

最后报告

ITU-D  
第1研究组

第9号决议：  
各国，特别是发展中国家  
频谱管理的参与

# 用于支持发展需要的 演进中的频谱管理工具

第6研究期  
2014-2017年



## 联系我们

网站: [www.itu.int/ITU-D/study-groups](http://www.itu.int/ITU-D/study-groups)  
国际电联电子书店: [www.itu.int/pub/D-STG/](http://www.itu.int/pub/D-STG/)  
电子邮件: [devsg@itu.int](mailto:devsg@itu.int)  
电话: +41 22 730 5999

# 第9号决议：各国，特别是发 展中国家对频谱管理的参与

## 最后报告

用于支持发展需要的演进中  
的频谱管理工具

## 前言

**国际电联电信发展部门（ITU-D）** 研究组提供一种文稿驱动工作的中立平台，政府、行业和学术界的专家在此聚集，制定实用的工具和导则并开发资源来解决发展问题。ITU-D成员通过ITU-D研究组的工作，研究和分析以任务为导向的具体电信/ICT课题，从而加快各国发展优先工作的进展。

研究组为所有ITU-D成员提供机会来交流经验、提出想法、交换意见，并就研究处理电信/ICT优先工作的适当战略达成共识。ITU-D研究组负责根据成员提交的输入意见或文稿来制定报告、导则和建议书。国际电联通过调查、文稿和案例研究收集的信息利用内容管理和网络发布工具公开提供，以方便成员的轻松访问。研究组的工作与ITU-D不同计划和举措相关联，以发挥协同作用，使成员在资源和专业知识上受益。与在相关议题领域开展工作的其他群体和组织进行协作至关重要。

ITU-D研究组的研究课题由四年一届的世界电信发展大会（WTDC）决定，每届WTDC为界定下一个四年的电信/ICT发展问题和优先工作制定工作计划和导则。

ITU-D第1研究组的工作范围是研究“**发展电信/ICT的有利环境**”，ITU-D第2研究组则是研究“**ICT应用、网络安全、应急通信和适应气候变化**”。

在2014-2017年研究期，由以下人员指导**ITU-D第1研究组**的工作：主席McElvane Webber（美利坚合众国）和代表六个区域的副主席：Regina Fleur Assoumou-Bessou（科特迪瓦）、Peter Ngwan Mbengie（喀麦隆）、Claymir Carozza Rodriguez（委内瑞拉）、Victor Martinez（巴拉圭）、Wesam Al-Ramadeen（约旦）、Ahmed Abdel Aziz Gad（埃及）、Yasuhiko Kawasumi（日本）、Nguyen Quy Quyen（越南）、Vadym Kaptur（乌克兰）、Almaz Tilenbaev（吉尔吉斯共和国）和Blanca Gonzalez（西班牙）。

## 最后报告

针对WTDC第9号决议“各国，特别是发展中国家对频谱管理的参与”的最后报告在两位共同报告人Fadel Digham（埃及）和Sergey Pastukh（俄罗斯联邦）的领导下制定，参与工作的还有4位副报告人：Amer Hassan（微软公司，美利坚合众国）、Richard Kimasi（刚果邮电管理局，刚果民主共和国）、Scott Kotler（洛克希德·马丁公司，美利坚合众国）、LiChing Sung（美利坚合众国）。ITU-D联系人和ITU-D研究组秘书处也协助他们开展工作。

ISBN

978-92-61-22875-0 (Paper version)

978-92-61-22885-9 (Electronic version)

978-92-61-22895-8 (EPUB version)

978-92-61-22905-4 (Mobi version)

本报告由来自不同主管部门和组织的众多志愿人员编写。文中提到的具体公司或产品，并不意味着它们得到了国际电联的认可或推崇。



**打印本报告之前，请考虑到环境影响**

© ITU 2017

保留所有权利。未经国际电联事先书面许可，不得以任何手段对本出版物的任何部分进行复制。



前言	ii
最后报告	iii
内容提要	ix
<b>1 第1章 – 频谱管理方式</b>	<b>1</b>
1.1 前言	1
1.2 国际电联无线宽带规则框架	4
1.2.1 国际移动通信 (IMT)	4
1.2.2 无线接入系统/无线本地局域网 (WAS/RLAN)	4
1.2.3 高空平台电台 (HAPS)	5
1.2.4 卫星系统	6
1.3 许可方式下的频谱管理	8
1.3.1 移动宽带的频谱管理	9
1.3.2 向数字地面电视广播的过渡	10
1.3.3 从模拟广播向数字地面广播过渡的战略和方法以及新业务的实施	10
1.3.4 近期发展趋势	13
1.4 频谱共用	13
1.4.1 免执照方法中的共用	13
1.4.2 动态频谱共用	14
1.4.3 国际电联的频谱共用规则框架	16
1.4.4 许可共用频谱获取 (LSA)	17
1.4.5 分层获取频谱	18
1.4.6 电视空白频谱	18
1.4.7 TVWS中的宽带接入案例研究	20
1.4.8 与电视空白频谱使用相关的益处和挑战	21
1.5 ITU-R目前正在进行的研究和调查工作	21
<b>2 第2章 – 频谱经济学</b>	<b>22</b>
2.1 引言	22
2.2 频谱定价、牌照费和拍卖	22
2.3 与改善宽带接入有关的经济方面问题	23
2.4 评估使用频谱的经济效益	24
2.4.1 许可频谱的经济效益	24
2.4.2 免许可频谱的经济效益	25
2.4.3 与频谱共用相关的潜在费用和经济效益	25
<b>3 第3章 – 频谱管理活动和资源</b>	<b>26</b>
3.1 国家频率划分表 (NTFA) 导则	26
3.1.1 NTFA	26
3.1.2 评估国家频谱管理需求以及信息技术 (IT) 工具/系统	26

3.2	世界无线电通信大会的成果和筹备	27
3.2.1	WRC的周期和WRC的筹备进程	27
3.2.2	WRC-15	27
3.2.3	WRC-19和WRC-23的筹备工作	28
4	第4章 – 频谱监测	30
4.1	确定建立频谱监测网络的方法	31
4.1.1	确立招标	31
4.1.2	监测系统的规划	32
4.2	发现微弱信号的挑战和解决方案	33
	术语表	34
	缩写和首字母缩略词	35
	ITU-R参考文件	38
	其它参考文件	41
	第1章的参考文件	41
	第2章的参考文件	42
	Annexes	44
	Annex 1: Existing regulations on TV White Space	44
	Annex 2: Case studies and countries experiences	45
	A2-1. Digital Dividend	45
	A2-2. National regulations	55
	A2-3. Case studies of broadband access in the TVWS	56
	A2-3.1 Bhutan	56
	A2-3.2 Botswana	56
	A2-3.3 Republic of Korea	56
	A2-3.4 Malawi	57
	A2-3.5 The Philippines	57
	A2-3.6 United States of America	58
	A2-3.7 Ghana	59
	A2-4. Countries experiences in relation to spectrum pricing, licensing fees and auctions	59
	A2-4.1 Côte d'Ivoire – Estimating costs of licenses and frequencies	59
	A2-4.2 Republic of Niger – Method to determine the frequency fees	60
	A2-4.3 Russian Federation – Experience of Russian Federation in the field of spectrum fees	61
	A2-4.4 Republic of Korea –Beauty contest and auction in spectrum management	63
	A2-5. Countries experiences in relation to Spectrum Management Systems	63
	A2-5.1 Hungary – Spectrum Management IT System (STIR)	63
	A2-6. Countries experiences in relation to Spectrum Management	63



A2-6.1	People’s Republic of China – The improvement of spectral efficiency based on LTE technology	63
A2-6.2	Tanzania The legal framework on Spectrum Management in Tanzania	64
Annex 3: Contributions received for WTDC Resolution 9		66
Annex 4: Relevant decisions of the RA-15 and the WRC-15 which are especially important for developing countries		71

# 图表目录

## 表目录

表1: 2016年的数字鸿沟	24
Table 1A: Interference protection experiences	55
Table 2A: Interference avoidance methods	55

## 图目录

图1: 频谱定价要素	22
图2: 确立招标	32
Figure 1A: Talibon, Tubigon and Ubay TV White Space area coverage	58

作为根据第9号决议（各国，特别是发展中国家对频谱管理的参与）（2014年，迪拜，修订版）提交WTDC-17的本报告，涉及各国在频谱管理和频谱监测上采取的技术、经济和融资方式及其所面临的挑战，同时考虑到世界各地频谱管理的发展趋势、有关频谱重新部署的案例研究、许可颁发程序和实施频谱监测的最佳做法，也包括对新的频谱共用方式的审议。本报告在国际电联无线电通信部门（ITU-R）和国际电联电信发展部门（ITU-D）的密切协作下制定。这种部门间协作已实现了提高对发展中国家日益增长的具体需求的认识以及正在进行的无线电通信活动和技术研究与上述需求相配合的目标。对本报告做出的贡献包括成员国和私营部门成员提交的案例研究和系统级描述，以及ITU-R和ITU-D的活动和出版物。

**第1章**讨论了现有和新兴的频谱管理方法。主流方式，尤其是移动宽带的主流方式为在排他性执照基础上划分频谱，允许运营商在一国境内，在满足执照条款的前提下，在部署网络方面拥有完全的灵活性。由于对不同业务的需求增加与频谱资源供应之间的不平衡，频谱共用是提高频谱利用率和满足对给定可用频谱的需求增长的有效途径。因此，**第1章**也提供了有关不同频谱共用架构的背景。

**第2章**检视了频谱管理各个经济方面的问题。此章还讨论了许可使用或免执照使用模式下的一些经济获益以及频谱共用的监管成本问题。

**第3章**讨论了频谱管理活动，审议了评估工具和准则，以帮助发展中国家编制/更新其国家频率划分表（NTFA），还审议了世界无线电通信大会的结果和筹备工作。

频谱监测对确保正确落实频谱管理政策至关重要。**第4章**阐述了频谱监测不同方面的内容，这些或许对发展中国家有所助益，其中也包括建立监测系统的方法。



## 1 第1章 – 频谱管理方式

### 1.1 前言

宽带的接入驱动了经济增长，创造了机会，并且改善各地人民的生活质量。<sup>1</sup>然而，这些益处尚未惠及那些无法上网，或由于可用的互联网接入受限而无法充分利用互联网的人群。据估计，在发展中国家只有35%的人口可使用互联网。<sup>2</sup>在联合国指定的48个最不发达国家（LDC），情况最为严峻，那里仅有不足10%的人口可以某种方式访问互联网。<sup>3</sup>为最不发达国家的人群、发展和新兴经济体和发达经济体中的较不发达地区提供无处不在、价格低廉、可靠稳定的宽带上网，将会对完成联合国2030年可持续发展议程的可持续发展目标提供支持。<sup>4</sup>

这些人群常常必须克服不同的地理挑战、基础设施的不足和看上去不利的经济，以获得足够的互联网接入资源。将光纤拓展至尚未联网的人口是一项难度极大的任务，一方面出于执行和资助此类项目的困难，另一方面是以经济的方式向目标人口提供服务所面临的挑战。固定、移动和卫星无线网络均可用于为既定的地理区域提供宽带覆盖。由于对基础设施的需求相对较低，无线技术可用于为人口稀疏的地区以低于固定有线网络的成本提供骨干和最后一英里互联网接入。但必须指出，不论提供最后一英里连接使用的是哪种无线电技术，本地的端点必须能够无缝地回连至骨干互联网，以获取宽带覆盖。

尽管发展中国家已建有无线网络，这些网络可能受制于覆盖盲区和拥挤的节点，这些因素会推高成本并降低服务质量。即使在最为发达的经济体，也存在无线覆盖盲区，接入点和基站在繁忙地区出现过载，定价则成为许多人难以承受的障碍。

因此，发展中国家的频谱管理者面临着挑战：在常用于提供广域宽带覆盖的低频段以更低的成本为无服务或低服务地区提供可用的频谱，同时，在中、高频段为已有无线宽带的地区增加宽带容量而提供可用的额外频谱。

在做出频谱管理决策时，各主管部门应首先尝试在《无线电规则》规定的划分中，采用ITU-R建议书引入业务。此举可在规模效应、漫游、互操作性和更多的设备选择方面最大限度地获益。主管部门应考虑到，从通过一项标准到发展中国家的消费者和人民以可承受的价格获得设备可能需要数年时间。

<sup>1</sup> 一般可参见《互联网至关重要：网络对增长、就业和财富的全面影响》McKinsey，2011年 [http://www.mckinsey.com/insights/high\\_tech\\_telecoms\\_internet/internet\\_matters](http://www.mckinsey.com/insights/high_tech_telecoms_internet/internet_matters);

《互联网与未来：互联网对正在憧憬未来国家的影响》McKinsey，2012年，

[http://www.mckinsey.com/client\\_service/high\\_tech/latest\\_thinking/impact\\_of\\_the\\_internet\\_on\\_aspiring\\_countries](http://www.mckinsey.com/client_service/high_tech/latest_thinking/impact_of_the_internet_on_aspiring_countries)。

<sup>2</sup> 《2015年宽带态势》，数字发展宽带委员会，2015年，第41-42页，

<http://www.broadbandcommission.org/Documents/reports/bb-annualreport2015.pdf>。

<sup>3</sup> 《2015年宽带态势》，数字发展宽带委员会，2015年，第41-42页，

<http://www.broadbandcommission.org/Documents/reports/bb-annualreport2015.pdf>。

<sup>4</sup> 《变革我们的世界：2030年可持续发展议程》，2015年9月25日联合国大会通过的决议。

[http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=C](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=C)。

如不采用上述方法，通常需要采用特殊设备，这会增加网络和设备的成本，导致在产品可用性方面遇到困难并为长期支持带来问题。

解决这些挑战的方法之一即是重新部署用于已授权移动业务的频谱，使其可用于宽带。<sup>5</sup>许可是当前移动宽带的主流频谱管理方式，确保为支持81亿连接和近50亿唯一用户提供专用频谱。<sup>6</sup>

排他性许可频谱可保证实现更好的干扰保护和更高的功率输出，此二者均可协助增大覆盖，鼓励网络投资。许可运营商使用的频谱数量（包括许可的频段类型）可对移动宽带业务的成本、质量和覆盖产生重大影响。

全球各地排他性地许可给移动运营商的频谱数量大相径庭—从多个发展中国家的150 MHz到更多先进移动市场的700 MHz以上。<sup>7</sup>许可频谱较少的国家可努力为更快的移动宽带速率及日益增长的数据业务量提供支持。

许可的频谱类型也对移动宽带业务的成本和覆盖带来重大影响。覆盖频段（如1GHz以下）可覆盖广大地区，而所用基础设施却少于更高频段的频谱，因此可在采用低成本高效益方式连通农村地区人口，同时通过增强的建筑穿透能力协助改进服务质量方面发挥重要作用。

为移动业务重新划分“数字红利频段”即是该方法有效性的一个实例，这部分频段是模拟电视业务向数字地面电视过渡后节省下的频谱。对这些频段的“重耕”避免了对无线电设备的繁琐要求，且部署移动业务可在功率或覆盖方面不受限制。这对于经济落后地区尤其重要，在这些地区，业务的可用性或该业务为用户带来的后续成本往往由地面网点所服务的人口所决定。

频段容量（即1GHz以上）对于提供消费者使用日益增多的内容丰富、数据密集型业务非常重要。

免执照频段现在是一种重要的频谱管理工具。各国主管部门发现，免执照可为民众和消费者带来好处。免执照通常用于设备不容易产生有害干扰的情况。在免执照频段，往往有各种经济型设备，且这些设备可快速部署，无需主管部门发放执照，也不涉及相关费用。例如，2.4GHz工科医和5GHz频段内的免执照带来了很多好处，提供了Wi-Fi等各种设备，扩展了固定网络。

另一种补充方法是视可行情况，通过将各种技术用于业务间共用频谱，以及主要和次要用户共用频谱的方式，提高现有频谱资源的利用率。根据《ITU-R国家频谱管理手册》，“频率共用是改善频谱利用的有效方法。在指配新频率之前，应当考虑共用现有频率的可能性”<sup>8</sup>。

<sup>5</sup> 在发达和发展中国家，当今所用频谱的大部分已被划分为专门用途，其中包括被确定用于IMT-2000和IMT-Advanced移动业务的在UHF频段的频谱。

<sup>6</sup> GSMA Intelligence – 参见[www.gsmainelligence.com](http://www.gsmainelligence.com)。

<sup>7</sup> GSMA Intelligence – 参见[www.gsmainelligence.com](http://www.gsmainelligence.com)。

<sup>8</sup> 2015年版《国家频谱管理手册》，第139页。

在不同业务间实现频谱共用是一种常见做法，可由各主管部门通过制定符合国际电联《无线电规则》和ITU-R建议书的规章的方式并借助与业界和国际标准组织合作制定的技术解决方案予以实施。频谱共用可在不同层面实现：

- 根据国际电联的《无线电规则》或国家层面的监管框架，在不同无线电通信业务或应用之间；
- 在不同实体或用户类型（例如政府与商业用途）之间；
- 在同一应用的不同许可用户（如，PMR服务、点对点链路）之间；
- 受保护的主要用户和免许可用户之间（如雷达和卫星地球探测业务（EESS）台站与5 GHz无线本地局域网（RLAN））；
- 在不同的免执照用户（如短距离设备和Wi-Fi）之间。

频谱共用假定，有多家实体寻求使用相同的频谱频段。在人口密度大的地区，这可能是更常见的情况。

拟议频段的政策选择取决于该频段内的服务质量预期。例如，一个获得许可的划分服务于重耕经济价值明显且新一代业务的商业化要求获得确定频谱使用权的频段，同时与军用或公共安全频段共用更适于经许可的共用划分。免执照使用频段尤其适于对服务质量要求不高且可保护现有业务的应用。

从监管角度合理地准予“频谱共用”需要区分国家监管进程中的两个关键步骤，以便能够在国家层面使用频谱：1) 频率划分，2) 频率授权。

“频率划分”在广义上是指在国家层面定义可使用某个频段的服务和/或应用，而“频率授权”是指向用户指配频谱、划分业务和/或应用的程序以及市场监管。

国家监管机构（NRA）的频谱管理者在国家法规满足《无线电规则》的前提下，可以实施一系列采取了各类干扰抑制技术的频谱共用措施，实现共用频谱的接入。频谱共用可以通过各种规则框架实施。

根据占用给定频段的不同业务的性质，以及通过必要技术规则保护这些业务免收干扰的技术可行性，并非全部频段都同样适合进行频谱共用。频谱管理者需要逐个频段评估频谱共用的潜在可能。

随着时间推移，在各个发达国家和发展中国家的NRA，随着时间推移，为了增进互联，根据公共政策目标<sup>9</sup>，频谱管理的概念正日益拓宽，从仅仅避免对主要业务的有害干扰，转变为一种包含了最大化给定频段频谱利用效率以及经济和社会效益的方式。将频段的经济效率最大化确保了频段的划分和指配赋予经济价值最高的使用方式。将频段使用效率最大化使频谱管理者能够在该国和邻国实现在保护已授权业务的干扰限值范围内可能达到的最密集使用。为确保某个频段较高的经济效益和频谱利用率，鼓励各国监管机构定期对其已采用的监管措施进行复审，并相应地对修正相关监管框架的可能需求做出响应。

<sup>9</sup> “背景文件：趋同世界中的无线电频谱管理”，国际电信联盟文件：RSM/07，在“趋同世界的无线电频谱管理研讨会”上介绍，2004年2月16-18日。

## 1.2 国际电联无线宽带规则框架

### 1.2.1 国际移动通信（IMT）

国际电联于1992年举行的世界无线电行政大会（WARC-92）确立了发展第三代移动系统（3G）的框架，该框架除包含其它规则条款外，还确定了各国在部署国际移动系统（IMT）时在全球使用的无线电频谱频段。

WRC-2000和WRC-07分别开放了1.8 GHz和2.6 GHz频段以及“首批数字红利”频段（2区和3区的700 MHz以及1区800 MHz），从而为4G的发展提供了框架。

在5G方面，WRC-15为移动业务（IMT）开放了“第二批数字红利”频段（1区的700MHz和全球的3.4-3.6 GHz频段），用于4G和5G<sup>10</sup>（IMT-2020）系统。预期WRC-19将为5G移动业务开放更多的24 GHz以上频段。预计5G将提供增强后的移动宽带能力并纳入物联网（IoT）以及卫生、运输和零售等垂直活动，加速数字变革进程。（参见ITU-R **M.2083**建议书：IMT愿景 – 2020年及之后IMT未来发展的框架和总体目标）

基于ITU-R第5研究组建议的频率安排，将600 MHz频段提供给移动宽带的工作也已在《无线电规则》第5条涉及该频段的脚注所列国家中启动。

世界无线电通信大会的决议强调了有关IMT的重要问题，具体如下：

**第223号决议（WRC-15，修订版）**指出，国际移动通信（IMT）系统在全球范围内提供电信业务，与所处位置、所用网络和设备无关。它也指出，自WARC-92以来，移动通信得到了巨大发展，包括对宽带多媒体容量不断增长的需求；需要对IMT的全球频段进行统一，以便实现全球漫游和规模效应。

**第224号决议（WRC-15，修订版）**指出，1 GHz以下频段很重要，尤其是对于一些发展中国家和广大地区需采用低人口密度区域经济解决方案的国家而言；此外，它也认识到，在许多发展中国家和地广人稀的国家，均需经济高效地实施IMT且1 GHz以下频段的传播特性有利于建立更大的蜂窝小区；

### 1.2.2 无线接入系统/无线本地局域网（WAS/RLAN）

WRC-03为RLAN开放了部分5 GHz频段，前提是RLAN设备需采用动态频率选择（DFS），以保护雷达。DFS是一种基于感知技术的（干扰）抑制方法。

与Wi-Fi使用2.4 GHz的工科医频段不同，WAS/RLAN使用部分5GHz频段需要采用抑制方法，以实现免执照业务和需审批业务之间的频率共用。往年以来，WAS/RLAN应用的需求大幅增加，但在落实规章和抑制方法以及消除对雷达的有害干扰方面仍面临着挑战。

WRC-03在同为主要业务基础上为移动业务划分了5150-5350 MHz以及5470-5725 MHz频段的频谱，用于“包括无线局域网在内的无线接入系统（RLAN）”。**第229号决议（WRC-12，修订版）**规定了RLAN不得对这些频率上其他主要业务用户—部署在卫星、地面和水上平台的雷达系统—产生干扰。要求寻求接入这些频率的RLAN实施一种称为动

<sup>10</sup> IMT-2020指国际电联的5G标准化工作。



态频率选择（DFS）的机制，以探测雷达信号并避免对雷达产生同信道干扰的条件（亦参见1.4.3.1节）。

WRC-15通过**第239号决议（WRC-15）**请ITU-R开展5 150 MHz至5 925 MHz频段内包括无线局域网在内的无线接入系统（WAS/RLAN）的相关研究，考虑WAS/RLAN应用对全球经济和社会发展做出的贡献及不断利用技术进步，以提高频谱使用效率并促进频谱获取的必要性。

### 1.2.3 高空平台电台（HAPS）

《无线电规则》第**1.66A**款将HAPS定义为位于距地球20至50千米高度，并且相对于地球一个特定的标称固定点的某个物体上的一个电台。HAPS是一种根据固定业务划分操作的无线电通信台站，而不是一种业务。国际电联《无线电规则》在多个频段为HAPS确定了固定业务划分：

#### 47.2-47.5 GHz和47.9-48.2 GHz频段

今天，仅在一个频段确定了用于HAPS的全球统一固定业务。在该频段中，在热带雨区提供宽带还面临着一些问题，全球40亿未连通人群中很多人即居住于此。《无线电规则》第**5.552A**款规定，47.2-47.5 GHz和47.9-48.2 GHz频段内的固定业务划分指定用于高空平台电台。47.2-47.5 GHz和47.9-48.2 GHz频段的使用须遵守**第122号决议（WRC-07，修订版）**的规定，该决议确定了HAPS操作的最大发射EIPR电平、天线波束辐射方向图和功率通量密度（pfd）电平。

#### 27.9-28.2 GHz和31.0-31.3 GHz频段

在27.9-28.2 GHz频段，《无线电规则》第**5.537A**款中的HAPS确定允许在多个国家境内使用HAPS。此类使用限于HAPS至地面方向的操作且要求HAPS系统避免对其他固定业务系统或同为主要业务的业务产生有害干扰，也不允许HAPS系统要求这些系统和业务给予保护。在31.0-31.3GHz频段，根据《无线电规则》第**5.543A**款，允许上述相同的国家将该频段用于HAPS的地面至HAPS方向。此类使用不得对其他类型的固定业务或移动业务系统产生有害干扰，也不得要求后者给予保护。**第145号决议（WRC-12，修订版）**对HAPS地面台站天线规定了pfd限值，同时增加了与邻国主管部门强制性进行协调并达成协议的要求，确保对邻近射电天文业务的保护。

#### 6 440-6 520 MHz（HAPS至地面）和6 560-6 640 MHz（地面至HAPS）

6 440-6 520 MHz和6 560-6 640 MHz频段划分给作为主要业务的固定、卫星固定（地对空）以及移动业务。《无线电规则》第**5.457**款将这两个频段在澳大利亚、布基纳法索、科特迪瓦、马里和尼日利亚等国各自的领土内确定用于HAPS。这种使用仅限于HAPS关口站链路操作，不得对现有业务造成有害干扰，亦不得要求现有业务给予保护。HAPS的使用必须遵守**第150号决议（WRC-12）**。

除上述固定业务确定外，在WRC-2000上，还确定将**1 885-1 980 MHz、2 010-2 025 MHz和2 110-2 170 MHz**频段用于HAPS，作为移动业务中的IMT基站。

《无线电规则》第**4.23**款规定，朝向/来自高空平台台站的发射须限于**第5条**中具体确定的频段（**WRC-12**）。

技术创新和扩展宽带可用性的日益紧迫性引发了对现行HAPS规则环境的重新审视。在平流层操作的台站的高度足以为一个大范围覆盖区提供业务。近期，从地面上空约20公里高度提供宽带的台站测试部署表明，此类台站具有采用最低限度的地面基础设施和维护为未连通社区提供连通性的潜能。

HAPS是灵活的平台，可在未来某个时候部署在农村地区，利用一群HAPS向没有地基回传的互联网存在点回传数据。

鉴于近期天线和其他技术的创新，可采用HAPS实现多千兆级的宽带能力。HAPS的平均覆盖直径在40-100公里之间，使用HAPS提供回传的运营商可将每平方公里60人的典型人口密度作为目标。采用HAPS的提供商可设计其网络架构，或者优化容量，或者优化覆盖。例如，一群HAPS的部署或者有效地覆盖一个广大范围，或者为中等人口密度地区提供更多的容量。

WRC-19的议项1.14旨在根据第160号决议（WRC-15）促进获取通过HAPS提供的宽带应用。

#### 1.2.4 卫星系统

卫星具有提供泛在广域覆盖的固有能力和为边远和服务不足地区提供宽带连通性的关键。近年来，部署了多个工作在卫星固定业务（FSS）Ka频段<sup>11</sup>的高吞吐量卫星（HTS）系统，直接通过小型卫星用户终端为最终用户提供宽带连接。为实现大容量和高频谱效率，HTS系统采用大量卫星点波束，此举可实现可观的频率复用。

在HTS系统通常部署的Ka频段FSS频率范围内，有500 MHz卫星并不与国际电联频率划分表中其他主要业务共用的频谱<sup>12</sup>。在这些频段中操作的用户终端通常可泛在地部署，无需为这些卫星地球站进行单独协调。

但是，满足宽带连通日益增长的容量需求要求HTS系统在FSS的Ka频段内部署泛在的最终用户终端，而卫星业务在该频段并没有排他性的主要业务划分。

例如，在CEPT内，已在开放FSS Ka频段的泛在部署未经协调的卫星地球站方面取得重大进展。这已反映在多年来通过和修正的多项ECC决定中，其中包括：

ECC/DEC/(00)07号决定“固定业务和卫星固定业务（空对地）地球站共用17.7-19.7 GHz频段”包含了在17.7-19.7 GHz频段内部署固定业务台站、完成协调的FSS（空对地）地球站和未完成协调的FSS（空对地）地球站的规定。为促进这些台站之间的共用，该决定在附件中包含了主管部门应采取/或考虑的技术和规则抑制方法的说明。

ECC/DEC/(05)01号决定“固定业务和卫星固定业务（地对空）未经协调的地球站使用27.5-29.5频段”将部分27.5-29.5 GHz频段也指定用于未经协调的FSS地球站。2013年，该决定进行了修正，增加了这些未经协调的地球站免执照和自由流通的条款。

<sup>11</sup> 通常为17.3/17.7 – 20.2 GHz（空对地）和27/27.5 – 30 GHz（地对空）。

<sup>12</sup> 19.7 – 20.2 GHz（空对地）和29.5 – 30 GHz（地对空）。

#### 1.2.4.1 高密度卫星固定业务（HDFSS）系统

WRC-03通过《无线电规则》第5.516B款将上述频段的部分确定用于卫星固定业务的高密度应用（HDFSS），指出“各主管部门在审议这些频段的规则性条款时应顾及这一点”。

大会还通过了第143号决议（WRC-03），提供了“在已确定用于高密度卫星固定业务应用的频段内实施这种应用的指导原则”。

#### 1.2.4.2 动中通地球站（ESIM）

对宽带通信日益增长的需求并非只限于特定位置，其中也包括在船舶、航空器和陆地车辆等在固定地点或在运动中的需求。在发达国家和发展中国家都存在这些需求，而且常常在非常边远的地区<sup>13</sup>。与对地静止轨道（GSO）卫星固定业务（FSS）网络进行通信的动中通地球站（ESIM）能够满足这一需求。<sup>14</sup>

2013年，CEPT采纳了一项区域监管方式，用以统一动中通地球站的使用。<sup>15</sup>根据该项“决定”，CEPT的主管部门应将19.7 – 20.2 GHz（空对地）和29.5 – 30 GHz（地对空）频段指定用于符合规定的ESIM操作。该决定包含了两项主要原则：(1) 自由流通（如批准外国来访终端在一国境内使用）；以及(2) 国内终端免除单个执照（如“一揽子执照”）。每个CEPT主管部门可为审批各国ESIM操作设定额外的要求，作为其频谱管理活动的一部分。

WRC-15同意促进在FSS的19.7-20.2和29.5-30.0 GHz频段中允许全球部署动中通地球站<sup>16</sup>，为卫星系统为全球交通事业提供宽带连接铺平了道路。移动平台（如船舶、火车和飞机）上的地球站，将可与高功率多点波束卫星通信，以10-50 Mbits/s左右的传输速率进行通信。<sup>17</sup>WRC-19将审议与卫星固定业务对地静止空间电台进行通信的动中通地球站对17.7-19.7 GHz（空对地）和27.5-29.5 GHz（地对空）频段的使用问题。

在CEPT之外，对动中通地球站的国家监管框架在主管部门之间各不相同，目前仍缺少统一的区域层面的监管方式。有些主管部门颁发分类/一揽子执照，覆盖整个终端家族；而另一些主管部门要求每个终端申领单独的执照。在那些授权过程并未完全明确的主管部门，对卫星运营商、本地和跨国业务提供商和潜在最终用户来说都存在不确定性。

第156号决议（WRC-15）提供了ESIM可在19.7 – 20.2 GHz（空对地）和29.5 – 30 GHz（地对空）频段操作的条件。此举可促进发达国家和发展中主管部门的ESIM部署。其结果是频谱管理部门不仅应考虑制定并通过各国ESIM审批和授权的监管框架，还应考虑

<sup>13</sup> 1/362号文件：考虑用于动中通地球站（ESIM）等卫星固定业务地球站的频谱管理方法，（大不列颠和北爱尔兰王国）Inmarsat Plc。

<sup>14</sup> ITU-R S.2357-0报告“19.7-20.2 GHz和29.5-30.0 GHz频段内与卫星固定业务对地静止空间电台通信的移动平台地球站的技术和操作指南”。

<sup>15</sup> ECC/DEC(13)01：在17.3-20.2 GHz和27.5-30.0 GHz频段中的移动平台上的地球站（ESOMP）个体执照的免除、自由行驶和协调使用。

<sup>16</sup> 《无线电规则》特别规定ESIM同对地静止轨道（GSO）FSS空间电台在19.7-20.2 GHz（空对地）和29.5-30.0 GHz（地对空）在特定条件下工作，这些条件在国际电联《无线电规则》第5.527A款和第156号决议（WRC-15）中明确。

<sup>17</sup> [https://www.itu.int/net/pressoffice/press\\_releases/2015/56.aspx](https://www.itu.int/net/pressoffice/press_releases/2015/56.aspx)。

如何处理区域统一问题。频谱管理部门应考虑的选项包括：(1) 型号核准标志；(2) 统一的区域监管框架；(3) 全国范围的豁免；(4) 全国范围的“一揽子”执照；以及(5) 频谱授权。

### 1.2.4.3 非静止系统

由于轨道特性，卫星固定业务中的对地非静止卫星系统（NGSO-FSS）可为全球任何一个区域提供宽带连接。与卫星固定业务中的对地静止卫星系统（GSO-FSS）相比，其传播时延更短。

1995-2003期间，多个non-GSO FSS系统处于项目阶段，这导致这一期间的国际电联世界无线电通信大会为non-GSO FSS开放了早已划分给FSS、总量达的8.6 GHz以下多个频段，与GSO FSS系统和地面业务共用：空对地方向：所有区的3.4-4.2 GHz、10.7-12.7 GHz、17.8-18.6 GHz和19.7-20.2以及1区和3区的12.5-12.75 GHz；在地对空方向：所有区的5 925-6 925 MHz、12.5-13.25 GHz、13.75-14.25 GHz、17.8-18.1 GHz、27.5-28.6 GHz和29.5-30 GHz以及1区和3区的17.3-17.8 GHz。

对non-GSO FSS系统施加的共用条件是：

- 《无线电规则》第21条所规定的功率通量密度限值（pfd），以保护地面业务不受空间电台的干扰；
- 《无线电规则》第22条所规定的等效功率通量密度限值（epfd），以保护空对地和地对空方向的GSO FSS以及卫星广播业务中的GSO系统；
- non-GSO FSS地球站在《无线电规则》第9条的先占先用基础上与地面业务进行协调。

近期空间技术取得的进展使得多个新项目在过去的两年中进入人们的视野，它们包含了数百颗至数千颗non-GSO FSS卫星。这些项目的推动者已承诺，将遵守上述限值且国际电联无线电通信局正在核实是否满足了第21和22条的规定。预计将于2018年首次部署这些系统的第一个，从2020年起提供全面的商业服务。它们旨在提供宽带移动的回传和固定连接。

WRC-19将审议non-GSO FSS卫星系统在其他频段操作的规则框架，这些频谱的总量达到了9 GHz：37.5-39.5 GHz（空对地）、39.5-42.5 GHz（空对地）、47.2-50.2 GHz（地对空）以及50.4-51.4 GHz（地对空）。

鉴于上述讨论，频谱管理部门在制定其可适用的国家规则框架时，可能应考虑当前和未来对地静止和对地非静止卫星系统在补充其他电信系统，提供宽带连接并协助弥合数字鸿沟方面可发挥的作用。

## 1.3 许可方式下的频谱管理

从监管角度而言，可向运营商颁发具体位置或已定义地理区域的“执照”，批准在该位置或该区域内操作台站。执照确保了在规定时间内发射信号及保护台站的接收不受干扰的权利。从2G系统到3 GHz以下频段内部署的IMT系统的移动业务即是一个典型示例。

“执照”规定了被许可人的权利和义务。例如，移动运营商的授权可包含满足公共政策目标的义务，尤其是覆盖义务（如至少向某国最低限度的人口提供的室内接收移动宽带业务）。

执照应尽可能“技术中立”。频率指配协调可优化多个被许可人之间的频谱使用。它也可实现不同被许可业务（如无线中继和地球站）间的频谱共用。

### 1.3.1 移动宽带的频谱管理

30年来，蜂窝移动发展是我们社会的一项重大变革。这种发展是按照许可方式进行的。自2000年起，移动宽带的发展依赖于3G，自2007年起依赖于以IMT-2000规范为基础的4G，自2012年起则以IMT-Advanced为基础。目前，正在以IMT-2020规范为基础发展5G，预计将在2020年前批准该规范，同时从这一年起开始大规模商用。

目前，

- 189个国家启动了591个商业性LTE网络。其中，95个国家的195个网络采用了LTE-Advanced技术。5个已经启动LTE商业运营的运营商中，有4个（81%）在LTE网络中使用700 MHz、800 MHz、1800 MHz或2600 M频谱。<sup>18</sup>
- 至少18家运营商现已公开承诺将在13个国家部署标准尚未完成的5G网络。部署可能采用现有的IMT频段（如600 MHz、700 MHz、3.5 GHz和其它重耕的IMT频段）且WRC-19将根据议项1.13审议的潜在新IMT频段。

排他性许可方式在服务质量和保证获取频谱方面为运营商提供了确定性—这有助于移动网络巨额投资的安全性。如果运营商没有获得频谱的保证且易受干扰，那么投资的风险将大幅增加。

为被许可人建立一个提供长期可预测性的规则环境，协助刺激网络扩张所需的大量投资是现代频谱管理的一个发展趋势。这对于实现农村地区的移动宽带覆盖尤其重要。由于人口稀少，在这些地区提供业务的业务模式可能面临问题。

NRA可磋商并公布频谱路线图，协助提供长期可预测性。这为现有的运营商以及潜在的市场新进入者提供了未来频谱可用性方面的信息，从而可考虑未来部署的可选项。这些路线图可成为规定各项未来目标（如宽带采用、速率、质量、覆盖和价格可承受性）的国家宽带规划的一部分，其中也包括时限以及实现这些目标所需的政策和投资计划。

长期可预测性也可通过频谱执照的条款—尤其是通过执照有效期和续展程序予以支持。当执照即将过期失效和/或执照的续展存有不确定性时，移动运营商投资网络的可能性更低，这反过来可能影响到业务的成本和覆盖范围。如此，NRA可考虑期限更长的执照有效期—如欧洲委员会建议了25年有效的执照。关于续展，美国FCC支持采用“可预期的续展”，以便为执照持有人提供可预测性。

<sup>18</sup> GSA: “700 & 800 MHz生态系统的演进报告”，2017年；“从LTE到5G的演进”（2017年4月更新）。

### 1.3.2 向数字地面电视广播的过渡

从模拟电视广播向数字电视广播的过渡是目前世界各地正在开展的重大频谱管理工作之一，以便为民众提供改进后的广播业务。

一旦完成后，这种过渡可释放出700/800 MHz频段，成为数字红利频段一部分，并重新划分给移动业务。

自2017年5月起，198个主管部门中，已有56个主管部门完成了数字切换（DSO），14个启动了该进程且正在进行过程中，68个主管部门尚未开始，其余主管部门未向国际电联提供该方面的信息。此数据在<https://www.itu.int/en/ITU-D/Spectrum-Broadcasting/Pages/DSO/Default.aspx>上不断更新。

有关DSO和数字红利的更多详情，可查阅ITU-R和ITU-D的报告和手册，例如：

- **ITU-R BT.2140报告**：《从模拟广播到数字地面广播的过渡》：该报告旨在为那些处于模拟向数字地面广播过渡过程中的国家提供帮助。报告考察了这一过程发生的原因和涉及的技术，提供了有关数字地面声音和电视广播技术及系统过渡的总体描述。报告简要描述了实现这一转换的现有选项以及遵循的路径。
- **数字红利：频谱决定真知灼见**：该报告详细介绍了模拟广播向数字广播的过渡进程并协助各国和内部频谱决策人员划分并管理数字红利进程。
- **ITU-R SM.2353报告**：该报告于2015年获得批准，它提供了与UHF频段内向数字地面电视过渡所带来频谱管理挑战和机遇问题及数字红利的出现（其中包括数字红利的定义；频谱管理领域的技术、规则、经济和社会问题）有关且在ITU-R内已协商一致的信息。
- **《从模拟向数字广播过渡的导则》（2014年版）**：该导则旨在提供有关向数字地面电视广播（DTTB）系统平滑过渡以及引入移动电视广播（MTV）的政策、监管、技术、网络规划、用户认知和业务规划的信息和建议。它们将有助于制定涵盖国家目标、战略和重要活动且定义明确的路线图，协助就要求和解决方案达成共识，为协助预测重要里程碑提供一种机制，为协助规划并协调过渡步骤提供一个框架。这些导则系针对非洲制定，同时考虑了《GE06协议》的规定。但是，它们也可用于GE06规划区以外的国家，但这种情况下应考虑其他可适用的规则，而不是《GE06协议》的规则。
- **ITU-R《数字地面电视广播网络和系统实施手册》**：除广播技术和标准外，该手册还侧重于过去15年的新发展趋势，其中也包括模拟广播向数字广播的过渡及数字红利等。

### 1.3.3 从模拟广播向数字地面广播过渡的战略和方法以及新业务的实施

随着可更合理且有效使用频谱的新技术、新业务和新应用的发展，各国监管机构需要定期调整使用该有限资源的规则框架，以便从这一变革中获益。

在此方面，频谱的重新部署（重耕）是各国监管机构在国家层面以及APT、ASMG、ATU、CEPT、CITEL和RCC等区域组织在国际层面以及国际电联在全球层面开展的一项重要活动。

近期，随着模拟电视广播向数字地面电视广播的过渡，在区域和各国层面开展的UHF频段（470-862 MHz）的活动为频谱重耕、重新部署的重要性及彻底重新规划频谱的使用和目的，用于业务的演变及在同一频段部署新业务和新应用提供了相关示例。

在众多活动中，重耕工作涉及修订先前已协商一致的分配和指配规划，以允许移动业务使用向数字地面电视广播过渡后释放出的数字红利频谱。

这项重耕工作涉及各国内部的广播机构之间以及与邻国主管部门之间的谈判，以修改规划和在用广播网络的特性（频率、有效辐射功率（e.r.p.）、天线增益、倾角等），从而避免有害干扰并允许平等使用频谱，指出这一点也很重要。

研究该问题是为了响应ITU-D第8/1号研究课题 – “审查从模拟向数字地面广播过渡的战略和方法并部署新业务”，制定了相关案例研究并综合了有关重耕和重新部署的一些最佳做法，以便在全球实施数字广播并在向数字广播过渡后使用释放出来的频谱。讨论结果反映在第8/1号课题最终报告的第3章《与模拟关闭进程相关的频谱问题》和第4章《利用释放的频谱实施新业务和应用》中。

《ITU-R数字地面电视广播网络和系统实施手册》包含了有关该问题的一些区域小组活动实例。

根据国际电联有关该问题开展的一些讨论，可以强调涉及120个国家的GE06频谱重新规划工作已实现了1区数字地面电视广播的实施及移动业务平等使用数字红利频段并避免有害干扰。此外，亚洲和美洲有些其他的案例，如泰国和巴西案例也应引起注意。前者是由于其对频谱的重新规划，后者是其通过重新规划和重耕工作，将数字电视转换释放出的频谱用于其他业务的经验。

ITU-R SM.2353-0报告《在UHF频段向数字地面电视的转型带来的对频谱管理的挑战和机遇》包含了关于在UHF频段向数字地面电视转型和数字红利现象的信息，其中包括数字红利的定义、频谱管理领域中的技术、监管、经济和社会问题。此外，在附件2中介绍了频谱管理领域中与这些问题有关的国家和地区的经验与实践。

ITU-D报告数字红利报告 – 洞悉频谱决定（2012年）详细介绍了数字红利进程并协助各国和国际频谱决策人员管理数字红利进程。它也提供了拍卖用于移动业务的数字红利频段的信息。除通过拍卖获得资金外，主管部门还包含了向服务不足或无服务地区扩展移动覆盖的义务。附件2包含了与利用数字红利频段有关的拍卖信息。它也得出结论，各国频谱决策机构有机会将数字红利频段的一部分划分给移动业务，从而为弥合数字鸿沟做出贡献。在此方面，国际统一已取得很大进展，且可迅速确保在对应的UHF频段提供低成本的宽带移动接入设备。

数字红利中用于移动宽带的频段（即某些国家的600 MHz及各区的700 MHz和800 MHz）是提供移动宽带覆盖的主要频段。其他统一的移动覆盖频段 – 通常在1 GHz以下 – 典型地用于2G，在某些情况下用于3G业务（例如900 MHz频段以及一般用于不同区域的850 MHz频段）。因此，国家监管机构通常只能通过指配数字红利频段的频谱来实现该国LET业务的广泛且可承受的接入。应指出，700 MHz频段所部署基站的覆盖为2.6 GHz频段（LTE原始频段）的7倍，为1800 MHz频段（全球最常见的LTE频段）的2.5倍以上。<sup>19</sup>

<sup>19</sup> GSA: “700 & 800 MHz生态系统的演进” 报告，2017年。

这些大蜂窝可允许用一个基站覆盖更多的人。此举可有助于降低移动业务的成本，同时允许4G业务从城市中心扩展到郊区和农村。

目前，有104个国家采用700 MHz和800 MHz移动频段提供LTE业务。<sup>20</sup>预计这一数字将大幅增长，因为另有51个国家已承诺为移动业务提供该频段。这些部署的规模意味着可兼容移动业务设备的生态系统极其庞大且发展迅速。

800 MHz频段（3GPP的20频段）目前为全球部署的第二大LTE频段，得到了2,784个兼容设备的支持。<sup>21</sup>尽管使用700 MHz LTE频段（3GPP的28频段）的国家较少，但目前部署的增长速度快于800 MHz频段。目前，针对700 MHz频段（3GPP的28频段）的设备有639种，与一年前相比其数量已翻了一番以上。

数字红利部署的规模可为LTE设备生态系统的规模经济效应提供支持，这对于允许消费者广泛选择价格可承受的移动设备而言非常重要。

但是，应注意到，许多发展中国家尚未为数字红利频段发放许可，因此限制了运营商扩大移动宽带覆盖的能力。为数字红利频段发放执照可带来诸多好处。例如，在利用数字红利频段之前，瑞典的LTE人口覆盖只有30%—现在，LTE人口覆盖比例已达99%。在加纳，LTE人口覆盖在一年中几乎翻了一番—**在数字红利频段的业务开展后，从21%增加至40%。**<sup>22</sup>

应指出，国家层面的频谱重新划分也有赖于区域层面的统一，以便促进频谱规划并避免跨境干扰。从模拟电视向数字地面电视（DTT）的过渡进程及将700 MHz和800 MHz释放用于移动业务的区域统一进程为此类需求提供了两个实例。

关于模拟电视广播向数字地面电视广播的过渡，2006年，120个欧洲、非洲、中东和中亚国家达成了《GE06协议》，为有效共用UHF频段提供了平等的频率规划。2015年6月17日之前模拟业务拥有优先权，之后数字电视拥有优先权。在国际电联主持下达成的该协议确保了协议签署国操作DTT的稳定权利，有力促进了向DTT的过渡。

WRC-07开启了在1区划分800 MHz及在2区和3区划分700 MHz频段（第一批数字红利频段）的可能性。这导致欧洲国家开展了一系列修订《GE06规划》的谈判，以重新在790 MHz以下安排DTT，从而在欧洲统一移动业务对800 MHz频段的使用。

WRC-12开启了在1区划分700 MHz（第二批数字红利频段）的可能性，WRC-15对此予以了确认。1区的区域组织（针对撒哈拉以南的ATU以及阿拉伯国家的ASMG）、2区的区域组织（针对中美洲和加勒比的CITEL、COMTELCA和CTU）以及欧洲规模更小的区域组织在国际电联的技术支持下，启动了修订《GE06规划》（1区）或达成协调协议（2区）的类似谈判，以重新在694 MHz以下安排DTT，由此在这些国家统一用于移动业务的700 MHz频段的使用。

对于撒哈拉以南的非洲国家，该进程已于2013年完成，涉及到47个国家并在33次尝试满足这些国家的频谱需求后，成功满足了97.4%的需求。对于阿拉伯国家，该进程已于2015年完成，涉及到17个国家并成功满足了76.9%的需求。在两种情况中，实现的满

<sup>20</sup> GSMA。

<sup>21</sup> GSA：“700 & 800 MHz生态系统的演进”报告，2017年。

<sup>22</sup> GSMA。



意程度高于GE-06大会。对于中美洲和加勒比国家，该进程已自2016年7月开始，预计将在2017年完成。

### 1.3.4 近期发展趋势

现有的4G网络和未来的5G网络将实现更高的频谱效率并更好地满足一个国家的社会需求。

发展物联网的要求可在审批机制下满足。预计到2020年，物联网（IoT）生态系统将包含不同机器到机器（M2M）终端之间的数十亿个连接。IoT可带来可观的社会经济效益并彻底变革各种行业。

在审批模式下，移动网络运营商（MNO）尤其采用2G和4G技术提供IoT业务。标准化活动运行发布新标准来满足特定的IoT需求。IoT市场部分也是未来5G技术的一个重要目标。400 MHz范围内的专用移动无线电（PMR）的频谱规则提供了部署特定网络，满足特定需求的规则选项且卫星提供商也提供全球跟踪或边远地区传感监控等物联网应用。

IoT应用也可按照免执照机制处理（参见1.4.1节）。

## 1.4 频谱共用

可通过免执照、“宽松审批”、授权共用接入（LSA）或许可监管框架等各种方法实行频谱共用。

《无线电规则》第1条第1.166至1.176款定义了频率共用应考虑的参数。采用在通用基础上审议的技术方法促进频谱共用，但也可根据不同的台站指配频率。其中一些方法可能涉及规则行动。

这些允许共用频谱接入技术中的一部分是静态的，如信道规划和频段分割（频率隔离）、站址分离和地理共用划分（空间隔离）和信号编码和处理（信号隔离）。

其他的技术则是动态的 – 即它们允许共用相同频段的设备动态地选择频率和/或时隙使用，以避免造成对邻近设备的干扰。<sup>23</sup>存在多种方法有助于对频谱的动态共用。这些包括发射前先侦听（LBT）、动态频率选择（DFS）、灵活系统、频谱数据库、频谱接入控制器、定位数据库、信标、感知和授权共用接入。<sup>24</sup>

### 1.4.1 免执照方法中的共用

频段的免执照用户之间的共用是免执照频段的内在基础。

“免执照”频谱指允许在“通用执照”基础上获取的频谱：根据这种方式，任何符合预设规则参数的无线电设备均可操作。

<sup>23</sup> Ofcom, “用于移动和无线数据业务的频谱共用的未来角色”。

<sup>24</sup> 《国家频谱管理手册》，2015年版，国际电联。

定义这些规则参数是为了确保对无线电业务（垂直共用）的保护，同时也是为了确保“免执照”无线电业务之间平等的接入（水平共用）。

“短距离设备”（SRD）通常属于这一类别。“SRD”一词实际上允许对属于更广义概念“集体使用频谱”，而不是“专用频谱”的一个谱系的频谱规则进行命名。现在，它们包含了一系列的创新应用。

SRD对频谱的有效获取主要取决于低功率操作、杂乱环境和占空比限制等频谱接入机制所实现的“频谱复用”原则。

尽管无法保证“免执照频谱”情况下的频谱获取，但应指出，规定的规则参数定义了一个可预测的共用环境。主管部门有责任确保对SRD频段的可持续接入：在决策前应适当评估变更频谱规则所带来的影响。

关于市场，免执照方法允许面向宽带连接（如Wi-Fi）和物联网（IoT）等多个市场细分。

关于IoT，部署或研究了许多解决方案，以便根据免执照规则面向IoT市场。特别是低功率广域网（LPWAN）系统早已免执照频谱，主要是800/900 MHz范围中全球部署。与SRD相比，LPWAN系统寻求更大的运营范围，吞吐量相对较低。可根据目标容量/覆盖的取舍，采用LPWAN系统或传统的SRD提供IoT应用。

一个众所周知的案例是通过时间隔离实现动态共用宽带频谱，使Wi-Fi能在免执照的2.4 GHz的工科医频段的运行，其中多个采用了基于所谓“带有指数回退的对话前监听”冲突机制的免执照设备可在一个无线局域网（WLAN）中运行，实现了局部区域中在时间上共用相同频谱。

目前，在若干国家，移动网络运营商将2.4GHz免执照工科医频段的Wi-Fi用于降低下行数据的负载，提高用户的体验质量，同时为将部分5GHz频段用于补充下行打好基础。

#### 1.4.2 动态频谱共用

在本报告中，暂时未使用/未占用的频谱系指指定由根据《无线电规则》规定操作的若干应用之一使用的频段的一部分频谱，且在给定时间、给定地域内未被使用。动态频谱共用代表无线电业务（可能通过实施感知能力）在暂时未使用/未占用的频谱上操作并针对该频段其他用户来做出适应性调整或停止使用上述频谱的能力。

确定用于动态频谱共用部分频谱的工作属于各主管部门的职权范围，且每种情况都不尽相同。主管部门必须确保采用动态频谱共用的技术是按照《无线电规则》运行的。

动态频谱共用有助于按照不断变化的环境、情况和目标实时调整频谱的使用。<sup>25</sup>更具体而言，动态频谱共用技术可促使无线电装置：

- 确定或得知哪些频率在不产生干扰的条件下可得到使用；
- 在这些频率上运行；

<sup>25</sup> IEEE 1900.1.a-2012 – 动态频谱获取的定义和概念：有关新兴无线网络、系统功能以及频谱管理的术语。

- 必要时腾出这些频率。

依赖动态频谱共用的无线电通信系统的目的是按照相关技术规则在国家无线电管理机构（NRA）授权的共用频段中使用所提供的相关频谱。

可在拥有同等运营权利的业务之间实施动态频谱共用。动态频谱共用还可用于对已划分给更高类别业务频谱的偶尔（opportunistic）获取，前提是不能对前者造成有害干扰，也不能要求前者提供保护。这可能要求偶尔使用相关频谱的装置在特定时间空出所涉频段。

动态频谱共用技术/机制有诸多变量。针对需要得到保护的作业，每一个变量在给定频段均有其优点和弱点。因此，频谱管理者逐个频段考虑多种不同动态频谱共用技术是十分重要的。

几个现有方案之一是适当动态频谱共用技术/机制的应用，它可以协助发展中国家的频谱管理者更有效利用其频谱资源。针对不同的受保护现有业务，每一种共用方案在创新和成本方面均有其优点和弱点。因此，在给定频段考虑应用动态频谱共用技术/机制时，频谱管理者或许希望在可能时顾及这一因素。

最后，针对动态频谱共用应用考虑的频谱管理问题包括：

- i) 有必要在ITU-R研究组内研究共同和相邻信道中需要得到保护业务的详细共用和兼容性问题。这种研究的一个示例是按照ITU-R M.1652建议书，将动态频率选择（DFS）作为5 GHz频谱中无线电局域网（RLAN）的传感方法，以避免对雷达系统造成干扰；
- ii) 需要按照《无线电规则》考虑到跨境协调问题；
- iii) 在适用情况下，需要成熟的传感技术能够准确测量频谱占用情况；
- iv) 对偶尔使用进行投资的风险，主要由相关媒介和频谱长期提供（由具有更高优先权用户的频谱需求变化或由更高类别频谱划分变化造成）的不确定性造成；
- v) 监管机构是否能够在未来改变具有优先权的用户的频谱划分，同时注意到，“免许可”应用所用频段的确定可能被视为是不可逆转的，或可行情况下，将其转换用于另一目的会花费很长时间。有鉴于此，主管部门应在其决策过程中，在授权免许可的偶尔频谱获取之前，针对所涉频段的未来情况评估其长期战略。主管部门还应通过其有关授权偶尔频谱获取的监管决定的条款，确保未来有关频谱规划的决定能够得到落实；
- vi) 确保装置符合国家和国际规则以及这些规则的执行也是一项挑战。如果未来要使频谱共用技术得到实施，那么就需要以令人满意的方法解决上述规则遵守和规则实行问题；
- vii) 与数据库相关的问题，包括复杂性、可靠性和管理等；
- viii) 开发能够在广泛频谱范围内的任何信道上运行的装置的技术挑战，同时还必须避免相邻信道对具有更高优先权的业务造成干扰。

### 1.4.3 国际电联的频谱共用规则框架

自二十世纪六十年代以来，国际电联一直在开发和实施作为一种管理方法的频谱共用技术，以提高频谱的利用效率。原则上，这些技术目前使得以时间、频率、空间位置和/或信号隔离等维度为基础，动态频谱共用成为可能。

#### 1.4.3.1 自适应系统或动态频率选择（DFS）

**第729号决议（WRC-97，修订版）**请国际电联成员将频率自适应系统用于中频（300至300 kHz）和高频（3至30 MHz）频段<sup>26</sup>。

**第229号决议（WRC-12，修订版）**规定了移动业务对5 150-5 250 MHz、5 250-5 350 MHz和5 470-5 725 MHz频段的使用条件（以实施包括无线电局域网（RLAN）在内的无线接入系统，其条件是RLAN不得对这些频率上其他主要用户—部署在卫星、地面和水上平台的雷达系统—产生干扰）。要求寻求接入这些频率的RLAN实施一种称为动态频率选择（DFS）的机制，以探测这些雷达的发射并避免对这些雷达造成同信道干扰。ITU-R M.1652建议书单独确定了DFS的性能标准。

其它建议书：

- ITU-R **F.1110** – 用于频率低于约30 MHz的自适应无线电系统。
- ITU-R **SM.1266** – 自适应MF/HF系统。

#### 1.4.3.2 软件定义无线电和感知无线电系统

在筹备WRC-12期间，ITU-R研究了软件定义无线电和感知无线电系统可否在现有国际规则框架，即《无线电规则》框架内运行的问题。

ITU-R通过研究得出了下列定义：

- **软件定义无线电（SDR）**：即无线电发射机和/或接收器采用的一种实现射频操作参数的技术，包括但不限于通过软件设置或更改的频率范围、调制类型或输出功率，但不包括根据系统规范或标准正常预装和预定的无线电操作期间的操作参数变化。<sup>27</sup>
- **感知无线电系统（CRS）**：即无线电系统采用的一种可以了解其操作和地理环境、已确定政策及其内部状态的技术；一种能够根据了解到的情况动态和自动调节参数和协议以达到预定目标的技术；也是一种可从了解到的结果中汲取经验的技术。<sup>28</sup>

**第76号建议（WRC-12）**<sup>29</sup>和ITU-R第58号决议表明，含有这些频谱共用技术的业务须按照《无线电规则》运行，并应保护按照《无线电规则》运行的相关台站。

ITU-R第1研究组于2017年批准了一份新的ITU-R **SM.2405-0号报告** – 采用感知功能的无线电系统动态获取频谱的频谱管理原则、挑战和相关问题（见1/75 (Rev.1)号文件） – 该

<sup>26</sup> 第729号决议（WRC-97）。

<sup>27</sup> ITU-R SM.2152号报告。

<sup>28</sup> ITU-R SM.2152号报告。

<sup>29</sup> WRC-12第76号建议（WRC-12）。

报告凸显出哪些共存共用情形会有更大的管理困难和/或可能要求更高关注度，其中包括在用于下列目的的频率划分中实施动态频谱获取：

- i) 人命安全应用，这可能会对安全以及航空和水上业务的有效使用带来重大风险，因为装置一旦得到普遍使用，即很难轻而易举地予以纠正；
- ii) 卫星移动业务和卫星无线电测定业务，因为台站的移动性质使得数据库的实际实施十分困难；
- iii) 卫星地球探测业务和空间研究业务，因为频谱感应等无法发现无源业务系统。

ITU-R M.2330和ITU-R M.2242号报告详细解释的、与CRS技术使用有关的、更为技术性的问题也必须得到考虑，其中包括不同方法实施的复杂性、可靠性以及相关知识的获得和干扰的避免；有必要及时提供优质业务；有必要针对任何CRS运行引起的恶意行为而提供足够的保护等。

对于各种无线电应用而言，必须按照《无线电规则》的相关条款，确定基于动态频谱共用应用的规则框架。敬请注意，动态频谱共用是一种频谱获取机制，方便对频谱的共同使用。基于动态频谱共用的应用需在得到划分的无线电通信业务中运行，因此，将适用第15条（干扰）确立的程序。

近年来，ITU-R针对涉及感知无线电和动态频谱共用的ITU-R第58-1号决议，开展了若干研究工作（见本报告附件前提供的ITU-R相关参考文件）。

#### 1.4.4 许可共用频谱获取（LSA）

“许可共用频谱获取”最初的引入是为了促成情况的解冻，即，按照单独许可制度，由移动宽带装置获取附加频段，同时维护现有业务对这些频段的使用（该理念由欧洲邮电主管部门大会（CEPT）提出）。LSA被定义为“旨在为在已指配或预期将指配给一个或多个现有用户的频段内引入由数量有限的被许可方依照单独的许可制度操作的无线电通信系统提供便利的监管方式。在许可共用频谱获取（LSA）方式下，额外用户被授权根据其频谱使用权中所述的共享规则来使用频谱（或部分频谱），从而所有授权用户（包括现有用户）都能够提供一定的服务质量（QoS）<sup>30</sup>”。LSA的目的是确保实现频谱获取的某种程度保障以及对现有和LSA牌照获得方进行免受有害干扰影响的保护，从而便于他们提供可预测的服务质量。在特定时间和特定地点，现有和LSA牌照持有方各自拥有专门的对频谱的获取。LSA不包括申请方未得到主要用户保护的“偶尔频谱获取”、“次要使用”、“次要业务”等概念<sup>31</sup>。LSA已成功用于在此前划分给军事业务的频谱中部署GSM或3G网络。目前，在欧洲电信标准学会（ETSI）和3GPP标准基础上，在频谱监管部门的监控下，正在通过适用于新入市者和现有市场参与者的共存规则，该机制正在在CEPT的2.3 GHz频段上得到实施。

从最广泛的意义上而言，LSA并非全新概念：几十年以来，频谱管理者一直在引入与现有业务相兼容的新业务。然而，诸如动态数据库等智能化程度更高的手段正在为与现有用户共用频谱提供新的机遇（这类用户对所涉频段拥有有限的时间和地理区域范围使

<sup>30</sup> 见无线电频谱政策组（RSPG）《关于许可共用频谱获取的意见》，2013年11月，参考文号RSPG13-538。RSPG是一个高级别顾问组，主要协助欧盟委员会制定无线电频谱政策。

<sup>31</sup> ECC《许可共用频谱获取》报告，2014年2月，第18页。

用)。LSA方式限于在具体频段内按照单独许可制度引入新的应用或网络，以满足市场需求，从而提高频谱使用效率并提高投资安全性。

此外，ITU-R第1研究组于2017年批准一份新的ITU-R SM.2404-0号报告 – 旨在支持更好的频谱共用的监管手段（见1/74(Rev.1)号文件）。

### 1.4.5 分层获取频谱

可以通过分层获取模式对频谱获取进行授权，其中具有不同权限和责任的不同类别用户获取同一段频谱。这些模式通常指定一个现有主要用户（通常是现有的牌照持有者或政府机构），该用户对那部分频谱享有不受限的获取权，同时允许其他第二层或第三层用户获取，他们被授予低一些的干扰保护权限，如果更高一层的用户获取频谱，则他们必须停止发射。若干国家已经开始制定和实施这些用于各频段的分层接入模型。事实上，若干年来，许多国家都已在推行标准化的主要、次要和免许可频谱使用模式。

美国已通过了最初相关规则，以方便发展3550 – 3700 MHz频谱之间的三层获取模式，其目的是方便一个或多个以商业手段提供的“频谱获取系统”（SAS）几乎以实时方式对频谱获取做出管理<sup>32</sup>。目前上述规则的实施还处于初级阶段，相关协议仍在开发之中。

最高层包含了“现有获取”用户，其中包括3.5GHz频段的、已获授权的联邦（政府）和“祖父级”卫星固定业务用户。这些用户将受到保护，免受该频段所有其他用户所造成的有害干扰。<sup>33</sup>

第二层包括“优先获取”层中的已许可用户。在3550-3650 MHz频段，优先获取牌照（PAL）将使用竞标方式颁发。每一份PAL都被定义为不可续期的授权书，授权三年内在一个单一人口普查区使用一个10 MHz的信道。在每个特定单一人口普查区内最多可颁发7份PAL，同时，任一申请者最多只能获得4份PAL。在第一次拍卖时，在给定许可区域中，申请者最多可以获得连续两期PAL。

第三层或总体授权获取层将是依规则许可，允许最广大潜在用户群体开放地和灵活地获取频段。总体授权获取用户将被允许使用3550-3700 MHz频段的未指配给高一层用户的任意一部分，他们也可以偶尔使用未使用的优先接入信道。每一层中的用户都不得对上一层用户产生干扰，也不得要求上一层用户给予保护。

### 1.4.6 电视空白频谱

有些主管部门已经执行了相关技术和业务规则，为免牌照设备发放临时授权，以偶尔使用方式接入所谓的电视空白频谱（TVWS）。

电视白频谱（TVWS）的定义是“划分给广播业务并用于电视广播的频段中的一部分，该部分被主管部门确定为在特定时间和特定地理区域可用于无线通信，使用条件是

<sup>32</sup> 委员会有关在3550-3650MHz频段商业运行规则的修正案、报告和法令，30 FCC Rcd 3959 (2015)（“3.5GHz法令”）[https://apps.fcc.gov/edocs\\_public/attachmatch/FCC-16-55A1.pdf](https://apps.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/FCC-16-55A1.pdf)。

<sup>33</sup> 有关SAS保护机制的进一步信息可见FCC-15-47和FCC 16-55。

针对其他在该国优先级较高的业务，不产生干扰且不要求保护。”<sup>34</sup>对TVWS的免许可获取须遵守《无线电规则》以及适用的国内规则。

特高频（UHF）和甚高频（VHF）电视频段频谱的路径损耗较低，与更高频段的无线电波相比，穿透一般的建筑材料和植被的特性较好。此外，为了实现高质量接收，不需要进行视距运行。迄今为止，已在TVWS中部署了若干点对点以及点对多点接入点和用户驻地设备，可以为此前通过传统地面基础设施难以覆盖的区域提供服务，并加快农村和边远地区人口高速互联网“最后一英里”的速度。**附件2**总结若干主管部门提供的文稿，这些主管部门已开展了TVWS的试点项目、技术试验和商业使用。

目前，加拿大、新加坡、英国、韩国和美国<sup>35</sup>已通过了可实现TVWS获取甚高频和/或特高频频段电视广播频谱的技术和业务规则。这些国家均授权使用定位数据库，以允许获取未使用/未占用信道，同时保护广播电视频段内的现有用户。由于TVWS应用的感测技术不够成熟，且尚未得到认证，因此已建立定位数据库来保护现有业务。有关实施TVWS的更多详细技术信息，请见**附件2**，该附件总结不同国家在实施TVWS方面的经验。

基于这些国家的经验，若干关键的监管环节得以确定。

#### 1.4.6.1 干扰保护经验

为了实现对现有业务的保护，国家监管是有必要的。通常采用经认可的标准以描述赋予特定无线电业务和/或技术的保护等级。

在建立保护要求之后，有必要计算对现有业务的潜在干扰的可能性及严重程度。为此，需要现有业务的收信机和TVWS的发信机的站址信息、一套达成一致的参数，以及一种用于确定干扰水平的传播模型。

考虑到现有业务的能力和用户要求可能随时间变化，保护要求也可能随时间而变化。这有可能对那些需要实现偶尔获取的业务的重要参数有所影响。

现有的TVWS规则包含用于计算给定位置信道可用性的各种传播模型。这些传播模型包括信号等值线图、自由空间、FCC TM 91-1、Longly-Rice、奥村-Hata和由Ofcom开发的模型等。这些模型具有不同的特性，且使用不同的技术措施，可能会影响到保护标准的计算和确定方式。设定干扰保护要求可能同时涉及定义业务保护区和收信机保护要求。

**附件2第A2-2节**包含有关干扰保护的国家经验方面的信息。

<sup>34</sup> ITU-R M.2225号报告（2011年）。

<sup>35</sup> 参见在电视广播频段的无许可操作，ET Docket No. 04-186；900MHz以下和3GHz频段内无许可设备的附加频谱，ET Docket No. 02-380，第二份意见和法令备忘录，25 FCC Rcd 18661（2010年）；加拿大工业部，698MHz以下的电视广播频段中的特定非广播应用的使用框架（2012年）：<http://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf10493.html>；新加坡信息通信发展总局，电视空白频谱在甚高频和特高频频段操作的规则框架（2014年）：[http://www.ida.gov.sg/~media/Files/PCDG/Consultations/20130617\\_ whitespace/ExplanatoryMemo.pdf](http://www.ida.gov.sg/~media/Files/PCDG/Consultations/20130617_ whitespace/ExplanatoryMemo.pdf)；Ofcom，实施电视白频谱（2015年）：<http://stakeholders.ofcom.org.uk/binaries/consultations/white-space-coexistence/statement/tvws-statement.pdf>。

#### 1.4.6.2 避免干扰的方法

一旦操作频率和保护要求得以确定，必须设计出方便空白频谱装置（WSD）满足这些要求的系统。如上所述，目前一些国家已授权实施地理定位数据库，作为避免干扰的一种手段。

这些数据库可由监管机构或私营公司管理。对于后者，监管机构有责任提供有关现有业务的某些准确数据以及确保邻国无线电系统得到保护所需要的数据（如适用的话），同时确定认证数据库所需要的适当标准。这些标准必须确保空白频谱装置数据库（WSDB）含有并提供充分和可靠的信息，以使与数据库相连的WSD能够避免引起有害干扰。

对TVWS的国家监管框架，如果存在的话，其目的是确保对于受保护的现有业务的连续运行不受到有害干扰的影响。在定位数据库的控制下，对WSD接入频谱实施限制可有效减少“未知”设备造成有害干扰的概率。这要求制定实施法规，以确保WSDB与WSD之间的通信安全，并只有经认证的WSDB和经授权的WSD才能进行通信。

**附件2第A2-2节**包含有关干扰保护的国家经验方面的信息。

#### 1.4.7 TVWS中的宽带接入案例研究

在制定本报告过程中，收到了若干主管部门的文稿，这些文稿提供这些主管部门在TVWS方面进行的试点项目、技术试验和商业使用方面的信息，具体如下：

- **不丹**实施了一项试点项目，目的是设计出一种电子卫生服务提供平台，以试验TVWS技术。该项目将农村医疗诊所与中心基准医院相连接，最后一英里的连接采用的是TVWS技术。
- **博茨瓦纳**出台了一项TVWS试点项目，将专科医疗服务引入博茨瓦纳当地医院和诊所，从而应对农村地区面临的一些医疗卫生挑战。
- **加纳**已开始进行电视空白频谱促成业务的商业部署，一家公司为两家教育机构提供互联网连接，这使得学生们能够在校园及其周围环境以可承受的价格接入宽带互联网。
- **马拉维**进行了扩大两所学校和一家农村医院互联网连接的项目。TVWS设备还被部署到地震局，以强化国家地震早期预警系统。设备还被部署到马拉维国防军空中之翼中队，目的是将跑道和基地连接到互联网。
- **菲律宾**已实施了TVWS试点项目，用于支持价格合理的社区连接、可持续的资源管理、接受教育和边远省份的抗灾通信。
- **韩国**已确立关于TVWS的监管框架，并允许从2017年4月起提供TVWS商业服务。
- **美利坚合众国（USA）**是TVWS免牌照频谱使用的先行者，美国的三个案例研究分别是开发农村地区的商业无线互联网业务、扩展图书馆走进社区的服务区以及提供大学校园的宽带互联网。

有关这些案例研究的更多信息请见**附件2**。



#### 1.4.8 与电视空白频谱使用相关的益处和挑战

以上第1.4.2节提到的动态频谱共用一般情况的研究要求、风险和挑战方面的考虑也适用于TVWS。

TVWS可用于在特定条件下为服务不足地区提供互联网服务。

在此方面可利用TVWS提供低成本宽带互联网接入的回程业务。然而，UHF频谱不允许使用高度定向的天线，而且将免许可模式用于TVWS限制了可用功率。由于这些原因，且由于UHF频段的可用带宽有限，因此TVWS可能无法提供适用于宽带互联网接入回程的容量。

还可将TVWS作为固定或卫星固定网络的延伸，在服务不足地区为客户直接提供宽带互联网接入服务，从而充分利用UHF频段有利的传播条件。然而，有效频率重复使用要求在各接入点进行仔细的网络规划 – 在免许可制度下这也许较为困难 – 因此有可能限制网络可提供的容量。

此外，适用于免许可装置的规则也对无线宽带无线电设备的最大发射功率电平有所限制，这就使得UHF频段在提供更大范围覆盖方面的优点大打折扣。由于WRC-07和WRC-15已做出在470-862 MHz频率范围内很大一部分频段中引入国际移动通信（IMT）的决定，所以诸多主管部门打算在该范围内部署宽带移动网络。WRC-23还可能考虑在该频率范围内进一步引入IMT。这将导致本频率范围内未来TVWS的可用性出现不确定性。

如附件2所示，已制定电视空白频谱规则国家的经验表明，在出台令人满意的各项所需规则以保护现有业务、数据库的选择和运行框架以及规则执行等都是异常复杂的问题。

总体而言，由于已制定使用电视空白频谱规则的国家有限，且真正进行技术部署的国家更为有限，因此，市场上的厂商和设备款式凤毛麟角，尚未形成其它商业系统已达到的成熟生态系统，这就影响到了设备的价格。

### 1.5 ITU-R目前正在进行的研究和调查工作

应无线电通信全会的要求，ITU-R相关研究组目前正在进行下列更多研究工作：

- 按照ITU-R第58-1号决议 – 有关实施和使用感知无线电系统的研究 – 第1和第5研究组正在进行更多研究工作。
- 按照ITU-R第208-1/1号课题 – 国家频谱管理的备选方法 – 1B工作组正在进行更多研究工作。
- 按照ITU-R第235/1号课题 – 频谱监测演进 – 1C工作组正在进行更多研究工作。
- 按照ITU-R第241-3/5号课题 – 移动业务中移动业务感知无线电系统的感知无线电系统 – 5A和5D工作组正在进行更多研究工作。5D工作组还在进行有关修订ITU-R M.1036建议书 – WRC-15确定的国际移动通信新频段的频率安排 – 的更多研究工作。

## 2 第2章 – 频谱经济学

### 2.1 引言

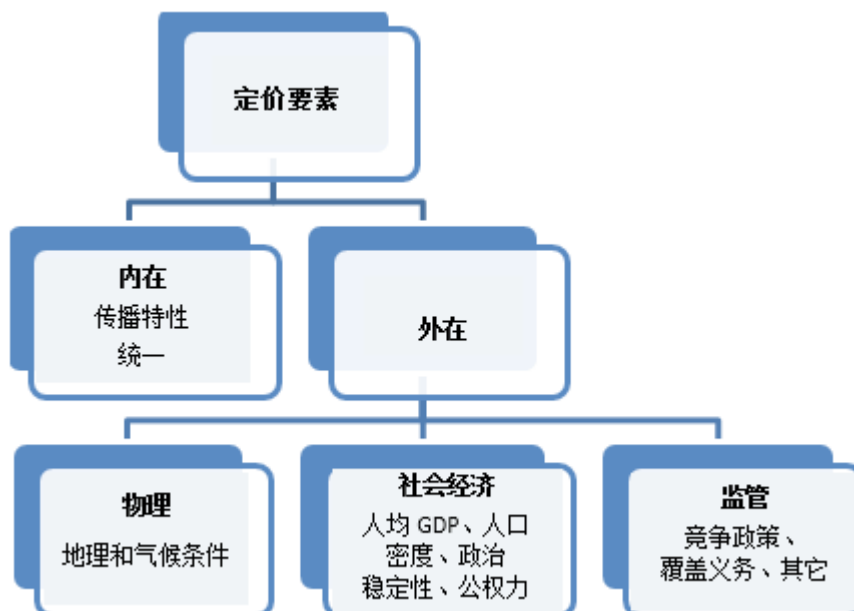
第2章着重介绍若干主管部门在频谱定价、牌照费和拍卖方面的一些经验。有关更为详细的指南，鼓励读者参阅ITU-R SM.2012号报告 – 频谱管理的经济方面问题。本章还探讨免许可使用频谱，特别是免许可使用电视空白频谱的一些经济方面问题，以便为频谱管理者在考虑此类共用方式时提供一些有关潜在成本和收益的信息。

### 2.2 频谱定价、牌照费和拍卖

本节讨论频谱费评估方法。目前存在三类频谱收费 – 一次性频谱拍卖费；频谱年使用费；非重复性使用收费（如牌照修正和延期）。国家监管机构（NRA）通过下列方法确定具体频谱费：

- a) **确立作为应用类型函数的一般性规则**（商用/非商用、民用/非民用、专用/共用等）；
- b) **明确定价要素**：NRA用以确定移动牌照拍卖底价和相关特许权使用费的要素包括与每一频段有关的内在和外特性。内在要素涉及所考虑频段的类型和特性，如传播特性。外在要素包含物理（如地理）、社会经济（人均GDP、人口密度等）和监管（竞争政策等）等内容。

图1：频谱定价要素



### c) 频谱定价方法的应用：

- **管理费用回收（以成本为依据）：**对收费进行计算，以回收不同管理费用，其中包括牌照发放、处理和延期费用、频谱规划费用、频谱监测费用、国际协调费用、人员费用、培训和其它杂费。
- **以市场为依据：**频谱估值以市场需求和要求为依据。在频谱需求大于供给的情况下，拍卖是方法之一。
- **公式：**主管部门可利用特定公式计算出频谱的市场近似值。为了做到这一点，需要纳入更多参数和要素，并且需要仔细分配数字数值。可纳入的参数包括频谱量（BW）、频段类型（频段要素）、频段拥挤要素（与机会成本相关）、人口密度、覆盖面积、所用技术、财务系数以及社会经济收益系数。例如：  
价格 = （每MHz价格） x BW x 频段要素 x 覆盖要素 x 拥挤要素 / 社会收益要素

附件2第A2-4节提供科特迪瓦有关估算牌照和频率费用的案例研究、尼日尔共和国有关确定频率费方法的案例研究、俄罗斯联邦有关俄罗斯联邦在频谱费用领域的经验和韩国有关频谱管理“选美”（beauty contests）和拍卖的案例研究。

## 2.3 与改善宽带接入有关的经济方面问题

虽然情况不断改善，但在世界大部分最贫困的国家，宽带接入的价格仍难以承受<sup>36</sup>。根据国际电联的估计，全球“数字鸿沟”在2016年的特点如下：

<sup>36</sup> 国际电信联盟（ITU）《2016年信息通信技术（ICT）事实与数字》，  
<https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/ICTFactsFigures2016.pdf>。

表1：2016年的数字鸿沟

衡量标准	国别分类		
	发达	发展中	最不发达国家 (LDC)
使用互联网的个人百分比	81.0	40.1	15.2
拥有互联网接入的家庭百分比	83.8	41.1	11.1
每100居民移动宽带签约用户	90.3	40.9	19.4
每100居民固定宽带签约用户	30.1	8.2	0.8
宽带可承受性 – 基本业务的价格低于平均国民月总收入的5%	45个中的45个	106个中的88个	43个中的5个

2015年底，88个发展中国家达到了宽带委员会2011年设定的可承受性目标 – 到2015年，入门级宽带业务应在发展中国家通过足够的监管和市场力量使之可以承受（相当于平均月收入5%以下）<sup>37</sup>”。18个发展中国家（除了LDC）和38个LDC国家，如果有宽带的话，与宽带委员会的目标相对比，仍然被认为未满足可承受性目标。即使在这些入门级宽带价格平均值被认为可承受的主管部门，对于其人口密度较小地区的人口，如果有宽带的话，入门级服务仍难以承受。

国际电联的最新统计数据表明：(1) 移动宽带业务比固定宽带业务的价格更可承受；(2) 基本固定宽带套餐的均价是可比的移动宽带套餐均价的两倍多；(3) 在最不发达国家（LDC），固定宽带业务价格平均是移动宽带业务的三倍多。

包括最不发达国家在内的发展中国家主管部门正在制定相关战略，确保为其所有居民提供价格可承受的基本宽带服务。如果所提供的宽带服务价格不能令人承受，那么对许多人而言，其结果就如同没有宽带覆盖一样。

## 2.4 评估使用频谱的经济效益

ITU-R有关频谱管理经济方面问题的报告援引了两种量化经济效益的方法（计算无线电使用对于经济的贡献）：(1) 国内生产总值（GDP）和就业；(2) 消费者和生产者剩余<sup>38</sup>。每种方法均有与其相关的优点和缺点。<sup>39</sup>

### 2.4.1 许可频谱的经济效益

电信运营商从其频谱占用获得的利益可通过考虑其净运营效益而进行评估。从经济和决算角度而言，与频率使用相关、向运营商征缴的费用应与其净运营效益相关。

一些围绕许可运营的经济条件包括以下因素：社会经济因素、授权或分配牌照的特点、授权运营商的运营范围、费用水平的比较/转换。<sup>40</sup>

<sup>37</sup> 联合国（UN）宽带委员会，2011年。

<sup>38</sup> ITU-R SM.2012-5号报告（06/2016）。

<sup>39</sup> 同上。

<sup>40</sup> 同上。

影响使用许可无线电频谱经济效益的更多因素包括：(1) 频率可用性；(2) 适合性；(3) 需求；(4) 包括区域不同情况和频谱拥挤程度的国家地理情况。

这就是为什么虽然征缴频谱使用费是一种合法的方法，但为了避免影响运营商的积极性和阻碍其开展新业务而不能将这些收费设定得太高的原因。在任何情况下，收费水平都不得高于运营商的缴费倾向。<sup>41</sup>

### 2.4.2 免许可频谱的经济效益

免许可频谱可被视为是可以带来价值的生产要素：

- 对无线和蜂窝技术形成补充，从而加强其有效性；
- 开发替代创新技术，由此扩展消费者的选择范围；
- 扩展对通信业务的使用，并超过使用许可频段所用技术能带来的最优经济价值。

对免许可频谱的全面经济效益进行采集并量化似乎更具挑战性：(1) 获取它的是数不清的类型各异的设备和业务（这使得计算对GDP的影响和生产者剩余更具挑战）；(2) 如同许可频谱一样，很难估计消费者的付费意愿（这使得计算消费者剩余更具挑战）；(3) 免许可频谱正在由高速成长的技术和服务一使只不过几年前才完成的研究已经过时--使用，因而很难估计一条基线。

考虑到上述令人警惕的因素，频谱管理者可利用这两种通常用于计算无线电使用所作贡献的方法来计算免许可频谱的经济效益。最终，如果NRA决定按照其分析进行一些收费，那么就应当牢记得到许可的运营商所考虑的共同问题 - 收费不能超出运营商的支付倾向 - 在目标是提供价格可承受的基本宽带接入方面尤其如此。

### 2.4.3 与频谱共用相关的潜在费用 and 经济效益

频谱共用有助于不能得到使用的频谱得到利用，这将提高频谱效率。这还可以增加消费者剩余并改善GDP。此外，这还能够降低频谱获取的障碍，有助于新入市者参与市场，从而增强竞争，最终降低费用。其次，提供更多频谱可以改善现有业务质量。公民和客户还可从其它频段拥塞情况的缓解中受益匪浅。

NRA将任何一段新的频谱开放 - 无论是专用还是共用，许可还是免许可 - 都会产生管理费用。这些费用的发生来自制定国家政策和编制如何实施和管理获取那段频谱的规则框架所做的工作。

这些进程对于确保与《无线电规则》的一致性、启动跨境协调和保护现有许可业务免受有害干扰非常必要。这些费用很可能是一次性费用，但可部分由监督职能的更多费用弥补（如需要确定涉及到有害干扰的情况）。更加复杂精妙的频谱共用制度（如，需要制定并同时完善有关实际频谱使用的准确和可靠信息的情况）可能要求有专用资源（见第1章第1.4节）。

<sup>41</sup> 同上。

## 3 第3章 – 频谱管理活动和资源

### 3.1 国家频率划分表（NTFA）导则

#### 3.1.1 NTFA

在所有国家、区域和国际组织之间，各种不同无线电业务都对宝贵的频谱资源具有极大的、相互竞争的需求，其中包括政府、公共和私营用户以及国际系统（如水上和航空业务系统）和要求有一定程度频谱统一、以实现跨国界互操作性的全球或区域性地面和卫星通信系统。解决这些相互竞争的需求的一个最重要手段是认真制定国家频率划分表（NTFA）。NTFA有若干不同详细层次。第一层应明确确定如何按照《无线电规则》在所涉国家将频段划分给无线电业务。下一层应确定如何在不同使用目的，特别是政府和非政府使用目的之间分开或共用这些“业务频段”。国际电联已制定了重点侧重于详细制定NTFA的导则<sup>42</sup>（亦见1/56号文件 – 制定国家频率划分表（NTFA）的导则以及附件3）。ITU-R SM.1265-1建议书 – 国家频谱备选划分方法 – 研究探讨备选划分结构，目的是更加有效地使用无线电频谱，并能使新技术灵活获取频谱。

#### 3.1.2 评估国家频谱管理需求以及信息技术（IT）工具/系统

国际电联所制定的导则（频谱管理评估导则）提供了国家政府自我评估频谱管理发展需求的标准化方法<sup>43</sup>。国际电信联盟电信发展局（ITU-BDT）可提供计算机程序，协助发展中国家主管部门有效履行其频谱管理责任。该程序称作发展中国家频谱管理系统（SMS4DC）<sup>44</sup>。在安装和操作SMS4DC之前，主管部门应出台有关国家频谱管理的法律、监管和技术机制。SMS4DC软件的设计旨在管理陆地移动、固定和广播业务的频率指配，并协调地球站的频率（《无线电规则》附录7程序）。尽管该系统实现了多数技术评估程序的自动化并能显示结果，但最终的频谱管理决定必须由训练有素的无线电工程师进行，因为他们充分理解指配程序也能够正确解释所显示的结果。ITU-R《手册》：计算机辅助频谱管理技术（CAT）（2015年）包含有关频谱管理工具的更多详细信息<sup>45</sup>。

附件2提供匈牙利、中华人民共和国和坦桑尼亚有关频谱管理活动的示例/经验，分别涉及“频谱管理IT系统（STIR）”、“在LTE技术基础上提高频谱效率”和“坦桑尼亚的频谱管理法律框架”。

<sup>42</sup> <http://www.itu.int/en/ITU-D/Spectrum-Broadcasting/Documents/Publications/Guidelines-NTFA-E.pdf>。

<sup>43</sup> 见<http://www.itu.int/en/ITU-D/Spectrum-Broadcasting/Documents/Publications/Administration%20Assesment-E.pdf>，亦参见SG1RGQ/8 1号文件及其附件，“评估发展中国家的频谱管理需求”。

<sup>44</sup> <http://www.itu.int/pub/D-STG-SPEC-2015-V5.0>。

<sup>45</sup> <http://www.itu.int/pub/R-HDB-01>。

## 3.2 世界无线电通信大会的成果和筹备

### 3.2.1 WRC的周期和WRC的筹备进程

世界无线电通信大会（WRC）通常每三到四年召开一次，以审议《无线电规则》（RR）并处理其职权范围内有关其议程的具有全球特性的任何问题。WRC的成果包含在由国际电联成员国签署的大会《最后文件》中，后者进而成为将纳入国家规则之中的国际法律。上述《最后文件》随后将纳入《无线电规则》之中，后者通常在WRC举行后的一年内出版。对《无线电规则》形成补充的是由无线电规则委员会（RRB）批准的《程序规则》，目的是澄清在落实《无线电规则》条款过程中出现的困难。

在筹备WRC过程中，通常会在所涉一届WRC上提出并批准下一届的议程议项草案和随后一届WRC的初步议程。在WRC之后，会立即举行ITU-R第一次大会筹备会议（CPM），目的是组织ITU-R为下一届和随后一届WRC开展的筹备性研究工作（见ITU-R第2号决议）。

ITU-R的筹备性研究结果（如，共用条件、保护限值、过渡规则性措施等）将纳入新的或经修订的ITU-R建议书和/或WRC决议草案中。如果WRC将这些在《无线电规则》中进行引证归并，那么这些就成为强制性文件。通常，新的或经修订的ITU-R报告和/或ITU-R其它相关出版物会详细介绍用于得出相关共用条件或保护限值所采用的假设、进行的计算或其它详细信息。

在第二次CPM会议期间会综合WRC议程上的每一议项和问题、背景信息、研究结果总结和分析以及满足议程议项/问题的方法，必要时伴有《无线电规则》的修改草案，这些都将被纳入提交WRC的CPM报告之中。

CPM报告所含信息对于国际电联成员国更好地理解WRC议程所涉问题以及理解其它成员国的立场和观点并为WRC制定和提交提案至关重要。应当指出，在所有研究周期，ITU-R部门成员也可以直接为研究工作贡献力量，但只有成员国可以向WRC提交提案。

第72号决议（WRC-07，修订版）所述的WRC区域性筹备工作以及国际电联有关WRC筹备工作的区域间讲习班对于WRC的成功也至关重要，在协调和制定尽可能多的共同或多国提案方面尤其如此。

### 3.2.2 WRC-15

最近一届WRC（WRC-15）于2015年11月2至27日在日内瓦举行。共有162个成员国和130个观察员组织的3,275名与会者出席了WRC-15。Festus Yusufu Narai Daudu先生（尼日利亚）当选为WRC-15主席。

WRC-15共研究讨论了40多个旨在提高频谱和轨道资源使用效率的、涉及频率划分和频率共用的议题。WRC-15在下列领域取得了成果：移动宽带通信、业余无线电业务、应急通信和救灾、搜救、进行环境监测的卫星地球观测、无人机和无线航空系统、民用航空航班跟踪、更好的水上通信系统、公路安全、宽带卫星系统的操作（动中通地球站）、世界标准时间、卫星固定业务、卫星水上移动业务和卫星程序。

特别在移动宽带通信方面，WRC-15一致同意增加移动业务的频率划分并在L频段（1427-1518 MHz）和C频段（3.4 -3.6 GHz）为国际移动通信（IMT）确定了频段，为在这些频段提供移动宽带业务实现全球统一频谱奠定了基础。WRC-15还一致同意为移动业务增加划分一些频段或频段的一部分，同时为某些国家确定了IMT的频段（470-698 MHz、3.3-3.4 GHz、3.6-3.7 GHz和4.8-4.99 GHz）。

目前正在进行有关ITU-R M.1036建议书修订的研究工作，该建议书涉及WRC-15为国际移动通信（IMT）确定的新频段的频率安排。预期在这些增加频段中实施IMT将促进发展中国家部署移动宽带。还应当指出，部分1 GHz以下频段也被确定用于IMT。在考虑动态频谱共用方案和TVWS（电视空白频谱）部署中，应将这些考虑在内。

WRC-15还决定在于2019年举行的下一届WRC的议程上纳入确定24-86 GHz频段的问题，以满足人们对更大容量的需求，特别是通过实施IMT-2020而产生的更大容量需求。此外，筹备WRC-19的研究还包含5 GHz WAS/RLAN的频率相关问题以及高空平台（HAPS）的规则行动，这些可进一步促进人们获取移动宽带应用。

WRC-15做出的一项决定将有助于增强国际电联1区（欧洲、非洲、中东和中亚）694-790 MHz频段的移动宽带容量，并促进出台全球统一的弥合数字鸿沟的解决方案，同时充分保护该频段的现有电视广播和航空无线电导航业务。

因此，在授权出台“免许可”应用时，WRC-12和WRC-15关于将大部分UHF频段划分给移动业务并将这些频段确定用于IMT的决定需在国家长期UHF频段战略中得到考虑。在做出有关在TVWS中部署WSD决定时，也必须考虑到第235号决议（WRC-15）。这将在以下第3.2.3节中得到进一步阐述。

WRC-15对《无线电规则》做出的修改，特别是在《无线电规则》中引证归并的新的或经修订的WRC决议和建议以及ITU-R建议书，都已纳入2016年版《无线电规则》之中，可通过下列网站查阅该规则：[www.itu.int/pub/R-REG-RR](http://www.itu.int/pub/R-REG-RR)。

下列网站提供反映WRC-15各项决定的最新版《程序规则》：[www.itu.int/pub/R-REG-ROP/en](http://www.itu.int/pub/R-REG-ROP/en)。

附件4突出强调对发展中国家尤为重要的RA-15和WRC-15的相关决定。

### 3.2.3 WRC-19和WRC-23的筹备工作

现已计划于2019年11月举行下一届WRC，随后一届大会将于2023年召开。理事会第1380号决议（C-17，修订版）提供WRC-19会议议程（上述理事会决议源自第809号决议（WRC-15）以及WRC-23的初步议程（第810号决议（WRC-15））。在CPM19-1期间已对ITU-R的筹备研究工作做出了组织，见无线电通信局CA/226号行政通函及其勘误1），而且有关这些研究的最新信息可通过下列网站了解：[www.itu.int/go/rcpm-wrc-19-studies](http://www.itu.int/go/rcpm-wrc-19-studies)。下列网站提供有关WRC-19的区域性筹备活动信息：[www.itu.int/go/wrc-19-regional](http://www.itu.int/go/wrc-19-regional)。更多相关信息可通过WRC-19网页了解：[www.itu.int/go/wrc-19](http://www.itu.int/go/wrc-19)。WTDC第9号决议组会议期间对上述问题进行了扼要介绍，可见ITU-D第1研究组1/240号文件 – 2015年世界无线电通信大会（WRC）成果。



### **第238号决议（WRC-15）**

为筹备WRC-19，在议项1.13下，第238号决议（WRC-15）请ITU-R开展有关为国际移动通信确定频段的频率相关研究，包括在24.25至86 GHz频率范围的一部分考虑为移动业务做出附加主要业务划分，以便在2020和未来发展国际移动通信。这项活动包括共用和兼容性研究，同时考虑到下列频段中已进行的主要业务划分：24.25-27.5 GHz、31.8-33.4 GHz、37-40.5 GHz、40.5-42.5 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。

### **第235号决议（WRC-15）**

第235号决议（WRC-15）做出决议，请ITU-R在2019年世界无线电通信大会之后，及时开展相关研究工作，以便2023年世界无线电通信大会能够审议1区470-960 MHz频段的频谱使用和现有业务的频谱需求，特别是广播和移动（航空移动除外）业务的频谱需求，并酌情进行1区470-694 MHz频段内广播与移动（航空移动除外）业务之间的共用和兼容性研究，同时考虑到ITU-R其它相关研究工作、建议书和报告。

2023年世界无线电通信大会初步议程包含的一个议项是，审议1区470-960 MHz频段内的频谱使用和现有业务的频谱需求，以便在按照第235号决议（WRC-15）进行的审议的基础上，考虑在1区的470-694 MHz频段内采取可能的规则行动。因此，第235号决议（WRC-15）有可能影响1区可用的TVWS频谱数量。

可以说，此前各届大会的决定以及未来大会的前景都为长期可持续无线电通信生态系统奠定了基础，有助于实现大规模投资并形成世界范围内的规模经济。

### **第239号决议（WRC-15）**

WRC-15通过了第239号决议（WRC-15）– 关于5 150 MHz至5 925 MHz频段内包括无线局域网在内的无线接入系统的研究。该决议要求为筹备WRC-19开展相关研究工作，以便使大会就其议项1.16 – 根据第239号决议（WRC-15），审议5 150 MHz至5 925 MHz频段内包括无线局域网在内的无线接入系统（WAS/RLAN）的相关问题，并采取适当规则行动，包括为移动业务做出附加频谱划分 – 做出适当决定（见第809号决议（WRC-15））。ITU-R 5A工作组将负责开展上述研究工作，该工作组将与为之贡献力量的4A、4C、5B、5C和7C工作组进行相关卫星、地面和科学业务方面的协作，并与ITU-R其它相关工作组协作工作。

## 4 第4章 – 频谱监测

本章介绍频谱监测的重点。如前所述，频谱监测是频谱管理的重要工具，因为它能够：监测和测量信号；检测和识别未经授权的站点；确定站点位置以进一步执行行动；并确定有害干扰的来源。鼓励有兴趣建立频谱监测设施的主管部门阅读在本报告附件之前ITU-R相关参考资料中所明确提及的ITU-R《频谱监测手册》、ITU-R各项建议书和ITU-R各报告，了解更多具体信息。此外还敬告读者，国际电联学院提供频谱监测方面的培训。<sup>46</sup>

国际电联《无线电规则》规定了使用无线电频率频谱的国际框架，并为组织国家频谱管理工作提供了一定灵活性，因为每个国家必须制定符合自己政治和立法体制以及区域形势的体系。国际电联ITU-R SM.1047建议书<sup>47</sup>（国家频谱管理）具体列出了制定国家频谱管理计划时须面对的问题。

在国家频谱管理这一复杂的任务中，频谱监测提供了关于频谱实际使用的信息，以使可用频谱尽可能实现无干扰。

国际电联制定了导则，为建立新的频谱监测网络或更新现有网络提供了标准做法。<sup>48</sup>这些导则不包含监测设备招标文件规范。这类规范将取决于国家监测的需求和类型以及国家的法律法规。这些导则基于ITU-R的《频谱监测手册》<sup>49</sup>，其中包括监测系统规划和招标方面的详细信息。在下列ITU-R手册中也可找到有用信息

- 《国家频谱管理》手册<sup>50</sup>；以及
- 《应用于频谱管理的计算机辅助技术（CAT）》手册。<sup>51</sup>

这三本手册由负责频谱管理的ITU-R第1研究组<sup>52</sup>编写。ITU-R 1C工作组<sup>53</sup>拥有频谱监测相关研究的国际专家，包括开发用于频谱监测的技术、测量技术、无线台核查、发射识别和干扰源定位等方面的国际专家。

ITU-D还编写了“建立或更新频谱监测网络的标书准备工作导则”。导则<sup>54</sup>第2章是关于频谱管理必要性的简短介绍，第3章包括频谱监测在频谱管理中的作用，第4-13章则进一步说明和讨论了建立新频谱监测网络须考虑和落实的方方面面。其中，第6章特别讨论了如何制定招标文件。

现有技术可以实现大多数频谱监测功能甚至整个监测网络的高度自动化，并可实现频谱监测系统与自动频谱管理的高度结合。如ITU-R SM.1537-1建议书所述，国家频谱管

<sup>46</sup> 欲了解更多信息，可查询国际电联学院门户网站（<http://academy.itu.int>）。

<sup>47</sup> <http://www.itu.int/rec/R-REC-SM.1047>。

<sup>48</sup> [http://www.itu.int/en/ITU-D/Spectrum-Broadcasting/Documents/Publications/Guidelines\\_SpectrumMonitoring\\_Final\\_E.pdf](http://www.itu.int/en/ITU-D/Spectrum-Broadcasting/Documents/Publications/Guidelines_SpectrumMonitoring_Final_E.pdf)

<sup>49</sup> 《国际电联频谱监测手册》2011年版（特别是附件1）：<http://www.itu.int/pub/R-HDB-23>。

<sup>50</sup> 《国家频谱管理》：<http://www.itu.int/pub/R-HDB-21>。

<sup>51</sup> 《用于频谱管理的计算机辅助技术》：<http://www.itu.int/pub/R-HDB-01>。

<sup>52</sup> <http://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg1/Pages/default.aspx>。

<sup>53</sup> <http://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg1/rwp1c/Pages/default.aspx>。

<sup>54</sup> [http://www.itu.int/en/ITU-D/Spectrum-Broadcasting/Documents/Publications/Guidelines\\_SpectrumMonitoring\\_Final\\_E.pdf](http://www.itu.int/en/ITU-D/Spectrum-Broadcasting/Documents/Publications/Guidelines_SpectrumMonitoring_Final_E.pdf)。

理自动化系统的许多活动将因与频谱监测自动化台站结合而受益。频谱监测是频谱管理的重要工具之一。开发频谱监测技术是为确保符合无线电通信系统的技术参数和标准。此外，频谱监测可有助于评估无线电频谱的利用效率。这些系统还有益于加强主管部门对已发照台站的监管，识别非法操作，并发现和减轻有害干扰。频谱监测技术与无线电通信网络的监测技术不同，前者是在非最优化的环境下开展，有时还是在未知环境下。ITU-R的《频谱监测手册》涵盖了频谱监测技术和监测活动的所有关键特性，包括监测设施的建立。（见其附件1，“监测系统的规划和招标”）。

## 4.1 确定建立频谱监测网络的方法

### 4.1.1 确立招标

当国家主管部门决定建立国家频谱监测网络、增加新的本地监测站或只是开展一项移动监测研究时，一般应将工作分为三个阶段（见图2）：

#### — 准备阶段：规划

- 无线电监测系统的概念和目标
- 可行性研究
- 商业计划
- 系统规划
- 系统的各项规范

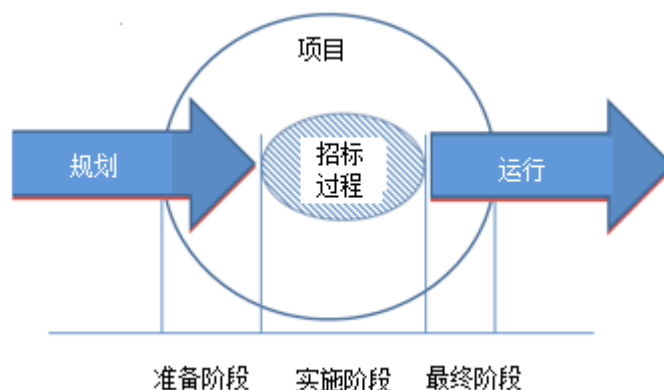
#### — 实施阶段：招标程序

- 设计公开采购招标邀请（考虑投标者的能力，确定取消合同履行资格的条件）；
- 邀请竞标（包括对投标者作出的澄清）；
- 投标者提交标书；
- 对收到的标书进行评估（含要求作出的澄清）；
- 决定给予合同；
- 合同签署和生效。

#### — 最后（终结）阶段：验收程序，运行

- 工厂、临时和最终验收程序；
- 培训、维护和备件供应；
- 开始运行。

图2：确立招标



ITU-R《频谱监测手册》附件1深入说明了招标过程的各个步骤，讨论了国际电联和世界银行制定的程序。

#### 4.1.2 监测系统的规划

频谱监测网络（SMN）规划和优化的目标是实现所需的跨境监测功能（包含最高密度的发射机，而采用最少数量的监测站）。此功能通过使用尽可能低的天线塔高度来实现，同时仍保持高品质的射频（RF）测量结果。感兴趣的领土可以是人口众多或工业发达的中心地带。

开发了用于这种VHF/UHF频率范围内规划和优化的计算机化方法（基于到达角（AOA）原则），内容见国际电联频谱监测手册第6.8节。ITU-R第SM.1392-2号建议书引用了第6.8节，并强调指出了在发展中国家对SMN开展有效规划和优化的潜在技术和经济效益。这些效益只有通过使用计算机辅助方法才能实现，并且适用于发达和发展中国家。

实践经验表明，相比基于专家评估结果而规划的SMN，使用正确的计算机模型和计算结果，可以减少覆盖某个给定地区所需的固定监测站数量。另一方面，规划和优化过程相当复杂，包含许多不同阶段，由所规划SMN的主要需求来确定，而该需求需要预先确定。此外，还需在规划阶段做出诸多管理方面的决定，以实现过程的优化。ITU-R频谱监测手册附件1提供了详细的导则和逐步实施的方法，使整个过程更为有效，同时将涉及的工作最小化。

有若干不同的可用定位处理方法，在ITU-R第SM.2356号报告（2015）中描述了三种方法。第一种方法结合了利用测向天线阵列从多个站点测得的关于到达角（AOA）的测量结果来确定发射机的位置；第二种方法结合了从至少三个站点测得的关于到达时间差（TDOA）的测量结果（地理定位需要三个站点之间的两对TDOA测量结果）。第三种方法结合了AOA和TDOA的测量结果，来进行地理定位处理。额外成本和环境类型（乡村、城市和郊区）使得组合（混合）网络成为一种选项。在多径现象严重，而大型天线空间受限的城市核心，TDOA节点可能更加有用且高效。但由于成本取决于基础设施、规划的覆盖区、周围环境等因素，此类方法必须具体情况具体分析，以确保是最有效和最高效的解决方案。

SMN规划的第一步需要依据可用的和预期的财务资源，基本确定系统的目标、配置和性能。除了ITU-R第SM.1392-2号建议书<sup>55</sup>中提到的各点，这些决定还包括：

- 待监测区域的大小；
- 固定台站对区域是全覆盖还是局部覆盖；
- AOA与TDOA、混合AOA/TDOA技术相对；
- 测试发射机的类别和核心监测任务：监听、测量辐射特性、测向（DF）和估计辐射器位置；
- 固定台站和移动台站数量的相对比例。

在规划初始阶段，同样重要的是尽可能多地收集关于感兴趣区域的信息，同样重要的是做出关于以下问题的决定：

- 确定无线电监测设备的性能要求；
- 无线电波传播模型的选择（用于准平面减缓，或山区丘陵地形和其他城市环境不同的模型的优化）；
- 确定监测站应避免的区域（封闭或安全地点或高场强地区）；
- 地点不确定性（对AOA/TDOA SMN而言）。

## 4.2 发现微弱信号的挑战和解决方案

操作现代设备信号所需的带宽稳步增加，直至20 MHz或更宽。为了有效分析这些信号，多数现代SMS系统使用宽带接收机。随着接收机带宽的增加，一个未预料到的副作用是，在接收机带宽内很可能既会出现强信号，也会出现弱信号。由于无线电传播范围内的发射机数量不断增加，在强信号附件安装监测系统的可能性是个现实难题。

为了在有强信号时也能接收微弱信号，宽带接收机必须能够处理信号功率变化从弱到强的能力（即技术上接收机必须具有带内大动态范围）。请注意：通过使用具有双带宽的接收机，即宽的带宽和窄的带宽，可进一步减少附近强信号的影响，而在附近有极强信号的情况下，使用窄带宽（通常为宽带宽的1/10）。

在设计接收机的本地振荡器时，使其产生的混频信号尽可能纯粹，但在实践中，因设计不同，可获得的纯度可以差别很大。纯度以多个偏移频率上测得的低于载波的分贝数（dBc）表示。问题是，通过接收机相互混合，在有强信号的情况下，本地振荡器相位噪声可掩盖弱信号。相互混合的效果又相当于增加接收机的有效噪声因数。为了尽可能减少相互混合的影响，接收机的相位噪声必须低。监测设备中的现代接收机的相位噪声规范在10 kHz偏移中不应低于-100 dBc/Hz。

有关监测接收机的更多信息见ITU-R《频谱监测手册》第3.3节。

<sup>55</sup> ITU-R SM.1392建议书 – 发展中国家频谱监测系统的核心要求。

## 术语表

<b>依法许可：</b>	指用户在特定频段操作时不需要获得一项单独的许可证，但需从当地管理部门获得一项总体许可证的一种监管框架。用户必须同意满足适用于该频段的法规。（改编自：FCC，“家用无线电业务（FRS）”： <a href="https://www.fcc.gov/general/family-radio-service-frs">https://www.fcc.gov/general/family-radio-service-frs</a> ）。
<b>免许可：</b>	指用户在特定频段操作时不需要从当地管理部门获得正式许可证的一种监管框架。用户仍须满足预先设定的技术性能要求以及监管和操作上的限制条件，而且其频谱使用必须是非排他性的。
<b>简单许可：</b>	指用户需要获得执照以便在某个特定频段操作的一种监管框架（但执照是非排他性的）。在这种方式下，干扰通常以技术方式解决，而不是通过当地的管理部 门解决。与经过审批的共享框架不同，不要求持照方共享具体频段。（改编自：GSMA，“无线骨干频谱政策的建议和分析”，2014年10月）。
<b>经过审批的共享接入：</b>	指多个用户以分享方式获取频谱的监管框架。在这种方式下，允许新用户获得单独的执照，以便在某个特定且已指配给一个或多个现有用户或LSA持照方的频段操作。（改编自：Faussurier, Emmanuel, “新频谱共用概念介绍：LSA和WSD”。ITU-R第1研究组/1B工作组讲习班，2014年1月20日，第16页）
<b>分层接入：</b>	指不同等级（即：层）的用户以不同的权利和义务享有接入同一部分频谱的监管框架。不同的层通常包括一个主要的现有用户（通常是现有的持照方或政府部门），该用户持有不受约束接入那部分频谱的权利，同时，允许附加的第二或第三层用户，每一层被赋予较低级别的干扰保护，如较高级别的用户需要使用该频谱，它们则必须停止发射。

## 缩写和首字母缩略词

本文件全篇多处使用了缩写和首字母缩略词，列表如下：

缩写/ 首字母缩略词	说明
AOA	到达角（Angle of Arrival）
BDT	电信发展局（Telecommunication Development Bureau）
BR	无线电通信局（Radiocommunication Bureau）
CAT	计算机辅助技术（Computer-Aided Techniques）
CEPT	欧洲邮电主管部门大会 （European Conference of Postal and Telecommunications Administrations）
CPM	大会筹备会议（Conference Preparatory Meeting）
CR	认知无线电（Cognitive Radio）
CRS	认知无线电系统（Cognitive Radio Systems）
DCF	净现金流量（Discounted Cash Flow）
DF	测向（Direction Finding）
DFS	动态频率选择（Dynamic Frequency Selection）
DTT	数字地面电视（Digital Terrestrial Television）
EESS	卫星地球探测业务（Earth Exploration-Satellite Service）
EFIS	ECO频率信息系统（ECO Frequency Information System）
EPOCA	《电子和邮政通信法》（坦桑尼亚） （Electronic and Postal Communications Act (Tanzania)）
ESIM	动中通地球站（Earth Station in Motion）
ESOMP	移动平台地球站（Earth Stations on Mobile Platforms）
ESSS	卫星系统地球站（Earth Stations of Satellite Systems）
FCC	美国联邦通信委员会（Federal Communications Commission）
FRS	家用无线电业务（Family Radio Service）
FSS	卫星固定业务（Fixed Satellite Service）
GDP	国内生产总值（Gross Domestic Product）
GHz	千兆赫（Gigahertz）
GSO	对地静止（Geostationary）
HAPS	高空平台台站（High-Altitude Platform Stations）
HTS	高吞吐量卫星（High Throughput Satellite）
HF	高频（High Frequency）
IC	加拿大工业部（Industry Canada）
ICT	信息通信技术（Information and Communications Technology）

缩写/ 首字母缩写词	说明
IDA	新加坡资讯通信发展管理局 (Infocomm Development Authority (Singapore))
IEEE	电气和电子工程师学会 (Institute of Electrical and Electronic Engineers)
IETF	互联网工程任务组 (Internet Engineering Task Force)
IoT	物联网 (Internet of Things)
IMT	国际移动通信 (International Mobile Telecommunications)
ISIF Asia	亚洲信息社会创新基金 (Information Society Innovation Fund Asia)
ITU	国际电信联盟 (International Telecommunication Union)
ITU-D	国际电联电信发展部门 (ITU Telecommunication Development Sector)
ITU-R	国际电联无线电通信部门 (ITU Radiocommunication Sector)
KCC	韩国通信委员会 (Korea Communications Commission (Republic of Korea))
LDCs	最不发达国家 (Least Developed Countries)
LMS	陆地移动业务 (Land Mobile Service)
LSA	许可共用接入 (Licensed Shared Access)
LTE	长期演进 (Long-Term Evolution)
M2M	机器对机器 (Machine-to-Machine)
MEST	Meltwater技术创业学院 (加纳) (Meltwater Entrepreneurial School of Technology (Ghana))
MF	中波 (Medium Frequency)
MHz	兆赫 (Megahertz)
MoH	卫生部 (不丹王国) (Ministry of Health (Kingdom of Bhutan))
MoIC	信息通信部 (不丹王国) (Ministry of Information & Communications (Kingdom of Bhutan))
MSIP	科学、信息通信技术和未来规划部 (韩国) (Ministry of Science, ICT and Future Planning (Republic of Korea))
NRA	国家管理局 (National Regulatory Authority)
NTFA	国家频率分配表 (National Table of Frequency Allocation)
NTP	国家通信部 (坦桑尼亚) (National Telecommunications Policy (Tanzania))
OSA	开放频谱接入 (Open Spectrum Access)
PAL	优先接入许可 (Priority Access License)
PAWS	防范封装序号 (Protect Against Wrapped Sequence(s))
PMSE	节目制作和特别活动 (Programme Making and Special Events)
QoS	服务质量 (Quality of Service)



缩写/ 首字母缩写词	说明
<b>RAPA</b>	韩国无线电促进协会 (Korea Radio Promotion Association (Republic of Korea))
<b>RFID</b>	射频识别 (Radio Frequency Identification)
<b>RLAN</b>	无线局域网 (Radio Local Area Network)
<b>RR</b>	《无线电规则》 (Radio Regulations)
<b>RSPG</b>	无线电频谱政策小组 (Radio Spectrum Policy Group)
<b>SAS</b>	频谱接入系统 (Spectrum Access Systems)
<b>SDR</b>	软件定义无线电 (Software-Defined Radio)
<b>SMN</b>	频谱监测网络 (Spectrum Monitoring Network)
<b>SMS4DC</b>	发展中国家频谱管理系统 (Spectrum Management System for Developing Countries)
<b>SRFC</b>	国家无线电频率委员会 (State Radio Frequency Commission)
<b>STIR</b>	频谱管理IT系统 (Spectrum Management IT System)
<b>TCA</b>	《坦桑尼亚通信法》 (Tanzania Communications Act (Tanzania))
<b>TDOA</b>	到达时间差 (Time Difference of Arrival)
<b>TVWS</b>	电视空白频谱 (TV White Space)
<b>UDP</b>	用户数据报协议 (User Datagram Protocol)
<b>UHF</b>	超高频 (Ultra-High Frequency)
<b>UN</b>	联合国 (United Nations)
<b>UWB</b>	超宽带 (Ultra-Wideband)
<b>VHF</b>	甚高频 (Very High Frequency)
<b>WISP</b>	无线互联网服务提供商 (Wireless Internet Service Provider)
<b>WLAN</b>	无线局域网 (Wireless Local Area Networks)
<b>WRC</b>	世界无线电通信大会 (World Radiocommunication Conference)
<b>WSD</b>	空白频谱设备 (White Space Device)
<b>WSDB</b>	空白频谱数据库 (White Space Database)
<b>WTDC</b>	世界电信发展大会 (World Telecommunication Development Conference)

## ITU-R参考文件

题目	说明
<b>WRC决议</b>	
第229号决议（WRC-12，修订版）– 为实施无线接入系统（包括无线电局域网）移动业务对5 150-5 250 MHz、5 250-5 350 MHz和5 470-5 725 MHz频段的使用	此决议载有实现无线接入系统（包括无线局域网）的实施要求。本决议通过参考文件纳入《无线电规则》。
第239号决议（WRC-15）– 关于5 150 MHz至5 925 MHz频段内包括无线局域网在内的无线接入系统的研究	此决议载有与WRC-19议程项目1.16相关的ITU-R工作的信息和指示。
第729号决议（WRC-07，修订版）– 中频和低频频段中频率自适应系统的使用	此决议载有关于中频和高频频段使用频率自适应系统的信息。
第809号决议（WRC-15）– 2019年世界无线电通信大会的议程	此决议载有2019年世界无线电通信大会的议程。
<b>WRC建议书</b>	
76号建议书（WRC-12）– 认知无线电系统的部署和使用	建议各主管部门积极参与ITU-R依照ITU-R第58号决议开展的各项研究。
<b>ITU-R手册</b>	
ITU-R国家频谱管理手册	含有频谱管理基础知识、频率分配和许可、频谱监测、频谱经济学和自动化方面的信息。
ITU-R频谱监测手册	含有关于设备（第3章）、测量（第4章）与监测站设备/设施采购文件的规划和执行（附件1-监测站“招标”）方面的章节。
<b>ITU-R课题</b>	
ITU-R 208-1/1 – 国家频谱管理的替代性方法	ITU-R的这个课题旨在回答有关频谱管理替代性做法的各种问题。
ITU-R 235/1 – 频谱监测的演进发展	这个课题旨在回答频谱监测随着技术进步所需演进发展方面的各种问题。
ITU-R 241-3/5 – 移动业务中的认知无线电系统	ITU-R的这个课题旨在回答有关认知无线电系统的各种问题。
<b>ITU-R建议书</b>	
ITU-R SM.575 – 保护固定监测站免受附近或强发射机的干扰	此建议书规定了确保监测站操作不受干扰的最大场强电平。
ITU-R SM.854 – 监测站的测向和位置测定	此建议书提供了方位的分类，以确定在监测站中使用测向的发射器最有可能的位置。
ITU-R SM.1050 – 监测业务的任务	此建议书说明了监测业务的各项任务。
ITU-R F.1110 – 用于频率低于约30MHz的自适应无线电系统	此建议书说明了高频自适应系统的一般功能。
ITU-R SM.1132 – 无线电通信业务间或无线电台间共用的一般原则	此建议书规定了无线电通信业务之间或无线电台之间进行共享的一般性原则和方法。

题目	说明
ITU-R SM.1370 – 开发先进的自动化频谱管理系统的设计导则	此建议书给出了自动频谱管理系统的设计导则，其中包括此类系统的建议功能，以及国家级频率管理所需的数据要素，同时确保所收集的数据适合（统计有效）精确分析。
ITU-R SM.1392 – 发展中国家频谱监测系统的基本要求	此建议书说明了监测系统的要求，其中包括系统任务、设备和评估标准，用于根据行政要求确定需求的范围。
ITU-R SM.1537 – 频谱监测系统的自动化及与自动频谱管理设备的	现有技术允许大多数频谱监测功能甚至整个监测网络实现高度自动化，并允许频谱监测系统与自动频谱管理实现高度结合。国家频谱管理自动化系统的许多活动将因与频谱监测自动化台站结合而受益。此建议书说明了为这些系统所建议的功能性。
ITU-R SM.1603 – 作为国家频谱管理方法的频谱调换	此建议书为频谱再利用问题提供了指导原则。
ITU-R SM.1708 – 具有地理坐标登记的路径的场强测量	此建议书介绍了测量沿路径垂直极化信号的场强应采用的方法。
ITU-R SM.1880 – 频谱占用度测量和评估	此建议书描述了使用接收机或频谱仪进行频道占用度测量的方法，还包含了设备和监测站点的考虑，固定和移动监测，结果核实和后处理中的统计考虑。
ITU-R SM.2039 – 频谱监测演进 注：在建立初步频谱监测系统后的稍后阶段，此建议书将变得十分重要。	此建议书描述了改善监测网络覆盖和灵敏度的需求，以及使用新技术扩展监测覆盖，其中包括探测微弱信号的挑战和方法。
ITU-R M.2083 – IMT愿景 – 2020年及之后IMT未来发展的框架和总体目标	此建议书探讨了未来IMT为更好满足发达国家和发展中国家建设网络社会的需要而发挥的重要作用，并以此为据，界定了2020年及之后国际移动通信（IMT）的未来发展框架和总体目标。此建议书详尽描述了2020年及之后IMT未来发展的框架，其中包括与设想用途情形相关的内容广泛的各种能力。此外，本建议书还探讨了2020年及之后IMT未来发展的目标，包括在现有基础上进一步增强IMT，以及IMT-2020的发展。应当注意的是，本建议书的编制以建议书ITU-R M.1645为依据，关注了迄今为止IMT的发展状况。
<b>ITU-R报告</b>	
ITU-R M.2117 – 地面移动、业余和卫星业余业务的软件定义无线电	报告基于ITU-R在SDR和CRS方面的最新研究结果作了修订。
ITU-R M.2225 – 陆地移动业务中的认知无线电系统	此报告探讨30 MHz以上的陆地移动业务（不包括国际移动通信）中的认知无线电系统。
ITU-R M.2242 – IMT系统特有的认知无线电系统	此报告讨论了认知无线电系统在IMT运行的可能场景，并着重指出其潜在的效益。
ITU-R M.2330 – 陆地移动业务中的认知无线电系统	此报告讨论了30MHz以上的陆地移动业务中CRS的使用问题
ITU-R M.2373 – 地面IMT系统支持的音像能力和应用	此报告研究了IMT系统提供音像业务的能力问题。

题目	说明
ITU-R SM.2012 – 频谱管理的经济方面	此经济研究旨在回答以下三类问题：用于国家频谱管理的经济方法及其融资策略；为了频谱规划和战略开发而从无线电频谱使用所获得的利益进行的评估；备选国家频谱管理方法。
ITU-R SM.2152 – 软件无线电和认知无线电系统的定义	此报告对SDR和CRS做了清晰的定义。
ITU-R SM.2256 – 频谱占用度测量和评估	一份有关频谱占用度监测和报告方法，测量参数，站址考虑和程序的全面报告。
ITU-R SM.2355 – 频谱监测演进 注：在建立初步频谱监测系统后的稍后阶段，此报告将变得十分重要	该伴随报告（ITU-R SM.2039号建议书）详细描述了改善覆盖和灵敏度的方法，监测网络的灵敏度和使用新技术扩展覆盖的方法。
ITU-R SM.2356 – VHF/UHF频率范围内频谱监测网络的规划和优化程序 注：在建立初步频谱监测系统后的稍后阶段，此报告将变得十分重要。	此报告给出了甚高频和特高频范围内监测网络的程序、方法和设备。
<b>ITU-R决议</b>	
ITU-R第58号决议 – 有关部署和使用认知无线电系统的研究	此决议研究了认知无线电系统的实施和使用问题。

## 其它参考文件

### 第1章的参考文件

- 数字开发宽带委员会，《2015年宽带态势》，2015年：<http://www.broadbandcommission.org/Documents/reports/bb-annualreport2015.pdf>。
- 欧洲邮电主管部门大会，电子通信委员会第236号报告：“国家实施用于使用定位数据库的电视WSD的规则框架”，2015年5月：<http://www.erodocdb.dk/Docs/doc98/official/pdf/ECCREP236.PDF>。
- 印度CMAI联合会，《促进数字印度空白频谱研究论文》，2014年12月11日：[https://www.whitespacealliance.org/documents/Research%20Paper%20on%20White%20Spaces\\_final2.pdf](https://www.whitespacealliance.org/documents/Research%20Paper%20on%20White%20Spaces_final2.pdf)。
- 美国联邦通信委员会，《关于在3550-3650MHz频段进行商业运行的委员会规则修正案》，GN Docket No. 12-354，30 FCC Rcd 3959 ¶¶ 379-86，2015年。
- 美国联邦通信委员会，“在电视广播频段未授权的运行”，ET Docket No. 04-186。
- 美国联邦通信委员会，“900MHz以下和3GHz频段内新增的未授权设备”，ET Docket No. 02-380，《意见和法令备忘录第二编》，25 FCC Rcd 18661，2010年。
- ITU-D 世界电信发展大会，第9号决议（2014年，迪拜，修订版），2014年：<http://www.itu.int/net4/ITU-D/CDS/sg/doc/rgq/2014/D14-SG01-RES9-en.pdf>。
- 加拿大工业部，“698MHz以下的电视广播频段中的特定非广播应用的使用框架”，2012年：<http://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf10493.html>。
- 新加坡信息通信发展总局，“电视空白频谱在甚高频和特高频频段的操作”，2014年：[http://www.ida.gov.sg/~media/Files/PCDG/Consultations/20130617\\_whitespace/ExplanatoryMemo.pdf](http://www.ida.gov.sg/~media/Files/PCDG/Consultations/20130617_whitespace/ExplanatoryMemo.pdf)。
- 麦肯锡公司，《网络对增长、就业和财富的全面影响》，2011年：[http://www.mckinsey.com/insights/high\\_tech\\_telecoms\\_internet/internet\\_matters](http://www.mckinsey.com/insights/high_tech_telecoms_internet/internet_matters)。
- 麦肯锡公司，《线上和未来：互联网对满怀抱负的国家的的影响》，2012年：[http://www.mckinsey.com/client\\_service/high\\_tech/latest\\_thinking/impact\\_of\\_the\\_internet\\_on\\_aspiring\\_countries](http://www.mckinsey.com/client_service/high_tech/latest_thinking/impact_of_the_internet_on_aspiring_countries)。
- 英国通信管理局，“实施电视白频谱”，2015年：<http://stakeholders.ofcom.org.uk/binaries/consultations/white-space-coexistence/statement/tvws-statement.pdf>。

## 第2章的参考文件

- Yochai Benkler, “开放的无线对决授权的频谱：来自市场采纳的证据”，《哈佛法律和技术期刊》，第26卷第1期（2012年）：<http://jolt.law.harvard.edu/articles/pdf/v26/26HarvJLTech69.pdf>。
- 德勤和GSM协会，《经许可的频谱共享使用带来的影响》，2014年1月23日：<http://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2014/02/The-Impacts-of-Licensed-Shared-Use-of-Spectrum.-Deloitte.-Feb-20142.pdf>，第8、67页。
- Simon Forge、Robert Horvitz和Colin Blackman，“欧洲联盟的最终报告：对共享频谱接入价值的看法”，SCF联合会，2012年2月：[https://ec.europa.eu/digital-single-market/sites/digital-agenda/files/scf\\_study\\_shared\\_spectrum\\_access\\_20120210.pdf](https://ec.europa.eu/digital-single-market/sites/digital-agenda/files/scf_study_shared_spectrum_access_20120210.pdf)。
- 国际电信联盟，《2015年信息社会衡量报告》，2015年：<http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/misr2015/MISR2015-w5.pdf>。
- Raul Katz，“对美国非授权频谱经济价值的评估”，电信咨询业务有限责任公司，2014年：<http://www.wififorward.org/wp-content/uploads/2014/01/Value-of-Unlicensed-Spectrum-to-the-US-Economy-Full-Report.pdf>。
- Tony Lavender、Paul Hansell、Iain Inglis和Sarongrat Wongsaroj，“在匈牙利、意大利、瑞典和英国将C频段（3400/3600-4200 MHz）用于移动宽带”，Plum咨询公司，2015年6月：[http://www.plumconsulting.co.uk/pdfs/Plum\\_Jun2015\\_Use\\_of\\_C-Band\\_for\\_mobile\\_broadband\\_in\\_Hungary\\_Italy\\_Sweden\\_and\\_UK.pdf](http://www.plumconsulting.co.uk/pdfs/Plum_Jun2015_Use_of_C-Band_for_mobile_broadband_in_Hungary_Italy_Sweden_and_UK.pdf)。
- 经合组织，“机器对机器通信：连接数十亿设备”，经合组织数字经济论文第192号，2012年：[dx.doi.org/10.1787/5k9gsh2gp043-en](http://dx.doi.org/10.1787/5k9gsh2gp043-en)。
- Richard Thanki，“基于允许规则的动态频谱接入的案例”，微软研究，2013年8月，[http://research.microsoft.com/en-us/projects/spectrum/case-for-permissive-rule-based-dynamic-spectrum-access\\_thanki.pdf](http://research.microsoft.com/en-us/projects/spectrum/case-for-permissive-rule-based-dynamic-spectrum-access_thanki.pdf)。
- Richard Thanki，“免执照频谱对于互联网的未来的经济意义”，微软研究，2012年：[http://research.microsoft.com/en-us/projects/spectrum/economic-significance-of-license-exempt-spectrum-report\\_thanki.pdf](http://research.microsoft.com/en-us/projects/spectrum/economic-significance-of-license-exempt-spectrum-report_thanki.pdf)，第30页。
- Qiang, C. Z. W.世界银行，“IC4D：延展覆盖和增加影响”，《宽带的经济影响》，2009年，第3章。
- 美国商务部，“在1755 – 1850 MHz频段实现无线宽带的可行性评估”，2012年3月：[https://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/ntia\\_1755\\_1850\\_mhz\\_report\\_march2012.pdf](https://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/ntia_1755_1850_mhz_report_march2012.pdf)。
- 美国政府问责局，“频谱管理：强化频谱共享所需的动机、机遇和测试”，《给国会各委员会的报告》，2012年：<http://www.gao.gov/products/GAO-13-7>。

- 美国总统科学技术顾问委员会，“充分实现政府持有频谱的潜力以刺激经济增长”，2012年7月：[https://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/ntia\\_1755\\_1850\\_mhz\\_report\\_march2012.pdf](https://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/ntia_1755_1850_mhz_report_march2012.pdf)。
- 美国国家电信和信息管理局，“在新的无线宽带时代发展频谱共享”，2015年1月9日：<https://www.ntia.doc.gov/blog/2015/promoting-spectrum-sharing-wireless-broadband-era>。

## Annexes

### Annex 1: Existing regulations on TV White Space

#### **Inclusion of links to existing regulations from Canada, Singapore, United States of America, and the United Kingdom:**

- Canada, Radio Standards Specifications-222 Issue I – White Space Devices (WSDs): <http://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf10930.html>.
- Singapore, Decision Paper issued by the Infocommunication Development Authority of Singapore. Regulatory framework for TV White Space operations in the VHF/UHF bands, 16 June 2014: [https://www.ida.gov.sg/~media/Files/PCDG/Consultations/20130617\\_whitespace/ExplanatoryMemo.pdf](https://www.ida.gov.sg/~media/Files/PCDG/Consultations/20130617_whitespace/ExplanatoryMemo.pdf).
- Singapore, Telecommunications Act (Chapter 323) Telecommunications (exemption from Sections 33, 34(1)(b) and 35) (Amendment No. 2) Notification 2014: <http://statutes.agc.gov.sg/aol/search/display/view.w3p;page=0;query=DocId%3Afe1642bb-1981-4afd-a8da-322595befe8a%20Depth%3A0%20ValidTime%3A02%2F02%2F2016%20TransactionTime%3A02%2F02%2F2016%20Status%3Apublished;rec=0>.
- United Kingdom, 2015 No. 2066 Electronic Communications – The Wireless Telegraphy (White Space Devices) (Exemption) Regulations 2015: <http://www.legislation.gov.uk/uksi/2015/2066/made/data.pdf>.
- United States of America, Code of Federal Regulations Title 47, Chapter I, Subchapter A, Part 15, Subpart H – White Space Devices: <https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=f7cf9120b29f6e16a04e68c3c315be9b&mc=true&node=sp47.1.15.h&rgn=div6>.



## Annex 2: Case studies and countries experiences

These case studies and countries experiences are listed below for information purposes only with no aim at defining guidelines, recommendations or conclusions.

### A2-1. Digital Dividend

The tables below show information on the auctions of the Digital Dividend:

#### Digital Dividend (prior to 2012):

Digital Dividend spectrum allocations	USA	Germany	Sweden	Spain	France	Italy	Switzerland
Frequency bands considered in the same process	700 MHz (698–787 MHz)	800 MHz, 1.8 GHz, 1.9/2.1 GHz & 2.6 GHz	800 MHz	800 MHz, 900 MHz & 2.6 GHz	800 MHz	800 MHz, 1.8 GHz, 2.0 GHz & 2.6 GHz	800, 900 MHz 1.8 GHz, 2.1 & 2.6 GHz (FDD & TDD)
Date of licensing decision	24/1/2003-3/2/2012	12/10/2009	4/3/2011	May 2012	17/01/2012	18/05/2011	May 2012
License duration	10 years	15 years	25 years	Until 31 December 2030	20 years	17 years	12-16 years. Until 31/12/2028
Type of licensing process	Auction	Auction	Auction	Auction	Auction + weighted commitments	Auction	Auction
Packaging of DD band	Three 2x6 MHz, one 2x11 MHz, and two unpaired 6 MHz blocks = 70 MHz	3x2x10 MHz = 60 MHz	6x(2x5 MHz) = 60 MHz	6x(2x5 MHz) = 60 MHz	3 blocks of 2x10 MHz = 60 MHz	6 blocks of 2x5 MHz	Each of the 3 bidders (Orange, Sunrise, Swisscom) won a package of 2 x 10 MHz.

(continued)

Digital dividend spectrum allocations	USA	Germany	Sweden	Spain	France	Italy	Switzerland
Amount raised for DD band	19.1 billion USD (Sum of net bids in auctions 44, 49, 60, 73, and 92)	1.212 GEUR 1.210 GEUR 1.154 GEUR Total 3.576 GEUR	2054 MSEK (220 MEUR)	3 operators got two blocks of 2x5 MHz each. For each block of 2x5 MHz: 170 MEUR 221.9 MEUR 230.0 MEUR 226.3 MEUR 228.5 MEUR Total 1.305 MEUR	3 operators got one block each: 683 MEUR 891 MEUR 1065 MEUR Total 2.639 GEUR	3 operators got 2 blocks each: 978 MEUR 992 MEUR 992 MEUR Total 2.96 GEUR	N/A (During the auction, bidders could bid on different packages consisting of frequency blocks in different bands. Therefore the prices are per package)
Amount raised/ MHz/population	0.98 USD	0.73 EUR	0.39 EUR	0.48 EUR	0.70 EUR	0.82 EUR	N/A
Coverage obligations	Three types: 1. Economic area (EA) 2. Cellular market area (CMA) 3. Regional economic area groupings (REAGs) CMA & EA: 35% coverage within 4 years of end of DTV transition. 70% coverage at end of license term. REAG: coverage based on EA; 40% of population in each EA within 4 years and 75% by	For 800 MHz Band: List of municipalities per federal state. Priority class system: P1: pop <5k P2: pop 5-20k P3: pop 20-50k P4: pop >50k Staged rollout. P1 areas must be covered first at 90%, before moving to next priority stage areas and so on. The last areas, P4, must be covered at 90% by 2016. Total population coverage must be 50%	Priority to a list of households without broadband connection. To be reviewed annually. SEK 300 million of auctions proceeds comprise bids for coverage and the license holder that has won the frequency block FDD6 shall use this sum to cover those permanent homes and fixed places of business that lack broadband.	Operators who have been awarded 2x10 MHz in the 800 MHz band (Telefónica, Vodafone and France Telecom), will have to fulfil, altogether and before January the 1st of 2020, a coverage of at least 90% inhabitants of towns with less than 5 000 people with at least 30Mbit/s speed (considering offers with other	98%/99.6% population after 12/15 years + 40%/90% of priority population after 5/10 years + 90% of population of each department after 12 years + (optional but weighted in selection process) 95% of population of each department after 15 years.	For each region, five lists of municipalities with less than 3000 inhabitants have been formed; each list was associated to one spectrum lot (2x5MHz) (the first lot, the lower, assigned as specific lot, has not coverage obligations associated); the list are formed by uniform rotation of municipalities ordered by population. The	General obligation regarding utilisation: the licensee is obliged to use the allocated frequencies as set out in Article 1 TCA and to provide commercial telecommunications services over its own transmission and reception units. In addition, licensees who have the right to use frequencies in the 800 MHz band are obliged

(continued)

Digital Dividend spectrum allocations	USA	Germany	Sweden	Spain	France	Italy	Switzerland
	end of license term.	by January 2016.		technologies or in other frequency bands).		coverage obligations are: 30% of the broadband service must start within three years municipalities included in the lists associated to the assigned spectrum lots within three years, 75% within five years. The commercial launch (retail or wholesale) of A new entrant is allowed two additional years to reach the same objectives. Coverage obligations can also be fulfilled using frequencies in other bands. In this case the switch to 800 MHz frequency of municipalities covered with different frequencies, should be at least 50% of the obligations in 7 years and completed in 10 years.	to ensure coverage of 50% of the population of Switzerland with mobile radio services via their own infrastructure by 31 December 2018 at the latest

(continued)

Digital Divi- dend spectrum allocations	USA	Germany	Sweden	Spain	France	Italy	Switzerland
Additional obligations	Open platform requirement on the 2x11 license.	For all bands: Obligation to apply for site specific technical radio parameters for every base station before bringing into operation.	Obligation placed to only one license in 800 MHz to provide a minimum broadband service of 1Mbps to the priority list. Obligation to not cause interference to reception of terrestrial broadcasting (according to definition in license conditions).	Obligation to protect broadcasting in lower adjacent band	Obligations on infrastructure sharing, opening to MVNO and roaming. Obligation to protect broadcasting in lower adjacent band by stringent out-of-band power limitations on base stations, provision of impact studies and by "taking all necessary measures to restore previously existing broadcasting services if interference occurs".	Obligation to accept any reasonable request of access by third parties on commercial terms after 5 years in areas where frequencies have not been used. Obligation to offer national roaming to new entrants Obligation to site sharing on commercial and reciprocal terms for at least 5 years Obligation to use all mitigation and coordination techniques, standards, methods and best practices for protecting broadcasters. Administration reserves to intervene in case of persistent problems in a justified and proportionate way	

(continued)

Digital Dividend spectrum allocations	USA	Germany	Sweden	Spain	France	Italy	Switzerland
Other obligations				Additional annual fee for spectrum use: 7.76 MEUR per year for a block of 2 x 5 MHz, applicable from effective use of spectrum (before 1st January 2015).	Additional annual fee for spectrum use: 1% of annual income every year.	Obligation to publish and maintain for at least 5 years a data offer where no traffic management technique is introduced.	

Digital Dividend (from 2012 to 2017):

Digital Dividend spectrum allocations	USA	Germany	France	New Zealand	Brazil	Peru	Mexico	Finland
<b>Digital Dividend</b> 1 or 2	2	2	2	1	1	1	1	2
<b>Frequency bands considered in the same process</b>	600 MHz (617-698 MHz)	700 MHz, 900 MHz and 1.8 GHz (703-733 MHz and 758-788 MHz)	700 MHz (703-733 MHz and 758-788 MHz)	700 MHz	700 MHz	700 MHz	700 MHz (703-748 MHz and 758-803 MHz)	700 MHz (703-733 MHz and 758-788 MHz)
<b>Band Plan</b>		APT	APT	APT	APT	APT	APT	APT
<b>Date of licensing decision</b>	Mar-2017 (auction closed)	May-2015 Jun-2015	Dec-2015	Aug-14	Nov-2014	Jul-16	Jan-17	Nov-2016 Feb-2017 (operation in the spectrum)
<b>License duration</b>	12 years (10 year renewal)	Approx. 17 years Until 31/12/2033	20 years	16 years	15 years (renewable once)	15 years (renewable)	20 years (renewable once for the same term).	17 years
<b>Type of licensing process</b>	Incentive auction: Reverse auction + Forward auction	Auction	Auction	Auction	Auction	Auction	Auction	Auction
<b>Packaging of DD band</b>	7x(2x5 MHz)= 70 MHz- licensed spectrum 14 MHz- wireless microphones and unlicensed use.	6x(2x5 MHz)= 60 MHz	6x(2x5 MHz)= 60 MHz	9x(2x5 MHz)= 90 MHz	4x(2x10 MHz)= 80 MHz, 3 national blocks and 3 regional blocks	3x(2x15 MHz) = 90 MHz	1x(2x45 MHz) = 90 MHz One wholesale shared services network.	6x(2x5 MHz)= 60 MHz

(continued)

Digital dividend spectrum allocations	USA	Germany	France	New Zealand	Brazil	Peru	Mexico	Finland
<b>Amount raised for DD band</b>	Total: 19.8 billion USD (10.05 billion USD for broadcasters and 7.2 billion USD to the US treasury).	3 operators got 2 blocks each: 166.397 MEUR 165.509 MEUR 167.847 MEUR 166.567 MEUR 171.649 MEUR 163.476 MEUR Total 1001.445 MEUR	2 operators got one block and 2 operators got two blocks each: 466 million EUR/ block of 2x5 MHz Total 2798 MEUR	1 operator got 2 blocks: 44 million NZD 1 operator got 4 blocks: 158 million NZD 1 operator got 3 blocks: 68 million NZD Total: 270 million NZD	3 operators got 1 national block (2x10 MHz) each: 1.947 billion Reals 1.927 billion Reals 1 operator got 1 regional block (2x10 MHz) in 29.5 million Reals Total 5.85 billion Reals	Total: 911.2 million USD		3 operators got 2 blocks each: 11.000 MEUR 11.000 MEUR 11.000 MEUR 11.000 MEUR 11.000 MEUR 11.330 MEUR Total 66.330 MEUR
<b>Amount raised/ MHz/population</b>	0.88 (USD)	0.21 (EUR)	0.70 (EUR)	0.47 (USD)	0.19 (USD)	0.32 (USD)		0.20 (EUR)

(continued)

Digital Divi- sion Coverage obligations	USA	Germany	France	New Zealand	Brazil	Peru	Mexico	Finland
One license size Partial Economic Area (PEAs) Build out to 40% of the population in their service areas within 6 years and to 75% of the population by the end of their initial license terms of 12 years.	Each assignee – with the exception of new entrants – must ensure: Minimum transmission rate of 50 Mbit/s per sector Coverage of a minimum of 98% of households nationwide General availability of transmission rates of 10 Mbit/s and more Full coverage for the main transport routes (national motorways and high speed railway lines) Assignees may use their entire spectrum package to meet this target.	Spectrum CAP: 2x15 MHz in the 700 MHz band, and 2x30 MHz of lower band spectrum (700 MHz, 800 MHz and 900 MHz). 98%/99.6% metropolitan population in 12/15 years + 100% main roads in 15 years + 90%/95% of population in each metropolitan department in 12/15 years + 40%/92%/97.7% of population in the priority deployment zone in 5/12/15 years+ 100% of city centres in the white zones program in 12 years + 60%/80%/90% of regional rail roads nationwide	Bidders who acquire three blocks of radio spectrum must build at least 5 new cell sites each year, for five years. Bidder having four blocks of 700 MHz radio spectrum will be required to build 10 new cell sites each year, for five years, in areas that it does not currently cover. Total of 75 new towers will be build to increase mobile coverage. All successful bidders must upgrade 75% of their existing rural cell sites to 4G using 700 MHz (to a maximum of 300 sites). The auction	Spectrum CAP: 10+10 MHz (first round), increased to 20+20 MHz if there were remaining blocks (second round) No coverage obligations. Allowed bidders to use the 700 MHz band to accomplish the 2.5 GHz auction coverage obligations.	Coverage obligations In 1 year, after the beginning of operation: 15 specific locations In 3 years, after the beginning of operation: 129 population centres In 5 year, after the beginning of operation: 51 specific locations Minimum speed (applies for 2 years, after the beginning of operation) : DL: 1 Mbps UL: 20% of DL speed	Until the 31/03/2018: Coverage of 30% of the aggregated national population, including at least 25% of the total pueblos magicos In 3 years: Coverage of 50% of the aggregated national population, including at least 50% of the total pueblos magicos In 4 years: Coverage of 70% of the aggregated national population, including at least 75% of the total pueblos magicos. In 5 years: Coverage of 85% (Minimum Coverage Required) of the aggregated national population,	The network pursuant to the license must be built so as to cover 99% of the population of mainland Finland within three years of the start of the license period. Ensure reasonable indoor coverage within the coverage area. Covers all the main roads, secondary roads, regional roads and connecting roads in mainland Finland and the entire rail network owned by the State of Finland or managed and operated by a state-owned company.	



(continued)

Digital dividend spectrum allocations	USA	Germany	France	New Zealand	Brazil	Peru	Mexico	Finland
			coverage in 7/12/15 years + 60%/80% of regional rail roads coverage in each region in 12/15 years.	conditions are designed to ensure that at least 90 per cent of the population has access to a 4G network and faster mobile broadband coverage within five years.	900 million Reais obtained in the auction will be used in the analogue to digital transition	The service provider will assume the obligations and costs for the migration of broadcasters operating in the band.	including 100% of the total pueblos magicos In 6 years: Coverage of 88.6% of the aggregated national population In 7 years: Coverage of 92.2% of the aggregated national population.	
<b>Additional obligations</b>			The frequencies, which are currently being used for digital television broadcasting, will gradually become available across the country between April 2016 and July 2019.	The direct cost of clearing the spectrum was \$147 million.	Commitment to purchase equipment with national technology Creation of an entity to	The total migration cost is of 10 million USD and it will be divided equally	The first criteria for choosing the winner will be based on the highest Population Coverage Offer In case of a tie, the highest guarantee value will be considered as a second criteria.	

(continued)

Digital Divi- dend spectrum allocations	USA	Germany	France	New Zealand	Brazil	Peru	Mexico	Finland
					<p>administer the process of redistribution and digitalization of TV channels (including the distribution of Set Top Box (STB) to lower income population)</p> <p>Bidders compromise to bear the costs of redistribution of TV and repeaters and the solutions to solve harmful interference on broadcasting systems</p> <p>The use of the 700 MHz band can only begin 12 months after the analog switch off (the date can be anticipated, under certain conditions).</p>	<p>between the three winners.</p> <p>Band cleaning can take up to 12 months. Mobile concessionaries are obliged to provide interconnection to Mobile Virtual Network Operators (MVNOs).</p>		

## A2-2. National regulations

Table 1A: Interference protection experiences

United States of America	Canada	Singapore	United Kingdom
<p><b>Frequencies:</b> allows any mode of WSD operation between 470-698 MHz on available channels subject to the interference protection requirements.*</p> <p>Allows fixed WSD operation between 54-72 MHz, 76-88 MHz, and 174-216 MHz.</p> <p><b>Propagation model:</b> utilizes R6602 F-curve propagation model.</p> <p><b>Adjacent channel power limits:</b> -42.8 dBm conducted power for fixed WSD (-42.8 dBm at 30 dBm EIRP conducted power, -62.8 dBm at 10 dBm conducted power, linear interpolation for values in between). For personal / portable devices -52.8 dBm EIRP (at 100 mW EIRP) or -56.8 dBm EIRP (at 40 mW).</p> <p><b>Protected services:</b> protection criteria granted to DTT, and digital and analog Class A TV, low power TV, TV translator and TV booster stations, MVPD receive sites, fixed BAS links, PLMRS/CMRS operations, Offshore Radiotelephone Service, wireless microphones, radio astronomy services, and Wireless Medical Telemetry Service.</p>	<p><b>Frequencies:</b> allows any mode of WSD operation between 512-608 MHz and 614-698 MHz.</p> <p>Allows fixed WSD operation between 54-60 MHz, 76-88 MHz, 174-216 MHz, and 470-512 MHz.</p> <p><b>Propagation model:</b> utilizes R6602 F-curve propagation model.</p> <p><b>Adjacent channel power limits:</b> -42.8 dBm/100 kHz for fixed WSD, with additional limits on transmitting antennas with directional gain greater than 6 dBi; and -52.8 dBm/100 kHz or -56.8 dBm/100 kHz (low power) for portable devices</p> <p><b>Protected services:</b> Specifies particular protection criteria for TV licensees, RRBS base station (downstream) transmitted protected contour, licensed LPA and developmental stations, radio astronomy observatories, and licensed (but not license-exempt) wireless microphones.</p>	<p><b>Frequencies:</b> allows WSD operation (before DTT transition) between 181-188 MHz, 209-223 MHz, 502-518 MHz, 614-622 MHz, 630-710 MHz, 718-742 MHz, 750-774 MHz, and 790-806 MHz.</p> <p>Allows WSD operation (after DTT transition) between 174-188 MHz, 195-202 MHz, 209-230 MHz, 470-534 MHz, and 614-694 MHz.</p> <p><b>Propagation model:</b> mandates use of Hata model.</p> <p><b>Adjacent channel power limits:</b> -56.8 dBm in channels adjacent to TV broadcasters.</p> <p><b>Safe harbour channels:</b> database must establish two PSME channels and may designate up to two "high priority channels".</p> <p><b>Protected services:</b> currently include TV broadcast, private mobile radio, and wireless microphones (may be subject to future expansion).</p>	<p><b>Frequencies:</b> allows WSD operation between 470-790 MHz.</p> <p><b>Propagation model:</b> utilizes SEAMCAT extended Hata model.</p> <p><b>Adjacent Channel power limits:</b> WSDs subject to different out of band emissions limits based upon emissions class (1 through 5).</p> <p><b>Protected services:</b> protection currently specified for DTT, PMSE, and services in bands adjacent to 470-790 MHz.</p>
<p>* White space devices are not permitted to operate on the first channel above and below TV channel 37 (608-614 MHz) that are available until the completion of the broadcast television spectrum incentive auction.</p>			

Table 2A: Interference avoidance methods

United States of America	Canada	Singapore	United Kingdom
<p><b>Method:</b> Geolocation database permitted, and Federal Communications Commission (FCC) will designate one or more administrators.</p> <p>Spectrum sensing permitted, with separate device parameters specified.</p>	<p><b>Method:</b> Geolocation database permitted and Industry Canada (IC) will designate one or more administrators.</p> <p>Spectrum sensing is not permitted at this time.</p>	<p><b>Method:</b> Geolocation database permitted, and Infocomm Development Authority (IDA) will license one or more administrators.</p> <p>Spectrum sensing only not permitted at this time, but sensing can be complimentary.</p>	<p><b>Method:</b> Geolocation database permitted, and Ofcom will qualify and designate one or more administrators.</p> <p>Spectrum sensing not permitted at this time.</p>

### A2-3. Case studies of broadband access in the TVWS

More information on these cases studies may be found in the input contributions to this report, a list of which can be found in **Annex 3**.

#### A2-3.1 Bhutan

Bhutan is characterised by steep, high mountains crisscrossed by rivers that form deep valleys before draining into the plains of India. Though the constitution mandates the Royal Government of Bhutan provide to its citizens free access to basic health care facilities, the majority of Bhutan's population live in settlements where health care facilities are usually more than an hour's walk away, and many villages are connected only by mule tracks.<sup>56</sup>

With support from international development institutions and private sector stakeholders, the Ministry of Health (MoH) and Ministry of Information & Communications (MoIC) jointly implemented a pilot project to design an eHealth service delivery platform piloting TV White Space technology. The project links rural health clinics with a central reference hospital, utilising TVWS technology for last mile connectivity. By connecting rural populations, who would otherwise have to travel hours or even days to the nearest hospital, the project significantly improves their access to basic health services.

#### A2-3.2 Botswana

The government of Botswana has worked with a broad set of partners to deploy a telemedicine project designed to increase the quality of health services available at rural health clinics by enabling the provision of specialised care, and in particular maternal care not previously available.<sup>57</sup>

Launched in March 2015, project Kgolagano aims to bring specialised health services to local Botswana hospitals and clinics. Telemedicine will provide a low-cost, high-impact solution to rural health challenges. In Botswana, rural hospitals and health clinics suffer from a lack of capacity, especially to offer specialised healthcare and quality maternal care that may be more available in larger cities.

Project Kgolagano provides a system to capture and send high resolution images over TVWS signals from local clinics to regional hospitals. From hospitals, they are sent via backhaul fibre networks to specialised medical personnel located in Gaborone, Botswana's capital, and to international partners such as the University of Pennsylvania, resulting in more accurate diagnoses and better care, without requiring the patient to travel.

The project not only fills a connectivity gap for dozens of local clinics, but also gives them the means to provide specialised healthcare services that are currently otherwise unavailable to rural populations. Over time, this TVWS system is expected to be expanded from clinics to other sites such as government offices and small businesses, further spreading access and its socio-economic benefits.

#### A2-3.3 Republic of Korea

The Korean government believes that TVWS services will help close the digital divide and make wireless broadband access more affordable for people across the country.<sup>58</sup> To realize this goal, the Korea Communications Commission (KCC) unveiled its "Basic Plan to Utilize TV White Space" in 2011, intending to use the 470-698 MHz band to provide: wireless internet services to rural areas, disaster prevention and management services, information delivery services for museums, stadiums, and other small areas, and smart grid services on water quality and power usage. During the same year,

<sup>56</sup> Document 1/223, "eHealth pilot project using TV white space technology as last mile connectivity", Kingdom of Bhutan.

<sup>57</sup> Document SG1RGQ/109, "Providing health care by using spectrum sharing in Botswana", Republic of Botswana.

<sup>58</sup> Document 1/459(Rev.1), "Update of Korea's TVWS case", Republic of Korea.

a super Wi-Fi network in Je-ju Island and emergency transmission service were introduced in the country as a TVWS pilot service.

The Korean government set the unlicensed based TVWS technical standards to build a TVWS Data Base that protects priority services of the 470-698 MHz band, such as terrestrial DTV and licensed wireless microphone.

In 2013, the TVWS DB was set up and has been managed by the government (MSIP).

In 2015, the government extended TVWS Wi-Fi services for fire detection and protection application services for cultural properties located in mountainous and coastal regions.

The government of the Republic of Korea (MSIP) made a new public notice allowing unlicensed use of the TVWS in November 2016. In April 2017, the first TVBD product that meets the regulations released and Korea began to provide TVWS commercial services.

#### **A2-3.4 Malawi**

Like many countries in Africa, Malawi<sup>59</sup> faces many challenges extending Internet connectivity beyond the current penetration rate of 6.7 per cent. Consequently, the government has pursued TVWS research through several different pilots to evaluate its potential. These projects extended Internet connectivity to two schools, enabling access to expanded educational resources for students, and a rural hospital, that piloted new projects in remote and virtual diagnosis. TVWS devices were also deployed by the Department of Seismology to enhance national seismic early warning systems and by the Air Wing Unit of the Malawi Defense Force to connect runways and bases to the Internet.

A regulatory framework enabling the widespread operation of white space devices is currently under development in Malawi and is expected soon.

#### **A2-3.5 The Philippines**

The Philippines is conducting the largest TVWS project so far in Asia supporting affordable community connectivity, sustainable resource management, educational access, and disaster resilient communications in a remote province.<sup>60</sup>

Partially due to challenging topography, communities in Bohol province suffer from poor last-mile infrastructure, a gap which leaves dozens of schools and communities without Internet access. Existing infrastructure deficits are exacerbated by natural disasters, several of which have occurred in the region recently.

With a broad array of public, private, and international development partners, the project deployed TVWS technology to bring connectivity to dozens of sites across the Bohol province. The primary purpose of the Bohol project is to improve the quality of local education; by providing schools and teachers with reliable connectivity, TVWS technology allows for new forms of multimedia instruction, access to higher quality information and resources, and more effective teacher training and management.

Further, by opening broadband connections after school hours to the wider community, existing bandwidth is not wasted and a new resource is made available to the community. Residents use it to access social media and communications platforms to stay in touch with friends and family, to access government services and public information, and to engage in e-commerce. Connectivity was also provided to support the Ecosystems Improved for Sustainable Fisheries (Ecofish) ecological

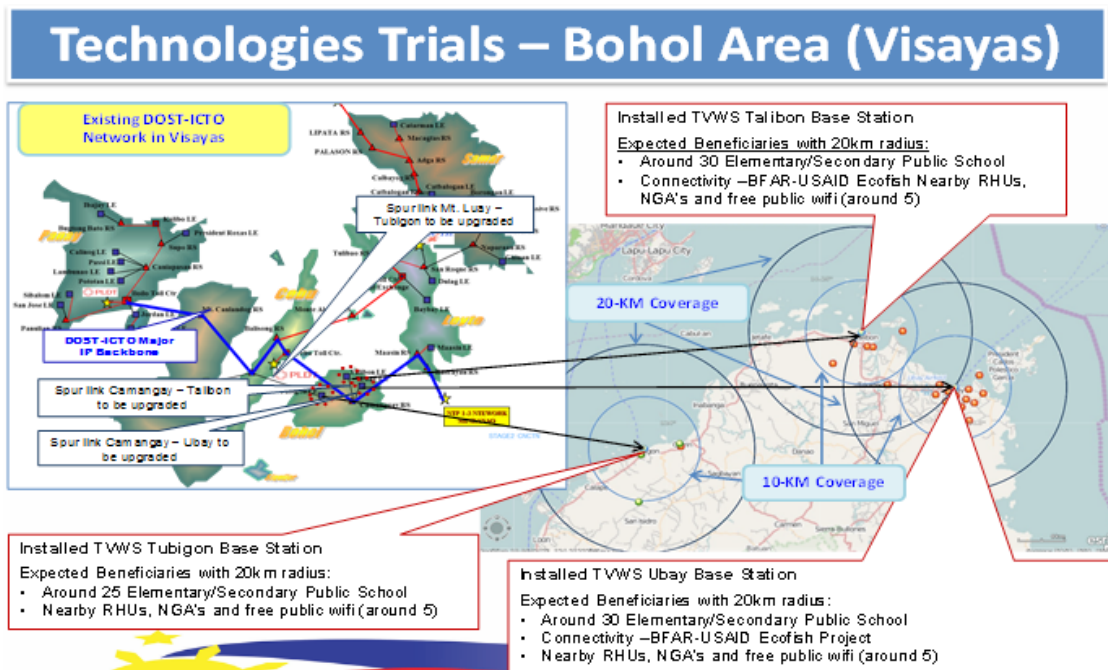
<sup>59</sup> Document 1/233, "Providing innovation and highly researched technologies in TV White Spaces (with applications in education, security, early warning and disaster preparedness)", Malawi.

<sup>60</sup> Document SG1RGQ/44, "Dynamic spectrum access case study", Republic of the Philippines.

sustainability program, where it makes local fishing more sustainable through more effective management, administration, and compliance action.

As part of separate project, the Department of Science and Technology in partnership with private sector partners, deployed TVWS transmitters in the city of Tacloban after the 2013 Bohol Earthquake and Typhoon Haiyan. By providing immediate connectivity and two-way voice communication after the destruction of other terrestrial infrastructure, this equipment provided communication capabilities for first responders and victims, improving the coordination of relief efforts. This was accomplished at less than 1/10<sup>th</sup> the cost of alternative solutions and required little to no specialised expertise to deploy. During this period, TVWS technology connected over 500 residents, enabled greater than 75,000 hours of Skype calls, and coordinated 5,000 rescue workers.

Figure 1A: Talibon, Tubigon and Ubay TV White Space area coverage



### A2-3.6 United States of America

The United States of America (USA) has pioneered use of license-exempt spectrum, and three case studies in the USA are relevant to the experience of developing countries, namely the deployment of commercial wireless Internet service in rural areas, the extension of the service area of libraries into communities, and the provision of university campus-wide broadband.<sup>61</sup>

The first describes a commercial deployment in rural El Dorado County, California, a rugged region with approximately 140,000 rural residents, many of whom remained without Internet access. In 2012, the local commercial Wireless Internet Service Provider (WISP) deployed a series of five TVWS base stations, each capable of serving up to ten customers. In 2015, the WISP began the process of upgrading to the next generation of TVWS equipment, which will allow it to operate at higher power levels, higher data rates, and serve up to 30 customers per base station.

The second discusses a deployment in Delta County, Colorado. It is a hilly and tree-covered area with a rural population of approximately 30,000. Due to poor deployment of broadband, each of the county's five libraries served as a sort of community centre and Wi-Fi access point for many residents.

<sup>61</sup> Document SG1RGQ/60, "Preliminary examples of spectrum sharing practices in the broadcast television bands", United States of America.

Beginning in 2013, one of these libraries was equipped with a TVWS base station which subsequently provided Wi-Fi access to other areas of the community. After the conclusion of the trial period, the Delta County library system raised the funds to purchase the TVWS equipment and continues to provide access for the community.

The third case highlights a project to provide high quality wireless broadband across a university campus. In 2013, a partnership of education associations, public interest groups, technology companies, and the West Virginia University Board of Governors, among others, began a multi-stage project to expand the areas of connectivity across several campuses of West Virginia University. In its first stage, two TVWS base stations and five fixed client radios were deployed in order to provide Wi-Fi access at university transit stations. Plans call for the eventual installation of TVWS radios on all cars of the transit system to provide seamless connectivity to commuting students and faculty.

### **A2-3.7 Ghana**

Most educational institutions and rural communities in Ghana do not have access to affordable broadband Internet. To bridge this gap, several trials were made on TV White Space technology in these institutions. After the trials, one company was authorised to operate commercial TV White Space enabled services to provide Internet connectivity to two educational institutions. This has given students access to affordable broadband Internet around the campuses and their environs.

In Ghana, television services are distributed using multi-frequency network (MFN) and single frequency network (SFN) meaning that the services are transmitted using different frequencies in different parts of the country. TV broadcast network uses high power transmitters, it is therefore necessary to leave gaps to prevent TV coverage areas from overlapping which would cause interference and disrupt TV reception.

Further, the National Communications Authority (NCA) is currently developing the regulatory framework for the operations of TVWS services.

In view of the above, although the TVWS technology is still not fully mature for a full-scale deployment in Ghana, results of the trials indicate that it has the potential of delivering broadband access to rural communities in Ghana.

## **A2-4. Countries experiences in relation to spectrum pricing, licensing fees and auctions**

In the following sections we highlight experiences of different administrations in valuing spectrum fees.

### **A2-4.1 Côte d'Ivoire – Estimating costs of licenses and frequencies**

The capability of the National Regulatory Agency (NRA) to accurately estimate licensing costs and spectrum usage fees when renewing 2G mobile telephony licenses, allowing entry of new 2G competitors, and the granting of new licenses (3G, 4G, general license) is important both for the NRA and the telecom operators.<sup>62</sup> For many administrations, such payments often represent a significant resource for public finance. These payments are based on several factors and considerations. Typically, licensing costs and spectrum usage fees vary based on the type of network and services provided and are determined by the characteristics and the amount of spectrum made available.

Côte d'Ivoire observes that NRA's in developing countries often lack the necessary capability to estimate the costs of licenses and usage fees, as telecom operators upgrade their 2G voice and data networks to 3G and 4G networks. In these circumstances, NRA's often turn to international firms to estimate the costs of licenses for both their technical expertise and to lend credibility to the process

<sup>62</sup> Document 1/164, "The need to develop a method of estimating license costs", Republic of Côte d'Ivoire.

for the affected parties. The two methods used most often by these firms for estimating the economic value of the spectrum licenses are: (1) Discounted Cash Flow (DCF) and (2) benchmarking methods.

Under the DCF method, the consultant first estimates an operator's annual revenues and cost based on its business plan over the period of validity of the license to derive an estimate of the operator's free cash flow. A country's unique discount rate is applied to the estimated future free cash flow to determine its present value, which is an indicator of the license's economic value. A percentage of the calculated value, between 40 and 70 per cent, is used to estimate the spectrum price of the license. The estimate can be validated by a comparison of results with international best practices. As the analysis is based on the expertise of consultants acquired from many other similar projects rather than on country specific data, the possibility exists for under-estimating or over-estimating the cost of the licenses. Côte d'Ivoire believes these cost estimates should be adjusted to account for the conditions prevalent in developing countries so as to reflect their actual value. Further, it would be desirable for these consultants to adopt a coherent method of calculation for the sake of obtaining a clearer and fairer evaluation of the various financial costs associated with individual licenses and spectrum usage fees.

The second method, benchmarking, involves comparing values of the financial costs of licenses and frequency use. Limitations in using the benchmarking method result from the differences in licensing terms (population, areas, inflation, etc.) that prevent an apples-to apples comparison, coupled with the fact that the methods used for estimating the costs for a given license may not be known. To improve benchmarking, Côte d'Ivoire recommends that: (1) National regulatory authorities carry out market surveys in their countries in order to better ascertain market trends and be in a position to make reasonable and fair estimates; (2) National regulatory authorities put in place mechanisms to certify the validity of data and to exchange data in real time; and (3) the ITU recommend methods of estimating costs of licenses and frequencies that are best adapted to the requirements of developing countries taking into account the shortage of data for estimating costs of licenses and frequency resources.

#### **A2-4.2 Republic of Niger – Method to determine the frequency fees**

The NRA is authorized to collect an annual spectrum usage fee, as well as fees to cover its costs for managing and monitoring the radio spectrum.<sup>63</sup> The Republic of Niger proposes a new method for calculation of spectrum usage and management fees that is less complex and more understandable to all the parties involved. The motivation for proposing the new method is that if fees are seen to be set too high, operators will increase their rates for telecommunications services which may result in fewer users and / or reduced use of the spectrum. Conversely, if fees are set too low, it may lead to a significant increase in spectrum usage, causing network congestion, among other challenges. The new method covers:

- The administrative fee paid at the time of requesting a radio frequency assignment or approval of a radio installation referred to as the 'file tax'. The value of the tax varies for different services / networks and is determined through a benchmarking process.
- The visit and control tax allows for cost-recovery for when regulatory agency staff provides services at a network user or radio service facility. It is a flat tax whose value is based on benchmarking.
- Spectrum usage fee for private sector operators can be calculated by the following formula:

$$R = D \times V \times L \times S \times C \times K$$

Where:

D = Percentage of time the frequencies are being used over a year

<sup>63</sup> Document SG1RGQ/182, "Method to determine the frequency fees", Republic of Niger.



V = Bandwidth of the frequency assignment (provided by a table that varies by radio service and the frequency band)

L = Level of demand (provided by a table that varies by frequency band and the nature of the service)

S= Optimization of the use of the spectrum (accounting for the level of complexity of the spectrum management based on different service / network type)

C = Class of use (government use, private services of general interest or public utility, networks open to the public established by licensed operators, independent private networks, radio and television, amateur use.)

K = Reference value (fee depends on the radio service)

There are also spectrum usage fees for fixed- and mobile-satellite service and for terrestrial radio and television broadcasters whose content is retransmitted over cable networks.

– Contributions to the management fee are calculated using the formula:

$$C = T \times R \times O \times G$$

Where:

T = Percentage of time the frequencies are being used over a year

R = Number of stations / links

O = Service coverage area (urban, regional, national, international)

G = Reference value (depends on service / network)

There are also fixed spectrum management fees for mobile satellite service and terrestrial radio and television retransmission over cable systems.

### **A2-4.3 Russian Federation – Experience of Russian Federation in the field of spectrum fees**

In accordance with its Federal laws and Government decrees, the Russian Federation requires a one-time initial payment and an annual fee for use of its radio frequency spectrum. The methodology used for calculating these fees, includes rates and coefficients dependent on the frequency bands used, the number of radio frequencies (or channels used) and radio technologies applied, is described below:

#### **Calculation of One-Time Payment**

Each mobile operator must pay a one-time spectrum use fee for each frequency band assigned for its use by the State Radio Frequency Commission (SRFC) decision and (or) specified in the license granted by each Russian Federation Subject (or part of Subject). For technologies other than cellular, the one-time fee is set for each granted authorization. For both, the fee is calculated using the following formula:

$$P_{ot} = R_{ot} \times K_{band} \times K_{N} \times K_{tech}$$

Where:

$P_{ot}$  = total one-time payment, roubles

$R_{ot}$  = rate of tariff for one-time payment, roubles

$K_{band}$  = coefficient depending on the frequency band used

$K_{Nf}$  = coefficient depending on number of used radio frequencies (radio channels)

$K_{tech}$  = coefficient depending on applicable technology

Details regarding the methodology for calculation of  $K_{band}$ ,  $K_{Nf}$ , and  $K_{tech}$  can be found in **Annex 3**.

### Calculation of the Annual Fee

Each mobile operator must pay an annual spectrum use fee for each frequency band assigned for its use by the State Radio Frequency Commission (SRFC) decision and (or) specified in the license granted by each Russian Federation Subject (or part of Subject). For technologies other than cellular, the annual fee is set for each granted authorization. For both, the fee is calculated using the following formula:

$$P_a = \sum_{i=1}^4 P_{a(q)(i)}$$

where:

$$P_{a(q)} = R_a / 4 \times K_{band} \times K_{Nf} \times K_{tech} \times N_{auth(q)} / N_q$$

$P_a$  = annual fee, roubles

$P_{a(q)}$  = annual fee per a quarter, roubles

$R_a$  = rate of annual fee, roubles

$K_{band}$  = coefficient depending on used frequency band

$K_{Nf}$  = coefficient depending on number of used radio frequencies (radio channels)

$K_{tech}$  = coefficient depending on applicable technology

$N_{auth(q)}$  = number of effective days of authorization in a payable quarter

$N_q$  = number of days in a payable quarter

Note that the coefficients are applied per each radio frequency (radio channel) and/or frequency band.

Details regarding the methodology for calculation of  $K_{band}$ ,  $K_{Nf}$ , (excluding MMDS radio systems, Earth Stations of Satellite Systems (ESSS) and VSAT Hub (central) stations) and  $K_{tech}$  (for both cellular radio and other technologies) can be found in **Annex 3**.

**Note 1: If a cellular operator holds a license to multiple channels within a given spectrum band, and uses different cellular radio technologies to access different channels, the annual fee per frequency band is calculated using maximum  $K_{tech}$  for radio technology used in the frequency band.**

**Note 2: When a SRFC decision or license assigns a frequency band to an operator not for the entire territory of the Subject but for some part of its territory, the number of used radio frequencies (radio channels) is calculated only with regards to the part of the Russian Federation Subject.**

**Note 3: To encourage timely registration, radio system operators that do not register within the designated period after authorization is granted, face significantly increased annual fees.**

**Observations regarding spectrum fees derived using this methodology**

- On a per radio device basis, spectrum fees are highest for devices used for commercial cellular service and lowest for devices for scientific and government use, or are license-exempt.
- On a per megahertz basis, spectrum fees are highest for commercial cellular services and lowest for services that are for scientific and government use, or are license-exempt.

#### **A2-4.4 Republic of Korea –Beauty contest and auction in spectrum management**

Up until 2011, the Republic of Korea assigned spectrum to telecommunications service providers exclusively through beauty contests.<sup>64</sup> In the case of beauty contests, the economic value of the spectrum is measured by the value of the frequency band along with: (a) the efficiency of radio resource utilization; (b) the financial capacity of the assignee; (c) the technical capability of the assignee; (d) the technical characteristics of the frequency to be assigned; and (e) the impact of the corresponding frequency allocation on the telecommunications business and other factors. Korea also calculates spectrum prices based on revenue forecasts or actual revenues of telecommunications service providers as a means to promote broadcasting and ICT industry development.

Korea's first spectrum auction was conducted in 2011. Evaluations of the 2011 and 2013 spectrum auctions have shown that use of the auction method has enhanced fairness, transparency, and effectiveness of frequency management. With a beauty contest, the government can more accurately forecast its potential revenue. With the auction method, the government can no longer accurately forecast its potential revenue, as the value of spectrum for commercial use is more closely tied to the current market price, which is set by telecommunications service providers. Even so, the auction method is now considered the primary approach in assigning frequencies.

To promote competition, the Korean government has introduced a longer instalment payment system for spectrum auctions that lowers the barriers for participation by smaller, less-well capitalized companies. It is also important to note that most of the revenue generated from assigned spectrum has been spent for promoting research and development of information and communications technologies.

### **A2-5. Countries experiences in relation to Spectrum Management Systems**

#### **A2-5.1 Hungary – Spectrum Management IT System (STIR)**

After three years of planning, the first phase of the development of the Spectrum Management IT System (STIR) was finished in 2015 in Hungary.<sup>65</sup> The STIR provides wide support to experts to create, edit, visualize and easily publish regulations around the use of the spectrum in Hungary, specifically the "Decree on National Frequency Allocation" and the rules of using frequency bands. This tool helps experts to undertake different analyses according to various criteria through processing the frequency management information that is available in the system. The tool is also capable to receive or send information to other systems such as EFIS (ECO Frequency Information System) and can be used in both English and Hungarian.

### **A2-6. Countries experiences in relation to Spectrum Management**

#### **A2-6.1 People's Republic of China – The improvement of spectral efficiency based on LTE**

<sup>64</sup> Document 1/54, "The experience of beauty contest and auction in spectrum management in the Republic of Korea", Republic of Korea.

<sup>65</sup> Document 1/352 + Annex, "STIR (Spectrum Management IT System)", Hungary.

## **technology**

As the transition proceeds from narrowband trunked systems to broadband wireless networks, increased spectrum capacity is needed for the delivery of various public sector applications, including those requiring transmission of voice, data, image and video. In particular, public safety and emergency communications require dedicated networks for use across transportation, energy, education, and environmental protection.<sup>66</sup>

In consideration of other governments' spectrum allocation for public safety, the People's Republic of China's Ministry of Industry and Information Technology, has designated 20MHz bandwidth on 1.4GHz frequency band for a broadband dedicated trunked system to meet the needs of government use, public safety, and other public sector use.

In addition, the Chinese government conducted pilot projects in Beijing, Shanghai, Tianjin, and Nanjing to experiment with government uses for dedicated wireless networks, powered by TD-LTE technique and digital trunked technique. These technologies support high speed transmission, broadband and resource sharing, fast call technology, and command dispatch. They can also deliver services, such as original trunked voice service, broadband communication of collaborative process, and video-scheduling simultaneously. In addition, this network may be technically capable in the areas of network safety, reliability, and extendibility, which provides great potential for various applications in the fields of public safety, transportation, security, and defence. The Chinese government believes a TD-LTE technology-based government network will provide strong support for future smart city applications.

**Nanjing Example:** The wireless government dedicated network in Nanjing covers 11 municipal districts, with an area of about 6,597 square kilometres and a population of about 8 million. Following the network of outdoor roads, the city adopted a thin-overlay coverage pattern with the following coverage quality conditions: (1) The area where the received signal strength exceeds -100dBm, (2) is not less than 85 per cent of the planned coverage area, and (3) the edge coverage ratio is not less than 60 per cent. To ensure the coverage of the network within the city, as well as the indoor coverage in major application architectures, the network is composed of terminals, broadband wireless access subsystem, the network subsystem, and application subsystems. It includes almost 300 base stations, providing mobile information solutions for mobile office applications, emergency disposal, administrative enforcement actions and public safety. These support communication and data transmission services for Nanjing municipal government, the police department, and the urban management departments, and played a crucial role in command dispatch and communication protections in the Nanjing Youth Olympic Games. The wireless government dedicated network also supports Internet services and multimedia trunking services, which are characterized by strong anti-interference ability, high spectral efficiency, high coverage, excellent compatibility and confidentiality.

### **A2-6.2 Tanzania – The legal framework on Spectrum Management in Tanzania**

Radio frequency spectrum is a scarce resource which must be used efficiently and effectively. In absence of a specific policy on spectrum management and for the purpose of resolving challenges in regulating spectrum, Tanzania<sup>67</sup> has put in place a legal framework that provides for wide powers for spectrum management, authorizing the Authority to retrieve spectrum from operators who do not use it, or are using it in an inefficient and ineffective manner. The framework can be adopted by other countries so as to put in place effective and efficient spectrum management, and to ensure that the scarce spectrum resource is used for the benefit of society.

Tanzania has two general policies to govern the ICT/telecommunications sector: National Telecommunications Policy (NTP) of 1997 and the National Information Communications Technology Policy of 2003. The NTP authorized the relevant regulators to monitor and to regulate

<sup>66</sup> Document 1/356, "The improvement of spectral efficiency based on LTE technology", People's Republic of China.

<sup>67</sup> Document 1/155, "The legal framework on Spectrum Management in Tanzania", United Republic of Tanzania.

the telecommunications sector and to allocate and monitor radio frequencies. Additionally, various legislation has governed the management of spectrum in Tanzania. In 1993, the Communications Commission (TCC) was established under the Tanzania Communications Act (TCA) as the regulator for posts and telecommunications issues. Following a legal battle on retrieval of spectrum, in 2001 the Government of Tanzania amended the TCA to enable TCC to retrieve spectrum from an operator who is occupying but not using certain spectrum. The amendment also ensured spectrum is utilized in an efficient and effective manner. In 2010, the Electronic and Postal Communications Act (EPOCA) was enacted and repealed the TCA and Broadcasting Services Act. This new law provided the Converged Licensing Framework, introduced a number of new developments in the sector including: SIM card registration, Computer Emergency Response Team, Digital broadcasting, and Postcodes.

In the regulatory space, the Radio Communication Regulations of 2001 was the first regulation covering a number of issues related to radio frequency spectrum. It was replaced with the Tanzania Communications (Radio Communications and Frequency Spectrum) Regulations in 2005, which governed a range of issues such as general licensing issues and classes of licenses using spectrum and interference with telecom equipment, station networks and systems. In 2011, the 2005 regulations on frequency spectrum were repealed and replaced with the Electronic and Postal Communications (Radio Frequency) Regulations. The above-mentioned Regulations provide:

- Where spectrum is insufficient or bands are competitive, allocation and assignment of spectrum to any successful applicant shall be on basis of beauty contest process;
- Criteria for the Authority to follow in case of competing demand: roll out commitment, financial/technical capability and public interest;
- Spectrum allocated to be used within 12 months from date of grant of license;
- The Authority may from time to time, review spectrum allocation plan with view to phase out ageing technologies and obsolete radio equipment;
- The Authority may require sharing of spectrum among users.

## Annex 3: Contributions received for WTDC Resolution 9

Resolution 9 contributions for Rapporteur Group and Study Group meetings

Web	Received	Source	Title
<b>1/465</b>	2017-03-17	BDT Focal Point for Resolution 9	Spectrum management master plans in ASP and Caribbean
<b>1/459 (Rev.1)</b>	2017-03-17	Korea (Republic of)	Update of Korea's TVWS case (section 1.4.3, Chapter 1) of the Final Report
<b>1/445</b>	2017-01-17	ITU-D and ITU-R Co-Chairmen for the Joint Group for Resolution 9	Report for the ITU-D/ITU-R Joint Group meeting for WTDC Resolution 9, Geneva, 17 January 2017
<b>1/420 [OR]</b>	2017-02-10	ITU-D Co-Chairman for the Joint Group for Res. 9	Final Report for Resolution 9
<b>RGQ/278 (Rev.1) [OR]</b>	2016-11-18	ITU-D and ITU-R Co-Chairmen for the Joint Group for Resolution 9	Draft Final Report for Resolution 9
<b>RGQ/276</b>	2016-11-14	Korea (Republic of)	Modified text for Korea's TVWS case in Chapter 1
<b>1/373</b>	2016-09-07	France	Draft Chapter 1 and 2 – Report of Resolution 9
<b>1/372</b>	2016-09-07	BDT Focal Point for Question 8/1 and Resolution 9	BDT activities on broadcasting and spectrum management
<b>1/363 +Ann.1</b>	2016-09-07	Chairman and BR Counsellor for ITU-R Study Group 1	ITU-R Study Group 1 recent and on-going activities on spectrum management
<b>1/362</b>	2016-09-07	Inmarsat Plc	Spectrum management approach for the consideration of earth stations in the fixed-satellite service, including Earth Stations In Motion (ESIMs)
<b>1/356</b>	2016-09-07	China (People's Republic of)	The improvement of spectral efficiency based on LTE technology
<b>1/352 +Ann.1</b>	2016-08-25	Hungary	STIR (Spectrum Management IT System)
<b>1/339</b>	2016-08-05	United States of America	Spectrum Monitoring
<b>1/327 [OR]</b>	2016-08-05	ITU-D Co-Chairman for the Joint Group for Res.9	Draft Chapter 1 and 2 – Report of Resolution 9
<b>1/295</b>	2016-08-01	France	Comments of France in response to observations made by WP 1B of ITU-R Study Group 1
<b>1/273 +Ann.1</b>	2016-07-22	BDT Focal Point for Resolution 9	Spectrum fee guidelines
<b>1/249</b>	2016-04-11	Co-Chairmen for the Joint Group for Resolution 9	Report of the Rapporteur Group Meeting on Resolution 9 (Rev. Dubai, 2014), Geneva, Monday 11 April 2016

Web	Received	Source	Title
<b>RGQ/240 +Ann.1</b>	2016-04-11	Radiocommunication Bureau, BR Focal Point on Resolution 9	Outcome of World Radiocommunication Conference (WRC) 2015
<b>RGQ/238</b>	2016-03-22	France	Consolidated text for New/Emerging Spectrum Management Approaches completed with ECC Report 236 relevant extracts.
<b>RGQ/236</b>	2016-03-22	ITU-D Co-Chairman for the Joint Group for Res.9	Draft Chapter 1 and 2 – Report of Resolution 9
<b>RGQ/222</b>	2016-03-22	Russian Federation	The experience of the Russian Federation in the field of spectrum fees
<b>RGQ/216</b>	2016-03-22	Korea (Republic of)	Recent TV White Space (TVWS) Policy and Pilot Projects in Korea (Republic of)
<b>RGQ/206 +Ann.1</b>	2016-03-18	ITU-D Co-Chairman for the Joint Group on Res.9	Report of the Expert Group meeting on Resolution 9 (Budapest, 18-19 February 2016)
<b>RGQ/204</b>	2016-03-18	BDT Focal Point for Question 8/1 and Resolution 9	Outcomes of RA-15, WRC-15 and CPM19-1 related to ITU-D
<b>RGQ/203 +Ann.1</b>	2016-03-18	BDT Focal Point for Resolution 9	BDT activities on spectrum management
<b>RGQ/201 +Ann.1</b>	2016-03-17	Radiocommunication Bureau	Further development of the ITU-R documents database search facility
<b>RGQ/182</b>	2016-03-08	Niger (Republic of the)	Méthode pour déterminer les redevances de fréquences
<b>RGQ/137</b>	2016-01-25	Microsoft Corporation	Consolidated text for New/Emerging Spectrum Management Approaches
<b>RGQ/134</b>	2016-02-02	Egypt (Arab Republic of)	Spectrum Access Schemes
<b>RGQ/133</b>	2016-01-25	Inmarsat	Licensing regime applicable to earth stations in motion operating in the fixed-satellite service
<b>1/249</b>	2016-04-11	Co-Chairmen for the Joint Group for Resolution 9	Report of the Rapporteur Group Meeting on Resolution 9 (Rev. Dubai, 2014), Geneva, Monday 11 April 2016.
<b>1/233</b>	2015-08-27	Malawi	Providing innovation and highly researched technologies in TV White Spaces (with applications in education, security, early warning and disaster preparedness)
<b>1/227</b>	2015-09-02	Dynamic Spectrum Alliance (DSA)	Technical Overview of Dynamic Spectrum Access
<b>1/224</b>	2015-09-01	BR Focal Point for Resolution 9	ITU-R Study Group 1 – Recent & on-going activities on Spectrum Management
<b>1/223</b>	2015-09-01	Bhutan (Kingdom of)	eHealth Pilot project using TV White Space technology as last mile connectivity
<b>1/220</b>	2015-08-31	BDT Focal Point for Resolution 9	Guidelines for setting up a new or updating an existing spectrum monitoring network

Web	Received	Source	Title
<b>1/183</b>	2015-08-07	Telecommunication Development Bureau	1st ITU-D Academia Network Meeting
<b>1/180 +Ann.1</b>	2015-07-24	G3ict	Contribution of G3ict- The Global Initiative for Inclusive Information and Communications Technologies to the Working Party 5D (WP 5D) – IMT System
<b>1/164</b>	2015-07-31	Côte d’Ivoire (Republic of)	The need to develop a method of estimating license costs
<b>1/155</b>	2015-07-31	Tanzania (United Republic of)	The legal framework on Spectrum Management in Tanzania
<b>1/154</b>	2015-07-31	Microsoft Corporation	Cloud-based, open-source, low-cost experimental platform for qualitative assessment of spectrum utilization
<b>1/151</b>	2015-07-28	BDT Focal Point for Resolution 9	BDT activities on spectrum management
<b>1/134 +Ann.1</b>	2015-07-17	France	Recent CEPT publication: ECC report 236 on “Guidance for national implementation of a regulatory framework for TV WSD using geo-location databases”
<b>1/130</b>	2015-07-13	Radiocommunication Bureau	Further Development of the ITU-R documents database search facility
<b>RGQ/109</b>	2015-04-01	Botswana (Republic of)	Providing health care by using spectrum sharing in Botswana
<b>RGQ/88 +Ann.1</b>	2015-03-20	BDT Focal Point for Resolution 9	BDT activities on spectrum management
<b>RGQ/81 +Ann.1</b>	2015-03-17	BDT Focal Point for Resolution 9	Assessing the spectrum management needs of developing countries
<b>RGQ/65 +Ann.1</b>	2015-03-02	Hungary	Spectrum Management IT System (STIR)
<b>RGQ/60</b>	2015-02-27	United States of America	Preliminary examples of spectrum sharing practices in the broadcast television bands
<b>RGQ/44</b>	2015-02-26	Philippines (Republic of the)	Dynamic spectrum access case study
<b>RGQ/15</b>	2014-12-15	ITU-D/ITU-R Co-Chairman, Joint Group on Res.9	Draft work plan for Resolution 9
<b>1/67</b>	2014-09-08	Egypt (Arab Republic of)	Draft work plan for Resolution 9 (Rev. Dubai, 2014)
<b>1/63</b>	2014-09-02	Chairman, ITU-R Study Group 1, Radiocommunication Bureau	ITU-R Study Group 1 recent and ongoing activities on spectrum management (including ITU-R studies on DSA and CRS)
<b>1/62</b>	2014-09-02	Radiocommunication Bureau	Development of the ITU-R documents database search facility
<b>1/56</b>	2014-08-29	BDT Focal Point for Resolution 9	Guidelines for the preparation of a National Table of Frequency Allocations (NTFA)



Web	Received	Source	Title
<a href="#">1/55</a>	2014-08-29	BDT Focal Point for Resolution 9	Resolution 9 and BDT activities in spectrum management
<a href="#">1/54</a>	2014-08-28	Korea (Republic of)	The experience of beauty contest and auction in spectrum management in the Republic of Korea
<a href="#">1/50</a>	2014-08-28	United States of America	Selected recent developments in U.S. spectrum management
<a href="#">1/3</a>	2014-08-20	Telecommunication Development Bureau	Resolution 9 (Rev. Dubai, 2014): Participation of countries, particularly developing countries, in spectrum management

Liaison Statements

Web	Received	Source	Title
<a href="#">1/436</a>	2017-03-15	ITU-R Study Groups- Working Party 5D	Liaison Statement from ITU-R WP 5D to ITU-D/ITU-R Joint Group on Resolution 9 on spectrum management principles, challenges and issues related to dynamic access to frequency bands by means of radio systems employing cognitive capabilities
<a href="#">RGQ/308</a>	2016-12-15	ITU-R Study Groups- Working Party 1B	Liaison Statement from ITU-R WP1B to ITU-D/ITU-R Joint Group for Resolution 9 on Spectrum management principles, challenges and issues related to dynamic access to frequency bands by means of radio systems employing cognitive capabilities
<a href="#">RGQ/307</a>		ITU-R Study Groups- Working Party 1B	Liaison Statement from ITU-R WP1B to ITU-R/ITU-D Joint Group on WTDC Resolution 9 on Resolution 9 Draft Output Report
<a href="#">RGQ/306</a>	2016-12-15	ITU-R Study Groups- Working Party 1B	Liaison Statement from ITU-R WP1B to ITU-D SG1 Resolution 9 on the progress towards a preliminary draft new report ITU-R SM [Regulatory Tools]
<a href="#">1/268</a>	2016-07-20	ITU-R Study Groups- Working Party 1B	Liaison Statement from ITU-R WP 1B to the ITU-D/ITU-R Joint Group on WTDC Resolution 9 on Working document towards a preliminary draft new Report ITU-R SM [CRS Spectrum Management Challenges]
<a href="#">1/264</a>	2016-07-08	ITU-R Study Groups- Working Party 1B	Liaison Statement from ITU-R WP 1B to ITU-D/ITU-R Joint Group on Resolution 9 on the progress of ongoing work on WTDC Resolution 9 (Rev. Dubai, 2014) during the ITU-D Study Period 2014-2017 with respect to Chapter 1 on New/emerging spectrum management approaches
<a href="#">1/260</a>	2016-07-08	ITU-R Study Groups- Working Party 5D	Liaison Statement from ITU-R WP 5D to ITU-D/ITU-R Joint Group on Resolution 9 on the progress of ongoing work on WTDC Resolution 9 (Rev. Dubai, 2014) during the ITU-D Study Period 2014-2017

Web	Received	Source	Title
<b>1/259</b>	2016-06-28	ITU-R Study Groups- Working Party 1C	Liaison Statement from ITU-R WP 1C to ITU-D SG 1 on new Correspondence Group on the revision of Recommendation ITU-R SM.1392-2 on essential requirements for a spectrum monitoring system for developing countries
<b>1/255</b>	2016-06-28	ITU-R Study Groups- Working Party 1B	Liaison Statement from ITU-R Working Party 1B to the ITU-R/ITU-D Joint Group on WTDC Resolution 9 entitled “The progress of ongoing work on WTDC Resolution 9 (Rev. Dubai, 2014) during the ITU-D study period 2014-2017, with respect to Chapter 2”
<b>RGQ/186</b>	2016-03-09	ITU-R Study Groups- WP 5D	Liaison statement from ITU-R WP 5D to ITU-D SG1 on Working document towards a preliminary draft new report ITU-R SM.(innovative regulatory tools)
<b>RGQ/185</b>	2016-03-09	ITU-R Study Groups- WP 5D	Liaison statement from ITU-R WP 5D to ITU-D SG1 Q8/1 on television distribution using terrestrial International Mobile Telecommunication (IMT) networks
<b>1/212</b>	2015-08-28	ITU-R Study Groups- Working Party 5A	Liaison statement from ITU-R WP 5A to ITU-D/ITU-R Joint Group for Resolution 9 on Work items during the 2014-2017 study period
<b>1/211</b>	2015-08-26	ITU-R Study Groups- Working Party 5A	Liaison statement from ITU-R Working Party 5A on Innovative regulatory tools to support enhanced shared use of the spectrum
<b>1/127</b>	2015-07-04	ITU-T Study Group 15	Liaison Statement from ITU-T SG15 to ITU-D SGs on ITU-T SG15 OTNT standardization work plan
<b>1/123</b>	2015-06-23	ITU-R Study Groups- Working Party 1B	Liaison Statement from ITU-R SG6 WP1B to the ITU-D/ITU-R Joint Group for Resolution 9 on Working document towards a preliminary draft new report ITU-R SM on CRS spectrum management challenges
<b>1/120</b>	2015-06-23	ITU-R Study Groups- Working Party 1B	Liaison Statement from ITU-R WP1B to ITU-D Study Group 1 on Working document towards a preliminary draft new report ITU-R SM on Innovative regulatory tools
<b>1/93</b>	2015-04-08	ITU-T Study Group 3	Liaison Statement from ITU-T SG3 to ITU-D SG1 Resolution 9 on Economic aspects of spectrum management
<b>RGQ/80</b>	2015-03-17	ITU-R Study Groups- Working Party 6A	Liaison Statement from ITU-R SG6 WP6A to the ITU-D/ITU-R Joint Group for Resolution 9 on Dynamic spectrum access

## Annex 4: Relevant decisions of the RA-15 and the WRC-15 which are especially important for developing countries

The Resolutions approved during the RA-15, which are relevant to the future work of the ITU-D/BDT are listed below.

Subject	Resolution	Title
<b>Collaboration with ITU-R</b>	Resolution ITU-R 7-3	Telecommunication development including liaison and collaboration with the ITU Telecommunication Development Sector
<b>Bridging the Digital Divide</b>	Resolution ITU-R 69	Development and deployment of international public telecommunications via satellite in developing countries
<b>Spectrum Management</b>	Resolution ITU-R 40-4	Worldwide databases of terrain height and surface features
	Resolution ITU-R 11-5	Further development of the spectrum management system for developing countries
	Resolution ITU-R 22-4	Improvement of national radio spectrum management practices and techniques
<b>Wireless broadband</b>	Resolution ITU-R 56-2	Naming for International Mobile Telecommunications (IMT)
<b>Accessibility for persons with disabilities</b>	Resolution ITU-R 67	Telecommunication/ICT accessibility for persons with disabilities and persons with specific needs
<b>Emergency telecommunication, disaster response and relief</b>	Resolution ITU-R 55-2 (and Suppression of Res. ITU-R 53-1)	ITU studies of disaster prediction, detection, mitigation and relief
<b>Climate change and green ICTs</b>	Resolution ITU-R 60-1	Reduction of energy consumption for environmental protection and mitigating climate change by use of ICT/radiocommunication technologies and systems

### Other resolutions and recommendations relevant to work of ITU-D/BDT but do not explicitly require involvement of BDT

- Resolution ITU-R 66: *Studies related to wireless systems and applications for the development of the Internet of Things (IoT)*
- Recommendation ITU-R M.1036-5: *Frequency arrangements for implementation of the terrestrial component of International Mobile Telecommunications (IMT) in the bands identified for IMT in the Radio Regulations*
- Recommendation ITU-R M.2090-0: *Specific unwanted emission limit of IMT mobile stations operating in the frequency band 694-790 MHz to facilitate protection of existing services in Region 1 in the frequency band 470-694 MHz*

WRC-15 Resolutions which request actions from the Director of BDT or ITU-D

Subject	Resolution	Title	Required action
<b>Interference in HF bands</b>	Resolution 207 (Rev.WRC-15)	Measures to address unauthorized use of and interference to frequencies in the bands allocated to the maritime mobile service and to the aeronautical mobile (R) service	<i>resolves to invite ITU-R and ITU-D, as appropriate</i> to increase regional awareness of appropriate practices in order to help mitigate interference in the HF bands, especially on distress and safety channels
<b>IMT below 1 GHz</b>	Resolution 224 (Rev.WRC-15)	Frequency bands for the terrestrial component of International Mobile Telecommunications below 1 GHz	<i>invites the Director of the Telecommunication Development Bureau</i> to draw the attention of the ITU Telecommunication Development Sector to this resolution
<b>Emergency and disaster</b>	Resolution 647 (Rev.WRC-15)	Radiocommunication aspects, including spectrum management guidelines for early warning, disaster prediction, detection, mitigation and relief operations relating to emergencies and disasters	<i>invites the Director of the Telecommunication Standardization Bureau and the Director of the Telecommunication Development Bureau</i> to collaborate closely with the Director of BR to ensure that a consistent and coherent approach is adopted in the development of strategies in response to emergency and disaster situations
<b>694-790 MHz in Region 1 - mobile</b>	Resolution 760 (WRC-15)	Provisions relating to the use of the frequency band 694-790 MHz in Region 1 by the mobile, except aeronautical mobile, service and by other services	<i>invites the Director of the Radiocommunication Bureau</i> to work, in cooperation with the Director of the Telecommunication Development Bureau, to bring assistance to developing countries wishing to implement the new mobile allocation in order to help these administrations to determine the modifications of the GE06 entries according to their needs
<b>Spectrum use in 470-960 MHz</b>	Resolution 235 (WRC-15)	Review of the spectrum use of the frequency band 470-960 MHz in Region 1	<i>further invites ITU-R</i> to ensure inter-sectoral collaboration with the ITU Telecommunication Development Sector (ITU-D) in the implementation of this resolution.
<b>Time scale</b>	Resolution 655 (WRC-15)	Definition of time scale and dissemination of time signals via radiocommunication systems	<i>invites the Director of the Telecommunication Development Bureau</i> to assist the participation of developing countries in meetings, within approved budgetary resources

Subject	Resolution	Title	Required action
<b>Palestine</b>	Resolution 12 (Rev.WRC-15)	Assistance and support to Palestine	<i>instructs the Director of the Radiocommunication Bureau and the Director of the Telecommunication Development Bureau to encourage all concerned parties in continuing bilateral negotiations and facilitate implementing the agreements and relevant resolutions, in order to undertake additional measures required for enhancing and developing the wireless telecommunication infrastructures, new technologies and services for Palestine, further instructs the Director of the Radiocommunication Bureau to continue providing specialized assistance and support, in particular in the field of spectrum management and frequency assignment, to Palestine in collaboration with ITU-D, pursuant to the relevant ITU resolutions</i>

#### Detailed list of Recommendations and Resolutions which can be of special interest for developing countries

Recommendation/Resolution	Title
Recommendation 207 (Rev. WRC-15)	Future IMT systems
Resolution 5 (Rev. WRC-15)	Technical cooperation with the developing countries in the study of propagation in tropical and similar areas
Resolution 12 (Rev. WRC-15)	Assistance and support to Palestine
Resolution 49 (Rev. WRC 15)	Administrative due diligence applicable to some satellite radiocommunication services
Resolution 55 (Rev. WRC 15)	Electronic submission of notice forms for satellite networks, earth stations and radio astronomy stations
Resolution 81 (Rev. WRC-15)	Evaluation of the administrative due diligence procedure for satellite networks
Resolution 144 (Rev. WRC-15)	Special requirements of geographically small or narrow countries operating earth stations in the fixed-satellite service in the band 13.75-14 GHz
Resolution 207 (Rev. WRC-15)	Measures to address unauthorized use of and interference to frequencies in the bands allocated to the maritime mobile service and to the aeronautical mobile (R) service
Resolution 212 (Rev. WRC 15)	Implementation of International Mobile Telecommunications in the frequency bands 1 885-2 025 MHz and 2 110-2 200 MHz
Resolution 223 (Rev. WRC 15)	Additional frequency bands identified for International Mobile Telecommunications
Resolution 224 (Rev. WRC 15)	Frequency bands for the terrestrial component of International Mobile Telecommunications below 1 GHz

Recommendation/Resolution	Title
Resolution 535 (Rev. WRC-15)	Information needed for the application of Article 12 of the Radio Regulations
Resolution 552 (Rev. WRC 15)	Long-term access to and development in the frequency band 21.4-22 GHz in Regions 1 and 3
Resolution 553 (Rev. WRC 15)	Additional regulatory measures for broadcasting-satellite networks in the frequency band and 21.4-22 GHz in Regions 1 and 3 for the enhancement of equitable access to this frequency band
Resolution 555 (Rev. WRC 15)	Additional regulatory provisions for broadcasting-satellite service networks in the frequency band 21.4-22 GHz in Regions 1 and 3 for the enhancement of equitable access to this frequency band
Resolution 646 (Rev. WRC 15)	Public protection and disaster relief
Resolution 647 (Rev. WRC 15)	Radiocommunication aspects, including spectrum management guidelines, for early warning, disaster prediction, detection, mitigation and relief operations relating to emergencies and disasters
Resolution 906 (Rev. WRC-15)	Electronic submission of notices for terrestrial services to the Radiocommunication Bureau and exchange of data between administrations
Resolution 760 (WRC 15)	Provisions relating to the use of the frequency band 694-790 MHz in Region 1 by the mobile, except aeronautical mobile, service and by other services
Resolution 235 (WRC-15)	Review of the spectrum use of the frequency band 470-960 MHz in Region 1
Resolution 655 (WRC-15)	Definition of time scale and dissemination of time signals via radio-communication systems
Resolution 810 (WRC 15)	Preliminary agenda for the 2023 World Radiocommunication Conference
Resolution 236 (WRC-15)	Railway radiocommunication systems between train and trackside
Resolution 809 (WRC 15)	Agenda for the 2019 World Radiocommunication Conference
Resolution 238 (WRC 15)	Studies on frequency-related matters for International Mobile Telecommunications identification including possible additional allocations to the mobile services on a primary basis in portion(s) of the frequency range between 24.25 and 86 GHz for the future development of International Mobile Telecommunications for 2020 and beyond
Resolution 160 (WRC 15)	Facilitating access to broadband applications delivered by high-altitude platform stations

## 国际电信联盟 (ITU)

### 电信发展局 (BDT)

#### 主任办公室

Place des Nations  
CH-1211 Geneva 20 – Switzerland  
电子邮件: [bdtdirector@itu.int](mailto:bdtdirector@itu.int)  
电话: +41 22 730 5035/5435  
传真: +41 22 730 5484

#### 副主任

##### 兼行政和运营协调部负责人 (DDR)

电子邮件: [bdtdputydir@itu.int](mailto:bdtdputydir@itu.int)  
电话: +41 22 730 5784  
传真: +41 22 730 5484

#### 基础设施、环境建设和

##### 电子应用部 (IEE)

电子邮件: [bdtiee@itu.int](mailto:bdtiee@itu.int)  
电话: +41 22 730 5421  
传真: +41 22 730 5484

#### 创新和

##### 合作伙伴部 (IP)

电子邮件: [bdtip@itu.int](mailto:bdtip@itu.int)  
电话: +41 22 730 5900  
传真: +41 22 730 5484

#### 项目和

##### 知识管理部 (PKM)

电子邮件: [bdtpkm@itu.int](mailto:bdtpkm@itu.int)  
电话: +41 22 730 5447  
传真: +41 22 730 5484

## 非洲

### 埃塞俄比亚

#### 国际电联

##### 区域代表处

P.O. Box 60 005  
Gambia Rd., Leghar ETC Building  
3rd floor  
Addis Ababa – Ethiopia

电子邮件: [ituaddis@itu.int](mailto:ituaddis@itu.int)  
电话: +251 11 551 4977  
电话: +251 11 551 4855  
电话: +251 11 551 8328  
传真: +251 11 551 7299

### 喀麦隆

#### 国际电联

##### 地区办事处

Immeuble CAMPOST, 3<sup>e</sup> étage  
Boulevard du 20 mai  
Boîte postale 11017  
Yaoundé – Cameroon

电子邮件: [itu-yaounde@itu.int](mailto:itu-yaounde@itu.int)  
电话: +237 22 22 9292  
电话: +237 22 22 9291  
传真: +237 22 22 9297

### 塞内加尔

#### 国际电联

##### 地区办事处

8, Route du Méridien  
Immeuble Rokhaya  
B.P. 29471 Dakar-YoffDakar –  
Sénégal

电子邮件: [itu-dakar@itu.int](mailto:itu-dakar@itu.int)  
电话: +221 33 859 7010  
电话: +221 33 859 7021  
传真: +221 33 868 6386

### 津巴布韦

#### 国际电联

##### 地区办事处

TelOne Centre for Learning  
Corner Samora Machel and  
Hampton Road  
P.O. Box BE 792 Belvedere  
Harare – Zimbabwe

电子邮件: [itu-harare@itu.int](mailto:itu-harare@itu.int)  
电话: +263 4 77 5939  
电话: +263 4 77 5941  
传真: +263 4 77 1257

## 美洲

### 巴西

#### 国际电联

##### 区域代表处

SAUS Quadra 06, Bloco "E"  
10<sup>o</sup> andar, Ala Sul  
Ed. Luis Eduardo Magalhães (Anatel)  
70070-940 Brasília, DF – Brazil

电子邮件: [itubrasilia@itu.int](mailto:itubrasilia@itu.int)  
电话: +55 61 2312 2730-1  
电话: +55 61 2312 2733-5  
传真: +55 61 2312 2738

### 巴巴多斯

#### 国际电联

##### 地区办事处

United Nations House  
Marine Gardens  
Hastings, Christ Church  
P.O. Box 1047  
Bridgetown – Barbados

电子邮件: [itubridgetown@itu.int](mailto:itubridgetown@itu.int)  
电话: +1 246 431 0343/4  
传真: +1 246 437 7403

### 智利

#### 国际电联

##### 地区办事处

Merced 753, Piso 4  
Casilla 50484, Plaza de Armas  
Santiago de Chile – Chile

电子邮件: [itusantiago@itu.int](mailto:itusantiago@itu.int)  
电话: +56 2 632 6134/6147  
传真: +56 2 632 6154

### 洪都拉斯

#### 国际电联

##### 地区办事处

Colonia Palmira, Avenida Brasil  
Ed. COMTELCA/UIT, 4.º piso  
P.O. Box 976  
Tegucigalpa – Honduras

电子邮件: [itutegucigalpa@itu.int](mailto:itutegucigalpa@itu.int)  
电话: +504 22 201 074  
传真: +504 22 201 075

## 阿拉伯国家

### 埃及

#### 国际电联

##### 区域代表处

Smart Village, Building B 147, 3rd floor  
Km 28 Cairo – Alexandria Desert Road  
Giza Governorate  
Cairo – Egypt

电子邮件: [itu-ro-arabstates@itu.int](mailto:itu-ro-arabstates@itu.int)  
电话: +202 3537 1777  
传真: +202 3537 1888

## 亚太

### 泰国

#### 国际电联

##### 区域代表处

Thailand Post Training Center, 5th  
floor,  
111 Chaengwattana Road, Laksi  
Bangkok 10210 – Thailand

邮寄地址:  
P.O. Box 178, Laksi Post Office  
Laksi, Bangkok 10210 – Thailand

电子邮件: [itubangkok@itu.int](mailto:itubangkok@itu.int)  
电话: +66 2 575 0055  
传真: +66 2 575 3507

### 印度尼西亚

#### 国际电联

##### 地区办事处

Sapta Pesona Building, 13th floor  
Jl. Merdan Merdeka Barat No. 17  
Jakarta 10110 – Indonesia

邮寄地址:  
c/o UNDP – P.O. Box 2338  
Jakarta 10110 – Indonesia

电子邮件: [itujakarta@itu.int](mailto:itujakarta@itu.int)  
电话: +62 21 381 3572  
电话: +62 21 380 2322/2324  
传真: +62 21 389 05521

## 独联体国家

### 俄罗斯联邦

#### 国际电联

##### 地区办事处

4, Building 1  
Sergiy Radonezhsky Str.  
Moscow 105120  
Russian Federation

邮寄地址:  
P.O. Box 47 – Moscow 105120  
Russian Federation

电子邮件: [itumoskow@itu.int](mailto:itumoskow@itu.int)  
电话: +7 495 926 6070  
传真: +7 495 926 6073

## 欧洲

### 瑞士

#### 国际电联

##### 电信发展局 (BDT) 地区办事处

Place des Nations  
CH-1211 Geneva 20 – Switzerland  
Switzerland  
电子邮件: [eurregion@itu.int](mailto:eurregion@itu.int)  
电话: +41 22 730 6065

国际电信联盟  
电信发展局  
Place des Nations  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland  
[www.itu.int](http://www.itu.int)

ISBN 978-92-61-22885-9



瑞士印刷  
2017年，日内瓦