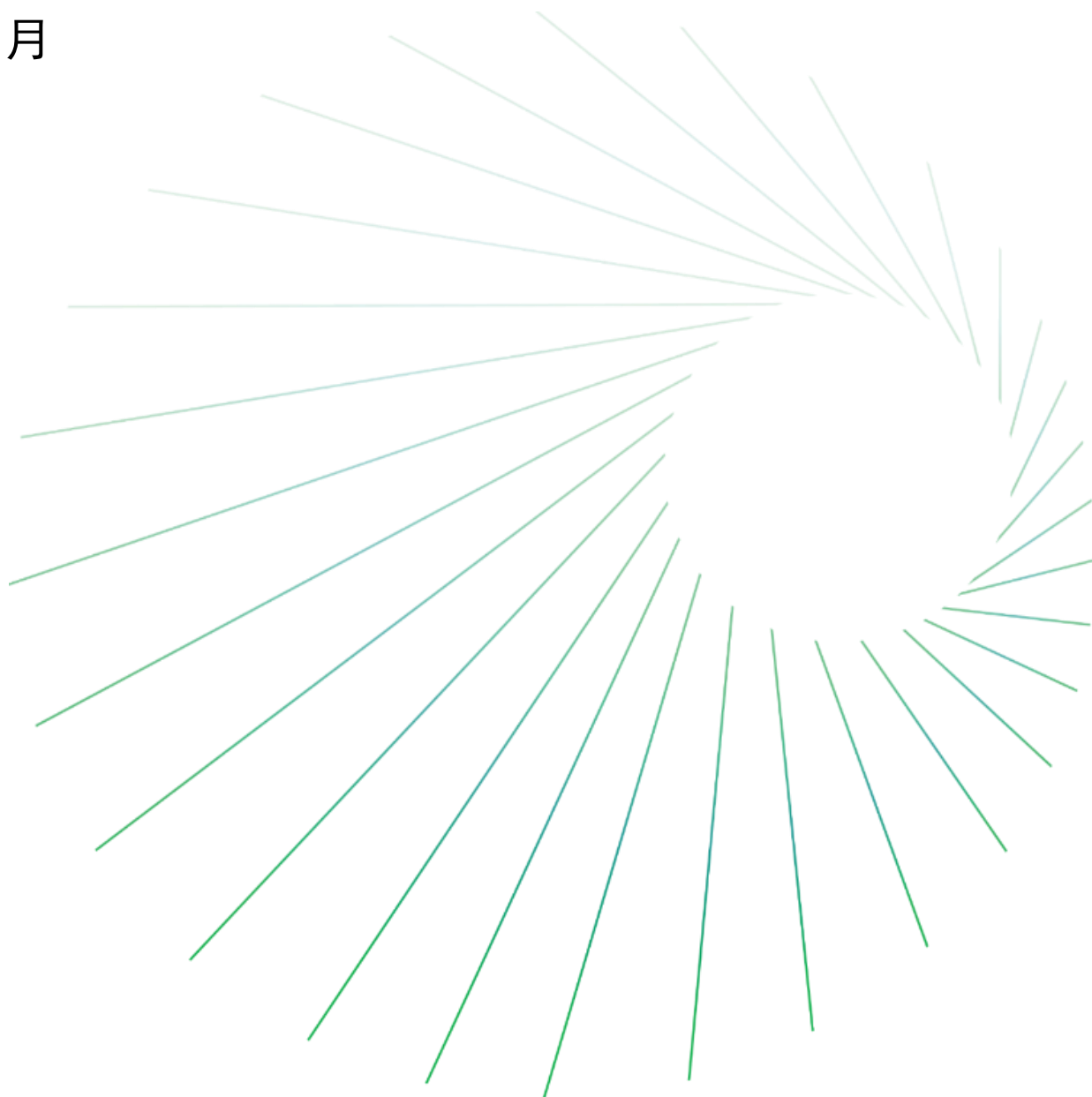


# 后疫情时代的 5G 经济

后疫情时代 5G 对全球经济的影响

2020 年 11 月



联合 Omdia 为高通技术公司编制

# 目录

摘要	3
后疫情时代 5G 对世界经济的影响	4
– 价值链	4
– 赋能销售	5
– 助力全球 GDP 增长	7
引言	8
– 报告编排	8
– 5G 的发展历程	9
– 5G 的未来前景	9
新冠疫情下的 5G 发展	13
– 居家办公	13
– 远程学习	16
– 远程卫生保健/医疗	16
– 线上零售和电子商务	17
后疫情时代 5G 对世界经济的影响	19
– 5G 的经济贡献	19
– 布局 5G 价值链	20
– 5G 赋能销售	23
– 全球经济可持续增长	24
– 5G 技术的社会影响：助力可持续发展目标实现	25
5G 是否面临阻力？	28
– 支付能力	29
– 数字鸿沟	29
结论：后疫情时代的 5G	31
参考文献	33
尾注	38
调研团队	39

## 摘要

2020 年初，5G 技术的发展如火如荼。世界前所未有地期待这项“颠覆性”、“变革性”的“通用技术”。多项 5G 初步技术标准已经面世，在未来 10-15 年间预计会有更多标准出现。5G 技术将如何改变或深刻影响人类活动的方方面面？这都是权威专家津津乐道的话题。

2020 年 2 月起新冠肺炎病毒（SARS-CoV-2 病毒）迅速在全球蔓延，引发全球各国的关注。截至本报告撰写之时（2020 年 11 月），新冠肺炎已导致全球近 130 万人死亡，5,300 万人感染。

新冠疫情造成的社会和经济震荡也引发人们思考：5G 技术在后疫情时代将扮演什么角色？为了遏制病毒传播而实施社交隔离后，通信技术的重要性更加突显，人们愈发认识到通信技术在维持社交联系和保持经济系统韧性方面发挥的作用。IHS Markit 预测，5G 的持续深入部署以及 5G 技术催生的产品、服务和体验，将真正满足后疫情时代人们对连接性、灵活性和韧性的迫切需求。这将鼓励整个社会继续加大对 5G 技术的资本支出和研发投入，加快建设通信基础设施，改变各行各业在当地和全球范围内的价值创造方式。

随着中国最早从新冠疫情中恢复，多家移动网络运营商（MNO）纷纷宣布将加快 5G 部署并加强供应链布局。智能手机制造商开始发布多种价位的 5G 手机，吸引不同消费能力的消费者。与前几代蜂窝技术不同，5G 标准将涵盖工业级要求，因为许多工业企业参与了标准制定工作。各项用例能够降本增效，创造新的收入来源，带来更加“智能”的产品以及更好的客户体验，从而提升价值。各类公司和工业企业都认识到 5G 将成为长期“赛道”，因而争相进行试验和概念验证，证实 5G 在相关用例中的技术适用性及投资回报。

由于疫情爆发，经济下滑，很多投资活动骤减，但由于 5G 技术有望在后疫情时代带来可观的经济效益，对 5G 技术的投资并未呈断崖式下降。相反，IHS Markit 针对 2020-35 年全球 5G 投资和研发投入的最新预测比其在 2019 年的预测净增 10.8%。显然，疫情期间联络需求的激增，推高了各方对 5G 投资的热情。

本报告是关于 IHS Markit 就 5G 技术在后疫情时代（2020-35 年）对全球经济影响展开的最新评估，对疫情之前发布的预测报告（IHS Markit, 2019）予以更新。

# 后疫情时代 5G 对世界经济的影响

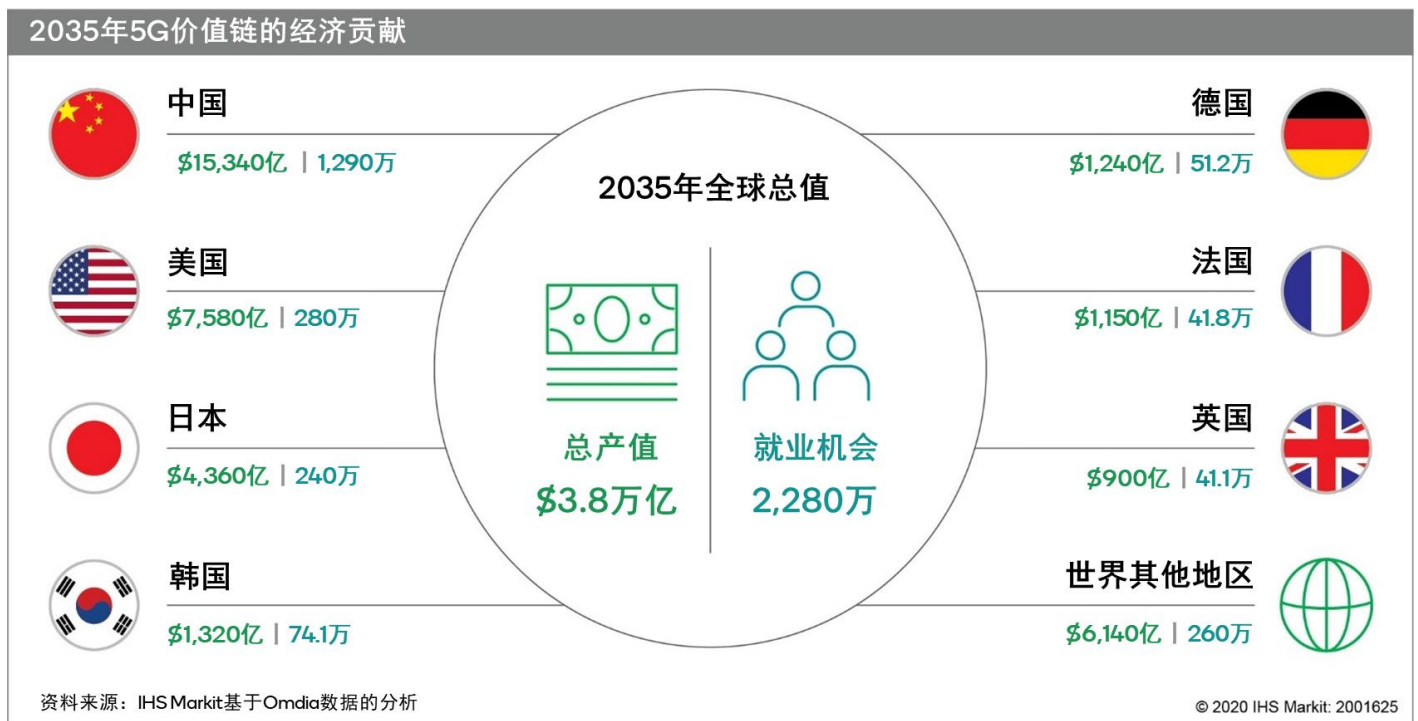
本次报告从三个维度探讨了 2020-35 年期间 5G 技术带来的宏观经济效益，即新兴的 5G 价值链，赋能销售以及对全球 GDP 的净贡献值。

## 价值链

5G 价值链对全球的贡献，可用于衡量 5G 技术所产生的宏观经济效益，并反映投资 5G 基础设施和相关研发产生的经济影响。

- IHS Markit 预计 2020-35 年，中国、美国、日本、德国、韩国、法国和英国七个国家的 5G 价值链上的企业平均每年投入研发资金和资本支出总和将超过 2,600 亿美元。
- IHS Markit 目前预计，至 2035 年，5G 价值链将创造 3.8 万亿美元的总产值，提供 2,280 万个新岗位。其中，上述七个国家的 5G 相关总产值将占全球的 84%，创造的新岗位将占全球的 88%。

由于中国的 5G 研发资金和资本支出大幅增加，到 2035 年中国将在全球 5G 研发资金和资本支出中占据更大的份额。目前预测到 2035 年中国的 5G 研发资金和资本支出将达到 1.5 万亿美元，比 2019 年的预测（1.1 万亿美元）增加约 4,000 亿美元（或 36%）。相比之下，世界其他地区所占的份额预计将下降 19%。在后疫情时代，全球经济复苏步伐参差不齐，小国的经济的恢复能力不如大国，这会影响到小国的投资重点，也意味着 5G 相关支出或有下行压力。



## 赋能销售

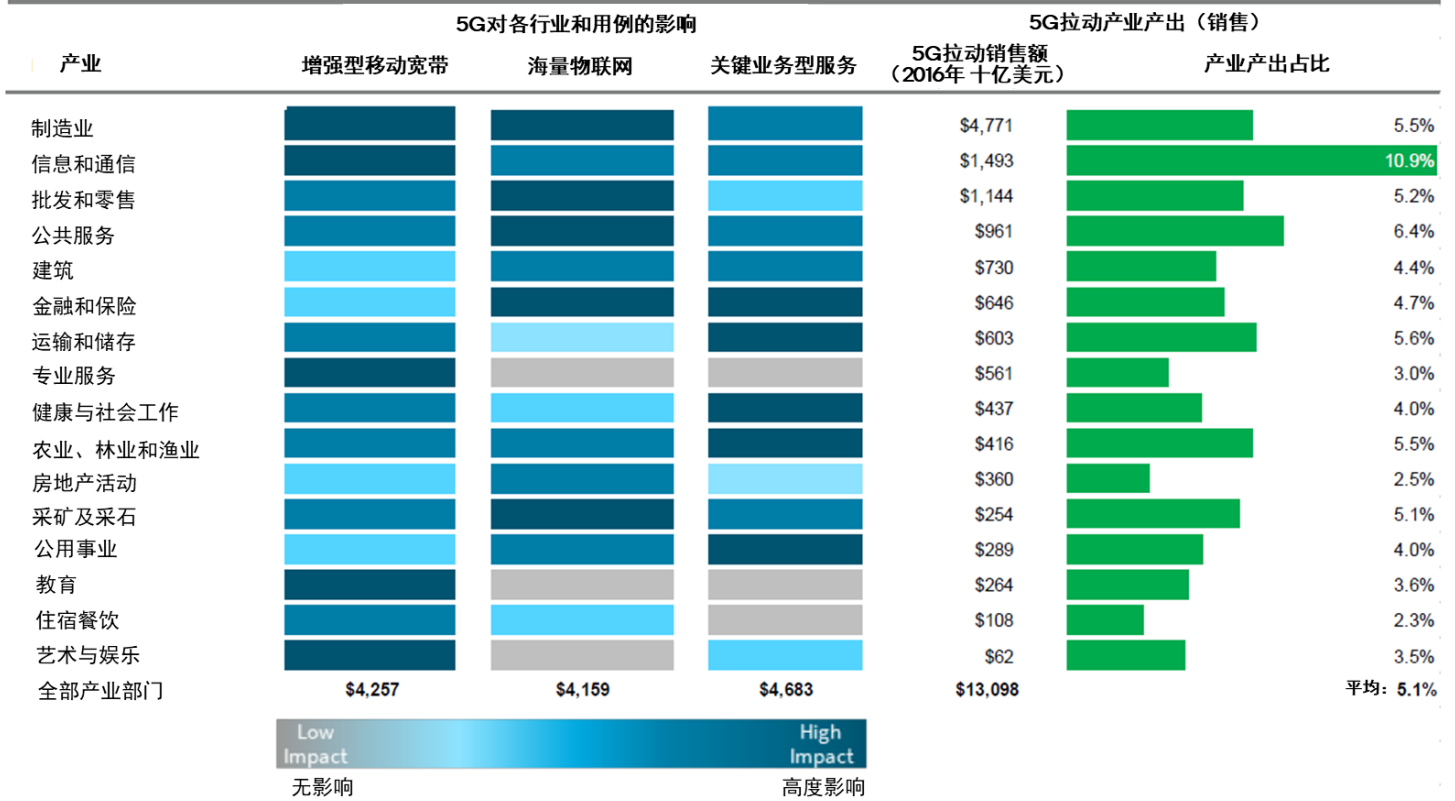
赋能销售是指利用 5G 技术（远超现有 4G 技术的能力）的独特功能，提高执行效率，增强触达客户的能力，独创产品或服务，在几乎所有行业实现额外经济价值。IHS Markit 认为，5G 用例主要分为三类。**增强型移动宽带（eMBB）**用例利用 5G 扩大蜂窝覆盖范围、提升容量。**海量物联网（MIIoT）**用例结合 5G 低功耗需求及在授权和非授权频谱中运行的能力，显著提升机器到机器和物联网应用的规模和灵活性。**关键业务型服务（MCS）**用例具有高可靠性、超低时延连接和高安全性的特征。5G 将赋能销售，帮助最终产品和服务触达终端用户，促进中间产品和服务触达生产者。IHS Markit 估计，至 2035 年，这三类用例拉动的销售额将不相上下，均将超过 4 万亿美元，总和将超过 13 万亿美元。

当然，这些用例所能产生的最大经济效益因行业而异。

- IHS Markit 估计，在 16 个产业中<sup>1</sup>，eMBB 将在制造业、信息和通信、专业服务、教育、艺术和娱乐行业产生最大的经济效益；
- MIIoT 将在制造业、批发和零售业、公共服务、金融和保险、采矿及采石行业产生最大的经济效益；
- MCS 将在金融和保险、运输和储存、健康与社会工作、农业、林业和渔业以及公用事业领域产生最大的经济效益。
- 2035 年，5G 对销售的促进作用将在制造业得到最显著的体现，将达到近 4.7 万亿美元（以 2016 年绝对值计算）。5G 在信息和通信业拉动的销售额占在各行业拉动的总销售额的 10.9%，是预期全行业平均水平（5.1%）的两倍以上。

IHS Markit 预计，疫情后的全球经济增长将低于疫情前的预测。而 2019 年 IHS 报告中对 5G 经济贡献的预测的基础是疫情前的全球经济前景预测。IHS Markit 当前对 2035 年全球总产出（销售额）的预测比疫情前下调了 2.8%，对全球实际 GDP 的预测下调了 3.1%。相比之下，IHS Markit 对 5G 经济产出的预测为 13.1 万亿美元，仅调低约 0.6%。此外，2035 年 5G 对全球总销售额的预期贡献比例从 5.0% 提升至 5.1%。这些均表明 5G 将继续成为各行业经济效益的重要来源。

## 2035年5G将拉动13.1万亿美元全球销售额



资料来源: IHS Markit

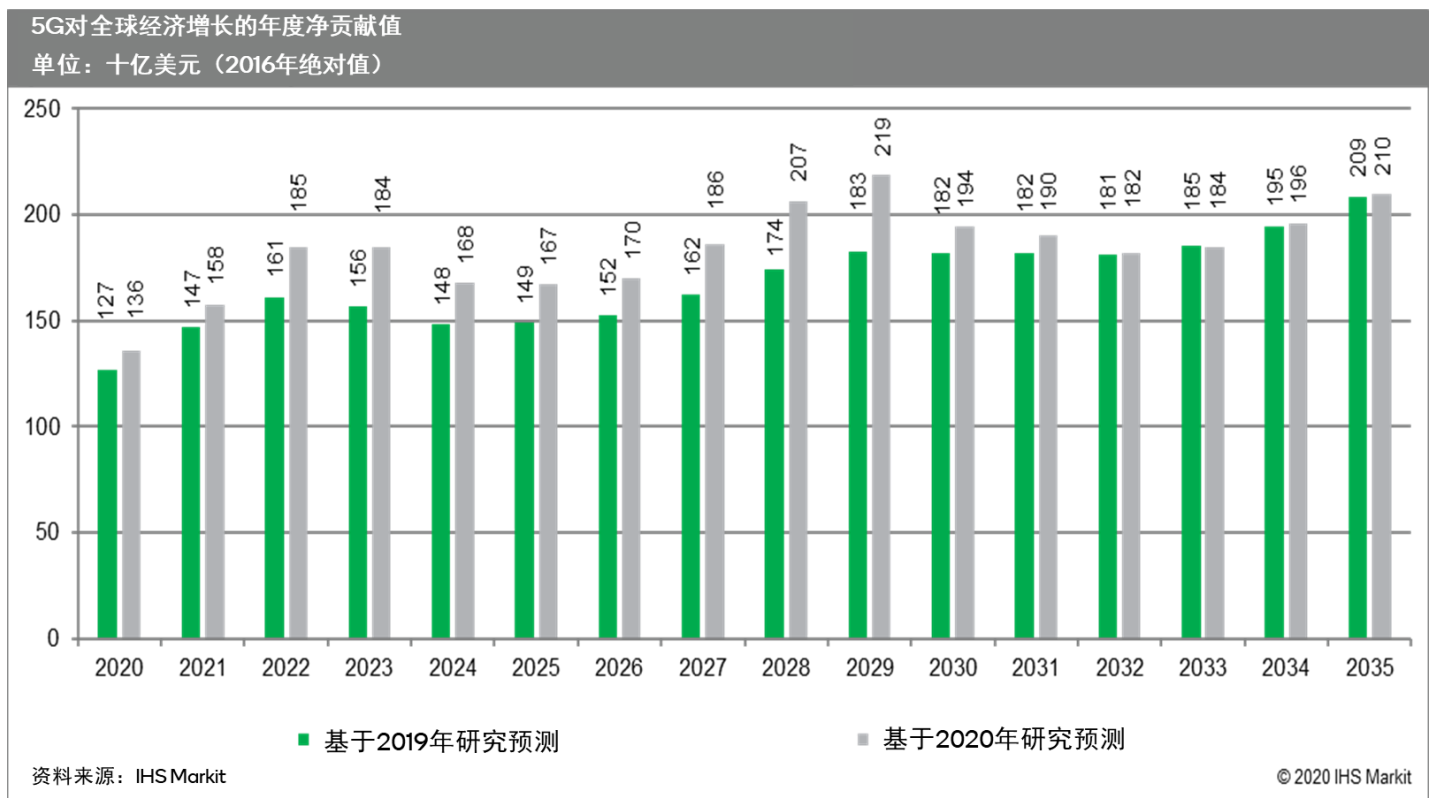
© 2020 IHS Markit

## 助力全球 GDP 增长

5G 宏观经济效益的第三项衡量指标是对全球 GDP 的净贡献，其中包括非 5G 行业转移到 5G 行业的投资和研发投入，因此已减去其他行业的经济利益损失。

- 根据专有全球联系模型（Global Link Model），IHS Markit 估计<sup>2</sup>，2035 年 5G 对全球净贡献（按净现值计算）将达约 2.3 万亿美元（按 2016 年美元计），与法国目前 GDP 大致相同。
- 此外，IHS Markit 分析师预测，至 2035 年全球实际 GDP 年均增长率为 2.7%，其中 5G 贡献近 0.2%，表明 5G 将对全球经济作出重大贡献。

目前，IHS Markit 预测的 5G 对全球 GDP 净贡献估值略高于 2019 年报告中的预测。新冠疫情导致全球经济产能过剩，投资产生的影响将有所加大，因为利用资源发展 5G 的机会成本可能低于此前预期；因为产能过剩时，闲置资源有所增加，所以利用现有资源发展 5G 不再以牺牲其他盈利性活动为前提。下图表明，5G 相关投资的第二波浪潮来临后，这种影响将在中期略有加大。



关于新冠疫情对 5G 的影响众说纷纭，但不可否认，5G 列车已经开动，唯一的问题是需要多久才能抵达各自的目的地。5G 技术的经济效益的实现，有赖于政策制定者、监管者以及系统集成商、移动网络运营商在内的各方共同协作，加快部署速度。上述经济效益预测仅仅是最保守的估计。若 5G 部署速度加快，则效益更大。若企业家和创新者利用 5G 解决最紧迫的挑战，效益也会更大。尤其是能弥合数字鸿沟、扩大信息经济参与度的解决方案，将释放巨大的价值，推动全球经济增长，造福民众。

# 引言

新兴 5G 技术眼下风头正劲，世界前所未有地热切期盼这项兼具“颠覆性”与“变革性”的“通用技术”。多项 5G 技术初步标准已经面世，预计未来 10-15 年间将有更多标准出台。关注 5G 发展的专家将视线聚焦在 5G 技术将如何改变或深刻影响人类活动的方方面面。

与此同时，2020 年还发生了另一重大事件——新冠肺炎的全球大爆发。在过去 10 个月内，全世界确诊和死亡病例不断飙升。截至本报告撰写之时（2020 年 11 月），全球已有近 5,300 万人感染，近 130 万人死亡（美国约翰斯·霍普金斯大学，2020）。此次重大公共卫生危机使得 5G 的短期预期在部分领域有所降低。但疫情也为 5G 创造了更多机会——封城和保持社交距离等措施迫使人们转向线上互动；企业需要实时追踪供应链和库存；人们越来越多使用电子商务和远程医疗。

新冠疫情从多个角度影响了 5G 技术在较长部署周期（长达 15 年）内的发展前景。本报告将聚焦部分角度，特别是 5G 技术对后疫情时代全球经济的影响。疫情与 5G（及潜在 5G 衍生产品）的可用性将从个人到整个群体层面根本改变 5G 用户群体的行为。同时，各国的 5G 资本支出和研发投入预计将发生变化，全球总投资规模有望提升。本报告基于 2019 年报告（疫情前）进行更新，旨在呈现 IHS Markit 就后疫情时代（2020-35 年）5G 技术对全球经济的影响所作的最新预测。

## 报告结构

本报告涵盖以下四大目标。

第一，总结已知的 5G 前景，即 5G 网络的超高速率和极低时延特性产生的用例和产品，将催生从根本上改变人们生产生活方式。

第二，阐释新冠疫情对人类活动的四大重要领域——工作、教育、医疗及零售——所造成的颠覆性影响，并分析 5G 在现阶段或未来如何应对这些影响。

第三，鉴于新冠疫情对经济的影响，本报告分享了 IHS Markit 就 2020-35 年后疫情时代 5G 对全球经济影响的最新预测，并探讨 5G 技术造福社会的不同方式，尤其是在个人、企业和政府充分挖掘 5G 潜力解决迫在眉睫的挑战的情况下，5G 技术将取得哪些成效。

最后，本报告将预测 5G 在推广过程中可能面临的阻力。

## 5G 的发展历程

5G 即第五代移动通信标准。从 2G、3G、4G/LTE 到如今的 5G，移动通信标准经历了近 40 年的演变，移动通信技术也从单纯的语音通信发展成为各种形式的信息流通信，传输载体则从早期的互联网转变为不同传输速率的宽带。鉴于 5G 的前景远比前几代标准更加丰富，有关 5G 仅仅是 4G/LTE 标准的“进化”，还是会掀起一场真正的“变革”、打破主要服务大众消费者市场的旧模式（Lemstra, 2018）的讨论不断涌现。

5G 将世界经济推上重大转型的风口浪尖并成为这场变革中一大要素的原因，可以从近年来移动通信技术的发展历程中得到启发。1990 年代初期到中期，传统的（语音）通信服务从模拟技术转变为数字技术，又进化到个人通信服务。与此同时，万维网诞生，网络快速普及。很快，人们对“信息”的重视程度超过“通信”，催生了信息通信技术（简称“ICT 技术”）。2000 年代初期到中期，通信、网络和娱乐实现大“融合”，伴随着创新技术的新兴，人们不仅能享受移动通信，还能获取移动信息服务。

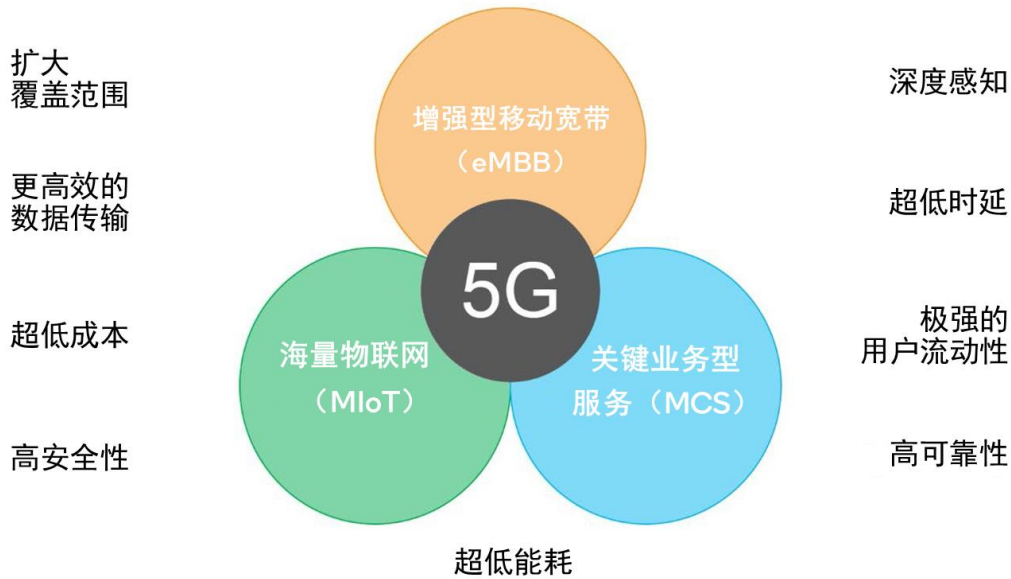
当时，ICT 技术逐步向无线技术发展。之后，随着 3G 和 4G 极大地改变了通信和信息格局，手机和便携终端激增。从零售、银行服务到新闻、娱乐，从邮件、短信到导航，从音乐到摄影，基于移动终端的新服务全面开花。近 10 年来，消费者对移动服务的接受度不断提高，为移动“通信”的重大变革奠定了基础。这将是 5G 大显身手的舞台，属于 5G 的时代已然到来。

工业领域也逐渐从传统工业时代过渡到信息时代。越来越多的机器搭载传感器，连接可编程逻辑控制器，为物联网奠定了基础。机器开始支持通过有线通信线路进行远程故障排查及诊断，实现无线连接只是时间问题。鉴于此，机器操作员和工程师的技能缺口越来越大，因为操作员大多只接受过机械操作故障排除培训，而不了解控制机器的计算机及电气技术。随着工业流程将越来越多地应用基于 5G 的控制技术，5G 可通过赋能云计算、边缘计算、人工智能和机器学习对流程进行优化，且技能培训也必将成为 5G 技术概念验证中的一大关键。

## 5G 的未来前景

去年，备受期待的 5G 标准在多国正式发布，为众多领域带来前所未有的发展动力及惠益，包括通信、教育、自动化、医疗、智能网联汽车、公共安全、生产力、流程效率、新产品开发、治理、游戏及娱乐等。5G 的潜在用例及应用广泛，目前可大致分为三类：增强型移动宽带（eMBB）、海量物联网（MIoT）和关键业务型服务（MCS）<sup>3</sup>。且随着 5G 标准的不断发展，5G 技术将不断完善，其应用范围也将进一步扩大。IHS Markit 预测，5G 技术将在 2035 年发展成熟，上述三类用例有望实现全面部署。

## 5G的三类主要用例



资料来源：IHS Markit基于Omdia数据的分析

© 2020 IHS Markit: 2001626

## 5G 的三类主要用例

### eMBB

eMBB 的两个关键点将推动 5G 技术普及和价值创造。其一是将蜂窝覆盖扩展到范围更广的建筑物中，包括办公楼、工业园区、购物中心等大型场所。其二在于提升容量以承载更多使用大量数据的终端，尤其针对局部地区。网络性能的改进将支持更高效的数据传输，降低每比特数据的传输成本，从而驱动移动网络中更多地使用宽带应用。

### MIoT

5G 将依托早期在传统机器对机器 (M2M) 和物联网 (IoT) 应用方面的投入，以实现规模经济的显著增长，从而促进 5G 技术在各行各业中普及和应用。5G 能更好地满足低功耗需求，实现在授权和非授权频谱工作，并提供更深入、更灵活的覆盖，进而显著降低 MIoT 情景下的成本。这也将反过来支持 MIoT 扩大规模，并推动 MIoT 应用更多地采用移动技术。

### MCS

MCS 代表着移动技术的全新市场机会，这将是 5G 重要的增长领域，以支持那些需要高可靠、超低时延连接以及高安全性与高可用性的应用。在 MCS 的支持下，无线技术将能够提供可媲美有线连接的超可靠连接以支持零容错应用，例如自动驾驶汽车和远程操作复杂自动化设备。

资料来源：IHS Markit

© 2020 IHS Markit

2018 年，移动通信标准化组织第三代通信合作伙伴计划（3GPP）制定了全球首套 5G 标准——R15 标准，主要聚焦 eMBB 用例。未来，该组织还将针对 MIIoT 和 MCS 用例分别制定 R16 和 R17 标准（不过，这两套标准也将覆盖更多 eMBB 用例，以及车联网（V2X）、专用网络、非授权频谱、工业物联网等）。<sup>4</sup> 虽然目前 5G 技术仍处于初期阶段，但与 4G 不同的是，5G 有望应用于许多全新的工业场景，实现降本增效，创造新的收入来源，带来更加“智能”的产品以及更好的客户体验，从而提升价值。各类公司和工业企业都认识到 5G 将成为长期“赛道”，因而争相进行试验和概念验证，证实 5G 在相关用例中的技术适用性及投资回报。（Blackman, 2019；美国商业资讯，2020）。5G 与低时延边缘计算相结合，将在智慧城市（智能交通、分布式配电自动化、公共安全）、智慧工厂（移动控制、协作搬运）以及智慧医疗（机器人辅助手术）等应用领域发挥关键作用。为成功实现这些全新用例，还需在正式部署之前进行大量规划及压力测试。

以上三类用例中的大量案例及应用已广为人知，相关资料非常丰富。<sup>5</sup>

一套成熟的 5G 协议无疑会带来巨大突破。首先，5G 有望在不久的将来提供 20 Gbps 或更高的下行速率。在 2020 年初 Rootmetrics 公司开展的 5G 速度测试中，英国移动运营商 Three 的网络的峰值速率超过 478Mbps，而 3G 的峰值速率约为 20Mbps，4G 的峰值速度为 90+ Mbps（Rogerson, 2020）。理论上，使用 6-100GHz（最常见的是 26-39GHz）毫米波 5G 频谱（mmWave），最大速率可提高至 10Gbps（McCaskill, 2020）。实际上，2019 年 5 月在芝加哥地区进行的 Verizon 网络 5G 速度测试中，峰值速率接近 1.4Gbps（Swider, 2019）；仅一个月后，在 AT&T mmWave 5G 报告中，峰值速率达到了 1.8Gbps（Delcourt, 2019）。高通骁龙 X60 5G 调制解调器及射频系统（Snapdragon X60 5G Modem-RF System）的最高下载速率为 7.5Gbps（Qualcomm, 2020）。随着 5G 的发展，下行速率有望达到 10-50Gbps，将比 4G 高数百倍。

其次，5G 技术有望显著减少时延（网络响应时间）。2019 年末，Ookla 5G 时延测试记录的沃达丰（Vodafone）网络平均低时延率约为 21 毫秒，理论上最低仅为 1 毫秒（Rogerson, 2020；Jackson, 2019）。同一消息来源将此记录与 Opensignal 在 2020 年 4 月发布的测试数据进行了对比：Opensignal 测试的所有 3G 网络最低时延为 58 毫秒，4G 网络最低时延为 36 毫秒。随着 5G 部署的进展与更低时延率的实现，AR/VR 产品在蜂窝网络的高时延下导致的用户头晕恶心等不佳产品体验将有所缓解。超低时延的 5G 服务也将应用于自动驾驶汽车、远程机器人手术等 MCS 服务中（Sanders, 2020）。

第三，5G 的地理覆盖/可及性将远超 3G 和 4G。尽管扩展覆盖范围存在挑战（例如站点访问），但 5G 的 eMBB 用例可将蜂窝覆盖范围扩展到 4G 及此前通信技术无法有效服务的区域和建筑结构，比如被大量墙壁阻隔的建筑物内部、人口稠密的城区以及人口稀少的农村或郊区。IHS Markit（2019）认为，扩大室内外增强型无线宽带覆盖范围以及部署固定无线宽带，是迄今通信服务效果不佳的建筑物和区域的理想选择。5G 毫米波尤其适用于人口稠密、设备数量庞大的城市地区。虽然毫米波频率范围跨度大，可提供巨大容量，但它们的信号无法远距离传输，且波长较窄。如果在密集小型空间构成的区域，使用微型基站，可有效规避毫米波的限制（McCaskill, 2020）。较低频段（低于 1GHz）的 5G 则更适用于信号须长距离传送且不受干扰的农村地区。在由于部署成本过高/耗时等原因缺乏固网回程服务的农村地区，运营商可使用毫米波频谱提供无线替代方案（即便作为临时方案，也能惠及这些地区）。三星（2020）和 McCaskill（2020）的研究为移动运营商投资集成接入回程技术提供了依据。

第四，eMBB 用例的移动性（即射频节点之间的无缝切换速度）处于中等至高级水平，有利于实现无缝广域覆盖。5G 设备的连接速度潜力高达 500 Km/h，相比之下，4G 网络的连接速度约为 350 Km/h（Forge

和 Vu, 2020)。

最后，5G 有望振兴定制化专用网络。换言之，不同垂直行业的企业或机构（制造业企业、物流中心、港口以及医院、大学等具有重大社会效益的机构）最终将降低甚至消除对公共蜂窝网络的依赖，转而创建自己的独立式专用网络（Lee 等，2019）。这是因为公共蜂窝通常无法充分满足室内或要求苛刻的环境（例如港口）中的连接需求。除了保障所需的吞吐量外，专用网络还能确保更好地运营控制，其最主要的优势在于安全性，也有助于优化销售、监控、资源管理和利用率等。<sup>6</sup>专用蜂窝网络还能让企业/机构更好地创建性能参数，按需扩大规模，创建并获得地理围栏数据。最终，随着 MIoT 和 MCS 用例的普及以及标准的发展，专用 5G 网络或将超越 4G/LTE 和企业 Wi-Fi，甚至是基于以太网的有线网络，成为主流选择（Blackman, 2020）。当前的专用 LTE 网络通常支持升级至 5G。

## 新冠疫情下的 5G 发展

按预计，借着电信监管部门释放两至三个频段的东风，2020 年全球移动网络运营商将在农村及城市广泛部署第一代 5G 网络（R15 标准）。然而，随着新冠肺炎肆虐全球，供应链受到严重扰乱，阻碍了 5G 的商用进程。本节将探讨说明，尽管供应链受阻暂时延缓了 5G 发展，但由于新冠疫情展现了互联互通在社交隔离期间的重要性，疫情或将对 5G 技术的产生积极的长期影响。

在过去 10 个月中，新冠肺炎给全球造成了灾难性损失，近 5,300 万人感染，死亡率接近 3%。<sup>7</sup>许多国家经历了多波疫情。现在还没有针对该病毒的长期或永久治愈药。疫情初期，几乎所有国家的医疗系统都没有充分的准备应对新冠产生的医疗需求。现在，人们正迫切等待安全有效的疫苗。数十亿人在疫情中经历了封锁隔离，许多人不得不改变生活方式。包括工作、游戏、教育、医疗、零售、娱乐在内的所有人类活动几乎都受到了深刻影响。其中，影响社会经济活动的因素也改变了移动通信的发展轨迹，尤其是 5G 的商用进程。

在疫情初期，人们对新冠病毒的了解甚少，对疫情产生的不利影响十分担忧。2020 年 3 月下旬，一篇博客文章引用多项调查，预测了疫情将引起严重经济衰退、消费信心及消费承受力下降，对 5G 发展将产生负面影响（GSMA Intelligence, 2020）。而同期的另一篇文章则更关注供应链，认为投资放缓、R16 标准制定工作受阻以及 5G 供应链的前景充满不确定性（此前由于对华为的制裁已让 5G 行业充满变数）<sup>8</sup>将导致 5G 发展短期前景暗淡（Kapko, 2020）。此外，R17 也可能被推迟。<sup>9</sup>但该文章也指出了 5G 发展的长远机会，因为形势迫使供应链变得更为开放、多元，对美国移动网络运营商而言尤其如此。包括 Omdia 在内的一些分析机构认为，封锁和经济不确定对用户升级至 5G 设备的意愿存在潜在负面影响（Brown, 2020）。<sup>10</sup>

经过疫情初期（截至 2020 年 10 月），许多国家已经了解如何利用公共卫生措施和相关政策更好地遏制疫情（尽管不能完全控制疫情），许多负面预测尚未实现。相反，多方表示了对全面恢复 5G 发展的乐观态度，其中包括移动网络运营商。美国三大网络运营商均表明其 5G 商用计划受疫情影响很小。此外，目前中国已从第一波疫情的影响中大幅反弹，并已恢复了基站等关键网络组件的制造（Wasserman, 2020）。根据 Omdia 的分析，虽然新冠疫情对一些行业带来了不利影响，限制了 5G 用户短期增长，但 2020 年第一季度的移动基础设施市场总体运行稳定。中国的 5G 发展在第一季度初出现了放缓，但在 3 月份有所反弹。

此外，5G 的新兴用例也有望推动 5G 投资。这些用例包括满足越来越多在家办公、上学的个人需求。5G 技术除了用于提高人们在隔离中的工作学习效率，在某些情况下还可以阻断病毒传播，包括追踪病例接触者、监管隔离、监测病症以及病患身体情况。<sup>11</sup>此外，现有的有线和无线技术在远程监护患者、跟踪病例接触者、提高监管及隔离执法能力、加强无接触式监管、卫生管理以及检测病毒空气传播等领域中也发挥着至关重要的作用。

疫情期间互连技术的创新及广泛应用包括：

- 使用支持蜂窝网络的数据记录器（Controlant）监控新冠肺炎检测盒的冷链运输。
- 可检测中小型室内疾病空气传播情况的以太网/Wi-Fi 连接壁挂式设备（由 Kontrol Energy Corp. 研发）
- 2019 年 9 月至 2020 年 9 月，Hologram 物联网平台上蜂窝设备的使用量增加了 150%。Hologram 总结了这一增长背后的两个主要趋势：公共交通向电动自行车和小型摩托车（例如 Cowboy）的转变，以

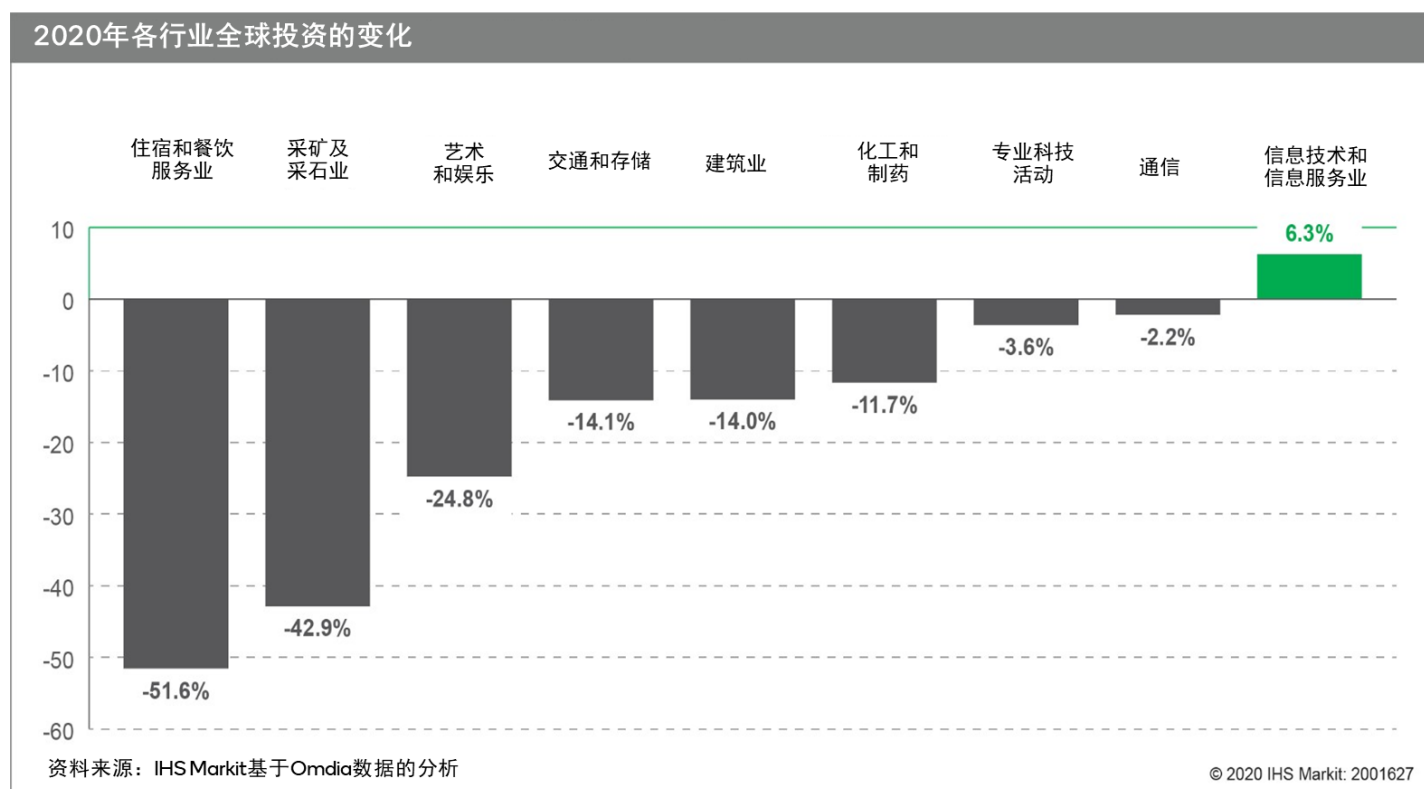
及办公场所使用邻近追踪工具（例如 Eyrus、Kepler Analytics 和 Visibyl）。

疫情之下，全球各行各业的运营流程和商业模式都遭受了前所未有的压力。企业不得不迅速对运营和服务方式做出战术调整。数字化转型也愈发紧迫，此前没有这方面战略计划的企业也不得不开启转型。

Omdia 最近的一份调查指出：“数字化转型正在加速，公司希望项目能在几周内交付，而在以前是以年为单位。”<sup>12</sup> Informa Tech 和 Omdia 于 2020 年 8 月发布的《5G 世界 2020 年全球洞察力调查》显示，17% 的企业认为新冠疫情将带来新的 5G 投资用例和创收机会；另有 14% 的企业认为疫情将加速 5G 投资计划的推出。

在后疫情时代，企业运营上对 5G 有需求，加上企业愈发认识到连接能力对抵御危机的重要性，5G 用例的价值也不断提高。这也是为什么在疫情引发经济衰退，其他投资活动都急剧减少之时，5G 投资却并没有断崖式下降。

实际上，IHS Markit 对 2020-35 年全球 5G 投资和研发投入的最新预测显示与 2019 年的预测值相比净增长了 10.8%（详情参阅下一章 5G 对经济的影响）。2020 年，各行业在 5G 生态系统中的投资或将增加，即使略有减少，幅度也会很小。与此同时，其他主要行业的投资将出现大幅缩减。疫情下，企业对增加连接性的迫切需求，也持续推高 5G 投资。



5G 投资的不断增长带来的第一波经济效益将会是新的就业机会和附加值，生产力不断提升将带来第二波经济效益。不过，5G 不仅能为使用者提高生产力，还能提升无线连接的传输效率。5G 会优化频谱的使用，增加频谱的每秒数据传输速率。这意味着单位数据传输成本将会降低，有利于创造价格亲民的全新应用。

新冠疫情已经影响甚至改变了人类的生活方式。人们在疫情中产生了新的短期需求，加上办公地点有了更

多选择、电子商务也出现了新趋势，垂直行业对 5G 的投资和应用也因此改变。欧盟数字事务主管 Margrethe Vestager 也强调了这一改变的紧迫性。

“新冠疫情的爆发向人们展示了互联网服务和 5G 技术的重要性……疫情使得企业、公共服务和人们更加认识到高速访问互联网的重要性，同时也加速了我们进入 5G 时代的步伐。推广快速网络刻不容缓，我们应该朝着这一目标共同努力。”<sup>13</sup>

Vestager 的言下之意是，疫情彻底颠覆了人们的活动方式，而 5G 技术能帮助人类应对这种变化。疫情带来的变化也加速了各方对 5G 技术迫切需求：

## 居家办公

居家办公已取代传统的去办公室工作的模式，成为无数专业人士的最新工作方式。如今的办公室往往只能看到零星的几个员工，有时甚至空无一人，还要执行严格的使用要求，例如人数限制、保持社交距离、佩戴口罩、定期清洗频繁使用的区域和设备等。为上班族提供服务的其他行业也面临着需求的日益萎缩，包括交通、餐饮、保洁、办公用品等。

员工们在其他地方办公，力求维持甚至提高工作效率，通常是选择居家办公。在疫情初期，Gartner 对 300 多家美国公司进行了调查，发现其中 74% 的公司认为至少有 5% 的员工在疫情后会长期在家办公。除了出于对员工健康和安全的考虑外，节约成本也是主要原因之一（Kovar, 2020）。Global Workplace Analytics（2020）进行了类似调查，结果显示疫情期间全球 88% 的上班族在家办公，而在疫情前只有 31%。此外，全球 76% 的上班族表示疫情结束后仍愿意在家办公，在美国则高达 82%（约 7,500 万人）。

居家办公依然可以通过网络与同事共事，和客户或供应商保持联系。知识型人才和管理人员因疫情原因被迫休假或被解雇的可能性最小，他们也是后疫情时代最有可能继续在家办公的群体。由此可见，无论是疫情期间还是疫情结束后，员工的健康和安全的固然是居家办公趋势的主要推力，工作本身的性质也是影响居家办公的重要原因（Press, 2020）。

居家办公的实现离不开现代 ICT 技术的发展，固定宽带和移动宽带服务使电子邮件、语音通话、视频会议等实时通信方式成为可能。5G 技术将从多方面助力远程办公。5G 技术能够减少网络时延，提高传输速度，使视频会议更加安全可靠，参会者之间的互动更加顺畅。随着 AR/VR 的设备和体验不断发展，加上 5G 技术，人与人的距离将可以通过 5G 时代的 AR/VR 瞬间拉近，届时也不再需要出差。如今的居家办公大环境已经足够承接 5G 技术带来的额外效益。根据 Global Workplace Analytics（2020）的调查，超过 80% 的受访者表示，他们掌握居家办公所需的技术知识和技能，并且能够通过固网和移动网络稳定可靠地连接公司内网。这预示着，人们已经准备好迎接 5G eMBB 服务支持下的远程办公时代。

美国的主要移动网络运营商也提供固网通讯服务，即便面对疫情，他们仍坚持满足客户所需的连接数量和质量。如今，居家办公让家用宽带的需求翻了一番，导致对可用带宽的需求剧增，尤其是在白天和傍晚等工作最忙碌的时段。Verizon、AT&T 等运营商妥善解决了这一挑战，同时，他们也积极部署 5G 技术，升级各自的 MNO 网络。Reardon（2020）引用 AT&T 前首席执行官在 2020 年 6 月离职前的财报电话会议中所说的话：虽然“需

要应对人力问题，工作可能出现延迟”，但 AT&T 的 5G 部署仍在继续进行。2020 年 6 月中旬，Verizon 也做出了类似声明。未来可能有无数的白领居家办公，基于光纤的固网宽带或 4G LTE、5G eMBB 等高带宽移动网络服务将是支持这一需求的坚实后盾。

## 远程学习

新冠疫情迫使各级各类学校调整授课方式。在特定的教室面对面授课的传统教学模式在疫情期间并不适用，取而代之的是各种非传统的教学模式，包括“虚拟教学/远程学习”模式。所有新模式都需要稳定的宽带（固网或移动网络）支持。教师通过直播或录播的形式在线教授课程内容。

从技术层面看，5G 能通过多种方式助力远程教学：1、云储存数据方便师生远程沟通交流；2、基于 5G MIoT 技术的智慧教室能及时记录学生的出勤情况、课堂专注度和参与度；3、高速、低时延让视频教学更加流畅；4、为不同水平的学生提供灵活、个性化教学（Singh, 2020；Etherington, 2016；Harman, 2019）。

在线教育是推动还是阻碍了教育公平？这是新模式目前所面临的核心问题。并非每个家庭都配备能够支持在线学习所需的带宽，不同社会经济条件的家庭之间差异尤为明显。并非所有的学生都拥有远程教学所需的电脑或手机等设备，且学生的设备性能也千差万别。部分学生只能在离家很远的地方，才能用上 WiFi 热点。实现在线学习的教育公平，关键在于让每一位学生都能用上高带宽的宽带。在线教学也是如此，教师可能没有必需的宽带或设备支持远程教学。网络问题在农村地区或人口密集的城市中心区域更为突出，这些区域的网络服务不稳定，甚至没有网络服务。

5G 技术有望实现在线教育公平。这在理论上是可行的，但具体成效取决于 5G 技术的实际普及率。世界经济论坛的分析家指出，截止至 2020 年 4 月中旬，新冠疫情已造成 191 个国家关停各级各类学校，15.7 亿名学生受影响。远程学习对技术的依赖程度很高，AR/VR、3D 打印、人工智能机器人等技术手段都为在线学习提供了便利。但是受疫情影响的学生中，大部分人没有条件享受到这些技术（Xiao 和 Fan, 2020）。只有当影响范围更广的 5G 应用普及时，eMBB 应用才能更好地服务于远程视频学习，尤其是在没有固网支持高速宽带的地区。

## 远程医疗

新冠疫情远不止是一场健康危机。民众的健康问题是此次危机的重中之重。然而，不管有无新冠疫情，健康问题总是以各种形式层出不穷。因此，即便疫情没有爆发，医疗也是最具前景的行业之一。例如，美国 2020 年的医疗支出或将占 GDP 的 18.9%（HIS Markit Connect, 2020），而在其他一些发达国家，这项支出在 GDP 中的占比也有望达到 10%至 14%。

目前，无线通信等技术已应用到医疗行业中，而新冠疫情之下，更进一步的深度融合尤显迫切。封锁和社交隔离要求使得常规就诊或其他医疗面诊（不论是否有关新冠疫情）有所减少甚至根本无法进行。电话或视频问诊由于具备较高的灵活性，已取代线下就诊，而这些技术愈加依赖宽带网络。从以下两组数据便不难看出，新冠疫情大大推动了远程医疗的发展。

第二，鉴于新冠疫情，美国总统特朗普于 2020 年 3 月宣布美国进入国家紧急状态之后，市场研究公司 Forrester Research 就预测，2020 年底，线上就医将达 10 亿人次，远程医疗服务的使用将迅速攀升。咨询公司 Frost and Sullivan 也预计，仅 2020 年 3 月，远程就医就将上升 50%（Coombs, 2020）。

第二，独立非营利组织 FAIR Health 的远程医疗区域追踪月度数据显示：2019 年 3 月至 2020 年 3 月（新冠疫情于 2020 年 3 月在美国爆发），远程医疗理赔数占所有医疗理赔数的比例由 0.7% 上升至 7.52%<sup>14</sup>，升幅高达 4,347%。相比之下，2019 年 2 月至 2020 年 2 月，这一数字的增长率极低。而在新冠爆发早期，在最先遭受疫情的美东地区，其增长率则是全美其他地区的近 4 倍（Gelburd, 2020）。

2020 年初，非营利组织 Center for Connected Medicine（CCM）对 117 位医疗行业高管进行的调查发现：约四分之一（26%）的高管表示，向远程医疗和虚拟医护转型是其所在机构的首要创新任务。新冠疫情席卷全球之后，CCM 在今夏进行的跟踪调查显示，认为虚拟医护是首要创新任务的高管已高达 49%。<sup>15</sup>

大多数情况下，当前的 4G/LTE 或固网/Wi-Fi 足以满足远程就医的需求，但对于带宽要求高的数据传输和宽带服务不足的地区，5G 解决方案便可大显身手。远程问诊的另一优势在于为患者节省时间。患者无需前往诊室，无需在等候室等候。5G 技术可以更可靠地实现需要高带宽、低时延无线连接技术的场景，比如通过智能医护机器人技术和多媒体图像处理进行远程手术（Wells, 2020），或通过更先进的远程技术监测患者健康情况（Xinhua, 2020）。例如，中国率先在武汉等地采用 5G 辅助机器人技术，远程监测和满足新冠疑似患者的需求，保护医务人员健康。5G 可推动机器人技术在医疗行业得到更广泛的应用，极大地减轻当前医务人员的压力。此外，5G 还可将诊疗过程延伸至患者家中。蜂窝通信技术在远程监测 CPAP、血糖、心电图等方面发挥着重要作用，而个人移动应急响应终端在监测独居老人方面表现突出。远程监测的需求在新冠疫情爆发之后更是有增无减。相比 LTE，深入覆盖、低时延、高可及性的 5G 技术能够提供更有效的监测。

## 线上零售和电子商务

人类最熟悉的事情或许就是购物，无论是购买衣食等必需品，还是家电、汽车之类的耐用品，又或是游艇、钻石珠宝等奢侈品，不管其价格如何，消费者通常都是在零售场所完成购买行为。零售行业主要依靠广告、吸睛的店面、招牌、橱窗陈列来吸引和服务消费者。在这种场景下，交易几乎无一例外都是由买卖双方在线下进行。可以说，任何时候，越大型的商场和购物中心，吸引的消费者越多。然而，新冠疫情和随之而来的公共卫生封锁措施彻底颠覆了零售行业。

消费者的购物方式也随之发生巨大转变，纷纷转向线上零售和电子商务。事实上，消费者早在疫情之前就已开始转向网购，而疫情加速了这一变化。2020 年 3 月，新冠疫情在美国广泛流行之后，网购销量迅速上升，实体店销量直线下跌。市场研究公司凯度（Kantar）预测，2020-25 年间，电商交易额将占零售总额的三分之二。

疫情之后，实体店虽未消失，但传统零售业的凋敝为亚马逊、Wayfair、Etsy 等网购和电商平台带来了大量商机。沃尔玛、梅西百货、家得宝等零售商纷纷采取更加灵活的多渠道策略，通过折扣、广告、库存等多种方式，为不愿去实体店的消费者提供丰富的线上渠道。而要实现此类交易，往往需要刷信用卡或借记卡、银行直接提款并配送到指定地址。换言之，线上零售已发展成为一项涵盖多个领域的复杂业务，需要

与各种金融和物流辅助服务配合，有的零售商也为顾客提供上述各项服务。

面对全新购物形式，5G 技术的应用可增强顾客体验，这在后疫情时代尤为明显。尽管现有移动宽带服务已可满足多数线上零售业务，但 5G 技术可以让顾客获得更好、更全面的购物体验（Di Pietrantonio, 2019）。

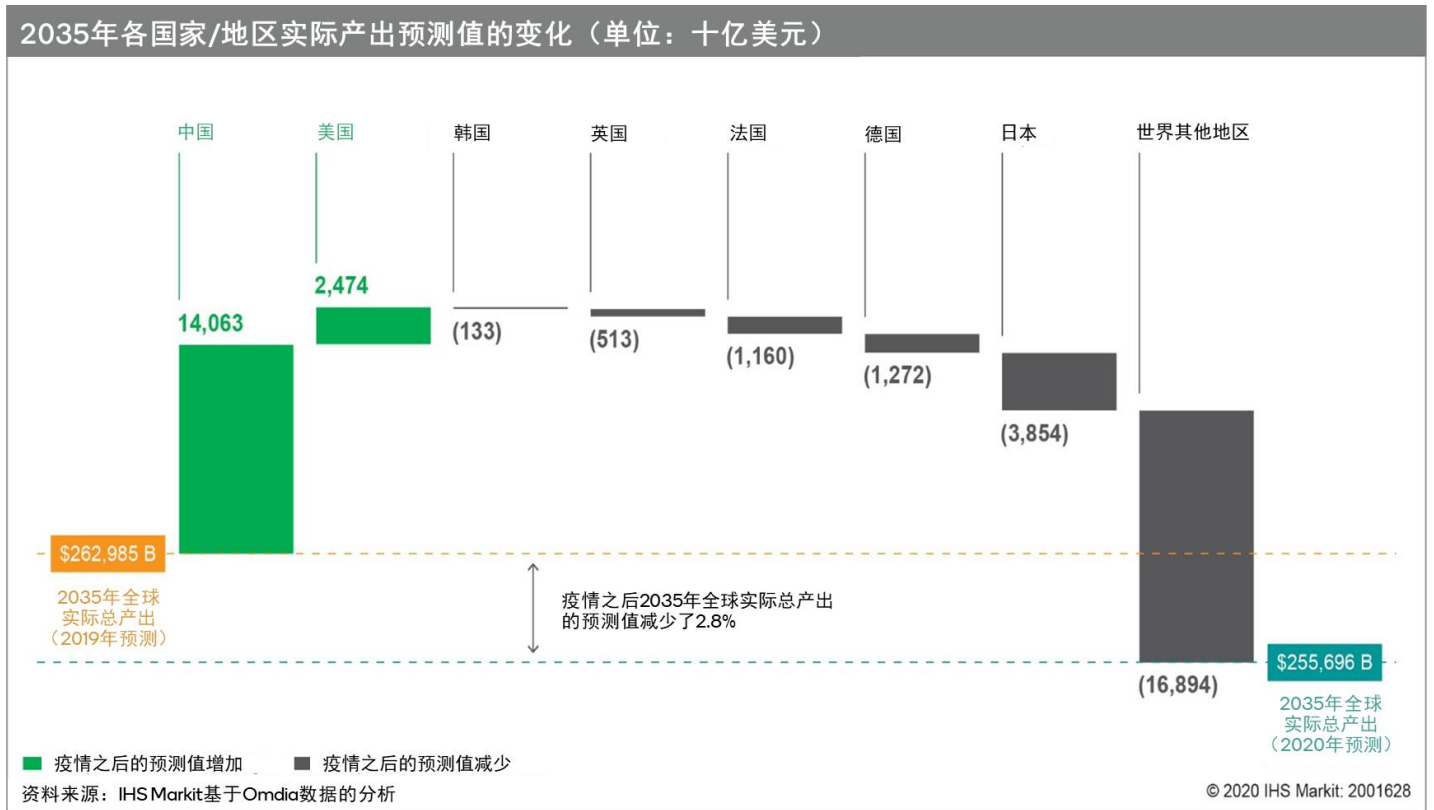
1. 高速率、低时延可实现长视频广告，展现更多功能和产品信息。
2. AR/VR 技术打造完美的沉浸式店内体验，能让顾客全面了解所有产品。
3. 聊天机器人与人工智能相结合，可为顾客提供优于私人买手的交互体验。
4. 5G 可穿戴设备可快速获取多种产品的信息，提升顾客的参与度。
5. 使用无人机可实现安全、无接触的货物配送。无人机配送的应用仍处于起步阶段。<sup>16</sup>

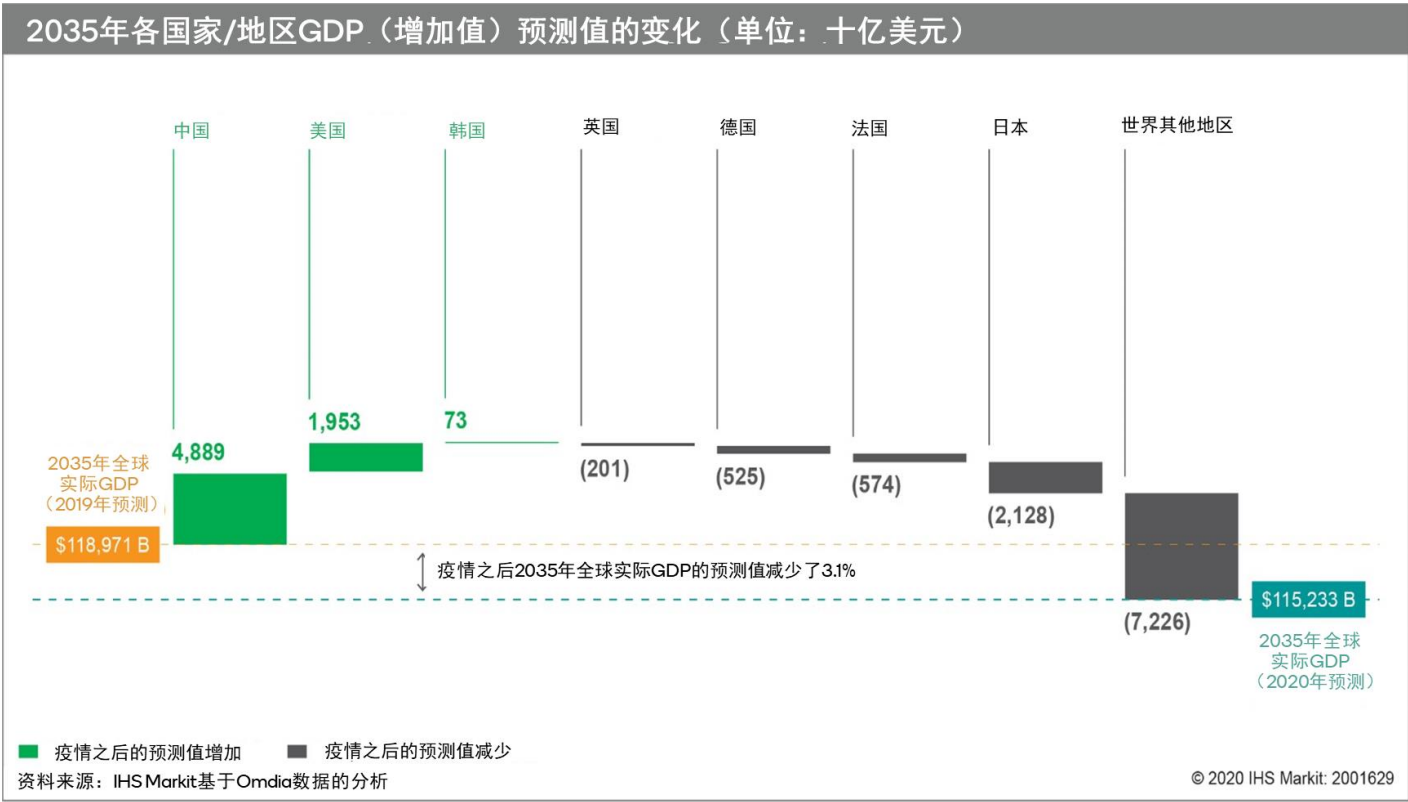
此外，电子商务能否实现还与物流和供应链能否快速响应消费者需求息息相关。如前所述，5G 技术可帮助工厂实现自动化，广泛应用于机器实时监控、库存实时跟踪等各个方面，从而大幅提高工作效率。在运输方面，5G 可用于研发全自动驾驶汽车，不仅能够延长车辆的工作时间，更快送达货物，还能为货运公司和其他车辆提供更安全的驾驶体验。这是因为 5G 技术可实现车辆之间的相互通信，从而规避碰撞，优化路线（目前的传感器技术仅支持感知其他物体，不支持通信）。这不仅将降低生命健康和财产安全风险，减轻物流公司的负担，还可减少产品损失，进而提高产品供应和交付速度。

# 后疫情时代 5G 对世界经济的影响

## 5G 的经济贡献

根据 IHS Markit 最新预测，在后疫情时代世界经济增速将会放缓，2035 年全球总产值（销售额）和全球实际 GDP 将比 2019 年疫情前预测水平分别减少 2.8% 和 3.1%。



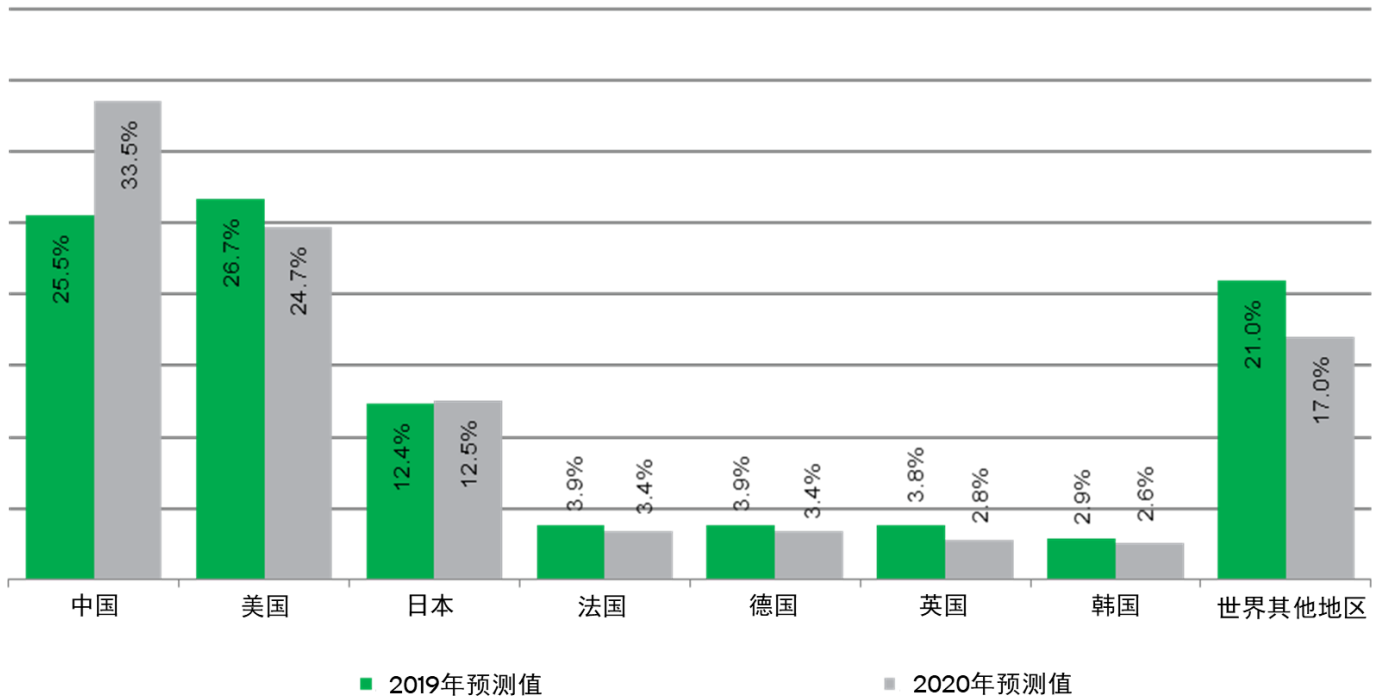


IHS Markit 比较了七个主要国家与世界其他国家的预测值，发现无论以总产值还是 GDP 作为衡量标准，这些国家的占比都发生了明显变化。在 GDP 方面，中国的 GDP 占比将近 5%，而美国约占近 2.5%。除韩国外，其余国家的 GDP 占比预测均将低于 2019 年的预测。推动中国投资增长的因素包括：5G 部署进入加速期；政府有能力授权特定行业运用 5G 技术；实施“中国制造”计划，自主研发差异化产品。另外，在最新预测中，世界其他国家 2035 年占全球 GDP 的份额将减少近 5%。这一预测前景凸显了联合国可持续发展目标（SDG）等倡议的重要性。本报告下文还将具体探讨 5G 如何支持可持续发展目标。许多国家将加速 5G 部署和数字化转型计划并有望从中受益，且这种惠益并非零和。中国的发展成果已经表明，加速部署 5G 将会收获更大效益，并有助于做大“蛋糕”。

### 布局 5G 价值链

GDP 可持续增长的关键在于持续投资基础设施和研发。IHS Markit 预计，各国在 5G 资本支出和研发上的投资将与其 GDP 相关。在未来 16 年内，中国和美国将主导 5G 资本支出和研发，投资总额分别为 1.7 万亿美元和 1.3 万亿美元。当前预测表明，中国的 5G 投资份额有望超过美国。

2020-35年各国/地区用于价值链研发和资本支出的年均份额

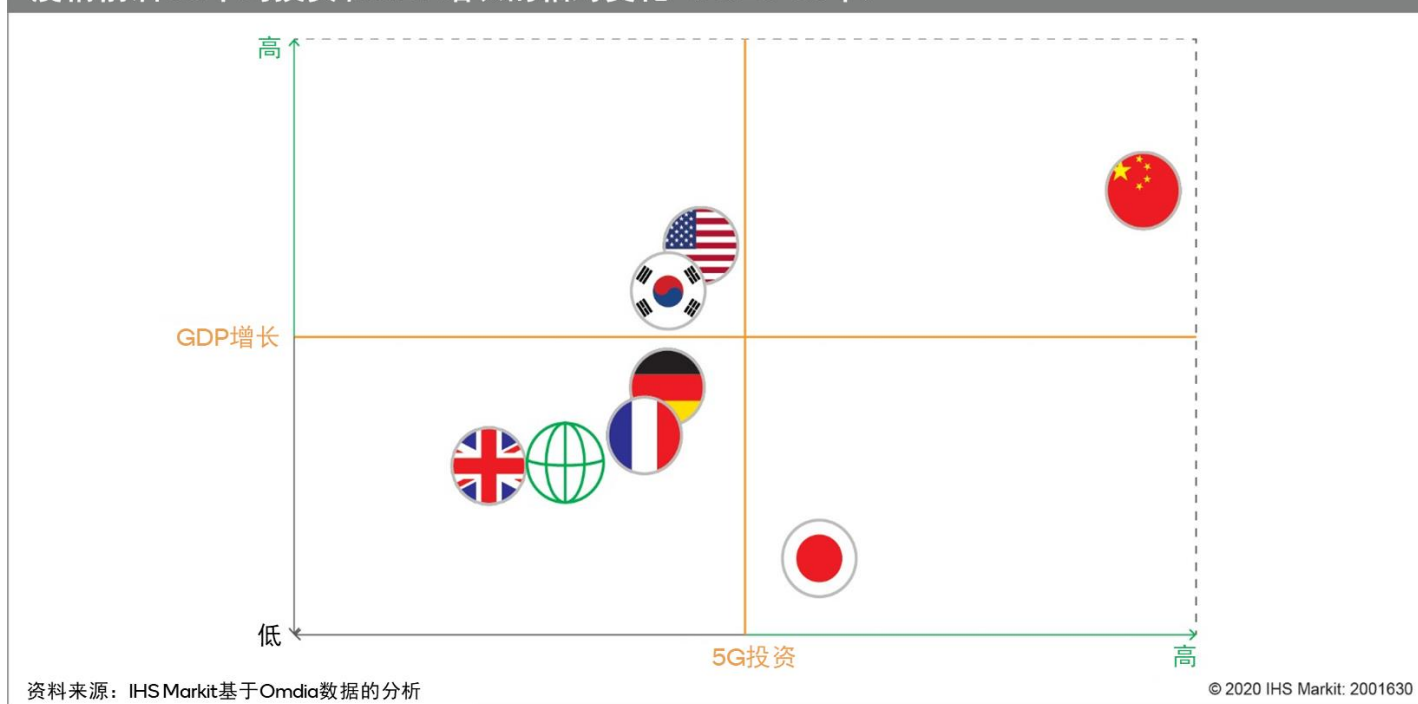


资料来源: IHS Markit

© 2020 IHS Markit

总体来看, IHS Markit 2020 年修订后的预测显示, 世界各国 2020-35 年的 5G 平均投资额比 2019 年的预测高出 10.8%。这一增幅表面上反映了投资大幅增加, 但事实上七个主要国家与其他各国的情况千差万别。下图显示了 GDP 增长和 5G 投资的相对变化, 有助于深入了解各国 5G 投资相关的经济政策动态。

疫情前后5G平均投资和GDP增长的相对变化（2020-35年）



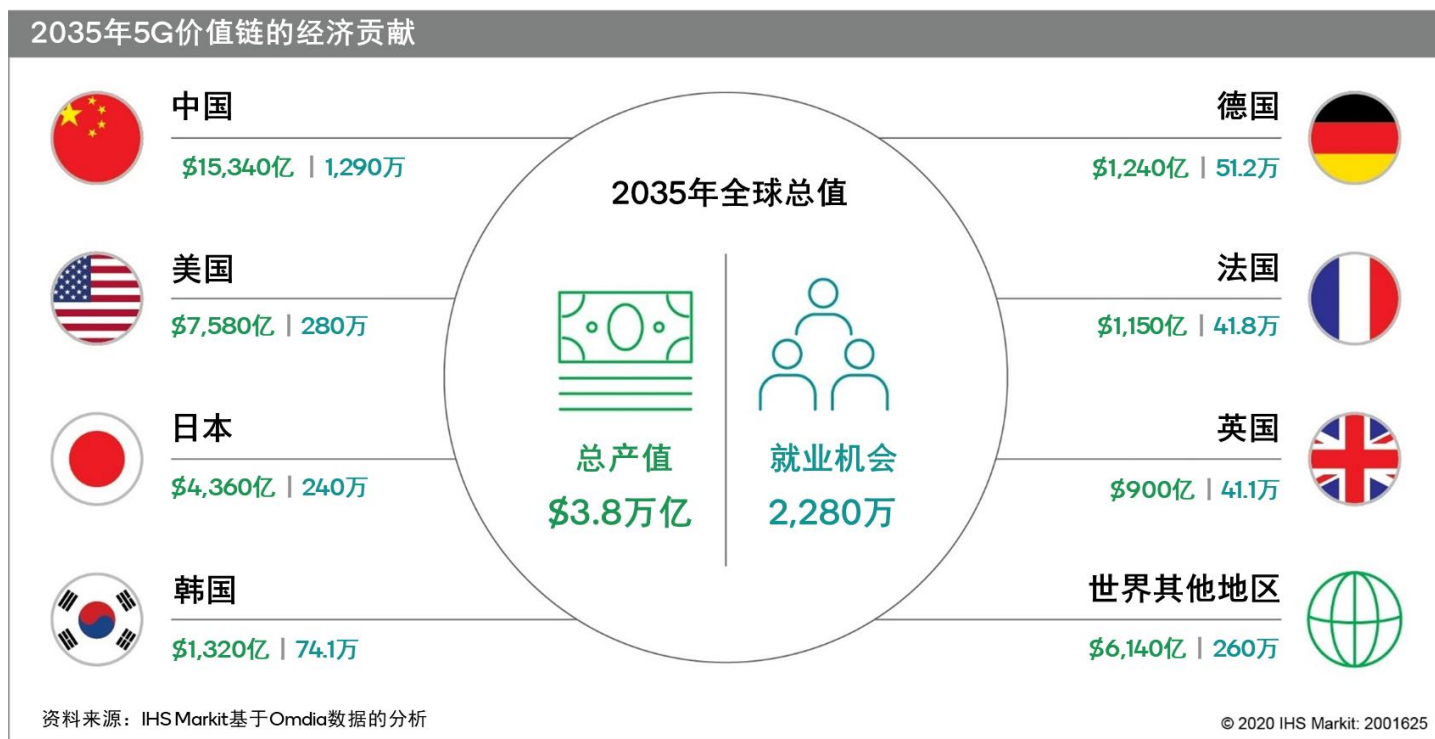
持续大量投资进行 5G 研发的国家更有可能建立能够服务海内外市场的强大 5G 价值链。这些国家将处于优势地位，不断改善并加强众多技术公司的基础技术，包括但不限于：

1. 网络运营商
2. 核心技术和组件提供商
3. 设备制造商
4. 基础设施设备制造商
5. 内容和应用开发商

IHS Markit 预测，2020-2035 年，七个主要国家 5G 价值链上的企业平均每年研发投入和资本支出总和将超过 2,600 亿美元。初期，5G 投资的重点在于基础研发和网络基础设施部署。之后这类投资将逐渐减少，应用和服务的发展将成为新一轮投资重点，以充分挖掘 5G 的独特能力。投资周期长也反映出 5G 是长期赛道，随着基础设施部署完毕、底层技术基础不断增强以及新业务模式上线，投资优先级将发生变化。

IHS Markit 估计，到 2035 年，5G 价值链将创造 3.8 万亿美元的总产值、提供 2,280 万个新岗位。考虑到相对人口和投资规模，5G 将为中国带来最多的就业机会。后疫情时代的经济复苏放缓，将抑制发展中国家和新兴经济体投资 5G 基础设施，影响这些国家的 5G 价值链的发展。在 2020 年的预测中，七国之外的其他国家所占 5G 投资份额比 2019 年的预测减少 1,430 亿美元，从 7,570 亿美元降至 6,140 亿美元。反观中国，2020 年的预测中，中国的 5G 投资份额占比比 2019 年的预测提高了 38%。且根据 2019 年的预测，2035 年中国 5G 价值链将达到

1.1 万亿美元，2020 年的预测又上调了 4,000 亿美元，达到 1.5 万亿美元。



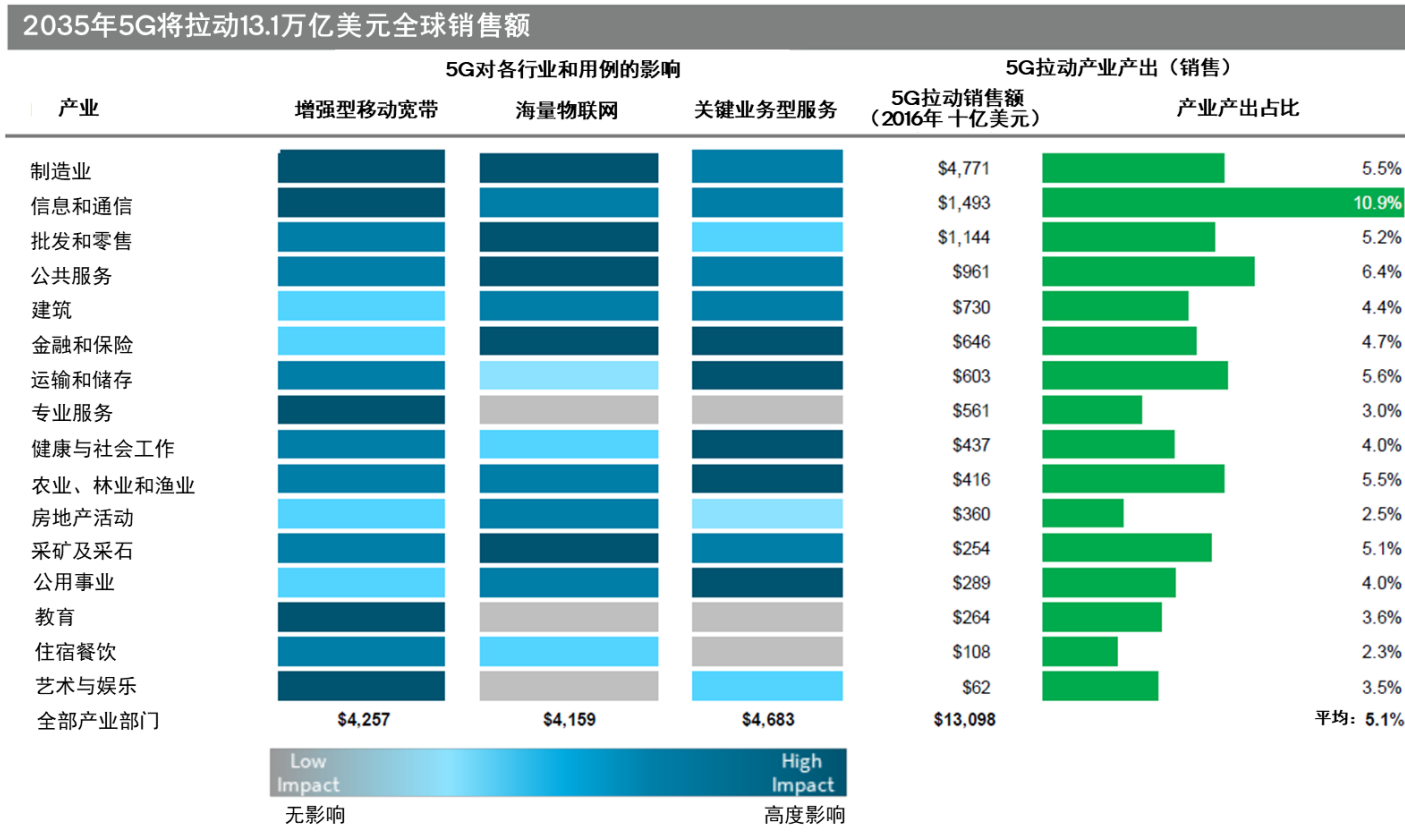
## 5G 赋能销售

资本支出和研发投入将推动 5G 用例上线。到 2035 年，5G 用例的范围将充分扩大，各类机构将升级业务模型，充分利用 5G 优势。IHS Markit 预测，2035 年 5G 推动的各行各业销售增长量将超过目前对 4G 的估值。基于《全部经济活动国际标准产业分类（第 4 修订版）》体系（ISIC），IHS Markit 研究了 5G 赋能 16 个主要行业的销售活动情况。ISIC 体系由联合国制定，提供适用于全球的标准化经济指标。本报告采用了 IHS Markit 的专利产品——比较产业服务（Comparative Industry Service）。该服务符合 ISIC 标准，可按需整合其他经济信息，增强分析能力。

IHS Markit 的分析显示，部署 5G 技术将对几乎所有行业有利。5G 赋能的新商业模式的落地与时机将因各行业的财务状况和监管条件而异。因此，IHS Markit 着眼于长期发展，选择 2035 年作为分析截点。基于对标准流程、监管环境和行业应用情况发展的合理假设，IHS Markit 预计到 2035 年，5G 所推动的全球跨行业的销售活动达 13.1 万亿美元，约占 2035 年全球实际总产值的 5.1%。

赋能销售的衡量指标需要特别关注。该指标并非直接衡量 5G 对全球 GDP 的贡献额，而是衡量 5G 在 16 个 ISIC 体系行业所支持的全球销售活动，包括生产产品和提供服务所需的中间购买活动以及面向最终用户（即最终需求）的销售活动。以汽车销售过程为例：汽车制造商从各供应商处购买制造汽车所需的轮胎、电池等部件时涉及中间购买，之后组装汽车并出售给经销商（另一种中间购买），最后出售给消费者（最终需求）。赋能销售指标计算汽车从组装至交付客户全过程中的销售交易。而 GDP 只衡量一个经济体内部面向最终需求的产品和服务价值。上述案例中，GDP 只计算消费者购买汽车的最终消费。因此，相对于 GDP，赋能销售指标的覆盖面要大得多。赋能销售指标也能为整个经济体中不同行业内均产生影响的商业活动量提供洞察。

下图集中展示了 IHS Markit 的分行业研究成果，按照受到 5G 影响的大小降序排列。5G 将在制造业拉动近 4.8 万亿美元销售额，占 5G 总产出(13.1 万亿美元)的 36%。初看这个数据可能略高，然而考虑到任何 5G 用例的实现都将拉动设备的补充性支出，而这些都由制造业生产，这个数据便显得合理了。例如，无人机将拉动交通运输业的销售，交通运输业又需从制造业购买更多无人机。医疗健康用例将刺激医疗行业从制造业购买更多支持 5G 的设备。信息和通信行业也是如此，该行业中 5G 赋能的经济活动份额位列第二，超过 1.5 万亿美元。部署任一 5G 用例都将刺激通信和内容服务支出。



资料来源: IHS Markit

© 2020 IHS Markit

2035 年，5G 可赋能约 5.1%的全球实际产出，但由 5G 拉动的销售活动比例因行业而异。5G 带动的产出在信息和通信业将高达 10.9%，而在住宿餐饮业只有 2.3%。由于制造业体量庞大，2035 年制造业产出将占全球实际产出的 33%以上，加上 5G 拉动的制造业销售大多是间接的（为支持用例而产生的设备销售），因此由 5G 赋能的制造业销售额占比（5.9%）会略高于总体平均值。随着智慧城市和智能农业的部署，2035 年 5G 带动的销售活动在公共服务（政府）和农业中将分别占 6.4% 和 5.9%。。

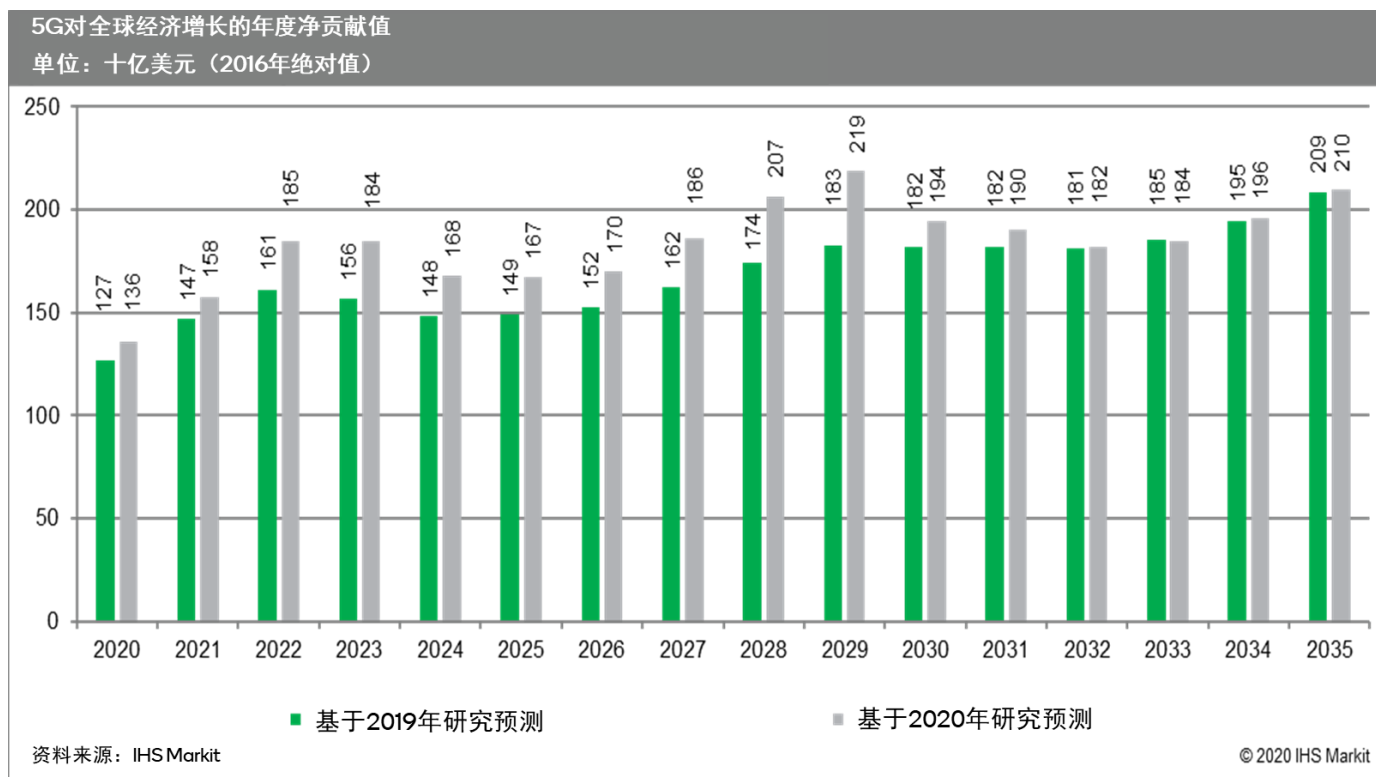
为在更广阔背景下看待上述研究成果，必须考虑具体用例在多个行业的间接联系。例如，自动驾驶汽车和无人机将不仅刺激无人驾驶汽车和无人飞行器的销售，也将在农业和采矿业中加以应用，如远程监控自然资源、矿石自动运输、自动驾驶牵引车等。此外，交通运输业也将广泛运用自动驾驶汽车和无人机，进行无人运输、配送商用品及消费品。市政部门会将自动驾驶汽车整合至交通系统，并使用无人机进行监控。在制造业，自动驾驶汽车也将运用于工厂内的库存与提取系统。此外，汽车事故率下降，自动驾驶汽车也将积极影响保险业。

## 全球经济可持续增长

衡量 5G 对全球经济贡献的另一方法是评估其对全球 GDP 的净影响。尽管 5G 所能拉动的销售和价值链活动规模巨大且影响积极，但仍可能带来抵消效果，因为 5G 相关投入和支出本可用于其他产业部门，同样可以刺激增长，产生积极的生产力效应。因此，如果 5G 能为全球 GDP 带来正净贡献，即可认为 5G 技术是全球经济扩展与增长的来源。

IHS Markit 使用其专有的全球联系模型（GLM），以反映全球经济的相互关联性，并通过两组主要输入设置运行该模型。第一组为重点研究的七个国家中，每个国家在 2020-35 年间 5G 价值链所创造的年度投入（资本支出和研发投入），反映出通过投资深化每个国家各自的资本存量后带来的国家经济强化效应。第二组是用例生产力提升（作为赋能销售分析的一部分），反映出企业通过 5G 技术提高效率并推出全新商业模式所产生的经济连锁效应。

IHS Markit 预测，在 2020-2035 年间，全球实际 GDP 将以 2.7% 的年平均增长率增长，其中 5G 将贡献约 0.2% 的增长，贡献总额近 2.9 万亿美元。尽管该数字以实际货币计算得出，且已扣除物价上涨因素，但简单求和结果并未考虑到潜在的全球风险。因此，IHS Markit 将 GDP 贡献的净现值以 3% 的适度比率折算，推导出经风险因素调整后的数值为 2.3 万亿美元。按此推算，从 2020 年到 2035 年，5G 对全球实际 GDP 增长的贡献预计将相当于世界第七大经济体法国目前的 GDP。基于这一估算结果，IHS Markit 得出结论，5G 将成为全球经济积极扩张和增长的来源。



## 5G 技术的社会影响：助力实现可持续发展目标

5G 技术不仅能够带来可观的经济效益，还能推动可持续解决方案的提出，加速重大社会目标的实现进程。聚焦联合国 17 个可持续发展目标<sup>17</sup>，5G 的社会影响便可见一斑。例如，如果企业和企业家能充分利用 5G 技术促进公共安全，如发生严重事故时迅速部署紧急救援人员；利用远程健康监测和诊疗能力，减少化验需求和时间，加快治疗速度；帮助服务欠发达地区跨越现有技术，以低廉成本获得高速可靠的互联网服务；或是将机器人广泛应用于危险或重复的工作，那么 5G 便可助力可持续发展目标（如优质教育、无贫穷、体面工作和经济增长、良好健康与福祉）的实现，推动构建可持续社区。

许多论文都专门探讨过 5G 对环境的惠益：降低温室气体排放、提升用电管理效率、监测并减少空气和水污染等。可以说，5G 技术的潜在环境效益巨大（德勤，2019 年；Cho，2020）。例如，国际标准要求 5G 的能耗要低于 4G，消耗更小的功率传输相同或更大的数据量。<sup>18</sup>

美国疾控中心最新发布的一项研究估计，仅在美国，每年因慢性疾病引起的缺勤成本就超过 20 亿美元。<sup>19</sup> 实时监测血压、血糖水平等健康状况，辅以药物管理，可在症状发作之时快速控制，无需等待就医，从而提高慢性病人群的生活质量。鉴于此，5G 得以推动实现可持续发展目标 3——**良好健康与福祉**。

在当下疫情期间，可持续发展目标 4，即**优质教育**，一直是讨论的焦点：学生和老师如何快速适应远程教学，并仍能取得令人满意的教学成果？学生是否一定要在教室学习？答案也许因人而异。而如果 5G 固定无线宽带能够接入到当下一些欠发达地区，或能大幅缩小疫情期间的教育差距，也许还能推动学校在教育提供方式方面进行创新。

5G 还可帮助实现可持续发展目标 6——**清洁饮水和卫生设施**，主要通过联网供水系统，对水质进行实时远程监测，同时还可监测卫生设施情况，快速识别、锁定老化设施并进行维修。

5G 能够极大提高生产力，这对于实现可持续目标 8——**体面工作和经济增长**至关重要。众所周知，生产力提升将促进经济增长。最近一项研究显示，移动宽带使用率增加 10%，便可拉动一国 GDP 增长 0.6%-2.8%（Edquist 等，2017）。此外，因生产力提高而带动的经济增长的另一个好处是平均工资上涨，这是实现“体面工作”目标的基础。“技术是否会摧毁人们体面工作的机会”，这个问题的讨论由来已久，但从长期的调查结果来看，就业岗位的整体数量呈上升趋势。<sup>20</sup> 当初，4G 技术的发展催生了“应用开发”这一新职业，而如今 5G 技术也必将创造出许多新的工种。当然，这并不是说技术不会给现有工种带来冲击，那些重复或单调的工作势必首当其冲。若想最大程度减少这种冲击，关键的一点是要将提高劳动力技能纳入到相关政策框架下，并一以贯之地执行下去。

5G 可为企业及企业家提供创新机遇，因而也有利于实现可持续发展目标 9——**产业、创新和基础设施**。究竟哪一个行业或垂直行业能够最大程度进行创新，取决于 5G 用例的实现程度、专用或共享网络建设以及创新产品的研发。而这些方面的发展毫无疑问也会推动实现其他可持续发展目标，如消除贫穷及饥饿、负责任消费和生产等。

5G 对优质教育这一目标的促进也有利于实现可持续发展目标 10，即**减少不平等**。有文献表明，受教育程度与收入水平呈正相关<sup>21</sup>，而 5G 有利于缩小教育差距，从而减少机会不平等，进而缓解收入不平等。5G 技术的显著特点在于能够提供超强网络连接，这不仅可以弥补收入鸿沟，实际上也有助于克服各种形式的不平等，包括普

遍意义上的机会不平等。

最后，5G 还将有助于实现可持续发展目标 11——**可持续城市和社区**。5G 技术可优化资源使用，如能源、水资源，甚至是时间资源。比如利用 5G 技术可实时了解交通堵塞情况、交通协管需求，快速了解最近的停车点或建筑入口的具体位置，掌握事故发生地点以迅速派遣紧急医护救援人员……这些例子无不证明，5G 能够节约时间、拯救生命，且在这个过程中，帮助建设更有韧性的社区。事实上，目前许多国家都在探索 5G 的潜力，尤其是其在交通和物流行业的应用，希望以此减少温室气体排放。例如，利用 5G 技术减少交通堵塞、优化路线管理、提高运送效率，帮助自动驾驶汽车等车辆实现与周围环境通信，保护驾驶员、骑行者及行人的安全，还可优化公共交通路线，减少不必要的停靠。5G 网络的低时延和强大数据容量使上述创新应用成为可能，有助于推动可持续发展目标 11，建立更加可持续的社区。

## 5G 是否面临阻力？

尽管 5G 技术前景光明，但也面临诸多潜在阻力。不仅仅是疫情的影响，市场供需双方都存在着潜在的阻力。

供给方面大多为利好消息。2018 年，首个 5G 标准 R15 早于预期发布，让人们对于 5G 服务的快速启动持乐观态度。但该版本仅支持 eMBB 应用，后续 R16、R17 版标准才会涉及大多数 MIoT 和 MCS 应用。截至 2020 年 9 月中旬，129 个国家和地区的 397 个移动网络运营商已投资 5G 技术，124 个运营商在其网络中部署了 3GPP 兼容技术，44 个国家和地区的 101 个移动网络运营商（约占现有运营商总数的 15%<sup>23</sup>）推出了一项或多项与 3GPP 兼容的 5G 服务（GSA, 2020a）。

尽管 5G 开局形势大好，但当下无处不在的 4G 网络是否会在一定程度上阻碍 5G 部署计划？LTE、LTE-advanced、LTE-Advanced Pro 等各个版本的 4G 技术已深深扎根于移动通信领域，在 4G 上的巨大沉没投资难以摒弃，因此向 5G 的过渡或将分阶段缓慢进行。5G 服务需要升级基础设施，比如增加大量小型蜂窝来迅速提高蜂窝网络密度。而各个频段必备频谱的建设成本极高且费时费力，对于杠杆本就不低的移动网络运营商而言是一大困难（O'Donnell, 2018）。

在需求方面，如前文所述，新冠疫情改变了人们的行为模式，刺激了对高速宽带的需求，而 5G 技术下的 eMBB 应用可满足这一需求。5G 的发展还可能面临来自需求方（例如家庭或企业等终端用户）的系统性阻力。不过，系统性阻力更易预测。

在垂直行业应用 5G 的一大挑战是专业知识和商业模式的灵活性。许多公司缺乏蜂窝网络、数据分析等方面的专业知识。通常，制造企业预算往往以资本支出（capex）为中心，用于购置运营技术，比如具备专用有线连接功能的资本设备。制造企业不太习惯用运营支出（opex）来支付经常性费用，而这正是蜂窝网络的典型收费方式。即使工业企业部署了自己的专用 LTE/5G 网络，它们也需要向系统集成商等第三方专业机构支付运营支出。这意味着供应商和工业企业都需要开发一套灵活的预算体系和商业模式。一种可行方式是将产出变现。例如，电信运营商和工业企业正在考虑运用 5G 网络切片技术，保证网络服务的可及性、带宽和时延，以完成绩效服务水平协议（SLAs）作为收费标准，而非收取数据流量费。

在企业需求方面，部署专用网络还面临其他挑战。例如，在首次搭建自有专用网络时，可能面临若干技术或财务障碍，其中包括获取自有频谱、构建专用网络所需的小型蜂窝架构，以及现有网络设备的加速老化等，这些均要付出高昂成本。

而在消费者需求方面，也可能存在不愿更换现有产品、终端用户选择困惑、产品意识缺乏等问题，所有这些都将会影响需求侧。此外，消费者对蜂窝网络覆盖范围和可靠性的担忧，也可能抑制市场需求。

这些因素对 5G 需求会有怎样的影响？现在下结论还为时尚早。根据 Omdia 的数据，截至 2019 年底，全球 5G 用户数量刚刚超过 1,500 万，仅占全球移动用户群的 0.2% 左右。不过，未来几年，这一比例预计会显著增加，到 2025 年将超过 29%。这些预测表明，向 5G 服务的过渡更可能是渐进的，而非一蹴而就。在可预见的将来，对 4G/LTE 服务的需求或仍将持续。

研究人员（如 Rendon Schneir 等，2019）已在早期 5G 服务的目标原型市场验证过需求方的作用。该市场位于人口密集的城市区域，频谱使用集中在中低频段，仅提供 eMBB 服务，宽带消费仅在室外发生（室内流量假

定已转移到 Wi-Fi)。结果表明，在这种情形下，收入将很大程度取决于流量的增长率。本报告具体讨论两个具体的需求侧阻力：一个是直接来自需求侧的阻力，另一个是对需求侧有影响的因素。

## 支付能力

5G 供应侧欣欣向荣，而终端用户，尤其是商业企业用户，要满足自身的 5G 部署需求，就需要投资相关设备和 IT 基础设施。为此，用户不光要有购买意愿，更重要的是还要负担得起 5G 设备及服务平台。在对新技术或新产品的功能和价值不够了解的情况下，终端用户越了解新技术，购买意愿就越强。

另外，各版本的 4G/LTE 手机都能够向下兼容 3G 及更早的网络，但无法向上兼容 5G 网络，尤其是以毫米波频率运行的 5G 网络（5G 手机可以向下兼容前几代蜂窝网络）。最近刚购入 4G/LTE 手机的消费者可能不愿意升级更贵的 5G 手机。在动态频谱共享（DSS）技术的支持下，4G/LTE 手机可使用现有的非独立组网 5G 服务。但独立组网 5G 服务问世后，就需要专门的 5G 手机才能充分发挥 5G 优势。届时，低端 4G/LTE 手机将完全无法在 5G 网络之下运行。<sup>24</sup>

最后，影响消费者对 5G 接受度的还有一个鲜为人知的因素，即“网络外部性效应”。<sup>25</sup> 网络外部性效应是一种需求方的规模经济，在某些网络中具有明显的增强或反馈回路效应（例如，最初的公共交换电话网络一度扩大覆盖美国 95% 以上的家庭）。网络外部性效应还可为 5G 奠定“用户基础”，例如安装操作系统，鼓励个人建立“兴趣社区”，并通过该社区共享相同或相似的网络及可用服务。

## 数字鸿沟

5G 网络及服务多久能普及至全球的终端用户？没有实际可用的 5G 服务，5G 需求也就无从谈起。不过，完全过渡至 5G 时代还需要数年时间。IHS Markit 预计，到 2020-35 年中后期才能逐步完成过渡。<sup>26</sup>

5G 网络能否普及至所有终端用户，不仅取决于 5G 潜力能否得到充分发挥，还取决于终端用户的空间分布。所谓“数字鸿沟”是指不管终端用户的个人情况如何，只要处于不同地区就会获得不同的数字服务，有些地区甚至无法享受任何数字服务。这种数字鸿沟一直是各国政策制定者所关注的问题。

美国、欧盟、印度、澳大利亚等多国已经或正在制定实施弥补数字鸿沟的政策措施，预计 5G 将在这些举措中发挥重要作用。

欧盟在弥补数字鸿沟上的成果喜忧参半。欧盟几年前就已意识到，在成员国中部署 5G 及固定宽带网络对于建设数字化欧洲未来至关重要，但欧盟也不得不承认，5G 部署进程缓慢且发展不均衡。最近，欧盟委员会主席乌尔苏拉·冯德莱恩明确表示，40% 的农村地区人口仍然无法使用快速宽带连接，这必须立刻改善（Stolton, 2020）。在发表此声明的同时，欧盟宣布了一项共同的“工具箱”计划，敦促成员国立即配置三个 5G “先锋”频段：700MHz、3.4-3.8GHz 以及 24.25-27.5GHz 的部分频段，以启动欧盟在 2016 年通过的“欧洲 5G 网络”行动计划（欧盟委员会，2020）。尽管该工具箱计划的主要目的是缓解疫情期间对现有网络造成的压力，但同时也旨在推动 5G 网络在欧盟的普及。

在美国，除了此前的“连接美国基金”和“农村数字机会基金”，联邦通信委员会现正着手成立“美国农村 5G 基金”。该基金旨在提供高达 90 亿美元的资金，将 5G 移动宽带普及到美国难以获得或无法获得 5G 服务的地区（FCC，2020）。联邦通信委员会已授权拍卖 280MHz 的 C 频段频谱（3.7-3.98GHz），该频段已从卫星服务领域转移到 5G 服务领域。该频率频段以及低频率频段（约 700MHz）可为农村等大多数地区提供 5G 服务（Mann，2020）。<sup>27</sup>

这些举措仅仅是开始。随着 5G 网络不断发展以及概念验证试验的完成，预计公共和私人领域将会开展更多创新举措以弥合数字鸿沟。

## 结论：后疫情时代的 5G

世界为迎接 5G 的到来已筹备多时，期待它能带来更美好的生活。突如其来的新冠疫情虽给经济造成了负面影响，但也使发展 5G 这一任务显得更加紧迫，而 5G 在后疫情时代也会带来更多的经济效益。IHS Markit 对 2035 年 5G 赋能总产出的最新预测为 13.1 亿万美元，对比疫情前的预测有所下调。然而，由于受疫情影响 2035 年的全球经济体量将有所缩减，因而当前预测 2035 年 5G 对全球总产出的预期贡献占比从疫情前预测的 5% 上升至 5.1%。

为了充分实现 5G 的经济效益，5G 生态系统中的各方需要齐心协力，共同推进 5G 技术并充分部署潜在用例。从 4G 过渡到 5G 将会是分段式的过程，且 5G 的部署周期较长。网络配置的两个重大发展将推动 5G 的过渡。

1. **网络共享**。在部署 5G 的早期阶段，搭建高密度网络系统会耗费高额成本，想要节约成本的移动网络运营商可以考虑加入“多租户网络”（Rendon Schneir 等人，2017），这一模式已经在中国得到实现。2019 年，中国电信和中国联通宣布共同建设 5G 网络，可节约 280 至 380 亿美元成本；中国移动也有加入此项合作的意向（Sbeglia，2019）。网络资源、无线电接入网络和回传网络的共享可以节省大量成本，提升运营商在不同的营收（需求）增长场景下（尤其是人口稠密的城市地区）开展业务的可能性（Rendon Schneir 等人，2019）。事实上，网络共享不是一个新概念，此前就已用于普及 3G、4G 网络。如要更好地利用网络共享带来的优势，移动网络运营商需解决监管上的限制，与政府合作，将网络延伸到此前难以触达的区域，例如主要运输路线沿线地区。
2. **动态频谱共享（DSS）**。DSS 是一项相对较新的技术，能让移动网络运营商在同一频谱（例如 700MHz 或 2.1GHz）中使用 4G LTE 和 5G 等不同技术。Informa Tech 和 Omdia 共同发布的《5G 世界 2020 年全球洞察调查》显示，全球近一半移动网络运营商计划部署 DSS。这些运营商认为，DSS 的主要优势在于能够高效利用频谱以及加速 5G 的普及；但另一些运营商认为 DSS 可能会导致网络拥塞，网络表现不及利用专用频谱部署 5G。

5G 也面临着阻力。例如新冠疫情。在疫苗研发成功、人群获得免疫力之前疫情在全球范围内难以得到有效控制，很有可能成为历史的转折点。此外，美国制裁华为（根据 Omdia 的统计，按单位出货量计算，华为是 2019 年第二大智能手机供应商）等地缘政治事件，以及贸易冲突对供应链的影响，加上各国之间的监管差异，都是 5G 技术发展的潜在阻力。以上种种因素或将改变人们最初设想的 5G 发展轨迹。

对于任何一个全新的颠覆性技术，在早期的“兴奋期”消退后总会迎来一些问题：人们是否接纳这项技术？如果能，需要多久？消费者、企业、政府等终端用户群体能否与新技术“一拍即合”，还是需要分阶段才能慢慢接纳新技术？这些都是至关重要的问题，因为 5G 需要经历漫长的分阶段部署才能实现所有性能。此外，5G 在不同的生命周期阶段会产生不同的用例，而终端用户只关注他们最感兴趣的用例。

5G 拥有不同部署周期，要想获得成功，必须全程追踪终端用户的反馈。如今，相关概念验证试验正在大规模进行，覆盖工业、制造业、智能城市等用例。另外，公私合作项目可以帮助克服部分融资和政策方面的限制。美国弗吉尼亚州、乔治亚州和佛罗里达州的交通部便分别和私营公司开展过公私合营项目。欧洲为了试点车联网技术，开展了 5GCAR 公私合营项目。<sup>28</sup>

将 5G 与先前的移动标准区分开来的不仅仅是产品或服务本身，还有平台，利用 5G 平台可以创建多种用例和  
新产品。随着 5G 技术的不断发展成熟，5G 不仅能提升连接性，优化时间、人才、资源的利用效率，还可以满  
足很多迫切需求，包括高效管理自然资源、提高能源利用率、扩大教育和医疗保健服务、改善供应链监管，提  
高个人和企业抵御危机的能力。

## 参考文献

- Acemoglu, D., and P. Restrepo (2019). Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor, *Journal of Economic Perspectives*, 33(2), 3-30.
- Agence France Presse (2020). Bolivia Villagers Destroy 5G Masts over Virus Fears (June 16), *Barron's*. <https://www.barrons.com/news/bolivia-villagers-destroy-5g-masts-over-virus-fears-01592301304>
- Analysys Mason (2020). The Impact of COVID-19 on 5G Networks and Services (May 20). <https://www.analysismason.com/research/content/reports/covid19-5g-services-rdmm0-rdmb0-rma18-rdns0-rma17-rdme0/>
- Badman, L. (2020). How to Build a Private 5G Architecture (September), *Search Networking*. <https://searchnetworking.techtarget.com/tip/How-to-build-a-private-5G-network-architecture>
- Blackman, J. (2019). Three Key Test Cases for Industrial 5G being Explored by AT&T and Samsung (June 24). *Enterprise IoT Insights*. <https://enterpriseiotinsights.com/20190624/channels/news/three-test-cases-for-industrial5g>
- Blackman, J. (2020). Private 5G to Outrun Public 5G for Spend and Spectrum – But it will Take 15 Years (July 17). *Enterprise IoT Insights*. <https://enterpriseiotinsights.com/20200717/channels/news/private-5g-to-outrunpublic-5g-for-spend-and-spectrum>
- Brown, P. (2020). The Impact of COVID-19 on 5G Deployment (March 25), *Electronics 360*. <https://electronics360.globalspec.com/article/14879/the-impact-of-covid-19-on-5g-deployment>
- Business Wire (2020). Orange and Schneider Electric Run Industrial 5G Trials in French Factory (September 28). <https://www.businesswire.com/news/home/20200928005413/en/Orange-and-Schneider-Electric-Run-Industrial5G-Trials-in-French-Factory>
- Centers for Disease Control and Prevention (2016). Absenteeism and Employer Costs Associated with Chronic Diseases and Health Risk Factors in the US Workforce. [https://www.cdc.gov/pcd/issues/2016/15\\_0503.htm](https://www.cdc.gov/pcd/issues/2016/15_0503.htm)
- Cerulus, L. (2020). Europe's 5G Plans in Limbo after Latest Salvo Against Huawei (August), *Politico*. <https://www.politico.com/news/2020/08/25/5g-technology-europe-china-401404>
- Chee, F.Y. (2020). EU Looks to Fast 5G, Supercomputers to Boost Virus-Hit Economy (September 18), *Reuters*, <https://www.reuters.com/article/eu-digital/update-1-eu-looks-to-fast-5g-supercomputers-to-boost-virus-hiteconomy-idUSL8N2GF3L7>
- Cho, R. (2020). The Coming 5G Revolution: How will it Affect the Environment? (August 13, 2020). *General Earth Institute, Columbia University*. <https://blogs.ei.columbia.edu/2020/08/13/coming-5g-revolution-will-affectenvironment/>
- Coombs, B. (2020). Telehealth Visits are Booming as Doctors and Patients Embrace Distancing amid the Coronavirus Crisis (April 4), *CNBC*. <https://www.cnn.com/2020/04/03/telehealth-visits-could-top-1-billion-in2020-amid-the-coronavirus-crisis.html>
- Deloitte (2019). Scotland's Digital Potential with Enhanced 4G and 5G Capability (August).

<https://www.scottishfuturetrust.org.uk/storage/uploads/deloittesfteconomicimpact4g5gfinalreportforpublication.pdf>

De Looper, C. (2020). The Wildest 5G Conspiracy Theories Explained – and Debunked, Digital Trends (April 8). <https://www.digitaltrends.com/news/5g-conspiracy-theories-debunked/>

DiPietrantonio, L. (2019). How 5G is Changing e-Commerce for a More Vivid Buyer Experience (August 19), Hackernoon. <https://hackernoon.com/how-5g-is-changing-e-commerce-321xs3zdn>

Dolcourt, J. (2019). We Ran 5G Speed Tests on Verizon, AT&T, EE and More: Here's What We Found. <https://www.cnet.com/features/we-ran-5g-speed-tests-on-verizon-at-t-ee-and-more-heres-what-we-found/>

Edquist, H., P. Goodridge, J. Haskel, X. Li, and E. Lindquist (2017). How Important are Mobile Broadband Networks for Global Economic Development? Imperial College Business School, Discussion Paper 2017/05, June 2017. <https://spiral.imperial.ac.uk/bitstream/10044/1/46208/2/Goodridge%202017-05.pdf>

Ellingrud, K. (2018). The Upside of Automation: New Jobs, Increased Productivity and Changing Roles for Workers (October 23), Forbes. <https://www.forbes.com/sites/kweilinellingrud/2018/10/23/the-upside-of-automation-new-jobs-increased-productivity-and-changing-roles-for-workers/#:~:text=It%20confirms%20that%20automation%20can%20create%20jobs%2C%20and,will%20continue%20to%20impact%20workforces%20across%20the%20globe>

Etherington, C. (2016). The Internet of Things' Impact on eLearning (December 7). eLeap. <https://www.eleapsoftware.com/the-internet-of-things-impact-on-elearning/>

European Commission (2020). Commission Recommendation of 18.9.2020, C(2020) 6270 Final. Retrieved through <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/commission-recommendation-common-union-toolbox-reducing-cost-deploying-very-high-capacity>

Federal Communications Commission (2020). 5G Fund (updated June 8). <https://www.fcc.gov/5g-fund>

Fildes, N., Di Stefano, M., and H. Murphy (2020). How a 5G Coronavirus Conspiracy Spread Across Europe, Financial Times (April 16). <https://www.ft.com/content/1eedb71-d9dc-4b13-9b45-fcb7898ae9e1>

Forge, S., and K. Vu (2020). Forming a 5G Strategy for Developing Countries: A Note for Policy Makers, Telecommunications Policy, 44, 1-24

Gelburd, R. (2020). The Coronavirus Pandemic and the Transformation of Telehealth (June 2), US News and World Report. <https://www.usnews.com/news/healthiest-communities/articles/2020-06-02/covid-19-and-the-transformation-of-telehealth>

Global Workplace Analytics (2020). Global Work-from-Home Experience Survey (May). <https://globalworkplaceanalytics.com/wp-content/uploads/edd/2020/05/Global-Work-from-Home-Experience-Survey-Report-FINAL.pdf>

(GSA) Global mobile Suppliers Association (2020a). 5G Networks—Member Report. September 2020-1. (October 6, 2020 Update). <https://gsacom.com/technology/5g/>

(GSA) Global mobile Suppliers Association (2020b). 5G Subscriptions Set to be Nearly 30% of Global Market by End of 2025 (September 25). <https://www.totaltele.com/507312/GSA-5G-subscriptions-set-to-be-nearly-30-of-global-market-by-end-of-2025>

GSMA Intelligence (2020). How will COVID-19 Impact 5G? (March 25), Mobile World Live.  
<https://www.mobileworldlive.com/blog/intelligence-brief-how-will-covid-19-impact-5g/>

Harman, R. (2019). How is IoT Establishing the Modern Classroom? (April 24). eLearning Industry.  
<https://elearningindustry.com/iot-and-the-modern-classroom-establishing>

IHS Markit (2019). The 5G Economy: How 5G Will Contribute to the Global Economy, report for Qualcomm Technologies (November).

IHS Markit Connect (2020). Healthcare – Global (October 1).

International Telecommunication Union (2020). ITU\_Key\_2005-2019\_ICT\_data\_with\_LDCs\_28Oct2019\_Final1.xls.

Jackson, M. (2019). 450% Faster—Ookla Reveals UK 5G Mobile Broadband Speeds (November 19). ISPReview,  
<https://www.ispreview.co.uk/index.php/2019/11/450-faster-ookla-reveals-uk-5g-mobile-broadband-speeds.html>

Jamison, E.A., D.T. Jamison, and E.A. Hanushek (2006). The Effects of Education Quality on Income Growth and Mortality Decline (October 2006), National Bureau of Economic Research, Working Paper No. 12652.  
<https://www.nber.org/papers/w12652>

Johns Hopkins University (2020). COVID-10 Dashboard (October 2). <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>

Kantar (2020). Assortment and Portfolio Strategies for Digitally Led Retail, Webinar in the Commerce Now series, (June 2020).

Kapko, M. (2020). Global Pandemic Strains 5G Supply Chains (March 24), SDxCentral.  
<https://www.sdxcentral.com/articles/news/global-pandemic-strains-5g-supply-chain/2020/03/>

Kovar, J.F. (2020). Some may Work from Home Permanently after COVID-19: Gartner (April 13), CRN.  
<https://www.crn.com/news/running-your-business/some-may-work-from-home-permanently-after-covid-19-gartner>

Koziol, M. (2020). 5G Just Got Weird (August 2020). <https://spectrum.ieee.org/tech-talk/telecom/standards/5grelease-16>

La, L. (2020). “5G Myths Debunked: 5G Won’t Replace, Doesn’t Cause COVID-19, and is Still Rolling Out (June 1), CNET. <https://www.cnet.com/news/5g-myths-debunked-5g-wont-replace-4g-doesnt-cause-covid-19-and-is-still-rolling-out-during-the-pandemic/>

Lee, P., M. Casey, and C. Wigginton (2019). Private 5G Networks: Enterprise Untethered (December 9), Deloitte Insights, <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/technology/technology-media-and-telecompredictions/2020/private-5g-networks.html>

Lemstra, W. (2018). Leadership with 5G in Europe: Two Contrasting Images of the Future, with Policy and Regulatory Implications, Telecommunications Policy, 42, 587-611.

Mann, C. (2020). FCC Sets out C-Band Auction Procedures (August 7), Advanced Television.  
<https://advancedtelevision.com/2020/08/07/fcc-sets-out-c-band-auction-procedures/>

Massaro, M., and F. Beltran (2020). Will 5G Lead to More Spectrum Sharing? Discussing Recent Developments of the LSA and the CBRS Spectrum Sharing Frameworks, *Telecommunications Policy*, 44, 1-14.

McCaskill, S. (2020). Millimeter Wave: the 5G mmWave Spectrum Explained. 5GRadar, <https://www.5gradar.com/features/millimeter-wave-the-5g-mmwave-spectrum-explained>

O'Donnell, B. (2019). The Evolution of 5G. <https://www.forbes.com/sites/bobodonnell/2019/11/12/the-evolutionof-5g/#5170447e278e>

Palmer, A. (2020). Amazon Wins FAA Approval for Prime Air Drone Delivery Fleet (August 31), CNBC. <https://www.cnbc.com/2020/08/31/amazon-prime-now-drone-delivery-fleet-gets-faa-approval.html>

Press, G. (2020). The Future of Work Post-COVID-19 (July 15). Forbes. <https://www.forbes.com/sites/gilpress/2020/07/15/the-future-of-work-post-covid-19/#46e330f54baf>

Qualcomm (2020). Snapdragon X60 5G Modem-RF System. <https://www.qualcomm.com/products/snapdragonx50-5g-modem>

Reardon, M. (2019). FCC to Auction C-Band Spectrum for 5G (November 18), CNET. <https://www.cnet.com/news/fcc-to-auction-c-band-spectrum-for-5g/>

Reardon, M. (2020). 5G will Change the World. China wants to Lead the Way. (July 10), CNET. <https://www.cnet.com/news/5g-will-change-the-world-and-china-wants-to-lead-the-way/#>

Rendon Schneir, J., A. Ajibulu, K. Konstantinou, J. Bradford, G. Zimmermann, H. Droste, and R. Canto (2017). Cost Analysis of a 5G Network with Multi-Tenancy Options, European Regional Conference of the International Telecommunications Society, Passau, Germany, July-August.

Rendon Schneir, J., A. Ajibulu, K. Konstantinou, J. Bradford, G. Zimmermann, H. Droste, and R. Canto (2019). A Business Case for 5G Mobile Broadband in a Dense Urban Area, *Telecommunications Policy*, 43, 1-19.

Research and Markets (2020). MNO Directory, Worldwide 2020-2021 (September 2020). <https://www.researchandmarkets.com/reports/5128935/mno-directory-worldwide-2020-2021>

Ries, J. (2020). Here's How COVID-19 Compares to Past Outbreaks (March 12), Healthline. <https://www.healthline.com/health-news/how-deadly-is-the-coronavirus-compared-to-past-outbreaks>

Ries, R. (2020). Three's Not a Crowd: 5G, IoT, and Edge Computing (July), NETWORKComputing. <https://www.networkcomputing.com/networking/complementary-technologies-5G-iot-edge-computing>

Rogerson, J. (2020). How Fast is 5G? <https://5g.co.uk/guides/how-fast-is-5g/>

Samsung (2020). Relaying 5G to Go the Extra Mile. <https://www.samsung.com/global/business/networks/solutions/wireless-backhaul/>

Sanders, (2019). How 5G will Affect Augmented Reality and Virtual Reality (October 2). ZDNet. <https://www.zdnet.com/article/how-5g-will-affect-augmented-reality-and-virtual-reality/>

Sbeglia, C. (2019). Chinese Carriers could Jointly Build 5G Networks to Address Cost, Weak Market (August

30), RCRWireless News. <https://www.rcrwireless.com/20190830/5g/chinese-carriers-pursue-sharing-5g-networks-address-costs-weak-market>

Singh, D. (2020). 4 Reasons Why 5G will be the Game Changer for the Education Sector (February 14), Academia by Serosoft. <https://www.academiaerp.com/4-reasons-why-5g-will-be-the-game-changer-for-the-education-sector/>

Stolton, S. (2020). Digital Brief: State of the Digital Union, 5G in EU, Gaia-X (September 18), EURACTIV.com. <https://www.euractiv.com/section/digital/news/digital-brief-state-of-the-digital-union-5g-in-eu-gaia-x/>

Swider, M. (2019). 5G Speed Test: 1.4Gbps in Chicago, but Only if You Do the '5G Shuffle' (May 19). <https://www.techradar.com/uk/news/5g-speed-test>

Tibken, S. (2019). No, 5G Isn't Going to Make your 4G LTE Phone Obsolete (July 12), CNET. <https://www.cnet.com/news/no-5g-isnt-going-to-make-your-4g-lte-phone-obsolete/>

United Nations (2020). Sustainable Development Goals. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainabledevelopment-goals/>

Verizon (2020). Verizon Delivers Network reliability During COVID-19 while Accelerating 5G Deployments. (June 11). <https://www.verizon.com/about/news/how-americans-are-spending-their-time-temporary-new-normal>

Wasserman, T. (2020). Why the Coronavirus Pandemic may Fast-Forward 5G Adoption in the US (March 20), CNBC. <https://www.cnbc.com/2020/03/20/why-the-coronavirus-pandemic-may-fast-forward-5g-adoption-in-the-us.html>

Wells, S. (2020). Socially Distant Surgery is Now Possible Nine Miles Away (July 13), Inverse. <https://www.inverse.com/innovation/5g-telesurgery-is-here>

Wolla, S.A., and J. Sullivan (2017). Education, Income, and Wealth (January), Federal Reserve Bank of St. Louis, Page One Economics. [https://files.stlouisfed.org/files/htdocs/publications/page1-econ/2017-01-03/educationincome-and-wealth\\_SE.pdf](https://files.stlouisfed.org/files/htdocs/publications/page1-econ/2017-01-03/educationincome-and-wealth_SE.pdf)

World Economic Forum (2020). The Impact of 5G: Creating New Value across Industries and Society, Jan 2020, [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_The\\_Impact\\_of\\_5G\\_Report.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Impact_of_5G_Report.pdf)

Xiao, Y., and Z. Fan (2020). 10 Technology Trends to Watch in the COVID-19 Pandemic (April 27), World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2020/04/10-technology-trends-coronavirus-covid19-pandemic-robotics-telehealth/>

Xinhua (2020). 5G-Powered Robots Contribute to Epidemic Control in China (February 23), Xinhuanet. [http://www.xinhuanet.com/english/2020-02/23/c\\_138811155.htm](http://www.xinhuanet.com/english/2020-02/23/c_138811155.htm)

## 尾注

<sup>1</sup> 这些产业包括农业、林业和渔业、艺术和娱乐、建筑业、教育、金融和保险、健康与社会工作、酒店业、信息和通信、制造业、采矿及采石业、专业服务、公共服务、房地产业、运输和储存、公用事业、批发和零售业。

<sup>2</sup> 估算方法详见 IHS Markit (2019)。

<sup>3</sup> 海量物联网又称“海量机器类通信 (mMTC)”；关键业务型服务又称“超可靠低时延通信 (URLLC)”。

<sup>4</sup> R16 标准于 2020 年 7 月 3 日公布。受疫情及其他因素影响，R17 标准的公布日期待定，详见 Koziol (2020)。一般情况下，新标准公布一年后，才会在新产品和服务中有所体现，详见 O'Donnell (2019)。

<sup>5</sup> 详见 IHS Markit (2019)、Forge 和 Vu (2020, 表 4)、世界经济论坛 (2020)。

<sup>6</sup> 专用网络生成的数据是否只有储存在原网络才最安全、最易控制，这一问题未来仍将众说纷纭。数据上传到云端或移动网络运营商提供的边缘服务器后，控制效果可能就会减弱。详见 Badman (2020)。

<sup>7</sup> 从感染率和死亡率两项数据来看，新冠肺炎是现代社会迄今为止最严重的病毒性疾病。过去 100 年来引发疫情的重大病毒性疾病包括：1918 年西班牙大流感，感染和死亡人数均远高于新冠肺炎截至本报告编制时的记录，但死亡率低于 2%；2002 年 SARS 肺炎，持续时间相对较短，死亡率高达 15%，但感染人数很少，全世界仅 8,000 余人；2009 年甲型 H1N1 流感，感染人数很多，但死亡率仅 0.02%。详见 Ries, J. (2020)。

<sup>8</sup> 需考虑重大地缘政治和国家安全因素。最主要的原因是美国政府宣称领先电信设备制造商华为与中国政府关系紧密，并以此为由严令限制华为在美国、部分欧洲国家、部分亚太国家销售产品。各国对此反应各异，欧洲地区对华为的态度更是扑朔迷离：捷克和波兰全面落实美国的华为禁令，英国和法国的态度较为暧昧，德国则直接要求华为囤积零部件，优先供应给德国。这些政策对华为现有的 4G 合约和 5G 订单均有影响。详见 Cerulus (2020)。

<sup>9</sup> <https://www.3gpp.org/release-17>

<sup>10</sup> 三星、华为、LG、小米已推出 5G 智能手机，Apple 预计将于 2020 年 10 月推出。

<sup>11</sup> “Connecting the Dots” (连接所有信息点)，Omdia, Omdia 问答系列，2020 年 6 月。

<sup>12</sup> Omdia's Digital Enterprise Services Insights: Shifting Europe IT Priorities and Spending Post-COVID-19 (Omdia 观点：后疫情时代，数字化企业服务将改变欧洲 IT 领域的发展重点及支出)，2020 年 9 月。

<sup>13</sup> 详见 Chee (2020)。

<sup>14</sup> 理赔服务指保险理赔中列出的理赔服务或程序。

<sup>15</sup> Heather Landi, “How COVID-19 shifted healthcare executives' technology priorities and what to expect in 2021” (新冠疫情对医疗行业高管的技术发展重点有何影响，2021 年的发展前景如何)，Fierce Healthcare, 2020 年 10 月 21 日，<https://www.fiercehealthcare.com/tech/these-are-technology-innovations-health-systems-fast-tracked-during-covid-19-pandemic>

<sup>16</sup> 美国联邦航空管理局已批准美国电商平台亚马逊的无人机项目 Prime Air、美国快递公司 UPS、美国 Alphabet 公司旗下的无人机送货公司 Wing 使用无人机送货。详见 Palmer (2020)。

<sup>17</sup> 详见联合国 (2020)。

<sup>18</sup> 1 度电在 4G 网络环境下支持下载 300 部高清电影，在 5G 网络环境下支持下载 5,000 部超高清电影。详见 Cho (2020)。

<sup>19</sup> 详见美国疾病控制与预防中心 (2016)。

<sup>20</sup>Acemoglu 和 Restrepo (2019) 对此问题进行了详细的实证调查，他们的结论是：“我们的证据和概念研究均表明，‘人类即将无业可就’和‘科技变革总是对劳动力有利’这两种说法都不成立。”麦肯锡全球研究院对自动化和机器化发展持乐观态度，认为这将促使工作岗位总量取得增长。详见 Ellingrud (2018)。

<sup>21</sup>Wolla 和 Sullivan (2017) 认为，教育（或人力资本投资）可提高收入。Jamison 等人 (2006) 认为，相比封闭经济体，在开放经济体中，教育质量和年限提升对提高人均收入的作用更大。

<sup>22</sup> 详见 “Identification and quantification of key socio-economic data to support strategic planning for the introduction of 5G in Europe”（为支持欧洲 5G 部署战略规划对关键社会经济数据的定性和定量分析），该研究由欧盟委员会委托应用研究咨询机构 Tech4i2、独立无线网络咨询公司 Real Wireless、未来网络与通信研究机构 CONNECT、都柏林圣三一大学和移动技术研发公司 InterDigital 开展，2016 年 9 月，<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/5g-deployment-could-bring-millions-jobs-and-billions-euros-benefits-study-finds>

<sup>23</sup> 详见 Research and Markets (2020)。

<sup>24</sup> 有人担忧 4G/LTE 手机会降低 5G 服务的性能，动态频谱共享和 4G、5G 双连接技术或可解决这一问题。详见 Tibken (2019)。

<sup>25</sup> 网络外部性效应，顾名思义就是在 5G 等网络上消费后产生的外部性效应。新用户加入网络，网络产生的价值上升，则外部性效应呈正值。如果扩展 5G 网络之后产生重大新价值或正向外部效应，那么是否用得起网络的问题就会更加微妙，因为“价值”会取代“价格”，成为是否使用服务、是否购买相应服务终端的决定性因素。

<sup>26</sup>IHS Markit (2019) 显示，5G 对全球经济增长的净年贡献率将在 2020-27 年缓慢上升，在 2028-33 年达到稳定水平，在 2034-35 年迅速上升，这几乎可以肯定是因为一旦真正实现了低时延技术，即可使用所有 MCS 服务。

<sup>27</sup> 详见 Reardon (2019)。

<sup>28</sup> 详见 <https://www.autoconnectedcar.com/2020/09/audi-usa-american-tower-qualcomm-vdot-deploy-c-v2x-to-protect-work-zones/>, <https://aashtojournal.org/2020/10/30/audi-launches-c-v2x-school-zone-test-in-georgia/>, <https://www.ericsson.com/en/news/2019/9/5g-and-v2x>

## 研究团队

**Aniruddha Banerjee**

IHS Markit

Director, Economics & Country Risk Consulting

**Karen A. Campbell**

IHS Markit

Associate Director, Economics & Country Risk Consulting

**Bob Flanagan**

IHS Markit

Director, Economics & Country Risk Consulting

**Brendan O'Neil**

IHS Markit

Executive Director, Economics & Country Risk Consulting

**Bill Morelli**

Omdia

Senior Research Director

**Julian Watson**

Omdia

Principal Analyst, Internet of Things

**Josh Buita**

Omdia

Research Director, Internet of Things

**Daryl Schoolar**

Omdia

Practice Leader, Fixed & Mobile Networks

---

## 免责声明

本报告中所载信息均为机密资料。未经 IHS Markit 或其子公司（简称“IHS Markit”）事先书面许可，不得在任何媒体或以任何形式对本报告进行全部或部分的未授权使用、披露、复制和分发。本报告出现的所有 IHS Markit 商标均为 IHS Markit 所有。本报告（包括其他媒体）中的观点、陈述、预估和预测仅为作者撰写本文时的个人观点，不代表 IHS Markit 的观点。本报告所载任何内容、观点、陈述、预估或预测（统称为“信息”）如有变动或因此有失准确，IHS Markit 和作者均无义务更新本报告。IHS Markit 对本报告中任何信息的准确性、完整性和及时性不做任何明示或默示保证；IHS Markit 不因信息不准确或遗漏对任何接收方负责。在不影响前述规定的前提下，不论是否有合同约定，发生侵权行为（包括疏忽），有其他保证或法律另有规定，对因本报告中所载信息或与之相关信息，或因接收方或第三方所作决定，不论该等决定是否根据本报告所载信息作出，而致接收方遭受的损失或损害，IHS Markit 概不负责。不应将 IHS Markit 提供外部网站链接理解为对该网站和网站所有者（或其产品/服务）的支持。IHS Markit 对外部网站的内容和输出概不负责。IHS Markit®版权所有 ©2020。IHS Markit 保留所有权利和知识产权。