

5G MEC (多接入边缘计算)

驱动新商业机会

出版日期: 2019年11月15日

作者: Julian Bright

注: 本报告中文版由华为翻译。中英文如有歧义, 一律以英文版本为准。

摘要

概述

多接入边缘计算 (MEC) 有望在 5G 用例的落地过程中发挥关键作用。 MEC 与 5G 碰撞带来商业创新和新的市场机会, 无论对于企业对企业 (B2B)、企业对消费者 (B2C)、还是企业对家庭 (B2H) 商业模式, 都呈现出巨大的潜力。这得益于超低时延联接、数据实时处理和管理、本地化内容缓存等特性的发展。因此, 5G 网络中 MEC 的技术特征、商业前景和实施策略, 包括 5G MEC 架构以及与 5G 和 MEC 相关的关键技术发展, 都是业界的热门话题。

Ovum 观点

尽管当前基于 MEC 的业务尚未规模商用, 但 Ovum 认为边缘计算是一项能广泛部署在通信运营商 (CSP) 网络中的技术, 并对其前景持乐观态度。

为实现 5G 相关的业务目标和商业案例交付, 计算和联接需要融合。如果运营商希望在增强型移动宽带服务的基础上提供新的业务, 并在企业等领域拓展新市场, MEC 是其最佳技术方案。

随着运营商向基于软件的云化网络架构转型, 以便为部署 5G 做准备, 边缘计算模型的发展将更加强大。网络功能虚拟化 (NFV) 和电信云的结合为运营商部署 MEC 平台奠定了基础。从当前的虚拟机模型向基于原生云的容器化参考架构演进也为 MEC 平台提供了更多支持。

随着 5G 技术和网络的演进, 未来 MEC 会释放更多潜力, 提供一个高性能、按需部署、低成本的平台来支撑越来越多的用例落地。

关键信息

- MEC 的本质是通过联接和计算的协同, 在网络边缘支持更多应用和服务, 提供更好的体验。
- 基于 5G 技术, MEC 可以构建开放、低时延、高吞吐量的互联平台, 提供更高的业务性能, 从而使能新的业务场景。
- 5G 核心网是保障业务体验的网络引擎, 基于 CUPS (控制面与用户面分离) 将用户面部署到网络边缘是使能 MEC 业务的关键。
- 运营商网络已经逐步向面向 5G 的虚拟化和云化演进, 这为未来的 MEC 部署奠定了基础。
- 异构的硬件平台、按需的部署、高性能的业务加速、自动化的生命周期管理, 以及 VM 和容器兼容的虚拟化技术是高性价比 MEC 的基础。
- 在边缘计算的行业生态以及大批潜在玩家中, 运营商应该担负起关键的作用。

5G MEC 为何重要

边缘计算最新进展

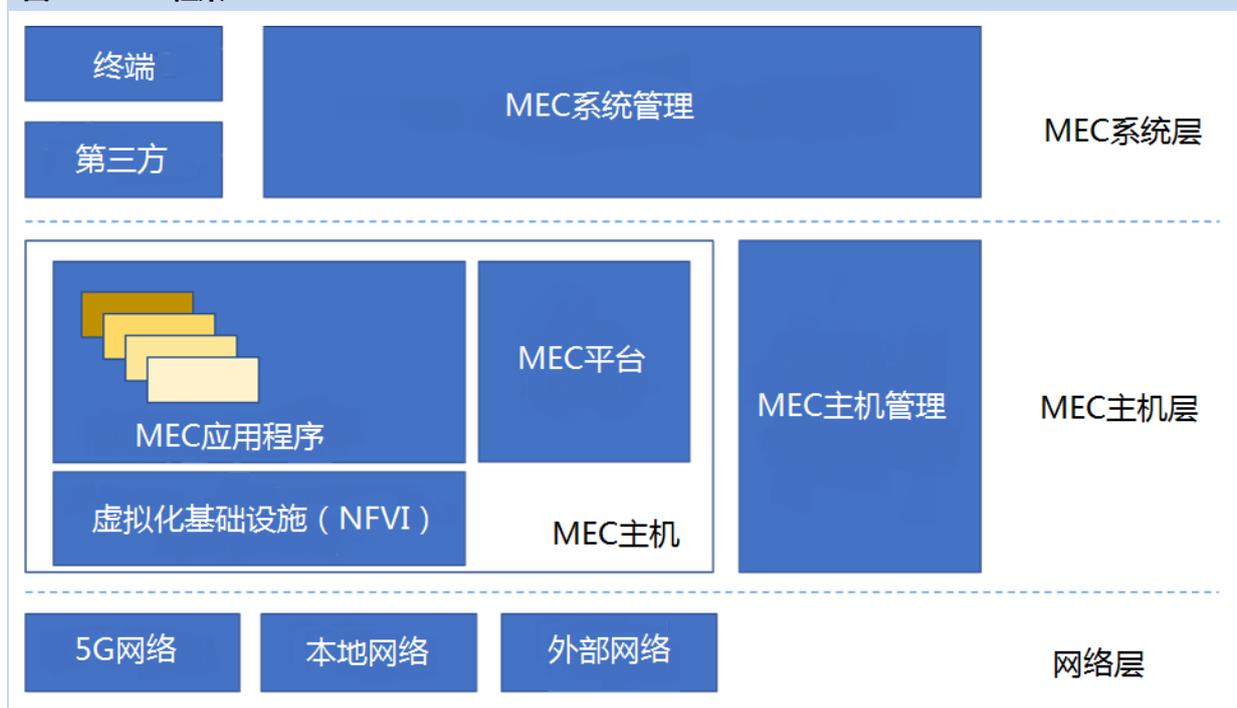
边缘计算通过融合联接和计算，在网络边缘侧就近提供服务。在之前采用的集中式架构中，数据的处理和存储都集中在网络核心，而 MEC 采用的是分布式计算模型，将这些功能下沉到网络边缘，将应用托管在高度分布的小规模本地化边缘机房，靠近设备和终端用户。

边缘计算可以部署在无线或有线网络环境中，以及各类用例中，满足高质量服务交付中对低时延、本地处理、海量数据管理的关键要求。边缘计算也可以作为第三方应用和服务的托管平台。

计算和核心网功能下沉至边缘，构建优化、低成本的 MEC 网络架构

MEC 网络旨在以高性价比和高效的方式进行实时数据处理和管理、超低时延联接和本地化内容缓存。边缘网络节点或微数据中心自身拥有计算、处理、存储和管理能力，足以为本地的一个或多个应用程序提供服务（见图 1）。

图 1：MEC 框架



来源：Ovum/ETSI

很多功能从中心云剥离。和中心云的连接仅限于管理控制、编排和应用支持等提供边缘网络服务和更新边缘节点所必需的功能。这样核心和边缘网络之间的流量就会最小化，既能减小时延，减少核心网的负载，又能节省传输成本（如回传）。

运营商可以发挥其关键作用，而园区专网将引领第一波 5G MEC 部署

5G 的商用无疑为运营商发展其超大带宽、超大容量、超低时延的能力提供了绝好机会。为了更好地利用这些新资源并着手资源变现，许多运营商已经不满足于扮演 5G 早期规划中的角色了。在提供增强型移动宽带技术的基础上，运营商已经就各类 B2B 和 B2C 应用和服务展开了 5G 商业案例的规划。这些应用和服务包括工业机械和流程（工业 4.0）的控制和监控、车联网和自动驾驶、增强和虚拟现实（AR/VR），高质量视频、超低时延游戏，以及为企业和行业垂直行业提供一系列的服务。企业园区、校园等场景有望成为第一波 5G MEC 应用（见图 2）。

图 2:边缘计算用例示例

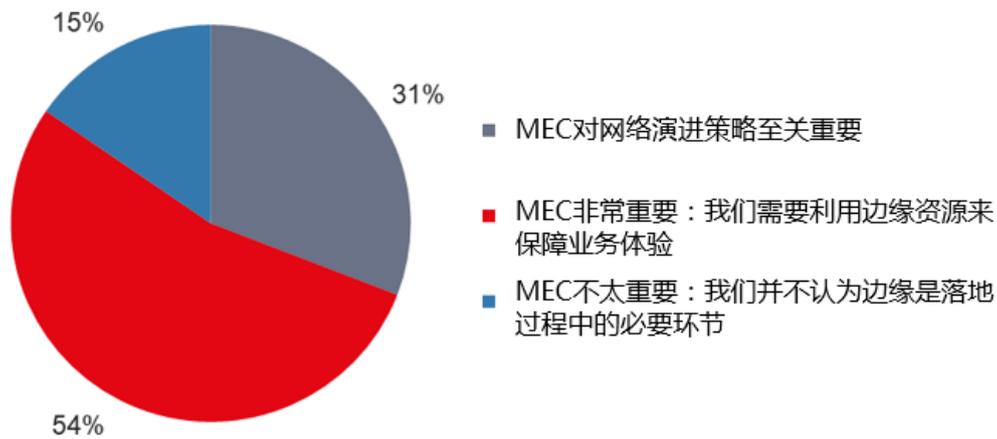


来源：Ovum

网络虚拟化和电信云的融合已经为运营商打造了一个更高效灵活的全新网络模式。这种模式更类似于公有云提供商和互联网玩家所采取的网络模式，但它具备另一个优势，即通过高性能联接资源和用户、设备直接相连。同时，基于原生云的容器化参考架构正在为网络注入更大的灵活性，使资源按需就近分配。

通过创新的 MEC 网络架构，运营商可以将其斩获的云层资源进一步扩展至网络边缘，并且围绕这些用例，充分探索新业务和收入机会点。Heavy Reading 最近的一份调研报告显示，几乎 85% 的网络运营专家认为边缘计算对其网络演进策略至关重要（见图 3）。

图 3:边缘计算对你的网络演进策略有多重要？



来源：Heavy Reading

部署 MEC 面临的挑战

要使能 MEC 商业成功，就必须把增收和降成本放在同样重要的位置来考虑。因此，部署 MEC 所面临的并不仅仅是技术层面的挑战；事实上，许多厂商认为，边缘计算的部署从技术上来说相对简单。问题更多地在于商业驱动力，而商业驱动力的前提是能精准识别 MEC 最具潜力的用例。

在这方面看，运营商着手部署边缘云基础设施的方式及位置仍然存在不确定性。可能的制约因素包括：需要部署关键 MEC 特性（如超低时延）的服务和应用，以及部署的边缘计算资源到距离用户或设备的距离。

在 VR 或自动驾驶等用例中，低时延至关重要，接近服务交付点可能是首要考虑因素。此时，基站可以充当最佳的部署位置，或者为部署高度分布、超小规模的服务节点的网络提供一个汇聚点。在某些场景下，如自动驾驶的数据捕获，MEC 节点甚至可以部署在车辆内。

而对于那些对时延没有严苛要求，但本地内容缓存或数据处理对容量要求较高的用例，将 MEC 节点部署在中心局点或汇聚点的位置或许更合适。在企业部署中，“边缘”可能是物联网设备或位于用户驻地的网关。

无论运营商作出怎样的决定，他们都需要提供或腾出空间来对边缘云资源进行定位、供电、管理和维护。

谁会笑傲边缘？

尽管运营商可以说是构建和运行边缘云的最佳人选，但他们可能无法独占这块领域。一些潜在的利益相关者对边缘的兴趣也在增加，并可能参与到竞争中来。其中包括公有云提供商、系统集成商、以及其他生态伙伴。公有云提供商一直希望搭建自己的边缘云，以便将其网络卖给运营商或直接出售给最终用户；系统集成商认为他们拥有构建边缘必需的通信网络和 IT 技能组合；而生态伙伴，如电信塔公司，将自己的资产视为云网络的一部分。

实际上，许多运营商承认边缘云的部署将依赖于一个庞大的生态系统，需要很多玩家的支持。其中与应用程序开发人员的互动对于推动边缘新应用的开发至关重要，这其中必须包括服务 API 等特性，以便开放底层的网络信息和能力。

ETSI 的 MEC 标准进展

ETSI 的多接入边缘计算行业规范组（MEC ISG），在为运营商网络定义一个实现边缘框架的工作中已经取得了很好的进展：其工作计划的第一阶段已于 2016 年完成，第二阶段第一套规范已于 3 月发布。这些内容涵盖了服务 API 的架构、框架和一般原则，将 ETSI MEC 的范围扩大到涵盖各种接入技术，并考虑到与 NFV 的集成（见表 1）。

表 1：ETSI 的 MEC 第二阶段规范

规范	重点
ETSI GS MEC 002	定义了 MEC 的要求，目的是促进互操作性和部署。由于多接入边缘计算采用虚拟化平台在移动网络边缘运行应用程序，因此聚焦 NFV 对齐。该规范还描述了用例示例及其出于派生需求的技术优势。
ETSI GS MEC 003	将 MEC 应用程序的实现作为只运行在网络边缘或接近网络边缘的虚拟化基础设施之上的纯软件实体。该规范第二阶段版本的一个新的关键点是添加了 MEC-in-NFV 参考架构，该参考架构定义了基于 MEC 的边缘部署如何成为整个 NFV 云架构的一部分。
ETSI GR MEC 022	关于 MEC 支持车辆对基础设施和车辆对车辆使用案例的报告。该报告涵盖了 V2X 社区众所周知的四个用例组，即安全性、便利性、高级驾驶辅助和易受伤害的道路使用者。
ETSI GS MEC 026	支持 MEC 的常规需求。

来源：ETSI

ETSI MEC 与 SDN/NFV、云化架构和网络切片等技术一样，被公认为是 5G 的关键技术。3GPP 正在进行的有关 5G 系统架构的工作中也谈到了对边缘计算的支持，ETSI 和 3GPP 之间的紧密合作将确保 MEC 和 5G 的共生。

跨行业合作，为 MEC 打造开放型生态

为建立跨行业合作，各大相关标准机构和协会已将网络设备供应商(NEP)、芯片组供应商、数据中心和计算硬件供应商、软件开发者和网络测试公司聚集在一起，以创建一个异构、按需、高性能、开放的 MEC 平台。ETSI MEC 和 Linux 基金会等标准机构和行业项目正在深化合作，定义边缘计算的共同愿景，而新成立的欧洲边缘计算联盟（Edge Computing Consortium Europe）等机构则专注于在智能制造、工业和企业物联网等各个领域采用边缘计算（见表 2）。

表 2：制定边缘计算标准的关键组织

组织/举措	组成	主要活动领域
-------	----	--------

3GPP	区域标准机构，运营商，网络设备和软件供应商，芯片组供应商。	将对 MEC 的支持纳入 4G 和 5G 网络的技术标准中。
欧洲边缘计算联盟（成立于 2019 年 1 月）	华为、英特尔、IBM、Arm、亚德诺半导体、思博伦等。	鼓励在智能制造、工业、企业物联网等领域采用边缘计算。
ETSI 多接入边缘计算行业规范组 (ETSI MEC ISG)	ICT 公司、政府和监管机构、大学、研究机构。	为 MEC 的通用标准化框架制定规范，包括应用环境和特定用例以及概念证明（POC）。
Linux 基金会（LF Edge 联盟）	IT 厂商和 NEP（戴尔、HPE、IBM、爱立信）、AT&T、NTT、Wind、Arm、英特尔、高通、百度、腾讯。	支持与边缘计算软件堆栈（包括基础架构）开发有关的开源项目。
IEEE	技术和工程领域的专业人员。	为各类技术制定行业标准。
开放网络基金会（ONF）	移动运营商和 web-scale 供应商。	为运营商边缘计算部署提供开源参考设计。
工业互联网联盟（2019 年 1 月宣布与 Openfog 合并）	大型和小型工业公司、大学和研究机构。	定义和推进雾计算，影响标准以及建立运作模型和测试床
开放边缘计算计划	卡耐基梅隆大学，英特尔，微软，皇冠城堡，沃达丰，德国电信，NTT，诺基亚。	创建以用例为中心的边缘计算测试平台，为应用程序开发人员提供有 5G 技术优势的经验。
Open Edge 和 HPC[高性能计算]计划	Atos，E4 计算机工程，Fraunhofer Fokus，Forschungszentrum Jülich，华为，Mellanox，Suse。	在新兴的 5G 和工业 4.0 环境中，发掘对安全的分布式数据处理和低延迟通信的需求。
OpenStack 基金会	边缘计算组。	提供可以部署在任何地方（包括网络边缘）的基础架构软件。
电信基础设施项目（TIP）	由 Facebook 共同创立。包括运营商，网络设备和软件厂商，应用开发者、大学等。	聚焦网络边缘业务/应用的实验室和外场测试。范围包括 5G 和 IoT 服务部署。

来源 Ovum

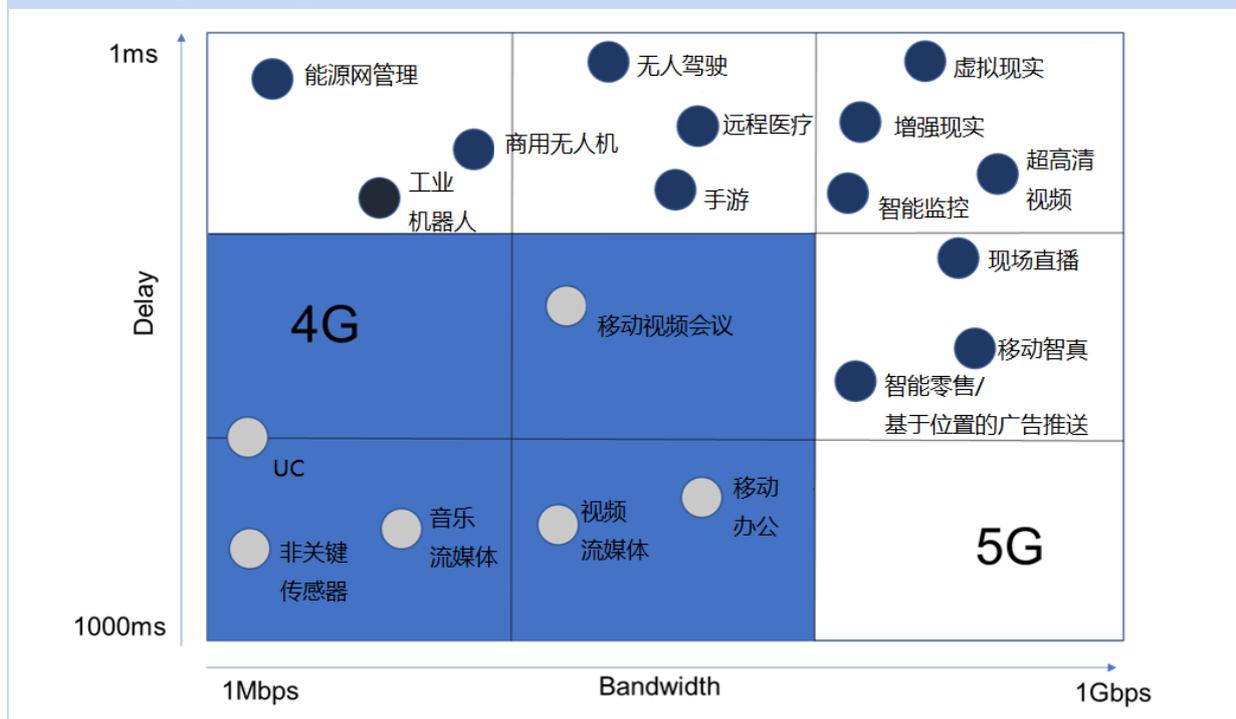
5G+MEC：联接和计算可以协同工作，满足边缘业务需求

MEC 的关键特征在于将网络、云、和设备汇聚到一个融合的生态系统中，实现差异化的业务创新。5G 提供了连接层，而 MEC 通过提供超低时延连接来进行数据的实时处理和管理。超低时延连接部署在连接中心云的边缘网络节点或微数据中心或由其驱动。

网络试点和新商用的服务已证明了 5G 的潜力，5G 将向用户设备和家庭提供一系列增强型移动宽带和固定无线接入服务。5G 支持高带宽、低时延、以及高级视频压缩等网络能力，从而可以支持高质量的语音和数据、高清、交互式 4K/8K 视频以及 AR/VR 等新体验。

随着 5G 能力的增强，网络运营商已经把注意力转移到新的机会点上。不仅要基于现有服务，他们还会加强在 B2B 市场中扮演的角色。在 B2B 领域他们洞察到了对新解决方案需求的日益增长，这些解决方案必须能够在工业、商业和公共事业的各项应用中通过高性能、高度差异化和安全的连接来替代或增强传统技术（见图 4）。

图 4：5G 的潜在 B2B 应用



来源 Ovum

5G MEC 关键特性

无缝移动和泛在连接将确保 5G 作为 MEC 使能者的角色

5G 的引入是基于运营商在核心网和边缘采用虚拟化、软件驱动的网络模型，以及基于云的架构。5G 标准又结合了许多关键特性和技术，以支持 MEC 实现所必需的分布式架构。

对于 5G 核心，其分组核心网向控制面和用户面分离（CUPS）架构演进是部署 MEC 的基础。此架构它允许用户面功能（UPF）灵活地部署在网络边缘，而控制面仍位于中心位置，并且可以与其他核心网功能接口。反之，这样的架构下又允许在上行链路和下行链路中使用不同的分流选项，例如本地策略驱动流量转发，可以通过在数据路径中插入上行链路分类器（UL-CL）功能来应用。

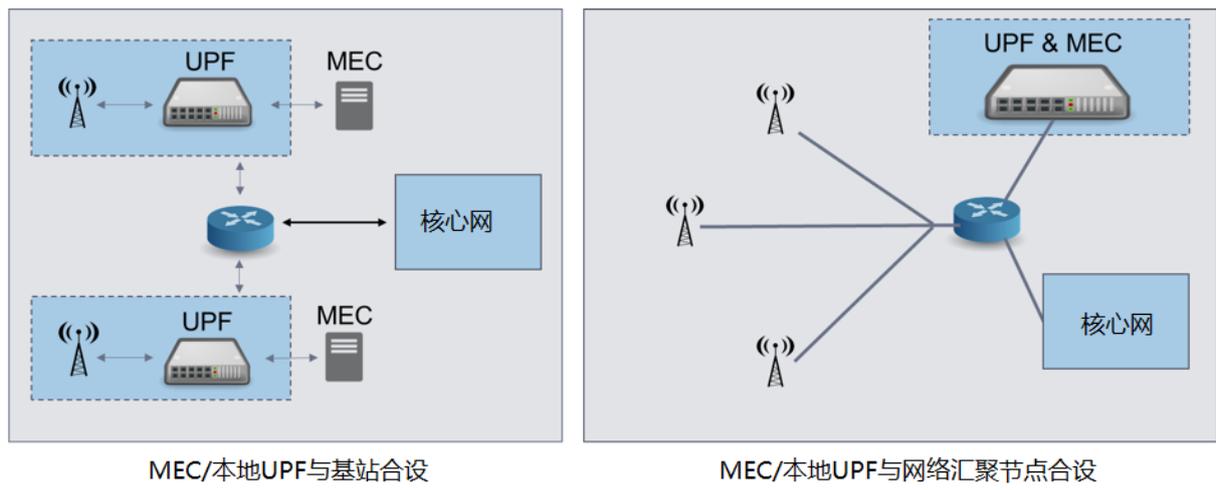
5G 网络除了提供低时延和高吞吐量的 B2C 业务外，还可以提供其他特性，以通过边缘云支持新的 B2B 业务。这些包括网络切片，以保证端到端的性能、可靠性、安全性以及会话和服务连续性(SSC)模式，从而实现无缝的超低时延连接。

5G 的这些特性对于打造一个能够提供差异化和无缝服务的确定性网络至关重要。这些服务不仅能根据特定用例的要求保证性能标准（例如延迟），也可以满足对于时延无严苛要求的特定用例场景。

边缘节点集成及平台需求

运营商的现有资产，如边缘站点或中心局点，可以作为边缘计算部署的起点，从而克服网络边缘计算和存储容量的限制。需要在边缘缓存或处理海量数据的应用程序可以部署在中心局点或城域汇聚点。从长期来看，随着 5G 的推出，这些站点也可以用于托管虚拟化核心网络组件和相关服务（见图 5）。

图 5: MEC 部署选项示例



来源：ETSI/Ovum

硬件平台和计算资源

尽管边缘部署安装可能会受到空间的限制，但是其安装必须要能支持大流量，并提供必要的资源以满足网络边缘的各种用例场景和性能需求。与性能标准（例如超低时延）更容易得到保证的网络不同，MEC 平台由于在数据流量渲染和解码过程中的延迟等问题而面临巨大的挑战。

为了实现单比特最低成本和满足业务加速的需要，我们需要一个开放的、异构的计算平台，让其能够在网络边缘提供应用程序、内容、核心网业务处理和资源调度功能。

增强型硬件，通常包括计算和存储容量以及网络接口控制器（NIC），需要紧凑、灵活且可扩展。为了简化部署和操作，较为妥当的方案是采用具有自动远程维护功能的一体式即插即用解决方案的全栈基础架构。

此外，单个 MEC 部署在理想情况下需要支持多个用例，以实现最大效益和资源的最佳利用。例如，企业的大型园区 MEC 部署可能用于共享其他服务，如 B2C。

集中管理和微服务支持

MEC 平台的集中编排和管理（O&M）是无缝集成、资源管理、控制和执行的关键。这要求应用服务器功能通过网络向通过边缘节点访问的应用程序和服务提供无缝支持。这将保证 V2X、VR 等应用在网络边缘移动时的业务连续性和内容同步。

MEC 环境尤其适合微服务的部署。因为在这种环境中，服务将被缩减和模块化，但多个软件组件正在构建解决方案，这些解决方案将随着时间的推移而扩展和演进。在这种情况下，对微服务的支持可以确保支持敏捷的生命周期管理，以便开发、测试和维护网络边缘的单个应用程序和服务。

多接入融合平台

由于 MEC 需要支持多种网络接入技术，包括 2G/3G/4G 和 5G 以及 Wi-Fi 和有线，因此需要一个融合平台来简化这些多址接入。

5G 演进及未来对 MEC 的支持

作为 3GPP Release 16 一部分引入的更多技术，将支持垂直行业的 MEC 部署，包括工业自动化用例。其中包括超高可靠低时延通信（URLLC）、5G 局域网和时间敏感组网（TSN），这是最初为以太网开发的 IEEE 标准，目前正在与 5G 集成，以进一步支持可靠性和同步等各个方面，并保证工业自动化场景下的低时延。

试点和 POC 已证明 MEC 的价值

MEC 的巨大潜在价值已经由运营商在各类用例场景中通过多轮测试和 POC 得到了充分证明，其应用领域包括：AR/VR、云游戏、本地内容分发、V2X 和自动驾驶、智能交通系统、安防监控、制造过程自动化与监控（工业 4.0）、物联网、车队管理与物流、园区网、智能场馆等。具体场景包括：

- 在瑞士工厂环境下对自动引导车辆(AGV)的管理
- 为中国公共灯光秀参观者提供基于 MEC 的增强现实体验
- 为 American Dream（美国最大的购物中心之一）提供停车场管理
- 德国 5G 数字化行人道路安全应用
- 中国生产线上消费产品的自动质量检测与监控
- 对日本监控摄像机的视频数据进行解读和分析。

与此同时，运营商开始部署边缘云基础设施，为引入商业服务做好准备。

在韩国、日本和中国等亚洲主要市场，计划的推进尤为显著。在韩国，SK 电信和 KT 都在部署区域边缘数据中心，计划瞄准 B2B 和 B2C 市场。同时，中国移动、中国联通、中国电信等三家领先运营商已经开始大规模、预商用的边缘云网络建设，或者开展 MEC 开展试点项目。

在欧洲，英国电信将其城域网的数量增加十倍，以便为零售、企业和批发客户提供扩展的边缘计算服务，而西班牙电信正在探索 MEC 作为其全球网络虚拟化项目“UNICA”的一部分未来的角色。

在美国，AT&T 正在将成千上万个中心局点转换为数据中心，并在帕洛阿尔托建立边缘计算测试区域，与第三方开发者和初创公司合作，测试包括自动驾驶、AR/VR 和无人机在内的用例。

结语

边缘商业案例将成为现实

关于 MEC 的一些重要问题仍有待解决，包括哪些服务和应用程序将需要关键的 MEC 特性（例如超低时延），以及网络运营商将在何时何地进行了 MEC 商用部署。为了使业务用例运行起来，运营商可能需要考虑在单个 MEC 平台上采用多个用例，因为为每个应用程序部署一个 MEC 平台开销太大。打个比方，针对企业的大型园区型 MEC 部署可能支持许多应用程序。

尽管如此，5G 网络部署边缘计算的呼声似乎还在增长，并且对于 5G 商用案例而言变得越来越重要。最早的商业部署可能会从 2020 年开始在韩国和中国等市场展开，随后也将在其他市场逐步落地。最重要的是，随着越来越多的 5G 商用部署开始出现，服务开始普及，以及更多用例的衍生，MEC 终会变为现实。

附录

作者

Julian Bright，运营商网络基础架构和软件资深分析师

julian.bright@ovum.com

咨询 Ovum

我们希望，这份分析报告能帮助您作出明智且富有想象力的商业决策。如果您还有其他要求，Ovum 的咨询团队可以为您提供帮助。有关 Ovum 咨询的更多信息，请直接通过以下电子邮件联系我们：
consulting@ovum.com。

版权声明和免责声明

本产品的内容受国际版权法、数据库权利和其他知识产权的保护。这些权利的所有者是 Informa Telecoms and Media Limited、我们的附属公司或其他第三方许可人。本产品包含或出现在本产品上的所有产品和公司名称以及徽标是其各自所有者（包括 Informa Telecoms and Media Limited）的商标，服务标志或商业名称。未经 Informa Telecoms and Media Limited 事先许可，不得以任何形式或任何方式复制，复制，分发或传播本产品。。

我们已尽力确保在首次发布之日该产品信息和内容的正确性，且 Informa Telecoms and Media Limited 公司以及其雇用或涉及的任何人均不对任何错误、遗漏或其他疏忽承担任何责任。因为对此不承担任何责任，读者应独立核实任何事实和数据，并对使用此类信息和内容承担全部责任和相应的风险。

个人作者或撰稿人在本产品中表达的任何观点和/或意见均为他们的个人观点和/或意见，并不一定反映 Informa Telecoms and Media Limited 的观点和/或意见。

联系我们

ovum.informa.com

askananalyst@ovum.com

国际办事处

北京

波士顿

芝加哥

迪拜

香港

海得拉巴

约翰内斯堡

伦敦

墨尔本

纽约

巴黎

旧金山

圣保罗

上海

新加坡

悉尼

东京

