



5G 如何引发电子行业革命

5G 技术成就下一代制造革命和自动驾驶汽车

IBM 商业价值研究院

5G：不仅仅关乎速度

5G 技术的到来改变了游戏规则，但方式却不似预期。全球各地的智能手机用户一直热盼减少信号盲点数量，获得更快的下载速度（如果能快 20 倍，那简直是不可想象）。¹ 但在电子企业看来，5G 技术带来的变化远不止这些 — 而是有望到 2030 年，释放 300 亿物联网 (IoT) 设备的巨大潜能。² 据分析机构估算，到 2035 年，5G 价值链将带动 3.5 万亿美元的新经济产出，创造 2,200 万个就业岗位。³ 为了让这项预测变为现实，并证明投资的必要性，电子行业必须将 5G 扩展到手机业务之外，充分利用其全部潜能。

巨额 5G 投入必须获得丰厚回报

关于 5G，大多数人都认为它肯定不便宜。成功的实施需要大量投资。据分析机构估算，2020 到 2035 年间，美国、中国、日本、德国、韩国、英国和法国的网络设备公司、电信公司和政府机构的平均年研发和资本支出总计将超过 2,000 亿美元。⁴ 与行业规模相比，预估的投资总和无疑是巨大的。相比之下，在 2017 年，移动网络运营商 (MNO) 的全球收入约为 1.4 万亿美元。⁵ 虽然 5G 投资将分摊在多年进行，并由 MNO、电子企业和政府机构共同分担，但仍是一笔巨大开销。智能手机收入本身并不足以证明这笔投资的合理性。⁶ 但扩展价值网可以从中受益，并为投资回报做出贡献。

电信行业与网络设备提供商 (NEP) 必须将软件作为差异化优势，在各行各业借助更广泛的用例寻求业务增长。这包括旨在满足特定用户需求的应用、分析和定制软件设计；例如，基于人工智能 (AI) 的制造、面向运输即服务的特定于边缘的决策，以及可为从电力维修到建筑贸易等各项工作提供帮助的增强现实等。许多情况下，基于 AI 的芯片支持边缘应用。

芯片组供应商可以同时满足物联网设备的硬件和软件需求，从而在靠近设备的位置做出决策，而无需将数据发送到云端。这并不意味着云计算将会退出历史舞台，只是意味着更多的处理工作将在本地完成，也就是在设备层面完成。正如 Apple iPhone X 面部识别在手机而非云端执行一样，边缘计算也需要在接触点迅速做出决策。⁷

边缘计算和 5G

边缘计算解决方案可在物联网设备和云之间开展分析和共享信息，从而加快应答速度。为了满足 5G 用例需求，由边缘驱动的方案会不断增加：5G 规范要求往返事务延迟不得超过 1 毫秒。⁸ 1 毫秒大约相当于在零无线电波和交换机延迟的情况下，在光纤中往返 120 英里或单向行进 60 英里。

对于正在驶过十字路口的车辆或实施心脏手术的机器人手术臂而言，低延迟的边缘计算可以加快决策和动作速度。而分布式边缘计算还能帮助避免意外结果，如零部件、工厂机械设备和移动应用发生灾难性故障。

推动新用例切实发挥作用

从本质上说，5G 比前几代技术更灵活、更易于扩展。5G 网络的构建方式决定了可在虚拟的网络功能片段中进行配置，根据需提高速度、专用容量和吞吐量。这有助于缩短延迟。每个虚拟网络均可独立运行，可通过控制和配置来满足用户的特定需求，无需创建新的物理网络。软件定义网络 (SDN) 架构支持对网络控制进行编程，虚拟化则使底层基础架构对于应用实现抽象化。统筹功能说明要调用哪些协议和进程以及调用顺序。

5G 技术必须以三种重要模式交付：增强型移动宽带 (EMBB)、大规模物联网 (MIoT) 以及超可靠低延迟连接 (URLLC)。

增强型移动宽带 (EMBB)

5G 的特点之一在于它将影响到大多数消费者，EMBB 提供更快的无线连接速度，大幅扩展蜂窝网络的服务范围，覆盖以前不曾触及的区域。EMBB 还能在用户密集区域支持更多的设备和数据，为增强现实和虚拟现实等高带宽应用保驾护航。

EMBB 用例侧重于内容和速度。EMBB 有助于增强动态网络配置与管理，按需分配带宽以满足信号接收和速度需求。有了 EMBB，餐厅、体育场馆或酒店大堂等场所的数字标牌显示器可实现更多功能 — 提供更丰富的图像，更快地更新内容。而企业也能借此改进整个组织范围的协作、培训和教育，从而实现更大的效益。EMBB 刷新速度更快，而且可以更广泛地连接各种网络，因此有望改善车间内的无线连接，确保手机或平板电脑上的应用更顺畅的运行。

全球有很多工厂的占地面积达到了数十万平方米。尽管存在环境嘈杂和信号差等问题，但车间两头的操作人员和机器设备之间仍需进行通信。当发现需要更换生产的产品、生产速度放缓、出现危险苗头、有新配置或需要维修等情况时，EMBB 会向操作人员以及机器发出提醒。如果设备停机进行维修，技术人员可通过 EMBB 与远程指挥中心分享机器的状态信息，就维修方案进行沟通。指挥中心则作出回应，发送增强现

实样式的维修指令，帮助设备快速恢复正常工作。

在电子行业，设备制造商以及电信提供商则可能重点利用 EMBB 开发基于家庭的新型网络扩展器以及其他信号增强功能。许多情况下，5G EMBB 功能将直接嵌入到摄像头等终端设备，支持超高清移动流媒体之类更复杂的媒体应用，交付不间断的视频体验、沉浸式便携游戏体验以及混合型现实服务。

大规模物联网 (MIoT)

随着社会的互联互通程度越来越高，人们需要更多的能量为其提供动力。互联城市、能源和公用事业、农业和运输业都是 MIoT 的主要 5G 应用领域，提升边缘计算和机器对机器应用的规模与速度，同时降低能耗。MIoT 用例有望提高多个领域的机器智能，比如造就智慧农业的拖拉机、为智慧城市带来互联交通网络的列车等。在能源和公用事业行业，基于 MIoT 的监控工具可对更广泛的实体基础设施和智能电网技术进行监控，实时报告并响应不断变化的情况。

MIoT 还支持扩展能源市场，整合面向电动汽车的智能充电站。随着基于 MIoT 的指示牌得到日益广泛的应用，零售商可根据具体情况调整产品推荐、标牌和定价，从而与购物者建立更紧密的关系。MIoT 可通过多种方式提高应急和救灾能力，例如扩大无人机摄像头的使用。加大资源跟踪与

协调力度将有助于提高损害评估的准确性，从而更有效地开展协调工作。

超可靠低延迟连接 (URLLC)

URLLC 解决了对时间和安全最敏感的消息传递问题，URLLC 对自动驾驶汽车以及水电站或深海石油钻井平台等远程设备操控的进一步发展起到了至关重要的作用。工厂可能会使用云计算和网络切片技术以及名为微蜂窝的低功率蜂窝基站，构建以车间为中心的私有网络，尤其是在 IP 密集型场所或军事应用中。

URLCC 还可以帮助外科医生操纵远程手术机器人进行手术，并与患者进行安全的远程视频通话。URLCC 可以帮助智能电网简化流程，保护运营安全，检测并解决问题。URLLC 还可以帮助自动驾驶车辆相互通信，以便在接近十字路口或遇到潜在危险时做出明智决策。

5G 试点早于预期

爱立信联袂中国移动和英特尔，试运行配备传感器的物联网设备。该设备旨在通过传输实时数据，替代人工的维护与使用跟踪，最终帮助延长工厂机器设备的使用寿命。该设备只用了不到 6 个月的时间就实现了投资回报。⁹ 诺基亚携手威瑞森完成了面向行驶车辆的首次 5G 信号传输，推动 5G 朝着移动宽带和车联网应用迈出了重要一步。¹⁰ 韩国在 2018 年平昌冬奥会上对 5G 进行了充分展示，包括基于 5G 的沉浸式广播，以及借助冰场上 100 台摄像机构成的“互动式时间切片”，提供 360°全方位的即时回放、暂停、角度调整和变焦等效果。¹¹

网络切片技术

5G 在带宽、大规模物联网数据和低延迟方面都比上一代无线网络技术有长足进步。但是，如果没有所谓的网络切片，这些技术进步所创造的优势将会大打折扣。这种特殊形式的虚拟化技术支持多个逻辑网络共享公共的物理基础架构。每个逻辑网络（也称切片）都可动态进行重新配置，并可针对速度、带宽、延迟和安全性等指标进行优化处理。

通过将切片从接入网络扩展到核心网络，可创建包含虚拟计算、存储和网络控制等功能在内的端到端网络。只需一个 5G 基础架构，便能够在可动态重新配置、可升级软件的网络中同时支持无线消费者服务，独立而安全的应急响应网络、针对服务质量 (QoS) 进行了优化处理的内容分发，以及实时自动化工厂通信等等。

建立新型合作关系及合资企业成为大势所趋

5G 正在催生一系列的全新合作关系。MNO 负责容量和网络运营，其他电子企业则负责提供技术和专业知识。因此，5G 计划催生出一系列合资企业，包括：

- 英特尔、爱立信、丰田、日本电装和 NTT DoCoMo 正在日本开展 5G 试验，当他们的 5G 联网车辆上传输 4K 视频时，实现了 600Mbps 到 1Gbps 的传输速度。¹²
- 诺基亚携手 T-Mobile，共同构建了“全国性的” 5G 网络，并提供包括无线平台、核心网络技术及管理系统在内的产品。¹³
- 爱立信携手 IBM 研究院，共同开发了支持 3GPP 5G 标准的无线前端解决方案，支持客户通过复用现有的室内网络基础架构，从 4G 升级到 5G。¹⁴
- 英国电信与华为建立了 5G 研究合作关系，考察在全球范围内部署速度更快的通信网络的技术和商业可行性。¹⁵

建立合作关系能给企业、市场或其服务的整个行业创造更多价值。例如提高机器到机器的通信效力。监测控制与数据采集 (SCADA) 系统可在其运行和监控的网络中提供更高的可扩展性和互操作性，还能通过更高水平的嵌入式安全功能，快速发现入侵行为。

由于 5G 有能力跨越多个网络支持多个同步物联网传感器连接和边缘决策，导致此类多孔网络需要额外保护。企业在开发 5G 应用时有义务共同承担责任，政府则有义务做好任务分配工作。

无论解决方案是面向政府机构还是私营领域，均需开展尽职调查。鉴于交通控制和医疗设备是 5G 的潜在应用领域，因此，必须事先做好安全准备工作。准备是否充分可能真是生死攸关的大事。

真实抑或美梦

从自动驾驶汽车到互联设施，强大的 5G 用例覆盖到每个行业。5G 正朝我们走来，许多运营商均已开始投资 5G，尤其是 NEP 和 MNO。对此，电子行业有两条道路可以选择。

其一：借助适当的应用，利用现有的物联网数据，结合 AI 芯片组和子组件形成商业价值与洞察。其二：需要将 5G 功能嵌入到 SCADA 系统、手机、物联网传感器、网络控制器和工业机械中。对他们而言，将机器设备安全融入到 5G 网络中的难度越低，解决方案交付速度越快。NEP、MNO 和政府机构已经开始各尽其职。业界其他玩家也应尽快加入进来，加速挖掘 5G 的市场潜力。

在调查 5G 将对贵公司产生怎样的影响时，请考虑以下问题：

- 贵公司在哪些领域具有试点 5G 应用的独特机会？
- 5G 可从哪些方面给贵公司的当前战略或投资组合带来裨益，从帮助提高企业价值？
- 哪些合作伙伴最适合帮助贵公司实现用例价值并满足安全要求？

关于专家洞察报告

专家洞察代表了思想领袖对具有新闻价值的业务和相关技术主题的观点和看法。这些洞察是根据与全球主要的主题专家的对话总结得出。要了解更多信息，请联系 IBM 商业价值研究院：iibv@us.ibm.com

专家对此话题的观点

Martin Kienzle

电子行业负责人，
IBM 行业学会成员，联系方式：
kienzle@us.ibm.com
<https://www.linkedin.com/in/martinkienzle/>

Rami Ahola

电子行业能力中心全球主管
IBM 行业学会成员，联系方式：
rami.ahola@fi.ibm.com
<https://www.linkedin.com/in/ramiahola/>

Mike Edholm

业务发展主管，
IBM 行业学会成员，联系方式：
mike.edholm@se.ibm.com
<https://hk.linkedin.com/in/edholm>

© Copyright IBM Corporation 2018

New Orchard Road
Armonk, NY 10504

美国出品
2019 年 1 月

IBM、IBM 徽标及 ibm.com 是 International Business Machines Corporation 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。

本文档为自最初公布日期起的最新版本，IBM 可随时对其进行更改。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（无论明示还是默示）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的协议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 并不独立核实、验证或审计此类数据。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

85022585CNZH-00



备注和参考资料

- 1 Jonnalagadda, Harish. “Qualcomm’s simulated 5G tests show a 20x increase in download speeds over 4G.” [androidcentral](https://www.androidcentral.com/qualcomms-simulated-5g-tests-show-20x-increase-download-speeds-over-4g). February 2018.
- 2 “Internet of Things (IoT) connected devices installed base worldwide from 2015 to 2025 (in billions).” Statista. <https://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-ofconnected-devices-worldwide/>
- 3 “The 5G economy: How 5G technology will contribute to the global economy.” IHS Economics. January 2017. <https://cdn.ihs.com/www/pdf/IHS-Technology-5G-Economic-Impact-Study.pdf>
- 4 Ibid.
- 5 “Revenue forecast mobile operators worldwide from 2012 to 2020 (in billion U.S. dollars).” Statista. <https://www.statista.com/statistics/371899/mobile-operator-total-revenue-forecasts/>
- 6 Kharif, Olga and Scott Moritz. “Upgrade to 5G costs \$200 billion a year, may not be worth it.” Bloomberg. December 2017. <https://www.bloomberg.com/news/articles/201712-18/upgrade-to-5g-costs-200-billion-a-year-and-may-not-be-worth-it>
- 7 deAgonia, Michael. “Apple’s Face ID [The iPhone X’s facial recognition tech] explained.” ComputerWorld. November 2017. <https://www.computerworld.com/article/3235140/apple-ios/apples-face-id-the-iphone-xs-facial-recognition-tech-explained.html>
- 8 “The Mobile Broadband Standard: Release 15.” 3gpp.com. July 2018. <http://www.3gpp.org/release-15>
- 9 Ekholm, Börje. “How 5G could speed up global growth.” World Economic Forum. January 2018. <https://www.weforum.org/agenda/2018/01/5g-mobile-speed-global-gdp-growth/>
- 10 McCaskill, Steve. “Verizon and Nokia test 5G with a moving vehicle.” TechRadar. August 2018. <https://www.techradar.com/news/verizon-and-nokia-test-5g-with-a-moving-vehicle>
- 11 Ramirez, Elaine. “In the race for 5G, South Korea shows off its tech prowess at the Winter Olympics.” Forbes. February 2018. <https://www.forbes.com/sites/elaineramirez/2018/02/23/in-the-race-for-5g-south-korea-shows-off-its-tech-prowess-at-the-winter-olympics/#1aa83c682853>
- 12 Reichert, Corinne. “Intel and Ericsson 5G connected cars trial attains 1Gbps speeds.” ZDNet. November 2017. <https://www.zdnet.com/article/intel-and-ericsson-5g-connected-cars-trial-attains-1gbps-speeds/>
- 13 Morris, Iain. “Nokia reels in \$3.5B 5G deal with T-Mobile US.” Lightreading.com. July 2018. [https://www.lightreading.com/mobile/5g/nokia-reels-in-\\$35b-5g-deal-with-t-mobile-us/d/d-id/744997](https://www.lightreading.com/mobile/5g/nokia-reels-in-$35b-5g-deal-with-t-mobile-us/d/d-id/744997)
- 14 “Ericsson wins awards for innovations in 5G technology.” Ericsson. February 2018. <https://www.ericsson.com/en/news/2018/2/ericsson-wins-awards-for-innovations-in-5g-technology>
- 15 Huawei embark on pioneering 5G research partnership.” BT.com. June 2018. <http://home.bt.com/tech-gadgets/internet/broadband/bt-huawei-5g-mobile-technology-partnership-11364119667641>