

IHS经济部和IHS技术部

5G经济：5G技术将如何影响全球经济

2017年1月

ihc.com

经济影响分析

IHS经济部/IHS技术部

Karen Campbell

IHS经济部高级咨询顾问

Jim Diffley

IHS经济部副总裁

Bob Flanagan

IHS经济部总监

Bill Morelli

IHS技术部研究总监

Brendan O'Neil

IHS经济部董事总经理

Francis Sideco

IHS技术部副总裁



致谢

感谢为本项研究做出直接或间接贡献的顾问、领域专家、技术专家、产业专家和分析师。

高级顾问：

Nariman Behraves, IHS Markit全球首席经济学家

David Teece, Berkeley Research Group董事长兼首席执行官

Kaylan Dasgupta, Berkeley Research Group主管

IHS Markit同事：

Bob Braverman、Luca DeAmbroggi、Jason dePreaux、Paul Gray、Mike Hartnett、Diana Heger、Aysegul Jezewski、John Kendall、Blake Kozak、Wayne Lam、Leslie Levesque、Sam Lucero、Michael Markides、Tom Morrod、Rajeevee Panditharatna、Lee Ratliff、Midge Register、James Richards、Stéphane Teral、Pablo Tomasi、Reina Tuason和Alex West

本报告由Qualcomm Technologies, Inc.委托编制，旨在独立评估5G技术至2035年对全球经济的重要性。IHS Markit对本报告以及本文所含全部分析与内容独立负责。本项研究期间开展的分析与测量代表IHS Markit的独立观点，旨在促成讨论5G在促进全球经济增长中的作用。

目录

摘要	4
– 5G将移动变成一项通用技术	5
引言：5G经济	8
5G技术和用例	10
– 5G概述	10
– 5G用例	11
– 5G生态系统发展	13
5G的经济贡献	15
– 全球产出：12.3万亿美元的全局机遇	15
– 2035年5G价值链：3.5万亿美元产出和2200万个工作岗位	17
– 全球经济可持续增长	18
总结	20
附录A：5G用例描述	21
– 增强型移动宽带	21
– 海量物联网	22
– 关键业务型服务	23
附录B：《国际标准产业分类》（ISIC）体系	25
附录C：经济建模	28
– 经济影响分析：价值链	28
– 经济影响分析：2035年全球销售支持	29
– 经济影响分析：全球宏观经济增长	29

图表

5G价值链的研发与资本性支出份额（按国家）	17
5G对全球经济增长的年度净贡献值	19

IHS经济部和IHS技术部

版权公告和免责声明

© 2017年 IHS。仅供IHS客户内部使用。

未经事先书面同意，严禁以任何形式复制、重用或分发本报告任何部分，按照客户和IHS之间的许可协议准许的任何客户内部分发除外。IHS允许复制或重新分发的内容必须显示IHS法律公告和署名权。本文所含信息来自被认为可靠的来源，但不保证其及基于其上的观点和分析的准确性和完整性。在法律允许的范围内，IHS不应应对任何错误或遗漏或信赖本文所含信息或任何陈述造成的任何损失、损害或支出承担责任。尤其，请注意：不声明或保证任何预测、预报、评估或假设的实现或合理性，因各种风险和不确定性，实际事件和结果可能与本文注明的预测和期望陈述有重大差异。本报告不构成法律或财务建议，且客户全面承担使用或依赖本出版物中的任何信息的风险。IHS和IHS标志是IHS的商标。



5G经济：5G技术将如何影响全球经济

Karen Campbell, IHS经济部高级咨询顾问

Jim Diffley, IHS经济部副总裁

Bob Flanagan, IHS经济部总监

Bill Morelli, IHS技术部研究总监

Brendan O'Neil, IHS经济部董事总经理

Francis Sideco, IHS技术部副总裁

摘要

印刷机，互联网，电力，蒸汽机，电报。上述每项发现或发明都是社会经济发展主要动力的一部分，我们称之为“通用技术”（General Purpose Technologies, GPT）。通过在多个行业中得到广泛采用，通用技术经常是转型变革的催化剂，这些变革重新定义工作流程并重塑经济竞争优势规则。这些创新产生深远且广泛的影响——积极影响人和机器的生产力水平到最终提升全球人民的生活水平。

IHS Markit认为，5G将是推动移动技术进入通用技术专属领域的催化剂。IHS Markit评估了21项独特5G用例的潜力，上述用例将在广泛行业中影响生产力水平且增强经济活动。IHS Markit进一步研究了5G价值链在持续增强和扩展目前移动技术平台方面将发挥的核心作用。最后，IHS Markit明确了5G将对可持续发展的全球经济所作出的净贡献。本项研究侧重于5G的长期经济影响，但同时也需注意到5G经济已经开始出现。目前已按计划开展的5G早期商用部署有潜力在2020年前对经济做出有意义的贡献。

关键研究成果包括：

- 到2035年，5G将在全球创造**12.3万亿美元经济产出**。这几乎相当于所有美国消费者在2016年的全部支出，并超过了2016年中国、日本、德国、英国和法国的消费支出总和。
- 到2035年，全球5G价值链将创造**3.5万亿美元产出**，同时创造**2200万个工作岗位**。上述数字超过了今天整个移动价值链的价值。它几乎相当于2016年全球财富1000强企业前13强企业的营收总和，这13家企业包括沃尔玛、国家电网、中国石油、荷兰皇家壳牌石油、埃克森美孚、大众、丰田汽车、苹果、伯克希尔-哈撒韦和三星等。
- 5G价值链平均每年将投入**2000亿美元**，持续拓展并增强网络和商业应用基础设施中的5G技术基础；上述数字几乎相当于2014年美国联邦、州和地方政府在交通运输基础设施方面支出总和的一半。
- 此外，5G部署将支持全球实际GDP的长期可持续增长。在2020年至2035年间，**5G对全球实际GDP增长的贡献预计将相当于一个与印度同等规模的经济体**——印度目前是全球第七大经济体。

迄今为止，移动技术已从“人对人”（people-to-people）为主的平台（3G）发展为全球规模下的“人对信息”（people-to-information）的连接（4G）。5G将利用并扩展以往面向移动技术的研发与资本投入，推动移动技术成为一个普及、低时延和适应性的平台，能够满足未来的使用需求。5G将支持全新的前沿应用、促进商业创新并刺激经济增长。5G的出现是一个支点，使移动技术从一项对个人通信具有变革性影响的技术演进为真正的通用技术，且有望改变整个产业和经济。

5G将如何被利用？

增强型移动宽带（EMBB）

增强型移动宽带的两个关键方面将在5G经济中促进普及和价值创造。第一个方面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、购物中心和大型场所。第二个方面是提升容量以满足使用大量数据的更多终端的需求，尤其在局部地区。这些网络的改进将支持更高效的数据传输，降低每比特数据传输成本，从而驱动在移动网络中更多地使用宽带应用。

海量物联网（MIoT）

5G将利用早前在机器对机器（M2M）和传统物联网（IoT）应用方面的投入，支持规模经济的显著提升以促进其在全行业普及和应用。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，从而在海量物联网情景中显著降低成本。这亦将支持海量物联网扩大规模，并且将促进海量物联网应用更多地采用移动技术。

关键业务型服务（MCS）

关键业务型服务代表移动技术的全新市场机会，这将是5G重要的增长领域，并将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。这将支持无线技术提供与有线难以区分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的自动化设备。

5G将移动变成一项通用技术

在孵化期之后，通用技术迎来采用的引爆点，为各个行业和整个经济带来转型变革，且通常颇具颠覆性（参阅侧栏：通用技术已深入改变各个行业和经济）。

通用技术具有一些共同属性，包括普遍适用于多个行业、带来长期且持续的改进并且能够催生新的创新。通用技术对广泛行业产生深远且持久的影响，可重新定义经济竞争力并改变社会。IHS Markit预期，随着5G技术不断发展并支持大量终端、机器和流程，无线通信将有望进入通用技术殿堂。

数字移动技术已从使人与人互联逐步演进到使人与数据互联，这些数据是人们在个人和职业生活中所依赖的。例如，移动技术通常被认为在为新兴经济体的偏远地区居民接入关键服务方面发挥了基本和重要的作用，比如尼日利亚移动银行业务的崛起。相应地，现今移动技术的很多进步提供了更大的带宽，能够基本实现语音和数据无所不在的覆盖。尽管一些机器对机器和早期物联网应用业已出现，但这些应用通常都是面向特定用例并采用较陈旧的技术。尽管媒体和投资者对像优步这样的移动先锋公司十分关注，但移动技术目前仍主要用于面向消费和企业用例，而未开始真正从根本上变革经济体的工业或公共部门。经历了几代发展，移动技术已经实现了普及，但5G将成为一个技术平台，以更有意义的方式连接汽车与城市，医院与家庭，人与周边万物。

按照规划，5G带来的提升将能够明确满足复杂多样的物联网相关用例的需求。业界正“专门构建”标准的不同方面以应对海量物联网类型应用以及关键业务型用例，包括自动驾驶汽车、工业自动化和远程医疗。这些功能扩展将作为统一设计的一部分得到部署，这意味着同一5G基础设施将可用于支持广泛用例。移动技术正在那些目前还未规模化使用无线技术的行业和流程中不断扩展，为广泛的行业带来深远和持久的影响。

随着全新商业模式涌现，提供商品与服务的旧方式被急剧改变或彻底抛弃，5G经济将为政策制定与监管带来更高的复杂性。准备迎接5G的世界将要求在多个领域实现政策和监管的现代化，包括公共安全、网络安全、隐私、频谱分配、公共基础设施、医疗健康、频谱授权与审批以及教育、培训和发展等。政策制定者在5G经济中面临的挑战是，他们必须准备好面对5G技术在日常生活中的普及，避免设立那些妨碍持续创新的体制。创新对5G经济成功至关重要。保障企业敢于冒险、投资并持续不懈地追求创新的政策——尤其是那些监管知识产权保护的法规定，都是利用和开发5G经济全部价值的最优载体。

到2035年，5G普及带来的影响将超越现有技术、平台和行业的能力并推动其发展；但在5G经济繁荣发展的同时，3G和4G移动技术的发展可提供重要的参考意义。由私营部门主导的5G投资有望达到很高的水平，并累计到之前对3G和4G的基础设施和研发支出中。5G的普及将是3G与4G投资的延续，这些投入源于技术和频谱许可的活力，刺激了研发和巨大的经济投入，投资于日益依赖无线的经济前景。那些鼓励投资和风险资本可用性的政策与激励措施，及强大的知识产权保护，将共同维护支持5G经济繁荣昌盛的友好环境。

IHS Markit的5G经济分析评估了技术层面，即5G如何改善现有用例并支持全新用例，以及5G技术将如何影响全球经济。对于所有投资的最终检验是，其在多大程度上可改善全球人们的生活质量。IHS Markit分析证实了5G技术将提高人和机器与彼此交互及更快地共享信息的能力，以在追求个人与职场目标和结果的过程中实现更大的时间和资本回报。**新投入、新研发与新技术创新本身的经济影响表明，5G将对全球增长产生深远且持久的影响。IHS Markit确信，未来二十年5G将在全球经济中广泛普及，成为对全球经济扩展的重要贡献因素之一。**

通用技术已深入改变各个行业和经济

谷登堡在1440年左右发明了印刷机。在此之前，书籍必须依靠艰难的人力复制，每次只能复制一份。通过印刷机，书籍可以实现量产。随着欧洲在十六世纪早期进入文艺复兴，印刷机帮助了在整个欧洲的理念传播。

在蒸汽机出现之前，大型工厂必须设立在河流附近，但河流未必总是设备的可靠动力源。蒸汽机打破该依赖性，同时允许工厂设立在更靠近原材料产地或交通运输线路的地方。

电力再向前一步。在蒸汽驱动的工厂，设备仍需围绕提供动力的传送带系统进行组织。电力允许机器实现集成能源供应。这支持了全新更高效的机器配置，包括流水线，并在全球范围重新定义了制造行业和竞争格局。

在十九世纪六十年代广泛使用电报之前，长途通信的速度不能超越从甲地向乙地通过实物传递信息的速度。电报消除了长途通信的时间限制，让世界踏上通向现今复杂、实时的电信基础设施的道路。

其他通用技术包括：轨道系统、汽车和互联网。

引言：5G经济

5G移动网络代表继目前4G LTE标准后移动通信标准的下一个主要阶段。5G技术将远不仅限于为移动网络运营商带来全新服务机会。事实上，IHS Markit预期5G将发挥催化剂作用，把移动变成稳健的普适平台，培育全新商业模式并变革全球各个行业和经济。通过突出移动宽带体验并演进至满足海量物联网和关键业务型服务应用的新需求，5G技术将促进移动网络发展。

5G部署最初可能会以增强型移动宽带应用为中心，满足以人为中心的多媒体内容、服务和数据接入需求。增强型移动宽带用例将包括全新的应用领域、性能提升的需求和日益无缝的用户体验，超越现有移动宽带应用所支持的水平。例如，许多未来广域覆盖应用将要求无缝覆盖、中高移动性和较当前数据速率大幅改善的用户数据速率。此外，增强型移动宽带应用可能需要热点，这些区域以高用户密度、超高容量、低移动性和高于广域覆盖的用户数据速率为特征。上述网络的改善将支持更高效的数据传输，降低每比特数据传输成本，从而驱动在移动网络中更多地使用宽带应用。

随着5G的进一步融合，行业和政府将与消费者一道成为5G部署的首要驱动力。关键业务型服务将包括自动驾驶汽车、大量无人机应用和远程医疗。这些应用要求超可靠的低时延通信，对吞吐量、时延和可用性等功能有严格要求。许多行业和城市也将部署海量物联网，这些应用通常以大量联网终端传输少量低优先级数据为特征。借助具备传感器和连接功能的低成本、长续航模块，海量物联网应用覆盖资产跟踪、智慧城市和公共设施与关键基础设施的监控。

IHS Markit在监管环境有利于增长的假设下从三个方面评估到2035年5G影响全球经济的潜力。第一，广泛行业普遍采用5G可支持核心流程优化并建立全新商业模式，从而实现潜在的产品与服务销售。第二，通过聚焦研发、基础设施投入和应用部署，生机勃勃的5G价值链将持续深化底层5G技术基础。最后，5G所提升的移动技术有潜力驱动全球GDP实现长期的可持续增长，这是健康经济发展的最终衡量标准。

这个充满变革性技术创新的时代，带来了无数日常活动的变化。在这样的背景下，公共政策经常难以跟上技术进步的步伐。随着全新商业模式的涌现，提供商品与服务的旧方式被急剧改变或彻底抛弃，5G经济将为政策制定与监管带来更高的复杂性。在4G时代，优步和Airbnb等颠覆者的出现带来了“共享经济”的政策挑战，这是5G经济中将涌现政策挑战新浪潮的标志。

持续的投入和研发以推动创新并发展新一代技术是实现5G经济全部经济潜力的必要条件。加速5G经济进程要求政策制定机构：

- 支持企业开展长期投入和研发
- 在5G标准制定方面实现公共和私有领域的合作
- 确保监管和审批跟上创新的步伐

政策制定者在5G经济中面临的挑战是，他们必须准备好应对日常生活中5G的普适性，同时避免建立那些妨碍持续创新的体制。在通过移动终端满足语音、数据和数字内容需求的前几代无线技术中，这一要求不太明显。随着5G在家庭与企业、休闲与职场活动、公共与私有领域得到普及，政策的现代化变得至关重要。

此外，各级政府——包括国家、州/省和地方政府——的政策制定都将受到影响。在本研究所描述的用例中凸显出的5G技术普适性和技术变革步伐，将为政策制定者带来更大的负担，他们需要跟上5G变革生活和行业的步伐。为5G准备就绪的世界要求政策和监管在多个领域实现现代化，公共安全、网络安全、隐私、公共基础设施、医疗健康、频谱授权与审批和教育、培训与发展仅仅是其中几个例子。

总之，消费者和行业的支出表明他们已经做出了选择，支持将更多技术集成于日常生活中；而5G技术将带来大量创新，政策制定者面临着就上述创新调整政策与监管的全新挑战。在二十世纪中期，政府通过大量的公共基础设施投资引领了全球经济变革。在二十一世纪初，对技术基础设施的私有投资正在重塑我们提供商品与服务的方式，私有投资可能将继续变革全球经济。那些保障企业敢于冒险、投资并持续不懈地追求创新的政策框架是持续推动5G经济发展并确保增长的重要载体。

在5G经济的征程中，政策制定者应保证为标准化技术提供妥善的知识产权保护，以便在投资周期中实现增长。在3G和4G移动技术上领先的企业投入大量资源进行研发，其依据的风险投资分析将为创新提供妥善的知识产权保护考虑在其中。为实现5G经济的投资和经济潜力，类似的可刺激持续研发和风险投资的条件必须得以延续。

5G技术和用例

5G概述

5G移动网络是继目前4G LTE部署后移动通信标准的下一个主要阶段。LTE正进入十年部署的后半程，其发展路线图中仍不断有发展和跃升，特别是LTE-A和LTE-A Pro。实际上，LTE-A Pro中的许多增强功能是5G的重要构建模块，将支持许多5G关键特性和早期用例。

每一代移动网络技术较上一代都有所改善，以应对当前移动宽带应用在语音体验、移动数据吞吐量、网络使用效率和容量方面的挑战。目前的5G技术路线图有望进一步发展——不仅改善移动宽带体验，而且将持续演进至满足海量物联网部署和关键业务型服务用例的要求。

5G的一些初期优势有望通过那些可增强移动宽带体验的技术特性得以实现。增强型移动宽带将满足那些以人为中心的多媒体内容、服务和数据接入用例，尤其是视频，将在广泛的移动宽带终端上发挥重要作用。5G的一个关键优势，是将支持移动网络更高效的运营并降低数据传输成本。这对移动网络运营商应对像增强现实（AR）和虚拟现实（VR）这样全新的媒体与数据密集型用例至关重要。借助增强性能和无缝用户体验，增强型移动宽带用例除支持现有移动宽带应用外，还将支持全新应用领域和需求。这涵盖不同需求的应用例，包括热点和广域覆盖：

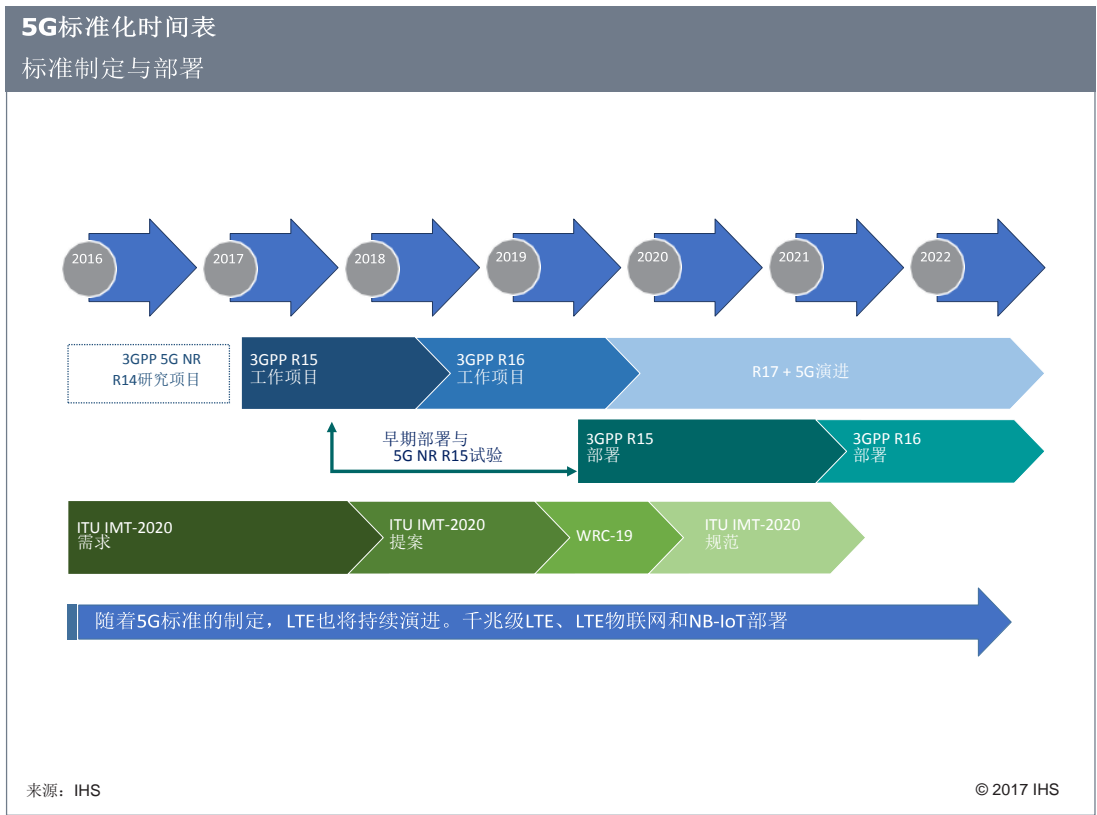
- 热点（高用户密度区域）：需要极高数据容量，移动性需求低且用户数据速率高于广域覆盖速率。
- 广域覆盖（需要无缝覆盖）：需要中高移动性，数据传输速率较现有数据速率有大幅改善。但较之热点，数据速率需求可适当放松。

在增强型移动宽带用例之外，提议的5G规范还将包括那些显著扩展目前移动技术功能的特性。这将支持5G面向包括关键业务型服务和海量物联网的一系列用例。

关键业务型服务用例需要超可靠且低时延的通信，对吞吐量、时延和可用性等特性具有严格要求。其用例包括自动驾驶汽车、无线控制工业制造或生产流程、远程医疗和智能电网中的配电自动化。

关键业务型服务用例对性能有极高要求，而海量物联网则通常以海量终端传输少量对时延不敏感型的数据为特征。因此，这些终端需要实现低成本和超长电池续航。

大量5G标准工作正按计划开展。3GPP正努力制定Release 15，将于2018年完成，并有望成为全新5G无线空口（5G NR）和新一代网络架构（5G NextGen）的首个规范。5G开发工作将延续到3GPP Release 16及以后，但是Release 15将为2019年开始的5G商用提供全球规范。同时，目前3GPP正在开展的工作将在IMT-2020规范正式发布之前提交至ITU，而IMT-2020规范将于2020年完成。值得注意的是，在这些规范正逐步完成的同时，预标准的5G商用部署将更早启动。



从芯片组和终端供应商到网络基础设施厂商，整个生态系统已开展重要的预商用工作。一些运营商已公布它们期望开展5G场测的时间表，美国运营商Verizon表示它将于2017年开始，韩国运营商SK电讯和韩国电信则瞄准2018年。

就本研究需要，尤其是评估5G网络的经济影响的需要，我们决定使用2035年作为测量点。这基于以下假设：

- 持续实现5G标准制定的里程碑。
- 预标准制定工作将加快5G芯片组与终端开发。
- 符合标准的5G无线接入网络自2019年开始部署，并从2022年起广泛实现商用。
- 面向终端（全部类型——增强型移动宽带、关键业务型服务和海量物联网）的5G无线价格极具竞争力，这将部分受到规模经济的影响。

基于上述假设，IHS Markit预计，到2035年，5G将有10年以上广泛商业可用性。届时那些面向那些新技术普及较慢行业（如工业）的全新用例有望将得到重度使用。

5G用例

在本项研究中，IHS Markit评估下述21个可预见5G用例的技术扩散周期、普及度和潜在长期经济贡献，上述用例可归于增强型移动宽带、海量物联网和关键业务型服务三个大类。我们无意详尽列举全部可能的5G用例，只是选取了突显5G技术创新可能的代表性样本。以下章节简要概述每个用例类别，本报告附录A详细描述了全部21个用例。

增强型移动宽带

增强型移动宽带的两个关键方面将在5G经济中促进普及和价值创造。第一个方面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、购物中心和大型场所。第二个方面是提升网络容量以处理使用大量数据的更多终端，尤其在本地化区域。这两项改善的最终结果是，无论在任何位置，用户都将在使用移动宽带应用时享受更一致的增强体验。

- 增强型室内无线宽带覆盖
- 增强型户外无线宽带
- 固定无线宽带部署
- 企业团队合作/协作
- 培训/教育
- 增强现实和虚拟现实（AR/VR）
- 扩展移动计算
- 增强型数字标牌

增强型移动宽带用例最有可能产生近期影响。这些主要是现有4G价值的扩展。随着5G网络的商用，市场上应该迎来较快的普及。增强型移动宽带用例将对全球经济活动产生重要影响，但由于其大部分是现有服务的增强，其净经济影响将不如海量物联网和关键业务型服务那么具有变革性。

海量物联网

5G将利用早前在机器对机器和传统物联网应用方面的投入，支持规模经济的显著提升以促进其在全行业中的普及和应用。5G可降低功率需求，实现在授权和非授权频谱的运行和覆盖改善，从而显著降低海量物联网的成本。这也将支持海量物联网扩大规模，并且将促使海量物联网应用更多地采用移动技术：

- 资产跟踪
- 智能农业
- 智慧城市
- 能源/公用事业监控
- 实体基础设施
- 智能家居
- 远程监控
- 信标和联网购物

在海量物联网用例中我们开始看到5G的变革性影响。前几代蜂窝技术以及在非授权频谱上的低功耗无线技术正共同服务这些应用。目前的LTE路线图包括了像Cat-M1（eMTC）和Cat-NB1（NB-IoT）这样的专门蜂窝技术，并开始纳入低功耗方面的性能提升以应对不断增长的蜂窝物联网市场。这些技术构成5G海量物联网的基础，其将在低功耗扩展性能及利用授权与非授权频谱能力的基础上继续提升。IHS Markit认为，5G有潜力应对机器对机器和物联网市场中的更多领域，并借助规模经济降低成本。下述用例预计将在近期和中期得以实现，并在5G海量物联网模块得到广泛商用后获得快速增长。

关键业务型服务

关键业务型服务是5G中拥有巨大增长潜力的领域，其将支持高可靠性、超低时延连接以及高安全性和可用性的应用，包括：

- 自动驾驶汽车
- 无人机
- 工业自动化
- 远程病人监护/远程医疗
- 智能电网

本节描述的用例突显了大量全新的移动技术应用。5G有潜力支持高可靠性、超低时延应用以及构建广泛可用的高安全性网络，从而创造巨大的增长机会。许多用例仍处于兴起阶段（自动驾驶汽车、商用无人机、远程医疗），其增长将依赖于市场创新、恰当的监管以及5G网络部署。因此，其快速增长将需要较长时间，但鉴于这些用例的广泛意义，预计其将对社会产生巨大的整体影响。

5G生态系统发展

多个因素将有助于5G生态系统的总体成功和相对增长。这些因素与标准制定、频谱分配与使用政策问题、市场和应用的动力与阻力等相关。以下章节会更详细地论述这些因素。

5G标准制定

支持2020年及未来出现的全新用例和应用——包括增强型移动宽带、关键业务型服务（超可靠低时延通信）和海量物联网——需要新的技术和功能，开发新空口和新一代网络架构也成为必需。

随着全球5G标准的制定，其全新设计力图解决大量技术问题。3GPP目前正在发展的项目包括基于OFDM的可扩展波形、支持更低时延和前向兼容的全新灵活框架，以及利用高频频段的全新先进天线技术。

虽然5G标准仍有许多技术挑战需解决，但目前研发工作的广泛性以及LTE-A和LTE-A Pro的发展将为其提供解决方案，同时避免本报告上一章节中所描述的时间表出现推迟。

5G频谱

对授权频谱、非授权频谱以及共享频谱的使用是5G的一个独特特性。该种组合将有助于更好地利用现有频谱资源，包括高频频段（24GHz以上）、中频频段（1GHz到6GHz）和低频即1GHz以下频段。和5G的许多其他特性一样，频谱共享的基础性工作始于LTE以及授权辅助接入（LAA）、Wi-Fi链路聚合（LWA）和授权共享接入（LSA）的发展。更高效、更灵活地使用现有频谱很重要，同时为5G网络开发新频谱也对未来的发展至关重要。

为此，全球已有许多不同组织考虑开放各种频段中的频谱资源供5G使用。这些组织包括面向欧盟区域的欧盟委员会、面向亚太区域的亚太电信组织和美国的联邦通信委员会。

5G网络部署

目前LTE网络部署进入第八年。根据GSA报告，截至2016年10月，全球共有537张LTE商用网络。这表明，移动网络运营商在过去十多年内有巨大的资本性支出（Capex），并在努力实现投资回报。业界对5G及其扩展功能具有浓厚兴趣，而来自LTE-A和LTE-A Pro的许多增强特性能够为未来5G网络升级奠定基础，这将是一大显著优势。虽然IHS Markit预计部分运营商将在网络升级方面采取保守方式，但是运营商们也逐渐认识到，5G与前几代移动技术之间存在的关键差异在于，其将前所未有地支持更广泛的用例。前几代网络致力于为消费者（以及在一定程度上为企业用户）提升用户体验，而5G则瞄准产业。如果移动网络运营商和其他5G生态系统参与方能够成功教育和渗入更多的产业，如制造、能源、医疗健康和交通运输等，那么将有潜力充分激发他们对5G的兴趣，并能够更加主动地进行和加快网络升级。

5G应用于行业

5G技术将使移动技术超越消费和企业级服务，拓展至行业领域，从而让人们以一种前所未有的方式同世界互动。正如之前提到的，5G的技术规范和功能将完全不同于前几代网络技术。广泛终端将应用多种无线电类型，以完成一系列多样化任务。5G标准不仅将使用授权和非授权频谱，而且将使用共享频谱，并且在专有和公共网络上运行。这种高度的灵活性表明5G将能够应对空前数量的行业用例。移动生态系统想成功渗透上述行业，关键在于要深入了解其所应对的不同行业和用例。许多行业的终端生命周期将长达10年甚至更久。而还有一些行业可能会要求专用网络或特定频谱片段的网络需求。

用例和终端的多样性是评估经济影响的关键因素之一，同时也是一些市场比其他市场更快被普及的原因。那些深入了解5G潜力及其不同增强功能、并且明白其瞄准的垂直应用的移动生态系统成员，则更有可能立足市场并获得成功。

5G将移动变成一项通用技术

蒸汽机、电报和电力是一类特殊的突破性创新的例子，我们称之为通用技术。在孵化期之后，通用技术迎来引爆点，为各个行业和整个经济带来转型变革，且通常颇具颠覆性。通用技术具有一些共同属性，包括普遍适用于多个行业、带来长期且持续的改进并且能够催生新的创新。通用技术对广泛行业产生深远且持久的影响，可重新定义经济竞争力并改变社会。

IHS Markit预期，随着5G技术不断进步并嵌入于大量终端、机器和流程，无线通信将如上述例子那样为各个行业和地域带来变革性影响，并将引领创新与经济发展新时代。

数字移动技术已从使人与人互联逐步演进到使人与数据互联，这些数据是人们在个人和职业生活中所依赖的。相应地，现今移动技术的很多进步提供了更大的带宽，能够基本实现语音和数据无所不在的覆盖。尽管媒体和投资者对于像优步这样的移动先锋公司十分关注，但移动技术仍未从根本上变革经济体的产业和公共部门。

IHS Markit认为5G的聚焦发展将让移动技术稳步进入至通用技术的范畴。规划中的5G功能提升有望面向一系列多样化用例。移动技术在目前无线普及有限的各个行业和流程中不断扩散，将在广泛的行业领域和地域带来深远和持久的影响。

5G的经济贡献

全球企业将利用5G技术提升效率从而增加销售，保有并拓展客户，并且开启全新的商业模式。正如在“5G技术和用例”章节中所讨论的，5G经济的特征是，初期持续强化基础设施和技术基础，然后在全球实现5G用例前所未有的深度部署。早期部署将偏向于增强型移动宽带应用，随着5G驱动移动深入行业和政府应用，海量物联网和关键业务型服务应用将在中长期进一步发力。

IHS Markit专家分析了16个主要产业部门以了解5G部署经济影响的范围和时间。上述部门基于《全部经济活动国际标准产业分类（第3修订版）》体系（ISIC）。《国际标准产业分类》由联合国制定，是一项全球产业分类体系，提供超越具体国家的标准化经济指标报告（附录B提供《国际标准产业分类》产业定义）。“世界产业服务”（WIS）是IHS Markit的专有产品并与《国际标准产业分类》相一致，可根据需要将其他经济信息融入至分析中。

为了解5G经济的全球影响，IHS Markit与Berkeley Research Group董事长兼首席执行官、加州大学伯克利分校哈斯商学院Thomas·W·Tusher客座教授David Teece及Berkeley Research Group负责人Kalyan Dasgupta合作，开发跨产业部门的潜在全球销售活动经济模型（请参阅附录C查看建模方法讨论）。

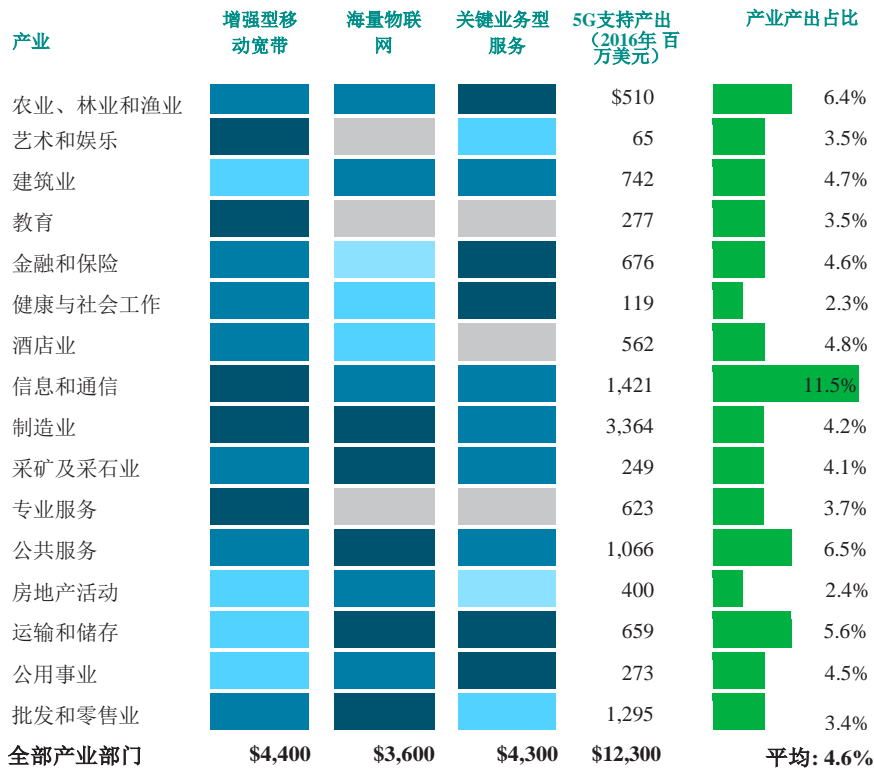
全球产出：12.3万亿美元的全局机会

5G的部署几乎将对所有产业部门产生积极影响。事实上，各产业部门普及和整合5G，将巩固5G在将移动技术转变为一项通用技术的过程中起到的作用。不同产业有自己的经济与监管结构，这将影响5G所支持的全新商业模式的出现和时间表，这也是IHS Markit专注于更长期的发展并选择2035年作为分析截点的原因。假设标准流程、监管环境和行业普及如本报告前面讨论的方向发展，IHS Markit估计，到2035年，5G在全球创造的潜在销售活动将达12.3万亿美元，并将跨越多个产业部门。这约占2035年全球实际总产出的4.6%。

下页图表集中展示了研究成果。到2035年，制造业将占据5G创造的全部经济活动中的最大份额——实现约3.4万亿美元产出，占5G总产出的28%。初看这个数据可能会显得很高，不过考虑到任何5G用例的实现都将起码刺激补充性设备支出，而这些都将由制造业生产，这个数据就很合理了。例如，无人机将驱动交通运输行业的销售。不过，这需要交通运输行业购买更多来自制造业的无人机。医疗健康用例将刺激制造业中5G设备的补充性支出。相同的逻辑也可应用到信息通信行业，该行业将占5G创造的全部经济活动中的第二大份额，超过1.4万亿美元。实现任何5G用例都会激发通信服务支出。

2035年5G将在全球驱动12万亿美元经济活动

2016年 单位：十亿美元



无影响 高度影响

来源: IHS © 2017 IHS

2035年5G可创造约4.6%的全球实际产出，不同产业的产出占比不一，如信息通信业高达11.5%，而酒店业只有2.3%。2035年制造业将占全球实际产出约30%，同时5G创造的大量制造业销售额将是间接性的，因此制造业的行业产出占比（4.2%）会略低于总体平均值。更值得注意的是，在智慧城市和智能农业部署的分别支持下，2035年5G将创造6.5%的公共服务（政府）产出和6.4%的农业产出。

为了在更广泛的背景下考察这些研究成果，我们还必须考虑每个用例将真正影响多少产业。例如，自动驾驶汽车和无人机将不仅刺激消费市场上的无人驾驶汽车和无人飞行器销售，它们也将部署于农业和采矿业应用，例如远程监控自然资源、矿石自动运输和自动驾驶牵引车等。它们将在交通运输业中被广泛使用，支持无人驾驶运输和运送商用品及消费品。市政部门将把自动驾驶汽车集成于他们的交通系统，同时利用无人机进行监控。在制造业，自动驾驶汽车也将在生产线储存与提取系统中得以应用。最后，随着汽车事故率的下降，自动驾驶汽车也将积极影响保险业。

2035年5G价值链：3.5万亿美元产出和2200万个工作岗位

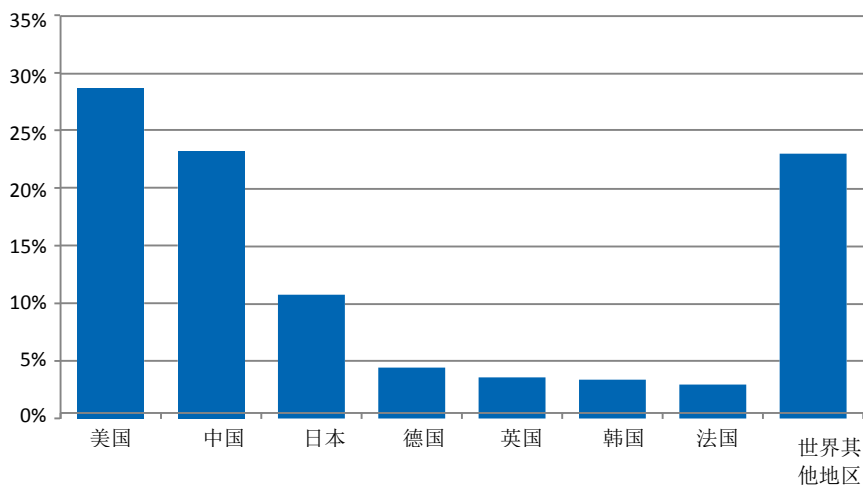
为实现5G创造产出的潜力，相关企业需要在5G价值链中进行持续投资，不断改进和强化底层技术基础。5G价值链将覆盖广泛的技术企业，包括但不限于：

- 网络运营商
- 核心技术和组件供应商
- OEM终端制造商
- 基础设施制造商
- 内容和应用开发商

七个国家将处于5G发展的前沿，它们分别是：美国、中国、日本、德国、韩国、英国和法国。IHS Markit 为这七个国家的5G价值链经济活动进行了建模。IHS Markit预计，从2020年到2035年，在上述国家的5G价值链中，相关企业平均每年所投入的研发资金与资本性支出总和将超过2000亿美元。最初几年，基础性研发与网络基础设施部署将主导5G投入。IHS Markit预计，随后总体研发与资本性支出将逐渐减少。在此期间，投资重点将从以基础设施部署为主转向利用5G独特功能的应用与服务开发。持续的投资周期再次表明5G的发展将“任重而道远”。随着基础设施部署、全新商业模式涌现、底层技术基础持续加强以及众多用例的更新周期延长，投资重点也将发生变化。

美国和中国有望在本研究跨越的16年间主导5G研发与资本性支出，两国将分别投入1.2万亿美元和1.1万亿美元。IHS Markit预计，美国的投入将约占全球5G投入的28%，中国紧随其后将约占24%。尽管这并非本研究的主要着重点，但除上述七个核心国家外的支出总额将占全球5G投入的约23%。请参阅附录C查看更多细节。

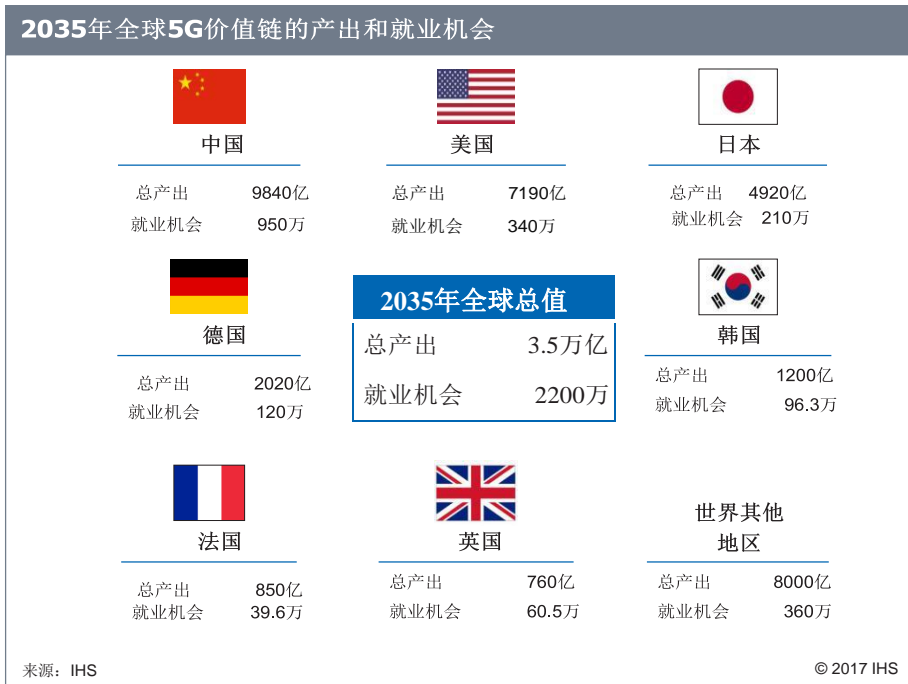
5G价值链的研发与资本性支出份额（按国家）
平均值，2020–2035年



来源：IHS

2017 IHS

最终，研发与资本性支出的投入将促进5G用例涌现，从而在几乎所有产业部门中创造销售，同时也能在整个5G价值链及其相关供应网络中拉动销售。IHS Markit预计，到2035年，5G价值链本身将创造3.5万亿美元经济产出，同时创造2200万个工作岗位。鉴于人口和投入的相对规模，5G将在中国创造出最多的工作岗位就不足为奇了。分析还显示上述七个国家的投入将如何影响世界其他地区。许多发展中经济体和新兴经济体正直接跨越旧的技术，变得更加移动化，5G将对这些移动驱动型经济体产生重要的经济影响。美国是对5G投入最多的国家，5G在世界其他地区所创造的经济活动规模略高于其在美国的规模。



全球经济可持续增长

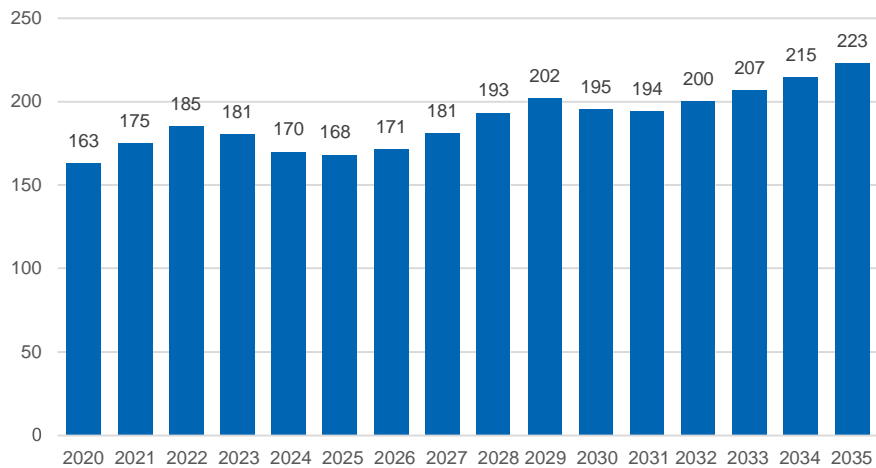
5G对全球经济贡献的另一个衡量方法是评估其对全球GDP的净影响。由于面向全球经济中其他产业部门的投入与支出也可能产生积极的生产力效应，所以尽管其创造的销售和价值链活动规模极其巨大而且影响积极，其也可能发生抵消效应。如果5G能够在全局宏观经济层面产生积极的净贡献，那么它将被认为是全球经济扩展与增长的来源。

IHS Markit使用其专有的“全球联系模型”（GLM），该系统能够反映全球经济的相互关联性。IHS Markit通过两组主要输入设置运行该模型。第一组为IHS Markit重点研究的七个国家中每个国家在2020–2035年期间5G价值链所创造的年度投入。这可以反映出通过投资深化每个国家各自的资本存量后所带来的国家级经济强化效应。第二组为用例的生产力提升（作为销售支持分析的一部分），这能够反映出企业通过5G技术提高效率并支持全新商业模式所能产生的经济连锁效应。

在2020–2035年期间，IHS Markit预测，全球实际GDP将以2.9%的年平均增长率增长，其中5G将贡献0.2%的增长。换言之，如果不部署5G，全球实际GDP增长率将是2.7%（即GDP总体增长率增加7%）。从2020年到2035年，5G为年度GDP创造的贡献达3万亿美元，如下图所示。尽管该数字以实际货币计算（经过通货膨胀调整），其简单求和结果不包括潜在全球风险。因此，IHS Markit利用GDP贡献的净现值，以3%的适度汇率折现，推导出经风险因素调整后的值，为2.1万亿美元。从比较的角度来看，在2020年至2035年间，5G对全球实际GDP的总体贡献预计将相当于印度目前的GDP——印度目前是全球第七大经济体。

5G对全球经济增长的年度净贡献值

2016年 单位：十亿美元



来源：IHS

© 2017 IHS

总结

基于对预期技术贡献的分析，IHS Markit将5G技术的开发与部署转化为经济投入。IHS Markit通过三个不同角度（微观和宏观层面）利用这些投入评估经济影响。模型显示，5G技术将对全球经济的所有产业创造巨大且可持续的经济效益。如前几代移动技术，5G将对人们的生活、工作和互动产生深远影响，但5G将超越通信领域并帮助变革广泛且多样化产业的运作方式。因此，IHS Markit认为5G将是推动移动技术进入通用技术专属领域的催化剂。到2035年，移动应用将被多个产业普遍采用，并引发转型变革从而重新定义工作流程，并催生那些可重塑经济竞争优势规则的创新。这些创新将对人与机器的生产力水平产生巨大影响，并且最终可能帮助提高全球人们的生活水平。

IHS Markit对21个独特的5G用例的潜力进行了评估，这些用例将在广泛行业中促进生产力提升并增强经济活动。IHS Markit进一步评估了未来5G价值链在持续增强和扩展目前移动技术平台方面将发挥的核心作用。最后，IHS Markit确信，在很大程度上得益于5G，移动技术的应用将促进全球经济的可持续增长。

随着全新商业模式的涌现，提供商品与服务的旧方式被急剧改变或彻底抛弃，5G经济将为政策制定和监管带来更高的复杂性。准备就绪的5G世界要求在多个领域实现政策和监管的现代化，包括公共安全、网络安全、隐私、公共基础设施、医疗健康、频谱授权与审批及教育、培训与发展等。政策制定者在5G经济中所面临的挑战是，他们必须准备好应对日常生活中5G的普适性，同时避免建立那些妨碍持续创新的体制。那些保障企业敢于冒险、投资并持续不懈地追求创新的政策框架是在通往5G经济的路上保持前行的重要载体。

总而言之，移动技术正从一个主要面向个人的技术演进为一个可支持全新前沿应用、促进商业创新并刺激经济增长的平台。在这一过程中，5G的兴起是一个引爆点。IHS Markit的结论认为，到2035年，5G将有潜力在全球广泛行业和用例中创造出12.3万亿美元销售活动，其将支持全球价值链生态系统创造3.5万亿美元产出和2200万个工作岗位，并对全球GDP增长产生长期、可持续的影响。

附录A：5G用例描述

增强型移动宽带

增强型室内无线宽带覆盖——5G将应对为大量建筑物提供持续网络覆盖的挑战，甚至会借助复杂且有时很昂贵的小型基站和无线局域网（WLAN）商用部署。

其益处包括在各种规模的建筑物中改善蜂窝网络覆盖，支持面向一系列终端和应用的无线宽带覆盖。在对产业的影响方面，其优势是深远的，这些益处并非只针对特定产业或应用。出于本研究目的，此用例将独立于固定无线宽带来进行分析，而固定无线宽带会在下面进行更详细的讨论。

增强型户外无线宽带——其应用包括例如向汽车传输高清信息娱乐内容、提高户外活动和密集城市中心的容量。这包括改善公共交通系统的互联网接入，以支持更多用户在交通期间实现在线工作。

其益处包括提高人口密集城区的覆盖和容量。通过鼓励市民使用公共交通其将有可能减少交通拥堵，并可提高现场活动中的覆盖和容量。类似于室内无线宽带覆盖，其益处并非只针对特定产业或应用，预计它将对广泛产业产生积极影响。

固定无线宽带部署——5G将超越目前LTE网络水平及其产生的不同结果，提供更佳的消费体验。该用例的主要益处是支持运营商提供更多服务，而无需高昂的资本性支出投入。

部分特定用例包括很少/无固定基础设施、但有高无线渗透率的欠发达农村地区和新兴市场。在发达市场，预计其将用于应对最后一公里的部署（例如以更低成本替代光纤）以及应用于稠密的城市区域，在上述区域中固网解决方案的使用会很昂贵和/或不切实际的。

企业团队合作/协作——随着企业日益全球化并且更多依赖于虚拟和远程团队，利用更广泛的企业通信工具进行协作的能力变得更加重要。

通过结合超高清传输、虚拟现实/增强现实、视频远距呈现和触觉互联网，该用例的益处将得以体现。这些将增强现有企业通信解决方案并促进在团队成员和客户/终端用户之间产生更多动态交互。这能够影响广泛的专业服务产业和整个信息通信技术行业。

培训/教育——应用于企业用户（培训）和传统教育（中小学和高等教育），包括远程和/或欠发达地区。

其总体益处类似于前一个用例，但具体的社会效益在于能够显著扩大学生群体，使他们可获得普通和专业的教育及培训。

增强现实和虚拟现实（AR/VR）——大规模支持动态AR内容就需要5G空口。低时延和每秒数千兆比特的速度将支持计算密集型的AR/VR用户交互。具体用例包括外场支援和远程医疗。

该用例有两大明显益处。首先，移动化的AR/VR（或称为智能眼镜）可通过在任何环境或表面提供虚拟显示——而无需其他硬件或显示屏使用户受益。

第二，这意味着降低外场支援工作者的成本，能形成训练有素且经验丰富的核心人员团队，集中组织这些人员为更大规模的外场支援团队提供帮助。

从工业、制造业到建筑业和服务公司，甚至社会服务，许多产业都能够从中受益。

扩展移动计算——结合更宽的无线数据管道和易于获取的云计算，5G智能手机将能够处理一直属于笔记本电脑/台式电脑范围的生产力任务。实际上这一趋势从数字移动技术出现以来就已存在，5G能使其继续发展。具体而言，5G的益处在于，能够营造可靠的移动计算体验，而不受终端外形影响。

增强型数字标牌——利用超高清和增强现实的技术组合，5G将支持从改善零售体验到智慧城市应用的广泛应用。数字标牌越来越常见，通过超高清和增强现实技术的改进以及5G技术，能够显著增加其支持的用例数量。对于不断与在线购物竞争的零售业来说，这能成为关键的差异化优势。通过该用例获益的还包括房地产与家庭装修、酒店与服务业、交通运输和智慧城市，它们全都依赖于数字标牌。

海量物联网

资产跟踪——大范围监控资产（和人员）分布。在目前已成规模的机器对机器市场中，其应用将包括人员跟踪和在途高价商品等。但（较）高连接成本限制了该市场的增长。预计5G将在深度覆盖、低功耗和低成本（规模经济）以及作为3GPP标准技术方面提供额外优势。

5G提供的改进将包括在广泛产业中优化物流，提升工人安全和提高资产定位与跟踪的效率，从而最小化成本。它还将扩展能力以实现动态跟踪更广泛的在途商品。随着在线购物增多，资产跟踪将变得更加重要。

智能农业——5G将促进在耕作/农业中更多地使用联网传感器技术，其应用从基本的蓄水设施监控，到可监控土壤湿度和化学成分的专业传感器。过去几年联网传感器技术在耕作/农业中的使用已显著增加，部分原因在于低功耗广域网（LPWAN）的价位降至具有吸引力水平，从而其提高普及度。

其益处包括优化灌溉与施肥日程，以及优化生长和收割的排期。这有助于提高农场运营效率，减少体力劳动需求。此外，还可改善“从农场到市场”的报告和问责制度，提高消费透明度。

如许多其他的用例一般，智能农业在严格意义上并非海量物联网用例。鉴于其在农业中拥有广泛的应用，IHS Markit预计5G还将有许多不同的利用方式。其中包括利用5G关键业务型服务特性的自动化农业设备，以及利用5G增强型移动宽带功能并配备复杂摄像头和传感器套件的无人机用于实时监控作物和畜群。这些只是5G在农业活动效率与生产力方面预计提供的有形效益的诸多方式中的几个例子。

智慧城市——这是一个移动蜂窝运营商越来越感兴趣的领域，智慧城市将为许多不同类型的应用和潜在的全新商业模式提供机会。智慧城市是一个含义非常广泛的术语；其部分关键技术应用包括照明、安全、能源/公用事业、物理基础设施环境监控和交通运输/出行。

引入5G的主要益处是降低成本、提高服务质量(QoS)与可靠性并为市场建立标准。关键原因之一是，智慧城市应用将能够利用现有运营商的基础设施，这一点与通过更多资本性支出投入来部署专门的专用网络截然不同。通过利用网络切片技术，可为更重要的应用（路灯）提供有保证的服务质量。

智慧城市用例有两个值得注意的要点。首先，尽管出于本研究目的将其纳入海量物联网范围，但事实上在可纳入智慧城市总体类别的广泛用例中，也包括了依赖5G增强型移动宽带和关键业务型服务功能的应用。例如，动态交通管理和控制就是可利用许多5G关键业务型服务特性的智慧城市应用（与交通紧密相关）。类似地，作为城市安全解决方案的一部分，使用安防无人机和固定摄像头将需要5G增强型移动宽带特性提供的功能。

第二个关键要点是，即使到2035年，智慧城市仍将处于较早的发展阶段。因此，IHS Markit基于智慧城市应用将广泛但非普遍部署的事实进行经济影响评估。随着该市场在2035年之后逐渐成熟，移动技术和5G预计将发挥更重要的作用。

能源/公用事业监控——在历史上，公用事业市场被严格监管并且高度碎片化，因此5G有潜力支持更统一的连接平台应对广泛用例，以提供规模经济效益。

目前智能电表部署利用了一系列广泛技术，包括蜂窝技术（2G/3G）、低功耗广域网、Zigbee和专有无线路技术。基于规模经济效益，在单一技术平台上的整合将带来巨大的成本节省。5G能够支持专有网络、使用授权与非授权频谱和多跳/网状网络，这意味着它将融合竞争技术的全部优势。这将可能让智能计量（全部公用事业类型）更易于被全世界更多类型的公用事业所使用。

物理基础设施——海量物联网特性可结合联网传感器显著改进实体建筑物（例如桥梁和天桥）和更小建筑物（例如电梯）的监控。除此之外，地理标记能够让游客使用增强现实在大城市中提升旅游体验。

许多国家正面临基础设施老化所带来的挑战，使用5G的益处包括能部署无线传感器来实时监控建筑物（例如桥梁、道路、铁轨和天桥）并安排维修/改造。

智能家居——5G能够彻底改变智能家居终端的部署与服务方式，它将解决一些消费者投诉的主要问题，如终端设置困难，设备不可靠，以及时延过高。

随着智能家居市场更多地转向DIY模式，消费者开箱即能拥有非常轻松的设置与配置体验将变得更加重要。消费者无需再学习如何正确配置家庭无线局域网和防火墙这样的知识，通过5G来利用蜂窝连接将带来更流畅的用户体验和更安全的终端。

远程监控——主要是跨广泛产业的工业自动化应用，其焦点在于利用普适性的传感来支持设备的渐进式性能提升和预防性维护。目前的解决方案严重依赖有线技术，难以翻新改造。5G的潜力在于提供一个稳健的替代方式，从而为新设备和现有设备提供解决方案。

普适性的传感具有诸多优势，可用于防范安全风险，例如爆炸、泄漏、物理监控，以及有时在不适宜的环境中进行维护等。普适性的传感也是预防性维护解决方案的关键部分，有助于减少故障时间并提高效率和产出。

信标和联网购物——提升目前零售技术利用信标和智能手机改善实体店购物体验的趋势，5G将创造出的潜力不仅让零售商，还能让产品/品牌以更加动态的方式与消费者进行互动。此外，信标开始在工业应用中普及，更稳健的无线连接解决方案将成为该类市场的增长要素。目前信标主要使用蓝牙，但未来可能使用5G的低功率技术。

关键业务型服务

自动驾驶汽车——包括消费和商业应用的广义类别。基本假设是5G将用以支持全部形式的车对万物（V2X），从最初提供更成熟的先进驾驶辅助系统（ADAS）到最终实现完全自主的自动驾驶汽车。

值得注意的是，尽管出于本研究目的把自动驾驶汽车总体用例归入关键业务型服务类别，事实上5G增强型移动宽带也将发挥重要作用。超低时延、高可靠性及普及易用等5G关键业务型服务特性对自动驾驶汽车市场的成功至关重要，而增强型移动宽带的特性也对许多数据密集但关键业务程度较低的活动很重要。这将包括能够接收和卸载大量地图绘制、传感器和容迟或非时间关键型数据。此外，到2035年，第5阶段具备完全自动驾驶功能的汽车将在发达国家中得到普及。由于这些汽车将无人工操作，所以能为乘客提供丰富媒体内容显得至关重要。

无论从道路更安全的角度，还是从通过运行更高效的车辆来减少环境影响的角度看，自动驾驶汽车都具有显著效益。自动驾驶汽车还将降低车辆碰撞的相关成本，如故障停工时间、损伤/复原、维修和保险。5G技术的加持还将有助于降低成本和基础设施投资，而“专用”于汽车应用的替代性技术则需要上述投资（面向802.11p）。

当具体考察商业和行业应用时，我们会看到更大的效益。因为司机越少，运营支出（Opex）就越少，便能节约更多成本。并且，自动驾驶汽车的预期效益来自更高效的线路、更长的运营时间以及更少的故障。

从经济影响评估的角度出发，自动驾驶汽车是具有广泛影响的用例之一，对于商用车辆和非公路用车（耕作、采矿和建筑等）更是如此。以更低的运营成本长时间安全地操作设备十分重要，且将对一些行业产生变革性影响。

无人机——广泛使用商用无人机将有机会使多个产业受益，包括商业运输、农业、建筑业、制造业和公共安全等。随着无人机技术的不断改进，公司和政府对无人飞行器的需求便会增加。

使用商业和工业无人机有诸多好处。例如最小化时间和风险、提高能效以及降低成本支出（相较于支付给车辆驾驶员的费用）。政府使用无人机的潜在用例包括公安侦破、反恐、防暴、巡逻、搜救、跟踪、公共安全、交通管制、勘探和天气监测。

尽管绝大多数无人机目前仍处于试验阶段，但也有商用无人机的范例。随着商用和工业无人机越来越广泛的普及，利用诸多5G特性全面满足更广泛的用例需求则很有必要。同自动驾驶汽车一样，IHS Markit把无人机归入关键业务型服务的用例中，因为低时延、高可靠性和普及易用对安全可靠地操作商用无人机很关键。然而，随着在无人机上越来越多地使用高清摄像头和传感器套件，5G增强型移动宽带所具备的处理大量数据的能力十分重要。

工业自动化——在工厂车间中绝大部分的基础设施将继续通过有线连接的同时，打造更智能的工厂、增加工人和支持工厂资产移动性可为大带宽和高安全性的无线解决方案创造机会，并可通过5G实现。

5G关键业务型服务能为以下两个特定服务领域提供特定优势：**实时闭环通信**和**免提设备监控**。实时闭环通信可支持远程控制设备及制造流程，包括连接机器、机器人和移动设备以便实现整体设备效用（OEE）最大化。

工人可利用5G支持的免提设备监控来监测机器和生产线绩效，同时出于安全和/或无菌目的保持免提操作。如果时延方面得到充分改善，工人也能利用可穿戴设备和手势控制进行远程操作。

远程病人监护/远程医疗——5G将减少病人、医护人员和监控设备三方对不同连接策略的依赖。高清的图像质量让越来越多的应用得以实现，包括皮肤科和伤口护理。

本用例包含广泛应用，例如随时访问影像与病历、先进的远程医学（包括使用机器人和AR/VR技术进行远程手术和治疗），以及远程临床护理。5G也支持医护人员利用可穿戴设备实现管制药品管理（可动态地改善疼痛管理并提供滥用风险最小化的解决方案）。

5G为这些应用带来了诸多益处，包括标准化的连接平台以提供更大的便捷性、更高的执行力和更低成本。此外，医疗专业人士可在终端上更快、更安全地访问病历，更方便地进行文件管理，且也可随时随地接入供应商。最后，院外监控的更多使用和住院时间的减少将为病人提供最大舒适度并降低成本。

智能电网——在正常运行时间受到严格监管且故障时间将受罚的发达经济体环境中，5G的低时延特性颇具吸引力。

如果5G可向市场提供更低廉、更全面的低时延无线网络，它将有潜力开启自动化实时电网切换的庞大用例。经济影响可能很大，因为这会从根本上创造一个更可靠的电网。

附录B：《国际标准产业分类》（ISIC）体系

(A) 农业、林业和渔业

该门类包括作物种植、牲畜饲养、伐木及从农场或自然生境获得其他动植物或畜产品。

(B) 采矿及采石业

该门类包括自然产生的固态（煤和矿石）、液态（石油）或气态（天然气）矿物的采掘。采掘可通过地下或地上采矿、矿井作业和海底采矿等方式进行。本门类也包括旨在制备用于市场销售的原料的辅助活动，诸如粉碎、碾磨、清洗、干燥、分类、选矿以及天然气液化和固体燃料粘聚。

(C) 制造业

制造业包括将原料、物质或成分转变成新产品的物理或化学变化。商品的实质性改变、革新或改造也被视为制造。组装制成品的组成部分被视为制造。

(D) 电力、煤气、蒸气和空调供应

电力、燃气、蒸气和空调供应包括电力和燃气公用事业作业，其生产、控制和配送电力或燃气及提供蒸汽和空调供应。这包括通过线路、干线和管线等永久性基础设施（网络）供给电力、天然气、蒸汽和热水等，以及在工业园区或住宅楼配送电力、燃气、蒸汽和热水等。

(E) 供水、污水处理、废物管理和补救

供水、污水处理、废物管理和补救活动包括与管理（包括收集、处理和处置）多种形式的废物，例如固体或非固体工业或生活垃圾和污染场地相关的活动。供水活动也归入本门类，因其通常也由从事污水处理的单位执行。

(F) 建筑业

建筑业包括建筑物和土木工程的通用施工和专业施工活动。它包括新工程、维修、扩建与改建、预制建筑物与构筑物的现场安装和临时性施工。通用施工指建造整个住宅、办公楼、商店、其他公共与公用事业建筑物、农用建筑物或建造土木工程，例如高速公路、街道、桥梁、隧道、铁路、机场、港口和其他水利项目、灌溉系统、污水管道系统、工业设施、管道与电线和体育设施等。也包括维修建筑物和土木工程、专业施工活动、建造钢结构、建筑装修和建筑完工活动。

(G) 批发和零售业、机动车和摩托车修理

本门类包括批发和零售（即，销售但不改造）任何类型货物以及提供与商品销售相关的服务。本门类也包括维修机动车和摩托车。不改造的销售被认为包括与贸易相关的惯常作业，例如货物分类、分级和组装、货物混合（调配）、装瓶、包装、拆包并重新包装以适合小批量销售、储存、农产品清洗和烘干、作为次要活动切割木质纤维板或金属板。

(H) 运输和储存

运输和储存包括通过铁路、管道、公路、水路或空运提供客运或货运（无论定期与否）以及关联活动，例如航站楼和停车设施、货物装卸和储存等。本门类包括租赁配备驾驶员或操作员的运输设施，也包括邮政和快递活动。

(I) 住宿和餐饮服务活动

住宿和餐饮服务活动包括向游客和其他旅客提供短期住宿以及提供全餐和适合即时消费的饮料。

(J) 信息和通信

信息和通信包括生产和分销信息与文化产品、提供传递或分发上述产品以及数据或通信、信息技术活动和数据处理与其他信息服务活动。

(K) 金融和保险活动

金融和保险活动包括金融服务活动，包括保险、再保险、养老金活动和支持金融服务的活动。本门类也包括资产持有活动，例如控股公司的活动和信托、基金与类似金融实体的活动。

(L) 房地产活动

房地产活动包括在一种或多种下列情形中充当出租人、中介和/或经纪人：出售或购买房地产、租赁房地产和提供其他房地产服务，例如房地产评估或充当房地产托管代理人。也包括建造建筑物并维持其所有权或出租。本门类包括房地产物业管理公司。

(M) 专业、科学和技术活动

专业、科学和技术活动要求严格的培训，向用户提供专业知识与技能。

(N) 行政及支持性服务活动

行政和支持性服务活动包括支持一般企业运营的各种活动。这些活动不同于专业、科学和技术活动，因其主要目的不是传递专业知识。

(OSTU) 公共管理与国防及其他服务 (O,S,T,U)

公共管理与国防及其他服务包括通常由公共管理部门开展的政府性质活动。这包括法律和相关法规的制定与司法解释以及管理相关项目、立法活动、税收、国防、社会治安与公共安全、移民服务和外国事务与政府管理项目。本门类也包括社会安全义务活动。

请注意，法律或机构地位本身不是判断活动归属本门类的决定性因素，而是上一段指明的活动性质。这意味着即使由公共实体执行，归类进入《国际标准产业分类》其他地方的活动也不归入本门类。类似地，非政府实体可执行本门类描述的一些活动。

《国际标准产业分类》S类（作为剩余类别）包括会员组织活动、电脑及个人和家庭用品维修和分类中其他地方未涵盖的许多个人服务活动。尤其是，它包括个人服务，例如纺织品和毛皮制品清洗与清洁（干洗）、理发以及其他美容和殡葬相关活动。

《国际标准产业分类》T类包括雇佣家政人员的家庭活动，例如女仆、厨师、服务员、男仆、管家、洗衣工、园丁、门卫、马夫、司机、看管人、家教、保姆、导师和文秘等。也包括无差别生活必需品生产与家庭杂务活动。只有当无法确定家庭必需品活动的主要活动时，家居活动应在这里归类。

《国际标准产业分类》U类包括国际组织（例如联合国和联合国系统专业机构）和区域性组织（例如国际货币基金组织、世界银行、世界海关组织、经济合作与发展组织、石油输出国组织、欧洲共同体、欧洲自由贸易联盟等）。当由位置所在国而非其代表的国家确定时，也包括外交和领事使团活动。

(P) 教育

教育包括在任何层次或为任何职业、口头或书面以及通过广播、电视或其他不同通信方式举办的培训。它包括正规学校系统中不同机构在不同层次开展的教育以及成人教育、扫盲计划等。也包括各层次的军事院校与学院、监狱学校等。本门类包括公立和民办教育。

(Q) 人类健康与社会工作活动

人类健康与社会工作活动包括提供医疗卫生和社会工作活动。活动范围广泛，从医院和其他机构训练有素的医疗专业人士提供医疗卫生服务开始，直至仍涉及一定程度医疗卫生活动的家庭护理活动和不涉及医疗卫生专业人士的社会工作活动。

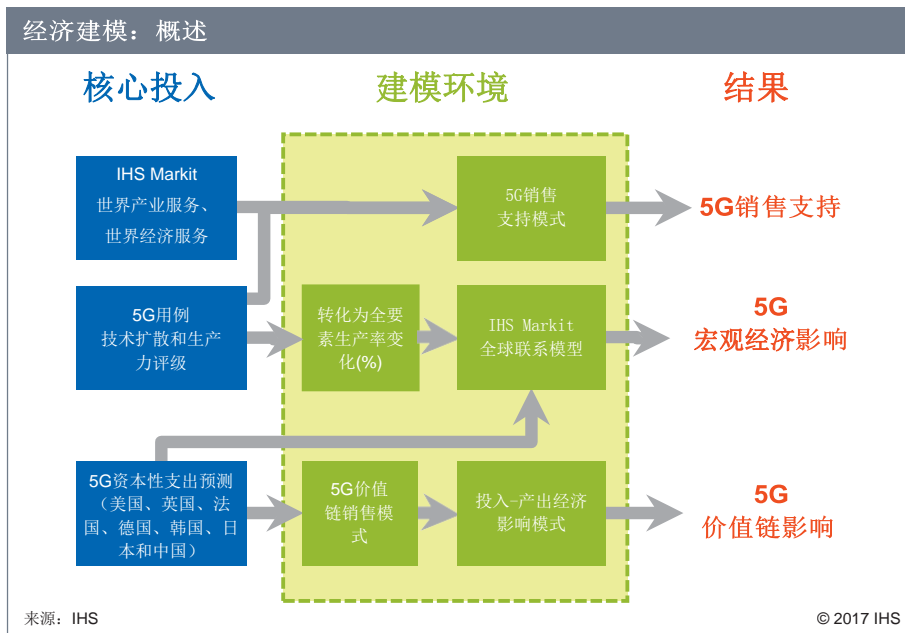
(R) 艺术、娱乐和文娱休闲

艺术、娱乐和文化包括一系列满足普通大众各种文化、娱乐和消遣兴趣的广泛活动，包括现场表演、博物馆运作、博彩、体育运动和休闲活动。

附录C：经济建模

IHS Markit经济团队分析5G技术预期的微观和宏观经济影响。通过 IHS Markit 内部技术专家和外部专家的多次交流，从经济角度确定了通过5G技术投入及其产生的生产力水平提升将带来两大影响力驱动因素。生产力水平提升有望包括直接——速度、时延和容量等技术提升——和间接——支持更高效的新商业模式和更高价值的服务——两个方面。

IHS Markit微观经济影响分析两个问题：5G价值链产生多少经济活动？此外，使用5G技术将对其他产业产生什么影响？IHS Markit宏观经济影响分析还提出了更广泛的问题：5G技术将对全球经济的整体增长做出多大贡献？以下概述三个评估的方法。



经济影响分析：价值链

移动价值链将开发和部署5G技术。因此价值链内的企业所做的投资产生5G技术的直接经济影响。IHS Markit经济团队利用标准投入产出 (IO) 分析¹技术量化全球5G价值链的经济贡献。IHS经济部利用世界投入产出数据库 (WIOD) 项目构建国际投入产出模型。该项目作为《第七框架计划主题八：社会经济科学和人文科学》的一部分，由欧盟委员会资助。WIOD项目编制一系列协调的国家级供给与使用表，然后与国际贸易数据进行整合以创建跨国 (世界) 投入产出表。WIOD数据辅之以IHS Markit WIS和世界经济服务 (WES) 的就业与工资数据。

在核心本质上，投入产出表是跟踪特定行业在多大程度上依赖其他行业提供物资且作为下游产业和最终消费者供应方的二维矩阵。该结构可捕获经济区域内的行业间关系。WIOD世界投入产出表扩展了该概念，包含41个国家35个产业的经济相互关系。这对本研究特别重要，IHS Markit 考察一组七个核心国家：中国、法国、德国、日本、韩国、英国和美国。例如，利用WIOD数据构建模型，支持IHS Markit跟踪英国销售如何刺激中国下游经济活动。

¹ 投入产出分析可追溯到1941年哈佛经济学家华西里·列昂惕夫 (Wassily Leontief) 所做的开创性工作，当时他计算美国经济的投入产出表。最终，列昂惕夫在1973年荣获诺贝尔经济学奖。

投入产出分析尤其适合评估销售事务如何在整个经济区域产生经济活动涟漪效应，从而回答“5G价值链产生多少经济活动？”这个问题。

IHS Markit基于最初由波士顿咨询公司^[2]提出的结构估计5G价值链内的直接销售活动。首先，IHS Markit技术团队为移动运营商直至2040年的5G相关资本性支出做出国家级别预测。然后，估计价值链中其他联系的补充性资本支出，与波士顿咨询公司分析一致。最后，应用资本性支出与销售额的历史比例估计5G价值链中每个联系的预期国家级别销售额。这些预估销售数字则作为投入产出模型的直接投入。

投入产出模型计算来自5G价值链销售的下游经济产出。然后，应用来自WIS和WES的就业与工资数据预估在七个核心国家中每个国家以及世界其他地区的就业与工资影响。

经济影响分析：2035年全球销售支持

分析的下一部分旨在更好的定性了解后量化5G技术如何随产业应用并更高效地生产商品和提供服务，进而影响其他产业。因此，方法是双重的。首先，IHS Markit使用结构性方法（后有详述）以搜集IHS Markit专家的集体意见，该意见关于5G预计改进和支持的三个广义类别——增强型移动宽带、海量物联网和关键业务型服务——中将包括哪些5G技术用例。然后，IHS Markit利用技术团队提供的定性数据及WIS数据和历史模式将其转化为经济数量。

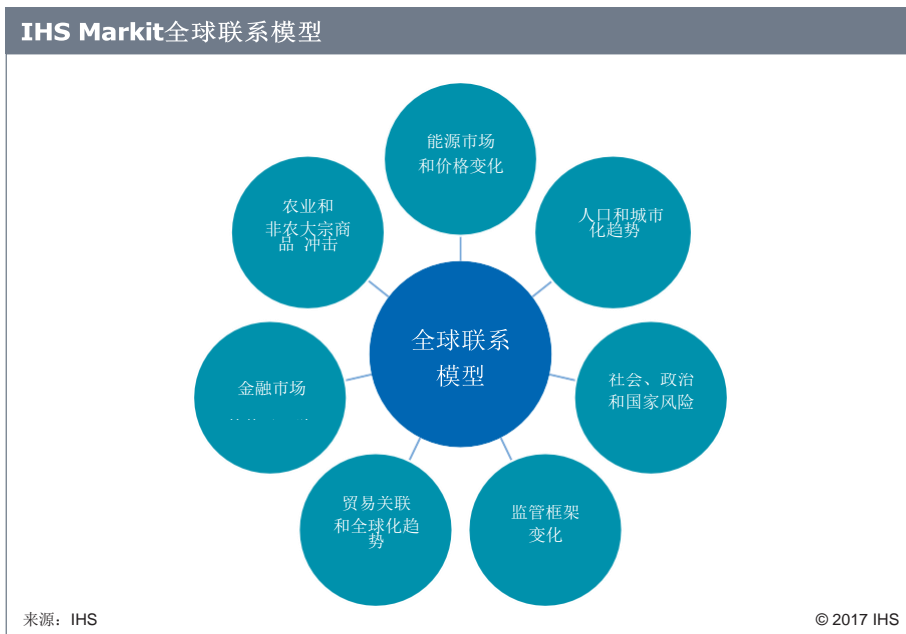
正如“5G技术和用例”章节中所述，技术团队对21个5G用例进行大量分析，包括建立用例的技术扩散周期，其包含了应用上升期和对16个核心产业部门生产力的潜在影响。技术团队采用1-5分制（从无影响到全面部署和高度影响）进行半量化评估。其次，团队对三个广义类别中每个类别的用例进行均分，计算类别的总体评分。然后，合计三个类别以确定5G对16个产业中每个产业的潜在影响总体评分。此外，基于利用现有技术亦可能实现一些用例，团队完成了针对4G的类似评估。以这些评估的差值计算5G对每个产业的净影响，16个产业的评分分布在0分到10分之间（在合计中，评分可能高于5分）。基于IHS Markit技术专家的指导和历史模式，这转化为10分制评分，相当于支持约1.0%的产业销售。

然后，利用IHS Markit WIS产业级产出数据，计算加权平均分。权重为2035年产业预计销售额与全球总销售额的比例。IHS Markit咨询了Berkeley Research Group，按照有关信息技术对经济产出的影响的学术文献知识确保其扩散周期评估和最终结果是合理的。

经济影响分析：全球宏观经济增长

前两项分析为局部权衡，因其预估对特定产业或产业群的影响，未说明在经济中其他哪些环节可利用开发、部署和普及5G的这种资源。因此，前两项分析并未回答5G技术是否将对可持续经济增长和全球经济发展做贡献以及贡献多大的问题。分析的最后一部分回答该问题。

• ² 波士顿咨询公司，《移动革命》，2015年1月



IHS Markit经济团队利用其专有的“全球联系模型”（GLM）评估5G技术投入及其产生的生产力改进将如何影响全球经济增长轨迹。

GLM是最全面的商用全球宏观经济模型。它包括每个国家250-500个时序和68个国家，覆盖全球每个区域。它属于通用动态均衡模型类别，进而解释一个区域的投资是如何需要其他地区的重新配置。因此，它对全球经济的影响是净效应。积极的改善显示投资（从重新配置的环节产生的）产生了比下一个最佳机会更高的价值。

为完成分析，IHS Markit经济团队把七个被分析国家中移动价值链的年度资本投资作为投入。利用这些投入调整GLM中设备变量的总体固定民营投资。因为对于5G的投资已经开始，所以从2017年起每年调整投资变量。第二项调整在于七个国家中每个国家的“全要素生产率”（TFP）变量。其实现方式是，评估5G技术将通过预期生产力改进对全球经济增长产生的贡献。IHS Markit技术团队再次提供改进假设；他们利用1-5分评分制分析用例将如何随时间而演进，评估其扩散将如何影响生产力。然后，IHS Markit经济团队将1-5分评分转化为劳动生产力数量的百分比提升。该转化基于通用技术如何随时间推移影响劳动生产率的文献综述。用于转化的最实用研究来自Jorgensen和Vu所作的工作（2016）^[3]以及Berkeley Research Group的David Teece博士和Kalyan Dasgupta等两位领域专家的指导，确保劳动生产力假设符合合理预期。然后，利用GLM劳动生产力和全要素生产率之间的国别关系将劳动生产力百分比提升转化为总体提升。通过使用模型假设，按照国家结构和相对效率，全球劳动生产力提升因国家而异。模式结果分析显示，生产力提升约于2025年起会对全球经济增长做出贡献。

IHS Markit首席国际经济学家Nariman Behravesh还审校了结果，以确保它们在全球经济特定的历史技术变革中和有关全球经济增长长期发展轨迹的假设情况下仍处于可行范围之内。

• 3 Jorgensen, Dale W.和 Vu, Khuong M.（2016年）《ICT革命、世界经济增长和政策问题》
《电信政策》第40期第383-397页。

关于IHS Markit

IHS Markit (Nasdaq: INFO) 是一家全球领先的关键信息、分析和解决方案提供商，为推动全球经济的主要行业和市场提供解决方案。公司为商业、金融和政府部门的客户提供新一代信息、分析和解决方案，提高他们的运营效率并提供有助于制定明智、自信决策的深刻见解。IHS Markit拥有50,000多家关键商业和政府客户，包括全球财富500强的85%企业及全球领先的金融机构。IHS Markit总部位于伦敦，致力于实现可持续的盈利增长。。

IHS Markit是IHS Markit Ltd.的注册商标。其他公司名称和产品名称可能是其各自所有者的商标。© 2017 IHS Markit Inc. 保留所有权利。

注：除非另行说明，货币单位以2016年美元为准。

联系方式

欲获取更多信息，请联系

Brendan O’Neil

IHS Markit咨询、经济与国家风险董事总经理
brendan.oneil@ihsmarkit.com

欲获取新闻资料，请联系：

Katherine Smith

IHS Markit媒体关系经理
katherine.smith@ihsmarkit.com

Dan Wilinsky

IHS Markit公共关系高级总监
dan.wilinsky@ihsmarkit.com

IHS客户服务:

美洲: +1 800 IHS CARE (+1 800 447 2273); CustomerCare@ihs.com
欧洲、中东和非洲: +44 (0) 1344 328 300; Customer.Support@ihs.com
亚洲和环太平洋地区: +604 291 3600; SupportAPAC@ihs.com

