



5G无线接入网走向多样化： 5G实现过程中的取舍

随着5G基础设施建设不断扩展，移动网络运营商正在调整现有的基础设施，增加相关配置，从而支持更高的吞吐量、更高的设备密度以及更低的时延，赋能现在和未来的先进5G用例。

运营商在蜂窝网络从2G过渡到3G再到4G时也有过类似尝试，但这次有所不同。5G不是在前一代网络的基础上进行累加，而是一种剧变，会在每个层面都产生根本性的改变。为5G运行做准备意味着必须使用多种新产品和新技术——从最近开放的新频谱和复杂的有源天线架构，到虚拟化和机器学习算法。

与此同时，基础设施投资的目标也发生了转变。30年来，投资一直侧重于网络覆盖范围，力求实现每平方公里的最低成本，而5G从一开始就侧重于容量，力求实现每千兆数据传输的最低成本。

随着5G不断普及，运营商当前关注的重点是在5G覆盖和5G容量之间达到优化平衡。以前主要由大功率宏蜂窝基站构成的网络，现在变成各种技术的复杂组合，便于把容量送到最需要的地方。

蜂窝网络服务变得更加灵活，这一改变抵消了部署这类异构网络的复杂性，使其更容易满足需求变化，支持新用例，同时控制成本。为了理解这些投资决策的经济意义，我们可以回顾一下5G的不同之处以及部署时面临的挑战。

5G的三个不同之处

5G无线接入网与前几代有三点不同：一、使用的无线频谱，二、用于发射和接收信号的天线结构，三、运行管理优化更依赖软件。

- **新频谱**

如图所示，5G扩展了现有蜂窝频谱，囊括了2.7 GHz到6 GHz之间的频段，且启用了全新的频段（25 GHz以上）。这个新频段称为毫米波(mmWave)，以前用于其他服务，例如医疗成像、微波遥感和射电天文学。

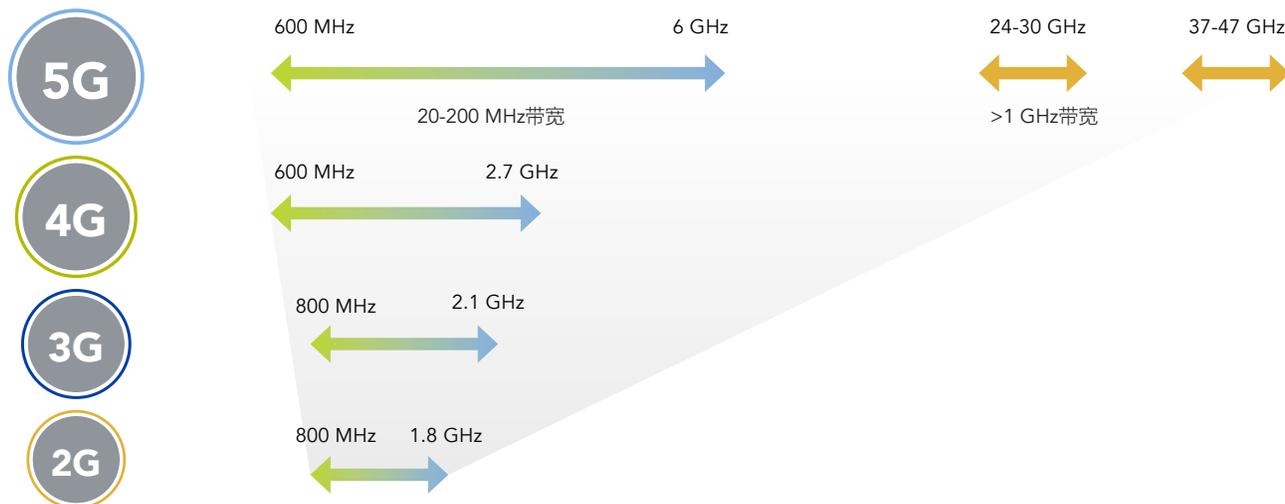
它将支持5G中的超高带宽和超低时延用例，但习惯使用6 GHz以下频段的工程师需要快速掌握大量新知识。

- **新天线配置**

过去，蜂窝网络使用无源天线，5G则使用有源天线，集成度更高，也更加复杂。有源天线需要使用复杂的硬件和软件组合，且利用大规模天线阵列(mMIMO)技术，该技术需组合使用数十根（乃至数百根）天线来扩展同一带宽的容量。使用大量的天线是一项涉及大量计算的复杂任务，需要仔细优化，以确保实现可靠的无干扰运行。

- **更大的代码量**

5G广泛使用虚拟化技术，更多任务在云端完成，并且经常使用机器学习(ML)算法来优化网络管理、核心网编排、流量监测和负载平衡。典型5G基站包含数百万行代码，利用软件来添加新功能，例如支持更多设备、增加容量和扩展覆盖范围以处理更多流量。高度依赖软件会改变网络的部署和运行方式，也会改变安全模型。



5G新增频谱

让5G分层发挥作用

支持5G运行的基础设施需要部署不同的层，每层根据服务的区域或用例权衡容量和覆盖范围。4G网络主要由大功率宏蜂窝基站组成，并以小蜂窝基站作为补充，5G网络则由大功率宏蜂窝基站、mMIMO蜂窝基站和小蜂窝基站构成，并由毫米波填补间隙。

• 高功率宏无线基站

传统的大功率宏蜂窝基站的覆盖范围约25 km，主要用于城郊和农村地区。宏蜂窝基站是大型高功率基站，一般安装在信号塔、单极天线杆和屋顶上，甚至有时候做成大树的样子。它们通常使用无源天线系统和简单的多入多出(MIMO)配置来进行信号传输，一般使用2根天线(2T2R)到8根天线(8T8R)，频段则在6 GHz以下。

• 大规模MIMO无线基站

mMIMO基站的覆盖范围约1 km，用于为设备密度高于城郊和农村地区的城区提供容量。基站使用有源天线系统，取代了大功率宏蜂窝基站的无源天线和无线单元。有源天线系统合并每根天线的传输，进行波束赋形，将RF信号准确地引导到正确的发射方向上。典型配置使用32根天线(32T32R)或64根天线(64T64R)，使用6 GHz以下频段。

• 毫米波无线基站

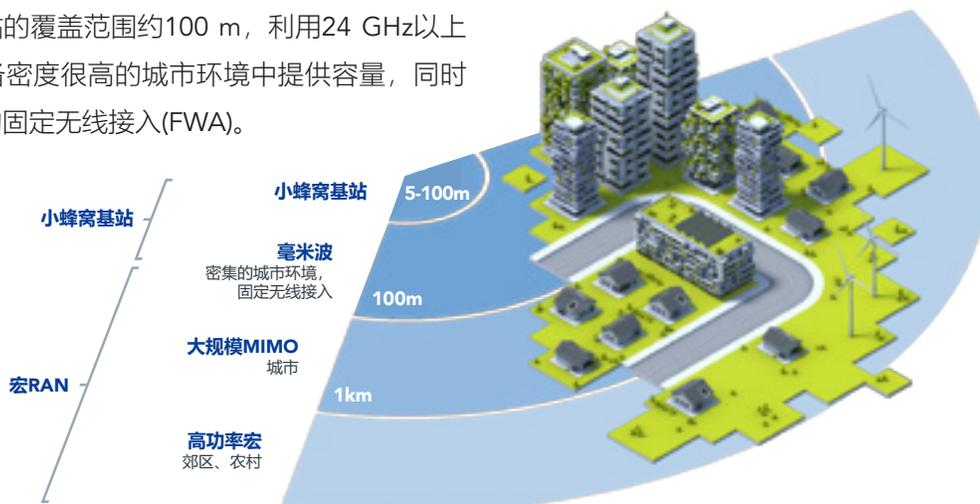
毫米波蜂窝基站的覆盖范围约100 m，利用24 GHz以上的新频段在设备密度很高的城市环境中提供容量，同时支持朝向房屋的固定无线接入(FWA)。

毫米波频谱有极高的带宽，可以在mMIMO配置（例如256T256R）中使用数百根天线，但由于毫米波信号的波长很短，它们的传输距离不会很远，因此毫米波仅适用于密集的城市区域。毫米波也可以作为小蜂窝基站和WiFi6/6E热点的回程。

• 小蜂窝基站

小蜂窝基站是背包大小的低功耗基站，在网络“热点”地区提供定向容量，对前述宏RAN网络配置提供补充。小蜂窝基站紧凑轻便，可以安装在任何位置，以防止在拥挤的区域（例如市中心或体育场馆）丢失5G信号。与大型RAN解决方案相比，小基站价格低，外形小巧，可以更快地完成安装，具有较高的部署灵活性。运行小蜂窝基站需要满足三点：授权的运行空间、电源，以及用于传输至核心网络的回程连接。部分小蜂窝基站使用微波频段来进行回程通信，其他则使用光纤电缆进行通信。

美国联邦通信委员会(FCC)表示，鉴于目前越来越多的运营商开始使用新开放、未注册的5G频谱，预计小蜂窝基站很快将占到新基站站点部署的80%。追踪美国无线通信行业情况的CTIA贸易组织也支持FCC的推测，该组织预测，在5G运行需求的驱动下，小蜂窝基站将从2018的约86,000个增加到2026年的超过800,000个。



找到正确的组合：正在进行中

5G可以满足多种不同要求，且允许运营商调整网络运营，以满足特定需求，同时保持较低的成本，分层方法正是基于上述特点。例如，一家运营商可能使用4T4R或8T8R宏蜂窝基站来服务郊区和农村地区，使用32T32R mMIMO蜂窝基站来服务中等密集城市区域，使用64T64R mMIMO蜂窝基站来服务高度密集城市区域。高成本的毫米波可用于设备密度最高的一些区域，例如人群众多的商业区、国际海运港口，或者举办大型赛事和文化活动的娱乐场馆。

但是，我们尚且处在5G大周期的起始阶段。现有5G网络主要是利用旧有的4G网络，也就是所谓的非独立组网(NSA)设置。5G容量基本上锚定于4G，所以，当5G连接不可用时，用户可以重新使用LTE连接。在5G大规模普及之前，mMIMO可用于提升LTE速度，缩短时延，但mMIMO的真正优势及其应对网络密度的积极作用，只有在基础设施过渡到使用独立组网(SA)设置之后才会开始体现。独立组网是完全的5G网络，用于实现更高频率运行。

灵活的网络计算

无论是在Wi-Fi还是在蜂窝网络应用场景，边缘计算都是一个重要功能，因为更靠近终端用户的本地服务器可以执行高级任务，以减少目前与云端之间的传输流量。例如，在

体育场馆中，从现场摄像机传输的即时回放，可以给观众带来更好的观赛体验，而在座位上预定餐饮和支付费用，则可以缩短排队和等待时间。在Wi-Fi 6/6E或5G小蜂窝基站连接的支持下，使用本地处理能力来实现这类服务，可以缩短时延，并减轻运营商的宏5G网络的负担，同时通过缩短的时延和提高的带宽来提升客户体验。边缘计算可以配置在最终用户端（例如：手机的机器学习能力）、无线网络边缘（在WiFi接入点或5G小蜂窝基站附近计算），或者配置在站点（如本例中，体育场馆附近的本地计算中心），部署用例全部得到优化，满足运营商的期望。

恩智浦观点

恩智浦不断扩展和丰富5G技术工具箱，为各类5G部署开发出大量解决方案。我们的多方位产品组合表明：实现5G的方式并非一成不变。从大功率晶体管、氮化镓多芯片模块和SiGe波束成型IC，到高效Arm处理器和可定制的DSP驱动基带器件，我们提供各种组件，使5G基础设施更高效、更有效且更可靠。我们还扩展了产品范围，打造面向Wi-Fi 6/6E的行业领先的解决方案，让网络运营商得以支持利用多种无线连接方式的用例。

如需了解我们如何实现5G致密化，请访问www.nxp.com.cn。

Franck Nicholls

Franck Nicholls是恩智浦无线功率业务部的商务营销主管，主要负责推广恩智浦的RF功率解决方案。在此之前，Franck曾在恩智浦和以前的飞思卡尔（美国和欧洲）担任多个营销和业务开发职务。Franck拥有法国巴黎邮电学院理科硕士学位。