

# ITU-R SM.2012-7 报告

(06/2025)

SM系列：频谱管理

## 频谱管理的经济方法



## 前言

无线电通信部门的职责是确保卫星业务等所有无线电通信业务合理、平等、有效、经济地使用无线电频谱，不受频率范围限制地开展研究并在此基础上通过建议书。

无线电通信部门的规则和政策职能由世界或区域无线电通信大会以及无线电通信全会在研究组的支持下履行。

## 知识产权政策 (IPR)

无线电通信部门 (ITU-R) 的IPR政策述于ITU-R第1号决议所参引的《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策》。专利持有人用于提交专利声明和许可声明的表格可从<http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/zh>获得，在此处也可获取《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策实施指南》和ITU-R专利信息数据库。

## ITU-R系列报告

(也可在以下网址获得: <https://www.itu.int/publ/R-REP/zh>)

系列	标题
<b>BO</b>	卫星传输
<b>BR</b>	用于制作、存档和播出的录制；电视电影
<b>BS</b>	广播业务（声音）
<b>BT</b>	广播业务（电视）
<b>F</b>	固定业务
<b>M</b>	移动、无线电测定、业余无线电以及相关卫星业务
<b>P</b>	无线电波传播
<b>RA</b>	射电天文
<b>RS</b>	遥感系统
<b>S</b>	卫星固定业务
<b>SA</b>	空间应用和气象
<b>SF</b>	卫星固定业务和固定业务系统间的频率共用和协调
<b>SM</b>	<b>频谱管理</b>
<b>TF</b>	时间信号和频率标准发射

注：本ITU-R报告英文版已由研究组按ITU-R第1号决议规定的程序批准。

电子出版  
2025年，日内瓦

© 国际电联 2025

版权所有。未经国际电联书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分

## ITU-R SM.2012-7报告

## 频谱管理的经济方法

ITU-R第240/1号课题

(1997-2000-2004-2010-2014-2016-2018-2025年)

## 目录

	页码
第1章 – 经济考虑因素介绍.....	4
1.1    频谱经济方法的必要性 .....	4
1.2    对国家频谱管理的要求 .....	4
1.3    目标与目的 .....	4
1.4    架构与协调 .....	5
1.5    职能 .....	5
1.6    频谱管理职能的履行 .....	6
第2章 – 建立频谱融资机制的策略.....	7
2.1    背景 .....	7
2.2    国家频谱管理融资的基本原则 .....	7
2.3    用于促进国家高效频谱管理的经济方法 .....	9
2.4    影响各种经济方法的因素 .....	17
2.5    频谱管理融资的调整管理 .....	19
2.6    小结 .....	20
第3章 – 无线电频谱使用效益评估.....	21
3.1    背景 .....	21
3.2    频谱经济效益的评估方法 .....	21
3.3    经济评估的可能应用 .....	25
3.4    影响效益的因素 .....	27
3.5    小结 .....	32
第4章 – 有关制定频谱费用公式和体系的方法论的指导原则.....	33
4.1    公式推导 .....	33

4.2	有关制定行政管理费用（或管理费）的指导原则 .....	33
4.3	有关制定频谱费的指导原则 .....	34
4.4	费用计算公式示例 .....	35
4.5	对提供或营销适合于消费者市场的业务时所用频率征收的频率费 .....	36
4.6	计算执照费用的分析模型（基于用于促进频谱有效利用的指定奖励） ....	37
4.7	不同无线电业务所用频谱资源的计算步骤和示例 .....	45
4.8	机会成本和行政激励定价：简单、有效和线性的公式 .....	73
4.9	新费用体系实施原则 .....	76
第5章 – 主管部门在频谱管理的经济方法的经验.....		78
5.1	在拍卖与可转让产权方面的经验 .....	78
5.2	收费方面的经验 .....	102
5.3	在使用替代资源方面的经验 .....	142
5.4	其他经验 .....	146
附件1.....		150

## 引言

本报告可供各主管部门在制定有关国家频谱管理经济方法和此类活动融资策略时使用。此外，本报告中还分析了策略制定的利益，并介绍了国家频谱管理的技术支持方法。这些方法能促进经济效益，并提高技术与行政效率。

注1 – 本报告中提供的各国经验仅代表相关主管部门的观点。这些内容仅供参考，不要求其他成员对这些经验予以确认或否认。

注2 – 当引用ITU-R建议书或ITU-R报告时，若未指明出版物的版本，则应使用最新生效版本。

注3 – 本报告中的一些示例是基于特定版本的出版物编写的。如果要使用该出版物的最新版本，可能需要重新考虑这些示例。

本经济研究旨在回答以下三类问题：

### 第1类：用于国家频谱管理的经济方法及其融资策略

- 1 各主管部门在制定其国家频谱管理维护与开发融资方法时应遵循的基本原则是什么？
- 2 已使用或将要使用哪些经济方法以促进在各频段的国家频谱管理效率？
- 3 这些用于国家频谱管理的经济方法有哪些优点和弱点？
- 4 影响这些方法的因素（如地理、地型、基础设施、社会和法律）有哪些？它们会怎样因某一国家的无线电使用情况以及该国的发展水平而异？

**第2类：**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

- 1 主管部门可从国内无线电的使用获取哪些利益？怎样才能将它们量化，以经济形式表述，以便于比较各特定频谱管理方案的成本和利益（如在就业率或国内生产总值方面）？
- 2 可使用何种模型以经济形式表述这些利益？如何验证它们？
- 3 有哪些因素可能影响主管部门从无线电频谱使用，包括国家安全业务所获取的利益？
- 4 本节问题3的因素会怎样因国家而异？

**第3类：**备选国家频谱管理方法

- 1 包括非营利用户组和私有部门频谱管理组织的使用在内的备选频谱管理方法有哪些？
- 2 怎样对这些方法进行分类？
- 3 这些备选频谱管理方法中有哪些对发展中国家和最不发达国家的需求较为敏感？
- 4 在以下情况下采用这些频谱管理方法中的一种或多种时，主管部门需要考虑采取哪些技术、运营与法规措施：
  - 国家的基础设施；
  - 国家频谱管理；
  - 地区与国际方面（如通知、协调与监控）？

我们可能还会提交与本报告相关的信息，必要时，这类信息会被录入到今后的修订版中。

## 第1章

### 经济考虑因素介绍

#### 1.1 频谱经济方法的必要性

新技术日益广泛使用，给各国带来了改善通信基础设施及其经济的巨大机会。另外，科技发展方兴未艾，向各种新频谱应用敞开了大门。这些发展虽然常常会提高频谱使用的效率，但也刺激了对有限频谱资源的更大关注和需求。因此，有效且高效的频谱管理虽然对充分利用频谱资源所代表的机会至关重要，却变得愈来愈复杂了。提高数据处理能力和改进工程分析方法对于满足各类希望使用频谱资源的用户的需求至为关键。如果要有效且高效地使用频谱资源，则应根据国家法规（在国内使用时）和国际电联的《无线电规则》（在国际上使用时）协调用户共用可用频谱。各国充分利用频谱的能力在很大程度上取决于那些促进无线电系统普及并确保其运营兼容性的频谱管理者。此外，尤其是在城市地区，无线电频率需求和频谱供应之间的失衡越来越严重。按照经济理论，当需求大于供给时，即应施行价格制度。因频谱是一种稀缺资源，有关频谱管理的决定都应从经济的角度进行考虑。所以，为了改进国家频谱管理，需使用包括经济方法在内的一切可用手段。

本报告旨在帮助主管部门制定与国家频谱管理的经济方法及其融资有关的策略。本报告中还探讨了频谱规划和战略制定的益处以及国家频谱管理的技术支持方法。这些方法不仅可促进经济效益，而且能提高技术和行政管理效率。

在探讨经济方法之前，首先需要考虑什么才是有效的频谱管理体系，频谱管理的哪些领域可得到其他方法的相应支持？

#### 1.2 对国家频谱管理的要求

有效的频谱资源管理取决于许多基本要素。虽然不同主管部门的频谱管理方式不可能完全相同，并且这些基本要素的相对重要性可能取决于主管部门的频谱使用情况，但它们对所有方法都至关重要。如需了解有关频谱管理职能的更多信息，请参考国际电联的《国家频谱管理手册》。

#### 1.3 目标与目的

一般来说，频谱管理的目标和目的是为了促进国际电联《无线电规则》范围内无线电频谱的使用，同时维护国家的利益。频谱管理体系必须保证长期和短期都能为公共服务组织提供充足的频谱，让它们能履行其在公共通信、私营部门商业通信以及向公众广播信息方面的使命。许多主管部门还高度重视研究与业余活动所用频谱。

为了实现这些目标，频谱管理体系应提供系统的方法，用于划分频段、授权和登记频率使用、制定频谱使用监管法规和标准、解决频谱冲突和在国际论坛上代表国家利益。

##### 1.3.1 无线电通信法

各国的法律中都应包括无线电的使用与监管。在未广泛使用无线电以及频谱管理并不是很迫切的地区，各国政府仍然应预见到无线电使用会出现增长，并建立健全配套法律。

### 1.3.2 国家频率划分表

国家频率划分表是有效频谱管理的基础。它提供了频谱使用的总体规划以及确保频谱高效使用并在国内与国际防止不同业务之间无线电频率干扰的基本架构。

### 1.4 架构与协调

频谱管理活动可由一家政府机构单独进行，也可以由多家政府机构和私营组织联合进行。但是，应授权给哪些政府机构或组织来管理频谱将取决于中央政府本身的架构，并且会因不同国家而异。

### 1.5 职能

频谱管理架构会围绕其必须行使的职能自然地形成。其基本职能包括：

- 频谱管理政策和频谱的规划/划分；
- 频谱指配与许可；
- 标准、规范和设备授权；
- 频谱控制（执行和监控）；
- 国际合作；
- 联络与征询；
- 频谱工程支持；
- 计算机支持；
- 行政与法律支持。

行政与法律支持职能是频谱管理组织不可或缺的组成部分，但它们是所有组织所共有的，因此，无需将这些职能和频谱管理放在一起讨论。

#### 1.5.1 频谱管理政策与频谱规划/划分

国家频谱管理组织应考虑到技术进步以及社会、经济和政治的现实情况，制定并执行与无线电频谱使用相关的政策和计划。因规则的制定一般都是以政策和计划制定为依据，国家无线电通信政策一般都与规则制定相关，因此，政策制定与规划单位的基本职能通常包括进行研究以确定国家现有和将来的无线电通信需求，并制定政策来确保所采用的无线电和有线通信系统实现最佳组合，以满足既有需求。

规划与政策制定工作主要是为了将频段划分给各种无线电业务。促进频谱使用的第一步是为特定用途指配频段。在做出划分决定后，再做其他考虑，如制定各种标准、共用准则、信道设计方案等。

#### 1.5.2 频率指配和许可

频谱管理组织日常运营的中心工作是提供或指配频谱。频率指配单位应进行或者协调其他单位进行为选出最合适的无线电通信系统频率必需的分析。它还负责协调与现有频率指配有关的所有建议的频率指配。

### 1.5.3 国际合作

无线电通信的意义超越了各国的国界。人们使用标准化导航设备可周游全世界。卫星系统的传输促进了全世界的通信。无线电波的传播不受政治界限的阻碍。通信系统生产商生产适合于许多市场的设备，市场越鼓励通用性，生产过程就会越简单，生产成本就越低。因此，国家频谱管理者参加国际论坛的能力变得至关重要。国际活动包括国际电联内的活动、其他国际机构内的活动以及与签署了国际电联《无线电规则》的邻国之间进行的双边讨论。

### 1.5.4 联络与征询

为了提高效率，频谱管理组织必须联络和征询其构成成员，即由企业、通信业、政府用户以及公众组成的无线电用户。其中包括宣传有关主管部门政策、规则和践行方法有关的信息，并建立反馈机制以评估这些政策、规则和践行方法的成效。

### 1.5.5 频谱工程支持

因频谱管理涉及有关某一技术领域有关的决策，为了充分评估所涉及的信息、能力与抉择，就需获得工程支持。工程支持能在很多方面为频谱管理者提供帮助。例如，通过技术分析通常可预防或解决干扰情况，制定必要的设备规格和标准以保证系统兼容性，使用通过工程支持开发的模型或方法指配频率。此外，通过分析频谱使用和未来需求有利于解决许多频谱划分问题。

### 1.5.6 计算机支持

频谱主管部门可使用和已使用的计算机支持设施的范围取决于相关国家的资源、优先考虑事项和特定要求。计算机支持包括许可记录到复杂的工程计算，还可能包括与许可有关的几乎所有频谱管理活动支持设施的开发、提供和维护，如记录保持、预测和财务管理等。

## 1.6 频谱管理职能的履行

为了建立高效的频谱管理体系，需确立上述频谱管理职能。这并不是说国家频谱管理组织必须面面俱到地履行每项职能。但国家频谱管理组织必须掌控政策制定或全面管理的权力。在下面的章节中我们将探讨频谱管理融资方式以及经济方法改善频谱使用效率、评估频谱使用效益的方法和通过其他组织支持与/或提供部分或全部特定频谱管理职能的方式。

## 第2章

### 建立频谱融资机制的策略

#### 2.1 背景

人们对国家频谱管理的经济方法的兴趣与日俱增。报告的本章中提出了与国家频谱管理计划融资原则和策略相关的问题。经济方法的目的必须与主管部门的频谱管理目标和目的一致。在施行一种经济方法时，应将有效且高效地使用和管理频谱摆在首要位置。

#### 2.2 国家频谱管理融资的基本原则

在建立任何收费体制时，都应遵守以下原则：

##### 2.2.1 法律原则

- a) 无线电频谱属于国家的财产。因此，任何与非政府活动有关的频谱占用都应被视为私人占用。
- b) 频谱实际上属于国家公有，为了维护国家和社会的整体利益，应对频谱实行统一管理。
- c) 作为频谱的所有者，国家有权要求其私人占用者缴纳频谱费（也称之为频谱占用费、频率获得费或频谱使用费。如果不会造成意义上的模棱两可，也可以简称为费用。）
- d) 应由国家或国家授权的实体对频谱进行规划、管理和监控。这些活动以及相应的设备和投资对于确保正常有序地使用频谱是必不可少的。
- e) 因此，主管部门还可依法要求私人占用者缴纳行政管理费（也称之为频率管理费、服务费或行政收费。如果不会造成意义上的模棱两可，也可以简称为费用。）以抵偿因频谱规划、管理与监控活动而产生的所有成本。
- f) 应按照透明、客观、均衡和公平的规则制定频谱费和行政管理费。由于收费的透明度倍受关注，费用制定监管规则必须简单且易于被所有相关方理解。
- g) 为了为频谱占用者提供必要的能见度和法律保证，这些监管费用制定的规则应在较长一段时间内保持相对稳定。
- h) 已指配或分配频率的用户在缴纳费用后可享受到现行法规相关条款的保护。相反，可自由接入的频率（例如：低频段和低功率设备、Wi-Fi、蓝牙、业余无线电爱好者的无线电和无线电控制模型所用频率）的用户不会受到保护，所以无需缴费。从现实原则和法律原则综合考虑，不应向这些可以自由接入的频率收费。

##### 2.2.2 经济原则

- a) 频谱是有限的，在某些情况下，频谱属于稀缺资源。管理者的主要目的是保证实现频谱最佳占用和频谱的高效利用。
- b) 征收频谱费和管理费的原因和出发点都各不相同。因此，在确定各种费用时，应在这两种截然不同的方法中反映出这种差异。
- c) 行政管理费的唯一目的是向主管部门所提供的服务支付费用。

- d) 相反, 频谱费的目的是多方面的, 必须:
  - 有助于实现主管部门设定的预算目标;
  - 不会与主管部门有关国家发展和新业务开展的经济目标发生冲突;
  - 考虑到频谱占用者从频谱获得的全部利益;
  - 构成频谱管理工具。
- e) 收费是国家和频谱管理者的资金来源。费用设定水平应系统地考虑通货膨胀和频谱管理者预算的演变情况。

### 2.2.3 现实原则

- a) 在难以逐个确认用户(如可自由接入的频率的用户)费用的情况下, 因收费存在不确定性, 并且可能很难收全, 所以, 在这种情况下就不应收费。
- b) 在选择作为费用计算依据的参数时, 应避免选用那些在实践中难以或不可能核实相关用户所申报的数值(如电台天线的高度或者私有网络中移动电台的数量)的参数。这样可以减少用户试图降低应付费用而不准确申报的机会。
- c) 收费体系应建立在所有当事方达成一致的基础之上, 因为这样有利于达到健康的征收率。

### 2.2.4 不同主管部门采取的办法

#### 2.2.4.1 传统的国家预算融资

到目前为止, 几乎所有国家都是通过集中国家预算程序为其频谱管理计划筹集资金。此方法只是将主管部门的年度预算的一部分划拨给频谱管理。一般来说, 所提供的金额取决于中央政府的优先考虑。在很多情况下, 国家频谱管理者都会提供其融资需求的概算。但是, 中央政府的响应会受到其税收资源总量的限制。

#### 2.2.4.2 频谱使用费

本方法是对部分或全部持照者使用频谱收取费用。有的国家现正在通过收费为其频谱管理计划筹措全部或部分资金。在有的情况下, 需为分阶段实施国家频谱管理计划筹集资金。这些费用直接按照频谱使用情况收取, 或者间接通过一般行政或法规收费收缴。收费的依据五花八门, 费用计算公式也有难易不一。

#### 2.2.4.3 拍卖

另一种频谱管理融资方法是通过拍卖筹集一定比例的资金。虽然尚无国家全靠拍卖收益直接为频谱管理融资, 但在有的国家此类收益已经远远高于频谱管理成本。

### 2.2.5 这些方法的利弊

国家预算融资法在有的国家已经成功应用多年。但是, 这种方法在很大程度上取决于主管部门是否认识到无线电通信和频谱管理的重要性。日理万机的国家监管机构对频谱问题或无线电对国民经济的影响往往知之甚少。此外, 国家预算融资法不是对那些从频谱使用直接受益的用户征收费用, 而是对所有公民间接征税。在发达国家, 通常都难以通过此方法为频谱管理筹集资金, 但在预算经费有限和频谱使用业务对经济的重要性不如发达国家那么明显的发展中国家, 这是一个很突出的问题。

收费法在许多国家也取得了成功，它的优点是可预先测算用于频谱管理的收益，并对至少一部分从频谱使用获利的实体征收费用。但是，因收费水平的设定需要考虑到各种因素，如政策指导或行政管理费的缴纳等，确定各类无线电使用的收费水平是一项复杂的工作。另外，即便可通过收费抵偿行政受理工作的成本，也不足以抵偿频谱管理计划的全部成本。但是，可制定能抵偿额外频谱监管成本的收费方法，为频谱管理筹措足够的资金。应注意的是，除了向频谱用户收费外，还可以向申请参加比较过程、摇号或拍卖的用户收取申请费。

拍卖法的优点是它可能准确地反映出频谱价值，并向从频谱使用直接获利的用户收费。但是，拍卖法并不一种循规蹈矩的方法。并且，此方法也有它的缺点，即其收益存在不确定性，有可能高于或者低于频谱管理所需足够资金。如果收益多于所需金额，可将一部分收益退回国库，再由国库决定如何分配这部分收入。如果收益不足，则须通过追加国家预算或执照收费融资的方式来维持所有必要的频谱管理功能。频谱管理者可能会尝试通过设定最低出价而确保获得足够收益，但是，如果出价定得太高，则无人会参加竞拍。在某些情况下，可能并不适合采用拍卖的方式，而是需要使用其他补充方法。例如，如果没有多名竞争的申请者、不能正确限定频谱权利，或者预期的拍卖成本超过预期收益，则不适于使用拍卖的方式。

### 2.3 用于促进国家高效频谱管理的经济方法

经济（基于市场的）方法可用于通过各种方式改进国家频谱管理。这些方法名符其实，不仅能促进经济效益，而且能提高技术与行政管理效率。

对于包括频谱在内的任何资源，其首要经济目标都是尽可能提高此资源的净社会效益，也就是经济学家所称的经济高效的资源分配。在不影响其他人的前提下，如果不能通过重新分配而使得至少一个人变得更好，就说明此资源的分配是高效的，并且其整体社会效益得到最大化。为了纪念这一理论的创始人意大利经济学家（1848-1923）维尔弗雷多·帕累托，此类资源分配被称为“帕累托最优标准”。然而，因为任何决策都可能会损害至少一个人的利益，在决策时严格遵从这一标准会在很大程度上限制频谱管理者的可用选项。因此，限制性较弱的“潜在帕累托最优标准”要可行得多。依据这一标准，资源的重新分配可提高整体社会福利，因此，如果在原则上那些因重新配置而受益的群体能全部补偿利益受损的群体，并且比在资源重新配置之前获到更多利益，则应重新分配资源。

与频谱管理相关的第二个经济目标是资源租金回收。经济学家将资源，无论是频谱、石油还是木材的价值，都归类为“租金”。对于销售油料给消费者或者用油做其车辆燃料的公司，从地下开采石油的权利或特权都具有价值。同样，对于销售无线业务（如寻呼公司）或者通过无线技术提供其他商品或服务（如出租车公司）的频谱用户，无线电频谱使用权利或特权都具有价值。从包括频谱执照在内的资源获取的租金，可通过此资源在公开市场上的价格予以量化。如果频谱持照者免费领取了具有经济价值的执照，则该持照者获取了与该执照的租金。

频谱的价值反映在两种固有租金上：稀缺租金和级差租金。因为在零价格时，频谱需求在至少某些频段和某些时间段内超过供应，所以存在稀缺租金。因为每个频段总是会具有适合于特定业务的特定传播特性，所以存在级差租金。使用最适用频段可将实施成本降到最低，并提高无线电系统的性能。使用廉价设备即可提供多种业务的频段比使用昂贵设备只提供一种业务的频段更有价值。然而，即使对于前者，在特定地域内的非独家使用它们都可能大大降低它们价值。虽然某些频谱共用可提高使用效率，这样多台发射机可在同一时间、同一地区、同一频率上工作，但它们可能造成相互有害的干扰，从而降低该频段在这一时段内在该地区的价值。

理论上，建立自由频谱市场可促进实现“帕累托最优”和资源租金回收目标。在此市场上，所有频谱指配都由明确界定的、合法的占用权组成。此占用权可以转让、叠加和再分，并用于所有人认为合适的任何用途，其前提是这种使用不会妨碍其他频谱用户的占用权。但是，防止存在技术差异的业务（如广播、移动、固定和卫星）之间的相互干扰需要进行特别复杂的工程分析，并且可能导致频谱用户之间的诉讼。此外，多数频谱管理者都认为还有对频谱市场加以限制的其他理由，其中包括：

- 重要的政府、科研以及其他社会需要的要求不能得到充分满足。
- 为了避免有资金实力的用户形成反竞争的市场操纵，需对个体用户频谱叠加权加以限制。
- 通过将某些频段划分给某些用途，无论是基于单边的，国家的、多边的还是国际的频段划分，都可以促进设备生产的经济规模。
- 船舶和飞机上的移动用户等全球移动频谱用户使用国际划分频段，无需在船舶和飞机上安装多台具有相同通信功能的发射机和接收机。

因此，全世界的国家频谱管理者通常都选择放弃自由频谱市场，并将频段划分给特定用途，并加以各种各样的技术限制。然而，如果没有产权制度，频谱管理者可能希望考虑竞争用户组 – 如广播公司经相对于移动电信业务提供商的频谱估价。如果没有频谱市场，就不能很好地进行这类评估，但使用对业务收益以及该业务对国内生产总值和就业的影响的评估等市场代理，有助于生成可用于频谱划分和其他频谱管理决策的数据。

### 2.3.1 频谱指配法

在将频谱划分给特定用途后，必须将它指配给个体用户。如果特定地域内对特定频段的需求有限，则无需解决对该频段的互斥（竞争）请求。因此，只要申请者遵守某些技术标准和规定，只需将执照指配给提出申请的申请者即可。但是，如果存在互斥性频谱申请，则必须使用指配法从竞争申请者中做出选择。共有三种选择方法：比较过程（如比较听证会）、摇号和拍卖。

#### 2.3.1.1 非市场指配法：比较过程和摇号

在比较过程中，按照制定和公布的国家标准对各竞争频谱申请者的资格正式进行比较。（这些标准一般包括所要服务的人口、服务质量和服务实现速度。）频谱管理机构会选出最适合于使用此频谱的申请者，并授予执照。然而，比较过程可能既费时又费力，可能不会将频谱分给那些出价最高的用户，并且，除非收取执照费和/或申请费，否则不会产生收益。另外，在比较过程中通常是根据申请者之间的细微差别做出决定，可能会引起失败申请者对此决定的质疑。

在摇号中是从全部竞争频谱申请者中随机抽选持照者。摇号可减少比较听证会中应有的某些行政负担，如法律费用，但因鼓励提出更多申请，会产生其他行政负担。另外，除了碰巧外，摇号不会将频谱指配给那些出价最高的申请者，导致很高的交易费用，除非对通过摇号指配的执照附带收费，或者收取参加摇号的报名费，否则也不能获得收入。在许多情况下，中签者宁愿将他们的频谱权转让给其他方，从中获取资源租金。因此，如果没有较高申请费或采取能确保申请者愿意提供无线电业务的其他措施，摇号就会助长投机行为。

虽然比较过程和摇号不是基于市场的指配方法，但在指配频谱后，可通过建立二级市场培育市场力量（见第2.3.2节）。

### 2.3.1.2 市场指配法：拍卖

在拍卖中，竞争频谱申请者通过竞拍获得执照。拍卖举办方将许可给出价最高的申请者，同时为频谱主管部门创造收益。但是，对于未加限制的频谱市场，如果未制定积极的竞争政策，并对一个实体可以购买的频谱数量加以限制，则拍卖可能会引发竞争问题。因占据支配地位的服务提供商或者一群提供商掌握了市场力量，市场力量并不能保证经济效益，也不能尽可能提高非竞争市场中消费者的福利。并且，拍卖可能不能充分提供某些社会需要的服务或者向小企业等某些群体发放执照（如果这是一个目标）。然而，“竞标信用额度”（折扣）和分期付款给被选中的实体可以减轻这些问题。事实上，如果竞标信用额度很大，并且可在多年内分期缴纳执照费，在比较过程或摇号中很少有机会获胜的实体有可能在拍卖中胜出。

拍卖和摇号可极大地减少与频谱指配过程相关的行政管理成本和时间，所以，相对于比较过程，它们可以提高总体行政管理的效率。

### 2.3.2 可转让的和灵活的频谱权

虽然拍卖是最适合于在经济上高效地实现频谱资源初步分配的指配机制，但它们并不能确保在将来频谱会继续以经济高效方式使用。和其他资源一样，经济学家建议允许频谱用户转让其频谱权（无论是通过拍卖还是其他指配机制指配的），让这些频谱用户可高度灵活地选择使用其频谱提供的消费服务。

只要不会在指配频段外造成有害干扰，限制性最弱的可转让产权形式就具有无限的技术灵活性，而无需考虑划分结构。如果将这种制度应用于所有频段，它可以培育出自由的频谱市场。然而，如第2.3节所述，从没有哪个国家会实行完全自由的市场频谱法。

限制性最强的产权形式只允许在给定划分范围和严格限定的技术参数内进行转让。此制度的优点是能确保在划分业务内对特定频谱指配出价最高的实体能使用此频谱指配，同时尽可能避免干扰。但是，如果通过限制技术灵活性来确保控制干扰，经济效率也会极大地降低。此外，如果产权只属于现任持照者，除非一开始就通过拍卖或执照费收回租金，否则现任持照者而非频谱主管部门就会获得与特定频率指配相关的资源租金。

在给定划分范围内的指定发射权是相对于产权的折中方案，也是新西兰、美国和澳大利亚在某些频段中所使用的方法。这种划分范围可限定的较为广泛，如广播或移动无线电。因允许持照者根据成本和需求方面的考虑调整其投入使用情况，例如，移动无线电提供商可使用不同的调制技术来满足增长的需求，另外，持照者可自由地全部或部分转让其频率权给那些对这些权利出价更高的实体，这种方法可提高经济效益。因此，可交易频谱权制度可为持照者以技术上高效的方式使用其频谱提供充分的激励。但此方法也有它的不足之处。因未规定技术投入，它可能会增加持照者之间的相互有害干扰。规定持照者的发射权，而非规定持照者必须使用哪些投入，可加重持照者的干扰控制负担。但可允许持照者协商其发射权，例如，某个持照者可能会同意接受额外干扰，以换取金钱上的补偿。允许进行此类谈判到底是利大于弊，还是弊大于利，这取决于每隔多久需要由频谱主管部门或法庭出面解决争议。

### 2.3.3 拍卖与可转让频谱权的利弊

拍卖的优点是将执照授予给出价最高的申请者，同时还可获得收益。在在给定划分结构内通过拍卖指配执照时，只有在划分结构范围内出价最高的申请者才能获得执照。例如，如果某广播公司对特定地区内的特定频块出价最高，但此频块却被划给了移动无线电台，此频谱所能产生的收益和经济效益会低于允许广播电台参加拍卖时的收益和经济效益。扩大拍卖执照的适用范围也可以将频谱用于需求最大的业务。但限定范围较广的业务的潜在缺点是会

增加相邻频谱和地区内持照者之间的干扰协调成本。这些有关划分结构的论点同样适用于初步频谱指配后可转让频谱权的制度。

拍卖的其他好处是公正、透明、客观和许可速度。拍卖能减少频谱竞争中的徇私舞弊和腐败的机会，并促进投资和技术进步。

但是，为了促进竞争，有必要为拍卖的业务提供额外保障。例如，在有些情况下，一些或全部潜在竞拍者都是一些力争加强其垄断或寡头（有限数量的竞争者）地位、占据支配地位的服务提供商。限制参加拍卖的资格或者限制任何实体所能赢得的频谱量可以减轻这一问题，尽管这样也会限制参加者的数量。

最后，拍卖对某些业务或情况效率低下或并不实用。第一种情况是没有频谱竞争。例如，如果固定微波系统有许多带宽很窄、位置精准的链路，就可能发生这种情况。第二种情况是国防和科研等社会需要的频谱使用服务的提供商难以实现频谱的经济价值，如果所有频谱使用服务的提供商都面临拍卖，将导致不能向社会充分提供这些服务。虽然在理想的情况下可为这些服务筹集资金，以便于参加频谱拍卖，但在任何国家，近期还很难实现。最后，如果在多个国家举办全球或地区卫星系统执照的拍卖会，为了参加每次拍卖，为了参加每场拍卖会，潜在服务提供商就有可能需要花费巨大的人力物力，并且，这样繁琐的过程还可能导致最新和创新服务的实现向后推迟。另外，因为潜在的服务提供商不确定是否能在他们希望开展业务的所有国家都赢得拍卖，连续的拍卖会对这些服务提供商造成严重的不确定性。如果这种不确定性足够严重，它就可能阻碍按照国际电联现行《无线电规则》提供和开发国际卫星系统。

#### 2.3.4 执照费

执照费是另一种可用来实现频谱管理者的某些目的和目标的方法。

通过制定执照费标准，不仅可以获得收益，而且能从在特定地区使用特定频段获得至少一部分资源租金。（在有的主管部门，这些费用包括特许、授权或许可费。）此外，简单的费用结构，例如，因收取执照申请受理的直接费用，或者对所使用的频谱数量收费似乎很公平，可以获得公众的支持。除了拍卖外，执照费也可以鼓励无线电通信用户在频谱使用方面做出经济合理的选择。

执照费包括从简单的按业务收费，到按各项业务的频率和电台收费，到按涉及许多变量的复杂公式收费。大多数国家都不会对政府机构收取频谱使用费，许多国家也不对非营利性组织等其他公益使用收费，但有的它国家，如澳大利亚、加拿大和英国，都对政府机构收费。

可按以下原则有效地执行执照费：

- 应通过与用户和行业磋商以公开的方式作出与收费有关的决定和调整。
- 费用应尽可能考虑到频谱的价值。
- 费用机制应易于理解和执行。
- 费用不应阻碍创新和新无线电技术使用，或者竞争。
- 费用应有助于频谱管理者实现国家目标和目的。

基本费用包括执照申请受理的频谱管理成本、从持照者使用频谱所获收益以及根据奖励费公式计算出来的费用。频谱管理费包括频谱管理者在受理申请的过程中所发生的直接费用，也可以反映出间接频谱管理成本，即管理费。为了进行国家频谱管理，需要使用各种资源来履行全部频谱管理职能（见第1章）。如第2.2.4.2节所述，收费可以成为这些资金一种

融资来源。为此，可将费用与特定频谱管理活动、总体年度融资要求或其他频谱管理目的挂钩。这些费用可在最初申请和申请续期时收取。因频谱用户可继续从国家频谱管理者的活动中受惠，即使在申请获批后，也可按年收取费用，以维持频谱管理活动，如监控、数据库维护、国际电联代理等。为了设定费用，一般都会将个体持照者分成不同的执照类别。按收益收取的费用与持照者从频谱使用所获得总收入成正比。奖励费公式应考虑到频谱的价值。

另一个方案是根据频谱使用的“机会成本”收取费用。在拍卖中，出价最高的竞拍者会中标，他的出价刚好高于出价排在第二名的竞拍者的估价。排在第二名的估价代表了拍卖商品的最佳替代使用成本或“机会成本”。因此，在频谱主管部门必须通过行政方式设定频谱费的情况下，如果将此费用设定得等于此机会成本/市场价值，就可以确保实现经济高效的分配。但是，为了准确计算机会成本，需模拟市场以测算频谱用户的付费意愿。为此，很难做到绝对精确，但可以算出近似值，是一个实用的方案。

还应注意的是，在有的情况下，主管部门可会按单台设备或单个频率收费，而在其他情况下，可对使用频率块一次性收费。后面这一种方法可提高行政管理效率。

#### 2.3.4.1 基于频谱管理成本的收费

基于频谱管理成本的收费取决于两个单独因素：总费用中包含的频谱主管部门职能范围和用于计算个体持照者费用的方法。频谱主管部门的成本可大体分成两种：直接和间接成本。与每种成本相关的特定频谱管理职能会因主管部门而异。

##### 2.3.4.1.1 直接成本

即对特定应用申请核发执照的直接的和可确认的成本。例如，它们包括：频率指配过程、清场、当它与特定业务种类直接关联时进行的干扰分析——以保持公共新闻和娱乐频道畅通、以及针对可辨认的用户群提供的国际电联和地区国际征询过程中的人工成本。在有的频段，对于某些业务，或者如果设备位于靠近邻国的地方，直接成本还包括相关国际征询的成本。

##### 2.3.4.1.2 间接成本

即用于支持主管部门的频率指配过程的频谱管理职能成本（见注1）以及主管部门频谱管理程序的日常开销。它们代表那些不能被确定为属于一般国际磋商等特定业务或持照者的成本，例如，对于国际电联和地区用户组来说，涉及多个频段和多种业务的传播研究、一般频谱监控、针对合法用户投诉所进行干扰调查以及保障人员和配套设备的成本都属于间接成本。

在有的主管部门，直接成本的定义范围很有限，仅限于为各个体执照申请者付出的成本。有的主管部门不对任何间接成本收取费用。

频谱管理成本费用计算方法包括将总成本除以持照者数量的简单方法到更加复杂的“成本回收”法。根据颁发执照以及相关频率指配过程（如频率指配、清场、协调），包括履行其他必要的频谱管理职能所产生的成本，可使用成本回收法将频谱管理职能的成本分摊给持照者。执照费通常应按回收直接或间接属于特定执照类别的成本的原则构成。在有的国家，国家审计员会对账务进行审计，以确保执照费所依据的成本是合理、正当的。

“成本回收”的准确定义和实施因国家频谱管理、法律和宪法要求而异。这些要求影响到各国的成本回收的实施，并影响到成本和费用的正当性。造成这些差异的原因有多种：

- a) 在有的国家，主管部门的总收入是匹配还是只是近似于其成本有明确区分。在前一种情况下，不允许主管部门补贴持照者或者向其多收费，多收部分必须退回。在后

一种情况下，普遍认为收费是基于预期成本的概算，因此，收入可能会高于或者低于主管部门的实际成本。须注意的是，在使用后面这种制度的国家，仍然应进行严格的审计控制。

- b) 为了回收成本而设定的收费可以对各执照进行的工作量，或者对该类执照平均进行的工作量为基础。
- c) 频率指配过程的复杂性以及核发执照时需要履行的频谱管理职能数量因以下情况而异：
  - 国家特征 – 例如，用户数量、需要使用详细地形数据库的地理特征；
  - 国际要求 – 例如双边或多边协定、《无线电规则》的脚注。
- d) 如何将各频谱管理职能的成本分摊到特定的执照类别因以下情况而异：
  - 政府对是否应由持照者承担此成本、是否应收取固定费用、或者应由国家承担（从国家预算支付）的解释 – 例如，有的主管部门认为应由国家负责进行监管；
  - 直接和间接成本的划分。

所有这些因素都会影响到执照费的组成以及主管部门监督其收入和成本的机制。

注1 – 有的主管部门认为应将与频谱管理有关的活动与其许可成本分开。这些活动一般都与和频谱指配无直接关联的审批过程有关。在这些情况下，主管部门倾向于单独收费，并且这通常是基于不回收职能成本的简单费用。这些频谱管理杂费可能包括型式审定、实验室鉴定、EMC费用和收费、安装检查、检查证书（无线电业余、海事检查等）。

#### 2.3.4.2 基于用户总收入的收费

可基于公司总收入的百分比收费。收费计算中所用总收入值应与公司的频谱使用情况直接相关，以避免在会计和审计过程中的困难。

#### 2.3.4.3 奖励费

奖励费旨在通过价格达到频谱管理目的，从而对高效使用频谱提供某些奖励。在制定某种方法或公式时，应考虑到频谱使用的各种因素（如人口密度、带宽、频段、覆盖范围、专用性、功率），不同的频段和业务可能需要使用不同的公式。如果要准确地反映出整个国家频谱使用变化情况，制定奖励费公式并不是一项简易的任务。奖励费不一定适用于所有业务。

#### 2.3.4.4 机会成本费

机会成本即某事物处于最佳替代使用状态下的价值。对于频谱，它就是将某段频谱指配给特定用户时放弃的替代价值。机会成本费试图模拟频谱的市场价值。在此过程中，可能需要进行财务分析、需求概算或者估价市场研究以及相当的专业知识。

#### 2.3.4.5 费用计算示例

基于频谱管理成本的费用可用以下一般函数形式表示：

$$F = Di \quad (1)$$

$$F = f(Di, LiI) \quad (2)$$

式中：

$F$ : 向持照者收取的费用

- $Di$ : 持照者申请受理的直接行政管理成本  
 $Li$ : 持照者在间接行政管理成本中所占比例  
 $I$ : 总间接行政管理成本

基于用户收入的收费可用以下一般函数形式表示:

$$F=f(a, G) \quad (3)$$

式中:

- $F$ : 向用户收取的费用  
 $a$ : 监管机构制定的费用比例  
 $G$ : 用户总收入

奖励费公式可用以下一般函数形式表示:

$$F=f(B, C, S, E, F_R, F_C) \quad (4)$$

式中:

- $F$ : 向持照者收取的费用  
 $B$ : 带宽  
 $C$ : 覆盖范围  
 $S$ : 站点位置  
 $E$ : 专用性  
 $F_R$ : 频率  
 $F_C$ : 主管部门的财务系数

也可以使用机会成本费公式。此费用公式类似于奖励费公式，但是，在这种情况下，应设置主管部门的财务系数 ( $F_C$ )，让此费用接近于频谱的市场价值。

上述多个公式以及其他国际电联文件中的公式中都含有一个由主管部门设定的任意系数。使用此任意系数意味着计算出来的费用本身也是一个任意值。许多国家已经实施或正在考虑实施基于上述各种一般函数形式的费用模型。在正在制定奖励费或机会成本费模型的国家，人们已经认识到这是一项复杂而艰巨的工作，有的主管部门在施行之前会举办公众征询。

### 2.3.5 收费法的利弊

在对经济效率的影响方面，只要收费水平设置得不高于市场价值，频谱收费就是对免费核发执照的改进。如果设定得太高，频谱就得不到充分利用。事实上，如果将收费水平设定得高于所有潜在用户的付费意愿，则频谱会被闲置，不会产生任何社会效益。另一方面，如果收费水平设定得低于市场价值，即使是频谱的需求太大，也可以提高经济效益，频谱管理部门的收益将低于市场估价。将收费水平设得太低的不利后果是频谱可能被浪费，频谱拥挤增加。

例如，假设某服务提供商使用两段频谱，缴纳的费用为每频段100美元，总共200美元，低于市场价值。另外假设通过花150美元购买更加高效的设备，只需使用一个频段就可以提供相同的业务。理性的服务提供商发现第二种方案的总成本更高，高达250美元（其中150美元用于购买新设备，另100美元用于购买单个频段），因而不会选择此方案。但是，现在如果按此频谱的实际市场价值是收费，即每频段175美元，则该服务提供商将选择购买新设备，并用325美元的总成本保留一个频谱，而不是花350美元的总成本保留旧设备和两个频

段。这样，就可以腾出这个频段供其他方使用，意味着公众可通过相同数量的频谱享受两种服务带来的好处，而以前这些频谱只能提供一种服务。

费用低于市场价值时所产生的类似问题是各种业务有可能会浪费性地使用频谱。例如，可通过有线或无线方式提供电视节目等业务。移动电话等其他业务则只能通过无线电频谱提供。如果所有资源（频谱、光纤、铜线等）都按市价定价，服务提供商就会选择符合经济高效分配要求的投入组合。然而，如果频谱定价低于其市场价值，在其经营活动中可选择使用有线或无线基础设施的服务提供商（如电视节目发行商）将倾向于使用更多频谱和更少的各种可用频谱替代物。电视所用频谱数量越大，可供移动电话等其他业务使用的频谱数量就越少，意味着公众可使用的业务总数明显减少，这是一个效率低下的结果。

各种公式在设定执照费时很有用，但应针对国家的特定情况量体裁衣。主管部门和频谱用户都需要投入相当多的精力推导公式。为了能正确使用，经设计，公式应能在明确的使用条件下达到特定的目的。这些条件取决于国家的特定方面，包括其地理结构（如地形、大小、纬度）、无线电通信基础设施、潜在的服务需求、需要与邻居协调的程度。因此，除最基本的公式外，所有公式一般都只适用于特定的主管部门、特定的业务甚至有限数量的频段。现有公式可以被重复使用，但一定要进行修改。这一过程需要了解原来公式推导背后的目的和条件，以及建议实施的细则。

### 2.3.5.1 基于频谱管理成本的收费

此方法的优点在于可以提高频谱管理机构收益，确保持照者会为其频谱使用缴纳至少象征性数额的费用，同时淘汰那些不足以缴纳象征性费用但又想获得执照的申请者。但这种方法的主要缺点是收费水平与所用频谱的价值之间的脱节。例如，某个持照者在相对人口稀少的地区使用某频段，并与在人口稠密的地区使用同一频段的另一用户缴纳同校多的费用，尽管后面的频段的价值要大得多。因为费用与频谱价值之间的这种脱节，此类费用很少能促进频谱的高效使用。在有的地区和频谱价值低的频段，收费可能抑制频谱的使用，造成效率低下。然而，基于成本的收费往往远低于频谱价值，从而只能在最小程度上促进频谱的高效利用。在通胀率高的国家，收费水平低会成为一个突出的问题，因为收费水平要每隔几年才更新一次，从而远远落后于物价水平。但是，如果政治当局授权频谱管理者根据需要更新收费水平以反映出经济中的物价走势，则可以减轻这一问题。

如果频谱的稀缺性逐渐降低，则可长期使用此方法。在这种情况下，可通过收费抵偿主管部门频谱管理成本，并防止干扰<sup>1</sup>。

### 2.3.5.2 基于用户总收入的收费

对于某些业务，依据和频谱使用有关的总收入的某个百分率确定收费水平可为频谱主管部门带来可观的收益。例如，如果收费仅为收益的0.1%，则收益为5亿美元的电视广播机构需要缴纳50万美元的年费。并且，随着持照者的总收入增加，这类收费可为频谱主管部门带来更多收益。这种收费看起来既高效又公平，但存在三大问题。

首先，它只适用于总收入与频谱使用直接关联的用户，而不适用于那些只是从频谱开发间接获得总收入的用户 — 由于公司财务的复杂性，很难确定总收入，并且，确定用户的总收入中有多少是与频谱使用直接有关也几乎不可能的，例如，公共事业或电话公司的总收入中有多少来自于它们对固定网络中微波链路的使用。

<sup>1</sup> 资料来源：A. M. YOUSSEF, E. KALMAN, L. BENZONI, 1995年6月的《美国电气和电子工程师学会通信杂志》“无线电频谱指配的技术电子方法”。

其次，因为用户的总收入不与频谱的价值直接相关，此费用不一定会促进频谱的高效使用或者持照者的公平待遇。例如，两家广播机构的总收入可能相同，但它们中有一家可能赢利丰厚，但另外一家可能赢利较少，甚至可能亏损经营。

第三，它可能抑制频谱使用，降低业务增长速率，有损创新和频谱效率，并影响国际竞争力。

### 2.3.5.3 奖励费公式

奖励费公式的优点在于能在某种程度上体现频谱的稀缺性和级差租金。通过考虑人口、面积、使用带宽、频段等因素，此类公式的计算结果可能接近市场价值。但是，这类收费也有其缺点，即这些公式虽然复杂，但是不可能考虑所有市场变量。这需要在设定执照费时特别谨慎，以避免收费和市场估价之间存在太大偏差。为此，为了能有效使用频谱，奖励费公式需与市场估价挂钩。

因技术因子中不包括带宽降低，雷达业务等业务不适于采用基于带宽的奖励费。

### 2.3.5.4 机会成本费公式

机会成本费公式的优点是直接以模拟市场价值为理想目标 – 从而鼓励现有用户考虑采用替代通信方式，并退回剩余频谱。然而，由于极难推导出能考虑到影响特定地点频谱价格的所有相关变量的奖励费公式，也很难准确模拟出拍卖情况，并且完成分析所需的努力可能超过拍卖的成本。这类模拟取决于评估个体消费者的决定以及以何种方式将这一信息结合到可用模型中。根据以前二级市场交易情况进行的财务研究或外推在一定程度上有用，但仍然不能很完美地模拟出市场情况。例如，美国三次宽带PCS拍卖结果与几乎所有分析家的预测大相径庭。尽管如此，当拍卖不可行或非法时，在管理频谱以平衡供需和提高经济福利方面，这些方法比基于成本的替代方法更有优势。

## 2.4 影响各种经济方法的因素

有多种因素可能影响各个主管部门执行上述频谱管理的经济方法的需求和能力。各种法律、社会经济和技术基础设施方面的考虑都对频谱拍卖、可转让产权和执照费制度有影响。

### 2.4.1 拍卖

#### 2.4.1.1 拍卖的适用性

如上所述，将拍卖作为一种频谱指配方法有几大潜在优势。然而，不同国家的频谱管理目标可能也会不同，不一定都能通过拍卖实现。通过使用其他完全适应频谱拍卖的政策手段（法规、执照条件、标准等），一般都可以实现这些目标，但各主管部门必须考虑其需要优先实现的目标，并根据所要达到的各目标而决定拍卖的总体适当性。如果主管部门决定进行拍卖，它应知道，对法规、条款或对所要拍卖的频谱使用限制越多，拍卖的收益通常就越低，因此，根据主管部门需要优先实现的目标，它们可能希望考虑有关折衷方案。在这方面，主管部门还可选择限制频谱供应，这样一般都可以获得更高收益。但频谱限制供应也有折衷方法，会缩小消费者服务范围，提高消费者价格并降低整体经济效益。

显然，还值得注意的是，按照定义，拍卖只适用于频谱需求大于供给的情况。根据特定国家的经济发展水平、其通信基础设施的发展水平、投资环境、它在提供频谱服务方面对外

资份额或贸易的限制（在其他因素中），有可能主管部门没有足够的兴趣对某些频谱举行必要的拍卖。

一般而言，经济和通信基础设施发展水平越高，投资环境就越好；外资壁垒和贸易壁垒越少，频谱接入需求就越大，导致拍卖中的竞争更加激烈，为政府带来的收益就越多。

拍卖是一种基于市场的机制。确保市场正常运行的基本要求是要有法可依。也就是说，首先，政治当局必须授权对指定业务进行拍卖。其次，为了让拍卖达到最佳效果，应尽可能准确地说明被拍卖的权利的性质（地理范围、可用带宽、执照使用期限等）以及随附责任（执照条件、业务限制、设备标准等），政府还须保证愿意并且有能力采取必要的措施以确保持照者能行使授予他们的权利或特权，同时履行他们应尽的责任。与这些因素有关不确定性，如所拍卖的执照的使用期限等，都会造成模糊不清，并可能降低竞价。

例如，在进行频谱拍卖之前，投标者想知道所拍卖的频谱可获得哪一级的有害干扰防护，以及它们能采取哪些措施以避免对其他方造成有害干扰。它们还希望得到政府会执行此干扰保护制度的保证。

主管部门执照/持照者数据库的质量、其频谱监控能力及其处罚对其他用户造成有害干扰的用户的能力，都会影响到政府保护频谱用户的权利或特权的能力，从而影响政府成功举办频谱拍卖的能力。

#### 2.4.1.2 拍卖前的要求

最好是在拍卖之前详细说明所要拍卖的频谱的附带权利和责任，否则，拍卖者将面临高度的不确定性，严重影响他们理性竞价的能力，从而极大地增加流拍的机会。当然，这也意味着在知道谁将成为持照者之前，希望举行拍卖的主管部门必须在法律上和政治上都有能力制定执照定义、条款和政策。

同样，在开拍之前，所有参加者应了解并清楚拍卖规则和程序。近年在拍卖理论及其实践应用方面取得了很大进步。极力建议正计划举行频谱拍卖的主管部门征询一下这类课题的研究机构，并研究一下新西兰、美国、澳大利亚等频谱拍卖“先锋”的经验，从它们的成功以及所遭遇到的与拍卖设计与举办有关的问题中汲取教训。

是否需要使用自动化拍卖系统要视拍卖的复杂性而定。因此，举办拍卖时需使用某些技术基础设施，还需对频谱管理者和潜在拍卖者进行教育和培训，以确保达到足够高的“拍卖素养”水平。

#### 2.4.1.3 竞争政策

根据主管部门对频谱业务竞争所持立场，有可能需要特别考虑存在市场操纵的可能性。为了避免令人无法接受的拍卖结果，应审查现有竞争政策以及提议的执照条件以及拍卖规则和程序。

#### 2.4.2 可转让产权

和频谱拍卖一样，保障市场有效运作能力的法律框架、频谱管理者对规则和政策阐明、以及法律和政策对竞争所持立场都对可转让频谱产权制度的工作效率至关重要。

在原持照者将频谱转让给另一方后，考虑实行此项制度的主管部门都希望有所需的财力继续执行相应的执照条件、标准和法规。在这一方面，主管部门维护准确执照/持照者数据库的能力非常重要，所以，一定水平的行政与/或技术基础设施对于可转让产权制度的成功

实行很有必要。如果主管部门允许持照者全部或部分转让其执照，即允许分割执照，就可以扩大这种需求。

### 2.4.3 执照费

各种执照费用制度的适用性因不同国家而异。例如，经济和通信基础设施发达的国家将更倾向于追求以下目标：

- 确保频谱用户通过收费与/或拍卖程序的总缴纳费用大于或等于频谱管理的总成本，以避免用一般财政经费补贴频谱用户；
- 使费用接近频谱资源的市场价值，以促进高效使用；和/或
- 获取频谱资源产生的经济租金。

经济欠发达国家可能会选择追求这些相同的目标。如果它们认为可以促进其他政策目标，它们也可能会通过征收较低的执照费视情暗中补贴频谱用户。

对于上述各种执照费制度，奖励性收费与/或基于机会成本的收费对其顺利实行有某些要求。这类收费通常都是基于“所消费的频谱”或“频谱的经济价值”等概念。在实践中这些概念一般都不容易定义或估算。为了进行嵌入在收费模型中的计算，有必要使用可靠的自动化执照/持照者数据库和信息学工具，如地理信息软件等。希望在其执照费中反映市场价值的主管部门需考虑它们所授予的执照与“市场特性”的相似度。如果收费高于相关频谱的价值，将会造成一些负面的经济后果，如压制投资、限制服务准入或提高消费价格。

最后，在以前没有收费的国家，通信法规中务必给予频谱管理者对频谱使用收费的法定授权。

## 2.5 频谱管理融资的调整管理

无线电使用能带来诸多利益（见第3章）。使用无线电所带来的经济利益是增长还是减少取决于能否高效使用和有效管理频谱。因频谱定价或者频谱权的实施都对频谱管理过程有着重要影响，并有可能牵涉到经济、特许过程、行业和无线电用户，最好是对这方面的调整进行管理。

频谱主管部门需要考虑的与这些调整相关的问题可能会因不同主管部门而异，定价程序也会有所不同，但可将它们分为几类。

### 2.5.1 立法

无论主管部门是否需要制定新的法规以引入频谱定价机制，主管部门都应确保其现有法规的有效性。如果主管部门计划引入拍卖机制、可转让频谱权或二级市场，主管部门也很有必要制定相应的竞争法规。如果在启动频谱定价之前尚未制定有效的竞争法规并建立执法组织，则可能妨碍到频谱定价。

### 2.5.2 国际义务

如果主管部门引入频谱定价机制，特别是可转让频谱权，则它必须承担起该国的国际义务。但是，尤其是在允许用户承担通常应由主管部门承担的频谱管理责任时（见第4章），主管部门需考虑建立能在相关国际论坛中代表用户意见的机制。在大多数已经建立了这些机制的国家，是否需要对这些机制进行修改以反映出用户不同频谱管理责任大小要取决于国家频谱管理过程的结构和组织。

### 2.5.3 所涉融资问题

此前使用过“成本回收”体制或者依靠收费来筹集其频谱管理运营所需资金的主管部门需要考虑其频谱管理融资机制调整所带来的整体收入问题，如：

- 因在某些时候没有要拍卖的合适频谱，所以可以定期举行拍卖；
- 奖励性定价旨在缓解拥挤，而不是增加主管部门融资量。

在短期内，融资量可能增加，但在频谱定价机制生效后，融资量会随时间和供需调整而变化。

## 2.6 小结

鉴于全球无线电业务需求日益增长，国家频谱管理的经济方法显得越来越重要。这些方法可提高经济、技术和行政效率，并有助于为国家频谱管理计划筹措资金。而这些计划可确保无线电业务能以不会造成干扰的方式运营。虽然由于技术、经济和社会方面的考虑，免费频谱市场似乎并不可行，但通过拍卖、可转让且灵活的频谱权以及经过精心设计的收费能实现市场方法的诸多益处。如果有多位申请者竞争同一频谱指配，拍卖最适合于促进频谱的高效使用。可转让且灵活的频谱权可确保指配频谱在拍卖后能继续高效地使用。然而，拍卖并不适合于频谱指配竞争有限的业务、国防等社会需要的业务以及卫星业务等国际性业务。收费对于这些业务中的某些业务来说是可行的。如果收费中加入正确的经济奖励，并且这些奖励不是太低以至于在频谱用户眼中显得微不足道，或者太高以至于超过市场价值，让频谱将被闲置而产生不了效益，收费就可以促进频谱的高效使用。

通过频谱定价，国家频谱管理者可找到各种能促进频谱高效使用的经济手段。如果使用得当，这些手段有利于鼓励无线电业务的投资，促进电信业的发展，并有益于整个经济。

## 第3章

# 无线电频谱使用效益评估

### 3.1 背景

为了确保新业务（见注1）和技术的频谱接入、现有业务增长并避免频谱用户的相互干扰，需对无线电频谱进行有效的管理。频谱管理资金的筹措取决于所有政府行为的竞争要求。国内无线电使用范围会影响到频谱管理机构行使的特定职能。随着无线电使用的增加，对频谱管理的要求也会增加。评估无线电频谱使用所产生的经济效益（见附注2）对进行频谱规划决策大有裨益。如果频谱规划和战略制定需要对这些效益进行量化，则必须找到合适的方法论。本章以英国的一份报告为基础，对两种经济效益量化方法进行了比较，并介绍了可能影响这些数值的各种因素。

注1 – 在本报告中，带小写“s”的“service”一词表示终端用户业务（如蜂窝式无线电），而非“无线电通信业务”。

注2 – 在这里，“效益”一词未采用其标准经济学概念。

### 3.2 频谱经济效益的评估方法

普遍认为，生产能力的扩大或者新无线电行业和业务的形成才能带来经济效益。无线电业务对业绩改善的影响也会产生经济效益。这些改善包括提高生产率、增加出口、降低经营成本和增加就业率。不仅在无线电属于核心业务（如电信服务提供商、无线电设备生产商）的情况下，而且在用于支持核心业务（如使用遥测遥控技术遥控水库的供水公司、使用移动无线电将乘客信息传递给出租车的出租车公司）的情况下，我们都可以发现它对公司业绩的改善作用。

于1995年出版并于2006年3月更近一次更新的报告 – 《无线电使用对英国的经济影响》<sup>2</sup> 中介绍了两种经济效益定量方法。这些方法使用以下变量计算无线电使用对经济的贡献：

- 国内生产总值（GDP）和就业；
- 消费者和生产者剩余。

可使用这些方法估算提供单项最终用户业务所带来的经济效益，也可以将每项业务的经济效益累加起来计算出一个国家无线电所产生的总经济效益。在下面的章节中将介绍这两种方法及其优缺点。虽然在本报告中就业率测算与GDP的测算挂钩，但它的确是一种同样适用于测算消费者剩余的补充测算方法。

#### 3.2.1 GDP与就业

使用GDP法估算经济效益是以一个国家中无线电对所有商业活动的贡献率为依据。对GDP的贡献等于商品或服务价格乘以销售量。在计算出来的工资和福利方面的支出会进一步促成GDP和就业率增长（乘数效应）。GDP和就业率增长可以与这些数字再相加。

---

<sup>2</sup> SMITH-NERA (1996) – 由英国无线电管理局的史密斯小组和NERA编写的报告《频谱定价机制使用研究》。亦见由独立征询机构“欧洲经济”为英国通信管理局编写的截至2006年3月1日的年度报告。

在实践中，GDP和就业率贡献可在多个方面促进经济增长。这部分经济增长可根据特定业务的经营情况进行计算。对于销售给最终用户的业务（如广播），贡献主要存在于以下几个方面：

- 提供无线电业务的企业（A公司）。这种经济贡献称为无线电使用的直接效应。如果A公司的全部业务都是基于无线电业务（如广播），则可以较为直接地确定所需信息。如果无线电业务只提供一部分业务（如专用移动无线电（PMR）），则较难确定；
- 生产“A公司”购买的生产设备，或者提供支持“A公司”经营的其他服务（如清洁服务、招聘服务、信息技术支持、市场研究）的企业。这些对经济的间接贡献称为“后向联系”；
- 为“A公司”的服务用户生产设备，或者分销或零售“A公司”的服务的企业。这些对经济的间接贡献称为“前向联系”；这些服务不一定与无线电有关，例如，航空公司使用航空移动设备，但它们的零售服务只与乘客和货运公司有关。

对于专用移动无线电（PMR）等由最终用户提供的无线电业务，其直接效应和后向联系相同。但因贡献要素被计入直接效应，它们没有前向联系。

某项或某些服务对GDP和就业率的贡献等于直接效应、前向和后向联系的和。其值取决于一个国家原产资本设备和材料数量和利润水平。实际上，所有国家都会进口一些资本设备和材料，而这样会降低GDP贡献率。但是，即使是在所有资本设备和材料都需要进口的最坏情况下（因进口所有原材料的不切实际和管理费用的增加而不太可能），通过工资、供应设备给用户、分销和零售，仍然可对GDP和就业率做出积极贡献。

### 3.2.1.1 修改综合GDP和就业率数值的因素

在所有情况下，因为“置换效应”的影响，从无线电对经济的贡献得出的综合GDP和就业率数值必须向下修正。它所依据的原则是：现有应用总会存在替代方法，例如，如果没有飞机，船运和铁路业就会扩张。这些效应等同于以下情况：

- 无线电可代替其他非无线电业务，如电报；
- 如果没有无线电，则其他经济领域中会使用其发展过程中所用资源。

在计算替代服务所造成GDP和就业率相对变化的影响时应留有余地。但在后一种情况下，经济置换范围越广，问题就越多。虽然所有资源完全可以流动的理论有一定的有效性，但也对此理论的局限性也存在一些争议，它的有效性受到缺少实质性信息的影响。

在调整GDP和就业率数字以考虑到置换效应后，即可考虑“乘数效应”的影响。乘数效应是由工资和福利的影响造成的，在所有与无线电使用相关的业务中都会存在，因为它们会在国家的其他经济领域中扩张，并在此过程中产生更多收入和就业机会。它们是一个国家经济结构的一个函数，在评估GDP和就业率时，可能为不同的数值。在英国，《无线电使用对英国的经济影响》报告估计：对于收入，考虑了进口的“乘数效应”约为1.4倍，对于就业率还要略高。

因此，

$$\text{某项服务对GDP和就业率的总贡献} = (DE + FL + BL - DPE) \times MPE \quad (5)$$

式中：DE= 直接效应；FL=前向联系；BL=后向联系；DPE=置换效率；MPE=乘数效应。

2006年的英国报告中使用公司的营业额数据计算直接效应，再使用“投入产出”表计算乘数效应。也可使用替代方法计算这些公司的增值，而不是使用其营业额数字。但营业额更适合于计算乘数效应，并且与此前（1995年）估算无线电频谱使用的GDP效应的研究一致，所以人们都更喜欢使用营业额进行计算。为了计算直接的GDP和就业率效应，应找出无线电频谱对其营业额作出实质贡献的公司，即不包括小模型使用频谱的公司。其原因是各公司很难计算出相对于其他投入，其营业额与就业率中有多少应归功于无线电频谱的使用。一个国家无线电所带来的总经济效益等于每种业务所有总贡献之和。

直接就业和营业额产生两种GDP和就业率效应：连锁效应和诱发效应。连锁效应指供应或分销过程中提供的工作机会，例如向蜂窝式电话提供商供应物理设备的手机制造公司创造的工作机会。如果蜂窝式电话提供商的需求发生变化，则制造公司所创造的工作岗位会直接受到影响。第二个效应是无线电频谱使用部门的员工赚得的收入支出所产生的连带就业或所得乘数效应。因要花钱购买商品和服务，这种传统支出会创造更多工作岗位 – 连锁效应。被认为最适合于评估部门水平变化的方法是使用“投入 – 产出”表中的乘数。“投入 – 产出”表中提供了完整的某经济体中所有部门的产品与服务流程图。这些表格还详细地逐一介绍了各行业之间以及行业与最终需求部门之间的流程。这些关联可用于估算指定行业对各最终需求部门的贡献程度。此乘数所依据的主要概念是经济体各组成部门是相互依存的。根据我们是否对产出、就业或收入效应是否有兴趣，我们可以使用“投入 – 产出”表估算各种乘数。乘数的组成部分是列昂惕夫逆矩阵。它源于对称性各行业使用矩阵，显示的是增加某一部门单位最终需求时，需要国民经济各个部门提供的生产额是多少，反映的是对各部门直接和间接的诱发效果。从列昂惕夫逆表格中可得出产出GDP效应，再使用行业标准“产出 – 就业”率计算就业效应。这样估算出来的就业率与收入适用于总就业率，而不适用于净的新就业率。也就是说，这些数字会被估算过高，因为它们未对可能从其他生产性使用置换的生产因子进行调整。存在各种与置换效应相关的观点，其中英国财政部认为在就业经济以及单家上市公司或单个项目的产出中不存在净效应。这种想法源自“如果某家公司不存在，其他公司最终将会取代它”的观点。其他研究还尝试了测算短期置换效应。这些可用于提供基准数字。

### 3.2.2 消费者与生产者剩余

消费者剩余是一项衡量消费者支付意愿和产品实际价格之差的指标。阿尔弗雷德·马歇尔在他的《经济学原理》正式阐述了消费者剩余的概念。它可定义为高出实际支付价格的过剩效用（或剩余）。用马歇尔的话说：“一个人为某件物体支付的价格绝对不会超过也很少会达到他愿意支付的价格：这样，他从购买行为所获得的满足感一般都会超过放弃支付其价格时满足感。因此，他从购买行为中获得了一种剩余满足。他愿意支付的价格高出他实际支付价格的部分是一种可用于衡量这种剩余满足的经济指标。”

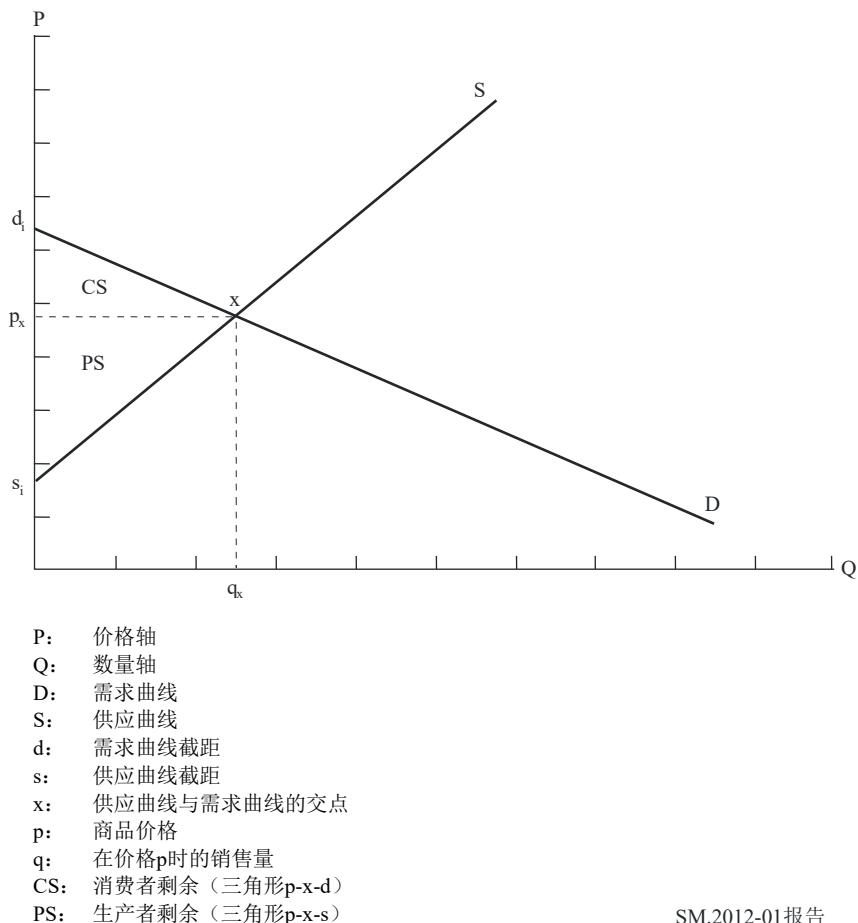
为了算某种服务的消费者剩余，有必要绘制它的需求曲线 – 表示商品价格（y轴）和销售量（x轴）之间关系的图形。消费者剩余等于在商品价格下从零到购买数量的水平线与需求曲线之间的区域。在绘制需求曲线时，需了解近几年有关此服务的历史信息，但这类信息不一定能获得。如果服务是新的，则不会有历史信息。如果没有足够的数据，很难绘制需求曲线，如果不能绘制需求曲线，则不能计算出生活消费者剩余。

生产者剩余即生产商实际赚取和它在经营中需继续赚取的金额之差。生产者剩余与消费者剩余有关。它可以定义为某种商品或服务的供应商所获得的收益超过他为了维持相同供应量而愿意接受的最低金额。为了计算正确的生产商剩余值，需在企业的大部分经营期内监控其业绩。在实践中，因需要获得有关既定业务的一致历史数据和对新业务未来绩效的准确估算，所以很难实现。

无线电使用所产生的总剩余等于每种服务的消费者和生产者剩余之和。

消费者与生产者剩余如图1所示。商品价格 ( $p_x$ ) 和以价格  $p_x$  销售的商品数量 ( $q_x$ ) 显示在其各自的轴上。需求曲线和价格水平之间的区域（三角形  $p_x-x-d_i$ ）代表消费者剩余 (CS)。供应曲线与价格水平之间的区域（三角形  $p_x-x-s_i$ ）代表生产者剩余 (PS)。

图1  
消费者与生产者剩余



### 3.2.3 经济与社会效益之间的联系

有些无线电频谱使用可产生经济效益，但不直接产生收益。频谱使用在这类活动所产生的经济效益并不是很明显。一般来说，尚无明确或易于衡量的经济数值可以直接量化这些效益的大小。因此，可假设经济分析不能解释这些社会效益，而只能解释公司所获收益和利润等因素。情况并非这样。正确的经济分析会考虑到那些不会直接产生收益的效益。

有些服务具有社会效益，例如：

- 广播 – 提供教育、培训、新闻和休闲服务；
- 应急服务 – 提供包括救灾设施在内的警察、事故和急救服务链接；
- 个人服务 – 家庭保健/护理、老人家居安全；
- 研究 – 气象学、射电天文学。

### 3.2.4 经济效益定量方法的比较

这两种方法都用于估算无线电对一个国家经济的贡献，但它们在处理更广泛的经济置换时采用不同的假设。GDP和就业率都未考虑更广泛的经济置换。消费者和生产者剩余则充分考虑了更广泛的经济置换。此外，这两种方法还度量了无线电使用对国家经济影响的不同方面。GDP度量的是支付项目，而消费者剩余度量的是消费者的支付对象。这两种方法都包括生产者剩余。因此，其结果不能相加在一起。

虽然这两种方法都可以使用，并且已经在英国运用，但为了反映出频谱对国家的整体价值，适于采用一种以应用为基础的方法。GDP更适合于评估一个国家多种无线电使用的价值，或者比较各用户/服务，但是，消费者剩余能提供更详细的可用信息，例如在制定执照费或最低拍卖价格时。对这些方法的比较通常都集中在特定方法所依据的论据和假设的理论有效性上。但依据获取分析数据的难度和是否便于比较其结果和其他经济数据来评价这些方法会更加现实。

#### 3.2.4.1 GDP法的利弊

GDP法的优点是它能反映出无线电使用部门以及向该部门提供中间商品的集体影响。计算所需的信息可从公司的财务报告中获得。这些信息易于理解，可用于和其他表现为相同形态的其经济领域比较。这样，便于使用相同指标比较融资决策（或投资）。

GDP法的缺点在于未相应考虑更广的置换效应，而这些效应在多样化和灵活的经济中是值得考虑的。在极端情况下，如果考虑了所有置换效应，无线电使用对经济的净效益只等于无线电所带来的效益改善。但这种方法假设当前为无线电提供的资源可以很容易地被转移到其他经济领域。这不一定正确。此外，所预计的对GDP和就业率的贡献可能未包括相关企业效益改善所带来的间接改善（如移动电话用户更加方便联系业务和客户），从而造成更加保守的GDP预算。发生这种情况的程度将取决于无线电使用和原来企业（如无线电设备生产商、服务提供商、无线电使用企业）之间的关系以及业务种类（如广播、固定链路、专用移动无线电（PMR））。

#### 3.2.4.2 消费者与生产者剩余法的利弊

消费者与生产者剩余法的优点是它考虑到了更广置换效应的影响，反映了通过无线电提供某种服务所带来的效益以及最佳非无线电替代方法。另外，供需曲线可以直观地显示出某种无线电使用的成本和效益。

消费者与生产者剩余法的缺点是很难且很费时绘制出需求曲线。如果目的是度量整个经济体中所有无线电业务的消费者与生产者剩余，则必须为研究的每种服务绘制单独的需求曲线。这是一项很繁琐的工作。如果不能绘制出需求曲线，则必须使用基于各种假设的替代方法，这样可能会影响其结果。最后，消费者剩余不便于与GDP比较。

### 3.3 经济评估的可能应用

近年来，无线电通信技术的变化以及开发周期日益缩短的趋势增加了频谱管理者尽快做出哪些人和通过哪些技术使用频谱的决策的压力。除了无线电通信技术的这些变化外，因电信的自由化促进了无线电频谱需求的增长，进一步增大了这种压力。一方面频谱使用需求日益增长，另一方面频谱管理者又难以预测哪些竞争技术和应用将会取得成功并应接入频谱，使频谱管理过程更加复杂和耗时。这样可能阻碍投资，尤其在延迟提供频谱使用会影响到新业务的成功与否时。此外，随着需求增长，许多国家越来越难解决在实现高效的频谱使用和

寻找社会所需新业务的频谱方面等频谱管理问题。同时，因政府意识到在经济方面公共费用负担日益加重，它们加强了对各种政府活动融资的控制。

在传统上，无线电管理是以对这种有限资源的监管为基础。然而，由于存在频谱管理压力，尤其是提供充足频谱方面的困难会限制或有损竞争，或者抑制了无线电频谱资源的开发，有的主管部门已经不再采用严厉的监管方法，而是使用或正在考虑使用经济因素作为它们的频谱管理方法的一部分。

### 3.3.1 频谱管理活动融资申请

通过评估无线电使用所带来的经济利益，频谱管理者可向政府证明无线电通信并非一个独立自足的行业，而是与其他国家经济领域相互交织在一起的。通过将无线电对经济的贡献表现为经济形态，可将它放到有其他经济领域的环境中。这样也有助于显示频谱管理和无线电对经济的贡献之间的关联。

### 3.3.2 国家频率指配决策

除了标准技术与经营评估外，了解竞争性应用的经济与社会效益以及它们的提供方式可以为频谱管理者提供可用于帮助指配决策并改善无线电频谱利用的经济效益的信息。

经济效益分析的使用方式有多种。它能反映出推迟引入新业务的影响、各种业务的相对效益、引入更加高效的技术的经济效益以及将某一频段重新指配给一种新业务或技术时产生的效益。

显而易见，在做出指配决策时，技术和经营因素是至关重要的。如不能高效使用频谱，则不能最大限度地提高经济效益。对于某些指配决策，文化/社会方面是需要考虑的另一因素。但经济效益分析也在做出指配决策时起作用，因为在频谱管理决策不重视经济效益可能会大幅增加经济成本。

因此，无论是在国内还是在国际上，对指配决策进行经济效益分析的主要优点在于它能为优化无线电的经济贡献提供一种分析工具。目前，因存在方法上的困难，对利益分析的重视低于所作的承诺。如本报告所述，现在可使用某些估算经济效益的技术，以便于将其考虑在内。

### 3.3.3 国家频谱管理立法的修改

对于大多数主管部门来说，频谱管理规定都是通过立法制定。这样限制了频谱管理提供、执照颁发方式以及频谱管理机构从非政府组织获得的支持方面的变化。为了让政府认为有必要经常修改立法，需评估执行成本以及用户和政府所能获得的利益。

通过经济分析，可将无线电使用的经济效益和其他经济领域放在一起分析，并可能估算提议的法律修改所产生的经济效益方面的间接变化。此信息可让政府更加了解提议的立法的影响以及法律修改相对于频谱管理与更广泛经济的重要性。因此，在制定立法机构完成所提议的修改的时间表时可以使用到它。

### 3.3.4 对频谱管理者举行拍卖的支持

拍卖被普遍认为是测定频谱价值的最佳方法（有关拍卖的详细说明，见第2章）。但拍卖是否能取得成功要受到多种因素的影响，其中包括对拍卖的行政限制、对新业务运营或频率指配的行政限制，以及对新业务运营或频率指配的技术限制。这种技术限制包括来自国内或国际无线电源的干扰问题、覆盖面积等。

可通过经济分析对频率指配的价值进行初步评估。通过初步评估，可确定是否存在足够的频谱竞争、支持频谱管理者评估拍卖者的业务计划，或者提供拍卖的底价。

底价即所有者对商品定的最低价格。如果在竞拍过程中未超过底价，此价格可防止最高出价者在未经所有者同意的情况下赢得拍卖。底价通常基于商品估价的百分值，由拍卖行或这方面的专家提出。在许多拍卖中，尤其是古董和文物，一般都会采用底价。

### 3.3.5 通过经济评估监控长期经济实效

可通过定期评估无线电使用的经济效益而了解无线电使用的长期经济实效。监控这种绩效比单次评估更能了解无线电频谱的情况，可与许可数据一起使用，以反映出频谱使用的趋势和发展情况。在进行频谱管理决策（如频率指配、修改许可条件、引入新业务）时也可以使用这些信息，以便于评估频谱决策的影响，并根据需要修改其申请。通过这种方式可以矫正对用户的不利影响，并检讨或撤销无效决策。

例如，在英国，对1993/1994经济报告进行的追踪研究显示：相对于其他经济3%的贡献率，无线电对GDP的贡献每年增长11%。在这两年里，每星期的就业增加1000个工作岗位。无线电使用所带来的就业机会（见注1）增加了110 000个，达到410 000个，约增长36%。虽然，以前的研究中对就业数字的低估可能造成这种增长被夸大，但与同期相比，它为总体经济增加了485 000个就业机会。今后，这种经济实效研究将每半年进行一次。

注1 – 无线电使用带来的就业包括使用无线电但无线电并非其主要产品的行业或服务，如出租车公司。

## 3.4 影响效益的因素

本节中介绍了一系列影响因无线电使用产生的经济效益的因素。它不是要对其影响进行量化，而是旨在解释这些因素会怎样影响国家无线电通信基础设施，从而又影响经济效益值。

无线电通信基础设施是一个国家现在正在运营的所有无线电系统、频率划分、单个频率指配、任何必要的协调协议以及现有无线电技术中可使用的备用频谱容量的组合。

无线电使用带来的效益随投资水平、新业务和技术的使用和引进而增长。但是，投资越大，频谱开发程度越高，在相同频段引进新业务的灵活性就越小。增加频谱使用和保留足够多的频段以满足未来需求的要求自相矛盾，在它们之间取得平衡是一个日益困难的问题，尤其是在较低的频段，随着频谱接入需求增加，还会变得更加困难。下面的章节将介绍一些与基础设施相关的信息。应值得注意的是，它们同样适用于整个国家及其地区。

### 3.4.1 频率可用性

主管部门提供可用频谱的能力是决定它们所能实现的经济效益的主要因素。特定频率或频段的可用性可能影响到新无线电系统的实现成本、无线电系统的可行性以及可容纳的用户数。一个频率在约定的性能范围内能容纳的用户数越多，潜在的经济效益就越大。

频谱可用性与覆盖面积及所需带宽密切相关。覆盖面积越大，指定区域中的频率重用率就越低。所需信道带宽越宽，特定频段所能容纳的信道就越少，拒绝其他用户或使用的频谱就越多。覆盖面积由许多因素决定，如发射机功率、天线高度、天线方向图。缩小覆盖面积且改进天线方向图或站点屏蔽可提高频率的可用性。通过缩小覆盖面积，也可以减小这些发射拒绝其他用户使用的面积。

注1 – 拒绝其他用户的面积一般都大于覆盖面积。

### 3.4.1.1 适合性

提供新业务频谱不一定是找出一段空白频率的问题。除了不同频段设备成本差异和在传播考虑事项的影响（两者都可决定开展某项业务的经济可行性）外，有的业务和应用都有特定频段要求。例如，温度分布图绘制和气候监测都要求氧吸收线在60 GHz左右，而国际广播需要使用高频，这些业务都不能利用其他频率。此外，为某项业务选择的阶段可能影响系统的结构、实现成本和运营。因此，选择正确频段将决定其可行性，从而决定新业务的效益。

### 3.4.2 需求

一个国家的人口与工业决定了其对无线电业务的需求。除非对服务提供商有特定的要求（如在英国，有的广播公司和电话服务提供商有义务提供某些服务的全面覆盖），在全国开展各种商业性（即不是由国家融资）业务的可行性取决于需求水平。因此，一个国家的需求水平有可能是决定无线电使用最重要的因素。它和该国的地理情况一起决定了无线电通信基础设施形态。

虽然较大的人口数并不能保证各类无线电业务的生存力，但它一般都可为这些业务的引进提供需求。尽管大多数通信都是以人口中心或者就业区为基础，在人口相对较少的区域也可能有此需求，例如，主要运输路线不一定位于主要的人口中心。但一般都可以假设最大需求发生在人口密度最大与/或最具经济活力的区域。反之，人口密度越低，市场需求水平就越低，市场竞争就越少。这样会减少服务种类，从而提高特定服务的成本。

### 3.4.3 国家地理

一个国家的地理包括许多可能影响无线电使用效益的项目。其中包括国家的大小、地理形状、地形结构、协调距离内国家数量及其无线电通信基础设施。

这可以概括为：有许多近邻的国家更有可能需要协调它们的大部分无线电系统，所以也更有可能将其无线电通信基础设施安装在邻国的无线电通信基础设施的周围。邻国的基础设施越发达，在引进新业务时的困难就有可能越大。这对于人口密度较低，频谱需求少的国家来说并不是一个很大的问题。另一方面，大国有更大的自由规划某些频段上的业务，无需依靠协调。如果邻国较少，这种自由度会更大。由于可在其国界内任何地方无限接入频率，在特定频率的协调距离内没有邻国的国家在这方面更加便利。

对于本报告来说，地形结构包括山区、浓密林地和沙漠。结合国家其他地理与人口特征，这种地形结构有助于确定哪些频段最适合于特定的业务。

#### 3.4.3.1 地区差异与频谱拥挤

一个国家的地理与需求分布可影响到该国频谱的可用程度。一个国家的人口在全国范围内都分布均衡是不太可能的，人口会集中在数个不同大小的人口中心。事实上，这种集中对提供无线电业务是有利的，但是，需要注意的是，如果一个地区的需求水平与其面积不成比例，则会造成频谱可用性问题，最终导致频谱拥挤。对于频谱管理者来说，频谱拥挤是一个大问题，许多主管部门将其视为频谱价格结构中需要考虑的主要因素之一。下例将说明地区差异对频谱需求的影响。

在英国，大约有25%的人口居住在占总陆地面积7%的地区。这一地区包括两个世界上最繁忙的机场，并被世界上繁忙的船运航线包围。这种人口与工业的集中产生了对各种业务（如移动、固定、广播、卫星、无线电导航）的高需求，同时，因分隔距离短，这对频率重用造成诸多限制。此外，尽管是一个岛屿，但因邻近邻国，英国在许多频段都需要协调，并进一步限制频谱的可用性。随着来自新电信运营商的竞争加剧，公共移动电话业务大幅增

长，但这些业务的推出都是基于大人口中心以及与其连接的主要公路与铁路枢纽。因此，在英国有地方频谱短缺，而其他地方则不存在这样的问题。在英国东南部等地区，许多频段都存在拥挤，普遍短缺低于25 GHz的可用频谱。特别的是，在低于3 GHz的频段，存在移动业务频谱可用性的问题。因此，英国花大力气开发高于30 GHz的频段。

### 3.4.4 不同国家之间的差异

国家之间的差异与国内的差异相似，但其规模一般都更大，且有一些变体和附加因素。

#### 3.4.4.1 频率划分

国家之间最根本的差异在于各种业务的频率划分。在向《无线电规则》（RR）第5条脚注“国际电联地区”的国家划分不同频率和国家之间已经协调好的与《无线电规则》（RR）第5条个别不同之处，可以出现这些差异。国家之间的这些差异可能影响一次和二次划分。这些变化主要是影响频率可用性，应符合不同国家之间签署的协调协议的要求。

#### 3.4.4.2 监管方法与规划标准

频谱管理机构都应遵守各种法规要求，因此，有不同的监管方法。另外，各种因素因不同国家而异，包括频谱管理目的、目标、频率规划目标和运营要求。

### 3.4.5 比较国际收费水平时需考虑的因素

频谱费用数据库中含有许多国家的收费详细情况。在这方面，问题在于选择何种收费水平和是否可以直接使用它们，而无需任何修改，或者，“在其他情况都相同的条件下”，在应用之前应经过相应的移植。

在回答这个问题时，需对围绕特许经营的经济条件进行分析，并在此分析的基础上，列出在将数据库中国家中的某个国家征缴的费用移植到另一个国家之前需考虑因素的（非详尽）清单。

分析将仅限于那些通过行政方式设定并向获得频率使用授权的电信运营商（即领有执照的运营商）征收的费用的情况。

上述因素中有的可作为所述国家中开展授权运营业务经济条件的比较标准。通过这种比较，相关主管部门可掌握应如何以经济方式影响这种移植。

#### 3.4.5.1 收费依据及其经济影响

在大多数国家，无线电频谱都属于国家的公共领域范围之内，它的商业性使用即构成此领域内的私人占用。

因此，此类占用一般都需要缴纳以下费用：

- 一方面，须缴纳用于抵偿频谱管理的行政管理成本的计算管理费用（广义上，即规划、国内管理与监督费用）；
- 另一方面，需缴纳频率提供费用。此费用必须与接受者由此获得的利益成正比。

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。根据这一观点，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。

从经济和会计学的观点来看，运营商应缴纳频率使用费作为资源占用与/或运营成本。这些成本会使其净运营效益降低相应的量。

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意愿。

### 3.4.5.2 特许经营的经济条件

运营商的净运营效益包括营销商品与服务的总销售价格（营业额）和获得这些商品与服务的总成本（运营成本）之差。

勿庸讳言，许可经营的经济条件肯定会影响到营业额与经营费用，从而影响到运营商的净效益。

因此，运营条件对运营商越有利，它们应越愿意付费，反之亦然。

因此，需要分析和比较所在国的特许经营的经济条件。

这些考虑事项由以下因素决定。

#### a) 所在国的社会经济因素

要分析的因素包括：

- GDP或GDP/居民；
- 总人口或人口密度；
- 人口的地理分布（集中在几个地区、分散……）；
- 国家的大小、地势起伏（平原、山区……）和岛国性质。

#### b) 授权或所领执照的特征

应特别注意：

- 执照的有效期限；
- 经营条件的稳定性；
- 执照是否可以续期。

#### c) 获得授权的运营商的授权范围

在运营商授权范围内且会增加其运营成本的义务涉及：

- 经营地域范围；
- 服务质量；
- 参与提供普通服务；
- 参与电信领域研究和开发；
- 其他义务（对某些号码的免费呼叫、号码可携带性、……）。

#### d) 收费水平的比较/移植

下表中介绍了特许经营经济条件对运营商付费意愿的影响。

勿庸讳言，这些有助于提高营业额的因素会加强这种意愿，而那些增加经营成本的因素则会减弱这种意愿。

表 1  
比较或置换收费水平时可能要考虑的因素

所在国的社会经济因素	说明
GDP或GDP/居民	因潜在营业额随GDP增长而增长,运营商的付费倾向会随GDP增长而增长。 注:对销贸易体制的存在可能会导致计算的GDP低于实际GDP。
总人口或人口密度	因潜在营业额一般会随人口增长而增长,运营商的付费倾向会随人口增长而增长。
人口的地理分布(集中在几个地区、分散……)	因布网成本一般会随密度增长而减小,运营商的付费倾向会随密度增长而增长。
国家的大小、地势起伏(平原、山区……)和岛国性质	因布网成本一般会随国家大小和地势起伏等参数增大而增加,运营商的付费倾向会随这些参数增大而降低。
授权或所领执照的特征	
授权的有效期	因设备分期偿付可以得到更好的保证,最后的运营年份内的利润远比最初几年要丰厚得多,有效期越长,运营商的付费倾向就越高。
经营条件的稳定性	因经营条件的不稳定会造成运营商要保护自身以防止固有风险,经营条件的稳定性越高,运营商的付费倾向就越高。
授权的可续期性	这种因素的影响与有效期相似。
获得授权的运营商的授权范围	
经营地域范围	受权范围内的这类义务造成的运营成本增加与它们的强制程度成正比,并对运营商的付费倾向有相应的消极影响。 为了进行详细比较,需分析这类义务的强度程度,特别要注意以下方面: – 监管国际接入的条款,这些条款可能影响服务质量; – 如对某些用户提供免费服务等当地惯例/习惯的存在,这些惯例/习惯会降低运营效益。

### 3.5 小结

在某些主管部门进行的研究中，无线电通信的使用以及新业务的开发对国家经济的价值都用经济效益表示。在过去，因未认识到无线电通信对国家的经济贡献，且未掌握分析方法，所以未对其效益进行分析以获得与频谱管理相关的信息。本报告介绍了量化经济效益的技术，并能向频谱管理者提供以前不能获得的信息。在做出与频率指配相关的决策时可以予以这些信息，并用它们评估频谱管理决策的有效性。此外，也可使用经济效益分析论证频谱管理融资的合理性。有效的频谱管理对于保持无线电频谱接入以及无线电可为国家带来的利益至关重要。

## 第4章

# 有关制定频谱费用公式和体系的方法论的指导原则

### 4.1 公式推导

为了便于定价，需推导出能有效运算的公式。在推导这些公式时，建议主管部门就相应的技术参数和所要使用标准的定义征询无线电行业，例如，高度拥挤的地理地区和频段。频谱定价公式需公平、客观、透明和简单。这些公式务必简单，否则难于会运算和维护。征询也有助于保证这些参数适用于其业务和解决对高利用率地区定义的争议。因征询过程可让频谱定价程序的制定更具透明性，所以它对用户也很重要。

如果为了引入频谱定价机制需要开发新的软件，则需在其使用过程中对软件进行测试并培训员工。如果主管部门以前从未对频谱执照收费，这显得尤其重要。收费水平的设定对频谱定价机制的运作至关重要，在收费水平方面，对频谱使用程度高和使用程度低的地方应相应区别对待。

### 4.2 有关制定行政管理费用（或管理费）的指导原则

#### 4.2.1 遵守原则和一般方法

管理费应包括以下所有成本：

- 与频谱规划、管理和监控有关的活动的成本；
- 主管部门或频谱授权实体进行的活动的成本；
- 因频谱私人占用所产生的成本。

下文中的此类费用都统称为“管理成本”。管理职能包括与执照核发和频谱使用授权以及相应费用制定和征收有关的活动。管理成本由与上述活动对应的员工成本、运营成本、建筑物与设备成本（摊销）组成。例如，以下实体的大部分或小部分工作都频谱相关，因此在制定管理费时应考虑在内：频谱管理者、电信市场监管者、负责广播和电视的实体、广播、电视和电信的负责部门和外交部。收费水平一般是每年制定一次。如果频谱使用期限不足一年，则应按比例计算收费金额。如果它们达不到最低征缴率，则应按后者收费（最低征缴率是一个临界值。低于此临界值时收费成本将高于费用本身）。每年可征收的管理费总额应尽可能接近年度总管理成本。因此，为了便于分摊到所有指配或分配频率用户，需对年管理成本进行评估。可通过合适的成本核算机制较为准确地计算管理成本。在每个日历或财政年度的年末，如果付费金额和实际记录的管理成本之间存在的偏差不大，建议进行调整以接收这种偏差。为了在管理费用之间分配行政费用的数额，采用简单的分摊规则，并尽可能代表对各类缴费者所进行的管理工作。

#### 4.2.2 管理成本分摊规则 – 例1

年管理成本由须缴纳管理费的用户按其各自的营业额比例分摊。

因此，对于营业额为 $CA$ 的缴费者，当年的年管理费 $Ra$ 等于当年的管理成本与每名缴费者当年总营业额的乘积。

此规则的优点是简单，它对只运营一个专用无线电网络且其工业或商业活动营业额较大但与频域无关的缴费者来说尤为苛刻，因为他们必须缴纳比所提供的服务成本高得多的费用。

在不能执行第4.3节中所述的规则的情况下，可使用此规则。

#### 4.2.3 管理成本分摊规则 – 例2

管理成本应分别按划分给须缴纳管理费的用户的指配数和分配数比例分摊。在实践中，使用这种规则时，需计算出分别与指配频率的管理费金额（G）及所分配的1 MHz频段的管理费金额（G'）对应的两个参考币值。在计算G和G'时，对于指定年度，它应尽量接近以下公式：

$$\text{管理成本} = \text{全地域内指配的频率总数} * G + \text{全地域内分配的频率总数} * G' \quad (5bis)$$

例如，有50个指配频率和20 MHz的分配频率的缴费者将缴纳以下管理费Ra：

$$Ra = 50 * G + 20 * G' \quad (6)$$

在许多情况下，与频率分配相关的管理工作会大于与频率指配相关的管理工作。因此，建议在分摊管理成本时，即在计算G和G'时，应给频率划分一个更大的加权值，以将这种现象考虑在内。

通过使用合适成本核算机制可以很容易地确定G和G'的值。因所需的管理工作随指配频率数和划分给指定缴纳者的分配MHz数增加而增加，所以这种管理成本分摊规则的优点是能准确反映出所提供的服务。

### 4.3 有关制定频谱费的指导原则

可分五步计算频谱费<sup>3</sup>：

#### 4.3.1 制定频谱收费目标

##### 4.3.1.1 遵守原则和一般方法

频谱费制度应遵守上述经济原则。此外，在找出一套作为费用计算依据参数时，它还应考虑到现实原则。

##### 4.3.1.2 主管部门的预算目标

预算目标一般被表示为收费为国家带来的总收入额。在参考由主管部门确定的总收入额的同时，建议根据现在应用情况调整收费水平，以确保尽可能全面考虑到频谱收费的其他三个目标。

##### 4.3.1.3 对用于满足用户自身需要的频率收取的频谱费

##### 遵守原则和一般方法

在确定费用设定方式时，首先应考虑到上述因子。在提出费用计算依据时，建议在保证实现有效频谱管理和有效频率利用的目标的前提下，应尽可能少使用这些因子。建议使用简单的计算公式。在将计算依据合在一起时，非常适合于使用乘法公式根据所选因子计算收费水平。为了根据应用情况调整收费水平，建议按应用情况分别确定一个参考币值“k”，用现行货币表示。此“k”为上述乘法中的因子之一。

---

<sup>3</sup> NOZDRIN, V. [2003] 《频谱定价》，区域无线电通信研讨会，卢萨卡，2003年。

### 4.3.2 频谱需求评估

在本步中，为了确定某业务的频谱需求是否过大，需测试这些业务的需求。

### 4.3.3 频谱成本评估

频谱成本即频谱管理成本，包括频谱指配、清场、协调等因业务类型而定的其他成本。

### 4.3.4 选择费用计算方法

可从第2.3.4节中选择费用计算方法。

### 4.3.5 确定费用

主管部门应根据不同的经济与政治因素针对不同情况考虑本步骤。

## 4.4 费用计算公式示例

### 4.4.1 系数符号表示与定义

公式的示例中使用如下定义的系数计算收费金额：

- 系数“L”表示划分的带宽。
- 系数“bf”表示频谱中频率或划分频段的位置。实际上，表中已经列出各频段的对应“bf”系数值。
- 系数“a”表示通过分配赋予的频率使用授权。
- 系数“c”表示频率使用授权所覆盖的表面面积。一般而言，划分的指配频率所在表面与其中心的无线电台构成一个圆盘状。如果电台天线为全向天线，圆盘半径等于指配频率可以使用的最大距离；如果为定向天线，则等于与天线的角宽度对应的圆盘部分。实际上，表中已经列出了此该表面值对应的系数“c”值。这类表格的优点是可以校正很大范围的费用金额。这些费用金额可通过直接考虑划分表面的面积即可求出。
- 系数“k1”“k2”“k3”和“k4”是只适用于当前应用的参考货币价值。在设置这些值时，应优先考虑实现由主管部门设定的预算目标，而不会与主管部门有关国家发展和开展新业务的目标发生冲突。

### 4.4.2 对点对点固定业务频率指配征收的费用

以下公式可用于计算频谱费的年额 $Rs$ ：

$$Rs = L * bf * k1 \quad (7)$$

### 4.4.3 对点对点固定业务频率分配征收的费用

以下公式可用于计算频谱费的年额 $Rs$ ：

$$Rs = L * bf * a * c * k1 \quad (8)$$

其中“c”为频率分配所覆盖的表面积和国土总表面积之比。

#### 4.4.4 对固定业务内无线本地回路频率分配征收的费用

以下公式可用于计算频谱费的年额 $Rs$ :

$$Rs = L * bf * a * c * k2 \quad (9)$$

其中“c”为频率分配所覆盖的表面积和国土总表面积之比。

#### 4.4.5 对固定或卫星移动业务中地面电台频率指配征收的费用

以下公式可用于计算频谱费的年额 $Rs$ :

$$Rs = L * bf * k3 \quad (10)$$

#### 4.4.6 对固定或卫星移动业务中频率分配征收的费用

以下公式可用于计算频谱费的年额 $Rs$ :

$$Rs = L * bf * k3 * a \quad (11)$$

#### 4.4.7 对卫星移动业务中专用网络频率指配征收的费用

以下公式可用于计算频谱费的年额 $Rs$ :

$$Rs = L * bf * c * k4 \quad (12)$$

#### 4.4.8 哥伦比亚共和国提供的费用计算实例

见第5.2.13节。

### 4.5 对提供或营销适合于消费者市场的业务时所用频率征收的频率费

#### 4.5.1 遵守原则和一般方法

一般来说，对上述频率征收的费用都会构成国家通过与频谱相关的收费获取的预算收入中的一大部分。为了反映从这部分额外租金所获得的收入，需考虑各种因素，如执照所覆盖的人口、与执照有关的地区部分或因提供或营销这些业务而产生的营业额。营业额是额外租金中的最具代表性的因素。如果使用营业额计算费用，则建议对其范围和内容予以明确界定。

#### 4.5.2 对2G移动业务收费示例

以下公式可用于计算频谱费的年额 $Rs$ :

$$Rs = F + t\% * CA \quad (13)$$

式中:

F: 代表每年要缴纳的固定费用额。其金额与划分给2G服务运营商的总带宽成正比

CA: 代表运营商当年与2G移动业务所用频率有关的营业额

$t\%$ : 代表对运营商的营业额征收的百分比。主管部门所采用的 $t\%$ 一般为1%或接近于1%。

#### 4.5.3 对3G移动业务收费示例

以下公式可用于计算频谱费的年额 $Rs$ :

$$Rs = t\% * CA \quad (14)$$

式中:

CA: 代表运营商当年与3G移动业务所用频率有关的营业额

$t\%$ : 代表对运营商的营业额征收的百分比。

在此年费的基础上还增加了“入场卷”，须在颁发执照时缴纳。“入场卷”的费用额可与划分的带宽成一定比例，应参考第[23]节设定，以避免妨碍新入行者的布网。

#### 4.5.4 对固定无线本地回路业务收费的另一示例

以下公式可用于计算频谱费的年额 $Rs$ :

$$Rs = t\% * CA \quad (15)$$

式中:

CA: 代表运营商当年与固定无线本地回路业务所用频率有关的营业额

$t\%$ : 代表对运营商的营业额征收的百分比。

在此年费的基础上还增加了“入场卷”，须在颁发执照时缴纳。“入场卷”的费用额可与划分的带宽成一定比例，应参考“入场卷”设定，以避免妨碍新入行者的布网。

#### 4.5.5 对电视节目制作商收费示例

以下公式可用于计算频谱费的年额 $Rs$ :

$$Rs = F + t\% * CA \quad (16)$$

式中:

F: 代表每年要缴纳的固定费用额。此费用额可与划分给运营商用于广播用途的总带宽成一定比例

CA: 代表运营商当年从广告收入以及捐赠和按次付费电视收入所产生的营业额

$t\%$ : 代表对运营商的营业额征收的百分比。

### 4.6 计算执照费用的分析模型（基于用于促进频谱有效利用的指定奖励）

本模型是2000年在曼谷进行的“电信发展局亚太频谱批准与特许项目”的框架内开发的。此项研究的重点是特定的频谱费计算方法。该模型源于以下概念基础：很有必要对频谱进行定价，并且频谱资源定价所反映的应不仅仅是行政管理的便利性。这一观点从参加上述

项目中东南亚国家数据搜集和政策审议的主管部门的观点得到了加强。如需了解详细情况,请访问国际电联的网站:

[http://www.itu.int/ITU-D/tech/spectrum\\_management/docs/MODEL\\_FULL.pdf](http://www.itu.int/ITU-D/tech/spectrum_management/docs/MODEL_FULL.pdf)

此模型之所以重要,是因为它能给主管部门提供一款基于有形标准计算频谱费的实用工具。事实上,它属于行政奖励定价法的范畴。它采用大多数普遍的行政奖励法的方式,它不仅能灵活应用各种定价输入标准,而且还可对这些标准加权以反映出某些频谱利用变量的重要性。它也可以用于修改不同频谱应用之间的定价,从而考虑到频谱的潜在稀缺性。

此模型虽然对于人工计算来说很复杂,但最适用于自动化国家频谱管理系统。可根据模型自定义相关的软件,自动完成其他所有计算,无需系统操作人员参与。第5.2.6节中介绍了吉尔吉斯斯坦共和国主管部门的类似经验。

#### 4.6.1 模型的一般用途

此模型旨在提高频谱利用率。它适合于一视同仁地为各类用户接入频谱,鼓励使用较不拥挤(尤其是较高的)频段,鼓励在全国范围内协调发展无线电通信业务,并收回频谱管理成本。它包括考虑频谱管理和监控设施的分期开发与/或维护,以及对国家电信主管部门花费的补偿,包括它在国际电联中的国际活动。

此模型使用基于以下基本要素的定价公式计算每个无线电发射电台频谱使用应缴纳的年费:

- 三维无线电频率一空间一时间资源(见注1),即国家所使用的频谱资源,代表适用于所有频率指配的通用频谱价值,储存在国家频谱管理数据库中,按年计算。
- 对于各个频率指配,其频谱价值由发射所占用的频段乘以发射所占用的面积(由发射机的功率、高度以及天线的方向等决定),再乘以发射机根据相关执照条件以此发射功率工作的时间。第4.6.5节中介绍了相关假设和标准。
- 频谱管理的年管理成本,包括考虑频谱管理和监控设施的分期开发与/或维护,以及对国家电信主管部门花费的补偿。
- 从以上数值中算出的频谱资源单位的平均价格。
- 用所用频谱资源的实际价值计算的特定用户的年费。

注1 – 为了简单并考虑到通常只能通过电台地域分隔提供频谱共用条件,使用本模型时,空间(三维)资源可用国土(二维)资源表示。

在公式中需输入多个奖励加权因子。因此,频谱价格或费用不仅取决于有关的占用带宽和覆盖区域值,而且取决于分时条件、电台的地理位置、经济发展水平或覆盖地区的人口密度、社会因素、专用性、无线电业务种类、频谱就业以及无线电监控和进行处罚的复杂性等运营因素。

使用此模型,用户可随时计算出他的频谱年费额,并使它对所有用户都透明、开放。因此,如果用户使用更大的带宽和服务区,在人口更多的地区运营,或者经济更加发达的地区,或者在更加拥挤的频段全时段运营,则应缴纳更多费用。

因此,这种方法可以鼓励更高效地利用频谱,激励用户使用更加现代的设备和在新的更高频段上运营。它还鼓励尽可能和其他用户一起使用分时时段,避免预留出过大的发动机功率和天线高度,并支持其覆盖扩大到农村和边远地区。

#### 4.6.2 模型构成步骤

建议的频谱付费算法包括如下步骤：

- 计算国家每年在管理实际使用的频谱资源主的支出，并计算每年对所有频谱资源的付费公值；
- 计算各无线电台年使用的频谱资源值，并通过求和，计算出国家频谱管理数据库中注册的所有电台所使用的频谱资源值；
- 计算频谱资源的单位价格；
- 在兼顾区别对待和一视同仁的基础上，计算特定用户的年缴费额，使用所用频谱资源的实际价值计算。

上面每个步骤都在下文中详细说明。

#### 4.6.3 模型开发的一般原则

需要强调的是，下面的所有特定系数的数量和值仅供参考。它们以现有数据和专家对在东南亚国家应用的估算为依据。各国家电信主管部门都可选择其他数值，并增加其他能反映其特定需求和经验的系数。除非另有明确说明，否则所有系数值都可以是整数，也可以是分数。

此模型适用于可使用某些重要参数（主要是服务区或占用区）的简化计算方法的情况（并且它们在频率指配中占多数）。

在计算费用时，如果制定用于保证同一组别（按无线电业务或其特定应用）内所有用户受到公平对待的一般程序远比获得技术参数计算的高精确度更加重要时，也可以选择此方法。

通过拒绝其他发射机（而非通信用发射机）在特定地域（ITU-R SM.1046-2建议书）范围内某频段中工作，发射机和接收机都会占用特定的频谱资源。基于这一普遍原理，此模型可用于计算当接收机以及用户需要防止接收机受到干扰，并且此接收机已经在国家频率指配数据库注册时的情况。

ITU-R SM.1046-2建议书附件1中也为主管部门提供了一些降低计算精度的简化计算步骤，或者提高计算精度的复杂化计算步骤的方案。

如果某些新无线电系统的服务区或占用频段计算非常复杂，并且这些系统尚未最终确定下来（扩展频谱系统、使用LEO、MEO等的卫星移动通信），则可以延期再计算，并继续使用固定执照费制度。

#### 4.6.4 国家频谱管理支出与收入

本节中提供了考虑国家或主管部门频谱管理成本的框架。

向所有用户收取的频谱资源年费总额 $C_{an}$ ，可表示为：

$$C_{an}=C_1+C_2-I_{an} \quad (\text{国家货币单位}) \quad (17)$$

式中：

$C_1$ ： 为弥补国家在所有国内和国际频谱管理活动中的支出所需的部分金额；

$C_2$ ： 国家的纯收入；如适用

$I_{an}$ : 年无线电通信检查费总额, 如适用。

如果主管部门对检查和审查活动（审查频谱指配申请表、在安装后投入使用之前检查无线电台、检查无线电安装是否符合执照条件的系统检查等）单独征收附加总税，则使用最后一项。可基于上一年度的数据假设当年的此数值。

可将 $C_1$ 和 $C_2$ 项再分为以下附加要素：

$$C_1 = C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14} \quad (18)$$

式中：

- $C_{11}$ : 使用频谱管理系统设施和设备进行购买和有效运作所需的资金, 包括无线电监控设备、探向器、监控电台以及国家频谱管理数据库用电脑和软件、检查目的的设备、材料、建筑物摊销、构筑物、运输车辆等。
- $C_{12}$ : 为了进行辅助性科研而购置科学与运营文献资料、国际标准和建议书所需的资金, 为支持频谱指配过程而进行电磁兼容性分析所需资金等。
- $C_{13}$ : 国家电信主管部门在国际电联无线电通信部门内部进行有效的活动以及履行与地面和卫星无线电业务等有关双边和多边频率协调义务所需的资金。
- $C_{14}$ : 频谱管理员工工资。

$C_{11} - C_{14}$ 中未包括税收。

系数 $C_2$ 可用以下公式表示：

$$C_2 = C_{21} + C_{22} \quad (19)$$

式中：

- $C_{21}$ : 向国家频谱管理机构收入征收的税金以及此机构从市场上购买的设备、软件、材料等成本中包括的税金;
- $C_{22}$ : 直接列入国家预算的频谱使用附加费。

为了鼓励更快地发展无线电通信业务以支持国家的经济发展, 有的国家不会征收这类附加费用。公式(17)和(19)未考虑国家通过从经营活动与频谱资源使用（例如, 移动通信运营商收入收税）有关的电信运营商收入收税的形式从所用频谱资源所获得的间接收入。国家通常都会收取这部分收入, 并且经常高于 $C_{22}$ 的合理值。同时, 虽然这些税收是间接收入, 但它们也是国家从所用频谱所获取的收入。

本质上,  $C_{22}$ 是为使用频谱而向国家支付的一种预付费。许多电信运营商, 尤其是在发展中国家, 并不能立即支付这样一笔庞大的费用, 并且, 这样可能阻碍发展。

提供经济奖励的一项比较好的措施是将 $C_{22}$ 部分减至最小, 以便电信运营商能尽快开始提供服务。国家很容易地从电信运营商的经营活动中补偿 $C_{22}$ 部分的损失。

因此, 为了能快速发展国内电信与信息业务, 并对电信运营商提供经济奖励, 应将频谱费保持在最低的必需值, 以弥补国家频谱管理的成本。主管部门还可向频谱应用执照收费, 对运营商收入征税也可以补偿放弃的这部分收益, 特别是在分别对待频谱费和特许的情况下。

#### 4.6.5 计算所用频谱资源的价值

通过公式(17)-(19)可计算出代表一个所使用的全部频谱资源的累积年支出和收入。第二步是计算每个用户所使用的频谱资源价值，再计算所有用户所使用的频谱资源价值。使用与国家频谱管理数据库中各频率指配有关的数据可以计算出这些值。

建议的方法如下。

对于第*i*个频谱指配（从其国家数据库中的总量*n*中），频谱资源的三维值，用*W<sub>i</sub>*表示，用以下公式计算：

$$W_i = \alpha_i \cdot \beta_i \cdot (F_i \cdot S_i \cdot T_i) \quad (20)$$

式中，对于第*i*个频谱指配：

*F<sub>i</sub>*： 频率资源；

*S<sub>i</sub>*： 国土资源；

*T<sub>i</sub>*： 时间资源；

*α<sub>i</sub>*： 考虑了商业、社会和经营等如下各种加权因子的总系数；

*β<sub>i</sub>*： 决定如下频率指配专用性的加权系数。

我们按逆序考虑公式（20）中的各项。

#### 4.6.6 计算发射所占用时间资源

第*i*次发射所占时间资源*T<sub>i</sub>*计算方法如下：

$$T_i \leq 1 \text{ (年)} \quad (21)$$

对于每次频率指配，*T<sub>i</sub>*代表与一年相关的时间段，可用上述方法或其他方法计算。在此时间段内，无线电发射机按照相关执照中的条款工作。对于广播或PMR业务，它也可以为一天中的一个时间段，对于季节性运营，如探险、农业活动等，可为一年中的一个时间段。

例如，如果某电视发射机根据其执照条件全年每天只工作16小时，则*T<sub>i</sub>* = 16/24 = 0.67年。如果另一台发射机（例如，用于地质勘探的高频发射机）根据其执照条件每年只能工作总共3个月，则*T<sub>i</sub>* = 3/12 = 0.35年。

显然，对于永久工作的发射机，如微波（RRL）发射机（如果执照中未明确说明，则通常不考虑为进行维护而短暂地停机），*T<sub>i</sub>* = 1年。最后这种情况通常对于国家频谱管理数据库中的大多数频率指配来说比较典型。申请和许可这种方式最为常见。

#### 4.6.7 计算发射所用国土资源

第*i*次发射所使用的国土资源*S<sub>i</sub>*用如下公式计算：

$$S_i = b_{ij} \cdot s_i \text{ (km}^2\text{)} \quad 1 \leq j \leq m \quad (22)$$

式中：

*S<sub>i</sub>*： 根据某些标准，发射实际占地（覆盖）面积（km<sup>2</sup>）；

*b<sub>ij</sub>*： 取决于第*j*类发射实际占地面积的加权系数；

*m*： 分类数。

国家电信主管部门应设定分类数*m*以及加权系数*b<sub>j</sub>*的相关值。这些分类能考虑到一个国家各地区的人口密度与/或经济（工业与/或农业）发展水平。它代表一种无线电通信和广播运营商吸引力的衡量指标。分类还可以分成城市和农村地区、内陆和沿海地区、大陆和岛屿地区。此外，还可以包括定居类型和永久或暂住居民数。

表2中为说明性示例。

表2

考虑了一个国家各地区人口密度（经济发展水平）的加权系数示例

	说明	<i>b<sub>j</sub></i>
1	对于无线电通信和广播运营商来说，人口越少与/或经济发展水平越低的地区（沙漠、高山、密林等）通常吸引力也越小	0.1
2- <i>j</i> -...	有多个中间和递增人口密度/与或经济发展指标等级的地区	0.2-0.9
...	人口最多与/或经济最发达的地区（首都地区、主要工业与/或农业地区等）对无线电通信和广播运营商最具吸引力	1

城市与城区型住所

...	有10 000到50 000居民的人口	1.2
...	有50 000到100 000居民的人口	1.5
<i>m</i> -2	有100 000到500 000居民的人口	2.0
<i>m</i> -1	有500 000到1 000 000居民的人口	3.0
<i>m</i>	有超过1 000 000居民的人口	4.0

基于相关服务区的概念（及其有关点到点通信的对等概念），可根据其边界额定可用磁场强度*E<sub>n</sub>*标准为第*i*次发射单独计算出发射*s<sub>i</sub>*的实际占地面积。如果第*i*次发射实际占地包括属于上述不同分类的*K*地区，则可以用以下公式计算相关国土资源*ΣS<sub>i</sub>*：

$$\Sigma S_i = \sum_{k=1}^K b_{ik} \cdot \Delta s_{ik} \quad (23)$$

式中：

*b<sub>ik</sub>*： 第*q*类地区的相关加权系数；

*s<sub>ik</sub>*： 整个占用地区*s<sub>i</sub>*的相关比例；

即：

$$s_i = \sum_{k=1}^K \Delta s_{ik} \quad 1 \leq k \leq 3 \quad (\text{通常})$$

还例举了计算各种情况比例值 $s_{ik}$ 的示例。如果主管部门将数字行政地形数据库与相关频率指配软件关联，则可使用软件自动进行 $\sum S_i$ 的计算。

#### 4.6.8 计算发射所用频率资源

可用以下公式计算第*i*次发射所使用的频率资源 $F_i$ :

$$F_i = \chi B_{ni} \quad \text{MHz} \quad (24)$$

式中:

- $B_{ni}$ : 发射必要带宽 (MHz)，根据ITU-R SM.1138-2建议书计算，考虑到发射占用带宽应等于其所需的带宽 (ITU-R SM.328-11建议书)；
- $\chi$ : 例如，在有的情况下，可通过调整 ( $0 \leq \chi \leq 1$ ) 减小在相同发射机功率下因必要带宽的显着差异而产生的声音与电视广播之间的巨大费用差异。它也可用于雷达应用情况 (见下面的计算示例) 等。

#### 4.6.9 计算加权系数

公式 (20) 中的一般加权系数 $\alpha_i$ 可表示为以下分系数的乘积:

$$\alpha_i = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \quad (25)$$

式中:

- $\alpha_1$ : 考虑所用频谱范围的商业价值
- $\alpha_2$ : 考虑社会因素
- $\alpha_3$ : 考虑发射机位置特点
- $\alpha_4$ : 考虑频谱管理职能的复杂性
- $\alpha_5$ : 主管部门可用于反映其特定需求的其他系数。

表3中为这些系数值的说明性示例。

表3  
不同业务系数表

业务\ $\alpha_1$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$		$\alpha_4$
			城市	乡村	
高于1 GHz的范围内的无线电中继线路	0.1	0.1	1	0.1	0.2
低于1 GHz的范围内的无线电中继线路	0.4	0.2	1	0.1	0.2
米范围内的电视 (MW TV)	1	0.1	1	0.1	1
分米范围内的电视 (DMWTV)	1	0.2	1	0.1	1
VHF声音广播	2.4	1	1	0.1	1
LF – HF广播	1	1	1	0.1	0.8

表3 (结束)

业务\alpha_1	\alpha_1	\alpha_2	\alpha_3		\alpha_4
			城市	乡村	
HF无线电通信	2.6	1.2	1	0.1	0.8
中继	2.4	1.2	1	0.1	1
蜂窝式无线电	3	1.2	1	0.1	1
寻呼	3.5	1.2	1	0.1	1
PMR通信	2	1.2	1	0.1	1
CB范围内的无线电通信	0.1	0.2	1	0.1	0.2
无线电定位	0.1	0.02	1	0.1	0.2
航空无线电通信与导航	0.1	0.2	1	0.1	0.8
水上无线电通信	1	0.2	1	0.1	1
FSS地面电台	4	0.2	1	0.1	0.2
包括馈定链路在内的其他卫星业务用地面电台	1.4	0.1	1	0.1	0.2

系数 $\alpha_1$ 基本由两个因素决定：

- 无线电业务的商业价值。此因素关系到用户和运营商为获得提供服务或使用特定频率上的服务的权利的付款意愿。
- 使用较不拥挤（通常为较高）的频段的必要性。在获得经验或技术发生变化后，可将有的无线电业务移至较高的频率，从而减少较低频段的负担。这是一种鼓励使用较高频段的经济杠杆。

系数 $\alpha_2$ 考虑了社会因素。对于存在各个群体的人口至关重要的无线电业务，包括最贫困人口，此系数的值较小，能反映出代表主管部门的真正社会价值或义务。

例如，对于高于1 GHz、提供长途通信的电台，以及电视广播，系数 $\alpha_2$ 的值较小，对于蜂窝通信，系数 $\alpha_2$ 的值较大。

系数 $\alpha_3$ 考虑了在城市和乡村条件下站点位置特点。在人口密度低、收入水平低的乡村条件下，通信业务的商业价值也较低，同时提供这些业务的技术成本较高。因此，为了支持电信运营商和业务，并鼓励无线电通信业务的发展，系数 $\alpha_3$ 可较小，在城区，此系数可大很多。

系数 $\alpha_4$ 由行使的频谱管理职能的复杂性决定。此系数通常对移动业务最高。因需要用它来对移动目标执行无线电定位功能。同样，对于电视广播，则需要用它以较高的精确度计算多个相关参数。

公式(20)中的另一加权系数是 $\beta_i$ 。此系数决定了频率指配的专用性。如果频谱的指定站点是专用的，则 $\beta_i=1$ 。可共用时， $\beta_i$ 根据共用条件在从0到1的范围内存在变化。共用可以地域分隔为基础，造成实际服务区等减小。

#### 4.6.10 计算所用频谱资源的全部价值

因此，在加权系数 $b_j$ 、 $\alpha_i$ 和 $\beta_i$ 的帮助下，通过公式（20）可计算出（考虑到各种因素）每次频率指配实际使用的频谱资源 $W_i$ 。然后可通过以下公式计算出该国所使用的频谱资源 $W$ 的全部价值：

$$W = \sum_{j=1}^n W_j \quad (\text{MHz} \cdot \text{km}^2 \cdot \text{1年}) \quad (26)$$

式中：

$W_i$ ： 第 $i$ 次频率指配所使用的频谱资源；

$n$ ： 在国家频谱管理数据库中注册的频率指配总数。

#### 4.6.11 合格单位的所用频谱资源价格

根据公式(17)-(19)，可计算出从全部或部分频谱资源的用户中收取的年费总额。对于移动蜂窝式或广播等综合或单项业务的所有用户，都可以计算其年费总额。根据公式(20)-(26)，可计算国内每年使用的频谱资源的全部价值。

然后可计算合格单位的频谱资源的价格 $\Delta C_{an}$ ：

$$\Delta C_{an} = L(C_{an}/W) \quad \text{国家货币单位/ (MHz} \cdot \text{km}^2 \cdot \text{1年}) \quad (27)$$

式中：

$L$ ： 考虑了该国下一财政年度可能的价格/成本变化的调整系数。

#### 4.6.12 特定频率指配的年费

使用公式（27）可计算出合格单位的频谱资源的价格 $\Delta C_{an}$ 。通过公式（20）可计算出第 $i$ 次频率指配所用频谱资源 $W_i$ 的价值。在此基础上，可用以下公式计算此次频率指配的指定频谱用户的年缴费额 $C_i$ ：

$$C_i = \Delta C_{an} \cdot W_i \quad (28)$$

如果某无线电通信运营商获得多次频率指配，每次指配的费用都用上述公式计算，则应相对于所有运营商的频率指配求出它们的和。

### 4.7 不同无线电业务所用频谱资源的计算步骤和示例

用于计算频谱费的公式通常可反映出与业务直接相关的某些特性。例如，业务类型、带宽和频段等一些基本参数。此外，还应纳入一些其它参数，例如距离因子可用于促进根据传播特性合理使用频段。另一个可纳入的便利参数是能够反映出资源机会成本的拥塞因子。

此外，在计算费用时，更加重要的是要制定出一般程序以保证属于同一组别（按无线电业务或其特定应用）的所有用户受到公平对待，而不是追求技术参数计算的高精确度。

但是，根据自动化频谱管理系统可用性的差异（见ITU-R SM.1370建议书），相关主管部门为实现促进高效使用频谱的目标，可在公式内纳入能够提高效率并体现机会成本的频谱费计算因子。例如，为降低某些业务和频段的拥塞，相关主管部门可在频谱费公式中加入一个因子，以减少用户的需求。这种做法可促进更好地使用拥塞程度较轻的其它频段位置。另

一种方案是考虑到链路的距离。与此类似，公式中的此类参数旨在通过价格因素促进合理使用特定频段。

尽管有可能在频谱费计算公式中加入上述内容，但对于指定的执照费计算模型，有多种简单的计算方法可以推荐。在使用预先计算好的图表而非复杂的公式时应给定其主要方向。对于最困难的情况（高频广播、卫星通信等），可使用从相关执照申请表中直接获得，或者经提出特定要求从运营商处获得的数值代替服务区、固定无线电链路长度等的计算。

另一种常用方法是估算一个国内的业务或占用地域。对于水上业务，可使用国家海洋经济边界的概念（通常是200 英里，即360 km）。

对于包括供附近和室内运营使用的微型和微微型基站等许多基站的蜂窝式移动无线电通信系统，根据各基站的服务区进行计算会太耗时。因此，在这种情况下，可使用相关蜂窝状网络的总服务区和为基站—移动和移动—基站通信指配的总频段计算整个网络所使用的频谱资源。

建议根据国际电联无线电通信部门（ITU-R）内频率与轨道指配的协调和通信过程中所达成一致的协调距离计算卫星通信系统地面电台占用面积。如果不知道此距离，则建议对卫星小站（VSAT）使用350 km的通用协调距离，其他电台则使用750 km的协调距离。在某些情况下，也可以使用主管部门和运营商之间约定的数值。

如上所述，此模型也适用于用户提出特殊干扰防护要求的接收机。在计算相关的费用时，根据接收机和发射机的互易性原则，可使用标准功率和天线的发射机（其有效高度、增益和方向都与接收机一致）代替接收机。对于这套参数，可根据下述相关无线电业务及其应用的程序计算相关频谱资源和无线电执照费。

需指出的是主管部门可根据特定条件和能力决定简化某些建议的计算步骤。特别是，它无需将服务/占用区再分为属于不同执照费类别的不同区，而只要使用与最大服务/占用区对应的一个类别。它还无需计算有效天线高度等。

#### 4.7.1 VHF/UHF声音与电视无线电广播计算步骤

##### a) 服务区半径计算

如果没有可提供精准自动计算的数字化地形图设施和计算机化传播与频率规划模型，建议使用以下简化方法计算服务区。此程序主要依据的是ITU-R P.1546-4建议书中的规定。此建议书中介绍了传播曲线以及使用它们计算磁场强度达到ITU-R BT.417-5建议书中采用的最小特定值时的距离的程序。

ITU-R P.1546-4建议书中的传播曲线将单位为dB ( $\mu$ V/m) 的甚高频和超高频磁场强度值表示为各项参数的函数，指的是陆上路径。这些传播曲线假设半波偶极子发射的发射机功率为1 kW，代表在50%的位置处工作50%的时间时超过的磁场强度值。这些磁场强度值通常用于服务区的计算。它们也对于不同的发射天线高度和10 m的接收天线高度。对于不同的有效高度值，可使用与真实值正上方和下方的有效高度对应的两条曲线之间的线性插值。

发射天线的有效高度取发射天线的有效高度  $h_{ef}$  应为在接收机方向高于距离发射机3到15 km范围内平均地面标高的高度。(b)中列出了服务区半径计算中所要使用的  $h_{ef}$  的计算步骤。

使用服务区边界上的最低可用磁场强度值  $E_{mu}$  可计算出服务区。服务区通常用于频率规划用途，如表3所列。

表5到10中列出了在不同有效辐射功率 (e.r.p.)  $P_e$  值、有效发射天线高度  $h_{ef}$  值、表4中所列的最小可用磁场强度  $E_{mu}$  值的情况下从图2和3中曲线中获得的服务区半径  $R$  值。根据ITU-R P.1546-4建议书附件5将磁场强度作为频率函数进行内插和外插。表格标题中列出用于重新计算的特定频率  $f_c$ 。按广播用标准有效天线高度进行计算。

表4  
最小可用磁场强度  $E_{mu}$  值

频段	低于 76 MHz (电视)	76-108 MHz (电视)	108-230 MHz (电视)	230- 582 MHz (电视)	高于 528 MHz (电视)	低于 108 MHz (声音)
$E_{mu}$ (dB ( $\mu$ V/m))	48	52	55	65	70	54

有效辐射功率可通过以下公式计算：

$$P_e = P + G_t + \eta \quad \text{dBW} \quad (29)$$

式中：

- $P$ : 发射机功率 (dBW)；  
 $G_t$ : 相对于半波偶极子的天线增益 (dB)；  
 $\eta$ : 馈电损耗 (dB)。

在使用给定的执照费计算模型时，建议在所有情况下都取  $\eta = 0$ 。

需注意的是，在大功率和小天线高度情况下，尤其对于较低的频率，计算的服务区半径都会大于到无线电地平线的距离。如果在无线电地平线以外的地方服务质量明显降低，则说明未有效地使用了太大的发射机功率。小于服务区的半径时，到无线电地平线的相对距离如表5到表7单元格中的第二个数字所示。

对于属于30 dBW (1 kW等于30 dBW) 的行，在未改变尺度的情况下，图2和3中的数据对应表6和表7中的数据。例如，在表6到9中的相关行中加粗显示了与这些图中曲线上的点对应并且可沿横坐标轴读取的距离。

图2  
30-300 MHz频段的传播曲线

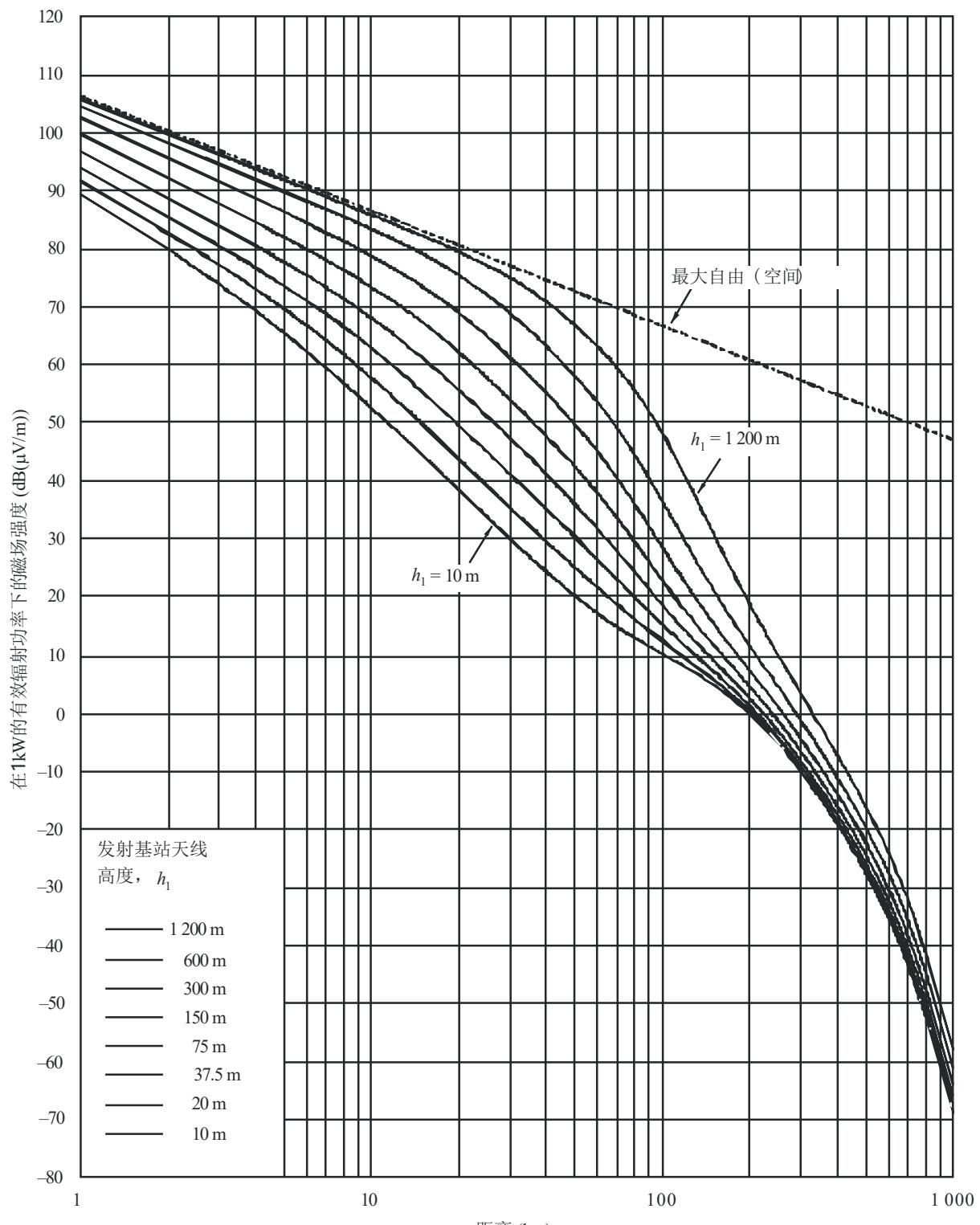


图3  
300-1 000 MHz频段的传播曲线

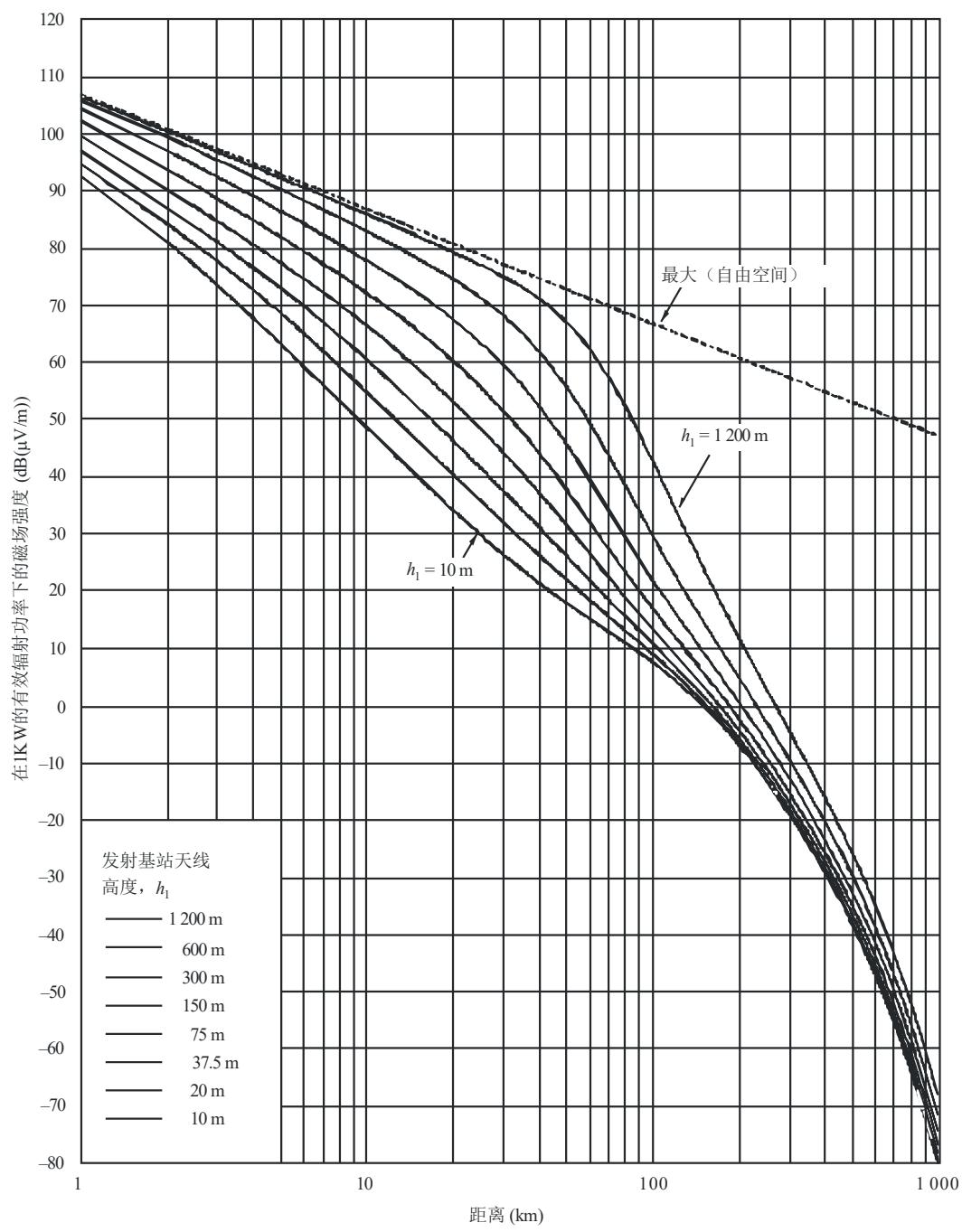


表5

低于76 MHz的电视服务区半径 (km)

 $E_{mu} = 48 \text{ dB} (\mu\text{V/m})$ ,  $f_c = 70 \text{ MHz}$ 

$h_{ef}$ (m) $P_{ef}$ (dBW)	30	50	75	100	150	200	250	300	350	400	500
15.0	9	12	14	16	20	23	26	28	31	33	37
20.0	12	15	18	21	25	29	33	36	39	42	47
25.0	16	20	24	27	33	37	42	45	49	53	58
30.0	20	25	30	34	41	47	52	56	60	64	70
35.0	26	32	38	43	51	58	63	68	72	76	82
40.0	33	41	48	54	63	70	75	79	84	88	95
43.0	38/36	47/42	55/49	61/54	70/63	77/71	83/78	87/84	92/90	96/95	103
46.0	44/36	54/42	63/49	69/54	78/63	85/71	91/78	95/84	100/90	104/95	112/105
50.0	54/36	65/42	73/49	80/54	89/63	97/71	102/78	107/84	112/90	117/95	124/105
55.0	69/36	80/42	89/49	96/54	105/63	113/71	119/78	124/84	130/90	135/95	143/105
60.0	88/36	100/42	108/49	115/54	125/63	134/71	140/78	145/84	152/90	157/95	166/105

表6

76-108 MHz的电视服务区半径 (km)

 $E_{mu} = 52 \text{ dB} (\mu\text{V/m})$ ,  $f_c = 100 \text{ MHz}$ 

$h_{ef}$ (m) $P_{ef}$ (dBW)	30	50	75	100	150	200	250	300	350	400	500
15.0	7	9	11	13	15	18	20	23	25	26	30
20.0	9	12	14	17	20	24	27	29	32	34	39
25.0	13	16	19	22	26	30	34	37	40	43	48
<b>30.0</b>	16	20	<b>24</b>	28	<b>33</b>	38	42	<b>46</b>	50	53	59
35.0	21	26	31	35	42	47	52	56	60	64	70
40.0	26.3	32.8	38.7	43.8	51.4	57.8	62.9	67.0	71.4	75.2	81.7
43.0	30	38	44	50	58	65	70	74	78	82	89
46.0	37/36	43/42	51/49	56/54	65/63	72/71	77	81	86	90	97
50.0	43/36	52/42	60/49	66/54	75/63	82/71	87/78	91/84	96/90	101/95	108/105
55.0	54/36	65/42	73/49	80/54	88/63	96/71	101/78	106/84	111/90	116/95	123/105
60.0	69/36	80/42	89/49	95/54	104/63	112/71	118/78	123/84	129/90	133/95	141/105

表7

108-230 MHz的电视服务区半径 (km)

 $E_{mu}=55 \text{ dB } (\mu\text{V/m})$ ,  $f_c=150 \text{ MHz}$ 

$\frac{h_{ef} \text{ (m)}}{P_{ef} \text{ (dBW)}}$	30	50	75	100	150	200	250	300	350	400	500
15.0	6	7	9	10	13	15	17	19	20	22	25
20.0	8	10	12	14	17	20	22	25	27	29	33
25.0	10	13	16	18	22	25	29	31	34	37	41
30.0	13	17	20	23	28	32	36	39	43	45	51
35.0	17	21	26	29	35	40	45	48	52	55	61
40.0	22	27	32	37	44	49	54	58	62	65	72
43.0	25	31	37	42	49	55	60	64	68	72	78
46.0	29	36	42	48	55	62	67	71	75	79	85
50.0	36/36	43/42	50/49	56/54	64/63	71	76	80	85	89	95
55.0	50/36	54/42	62/49	68/54	76/63	83/71	88/78	93/84	97/90	102/95	109/105
60.0	57/36	67/42	75/49	81/54	90/63	97/71	103/78	107/84	113/90	117/95	125/105

表8

230-528 MHz的电视服务区半径 (km)

 $E_{mu}=65 \text{ dB } (\mu\text{V/m})$ ,  $f_c=250 \text{ MHz}$ 

$\frac{h_{ef} \text{ (m)}}{P_{ef} \text{ (dBW)}}$	30	50	75	100	150	200	250	300	350	400	500
15.0	3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
20.0	4	5	6	7	9	10	12	13	14	15	18
25.0	6	7	9	10	12	14	16	18	20	21	25
30.0	7	9	11	13	16	19	22	24	26	28	32
35.0	10	12	15	17	21	25	28	31	33	36	41
40.0	13	16	19	22	27	31	35	38	41	44	49
43.0	15	19	22	26	31	36	40	43	46	49	55
46.0	17	22	26	30	35	40	45	48	51	55	60
50.0	21	26	31	35	42	47	51	55	59	62	68
55.0	27	33	39	43	50	56	61	65	69	73	79
60.0	34	41	48	53	60	67	71	75	80	84	90

表9

高于528 MHz的电视服务区半径 (km)

 $E_{mu}=70 \text{ dB } (\mu\text{V/m})$ ,  $f_c=550 \text{ MHz}$ 

$\frac{h_{ef} \text{ (m)}}{P_{ef} \text{ (dBW)}}$	30	50	75	100	150	200	250	300	350	400	500
15.0	2	3	3	3	4	5	5	6	6	7	7
20.0	3	4	4	5	6	7	8	9	9	10	11
25.0	4	5	6	7	8	10	11	12	14	15	17
30.0	5	7	8	9	12	14	15	17	19	21	24
35.0	7	9	11	13	16	18	21	23	25	27	31
40.0	9	12	14	17	20	24	27	30	32	35	39
43.0	11	14	17	19	23	27	31	34	37	39	44
46.0	13	16	19	22	27	31	35	38	41	44	49
50.0	15	19	23	27	32	37	41	44	47	50	55
55.0	19	24	29	33	39	44	48	51	55	58	64
60.0	25	31	36	41	47	52	57	60	64	67	73

表10

低于108 MHz的声音广播服务区半径 (km)

 $E_{mu}=54 \text{ dB } (\mu\text{V/m})$ ,  $f_c=550 \text{ MHz}$ 

$\frac{h_{ef} \text{ (m)}}{P_{ef} \text{ (dBW)}}$	30	50	75	100	150	200	250	300	350	400	500
15.0	6	8	9	11	14	16	18	20	22	24	27
20.0	9	11	13	15	18	21	24	26	29	31	35
25.0	11	14	17	19	24	27	31	34	37	39	44
30.0	15	18	22	25	30	35	39	42	46	49	54
35.0	19	23	28	32	38	43	48	52	56	59	65
40.0	24	30	35	40	47	53	59	63	67	71	77
43.0	28	34	41	46	53	60	65	69	74	78	84
46.0	33	39	46	52	60	67	72	76	81	85	92

### b) 有效天线高度的计算

上面已经提及, 发射天线的有效高度  $h_{ef}$  应为在接收机方向高于距离发射机3到15 km范围内平均地面标高的高度 (如图4), 即:

$$h_{ef}=h_s - h_{av} \quad (30)$$

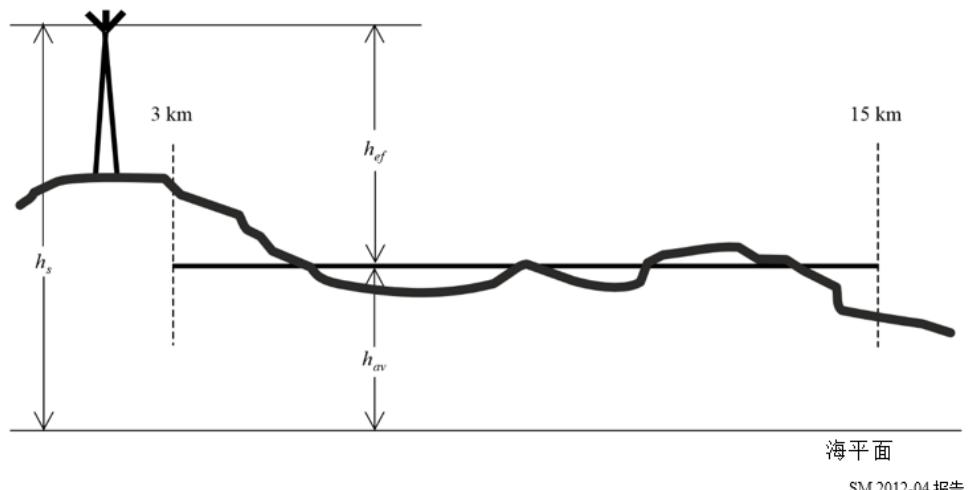
式中:

$h_s$ : 天线海拔高度 (即天线杆高度加上安装位置的地面海拔高度) ;

$h_{av}$ : 距离发射机3到15 km范围内平均地面标高。

因天线一般都是安装在山顶，山顶的高度相当于甚至大于天线杆的高度，所以，一定要取有效天线高度，而非其有效高度（天线杆的高度）（如图4）。距离发射机3到15 km范围内平均地面标高使用相关地形图（其比例最好是1:200 000到 1:500 000）计算。使用地图时，应在距发射机3到15 km范围内沿某个方向每1或2 km取一个地面高度的读数，并将所有读数的和除以读数的个数计算出平均标高。有关计算有效高度的其他情况，请参考ITU-R P.1546-4建议书的附件5。

图4  
天线有效高度的计算



SM.2012-04 报告

显而易见，即使是使用非定向发射天线，如果在各个方向上距发射机3到15 km范围内的平均地面标高不同，并且相关天线的有效高度也不同，则实际的服务区通常不是圆形。尽管如此，给定的执照费计算模型还是基于一个方向上的天线有效高度计算将其假设为圆形。

对于在天线各个方向上变化多端的地形剖面，如果主管部门希望提供计算的精确度，可使用天线北、东、南、西向上的四个值计算天线有效高度的平均值。表11中所示为计算示例。

表11  
不规则地形的有效天线高度计算示例

序号	到天线的距离读数 (km)	地面高度读数 (m)			
		北	南	东	西
1	3	250	240	300	240
2	4	240	220	300	220
3	5	220	180	290	200
4	6	230	180	280	170
5	7	240	160	270	160
6	8	260	140	260	180
7	9	260	120	250	200
8	10	280	120	230	250
9	11	280	110	220	250
10	12	280	100	210	240
11	13	290	100	200	200
12	14	300	80	200	180
13	15	320	60	200	140
	读数和, $S_d$ (m)	3 450	1 810	3 210	2 630
	有效高度, $S_d/13$ (m)	265	139	245	202
	平均有效高度, $h_{ef}$ (m)	213			

### c) 服务区的计算

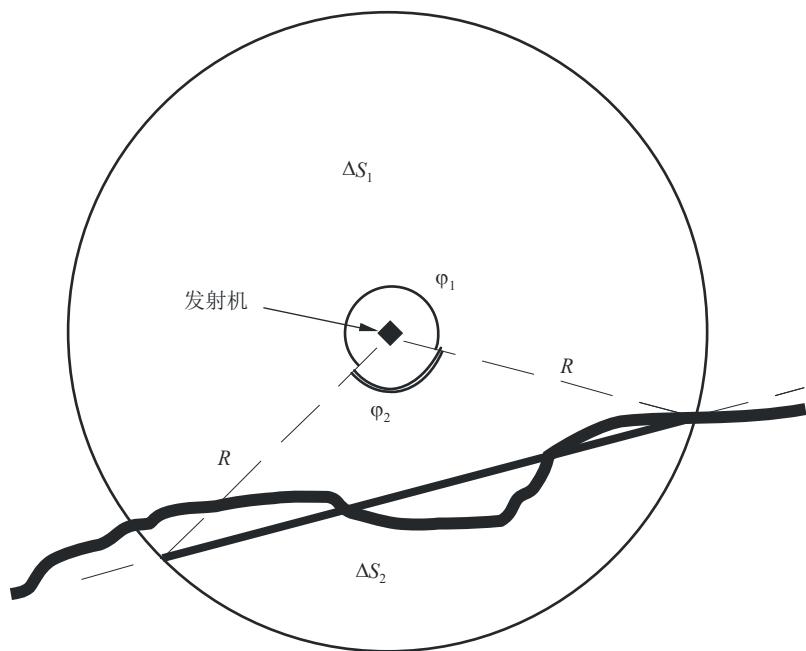
在按a) 和b) 中的程序计算单位为km的服务区半径 $R$ 后, 即可用以下公式计算服务区面积 $s$ :

$$s = \pi R^2 \quad \text{km}^2 \quad (31)$$

如第5.2节所述, 有可能一个服务区含有两个 (如图5中的示例) 甚至三个 (如图6中的示例) 属于不同执照费类别的区域。在邻近其他国家的国界上也可能存在这种情况。在这些情况下, 如果主管部门尚未将数字化行政地形数据库与相关频率指配软件关联, 则可使用以下简化程序计算服务区中属于不同区域的部分。

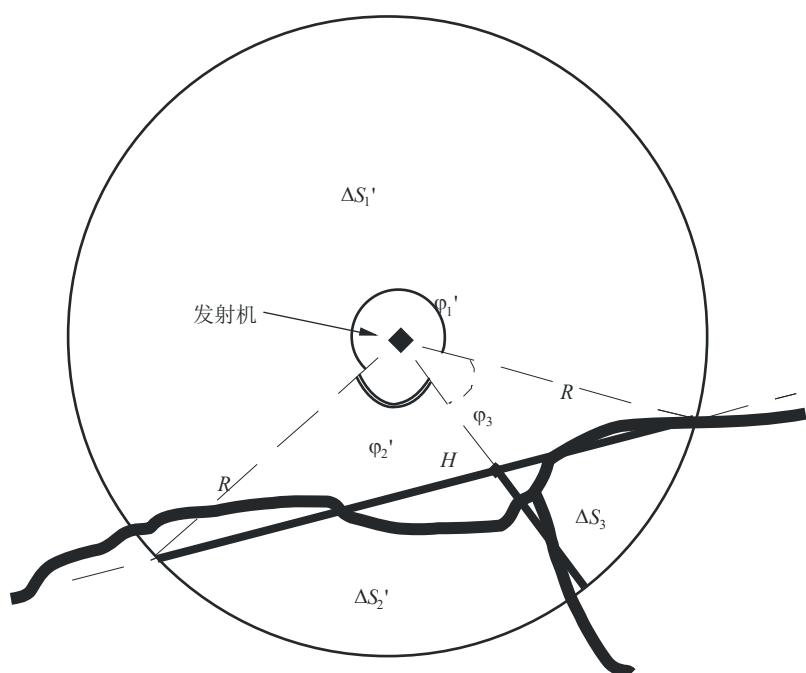
实际边界曲线近似于直线。定位这些直线时, 这些直线两端的实际边界曲线与相关近似线之间的面积大致相等 (如图5和6)。如图所示, 图6区域 $S'_2$ 和 $S_3$ 之间的近似线也应沿服务区的半径方向。

图5  
覆盖两个不同区域的示例



SM.2012-05报告

图6  
覆盖三个不同区域的示例



SM.2012-06报告

对于覆盖两个区域的情况（如图5）， $S_2$ 部分的面积 $\Delta S_2$ 可用以下公式计算：

$$\Delta S_2 = \frac{R^2}{2} \left( \frac{\pi \varphi_2}{180} - \sin \varphi_2 \right) \quad (32)$$

式中：

$\varphi_2$ ： 相关扇形角（如图5）

$S_1$ 部分的面积 $\Delta S_1$ 可用以下公式计算：

$$\Delta S_1 = \pi R^2 - S_2 \quad (33)$$

对于覆盖三个区域的情况（如图6），大扇形 $(S'_2 + S_3)$ 和 $S'_2$ 和 $S_3$ 部分的面积相应如下：

$$\Delta S'_2 = \frac{R^2}{2} \left( \frac{\pi \varphi'_2}{180} - \Psi \sin \varphi'_2 \right) \quad (34)$$

$$\Delta S_3 = \frac{R^2}{2} \left( \frac{\pi \varphi_3}{180} - \Psi \sin \varphi_3 \right) \quad (35)$$

$$\Psi = \frac{H}{R}$$

式中：

$H$ ： 发射机到近似线相交的距离（如图6）（km）；

$\varphi'_2$  和  $\varphi_3$ ： 相关扇形角（如图6）（单位：度）。

则：

$$\Delta S'_1 = \pi R^2 - \Delta S'_2 - \Delta S_3 \quad (36)$$

例如，让我们计算图6所示的三个区的相对面积。该图是根据以下数据得到的：  
 $\varphi'_2 = 88^\circ$ ， $\varphi_3 = 39^\circ$  和  $\Psi = 0.51$ 。

则从公式（34）、（35）和（36）可以相应计算出：

$$\Delta S'_2 = \frac{R^2}{2} \left( \frac{\pi \cdot 88}{180} - 0.51 \cdot 0.999 \right) = 0.51 R^2$$

$$\Delta S_3 = \frac{R^2}{2} \left( \frac{\pi \cdot 39}{180} - 0.51 \cdot 0.63 \right) = 0.18 R^2$$

$$\Delta S'_1 = (3.14 - 0.51 - 0.18) R^2 = 2.45 R^2$$

### 4.7.2 计算示例

#### a) 导入参数

我们来计算一台FM声音广播电台在市区每天以1.5 kW的功率工作20 h独占（不共用）的频谱资源。它的天线位于地面高度为海拔360 m的山顶上，天线杆高度为100 m。根据表11，发射机周围的地形情况和（b）中示例一致，即到发射机3到5 km的距离范围内的平均地面标高 $h_{av}$ 等于213 m。相对于半波偶极子的天线增益等于3 dB。调制条件为标准条件：峰值偏差为75 kHz，最高调制频率为15 kHz。

#### b) 所用时间和频率资源

根据公式（21），占用的时间资源为：

$$T = 20/24 \text{ (每天)} = 0.83 \text{ 年}$$

根据ITU-R SM.1138-2建议书“声音广播”（F3E发射类别），必要带宽为180 kHz，即取 $\chi = 1$ ，根据公式（24），占用的频率资源为：

$$F = 0.18 \text{ MHz}$$

#### c) 所用国土资源

首先应计算发射机的有效辐射功率、有效的天线高度以及服务区半径。

根据第4.7.1节a) 中提供的数据以及公式（29），发射机的有效辐射功率为：

$$P_{ef} = 10 \log 1500 + 3 = 31.8 + 3 = 34.8 \approx 35 \text{ dBW}$$

根据第4.7.1节a) 中提供的数据以及公式（30），可发现：

$$h_s = 100 + 360 = 460 \text{ m}$$

$$h_{ef} = 460 - 213 = 247 \text{ m} \approx 250 \text{ m}$$

需要说明的是，在这种特殊情况下，有效天线高度是天线杆高度的2.5倍，这会在很大程度上影响计算结果。

从表10中可知， $P_{ef} = 35 \text{ dBW}$ 和 $h_{ef} = 250 \text{ m}$ ，可得出：

$$R = 47.8 \text{ km}; R^2 = 2285 \text{ km}^2$$

假设该服务区按4.7.1c) 中所述分成三个属于不同类别的区域，即 $\Delta S'_1 = 2.45 R^2$ 、 $\Delta S'_2 = 0.51 R^2$ 和 $\Delta S'_3 = 0.18 R^2$ 。假设表2中的相关系数 $b_j$ 相等： $b_1 = 1$ ， $b_2 = 0.8$ 和 $b_3 = 0.6$ 。则根据公式（23），可得出：

$$\sum S = 2285 \cdot (1 \cdot 2.45 + 0.8 \cdot 0.51 + 0.6 \cdot 0.18) = 6777 \text{ km}^2$$

当整个服务区位于 $b = 1$ 的同一个区域内时，它并非 $7179 \text{ km}^2$ 。

#### d) 所用频谱资源

使用表3中所列的加权系数值代替b) 和c) 中根据公式（20）计算的数值，并考虑到非共用条件（ $\beta=1$ ），可得：

$$W = 2.4 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0.18 \times 6777 \times 0.83 = 2430 \quad \text{MHz} \cdot \text{km}^2 \cdot \text{1年}$$

### 4.7.3 低频-高频声音广播

对于低频-高频声音广播电台，可通过与4.7.1节（b）类似的方法计算时间与频率资源。所需带宽应根据ITU-R SM.1138-2建议书“声音广播”中“声音广播，双边带”行（A3E发射类别）计算。应注意的是，对于这种广播，主管部门通常会根据决定必要带宽值的最高调制频率使用不同质量等级的发射机。相关数据应取自国家频率指配数据库。

如果牵涉到占用的国土资源，由于计算的复杂性，对这种情况的计算会遇到一些困难，尤其是对于高频广播，很难在不损失最低必需精度的条件下明显简化对它们的计算。中频发射机昼夜运行时的服务区存在很大差异。考虑到在许多国家低频-高频广播电台的数量较少，建议使用国家频谱指配数据库中的相关服务区数据来代替复杂的计算。如果手头没有这些数据，可向运营商索取。运营商通信都是通过计算与/或监控获得有关其服务区的信息。

在获得这些数据后，即可使用与（c）中所述程序类似的方法计算所使用的有关频谱资源。对于中频发射机，其昼夜运行时，主要有两个值得考虑的不同服务区值，通过求出与这些不同的服务区值对应的两种部分频谱资源之和，可以计算出所使用的总频谱资源。

还应注意的是，低频、中频（夜间）和高频广播发射机的服务区可能很大，并可能超出面积较小的国家的国界。在这种情况下（与相关运营商协调），可将服务区视为整个国家的国土，或者它的一大部分。属于不同类别的区域面积可按照相关行政管理文件计算，或者按地图估算。

对于定向发射天线的应用，可使用ITU-R F.162-3建议书中的“服务扇区”概念。

### 4.7.4 移动无线电业务

#### 4.7.4.1 陆地移动无线电业务

##### a) 计算步骤的背景知识

此程序主要采用被称为改进Okamura-Hata模型的无线电波传播模型。ITU-R P.1546-4建议书附件8中提供了一些有关此模型的信息。该模型假设服务区范围内的城市发展水平均衡，基站发射机与移动式个人用接收机之间没有直接能见度，发射与接收天线的高度分别在20到200 m（但大多数情况下为40到100 m）和1.5到10 m的范围内。

对于所给定的模型，考虑到发射与接收端的天线馈电损耗都等于零，接收机输入端口处的信号功率 $P_r$ （dBW）可表示为：

$$P_r = P_t + G_t + G_r - L \quad (R) \quad \text{dBW} \quad (37)$$

式中：

$P_t$ ：发射机的功率（dBW）；

$G_t$ ：发射机的天线增益（dB）；

$G_r$ : 接收机的天线增益 (dB) ;

$L(R)$  : 发射机与接收机之间的传输损耗 (dB) 。

为了在服务区边界提供必需的接收信号质量, 应大体上满足以下条件:

$$P_r = P_{min} + k_f \sigma$$

式中:

$P_{min}$ : 等于接收机灵敏度的接收信号最小功率 (dBW) ;

$k_f$ : 信号质量劣化一定时间内的信号衰落容限;

$\sigma$ : 信号起伏的均方值 (dB) 。

在50%的时间内 $k_f=0$ , 在95%的时间内 $k_f=1.65$ 。对于传统市区,  $\sigma$ 的变化范围为6到8 dB。和广播类似, 如果按50%的时间的标准, 即 $k_f=0$ 计算服务区, 则总系数 $k_f \sigma$ 等于零, 并且:

$$P_r = P_{min} \quad (38)$$

将公式(37)和(38)的右边部分作为等式以满足服务区边界的条件, 即可得到:

$$P_t + G_t + G_r - L(R) = P_{min}$$

式中:

$$L(R) = P_t + G_t + G_r - P_{min} \quad (39)$$

根据经改良的Okamura-Hata无线电波传播模型, 精确计算信号中值(即50%的时间):

$$L(R) = 9 + \xi \log R \quad (40)$$

式中9和 $\xi$ 为单位为dB的系数。它们的取值取决于频率以及发射机和接收机的高度。对于传统市区:

$$\xi = 44.9 - 6.55 \log h_t \quad (41)$$

$$9 = 65.55 - 6.16 \log f + 13.82 \log h_t + a_r (h_r) \text{ 对于 } f \leq 1 \text{ GHz} \quad (42)$$

$$9 = 46.3 - 33.9 \log f + 13.82 \log h_t + a_r (h_r) \text{ 对于 } f \geq 1.5 \text{ GHz} \quad (43)$$

式中:

$f$ : 工作频率 (MHz) ;

$h_t$ : 发射天线的有效高度 (m) ;

$h_r$ : 接收天线的有效高度 (m) ;

$$a_r (h_r) = (1.1 \log f - 0.7) ; h_r = (1.56 \log f - 0.8) \text{ (dB)} .$$

发射天线的有效高度应按照ITU-R P.1546-4建议书中所述，即第4.7.1节b) 和第4.7.1节c) 中的步骤计算。然而，考虑到最近基站的功率都不会太高，相关服务区较小，对于大多数位于平原地区的城市地区，发射天线的有效高度可近似为其安装位置地面以上的高度。移动或便携式电台的天线高度取其地面以上的高度。在使用给定执照费计算模型时，可以采用这些假设。

按照公式（39）到（43），可用下式计算服务区半径 $R$ ：

$$R = 10^{\left(\frac{z-9}{\zeta}\right)} \quad (44)$$

式中：

$R$ ：服务区半径（km）

$z$ ：易于计算的广义功率参数（dB），可用下式计算：

$$z = P_t + G_t + G_r - P_{min} \quad (45)$$

图7-8和图9-10所示分别为根据公式（44）和（45）计算的频率低于1 GHz和高于1.5 GHz时的关系图 $R = \varphi(z)$ 。图7和图9对应的发射机天线高度 $h_t$ 为40 m，图8和图10对应的发射机天线高度为100 m。在全部图示中，直线1对应的接收机天线高度 $h_r$ 等于1.5 m，直线2对应10 m。当将共用接收天线安装在楼顶时，可将这些图形用于与甚高频/超高频固定通信和“点到多点”方案分配系统有关的计算。直线3表示自由空间传播条件下的相互关系。它可以用于与视线传播条件下的短距离甚高频/超高频固定通信有关的计算。对于在上述范围内的其他天线高度，可通过内插法从图7-10中获得服务区半径值。

表12中列出了公式（45）中的参数的代表值。它们适用于包括数字增强的无绳电信（DECT）设备和专用移动无线电（PMR）在内的各种陆地移动无线电通信系统。

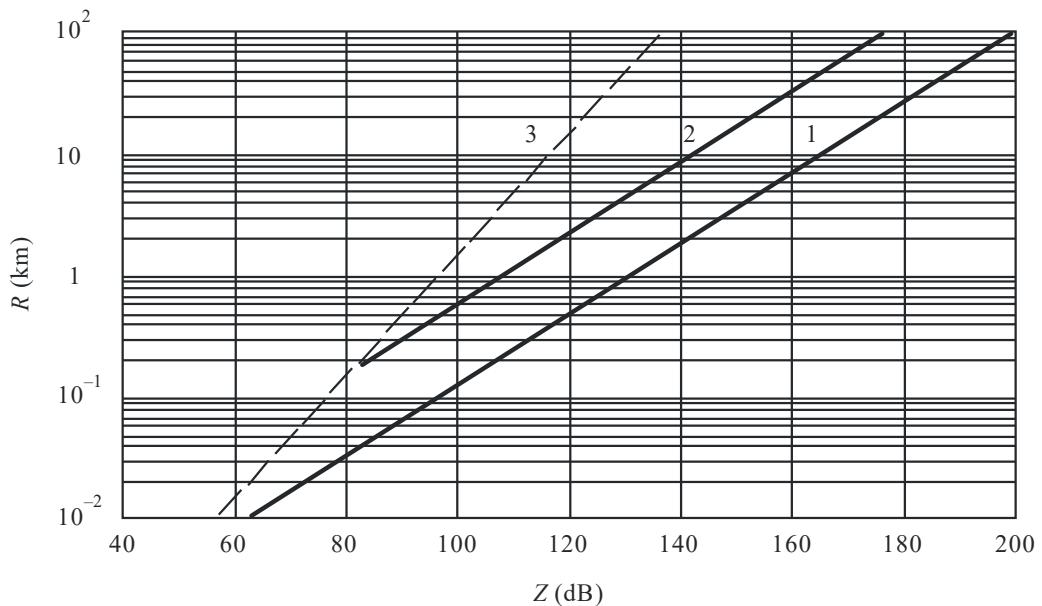
表12  
设备参数值

参数	系统	CDMA	GSM	AMPS	NMT	DECT	PMR
发射天线增益 $G_t$ (dB)	13	18	17	10-17	3	6-15	
接收天线增益 $G_r$ (dB)	0	0	0	6	3	3-6	
接收机灵敏度 $P_{min}$ (dBW)	-147	-138	-146	-115	-112	-110	

今后如果出现更新、更高效的陆地移动无线电通信系统，可对表12进行修正。

图7

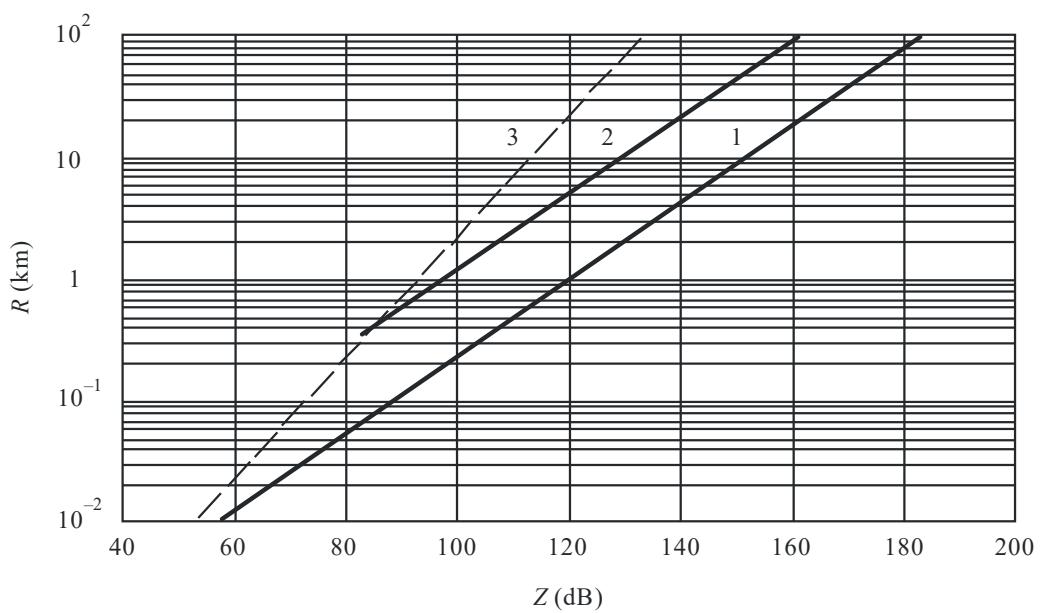
频率低于1 000 MHz时的服务区半径计算,  $h_r = 40$  m  
1:  $h_r = 1.5$  m, 2:  $h_r = 10$  m, 3: 自由空间传播



SM.2012-07 报告

图8

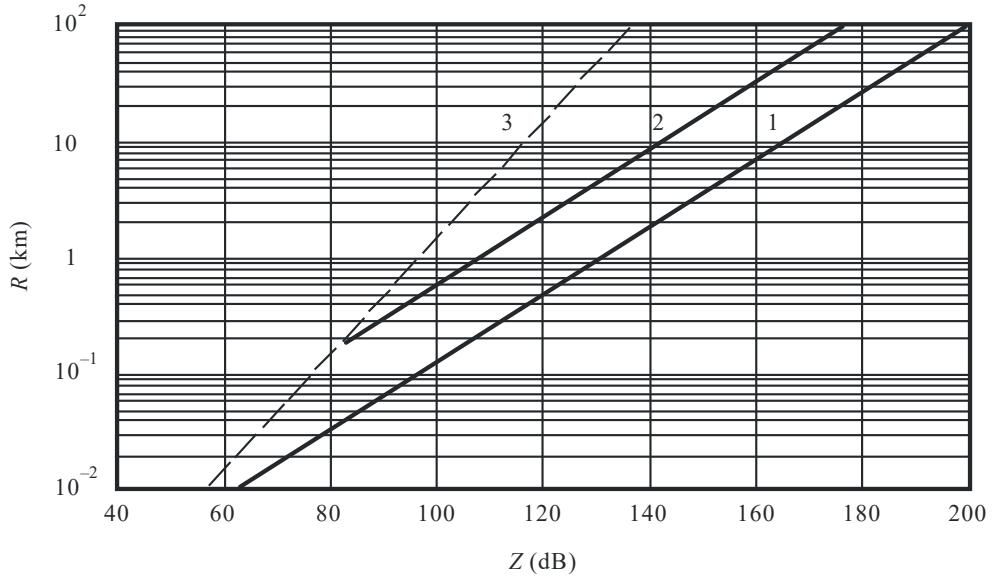
频率低于1 000 MHz时的服务区半径计算,  $h_r = 100$  m  
1:  $h_r = 1.5$  m, 2:  $h_r = 10$  m, 3: 自由空间传播



SM.2012-08 报告

图9

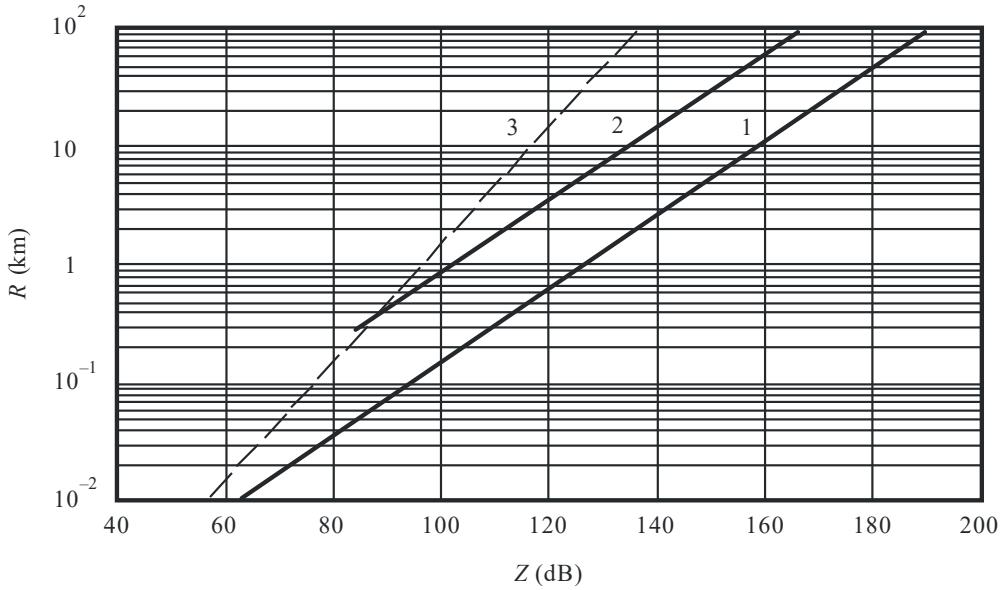
频率低于1 500 MHz时的服务区半径计算,  $h_r = 100$  m  
1:  $h_r = 1.5$  m, 2:  $h_r = 10$  m, 3: 自由空间传播



SM.2012-09 报告

图10

频率低于1 500 MHz时的服务区半径计算,  $h_r = 100$  m  
1:  $h_r = 1.5$  m, 2:  $h_r = 10$  m, 3: 自由空间传播



SM.2012-10 报告

## b) 计算步骤

有了如图7到10所示的图表后，计算就变成了一件十分简单的事情。只需从国家频率指配数据库（如果没有，则从表12）中选取所需的参数插入到公式（45）中，并根据工作频率和天线高度，直接从图7和8中读取参数 $z$ 的计算值的相关服务区半径 $R$ 。由于对于陆地移动业

务，特别是蜂窝式系统，单个基站的服务区很小，它们通常只位于同一个执照费分类区中。因此，一般都可以使用简单的公式（31）计算服务区。

在计算了服务区值后，所用频谱资源的计算方法与第4.7.1节b) 中所述相同。

#### 4.7.4.2 计算示例

##### a) 导入参数

我们来计算一个GSM 900 MHz蜂窝式系统所用频谱资源。此系统以2.5 W的功率每天不间断地工作24 h，无共用，所在城市的人口为40 000居民（即根据表2， $b_f = 1.2$ ）。每个基站 – 移动与移动 – 基站发射所用总频段为0.8 MHz。发射和接收天线高度分别为40 m和1.5 m。我们假设其他参数与表12对应。

##### b) 所用时间和频率资源

根据公式（21），所用时间资源为：

$$T = 24/24 \text{ (每天)} = 1 \text{ 年}$$

只要是同一服务区中的系统使用两套频段，一套用于基站 – 移动发射，另一套用于移动 – 基站发射，则公式中（25） $\chi = 1$ ，所用的总频率资源为：

$$F = 2 \times 0.8 = 1.6 \text{ MHz}$$

##### c) 所用国土资源

将第4.7.1节和表12中的相关数据代入公式（45），即可得到：

$$z = 10 \log 2.5 + 18 + 0 - (-138) = 160 \text{ dB}$$

使用图7中直线1的 $z$ 值和公式（31），可得：

$$R = 10 \text{ km}, \quad S = 314 \text{ km}^2$$

使用公式（22），考虑到表2中的相关数据，得出：

$$S_i = 1.2 \times 314 = 377 \text{ km}^2$$

##### d) 所用频谱资源

将第1.3.1.3.2和第1.3.1.2.3节中计算的值代入公式（20），使用如表2中所列的加权系数值并考虑到非共用条件（ $\beta = 1$ ），最终可求出：

$$W = 3 \times 1.2 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1.6 \times 377 \times 1 = 2172 \quad \text{MHz} \cdot \text{km}^2 \cdot 1 \text{ 年}$$

#### 4.7.5 水上移动无线电业务

##### a) 计算步骤的背景知识

对于在甚低频和高频频段工作的水上移动业务海岸和船舶电台，在考虑到国家海洋经济办界（通常为200 英里，即360 km）的限制的前提下，可使用建议的有关低频和高频广播电台的规定。如果是使用定向发射天线，则可使用ITU-R F.162-3建议书中的“服务扇区”的概念。

在156-174 MHz频段工作的甚高频海岸和船舶电台的服务区（《无线电规则》附录18）可使用ITU-R P.1546-4建议书附件2中的传播曲线计算，即以与广播相同的方式。ITU-R M.489-2建议书中介绍了设备的技术性能。

使用全向天线的船舶电台的服务区面积 $s$ 按下式计算：

$$S = \pi R_s^2 \quad \text{km}^2 \quad (46)$$

式中：

$R_s$ : 使用ITU-R P.1546-4建议书中的传播曲线计算的船舶电台在30-300 MHz的频段，海洋，50%的时间和50%的位置条件下工作的圆形服务区半径（ITU-R P.1546-4建议书图4）。

需注意的是：在这种特殊情况下，寒冷和温暖海域的曲线都相同。发射天线高度为高于海平面的实际天线高度。为了简单，在使用此计算模型时，在所有情况下都将接收天线高度视为10 m。然而，应注意的是，为了让海岸和船舶电台双向通信达到相同条件，实际上海岸电台的接收天线和其发射天线的高度通常都相同。

对于海岸电台，其占用区一般为服务区，半径 $R_s$ 在海面上，另一半的半径为 $R_l$ ，位于陆地表面，即：

$$S = 0.5 \pi (R_s^2 + R_l^2) \quad \text{km}^2 \quad (47)$$

式中：

$R_l$ : 使用ITU-R P.1546-4建议书中的传播曲线计算的船舶电台在30-300 MHz的频段，陆地，50%的时间和50%的位置条件下工作的半圆形服务区半径（ITU-R P.1546-4建议书中的图1，如图2所示）。

陆地服务区的有效天线高度计算和广播的情况相似。

考虑到水上移动业务属于安全业务，它的可靠性应该足够高。因此，服务区边界处的最低可用磁场强度可视为比接收机参考灵敏度（根据ITU-R M.489-2建议书为2.0  $\mu$ V）高30 dB，即 $E_{mu} = 36$  dB ( $\mu$ V/m)。

基于以上参数和假设并取所有天线增益为6 dB，已计算出在10 W到50 W（根据ITU-R M.489-2建议书的最大海岸电台载波功率）不同发射机功率下的相关服务/占用区半径，ITU-R P.1546-4建议书中列出了各种有效天线高度。计算结果如表13所列。

表13

水上无线电通信在156-174 MHz频段的海上和陆地占用区半径 (km)

P (W)	路径	$H_{ef}$ (m)					
		10	20	37.5	75	150	300
10	陆地	11	14	19	25	35	48
	海洋	24	28	35	43	53	68
20	陆地	13	16	22	29	40	53
	海洋	27	31	39	47	59	74
30	陆地	14	17	24	32	43	57
	海洋	29	34	42	51	62	77
40	陆地	14	19	25	34	45	59
	海洋	30	36	44	53	64	80
50	陆地	15	19	27	35	47	61
	海洋	32	37	45	55	66	82

需注意的是，海岸电台的陆地半圆区因为没有船舶电台，所以只是被占用，而不是服务区。因此，无需将它再分为属于不同执照费分类（如第4.7.1节(c)中所述）的不同分区，只需使用与最大占用区对应的一个分类。此外，主管部门可决定不将此陆地半圆区包括在所用国土资源中。在这种情况下，公式(47)中的半径 $R_l$ 应等于零。

对于位于江河和很窄的湖泊沿岸的海岸电台，使用其陆地传播路径的半径计算整个圆形服务/占用区，即：

$$S = \pi R_l^2 \quad \text{km}^2 \quad (48)$$

### b) 计算步骤

使用已知发射机功率及其高于海平面的天线高度，可直接从表13中计算出相关的服务区半径。中间功率和高度值可使用常见的线性内插法计算。根据此半径，可通过公式(46)或(47)计算出海岸电台的船舶电台的服务区，或者海岸电台的半圆形服务区。计算海岸电台的半圆形服务区时，首先应按照a)中所述的方法计算天线相对于地形的有效高度。对于这类特殊应用，可通过计算只一个在方向上与广义海岸线垂直的有效地形高度而简化计算步骤（见下例）。在按照表13计算出相关陆地半圆半径后，即可通过公式(47)计算出总服务/占用区。

#### 4.7.5.1 计算示例

##### a) 导入参数

下面我们来计算位于农村但是高度发达的地区（让表2中的系数 $b_j=1$ ）的甚高频海岸电台所用频谱资源。此地区靠近整体自东向西伸展，即南向的海岸线。假设发射天线的天线杆高30 m，位于地面高于海平面270 m的山顶。发射机周围的地形和b)中述一致，即使用表11

“北”列计算的北向到发射机3到15 km的范围内的有效地面高度等于265 m。根据第4.7.1节b), 在公式(30)中它表示地面的平均标高 $h_{av}$ 。

再假设发射机的功率为50 W, 并且每天工作24 h。其调制条件与ITU-R M. 489-2建议书一致: 发射类别F3E, 偏差 $\pm 5$  kHz, 必要带宽为16 kHz。这与ITU-R SM.1138-2建议书第III-A节“频率调制”中第2项“电话(商业级质量)”(发射类别F3E)一致。

### b) 所用时间和频率资源

根据公式(21), 所用时间资源为:

$$T = 24/24 \text{ (每天)} = 1 \text{ 年}$$

代入公式(24)  $\chi = 1$ , 所用频率资源为:

$$F = 0.016 \text{ MHz}$$

### c) 所用国土资源

根据所述方法和数据, 水上传播途径的有效天线高度等于天线杆和安装位置地面高度之和, 即(亦见b):

$$h_{ef} = h_s = 30 + 230 = 300 \text{ m}$$

对于功率为50 W、天线高度为300 m的发射机和水上传播路径, 从表12中可得出 $R_s = 82$  km:

根据数据和公式(30), 可算出陆地传播路径:

$$h_{ef} = 300 \text{ m} - 265 \text{ m} = 35 \text{ m} \approx 37.5 \text{ m}$$

对于功率为50 W、天线高度为37.5 m的发射机和陆地传播路径, 从表13中可得出 $R_l = 27$  km。

将计算的半径值代入公式(47)中, 可得:

$$S = 0.5 \pi (82^2 + 27^2) = 11701 \text{ km}^2$$

并考虑到 $b_j = 1$ , 通过公式(22)可得出:

$$S = s = 11701 \text{ km}^2$$

### d) 所用频谱资源

将计算的值代入公式(20), 使用表3中的加权系数值, 并考虑取非共用条件( $\beta = 1$ ), 可得:

$$W = 1 \times 0.2 \times 0.1 \times 1 \times 0.016 \times 11701 \times 1 = 3.7 \text{ MHz} \cdot \text{km}^2 \cdot 1 \text{ 年}$$

#### 4.7.6 航空移动、无线电导航和无线电定位业务

##### a) 计算步骤

这些业务的共同特点是它们为在高空飞行的飞机提供无线电通信（或定位）服务。它们的服务区非常大，距离远达无线电地平线。如果考虑到地球大气层的无线电波反射，则到无线电地平线的距离 $R_g$ 可通过以下公式计算：

$$R_g = 4.14 (\sqrt{h_t} + \sqrt{h_r}) \quad \text{km} \quad (49)$$

式中：

$h_t$ : 发射天线高于平均地表面的高度（在地面或在飞机上）（m）；

$h_r$ : 接收天线高于平均地表面的高度（在地面或在飞机上）（m）。

飞机高度为10 000 m，地上天线高度为15 m时，使用公式（48）可计算出无线电地平线为429 km。在超出无线电地平线时，磁场强度会急剧下降，这在ITU-R P.528-2建议书中的曲线有明确反映。因此，在特定情况下，可将服务区的半径视为等于到无线电地平线的距离，而不用考虑发射机的功率和接收机的灵敏度。最后这些参数主要决定无线电通信在实际影响环境下服务区边界附近的可靠性。这对于安全类业务非常重要。全向天线被广泛使用。如果使用定向发射天线（主要用于无线电导航和扇形无线电定位），可使用ITU-R F.162-3建议书中的“服务扇区”的概念。

考虑到用于安全业务的频谱资源不能太高，为了简便，无需将它再分为属于不同执照费分类的不同分区，只需使用与最大占用区对应的一个分类。

在使用本计算模型时，建议使用上述航空移动、无线电导航和无线电定位业务的计算方法。对于水上无线电导航和无线电定位应用，如果目标高度约为10 m，也可以使用上述方法通过公式（49）计算。

#### 4.7.7 计算示例

##### 4.7.7.1 航空无线电通信

##### a) 导入参数

下面我们来计算在118-136 MHz频段全天24小时工作的航空无线电通信电台所用频谱资源。在飞行高度不低于10 000 m的飞机上装有15 m高的全向发射天线和通信设备，即 $R_g = 429$  km。最大的占用区位于表2中分类为0.8的农村地区。使用普通双边调幅（发射类别A3E），商业级质量。

##### b) 所用时间与频率资源

根据公式（21），所用时间资源为：

$$T = 24/24 \text{ (每天)} = 1 \text{ 年}$$

按照ITU-R SM.1138-2建议书“调幅”第2项“电话”（商业级质量），双边带（发射类别A3E），相关必要带宽为6 kHz。因此，代入公式（24） $\chi = 1$ ，可求出所用频率资源：

$$F = 0.006 \text{ MHz}$$

**c) 所用国土资源**

将 $R_g = 429$  km代入公式（31），可得：

$$s = \pi \cdot 429^2 = 578\,182 \text{ km}^2$$

考虑到 $b_j = 0.8$ ，通过（22），可得：

$$S = 0.8 \times 578\,182 = 462\,546 \text{ km}^2$$

**d) 所用频谱资源**

将在上述b) 和c) 中计算的值代入（20），使用表3中所列的加权系数值，并考虑到非共用条件（ $\beta = 1$ ），可得：

$$W = 0.1 \times 0.2 \times 0.1 \times 0.8 \times 1 \times 0.006 \times 462\,546 \times 1 = 4.4 \text{ MHz} \cdot \text{km}^2 \cdot 1 \text{ 年}$$

**4.7.7.2 一次雷达**

**a) 导入参数**

下面我们计算全天24小时工作的航空一次雷达所用频谱资源。此雷达配有高度为15 m的圆形旋转天线，用于定位飞行高度不低于10 000 m的飞机，即 $R_g = 429$  km。最大的占用区位于表2中分类为0.5的农村地区。此雷达使用成形无线电脉冲，半幅持续时间为1  $\mu\text{s}$ 。

**b) 所用时间与频率资源**

根据公式（21），所用时间资源为：

$$T = 24/24 \text{ (每天)} = 1 \text{ 年}$$

按照ITU-R SM.1138-2建议书“脉冲调制”第1项“雷达”，一次雷达（发射类别P0N），相关必要带宽为3 MHz。因此，代入公式（24） $\chi = 0.1$ ，可求出所用频率资源为：

$$F = 0.1 \times 3 = 0.3 \text{ MHz}$$

**c) 所用国土资源**

将 $R_g = 429$  km代入公式（31），可得：

$$s = \pi \cdot 429^2 = 578\,182 \text{ km}^2$$

考虑到 $b_j = 0.5$ ，通过公式（22）可得出：

$$S = 0.5 \times 578\,182 = 289\,091 \text{ km}^2$$

#### d) 所用频谱资源

将上述第b) 和第c) 节中计算的值代入公式 (20)，使用表3中的加权系数值，并考虑到非共用条件 ( $\beta = 1$ )，可得：

$$W = 0.1 \times 0.02 \times 0.1 \times 0.2 \times 1 \times 0.3 \times 289\,091 \times 1 = 3.5 \quad \text{MHz} \cdot \text{km}^2 \cdot \text{1年}$$

#### 4.7.7.3 固定无线电业务

##### a) 计算步骤

如今，所有固定无线电通信、高频无线电链路和UHF/SHF无线电中继链路 (RRL) 都使用定向和高度定向天线。因此，在计算发射占用区时，可使用ITU-R F.162-3建议书中的“服务扇区”概念。此建议书中介绍：对于高频固定链路，服务扇区非常接近于在半功率 ( $-3$  dB) 点测得的主射束角宽度的两部。考虑到物理背景相同，在使用给定的执照费计算模型时，如果使用定向天线，RRL链路及其他所有无线电应用都可使用此概念。

因此，如果已知相关天线射束宽度（从国家频率指配数据库获得或者向运营商或用户索取），可计算出相关的发射占用面积：

$$S_o = \frac{2\theta}{360} \cdot \pi \cdot L_c^2 = \frac{\theta}{180} \cdot \pi \cdot L_c^2 \quad (50)$$

式中：

$S_o$ ：发射占用面积 ( $\text{km}^2$ )；

$\theta$ ：天线射束宽度 (度)；

$L_c$ ：无线电链路长度 ( $\text{km}$ )。

固定无线电链路，尤其是无线电中继链路 (RRL)，通常都要非常周密地进行规划。它们的规划方法很复杂，通常要使用较大的衰落容限。因此，为了避免复杂的计算，使用本模型时，建议使用相关发射机与接收机之间的精确距离作为无线电链路的长度  $L_c$ 。对于RRL，两个RRL电台之间为一个中继段。

在计算  $S_o$  时，可使用公式 (22) 计算相关的国土资源。虽然由于扇形区宽度要小很多，尤其对于RRL，此因素在这里的影响要小得多，但有关多个属于不同执照费类别的多个分区的覆盖面积相同。尽管如此，当某服务部门横跨两个近于相互垂直、距离发射机的距离为  $L_b$  的地区时，如果主管部门希望提高计算精度，可使用以下公式：

$$s_1 = \frac{\theta}{180} \cdot \pi \cdot L_b^2$$

$$s_2 = \frac{\theta}{180} \cdot \pi \cdot (L_c^2 - L_b^2)$$

根据第4.7.1节中所述概念，对于境外高频通信，可使用发射方向上发射机到国界的距离计算  $L_c$ 。

用和上述情况相似的方法计算频率和时间资源以及频谱资源。如果多电台RRL因分支和中继段长度不同而有不同数量的信道并且信息的中继段不同，则应分别计算各中继段的频谱资源并计算所有数值之和。

#### 4.7.7.4 计算示例

##### a) 导入参数

我们来计算一条RRL的中继段在2 GHz频段内所用频谱资源。中继段长45 km，两台电台的天线射束宽度均为1.5°（对应 $G \approx 40$  dB）。此中断段在表2中分类0.4的分区，两个方向上都有960条电话信道，其参数与ITU-R SM.1138-2建议书“调频”第5节“复合发射”中的一致，RRL有960条信道。

##### b) 所用时间与频率资源

假设无RRL采用连续工作模式，通过公式（21），可得出：

$$T = 24/24 \text{ (每天)} = 1 \text{ 年}$$

根据ITU-R SM.1138-2建议书上述章节中的数据， $B_n = 16.32$  MHz（在两个发射方向上）。因此，代入公式（24），可计算出所用的总频率资源为：

$$F = 2 \times 16.3 = 32.6 \text{ MHz}$$

##### c) 所用国土资源

将上述第a) 节的相关代入公式（50），可得：

$$s_o = (1.5/180) \times 3.14 \times 45^2 = 53 \text{ km}^2$$

使用公式（22），考虑到区域类别，可得：

$$S = 0.4 \times 53 = 21 \text{ km}^2$$

##### d) 所用频谱资源

将上述b) 和c) 中计算的值代入公式（20），使用表3中的加权系数值，并考虑到非共用情况（ $\beta = 1$ ），最后可得到：

$$W = 0.1 \times 0.1 \times 1 \times 0.2 \times 1 \times 32.6 \times 21 \times 1 = 1.4 \text{ MHz} \cdot \text{km}^2 \cdot \text{年}$$

#### 4.7.8 卫星通信的地球站

##### 4.7.8.1 计算步骤

和第4.7.7.3节中所述固定无线电通信业务的情况相似，在计算占用区时，建议使用ITU-R F.162-3建议书中提出的“服务扇区”的概念。

如上所述，因很难精确计算无线电通信系统地球站的占用区面积，建议根据在频率协调和通知以及ITU-R轨道指配过程中约定的协调距离计算它们。如果不知道此距离，则建议对卫星小站（VSAT）使用350 km的通用协调距离，其他电台则使用750 km的协调距离。在某些情况下，也可以使用主管部门和运营商之间约定的数值。

因ITU-R SM.1138-2建议书中没有，须从相关频率指配数据中选取发射占用（必要）带宽或者接收信号的带宽。这些数据储存在国家频谱管理数据库中，或者可向运营商索取。

#### 4.7.8.2 计算示例

##### 4.7.8.2.1 发射地球站

###### a) 导入参数

我们来计算为卫星移动业务中非GSO卫星提供馈电链路的地球站占用的频谱资源。因缺少详细的数据，将其协调距离定为750 km。电台位于农村地区，它的天线射束宽度为0.5°。发射占用区位于表2中分类为0.2的区域。假设根据国家频谱管理数据库中记录的相关频率指配，发射的带宽为200 MHz。

###### b) 所用时间与频率资源

假设馈电链路操作采用连续工作模式，通过公式（21），可得出：

$$T = 24/24 \text{ (每天)} = 1 \text{ 年}$$

根据上述第a) 节中所述数据，将 $\chi = 1$ 代入公式（24），所用频率资源为：

$$F = 200 \text{ MHz}$$

###### c) 所用国土资源

将相关数据代入公式（50），其中 $L_c$ 表示协调距离，可得：

$$s_o = (0.5/180) \times \pi \times 750^2 = 4909 \text{ km}^2$$

使用公式（22），考虑到区域类别，可得：

$$S = 0.2 \times 4909 = 982 \text{ km}^2$$

###### d) 所用频谱资源

将计算的值代入公式（20），使用表3中的加权系数值，并考虑到非共用情况（ $\beta = 1$ ），可得到：

$$W = 1.4 \times 0.1 \times 0.1 \times 0.2 \times 1 \times 200 \times 982 \times 1 = 550 \text{ MHz} \cdot \text{km}^2 \cdot 1 \text{ 年}$$

##### 4.7.8.2.2 接收地面电台

###### a) 导入参数

我们来计算全天24小时工作的接收VSAT的地球站占用的频谱资源。因缺少详细的数据，将其协调距离定为350 km。电台位于农村地区，它的天线射束宽度为1°。发射占用区位于表2中分类为0.3的区域。假设根据国家频谱管理数据库中记录的相关频率指配，接收信号的带宽为30 MHz。

###### b) 所用时间与频率资源

假设电台采用连续工作模式，通过公式（21），可得出：

$$T = 24/24 \text{ (每天)} = 1 \text{ 年}$$

根据所用频率资源，将 $\chi = 1$ 代入公式（24），可得：

$$F = 30 \text{ MHz}$$

### c) 所用国土资源

将相关数据代入公式（50），其中 $L_c$ 表示协调距离，可得：

$$s_o = (1/180) \times \pi \times 350^2 = 2138 \text{ km}^2$$

使用公式（22），考虑到区域类别，可得：

$$S = 0.3 \times 2138 = 641 \text{ km}^2$$

### d) 所用频谱资源

将计算的值代入公式（20），使用表3中的加权系数值，并考虑到非共用情况（ $\beta = 1$ ），可得：

$$W = 14 \times 0.1 \times 0.1 \times 0.2 \times 1 \times 30 \times 641 \times 1 = 54 \text{ MHz} \cdot \text{km}^2 \cdot \text{1年}$$

### e) 计算结果概述

表14中所示为可用于比较和一般定向用途的计算结果概述。

表14  
计算结果概述

节号	无线电业务、发射功率或无线电链路特征	所用频谱资源 (MHz · km <sup>2</sup> · 1年)
1.2.1.2	调频声音广播，1.5 kW	2 430
1.3.1.3	陆地移动业务，GSM基站，2.5 W	2 172
1.3.2.3	水上移动业务，海岸电台，50 W	3.7
1.3.3.2.1	航空无线电通信，飞机高度10 000 m	4.4
1.3.3.2.2	一次雷达，飞机高度10 000 m	3.5
1.4.2	固定业务，微波链路，中继段长度45 km	1.4
1.5.2.1	发射地面电台，卫星移动频谱馈电链路	550
1.5.2.2	接收VSAT地面电台	54

## 4.8 机会成本和行政激励定价<sup>4</sup>: 简单、有效和线性的公式

如第2.3.4.4节所述, 对频谱而言, 机会成本指的是将某段频谱指配给特定用户时放弃的替代价值。该模型促进了RF的有效使用, 并有利于农村地区的宽带覆盖和容量。该逻辑模型仅关注频谱使用费, 并详细说明了不同无线电业务的申请和频谱接入费用。频谱接入费在初始申请过程中征收一次, 并每年重新征收一次。如第5.2.8节所述, 该模型也是一种行政激励定价(AIP)机制, 以帮助频谱用户(及其供应商)就频谱使用做出更有效的决策。该模型是通用的, 并提供特定的值。主管部门可以选择不同的修饰符。

### 4.8.1 定价公式和参数

对所有业务而言, 它是机会成本和AIP费用公式, 由以下通用、简单、有效和线性(带宽)的形式来表示:

$$\text{Cost} = \alpha \times F \times B \times \rho \times \sigma \times l \times M_{\text{pub}} \quad (51)$$

将公式的两部分除以带宽B, 得到以下每MHz的费用公式:

$$\frac{\text{Cost}}{B} = \alpha \times F \times \rho \times \sigma \times l \times M_{\text{pub}} \quad (52)$$

除以本国货币(cur)、 $\alpha$ (cur/MHz)和B (MHz)形式表示的成本单位外, 所有参数均作为修饰符<sup>5</sup>。该模型仅确定发射机的费用; 即VSAT地球站运营商仅为其发射机的带宽付费; FM和TV接收机不支付频谱使用费(SUF)。

以下为所有参数的定义:

$\text{Cost}(\text{cur})$ : 以本国货币计算的频谱成本。

$B$  (MHz): 总的指派带宽。

$\alpha(\text{cur}/\text{MHz})$ : 基本价格单位。根据市场动态、国家对ICT行业的愿景和国际最佳实践,  $\alpha$ 是有关6 000 MHz以下蜂窝电话业务的1 MHz的值。

$F$ : 仅取决于中心频率。对低于6 000 MHz的频率,  $F$ 等于1; 对较高的频率,  $F$ 等于 $6 000/f$ ;  $F$ 与业务无关。

$\rho$ : 区域因子; 对国家许可证, 等于1; 与非国家许可证所涵盖行政区域(地区、省份)的数量成比例(小于1)。

$\sigma$ : 运营商的共享因子; 对独占的RF, 等于1。由于两个或多个运营商可能共享相同的RF, 特别是点对点(PtP)链路, 因此 $\sigma$ 可能小于1; 对两个用户共享相同的RF, 等于 $1/2$ , 对三个用户共享相同的RF, 等于 $1/3$ 等<sup>6</sup>。

$l$ : 站点位置: 城市或乡村(城区以外的地方)区域。它定义了不同地区的社会经济发展情况, 并对不同的费用进行了分类。 $l$ 可以得到两个值, 例

<sup>4</sup> 本节中使用的术语“定价”应依照国际电联《组织法》和《公约》(2015年版)第155条来理解。

<sup>5</sup> 费用的修饰符反映了所定价频谱的特定情况。

<sup>6</sup> 根据国家法规的规定, 如果运营商之间就频谱共用达成了协议, 则可以排除这一因子; 参见ITU-R SM.2404报告-支持改进频谱共用的规则工具。

如在城市中为全价、在农村地区为全价的25%。主管部门可以决定其他值，或提供其他的类别，如偏远地区等。

$M_{pub}$ : 考虑到不同业务之间差异的公共调解者。 $M_{pub}$ 实际上定义了费用。对蜂窝电话业务， $M_{pub}$ 等于1；对其他业务， $M_{pub}$ 的数是任意的，预定业务的年度费用。例如，对免费无线电视， $M_{pub}$ 可能会显着降低。 $M_{pub}$ 用作持有不同业务值的框架。

$\alpha$ 、 $l$ 和 $M_{pub}$ 的具体值是主观的<sup>7</sup>，由调节器来定义。

#### 4.8.2 更高的RF – 所有服务的费用降低

ITU-R P.2040建议书 – 建筑材料和结构对约100 MHz以上的无线电波传播的影响、ITU-R P.2109建议书 – 建筑物入口损耗预测和ITU-R P.2346报告 – 有关建筑物人口损耗的测量数据汇编，解释了为什么在6 000 MHz以上，建筑材料会衰减信号，并可能在发射机与接收机之间产生视线。出版物《无线电频谱管理：政策、规则和技术》[9]第5.6.8节规定，实际上，在5G之前，蜂窝陆地移动网络的工作频率低于6 000 MHz<sup>8</sup>。

在低于6 000 MHz的频率上，传播特性提供了有利的覆盖和穿透。此外，当低于6 000 MHz时，相对于较高的频率，可用的频率更少。因此，这些频段被视为需求过剩。该模型不区分6 000 MHz以下的不同蜂窝频段：较低RF（覆盖范围）的优势可通过提供更多带宽（容量）来补偿。从技术角度来看，所有频段都适用于短链路（低频和高频频段）。这是一种引入费用结构的频谱管理激励机制，以确保主要用于蜂窝和广播（音频和视频）以及PtP较长链路的这些较低频段的持续可用性，这仅可在较低频率上采用。价格激励旨在鼓励有效地选择频率要求。因此，较低的频段可服务更大的距离，并可“绕过”地形障碍。在较高的频段中，有助于实现相对较短的距离。因此，为了确保这些较低频段的持续可用性，鼓励运营商通过费用公式中的因子 $F$ 来选择相对于要覆盖之物理距离最高的可用频段。在构思新执照时，因子 $F$ 鼓励潜在用户使用更高的频段，以优化对频谱的使用。

#### 4.8.3 所有类型服务的F值

$F$ 仅取决于频率：

- 对低于6 000 MHz的频率和所有业务而言， $F$ 等于1；
- 对高于6 000 MHz的频率 ( $f$ ) 而言， $F = 6 000/f(\text{MHz})$ 。

以下章节详细说明了费用。

##### 4.8.3.1 所有工作于6 000 MHz以下的应用的费用

$F$ 取决于频率，而 $M_{pub}$ 考虑到业务。因此，例如，主管部门可通过不同的 $M_{pub}$ 值来区分广播与蜂窝。

$$\frac{\text{Cost}}{B} = \alpha \times F \times \rho \times \sigma \times l \times M_{pub} = \alpha \times 1 \times \rho \times \sigma \times l \times M_{pub} = \alpha \times \rho \times \sigma \times l \times M_{pub} \quad (53)$$

<sup>7</sup> 在公式中使用主观的和客观的参数意味着它变成为一个主观的公式，降低了在确定机会成本时所期望的客观性。

<sup>8</sup> 《2013年美国总统备忘录》“……包含更多可能成为共享接入候选频段的频段，特别是那些频率低于6 GHz的频段”（增加的重点）。另见ITU-D报告、表3“按频段划分的拥塞因子”[10]。

#### 4.8.3.2 所有工作于6 000 MHz以上的应用的费用

因子 $F(f)$ 等于：

$$F(f_{MHz}) = \frac{6,000}{f_{MHz}} \quad (54)$$

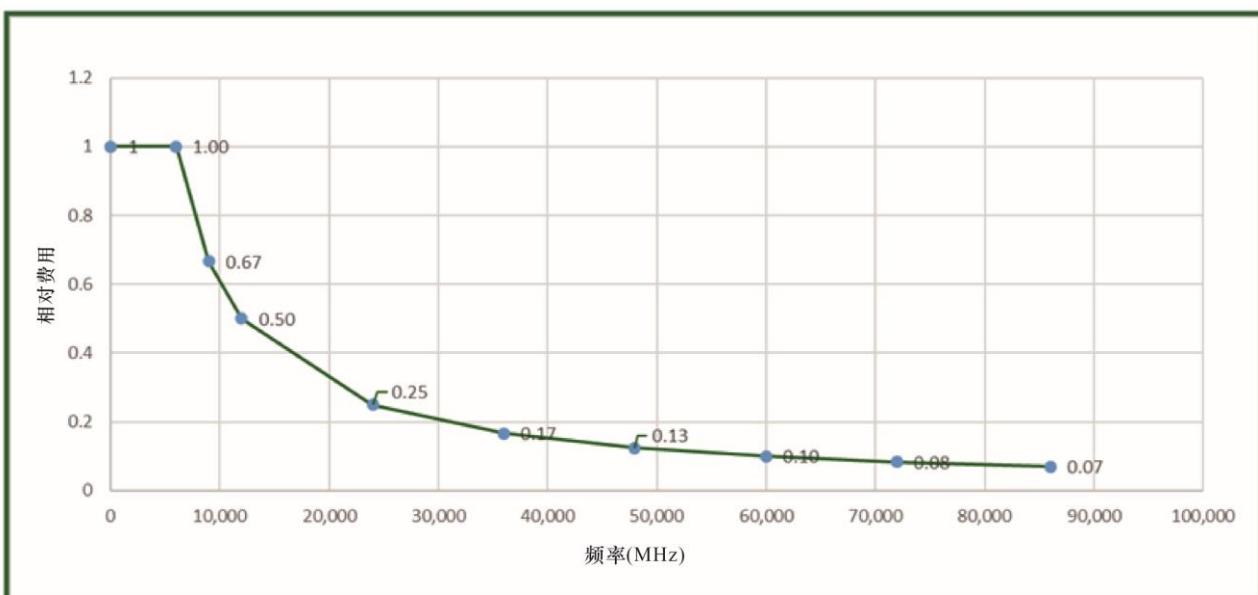
公式(52)可以重写为每1 MHz的年费， $F$ 大于6 000 MHz。

$$\frac{\text{Cost}}{B} = \alpha \times F \times \rho \times \sigma \times l \times M_{pub} = \alpha \frac{6,000}{f_{MHz}} \rho \times \sigma \times l \times M_{pub} \quad (55)$$

图11描绘了6 000-23 000 MHz的系数 $F$ ：作为频率函数的相对费用。

图11

相对费用（系数F）取决于频率：对于 $f < 6\,000\text{ MHz}$ ,  $F=1$ ; 对于 $f \geq 6\,000\text{ MHz}$ ,  $F=1/f$



举一个例子说明：PtP工作于RF，直至86 GHz以上，公式 (54) 也可能有用；例如，对于80 GHz， $F$ 等于 $(6/80) = 0.075$ 。有趣的是：在这些频率上，带宽 (BW) 相对而言非常高，例如1 000 MHz。工作于6 000 MHz (28 MHz带宽) 和60 GHz (280 MHz带宽) 的PtP链路的总价格 (不是每MHz) 是相同的，原因是每MHz的费用乘以BW。

#### 4.8.4 计算每MHz费用的示例

##### 4.8.4.1 工作于2 600 MHz以下的互联网服务提供商的每MHz费用

由于频率低于6 000 MHz，因此每1 MHz的年费为2 600 MHz：

$$\frac{\text{Cost}}{B} = \alpha \times F \times \rho \times \sigma \times l \times M_{pub} = \alpha \times 1 \times \rho \times \sigma \times l \times M_{pub} = \alpha \times \rho \times \sigma \times l \times M_{pub}$$

- 所覆盖区域包括城区 $l=1$ ；
- $\rho$ 等于0.05，原因是ISP仅在相关年份、在二十个省中的一个省运行；
- $\sigma=1/3$ ，原因是三个运营商使用相同的频谱；

- $M_{ISP}=0.3$ 作为国家选择。

$$\frac{\text{Cost}}{B} = \alpha \times 0.05 \times \frac{1}{3} \times 1 \times 0.3 = 0.005 \times \alpha$$

每MHz的成本I等于：

#### 4.8.4.2 计算工作于全国范围内的PtP费用

公式（55）用于计算15 GHz例子中每1 MHz提议的PtP年费：

$$\frac{\text{Cost}}{B} = \alpha \frac{6}{15} \rho \times \sigma \times l \times M_{pub} = 0.4 \times \alpha \times \rho \times \sigma \times l \times M_{pub}$$

一个运营商在全国范围内与其他三个运营商共享频谱的每MHz成本为（ $\sigma = 1/4$ ），在全国范围内使用1 MHz的PtP ( $M_{PtP} = 0.1$ )等于：

$$\frac{\text{Cost}}{B} = \alpha \times 0.4 \times 0.25 \times 0.1 = 0.01\alpha.$$

#### 4.8.5 未包含在公式中的因子

公式（51）和公式（52）包括与RF的使用直接相关的直接参数，以及拒绝其他运营商使用相同RF频谱的“影子价格”。公式（51）和公式（52）忽略其他参数，例如：

- 基站数量，以促进安装更多的站点，从而改善服务质量，实现更大的覆盖范围和容量。
- 覆盖面或半径单元，原因是很难定义它；此外，监管机构可能更喜欢更大的覆盖范围（表面和半径）。覆盖面对μ波链路没有任何意义。表面积包含在调解者 $\rho$ 中，代表地区的数量。
- 功率，作为连续变化之蜂窝站总的e.i.r.p.（由于功率控制），难以监控功率或e.i.r.p.
- 有效高度，原因是它使方法复杂化，并需要数字地形图（DTM）。
- 时间范围和占空比，原因是大多数发射（蜂窝和μ波链路）都是一整天。提醒一下，一个未使用的频率是一种经济浪费。

### 4.9 新费用体系实施原则

为了避免扰乱市场，此新费用体系不应忽然增加用户费用。因此，频谱管理者应制定好过渡战略，考虑到多种因素，包括但不限于市场情况、各种业务的用户数量、现有费用体系和替代业务。

在实施一种新的费用体系时，可采用以下步骤：

1. 分析当前的频谱使用情况。
  - 将用户分成不同群体。
  - 采用旧公式。
  - 分析结果。
2. 对现有用户群采用新公式。
  - 分析结果。
  - 针对不同用户群修改公式。

- 为了不扰乱市场，可实施减缓政策。
- 3. 基于第二步制定过渡战略。
  - 为了将现有费用转移到其最终市场相关费用中，在制定过渡战略时可遵循以下原则<sup>9</sup>。
    - 在缓慢提价（可能不足以减少拥挤）和将价格设定在较高水平（可能造成不利政治反应）之间应有一套折衷方案。
    - 应按最终目标涨价的一定百分率提价，如果最初的价格太低，则提到双倍或三倍较为合适。
    - 如果首次提价缓解了拥挤，则无需再次提价。
    - 为了便于用户调整其投资决策，应让用户提前知道调价方向。
    - 从长远看来，价格应与市场挂钩。
    - 五年的过渡期较为合理。
    - 现有法规应有效且与新定价计划一致。
    - 为了与利益相关方达成一致，磋商过程至关重要。
    - 应开发并测试用于计算价格的新软件。此外，还应对监管人员进行软件培训。
    - 监管者不应依赖新的费用体系增加其融资，因为融资水平可能会随时间以及供需关系变化而变化。

---

<sup>9</sup> ERC（1998年）“有关在频谱管理中引入经济准则和在CEPT中引入费用与收费原则的报告”，ERC第53号报告，3月，曼彻斯特。

## 第5章

### 主管部门在频谱管理的经济方法的经验10

#### 5.1 在拍卖与可转让产权方面的经验

从上世纪90年代起，有的国家就开始通过拍卖来指配执照[5] [6]。另外，一些国家最近还引入了有限的可转让产权制度，允许将频谱使用执照转卖给其他方。

##### 5.1.1 澳大利亚

在澳大利亚，澳大利亚通信和媒体管理局（ACMA）正力求在其频谱管理职能方面实现提高经济效益、鼓励技术改进和扩大选择自由等目标。它尝试建立一个高效、公平和透明的频谱使用收费体系，并适当回报社区。为了平衡这些有可能存在冲突的目标，ACMA采用了许多频谱管理的创新方法。下面将简要介绍它的拍卖和可转让产权法。

###### 5.1.1.1 将价格作为一种执照指配手段

当某频段的供大于求时，ACMA一般会根据申请情况划分频率并收取许可费和年费。但是，如果对某频段的需求可能大于供给，则ACMA会通过拍卖的方式分发执照。

ACMA可通过频谱执照或者设备执照（较少用）的方式拍卖频谱。

因经过大量的规划、磋商和准备工作，管理局会不定期举行频谱拍卖。如果对商业价值较高的稀缺频谱的竞争较为激烈，则会经常进行拍卖。拍卖被视为一种透明的以价格为基础的方法，用于将特定频段内的频谱划分成不连续的段，称为频谱块。频谱块由地理地区和带宽限定。频谱带宽与地理地区的组合称为频谱空间。

中标者可在拍卖会上可获得许多频谱块。买家可将相邻的频谱块组合或合并起来形成应用更加广泛的更宽频谱空间。这些经合并的频谱块可根据接入执照的条款使用，这样就能在频谱空间内根据其大小和形状提供技术或服务，而不会干扰相邻的业务。

在许多种拍卖方式中，澳大利亚通信和媒体管理局只使用了其中的两种拍卖频谱，即英式公开升价拍卖和同时多轮拍卖。

###### 5.1.1.2 引入新的许可形式：频谱执照

市场体系所依据的原理是频谱的频谱的直接营销可以提高频谱使用的效率。在市场体系下，频谱用户将做出能反映供需压力的有关其频谱接入的决定。为了完善以市场为导向的频谱划分与管理方法，ACMA引入了一种和产权类似的新型执照，称为“频谱执照”。频谱许可是授权在指定的频率带宽和覆盖范围内使用频率，而不是集中在设备及其使用上（而限定覆盖范围和所用频率带宽）。根据频谱许可规定，只要持照者遵守执照的核心技术条款和所有协调要求，就可灵活更换其设备、天线、选址等频谱使用的任何方面。

根据《1992年无线电通信法》的第85至第88条，频谱执照只能交易，而不能转让。它们包括了限定频谱执照代表的频谱资产或产权的核心条件。持照者可在公开市场自由与有关当事人议价以合法买卖频谱空间。

---

<sup>10</sup> 各国的经验仅代表相关主管部门的观点。

频谱执照因其限定的频谱空间和较长的执照有效期（15年）而可被视为金融资产。这些执照虽然不能再分到小于标准交易单位，但可以组合或再分以形成新的执照。在就特定交易达成商业协议后，则应将此交易通知ACMA。只有在新的执照细则出现后，此交易才生效。

### 5.1.2 加拿大

《加拿大无线电通信法》于1996年进行了修订，规定了在适当情况下举行频谱指配拍卖的明确权限。拍卖有许多优势，例如，促进频谱的经济高效地使用的能力、作为一种指配机制的公开性和客观性、程序效率以及为使用公共资源而给予加拿大纳税人相应补偿的能力。

加拿大工业部于1999年以同时多轮拍卖的方式首次拍卖24 GHz和38 GHz频率。在10年间，加拿大工业部共举行了七场频谱拍卖会，其中五次是通过同时多轮拍卖的方式在互联网上进行，另有两次是密封报价拍卖。随着拍卖理论与实践方面的不断进步，加拿大工业部将继续审视最新拍卖设计开发情况并相应予以采纳。

下表列出了加拿大工业部迄今所举办的所有拍卖会细则。第1到第5次拍卖采用同时多轮升价（SMRA）方式，而第6和第7次则使用密封报价第二价格竞拍方式。

表 15

拍卖编号	年份	频段/频率范围	赢得/获得执照数目	赢家数目
1	1999	24和38 GHz	260/354	12
2	2001	2 GHz – 用于个人通信业务（PCS）	52/62	5
3	2004	2.3和3.5 GHz	392/848	22
4	2004/05	2.3和3.5 GHz (第2期 – 剩余)	450/457	15
5	2008	2 GHz – 用于高级无线业务（AWS）	282/292	15
6	2009	849-851 MHz和894-896 MHz用于空对地业务	2/2	1
7	2009	2.3和3.5 GHz (第3期 – 剩余)	10/10	5

通过拍卖获得的执照可在带宽和地理地区方面部分（可分割性）或全部转让合格的接受者。拍卖的执照有效期一般为十年，并且，在有效期快结束时续期的可能性很大。

### 5.1.3 俄罗斯联邦的拍卖经验

#### 俄罗斯联邦竞标流程（竞争、拍卖）系统的一般说明

俄罗斯联邦通信领域制定和执行国家政策与法规（包括无线电频谱的使用与转换），由俄罗斯帮助通信和公众媒体部（*Minkomsvya*）负责。

俄罗斯联邦境内通信领域的一切活动的法律框架，由2003年7月通过的有关“通信”的第126-FZ号联邦法律做出规定。

根据该法第29条，开展任何有关通信服务提供的商业活动需由具有权能的执行机构根据对接收到的申请的审查，颁发适当的牌照。

第31条对依据竞标流程颁发电信业务牌照的情况做出了规定。这些情况之一包含如下条件：

- 可使用无线电频谱提供通信服务；
- 国家无线电频谱委员会决定可用于通信服务的频谱，并对特定领土的运营商数据做出限制。

同一条款亦规定，由俄罗斯联邦政府决定招标过程的程序。通过执行此项条款，2006年1月12日有关“通信服务牌照招标过程（拍卖、竞争）法规”的政府第8号令得以实施。该法律文件规定了两类招标过程：拍卖和竞争（表2）。使用无线电频谱提供通信服务的牌照招标采用拍卖的形式，前提是用于提供通信服务的频谱未划分给无线电业务和/或未被无线电系统用于任何指定目的。在其它情况下，通过竞争的方式实施通信业务牌照招标。

招标过程的组织方为联邦通信、信息技术和公众媒体监管局。该局：

- 决定招标申请流程的程序、地点、日期和起止时间；
- 组织实施招标过程的筹备和结果公布并在必要的情况下组织再次招标，同时负责宣布招标无效、招标的收尾和招标的取消；
- 澄清在申请提交期内可提交哪些文件；
- 就预存资金达成共识；
- 安全保管注册申请及随附文件，并为其中包含的数据保密；
- 成立一个委员会，负责招标过程阶段的运营工作并批准该委员会的人员构成；
- 保障该委员会的运作拥有必要的机构和技术条件；
- 采取与招标组织相关的其它措施。

上述委员会负责以下事宜：

- 就收讫的申请做出决定；
- 审查和评估竞标人提出的建议；
- 确定中标方并宣布招标过程的结果；
- 采取招标过程所需的其它措施。

满足已公布通知中规定的个人和法人均可参与招标。这些要求可能包括：提交申请的截止日期、申请人须提交文件的清单以及投标人在规定期限内必须提交的保证金数额。

针对竞争式的招标过程，应由委员会在公告所示的日期和时间，打开竞标人通过密封信封提交的竞争方案。开封并宣读方案后，委员会将闭门讨论并评估相关方案。委员会认为条件最好的一方为获胜方。

对于拍卖形式的招标过程，最初公告将指出招标对象的底价、提价的幅度以及保证金协议的基本条款与条件。底价是基于评估机构的评估。招标过程组织方将与评估方达成协议。保证金的金额不得超过底价的25%。获胜方的保证金将作为获胜方全款的一部分，其余部分将在签署拍卖成果正式报告后10个工作日内返还给其它投标人。将邀请拍卖人主持拍卖并为

此与拍卖人签署合同。获胜方为报价最高者，但前提条件是报价不得低于原公告中声明的底价。

根据相关法律第31条的规定，无论采取何种形式的招标过程，获胜方均将获得牌照并得到相应的无线电频率划分。

如今，2006年1月12日的政府第8号令已被2014年5月24日颁布的、有关“获得牌照以提供通信服务的招标过程（拍卖、竞争）”的政府第480号令所取代，该政府令批准了现行投标法规。与以往版本相比，对相关法规做出如下修改：

- 在运营商数量受可用于通信服务频谱限制的地区，牌照招标过程只能采用拍卖的方式（表16）。
- 拍卖对象的底价可依据受邀评估方得出的结论确定，或根据既定的方法确定底价。
- 目前已有关于电子拍卖的规定。在此情况下，联邦通信、信息技术和公众媒体监管局会建立并维护一个电子招标平台或与运营电子平台（电子市场）的运营公司就招标过程签署一份协议。

表16

招标过程的类型	使用的时间	
	2006-2014年	2014年至今
竞争	除根据现行法规须进行拍卖的所有其它情况	无规定
拍卖	用于提供通信服务的频谱未划分给无线电业务和/或未被无线电系统用于任何指定目的。	在运营商数量受可用于通信服务无线电频谱限制的地区，牌照招标过程只能采用拍卖的方式

### 俄罗斯联邦在通过竞争方式获得牌照使用无线电频谱提供通信服务方面的经验

根据2006年1月12日的政府第8号令批准的法规，首次为使用无线电频谱提供通信服务取得牌照而开展的第一次竞标，于2007年实施。招标过程的2 GHz频段共有三个部分。各部分允许使用15 MHz频谱在俄罗斯联邦全部领土内提供IMT-2000/UMTS通信服务。每部分的牌照费<sup>11</sup>为264万卢布。同年，组织了针对GSM频率的竞争。在此情况下，900 MHz频段的四个区域性牌照和1 800 MHz频段的99个区域性牌照进行了招标。每部分的牌照费为45 000卢布。1 800 MHz频段频率的竞争招标于2011年举行。此次招标没有牌照费，但提出了以下要求：

- 人口覆盖：两至三年内分阶段在领土内为所有拥有2 000-100 000居民的居民区以及10%以上的拥有200-2 000人的居民区提供移动业务，投标方可获取额外加分。
- 网络投资：自有资金或贷款资金达在1 800频段部署GSM移动网络最低承诺投资的1.25倍，投标方可获取额外加分。
- 提供服务的截止日期：不得迟于自获得牌照之日起两年。

<sup>11</sup> 执照费 – 对胜标方收取的费用。

## 俄罗斯联邦在通过拍卖方式获得牌照使用无线电频谱提供通信服务方面的经验

首次通过竞争方式获得牌照使用无线电频谱提供通信服务的拍卖于2015年秋举行，对十个区域性频段进行拍卖。基于拍卖结果的牌照总成本为63亿卢布。表17所示为底价的细分。

表17

各部分的编号	俄罗斯联邦领土	各部分的规模 (MHz)	底价 (单位: 百万卢布)	基于投标结果的各部分频率的定价
1	达吉斯坦共和国	2×15 MHz	240.4	1 060.164
2	卡拉恰伊切尔克斯共和国	2×13.8 MHz	31.6	200.344
3	北奥塞梯共和国	2×6.8 MHz 2×5.2 MHz	47.0	275.890
4	斯塔夫罗波尔边疆区	2×13.7 MHz	210.3	1 701.327
5	奥伦堡州	2×2.8 MHz 2×6.6 MHz	66.7	587.627
6	彼尔姆边疆区 (除Komi-Permyatski Okrug)	2×8 MHz 2×1.8 MHz 2×1 MHz	183.4	744.604
7	萨马拉州	2×7.6 MHz	101.2	1 082.840
8	Komi-Permyatski Okrug、彼尔姆边疆区	2×1 MHz	0.5	0.545
9	布里亚特共和国	2×3.6 MHz 2×0.4 MHz	83.4	326.094
10	阿穆尔州	2×4.6 MHz 2×8.6 MHz	69.1	303.349

根据相关拍卖文件，获胜方须：

- 为至少2 000人以上的城市和居民点提供服务，依照“政府决定”于2013年12月批准的，给民用陆地移动业务使用无线电系统频段制定的时间表，为俄罗斯联邦居民点提供通信服务（表18）；
- 使用具有2017年10月13日“政府决定”附件2所述特性的无线电系统，这些特性涉及在采用GSM、LTE标准以及在俄罗斯联邦相关领土所采用后续标准的通信网内分配给无线电系统的1 710-1 785 MHz和1 805-1 880 MHz频段。

表18

使用的频段	居民点的人口	运营商提供服务的条件	时间表
1 GHz以下	1 000或更多居民	如果运营商的移动网络可通过具备相关能力的现有链路与核心网连接，则必须为所有居民点提供移动业务	1年内 – 至少10%的居民点 2年内 – 25% 3年内 – 40% 4年内 – 65% 5年内 – 85% 6年内 – 95% 7年内 – 99.9%。
1-2.2 GHz	2 000或更多居民	–	
2.2-3 GHz	10 000或更多居民	–	
任何频段	10 000或更多居民	在相关频段使用此前频段分配决定中未提及的现代技术	

2016年2月，俄罗斯联邦进行了第二次频段拍卖。共有82个使用基于LTE及随后改进的无线电通信系统的移动电话业务、数据传输、远程信息处理业务牌照举行了拍卖，这些业务使用2 500-2 690 MHz频段的频谱。这包括一个联邦牌照和81个区域牌照。表19列出了底价和根据招标结果得出的各部分频率的定价。

表19

各部分的编号	俄罗斯联邦领土	各部分的规模 (MHz)	底价 (单位: 百万卢布)	基于投标结果的各部分频率的定价 (单位: 百万卢布)
1	俄罗斯联邦的领土	1×25 MHz	2 939.4	3 968.19
2	阿尔泰边疆区	1×25 MHz	49.7	57.155
3	阿穆尔州	1×25 MHz	19.6	20.58
4	阿尔汉格尔斯克州	1×25 MHz	28.3	32.545
5	阿斯特拉罕州	1×25 MHz	22.3	25.645
6	别尔哥罗德州	1×25 MHz	34.6	38.06
7	布良斯克州	1×25 MHz	27.1	36.585
8	弗拉基米尔州	1×25 MHz	31.3	35.995
9	伏尔加格勒州	1×25 MHz	58.1	69.72
10	沃洛格达州	1×25 MHz	26.5	27.825
11	沃罗涅日州	1×25 MHz	51.4	69.39

表19 (续)

各部分的编号	俄罗斯联邦领土	各部分的规模 (MHz)	底价 (单位: 百万卢布)	基于投标结果的各部分频率的定价 (单位: 百万卢布)
12	圣彼得堡	1×25 MHz	134.3	456.62
13	犹太自治州	1×25 MHz	3.8	-
14	外贝加尔边疆区	1×25 MHz	24.9	26.145
15	伊万诺沃州	1×25 MHz	23.2	25.52
16	伊尔库茨克州	1×25 MHz	56.4	64.86
17	卡巴尔达 - 巴尔卡尔共和国	1×25 MHz	16.5	18.975
18	加里宁格勒州	1×25 MHz	22.1	25.415
19	卡卢加州	1×25 MHz	23.2	26.680
20	堪察加边疆区	1×25 MHz	9.6	10.08
21	卡拉恰伊切尔克斯共和国	1×25 MHz	8.5	9.35
22	克麦罗沃州	1×25 MHz	68.0	81.6
23	基洛夫州	1×25 MHz	29.6	38.48
24	科斯特罗马州	1×25 MHz	13.8	15.87
25	克拉斯诺达尔边疆区	1×25 MHz	126.2	170.37
26	克拉斯诺亚尔斯克边疆区	1×25 MHz	70.5	84.6
27	库尔干州	1×25 MHz	20.4	43.86
28	库尔斯克州	1×25 MHz	24.3	31.59
29	列宁格勒州	1×25 MHz	46.1	53.015
30	利佩茨克州	1×25 MHz	25.2	32.76
31	马加丹州	1×25 MHz	5.2	-
32	摩尔曼斯克州	1×25 MHz	20.9	21.945
33	涅涅茨自治区	1×25 MHz	1.1	1.155
34	下诺夫哥罗德州	1×25 MHz	83.6	112.86
35	诺夫哥罗德州	1×25 MHz	13.9	14.595
36	新西伯利亚州	1×25 MHz	66.7	93.38
37	鄂木斯克州	1×25 MHz	45.6	61.56
38	奥伦堡州	1×25 MHz	43.4	56.42
39	奥廖尔州	1×25 MHz	16.2	17.82
40	奔萨州	1×25 MHz	30.9	33.99
41	彼尔姆边疆区	1×25 MHz	66.3	89.505
42	滨海边疆区	1×25 MHz	50.1	55.11
43	普斯科夫州	1×25 MHz	13.8	15.87
44	阿迪格共和国 (Adygea)	1×25 MHz	9.0	9.9

表19 (续)

各部分的编号	俄罗斯联邦领土	各部分的规模 (MHz)	底价 (单位: 百万卢布)	基于投标结果的各部分频率的定价 (单位: 百万卢布)
45	阿尔泰共和国	1×25 MHz	3.4	3.74
46	巴什科尔托斯坦共和国	1×25 MHz	90.1	121.635
47	布里亚特共和国	1×25 MHz	22.0	23.1
48	达吉斯坦共和国	1×25 MHz	59.9	74.875
49	印古什共和国	1×25 MHz	8.1	8.91
50	卡尔梅克共和国	1×25 MHz	5.1	5.61
51	卡累利阿共和国	1×25 MHz	14.6	16.06
52	科米共和国	1×25 MHz	22.8	23.94
53	马里共和国	1×25 MHz	14.9	15.645
54	莫尔多维亚共和国	1×25 MHz	17.2	18.92
55	萨哈共和国 (雅库特)	1×25 MHz	26.9	29.59
56	北奥塞梯共和国	1×25 MHz	14.6	16.06
57	鞑靼斯坦共和国 (鞑靼斯坦共和国)	1×25 MHz	100.0	155
58	图瓦共和国	1×25 MHz	6.2	6.51
59	哈卡斯共和国	1×25 MHz	11.9	12.495
60	罗斯托夫州	1×25 MHz	95.8	134.12
61	梁赞州	1×25 MHz	25.0	27.5
62	萨马拉州	1×25 MHz	81.5	110.025
63	萨拉托夫州	1×25 MHz	57.2	68.64
64	萨哈林州	1×25 MHz	15.9	17.49
65	斯维尔德洛夫斯克州	1×25 MHz	122.9	356.41
66	斯摩棱斯克州	1×25 MHz	21.1	24.265
67	斯塔夫罗波尔边疆区	1×25 MHz	57.4	66.01
68	坦波夫州	1×25 MHz	23.7	26.07
69	特维尔州	1×25 MHz	28.9	31.79
70	托木斯克州	1×25 MHz	24.4	28.06
71	图拉州	1×25 MHz	34.4	39.56
72	秋明州	1×25 MHz	34.2	97.47
73	乌德穆尔特共和国	1×25 MHz	32.1	38.52
74	乌里扬诺夫斯克州	1×25 MHz	29.7	32.67
75	哈巴罗夫斯克边疆区	1×25 MHz	35.1	36.855

表19 (结束)

各部分的编号	俄罗斯联邦领土	各部分的规模 (MHz)	底价 (单位: 百万卢布)	基于投标结果的各部分频率的定价 (单位: 百万卢布)
76	汉特-曼西自治区	1×25 MHz	51.8	119.14
77	车里雅宾斯克州	1×25 MHz	87.2	117.72
78	车臣共和国	1×25 MHz	24.5	50.225
79	楚瓦什共和国 (Chuvashia)	1×25 MHz	26.0	29.9
80	楚科塔自治区	1×25 MHz	1.7	1.785
81	亚马尔 - 涅涅茨自治区	1×25 MHz	19.6	47.04
82	雅罗斯拉夫尔州	1×25 MHz	29.4	33.81

第二次拍卖的胜标方必须对持有拍卖频段牌照的MMDS运营商支付赔偿。对竞争和拍卖的结果加以分析。

表20在拍卖和竞争结果的基础上比较了阿穆尔州1 800 MHz频段移动通信业务的许可条件。

表20

比较的参数	竞争	拍卖
频段	1 800 MHz	1 800 MHz
技术	GSM	GSM、LTE和后续的改进
区域	阿穆尔州	阿穆尔州
牌照费 (×1 000卢布)	45	303 349 <sup>12</sup>
使用频率的一次性付款	是	否
使用频率按年付费 <sup>13</sup>	是	是
胜标方的义务:		
网络投资	是 <sup>14</sup>	否
为具有一定量人口的城镇和居民点提供服务	是 <sup>15</sup>	是 <sup>16</sup>

<sup>12</sup> 基于投标流程结果的执照费金额。

<sup>13</sup> 支付金额不取决于频率划分的方式。判定一次性付款和频率使用年费的方法在第5.2.7节中做出了规定。

<sup>14</sup> 投标方以自有资金或贷款投资至少2.4375亿卢布, 以履行在1 800 MHz频段部署GSM移动网义务, 可获得额外加分。

<sup>15</sup> 两至三年内, 在频段分区领土内为所有拥有2 000-100 000居民的居民区以及10%以上的拥有200-2 000人的居民区提供移动业务, 投标方可获取额外加分。

<sup>16</sup> 1年内 – 至少10%的人口至少为2 000的居民点, ; 2年内 – 25%; 3年内 – 40%; 4年内 – 65%; 5年内 – 85%; 6年内 – 95%; 7年内 – 99.9%。

分析表20中的数据时，应牢记根据现行有效立法，使用无线电频谱提供通信服务的牌照招标过程仅可使用拍卖的方式。因此，相关分析是基于2007年的竞争性招标得出的数据。

表20中的数据显示，如果招标过程采用拍卖的形式，则国家预算的收入远高于通过竞争方式取得的收入。

### 根据无线电频谱影子价格评估确定底价的方法

虽然俄罗斯联邦尚未真正进行过拍卖，主管部门已经制定了用于确定底价的方法[7]。这套建议的方法取决于对移动通信网络收入指数进行的评估。此指数是一项系统带宽函数，它用特定货币单位衡量项目投资年度效益。在评估底价时，所用货币单位为一美元。

进行分析时所需的基本数据可分类三类：

- 关于网络的频率分配计划的数据；
- 用于计算网络建设所需投资的参数；
- 计算网络运营收入的参数。

下例中使用的是GSM移动电话网络的技术参数。不过，此方法适用于其他移动和中继线网络标准。

#### a) 移动网络中作为一项带宽函数的基站 (BS) 数

第一组基本数据包括表21中所示的参数。这些参数用于计算移动通信网络中的以下关键参数：

- $N$ : 簇的大小  
 $C$ : 一个城镇里须安装的基站数  
 $n_c$ : 电话信道数。

表21

符号	参数	计算值
$F$	服务区中的移动网络带宽	2-25 MHz
$F_k$	移动网络系统的信道带宽（对于NMT、AMPS-D和GSM系统， $F_k$ 分别等于25、300和200 kHz）	0.2 MHz
$M$	一个小区中的服务扇区数（ $\theta = 360^\circ$ 时 $M = 1$ ， $\theta = 120^\circ$ 时 $M = 3$ ， $\theta = 60^\circ$ 时 $M = 6$ ，式中 $\theta$ 为基站天线辐射型宽度）	1-6
$n_\alpha$	同时可使用一个载频的用户数（对于NMT、AMPS-D和GSM系统， $n_\alpha$ 分别等于1、3和8）	8
$N_\alpha$	一个城镇中移动电话网络所服务的用户数	10 000-150 000人

表21 (结束)

符号	参数	计算值
$\beta$	一个用户在峰值业务量时段的活动性	0.025 E
$P_a$	移动网络中呼叫受阻的允许概率	0.1
$\rho_0$	移动网络接收机所需保护率 (对于NMT、AMPS-D和GSM系统, $\rho_0$ 分别等于18.9和9 dB)	9 dB
$P_t$	允许移动网络中的发射机输入端信噪比低于保护率 $\rho_0$ 的时间百分比	10%
$\sigma$	决定在接收地接收信号电平内随机变化范围的参数 (对于移动网络系统, $\sigma = 4-10$ dB)	6 dB

计算移动电话网络基本参数的步骤[8]如下:

- 一个城镇中蜂窝移动网络的总载频数:

$$n_k = \text{int} (F/F_k)$$

式中int ( $x$ ) 为数字的 $x$ 整数部分。

- 在给定的 $\rho_0$ 和 $P_t$ 值时所需的簇的大小:

$$p(N) = 100 \int_{\frac{(10 \log(1/\beta_e) - \rho_0)}{\sigma_p}}^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} \frac{dt}{\sqrt{2\pi}}$$

式中:  $p(N)$ 为移动电台接收机接入端信噪比低于保护率 $\rho_0$ 的时间百分比。 $\beta_e$ 和 $\sigma_p$ 取决于参数 $q = \sqrt{3N} \sigma$ 和 $M$ 。 $p(N)$ 的值随 $N$ 增大而减小。对于给定的 $\rho_0$ 值,  $\sigma$ 和 $M = 1, 3$ 和 $6$ , 为多个 $N$ 值 (即 $q$ ) 计算 $p(N)$ 的值。满足条件 $p(N) \leq P_t$ 时的 $N$ 值即被视为移动网络的簇的大小。

$p(N)$ 的公式中所用的参数 $\beta_e$ 和 $\sigma_p$ 用以下公式计算:

$$\sigma_p^2 = \sigma^2 + \sigma_e^2$$

$$\sigma_e^2 = \frac{1}{\lambda^2} \ln \left[ 1 + (e^{\lambda^2 \sigma^2} - 1) \frac{\sum_{i=1}^{\lambda} \beta_i^2}{\left( \sum_{i=1}^{\lambda} \beta_i \right)^2} \right]$$

$$\beta_e = \left( \sum_{i=1}^{\lambda} \beta_i \right) \exp \left[ \frac{\lambda^2}{2} (\sigma^2 - \sigma_e^2) \right]$$

在这里,  $\lambda = (0,1 \ln (10))$  以及  $\lambda$  和  $\beta_i$  的值都取决于  $M$ , 可用以下公式求出:

$$\left. \begin{array}{l} \text{如果 } M = 1, \text{ 则 } \lambda = 6 \quad \beta_1 = \beta_2 = (q-1)^{-4}; \quad \beta_3 = \beta_4 = q^{-4}; \quad \beta_5 = \beta_6 = (q+1)^{-4} \\ \text{如果 } M = 3, \text{ 则 } \lambda = 2 \quad \beta_1 = (q+0.7)^{-4}; \quad \beta_2 = q^{-4} \\ \text{如果 } M = 6, \text{ 则 } \lambda = 1 \quad \beta_1 = (q+1)^{-4} \end{array} \right\}$$

式中:

$$q = \sqrt{3N}$$

- 频率数  $n_s$  和用于为一个小区中的一个扇区提供服务的频率数和电话信道数  $n_c$ :

$$n_s = \text{int}(n_k / MN)$$

$$n_c = n_s \cdot n_\alpha$$

- 一个小区中的一个扇区中的允许通信量 (E) :

$$A = \begin{cases} n_c \left[ 1 - \sqrt{1 - (p_a \sqrt{\pi n_c / 2})^{1/n_c}} \right] & \text{对于 } p_a \leq \sqrt{2 / \pi n_c} \\ n_c + \sqrt{p/2 + 2n_c \ln(p_a \sqrt{\pi n_c / 2})} - \sqrt{p/2} & \text{对于 } p_a > \sqrt{2 / \pi n_c} \end{cases}$$

- 在给定的阻塞概率值条件下一个基站所服务的用户数:

$$N_{BS} = M \cdot \text{int}(A/\beta)$$

- 移动网络中基站数按以下公式计算:

$$C = \text{int}(N_\alpha / N_{BS}) + 1$$

因此, 使用此建议的方法可以计算出在给定的网络性能参数以及给定的预计用户数条件下所需的基站数和信道数。

- b) 计算建设移动网络的开支

第二组基本数据如表22所示:

表22

符号	参数	计算值
$K_h$	安装人员的平均小时工资	3 (美元/小时)
$K_{BS}$	单信道基站安装的价格	USD 230 000
$K_E$	接收/发射装置的成本	USD 11 000
$A_1$	连接链路成本中的固定部分, 与链路长度无关	对于数字无线电中继 351美元/信道
$A_2$		176美元/信道
$B_1$	连接成本中的可变部分, 取决于链路长度	对于数字无线电中继 23美元/信道 km
$B_2$		12美元/信道 km

开支由五部分组成, 可按以下公式计算:

$$K_{\Sigma} = K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5$$

式中:

- $K_1$ : 建筑和装配工作的成本
- $K_2$ : 基站设备成本
- $K_3$ : 建设交换中心 (SC) 的成本
- $K_4$ : 购买记账系统的软件和技术设施的开支
- $K_5$ : 建设基站和交换中心之间通信链路的成本。

建筑和装配成本 $K_1$ 根据在各工期人工消耗的统计数据[小册子, 1992和1995年]计算。这些成本与移动网络中的基站数 $C$ 成比例, 可用以下公式计算:

$$K_1 = K_h \begin{cases} 4\,900 + 1\,040 C & \text{当 } 1 < C < 5 \text{ 时} \\ 3\,900 + 1\,640 C & \text{当 } 5 < C < 15 \text{ 时} \\ 3\,900 + 1\,740 C & \text{当 } C > 15 \text{ 时} \end{cases}$$

基站设备的投资性成本可通过以下公式计算:

$$K_2 = C [K_{BS} + (M \times n_s) \times K_E]$$

式中 ( $M \times n_s$ ) 为一个小区内的载频数。

建设移动网络交换中心的成本 $K_3$ 可根据网络中的用户数使用表23中的数据计算。

表23

网络中所需的电话信道数	交换中心成本 $K_3$ (美元)	
	模拟	数字
$N_a \leq 500$	300 000	3 500 000
$N_a \leq 2 000$	500 000	3 600 000
$N_a \leq 10 000$	1 300 000	4 000 000
$N_a \leq 50 000$	3 000 000	5 000 000

成本 $K_4$ 可使用表24中的数据计算。计算时假设移动网络使用适用于10 000位用户的非常简单的记账系统。此系统可在用户数量上升时根据需要情况进行扩展。

表24

系统种类	成本 $K_4$ (美元)
适用于5 000位用户的简单系统	130 000
适用于10 000位用户的简单记账系统	240 000
系统预留了10 000位用户的容量	750 000
系统预留了10 000位用户的容量	1 400 000

在计算基站和交换中心之间的通信链路建设成本时，可先计算连接一个基站与交换中心所需的通信链路数 $N_{ck}$ 。蜂窝式移动网络中可使用容量为60或30条电话信道的两种通信链路（发射速度为2或4 Mbit/s）。容量为30条电话信道的所需通信链路数如下：

$$N_2 = \text{int}((M \times n_c)/30) + 1$$

为了降低基站-交换中心连接的基建投资，应尽可能使用第一种通信链路。此类链路的数量应为：

$$N_1 = \text{int}(N_{30}/2)$$

如果 $N_{30}$ 为偶数，则给定数量的第一种通信链路足够用于基站-交换中心的连接。如果为奇数，则还需要一条容量为30条电话信道的通信链路。因此，对于基站-交换中心连接，需使用 $N_1$ 条第一种通信链路和 $N_2$ 条第二种通信链路。

可使用以下公式计算长度为 $L_i$ 的第一种或第二种链路的一条电话信道的单位成本：

$$T_{1i} = A_1 + B_1 \times L_i$$

$$T_{2i} = A_2 + B_2 \times L_i$$

对于电缆、光和无线电中继链路，式中的 $A_1$ 、 $B_1$ 、 $A_2$ 和 $B_2$ 可根据统计数据计算。

第 $i$ 个基站和交换中心之间的通信链路建设成本为：

$$K_{5i} = 60 \times N_1 \times T_{1i} + 30 \times N_2 \times T_{2i} = A + B \times L_i$$

式中：

$$A = 60 \times N_1 \times A_1 + 30 \times N_2 \times A_2 \quad B = 60 \times N_1 \times B_1 + 30 \times N_2 \times B_2$$

可通过以下公式计算连接所有基站和交换中心折通信链路总建设成本：

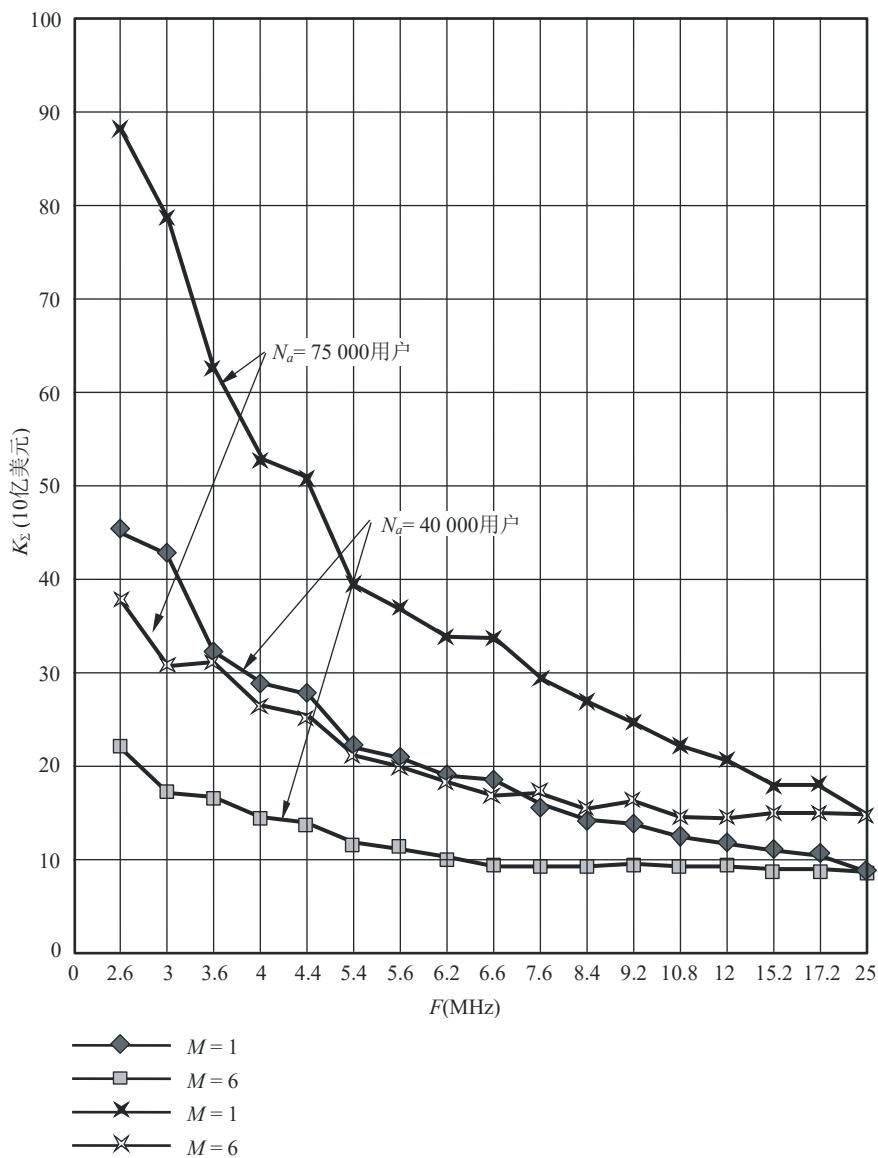
$$K_5 = \sum_1^c K_{5i} = C [A + B \times L_m]$$

式中  $L_m = \left[ \sum_1^c L_i \right] / C$  为所有基站-交换中心连接链路的平均长度。这些链路的长度在5到25 km之间。如果假设移动网络的覆盖范围为圆形，并且基站在此地区均匀分布，则：

$$L_m = 2 [25^3 - 5^3] / 3 \times 25^2 \cong 16.6 \text{ km}$$

图12所示为带宽 $F$ 的函数的基建投资 $K_\Sigma$ 以及要服务的用户数 $N_a$ 。它显示运营商通过使用更宽的带宽，即更低效地利用频谱，可大幅降低所需的网络建设成本。

图12  
基建投资与带宽的关系



SM.2012-11报告

## c) 计算移动网络工程的贴现收入指数

表25所示为一套基于俄罗斯联邦所用统计数据和标准的计算参数：

表25

符号	参数	计算值
$N_0$	移动网络最初用户数	300名用户
$T_1$	租用公共网络中一条信道时每分钟的收费	0.05美元/分钟
$X$	表示进入公共网络的呼叫比例的系数	0.7
$K_{PH}$	表示每天繁忙时段平均通信量比例的通信量集中系数。这是繁忙时段呼叫时间和每天平均呼叫时间的比值	0.18
$\beta$	繁忙时段用户的活动性	0.025
$P_1$	网络连接的平均一次性付费	200美元
$P_2$	平均月租费	50美元/月
$P_3$	平均呼叫费率	0.35美元/分钟
$n$	执照有效期	10年
$\delta$	国家利润税率	0.38
$E_n$	贴现率, 等于平均年银行利率	0.1

在计算运营商的收入和年度支出时, 应记住: 网络用户的数量 $N_a(t)$ 会按一个特定的公式不断变化。可使用有关移动网络发展的统计数据计算用户数。对于俄罗斯联邦正在发展的蜂窝移动网络, 用户数可表示如下:

$$N_a(t) = \max \{N_0 \times \exp(v_k \times t)\} \quad \text{式中 } (k-1) < t < k; N_a$$

表26中列出了有关俄罗斯联邦GSM标准网络用户数的发展情况的数据以及相应计算的 $v_k$ 值:

表26

年份	1994	1995	1996	1997	1998-2005
$k$	0	1	2	3	4-11
$N_{ak} = N_a(k)$	$2 \times 10^3$	$13 \times 10^3$	$53 \times 10^3$	$132 \times 10^3$	$N_{a11} = 2 \times 10^6$
$v_k$	0	1.87	1.48	0.92	0.34

当年度支出 $Z_{\Sigma k}$ 由三部分组成:

$$Z_{\Sigma k} = Z_{1k} + Z_{2k} + Z_{3k}$$

式中:

$Z_{1k}$ : 运营、摊销、设备维护、管理成本、工资、股息或贷款利息、公共设施费、地租的年度支出。根据统计数据, 可使用以下近似法:

$$Z_{1k} = 805 \times N_{ak}$$

$Z_{2k}$ : 记账系统维护的年度支出, 可取:

$$Z_2 = \text{USD } 30\,000$$

$Z_{3k}$ : 租用公共网络信道一年 (12个月) 的年度支出:

$$Z_{3k} = 12 \times N_{ak} \times Y_M \times X \times T_1$$

一个用户的月通信量 $Y_M$ 值即一个用户每月占用通信信道的分钟数, 可通过以下公式计算:

$$Y_M = 30.4 \times \beta / K_{PH}$$

移动网络的运营收入随使用网络服务的用户数变化。 $k$ 年的运营收入可用以下公式计算:

$$D_{\Sigma k} = D_{1k} + D_{2k} + D_{3k}$$

式中:

$D_{1k}$ : 来自 $k$ 年的运营期间连接移动网络的一次性付款的收入, 直接包括: 连接费用、保证金、通路号码、本地公共网络运营商线路的使用、用户设备的销售毛利。公式如下:

$$D_{1k} = N_{ak} \times P_1$$

应注意的是:  $D_{1k}$ 为运营商在用户单次缴费中从网络用户获得的收入。

$D_{2k}$ : 来自月租费的收入

$D_{3k}$ : 来自月电话费的收入。

使用以上关系式 $N_a(t)$ , 可用以下公式计算 $D_{2k}$ 和 $D_{3k}$ :

$$D_{2k} = 12 \times P_2 \times \int_0^k N_{ak}(t) dt = 12 \times P_2 \times \{N_0 + \sum_1^k N_{ak} \times [1 - \exp(-\nu_k)] / \nu_k\}$$

$$D_{3k} = 12 \times P_3 \times Y_m \times \{N_0 + \sum_1^k N_{ak} [1 - \exp(-\nu_k)] / \nu_k\}$$

为了评估一个移动网络运营的经济效益, 可将贴现收入指数 $I_D$ 当作工程贴现净利润之和与总基建费用的比值计算。

未来收入的当前价值可使用贴现指数  $(1 + E_n)$  计算，式中  $E_n$  取平均银行年利率。因此：

$$I_D = \frac{1}{K_\Sigma} \sum_{k=0}^n [(1-\delta)(D_{\Sigma K} - Z_{\Sigma K})] \frac{1}{(1+E_n)^k}$$

根据求出的结果，可计算出工程的贴现率：

$$E_p = p\sqrt{I_D}$$

求出相对于一美元的工程投资的年额，即可计算出贴现收入。

蜂窝移动网络运营商的贴现标准利润和带宽 $F$ 、所服务的用户数 $N_a$ 、所服务的扇区数 $M$ 之间的关系如图13所示。图中显示：运营商可通过使用额外带宽实现额外利润。在计算竞拍底价时必须遵守的一项基本原则是应激励运营商高效地使用无线电频谱。

#### d) 底价的计算

表27中列出了根据上述方法计算的GSM蜂窝移动网络运营商的底价值。应指出的是本例仅供参考。计算时，国家为移动通信企业设定的运营商利润标准为 $E_r = 1.25$ 。每个网络中使用六条扇形天线。假设划分了5或10 MHz的带宽给运营商。

通过以下公式计算底价：

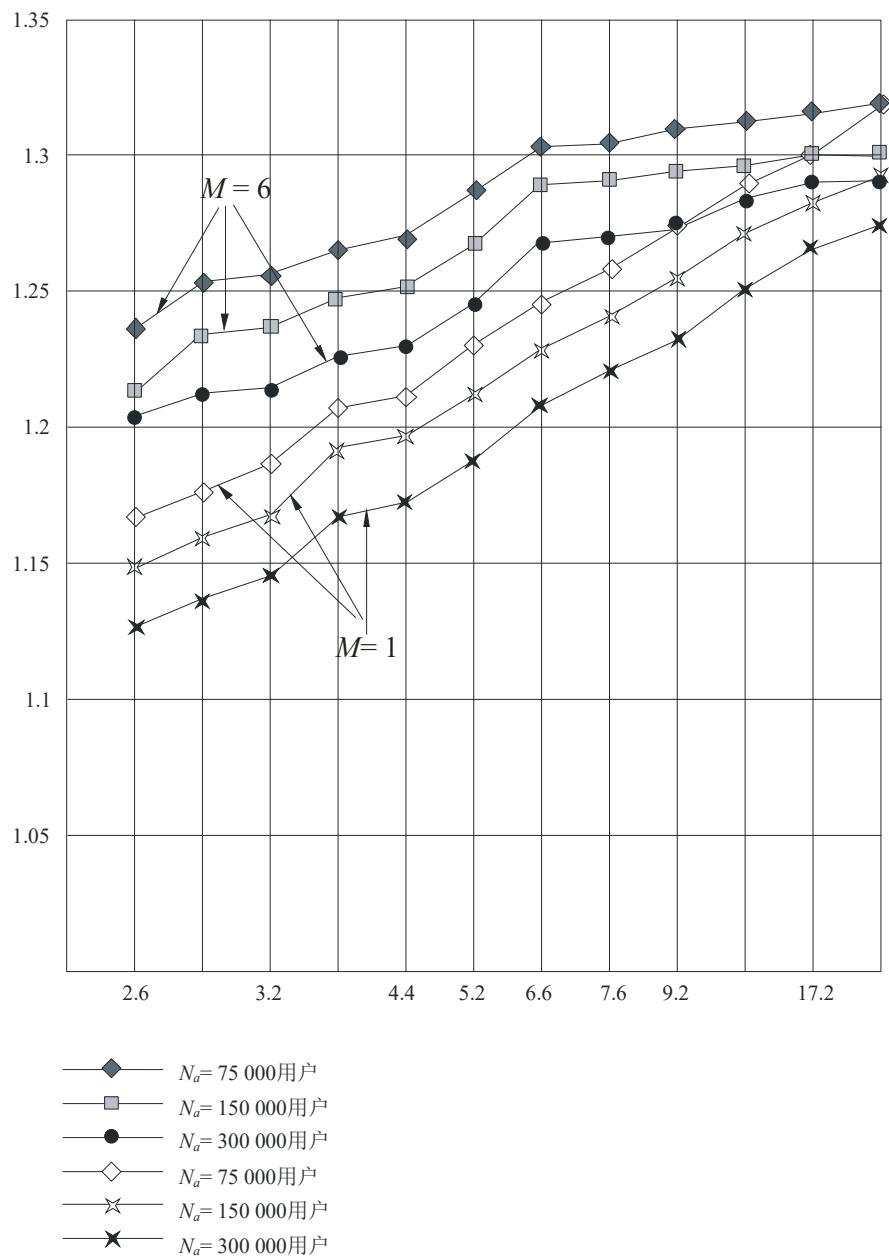
$$T = (E_n - E_r) \times D_{pr} / n$$

式中 $D_{pr}$ 为执照有效期内运营商的纯利润。

表27

网络中的用户数, $N_a$ (人)	75 000		150 000		300 000	
带宽 (MHz)	5	10	5	10	5	10
$T$ (百万美元)	1.08	1.68	0.93	2.1	0	1.73

图13  
概率指数与带宽



SM.2012-12报告

#### 5.1.4 新西兰

基于国家的优先考虑，大多数主管部门已经开始使用市场化方法继续划分频谱，并且只对约定的频率划分范围之内的许可运用市场方法。但新西兰已对某些影响仅限于国内，而不会造成国际影响的频段使用采用更广泛的市场化方法。

《1989版无线电通信法案》开创了新西兰无线电频谱管理的新时代。此法案允许产生频谱产权和使用市场化划分机制来分配这种最新产生的权利。该法案未明确提出划分机制。新西兰最初使用第二价格竞标方式销售无线电频谱，然后使用第一价格竞标方式。但在1996年又开发出基于互联网的电脑系统以通过拍卖的方式销售频谱。

主管部门目前所使用的拍卖过程为同时升价拍卖。这种拍卖方式是同时对所有可用的频谱组进行拍卖。要进行多轮拍卖，每轮持续一定的时间（如30分钟），直到没有人再对所提供的频谱组出价。希望购买特定频谱组组合的竞标者可通过这种方式参加拍卖。这种拍卖方式的优点是竞拍者可以获得全部市场信息，并在拍卖期间的任何时候都能知道它们成功组合这些频段组的把握性有多大。在制定拍卖机制时，主管部门签约了一家私营公司帮助开发用于在互联网上进行无线电频谱拍卖的软件。竞拍者可使用现有的网络浏览器技术通过互联网购买无线电频谱。主管部门撰写了《新西兰频谱拍卖设计》报告。此报告中简要介绍了新西兰怎样通过竞标方式划分无线电频谱、与拍卖设计相关的因素以及竞拍划分频谱的备选方案。在设计今后的拍卖时，主管部门将考虑到此报告的结果。

## 5.1.5 美国

### 5.1.5.1 职权

在美国，频谱管理职能被分配给联邦通信委员会（FCC）和国家电信信息管理局（NTIA）。联邦通信委员会的职责是管理非联邦政府的频谱使用，包括私营部门以及地方和州政府的频谱使用。NTIA有权管理联邦政府机构的频谱使用，包括军用。1993年，美国国会授权联邦通信委员会通过拍卖颁发执照。此项授权仅限于在收到互斥申请以及频谱的基本使用很有可能涉及持照者因为让用户能接收或发射通信信号而向用户收费的情况。在授予联邦通信委员会拍卖权时，美国国会希望能有利于实现以下目标：

- “ (1) 发展和快速部署新技术、产品以及为包括居住在农村地区的居民在内的公众提供公益服务，而不会出现行政管理或司法滞后；
- (2) 促进经济机会和竞争，并通过避免执照过度集中和向包括小企业、农村电话公司以及少数群体成员和妇女所有的企业在内的广大申请者颁发执照而确保美国人容易使用到最新和创新技术；
- (3) 为公众收回曾用于商用的公共频谱资源的一部分价值，并通过各种授权使用此资源的方法而避免不当得利；
- (4) 高效和广泛使用电磁波谱。”

在授权使用竞标方式时，美国国会还规定了竞标：

- “ (1) 不得更改频谱划分标准和程序；
- (2) 不应被视为减轻联邦通信委员会为了公共利益而继续使用工程解决方案、协商、准入资格、工作规程等方式以避免申请和许可程序中发生互斥现象的义务。”

美国国会还规定联邦通信委员会不得以从拍卖获取公共收入为目的而做出划分或业务决定。

从联邦通信委员会举办的拍卖所获收益的大部分都被收归美国国库。减轻联邦通信委员会只能保留支付举办拍卖费用所需的一部分拍卖收益。这部分收益不到拍卖所产生的收入的1%。一般来说，通过拍卖颁发的执照的有效期限为十年。如果持照者遵守相应的联邦通信委员会规则并提供了实质性业务，则其执照在此有效期后可以续期。

以下业务为美国通过拍卖特许的业务。包含上述拍卖方式的完整列表可在以下网址获得：<https://www.fcc.gov/auctions>

### 5.1.5.2 个人通信业务

通过开展各种与现有蜂窝、寻呼和其他陆地移动业务竞争的移动业务，个人通信业务（PCS）提供商可产生新的通信能力。这些业务将通过具有双向通话、数据和 / 或报文功能的新一代通信设备提供。这些设备包括小型轻质多功能的无线电话、便携式传真等。个人通信业务由几个不同类别组成，其中包括窄带和宽带个人通信业务。

联邦通信委员会于1994年7月举办了首场拍卖会，拍卖了11个在900 MHz频段提供窄带个人通信业务的全国性执照。窄带个人通信业务可用于提供语音信息寻呼、用户可接收短信并回复发送者的双向应答寻呼以及其他数据业务。窄带个人通信业务执照可覆盖全国（全国性执照）、大地区（地区性执照）或小地区。在这些全国性执照中，有五个为50/50 kHz成对，三个为50/12.5 kHz成对，三个为50 kHz不成对执照。

从1994年10月26日到11月8日，联邦通信委员会共拍卖了30个地区性窄带个人通信业务执照：美国五个地区各六个执照。每个地区有两个为50/50 kHz成对，其余四个为50/12.5 kHz成对。

1994年12月，联邦通信委员会对在2 GHz（1850-1990 MHz）频段提供宽带个人通信业务的执照进行了首场拍卖。宽带个人通信业务包括使用小型轻质多功能无线电话便携式电话机、便携式传真机等设备以及各种具有能与现有蜂窝、寻呼和其他陆地移动业务竞争的双向数据传送能力的先进设备提供各种移动与 / 或便携式无线电业务。

1850-1990 MHz频段被分成六个执照块。A、B和C频块执照每块含有30 MHz的频谱（两个成对的15 MHz宽部分）。D、E和F频块执照每块含有10 MHz的频谱（两个成对的5 MHz宽部分）。（请注意，这六个执照块中含有120 MHz频谱。1850-1990 MHz频段中的其他20 MHz（1910-1930 MHz）被无照个人通信业务使用。）

A和B组执照覆盖了地区性主要商贸区（MTA）。共有51个主要商贸区覆盖了整个美国及其国土。C、D、E和F频块执照覆盖了基本商贸区（BTA）。基本商贸区是主要商贸区的组成部分，共有493个基本商贸区覆盖了整个美国及其国土。主要商贸区和基本商贸区是基于《兰德麦肯纳利商业地图和营销指南》包括的标准的经济贸易区域。

在1994年12月开始的拍卖中，联邦通信委员会拍卖了48个主要商贸区的A和B频块。在其他三个主要商贸区中，只拍卖B频块的执照。在这三个主要商贸区（纽约、洛杉矶和华盛顿-巴尔的摩）中，此前已经根据联邦通信委员会前任的偏爱规则授予A频块的执照。因此，总共拍卖了99个执照。有三十名竞拍者获得了参加竞拍的资格，在1995年3月决标之前，共进行了112轮拍卖。

1995年12月，联邦通信委员会开始拍卖493个基本商贸区的宽带个人通信业务C频块，和主要商贸区的拍卖不同，获得C频块的小实体可选择投标信贷和分期付款计划。经过184轮后，这次拍卖于1996年5月决标。对宽带个人通信业务D、E和F频块的拍卖开始于1996年8月，共有153名竞标才有资格参加1479个不同执照的竞拍。只有F频块可参加投标信贷和分期付款计划。经过276轮后，此次拍卖于1997年1月决标。

虽然个人通信业务是一种新兴业务，但它所占用的频谱先前已经被划分和特许给各种固定业务（点对点）微波用户，包括公共安全业务。因此，需将原有微波系统转移到另一频段时，或者通过电缆等替代方式以满足其通信需求。在设立个人通信业务时，联邦通信委员会认定最快最公平的过渡方法是让新的个人通信业务持照者将微波用户移出此频段。因此，联邦通信委员会制定了一套规程。根据此规程，新个人通信业务持照者和原微波用户有一定的期限来协商和解条款。但无论如何，微波用户都必须在某日之前腾出这一频段，不得妨碍新业务的开展。

### 5.1.5.3 交互式视频数据业务

1994年7月，联邦通信委员会进行了第二次拍卖，拍卖了594个交互式视频数据业务（IVDS）执照。交互式视频数据业务是一种218-219 MHz频段内的双向通信业务。执照的有效期为十年。297个都市统计区（MSA）每个配有两个500 kHz执照。这些都市统计区基本上都是美国的都市化地区。每个市场都有两个执照供同时拍卖，最高出价者有权在两个执照之间做出选择，出价位列第二的竞标者赢得剩下的一个执照。在两天的时间里，联邦通信委员会拍卖了全部594个执照。

### 5.1.5.4 专业移动无线电业务

专业移动无线电业务（SMR）是一种陆地移动无线电业务，虽然也允许持照者向用于向公众提供服务，但它是主要面向企业和专业用户的调度、语音和数据业务。专业移动无线电业务在800 MHz和900 MHz频段内运营。

1974年，联邦通信委员会将专业移动无线电业务定位为专业陆地移动无线电业务，是一种向企业和其他取得了专业无线电用户资格的用户提供调度无线电业务的高效频谱方法。最初，申请者仅限于使用位于单个无线电基站的较少信道。因此，它的覆盖范围和业务选项有限。这些执照按先来先接受服务的原则颁发，并通过抽签解决同等条件下的竞争问题。然而，这些年来，对这类业务的需求保持了增长，限制参选资格和执照规则的规则逐渐减少。专业移动无线电业务目前提供各种服务，从为本地客户提供的传统无线电调度业务到为广大地区的客户提供的更加复杂的语音和数据传输业务。近年来，专业移动无线电业务持照者已获得授权扩大其业务的地域范围，并聚集大量的信道以提供与蜂窝无线电和个人通信业务更具可比性的业务。1994年10月，联邦通信委员会建议依据由其限定的服务区通过竞拍的方式颁发800 MHz专业移动无线电业务执照。800 MHz频段将成为今后拍卖的主题。

900 MHz专业移动无线电业务由在每个主要商贸区分为二十个10信道块的5 MHz频谱组成。900 MHz专业移动无线电业务中的频率指配为无线数据、专业调度、双向寻呼以及互连语音传输等竞争业务提供了发展潜力。最初颁发的这类业务执照是用于在中签的持照者所在的美国50个最大城市建设单发射机场地。但是，这些许可方法被中断了数年，联邦通信委员会最近才重新通过竞拍方式颁发地区性业务执照，并防止原有持照者受到新持照者的干扰，但是，他们只能通过获得新执照的方式扩展业务。

### 5.1.5.5 多信道多点分配系统

多信道多点分配系统（MMDS）通常被称为“无线电电缆”。它向使用多信道多点分配服务的用户与/或教育电视固定业务（ITFS）信道发送视频编程。只有2150-2160 MHz和2596-2680 MHz的多信道多点分配系统信道才被拍卖。多信道多点分配系统类似于有线电视，但不是使用同轴电缆。“无线电电缆”使用微波传输和信号。在过去，多信道多点分配系统执照是按照中心发射机所在坐标颁发的。但是，联邦通信委员会最近修订了多信道多点分配系统许可规程，授权所有持照者在特定的基本商贸区运营，要求新持照者避免在现有MMDS运营保护区（35英里的半径）内造成干扰。联邦通信委员会规定对特定基本商贸区的互斥申请将通过竞标的方式予以处理。

### 5.1.5.6 卫星直播系统

卫星直播（DBS）业务是一种无线电通信业务。它通过空间站发射或转播信号，供公众直接接收，其中包括个人和社区的接收。1996年1月，联邦通信委员会对两条轨位进行了非常有限的卫星直播拍卖。在通过拍卖规程时，联邦通信委员会注意到国家卫星广播业务的某

些特性，例如坠落美国的卫星的着陆点，让卫星直播业务不同于其他许多卫星业务。一名中标人获得了28条信道的施工许可证，第二名中标人获得了使用24条信道的施工许可证。

### 5.1.5.7 卫星数字音频无线电

卫星数字音频无线电（DAR）业务是一种2 320-2 345 MHz频段内的卫星广播（声音）无线电通信业务，通过卫星向地球上的用户或公众发射优质音频信号。1997年4月，联邦通信委员对两个12.5 MHz执照举行了卫星数字音频无线电业务的拍卖。两名中标人都计划提供预付费业务。执照的有效期限为八年。

### 5.1.5.8 无线通信

无线通信业务（WCS）是2 305-2 320 MHz和2 345-2 360 MHz频段内的无线电通信业务。除了在2 305-2 310 MHz不能提供卫星广播（声音）和航空移动业务外，无线通信业务持照者可灵活地提供各种固定、移动、无线电定位和卫星广播（声音）业务。1997年4月，联邦通信委员举行了无线通信业务执照拍卖会，为52个主要经济区（MEA）各颁发两个10 MHz执照，为12个地区性经济区域组合体（REAG）各颁发两个5 MHz执照。按照美国商务部的定义，主要经济区和地区性经济区域组合体由更小的经济区组合体组成。共有176个经济区覆盖了美国及其国土。在无线通信业务拍卖会中有众多公司竞得执照。执照的有效期为十年。

## 5.1.6 印度

印度主管部门（“政府”）通过电信部（DoT），以拍卖的方式指定使用各频段内一些特定无线电频谱频率的权利。政府为拍卖设定了以下目标：

- 通过透明程序获得由市场确定的频谱价格；
- 确保有效使用频谱，避免囤积；
- 刺激行业内竞争；
- 促进各项服务的推出；
- 达成最优的频谱价格，以确保可持续和价格可承受的数字通信接入。

印度主管部门采用同时多轮升价（SMRA）电子拍卖方式进行频谱拍卖。在SMRA中，多频段同时进行多轮拍卖。投标方可进入电子拍卖系统（EAS）参与拍卖。在第一轮中，投标方以底价提出起拍价。拍卖分多轮进行，每轮的价格根据需求而上涨。在每一轮中，投标方可对若干个执照服务区（LSA）与频段的组合进行出价，拍卖将一直持续到不再有新的出价为止。随着拍卖的推进，竞标过程实现动态定价，根据对特定频谱块的需求推高价格。这种拍卖让投标方能够根据竞拍情况，灵活地在不同频段之间调整其关注重点。为确保持续参与，活动规则要求投标方在整个拍卖过程中保持活跃。拍卖含有“频谱上限”等规定，限制拍卖结束后每个成功投标方可持有的最大频谱数量。这避免了少数运营商囤积频谱，并确保了电信市场的良性竞争。

授予使用各频段频谱的权利，为期二十年。频谱指配执照的持有者须履行网络部署义务。该义务既反映了确保有效利用频谱的需要，又反映了为客户提供公平合理的服务水平的需要。

印度主管部门允许频谱共用、交易、让出和租用，以提高频谱效率和频谱的经济价值。有关频谱共用、交易、让出和租用的详细信息，见2024年申请通知的第5.6、5.7、5.8和5.10节：<https://dot.gov.in/sites/default/files/Notice%20Inviting%20Applications%202023-24.pdf>。

印度主管部门在2010年、2012年、2013年、2015年、2016年、2021年和2022年进行了不同频段的频谱拍卖。

## 5.2 收费方面的经验

### 5.2.1 澳大利亚在征收执照费方面的经验

除了进行频谱拍卖和实施有限的产权制度外，澳大利亚通信与媒体管理局（ACMA）还努力提高传统许可制度的效率。澳大利亚通信与媒体管理局的基本管理方法是从根本上改革无线电通信设备执照费。1995年4月，经过与行业磋商，频谱管理署（即现在的澳大利亚通信与媒体管理局）将对频谱使用按业务收费的传统方法转变为按照频谱拒绝为其他用户提供某些业务的量的收费制度。如果主要按被许可的无线电通信业务的特性进行收费，则显得有些武断，相对而言，这种执照费计算方法更加可靠和透明。

在新的设备执照费结构下，每个执照的费用一般以下三个可以确认的部分组成：

- 颁发或续期的费用部分，反映执照许可或续期的成本；
- 频谱维护费用部分，反映当前的频谱管理成本，包括干扰防护（如下所述的固定百分点的频谱接入税（SAT））的成本；
- 频谱接入税代表为使用社区资源而给政府的回报。它使用涉及频谱位置、地理位置、信道带宽和通信覆盖范围。

频谱接入税的计算代表基于市场需求的定价策略，这样，在频谱（即超高频/甚高频）需求较高或者人口密度较大（即主要的大城市）的地区提供的业务比频谱需求较低的地区的业务能吸引更高的执照费。此外，根据频谱拒绝方法论，较大工作带宽的业务比较高频谱效率的业务能吸引更高执照费，从而鼓励用户引进技术更加先进的使用较窄带宽的设备，或者鼓励用户在供应量更大的频段运营。

澳大利亚通信与媒体管理局还采取了一些提高用户在无线电通信市场灵活性和确定性的措施。它通过允许持照者转让其设备执照给第三方而提高灵活性，通过允许持照者购买有效期为五年的执照而提高确定性。

### 5.2.2 加拿大在征收执照费方面的经验

如《2007年加拿大频谱管理政策框架》所述，加拿大工业部的政策目标是提高加拿大的频谱资源使用的经济和社会效益。此政策框架还包括提出提倡进一步依靠市场力量的指导原则，实现频谱的灵活管理和减轻行政管理负担。

根据这些指导原则，工业部将进一步依靠市场力量作为实现其政策目标的方法，包括依靠技术和业务中立执照、拍卖和收费以促进频谱资源的高效使用和为其使用而为加拿大带来公平的回报。多年以来，加拿大工业部一直在为一些技术中立、可交易、有效期为十年的新业务颁发执照。

目前，加拿大工业部正在研究开发一款基于三个方面的频谱消费的收费模型：带宽、地理范围和专用性使用。虽然尚未实行此模型，它提出的方法与建议仍然可供将来改进许可制度时借鉴参考。

### 5.2.3 中国在征收执照费方面的经验

1989年，中国无线电管理局（国家无线电管理委员会的前身）开始征收执照费，其中大部分都花费在频谱管理设施上。这项花费改善了频谱管理，并对无线电业务的部署做出了贡

献。1998年，当局对此收费机制进行了调整，以简化收费公式，避免模棱两可和降低收费成本。2009年到2012年，无线电管理局连续公布了《无线电频率占用费管理办法》和《中华人民共和国无线电频率划分规定（2010）》两项规定，不断促进频谱管理政策和频谱收费政策的统一。

在中国，收费不仅被视为一种收入来源，而且是一种提高频谱管理效率的有效方法。如今，中国采取的收费政策是由不同政府部门管理收费和支出。在设置收费水平时考虑了以下因素：

- 所用带宽：根据用户所获得的频谱数量设置收费水平可鼓励申请者只申请必要的频谱量，从而减少囤积。
- 覆盖范围：覆盖范围可能为一个城市、省或多个省。每种覆盖范围都存在不同的收费水平。
- 频率：对于相同的业务，根据不同的频段收取不同的费用。例如，工作频谱高于10 GHz的微波电台每MHz的收费只有工作频谱低于10 GHz电台的一半。因此，这种收费结构可鼓励服务运营商在较不拥挤的频谱部分引进新的业务。

在设置支出水平时考虑以下因素：

- 基本因素：按照楼房、建筑、车辆以及特定的无线电管理设备的价格来计算。
- 动态因素：考虑管理区域和无线电台站的数量，以及管理设施建设的计划和投资。
- 其他因素：还需要考虑诸如重大事件、无线电技术、设备研究和发展、通信保障等其他因素。

根据上述因素，中国的执照费政策以两种方式实施。第一种是根据指配频谱的带宽收费。例如，移动通信运营商申请许多频谱来建设其网络。为了鼓励运营商充分利用频谱和为公众提供更多便利的业务，只根据划分给网络的总频谱宽度对移动通信网络征收执照费，而不是对网络中的每个电台收费。同时，因不同频段的无线电波有不同的特性，针对移动通信所使用的不同频段执行不同的执照费政策（频谱价格）。例如，相对于1 800 MHz频段的无线电波，900 MHz频段的无线电波具有更好的传播特性和更大的覆盖范围。因此，900 MHz频段的频谱价格比1 800 MHz频段的频谱价格高13.3%。第二种执照收费方法是服务运营商须为已经指配了频率的每部电台，如地面电台和微波电台付费。

另外，还有一些优惠政策，例如，符合以下条件的电台可免收执照费：

1. 由政府设立的公务电台。
2. 专用国防电台。
3. 警察、安全部门、司法机关、监狱和渔政部门拥有的公务电台。
4. 急救与救灾工作用电台、海难值班电台、安全信息发布电台、安全导航电台。
5. 由广电主管部门安装的实验用电台、外语广播电视播出电台。
6. 业余电台。
7. 由农民通过筹资设立的电视转播站。

1998年的首条执照收费规则执行了上述执照费豁免政策。2006年，又出台了另一有关执照费的优惠政策，主要是为了改善针对农村地区农民的通信与广播业务。在广大农村地区，经济发展相对较慢。为了提供一般通信与广播业务，政府启动了一项在农村地区建设通信与广播设施的专项工程，旨在让中国所有自然村的农民都能通上电话和接收到广播和电视节

目。为了支持这项工程，政府出台了降低或免除电台执照费的优惠政策。根据此优惠政策，任何模拟无线接入系统、MMDS和SCDMA电台的运营商都可以按普通价格的一半缴纳执照费，地面电台、广播和电视转播站则全免。以上优惠政策的目标是确保农村地区的人们可以享受到低成本的必要且有保证的无线电业务。

2018年，中国再次出台优惠政策，加大降低执照费的力度。一是实施优惠政策，前三年降低IMT-2020（5G）公众移动通信系统频率的执照费，随后三年逐步提高到规定的执照费水平。二是降低3 000 MHz以上频率的执照费标准，进一步降低IMT-2020（5G）频率资源的使用成本，促进IMT-2020（5G）在各行业的发展和应用。

### 5.2.4 德国在征收执照费方面的经验

德国的电信部门须服从2004年6月22日颁布的《电信法》。此法案的宗旨是通过技术中立法规，促进电信基础设施的竞争和效率，并保证在德国全境提供适当、充分的服务。

管理电力、燃气、电信、邮政及铁路的德国联邦网络管理局是德国联邦经济技术部公务范围内的独立更高的联邦机构，其总部位于波恩。2005年7月13日取代了德国联邦邮政和电信部（BMPT）和联邦邮政和电信局（BAPT）后的邮政和电信管理局又更名为联邦网络管理局。联邦网络管理局的工作是通过自由化和缩小国家对经济的干预，促进电力、燃气、电信和邮政市场的发展，从2006年1月1日以后，也致力于促进铁路基础设施市场的发展。

其频率法规是以国家频段划分表、频率使用计划和频率指配规程为基础。

频率指配费和频率使用费受《电信法》以及具有法律效力的法令监管。

#### 5.2.4.1 频率指配和频率指配费

每次使用频率时，都需由联邦网络管理局事先指配。须根据频率使用计划，按照透明、客观的程序，以公平的方式指配特定用途的频率。

联邦网络管理局一般都会依据其职权指配频率，供大众或普通人群使用。这就是一般指配。如果不能使用一般指配，则可提出书面申请，主管部门将按特定用途指配频率，即个别指配。

联邦网络管理局会对频率使用权授予决定收取费用。收费标准的计算应能抵偿公务成本。此外，在确定频率使用权授予决定应缴纳费用时，应让它们成为一种能保证最佳和高效使用的引导机制。

#### 5.2.4.2 频率使用费

联邦网络管理局应按年收费以抵偿其在管理、控制和执行一般指配和频谱使用权的进程中所产生的成本，特别是联邦网络管理局在以下工作活动中所产生的成本：

1. 频率使用的规划的进一步开发，包括为了确保频率高效、无干扰地使用而必需进行的测量、试验和兼容性研究。
2. 国际合作、协调和标准化。

所有获得频率指配的用户都有义务做出贡献。这部分成本应尽可能根据支出情况分摊给各用户组。在这些用户组中，应根据频率使用情况分摊费用。

#### 5.2.4.3 现有频率指配费和频谱使用费计算程序

1994年，前邮政和电信管理局引入了一套绩效与财务系统（缩写为KLR），旨在建立一套记录系统和用于计算频率指配费和使用费（员工成本和其他开支）的管控手段。基于最新的德国电信法规，此项计划旨在提供可用于在收费和缴款方面进行真正计算，而不是估算的工具。在引入了KLR后，即向在联邦网络管理局内形成绩效和成本透明迈出了第一步。将成本单位（如用户组）定义为联邦网络管理局绩效结构的最小单位是整个KLR概念的基本要素。开发了一个称为“费用记录”的模块，可直接指配与最重要的员工成本类别、测量设备成本以及个体运输用车辆和监控服务用车的成本有关的预计成本。使用电子辅助工作表进行费用记录。在相应绩效范围内工作的员工都必须填写此表。费用记录中精确地（时间应精确到半小时）登记了在完成月评估框架内规定工作所需的时间长短。

#### 5.2.4.4 频率指配费的计算

频率指配费首先按成本会计数据中的成本计算，其次是按统计数据（如新频率指配申请、频率指配变化、频率指配弃权数量）计算。根据成本会计方法，每天将所有与收费相关的成本（员工成本及其他开支）记录下来，并根据服务和用户组划分。

联邦网络管理局履行的许多频谱管理职能并不能产生收入。为此，成本抵偿率不可能达到100%。但是，对无成本频谱管理职能（按照频率使用费法令中的规定）和其他部门（如国防部）的记录和评估提供了必要的收费透明度以及不能实现全额成本抵偿的理由。

#### 5.2.4.5 频率使用费的计算

频率使用费也可以按照成本会计数据中所有与缴费相关的成本进行计算。和收费相关的成本一样，与缴费相关的成本（员工成本和其他支出）应每天按照服务和用户组进行记录和划分。计算每个用户组的缴费时应考虑到指配给各用户组的频率数量。这种互助原则在各用户组内适用，也就是说，虽然个别用户可能有财务利益，但同一服务组内的所有用户组都必须付费。

年底缴费必须根据各用户组的成本补偿情况重新计算。频率指配费和频率使用费计算所依据的原则是费用和缴费必须能抵偿员工成本以及与所述活动相关的其他开支。但德国所采用的成本会计法是计算的依据。

### 5.2.5 以色列在征收执照费方面的经验

以色列通信部制定了以下执照机制：

- 在提交提供电信业务的申请时一次性付费；
- 频谱使用年费；
- 年度使用费，即电信服务提供商收入的一定百分比；
- 由竞拍赢家一次性付费。

### 年度频谱费

为了敦促运营商和私人用户更加高效地使用频谱，根据对《无线电报法令》的修订，以色列主管部门在1995年1月开始征收年度频谱费。通信部可每年修改一次特定费用的结构或价值。这是通过议会（以色列国会）的财务委员会完成的，任何受到这些修改影响服务提供商或私人频谱用户都有权向委员会提出申诉。

因高于960 MHz的频率的费用降低，使用更高的频率受到鼓励。低于960 MHz的频谱费约为每MHz 170 000美元。这种方法可以鼓励使用占用较少的频段，并鼓励频谱用户在较高的频率利用与高衰减和较低天线旁瓣有关的高频率重用。

频谱费按不同业务分类，如：

- 专用移动无线电。
- 中继移动无线电服务提供商。
- 蜂窝式服务提供商。
- 电视与无线电广播。
- 微波点对点链路。
- 固定无线接入。
- 卫星通信（私人和商业用户）。
- 无线电业余。
- 航空和水上业务。
- 临时试验或演示执照。

此费用系统有一些鼓励更好、更高效地重用频率的措施，例如：

- 电视和无线电广播设备的发射功率越低，费用越低。
- 在不同地方重用相同频率的电视广播设备可以获得折扣。
- 在其他地方重用相同频率的无线电广播设备不收费。
- 对多路点对点微波链路重用相同频率的电信业务提供商打折。

以色列过去几年里实行奖励性收费的短期经验示例：

- 在两年内，将所有频率低于 960 MHz（约100条）的点对点链路移至更高的频率。
- 为了提高频谱使用效率，与电视广播机构签订修改频率的协议。
- 将频率低于1 GHz的不同系统转移到GSM频段第三方蜂窝运营商的空白带宽。
- 有的运营商已经付费转移其系统，但这种转移费用可从新准入者缴纳给政府的执照费预付款中获得抵偿（而不是直接支付给现有频谱用户）。

### 5.2.6 吉尔吉斯斯坦共和国在征收执照费方面的经验

1997年，吉尔吉斯斯坦共和国成立了独立的通信监管机构 – 国家通信管理局（NCA），并根据1998年通过的吉尔吉斯斯坦共和国的《邮政电信法》开始频谱管理。

1998年，国家通信管理局开发了执照费模型。此模型旨在提高频谱效率，对各类用户采用公平的方法，模拟未用频段的使用、在全国开展无线电通信业务，并抵偿频谱管理成本。

使用此模型可计算出每年的频谱费金额，其中包含以下基本要素：

- 国内所使用的无线电频率，代表国家数据库中储存的所有频率指配，按年计算。在每次指配频率时，都应参照所用频段和协调范围测算此资源；
- 年频谱管理费；
- 用上述数值计算所用频率资源的平均价格；
- 用所用频率资源值计算特定用户的年费。

在公式中输入各种激励因素。应付费用不仅取决于所用带宽和覆盖范围，还取决于电台的地理位置、覆盖范围内的人口密度、社会因素、专用性、无线电通信业务的类型、频谱使用情况以及频谱监控的复杂性。

用户使用所开发的软件可以随时计算出年度频谱费金额，还可让此模型对所有用户透明和开放。

因此，用户所用的带宽越大、所在地区的人口越多，应缴纳费用就越多。这样可以鼓励用户使用更加先进的设备、新频段并将覆盖范围扩大到农村和边远地区。

国家通信管理局规定执照期限最长为7年。在计算频谱费时应包括计算以下项目：

- 计算国家在管理无线电频率资源的使用方面的年度开支，并以及据此计算所有无线电频率资源年度付费的公值；
- 无线电频率资源的价值；
- 无线电频率资源的单价；
- 在有差别并公平的基础上用频率资源的价值和此资源的单价计算特定用户的年度付费。

#### 5.2.6.1 国家在频谱管理方面的收支情况

向所有用户征收的年度频谱费总额 $C_{ann}$ 可按以下公式计算：

$$C_{ann} = C_1 + C_2 \quad (56)$$

式中：

$C_{ann}$ ： 频谱用户总年度费用

$C_1$ ： 为了抵偿国家在频谱使用管理方面的成本而需动用的资源部分

$C_2$ ： 国家的净收入。

可将 $C_1$ 和 $C_2$ 项分成以下几部分：

$$C_1 = C_{11} + C_{12} + C_{13} \quad (57)$$

式中：

$C_{11}$ ： 购买和运营频谱管理系统，包括无线电监控电台设备、定向仪、计算机、软件、材料、建筑物摊销等所需的成本

$C_{12}$ ： 进行科研、购买科学文献和建议书、电磁兼容性分析、频率指配、协调等所需的成本

$C_{13}$ ： 频谱管理员工的工资。

$C_{11}$ 、 $C_{12}$ 和 $C_{13}$ 的金额中不含税。

$C_2$ 可分成以下部分：

$$C_2 = C_{21} + C_{22} \quad (58)$$

式中：

$C_{21}$ ：国家频谱管理机构对电信设备、软件、材料等征收的税费

$C_{22}$ ：频谱使用费。目前，吉尔吉斯斯坦共和国为了鼓励发展无线电通信业务， $C_{22} = 0$ 。

公式（56）和（58）未考虑到国家对经营活动与无线电频率资源使用有关的电信运营商征收所得税的间接收入（如蜂窝通信运营商的所得税）。国家的这部分收入较多，超过了 $C_{22}$ 部分。

其实， $C_{22}$ 是首期频谱费。但是，没有电信运营商，尤其是在发展中国家，能立即支付大笔费用，否则会阻碍其发展。较好的经济鼓励方法是将 $C_{22}$ 部分降到最低，让电信运营商无需支付首期频谱费即可以开始提供业务。国家可从电信运营商的经营活动的税收弥补 $C_{22}$ 部分的损失。

因此，为了促进国内电信和信息业务的快速发展，并为电信运营商提供经济鼓励，应尽可能将频谱费保持在能抵偿频谱管理成本所必要的水平。

### 5.2.6.2 计算无线电频谱的价值

通过公式（56）（57）和（58），可计算出代表国内所用全部无线电频率资源的年费。另外，为了公平、公正起见，也有必要向所有电信运营商收取这部分费用。为此，根据本报告和国际电联世界电信发展大会（瓦莱塔，1998年），有必要计算出各运营商所用频谱的价值。

国家通信管理局对用户进行了频率指配使用方面的限制。这些限制关系到其无线电设备的安装和运营。有关所有频率指配必要信息（频段、发射机容量、地理坐标、天线种类及其安装高度等）储存在国家数据库中。总频率指配表示为“ $n$ ”。

所用方法如下。

对于第 $i$ 个用户，根据国家数据库中的它的频率指配特性，可用以下公式计算出所用频谱的三维值：

$$Z_i = F_i \cdot S_i \cdot t \quad (59)$$

式中：

$Z_i$ ：第 $i$ 次频率指配所用频率资源

$F_i$ ：第 $i$ 次频率指配所用无线电频段

$S_i$ ：第 $i$ 次频率指配所占国土面积

$t$ ：时间。

可以更详细地考虑各部分：

- a) 所有用户的时间 $t$ 为一年（ $t = 1$ ）。
- b) 地域内的人口密度并不均匀。高人口密度区对电信服务运营商更具有吸引力。因此，根据其行政结构，全国被分为 $m$ 个地域。对于第 $j$ 个地域， $1 \leq j \leq m$ ，人口密度系数（根据人口普查数据）为 $K_j$ （见表28）， $K_j = 1$ 适用于最低人口密度的地区。

表28

## 吉尔吉斯斯坦共和国各地域的人口密度系数

名称 – 州 (oblast)	$B_j$
纳伦州	1
塔拉斯州	3.7
伊塞克湖州	3.5
贾拉拉巴德州	5.6
奥什州	5
楚河州	8
<b>城市和城市型住所</b>	
人口为10 000至50 000居民	16
人口为50 000至100 000居民	32
人口为100 000至500 000居民	64
人口超过500 000居民	128

使用人口密度系数可以让各用户公平地缴纳年度费用。如果第*i*次频率指配的协调区域覆盖了不同地域的*q*个地点，此协调区域的面积计算如下：

$$S_i = \sum_{j=1}^q K_j \lambda_j \quad \text{km}^2 \quad (60)$$

式中：

$S_i$ ： 第*i*次频率指配所用的地域面积；

$q$ ： 第*i*次频率指配的协调区域覆盖的总地域数 ( $q \leq m$ )；

$K_j$ ： 第*j*个地域的人口密度系数 (按表28)；

$\lambda_j$ ： 位于第*j*个地域的协调区面积。

- c) 每次 (第*i*次) 频率指配都要使用频段 $\Delta f_i$ 。但各种无线电通信业务都使用不同的频率范围。因此，需要考虑多个系数，因为它们会影响到所用频段的价格。一般都可以使用如下公式计算第*i*次频率指配所用频段的价值：

$$F_i = \alpha_i \cdot \beta_i \cdot \Delta f_i \quad \text{kHz} \quad (61)$$

式中：

$F_i$ ： 第*i*次频率指配所用的理论频段；

$\Delta f_i$ ： 第*i*次频率指配所用的实际频段；

$\alpha_i$ ： 考虑了各种因素的系数，如公式 (62) 中所示；

$\beta_i$ ：决定专用性的系数。如果某频段属于专用频段，则 $\beta_i = 1$ 。在供分享时， $\beta$ 会根据分享的情况而在 $0 < \beta_i < 1$ 范围内变化。

可以更加详细地检查系数 $\alpha_i$ 的情况。有多个因素会影响的 $\alpha_i$ 值，它可以表示以下项的乘积：

$$\alpha_i = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \quad (62)$$

式中：

- $\alpha_i$ ：考虑了各种频谱使用因素的总系数
- $\alpha_1$ ：所用频段的商业价值
- $\alpha_2$ ：社会因素
- $\alpha_3$ ：考虑到发射机的位置特点
- $\alpha_4$ ：考虑到频谱管理职能的复杂性。

系数 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\alpha_3$ 和 $\alpha_4$ 的值如表29所示。

系数 $\alpha_1$ 在0到100的范围内变化，主要由两个因子决定：

- 无线电业务的商业价值，此因子会随价值增加而增大；
- 随着经验的增加，可将许多无线电业务转换到更高的频率，从而减小较低频段的负荷。这是一种鼓励使用较高频段的经济杠杆。例如，为了鼓励频率低于1 GHz的电台转移至高于1 GHz的频率，在高于1 GHz的频段内的系数 $\alpha_1$ 的值小于低于1 GHz的电台所用的值。目前，同一地点的多种无线电业务都可能使用低于1 GHz的频率，因此，它们的电磁兼容性也是一个问题。该国对高于1 GHz的频段使用效率较差，但同时世界上已有最新的技术可有效地使用频谱。

系数 $\alpha_2$ 在0到10的范围内变化，并要考虑到社会因素。对于包括贫困人口在内的所有人口都至关重要的无线电业务，此系数值较小。例如，对于用于长途通信和电视广播的高于1 GHz的电台，系数 $\alpha_2$ 的值较小。因此，对于蜂窝式通信，系数 $\alpha_2$ 的值较大。

表29  
系数 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\alpha_3$ 、 $\alpha_4$ 的值

业务	$\alpha$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$		$\alpha_4$
				城市	乡村	
高于1 GHz的频段的无线电中继线路	0.5	0.30	1	0.1	1	
低于1 GHz的频段的无线电中继线路	1	4.00	1	0.1	1	
米波电视 (MW TV)	5	0.30	1	0.1	5	
米波电视 (DMW TV)	5	0.40	1	0.1	5	
USW广播	12	5.00	1	0.1	5	
SW广播	5	5.00	1	0.1	4	
SW无线电通信	13	6.00	1	0.1	4	
中继	12	6.00	1	0.1	5	
蜂窝通信	13	6.00	1	0.1	5	
寻呼	60	6.00	1	0.1	5	
移动通信	10	6.00	1	0.1	5	
民用电台频段内的无线电通信	0.12	1.00	1	0.1	1	
无线电定位	0.15	0.10	1	0.1	1	
安全无线电信号系统	6	1.0	1	0.1	2	
卫星固定业务用地面电台	40	1.00 0.30*	1	0.1	1	
卫星广播业务用馈电链路	7	0.30	1	0.1	1	

注1 –  $\alpha_2^*$  – 对于在吉尔吉斯斯坦共和国工作的国际组织，应输入考虑了社会因素的值，不代表商业通信业务，其活动旨在促进经济稳定、科学发展或者文化。

系数 $\alpha_3$ 考虑了城市和农村地区的场地位置特点。在人口密度和收入水平较低的农村地区，通信业务的商业价值也低，提供这些业务的技术成本高。因此，为了支持这些电信运营商和服务，并鼓励发展无线电通信业务，可使用缩减系数 $\alpha_3 = 0.1$ （在市区 $\alpha_3 = 1$ ）。

系数 $\alpha_4$ 的变化范围为0到10，由所行使的频谱管理职能的复杂性决定。此系数通常对移动业务最高。因需要用它来对移动目标执行无线电定位功能。同样，对于电视广播，则需要用它以较高的精确度计算多个相关参数。

因此，借助公式（60）和（61）中的加权系数 $K_j$ 、 $\alpha_i$ 和 $\beta_i$ ，使用公式（59）可计算出每次频率指配的给定（考虑了各种因素）频率资源 $Z_i$ 。然后可通过公式（63）计算吉尔吉斯斯坦共和国所使用的一般频率资源：

$$Z = L \sum_{i=1}^n Z_i \quad \text{kHz} \cdot \text{km}^2 \cdot 1 \text{ 年} \quad (63)$$

式中：

- $Z$ ： 国内所使用的一般频率资源
- $Z_i$ ： 第*i*次频率指配所使用的频率资源
- $n$ ： 国家数据库中注册的频率指配总数
- $L$ ： 所用频率预计扩展系数。使用此系数可提前计算下一财政年度的频谱价格。

### 5.2.6.3 所用频率资源的单位价格

使用公式（56）并参考公式（57）和（58），可计算出年度费用总额。

使用公式（63），可计算出国内每年所使用的频谱价值。

然后可计算一个常规单位的频率资源的价格 $\Delta C_{ann}$ ：

$$\Delta C_{ann} = \frac{C_{ann}}{Z} \left( \frac{Som^*}{\text{kHz} \cdot \text{km}^2 \cdot \text{year}} \right) \quad (64)$$

$Som^*$ ： 国家货币名称。

### 5.2.6.4 特定频率指配的年费

使用公式（64）可计算出一个常规单位的频率资源的价格 $\Delta C_{ann}$ 。

使用公式（59）可计算出特定频率指配所用的频率资源 $Z_i$ 。然后通过公式（65）可计算出第*i*次频率指配的特定频谱用户应缴纳的年费额 $C_i$ ：

$$C_i = \Delta C_{ann} \cdot Z_i \quad (65)$$

如果某电信运营商有多次频率指配，则应计算每次指配的费用，再求出它们的和。

### 5.2.6.5 方法使用

国家通信管理局授权使用此方法计算吉尔吉斯斯坦共和国国内所用全部频谱的年费。使用它时须与吉尔吉斯斯坦共和国国家竞争保护与发展委员会协调。

国家数据库已有可用于频率指配的软件，可以很容易地计算出特定用户的费用。

电信运营商举行了有关此方法的研讨会。因几乎所有用户都了解此方法，所以它的使用较为透明。

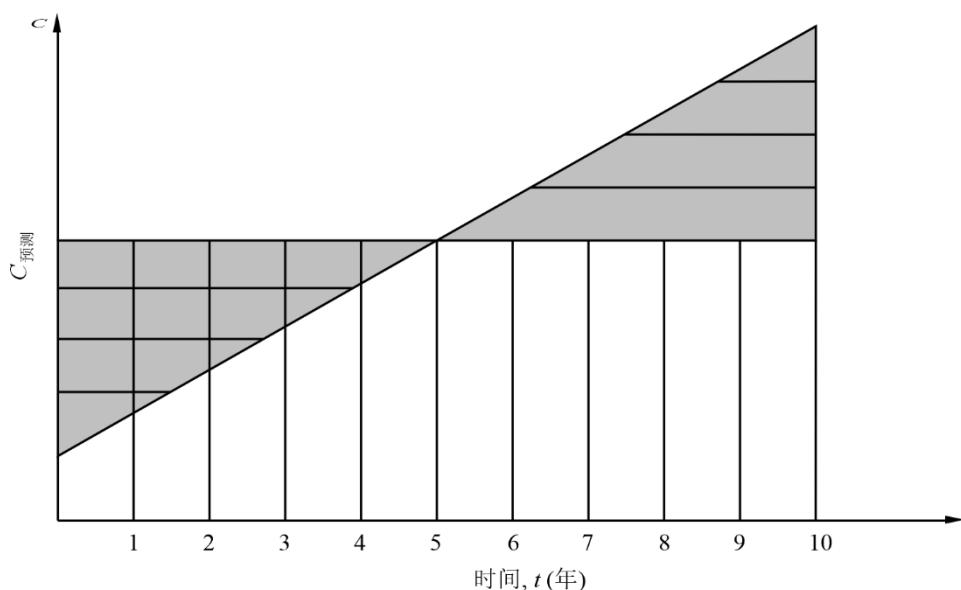
### 5.2.6.6 监控系统融资

和大多数新兴和发展国家一样，吉尔吉斯共和国在对现代频谱管理系统融资时也遇到了困难。最大的困难是对国家自动化无线电监控系统的融资。使用此系统可确保有效的频谱管理。这样的系统是很有必要的，但其成本很高。国家预算不具备提供此类系统所需的资金的条件。

在合理的范围为此系统融资的方式之一是从国际金融组织或其他国家获得优惠贷款。其本金可包括在年费中，并逐步偿还给贷方。本金偿还机制如图14所示。偿还本金时，可每年等额付款。但在偿还本金的前几年，支付的金额（包括本金和利息）将很高。

这些款项会大幅增加电信运营商的费用，并促使其服务涨价，并由此影响到其发展，在有的情况下，运营商甚至可能破产。延缓扩大电信业务不仅会造成税收减少，而且造成以前一样的经济衰退。

图14  
本金偿还机制



SM.2012-14报告

也可用其他方法。基于其他国家的经验，频谱用户数将增加，因此，可提高单位频谱的价格，并给予其硬通货支持，直至年度总收费在偿还期限（例如，假设贷款期限为10年，则为安装设备后5年）的中期达到预测规模 $C_{\text{预测}}$ 。

10年的税费总额（包括在10年内必须偿还的本金）为竖线阴影区。前5年存在资金短缺，等于竖线和横线阴影区，在接下来的5年则存在剩余（横线阴影区）。此政策的主要优点是价格稳定，让电信运营商能计划其收入、开支和服务发展情况。

当然，以上只是一种初始的价格政策方法。如果它能预测得更加准确并能根据实际情况精确地制定价格政策，就能更快地付费。

通过上述技术可在考虑贷款偿还情况的前提下制定与频谱使用相关的吉尔吉斯共和国关税政策，从而提供一种对各种频谱用户都公平的方法。

### 5.2.7 俄罗斯在征收频谱费用方面的经验

#### 引言

计算在俄罗斯联邦内使用无线电频谱的一次性付费和年费的方法，已被联邦通信和公众媒体部2011年6月30日颁布的第164号法令采纳。

表30所示为2012年各无线电技术向联邦预算支付的频谱费。

表30

无线电技术	授权年费 (单位: 百万卢布)	授权一次性支付费用 (单位: 百万卢布)	合计 (百万卢布/技术)
蜂窝无线电技术	12 965.61	870.08	13 835.69
其他技术	1 326.65	217.52	1 544.17
合计	14 292.26	1 087.60	15 379.86

2011-2014年“方法”的实际应用审查表明，制定当前各频率使用授权费用的步骤，对在划分频段内在俄罗斯联邦主体领土内提供服务的无线电通信运营商的网络发展速度产生了负面影响。这意味着不断增长的基站数量造成服务人口覆盖区域随之扩大，从而引发了费用的不合理提高，而实际划分给运营商的频谱数量却依然不变。

因此建议以资源界定频谱费用的价值。为落实这些建议，在根据俄罗斯国家无线电频率委员会（SRFC）的决定划分的频段内，或SRFC的决定中规定向俄罗斯联邦各主体（部分主体）提供频谱电信业务许可（以下简称“许可”）所规定的频段内，对适用GSM（不包括GSM-R）、IMT-MC-450、UMTS和LTE标准及其进一步改进的无线电技术制定了一次性支付费用和年费方式。但建议保留所使用的无线电频率（无线电信道）数量计算步骤发生的变化以及当前计算系数的适用性，并考虑到俄罗斯联邦主体（部分主体）相关划分频段的使用强度，引入一个计算系数。

在应用该建议办法的过程中，将确保采用适用GSM（不包括GSM-R）、IMT-MC-450、UMTS和LTE标准及其进一步修改的无线电技术提供通信业务的运营商享有同等的划分频段费支付条件。

对于其他无线电技术，在根据SRFC决定划分的频段内为无数量限制的频谱用户划分频率。考虑到这一点，在决定无线电频率或无线电信道的指配（划分）时，保留了各批准授权当前适用的一次性支付费用和年费的制定步骤。

该方法亦包括在获得授权一年后，对未使用的系统提高支付费用。在这种情况下，自一年期届满之日起至系统登记之日期间，费用提高十倍。

技术网络和专用网及电台和电视广播系统中未使用的无线电系统，以及“遥远的北部”地区的无线电系统，若自该无线电系统授权之日起两年内未登记，则自两年期届满之日起至系统登记之日期间，其费用将提高十倍。

处于研发或试验阶段的无线电技术，根据SRFC的决定，可降低费用（ $K_{adv} = 0.001$ ）。

因此，为了提高俄罗斯联邦在支付频谱使用的一次性费用和年费方面的效率，2014年9月4日，俄罗斯联邦通信和大众传媒部颁布第279号法令将上述修订纳入该方法中。2014年12月31日，上述修订正式生效。

图15至17显示了根据修订后的办法计算得出的，特定无线电技术、通信模式、系统类型占用的频谱、每种无线电系统（基站，BS）的平均年费，以及每1 MHz的平均年费。

图15

特定无线电技术、通信模式、系统类型的  
无线电系统 (BS) 占用的频谱 (单位: MHz)

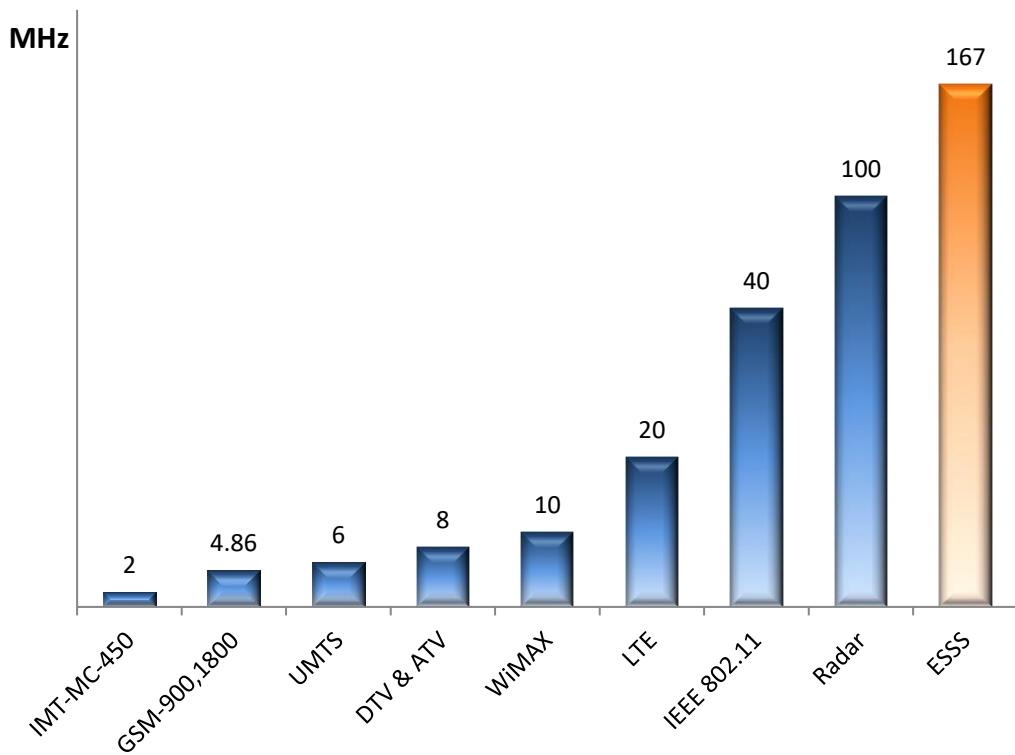


图16

特定无线电技术、通信模式、系统类型的  
每种无线电系统 (BS) 的平均年费 (单位: 卢布)

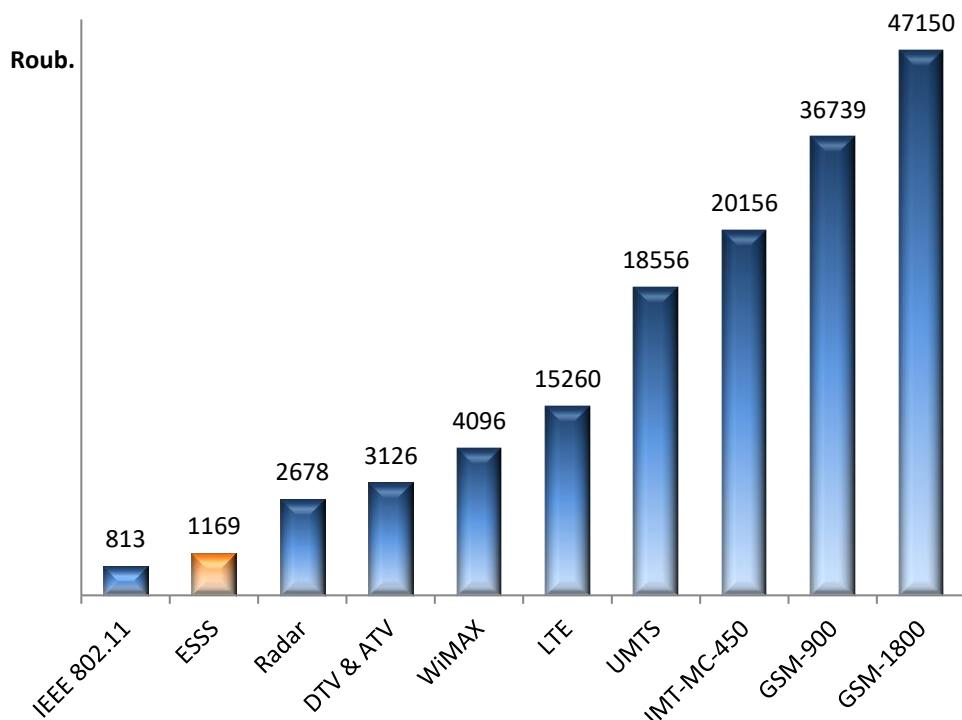
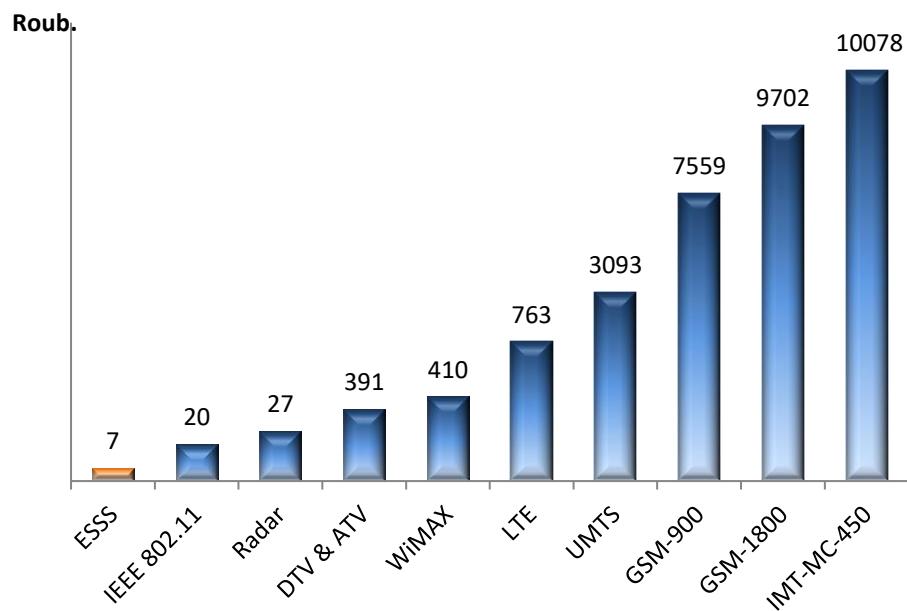


图17

特定无线电技术、通信模式、系统类型每1 MHz的平均年费（单位：卢布）



下文介绍了俄罗斯联邦计算无线电频谱使用的一次性支付费用和年费以及系数所采用的修订方法总则。

### 5.2.7.1 总则

因使用无线电频谱而需支付的一次性费用和年费的计算方法（以下简称“方法”）根据俄罗斯联邦2003年7月7日颁布的“关于通信”的第126-FZ号联邦法律和2011年3月16日第171号政府决议“关于计算和征收使用无线电频段一次性费用和年费的条例”（2011年，《俄罗斯联邦立法汇编》，第1648条，第12项）制定。

该方法包括根据所用频段、所用无线电频率（无线电信道）数量和适用无线电技术确定的不同费率与系数。

对于各无线电频率或无线电信道的使用授权（以下简称“授权”），根据当前方法计算使用的无线电频率（无线电信道）数量，而对于俄罗斯国家无线电频率委员会（以下简称“SRFC”）决定或频谱电信业务提供许可（以下简称“许可”）中涉及的每个频段和每个俄罗斯联邦主体（部分主体），适用GSM（不包括GSM-R）、UMTS、IMT-MC-450和LTE标准及其进一步改进的无线电技术（以下简称“蜂窝无线电技术”），则根据SRFC通过的每一项决定和/或许可计算。

每季度为使用无线电频谱支付的一次性费用和年费、计算系数值，以及应付款季度中有效授权天数与该季度总天数之比均应四舍五入，保留小数点后两位。

### 5.2.7.2 一次性支付费用的计算方法

SRFC决定或许可中涉及的每个俄罗斯联邦主体（部分主体）的蜂窝无线电技术的一次性无线电频谱使用费用适用于根据SRFC决定分配的每个频段和/或或许可规定的每个频段；对于其他技术，一次性支付费用则适用于每项批准授权，并采用下列公式计算：

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

其中：

$P_{ot}$ ： 一次性支付的总费用（单位：卢布）；

$R_{ot}$ ： 一次性支付费用的费率（单位：卢布）；

$K_{band}$ ： 根据所用频段确定的系数；

$K_{Nf}$ ： 根据所用无线电频率（无线电信道）个数确定的系数；

$K_{tech}$ ： 根据适用技术确定的系数。

这些系数根据每一个无线电频率（无线电信道）和/或频率带宽进行应用。

对于不涉及无线电频率使用变化的有效期延长、重新发布和/或SRFC决定的修订，不收取一次性支付费用。

### 5.2.7.3 年费的计算方法

SRFC决定或许可中涉及的每个俄罗斯联邦主体（部分主体）的蜂窝无线电技术的年费适用于根据SRFC决定分配的每个频段和/或或许可规定的每个频段；对于其他技术，年费则适用于每项批准授权，并采用下列公式计算：

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

其中：

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

$P_a$ ： 年费（单位：卢布）；

$P_{a(q)}$ ： 每季度的年费（单位：卢布）；

$R_a$ ： 年费费率（单位：卢布）；

$K_{band}$ ： 根据所用频段确定的系数；

$K_{Nf}$ ： 根据所用无线电频率（无线电信道）个数确定的系数；

$K_{tech}$ ： 根据适用技术确定的系数；

$N_{auth(q)}$ ： 一个应付款季度中的有效授权天数；

$N_q$ ： 一个应付款季度的天数。

这些系数根据每一个无线电频率（无线电信道）和/或频段进行应用。

当频谱用户（以下简称“用户”）在一个频段内使用多项蜂窝无线电技术时，采用该频段所用无线电技术的最大 $K_{tech}$ 值计算每个频段的年费。

对于自无线电系统授权之日起一年内未登记的、由公共网络中的无线电系统使用的无线电频率或无线电信道使用授权，自届满之日起至无线电系统登记之日期间，其年费将提高十倍。

自无线电系统授权之日起两年内未登记，且由技术网络和专用网、电台和电视广播系统中的无线电系统以及“遥远的北部”地区的无线电系统使用的无线电频率或无线电信道使用授权，自届满之日起至无线电系统登记之日期间，其年费将提高十倍。

#### 5.7.2.4 根据所用无线电频率（无线电信道）个数确定的系数的计算方法

根据无线电系统（包括拥有特定授权频段的蜂窝无线电系统和技术，不包括MMDS无线电系统、卫星系统地球站（ESSS）和VSAD枢纽（中央）站）所用无线电频率（无线电信道）个数确定的系数，采用下列公式计算：

$$K_{Nf} = \sum N$$

其中：

$K_{Nf}$ : 根据所用无线电频率（无线电信道）个数确定的系数；

$N$ : 所用无线电频率（无线电信道）个数。

注 – 电视发射机（不包括MMDS无线电系统）的个数 $N$ 根据所用无线电信道的个数计算，而对于电话无线电扩展器的无线电中继站、实况新闻采集广播站和基站（用户站）， $N$ 则根据发射机所用的无线电频率个数计算。

对于SRFC决定或许可中涉及的每个俄罗斯联邦主体（部分主体），根据SRFC决定分配的每个频段或许可规定的每个频段，均要计算蜂窝无线电技术所用的无线电频率（无线电信道）的个数 $N$ 。

若SRFC决定或许可并非为了主体的整个领土而是部分领土，则所用无线电频率（无线电信道）的个数仅根据俄罗斯联邦该部分主体计算。

若为了应用蜂窝无线电技术而根据SRFC针对不确定范围的（或少数）人群通过的决定，将重复频段分配给用户，则每个俄罗斯联邦主体（部分主体）所用无线电频率（无线电信道）的个数根据分配给一位用户的非重复无线电信道的总带宽进行计算。

其他技术所用无线电频率（无线电信道）的个数根据每个无线电站址（并考虑到其地理坐标）获得的授权进行计算，计算用于发射和/或接收无线电信号的无线电频率（无线电信道）的总数。

若接收频率与发射频率相同，则在计算根据所用频率（无线电信道）个数确定的系数时，可假设该频率的个数 $N$ 为1。

在计算授权费用时，推荐用于再分配的无线电频率（无线电信道）不在考虑范围之内。

在计算授权费用时，若其中的无线电频率（无线电信道）推荐用于再分配，则系数 $K_{Nf}$ 可作为授权频率/地域计划表中所指定的所有额定频率（包括重复频率）个数之和进行计算。

若授权频率-地域计划表规定了基站运营范围内的陆地移动（手持、便携式）用户站，则不予计算此类用户站的 $K_{Nf}$ 。

若频率带宽在授权中已有说明，则蜂窝无线电技术和其他技术的频率个数 $N$ 采用下列公式计算：

$$N = \Delta F \text{ (MHz)}/1 \text{ MHz}$$

其中：

$\Delta F$ : 分配给频谱用户的频率带宽（非重复性无线电信道的总带宽）或授权中规定的频率带宽。

数字无绳系统（DECT）的无线电频率个数根据所分配的频段计算。

MMDS、ESSS和VSAT枢纽（中央）站无线电站的 $K_N$ 采用下列公式计算：

$$K_{Nf} = [\sum_{i=1}^S (f_{max} - f_{min}) + \sum_{i=1}^M B_{req\_fi}] / 1 \text{ MHz}$$

其中：

$f_{max}$ : 授权中规定的转发器最大频率（MHz）；

$f_{min}$ : 授权中规定的转发器最小频率（MHz）；

$S$ : 授权的转发器个数；

$B_{req\_fi}$ : 发射类别中规定该频率所需的最大带宽（以下简称“ $B_{req\_fi}$ ”）；

$M$ : 工作的额定频率个数。

若授权中仅通过公式或频率范围规定了工作的发射（接收）频率，则在计算中不考虑 $M$ 和 $B_{req\_fi}$ 。

若授权中仅规定了额定发射（接收）频率，则在计算中不考虑 $S$ 、 $f_{max}$ 、 $f_{min}$ 。

若对于工作的额定频率规定了多个发射类别，则根据该工作频率的最大 $B_{req\_fi}$ 对该发射类别进行计算。

若ESSS和VSAT枢纽（中央）和/或用户站授权中的工作发射（接收）频率由多个公式和一个中央频率代表，则须根据这些公式定义的接收（发射）频率范围总和计算，同时仅考虑一次该范围的重复部分。

### 5.7.2.5 根据无线电频谱中使用的技术确定系数的计算方法

根据无线电频谱所用的蜂窝无线电技术确定的系数 $K_{tech}$ 采用下列公式计算：

$$K_{tech} = K_{adv} \cdot K_{reg} \cdot K_{soc}$$

其中：

$K_{adv}$ : 基于使用先进技术确定的系数。SRFC已决定取消其进一步使用并/或转移到其他频段的技术所对应的系数，自SRFC做出有关民用无线电系统的决定之日起可应用；

$K_{reg}$ : 根据俄罗斯联邦主体（部分主体）分配到的频段的使用强度确定的系数。以俄罗斯联邦主体（部分主体）领土范围内的人口密度、移动无线电话网络的发展程度和俄罗斯联邦主体（部分主体）的经济发展程度为基础（系数值范围为0.05至3）；

$K_{soc}$ : 该系数考虑了技术实施的一个社会因素。

对于其他技术，每个获批授权中的 $K_{tech}$ 根据下列公式计算：

$$K_{tech} = K_{adv} \cdot K_{Breq} \cdot K_{pop} \cdot K_{soc}$$

$K_{Breq}$ : 根据在所用无线电信道中传输指定质量的信息所需的信号带宽确定的系数；

$K_{pop}$ : 根据无线电系统所处位置的人口数量并考虑到该社区行政边界后确定的系数；

$K_{adv}$  与  $K_{soc}$ : 如前一公式。

为无线电频谱使用计算一次性支付费用和年费所使用的费率和系数

表31

计算一次性支付费用和年费所使用的费率

支付方式	费率（单位：卢布）
蜂窝无线电技术一次性支付费用	70 000
其他技术一次性支付费用	300
蜂窝无线电技术年费	264 000
其他技术年费	1400

表32

根据频段确定的系数

频段	$K_{band}$
3 ~ 30 kHz (含30 kHz)	0.1
30 ~ 300 kHz (含300 kHz)	0.1
300 ~ 3000 kHz (含3000 kHz)	0.1
3 ~ 30 MHz (含30 MHz)	0.5
30 ~ 300 MHz (含300 MHz)	2
300 ~ 3000 MHz (含3000 MHz)	2
3 ~ 30 GHz (含30 GHz)	1
30 ~ 300 GHz (含300 GHz)	0.1

表33  
根据所用先进无线电技术确定的系数

序号	无线电技术群组	$K_{adv}$
1	根据SRFC决定开展试验研究和/或研发活动的无线电技术	0.001
2	SRFC决定取消其进一步使用并/或根据此技术将无线电系统转移到其他频段的民用无线电技术	3
3	其他基于数字处理且未包含在本表第1项中的民用无线电技术*	1
4	其他基于模拟处理且未包含在本表第1和第2项中的民用无线电技术，以及其他情况**	1.5
5	服务于国家行政管理且本表第1项未涉及的无线电技术，包括总统和政府通信、国防、国家安全和执法	1

注 –  $K_{adv} = 0.5$ : 条件是采用了DVB-T2和WiMAX无线电技术，或者在29.5-30 GHz频段使用了Ka VSAT用户地球站，且在27.5-29.5 GHz频段使用了Ka VSAT中央地球站；

$K_{adv}$ : 当采用了适用于LTE标准及其进一步演进的无线技术时，此系数值为0.1；

\*  $K_{adv}$ : 当主载波没有直接经量子化的脉冲波形调制时，在脉冲发射（脉冲序列）情况下，此系数值为1；

\*\*  $K_{adv}$ : 若满足下列条件，先进技术（无线宽带接入除外）的相应系数值为1.5:

- 指定调制主载波的信号特性且由授权规定的发射类别的第二个标志为9（由一个或多个包含量子或数字信息的信道以及一个或多个包含模拟信息的信道组成的复合系统）或X（未纳入其他种类发射类别）；
- 授权频率 – 地域计划为无线电频率（无线信道）规定了具有不同信息处理（模拟和数字）办法的多个发射类别。

表34  
根据传送特定质量的信息所需信号带宽确定的系数

所需带宽	$K_{Breq}$
不到100 kHz	1
100 kHz ~ 1 MHz	2
1 MHz ~ 10 MHz	2.5
大于10 MHz	3

注 – 如果授权使用无线电频率或无线电信道表示为带宽，那么就采用 $B_{req}$ 的最大值。

当用该方法9和10，计算 $K_{Nf}(N)$ 时， $K_{Breq} = 1$ 。

对于产生无线电噪声的设备和射电天文接收机（仅用来接收射无线电天文信号）， $K_{Breq} = 0$ 。

表35

根据无线系统所处位置的人口数量并考虑  
社区行政边界所确定的系数

人口数量 (千)	$K_{pop}$
遥远的北方及类似的区域	0.5*
不到200且在社区以外	0.9*
200-1 000	1
1 000-3 000	1.1
大于3 000	1.2

注 – 对于因国家行政管理需要被授权使用无线电频谱的用户，包括总统和政府通信、国防、国家安全和法制用频， $K_{pop} = 0.5$ 。

如果在授权的频率区域计划里没有明确给出地理坐标，则根据使用该系统的区域里最大人口数量来计算 $K_{pop}$ 。

\* 当分配俄罗斯公共电视和声音广播信道时， $K_{pop} = 0.3$ .

表36

应用技术的社会因素所确定的系数

社会因素	$K_{soc}$
确保公共安全所采用的技术，包括紧急情况*	0.3
铁路无线电通信技术（包括接入铁路的无线电通信）网络里民用系统采用的技术，所在频段2 124-2 136 kHz（标称频率 2 130 kHz）；2 144-2 156 kHz（标称2 150 kHz）；151.7125-154.0125 MHz；154.9875-156.0125 MHz；307.0-307.4625 MHz；343.0-343.4625 MHz	0.5
电话信道的无线扩展器所使用的技术，以及无线电话系统“奥太尔”和“Actionel”	0.3
陆地电视、卫星电视和声音广播在播放公共电视和声音节目所使用的技术	0.3
无线接入技术（IEEE 802.11系列）	0.1
卫星系统地球站（ESSS）和VSAT枢纽（中心）站	0.1
业余业务内系统（业余中继器和业余无线电信标）	0.1
按季节时刻表在其他国家领土上进行LF、MF和HF广播使用的技术	0.01
数字无线系统的无线电台（DECT）	0.01
雷达	0.01

注 – 在其他情况下， $K_{soc}$ 取1。

如果应用的技术与表中所列的几组技术相关，那么取决于社会因素的系数选择其最小值。

\* 用来确保俄罗斯联邦公共安全的技术，包括紧急情况，保障如下无线电业务：

- 无线电导航
- 气象，包括天气雷达
- 无线电测定
- 《无线电规则》中规定的使用呼叫和遇险频率的业务。

如果无线电系统在使用国际电联《无线电规则》确定的呼叫和遇险频率时还同时使用其它标称频率，则由应用技术的社会因素决定的系数 $K_{soc} = 0.3$ 仅用于呼叫和遇险频率。

$$\begin{aligned}
 P_{ot} &= R_{ot} \times K_{band} \times K_{Nf} \times K_{tech} & P_a &= \sum_{i=1}^4 P_{a(q)}^i \\
 P_{a(q)} &= (R_a / 4) \times K_{band} \times K_{Nf} \times K_{tech} \times (N_{auth(q)} / N_q) & K_{band} &= K_{FB} \times K_{categ} & K_{Nf} &= \sum N \\
 N &= \Delta F(\text{MHz}) / 1 \text{MHz} & N &= \Delta F(\text{MHz}) / 100 \text{MHz} & K_{Nf\_ES} &= \sum_{i=1}^S (f_{\max} - f_{\min}) / 100 \text{MHz} \\
 K_{Nf\_ES} &= \sum_{i=1}^M B_{reg\_fi} / 100 \text{MHz} & K_{Nf\_ES} &= \left[ \sum_{i=1}^M (f_{\max} - f_{\min}) + \sum_{i=1}^M B_{reg\_fi} \right] / 100 \text{MHz} \\
 K_{tech} &= K_{adv} \times K_{Breq} \times K_{pop} \times K_{soc}
 \end{aligned}$$

### 5.2.8 英国在征收执照费方面的经验

英国于1998年首次引入了“行政鼓励定价”（AIP）。行政鼓励定价旨在设置能反映出拒绝其他用途和用户的频谱机会成本，而不只是管理无线电频谱的成本。作为一种根本不同的新费用设置方法，它以较为保守的方式实施：对不同频谱用户慢慢实行，普遍按预计全部机会成本的约50%设置收费水平。随后几年又分期大幅提高了收费。

行政鼓励定价的宗旨是为频谱用户提供长期谱值信号。这些长期谱值信号用于帮助频谱用户（及其供应商）在其频谱使用以及无线电技术投资方面做出更加高效的决策。同时，倘若用户针对不同频率的无线电设备进行了在大多数情况下都不能快速收回的大笔投资，并且这些投资有许多年的使用期限，则难以指望行政鼓励定价短期内会对频谱使用情况造成很大改变。行政鼓励定价并不是要实现特定的短期频谱再划分目标。

英国对基于行政鼓励定价的频谱收费政策进行了评估。可以下网址下载有关此政策的完整文档：

[http://www.ofcom.org.uk/research/radiocomms/reports/policy\\_report/evaluation\\_report\\_AIP.pdf](http://www.ofcom.org.uk/research/radiocomms/reports/policy_report/evaluation_report_AIP.pdf)

本报告的整体结论是：

- 总的来说，行政鼓励定价已经实现了它的基本目标，即帮助鼓励频谱用户更加珍惜所用频谱的价值，并做出以最佳方式使用可用频谱的决定。因各用户的决定能反映出它们特定的情况和目标，很难将频谱划分的改善只归功于行政鼓励定价的影响。但是，在此次评估的过程中，在从实施行政鼓励定价起，但我们相信用户的一些重要行为对鼓励更加高效地使用做出了贡献。

— 尤其是：

- 移除4 GHz频段中的既有固定链路，由于所采用设备的使用年限，一般被视为技术效率低下；
- 在引入行政鼓励定价授权准许频率接入（RSA）后，取消了对射电天文学所用无线电频段内现有业务的限制；
- 退回了苏格兰警察所使用的一些UHF2频谱；
- 未发现有证据显示行政鼓励定价的实施会对频谱效率造成实质性的不当后果。尤其是在实施行政鼓励定价的地方未导致频谱需求严重下降。

### 5.2.9 美国在征收执照费方面的经验

联邦通信委员会规范了民用频谱与有线业务，并征收申请费（也称为备案费）和监管费（这里只提供有关有线业务的信息供您参考）。联邦通信委员会的收费过程已经获得美国国会法令的授权，只能作为一种补偿执照核发以及有关监管服务的成本的方法。

1987年，联邦通信委员会开始对所有经其许可的无线电业务征收申请费，用于抵偿受理执照申请的直接管理成本。在获得执照或续期时应予以缴纳。地方和州政府以及非营利实体一般都可以免除申请费。申请费因业务不同而不同。

征收申请费的权力并非由联邦通信委员会独立行使，而是由美国国会制定，并在《1989年综合预算调整法案》第三编第3001条，即修订的47 U.S.C. 158第8条中有规定。此法案指示联邦通信委员会向某些申请受理或在其职权范围内向通信实体的授权服务收费。根据该法案第8节征收的申请或备案费基金存入美国国库的普通基金，作为对美国联邦政府的补偿。它们并不是用于抵销划拨给联邦通信委员会的资金（47 U.S.C. 158(a)）。修订后的《通信法》第8条(b)规定从1991年10月1日以后要每隔两年复审和调整其申请费（47 U.S.C. 第158条(b)）。调整或增加的费用能反映出城市消费者价格指数（CPI-U）的净变化情况。

从1990年起，联邦通信委员会平均每年收到约3900万美元申请费。此计划包括300多种不同费用，绝大多数都是在向联邦通信委员会最初提出执照申请、续期或申请执照变更时收取。

虽然有某些例外，但大多数费用都是按申请情况一次性收取的。地方（州、县、市等）政府、非营利性、非商业性广播和业余爱好者执照申请人都免除费用。

国会会仔细审查和批准收费方案。这些费用代表对联邦通信委员会的执照申请受理的实际直接行政成本的最佳估计值。

处理上述申请的费用的公共通知、命令以及指南，可以从以下网址获得：  
<https://www.fcc.gov/licensing-databases/fees/application-processing-fees>。

除了申请和管理费用之外，联邦通信委员会还要对违反法律和不符合授权的行为评估惩罚。没收财物的程序规则可在如下网址获得：<https://www.ecfr.gov/current/title-47/chapter-I/subchapter-A/part-1/subpart-A/subject-group-ECFRe23796df9028e47/section-1.80>。

1993年，国会要求联邦通信委员会征收的监管费应抵偿其执行活动、政策和规则制定活动、用户信息业务以及国际活动的费用。因此，于1994年执行了与监管相关的收费。

第103-66号公法《1993年综合预算调整法案》中提出了征收年度监管费的规定。这些监管费可每年调整一次，用于补偿与联邦通信委员会的执行、公共服务、国际、政策和规则制定有关的成本。这些费用是对从联邦通信委员会获得执照或其他授权有关的申请受理费的补充。

因监管费不足以抵偿联邦通信委员会的费用，在1997财政年度（从1996年10月1日到1998年9月30日），联邦通信委员会要求国会拨款1.89亿美元。在考虑了抵偿的监管费（1.52亿美元）后，只需从美国国库拨款3700万美元偿付联邦通信委员会。

根据法令要求，所征收的总费用应能抵偿而不应超过国会拨给联邦通信委员会进行这些活动的资金。收取的监管费用存入账户，向联邦通信委员会提供拨款。

监管费中包括的一些活动做如下考虑。

#### 5.2.9.1 政策和规则制定

正式征询、制定或修订联邦通信委员会的规则和条例的规则制定程序、规则制定呈文、规则解释请求或弃权；经济研究与分析；频谱规划、模型化、传播干扰分析和划分；设备标准制定。还包括政策导向、计划制定、法律服务和行政指导以及与政策和规则制定活动相关的配套服务。

#### 5.2.9.2 执行

联邦通信委员会的规则和条例的执行，包括调查、检查、遵守监督以及各类制裁，还包括与电信公司费率与服务的正式和非正式投诉的受理、电信公司关税的审查与批准/拒绝、电信公司会计实务的规定和检查。它还包括政策导向、计划制定、法律服务和行政指导以及与执行活动相关的配套服务。

#### 5.2.9.3 公共信息服务

联邦通信委员会决定与措施以及相关活动的宣传；公共参考与图书馆服务；联邦通信委员会记录与数据库的复制与分发；公共查询的受理；消费者、小企业以及公共援助；公共事务和媒体关系。这种活动还包括政策导向、计划制定、法律服务和行政指导以及与公共信息活动相关的配套服务。

受联邦通信委员会监管的以下持照者和其他实体必须缴纳监管费：

电信公司被监管者：长途交换运营商（长途电话公司）、本地交换运营商（本地电话运营公司）、竞争性接入提供商（除传统本地电话公司外，向长途电信公司和其他公司提供州际接入服务的公司），运营商服务提供商（让用户无需使用家庭电话并使用替代付费方式打电话的电信公司）、支付电话运营商（支付电话的所有者）、转销商（从有设施的电信公司获得线路并向其他方销售服务的公司，但不包括只能提供商业无线无线电服务的移动转销商）以及其他州际提供商（如电话卡提供商）。

商业移动无线电服务（CMRS）被监管者：专业移动无线电业务（第90条）；公共海岸电台（第80条）；公共移动电台、蜂窝、800 MHz空对地无线电话以及近海无线电业务（第22条）和PCS宽带业务（第24条）。CMRS短信业务包括所有单向寻呼（第22与第90条）、双向寻呼业务、鉴定互连企业无线电业务、220-222 MHz陆地移动系统（第90条）以及PCS窄带业务（第24条）。其他所有无线监管费在整个执照期限内都应提前缴纳，并随相应的申请费一起提交。

大众传媒持照者：商业AM和FM无线电台、商业电视台、低功率电视与电视差转和转播执照、广播辅助、FM差转和FM转播执照以及多点分配业务持照者（包括多信道多点分配业务）。低功率辅助电台、电视辅助业务电台、远距离电视摄像电台以及电视伴音广播辅助电台等辅助广播业务持照者一样，非商业教育持照者都免除监管费，此类执照与共同拥有的非商业教育电台一起使用。辅助业务设施的紧急报警系统（EAS）也和教育电视固定业务（ITFS）持照者一样免收监管费。如果在有效日期后和缴费到期日之前系统的所有权发生变更，则应由有效期记录所有者缴纳监管费。

有线电视系统：从1996年12月31日起运营的有线电视系统需在1997财年按用户缴纳监管费。对于使用有线电视系统的社区中的每个用户，所有有线电视系统都被要求缴纳0.54美元的监管费。此外，从1996年10月1日起运营的每个系统都需为所持有的社区天线中继业务执照缴纳65美元，如持有广播辅助业务执照，则还需每年为广播辅助业务执照缴纳25.00美元的费用。如果在上述有效日期后和缴费到期日之前系统的所有权发生变更，则应由有效期记录所有者缴纳监管费。

国际公共固定持照者（第23条）、国际（HF）广播持照者（第73条）、国际荷载电路提供商、地面电台被监管者（第25条）、地球同步空间站呗监管者（第25条）和卫星直播持照者（第100条）和低地球轨道系统持照者（第25条）。

地方政府和非营利实体都无需缴纳监管费。但是，联邦通信委员会正在考虑一项要求所有被免除费用的实体提交或在联邦通信委员会备案一份能证明其非营利状况的本期内部收入业务审核书、一份当地政府部门的证明，或者当地政府部门证实其免除费用情况的证明的提案。根据此提案，如果包括所有费用在内的总费用不足10美元，则被监管者无须缴费。

对于1997年财政年度，联邦通信委员会调整了1996财年费用的各项业务的估算监管缴费单位。联邦通信委员会通过其持照者数据库、上年度实际缴费记录以及工商业集团规划等各种方式获得估算缴费单位。只要有可能，联邦通信委员会都会从多个渠道检验其估算情况。

联邦通信委员会将修订后的各类业务的缴费单位乘以其在1996财年各类收费的收费金额以估算其在1997财年不修改现有监管收费方案的情况下能获得多少收入。联邦通信委员会可获得收入约为1.373亿美元。这一数额比联邦通信委员会需要在1997财年的收费额少0.152亿美元。因此，联邦通信委员会根据法案的第9节(b)(2)按比例调整了各类收费的收入要求，以估算出为了落实国会要其在1997财年收费1.52亿美元的要求而对对各类收费提出的收入要求。

1995年10月1日，联邦通信委员会根据47 U.S.C.第159条(i)执行了一套部分用于为其提供有用数据的成本会计制度。结合其他信息，这些数据有助于保证这些收费能准确地反映出联邦通信委员会的实际监管成本。

为了利用通过联邦通信委员会成本会计制度所核算的实际成本来制定收费标准，须将成本会计制度中的间接支持成本加到直接成本（见注1），并进一步调整结果以得出国会要求联邦通信委员会在1997财年收取的费用额近似值（1.52亿美元）（见注2）。因此，在各类收费中，联邦通信委员会按比例调整了与从1995年10月1日到1996年9月30日期间记录的监管收费活动有关的实际成本数据，以得出近似为1.52亿美元的总成本。

联邦通信委员会的下一步是确定依靠实际成本制定1997财年的监管收费标准是否会与对应的1996财年的收费相差太大。由于进行了此项分析，联邦通信委员会建议制定任何业务的收入增长可高出国会的整体收入增长要求并考虑了缴费单位数变化后的25%的上限（见注3）。

因国会在1997财年增加了联邦通信委员会的整体收费要求，联邦通信委员会需要收取的费用远远高于它在1996财年的收费。然而，每种业务的收入增长不高于25%的上限可让联邦通信委员会开始调整收费，以解决监管成本之差。这是在对预测的1997财年缴费单位进行调整后再增长25%，21%的比例部分是对国会要求联邦通信委员会征收的费用额度的增加。因此，1997财年的收费相对于1996财年的收费的增长不超过25%。根据此方法，实际增加的收费高达40%。

制定收入上限时需要考虑的重要问题是其他缴费者的影响。因联邦通信委员会需要在1997财年征收1.52亿美元的监管费，这部分增加的收入将从受到各类收入上限限制的持照者收取，而不需要不受此上限限制的持照者收取。这样会造成缴费进等级之间一定的交叉补贴（见注4）。但联邦通信委员会声明：因多家实体将可能遭受意外的大幅度涨价，从而影响这些持照者的经济利益，所以采用收入上限最能维护公共利益。

对州际电话业务提供商的监管约占联邦通信委员会所有成本的36%。因此，任何具有补贴特征的方法，如联邦通信委员会建议的收入上限，至少会在短期内对这些受监管者比其他人造成更大影响。和其他缴费者的收费方法计算会让其收入更加接近其实际成本一样，和联邦通信委员会分阶段引入的收入上限方法一样，缴费者低于其收入上限而需要的补贴额（如提供州际电话业务的电信公司）将稳定减少。因此，长期来看，交叉补贴将减少，所有业务的收入要求将接近实际成本（假定国会要求联邦通信委员会征收的总费用金额等其他因素保持不变）。

联邦通信委员会按照建议采用了25%的收入上限。通过为各类收费选择“目标”收费收入要求，即可使用25%的收入上限。此“目标”为实际计算的收入要求（对等于或低于25%的收入上限的收费类），或者，如果计算的收入高于上限，则等于上限。通过降低那些收入要求超过收入上限的收费类而产生的短缺被按比例分摊给收入要求低于上限的收费类。因在有的情况下，这类收入的划分造成新收入要求金额超过25%的上限，所以这种计算需要经过多轮调整。在调整两次（轮）后，所有收入要求都等于或低于收入上限。

在联邦通信委员会确定需要从各类持照者征收的费用收入额后，联邦通信委员会将各种收入要求除以相关缴费单位数（对于“小”笔收费，则除以执照期限）以计算出各类收费的实际收费额。这些计算的收费额随后被舍入为整数。

注1 – 成本会计制度的特点之一就是它能分别确定直接与间接成本。直接成本包括以下人员的工资和费用：

- a) 直接指配给联邦通信委员会的执行部门并进行监管活动的人员；
- b) 在执行部门以外指配的人员。他们花时间进行与执行部门有关的监管活动；

这些成本包括与这些人员有关的租金、效用和契约成本。间接成本包括指配为外勤和实验室人员等管理职能的保障人员以及指配为经理的某些人员。在所有这些收费类别中按比例实现直接与间接成本的结合。

注2 – 国会要通过监管费收回的成本概算一般至少应在实际收费的财政年度年底前12个月确定。因而岁末实际活动成本不会恰好等于国会要求在特定财政年度征收的金额。

注3 – 例如，与航空（飞机）业务相关的监管成本为934 905美元。如果未对这项业务的1996财年监管费（每年3美元）做出任何调整，则在1997财年从此项业务的持照人征收的总收入只有70 634美元，差额为864 271美元。对此业务使用建议的25%的收入上限可获得88 293美元（70 634美元× 125%）的收入上限。

注4 – 现有缴费者的收入已经抵偿了根据法案第9节(h)或委员会的规则被免予收费或无需缴费的受监管人所产生的大笔成本。例如，民用频段和船舶无线电台用户、无线电业余持照者、政府机构、公

共安全无线电业务持照者以及所有非营利性团体都无需缴费。这些单位的监管成本由需要缴纳费用的被监管者承担。

### 5.2.10 巴西在征收执照费方面的经验

1997年7月16日颁布的《巴西一般电信法》（第9 472号法律）规定使用无线电频率的无线电通信业务都要缴费。收费水平通过以下方式之一确定：

- 按照法规或招标文件确定；或
- 当收费成为一项判定依据时，按中标的标书确定，或者，如需招标，则根据特许合同或执照法确定。

2018年，巴西国家电信管理局（Anatel）重审了与无线电频率使用权公共收费有关的规定。该规定于2018年7月20日通过第695号决议批准，在四种情况下免除费用：

- 通过巴西国家电信管理局规定的短程设备使用无线电频率；
- 武装部队使用专用于军事目的的频段内的无线电频率；
- 外交使团、国际组织和领事官员临时使用无线电频率，包括外国军机和军舰；
- 将已授予的无线电频率使用授权转让给另一实体。

定价应基于如何防止其他用户使用特定的无线电频率。因此，应考虑以下方面：时间、空间（几何/地理空间）、带宽、业务区人口和频段。

无线电频率使用权的公共价格（PPDUR）由以下函数确定：

$$PPDUR = L \times C \times (P + A) \times T \times S$$

其中：

变量	描述	值
<i>L</i>	频率容量	$3 \times b$ 对于等于或低于100 MHz的频率 300 对于100 MHz以上的频率
	<i>b</i> : 带宽, MHz	
<i>C</i>	频率覆盖	$101 - f^2$ 对于等于或低于10 GHz的频率 1 对于10 GHz以上的频率
	<i>f</i> : 中心频率, GHz	
<i>P</i>	区域人口	$\frac{pop_{auth}}{pop_{Brazil}} \times 100$
	<i>pop<sub>auth</sub></i> : 授权区域的居民人数，或将部署点对点链路的城市的居民人数。 <i>pop<sub>Brazil</sub></i> : 巴西人口。	

<i>A</i>	几何/地理空间	$\frac{area_{auth}}{area_{Brazil}} \times 100$
	<i>area<sub>auth</sub></i> : 按要求表示的地理区域, 单位为km <sup>2</sup> , 如果未提供信息, 则按以下公式计算: $area_{auth} = \pi d^2 \times \frac{\alpha}{360^\circ}$ 其中: 对于点对点系统, <i>d</i> 为相关电台之间的距离 (km), <i>α</i> 为辐射系统的半功率角 (度); 对于点对面系统, <i>d</i> 为基站或节点站覆盖的最大距离 (km) 或到广播电台业务覆盖范围的最大距离 (km); 在任何情况下, 计算面积所要考虑的表面都应限于国家领土, 包括领海。 <i>area<sub>Brazil</sub></i> : 巴西地理区域 (km <sup>2</sup> )。	
<i>T</i>	授权时间	请求的授权时间 (年)
<i>S</i>	业务	1 对于点对面业务 0.1 对于广播业务 0.00056478 对于其他业务

授权的费用不得少于  $T \times R\$ 28.07$ 。

公式不适用于业余无线电、民用无线电、航空移动业务、水上移动业务、社区无线电和频谱的临时使用。对于这些情况, 有一个固定的数值表。

政府实体支付的价格将降低90% (百分之九十)。

在无需投标的情况下, 无线电频率使用权的延期费用与上述相同。否则, 通过以下公式计算延期费 ( $V_e$ ) :

$$V_e = R \times F \times \frac{T_e}{100}$$

其中:

变量	描述	值
<i>R</i>	净营业收入	相当于服务提供商在延期决定前一年的净营业收入, 按比例计算得出受延期影响的授权无线电频段服务的提供商用户数量。
<i>F</i>	频率比例	$\frac{\frac{\Delta f_i}{f c_i}}{\sum_{k=1}^n \frac{\Delta f_k}{f c_k}}$ <i>Δf<sub>i</sub></i> : 为延期请求的频率对象的带宽, 单位为MHz; <i>f c<sub>i</sub></i> : 为延期频段对象的中心频率, 单位为MHz; <i>Δf<sub>k</sub></i> : 为延期频段对象授权区域内共同感兴趣的电信服务提供商使用的每个频段的带宽; <i>f c<sub>k</sub></i> : 为延期频段对象授权区域内共同感兴趣的电信服务提供商使用的每个频段的中心频率; <i>n</i> : 为延期频段对象授权区域内共同感兴趣的电信服务提供商使用的不同频段的总数。
<i>T<sub>e</sub></i>	延期时间	相当于延期的时长 (年)

如果计算出的延期费小于PPDUR公式计算出的值, 则将对频段的使用效率进行评估。如果效率未得到验证, 延期请求将被拒绝。

只要适用, 在颁发或更新使用无线电频率的授权时, 都应收取此类授权费用。

### 5.2.11 韩国在征收频谱使用费用方面的经验

无线电频谱是公共财产，而非私有财产。频谱用户从使用无线电频谱可以获得经济利益。也就是说，通过使用无线电台，用户可以利用公共财产。因此，频谱用户须缴纳相当于无线电频谱经济价值的频谱使用费。

频谱使用费可为政府提供一些实用信息，如市场的频谱偏爱和无线电业务质量等，并能正确衡量频谱需求量。随着电信业务的发展，频谱需求快速增长。此外，频谱使用费可抑制对无线电频谱的过度使用，并可促使无线电频谱用户将不使用的无线电频谱退回给政府。

为了回收有效频谱管理和无线电技术开发计划的成本，韩国的主管部门从1993年起开始根据《无线电波法》实施频谱使用收费。《无线电波法总统令》中规定了频谱使用费的评估与收缴。

以下无线电台无需缴费：

- 用于政务的电台；
- 用于非营利性广播或缴纳了广播促进金；
- 公用电信公司用户所使用的电台；
- 用于紧急、实验和业余通信的电台；
- 用于标准无线电频率/时间信号发送的电台；
- 韩国红十字会所使用的电台；
- 安装在隧道和其他地下设施、用于传送用户通信和广播业务的电台；
- 用于灾难报警与减灾（如洪水警报）的电台；
- 公用电信公司安装但供公众使用的电台；

频谱使用费使用频段、带宽、用户的功率和数量等参数来计算。频谱使用收费可以分为四类。

第1类：基于公用电信公司。

第2类：基于无线电台站。

第3类：基于无线电台站发射机的指配频率。

第4类：基于安装在车辆上的地球站以及公用电信公司用于租赁的地球站。

注 – 所有费用都按季度征收。

#### 频谱使用费评估准则

##### 第1类费用：基于公用电信公司

按以下公式对运营商征收频谱使用费(SF)：

$$(SP) = N_s \times U_p \times \{1 - (F_s + R_f + E_f) \times C\} \quad (66)$$

式中：

$N_s$ ： 用户数量；

$U_p$ ： 单价；

$F_s$ ： 设施共用因子；

$E_{ff}$ ： 环保费用减免因子；

- $R_f$ : 漫游费用减免因子;  
 $E_f$ : 频率使用效率减免因子;  
 $C$ : 无线电特征因子。

参数描述:

- a) 用户数量指的是季度第一天的用户数和季度最后一天的用户数的平均  
b) 单价:

表37

业务	单价 (韩元 <sup>17</sup> /用户/季度)
移动电话用户 (蜂窝、PCS、IMT)	2 000
WiBro (无线宽带互联网)	1 200
无线电寻呼机/中继式无线电业务	150
基于位置的业务	50
无线数据业务	30
卫星通信 (便携式)	500
– 语音和数据	80
– 仅数据	

- c) 设施共用和环保的减免因子和漫游因子:

表38

设施共用率、环保比例与漫游率	<10	10~20	20~30	30~40	40~45	45~50	50~55	55~60	60~70	>70
设施共用费用减免因子	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10
环保费用减免因子	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10
漫游费用减免因子	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25		0.30			

注1 – 设施共用率: 公用电信公司共用无线电设施的无线电台数量与此公用电信公司所使用的无线电台总数的比值。

注2 – 环保比例: 环保设施所使用的无线电台数量与公用电信公司所使用的无线电台总数的比值。

注3 – 漫游率: 公用电信公司使用漫游技术的无线电台数量与此公用电信公司所使用的电台总数的比值。

<sup>17</sup> 2018年6月, 1韩元 (KRW) 等于0,00093美元。

d) 频率使用效率费用减免因子:

表39

频率使用效率 (%)	<100	100~150	150~200	200~250	> 250
频率使用效率费用减免因子	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05

注1 – 频率使用效率: 每次频率指配的平均用户数与基本用户数量容量的比值。

注2 – 频率使用效率费用减免因子不适用于无线电寻呼机、中继式无线电系统（TRS）、基于位置的系统（LBS）和无线数据业务。

e) 无线电特征因子:

表40

频段	无线电特征因子
< 1GHz	1.16
1GHz~3 GHz	0.81

注 – 无线电特征因子不适用于无线电寻呼机、中继式无线电系统（TRS）、基于位置的系统（LBS）、无线数据服务、获得许可的电台。

## 第2类费用：基于无线电台站

按以下公式对设施征收频谱使用费（SF）：

$$(SF)_{\text{电台}} = C_B \times U_f \times S_f \times (1 - F_s) \quad (67)$$

式中：

- $B_p$ : 基价;
- $U_f$ : 频谱使用因子;
- $S_f$ : 业务因子;
- $F_s$ : 设施共用费用减免因子;
- $E_f$ : 环保费用减免因子。

说明如下：

基价 $B_p$ : 250 000韩元/电台

频谱使用因子 $U_f$ : 即表41中“频谱使用”列和“频段”行交会处单元格中的数值。

表41

频段	频谱使用 (MHz)	<0.1	0.1 ~ 0.3	0.3 ~ 1.5	1.5 ~ 4	4 ~ 7	7 ~ 10	10 ~ 15	15 ~ 20	20 ~ 30	30 ~ 40	40 ~ 60	60 ~ 80	80 ~ 110	110 ~ 150	>150
<1 GHz		1	2	3	5	7	9	12	15	19	23	28	33	28	44	50
1~3 GHz		7	1.4	2.1	3.5	4.9	6.3	8.4	10.5	13.3	16.1	19.6	23.1	26.6	30.8	35
3~10 GHz		0.23	0.47	0.70	1.17	1.64	2.11	2.81	3.51	4.45	5.38	6.55	7.72	8.89	10.3	11.7
10~30 GHz		0.03	0.07	0.10	0.17	0.24	0.31	0.41	0.51	0.65	0.78	0.95	1.12	1.29	1.50	1.7
>30GHz		0.004	0.008	0.012	0.02	0.028	0.036	0.048	0.06	0.076	0.092	0.112	0.132	0.152	0.176	0.2

注1 – 如果使用模拟技术, 根据频谱使用因子, 陆地移动业务的费用应增至三倍。

营运因子,  $S_f$ :

表42

无线电台	因子
固定电台:	
– 用于微波链路	0.5
– 用于本地环路	0.25
– 用于与岛屿的通信	0.05
– 用于其他用途	1
卫星广播中继站	0.03
仅使用综合公共网络频率的电台	0.012
其他电台	1

共用设施和环保费用减免因子:

表43

设施共用率与漫游率 (%)	<10	10~20	20~30	30~40	40~45	45~50	50~55	55~60	60~70	>70
设施共用费用减免因子	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10
环保费用减免因子	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10

第3类费用: 基于已指配频率的无线电台站发射机。

按以下公式对每台发射机征收频谱使用费(SF):

$$(SF)_{station} = B_P \times \left( \sqrt{P + B_W} \right) \times P_f \times U_f \times O_f \times (1 - F_s - E_{ff}) \quad (68)$$

式中:

$B$ : 基价

$P$ : 天线功率

- $B_W$ : 带宽  
 $P_f$ : 偏爱因子  
 $U_f$ : 频率使用模式因子  
 $O_f$ : 用途因子  
 $F_s$ : 设施共用费用减免因子  
 $E_{ff}$ : 环保费用减免因子

说明如下：

基价 $B_P$ : 2000韩元/指定频率；

天线功率,  $P(W)$ : 功率的单位为瓦 (W)。

带宽,  $B_W$  (kHz): 对低于960 MHz的频率, 单位为kHz; 对高于960 MHz的频率, 单位为MHz。

偏爱因子,  $P_f$ :

表44

频段		因子
MF/HF	<28 MHz	1
VHF	28 ~ 300 MHz	1.3
UHF	300 ~ 960 MHz	1.5
分米波	960 MHz~ 3 GHz	0.1
厘米波	3 ~ 10GHz	0.0234
	10~ 30 GHz	0.0034
毫米波	>30 GHz	0.0004

频率使用模式因子,  $U_f$ :

表45

频率使用模式	因子
专用	1
共用	0.1

注 – 如果运营商在一个国家或地区独家使用一个频率, 则为“专用”。如果运营商在一个国家或地区非独家使用一个频率, 则为“共用”。

用途因子,  $O_f$ :

表46

用途	因子
无线电导航业务（雷达、转发器、距离估计器、无线电测高仪）	0.5
无线电遥测（包括检测和信标）业务	0.1
其他业务	1

设施共用和环保费用减免因子：

表47

设施共用率与漫游率 (%)	<10	10~20	20~30	30~40	40~45	45~50	50~55	55~60	60~70	>70
设施共用费用减免因子	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10
环保费用减免因子	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10

**第4类费用：**基于安装在车辆上的地球站以及公用电信公司用于租赁的地球站。

对每类电台应征收如下频谱使用费（SF）：

表48

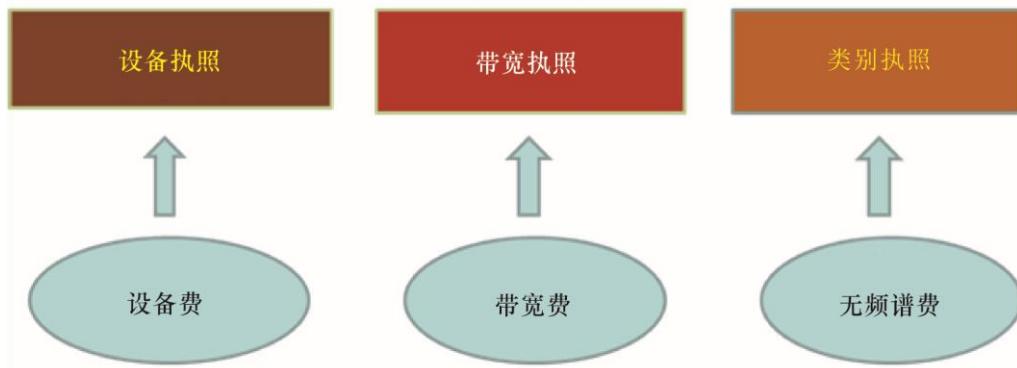
电台类型	SF (韩元)
安装在交通工具上的地面电台（如船舶或汽车）	20 000
公用电信公司用于租赁的地面电台	20 000
其他电台	3 000

### 5.2.12 印度尼西亚在征收频谱费方面的经验

#### 背景

频谱是一种对用户非常有用的稀缺资源。这就意味着频谱具有价值。为有效利用频谱，国际电联建议主管部门进行国家频谱管理。国家频谱管理需要资金，这笔费用可以通过向频谱使用者征收频谱费获得。在印尼，使用任何频谱都必须持有执照。这样，执照可用作计算频谱费的基础。

图18  
印度尼西亚当前采用的执照种类



频谱使用者交纳的频谱费将成为政府从非课税行业获取的一项收入。与课税收入一样，非税收收入将用来为国家发展和公共服务，包括卫生、法律服务、教育和科技发展提供资金。

### 印度尼西亚的频谱执照

#### 设备执照

印尼政府为使用者发放的执照有效期为5年。频谱使用者获得执照后，在有效期内每年须缴纳频谱费。

频谱使用者缴纳的频谱费的计算公式包括以下一些内容：

- 频谱功率基价 (HDDP)
- 频谱带宽基价 (HDLP)
- 频谱功率 (p)
- 带宽 (b)
- 带宽指数 (Ib)
- 功率指数 (Ip)
- 电信业务区域。

设备执照的频谱费计算公式：

$$\text{频谱费} = \frac{(Ib \times HDLP \times b) + (Ip \times HDDP \times p)}{2}$$

其中：

Ib: 带宽指数

HDLP: 每1 KHz带宽的频谱带宽基价

b: 占用带宽 (kHz)；

Ip: 发射功率指数

HDDP: 每个频率信道每1 dbm频谱功率基价

p: EIRP发出的频谱功率 (dBmWatt)。

频谱功率基价（HDDP）和频谱带宽基价（HDLP）是由印尼政府定价并以法规形式发布。

执照数量根据所用无线电频率的类型，如HF、VHF、UHF，以及执照所含的区域而定。

频谱使用者可以占用5个（五）频谱区域。主管部门根据区域中的人口和使用的经济方法将印尼划分为5（五）个区。资费区内各区域的划定会定期审查，至少每五年进行一次。

$I_b$ （占用带宽指数）和 $I_p$ （发射功率指数）是由邮政信息技术资源管理和设备标准总局通过技术评估确定的，考虑到技术、效用、益处、行业状况，以及国家战略规划。每两年评估一次。

这些系数的评估包含下列一些内容：

- 无线电频率类型
- 带宽或频谱信道
- 覆盖区域
- 市场利息
- 所用技术

公式显示，基于无线电台执照的频谱费是按无线电台发射器的数量决定的。发射器的数量越多，运营商交纳的频谱费就越多。

以下是无线电台执照使用频谱的一些业务：

- 微波链路
- 电视广播（模拟）
- 无线电中继
- 卫星

### 带宽执照

按设备执照收取频谱费的作法对运营商和监管频谱使用的主管部门现已失去意义。因此，印尼从2010年开始对部分频率，如2G、3G和BWA 2.3GHz采取带宽执照的作法。采用频谱带宽执照，印尼政府需要对以前频谱费的计算公式进行评估。设备执照已不能适应先进技术的发展。新的计算公式应能够适应充满活力的电信行业变化。

### 基于频谱带宽的频谱费：

- 1 拍卖
- 2 公式

2006年，印尼对1 940-1 955 MHz / 2 130-2 145 MHz范围内的3G频段进行拍卖。拍卖方法分两个标段进行封闭拍卖。中标者获得10年使用权的频谱执照。拍卖价格成为计算频谱费的参考。

### 频谱费的计算公式

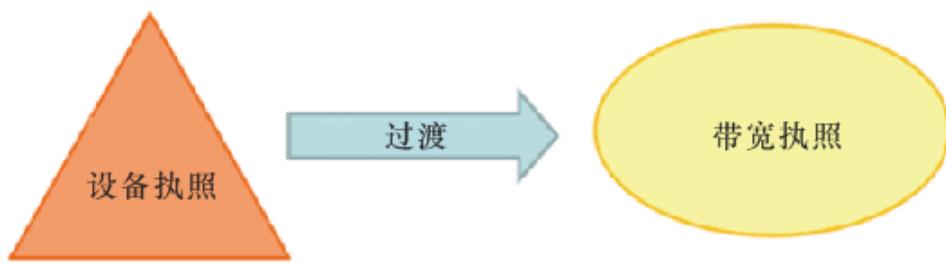
为简化频谱费的计算方法，方便使用频谱的运营商和政府监管机构，2010年，印尼对800 MHz、900 MHz和1 800 MHz频段采用了新的频谱费的计算公式。使用者必须先付费后使用。

基于带宽执照的频谱费 =  $(N \times K) \times I \times C \times B$

- N*: 标准化因子, 以稳定非课税行业的政府收入
- K*: 频段调整因子, 考虑到业务使用的频谱的经济价值和产生的效益
- I*: 基本价格指数, 由政府确定, 可根据频谱传播调整 (Rp/MHz)
- C*: 频谱带宽执照服务区内的总人口数 (Kilopopulation)
- B*: 频谱使用者占用的带宽, 包括保护频带 (MHz)。

带宽执照替代无线电电台执照后, 为保证电信业的可持续性, 印尼政府决定给与频谱使用者一个过渡期。过渡期内, FWA业务的频谱使用者使用上述公式计算缴纳基于频谱带宽执照的频谱费。过渡期为5年。

过渡期 (5年) 足以避免频谱费变化引起的动荡。



五年内, 频谱使用者使用下列公式计算应缴费用:

表49

第1年	$Y_1 = X + ((20\% \times \Delta) - Z)$
第2年	$Y_2 = X + (40\% \times \Delta)$
第3年	$Y_3 = X + (60\% \times \Delta)$
第4年	$Y_4 = X + (80\% \times \Delta)$
第5年	$Y_5 = X + (100\% \times \Delta)$

- 在过渡期内 (2010至2015年), 常数 ( $N \times K$ ) 作为一个单位每年应根据消费者价格指数 (CPI) 进行调整。
- 常数 ( $N \times K$ ) 是根据2009-2010年期间2.1 GHz频段内附加的3G业务拍卖最终价格确定的。

最终价格是1,600亿卢比。

- 对于2011至2015年期, 每年对 ( $N \times K$ ) 值进行调整, 方式是按照一年前和两年前的十二月份的消费者价格指数比例乘上2010年的 ( $N \times K$ ) 值。

例如，我们想计算2012年的(NxK)值。

2010年12月CPI = 125.17

2011年12月CPI=129.91

用于调整2012年 (NxK) 值的CPI比率是：

$$\frac{\text{CPI 2011}}{\text{CPI 2010}} = \frac{129.91}{125.17} = 1.03787$$

因此，调整后的2012年 (NxK) =  
1.03787 x (NxK) 2011年

## 无频谱费

在印尼，对有些使用频谱的业务不收取频谱费。使用者持有频谱执照，但不承担缴纳频谱费的任何义务。例如，下列业务的频谱：

- 国防专用通信；
- 特殊业务专用通信；
- 驻印尼外国使馆使用的政府服务专用通信；
- 10 mWatt以下低功率设备；
- 2 400-2 483 MHz频段内的无线数据业务；
- ISM（工业、科学、医疗）所用频段。

### 5.2.13 哥伦比亚确定特定地理区域点对点链路占用水平的程序

哥伦比亚政府对频谱费定价机制应包含的参数进行研究，并分享下列研究结果。下文介绍反映某些频段的需求参数和使用微波链路的机会成本。

#### 背景

由于频谱对国家具有重要的战略意义，因此，2009年哥伦比亚立法《信息通信技术法》（1341号法律）。法律规定要促进频谱的充分利用，提高竞争力和为消费者改进服务质量和效率。国家和地方政府所有频谱管理机构务必采取必要措施，实现上述目标。

根据第1341号法律成立了国家频谱管理机构（西班牙语缩写ANE）。该机构负责为频谱管理，尤其是频谱的规划、监督和管控提供技术保障，并为信息通信技术部提供有关频率分配，建立和调整频谱收费机制提供咨询。

为此，ANE开展一系列研究，查实频谱收费机制需采取的一些措施。其中一项措施就是在点对点链路计算公式中使用的所谓的效率因子的系数，这对提高频谱分配效率和有效使用十分重要。

## 点对点链路的效率因子

哥伦比亚国家频谱收费体制是按链路类型组织的，适用于IMT以外的频谱。后者的频谱费是由市场机制决定的，多数情况下频谱指配过程是通过拍卖实现的。

因此，频谱收费体制包含以下几个公式：

- a) HF频段链路；
- b) 点对点链路，和
- c) 点对多点链路。

由于计算公式不同和频谱需求的增长，有些具体地理区域和地点发生频谱**拥挤**。因此，有必要设计一个反映资源稀缺的因子并纳入对应的公式中，这会有助于根据机会成本进行决策。

在这方面，国家频谱机构开始研究需要进行哪些修改。首先需要的因子和修改是在点对点公式中应纳入效率因子。

该因子包含有利于提高频谱指配和使用效率的技术和经济标准。它涉及特定地理区域内现行频谱许可（资源需求）。

表50

频段占用比例 (BOL) %	拥挤程度	效率因子 (Fe)
0% < BOL ≤ 75%	低	1
75% < BOL ≤ 90%	中	1.1
BOL > 90%		
或，只对点对点链路有证据显示存在一个带有频率复用的信道	饱和	1.3

如上表所示，效率因子将用于政府确定的一些特定地点的点对点链路，这些链路在特定频段的占用率超过75%，其对应的拥挤程度从中度变成饱和。在确认了至少存在一个具有频谱复用的信道后，也可使用这个因子。

这一公式需要知道频率占用水平和拥挤程度，以及各自的效率因子。

### 确定某一特定地理地区点对点链路的占用水平的程序

以下是确定占用水平的程序：

- 1 调试无线电链路（点对点链路）数据库，清理过期的法律许可证，更正不准确的信息。
- 2 根据国家频段分配表，按频段组织已清理的指配频率数据库。
- 3 划定地理位置，可按该位置对指配频率数据库进行分类。为此，特定地区的每个地理位置内已安装基础设施需有一个共用名和坐标。这就是说，已安装基础设施距离较近，如果按照许可证在同信道或临信道运行，则会产生干扰。
- 4 按照频段确定拥挤地点。

- a) 这项工作首先要确定基准参数，这样就可以确定不同频段在特定地理位置的拥挤限值。选定的参数就是每个地理位置的某个特定频段内的可用频谱数量。
- b) 可用频谱数量是按国家频段分配表和具体频道安排计算得出的，这一节都要以国际电联建议书为基础。
- c) 然后，通过数据库中增加指配频谱测量已指配频谱的数量。
- d) 通过已指配频谱数量和可用频谱量的关系，确定不同频率在不同地理位置的占用水平。
- e) 拥挤地理位置概念被定义为以一个特定地点为中心的半径内的环形区域，概念中使用效率因子。这一中心点是按照上述坐标划定的（第3点）。
- f) 根据从数据库和模拟工具获得的信息和已有经验，有必要确定一个半径。哥伦比亚的这一半径为600 m，因为这是拥挤地理位置内所有现行基站的最大距离。

5 与此同时，国家频谱机构根据拥挤程度规定了占用范围并确定了相应因子。这些因子被称为效率因子，并以此将修改点对点链路公式，以提高频谱指配的效率和应用。

上表中显示了占用和拥挤程度。他们将沿用两年，之后必须进行研究以确定最后两年应用的不同地区和不同地点的新的占用程度。政府将及时公布研究结果，以便运营商计算和缴纳年度频谱费用，而不会被罚款或制裁。

对于点对多点链路，为了确定频段的拥挤程度，程序与上述步骤相似，但有一些小的调整。特别是，拥挤地区比较大，如一个城市甚至是整个国家。

### 点对点链路的计算示例

费用计算的第一步是在使用每个参数的特定值代替公式中的参数。

$$VAC = AB * Fv * Fe * SMMLV$$

其中：

VAC: 年费值；

AB: 带宽；

Fv: 加权频段因子；

Fe: 效率因子（公式中增加的新要素）；

SMMLV 月最低工资，按法律每年发布（一整个月的最低工资）。

这样，对23 GHz频段内的点对点链路，Fv为0.38，带宽是28 MHz，具体年份的SMMLV为250美元，VAC则为2660美元。

另一方面，在拥挤程度介于75%和90%或“中度”的链路，效率因子则为1.1。这用情况下，VAC则为2 926美元。

如果一个地区或地点的链路拥挤程度为“饱和频段”，效率因子为1.3，则其VAC将达到3458美元。

哥伦比亚已公布了一份82个拥挤地理位置的清单。

### 5.2.14 印度在频谱拍卖支付方面的经验

印度的频谱拍卖价格是通过包括底价计算、拍卖机制和市场动态的多步骤过程确定的。底价，即可出售频谱的最低价格，是频谱拍卖的一个重要起点。监管机构印度电信监管局（TRAI）在建议底价方面发挥着关键作用。TRAI与利益攸关方进行详细磋商，分析过去的拍卖价格、需求模式、竞争格局、技术进步，并审查国际基准，以设定反映市场状况的实际底价。不同的频段具有不同的传播特性和用例（例如，用于覆盖的低频段频谱、用于容量的高频段频谱）。这些特性也会影响其估值。政府的目标，如创收、数字包容和提高宽带普及率，也在确定底价方面发挥着作用。

在2010年进行的频谱拍卖中，中标方在拍卖完成后支付全部投标金额。考虑到电信行业的财务状况，印度主管部门制定了更为灵活的支付条款，包括延长延期付款期限和降低分期付款金额的利率。自2012年起，中标方可以选择一次性全额付款，或预付一项或多项年度分期款或部分预付款，剩余金额分10年等额分期支付。随后，等额年度分期付款的数量增加到十六次。目前，中标方可以选择全额或部分预付投标金额，或通过20年等额分期支付，以适用的利率适当保护投标金额的净现值（NPV）。

印度进行的各种频谱拍卖概述如下：

表51

年份	拍卖的频段	收入（美元）
2010	3G (2 100 MHz) & BWA (2 300 MHz)	约127.3亿美元
2012	2G再拍卖(1 800 MHz、900 MHz、800 MHz)	约11.3亿美元
2013	2G (1 800 MHz、800 MHz)	约4.4亿美元
2014	2G (1 800 MHz、900 MHz、800 MHz)	约72.7亿美元
2015	2G (1 800 MHz、900 MHz、800 MHz)、3G (2 100 MHz)	约130.8亿美元
2016	2G (700 MHz、1800 MHz、900 MHz、800 MHz)、3G (2 100 MHz)、4G (2 300 MHz、2 500 MHz)	约78.8亿美元
2021	4G (700 MHz、800 MHz、900 MHz、1 800 MHz、2 100 MHz、2 300 MHz、2 500 MHz)	约93.2亿美元
2022	5G (600 MHz、700 MHz、800 MHz、900 MHz、1 800 MHz、2 100 MHz、2 300 MHz、2 500 MHz、3 300 MHz、26 GHz)	约179.8亿美元

注：兑换的汇率为1美元 = 83.48印度卢比（2024年5月15日汇率）

### 5.3 在使用替代资源方面的经验

许多主管部分已经多年使用替代资源支持国家频谱管理。在下文中简要介绍了在这方面的经验。

#### 5.3.1 加拿大

##### 5.3.1.1 征询过程

根据《法定文书法令》和《法定文书条例》，联邦部门和机构需要证明已经征询了加拿大民众并让他们有机会参与制定或修改条例与规章制度的过程。在加拿大，《加拿大公报》

其中包括政府部门和机构发布的正式公告、官方公告、建议的法规、法规和议会公共法案。所有征询与公告都张贴在加拿大工业部的网站上，给公众发表意见的机会。

加拿大政府还通过加拿大无线电征询委员会（RABC）与行业成员进行磋商。加拿大无线电征询委员会是私营部门中向加拿大政府提供无线电频谱管理与使用的技术建议的主要机构。加拿大无线电征询委员会代表加拿大无线电通信业中的大多数部门，包括生产商、无线电运营商和服务提供商、网络运营商、广播机构、公共安全与国家安全无线电网络运营商及用户。加拿大无线电征询委员会由数个委员会组成，如移动与个人通信、固定无线通信、广播与电磁兼容性。加拿大主管部门作为观察员参加了这些会议。加拿大无线电征询委员会就政策、标准、技术与规程制定方面的问题向主管部门提出建议。加拿大无线电征询委员会内部经常进行有关信道规划、干扰计算、共用方案的工程分析，并向加拿大频谱管理过程提供大量投入。

### 5.3.1.2 频率协调过程

加拿大国家频谱管理组织在许多情况下要通过协调员进行协调。

对于固定业务和卫星固定业务的频率申请，虽然工业部负责受理执照申请，包括干扰电位的审查、国际协调等，但国内协调应由申请人负责。固定业务用户从相互协调起应维护好其数据库。大部分协调都是在频率协调系统协会内完成。此协会是一个非营利性加拿大公司，大部分电话公司都是其成员。它运营和管理计算机化微波信息与协调系统。

### 5.3.1.3 信息传播

为了方便信息传播，公众可通过互联网接入或使用CD光盘查看指配频率记录。

## 5.3.2 德国

在德国，用户协会可对专用移动无线电（PMR）系统行使有限的频谱管理职能。这些协会已经成功参与频谱指配程序25年以上，如今，被邀请在指配程序中为其成员提供支持。

这些协会的专家会在所有专用移动无线电的使用方面向其成员提供建议。他们会对国家法律做出解释，并协助用户规划专用移动无线电网络。该协会可向监管机构提出有关专用移动无线电网络特性方面的建议，如频率、覆盖范围、天线高度、呼号等。用户协会的建议中一般都会考虑到所有相关技术标准、频率规划规则以及其他许可条款。监管机构几乎都会采用这些建议，并相应指配频率。但是，国际协调一般都需要由监管机构进行。

用户协会运作所需资金来自于其成员的捐献，并维护专用移动无线电用户的利益。它们参与制定频谱的中长期规划过程，向监管机构提出其成员的频谱要求，是监管机构和用户之间的重要沟通纽带。

## 5.3.3 以色列

以色列利用私营部门的资源行使某些频谱管理职能。

在过去，有几家运营商曾经通过指配它们自己在指定频段中的频率而协助主管部门。如今，只有中继运营商、蜂窝运营商参加这类工作，在有的情况下，点对点微波链路运营商可以参加。

在参加国际电联的工作时，主管部门仍然会得到运营商和行业的支持，如世界无线电通信大会和无线电通信研究组（例如：TADIRAN加入无线电通信第1研究组，摩托罗拉以色列分公司加入无线电通信第8研究组）。

### 5.3.4 俄罗斯联邦

在俄联邦，各种科学、研发和设计组织担任着频率协调员和频谱管理征询者的角色，为政府频谱管理活动提供了巨大的支持。虽然在行政上这些组织隶属于不同的部门和其他政府机构，实际上它们在许多无线电通信领域，尤其是频谱管理领域为俄联邦电信主管部门以及私营无线电运营商和支持它们的活动的各种商业组织提供独立的专业技术。由于一方面与俄联邦电信主管部门密切协作，另一方面与无线电运营商密切协作，通过积极参加相关地区和国际活动，它们非常清楚在发展和改进国家、地区和国际层面的各种无线电业务和频谱管理问题方面需要做些什么。

这些频谱管理组织包括研究所、尤其是无线电研发所（NIIR）及其分支机构、定型实验室、私营运营商协会和商业征询公司。

这些组织为电信主管部门提供的主要协助包括：

- 应主管部门的要求，对固定（微波）和卫星固定业务频率应用申请进行系统干扰分析，包括国内和国际协调；
- 对用于声音和电视广播业务的无线电发射机进行频率一场地规划；
- 对存在特定地形问题的地区划分附加电视和声音广播信道的可能性进行实验调查；
- 主管部门根据所提供的结论颁发频率许可证和运营执照；
- 制定各种有关无线电通信网络和设备开发的草案标准、规范、建议书等、电磁兼容性分析和频率规划、频率共用准则和提交主管部门批准的条款；最近这些活动越来越多地涉及相关监管和法规问题。

有关为无线电运营商提供援助的主要问题如下：

- 在执行国家、地区和国际法规时，对其与各种无线电业务相关的问题做出解释；
- 使用所有相关技术标准、频率规划规则及其他许可条款，为用户规划相关无线网络，尤其是蜂窝、中继等网络提供协助；
- 为商业的声音和电视广播机构进行初步无干扰广播频道分析，计算服务区等；
- 为撰写相应的执照申请和标书提供援助；
- 在干扰限制领域为各国家和商业企业提供援助。

### 5.3.5 美国

美国广泛使用频率协调、相关通信集团和私营部门频谱管理征询人员。

#### 5.3.5.1 利用相关通信团体

美国频谱管理组织还充分发挥顾问委员会的作用。例如，联邦通信委员会通过公开的顾问委员会工作程序制定其无线电大会提案。此外，作为美国政府的无线电系统管理机构，国家电信和信息管理局（NTIA）严重依赖于内部无线电顾问委员会（IRAC）、其分组委员会（规划、技术与无线电大会）和规则与政策制定顾问特别委员会。此委员会是美国政府中设立时间最久的常设顾问委员会。虽然它不是私营部门机构，但它代表使用征询机构或专家的典范。国家电信和信息管理局还向一家称为频率管理顾问委员会（FMAC）的联合政府/私营部门集团征求有关频谱管理政策的建议。

联邦通信委员还成功采用了一种称为协商规则制定的方法。通过这种方法，它将系统开发商和频谱倡导者置于联合制定规则和标准的地位，并使用这些规则和标准监管其活动。

联邦通信委员会的咨询委员会的列表可在以下网址获得：<https://www.fcc.gov/about-fcc/advisory-committees-fcc>。

### 5.3.5.2 美国对频率协调员的利用

根据联邦通信委员会的规则，在为某些业务申请电台执照之前，申请者必须提供技术协调信息或之前与现有电台协调的证据。私人团体经常会行使这类预先协调职能。

在专用陆地移动无线电业务（PLMRS）中，在某些再划分团体（如公共安全、工业和陆地运输业务）申请申请实际执照之前，联邦通信委员会注册其协调频率指配。根据这项制度，申请使用新电台或变更现有执照的申请者应将他们填写好的申请书发送到相应的获得注册的协调员。协调员会检查申请书是否完整、准确和是否符合联邦通信委员会的规则，向申请者推荐最合适频率，并将填写好的申请书呈送给联邦通信委员会。通信委员会在审批以后将执照直接颁发给申请者。通信委员会监督这些协调委员会的表现。如果协调员的表现经常未达到联邦通信委员会的标准，则其将受到质询并最终被取消注册资格。如果申请者与协调员之间意见不合，联邦通信委员会有解决问题的最终权力。

在其他业务中也需要进行预先协调，如联邦通信委员会的点对点微波无线电业务和专用运营性固定微波业务。在获得执照之前，这些业务的申请者需要对其申请的系统进行工程分析，以避免干扰，并与可能受到这些申请的系统的干扰的现有申请者和持照者协调。在这些频段的协调一般都由申请者或其私营频率协调顾问完成，并在很大程度上取决于行业的合作。这些频段没有注册协调员。申请者必须能证明在受理申请之前已经完成了此协调过程。私营频率协调员可对其服务进行收费。

通过这类预先协调的规定，联邦通信委员会希望能通过在受理申请之前的私人协商解决干扰冲突。通过这种方法的成功协调减少了对依靠联邦政府行政程序解决存在冲突的私人频谱要求的需求。从联邦通信委员会1975年制定微波频段的频率协调规定并在1986年实行PLMRS频段频率协调员计划以来，提高了服务速度，并减轻了联邦通信委员会的执照核发负担。此外，牵涉到干扰问题的持照者的第一求助对象就是协调员。在多数情况下，协调员都能找到解决问题的方案，无需联邦通信委员会参与。

公共安全的频率协调员可在以下网址获得：

<https://www.fcc.gov/general/public-safety-frequency-coordinators>

### 5.3.5.3 美国对频谱管理顾问的利用

虽然国家电信和信息管理局和联邦通信委员会目前只有限利用频谱管理顾问，但有着重大通信利益但人力资源有限的联邦机构却广泛利用技术顾问和职能支持承包商。这些组织在多个进行工程分析和为委员会编写文件的多个顾问和特别委员会中发挥着积极的作用。在许多情况下，在加入国际机构的代表团中，它们代表政府机构的利益。

### 5.3.6 中国在使用替代资源方面的经验

在中国，无线电频率规划专家征询委员会在各种与频谱管理政策、标准和技术开发相关的问题方面为中国无线电管理局提供建议。此征询委员会成立于2000年，主要由移动通信和卫星通信领域的知名且富有经验的专家组成。

无线电频率规划专家征询委员会提供的主要协助为：

- 对国际电联的《无线电规则》的修订内容、频率共用的研究结果、其他国家无线电频谱规划的趋势和发展进行跟进研究，对中国无线电频谱划分、分配和指配提出建议。

- 对新的无线电应用和技术的国际趋势和发展进行跟进研究，对中国的新的无线电应用和技术提出战略频谱规划。
- 对频谱和卫星轨道的开发和利用提供建议。
- 研讨国家《无线电频率划分规定》草案。
- 研讨与无线电频率规划、无线电频率共用的方法和准则相关的科研方案。

在中国，每隔五年，在颁发正式委任书后会邀请不同的专家加入征询委员会。每隔五年会对成员名单进行调整。无线电频率规划专家征询委员会会成立一个秘书处负责处理日常事务，秘书处通常由来自中国研究机构、大学、企业、隶属于不同部门和其他政府机构的科学和技术委员会等机构的专家组成。委员会的成员平时通过信函或电子邮件工作，提供不同领域的具有广泛基础的、独立、客观、公正的专业技术。必要时，就某些特殊议题召开大会。

从2000年至今，无线电频率规划专家征询委员会已经讨论了许多与国家频率规划相关的议题，并对国家频谱管理提供了一些重要、有效的建议，在深入研究国家频率以及卫星轨道规划和管理、促进新的无线电技术的应用、以及跟踪无线电频道管理的国际趋势和发展方面发挥着积极作用。尤其是在修订国家《无线电频率划分规定》、颁发3G移动通信系统的频率规划、研究世界无线电通信大会的内容等方面，无线电频率规划专家征询委员会的建议是主管部门在制定政策时需要考虑的重要因素。

## 5.4 其他经验

### 5.4.1 业余无线电业务

政府频谱管理者一般都不为业余无线电台指配特定频率，但这些电台可根据现有频段占用和传播情况自由选择工作频率。通过非正式协议制定国家、地区和当地频段计划，以主要按照发射类别安排兼容的内部业务用途，如电报、数据和话音。

实时选择频率的电台的主要例外情况包括长期使用特定频率的甚高频/超高频话音中继站、分组无线电中继站和传播研究信标。有的主管部门制定了鼓励设立私营部门频率协调员，尤其是维护用户数据库，并通过推荐而不是指配来协调话音中继站以尽可能减小其地理地区内的干扰。

业余卫星频率是国际性的，可通过称为“无线电业余卫星公司”（美国）（AMSAT）的业余卫星组织协调。

这三家国际业余无线电联盟（IARU）的地区组织也制定了非正式的频段计划。国际业余无线电联盟和无线电业余卫星公司的组织在与频率使用相关的事务中保持合作。

### 5.4.2 面积与高密度系统

大多数主管部门都有授权面积系统使用一系列频率的经验。这主要是对蜂窝、PCS和其他面积与高密度系统。

### 5.4.3 空间业务、轨道使用和频谱收费

连续接入卫星频谱需要在主管部门的收入产生政策中引入一种在总体上不会影响卫星业务和行业的长期生存能力平稳方法。从提供卫星资源的所有国家收费、拍卖和其他收入产生方法的影响，使得部署这种重要的基础设施在经济上不可行。例如，如果计划的综合卫星移动频谱与补充地面组件系统缺少有助于提高频谱使用效率的经协调的国家方法，可能阻碍此类综合系统的发展。经济方案有助于提高轨道和频谱资源的使用效率。它可能将协调档案限

制为“严重”和经过更加谨慎定制的档案，它可以增加BR的资源。另一方面，它可被视为国际电联法规能力的延伸和国家主权的相应减弱，不提及应收费水平达成一致以及发展中国家实体不利的难度。收费可能不会抑制主要参与者，并减小竞争。

因收费结构在国家主管部门权限范围内，此课题不在国际电联的能力范围之内。然而，本主题可作为思想领导方式，并将注意力集中到影响卫星小区的实质问题，并可能保证卫星频谱高效使用的潜在手段之一。

与卫星收费模型有关的协调方法可提高全球卫星频谱的使用效率，并简化卫星运营商的成本测算。在这方面，国际电联可提供卫星频谱收费模型的极好讨论平台，它可以研究和建议计算方法和准则，并确定基准点，即比较类似卫星业务主管部门所采用的频谱模型。

## 参考文献

- [1] YOUSSEF M., KALMAN E., BENZONI, L. [June, 1995] Technico-Economic Methods For Radio Spectrum Assignment. IEEE Communications Magazine.
- [2] NERA and Smith System Engineering (1995), “The Economic impact of the Use of Radio in the UK” for the Radiocommunications Agency (RA) and the Office of Telecommunications (Oftel) and now replaced by the report by Europe Economics for OFCOM for the year ending 31 March 2006.
- [3] NOZDRIN, V. [2003] Spectrum pricing. Regional Radiocommunication Seminar, Lusaka 2003.
- [4] ERC Report 76 (1999) “The role of spectrum pricing as a means of supporting spectrum management”.
- [5] MCMILLAN [1994] Why auction the spectrum? University of California.
- [6] MCMILLAN, J. [Summer 1994] Selling Spectrum Rights. *J. Economic Perspectives*, Vol. 8, 3, p. 145-162.
- [7] BYKHOVSKY, M.A., KUSHTUEV, A.I., NOZDRIN, V.V. and PAVLIOUK, A.P. [1998] Auctions as an effective contemporary method of spectrum management. *Elektrosvyaz*.
- [8] BYKHOVSKY, M.A. [1993] Frequency planning of cellular mobile networks. *Elektrosvyaz*.
- [9] Mazar H. (2016) 'Radio Spectrum Management: Policies, Regulations and Techniques' Wiley.
- [10] ITU-D 报告 (2016年) – 频谱定价方法审议和频谱收费安排准备的导则。

## 词汇表

本词汇表中定义的词汇用楷体印刷。

为了便于理解，本报告中使用了以下定义。“分配”和“指配”两词与《无线电规则》中第1.17和第1.18节中的定义稍有出入。

1. 指配：即授权在指定条件下在指定地点使用某频率。这样的频率称为指配频率。
2. 指配的分配表面：可使用指配频率的地域部分。
3. 分配：即授权在给定地域区域内使用频块。这样的频率称为分配频率。

**行政定价：**一种频谱管理者设定设备执照费或频谱权费用的频谱定价形式：行政定价包括以下变量：

- 影子定价（如下）；
- 鼓励性定价，为了促进频谱使用而设定费用；
- 规制定价，与抵偿频谱管理成本等市场考虑无关的费用设置。

**设备执照：**即安装和使用无线电设备的许可证。此执照中指定所要使用的频率或频段，还可能规定各种限制条款，如要使用的设备型号、功率、覆盖范围、地理位置或所要提供的业务。限制范围和针对性将取决于相关业务的情况和特征。

**拍卖：**一种频谱定价形式和频谱指配机制 – 向竞价（在有的国家，在评标或资格预审过程中还可能考虑服务质量、服务兑现速度和经济实力等因素）拍卖的赢家指配设备执照或频谱权。拍卖的形式有多种，包括：

- 英式拍卖：拍卖师会逐步提价，直至只剩下一名竞拍者；
- 第一价格密封报价竞拍：竞拍者提交密封报价，最高出价者胜出；
- 第二价格密封报价竞拍：竞拍者提交密封报价，最高出价者胜出，但按第二名的出价付款；
- 荷兰式拍卖：指拍卖标的的竞价由高到低依次递减直到第一个竞买人应价时击槌成交的一种拍卖。
- 同时多轮拍卖：这种拍卖方式是由美国联邦通信委员会（FCC）最先采用的。它包括为多个同时提供的频谱组进行多轮出价。在再次收到对所有频谱组的出价时，在进入下轮之前，将最高出价透露给所有竞买人。在每轮后，可以或者不可以透露最高出价者的身份，但在拍卖结束时应予以公布。这一过程一直持续到不再提交新竞价的一轮为止。这种方式比单轮拍卖更加复杂，但竞买人可以更加灵活地以不同方式组合频谱组，并且，由于比密封报价更加公开，它限制了“赢家诅咒”的影响，让竞买人能更加自信地出价。

拍卖通常被认为比替代指配方法在经济效益、透明性和速度方面更有优势，还可以为举办拍卖的主管部门获取频谱权的市场价值。如果拍卖会让大运营商获得可用频谱过度集中，则会造成反竞争的结果。但可以采取各种预防措施，如限制单个竞买人可以竞得的频谱数量，或者“不用就做废”的规定以防止囤积居奇。

**竞标信用额度：**给某些竞买人一个折扣，以促销合乎社会需求的商品。联邦通信委员会举行的拍卖中，竞标信用额度通常给予小型企业。例如，25%的竞标信用额度表示如果某公司成功竞得1 000 000美元标的，则只需支付750 000美元。最初，竞标信用额度是针对妇女和少数民族提出来的，但在美国最高法院对阿达兰德建筑公司诉佩纳案作出裁决后，联邦通信委员会中止了此提案。上述裁决宣布这样的优惠存在歧视性，因而是不合法的。

**级差租金：**取决于某种资源不同特性的租金，例如，一个频段比另一个频段具有更好的传播特性。

**先到先得：**按照最低技术或经济标准向申请者指配频谱，直到分完频谱的指配程序。这一程序适用于小型指配，如个体私营企业无线电和固定链路执照。当频谱不稀缺时它最有效。

**国内生产总值（GDP）：**一年内在一个国家的地理界限内销售的所有最终商品和服务的总产值。

**摇号：**向随机挑选的申请者指配设备执照或频谱权的过程。摇号的优点是速度快和简单，但不太可能产生经济上的最佳结果，并因为意外收获而造成投机。

**互斥性：**多名申请者竞争同一频谱指配的情况。

**寡占：**只有少数几家公司供应某种产品或服务的情况。这种情况和垄断情况相对。垄断指只有一家公司供应某种产品或服务。

**机会成本：**是指未将某种资源用于最佳备选用途而舍弃的利益。例如，现在用于广播业务的频段的最佳备选用途可能是移动业务。在拍卖时，出价最高的竞拍者会中标，他的出价刚好高于出价排在第二名的竞拍者的估价。排在第二名的估价代表机会成本。

**资源租金：**经济学家用于对资源价值进行分类的术语。因资源权益所产生的租金，如频谱权，可按照此权益在公开市场上的售价对其量化。

**稀缺租金：**因某种资源在零价格时求大于供时所产生的租金。

**次级交易：**经频谱管理者初步指配后设备执照或频谱权的买卖。双方之间可以直接，也可以通过中间方进行交易。

**影子定价：**一种按照模拟市场力影响的预定公式设定价格的行政定价法。常用参量包括带宽、频率位置、地理位置以及覆盖面积。

**频谱定价：**表示将价格作为一种频谱管理工具的通用术语。它包括设备执照或频谱权的行政鼓励性定价和拍卖。按照频谱定价法，费用设定不是依据应由特定用户类别承担的全部频谱管理划分成本，而是用于平衡频谱的供需，或者实现其他频谱管理的政策目标，如推动新业务的引进或促进竞争。

**频谱权：**即在国际电联的《无线电规则》中在特定期限内特定位置或一个国家或地区使用指定频率或频段的权利，类似于产权。在规定了这些权利的地方，除了与相邻频谱权有关的技术性防干扰条款外，对所要使用的设备或要提供的业务类型的限制可减到最小。可将频谱权组合起来，以提供更大的带宽或者覆盖面积，或者这两者。

**准入资格：**参加摇号或拍卖等过程的必备资格。准入资格可能包括经济和技术实力，以及满足某些社会目标的业务计划。

**不当得利：**将某个颇有价值的频率指配授予某人或某公司。此频率指配超过了某人或某公司对此授予的权利。

**赢家诅咒：**即拍卖可能产生的效应，最常见于密封报价拍卖中。假设有竞买者出价高于频谱的价值，赢家可能是出价最高的竞买，而不是最擅长于评估频谱块价值的竞买。在密封拍卖中，因竞买者希望减小这种效应，拍卖的收益可能会减少。通过认真设计，尤其是通过使用多轮拍卖，可以减轻或消除赢家诅咒（见同时多轮拍卖）。

## 附件1

### 1 阿拉伯联合酋长国的频谱收费规定

#### 第(1)条

##### 目的

1.1 根据修订后的2003年第3号联邦法律及其行政命令，这些法规设定了《频谱和无线设备授权》的频谱收费时间表。除非经这些法规豁免，应为申请、注册、核准、核发或更新授权提前收取频谱费。

#### 第(2)条

##### 定义

- 2.1 在实施这些法规时，除非上下文另有规定，以下词汇有以下含义。下文没有定义的词汇则应按照修订后的2003年第3号联邦法律及其行政命令定义：
- 2.1.1 “**申请者**”即根据《电信法》或者电信管理局颁布的其他法规文件定义的申请执照的人或者授权机构。
  - 2.1.2 “**申请**”即电信管理局按照现场规程收到的采用规定格式的执照或授权请求。
  - 2.1.3 “**指配频率**”即电信管理局指配给电台的频段中心。
  - 2.1.4 “**TRA**”即电信业监管总署，是按照2003年第3号法令《阿联酋联邦法》第6条成立的电信管理局（TRA）。
  - 2.1.5 “**授权**”即电信管理局的有效频谱授权。
  - 2.1.6 “**授权用户**”即经电信管理局授权的人。
  - 2.1.7 “**分级授权**”即允许任何人根据电信管理局规定的条款授权在指定的频段内使用无线设备的授权。
  - 2.1.8 “**国家频谱计划**”即阿联酋的无线电频率划分计划及其修正版。
  - 2.1.9 “**人**”将包括“**法人**”和“**自然人**”。
  - 2.1.10 “**无线电通信业务**”即发射或接收可用于传送数据、信息、话音或可视图像，或者损伤或控制机器或设备的无线电频率。
  - 2.1.11 “**无线电频率**”即测得的辐射电磁能，单位为赫兹或周期/秒。
  - 2.1.12 “**频谱授权**”即允许按照电信管理局规定的条款使用无线电频率的授权。
  - 2.1.13 “**法规文书**”即主管部门根据其权力颁布的文书，包括但不限于法规、违规决定、指令、指示、指导和监管政策。
  - 2.1.14 “**电台**”即授权用户为了开展无线电通信业务而使用的设备。
  - 2.1.15 “**临时授权**”即电信管理局允许使用指配频率长达90天的授权。
  - 2.1.16 “**阿联酋**”即阿拉伯联合酋长国，包括其领水和领空。
  - 2.1.17 “**无线设备**”即用于开展无线电通信业务的一类电信设备。

### 第(3)条

#### 申请受理费

3.1 每次申请频谱授权时都需预付五百（500）迪拉姆作为申请受理费，无论此申请最终被准予还是拒绝，此费都不能退回。电信管理局可建议某些政府部门、获得执照的运营商或大用户将申请受理费累积起来，和频谱费一起缴纳。只有应申请者的请求才出具申请受理费的发票和收据。只有在申请者提供付款证据后才可视为申请已经被受理。收取授权变更的申请受理费时应出具年度频谱费发票。

### 第(4)条

#### 申请受理费的减免

4.1 以下申请免收申请受理费：

- a) 小渔船申请（捕鱼设备）。
- b) 业余电台授权申请。
- c) 骆驼骑师和打猎用专用移动无线电个人使用申请。
- d) 航模等业余爱好非商业性俱乐部申请。
- e) 研究和教育机构专用申请。
- f) 外交使团、领事馆和大使馆通过阿联酋外交部提交的官方通信或贵宾访问用申请。

### 第(5)条

#### 新申请频谱费

5.1 频谱费应预先缴纳。在成功受理新申请后，电信管理局应告知申请者缴纳频谱费。频谱费应按从发票之日起算起的授权有效期计算。申请者应立即且不迟于发票开具日期后的三十天（30）内向电信管理局提交缴费证据。电信管理局收到并核实频谱费后，即应视为已经完成授权核发缴费。如果未收到缴费，电信管理局即应撤销申请，如果申请者要求继续申请，申请者需重新提交申请并缴纳新申请受理费。

### 第(6)条

#### 授权续期频谱费

6.1 授权用户应在授权期满前三十（30）天内向电信管理局申请授权续期。有效期期满后，电信管理局可给授权用户十五（15）天的宽限期缴纳续期频谱费，无需缴纳其他附加费用。

### 第(7)条

#### 授权延迟续期的附加费用

- 7.1 在授权有效期满后15到45天（自授权期满后，超过此日期，电信管理局将撤销此授权）内，电信管理局应开具新发票（取代尚未付款的发票），加付10%的频谱费。

### 第(8)条

#### 授权书补发费

- 8.1 如果授权书损坏或丢失，授权用户须向电信管理局申请补发授权书。申请补发授权时，应预付一百（100）迪拉姆的不退费用。

### 第(9)条

#### 授权变更费

- 9.1 授权用户可申请变更授权。申请更换授权时，须缴纳一百（100）迪拉姆的不退费用。如要更改授权书中的联系方式，在颁布授权之前，应缴纳以上第(8)条中所述的补发费。申请更改地点资料或增添无线设备，或者修改技术资料时，授权用户须缴纳以上第(3)条中所述的申请受理费。如果电信管理局批准了变更，则应按比例计算年度频谱费。授权用户应预先向电信管理局缴纳差额。如果此差额有利于授权用户，电信管理局无须退还，下一年的年度频谱费应按照修改的费用计算。收取授权变更的申请受理费时应出具年度频谱费发票。收取授权变更或补发的申请受理费时应出具年度频谱费发票。

### 第(10)条

#### 授权撤销费

- 10.1 授权的用户可申请撤销授权。撤销授权时不收取任何费用，电信管理局也无须对任何差额进行补偿。

### 第(11)条

#### 公共陆地移动（蜂窝）业务频谱费

- 11.1 公共陆地移动（蜂窝）业务（包括GSM、UMTS和IMT）年度频谱费应按以下公式计算：

$$\text{频谱价格} = [\text{FF} \times \text{CF} \times \text{P} \times \text{BW}] / 4000$$

式中：

**FF**= 频率因子，按以下方式确定：

频率范围	频率因子 (FF)
≤900 MHz	1.00
1800 MHz	0.75
2.1 GHz	0.60
2.5 GHz	0.50

注1 – 电信管理局有权自行决定为公共陆地移动或类似业务申请的上述内容未提到的其他频率范围的频率因子 (FF)。

**CF**=取决于地理区域的覆盖因子，按以下方式确定：

地区	农村地区或 在房屋内	一个酋长国内 的市区	整个酋长国	超过三个酋长国
CF	100	500	阿布扎比或迪拜为2.000 其他酋长国为1.000	4.000

**P**=每MHz的价格，现定为每年978,560迪拉姆（即九十七万八千五百六十迪拉姆整）。电信管理局可按相应间隔研究重新考虑此价格。

**BW**=指配的带宽，单位为MHz，对于 $2 \times 20$  MHz的双重指配，应取40 MHz。

注1 – 电信管理局可自行决定各申请的覆盖因子。

## 第(12)条

### 私人移动无线电、寻呼、中继和PAMR用频谱费

12.1 私人移动无线电（在30 MHz到700 MHz频率范围内）的年度频谱费应按以下公式计算：

$$\text{频谱费} = NC \times CF + \text{SUM} (WE \times 500 \times PF)$$

式中：

**NC**=指配给申请者的信道数（每条带宽6.25 kHz）。

**WE**=计算中包括的无线电设备（包括手持式设备）。

**SUM (WE x 500 x PF)**=（每台无线电设备乘以500乘以功率因子）的总和。

**PF**=取决于设备的授权辐射功率的功率因子，按以下方式确定：

功率	<1 W	1 – 5 W	>5 – 10 W	>10 – 20 W	> 20 W
PF	0.25	1	2	3	4

**CF**=取决于地理区域的覆盖因子，按以下方式确定：

地区	农村地区或 在房屋内	一个酋长国内 的市区	整个酋长国	超过三个酋长国
CF	100	500	阿布扎比或迪拜为2.000 其他酋长国为1.000	4.000

注1 – 电信管理局可自行决定各申请的覆盖因子。

注2 – 交通工具上的私人移动无线电应按**CF = 100**收费。

12.2 未定位的（即未连接基站）私人移动无线电（限交通工具）年度频谱费应按如下方式计算：

$$\text{频谱费} = \mathbf{NC} \times \mathbf{CF}$$

式中：

**NC**=指配给申请者的信道数（每条带宽12.25 kHz）。

**CF**=取决于地理区域的覆盖因子，按以下方式确定：

地区	农村地区或 在房屋内	一个酋长国内 的市区	整个酋长国	超过三个酋长国
CF	100	500	阿布扎比或迪拜为2.000 其他酋长国为1.000	4.000

注1 – 电信管理局可自行决定各申请的覆盖因子。

12.3 对于出租车公司所使用的私人移动无线电，基站的年度频谱费应按第12.2条计算，每台安装有无线电设备的出租车应单独缴纳300迪拉姆。

12.4 骆驼赛道中所使用的私人移动无线电的年度频谱费应按以下公式计算：

$$\text{频谱费} = \mathbf{NC} \times 50 + \mathbf{WE} \times 100$$

式中：

**NC**=指配给申请者的信道数（每条带宽6.25 kHz）。

**WE**=计算中包括的无线电设备（包括手持式设备）。

12.5 对于公共寻呼，其基站的年度频谱费应按第12.1条计算，手持式寻呼机不另外收费。

12.6 模拟中继（如MPT 1327）的年度频谱费应按以上第12.1条计算。

12.7 数字中继（如TETRA、TETRAPOL、EDACS、APCO等）的年度频谱费应按如下方式计算：

$$\text{频谱费} = \mathbf{NC} \times \mathbf{CF}$$

式中：

**NC**=指配给申请者的信道数（每条不成对带宽25 kHz）。

**CF**=取决于地理区域的覆盖因子，按以下方式确定：

地区	农村地区或 在房屋内	一个酋长国内 的市区	整个酋长国	超过三个酋长国
CF	100	500	阿布扎比或迪拜为2.000 其他酋长国为1.000	4.000

注1 – 电信管理局可自行决定各申请的覆盖因子。

### 第(13)条

#### 固定链路（点对点）的频谱费

13.1 每条高于2 GHz的固定点对点链路的年度频谱费应按以下公式计算：

$$\text{频谱费} = F \times 2000 + BW \times 1000$$

式中：

**F**=如下频率范围因子：

**BW**=如下带宽因子：

频率范围	F因子
2 GHz – 3 GHz	4
>3 GHz – 14 GHz	3
>14 GHz – 40 GHz	2
>40 GHz	1

带宽	带宽 因子
$\leq 7$ MHz	1
>7 MHz – 28 MHz	2
>28 MHz – 56 MHz	3
> 56 MHz	4

- 13.2 每条高于2 GHz的固定点对点链路的带宽应按信道带宽（如：每个频率3.5 MHz + 3.5 MHz=7 MHz的频率对的BW因子应为1）计算。频率分集应按单独的链路收费，但空间分集和热备用工作不应增加费用。
- 13.3 对于单向链路和使用同一载频进行发射和接收的链路，其带宽链路应为指配带宽。
- 13.4 在电信管理局认定的特殊情况下，如果所有高于2 GHz的阿联酋点对点链路都指配了频率对，基于10的再用因子，其年度频率费应为一条链路（相同的参数）的年度频率费的十倍。
- 13.5 每条低于2 GHz，容量小于64 kbit/s的固定点对点链路的年度频谱费应按以下公式计算：

$$\text{频谱费} = BW \times 1000$$

式中：

**BW**为此链路的所有信道的总带宽，单位为 kHz。

- 13.6 容量不小于64 kbit/s的2 GHz以下的固定点对点链路的年度频谱费应按以下公式计算：

$$\text{频谱费} = BW \times 2000$$

式中：

**BW**为此链路的所有信道的总带宽，单位为MHz。

### 第(14)条

#### FWA (PMP, WLL)、SCADA、遥测、网状网络的频谱费

14.1 低于2 GHz的固定无线接入（包括无线本地环路和点对多点）SCADA、遥测和网状网络的年度频谱费应按以下公式计算：

$$\text{频谱费} = \text{BW} \times \text{CF} \times 10$$

式中：

**BW** = 总带宽，单位为 kHz。

**CF** = 取决于地理区域的覆盖因子，按以下方式确定：

地区	农村地区或 在房屋内	一个酋长国内 的市区	整个酋长国	超过三个酋长国
CF	100	500	阿布扎比或迪拜为2.000 其他酋长国为1.000	4.000

注1 – 电信管理局可自行决定各申请的覆盖因子。

14.2 高于2 GHz的固定无线接入（包括无线本地环路和点对多点）SCADA、固定宽带和网状网络的年度频谱费应按以下公式计算：

$$\text{频谱费} = \text{BW} \times \text{CF} \times \text{FF}$$

式中：

**BW** = 总带宽，单位为MHz。

注1 – 对于使用2.4和5.8 GHz的网络（包括交通工具），应加上两频段的总带宽。

**CF** = 取决于地理区域的覆盖因子，按以下方式确定：

地区	农村地区或 在房屋内	一个酋长国内 的市区	整个酋长国	超过三个酋长国
CF	100	500	阿布扎比或迪拜为2.000 其他酋长国为1.000	4.000

**FF** = 如下表所列的频率因子：

频率范围	频率因子 (FF)
2 GHz < f ≤ 6 GHz	5

6 GHz $\leq f \leq$ 11 GHz	4
11 GHz $\leq f \leq$ 14 GHz	3
14 GHz $\leq f \leq$ 40 GHz	2
40 GHz $\leq f$	1

$f$ =指配频率。

注1 – 电信管理局可自行决定各申请的覆盖因子。

### 第(15)条

#### 光和激光线路的频谱费

15.1 自由空间光链路和激光链路的年度频谱费应为五十（50）迪拉姆。

### 第(16)条

#### WLAN和无绳电话的频谱费

16.1 如果按照电信管理局的规定运营，室内使用的WLAN和DECT型无绳电话免收频谱费。

### 第(17)条

#### GMPCS的频谱费

17.1 通过卫星（GMPCS）业务（包括其陆地、航空和海上使用）提供的全球个人通信的年度频谱费应按以下公式计算：

$$\text{频谱费} = \text{BW} \times 5000$$

式中**BW**=基于所用 $2 \times 1$  MHz带宽的带宽因子，如下表所示：

带宽	带宽因子
$<2 \times 1$ MHz	3
$2 \times 1$ MHz – $<4 \times 1$ MHz	6
$4 \times 1$ MHz – $<6 \times 1$ MHz	9
$6 \times 1$ MHz – $<8 \times 1$ MHz	12
$8 \times 1$ MHz – $<10 \times 1$ MHz	15
$10 \times 1$ MHz	18
各附加 $2 \times 1$ MHz	3

## 第(18)条

## 业余频谱费

18.1 业务执照的年度频谱费应为两百（200）迪拉姆，须提前缴纳。

## 第(19)条

## 航空无线电台的频谱费

- 19.1 各个飞机和直升机执照的年费应为一千（1000）迪拉姆。其中包括所有机载无线设备。
- 19.2 滑翔机和气球的年费应为三百（300）迪拉姆。
- 19.3 地对空链路的年费应按第(12)条缴纳。
- 19.4 地对空高频链路应按第(13)条缴费。

## 第(20)条

## 水上无线电业务的频谱费

- 20.1 每个小渔船执照的频谱费应为每两年两百（200）迪拉姆。
- 20.2 每个游艇执照的年度频谱费应为五百（500）迪拉姆。
- 20.3 每个沿海船只（在国内水域且无MMSI）执照的年度频谱费应为五百（500）迪拉姆。
- 20.4 每个船只（到国内水域以外的地方或有MMSI）执照的年度频谱费应为一千（1000）迪拉姆。
- 注1 – 在第21.3和第21.4条中，如果使用国际水上频率信道，则应遵守国际电联的《无线电规则》，否则应将该申请视为专用移动无线电。

## 第(21)条

## 空间和辅助业务的频谱费

- 21.1 每个专用卫星小站（VSAT）的年度频谱费应为五千（5000）迪拉姆。
- 21.2 每付地面电台天线的年度频谱费为五万（50 000）迪拉姆。
- 21.3 电视信号只收天线（TVRO）不收费。
- 21.4 每辆新闻卫星直播车（DSNG）的年度频谱费为五千（5000）迪拉姆。
- 21.5 提供卫星航空移动业务的年度频谱费为一万（10000）迪拉姆。
- 21.6 提供卫星水上移动业务的年度频谱费为一万（10000）迪拉姆。
- 21.7 提供卫星地球探测业务的年度频谱费为一万（10000）迪拉姆。
- 21.8 高空平台电台（HAPS）的年度频谱费应由电信管理局根据其用途来确定。

## 第(22)条

## 无线电导航电台的频谱费

22.1 每部无线电导航电台的年度频谱费为一千（1000）迪拉姆。

## 第(23)条

## 射电天文台的频谱费

23.1 每部射电天文台的年度频谱费为五百（500）迪拉姆。

## 第(24)条

## 无线电定位电台的频谱费

24.1 每部水上海岸雷达、气象雷达、地基雷达、航空监视、进场管理、海洋、水陆运输和跟踪电台的年度频谱费为五千（5000）迪拉姆。

## 第(25)条

## 广播业务的频谱费

25.1 陆地声音和电视广播

单部广播电台的年度频谱费应按以下公式计算：

$$\text{频谱费 (每部电台)} = B + (P \times ST \times SZ \times H \times C)$$

式中：

**B** = 基本费用 = 40.000 (四万) 迪拉姆。

**P** = 功率因子应为功率，单位为千瓦[KW]，等于发射机的输出功率（对于LW、MW或SW传输），在其他所有情况下则为有效辐射功率（e.r.p.）。

**ST** = 业务类型因子应按以下方式计算：

注1 – 如果使用单频网络（SFN），应视整个网络为单台发射机，并对此单频网络实行一次性收费。而其他频谱费都应以电台为单位收取。

表1

声音广播业务的业务类型因子（ST）定义

声音广播业务			
业务类型	频率范围	带宽	业务类型因子（ST）
	148.5-283.5 kHz	9 kHz	4.5

LF/MF声音广播	526.5-1,606.5 kHz	9 kHz	
VHF声音广播	87.5-108 MHz	200 kHz	11
	174-230 MHz	1.536 MHz	21

表2  
电视广播业务的业务类型因子（ST）定义

电视广播业务			
业务类型	频率范围	带宽	业务类型因子（ST）
地面模拟电视	47-68 MHz	7 MHz	12
	174-230 MHz		
	470-862 MHz	8 MHz	14
地面数字电视广播	174-230 MHz	7 MHz	60
	470-862 MHz	8 MHz	68
地面移动电视广播	174-230 MHz	7 MHz	119
	470-862 MHz	8 MHz	136

注1 – 地面模拟电视的业务类型因子一直适用到2015年12月。在这之后，地面模拟电视应采用地面数字电视广播的业务类型因子。

注2 – 如果需要在除上述频段以外的频段内授权开展类似广播业务，可根据上述带宽和最接近的频率范围按比例计算业务类型因子。

SZ =服务区因子如下：

表3  
服务区因子（SZ）定义

服务区因子（SZ）	服务区	多边形角
1.00 (高)	阿布扎比市内和郊区	$54^{\circ} 30' E - 24^{\circ} 45' N$ $55^{\circ} 15' E - 24^{\circ} 40' N$ $55^{\circ} 00' E - 24^{\circ} 05' N$ $54^{\circ} 00' E - 24^{\circ} 20' N$

	迪拜、沙迦、阿治曼和乌姆盖万市内和郊区	55° 30' E – 25° 40' N 55° 55' E – 25° 20' N 55° 15' E – 24° 40' N 54° 30' E – 24° 45' N
0.75 (中)	阿布扎比和艾因之间的地区	55° 00' E – 24° 20' N 55° 30' E – 24° 20' N 55° 30' E – 24° 00' N 55° 00' E – 24° 05' N
	艾因市内和郊区	55° 30' E – 24° 20' N 55° 50' E – 24° 20' N 55° 50' E – 24° 00' N 55° 30' E – 24° 00' N
	富查伊拉市内和郊区	56° 15' E – 25° 15' N 56° 25' E – 25° 15' N 56° 25' E – 25° 00' N 56° 15' E – 25° 00' N
	哈伊马角市内和郊区	55° 50' E – 25° 55' N 56° 05' E – 25° 55' N 56° 05' E – 25° 40' N 55° 50' E – 25° 40' N
	乌姆盖万和哈伊马角之间的地区	55° 30' E – 25° 40' N 56° 05' E – 25° 40' N 55° 55' E – 25° 20' N
0.50 (低)	其他所有地区	

注1 – 从某中低服务区因子的位置发射到（全部或部分）较高的服务区将此特定服务区因子的电台升级到较高的水平。这种升级也可以是分两步完成。在这方面，电信管理局的决定是最终的。电信管理局可自行决定某申请的服务区。  
注2 – 对于高频以及较低频段的广播业务，服务区因子**SZ** = 1。

**H** =天线高度因子即地平面以上的天线高度，单位为米，包括建筑物、天线塔和小山。

**C** =校正因子，如下：

- 非商业运营型政府广播电台应采用C = 0.5的校正因子。
- 为了促进数字转换，在2015年12月30日之前应将数字地面音频和视频广播发射机（不包括地面移动电视广播 – 手持式）的授权减少50%（即校正因子C = 0.5）。这种减少仅限于在上述指定期限内，电信管理局可以附加其他条件。
- 对于其他所有指配，校正因子的值C = 1。

## 25.2 高频季度性声音广播:

对于高频季度性声音广播业务, 应根据发射机的情况征收频谱费。每台发射机的年度频谱费应为:

每台高频发射机的频谱费 = 20.000/-迪拉姆

## 25.3 卫星无线电和电视广播:

对于DAB、DVB-S和DVB-SH的向上传输, 每个多路调制装置都应收费200.000迪拉姆, DVB-RCS的每个多路调制装置都应收费400.000迪拉姆。

注1 – 多路调制装置即具有相应带宽的一条信道(信号), 含有多个节目和数字多路传输。电信管理局可自行决定某项申请的多路调制装置。

## 第(26)条

**短距离设备**

- 26.1 经电信管理局认定为符合短距离设备标准的所有无线传输设备都免收年度频谱费。  
 26.2 经电信管理局认定为符合低功率发射设备标准的低功率发射设备应缴纳以下费用:

表4

**低功率设备的年费**

辐射功率	年费
$\leq 10 \text{ mW}$	100迪拉姆
$10 \text{ mW} \leq 100 \text{ mW}$	200迪拉姆
$100 \text{ mW} \leq 1 \text{ W}$	400迪拉姆

## 第(27)条

**紧急与救灾频率**

- 27.1 所有列入“国家频谱计划”和“国家频率划分表”的紧急、救灾和救生用频率都不应收费。所有专用于救生并经电信管理局认定为属于这类设备的无线传输设备都免收频谱费。

## 第(28)条

**临时授权**

- 28.1 临时授权的年度频谱费应根据《无线电通信业务》中规定的年度频谱费按比例计算。但如果计算结果小于100迪拉姆, 则最少应收取100迪拉姆。临时授权的频谱费不计入申请受理费。

### 第(29)条

#### 其他无线电业务

29.1 在本规则的修订版出台之前，不在上述范围内的授权年度频谱费应由电信管理局来确定，并经电信管理局的局长批准。

### 第(30)条

#### 干扰投诉受理与监督费

30.1 电信管理局对投诉受理和监督不收取任何费用。

### 第(31)条

#### 对外国领事馆和外交使团的收费

31.1 外国大使馆、领事馆、外交使团和贵宾的国家访问应免除频谱费，前提是阿联酋大使馆、领事馆和特派团在原籍国享有同样的减免。这种减免适用于属于《维也纳外交关系公约》范围内的官方通信以及通过阿联酋外交部提交给电信管理局的申请。

### 第(32)条

#### 现场勘测收费

32.1 如果申请者或者授权用户请求电信管理局提供技术援助，电信管理局进行了现场勘测，则应收取以下费用：

**现场勘测费= 每次每天2,500迪拉姆**

### 第(33)条

#### 缴费义务

33.1 除了根据本规则可以减免的费用外，所有用户都应预先缴纳频谱费。频谱费不应被视为联邦税或地方税，而应视为国家稀缺无线电频谱资源的使用费。即使是授权用户对全部或部分收费提出质疑，授权用户都必须在规定的时间内缴纳全额费用。

### 第(34)条

#### 缴费方式

34.1 电信管理局通过以下方式收取频谱费和其他相关费用：

- 电子迪拉姆卡 (E-Dirham)。
- 支票或向电信管理局的银行账户中存入现金。

- 现金。
- 电汇。
- 电子支付 (E-payment) (如可以)。

### 第(35)条

#### 罚款

35.1 对于任何违反本规则的行为，都可以根据修订的2003年3号法令《联邦法》进行处罚。

## 2 科特迪瓦的收费政策

### 科特迪瓦共和国

团结—纪律—劳动

经济基础设施部

经济财务部

法令编号°.....无线电通信税费金额的确定

经济基础设施部

经济财务部

根据1995年7月7日的第95-526号法律《电信法》。

根据1995年7月19日的第95-554号法令中有关科特迪瓦电信管理局（ATCI）的组织机构与职能的规定。

根据1996年1月26日的第96-PR/002号法令中有关政府机构任命的规定，并根据1996年8月10日的第96-PR/10号法令进行修订。

根据第.....号法令中有关无线电通信税费的规定。

考虑到这些业务的必要性。

### 法令

#### 第1条

本法令附件中列出了按照现行法规必须缴纳的无线电手续费、税费和使用费。

#### 第2条

科特迪瓦电信管理局负责执行本法令。本法令将从签署日期并在科特迪瓦共和国官方公报上发布以生效。

在阿比让签署 .....

经济基础设施部

经济财务部

AKELE Ezan

N'Goran NIAMIEN

## 无线电手续费、税费和使用费

## A. 地面无线电通信业务

网络或电台	文件 编纂费	参观或控制非 洲金融共同体 中电台的费用	管理费 分摊	频率或无线电信 道使用费
I 专用固定网络和独立移动地面网络 (非营利业务)				
I.1 – 甚/超高频无线电网络 (带宽= 12.5 KHz)	11 600			
a1. 发射机功率≤10 W		87 000		
a2. 10 W<发射机功率≤25 W		14 500		
a3. 发射机功率>25 W		58 000		
b1. 没有中继站的本地链路 (<10 km)				1 450 000
b2. 有中继站的本地链路 (<25 km)				362 500
b3. 阿比让的本地链路				是税金的双倍
c1. 在阿比让有不足10部电台的网络			290 000	
c2. 在阿比让有10到50部电台的网络			145 000	
c3. 在阿比让有50部以上电台的网络			58 000	
c4. 位于阿比让以外地区的网络			58 000	
I.2 – 中/高频无线电网络 (带宽=3 KHz)	11 600			
a1. 发射机功率<50 W		14 500		
a2. 50≤发射机功率≤150 W		17 400		
a3. 发射机功率>150 W		58 000		
b1. 地区链路 (平均100 km)				348 000
b2. 地区间链路 (平均250 km)				870 000
b3. 全国性链路 (平均500 km)				1 740 000
c1. 网络电台数量少于5部			58 000	
c2. 网络电台数量为5到10部			87 000	
c3. 网络电台数量超过10部			145 000	
I.3 – 研究用电台/信息无线电网络 (寻呼) (带宽= 12.5 KHz)		34 800		
a1. 本地 (城市) 网络	116 000			
a2. 地区 (城市之间) 网络	290 000			
a3. 全国性网络	580 000			
b1. 基站		34 800		
c1. 本地可用频率				1 044 000
c2. 地区可用频率				3 480 000
c3. 整个国土范围内可用的频率				5 800 000
I.4 – 共用资源网络 (中继) (带宽12.5 KHz)				
a1. 本地网络	16 000			
a2. 地区网络	290 000			
a3. 全国性网络	580 000			
b1. 基站		34 800		
c1. 本地可用双向信道				1 740 000
c2. 地区计划上可用的双向信道				5 800 000
c3. 整个国土范围内可用的双向信道				8 700 000
I.5 – 高于1 GHz的微波链路				

网络或电台	文件 编纂费	参观或控制非 洲金融共同体 中电台的费用	管理费 分摊	频率或无线电信 道使用费
a1. 干线或本地网络	116 000			
a2. 干线或地区网络	290 000			
a3. 干线或全国性网络	580 000			
b1. 终端站		34 800		
b2. 中继站		29 000		
c1. 1到24条电话信道或者2.1 Mbits/s以下的链路				1 160 000
c2. 25到120条电话信道 或者2.1到8 Mbits/s的链路				1 450 000
c3. 121到600条电话信道 或者8到34 Mbits/s的链路				1 740 000
c4. 600条电话信道或者34Mbits/s以上的链路				2 900 000
II. 向公众开放的固定与地面移动网络（营利性业务）				
II.1. 研究用电台/信息无线电网络 (寻呼) (带宽= 12.5 KHz)				
a1. 本地（城市）网络	1 160 000		5 800 000	
a2. 地区（城市之间）网络	1 740 000		14 500 000	
a3. 全国性网络	3 770 000		29 000 000	
b1. 基站		34 800		
c1. 本地可用频率				3 480 000
c2. 地区可用频率				5 800 000
c3. 全国可用的频率				8 700 000
II.2. 共用资源网络（中继） (带宽12.5 KHz)				
a1. 本地网络（城市）	1 160 000			
a2. 地区网络（城市间）	1 740 000			
a3. 全国性网络	3 770 000			
b1. 基站		34 800		
c1. 本地可用频率				5 800 000
c2. 区域可用频率				8 700 000
c3. 全国范围内可用的频率				10 440 000
II.3. 蜂窝网络				
a1. 基站		34 800	29 000 000	
b1. 整个国土范围内可用的双向信道（带宽= 200 KHz）			10 440 000	10 440 000
II.4. 高于1 GHz的微波链路				
a1. 本地网络	1 160 000		5 800 000	
a2. 地区网络	1 740 000		14 500 000	
a3. 全国性网络	3 770 000		29 000 000	
b1. 终端站		34 800		
b2. 终端站		29 000		
c1. 120条电话信道或者8 Mbits/s的链路				5 800 000
c2. 121到600条电话信道 或者2.1到8 Mbits/s的链路				10 440 000
c3. 最多1200条电话信道 或者70 Mbits/s以上的链路				14 500 000
III. 地面 - 水上无线电业务				17 400 000
III.1. 专用海岸无线电台（非营利性）	580 000	87 000	3 480 000	
a1. 甚高频无线电链路（25KHz）				174 000
a2. 中/高频无线电链路（低于1 KHz）				139 200

网络或电台	文件 编纂费	参观或控制非 洲金融共同体 中电台的费用	管理费 分摊	频率或无线电信 道使用费
a3. 中/高频无线电链路 (3KHz)				417 600
III.2. 向公众开放的海岸电台 (商业服务)	1 450 000	580 000	8 700 000	
a1. 甚高频无线电链路 (25KHz)				
a2. 中/高频无线电链路 (低于1 KHz)				
a3. 中/高频无线电链路 (3KHz)				
III.3. 商业船舶电台				
a1. 港口运营				174 000
III.4. 渔船电台				
a1. ≤150吨	11 600	34 800	116 000	174 000
a2. >150吨	11 600	34 800	174 000	
b1. 港口运营				174 000
III.5. 游客/游艇	11 600	34 800	58 000	无
III.6. 水上发射机 (55条信道的接收机)	11 600	11 600	58 000	
IV. 航空移动电台				
IV.1. 专用航空电台 (非官方)	116 000	87 000	580 000	
a1. 地对空链路				116 000
a2. 地对地链路				145 000
IV.2. 公共民用航空运输系统	17 400	58 000	290 000	无
IV.3. 公共民用航空运输	11 600	34 800	58 000	无
V. 业余无线电台				
a1. 甚高频无线电话台	5 800	8 700	无	无
a2. 中频/高频无线电话	5 800	17 400	无	无

## B. 卫星无线电通信

网络或电台	文件编纂费	控制或 参观费	管理费分摊	无线电频率或 无线电信道 使用费
I 专用网络与地面电台 (非商用)				
I.1. 全国性网络 (固定或移动)	1 044 000		8 700 000	
a1. 主电台		87 000		
a2. 副电台		34 000		
b1. 1到24条电话信道或低于2.1 Mbits/s的链路				1 160 000
b2. 25到120条电话信道或2.1到8 Mbits/s的链路				1 450 000
b3. 121到600条电话信道或8到34 Mbits/s的链路				1 740 000
b4. 600条电话信道或者34Mbits/s以上的链路				2 900 000
I.2. 国际独立地面电台	116 000	34 800	580 000	348 000
I.3. 国际副微型地面电台 (卫星小站)	58 000	34 800	174 000	145 000
I.4. 便携或移动地面电台	58 000	29 000	145 000	116 000
I.5. 单个接收地面电台	11 600	14 500	无	无
II. 向公众开放的电台与地面网络 (商业服务)				

网络或电台	文件编纂费	控制或 参观费	管理费分摊	无线电频率或 无线电信道 使用费
II.1. 向公众开放的全国性网络	3 770 000		29 000 000	
a1. 地面航空电台 – 海岸或地面		87 000		
a2. 地面航空 – 船舶或地面		58 000		
b1. 1到120条电话信道或者2到8 Mbits/s的链路				5 800 000
b2. 121到600条电话信道或者8到34 Mbits/s的 链路				10 440 000
b3. 601到1200条电话信道或者34到70 Mbits/s的 链路				14 500 000
b4. 超过1200条电话信道或者70 Mbits/s以上的 链路				17 400 000
II.2. 连接国际公共网络的地面电台	1 740 000	87 000	11 600 000	3 480 000
II.3. 连接国际独立网络的地面电台	870 000	34 800	5 800 000	1 740 000
II.4. 集体接收地面电台	580 000	34 800	29 900 000	580 000
a1. 接收少于5套节目	29 000	14 500	1 450 000	1 450 000
a2. 接收5到10套节目	58 000	29 000	5 800 000	5 800 000
a3. 接收超过10套节目	145 000	58 000	1 160 000	11 600 000

### C. 无线电台的临时使用

网络或电台	文件编纂费	控制或 参观费	管理费分摊	频率或无线电 频谱使用费
地面业务				
a1. 固定电台或基站	无	11 600	按利用比例计 算的整月费用	按利用比例计 算的整月费用
a2. 移动电台	无	8 700		
a3. 便携式电台	无	5 800		
空间业务				
a1. 航空、海岸或地面电台	无	29 000		
a2. 移动地面电台	无	17 400		
a3. 便携或移动地面电台	无	11 600		

### D. 其他手续费和税费

#### I. 专用设备

1. 低功率发射机和接收机或CB套件
- 年度罚没费用 23 200 F
2. 简化指挥电台的安装
- 5年的特别税 23 200 F

## II. 执照费/证书

	设立	续期	副本
1.航空或船舶业余电台	5 800	5 800	11 600
2.航空/船舶业余地面电台	11 600	11 600	23 200
3.运营证	5 800	—	11 600

## III. 颁发运营证的审核费

1.船舶电台无线电报运营商	
a. 一般无线电通信运营证	58 000F
b. 一级无线电运营商	29 000F
c. 二级无线电运营商	29 000F
d. 特殊无线电运营证	29 000F
2.航空或船舶电台的无线电报务员	
a. 一般证书	14 500F
b. 限制证书	14 500F
3.无线电业余电台运营证	
a. 无线电报务员	14 500F
b. 无线电报运营商	14 500F

## IV. 授权书颁发费

	文件编纂费	授权费
1. 私营安装商	58 000F	348 000F
2. 转售商	58 000F	145 000F
3. 简单终端设备	5 800F	58 000F
4. 复杂终端设备	11 600F	116 000F

## V. 网络干预税

1. 干扰	116 000F
2. 安装不符要求	145 000F
3. 杂项	58 000F

## VI. 标记

1. 固定设备	2 900F
2. 移动设备	1 740F
3. 手持式设备	1 160F

特许公约

附件15

无线电通信手续费、税费和使用费

设定法令草案

科特迪瓦共和国

团结 – 纪律 – 劳动

经济基础设施部

经济财务部

1997年3月19日第97/173/号法令：无线电通信业务手续费、税费和使用费的设定

共和国总统令

根据经济财务部和经济基础设施部的联合报告。

根据宪法。

根据1995年7月7日第95-526号法律《电信法》。

根据1985年10月16日第85-1089号法令中关于科特迪瓦专用无线电的规则。

根据1995年7月19日的第95-554号法令中有关科特迪瓦电信管理局（ATCI）的组织机构与职能的规定。

根据1996年1月26日的第96-PR/002号法令中有关政府机构任命的规定，并根据1996年8月10日的第96-PR/10号法令进行修订。

根据1996年3月1日第96-179号法令中有关政府机构职权的规定。

部长理事会已经审核了此法令

第I章

总则：适用范围

第1条：在适用1995年7月7日第95-526号法律《电信法》的第6、第8、第20、第24和第51条的规定时，本法令中规定了无线电通信事务授权申请者或持有人应向科特迪瓦电信管理局（ATCI）缴纳的税费。

## 第II章

## 无线电网络和电台应缴纳的手续费、使用费和税费

## 第I节：固定和移动业务无线电网络以及固定和卫星移动业务的网络和地面电台

第2条：与固定和地面移动业务无线电网络以及固定和卫星移动业务的网络和地面电台有关的授权申请者或持有人有义务缴纳如下手续费、使用费和税费：

- 文件编纂费；
- 无线电台控制费；
- 管理成本分摊费；
- 无线电频率使用费

## 第II节：社区地面接收电台

第3条：按照1995年7月7日第95-526号法律《电信法》第20条的规定安装集中接收或再分配接收无线电广播设备相关授权的申请者或持有人应缴纳上述第2条中规定的手续费、使用费和税费。

## 第III节：业务无线电台

第4条：业余电台申请者或授权的持有人须缴纳以下费用：

- 文件编纂费；
- 电台控制费；

## 第IV节：无线电台的临时使用

第5条：临时使用的地面无线电台和空间地面电台须缴纳以下费用：

- 管理费；
- 按月计算的无线电频率管理费和使用费分摊费用

## 第V节：低功率发射机与接收机或CB设备

第6条：使用简单信道的接收机和接收机称为CB设备。这些设备需缴纳罚没费。此费用在获得授权时不能退回。

最多有40条信道专用角调制方式并且功率最大为4 W的CB设备无需缴纳此费用。

## 第VI节：简化指挥无线电台的安装

第7条：除全权授权外，使用功率低于五（5）瓦的简化发射机和接收机时，须缴纳五（5）年的税费。此费用须预先缴纳，且不能退回。

## 第VII节：无线电缴费费额和方式

第8条：上述第I到第IV节中规定的手续费、使用费和税费应按如下方式缴纳：

- 文件编纂费、罚没和不予退回的费用都必须在授权之前预付。
- 电台控制费和管理成本分摊费应预先缴纳，应按年缴纳，且不可退回。
- 无线电频率使用所应缴纳的费用应按年缴纳，第一年从电台投入使用之日算起，其后的年份则应从1月1日起算起。

第9条：缴纳费用时须出具一张标签作为证据。此标签应张贴在移动电台的设备、交通工具或船舶上。

### 第III章

#### 手续费和其他使用费

##### 第I节：审核费

第10条：为了获得无线电报运营商、无线电话运营商证书，或者这两者的证书，在开始审查之前，应预先缴纳审核费。给有军事证明的运营商开具证书时须征收相同费用。

第11条：在颁发、延期或补发业余、航空或船舶电台执照或者运营证的过程中，应缴纳罚费用，且不予退还。

##### 第II节：干预费

第12条：如果对正常使用的频率，或者未遵守上面第II章规定的安装造成无线电干扰，应缴纳额外费用，每次干预时还应缴纳罚没费。此税费应由干扰其他电台的电台主人或者未按规定安装的电台的主人缴纳。

##### 第III节：调试费

第13条：终端设备的调试以及私营无线电通信安装商的授权都应缴纳以下不退的费用：

- 1) **设备：**文件编纂费和设备技术控制费。
- 2) **私营安装商：**在颁发或更新授权时缴纳文件编纂费和调试费。

### 第IV章

#### 处罚规定

第14条：如果违反本法令的规定，将按1995年7月7日第95-526号法律《电信法》第14条和第35条予以处罚。

第15条：此外，如不缴纳规定的费用，授权将被吊销，无线电设备将被封存。

## 第V章

## 最后条款

第16条：根据本法令规定须缴纳的费额应按照经济财务部和电信主管部门的联合政令确定。

第17条：与本法令存在冲突的之前规定都应作废，尤其是1985年10月16日的第85-1089号法令中有关专用无线电的规定的第16、17、18、19、20、21和22条。

第18条：本法令应从签署之日起生效，并在科特迪瓦的官方公报上发布。

第19条：负责电信的主管官员和主管财务部的部长对本法令的实施负责。

于阿比让

Henri KONAN BEDIE

---