

零售业多接入边缘计算（MEC） 业务案例：5G 时代的 TCO 分析 及其意义

出版方



赞助方



协作方



目录

执行概要	1
图 1: 5G 将改变一切	1
MEC 总体拥有成本优势	2
不断发展的移动网络	4
定义 5G	4
图 2: 5G 基础: 基于虚拟网络构建	5
5G 企业应用案例	5
表 1: 针对特定垂直行业的 5G 应用	7
5G 网络优势	9
表 2: 针对每种应用的 5G 网络架构优势	10
什么是多接入边缘计算?	12
MEC 和虚拟化	13
MEC 的优势	13
表 3: 针对每种应用的 MEC 架构优势	15
5G 和 MEC 机遇	18
5G 机遇	18
图 3: 按行业分类的美国 5G 企业连接数 (千)	18
图 4: 按行业分类的西欧 5G 企业连接数 (千)	19
MEC 机遇	19
图 5: 美国的 MEC 安装量	20
图 6: 西欧的 MEC 安装量	21
零售业多接入边缘计算 (MEC) 业务案例	22
目前店内的技术环境	22
MEC 环境	23
MEC 的总体拥有成本优势	23
结论	24
参考资料	25

引述信息来自 iGillottResearch 出版物: 外部使用 —— 在新闻稿、销售演示文稿、市场营销材料、广告或促销材料中使用任何 iGillottResearch 信息必须经过 iGillottResearch 的事先书面批准。iGillottResearch 保留出于任何原因而拒绝批准外部使用的权利。内部使用 —— 在公司内部沟通活动中引述个别句子和段落不需要 iGillottResearch 的许可。如果使用任何 iGillottResearch 文档的大部分内容或者完全复制 iGillottResearch 文档, 则需要事先书面批准, 并且可能需要支付一定费用。

© 2017 iGillottResearch 公司版权所有。未经授权严禁复制。

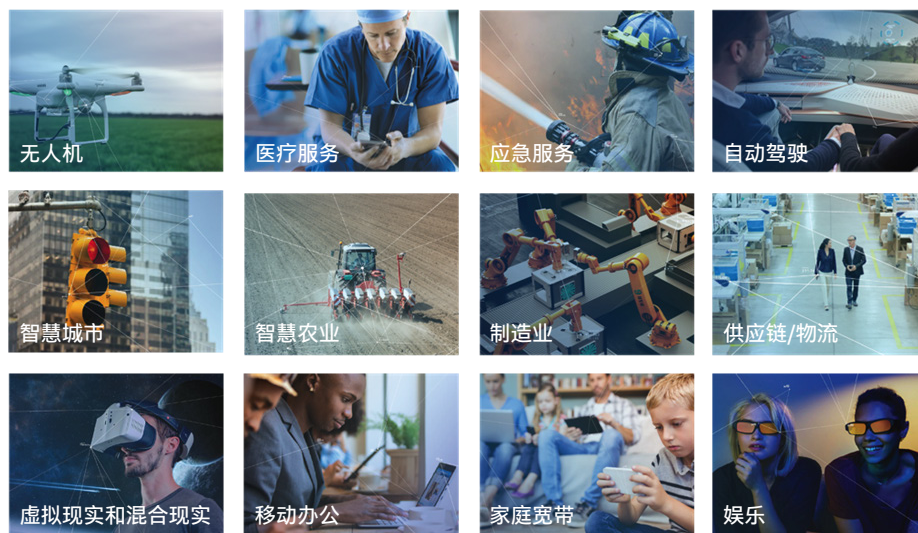
有关信息发布, 请联系 IAIN GILLOTT (512) 263-5682。

执行概要

移动网络正在快速地向 5G 演进，预计将于 2020 年末出现第一批 5G 网络。5G 网络的主要优势（更低延迟、更高的带宽、环境感知连接、支持专用网络和网络切片）将使得各种新应用和服务能够为企业、员工及客户提供支持。5G 还带来了大规模的机器对机器通信、物联网（IoT）和更高级的企业网络解决方案，从而能够支持新的服务，比如用于自动驾驶的车联网中的缓存技术。

为了满足某些激进的 5G 性能目标，并不能通过简单地升级到无线接入网络就能实现，而是需要对网络架构进行全面的重新构想。¹ 具体来说，这意味着要通过一些标准，比如由欧洲电信标准协会（ETSI）ISG MEC 制定的多接入边缘计算（MEC）^{2,3,4}，让计算处理过程更加接近网络边缘。为了实现可提供低延迟和高速云接入的通信和计算，新的 5G 架构必须利用虚拟化和软件定义基础设施来降低部署和运营成本（与上一代移动网络相比）。

图 1：5G 将改变一切



来源：英特尔，2017 年

描述 5G 技术和网络应用的案例已有很多。与 5G 相关的很多市场营销都将重点放在“更高的带宽”和物联网上，但 5G 在企业中还有很多其他的潜在应用，包括：

- 增强现实和虚拟现实
- 触觉互联网

- 移动医疗和远程医疗
- 互联汽车、卡车和车辆，包括自动驾驶车辆
- 移动视频交付
- 公共安全
- 网络切片和专用网络

MEC 是让这些应用案例成为现实的关键，也是引发这场 5G 网络革命的重要部分。⁵ 实际上，如果没有 MEC 等边缘计算解决方案，5G 将无法实现所有性能目标。虽然现在就可以部署 MEC，不必等到 5G 无线网络成熟，但“多接入”顾名思义就是，MEC 不仅限于蜂窝无线接入，还可以使用其他无线（例如 Wi-Fi）和有线接入技术。⁶

通过实施 MEC，可以实现几项重要的网络演进：

- 在网络边缘提供云计算功能和 IT 服务环境。
- 将接入节点转换为智能服务中心。
- 可在运营商网络中任何站点所部署的服务器上运行。
- 采用商用现货组件来部署大容量 IT 硬件。
- 引入两个新的管理层：一个在系统层面（包括编排器，并且具有多个 MEC 主机/平台的总体视图），另一个在主机层面（包括平台管理器和虚拟化基础设施管理器）。

MEC 还能实现传统的、内核驱动的网络架构所无法实现的新服务，并提高应用和服务的总体性能。例如，通过边缘分析和动态无线资源分配实现的应用和服务是传统网络架构无法实现的。在这些情况下，边缘计算是必需的。

MEC 总体拥有成本优势

为了说明和量化 MEC 的潜在优势，iGR 在一家美国大型零售商的零售环境中进行了总体拥有成本（TCO）研究。这家全国性零售商拥有超过 2,000 家门店，主要业务是销售技术产品和服务。这些门店负责履约、维修、客户支持和分销，每家门店销售多种类型的设备和高级服务。

这项研究调查了 MEC 解决方案的三年 TCO 收益（与当前基于 Wi-Fi 的网络配置相比），调查结果有了重要发现：

- 与当前部署相比，在繁忙时段，MEC 设备与门店连接的广域网（WAN）流量**降低了 59%**。这是通过在本地缓存员工培训视频和设备软件更新内容来实现的。
- 如果门店不需要升级 100 Mbps 线路，则**三年可节省 55.9% 的成本**（资本开支和维护成本）。
- 如果门店必须升级到 1 Gbps 连接，那么 MEC 三年 TCO 可节省 **54.0%**。
- 内容缓存有可能将回程容量需求降低高达 35%。本地域名系统（DNS）缓存可以将网页下载时间减少 20%。

在零售店中使用 MEC 也带来了无形的优势，包括：提升了店内的 LTE 客户体验，并且能够快速且高效地部署新应用和服务。通过在门店中展示更先进的服务和设备（例如增强现实和虚拟现实），能够带来潜在的额外收入机会。

通过改善店内系统的性能（尤其是设备操作系统升级），零售商有望减少解决客户问题所需的时间，从而能够当天在店内处理更多的客户请求，或者为产品追加销售机会留出额外时间，具体取决于零售商的优先事项。对于客户而言，这可能会在门店较为忙碌的时候，减少他们的等待时间。

对于这家全国性零售商和其他大型企业而言，5G 和 MEC 为解决业务问题和挑战提供了大量机会。通过将 IT 领域与移动网络和边缘计算相结合，很多新的应用和服务将成为可能。事实上，iGR 在跟大型公司和企业讨论过 5G 和 MEC 后发现，限制这些可能性的并非是技术，而是想象力。

不断发展的移动网络

随着当今消费者的需求向多媒体内容转移，移动网络也必须向前发展。有些人会认为，是当今移动网络的一些更高级功能（如更高的带宽）推动了消费者对多媒体服务和应用的采用。无论如何，可以肯定的是，消费者对移动网络提出了更多要求，正在推动下一代网络和架构，也就是 5G 的演进和发展。

其他推动 5G 发展的因素还包括对于大规模的机器对机器通信网络、物联网和更先进的企业网络解决方案的需求。但 5G 不是简单地要求升级无线接入网络，而是对网络架构进行全面的重新构想。为了实现一些激进的 5G 性能目标，这种新方法是不可或缺的。

定义 5G

随着全球即将开始部署首批 5G 网络，业界正在就 5G 所包含的确切内容达成共识。根据下一代移动网络联盟（NGMN）的说法，

“5G 是一个端到端的生态系统，能够建立一个完全移动和互联的社会。它通过现有的和新兴的应用案例为客户和合作伙伴创造价值，这些应用案例提供了一致的体验，并通过可持续商业模式实现。”⁷

更具体地说，各方都认为“5G 网络”应该能够实现以下目标：

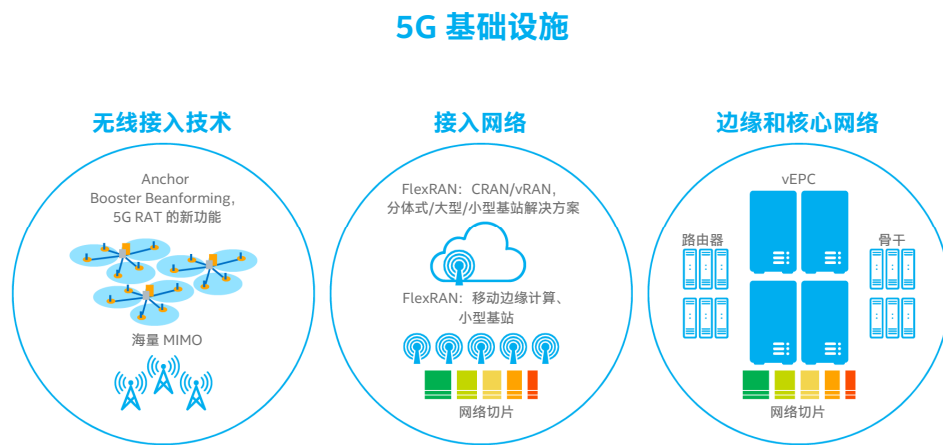
- 在户外时与终端保持 1-10Gbps 连接（并非每个基站的理论最大吞吐量，而是实际的终端用户速度）
- 端到端往返延时（延迟）仅 1 毫秒。

iGR 将第一代 5G 网络技术称为 IMT-2020。顾名思义，这个规范将在 2020 年定稿，随后不久将进行商业部署。虽然一些运营商可能在未来几年将 LTE-A 网络作为“5G”进行宣传，但 iGR 并不认为这些网络是“真正的 5G”。

与之前的网络演进不同，从 4G 到 5G 的转变不仅仅是升级无线接入网络（RAN）。为了使 5G 成功实现所述的性能目标，必须采用新的架构。具体来说，这意味着要通过各种标准（如 MEC）将处理过程移到更接近网络边缘的位置，必须通过边缘处理才能实现 5G 的延迟目标。

同样，与以前的移动网络迭代相比，新的 5G 架构必须利用虚拟化和软件定义基础设施来降低部署和运营成本。业界根本没有足够的资本来使用传统方法建立一个全新的网络基础设施。图 2 是 5G 网络的图形表示。

图 2：5G 基础：基于虚拟网络构建



来源：英特尔，2017 年

5G 企业应用案例

有许多应用案例描述了如何使用上面介绍的 5G 技术和网络。与 5G 相关的很多市场营销都将重点放在“更高的带宽”和物联网上，但 5G 在企业中还有很多其他的潜在应用：

- **增强现实和虚拟现实**，包括医疗服务、教育和培训。虽然很多公司目前正在提供这类应用，但 IMT-2020 将凭借更高的带宽、更高的可靠性和更低的延迟来为移动设备带来更丰富的体验。
- **触觉互联网**（国际电信联盟将此定义为“极低延迟与高可用性、可靠性和安全性的结合”）。这实质上是加强版“物联网”。这些服务并非都需要高带宽，但都需要低延迟网络。物联网还将包括传感器网络和远程控制应用的监控，包括楼宇安防和气候控制、远程现场操作以及物流和库存控制和监控。
- **移动医疗和远程医疗**，包括远程手术（可能在全球各地）、远程咨询（大城市的专家和偏远农村地区的患者可以互动）以及患者监护。同样，目前这类服务的基本案例已有很多，但通过 IMT-2020，预计 5G 将为医疗服务提供方和患者带来更大的覆盖范围和更强的功能。
- **互联汽车、卡车和车辆**，一般地说，包括车载互联网/信息娱乐、碰撞前感应和缓解、协同驾驶和车辆间信息交换。另外，这也让汽车和商用车制造商和经销商能够连接并监控汽车或卡车。请注意，第一批自动驾驶汽车的应用很可能会出现在商用车辆中，特别是长途卡车运输、车队管理和出租车或共乘服务。

- **移动视频交付**，包括流媒体点播以及支持 4K 和 8K 高清格式。在某些情况下，IMT-2020 可能会取代或补充家庭或企业的有线宽带连接。
- **公共安全**：关键任务语音、宽带数据（安防摄像头、无人机、无线传感器/跟踪等）将得到增强。
- **专用网络**，允许企业在特定的建筑物或校园中使用 5G，并控制这些特定区域中使用的应用和服务。
- **网络切片**，虽然不是一个应用案例，但这种支持 5G 的技术很重要，因为它为开发新网络的服务提供商带来了实实在在的好处。网络切片将对许多应用案例和行业产生影响。它允许移动运营商在网络中分割带宽，并将切片专用于特定应用、用户群或客户群。例如，移动运营商可以向公司提供员工专用的网络服务。切片将在整个网络范围内进行，而不局限于特定位置，这样无论员工出差或居住在何处，都可以访问专用带宽。

LTE-Advanced（3GPP 版本 11 和版本 12）和 LTE-Advanced Pro（3GPP 版本 13 和版本 14）可以支持许多这样的应用案例。但是，5G 的价值在于终端用户的体验会大大改善。简而言之，尽管一些应用可以在 LTE 上得到支持，但与 5G 部署相比，用户会注意到对性能的影响。

就此而言，下表显示了哪些 5G 应用适用于特定的垂直行业，以及哪些应用需要 5G 网络。请注意，某些应用使用 5G 架构可能会显著改善用户体验。

表 1：针对特定垂直行业的 5G 应用

		制造业	零售业	医疗服务与 社会救助	运输与仓储	通过 5G 改善	必须采用 5G
AR/VR	增强现实	✓	✓	✓	✓	✓	
	虚拟现实		✓	✓		✓	
	远程手术			✓			✓
内容交付	视频优化 (无线感知)	✓	✓	✓	✓	✓	
	视频分析		✓	✓		✓	
	内容缓存		✓	✓		✓	
	数字标牌	✓	✓	✓	✓	✓	
V2V	车载互联网/ 信息娱乐				✓	✓	
	碰撞前感应和 缓解				✓		✓
	共享汽车	✓			✓		✓
	汽车间信息交换	✓			✓		✓
	自动驾驶车辆	✓			✓		✓
	远程车辆监控	✓			✓	✓	

表 1: 针对特定垂直行业的 5G 应用 (续)

		制造业	零售业	医疗服务与 社会救助	运输与仓储	通过 5G 改善	必须采用 5G
物联网	远程控制	✓		✓	✓		✓
	资产跟踪	✓	✓	✓	✓	✓	
	位置跟踪	✓	✓	✓	✓	✓	
	楼宇安防	✓	✓	✓	✓	✓	
	门禁控制	✓	✓	✓	✓	✓	
	气候控制	✓	✓	✓	✓	✓	
	智能标牌	✓	✓	✓	✓	✓	
	传感器网络监视 和控制	✓	✓	✓	✓	✓	
	无人机监视和 控制				✓		✓
	提醒状态管理	✓		✓	✓	✓	
V2X	前车碰撞警告	✓		✓	✓	✓	
	紧急电子刹车灯	✓		✓	✓	✓	
	禁止通行警告	✓		✓	✓	✓	
	左转/右转辅助	✓		✓	✓	✓	
	十字路口转向 辅助	✓		✓	✓	✓	
	盲点和车道变更 警告	✓		✓	✓	✓	

表 1：针对特定垂直行业的 5G 应用（续）

		制造业	零售业	医疗服务与社会救助	运输与仓储	通过 5G 改善	必须采用 5G
专用网络	专用网络	✓		✓	✓	✓	
	本地企业内联网	✓		✓	✓	✓	
	网络切片	✓		✓	✓	✓	
	患者监护	✓		✓	✓	✓	
	动态医院用户	✓		✓	✓	✓	

来源：iGR，2017 年

5G 网络优势

正如我们已经讨论过的，5G 涉及 4G 网络架构的大规模改变，而不仅仅是 RAN 的升级。5G 的主要优点包括：

- **低延迟** - 5G 网络的延迟目标是 1 毫秒以内。实际上，这可能适用于特定的应用和服务，在大多数情况下，延迟可能在 5 毫秒左右。这比当前 4G LTE 网络的 60 到 70 毫秒延迟要低得多。低延迟有利于实现各种应用，如增强/虚拟现实、自动驾驶汽车、物联网等。
- **带宽增加** - 5G 不仅仅是增加蜂窝基站内可用带宽的数量，还将为每个用户扩展带宽。目标是每个用户最低 1 Gbps。同样，这可能只适用于特定情况，但预计 5G 的 LTE 速度将提高 20 到 100 倍。
- **环境感知** - 借助边缘分析和其他工具，5G 网络将知道用户正在尝试完成什么，还能知道用户设备的能力以及该位置的网络状况。举例来说，对于连接到某种关键制造设备的物联网设备，还有下载软件更新的固定设备，5G 网络会向它们提供不同类型的连接。
- **降低设备功耗** - 为了有效实现物联网，需要较长的电池续航时间（需要几年，而不是几天或几周）。这意味着设备和网络之间的无线通信必须极其高效并经过优化以降低功耗。5G 从设计初期就考虑到这一点，因此支持一系列企业应用和服务。

- **RAT 之间的快速切换** - 与 5G eNodeB 之间的切换连接不同，5G 将允许在不同类型的无线接入技术（RAT）之间轻松高效地连接。例如，企业用户可以从安全的企业 Wi-Fi 接入，然后交接到安全的 5G WAN 连接。用户不会察觉到这种切换。
- **固定无线支持**，为家庭和企业带来高带宽服务。可以作为地面有线数据服务的补充来提供固定无线支持，或者在因物理或经济原因而无法提供有线连接的地方提供固定无线支持。

下表显示了 5G 网络架构对于每种应用的帮助。

表 2：针对每种应用的 5G 网络架构优势

		低延迟	带宽增加	环境感知	低功率设备功耗	RAT 之间快速切换	固定无线支持
AR/VR	增强现实	✓	✓	✓		✓	
	虚拟现实	✓	✓			✓	
	远程手术	✓	✓	✓		✓	
内容交付	视频优化（无线感知）		✓				✓
	视频分析			✓			✓
	内容缓存		✓				✓
	数字标牌		✓				✓
V2V	车载互联网/信息娱乐		✓			✓	
	碰撞前感应和缓解	✓		✓		✓	
	共享汽车	✓		✓		✓	
	汽车间信息交换	✓	✓	✓		✓	
	自动驾驶车辆	✓	✓	✓		✓	
	远程车辆监控		✓	✓		✓	

表 2：针对每种应用的 5G 网络架构优势（续）

		低延迟	带宽增加	环境感知	低功率设备功耗	RAT 之间快速切换	固定无线支持
物联网	远程控制	✓	✓	✓		✓	
	资产跟踪			✓	✓		
	位置跟踪			✓	✓		
	楼宇安防		✓	✓		✓	✓
	门禁控制		✓	✓			✓
	气候控制			✓			✓
	智能标牌		✓				
	传感器网络监视和控制	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	无人机监视和控制	✓	✓	✓		✓	
	提醒状态管理			✓			
V2X	前车碰撞警告			✓			
	紧急电子刹车灯			✓			
	禁止通行警告			✓			
	左转/右转辅助			✓			
	十字路口转向辅助			✓			
	盲点和车道变更警告			✓			

表 2：针对每种应用的 5G 网络架构优势（续）

		低延迟	带宽增加	环境感知	低功率设备功耗	RAT 之间快速切换	固定无线支持
专用网络	专用网络			✓			
	本地企业内联网			✓			
	网络切片			✓			
	患者监护			✓			
	动态医院用户			✓			

来源：iGR，2017 年

什么是多接入边缘计算？

2014 年 9 月，MEC（最初表示“移动边缘计算”）的创始公司发布了一份白皮书，将其定义为：

“移动用户附近的无线接入网络提供的 IT 和云计算功能”。

这一倡议促进了欧洲电信标准协会 MEC ISG 标准化组织的成立。² 现在，MEC 标准不仅限于移动网络，还涵盖非 3GPP 接入和固定网络。这种范围的增加也反映在首字母缩略词的含义中（MEC 现在表示的是“多接入边缘计算”）。因此，新的广义定义如下：

“MEC 为应用开发者和内容提供者在网络边缘提供云计算功能和 IT 服务环境。”⁶

对于实际部署，MEC 可以实现几项重要的网络演进：

- 将接入节点转变为能够直接从网络边缘提供高度个性化服务的智能服务中心，同时在通信网络中提供最佳性能。
- 在部署于电信运营商网络任何站点的服务器上运行：例如，在 LTE 或 5G 宏基站（eNodeB）或小型蜂窝或云 RAN 聚合点运行。在有线电视网络中，MEC 可能处于电视输入端。
- MEC 平台采用商用现货组件部署在高容量 IT 硬件上。

- 引入两个新的管理层：一个在系统层面（包括编排器，并且具有多个 MEC 主机/平台的总体视图），另一个在主机层面（包括平台管理器和虚拟化基础设施管理器）。
- 在可以利用 MEC 应用的网络边缘提供 MEC 服务，如无线网络信息（RNI）和位置服务，以提供增强的服务。

MEC 和虚拟化

虚拟化对 MEC 的构思和实施至关重要。MEC 托管基础设施由硬件资源和虚拟化层组成。简而言之，虚拟化管理器提供了基础设施即服务（IaaS）功能。IaaS 控制器为应用和平台提供安全和资源沙箱。虚拟设备应用运行在 IaaS 之上，并作为打包的操作系统虚拟机（VM）映像提供。

来自企业、供应商、服务提供商和第三方的 MEC 应用将在 ME 主机上运行的虚拟机内部署和执行。一台 ME 主机可以运行多个 VM，有助于降低每个 MEC 应用提供商的租赁成本。

MEC 的优势

对于企业来说，MEC 的优势归结为：

- 为客户和员工提供更好的服务 - **更低的延迟，更高的吞吐量**，更多样化、本地化和个性化的服务。针对每个设备实时进行应用感知蜂窝基站性能优化，可以改善网络效率和客户体验。例如，物理位置上更接近的服务器和紧密的 RAN 集成可以帮助减少视频卡顿并提高浏览吞吐量。
- **视频缓存和边缘分析**，特别是将视频内容存储在网络边缘的能力，可以降低传输成本并改善客户体验。分布式缓存技术可以节省回程和传输流量并改善体验质量（QoE）。内容缓存有可能将回程容量需求降低高达 35%。本地域名系统（DNS）缓存可以将网页下载时间减少 20%。
- **支持 IoT/M2M 应用和服务**，这些应用和服务倾向于传输少量数据，但也可能包括更高带宽的应用，如视频监控。
- 云与边缘之间的**应用虚拟化和协调**为更多应用设计人员提供了基于互联网的服务和/或虚拟化服务的机会。例如，应用可以根据终端用户指定的需求，在边缘处理器和云之间动态移动。随着越来越多的应用和服务使用虚拟化解决方案来实现，MEC 架构的角色将变得至关重要。

- 能够支持**专用/本地网络**，为特定建筑物、校园或区域的特定员工和客户运行应用和服务。
- 边缘计算也支持**关键业务通信**。例如，在回程通信故障的情况下，本地边缘计算节点仍然可以向本地连接到该节点的设备提供通信和应用支持。

借助 MEC，能够实现传统内核驱动网络架构无法实现的新服务，并提高从边缘计算中受益的应用和服务的整体性能。例如，通过边缘分析和动态无线资源分配实现的应用和服务是传统网络架构无法实现的。在这些情况下，边缘计算是必需的。

下表显示了具体的 MEC 优点及其所对应的各种应用。

表 3：针对每种应用的 MEC 架构优势

		低延迟	缓存	减少回程	边缘分析	边缘与云之间的应用虚拟化	专用/本地网络
AR/VR	增强现实	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	虚拟现实	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	远程手术	✓	✓	✓	✓	✓	✓
内容交付	视频优化 (无线感知)		✓	✓	✓	✓	✓
	视频分析				✓		✓
	内容缓存		✓	✓			✓
	数字标牌		✓	✓		✓	✓
V2V	车载互联网/ 信息娱乐		✓	✓	✓	✓	✓
	碰撞前感应和缓解	✓			✓	✓	✓
	共享汽车	✓			✓	✓	✓
	汽车间信息交换	✓			✓	✓	✓
	自动驾驶车辆	✓			✓	✓	✓
	远程车辆监控		✓	✓	✓	✓	✓

表 3：针对每种应用的 MEC 架构优势（续）

		低延迟	缓存	减少回程	边缘分析	边缘与云之间的应用虚拟化	专用/本地网络
物联网	远程控制	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	资产跟踪				✓	✓	✓
	位置跟踪				✓	✓	✓
	楼宇安防		✓	✓	✓		✓
	门禁控制		✓	✓	✓		✓
	气候控制		✓	✓	✓		✓
	智能标牌		✓	✓		✓	✓
	传感器网络监视和控制	✓	✓	✓	✓		✓
	无人机监视和控制	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	提醒状态管理				✓	✓	✓
	前车碰撞警告				✓	✓	✓
	紧急电子刹车灯				✓	✓	✓
V2X	禁止通行警告				✓	✓	✓
	左转/右转辅助				✓	✓	✓
	十字路口转向辅助				✓	✓	✓
	盲点和车道变更警告				✓	✓	✓

表 3：针对每种应用的 MEC 架构优势（续）

		低延迟	缓存	减少回程	边缘分析	边缘与云之间的应用虚拟化	专用/本地网络
专用网络	专用网络				✓	✓	✓
	本地企业内联网				✓	✓	✓
	网络切片				✓	✓	✓
	患者监护				✓	✓	✓
	动态医院用户				✓	✓	

来源：iGR，2017 年

5G 和 MEC 机遇

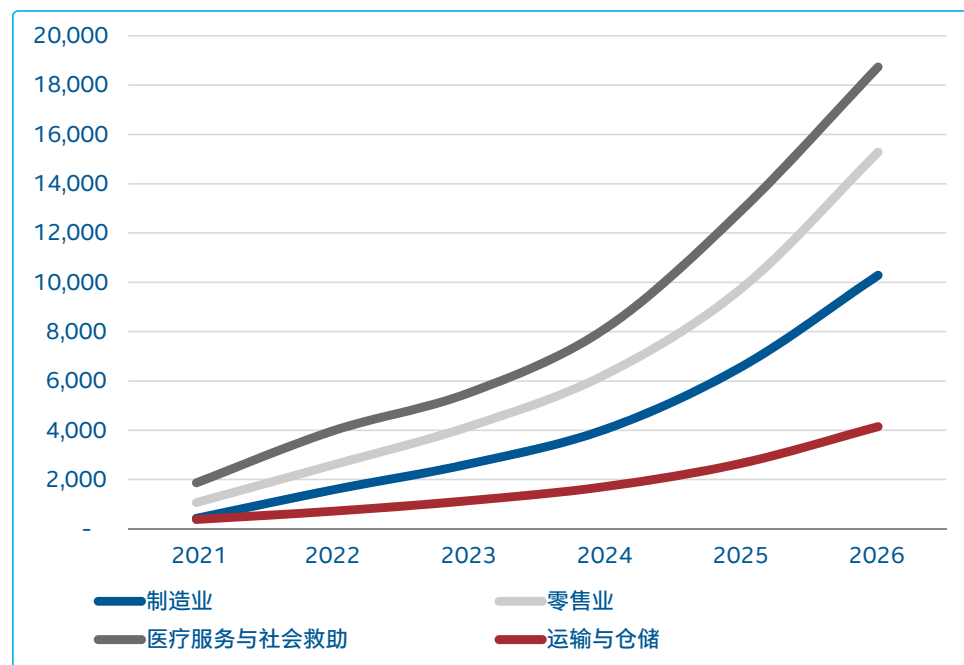
作为本白皮书准备工作的一部分，iGR 对存在的机遇进行了建模，并且预测了美国和西欧四个垂直行业中 5G 连接和 MEC 的采用情况。所审查的四个行业包括零售、制造业、医疗服务和运输/仓储。此外，该模型还研究了可通过移动网络中的 5G 和 MEC 实现的应用和服务。

5G 机遇

下图显示了 2021 年至 2026 年美国和西欧市场 5G 连接的预计数量。请注意，在每种情况下，该模型假定网络将于 2019 年底和 2020 年建成，商业服务将于 2021 年初推出。

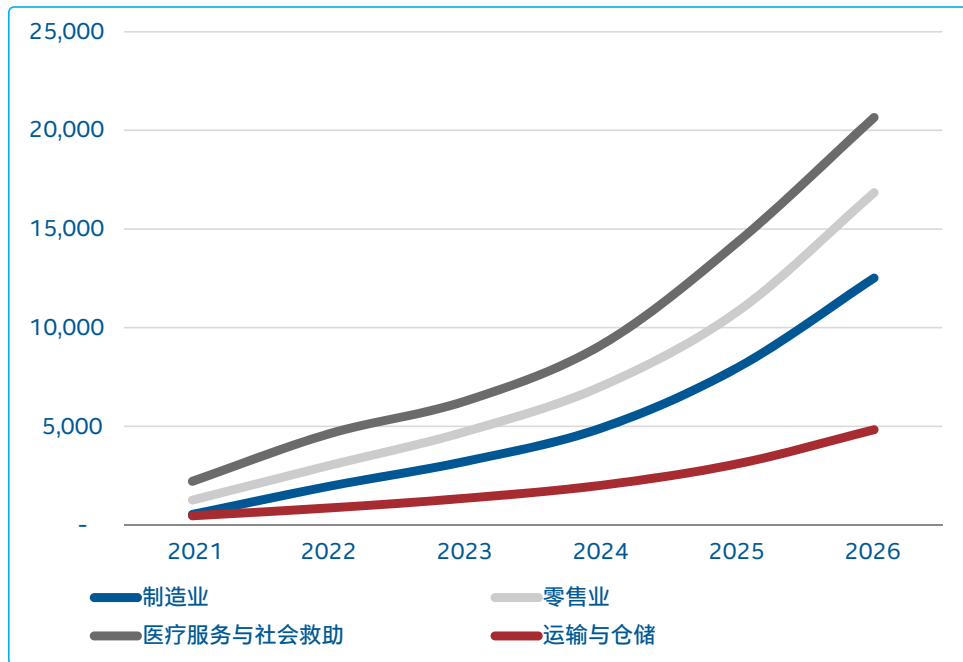
这些预测基于每个行业和每个市场的员工数量以及 5G 网络的拟定部署时间表。请注意，5G 在每个垂直行业的渗透率会因为这些行业可能使用的应用而有所不同。例如，在运输和仓储行业的渗透率较低，因为此垂直行业的应用需要更广泛的网络覆盖，这需要较长时间来构建。

图 3：按行业分类的美国 5G 企业连接数（单位：千）



来源：iGR, 2017 年

图 4：按行业分类的西欧 5G 企业连接数（单位：千）



来源：iGR，2017 年

如上面两张图表所示，预计到 2026 年，美国四个行业中总共有 4,840 万个 5G 连接（占所有移动连接的 37%）。对于西欧而言，预计到 2026 年 5G 连接总量将达到 5470 万（相当于所有移动连接的 28%）。

MEC 机遇

该模型依据每个垂直行业的企业数量和商业建筑数量，预测每个垂直行业所需的 MEC 设备数量。这个需求模型依据的是每个垂直行业采用的特定应用。对于移动网络 MEC 安装，该模型假定了需要网络边缘处理的特定应用（例如自动驾驶汽车）的渗透率。

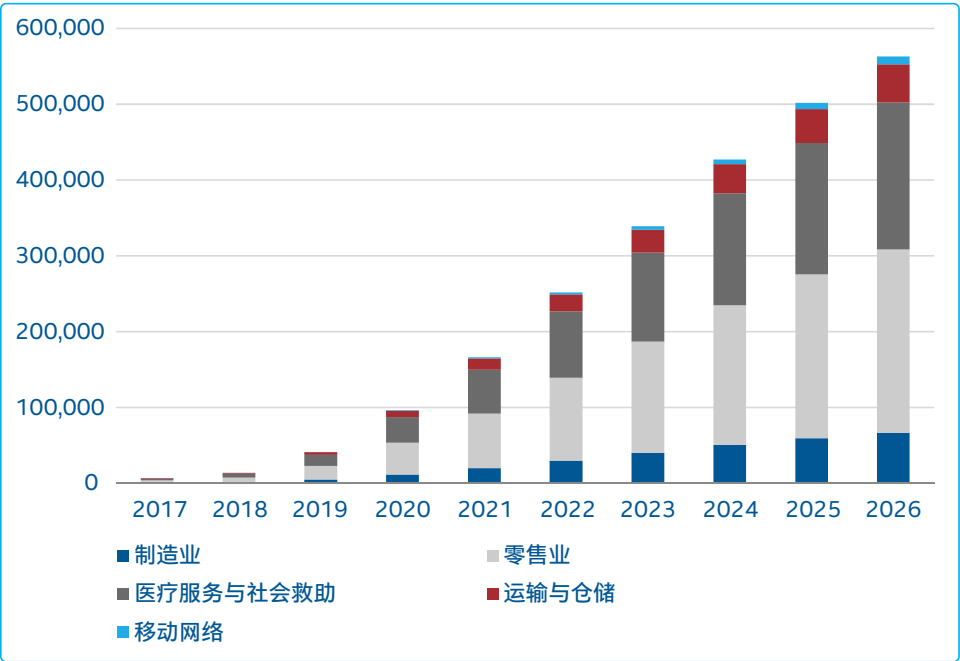
下图显示了从 2017 年到 2026 年美国安装的 MEC 设备的数量，再下面的一个图显示了西欧地区的情况，数据相同。请注意，MEC 安装始于 2017 年，比预期的首批 5G 商业服务上线早了四年。MEC 不需要部署 5G 网络（反之并非如此：5G 将需要边缘计算架构来实现其所有性能目标）。

预计 MEC 设备数量最多的是零售行业，因为潜在门店的数量很多。例如，一家全国零售商可能拥有 2,000 个门店，每个门店都有一个小型 MEC 设备。但是一个制造工厂（雇用的人数可能与 2,000 家零售门店的人数相同）可以通过单

一的大型 MEC 来支持。因此，所给出的预测代表了安装了 MEC 的门店数量，而不是每个 MEC 设备的相对大小。

如下图所示，到 2021 年（当 5G 商用发布时），美国 MEC 设备的数量预计将达到 166,000 台，到 2026 年将超过 563,000 台。预计在零售和医疗服务以及社会救助行业中的安装数量最多。

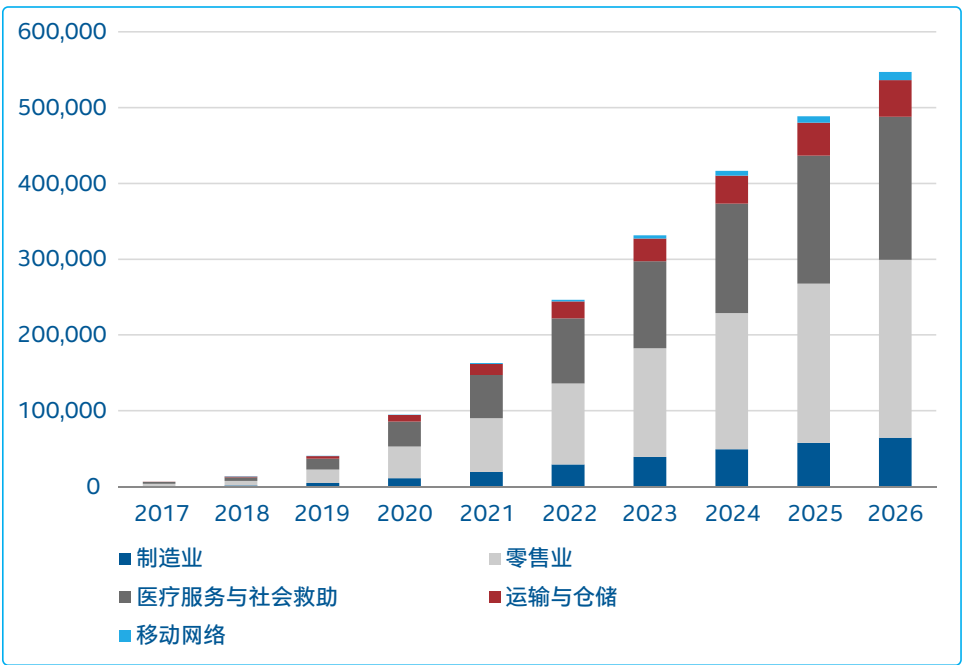
图 5：美国的 MEC 安装量



来源：iGR，2017 年

对于西欧而言，情况类似：零售和医疗服务以及社会救助行业中的安装数量最多。从 2017 年到 2021 年的增长相对较慢（预计西欧有 163,000 个 MEC），但随着 2026 年达到 563,000 个 MEC，增长势头会加强。

图 6: 西欧的 MEC 安装量



来源: iGR, 2017 年

零售业多接入边缘计算 (MEC) 业务案例

为了说明和量化零售环境中 MEC 的潜在优势，iGR 在一家美国大型零售商中进行了总体拥有成本 (TCO) 研究。这家全国性零售商拥有超过 2,000 家门店，主要业务是销售技术产品和服务。这些门店负责履约、维修、客户支持和分销，每家门店销售多种类型的设备和高级服务。为了扩展分销和客户支持，该公司每年都开设新门店。

iGR 不是调查与单一门店相关的成本，而是研究该零售商的 25 个新门店的 TCO。TCO 覆盖三年，并将 MEC 设备的安装量与每家门店中使用的当前 Wi-Fi 配置进行比较。模型中不包括折旧 - 该公式只是计算一个简单的 TCO。

目前店内的技术环境

目前，该零售商的每家门店都使用 Wi-Fi 基础设施和视频服务器来支持店内员工、设备、演示和数字标牌。Wi-Fi 网络连接了一系列销售点设备、打印机、PC 和其他设备。

每家门店最低配备 100 Mbps 专线连接，而较大的门店则必须升级到 1 Gbps 专线来处理繁忙时间的流量负载。由于门店的额外负载，Wi-Fi 控制器、负载均衡和策略引擎必须在 WAN 中升级。

当前门店的 IT 环境面临一些重大挑战：

- 由于软件更新下载次数和视频下载次数很多，WAN 连接 (100 Mbps) 不堪重负。这导致在高峰时段客户服务缓慢 - 简而言之，网络无法处理如此大量的网络流量。
- 目前的 Wi-Fi 网络难以支持员工、客户、演示服务、销售点等等。一些门店使用过时的 Wi-Fi 接入点，需要对此进行更换。另外，Wi-Fi 流量负载意味着要在 WAN 中实现负载均衡。
- 针对员工设备、演示设备等的策略管理需要在 WAN 中实施。
- 该公司正拟建新的店内功能 (包括增强现实和虚拟现实)，因此每个门店内都需要大量全新的服务器和 Wi-Fi 基础设施。
- 通过缩短店内周转时间来改善客户体验。

MEC 环境

为每个门店建议的 MEC 设备配置如下：

- 每个门店有一个 MEC 设备，可在整个门店中提供 LTE 覆盖。
- 这家零售商的应用和服务将在网络和设备中进行虚拟化和编排。
- 每家门店保留两个当前的 Wi-Fi 接入点并连接到 MEC，以便根据需要为门店客户提供 Wi-Fi 连接。
- MEC 将通过 100 Mbps 专线连接与公司的 WAN 连接。
- 由于 MEC 通过 LTE 协议提供策略支持，因此 Wi-Fi 在 WAN 中不需要负载均衡、Wi-Fi 控制器或策略引擎。
- 数字标牌、销售点设备等门店现有的线路将被保留。

MEC 的总体拥有成本优势

MEC 解决方案的三年 TCO 收益非常巨大：

- 如果门店不需要升级 100 Mbps 线路，则**三年可节省 55.9% 的成本**（资本开支和维护成本）。
- 如果门店必须升级到 1 Gbps 连接，那么 MEC 三年 TCO 可节省 **54.0%**。
- 与当前的部署相比，借助 MEC 设备，门店在繁忙时间的 WAN 流量**减少了 59%**。这是通过在本地缓存内容实现的：
 - 软件更新在门店内以本地方式缓存在 MEC 服务器上，每天更新一次（在夜间）。这意味着每次请求设备软件更新（通常在尝试诊断其他客户设备问题之前执行）均在本地进行处理，而不是使用门店 WAN 连接。
 - 培训视频和演示视频在门店内以本地方式缓存在 MEC 服务器上，同样也是每天更新一次（在夜间）。

在零售店使用 MEC 也有无形的好处。例如，由于整个门店都提供了 LTE 覆盖，因此外部宏基站的负载降低，并且门店中的客户体验得到改善 - 虽然这可以量化，但很难说会有显著的财务方面的优势，因为宏基站不太可能因此而退役。例如，要在门店中部署增强现实或虚拟现实，AR/VR 软件将以远程方式添加到

MEC（就像在任何其他云平台上一样），而且如果 MEC 设备具有足够的处理和存储容量，无需额外的服务器或基础设施即可轻松部署 AR/VR。

最后，通过改善店内系统的性能（尤其是设备操作系统升级），零售商有望减少解决客户问题所需的时间，从而能够当天在店内处理更多的客户请求，或者为产品追加销售机会留出额外时间，具体取决于零售商的优先事项。对于客户而言，这可能会在门店较为忙碌的时候，减少他们的等待时间。

结论

正如本报告开始部分所述，有许多应用案例描述了如何使用 5G 技术成果和网络，而且 MEC 是利用 5G 网络实现这些应用案例的重要组成部分。MEC 提供了一个平台，可以满足 5G 关键通信的延迟要求，而这些要求无法通过目前的网络架构来实现，并且对于许多通过将服务部署在更靠近网络边缘的位置而得到增强的应用案例而言，MEC 非常关键。

MEC 为服务提供商和企业提供了一个采用新模型和降低成本的机会，同时还能改善成本、速度和整体实力。

参考资料

- ¹ 5G 基础设施协会：愿景白皮书，2015 年 2 月。
<http://5g-ppp.eu/wpcontent/uploads/2015/02/5G-Vision-Brochure-v1.pdf>
- ² ETSI 白皮书：“Mobile Edge Computing: A key technology towards 5G”（移动边缘计算：迈向 5G 的关键技术），2015 年 9 月；www.etsi.org/images/files/ETSI-WhitePapers/etsi_wp11_mec_a_key_technology_towards_5g.pdf
- ³ ETSI GS MEC 002 V1.1.1（2016-03）：“移动边缘计算（MEC）；技术要求”
- ⁴ ETSI GS MEC 003 V1.1.1（2016-03）：“移动边缘计算（MEC）；框架和参考架构”
- ⁵ T. Taleb 等人，“关于多接入边缘计算：新兴 5G 网络边缘云架构和编排调查”，IEEE 通信调查和教程杂志，2017 年
- ⁶ ETSI MEC 网站，<http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/-multi-accessedge-computing>
- ⁷ NGMN，5G 总体愿景，<https://www.ngmn.org/about-us/vision-mission.html>