

5G 技术及其发展现状介绍

—5G 产业链研究系列（一）

行业报告

2019 年 1 月 4 日

报告要点

5G技术简介：5G是第五代移动通信技术的简称，是4G通信技术的延伸，由于应用场景广泛而备受期待。未来5G技术将为人与人、人与物以及物与物之间提供一个安全自由的联通，真正地实现万物互联。5G标准主要有ITU（国际电信联盟）和3GPP完成，由ITU领导，3GPP主要负责技术标准和规范的具体设计和执行。

5G技术的应用场景：ITU定义了5G三个主要应用场景：增强型移动宽带（eMBB）、大连接物联网（mMTC）及低时延高可靠通信（uRLLC）。eMBB场景主要还是追求人与人之间极致的通信体验，对应的是3D/超高清视频等大流量移动宽带业务；mMTC和uRLLC则是物联网的应用场景，eMTC主要体现物与物之间的通信需求，面向智慧城市、环境监测、智能农业、森林防火等以传感和数据采集为目标的应用场景；uRLLC应用对时延和可靠性具有极高的指标要求，面向如车联网、工业控制等垂直行业的特殊应用需求。

5G的关键技术：5G由“标志性能力指标”和“一组关键技术”来共同定义。标志性能力指标为“Gbps用户体验速率”；一组关键技术包括大规模天线阵列、超密集组网、新型多址、全频谱接入和新型网络架构等。

5G与4G的区别：（1）高频段5G基站数量大增；（2）天线数大量增加；（3）增加带宽，全频谱接入；（4）支持Device to Device；（5）核心网网元下沉，以云化为方向，SDN/NFV 为关键技术。

5G商用进程：目前全球运营商都在紧锣密鼓的布局5G商用。截止2018年11月，全球已有182个运营商在78个国家进行了5G的试验和部署。中国亦宣布了将在2019年开始5G的试商用，并在2020年推动规模商用，且主流的手机终端厂商均已陆续发布其5G智能手机的研发进展。

联系方式

山证国际

+852-3192 1000

research@ssif.com.hk

一、5G 技术简介

5G 是第五代移动通信技术的简称，是 4G 通信技术的延伸，由于应用场景广泛而备受期待。随着我国 4G 技术的发展和普及，优质的数据传输效率和速度也使得用户体验越来越好，人们享受到互联网时代移动通信技术发展带来的优质用户体验。未来，5G 技术将为人与人、人与物以及物与物之间提供一个安全自由的联通，真正地实现万物互联。

5G 标准主要有 ITU（国际电信联盟）和 3GPP 完成，由 ITU 领导，3GPP 主要负责技术标准和规范的具体设计和执行。2015 年世界无线电通信大会（WRC-15）上确定了 6GHz 以下用于 5G 的频段（各区域略有不同），同时确定了 11 个 6GHz 以上高频段候选频段，根据 ITU 计划，这些频段将在 2019 年 WRC-19 中得到确认。

图表 1：5G 标准制定过程



数据来源：IMT-2020 (5G) PG (推进组)

二、5G 技术未来应用场景

未来网络将是 4G LTE 与 5G NR 长期共存的状态，5G 和 4G、WiFi 等现有网络共同满足多场景需求，实现室内外网络协同。4G 网络已实现为用户提供随时随地享受移动互联网的便捷，满足了个人用户对视频、图像等高质量传输需求；而 5G 未来的应用场景将更多在工业互联网、制造领域、智慧城市及车联网等应用场景；两者具备长期共存、协同发展的特性。

ITU 定义了 5G 三个主要应用场景：增强型移动宽带（eMBB）、大连接物联网（mMTC）及低时延高可靠通信（uRLLC）。eMBB 场景主要还是追求人与人之间极致的通信体验，对应的是 3D/超高清视频等大流量移动宽带业务；mMTC 和

uRLLC 则是物联网的应用场景，eMTC 主要体现物与物之间的通信需求，面向智慧城市、环境监测、智能农业、森林防火等以传感和数据采集为目标的应用场景；uRLLC 应用对时延和可靠性具有极高的指标要求，面向如车联网、工业控制等垂直行业的特殊应用需求。我国亦为 5G 技术定义了四大应用场景：连续广域覆盖、热点高容量、低功耗大连接和低时延高可靠，主要是进一步把移动宽带划分为连续广域覆盖和热点高容量。

华为在 5G 白皮书中也给出了未来 5G 技术的十大重要应用场景：云端图形计算、车联网、智慧制造、智慧能源、无线医疗、无线家庭娱乐、联网无人机、社群直播网络、个人 AI 助理及智慧城市等。其中最依赖 5G 技术的是云端即时运算电脑图形渲染和建模，在实现低时延大量数据传输后，将大大降低 VR 及 AR 的设备需求，为 VR 及 AR 的相关技术在各行业领域的应用发展提供重要支持。

三、5G 的关键技术

(1) 大规模天线技术 (Massive MIMO)：

基于多用户波束成形（将无线信号只按特定方向传播的技术）的原理，在基站端布置几百根天线，对几十个目标接收机调制各自的波束，通过空间信号隔离 (SDMA)，在同一频率资源上同时传输几十条信号。这种对空间资源的充分挖掘，可以有效利用宝贵而稀缺的频带资源，并且几十倍地提升网络容量。Massive MIMO 技术，同时还能在每一个波束上增强指定方向的发射功率，用以弥补在 5G 高频段上的覆盖能力缺陷；此外 Massive MIMO 系统还可以相应地降低每一个子通道的功率要求。

(2) 超密集网络部署 (UDN)：

超密集组网 (Ultra Dense Deployment 超密集网络部署)，通过增加网络部署密度，缩短各个发射节点之间的距离，改善网络覆盖范围，可以促使终端在热点区域获得更多的频谱，提升业务的功率效率、频谱效率，大幅度提升系统容量，并对业务进行分流，保证业务在各种接入技术和各覆盖层次间负荷分担。超密集组网的典型应用场景包括：办公室、密集住宅、密集街区、校园、大型集会、体育场、地铁、公寓等等，密集组网对基站和微基站的需求加大。

(3) 新型多址：

新型多址是 5G 创新性的技术方向。多址接入技术的基本原理是利用为不同用户发送信号特征上的差异（例如信号发送频率、信号出现时间或信号具有的特定波形等）来区分不同用户。依据信号在频域、时域波形以及空域的特征，多址接入技术基本可分为频分多址 (FDMA)、时分多址 (TDMA)、码分多址 (CDMA) 和空分多址 (SDMA) 4 种方式。3GPP RAN1 在 2016 年中的会议决定：eMBB 场景的多址接入方式应基于正交的多址方式，非正交的多址技术只限于 mMTC 的上行场景。这就意味着，eMBB 的多址技术将更可能采用 DFT-S-FDMA 和 OFDMA。

华为 SCMA、中兴 MUSA 和大唐的 PDMA 等将竞争 mMTC 的上行多址方案。

(4) 全频谱接入：

传统 6GHz 频段的频谱由于其较好的信道传播特性，目前已经非常拥挤，无法满足未来指数型增长的需求。6GHz 以上具有非常丰富的连续频谱资源，适合满足未来增强型移动宽带对高速率和连续大宽带的需求。6GHz 以下的频段，成为提供覆盖业务移动性的主频段，6GHz 以上的频段将成为高密度地区的峰值流量承载频段。6GHz 以上高频段研发不足，将面临一些挑战。

(5) 新型网络架构：

中国电信最早提出“三朵云”5G 网络架构，该架构最终成为 IMT-2020 后续在其《5G 概念白皮书》和《5G 网络技术架构白皮书》中发布的 5G 网络架构的基础。整个网络架构由三朵“云”组成——控制云、接入云、转发云。新型“三朵云”5G 网络架构通过引入 NFV 和 SDN 等技术，将未来移动网络的控制面与转发面分离，将作为上层应用的网络控制功能与底层网络基础设施分离，利用标准的 IT 虚拟化技术，在通用的高性能服务器、交换机和存储设备上，以软件形式部署各种功能模块，并通过网络编排与管理系統针对具体场景需求进行网络功能剪裁和按需组网部署，从而实现一种向业务场景适配的 5G 网络架构，是未来网络架构的发展趋势。

(6) 网络切片：

不同业务场景对网络要求差异明显。在同一张网络中实现不同的场景功能，需要使用网络切片技术，将不同的网络服务放在不同的网络切片（一组逻辑网络功能的集合）中。为了实现网络切片，NFV（网络功能虚拟化）是一个先决条件。网络切片除了可以实现不同业务场景外，还可以满足按不同租户（如虚拟运营商）需求，形成多个并行的虚拟网络。

(7) 移动边缘计算（MEC）：

移动边缘计算：将计算放在边缘，与基带池放在同一位置，使得移动计算能够维持本地内容高速缓存，进而改善用户服务。将云计算和云存储拉近到网络边缘后，MEC 可以创造出一个具备高性能、低延迟与高带宽的电信级服务环境，加速网络中各项内容、服务及应用的分发和下载。电信运营商自身也希望能够利用 MEC 的智能基站等技术，扩张业务，不再局限于担当单一的浏览传输管道。

(8) 超宽带承载网：

5G 带来的高流量、低延时，对现有传送网和数据承载网提出了更高的要求。超宽带网络的特质体现在大容量、扁平化、智能化、协同化等，构建过程中需要综合考虑降低建网成本，提升运维效率并向未来平滑演进等。具体技术演进上，有两个关键特性：管道容量提升、管道智能化管理。

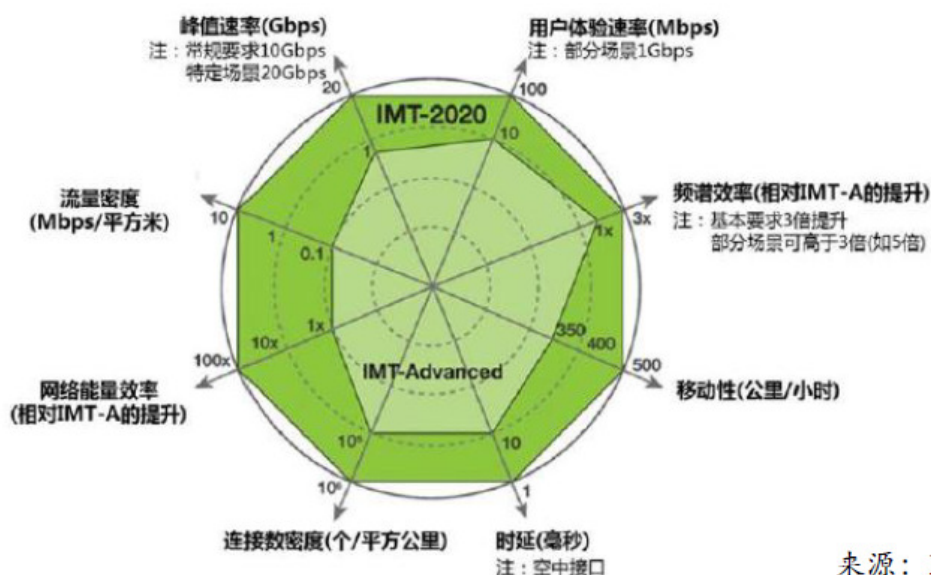
四、5G 与 4G 的区别

现有 4G 的数据传输速度已经达到 1Gbps 以上，甚至在高速移动下也能达到 100Mbps，支持语音通信向影像通信技术的发展，并应用到金融、医疗、教育和交通等产业上。ITU 针对 5G（IMT-2020）关键技术指标给出了以下目标值：用户体验速率达到 0.1-1Gbps、5G 系统能满足以 20 Gbps 的峰值速率的数据传输速度支持数万以上用户、空口时延提升到 1ms 等。

图表 2：5G 与 4G 的区别

技术指标	用户体验速率	峰值速率	流量密度	连接数密度	空口时延	移动性	能效	频谱效率
4G参考值	10Mbps	1Gbps	0.1Tbps/km ²	10 ⁵ /km ²	10ms	350km/h	1倍	1倍
5G目标值	0.1-1Gbps	20Gbps	10Tbps/km ²	10 ⁶ /km ²	1ms	500km/h	100倍提升（网络侧）	3-5倍提升
提升倍数	10-100倍	20倍	100倍	10倍	1/10	1.43倍	100倍	3-5倍

数据来源：ITU，IMT-2020



来源：ITU

总体而言，5G 相对于 4G 在无线技术及网络技术上有以下创新：

图表 3：5G 相对 4G 的技术创新

5G 无线技术	增加基站数，超密集组网，实现频率复用效率的巨大提升。
	增加天线数，大规模天线阵列，可支持数十个独立的空间数据流，将数倍提升多用户系统的频谱效率。
	增加信噪比，新型多址接入，发送信号在空/时/频/码域的叠加传输来实现系统频谱效率和接入能力的显著提升。
	增加带宽，全频谱接入，6GHz以下频段作为5G的优选频段，6-100GHz高频作为5G的辅助频段。
5G 网络技术	软件定义网络（SDN）、网络功能虚拟化（NFV）、新型网络架构。
	未来的5G网络与4G相比，网络架构将向更加扁平化的方向发展，控制和转发将进一步分离，网络可以根据业务的需求灵活动态地进行组网，将是基于SDN、NFV和云计算技术的更加灵活、智能、高效和开放的网络系统。
	在新型开放的网络系统下形成“三朵云”即接入云、控制云和转发云三个域。

五、5G 技术发展现状及商用进程

全球主要经济体的数字经济转型战略均将 5G 作为优先发展的领域，美国、欧美、日本、韩国等全球主要经济体都在力图超前研发和部署 5G 网络，普及 5G 应用，加快数字化转型的步伐。

图表 4：各国 5G 发展进程

国家/地区	关注点
中国	根据《“十三五”国家信息化规划》，到 2020 年，5G 完成技术研发测试并商用部署。 根据国内三大运营商规划，2018 年已经开始陆续在主要城市进行 5G 试验，2019 年则进行规模试商用，2020 年正式开始商用部署。
美国	Verizon 初期将 5G 定位在固定宽带服务（用 5G 替代光纤，2017 年已在美国 11 个市场进行测试，预计在 2018 年正式启动固定 5G 商用服务。固定 5G 也能适应 eMBB 场景。 AT&T 计划在 2018 年底在美国 12 个城市推出移动 5G 网络。 T-Mobile 宣布在 2019 年开始推出 5G 网络，目标在 2020 年底前实现全美覆盖。
日本	KDDI、Softbank、NTT DoCoMo 均计划在 2020 年实现商业部署，首先在覆盖东京地区，以支持 2020 年东京奥运会和残奥会。日本计划在 2023 年把“5G”的商业利用范围扩大至全日本。
韩国	韩国科技信息通信技术部已经与 SK 电讯（SKT）、韩国电信（KT）及 LG Uplus 制定了“2019 年初开始商用 5G 业务、2020 年在全国部署 5G 基础设施”的计划。 KT 在 2018 年 2 月的平昌冬奥会上提供 5G 服务，计划 2019 年进行 5G 商业化部署。 SKT 计划于 2019 年提供 5G 初期商业服务。根据 SKT 公告，SKT 已于 2017 年 12 月在 K-City（一座自动驾驶模拟城市）部署 5G 网络。
欧洲	计划在 2020 年进行大规模商业引入。到 2025 年，主要城市和运输路线将会覆盖 5G。

数据来源：信通院、GSMA

目前，全球运营商都在紧锣密鼓的布局 5G 商用，截止 2018 年 11 月，全球已有 182 个运营商在 78 个国家进行了 5G 的试验和部署。（1）美国 Verizon 于 2017 上半年为美国 11 个城市的部分用户推行 5G“预商用服务”。耗资 18 亿美元收购 XO 通讯，XO 通讯 28GHz 频段平铺已经开始试用；Verizon 计划在 2019 年进行商用部署。（2）日本 NTT Docomo 于 2017 年 5 月在东京启动 5G 测试站点，测试用到的频 28GHz 和 4.5GHz，并且已经开始商用系统的开发，计划在 2019 年部署商用 5G 网络。（3）韩国 Korea Telecom 于 2018 年初计划在 28GHz 开展 5G 预商用试验，支持平昌冬奥会；计划分配 3.4~3.7GHz 的频率，并用于 5G 商用部署；预计 2019 年开始 5G 的规模商用。（4）Vodafone 于 2017 年 3 月公布具体的测试计划并开始测试；2018 年开始预商用测试并于 2019 年部署商用 5G 网络。

我国亦宣布了将在 2019 年开始 5G 的试商用，并在 2020 年推动规模商用。（1）中国移动于 2017 年 5 月确定上海、广州、苏州、宁波为首批 5G 试验网城市，开展 5G 试验网建设、进行 5G 外场测试；2018 年在 20 个城市启动预商用试验；预计于 2019 年进入大规模试验网阶段，5G 城市数量将达到 100 个；并将于 2019 年上半年开始在 12 个城市开展 9 大类 5G 应用示范，其中，包括医疗、人工智能、交通、教育、工业制造、能源、市政、视频十、娱乐等；（2）中国联通于 2017 年

完成 5G 无线、网络、传输及安全等关键技术研究，基于 5G Open Lab 完成 5G 实验室环境建设；并于 2018 年完成 5G 商用产品实验室功能验证，完成联通建设方案，在 4-6 城市进行 19 站规模试验网建设。预计于 2019 年进入试商用时期，将试验规模逐步扩大至更多城市，每个城市更多站点，并同步推进 5G 网络预商用。(3) 中国电信于 2017 年 8 月，宣布在兰州、成都、深圳、雄安、苏州、上海 6 个城市开启 5G 试验，每个城市 6~8 站，目前主要在 3.5GHz 频段的无线组网能力和方案验证；2017 年 10 月就已经在深圳完成全国首个 5G 试验站点部署；计划到 2019 年 3 月，深圳全市预计将建设 70 个站点，进一步扩大到福田、宝安、坪山等区域；并预计于 2020 年实现 5G 商用的目标。

主流的手机终端厂商均陆续发布其 5G 智能手机的研发进展：(1) 小米在 2018 年 9 月已经打通了 6GHz 以下频段下 5G 指令和数据链路连接；10 月在 mmWave 毫米波段也打通了连接；11 月小米 Mix3 工程机已实现通过 5G 网络发微博，并宣布 5G 版小米或于 2019 年在欧洲上市。(2) 三星预计在 2019 年春天推出 5G 版的 Galaxy S10 Plus 手机。(3) 华为则计划在 2019 年 2 月的 MWC 上推出可折叠的 5G 手机，并在下半年正式销售；此外，华为还表示在 MWC 前后可能会出首款 5G 基带的 P30 Pro 机。(4) OPPO 在 2018 年 8 月已率先打通了 5G 信令和数据链路，并在 10 月实现了 5G 手机的上网。(5) 中兴在 2018 年 11 月宣布中兴的终端手机已成功实现了 5G 呼叫、5G 上网、5G 微信收发，并表示会在 2019 年上半年推出 5G 商用手机，2020 年实现 5G 终端喀什批量上市。(6) 摩托罗拉则在 2018 年 8 月推出了收款支持 5G 模块的手机 Moto Z3，并已成功在 Moto Z3 手机上测试 3GPP 5G NR 商用网络，实现 5G 上网。

免责声明

此报告只提供给阁下作参考用途，并非作为或被视为出售或购买或认购证券的邀请或向任何特定人士作出邀请。此报告内所提到的证券可能在某些地区不能出售。此报告所载的资料由山证国际金融控股有限公司（山证国际）编写。此报告所载资料的来源皆被山证国际认为可靠。此报告所载的见解，分析，预测，推断和期望都是以这些可靠数据为基础，只是代表观点的表达。山证国际，其母公司和/或附属公司或任何个人不能担保其准确性或完整性。此报告所载的资料、意见及推测反映山证国际于最初发此报告日期当日的判断，可随时更改而毋须另行通知。山证国际，其母公司或任何其附属公司不会对因使用此报告内之材料而引致任何人士的直接或间接或相关之损失负上任何责任。此报告内所提到的任何投资都可能涉及相当大的风险，若干投资可能不易变卖，而且也可能不适合所有的投资者。此报告中所提到的投资价值或从中获得的收入可能会受汇率影响而波动。过去的表现不能代表未来的业绩。此报告没有把任何投资者的投资目标，财务状况或特殊需求考虑进去。投资者不应仅依靠此报告，而应按照自己的判断作出投资决定。投资者依据此报告的建议而作出任何投资行动前，应咨询专业意见。