

研究洞察

电信行业的 5G 未来

借助 5G、边缘计算和 AI,
创造新的收入流和新服务

IBM 商业价值研究院



IBM 如何提供帮助

通信服务提供商比以往任何时候都更加需要依赖于和 5G、（混合）云、人工智能、边缘计算、平台技术以及区块链相关的最新解决方案，实现网络所需的数字化转型，在当今环境中蓬勃发展。IBM 在全球拥有广泛的电信解决方案实验室、研究实验室和创新中心网络，能够为自己的行业解决方案提供有力支持。我们拥有 22,000 多位通信行业的主题专家，而且与全球 200 多家主要的通信服务提供商开展合作。IBM 持续出重资开展关键的收购活动，旨在不断积累专业知识和能力，以便为电信行业的客户提供支持。

要了解 IBM 解决方案如何打造个性化的客户体验，加速网络自动化，并创造新的收入流，请访问 ibm.com/industries/telecom-media-entertainment。

扫码关注 IBM 商业价值研究院



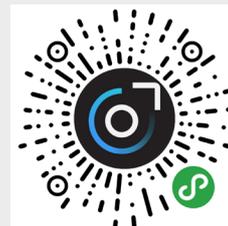
官网



微博



微信



微信小程序

谈话要点

5G 将在几乎所有行业中创造新的突破性用例

5G、边缘计算和人工智能 (AI) 等技术的交汇融合，有望在垂直行业中创造全新的用例，推动“工业 4.0”的加速采用。

消费者看到了 5G 的价值，为了获得更好的视频质量，甚至不惜转投其他服务提供商

消费者对 5G 寄予厚望，许多人愿意为了获得更优质的移动视频体验和 / 或未来的沉浸式媒体应用而支付更多的费用，甚至不惜转投其他服务提供商。

网络边缘的 AI 为超低延迟的 5G 应用奠定基础

对于需要接近实时地获得反馈和做出决策的应用，将 AI 部署在边缘附近是要优先考虑的关键问题。这有助于实现过去无法想象的超低延迟无线解决方案。

—

5G：为 CSP 创造业务增长机遇

电信行业即将步入关键的新时代，多个技术领域突飞猛进，尤其是 5G、边缘计算和 AI 等技术日益交汇融合，正在从根本上改变这个世界。这些技术有潜力改变消费者进行沟通、使用内容、协同工作以及与环境互动的方式。而且，它们还可能改变电信行业内外格局。

这份 IBM 商业价值研究院 (IBV) 研究洞察报告的重点放在两个方面：先说明最新的 5G 技术如何创造目前根本不可能实现的全新突破性应用；再详细介绍通信服务提供商 (CSP) 如何使用这项技术，在企业和消费者领域创造价值，增加收入。

从广义上讲，5G 技术具有为个人、社会、组织和企业赋能的潜力。这是改变游戏规则的力量，有能力为各行各业创造巨大的机遇。对于电信行业而言，5G 有机会带来企业所渴望的新收入流。但是，由于推进无处不在的 5G 网络存在很高的风险，而且需要重大投资，因此 CSP 都谨慎行事。

例如，根据全球最大的非银行运营资本解决方案提供商 Greensill 的 5G 支出报告，全球基础设施升级需要投资约 1 万亿美元。¹ 推出 5G 网络需要（比 4G）建设更密集接收塔和小型基站、密集的光纤回程线路以及许多其他新的基础设施要素。此外，还必须购买额外的 5G 频谱（通常非常昂贵）。这些只是 CSP 的预期投资。还不包括物联网 (IoT) 设备升级之类的费用。



49%

的电信业领导表示，他们的企业将在未来 2-3 年内对 5G 移动技术进行重大投资



77%

的 5G 早期采用消费者表示，如果 5G 技术上市后可以带来“惊艳”的移动视频质量体验，他们会考虑采用



94%

的电信行业高管预计，在未来 5 年内实施边缘计算将有助于提高运营响应能力

此外，CSP 还需要在收入增长速度相对平稳的时期进行这些重大投资。2018 年，CSP 的年收入同比增长 1.4%，还不到全球 GDP 增长速度的一半。² GSM 协会 (GSMA) 指出，在 2019 年和 2020 年出现增长小幅回升之后，预计到 2025 年，增速将回落到 1% 左右。³

更大的问题在于，CSP 仍需要分期偿付 4G 核心网络的投资。4G 在网络能力方面取得了巨大的飞跃，但要实现这种能力，需要大量投资。首批 4G 服务于本世纪 10 年代初推出。在 2010 年至 2018 年间，全球范围的 CSP 在将网络升级到 4G 方面的投资超过 1 万亿美元。⁴ 而且许多 CSP 仍在继续升级，以应对不断增长的需求。

因此，大多数 CSP 不会在 5G 部署的第一阶段优先考虑核心网络。而是将 5G New Radio (NR) 功能单独添加到 4G 核心之中，主要目的是解决容量问题。对于大多数 CSP 而言，这种渐进式方法是自然而然的选择，虽然收入潜力较小，但是初期投资也较少。

5G：解决智能手机用户当前的痛点

受访者普遍认同，CSP 从 5G 实现创收的最大潜力在于行业应用，包括物联网。但是，这就必须构建 5G NR 与 5G 核心配对的网络，需要进行巨大投资。要升级技术、标准、支持系统和业务模式，需要完成大量的工作。这一切可能要到 2025 年左右才能全部完成。

因此，早期的 5G 服务主要专注于解决智能手机用户当前的痛点，尤其是那些与移动视频爆炸式增长相关的痛点。思科指出，到 2022 年底，移动视频将占到移动数据总流量的 79%。⁵

5G 有望以超越以往任何一代移动网络技术的速度在全球范围推出。

用于观看流式内容的移动设备的数量不断增加，导致观看视频的时间也迅速增长。社交媒体中嵌入式视频的数量越来越多，而且分辨率越来越高，这进一步加剧了当前网络的压力，导致视频体验下降。之前从 3G 迁移到 4G 网络明显改善改善了视频观看体验，但这也未能满足消费者对于高分辨率视频内容的“好胃口”。

进行早期的商用推广

5G 有望以超越以往任何一代移动网络技术的速度在全球范围推出。5G 用户数量的增长速度超过了预期。爱立信在 2018 年预测，到 2024 年底，全球 5G 用户将达到 15 亿，但由于看到 5G 技术从一开始就出现了迅猛发展的势头，而且消费者热情高涨，他们在 2019 年将这一数字调整为 19 亿。⁶ 到 2024 年，5G 预计将覆盖全球人口的 45%，而 5G 网络预计将承载全球 35% 的移动流量。⁷ GSMA 的预测较为保守，他们认为到 2025 年，5G 用户估计将达到 15.7 亿。⁸

尽管要达到临界数量还需时日，但显然 5G 竞赛已拉开序幕。多个市场中的 CSP 已逐渐开始启动 5G 网络。启动时间很大程度上取决于和 5G 兼容的智能手机的上市时间以及 5G 频谱的分配情况，每个国家 / 地区都为 5G 频谱的预留、拍卖安排了时间表，或制定了正式的计划。

韩国于 2019 年 4 月 4 日启动首个 5G 商用网络，五个月后用户数量突破 300 万大关。现在，5G 网络已经覆盖了该国的几乎全部人口。⁹ 由于超高清 (UHD) 5G 直播和娱乐应用（例如增强现实 / 虚拟现实 (AR/VR) 游戏）的普及，韩国 5G 网络数据使用量激增。¹⁰

2019 年春，Verizon、AT & T、Sprint 以及 T-Mobile 开始在美国多个城市推出 5G 网络，提供速度更快的 5G 无线连接。Verizon 还在美国各地的运动场馆（例如 NFL 和 NBA）推出了全新的 5G 网络。¹¹ GSMA 预测，到 2025 年，5G 通信将占北美所有移动通信的将近一半。¹²

中国也在大力投资，积极进军 5G 市场。自 2019 年 11 月 1 日以来，中国拥有规模最大的商用 5G 网络，由中国三大运营商向用户提供 5G 服务。¹³ 这三大运营商的网络遍布中国 50 个主要城市，由 12,000 个活跃的 5G 基站为网络覆盖提供支持。到 2025 年，中国预计将占全球 5G 连接的 40% 以上。¹⁴ 2019 年，德国、瑞士和英国等国也启动了商用 5G 网络。¹⁵

创建私有 5G 网络

为实现 5G 的全面部署和商业化，CSP 必须在特定频率范围内获得足够的频谱。许多 CSP 已参与 5G 频谱拍卖。但是，不能再将 CSP 视为默认的连接提供商。根据 GSMA Intelligence 报告，5G 可能会在私有企业网络中出现爆炸性增长。¹⁶

这种为企业而不是运营商分配频谱的新趋势可能会促进未来 5 年的需求增长。例如，制造商可能会选择为工厂内的应用构建私有 5G 网络。

美国联邦通信委员会 (FCC) 已批准为“公民宽带无线服务” (CBRS) 分配 3.5 Ghz 中频带 5G 频谱，以进行初期商用部署。¹⁷ 德国已经在 5G 分配中为私有牌照划出了频谱，甚至没有进行拍卖，而是根据申请将频谱分配给申请者。¹⁸ 宝马、大众和戴姆勒已经表示有兴趣在自己的德国工厂中运行私有 5G 网络。¹⁹

对于运营商而言，这意味着基础设施竞争将变得更加艰难，与邻近行业“亦敌亦友”的合作关系将成为常态，而非特例。

澳洲电信：在活跃的创新实验室中开展 5G 合作²²

澳洲电信 (Telstra) 的 5G 创新中心成立于 2018 年，地点设在该公司位于黄金海岸的 Southport 交易所，目的是促进全球各地的 5G 技术供应商、开发商、初创企业与企业客户开展协作。该实验室的宗旨是在澳大利亚的运营环境中测试 5G 和相关技术，帮助开发可以利用最新电信技术的产品和服务。

在该实验室中，澳洲电信设计、试验 5G 应用，并在现实环境中开展 5G 测试。该公司希望，一旦新的标准、频谱和 5G 设备可用，就能够立即推进 5G 部署。在所有这些要素准备就绪后，澳洲电信就可以在全国范围内向高需求区域推出商用 5G 功能。

澳洲电信在实验室中评估了各种用例，包括沉浸式媒体、增强现实和虚拟现实、5G 移动游戏以及自动驾驶。此外，他们还将 5G 智能无人机技术应用于支持冲浪救生服务，将机器人机械臂技术应用于支持一系列需要精准控制的工业应用。

5G：对企业的影响要基于对消费者的影响

对于 CSP 而言，5G 的主要收益来自于满足企业的需求，而不是为消费大众提供服务。对于各行各业的企业而言，5G 不仅有助于增强网络性能，还可以带来大量其他效益。5G 的最大价值并不在于将人与人连接起来，而在于能够为基础设施、机器和设备提供无缝连接。

5G 将成为制造、运输和医疗保健等垂直行业中许多新应用的基础平台。但是，用于开创企业服务新局面所需的功能和标准仍在开发之中。因此，商用 5G 企业应用（例如工业 4.0 工厂、自动驾驶汽车和机器人手术）将以循序渐进的方式推出，现在还有一段距离。

对于 CSP 而言，垂直行业提供了最大的收入增长机遇。但为了能够从 5G 最大程度收获利润，这些组织还必须改变思维方式，摒弃一些过去的做法。CSP 必须在生态系统中开展合作。只有当 CSP 是数字架构的一部分时，才能帮助企业 and 行业从 5G 中释放价值，提供开放的平台，并与生态系统合作交付解决方案。

一些 CSP 已经开始合作开展 5G 技术试验。例如，Telefonica 与西班牙汽车制造商 Seat 合作试验 5G 互联汽车用例，目的是在城市环境中实现更安全的驾驶。²⁰ NTT Docomo 和电子企业 Omron 在其工厂和其他生产场所使用 5G 进行联合实地试验。²¹ 澳洲电信建立了 5G 创新中心，旨在促进技术供应商、开发人员、初创企业与企业客户之间合作，以及进行 5G 实地试验（请参阅侧边栏“澳洲电信：在活跃的创新实验室中开展 5G 合作”）。

5G、边缘计算和 AI 的融合奠定了坚实的基础，能够为几乎所有行业中新的突破性用例提供支持。

众多技术的完美融合

5G 技术可以为消费者和企业开启一系列突破性的新用例——提高应用的连接速度、扩充通信容量、显著减少延迟、实现卓越的可靠性 / 安全性以及提供对高密度设备的支持。例如，随着 5G 网络的全面普及，消费者可以从增强的娱乐选项受益，这包括成熟的 VR/AR、混合现实、扩展现实 (XR)、360 度视频应用等。

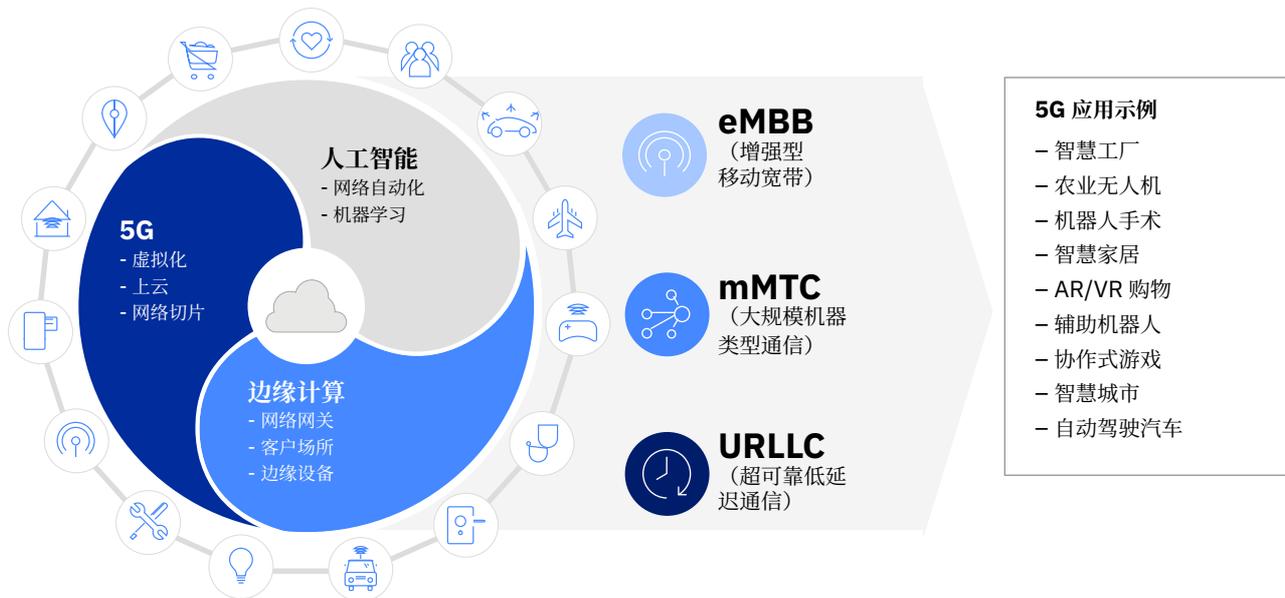
5G、边缘计算和 AI 的融合奠定了独一无二的基础，能够为制造、汽车、医疗保健、农业等几乎所有行业的突破性新用例提供支持（见图 1）。这些技术还为 CSP 创造新的企业收入流提供了重要机遇。

要明白 5G 不只是另一代网络技术

从 1G（模拟语音）到 2G、3G 和 4G 网络技术的转变，主要就是移动通信的数字化、数据和应用的使用以及速度和吞吐量的提高，但 5G 所带来的好处远不止这些。

图 1

众多技术的完美融合：5G、边缘计算和 AI



来源: IBM 商业价值研究院

除了增强型移动宽带 (eMBB) 外, 5G 还提供大规模机器类型通信 (mMTC), 支持在许多垂直行业中大规模采用物联网服务。此外, 它可以为任务关键型应用提供超可靠低延迟通信 (URLLC)。

5G 使用三个主要频率范围 (1 Ghz 以下、1-6 Ghz 和 6 Ghz 以上) 内的频谱, 在城市、郊区和农村提供广泛的服务覆盖, 并支持大量的物联网设备。CSP 必须充分利用每个频带的性能特征 (与峰值速率、通信容量以及延迟等要求相关), 实现设想的所有用例。

要实现 5G 的全部效益, 需要建立基于云的虚拟化网络基础架构, 并通过快速扩展和收缩、共享资源以及实现敏捷性而不断进行优化。网络虚拟化和上云是交付 5G 网络服务以满足客户和服务提供商期望的基础。这还有助于将认知自动化提升到前所未有的水平, 使 5G 网络能够实现智能、敏捷、响应迅速的网络和服务运营。²³

结合使用: 边缘计算和 5G

5G 只是共同开启电信行业历史新篇章的一系列技术之一。另一项有助于彻底改变电信行业面貌的重要技术是边缘计算, 包括欧洲标准组织 ETSI 定义的多址边缘计算 (MEC)。²⁴ 通过结合使用边缘计算与 5G 网络切片技术, 获益最大的是对延迟和时间敏感的应用 (例如自动驾驶汽车和遥控机器人)。

如果没有边缘计算, 5G 应用和服务将依靠从核心网络到集中式云资源的连接进行存储和计算, 从而抵消 5G 在降低延迟方面的积极影响。边缘计算的基本理念就是在更靠近网络边缘 (即更接近最终用户和设备) 的地方存储 / 访问数据并执行高要求的处理任务, 显著减少网络拥塞和延迟。这对于需要持续执行纠正措施的延迟敏感型应用至关重要。

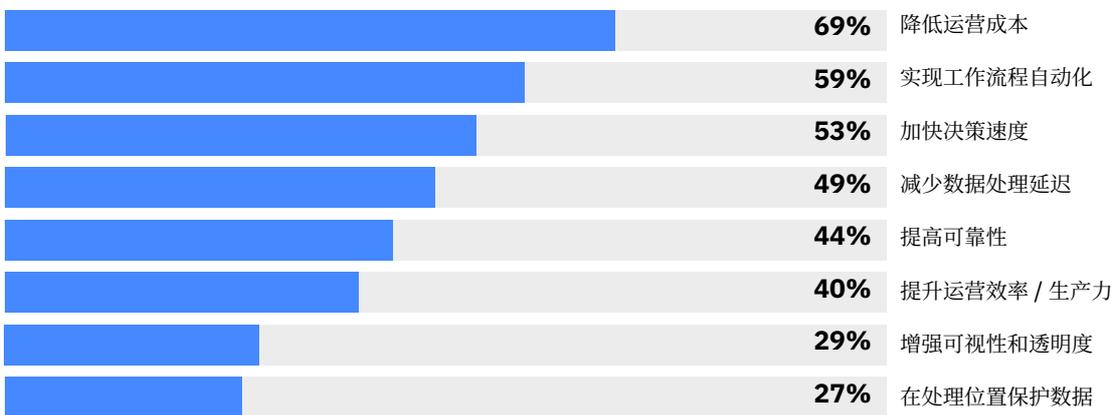
边缘计算与云计算是互补关系, 而非竞争关系。通过结合使用这两种技术, 就可以同时获得本地计算 (在网络网关、用户场所或边缘设备上) 和云计算两方面的优势。尽管边缘计算可在 4G 环境中使用, 但与 5G 的结合有助于优化吞吐量 and 延迟 (减少到 10 毫秒的数量级), 从而为以前无法想象的延迟敏感型无线解决方案奠定基础。

基于 5G 的边缘计算商业应用尚需时日, 但 CSP 越来越认识到这些应用的重要性, 而且他们可以在这些应用的部署方面发挥不可或缺的作用。在 IBM 的边缘计算调研中, 有 56% 的 CSP 受访高管表示, 他们已经进入规划和概念验证阶段。²⁵ 在受访的所有 CSP 高管中, 有 94% 预计边缘计算将在 5 年内对运营响应能力产生积极影响。他们指出, 最大的影响在于降低运营成本, 实现工作流程自动化, 加速决策过程以及减少数据处理延迟 (见图 2)。

AI 已成为采用边缘计算的主要推动因素。

图 2

未来 5 年内，受边缘计算影响最大的运营响应能力要素



来源：2020 年 IBM 边缘计算调研；n=70。

许多 CSP 已经在评估 5G 网络上的边缘计算。例如，AT & T 一直在零售环境中测试边缘计算（请参阅侧边栏：“AT & T：将身高 6 英尺的零售机器人与 5G 和边缘计算连接起来”）。另一个例子是，Verizon 正在开发新的 5G 边缘技术，旨在彻底改变企业应用中 VR、XR 和 AR 的移动性。²⁶ 此外，SK Telecom 已向第三方和企业客户推出了 5G 边缘计算开放平台。²⁷

加强 AI 在 5G 网络中的作用

随着产业逐渐实现数字化、互联设备不断增加以及对沉浸式体验的需求日益高涨，对网络边缘处理能力的要求也与日俱增。Gartner 预测，到 2022 年，超过一半的企业生成的数据将在数据中心外创建和处理，到 2025 年，大约 75% 的数据将在边缘进行分析和处理。²⁹

AI 已成为采用边缘计算的主要推动因素。通过采用边缘计算技术，可以使 AI 更加靠近创建数据和需要采取措施的位置。AI 可以在非常短的时间内处理大量数据，并提供深入洞察，推动快速做出以数据为依据的本地决策。对于需要接近实时地获得反馈和进行优化的应用（比如机器控制、设备监控和远程手术），将 AI 部署在边缘附近是要优先考虑的关键问题。

如果能够在 AI 的帮助下，在边缘更快地做出决策和响应，势必可以带来更出色的用户体验（例如，在 AI 辅助驾驶和多人游戏领域）。此外，边缘计算还有助于提高安全性，因为敏感数据可以在边缘进行分析，而无需通过核心网络发送到中央云，因此不会限制存储在任意位置的数据量。

AT&T：将身高 6 英尺的零售机器人与 5G 和边缘计算连接起来²⁸

位于德克萨斯州普莱诺的 AT & T Foundry 与机器人制造商 Badger Technologies 合作，在结合使用 5G 和多址边缘计算 (MEC) 的环境中测试机器人。目前，Badger 在荷兰零售商 Ahold Delhaize 的美国杂货店中运行大约 500 个零售机器人。这些机器人在商店的过道中来回走动，检查是否有液体洒出和其他跌倒危险。它们还可以监控库存水平。

现在，这些机器人通过商店中的 Wi-Fi 联网；数据由机器人身上的计算机进行处理。在新的情况下，Foundry 的现场 MEC 设备能够将计算机从机器人身上移除，在用户场所处理数据。该试验旨在证明 5G 和 MEC 对于需要高速度和低延迟的机器人技术和其他应用的好处。在本地处理数据还使 Badger 可以更好地控制哪些数据能在商店外传输，哪些数据要留在内部，从而解决隐私和安全问题。

利用 5G 为企业和行业赋能

对于 CSP 而言，真正的价值在于满足企业需求。最先进的 5G 用例，以及为 CSP 带来最大收入增长机遇的用例，都存在于企业和行业市场。5G 有可能成为许多新行业应用的基础，并支持当前网络无能为力的全新用例。

新技术已开始得到应用，但不确定性依然存在

5G 有能力重塑各行各业。但是，5G 的这种“变革性”作用在短期内还无法显现。尽管技术战略已相当成熟，但要迁移到 5G 环境，使这种变革成为现实，仍需数年之久。这取决于能否建立云原生 5G 核心网络，能否利用广泛的网络虚拟化功能，以及能否实施基于 AI 的自动化。³⁰ 大多数运营商仍处于开发这种无处不在的 5G 网络基础架构的早期阶段。在标准、法规，尤其是运营和业务支持系统方面，仍然任重道远。

业务案例和预期投资回报的不确定性也是导致 5G 全面部署推迟的原因。尽管人们对这项技术抱有很高的信心，但与业务案例说服力和基础经济状况相关的不确定性使许多运营商不愿全速推进 5G 投资。CSP 还要应对诸如竞争加剧、新技术快速出现、法规不断变化以及获得融资之类的风险。

借助成熟的 5G 网络，CSP 就可以通过网络切片技术，向特定垂直市场提供服务。

我们的 2019 年 IBM 全球最高管理层调研对 730 位电信行业最高层主管进行了访谈，结果表明，在过去 2-3 年中，全球只有 15% 的 CSP 对 5G 技术进行了大力投资。³¹ 然而，CSP 越来越认识到，这些投资对于确保自身在垂直行业中的未来地位意义重大。49% 的受访电信领先企业在收入增长、盈利能力和创新能力方面表现出色，他们表示，计划在未来 2-3 年内进行重大投资（见图 3）。

兑现网络切片的承诺

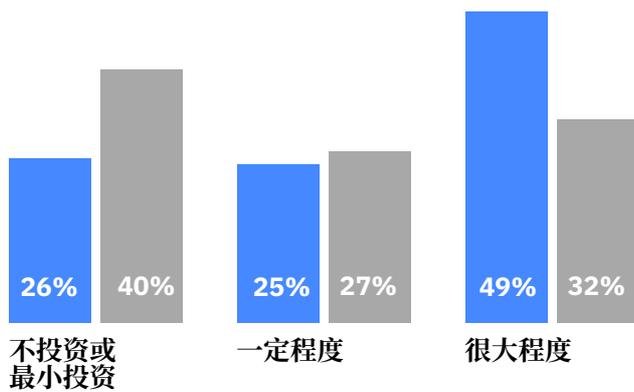
借助成熟的 5G 网络，CSP 就可以通过网络切片技术，向特定垂直市场提供服务。这项技术支持在单一物理基础架构上部署任意数量的端到端虚拟网络，每个虚拟网络即为一个切片。

图 3

未来 2-3 年对 5G 移动技术的投资水平

CSP 领先者

其他 CSP



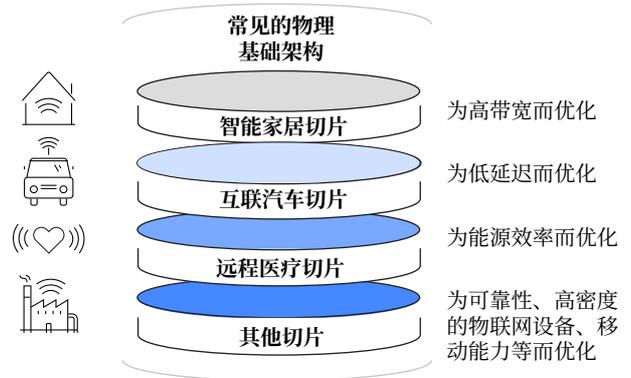
来源：2019 年 IBM 全球最高管理层调研；n=730。

通过使用这项技术，电信运营商就能够为特定客户或应用保留切片，并保证服务质量。³² 网络切片技术支持运营商动态平衡不同应用（例如远程医疗和自动驾驶互联汽车领域的应用）之间不同的需求（例如可用性 / 可靠性、吞吐量和延迟等）（见图 4）。

企业和行业应用尤其能够从 5G 网络切片技术与边缘计算的结合中受益。边缘计算将存储、计算和智能分配到网络的多个层面，包括极低延迟用例情况中的极端边缘。它在更靠近设备和最终用户的专用切片中提供特定类型的应用或服务。除了实现超低延迟之外，它还有助于增强安全性，节省回程线路成本。

图 4

网络切片技术



来源：IBM 商业价值研究院

沃达丰 (Vodafone): 电动汽车工厂使用基于 5G 技术的机器人提高生产效率³³

德国一家微型电动汽车企业 e.GO Mobile AG 在位于亚琛的工厂实施了 5G、网络切片和边缘计算技术，用于支持汽车生产。该解决方案在整个生产链中提供高度安全、接近实时的数据网络，覆盖从数字化物料管理到自动驾驶车辆控制的方方面面。

经过优化的现场网络使用 36 根天线覆盖 8500 平方米的厂房，提供千兆位带宽，延迟控制在毫秒级别。当每辆汽车通过装配线时，高度安全的技术自动确定并提供生产物料，从而提高整个生产链的运行速度和效率。这种方法取代了将车辆从一个加工站移到另一个的传统生产线。

将来，还会使用自动驾驶叉车和小型机车，在仓库和生产线之间运输物料。装配工厂已进入“工业 4.0”时代，在信息技术方面实现了完全联网。这种连通性将实体和数字环境连接在一起。

通过在 5G 核心网络环境中部署网络切片和边缘计算，为以前根本无法想象的延迟敏感型无线解决方案创造了可能性，包括面向互连自动驾驶汽车和智能工厂等方面的解决方案。许多 CSP 正在评估 5G 与网络切片和边缘计算相结合的概念，例如沃达丰正在为德国微型电动汽车企业 e.GO Mobile AG 位于亚琛的工厂进行这方面的评估（请参阅侧边栏：“沃达丰：电动汽车工厂使用基于 5G 技术的机器人提高生产效率”）。

评估 5G 对于物联网和垂直行业的潜力

5G 企业和行业用例特别以物联网为中心。事实上，在设计 5G 时就考虑了极其多样化的物联网用例。例如，在消费物联网领域，用例包括互连家居、汽车和个人电子产品（例如可穿戴设备）。在我们的 2019 年全球电信行业消费者调研（将在本报告的第二部分详细探讨）中，30% 的受访消费者表示，他们对于 5G 智能家居应用很感兴趣，仅次于媒体和娱乐类型的 5G 应用。

而在企业物联网中，关注重点在于运营效率和有效性。例如，基于 5G 物联网的企业资源规划 (ERP) 系统可以将传感器和其他物联网设备连接起来，以便实时将数据传输到系统中，无需人工干预。在工业物联网中，5G 是“工业 4.0”向日趋智能和动态的制造转变过程中的关键要素。

工业 4.0 正在彻底改变制造的概念 — 从大规模生产转变为大规模定制。

5G 物联网日益成为大多数行业的命脉，将为几乎所有行业带来变革性的能力（见表 1）。爱立信对十个行业进行了分析并得出结论，到 2030 年，5G 推动的投资总额预计将达到约 1.5 万亿美元，其中 CSP 的投资占将近一半。³⁴

表 1

5G 在垂直行业中的潜在应用示例

行业	5G 的潜在应用示例
制造业	智慧工厂、AR 和远程专家、精密监测和控制、协作机器人、高级预测性维护
汽车业 / 交通运输业	自动驾驶、车载信息娱乐系统、空中出租车、车队管理和跟踪
娱乐业	协作式游戏、消费性 AR/VR、3D 通话 / 全息图、智能可穿戴设备
医疗保健业	远程患者监控、虚拟咨询、远程诊断、机器人护理、机器人手术、跌倒检测
能源和公用事业	智能计量、智能电网自动化、海上钻井作业、无人机监控
零售业	AR/VR 购物、店内体验、商店运营、仓库自动化
公共机构	智能路灯、传感器网络、警用无人机、智能停车管理
智能家居行业	访问控制、视频监控、入侵检测、家电控制、辅助机器人
农业	智能农业设备、基于 AI 的农业无人机、作物产量监测、土壤 / 养分监测

但获得变革性的 5G 用例非一日之功。完全自动驾驶的汽车上市还需多年的时间。使用机器人进行远程手术也处于起步阶段。其中许多潜在应用将取决于 5G 的第二阶段。

工业 4.0：从大规模生产转向大规模定制

制造业有望成为 5G 服务的最大受益者。5G、边缘计算和 AI 共同为下一次工业革命（工业 4.0）推波助澜，数以十亿计的机器、设备和传感器正等着通过无线方式连接起来。这将成为未来制造业和相关服务的基础（请参阅侧边栏：“洞察：5G 和第四次工业革命”）。机器人、AI、物联网、3D 打印、增强现实和云技术是主要推动力量，而所有这些技术都要使用 5G 技术以实现机器与机器之间的通信。

工业 4.0 正在彻底改变制造的概念 — 从大规模生产转变为大规模定制。当今的工业连通性主要使用有线连接，这虽然提供了自动化所需的高性能和可靠性，但无法灵活地满足不断变化的生产需求。而如果灵活的可编程环境采用高速度低延迟的无线 5G 连接作为基础，就可以使用边缘计算和 AI 将机器、流程、机器人和人员连接起来。这种环境有助于实现更为灵活、更为动态的生产能力，满足迅速变化的市场需求，支持大规模定制。

对于重要的垂直行业，CSP 必须通过说明如何解决企业痛点，满足企业需求，明确阐述 5G 价值主张。

洞察：5G 和第四次工业革命

制造业将从 5G 获得可观的收益。到 2030 年，该技术的独特属性可以为制造业带来 7400 亿美元的价值。³⁵ 5G 将成为“工业 4.0”的关键要素。

“工业 4.0”是指在整个制造业中发生的数字化转型。它代表了各种新兴技术的融合，包括物联网、分析、增材制造、机器人、人工智能和增强现实，所有这些技术都与高效的企业级 5G 连通性融为一体。

5G 将使制造商有能力打造智慧工厂。还可以帮助他们构建完全一体化的协作式制造系统，以便实时响应工厂、供应网络和客户不断变化的需求和状况。

5G 技术的潜在优势包括：

- 易于配置、高度灵活的模块化生产系统，可按需运行
- 显著提高运营和资源效率
- 及时维修机器或更换零件
- 零接触式工厂运营
- 更高效的仓储和供应链
- 能够使用数字孪生（实体对象、流程或产品的虚拟副本），深入洞察性能和潜在问题。

“工业 4.0”不再只是一个概念，也不只是数字化转型。这是一次全面的技术革命，通过结合使用 5G、网络切片、边缘计算和 AI，带来前所未有的新机遇和新优势，这在过去是完全无法想象的。

改变业务战略，获得收益

要想在企业 and 行业市场通过 5G 获得收入，CSP 就必须对业务战略进行根本性的改变。5G 的变革性影响不仅在于实现前所未有的互联互通，还在于提供解决方案，改变企业的运营方式。通过实现价值和成果，帮助企业重塑自我。

CSP 需要研究每个行业，评估收入增长的可能性以及存在的风险和障碍。对于重要的垂直行业，CSP 必须通过说明如何解决企业痛点，满足企业需求，明确阐述 5G 价值主张。

CSP 必须与行业和企业客户深入合作，共同评估哪些用例可行，研究其他必要创新的成熟度，联合绘制路线图。一些 CSP（包括 Orange）已经加入到生态系统中，从而为垂直行业采用这些新兴技术创造了必要条件。³⁶

行动指南

利用 5G 为企业和行业赋能

为了在 5G 企业环境中蓬勃发展并从 5G、网络切片、边缘计算和 AI 技术获益，CSP 应当：

1. 做好准备，迎接真正的 5G 变革性力量

要看到垂直行业大规模采用 5G 网络，仍需等上数年时间。但为了将来的成功，必须立即开始着手准备。

- 推动网络虚拟化和上云进程。这是支持高级 5G 服务不可或缺的一步。投资相关技术，如网络切片、边缘计算和 AI。
- 重点关注于更新或更换运营和业务支持系统，这对于管理复杂的 5G 新服务并实现其经济效益至关重要。
- 探索新的业务模式，创造全新的企业收入流。

2. 求精而不求广

毫无疑问，行业的范围太过庞大，任何一家 CSP 都不可能面面俱到，覆盖所有客户和所有行业。因此：

- 专注于某些垂直行业，或专注于提供可在多个垂直行业中部署的横向能力，例如 AR 和 VR。
- 通过招聘专家或收购专业企业，或者与其建立合作关系，确保企业具备适当的知识和技能。
- 构建创新合作伙伴生态系统，提升核心连接的价值，创造新机遇，并帮助拓展潜在市场。

3. 培养快速开发解决方案原型的能力

5G 高级功能可在许多阶段和配置中使用。考虑如何完成以下任务：

- 提供全面的测试环境，快速为企业客户开发或与之合作开发解决方案原型。
- 开发各种工具，与企业客户一起高效地检查新解决方案的运行情况。
- 灵活快速地与客户和解决方案合作伙伴密切合作，尤其是在可行性研究和原型开发阶段。

在 5G 消费者领域创造价值

早期的 5G 商用部署主要由增强型移动宽带 (eMBB) 服务所推动，实际上是将 4G 的“长期演进”(LTE) 移动宽带体验提升到新的水平，主要用于连接消费级智能手机，面向消费型应用。这些服务是一种演进式方法，CSP 可以借此满足消费者对于更快速更优质的移动体验的无止境需求。

为了更好地了解消费者对于 5G 的兴趣，IBV 在 2019 年对 21 个国家或地区的近 12,500 位消费者开展了一项调研，目的是发现当前移动体验的痛点，以及评估人们对于 5G 的兴趣程度。这些国家或地区占全球人口的 62%，占全球 GDP 的 77%。

消费者对可能的新体验兴趣盎然

近三分之二的受访者表示他们知道 5G 是 4G/LTE 的后续发展。有些人对 5G 一知半解，有些人则非常熟悉，理解程度各不相同。一些新兴国家或地区的受访者比发达国家或地区的受访者更熟悉 5G 技术，中国受访者对 5G 的了解程度最高 (82%)，这也许令人感到惊讶。

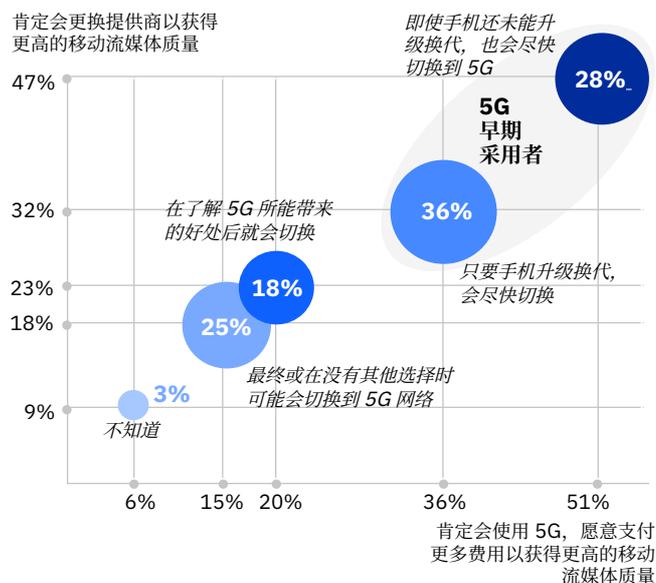
新兴国家或地区 81% 的受访者和发达国家或地区 49% 的受访者在了解了 5G 将会带来的好处后，表现出对这项技术的浓厚兴趣。人们希望获得 5G 所承诺的全新升级体验。在新兴国家或地区尤其如此，因为他们当前网络的质量还尚待提高。

对于在消费领域为 5G 做准备的 CSP 而言，挑战在于了解并满足早期采用者的高期望值。我们的研究表明，64% 的受访者可能是 5G 的早期采用者 (见图 5)。28% 的受访者指出，即使手机还未能升级换代，他们也会切换到 5G 网络。这些回答说明了智能手机在日常生活中的重要性。当然，5G 的实际采用情况取决于该行业提供中端 5G 智能手机的能力，尤其是在新兴国家或地区，取决于提供低端 5G 设备的能力。

—

图 5

为了获得更高的移动流媒体视频质量，5G 的早期采用者愿意支付更多费用，或更换服务提供商



来源：2019 年 IBM 全球消费者调研；n=12,431。

5G 所带来的巨大优势将使家庭 5G WiFi 成为固定宽带的有力竞争者。

提高视频流质量可能促使用户更换服务提供商

5G 的早期采用者了解 5G 所能带来的优势。83% 的早期采用者表示，5G 与自己息息相关。接近三分之二的早期采用者表示，他们愿意为支持 5G 的智能手机支付更高的价格。相比之下，不到 30% 的后来采用者表示，他们能够承受更高的价格。

早期采用者还表示，愿意为 5G 数据套餐支付更多费用。但根据之前的几次移动技术升级的经验，即使数据速度、数据套餐和通话限额有所提高，消费者支付的费用也基本接近以前所使用的套餐金额。由于运营商之间存在价格竞争，数据套餐资费很容易趋于平稳。因此，CSP 不能指望仅靠增强型 5G 移动宽带就能创造可观的额外收入。

视频流质量是影响消费者对提供商网络满意度的主要评判标准。五分之四的早期采用者表示，自己非常重视视频流质量。但当前网络的加载时间、重新缓冲、回放、画质和同步性令许多人感到失望。超过四分之三的早期采用者表示，如果能够享受出色的视频流体验，他们可能会（或肯定会）选择 5G（如有），并愿意支付额外的费用。超过四分之三的受访者还表示，如果可以获得更高质量的移动视频流，他们甚至会转投另一家服务提供商。

5G 支持超高清视频流。从中长期来看，移动设备上的视频将普遍使用 4K 和 8K 等超高清视频格式。到目前为止，63% 的早期采用者认为超高清视频是与消费者最相关的 5G 应用。AT & T 和中国移动等企业已开始在 5G 网络中测试 4K 高动态范围 (HDR) 视频流。³⁷ 例如，AT & T 在 2018 年的美国高尔夫公开赛上对 5G 网络进行了 4K 视频流测试。³⁸

家庭采用 5G 宽带

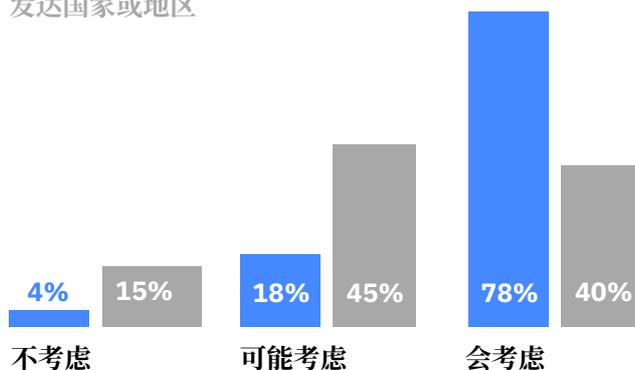
对于许多 CSP 而言，5G 第一波应用的另一个重点是固定无线接入 (FWA)。5G 可以通过直接无线连接（而不是通过有线网络 / 闭路电视连接）将互联网接入家庭，由 WiFi 路由器提供互联网服务。

5G 在容量、延迟和吞吐量方面的巨大飞跃将使家庭 5G WiFi 成为固定宽带的重要替代或补充服务。此外，在不提供固定宽带服务的地区，这也是一种不错的选择。我们的研究表明，消费者对 5G 家庭宽带这种可能性持开放态度。71% 的受访者表示，如果提供此类服务，他们将会订购，另外 23% 的受访者表示，可能会考虑这一选择（见图 6）。

图 6

订购家庭版 5G WiFi 服务

新兴国家或地区
发达国家或地区



来源：2019 年 IBM 全球消费者调研；n=12,431。

洞察：5G 将 VR 提升到全新的水平

VR 能够让人们置身于完全沉浸式的电脑模拟环境中，比如体育场或过山车，通常通过使用特制的头戴式视图器（VR 眼镜）达到此效果。尽管 VR 的基础技术已经发展了数十年，但 VR 应用仍处于起步阶段。低端视图器缺乏计算能力，限制了图像质量。高端视图器效果更好，但价格也更高。而且这些设备中的复杂元件增加了它们本身的重量。通常情况下，视图器需要通过电缆与电脑连接，这限制了玩家的移动性，从而影响 VR 体验。

VR 系统要求极低的延迟（通常不超过 20 毫秒），以使用户感觉就像置身在虚拟环境中一样。事实上，如果延迟超过 20 毫秒，大多数用户都会感觉胃部不舒服。5G 和边缘计算有望提供对 VR 至关重要的超高速低延迟连接。借助 5G，可将许多 VR 密集型处理任务转移到云端（边缘）。工作负载转移意味着可以使用更多的计算能力。这也意味着视图器的体积更小，更加实用和节能，价格更低廉，能够支持更广泛的 VR 应用。

5G 对于推动 VR 的发展至关重要。诸如娱乐、零售和医疗保健等许多行业都将享受 VR 所带来的好处。根据普华永道最新的“媒体及娱乐行业展望”报告，VR 将成为未来五年发展最快的媒体领域。⁴¹ 但实现完全沉浸式的 VR 之路并不平坦，谷歌和 BBC 等企业已经证明了这一点。这两家公司已经放弃了多个 VR 项目。要想在 VR 领域发挥 5G 的全部价值，还需花上数年时间。对于 CSP 而言，要让 VR 应用成为未来利润丰厚的业务并不容易，充满挑战。

如果存在明确的业务案例，那么基于 5G 的 FWA 在固定宽带普及率较低的国家或地区（例如印度尼西亚和菲律宾）可能会引起人们的兴趣。但是，对于希望通过提供 5G 家庭宽带替代服务来赢得市场份额的 CSP 而言，此选项在发达国家或地区中也可能适用。例如，Verizon 已在美国选定地区推出 5G 家庭版，并计划在所有城市中部署这项服务。³⁹

通过沉浸式体验促进收入增长

如上文所述，单凭增强型移动宽带可能无法提高资费套餐的收费水平。价格竞争可能会拉低数据套餐资费水平，导致收入增长趋于平缓。因此，CSP 必须重点开发引人瞩目的全新 5G 应用，让消费者“眼前一亮”，从而创造新的收入流。随着 5G 技术进一步改善速度、延迟、吞吐量和其他特性，更多面向消费者的变革性应用成为可能。

未来由 5G 主导的应用将包含沉浸式媒体，涵盖深度参与、多感官体验和数字化体验。然而，大多数变革性应用都需要一定的时间才能发展成熟并上市推出，在 2025 年之前很难看到他们的身影。英特尔的报告指出，到 2028 年，沉浸式应用和新媒体应用的市场规模将显著扩大，预计每年产生超过 670 亿美元的收入。⁴⁰

消费者对媒体及娱乐行业的未来创新充满热情。例如，45% 的调研受访者表示，他们对更先进的 VR 娱乐应用很感兴趣，这个比例仅次于超高清视频流（请参阅侧边栏：“洞察：5G 将 VR 提升到全新的水平”）。引起消费者兴趣的其他 5G 沉浸式应用包括 3D 视频电影（44%）、AR（37%）、360 度视频和 3D 全息摄影（33%）。

5G 的重要性使 CSP 成为了游戏和电竞生态系统中的重要一环。

游戏和电竞爱好者对 5G 兴趣浓厚

5G 主导的创新对于手机和 VR 游戏以及电竞也具有重要意义（电竞是指有组织的竞赛性电子游戏活动，已被视为一种职业运动）。超低延迟对于整体游戏体验尤为重要，对于电竞而言更是如此。事实上，在调研受访者中，77% 的电竞爱好者对 5G 充满热情，58% 的电竞爱好者愿意为支持 5G 的移动设备支付更多的费用。

5G 的重要性使 CSP 成为了游戏和电竞生态系统中的重要一环。例如，韩国运营商 KT 推出了自己的 5G 网络和一款 AR 游戏“Avenger”。⁴² AT & T 宣布推出 5G 游戏高档套餐。⁴³ 德国电信也积极投资电竞领域，旨在加强游戏市场的参与力度（请参阅侧边栏“德国电信：进军电竞领域”）。该集团收购了主要的电竞企业 SK Gaming 25% 的股份。越来越多的 CSP 还组织电竞比赛。⁴⁴

德国电信：进军电竞领域⁴⁵

2019 年 12 月，德国电信收购了 SK Gaming 25% 的股份，成为第一家直接投资电竞企业的 CSP。此次收购凸显了该公司对电竞和游戏市场的重要性和价值的认识。该公司打算进一步发展电竞业务，使用 5G 和边缘计算等技术在某种程度重新定义该领域。

此次收购证明了该公司对于电竞领域的承诺。在这之前，该公司就是 SK Gaming 的主要赞助商和技术合作伙伴，负责为电竞职业团队提供支持，包括《FIFA2020》、《部落冲突：皇室战争》、《炉石传说》和著名的《英雄联盟》游戏。《英雄联盟》拥有庞大的粉丝群，是世界上最成功的电竞游戏之一。

德国电信大力投资发展电竞和游戏业务。2019 年 8 月，该公司推出了新服务 MagentaGaming 的 beta 测试版。该服务支持玩家在云端运行游戏，而无需依赖于玩家的个人电脑或游戏主机的计算能力。这样，即使图像要求很高的游戏也可在配置较低的硬件上运行。该公司计划在不久的将来提供 4K 分辨率和 5.1 立体环绕音效游戏。

行动指南

如何在 5G 消费领域创造价值

5G 将在消费领域创造新的机遇。要想提升市场地位，增加市场份额，请考虑以下措施：

1. 通过高质量的视频流脱颖而出

对于大多数消费者而言，视频流的质量非常重要，他们会为了获得更优质的体验而转投其他服务提供商。因此：

- 将通过 5G 提供高质量的超高清移动视频体验作为消费者战略的核心。
- 探索网络切片、云计算和边缘计算等作为未来视频分发的基础技术的潜力。
- 与合作伙伴（包括媒体公司）合作，以超高清视频格式提供富有吸引力的流媒体视频内容，包括大型体育赛事和音乐会。

2. 做好准备，提供增强型宽带以外的消费性产品和服务

沉浸式市场商机仍处于萌芽状态，但前景可期，AR 和 VR 将成为消费性娱乐应用的主要推动力量。因此：

- 除提供高质量的视频流外，还要让消费者更加了解 5G 的潜力。探索如何在 5G 的下一阶段脱颖而出。
- 投资新兴技术（例如 AR、VR 和 360 度视频）以及相关技能，转变客户互动模式。利用新的业务模式进行创新。
- 广泛建立合作关系。合作至关重要，因为创建沉浸式内容需要投入大量资金，并且需要专门的知识。

3. 充分利用游戏特别是电竞的受欢迎度

全世界估计共有 20 亿玩家。电竞玩家的数量还在迅速扩大。许多游戏玩家使用最新一代的移动设备，而 5G 对他们而言必不可少。因此：

除提供连接服务外，还可以探索游戏和电竞在数字战略中的可能性。

- 探索合作关系，评估需要发挥的作用。考虑哪种业务模式最为合适。
- 将电竞作为营销战略中的关键要素，以此为手段与年轻一代在线受众接触互动。

CSP 日益认识到人工智能在网络自动化方面的核心作用。

借助 AI 增强未来的 5G 网络

为做好准备，应对 5G 未来，CSP 使用基于云的虚拟化网络进行网络重塑。在这种环境中，只有实现运营自动化，才能有效满足客户和服务提供商的期望。虚拟化和上云有助于实现前所未有的网络自动化水平，这是处理移动网络中日益动态的工作负载的重要保证。

利用 AI 实现 5G 网络运营自动化

CSP 日益认识到人工智能在网络自动化方面的核心作用。许多企业已经在网络运营中实施了 AI。澳大利亚的国家宽带网络 (NBN) 更新了网络管理套件，融入了 AI 功能，旨在使用认知能力排除故障，自动处理警报，发现网络中可解决的实际问题。⁴⁶ AI 运维 (AIOps) 帮助巴西的 Nextel 预测和防止网络中断（请参阅侧边栏：“Nextel：将 AIOps 运用于网络运营”）。

AI 通过实时捕获和处理网络数据，了解关键服务的性能，自动运行网络功能，加快决策速度。它帮助创建认知型 5G 网络，能够感知当前正在发生的事情、预测变化、进行学习，以及确定如何最有效地实施所需的变更。它支持更高水平的自动化，使网络可以根据特定情况采取行动。

AI 系统可以检测、预测和定位 5G 网络中的异常，并采取措施进行修复，避免对客户产生影响。AI 可根据各种条件和业务策略来计算未来状态，支持以零接触方式自动优化和调配网络资源，帮助改善服务质量。在越来越多的物联网应用需要极低延迟的环境下，这种功能非常关键。

Nextel：将 AIOps 运用于网络运营⁴⁷

Nextel 是巴西的一家 CSP，为超过 400 万用户提供服务。Nextel 旨在将卓越的网络可靠性作为自己的差异化优势。该公司的全国网络不断壮大，但也日趋复杂，因此需要先进的网络运营技术来监控超过 25,000 个网络要素。该公司还需要更充分地了解影响网络性能的因素，帮助确保持续正常运行，减少中断。

通过实施 AIOps，Nextel 将网络运营从被动式转变为主动式，最终成为预测式。AI 可帮助对事件进行分类，更好地了解网络中正在发生的事情。例如，可以确定中断是否由电力问题引起，以及问题发生的原因。这样，Nextel 就可以对事件进行分组，专注于从源头上解决问题。

Nextel 还与 The Weather Company 合作，预测与天气有关的事件，防止服务受到天气的影响。借助 The Weather Company 提供的数据，Nextel 可以评估特定区域的信号发射塔出现问题的几率，并采取预防措施。

AIOps 以及 IBM Watson® 和 The Weather Company 提供的数据，帮助 Nextel 提高了网络运营的可预测性。该公司对网络事件的响应速度提高了 83%。现在，Nextel 可以做到防患于未然，这意味着对手机非常依赖的用户不太可能遇到服务中断情况。

生活在不断扩大的全球数据圈中

根据 IDC 正在进行的全球数据圈研究，预计每个联网个人每天的平均数据互动次数将急剧增加，2020 年每天平均 601 次互动，到 2025 年将增长到将近 5,000 次。⁴⁸ 这主要是由于我们的住宅、工作场所、电器、车辆、可穿戴设备和植入装置越来越依赖于数据。随着智能助手（例如 Google Assistant 和车载智能）成为消费者日常互动环境的一部分，许多互动将转移到后台进行。

随着各行各业数字化转型和自动化进程的推进，预计会带来更大的数据增长。构成物联网的传感器和设备的数量也在持续稳定增长。IDC 预测，到 2025 年，全球与物联网连接的设备的总安装数将超过 400 亿，产生 79.4 ZB 的数据。⁴⁹ 物联网日益成为实现人员、流程和事物之间信息交换的基础。随着数据被捕获、处理并用于为各个行业、组织以及消费者的生活创造价值，它已经成为我们这个世界所不可或缺的共同要素。

AI：将数据转化为智能

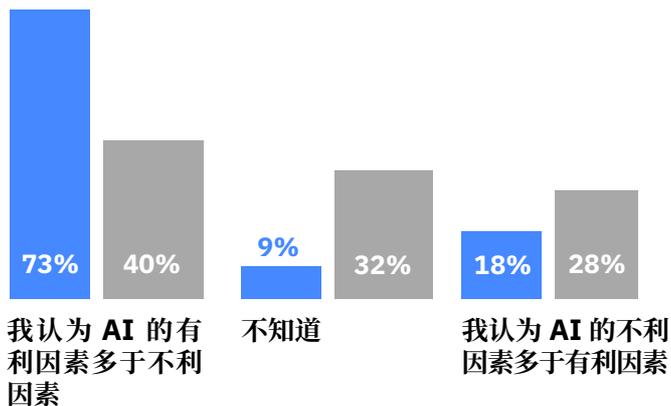
除非能够创造价值，否则数据将毫无意义。因此需要以智慧的方式使用数据，将其转化为智能。AI 可以帮助应对各种类型的 5G 设备和用户所快速生成的海量数据，并提供必要的洞察，帮助用户在 5G 环境下快速做出明智决策。如果没有 AI，物联网数据根本没法使用。但在利用从数据中挖掘的智能时，必须保护客户的数据，遵守隐私和安全法规。

物联网中的智能手机、可穿戴设备、传感器和其他装置的数量不断增加，这意味着将实时创建和收集更多的数据（通常是在用户不知情的情况下），而且可能有不计其数的公司可以访问或共享这些数据。通过应用 AI 技术，可以挖掘更多的洞察，改善客户体验。但这也可能导致负面后果（例如隐私问题），使人们无法享受 AI 支持的物联网技术的好处。

尽管如此，我们的消费者调研表明，认为 AI 的有利因素多于不利因素的受访者人数超过了持相反意见的人数（见图 7）。在新兴国家或地区，使用 AI 提供更加个性化的客户体验的做法受到更多青睐。

图 7
关于使用 AI 改善用户体验 / 服务的立场

新兴国家或地区
发达国家或地区



来源：2019 年 IBM 全球消费者调研；n=12,431。

位于边缘的 AI 创造了智能互联的世界，对消费者、组织、企业和行业都产生积极影响。

电信企业在管理生态系统中数据方面的信任优势

如果无法将整个生态系统中合作伙伴的数据整合到物流运营中，那么物联网就毫无意义。使用智能设备从各种来源及合作伙伴那里收集业务和供应链数据的企业，必须能够轻松地将这些数据转化为决策推动力。要基于互信在合作伙伴网络中共享数据，对于企业而言无疑是一项重大挑战。

但对于 CSP 而言，这也是机遇，因为 CSP 被公认是最受信任的企业类型之一，在新兴国家或地区，大众对他们的信任度甚至超过了银行和信用卡公司。⁵⁰ 这种地位使 CSP 不仅可以提供连接，还能够 在 5G 生态系统中发挥更大的作用。他们可以作为枢纽，在多个参与方和设备之间传递物联网数据，并利用 AI 向生态系统合作伙伴提供智能，而不仅仅是原始数据。

成为数据驱动型企业可以为 CSP 带来重要的新机遇。在我们的 2019 年全球最高管理层调研中，大多数受访者制定的企业战略都将从数据中获取价值作为重点关注领域。⁵¹ 作为值得信赖的企业，CSP 可以保护合作伙伴和客户的数据，同时还可以帮助他们利用数据实现经济效益。在我们的调研中，70% 的 CSP 领先者指出，他们正在推行数据经济效益战略（见图 8）。

图 8
将新型经济效益模式整合到数据战略之中

CSP 领先者



来源：2019 年 IBM 全球最高管理层调研；n=730。

借助位于边缘的 AI，促进消费者和企业智能边缘应用的发展

CSP 必须能够跟上网络中快速增长的 5G 服务和应用需求的变化。目前所采用的方法主要是将数据从创建点传输到中央云或企业数据中心，这影响到响应速度。

边缘计算提供三个基本功能：在本地处理数据、将过滤后的数据传输到云（有助于减少网络流量）以及更快地做出决策。AI 有助于加速检测网络边缘所发生的事件。它让边缘设备变得异常智能，而且越来越智能。它还支持设备实时提供洞察和预测性分析，提高本地决策水平。

位于边缘的 AI 创造了智能互联的世界，对消费者、组织、企业和行业都产生积极影响。消费者智能边缘应用则主要致力于提供富有吸引力的用户体验。这包括改进的流媒体娱乐功能、轻便/强大的 VR 头戴式视图器、AR 娱乐应用、多人游戏、智能家居自动化、自动驾驶汽车以及 AR/VR 购物。

企业智能边缘应用包括智能制造、设备监控、资产跟踪、采矿、车队车辆诊断、自主交货、患者监测、机器人手术和农场监控等。例如，在智慧工厂中，装配线上的设备必须以高度可靠和极低延迟的方式与控制单元进行通信，以确保装配线的持续运转。如果工厂能够将低延迟高可靠的通信与 AI 相结合，就可以利用技术显著优化人工控制。

行动指南

借助 AI 增强未来的 5G 网络

5G 的出现为 CSP 创造新收入流提供了至关重要的机遇，但同时也给 CSP 带来了新的挑战，特别是在移动网络变得日益动态，而且许多应用需要快速决策的情况下。通过将 AI 融入网络和应用中，可以有效应对这些挑战。请考虑以下措施：

1. 开启基于 AI 的网络运营之旅

要想在 5G 世界中蓬勃发展，并从网络云获益，就必须实现基础架构敏捷性。因此：

- 应用 AI 与自动化，从而不必为服务运营自动化确定各种可能方案并进行编程。
- 研究 AI 如何在 5G 网络切片方面提供帮助，以便能够自动以最优方式在企业用户和应用之间分配网络切片。
- 借助 AI 赋能运营人员，将所需信息整合起来，让运营达到“最佳水平”。

2. 按需将 AI 部署到网络边缘

随着部署的物联网设备不断增加，边缘对 AI 的需求呈指数级增长。但这仍是一种新兴技术，实际部署相对较少。因此：

- 评估基于 AI 的边缘计算对于特定业务案例的潜力，并确定哪些用例需要边缘 AI 以实现即时决策。
- 评估采用边缘 AI 的成本以及网络边缘的实时智能所能带来的收益。
- 探索边缘 AI 如何改变实体环境和网络方面的安全要求。

3. 获取并保留与网络自动化相关的 AI 知识

在 5G 环境中，基于 AI 的网络对于开展智能敏捷、快速响应的网络和服务运营至关重要。CSP 应当：

- 从领导层抓起。将基于 AI 的网络作为最高管理层的首要议事日程。
- 投资 AI 以及相关工具，并大力培养技能，满足 5G 服务所需的网络要求。
- 使用机器学习，自动实施自身和其他企业的最佳实践。

能否跟上 5G 的发展速度？

CSP 必须采取与以往截然不同的方式，实施彻底的变革，以便能够从 5G 革命中获得最大收益。以下问题可以帮助您确定是否已准备好迈向 5G：

- 您准备如何为企业客户提供解决方案和能力（不仅仅限于连接和 SIM 卡），以解决他们的痛点，并帮助他们在 5G 世界中创造业务价值？
- 您在多大程度上能够提供洞察，而不仅仅是提供原始数据，从而帮助客户改善运营，发挥 5G 的真正潜力？如何利用 AI？
- 您在多大程度上与 5G 生态系统和开放式创新平台中的合作伙伴合作，籍此创造价值？您如何建立和保持值得信赖的合作关系？
- 您采取了哪些措施以实现员工队伍转型，确保企业具备所需的关键技能，可以在未来的 5G 环境中发挥主要作用？
- 您认为 5G 技术的潜力和优势在多大程度上可以转化为贵公司的新收入流？

关于作者



Bob Fox

robertfox@us.ibm.com

<https://www.linkedin.com/in/bofox>

Bob Fox 是 IBM 全球企业咨询服务部美国电信行业的负责人。他负责管理 IBM 在美国的电信咨询业务，制定业务咨询战略，以及增进客户关系。Bob 致力于就业务战略为全球的通信服务供应商提供建议，他在该领域已经积累了 30 年的经验。



Marisa Viveros

viveros@us.ibm.com

<https://www.linkedin.com/in/marisaviveros/>

Marisa Viveros 是 IBM 全球电信、媒体和娱乐 (TM&E) 行业平台的战略与产品副总裁。她负责 CSP 的 5G 和边缘计算战略，以及对开放式架构的采用，旨在解决网络现代化、自动化和创建新型数字服务方面的难题。



Rob van den Dam

rob_vandendam@nl.ibm.com

<https://www.linkedin.com/in/robvandendam>

Rob Van den Dam 是 IBM 商业价值研究院 (IBV) 的全球电信、媒体和娱乐 (TME) 行业负责人。他负责在 IBM 的商业智库 IBV 发展战略思想领导力。他在该行业拥有超过 25 年的经验，撰写过 100 多篇报告和文章，参与过几乎所有主要行业会议，并多次在会议上发表演讲。

相关报告

Janet Snowdon、Steve Canepa、Bob Fox 和 Rob van den Dam 合著，“5G 时代的娱乐，消费者有何期望：塑造视频流媒体、沉浸式媒体和电子竞技新体验”，IBM 商业价值研究院，2019 年 9 月。

<https://www.ibm.com/downloads/cas/KPA8Z7VR>

Marisa Viveros、Thomas Tattis 和 Rob van den Dam 合著，“重新构想 CSP 网络：具有适应和思考能力的网络如何为 5G 铺平道路”，IBM 商业价值研究院，2019 年 6 月。

<https://www.ibm.com/downloads/cas/P3MD9ABP>

IBM 全球最高管理层调研（第 20 期），“建立信任优势：决胜富数据和 AI 时代”，IBM 商业价值研究院 2019 年 11 月。

<https://www.ibm.com/downloads/cas/R4VNMEYX>

选对合作伙伴，驾驭多变的世界

在 IBM，我们积极与客户协作，运用业务洞察和先进的研究方法与技术，帮助他们在瞬息万变的商业环境中保持独特的竞争优势。

IBM 商业价值研究院

IBM 商业价值研究院 (IBV) 隶属于 IBM Services，致力于为全球高级商业主管就公共和私营领域的关键问题提供基于事实的战略洞察。

了解更多信息

欲获取 IBM 研究报告的完整目录，或者订阅我们的每月新闻稿，请访问：ibm.com/iibv

访问 IBM 商业价值研究院中国网站，免费下载研究报告：<https://www.ibm.com/ibv/cn>

备注和参考资料

- 1 Boom, Freddy. "Financing the future of 5G". Greensill. October 21, 2019. https://greensillwebsite.s3.amazonaws.com/uploads/2019/02/Greensill_5G_final_final.pdf
- 2 Jarich, Peter, Tim Hatt. "Global mobile trends 2020; New decade, new industry." GSMA. November 7, 2019. Intelligence. gsmaintelligence.com/research/?file=c5f35990dcc742733028de6361ccdf3b&download
- 3 Ibid
- 4 GSMA. "The mobile economy 2018". GSMA Intelligence. February, 2018. <https://www.gsma.com/mobileeconomy/wp-content/uploads/2018/02/The-Mobile-Economy-Global-2018.pdf>
- 5 Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast, 2017 Q&A. Cisco. February 18, 2019. <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white-paper-c11-738429.html>
- 6 Ericsson Mobility Report: 5G uptake even faster than expected. Ericsson. June 11, 2019. <https://www.ericsson.com/en/press-releases/2019/6/ericsson-mobility-report-5g-uptake-even-faster-than-expected>
- 7 Ibid
- 8 Global Mobile Trends 2020: New decade, new industry? GSMA. November 7, 2019. gsmaintelligence.com/research/?file=c5f35990dcc742733028de6361ccdf3b&download
- 9 Waring, Joseph. "South Korea hits 3M 5G subs as base stations double." Mobile World Live. September 24, 2019. <https://www.mobileworldlive.com/featured-content/top-three/south-korea-hits-3m-5g-subs-as-base-stations-double/>
- 10 Paulo, Derrick. "After seven months, here's what South Korea can teach us about 5G." CAN. November 2, 2019. <https://www.channelnewsasia.com/news/cnainsider/what-south-korea-first-country-launch-5g-network-can-teach-us-12056726>; Dano, Mike. "5G customers use more data than 4G customers." Light Reading. August 1, 2019. <https://www.lightreading.com/mobile/5g/5g-customers-use-more-data-than-4g-customers/d/d-id/753191>
- 11 Kinney, Sean. "Verizon continues investment in 5G for sports venues." RCS Wireless. October 19, 2019. <https://www.rcrwireless.com/20191019/5g/verizon-5g-sports-venues>
- 12 New GSMA study highlights North America's global 5G leadership. GSMA. October 22, 2019. <https://www.gsma.com/newsroom/press-release/new-gsma-study-highlights-north-americas-global-5g-leadership/>
- 13 Pham, Sherisse. "China just launched the world's largest 5G network." CNN Business. November 1, 2019. <https://edition.cnn.com/2019/11/01/tech/5g-china/index.html>
- 14 Meng, Jing. "China expected to have 600 million 5G users by 2025, or 40 pc of world total, says trade group GSMA." South China Morning Post. October 22, 2019. <https://www.scmp.com/tech/big-tech/article/3033973/china-expected-have-600-million-5g-users-2025-or-40-pc-world-total>
- 15 Craven, Connor. "The Top Countries with 5G Deployments and Trials." SDX central. September 24, 2019. <https://www.sdxcentral.com/5g/definitions/the-top-countries-with-5g-deployments-and-trials/>
- 16 Global Mobile Trends 2020: New decade, new industry? GSMA. November 7, 2019. gsmaintelligence.com/research/?file=c5f35990dcc742733028de6361ccdf3b&download

- 17 Allevan, Monica. "FCC approves commercial deployments in CBRS." Fierce Wireless. September 16, 2019. <https://www.fiercewireless.com/wireless/fcc-approves-initial-commercial-deployments-cbrs> ; Horwitz, Jeremy. "Germany opens door to private 5G networks with 3.7-3.8GHz licenses." VentureBeat. November 21, 2019. <https://venturebeat.com/2019/11/21/germany-opens-door-to-private-5g-networks-with-3-7-3-8ghz-licenses/>
- 18 Ibid.
- 19 Schwartz, Jan. "Factbox - German industrial giants eye regional 5G licences." Reuters. January 24, 2019. <https://uk.reuters.com/article/uk-germany-telecoms-companies-factbox/factbox-german-industrial-giants-eye-regional-5g-licences-idUKKCN1PI110>
- 20 Telefónica and Seat show 5G connected car use cases for safer driving in a city environment. Telefónica. February 18, 2019. <https://www.telefonica.com/en/web/press-office/-/telefonica-and-seat-show-5g-connected-car-use-cases-for-safer-driving-in-a-city-environment>
- 21 Pradip, Vaibhav. "OMRON, Nokia and NTT DOCOMO bring 5G to the factory floor in Industry 4.0 trial." CommsMEA. September 10, 2019. <https://www.commsmea.com/business/20567-omron-nokia-and-ntt-docomo-bring-5g-to-the-factory-floor-in-industry-40-trial>
- 22 Telstra launched a 5G Innovation Centre. Telstra. February 5, 2018. <https://www.telstra.com.au/aboutus/media/media-releases/Telstra-launches-5G-Innovation-Centre-to-accelerate-the-deployment-of-5G-technology-in-Australia>; Penn, Andrew. "5G a step closer after another world first." Telstra Exchange. July 18, 2018. <https://exchange.telstra.com.au/5g-step-closer-another-world-first/>
- 23 Viveros, Marisa, Thomas Tattis, Rob van den Dam. "Re-envisioning the CSPnetwork." IBM Institute for Business Value. October 2018. <https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/report/cspnetwork>
- 24 Multi-access Edge Computing (MEC). ETSI. <https://www.etsi.org/technologies/multi-access-edge-computing>
- 25 2020 IBM executive survey on Edge Computing. IBM Institute for Business Value. January, 2020.
- 26 "Verizon develops new 5G edge technology that will revolutionize mobility for virtual reality (VR), mixed reality (XR), and augmented reality (AR)." GlobeNewswire. October 18, 2019. <https://www.globenewswire.com/news-release/2019/10/18/1932013/0/en/Verizon-develops-new-5G-edge-technology-that-will-revolutionize-mobility-for-virtual-reality-VR-mixed-reality-XR-and-augmented-reality-AR.html>
- 27 Reichert, Corinne. "SK Telecom launches 5G edge computing open platform." ZDNet. March 15, 2019. <https://www.zdnet.com/article/sk-telecom-launches-5g-edge-computing-open-platform/>
- 28 Hardesty, Linda. "AT&T connects 6-foot-tall retail robots to 5G and edge computing." FierceWireless. August 2, 2019. <https://www.fiercewireless.com/5g/at-t-connects-6-foot-tall-retail-robots-to-5g-and-edge-computing>
- 29 Garfinkel, Jennifer. "Gartner Says the Future of IT Infrastructure Is Always On, Always Available, Everywhere." Gartner. December 3, 2018. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2018-12-03-gartner-says-the-future-of-it-infrastructure-is-always-on-always-available-everywhere> ; Van der Meulen, Rob. "What Edge Computing Means for Infrastructure and Operations Leaders." Gartner. October 3, 2018. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/what-edge-computing-means-for-infrastructure-and-operations-leaders/>
- 30 Viveros, Marisa, Thomas Tattis, and Rob van den Dam. "Re-envisioning the CSPnetwork." IBM Institute for Business Value. October, 2018. <https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/report/cspnetwork>

- 31 20th Edition of the IBM Global C-suite Study, 20th Edition. "Building Your Trust Advantage: Leadership in the era of data and AI everywhere." IBM Institute for Business Value. November 2019. <https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/c-suite-study>
- 32 Viveros, Marisa, Thomas Tattis, and Rob van den Dam. "Re-envisioning the CSP network." IBM Institute for Business Value. October 2018. <https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/report/cspnetwork>
- 33 Ericsson, Vodafone and e.GO launch 5G car manufacturing in Germany. Ericsson. June 20, 2019. <https://www.ericsson.com/en/news/2019/6/5g-car-manufacturing-with-ego-ericsson-and-vodafone>
- 34 Mor, Israel. "Consumer or enterprise market first for 5g monetization?" Ericsson. January 10, 2020. <https://www.ericsson.com/en/blog/2020/1/consumer-or-enterprise-market-first-for-5g-monetization>
- 35 5G's impact on manufacturing: \$740Bn of benefits in 2030. STL Partners. October 2019. <https://stlpartners.com/research/5gs-impact-on-manufacturing-740bn-of-benefits-in-2030/>
- 36 "How 5G can enable the factory of the future." Orange Business Services. August 28, 2019. <https://www.orange-business.com/en/magazine/how-5g-can-enable-factory-future>
- 37 Thomson, Stuart. "Fox Sports to broadcast US Open in 4K HDR over 5G." Digital TV Europe. May 16, 2019. <https://www.digitaltveurope.com/2018/05/16/fox-sports-to-broadcast-us-open-in-4k-hdr-over-5g/>; "China Media Group, China Mobile, and Huawei Jointly Completed the Industry's First Verification of UHD Live Streaming Through 5G SA Network Slices." Telecom TV. May 19, 2019. <https://www.telecomtv.com/content/network-slicing/china-media-group-china-mobile-and-huawei-jointly-completed-the-industrys-first-verification-of-uhd-live-streaming-through-5g-sa-network-slices-35208/>
- 38 Munson, Ben. "Fox Sports details 5G livestreaming trial with AT&T, Ericsson at U.S. Open." FierceVideo. December 10, 2018. <https://www.fiercevideo.com/tech/fox-sports-details-5g-livestreaming-trial-at-t-ericsson-at-u-s-open>
- 39 Fingas, Jon. "Verizon will launch home 5G everywhere its mobile service is available." Engadget. September 2019. <https://www.engadget.com/2019/09/15/verizon-5g-home-availability-same-as-mobile/>
- 40 Munson, Ben. "5G will light up \$1.3T in revenue for media and entertainment companies over the next decade." FierceVideo. October 12, 2018. <https://www.fiercevideo.com/tech/5g-will-light-up-1-3t-revenue-for-media-and-entertainment-companies-over-next-decade-report>
- 41 Martin, Chuck. "Virtual Reality Fastest-Growing Media And Entertainment Category." MediaPost. June 7, 2018. <https://www.mediapost.com/publications/article/320398/virtual-reality-fastest-growing-media-and-entertai.html>
- 42 Williams, Robert. "KT launches South Korean 5G network with AR 'Avengers' game." Mobile Marketer. May 13, 2019. <https://www.mobilemarketer.com/news/kt-launches-south-korean-5g-network-with-ar-avengers-game/554589/>
- 43 Nguyen, Chuong. "AT&T's new 5G network could adopt tiered billing, including a gaming plan." Digital Trends. September 19, 2018. <https://www.digitaltrends.com/computing/att-5g-gaming-plan/>
- 44 Snowdon, Janet, Steve Canepa, Bob Fox, and Rob van den Dam. "What consumers expect from 5G entertainment." IBM Institute for Business Value. September, 2019. <https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/report/immersive-5g-entertainment>

- 45 Deutsche Telekom invests in eSports company, SK Gaming. Mobile Europe. December 18,2019. <https://www.mobileeurope.co.uk/press-wire/deutsche-telekom-invests-in-esports-company-sk-gaming> ; Deutsche Telekom launches cloud gaming service. Mobile Europe.August 21,2019. <https://www.mobileeurope.co.uk/press-wire/deutsche-telekom-launches-cloud-gaming-service>
- 46 Crozier, Ry. "NBN Co brings cognitive to its network ops." IT News.May 8,2018. <https://www.itnews.com.au/news/nbn-co-brings-cognitive-to-its-network-ops-490451>
- 47 20th Edition of the IBM Global C-suite Study, 20th Edition. "Building Your Trust Advantage: Leadership in the era of data and AI everywhere." IBM Institute for Business Value. November 2019.
- 48 Reinsel, David, John Gantz John Rydning. "Data Age 2025: The Evolution of Data to Life-Critical." IDC. April, 2017. https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en_gl/topics/workforce/Seagate-WP-DataAge2025-March-2017.pdf
- 49 "41.6 billion IoT devices will be generating 79.4 zettabytes of data in 2025." Help Net Security.June 21, 2019. <https://www.helpnetsecurity.com/2019/06/21/connected-iot-devices-forecast/>
- 50 Fox, Bob, Mario Cavestany, and Rob van den Dam. "The trust factor in the cognitive era." IBM Institute for Business Value. February 2017. <https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/report/digitaltrust>
- 51 20th Edition of the IBM Global C-suite Study, 20th Edition. "Building Your Trust Advantage: Leadership in the era of data and AI everywhere." IBM Institute for Business Value. November 2019. <https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/c-suite-study>

关于研究洞察

研究洞察致力于为业务主管就公共和私营领域的关键问题提供基于事实的战略洞察。洞察根据对自身主要研究调查的分析结果得出。要了解更多信息，请联系 IBM 商业价值研究院：iibv@us.ibm.com.

© Copyright IBM Corporation 2020

IBM Corporation
New Orchard Road
Armonk, NY 10504

美国出品
2020 年 2 月

IBM、IBM 徽标及 ibm.com 是 International Business Machines Corp. 在世界各地司法辖区的注册商标。其他产品和服务名称可能是 IBM 或其他公司的注册商标。Web 站点 www.ibm.com/legal/copytrade.shtml 上的“Copyright and trademark information”部分中包含了 IBM 商标的最新列表。

本档为自最初公布日期起的最新版本，IBM 可能随时对其进行更改。IBM 并不一定在开展业务的所有国家或地区提供所有产品或服务。

本档内的信息“按现状”提供，不附有任何种类（无论是明示的还是默示的）的保证，包括不附有关于适销性、适用于某种特定用途的任何保证以及非侵权的任何保证或条件。IBM 产品根据其提供时所依据协议的条款和条件获得保证。

本报告的目的仅为提供通用指南。它并不旨在代替详尽的研究或专业判断依据。由于使用本出版物对任何组织或个人所造成的损失，IBM 概不负责。

本报告中使用的数据可能源自第三方，IBM 并未对其进行独立核实、验证或审查。此类数据的使用结果均为“按现状”提供，IBM 不作出任何明示或默示的声明或保证。

国际商业机器中国有限公司
北京市朝阳区北四环中路 27 号
盘古大观写字楼 25 层
邮编：100101

92030592CNZH-02

