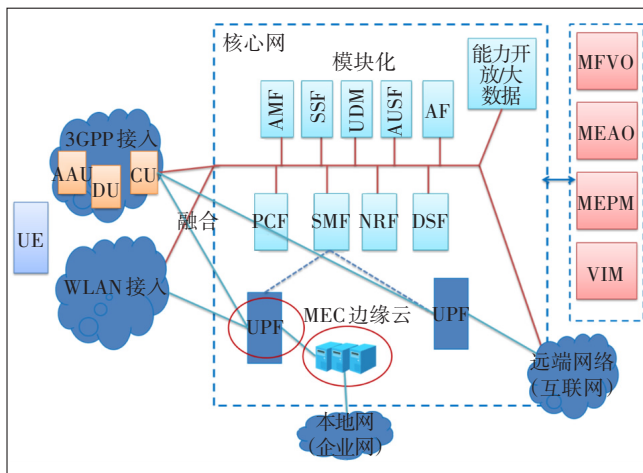


图5 5G SA MEC边缘云部署与网元关系

慧校园、智能场馆、智慧园区、工业互联网、车联网等，可提供本地化、大带宽、低时延的定制化方案和业务。

### 3.1 安防监控

目前安防监控领域,从部署安装角度,一般传统的监控部署采用有线方式,有线网络覆盖全部的摄像头,布线成本高,效率低,占用大量有线资源。Wi-Fi回传方式也被广泛应用,但是Wi-Fi稳定性较差,覆盖范围较小,需要补充大量AP点以保证覆盖和稳定性。传统方式下需要将监控视频通过承载网和核心网传输至云端或服务器进行存储和处理,这种方式不仅加重了网络的负载,业务的端到端时延要求也难以得到有效的保障。目前大量的摄像采集终端都具备较强的数据采集能力和AI分析能力,一方面对摄像头的整体架构提出了较高的要求,如何在尺寸体积固定和耗电量较低的情况下,保证处理能力和便捷安装,同时又尽可能地保障摄像采集端成本较低,是一个比较重要的问题。

图6给出了安防监控领域端到端格局示意。

基于上述诉求,可以将监控数据分流到边缘云业务平台,从而有效降低网络传输压力和业务端到端时延。此外,视频监控还可以和人工智能相结合,在边缘云搭载AI人工智能视频分析模块,面向智能安防、视频监控、人脸识别等业务场景。边缘云低时延、大带宽、快速响应等特性可以有效弥补当前基于AI的视频分析中产生的时延大、用户体验较差的问题,实现本地分析、快速处理、实时响应。采用边缘云+AI处理的方式,辅以集中云进行协同,一方面可以改采集接入方式为无线,部署安装便捷,另一方面摄像采集端仅保留数据采集和少量数据清洗功能,将大量判决和



图6 安防监控领域端到端格局

计算工作放到边缘云处理,降低了每个摄像头的成本。同时边缘云集群能够大规模的对数以百计甚至数以千计的摄像头采集的图像进行处理和判决,也大大降低了处理时延,提升处理准确度。

图7为基于边缘云的边缘业务平台的AI视频分析系统协同架构。边缘云对4G摄像头采集的视频进行本地分流,降低对核心网及骨干网传输带宽资源的占用,缩短端到端时延。集中云计算中心执行AI的Training任务,边缘云执行AI的Inference,二者协同可实现本地决策、实时响应,可实现表情识别、行为检测、轨迹跟踪、热点管理、体态属性识别等多种本地AI典型应用。此外,有线摄像头亦可以接入边缘云智能分析平台。

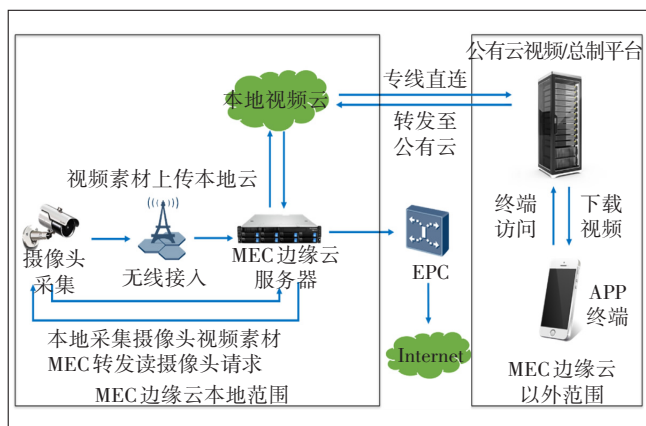


图7 MEC边缘云+AI分析架构图

在图7中,摄像头采集数据,然后通过无线接入的方式传输至MEC边缘云,边缘云既可以在本地进行判决,也可将源数据进行少量清洗后上传至本地视频云。本地视频云通过专线直连的方式,同公有云进行连接,可将本地的视频保存至公有云。当用户移动到MEC边缘云覆盖范围外时,APP可通过运营商网络从公有云获取相关视频数据,而在MEC边缘云本地覆盖范围内,可实现数据不出本地,不绕经运营商核心网不出公网,降低了时延,减轻了运营商骨干网压力。

未来这类方案可广泛用于“雪亮工程”、小区监控、电子围栏、智能停车、公共安全等项目。

### 3.2 本地化业务分流

本地化业务,重点面向场馆、港口、校园、企业网、园区等,为了数据安全要求MEC部署在企业园区内部,且数据有选择性地上集中云。本地化业务主要使用MEC边缘云分流,能够通过地址解析和分流规则匹配,使得园区内流量本地卸载,无流量回传,降低业务端到端时延。本地化部署MEC边缘云,一般考虑边缘DC和综合接入机房。

企业网:日常移动办公效率保障,流量不出园区内网;企业通信、数据内部传输与公网隔离,保证安全性。

港口:港口信息化需求,拟用蜂窝替代Wi-Fi以适应更恶劣的环境;利用MEC接入更多港口终端数量,满足码头应用需求;MEC本地分流。

场馆:覆盖全场馆,本地分流提供大带宽视频流量,文创平台消息推送,精准定位商铺。

校园:校园类业务,AR教学、VR图书馆、线上内容平台、校园安全监控等。

目前本地化业务使用较多的是 MEC 边缘云的分流技术和云资源下沉。MEC 边缘云分流,4G 网络中, MEC 部署于 S1 口,通过在 MEP 中配置 data plane,即配置 IP 五元组、七元组规则的方式将业务分流至本地。

5G 中, MEC 与 5G UPF 融合部署。MEC 支持通过 3GPP 标准的 AF Influence 信令流程与 PCF/NEF 交互本地业务的路由规则,接收并处理本地 UPF 分流的业务数据。分流的方式有基于上行分类器 UL CL 的分流和基于多归属 IPv6 前缀的分流。

如图 8 所示, MEC 边缘云可通过目的 IP 和 DNS 域名配置将业务数据分流到本地专网,而另一个终端业务请求,由于域名没有匹配,则 MEC 将报文透传到核

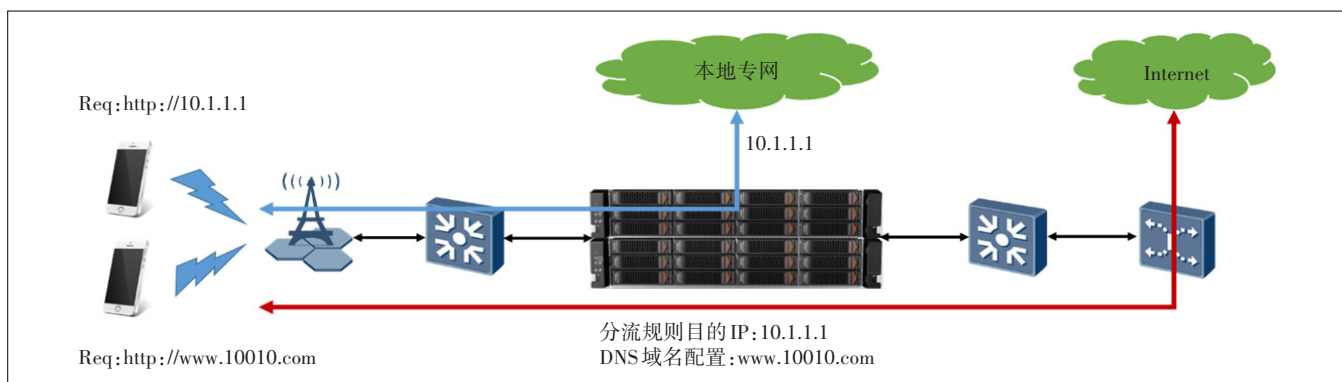


图 8 MEC 边缘云分流

心网,访问 Internet。

## 4 结束语

作为一项新的 ICT 融合技术, MEC 边缘云可以整合电信运营商的各类资源,为 5G 时代业务的快速部署和运行提供丰富的平台能力。短期内,运营商将快速实现 5G NSA 商用,因此整体 MEC 边缘云组网架构将不发生改变,仅接入侧实现 4G 和 5G 基站多接入,但是需要考虑 MEC 边缘云设备是否有必要演进成支持计费、合法监听、CUPS 等功能的形态。5G SA 架构是最为理想的 MEC 边缘云组网架构,UPF 按需下沉, MEC 边缘云部署在 UPF 之后,有助于实现广覆盖和区域覆盖,分流、计费等问题也将完全由 UPF 解决。MEC 边缘云的商业模式比较多样化,运营商需要综合考虑建设成本、商业效益、业务类型、合作分成等几个方面,短期内布局边缘建设策略,长期要综合运营商自身业务和第三方业务需求,逐步推进边缘建设。未来,运营商将重点赋能本地化业务,提供更多的能力开放功能,针对业务定制架构和方案,在各个省分快速推广和复制,以业务繁荣带动整个产业发展。

## 参考文献:

[1] European Telecommunications Standards Institute (ETSI). Mobile-

Edge Computing Introductory Technical White Paper [EB/OL].

[2019-04-03]. [https://portal.etsi.org/Portals/0/TBpages/MEC/Docs/Mobile edge Computing Introductory Technical White Paper\\_V1%2018-09-14.pdf](https://portal.etsi.org/Portals/0/TBpages/MEC/Docs/Mobile%20edge%20Computing%20Introductory%20Technical%20White%20Paper_V1%202018-09-14.pdf)

[2] 施巍松,孙辉,曹杰,等.边缘计算:万物互联时代新型计算模型[J].计算机研究与发展,2017,54(5):907-924.

[3] 中国联通.中国联通 CUBE-EDGE 2.0 及行业实践白皮书[EB/OL]. [2019-04-03]. <https://max.book118.com/html/2019/0406/8107010121002015.shtm>.

[4] 中国联通.中国联通通信云架构白皮书[EB/OL]. [2019-04-03]. <http://www.txrjy.com/forum.php?mod=viewthread&tid=1036752>.

[5] System Architecture for the 5G System; 3GPP TS 23.501 [S/OL]. [2019-04-03]. <ftp://ftp.3gpp.org/>.

[6] Procedures for the 5G System; 3GPP TS 23.502 [S/OL]. [2019-04-03]. <ftp://ftp.3gpp.org/>.

[7] 尹东明. MEC 构建面向 5G 网络构架的边缘云[J].电信网技术, 2016(11):43-46.

[8] 牛瑞彪.面向 5G 网络的通信和计算资源分配算法研究[D].重庆:重庆邮电大学,2017.

## 作者简介:

吕华章,工程师,主要负责边缘云 MEC 标准化工作,同时参与边缘云组网、规划、业务落地工作;张忠皓,教授级高级工程师,博士,主要从事移动网无线新技术相关课题研究、标准制定、设备验证、网络部署等工作;李福昌,教授级高级工程师,博士,主要从事移动通信及固网移动融合方面的研究工作;冯毅,高级工程师,主要从事 5G 创新业务商用推广及 5G 组网方案研究验证工作。