

白 皮 书

2018-07



5G 微波毫米波特别工作组

5G 毫米波频谱规划建议白皮书

目 录

1.	5G 毫米波频谱需求.....	3
2.	5G 毫米波频谱规划及法规进展.....	5
2.1	国内 5G 毫米波频谱规划及法规进展	5
2.2	国际 5G 毫米波频谱规划及法规进展	6
3	国际化标准进展及产业情况.....	7
4	5G 毫米波共存研究进展.....	10
4.1	国内 5G 毫米波共存研究进展.....	10
4.2	国际 5G 毫米波共存研究进展.....	12
4.2.1	ITU-R SG5 TG5/1	12
4.2.2	CEPT	13
5	5G 毫米波频率规划和法规建议.....	14
	参考文献.....	14

引言

最近几年来，全球信息通信产业呈现移动化、宽带化和智能化的发展趋势。第五代移动通信系统（5G/IMT-2020）不仅立足于移动通信本身，而且将渗透到未来社会的各个垂直领域，构建以用户为中心的全方位信息生态系统。5G 将与传统制造、服务行业的融合创新促成“互联网+”新形态，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的无限生机。

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挑战。2015 年 ITU-R WP5D 发布报告 M. 2083（5G 愿景）定义 5G 系统将满足增强的移动宽带、海量的机器间通信、低时延高可靠通信三大类主要应用场景，并支持至少 100 Mbit/s~1 Gbit/s 的边缘用户体验速率，10Gbit/s~20 Gbit/s 的系统峰值速率，100 万/平方公里的连接数密度，1 ms 的空口时延，相比 4G 提升 3~5 倍的频谱效率和百倍的能效，500 公里/小时的移动性支持，10 Mbit/（s×平方米）的流量密度等关键能力指标。

既然 5G 系统需要满足不同场景下的应用需求，那么就需要对支持部署 5G 系统新空口标准的候选频段进行全频段布局，以综合满足网络对容量、覆盖、性能等方面的要求。低频段已异常拥挤，且大多涉及与其他系统干扰保护，共存条件苛刻，然而中低频段传播特性中的较强穿透力和广域覆盖能力是 5G 实现大覆盖、高移动性场景下的用户体验和海量设备连接的必然选择；即使 6GHz 以上毫米波频段覆盖能力相对中低频段较弱，难以实现全网覆盖，但丰富的频谱资源能够满足 5G 在热点区域极高的用户体验速率和系统容量需求。整体而言，未来 5G 系统频谱需要着眼低频段和高频段统筹规划，相互补充，缺一不可。

频谱资源规划是推动 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，全球移动通信产业受到来自其他行业的巨大阻力，我国 5G 系统也正面临前所未有的频谱资源短缺困境。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，我国迫切需要明确 5G 在毫米波频谱布局并尽早确立可用频段。

感谢中兴通讯股份有限公司、高通无线通信技术（中国）有限公司、北京三星技术研究有限公司、爱立信（中国）通信有限公司和电信科学技术研究院有限公司等对本报告的输入。

1. 5G 毫米波频谱需求

5G 要面向移动互联网和物联网等多样化应用场景。一方面，需要毫米波频段连续大带宽频谱，满足 5G Gbps 业务速率需求；另一方面，需要满足用户时时在线的需求，保证用户的高速移动性，还必须借助低频段提供良好的网络覆盖。因此，5G 时代需要高、低频段协同发展，低频段（低于 6GHz）作为 5G 基础频段，毫米波频段（6GHz 以上）作为重要的补充频段。

ITU-R WP5D 针对 24.25-86 GHz 毫米波频段的频谱需求开展研究，并且把研究结果以联络函方式发送给 ITU-R TG5/1[9]。WP5D 考虑了 3 种不同的方法评估频谱需求，最终结果引用如表[9]。

表 1：24.25 到 86 GHz 频率范围之间的 5G 频谱需求

	示例	不同示例的关联条件	总频率需求 (GHz)	一定范围内的频谱需求 (GHz)
基于应用 的方法	1	过度拥挤，密集城区 和城区	18.7	3.3 (24.25-33.4 GHz 范围) 6.1 (37-52.6 GHz 范围) 9.3 (66-86 GHz 范围)
		密集城区和城区	11.4	2.0 (24.25-33.4 GHz 范围) 3.7 (37-52.6 GHz 范围) 5.7 (66-86 GHz 范围)
	2	高度拥挤区域	3.7	0.67 (24.25-33.4 GHz 范围) 1.2 (37-52.6 GHz 范围) 1.9 (66-86 GHz 范围)
		拥挤区域	1.8	0.33 (24.25-33.4 GHz 范围) 0.61 (37-52.6 GHz 范围) 0.93 (66-86 GHz 范围)
基于技术 性能的方法(类型1)	1	用户体验的数据速率为 1 Gb/s，在小区边缘同时为 N 个用户/ 设备服务,比如室内	3.33 ($N=1$), 6.67 ($N=2$), 13.33 ($N=4$)	无
		用户体验的数据速率为 100Mb/s，在小区边缘同时为 N 个用户/ 设备服务,比如广域覆盖	0.67 ($N=1$), 1.32 ($N=2$), 2.64 ($N=4$)	无
	2	eMBB 密集城区	0.83-4.17	无
		eMBB 室内热点	3-15	无
	3	在小区边缘单一用户 1 毫秒里传输一个 10 Mb 的文件	33.33 GHz (单向)	无
		在小区边缘单一用户 1 毫秒里传输一个 1 Mb 的文件	3.33 GHz (单	

	示例	不同示例的关联条件	总频率需求 (GHz)	一定范围内的频谱需求 (GHz)
			向)	
		在小区边缘单一用户 1毫秒里传输一个0.1 Mb的文件	333 MHz (one direction)	
基于技术性能的方法(类型2)	—	密集城区micro	14.8-19.7	5.8-7.7 (24.25-43.5 GHz 范围)
		室内热点		9-12 (24.25-43.5GHz 和 45.5-86 GHz 范围)
基于某些国家考虑的国家频谱需求	—	—	7-16	2-6 (24.25-43.5 GHz 范围) 5-10 (43.5-86 GHz 范围)

其中基于技术性能方法的类型2为中国提交的评估结果[10],并被ITU-R WP5D 采纳。根据中国的评估,如果为密集城区提供服务,则在 24.25-43.5GHz 范围内一共需要 5.8-7.7GHz,如果为室内热点提供服务,在 24.25-43.5GHz 和 45.5-86 GHz 范围,一共需要 9-12GHz。考虑密集城区和室内热点服务为规避干扰,采用不同的频率资源,则总的频谱需求为 14.8-19.7GHz。以上频率需求研究,还没有考虑不同运营商之间使用频率为了避免干扰可能需要的保护带。

在 2017 年 7 月无管局征集 5G 毫米波频率规划意见过程中,考虑 24.75-27.5GHz 和 37-42.5GHz,一共为 8.25GHz,基本可满足密集城区 micro 的条件需求,为满足室内热点容量服务需求,还需要在更高频率范围内寻找毫米波频率资源。

2. 5G 毫米波频谱规划及法规进展

2.1国内 5G 毫米波频谱规划及法规进展

毫米波频谱应用于 5G 系统成为业界共识。为科学、合理地进行 5G 系统频率规划,我国工业和信息化部于 2017 年 6 月 8 日发布了公开征求意见函,征集 24.75-27.5GHz、37-42.5GHz 或其它毫米波频段在 5G 系统使用及规划的意见和建议。同年 7 月,工业和信息化部批复 24.75-27.5GHz 和 37-42.5GHz 频段用于我国 5G 技术研发毫米波实验频段,试验地点为中国信息通信研究院 MTNet 试验室以及北京怀柔、顺义的 5G 技术试验外场。

2.2 国际 5G 毫米波频谱规划及法规进展

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，在毫米波频段方面明确将 26G（24.25–27.5GHz）频段作为欧洲 5G 高频段的初期部署频段，RSPG 推进欧盟在 2020 年前确定此频段的使用条件，建议欧盟各成员国保证部分 26GHz 频段在 2020 年前释放，以满足 5G 市场需求。此外，欧盟将继续研究 32G（31.8–33.4GHz）和 40G（40.5–43.5GHz）频段，以及其它高频频段。基于欧洲 5G 频谱战略，CEPT 负责讨论制定包含 3.5G、26GHz 等 5G 先发频段的使用管理规则。ECC PT1 通过了相关研究报告并对内容进行意见征集。ECC PT1 在 2018 年 7 月基本完成 26GHz 频段技术应用条件的研究和制定工作，欧盟委员会将于 2018 年下半年发布关于 5G 使用 26G 频段的法规要求。同时，欧洲各国于 2018 年也已经陆续启动了关于 5G 先发频谱包括 3.5G、26GHz 等频段的频谱拍卖规则的征求意见。

2016 年 7 月 14 日，美国联邦通信委员会（FCC）全票通过将 24GHz 以上频谱用于无线宽带业务的规则法令[1]，共规划 10.85GHz 高频段频谱用于 5G 无线技术，包括 28G（27.5–28.35GHz）、39G（38.6–40GHz），共计 2.25GHz 许可频谱，37G（37–38.6 GHz）共计 1.6GHz 混合许可频谱、和 64–71GHz 共计 7GHz 免许可频谱。2017 年 11 月，FCC 发布法令[2] 决定增加 24.25–24.45GHz、24.75–25.25GHz 以及 47.2–48.2GHz 共 1.7GHz 频段用于 5G 无线技术。至此，FCC 在毫米波频段为 5G 无线技术规划频率总量达到约 13GHz。2018 年 3 月，FCC 发布公告草案[3]，提出 28GHz 和 24GHz 频谱的拍卖方案，28GHz 频谱将分割为 2 个许可带宽每个 425MHz，许可针对县级范围，24GHz 频谱将分割每个许可为 100MHz 带宽，许可将面向全美 416 个 PEA（局部经济区域）。28GHz 频谱将在 2018 年 11 月 14 日开始拍卖，24GHz 频谱拍卖略晚于 28GHz 频谱拍卖。FCC 在 2018 年 4 月 17 日通过该方案。2018 年 6 月，FCC 正式批准了 Third Report & Order & Further NPRM，确定 37.0–37.6 GHz 的频段方案，该频段为政府和商业用户共享。在 24.75–25.25 GHz 提供 5G 频率许可业务与 FSS 地球站共享的频率管理方案。对于 24GHz 和 EESS 共存，FCC 倾向参照全球保护准则针对 IMT 考虑采取额外杂散限值要求。此外，FCC 将进一步征求开放 42GHz 的意见，以及寻求 37.0–37.6 GHz 频段的共享框架方案。

2017 年 1 月 21 日韩国未来创造科学部（MSIP）宣布了 K-ICT 频谱规划，以期推动 26.5–29.5GHz 频段用于 5G 商用部署，其中 27.5–28.5GHz（1GHz）计划在 2018 年释放，26.5–27.5GHz 和 28.5–29.5GHz（共计 2GHz）视 5G 产业链发展情况不晚于 2021 年释放，可能提前至 2018 年。目前，韩国政府已于 2018 年平昌奥运会期间，使用 28GHz 频段在首尔、平昌及其他城市建设了百余个 5G 站点，提供 5G 试验业务。同时韩国政府计划于 2019 年 3 月实现 5G 网络的正式商用。韩国于 2018 年 6 月 18 日完成 5G 频谱拍卖，其中 28GHz 频段是全球首次完成的 5G 高频段频谱拍卖，在 28GHz 频段，每个运营商获得了 800MHz 的频谱。其中，SK 电信获得了 28.1GHz–28.9GHz 频段，KT 获得了 26.5GHz–27.3GHz 频段，LG Uplus 获得了 27.3GHz–28.1GHz 频段。

2016 年 7 月 15 日，日本总务省（MIC）发布了面向 2020 年无线电政策，提出面向 2020 年的 5G 商用频谱计划，其中毫米波频段将主要聚焦在 28G（27.5–29.5GHz）频段。MIC 于 2017 年中旬联合 NTT Docomo、KDDI 和 Softbank 在东京及部分农村地区启动了 5G 外场试验，使用了 6GHz 以下和 28GHz 频段。MIC 计划于 2018 年底到 2019 年初完成包含 3.6–4.2GHz、4.4–4.9GHz 以及 27.5–29.5GHz 频段的频率分配，为 2020 年东京奥运会提供 5G 商用服务。

此外，澳大利亚、加拿大、新加坡等相关主管部门在 2017 年先后启动了针对毫米波频段规划及使用的公开征求意见。根据征求意见稿内容，加拿大、新加坡已明确表示出将 28G 频段用于 5G 的兴趣。其中，加拿大 ISSED 针对 28G（27.5–28.35GHz）频段和 37–40GHz 频段

的移动业务应用在征求意见中提出了针对本国频率划分规定的修订意见。

3 国际化进展及产业情况

据爱立信预测 (Ericsson Mobility Report, Nov. 2017)，全球首个独立 5G 商用网络将出现在 2018/2019 年，2020 年全球 5G 将实现规模商用部署，5G eMBB 用户数量将在 2023 年突破 10 亿。

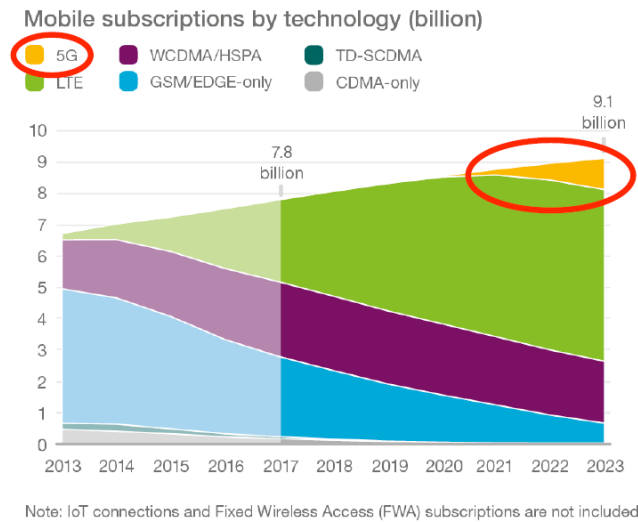


图 1：5G 用户数量预测

当前为了引导 5G 产业发展，抢占市场先机，如上文所述，包括中国、欧盟、美国、韩国、日本等在内主要国家先后提出了 5G 商用时间表，并发布了包括 6GHz 以下低频以及毫米波频段在内的频谱政策。在政策及市场的双重驱动下，各国 5G 技术试验目前也逐渐由技术验证转入基于运营商组网的 5G 规模试验阶段，为 2018-2020 年 5G 的商用奠定基础。根据 GSA 统计，截至 2018 年 1 月，全球共有 113 个运营商在 56 个国家开展或计划开展 5G 技术试验。

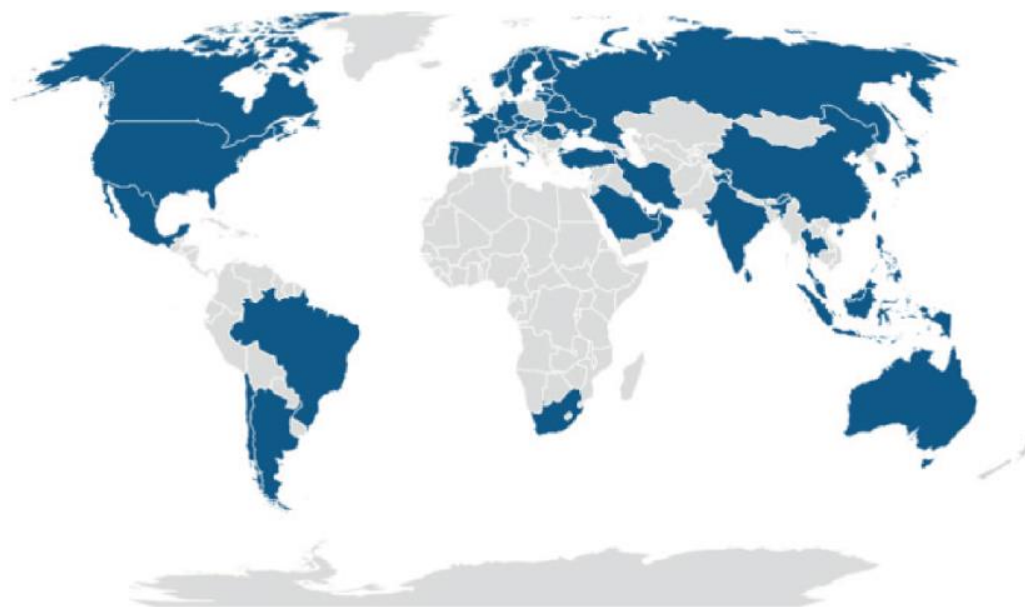


图 2： 全球已开展或计划开展 5G 技术试验的国家和地区

目前全球 5G 试验网中 43%使用了 1-6GHz 频谱，使用 6GHz 以上高频的 5G 试验网数量占比达到 57%，其中使用 24GHz~29.5GHz 毫米波频段的试验网占比为 31%。

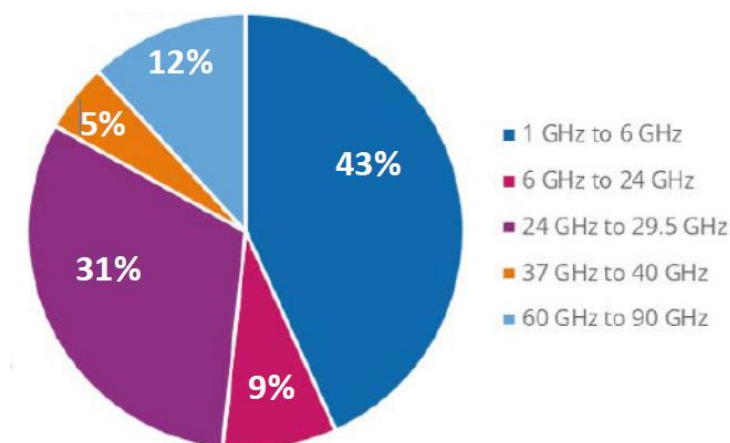


图 3： 全球 5G 试验网频率使用情况

标准化方面，毫米波频段的 5G 技术是 5G 标准体系中不可或缺的重要组成部分。ITU-R 确定了 IMT-2020 技术征集、评估及发布时间表，为了实现在 2020 年发布技术体制建议书，ITU-R WP5D 早在 2016 年就启动了相关工作，现已进入了技术体制征集及评估阶段。在 2017 年底发布的 IMT-2020 技术评估报告中，室内热点及密集城区 eMBB 场景中以 4GHz（代表以 3.5GHz 为主的频段区间）和 30GHz（代表 26GHz、39GHz 等毫米波频段）作为 5G 技术评估的典型频段配置。

3GPP 5G 标准作为主流的 5G 技术体制，目前获得了最为广泛的国家及移动通信产业的支持。根据 3GPP 5G 标准化路标，5G NR 标准制定分为两个阶段，其中，第一阶段（Rel15）将分步完成非独立和独立 5G 标准的制定，目前非独立 5G 标准已于 2017 年 12 月完成，支持独立 5G 的完整 Rel15 版本已经在 2018 年 6 月完成制定。第二阶段（Rel16）标准版本将考虑与第一阶兼容，计划在 2019 年底完成制定，并作为正式的 5G 版本提交 ITU-R IMT-2020。3GPP NR 毫米波频段的射频标准讨论和制定工作由 3GPP RAN4 牵头开展，目前 3GPP 已定义

的毫米波频段编号及范围如下表所示。26GHz 和 39GHz 为全球范围内备受关注的毫米波频段，在各国运营商及设备厂商的大力推动下被首先纳入了 3GPP 标准，为相关毫米波频段的产业培育及设备开发制造创造条件和提供保障。

表 2： 3GPP 已标准化的毫米波频段

频段号	UL	DL	双工方式
n257	26.5 - 29.5 GHz	26.5 - 29.5 GHz	TDD
n258	24.25 - 27.5 GHz	24.25 - 27.5 GHz	TDD
n260	37 - 40 GHz	37 - 40 GHz	TDD

同时，面向 WRC-19，ITU-R 新设立的 1.13 议题专门针对毫米波频段频谱需求及兼容性问题开展研究，以期 5G 在 24-86GHz 频段内分配更多的全球/区域协调的频谱资源，为各国的毫米波频谱规划和使用协调提供指导。聚焦 1.13 议题所列的 11 个潜在高频毫米波候选频段，IMT-2020 与已有业务的兼容性研究由 ITU-R SG5 TG5/1 牵头，计划在 2018 年底完成。CEPT、APT、CITEL 等区域标准化组织中，各国主管部门在 WRC-19 IMT 毫米波相关议题的框架下，积极协调，推动形成有利于国家及区域 IMT 毫米波产业协调发展的共同观点。表 3 给出了 APG 内部分国家主管部门关于毫米波频率的观点总结。

表 3： APG 19-3 关于毫米波频率的观点总结

	议题研究频段 (GHz)											
	24.25-27.5	31.8-33.4	37-40.5	40.5-42.5	42.5-43.5	45.5-47	47-47.2	47.2-50.2	50.4-52.6	66-71	71-76	81-86
印度	S	S	S									
韩国	I	I	I									
新西兰	X	X		X	X							
澳大利亚 ⁽¹⁾	S		S	S	S					S	S	
日本	S	S	S	S	S							
新加坡	S	S	S	S	S							
马来西亚	X											
越南	I	S	S	S	S							
中国 ⁽²⁾	X ⁽³⁾		X	X						X	X	X
孟加拉	X	X										
老挝	S											

注：

- 1) 澳大利亚认为 24.25-27.5GHz 部分或全部标识给 IMT 是有可能的。
- 2) 如果可以实现共存，中国支持将 24.75-27.5 GHz 和 37-42.5 GHz 标识给 IMT 使用。同时，如果可以实现共存，中国还考虑将 43.5GHz 以上频段按需标识给 IMT 使用，尤其是 66-71GHz, 71-76 GHz 和 81-86 GHz 频段。
- 3) 24.75-27.5 GHz

其中，

- S 表示优先开展该频段的兼容性研究；
- X 表示在 1.13 议题框架下，如兼容性研究表明能够实现共存，则优先考虑将此频段标

识给 IMT 使用；

- I 表示在 1.13 议题框架下，基于本国的兼容性研究及 ITU 阶段性结果（计划在 2018 年 8 月完成），优先考虑可能将此频段标识给 IMT 使用。

经过多轮讨论，目前亚太地区国家达成的最新共同观点主要包括：

1. 根据第 238 号决议（WRC-15），APT 成员支持考虑为 IMT 增加附加频段，包括可能的附加移动业务的主要划分。
2. 根据第 238 号决议（WRC-15），APT 成员支持 ITU-R 关于 IMT 频谱需求和兼容共存的研究。兼容共存研究需要重点考虑对已有主要业务的保护。
3. 在兼容共存研究取得令人满意的结果的基础上，APT 成员优先考虑将 24.25-27.5GHz 的全部或部分频段标识给 IMT 使用。
4. 关于与议题 1.13 涉及的频率有重叠的其他议题 1.6、1.14 和 9.1（问题 9.1.9），APT 成员认为应当由 WRC-19 根据大会输入提案和讨论情况进行处理。

4 5G 毫米波共存研究进展

4.1 国内 5G 毫米波共存研究进展

为做好 5G 毫米波频率规划相关工作，我国成立了 1.13 议题研究组，IMT-2020（5G）推进组频率工作组，在无线电主管机构指导下，相关技术机构、电信运营商，设备制造商等单位积极参与，共存研究稳步推进，目前已基本完成 26GHz，32GHz，40GHz 和 70/80GHz 的兼容性共存研究，并向 ITU-R TG5/1 提交了相关研究报告。已基本完成兼容性共存研究的频段和业务见表 4。

表 4： 中国完成兼容性共存研究的频段和业务

频段 (GHz)		业务	同/邻频	结论 (参考 ITU-R 中国文稿)
24.25-27.5	23.6-24	EESS passive	邻频	在基线假设下，需 16.4 dB 额外隔离度，IMT-2020 终端和基站在此频段的带外杂散限值 -36/-40dBW/200MHz； 在敏感性分析下，需 10.9dB 额外隔离度，带外限值为 -30.9/-34.7 dBW/200MHz；
	23.6-24	RAS	邻频	根据 RAS 台站高度，需 IMT 基站/终端与台站设置不同隔离距离。
	25.5-27	EESS (S-E)	同频	在集总仿真条件下，400 米隔离距离情况下干扰余量 18-48dB。 在一簇基站和单站情况

				下, 一定隔离距离下, 也有足够干扰余量。
	25.5-27	SRS (S-E)	同频	在集总仿真条件下, 2000 米隔离距离情况下干扰余量 11-18dB。 在一簇基站和单站情况下, 一定隔离距离下, 也有足够干扰余量。
	25.25-27.5	ISS	同频	基于空间分析, 需要 99.9%-100%时间保护
	24.65-25.25/27-27.5	FSS (E-S)	同频	基于不同轨道为主, 其 I/N_{max} 大致在 -29 至 -30 dB
31.8-33.4	31.8-33.4	RNS	同频	对于静态分析, 当空间位置百分比随机分布时, 超过 RNS 雷达干扰门限的概率 13-14%; 当空间位置为 10% 时, 超过 RNS 雷达干扰门限的概率 20-43%。 对于动态分析: 在城市边缘一定距离时, IMT 会造成干扰
37-42.5	36-37	EESS (passive)	邻频	需设置额外隔离度, 用户和基站在此频段的带外限值也需考虑。
	37.5-42.5	FSS (S-E)	同频	在 1 公里或 1.4 公里隔离距离下可以满足给定的保护准则。
71-76	71-76	FS	同频	设置一定隔离距离, 实现
81-86	81-86	FS	同频	IMT-2020 与 FS 的共存
	79-92	RAS	同频 + 邻频	在一定隔离距离条件下, 满足 IMT-2020 与 RAS 台站的共存和兼容需求
	86-92	EESS (passive)	邻频	还需进一步研究

注: EESS 卫星地球探测业务, RAS 射电天文业务、ISS 卫星间业务、FSS 固定卫星业务、RNS 无线电导航业务、SRS 空间研究业务、FS 固定业务、MS 移动业务

研究结果显示, 24.25-27.5GHz 频段 ISS/FSS (E-S) 与 IMT 同频可以共存。25.5-27GHz 频段 EESS (S-E) 与 IMT 在建成区内(城区或郊区) 同频共存情况下, 400 米隔离距离下可以共存且存在一定的余量。25.5-27GHz 频段 SRS (S-E) 与 IMT 在建成区内(城区或郊区) 同频共存情况下, 2000 米隔离距离下可以共存且存在一定的余量。31.8-33.4 频段同频共存情况下, IMT 会对 RNS 产生干扰。37.5-42.5GHz 频段 FSS (S-E) 与 IMT 同频共存情况下, 在 1~1.4 公里隔离距离下可以共存。在不同的仿真假设条件下, 71-76GHz/81-86GHz 频段 FS 与 IMT 共存所需的隔离距离在 0~950 米之间。对于 26GHz、40GHz 和 80GHz 等各个频段的 EESS (passive)

与 IMT 的邻频共存，当 IMT 的带外无用发射为-13dBm/MHz（3GPP 制定的通用杂散指标）时，仍需要一些额外隔离度来实现对 EESS 无源业务的保护。对于 23.6-24GHz 频段 RAS(passive) 与 24.25-27.5GHz 频段 IMT 的邻频共存，当 IMT 的带外无用发射功率为-13dBm/MHz 时，大约需要 34 公里的隔离距离。对于 79-92GHz 频段 RAS 与 81-86GHz 频段 IMT，同频共存大约需要 7.5-22.5 公里保护距离，邻频共存大约需要 2.5-11.5 公里保护距离。上述研究结果中，RAS 与 IMT 所需的保护距离相对较大，但由于 RAS 站点通常建在相对偏远地区，而对于 IMT 系统，毫米波会用在城市热点地区，因此毫米波频段 IMT 与 RAS 站点本身就存在天然的地理隔离，因此 RAS 与 IMT 的共存仍然是比较容易实现的。

综上，对于我国重点关注的 26GHz 和 40GHz 频段，同频都比较容易实现共存，24GHz 保护 EESS 被动业务的邻频共存在 3GPP 通用杂散指标的基础上仍需一定的额外隔离度。预计，2018 年 8 月份国内会完成共存研究，得出共存和保护要求的最终结论。

4.2 国际 5G 毫米波共存研究进展

4.2.1 ITU-R SG5 TG5/1

ITU-R SG5 TG5/1 是国际电信联盟（ITU）开设的 5G 毫米波特设工作组，主要负责 WRC19 议题 1.13 的 CPM 报告撰写以及相关共存研究工作。TG5/1 考虑的频段范围包括 24.25-27.5 GHz、31.8-33.4 GHz、37-43.5 GHz、45.5-50.2 GHz、50.4-52.6 GHz、66-76 GHz 以及 81-86 GHz。TG5/1 第五次会议于 2018 年 5 月 2 至 11 日在瑞士日内瓦召开。根据 TG5/1 工作计划，会议主要任务是协调融合各国研究结论，完成各频段 5G 系统与相关无线电业务、系统的兼容共存研究报告，并初步起草 WRC-19 大会准备会议（CPM）有关文本。因不同国家立场存在差异，现有研究结果两极分化明显，在部分案例研究中，一些国家采用了个性化的或较为极端的研究场景与假设，给出了不用于其他国家的研究结论，认为兼容共存难以实现；在 CPM 文本草案中，针对是否将议题候选频段用于 5G 系统，各国给出的解决办法及建议也存在分歧。最终经过激烈讨论，第五次会议完成了大多数研究报告的起草，基本实现了会议目标[7]。2018 年 8 月，TG5/1 将召开第 6 次会议，届时将在 TG5/1 工作组内完成 WRC19 议题 1.13 CPM 报告的起草。

错误!未找到引用源。给出了 ITU-R TG5/1 已经开展的共存研究项目的情况，给出了主要贡献者以及基本结论[8]。共存研究结论对于频率规划和无线法规制定具有重要指导意义。

表 5：ITU-R TG5/1 共存研究

频段（GHz）		业务/系统	主要贡献者	基本结论
24.25-27.5	23.6-24	EESS passive	美、韩、ESA、法、GSMA、中、巴、德、爱立信、诺基亚	杂散-13dBm/MHz 加严约 18-30dBss
	23.6-24	RAS	法、CRAF、中	保护距离：约 34-52 公里
	25.5-27	EESS/SRS(S-E)	美、中、ESA、英、韩、巴	保护距离：EESS 约 0.4-7 公里，SRS 约 2-77 公里
	25.25-27.5	ISS	中、英、法、美	余量约 11.8-27dB

	24.65-25.25/27-27.5	FSS(E-S)	澳、韩、卢森堡、法、日、中、巴、俄、爱立信	余量约-30 至 9.1dB（仅俄结果不能共存）
	24.25-27.5	FS	德、英、瑞士、巴	
31.8-33.4	31.8-33.4	RNS	美、法、中、俄	城市上干扰概率 13-40%，保护距离 25-245 公里
37-42.5	36-37	EESS passive	美、中、GSMA	杂散-13dBm/MHz 加严约 0-20.6dB
	37-38	SRS	美、ESA	保护距离 30-82km
	37.5-42.5	FSS(S-E)	中、加、美、巴、华为瑞典、卢森堡、GSMA	保护距离约 1 公里
	40.5-42.5	BSS	同上	同上
	42.5-43.5	RAS	CRAF	保护距离约 48-62 公里
66-71	66-71	ISS	英	单站余量 38dB
71-76/81-86	71-76/81-86	FS	诺基亚、中	
	79-92	RAS	中	保护距离 7.5-22.5 公里，邻频 2.5-11.5 公里
	86-92	EESS passive	ESA、美、中	杂散-13dBm/MHz 加严约 8.2-29.9dB
	76-81	汽车雷达	华为瑞典、德、瑞士	干扰概率 2.4~40.3%

注：EESS 卫星地球探测业务，RAS 射电天文业务、ISS 卫星间业务、FSS 固定卫星业务、RNS 无线电导航业务、SRS 空间研究业务、FS 固定业务、MS 移动业务

4.2.2 CEPT

ECC PT1 在 2018 年 7 月 6 日结束的 ECC 第 48 次会议上，通过了《24.25-27.5GHz 频段的移动/固定通信网络统一技术要求》的 ECC 决议，对 23.6-24GHz 无源 EESS 业务保护问题，经过公开征求意见和会议讨论，ECC 最终通过了相关决议，确定了在它的工作频段范围内对 IMT 基站和终端的带外杂散射频指标要求，以满足对无源业务的保护，

- BS: -42 dBW/200 MHz
- UE: -38 dBW/200 MHz

会议讨论过程中还有 8-9 个国家，如瑞典、芬兰、冰岛、丹麦、斯洛文尼亚、英国等国家要求放松该保护要求，但没有得到同意，有的国家也提出了考虑 28GHz 作为候选方案，但会议没有具体提出行动意见。

对于二次谐波，ECC 的结论是 50.2-50.4 GHz 和 52.6-54.25 GHz 可以采用杂散限值 -30dBm/MHz 用于基站，所以无需再提出特定的限值。

ECC 还决定不对带内 TRP 的基站和终端限值提出要求，但要求室外基站通常发射主瓣的仰角低于水平方向，或者天线需要一定机制调节仰角低于水平方向，除非该基站只用于接收。

ECC 考虑了 26GHz 频段运营商的非同步研究，目前的结论是各个国家的管理部门可以对于非同步或半同步的情况定义适当的干扰减少措施，管理部门也可以针对自己国家的情况，进一步定义和使用适当的 BEM (Block Edge Mask) 要求。

对于 UAS(Unmanned Aircraft Systems)的使用，ECC 决定 26GHz 频段需要禁止 BS 到 UAV(Unmanned Aircraft Vehicle)的通信(比如命令和控制链路)。使用 26GHz 频段从 UAS 到基站的通信(例如负载数据)可能对 EESS/SRS 地球站的隔离距离有很大的影响，该隔离距离需要 ECC 的进一步研究。另外 ECC 确定 UAV 系统的工作不应该成为部署 EESS/SRS 地球站的障碍，部署 5G 系统需确保现有 26GHz EESS/SRS 地球站以及今后的 EESS/SRS 系统的部署不受影响。

5 5G 毫米波频率规划和法规建议

结合国内国际的关于毫米波频率规划分配拍卖等进展调研以及毫米波共存研究进展，本报告针对我国 5G 毫米波频率规划和法规给出如下建议：

- 尽早规划 24.75–27.5GHz 以及 37–42.5GHz，给产业明确指导方向，建议 2018 年底完成频率规划，支撑 2019 年毫米波预商用试验以及 2020 年毫米波大规模商业部署。
- 制定法规时考虑共存研究时，制定合理的保护原有业务的射频指标，研究干扰协调方式。
- 推动全球频率划分一致，发挥规模经济效益。
- 考虑规划更多 42.5GHz 以上频率满足热点需求。
- 5G 技术、频率以及许可方式应满足不同的应用场景，比如工业互联网场景，可能需要更加灵活多样的频谱管理方式。

参考文献

- [1]. FCC 16-89A1, Report and order and further notice of proposed rulemaking, July 14, 2016
- [2]. FCC 17-152, Second report and order, second further notice of proposed rulemaking, order on reconsideration, and memorandum opinion and order, November 22, 2017
- [3]. FCC[18-xxx], Auctions of upper microwave flexible use licenses for next-generation wireless services, comment sought on competitive bidding procedures for auctions 101 (28 GHz) and 102 (24 GHz), bidding in auction 101 scheduled to begin November 14, 2018, April xx, 2018
- [4]. L. Minghini, R. D’Errico, V. Degli-Esposti, E. M. Vitucci, “Electromagnetic simulation and measurement of diffuse scattering from building walls,” 2014 8th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP), IEEE, pp. 1298–1302, 2014.
- [5]. D. Solomitckii, Q. C. Li, T. Balercia, C. R. C. M. da Silva, S. Talwar, S. Andreev, Y. Koucheryavy, “Characterizing the impact of diffuse scattering in urban

- millimeter-wave deployments,” IEEE Wireless Communications Letters, vol. 5, no. 4, pp. 432–435, June 2016.
- [6]. WG3_2018_02_005_WRC-19 AI 1.13 Current Progress, SRMC
- [7]. <https://mp.weixin.qq.com/s/7fk4p9RzFpnUfUJujEaxfQ>, “全球 5G 毫米波候选频段兼容共存研究基本完结”, 曾昱祺 钱肇钧, 无线电管理
- [8]. 无线电监测中心, 王坦, “WRC-19 AI 1.13 current progress”, FuTURE WG3 2018 第 2 次会议输入文稿, 2018 年 4 月
- [9]. ITU-R WP5D R15-TG5.1-C-0036!!MSW-E, “LS statement to TG5/1, spectrum needs and characteristics for the terrestrial component of IMT in the frequency range between 24.25 GHz and 86 GHz”, Feb, 28th, 2017
- [10]. ITU-R WP5D R15-WP5D. AR-C-0336!!MSW-E, “Spectrum needs for the terrestrial component of IMT in the frequency range between 24.25 GHz and 86 GHz for WRC-19 agenda item 1.13”, Feb. 7th, 2017, China