

# 全球 5G 发展现状与趋势

TDIA 研究部

随着 4G 产业走向成熟，全球主要国家及相关企业逐渐将产业发展重点投向物联网以及第五代移动通信系统(以下简称 5G)。近年来，在国际标准化组织以及各国政府与运营商的努力下，5G 标准化进程不断加速，中美日韩及欧洲等国家和地区 5G 频谱规划相继出台，全球大多数主流运营商已经开始布局 and 部署 5G 网络。

## 一、5G 标准化进程不断加速

国际电信联盟 ITU 于 2012 年设立了“2020 及之后的国际移动通信 (IMT) 项目”，为全球 IMT-2020 研究和开发提供框架，并在 2015 年正式将“IMT-2020”确定为 5G 的法定名称。2016 年 12 月，ITU 发布了 5G 网络标准草案，涵盖达到 5G 移动通信系统关键性能目标所需的网络创新体系、架构、技术等内容。2017 年 4 月 19 日，ITU 发布了第一份 5G 相关的国际标准 ITU-T Y.3071。

全球移动通信标准化组织 3GPP 于 2015 年启动 5G 标准的制定工作。3GPP 已经在 2016 年开始了 5G 标准的预研，后续 5G 技术方案征集、标准化工作等也在紧锣密鼓地开展。R14 主要开展 5G 系统框架和关键技术研究，已经在 2017 年 6 月冻结。R15 的标准化工作已经于 2017 年下半年正式展开，致力于推出第一套 5G 标准。到 2017 年 12 月，R15 版本仍基于 4G 核心网，采用 Non Stand-Alone (NSA) 架构。2018 年 9 月冻结的 R15 将引入 5G 核心网，支持 NSA 架构、

NR Stand-Alone 架构，以及 eLTE Stand Alone 架构。满足 ITU 要求的 5G 标准完整版本 R16 计划在 2019 年底完成，并作为 IMT-2020 标准提交 ITU。

## 二、5G 频谱规划相继出台

为在全球 5G 发展中占得先机，以中国、美国、欧洲、日本、韩国为首的多个国家和地区已发布了各自的 5G 频谱规划。

表 1 主要国家 5G 频谱规划

国家	低段频谱	中段频谱	高段频谱
中国		3.3-3.4GHz(室内); 3.4-3.6GHz;4.8-5GHz	24.75-27.5GHz;37-42.5GHz 征求意见
美国			27.5-28.35GHz;37-38.6GHz;38.6-40GHz;64-71GHz
韩国		一阶段：3.4-3.7 GHz	一阶段：27.5-28.5 GHz 二阶段：26.5-27.5 GHz;28.5-29.5 GHz
日本		3.6-4.2 GHz; 4.4-4.9GHz	27.5-29.5 GHz
欧盟	700 MHz	3.4-3.8GHz 2020 年前主要频段	24.25-27.5GHz 5G 先行频段
德国	2GHz	3.4-3.7GHz 国家用途 3.7-3.8GHz 区域使用	已被占用
英国	700 MHz	3.4-3.8 GHz	26 GHz

资料来源：TDIA，2017 年 10 月

如表 1 所示，美国于 2016 年 7 月公布的 5G 频谱规划主要以高频段频谱为主。欧洲测试频率由 1GHz 以下、1-6GHz 和 6GHz 以上频段共同组成。韩国计划于 2018 年平昌冬奥会期间，在 26.5-29.5GHz 频段部署 5G 试验网络。日本重点考虑规划 3.6-4.2GHz、4.4-4.9GHz、27.5-29.5GHz 等频段。中国先后就 3.3-3.6GHz、4.8-5GHz 中段频谱以及 24.75-27.5GHz、37-42.5GHz 高段频谱公开征求意见，并于 2017 年

11 月明确将 3.3-3.4GHz(原则上限室内使用)、3.4-3.6GHz 和 4.8-5GHz 的中段频段划分为 5G 系统的工作频段。

### 三、中国 5G 逐渐领跑全球

我国移动通信技术起步虽晚，但在 5G 标准研发上正逐渐成为全球的领跑者。近年来，我国政府、企业、科研机构等各方高度重视前沿布局，力争在全球 5G 标准制定上掌握话语权。2013 年 2 月，工信部、发改委和科技部组织成立了“IMT—2020（5G）推进组”，主要负责协调推进 5G 技术研发试验工作，与欧美日韩等国家建立 5G 交流与合作机制，推动全球 5G 的标准化及产业化。2016 年 3 月，TD 产业联盟组建 5G 测试技术工作组，并联合企业开展相关专题研究，发布测试研究报告，为 5G 测试产业优先布局保驾护航。

国内 5G 技术研发试验进展良好。2016 年 1 月，中国正式启动 5G 技术研发试验，并在 2016 年底完成第一阶段 5G 试验，初步验证无线关键技术性能以及关键网络技术的性能。第二阶段测试中面向 5G 新空口的无线技术测试已顺利完成，各个厂商的 5G 技术集成方案可以满足 ITU 所确定的几个场景的关键指标，2017 年底前还将完成网络部分的测试。第三阶段试验于 2017 年 11 月 23 日正式启动，将加快建设试验环境以及设备研发、开展融合试验，促进 5G 相关业务与应用同步发展，力争在 2018 年底前推进 5G 产业链主要环节基本达到商用水平。

截至目前，我国在北京怀柔已经规划了 30 个站规模的 5G 外厂建设，华为、中兴、大唐、爱立信、诺基亚贝尔 5 家系统厂商共同完

成了 15 个站的建设工作，有力支撑了 5G 研发技术的试验，也加速了产业链的合作与技术的成熟。2018-2020 年，中国计划推出 5G 产品研发试验，并于 2019 年展开 5G 试商用，2020 年实现 5G 规模商用。中国移动、中国联通以及中国电信作为中国 IMT-2020（5G）推进组创始成员和核心成员，积极推动中国 5G 发展。

## 1. 中国移动 5G 动态

目前，中国移动积极开展 5G 技术研究和试验，加强云计算、大数据、物联网、工业互联网等应用基础设施。5G 规划路径如下，中国移动已经在 2016 年启动了 5G 技术试验、标准定制及产品开发，2017 年、2018 年将分别启动外场试验，并开展面向商用化的规模实验，2020 年实现 5G 的规模商用。

中国移动跟进 5G 研发，在 3GPP 中负责 5G 网络架构项目，成立 5G 联合创新中心，构建开放实验室。2017 年 6 月，中国移动牵头并联合 26 家公司提出的 SBA 架构正式被 3GPP 接纳为 5G 核心网统一架构。2017 年年底，中国移动还将制定完成 SPN 系列企业标准，华为、中兴以及烽火目前已经成功通过 SPN 原型设备实验室第一阶段测试，成功拉开了全球 5G 传输技术由研究到实现的序幕。

表 2 中国移动 5G 外场测试实验网部署情况

时间	城市	设备商	部署情况
2017 年 3 月	上海	华为	4 个低频 5G 基站和 2 个高频 5G 基站
2017 年 4 月	广州	中兴	1 个低频 5G 预商用基站
2017 年 5 月	宁波	华为/中兴/诺基亚	在中官路创业创新大街进行测试部署
2017 年 6 月	苏州	爱立信	7-10 个实验站点建设
2017 年 7 月	北京	大唐	7 个宏站，部分灯杆小站

资料来源：TDIA，2017 年 10 月

2017 年以来，中国移动在北京、上海、广州、苏州、宁波 5 个城市启动 5G 试验，推动平台架构成熟，中国移动 5G 试验网已经全面启动，稳步向 5G 商用迈进。

## 2. 中国联通 5G 动态

2017 年 6 月，中国联通与华为在上海金桥联合构建 5G 外场实验基地，完成了 5G 高、低频区域连片部署，打造了联通首个 5G 高（3.5GHz）、低频段（1.8GHz）双频试验场景。同期，中国联通携手中兴通讯在深圳开通了首个 5G 新空口（NR）外场测试站点，并完成相关业务验证。2018 年，中国联通将在 5-6 个城市进行 5G 系统组网验证，2019 年扩大 5G 试验的城市数量和基站规模，预计在 2020 年进行更大规模的面向商用的 5G 网络部署。

## 3. 中国电信 5G 动态

2016-2018 年是中国电信 5G 研发的原型无线组网能力验证阶段，中国电信正在推动 5G 新型网络架构、关键技术研发、验证 5G 技术方案，同时推动 5G 技术标准化和技术方案试验落地。2019 年是 5G 商用产品、预商用网络阶段，2020 年是 5G 规模商用阶段。

2017 年 8 月，中国电信在雄安新区宣布 5G 创新示范网建设启动，同时发布《中国电信 5G 创新示范网白皮书》。目前，中国电信 5G 创新示范网试验启动城市包括兰州、成都、深圳、雄安、苏州、上海 6 个城市，每个城市 6-8 站，目前主要测试 3.5GHz 频段的无线组网能力和方案验证。同时，中国电信联合垂直行业合作伙伴，合作研发

5G 创新示范应用，建立 5G 联合开放实验室，与合作伙伴共同打造 5G 生态链。

#### 四、5G 成为全球争夺新焦点

截至 2017 年 9 月，全球 49 个国家的 103 个运营商正在计划或部署 5G 技术研发，至少 23 个国家的 32 个运营商宣称已经开始部署 5G/Pre 5G 网络<sup>1</sup>。5G 已经成为全球争夺的新焦点，欧美日韩等发达国家积极布局 5G，抢占 5G 发展主导权，争取在新一轮的国际竞争中占据优势地位。



图 1 主要国家 5G 网络部署时间计划图

注：图中时间为各国运营商发布的最早 5G 网络部署时间

资料来源：TDIA，2017 年 10 月

##### 1. 美国 5G 进展

早在 2012 年，美国纽约就设立了无线研究中心，专注 5G 研究。英特尔、博通公司以及贝尔实验室以及 AT&T、Verizon、T-Mobile 等

<sup>1</sup> 数据来自《Evolution of LTE to 5G report》，GSA, 2017 年 10 月

运营商也积极开展 5G 研发,掌握了多项 5G 核心技术。2016 年 7 月, FCC 投票同意开放大量 24 GHz 以上高频频谱用于 5G, 美国成为全球首个为 5G 开放高频频谱的国家。2016 年, AT&T 以及 Verizon 领先开展了 5G 商用试验。

目前, **AT&T** 正与 12 家以上的全球型技术公司合作, 为 5G 网络的部署作充分准备。**AT&T** 参与促成 3GPP 在 2017 年年底发布非独立组网的 5G 新空口标准。在 2016 年初, **AT&T** 在德克萨斯州的奥斯汀开始了对固定无线 5G 蜂窝网络的第一次测试。2017 年 7 月, **AT&T** 已在印第安纳波利斯的部分区域推出了 5G 演进网络。在 2017 年年底前, **AT&T** 还将把 5G 测试扩大到德克萨斯州的韦科、密歇根州的卡拉马祖以及印第安纳州的南本德。**AT&T** 计划在 2018 年下半年在全美推出 5G 通信服务。

**Verizon** 已经在 2016 年年初开始了 5G 现场测试, 在 2016 年 7 月, 完成了自己的 5G 无线规范。2017 年, **Verizon** 向美国包括亚特兰大、达拉斯、丹佛、休斯顿、迈阿密、西雅图和华盛顿等 11 座城市的特定用户提供高速无线 5G 网络。**Verizon** 计划在 2018 年之前提供固定 5G 无线服务。

**T-Mobile** 计划利用 600MHz 频段在 2019 年开始推出真正的全国性 5G 服务, 到 2020 年全面推出, 爱立信和诺基亚则将成为其设备提供商。

## 2. 韩国 5G 进展

韩国是全球最早开展 5G 研究的国家之一，2013 年 6 月，韩国以 SKT 牵头，启动了 5GForum，5GForum 汇聚韩国内外知名企业，致力于打造韩国主导的 5G 产业生态。2014 年 4 月，韩国宣布由 KAIST 主导进行为期 5 年的 5G 技术研究。2017 年 4 月，韩国政府决定以 PPP 的方式制定韩国国家级 5G 移动通信技术标准，并计划在 2018 年 2 月提交给 ITU。这标志着，韩国将是第一个由国家政府提出要制定国家级 5G 标准的国家。韩国计划在 2017 年底提供 5G 核心服务的模拟服务，在 2018 年平昌冬奥会上提供 5G 试商用服务。

2017 年 5 月，**韩国电信 KT** 正式进入到了新型预标准 5G 试验网络的最后阶段。2017 年 9 月，韩国电信 KT 开始正式部署 5G 网络（28GHz），部署完成后，KT 将对其进行 3 到 4 个月的稳定性测试，并从 2018 年 2 月起正式提供 5G 服务。韩国电信 KT 计划在 2019 年下半年开始全国商用部署 5G 网络，并推出具备 5G 毫米波工作频段的智能手机。

**SK Telecom** 于 2015 年 10 月在韩国设立 5G 移动网络研究中心 5G Playground，在 2017 年 6 月成功展示了使用 3.5GHz 频段的 5G 通信。SKT 正在努力开发和核实关键 5G 技术，并计划在 2017 年底前进行大规模预商用 5G 部署，在 2018 年冬奥会开启 5G 试验网商用服务。SKT 与三星电子已经成功将 4G 和 5G 网络连接起来，实现 4G 和 5G 之间的自由切换，使 5G 网络更快地进入商业化阶段。



目前，**LG U+**与三星、华为等合作开发 5G 技术。2017 年 9 月，**LG U+**携手华为在首尔成功完成了 5G 密集城区外场第一阶段测试，涵盖了毫米波 28GHz 的覆盖和容量测试。2017 年 10 月，**LG U+**和華為一起，使用全球首款基于芯片组架构的 5G 毫米波 CPE，成功完成了全球首次 IPTV over 5G 的预商用验证，向 **LG U+** 5G 商用迈进了坚实的一步。

### 3. 日本 5G 进展

2013 年 9 月，日本设立“2020andBeyondAdHoc”项目，支持 5G 技术在未来十年的发展。2016 年 1 月，日本总务省成立 5G 研究组，讨论 5G 最新的相关政策。为配合 2020 年东京奥运会的举行，日本三大无线通信运营商 **NTT DoCoMo**、**Softbank** 以及 **KDDI** 计划届时在东京都中心城区等区域率先提供 5G 服务，并用 3 年时间逐步推广到全国。

**NTT DoCoMo** 目前正与多个网络设备商合作 5G 实验网设计，通过各频段的测试合作（如与华为合作的频段为 4.6GHz，与三星合作的频段为 28GHz）掌握网络部署要点。**NTT DoCoMo** 已经在台场临海、横滨港等地进行 5G 网络实验，可向下相容 LTE 网络。**NTT DoCoMo** 将从 2020 年开始提供 5G 服务。

目前，**KDDI** 联合诺基亚、三星、爱立信等厂商合作进行 5G 试验，进展良好。2017 年 9 月，**KDDI** 与爱立信达成合作，将在日本若干城市进行预标准 5G 测试，测试将涉及 4.5GHz 和 28GHz 频段的大量 5G 应用场景测试，包括 5G 和 LTE 之间的互通。

2016 年 9 月，**Softbank** 宣布 5G Project 正式启动，成为全球首家将 Massive MIMO 技术正式投入商用的运营商。2017 年 6 月，Softbank 与中兴开展了基于 4.5GHz 低频谱的 5G 外场测试。

#### 4. 欧盟 5G 进展

2013 年，欧盟先后启动 METIS 以及 5G PPP 项目，专注 5G 研究。除此之外，欧盟还支持 5G-Transformer、5GEx 等 5G 项目，参与企业涵盖欧盟主流的运营商、设备厂商以及科研单位，持续推进 5G 标准化和试验工作。2016 年 11 月，欧盟发布了欧洲 5G 频谱战略。欧盟计划在 2017 年底前制定出完整的 5G 部署路线图，2018 年开始预商用测试。2020 年各个成员国将至少选择一个城市提供 5G 服务。到 2025 年，各个成员国将在城区和主要公路、铁路沿线提供 5G 服务。

**Vodafone** 是欧洲主流运营商之一，其 4G 网络遍布英国、德国、西班牙、意大利等国。Vodafone 计划于 2017 年 12 月发布非独立的 5G NR 技术标准，并从 2019 年下半年正式开始推出商用的 5G 移动通信服务。为了更好迎接 5G 的到来，Vodafone 在欧洲 95%的城市地区进行光纤建设。2017 年 7 月，Vodafone 在英国部署大规模 MIMO，助力 5G 发展。2017 年 10 月，Vodafone 携手华为在米兰完成意大利首个 5G 新空口连接测试，标志着沃达丰 5G 网络部署计划向前迈出了重大的一步。

2015 年 2 月，德国电信成立 5G 创新实验室，该实验室在欧洲各地开展工作，推动 5G 技术的发展和标准化。2017 年 8 月，德国电信

与华为合作在柏林商用网络中成功部署基于最新 3GPP 标准的 5G 新空口网络连接，同时采用 5G 新空口与 4G LTE 非独立组网架构。德国电信将在 2018 年试运行 5G 网络，为广泛商用部署做准备。

## 5. 英国 5G 进展

英国将 5G 研究和发展作为争夺未来工业 4.0 制高点的战略举措，早在 2012 年就建立了 5G 创新中心 5GIC。2015 年 2 月，5GIC 开发出媲美光纤网络的超高速传输技术，传输速率可达 1Tbit/s。2016 年 10 月，5GIC 完成全球首个 FDC 演示。英国政府计划创建 5G 创新网络，以试用和演示 5G 应用，并计划于 2018 年初完成端到端 5G 试验，从 2018/19 年起推广测试。英国还将在 2017 年底前提出政府建筑和土地用于移动基础设施发展的方案，支持 5G 建设。

英国电信 EE 正在进行 5G 技术的实验室测试，并将于 2018 年开展 5G 网络测试。11 月 16 日，英国电信 EE 携手华为在伦敦进行 5G 上下行解耦测试，实现 C-Band 和 1.8GHz 共站同覆盖部署，5G 技术逐步完善与成熟。2019 年，EE 将进行小规模 5G 网络商用部署，2020 年实现 5G 的大规模商用。

Arqiva 积极开展 5G 研究，并在 2017 年 8 月获得在伦敦部署 5G 就绪小基站的许可。5G 就绪小基站对于 Arqiva 在 2020 年推出 5G 服务至关重要。Arqiva 计划携手三星在 2017 年底在伦敦试运营 5G 网络。

## 五、5G 发展趋势

从全球范围看，5G 将呈现出使用规模日益壮大、经济价值逐渐显现、应用场景层出不穷等特征。

### （1）中国或率先大规模商用 5G 网络

未来几年，商用 5G 网络将获得大量部署。中国将从 2019 年开始商用 5G 网络，或率先成为大规模商用 5G 网络的国家。到 2025 年，5G 网络将覆盖全球近三分之一的人口，5G 全球用户将呈现规模增长，或将达到 25 亿。预计，绝大多数的 5G 用户将集中在中国、美国、日本以及韩国，中国 5G 用户或将超过 4.5 亿，成为全球最大的 5G 市场。

### （2）4G 网络 5G 化成为向 5G 过渡的重要方式

目前，美、德、日、韩等国正积极推进 4G 网络 5G 化，将 4×4 MIMO、Massive MIMO 等 5G 技术提前应用到 4G 网络，不断提升 4G 网络能力，不断向 5G 演进。在 5G 网络发展部署初期，5G 的主要目标将是分流 4G 网络压力，扩充无线网络容量，增强移动宽带（eMBB）是初期 5G 网络的核心场景。

### （3）跨界融合将成为 5G 产业发展主旋律

在 5G 时代，通信行业和垂直行业的跨界融合将成为产业发展的主旋律。5G 是新经济时代的关键使能技术和基础设施，将为各个行业的变革和转型提供关键重要支撑。5G 将不断加速“移动互联网+”的发展，“移动互联网+”也将为 5G 网络带来海量数据连接以及更丰富的应用场景。

#### （4）5G 终端将实现多元化发展

在 5G 网络发展初期，智能手机仍是移动通信网络的主要终端。2019 年，5G 手机出货量预计将达到 200 万部；到 2025 年，全球在用的 5G 商用手机预计达到 30.44 亿部。随着 5G 网络大规模部署以及技术的成熟，海量物联网通信(mMTC)、低时延、高可靠通信(uRLLC)将得到更广泛的体现。5G 网络将为医疗仪器、家用电器等智能终端提供接入服务，支持智慧城市、环境监测、智能农业、智能工厂等多种应用场景，满足智能无人驾驶、工业自动化等垂直行业发展需求。

以 5G 为核心的新一代移动通信技术将成为各国经济增长的新动能，是新一轮国际竞争的制高点。中、美、日、韩等国在 5G 的标准、频谱规划以及测试与试验等方面接连取得突破性进展。移动通信已经深刻地改变了人们的生活，人们对更高性能移动通信的追求从未停止，5G 正向我们走来。