

## 详解 5G 的六大关键技术

2013 年 12 月，第四代移动通信(4G)牌照发放，4G 技术正式走向商用。与此同时，面向下一代移动通信需求的第五代移动通信(5G)的研发也早已在世界范围内如火如荼地展开。5G 研发的进程如何，在研发过程中会遇到哪些问题？本版将从即日起陆续刊发“5G 发展系列报道”，敬请关注。

在移动通信的演进历程中，我国依次经历了“2G 跟踪，3G 突破，4G 同步”的各个阶段。在 5G 时代，我国立志于占据技术制高点，全面发力 5G 相关工作。组织成立 IMT-2020(5G)推进组，推动重大专项“新一代宽带无线移动通信网”向 5G 转变，启动“5G 系统前期研究开发”等，从 5G 业务、频率、无线传输与组网技术、评估测试验证技术、标准化及知识产权等各个方面，探究 5G 的发展愿景。

在 5G 研发刚起步的情况下，如何建立一套全面的 5G 关键技术评估指标体系和评估方法，实现客观有效的第三方评估，服务技术与资源管理的发展需要，同样是当前 5G 技术发展所面临的重要问题。

作为国家无线电管理技术机构，国家无线电监测中心(以下简称监测中心)正积极参与到 5G 相关的组织与研究项目中。目前，监测中心频谱工程实验室正在大力建设基于面向服务的架构(SOA)的开放式电磁兼容分析测试平台，实现大规模软件、硬件及高性能测试仪器仪表的集成与应用，将为无线电管理机构、科研院所及业界相关单位等提供良好的无线电系统研究、开发与验证实验环境。面向 5G 关键技术评估工作，监测中心计划利用该平台搭建 5G 系统测试与验证环境，从而实现对 5G 各项关键技术客观高效的评估。

为充分把握 5G 技术命脉，确保与时俱进，监测中心积极投入到 5G 关键技术的跟踪梳理与研究工作中，为 5G 频率规划、监测以及关键技术评估测试验证等工作提前进行技术储备。下面对其中一些关键技术进行简要剖析和解读。

### 关键技术 1：高频段传输

移动通信传统工作频段主要集中在 3GHz 以下，这使得频谱资源十分拥挤，而在高频段(如毫米波、厘米波频段)可用频谱资源丰富，能够有效缓解频谱资源紧张的现状，可以实现极高速短距离通信，支持 5G 容量和传输速率等方面的需求。

高频段在移动通信中的应用是未来的发展趋势，业界对此高度关注。足够量的可用带宽、小型化的天线和设备、较高的天线增益是高频段毫米波移动通信的主要优点，但也存在传输距离短、穿透和绕射能力差、容易受气候环境影响等缺点。射频器件、系统设计等方面的问题也有待进一步研究和解决。

监测中心目前正在积极开展高频段需求研究以及潜在候选频段的遴选工作。高频段资源虽然目前较为丰富，但是仍需要进行科学规划，统筹兼顾，从而使宝贵的频谱资源得到最优配置。

### 关键技术 2：新型多天线传输

多天线技术经历了从无源到有源，从二维(2D)到三维(3D)，从高阶 MIMO 到大规模阵列的发展，将有望

实现频谱效率提升数十倍甚至更高，是目前 5G 技术重要的研究方向之一。

由于引入了有源天线阵列，基站侧可支持的协作天线数量将达到 128 根。此外，原来的 2D 天线阵列拓展成为 3D 天线阵列，形成新颖的 3D-MIMO 技术，支持多用户波束智能赋型，减少用户间干扰，结合高频段毫米波技术，将进一步改善无线信号覆盖性能。

目前研究人员正在针对大规模天线信道测量与建模、阵列设计与校准、导频信道、码本及反馈机制等问题进行研究，未来将支持更多的用户空分多址(SDMA)，显著降低发射功率，实现绿色节能，提升覆盖能力。

### 关键技术 3：同时同频全双工

最近几年，同时同频全双工技术吸引了业界的注意力。利用该技术，在相同的频谱上，通信的收发双方同时发射和接收信号，与传统的 TDD 和 FDD 双工方式相比，从理论上可使空口频谱效率提高 1 倍。

全双工技术能够突破 FDD 和 TDD 方式的频谱资源使用限制，使得频谱资源的使用更加灵活。然而，全双工技术需要具备极高的干扰消除能力，这对干扰消除技术提出了极大的挑战，同时还存在相邻小区同频干扰问题。在多天线及组网场景下，全双工技术的应用难度更大。

### 关键技术 4：D2D

传统的蜂窝通信系统的组网方式是以基站为中心实现小区覆盖，而基站及中继站无法移动，其网络结构在灵活度上有一定的限制。随着无线多媒体业务不断增多，传统的以基站为中心的业务提供方式已无法满足海量用户在不同环境下的业务需求。

D2D 技术无需借助基站的帮助就能够实现通信终端之间的直接通信，拓展网络连接和接入方式。由于短距离直接通信，信道质量高，D2D 能够实现较高的数据速率、较低的时延和较低的功耗；通过广泛分布的终端，能够改善覆盖，实现频谱资源的高效利用；支持更灵活的网络架构和连接方法，提升链路灵活性和网络可靠性。目前，D2D 采用广播、组播和单播技术方案，未来将发展其增强技术，包括基于 D2D 的中继技术、多天线技术和联合编码技术等。

### 关键技术 5：密集网络

在未来的 5G 通信中，无线通信网络正朝着网络多元化、宽带化、综合化、智能化的方向演进。随着各种智能终端的普及，数据流量将出现井喷式的增长。未来数据业务将主要分布在室内和热点地区，这使得超密集网络成为实现未来 5G 的 1000 倍流量需求的主要手段之一。超密集网络能够改善网络覆盖，大幅度提升系统容量，并且对业务进行分流，具有更灵活的网络部署和更高效的频率复用。未来，面向高频段大带宽，将采用更加密集的网络方案，部署小小区/扇区将高达 100 个以上。

与此同时，愈发密集的网络部署也使得网络拓扑更加复杂，小小区间干扰已经成为制约系统容量增长的主要因素，极大地降低了网络能效。干扰消除、小小区快速发现、密集小小区间协作、基于终端能力提升的移

动性增强方案等，都是目前密集网络方面的研究热点。

#### 关键技术 6：新型网络架构

目前，LTE 接入网采用网络扁平化架构，减小了系统时延，降低了建网成本和维护成本。未来 5G 可能采用 C-RAN 接入网架构。C-RAN 是基于集中化处理、协作式无线电和实时云计算构架的绿色无线接入网构架。C-RAN 的基本思想是通过充分利用低成本高速光传输网络，直接在远端天线和集中化的中心节点间传送无线信号，以构建覆盖上百个基站服务区域，甚至上百平方公里的无线接入系统。C-RAN 架构适于采用协同技术，能够减小干扰，降低功耗，提升频谱效率，同时便于实现动态使用的智能化组网，集中处理有利于降低成本，便于维护，减少运营支出。目前的研究内容包括 C-RAN 的架构和功能，如集中控制、基带池 RRU 接口定义、基于 C-RAN 的更紧密协作，如基站簇、虚拟小区等。

全面建设面向 5G 的技术测试评估平台能够为 5G 技术提供高效客观的评估机制，有利于加速 5G 研究和产业化进程。5G 测试评估平台将在现有认证体系要求的基础上平滑演进，从而加速测试平台的标准化及产业化，有利于我国参与未来国际 5G 认证体系，为 5G 技术的发展搭建腾飞的桥梁。