

全球5G频谱研究及启示

Research and Enlightenment on Global 5G Spectrum

周 瑶¹,尹安祺²(1. 中国联通网络技术研究院,北京 100048;2. 郑州大学国际学院,河南 郑州 450000)

Zhou Yao¹, Yin Anqi²(1. China Unicom Network Technology Research Institute, Beijing 100048, China; 2. International College of Zhengzhou University, Zhengzhou 450000, China)

摘 要:

5G系统是我国实施“网络强国”“制造强国”战略的重要信息基础设施,更是发展新一代信息通信技术的高地。频率资源是研发、部署5G系统最关键的基础资源。根据ITU-R 5G愿景建议书,分析了5G系统所需要的频谱结构,并结合ITU、3GPP相关研究情况和全球主要国家5G频谱策略,提出了我国5G频率规划建议。

Abstract:

5G is the important information infrastructure for our country to implement the strategy of "network power" and "manufacturing power", and is also the highland for developing a new generation of information and communication technology. Frequency resource is the basic and key resources for the 5G development. According to ITU-R 5G Vision Recommendation, it analyzes the 5G spectrum structure, and combines the related research situation of ITU and 3GPP, the 5G spectrum strategy of the major countries, puts forward the suggestion of 5G frequency planning in China.

Keywords:

5G; 5G vision; Frequency planning; WRC19 1.13 issues; Millimeter wave frequency band

关键词:

5G; 5G愿景; 频谱规划; WRC19 1.13议题; 毫米波频段

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2019.03.001

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

文章编号: 1007-3043(2019)03-0001-06

引用格式: 周瑶,尹安祺. 全球5G频谱研究及启示[J]. 邮电设计技术, 2019(3): 1-6.

0 前言

近年来,智能终端的广泛应用以及移动互联网应用的多样化,促使全球移动数据业务进入高速增长模式。为了应对未来移动数据流量爆炸式的增长、海量的设备连接、不断涌现的各类新业务和应用场景,在全球4G商用方兴未艾之时,5G系统将应运而生。5G系统,将不仅仅立足于移动通信本身,还将渗透到未来社会的各个领域,与传统制造、服务行业的融合创新促成“互联网+”新形态,构建以用户为中心的全方

位信息生态系统,改变人们的生产、工作、生活方式,为当今中国经济和社会的发展带来无限生机。

相较于以往的各代移动通信系统,5G需要满足更加多样化的场景和极致性能要求。频率资源是研发、部署5G系统最关键的基础资源。本文根据国际电信联盟(ITU) 5G愿景建议书,分析了5G系统所需要的频谱结构。并结合ITU、3GPP相关研究情况,全球主要国家5G频谱策略,提出了我国5G频率规划在高、中、低频段的建议。

1 基于5G愿景的频谱框架

国际电信联盟无线电通信部门(ITU-R)发布的

收稿日期: 2019-02-15

《5G 愿景》(ITU-R M.2083 建议书)定义 5G 系统将满足增强的移动宽带、海量的机器间通信、超高可靠和超低时延通信三大类主要应用场景。在系统性能方面,5G 系统将具备 10~20 Gbit/s 的峰值速率,100 Mbit/s~1 Gbit/s 的用户体验速率,相对 4G 系统提升 3~5 倍的频谱效率、百倍的能效,500 km/h 的移动性支持,1 ms 的空口时延,100 万/km²的连接数密度以及 10 Mbit/s/m² 的流量密度等关键能力指标。

基于上述的愿景及关键性能指标要求,为满足 5G 系统不同场景下的应用需求,支持多元化的业务应用,满足差异化用户需求,5G 系统的候选频段需要面向全频段布局,低频段和高频段统筹规划,以满足网络对容量、覆盖、性能等方面的要求。6 GHz 以下中低频频谱可兼顾 5G 系统的覆盖与容量,面向 eMBB、mMTC 和 uRLLC 三大应用场景构建 5G 基础移动通信网络;6 GHz 以上高频频谱主要用于实现 5G 网络的容量增强,面向 eMBB 场景实现热点极速体验。

2 全球 5G 频谱动态

2.1 5G 标准化进程

2.1.1 ITU 开展 5G 新增频谱研究

从历史来看,世界无线电通信大会(WRC)大约每隔 8 年将进行一次重大的移动通信频谱划分:1992 年,WRC-92 划分了 3G 核心频段,成为 3G 发展的基础;2000 年,WRC-2000 划分的 2.6 GHz 频段,是我国发放 4G 牌照的重要频段;2007 年,WRC-07 划分了 3.5 GHz 频段和数字红利频段,这些频段是当前全球 4G 发展的热点频段;2015 年,WRC-15 将 470~694 MHz、1 427~1 518 MHz、3 300~3 400 MHz、3 600~3 700 MHz、4 800~4 990 MHz 频段划分给部分区域或国家的 IMT 使用,是 5G 发展的重要中频段资源。2015 年无线电通信全会(RA-15)批准“IMT-2020”作为 5G 正式名称,至此,IMT-2020 将与已有的 IMT-2000(3G)、IMT-A(4G)组成新的 IMT 系列。这标志着在国际电联《无线电规则》中现有标注给 IMT 系统使用的频段,均可考虑作为 5G 系统的中低频段(见图 1)。

同时,为了积极应对未来移动通信数据流量的快速增长,WRC-15 大会上确定了 WRC-19 1.13 议题:根据第 238 决议(WRC-15),审议为国际移动通信(IMT)的未来发展确定频段,包括为作为主要业务的移动业务做出附加划分的可能性。并请 ITU-R 开展研究,包括在 24.25~86 GHz 频率范围内开展 IMT 地面部分的

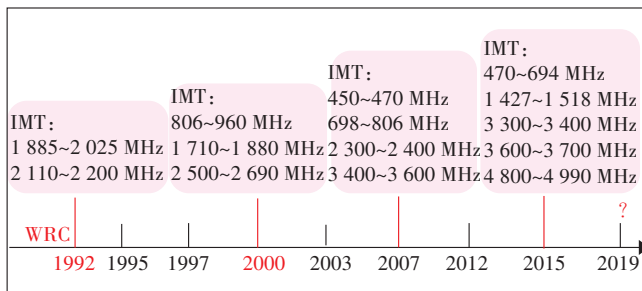


图 1 WRC 会议新增 IMT 标识频谱

频谱需求研究,并在 8 个移动业务为主要划分的频段(24.25~27.5 GHz、37~40.5 GHz、42.5~43.5 GHz、45.5~47 GHz、47.2~50.2 GHz、50.4~52.6 GHz、66~76 GHz 和 81~86 GHz)和 3 个尚未有移动业务划分的频段(31.8~33.4 GHz、40.5~42.5 GHz 和 47~47.2 GHz)开展共存研究。

该议题的研究内容具体包括 3 方面的内容:频谱需求预测研究、候选频段研究以及系统间干扰共存分析。

a) 频谱需求预测主要是分析新增频谱的必要性。具体而言,频谱需求研究基于历史数据,综合未来发展各种影响因素,结合移动通信数据增长预测趋势,考虑特定技术系统的承载能力,分析未来频率需求问题,给出不同阶段的所需频谱总量,作为新增频谱的基础。

b) 候选频段研究基于频谱需求的研究结论,选择并提出合适的目标频段。需要充分考虑业务划分情况、移动通信系统需求、设备器件制造能力等综合因素,初步选择合适的目标频段,各国、各标准化组织立足于本国、本地区的频率使用现状,提出初步的候选频段。

c) 系统间共存研究主要评估所选目标频段的可用性。主要根据所提候选频段的业务划分、系统规划和使用现状,并基于现有业务或系统的技术特性、部署场景等因素,开展移动通信系统与现有或拟规划的其他系统之间兼容性研究(毫米波频段主要以空间业务为主)。

在 WRC15 之后的 WRC-19 第 1 次筹备组会议 CPM19-1 会议上,确定了 ITU-R 负责该议题的研究组是 5G 毫米波特设工作组(TG5/1),负责兼容性共存分析,并形成 CPM 报告,给出全球 5G 频率规划建议。同时进一步确定,由 ITU-R WP5D 完成 24.25~86 GHz 频段范围内 IMT 频谱需求预测、IMT 技术与操作特性参

数研究;由ITU-R SG3负责共存研究所需要的传播模型;ITU-R 其他组包括SG4、SG5、SG6、SG7负责向TG51提供相关频段上原有业务的参数及保护准则等

内容。WRC19 1.13议题在ITU-R层面的组织架构及推进关系如图2所示。

从时间进度来看,TG51先后召开6次国际研究及

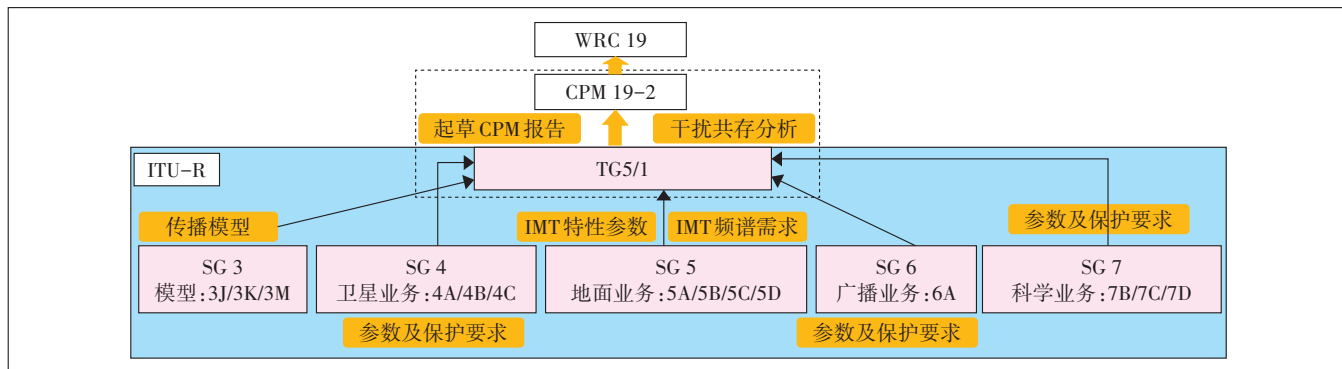


图2 WRC19 1.13议题在ITU层面的组织架构及推进关系图

协调会议,在2018年9月完成相应的共存分析及CPM报告。其中一些关键时间点为:第2次会议之前为准备阶段,TG51等待接收来自其他研究组提供的用于开展兼容性共存分析的系统参数、传输模型等;之后的5次会议,根据各国及研究组织提交的研究结果进行讨论、融合、提炼,形成最终的结论(见图3)。

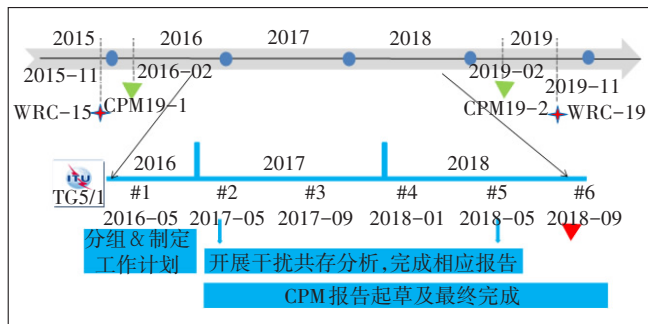


图3 TG51工作时间计划

WRC19 1.13议题的主要目标是致力于为5G寻求全球或区域协调一致的毫米波频段,是全球开展5G毫米波研究的重要依托。因此,该议题研究走向对全球5G频率规划有重要影响,多数国家或地区将根据议题进展及结果开展规划。从某种意义上说,一个国家或地区要引领全球5G频谱发展走向,就需要依托1.13议题,通过议题研究将国家或区域观点全球化。

2.1.1.2 3GPP已加速5G新无线系统(NR)频段研究

2016年3月3GPP第71次RAN全会上,通过了“Study on New Radio Access Technology”的研究课题,以研究面向5G的新无线系统(NR)接入技术。目前,根据3GPP 5G路标,基于部署需求的5G NR标准制定分为2个阶段:第1阶段的标准在2018年6月(Rel. 15)

完成制定,以满足2020年之前的5G早期网络部署需求;第2阶段的标准版本需要考虑与第1阶段兼容,计划在2019年底(Rel.16)完成制定,并作为正式的5G版本提交ITU-R IMT-2020。

在5G NR的研究课题阶段,3GPP开展了关于6 GHz以上信道模型的研究(3GPP TR 38.900),同时研究并确定了NR的需求及场景(3GPP TR 38.913),并基于此启动了NR技术方案评估,提出一系列NR接入技术方案以支持Rel 15标准制定。2017年3月举行的3GPP RAN 75次全会通过了5G NR接入技术的研究项目(SI)结题,并正式启动了5G新无线系统接入技术的Rel.15标准制定工作,立项建议书中列出了拟定义的NR频段(包括新NR频段范围及LTE重耕频段)以及NR与LTE的双连接或CA的频段组合,并再根据需求持续更新。根据2018年2月86次RAN4会议的输出,目前3GPP TR 38.817中列出的NR频段如表1所示。

2.2 各国政府纷纷制定5G频谱政策,加速5G规划

频谱作为无线通信的基础战略资源,对5G产业发展至关重要。为引导5G产业发展,抢占市场先机,从2016年开始,包括美国、欧盟、韩国、日本等在内的全球主要国家或区域纷纷制定5G频谱政策。

2.2.1 美国实现5G高低频频谱布局

美国联邦通信委员会(FCC)分别在高、中、低频段开放频谱资源用于5G技术,总结主要有3点。

a) 规划丰富高频资源。2016年7月14日,美国全票通过将24 GHz以上频谱用于无线宽带业务的规则法令,共规划10.85 GHz高频段频谱用于5G无线技术,包括28 GHz(27.5~28.35 GHz)、37 GHz(37~38.6 GHz)、

表1 3GPP R15中引入的NR频段

频段号	上行	下行	双工模式
6 GHz 以下:450 MHz~6 GHz			
n1	1 920~1 980 MHz	2 110~2 170 MHz	FDD
n2	1 850~1 910 MHz	1 930~1 990 MHz	FDD
n3	1 710~1 785 MHz	1 805~1 880 MHz	FDD
n5	824~849 MHz	869~894 MHz	FDD
n7	2 500~2 570 MHz	2 620~2 690 MHz	FDD
n8	880~915 MHz	925~960 MHz	FDD
n13	777~787 MHz	746~756 MHz	FDD
n20	832~862 MHz	791~ 821MHz	FDD
n25	1 850~1 915 MHz	1 930~1 995 MHz	FDD
n26	814~849 MHz	859~894 MHz	FDD
n28	703~748 MHz	758~803 MHz	FDD
n34	2 010~2 025 MHz	2 010~2 025 MHz	TDD
n38	2 570~2 620 MHz	2 570~2 620 MHz	TDD
n39	1 880~1 920 MHz	1 880~1 920 MHz	TDD
n40	2 300~2 400 MHz	2 300~2 400 MHz	TDD
n41	2 496~2 690 MHz	2 496~2 690 MHz	TDD
n50	1 432~1 517 MHz	1 432~1 517 MHz	TDD
n51	1 427~1 432 MHz	1 427~1 432 MHz	TDD
n66	1 710~1 780 MHz	2 110~2 200 MHz	FDD
n70	1 695~1 710 MHz	1 995~ 2 020 MHz	FDD
n71	663~698 MHz	617~652 MHz	FDD
n74	1 427~1 470 MHz	1 475~1 518 MHz	FDD
n75	-	1 432~1 517 MHz	SDL
n76	-	1 427~1 432 MHz	SDL
n77	3.3~4.2 GHz	3.3~4.2 GHz	TDD
n78	3.3~3.8 GHz	3.3~3.8 GHz	TDD
n79	4.4~5.0 GHz	4.4~5.0 GHz	TDD
n80	1 710~1 785 MHz	-	SUL
n81	880~915 MHz	-	SUL
n82	832~862 MHz	-	SUL
n83	703~748 MHz	-	SUL
n84	1 920~1 980 MHz	-	SUL
6 GHz 以上:24.25~52.6 GHz			
n257	26.5~29.5 GHz	26.5~29.5 GHz	TDD
n258	24.25~27.5 GHz	24.25~27.5 GHz	TDD
n259	[40.5~43.5 GHz]	[40.5~43.5 GHz]	TDD
n260	37~40 GHz	37~40 GHz	TDD

39 GHz (38.6~40 GHz) 共 3.85 GHz 许可频谱和 64~71 GHz 共 7 GHz 免许可频谱。同时,2017年11月16日,FCC发布新的频谱规划,批准将24.25~24.45 GHz、24.75~25.25 GHz 和 47.2~48.2 GHz 频段共 1 700 MHz 频谱资源用于5G业务发展。至此,美国FCC共规划了12.55 GHz的毫米波频段的频谱资源。

b) 重视中频频段共享。2015年4月,美国FCC为公众无线宽带服务(CBRS)在3.5 GHz频段(3 550~3 700 MHz)提供150 MHz的频谱,建立了3层频谱共享接入体系(SAS)监管模式并允许进行试验。SAS在保护已有业务的基础上发挥市场机制,引入公众无线宽带服务。AT&T已经正式向FCC提出在3.5 GHz频段进行5G设备测试的特殊临时权限。

c) 释放低频资源。美国在WRC15会议上通过添加脚注方式标识了2阶段数字红利频段470~698 MHz为IMT系统使用,2017年4月完成600 MHz频段的拍卖,T-Mobile成最大赢家,并计划用于5G部署。

2.2.2 欧盟发布5G频谱战略,力争抢占5G部署先机

2016年11月10日,欧盟委员会无线频谱政策组(RSPG)发布欧洲5G频谱战略,明确提出,3 400~3 800 MHz频段将作为2020年前欧洲5G部署的主要频段,1 GHz以下700 MHz将用于5G广覆盖。在毫米波频段方面明确将26 GHz(24.25~27.5 GHz)频段将作为欧洲5G高频段的初期部署频段,RSPG建议欧盟在2020年前确定此频段的使用条件,建议欧盟各成员国保证26 GHz频段的一部分在2020年前可用于满足5G市场需求。此外,欧盟将继续研究32 GHz(31.8~33.4 GHz)、40 GHz(40.5~43.5 GHz)频段以及其他高频频段。

2.2.3 日本发布无线电政策报告,明确5G频谱范围

2016年7月15日,日本总务省(MIC)发布了面向2020年无线电政策报告,明确5G候选频段:低频包括3 600~3 800 MHz和4 400~4 900 MHz,高频包括27.5~29.5 GHz频段和其他WRC-19研究频段。面向2020年5G商用,日本主要聚焦在3 600~3 800 MHz、4 400~4 900 MHz频段和27.5~29.5 GHz频段。

2.2.4 韩国变更C频段规划,明确5G频谱高低频并重

2016年11月7日,韩国未来创造科学部(MSIP)宣布原计划为4G准备的3.5 GHz(3 400~3 700 MHz)频谱转成5G用途,2017年回收已发放的3.5 GHz频谱,后续作为5G频谱重新发牌。2018年韩国平昌奥运会期间,3个运营商在26.5~29.5 GHz频段部署5G试验网络,展示5G业务。

2.2.5 德国发布5G频谱规划,涵盖高中低频4个频段

德国于2017年7月13日宣布了国家5G战略,发布更多5G频谱规划,具体涉及4个频段。

2 GHz频段,即1 920~1 980 MHz/2 110~2 170 MHz,该频段在德国主要用于3G业务,目前的许可将在

2020年或者2025年到期。到期回收以后,德国计划继续用于移动通信,作为5G的工作频段;3.4~3.8 GHz频段用于移动通信;对于700 MHz频段,德国已经在2015年6月完成拍卖,下一步将继续把738~753 MHz作为SDL(补充下行链路)划分给5G使用。对于26和28 GHz频段,与欧盟不同,德国已经确定采用28 GHz频段作为5G频段,具体为27.828 5~28.444 5 GHz和28.948 5~29.452 5 GHz。同时,德国也没有完全将26 GHz频段排除在外,继续将其作为研究频段。

2.2.6 英国发布5G频谱规划征求意见稿

Ofcom在2017年2月发布的5G频谱规划报告中,表明其5G频谱将与欧盟无线频谱政策小组(RSPG)一致,选择700 MHz、3.4~3.8 GHz、24.25~27.5 GHz作为高、中、低频段频谱。目前,英国已经完成了3.4~3.6 GHz频段的清理工作,并开展700 MHz频段的清理工作。

整体来看,全球对5G的频谱构架认知基本趋同:统筹高中低频段的频谱资源。未来5G网络将是高低频谱协同组网。中频段主要指C频段(3 400~3 800 MHz)将是全球5G部署的核心频段,是5G网络的主要覆盖与容量层;高频段24.25~27.5 GHz、28 GHz和40 GHz频段是高频段方面的热点,是5G网络超大容量层,用于满足大容量、高速率的业务需求;1 GHz以下如700、600 MHz为5G网络的覆盖层,主要满足广域和深度室内覆盖。

3 国内5G频谱规划及分配启示

3.1 尽快完成5G中频分配,引领全球5G发展

为适应和促进5G系统在我国的应用和发展,我国于2017年底发布5G系统在3 000~5 000 MHz频段内的频率使用规划,规划明确了3 300~3 400 MHz(原则上限室内使用)、3 400~3 600 MHz和4 800~5 000 MHz频段作为5G系统的工作频段,明确了5G部署的中频资源。

从全球的趋势来看,各运营商加速了5G商用计划,平昌冬奥会上韩国展示5G业务,美国运营商AT&T计划在2018年底前在12个城市推出5G商用服务,2018年即将开启5G商用元年。据GSA统计,截至2018年1月初,全球共有56个国家/地区的113家移动运营商正在对5G支持和候选技术进行测试、试验或获得许可开始现场试验,已经有17个国家/地区发布了5G频谱拍卖或5G商用牌照发放计划。

我国要实现5G全球引领,作为5G部署的首发频

段,需要尽快完成5G中频的分配,为运营商部署5G网络落实频率资源。在5G中频分配时,建议重点考虑以下2点。

a) 制定方案,解决3 400~3 600 MHz及4 800~5 000 MHz频段上与卫星固定业务(FSS下行)的干扰问题;制定协调机制,解决运营商与卫星操作者频率使用协调问题,以便运营商在此频段上进行5G规模部署。

b) 为单运营商初期部署分配至少100 MHz连续带宽。《5G愿景和需求白皮书》提出5G系统需要提供比4G更高的性能,5G需支持大于100 Mbit/s的单用户体验速率(真实网络环境下用户可获得的最低传输速率),且在热点地区需满足1 Gbit/s用户体验速率。从连接数密度和用户体验等KPI角度评估,为了达到0.1~1 Gbit/s用户体验速率,至少需要100 MHz连续带宽,同时配合5G关键技术包括Massive MIMO等,才能在复杂环境下有效保证小区峰值速率、平均速率以及小区边缘速率。

3.2 明确毫米波频段资源,发布高频规划

在高频段方面,我国主管机构也是依托WRC19.13议题研究组,IMT2020(5)推进组等平台,开展了相关的工作:依托WRC19.13议题平台,由频率主管机构牵头组织相关单位开展24.75~27.5 GHz及37~42.5 GHz频段上5G系统与其他业务的兼容性分析;2017年6月,工信部对24.75~27.5 GHz、37~42.5 GHz或其他毫米波频段用于5G系统进行了公开意见征集;在2017年7月召开的亚太区域组织会议APG19~2上,我国阐述了在议题候选频段中优先研究24.75~27.5 GHz及37~42.5 GHz频段的观点;2017年7月3日,工信部新增4.8~5 GHz、24.75~27.5 GHz和37~42.5 GHz频段用于中国5G技术研发试验。但总的来说,还没有明确的规划文件发布,对于产业界来说,频段信息不明确。

从目前毫米波频段产业发展的情况来看,设备及芯片方面,国内已经有高频技术及制造能力,之前的北京怀柔外场测试也显示出国内厂商具备高频技术能力并已提供相应高频样机,但距离规模商用还需芯片产业链培育,比如发展低成本、高工艺的芯片。测试仪器及仪表方面,目前阶段还没有可支持5G毫米波商用的测试仪表,需要尽快明确频谱规划,以促进仪器仪表厂商投入开发。

尽早频率规划可以促进产业链成熟及完善,建议

国家能够尽快明确高频资源,以引导产业化布局,促进产业链成熟。从国际上高频的研究进展和各国对高频规划及发布的观点来看,24.75~27.5 GHz 和 37~42.5 GHz 被广泛认为是高频早期商用频段以及潜在全球 5G 一致频段,建议国家能够平衡 IMT 和卫星、国防、科学研究、广播等业务的发展,争取 24.75~27.5 GHz 和 37~42.5 GHz 频段资源用于未来 5G 发展。

从频率需求的角度分析,根据 ITU 预测结果,为支持 5G 系统 20 Gbit/s 峰值速率和 1 Gbit/s 体验速率,高频需要 14.7~19.7 GHz 带宽,其中 43.5 GHz 以下频率需要 5.8~7.7 GHz 带宽以支持室外高频及室内灵活部署。从单运营商用频需求来看,毫米波频段各频段上至少需要 800~1 600 MHz 连续频谱资源,满足 2~4 个载波的部署需求,具体在 24.75~27.5 GHz (26 GHz) 频段范围内至少需要 800 MHz 连续频谱资源,在 37~42.5 GHz (40 GHz) 频段范围内至少需要 1 600 MHz 连续频谱资源。因此,建议规划全部 24.75~27.5 GHz 和 37~42.5 GHz 频段资源用于 5G 发展。

3.3 规划低频资源

低频段,尤其是 1 GHz 以下频谱资源,是移动通信系统的黄金频率,相对于中频段、高频段可以获得更好的室内和广域覆盖效果。历界 WRC 会议,为支持移动通信的发展,已经标识了总带宽约 510 MHz 的 1 GHz 以下 IMT 频谱资源,主要包括 450~470 MHz、698~960 MHz,470~698 MHz 3 个频段,其中各国标识用于 IMT 的频谱资源不同。从移动通信的发展历程来看,低频在不同网络时代都发挥着不可替代的作用。2G 时代,850 及 900 MHz 频段用于 CDMA 及 GSM 网络的部署,3G 时代在部署后期,多数运营商选择重耕 850 及 900 MHz 满足广域场景覆盖需求,4G 时代,数字红利频段 798~806 MHz 在全球得以广泛应用,作为运营商实现 4G 大覆盖和室内穿透的骨干频谱。5G 即将开始,欧盟 5G 战略规划明确提出采用 700 MHz 进行 5G 广覆盖,美国 2 阶段数字红利频段 470~698 MHz 拍卖完成,用于 5G 低频部署,韩国、日本在 2016 年均进行了 700 MHz 频段的拍卖,为提供 5G 服务做准备。由此可以看出,主要国家的低频资源是非常丰富的,也为 5G 发展储备了低频资源。

我国目前规划并分配给运营商的 1 GHz 以下频谱资源共 72 MHz,包括中国电信 825~835/870~880 MHz 共 2×10 MHz,中国移动 889~909/934~954 MHz 共 2×20 MHz,中国联通 909~915/954~960 MHz 共 2×6 MHz,

且目前频段上不同程度承载着 2G/3G/4G 业务,并计划部署 NB-IoT 等物联网技术,预计 3~5 年内难以完全清退用于 5G eMBB 网络部署。为更好满足未来 5G 网络的发展,我国亟需 1 GHz 以下的低频谱资源(如 700 MHz),需要尽快推动相关频段的规划。

4 结束语

频谱资源是推动 5G 标准与产业进程的关键因素。在寻找新的频谱资源的过程中,移动通信产业受到来自其他行业的巨大阻力。为实现国家“十三五”规划信息产业发展目标,保障我国在 5G 时代的引领地位,我国需要平衡 IMT 和卫星、国防、科学研究、广播等业务的发展,为 5G 未来发展提供资源保障。

参考文献:

- [1] 方箭,李景春,黄标,等. 5G 频谱研究现状及展望[J]. 电信科学, 2015,31(12).
- [2] 工业和信息化部. 5G 系统在 3 000~5 000 MHz 频段内的频率使用规划[EB/OL]. [2018-12-25]. <http://www.miit.gov.cn/>.
- [3] Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond[EB/OL]. [2018-12-25]. <http://www.itu.int>.
- [4] 公开征集在毫米波频段规划第 5 代国际移动通信系统(5G)使用频率的意见[EB/OL]. [2018-12-25]. <http://www.miit.gov.cn/>.
- [5] TC5_WG8_2017_133B_5G 系统高频段 24.25~30GHz 研究报告[EB/OL]. [2018-12-25]. <http://www.ccsa.org.cn/>.
- [6] GSA Spectrum for 5G: plans, Licenses and trials[EB/OL]. [2018-12-25]. <https://gsacom.com/>.
- [7] Spectrum needs for the terrestrial component of IMT in the frequency range between 24.25 GHz and 86 GHz Table 6[EB/OL]. [2018-12-25]. <http://www.itu.int>.
- [8] General aspects for UE RF for NR (Release 15): 3GPP TR 38.817[S/OL]. [2018-12-25]. <ftp://3gpp.org/specs>.
- [9] 周瑶,聂昌. 国际 LTE 网络频谱使用分析及启示[J]. 邮电设计技术, 2015(4): 14-18.
- [10] 蓝海涛. 5G 网络的频率策略研究[J]. 网络安全技术与应用, 2018, No.210(6): 64-65.
- [11] 张炎炎,王宝聪,李文祺,等. 5G 高频候选频段内 5G 系统与卫星地球站干扰共存研究[J]. 电信科学, 2018(S1): 243-248.

作者简介:

周瑶,高级工程师,硕士,主要从事频率干扰共存、频率申请及规划、频率相关国际国内标准组织研究工作;尹安祺,主要研究方向为移动通信技术、移动互联网、物联网、IT 应用等。

