



GSMA Intelligence

CAICT 中国信通院

中国 5G 报告： 发展展望与区域比较



GSMA代表全球移动运营商的共同权益。GSMA在更广泛的全球移动生态系统中联结着近800家移动运营商,300多家企业,其中包括手机与设备制造商,软件公司,设备供应商,互联网企业,以及相关行业组织。GSMA还是业界领先活动的主办方,如世界移动大会、世界移动大会-上海,世界移动大会-美洲,以及移动360系列会议等等。

咨询详情,请阅览 GSMA 网站 www.gsma.com



GSMA Intelligence 移动智库简介

GSMA Intelligence 移动智库是移动运营商数据、分析以及预测的权威信息来源,为业界提供最准确和完整的行业数据库。

我们的数据涵盖从阿富汗到津巴布韦的全球每一个国家的电信运营商,通信网络和移动虚拟运营商。这是行业最准确和完整的数据库,包括每天更新的数千万个数据点。GSMA Intelligence受到全球领先的电信运营商、供应商、监管机构、金融机构和各行业的信任,支撑其战略决策和长期投资规划。GSMA Intelligence数据是行业的参考标杆,并被媒体和行业广泛引用。

GSMA Intelligence的分析师和专家团队针对广泛的行业议题定期发布具有领导力的研究分析报告。

www.gsmaintelligence.com

info@gsmaintelligence.com

GSMA Intelligence 移动智库

David George, Research Director

Tim Hatt, Research Director

Calum Dewar, Director of Forecasting

Mark Giles, Lead Analyst



中国信息通信研究院(简称“中国信通院”),是工业和信息化部直属科研事业单位。

中国信通院秉持“国家高端专业智库、行业创新发展平台”的宗旨定位,业务覆盖电信业、互联网、信息化、两化融合等四大领域,为国家和行业发展创新提供战略、规划、政策、法规、技术、标准和测试认证等方面的支撑服务。

www.caict.ac.cn

中国信息通信研究院

余晓晖, 总工

王志勤, 副院长

产业与规划研究所

杨子真, 副所长

潘峰, 副总工

李珊, 高级工程师

曹磊, 高级工程师

石立峰, 高级工程师

张春明, 高级工程师

罗振东, 高级工程师

王秋实, 高级工程师

何阳, 高级工程师

目录

	摘要	2
1	市场分析	6
	个人消费市场机遇	7
	企业市场机遇	9
2	部署分析	12
	两种部署场景	13
	企业市场 - 物联网、边缘计算和网络切片	16
	资本支出影响	16
3	用户预测	18
4	5G: 地区发展比较	20
5	展望和关键挑战	26

摘要

本报告重点分析了中国5G发展现状和前景,并与日本、韩国等其他国家的5G发展前景进行了比较。具体来看,报告探讨了中国5G商用前景,分析了5G在个人消费市场和企业市场的潜在用例,进行了5G连接数预测,并提出了未来发展面临的关键挑战。本报告延续了GSMA之前发布报告的分析,之前的报告基于对全球750位运营商CEO和其他行业利益相关者进行广泛调研得到的反馈,提出了5G时代的五个主要目标。

本报告是由中国信息通信研究院(CAICT)与GSMA Intelligence联合撰写。内容综合了市场分析研究,以及来自中国、韩国和日本的一些运营商和生态系统中其他参与主体的调研反馈。

个人消费市场: 5G早期部署致力于提升移动宽带体验

增强移动宽带 (eMBB) 将是早期5G网络面向个人消费市场的核心应用场景, 5G商用后的主要服务将包括基于4K/8K超高清视频、增强现实 (AR) 和虚拟现实 (VR) 等应用。中国将是VR的重要市场, 因为很多企业已经在进行VR技术的推广, 为消费者提供了直接的技术体验, 然而目前缺少相应的应用内容以及设备可用性较低, 从而限制VR的进一步推广。为满足这类高带宽应用的需求, 5G早期的核心目标将是扩充无线网络容量, 分流4G网络压力, 以满足不断提升的移动宽带数据流量需求。

5G时代一些应用对终端设备的形态有新的要求, 可能会产生新的终端类型, 但我们预计智能手机仍将是5G商用初期的主要终端类型。早期的5G智能手机很可能在定价上高于4G智能手机, 因为它们需要性能更强的

芯片和射频 (RF) 模块, 以支持多个6GHz以下频段 (还有可能支持毫米波频段), 同时可能还需要配备4k (或8k) 屏幕。我们预计与之前几代的移动通信技术发展轨迹类似, 终端价格将随着5G的普及而逐步下降。

鉴于5G早期部署将主要是提升移动宽带 (MBB) 的容量, 我们预计大多数运营商将首先向个人用户推出5G业务, 强调其相比于4G能够提供的更快网络速率, 通过捆绑更大的流量套餐来提升ARPU值。针对诸如VR游戏和沉浸式娱乐等应用的用户, 运营商的5G业务预计有较大提升价格的空间, 支付额外的费用将保证这些用户拥有更好的服务质量 (QoS)。除此之外, 目前还看不到5G能从个人用户中获得增长投资回报率 (ROI) 的其它机会。

企业市场: 5G最大的增收契机

随着5G的到来, 运营商将继续寻求个人消费市场的机会, 尽力维系存量用户, 而企业市场将给运营商带来收入增加的最大机会。中国、韩国和日本运营商都普遍地关注5G能够带来价值的一些重要垂直行业市场。这些行业市场包括汽车与运输、物流、能源、公共设施监测、安全、金融、医疗保健、工业和农业, 同时涉及的行业也明确了与5G合作和培育新业务 (以及相应的商业模式) 的需求。要实现这些需求需要基于5G网络, 并直接与垂直行业共同合作。

5G将提供一些超越4G的增强性能, 包括高速率、低时延和高可靠性, 这使得运营商可以满足企业不断增长的各类需求。随着运营商5G网络覆盖的逐步提升, 5G网络将实现核心网虚拟化、边缘计算和灵活的IT业务流程管理, 从而为企业提供基于网络切片的差异化网络服务。实现这些新能力将使运营商突破传统的仅提供网络连接的商业模式, 扩展其运营平台, 提供多样化的服务。一方面, 通过网络切片可以提供分层的网络质量, 理论上运营商能够据此提高服务定价。但另一方面, 维护多等级的QoS将意味着运营商运营成本更高, 需要部署更复杂的控制平台和冗余措施, 以此减轻可能带来的风险。

部署方式：独立组网与非独立组网

5G将有两种网络部署策略：独立组网和非独立组网。独立组网将形成一个新建的网络，包括新基站、回程链路和核心网。非独立组网将借助于已有4G基础设施，将5G小基站部署在高业务密度区域。目前来看不同的网络策略将满足不同运营商的需求，运营商在5G部署的不同时间点上也将选择不同的网络部署路径。

独立组网的优点是可以在提供高性能的前提下形成较大的规模经济性，并且避免了与LTE网络整合过程中可能会出现互操作复杂等问题，但在早期商业化阶段，独立组网的成本相对较高。相比之下，非独立组网能够更快地将5G推向市场，但非独立组网可能更适合局部热点区域部署，而不是大规模的全国性部署，并且非独立组网与现有LTE网络的互操作也非常复杂。

在中国，运营商更倾向于从一开始就采用独立组网的方式。其他国家的一些运营商，如日本的运营商，将在早期选择采用非独立组网的方式，但这应该不是5G组网的长期解决方案，而是实现独立组网的中间过渡阶段。

现有的物联网应用很大程度上可以通过LPWA技

术来实现，包括2G、3G、4G、NB-IoT以及一系列基于免许可频段的技术，如Sigfox和LoRa。特别需要5G承载的物联网业务，主要是要求更大规模连接以及要求更低时延这两种应用场景。在中国，我们预计前者将包括物流跟踪、能源和电网管理，而低延时型应用主要包括工业环境中的机器人连接和城市的交通管理。这需要网络架构更广泛的采用“软件化”和通过云（即建立更多的数据中心）将计算能力推进到网络边缘，这也是新5G标准正在努力的方向。

在资本支出方面，通过对来自中国的移动运营商的调研，我们认为5G投资相比于4G将更加平缓 and 持久，预计主要是从2018年到2025年这7年之间。日本运营商声称5G的部署不会导致任何显著的资本支出上涨。早期的商业部署可能需要投资到小基站和传输的升级上，使得光纤回传（高达10 Gbps）可支持低于10 ms的时延。后续5G覆盖将扩大到更广的农村地区，这可能需要新的站址和更多的资本支出，但实现更广泛的覆盖将进一步考虑商业成本和标准支持，我们预计在2020年之前不会推动这项工作，同时，2020年之前也不会出现5G资本支出占收入的比例达到与4G类似的25%或者更高水平的情况。

中国5G连接数2025年将超过4亿

随着2020年5G商用，我们预测中国5G连接数将会随着时间的推移而迅速增加，到2025年将达到4.28亿。但相比于4G发展，5G的普及将相对较慢。造成两者发展差异的原因主要包括以下几点：

- 中国4G网络的部署非常迅速，以满足快速发展的移动数据业务需求。相比之下，5G网络初期主要作为热点技术来部署，以补充现网容量，运营商表示将根据需求来进行网络部署。
- 随着规模效应的出现，5G终端价格将随着时间的推移而下降。但考虑到硬件需要支持更高的速率，5G终端的价格可能需要较长的时间才能下降到与4G相同的程度。
- 市场竞争也会对5G发展速度产生影响，对终端的补贴将从4G转移到5G，以此推进5G的普及。中国联通和中国电信在5G时代可能会更加积极地从市场领先者手中争夺市场份额。

地区比较

第三代合作伙伴计划 (3GPP) 决定提前完成5G新空口标准, 有利于推动部分运营商在2019年即可尽早实现5G新空口的大规模试验和部署, 如韩国电信 (KT) 和SKT, 而中国和日本的运营商仍然计划2020年进行5G商用。

KT计划于2018年在平昌冬奥会上推出5G的外场试验, 并提出在2019年实现正式商用。SKT计划在今年年底前进行外场试验, 并将与终端用户合

作, 了解最有吸引力的应用, 这将有助于在2019年下半年实现其5G商用部署。

另一方面, 日本的运营商计划于2020年进行5G商用, 但正在集中力量创新服务模式, 以探索潜在的应用前景, 并进一步发展其现有的业务领域和商业能力。

展望: 实现商业模式的创新和初期收入的增长是5G面临的主要挑战

GSMA的最新5G报告强调了5G需要解决或管理的五个主要风险和挑战, 以实现5G的全部潜力。这些包括: 需要创新的商业模式, 有效控制部署5G的成本并确定新的收入增长机会; 充足的、全球一致的频谱资源; 4G技术的不断发展和演进; 避免标准碎片化; 以及适应5G发展的监管政策。

本报告从中国市场的角度进一步分析了这些挑战。如上所述, 商业模式创新和初期的收入增长仍然是主要挑战, 部分原因是AR和VR等领域缺乏可用的内容和应用, 以及设备存在成本过高和可用性的问题。企业市场的商业模式和收入机会将逐步清晰, 这需要依赖于更广泛的网络部署和5G生态系统的更高成熟度, 特别是基于5G高可靠、低时延能力的更具创新性的服务。

根据对中国运营商的调研, C波段 (3-5 GHz) 频谱将在初期部署中成为主要频段。5G是一种异构网络技术, 因此, 从长期看需要一系列频谱。除了C波段, 其它地区也在考虑1 GHz以下频率和毫米波频率。中国的频谱需求与其他地区的频谱需求相似, 不过目前更加关注6GHz以下频谱的分配和可用性。

中国产业届有明确的愿望, 与全球共同推进5G跨地区频谱的协调一致, 以利于未来5G的全球漫游, 以及降低设备和终端的成本。同样地, 在应对标准碎片化的风险上, 中国5G产业界强烈支持形成一个全球统一的5G标准, 这将有益于更快实现大规模部署, 形成规模效应, 有助于实现5G的商业成功。

1

市场分析



个人消费市场机遇

增强移动宽带 (eMBB) 能够提供高速率、高可靠性和低时延等性能, 其传输速率可达1 Gbps和低于10ms的时延, 这将是5G网络早期的核心业务。目前需要这种级别网络性能的移动应用很少, 现在已经商用或正在部署的LTE增强网络能够为大多数业务提供足够的速率, 这将满足从目前到5G商用前的业务需求。5G商用时标志性的个人消费业务, 所谓的真正的5G移动应用 (即4G网络不能支持), 将主要基于两个关键领域:

- **视频:** 例如, 分辨率越来越高的移动端实时流媒体视频 (即4K或8K高清视频), 或其他需要高数据传输速率 (例如360角度视频) 的视频格式。虽然目前的8K内容很少, 但预计5G发布后这种情况将会改变, 好莱坞将发行8K影片, 日本公共电视公司NHK预计会使用8K高清视频转播2020年东京奥运。此外, 个人8K摄像机已经由GoPro等制造商推出。这些新的趋势与中国流行的流媒体应用程序相结合, 可以刺激对超高清视频社交媒体的需求, 并且根据Credit Suisse估计, 8k视频与流媒体应用的结合将有助于推动中国的直播行业在2016年达到30亿美元的收入。同时, 从运动员的角度提供360度视角的体育报道也将通过5G进行流媒体传输, 这是韩国电信将在2018年的韩国冬季奥运会上试用的应用之一。
- **AR和VR应用:** 这类应用可以充分发挥5G提供的低时延以及高速率等网络性能。将虚拟图像和文本叠加到真实世界的技术可能会在翻译、游戏和绘图/制表等领域出现许多新应用 (例如, 当通过终端查看汽车引擎时, 可以展现一个叠加了图表的虚拟使用说明书), 并结合云服务和人工智能即时提供日益个性化的信息。同时, 手机虚拟现实将会大大改善游戏体验, 使用8K全景视频带来完全身临其境的体验。同样, 这类应用需要大量增加可用内容来刺激对VR业务的需求, 而且设备可用性和定价也可能成为瓶颈。另一个问题是, 基于蜂窝技术的VR游戏能否提供稳定的一致性连接和服务质量。

尽管存在这些挑战, 中国仍将成为VR的重要市场, 因为许多企业早已采用VR为消费者提供销售乃至娱乐领域的直接技术体验, 例如, 房地产商给客户展示“千里之外的物业”; 在全国各地的网吧、主题公园、购物中心和“体验博物馆”上安装终端, 让人们免费使用VR或者收取少量费用。这些体验又反过来驱使消费者购买自己的智能手机VR适配器, 这些是由当地制造商生产并且比海外价格优惠。

虽然内容和5G终端可用性仍然存在相当大的不确定性，这将限制上述业务类型的需求，但是随着移动数据流量的持续上升，5G的另一个明确的应用将是提升4G网络的容量。中国移动的4G手机平均每月数据消费量从2015年的0.75GB增长到2016年的1.03 GB，该公司4G用户同期由3.12亿增加到5.35亿，虽然低于许多发达市场，但也显示出未来的发展空间。中国运营商在全国范围内持续进行4G部署和升级，使得4G网络将在2020年5G商用前越来越普遍。因此早期5G部署将在人口稠密的业务热点区域使用小基站技

术，以继续提供高速移动宽带服务的容量和高速率及低时延。

eMBB的另一应用场景是固定无线接入，这是美国运营商如AT&T和Verizon的5G战略的关键要素。这两家运营商都对视频内容制作者进行投资，并将使用固定无线接入5G来补充其现有的光纤到户（FTTH）网络的不足。不过，这并不是中国运营商的主要关注点，因为在中国FTTH已经广泛推广。但是在FTTH可用性低于城市的农村地区，仍然有可能使用固定5G作为家庭的宽带接入。

终端

5G的一些应用对终端设备的形态有新的要求，但我们预计智能手机仍将是5G启动商用时的主要终端类型。GSMA Intelligence预测，到2020年，全球移动连接中有三分之二的移动连接将是智能手机，而中国的这一数字接近四分之三，目前这两个数字分别是53%和71%。我们预计智能手机将继续发展，并且越来越多地支持5G网络，与支持LTE的智能手机逐步普及的过程类似，2025年之前5G智能手机普及率将会进一步增加。

早期5G智能手机很可能在定价上高于4G智能手机，类似情况也出现在4G商用时，早期4G智能手机的价格高于3G手机。为了充分发挥5G新增的网络性能并从中获得竞争优势，终端制造商寄期望于4K（甚至8K）显示器——尽管由于屏幕尺寸小，可能人眼几乎无法察觉到增加的分辨率。而支持AR需要增加的其他硬件包括附加的摄像头和传感器来生成房间和空间的3D地图。终端定价可能对价格敏感市场（例如中

国）的5G初期普及造成一定影响，5G普及将在很大程度上取决于运营商针对5G终端的补贴。我们预计随着5G的大规模普及，终端价格将会下降，正如早期的移动技术更替过程中终端价格的下降趋势一样。

商用时5G终端的定价也将在很大程度上由支持的芯片和射频模块的可用性决定。目前5G终端芯片的开发进展顺利，例如，高通预计符合3GPP标准的Snapdragon X50 5G调制解调器将在2019年投入市场。但是，5G射频模块需要支持的频带数尚不清楚，缺乏全球统一协调频段将使射频模块在设备中的集成更具挑战性——特别是当引入毫米波频段后——进而影响到5G终端的可用性。

5G VR业务可能首先作为智能手机的单独附件来进行销售，类似于当前的三星Galaxy Gear, Google Daydream View和Google Cardboard。随着5G生态系统的发展，独立运行的VR和AR设备可能出现在市场上。

资费

移动运营商为5G业务（如8K视频、VR或基于云的AI）额外收费的机会在很大程度上取决于需求和内容，并且可能会超越传统网络服务商的模式。虽然一些运营商可能在5G初期是内容或云计算提供商的角色，但鉴于5G早期部署的主要目的是提升容量并提供可靠的高速移动宽带业务（特别是在主要商业区域），我们预计大多数公司初期主要通过强调相比于4G的速率和容量优势来推销5G——就像网络从3G升级到4G时运营商所做的那样。

这种做法将限制运营商在B2C市场，以高于4G的价格为5G进行差异化定价，尽管运营商也可以通过捆绑更

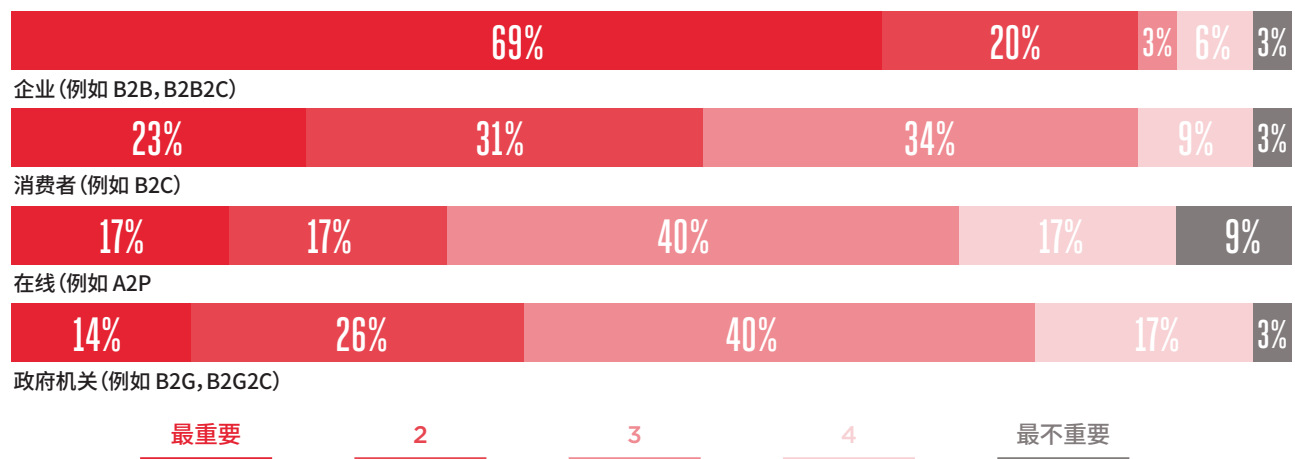
大的数据包提高ARPU值。一种可能性是，运营商将根据商定的QoS等级进行市场推广，使用网络切片在下行链路/上行链路速率和时延方面提供有保证的服务性能，并进行相应的定价。这样的基于业务的差异化定价可能吸引VR游戏和沉浸式娱乐业务的用户，对这类业务而言，连续的低时延连接是必不可少的，并且可能成为对这类业务进行专门定价的基础。除此之外，很难看到5G能从目前个人消费群体中获得增长投资回报率（ROI）的其他机会，尤其是如果运营商继续采用以前的不限流量的资费方式，这种情况已经在美国市场出现过。

企业市场机遇

至今，移动通信业务主要以个人消费者为中心。随着5G的到来，企业市场将给运营商带来收入增加的最大机会。

来源：GSMA Intelligence - The 5G era: Age of boundless connectivity and intelligent automation

1 5G时代运营商新收入的来源



问：5G 网络的新运营商的收入来源于何处？

中国、韩国和日本运营商都普遍地关注5G能够带来价值的重要垂直行业市场。这些行业市场包括汽车、运输、物流、能源/公共设施监测、安全、金融、医疗保健、工业和农业。

中国的运营商正在积极地与生态系统参与者合作，并与垂直行业用户交流以确定技术方案和商业模式。例如，2016年2月，中国移动建立了5G联合创新中心，直接与互联网用户和垂直行业合作，该中心将重点开拓通信服务、物联网、车联网、工业互联网、云机器人和VR / AR等领域的市场机会。另外中国三家运营商都计划协助开发雄安新区，使其成为“绿色智慧城市与创新先行区”。作为该项工作的一部分，他们计划在该地区进行5G试验，中国电信提出将与竞争对手之间进行资源共享，以促进5G网络建设。

汽车行业正在向无人驾驶汽车的方向发展，这是一个普遍认为能够从5G优越的性能中获益的行业，中国、日本和韩国的运营商将其作为早期垂直市场的切入点。中国工业和信息化部、交通运输部力争通过开展试点基于5G的车联网示范推动技术研发和标准制定。BAT（百度、阿里巴巴和腾讯）以及其他互联网和内容公司积极布局自动驾驶、社交娱乐、云服务和汽车系统等方面，有的企业已经推出了提供服务的明确时间表。

发展5G企业市场商业模式

5G新空口将提供超过4G的很多增强性能，包括高速率、低时延和高可靠性，这使得运营商可以满足企业不断增长的各类需求。随着运营商5G网络覆盖的逐步提升，5G网络将实现核心网虚拟化、边缘计算和灵活的IT业务流程管理，从而为企业提供基于网络切片的差异化网络服务。

通过这些服务，运营商将能够复制固定宽带企业市场业务的商业模式，根据不同的服务级别协议（SLA）向企业提供网络服务。运营商需要建立企业-企业（B2B）、企业-政府（B2G）和企业-企业-消费者（B2B2C）的商业模式。运营商能够通过围绕网络速度、可靠性和覆盖等因素构建SLA，提供差异化服务，满足企业各种需求。目前来看，一些运营商已经为企业建立了详细的SLA（在工具、监测和销售方面），虽然他们在向这种模式转型中具有优势，但仍需要大量的网络投资来支持转型的成功。

对于目前面向低功耗广域（LPWA）物联网技术的发展，比如NB-IoT/eMTC，这些窄带物联网技术从4G标准发展而来，并且运营商已经开始广泛部署，可以利用已有的授权频谱资源，推出支持低速率、更长的电池寿命和广泛覆盖的窄带物联网服务。虽然窄带物联网技术能够支持一些5G网络要求的应用场景，但是并不属于5G技术的范围，5G将面向mMTC提出适应范围更广、更先进的物联网技术。

我们也看到，存在限制5G企业市场发展的一些挑战。从监管和安全方面来看，一些垂直行业及其投资环境中短期内还不成熟，而相关业务的成熟度则会因部门和国家而异。此外，垂直行业市场需求碎片化，技术方案和商业模式尚待明确，运营商仍然将自己定位在垂直行业的技术合作伙伴，在许多情况下，运营商仍然仅限于传统的通信供应商角色。



2

部署分析



两种部署场景

5G将有两种网络部署场景：独立组网和非独立组网。独立组网将形成一个新建的网络，包括新基站、回程链路和核心网。非独立组网将借助于已有4G基础设施，将5G小基站部署在高业务密度区域。运营商还没有公布部署计划的细节，这很大程度上是因为混合模式的技术可行性仍在评估中；预计3GPP将于2017年12月和2018年6月分别发布更新的5G新空口(5G NR)和核心网规范。

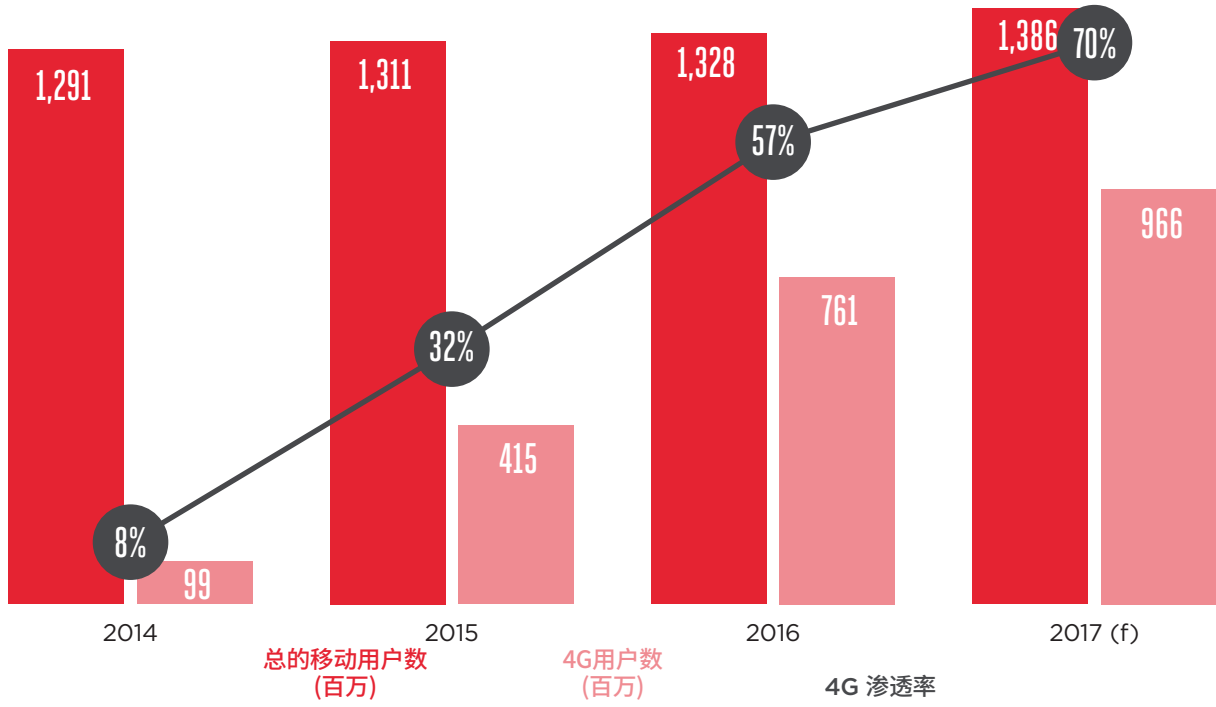
独立组网的优点是可以在提供高性能的前提下形成较大的规模经济性，5G独立组网将使得4G和5G业务并行运行，并且避免了与LTE网络整合过程中可能会出现互操作复杂等问题，覆盖全国范围内的规模组网对于5G普及和提升服务质量具有重要意义，但是这样的独立组网建设在初期成本相对较高。

相比之下，非独立组网能够更快地将5G推向市场，但非独立组网可能更适合局部热点区域部署，而不是大

规模的全国性部署，并且非独立组网与现有LTE网络的互操作也非常复杂。非独立组网的优势主要体现在三个方面。一是满足LTE市场一定的增长空间，有利于LTE投资的收回。在中国，4G渗透率到2017年3月的两年时间内增长了5倍，达到61%（见图2），且还有提升空间。二是，在已有LTE基础设施上整合一个5G网络将有利于初期部署，更小的资本支出负担。第三，非独立组网使得运营商具有在特定地区（主要是城市）建设网络的灵活性，以支持初期的5G商用服务。

来源: GSMA Intelligence

2 中国4G发展



中国运营商更倾向于从一开始就采用独立组网，5G和LTE将在相当长的一段时间内共存。2020年5G商用之前，中国移动运营商计划在2017-2019年进行5G试验网测试。

中国移动已经公布5G测试计划，2017年中国移动将选取4-5个城市，每个城市大约建7个站点；2018年在数个城市，每城市建大约20个站点进行规模试验；2019年，继续扩大试验网规模；2020年实现商用，建设超过1万个5G基站。中国联通计划从2017-2019年在6个城市进行容量和性能测试，2020年商用前建设约1000个站。

业界普遍认为，5G初期将针对城市密集地区部署，目标在于提升用户网络速率——增强移动宽带场景。目前通过载波聚合（增加带宽容量）和网络优化技术（如massive MIMO和256 QAM）来提升LTE网络速率。但是5G能够提供4G不能提供的能力。到2020年，中国LTE网络的速率能够超过200Mbps，这将满足我们今天能够看到的大部分应用的需求，但却无法满足超高清电视（4K/8K）和要求超低时延应用（面向个人消费的AR和VR以及工业互联网、自动驾驶等场景）等新应用的需求。初期的5G网络将满足一些低时延业务需求，但更主要的是用于流量分流，以应对高带宽业务增加带来的移动数据流量的增加以及4G的容量接近饱和。

5G非独立组网的一种可行方案

日本的DOCOMO基于所谓的phantom小区架构提出了一种5G的双连接网络部署策略(见图3A)。这种网络架构,通过已有的LTE宏基站建立和保持与用户的网络连接(控制平面),同时叠加一些5G小基站来提供数据连接(用户平面)。基本连接可以使用6GHz以下频谱,而小基站可以采用更高频率实现1Gbps+的速率。目前尚不清楚哪些频段将用于5G小基站的配置中。在中国,运营商初期将主要采用C波段频谱(3.4-3.6, 4.8-5.0GHz)部署5G网络。

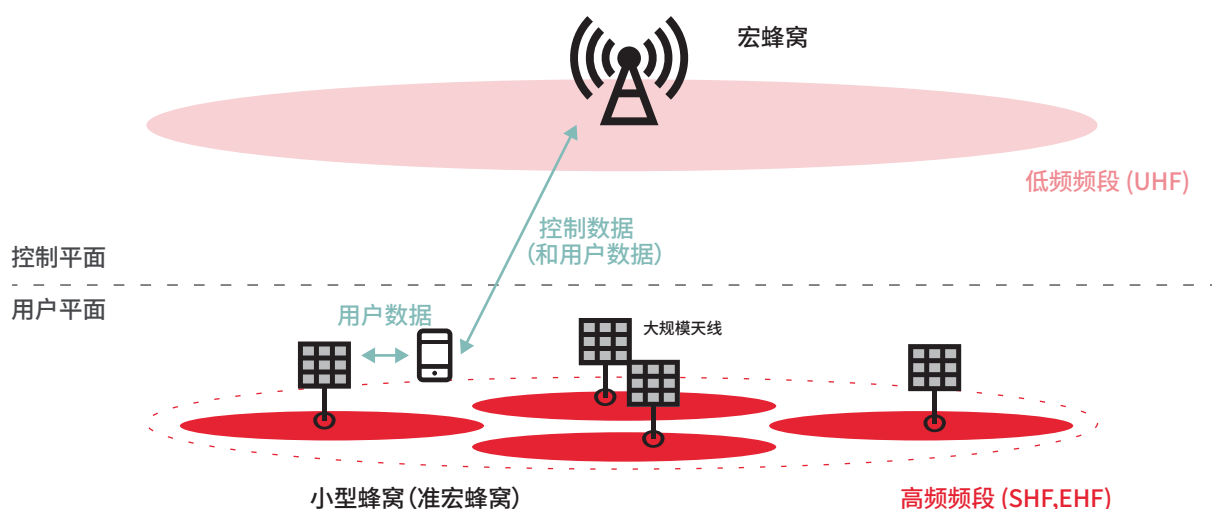
关于毫米波频谱(大约24GHz及以上)的利用。这种技术具有提供超高速率的优点,因为它提供更宽的传输信道(例如200MHz)。正是由于这个原因,AT&T和Verizon正在试验中将5G部署为家庭固定无线宽带(而不是铺设光纤)的最后一英里连接解决方案。然而,在其他场景的5G部署中使用毫米波面临很多挑战。由于需要更大的天线尺寸来弥补信号在毫米波频

段传播的路径损耗,使得在城市基础设施站点(如灯杆或广告牌)上部署非常复杂,需要结合城市情况进行详细网络规划。另一个挑战是,需要保持视距范围内通信。一个潜在的解决方案是使用波束成型技术。我们在图3中再次以DoCoMo研究为基础,展示这一概念。可以通过使用大型天线将覆盖半径增加3-4倍,通过波束赋形将调制信号保持在直线方向传输。在理论上,波束可以通过小基站重定向,直到信号达到其预期目标(外部或建筑物内)。

农村的网络部署则对5G技术提出了另一大挑战,毫米波频谱不适合在农村提供远距离的覆盖,即使采用信号放大等技术也很难实现。但是,4G站址在农村地区可以被重复使用。下行链路连接可以使用低频频谱,例如3.5GHz,采用波束成型技术,而上行链路信号可以使用现有的LTE网络。

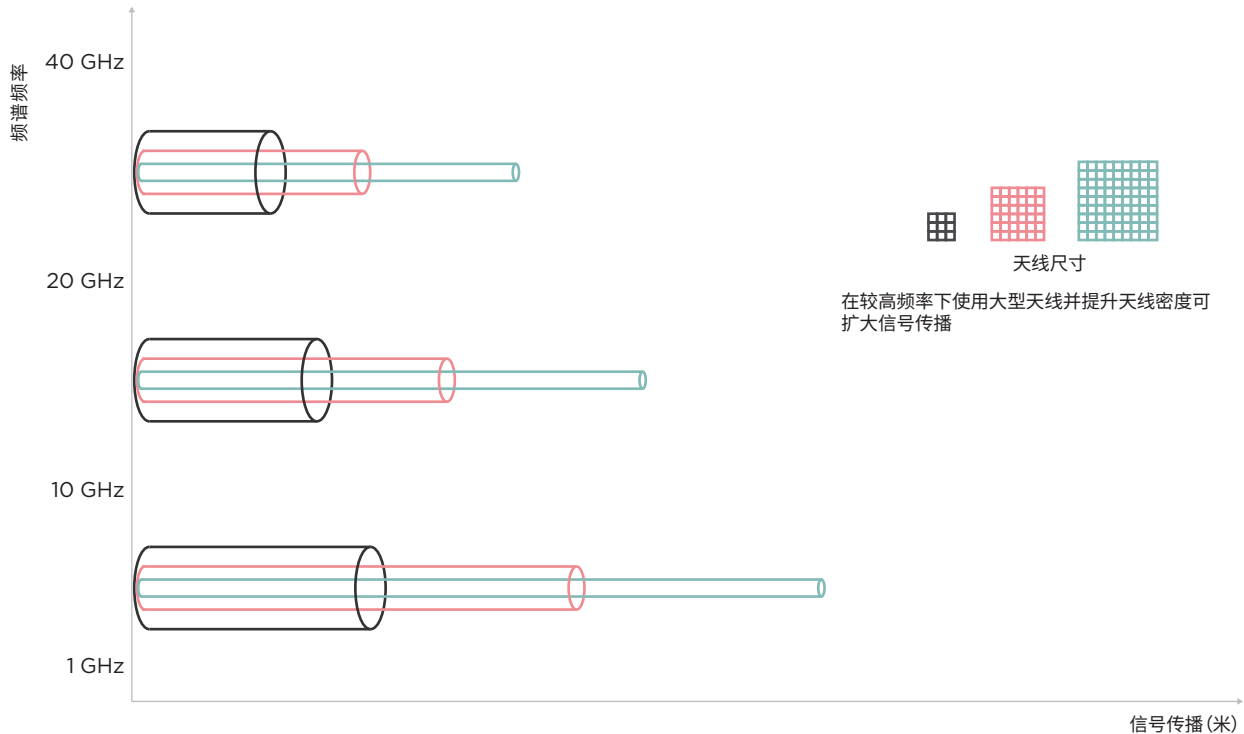
来源: 基于NTT DOCOMO说明重新画图,《5G Multi-antenna Technology》

3A Phantom小区配置- 5G与4G共存



来源: 基于NTT DOCOMO说明重新画图, 《5G Multi-antenna Technology》

3B 通过大规模MIMO和波束赋形扩展信号传播



企业市场 - 物联网、边缘计算和网络切片

在企业市场, 运营商正在寻求演进而不是革命的方法。正如有关比较5G与增强LTE在视频等高带宽应用服务方面的讨论一样, 物联网有若干细分领域, 这些需求可以通过混合部署策略来解决。运营商已经通过一系列LPWA技术为需要具有更长电池寿命的低功耗(例如监控、街道标牌、交通监控和停车收费)设备和物品提供服务。NB-IoT最近实现了标准化, 在2016年6月, 多家运营商宣布从2017年开始部署网络。一些物联网业务仍在用传统的2G网络, 同时, 也有免许可频段的LPWA技术, 比如Sigfox和LoRa。

需要5G承载的物联网业务主要有两种场景, 一种是需要更大规模连接, 另一种是需要更低时延(1ms以下)。在中国, 我们预计前者将包括物流跟踪、能源和电网管理。低时延型应用可能包括工业环境中的机器人连

接、车联网和城市交通管理。远程手术和自动驾驶也是重点关注的应用, 但这类应用与人类的安全紧密相关, 需要5G提供非常高的安全性和可靠性。

上述两种网络场景的主要需求是更高的连接密度(辅以低频谱的广泛覆盖)和低时延的能力——而不是提高移动宽带的速率。这需要网络架构更广泛的采用“软件化”和通过云(即建立更多的数据中心)将计算能力推进到网络边缘, 这也是新5G标准正在努力的方向。在核心网实现网络功能虚拟化(NFV)是5G可以通过网络切片(保证企业用户的容量和QoS)等新技术满足不同企业业务需求的前提, 因此, 2019-2020年5G商用之前, 大部分投资可能集中在升级现有网络, 为5G商用做准备, 而不是购买新的5G接入网设备。

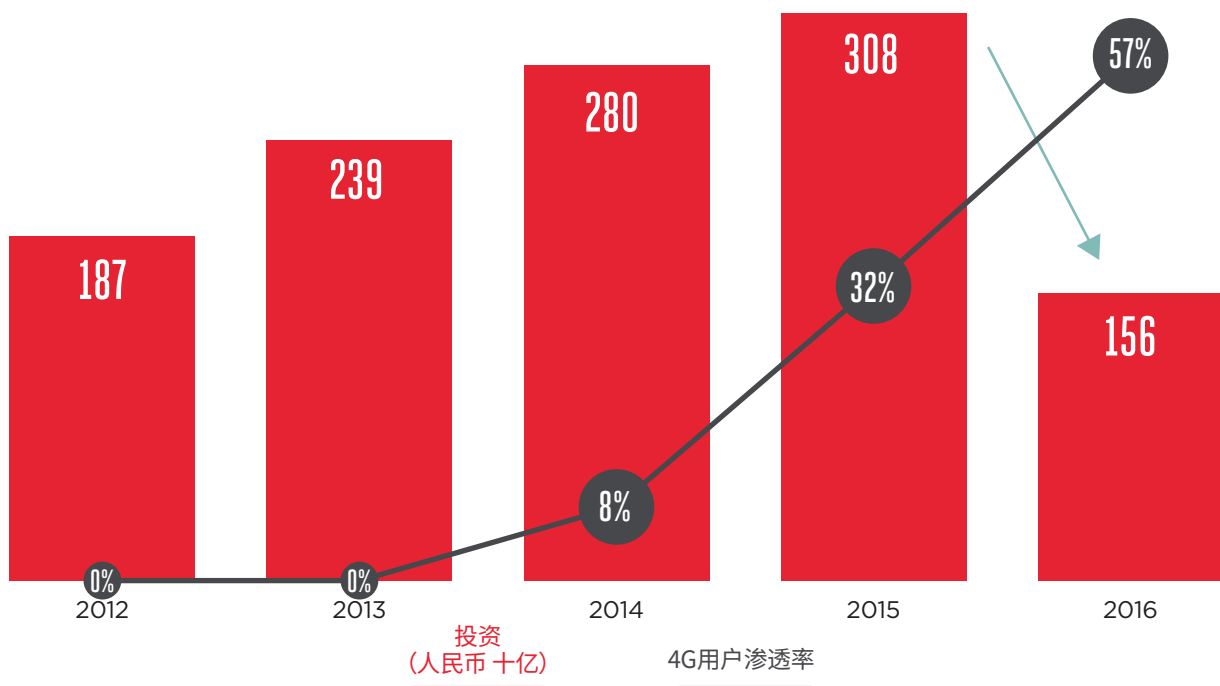
资本支出影响

中国4G投资周期已经持续了大约四年，2015年达到高峰，达到收入的31%，在2016年4G整体投资规模急剧下降50%（见图4）。投资周期呈现一种典型的前高后低特征。来自中国移动运营商的调研表明，5G投资相比于4G将更加平缓持久，大概将从2018年持续到2025年。初期商业部署很可能主要瞄准城市地区，投资在小基站、新天线和主设备，以及使用光纤回

传进行传输升级（高达10Gbps），以支持低于1ms的时延要求。后续5G覆盖将扩大到更广的农村地区，这可能需要新的站址和更多的资本支出，但实现更广泛的覆盖将进一步考虑商业成本和标准支持，我们预计在2020年之前不会推动这项工作，同时，2020年之前也不会出现5G资本支出占收入的比例达到与4G类似的25%或者更高水平的情况。

来源：GSMA Intelligence

4 中国4G投资已过峰值



注：包含所有中国移动运营商，包括一些固网的贡献。

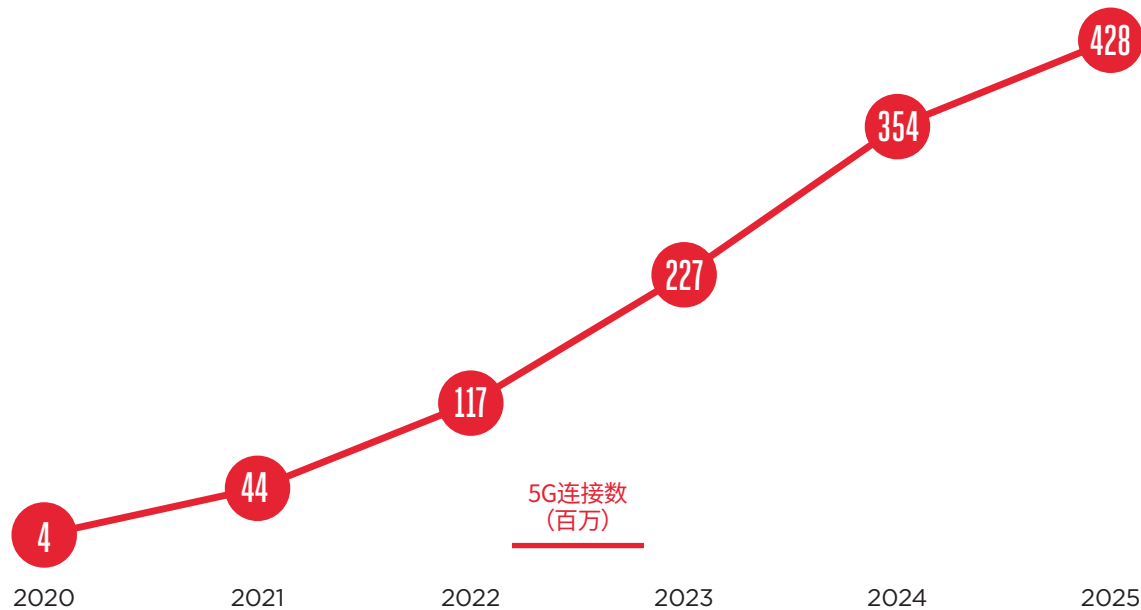
3

用户预测

随着2020年5G商用,我们预测中国5G连接数(不包括物联网连接)将会随着时间的推移而迅速扩大,到2025年将达到4.28亿。之后,连接数的进一步增长将取决于新增网络的部署(以及运营商获取投资回报率的能力)和5G终端的价格。

来源: GSMA Intelligence

5 中国5G连接数预测



我们的5G连接数预测采用的假设如下:

- 预计5G部署速度比4G慢
 - 中国4G网络的部署非常迅速, 需要满足之前已经发展起来的移动数据业务需求。
 - 5G网络初期主要作为热点技术来部署, 以补充现网容量, 运营商表示将根据需求来进行网络部署。
- 预计5G普及过程比4G慢
 - 考虑到5G网络部署速度的降低, 有限的覆盖是影响5G普及的一个限制因素。
 - 5G商用时将出现各种类型的终端, OEM厂商也会积极地将终端推向市场, 以便支持首先部署的5G网络。但是相比于更加成熟的4G终端市场, 初期5G终端款式有限。
 - 随着规模效应的显现, 5G终端的价格将随着时间的推移而下降, 特别是中国的OEM厂商将在推动这一趋势方面发挥关键作用。然而, 从中短期来看, 考虑到硬件需要支持更高的速率, 5G终端的价格可能需要较长的时间才能下降到与4G相同的程度。
 - 运营商对于5G终端的补贴将有力地推动5G的普及。对终端的补贴将从4G转移到5G, 以此推进5G的普及。中国联通和中国电信在5G时代可能会更加积极地从市场领先者手中争夺市场份额。

4

5G:地区发展比较

3GPP决定提前完成5G新空口标准,有利于推动部分运营商在2019年即可现5G新空口的大规模试验和部署。按照新的计划,将于2017年12月完成(具有详细协议和参数的第三阶段规范)5G标准的主要部分,特别是涉及芯片开发的内容。

新的标准将为基站和空中接口提供协议框架,能够带来性能提升并确保运营商和制造商之间的一致性。然而,与4G一样,随着设备商将产品推向市场,急于达成标准可能导致标准的不完善和碎片化的风险。剩余的时间表如下:2018年6月完成独立组网的标准

化,2018年9月完成5G独立组网的规范(5G独立组网意味着控制信号、覆盖和数据传输完全在5G新空口,而不依靠4G)。这些标准将成为Release15的一部分。

来源: 3GPP, Credit Suisse

6 新的3GPP时间表



以下全球运营商不同的5G部署时间表。根据3GPP的上述提速计划,部分运营商提前了自己的商业计划。

来源: 公司的数据

7 目前全球5G时间表

国家/地区	关注点
中国	中国移动计划2018年5G试商用, 到2020年实现正式商用, 中国联通也计划在2020年提供商用服务。
	中国电信已在广东省开展商用试点工作, 同样目标是在2020年提供商用服务。
美国	AT&T正在等待5G标准的完成, 然后进行标准5G的商用, 并预期在2018年底之前进行商业部署。
	Verizon已经发布了自己的5G技术规范, 并将在今年进行固定无线的5G试点。
	T-Mobile计划在2019年开始部署, 到2020年将实施“全国性”部署, Sprint表示在2019年末实施商业部署。
日本	KDDI, Softbank 和 NTT DoCoMo 都计划在2020年实施商业部署。
韩国	KT计划在2018年的平昌冬奥会上进行5G外场测试, 并将商业部署计划提前到2019年。
	SKT今年将进行现场测试, 并计划于2019年下半年进行商业部署。
欧洲	大规模商业引入的计划在2020年。
	到2025年, 主要城市和运输路线将会覆盖5G。

中国

中国高度重视5G战略地位，政府大力推进5G技术、标准和产业发展。中国在网络强国、制造强国、“十三五”规划、信息化发展战略等战略规划中，均对推动5G发展做出了明确部署。《中国制造2025》提出要全面突破第五代移动通信(5G)技术。《“十三五”规划纲要》指出，要加快构建高速、移动、安全、泛在的新一代信息基础设施，积极推进5G发展并启动5G商用。《国家信息化发展战略纲要》强调，要积极开展5G技术研发、标准和产业化布局，2020年取得突破性进展，2025年建成国际领先的移动通信网络。工信部、发改委和科技部于2013年2月支持产业界成立了IMT-2020(5G)推进组，与国际同步全面开展5G研发。与此同时，“新一代宽带无线移动通信网”重大专项和863计划积极部署5G研发课题，支持5G技术创新和产业发展。

中国积极加强5G国际合作，与欧美日韩等其他主要国家在政府和产业界建立了广泛5G国际合作体系。中国

IMT-2020(5G)推进组、欧盟5G PPP、日本5GMF、韩国5G论坛和美国5G Americas于2015年10月签署了五方合作备忘录，针对5G需求、概念、技术、标准、频谱等开展合作，并联合召开全球5G大会，引导全球5G共识形成。

中国积极开展技术试验，力争2020年实现5G商用。2015年9月，在北京召开的第五次中欧经贸高层对话上，中国国务院副总理马凯指出，中国力争2020年启动5G网络商用。中国已经发布5G试验计划，将试验分为技术研发试验(2016-2018年)和产品研发试验(2018年-2020年)两大阶段。2016年1月，我国全面启动5G技术研发试验，通过关键技术验证、技术方案验证和系统方案验证三个阶段的试验，支撑5G技术研发与国际化工作。2016年9月，IMT-2020(5G)推进组已完成5G关键技术验证，并启动第二阶段技术方案验证工作。

韩国

韩国政府正积极参与5G的发展，并与当地运营商合作开发自己的5G标准，将于2018年初提交国际电联。韩国立志成为首批实现5G商业化的国家之一。韩国方面认为在5G标准化过程中发挥主导作用将有助于实现这一目标。韩国未来创造科学部(MSIP)将定期举办论坛，寻求建立5G融合测试平台，完善规章制度，研究潜在应用。

KT计划于2018年在平昌冬奥会上实施5G服务外场测试，并将商业部署计划提前至2019年。然而，该公司迄今为止仅提供了有限的业务细节。SKT计划在今年年底前进行现场试验，并将与终端用户合作以了解最具吸引力的应用，这将有助于完善2019年下半年的5G商业部署。

日本

日本的运营商正在寻求有别于传统网络供应商的发展模式，专注于潜在的应用，并且扩展其现有的专业领域或商业能力。例如，NTT DoCoMo在数据中心和云服务方面拥有较强的市场竞争力，最近又宣布与丰田围绕自动汽车建立合作伙伴关系，专注于打造能够处理这些车辆产生的大量数据的下一代数据中心。软银一直在物联网领域进行广泛的战略布局，并获得了诸如ARM的关键战略投资。KDDI与丰田合作，专注于

开发自动驾驶汽车的全球平台。

NTT DoCoMo于2017年5月推出了多个试验站点，并宣布了一系列合作伙伴关系，旨在探索和明确5G最突出的应用和垂直行业。这符合世界移动世界大会上DoCoMo管理层的观点，不一定会成为第一家推出业务的运营商，也并没有改变其早前的目标，即在2020年商用的计划。

美国

在美国，两家最大的运营商正在采取不同的方式来部署5G。Verizon初期将5G定位在固定宽带业务，在大约十几个市场上进行了试验。该公司之前已经与多家设备厂商建立了自己的5G技术论坛，随后发布了自己的5G技术规范。根据该公司提交FCC的意见，Verizon将会在固定的基站和移动终端的波束成型天线上使用28 GHz频段。最有可能的应用是首先使用5G作为光纤替代品，以向消费者提供视频和宽带服务。

AT&T表示，其“演进网络”将为5G“打下基础”，尽管这些网络代表的是LTE-Advanced的部署。该公司已经支持加快3GPP标准化进程的举措，这表明，一旦

达成一致标准，它将开始启动商用，并将其作为现有网络部署的演进。AT&T已经开始在旧金山使用集中式RAN (C-RAN) 架构部署小型小区，并将在其他城市采用类似的模式，这种密集组网方式是迈向5G的关键一步。

T-Mobile最近宣布计划在2019年开始推出5G网络，目标是在2020年之前实现全国覆盖。该公司表示，一旦达成一致标准，设备开始上市，那么它将“以大片尚未使用的频段来实现全国范围内的5G快速部署”。T-Mobile已经将其低频带600 MHz频谱作为全国部署5G的关键频率，这与其他高频相比，可以实现快速部署。



5

展望和关键挑战



GSMA最近的报告突出了GSMA的分析研究成果, 目前主要有五个需要解决或处理的风险和挑战, 以释放5G的全部潜力:

- **商业案例:** 5G商业案例主要基于发现新的模式, 一方面能低成本高效益的进行5G部署, 一方面能够基于5G的优越能力来提升增量收益机会。行业面临的挑战是明确新的业务、新的细分市场(特别是企业市场)和正确的商业模式, 以释放5G的增量机会, 同时优化5G网络投资的成本。
- **频谱可用性:** 在5G时代, 频谱将仍然是关键的稀缺资源。在发布的5G愿景中, 授权和非授权频段都发挥着关键的作用。5G需要三个关键范围内的频谱, 1 GHz以下, 1-6 GHz和6 GHz以上, 以提供广泛的覆盖范围, 并支持所有业务。5G使用的频谱及频谱的成本将对5G产生重大影响。
- **技术改进:** 5G技术的许多改进将基于4G技术的改进, 如NFV / SDN、大规模MIMO和载波聚合等。然而, 与4G相比, 5G新空口将面临提供更高频谱效率的挑战, 不到10 ms的时延将对物理定律和网络拓扑结构形成挑战。同样, 使用毫米波频率将需要在设备和网络设计方面取得重大技术突破。
- **碎片化:** 从早期技术发展周期得到的一个重要经验是, 移动通信产业需要避免频谱、技术和运营商服务的碎片化, 移动行业才能更加成功。对于5G, 至关重要的是确保碎片化的程度最小, 并使运营商服务从一开始就符合标准化, 以实现最大的规模效益。
- **监管:** 鉴于提供5G所需的大量投资, 并为所有人提供可靠的连接, 政策制定者必须提供透明和可预测的促进投资和创新的政策框架。GSMA建议在5G时代到来之前实现监管现代化。最终, 5G研发、监管、资金和商业模式将决定移动行业的未来。

在准备这份报告过程中, 与中国、日本、韩国的运营商和其他生态系统参与者进行了一系列的讨论, 并从市场角度针对中国市场提出了如下观点:

- **商业案例:** 与其他地区一样, 中国运营商和其他生态系统参与者的初步重点是增强移动宽带业务, 具体应用案例如高清视频和AR / VR。在初期阶段, 对营收的影响还存在不确定性。尤其是AR和VR等领域缺乏可用的内容和应用, 以及存在设备成本和可用性的问题。企业市场中的商业模式和收入机会的逐步清晰需要依赖于更广泛的网络部署和5G生态系统的更高成熟度, 特别是基于5G的高可靠和低时延能力的创新型应用。
- **频谱:** 中国的频谱需求与其他地区的频谱需求相似, 主要关心6GHz以下频段的可用性, 这对于确保5G的覆盖和初期快速部署至关重要。中国政府已经开始对5G使用3.3-3.6GHz和4.8-5GHz征求意见。同时, 中国也正在积极研究毫米波频段的频谱需求, 已经公开征集24.75-27.5GHz、37-42.5GHz或其他毫米波频段5G系统频率规划的意见。目前为止, 欧盟, FCC和韩国MCIP已经在600 MHz、700 MHz、24.25-29.5GHz和37-43.5 GHz范围内确定了5G的“先行”频段。中国产业界普遍希望各地区的5G频段的协调一致, 以便于漫游和降低手机设备的成本。

- **技术改进:** 如果5G要满足长期多样化的服务需求,则需要技术创新,包括灵活的系统设计、新编码和新型多址方案。此外,4G技术的发展将在4G到5G的转型过程中发挥重要作用。从长远来看,在提供显著改进的频谱效率和系统容量,以及满足10ms以下时延要求方面,4G演进将面临挑战。同样,使用毫米波频率需要在终端和网络设计方面的重大技术突破。一些受访者指出,4G和5G网络可能在相当长的一段时间内并存。广泛的5G普及需要从终端到接入网,进而到内容提供商和垂直行业领域

整个价值链的进一步成熟。

- **碎片化:** 中国5G产业界强烈支持形成全球统一的5G标准,这将有益于更快的形成规模效应,并有助于实现5G网络潜在的收益。
- **监管:** 除了频谱,网络共享是中国5G产业界参与者反馈中提到的另一个话题。中国电信和中国联通已经扩大了网络共享协议,以降低4G网络部署的成本。中国电信最近指出,并不排除5G网络的联合部署。

5G正在全球加速发展。大规模MIMO和网络切片等新技术正在改变网络架构,扩展潜在业务的应用方式,但缺乏一致性的频谱可能会阻碍这些进程。WRC-19对实现这一愿景至关重要,1.13议题将重点研究在24.25GHz和86 GHz频率范围内寻求用于移动宽带业务的频谱。所有参与者需要明确哪些频段可用于5G网络,这项工作越早达成一致越好。

[gsma.com](https://www.gsma.com)



GSMA Head Office

Floor 2
The Walbrook Building
25 Walbrook
London EC4N 8AF
United Kingdom
Tel: +44 (0)20 7356 0600
Fax: +44 (0)20 7356 0601

GSMA 香港

香港湾仔
港湾道23号
鹰君中心12楼
1207-10室
Tel: +852 3960 5000

GSMA 北京

北京市
金融大街甲9号
金融街中心南楼10层
100033
Tel: +86 10 5737 9633

