

全球5G频谱 发展趋势分析

在4G时代，TD-LTE的发展证明了TDD所独有的技术优势，同时对连续大带宽频率资源的需求，也使得TDD成为5G时代2GHz以上新频率的优选划分方式。

中国移动研究院 | 刘光毅 刘婧迪

全球信息通信产业日益呈现移动化、宽带化、融合化的发展趋势，作为新一代移动通信技术发展的重点方向，5G将提升移动互联网用户体验，满足万物互联的应用需求。目前，3GPP正加速推进5G标准化进程，国际电信联盟（ITU）将于2020年批准5G空口标准。频率是移动通信技术的基础，频率规划对于5G系统的设计和应用部署发挥着重要导向性作用。2019年世界无线电通信大会（WRC-19）1.13议题研究在24~86GHz频率范围为5G系统规划新的工作频段，美国已提出相关频率规划，欧盟、日本、韩国等也基本明确5G系统的频谱策略。

5G三大场景对高低频频谱需求均较大

根据ITU在2015年6月发布的5G愿景建议书，5G系统主要面向三大场景，具有八项关键性能指标。三大场景包括增强移动宽带、大规模机器通信和超高可靠低时延通信。八项关键性能指标包括：峰值速率10~20Gbit/s，用户体验速率100M~1Gbit/s，连接数密度100万个/km²，用户面空口传输时延1~4ms，频谱效率较4G提升3~5倍，能量效率较4G提升100倍，对移动速度的支持至500km/h，流量密度数十Tbit/s/km²。总体上，5G系统将不仅包含传统移动互联网的升级，还将解决物联网多种场景下的应用需求，如图所示。

各国均加大5G战略投资 以期预定时间商用部署

目前，美国、日本、韩国、欧盟等电信发达国家和地区均积极加大在5G领域的战略投资，并在频谱规划、专项资金扶持等方面实施重要举措，以推进5G产业加快发展和成熟，以期按目标时间实现5G商用部署。

美国抢跑5G高频段部署，助力其保持互联网创新发展的主导地位。Verizon率先发布5G高频无线标准，初期用于固定接入，计划2017年启动商用部署；Sprint宣布将在2019年商用2.6GHz的5G网络；美国管理机构FCC在2016年7月，划出了大约11GHz的带宽用于无线通信，包括3.85GHz的license（授权）频段（27.5~28.35GHz、37~38.6GHz、38.6~40GHz），以及7GHz的unlicensed（非授权）频段（64~71GHz）

日本维持4G时代优势，并助力其在机器人/AR/VR等领域的产业优势。日本计划在2020年东京奥运会前部署4.4~4.9GHz 5G商用系统，提供热点覆盖，支持东京奥运会；NTT docomo正组织十多家主流企业开展5G试验。

韩国通过5G升级网络基础设施，助力其“创新经济”。韩国将于2018年初在28GHz开展5G预商用试验，支持平昌冬奥会；KT宣布将在2019年提供全球首个商用5G移动网络，比原计划2020年提前1年；韩国计划在2018年分配3.4~3.7GHz的频率并用于5G商用部署。

欧盟力图重新建立通信行业领先地位，助力“数字经济”。明确700MHz/3.4~3.8GHz为5G先发频率；依托5GPPP项目，2017年开始样机试验，2018年启动5G预商用试验，2020年左右实现商业部署。

综合考虑国际竞争、我国5G引领的目标、业务容量压力以及5G标准化和产业成熟度，我国宣布2020年实现5G网络规模商用。

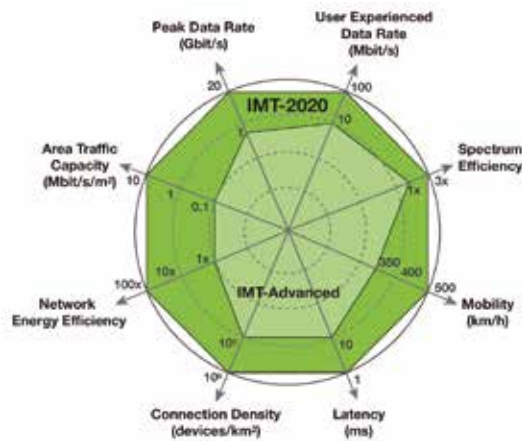


图 ITU关于5G核心能力的要求

为满足5G系统在覆盖、容量、连接数密度等关键性能指标要求，5G系统需要不同频段的工作频率，大体分为6GHz以下与6GHz以上两个部分。其中，6GHz以下频段主要用于实现5G系统连续广域覆盖、高移动性场景下的用户体验和海量设备连接；6GHz以上频段主要用于满足城市热点、郊区热点与室内场景极高的用户体验速率和峰值容量需求。低时延高可靠应用可能将主要依赖于6GHz以下的频率。

2017年初，我国向ITU提交了关于5G系统频谱需求结果并被采纳。根据分析，我国5G系统在6GHz以下的频谱需求为808~1078MHz，考虑到不同运营商在通频带部署的兼容性问题，需要设置一定保护带，实际结果还会略高。而在6GHz以上的频谱需求则高达14.8~19.7GHz，其中，在24.25~43.5GHz频段的需求总量达到5.8~7.7GHz。

5G大带宽频率规划使得TDD成 大势所趋

在4G时代，TD-LTE的发展证明了TDD所独有的技术优势，同时对连续大带宽频率资源的需求，也使得TDD成为5G时代2GHz以上新频率的优选划分方式。TDD的主要技术优势如下。

一是下行链路/上行链路(DL/UL)灵活时隙配比，有效满足上行业务日益增长的需求。随着智能手机的飞速发展及其日益增长的应用，移动应用越来越以下载为中心。视频下载已经占整个网络的整体数据传输的很大一部分，导致4:1、6:1甚至更高的下行链路到上行链路不对称。事实上，一些运营商正面临大约10:1的DL/UL比率。TDD灵活可配置的上下行时隙比例使得其能够满足上行链路/下行链路业务传输的不对称性。

二是TDD具有信道互易性，更有利于部署Massive MIMO。依赖于TDD的上下行链路的信道互易性，基站可以快速而准确地获得下行链路信道状态信息(CSI)基于上行链路信道估计。大规模天线Massive MIMO正是利用这一点增强了下行链路传输容量，同时最小化干扰，从而可以带来数倍的传输效率的提升。

三是TDD模式有利于和现有业务共存。TDD技术使得3.5GHz频段的移动通信业务，可以更好的与该频段原有的业务共存，例如，FWA(固定无线接入系统)，FS(固定业务)，FSS(固定卫星业务)和雷达等业务。

5G初期部署的先锋频率

随着标准化和产业化的快速推进，全球各国和各运营商的5G商用计划日渐清

晰。5G初期商用频率的选择日渐清晰。对于5G应用的三大场景，目前运营商最明确需求的是增强移动宽带场景，考虑到5G的增强移动宽带业务需要连续的大带宽的频率部署，才能支持相对于4G网络来说更有竞争力的速率，所以5G初期部署的主要频段将集中在2GHz以上的连续大带宽频率。

3.5GHz频段成为全球主流的选择

经过WRC-07和WRC-15两次会议的努力，3.5GHz频段几乎成为全球可用的IMT频谱，其中1区和2区均可用于IMT，3区部分国家可用于IMT。随着3.5GHz频段关注度的提升，基于该频段的TD-LTE产业化也日益成熟，可有效支撑运营商的商用网络部署，已经有包括日本、印度、美国和沙特等国家部署了95张TD-LTE商用网络。据GSA统计，截至2017年上半年，已有211款TD-LTE终端支持3.5GHz频段，终端类型涵盖智能手机、CPE、WiFi和数据卡等。

虽然在TD-LTE阶段，全球产业在3.5GHz频段的产业化有一定的积累，但是考虑到5G商用的新需求和新变化，如大规模天线、更大的带宽、更大的发射功率等，距离3.5GHz 5G产业的成熟还有相当长的距离，需要产业链上下游一道，以商用目标为牵引，协作推进，才有可能实现2020年5G在该频段的商用。目前华为、中兴、大唐、爱立信、Nokia、Intel、高通、MTK等已经开始了在3.5GHz的5G试验。

基于全球频谱可用情况以及产业成熟的基础，3.5GHz在3GPP的5G频谱标准化讨论伊始就得到了业界的高度关注。经过讨论，在充分考虑和满足全球3区对于3.5GHz频段的部署需求的基础上，最终3GPP在今年6月底的RAN4 AH#2会议上将3.5GHz频段定义如下，Band X为3.3~3.8GHz频段；Band Z为

3.3~4.2GHz频段。

4.5GHz首先从亚洲开始突破

目前，日本为5G的部署规划了4.4~4.9GHz的500MHz的频率，NTT DoCoMo联合其主要的设备商开展了相关的5G试验，包括爱立信、Nokia、华为、高通、Intel、MTK、松下、三菱、富士通等，全力推进日本在2020年商用该频段的目标。中国为5G的部署规划了4.8~5.0GHz的200MHz频率，中国IMT-2020推进组已经把该频率规划为5G试验频率，目前大唐移动已经完成了该频段的小站外场试验。目前3GPP已经将4.4~5GHz定义为一个频段。

日本和中国在该频段的5G应用将起到很好的示范效应，带动东南亚、非洲等区域在该频段的应用，引导全球为移动通信业务释放出更多的C波段频率。

2.6GHz频率重耕用于早期的5G部署

Sprint已经宣布将基于其已有的2.6GHz频率开展5G的早期部署。Sprint在美国拥有2.6GHz的绝大部分频谱，所以可以基于其频率资源，规划出连续的近100MHz的频率资源用于5G的部署，相对于其他更高的频率，可以提供更好的网络覆盖。2.6GHz频率是4G TD-LTE发展的重要的全球性频率，在美国、日本、中国、印度等都是全TDD划分，可以提供连续的大带宽频率资源，也是未来4G频率重耕和5G部署的重要频段。

28GHz首先从美国、日韩开始应用

从全球5G商用计划来看，目前美国运营商在28GHz等毫米波频段的部署时间最激进，日、韩也在28GHz上有较高的优先级，希望能在2018年的冬奥会和2020年的夏季奥运会上有所应用。目前Verizon、KT等和三星、高通、爱立信、Nokia、Intel等正在全力推进28GHz产业的成熟，预计在2019年将商用的产品推出。而欧洲、中国等则将6GHz以上频率的商用规划在了5G商用的第二阶段，为室内和热点等环境下的容量扩展服务或者提供超高速率的业务体验。

表 频谱需求估算结果

场景	宏蜂窝	微蜂窝	室内热点
6GHz以下频谱需求	808~1078MHz	-	-
24.25~86GHz频谱需求	-	14.8~19.7GHz	-
24.25~43.5GHz频谱需求	-	5.8~7.7GHz	9~12GHz
45.5~86GHz频谱需求	-	-	-