



# 5G移动通信技术研究

艾陈

中国航发沈阳黎明航空发动机有限责任公司，辽宁沈阳 110043

**[摘要]** 随着互联网技术的发展、5G技术的诞生，用智能终端分享3D电影、游戏以及超高画质（UHD）节目的时代已向我们走来。移动互联网的更高速、更便捷、更便宜成为人们追求的目标。5G网络作为第五代移动通信网络，其峰值理论传输速度可达每秒数1Gb，这比4G网络的传输速度快数百倍，整部超高画质电影可在1秒之内下载完成。

**[关键词]** 5G；移动通信；互联网

## 前言

在互联网技术迅猛发展的今天，全球对于第五代移动通信技术的研发已逐步成型。4G网络以最高可以达到100Mbps的传输速率代替了第三代移动通信技术，而5G可达到1Gbps。与4G相比，5G网络更能满足人们对日益增长的传输速率要求。同时，5G在传输过程中还体现出时延短、低功耗、可靠性高等特点。三星曾利用64个天线单元的自适应阵列传输技术，使电波的远距离输送成为可能，并能实时追踪使用者终端的位置，实现数据的上下下载交换。超高频段数据传输技术的成功，不仅保证了更高的数据传输速度，也有效解决了移动通信波段资源几近枯竭的问题。目前全球很多国家都已经开展了5G研发，中国多家通信设备厂商也都加入研究并生产5G网络产品的队伍，全球5G市场正蓄势待发。

### 1 对5G进展的概述

众所周知，在通信领域，高通是3G和4G标准的垄断者。为此，国内手机品牌每售出一台手机，都要向高通交纳一定的专利费用，这也就是所谓的“高通税”。核心技术缺失，让诸如华为、中兴等通信巨头在专利方面受制于人。从这一角度来说，中国成为5G核心标准制定者，将会彻底打破高通垄断的格局。国内已经确定将于2020年进行5G商用，三大运营商和诸多设备商积极进行5G布局，5G三大场景对通信性能提出更高要求，核心网和RAN架构的改变带动通信主设备和基站出现重大变化，天线MASSIVEMIMO技术的应用及频率提升，对基站射频提出更高要求，陶瓷滤波器和塑料振子有望成为主流，引领新的投资方向。基站速率提升和数量增多，带动模块投资机会。

全球云数据中心年流量将从2016年的6.8ZB上升到2021年的20.6ZB，2016年到2021年的年复合增长率高达24.7%。其中云数据中心流量占比将从2016年的88%上升至2021年的95%，2016-2021符合增长率26.6%，云计算市场高增速对IDC产生刚性需求。近期，中兴通讯与中国移动率先完成基于SA架构的5G核心网一阶段内场测试，具备实验室出场条件，为后期外场测试打下基础。本次测试，中兴通讯使用最新5G核心网版本，在中国移动实验室部署了独立组网的5G核心网，并率先完成了AMF、SMF、UPF、NSSF、UDM、AUSF、UDR、PCF、NRF等基本功能与业务流程的内场测试。

### 1.1 技术分析

5G网络的主要目标是让终端用户始终处于联网状态。5G网络将来支持的设备远远不止是智能手机——它还要支持智能手表、健身腕带、智能家庭设备如鸟巢式室内恒温器等。5G网络是指下一代无线网络。5G网络将是4G网络的真正升级版，它的基本要求并不同于无线网络。（1）传输速率：其5G网络已成功在28千兆赫（GHz）波段下达到了1Gbps，相比之下，当前的第四代长期演进（4G LTE）服务的传输速率仅为75Mbps。而此前这一传输瓶颈被业界普遍认为是一个技术难题，而三星电子则利用64个天线单元的自适应阵列传输技术破解了这一难题。5G网络意味着超快的数据传输速度。（2）智能设备：5G网络中看到的最大的改进之处是它能够灵活地支持各种不同的设备。除了支持手机和平板电脑外，5G网络将还需要支持可穿戴式设备，例如健身跟踪器和智能手表、智能家庭设备如鸟巢式室内恒温器等。在一个给定的区域内支持无数台设备，这就是科学家的设计目标。在未来，每个人将需要拥有10-100台设备为其服务。不过科学家很难弄清楚支持所有这些设备到底需要多大的数据容量。（3）网络链接：5G网络不仅要支持更多的数据，而且还要支持更多的使用率。5G网络，改善端到端性能将是另一个重大的课题。端到端性能是指智能手机的无线网络与搜索信息的服务器之间保持连接的状况。在发送短信或浏览网页的时候，在观看网络视频时，如果发现视频播放不流畅甚至停滞，这很可能就是因为端到端网络连接较差的缘故。（4）电池寿命：下一代无线网络还将带来智能手机和移动设备电池寿命的大幅提升。因为有很多较小的任务需要应用程序不停歇地运行。它们会随着时间的推移不断地蚕食手机的电池电量。

5G关键技术介绍如下：

1) FBMC（滤波组多载波技术）：在OFDM系统中，各个子载波在时域相互正交，它们的频谱相互重叠，因而具有

较高的频谱利用率。OFDM 技术一般应用在无线系统的数据传输中，在 OFDM 系统中，由于无线信道的多径效应，从而使符号间产生干扰。为了消除符号间干扰 (ISI)，在符号间插入保护间隔。插入保护间隔的一般方法是符号间置零，即发送第一个符号后停留一段时间（不发送任何信息），接下来再发送第二个符号。在 OFDM 系统中，这样虽然减弱或消除了符号间干扰，由于破坏了子载波间的正交性，从而导致了子载波之间的干扰 (ICI)。因此，这种方法在 OFDM 系统中不能采用。在 OFDM 系统中，为了既可以消除 ISI，又可以消除 ICI，通常保护间隔是由 CP (Cycle Prefix，循环前缀) 充当。CP 是系统开销，不传输有效数据，从而降低了频谱效率。而 FBMC 利用一组不交叠的带限子载波实现多载波传输，FMC 对于频偏引起的载波间干扰非常小，不需要 CP (循环前缀)，较大的提高了频率效率。

2) 非正交多址接入技术 (Non-Orthogonal Multiple Access, NOMA)：3G 采用直接序列码分多址 (Direct Sequence CDMA，DS-CDMA) 技术，手机接收端使用 Rake 接收器，由于其非正交特性，就得使用快速功率控制 (Fast transmission power control, TPC) 来解决手机和小区之间的远-近问题。而 4G 网络则采用正交频分多址 (OFDM) 技术，OFDM 不但可以克服多径干扰问题，而且和 MIMO 技术配合，极大的提高了数据速率。由于多用户正交，手机和小区之间就不存在远-近问题，快速功率控制就被舍弃，而采用 AMC (自适应编码) 的方法来实现链路自适应。NOMA 希望实现的是，重拾 3G 时代的非正交多用户复用原理，并将之融合于现在的 4G OFDM 技术之中。从 2G，3G 到 4G 多用户复用技术无非就是在时域、频域、码域上做文章，而 NOMA 在 OFDM 的基础上增加了一个维度——功率域。新增这个功率域的目的是，利用每个用户不同的路径损耗来实现多用户复用。实现多用户在功率域的复用，需要在接收端加装一个 SIC (持续干扰消除)，通过这个干扰消除器，加上信道编码 (如 Turbo code 或低密度奇偶校验码 (LDPC) 等)，就可以在接收端区分出不同用户的信号。NOMA 可以利用不同的路径损耗的差异来对多路发射信号进行叠加，从而提高信号增益。它能够让同一小区覆盖范围的所有移动设备都能获得最大的可接入带宽，可以解决由于大规模连接带来的网络挑战。NOMA 的另一优点是，无需知道每个信道的 CSI (信道状态信息)，从而有望在高速移动场景下获得更好的性能，并能组建更好的移动节点回程链路。

3) 大规模 MIMO 技术 (3D /Massive MIMO)：MIMO 技术已经广泛应用于 WIFI、LTE 等。理论上，天线越多，频谱效率和传输可靠性就越高。大规模 MIMO 技术可以由一些并不昂贵的低功耗的天线组件来实现，为实现在高频段上进行移动通信提供了广阔的前景，它可以成倍提升无线频谱效率，增强网络覆盖和系统容量，帮助运营商最大限度利用已有站址和频谱资源。我们以一个 20 平方厘米的天线物理平面为例，如果这些天线以半波长的间距排列在一个个方格中，则：如果工作频段为 3.5GHz，就可部署 16 副天线；如工作频段为 10GHz，就可部署 169 根天线。

4) 超宽带频谱：信道容量与带宽和 SNR 成正比，为了满足 5G 网络 Gpbs 级的数据速率，需要更大的带宽。频率越高，带宽就越大，信道容量也越高。因此，高频段连续带宽成为 5G 的必然选择。得益于一些有效提升频谱效率的技术 (比如：大规模 MIMO)，即使是采用相对简单的调制技术 (比如 QPSK)，也可以实现在 1Ghz 的超宽带实现 10Gpbs 的传输速率。

5) Ultra-dense Hetnets (超密度异构网络)：立体分层网络 (HetNet) 是指，在宏蜂窝网络层中布放大量微蜂窝 (Microcell)、微微蜂窝 (Picocell)、毫微微蜂窝 (Femtocell) 等接入点，来满足数据容量增长要求。

## 1.2 5G 发展现状

根据 2017 年 3 月 7 日在克罗地亚召开的最新会议表示，将 5G 新空口非独立组网特性完成时间从原定的 2018 年 6 月提前到 2017 年 12 月，提前了半年时间。非独立 5G 新空口将利用现有 4GLTE 无线和演进分组核心网络，将其作为移动性管理和网络覆盖的支柱，同时增添全新 5G 无线接入载波，从而在 2019 年即能支持部分 5G 功能，方便满足美日韩等积极的运营商加速部署的需求。可见 5G 标准加速了。另外值得关注的是，本次 5G 新空口协议由中国通信业巨头中兴通讯作为主编，彰显中国在 5G 时代的强有力地位。

## 2 5G 通信前景分析

### 2.1 5G 在我国前景

IPv6 是发展 5G 场景应用的基础，为 5G 及工业互联网等场景应用保驾护航。未来 5G 时代，只从物联网方面看，连接数预计 2020 年将达 500 亿，IPv4 显然已经不足以支撑未来互联应用场景。相对而言，IPv6 具备数量近乎无穷的 IP 地址，能支撑海量设备连接，这对于 5G 时代下移动互联网、物联网、工业互联网、云计算、大数据、人工智能等新兴业态的发展具有重要意义。目前，中国电信全网已基本完成 IPv6 升级改造，年底将全面开启网络 IPv6 能力。其中骨干网全面支持并开启 IPv6 并开通国际出口 20G，实现流量快速增长。

虽然目前 5G 还处在实验阶段，真正商用国内已确定 2020 年，但是 5G 已经成为 ICT 领域的热点名词。我国在通信技术标准领域经历了第一代空白、第二代跟随、第三代突破、第四代同步、第五代力争取得主导地位的加速发展。3G、4G 时代呈现出标准之争的局面在 5G 情况下是不会出现的，5G 技术标准将实现全球统一。我国移动通信技术已经取得一定成绩，在 5G 国际标准的制定工作中也起到重要作用，需要我国企业在 5G 网络方面进一步发力，争取中国 5G 标准能成为世界 5G 标准。

### 2.2 前景分析

(1) 市场规模大：我国通信技术服务市场在各大运营商网络建设规模持续增长的推动下，呈现快速增长态势。自 2008 年以来国内电信业固定资产投资额，每年都保持在 3,000 亿元以上。随着 4G 网络建设的持续、“宽带中国”以及政府信息化浪潮等利好消息，加上社会经济发展导致人们对信息技术需求的不断提升，各大运营商需不断提升其网络质量、提高网络带宽，确保其在市场竞争中能够占得先机，这些都使通信技术服务行业在一定时期内保持持续发展的态势。(2) 区域性差异大：由于我国各地区经济发展的不均衡，通信网络建设规模存在较大地区差异：东部沿海地

区通信网络建设规模远大于中、西部地区。根据工信部 2016 年统计数据, 2016 年, 东部地区实现电信业务收入 6,671.7 亿元, 占全国电信业务收入比重为 54.0%。中部地区占比与上年持平, 西部地区占比较上年小幅提升 0.2 个百分点, 达到 23.1%。因此, 未来一定时间内, 东部沿海地区网络建设将主要以技术更新和网络升级为主, 而中、西部区域新建网络将占据主导地位, 为通信服务企业带来广阔的发展前景。(3) 行业集中度低: 近十几年来, 国内从事通信技术服务的公司数量众多。在这些通信网络技术服务商中, 中通服及旗下各省工程公司的总体规模和市场份额处于优势地位, 设备制造商也占据一小部分市场份额。其他第三方通信技术综合服务商数量众多, 除了少数有竞争实力外, 大多数规模较小、以本地服务为主, 地域特性显著, 整体行业集中度较低。随着运营商对于通信技术服务提供商的要求不断提高, 在未来市场竞争中, 面向全国开展经营服务、专业能力强、综合实力强的企业, 凭借其经营业绩、资本实力、技术水平、管理团队能够实现业务的区域拓展和市场份额的提高。

### 2.3 5G 未来应用

5G 的应用不仅仅是上网、打电话, 还可以实现万物互联、各行各业的信息相互结合。如智慧城市、智能交通、工业自动化等等, 这意味着 5G 标准不仅仅只与移动通信行业有关。人们通过高科技可以达到“所想即所得”的水平。农民不需要到田里, 只需打开手机通过田间摄像头就可以随时查看农作物病害和虫害信息以及田间水量和养分等情况。如果农民种植过程中遇到问题, 可以把田间的情况通过发送视频给远方专家, 直接等待回复。当在用手机看足球比赛的直播时, 赛场周围安装了大量高清摄像头, 视频信号通过 5G 网络从遥远的球场瞬间传到手机或平板上, 只需用手指随意划动屏幕, 画面就会随着手指的移动而发生变化, 就可以享受观看全方位的比赛。

### 3 结束语

5G 虽然在未来的 2020 年就会被商用, 但仍有许多问题有待解决。在移动互联网快速发展的时代, 5G 将支持更大范围的信息服务互联和应用, 除个人消费业务外, 还可以满足更多的企业和社会需求。可以预测, 5G 虚拟现实、5G 智能车联网、远程遥控、紧急救援等领域, 将可借助 5G 技术得到推广。

### [参考文献]

- 
- [1] 网优雇佣军. 4G 还没建完我们为什么需要 5G [EB/OL].
  - [2] IMT-2020 (5G) 推进组. 5G 概念白皮书. 2015-2.
  - [3] 李远东. 全球 5G 研发现状 [EB/OL]. [2014-11-17].
  - [4] 高芳, 赵志耘. 全球 5G 研发现状概览 [J]. 全球科技经济瞭望, 2014 (7) : 59-61.