

中国扬帆启航 引领全球5G

中国实现全球5G创新领先地位的
关键举措

目录

摘要	04
引言	05
中国将成为5G时代的赢家	06
在全球5G技术领域产生越来越大的影响	
建立强大的生态系统，产生经济影响	
在5G创新过程中发挥领先作用	
在逐步采用过程中，设备将成为关键成功因素	
中国将5G视为改变行业规则的机遇	10
4G仍将发挥作用	
Wi-Fi将继续发挥补充解决方案的作用	
3G和4G的经验教训	15
刺激创新的5G应用场景	18
通过超快宽带实现随身视频	
固网无线接入将对固网宽带形成补充	
拟真媒体方面的广泛努力	
自动驾驶汽车很可能成为现实	
物联网是重新定义多个行业的长期目标	
实现5G机遇的关键步骤	27
选用恰当的频谱	
透明的频谱政策将促进5G的健康发展	
投资进行网络切片，为全面实现网络虚拟化铺路	
从新的5G生态系统打造新的业务模式	
大量光纤投资对于激活复杂的5G网络十分关键	
打造云计算与分析能力	
转型成为高度自动化的支撑系统	
拓展批发业务与共享机会	
未来之路	37



摘要

中国在技术和创新领域的显著增长彰显其在数字化领域成为全球领先者的决心。作为一项创新赋能者，移动技术已成为中国希望能够主导的一个重点领域，之前在3G和4G时代，中国就积极跟进并希望在全球标准中发挥更大影响，但尚未实现领导地位。中国很早就开始参与5G标准化流程，这将令其获得产生国际性影响的优势，并在国内产生显著的经济影响。

目前，正在领先5G发展竞赛的中国获得了全世界的注目。自上而下的国家发展议程加上一系列关键计划都在大力支持打造一个完整的生态系统，包括技术研发、设备、网络、终端、平台到应用开发等。价值链各个环节的积极参与正在开发新的应用场景和服务平台，为5G创新提供国际试验台。

随着中国已进入5G测试第三阶段，其发展5G的各项准备工作正在有条不紊地进行，同时政府已为5G预留了较多相邻频谱。全球统一标准预计可能在明年完成，而中国将5G商用发布时间提前至2019年，很可能成为全球最先部署5G的几大市场之一。

由于具备超高数据速率、更高的容量以及更短的时延，5G为多项即将改变人们生活的应用带来了新机遇，包括3D视频和拟真媒体、自动驾驶汽车以及智慧城市等。5G还将支持人工智能（AI）、机器人和物联网（IoT）等其他技术，在中国市场带来不容小觑的巨大潜能。

然而，受近期内设施、设备和应用供应的局限，国内市场需求将分阶段增加。运营商也将在网络部署方面采取逐步推进的方法，因此，5G的采用速度将比4G缓慢，但会随着规模经济的形成而起飞。我们预计，到2025年，中国的5G用户数将达到5.76亿，占全球总数逾40%。

5G的前景将使电信运营商更具备竞争优势，应对来自OTT运营商日益加剧的挑战。为利用这一新技术，他们需要从业务和技术角度采取重要措施。受惠于网络切片和移动边缘计算技术，拥有提供定制连接以支持在更敏捷、灵活的虚拟网络上运行差异化服务能力的运营商将会是变革推动者。然而，这将需要大量光纤、先进的云计算和分析能力以及转型的支撑系统所支持。毕竟5G是一项融合技术，它将改变整个行业。实现5G业务的效益需要新的业务模式创新，以及在以机器为中心的环境下建立跨行业合作伙伴关系。效仿OTT业务模式已被证明是无法持续发展的，因为电信运营商的基因与科技企业不同。他们应当利用自身优势，进行深层次的服务创新。此外，获得非核心资产、技术或能力以提供物联网等新的差异化服务的需求将成为行业整合的一项重要驱动因素。

尽管前景是光明的，但5G将不会在短期内完全改变或颠覆电信领域或其他行业。运营商应着眼于现实，吸取以往经验教训，避免过度投入。他们应制定5G策略，着手部署新服务。由于LTE在未来十年仍将是快速增长市场上的主导技术，运营商应继续充分利用其4G投资。

引言

电信标准开发机构——第三代合作伙伴计划（3rd Generation Partnership Project，即3GPP）——于2017年12月正式批准第一版非独立5G新无线（5G NR）标准，自此，5G标准化路线变得更加清晰。这一暂行标准帮助电信业向实现全球统一的5G标准推进。在大量运营商和设备供应商的支持下，加速发展5G NR的决定将促进大规模试用，并支持更快地部署标准化的商用5G网络。非独立5G NR将以已有LTE网络的运营商作为主体，并同时增加5G NR载波，以提高速度、降低网络时延。

网络设备制造商对于在2019年之前推出5G非常有信心，这将比原定的部署时间表提前一年。从目前的进度看，第一阶段的全球5G标准可能将在2018年发布，最终版将于2019年发布。5G应在2019年底之前全面实现标准化，为移动网络运营商在2019-2020年全面部署5G服务奠定基础。

亚洲在5G发展过程中一直处于先锋位置，在冬奥会等重大体育赛事中采用了该技术。其中，中国可能是在所有层面中参与程度最高的。在3G和4G时代错失机遇之后，中国决心将5G作为一项高优先级国家发展议程，致力于在全球格局下发挥领先作用。中国计划于2020年推出商用5G服务，目前正在实现早期参与标准制定、打造产业链以及推进5G相关技术与实施等所带来的成果。



中国将成为 5G时代的赢家

中国在3G和4G移动技术全球网络标准制定过程中没有发挥主要作用，因此在发展5G过程中，中国一直在寻找机会成为领先的技术创新者。近年来，中国在这一过程中的积极参与表明其在国际5G舞台上赢得技术领先地位的决心。

在全球5G技术领域产生越来越大的影响

中国不断地提高其在5G标准制定过程中产生的影响。2013年，工业和信息化部与国家发展和改革委员会以及科学技术部共同建立了IMT-2020（5G）推进组，在与欧盟、美国、日本和韩国等国家和地区的合作机制下，推进5G标准的制定。推进组由来自国内外的运营商与技术供应商专家组成，为3GPP提供重要信息，支持制定全球统一的5G标准。

在国家层面，中国政府在其国家战略下制定了一系列支持政策，包括十三五规划和中国制造2025等，支持行业研发，力图在2020年实现5G商用；此外还促进了参与制定国际5G标准的需求，使中国成为主要的标准制定者之一。中国国务院总理曾在2017年3月的《政府工作报告》中指出，将加快发展5G这一新兴行业。工业和信息化部制定了《5G发展指导文件》，将5G发展成为中国经济社会发展的一项重要基础设施。国家发展和改革委员会也发布了2018年信息基础设施建设项目指导文件，规定将在至少五个城市建设5G网络，形成持续覆盖。

年度	计划	描述
2013	中国制造2025	该计划指出，中国应全面突破5G移动通信技术
2015	十三五规划 (2016-2020年)	规划指出，中国应积极推进并于2020年发布5G
2014-2015	国家863计划	<ul style="list-style-type: none"> 国家重大专项促进5G关键技术开发 旨在验证并提升5G技术方案 支持全球统一的5G标准化
2015-2017	国家科技重大专项	

资料来源：工业和信息化部

在开发5G技术过程中发挥领导作用将帮助中国在5G标准中获得更高的知识产权份额，从而提高其全球影响力。最终，这将提高中国对外国专利所有者的议价能力，帮助中国电信设备制造商、芯片公司以及供应链中其他企业降低成本。

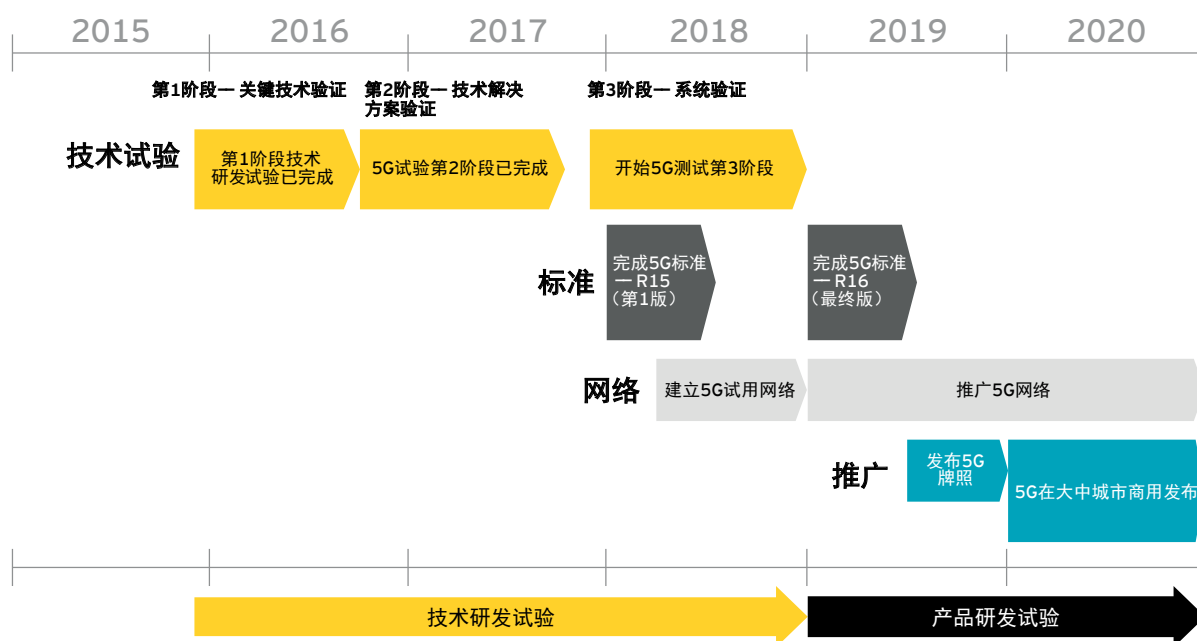
这还将使中国企业在自动驾驶和物联网等前沿领域的国际竞争中获得优势。在国内市场，5G的经济前景颇具吸引力：大规模就业，新设备、应用和业务模式等的孵化将大大促进中国经济发展。中国信息通信研究院发布的一项调查结果显示，到2025年，中国5G市场规模可能达到1.1万亿元人民币，占中国大陆地区国内生产总值的3.2%；到2030年，将产生800万个就业机会，实现2.9万亿元人民币的经济价值。

建立强大的生态系统，产生经济影响

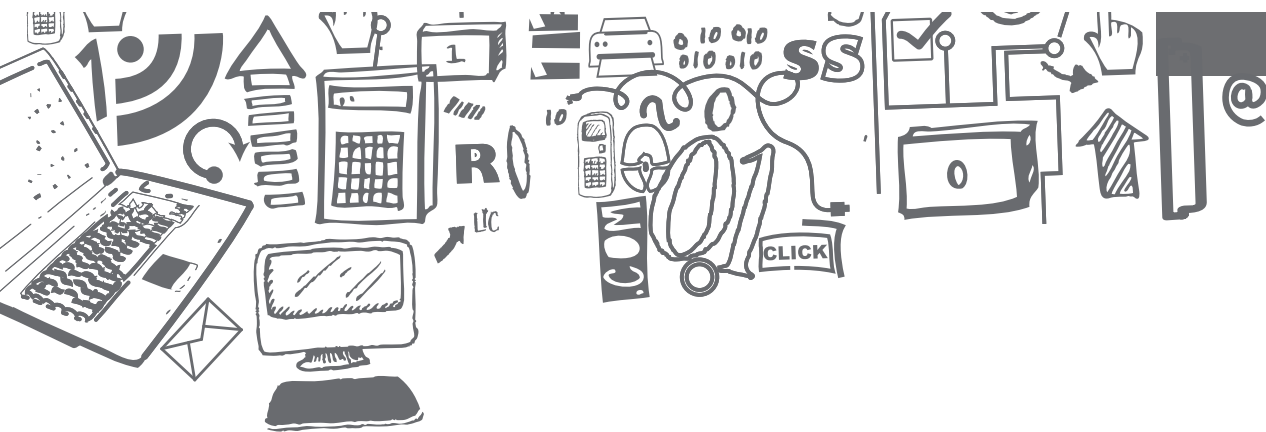
积极的政府支持与行业资本投资已经使中国形成了自足的5G产业环境。这将建立一个丰富的生态系统，包括设备制造商、芯片供应商、电信运营商和应用与平台提供商，这样的生态系统将大大降低产业链的投资风险。

中国是5G研发领域的先驱者之一，政府指导并规划完成了全球首个5G测试项目。中国已经比原计划提前开始了第三阶段的5G技术研发测试，由国内和国际企业参与实地试验，计划在2018年中第一版5G标准完成时，为5G产品商用发布做好准备。同时，行业监管机构也在号召更积极地展开更多5G应用试验，重点关注芯片、系统和其他设备的整合。

中国5G发展时间表



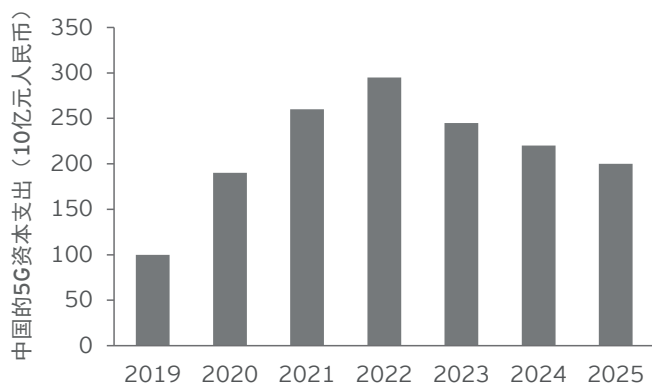
资料来源：工业和信息化部、《南华早报》、《中国日报》



为了在2020年之前推出5G商用，中国政府和电信行业都在采取必要措施。已在全球电信设备市场取得领先地位的中国电信设备制造商正在大力投资于5G研发和专利开发相关项目。他们与全球运营商积极合作，提供5G前期基础设施，以期引领5G设备市场。设备供应量增加可降低单价，鼓励全球提前采用5G。随着5G服务需求的增长，应用开发商等新公司的数量以及设备销量都将出现猛增。这将帮助电信和硬件制造商开发新的收入来源，并在长期范围内令互联网公司和应用开发商等机构获益。

所有的中国电信运营商都已宣布从2019年开始投资5G网络部署，并建立5G创新中心，在各大城市实施外部实地测试，为5G做准备。相关指标显示，他们将在长期范围内逐步实施5G投资，而不会像4G发展策略下那样出现猛增。安永预计，2019-2025年，中国5G资本支出可能达到1.5万亿元人民币（约合2,230亿美元）。

中国5G资本支出预测



资料来源：安永分析

在5G创新过程中发挥领先作用

中国已从3G时代的跟随者发展成为4G时代的积极参与者，并希望在5G时代获得领先地位。这一趋势与中国电信企业在国际电信业的崛起是相称的。2016年底，一家中国运营商主导实施的5G系统架构项目决定了5G网络结构。而此前不久，由一家中国电信设备制造商主导开发的极化码技术获准成为5G全球标准的一个组成部分。最近，该公司在国际电信业的一次大型会议期间推出了全球首个5G无线网络标准商用芯片。

在国家层面支持下，从制定标准、研发、网络基础设施技术、建立产业链到参与重点应用情景等方面，中国已是5G发展过程中的领先者。加快5G研发速度是中国在2022年北京冬奥会期间展示技术的目标之一。北京市政府计划在北京副行政中心、2019年北京世界园艺博览会、北京新机场和2022年冬奥会等地点和活动期间进行商用级5G网络演示。

得益于广泛的光纤网络可用性、小型蜂窝部署、4G成熟度以及政府支持等诸多因素，中国已为5G做好准备。市场已成为在全球数字化经济下进行5G创新的试验台。中国政府计划在2020年之前实现5G商用，而运营商希望将这一时间表提前到2019年下半年。因此，中国有望成为5G领跑者。

中国5G研发起步早，并且市场广阔，这将使中国在两年后发布5G商用时成为全球最大的5G市场。我们预计，到2025年，中国5G用户将达到5.76亿，占总人口的40%左右，在全球5G用户数中占41%左右。

在逐步采用过程中，设备将成为关键成功因素

成熟的5G生态系统很可能在中国产生较高的5G业务需求。然而，早期的5G网络很可能是作为热点技术对一线城市现有的移动宽带形成补充。5G网络部署策略不像4G那样激进，这意味着，在中国，5G服务的采用将采取逐步增长的路线。

新技术需要恰当的设备来支持，以充分实现其性能。首款5G智能手机设计概念于2017年10月推出，兼容5G、支持多项低于6 GHz以及毫米波（mmWave）频率的4K或8K屏幕智能手机将于2019年上半年推出。不过，面向最终用户的设备将在5G标准完成后进行量产。为解决设备可用性的问题，国际芯片制造商最近已与中国几家大型手机供应商达成交易，提供零部件帮助厂商快速大规模制造移动设备，进行全球市场扩张。他们还发布了一项5G计划，希望能在2019年向市场投放5G设备。

不过，中国最初仍将面临一个还不够成熟的设备生态系统。这意味着，5G零售设备将出现高价期，随着规模经济的发展，价格将逐渐下降；此外，在最初阶段，运营商提供的补贴范围也将十分有限。设备可用性的提高将推动出现新的内容和应用。通过新的5G终端设备可提供更多信息通信技术（ICT）服务，如5G智能机器、机器人、无人机和智能产品等。随着网络扩大和新服务增加，5G的采用规模将快速扩大。





中国将5G视为 改变行业规则的机遇

5G部署的一项重要刺激因素是提高网络容量以支持运营商客户的持续性需求。在中国，运营商表示，他们将需要在2020-2022年之间升级网络，因为目前的LTE技术无法升级到可与客户需求相匹配的容量。从技术角度来看，5G可能弥补这一缺点，因为运营商可以利用5G实现更低的数据流量成本，从而以更高的成本效率为客户提供服务。

运营商业绩面临的一项较大的限制因素在于，他们依赖的是网络接入服务，但未能成功地销售其高附加值服务。随着网络接入服务的同质化，利润率一直在下降，运营商应走出自己的舒适区，去寻找5G可能带来的新机遇。支持物联网和分析技术的服务将有助于产生新的收入来源，5G有可能帮助运营商提供新服务。

作为国家计划战略推动的一个组成部分，中国已经在大力投资新技术，如人工智能、车联网和大数据分析。互联网巨头、科技企业、电信运营商和软件或应用开发商都在斥重资进行研发，使中国成为新的全球创新领先者。5G的到来将推动“超级互联时代”的扩张以及新技术与实体经济的融合。未来将出现新的行业趋势。同时还将出现各种智能应用和服务价值。智能制造、运输和医疗服务将普遍发展，推动优质、高效和有利的经济增长，并将大大提升人民生活水平。

什么是5G标准?

5G标准的发展有两种方案。一是逐步提升技术，在当前的4G LTE技术基础上，提升网络容量和性能，发展到5G LTE。二是设计全新的网络结构和无线技术，建立全新的移动通信网络，这就是革命性的5G新无线（NR）。

5G NR是一个新的无线接口，它将支持革命性的数据吞吐量、容量和效率提升，尤其是在6 GHz以上频率——即通常所指的mmWave。这开放了大量新频谱，提供了新的容量。在设备上，mmWave的支持将需要新的产品架构，并需要重大的技术设计和整合工作，因而将对客户产生颠覆性影响。这一标准目前仍在制定过程中，其中非独立版5G标准已于2017年12月完成。

5G LTE是LTE Advanced Pro Release 14的演进版。它是真正意义上的5G系统的一个重要组成部分，牵涉到多项LTE Advanced Pro功能，如，一致的用户体验、无缝切换、低成本、高覆盖以及低功耗广域（LPWA）应用对较长电池寿命的要求等。3GPP已同意将5G LTE和5G NR提交国际电信联盟（ITU）作为5G候选技术，计划于2018年6月完成。

新空中界面

- ▶ 新设计无需考虑向后兼容

5G新无线

5G NR

4G演进

- ▶ 基于4G网络的移动宽带提升
- ▶ 新应用

千兆级LTE

LTE Advanced Pro

LTE物联网

数字电视

C-V2X车联网

超低时延通信

5G

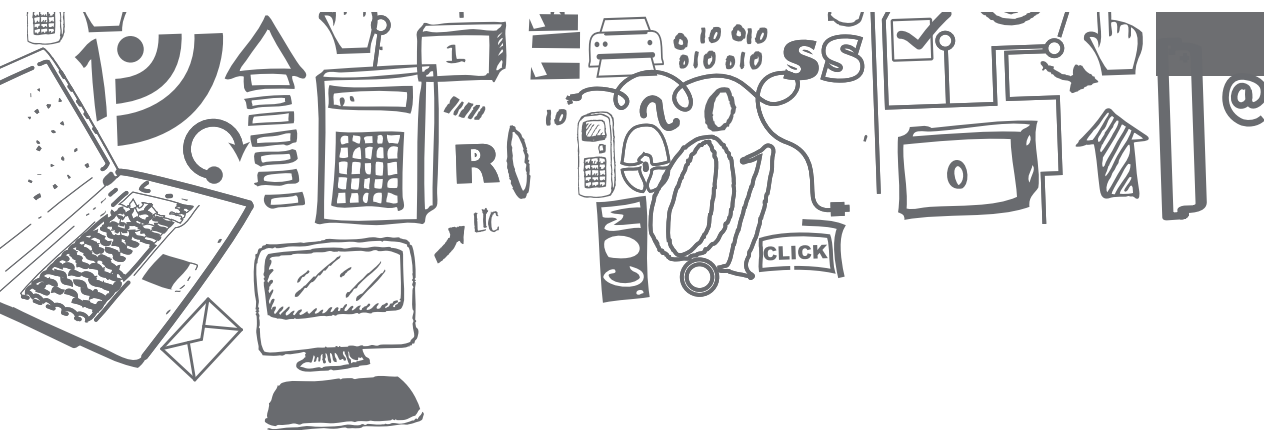
全球统一

资料来源：高通

为5G NR整合一个全新的技术和产品架构十分复杂，相比而言，在现有无线基础设施的基础上只需要进行软件升级即可支持大多数情况下的5G LTE。5G NR将需要新的基础设施和新建大量蜂窝站址。因此，大规模的5G LTE部署可能比5G NR更快速，5G NR直到2019-2020年才可能出现大规模商用部署。5G LTE产品过渡也将十分简单直接，就像从LTE过渡到LTE Advanced一样。

然而，虽然5G NR将需要一段时间的发展才能支持针对5G的海量机器类型通信等所有应用，但它将给客户带来颠覆性转变。

下一代移动通信系统不仅仅是速度的加快。5G解决了4G技术的多个技术弱点，大大改善了服务质量、时延、数据吞吐量、能源效率以及系统性能。



5G性能关键业绩指标 (KPI)

新频谱



更高的频段可满足速度和容量需求，能够聚合所有频段

新无线接口



支持大量连接，提高频谱效率

新架构



一个实体网络支持多个虚拟网络



提高数据速率

超过10 Gbps

▶ 是4G的10-100倍



更多连接用户

100万/平方公里

▶ 是4G的100倍



移动

500+公里/小时

▶ 是4G的1.5倍



移动数据量

10 Tb/秒/平方公里

▶ 是4G的1000倍



更低时延

~1毫秒

▶ 是4G的1/10



电池寿命更长

超过15年

▶ 是4G的10倍

资料来源: GSM协会

5G的颠覆性功能将为目前的LTE技术所无法支持的新创新应用铺路。广泛推广的一些案例包括工业自动化和公用设施服务、车到车和车到基础设施运输、家庭自动化、增强现实 (AR)、虚拟现实 (VR) 等等。

人口众多和非常快的部署速度将使中国成为一个活跃、极具挑战性和竞争日益激烈的市场。5G将以前数代蜂窝无线技术所无法实现的方式改变传统行业。5G成功将建立在整个ICT生态系统成功的基础上。通信使能的ICT和行业创新将是打造更大的5G市场的真正驱动因素。

5G的高速度、低时延将促进产生新服务需求（图中黄色部分）



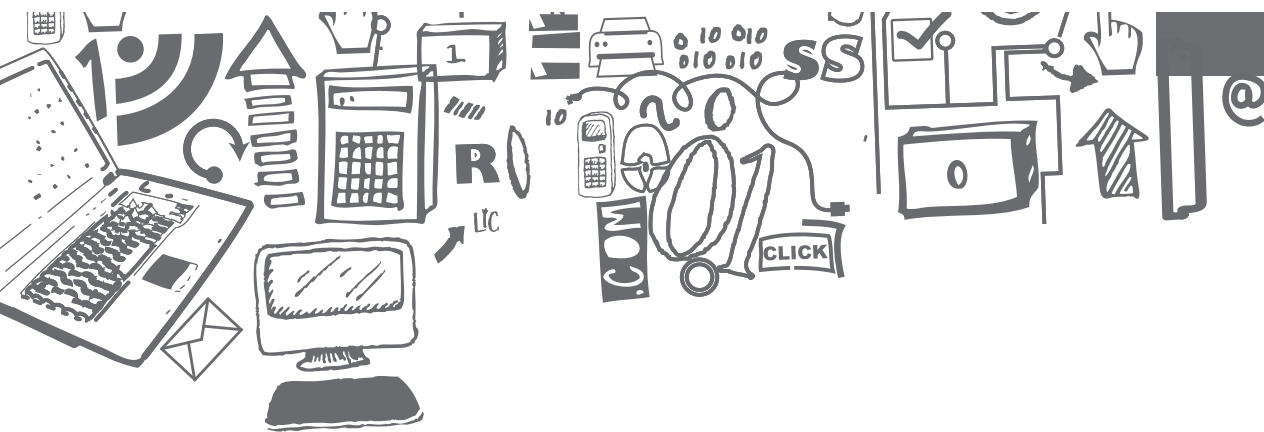
资料来源：安永、GSM协会

4G仍将发挥作用

虽然行业在积极加速部署，但5G将不会完全取代4G。事实上，某些早期部署将在LTE核心网络的基础上进行，因此，5G部署将是逐步完成的，它将在未来相当长时间内与高级LTE网络共存，以提供相对无缝的用户体验。

全球范围内，4G LTE仍处于生命周期的中期，其采用水平尚未达到高峰。中国的4G普及率从2014年的8%增至2017年11月的67%¹，显示了高速移动互联网采用的强劲增长。对5G来说，这是一个健康的信号，因为它产生了对更快速的移动宽带和更多数据量应用等的大量需求。尽管预计5G将能处理4G做不到的事情，但LTE将在未来十年继续存在，并将继续产生价值。也就是说，运营商不应当停止4G投资。识别新旧移动通信系统的最佳共存水平十分重要，他们应予以考虑。

1. 数据来自GSMA Intelligence, 2017年4月5日; 工业和信息化部数据



运营商瞄准了物联网市场上十分可观的收入机会，随着低功耗广域网络（LPWAN）等新的蜂窝无线物联网解决方案的发布，LTE也在通过更快速的升级而持续演进。然而，物联网应用的频谱十分广泛，每一个物联网应用都提出了各自的带宽、范围、时延和其他连接功能需求。目前，蜂窝和非蜂窝无线技术都存在无数连接方案，提供不同能力，满足各类型的物联网服务需求。但是，没有一项技术（甚至5G）可以适合某一物联网解决方案或设备的所有具体需求。

物联网能力比较——5G vs 4G物联网

	5G	窄带物联网 (NB-IoT)	LTE-M	LTE	Wi-Fi 802.11n
吞吐量/数据速率	10 Gbps	200 kbps	1 Mbps	>10 Mbps	450 Mbps
频谱	已授权 (700-900 MHz)	LTE频段 (900 MHz)	LTE频段	4G频段	2.4/5 GHz 未授权
覆盖范围	较好 (<15公里)	优秀 (22公里)	优秀 (34公里)	优秀 (<100公里)	小 (<300米)
时延	非常低	低	低	低	高 (不能保证)
电池寿命	长 (10+年)	长 (10+年)	长 (10+年)	低	低 (3个月)
总成本	低	低	低	高	高

资料来源：安永分析

目前的很多物联网项目可以在低数据速率解决方案下良好运行，并具备低成本、低功耗和广泛覆盖等特点。这可以解释为什么蜂窝无线LPWA网络会在获得授权的频谱下快速增长部署，包括LTE-M和窄带物联网。在政府的大力支持下，中国所有的电信运营商都部署了窄带物联网，开发了相关能力，覆盖更广泛的价值链，帮助中国成为LPWA技术发展的领先国家。

物联网业务中需要5G技术支持的，要么是规模更大的服务，要么是需要低时延的关键任务。在中国，大规模物联网应用可能包括物流跟踪、能源和电网管理；而关键任务应用可能包括工业环境中机器人的互联以及城市交通管理等。

Wi-Fi将继续发挥补充解决方案的作用

5G——具体地说是5G NR——可能对无线热点连接产生颠覆性影响。尽管如此，Wi-Fi也在发展，最新版802.11ax已实现千兆级速率。通过彻底重新设计Wi-Fi的运行方式，并借鉴LTE的某些最佳实践，ax标准大大提高了速度，解决了Wi-Fi的拥堵问题。此外，它还提升了电池寿命。

从技术角度来说，5G蜂窝技术足以替代现有Wi-Fi，并可能提供更加一致的用户体验。但是，它需要强有力的业务论证来支持这样的替代，因为这两种技术的市场定位迥异。所提议的任何替代性技术都必须在技术、财务、运营等至少一个维度具备可证明、可持续的竞争优势，否则将会失败。

作为一项技术，Wi-Fi是基于互联网服务的一个局域网无线网络。尽管使用的是无需授权的频谱，Wi-Fi仍因成本效率、设备支持以及易于部署等特点赢得了广泛的商业采用。目前已有不同版本的Wi-Fi，为4G LTE的室内连接形成了补充，帮助分担部分网络流量。由于拥有较长的体验基础，Wi-Fi可以获得大量频谱。通过高密度部署，频谱通过专门协议得到优化，并通过小型蜂窝得到高效的再用。Wi-Fi由于安装量大而实现了非常难以被取代的规模经济。

在中国，Wi-Fi像在全球各地一样，是一项广泛采用的室内连接解决方案。运营商将继续实施混合网络策略，包括5G、LTE和Wi-Fi，这是实现无线广域网和局域网合作最具成本效率的方案。



3G和4G的经验教训

从4G到5G的发展是一项技术变迁，类似从语音主导的2G到数据驱动的3G发展。如果不能从此前的技术迭代中吸取经验教训，那么5G计划的执行将无法获得成功。最值得关注的3G就绘制了一幅理想画面，描绘的是它当时如何打算通过提供高速数据和视频改变世界，让移动行业做出了过于乐观的需求预测。对3G的误导性推广主要是基于具吸引力的3G设备外形和“杀手级应用”；然而，3G设备未能激发消费者的兴趣，而3G技术最终也未能交付所谓的“杀手级应用”。

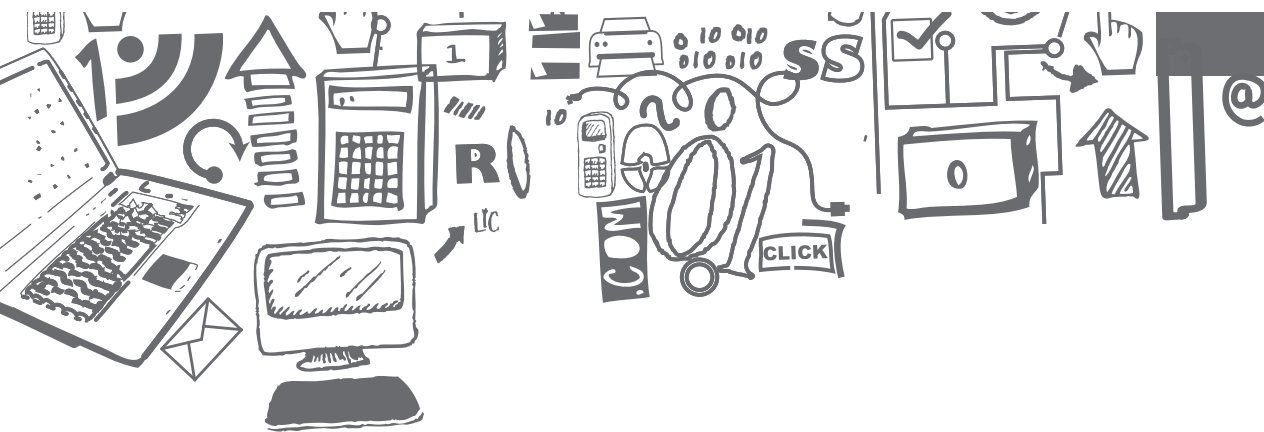
剔除中国自主研发的技术标准这一因素之后，运营商减值、延期以及令人沮丧的性能预期等都使得3G成为一个在全球范围内均未成功的平台。相关行业数据显示，3G在高峰时全球仅有25亿用户，达到10亿用户花了约10年，仅稍短于2G的11年²。4G的这一数字有较大提升——不到7年。

从业务角度来看，在全世界包括中国，3G和4G对消费者的宏伟承诺未能实现有几个原因，这些原因与运营商的决策有关。

设备未能提供用户体验——缺乏具吸引力的3G设备很大程度上抑制了用户体验。无法鼓励客户获取视频电话、移动电视和音乐下载等多媒体内容，客户也很少能透过小屏幕体验到互联网的魅力。3G设备的高成本也是一项阻碍因素。

缺乏应用和创新——3G未按最初的承诺提供视频播放等多媒体服务。很多3G服务十分复杂，用户体验较差。设备用户界面无法提供丰富体验，令各项应用对消费者缺乏吸引力。在4G时代，尽管带宽大大提高，但这些问题依然存在。面对来自互联网电话（VoIP）提供商和提供更直观体验和创新的OTT提供商的竞争，电信运营商受到了颠覆性影响。由于未能体现“杀手级应用”和增值内容的益处，运营商从很大程度上沦为连接提供商，在3G和4G时代，都只能通过移动宽带数据和智能手机销售来实现利润。

2. “5G的采用速度将比以往任何技术都要快，” Ovum，2017年2月



资费定价过高——3G数据资费让用户望而却步。在非常高的成本下，如果能达到几百比特的下载速率，客户就已经很幸运了，他们几乎体验不到互联网的力量。在运营商将网络容量升级到4G之前，他们没有获得过经济实惠的数据套餐。而与此同时，客户以固定资费甚至免费从VoIP和OTT提供商获得更具吸引力的服务。

覆盖范围小、性能水平差——包括中国城市在内的很多城市的网络覆盖较差，在发布初期尤其如此，这进一步加剧了用户体验差的问题。由于信号经常降到2G，或者信号不稳定，3G网络性能也达不到标准水平。造成服务质量如此低的，是运营商未能计划或投资建设充足的基础网络设施，包括发射塔、基站和回程线路等。

频谱出价过高——这可能是3G生命短暂最关键的原因。全世界的政府部门为了提高收入而进行拍卖，因此运营商为获得3G频谱投入了大量资金。对多媒体应用的过高预期使运营商大大高估了3G服务的预期每用户平均收入（ARPU）。因此他们在频谱拍卖和网络建设方面投入过多，导致在本世纪一零年代初出现了一轮减值。昂贵的频谱竞标造成了较多推迟的情况，因为美国等国家政府在发现企业运营因资金问题而难以为继之后，不得不重新拍卖。管理制度也加剧了这一问题。例如，在英国，那些未能达到与3G牌照相关的网络部署目标的企业遭到了处罚；而中国则优先将牌照颁发给了采用中国自主开发标准的运营商。

同时，在已经投入巨资获得3G牌照之后，运营商发现面临诸多之前所未预见到的新的竞争，包括固定费率的无线VoIP、Wi-Fi、非移动运营商推动的融合服务以及基于WiMAX的移动宽带造成的威胁。

3G和4G的缺点

	3G	4G	5G
愿景	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 移动互联网 ▶ 服务与应用 ▶ 多媒体 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 移动宽带 ▶ VoLTE ▶ 物联网 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 物联网 ▶ 超高清/3D视频 ▶ 拟真媒体
现实	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 即时消息 ▶ 社交网络 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 高清视频播放 ▶ 音乐播放 ▶ 照片共享 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 移动云? ▶ AR/VR? ▶ 关键物联网?
挑战	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 数据资费高 ▶ 网络覆盖差 ▶ 设备缺乏吸引力 ▶ 带宽无法交付多媒体服务 ▶ 用户体验差 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 丰富的自助餐式数据套餐 ▶ 爆炸式数据流增长造成网络压力 ▶ 手机补贴 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 光纤回程需求
竞争技术	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Wi-Fi ▶ VoIP 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ OTT ▶ WiMAX 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Wi-Fi?

资料来源：安永分析

尽管3G用了10年才发展成熟，但4G由于是在3G标准的基础上演进和升级而成的版本，所以没有遇到3G当时面临的困难。4G网络是叠加在现有3G网络之上的，是3G的升级版，从数据语音混合网络发展到全数据全IP架构。运营商加快速度在全球范围内部署4G网络，达成网络共享交易，分担频谱和部署成本，实现获益并支持更高级的服务提供。

此外，4G采用还受到智能手机及时上市的推动；利用技术更快的发展速度，智能手机可提供极具吸引力的移动互联网用户体验。来自中国制造商的低成本智能手机和平板电脑的涌现帮助4G以更低的价格获得了下一个10亿用户，帮助4G在全球范围实现了大规模采用。

尽管实现了增长，但4G的部署并非完美无瑕。

手机补贴和网络压力——运营商大量提供手机补贴以促进4G普及，并提供不限量数据套餐以推动使用，这使得4G数据流量出现爆炸式增长，并快速导致网络压力、过载。随着数据的不断增长，回程线路和传输网络——而不是接入网络——的带宽压力不断增加，因此他们面临提高支出的压力，以解决瓶颈问题，提升客户体验。

频谱协同——频谱协同是实现国际漫游和互操作性的前提。在发布早期，现有的2G或3G频率，或700 MHz和2.6 GHz频段之间的新频率等频谱不一致导致较高的复杂性。中国还有一个政府优先支持的LTE时分（TD）版。但是，得不到全球认可的本地标准将会对国际漫游造成影响。频谱可用性也是很多国家面临的一个大问题，当然这个问题在中国没那么严重。

运营商或行业不应期待5G能彻底改变并颠覆电信行业，至少在中短期范围内是如此。他们需要看清现实，要吸取以往的教训，避免过度投资。他们需要制定5G策略，快速部署新服务。





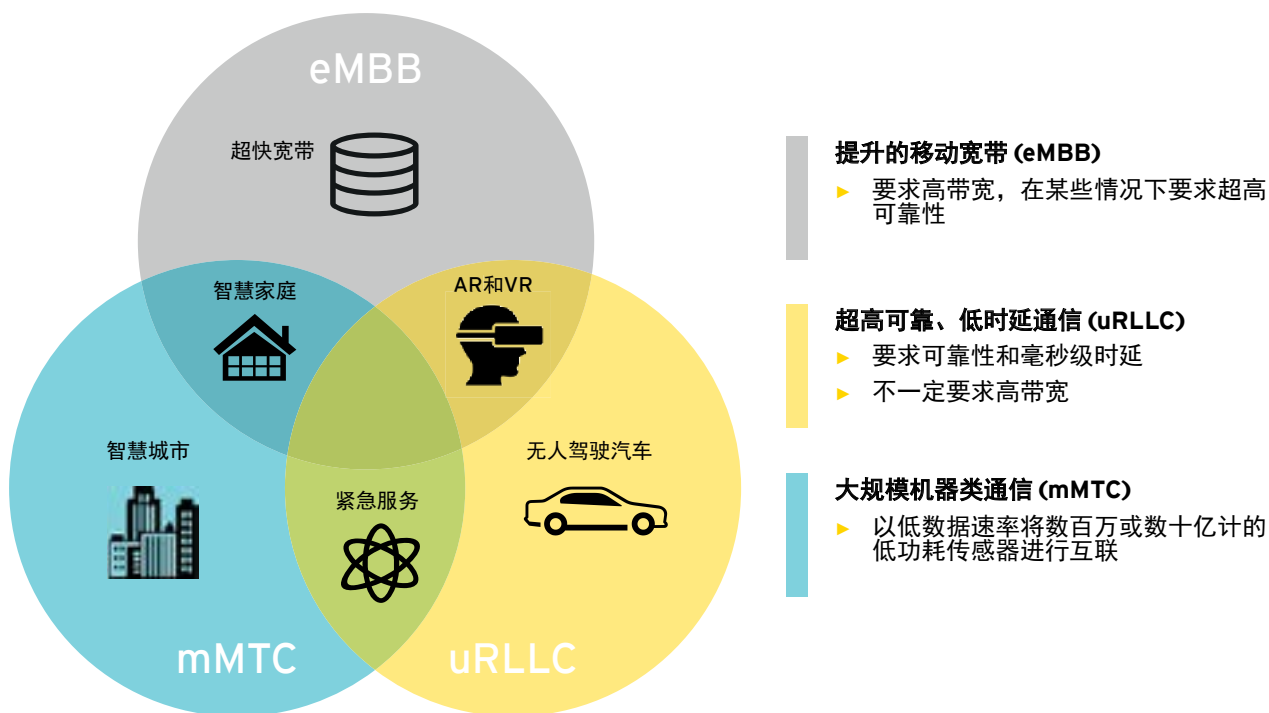
刺激创新的 5G应用场景

业界一致认为，5G将满足各极端情景下的不同需求。ITU建议，5G支持的多种应用可分为三大领域：

- ▶ 提高消费者移动设备上的移动宽带
- ▶ 关键任务服务——应急服务和要求超级可靠、超低时延通信的其他公共服务，如自动驾驶汽车，甚至无人机服务等
- ▶ 大规模物联网——以低数据速率将数百万或数十亿计的低功耗传感器进行互联；例如智慧家庭、智能建筑、电子健康和智能电网等

中国主办的IMT-2020 5G峰会根据中国的现状绘制了5G总体画卷，预计在中国，移动互联网和物联网将成为移动网络的两大驱动因素，触及未来人们生活的多个方面。同时，中国的设备制造商和电信运营商也在积极推出一系列潜在的5G应用，旨在大幅提升消费者的宽带体验，培养广泛的行业应用。

5G应用情景



资料来源：安永、ITU、TM Forum

在开发新应用的过程中，中国的科技、媒体与电信（TMT）企业在与传媒娱乐、汽车和公共交通等重点行业紧密合作，而能源和公用设施、物流、医疗、安全、财务、工业和农业等都是被纳入考虑范围的潜在市场。例如，交通运输情景是中国的一个重要的5G应用，高铁对移动性的要求是超过500公里/小时。

通过超快宽带实现随身视频

4G的快速发展使中国十分重视5G，以满足经济快速增长的未来需求。因此，提供更好、更快、更可靠的移动宽带成为中国运营商的5G初步发展议程的工作重点。

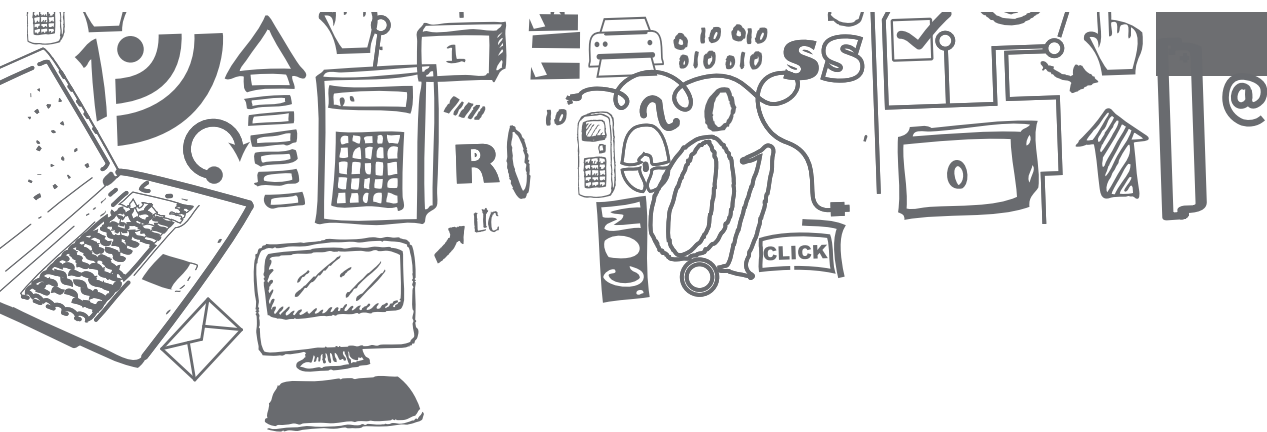
很多数据密集型应用——包括面向个人消费者和企业应用——即将进行合并。4K、8K、3D视频、高清电视的扩展使用、音频和视频播放服务以及很多设备支持的互动视频等近期的发展都是这部分应用的关键驱动因素。5G具备更高的数据容量、高数据速率和提升的广播与组播功能，将支持这些应用，在家庭内的所有屏幕上提供电视功能，实现移动电视的媒体视野。

中国的设备制造商已与电信运营商合作，演示了速率超过800Mbps³的实时超高清视频传输，并已完成了全球首个通过5G固网无线接入⁴的超高清IP电视的商用前试用。

5G可以其更快的移动宽带速度进一步提升用户体验，但是，要提供更高端视频和媒体服务拟真体验，将需要创新的应用设计和新的设备外形。为此，仅靠移动宽带将无法带来足够的收入，支撑5G业务论证。

3. “软银与华为联合演示5G产业应用，” 华为新闻稿，2017年9月8日

4. “华为发布5G微波承载设备，并在5G固定无线接入上试用4K，” Telecom TV，2017年11月



固网无线接入将对固网宽带形成补充

受在美国所引起关注的推动，固网无线接入（FWA）作为另外一项早期应用，为中国提供了一个很好的机会，提高并补充其日益提升的固网宽带基础设施。5G可提供数千兆位的速率和大容量，从而在无需投入时间和资金部署光纤的情况下提供类似光纤的体验。通过消除对最后一公里网络的光纤连接需求，5G NR部署可能会对家庭宽带和付费电视市场产生深刻的颠覆性影响，亦可助力体育馆和商场等场所实现大容量网络能力。对智慧家庭和企业来说，这有很好的前景。

中国正在根据其“宽带中国”战略计划升级固网宽带基础设施。由于政府在持续促进互联网提速降费，过去两年，宽带一直在保持快速增长。截至2018年第一季度⁵，固网宽带普及率达到78.9%的适中水平，高于十三五规划制定的到2020年达到70%的目标。

5G这样强大的无线网络可以填补空白，以较高的速率实现泛在的光纤网络覆盖，以满足被抑制的数据需求。5G固网无线接入服务可以达到约2 Gbps的室内数据传输速率，具备支持新的个人客户和企业客户服务的潜能。有研究结果显示，与光纤到客户所在地部署相比，5G固网无线接入可将建设最后一公里连接的初步成本降低40%之多⁶。一家中国网络巨头一直在倡导无线到客户所在地（WTTx）解决方案，认为该解决方案可与固网无线接入相媲美。该公司已在使用4G和4.5G提供该技术，但预计如果能利用具备更低时延和更高速率的5G，该技术的可行性将更高。2017年，该公司与一家加拿大运营商⁷合作，成功完成了一次5G试用，实现了重大突破；同时，该公司还宣布推出一项端到端试验，通过固网无线试验网络，在家中的接入速率可达到2 Gbps⁸。

拟真媒体方面的广泛努力

AR和VR属于5G拟真应用范畴。大幅提高的移动数据性能和稳定性使5G成为这些拟真媒体应用的理想技术。

AR和VR技术要依靠实时视频技术才能运行，因此需要高带宽，并且在突破连接的极限。屏幕分辨率高和帧延迟低对拟真AR/VR系统来说至关重要。由于具备高容量、统一体验、一致的高数据速率以及较低的时延，5G是提供移动性的核心所在，可提升社交体验，解决视觉延迟导致的恶心等不适，以及解决设备电池寿命问题。在5G全面推广之前，这两项技术都将不会繁荣发展，全面实现它们真正的潜能。

AR和VR都在以极快的速度发展，出现了大量应用。这两项技术无疑各自或共同打开了现实和虚拟世界的大门。硬件和软件供应商都在通过所有的头戴式耳机、智能眼镜和知名移动游戏《精灵宝可梦GO》等应用提供令人兴奋的AR和VR体验。这些拟真媒体应用不仅仅是娱乐和游戏行业新出现的重要技术，还有十分广泛的垂直应用有待开发。AR和VR将逐渐广泛应用于游戏、零售、酒店、旅游和制造等行业。

5. “中国宽带普及状况报告——2018年第一季度，” 2018年6月，宽带发展联盟

6. 5G亚洲峰会（5G Asia），2017年10月

7. “Telus和华为成功实施5G无线到客户所在地试用，” TeleGeography，2017年6月26日

8. “华为和Telus宣布推出2Gbps WTTx试验，” TeleGeography，2018年2月16日

虚拟现实 (VR)

虚拟现实是指生成逼真的图像、声音和其他感觉，复制真实环境并模拟用户的有形存在这一过程。最初是面向个人客户和企业的应用推动这一行业发展的。

增强现实 (AR)

叠加在真实世界环境上的带有数字化元素（图形、图像、音频或其他信息）的透明显示器。最初是面向企业和公用设施机构的应用推动这一行业发展的。

混合现实 (MR)

混合真实和虚拟世界，以产生新的环境和形象化，有形物体和数字物体实时共存并进行交互。

AR和VR技术正在日益发展成一个双速市场



增强现实(AR)

- ▶ AR以在现实世界基础上叠加的方式提供虚拟元素
- ▶ 开发到应用当中，在移动设备上使用，将数字元素与现实世界混合，以相互提升
- ▶ 在体育赛事电视播出画面上叠加显示分数，在移动设备上弹出3D电子邮件、照片或文本消息

关键行业

医疗、教育、商务和公共安全

虚拟现实(VR)



- ▶ VR提供的是真实世界的数字化再现
- ▶ 通常是通过戴上装配该技术的头戴式耳机或头戴式显示器来获得
- ▶ 主要以两种方式使用：
 - ▶ 为游戏、娱乐和比赛创建和提升一个假想的现实
 - ▶ 建立一个虚拟现实，让人们提前在此练习，提升在真实环境中的训练效果

关键行业

游戏、娱乐、训练、教育、治疗



容量更高、成本更低

- ▶ VR和AR通常不会彼此独立运行
- ▶ 它们常常混合在一起，打造更加拟真的体验



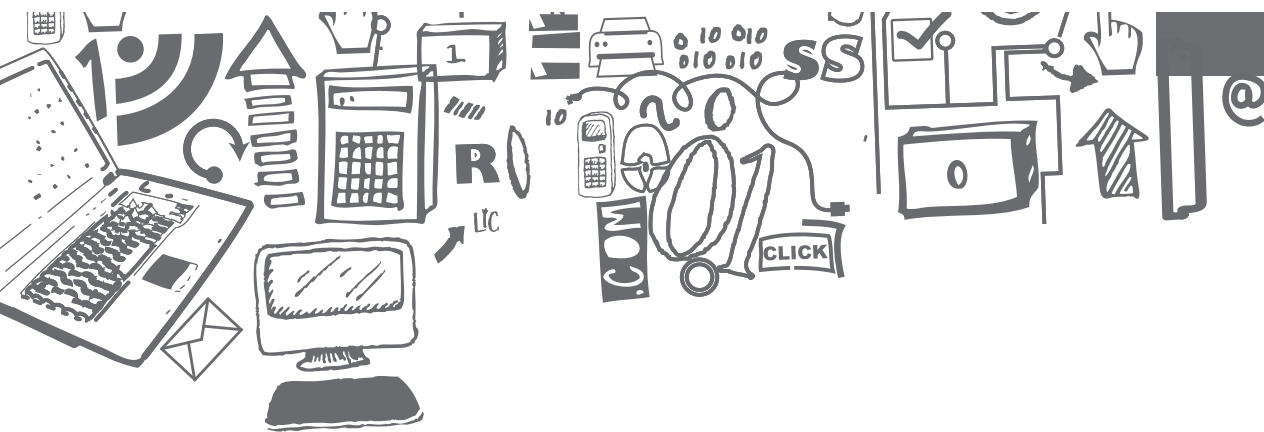
低时延



统一的体验

中国政府和企业界都坚定地希望成为VR和AR领域的领军者。中国的十三五规划已将VR确定为经济增长的一个重点领域。正式发布的中央政府相关计划包含互联网+和VR+，其中后者的目标是将VR和AR技术的运用扩大到传统行业。中央政府和私营机构

与城市建立的合作伙伴关系都在建立新的研发实验室。另外一个引人注目的概念是建设VR城镇，吸引VR和AR企业入驻，同时将这些技术纳入到城市运营和日常生活的几乎每个方面。

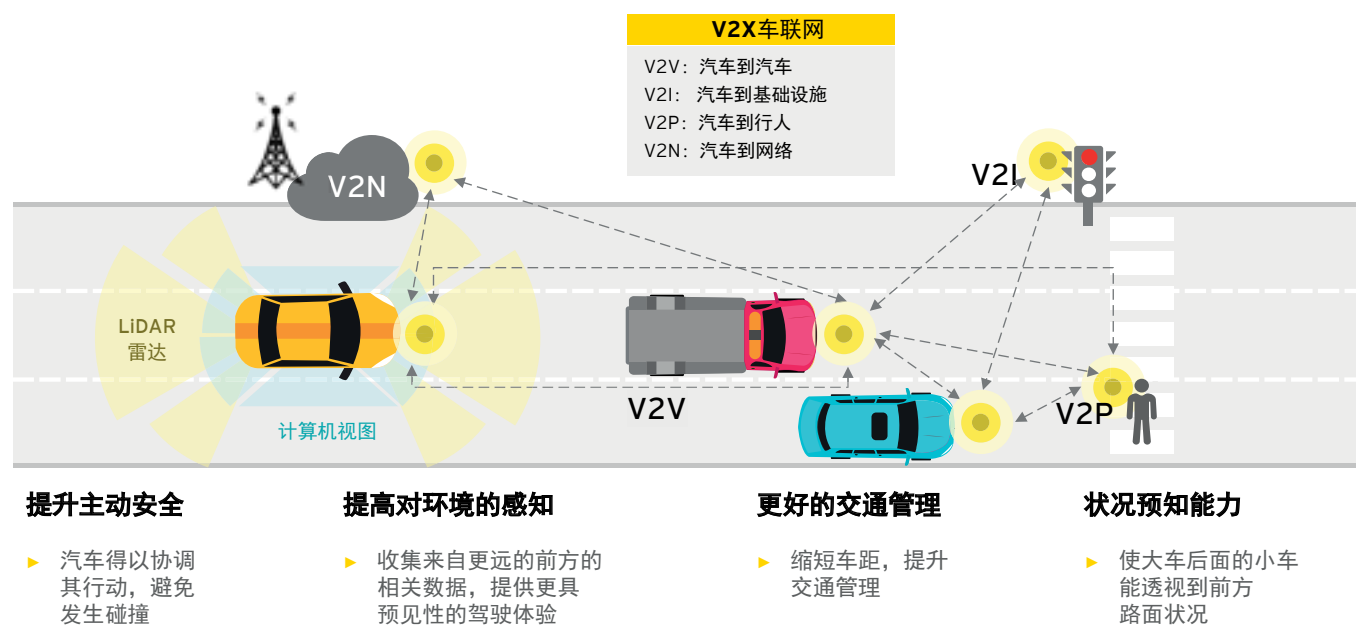


中国很多大型互联网和科技企业在积极开发VR和AR。他们在多个方面投入资本，还有很多风险投资项目正在进行。这些企业还在为公司内部的VR计划提供资金支持，建立进入VR行业的衍生企业，并在国内外投资VR初创企业。目前，中国VR行业有至少200家初创企业。中国正在发展成为一个非常活跃的VR新市场，预计到2020年市场规模可达到85亿美元⁹。这些应用的快速增长将增加对低时延、高带宽的网络需求以及更高效的内容发布的需求。

自动驾驶汽车很可能成为现实

针对自动驾驶汽车已进行了很多研究，如事故避免、排队警告、缓解拥堵和节约能源等。为此，汽车制造商和无线生态系统正在紧密协作，加快开发汽车到一切（V2X）技术，以利用网络和其他物体为车辆提供距离更长的非视距视图以及云计算能力。V2X车联网对光探测和测距（LIDAR）等自动驾驶功能或计算机视觉功能形成补充，使之获得环绕视觉。

V2X是提升高级驾驶辅助系统（ADAS）的一项关键使能技术



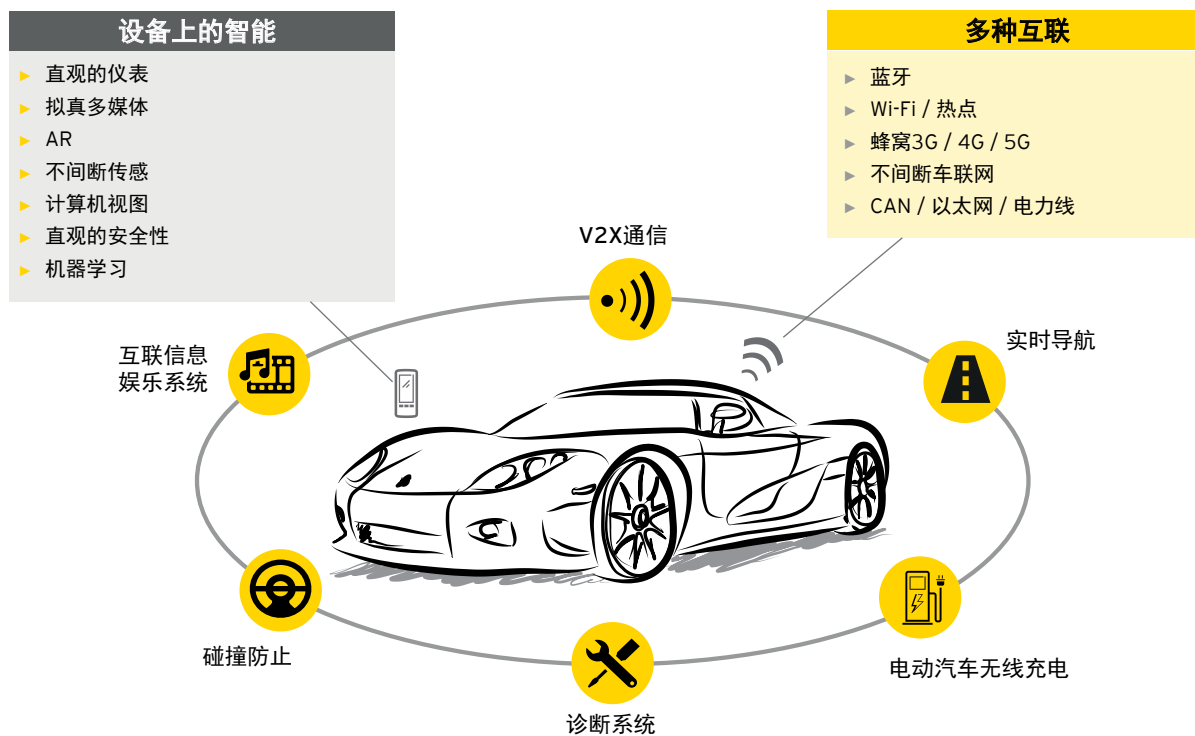
资料来源：高通

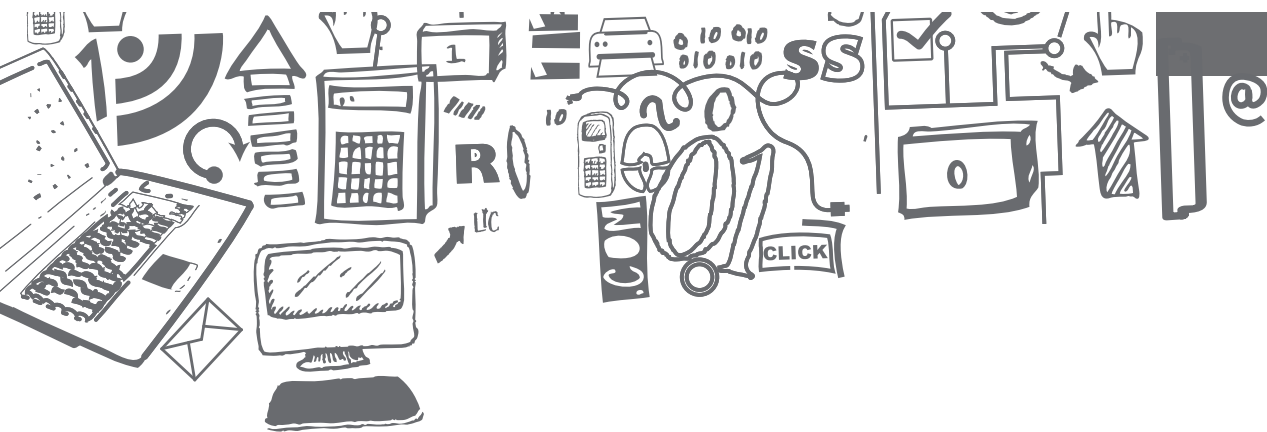
9. “中国的VR市场将达到85亿美元，人人都想从中分一杯羹，” 彭博网站，www.bloomberg.com/news/features/2016-05-15/china-s-virtual-reality-market-will-be-worth-8-5-billion-and-everyone-wants-a-piece，2016年5月16日获取。

5G将在C-V2X（V2X车联网的蜂窝无线版本）的基础上，为互联汽车打造更多可能性。5G极高的数据吞吐量、低时延和更高的可靠性将使汽车可以分享丰富的实时数据，全面支持自动驾驶体验。这不仅提高安全性，还将促进广泛的应用——从提高

对路面状况的感知到提升交通效率以及互联云计算服务。自动驾驶还可以成为一个提供数字化视频、AR游戏和5G支援的其他媒体服务播放平台，提升车内乘客体验。

自动驾驶汽车需要新的连接和智能水平





从技术角度看，尽管智能交通运输系统是不可或缺的，但5G将使智能汽车普及起来。虽然自动驾驶汽车在未来10年可能仍无法实现，但预计有几个市场的采用将更快速。其中，中国一直在努力保持在自动驾驶汽车领域的领先地位，这一点从其较高的兴趣度和投资水平即可可见一斑。

作为全球最大的汽车市场，在政府的支持下，中国在自动驾驶汽车领域已有长足发展。中国快速制定了监管架构——将“智能互联汽车”作为中国制造2025升级路线图的一个重点方向，目标是3-5年内实现高速车道内自动驾驶，2025年之前实现市区自动驾驶。文件将规定技术标准，包括汽车间通信的统一语言、基础设施和监管指南等。上海于2017年6月建立了中国第一个试验区，预计将在2020年之前建立一个100平方公里的智能汽车网络，成为中国首个建立此类网络的城市。一家中国互联网巨头宣布了一项价值15.2亿美元（约合100亿元人民币）的自动驾驶汽车计划，这是该公司推广自动驾驶汽车技术进步计划的一部分。该公司计划在未来三年内投资100个自动驾驶项目。

中国希望比西方国家更积极地将LTE和5G等蜂窝无线数据技术应用到汽车通信，而不是采用美国和欧洲常用的专用短程通信（DSRC）标准。中国在大力开发5G和V2X车联网技术，打造一个合作型环境。2017年9月，中国发布了首个V2X车联网应用层标准，中国汽车制造商将根据该标准开发相互操作的V2X车联网应用，用于进行数据交互。这一新标准还提供了一项机制，汽车制造商可以采用单一的通信技术来开发和商用推广所有的V2X车联网应用。

中国运营商、设备供应商和汽车制造商还在积极参与5G自动驾驶应用的研究、开发和解决方案实地测试。7月，中国一个行业组织使用消费者的一辆汽车演示了全球第一项基于5G的远程驾驶技术。

作为一项关键使能因素，5G将和自动驾驶技术、电动汽车和政府制定的相关政策共同促成一项全国范围的转型。此外，5G技术还将支持共享出行应用和租车等行业，并提升拼车和公共交通效率。发达的5G网络将帮助中国在2025年全面实现自动驾驶。汽车产业与技术研究会（CAIT）的一项调查结果预计，到2030年，互联汽车领域的5G相关投资将达到120亿元人民币。

物联网是重新定义多个行业的长期目标

中国政府意识到物联网在帮助多个行业实现现代化、保持竞争力的过程中可发挥的关键作用，并将物联网纳入了十三五规划（2016-2020）。中国还针对物联网制定了十分宏伟的目标，工业和信息化部预计，到2020年，中国将拥有超过17亿个公共机器到机器连接。到目前，中国所有运营商都已面向覆盖范围广、数据带宽要求低的低端物联网应用，部署了LPWA技术。但是，在大量需要相对高效互联的连接方面，中国运营商考虑的无疑不仅仅是现有的这项技术。

5G对实现物联网将产生新的影响。未来几年，5G在物联网领域的重要性将不断提高，因为将出现更多数据密集型的、复杂的物联网部署，这些物联网显然将需要快速、泛在的移动连接，但现有蜂窝无线网络的时延问题将成为多项物联网应用的限制因素。

两类物联网解决方案和应用将对5G技术产生革命性影响。首先，多个大规模物联网应用将要求较高的网络容量和高效的连接，以支持数十亿计的物联网设备连接——无线传感器网络、互联家庭、智能计量以及智慧农业等。

5G技术支持的大规模物联网垂直行业



另一方面，关键任务之物联网应用则要求具备较高的可靠性、可用性和在数量通常更少的情况下的极低时延，但其业务价值将高得多。预计关键的机器型通信将在多个领域支持实时控制和多个动态流程的自动化，如工业流程自动化以及制造、能源分配和智能运输系统。此类应用的示例包括互联汽车、家庭自动化和远程手术等。从更广泛的范围来说，5G将为建设智能安全城市奠定基础。

在中国，工业、农业、医疗、能源和公用设施等垂直行业将可能成为早期获益于5G的行业。中国希望成为精密制造业的全球领先者。中国制造2025计划旨在帮助中国转向更加高端的制造业，5G网络为制造商和电信运营商提供了建设智能工厂的机会，并充分利用自动化、人工智能、互联机器人、AR解决故障以及物联网等技术带来的优势。

5G可帮助农业实现进一步转型，互联无人机可以将畜禽实时画面发送给农场主，同时还可以了解周围环境。中国一家供应商最近演示了一架5G无人机是如何将高清图片传输到云端，并在几秒内生成地形图。

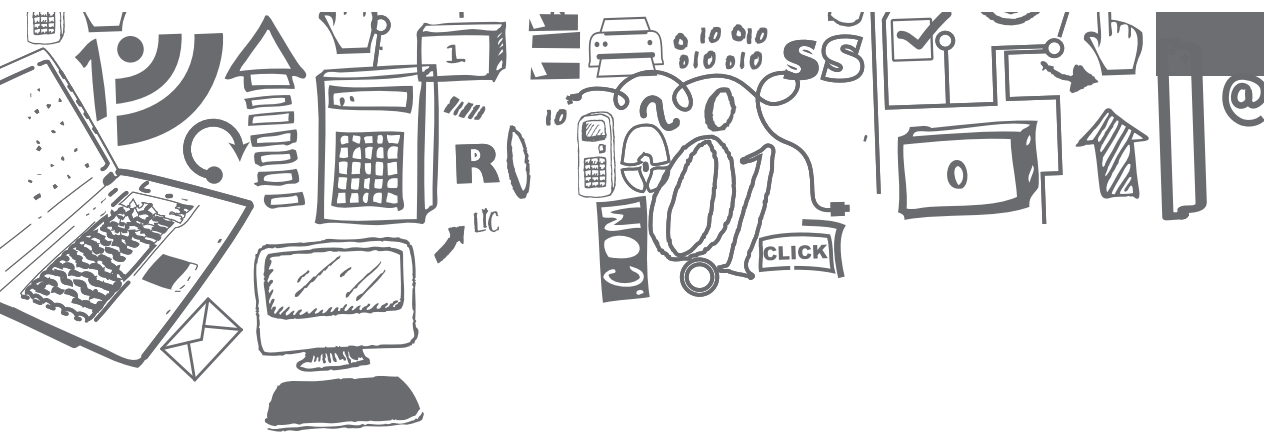


实现5G机遇的 关键步骤

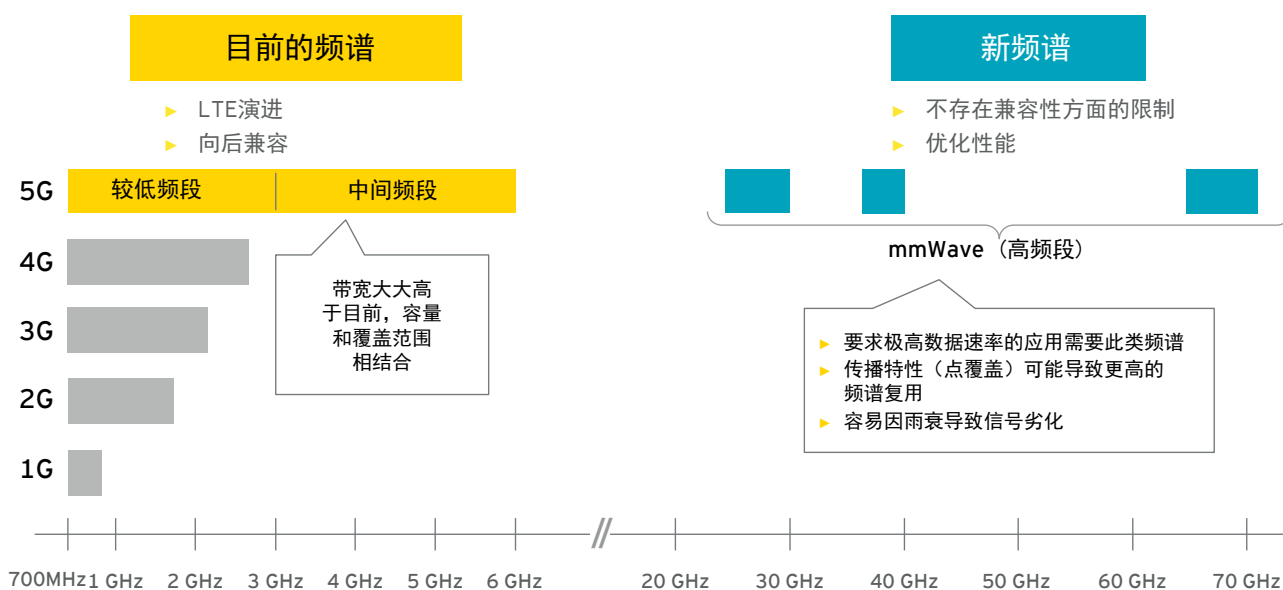
中国互联网巨头的快速发展对电信运营商造成了巨大压力。5G为运营商提供了竞争优势。但是，5G技术的部署仍面临诸多挑战——网络建设成本、频谱不足、手机兼容性以及技术复杂性等。除潜在的技术、频谱和监管事项外，运营商要想把握5G可能带来的切实增长机会，还必须考虑更多业务方面的问题。主流应用场景——增强移动宽带——的商业理据十分薄弱。除非采取更加整体的处理办法，否则将很难证明他们的5G投资有价值。要实现5G的价值，运营商必须立即开始准备并采取一系列必要措施。

选用恰当的频谱

5G要求巨大的频谱。与之前几代采用3G Hz以下无线电频率的移动技术不同，5G将需要使用更高的频率，因为在大多数国家都难以在3 GHz以下找到连续的频谱来支持所需的高带宽和数据吞吐量。C频段（3 GHz-6 GHz）和mmWave（30 GHz-100 GHz）等较高频段的使用将有效缓解可用频谱不足的问题。



频谱范围从1G到5G广泛扩展



资料来源：安永分析

运营商将需要决定利用新频谱还是现有频谱来部署5G，而这将取决于他们根据频段特征所推出服务的类型以及他们的网络部署策略。尽管第一个问题通常将涉及到网络覆盖和可用带宽容量之间的权衡，但事实上还存在其他一些考虑，如设备的支持度、波导传播和易受天气条件影响与否、移动性支持以及成本问题等。目前，大多数市场的预期是，增强移动宽带或固网无线接入将是早期应用，并将主要使用中频段或高频段（6 GHz 以上）来支持热点。

向mmWave频段扩展主要是受更多频谱的需求推动的，以提供更高的系统容量来处理不断增长的数据流量。5G无线接入的第一阶段支持在30 GHz以内频谱中的运行，随后将进一步扩展至60和70 GHz。尽管高频率频谱具备较高的抗干扰性、充足而可再用的带宽、设备尺寸更小以及高增益率天线等特征，它依旧有缺点，如，广播覆盖距离短、信号衍射强等，使之容易受到天气或较大障碍物的影响。这导致热带地区等区域不适合采用这一频谱。考虑高频率带宽的工作条件是有必要的，因为高频率带宽常常与其他通信技术协同使用。

尽管如此，有些运营商和监管机构在瞄准更接近目前LTE频率的较低频段，作为一种更多考虑覆盖范围的方法。在农村地区选择较低频段部署5G是一项强有力的商业理据。美国一家运营商宣布将使用600 MHz频谱来部署5G和LTE，而欧盟已达成一致，将在2020年之前使用700 MHz频段来部署5G。由于带宽有限，较低频段的频谱限制可能会制约网络性能，尤其是视频服务的性能。

中国政府一直在积极准备推出5G。作为促进发展5G的一项措施，中国工业和信息化部在3.3~3.6 GHz和4.8~5 GHz频段内预留了相邻的500 MHz频谱，用于部署5G服务，其中100 MHz将用于室内服务。这与为3G和4G所分配的非连续性频率形成了鲜明对比。工业和信息化部还将在较低频率（3 GHz以下）为5G开拓更多频谱，并可能为未来的5G部署释放3.6~4.2 GHz频段。此举将对产业链产生影响，因为很多国家和企业计划观望中国在中频段部分的动作。中国在中频段部分发展成熟后，将加快整合产业链的成熟。

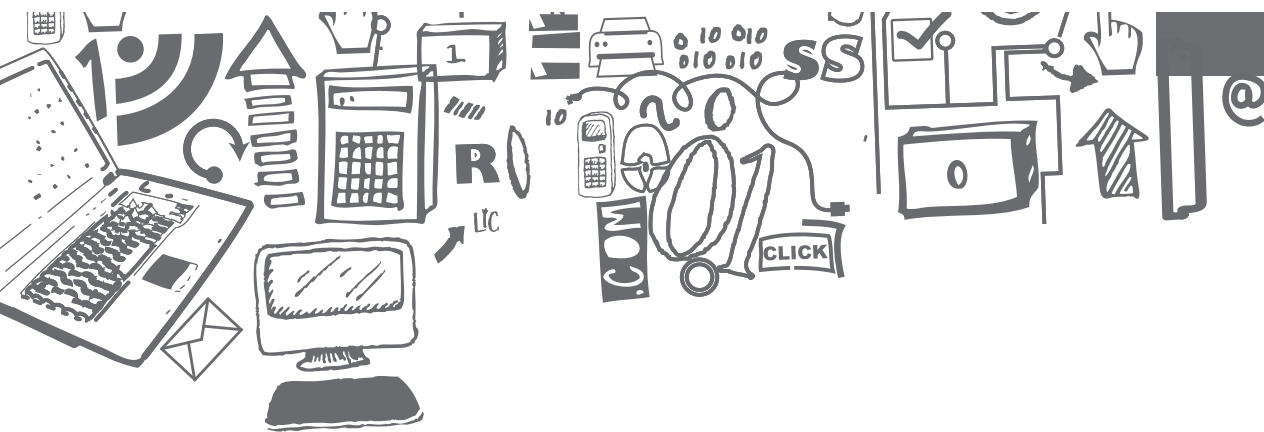
尽管在近期范围内，6 GHz以下频谱是最适于发展5G的，但是，由于中国缺乏该频段频谱，而且实现国际协调越来越难，所以，现在应当考虑在6 GHz以上寻找合适的频谱。初步调查结果显示，在中国，6 GHz和100 GHz之间存在大量可用频率。从监管角度来看，对这些频段实施扎实的研究非常重要，包括信道测量、系统建模以及与详细调查与目前所使用服务之间的兼容性等。

透明的频谱政策将促进5G的健康发展

政府和行业监管机构将在推动新技术长期投资和研发方面发挥关键作用，这对于打造良性生态系统至关重要。具备明确的法律框架、重大计划和财政激励机制的支持性国家策略对于鼓励建设网络基础设施、设备研发以及提升应用开发商创新能力等都十分关键。中国在发展5G方面制定了积极的国家计划，这将使之引领全球5G技术开发。

监管方面，透明的、富有远见的频谱政策将十分有利于行业参与者，帮助他们制定明确的投资计划，部署5G网络和服务。监管机构需要重新评估频谱颁发许可制度，同时确保频谱拍卖能有效地体现技术变革。未来，他们需要整体考虑频谱分配，而不是某些特定频段；还要实施平行拍卖，以加速频谱分配。此外，还可以在现有的3G或4G频段上部署5G，因此必须考虑简化频谱重置的简易度。如果能将频谱许可时间延长到15~20年，则运营商可获得充足的时间来收回网络支出。而类似期限的共享频谱牌照可能将吸引尽可能多的平台投资，以支持共享。在美国，联邦通信委员会（FCC）也在鼓励更高效频谱使用，通过推动替代性的频谱许可安排，允许共享接入而不是将许可独家分配给指定运营商，以促进城市和农村地区积极的网络部署。

然而，全球的监管机构需要根据国际频段协调进度，调整各自的频谱分配时间表。由于将释放更广泛的频谱，这将要求在5G开发过程中做出更多努力。政府部门需要在频谱协议方面紧密协作，打造支持性的投资环境，政府应通过数字化服务以身作则。为支持更高频率上的新生态系统发展，需要实现进一步的区域融合。



部分国家的5G频谱计划

国家	监管机构在5G频谱方面的动作
中国	工业和信息化部在3.3~3.6 GHz和4.8~5 GHz频段内为5G服务预留了500 MHz频谱，其中100 MHz将用于室内服务。2017年9月，工业和信息化部宣布了一项无线频谱分配政策，基本上确定了5G网络频率。
日本	政府将修订频谱分配流程，以鼓励新的参与者进入5G市场。日本希望实现透明的频谱许可过程，并采取接近竞争性投标的程序。通过引入竞争，政府希望能降低收费。
韩国	韩国科学与信息通信技术部（MCIT）正在制定相关条款，以便在6月实施针对5G的3.5 GHz和28 GHz频谱拍卖。政府在决定最佳频谱分配方式，其中一个方案是平均分配给韩国三家移动运营商。
澳大利亚	澳大利亚通信与媒体管理局（ACMA）实施了多个频段的频谱拍卖，包括2015年的一次拍卖剩下的1800 MHz以及2.1 GHz、2.3 GHz和3.4 GHz等频段的频率，用于部署5G服务。共有五家公司获得了频率。
欧盟	<p>欧盟将3.5 GHz频段作为部署5G的先行频段，一致同意将在2020年之前协调完成在整个欧洲地区采用700 MHz频段部署5G。包括芬兰、法国和德国在内的几个成员国已拍得了700 MHz频段。</p> <p>欧盟部长已就2025年之前在欧洲地区部署5G技术的路线图达成一致。该路线图将就5G频谱频段的协调及其在欧洲地区运营商之间的分配方式提供一致意见。</p>
英国	英国监管机构Ofcom已拍卖了全新可用的3.4 GHz频谱，用于部署5G服务。五家公司参与了拍卖，其中来自英国的四家网络运营商获得了拍卖频谱。所获频谱期限为20年，期满之后将转为永久牌照。
美国	美国FCC于2016年一致表决将把24 GHz以上频段的频谱提供给5G，开放了近11 GHz的高频率频谱。FCC正在开放未许可频谱，从而允许独家使用许可、未许可接入和共享接入等机制共存。

资料来源：行业新闻（Telecom Asia, Total Telecom）

中国已出现电信业务更加趋于市场化模式的迹象。中国于2016年修订了其频谱政策，可能将采取市场化方式（如拍卖）来分配5G频谱，而不再采用以往的行政审批方式。这可能打造不同于4G的、更加公平的竞争环境；在4G部署过程中，由于政府希望推广中国自主研发的标准，最后导致市场出现失衡。

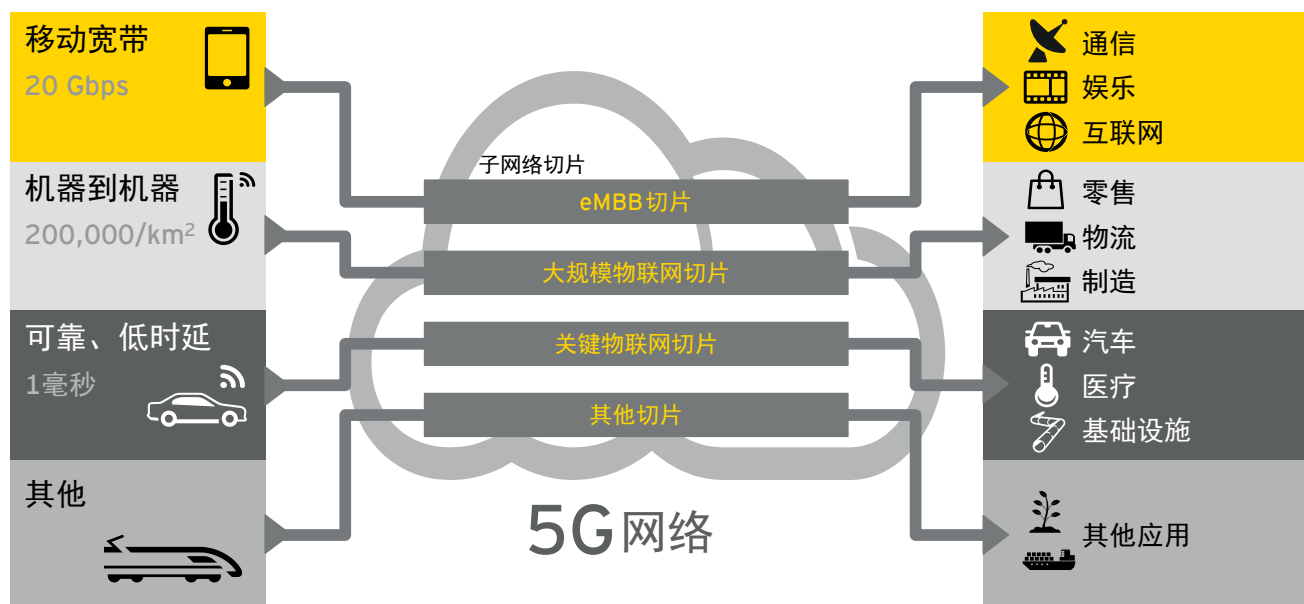
投资进行网络切片，为全面实现网络虚拟化铺路

行业共识是，5G网络将远不仅指新的无线电接入，因为这些未来网络将成为多个跨领域网络的集成。要服务这些新市场并大幅提高收入，运营商需要部署灵活的、规模可缩放的、成本和能源高效的网络，以支持尽可能多的应用场景。5G系统意味着网络基础设施实施与部署将出现重大变革。

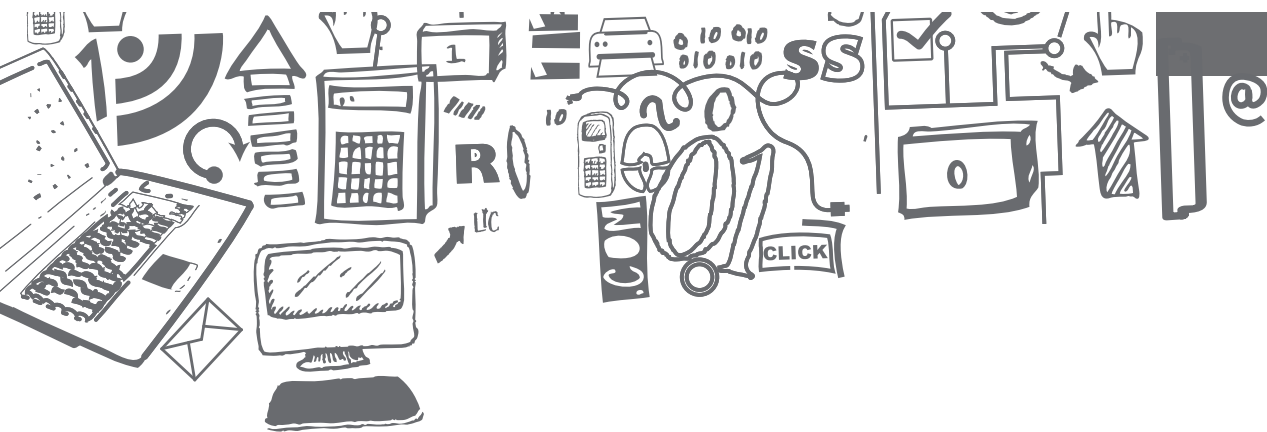
未来，通过实施软件定义网络（SDN）和网络功能虚拟化（NFV）来实现核心网络中软件和硬件功能的分离将成为运营商满足5G严格的可用性与时延要求的最佳方式。这些虚拟化措施将使得传统结构被细分为可定制的元素，然后以可编程的方式链接起来，提供恰当水平的连接，为网络切片奠定基础。

通过网络切片，运营商可以将一张实体网络切分为多个虚拟网络。多个网络“切片”的分区可以提供定制连接，以支持差异化服务或业务领域。这种最大化的弹性将有助于满足多项垂直行业服务在成本、效率和灵活性等方面的要求。不同的服务在数据速率、时延、服务质量、安全性、可用性和很多其他参数方面的要求是不同的。因此，可以根据行业的要求，快速而简便地向市场推出适应各种瞬息万变的需求的新产品和服务。

网络切片将5G网络进一步细分为虚拟的小片，用以定制需求迥异的应用



资料来源：ITU



在5G发展过程中，多个服务提供商、顶级设备制造商、标准制定组织、研究机构与协会正在积极完善网络切片。技术测试、概念论证、研发以及业务论证开发（企业外网或垂直行业）等正在提供实践学习机会，确立网络切片的价值。然而，在5G之前，关于网络切片的多项功能已经在5G标准的情况下，在目前的LTE网络中进行测试。中国运营商正在积极地与供应商合作伙伴和垂直行业共同演示网络切片。

一项供应商调查结果显示，网络切片将带来新收入、降低运营支出、提高资本支出效率，从而通过推出新服务，大大提高对利润的贡献。通过以成本高效的方式部署自动化运营，网络切片可能成为管理服务规模最经济的方式。

从新的5G生态系统打造新的业务模式

5G的变化不仅仅是支持传统应用场景的一项蜂窝无线网络提升。5G是一项技术演进，将为物联网和人工智能等其他技术提供支持，为通信、计算和行业融合铺路。5G不再仅仅事关电信业。它将打造新的市场和生态系统，通过在行业参与者、系统集成商以及其他相关方之间建立新的业务合作伙伴关系，带来具颠覆性的应用场景。由此将为电信运营商等传统的价值链参与者和来自其他行业的新入者带来新的业务机会。由于5G从很大意义上说事关新的应用场景，所以，运营商可以全新的方式来发展5G。

3G和4G时代，为了在与科技初创企业和OTT运营商的竞争中胜出或至少保持竞争力，运营商一直在努力参与产品创新，但获得的成功十分有限。他们应了解，电信企业的基因是不同的，所以，不应试图在价值链上寻找全新的定位，而是需要扩大自己的创新领域，探索新的经营方式。利用在连接和分析管理等方面的固有优势实现服务创新，这可能会帮助他们在自身的独特定位下实现差异化优势。

目前，5G商用模式仍不确定。传统通信和垂直行业应从独立创新模式变成跨行业协同模式，以共同开拓新的5G市场，拓展新应用，迎接5G转型。这需要所有行业进行紧密协作，打造一个由恰当的相关方负责协调的新生态系统。为此需要回答几个关键问题：每个细分市场上最终用户的需求是什么？如何应对国家政策与监管？如何找到适应本地市场的业务模式？收入机会在哪里，可开发市场是哪些？

5G效益的实现需要新的业务模式创新。这些模式将与前几代移动网络不同，因为5G将以机器为核心，而不是以人为核心。在5G时代，围绕基于平台的业务模式设计的行业和业务数量将猛增。更加敏捷、更加灵活的5G网络可全面提升从服务提供到计费方案等各项能力，因此这些业务模式将具备更高的可行性。

此外，5G将通过部署在不同（资产、连接和使能技术）层面上的应用程序编程接口（API），为更多企业对企业对个人（B2B2C）应用铺路。运营商可以根据基础设施需求动态进行资源调整，而连接和所有网络功能都将作为一项服务进行交付。采用基于合作伙伴关系的业务模式，运营商将利用机会来提升第三方服务价值。合作伙伴关系将建立在多个层面上，从共享基础设施到提供端到端的网络能力服务，并通过丰富的软件能力组合将合作伙伴的服务整合到5G系统。

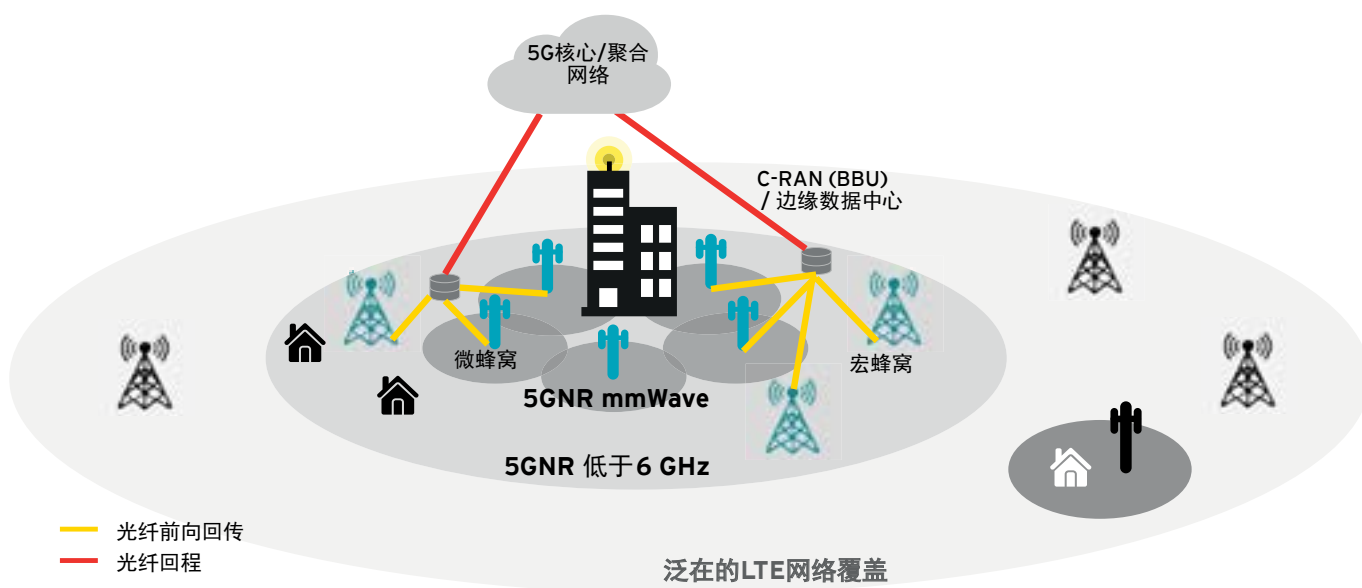
中国电信运营商已对准那些5G可带来价值的关键垂直行业。针对业务模式开发，一家运营商于2016年2月建立了一个5G联合创新中心，旨在推动基本通信能力的成熟，促进5G创新应用的发展，打造跨行业融合生态系统。该创新中心与来自电信业、互联网以及垂直行业的企业合作伙伴紧密协作，到目前已吸引了42个商业合作伙伴。

大量光纤投资对于激活复杂的5G网络十分关键

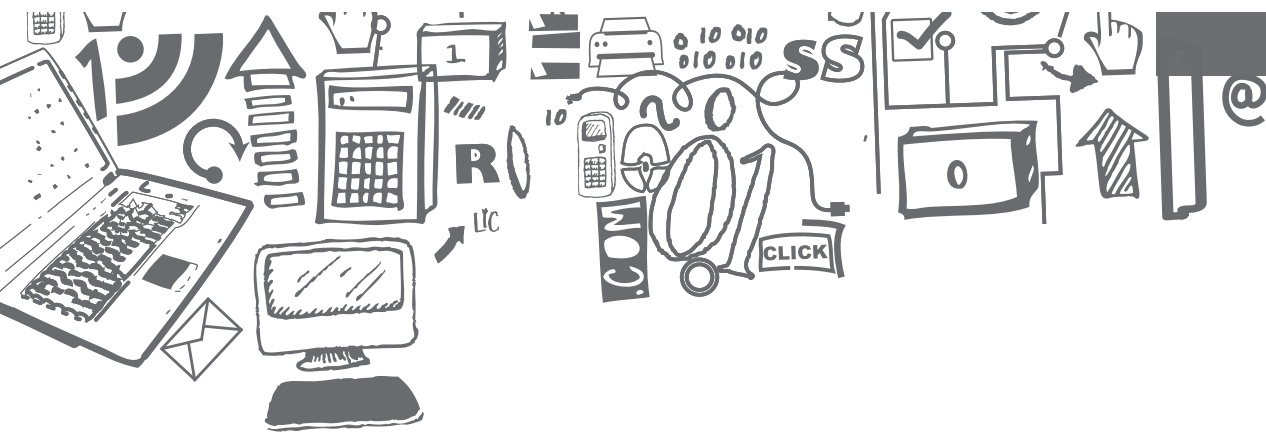
5G是一项无线服务，但同样与光纤息息相关。超高带宽和数以十亿计的5G设备将加剧处理极大数据量和实现预期性能的挑战。作为回程线路和前向回传的优先技术以及支持物联网低时延网络的关键元素，光纤将发挥极大的作用。随着数据量的增大，回程线路和传输网的带宽压力将大于接入网。虚拟化可能将提高在射频单元对光纤的需求，因为未处理或半处理的无线电信号比传统回程需要更高的带宽。提高相关支出有着急切的需要，以解决提升客户体验的瓶颈问题。

5G将在远高于LTE的频率上运行，这意味着与目前的4G网络相比，5G的蜂窝网络密度将提高数倍。提升网络密度对于增加容量非常关键，尤其是在高流量区域，对满足用户和物联网接入需求来说也都是必需的。此外，mmWave由于传播特性低，为了满足大规模室内覆盖需求，其使用将比以往需要更密集的小型蜂窝站。这将令无线接入网络（RAN）连接到分组核心网的传输网络面临压力。将需要前向回传、回程线路以及各种混合架构等来实现具成本效益、向后兼容和高密度的网络基础设施部署，这对提供5G系统的宽带和低时延需求来说是必要的。因此，拥有和建设光纤网络对于激活小型蜂窝站址非常重要。

不断变化的5G网络架构



资料来源：高通



除网络密度外，云无线接入网（Cloud RAN，即C-RAN）等新的网络技术正在涌现，帮助服务提供商将其基站设备放在云端——位于网络边缘数据中心内的中央集中单元。将实体（或最终虚拟化的）资产进行集中可节省房地产成本，进而削减可观的运营支出，包括部署在当地的设备加热和冷却成本以及网络耗电成本等。预计C-RAN网络架构将在接入层面消耗大量光纤资源，将大量微蜂窝连接到中央集中的基带单元。因此，当5G部署加快时，将出现巨大的光纤资源需求。

另一方面，5G对超低时延的强调也催生了移动边缘计算（MEC）概念，在这一概念下，处理和存储能力从核心网络中分离出来，放在基站中，为极端可靠的网络应用创造新的服务机会。尽管MEC与现有的集中工作方式是相对立的，但它可以建立在现有的C-RAN基础设施上，以便利用转化成新集中架构上的回程线路与前向回传连接。

尽管光纤与传统共轴线缆之间的价差在缩小，但在大规模光纤部署的情况下，价格仍是一项考虑因素。事实上，建设光纤网络的成本与光纤本身并不同，安装和审批过程可能十分耗时，还可能需法律方面的支援。运营商必须提前规划，通过自建或主干网批发商等，获得充足的光纤资源，避免使传输网络成为5G服务交付的瓶颈。

在中国，早期商用部署将重点放在各大城市的热点覆盖。但是，巨大的规模意味着在微蜂窝、新天线和光纤回程的传输升级等方面需要进行巨额投资，以支持未来5G部署所产生的巨大移动数据需求。最近两年，作为国家计划的一部分去提高互联网连接，政府一直在投资建设光纤网络。全部三家运营商都在固网宽带领域积极运营，并在扩大光纤网络覆盖，这些网络可能成为其5G网络回程线路。同时，一家中国网络运营商正在东北地区的辽宁省建设一张5G C-RAN前向回传网络，使其辽宁省分公司能有效满足密度更大的5G站址部署需求，并进一步提升现有LTE网络覆盖。

打造云计算与分析能力

如果不具备分析专业能力，将无法运行5G网络。为支持多项应用场景，数据分析可发挥的作用在5G的推动下进一步提高。这来自两方面。从多行业角度来看，需要收集和分析大量数据，以获取多种效益。5G的定位是一个支持数据与分析应用的智能网络，将以一种以往不可能的方式推动新的行业发展。MEC的实施将支持获取这些详细的移动数据，并实时返回到网络边缘和最终用户设备。可以利用行为分析来预测用户可能要做什么，然后利用这一信息来设计交付网络容量的最佳（最佳客户体验）方式。

除了支持新的业务机会，数据分析对部署和运营复杂的5G网络也至关重要。5G网络将成为未来服务提供商交付新服务的平台。未来的新服务可能以从大型应用细分而成的小片微服务的形式存在，彼此可以独立实行。这些微服务将支持更高的灵活性和更好的资源分配，使运营商得以满足5G网络的需求，应对5G网络的挑战。因此，网络数据对管理5G网络复杂性来说非常关键——在哪里部署容量、如何平衡容量与覆盖范围以及在哪儿进行对具体网络功能或应用微服务的规模缩放等。

要真正利用更广泛的5G网络与服务能力，运营商需要从提供网络的管道发展成为平台提供商。运营商因此可能将转型成为移动云计算运营商，通过开放式API提供内容和应用，实现按需使用网络，产生收入。这种新的“云计算原生态概念”运营商将能通过高度分布式的、虚拟化的按需使用环境来管理和交付服务。云计算模式向电信业的扩张将促进创新，允许新的参与者进入这一生态系统。通过“云计算原生态概念”基础设施和微服务，5G可为运营商提供机会，加速其数字化转型策略的实施。

5G要求非常先进的云计算市场，因为各项应用只有在云端才可能进行有效管理。要在这些高度连接和互联环境下部署新的业务模式，安全性和隐私权对于赢得企业（及其客户）的信任十分关键。

转型成为高度自动化的支撑系统

向5G的过渡将涉及到一系列工作，用户界面、连接、基础设施以及运营等都需要进行改变。这种复杂性将要求对运营支撑系统（OSS）和业务支撑系统（BSS）进行良好的设计，以提供运营支持与计费之类的主要业务功能，以及处理对5G来说非常重要的高级分析、自动化和编排等。运营商必须对其原有的后台系统进行更替和升级，为新服务、新应用和新业务模式做好准备，否则将可能造成瓶颈，阻碍业务增长。

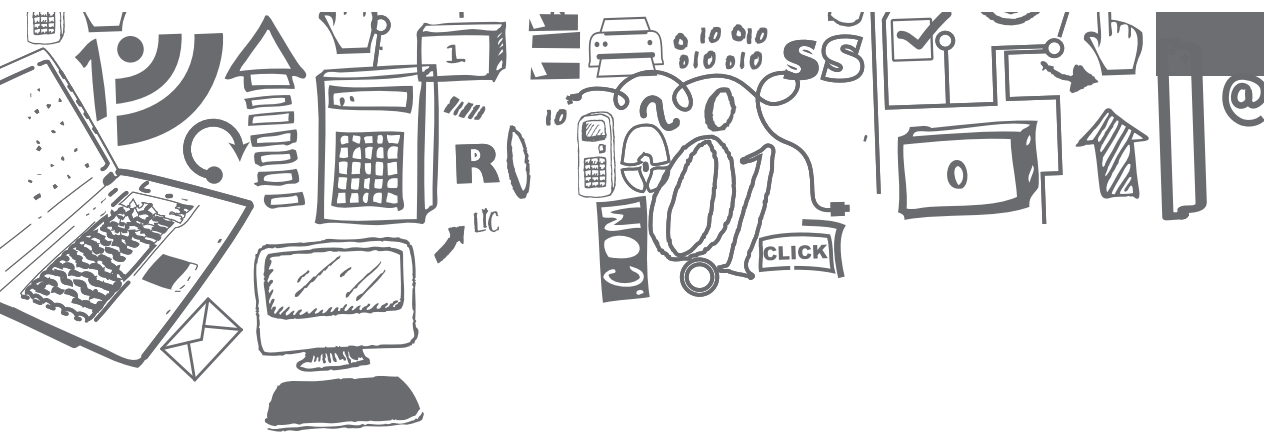
在5G和物联网技术快速发展的时代，入市速度与产品本身几乎同样重要。公司需要提升其成本高昂的、缓慢的、隔离的BSS/OSS系统，以便以更简洁、更优质的客户体验交付敏捷服务。5G网络将日益虚拟化、软件可编程化，这将推动IT与电信业的融合，因此，升级OSS和BSS对支持5G网络十分关键。虚拟化网络基础设施应与OSS和BSS无缝整合，因此，提升的系统才能使运营商自动响应客户需求。

一系列物联网和业务服务采用与传统的家庭宽带和视频套餐不同的计费结构。从客户角度来说，运营商需要通过提升销售和售后服务方面的自助服务选择方案来加强对客户自主性的重视，并以更好的工具提升客户体验，从而降低客户流失。所有这些都要求对现有OSS和BSS平台进行升级。

很多运营商是在很长时间内通过并购建立的OSS/BSS，因此，这些平台的升级可能并非易事。2017年安永实施的一项调查¹¹结果显示，这一点是运营商在其数字化转型过程中面临的最大障碍。OSS和BSS层面的变更需要进行仔细的规划与分析，还需要在公司范围内与技术和业务部门进行明确的沟通。



11. 2017年安永《2020年及以后的数字化转型——全球电信业调查》



拓展批发业务与共享机会

在运营商规划5G投资的过程中，一项重要考虑是如何产生收入和投资回报率（ROI）。然而，为5G提供投资理据并不容易，如果运营商处于5G服务需求较低的发展中国家，则其论证将更难。

运营商可以向移动虚拟网络运营商（MVNO）等批发客户提供差异化的网络即服务，或通过实施网络虚拟化、边缘计算和基于网络切片概念的新后台IT编排系统等，与垂直行业和特定领域建立合作伙伴关系。这将有别于传统的企业连接业务模式。

5G的高密度网络基础设施要求意味着，如果要求所有的大型移动运营商都部署各自的基础设施网络，那么某些市场将是难以为继的。5G要求巨大的资本支出或使运营商考虑网络共享。有些国家在考虑采用与全国性光纤宽带网络相同的模式，建立全国性的共享的、处于监管规定下的5G主干网络。尽管这将令小型运营商和MVNO获益（因为他们可以快速开始提供5G服务），但是，建设一张全国性的5G网络将耗资巨大。

微蜂窝部署方面，前向回传和回程线路将是固网电信运营商在5G领域面临的最大批发业务机会。事实上，（24 GHz及以上高频谱频段上的）5G本身也可以用作回程线路，也就是说，5G牌照的持有者可能既是回程网络提供商的客户，又是其竞争对手。



联系我们



罗奕智

大中华区科技、媒体与电信（TMT）行业主管合伙人
+86 10 5815 2837
steve.lo@cn.ey.com



李家骅

电信行业高级分析师
+852 2846 9888
kevin.lee@hk.ey.com

EY 安永 | Assurance 审计 | Tax 税务 | Transactions 财务交易 | Advisory 咨询

关于安永

安永是全球领先的审计、税务、财务交易和咨询服务机构之一。我们的深刻洞察和优质服务有助全球各地资本市场和经济体建立信任和信心。我们致力培养杰出领导人才，通过团队协作落实我们对所有利益关联方的坚定承诺。因此，我们在为员工、客户及社会各界建设更美好的商业世界的过程中担当重要角色。

安永是指 Ernst & Young Global Limited 的全球组织，也可指其一家或以上的成员机构，各成员机构都是独立的法人实体。Ernst & Young Global Limited 是英国一家担保有限公司，并不向客户提供服务。如欲进一步了解安永，请浏览 www.ey.com。

© 2018 安永，中国
版权所有。

APAC no. 03006516
ED None

本材料是为提供一般信息的用途编制，并非旨在成为可依赖的会计、税务或其他专业意见。请向您的顾问获取具体意见。

ey.com/china

关注安永微信公众号

扫描二维码，获取最新资讯。

