

国 际 电 信 联 盟

手册

国家频谱管理

2005年版

无线电通信局



国际电信联盟

国际电联无线电通信部门

无线电通信部门的作用是确保所有无线电通信业务，包括卫星业务，合理、公平、有效和经济地使用无线电频谱，并开展没有频率范围限制的研究，在此基础上通过建议书。

无线电通信部门制定规章制度和政策的职能由世界和区域无线电通信大会以及无线电通信全会完成，并得到各研究组的支持。

询问有关无线电通信事项的地址

请联系：

ITU

Radiocommunication Bureau

Place des Nations

CH-1211 Geneva 20

Switzerland

电话： + 41 22 730 5800

传真： + 41 22 730 5785

电子邮件： brmail@itu.int

万 维 网： www.itu.int/itu-r

订阅国际电联出版物的联系地址

请注意，不能通过电话下订单。订单应通过传真或电子邮件发送。

ITU

Sales and Marketing Division

Place des Nations

CH-1211 Geneva 20

Switzerland

传真： + 41 22 730 5194

电子邮件： Sales@itu.int

国际电联电子书店： www.itu.int/publications

国 际 电 信 联 盟

国家频谱管理 手册

2005年版

无 线 电 通 信 局



前 言

本次修订的《国家频谱管理手册》对 1995 年的版本做了较大的修改和补充。手册是由无线电通信第 1 研究组专门为此成立的特别报告人组编写的。第 1 研究组前主席 Robert J. Mayher 先生担任该组的特别报告人，并得到了顾问 Dusan Schuster 先生的协助。负责修订各章节的成员包括 Steven Bond 先生、Dave Barret 先生、Howard Del Mont 先生、William Luther 先生、Philippe Mege 先生、Alexandre Pavliouk 先生、Thomas Racine 先生、Jan Verduijn 先生和 Roy Woolsey 先生。

无线电通信局主任
瓦莱里·季莫菲耶夫

目 录

	页
前言	iii
第 1 章 — 频谱管理基础	1
第 2 章 — 频谱规划	35
第 3 章 — 频谱指配与核发执照	61
第 4 章 — 频谱监测、频谱检查和调查	101
第 5 章 — 频谱工程实践	129
第 6 章 — 频谱经济学	179
第 7 章 — 频谱管理活动的自动化	209
第 8 章 — 频谱利用和频谱利用效率的度量	285
附件 1 — 频谱管理培训	305
附件 2 — 国家频谱管理的最好实践活动	327

第 1 章

频谱管理基础

目 录

	页
1.1 引言	3
1.2 目标和目的	4
1.3 国际频谱方面	5
1.4 国家频谱管理的主要指令/法律	5
1.4.1 无线电通信法律	5
1.4.2 国家频率分配表	6
1.4.3 规则和程序	6
1.5 组织结构和程序	6
1.5.1 结构和协调	6
1.5.2 决策过程	7
1.6 频谱管理职责和要求	8
1.6.1 频谱管理规划、管制和政策制定	10
1.6.2 制定国家分配表	11
1.6.3 频率指配和许可证发放	12
1.6.4 频谱费用与频谱管理程序之间的关系	13
1.6.5 无线电标准规范和设备授权	14
1.6.5.1 概述	14
1.6.5.2 设备授权	16
1.6.6 监控	17
1.6.7 频谱强制检查	17
1.6.8 国际合作	18
1.6.8.1 概述	18
1.6.8.2 世界电信发展大会 (WTDC)	19
1.6.9 国家合作 (联络和协商)	20
1.6.10 频谱工程支持	21
1.6.11 计算机支持	21

	页
1.7 制定频谱管理组织结构	21
1.7.1 概述	21
1.7.2 分散管理与集中管理	22
1.7.3 矩阵结构管理	22
1.7.4 原则小结	22
1.7.5 频谱管理系统	23
第 1 章附件 1 — 国际频谱管理和国际电信联盟	27
1 历史	27
2 组织结构	27
无线电通信部门/局	28
无线电规则委员会	28
世界和区域无线电通信大会（WRC 和 RRC）	29
无线电通信全会	30
无线电通信顾问组	30
ITU-R 研究组	30
大会筹备会议	31
第 1 章附件 2 — 无线电频谱管理规则和程序国家文件大纲举例	32
1 概述	32
2 讨论	33

1.1 引言

基于无线电的技术在社会中应用的不断增长，以及这些技术提供的巨大的发展机会，无不显示出无线电频谱和国家频谱管理程序的重要性。日新月异的技术不断打开各种新的频谱应用的大门，激发了人们对有限频谱资源的更大兴趣和更大需求。不断增长的需求对频谱的使用效率提出了更高要求，必须实施有效的频谱管理程序。在此框架下，提高数据处理能力、改进工程分析方法是容纳各种不同潜在频谱用户的关键。

无线电通信在越来越多的业务¹中得到广泛应用，如国防、公共安全、广播、商业和工业通信、航空和水上通信、导航以及个人通信。在紧急情况或自然灾害情况下，当有线电信不能用或电信被中断时，相对无线电的无线电通信链路在动态或移动环境中就显得尤为重要。

若想频谱资源得到高效使用，则必须依据国际电信联盟的国家规则和《无线电规则》对其使用进行协调和管制。各国利用频谱资源的能力很大程度上取决于频谱管理活动，这些活动旨在改进无线电系统的实施，确保最小的干扰。为实现该目标，必要的话，主管部门应使用计算机化的频谱管理系统。

虽然频谱管理系统的有效性并不容易确定，但总的来看，它涉及如何更好地满足国家需求，如何更好地满足无线电用户利益并同时保护公共利益。国家频谱管理包括机构、程序和规则，由主管部门在其地理区域内负责控制无线电频谱的使用。根据国际协议，每个国家的政府在管制其无线电频谱的使用中具有灵活性和自主权。每个主管部门必须制定自己的法律，并建立执行频谱管理职责的机构。有效的频谱资源管理包括旨在确立国家职权部门责任的大的指令。该职权部门负责管制频谱使用以及相关的程序。虽然不可能有两个主管部门会以完全相同的方式对频谱进行管理，但这些基本因素对所有国家的管制方式都是非常重要的。

¹ 本手册中的“业务”一词包括重组的无线电业务和任何其他无线电应用。

1.2 目标和目的

为使频谱管理系统取得成功，应确定频谱管理的目标和目的。频谱管理的目标通常在国家法律中阐述，应包括：

- 使无线电频谱可用于政府和非政府目的，刺激社会与经济进步；以及
- 高效、有效地使用频率。

国家频谱管理与国家法律、政策声明、无线电规则和长期频谱规划密切相关。无论短期还是长期，国家频谱管理都必须确保有足够的频谱可供公众业务机构来完成其任务，可供公众通信、私营商业电信和广播等使用。许多主管部门还为用于研究和业余活动的频谱使用提供了很高的优先级。

频谱相关的国家目标包括以下几方面：

- 使国内和国际电信业务能高效地用于个人和商业目的；
- 推动基础设施发展和无线电通信业务提供的革新；
- 为国家安全和国防服务；
- 保障生命和财产安全；
- 为预防犯罪和法律执行提供支持；
- 支持国家和国际交通系统；
- 促进自然资源保护；
- 用于传播教育、一般性和公众关心的信息娱乐；以及
- 促进科学研究、资源开发和探索。

为达到这些目标，频谱管理系统必须提供一套有序的办法来分配和指配频带、授权和记录频率指配以及建立规则和标准。政策说明或规则可以规定各种技术因素、建立许可证发放准则、设置优先级，以便用来确定谁有权限拥有某个频带及其使用目的。政策声明也能成为联系政府议程和频谱管理者之间的纽带，无线电信政策的稳定性对投资来说是至关重要的。政府可以授权频谱管理机构制定频谱政策和规则。政府可以选择由政界任命的人员来领导频谱管理机构，并仅授予频谱管理者制定实施方法和执行决策的权力。

此外，基于对长期国家需求、技术发展和频谱管理能力的分析，国家长期频谱规划应对未来的频谱使用情况做出预计。国家分配表是此类规划的关键部分，可以作为用户制定其自身目标的框架。规划还应规定具体的步骤，使频谱管理机构能为未来的需求做好准备。规划还应从公共利益的角度，对频谱政策的修改提出建议。

1.3 国际频谱方面

国际协调和向国际电联通告无线电台旨在制定无线电规则和相关的程序，鼓励多边协调，以便确保对频谱资源的有效使用，没有干扰。每个主管部门都是该政府间组织的重要组成部分，在这些过程中都起着重要作用。本章附件 1 描述了国际电联的结构和活动。

1.4 国家频谱管理的主要指令/法律

为了开展频谱管理活动，鼓励对频谱资源的有效使用，应向公众阐明并使之知晓主要的指令和法律。制定这些指令和法律的意图是建立一个管理频谱使用的法律基础，制定相关的国家政策以及特定的规则。

1.4.1 无线电通信法律

无线电技术的飞速发展和它在国家经济发展中所扮演的中心角色，使得管理频谱资源的法律在一个国家中变得与管理土地和水利资源的法律同等重要。由于操作环境和管理要求不同，应对基本法律中的无线电规则做出明确描述。对无线电通信使用尚不普及的地区，政府必须预见到无线电使用的增长趋势，并保证存在适当的法律框架。

建议无线电通信法应是一个基本的文件，确认无线电频谱是国家的一种资源，为了全体公民的利益，需要对其进行管理。因此，应当确立政府对频谱使用进行管理的权力，包括频谱管理规则的强制执行。另外，应确立公民的权利以及运营无线电通信设备的政府机构。无线电通信业务的质量和可用性可能与授予运营商的活动类型和机动性水平有密切关系。特定无线电通信业务经营方面的竞争可给用户带来低的业务费用。

国家无线电通信法中应包括的其他内容是要求公众参与频谱管理决策过程，以及政府对公众建议应做出回应。公众获得频谱的权力和限制应在法律中予以规定。因此，无线电通信法可以要求频谱管理职权部

门提供给公众有关其决策的信息。该法律还可以根据制定的准则和程序提出旨在检查其决策情况的过程。该过程应尽可能简单。

1.4.2 国家频率分配表

国家频率分配表为有效进行频谱管理提供了基础。

《国际频率分配表》（《无线电规则》（RR）第 5 条）由国际电联在世界无线电通信大会上通过，适用于国际电联所有三个区域。此表是各国频率分配表的基础。然而，国际电联表（覆盖所有三个区域）常常在一个频带内提供众多不同的业务。因此，主管部门可能希望采用自己国家的分配表，为在本国境内的频谱使用提供便利。例如，一些国家将其国家分配表分成为不同的频带，一些频带分配给政府，另一些频带分配给私人用户。无论各国的办法是什么，主管部门都应考虑到其他国家是如何使用频带的，这不仅仅是考虑同邻国频率的兼容性，还可保证能经济地获得特定业务所需的设备。

1.4.3 规则和程序

国家频谱管理职权部门颁布和采用的规则和程序，应包括做出（采纳或修改规则和程序）决定的法律请求步骤，并应覆盖以下方面，如获得并更新许可证、技术标准、设备授权程序、信道计划、操作要求的程序。尽管这些规则和程序可以依据每一种无线电通信业务分别编写，但若将所有的适用规则都汇总到一本出版物中，那会更有效。作为例子，本章附件 2 描述了频谱管理规则和程序国家手册的大纲。

各主管部门需要评价其认为完成国家目标所需的规则水平，同时根据国际协议提供保护。频谱管理机构应置于国家政策指导下，以便确保其规则符合国内法律中所述的国家目标，并且不与国际规则发生冲突。

1.5 组织结构和程序

1.5.1 结构和协调

国家无线电通信法应把管理频谱使用的权力和责任授给一个或几个政府机构。虽然单一一个机构可能是理想的，但可用资源的实际情况和水平可能迫使需要采取其他方法。

大多数情况下，一个主管部门可能倾向于指定单一一个部门或机构来管理所有无线电通信的使用。这种做法的优点是可以简化决策过程，建立对所有用户都有影响的政策。决策机构通过尽可能多地满足用户

需求来最大限度地发挥其作用。如果合理，一个单一的职权机构可以通过授权给其他团体来减少其工作负荷、提高其工作效率。

一些主管部门可以把管理权限授予两个或两个以上的机构。不过，拥有独立自主管理职权的机构数量越多，协调就越困难，频率的分配就越分散。某些情况下，各种不同（如部或部门）之间可能无法就频谱的使用达成一致的协议，并可能需要更高层的权威部门来做出决策，如首相或总统。

对已建立一个以上职权机构的地方，应在规则中详细规定它们之间的关系。一种分隔办法是将频带划分给这些管理机构。政府或私营部门内，管理职责有限的协调小组可用来协助相关的机构。协调小组用来解决某些频谱问题和准备频率分配。可以任命一名私营部门频谱管理机构的代表同这些委员会进行联络，以扩展其协调范围。不过，协调小组不能充当总的频谱管理职权机构。

无论权力和职责放置在哪里，权力和职责的指定和范围都应予以公布，并使无线电通信系统的用户及潜在的用户知晓。

国家电信法可以进一步规定在国际活动中谁代表国家在频谱管理领域的利益（如频谱管理权威机构可以充当该角色）。若国内的频谱使用由几个权威机构来管理，则在国际谈判中国家代表问题会变得十分复杂。因此建议，授权一个机构或部门在国际上全权负责频谱使用的协调和管理问题。

1.5.2 决策过程

制定国家频谱分配程序、为许可证持有者指配频率、依据许可证有关条款进行监督，是实现国家目标和目的的必要手段。

负责制定规则和规定的主管部门，应遵循一套预先确定的决策程序，以保证有序、及时的频谱管理进程。

如果国家目标希望私营、非官方的组织参与无线电通信业务的提供，那么决策过程必须具备一定的开放性。对私营部门实体投资并经营这些业务的地方，这一点尤为重要。

频谱管理机构的独立性是保证站在国家利益的高度进行决策的关键。当频谱管理职权部门将频谱用户的角色限制为咨询的角色的时候，决策出现偏差的几率将降低。不过，用户参与决策过程有助于建立信任，这对有效实现国家目标是至关重要的。

1.6 频谱管理职责和要求

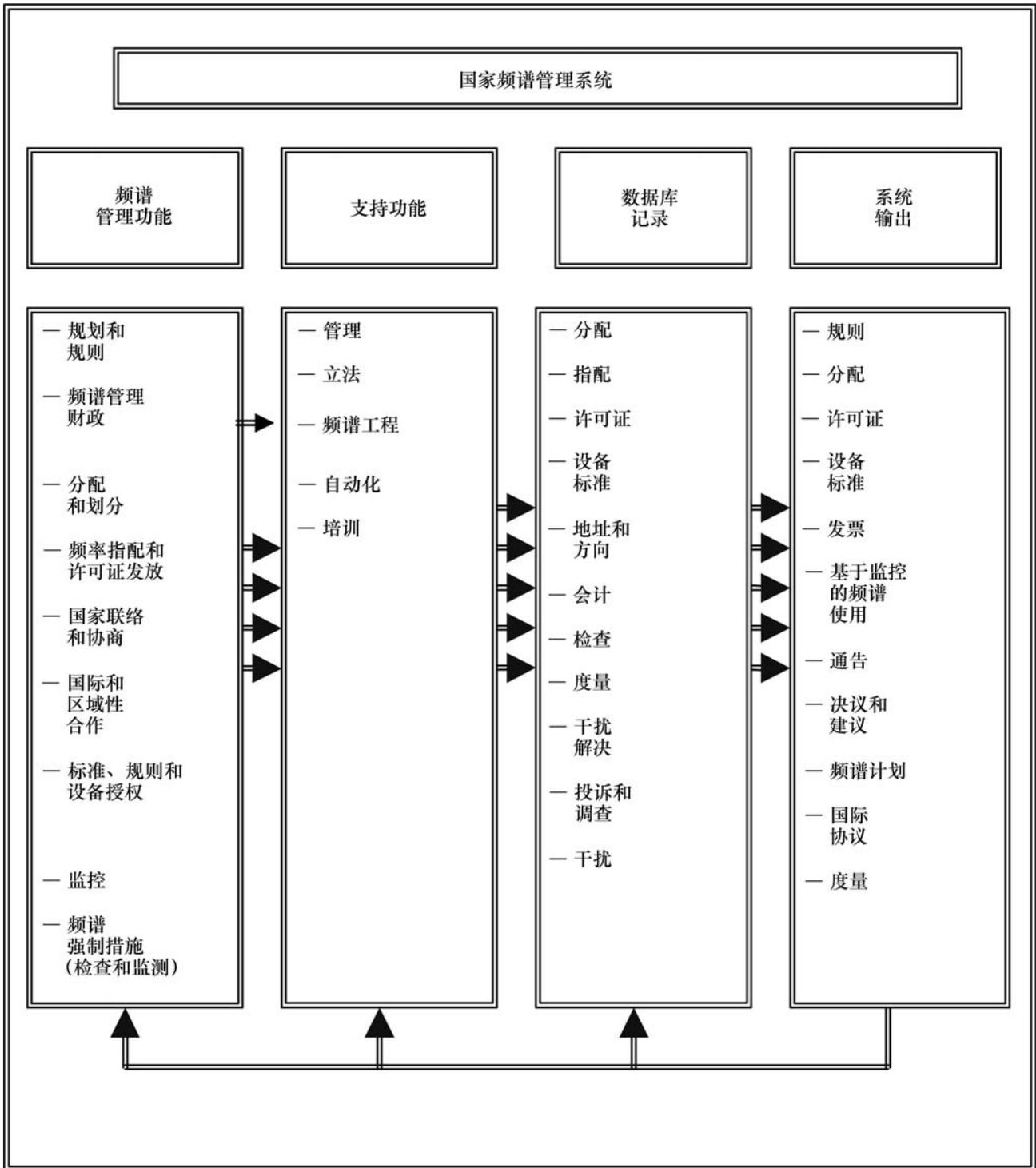
基本的国家频谱管理责任和要求（职能）如下所述：

- a) 频谱管理规划和管制；
- b) 频谱管理筹资，包括费用；
- c) 频带分配和划分；
- d) 频率指配和许可证发放（包括非许可证分配）；
- e) 国家联络和协商；
- f) 国际和区域协作，包括频率协调和通告；
- g) 标准²、规定和设备授权；
- h) 频谱监控；
- i) 频谱规则强制执行；
 - 检查；
 - 调查；
- j) 频谱管理支持功能，包括：
 - 管理和法律；
 - 计算机自动化；
 - 频谱工程；
 - 培训。

频谱管理机构（独立机构或国家机构的一部分）可以根据所在国家的法律、背景、习俗和电信资源以不同的方式进行构建。它应包括上述所有职能，根据组织的大小，某些职能可以合并或进一步细化。频谱管理机构应公布有关其组织结构和运作程序的详细内容，以便频谱用户能够对其有更好的了解。图 1.1 描绘了总的国家频谱管理系统。

² “标准”是指 ITU-R 建议书或任何其他经认可的标准。

图 1.1
基于职责的国家频谱管理系统



SpecMan-011

1.6.1 频谱管理规划、管制和政策制定

频谱管理组织应制定和实施计划、规则和政策，充分考虑技术的进步以及社会、经济和政治的现实。

规划和政策制定的结果是把频带分配给各种不同的无线电业务用于特定目的。当频谱使用中出现利益冲突时，频谱管理组织必须决定频谱的何种用途能最好地为公众和政府利益服务，包括如何共享频谱。在分配频谱时应考虑到以下因素：

公众和政府需求与利益考虑

- 业务对无线电频率的需求；
- 将从业务中受益的大概人数；
- 业务相关的社会、经济重要性，包括生命安全、财产保护以及减轻灾害；
- 建立业务的可能性和公众对该业务的预期支持程度；
- 新应用对在提议之频带内现有投资的影响；
- 政府对安全、航空、海事和科学业务的需求。

作为频谱管理工具调配

技术考虑

- 该业务使用特定部分频谱的必要性，包括特殊的传播特性以及与所选频带内外其他业务的兼容性；
- 频谱的需求量；
- 提供可靠业务所需的信号强度；
- 可能遇到的无线电和其他电子干扰的数量；
- 技术可行性（即技术是否已经过证明、是否可用、是否处于发展前沿，或尚未完全开发成功）。

设备限制

- 可用无线电频谱的上限，以及从总的来看，未来可预期的更高限制；
- 发射机的操作特性，包括输出功率的实际限值、频率的稳定能力、带外和乱真发射的抑制能力；

- 可用于业务的天线种类及其实际限值（即尺寸、成本和技术特性），包括获得最有效使用频率的最佳方法；以及
- 可用的和正在开发的接收机，包括标明其选择性的数据和用于计划之业务的可行性。

在负责不同业务的不同国家机构之间进行重新部署可能对协调提出更高的要求，需要精心制定详细的共享条件和准则。如果国家频率指配的数量比较小，如几万，那么相对共用波段的共享，在国家机构（如民用的和政府的）之间进行频谱分配的进一步划分可能具有优势。

1.6.2 制定国家分配表

制定国家分配表首先需要了解当前的国家频率指配情况以及未来的国家计划，这应依据特定国家所在区域的国际电联分配表。虽然一个国家不必严格遵循国际电联分配表，但因以下原因，这么做是重要的：

- 区域可用的设备应对符合分配表要求的频带可用；
- 与相邻国家的干扰问题应尽可能小；
- 频率规划包括对符合区域分配表要求的设备进行技术分析；
- 航空、海事和某些卫星业务需要所有国家使用某个特定频带，以便提供全球范围内的电信服务。

一个国家可以在有限程度上不遵循国际分配表的要求，以满足国家需求。只要它不引起有害干扰并且不需要保护，这么做被认为是符合《无线电规则》第 0.4 款³要求的。

如前所述，国家分配表提供了频谱当前如何使用的详细记录，包括有关陆地和空间业务及其应用的所有数据。某个给定频带的用户通常反对改变频谱分配表，原因是，它将对其当前的运营带来影响，并且因业务类型之故，将失去该业务的客户。由于新设备的成本、使新设备适应客户、制定设备维护程序、培训人员使设备保持良好状态，因此波段使用方面的任何变化都是非常昂贵的。不过，如果变化是透明的，并且有人支付新（现代）设备的费用，那么用户会同意改变对给定波段的使用。一旦有了当前使用情况的记

³ “所有的电台，不论其用途如何，在建立和使用均不得对其他会员国、或经认可的运营机构、或其他正式授权开办无线电业务并按照《无线电规则》的规定操作的运营机构的无线电业务或通信造成有害干扰。（《组织法》第 197 款）。”

录，那么就应制定未来所有业务如何使用的计划。国家安全业务可能需要大量频谱，这可能不符合国际电联分配表的要求。应尽力保证频谱使用有非常正当的理由，并且保证频谱真的使用了，而不只是留给今后使用。

制定国家分配表中需要遵循的其他原则有：

- 合适的话，应尽可能满足国际电联分配表的要求；
- 基于当前频谱使用情况制定计划，其上限是计划不会阻碍未来的频谱发展；
- 应保证政府和安全分配表是高效的，并与其他国家的分配相一致。

1.6.3 频率指配和许可证发放

频率指配是频谱管理机构日常工作的核心部分。频率指配单位做好分析，选择最合适的频率供无线电通信系统使用，并做好提议的指配与现有的指配之间的协调。

频率指配功能和许可证发放功能很自然地适用于国家立法、管制及其他相关程序。它通过以下措施对各电台的运行进行控制：

- 对许可证申请表及相关的文件进行检查，以便从法律和管制观点以及提议之无线电设备的技术可接受性角度出发，确定申请者许可证发放的资格；
- 将无线电呼叫信号指配给单个的电台；
- 合适的话，发放许可证，并收取费用；
- 合适的话，建立系统或网络许可证的管理办法；
- 合适的话，换发、暂停并撤销许可证；
- 根据要求，对运营商资质进行检查，并发放运营商认证证书。

程序应该规定在频率申请表中必须提供哪些信息。依据国家目标，提供的信息可能属于频谱使用范畴，或只是技术特性，使频谱管理者能够更好地协调其活动。不必要的或复杂的程序可能有碍无线电通信的发展。通过咨询小组，一些主管部门成功地实施了频率协调工作。

当在国境外潜在有害的干扰时，有必要进行国际协调，作为频率指配程序的一部分，可能需要 ITU-R 的介入。

应保留有关频谱使用请求和批准的记录，以备后查。一些主管部门已选择利用监控作为一种方法，来确认未使用的频率。虽然该方法可能得出的结论是：某个频率只是因为是在监控期间没有活动而未用，但在没有记录的情况下，它可能是惟一的频率选择方法。

1.6.4 频谱费用与频谱管理程序之间的关系

无线电频谱是一种自然资源，是一种非常珍贵的国家资产，因此，典型地，它由政府进行控制。政府面临的挑战是：在竞争的需求与制定满足这些需求的政策之间如何取得平衡。向各种无线电业务收取费用是频谱管理程序中至关重要的一环。

频谱管理费用政策的主要目标应是：

- 通过高效、有效地使用无线电频谱，改进国家的电信基础设施；
- 用于维护频谱管理基础设施的行政管理费用；
- 公平评定所有无线电频谱用户的行政管理费用，通过适当的激励机制，鼓励提高频谱的使用效率；
- 依据大多数业务所用的频谱数量，对费用进行评估，应包括考虑网络中的发射机数量；
- 依据 ITU-R 相关建议书和报告的经济方面的原则；
- 《无线电规则》和 ITU-R 建议书中要求的、相当的或更好的无线电标准；
- 运用可接受的准则，放弃未能高效或有效使用的频谱。

可以对不同类型的许可证费用进行评定：

- 申请费用 — 在提交频率许可证申请表时支付。
- 建造许可费用 — 支付费用，以便允许开始建造或实施新的基础设施或网络。
- 频谱使用或管制费用 — 每年或定期支付，以便使用经过计算的那部分频谱，并涵盖国家频谱管理费用。
- 运营商认证费用 — 与资质检查和认证证书更新有关的费用。
- 行政管理费用 — 若它不被申请费用涵盖，则涵盖用于处理许可证的行政管理费用。

因对频谱管理收取费用或资费。就频谱价值而言，此费用不应被认为是税收。不同国家之间的优先级多样性和许可证费用目标会有很大不同（见第 6 章）。

1.6.5 无线电标准规范和设备授权

1.6.5.1 概述

《无线电规则》第 3 条涉及与电台技术特性有关的需求，目标是避免干扰。《无线电规则》附录 2 和附录 3 给出了频率容差、伪域发射和其他技术标准的最大值。主管部门有责任确保在其辖区内使用的授权设备符合这些规则要求。这通过使用“设备特性”（规定无线电发射机、接收机或其他设备要求之最低性能标准的文件）和用以保证标准一致性的有关程序来实现。

设备标准可由国家、区域或国际组织（主要是 ITU-R）来制定。频谱管理者应主要关注与系统性能和电磁兼容性有关的技术标准子集。标准的应用有助于保证系统与其环境的电磁兼容性。这通常涉及将发射信号限制在特定的带宽内或保持特定的稳定性，以避免有害干扰。在某些情况下，主管部门可以选择设定接收机标准，要求对不良信号有一定的免疫能力。

在国际电联和国际无线电干扰特别委员会（CISPR）内，已经存在许多有关兼容性和操作的标准。合适的话，这些标准可以采纳为国家标准，而有些国家走的是制定自己标准的道路。此类标准可以包括欧洲电信标准协会（ETSI）或美国联邦通信委员会等制定的标准。使用经过证明的和有效的标准将使国家标准化进程变得容易。起草一系列国家标准需要长期的努力，原因是，即使是评审现有的国际标准和和其他标准都将是一项非常巨大的工作。

标准表述中的一项重要内容是规定兼容性测试要求及与兼容性有关的其他管理程序。与兼容性有关的测试要求和管理程序只应看做是必要的。设备制造商自我认证等程序减少了文书工作和费用。

对来自其他主管部门的设备测试结果进行国家级验收是管理程序的一部分。一些主管部门已经发现，制造商的自我认证或使用私营部门的测试实验室有助于保证无线电通信设备满足标准要求。自我认证要求主管部门具有选择测试设备并验证性能的能力。如果主管部门选择该方法，它可能仍然希望拥有自己的测

试实验室，以便实施现场测试。典型地，测试和测量小组为频率管理机构提供以下服务：

- 依据规定的类型批准程序，对发射和接收设备进行实验室测试；
- 维护和调试实验室测试设备以及组织机构用于检查和监控的其他设备；
- 对要购置的、用于检查和监控的设备进行验收评估；以及
- 装配用于特殊目的的监控车辆，并对设备进行调试，以便与车辆相适配。

自我认证和一致性评估程序举例

一些主管部门认为（对某些类型设备）无需国家类型批准，认为这对贸易是潜在的障碍，尤其是，在没有管制限制条件下，将有更多的设备投放市场、加入流通并在确定的区域内运转（如公用移动电话）。在这些主管部门中，有一种趋势是：将确保设备符合必要技术要求（一致性评估）的责任从管制者转给制造商或供应商。利用市场监督来鉴别不兼容的设备，对疏忽的制造商或供应商进行惩罚。许可证条件对用户提出了法律要求，保证只有兼容的设备才能投入使用。

评估产品是否符合要求的工作就成为制造商的责任。制造商发布一致性声明，在通过法律上认可的实验室的测试后，就无需从官方机构获得批准证书。当没有标准可用（如对新产品或革新产品）时，或当标准不合适（如对有限特殊目的的产品）时，通过更广泛地证明其产品满足要求，制造商仍有走向市场的途径。必须在一段时期内（通常为几年）保证该信息可用。要求欧盟各会员国公布其有关无线电频谱的国家规则（接口规定），以便制造商完全了解不同国家在频谱分配和使用方面的差异，以便使产品能投向更广阔的市场。要求制造商向用户通报设备的使用计划和使用限制，包括包装和指导手册方面的相关信息。制造商也必须向欧盟会员国通报其设备投放市场的计划，以便会员国有一定的时间来表明其是否同意。

依据世界贸易组织（WTO）的要求，许多国家已经与其他会员国签订了相互认可协议。这些协议通常设定一个可比的技术发展水平以及兼容的一致性评估方法。这些协议确定了相互接受认证证书的条件、一致性的标志，以及双边协议各方的一致性评估机构需要提交的测试报告。

1.6.5.2 设备授权

国际电联负责批准与全球标准有关的建议书。它与其他标准制定组织（SDO）进行合作，它们中的许多是国际电联的部门成员，包括 ARIB、ETRI、CSA、TIA、ETSI 等众多其他组织。

从迅猛发展的国际环境来看，国际电联发现自己处于一个包括众多其他参与者的环境中：

- 相关的政府间标准化组织（ISO/IEC 和 CISPR）；
- 互联网工程任务组（IETF）；
- 合作伙伴关系项目（3GPP）；
- 国家和区域电信标准制定机构（CITEL、TIA、ETSI、ARIB）；
- 标准制定论坛；
- 运营商和供货商协会（ETNO、GSM-A、ECTA、EICTA）；
- 不是以电信为中心的标准制定机构（CENELEC、CEN）；
- 用户和消费者团体。

ETSI 成立于 1988 年，拥有 126 个成员，是欧洲的一个区域性标准机构，负责制定电子电信标准。自成立之日，它已发展成为一个国际团体，拥有 850 多个成员，分布在 54 个国家。它已在移动电话、无线电接入、广播、固定网络协议、系统体系结构和电磁兼容性等领域制定了多个标准（如 GSM、DECT、DAB、ISDN）。

在标准制定机构之间既存在直接的关系（通过正式的协议），也存在间接的关系（通过跨行业成员资格和参与）。不同组织机构之间建立的正式关系包括：

- 国际电联对正式的方式进行了改进，通过这些方式，其建议书可以引用其他机构的出版物（参见 ITU-R 第 9 号决议）；
- ETSI 拥有一系列良好定义的、与众多对等组织机构的合作协议；
- 建立合作伙伴关系项目，以便来自不同标准化机构的专家能够一起工作，确定技术问题的公共解决方案，许多情况下，这些方案随后将提交 ITU-R 考虑。

标准有助于避免市场分裂，保护消费者和行业的利益。为了维护全球标准的成功制定，国际电联将继续保持一致同意、透明性、开放性、公正、维护、标准的公共接入、一致的规则、效率、责任、连贯等主要原则。

通过国际协作，国际电联追求以下目标：制定全球适用的标准、满足各会员国和全人类的需要。

1.6.6 监控

频谱监控是频谱管理过程的眼睛和耳朵，通过对频谱规划实施情况的确认来为其功能提供支持。在决定频率指配或划分之前，需要了解真实的频谱使用情况。

通过实际测量信道和波段使用情况，监控为总的频谱管理工作提供支持，从而可以获得信道可用性的统计情况，并对频谱使用效率做出评估。利用该数据，可以对理论上的规划情况与实际的使用情况做出比较。比较结果可用于规划的调整。

监控还用于支持执行功能。通过提供有关真实使用情况的数据，执行活动可以利用该数据实现无干扰、正确授权且和谐使用频谱的理想境界。

监控与检查和依从功能密切相关，利用它，能够鉴别和测量干扰信号、确认辐射信号正确的技术和操作特性、检测和鉴别非法发射机。

监控信息是必需的，原因是，授权并不能就保证频谱按计划使用。这可能是由于设备的复杂性、与其他设备的相互作用、设备的故障或故意的错用。由于陆地和卫星系统的扩散，这些问题变得更加严重；非有意辐射体的引入，如计算机，可能引起本地干扰。

很少有主管部门选择使用监控来替代许可证记录。该方法往往需要大量的人力来对数据进行检查和解释，并且可能不能完全反映出频谱使用情况（取决于具体的情况）。不推荐完全依赖于对频率使用记录的监控。

1.6.7 频谱强制检查

频谱的有效管理取决于频谱管理者通过执行相关规定控制频谱使用的能力。不过，强制检查和监控的目的应是强化频谱管理过程，并应为此提供直接支持。因此，它们应永远与频谱管理权威部门联结在一起，并应遵循总的管理程序优先级。在第 4 章对强制检查和监测进行详细论述。

应授予频谱管理者执行频谱使用法规并进行适当处罚的权力。例如，可以授予频谱管理者以下权力：当确定有害干扰源时，可以要求它关闭，或按照适当的法律机制没收设备。不过，必须规定这种权力的使

用限制，不得覆盖正在发射的信息内容。

频率指配权力应包括有权决定是否有关指配的条款要求。频谱管理部门在收集信息时，应与监测、指配和许可证发放机构密切配合。强制检查这一职能可以依赖监控输入，可以包括以下内容：

- 调查干扰投诉；
- 调查非法运营以及不符合无线电台许可证要求的运营；
- 收集法律起诉信息或为法律执行机构提供援助；
- 确保无线电台运营商遵守国家和国际的法令和管制要求；以及
- 采取技术措施，如在发射机所在地对输出噪声功率、失真和功率水平进行测量。

1.6.8 国际合作

1.6.8.1 概述

无线电通信系统的影响常常超过国界。国际活动包括国际电联的活动、其他国际机构内的活动以及双边和多边讨论。

国际电联的世界无线电通信大会和区域无线电通信大会（WRC 和 RRC）以及国际电联三个部门（无线电通信部门、电信标准化部门和电信发展部门）的定期活动，需要大量资源和筹备工作。工作包括准备国家位置以及参加国际会议。参加区域会议可以为单个主管部门筹备更大规模的会议带来巨大帮助。

会员国之间频率职权部门的协调及其向无线电通信局（BR）提交通告是另一项重要活动。通常具有频率审批权的机构也履行这项职能。为保护国家无线电通信系统免受干扰，或者当其他主管部门通告的指配信息出现在无线电通信局的《国际频率信息通报》（BR IFIC）上时，根据请求，它还需完成协调任务及其他相关的活动。

尽管不是直接负责有关频谱使用的规则 and 规定，许多其他组织，如国际民用航空组织（ICAO）、国际海事组织（IMO）、世界气象组织（WMO）、国际电子技术干扰委员会特别委员会（CISPR）等，协商制定了许多对频谱使用有影响的协议和标准。因此，各主管部门也必须考虑让它们加入到这些小组中来。

为协调无线电通信系统的建立和其他有关双边利益的事项，与邻国达成双边协议有助于操作问题。为解决跨国界的干扰问题，达成有关的协议是十分必要的。

1.6.8.2 世界电信发展大会（WTDC）

国际电联电信发展部门和无线电通信部门通过联合活动，在国家频谱管理功能方面为发展中国家提供援助。活动依据 WTDC-98 第 9 号决议设立，经 WTDC-02 修订。由来自发达国家和发展中国家的专家组成的一个频谱管理专家小组定期召开会议，协调并推动工作的开展。分阶段组织开展了工作，通过调查表获取有关国家频谱工作方面的详细信息，以及有关对发展中国家具有特殊意义的、频域内频谱使用情况的详细信息。2002 年发布了第一阶段活动报告，2004 年发布了第二个报告。作为对 WTDC-02 ITU-D 第 21/2 号研究课题（与第 9 号决议有关）的回应，在国际电联网址⁴上创建了有关主管部门频谱费用计算方法信息的数据库。通过链接至第 9 号决议，可以从 ITU-D 第 2 研究组的网址上获得更多信息，包括对调查表的回答。

以下为发展中国家的频谱管理需求汇总情况，来自对第 9 号决议的回答：

- 帮助提高国家政策制定者对有效的频谱管理对国家经济和社会发展的认识的重要性
电信部门的重组、竞争的出现、运营商对频谱提出的高要求，使有效的频谱管理对各国变得至关重要。通过组织召开专门针对政策制定者的研讨会，国际电联应在提高政策制定者认识方面发挥关键作用。
- 国际电联可用文件的培训与公布
频谱管理应依据《无线电规则》的规定、依据区域协议（主管部门是其签约方）、依据国家法规。频谱管理者必须能够向频率用户提供相关的信息。为帮助频率管理者全面了解这些规定和 ITU-R 建议书（二者都经常发生变化），发展中国家可能更欢迎以国际电联专题研讨会的形式提供集中的培训。国际电联通过其区域办公室，可以设立一个有效的实时系统，为频率管理者提供有关现有和未来出版物方面的信息。
- 帮助开发用于建立国家频率分配表的方法
这些表是频谱管理的主要依据。它们用来鉴别业务的可用性及其使用类别。国际电联应该鼓励政府主管部门访问其他国家的可用信息。

⁴ http://www.itu.int/ITU-D/study_groups/SGP_2002-2006/SF-Database/index.asp。

— 帮助设立计算机化的频率管理和监控系统

这些系统为日常的频谱管理任务提供方便。它们必须能够考虑到当地特点。操作结构的建立还将保证行政管理任务、频率分配、频谱分析和监控的平滑执行。根据每个国家的特殊要求，国际电联可以在确定技术方法、操作程序以及有效频谱管理所需人力资源等方面提供专家帮助。

— 频谱管理的经济和财政方面问题

国际电联应该设立一种机制，以使发展中国家能够：

— 确定能够分配给频谱管理操作和投资预算的财政资源；以及

— 帮助确定费用方面的政策，它应考虑到每个国家的特点，并有助于国家经济的良好发展。

— 帮助筹备 WRC 和 RRC 以及有关各个决定的后续机制

提交联合大会提案是一种保证考虑到区域特性的方法。国际电联可以与区域组织一起，推动建立并运转大会的区域和分区域筹备机构。执行大会做出的决定需要大量的资源，国际电联应资助在国家 and 区域层面为这些决定建立后续机制。

— 参与国际电联研究组及其工作方的工作

研究组在起草建议书方面起着关键作用，建议书对整个无线电通信团体都有影响。为了确保能够考虑到其特殊需求，发展中国家参与研究组的工作是至关重要的。为了确保这些国家能够有效参与研究组的工作，国际电联应通过其区域办公室，帮助在负责各研究问题的协调员间建立一个分区域网络，并提供财政援助，以便协调员能够参与研究组会议。

1.6.9 国家合作（联络和协商）

为了提高效率，国家频谱管理机构必须与用户进行沟通和咨询，包括商业、通信业、政府用户和普通公众。它应广泛公布关于政策、规则和行政管理措施方面的信息，并提供对这些政策、规则和措施结果进行评价的反馈机制。联络机构要同媒体保持联系、发布公告、召开会议，并在解决用户间的冲突问题时，凭借检查、监控和调查机构的支持，起到中间调解者的作用。

联络可采取以下方式：具有频谱利益的个人与频谱管理职权部门之间的非正式的直接接触；通过一系列明确的管理审查程序的正式接触；通过设立顾问委员会的代表接触；或是以上这些方式与其他方式的结合。直接与频谱职权部门的接触可以进行高效的对话，可以很快获得结果，但可能会将很多观点排除在外，原因是，所有各相关方受到的待遇可能不一样。透明的行政管理程序将确保公平、合理的待遇，但也可能增加累赘、降低效率。公共的顾问委员会可以把不同的观点收集在一起，这在重大的决策过程中是有效的。鼓励国家主管部门建立一定的程序，以便个人和组织请求频谱管理者对频谱法规和指配或分配决策进行修改。受法规影响的那些个人和组织就有一种提请修改的方式，确保频谱管理者正确考虑所有国家民众的需求。

1.6.10 频谱工程支持

由于频谱管理涉及有关技术领域的决策，需要工程支持来对相关的信息、能力和选择做出恰当的评估。虽然多数决策中有社会和经济方面的考虑，但其中的许多频谱管理决策是基于对技术因素的工程分析的。因此，需要组织机构中的一部分人员精通电磁兼容性分析技术，并具有技术开发与系统能力方面的知识，以便对制定政策和规划的机构做出没有偏见的评价。频谱工程工具在第 5 章中讨论。

1.6.11 计算机支持

频谱管理职权部门使用并拥有计算机支持设施的程​​度取决于所在国家的资源、优先级和特殊要求。不过，计算机的使用对无论多么小的频谱管理工作都是必要的。计算机的支持不只限于许可证发放的记录或复杂的工程计算，而且应在几乎所有的频谱管理活动中承担开发、提供和维护支持设施的责任，包括记录保持、预测以及与许可证发放有关的财务管理。频谱管理的计算机自动化问题在第 7 章中讨论。

1.7 制定频谱管理组织结构

1.7.1 概述

典型地，依据商业策略的组织机构会更加扁平、更加灵活，以便能够适应变化，尽可能多地增加不同操作单位之间的沟通。频谱管理组织机构需要的两种主要类型结构是：

- 小型频谱管理机构；
- 传统频谱管理机构。

在第一种情况中，频谱管理组织机构有少量永久的成员组成，可能是 10-15 名频谱专家，频谱用户的网络是变化的。工作关系是临时的、面向项目的，并依赖于正在承担的特定的频谱管理任务。在第二种情况中，组织机构为所谓的“线型组织机构”，它的一个例子如图 1.3 所示。

1.7.2 分散管理与集中管理

通过规模经济以及对贯穿整个组织机构的程序和系统进行标准化，集中型频谱管理结构（大多数国家的情况是这样的）可以获得很高的工作效率，由组织机构的顶层做决策。分散管理的优势是具有现场管理能力，并能提供真正的激励机制，有助于提高组织机构的效率、改善输出结果。

通过集中的战略决策来改善总的管理工作，每天的经营决策由当地决定。如果能够通过集中的信息程序为所有部分提供所需的信息（如频率指配），那么分散程序可以工作得非常有效。在一些国家，有集中型的管理结构，频谱管理责任的某些要素是分散的，如与水上事宜有关的所有要素将由另一个政府部门进行管理（对航空事宜和广播事宜也可能如此）。

1.7.3 矩阵结构管理

面向项目的团队结构可有效地带来频谱管理的矩阵方法。矩阵方法是一种能将所有功能性能力联合在一起的方法。矩阵方法可能包括以下五个步骤：

- 确定有关的程序和功能；
- 确定何人做何事，以及如何完成工作；
- 确定组织机构各功能部件之间在组织结构内的空间，大多数重要的程序需要经过这些空间；
- 设计团队基础设施；
- 确定改善团队有效性的机会。

1.7.4 原则小结

下面总结了在设计国家频谱管理组织机构时需要牢记的基本原则：

- 一般原则 — 尽可能减少管理层数（扁平结构）。所有的频谱管理方法都需要计算机技术和先进的软件。频谱管理组织机构中信息要畅通。对复杂的频谱管理问题，需要采取项目小组管理办法。

- **大型组织机构** — 如果主要问题出在本地，问题所在不同于集中式管理结构的问题所在，那么需要分散组织机构的结构。
- **小型组织机构** — 尽可能减少管理层次。小型组织机构尤其需要计算机技术和先进的软件，它们应基于信息。复杂问题不应由小型组织机构来解决。

1.7.5 频谱管理系统

图 1.1 包含了功能要求与频谱管理输出之间关系的框图。它假定频谱管理权威部门拥有大量的人员来为所有活动提供支持，并且政府保证，举办所有指定的功能性活动。

此处的第一个问题是：“电信法和相关的规定是否需要所有这些功能性要求？”第二个问题是：“频谱管理权威部门是否拥有充足的资源来支持所有这些功能？”举了三个例子进行说明，其中前两个例子适用于多数发展中国家。

有许多方法可以用来确定与功能要求有关的专业人员数量。人员规模应基于功能要求，它们可能基于所在国家当前的电信结构价值。最简单的方法与要求的频率数量有关。表 1-1 显示了典型的、对三种频谱管理系统的频率指配范围。虽然不可能准确确定各种不同的类别，但该表有助于各国做好功能性频谱管理系统的规划。

表 1-1
不同规模结构的典型频率指配范围

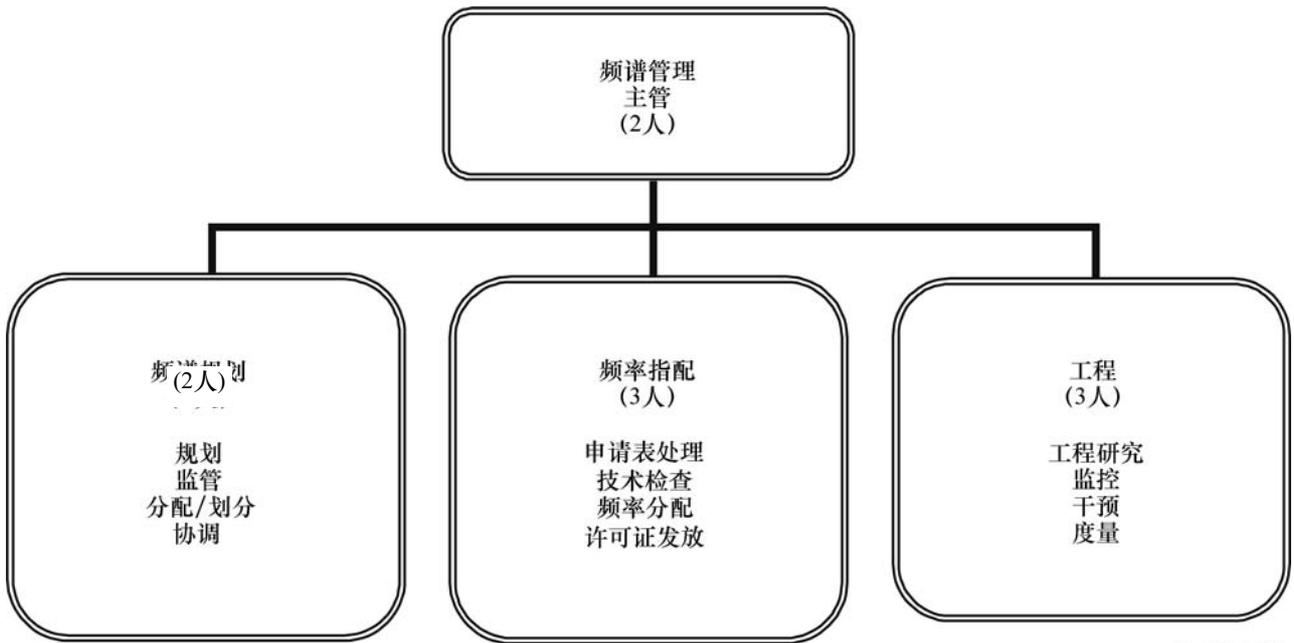
频谱管理系统	典型的活动范围， 许可证或频率指配	估计的专业人员 数量范围	注释
小型	100-10 000	5-10	
中型	10 000-100 000	10-50	
大型	100 000 以上	50 以上	典型地，一个发达国家拥有 100 000 个以上频率指配

主要活动的典型范围是每个星期处理的许可证/频率指配数量的函数，或是对现有许可证参数的变化。人员规模还依赖于人员的专业技能、教育和技术背景。

小型频谱管理系统

拥有少量电信系统和频率指配的小型频谱管理组织需要 5-10 名基本的人员。由于实际使用的频率数量可能会大于记录标明的数量，因此需要具备简单的监控功能。这样的人员不具备广泛的规划和工程功能。这种情况下，为了提升人员的功能，可能需要花费一定的许可证费用。虽然不需要一个自动化系统，但需要保存数据库记录，并做基本的工程。

图 1.2
针对专业人员的小型频谱管理组织



SpecMan-012

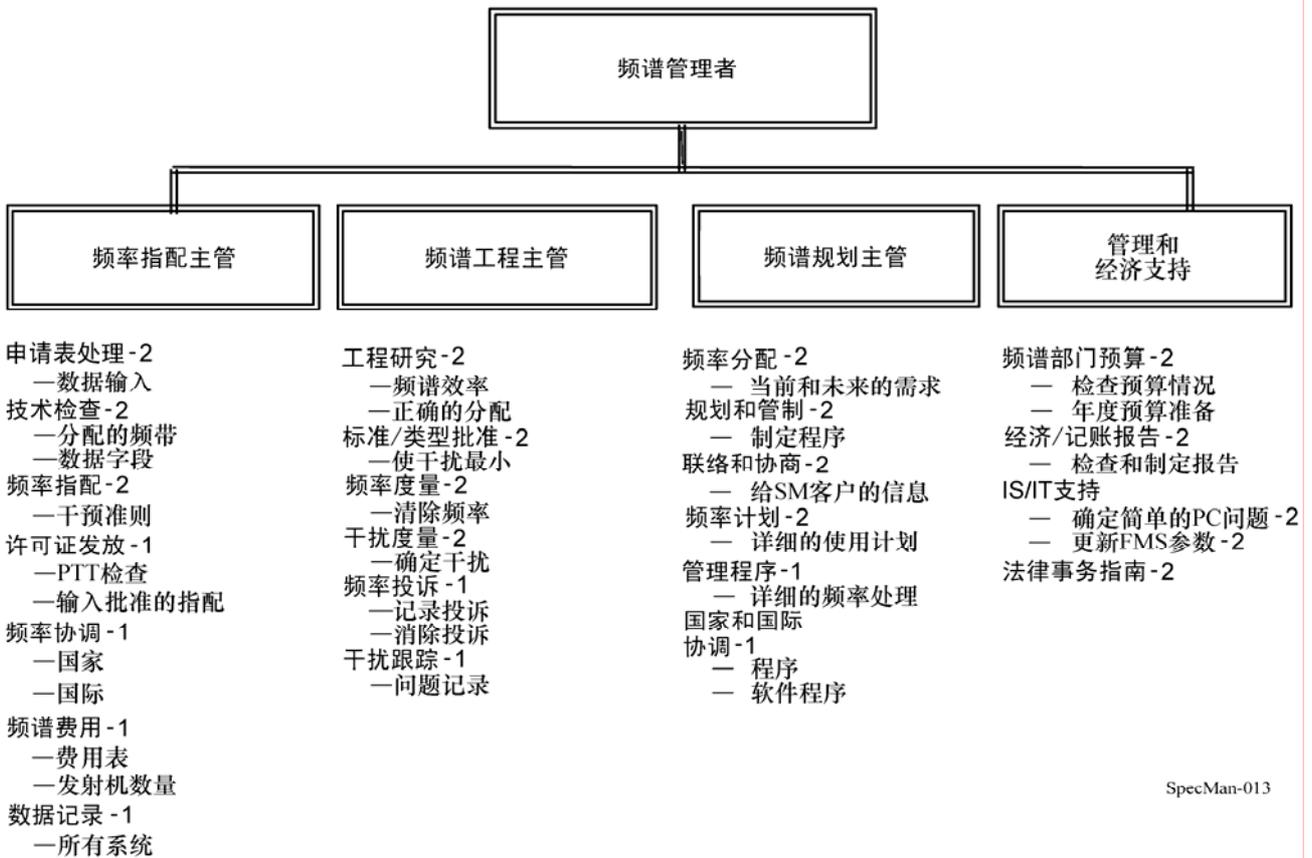
中型频谱管理系统

中型频谱管理系统需要 10-50 名专业人员，以便提供充足的资源，完成之前所述的所有功能要素。可以以许多不同的方式来组织这些功能。图 1.3 提供了一个例子，它假设总的频率指配记录为 75 000，每月大约有 1 000 个新指配申请。这包括频谱管理部门所需的所有管理功能。使用该指南，大约需要 50（或

75 000/15 000) 名人员。图 1.3 提供了一个中型频谱管理组织能够有效执行各功能元素的结构。在该模型中有四个部门，它们之间的关系如下所述：

- 频率指配部门负责完成频率指配任务。技术和工程人员使用 SMS4DC 进行分析。详细的工程调查不是通常频率指配过程的一部分。如果某项指配需要详细的分析，则该任务交由频谱工程部门来完成。
- 频谱工程部门确保所用的无线电系统是高效、有效的。该部门通常使用一个自动的频谱管理系统，并扩充了度量功能。输出结果支持频率指配和频谱规划部门，并在特殊任务中为频谱管理者提供支持。
- 频谱规划部门制定计划，通过与适当的国家组织机构协调来制定。这常常需要频率指配和频谱工程部门的支持。
- 管理和经济支持部门征收许可证费用，并为频谱管理者执行各种管理和经济规划功能。

图 1.3
针对专业人员的中型频谱管理结构



大型频谱管理系统

大的频谱管理组织也应具备上述各项功能。典型的专业人员数量应大于 100，总的频谱指配数量应大于 100 000。系统需要一个先进的频谱管理计算机系统，它保存所有业务的记录，并为所有频率范围和系统提供工程分析支持。可以按上面所述对结构进行组织，它可以按无线电业务进行组织，或按适用所有业务的基本功能、以矩阵结构进行组织。也可以按其他的组织结构进行组织。

参 考 资 料

FCC, Federal Communications Commission, Title 47 Telecommunications. U.S. Code of Federal Regulations, Part O, Organizations.

MALONE, T. W., SCOTT, M., HALPERIN, M. and RUSSMAN, R. [July/August 1996] Organizing for the 21st Century: Research on Effective Organizational Structure for the Future. Strategy & Leadership, Vol. 24, 4, p. 6-11.

NTIA [February 1991] National Telecommunications and Information Administration. U.S. Department of Commerce, NTIA Special Publication 91-23, U.S. Spectrum Management Policy: Agenda for the Future.

ITU-R Texts

ITU Radio Regulations (Edition of 2004).

ITU-R Handbook – Spectrum Monitoring (Geneva, 2002).

ITU-R Handbook – Computer Aided Techniques For Spectrum Management (Geneva, 2005).

Rec. ITU-R SM.667	National spectrum management data
Rec. ITU-R SM.855	Multi-service telecommunication systems
Rec. ITU-R SM.1047	National spectrum management
Rec. ITU-R SM.1049	A method of spectrum management to be used for aiding frequency assignment for terrestrial services in border areas
Rec. ITU-R SM.1131	Factors to consider in allocating spectrum on a worldwide basis
Rec. ITU-R SM.1132	General principles and methods for sharing between radiocommunication services or between radio stations
Rec. ITU-R SM.1133	Spectrum utilization of broadly defined services
Rec. ITU-R SM.1138	Determination of necessary bandwidths including examples for their calculation and associated examples for the designation of emissions
Rec. ITU-R SM.1265	National alternative allocation methods
Rec. ITU-R SM.1413	Radiocommunication Data Dictionary for notification and coordination purposes
Rec. ITU-R SM.1603	Spectrum redeployment as a method of national spectrum management

第 1 章

附件 1

国际频谱管理和国际电信联盟

1 历史

电信方面的第一次国际合作是于 1865 年在法国创立国际电报联盟。无线电通信方面的国际合作开始于 1903 年的无线电电报预备会议，但直到 1906 年在柏林召开第一次国际无线电电报大会才算真正开始。国际电联频率分配表可追溯到第一次无线电电报大会，它将 500-1 000 kHz 之间的各频率分配给水上业务用于公众通信，将一个频带（低于 188 kHz）分配给海岸电台用于长途通信，并将另一个不向公众通信开放的频带（188 500 kHz）分配给各电台。

为了推动国际合作，制定了组织结构和程序。1927 年，华盛顿大会创立了国际无线电咨询委员会（CCIR），来研究技术性的无线电问题。1932 年，在马德里，全权代表们决定创立一个单独的组织，即国际电信联盟（ITU），它由《国际电联公约》管理，《电报规则》、《电话规则》和《无线电规则》是《公约》的补充。就无线电通信而言，马德里大会取得了以下结果：

- 出于频率分配目的，将世界划分为两大区域（欧洲和其他区域）；
- 建立了两个技术性的表（一个为频率容差表，另一个为可接受的带宽表）；以及
- 制定了用于新发射站注册的标准。

1947 年，国际电联在亚特兰大市召开了一次全权代表大会，旨在推动组织机构的发展并实现现代化。依据联合国的一个协议，1947 年 10 月 15 日，国际电联成为了联合国的一个专门机构，并且大会决定，国际电联的总部应从柏林迁往日内瓦。

2 组织结构

作为最高立法机构，国际电联全权代表大会每四年召开一次大会，对国际电联总的政策进行评审，以便达成国际电联的目的。必要的话，全权代表大会对《组织法》和《公约》进行修订，建立财务计划，确定开支的财务限额，选举秘书长、副秘书长、理事会会员国、无线电规则委员会的各个成员，以及三个部

门的主任。由四分之一的国际电联会员国（46）组成的理事会每年召开一次会议，制定两次全权代表大会之间的政策和预算。理事会履行国际电联的行政管理职能，批准双财政年度预算以及部门级的行动计划。

国际电联有三个部门：无线电通信部门、电信标准化部门和电信发展部门。

国际电联的活动和决定对国家频谱管理环境具有重大影响。因此，各主管部门对这些活动应有充分的了解，以便参与这些活动，确保其国家利益得以考虑。

参与程度将决定于活动的类型以及主管部门的优先级、兴趣和资源。

频率协调、通告和注册是主管部门的基本任务，其无线电通信业务受到国际保护。该活动可以通过与国际电联和其他主管部门之间的通信来完成，或在卫星协调的情况下，通过双边或多边谈判来完成。

无线电通信部门/局

无线电通信部门中无线电通信局（BR）的负责人称为主任，由无线电通信局秘书处协助其工作。

该局负责：

- 为世界和区域无线电通信大会、无线电通信全会和各研究组，包括各工作方和各任务小组提供管理和技术方面的支持；
- 运用《无线电规则》和各种区域性协议的规定；
- 记录和注册频率指配、划分以及空间站轨道特性，维护主国际频率注册表；
- 就公平、有效使用无线电频谱和卫星轨道问题向各会员国提供建议，调查并协助解决有害干扰问题；
- 协调准备、编辑和分发部门信件、文件和出版物，这些信件、文件和出版物对完成部门的职责是必要的；以及
- 提供技术信息，就国家频率管理和无线电通信问题召开研讨会，与电信发展局密切合作，为发展中国家提供援助。

无线电规则委员会

选举产生的十二个无线电规则委员会（RRB）会员国代表了国际电联的五个行政管理区域，兼职履行其职责，通常每年在日内瓦召开四次会议。

委员会：

- 批准程序规则，无线电通信局在运用《无线电规则》的规定时以及在注册会员国做出的频率指配时要使用这些程序规则；
- 解决无线电通信局提出的、运用《无线电规则》和程序规则无法解决的问题；
- 对无线电通信局应一个或多个主管部门要求而进行的未解决干扰调查报告进行分析，并形成建议书；以及
- 向无线电通信大会提出建议。

无线电通信局主任是无线电规则委员会的执行秘书。

世界和区域无线电通信大会（WRC 和 RRC）

世界无线电通信大会

世界无线电通信大会（WRC）制定和修订《无线电规则》文本，以及有关无线电通信业务中无线电频谱使用的国际条约的文本。依据其议程，世界无线电通信大会可以：

- 必要的话，修订《无线电规则》以及任何相关的频率指配/划分计划；
- 解决任何世界范围内或国际电联区域内的无线电通信问题；
- 为无线电规则委员会提供知道，并对其活动做出评审；以及
- 确定无线电通信研究组的研究领域，为未来的无线电通信大会做好准备。

世界无线电通信大会通常每三/四年召开一次。议程由委员会根据上一次世界无线电通信大会批准的议程草案设定。

国际频率分配方面的变化会对现有国家业务的运用造成巨大影响。通过参加区域组织（CITEL、CEPT、APT、ASMG、阿拉伯小组和 ATU）的筹备小组，大多数主管部门都有机会为其参加世界无线电通信大会做好准备。这些区域小组为每个议题准备共同的提案，以及技术和管制背景信息。通过共享所需的技术和管制研究成果，区域性的准备工作可以减轻各主管部门因资源有限而带来的负担。

许多国家建立了与代表政府和非政府无线电用户的成员之间的国家协调小组，以便提供广泛的咨询过程。目标是确定一致的国家地位，精简世界无线电通信大会各个议题的材料。许多情况下，国家地位将足以支持相应的区域地位。

每次世界无线电通信大会后，接下来的活动是要求每个国家执行世界无线电通信大会的决定。作为正在进行的磋商过程的一部分，第一步通常是发表一份结果报告，对现有用户的预期影响和新业务的机会做出适当解释。第二步将修订国家分配表，以便适应业已达成的全球变化，包括使变化生效的时间范围。

区域无线电通信大会

区域无线电通信大会（RRC）处理与特定区域相关的无线电通信问题及其会员国的需求。

无线电通信全会

无线电通信全会（RA）负责无线电通信研究的结构、程序和批准。全会可以：

- 批准无线电通信研究组提出的 ITU-R 建议书和研究课题；
- 设定研究组的工作程序，根据需要解散或创建研究小组。

无线电通信全会通常每三/四年召开一次会议，原则上与世界无线电通信大会在同一时间、同一地点召开。

无线电通信顾问组

无线电通信顾问组（RAG）是无线电通信部门的一部分，如国际电联《组织法》（CS84A）和《公约》（CV160A-160H）所定义的，具有以下职责：

- 评审部门所用的优先级和策略；
- 监控研究组的工作进展情况；
- 为研究组工作提供指南；以及
- 提出建议措施，推动与其他组织和国际电联其他部门之间的合作和协调。

无线电通信顾问组为无线电通信局局长提供建议，无线电通信全会在其能力范围内可将特定的研究课题交给无线电通信顾问组完成（CV137A）。

ITU-R 研究组

来自世界范围内各电信主管部门、其他组织和实体的成千上万名专家参与了无线电通信研究组的工作，他们负责：

- 制定有关无线电业务和系统的技术特性与操作程序的 ITU-R 建议书和报告草案；以及
- 编撰有关频谱管理和新出现的无线电业务与系统的手册。

目前，有 7 个研究组：

- 第 1 研究组 频谱管理
- 第 3 研究组 无线电波传播
- 第 4 研究组 卫星固定业务
- 第 6 研究组 广播业务（陆地和卫星）
- 第 7 研究组 科学业务
- 第 8 研究组 移动、无线电测定、业余和相关的卫星业务
- 第 9 研究组 固定业务

此外，还有以下专门小组向无线电通信全会做报告：

- SC 管制/程序问题特别委员会
- CCV 词汇表协调委员会
- CPM 大会筹备会议

无线电通信研究组提出的建议、报告和其他材料，通过国际电联会员国和准会员国的参与和文献，为频谱管理提供技术基础。它们包括有关无线电通信业务之间共享准则的建议，如《无线电规则》中所定义。每个研究组由一个或多个工作方，在其范围内负责处理问题的一个子集，在某些情况下，可以成立任务小组来处理某个特定的、紧急的问题。

研究组及其工作组每年至少开一次会，通常在日内瓦国际电联总部。由于资源有限，主管部门需确定其兴趣，以使参加活动的目的明确、有效，产生直接的国家益处。

大会筹备会议

大会筹备会议（CPM）为即将召开的世界无线电通信大会准备一份综合报告，涉及技术、运营、监管和程序等问题。

具体某个技术或运营问题由相应的研究组负责研究。管制和程序问题由某个特别委员会负责解决，如果是世界无线电通信大会决定这么做，那么按研究组同样的方式进行操作。

大会筹备会议对研究组和特别委员会提交给它的材料以及任何新的材料进行修改和说明。

第 1 章 附件 2

无线电频谱管理规则和程序国家文件大纲举例

1 概述

频率管理规则和程序文件应提供给频谱的所有用户。本手册将向频谱用户提供管制指南，并作为频谱管理信息的有机组成部分。手册包括 11 章，按以下章节结构进行组织：

- 第 1 章：频谱管理组织机构
- 第 2 章：负责频率指配的主管部门
- 第 3 章：国家频谱管理的目标
- 第 4 章：国际协议
- 第 5 章：频谱管理中的定义
- 第 6 章：频率分配及信道计划
- 第 7 章：频率使用申请表
- 第 8 章：许可证发放程序
- 第 9 章：适用特殊无线电业务的规则：
 - 业余无线电业务
 - 试验电台
 - 工业、科学和医疗（ISM）领域
 - 低功率设备
- 第 10 章：依赖频谱的设备标准
- 第 11 章：频率管理中的监控

2 讨论

手册第 1 章描述频谱管理基础设施。典型地，频谱管理执行独立的监管职权。该组织拥有基本的频率指配和许可证发放责任。本章应包括组织框图及相应的描述。

手册第 2 章包含赋予独立管制职权部门以频率指配和许可证发放责任的法律和规则。本章应包含电信法律。

手册第 3 章从电信系统的国家目标角度出发，讨论国家频率管理。为有效实现对未来电信系统的频谱管理，应从国家目标角度对这些系统的优先权进行理解。

手册第 4 章描述国际电信联盟及其在国际频率管理方面的职能，包括无线电通信局的活动。有关频率使用的国际协议是国家频率分配和划分的基础。

手册第 5 章包含在国际频谱管理中所用的一系列定义。这些定义（无线电业务、无线电台等级、电台的技术参数，等等）使频谱管理者能表达有关某个频率指配的各种特殊情况，并规定对国际电联国际频率表中所含各指配的共同理解。

手册第 6 章是文件的最重要部分。本章由国际和国家频率分配以及国家频率划分和信道计划组成。独立的管制职权部门在规划频谱可用性时应使用频率分配国家表。没有特定国家分配的那些频带依据《无线电规则》中相关区域的分配情况进行分配。特殊的国家规定指的是“国家注释”对应的内容。也指适用于国家表的国际脚注。信道计划包括在分配表之后，针对的是那些建议实施信道化方案的频带。这些计划作为频率指配目的的指南。

手册第 7 章讨论有关申请者请求使用频率指配或授权使用特定频带（如水上移动电话）的过程。描述了独立管制职权部门内的频率指配过程，包括过程的流程图。

手册第 8 章讨论在用无线电设备的许可证发放系统。通过许可证发放，独立的管制职权部门履行对无线电发射设备进口、出口、拥有、使用的控制。对水上业务和业余业务情况，还要求无线电运营商获得一个许可证。文件附件中显示了各种申请表和许可证的形式。

手册第 9 章包含有关四个特殊无线电业务等级的规则。这些业务是业余、试验、ISM（工业、科学和医疗设备）和低功率设备。

在许多技术领域的研究开发过程中，需要用到试验性的无线电台。这些电台不履行通信功能，但在开发新的无线电设备过程中是必需的，用于支持科学研究。除了不造成有害的干扰外，在大多数国家不存在适用此类电台的规则。

工业、科学和医疗（ISM）无线电频率设备包括无线电频率稳定的弧焊机、透热疗法医疗设备、无线电频率外科仪器和微波炉等。

典型地，无线电法律不对常规的无线电通信设备和遥控、无绳电话等场合下使用的低功率发射机做区分。在对法律做修订之前，手册应规定用于描述低功率设备的特性，建立有关免除其许可证发放要求的总的政策。

手册第 10 章应列出独立管制职权部门有关频谱依赖设备的各项标准。这些标准可作为相关实验室测试无线电设备的准则，作为禁止进口许可证应用的准则，以确保符合标准要求。

手册第 11 章讨论有关对频率管理过程实施监控的无线电频谱监控和独立管制职权政策。

第 2 章

频谱规划

目 录

	页
2.1 引言.....	37
2.2 规划的重要性.....	38
2.2.1 规划效益与成本.....	39
2.2.2 频谱规划的定义.....	40
2.3 规划程序.....	41
2.3.1 建立频谱规划的目标.....	41
2.3.2 考虑的因素.....	43
2.3.3 频谱可供性.....	46
2.3.4 规划优选.....	46
2.3.5 进程实施.....	46
2.3.6 重复进程.....	47
2.4 咨询途径.....	47
2.4.1 未来频谱/业务需求的调查.....	47
2.4.2 代表小组之间的相互影响.....	48
2.5 分析法.....	49
2.6 方案法.....	50
2.7 使用趋势.....	51
2.8 辅助法.....	51
2.9 频谱管理系统规划和复审.....	52

	页
2.10 规划实施.....	53
2.10.1 短期（3-5 年内）.....	53
2.10.2 长期（5-10 年内）.....	54
2.10.3 战略规划.....	58
2.11 改进频谱管理化系统.....	59
2.12 管理或执行机构.....	59
参考资料.....	60

2.1 引言

任何规划都是为了高效地达到下达的或拟订的目标和目的，而将思路和行为进行组织和集中。该项工作对于任何想启动或改善国家频谱工作的国家（尤其是发展中国家）都很重要。

规划可推动行动，而不仅仅是对事情本身做出反应。规划可适用于一个特定时期或某段时间内的事件；也可以是一份常备的文件，定期修订反映政策或事件的变化。规划可以是书面的或口头的，笼统的或具体的，每种形式都各有利弊。建议采用书面规划方式。

规划是一个过程，必须在任何有效活动之前，无论是政府行为还是商业行为。问题的立即处理或危急处理一般讲是不再能提供其他最好的解决办法。频谱规划没有不同。最佳的方法是需要一个长远的想法，给予足够的时间去考虑所有可能涉及到的因素。但是，规划需要建立和确保实施的过程，因为危急情况往往会转移执行长远任务的注意力。短期、中期和长期规划，对于管理频谱以足以满足动态变化的频谱需求是绝对必要的。

如果要频谱资源对国家的目标和目的有足够的支持，无线电频谱的管理和使用就需要通过规划以指明努力方向和提供配合。频谱规划是制定未来频谱管理的目标以及达到这些目标所需步骤的过程。因此，频谱规划提供了一个框架，使频谱的提供能满足不断发展的对无线电频谱的需求，而且频谱管理系统本身也得到了发展和完善。通过建立考虑和评估行为过程的基础，规划可以促进决策。频谱规划应支持和服从目前和未来频谱使用者的主要取向和需求。

频谱管理规划的目的是通过以下内容以最佳方式满足用户的需求：

- 建成有效的频谱管理机构；
- 制定和实施频谱政策、法规和条例；
- 确立促进频谱高效使用的能力；
- 划分频谱给无线电业务和无线电使用者；及
- 组织、构成和许可特定的系统或业务。

例如，如果移动业务频谱的需求将在 5-10 年内会增长，则频谱管理的进程应事先预测到这些发展，并确保给移动业务划分足够的频谱来满足需要。为了能够达到这个目标，需要有分析能力、协调程序和支撑数据库来对移动系统的实施提供支持。这些能力需要时间去建立。同时，在未来能提供可用的附加频谱的困难压力在于设备制造商能否生产更加有效的设备，在使用比现有技术更少频谱情况下仍能满足电信的需求。

频谱规划最基本、被充分认可和有效的形式是频率划分表。国家频率划分表出自于国际频率划分表，两者都是安排频谱满足未来需求的根本工作。国际频率划分表代表了认定未来需求、制定无线电大会议程、研究、谈判和达成协议的全部过程之结果，而电联会员国的国家规划为该过程提供了动力，形成未来议程建议、研究频率共用以及提出划分和相关规定。然而，国家规划是根据国际协定之框架并通过国家划分表和相关规定对国家规划的修改和实施而制定的。

本章包括了频谱规划的价值、相关定义、规划原则的确立、规划程序本身以及做规划所基于的数据资源和采用的技术。

2.2 规划的重要性

频谱的应用对促进经济增长、老百姓的生活和参加国际社会是非常重要的。进而，无线电应用的水平和种类也在迅速地扩展，而且由于较高频率内的无线电传播的特性，许多新的需求可以向较高频带上转移而得到满足。在许多情况下，频谱管理人员正在越来越多地采用复杂的工程解决办法，允许在同一地点相邻或重复地使用频率，这就增加了频谱管理机构和人员的负荷。在某些情况下，提供新的应用意味着移开或改变已有的应用，成本常常是非常昂贵的。相关可能费用在本章中有表述。

频谱是一种非常灵活的资源，如果事先有足够决策时间，新的频谱需求是可以得到满足的。预先确认频谱的冲突可有助于确保廉价的或有效的解决办法，同时能继续鼓励通信的增长。需要适时开发先进的频谱管理工具以找到这样的解决方案。由于设备的价格昂贵和复杂性，通信设备的开发或购买通常需要长远的考虑。因此，频谱管理规划和有关频谱决策应是多年有效的，在接纳一些用户的同时也否定了其他一些用户，或者增加了对现有用户的潜在干扰，然而要寻找技术或行政的解决办法。国家战略目标的勾划可以给频谱用户和设备制造商提供一个未来成功应用频谱技术的框架。

如果要从无线通信系统的实施中得到最大的社会效益，制定一个好的规划是十分必要的。频谱规划可以促进无线电通信增长。规划的重要性将随着频谱需求的增加而提高，频谱管理工作会转变成预防干扰和为不断增长的需求寻找频谱。

在全部活动范围，管理人员很容易把主要注意力放在当前的问题上。为了处理当前的问题，经常会遗忘对规划的关注，好像规划总是可以被推迟的。然而，为了促进经济增长和满足今天的需求，需要高质量的频谱管理系统，当然少不了这样的规划。在商业或政府中的少数领域可冒险不做规划。

2.2.1 规划效益与成本

任何规划工作都是通过为未来做准备或指导未来获得最大的收益。对待一个缺乏指导方向的混乱环境，或者迅速或频繁地被迫改变指导方向，都会花费很高的成本，浪费时间和失去机会。把为某一频带设计的设备移到另一个频带（重新安排频带），一方面其代价是极其昂贵的，另一方面如果规划得好，可以通过较早采用更好的和有效的频谱技术节约成本。低效的、充满干扰的、拙劣规划的业务可能会降低经济的增长并影响发展。由于缺乏可用频谱或适当的管理规划会导致系统实施的推迟，可造成该系统推广商的巨大损失和系统运营中的利益损失。

与任何任务一样，完成规划任务也需要提供足够的资源，包括收集、审议和维护保存信息、咨询用户和国际代表、协调立场、起草规划以及谈判协议所花费用。然而，对频谱长期规划的主要争议不是履行职能的费用，而是由于频谱的使用和技术是动态的，只可以制定交互式 and 短时间的决策。于是，反对规划者进一步推论出，由于规划不可避免地存在缺陷，必将为不正确的规划付出代价。反对规划者还可以继续争论说，频谱管理在过去没有长期规划时也可以正常进行，而且由于规划可能不准确，对某些业务划分了频谱，但（由于技术或经济上的困难）业务并没有像预期的那样发展。这些划分在理论上是不可更改的，而且一旦建立了一定水平的业务且服务提供商和他们的用户在设备上进行了投资时，在实际中也很难改变。

随着规划从短期变成长期，规划的前景也越来越有问题；不过，拒绝规划不是一个正确的解决办法。对以前的应用花费很大的短期改动似乎正是规划失败造成的。在新的应用和新的业务不适应较高的频率（仍存在可用频谱，而且在一定时期内还会有）时，频谱管理人员只有惟一的一个选择，就是移开以前不受频率限制的应用和业务，为这些新应用和业务让路。当新的应用表现出很有价值并且会提供业务和经济快速增长的机会时，改变原有应用的压力就特别大。如果频谱管理人员事先未提供足够的时间进行改动，这些决策准则就会把许多用户和相关的投资置于危险之中。如果规划事先不提供这一时间，那么新系统的实施就会放慢。

另一个对长期规划的争议是，假定一部分频谱管理人员在得到更好的信息时没有能力更新规划。实际上，任何规划程序，尤其是长期规划，必须有计划地定期审议和修订。

如果规划变得刻板 and 教条，就没有用了。在一个像无线电频谱管理这样的动态领域中，此类规划应避免局限于特定结果、不可逆转的决策，而应经过一个较长时期的调查，寻找达到频谱管理目标的途径。任何对长期规划的约定应包括对修订程序的约定，管理人员应根据发展定期审议规划。

频谱管理人员仍担负着为公众共同拥有频谱资源规划新应用的责任，而规划应当更多地涉及改善频谱的管理和应用，而不是扩大管理权限。在频谱规划中，频谱应用和管理的某些方面可能涉及到总的政策，而有些方面则需要更具体步骤来描述。在频谱管理中，更大灵活性可以为革新和改变方向提供余地，但为了获取这种灵活性而采取的方法也必须予以规划。因此频谱管理过程的灵活性是频谱规划的正确组成部分，特别是对发展中国家来说，比如频谱规划的制定和实施更多地依靠市场原则和用户。

2.2.2 频谱规划的定义

对频谱规划的理解需要在名词术语上有大致的一致性。频谱规划可以按时间（短期、长期和战略）和覆盖领域（频谱的使用和频谱管理系统）来分类。在表 2-1 所列的所有定义是用来在这里讨论的。相似的名词术语在其他领域中可能有不同的应用。

业务或网络规划最好留给服务或网络运营商来做，因此在本手册中不再进一步论及。

表 2-1
定义

短期规划	考虑在 3-5 年内需要解决的问题或拟实施系统的规划
长期规划	考虑在 5-10 年内需要解决的问题或拟实施系统的规划
战略规划	确认数量有限的关键问题，在 10 年以上需要在频谱管理中集中关注解决的规划
频谱使用规划	频谱使用问题的规划，即划分、指配、标准等
频谱管理系统规划	包括频谱管理技术、分析方法、组织、资源、计算机实施等的规划
业务或网络规划	具体系统的特性和操作的规划

2.3 规划程序

频谱规划过程涵盖了直接管理频谱如何使用的任何行为或决策，这包括诸如划分、政策、分配、指配、规则和标准。在这些方面的每一个行为都决定频带将如何使用，无线电业务如何实现以及在某些情况下那些技术将被采用或者是否由市场来确定什么技术占主导。国家频率划分表作为频谱使用的主要规划，其他规划都处于从属地位。

频谱划分、分配和指配以及制定频谱标准是频谱管理的重要方面。制定规划以表明并接纳变化了的频率使用，可以大大地促进无线电业务的实现以及有助于国家发展。频谱使用规划应把频谱使用、新技术、现行划分表没有做出规定的新业务、改变使用的用户规划、突出拥挤的具体频带或地区以及最终可能改变由世界无线电通信大会所形成的频率划分或分配规划等作为考虑的主要因素。

频谱使用的范围可能受到其应用时期的限制，受到所考虑的频率范围或业务的限制，或其他一些具体问题的限制。长远规划一般涵盖更大范围的主题，比如，要考虑世界无线电通信大会的成果。频谱使用规划中要考虑的资料必须包括当前使用的数据、频谱划分、频谱指配和技术、未来使用需求以及可供使用的频谱。对频谱使用需求有价值的分析必须要评估非技术的经济和政治的因素。当技术解决方案能满足所有经济和政治准则时，规划才容易形成。经常是，必须考虑所有方面，比如，政治的、法律的、经济的、社会的、生态的和技术方面，必须做出最后的决策并且使规划协助主管部门达到其目标。通常这些规划的制定要符合新的国家频率划分、政策或者条例和规定。在许多情况下，规划作为实施的里程碑而呈现出来。这种规划并不是一时全部实施而是允许有机会进一步修改。可能影响频谱规划因素如表 2-2 所示。

2.3.1 建立频谱规划的目标

鉴别和建立频谱规划的目标是规划过程中的必要部分。这样做需要研究如何优化使用无线电频谱。该项研究包括现有无线电业务的可能增长以及新业务和新应用的采用和增长。另外，还应考虑工业、商业、政府和广大大众使用频谱的变化。采用地方和国家政府机构相关行业（大的和小的），以及所有分散在各地

感兴趣者的各方文件来鉴别和建立目标是很重要的。应对当前国家频谱规划进程及因素做出评估，以确定政府和行业所看到的强势和弱势。该评估结果将作为制定频谱规划目标的基础。

表 2-2
可能影响频谱规划的因素

<p>政策和法律因素</p> <ul style="list-style-type: none">国家无线电通信法制定规章的需要国际频率划分（电联）区域频率管理机构国家频率划分程序周边主管部门频率管理程序标准化政策电信基础设施行业问题用户需要治安和公众安全 <p>经济因素</p> <ul style="list-style-type: none">全球化整个经济发展设备和业务资费 and 价格体系市场需求和销售问题服务提供商使用的程序和惯例频谱拍卖或收费新业务和新技术的经济影响	<p>社会和生态因素</p> <ul style="list-style-type: none">由社会体制变化带来的需求变化由日常和毕生工作时间变化带来的需求变化公众对无线应用的接受电磁污染和射频干扰公众厌恶大天线结构和场所的激增太空碎片 <p>技术因素</p> <ul style="list-style-type: none">用户流动基本技术微电子电信中的数据处理设备元件功率供给电池通信媒介编码（信号和信道）和调制技术扩频技术分集技术，比如时间、频率、空间天线设计或优化天线特性，比如，方向性或适应性减小天线方向图的旁瓣
---	---

2.3.2 考虑的因素

基于可能影响频谱使用的技术、法律、社会、生态、政策和经济诸因素，在任何规划界定下，频谱规划都可以决定未来无线电业务各种的国家频谱需求。为了满足频谱使用需要，频谱管理者必须首先区别当前和未来需求⁵以及可供频谱之后，它们才可能决定如何最好地接纳这些需求。频谱管理者必须掌握大量的信息进行分析，据此对规划做出预测和决定。为了方便对频率或频谱资源做任何必要的重新分配（包括调配），必须及时地对未来需求进行验明。在频谱能有效得到管理前，要有一份频谱使用者的清单以及知道有哪些频谱可供使用。这些资源取决于：

- 频谱使用者的数量（比如，随电台数许可的频率指配数量）；
- 无线电台的相关特性；
- 无线电台的某种相同精确度的地理分布；
- 无线电台相互可能影响。

国家频率登记表

信息通常来自于国家频率登记表，但也可由其他来源提供的信息予以补充和集成，比如，电联国际频率登记表、国家监测、检查纪录等。对频谱使用指标价值计算的数据库可作为补充的重要来源。根据进行规划的种类，频谱使用数据库将有不同程度的帮助。

国家频率登记表应作为评价现有使用情况的主要来源。为制定影响频谱用户的决策，登记表必需提供一定水平的技术和管理信息，仅由频率、用户名和地址组成的一份登记表是不能提供研究更多问题的足够信息。设备所具有的操作功能的相关信息、涉及系统实施的成本和详细的技术特性常常是决策过程中的主要因素。在必须考虑国际使用的情况下，国家频率登记表需要由无线电通信局的国际频率信息周报（BR IFIC）来补充。

监测

通过频谱监测得到的有关频率实际使用的信息可用来作为国家频率登记表的补充。频谱监测由频谱占用测量组成，能使频谱管理人员确认与指配记录有关的实际使用的水平，或者在没有登记表可用时提供信息。

⁵ 术语“需求”将成为当前和未来的频谱需求的一个通用术语，包括了所需能力、系统及其特性以及相关所需频率的概念。

在估量频率使用水平时，应考虑业务类别。对一些公共事业用户的测量存在特殊问题，例如，由于政府机构在紧急或国防业务中的作用，日常使用的测量对于反映对这些频谱的要求没有太大帮助。因此，通过监测方法来估计频率的使用情况时应当小心，而且应根据其他有关预计使用的信息进行严格检查（见第4章）。

与其他主管部门交换信息

规划活动的结果经常会影响境外的频谱用户。在那些情况下，规划活动可包括同邻国或国际团体的协调资料和正在考虑中的规划，来自各主管部门的信息会不同。在某些情况下，资料保密的问题使得获取相应资料更加困难。

一般咨询调查

国家频谱管理人员也可以将调查作为一般咨询方法，通过其收集信息、公众调查可让频谱管理人员收集专门主题的广泛资料，如频率范围和无线电业务的提供。调查可以通过采用公开的程序进行，既可通过一份书面的公开问询表或一个公开的论坛，或者通过一个限制性更强的程序，直接与国家专门小组咨询来收集信息。这些小组可以是常设委员会或为某一具体目的专门答复调查而召集在一起的小组。不论怎样，调查应就有关特定规划决策的主要事项提出课题。

未来频谱使用

任何频谱使用的规划都应考虑未来的国家及国际对频谱的使用。显而易见，指配登记表和监测不能作为这种信息的全部来源，尽管由这种来源或对试验使用的监测所提供的信息交换可用来补充信息以产生某些评估结果。

国际趋势

由于许多无线电系统在世界范围内的实施，国际趋势对涉及未来使用的规划是相当重要的。如果涉及广泛应用的设备，任何国家都没有任何道理制定自己的特殊规则，例如制定一个信道规划，这会造成只能使用那些按照不同标准制造的设备。这些趋势可以通过专业文献或通过其他国家的商业或政府代表直接协商，或通过参加国际大会来加以确认。

频谱使用预测

另一种想了解未来频谱使用情况的方法是通过预测。预测是指在规划的基础上估计频谱需求的过程和方法。预测能预告新技术采用或频谱需求的趋势，并且评估它们的影响。频谱管理人员可以采用经验法和事实判断的方法进行预测。

由于大多数规划包括了对未来的某些估计，所以频谱管理人员要判断预测是结构化良好的和明晰的，还是含蓄的并基于未明确说明和证明的假设。结构化方法的优点是它们可以讲授，结果可以重复。而且，采用这种方法，依据的假设和数据得到清楚的阐述，采用的分析方法可公开进行检验。因此，适用于这种预测方法的限制条件和资质条件更容易理解。迅速和不好预测的技术变化经常成为频谱预测中不被采用的理由。但是，技术的突破很少在没有某种先兆的情况下发生，而主要的变化通常是逐步发生的。

四个主要的预测信息源均可用于频谱规划，它们是专家输入、趋势分析、技术跟踪和其他国家的经验。这些主要来源可提供给大多数主管部门。专家输入包括对所预测的无线通信领域的专家进行的咨询。该小组越大，对方法控制的越好，反馈结果越好。他们的答复基本上是直观的，但这些专家的预测能对未来频谱活动提供很多见解。趋势分析一般由过去向未来的经验性推断。这种方法尤其适用于考虑一个地区频率指配的增长和预测何时采取行动以防止频谱拥挤。经验的趋势可从其他数据中研究得出来，例如设备的技术特性，如传输带宽。在有些模拟陆地移动通信频带内，设备的工作带宽会随着新的发展成倍数逐渐减少。这种减少的速度可在分析是否随增长的需求而需要增加频谱时加以考虑。如果减少带宽的能力能继续下去，或者采用更有效的调制方式，就不需要为此增加额外的频谱。技术改进的跟踪也可以预知未来。现在正在发展中的技术很可能在几年内将出现在市场上。紧跟这些技术在商业出版和学术讨论中的发展，以及与已出现这些发展的国家主管部门的联系，可帮助频谱管理人员考虑这些发展对本国频谱使用的影响。

要使预测技术适应频谱规划进程，需要仔细界定频谱管理人员预测的责任范围。由于频谱管理人员一般不开发通信技术，他们的主要作用是对当前和将来用户对频谱管理的需求做出反应，以使频谱使用的长期规划符合国家利益。据此，预测在很大范围内应以分析用户对频谱需求为基础。尽管有明显的效用和依

靠这种方法的实际需要，接受用户的预测还是有风险的，因为他们可能常常为获得更多的资源而夸大其辞。用户预测一定是为他们自己的目的服务的，而频谱管理人员应仅依靠那些提出预测方法和假设的用户预测，并对预测中可能出现的错误进行讨论。

为了产生更有用的预测，频谱管理者可以把他们自己的预测观点加入到用户中。尽管对于频谱管理者预测个别客户的增长可能不合理，但是用户预测的累积，随着基于频谱管理者评估的调整，能够在频谱分配上提供宽泛的见解、未来的需求和帮助。另外，频谱管理者能够基于所有用户的频谱使用数据，研究可以量化的趋势。

从某种程度上讲，所有的预测都有风险，但是如果考虑了结构良好和经过细致分析的预测，可以完善对未来频谱需求的决策。对利用情况、技术、拥挤状况等的预测对管理进程，特别是对频谱划分的决策会很有帮助。

2.3.3 频谱可供性

本着接纳起初认定的频谱需求之目的，必须确定对国家所有无线电业务的频谱可供性。输入文件主要来自于主管部门本身，也可来自于电联国际频率划分表，电联规划以及任何对现有区域性频谱规划的研究。

2.3.4 规划优选

根据鉴别频谱可提供性所得到的数据，为了达到满足频谱需求的目的，必须制定合适的频谱规划方案。任何对制定频谱规划方案的分析都需要考虑技术、法律、社会、生态、政治和经济的因素。该分析还要估计到提供给现有和未来无线电通信环境和/或划分服务的各种机会。在现有国家频谱划分中无线电通信不能被接纳的那些业务需求，要根据这些分析以及提供的其他任何频谱监测结果，制定频率划分方案并估算任何重新划分和/或转移现有频谱用户的相对成本。

2.3.5 进程实施

对各种频谱规划战略的实施，可认为是不断发展的过程。新业务的采用可能需要改变频谱划分表以及修改国家和国际电联规则。对国际电联规则的修改要在定期召开的世界无线电通信大会上进行。

2.3.6 重复进程

先前的决策可以定期进行反复评估或由特殊事件引起，如有必要，可根据最新信息进行修改。因此，规划过程是一个不断开发的过程和数据处理过程，而不是直线过程。保持所有变化的记录可以提供长期规划制定的过程。

2.4 咨询途径

咨询途径是基于这一前提，即频谱规划者可通过合作举动，尽可能包括频谱用户、服务提供商和设备制造商在内，达到合理准确和经济地决定长期频谱需求和使用。这样，考虑到来自频谱管理人员的具体分析和直观材料，咨询置更多分析和预测的责任重担于最具利害关系的人身上。因素分析的详细情况取决于使用群体。考虑到无线电通信行业迅速变化，这种途径是频谱规划人员最节省的方案。

2.4.1 未来频谱/业务需求的调查

咨询随着起初公开通知或通告而开始，通知所有感兴趣的各方，频谱规划或者在某些情况下专门战略部分的规划要准备制定并且要求得到有关规划的所有信息。通知应公开和广泛散发，最好在广大读者所知晓的官方出版物上公布。通知的公开性对于得到潜在系统操作者的反馈是重要的。限制它的提供将限制其回应。但是，在一些不存在这种官方出版物的国家或者在时间有限的情况下，利用正在工作中的顾问机构可以是获得信息的有效途径。在某些国家，这种咨询可以由分承包商或者为这一专门目的设立的顾问机构来进行。

必须确定调查的范围以及回答的时间表。期待的回答可来自于频谱使用集团、无线电服务提供商、设备制造商、政府组织包括军队以及一般大众。频谱规划者可要求答复以书面形式或者通过直接对话。为了寻求公众事务活动中的完整性和公开性，通常直接对话需要将书面报告在官方调查纪录中存档。在任何情况下，收到这些团体的答复作为确定频谱需求以及帮助做出频谱规划的决策。

如上所述，许多团体在咨询过程中提供信息。用户集团是电信业务的终端用户，他们在以最低费用接受最好的服务方面具有共同的利益。这些用户集团可能提出新的或扩展了的无线电业务的需要。无线电通信服务提供商是那些提供终端服务的商业团体。服务提供商根据它们自己的考察了解和商业洞察力期待着业务增

长。这种业务增长往往反应对增加频谱的需要。无线电设备制造商在无线电系统增长时具有投资兴趣，并且能提出适合于拟用无线电业务的各种频带的技术意见，以及预测可以改进频谱有效利用的先进技术。

政府用户，无论是国家层次还是地方层次，都有满足未来无线电通信系统的频谱需求。虽然商业服务能满足一部分政府的需要，但是，许多服务可能是独特的，为此需要专门的频谱和专门的无线电系统。也许是某些系统在一定程度上涉及国家安全，这些系统将不被公众所知晓。这种情况必须得到管理机构的保护。

咨询进程的主要对象，是那些最能估价他们的频谱需要的用户服务提供商和设备制造商。因为他们经营业务或者履行政府职能，所以他们必须能够评估他们的需要成本和用户的需求，或者他们在其业务或行业中是否成功。因此，社会和经济的因素必须由说明其要求的参加者来进行研究和确定。

因为要那些需要频谱的来回答问卷，出现一种可以理解的夸大其频谱和业务需求的倾向，因此，国家频谱管理人员可利用相互对话和他们对使用趋势的分析来确保足够的准确性。

2.4.2 代表小组之间的相互影响

正式协商进程可通过几个步骤重复进行。感兴趣的各方之间的相互影响可通过对公开问卷的正面回答和反面回答而产生时，这就增加了需要完成问卷处理的大量时间。许多情况下，该时间是无可估量的，因为它给国家频谱管理人员足够的考虑问题的机会，进而，它确保所有的意见得到记录并予以考虑。

考虑到相互影响的最大化以及加速处理某些情况，同答复小组的主要代表（如果有的话）在问卷期间见面也许是合适的。这种相互影响为用户服务提供商和管理者之间建立对话提供了机会，以使工作意图清晰，并且减少或者取消对频谱需求的可能夸大。把每一个需求与其他需求（新的和老的）连同考虑，把事实根据带到频谱谈判中去并最终获得规划的结果。许多情况下，当他们同其他人一起工作时，这种对话有助于辩护者修改他们的要求。

一些主管部门现在正使用各种互联网工具来促进意见的交流和/或扩大原先非代表利益共享者的协商，比如，政策/规划发展论坛，网上倾听以及公布收到的意见。

2.5 分析法

分析法是指对影响预测趋势诸多因素的详细分析、分析的假设和肯定，转变成以可供软件数学计算得出的全面数据。使用，比如，蒙特卡洛分析法可对这种方法大有帮助。这种有分析和数学组成的方法具有下列优点：

- 一个基于详细数据的全面而完整的方法用于生成和记录结果；
- 因素影响的数据是对往年统计得出来的，未来年份的数据可从这些统计数据中推断出来；
- 每一因素影响的份量可利用考察和/或其他研究材料（例如，对外部研究的评估，技术报告和广告宣传材料）来确定；
- 任何改变有关预测结果的各个因素影响的作用能够立即得到确定；
- 分析法没必要要求得到来自于频谱管理组织之外的大量输入材料，但可利用现有统计资料而获得采用；
- 详细的和全面的分析法将使用可靠的统计数据以产生一个相对客观的结果。

分析法的实施需要采取以下五个步骤：

步骤 1：对当前情况的彻底分析；

步骤 2：对因素的合理假设（见表 2-2）；

步骤 3：方案的制定（见第 2.6 节）：

- 一个可靠的方案或者敏感的分析要尽可能的预测到，并指出任何不确定的因素以及它们重要的原因；
- 下一步方案集中在最不能确定的因素；

步骤 4：对方案的评估：

- 其完整性、因素的有效性及其风险、好处和重点；

步骤 5：提出一套结论性的输出材料。

2.6 方案法

一种方案是一系列事件的假设，它是根据过去发生的情况和相关专门领域（比如，一个国家人口增长趋势）或者某些相互关联的专门时期的明显发展。方案本身不是预测，而是传统预测的补充，这种补充是通过提供一个特殊有兴趣的系统，对每一情况一系列可能记录实现的。

然而，在规划的范围內，方案可用来帮助预测可能的发展。方案适用于：

- 增加预测的可靠性和对风险的说明（可靠性）；
- 认定可能的战略选择。

方案是基于影响的主要因素，比如，政治的、法律的、经济的、社会的、生态的和技术的因素（见表 2-2）。它可随因素不同的结构和估算可能性程度进行系统性制定。

许多因素对于方案的全部或大多数，至少在广义上讲可以是相同的。这些因素是制定频谱规划的有利基础，存在的分歧可更加明显地得到暴露并且是制定规划的风险因素。这些可以明晰地摆在专家面前，如果方案没有进行过练习则无可能。它们也是那些发展中的变化和趋势需要最密切关注的领域。

“方案法”是一种概念，它可更多地用于很少能确定趋势和需要的频谱管理长期规划中。例如，使用新技术的电信和广播竞争领域的融合，预示着无线宽带到户大量增长的可能性，以及期待具有移动功能的类似能力。这种变化是难以预料的，甚至于更难在规划中包括。因为它们不是不断变化的，所以它们不在乎趋势的分析。根本的变化可能需要对频谱规划的设想作较显著的调整，然后对规划做出重大调整。

方案法可能包括诸多程序，在其中非无线电机机构可想象，在规定时期内可能发生的许多社会和商业行为的可能变化。这些所谓变化可能产生若干个方案，全部都很不同，也可能全部同等可能的发生，但相互是排他的。电信和频谱管理需要这些不同方案，才可以进行分析。

根据国家展望、可供资源和频谱管理的框架，国家管理人员可以选择许多方法来评估可能影响频谱使用的方案。对影响频谱使用方案的评估，可依赖咨询法或分析法，或者这些方法的结合。考虑到所可能的因素或者比较粗略的观察，评估可以十分详细。另外，对因素考虑的责任可以是国家频谱管理人员的主要

责任，或者将其交给感兴趣的委托方。对方案的这种评估最终有助于形成有关频谱划分或管理的国家频谱管理决策的基础。

2.7 使用趋势

任何调查的结果应该在分析当前无线电业务基础上与其需求进行比较。使用人口对频谱需求稳定增长或下降，当然是一种假设，除非当前缺少可提供的服务阻止了用户的增长。对使用用户的推断和对需要频谱的计算采用频谱有效技术，并将向管理者提供与调查结果相比较的未来使用的大体情况。基于使用趋势的预测，非线性趋势（突破）可能产生某些误导。这些是由于技术的突破或者更可能是因为服务价格的大量下降，在不远的将来使用指数可能上升。然而，在咨询法中，强调的是节约成本的进程。因此，考虑到改善准确度以从中判断其结果，对使用趋势的某种程度的分析必需要进行评估。

2.8 辅助法

在规划过程中，应考虑辅助法，而且应尽可能采用。更多地依靠市场的力量分配频谱资源和在管理方法中增加灵活性，可以减轻某些规划的负担。由市场推动带来的效率增长，可减缓频谱管理人员修改频率划分，或进行以详细工程分析为基础的频率选择的必要性。在频率划分、指配和使用中更大的灵活性，可有利于频谱管理人员使管理程序更适应变化着的频谱需求。

没有任何规划或预测系统会预测系统或业务的全部需求，并在足够的时间内使它们很容易地进入频谱的环境。如果需要不过多改变已有的划分结构而满足一种未预见的需求，那么这种划分结构在对规划的限制上必须有足够的灵活性。

采用现用的登记表和在某些情况下利用监测手段识别很少使用的（已经指配的）或未使用的频谱，可帮助确定未来使用的频率。而这些频率的清单就是备用的资源。

另一种增加灵活性的方法是预留或储备一些频谱给尚未明确的需求。在发生矛盾时，提供充足的未使用频带，迅速、简便地满足未预见的用途。可以先为新的系统提供频谱，如果该业务不成功，再撤销该频

谱。一种建立和管理频谱储备的方法是，将它们提供给用户之前几年，确认提供的频带或频带的一部分，尽可能在不同的频谱范围内，每一两年开放一部分频谱，实际周期可由使用该频带设备的自然淘汰来支配。这可以给革新者以灵活性，给以前的用户充分的时间腾出频带。

把可用频率作为未来的长期储备是不必要的，面对不断增长的需求，保持这种储备将会是低效的。不过，如果能够减少成本，避免无计划地置换其他系统，储备的办法还是可取的。由于频谱管理人员对这种置换可能很少提出事先警告，为新的应用而决定移走现有的用户有可能非常昂贵并具有破坏性。这些成本和破坏会对现有的用户产生强烈刺激，导致他们坚决反对频谱的重新划分，这会停滞或实际上延误采用新业务。频率储备有利于频谱管理人员在处理未预见到的、但社会上需要频谱资源的新应用时，提供在技术和政治上的灵活性。

2.9 频谱管理系统规划和复审

对国家频谱管理进程的规划应包括如规则、分析方法和数据处理能力的项目。应确认需要改变的内容，接着就可以制定一个规划来改善国家系统的这些方面。完成这一领域的规划就可以逐步完善管理系统。比如，改善计算机软件模型、数据收集、数学操作能力和数据检索能力的规划变得日益重要起来。具体的规划需要将市场和灵活性因素置于行动中。频谱管理系统的改进以及进一步的分析和评价，必需根据可用资金，优先考虑并制定计划表。

以下是频谱规划有关方面应定期地审议：

- 决策制定过程和可供资源的选择；
- 管理程序；
- 计算机硬件、软件和网络；
- 数据库要求；
- 协调过程；
- 参加国际和区域活动；
- 分析技术；
- 监测/监督能力；
- 标准和型号审批程序。

2.10 规划实施

规划频谱的使用或频谱管理系统基础结构的开发，可在短期、长期或战略基础上完成。三种实施办法的每一种都要求定期投入以及在某些情况下是有计划的行动。由于突发危机或发生重大事情，可停止规划。所以，实施成功规划的第一步是制定一个公认的考虑问题和更新规划的程序。这个程序应包括进行短期、长期和战略规划的具体手段。短期和战略规划，其中涉及到具体或集中的问题，不适合概要描述或公式描述。但是，总是应该勾画出需求、资源的可供性、政策决策和规划的实施。另一方面，长期规划通常应吻合一个标准化模式并且其内容再少也要覆盖多个方面。

通过规划程序选择的对单个过程的评估将依赖于，如表 2-2 所述，相关的政治、法律、经济、社会、生态和经济的因素。每一个主管部门都必须考虑其规划对它的成员、邻国、设备制造商、服务提供商和频谱用户的影响，须根据国家制定的优先级进行决策。因此，不能采用那些只考虑单一因素的简单规则。

2.10.1 短期（3-5 年内）

由于时间事先准备不足，通常采用短期规划。例如，确定一个正在开发中的全国性新系统的频率指配方案，可以认为是短期问题。由于该系统在几年内即将部署，很快会将规划付诸行动，限制了选择的余地，尤其是频带的选择。比如，在这时间范围内，也不可能有长期移开已有用户的选择，不过，要遵从规划的步骤。记住这些新的需求，对所研究的频带的使用必须进行审议，包括确认未使用的或很少使用的频率。应分析同现有用户的兼容性以及向感兴趣的各方征询有关满足新应用的最好方法和建议。可能需要协调或谈判委员会来帮助解决矛盾。可以建议修改系统设计或运营中的限制来确保新系统的实施。应该考虑表 2-2 所列因素以及指导或限制国内选择的国际协议。可以使用诸如像频率指配模型等分析工具来制定一个指配规划。

大多数短期规划会形成某种决策文件，说明行为选择过程和要求达到目标的步骤。

在短期之内，不大灵活的环境成为一个首先要考虑的问题。因此，短期规划须制定一个适合于现有环境的程序。然而，短期规划在多数情况下仍指的是长期的意思，因为新的频谱使用或新的频谱管理能力会维持一个长的时期。

短期规划应该十分全面，以接纳所述时间范围内国家预知和已知无线电通信系统的频谱需求。它还导致：

- 修改国家频率划分表；
- 制定国家关于国际无线电通信大会议程的立场；
- 修改频谱规则、政策和标准。

2.10.2 长期（5-10 年内）

现今，大多数规划都是短期规划。如果频谱资源能完全支持国家目的和目标，制定长期规划是必要的，它能提供频谱有效管理的基础，确保频谱有效划分和指配，以不断满足新系统及其应用的频谱需求。还能通过提供实际情况考虑和行为选择过程评估的基础来促进决策。长期规划应该尽力：

- 考虑到对未来的影响，做出当今有关频谱规划战略的决策；
- 确定过去的决策对未来可能的影响；
- 定期调整决策以适应变化了的情况。

表 2-3 中所列，概要表明在长期规划中至少要涵盖的许多方面，但是规划不需要限制在这些方面。

长期规划应该十分全面，以接纳所述时间范围内国家预知和已知无线电通信系统的频谱需求。

在另一方面，长期规划具有许多灵活性。根据自然淘汰法，可以把现在的应用移到或扩展到其他的频带或地方。通过修订标准或信道规划，可以改变操作特性。通过数据库的重新建设，定义新业务或重新定义旧业务，或者开发新的管理方法，频谱管理技术可以得到很大改善。

如果考虑所有可能的方面，制定长期规划和修订已制定的规划必须涉及广泛的内容。有必要根据表 2-2 中所列因素，考虑定期地审议规划，即使不是规划的所有部分都需要更新。通常，对于一个现有的长期规划，有些部分经审议确认后就可以更新，而不需要对待无线电团体中的特定活动。有关频谱使用的长期规划必须考虑当前、未来和预测的频谱使用情况，因为有必要将某些应用转移到其他应用上。必须审议长期的费用和国家应优先考虑的问题，应当了解邻国和贸易伙伴的方针。频谱管理的新方法经常在这类规划中加以考虑。

表 2-3
长期规划

频谱使用规划	频谱管理使用规划
<p>频谱使用目的 — 根据国家政策，目的是为了满足不同利益共享者的需求，例如：</p> <ul style="list-style-type: none"> — 安全和法律实施 — 商业和交通 — 国家安全 — 广播 — 教育 — 用户 <p>频谱资源</p> <ul style="list-style-type: none"> — 国家频率划分表 — 很少或没有使用的频带以及频率短缺 <p>频谱需求</p> <ul style="list-style-type: none"> — 频率使用表 — 未来需求 — 出现的新技术 — 预测 — 国际和区域趋势 <p>频谱可提供性</p> <ul style="list-style-type: none"> — 政府档案文件数据 — 测试的数据 <p>长期规划</p> <p>活动和步骤的计划安排</p>	<p>职权</p> <ul style="list-style-type: none"> — 无线电通信法 — 被授权的权力机构 — 规则和程序 <p>频谱管理职能</p> <ul style="list-style-type: none"> — 政策制定 — 执行和管理 — 执照发放和费用征收 <p>频谱工程和计算机支持</p> <ul style="list-style-type: none"> — 设备标准 — 信道规划 — 电磁兼容模式 — 工程分析方法 — 计算机硬件和软件 <p>国际和区域活动</p> <ul style="list-style-type: none"> — 参加电联或其他国际和区域论坛的战略 — 国际和区域协定 — 边境协调 <p>资源需求</p> <ul style="list-style-type: none"> — 资金来源 — 人力资源 — 未来需要 <p>活动和步骤的计划安排</p>

从频谱本身的观点看，一个国家频率划分表可作为频谱使用基本的长期规划。每个主管部门都应该有这份表，主管部门及其成员应将它作为无线电业务实施的指南。

特别是发展中国家，可以将选择的重点放在提升国家无线电通信基础设施的步骤上，通常应包括建立或完善频谱管理的结构和能力，还可以包括实施无线电技术的规划和对私营企业在发展国家通信系统中所

起作用的国家政策。

频谱规划可根据某些情况以及在适当的长远决策基础上，对业务进行重新安排，这意味着将现有用户使用的频带转移到其他新技术或新的频带。重新安排的要求由下列几种原因引起：

- 划分的频谱在相当长的时间内可能使用，并且目前不再满足用户的需求或现代系统的性能；
- 对于某种新的无线电业务需要在特定频率范围内划分频率，而且这些频率已被占用，新业务不能与其共用；或者
- 世界无线电通信大会做出决定，将现已占用的频带划分或分配给全球、区域或国家（划分脚注）不同业务。

作为国家频谱规划的工具，频谱重新安排，理论上讲，可以适用于任何频带和任何系统。但是，实际上，频谱重新安排受到很多限制，通常只适用于主管部门认为花费相当努力和费用是合理的情况。频谱调配可能是自愿的（在此情况下，不需要规划，只要管理规定允许）或者是义务的。

频谱自愿调配

有这种情况，当现有用户在批准使用的频带内自愿决定采用新技术或者将频率退给频谱管理者进行重新指配。在需要新技术而没有禁止性规定的情况下，用户可按意愿自由的采用新技术，比如，从二代无线转换到三代。如果用户认为不再需要占用的频谱，或者从使用该频谱得到的好处少于继续使用的成本，则可放弃批准使用。这种情况有可能发生，当批准使用的费用增加时，现有设备必须使用或替换时，或者不能提供继续使用的资金时。

自愿调换有可能自然发生，但通常是在小范围内。主管部门在制定频谱管理政策时愿意考虑这种潜在的自愿进程。

频谱义务调配

频谱义务调配是与真正的行政规划政策连在一起的。在这种情况下，长期规划总有必要保证设备和业务有次序地转换、转让或调配。主管部门重视频谱调配的这种方式，是依赖于可提供频谱需要的时间规模。

通常这个决定是为政治或国家安全原因做出的。通常因为一定存在相关的费用支出，所以详细的市场分析、消费需要和增长预测都伴随着规划的调配，证明这种调配是否合理。被证明了的加快调配的机制是经济刺激和补偿，包括新用户向被调配者提供新的和现代化设备。

调配技术

除了无线电通信业务在大批、逐个频带基础上进行可能调配外，还有其他调配的先进技术，可考虑作为规划进程的一部分，这些包括强行的操作规则程序（比如，发送前的收听，或者对现存信号的测向，暂时排除操作使用的或让发射机改变频率的）、减少信道带宽（或隔开信道）、改进编码或调制技术以及采用新的频谱标准。如果打算在现有频带调配，采用一些落后的兼容技术和相互可操作的措施是必要的。表 2-4 是一个技术方法的梗概，可用来促进频率共用以及可考虑作为长期规划和调配进程中的一部分。

表 2-4
促进调配的技术方法

频率隔离	空间隔离	临时隔离	正交信号隔离
信道规划	地址选择	频率周期控制	码分多址
动态实时频率支配	天线图分辨率	时分多址	天线极化
动态可变分割	物理屏障	编码：	
频分多址	地址屏蔽	— 纠错	
编码：	干扰功率：	— 压缩	
— 纠错	— 动态发射机电平控制		
— 压缩	— 功率通量密度限制		
频谱发射特性的控制	— 功率谱密度限制		
频率容限	— 能量扩散		

不言而喻，有线网络可用来替代无线或无线电通信系统以减少频谱的需要，特别是在拥挤的地区和对宽带的使用。应该制定规划政策和法规以鼓励采用先进的智能网技术，使得有线传送系统和短距离无线链路之间实行无缝连接，实现调配需要的最小化。

2.10.3 战略规划

对国家频谱使用战略的制定将要求实施国家频谱规划战略进程。

战略规划可认为是一个长期规划的合理方法，只是通过假定大量的行动可以在现阶段进行，明确少量需要在规划中关注的关键问题，从而来简化或减少进一步的规划工作。在这种情况下，与长期规划不同的重要方面是，必须建立确认关键问题的程序。如果某个管理部门有一个以上的频谱管理机构，那么对关键问题的确认程序应由所有机构认可，而且对关键问题的选择必须一致。

战略规划的好处是减轻了不断扩大旨在规划活动的需要，而只集中在少数几个问题上。这也降低了制定规划的人力要求，避免花费时间考虑不需要考虑的问题。一般说来，在特定时刻，只有少量问题需要解决和规划。因此，对涉及内容广泛的长期规划通常不需要经常进行修订。相反，少量的问题可以采用战略规划来解决。

考虑到商业应用频谱的日益重要性以及对市场的有关研究，所有相关方包括管理机构、运营商、制造商和消费者都应牵涉在战略规划进程之中，因为协调和管理工作变得越来越复杂。技术的迅速变化、市场的自由化、全球化和公众福利都是战略规划的推动力。

频谱更加有效利用的根本战略和主要原则是：

- 市场驱动频谱划分的需要；
- 促进竞争；
- 接纳可预见和不可预见的先进技术；
- 需要国际协调和合作。

除了缩小了范围之外，这些步骤同样适用于作为其他规划活动一部分的战略活动。首先须确认当前和未来的需求，必须研究和分析解决该方法，收集有关方面的建议，包括其他可能受影响的主管部门的建议和关心的问题。

2.11 改进频谱管理化系统

改进管理系统的计划通常与国家频谱使用规划一样重要。制定这种改进计划要紧随频谱使用规划进程，在其中都必须事先确定任何计划的范围，编入现有能力，认定未来频谱管理的需求，探究其他可用的技术和能力，然后确定步骤，以使从现行状况下看到解决未来频谱管理需要的必要性。特别复审的范围可以包括整个进程。另一方面，它可能局限于某个具体活动或能力，诸如数据处理支持和数据库。

2.12 管理或执行机构

建立管理或行政机构来领导和监督频谱规划项目的实施是必要的，这样确保有关长期频谱使用战略的问题可以得到解决。这将包括，在规划程序框架内采用一个早期的问题认可系统。该进程可有专门的规划机构，诸如，工程小组或中心小组和任务小组提供支持。

制定任何种类的规划总是管理层主要的任务，但不能授权，这是因为考虑到做出决策的重要性及其后果。这些制定规划的机构职责是：

- 制定详细的战略政策和解决从战略政策转变成操作规划的有关问题；
- 分配财务和人力资源；
- 与实施战略相关的需求，结果和程序的战略复审；
- 与机构调整和管理系统相关的任何必要的建议；
- 更新用做频率管理基础的规划数据。

参 考 资 料

- CEPT/ECC [September 2002] Report 16 – Refarming and Secondary Trading in a Changing Radiocommunications World. European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT)/Electronic Communications Committee (ECC).
- NALBANDIAN, A. [February 1998] ITU-R Studies on spectrum management, ITU Radiocommunication Bureau, International Telecommunication Union, Geneva.
- NTIA [February 1991] NTIA Special Publication 88-21, NTIA TELECOM 2000 – Charting the Course for a New Century, Chapter 9. National Telecommunications and Information Administration, U.S. Department of Commerce.
- NTIA [February 1991] NTIA Special Publication 91-23, U.S. Spectrum Management Policy: Agenda for the Future. National Telecommunications and Information Administration, U.S. Department of Commerce.
- NTIA [December 1991] NTIA TM-91-152, Assessment of Technological Forecasting for Use in Spectrum Management. National Telecommunications and Information Administration, U.S. Department of Commerce.

ITU-R texts

- ITU-R Handbook – Spectrum Monitoring (Geneva, 2002).
- ITU-R Handbook – Computer Aided Techniques for Spectrum Management (Geneva, 2005).
- Rec. ITU-R SM.667 National spectrum management data
- Rec. ITU-R SM.856 New spectrally efficient techniques and systems
- Rec. ITU-R SM.1047 National spectrum management
- Rec. ITU-R SM.1131 Factors to consider in allocating spectrum on a worldwide basis
- Rec. ITU-R SM.1132 General principles and methods for sharing between radiocommunication services or between radio stations
- Rec. ITU-R SM.1599 Determination of the geographical and frequency distribution of the spectrum utilization factor for frequency planning purposes
- Rec. ITU-R SM.1603 Spectrum redeployment as a method of national spectrum management
- Report ITU-R SM.2015 – Methods for determining national long-term strategies for spectrum utilization.

第 3 章

频谱指配与核发执照

目 录

	页
引言.....	63
A 部分 — 为无线电台指配频率.....	67
3.1 频率指配过程的管制事宜.....	67
3.2 频率指配过程的技术事宜.....	69
3.2.1 为无线电台指配频率的程序.....	69
3.2.2 申请频率所需要的资料.....	70
3.2.3 频址规划的干扰分析方法.....	70
3.3 频率规划.....	73
3.3.1 线性频址规划.....	74
3.3.2 序列频率规划和指配过程.....	76
3.3.3 无干扰指配网格.....	78
3.3.4 蜂窝频站规划方法.....	79
3.3.5 灵活频站规划过程.....	80
3.4 软件和自动化.....	80
B 部分 — 核发执照.....	84
3.5 引言.....	84
3.6 核发执照的要求.....	84
3.7 为无线电台核发执照.....	85
3.8 核发执照的放松管制.....	87
3.9 核发执照的实际做法.....	87
3.9.1 为非商用无线电用户核发执照.....	88
3.9.2 为商用无线电用户核发执照.....	89
3.9.3 为电信业务运营商核发固定业务执照.....	90

	页
3.9.4 为移动业务核发执照	91
3.9.5 为广播业务核发执照	93
3.10 网上核发执照	94
3.10.1 简单的网上执照核发系统	94
3.10.2 更复杂的网上执照核发系统	95
3.10.3 多国网上执照核发系统	95
3.10.4 网上执照核发的其他问题	95
3.11 信息安全问题	95
参考文献	96
参考资料	97

引言

本章探讨国内无线电系统频率指配和执照核发的管理和技术两方面过程。一方面，频率指配必须保证现有的无线电系统能正常工作，同时使新系统达到特定的性能；另一方面，考虑到大量不断增长的公众需求，频率指配应该保证各种无线电通信业务之间干扰最小和无线电频谱及地球静止轨道得到有效利用。对于某些应用（例如广播和移动业务），对不同站的适当频率事先应总计性地指配，以便其后有关网络做必要创建和扩展时再行指配到各个站。该等活动可称为频站规划过程，但某些主管部门可能称之为频率分配过程。

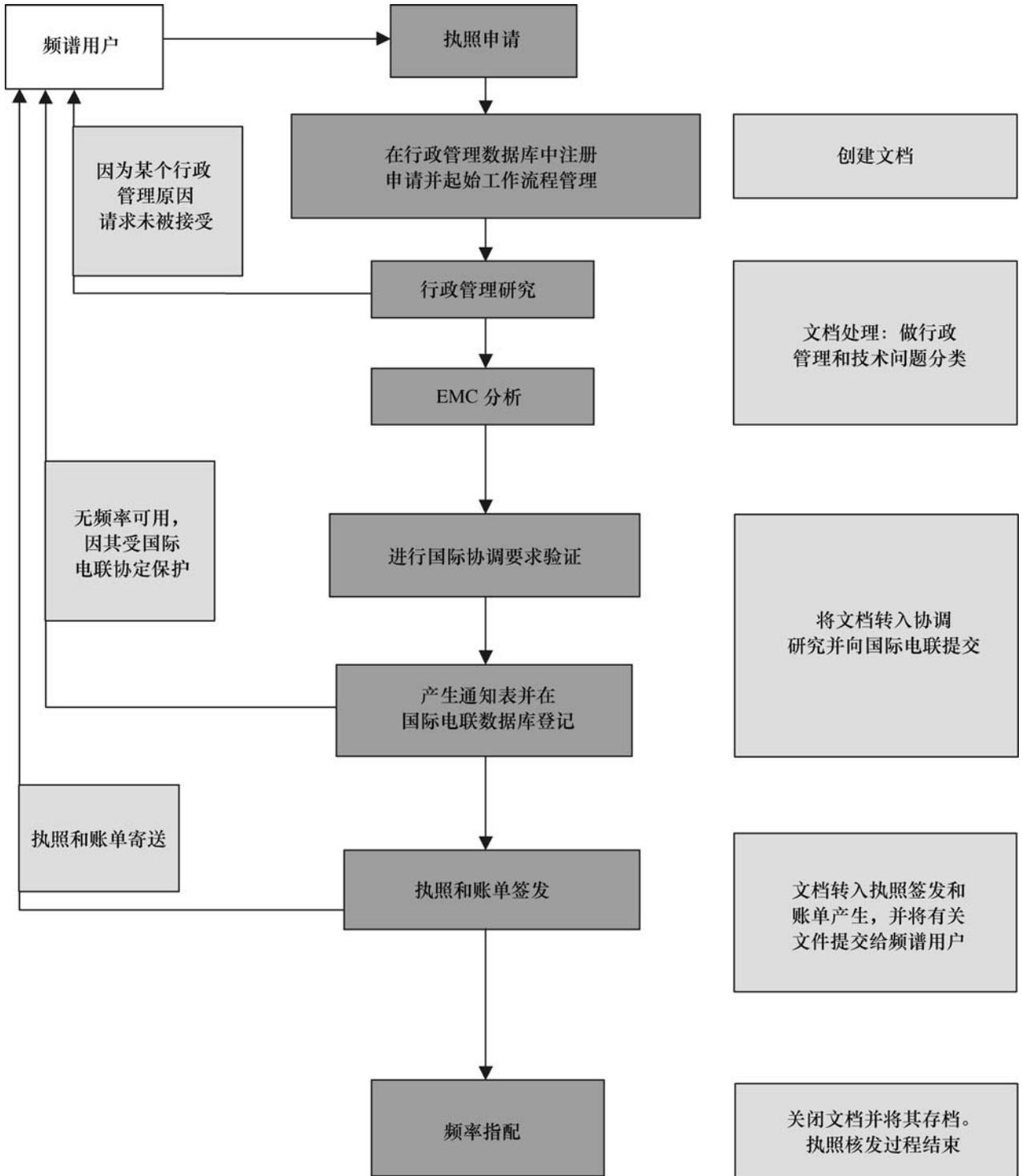
一个国内频率的指配过程，就是要保证新频率的使用不会对国内或国际已有的用户造成有害干扰。

指配过程包括对建议书中的无线电业务进行需求分析，同时进行相关研究，并根据国家频率划分规划指配频率。它还包括采取相关行动保护国内无线电通信系统免受另一国家指配频率的潜在干扰，这是指已在国际频率登记总表（MIFL）上公布的指配。国际电联备有 MIFR 的软盘，并且每两周在其无线电通信局的《国际频率周报》（BR-IFIC）上公布更新文件。

成功实施频率指配过程，可以导致在收取执照费或其他可能费用后才核发执照。图 3.1 所示为处理频率指配要求的一般程序。该程序为技术和行政规划奠定了基础。在许多频率管理机构中，行政管理程序占其工作和职员配备的大部分，因此，在为频率管理机构准备这一程序的操作版本时，要仔细考虑程序在频率规划时能切实可行（见第 1 章。）。同时还要考虑到根据实践经验，这一程序要经受定期重审和更改。

用户在申请频率指配时，一般要准备和提交一份申请表，其可根据每种或每几种业务的不同而有所不同。频率指配申请通常也是一般无线电执照申请的组成部分，在那样的情况下，只需要一个许可证或授权书（如果政府当局要求进行频率指配的话。），频率指配所需的资料与执照申请所需的资料相似，但没有执照所需的多数行政管理和与业务有关的资料。

图 3.1
频率指配和执照核发过程的一般程序



SpecMan-031

申请表应填有进行有关电磁兼容（EMC）分析所需的所有行政管理、技术和运作数据，也应填有进行国内和/或国际协调的数据。完成了执照核发过程，适当的一个或一组频率方能指配。对于容纳几个发射和接收站的一个无线电通信系统，可只需要一张申请总表，附以对各站的详细申请表即可。申请表的结构应该接近数据进入有关频谱管理系统（SMS）数据库的顺序，以简化数据进入过程。某些 SMS 系统能接受按机器可读格式做成的申请表所提供的自动数据输入。

图 3.1 显示在 SMS 系统中典型的频率指配和执照核发分系统的方块图例子。

数据库的功能图（见图 3.2）显示数据库中不同实体和实体间的连接实例。

图 3.2 描绘了所使用的全部实体，主要实体以蓝色表示，次要实体以白色表示。实体由链路连接。每条链路以深红色表示，例如，0, n 站与 1,1 台间的连线为深红色：

台 0, n ----- 1,1 站

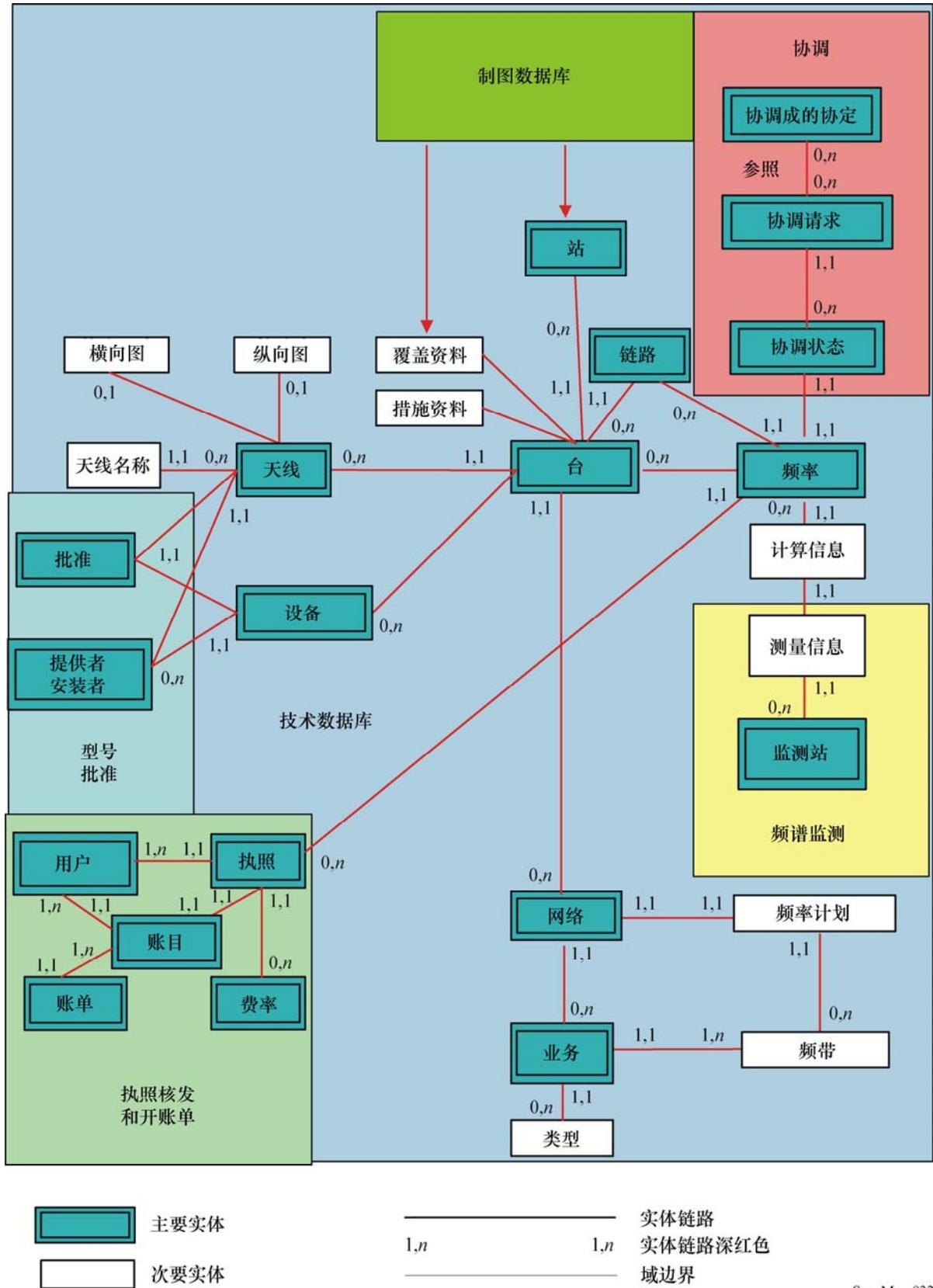
此关系表明，一个台可以被一系列站（从 0 到 n ）使用，而一个站只使用一个台（一个台可被 0 到 n 的多个站使用，但一个站只使用一个台。于是将所有实体集中到一个域以显示每个实体的功能使用。技术和行政管理数据库是由不同的域构成的： n

- 核心：技术数据库；
- 行政管理延伸：协调，执照核发，开账单，设备批准和活动统计。

一旦频率指配给一个发射站或接收站，申请表所表示的所有行政管理、技术和运行数据以及在频率指配过程中的可能修改，都应输入国家频率登记表。这个登记表与图 3.2 所示的数据库是一样的，只是对一套有关数据的状态有不同的显示而已（见 ITU-R SM.1048、SM.1370 和 SM.1604 建议书。）。这个登记表不仅能作为今后选择其他可用频率的参考，而且能为采取有效措施调整频率规划提供基本的材料，以适应众多不同用户的需要。应当特别关注国家频率登记表的编制和及时更新；此登记表必须有足够的空间记录足够数量的指配和能够清晰、完整表述每个频率指配的全部信息。目前，计算机软、硬件价格低廉，建议用计算机数据库处理和记录频率指配（ITU-R 手册 — 频谱管理的计算机辅助技术（2005 年版））。

除本章所述的频率指配和执照核发过程以外在某些情况下，频谱管理者对某些技术可以采取免除执照核发过程，例如，对 Wi-Fi, Wi-Max, RFID, 超宽频带（UWB）和其他近距离系统。

图 3.2
频率管理和执照核发的频谱管理系统数据库的组织



SpecMan-032

A 部分

为无线电台指配频率

频率指配是频谱管理过程的中心部分，也是所有业务所需要的部分。本节探讨频率指配过程的管制和技术事宜。在这里把行政管理事宜作为管制过程的一个部分考虑。

3.1 频率指配过程的管制事宜

国家频率管理机关应规定建立一个专门负责无线电系统频率指配的部门。这个部门应该处理管制和技术两方面的事宜。根据频谱管理组织的大小，可以在此部门内设专人或专门机构负责频率指配。

国家管制：在国家机关内应设具有对各种业务系统进行频率指配权限的专门管理小组，或者，设立一个单独的管理结构，其应具有对不同业务进行频率分配的权威。这样的机构能为几种业务，包括共用同一频带的多种业务指配频率。而且必须考虑到将频带用于不同业务或不同用户的特定无线电系统指配频带的可能性。因此，对国家管理部门来说，有关决定涉及频率指配的程序和确保无线电频谱有效利用的方法。

例如，根据国际电联《无线电规则》，陆地移动业务和广播业务共用大量频带，在这些频带上，广播业务是使用这些频带的主要业务，而代表政府利益的用户可能比商业用户优先获得无线电频谱的主要使用权。

所有这些行政管理事宜，以及有关拍卖、执照费、其他收费和罚款等事宜在国家的有关管理中都应有规定。它们可能以国家有关主管部门批准的整套国家无线电规则的形式和/或以单独的法令、政令或条例的形式而颁布。

频率协调程序：频率协调是，当有潜在频谱冲突时，现有频谱使用用户和未来频谱使用用户之间的协调。协调可能涉及技术、行政管理、法律、礼让或其他方面。

如图 3.2 所示,对负责频率指配的机构而言,一个重要的工作领域就是国内和国际频谱利用的协调。国家级协调必不可少,因为一个同一频带一般为属于不同用户的各个无线电系统共用。例如,有些微波网络可以由不同的政府部门运营,有些由国家或地方运营商运营,还有些由一个或多个私营公司运营—所有运营者都使用相同的频率分配。协调过程必须有适当的国家条例所管制。并且受到规划中新无线电系统影响的所有用户都有义务检验对该指配干扰的可能性。

频率指配时,就要根据国家的规定考虑它们的使用应受到某些限制。一些国家对某些业务所使用的专用频带规定一些地区性限制。这包括对特殊用户使用某些频率的限制,以及对特定频带内或某些地理区域内运营的特定业务辐射功率的限制等。

在某些情况下,尤其是在边境地区的频率指配过程中,需要进行国际频率协调。这是因为无线电频谱必须在各国管理部门之间、无线电业务之间和各类台站之间共用。另一方面,每一个主管部门都是自治性的。很明显,为了最好地维护各国主管部门的利益,需要达成关于频谱管理的一般条例和程序的国际协议。其主要目的是避免不同主管部门的台站之间的干扰。为了这个目的,应达成国际协调程序,通知具有同样边境的各国主管部门如何交换信息并如何采取必要的措施以保证不会出现有害干扰。

边境地区地面频率协调的主要态度是将频率资源公平地在有关各方分配。如果需指配的频率或边境地区人口差别较大,则在有关各方之间按比例分配。一方使用双方同意的一套频率,另一方则使用另一套频率。可接受的干扰条件应商定,并用商定计算程序按商定标准对考虑中频率进行核准。协商过程可以分为以下三个主要部分:行政管理规定;资料交换和技术计算。典型的国际频率协调方法参见 ITU-R SM.1049 建议书中的流程图,该建议书详细叙述了地面频率指配协调程序的指导方针。涉及频谱工程方面的详细信息参见本手册第 5 章。协调距离和协调区的计算有时候用人工完成相当容易。而有时候计算很复杂,而且很费时间,必须使用计算机进行分析。

关于在区域级将对固定和陆地移动业务有限指配频率的多边协定例子见维也纳协定 2000⁶,该协定不但包括所有必要的管制程序,而且包括所有必要的技术标准和计算程序。该建议书还辅有各种相关软件。所

⁶ 自 2001 年以来,2000 年的维也纳协定也称柏林协定。

有这些资料也可以成功地用于国家级的协调。维也纳协定的主要规定也在 ITU-R SM.1049 建议书中给出。在国际频率协调中，边界地区的广播电台之间的频率协调是可以免除的。

国际电联进行频率指配的国际注册，能够提供国际承认，而对于特定业务和频率规划而言，台站的操作能因之得到保护。对管理部门而言，将其认为需免受其他国际用户干扰的频率指配进行登记是对自己利益最好的保护⁷。

在 MIFR 中，频率指配的公布和登记的程序大体上可分为协调、公布、检查和登记，接下去的程序包含在《无线电规则》。如果频率指配系按区域分配方案或区域指配方案进行的，则该方案也应纳入拟遵循的协调程序。

国家机关有责任审查任何新的频率建议或已在《频率周报》上刊登的频率指配修改。审查要保证，有关任何这些已发表的国际频率需求可能对现有或规划中的国内无线电业务造成有害干扰的协调，在《频率周报》公布的日期已经开始。

3.2 频率指配过程的技术事宜

在大多数情况下，频率指配应解决的问题是：向频率指配申请者提供所要求的业务级别，同时保护申请者和现有执照持有者不受有害干扰。频谱有效利用的要求还意味，选定的指配应确保适应未来频率指配申请的最大机会。

3.2.1 为无线电台指配频率的程序

为无线电台指配频率的程序应利用：

- a) 计算机数据库，其包括国内频率登记表，即标明所有使用中的无线电台站的行政管理资料、地理位置和技术特性的总表；
- b) 与其他主管部门完成协调的频率指配的特别说明；
- c) 地形数据库，它可用于完成通过传播路径剖面的有用和无用信号电平进行精确计算；
- d) 作为一种型号而被批准的发射和接收设备的电子文库以及频率规划标准文库，其包括最小/额定可用场强、保护比、允许干扰电平，等等；
- e) 包括各种计算技术的 EMC 分析（见第 5 章）；
- f) 执照费和其他管理费收取的电子文库，或确定这些费用的计算程序块。

⁷ 有必要注意，在许多情况下，尤其对于地域辽阔的国家，或与最近的邻国都相隔较远的国家，这一协调是不需要的。

3.2.2 申请频率所需要的资料

要尽可能地保证国家使用的申请格式与 ITU-R 建议书相一致，申请表应包括无线电通信局在其 IFIC 中已说明或在适当的区域频率规划中已说明的各种数据。

3.2.3 频址规划的干扰分析方法

当在国际和国家范围内为无线电通信和广播网络制定频率规划时、当为各类无线电应用系统分配频率时、当不同国家的主管部门之间进行频率协调时，干扰分析都是必要的。

当决定一个接收点或一个业务区边界的所需信号或干扰信号之时，例如对于广播和一点对多点通信对特定无线电业务的最小/额定可用场强做比较和确定其保护比率时，就要开始干扰分析。在这方面，尤其重要的是要遵循无线通信局所规定的各种干扰水平。《无线电规则》载有干扰和保护比的以下定义：

第 1.166 款 干扰：由于某种发射、辐射、感应或其组合所产生的无用能量对无线电通信系统的接收产生的影响，这种影响的后果表现为性能下降、误解或信息遗漏，如不存在这种无用能量，则此类后果可以避免。

第 1.167 款 可允许干扰：观测到的或预测的干扰，该干扰符合本规则或 ITU-R 建议书或本规则规定的特别协议载明的干扰允许值和共用的定量标准。

第 1.168 款 可接受干扰：其电平高于规定的可允许干扰电平，且经两个或两个以上主管部门协商同意，并且不损害其他主管部门的利益干扰。

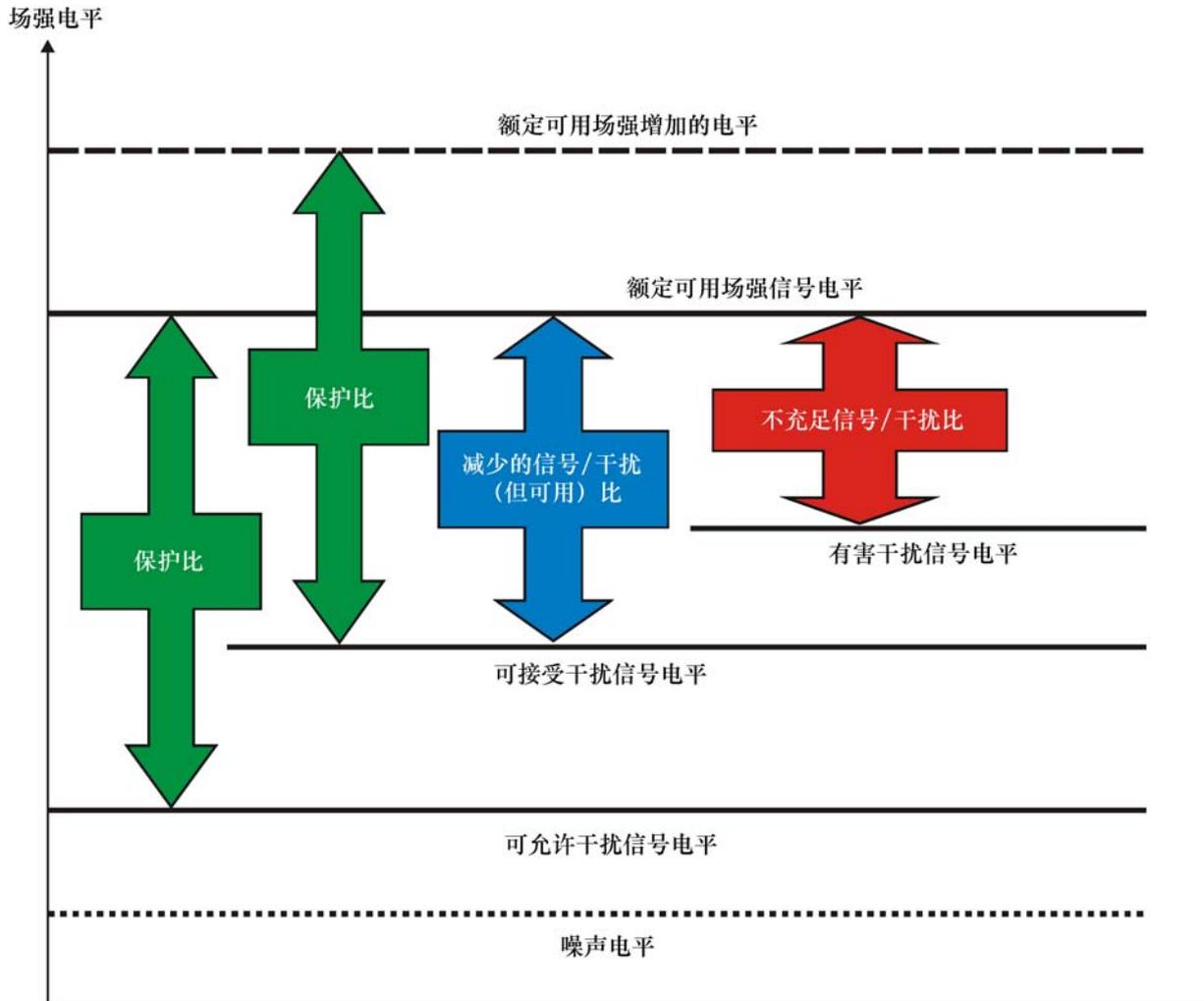
第 1.169 款 有害干扰：危及无线电导航或其他安全业务的运行，或严重损害、阻碍或一再阻断按照《无线电规则》开展的无线电通信业务的干扰（《组织法》）。

第 1.170 款 保护比 (R.F.)：为让接收机输出端的有用信号达到规定的接收质量，在规定条件下确定的接收机输入端有用信号与无用信号的最小比值，通常以分贝表示。

按照《无线电规则》，可允许干扰和可接受干扰等术语系在主管部门之间做频率指配协调时使用。但是在实际做法中，在国家一级，这些术语在频谱用户间做规划和频率指配协调时也使用。

图 3.3 说明：在陆地无线电业务中，并在单一干扰情况下，有害干扰和额定可用场强、保护比和允许干扰之间的相互关系。

图 3.3
可用信号和干扰信号电平间的关系



SpecMan-033

额定可用场强在频率规划和协调中是一个很重要的因素。在从其他发射机产生干扰的情况下，它表示提供适当信号接收（或系统性能）所需的发射机接受到的（或设想的）信号电平。如果干扰可以避免，在同一信道的无用信号必须限制在低水平。无用信号必须限制的程度由保护比（或余量）所限定，图 3.3 中最左边的两个箭头表示保护比。相应的干扰信号电平定义为可允许干扰信号或被接受干扰信号（被接收的或所设想的）电平。

在许多情况下针对干扰产生的保护是不必要的或不实际的。无线电业务可以在低电平信号或偶尔出现干扰信号的情况下照常提供。限定这种情况的信号电平可允许干扰电平更高，在上述图中显示为被接受干扰信号电平。这相应于来自无用信号的被接收干扰的情况。此定义见《无线电规则》中的上述第 1.168 款。然而，在这种情况下，系统的适当性能还是可以推断出的。同样的保护比也用于定义“额定可用场强增加的电平”。

如从图 3.3 可以看出，可接受干扰条件可以增加“额定可用场强电平”或增加信号/干扰比的方式而满足。但干扰信号电平的增加终究会导致不充分的信号/干扰比并引起干扰。

无用和干扰信号的电平不总是恒定不变的，而会在场强中随信号衰减而变化。为确保所需的接收质量，通常会对额定可用场强附加一些冗余量。它们的值可以为 6-12dB，对于某些时间百分比高的点对点微波系统，还可更高。

在图 3.3 中以一般形式说明的“额定可用场强电平”和保护比取决于具体业务、频带、业务质量和其他因素。现有的自动化频谱管理系统已将这些值存于图书馆，以便用于有关频率指配和频站规划程序。

有时候，发展很好的无线电系统被称为“无干扰系统”（例如，见 3.3.3）。实际上，这就是指满足所设想的、特定抗干扰条件的网络。的确，真正无干扰操作需要在使用同一或临近频率的台站之间有很大的地域隔离，而且无干扰操作会降低频谱的利用率。如果各网络的所有台站都在可允许干扰水平的情况下操作，频谱就会得到有效利用，当然这种可允许干扰会因不同无线电业务的不同台站而有所不同。这就是说，可允许干扰在频站规划程序中发挥着积极作用。一方面，可允许干扰水平是所需传送质量的标识，另一方面，它也是有效利用频谱的标识。

干扰分析技术详见第 5 章。

3.3 频率规划

从无线电频率有效利用的观点来看，频率规划涉及，对构成移动通信网络或广播（电视或声音）系统的基站或广播电台之间，对一套给定的频率信道进行最优分配。频率规划能导致这样的观点：为给定网络所运营的地区提供最完整的覆盖。

规划可以规划地区的地理和地形条件是统一的这一设想为基础而着手进行。这种设想可以允许传播损失的标准估计。所得出的规划提供统一的地区覆盖，但是不能适合规划地区内的要求和条件的不同。在这种情况下“总规划”应做得便于调整，有时需要特别协调。在另一些情况下，总规划可以允许站址和频率的初步安排，这种安排可根据实际情况而进行调整。在现代，频率规划强调灵活，它就要求这种形式的站址规划包括对今后调整和改变的周到考虑。

无线电频率覆盖和频率指配计算机程序的问世使这些规划的调整更为实际。请注意，管制部门没有必要承担制定这些年规划的责任，例如，对于蜂窝电话，这些规划通常由蜂窝电话运营商自己制定。

除下述五种方法，还可用其他频率指配规划。传统上，频率规划的拟定采用两种方法，它们是：

- 点阵法 — 频率资源在一个区域对称地并在地理上规则地分布；
- 非点阵法 — 在一个地理区域，频率资源是不规则地分布，然而频谱有效利用式的分布。

两种中的任一种都适合指配/分配规划，且在有先在条件时都可以使用。对于规划方法的选择，点阵法对过去大多数频率规划提供了基础，其对要求特性比较一致地区的数字广播规划也会适用。这种方法主要在这样的地区适用：频率指配系从模拟指配转换成数字指配，并成为规划的一部分。

但是，在没有统一数字广播要求的地区（例如，业务区域大小很不相同和接收条件很不相同的地区），或者在需要设数字广播电台的地区以及已有模拟电台网络的地区，非点阵法则既对所需覆盖也对可用频谱最有效利用提供最佳方案。这种方法能增加不以任何规则的形式在整个地区进行分布的指配，但不会提供均衡化的业务区域。

任一方法的规划过程都可分成“兼容分析”和“综合”两个阶段。分析阶段系为识别不兼容情况，应考虑对这些不兼容的反应措施。

规划过程可以下列步骤加以总结：

步骤 1：提交数字广播的输入需求；

步骤 2：识别模拟广播电台站和需予以考虑的其他业务；

步骤 3：进行兼容分析；

步骤 4：评价步骤 3 获得的结果；

步骤 5：关于各种业务间的兼容进行行政管理性的输入，如必要再回到步骤 3；

步骤 6：进行综合，综合的结果就是规划；

步骤 7：重审结果，并回到步骤 5，然后，如果结果不尽人意，则回到步骤 3；

步骤 8：采用最后计划。

3.3.1 线性频址规划

线性频址规划由德国汉堡无线电广播研究所提出。它在许多无线电广播国际会议上使用（1961 年，斯德哥尔摩；1963 年，日内瓦；RARC 1+；1984 年，日内瓦）。

这种方法也能用于移动无线电通信系统[1982 年，Gamst 和 1981 年，Hale]包括蜂窝系统的频率规划。

线性频率规划的方法基于以下的理论假设：

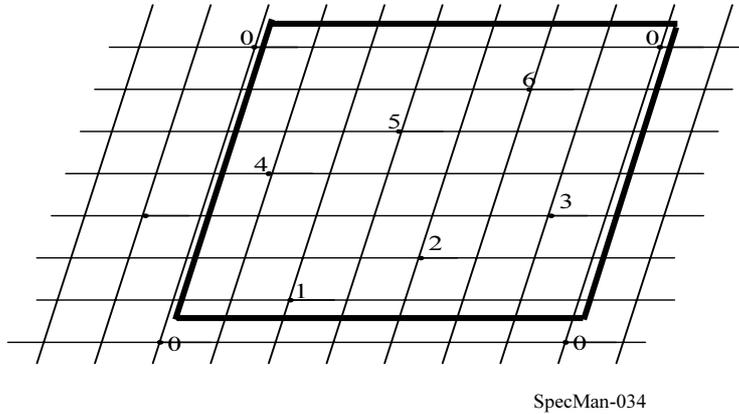
- 所有的发射机都相同，它们的功率和天线高度都一样；
- 天线辐射图在水平面内是各向同性的；
- 无线电波的传输损耗不是传播方向和频率的函数。

以上假设情况下每个发射机的服务区边界是一个圆，其半径取决于业务种类（声音和电视广播，移动通信，等等）和所考虑频率范围的无线电波传播定律。

这个方法的应用可导致一个同类发射机网络，网络中最近同频道发射机处于地球表面几何点阵的节点上。在这样的点阵中，每个发射机附近有六个同频道发射机。

图 3.4 显示发射机的点阵分布，有七个可用的同频道指配。理论网络由利用夹角坐标系统的映射坐标组成，其夹角为 60° 。

图 3.4
无线电台站的规则点阵



在其结点上使用频道 $i = 0 \dots$ 的发射机节点的同频道菱形所在之处在图上已着重标出。最靠近原点的发射机由数字 $1 \dots 6$ 标识。由数字 0 标识的台站所处的同频道菱形叫主同频道菱形，由数字 $i = 1 \dots 6$ 标识的无线电台站处于此同频道菱形的内部结点上。对每个菱形来说，各个无线电台站的信道号码在菱形内的分配都是相同的。

使用以下输入数据：

- 由网络内某个发射机所确保的业务区半径；
- 不同频道发射机之间所容许的距离。

对规则的发射机网络来说，采用这种规划方法可得出下面的参数：

- 所需的最小频道数；
- 规划网络中分配给无线电台站的频道数；
- 不同频道 i 发射机之间的实际距离；
- 使用频道 i 的无线电台所在的主同频道菱形的网络模式坐标。

用一种不同的程序来计算不同频道发射机之间的距离，以确保事先确定的可接受值服务区内相互间干扰的水平。

应当注意,实际发射机网络不具有如图 3.4 所示的规则几何图形,它们的技术性能也和理论网络不一样。与几何规则图形、理论功率和天线高度的偏差不可避免地降低了频率规划的有效性。然而,采用上述方法,将频率规划的有效性作为限制条件的函数,将限制条件作为输入数据,能够画出清晰的图形以显示频率规划。

如上所述,通过使用以上方法得到的频率规划是启发式的,但该规划本身不能说就是标准化的了。

线性频率规划的结果可以下面的方法加以应用。将理想规划网络中的发射机方格标在规划区域的地图上,将指配的频道分配给最靠近方格结点所在位置。在为特定图形地点分配频道时,发射机功率、天线高度等应按频率规划所采用的值做修改。

完成这项规划后,有必要使用更准确的预测方法,按照每个台站的实际数据,检查网络中每个发射机的服务区半径。

在某些情况下,尤其是广播业务,每个地点需要几个频道而不是一个。这也可以通过使用线性规划程序而得到。该程序基于多个匹配的规则矩阵为基础,而该等矩阵以每个地点有不同的频道,而且达到尽可能多为条件。如果要求避免互调干扰,还可附加一些限定。

3.3.2 序列频率规划和指配过程

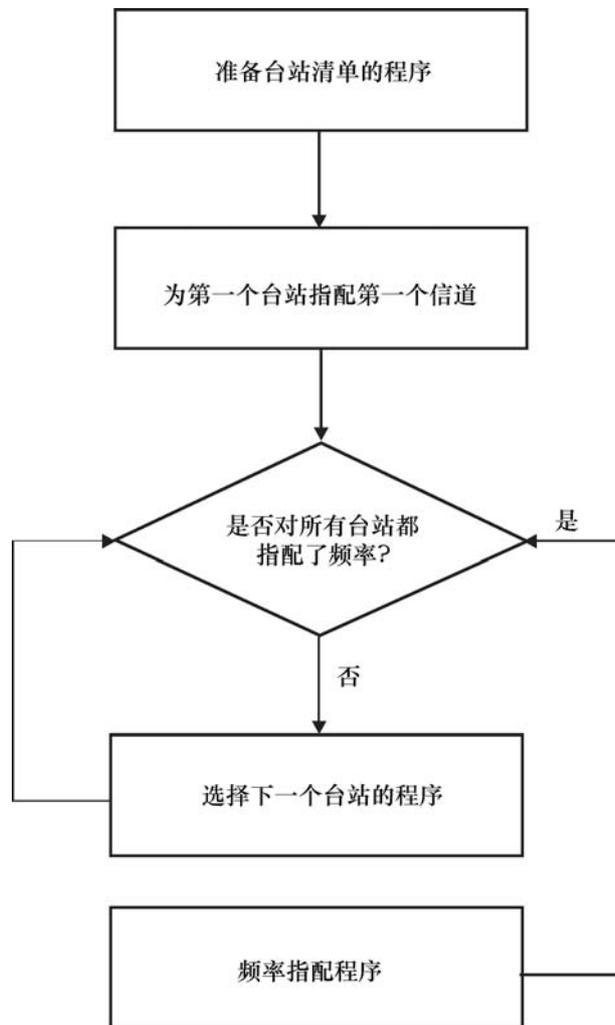
这种观点是从可用频率固定清单中为台站清单所列的每一个台站选择一个频率。

使用这种方法的网络规划需要以下输入数据:

- a) 欲为之指配频率的基站或广播电台的清单,包括其地理坐标;
- b) 可用频道的清单;
- c) 指明使用某一给定频率的无线电台站之间所需距离的统计表。

图 3.5 显示了一般算法逻辑方框图。如图所示,频率规划的算法包括三个步骤。第一步是准备需要选定频率的无线电台的清单。清单所列无线电台站排列的顺序对应给发射机分配频率的难易,难易程度可由一个给定无线电台站的同频道干扰区内台站数量来定义。同频道干扰区内台站越多,给这些台站分配频率就越困难,在清单中这些电台就越靠前。

图 3.5
频率规划的一般算法



SpecMan-035

给无线电台站指配频率从清单中的第一个台站开始，为它指配第一个（低点的）频道。

为了选择清单中每个排在后面的无线电台站并为其指配频率，可从几个程序选择一个程序，这些程序已经制定。最简单的程序是保证无线电台站选择的优先顺序与它们在清单中的顺序相对应。

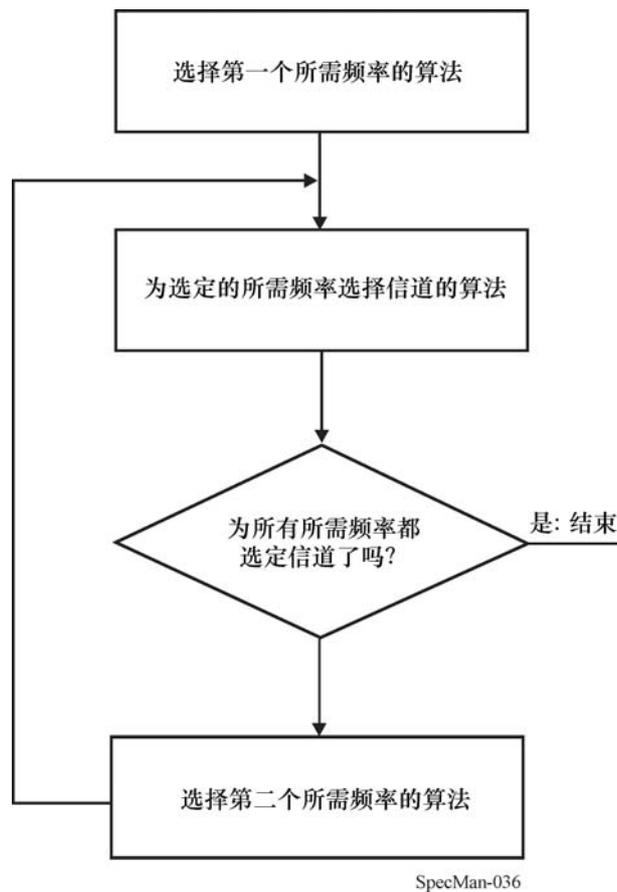
必须注意在实际中为新设无线电台站指配频道时经常发生的一个问题。这些无线电台站必须存在于那

些现有的、频率分配已获承认的无线网络。例如，对电视系统而言，在有些地方接收单个高功率电视台的节目很困难或根本不可能，因此为了做到节目全部覆盖。就需要大量的中继站覆盖小服务区。

这个小功率电视子系统中频率规划的特殊问题可通过使用[1984 年，O’Leary; 1984 年，Hunt 和 1984 年，Stocer]文件所述的方法来解决。

图 3.6 所示为在第一区和第三区的部分地区内数字地面广播业务以 RRC-04 进行规划所采用规划方法的流程图。

图 3.6
顺序频率综合规划的一般流程图



3.3.3 无干扰指配网络

由加拿大[1989 年，Delfour 和 De Couvreur]为陆地移动业务提出的方法，是无干扰的指配网络的应用。

这种方法是一个基于计算机的系统，它的起点是建立同频道和邻频道共用、去敏以及接收机和发射机的互调干扰方程。考虑到可能使用带通滤波器，可构造一个高容量网格。留给频谱管理者决定的是有关同频道的条件，尤其是距离间隔。这种方法能减少决策变量。指配网格能提供更有效的频谱利用和服务质量的均衡。使用计算机系统，对网格可以进行调整，以适应需求上的、不同地形的变化以及当人口增加和迁移时不同区域的变化。

3.3.4 蜂窝基站规划方法

过去几十年中，随着移动蜂窝系统的问世，陆地移动业务一直增长得特别快。这些系统能更有效地利用无线电频谱，因为每带宽的工作用户数量比传统的陆地移动网络的用户要多得多。这个有效性取决于每个基站参数的选取，这些基站为各特别限定的小区或蜂窝服务。蜂窝覆盖一个基站网络的工作区域以及不同地区之间的公路或高速公路。

在蜂窝网络中，相同频道的各蜂窝之间的距离 D 通常不大于 $D = 3.5 R_0$ 到 $D = 5.5 R_0$ 。 R_0 是蜂窝的额定半径。因此，在蜂窝系统中，频率再用的效率很高，其频谱利用的有效性可大大提高[Lee, 1989]。

由于干扰限制，每一套相邻蜂窝不可能使用同样频道，这套蜂窝则称为一个群。在一个群中的蜂窝数就是它的大小 [Lee, 1989]。

基站可以使用水平极化全向天线和 60 度或 120 度波束宽度的扇区天线。使用扇区天线，每个蜂窝又可分成 6 个或 3 个扇区，需要为每个扇区指配不同频道[Lee, 1989]。

为了给蜂窝移动系统准备完整的频率规划，有必要确定该规划的以下基本参数：

- 一个群的大小（小区数）；
- 一个蜂窝内的扇区数目 M ($\theta = 360^\circ$ 时, $M=1$; $\theta = 120^\circ$ 时, $M=3$; $\theta = 60^\circ$ 时, $M=6$; 这里 θ 是基站天线波束宽度)；
- 基站数目；
- 蜂窝的半径；
- 基站发射机的等效辐射功率；
- 基站天线高度（移动站的高度通常设计为 1.5 m）。

这个步骤能确定频率规划所需的所有参数。为了制定一个基于蜂窝系统中每个基站的信道数目和区群形状的综合规划，需要定义分配给一区群中所有基站的特定工作频率。为此，邻频道蜂窝之间的干扰以及一个蜂窝内同样扇区信道之间的互调干扰，必须减少到最小。

为了蜂窝系统综合频率规划，[1982年，Gamst和1981年，Hale]里论述的方法可以使用。

3.3.5 灵活频站规划过程

对于某些无线电业务和其应用，诸如包括微波系统在内的规定业务或专用移动无线电系统（PMR），通常不用制定预先确定的、呆板的频站规划。对每个拟议中的新应用，按以下原则确定频率指配即可：对应国家频率登记中现有的频率指配，对每个新提出的频率进行兼容分析，以确定这一新频率不会影响现有的指配，也不会被现有指配所影响。有关电磁干扰兼容性分析程序在第5章和维也纳协定2000中都有说明。

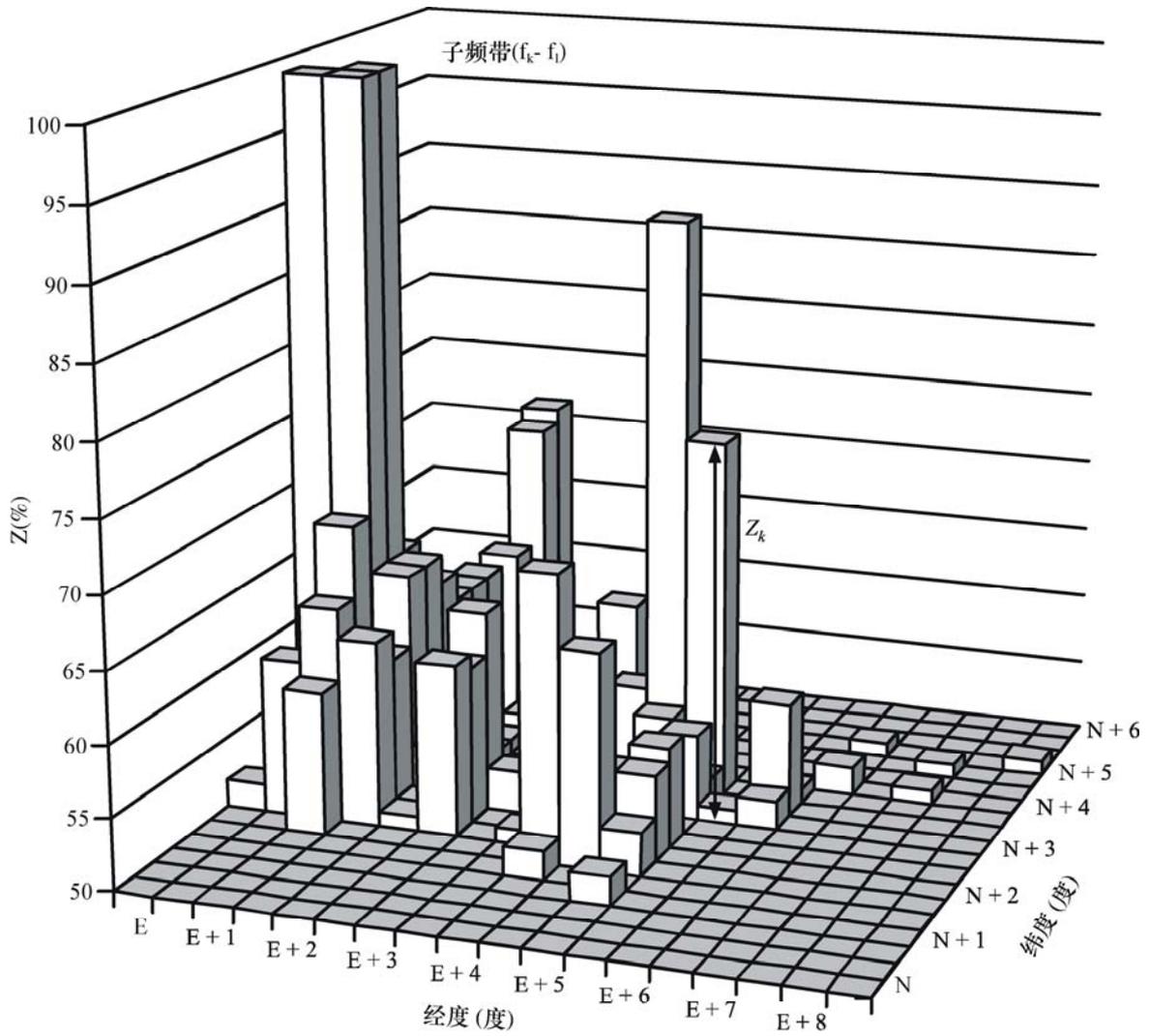
如果要加快对所需台站指配频率，则可使用ITU-R SM.1509建议书所给定程序。这种方法实际上就是给出每个不同台站的具体子频带占用数据而已。这种方法可大大简化频率指配过程，因为对于所需进入的新台站，针对比其他子频带更少被占用的一个较窄子频带内有限的频率指配而言，这种方法可以进行EMC分析。

例如，图3.7表示，在一个 $8^\circ \times 8^\circ$ 整个区域内的 $1^\circ \times 1^\circ$ 维的一个子频带($f_k - f_i$)内的频谱利用系数 Z （此系数在ITU-R SM.1046建议书中有规定）的分布。从中可以看出，对于这些蜂窝而言，子频带 Z_k 适合做进一步的EMC分析，但其他的子频带就不适合。

3.4 软件和自动化

如国际电联频率指配计算机辅助技术手册（2005年，日内瓦）所述，频率指配和向子系统核发执照需要计算机和存储媒介。计算机软件可以进行基于上节所述方法的兼容和频率规划的计算。现代频率管理系统（SMS）计算机软件可以根据用户的具体需求进行容易的用户化计算。利用该软件，可以产生文件表格，也可以为传播（2000年，Topcu *et al.*）和核发执照费用计算等模式编制程序。为SMS用户化而专门拟定的执照费计算模式已经问世（2000年，Pavliouk）。现代计算机SMS软件在与各种数字化地形图一起应用时可以容易地进行调整。

图 3.7
频谱利用系数 Z 在选定子频带所用地区内的分布

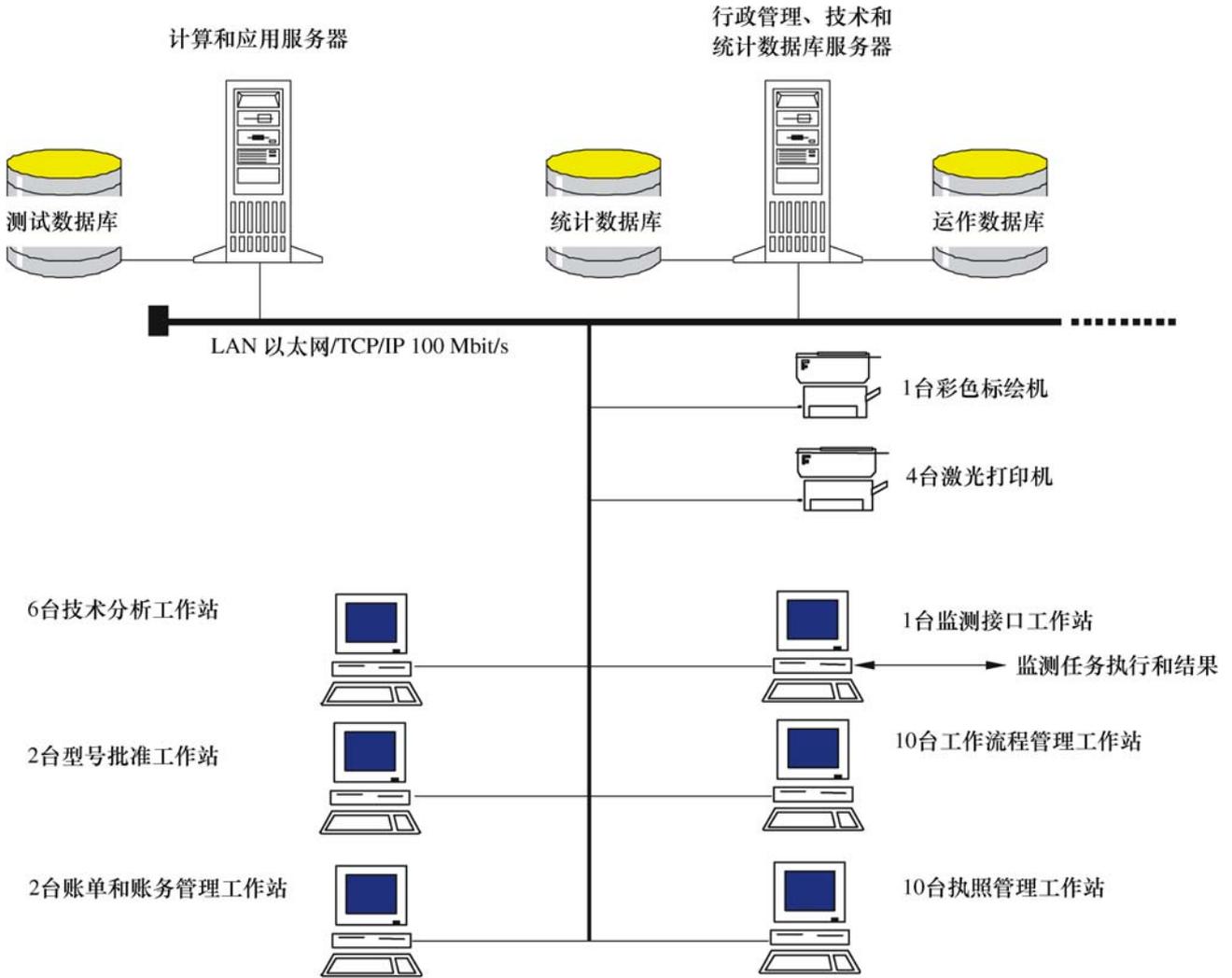


SpecMan-037

在一些有通用自动频谱管理系统, 且该等系统包括所有无线电业务的无线电设备[1990年, Bare 和 2002年, Bykhovsky *et al.*]的国家, 欲对诸如电视和 VHF 声音广播、陆地移动和固定业务等不同业务提供自动本地系统, 则可使用个人计算机进行程序编制。[1986年, Vasiliev *et al.* 和 2003年, Dotolev *et al.*]

图 3.8 给出了典型 SMS 的运营配置的例子。

图 3.8
SMS 运营配置示例



SpecMan-038

典型的 SMS 包括：

- 计算和应用服务器：SMS 软件、计算文档管理、备用和恢复管理；
- 行政管理、技术和统计服务器，运作数据库管理；
- 测试数据库：用于测试和新 SMS 评价的数据库；
- 运作数据库：用于行政管理运作工作的数据库；
- 统计数据库：数字地形模式、地物干扰、行政管理限制和扫描地图；
- 彩色标绘器：绘图显示、覆盖图；
- 激光打印机：正式文件；
- 技术分析工作站：利用绘图显示进行 EMC 分析的工作站
- 型号批准工作站：进行设备批准管理，包括进口和销售许可证管理等的工作站；
- 账务和账单工作站：获得账务和账单管理数据的工作站；
- 监测接口工作站：布置任务和集中监测结果的工作站；
- 工作流程管理工作站：处理频谱管理等内部行政管理事务的工作站；
- 执照管理工作站：管理执照核发过程和开发账单的工作站。

所需设备的数量取决于管制部门的要求。

B 部分

核发执照

3.5 引言

“核发执照”在电信业的各种情况下以及其他商业和政府活动的许多方面都广泛适用。“核发执照”一语在无线电运营方面也适用，意味着许多事情。通常，一个核发文件包含商业运营和无线电频率使用的诸多方面，即允许经营某种生意和允许使用某一频率在执照中都有反映。在本部分，“核发执照”只专门考虑无线电频率的使用，即“无线电频率执照”。

无线电频率执照核发用做管理无线电频谱的一种手段。（如《无线电规则》第 18.1 款所规定。）但是有效的频谱管理必须考虑无线电频谱的所有用户，包括私营团体、企业和政府。政府和其他非私营频谱使用者按照频率管理者的某种允许而运营是一般现象。该等“允许”或“授权”经常是以“执照”的形式予以考虑的，即使涉及不同的法律部门也应当如此进行。下面关于核发执照的探讨应用于核发过程的最通常形式，包括允许、授权和其他类似文件，除非另有专门说明。

3.6 核发执照的要求

无线电执照核发系为达到几个重要目的。最重要的目的是限定无线电台站的技术和运作特点，以便为国家利益保存无线电频谱的有限资产。另一个重要目的是维持管理频谱所需的完整登记，从而达到在改进频谱有效利用的同时避免干扰。

《无线电规则》第 18.1 款要求所有私人或企业建立和运营的发射台站都应有主管部门颁发的执照，除非在有国家决定允许在无干扰基础上运营的情况。《无线电规则》第 18 条规定了执照持有人的基本责任，并为主管部门如何解决在移动台站进入其他主管部门辖区而引起的各种问题制定了指导方针。

所有执照都要明确：持照人姓名和地址、发射台站所处的地理位置或所移动到的（如果是移动台站的话。）地理区域、台站的技术参数和运营条件、台站可能使用频率指配的目的、执照的有效期限。所有这些都是为了确保获得执照的台站不对其他用户产生干扰（见《无线电规则》第 3 条。）在多数情况下，被指配的频率、发射天线的发射参数和基本特性在执照中应当列出，关于发射的授权可以在另外一个文件中列

明，该文件授权不只一个发射机或不只一个指配频率的使用。也可对接收台站颁发执照，说明其基本参数。对执照一般都要收取费用。核发执照可能遇到的问题是：谁应该被发给发射执照？如何达到频谱有效利用的目的？

近来，各主管部门为移动网络进入公众网络提供了频率。在这种情况下，移动网络运营商有责任管理他们的频率，限定他们台站的发射功率，确定他们网络的其他参数，所有这些都是核发执照时应当加以考虑的限定。

对于公众移动网络，频率管理当局不用对其每个移动台站单独地颁发执照，但这并不排除移动网络运营者向频率管理当局宣布他们要在网络中投入业务台站的位置和基本参数的义务。

3.7 为无线电台核发执照

为频谱使用核发执照是防止各种业务和台站相互干扰所必须的手段。但是，对于某些低功率的应用，例如，民用频带内的台站、无绳电话、近距离装置、特宽带系统、电子装置、安全系统，等等，可以免除对之一一核发执照的要求。这是为了减少管理部门和用户的管理和经济负担。

应该认识到如果没有执照核发系统的纪律约束，无线电干扰可能很快达到不可接受的程度，于是，为信号的发射或接收所作投资的价值将大大减少。为通信系统作了投资的频谱使用者希望一个执照核发当局确保他们的设备在正常情况下运转，免受有害干扰。

某些主管部门利用“型号批准”或“型号验收”的程序确保产品的设计在技术上和实际中能够适应与该产品相关的、已规定的管制要求。这些管制要求的存在使无线电设备及其用户能够互相共存，确保频谱的利用具有最可能实际的经济性，并有利于无线电设备的有序发展和使用。限定性地免除干扰可能是附加要求。

型号批准需要送交批准测试实验室（有时是政府）测试的、按某种取得一致或公开技术规范或标准制成的设备样品。如果设备已被批准，应签发一张合格证，制造商应在产品上固定一个标记以说明产品是“批准型号”。

型号验收只要求制造商将测试数据提交主管部门审核。测试的条件和所需样品的数量应当明确。如果提交的数据可以被接受，也要签发合格证书。设备制造商也应在产品上固定一个标记以说明产品是“型号已验收”产品。

设备的批准或验收对制造商和主管部门来讲都是费用昂贵和耗费时间的过程，尤其是在主管部门制定了自己的技术规范或者要求制造商在设备拟投入市场的每个国家都获得批准或验收的情况下。认识到这一点，有些主管部门达成了“互相承认协定”以承认每一方的批准和验收结果。视型号批准为不必要管制和潜在贸易壁垒的概念与日俱增，特别是越来越多的设备在没有管制限制的条件下在国际上投入市场，传销和运营，例如，公众移动电话就属这种情况。有一种倾向是，将责任从管制者转移到制造商或供货商以确保设备符合最基本的要求（符合评定）。市场的监视将识别不符合标准的设备，忽略标准的制造商或供应商将遭受惩罚。

一个模范程序是欧盟成员国通过实施法律上可强制执行的《无线电和电信终端设备（R&TTE）指令》而制定的。到 2001 年 4 月 8 日，R&TTE 指令取代了 1 000 多项各国所制定的管制性规定，并对设备的投放市场和使用进行管制。指令覆盖所有使用无线电频率的设备，也覆盖所有与公众电信网络相连接的终端设备。指令要求无线电设备有效利用频谱，避免造成有害干扰。

评价产品是否符合标准是设备制造商的责任。设备通过法律上被承认的实验室测试合格后，制造商只需要发布“合格宣言”，而无须从某个官方机构获得批准或验收证。当无标准可采用或标准不使用时，制造商仍然有走向世界市场之路，那就是广泛地证明其设备是如何在技术上已经满足要求。欧盟国家有义务获得无线电频谱的条例，因此，制造商在频率分配和使用中各国情况有所不同，从而可以生产出适合尽可能大的市场的产品。制造商有义务告知用户产品打算如何使用以及在使用中有何局限，同时在产品的包装和手册上加以说明。这就意味着，制造商需要明确告知用户设计该产品是为了使用哪部分频谱。

根据世界贸易组织规定，许多国家达成相互承认协定。这些协定信赖：相互承认证书、合格标记实验室签发的测试报告或各缔约方合格评定机构根据其他国家的规定所签发的报告。

超过主管部门决定的使用期限，执照应该更新。更新后的执照对将来无线电频谱的利用有重要影响。通过对执照有效期的确定，以及对型号批准和型号验收期的限定，就能够确保最终所采用的新技术总是那些能导致频谱更有效利用的技术。

从核发执照的记录获得的数据，可用于为获得频谱提供统计信息，也可用于指明国家频谱应用的趋势，还可用于帮助预测未来频谱需求的趋势。

核发执照可以用于限制某些可能引起有害干扰的无线电设备的生产，销售，占有和进口。

无线电执照数据对从事跟踪干扰申告的执法机关很有价值，并有助于查找非法无线电台。

3.8 核发执照的放松管制

低功率、近距离无线电装置如按正确的技术条件操作，对其他无线电用户的干扰是极少的。在这种情况下，对许多低功率的装置，可以免除核发执照。

这样做，对用户、制造商和供货商可以提供—个放宽的管制体制，同时，为主管部门省却很多麻烦。用户可以不再支付费用和填写申请表格；制造商和供应商可在—个减少管制的环境中将产品投放市场，以便使公众享受到潜在的好处。属于这一类的产品可以包括：金属探测器、无线电控制模型、防盗装置、地方报警器、无绳电话和特宽带装置等。

这些装置通常与其他应用共用频率，所以—般禁止其对那些其他应用产生有害干扰。如果近距离装置对经授权的无线电通信引起干扰，即使该装置符合所有技术标准，并且对该种设备的授权为国家条例所需，运营者也得被要求停止此次运作，直到干扰问题被解决。如果相互间有干扰，低功率、近距离装置是不受保护的。关于这种设备的更详细情况见 ITU-R SM.1538 建议书 — 近距离无线电通信装置的技术和操作参数以及频谱要求。

3.9 核发执照的实际做法

在任何结构很好的频谱管理单位，执照核发系统发挥主要作用。通过以下做法，它对所有台站的运营和频率的使用进行控制：

- 检查执照申请文件和支持性文件，以确定，从法律和管制的角度，决定执照申请是否符合有关要求，并决定所涉无线电设备在技术上是否可以接受；
- 对可能不需要执照的政府机构或普通消费者使用的通信装置颁发专门的或空白的授权证书；
- 为各个台站指定可识别的呼号；
- 签发执照文件，收取适当费用；
- 必要时重审和取缔执照；
- 检查（业余）操作者的能力，并为其颁发证书。

通常，一份无线电频谱执照应符合以下一系列不同的一般要求，尽管具体的无线电业务有专门对它所提出的特定要求：

- 无照经营无线电业务是违规的，除非该种业务是免除执照核发的。
- 根据国家法律，对无线电执照中所列参数的所有更改都应经频谱管理当局授权才能进行。对执照细节拟议的所有更改都应报告适当频率管理当局。
- 执照应确保任何运营无线电台站的人都要服从执照所定条件。
- 如属适当，所有信息在开始前和结束后都应伴有台站的呼号或识别信号。
- 执照应包括一份有关干扰、免除干扰以及包括设备本身安全在内的安全程序说明书。
- 执照应包括关于通过质量保证方案对设备进行维护的说明。
- 站址工程条件也应纳入核发执照详细说明。

主管部门可以对频谱核发执照向用户收取费用。费用可以反映：所用频谱的重要程度、无线电频谱不能让他使用以及频谱使用所导致的经济效益。收取费用的多少也可作为导致频谱最佳使用的途径。这一问题在第 6 章有详细叙述。

在许多国家，主管部门考虑两种用户：商用无线电用户和非商用无线电用户。

3.9.1 为非商用无线电用户核发执照

非商用执照者是无线电用户中的主要类别之一。这些组织使用无线电是因为无线电是他们追求公众关心活动的最基本资源。船舶和飞机通信和导航需求、警察、救火和医疗响应业务、以及某些共用事业都属于这类用户。将科学无线电用户也纳入这一类是方便的。几乎所有非商用无线电业务在某种程度上为非商用用户所用，而对于某些业务，它们是惟一的用户。

主管部门可以要求做运营者执照检查，以确保某些个人是否有能力操作或维护非商用无线电发射器具。另外，《海上生命安全公约》和《无线电规则》都规定，只有持有执照的个人才能或者操作或者在某些情况下负责发送无线电业务。

无线电运营执照典型地与安全服务、业余无线电或其他安全通信所使用的服务有关。这方面的例子有：航空导航执照；在全球海难和安全业务中的业余操作者执照；安装，维修或维护船舶、飞机或其他方面发

射机的个人运营以及宽带发射机的操作和维护执照。某些国家要求把受过起码专门教育作为对运营者做检查的前提。另一些国家没有教育程度的要求，但是相信某些经验（学徒的身份）或考试。各国应当考虑接受其他国家颁发的、具有众所周知的合格标准的无线电操作者证书。这直接适用于航空和航海操作者。这更方便有效和经济的鉴定，尤其在国家的工作量相对较轻，对最新的操作者作考试所需努力有充足的权限之时。后一种情况在考试需包括高级技术问题的情况下尤其适用。

尽管主管部门坚持要求非商用用户配合以确保指配给他们的频谱能得到有效利用，这些机构也通常能提供最基本的无线电需求。这些都不成问题。但是，执照费还是应当收取，或者其他的资金转账还是应当进行，以充足地应付主管部门适当部分的开支。

3.9.2 为商用无线电用户核发执照

发射机商用执照持有人基本分为两类：业务提供者和私营无线电用户。业务提供者建立系统系为他人使用，私营无线电用户通常是在自己做生意的过程中使用自己的无线电系统。尽管是非商用，但业务提供者基本上都是宽带业务和广播卫星业务(BSS)的用户。他们也是卫星固定业务(FSS)和卫星移动业务(MSS)的主要用户。私人用户只有业余业务和卫星业余业务的用户。两类用户分享固定业务和移动业务的商业使用。

业务提供者提供的和私营无线电用户从固定业务和陆地移动业务运营者所获得的产品是相似的。但是，在某些情况下，私营系统比从业务提供者租得的设施更为便宜和灵活，但是后者可望对频谱有更有效的利用。于是，在频谱不太充足的情况下，主管部门更愿为业务提供者而不愿为私营无线电用户发执照。但是，主管部门倾向于在几种业务提供者之间维持竞争。

在为商用无线电用户核发执照时，主管部门通常要确保申请真的涉及核发执照的需求，申请所使用的设备可使频谱得到有效利用。如果能找到合适的频率，执照就可颁发，执照费就可收取。如果对两类商用用户的所有申请不能找到合适的频率来满足，主管部门必须找出决定哪些申请应予接受的依据。这种决定涉及在业务提供者和私营用户之间，在一个业务提供者和另一个业务提供者之间做选择。

优化频谱利用和在执照申请中选择的不同方法已经被采用。对两种问题的经济解决方案，即大家熟知的频谱计价和拍卖，在某些国家已经应用。

主管部门应对所有商用无线电业务的频率指配负责，但是，到目前为止，大多数主管部门只对固定业务、移动业务和广播业务负责。由于电信业或广播业处于垄断，分配给这些业务的频带的管理问题由主管部门委托给业务提供者。但是，在一个国家，这些业务提供者之间的竞争在质量和价格管制领域是一个显著的问题，因此，主管部门对那些业务使用的频谱必须保留授权。

3.9.3 为电信业务运营商核发固定业务执照

公众电信运营商将固定业务用于几个目的。视距城市间通信链路，一般覆盖距离为 10-50 km，通常构成长途无限中继链，占用 3-30 GHz 频谱。近距离链路用于市区用户的宽带连接，为避免时延，可能已新安装了地下电缆。像这样的无线电链路仍广泛用于将陆地移动基站连在一起并连进公众交换电话网（PSTN）。近距离多址系统，一般在 300-3 000 MHz 频带内工作，已用于将农村地区的用户连入电话网。

对于这些应用的每一种，主管部门的目标一般如下：

- 保持竞争者之间的公平竞争条件；
- 确保采用有效的指配模式；
- 确保整个业界建设性地使用有线也使用无线电，如果无线电媒体使用的范围接近限制的话。

约高于 20 GHz 的固定业务的分配可能不会被频繁使用，至少高于 55 GHz 的频带很适合近距离的、交换网和主要用户房屋之间的宽带连接以及陆地移动网内基站之间的宽带连接。将拟用于这些目的分配的详细管理，按保证有效利用的规定委托给运营者，是切实可行的。

将频率指配给公众无线电信业务运营商并委托其进行管理需签署正式的协定。指配应由用于限定区域的或特定无线电频道的一组无线电频率组成。不再将这些频率指配给其他用户，以便在今后几年内满足被指配用户的新链路频率指配要求，是很有必要的。主管部门对于在指定频带内运营链路的参数应该给予指

导方针，对其他区域产生的、对在同一频带内用户引起干扰或该等用户对地区产生干扰的距离，应当做出限定。应当有这样的规定：在选择一个可能对国外台站引起干扰的频率之前，一定要与主管部门进行协商。在运营商已经选择某一频率做链路时，其通常应要求主管部门对该频率做正式指配，以便使该指配纳入国家频率登记表，如属适当，还应通知 ITU-R，以便将该指配纳入 MIFR。尤其是，如果运营商要求更多带宽，主管部门则应审核运营商管理指配的有效性。考虑到在运营者间需要进行公平竞争以及无线电用于新的紧急需求的价值，应对新指配申请被拒绝达成一致。申请若被拒绝，已建立的路由则应转移到电缆。

公众无线运营商对获得频谱应当支付费用（初次拍卖费或每年固定费），无论是获得一组频率，还是获得单个信道。如属适当，对指配的 RF 带宽，也应按比例支付费用。有必要包括一个因素反映所在频率的频谱的稀缺情况，鼓励使用其他要求较少的频带，或将传输媒体转入电缆而不再用无线电路。以拍卖方式向固定业务指配频谱已在一些国家得以实施（见第 6 章。）。

3.9.4 为移动业务核发执照

在移动业务系统中的通常做法是，对台站的频率指配不通知 ITU-R 以登记入频率登记总表。但是，从陆地站和与其相关的移动台站旅行的区域的发射和接受应在频率登记总表中登记。这间接地保护相关移动台站不受外界的干扰。对陆地站和移动站使用的指配都要颁发执照，一份执照包括一特定频带内的一群移动站。

移动业务的种类是多种多样的。有些是大量使用的，但它们对频谱的影响很小。如果要采取某些行政管理行动以确保不产生干扰，则有必要为该种行动的开支收取费用，但对每个站所花开支很少，所以每个站应摊的费用相对地很少。但是有几种陆地移动系统，它们对频谱的需求量很大，而且在快速增加，并倾向于不允许其他有需求的无线电设施进入频谱。私营移动无线网络（PMR）、蜂窝网络、大型公众接入无线电（PAMR）网络是具体的例子。主管部门应当考虑核发执照的政策，尤其是收费政策是否应当设计为使这一频谱得到最佳利用。像对待广域寻呼系统和相关系统那样对待它们可能是必要的。

为 *PMR* 核发执照：*PMR* 使用频谱不如蜂窝和 *PAMR* 网络那样有效，但是通过窄带设备的一般使用，在私营网络中有效性有很大的改进范围。这一点很重要，因为对蜂窝系统频谱的需求很大并日益增加。

对于某些用户，*PMR* 网络的布局很有优势。例如，终端设备的设计可以优化以适应某些用户的特殊要求。对另一些用户而言，所有移动站都听取基站发出的信息在运营上是必要的。某些用户倾向于 *PMR*，因为对于他们来讲，这比蜂窝系统更少花钱。这样一来，主管部门可能会发现，应尽快向 *PMR* 执照收取费用以鼓励现有 *PMR* 用户使用窄带设备放弃 *PMR* 的使用而倾向使用蜂窝系统。

为公众蜂窝和大型 *PAMR* 网络核发执照：公众接入网有许多信道，也许还有国家服务区，包括主要的电信设施。它们对优化经济结构有极大的用处，也对其所有人有潜在的利润。每个网络对频谱都有很大的需求，总体上，它们是低于 2 GHz 以下频谱的主要用户。主管部门应确保这些网络使用频谱的有效性将不断改进。主管部门应确保执照持有人将有魄力地向公众提供业务机会，用户有对执照持有人施加竞争压力，以此而使设施的真正开支最少化。

有意识向业务提供者颁发执照以使之向公众提供更多或更新便利的主管部门，可以安排初步的探讨以识别可利用的技术选择。潜在的业务提供者、设备制造商和有关政府机构应当参加这些探讨。可以为系统的设计选择作出一项决定，以便在下一代网络实施。然后主管部门就可宣布，多组 RF 频谱将指配给已选择好技术规范的新网络。然后就可对提供该种系统进行招标以服务规定的地理区域。预计，可以对两个或更多其方案是最好的业务提供者签发 5-10 年的执照。投标方案应包括：

- 投标者关于技术、商务和财经资源的说明；
- 所服务地区网络的“滚动发展”计划细节；
- 关于提供便利的情况和资费的打算；
- 投标者关于响应预计不到的低或高需求的说明；
- 在网络间没有竞争障碍的保证。

应收取年度固定费用，或者，投标者可以要求对执照安排年度付费总额。

可以推测，将会收到几个投标方案，至少其中某些总体上是令人满意的。如果宣布了收取固定费用，那就应该根据质量和信誉度选择成功的方案。对于政府来讲，做出判断是困难的。判断可能遭到投诉，这会引起延误。如果在令人满意的有限数量的方案中采取拍卖方式进行选择，争议则会少一些，政府还可挣得更多收入。

成功的投标者就会获得执照，他们的系统就会被实施。基站网络就会被规划和建设，为基站就要选择发射和接收频率并提出来以供正式指配。如果没有拒绝方案的理由，主管部门就应该肯定指配，并如合适的话，在适当时候通知 ITU-R，以便在 MIFR 登记。

几年以后，业务需求可能会超过网络的容量，新的或更有效利用频谱手段问世，为用户提供更好业务特性等同时也具备了条件。如果是这样的话，新网络就可像以前那样建立起来，在不同频带采用这些新技术，让新网络之间相互竞争，同时也与上一带网络竞争。另一种情况是，如果原有频带系指配给一个具有中立技术规范的业务提供者，而业务提供者利用后向匹配涉动，也可以在原有频带中使用新的技术。

3.9.5 为广播业务核发执照

在世界范围内，广播所用发射特点都是国家标准型的，而且都很一致。尽管发生了广泛的技术变化，而且近来数字系统在国际协调基础上得到很大发展，但是几十年来，其标准改变得很少。而更重要的是，广播频率指配通常都是由政府进行规划，在一个国家是这样，在国际上也是这样。因此，核发执照的主要作用只是识别将授权进行广播的机构是谁。在一些国家，拍卖机制越来越多地得以利用，以便在广泛具有同等水平的申请人之间做出选择。

在给卫星广播业务核发执照时，主管部门多多少少会考虑如何管制广播业务提供者对卫星媒体的使用。因为数字广播业务与地面广播业务极为相似。进入无线电频率、馈线和业务下行链路都在广播所发出的国家政府的严格控制之下，尽管对卫星覆盖边沿地区这样的控制是办不到的。

这样一来，任何主管部门可能对广播卫星的使用，对为其指配和协调频率负有责任。馈线地球站可以设在卫星视距内的任何地方。下行波束业务区可包括几个或许多国家的领土，没有必要征求这些国家主管

部门的同意。因此，主管部门对卫星广播的控制就是对地球站的管制。

3.10 网上核发执照

一系列国家的政府已经或正在引入增加互联网向公众提供更多业务的政策。这些通常被称为“电子政务”或“电子商务”的便利也可以用于帮助动态的频谱管理或“电子执照核发”。在核发执照机构，执照被视为“产品”，执照申请者是“客户”。更自动化的网上执照核发程序的采用和执照信息的提供可给客户带来好处，即可为他们提供更快、更容易理解和更直观的做决定的过程。另外，频谱管理机构也可得到好处，即它的职员不用一直卷入核发的整个过程，而只是在过程的很靠后阶段涉及而已，这样就可处理另外的不太日常的问题。

电子核发执照系统所提供的便利可能包括：关于执照类型、要求和费用的简单网上信息以及网上申请表。更复杂的网上核发系统可以提供网上核发和收费功能以及一套完整的互动支持工具（例如，传播预测和干扰分析程序）。申请人可以利用这些工具，选择可用技术，选择最合适的授权类型满足自己的通信需要。

3.10.1 简单的网上执照核发系统

对申请人来讲，获准核发是很复杂的事情。因为有很多业务在等待核发执照，申请人需要提供各种各样的信息，还有各种费用结构。主管部门可能需要向申请人提供完整的便利，因此利用设计很好的、尽量简单的互联网址，则可以提供大多数的协助，并使主管部门免除建立相当的、广耗资源的电话系统。这一简单的网上系统也可以扩展为，为那些只需要从用户获得最简单信息（姓名、地址和电话，等）的、和对指配频率不用进行工程分析的执照签发网上授权和进行电子付费。有关这方面的例子取决于国家的执照核发政策，但是，这样的系统一般都是在由供货商或执照持有人选定的特定频率操作的，或由设备自动操作的低功率系统。另外的例子包括，例如，可搬动式卫星地球站快速拆站，这样的地球站挪到临时地方操作需要批准。这种情况通常涉及电子新闻采集设备的运营者。可在网上提供地理坐标，可以用很简单的程序检查，地球站是否在可允许的区域操作或操作是否兼容（例如，在需要 EMC 保护的区域外的区域操作），如果是，则可签发授权。

3.10.2 更复杂的网上执照核发系统

一些主管部门已经发展了完全互动的频率指配系统，这种系统可以使申请人在网上为拟议中无线电系统的细节进行登记或做修改，以充分开发各种可资利用的选择和利用各种选择的长处。对于可提供便利的惟一限制是，申请人提供准确技术细节的技术能力以及对如何准确使用互动工序的理解。虽然有些申请人有这方面的专长，但他们仍可以雇用咨询人为他们行事。

3.10.3 多国网上执照核发系统

虽然在国家领土内运营执照核发系统是每个主管部门的主权，但是，越来越多的无线电系统，在经有关主管部门达成协定情况下，提供它们能够提供的跨国境业务。这方面的例子是卫星业务的提供。该种业务提供者常常会碰到各有关国家核发执照过程的不同和对申请的不同要求。一些主管部门已经合作提供单一申请点，这个点自动利用各国的正确申请表从有关参与各国收集准确的资料并将其发送给各国。这有时被称为“一站购货”。这样的系统已被某些区域组织建立，如 CEPT（欧洲）和 CITELE（美洲）。

3.10.4 网上执照核发的其他问题

一些主管部门已经或正在考虑采用“二次贸易”的办法，即允许在市场上私自租用，出售或购买频谱。网上执照核发系统的应用，尤其是完全互动型频谱管理工具的利用，可以使用户为其系统试做各种各样的选择，同时为对频谱买卖感兴趣的其他用户提供信息。

3.11 信息安全问题

主管部门在设计频谱管理系统的时候，除考虑诈骗使用电子付款的潜在因素外，还应全面考虑商业、国家和个人资料的隐私保护等信息安全问题。（见《频谱管理计算机辅助技术手册》第 2.4 章，2005 年，日内瓦）。

参 考 文 献

- BARE S.V. [1990] EMBOWS nazemnyh i kosmicheskikh radioslužb (EMC in terrestrial and space radio services). M.: *Radio i Sviaz*, 1990, p.272.
- BYKHOVSKY M.A., PASTUKH S.Y., TIKHVINSKY V.O. and KHARITONOV N.I. [2002] Prinsipy postroenia gosudarstvennoi avtomatizirovannoi sistemi upravlenia RCHS v Rossii (Principals of development of state automated spectrum management system in Russia). *Electrosviaiz*, No. 8, 1993.
- DELFOUR M.C. AND DE COUVREUR G.A. [1989] Interference-free assignment grids - Part II: Uniform and non-uniform strategies. *IEEE Transaction on Electromagnetic Compatibility*, vol.31, No.3, August 1989, pp 293 - 305.
- DOTOLEV V.G., KRUTOVA O. and SMOLITCH L.I. [2003]. Programni kompleks dlia upravlenia radiochastotnim spectrum v slujbe veschania (Spectrum management software for broadcasting). *Electrosviaiz*, No. 7, 2003.
- GAMST A. [1982] Homogeneous Distribution of Frequencies in a Regular Hexagonal Cell System. *IEEE Tr.*, VT-31, No 3, August, 1982, pp 132-144.
- HALE W.K. [1981] New spectrum management tools. Proceeding of IEEE International Symposium on EMC, Boulder, CO, USA, 1981, pp 47-53.
- HUNT K.J. [1984] Planning synthesis for VHF/FM broadcasting. *EBU TECHNICAL REVIEW*, No 207, October 1984, p.195-200.
- LEE W.C.Y. [1989] *Mobile cellular telecommunications systems*. Mc Graw-Hill Book Company
- O'LEARY T. [1984] Planning considerations for the Second Session of the VHF/FM Planning Conference: the method of foremost priority. *EBU REVIEW TECHNICAL*. No 207, October 1984, p.190-194.
- PAVLIOUK A.P. [2000] Incentive radio license fee calculation model. ITU/BDT website at http://www.itu.int/ITU-D/tech/spectrum-management_monitoring/MODEL_FULLL.pdf
- STOCER F. [1984] A computerised frequency assignment method based on the theory of graphs. *EBU TECHNICAL REVIEW*. No 207, October 1984, p.201-214.
- TOPCU S., KOYMEN H., ALTINTAS A. and AKSUN I. [2000] Propagation prediction and planning tools for digital and analog terrestrial broadcasting and land mobile services. Proceedings of IEEE 50th Annual Broadcast Symposium, Virginia, USA, September 2000.
- VASILIEV A.V., KAGANER M.B., RUBINSTEIN G.P. AND SABUROVA Z.M. [1986] Avtomatizirovannaya sistema ekspertizy elektromagnitnoi sovместimosti radioreleinyh linii, rabotajuschih v diapazone chastot 160 MHz. (An automatic system for EMC examinations of microwave links operating at the frequency range of 160 MHz). *Trudy NIIR*, No.4, 1986.
- VIENNA AGREEMENT (2000) Agreement between the telecommunications authorities of Austria, Belgium, the Czech Republic, Germany, France, Hungary, the Netherlands, Croatia, Italy, Lithuania, Luxembourg, Poland, Romania, the Slovak Republic, Slovenia, and Switzerland, on the co-ordination of frequencies between 29.7 MHz and 43.5 GHz for fixed services and land mobile services. Vienna, June 30th, 2000.

参 考 资 料

BYKHOVSKY M.A. [1993] Chastotnoye planirovanie sotovyh setie podvizhnoy sviazi. (Frequency planning of mobile cellular systems). *Electrosviaiz*, **8**.

ITU-R Texts

- | | |
|--------------------|---|
| Rec. ITU-R BS.412 | Planning standards for terrestrial FM sound broadcasting at VHF |
| Rec. ITU-R BS.597 | Channel spacing for sound broadcasting in band 7 (HF) |
| Rec. ITU-R BS.638 | Terms and definitions used in frequency planning for sound broadcasting |
| Rec. ITU-R BS.703 | Characteristics of AM sound broadcasting reference receivers for planning purposes |
| Rec. ITU-R BS.704 | Characteristics of FM sound broadcasting reference receivers for planning purposes |
| Rec. ITU-R BS.1615 | Planning parameters for digital sound broadcasting at frequencies below 30 MHz |
| Rec. ITU-R BS.1660 | Technical basis for planning of terrestrial digital sound broadcasting in the VHF band |
| Rec. ITU-R BT.417 | Minimum field strengths for which protection may be sought in planning an analogue terrestrial television service |
| Rec. ITU-R BT.804 | Characteristics of TV receivers essential for frequency planning with PAL/SECAM/NTSC television systems |
| Rec. ITU-R BT.1125 | Basic objectives for the planning and implementation of digital terrestrial television broadcasting systems |
| Rec. ITU-R BT.1368 | Planning criteria for digital terrestrial television services in the VHF/UHF bands |
| Rec. ITU-R F.382 | Radio-frequency channel arrangements for radio-relay systems operating in the 2 and 4 GHz bands |
| Rec. ITU-R F.383 | Radio-frequency channel arrangements for high capacity radio-relay systems operating in the lower 6 GHz band |
| Rec. ITU-R F.384 | Radio-frequency channel arrangements for medium and high capacity analogue or digital radio-relay systems operating in the upper 6 GHz band |

Rec. ITU-R F.385	Radio-frequency channel arrangements for radio-relay systems operating in the 7 GHz band
Rec. ITU-R F.386	Radio-frequency channel arrangements for medium and high capacity analogue or digital radio-relay systems operating in the 8 GHz band
Rec. ITU-R F.387	Radio-frequency channel arrangements for radio-relay systems operating in the 11 GHz band
Rec. ITU-R F.497	Radio-frequency channel arrangements for radio-relay systems operating in the 13 GHz frequency band
Rec. ITU-R F.595	Radio-frequency channel arrangements for fixed wireless systems operating in the 18 GHz frequency band
Rec. ITU-R F.635	Radio-frequency channel arrangements based on a homogeneous pattern for radio-relay systems operating in the 4 GHz band
Rec. ITU-R F.636	Radio-frequency channel arrangements for radio-relay systems operating in the 15 GHz band
Rec. ITU-R F.701	Radio-frequency channel arrangements for analogue and digital point-to-multipoint radio systems operating in frequency bands in the range 1.350 to 2.690 GHz (1.5, 1.8, 2.0, 2.2, 2.4 and 2.6 GHz)
Rec. ITU-R F.746	Radio-frequency arrangements for fixed service systems
Rec. ITU-R F.747	Radio-frequency channel arrangements for fixed wireless systems operating in the 10 GHz band
Rec. ITU-R F.748	Radio-frequency arrangements for systems of the fixed service operating in the 25, 26 and 28 GHz bands
Rec. ITU-R F.749	Radio-frequency channel arrangements for radio-relay systems in the 38 GHz band
Rec. ITU-R F.1098	Radio-frequency channel arrangements for fixed wireless systems in the 1 900-2 300 MHz band
Rec. ITU-R F.1099	Radio-frequency channel arrangements for high-capacity digital radio-relay systems in the 5 GHz (4 400-5 000 MHz) band
Rec. ITU-R F.1242	Radio-frequency channel arrangements for digital radio systems operating in the range 1 350 MHz to 1 530 MHz

Rec. ITU-R F.1243	Radio-frequency channel arrangements for digital radio systems operating in the range 2 290-2 670 MHz
Rec. ITU-R F.1337	Frequency management of adaptive HF radio systems and networks using FMCW oblique-incidence sounding
Rec. ITU-R F.1496	Radio-frequency channel arrangements for fixed wireless systems operating in the band 51.4-52.6 GHz
Rec. ITU-R F.1497	Radio-frequency channel arrangements for fixed wireless systems operating in the band 55.78-59 GHz
Rec. ITU-R F.1520	Radio-frequency arrangements for systems in the fixed service operating in the band 31.8-33.4 GHz
Rec. ITU-R F.1567	Radio-frequency channel arrangement for digital fixed wireless systems operating in the frequency band 406.1-450 MHz
Rec. ITU-R F.1568	Radio-frequency block arrangements for fixed wireless access systems in the range 10.15-10.3/10.5-10.65 GHz
Rec. ITU-R M.1036	Frequency arrangements for implementation of the terrestrial component of International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000) in the bands 806-960 MHz, 1 710-2 025 MHz, 2 110-2 200 MHz and 2 500-2 690 MHz
Rec. ITU-R M.1090	Frequency plans for satellite transmission of single channel per carrier (SCPC) carriers using non-linear transponders in the mobile-satellite service
Rec. ITU-R M.1390	Methodology for the calculation of IMT-2000 terrestrial spectrum requirements
Rec. ITU-R M.1391	Methodology for the calculation of IMT-2000 satellite spectrum requirements (IMT-2000) radio interfaces
Rec. ITU-R SM.1049	A method of spectrum management to be used for aiding frequency assignment for terrestrial services in border areas
Rec. ITU-R SM.669	Protection ratios for spectrum sharing investigations
Rec. ITU-R SM.1049	A method of spectrum management to be used for aiding frequency assignment for terrestrial services in border areas
Rec. ITU-R SM.1413	Radiocommunication Data Dictionary for notification and coordination
Rec. ITU-R SM.1599	Determination of the geographical and frequency distribution of the spectrum utilization factor for frequency planning purposes

Rec. ITU-R BO.633	Orbit and frequency planning in the broadcasting-satellite service
Rec. ITU-R BO.634	Measured interference protection ratios for planning television broadcasting systems
Rec. ITU-R BO.811	Planning elements including those used in the establishment of plans of frequency assignments and orbital positions for the broadcasting-satellite service in the 12 GHz band
Rec. ITU-R BO.812	Computer programs for planning broadcasting-satellite services in the 12 GHz band
Rec. ITU-R BO.814	Factors to be considered in the choice of polarization for planning the broadcasting-satellite service
Rec. ITU-R BS.944	Theoretical network planning
Rec. ITU-R BS.946	Frequency-planning constraints of FM sound broadcasting in band 8 (VHF)
Rec. ITU-R BT.485	Contribution to the planning of broadcasting services
Rec. ITU-R M.319	Characteristics of equipment and principles governing the assignment of frequency channels between 25 and 100 MHz for land mobile services
Rec. ITU-R M.908	Channel requirements for a digital selective-calling system

第 4 章

频谱监测、频谱检查和调查

目 录

	页
4.1 引言	103
4.2 频谱监测是频谱管理过程的组成部分	103
4.3 频谱检查和调查是频谱管理过程的组成部分	105
A 部分 — 频谱监测	106
4.4 监测以协助频率指配	106
4.5 监测以评定频谱占用	108
4.6 监测为符合国家规定和条例	110
4.6.1 未经授权发射的检测和识别	110
4.6.2 技术和操作参数的验证	110
4.7 监测以识别干扰源和解决干扰	111
4.8 监测设施	111
4.8.1 低于 30 MHz 的设施	111
4.8.2 高于 30 MHz 的设施	111
4.8.3 空间监测	112
4.9 监测的自动化	114
4.9.1 常规测量的自动化	114
4.9.2 自动监测设备	114
4.9.3 计算机软件自动化	116
4.10 监测子系统与自动化频谱管理系统的集成	117
4.10.1 自动违章检测	117
4.10.2 远端接入到系统资源	117

	页
B 部分 — 频谱检查和调查.....	118
4.11 符合国家和条例的检查和调查	118
4.12 技术和操作参数的验证	118
4.13 未经授权发射的检测和识别	119
4.14 检查以识别干扰源并解决干扰	120
4.15 调查以识别干扰源并解决干扰	120
4.16 检查设备	120
4.17 调查设备	121
4.18 远端接入到系统资源	121
第 4 章的附件 1 — 无线电监测业务的特许；阿根廷案例：创新解决方案.....	122
1 引言	122
2 国际招标	122
3 实施	124
4 结论	125
参考文献	127
参考资料	127

4.1 引言

无线电通信越来越成为电信基础设施和国民经济的重要组成部分，对国家频谱管理的经济观点越来越变得极为重要。这种观点促进了经济、技术和行政管理的效率，也有助于确保无线电业务在无干扰状况下运营。

理论上的规划已经不再显得充分。对频率指配和甚至频率分配做出决定之前必须对频谱的实际使用有所了解。

监测可支持全面的频谱管理努力，因为通过对信道和频带使用的总体测量，包括信道可利用率的统计和频谱管理程序有效的测量，就可以提供频谱的实际使用情况。

作为总体实施努力的一部分，检查和调查支持频谱管理的全过程。在新获执照的发射机启动之前，将未授权发射机关闭和消除干扰等进行检查，对于使用中的和不受干扰的频谱也都是很有必要的。

支持频谱管理过程的监测，检查和调查在本章分两部分处理：A 部分 — 频谱监测；B 部分 — 频谱检查和调查。本章附件 1 介绍了一个创新性解决方案。

4.2 频谱监测是频谱管理过程的组成部分

频谱监测是频谱管理过程的眼睛和耳朵。在实际中这是必要的，因为在真实的世界里，频谱的授权使用并不能确保其真正按期望而使用。这种情况可能系多种原因所引起：设备的复杂性、与其他设备的互动性、设备的误作用、或者蓄意的误操作。以下情况更加重了这一问题：快速增加的地面无线和卫星系统，可引起干扰的设备，诸如计算机和其他非故意的辐射体。监测系统在频谱管理过程中可提供验证方法和起“关掉环路”的作用。

频谱使用每天 24 小时、每周 7 天、每年的每周，在地方、区域和全球都发生。与此相似，为使监测的目的恰当地完成，频谱监测也应持续进行。

各国应依据国家所能利用的资源，决定对监测活动该倾注多大能力。尤其对发展中国家，建议在可获得的技术和人力资源范围内进行。

各国必须决定自己监测业务的优先性，并决定，除国家自身的任务以外，是否在监测活动中进行国际合作，例如在为 WRC 2003 做准备时进行此种合作。

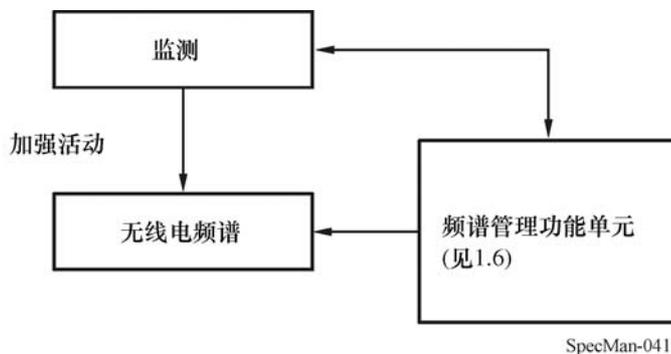
频谱监测的目的总体上是支持频谱管理的过程，包括频谱指配、频谱规划和加强作用。具体地说，监测的目的如下，但不一定按先后顺序排列：

- 为主管部门的电磁频谱管理系统提供频率和频带的实际使用（例如，信道的占用和频带的拥塞）的有价值的信息，为传输信号验证适当的技术和操作参数，检测和识别非法发射机，产生和验证频率的记录；
- 在地方、区域和全球范围内协助电磁频谱干扰问题的解决，以便无线电业务和台站可以兼容地存在；减少电信业务安装和运营的资源，从而通过无干扰的和可获得的电信业务，为国家的基础设施提供经济利益；
- 协助确保公众获得无线电广播和电视节目接收的可接受的质量；
- 为国际电联无线通信局组织的各种活动项目提供有价值的监测信息，例如：为无线电通信大会准备报告；为主管部门消除干扰寻求专门协助；消除带外运营，或协助主管部门找到合适频率。

监测可以识别未来的频谱需求情况。

图 4.1 示出了频谱管理过程中监测作用的简单说明。

图 4.1
频谱管理过程中的监测



注 1 — 频谱用于各种无线电发射。频谱管理（例如：频率分配、指配，核发执照，加强作用。）对于无线电频谱的有效利用至关重要。国家当局通过指配，执照参数等为无线电频谱的使用制定规则。

注 2 — 监测业务观察无线电频谱，监测运营者有责任比较无线电频谱的使用与频谱管理的各个方面是否匹配。

注 3 — 观察无线电频谱的同时，监测也可以为频谱管理提供关于无线电频谱未预见到的使用情况。当无线电管理部门对某种还没有为之制定政策的新业务做试验时，监测部门可以观察该试验，还可给其以指教。

注 4 — 在发现用户产生干扰或技术上有违国家（或国际）规定时，监测部门可与无线电频谱用户直接对话。监测运营者可对用户进行避免干扰等方面的指导。这可以成为加强活动。

4.3 频谱检查和调查是频谱管理过程的组成部分

有效的频谱管理取决于频谱管理者通过对有关规定强制执行而对频谱做控制的能力。这种控制主要通过检查和调查来体现，两者都是强制作用的组成部分。但是检查和调查的目的是加强频谱管理过程。这可以直接支持频谱管理和频谱使用的目的。

频率指配的授权必须伴随决定服从的授权。通常需要建立一个配备检查设备的、并具有流动性的机构来强制国家和国际频率管理的规定和管制要求。这个机构与检测、指配和执照核发部门密切配合收集资料，它们都向政策制定部门提供统计和资料分析。调查部门的作用也很重要。将未被授权的发射予以取缔，对有关设备处以适当惩罚是非常重要的，尤其是当一部分频谱已经指配给公共运营机构，这个运营机构为向公众提供业务已经做了相当大投资的情况下，就更显得重要。

检查和调查作用（也通过监测输入）可包括以下方面：

- 调查干扰投诉；
- 调查非法运营和不符合无线电台站执照规定的运营；
- 对为符合执照和其他管制要求采取补救措施提供指导；
- 为被检举的案例收集情况，协助法律强制机构没收非法设备；
- 确保无线电台站运营者按国家和国际规定办事；
- 对发射机的输出功率和偏差等进行测量。

A 部分

频谱监测

4.4 监测以协助频率指配

通过对信道使用和频带使用（在 4.5 中更详细说明）的测量，包括对可用信道的统计，频谱监测支持频谱管理的全过程。监测为频率指配过程提供资料，并对该过程的有效性进行验证。监测对规划也很有用。在作规划时，它可协助频谱管理者了解频谱使用情况，并将其与已经记录在案的指配数据进行比较。检测在协助频率指配过程时发挥以下具体作用：

对新的指配和规划进行协助：核发执照数据可以用于预测频谱成功使用的程度，该程度取决于预测模

式的设计精巧程度和数据准确程度。随着无线电通信量的增加，目前的数据对于最少使用信道的识别越来越不恰当。从拟议指配领域获得的新监测数据对于识别最合适的新指配没有价值。

对共用的协助：目前对频谱的要求是，希望除某些有限制的情况外，多种业务能够共用频谱。某些业务很清楚是不能兼容的，经常，这是一条分界线，但是必须做试验来确定其中的兼容程度。监测试验的进程就可以对有关的信号电平提供资料，以帮助从系统用户的角度所做的分析。

协助开发更好的 EMC 模式：在分析频谱使用时，监测业务可以进行对利用 EMC 模式所做分析结果的比较。如有必要，比较可导致对模式本身的调整。

将监测数据用于所有指配可能是不切实际的。基于核发执照的数据所做的模式对一个国家频谱用得很少的地区是很合适的。在更繁忙地区收集到的数据可以与通过分析方法预测到的数据进行比较，比较的结果可以用于识别值得怀疑的执照核发数据或精炼分析方法，以便使之更适合整个指配的形势。这样做的目的是，方法的使用性可以增强，监测对准那些最需要协助的地区则更好。

协助数据库的验证和改进：频谱管理数据库的准确性和现实性首为重要。监测数据可用于验证这些数据库的准确性和帮助其随时更新。另外，具有检查数据库潜能的监测能力，有助于增加维护现有数据库的准确的动力。

协助识别异常传播效应：VHF 和 UHF 频带不能免除异常传播效应的影响。在间隔两个国家的水域地区，高大气压可能引起波导。在电离层的超常高电离作用区，很容易受到异常传播的影响，例如，分散-E 传播的影响。此种影响的结果是，从通常考虑因距离远而不用花大力气做协调的遥远地区传来干扰。这种影响一般是转移性的，尽管对它们有统计数据，因此，只有对他们不断进行监测，才能对这些不规则东西对特定业务的影响加以调整。当然，只有几种业务会遭受少量远距离发射机的影响。适当的曲线也是个别的，好的监测数据可以大大有助于识别产生问题的原因。

协助国际和区域的协调：监测对为国际协调过程获得技术资料很有用处，对于双边的或多边的协调活动也很有用处，例如，对广播电台进行 HF 传播预测。

4.5 监测以评定频谱占用

只有规划者充分了解频谱使用的现状和未来需求的变化趋势，良好的频谱管理才能满意地进行。虽然从未来用户的执照申请表和执照更新表能够收集到许多数据，但是这只能说明授权频率的利用，但并不能对频率是否真正利用提供充分的情况。因此，在频谱记录中记录的某个频带看起来十分拥挤，但事实上并不拥挤。

要慎重地评定用于安全和紧急通信的频带。虽然这些通信所需占用的频谱通常是很低的。

在频谱规划和政策制定中，了解各种频带的使用水平是很重要的。可以预计，随着人口在大城市的集中，如出租车、快速投递和其他国内业务提供者“专用移动无线电”的需求将持续增长。还可以预计，蜂窝电话的需求也将持续增长。为将更多的频谱规划来使用，例如将固定业务挪到更高的频率，应是一个长期的过程。需要做适当的警告以避免对签发新指配的无能为力和业务质量下降到不能接受的水平。

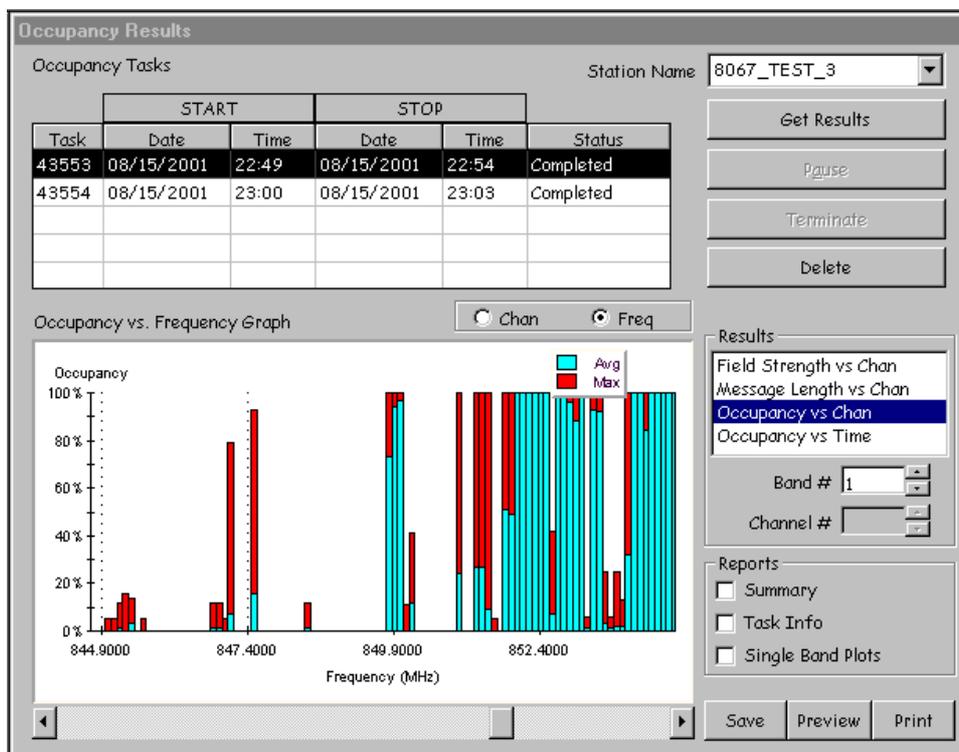
需要为从信道占用的情况推断业务的质量制定标准，以便为相关各种业务所参照。

现代接收机占用几个所需频带，处理各个频带以记录占用就可快速了解频带的使用情况。分析这一数据就可以显示每个信道对时间的占用比例，也可显示每次扫描对整个频带的占用情况。

可以图表方式在用户的可视设施上给予显示。有一系列显示结果的方法。图 4.2 显示在频率顺序序中一个蜂窝网频带的总况，每个频带占用情况以百分比表示。信道一般或者以频率或者以信道数目来表示，占用可以平均占用和最大占用的方式提及。另外还可显示按占用顺序而不是按频率和信道分类而得到的数据。这就可以清楚地给用户关于信道数被占用和占用程度的视觉信息，还可向用户显示忙时负荷和每日平均负荷的比例。柱形图或饼图显示具有占用百分比信道的数目。

虽然这几种数据显示方法可以显示信道负荷的各种不同情况，它们只适合管理总况，即频带的平均水平和频带上的一致程度。详细的结果还需要以表格表示，这样才能准确得出信息。如果能直接给频率指配和管理计算机设施提供数字信息会更好。

图 4.2
蜂窝网频带内信道占用举例



SpecMan-042

除了验证指配的有关使用外，监测数据还可支持其他有关频谱管理应用。

由于评价频谱利用新方法的问世（见第 3 章）以及可用获得的数据协助频率规划，监测所起的作用大大地扩展成为频谱利用管理新的和有效的机制。这样一个新作用，结合对基本数据更精确的（以测量为基础的）处理，可支持对频谱利用程度的计算。在不与频谱量化评定有关的基本数据中，有信号对干扰的保护比、频率的量和无线电台站之间的空间距离（见 ITU-R SM.1050 建议书 — 监测业务的任务。）为了这一目的，有必要定期地进行监测操作，系统地将获得的资料储存在频谱使用管理系统数据库内。

4.6 监测为符合国家规定和条例

频谱管制当局的强制责任包括识别因未经授权或因某些技术问题没有解决而不符合国家规定和条例的发射。这类工作出于以下理由：

- 未经授权或有缺陷发射产生的干扰造成其他用户业务质量低劣；
- 未经授权发射对主管部门的执照收入造成损失或引起其他用户都要求被颁发执照；
- 规划只有在大家熟知的、协调一致的环境中才能有效地进行。

调查和强制工作的程度是以符合规定为驱动力，或者，找出违章很大程度上是主管部门政策和总开支的事情。开支不只是为从事强制业务，而且还包括规划和指配所花的时间，还要考虑经授权的用户经营他们业务所花的开支。在通过行政管理、或技术协助，或通过法律手段来消除未经授权的使用这三者之间权衡利弊，也属地方政策和判断的范畴。如果需要大量的协助，也可以考虑某种形式的开支补偿。

符合国家规定和条例的验证过程的许多工作可以实行自动化，这在 4.10.1 中叙述。

符合国家规定和条例的监测包括未经授权发射的检测和识别，也包括技术和操作参数的验证。

4.6.1 未经授权发射的检测和识别

频谱监测可以检测可能造成干扰和执照核发损失的未经授权发射机的存在。未经授权发射机可被怀疑为造成干扰的根源，能检测并识别它们是必要的。但是，如果未授权信号与授权信号共用同一个拥挤频带，要把它们区别开来是很困难的。检测也可用于检测无意发射。

4.6.2 技术和操作参数的验证

监测系用于获得无线电系统技术和操作参数的详细资料。这可能一般包括对发射机的频率、功率和发射频谱的测量。是否符合执照要求可以验证，测量有助于 EMC 或根据具体情况对干扰进行分析。在某些情况下，这样的验证超出监测的范围，会对台站进行实地检查，这在本章的 B 部分有叙述。

4.7 监测以识别干扰源和解决干扰

频谱管理者的监测能力经常被要求解决干扰投诉。在多数情况下，对无线电接收机的干扰源不可能被接收操作者所发现，因此干扰投诉常常需要频谱管理当局采取实际行动做出识别干扰源的决定。通过与投诉者的协商和了解接收机工作频率后，管理当局可采用方向搜索或找寻的设备将干扰信号定位。

随着拥塞情况日益严重，用户对可用业务的满意度会越来越低。如果能够对遭受极不相称大量投诉的某一地区进行监测，就可识别问题的性质，并能采取最好的补救措施。监测也有助于证实或驳回投诉者所举报的干扰。

4.8 监测设施

每个主管部门选择的监测设施可能大不相同，这里只简单地列出频谱管理者会感兴趣的几种主要设施（详情可参见 ITU-R 频谱监测手册）。这些设施可以是固定的，也可以是移动的。移动设施更经济些，尤其是对较高的频带而言。移动监测站设计现代，装配紧凑，功率较低，但具有固定监测站同样的功能。

4.8.1 低于 30 MHz 的设施

如果有理由监测 30 MHz 以下的频率，例如，一个主管部门负责监测 HF 发射机，由于传播在 30 MHz 以下，那末，该主管部门只需一套监测设施就可满足自己的需求。如果要进行 HF 直接搜索，至少需要三套设施以满足需要，可与其他主管部门配合而拥有这些设施。4.9.2 概括了该等设施的关键设备。

移动或可搬动系统对解决地方干扰 EMC 问题是有用的。这方面，关键的要求是一台校准的接收机和天线用于场强测量，以及 4.9.2 所述的一台频谱分析仪或一台集成系统。这一设施可以作为整个频谱管理功能或一套强制执行设施的一部分。

为降低固定设施的成本，主管部门可考虑共用一套固定设施。这一建议尤其推荐给那些还没有购置 HF 监测设施的地方。

4.8.2 高于 30 MHz 的设施

在这些频带的监测资源的选择取决于传播范围和监测工作的目的。传播范围与天线的高度、以及山丘障碍和市区拥挤凌乱等有关。一般为几十公里。

监测目的可以分成以下三大类：

- 在有限时间内的地方观察和测量，通常是为了十分特定的目的，如强制执行；
- 针对人口众多的地区的测量，系为获得使用和占用统计；
- 相当程度的或几乎是常设地对一个广泛地区进行观察，系为作一般频谱占用统计和作有关频谱管理的决定。

已有许多工作在 30 MHz 以上的移动和可搬动式监测设备投入使用。固定监测系统在市区也广为使用。典型的移动和可搬动系统已用于信号跟踪和寻的或频谱占用测量，其包括天线和 4.9.2 所述的设备。

移动和可搬动式系统一般包括方向搜索、音频记录和频谱分析能力。这样的系统也可用于监测固定链路，包括干线网等。由于多信道占用水平是检测业务有价值的追求，因此设施也可用于固定链路和多路复用系统。

移动和可搬动式系统可以在相关地方长时间（几个星期或行时间）放置，所监测到的数据则可储存在检测场地或通过临时拨号电话调制解调器连接的方式从远方传到检测中心。在某些情况下，固定远端设施可以建立以满足长期监测的要求。如果有些地方有特别频繁的使用，则建立永久性的远端监测设施是有效的。将这样的监测设施延伸到覆盖国家的大多数地方也是必要的。

移动和可搬动设施应装有正常地扫描有关频带的接收机，对地方的计算机/控制器的占用数据作记录，其可配有通达控制中心的专用或拨号电话线。根据主管部门的希望，这些设施也可用于解调和方向搜索。控制中心可以寻求识别传输并按国家规定使这些传输合法化，其目标是某一特定地区的移动资源。这样的设施，尤其是覆盖国家很多地区的设施，是一种很有实效的事业，需要许多工夫做计划，并应评定其成本方面的好处。无论如何，许多国家已在朝这个方向努力，其目的是对分配给移动业务的频道的日益拥挤进行控制。

4.8.3 空间监测

监测业务是负责国内法律和规定的强制执行，也从事国际监测。根据《无线电规则》第 16 条，尤其可参与对来自空间站发射的监测，这是正常的设施、技术和运营正常和必要的延伸。

原则上，除了位置确定和轨道特性以外，空间业务监测站所承担的任务与地面业务监测站的没有什么不同。但是，为了对空间业务进行监测，需要更复杂的设备，例如，天线应更复杂些，还需要不同的监测和测量程序。这是因为空间站是处于太空中的卫星，因此，其位置与时间有关。了解卫星轨道特性的基本知识是对卫星进行观测和测量的前提。

两种测量技术的使用和具体的监测范围就导致“地面监测”和“空间监测”的差异以及“空间无线电业务监测站”这一术语的产生。该种监测站的作用主要如下：

- 管制和系统地观察 RF 频谱，目的是检测和识别空间站的发射；
- 确定转发器或空间站发射机的占用和使用百分比；
- 测量和记录空间站的发射特性；
- 如属适当，配合地面和其他空间业务监测站，调查和消除空间站发射引起的有害干扰；
- 调查和消除地面业务站、不为所知的地球站或其他卫星对空间站所用频率引起的干扰，例如，通过观察和测量转发器，或以同样的办法观察和测量一个干扰信号以使空间站的发射正常化。
- 确定地球同步轨道位置和其他轨道的特性；
- 对科技工程项目进行测量和做记录；
- 检测转发器的违法使用并识别其来源；
- 利用特别卫星技术布局地球上的发射机。

如果需观察所有类型的卫星，就有必要装配能跟踪“低轨和偏轨”卫星的天线，该天线还应能准确地指向可见轨道段的任何地球同步卫星。

配置上述设施有以下诸多因素需要考虑，当然必须结合成本考虑：频率覆盖、系统敏感性、天线旋转速度和指向准确度、如属必要的改变天线馈元硬件的容易度、接受带宽容量信号分析仪的精巧度以及测量的自动化程度。因此，符合以下条件的高度自动化的和制作精良的卫星监测系统是理想系统：完全能掌控，

对 1-60 GHz 的频谱可进行连续频率覆盖，例如，对所有有关信号至少能给出 26 dB 的载噪比。但是，很快会明白，哪怕只为将灵敏度改进几个 dB，需要增加的投资几乎是幂数的，因此，各主管部门必须分析其频谱管理的优先顺序和内部的需要，并决定监测空间业务的优先顺序。

4.9 监测的自动化

频谱监测系统应当自动化（见 ITU-R SM.1537 建议书）。通过计算机、现代化客户/服务器或其他结构以及远端通信所实现的自动化，可以简化无线电频谱主管部门的许多职责和责任。计算机化的设备能提供快速准确完成复杂而反复计算任务的手段，使工作人员从数据分析和其他更复杂事务中解脱出来。

4.9.1 常规测量的自动化

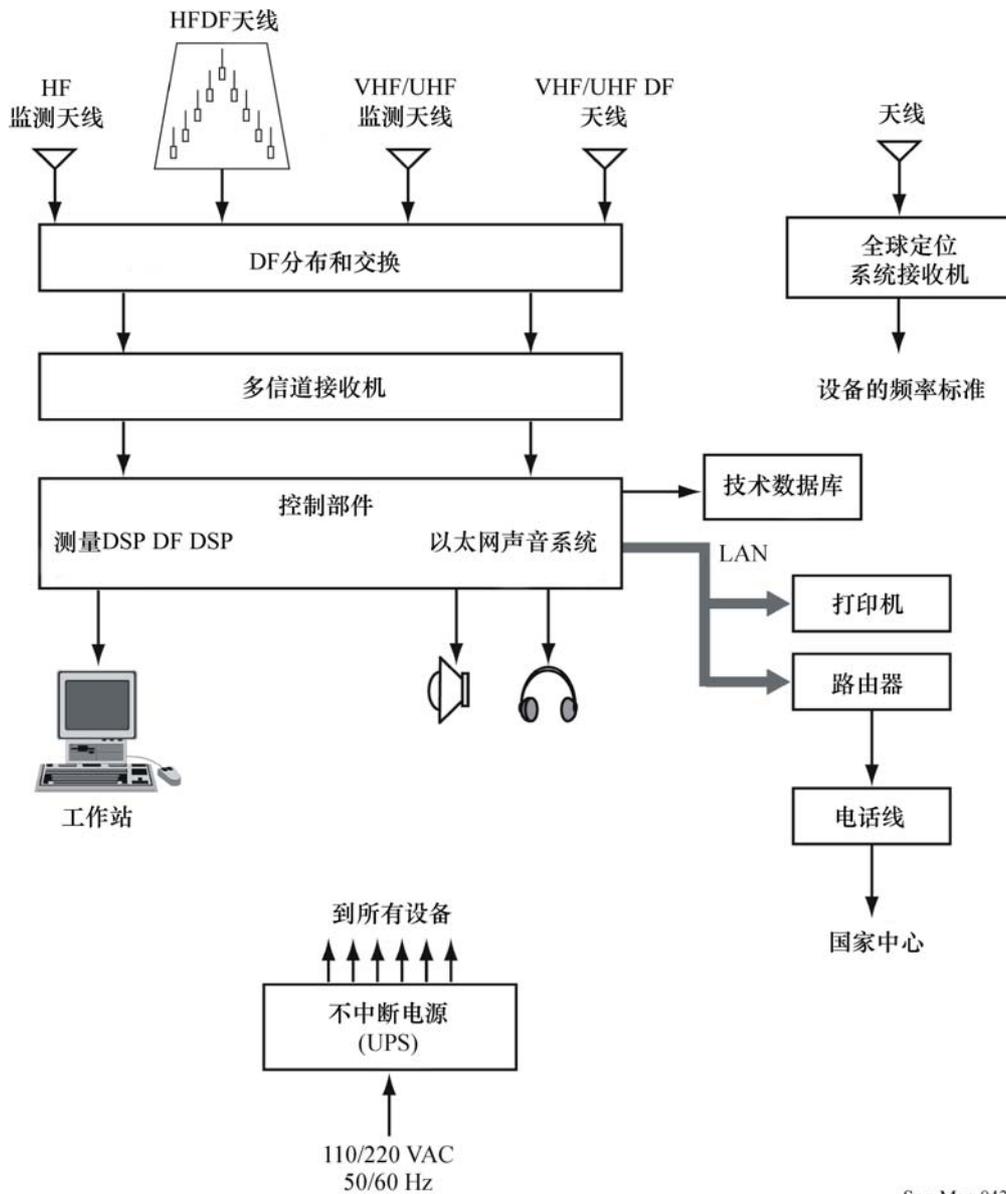
国际电联所建议的监测测量大部分是重复性的计算任务，必须自动化。这些任务包括：信号参数的测量（频率、电平和场强、带宽和调制参数的测量），频谱占用和无线电方向搜索。通过位置和信号分析获得信号的分析 and 站址识别可以在很大程度上自动化。频谱使用的统计性也需要自动化的分析。自动化测得的结果将记录在数据库供使用和运营者查找。

4.9.2 自动监测设备

自动化监测站由以下设备组成：一个测量服务器，装有一套设计精巧的小型测量模块，该模块包括几个由计算机操作的数字接收机；若干客户工作站。它们提供运营者界面并包括计算机硬件，使系统易于使用和维护。完全自动化的 HF/VHF/UFH 工作站一般结构如图 4.3 所示。

该站包括天线、RF 分布器、接收机（一台或多台）、处理和控制器以及核发执照和测量信息的技术数据库。该数据库装有测量服务器。该套设备还包括一个或多个工作站和网络设备，用于当地和远方的客户控制。这个服务器一般是一个小巧的、具有高速母线的装置，装有处理器、接收机和其他电子器件。测量服务器的另一种布局是，为一组独立但高度集成的器件服务，这些器件包括数字接收机、方向搜索器和处理器。

图 4.3
自动化的、集成 HF/VHF/UHF 监测站的方块图



SpecMan-043

设备有下列功能要求：

- 频率测量和发射级别的接收。接收机和其他测量设备一般要同步，以建立一个稳定的“时钟”或参考频率。监测站还应有多种解调设施以使用音响和技术手段确定信号的性质。

- 很宽的瞬时带宽（10 MHz），具有很大的动态范围，以便以极快的扫描速度扫描频谱，并有效地捕获和测量断续的宽带信号和频率捷变信号，这些信号可能处于很弱到很强的范围；
- 为场强测量对天线和接收机进行校准；
- 识别无线电信号到达方向的方向搜索；
- 检查各个信号的特性和记录频带占用的频谱分析。这对于为拟议的新业务识别闲空“时隙”很有价值；
- 解调和数字记录。

老式系统一般用各自独立的设备从事这些功能的每一项，但现在的设备将那些独立的设备集成一体，因此，所有上述功能都由一个集成的接收/处理/测量系统来完成。

4.9.3 计算机软件自动化

自动化系统包括：在测量服务器工作的计算机软件，它们履行监测和测量功能；在客户工作站工作的软件，它们履行提供用户界面的功能。软件一般提供几种工作模式，包括互动模式、自动或定时模式以及背景模式。

互动模式可以进行的直接互动功能有：提供诸如监测接收机调谐、解调选择和全景显示选择等的瞬间反馈。这些功能均由客户服务站上的“虚拟控制”进行控制。综合全景和频谱显示由运营者的工作站产生。DF跟踪和寻的是互动操作的例子，DF由运动着的移动装置指令。DF结果在工作车的前方显示，使驾驶员能确定朝哪个方向可以接近所需的信号发射机。

自动化或定时模式可以将技术测量和方向搜索等任务定时为马上完成或将来完成。背景模式用于完成诸如频谱占用和下面所述的违规自动检测，该种检测需要长时间的数据收集。对于占用或DF结合占用（DF扫描）的宽带扫描可以在一个频率或一个频率范围予以确定。在DF扫描中，系统在许多频率同时进行DF运作，并进行方位对频率的显示，这对于截取现代数字调制很有用处，因为来自许多不同频率的、在同一方位的DF结果是跳频信号的特征标志。

测量的结果以方便的，经常是图表格式进行显示，也可以书面报告的形式打印出来。制作精巧的客户/服务器可设计得比诸如接收机和频谱分析仪那样的独立和备用设备更容易使用。操作者只需在计算机屏幕上点击，任务描绘和工具条就在屏幕上显示出来。这些系统可以非常直观，而且易于学习和操作。

4.10 监测子系统与自动化频谱管理系统的集成

自动化频谱检测系统应与自动化频谱管理系统的集成（见 ITU-R SM.1537 建议书）。这一集成是为了：管理系统和监测系统数据库之间的信息交换，管理系统向监测系统布置任务，将监测结果汇报给管理系统，还为了自动违章检测和获取系统资源等非常有用的特性：

4.10.1 自动违章检测

集成的频谱管理和监测系统能进行诸如占用，频率和带宽以及 DF 等参数的测量，并将这些测量与管理系统的数据库内所储存的获准执照台站的数据进行比较。通过这一自动违章检测过程，既可以检测经授权的信号，也可以检测不符合授权参数的未经授权的信号。

一般由用户选择频带的扫描何时开始和停止以及扫描的参数，包括带宽和搜索的时段。系统执行具体的扫描，然后评定执照数据库，以确定在被测频带内，哪些信号不属于执照数据库中的信号，并自动提供一份正在使用的、不属执照数据库所记录频率的清单。系统也检查诸如带宽、过调制和不在频率偏差范围之内内的信号参数，出具所发现违规现象的报告。

为了成功地进行自动违规检测，系统需要一个有效和完整的执照数据库。某些主管部门，尤其是初次转入自动频谱管理和监测系统的主管部门，有困难提供准确的执照数据库，可能需要作相当大的努力，使将被利用的数据有效化，并补足遗漏数据，以使自动有效检测功能按要求发挥作用。

4.10.2 远端接入到系统资源

自动化的集成频谱测量和监测系统一般使用地方和广域网络使所有计算机在一个网络中连在一起，所以使在频谱管理中心和所有频谱监测站的计算机都作为一个国家网络的一部分。这些计算机系统包括计算机软件。因此，在任何站的客户可以获得任何和所有测量服务器和管理系统数据库服务器的资源。这样一来，一个多站网络的所有资源都可供任何运营商使用，只要其具有适当授权以使用所有这些资源就行。

监测站可以被频谱监测工作站或频谱管理中心遥控，监测结果可以报回给有要求的工作站。通信电路只有当客户对远端服务器指派任务时和其后客户要求得到其任务指派的结果之时才需要。只要任务指派之时，电路都可供使用。如果届时没有电路可用，测量结果也不会丢失，而会保留在测量服务器，直到要求提供之时。

B 部分

频谱检查和调查

4.11 符合国家规定和条例的检查和调查

频谱的有效管理取决于频谱管理者通过规定的强制执行而控制频谱使用的能力。这一控制首先体现在对无线电设施安装的检查和对频谱使用/干扰的调查，二者都是强制功能的一部分。但是，检查和调查的目的是加强频谱管理的过程，它们都直接支持有效频谱管理和有效频谱使用的目标。

为强调强制的作用，确定什么是强制手段很重要：

强制可以被描述为：“可以被用于强化国家法律和规定的活动和惩罚范围，其目的是使合法无线电频谱使用者得到最高的无线电通信质量。”（CEPT/ECC 2002）。

这包括对真正的和潜在的干扰源和未经授权的使用采取行动，并可以包括适当的司法措施。

无线电设备一般必须按执照或执照免除条件而安装和使用。这些条件可能包括以下规定，例如，频率指配、发射机功率、天线特性、室外天线的高度、频率偏差和带宽。国家当局按照它们自己的指导方针和程序执行无线电台站的检查和测量。

无线电设备的使用持续快速发展。商用、电信、广播、业余和休闲无线电均如此。未经授权的无线电设备可以对合法用户引起干扰。

生命和财产可能遭受危险，例如，在应急业务无线电站设备受到干扰的时候。商业的成功运作会受到无线电干扰的负面影响。国内观众和听众可能因干扰而不能享受到像广播那样的业务。

4.12 技术和操作参数的验证

根据国家规划方案，被颁发执照而工作的发射机通常要符合一系列技术和操作参数。

在发射机投入运行以前，可以对其作现场检查以判断其无线电设备是否符合执照总的/各个的和/或允许的条件。

所有的无线电系统都可以检查，但是在某些国家，只有在有干扰报告的情况下才对无线电设备作检查。在对任何无线电系统作检查时，应对工作在同一无线电网络内的移动和手提式台站的数量进行检查。事先的“停播”监测是对运营的规模和所涉及移动台站和手提式台站数目进行检查的方法。

无线电设备技术部分至少应包括验证以下各项：

- 无线电基站的位置和其室外天线的定位；
- 频率及其容差；
- 谐波和杂散发射；
- 发射机功率；
- 占用带宽或频率偏差；
- 天线的类型和高度（高度与安装的类型有关）等。
- 符合执照所定的其他条件。

无线电基站应当安装在如执照所确定的地方。这些问题在进行台站检查之前需要解决。如果台站有近距离的挪动因而其覆盖区有少许改变，则应根据国家主管部门的政策，指示执照持有人应符合执照上的规定。倾向性的做法是主管部门关闭不符合执照所定条件的台站。

如果在执照中规定了操作参数，则一旦发射机有不正常的操作，就要对之进行检查。通信的类型（例如，商用式对话对公民频带式对话。）可以被检查，或者，在允许的工作区以外围绕基站工作的发射机应被验证。

4.13 未经授权发射的检测和识别

对于成功的频谱管理而言，将频谱授予那些打算使用频谱的人使用是最基本的原则。

在一项新业务在频谱的某个部分启用之前，将占用该部分频谱的未经授权的发射机予以关闭是最基本的做法。

更重要的是，应将频谱授予对生命和财产免于危险的应急通信或为向公众提供业务而已作相当投资的公众业务运营商。

4.14 检查以识别干扰源并解决干扰

主管部门有责任确保避免干扰，所以检查可以在任何严重的干扰发生以前引起对违反执照的行为（故障性的或蓄意的）的注意。

当一个无线电台站被判明对某个具体的干扰源负有责任时，对该台站进行检查是必要的。检查可以作为主管部门的一个工作项目或为响应某个投诉而进行，其目的都是确保安装符合其使用所需的条件，无线电设备系在不会引起有害干扰的情况下进行工作。

主管部门可以考虑制定无线电设备安装人能被注册为“被批准安装人”的程序，其意图是加强安装质量，减少违规比例。

4.15 调查以识别干扰源并解决干扰

为维持频谱免遭未经授权的使用，因而使打算使用的用户使用之，就必须进行调查以识别可能的干扰源。活动前调查有助于达到这一目的。

监测和提供有序和无序发射的频率指配数据对确定调查部门工作计划的优先性是关键。在检测数据的基础上，采取行动将未经授权的发射扫出频谱是组织工作的有效方式。

4.16 检查设备

检查所需资源的选择与主管部门确定的检查等级有关。这可能因不同国家而有所不同。某些主管部门只在有干扰报告时才做检查，有的主管部门则只进行例行公事的检查。

检查所用的最基本设备是：

- 频率计数器；
- 功率计。

除此之外，下列设备可以用于更详细的评定：

- 可搬动式接收机；
- 音频信号发生器；
- 仿真天线；

- 解码设备；
- 如果需要的话，频谱分析仪；
- GPS 接收机。

为进一步加强的情况，还可以使用一个发射机，以检查双工网络中的亚音频系统。

4.17 调查设备

一般来讲，移动监测单位的设备，包括方向搜索和寻的设备，就足以满足调查活动的需要。附加记录设备有必要。

在发射机位于住宅楼某个地方的情况下，可搬动式设备可以使用。

在某些情况下，需要隐蔽型车辆安装设备，以便近在被检查发射机的地方工作，而又不会引起未获执照用户不应当的注意。

4.18 远端接入到系统资源

为进行检查和调查，从事检查和调查的职员了解各个数据库中的最新资料非常重要。因此，需要一条连接到国家频率执照数据库的直达（远端）链路。

第 4 章的 附件 1

无线电监测业务的特许；阿根廷 案例：创新解决方案

1 引言

1936 年，阿根廷启动了它的第一个无线电监测站，成为全美洲第二个、南美洲第一个拥有这种系统的国家。

1974 年，阿根廷主管部门安装了两个新的监测站，一个设在科尔多巴省的皮拉尔市，另一个设在布宜诺斯艾利斯省的蓬波斯科市，均采用当时最新的技术。这样一来，阿根廷拥有了四个监测站，覆盖了全国。但是随着技术的快速变化，用于维护和更新的投资的缺乏，这些设施和设备逐渐过时了。

直到上世纪九十年代，这些站都是人工操作，没有任何计算机支持。频谱管理任务都靠在纸上完成。各种测量仪表均靠利用设在面板上的开关而机械地操作，以耳机识别发射。

政府在频谱的行政管理和技术管理方面都存在困难，按照电信企业的新计划要求对频谱进行管理实际上不可能，尤其当时技术又在快速发展。

于是，电信业的管制者—国家电信委员会（CNC）和阿根廷政府意识到，如果要使频谱这一有效资源得以利用，管理无线电频谱的工具必须要有重大的改变。必须要对那些工具给予密切的重视。

2 国际招标

1996 年后期，阿根廷管制当局，在经过几年发展一系列方案，解决了许多问题和克服了许多障碍以后，终于批准了为在全国对无线电监测业务做特许，拟进行国际招标的文件。

该文件为投标者介绍了一种新的理念：一方面，政府保留为无线电频谱的管制者和管理者，具有不可委托给别人的功能，即强制权力、频率指配、频谱规划、核发执照、收取和征收费用等方面的功能。另一方面，从一家在生产无线电设备和系统方面有广泛国际经验的公司寻求协助，该公司的责任是：为全国监测网络的安装、操作和维护作必要的投资；按照阿根廷的技术规范，提供技术分析和必要的软件。特许持有人也对使用这些新计算机工具政府管理人员进行培训。

招标书规定，特许持有人的投资将得到补偿，补偿的惟一来源是他对其用户开出的账单所列费用的一定百分比。为收取费用，特许持有人可在全国相当范围的城镇开一个单一的银行账户。收取费用的银行则按照特许合同所规定的百分比，负责将所收到的费用分配到政府的账户和特许公司的账户。

另外，特许持有人有义务跟踪对频谱使用者制定的资费的收取，如果是公众机构，则在付费方面要遵守 CNC 的指示。

隐含的意思就是，招标书要求投标人设计一个新的固定和移动监测站网络，其在合同的生命期内在技术上保持最新。另外，中标公司还要对原政府拥有监测站的技术人员进行操作方面的新技术培训，中标公司还有义务吸收和雇用必要人员按政府在招标书所定条件运营监测业务。

使用如此建立的监测站网络，必须观察和测量全国当时在频谱任何部分指定的所有电信业务；也必须在将来当新技术出现时，例如，当新的需要更高频率的业务出现时，还将继续履行该功能。

招标书也规定，特许持有人必须发展和安装一个计算机系统以管制和管理频谱，以便使 CNC 更有效准确地履行自己的义务，当然如上所述，那些任务系不能委托给别人的任务。为达此目的，需要做几件事情。最重要的是，必须建立频谱用户单一的电子数据库，因为到那时为止 CNC 所拥有的资料，或者只记录在纸面上或者为属于几个不同机构的形形色色的小数据库所保存。此外，还要提供一些按不同比例绘制的全国电子地图以及进行有关技术计算的软件。

招标文件中一项关键规定是，对特许持有人所做的、关于不允许监测国家军队和安全部队所用频率的限制，即对该两个方面使用的频率，如何对政府的各级资料进行保密。具体做法是，当特许持有人在进行搜索时，凡在其扫描器扫描到一个其不允许扫描的频率时，其测量功能就不起作用，于是对该频率就不会记录下任何数据。还要求特许持有人建立一个与其监测网络相连接的控制点，军队和安全部队人员可以利用安装在这个点上的设备验证特许持有人是否按照上述规定进行保密，并从事他们自己的监测工作。

合同授予过程要求投标者提供三个信封，各封装以下资料：

- 关于投标人的背景资料；
- 技术投标资料；
- 财务投标资料。

三个信封以连续减少的方式进行淘汰，直到选定中标人。

3 实施

中标者应进行的工作主要是，购买必要的土地以在上面建立地区站和远端站，此项工作从 1997 年开始进行。从当年开始，仪表、设备、天线和车载系统也开始进口，直到最终建立了六个控制中心和自动化远端站（通过卫星进行遥控）。另外，购置了十个移动监测站和十套支撑和测量车载系统。所有这些设备构成所需的执行监测功能的能力。

多亏这一监测网络的建成，全国大约 60% 的人口（约 2 000 万居民）和 90% 多的无线电业务可以被覆盖。

中标者对阿根廷政府的最后一项承诺是，在安塔克蒂卡（Antactica）省的玛拉姆比奥（Marambio）科学基地提供、安装和维护一个协助导航站以进行操作培训。

一旦拿到合同，特许持有人为 CNC 执行的任務主要包括以下两项：

- 按合同事先已定立的、在某些城市和某些时间段应执行的监测任务。为执行这些任务，特许持有人应向 CNC 拟定并提交一份年度工作计划，该计划应考虑到 CNC 随时向其提出的运营要求和以前时间段内获得的经验。
- 应要求和不管什么原因而事先没有提请注意情况下所出现的任务，例如干扰问题和现场技术研究。

为执行这些任务，特许持有人已经建立了一个音频和数据通信中心，以连接在其控制之下进行运作的五个地区中心和远端站以及设在布宜诺斯艾利斯的国家控制中心。

此外，特许持有人还持续地在以下情况下与 CNC 配合工作：在重大特别事件发生时清理频谱，清理某些机场附近的频谱，以使机场的协助导航系统不受影响，或者代表 CNC，执行在某些特定地区建立频谱占用的确定，以及结合拟拍卖出业务频谱的确定。

现在的新监测网络如图 4.4 所示。

因为新设施已经投入使用，所以腾出来的资源可供其他方面使用。自从新的监测系统投入运营以来，检测能力有显著的增加，在 CNC 所要求完成的年度活动计划以外，总共增加了 6 000 项 CNC 提出的各种各样特殊监测要求，所有这些要求都被处理得令 CNC 完全满意。

另外，为最被共用频率中频谱的占用情况和业务情况收集了大量数据，这给 CNC 提供了在国家几个主要中心无线电运营真实现状的完整体现，使 CNC 能够作出适当的管理和规划的决定。

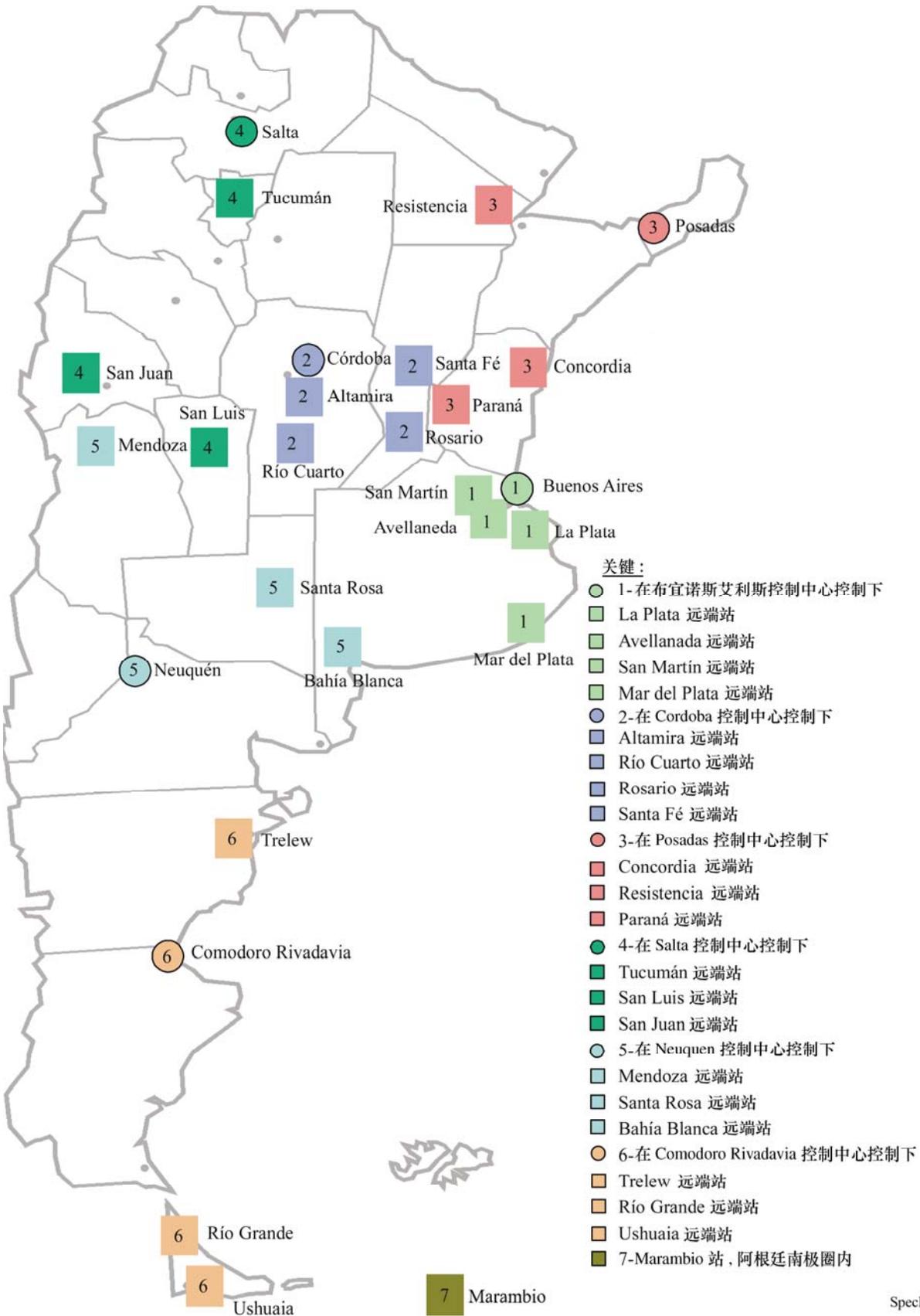
4 结论

已经投产的系统支持阿根廷电信基础设施的发展，而该发展的目的旨在达到国家战略经济和社会增长的目标。另外，关于频谱管理和监测已经建立的机制，使阿根廷能更有效地在区域和国际上承担责任，并更好地保护国家的资源。

另外，所利用的技术使频谱的行政管理和技术管理能逐渐地正规化，同时，还通过培训而建立一支长期参与全球频率规划的技术队伍。

的确，所引进的结构改变使管制当局获得更多的频带，以实施利用新技术而发展起来的业务，而这种新的过程反过来可以为用户提供免受干扰的频带，提高无线电通信业务的质量，优化频率这一国家资源的使用。

图 4.4
阿根廷共和国目前国家发射监测系统



SpecMan-044

参 考 文 献

CEPT/ECC [September 2002] Report 15 on Market Surveillance, Radio equipment Inspection, Spectrum Monitoring and the Enforcement aspects of these activities (www.ero.dk).

参 考 资 料

VERDUIJN J. [2000] , The Changing Role of Monitoring in the Spectrum Management Process, Fifteenth International Wroclaw Symposium on Electromagnetic Compatibility, p.675 - 678

VERDUIJN J. [2002], ITU-R Handbook on Spectrum Monitoring, Sixteenth International Wroclaw Symposium on Electromagnetic Compatibility, p.671 - 676

ITU-R Texts

ITU-R Handbook on Spectrum Monitoring, edition 2002

- | | |
|--------------------|---|
| Rec. ITU-R SM.182 | Automatic monitoring of occupancy of the radio-frequency spectrum |
| Rec. ITU-R SM.326 | Determination and measurement of the power of amplitude-modulated radiotransmitters |
| Rec. ITU-R SM.328 | Spectra and bandwidth of emissions |
| Rec. ITU-R SM.377 | Accuracy of frequency measurements at stations for international monitoring |
| Rec. ITU-R SM.378 | Field-strength measurements at monitoring stations |
| Rec. ITU-R SM.443 | Bandwidth measurement at monitoring stations |
| Rec. ITU-R SM.575 | Protection of fixed monitoring stations against radio-frequency interference |
| Rec. ITU-R SM.668 | Electronic exchange of information for spectrum management purposes |
| Rec. ITU-R SM.853 | Necessary bandwidth |
| Rec. ITU-R SM.854 | Direction finding and location determination at monitoring stations of signals below 30 MHz |
| Rec. ITU-R SM.1050 | Tasks of a monitoring service |
| Rec. ITU-R SM.1051 | Priority of identifying and eliminating harmful interference in the band 406-406.1 MHz |
| Rec. ITU-R SM.1052 | Automatic identification of radio stations |
| Rec. ITU-R SM.1053 | Methods of improving HF direction-finding accuracy at fixed stations |

Rec. ITU-R SM.1054	Monitoring of radio emissions from spacecraft at monitoring stations
Rec. ITU-R SM.1135	SINPO and SINPFEMO codes
Rec. ITU-R SM.1138	Determination of necessary bandwidths including examples for their calculation and associated examples for the designation of emissions
Rec. ITU-R SM.1139	International monitoring system
Rec. ITU-R SM.1267	Collection and publication of monitoring data to assist frequency assignment for geostationary satellite systems
Rec. ITU-R SM.1268	Method of measuring the maximum frequency deviation of FM broadcast emissions at monitoring stations
Rec. ITU-R SM.1269	Classification of direction finding bearings
Rec. ITU-R SM.1392	Essential requirements for a spectrum monitoring station for developing countries
Rec. ITU-R SM.1393	Common formats for the exchange of information between monitoring stations
Rec. ITU-R SM.1394	Common format for Memorandum of Understanding between the agreeing countries regarding cooperation in spectrum monitoring matters
Rec. ITU-R SM.1447	Monitoring of the radio coverage of land mobile networks to verify compliance with a given licence
Rec. ITU-R SM 1536	Frequency channel occupancy measurements
Rec. ITU-R SM.1537	Automation and integration of spectrum monitoring systems with automated spectrum management
Rec. ITU-R SM.1598	Methods of radio direction finding and location on time division multiple access and code division multiple access signals
Rec. ITU-R SM.1600	Technical identification of digital signals

第 5 章

频谱工程实践

目 录

	页
5.1 引言	131
5.1.1 技术基础的重要性	131
5.1.2 本章论述范围	131
5.2 技术参数	131
5.2.1 设备规范和证书	131
5.2.2 设备参数	132
5.2.3 性能标准	137
5.3 工程分析工具	139
5.3.1 传播模式	139
5.3.2 地形数据	145
5.3.3 传播模型的选择	145
5.4 干扰分析	146
5.4.1 同频道	147
5.4.2 邻频道	147
5.4.3 去敏	148
5.4.4 干扰概率	148
5.5 共用频带	152
5.5.1 共用频率分配（不同业务间的共用）的技术基础	152
5.5.2 陆地移动和广播业务间的共用	158
5.5.3 固定业务和广播业务间的共用	160
5.5.4 与雷达系统共用	161
5.5.5 利用扩展频谱技术的共用	161
5.5.6 ITU-R 关于在业务间共用建议书的概括	164

	页
5.6 保护比.....	165
5.7 噪声电平.....	168
5.8 辐射限制.....	170
5.8.1 CISPR 限制.....	170
5.8.2 暴露在电磁场对健康的影响.....	171
5.9 站址工程考虑.....	172
5.9.1 同址工程.....	172
5.9.2 共用基础设施范例：3G 蜂窝网.....	173
参考文献.....	175
参考资料.....	175

5.1 引言

5.1.1 技术基础的重要性

通常，国家政府或授权的国家机构负责本国领土内的频谱管理工作。它们确定国家的政策、频率划分的规划、设备的标准和规范，从而达到从国家利益出发允许频谱和谐使用的目的。电波的物理传播规律以及发射机、接收机的技术特性限制了频谱管理方式选择的灵活性，也决定了在任何给定位置可供指配的无干扰的频率。

由于新业务的引进和现有业务的发展，无线电频谱正在遭受越来越大的压力。同时，在目前不断增长的频谱共用的环境中，需要为用户提供适当水平的保护。这些都向频谱管理机构提出更高的技术要求。现代无线电技术正在飞速地前进，正在融入新的及常规的电信业务，而生产和实施周期在不断缩短，这一现象已经越来越明显。然而，任何频谱管理方案在保持技术上的可行性的同时，在实施中也必须遵守与频谱管理方法相符合的法规的限制。这些限制必须通过工程研究来明确和定量化。法规必须在频谱有关利益各方的参与下由主管部门制定。

5.1.2 本章论述范围

本章研究频谱工程实践和频谱管理的分析工具。技术参数部分探讨设备的规范、认证和定义。工程分析工具部分包括频率指配技巧和传播模式。干扰分析部分包括共用频带。另一部分包括保护比、噪声、辐射限制和站址工程研究。

5.2 技术参数

5.2.1 设备规范和证书

设备规范主要用于规定由大量用户用于相同业务的设备可接受的最低技术特性。有两类设备规范：一类是关于需要核发执照的无线电台的设备；另一类是免发执照的无线电设备。设备规范几乎专门涉及设备必须严格遵守的最低技术参数，即从频谱有效利用以及减少发射机与接收机干扰的观点来考虑，设备必须严格满足这些技术参数。它们通常与业务的质量无关，质量由用户自己决定，但能对设备质量选择提供条件，以满足用户的需要。

第二类设备规范通常涉及小功率设备，这类设备由于它们的作用距离有限，一般免发执照。这类设备只允许在规定的频带内操作。除了车库开门器、告警与玩具控制设备和无绳电话外，又有许多这类设备在商业界层出不穷地投入使用，如无线电本地网络（RLAN）和无线电频率识别系统。这类设备的技术规范只规定发射机的特性，如最大发射功率、允许的谐波电平和稳定性。这些设备不需要抗干扰保护。

设备规范还应包括最低可接受的广播发射机（模拟和数字，无线电广播和电视）的技术特性，如调制方式和调制度、频带及其稳定度的限制、允许的功率以及噪声抑制标准。

由于建立和维护测试设施需要开支，所以主管部门与制造商达成测试结果互相承认就可以了。这尤其适用于设备需要复杂测试而其产品批量很小的情况。

下一节给出这些重要参数的定义。还包括这些参数的计算方法。

5.2.2 设备参数

本手册的这一节中，概括描述了一些设备参数，这些参数如果不加以控制，可能对其他系统产生干扰，对频谱的有效使用有不利影响。这些参数归纳如下：

- a) 载频
- b) 发射机功率
- c) 频率容限
- d) 带宽
- e) 无用发射
- f) 互调产品

其他参数可能对业务的质量有所影响，但不会通过潜在干扰直接影响其他业务。在某些情况下，例如，在生命安全业务情况下，这些参数需要加以管制，但是，在其他情况下，可能只需要少量的或不需要管制。在那些情况下，制造商根据其他有关设计的质量来选择参数，或最终由消费者按价格和质量之比来进行选择。如要创造这样的环境，主管部门需要慎重考虑制定和公布处理以下情况自己的政策，即，在接收机质量低劣而产生干扰遭到投诉时，问题如何解决。

对于频谱工程，有必要识别最基本的参数和其他参数。在这方面参数还没被管制，因此有必要为规划目的而对之做出评价。另外，将该种评价予以公布，以便于自愿使用，并将此活动与关于干扰的政策挂钩是合适的。

在这一节中定义了这些参数，此外还检查了无线电接收机的参数。

a) 载频

确保发射机对应其被指配的频率工作最为重要，否则，它对其他业务的干扰几乎不可避免

b) 发射机功率

发射机功率在《无线电规则》第 1 条中有规定，涉及：峰值包络功率、平均功率或载频功率。只要无线电系统能够满意地工作，发射机功率就应该限制在最低限度。对这一参数的无效控制会导致对不同地理地区的、被指配使用同一频率的用户造成干扰。

c) 发射机频率容限

频率容限在《无线电规则》第 1 条中定义为：出自被指配频率的发射，从所占频带的中心频率偏离的最大允许范围；或者，出自参考频率的发射的特征频率偏离最大允许范围。频率容限用每百万分之几或以若干赫兹（Hz）表示。

关于频谱有效利用的一个主要考虑是，由于通信所使用的必要带宽中一小部分不稳定所产生的频率空间的丢失。代表性带宽的±1%这个数字已用于从频谱的经济观点可以接受的频率容限值。在某些情况下，例如 A3E 广播，频率容限必须要小到能把载频外拍音所引起的同频道干扰减少的地步。

在一个只有几个具有单一频率台站的单边带无线电话网络，容限要小到能允许载频的压缩和提供不对接收机做调整就能得到的声音清晰度。

有某些台站，不管为操作的理由还是为行政管理的理由，都无须满足严格的容限。例如移动雷达系统，对于它们严格的频率指配这一行政管理问题现在已经没有必要了。从运营的观点看，通过允许在指配的带宽中分布的正常制造容限来减少干扰。

要采用改进容限的最大困难是：由目前已在运营中的、按现有容限而制造的大量发射机带来的经济问题。《无线电规则》的附录 2 规定了各种发射机的最大允许频率容限。ITU-R SM.1045 建议书载有：目前可能达到的频率容限和对某些频带、某些台站类别和某些发射级别所定长期设计目标的详细情况。建议所示各类台站的功率是单边带发射机的峰值包络功率（p.e.p.）和所有其他发射机的平均功率。“无线电发射机功率”一词在《无线电规则》第 1 条中规定。

d) 发射带宽

《无线电规则》第3条第3.9款要求发射带宽应确保最有效的频谱利用。一般说来，这需要使带宽保持在尖端技术发展水平和业务特性所允许的最小数值。《无线电规则》第1条第1.152款对必要的带宽定义如下：“对于给定级别的发射，频带的宽度是足以确保信息的传送速度和所需质量能符合所规定的条件就行。”必要的带宽可以用ITU-R SM.328建议书——“不同级别的发射”所给定的一般方法而算出。ITU-R SM.853建议书提供了对多信道FDM系统必要带宽的计算方法。ITU-R SM.1138建议书（已包括在《无线电规则》中做参考文献。）提供了必要带宽的计算方法，并举有例子。

必要带宽以外的发射被称为无用发射。所占带宽在《无线电规则》第1.153款定义为：“频带的宽度应当是高于最低的频率限制和低于最高的频率限制，每个频带发出的平均功率等于一个给定发射的总平均功率的规定百分比 $\beta/2$ ，除非在ITU-R关于发射级别的建议书中另有规定，在该种情况下 $\beta/2$ 这个值应该为0.5%”。根据ITU-R SM.328建议书，“当占用带宽与有关发射级别的带宽正好吻合，则从频谱经济的观点来看，发射应被认为是最适度的。”

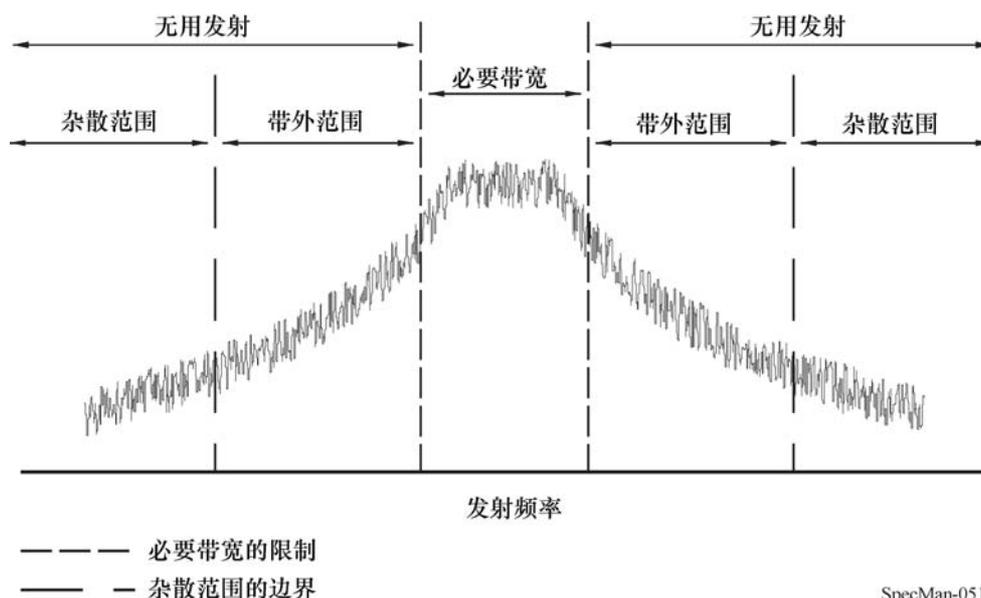
由于在测量情况下很难直接采用这些定义，ITU-R SM.328建议书给出第3个称为“x dB”带宽的定义：“对于高于其最低限度和低于其最高限度的频带的宽度，任何不连续的频谱或连续的频谱功率密度至少比预定的0 dB参考电平低x dB。”

关于特定发射带宽的进一步指导方针可在ITU-R SM.328建议书中找到，《ITU-R频谱监测手册》则对带宽实际测量给出进一步的指导方针。

e) 发射机的无用发射

无用发射包括带外发射和杂散发射。带外发射是靠近基本发射的无用发射的主要成分，杂散发射对基本发射更具支配作用，但是在二者之间没有明确的界线。为对无用发射制定切实可行的限制，ITU-R最近的工作是导致对带外发射和杂散范围下了定义。

图 5.1
发射的带外和杂散范围



带外范围是紧靠必要带宽的频率范围，但不包括杂散范围，在这个频率范围，带外发射一般占优势地位。

频率范围的杂散范围在带外范围以外，在这个范围，杂散发射占优势地位。

带外发射，根据它们的来源而定义，出现在带外范围，程度轻一点，出现在杂散范围。因此，杂散发射可以出现在带外范围，也可以出现在杂散范围。

范围的特点是：无用发射占优势地位；为两种范围确定的边界一般是必要带宽的 2.5 倍，但有时也有例外。关于这些例外的指导见 ITU-R SM.1539 建议书。

《无线电规则》的附录 3 载有各种不同类型的无线电通信业务的杂散发射限值。ITU-R SM.329 建议书进一步详述杂散范围的无用发射。

ITU-R SM.328 建议书为各种不同类型的无线电通信业务确定必要带宽的观点和关于带外发射特点的指导。应当注意，所提供的特点是“安全网”的限值，是从地区和国家的多个成功实施特点中得出来的。

与无用发射有关的频谱工程主要考虑之一，是发射在带外范围产生的影响，而该范围是分配给另一种业务的邻频道。在大功率发射机工作在灵敏接收机的邻频道情况下，这种影响尤其值得关注。卫星下行线在临近射电天文频道工作是最明显的例子，因为有了 66 号建议书（WRC-2000 修订版），这一问题正在被广泛研究。但是，在国家一级，对邻频道用户可能产生影响的大功率雷达和广播发射机应当引起密切注意。进一步的指导见 ITU-R SM.1540 建议书。

f) 互调产物

当两个或更多信号在非线性装置不期而遇时，就产生互调产物。三次互调频率的形式是： $2f_1 \pm f_2$ 和 $f_1 \pm f_2 \pm f_3$ ，其中 f_1 ， f_2 和 f_3 分别为发射机 1、2 和 3 的载波频率。对于单个发射机，互调产物一般由于调制边带之间的互调产生。这些产物落入到相邻频道。更严重的问题会发生在两个或更多发射机同站址而且信号从一个耦合到另一个发射机输出级时。

最重要的互调产物是那些三次及更高次的奇次谐波，而且这些产物不能用滤波器来减少，由于这些产物接近有用信号的频谱。三次互调产物的频率是由两个或更多同站址发射机基波频率形成的。当大量发射机共站址时，高次谐波产物可能也必须予以考虑。

天线间的互相耦合导致无用信号被反馈到每部发射机的功率输出级。功放输出级可能表现为对反馈回发射机的无用信号的一个有效的非线性阻抗，互调产物可能产生并再次发射。形成辐射的杂散信号幅度主要取决于：

- 干扰发射机的功率；
- 天线耦合损耗；
- 转换损耗：不考虑发射机频率选择性时，在受害发射机输出端测量的、外来干扰信号功率与互调产物功率的比值；
- 发射机输出电路和天线的频率选择性。

发射机输出级的转换损耗是由输出级宽带非线性和非线性与负载间的隔离度来确定的。FM 发射机使用固态 C 类功率放大器，转换损耗在 3-20 dB 范围内。为 SSB 而设计的线性放大器，转换损耗约为 50 dB。对 LF、MF 和 HF 广播发射机，典型大功率真空管放大器的转换损耗可以低到 10 dB。

多发射机使用一个共用功率放大器可能产生的互调产物：多发射机可以连到一个共用天线上，在进行放大之前把信号合在一起。对共用功率放大器的发射机，互调产物最有可能产生在大功率放大器上。典型地，内部产生互调产物的电平与放大器效率成反比关系。

靠近天线的非线性部件可能产生的互调产物：无用谐波和互调成份也可能是天线上非线性接点中的导体或发射机附近的金属构件的激励引起的。非线性成份可由天线桅杆和馈电线路中金属和金属之间的连接形成。有些非线性成份是由于不可避免地使用不一样的金属和腐蚀引起的。

腐蚀是一种始终存在的威胁，特别是在海岸和大气污染地区。仔细注意金属构件和天线所有接点处的连接是避免出现这种不希望现象的惟一办法。

关于互调的进一步资料和指导载于 ITU-R SM.1446 建议书和 ITU-R SM.2021 报告。

g) 无线电接收机的灵敏度

以下内容主要依据 ITU-R SM.852 建议书。它定义了通常用于测量无线电接收机灵敏度的信/噪比标准。根据 ITU-R SM.852 建议书，对用于陆地和水上移动业务的、发射类别为 F3E 的单信道模拟接收机，其灵敏度的测量规定如下：

“信纳”法使用 $(\text{信号} + \text{噪声} + \text{失真}) / (\text{噪声} + \text{失真})$ 或 $\text{SND} / \text{ND} = 12 \text{ dB}$ ，在有调制加测试信号带阻滤波器情况下在输出端测得。

如果接收机中使用了基带滤波器，灵敏度测量应在有滤波器的情况下进行。在大多数情况下，接收机灵敏度将由于接收机输入端存在的无用信号而降低。对于一个接收机的全部特性，灵敏度应当是在有或没有干扰信号下进行测量。最有可能的性能恶化方式将在本节的后面部分讨论。

对于那些数字调制接收机，很容易实现对所复原数据流的直接存取，其灵敏度最好使用误码率准则来度量。

5.2.3 性能标准

对数字语音系统，语音处理器的性能也必须采用主观技术评价，而传输路径的性能可由差错率测量来评估。对波形跟随的数字化系统，如 PCM 和 CVSD（连续可变斜率调制），可得到比特差错率（误码率）与信噪比和语音质量的关系的曲线。作为信源跟随的数字化系统，如码激励线性预测（CELP）是标准化的，则应可得到有关比特差错率与语音质量关系的近似曲线。

对数据传输而言，差错概率是主要性能标准。这与传输的消息结构或内容无关，而且对所有的系统都适用。已有曲线表示比特差错率，其是常用数字调制方式和纠错技术的 E_b/N_o 的函数。

5.2.3.1 清晰度评分和指数

话音系统可理解度的基本测量，采用在一个由于干扰而扰乱的信道上能准确听清的词语百分数来表达。可理解度的这种度量称为清晰度评分（AS）。为了回避与 AS 测量相关的困难，开发了清晰度指数（AI）方法，并用来校正各类干扰。

经验表明，能准确传输正常语言信息的 AI 的最小值，在 0 到 1 的标度范围内为 0.7，而对于可用链路，最低可接受的 AI 值则为 0.3。

5.2.3.2 最低干扰门限

最低干扰门限（MINIT），虽不是性能门限的度量，但在评定干扰对语言传送的影响时是很有用的。它是指在音频输出端，首次测到干扰的电平。由于这个电平是由主观评定得到的，所以由于评测的人员和向评测人员定义门限的方式不同，从本质上讲，存在一定的可变性。特殊情况下，门限电平可通过逐渐增加或逐渐减少相对于固定的有用信号电平的干扰电平值得到。在第一种情况下，测试开始时使用比较明显的干扰，当减少到干扰刚刚能察觉到时，测试停止。在第二种情况下，干扰逐渐增大，直到开始听到干扰。

该测试还可在不存在有用信号情况下进行。这类测量对于高保真度或电视伴音系统是很有用的，在这些系统中，在出现干扰时有用信号就不存在是不可接受的。在这种情况下，则要求的门限干扰电平，比存在有用信号时的门限干扰电平要低，因为有用信号可能掩盖干扰的存在。

测量表明，MINIT 是干扰对噪声比值的函数。对于特定的信/噪比来说，MINIT 还相应于信号干扰比。MINIT 是一个门限值，可以用做可忽略的干扰和允许干扰范围的边界值，可用于频率协调问题。

5.2.3.3 数字话音

对波形跟随的话音数字化系统，如 PCM 和 CVSD 的清晰度评分在差错率低于 10^{-4} 时，通常不敏感，对于 PCM 系统当差错率为 3×10^{-2} ，对 CVSD 系统当差错率为 10^{-1} 时，清晰度评分降到 0.7。差错率更高时，恶化得太快，通常认为不可用。在信/噪比要求更高的地方，必须使用更高的数据速率，在误码率为 10^{-6} 时就会发生恶化。通常认为信源跟随方式将提供相似的特性，即使在很低的数据速率下。

5.2.3.4 数字系统

数字系统最小误码率选定为比特误码概率为 10^{-6} 。最大或中等的数字系统误码率选为误码概率分别为 10^{-2} 和 10^{-4} 。门限值用误码率代替字符差错率，以便使此结果适用于与消息结构无关的所有系统。为得到这些门限值，为各种调制类型定义了所要求的 E_b/N_o 值。

5.2.3.5 航空系统

ITU-R SM.851 建议书规定了用于航空器 ILS 定位器、VOR 和 COM 接收机的干扰门限。

5.2.3.6 电视信号

使用两种标度确定 TV 信号视频分量的损伤级别：TASO 的 6 级标度和 ITU-R 双激励 5 级标度。5 级标度自 1974 年开始建议使用，见表 5-2 所示。对地面广播 (TV) 业务而言，在短期对流层干扰影响下，最大允许干扰电平应相当于 ITU-R 标度的 3 级，而在 50% 以上时间都有干扰的情况下为 4 级。对于卫星广播 (TV) 业务，允许的干扰电平应相当于 4 级和 5 级。

表 5-1
双激励损伤级别

级别	干扰标准
5	察觉不到
4	可察觉，但不讨厌
3	稍讨厌
2	讨厌
1	很讨厌

5.3 工程分析工具

5.3.1 传播模式

无线电波传播损耗是一个关键的参数，必须在确定无线电系统实际覆盖范围和不希望干扰的程度时予以考虑。

传播模式包括：波导、地波、天波、太空波（由一个直射波和一个地面反射波组成）、绕射、对流层散射和视距传播（点对点或地对卫星）。表 5-2 总结了从 VLF 至 EHF 频带电波的传播模式、范围、带宽利用和潜在干扰等情况。

表 5-2
各频带的传播模式和使用

频带	频率	模式	范围	带宽	干扰程度	使用
VLF	3 - 30 kHz	波导	几个 1 000 km	非常有限	广泛扩散	世界范围的、长途无线电导航和战略通信
LF	30-300 kHz	地波、天波	几个 1 000 km	有限	广泛扩散	长途无线电导航和战略通信
MF	0.3-3 MHz	地波、天波	几个 1 000 km	适度	广泛扩散	中程点对点、广播和海事移动通信
HF	3-30 MHz	太空波	达到几个 1 000 km	宽	广泛扩散	长途和短途点对点、全球广播、移动通信
VHF	30-300 MHz	太空波、对流层散射、衍射	达到几个 100 km	非常宽	受限制	短程和中程点对点、移动、LAN、音频和视频广播、个人通信
UHF	0.3- 3 GHz	太空波、对流层散射、衍射、视距内	一般少于 100 km	非常宽	受限制	短程、中程和远程点对点、移动、LAN、音频和视频广播、个人通信、卫星通信
SHF	3 - 30 GHz	视距内	30 km; 对多跳和卫星, 几个 1 000 km	非常宽, 直到 1 GHz	一般受限制	中程到短程点对点、音频和视频广播、LAN、移动/个人通信、卫星通信
EHF	30-300 GHz	视距内	20 km; 对多跳和卫星, 几个 1 000 km	非常宽, 直到 10 GHz	一般受限制	短程点对点、微波蜂窝、LAN、个人通信、卫星通信

在从发射天线传播后所接收到的无线电信号取决于阻挡地形的特性以及电离层与对流层的特性和变化。详细估算信号强度或传输损耗以及信号的衰减，必须要考虑终端的位置、季节和一天当中的时刻，以及所需的统计参数（如时间的百分数）。ITU-R 第 3 研究组是无线电波的传播专家组。由于要考虑各种各样的影响，如反射、绕射、散射和波导，无线电传播模型很复杂。在许多频谱分析和频率指配的应用中，需要简化的传播损耗评估。在[1979 年, Bem]中概括评述了影响无线电通信业务和干扰分析的传播现象。

频谱用户需要详细估算发射的覆盖或传输可靠性。为频率管理和规划目的，对覆盖和场强信号进行简单和乐观的假设就足够了；例如，使用自由空间传播，考虑空间的扩散损耗（ITU-R P.525 建议书），不受大气层和地形屏蔽现象的影响。由于有用信号应具有高可靠性，只需考虑预期发生的只在很少时间出现的无用信号。但应注意，需要更准确的方法提供这一级别的稳定性，以使无用信号（干扰）在更短时间内出现。

在本节内，几种传播方式简要地讨论。更完整的讨论可以在 ITU-R P 系列建议书中找到。

VLF($f < 30$ kHz)

频率低于 30 kHz，传播损耗近似自由空间传播损耗。在 VLF 频带内，电波在电离层与地球之间的波导中可以在全球范围传播。

LF($30 < f < 300$ kHz)

在这个频带内，主要有两种不同类型的传播模式；即经常用来计算有用信号限值的地波模式和经常用来传播无用信号的电离层（天波）模式。天波信号幅度具有明显的昼夜变化，这是由于电离层吸收变化的缘故。这一传播模式有以下区域特点：在该区域，天波不会抵达（即跳过）地面，每一与地面的截断距离正好是跳过距离。

ITU-R P.1147 建议书涉及这些频率的天波传播，而 ITU-R P.368 建议书涉及这些频率的地波传播曲线。

MF (300 kHz $< f < 3$ MHz)

在此频带内，传播模式也是地波和天波；因而许多文件涵盖了 LF 和 MF 这两个频带。

10 kHz 到 30 MHz 之间频率的地波传播在 ITU-R P.368 建议书有所考虑，而且有一个被称为 GRWAVE 的计算机程序，从 ITU-R 网站上可以获得。当计算地波时，有必要知道大地的电气特性，特别是电导率。ITU-R P.832 建议书中给出了电导率图，然而，这些图主要是用于 VLF，而且目前还没有供计算机运用的数值形式。

从 150 kHz 到 1.6 MHz 的频率采用天波传播，已在 ITU-R 《关于电离层及其对地面无线电传播和地对天无线电传播的影响手册》中进行了讨论，ITU-R P.1147 建议书给出了预测方法。在 MF 广播频带内，通常假定天波传播只发生在夜间就足够了。对于 1.6 MHz 以上的频率，下面叙述的 HF 传播预测方法已经开始生效。而且在 1.6 MHz 以上，天波对移动通信系统变得越来越重要。

HF(3 < f < 30 MHz)

在此频率范围内，信号的传播一般通过电离层，因而表现出很大的变化。电离层传播特性主要指的是长途电路会遇到多径失真、信号干扰和操作中断的情况。由于长距离传播和频谱拥挤，必须使用相当复杂的传播预测模式。

电离层特性的数值化图 (ITU-R P.1239 建议书和 ITU-R P.1240 建议书) 已被用于基于计算机计算的模式，用来预测 HF 传播。计算机程序 REC 533 是 ITU-R P.533 建议书的计算机化的版本，该建议书可在任何季节和任何太阳黑子数情况下，预测对任何电路基本的和运作的 MUF、场强、接收功率、信/噪比和可靠性。

VHF 和 UHF(30 MHz < f < 3 GHz)

在这些频带内，除在这一范围的最低频率，不会出现通过规则的电离层进行的传播。气候效应受超折射和传导所限制，而超折射和传导可能是大气折射指数中正常梯度的转换所引起的。干扰自由空间传播的另一重要因素是，由包括地球的曲率以及地形和建筑物引起的对流层散射和绕射。

取决于特定的传播环境，下述内容可以用来估算传播损耗：

- 自由空间衰减。在某些环境中，只假定有用信号在自由空间的传播衰减就足够了 (ITU-R P.525 建议书)。
- 平坦大地的绕射。对有用信号的预测，在大于视距的范围时，需要考虑地球的曲率。计算机程序 GRWAVE 能处理这类情况，在 ITU-R P.526 建议书中也包含了绕射传播如何处理的内容。(见《ITU-R 手册—近地球表面的无线电波传播曲线》)
- 在世界特定的区域和特定粗糙度的大地上的传播。ITU-R P.1546 建议书给出能够适合研究中特定情况的、各种不同类型的无线电业务、频带、世界的不同区域和天线高度等的估计。

- 特定地形剖面上的传播。必要时，可以由地形数据库得到的地形剖面进行传播的详细计算。有关的计算机算法以 ITU-R P.526 建议书所述的方法为基础。
- Okumura-Hata。这个模式已纳入 ITU-R P.1546 建议书。Okumura-Hata 公式系根据距离和发射天线的等效高度来计算衰减。这一衰减可以根据接收所处环境的建筑物的百分比和传播路径的类型（陆地、海洋或混合体）而予以校正。
- Longley-Rice (ITS)。ITS 是 20 MHz 和 20 GHz 之间频率的无线电传播模式（称为 Longley-Rice 模式）。它是可以适用于解决大量工程问题的一般性目的模式。这个基于电磁理论和从地形特点和无线电测量的统计分析模式，可用来预测在距离及信号随时间和空间变化的作用下无线电信号的中值衰减。
- ITM。即“不规则地形模式”。原由美国国家电信信息管理局制定，现在以下网站可以免费获取：<http://elbert.its.bldrdoc.gov/itm.html>。

此外，还有必要考虑到有可能造成干扰的其他传播机理。这些机理包括：

- 电离层传播。在某些季节和一天的某些时刻，电离层传播模型，如通过偶尔发生的 E 层，可以允许在最高约 70 MHz 频率上进行长距离传播（见 ITU-R P.534 建议书）。
- 超折射和传导。这些现象在 ITU-R P.834 和 P.452 建议书中进行了探讨。

SHF 和更高频率($f > 3$ GHz)

前面所述的传播因素（天波除外）均适用于更高的频率。然而，必须考虑衰减、散射和由降雨和其他大气微粒产生的交叉极化。15 GHz 以上，必须考虑大气层的气体引起的衰减。

发生在传播路径上的降雨会产生多种问题。频率大于 10 GHz 时，雨滴引起的衰减，可能对信号质量造成严重的衰落。估计衰减概率分布的方法，通常以时间概率超过 0.01% 的雨强密度值 $R_{0.01}$ (mm/h) 为基础。这个值应以雨量计所做的长期降雨观测为基础，采用大约一分钟的降雨时间来进行辨别。如果不能得到所研究地区的这种长期观测数据，则可以利用 ITU-R P.837 建议书所示的地图来估算该值。对于所研究的频率和极化，“具体”的衰减于是可以根据 ITU-R P.838 建议书来计算。ITU-R P.530 建议书给出了一个在视距路径上估算对应于其他时间百分数平均衰减电平的方法。

在清洁的空气条件下，地面传播可能遇到由于绕射、大气和表面多径、波束扩散、天线散焦造成的衰落，也可能遇到由于大气层气体造成的衰减，以及在某些区域内，沙尘暴造成的衰减。ITU-R P.530 建议书提供如何处理这些影响的信息。ITU-R P.453 建议书给予折射率数据。ITU-R P.836 建议书提供一些有关在靠近地球表面大气层里的平均水蒸气密度的参考值，这主要与工作在 20 GHz 以上的系统有关。

地面—空间的传播

在地—空路径上，最主要关心的传播现象是信号衰减、闪烁衰落和信号的去极化，每一种现象的重要性均取决于路径几何尺寸、气候和通信系统的参数。补充的信息见 ITU-R P.679 建议书（广播卫星），ITU-R P.680 建议书（海事移动卫星），ITU-R P.681 建议书（陆地移动卫星）和 ITU-R P.682 建议书（航空移动卫星）。

当考虑无用信号时，必须要考虑水气引起的交叉极化（ITU-R P.618 建议书）、电离层的极化旋转和电离层闪烁效应（ITU-R P.531 建议书）。当通路仰角变小时，路径损耗将超过自由空间值，当然，当障碍增加时，中断也可能出现。

ITU-R P.618 建议书提供最主要的传播数据源，以及在地—空链路设计中，对流层对有用信号影响的工程建议书。ITU-R P.618 建议书载有大气吸收和降雨衰减造成的信号损耗的估算方法。ITU-R P.618 建议书叙述频率和衰减统计极化分级的技巧，最坏月份统计的估算在 ITU-R P.581 和 P.841 建议书中作了叙述。伴随路径损耗的空间噪声温度的增长，还可引起地球站接收机品质因数的降低，可根据 ITU-R P.618 建议书中的表述公式来进行估算。站址分集能够明显地降低严重衰减路径上对应于给定年度时间百分数的衰减电平，而且还减少闪烁与去极化的影响。估算分集性能的计算过程可在 ITU-R P.618 建议书中找到。

信号闪烁是信号幅度的快速波动，是由对流层折射指数变化引起的。ITU-R P.618 建议书包括了一个估算闪烁衰落深度的预测方法，对应年时间百分率为 0.01 到 50% 之间。

传播路径上的不对称散射（雨滴，冰晶体）在双极化频率再用通信系统中产生信号的去极化。ITU-R P.618 建议书提供了估算交叉极化鉴别（XPD）的方法，适用频率在 8-35 GHz（和频率换算到 4/6 GHz）之间，路径仰角在 60 度以下。用于冰极化的一种经验校准也作为估算降雨 XPD 的因数。

5.3.2 地形数据

在许多情况下，地形的特性的不同会对有用信号和无用信号（干扰）电平造成较大差异。在使用一些估算传播损耗的方法中，必须具有地形知识。各种不同类型的有用地形有：海洋、其他水体、沙漠、稠密森林、森林、农村、郊区和城区。要进一步了解情况，请参阅 ITU-R P.1058 建议书 — 供传播研究的地形数据库。

从地形图中提取路径剖面传统上由手工进行。这是很费力、费时和费用很高的过程。然而，绘图研究部门已作了大量工作，提供所选择地理区域的数字地图。从这些地图中，可以提取到无线电传播预测的重要特性。地形高度、地表植被、建筑物高度和密度、街道宽度、大地地质等项目将来都可以得到，但可能费用昂贵。不过，上述地形资料还可以利用航空照片或卫星（包括多频对称孔径雷达）捕获的图像得到。

在地形数据库中，使用最频繁的方法是采用栅格结构，按统一的空间间隔产生高度的数据。数据的分辨率由数字存储容量和观测的精度来决定。所需地形数据的分辨率，取决于所研究的频带。分辨率因频带而异，对于 UHF/SHF，可以少于 1 m，但对于 HF，应当大于 1 km。数据的精度（障碍物高度）应在 10 m 至 1 000 m 的范围内，这也取决于频带。使用已存储的地形数据时，高度路径剖面可以在任意包括在地形数据库内两个地理点之间生成。这些剖面在确定视距的各个点和地形周围的屏蔽效应时是很有用的。当地形特性很重要时，建筑物的高度不应忽略，特别是在市区和郊区。用于传播损耗计算的计算机技术可以自动地访问地形数据库[Chan, 1991], [Palmer, 1981]。最近，有人将制图数据和其他数据相结合，产生了一套称为 GLOBE 的地形图数据。这套数据的一个版本目前已被作为国际电联产品的基础，被称为 IDWM。这套数据的分辨率是 30 弧度秒（在赤道上大约 1 km。）美国航空航天局（NASA）在 2000 年搞了一项 SAR 使命，其可以产生更高分辨率（3 弧度秒）的地形图，还带有高度和某些群集数据。这套数据称为 GLOBE 2，是一套更与实际情况一致的数据。

5.3.3 传播模型的选择

频谱管理问题的分析常常利用频谱工程模式和适当的数据库。一个物理过程的工程模式有更快捷和更便于修改的优点。一个模式模拟一个过程的精度由它的设计和使用来确定。一个特定问题的不寻常属性需要在进行分析时有创造性、灵活性及直观性。根据这种考虑，上述的数据与模式提供基本素材，可用作常规使用，也可以在适当情况下进行更新。

以适当的传播模式为基础，可以计算传播损耗以及有用信号电平或干扰电平。

5.4 干扰分析

有效的频谱利用取决于对环境和系统参数的有效分析，这些分析本质上是典型的统计，用以减少干扰的范围。由于干扰会降低系统性能和频谱效率，对获得执照在给定业务和给定频带内操作的无线电系统，其设计的技术参数和技术规范应考虑到，执照持有人不受到干扰，也不会对其他用户产生干扰。

防止干扰必须考虑的重要参数包括：中心频率的限定、载频间隔、频率稳定度、发射类型（数字或模拟及其使用的调制）发射机或载频的功率电平、以及在带宽内的每信道等效辐射功率（e.i.r.p.）和带外发射电平。天线特性，如有效高度、极化辐射图的方向性、最小前后比，以及天线的主瓣与其他用户（如地球静止卫星用户）的天线主瓣之间的夹角，也必须加以考虑。

在接收机输入端的有用信号受四种类型的干扰所恶化：同频道干扰、邻频道干扰、去敏和互调。前三种类型的干扰可以用一个一般的方程来表达。

接收机上的干扰电平基本上是以下的作用：干扰源发射功率 P_t 、在接收机方向上的干扰天线的增益 G_t 、干扰方向上的接收天线的增益 G_r 、接收机和干扰机之间的间隔距离 d 的基本损耗 $L_b(d)$ 与 Δf 相关的频率相关抑制，可用下式来表示：

$$I = P_t + G_t + G_r - L_b(d) - FDR(\Delta f) \quad (1)$$

频率相关抑制（FDR）是 Δf 的函数， Δf 是干扰调谐频率和接收机的调谐频率的差。它还取决于接收机的特性。进一步的资料可以在 ITU-R SM.337 建议书 中找到。应当注意，公式（1）可以用于计算所需的信号电平，条件是传播损耗是用适当的传播模式计算出来的。

另一个关于多源干扰环境下的无线电干扰的一般特点是，总干扰功率是各个干扰功率的总数：

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_k \quad (2)$$

下面几节简单叙述这些类型的干扰。其他诸如谐波、杂散发射、寄生发射和交叉调制等类型的干扰在本章 5.5.2 叙述。

5.4.1 同频道

同频道干扰是由于有用信号和干扰信号在同一信道内工作而在中频放大器内产生的。由于有用信号与干扰信号重叠，公式（1）的 $FDR(\Delta f)$ 等于零，而且，干扰信号不能用正常手段滤除掉。同频道干扰的电平取决于接收机的同频道抑制特性和发射机的发射特性。

在不同的无线电业务中，同频道干扰的计算也有差别。在陆地移动业务中，同频道电台在最坏情况下彼此也要隔开 120 km。这个距离随着地形和使用频带的不同而有所不同。在蜂窝无线电系统中，同频道间隔距离更近一些，以允许信道在同一城市中重复使用。在固定业务中，天线的方向性在计算干扰电平时起重要作用。当地面电台和地球站工作在同一频带时，这尤其重要。

同频道干扰的另一个原因是由于未经协调频率的共用情况，在这种情况下，可能干扰源的数量和位置也许都不清楚，例如，当干扰辐射来自家用设备时。

5.4.2 邻频道

邻频道干扰可以由工作在邻频道的干扰信号或发射机的杂散发射所引起。邻频道干扰电平取决于接收机的射频抑制特性。

邻频道干扰的基本效应是有用信号、干扰和具有不同频率和间隔的发射机之间相互作用的结果。这些都可以用频率—距离（FD）、频率相关抑制（FDR）或相对射频保护比来表示。FD 表示接收机和干扰机之间所需的最小间隔距离，该距离随它们调谐频率的不同而有所不同。FDR 表示接收机选择性对无用发射机的发射加以抑制的程度。邻频道干扰取决于公式（1）的 $FDR(\Delta f)$ 值。当有用和无用发射机载频具有相同的频率或频率差 Δf 时，保护比是有用信号和无用信号之间所需的最小比值，通常在接收机输入端以 dB 表示。保护比在本手册 4.4.5 有更详细阐述。

对于接收机来说，当规定了可接收的干扰功率最大值 I_m 时，则只有当：

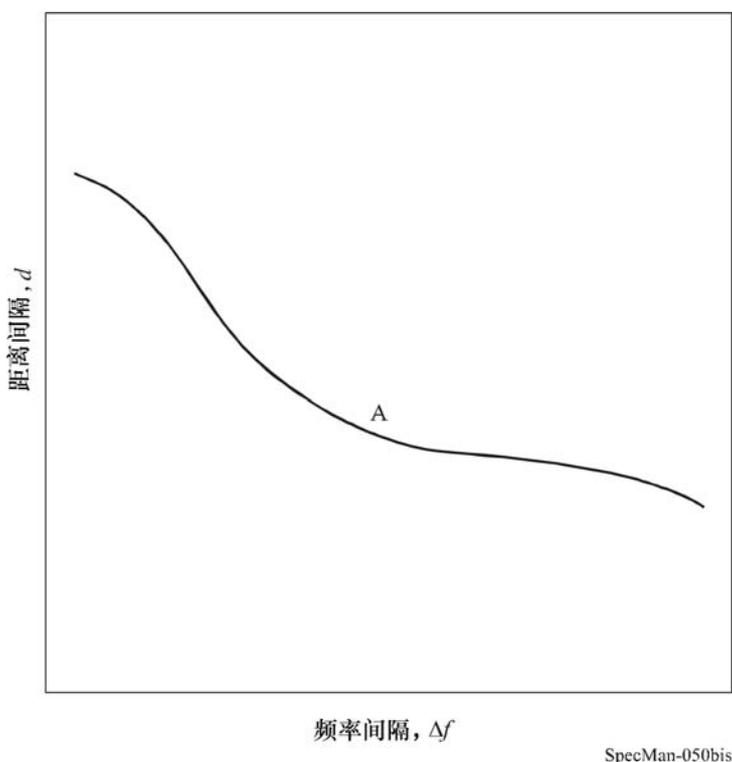
$$L_b(d) + FDR(\Delta f) \cong P_t + G_t + G_r - I_m \quad (3)$$

接收机性能才可以接受。各类组合间隔曲线和可接受的接收机性能区域表示如下。表示曲线 A 的公式是：

$$L_b(d) + FDR(\Delta f) = \xi \quad (4)$$

曲线之上是可接受的接收机性能区域，曲线以下是不可接受的接收机性能区域。

频率和距离的间隔。描述曲线 A 的公式为 $L_b(d)+FDR(\Delta f)=\xi$ 。曲线之上是可接受的接收机性能区域，曲线以下是不可接受的接收机性能区域。



根据所叙述的计算机相邻频带和信道功能的方法，FDR、FD 和保护比的计算可以采用小型计算机实现。通过计算，也可以分别确定邻频道干扰成分是由载频还是由边带产生的。

5.4.3 去敏

当干扰发射机非常靠近接收机进行操作时就会发生去敏。如果干扰信号太强可能会使接收机完全失灵。去敏电平取决于射频（RF）抑制特性，即接收机的 $FDR(\Delta f)$ 。典型的系统技术规范建议用户选择具有对这种有害干扰进行抑制特性的接收机。避免去敏干扰的通用方法包括安装滤波器，挪动站址，或减少干扰台站的极端发射功率。

5.4.4 干扰概率

《无线电规则》第 1.166 款对干扰下的定义是：“在无线电通信系统中，无用能量对...接收产生的影响，其表现为任何性能的降低、错误的体现或信息的丢失。如不存在这种能量，可以获得这些信息。”

为了估计干扰的程度，计算机模拟、传播模式已经研究出来，以计算干扰功率、载噪比和有用信号对干扰信号比。由于无线电设备、传输损耗和业务量密度的多样性，现实的做法只有估计干扰的概率。

干扰概率取决于一系列因素，一个一般的公式只能将干扰的统计性质加以概括。实际的干扰概率只有因类型而异进行评定。

从上面“互调”一节可以找到一个例子，三阶互调产物可能在接收机处产生干扰，即在干扰的频率正好与接收机的 IF 通带一致之时。互调干扰概率取决于一系列因素。在 RIM 情况下，这些因素是：接收机的鉴别特点、接收机的 RF 放大器、接收机在给定信噪比情况下的灵敏度、以及在接收机的输出端有用和干扰信号功率电平的散射。在 TIM 情况下，互调干扰概率是：在被影响发射机的天线电路上的衰减的作用、发射机的互调转换损耗、同频道保护比、在输出终端的干扰发射机的功率、以及在发射机和接收机之间的通道上的互调。由互调引起的干扰概率在固定点对点系统的设计阶段就有显著减少，但对于陆地移动业务，减少的难度较大。

在系统一级，例如移动通信系统，干扰概率应考虑以下方面的效应：

- 无线电设备基本接收信道上发射机的带外辐射；
- 在接收信道上发射机的谐波辐射；
- 在杂散接收信道上发射机的基本辐射；
- 在杂散接收信道上的谐波辐射；
- 三阶互调干扰。

可接受的接收概率是，没有任何一种干扰模式会引起问题。干扰模式的累计分布函数可以被计算出来。从这点出发，就有可能从总接收概率的角度，把一种干扰模式的影响与另一种干扰模式的影响加以比较。进而，为了改进信号的接收质量，降低一种干扰模式的成本与降低另一种干扰模式的成本也可以评定出来。这就可以提供以下信息：接收机和发射机的 EMC 参数是否应当改进，以便使无线电设备为符合标准而应开销的总成本能够最优化。

ITU-R SM.2028 报告描绘了一种统计模拟方法，这一办法系基于“蒙特卡洛”技巧，适合复杂方案的计算。这种办法原本系研究来重新评价《无线电规则》的附录 3 中所述对无用信号的限制。但是，这个方法

在频谱工程方面也适合于下列方面：

- 工作在同一或邻频带各种不同无线电系统的共用和兼容的分别研究；
- 发射机和接收机屏蔽的估算；
- 诸如封塞或互调以及无用发射参数的限值的估算。

蒙特卡洛方法实际上可以针对所有无线电干扰的情况。这一灵活性是通过对系统的所有参数都作限定而获得的。所有可变参数（天线方向图、辐射功率、传波通道...）是其统计分布函数。因此，通过较简单的函数就可以模拟非常复杂的形势。各种各样的系统都可以处理，诸如：

- 广播（地面和卫星）；
- 移动（地面和卫星）；
- 点对点；
- 点对多点，等等。

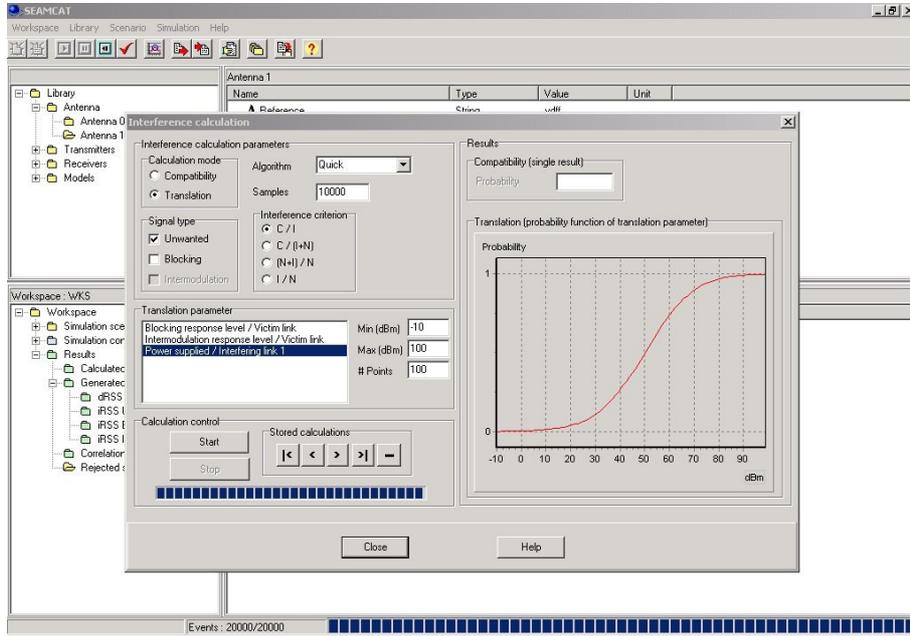
在下面的例子中对原则有最好的叙述，这些例子只考虑无用发射为干扰体系。一般说来，蒙特卡洛方法也能处理无线电环境中的其他效应，诸如带外发射、接收机封塞和互调。这种方法适用的例子有：

- 数字 PMR（TETRA）系统和 915 MHz GSM 系统之间的兼容；
- FS 系统和 FSS 系统共用的研究；
- 近距离装置（蓝牙）和在 ISM 频带的 2.4 GHz RLAN 系统间共用的研究；
- IMT-2000 系统和 1.5 GHz 左右的 PCS1900 系统之间兼容的研究；
- 工作在这些频带内的特宽带系统和其他无线电系统之间的兼容的研究。

ITU-R SM.2028 报告所载方法在“频谱工程高级蒙特卡洛分析工具”（SEAMCAT[®]）中以得到实施。SEAMCAT 可以从欧洲无线电通信办公室（ERO）免费获得，也可从它的网站 www.ero.dk 直接下载。

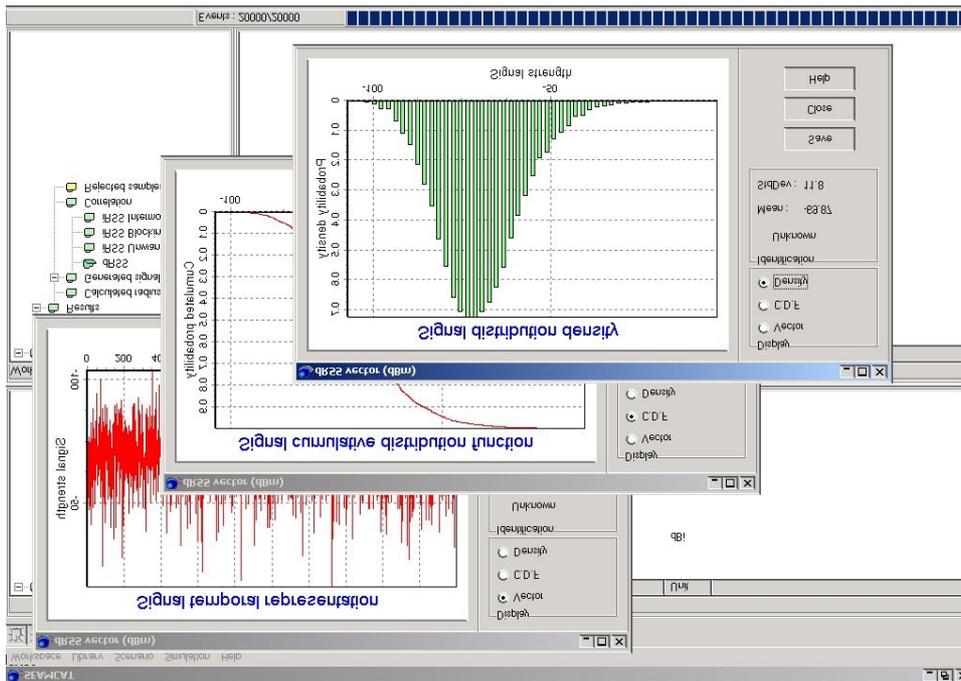
通过一个方便使用的绘图用户接口，SEAMCAT 提供本节已经叙述的所有功能。图 5.2 和图 5.3 示出了一个取样结果。

图 5.2
SEAMCAT 绘图用户界面的例子



SpecMan-052

图 5.3
SEAMCAT 绘图用户界面的另一些例子



SpecMan-053

5.5 共用频带

新无线电通信业务的引进和现有无线电通信业务的发展日益增加的要求，使人们极为重视开发技术手段，以通过频率共用达到增加频谱利用的目的。

当两种或更多无线电业务有效地利用同一频带时，就存在业务间的共用。《无线电规则》第 1 条第 1.166-1.176 款规定了频率共用需要考虑的参数。频率共用是改善频谱利用的有效方法。在指配新频率之前，应当考虑共用现有频率的可能性。

无线电频谱利用取决于频率、时间、空间位置以及调制/编码和正交信号的隔离。任何频谱的共用都必须考虑满足这四个方面的一个或更多的条件。频率共用可以采取直接的方式，即其中任何两方面相同，第三或第四方面可有一定程度的不同，这就足以确保所有涉及的业务（两种或更多种）可以满意地工作。当各种业务在四个方面都相同，也能实现共用。在这种情况下，共用是通过采用技术条件来实现的，但这些条件不会降低所涉及业务的性能要求。

5.5.1 共用频率分配（不同业务间的共用）的技术基础

随着时间的推移，为适应新业务和更有效利用频谱资源，频谱共用的情况在不断增加。表 5-3 所示是一些可以促进共用的技术方法。共用方法依据四个方面按列进行分组：即频率、时间、空间位置和信号隔离。有些方法是新的或革新的，它们可使频谱得以更有效利用或在利用中有更大灵活性。其中许多方法都是新设备技术的采用、分析的计算机化和新思路的结果。有些方法比较复杂，涉及实时计算机控制的频率管理。经常，设备特定技术参数的技术规范有必要实施表 5-3 所示的方法。这些参数的某些例子如下：

- 共用业务设备间地理间隔距离的技术规范；
- 共用业务调制特性的技术规范，如数字调制、扩展频谱；
- 发射机功率的限值、功率通量密度的限值（pfd_s）、发射机天线的指向角；
- 只是点对点的传输；
- 方向性和自适应天线的利用；
- 共用业务设备的占空率和信息类型的约束，例如只是间断地使用、只是模拟信号、只是数据；

- 规定的干扰标准，即比特的误码率标准（BER）、要求的误码率标准；
- 为促进共用，协商放宽的共用技术标准。

表 5-3
方便共用的方法

频率间隔	空间间隔	时间间隔	信号间隔 ⁽¹⁾
信道规划	地理的共用的分配	占空率控制	信号编码和处理
带宽分段	站址间隔	动态实时 ⁽¹⁾	FEC
频率捷变系统	天线系统的特点：	频率指配	干扰抑制
动态共用	— 自适应天线（小天线）	TDMA	CDMA
— 动态实时频率指配 ⁽²⁾	— 天线极化鉴别		扩展频谱：
FDMA	— 天线方向图鉴别		— 直接序列
发射的控制	— 空间分集		— 频跳
频谱特点	— 天线角度		— 脉动 FM
动态可变	或方向图分集		干扰
频率容限	空分多址（SDMA）		功率/带宽调整：
限制需求指配	物理障碍和站址屏蔽		— 同频道
多路接入			— 动态发射机电平控制
（DAMA）			— pdf 限制和功
频率分集			率频谱密度（psd）限制（能量扩散）
			调制复杂性
			编码调制
			自适应信号处理
			天线极化

⁽¹⁾ 这些信号间隔技术也可以适用于频率、空间和时间间隔技术。

⁽²⁾ 动态实时频率指配有通过同步使用频率和时间域而达到共用。因此，这一方法在两列中都被列入。

在表 5-3 中所列的某些方法是新的和革新的，它们可以使频谱使用更有效或更为灵活。许多这些方法是新设备技术的引进、分析的计算机化和新思路的结果。某些方法很复杂，涉及实时计算机控制频率管理。

5.5.1.1 频率间隔

信道规划

可以同类和不同类为基础安排运营信道，以便填隙式地布局一个或更多的通信系统。这一避免干扰的手段必须要事先协调好，以便利用调制类型的长处而将信道适当地间隔。

频带分段

为频谱的不同用户和不同使用，将一系列信道组合在一起，或为非信道化的系统创建一个子频带，与信道规划的使用是相似的。在某些情况下这是需要的，因为这可以减少和避免协调，而可以使频带被用于多个用途。

频率捷变系统

频率捷变系统可以在规定的频带内的任何地方实时地选择频率，利用的是发射前“听”的技巧。这是些不需要依靠相互协调过程的，或依靠另一系统运营者的决定的系统。频率捷变系统就是寻找非使用频谱进行通信的系统，由于它们易受干扰，不适宜公众电信或重要数据的传送。

动态共用

利用先进的计算机技术，频谱管理者可以有更多的频率共用机会，于是也就有减少因严格业务界线而导致的非有效情况的机会。在同样和相似的业务中，在不同系统之间进行频率动态共用，就可以使在同一地理区域的不止一个系统，在同一频率，但是在不同时间进行工作。

FDMA

FDMA 技术包括，将一个频带的几个部分同时分给几个用户，但限制各个用户进入分配好的子频带。这样一来，在频域可以达到正交性。

发射频谱特性的控制

发射频谱特性的控制，系通过限制浪费在无用发射（杂散发射和带外发射）的频谱的量，来增加无线电通信所能利用的频谱。

动态可变间隔

频谱灵活利用的另一种共用方法是动态可变间隔。这是在两种业务之间实时共用一组频谱，在两种业务中，有一种占优先地位。

频率容限

在被指定的频率内，一个发射占用频带的中心频率最大允许偏移度，或者，一个发射的特征频率从参考频率偏移的最大允许度，称为频率容限。频率容限的限值，通过对发射频率信号漂移的控制，可以减少频谱的浪费，从而增加在频谱的某一部分可以工作系统的数量。

按需分配多址连接（DAMA）

信道的事先固定指配的主要缺点是难于满足业务量的随机变化。在稀路由情况下，网络或系统中有很多站，但每个站的业务量都很少，DAMA 技术就能增加其频谱的利用。DAMA SCPC（每载波单信道）系统和 SPADE（每载波单信道 PCM 多路连接按需分配设备）系统是这一应用形式的典型例子。

频率分集

利用频率分集便可获得十分明显的分集增益并加上信道无触及（无差错）开关。频率分集增益当无线电传播随频率而衰落，并且在不同频率位置衰落程度不同，但只需要很小的或可忽略不计的校正取决于衰落的散射特征、频率分集位置间的校准系数、以及无触及（无差错）开关的性能。

5.5.1.2 空间间隔

地理共用指配

不同地理区域的用户如果彼此相隔很远，则可以再使用同一频率。地理或地区频率共用是一项已经证明的，并长期以来为人们认为是实际可用的技术。

站址间隔

站址选择主要是为了选择一个与在同一频率工作的其他台站相隔适当距离的工作位置。

天线系统特点

有各种各样利用天线特性而便利频率共用并减少干扰的可能性。最好的办法是将定向天线使用到技术所能允许的最好程度。

空分多址（SDMA）

技术已经发展到这样的地步：根据对天线方向图的控制，则可依据空间方向而对传输进行鉴别。这种技术对卫星、无线本地环路和蜂窝移动无线电新的应用尤其重要。

物理障碍和站址屏蔽

屏蔽可以限制发射机可能辐射的方向，以及因辐射对其他系统和接收机引起的干扰。通过将几个系统在地理位置上很恰当地安排在一起，这种限制不但使它们不会互相干扰，而且还可以增加它们共用的可能性。站址屏蔽可以通过植被、地形和建筑物等而自然地实现。

5.5.1.3 时间间隔

频率共用

用户可以按时间而共用频谱，如几家出租汽车公司可以交替使用同一频率，或民用波段（CB）无线电运营者共用多个频率。

占空率控制

占空率是脉冲持续时间和脉冲重复速度的产物，也是平均功率输出与峰值功率输出之比。

动态实时频率指配

灵活利用频谱的另一种共用方法是动态可变间隔，它是在两种业务间实时共用一组频率，两种业务中的一种占优先地位。利用这种动态可变间隔技术，就是把一组频谱所载的信道间隔成两个部分。

TDMA

TDMA 技术是将固定的预先确定的时隙指配给每一个用户，用户可以进入整个带宽，但是只能在自己所分得的时隙之内。

5.1.1.4 信号间隔

信号编码和处理

按信号编码（或编码调制）和处理一般分级的几种技术已经问世。编码可以在调制过程（如 CDMA 的信道编码）中发生或在传送之前在原始信号（称信源编码，犹如数据串被压缩）中发生。

FEC

FEC 在数字链路上的一种使用方法是减少所需的 $C/(N+I)$ 之比。FEC 是以牺牲吞吐量或带宽而换取减低的功率富余的技术。在这种情况下，源编码技术用于检测误码和控制发射机重新发送错误数据块的要求。

干扰抑制

先进的干扰减轻技术是一种利用强有力信号处理算法的非线性干扰抑制技术，该算法既利用所需信号的频谱校准特性也利用干扰信号的频谱校准特性。

CDMA

扩散频谱调制或 CDMA 提供显著的在同一系统或几个系统中一致地共用频率的好处。

CDMA 技术可允许频率和时间的传送重叠。这种技术是将不同的信令编码和预定接收机的匹配滤波器（或可相应地称为校准检测）一起利用而达到信号间隔的目的。每个用户被指配一个特定的编码序列，该序列在具有数字数据的载波上进行调制，而该数字数据在载波的顶端被调制。存在两种共同形式：频跳和编码。在前一种情况，频率按某些已知模式而周期性地改变；在后一种情况下，载波由数字数据序列和编码序列进行相位调制。以增加带宽需求（为了扩展波形）的代价换来多正交编码。

扩展频谱

利用扩展频谱技术的发射机，通过利用事先确定的重复码，将信号在一个比原始信号带宽宽许多倍的带宽上进行扩散。接收机用同样的编码将信号还原成其原本的形式。

扩展频谱的好处是干扰压缩。商业应用包括：个人通信、蜂窝电话、无线告警系统、局域网和寻呼系统。

虽然在频带上叠加扩展频谱系统可以改进频谱的有效性（就像未被颁发执照的小功率装置那样），但是由于扩展频谱系统数量的增加，干扰的可能性也增加。直接序列系统的增加会实质性地导致所有窄带系统干扰的增加和性能的降低。如果频跳系统戏剧性增加，则干扰的产生，尽管时间很短，会变得很频繁而使系统的性能降低。

干扰功率/带宽调整

可以设想，杂波和干扰对接收机的影响是相等的，如在某些系统中那样，则功率和带宽调整技术可以用来利用可接受的载波对干扰（ C/I ）之比的性质，作为恒量 $C/(N+I)$ 的载噪比（ C/N ）的函数。所采用技术与增加被干扰系统发射机的功率是一致的。当把杂波限制系统发射机的功率少量增加，例如，增加 3 dB，接收机就会承受量多得多的干扰，例如 10 dB。

调制复杂性

具有更多状态数量的正交振幅调制（ M -QAM）和先进信号设计的利用，可以增加固定信道带宽的比特率或减少固定比特率的信道带宽，并改进功率/频谱的利用性能。增加调制的复杂性需要依赖纠错码的增加，并可能需要更复杂的动态信道处理，以满足传送性能目标。

编码调制

FEC 技术可改进功率利用，但是由于在时域插入冗余量，会降低频率的利用率。既提高功率利用又不降低频谱利用率的一项技术就是编码调制技术，其可将冗余量映射进调制参数而把调制和编码技术相结合。

自适应信号处理

先进的自适应信号技术是实现新一代高速无线数字传送好处的关键。通过利用：

- 频率和时间域的自适应均衡
- 自适应发射机功率控制；
- 天线分集，包括垂直空间分集和/或带各种自适应分级组合器的水平空间分集；
- 频率分集，包括利用无触及（无差错）开关对付实时传播时延变化；
- 干扰/回波取消或抑制，以及针对实时干扰的多用户检测；
- 针对宽带信号的强散射的（正交）多载波平行传送（或 OFDM）；
- 针对线性失真的预失真或非线性均衡技术，等等，

它可针对诸如接收到信号电平的变化和信号散射等实时传送环境变化提供强有力的措施。

天线极化

如前面所述，天线极化性能，如正交极化性能，对于加强地面数字无线电通信、卫星通信、窄带/宽带无线地方环路以及移动通信的频率复用能力实在是非常重要。这些方法的更详细叙述见表 5-4，也可在 ITU-R SM.1132 建议书中找到。

在下一节中，会讨论一些共用的方法，并举例说明。

5.5.2 陆地移动和广播业务间的共用

陆地移动业务和广播业务在 VHF 和 UHF 频带的空间间隔共用在 ITU-R SM.851 建议书中有所描述。为使两种业务满意地工作，建议对加强接收机的干扰场强作了规定。

为了对陆地移动业务中利用角度调制的电视和声音广播进行保护，在电视广播时应提供抗干扰保护的中等场强应当如何，在 ITU-R BT.417 建议书中有所规定。这些数值系取自世界范围中等场强数值的最大值。

表 5-4
在广播业务中应当提供的保护所需场强

频带 (MHz)	场强 ($\mu\text{V/m}$)
44-108	48
66-108	54 用于立体声 FM 业务
137-254	56
470-582	65
582-960	70

这些值适用于地面上高度为 10 m 的天线，对于城市中一些建筑物高度远远超过 10 m 的地方，需要进一步研究以确定对应的场强值，对于那里的中继发射机，更高场强可能适当。移动业务基站的潜在干扰从干扰场强可以算出：

$$F_i = E(50, T) + A(\text{dB}) + B \cdot E(50, T) \quad (5)$$

其中， $(50, T)$ 是在天线高度为 10 m，时间为 $T\%$ （1 至 10），在位置的 50%处干扰发射机超过的场强，是根据 ITU-R P.370 建议书算出的。 $A(\text{dB})$ 是电视广播所需的保护比，其在本手册的 3.4.5 叙述得更详细。 B 是天线的辨别（dB）。对于混合极化， $B=0$ ；对于水平极化 TV 广播， $B=-15 \text{ dB}$ ，除在第二区的几个国家以外，在那里， $B=-9$ ；对于声音广播， B 应根据 ITU-R BS.599 建议书而算出。出自基站的多种干扰的影响，应通过功率总和的方式算出。

对于共用频带中利用角度调制的陆地移动业务的保护，对于出自广播业务的干扰，在利用 25 或 30 GHz 间隔的陆地移动业务接收所需中等场强如下表所示：

表 5-5
陆地移动业务保护的场强

频带 (MHz)	场强 ($\mu\text{V/m}$)	
	讨厌干扰 (3 级)	能注意到的干扰 (4 级)
44-68	16	19
68-87.5	15	20
87.5-108	14	20
137-254	14	21
470-582	20	24
582-960	30	38

随着级别的降低，要想听懂广播，必须做更多努力。5级干扰几乎可以忽略，4级产生“能注意到的”干扰，3级产生“讨厌的”干扰。对于12.5 kHz和15 kHz的信道间隔，上述值都应高3 dB。大于30 kHz的信道间隔还需进一步研究。

移动接收机接收到的功率用下面的公式计算：

$$P_r(\text{dBm}) = E - 20 \log F - L_c + G_r - 77.2 \quad (6)$$

其中：

E ：电场强（dB(μV/m)）

F ：频率（MHz）

L_c ：天线和接收机间的电缆损耗（dB）

G_r ：接收机天线增益（dBi）。

超过位置50%和时间10%的干扰接收机场强可以按ITU-R P.370建议书算出。天线对水平极化TV广播发射的辨别，对基站是18 dB，对陆地移动站是8 dB。对于垂直或混合极化发射，天线的辨别还没有设想。

3级陆地移动业务和声音广播业务的共用，在两种业务的载波之间按不同频率间隔而共用的情况下，对于利用12.5 kHz信道间隔的陆地移动业务保护比如下表所示：

表 5-6
陆地移动业务的保护比

频率间隔 (kHz)	保护比 (dB)
0	8
25	6
50	-5.5
75	-17.5
100	-27.5

对其他业务级别和信道间隔的保护比需要进一步研究。

5.5.3 固定业务和广播业务间的共用

ITU-R SM.851 建议书涉及确定以下情况下共用准则所用程序：在广播业务（声音和电视）和固定业务之间，当它们都在同一或临近VHF或UHF频带同时工作时。

5.5.4 与雷达系统共用

雷达系统提供许多功能，包括无线电定位、无线电导航、测高、气象、雷达天文、以及地球遥感。一般来讲，雷达所提供的范围广泛的多种功能使它成为无线电频谱的一个大用户集团之一。

雷达在频率、功率、天线特性和波形方面的多集性特点决定了一个及其复杂的电磁环境。多数雷达系统在扫描状态下工作，形成一个三维干扰储存媒体。再加上，雷达系统工作在固定的或移动的陆地台站、水上的船只、天上的飞机和太空器等情况，雷达系统和其他无线电系统之间的干扰是不可避免的。一个共同的因素是传播从天空到陆地的成分是在 200 MHz 至 40 GHz 频带。但是，大气的干扰，尤其是降雨，其频率在大约 5-40 GHz，变得很重要。

雷达系统通常与工作在次要的或无用保护情况下的业务共用频率。在考虑与非雷达系统共用时一定应慎重。这主要是因为雷达系统是大功率系统及其在系统间干扰的潜力。但是，有很多雷达与其他系统成功共用的例子。

一个成功共用的例子是雷达与其他业务在 5 GHz 频带的共用。许多国家的规定允许无线电局域网（RLAN）在 5 GHz 频率范围成功地工作，这一频率首先是分配给无线电定位的，所以许多雷达系统都使用它。动态频率选择技术（DFS）的发展，使 RLAN 网络能避免雷达所使用的频率，方便了共用的可能性。

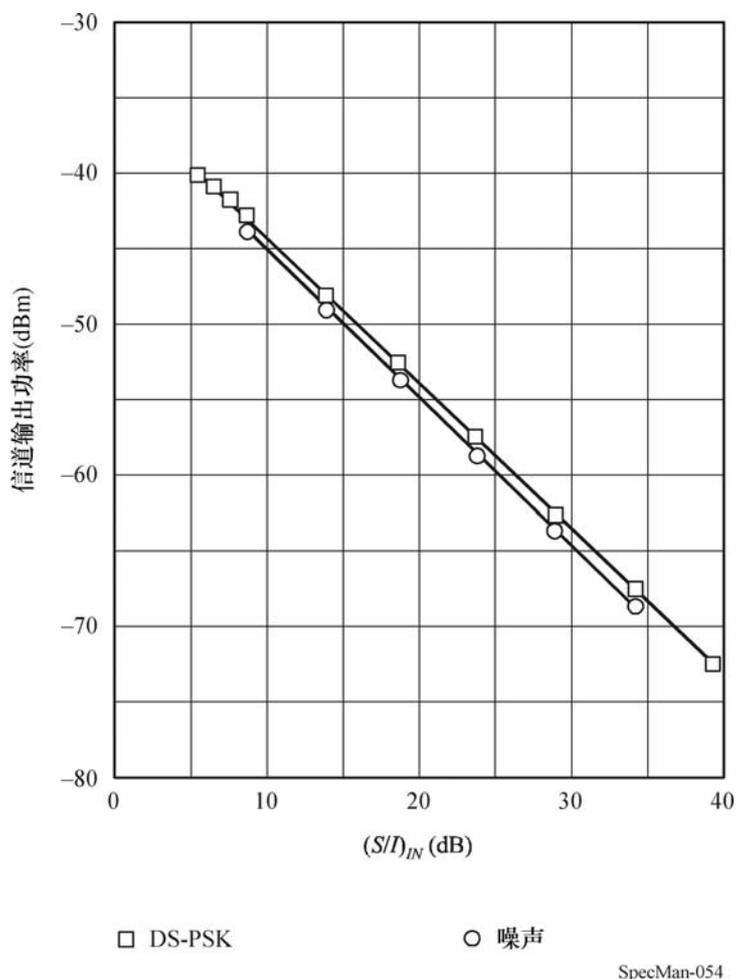
5.5.5 利用扩展频谱技术的共用

可以这样给扩展频谱系统下定义：在这个频谱中，传送信号的能量在比信息信道宽得多的带宽上广为传播。这些系统系以较宽的传送带宽换取较低的平均功率频谱密度，从而增加对工作在同一频带的干扰信号的抑制。因此，它们有与常用窄带系统共用频谱的潜力，因为它们在窄带接收机通带上传送的功率可能很低。另外，扩展频谱系统可以抑制窄带干扰。但是，也应当注意，扩展频谱系统与其他现有系统在同一频带共用会提高杂波水平，对窄带系统的性能有所影响。

ITU-R SM.1055 建议书载有扩展频谱技术应用的更多情况，还包括：通过该技术应用而进行频带共用的实例；对常规接收机干扰进行分析的程序。ITU-R SM.1055 建议书的第一个例子，以测得的数据和计算机模拟结果为依据，表明，AM 声音、FM 声音或 FDM/FM 声音等信号的性能与有 DS 信号和高斯噪音信号出现时的情况是相同的。图 5.4 显示在一个模拟的 600 信道的上端，并在有噪声和 DS/测得的信道输出功率

对 PSK 干扰情况下的测量结果。两条曲线间的细小差别是因为 DS 信号的功率频谱通量密度，其比噪声的通量密度略大。工作在有 FH 信号或脉冲信号存在情况下的 AM、FM 和 FDM/FM 声音信号的性能是同样的，这一结果也可适用于混合 FH/DS 信号的情况。为进行可理解度测试，脉冲信号的脉冲重复频率和脉冲带宽与随机 FH 信号情况下的是兼容的。测得数据所显示的趋势和为 AM 情况所作的计算机模拟的概括见[Hatch *et al.*,1971]。

图 5.4
信道输出功率对带有 DS/PSK 和噪声的 S/I
FDM/FM 的测得结果



据了解到的情况，就决定了信噪保护比并用于计算每个工作在共用环境的系统的最小所需传播损耗，见表 5-7 所示。但请注意，这些结果不能用来对 AM 声音、FM 声音和 FDM/FM 声音相互进行比较，因为它们三者各自所用的有用信号电平是不同的。从表 5-7 可以看出，在同频道 SS 系统，即 DS/PSK 10 Mbit/s 和 AM 声音系统之间存在共用的可能性，因为 127 dB 的传播损耗要求低于同频道 AM 声音系统之间 144 dB 的传播损耗要求。

表 5-7
最小所需传播损耗 (dB)

发射带宽 ⁽¹⁾ (kHz)	干扰		有用信号					
			A3E		F3E		F8E	
		AI	0.7	0.9	0.7	0.9	0.7	0.9
1.4 ⁽²⁾	A3E(AM)		144	150				
1.5 ⁽²⁾	F3E(FM)				163	177		
400 ⁽²⁾	F8E(FDM/FM)						143.6	148.6
9000	DS/PSK 10 Mbit/s		127	134	137	144	141.6	147.6
6000	DS/MSK 10 Mbit/s		129.1	136.1	139.1	146.1	141.6	147.6
36000	DS/PSK 40 Mbit/s		121	128	131	138	139	145
24000	DS/MSK 40 Mbit/s		123.1	130.1	133.1	140.1	141.2	147.2
180000	FH/DS/PSK(40,100,250,5,4.5)		111.7	123.7	134.7	145.7	131.7	137.7
120000	FH/DS/MSK(40,100,250,5,3)		113.7	125.7	136.7	147.7	133.7	139.7
90000	FH/DS/PSK (40,100,250,2.5, 2.25)		114.7	126.7	137.7	148.7	134.7	140.7
60000	FH/DS/MSK (40,100,250,2.5, 1.5)		116.7	128.7	139.7	150.7	136.7	142.7

(1) 3 dB 发射带宽（用于确定发射机和接收机同频道地占有带宽的发射带宽）。

(2) 这一值与峰值边带功率频谱密度有关。

这些关于同频道干扰和邻频道干扰的测试的某一些是在五个标准北美电视接收机上所进行的。这些电视机在 50-88 MHz 频带工作，用 NTSC 调制证明在 FH SS 系统和电视广播业务之间共用的可能性。还需进一步的情况以确定所需 S/I 比和 FH 传送数量之间的关系。

另一个例子是关于航空导航/有效距离测量设备（AN/DME）和一个 SS TDMA 系统之间的频带共用。这个例子提供了一系列低频谱密度以外的一系列参数。TDMA 系统发射的能量在 960-1 215 MHz 的 AN/DME 频带（这可与 300 kHz 的 AN/DME 接收机带宽作比较。）上扩展。当具有共用可行性后，证明如果要导致更有效的频谱利用，只需作少量调整就可以了。

5.5.6 ITU-R 关于在业务间共用建议书的概括

表 5-8
涉及业务间共用的 ITU-R 建议书

受害业务:	干扰者:									
	广播	固定	移动	EESS/ SR/SO	卫星移 动业务	卫星固 定业务	无线电 导航	无线电 定位	Met-sat/ Met-aids	卫星间
广播		SM.851	SM.851							
固定	SM.851		F.1402	SA.1236 SA.1258 SA.1277 SA.1278 F.1502	M.1469 M.1472 M.1473 M.1474	SF.355 SF.1005 SF.1006 SF.1481 SF.1486				
移动	SM.851	F.1402		SA.1154 SA.1236 SA.1277 SA.1278						
EESS/SR/SO		F.761 F.1247 SA.1277 SA.1278	SA.1154 SA.1277 SA.1278			S.1069 SA.1071 SA.1277 SA.1449		SA.516	SA.1277	SA.1278
卫星移动业务				SA.1277					SA.1264	
卫星固定业务		SF.355 SF.1005 SF.1006 SF.1481 SF.1486	S.1426 S.1427 M.1454	SA.1277			S.1068 S.1151 S.1340			
无线电导航					S.1341	S.1151				
无线电定位				SA.516						
Met-sat/Met-aids					SA.1158 SA.1264					
卫星间				SA.1278						
RNSS				SA.1347	M.1470					
射电天文 ⁽¹⁾										
航天	SM.1009									

⁽¹⁾ ITU-R RA.1031 建议书阐述了在与其他业务共用频带时对射电天文业务的保护。

5.6 保护比

《无线电规则》第1条第1.170款对保护比的定义是：“有用信号对无用信号的比，通常在接收机输出处以分贝表示，它按某些特定条件而决定，例如，在接收机输出处所获得接收信号的质量。”特定的质量按给定性能以下面的术语表示：误码率、图片质量损伤程度或可理解度，这些术语按发射的类型而定。

表 5-9 系摘自 ITU-R SM.669 建议书，它给出某些保护比，包括为各种业务水平规定的条件。这个表也考虑在关于邻频道干扰一节所述的同频道（当发射机的载频使用同样的频率时）和信道外（当有用发射机和无用发射机具有 Δf 的频差时。）的各种情况。

ITU-R BS.559 建议书和 ITU-R BS.560 建议书对声音广播的保护比提供了更多资料。

保护比可按包括其噪声干扰的干扰信号的一个发射级别和一组发射级别而确定。保护比的确定根据计算和测量，也根据被保护业务所要的特定业务质量而定。从表 5-9 可以看出，某些业务间的保护比还有待确定。

工作在相邻两频带的地面通信和广播业务间的复杂性在 ITU-R SM.1009 建议书中有探讨，ICAO 的《芝加哥公约》的附件 10 提供了对某些航空业务所需保护比的技术规范和特性，所涉及的方面有：仪表着陆系统（ILS）、VHF 全方位无线电航向信标（VOR）以及导航和通信设备。

表 5-9
保护比 (dB)

发射类别	干扰 ↑ 有用信号 ↓	发射类别	500HA1B		6K00A2B		6K00A3E		3K00A3E		5M00C3F		7M00C3F-8M00C3F		1K10F1B		16K0F3E		726KF8E		1M32P0N		噪声			
			参数	性能级别 ⁽¹⁾	参数	性能级别 ⁽¹⁾	参数	性能级别 ⁽¹⁾	参数	性能级别 ⁽¹⁾	参数	性能级别 ⁽¹⁾	参数	性能级别 ⁽¹⁾		参数	性能级别 ⁽¹⁾									
500HA1B	$BW_{IF} = 500 \text{ Hz}$ 50 Bd (S/N) = 18 dB	参数	CO	OFF	N	OFF	N	OFF	N	OFF	N	OFF	N	OFF	N	OFF	N									
			CO	OFF	CO	OFF	CO	OFF	CO	OFF	CO	OFF	CO	OFF	CO	OFF	CO	OFF								
6K00A2B	$BW_{IF} = 8 \text{ kHz}$ $m_i = 1.0$ (S/N) = 18 dB	性能级别 ⁽¹⁾	CO	OFF	3	CO	OFF	4	CO	OFF	4	CO	OFF	4	CO	OFF	4	CO	OFF	4	CO	OFF	4	CO	OFF	4
			CO	OFF	3	CO	OFF	7	CO	OFF	4	CO	OFF	4	CO	OFF	4	CO	OFF	4	CO	OFF	4	CO	OFF	4
6K00A3E ⁽²⁾	$BW_{IF} = 8 \text{ kHz}$ $\Delta f = 0.5 \text{ kHz}$ $m_i = 0.3$ (S/N) = 45 dB	性能级别 ⁽¹⁾	CO	OFF	4	CO	OFF	5	CO	OFF	1	CO	OFF	4	CO	OFF	1	CO	OFF	4	CO	OFF	1	CO	OFF	4
			CO	OFF	4	CO	OFF	5	CO	OFF	1	CO	OFF	4	CO	OFF	1	CO	OFF	4	CO	OFF	1	CO	OFF	4
3K003E 或 3K00R3E	$BW_{IF} = 2.7 \text{ kHz}$ $\Delta f = 0.5 \text{ kHz}$ (S/N) = 35 dB	性能级别 ⁽¹⁾	CO	OFF	44	CO	OFF	43	CO	OFF	50	CO	OFF	50	CO	OFF	1	CO	OFF	48	CO	OFF	1	CO	OFF	48
			CO	OFF	4	CO	OFF	7	CO	OFF	17	CO	OFF	14	CO	OFF	1	CO	OFF	8	CO	OFF	1	CO	OFF	19
5M00C3F	$BW_{IF} = 6 \text{ MHz}$ 525 线 (S/N) = 46 dB	性能级别 ⁽¹⁾	CO	OFF	-7	CO	OFF	2	CO	OFF	6	CO	OFF	3	CO	OFF	1	CO	OFF	-2	CO	OFF	1	CO	OFF	8
			CO	OFF	39	CO	OFF	32	CO	OFF	44	CO	OFF	43	CO	OFF	2	CO	OFF	37	CO	OFF	41	CO	OFF	2
7M00C3F-8M00C3F	$BW_{IF} = 1.050 \text{ Hz}$ $D_{IF} = \pm 425 \text{ Hz}$ 50 Bd (S/N) = 18 dB	性能级别 ⁽¹⁾	CO	OFF	21	CO	OFF	14	CO	OFF	26	CO	OFF	25	CO	OFF	2	CO	OFF	19	CO	OFF	22	CO	OFF	2
			CO	OFF	12	CO	OFF	5	CO	OFF	17	CO	OFF	16	CO	OFF	2	CO	OFF	10	CO	OFF	13	CO	OFF	2
1K10F1B	$BW_{IF} = 16 \text{ kHz}$ $D_{IF} = 5 \text{ kHz}$ $\Delta f = 0.5 \text{ kHz}$ 去重 (S/N) = 22 dB	性能级别 ⁽¹⁾	CO	OFF	25	CO	OFF	20	CO	OFF	42	CO	OFF	41	CO	OFF	1	CO	OFF	30	CO	OFF	35	CO	OFF	1
			CO	OFF	-14	CO	OFF	-14	CO	OFF	5	CO	OFF	3	CO	OFF	1	CO	OFF	-25	CO	OFF	3	CO	OFF	1
16K0F3E ⁽²⁾	24 个信道 上层信道 $\Delta f = 44.5 \text{ kHz}$ (S/N) = 45 dB	性能级别 ⁽¹⁾	CO	OFF	-28	CO	OFF	-28	CO	OFF	-12	CO	OFF	-16	CO	OFF	1	CO	OFF	-43	CO	OFF	-10	CO	OFF	1
			CO	OFF	10	CO	OFF	13	CO	OFF	30	CO	OFF	31	CO	OFF	2	CO	OFF	21	CO	OFF	27	CO	OFF	2
726KF8E	24 个信道	性能级别 ⁽¹⁾	CO	OFF	-8	CO	OFF	-5	CO	OFF	12	CO	OFF	14	CO	OFF	2	CO	OFF	3	CO	OFF	9	CO	OFF	2
			CO	OFF	-17	CO	OFF	-14	CO	OFF	3	CO	OFF	4	CO	OFF	5	CO	OFF	-6	CO	OFF	3	CO	OFF	2
7M00C3F-8M00C3F	525 线	性能级别 ⁽¹⁾	CO	OFF	50	CO	OFF	50	CO	OFF	15	CO	OFF	15	CO	OFF	5	CO	OFF	47	CO	OFF	25	CO	OFF	5
			CO	OFF	58	CO	OFF	51	CO	OFF	6	CO	OFF	6	CO	OFF	6	CO	OFF	52	CO	OFF	6	CO	OFF	6
1K10F1B	625 线	性能级别 ⁽¹⁾	CO	OFF	0	CO	OFF	2	CO	OFF	10	CO	OFF	4	CO	OFF	4	CO	OFF	6	CO	OFF	0.5	CO	OFF	1
			CO	OFF	0	CO	OFF	3	CO	OFF	13	CO	OFF	4	CO	OFF	1	CO	OFF	7	CO	OFF	3	CO	OFF	1
726KF8E	24 个信道	性能级别 ⁽¹⁾	CO	OFF	1	CO	OFF	3	CO	OFF	15	CO	OFF	4	CO	OFF	4	CO	OFF	8	CO	OFF	2	CO	OFF	1
			CO	OFF	38	CO	OFF	38	CO	OFF	33	CO	OFF	31	CO	OFF	1	CO	OFF	33	CO	OFF	31	CO	OFF	32
5M00C3F	625 线	性能级别 ⁽¹⁾	CO	OFF	0	CO	OFF	0	CO	OFF	2	CO	OFF	2	CO	OFF	2	CO	OFF	2	CO	OFF	2	CO	OFF	2
			CO	OFF	0	CO	OFF	0	CO	OFF	0	CO	OFF	0	CO	OFF	0	CO	OFF	0	CO	OFF	0	CO	OFF	0
16K0F3E ⁽²⁾	24 个信道	性能级别 ⁽¹⁾	CO	OFF	13	CO	OFF	13	CO	OFF	13	CO	OFF	14	CO	OFF	14	CO	OFF	15	CO	OFF	14	CO	OFF	14
			CO	OFF	2	CO	OFF	2	CO	OFF	2	CO	OFF	2	CO	OFF	2	CO	OFF	3	CO	OFF	2	CO	OFF	2
726KF8E	24 个信道	性能级别 ⁽¹⁾	CO	OFF	-1	CO	OFF	-1	CO	OFF	1	CO	OFF	1	CO	OFF	1	CO	OFF	1	CO	OFF	1	CO	OFF	1
			CO	OFF	47	CO	OFF	60	CO	OFF	55	CO	OFF	64	CO	OFF	1	CO	OFF	55	CO	OFF	60	CO	OFF	46
7M00C3F-8M00C3F	625 线	性能级别 ⁽¹⁾	CO	OFF	3	CO	OFF	12	CO	OFF	4	CO	OFF	14	CO	OFF	1	CO	OFF	6	CO	OFF	14	CO	OFF	1
			CO	OFF	0	CO	OFF	-15	CO	OFF	0	CO	OFF	4	CO	OFF	1	CO	OFF	2	CO	OFF	6	CO	OFF	1
1K10F1B	625 线	性能级别 ⁽¹⁾	CO	OFF	24	CO	OFF	25	CO	OFF	2	CO	OFF	2	CO	OFF	2	CO	OFF	29	CO	OFF	2	CO	OFF	29
			CO	OFF	6	CO	OFF	7	CO	OFF	7	CO	OFF	2	CO	OFF	2	CO	OFF	11	CO	OFF	2	CO	OFF	9
726KF8E	24 个信道	性能级别 ⁽¹⁾	CO	OFF	2	CO	OFF	2	CO	OFF	2	CO	OFF	2	CO	OFF	2	CO	OFF	5	CO	OFF	2	CO	OFF	4
			CO	OFF	2	CO	OFF	2	CO	OFF	2	CO	OFF	2	CO	OFF	2	CO	OFF	2	5	CO	OFF	2	CO	OFF

表 5-10 的注解*:

- (1) P_e : 差错概率
 - MINIT: 最低干扰门限
 - AI: 清晰度指数
 - GCQ: 良好商用质量
 - MCQ: 边际商用质量
 - JUQ: 刚好能用质量
 - TASO: 电划分研究组织的评分等级
 - ITU-R 第 6 研究组: 1-5 级损伤评分
 - CO: 频率间隔为零的同频道
 - OFF: Δf 给定的带外间隔
 - Δf : 有用信号和干扰信号间的频率间隔
- (2) 对于广播, 请见其他保护比参考值。由于不同的调制规范, 本表中 A3E 和 J3E 的数应比 ITU-R F.339 建议书*所定的值高 2 dB
- (3) 只涉及单链路, 对于多链路地面微波无线电中继, 见 ITU-R F 系列建议书。
- 注 1 — OT/ECAC [1975 年 8 月] 《通信/电子接收机性能降质手册》, 美国商务部 (DOC) 电信办公室 (OT) 频率管理支持和电磁兼容分析中心 (ECAC), ESD-TR-75-013。 (从 US DOC 国家技术情报中心 (NTIS) 可以得到, Springfield, VA, 美国, 订阅号 AD-A016400)
- 注 2 — 从注 1 中所说的手册所用的传递曲线得出。
- 注 3 — 从 ITU-R F.240 建议书*推论出。
- 注 4 — MAYHER, R [1972] 对数字系统的干扰性能恶化。1972 年 IEEE 国际 EMC 专题讨论会记录。
- 注 5 — 从原 CCIR 418-3 建议书 (1982 年, 日内瓦) 推论出。
- 注 6 — 按照 ITU-R BT.500*建议书和 ITU-R BO.600*建议书评定。
- m_f : 干扰信号调制索引
 - PW: 脉冲宽度
 - PRF: 脉冲重复频率
 - BW: 带宽
 - m_s : 所需信号的调制指数。

* 原 CCIR 240、339、500 和 600 建议书。

表 5-10
其他无线电通信研究组的保护比参考值

卷号 (原 CCIR)	建议书 ⁽¹⁾	注解
III	ITU-R F.240	许多 PR, 包括衰落
VIII	ITU-R M.589	无线电导航 PR
VIII	ITU-R M.631	相控无线电导航 PR
VIII	ITU-R M.441	航空移动 (R) (ICAO An.10)
X-1	ITU-R BS.638	声音 RF/AF PR
X-1	ITU-R BS.560	声音, LF、MF、HF PR
X-1	ITU-R BS.641	FM 声音 PR
X-1	ITU-R BS.412	FM 声音/VHF PR
X/XI-2	ITU-R BO.566	广播 PR 定义
XI-1	ITU-R BT.655	AM TV PR 6
XI-1	ITU-R BT.565	625 TV/RN, 582-606 MHz PR

⁽¹⁾ 确保获得了建议书的最新版本。

5.7 噪声电平

诸如大气噪声、银河噪声、天空噪声和人为噪声之类的外界噪声都会严重影响无线电通信系统的运作。在地面接收机站址所允许的、来自 0.1 Hz-100 GHz 频率范围的自然和人为噪声源的最小外界噪声 (包括无用信号) 在 ITU-R P.372 建议书中一有规定。外界噪声数字 $F_a=10 \log f_a$ 在图 5.5 和 5.6 中对各种频带都有表示, 系以实曲线表示。另外有关的噪声以虚线表示。总的工作噪声系数 f 是:

$$f = f_a + (l_c - 1)(t_c/t_0) + l_c(l_t - 1)(t_c/t_0) + l_c l_t (f_r - 1) \quad (7)$$

其中:

f_a : 外界噪声系数

f_r : 接收机的噪声系数

l_c : 天线电路损耗

l_t : 传输线损耗

t_0 : 参考温度取为 288 K

t_c : 天线和周围地面实际温度

t_t : 传输线温度。

应当注意，许多噪声在本质上是脉冲性的。性能不仅取决于干扰噪声的功率，而且取决于干扰噪声的详细统计特性。

研究表明电力发动设施和配电站可能是无线电通信最严重的干扰源，因此，定期的保护性维护是减少其对无线电通信业务干扰所必要的。

图 5.5
 F_a 对频率(10^4 至 10^8 Hz)

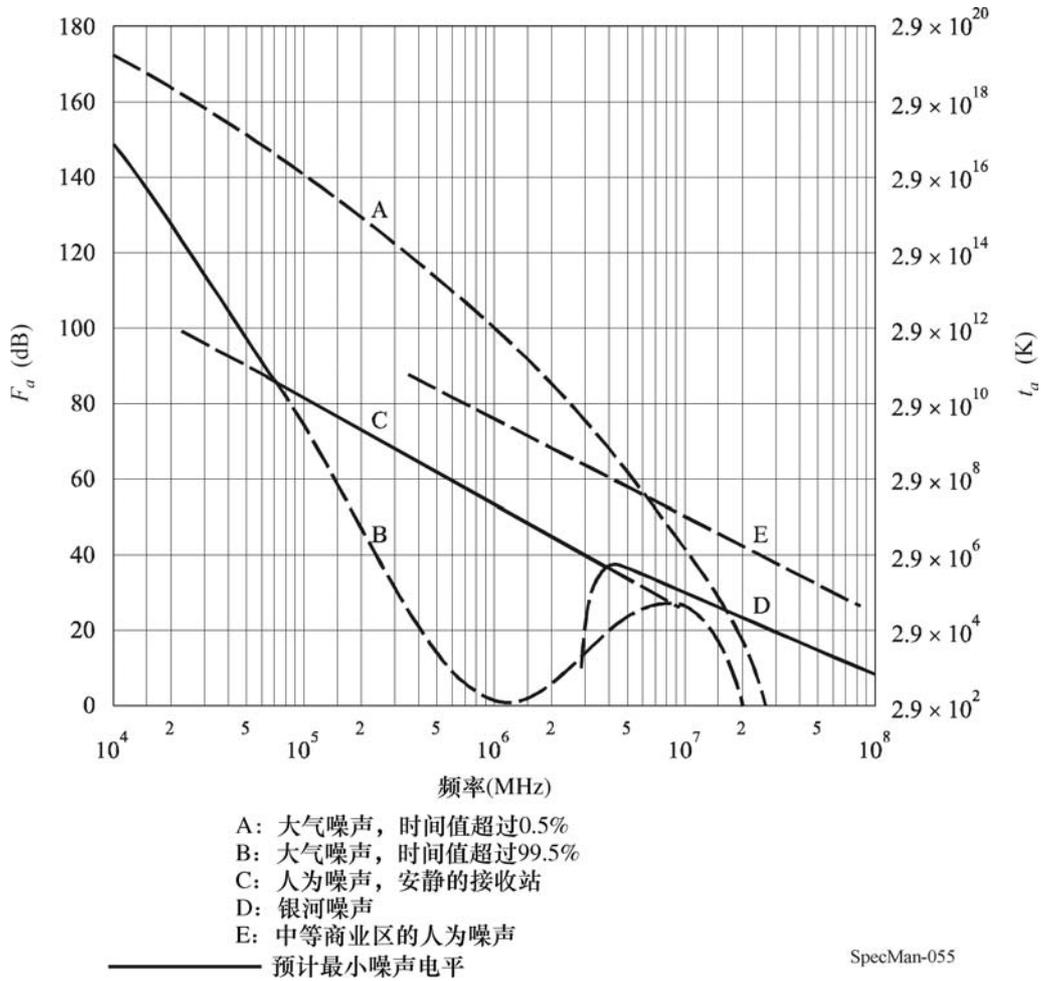
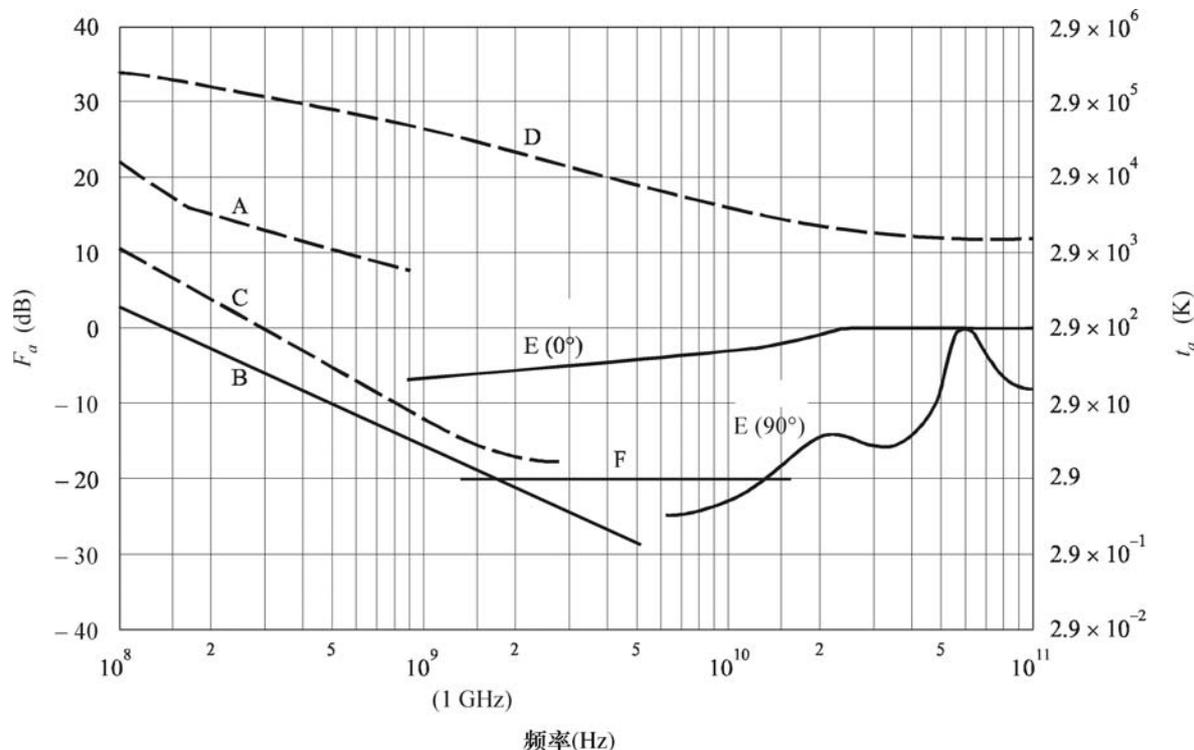


图 5.6
 F_a 对频率(10^8 至 10^{11} Hz)



- A: 估计的中等商业区的人为噪声
 - B: 银河噪声
 - C: 银河噪声(具有朝向银河中心的窄带宽)
 - D: 安静的太阳(波束直指太阳1/2。)
 - E: 因氧气和水珠引起的天空噪声(很窄的波束天线); 上面的曲线, 0° 仰角;
下面曲线, 90° 仰角
 - F: 黑体(宇宙背景), 2.7 K
- 预计最小噪声水平

SpecMan-056

5.8 辐射限制

5.8.1 CISPR 限制

本节涉及对通信设备以外的、能产生或使用射频能量的设备，如计算机系统和大功率馈电系统产生的辐射的限制。这包括 ISM（即工业、科学和医学）器械，在这些器械中，射频能量被用于产生热量救治病人，处理材料和生产产品。

目前，ISM 和其他非通信设备占用非常广泛的频谱。国际上承认的标准制定机构是 CISPR、国际电气技术委员会（IEC）的第 77 技术委员会和其 77A 和 77B 分委员会，以及各个国家的标准机构，如欧洲的 CENELEC 和美国的联邦通信委员会（US FCC）。（CFR 卷 1，第 18 部分）。

射频场强的限值是根据测量来确定的，然后经统计分析来确定传播的特性和潜在的干扰。CISPR 建议的限值见表 5-9 和 5-10。设备分成两组，每组再分成两类。

第 1 组 包括所有有意地产生和使用传导耦合的射频能量的 ISM 设备，射频能量系用于设备的内部功能。

第 2 组 包括所有有意地以电磁辐射形式而产生和使用射频能量的 ISM 设备，其用于加工材料，还包括火花腐蚀设备。

B 类 适用于民用建筑使用的设备，或直接连接到为民用目的供电的低电压供电网络的设备。

A 类 适合于民用建筑以外的所有建筑使用的设备，或直接连接到为民用目的而向建筑物供电的低电压供电设施的设备。

为 ISM 设备确定满意的辐射限值是复杂的，因为各国的政策不同。例如，有些政策与地理和人口密度有关；有的主管部门使用严格的规定，而另一些主管部门放松对制造商的限制；有些对所有用户加以限制，而另一些只有在遇到干扰时才采用标准。有些主管部门将采用 CISPR 的标准，但另一些主管部门将继续采用它们自己的标准。

在某些频带内，尽管有相当高的辐射电平，但在所有国家，对 ISM 设备的干扰，却很少有投诉，不仅在绝对数量上，而且与 ISM 设备安装的总数相比，都如此。ISM 设备的主要干扰源来自 ISM 被制定频率的谐波以及工作在指定频率之外的 ISM 设备，例如那些工作在呼救频率附近的那些设备。但是，还需要进一步的调查，因为在某些情况下，干扰源还没法查清，某些干扰受害者又不投诉。

5.8.2 暴露在电磁场对健康的影响

多年来，人们进行了相当多的研究以确定人体暴露在电磁场会受到什么影响。关于短期暴露的即时影响人们已有所了解，并已规定了适当的限值，例如对工人进行保护。长期的影响了解还很少，需要继续研究。

安全标准：为了确保人体暴露在 EMF 而不会在健康方面受到负面影响，并确保人造 EMF 产生装置是安全的，各种各样指导方针和标准都已被采用。这些标准是成批的科学家经过审议所有科学文献后制定出来的，科学家们一直在寻找持续的再生效应对健康负面影响的证据。这些科学家于是建议了标准的指导方针，供适当的国家和国际当局采取行动。一个原被 WHO 承认的非政府间机构，即“非电离辐射保护国际

委员会” (ICNIRP) 已经对人体在所有电磁场的暴露限值制定了国际指导方针, 涉及的电磁效应有: 超高压 (UV) 辐射、可视光和红外线辐射、RF 场和微波。

更多的情况可向设在日内瓦的国际卫生组织 (WHO) 了解。WHO 的电话和传真号分别是: (41 22) 791 2532 和 (41 22) 791 4858, 或查看他们的网址: www.who.int/

5.9 站址工程考虑

无线电业务的增长导致所需无线电台站数量以及享用这些设施用户数量的增加。无线电系统必须按这样的原则设计: 每个系统工作有效; 对其他系统产生最低限度的干扰。同时也有必要考虑, 优化拟议中设备的安装, 使其满足对无线电设备结构的美学要求和它所影响社区的环境要求。ETSI 在其专门的出版物对负责无线电系统的设计、技术规范、安装、操作和维护的工程师们提出了指导方针。这特别直接针对工作在移动业务的 VHF 和 UHF 频带内的系统。

5.9.1 同址工程

多个发射机如互相靠得太近, 就会引起发射机各种各样的非线性, 并因引起干扰而对接收机产生显著的影响。同址干扰问题小到引起少许讨厌, 严重到造成系统的中断。

干扰分为三种类型:

- 射频干扰 (RFI);
- 电磁干扰 (EMI);
- 互调干扰 (Intermod)。

RFI 是由 RF 装置, 即广播和电视发射机等引起的, 它们工作的一个部分就是产生射频能量。EMI 是由计算机、数字设备、电器设备、照明系统、医疗设备 (电热) 等引起的。互调干扰 (Intermod) 是由无线电设备, 在内部或外部源所引起的设备内部振荡情况下, 引起的一种干扰。如果几种通信系统共处同一位置, 互调干扰可能显著增加。

同址问题可以通过改进以下方面而得到解决:

- 积极的站址管理;
- 共站设备和特别的干扰参数的详细数据库登记;
- 同址分析能力。

固定接收机成功接收所需信号的能力, 取决于在站址提供最好的无线电频率环境。

为达此目的，在接收到的频率上出现的无用能量的电平必须限在最低。在大多数情况下，最低化地方发射机发出的无用信号的电平，滤出进入接收机的无用信号，可以减少接收环境的干扰。多副天线布于同一站址最容易引起干扰。如果经过测量，接收机还是受到干扰，则必须在附近环境查找和消除干扰源。

以下是共同问题所在和解决方案：

- 锈蚀。所有材料都不能生锈（要有防止锈蚀的线性化机制）；
- 编织导线不能用，因其容易腐蚀并产生互调信号；
- 金属与金属的连接必须严紧；
- 所有松动的金属器件必须从站址清除出去；
- 链状篱笆材料必须涂上乙烯涂料；
- 两种不同金属材料必须在仔细参阅其电位对照表后才能连接，而且必须接紧系牢；
- 应避免使用无护套的传输线；
- 不要用裸露的金属电缆带；
- 玻璃型输电线绝缘材料非常容易引起宽带杂波；
- 确保所有方向性发射天线不要对准接收天线或远离接收天线，以防止被烧坏。要避免烧坏，应保持 20 m 的距离；
- 另一个方面是天线的安放和间隔问题。规定最小间隔的设计准则通常被忽略，因此，塔架和房顶普遍被用作天线的附加高度。必须仔细阅读和遵循有关天线塔和房顶放置的标准。
- 如果要把干扰问题减少到最低限度，站址上所有的设备必须遵循标准。

尽管无干扰工作是不能确保的，但是，当所有标准得以遵循，良好的站址管理得以落实，则出问题的机会和解决干扰问题所需的时间就会减少到最低限度。

一个被称为同址分析的模式（COSAM）已问世，其目的是大量发射机和接收机安装在单一站址情况下的相互干扰如何评定。

5.9.2 共用基础设施范例：3G 蜂窝网

3G 网基础设施包括四个主要部分：

- 无线电设备的安装，包括所需无源设施（建筑物、供电、支撑柱，等等）
- 无线电天线；
- 接入无线电设备，即基站；
- 核心网络设备。

基础设施共用可以利用，以减少 3G 网络运营者在以下方面的投资：覆盖关键地区，如隧道和一流场所等；以成本有效的方式覆盖农村地区和人口稀少地区。这一解决方案允许建立各自独立的网络以应付能力和质量方面不断增加的需求。德国、瑞典和英国已经制定这样的计划。一般来讲，详细规定这方面的作用不是管制者的责任，它们只需原则性地指出方向就行。

关于基础设施共用可能性的分析可以得到以下结果：

- 可用的解决方案（共用程度）可以达到最初投资的目的，使 3G 网络刚开发的时候覆盖能够最优化。这些方案在国际标准（IMT-2000）框架中已经具有；
- 这些解决方案能允许朝着分开网络的演变，在发展的稍后阶段，网络能适应业务和业务量发展的需要；
- 他们只影响基础设施各个不同的组成部分、即网络的设计和管理，对用户终端不会有重新撞击；
- 为适应共用的水平，基础设施组成部分的共用需要在有关运营商之间的协调和配合。除适当的管制框架外，共用使运营商之间的合作成为必要；
- 有关运营商之间有必要进行详细地协调；
- 所有解决方案，对于网络的实施，尤其是其以下方面的功能都会有撞击，只是程度不同而已：
 - 控制和维护运作的同步；
 - 符合每个运营商满足技术参数和业务质量要求的能力，这些对于发展共用框架都是至关重要的；
 - 在竞争的环境中可资利用资源的分配。
- 我们可以假设，IMT-2000 的开发正处于它的最初阶段，网络的发展，根据覆盖范围的不同，而正处在不同的状况。

最有效的安排要根据环境和情况，在将频率留给这些业务的运营商之时，允许所需的经济效益，因此，共用政策应该根据国家的形势而定，并应具有根据具体情况而适应解决方案的灵活性。基础设施共用还取决于管制形势。

参 考 文 献

- BEM, D. J. [November 1979] Propagation aspects in the planning of radiocommunication services, *Telecomm. J.*, Vol. 46, XI, p. 680-688.
- CHAN, G. K. [November 1991] Propagation and Coverage Prediction for Cellular Radio Systems, *IEEE Trans. Vehic. Techn.*, Vol. 40, 4.
- ETSI [1991] Radio site engineering for radio equipment and systems in the mobile service, Version 0.0.7, European Telecommunications Standards Institute, Valbonne Cedex, France.
- HATCH, W., HINKLE, R. and MAYHER, R. [1971] Modelling of pulse interference in amplitude modulated receivers, IEEE International Electromagnetic Compatibility Symposium Record, Philadelphia, PA, United States of America.
- PALMER, F. H. [1981] The Communication Research Center VHF/UHF Propagation Prediction Program: An Overview. *Can. Electron. Eng. J.*, Vol. 6, 4.

参 考 资 料

- BERNOSKUNI, YU. V., BYKHOVSKY, M. A., PLEKHANOV, V. V. and TIMOFEEV, V. V. [1984] Effektivny method podavleniya impulsnykh pomvkh v troposfernykh sistemah svyazi (Effective method of suppressing pulse interference in trans-horizon communications systems). *Elektrosviaz*, 9, p. 11-14.

ITU-R Texts

- ITU-R Handbook – Ionosphere and its effects on terrestrial and Earth-space radiowave propagation from VLF to SHF (Geneva, 1997).
- ITU-R Handbook – Terrestrial land mobile radiowave propagation in the VHF/UHF bands (Geneva, 2002).
- ITU-R Handbook – Radiowave propagation information for predictions for Earth-to-space path communications (Geneva, 1996).
- Recommendation 66 (Rev.WRC-2000) Studies of the maximum permitted levels of unwanted emissions
- Rec. ITU-R BS.412 Planning standards for terrestrial FM sound broadcasting at VHF
- Rec. ITU-R BS.559 Objective measurement of radio-frequency protection ratios in LF, MF, and HF broadcasting

Rec. ITU-R BS.560	Radio-frequency protection ratios in LF, MF, and HF broadcasting
Rec. ITU-R BS.638	Terms and definitions used in frequency planning for sound broadcasting
Rec. ITU-R BS.641	Determination of radio-frequency protection ratios for frequency-modulated sound broadcasting
Rec. ITU-R BT.417	Minimum field strengths for which protection may be sought in planning an analogue terrestrial television service
Rec. ITU-R BT.500	Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures
Rec. ITU-R BT.655	Radio-frequency protection ratios for AM vestigial sideband terrestrial television systems interfered with by unwanted analogue vision signals and their associated sound signals
Rec. ITU-R BT.656	Interfaces for digital component video signals in 525-line and 625-line television systems operating at the 4:2:2 level of Recommendation ITU-R BT.601 (Part A)
Rec. ITU-R F.240	Signal-to-interference protection ratios for various classes of emission in the fixed service below about 30 MHz
Rec. ITU-R M.441	Signal-to-interference ratios and minimum field strengths required in the aeronautical mobile (R) service above 30 MHz
Rec. ITU-R M.589	Technical characteristics of methods of data transmission and interference protection for radionavigation services in the frequency bands between 70 and 130 kHz
Rec. ITU-R M.631	Use of hyperbolic maritime radionavigation systems in the band 283.5-315 kHz
Rec. ITU-R P.368	Ground-wave propagation curves for frequencies between 10 kHz and 30 MHz
Rec. ITU-R P.372	Radio noise
Rec. ITU-R P.452	Prediction procedure for the evaluation of microwave interference between stations on the surface of the Earth at frequencies above about 0.7 GHz
Rec. ITU-R P.453	The radio refraction index: its formula and refractivity data
Rec. ITU-R P.525	Calculation of free-space attenuation
Rec. ITU-R P.526	Propagation by diffraction
Rec. ITU-R P.530	Propagation data and prediction methods required for the design of terrestrial line-of-sight systems
Rec. ITU-R P.531	Ionospheric propagation data and prediction methods required for the design of satellite services and systems
Rec. ITU-R P.533	HF propagation prediction method
Rec. ITU-R P.534	Method for calculating sporadic-E field strength
Rec. ITU-R P.581	The concept of “worst month”
Rec. ITU-R P.618	Propagation data and prediction methods required for the design of Earth-space telecommunication systems

Rec. ITU-R P.679	Propagation data required for the design of broadcasting-satellite systems
Rec. ITU-R P.680	Propagation data required for the design of Earth-space maritime mobile telecommunication systems
Rec. ITU-R P.681	Propagation data required for the design of Earth-space land mobile telecommunication systems
Rec. ITU-R P.682	Propagation data required for the design of Earth-space aeronautical mobile telecommunication systems
Rec. ITU-R P.832	World Atlas of Ground Conductivities
Rec. ITU-R P.834	Effects of tropospheric refraction on radiowave propagation
Rec. ITU-R P.836	Water vapour: surface density and total columnar content
Rec. ITU-R P.837	Characteristics of precipitation for propagation modelling
Rec. ITU-R P.838	Specific attenuation model for rain for use in prediction methods
Rec. ITU-R P.841	Conversion of annual statistics to worst-month statistics
Rec. ITU-R P.1147	Prediction of sky-wave field strength at frequencies between about 150 and 1 700 kHz
Rec. ITU-R P.1239	ITU-R Reference ionospheric characteristics
Rec. ITU-R P.1240	ITU-R Methods of basic MUF, operational MUF and ray-path prediction
Rec. ITU-R P.1546	Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3 000 MHz
Rec. ITU-R RA.1031	Protection of the radioastronomy service in frequency bands shared with other services
Rec. ITU-R SM.326	Determination and measurement of the power of amplitude-modulated radio transmitters
Rec. ITU-R SM.328	Spectra and bandwidth of emissions
Rec. ITU-R SM.329	Unwanted emissions in the spurious domain
Rec. ITU-R SM.331	Noise and sensitivity of receivers
Rec. ITU-R SM.332	Selectivity of receivers
Rec. ITU-R SM.337	Frequency and distance separations
Rec. ITU-R SM.669	Protection ratios for spectrum sharing investigations
Rec. ITU-R SM.851	Sharing between the broadcasting service and the fixed and/or mobile services in the VHF and UHF bands
Rec. ITU-R SM.852	Sensitivity of radio receivers for class of emissions F3E
Rec. ITU-R SM.853	Necessary bandwidth

- Rec. ITU-R SM.1009 Compatibility between the sound-broadcasting service in the band of about 87-108 MHz and the aeronautical services in the band 108-137 MHz
- Rec. ITU-R SM.1045 Frequency tolerance of transmitters
- Rec. ITU-R SM.1055 The use of spread spectrum techniques
- Rec. ITU-R SM.1056 Limitation of radiation from industrial, scientific and medical (ISM) equipment
- Rec. ITU-R SM.1132 General principles and methods for sharing between radiocommunication services or between radio stations
- Rec. ITU-R SM.1134 Intermodulation interference calculations in the land-mobile service
- Rec. ITU-R SM.1138 Determination of necessary bandwidths including examples for their calculation and associated examples for the designation of emissions
- Rec. ITU-R SM.1140 Test procedures for measuring aeronautical receiver characteristics used for determining compatibility between the sound-broadcasting service in the band of about 87-108 MHz and the aeronautical services in the band 108-118 MHz
- Rec. ITU-R SM.1235 Performance functions for digital modulation systems in an interference environment
- Rec. ITU-R SM.1446 Definition and measurement of intermodulation products in transmitter using frequency, phase, or complex modulation techniques
- Rec. ITU-R SM.1448 Determination of the coordination area around an earth station in the frequency bands between 100 MHz and 105 GHz
- Rec. ITU-R SM.1535 The protection of safety services from unwanted emissions
- Rec. ITU-R SM.1538 Technical and operating parameters and spectrum requirements for short-range radiocommunication devices
- Rec. ITU-R SM.1539 Variation of the boundary between the out-of-band and spurious domains required for the application of Recommendations ITU-R SM.1541 and ITU-R SM.329
- Rec. ITU-R SM.1540 Unwanted emissions in the out-of-band domain falling into adjacent allocated bands
- Rec. ITU-R SM.1541 Unwanted emissions in the out-of-band domain
- Rec. ITU-R SM.1542 The protection of passive services from unwanted emissions
- Rec. ITU-R SM.1633 Compatibility analysis between a passive service and an active service allocated in adjacent and nearby bands
- Report ITU-R SM.2021 Production and mitigation of intermodulation products in the transmitter
- Report ITU-R SM.2022 The effect on digital communications systems of interference from other modulation schemes
- Report ITU-R SM.2028 Monte Carlo simulation methodology for the use in sharing and compatibility studies between different radio services or systems

第 6 章

频谱经济学

目 录

	页
6.1 引言.....	181
6.2 传统的频谱管理资金筹措机制.....	181
6.2.1 国家预算资金筹措.....	182
6.2.2 频谱许可证和使用费用.....	182
6.2.3 其他费用.....	185
6.2.4 支持频谱管理活动的可选方法.....	186
6.3 频谱许可证发放方法.....	187
6.3.1 “先来先服务”法.....	187
6.3.2 “选美”法.....	188
6.3.3 “比较竞标”法.....	188
6.3.4 “彩票”法.....	189
6.4 频谱定价.....	189
6.4.1 频谱费用.....	190
6.4.2 作为竞标法一部分的拍卖.....	193
6.5 频谱权利.....	196
6.5.1 频谱权利.....	196
6.5.2 管理频谱资金筹措中的转变.....	201
6.5.3 频谱重新部署（作为频谱管理的一种方法）的成本费用.....	201
第 6 章附件 1 — 频谱定价的一个应用.....	201
第 6 章附件 2 — 频谱重新部署的成本费用.....	202
1 驱动做出重新部署频谱决定的利益.....	202
2 重新部署的成本费用.....	203

	页
3 使用剩余账面价值计算重新部署的成本费用	203
3.1 评估用户放弃频带的成本费用	203
3.2 剩余账面价值 V_{cr}	204
3.3 更新成本费用	204
3.4 重新部署成本费用的计算	204
4 使用剩余经济价值计算重新部署的成本费用	205
5 重新部署的资金和过程	206
5.1 重新部署的资金	206
5.2 重新部署的过程	206
参考资料	208

6.1 引言

本章论述与国家频谱管理计划资金筹措有关的问题。本章还给出了一些关于新工具使用的信息，并基于频谱经济学，阐述了在众多主管部门中出现的问题，这些问题主要出现在发达国家中，原因是电信自由化后出现的对频谱需求的增长。频谱需求的增长带来了频率指配问题，许多主管部门发现，使用传统的频谱管理工具难以解决这些问题，这反过来带来了基于频谱经济学开发和使用频谱管理工具的兴趣。报告 ITU-R SM.2012-2（频谱管理的经济问题）中讨论的许多观点如下所述，为避免理论与报告内容脱离，下面的叙述将集中于各种费用类型和频谱定价机制。若想对频谱经济学做更详细的分析，则需参考该报告。

在本章中有关费用方面的问题如表 6-2 所示。

此外，在 ITU-D 第 2 研究组解决第 21/2 号研究课题“频率费用计算”的同时，WTDC-02 完成了以下工作：

- 分析了不同国家用于频率费用计算的各种方法、规则和手段，并通过比较分析，明确强调了以下内容：
 - 与频率费用计算有关的方法和原则；
 - 每种方法的原因和理由；
 - 每种方法是如何推动频谱管理及其效率的；以及
 - 每种方法（社会经济、技术和其他考虑）的优势与不足。
- 在精心设计新的规则或评估现有规则时应考虑的基本因素。
- 如何使频谱重新部署过程与频率经济优化之间实现一致、互补。

该项工作的结果可在 ITU-D 第 2 研究组的网站上得到。

6.2 传统的频谱管理资金筹措机制

正如在本手册其他章节中所指出的那样，无线电频谱管理涉及许多不同的活动，而所执行的活动内容将取决于单个主管部门的要求。所执行的频谱管理活动内容还将取决于可用资源的层次，这需要建立资金

筹措机制。虽然有许多不同的资金筹措机制（如下所述），但它们都必须基于恰当的国家法律，对许多主管部门而言，这些机制通常基于：

- 国家预算资金筹措；
- 已确定的费用；
- 频谱的竞标方法。

在发展一个频谱管理组织机构的某些阶段，大多数主管部门使用一种方法，或这些方法的某种组合，来为其所有的频谱管理功能筹措资金。

有关基本资金筹措模型的更多例子见关于“CEPT 国家用于无线电管理资金筹措的成本费用分配和结算系统”的 ECC 第 53 号报告。该报告可以从 www.ero.dk 在 deliverables/reports 处下载。

6.2.1 国家预算资金筹措

这可能是所有主管部门用来筹措频谱管理资金的首选方法。在该系统中，政府每年预算的一部分分配给频谱管理，而不对许可证持有者收取费用。提供的资金水平将取决于国家政府的优先级以及政府总的税收资源。当在一个国家中引入频谱管理时，从政府提供的资金中筹措频谱管理资金可能是最容易使用的方法。不过，随着频谱使用的增加，频谱管理的要求也随之提高，因此相应的成本费用也随之增加，最终要求主管部门从许可证持有者中回收部分或全部的费用。

6.2.2 频谱许可证和使用费用

尽管使用国家预算筹措资金在管理上简单易行，但向无线电用户收取针对许可证发放的申请费用则更为公平，否则将由所有的纳税人来支付频谱管理的费用，即使纳税人没有从无线电的使用中获得任何收益⁸。因此，在许多主管部门中，提供适当频谱管理的费用已导致在许可证发放中引入一次性收费，许可证指配使用某个频率的权利。该费用可能适用于部分或所有的无线电用户。针对最初的和当前的费用，有两种最常见的频谱使用费用形式，它们是：

- 简单费用；
- 基于成本回收的费用。

实际上，由于主管部门正在设定许可证持有者应支付的价格，成本回收可以被认为是简单费用的一种不同形式，不过需要有所区别，原因是，其结构和操作很大程度上受到国家法律和制度要求的影响。许多国家从频率使用费用中全部或部分地筹集频谱管理计划所需的费用，许多国家也采用某种形式的成本回收体系。

⁸ 否则可叙述为：总的说来，节约效益来自无线电的使用。英国的“经济影响研究报告”表明，无线电的使用（直接的和间接的效果）产生大约 2% 的 UK GDP。

有关许多国家应用频率费用的例子可以在 ITU-D SG 2 网站中找到⁹。

6.2.2.1 简单费用

简单费用的情况下，主管部门设定许可证的价格，该价格可能是基于所有许可证的一个平均费用，或者可能依据特定的准则而变化。为所有许可证在同一水平上设定的平均价格便于使用和操作，但未区别对待用户，对频谱使用少的用户收取的费用可能与对频谱使用多的用户收取的费用相同。费用的变化取决于特定的准则，如频谱占用量、所用频带或覆盖的地理区域，这样可以提供一个更加公平的方法。

简单费用方式的不足之处是收取的费用可能不能反映出管理的成本费用，因此回收的费用可能高于或低于管理的成本费用，这存在一个潜在的问题，那就是如果收费太高，那么可能有碍用户使用频谱。此外，基于特定准则的费用可能不是基于频谱的价值，也不是任何管理费用，因此特定准则的引入降低了收费系统的透明度，可能造成对不同的用户，费用的使用纯粹是任意的。建议在一个公开和透明的过程中确定此类费用。这将部分满足管理费的定义。管理费应遵循严格的法律框架（参见有关成本回收原则的解释）。然而，如果这些费用流入政府的总预算中，那么它们将被认为是税收。哪些目标（收入、财富）和活动属于税收以及税收的最高限额属于国家的整个主权实体。

6.2.2.2 成本回收

成本回收体系的目的是收回主管部门发生的频谱管理费用，但应避免向许可证持有者收取过多费用，并应避免使用国家预算来资助频谱管理。对频率使用收费，并因此对无线电频率许可证收费，是按照许可证发放以及相应的频率划分或指配过程（例如：频率指配、站点清理、频率协调）发生的费用设定的，包括任何其他必要的频谱管理功能（对许可证发放而言这些费用是一次性的）。除此之外，通常对与保持频率不受干扰（执法费）相关的费用收取年费，参见§ 6.2.3。许可证费用通常在下列原则上构成：收回直接和间接由许可证类别引起的费用。

从许可证持有者的观点来看，成本回收可能是一个比较公平的体系，原因是，它将管理频谱的费用分配给那些使用频谱的用户，而且收费是透明的。不过，成本回收需要有管理资源来监控和记录频谱管理的费用。为了确保许可证费用的最大透明度，建立一个独立有效的账户可能是有用的，即由国家审计者来审

⁹ http://www.itu.int/ITU-D/study_groups/SGP_2002-2006/SF-Database/index.asp。

计，以确保基于许可证费用的收费是恰当的而且是正当的。上面的这些观点都会增加管理费用，并可能需要开发实质性的财政系统，以便使收费与费用相匹配。

也应注意到，成本回收的确切定义和操作可以依据国家频谱管理、法律和机构要求而有所变化。这些差异可能对每个国家成本回收的实施有一些影响，并影响到如何证明收费和费用是正当合理的。这些差异有几个原因：

- a) 成本回收是成本费用覆盖原则的一种情况，解释为向管理活动受益者收取的费用之和与因管理部门活动而产生的费用之和是相等的。实际上，从严格的法律观点来看，成本费用覆盖原则只不过简单规定了向管理活动受益者收取的费用，其总和不得超过因管理部门活动而产生的费用之和。因此，执法或立法权威机构的决定，可能被司法权威机构修改，也就可以规定以管理部门成本费用方式从管理活动受益者处回收的费用是不完全的，只是其中的一部分 — 其差由政府的总预算来筹集。
- b) 在一些国家，主管部门的总收入与其成本费用匹配或总收入只是接近其成本费用这两种情况是有区别的。在前者情况下，主管部门不得资助或对许可证多收费，多余的费用必须退还给许可证持有者；在后者情况下，认为费用是基于期望成本费用的一个估计，因此收入可能超过或者没有达到主管部门的实际成本费用。（注意：在那些采用后者方式的国家，可能还需要实施严格的审计控制。）而且，过高的费用可能导致收入过多，这可以用来减小来年的费用，反之亦然。
- c) 为成本回收设定的费用可能基于所完成的工作、直接或间接地基于单个许可证或许可证类别的平均。
- d) 频率指配过程的复杂性以及发放许可证所需执行之频谱管理功能的数量可能是不同的，原因是：
 - 国家特性 — 例如，频率用户的数量，或者需要使用详细的地形数据库的地理特点；
 - 国际协调 — 例如，由于双边或多边协议，《无线电规则》中的相关脚注或协调要求；
 - 其他相关的成本费用（无线电研究、参加无线电通信大会等）。
- e) 单个频谱管理功能的费用是如何由特定的许可证类型引起的，这可能是不同的，原因是：
 - 有关成本费用是否应该是许可证持有者的责任的解释应吸引一项固定费用，或者应该是政府的责任（从政府预算中支付）；
 - 费用在直接和间接成本费用之间的分配（见下）。

上述因素将影响许可证费用的构成，以及主管部门可能用来监控其收入和费用的机制。由于对应该分配给每个类别的特定费用有不同的解释，部门中直接成本费用和间接成本费用之间也是有区别的，尽管在定义上基本一致。通常，直接和间接成本费用的定义如下所示：

一 直接成本费用

直接成本费用包括直接的且可确认的、有关特定申请的许可证发放费用。例如，它们包括：在频率指配过程中工作时间的费用、站点清理费用、当可以直接与某一特定业务类别相关时的干扰分析费用——保持公共新闻和娱乐频道不受干扰、针对特定业务的国际电联磋商和区域性国际磋商费用。在一些频带上以及对某些业务，或如果发射机靠近周边国家，那么直接成本费用将包括相关的国际磋商费用。

一 间接成本费用

间接成本费用包括频谱管理功能（用来支持主管部门的频率指配过程）所需的费用以及操作主管部门频谱管理程序所需的费用。它们代表的费用不能确定为是由特定业务或许可证持有者引起的，例如一般性的国际磋商、涉及许多频带和业务的传播研究、一般性的频谱监控、对来自权限用户投诉的干扰调查等所需的费用，以及维持职员和设备、筹备和参加无线电通信大会及相应的后续行动所需的费用。

不过，对某些主管部门而言，直接成本费用的定义是非常严格，并局限于源自单个许可证申请者的费用，不包括许可证类别的费用；某些主管部门可能不对间接成本费用收取任何费用。

成本回收的一个不足是它抑制了基于用户使用频谱的比例以及存在的频谱拥塞程度向用户收费，这可能造成大频谱用户的利益建立在对小频谱用户利益的损害之上。这使得使用收费来提高频谱使用效率的办法难以实施，它是通过鼓励用户转向更高效的技术或相对不拥挤的频带来实现的。另外，基于许可证类别的费用可能不考虑用户的支付能力，造成对某些用户的损害（例如，边远农村地区的用户），而其他用户没有足够的动力来高效使用频谱。发放单个许可证过程中发生的费用更是难以记录，也无助于推动频谱的高效使用。

6.2.3 其他费用

除了来自许可证发放的收入和费用之外，主管部门还有其他与频谱管理活动有关的、能产生费用和收入的功能。这些收费可能基于简单费用方式，可能或者不能回收功能的成本费用，或基于成本回收。一些例子如下所示：

— 类型批准或类型验收费用

这是由主管部门收取的、用于终端或无线电设备类型批准或类型验收的费用。一旦设备已经在公认的测试实验室中通过测试或设备规格通过验收，将从主管部门或职能机构处收到一个认证，此后，设备才能投放市场。在一些地区，认证适用于许多国家，并且设备包括在制造商自己宣称的程序内，因此，来自这些费用的收入可能是不重要的。

— 鉴定费

在一些国家，主管部门执行终端和无线电设备的测试任务，而在其他国家，由来自非主管部门的独立鉴定测试实验室来执行测试，甚至在某些情况下，实验室还是主管部门的一部分，收取的费用用于实验室鉴定。注意，如果由鉴定实体执行测试，那么主管部门不能为此收取费用，除非是间接的电磁兼容（EMC）费用和 EMC 管制费用，它们是主管部门在市场监管领域发生的费用支出。因此，一些主管部门选择对这类管制下的设备征收 EMC 费用或对制造商征收费用。

— 检查费

在某些情况下，在许可证持有者安装设备之前或之后，主管部门将对安装情况进行检查。这可能是系统的检查或随机的检查。在某些情况下，用于检查的费用包括在标准的许可证费用内，而在其他一些情况下，这是一笔单独的费用。

— 用于处理干扰投诉的费用

主管部门通常调查来自许可证持有者或其他公众成员的干扰投诉。为了约束错误的投诉，或者为了包括管理费用，对所有的投诉或仅当投诉证明是不合理的时候，可以征收一定的费用。

— 用于操作员认证的费用（无线电业余爱好者、海事检查）

对于无线电业余爱好者和海事用户，在允许他们操作其设备之前，申请者需要通过一个考试来获得一个证书。主管部门可以对考试或操作员证书发放收取一定的费用。

— 年费

年费有助于回收管制权威机构的成本费用，这些费用不通过上述费用进行回收。

6.2.4 支持频谱管理活动的可选方法

主管部门可能考虑选择传统集中式的、政府操作和进行资金筹措的国家频谱管理体系。虽然国家频谱管理仍然主要是政府的职能，但可选的、使用国家频谱管理者之外资源来执行或资助某些频谱管理功能的

办法可以提高国家职能的效率和效能。

许多主管部门已经利用其国内的频谱管理资源以及国家频谱管理过程之外的资源，包括：

- 频谱方面有直接利益的通信团体，例如咨询委员会、贸易协会、专业组织和准政府协会；
- 频率协调员（与协调组）和指派的频谱管理者；以及
- 频谱管理顾问，以及支持承包商。

这些可选方案可以用来支持国家频谱管理者。使用哪种方法可能因频带、无线电业务与/或特定的频率应用、国家频谱管理组织的能力以及来自其他资源的专门技能的不同而不同。国家频谱管理者可以确定责任的限度，以及基于所支持之功能赋予这些团体的职权。主管部门也可以寻找一种这些方法的组合，要求它执行总的频谱管理功能。

使用其他国家实体来辅助国家频谱管理过程的目标如下：

- 节省政府的财政资源或人力资源；不过，如果频谱管理活动是由作为主管部门之外的利益对象的第三方完成，频谱管理活动资金筹措问题仍然存在，原因是，必须就其提供的业务向第三方支付费用；
- 提高频谱使用的效率；
- 提高频率指配和协调过程的效率；
- 补充国家频谱管理者的专业技能。

6.3 频谱许可证发放方法

要求采用不同的频谱许可证发放方法来处理单个无线电用户的不同需要，以及频带可能开放用于许可证发放的不同时间段。如果申请者的数目超过了可供使用的频谱，尤其是如果必须在短时间内指配频谱的话，“先来先服务”法可能不太适合，而采用像投标程序、“比较竞标”法和“彩票”法等机制是必要的。

6.3.1 “先来先服务”法

主管部门最常用的频谱指配机制是“先来先服务”。按照申请收到的先后顺序进行频谱指配，它基于可用的频率、已经完成恰当的频谱管理功能、申请者满足申请要求。当频谱不缺乏时，这一机制是合适的，它必须指配给潜在的大量用户或者在长的时间段内。该机制最常用在国家预算资金筹措或频谱使用费用中，

并可能在可预见的未来是最有效的办法，尽管它可能与用于监管需求的方法（例如，主管部门的定价）联系起来（使用或不使用成本回收）。

6.3.2 “选美”法

这种机制用来决定哪个申请者有权使用有限数量的频谱，而且，可能最经常地是用于广播或公共移动系统。它基于竞争的申请者提交其关于运营业务的提议；这些将由主管部门进行评估。典型地，提议包括关于人口覆盖范围、业务质量、实施速度以及运营商商业计划等信息。对于广播，将包括有关以下节目的信息：儿童节目的小时数；教育节目；新闻服务。通常提议应对早已确立的、由主管部门公布的准则做出响应。如果没有申请者符合这些标准，主管部门方没有义务将频谱指配给任何的申请者。

对提议的评估是耗时的，所需资源密集，而且决策过程可能是不透明的。除非给落选申请者的拒绝理由是明确的，否则评估可能是主观的，如果落选的申请者符合主管部门公布的条件，那么它们可以申请司法评估。任何法律质询都将对主管部门的业务开始时间表产生重大影响，并要求主管部门重复整个招标过程。

操作一个投标程序可能是昂贵、耗时的，即使没有法律质询的威胁。这一机制仅当只有少量申请者申请有限数量的许可证时才可用。此外，当投标程序考虑未来许可证持有者的资格且目标是将许可证发放给装备最好、满足许可证要求的组织机构时，它也可能导致这样一种境况：获胜的申请者具有高度先进的技术/质量基础来赢得竞标，而后必须开发一种业务，例如，系统的质量或性能超出了运营要求，或者之后发现它不能满足要求。

6.3.3 “比较竞标”法

该机制基于投标程序，但替代主管部门指配免费频率或设定一个费用，申请者除需满足主管部门公布的标准之外，还要求提交现金竞标。因此，竞标者确定频谱对其而言的现金价值。

引入申请者的现金估价提供了频谱价值的一个有限指示，但它可能不是真实的市场估价，原因是，作为对主管部门发布之准则的回应，申请者提交的内容可能对现金竞标有重要影响。为防止申请者联合起来

来减少其提交的货币要素，政府在做出有关频谱价值的管理决定后，通常会设定一个有关提交之现金要素的更低限度。

就像投标程序，比较竞标的优势是：它可以考虑到未来许可证持有者的资格，并部分地考虑到频谱的价值。

如同投标程序，所有的提交都由主管部门进行评估。此外，主管部门方没有义务向任何申请者发放许可证。如果申请者的数目等同可用的许可证数目，那么评估过程就简单了，显然提出一个超过主管部门所有标准的提交并提出最佳的金钱估价。不过，在大多数情况下，由于现金竞标只是提交的一个因素，最高的现金竞标并不一定就能赢，因此评估过程是非常复杂的。此外，引入金钱因素需要对申请者的商业计划尤其是财政计划进行彻底的评估。比较竞标的评估过程可能是耗时的，所需资源密集。除非有明显的赢家，否则主管部门的决定可能与投标程序一样是主观的，更会引起法律质询，原因是，将对不同的要素（财政的和其他的）进行评估。

6.3.4 “彩票”法

这一机制可以应对非常大量的申请者，它基于从竞争的申请者中随机选择赢家。在其最简单的形式中，“彩票”法是简单、快速而且透明的，但频谱被指配者可能并不重视这个。由于频谱指配没有主观决策要求，而且无需对申请者做任何评估，因此决定的法律质询可能性很小。不过，除非有某种进入费，否则获胜者将免费获得频谱。因此，主管部门可能决定征收一个“彩票”法进入费，并可能附加其他进入条件，以便确保获胜的申请者是能够提供业务的。这些额外的约束条件可以限制申请者的数目，并可回收部分频谱价值。

6.4 频谱定价

由于无线电频谱是一种有限的、但可重复使用的资源，因此它必须高效地、有效地加以使用，以避免不必要的干扰，使每个主管部门从频谱的使用中获得最大利益，并确保所有的现有和潜在用户公平地使用频谱。不过，电信自由化和正在进行的技术发展已经使得众多新的频谱应用及其发展成为可能，虽然这常常使得频谱使用更有效率，并激起对有限频谱资源的更大兴趣和需求。因此，在一些地理区域，对某些业务和某些频带，频谱的需求已经超过了可用的频谱供应。同时，开发周期越来越短的趋势增加了频谱管理者的压力，要求频谱管理者更快地做出谁和哪种技术使用频谱的决定。

在这些情况下，前面所述的频谱收费政策以及大部分频谱指配机制可能不是用于管理频谱使用的最优方案，原因是，它们基本上不具有达到某种管理目标的动机。在本节中描述的费用专门用来影响频谱用户的行为。通过以下措施可以使频谱使用得更好：

- 通过他们自己提供一个透明的机制来提高频谱的使用效率；
- 防止用户储存他们并不真正需要的频谱；
- 当需要的时候，提供某种奖励转向可选的频带；
- 当有高要求、申请者之间有强竞争时，提供一种快速指配有限数量频谱的方法。

此外，因申请者数量之故，一些传统的指配机制是难于操作的，并更易引起法律质询，原因是，主管部门的决策过程（尤其是比较过程）不够透明。

这些考虑推动了新的频谱管理方式的发展，包括将经济准则作为某些业务的一个新的频谱管理工具，以及用做计算许可证费用构成的工具。使用经济准则以及其他更传统的频谱管理工具，目的是改善频谱管理，并使无线电频谱能够在更加公平的基础上进行管理，使所有的无线电用户和整个经济受益。

6.4.1 频谱费用

受频谱定价因素影响的一个方面是频谱使用费用的方法，已经对之进行了广泛的调查研究，以便在费用结构中引入一些频谱经济价值的概念。这些费用机制的例子如下所述：

a) 基于用户总收入的频谱费用

可以基于一个公司的总收入收取一定百分比的费用。在费用计算中所用的总收入价值必须直接与公司的频谱使用情况相关，以避免在结算和审计过程中出现困难。

b) 奖励的频谱费用

奖励费用尝试使用价格来达到频谱管理的目标，并因此提供一些有助于频谱有效使用的奖励。奖励费用规则在某种程度上具有体现频谱稀有和租金有别的优势。因此，在这种方式下，指配费用级别不依赖于基于成本的限制，并提出了一种接近频谱市场价值¹⁰的费用结构。奖励费用的总的目标是鼓励更加高效地使用频谱，意在通过以下方式保持频谱需求与频谱供给的平衡：

¹⁰ 应确定频谱的市场价值。

- 鼓励用户转向使用频谱效率高的设备；
- 退还不需要的频谱；
- 转向使用不太拥塞的频谱部分。

奖励费用规则可能因此还提供一种支持频谱重新部署政策的机制。

该费用源自一个规则，它试图反映频谱的稀有价值。在规则发展过程中，可能需要考虑频谱使用的各种不同要素，并且对不同的频带和业务可能需要使用不同的规则，以便开发一个灵活的奖励费用结构。典型地，一个规则可能包括众多准则，例如：

- 频带

收取费用的数量随着所用频率的不同而变化，以便鼓励用户在压力更小的频谱部分中部署新的业务，或将现有业务移至有空余容量的频带。主管部门还应认识到，某些业务需要在特定的频率上或特定的频率范围内工作，例如 HF 通信、气象业务。

- 所用的带宽

费用数量随用户占用的频谱数量的变化而变化。它用来说服所有用户使用频谱效率更高的设备，放弃他们不需要的频谱以及说服新的用户只使用需要的最小频谱。这种方法已原则上采用，它通过对固定业务的每个链路进行收费或对专用移动无线电通信（PMR）业务的每个频道进行收费来实现。

- 专用性

这有两个方面。首先，在所有其他无线电应用标准都相同的前提下，有权使用一个专用频道的频谱用户其费用要高于那些使用共享频带的用户。其次，在共享频带内，在所有其他无线电应用标准都相同的前提下，大量使用无线电通信设备的用户其费用要高于那些使用较少无线电通信设备的用户，原因是，前者比后者更有可能占用频谱（因此排除了后者使用频谱的可能性）。

- 地理位置

在越拥塞的地区（例如城市中心），运营商交付的费用越高，在越不拥塞的地区（例如农村地区），运营商交付的费用越低。注意：实际上，一些农村地区的频谱使用情况可能比一些城市的更拥塞，频谱的使用将随业务类型和频带的不同而不同。

— 覆盖范围

费用变化取决于传送覆盖区域（这指已排除他人使用的地区，意味着该地区不能由其他人来使用，原因是，许可证持有者已使用了该地区，它等同于覆盖区域加一个缓冲地带）。覆盖区域也可以按达到的人数来定义（潜在的观众或听众）。

— 无线电中继¹¹

使用有效的中继系统和使用单个的无线电系统之间，在收费上存在差别。

奖励费用的不足是，不管有多复杂，没有规则可以考虑到市场的所有不同。

如果为了避免费用与市场价值之间出现巨大差异，那么在制定许可证费用时需要投入大量精力。此外，如果需要精确反映一个国家频谱使用的差异，那么开发一个奖励费用规则可能不是一件简单的任务。奖励费用可能并不适用所有的业务。

c) 机会成本费用¹²

机会成本费用试图模仿频谱的市场价值。该过程可能需要进行财政分析、需求估计或市场调研，以获得估价及可观的专家意见。机会成本费用规则具有直接面向期望之模仿市场价值目标的优势，因而有助于考虑可选的通信方式，以及现有用户返回剩余的频谱。注意：这可以看做是计算奖励费用的方法的一个例子。

正如建立一个涉及影响某特定位置频谱价格所有相关变数的奖励费用规则是极其困难的一样，准确模仿拍卖是非常困难的，完成分析所需的努力可能超出拍卖的成本费用。这样一个模仿依赖于评估单个消费者的决策，以及以某种方式将该信息综合进一个可用的模型中。财政方面的研究或推断可能在某种程度上是有用的，但模仿市场将总会是一个非常不完美的过程。尽管如此，此类方法可能比基于成本费用的可选方法在管理频谱以平衡供需之间关系并达成最大的经济福利方面更具优势。另外，奖励费用可能在长时间内适用于普通的许可证，而拍卖通常适用于在某个时刻指配许可证。

表 6-1 表示了传统的费用方法和基于市场的费用方法的积极和消极方面。

¹¹ 见 ITU-R 第 9 研究组的定义。

¹² 见 ITU-D 1998 (SG 2) 最后报告 (文件 3)。

表 6-1

方法	优势	劣势
简单费用	可以适用于所有用户。考虑到建立一个费用计算模型以及根据无线电通信应用固定各种费用的限高，因此无需冗长的分析和调查就可以实施。 易于实施和回收部分或所有发放许可证的成本费用。	费用既没有反映出管理的成本费用，也没有反映出频谱对于用户的价值。 单独应用它就不能在频谱使用中提高技术效率或经济效率。
成本回收	对于频谱用户，他们确信他们只需向频谱管理权威部门支付他们产生的费用。 来自普通纳税人的税收不资助主管部门的活动，其受益者是明确定义的。	单独应用它不能提高频谱使用的技术或经济效率。 通过费用计算模型和资费方式，分配频谱管理权威部门总的直接与间接成本费用是一个非常复杂的过程。 由于法律限制，频谱管理权威部门的活动可能不是都能得到成本回收费用的资助。
基于用户总收入的 费用	将频谱的成本费用和使用频谱之商业活动的价值联系起来。 计算简单。	只适用于那些其收入直接与频谱使用有关的用户。 如果收入与所用频谱数量不成比例，那么该方法不能提高频谱效率。 可以看做是一种额外的税收。
奖励费用	提高频谱使用效率。 回收部分或全部发放许可证的成本费用，尽管不是该费用的目的。	若想接近市场价值则需要大量的努力。 可能不适于所有的业务。
基于机会成本的费用	非常接近频谱的市场价值。 提高频谱使用效率。	要求大量数据和分析。 只适用于频谱的有限部分(只考虑竞争某给定频带的用户和使用)。

6.4.2 作为竞标法一部分的拍卖

拍卖代表了一种新的指配机制，它由申请者来决定收费。这种方式下，频谱的价值完全由市场力决定，频率分配给获胜的竞标者。拍卖可以完全基于投标的价格或由主管部门设定准则，来确定哪些申请者满足

入围条件，可以参与拍卖，主管部门也可以设定一个保留价格。这些准则可以与“比较竞标”法（或“抽奖”法）中设定的入围条件类型相类似，除了在拍卖和抽奖环境中，它们不用来决定谁是获胜者。

- 拍卖可以提高频谱的使用效率，通过向获胜的申请者提供奖励，鼓励它尽快、尽大地使用频谱。有一些担心认为，拍卖给运营商在业务开始之初施加了负担，但显然，竞标者应意识到他们的现金流需求，以及好的商业行为应确保在其竞标过程中已考虑到了这一点。
- 与传统的投标程序或比较竞标方式相比，拍卖可能是快速且有效的频率指配方式。拍卖可以处理大量数目的申请者，当用于分配的频谱资源有限时，这是非常有用的。特别是，拍卖活动减小了主管部门方在进行频谱指配过程中的偏袒和腐败机会，拍卖认为是一种透明的方式，减小了法律质询的可能性。不过，用于拍卖的准则和条件越多，降低频谱价值、降低竞争激烈程度的可能性就越大。在一些情况下，为了清楚定义许可证运营上的限制，主管部门可能需要确定频谱管理工具的类型，而这在以前是认为不必要的，例如监控工具、地形数据库工具、自动干扰分析功能。

为了让拍卖过程进展顺利，在拍卖开始之前，拍卖的所有参与者均应知晓并清楚理解拍卖的规则和程序。任何计划执行频谱拍卖的主管部门均应经过充分咨询，充分了解情况，并对频谱拍卖“先行者”的经验进行评估，了解有关拍卖设计和操作的成功经验和问题，以及它对运营商、电信制造商和最终用户的影响。

取决于正在讨论中的拍卖的复杂性，一个自动的拍卖系统可能是值得期望的。因此，可能需要某些技术基础设施来举办一次拍卖。另外，可能需要对频谱管理者和潜在的竞标者进行教育和培训，以确保高水平的“拍卖文化”。

拍卖可能采取多种形式，以下为一些例子：

- “英国式”拍卖
拍卖人增加价格，直至只剩下一个竞标者；
- 密封的第一价格竞标拍卖
竞标者提交密封的标价，最高报价者获胜；
- 密封的第二价格竞标拍卖
竞标者提交密封的标价，最高报价者获胜，但只需支付第二高的标价；
- “荷兰式”拍卖
拍卖人宣布一个高价然后降低价格，直至某竞标者呼喊“我买”；

一 同时多轮拍卖

这是美国联邦通信委员会最先倡导的方式，它涉及对许多同时提供之标的的多轮竞标。当竞标价被所有标的接受时，在开始下一轮竞标之前，每个标的的最高竞标价显示给所有的投标者。每轮竞标后，高竞标者的身份可能显示或不显示，但在拍卖结束后会显示出来。这个过程将持续到在一轮竞标中再没有提交新的、有关任何标的的竞标。这种变化比单轮拍卖更复杂，但给竞标者提供了更大的、以不同方式组合标的的灵活性，而且，由于这比密封竞标过程更开放，因此限制了对获胜者的谴责，使竞标者可以更加自信地参加竞标。

优势

拍卖具有把许可证提供给那些对其最重视之人的优势，同时产生收入，但这不意味着这些收入将比竞标的价值大，竞标时的价值取决于许多因素。当采用拍卖方式来在给定的分配结构中指配许可证时，许可证只在分配机构内提供给那些对其最重视的人。例如，如果广播公司对在某一特定地区的一批特定频谱最为重视，而若允许广播公司参与拍卖，但却分配给了移动无线电用户，那么从频谱得到的收入和经济收益将变小。

在国家范围内扩展拍卖来的许可证的使用范围，也将使频谱能用于那些最需要的业务。

不足

不过，广泛定义业务潜在不足之处，即增加在相邻频谱和区域内的许可证持有者之间进行干扰协调的费用。根据是：在最初的频谱指配之后，分配结构均等地适用于具有可交换之频谱权利的系统。未来，当频谱使用变得越来越集中时，这些负面影响将减小。

拍卖不是一种适用于所有情况的通用方法，它只适用于特定的许可证和特定的条件下。如果频谱权利不能恰当地定义，那么拍卖是不适用的。对于大容量、低价值的许可证、社会期望的业务应用，以及当不存在竞争或竞争很有限时，拍卖也是不适用的。实际上，拍卖许可证的最重要的因素是获胜的申请者的业务应面对竞争，因此，拍卖的先决条件是：存在有效的竞争立法来确保竞标者没有形成限定价格的安排。

对某些业务或情况，拍卖可能是低效的或不切实际的。一个例子是对没有频谱竞争的情况。这是可能出现的，例如，在固定微波系统中，有许多与窄波束宽度的单个链接和非常精确的位置，或者潜在的运营商在一个合理的时间表内几乎看不到能够实现其投资的现实回报。另一个例子是，社会期望的频谱使用业

务的提供商，例如国防或科研，它们实现频谱的财政价值是困难的，如果所有的频谱使用业务提供商均面对竞争时，这可能导致这些业务不能很好地提供给社会。

如果全球或国际卫星系统许可证的拍卖活动在多个国家举行，潜在的业务提供商有可能仅仅为了参加每次拍卖而不得不花费大量的资源，而且这样一个麻烦的过程将导致在实施期望的业务方面的延期。此外，连续的拍卖将对潜在的业务提供商产生极大的不确定性，原因是，提供商无法确定它们是否能够在所有国家赢得拍卖，以便提供期望的业务。如果这种不确定性十分严重的话，那么它将有碍国际卫星系统的提供和发展。

限制

应该由主管部门决定是否采用拍卖方式，应该认识到，通常，关于待拍卖之频谱的管制、条件或约束数量越多，拍卖的财政收入将越低，因此，取决于其优先级，主管部门可以考虑权衡使用。需要注意的一个相关问题是，主管部门可以选择限制频谱供应，这通常将导致更高的拍卖收入；不过，权衡以及限制频谱的供应将导致更窄的消费业务范围、更高的消费价格以及经济效率的整体下降。

为了促进竞争，给拍卖的业务施加一些额外的保护是必要的。例如，在一些情况下，一些或所有的潜在竞标者可能是主导的业务提供商，他们尽力加强他们的垄断地位或求大于供（有限数量的竞争者）的市场地位。关于合格参与拍卖的约束，或限制某个实体赢得的频谱数量，可以减缓这个问题，尽管这可能限制参与者的数量。

使用拍卖收入的决定是一个国家性的决定。

6.5 频谱权利¹³

6.5.1 频谱权利

频谱定价已引导着一些主管部门和许可证持有者重新考虑与许可证相关的权利或许可，如它们包括哪些内容、它们应该如何定义以及它们是否可以进行买卖，主要集中在经济合作和发展组织（OECD）国家。有两种可选方式：一种是设备使用许可证，另一种是频谱权利。实际上，在频谱定价/传统的收费政策、频谱权利/设备许可证方面有许多变数，但一些在实践中是不太可能的。

¹³ 国际电联需要对频谱权利有一个明确的定义，尤其当它与卫星业务相关时。

表 6-2
频谱定价

主题	子主题	段落号码
频谱鼓励性定价 [频谱的“价值”]	一利用“经济变量”来计算费用 (费用规则): - 带宽 - 专用性 - 地理位置 - 覆盖范围 - 等等 - 基于总收入的费用 - 机会成本费用	§ 6.4; § 6.4.1 § 6.4.1 b) § 6.4.1 a) § 6.4.1 c)
基于成本的费用	- 基于各种成本分配的体系/计算	§ 6.2.2.2 § 6.2.3
简单费用	针对使用公共资源特权的简单费用	§ 6.2.2.1 § 6.3.4
拍卖 “比较竞标”法中的竞标 竞标和“选美”法	获胜者标定的价格	§ 6.4.2 § 6.3.2
二级贸易	“频率使用权利”通过新用户向以前的 用户转移之后的付款	§ 6.7 § 6.5.4 § 6.5.5

应该注意的是，不一定非要在下面将要叙述的不同种类的定价方式中选择一种。在一个国家，不同种类的定价方式可能同时存在，或者不同的定价因素可以结合起来成为一个整体。

6.5.1.1 许可证持有者获得的频谱权利

在一些方面，频谱资源类似于土地资源，它可以被分成多个“小块”，可以进行转让或出租。不过，频谱不像土地那样容易进行定义或勾画，原因是，无线电传播不局限于物理或政治边界内。此外，尽管“频谱出售”是一个经常用做与拍卖有关的术语，但它实际上只是一个概念上的术语。实际上，发放的是许可证，而拍卖是一种用于许可证发放的市场机制。

用户获得的频谱权利的范围取决于单个许可证及其相关的条件和排他性。这些“条件和排他性”对频谱权利的本质没有任何影响，只对频谱权利的范围有影响。这些权利是频谱指配时授予给用户的。频谱权利通常包括规定无线电系统准确的技术或操作特性的细节，无线电系统将来自某个特定位置，或用在某个特定区域。频谱权利还可以如下一些要求，如运行周期或频率共享方面的要求。

在传统的许可证发放机制下，认为主管部门，除此之外，保留了修改许可证条件、解决干扰投诉以及对相关国际频谱问题负责的权利。引入频谱定价，即通过拍卖，已引导竞争的许可证申请者来询问其将要遵循的条件范围。这些问题已经产生了，原因是：

- 对频谱用户，许可证被认为是一笔资产¹⁴（与许可证的期限无关，但许可证期限越长，它的价值越大），它可以用来为其发展计划筹措资金。关于频谱使用的限制越少，许可证的价值越大，反之，限制越多，价值越低。
- 每次拍卖通常有一组规定频谱许可证条件的准则，在此条件下许可证才可以发放，这些可能是除频谱权利声明之外的、由许可证赋予的准则，并由主管部门保留。如果准则与频谱权利声明的内容相抵触，或未准确地反映出与许可证相关的频谱权利，那么主管部门可以：
 - 禁止进行拍卖；或
 - 如果在后来的某些时候，它们还是许可证持有者和主管部门之间争论的话题，引起对许可证价值的怀疑 — 那么这可能也导致对主管部门的法律质询或索赔。

如果主管部门计划引入频谱权利，那么频谱权利的定义和用于买卖过程的法律基础是非常重要的。许可证持有者频谱权利的定义具有一定的灵活性，这一点显然是值得期待的，虽然存在一些约束。尤其是，许可证持有者能够改变其所提供的业务确实引起了问题，尤其是有许多国家有许多相邻的边界，考虑到：

- 在同一频带或在相同的频率下运营不同种类的业务，这潜在技术和干扰方面的问题；
- 许可证持有者改变其所提供的业务（借助市场条件的改变），会使其现有业务的用户带来影响。

在前一种情况下，尽管在同一频带上运营几种业务是可能的，但它需要逐一进行分析。也有来自跨边界干扰的保护问题，这源自不同于《无线电规则》第5条的国家分配。

在后一种情况下，在改变其所提供的业务过程中，许可证持有者将面临实际的问题，原因是，这对于许可证持有者收回其在最初业务/系统中的任何投资可能是必要的，而且改变成一种新业务可能需要考虑到这个问题以及许可证剩余的年限。此外，还有其他因素可能影响投资的回收（既包括现有业务中的因素，

¹⁴ 在本节中，资产不以其标准的会计学形式使用。

也包括计划之取代业务中的因素), 就像用于提供取代业务的任何新设备的可用性、完成取代业务所需的时间, 以及用户使用的任何新设备。权限将依据国家法律来定。

6.5.1.2 主管部门保留的频谱权利

主管部门保留的频谱权利对主管部门以及竞争频谱的任何申请者来说都是重要。它们对主管部门的邻国也是重要的¹⁵。因此, 在给许可证持有者提供更大的权利以及改变其所提供的业务或技术特性之能力方面, 主管部门需要确保他们保留有对频谱的足够控制, 而且具有回收它的能力。从国际的观点来看, 主管部门应该保留频谱权利, 它是完成下列工作所必须的:

- 提供用于无线电通信问题的国际接触点;
- 负责所有源自其辖区的无线电信号;
- 满足国际协议和条约(例如国际电联《组织法》)规定的职责, 并应包括在许可证过期之前收回频谱的权利, 如果是必须满足的, 例如, 在区域或全球基础上重新分配频谱的国际协议要求。

上面所列频谱权利可能是主管部门希望保留的最小权利, 实际上还有额外的要求, 它们取决于国家法律、国家频谱管理过程结构和组织机构。额外要求对不同的许可证可以不同, 原因是除其他之外, 它们可以包括许可证持有者之间不同等级的频谱管理责任、业务控制、无线电系统类型及其覆盖区域、频带、排他或共享使用, 以及无线电系统将如何使用。

6.5.1.3 许可证期限

不同国家的许可证周期各不相同。通常许可证周期的范围为 1、5 或 10 年, 尽管一些特殊的许可证周期可能会短些, 并且在一些国家, 许可证的发放期限可能是一个不确定的周期, 且受每年支付的费用影响。费用每年支付不能就认为许可证是为期一年的许可证。更长的许可证周期并不自动意味着任何更大的安全使用期限, 原因是, 它依赖于许可证附加的条件。不过, 每年更新许可证可能使主管部门更容易或更方便来中止一个许可证, 相对一个还剩几年期限的许可证使用撤回程序。

¹⁵ 从这方面看, 邻国将依赖于传播距离, 并可能扩展至 1000 英里, 或更可能依赖于频率以及传播路径是通过陆地还是海洋。

6.5.1.4 可转让的或灵活的频谱权利

没有一种指配机制可以为后来加入的使用者更好地使用频谱留有余地，因此，主管部门需要一个机制来确保频谱能继续有效地使用。这一问题的两个并不相互排斥的方案已经在许多国家进行了调查。

- 可转让的频谱权利 — 许可证持有者的频谱权利可以全部或部分地转让给第三方。
- 灵活的频谱权利 — 允许许可证持有者修改其频谱权利，以便允许对调制技术、人口密度、传输功率、频率等进行改变。

在一些国家，在现有法律下以及在主管部门许可下，有些形式的频谱权利转让性或灵活性是可能的。不过，这直接涉及决策过程中的主管部门，并可能引入延期和约束。

为避免这些频谱权利操作上的不必要的约束，并确保它们在经济上完全有效，频谱权利的定义需要具有灵活性。最小的限制性定义将允许许可证持有者选择其所提供的最终用户业务，但这与保护现有最终用户以及确保不对其他频谱用户产生干扰是矛盾的。在天平的另一边，最大限制性频谱权利形式限制只能在特定的分配和一组严格定义的技术参数下进行转让，但这可能未提供足够的灵活性来实现经济效率。一个可接受的方案是这两种极端方案的折衷，以便实现经济效率与限制性技术参数之间的一个可接受的平衡，在某些情况下，这可以通过允许许可证持有者磋商其发射权利来实现。

6.5.1.5 二级市场

二级市场的存在是在特定的许可证条件和地理区域内引入可转让的频谱权利的先决条件。如果没有二级市场，那么具有可转让频谱权利的小用户可能发现他们的频谱达到当前的市场价值是困难的，并且相对大用户可能处于一个劣势地位。目前，世界范围内的大部分频谱许可证是不可转让的，二级市场显然需要可转让的频谱权利以及具有足够安全期限和工作期限的许可证。买卖频谱的能力将鼓励频谱的有效使用，这需要为许可证持有者提供一种机制，使之可以从其不再需要的频谱中获得经济回报。

频谱权利的任何转让将需要在频谱管理权威机构进行注册，而且频谱市场和其他市场一样，需要进行管制以避免滥用。尤其是需要有竞争法律来防止囤积频谱和限定价格。如果需要开发一个频谱市场，那么可能需要促进建立新的组织机构来提供频谱转售，以及可能的频谱营销服务。

6.5.2 管理频谱资金筹措中的转变

来自无线电使用的经济效益是增加还是减少，取决于频谱的使用效率和管理效率。由于频谱定价或频谱权利的实施，能够对频谱管理过程产生重要的影响，对转变进行管理是明智的，原因是，其对经济、许可证发放过程、产业和无线电用户均潜在影响。尤其是，从短期和长期的角度来看，都需要考虑现有频谱管理资金筹措层面上的任何变化可能带来的影响。可能产生的影响类型将取决于：

- 主管部门的频谱管理工作及其组织结构；
- 国家中无线电通信和电信业务的范围和类型；
- 提议转变的类型和范围；
- 国家立法。

6.5.3 频谱重新部署（作为频谱管理的一种方法）的成本费用

重新部署是一种频谱管理工具，它使得可以看到新来者的频谱可用性的时间表。无线电通信第 1 研究组正在对该问题进行研究（见 ITU-R SM.1603 建议书）。频谱重新部署过程的一个例子是基于法国的经验。不过，其中的普遍原则也可以适用于其他国家（见附件 2）。

第 6 章 附件 1

频谱定价的一个应用

依据 1989 年的无线电通信法案，一个频谱管理方案已经在新西兰建立了，该方案很大程度上利用了自由市场原则。所选频带的全国范围的“管理权利”有效期为 20 年，已经由新西兰商务部通过拍卖租借出去了。这些管理权利可以进行买卖、细分或聚集。管理权利的持有者出租定期的“许可证权利”给自己或其他有意的用户，许可证权利的持有者有资格建立具有特定载波频率、功率和发射类型的、工作在特定地点的无线电发射机，用于许可证权利持有者选择的任何目的。许可证权利持有者向商务部支付一笔年费以补偿其成本费用，并负责保证管理权利持有者之租约规定的频率限制范围之外的辐射不超过固定的级别。这些许可证权利也是可以买卖的。频带不包括在这个方案中，包括国际干扰问题认为可能是个麻烦的频带将继续由商务部管理。

新西兰采取的激进方案到目前为止还没有在其他地方采用。事实上，新西兰地理上的隔绝可能使得在该国能实施的方案到其他地方可能是不适合的。不过，多种限制性更强的频谱定价倡议，将来自经济方面的压力与更常规的频谱管理方法连接起来，已经在若干国家采用了，例如关于专用无线电系统的定价问题。

第 6 章 附件 2

频谱重新部署的成本费用

1 驱动做出重新部署频谱决定的利益

团体整体上必须从无线电频带的重新部署中得到足够的利益，以便体现授权的价值。在经济学术语上，这些利益是通过最大化团体盈余来反映的。换一句话说，根据 Pareto 最优准则，必须达到一个平衡点，以至于频谱的其他使用不能提高团体的盈余。

寻找这个平衡点时，比较不同参与者的参数选择（效用）是有益的。他们的效用功能以私人价值和团体的社会价值形式来表示。

私人价值相当于他们可以从频带使用中得到的益处，而社会价值相当于业务总体上对社会的重要性。私人价值的计算是相当简单的，而对社会价值的量化比较复杂。可能需要使用“机遇”这个概念，用于评估业务的社会价值，换一句话说，可以通过计算来了解当缺乏业务时将会给团体带来哪些费用。

至于频谱重新部署过程，就私人价值和社会价值而言，对要求放弃频带之代理和新入之代理的效用进行比较是必要的。

令 U_{outgoer} 和 U_{incomer} 分别表示放弃频谱的运营商和取代它的运营商的效用（包括私人价值和社会价值）。令 C_{removal} 表示放弃者的频谱重新部署费用：

如果 $U_{\text{incomer}} > U_{\text{outgoer}} + C_{\text{removal}}$ ，那么放弃的社会价值和经济价值都是最优的；

如果 $U_{\text{incomer}} < U_{\text{outgoer}}$ ，那么放弃的社会价值不是最优的而经济价值是最优的；以及

如果 $U_{\text{outgoer}} < U_{\text{incomer}} < U_{\text{outgoer}} + C_{\text{removal}}$ ，那么需要做出选择。

2 重新部署的成本费用

假定由于频谱重新部署的结果，责成频带用户放弃原有的频带，而在不同的频带上继续其活动，或使用非无线电方案，若这对他来说是可能的话。对该用户而言，放弃原有频带可以减少额外的费用，这些额外的费用在没有原有频带的情况下是不会发生的。这带来的结果是，该额外费用将被认为是“重新部署费用”。前面讨论的放弃费用 C_{removal} 是重新部署费用的一部分。

尤其是在电信部门，大多数情况下，转换中的设备的转售价值是不可知的。这些网络的投资通常就是所谓的用户“滞留费用”。这意味着，如果活动结束，用户不能补偿其投资。剩余价值的计算使得确定设备不能转售时的理论价值变得可能。区分剩余账面价值和剩余经济价值是有用的。由于这个原因，展望并提出了两种用于计算重新部署费用的方法：

- 使用剩余账面价值计算；
- 使用剩余经济价值计算。

3 使用剩余账面价值计算重新部署的成本费用

当放弃者持有正常账户时，尤其适合采用账面价值方法。此外，在商业活动的情况下，这种方法考虑了放弃者已经享受的、有关其设备折旧的税收优势。

3.1 评估用户放弃频带的成本费用

转向频谱的其他部分或退出频谱

首先必须确定的是，如果放弃用户继续从事其活动，是否需要责成他使用无线电频率。如果是（例如，对移动业务的运营商而言），放弃用户将移向另一个频带，并需对转向另一部分频谱的这一转变之费用“ C_d ”进行计算。如果不是（例如，对拥有固定无线电链路的实体而言），需要考虑以下两种假定：

- 用户转向一个不同的频带，需要计算 C_d 费用值；
- 用户放弃使用现有的频率，而使用一个可选的、有线系统，需要计算 C_s 费用值，相当于从无线电频谱中退出。

在这两种假定之间的选择只采用了经济准则，结果是采纳两者中费用较低的那种。

令 C_i 为因用户离开频带而发生的费用。如果责成用户占用一个不同的频带，那么 C_i 等于 C_d ；如果用户有可能采用有线方案，那么 C_i 等于 C_d 和 C_s 中的较小者。

3.2 剩余账面价值 V_{cr}

本方法补偿放弃用户设备的使用期限，对用户设备采用剩余账面价值“ V_{cr} ”，设备的剩余账面价值通常定义为：

$$V_{cr} = \text{可用设备的购买价格} - \text{折旧}$$

V_{cr} 表示仍可以进行折旧之设备的价值的一部分。如果在折旧阶段，那么其拥有者不可再用此设备，其后，根据会计学理论，将产生一个等于 V_{cr} 的损失。

3.3 更新成本费用

由于技术的演化和设备的老化，要求频带的占用者更新其设备，甚至是在频带无任何改变的情况下。令 C_r 为设备更新成本费用，更新的设备具有相同的特性并使用相同的频带。在这种情况下， C_r 表示频带占用者将产生的费用，即使在不进行任何频谱重新部署时。

3.4 重新部署成本费用的计算

假设频带用户的现有设备剩余账面价值为 V_{cr} ，由于重新部署，他不得不撤出该频带。放弃频带意味着他不得不支付相当于 C_i 的费用（见§ 1.3.1），以便继续他的活动。撤出频带的事实可能意味着他不可能使用现有的设备，因此会引起相当于 V_{cr} 的损失（见§ 1.3.2）。如果他想继续使用那个频带，那么他需要支付相当于 C_r 的费用（见§ 1.3.3）。因此可得出以下关系：

$$\text{重新部署费用} = \text{责成用户放弃频带的额外费用} = C_i + V_{cr} - C_r$$

注释：

- 如果计算得到的重新部署费用是一个负数，那么意味着用户放弃其当前占用的、自身协定的频带是有利的；
- 在每种情况下，计算频带重新部署费用时，需要专家评估以建立现有网络和新网络的实际费用。

计算结果对折旧程度和现有网络的体系结构非常敏感。

4 使用剩余经济价值计算重新部署的成本费用

经济方法使之变得可能，在其他因素中，抛开以下两方面：

- 设备实际的工作周期可能不同于记账上的工作周期¹⁶（由折旧周期决定）的事实；
- 放弃的用户可能不采用折旧机制。

分析网络的价值

一旦进入者认识到使用无线电波提供其业务是有利的，以及当确定进入者的价值比放弃者的价值加上转变的费用还要大时（换句话说： $U_{incomer} > U_{outgoer} + C_{removal}$ ），那么放弃者有 5 种选择：

- 放弃者停止活动：放弃者提供的业务其社会价值小、技术过时或提供的业务不再是恰当的；在所有的这些情况下，放弃者停止其活动更可取。
- 为单一业务共享频带：现有的运营商使用频率的效率不高或不能保证使用的数量；在这种情况下，如果没有技术阻碍，他可以同意另一个运营商提供相同的业务。
- 在不同业务间共享频带：进入者可能利用主频带，而不要求现有的运营商将其业务移开，后者可以继续使用频谱而不受进入者的干扰。该方案通过共享频带来提供不同的用途。
- 放弃者将其活动转至另一主频带：进入者排他地使用整个频带，现有的运营商必须将其活动转至另一频带。
- 放弃者将其活动转向一个完全不同的平台：进入者希望从整个频带的排他性使用中获益，而现有的运营商必须移开其活动。调查表明，放弃者在其他频带开展活动的费用比在有线（电缆、光纤等）支持下开展相同活动的费用要高。对于一个未改变的业务，放弃者撤出频带并转向一个可选的平台更可取。

每一个这种例子都可以通过对不同的投资选择方案进行经济学分析来解决。

¹⁶ 记账上的折旧不同于经济上的折旧。已经彻底折旧的设备在替换之前常可以继续再使用几年。在具体的科目上，经济上的折旧是指折旧科目（一年内设备标称价值的损失）与代表折扣率 k 下固定资本补偿的科目（或资本费用）之和。只有那部分资本的补偿，它通过借款（债务）筹措，可以包括在财政费用中，记录在账目中。因此，对应固定使用费用（投资除以账目中所用的设备周期）的记账上的折旧以及下跌的财政费用，表示了相比经济上的折旧在覆盖范围方面的差别。对于后者，补偿适用于在议之投资的总的资本价值，假定那部分资金实际上来自内部。因此它包括财政费用相当的价值以及源自自身资源的投资补偿（股东的补偿等）。

参考在法国已经完成的工作，即当地回路的分类计价和网络费用的计算，通过比较不同的选择方案（也指“配置”）来检查频谱重新部署的费用。以运营商为例，假定他撤出了其频带（全部地或部分地）并转向一个不同的频带或一个不同的平台（或仅仅调整了他所用的频带以适应另一个运营商）。运营商的撤出（称为放弃者）不一定是他的损失。移开必定涉及一个对放弃者的奖励，否则，他将不撤出频带或试图拖延撤出。同样地，运营商移开不一定给其机构带来利益。因此，需要通过计算“公平的”补偿来找到一个平衡点。这通过比较以下两种情况来实现：第一种情况是放弃者需要承担移开费用；第二种情况是同一运营商不必移开，如果他移开，只需承担其设备的更新费用。

5 重新部署的资金和过程

5.1 重新部署的资金

重新部署的资金由负责管理频谱的机构（AFNR: Agence Nationale des Fréquences）管理，有一个与 AFNR 总的预算严格分开的特定预算。可以通过几种方式获得经费，包括从公共实体得到重新部署所需的资金。到目前为止，惟一的资金资助来自财政部。

财政部提供资金的最初部分，在每年 3 百万欧元的基础上，增加一定额外数量的费用，这些费用根据所处理的案例每年逐一确定。从 1997 年到 2001 年，来自财政部的费用已累计 6 千 5 百万欧元，为的是转向适应 GSM 1800、IMT-2000 和 SRD 应用（包括蓝牙）。后期，费用也将来自私人。当用户获得新的频带时，可能要求他们向基金捐款。例如，GSM 运营商在 2002 年将为 1.8 GHz 频带上的额外频率支付费用，在权威机构批准后，也就是 2001 年 9 月，IMT-2000 运营商也将支付费用。

从重新部署资金中受益的部门和独立的权威机构（或代表此目的的实体）与 AFNR 签署了重新部署协定。

ANFR 委员会，代表所有相关的部委和权威机构，批准了这些协定。到 2002 年 6 月 30 日为止，所有签署之协定的累积值已达 5 千 9 百万欧元。已经从重新部署资金中受益的实体主要是运营商 — 法国电信和国防部。其他显著的受益者是 EDF 和 SNCF。

5.2 重新部署的过程

在重新分配频带之前，主管部门中负责指配频率的部门启动了重新部署过程。在法国，主管指配频率的机构为“affectataires”。

根据他们的请求，政府委派给 ANFR 的任务如下：

- 准备评估各种费用因素和重新部署原则；
- 提出一个重新部署实施进度表；
- 组织对过程的监督；
- 管理重新部署资金。

为完成这些任务，ANFR 依靠许多委员会，在委员会中寻求一致。重新部署实施过程中涉及以下委员会：

CPF：频率规划委员会。

该委员会接收、调查和协调来自 *affectataires* 的、有关频率的要求。

它有以下任务：

- 起草和更新国家频率分配表，必要的话，协调频带的使用；
- 调查所有具有国家或国际影响的频率使用和分配相关问题；
- 向 CAF 发出指示：频率指配委员会，它向 CPF 负责，CPF 作为它的请求实体。

CSPR：无线电通信综合与预期分析委员会。

CSPR 负责无线电频率频谱的预期分析，着眼于优化公共和私人用户对它的使用，并提出有关以下方面的建议：电磁兼容性规则、用于确保无线电系统恰当使用的频谱工程和标准。

CSPR 负责召集相关部门的代表，以及相关的、其网络向公众和行业开放的运营商的代表。

CSPR 在以下 4 个分委员会的帮助下开展工作：

- *CCE*：电磁兼容性委员会。
- *CVS*：频谱价值委员会。
- *CRDS*：频谱评估委员会。
- *CFRS*：频谱重新部署资金委员会。

通常，所有决议都是一致同意才通过。不过，当不是一致同意时，决议由 ANFR 委员会来决定，ANFR 是频率频谱相关事务的最高决策实体。在 ANFR 委员会某个成员的请求下，首相办公室可以启动一个请求程序。

到目前为止，所有的重新部署案例均使用通常的程序进行处理，在有关的委员会中获得了一致同意，并保证了彻底的透明性。

参 考 资 料

ITU-R texts

Report ITU-R SM.2012 — Economic aspects of spectrum management

第 7 章

频谱管理活动的自动化

目 录

	页
7.1 引言.....	213
7.2 频谱管理活动的应用.....	213
7.2.1 何时需要频谱管理过程自动化.....	214
7.2.2 频谱管理过程自动化的益处.....	216
7.3 自动化频谱管理系统的主要组成部分.....	217
7.4 从手工系统向计算机化系统的转变.....	220
7.5 结束语.....	221
参考文献.....	222
第 7 章附件 1 — 国际电信联盟开发和实施计算机化的频谱管理系统.....	223
1 引言.....	223
1.1 WinBASMS 的开发与特点.....	223
1.2 WinBASMS 的不足.....	225
第 7 章附件 2 — 马来西亚的无线电频谱管理.....	226
第 7 章附件 3 — 频谱管理和监控系统 (SAAGER) 介绍.....	228
1 引言.....	228
2 频谱管理系统.....	229
2.1 申请处理.....	229

	页
2.2 频率指配	231
2.2.1 频率指配过程	231
2.2.2 国际电联和国家频率分配计划	232
2.2.3 边界协调	232
2.3 许可证发放	232
2.4 频谱工程	232
2.5 工程报告	234
3 频谱监控	235
3.1 软件功能	236
3.2 公制度量	236
3.3 地图显示和控制	237
3.4 监控接收机	237
3.5 定向 (DF)	238
3.6 用于培训的监控仿真	239
3.7 频谱监控系统功能	240
3.8 报告	240
4 CONATEL 对系统的使用	240
4.1 投诉和违反检测	241
4.2 扩充性	242
5 其他用户对 CONATEL 所用之自动化频谱管理系统的经验	242
5.1 引言	242
5.2 申请处理	243
5.3 频率指配	243
5.4 频谱经济学	243
5.5 许可证发放	243
5.6 频谱工程	244
5.7 频谱监控	244

	页
第 7 章附件 4 — 中欧和东欧频谱管理软件和自动化的例子	245
第 7 章附件 5 — 土耳其的国家频率管理	249
第 7 章附件 6 — 更新原有的频谱管理系统	260
1 概述	260
1.1 引言	260
2 挑战	260
3 目前状况	261
3.1 异构软件环境	261
3.2 异构数据环境	262
4 向现代化统一集成系统的发展趋势	263
4.1 平台选择	265
4.2 客户操作分析	266
4.3 应用建造中的教训	266
4.4 数据转换	267
5 高级的频率管理系统	268
6 转换至 FMS	270
7 未来	270
8 概述	270
第 7 章附件 7 — 秘鲁的国家频谱管理和监控系统	272
1 引言	272
1.1 系统描述	272
1.2 交通和通信部期望的益处	273

	页
2 频谱管理系统陈述.....	274
2.1 项目实施.....	274
2.2 系统描述.....	274
2.3 系统用户管理和安全管理.....	277
2.4 管理功能.....	277
2.4.1 数据输入接口和数据定义.....	277
2.4.2 频谱用户管理.....	278
2.4.3 工作流程管理和处理.....	278
2.4.4 国际协调管理.....	278
2.4.5 设备类型批准和认证.....	278
2.4.6 许可证发放.....	278
2.4.7 记账、费用处理和自动化的更新通告.....	279
2.5 技术分析工具.....	279
2.5.1 技术接口数据输入.....	279
2.5.2 工程、电磁兼容性（EMC）和载波/干扰比（C/I）分析.....	280
2.5.3 频率指配.....	281
2.6 与频谱监控系统的接口.....	281
2.7 地理信息系统（GIS）.....	282
2.7.1 GIS 工具.....	282
2.7.2 MTC 地图数据库配置.....	283
2.8 结束语.....	283
参考资料.....	284

7.1 引言

当数据量巨大且分析研究需求复杂而多样时，自动化技术就变得必需。自动化还可改善有限的分析技术和数据库的利用。计算机系统会以一种便于检索的方式提供一些数据储存手段，以便数据处理、生成数据相关的报告，并进行分析研究。

收费比高的、可以进行大量数据处理或复杂分析研究的计算机系统已经问世一段时间了。随着技术发展，计算机系统成本不断降低，而计算能力不断提高。对每个主管部门来说，将计算机技术用于频谱管理已成为一种可行的方法，包括对那些频谱管理需求或数据库比较小的主管部门。电信发展局为每个最不发达国家的主管部门提供了两套此类计算机硬件系统。它们还为开发基本的频谱管理软件（WinBASMS）提供了资助，目前系统已经有了四种语言版本。系统不久将得到升级，并将命名为 SMS4DC。

无线电通信局负责检查计划中的频率指配，并分析潜在的干扰问题。在结果肯定的情况下，把这些指配记录在主国际频率注册表（MIFR）中，或对计划进行更新。最为重要的是各个主管部门也从事着类似的活动。尤其是，为了高效利用无线电频率频谱资源，必须具备标准的数据文件和分析技术，以供所有的主管部门使用。

本章的目的就是介绍该问题，参考了最近一些与该问题有关的文件。不过，本章无意取代 ITU-R 手册 — 用于频谱管理的计算机辅助技术（2005 年）或无线电通信第 1 研究组已经准备好的、有关该问题的各建议书。

7.2 频谱管理活动的应用

不论频谱管理过程的规模、频率或复杂性如何，应在部分或全部国家频谱管理活动中使用计算机。不同主管部门对频谱管理的要求各不相同，会有很大差别，而且对各主管部门来讲，开发满足其特殊要求的数据库和工程应用是很重要的。在决定这些需求时，一个主管部门应考虑国家的需要以及国际协议。

自动化能够支持频谱管理的各种职能，这些职能包括：

- 频率规划；
- 频率分配；
- 频率指配和许可证发放；
- 频率协调；

- 国际通告；
- 标准、规范和设备授权
- 监控活动
- 保存和维护频谱管理数据；
- 高级的统计报表；
- 提供查询接口；
- 费用和自动的更新通告；以及
- EMC 计算，包括传播。

每个频谱管理系统一个非常重要的组成部分是各种信息的数据库。在无线电通信数据字典（ITU-R SM.1413 建议书）中对许多数据项都有描述。为了快速而经济地实现频谱管理自动化，建议主管部门只选择那些满足其频谱管理需求所必需的数据元素、数据文件和数据库。需要包括用于国际协调的数据元素列表。为了制定一个数据获取、维护和检索的公用方法，频谱管理数据可以包括以下几类：

- 频率分配数据；
- 频率指配数据；
- 许可证持有者数据；
- 设备特性数据；
- 费用；
- 地理地形数据；
- 频率协调数据；
- 频率通告数据；
- 频率监控数据；以及
- 执行数据。

7.2.1 何时需要频谱管理过程自动化

在任何一个国家考虑实现频谱管理过程自动化时，首先遇到的一个问题必定是：“它是否真的需要？”每个国家的回答都是肯定的：“需要”。不过，如果自动化频谱管理系统未能恰当设计，那么它可能是一个沉重的负担，而不是主管部门的好帮手。

为使自动化频谱管理系统取得成功，几个方面的问题必须解决，它们与提出项目的主管部门有关。需要考虑和解决的几个方面问题包括：

- 有一个用于频谱管理的监管基础设施。这意味着已经存在一个频谱管理职权部门及其支持机构。它们包括但不限于：立法、监管和执行的政策和过程；
- 定义应用计算机辅助频谱管理系统的范围和项目目标。为什么要考虑实现自动化？在主管部门的要求中，是否已经下达了新的指示，要求将资源重定向给其他职能？自动化看起来是否是一个增加工作量的工具？每个频谱管理单元中的哪些过程或任务可以进行自动化？某些手工过程是否留下不动会更好；
- 确定可用的内部和外部资源分配。对项目需要的财力和人力资源必须做好评估。此外，它是否需要获得特殊的筹款授权；
- 系统如何实现或开发？是利用内部资源进行开发，还是通过合同进行开发，或购买可用的软件，或这些方式的组合？主管部门是否拥有所需的监管和技术专家？它是否需要援助；
- 限制或边界条件是什么？如何有，是否会影响自动化系统的开发？项目规模是否将要求把开发工作分为多个阶段或多年进行；
- 制定工作计划和进度，显示项目阶段、任务和状态报告里程碑。利用图形化工具描述工作计划和进度，如 Gantt 图；
- 定义用户指标。必须明确定义最终用户的要求和指标，确保正确转化为详细的设计指标。必须明确定义需要实现自动化的频谱管理职能范围及其自动化程度。在签订的任何合同中都必须包括对工作的明确而全面的论述；
- 确定操作要求。每项任务或活动都包括自己的操作要求，必须利用流程图或伪码，通过一系列步骤对其做出清晰解释；
- 建立功能和技术指标。这些指标描绘了系统的进展，是详细设计的基础；

- 现有系统和操作中组织和过程文档的可用性。系统开发者需要查阅这些文档，在开始转化现有操作和过程之前，他们首先需要成为类似的监管/技术专家；
- 如果考虑承包商，那么必须对其以往的业绩进行检查。承包商是否拥有所需的、技能高超或经验丰富的系统开发者，来负责项目的开发和实现？应对其以往交付的合同进行检查，以便确定或评估相关的经验是否可以用于提议的合同中。

上面所列各项是一个指南，用于指导主管部门考虑、决定是否建立、设计、开发和实施一个计算机化的频谱管理系统。

7.2.2 频谱管理过程自动化的益处

计算机辅助技术已成为各主管部门的一个共同工具，帮助它们管理数据，并开展与频谱管理相关的分析研究。另外，技术的发展使计算机系统的成本不断下降，尤其是功能强大的微计算机，使得在频谱管理中应用计算机辅助技术成为一个实用的解决方案。

为使计算机辅助解决方案在频谱管理中发挥最大效益，首先需要对在某个特定的频谱管理领域中应用计算机系统进行评估，应对目前可用的各种计算机硬件和软件类型进行分析。它们应嵌入某个明确定义的结构中使用，该结构应具有良好定义的国际频谱管理功能。

一旦这么做了，通过适时、有效地完成以下任务，各主管部门将从集成化的系统中获得益处：

- 验证频谱指配要求是否符合国家和国际频率分配表及其相关的脚注；
- 验证建议在某特定无线电通信链路中使用的设备集（发射机、接收机和天线）之前是否提交过并通过了适当的认证过程，或是否满足其他相互认可的协议标准；
- 通过考虑细节，如地形特征，选择适当的信道，对频谱指配要求做出更加准确和优化的响应；
- 许可证和发票的自动化、分散在线发放和更新（法律必须允许电子签名）；

- 正确处理无线电通信监控数据（参见 ITU-R 手册 — 《频谱监控》（2002 年，日内瓦））；
- 建立一个更加迅捷的系统，以便对客户频谱使用情况进行全面记录和实时记账；
- 考虑到可以实现自动的数据确认过程，因此应能更加准确地准备并以电子表格形式向国际电联提交通告表格；以及
- 实现各主管部门之间或主管部门与国际电联之间的数据电子交换（参见 ITU-R SM.668 建议书）。

支持所有这些功能的数据元素总数是相当大的。许多数据元素的需求很大程度上受国家职权部门目标的影响。比如，为得到有意义的和正确的 EMC 计算结果，所需的数据量将随着频谱拥塞状况的增长而增长。这与一个国家使用的无线电通信设备的密度以及该国的基础设施有关。根据 ITU-R 手册 — 《用于频谱管理的计算机辅助技术》附件 1，对所有文件，可导致几百个数据字段。不过，在多数情况下，需要的数据可以减少到有限数量的基本数据元素。

国际电联的许多活动已经实现自动化。无线电通信局的陆地分析系统 (Terasys) 和空间网络系统 (SNS) 是该局使用的一个计算机化工具，用于处理各主管部门提交的频率指配通告。该系统还用于维护《主国际频率登记表》，以及频率指配计划。可以以多种形式得到这些数据，包括 CD-ROM。因此，这些数据可以方便地以国内使用的确切的格式形式或以数据库形式进行查询。每周还可以以电子表格方式得到《无线电通信周报》(BR IFIC)，有关通告和记录的指配信息保存在光盘上。

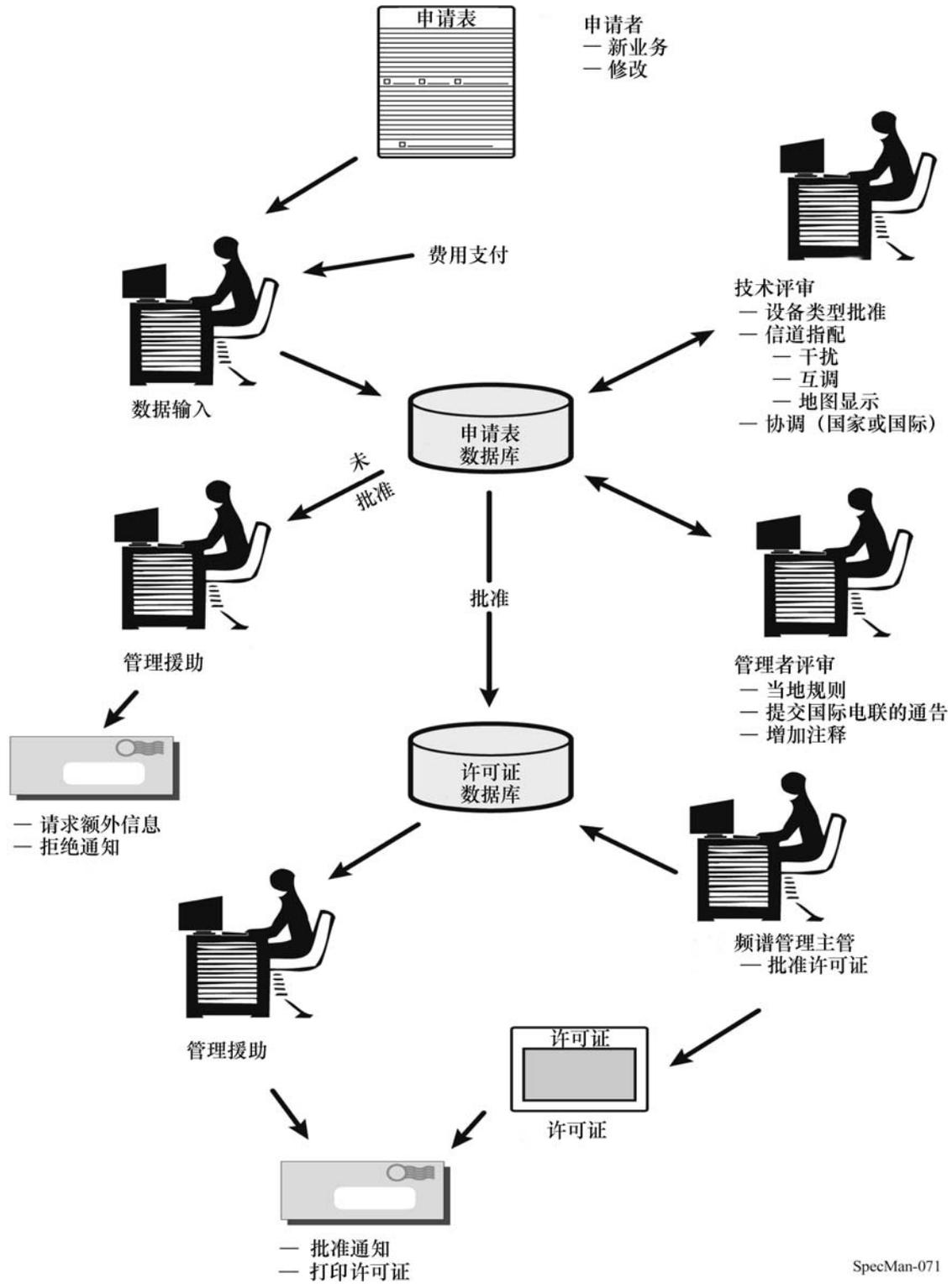
7.3 自动化频谱管理系统的主要组成部分

为了评估在特定频谱管理条件下的计算机系统应用情况，必须对各种类型的计算机软硬件进行分析。一个计算机化的频谱管理系统的例子如图 7.1 所示。

必须明确定义数据流（必须明确数据从哪里来，对它做哪些处理，以及到哪里去）。数据文件的结构以及储存在其中的记录和字段也要明确定义。还要确定数据的容量、更新的频率以及升级的程序。

希望使用特定频谱工程模型的主管部门必须小心，应确保能够得到并维持使用这些模型所需的数据。要求对数据和数据库进行仔细设计，包括更新的方法，以便能够从计算机化的频谱工程模型中得到可用的输出。

图 7.1
有关许可证申请的计算机化处理过程举例



SpecMan-071

为推进引入无线电频率管理的自动化，商定的数据元素应当包括在未来的双边或多边协议和约定中。因此，国际上应就基本数据元素的定义、格式和可能的编码达成一致意见。数据格式还必须与无线电通信局（参见 ITU-R SM.668 建议书）相协调。这也意味着所需数据元素列表不可能是最终的，必须不断修改以适应新的发现和要求。这之后，可开发应用软件、确定任务并规定责任。只有这样，一系列兼容的软硬件产品才能得以检验并准备引入或修改。在该选择过程中，维护支持的可用性是另一个重要的因素。另外，应具备称职的工作人员，对其进行培训并储备，以便保持连续性。在所有这些工作完成之后，就可以制定一个有关引入国家频谱管理自动化的战略和规划了。

ITU-R SM.1048 建议书包括有关基本的自动化频谱管理系统（BASMS）的设计指南。已经开发了该系统的软件，主要用于发展中国家，现在可以免费从 BDT 处得到。最新版本（WinBASMS 2.1）运行在 Windows 环境下（3.1, 95, NT4, W2000, Me, XP），有三种语言版本（英语，法语或西班牙语）。俄语版本（2.0）也有了。BDT 在过去的日子里已经举办了多次培训班，以便各主管部门能够有效使用该软件。ITU-4 SM.1604 建议书呼吁国际电联对该软件进行更新。BDT 目前有一个计划准备来做这件事情，新的软件将被命名为 SMS4DC。

监管机构有望从自动化中得到以下特定工具：

1. 一个方便申请表和许可证处理的系统。
2. 一个用于收费管理的会计系统。
3. 工程分析工具，通过分析避免干扰，或许鼓励有干扰处进行标准化，以便不同的国家能够在其边界处就业务应用达成相同的结论。
4. 用于显示的地图和地理信息系统。
5. 便于使用的、与频谱监控设备的直接接口。

有关有待自动化的设备的更多信息，请参见 ITU-R SM.1370 建议书。

监管机构无望从自动化中得到以下特定工具：

1. 频率的自动指配。
2. 自动频点规划。
3. 蜂窝系统的服务质量。

7.4 从手工系统向计算机化系统的转变

从手工到自动化分析技术的转变具有众多优点，这种转变随着处理数据的大量增加是必然的发展趋势。

在开始向自动化系统转变之前，应当考虑到以下各因素：

- 在开始自动化系统前，应对基础设施进行分析、规划并实施。此规划所需的一些步骤如下所述：
 - a) 研究能用于将已有手工程序改造成自动化系统的方法；
 - b) 用户对新程序的接受程度；
 - c) 为实现自动化任务，对核心的专业人员进行培训；
 - d) 开发和长期应用所需资金的可用性；
 - e) 拥有可提供本地和长期支持的计算机供应商，包括对设备（硬件）和程序（软件）的支持；以及
 - f) 对所需的数据水平进行分析、权衡。
- 从手工到自动化过程的转变最初会产生新的问题；
- 系统开发和实施初期开支可能会很大。用户应认识到，在他从自动化系统中获得所有优点和财政利益之前，是需要一段时间的。

在频谱管理操作中，各个主管部门都使用一套其独有的文件集（许可证、申请表、分配计划、发票等等）。这些文件常常是手工填写的纸质文件，虽然目前有一些文件已经以电子形式存在。为了有效实现向自动化频谱管理系统的转换，绝对需要对现有的所有文件进行仔细分析，以便符合频谱管理主管部门的特定需求，并提供所需的输出格式。实现从现有系统到新的自动化系统的转换有赖良好的转换计划以及为满足这些特定需求所做的努力，并对所需的文件进行转换，以供新系统使用。必须充分了解目前主管部门所用数据的变化情况，以便能够被自动化系统成功替换。这些要求应成为主管部门与承包商之间有关合作伙伴关系的合同框架的一部分，这对系统的成功实施是非常重要的。在任何招标过程中，建议主管部门向潜在的承包商提供输入和输出需求，提供当前的数据注册表，以便其对转换工作做出正确评估，看其能为此提供哪些支持。作为转换工作的一部分，主管部门还应对其自身的人力资源做出正确评估，确保拥有所需的人员。允许对承包商的能力进行更加严格的评估，以便各项资源得到更好的保证。

过去，在此类项目中，已经出现过许多有关合同方面的问题。有关合同规定的争论只会给双方带来不好的感觉。最好设计一个转换过程，它认识到，为了推动工作的顺利进行，所有各方都需要付出巨大努力。指手划脚无助于各方达成满意的结论。出于这些原因，非常有必要用一个正式的过程来规范现有的数据收集过程，数据来源如下所述：

1. 确定所有现有数据的类型和格式，包括操作数据和管理数据，如一般性的管理数据（部门、区域代码、收费规则、工作流程步骤、许可证类型、设备认证类型、持有者类型，……），以及一般性的技术数据（服务类型、站类型、设备类型、移动电话类型、频率计划、保护比、信道外拒绝曲线，……）。通常我们可以定义两种类型的数据：
 - 非重复数据（有时称为参考数据），如频率计划、分配等等；
 - 重复数据，如管理数据和技术数据。
2. 确定详细的现有数据转换策略，包括有待转换的数据列表、主管部门将用于数据提供的表格、主管部门数据交付时间表、承包商数据转换时间表、用于验证转换过程是否成功实施的测试，以及用于验证转换过程是否已经完成的测试。

共享的责任应成为合约的一部分，以避免误解。这些文件应对需要完成的工作、工作进度、以及各方责任性质做出描述。需要明确基本数据和操作数据，主管部门将以适当的格式对数据进行收集，并在转换之初提供给承包商。主管部门提供的数据应是有效的，并应去除冗余部分。任何手工记录的数据通常会被转录为一种中间的电子格式（如 EXCEL）。而后利用承包商依据需求文件提供的脚本将该数据纳入新的系统中。

在数据转换过程中，主管部门必须明确指出对提供给承包商的原始数据所做的任何改动，原因是，在转换过程中，承包商不对数据做这些改动。一旦数据成功转换并得到验证，主管部门将需要使用新的系统输入这些改动。如果主管部门和承包商之间的合作伙伴关系能够得到所有各方的良好理解，那么处理工作会非常高效。

7.5 结束语

随着数据量、事务处理量、分析操作数量和复杂性的增加，维持人工频谱管理系统的费用也随之不断增加，因此，使用自动频谱管理系统已成为必然趋势。现在的计算机系统已具备了所需的处理能力和数据存储能力，能以合理的价格提供良好的性能。

根据 ITU-R SM.1048 建议书，BR 和 BDT 联合开发了基本的自动频谱管理系统（BASMS），用于发展中国家的主要无线电业务和单个用户（见本章附件 1）。可从 BDT 处获得该系统的软件，但不支持这么做，根据 ITU-R SM.1604 建议书，不久它将被 SMS4DC 代替。

第 1 研究组提出了一份新的建议书（ITU-R SM.1370），描述了高级的自动频谱管理系统（AASMS）设计指南，应作为主管部门招标进行此类系统设计开发的基础。

本章附件 2 到附件 7 中包含了若干研究案例，用于辅助主管部门考虑有关自动化的动议。希望这些案例研究有助于避免重复出现此类系统购置或开发过程中曾经出现的共同错误。对此处所述的任何系统不存在任何明示的或暗示的认可或批评。系统进行过程中有助于或有碍于系统取得成功的步骤才是论述的重点，而不是具体系统的细节。

参 考 文 献

ITU-R Handbook — Spectrum Monitoring (Geneva, 2002).

ITU-R Handbook — Computer-Aided Techniques for Spectrum Management (Geneva, 2005).

ITU-R texts

Re.c ITU-R SM.182	Automatic monitoring of occupancy of the radio-frequency spectrum
Re.c ITU-R SM.668	Electronic exchange of information for spectrum management purposes
Re.c ITU-R SM.1047	National spectrum management
Re.c ITU-R SM.1048	Design guidelines for a basic automated spectrum management system (BASMS)
Re.c ITU-R SM.1370	Design guidelines for developing advanced automated spectrum management systems
Re.c ITU-R SM.1413	Radiocommunication Data Dictionary for notification and coordination purposes
Re.c ITU-R SM.1537	Automation and integration of spectrum monitoring systems with automated spectrum management
Re.c ITU-R SM.1604	Guidelines for an upgraded spectrum management system for developing countries

第 7 章 附件 1

国际电信联盟开发和实施计算机化的频谱管理系统

1 引言

基本自动频谱管理系统 (BASMS) 及其 Windows 环境下的版本 WinBASMS 是第一个计算机化的频谱管理系统, 它由国际电联联合 ITU-R 部门和 ITU-D 部门尤其是 ITU-D 部门下的电信发展局 (BDT) 共同开发的。这是 ITU-R 和 ITU-D 这两个部门成功合作的典范。在合作的这些年, 相关活动的中心轮流放在这两个部门中。

计算机化频谱管理系统的开发开始于 1992 年的 BASMS 通用指南的制定。为此召开了三次国际会议, 无线电通信研究组 (SG) 和电信发展局 (BDT) 的专家参加了会议, 会议最后批准了 ITU-R SM.1048 建议书。

电信发展局 (BDT) 成立的专家小组 (GOE) 负责开发所需的规范并指导相关软件的开发、测试和实施。系统的第一个 DOS 版本 (BASMS) 从 1995 年开始实施, 1997 年, 对系统进行了修改, 使之支持 Windows 平台 (WinBASMS), 其用户界面文字也由英文翻译成了法文、俄文和西班牙文, WinBASMS 已在许多国家得以实施。

在已有经验基础上, 无线电通信第 1 研究组 (SG 1) 于 1998 年制定了 ITU-R SM.1370 建议书, 它涉及高级自动频谱管理系统 (AASMS) 的主要要求。当前, 专家小组 (GOE) 正在制定用于实现 WinBASMS 系统现代化的规定, 以及用于相关软件开发的规定, 以便生产新的 SMS4DC 系统 (发展中国家的频谱管理系统)。

1.1 WinBASMS 的开发与特点

开发 WinBASMS 软件的目的是给发展中国家一个高效、有效的无线电频谱管理工具, 主要针对广播、固定和移动无线电业务, 从而加速这些国家中无线电技术的发展。

BASMS 由数据库管理系统和众多用于频谱管理的基本工程工具组成。

回顾系统的整个开发过程，有意思的是在制定 ITU-R SM.1048 建议书的过程中，存在许多关于 BASMS 该有多复杂的讨论。最终决定系统只限于频谱管理所需的基本工具，原因是，预计使用该系统的大多数国家拥有的、需要管理的频率指配数量会比较少，因此不需要复杂的工程工具。

ITU-R SM.1048 建议书当时是作为电信发展局（BDT）和专家小组（GOE）实施 BASMS 软件的一个指南。专家小组（GOE）提出了一个提议要求（RFP），并于 1994 年予以公告。1994 年，与一家美国公司签订了一份开发 BASMS 软件的合同，即“应用频谱研究”。软件开发于 1995 年完成，并通过了专家小组（GOE）的 Alpha 测试评估。1995 年 8 月在日内瓦做了第一次 Beta 测试和 BASMS 培训。

1996 年，把 BASMS 的版本从 DOS 转化到 Window 平台、扩展系统的性能尤其是扩展软件的语言数量使之覆盖法语和西班牙语国家的趋势已变得非常明显了。专家小组（GOE）调查发现，软件的修改以及其他的变化不会修改软件的基本功能，于是在 1997 年与加拿大的 CGI 公司签订了修改软件的合同，以便修改后的软件可以选择英语、法语或西班牙语，并改为基于 Windows 的结构，在数据库表述和工程计算方面也有了诸多改善。

软件的改进工作在 1997 年完成。在吉尔吉斯斯坦共和国比什凯克的研讨会上，吉尔吉斯斯坦政府通信部门开发了 WinBASMS，并将用户界面翻译成了俄语。还有俄语版的 WinBASMS 用户手册。

WinBASMS 软件现发布了免费的英文版、法文版和西班牙文版（在特别请求下也可以得到俄文版），它们是通过关于 WinBASMS 实施的区域和地区研讨会发布的，研讨会由电信发展局（BDT）组织召开，依据的是国际电联/电信发展局（ITU/BDT）瓦莱塔行动计划以及关于频率管理和无线电通信发展的国际电联/电信发展局（ITU/BDT）技术援助任务框架。

设计 WinBASMS 是为了便于单个用户使用和维护。WinBASMS 的多个拷贝可以在一个主管部门中使用，以便满足各种不同的频谱管理功能要求。例如，如果一个 WinBASMS 站点处理的频率指配数目大得无法处理，那么可以使用若干拷贝来对不同的频率范围或不同的业务进行处理。

WinBASMS 可以用来支持大部分功能要求，这些功能要求在 1995 年出版的国际电联关于国家频谱管理的手册中定义。

专为 WinBASMS 应用开发了特殊的技术工具。

1.2 WinBASMS 的不足

作为这一领域的首次国际性尝试，WinBASMS 不可避免地会有一些不足，主要的不足如下所述：

- 传播模型的实现过于冗长，尤其是对 ITU-R P.370 建议书中给出的传播模型；
- 在频率指配特性中的干扰计算程序过于简化；
- 未开发频率协调以及国际电联通告特性；
- 未开发频谱监控数据库部分；
- 存在使软件操作困难的小缺陷。

在许多专家看来，也有必要提到，由于 WinBASMS 缺乏多用户支持，造成了系统在许多拥有大量频率指配的发展中国家广泛使用的最严重障碍。一些专家也指出，理想的状况是，系统中引入多层次安全特性、数字地形数据库以及相关的软件，以便在频率指配过程中实现更精确的计算。

因此，显然，WinBASMS 应该进行改造，使得在更多的国家中具有更好的操作性。在这个背景下，将 WinBASMS 的改造和 AASMS 的开发联系起来非常重要，以便实现更好的优化。ITU-R SM.1604 建议书，即“发展中国家频谱管理系统升级指南”，可以作为参考。

电信发展局 (BDT) 现正用该建议书和一个来自 WTDC-02 的行动计划来开发 WinBASMS 的取代软件，称为 SMS4DC，它将解决当前已经确认的所有缺陷和不足。有望在 WTDC-06 召开之时见到这一替代软件。

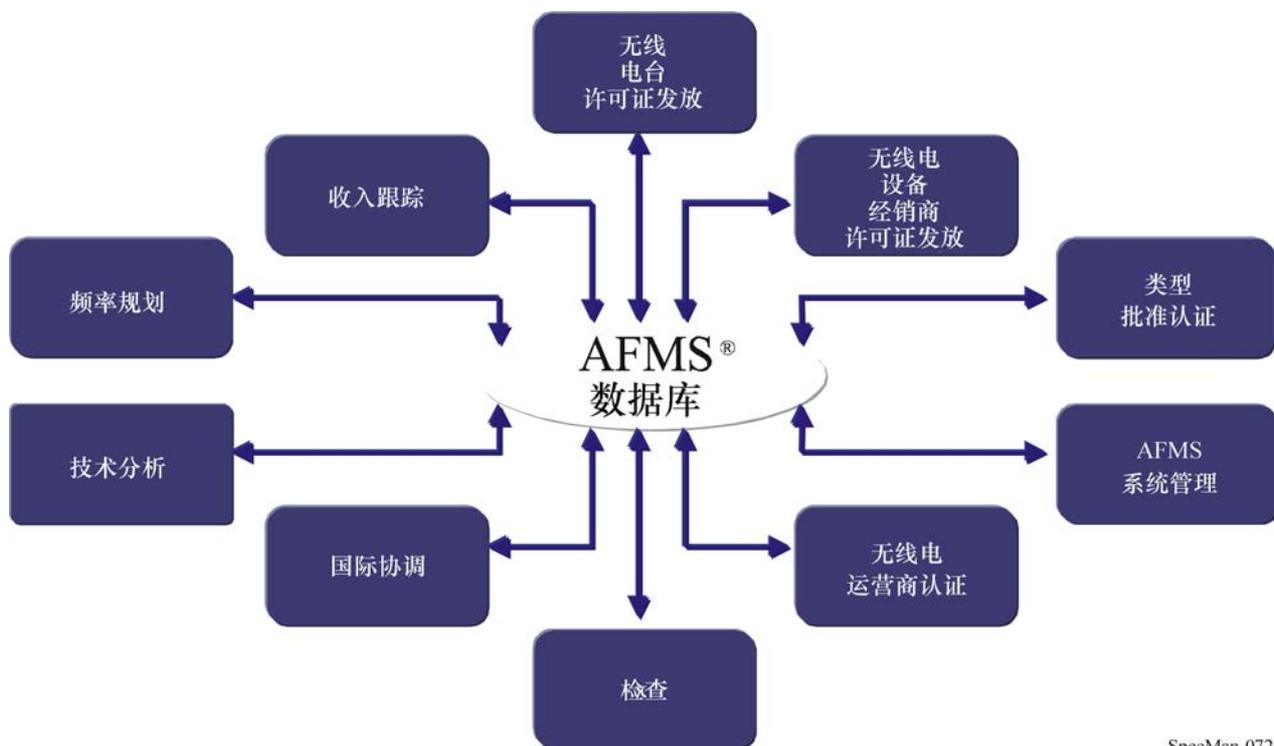
第 7 章 附件 2

马来西亚的无线电频谱管理 (案例分析)

AFMS 是一个基于 Windows 的计算机系统，它包括用于管理大量关于无线电台许可证发放信息的所有要求。AFMS 基于国际标准和技术规范。AFMS 中包括一个用于输入来自无线电台应用信息的数据输入模块，如图 7.2 所示，它还包括以下模块：用于收入管理和控制的模块、频率规划模块、技术分析模块、频率协调和通告模块、频谱控制模块、经销商许可证发放模块、授权和自动无线电台许可证产生与更新模块。所有这些模块工作在一个频率指配和许可证发放数据库中，数据库采用 ORACLE 结构。

马来西亚政府签订的自动频率管理系统基于加拿大的频谱管理模型。该系统是根据用户要求定制开发的，符合 JIM 的要求。系统集成度很高，而且包括一个运行在集中式 VAX 网络上的综合频谱管理系统，它位于首都吉隆坡，包括一个无线电监控系统接口。

图 7.2
AFMS 模块



SpecMan-072

在安装 AFMS 之前，马来西亚政府使用一个基于纸质的文件归档系统来保存其所有的频率指配记录和相关的许可证发放信息。纸质文件已经证明是低效的。纸质文件形式的频率指配、收入和许可证发放记录已经证明是难于控制和管理的。对马来西亚的无线运营商来说，有害的干扰正成为一个严重的问题，它们担心其运营可能最终受到损害，并需要昂贵的费用来解决。随着在马来西亚这样一个快速发展的社会里无线电台数量的日益增加，自动化的频谱管理系统显然是必要的。

由于缺乏完整和准确的信息以及不恰当配置的频率指配频道，AFMS 的安装比预期的要困难得多。完整和准确的信息对于建立一个有效的频率指配和许可证发放数据库来说是非常重要的。尽管某些信息可能是缺省的，自动化的应用需要可靠的信息，以便完成准确的操作。

对任何技术而言，过时是一个现实，需要以一种与时俱进的管理方式来解决。马来西亚继续寻求技术升级，以及为 20 世纪 90 年代签订的诸多项目合同寻求专家咨询和培训。1999 年，国际电联在瑞士日内瓦举办“Telcom ‘99”期间，马来西亚批准了一个升级 JTM 中计算机系统的合同，JIM 已经改组成为一个新成立的马来西亚通信与多媒体委员会（MCMC）。通过马来西亚政府的这个先见之举，当前的合同中包括一个重要的、有关频谱管理咨询和培训的规定。

由于建立了一个有效的频率管理和许可证发放数据库，以及一套高效和现代化的频谱管理操作，随着无线电团体的增加，许可证发放的收入在马来西亚得到了很大增长。同时，运行费用维持在了相当稳定的水平上。基于成本回收原则，许可证收入可以用来资助频谱管理项目。

在马来西亚实行频谱管理取得成功主要归功于马来西亚政府认识到关注知识以及技术的转化是必要的。

MCMC 的网址是：<http://www.cmc.gov.my>。

第 7 章 附件 3

频谱管理和监控系统（SAAGER）介绍

1 引言

本附件描述了当前由委内瑞拉国家电信委员会（CONATEL）正在使用的自动无线电频谱管理和监控系统（SAAGER）。SAAGER 系统是一个完全符合国际电联要求的频谱管理和监控系统，硬件满足或超出了在 ITU-R 频谱管理和监控手册中所述之建议的标准。该系统由美国的 TCI 公司（www.tcibr.com）提供。

系统使基础设施部（MINFRA）能够通过 CONATEL 有效地使用无线电频谱。系统有下列功能：

无线电频谱的规划与管理

- 规划频谱资源。
- 提供最新的符合国际电联要求的技术，技术要求是可扩展的，能够随着委内瑞拉电信基础设施的发展而发展。
- 使在频率指配需求和干扰问题方面能与邻国合作。

无线电发射的监控与技术验证

- 执行所有国际电联推荐的无线电测量。
- 避免和解决在安装和运行重要业务中出现的干扰问题，如蜂窝电话、地面微波链路、专用移动电台（PMR）、无线本地环路（WLL）。
- 为监控人员提供一系列不符合要求的信号及其特性。
- 确定并起诉非法操作者，收取罚款，并保护合法频谱操作者免受干扰。

无线电发射的无线电定位

- 确定干扰的方向和位置、非法的或其他不符合要求的信号，作为执行委内瑞拉无线电规则的一种辅助。

电信设备的标准化

- 维护类型批准的电信设备数据库，使得只有批准的设备才能在委内瑞拉使用。

系统包括下列站点和设备，在括号里标出了数量：

- 国家控制中心 (1)：位于首都加拉加斯，它是系统的中心，存放频谱管理系统数据库；产生操作任务、指挥和控制监控站点的操作活动；接收和合并结果数据。
- 辅助控制中心 (5)：分别位于加拉加斯、马拉开波、克里斯托瓦尔、圣菲利浦、马图林；提供 HF/VHF/UHF 范围内的监控和技术验证功能。
- 移动单元 (10)：每个辅助控制中心带有两个移动单元，提供 HF/VHF/UHF 监控功能、HF/VHF/UHF 定向功能 (3 个) 和 VHF/UHF 定向功能 (7 个)。
- 便携式设备装置 (10)：提供技术验证功能。

这些站点的位置描绘在一张委内瑞拉地图上，见本附件§3.5。

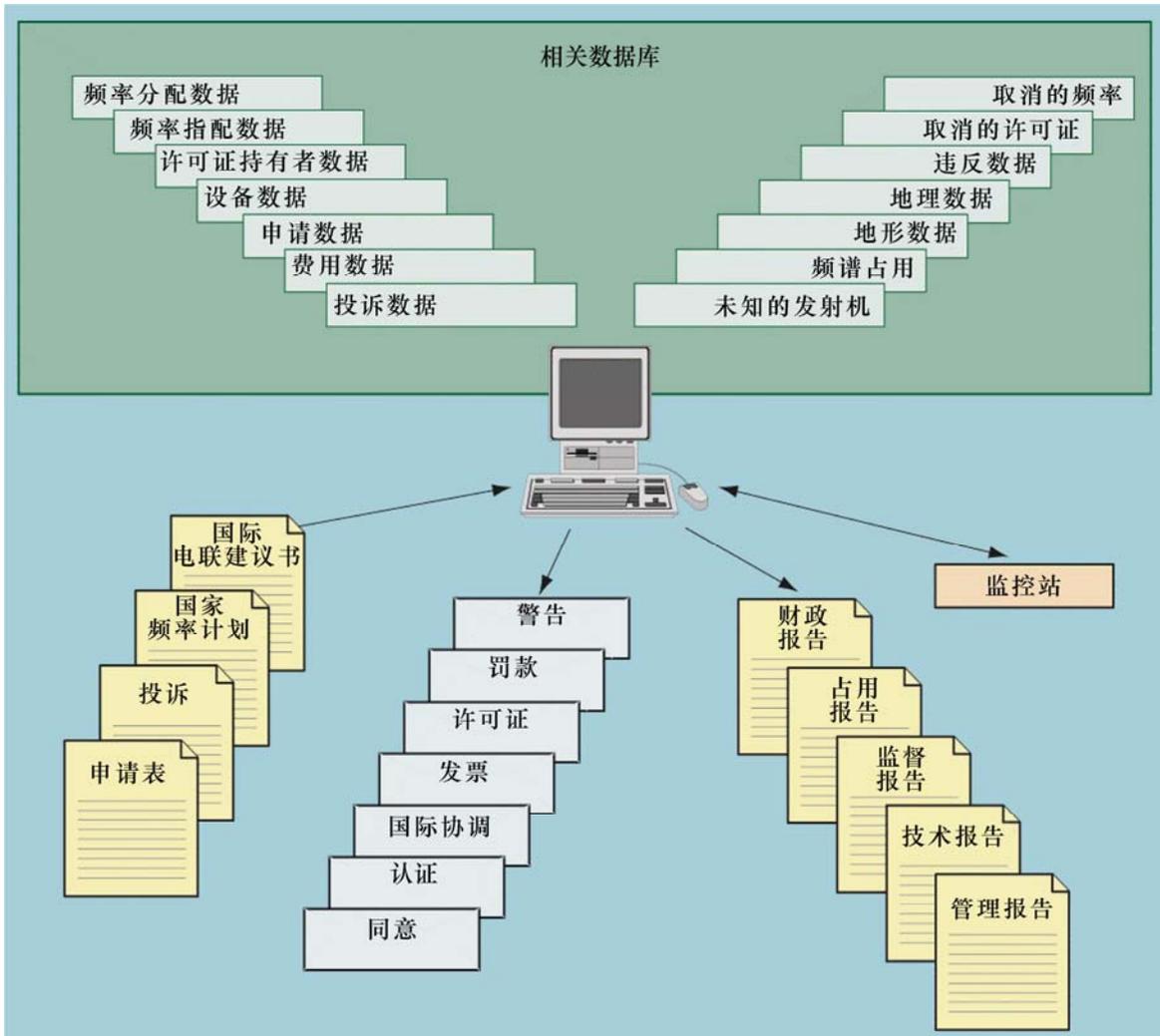
2 频谱管理系统

这部分提供了频谱管理系统的功能描述，图 7.3 显示了管理软件的功能流程。

2.1 申请处理

许可证申请表处理过程的一个典型例子如图 7.1 中的示意图所示，包括接受申请表并将之输入系统的过程、执行频率指配和发放许可证。系统包括内置的数据输入表，用以帮助主管部门处理频率指配的申请和许可证发放。这些表用于新的业务，也用于现有许可证或待批准申请的修改和修正。申请输入屏幕如图 7.4 所示。

图 7.3
整个管理软件的功能流程



SpecMan-073

图 7.4
申请表格

SpecMan-074

2.2 频率指配

操作员可以使用多种内置的功能来帮助频率指配。这些功能是：

- 对于一个特定的设备和业务，显示可能的频道；
- 在许可证数据库中搜索现有的频率指配，并为各种可能的频道显示出来；
- 执行提议之新指配与现有之指配之间的干扰计算；以及
- 在数据库中输入新的指配。

2.2.1 频率指配过程

系统支持频率自动指配，包括国际电联业务指定和国家业务优先级和脚注。软件与委内瑞拉的国际电联频率指配计划一起装入。操作员可以让系统显示与委内瑞拉的国家频率分配计划、规定的设备类型、计划的业务/操作类型、或操作员规定的类别相容的各频道。系统在其数据库中搜索这些频道上的现有频率指配并予以显示。可以进行现有之指配与提议之新指配之间的干扰计算。操作员而后可以指配一个频率，并

输入到数据库中。如果在一个特定的频率区域中不可能找到一个可用的频道，那么一个或多个 ASMS 频谱工程分析工具可以帮助操作员按地理区域定位一个可用的频道，或在可以按运行小时共享的区域中找一个频率。

2.2.2 国际电联和国家频率分配计划

系统操作员可以对每个站点类的频率指配情况进行检查和更新。参数包括频率范围、站点类、频道带宽和限制，如共用频道的分隔距离。

2.2.3 边界协调

系统包括一个国际协调模块，系统管理者用之来处理所有的协调请求（进入的请求和外出的请求）。这些请求可以来自其他国家、国际电联或委内瑞拉国内的另一个机构。所有的许可证发放信息保存在一个单一的数据库中。该模块为每个请求从数据库中提取所需的信息。这些信息包括：数据、许可证编号、所需的数据类型、通信接收方和数据传输格式（纸质格式还是电子格式）。作为协调查询的一部分，生成一个永久的记录并记入数据库中。

2.3 许可证发放

许可证处理和发放的大部分功能是系统自动完成的，这使得系统在申请批准后自动产生一个许可证，系统提供一个基于表格的界面，用以支持下列活动：

- 对于满足所有更新条件的现有许可证进行更新；
- 将一个临时的许可证转换成一个永久的许可证；
- 终止不符合现有运行要求的许可证；以及
- 发放临时的许可证或通行证。

2.4 频谱工程

依据国际电联建议书，自动频谱管理系统建立在一组强大的工程分析工具之上，这些工程分析工具用于帮助操作者的工作。这些工具用来研究无线电频谱，包括电磁兼容性（EMC）计算、无线电链路性能和站点覆盖范围分析。分析工具用于许可证申请、请求协调和干扰投诉。表 7-1 说明了系统内置的算法和模型，以及涉及的频率范围和业务类型。

表 7-1
工程分析模块传播模型

频率范围	传播模型	注释
0.15 到 3 MHz	GRWAVE	GRWAVE 计算电场强度，对于沿弧形、同质、光滑地面传播的地波，计算其沿距离的路径损耗。它也用于 MF 波段干扰分析。
2 到 30 MHz	IONCAP, VOACAP	IONCAP 是最初的电离层分析程序的名字，最新的版本称为 VOACAP，已经集成在工程分析模块中。该程序可以计算用于点到点 HF 通信的 MUF、LUF 和 FOT。
30 到 1 000 MHz	TIREM (3.04 版本)	地形综合粗糙地面模型的简写。最初是为美国国家电信信息主管部门 (NTIA) 开发的，作为主传播系统 (MPS) 的一部分。MPS 是一族模型，从 VLF 一直到毫米波频率。
30 到 1 000 MHz	Longley-Rice	美国联邦通信委员会 (FCC) 技术报告 101，记录了单刃和双刃衍射模型的使用情况，其中显著的地形特征对于特定的传播路径是已知的。
最高到 40 GHz	SEAM	单发射机分析模型的缩写。使用自由空间或光滑地球传播模型计算微波信号的传播损耗和场强
1 到 40 GHz	附录 7	依据国际电联《无线电规则》附录 7，为地面站和对地静止卫星计算协调等高线。
1 到 40 GHz	附录 8	依据国际电联《无线电规则》附录 8，计算两个对地静止卫星网络之间的干扰。

工程分析工具与 ESRI 公司的 ArcView 地图标绘程序集成在一起，这使得系统可以在一个地理地图和地形地图上显示出计算信息。当系统需要地图标绘程序时，它会自动激活。

工程分析模块执行以下功能，包括但不限于这些功能：

- 基站辐射路径剖面 and 覆盖图；
- 共用频道、相邻频道和空隙频道干扰分析；
- 多信号三阶互调分析；
- 接收机去灵敏度/发射机噪声分析；

- 使工作人员能够对选择接受申请的候选频率指配进行分析；
- 使工作人员能够对进入的协调请求的候选频率指配进行分析；
- 对正在分析的频带和业务类型自动使用缺省的算法/模型；
- 使工具能够在线运行；
- 使工作人员在完成分析后能够对实际的系统技术记录进行更新；
- 从监控系统数据库中查找占用数据；
- 允许系统管理者使用不同的模型；
- 允许系统管理者更新输入的数据，以便更好地表现当地的条件；以及
- 在并入系统的数字化地图上显示传播分析的结果。

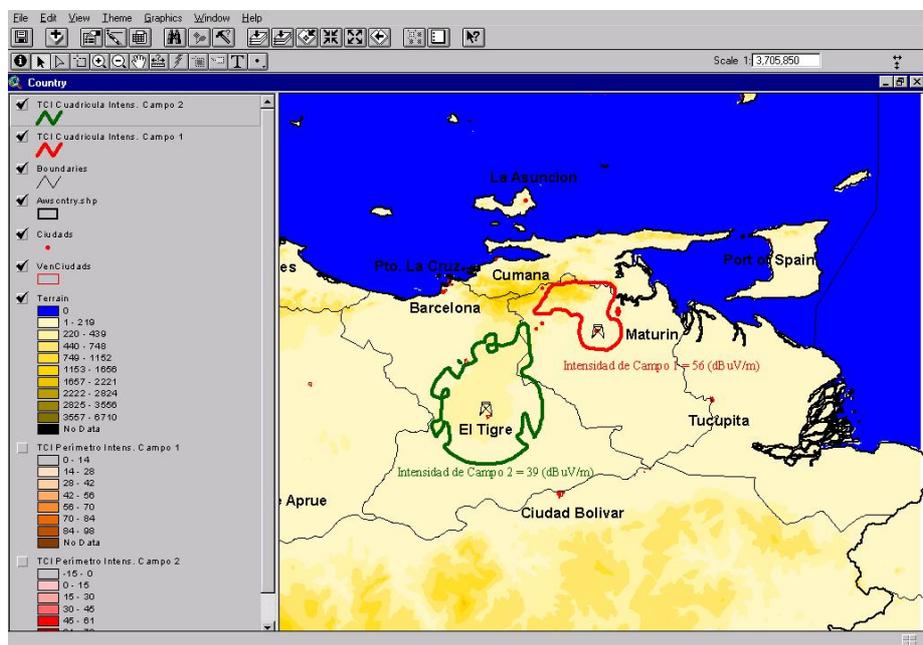
2.5 工程报告

频谱工程分析员使用频谱工程模块来分析电磁环境并得到报告。在选择所需的报告时，在系统呈现的屏幕上操作员可以输入所有所需的参数，而后选择报告的格式（表格形式或图形形式）。可以从系统中得到以下报告：

- | | |
|-------------|------------|
| — 链路分析和路径损耗 | — 地形剖面绘制 |
| — 传播分析 | — 互调分析 |
| — 场强等高线 | — EMC 分析工具 |
| — 阴影绘制 | — 天线高度分析 |
| — 服务区域分析 | — 微波频率规划 |
| — 干扰分析 | — 卫星附录 7 |
| — 地形剖面绘制 | — 卫星附录 8 |

图 7.5 显示了一个可以从系统得到的报告样例。

图 7.5
干扰分析



SpecMan-075

3 频谱监控

频谱管理系统集成了一个符合 ITU-R SM.1537 建议书要求的频谱监控系统，这使得频谱管理者能够控制委内瑞拉的频谱。充分集成的系统可以接收来自管理系统的任务，还可以给监控站回送报告。每一个监控站定期下载一个管理数据库的拷贝。这使得监控站点具有最新的、关于许可之发射机的信息。

系统软件运行在标准的 Windows NT 客户机/服务器环境下，为主管部门的频谱监控需求提供一个完全符合国际电联要求的解决方案。监控软件提供了访问、显示和保存监控系统产生之测量结果的功能。结果可以以文字数字的形式或图表的形式显示。

图形显示结果显示在地图背景上，使用与管理系统同类的地理信息系统软件。显示内容包括以下信息，它们与操作员选择的监控系统有关：

- 空中测量的信号方向；
- 测量信号的距离与位置；以及
- 来自数据库的许可发射机的位置。

显示结果包括一组测量的信号参数，操作员可以选择要求打印显示结果。监控软件提供了访问、显示和保存监控系统产生的测量结果的工具。以下测量信息对每个空中监控信号都是可用的：

- 测量的信号频率；
- 测量的场强；
- 测量的调制参数；
- 测量的占用频率带宽；以及
- 测量的到达方向。

3.1 软件功能

软件包括以下功能：

度量：这些功能提供了依据国际电联建议书对信号参数进行精确测量的方法，这些功能用来检验是否与许可证要求相符，可以按计划进行度量。

设备控制：这些功能用来定位、识别与记录特定发射机的参数，通常是未获许可的盗版系统或干扰源。这些功能包括用于定位目标发射机的宽定向工具。

工具：这些工具用来检查、检测和标绘出现信号的频谱。这些是基本检查方法，用于确定实际的电磁环境是否符合管理数据库中包含的信息。自动违反检测（AVD）工具将报告管理数据库与“实际”电磁环境之间的符合信息和矛盾信息。频谱占用工具提供统计性检查，以验证使用的指配频道是否与其许可证上规定的相一致。

诊断（BITE）：该工具用来获得服务器的工作状态（服务器可以是固定的、移动的或便携式的监控站）。

3.2 公制度量

公制包含“任务日历”和“任务结果”，允许操作员建立系统来进行度量。软件为“交互模式”提供一个网络连接，为执行度量的“预定模式”提供另一个网络连接。

- 交互模式允许直接与即时反馈进行交互，如监控接收机的调整、解调和频谱全景显示选择。注意：定向行为可以是“即时的”或“预定的”。
- 计划模式（日历模式）提供了日历特性，客户可以在一个选定的服务器上预定时间来对请求的度量进行度量。单个服务器能够处理多个客户的请求。注意：一旦度量任务已经发送到服务器，客户就可以与服务器断开链接，直到需要查询结果。

作为软件的一部分，操作员有各种内置的工具来帮助定制各种不同的任务。操作员可以添加额外的计划要求，这些要求将帮助检查干扰投诉。如果投诉者能够给出一天中干扰发生的确切时间，操作员可以要求系统在这些时间进行检查。如果需要的话，操作员也可以要求系统立即进行度量。计划表还允许操作员预定度量执行的频率和次数。操作员可以查看、打印和保存汇总了所收集数据的报告。度量结果报告包含所有与度量建立有关的信息，及其结果的汇总，包括以下信息：任务数据、日期、时间、频率、带宽、身份、请求的度量、类型、结果和图形化数据。可以选择以下一个或多个参数用于度量：占用带宽、调制、场强、频率和方向。

度量完全符合国际电联建议书和频谱监控手册的要求。这些参数根据用户选择的值自动重复并进行平均。进行平均的技术包括线性化、RMS 和最大值保持技术。

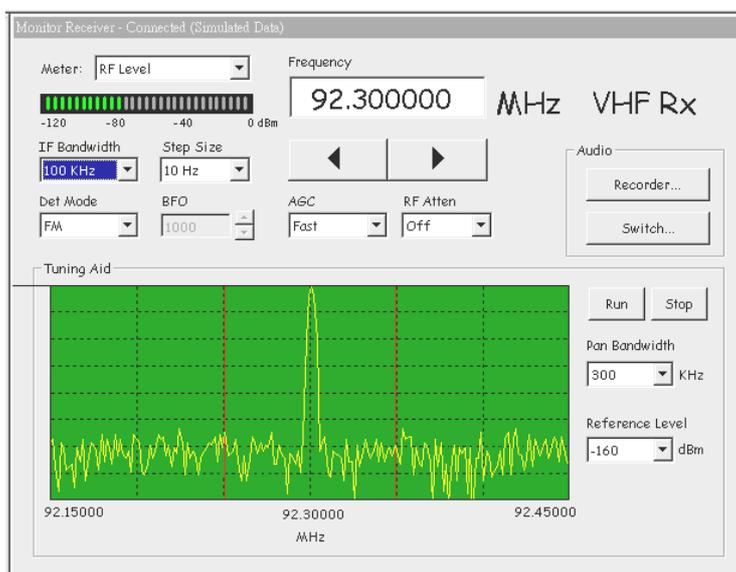
3.3 地图显示和控制

地图窗口显示网络监控站点、定向操作的结果以及发射机的位置（带误差椭圆）。系统配置了多幅地图，操作员可以通过选择“Layers”按钮显示委内瑞拉的多层地图（城市、地区、河流等）。操作员还可以对地图进行放大、缩小、显示全景、居中或执行测量功能。

3.4 监控接收机

操作员通过虚拟控制面板（VCP）来控制内置的监控接收机，如图 7.6 所示。VCP 有与典型的独立接收机相关的类似控制，为接收机单元提供交互式控制，以实时观察监控的信号。接收机的状态信息以及对频率、调制和幅值的控制都在同一显示屏上显示。计算机也有一个内置的音频开关和声卡，可以进行数字化录音并存储为音频文件（.wav），并可以在所有站点之间进行传送。

图 7.6
监控接收机屏幕



SpecMan-076

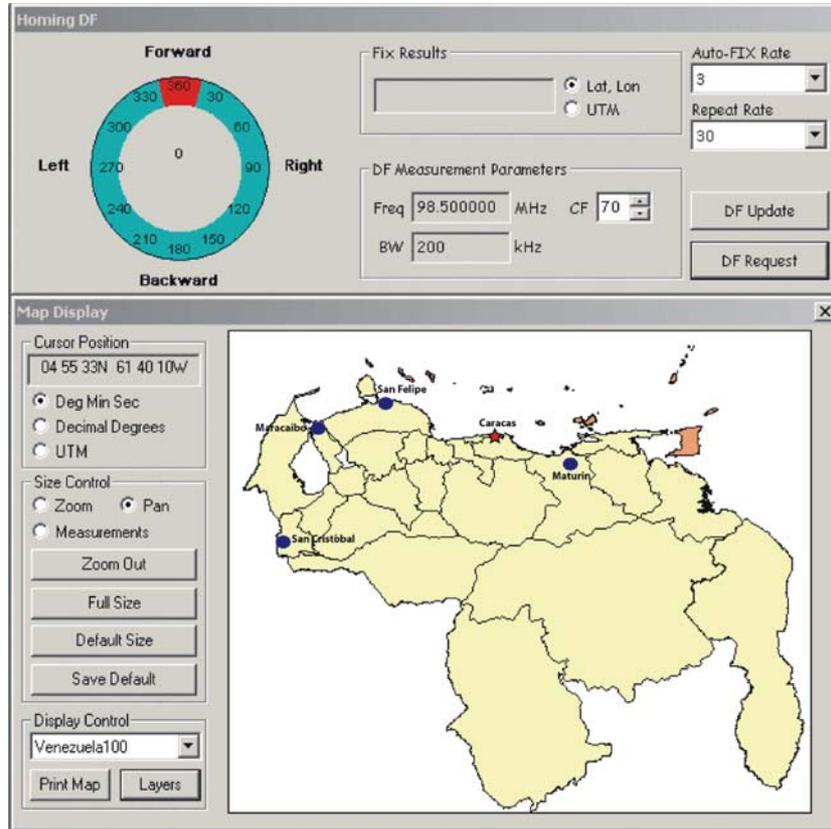
操作员有权使用多种显示来查看感兴趣的频率。全景频谱（或全景）是其中的一种。信号的幅频曲线绘制在 X-Y 平面上，而且可以显示 IF 数字数据的高达 10 MHz 的带宽。操作员可以使用该显示来观看和识别无线电频谱中的宽带信号、信号关系，并检查干扰源。

3.5 定向 (DF)

定向系统使用监控站可以快速、有效地发现发射机的位置，而且可以从两个或多个站计算出结果以及使用单个移动站来执行“降级”定向功能。

“降级”定向功能使单个移动监控站能在移动中得到连续的定向和信号强度度量结果。从这些度量结果中，移动监控站确定发射机的位置（参见图 7.7）。

图 7.7
DF/Map 显示窗口的例子



SpecMan-077

3.6 用于培训的监控仿真

为了帮助培训新的操作员以及让现有的操作员能掌握最新的操作，监控软件设有一个内置的培训模块。该培训模块使新用户能够熟悉如何计划测量和控制接收机，而不占用资源或创建/删除运行之监控数据库中的测量数据。它还帮助现有的操作人员练习其监控指配工作和技术。

培训模块是完全交互式的，可以使用便携式电脑或工作站获得在线帮助，还提供了纸质形式的用户手册以帮助新用户熟悉界面、图形显示和系统中可用的报告。培训不需要使用网络中实际的监控硬件就可完成。

3.7 频谱监控系统功能

频谱监控系统执行国际电联建议的所有测量，包括信号参数测量（频率、场强和功率通量密度、调制和占用带宽）、定向和频谱占用。自动测量执行系统自动执行整个过程，因此操作员不必学习、记忆或花时间留心各种测量规则。

频谱占用使操作员能够通过指定搜索频带的起始和结束频率来定义监控的频率范围，以及指定搜索参数，包括搜索完成的时间周期。

监控系统的重要特征是有自动违反检测（AVD）。AVD 是一个强大的工具，用来检验许可之发射机是否符合要求并检测未获许可的操作。AVD 与来自管理数据库的许可证数据（频率指配）协同工作。AVD 确定某个特定的发射是否符合指配之中心频率和带宽的容差，如委内瑞拉国家频率计划中为分配之频带和业务所规定的那样。它还报告正在工作的但没有管理数据库中相应许可证的发射机。可以对操作者指定的单个频率或频率范围执行 AVD 测量。图 7.8 所示为来自 AVD 的一个典型的结果屏幕显示。

3.8 报告

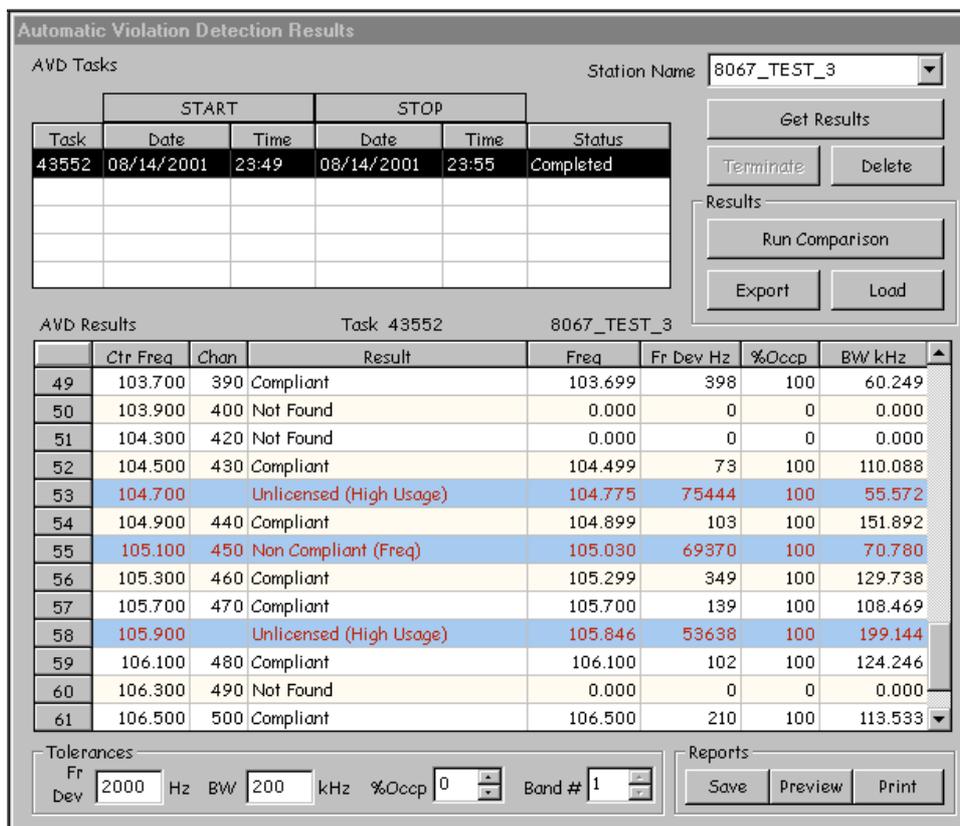
可以从系统得到有关信号参数、频谱占用和其他测量结果的报告。

4 CONATEL 对系统的使用

引入新的综合频谱管理和监控系统从根本上改变了 CONATEL 的商业指导方式。在引入系统之前，许可证发放和费用处理是一个非常耗时的过程，经常需要花上几个星期才能完成。所有的数据输入不得不手动完成，而且没有办法预测新的发射机将如何与已经存在的那些发射机相互作用。工程分析不得不采用手持或便携式设备来进行，这些设备的性能有限而且未与管理系统集成起来。

自从引入新系统，许可证发放和费用处理现在可以在几个小时内完成，采用内置的工程分析工具和充分使用如在本文档中描述的频谱监控功能，频谱管理系统可以指配和检查每个频率的可用性以及是否与现有的发射机兼容。

图 7.8
自动违反检测结果的例子



SpecMan-078

完全集成的管理和监控系统提供了先进的控制、报告和数据交换功能；它能够使用来自管理系统和监控站点的信息来对频谱进行监管。系统使用 AVD 功能来调查用户投诉并找出与指配之频率规定相违反的发射机（如带宽、功率等）。

4.1 投诉和违反检测

在系统中，主数据库用作所有投诉的存储中心。接收到来自客户的投诉后，把投诉与存储的投诉列表进行对照检查，以确定该投诉是新的投诉还是以前已有的投诉。一旦确定投诉是新的投诉，那么就用频谱监控软件对来自违反电台的频率测量结果进行收集以做进一步调查。作为集成软件的一部分，提供了众多工程分析工具，用于投诉的分析。

系统包括了用于处理投诉信息的三种表格：投诉表格、检查表格和违反表格：

- 投诉表格包括描述引起投诉的事件和进行投诉的人的信息。
- 检查表格用来记录有关违反和投诉检查结果的信息。
- 违反表格用来记录有关投诉之违反的信息。

软件使操作者可以收集所有相关的数据并对投诉进行评审。操作者而后可以拒绝投诉或采取其他行动，如对许可证持有者进行处罚或终止许可证。

4.2 扩充性

无线电频谱的使用是一个不断发展的过程。随着无线电频谱的使用越来越多，频谱管理和监控系统需要具有随着使用的增多而扩充的能力。系统设计时考虑到了扩展性，它采用模块化设计，具有强大的核心性能，使之能够很容易地适应未来的需要。未来可能的扩充包括：升级用于分析和解调新通信格式的分析算法、增加移动或固定系统、扩展移动站点的频率范围以及增加操作员工作站。

5 其他用户对 CONATEL 所用之自动化频谱管理系统的经验

5.1 引言

本附件前面部分描述了 CONATEL 使用的自动频谱管理系统。上述系统以及在下面的参考文献 1 和 2* 中列出的系统都是由 TCI 公司提供的。除了 CONATEL 以外，目前世界上还有几家管制权威部门也在使用此系统，包括津巴布韦、哥伦比亚、纳米比亚、毛利塔尼亚、多米尼加共和国和乌干达的管制权威机构。本部分总结了这些用户从系统中获得的益处。

有关该系统是如何自动执行以及如何改善这些主管部门频谱管理工作的例子包括：

- 一个主管部门过去每周处理 10-20 个申请，处理和批准一个典型的申请要拖 4-8 个星期。系统安装并且操作员得到培训后，在全面运行的第一个星期内，相同的组织机构处理、指配频率和批准了 90 个申请。

* 参考文献：

WOOLSEY, R. B. [2000] Proc., ITC/USA 2000, Automatic Tools for Telemetry Test Range Spectrum Management. TCI, A Dielectric Company, 47300 Kato Road, Fremont CA 94538-7334.

频谱管理系统, <http://www.tcibr.com/PDFs/710webs.pdf>

- 一些主管部门过去使用分散小组来管理广播业务和电信业务，因此这些主管部门从来没有过一个统一的处理和批准许可证的程序。一旦拥有了在本附件中所述的系统，主管部门就有了一个可用于所有频谱用户的统一的数据库和统一的批准和频率指配程序。主管部门可以继续使用分散的小组来完成不同的业务，但是所有的人员都使用同一个系统，而且所有的管理和技术信息都存储在一个中心中。
- 这些主管部门还在系统数据库中添加了处理、批准和开票功能，以便准许不需要使用频谱的业务并发放许可证，如有线电话或增值业务。传统上，这些业务的管理由小的分散的电子表格程序来完成。系统使这些管理能够在统一的数据库中进行，包括所有的用户以及所有的收入源。

有关系统在特定方面应用的其他例子在下面恰当的部分进行讨论。

5.2 申请处理

系统提供数据输入和申请处理业务，使一个主管部门可以执行在本手册第 3 章中所述的频率指配和许可证发放功能。系统的大多数用户已经发现，可以方便地直接从系统打印纸质申请表，然后由申请者填写这些申请表，来自这些表中的数据而后可以方便地输入到系统中。

5.3 频率指配

系统帮助操作员实现在本手册第 3 章中所述的频率指配功能。使用本系统的主管部门都发现，自动数据库为在一个提议的频率上搜索其他发射机提供了便利，而且系统在指配频率过程中提供的帮助功能非常强大。

5.4 频谱经济学

系统包括一个完整的会计接受财务软件包，用于费用处理的管理，它是本手册第 6 章所述之频谱经济学中的一个关键部分。使用本系统的一些主管部门在获得系统之前的几年中，未曾处理过许可证更新发票，原因是，使用纸质的或简单的基于计算机的文件系统进行更新处理是非常麻烦的。系统使这些主管部门能够方便地从许可证更新中获得收入。

5.5 许可证发放

系统自动执行在本手册第 3 章中所述的许可证处理和发放功能。使用本系统的一些主管部门最初在其文件抽屉中放有纸质形式的许可证，而这是不方便查询和搜索的。来自这些纸质许可证的数据已经输入到系统中，现已成为数据库的一部分，当进行新的频率指配时，为计算机查询和系统使用提供了极大的方便。

5.6 频谱工程

系统提供了强大的工具来帮助操作员执行在本手册第 5 章中所述的频谱工程功能。使用本系统的主管部门发现，这些工具对于回答“如果……将会……”之类的问题、在帮助主管部门进行频谱规划活动方面尤其有用。

5.7 频谱监控

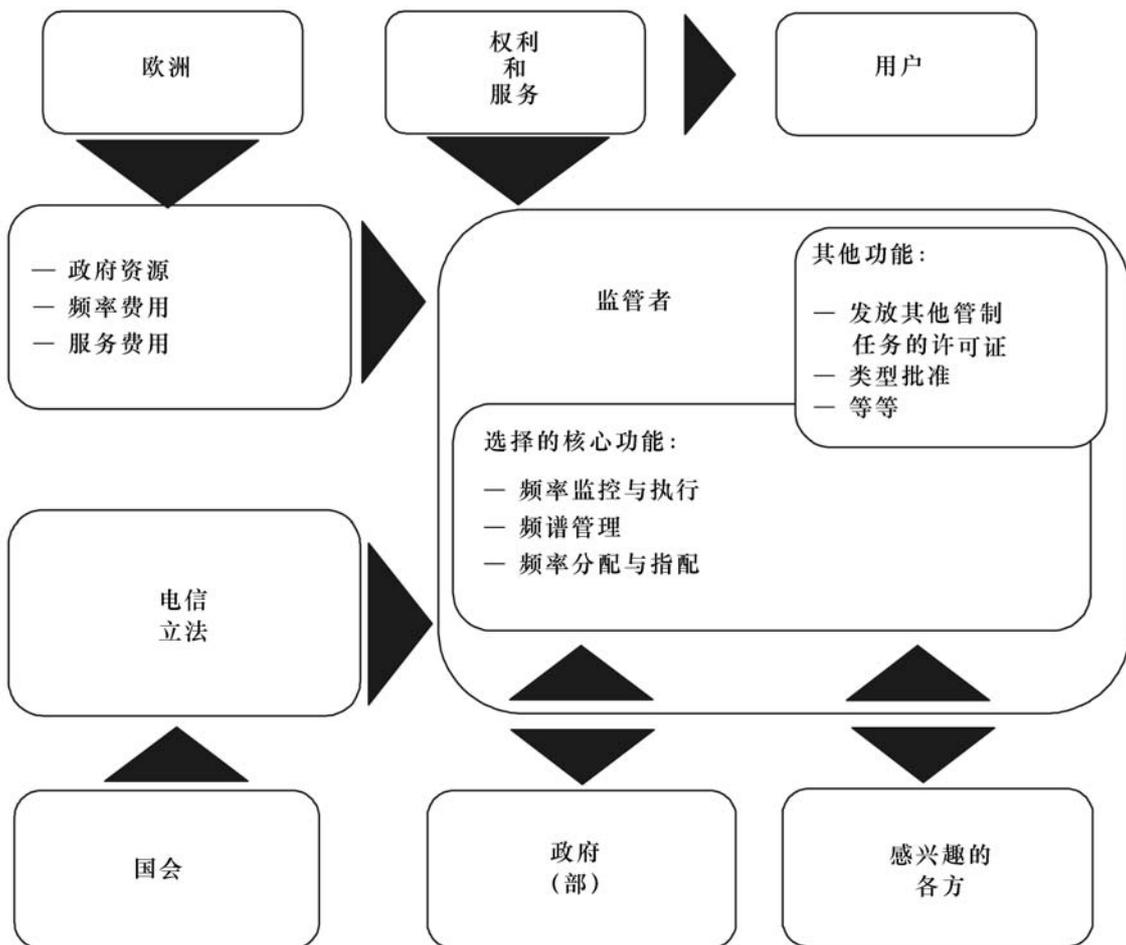
或许完全集成系统的最大优势是自动违反检测。一个集成系统可以将来自监控系统的测量值与来自管理系统的许可证信息进行比较，以确定哪些发射机的频率没有包括在许可证数据库中，以及确定哪些发射机没有运行在其许可的参数下。本系统的一些用户在其投标文件中指定 AVD 作为频谱管理和监控系统的一部分，而且发现这是一个非常有用的工具，可以帮助操作员检测未获许可的发射机以及工作在许可参数之外的发射机。

第 7 章 附件 4

中欧和东欧频谱管理软件和自动化的例子

来自中欧和东欧的 11 个受惠国参加了一项由欧盟资助的、Phare 多国计划下的、为期一年的重大项目，对频谱管理和频率监控中存在的问题进行分析并确定解决方案。尽管项目具有非常专业的技术性质，但项目的大部分针对的是检查如何发展管制机构、如何确定其任务、工具以及筹资方案。项目的基本目的是建立一种独立的国家监管权威机构（NRA），作为与欧盟成员国做法相一致的公共业务机构。

无线电通信管制系统和整个国家的电信管制体制自身一样，被认为是一个更广泛的政治、法律和商业环境的一部分。



SpecMan-078bis

不过，提高监管者的独立性并不意味着政府要放弃政治方面的影响因素，它们对电信部门的发展有影响。监管方面存在并将继续存在政治因素。重要的是在政治层面（即有关部门）和监管层面（即 NRA）之间建立清楚明晰的责任和任务划分。

一方面，政治系统必须提供立法和议会控制，监管者在此基础上开展工作；另一方面，如果合理安排的话，日常 NRA 运营独立性的实际实现可以为民主和良好治理原则提供支持。

财政独立性是 NRA 实现运营独立的一个有效方法。国家监管机构（NRA）的所需收入可以通过用户费用和收费的方式来筹集。在 CEE 国家发展现代化的监管主管部门取决于众多因素，这些因素在各个国家各不相同。尽管现代化进程已经在整个区域范围内展开，但到 1998 年，各国取得的进展还差别很大。

工程关注建立国家监管机构（NRA）面临的 5 个关键问题，建议的优先级如下所述：

- 建立立法基础；
- 建立制度结构；
- 确定财政上的可能性；
- 开发人力资源；
- 获得必要的技术工具。

每个参与国解决这些优先级的方式决定了它走向现代化的进程。SMFM（频谱管理和频率监控）项目试图对这些方法做出研究。

这些国家主要的公共的调查材料标明：

- 专业的管制人员通常非常了解新的目标。
- 管制变化过程具有迷失在其他变化过程中的风险。
- 可以改善国家主管部门内不同部门之间的对话。需要加强管制机构与财政部之间的对话。
- 潜在的（和当前的）费用和收费水平在大多数 CEE 国家中看起来足以覆盖管制者的费用（假定存在正确的分配和转换程序）。

调查资料确认了建立管制机构作为财政独立机构的可行性，具有产生盈余的实际可能性（也就是说，为政府产生净收入）。然而，大量的关注集中在各部、管制机构和电信运营商各自的权力和职责上，凭借该体制，管制机构可以循环地筹集经费，许多情况下投资是不够的。

产生的草案计划表明，在 2000-2006 年，在不同国家将完成一个现代化的过程。在这些计划中，根据优先级来分，第一个应用已经在各个国家之间的一个标准频谱接口（P 接口）中实现，为跨国界协调实现了管理交换，P 接口现正在运行中。

P 接口：频谱的一个标准接口

尽管不同国家实现前面强调之频谱管理的方法各不同，但体系结构是实际的开发范围，其中跨国界协调是可能的而且是有益的。交换无线电通信数据和频谱管理软件的能力是其中的一个领域。在此描述的 Phare 多国公共工具将标准接口（P 接口）的开发看作是一个共同工具，它用来在国家频谱管理系统之间交换数据和软件。P 接口对推动无线电业务增长和减小有害无线电干扰风险这一更大目标是一个贡献。

P 接口软件相当于一个虚拟数据库服务器，它允许其客户以一种透明的方式访问一组基本的数据库。作为这个为期 12 个月的项目的参与者，中欧和东欧的 11 个国家计划采用 P 接口层来互相交换数据和软件。P 接口的一个主要优点是使同一个兼容性计算程序能够用于不同的主管部门。开发用于一个主管部门的兼容性计算软件可以方便地供所有其他主管部门使用。换句话说，一个主管部门可以将其自身的兼容性软件用在收自其他主管部门的数据上，还可在其自身的环境中运行一个来自其他主管部门的兼容性软件程序。该公共兼容性软件的一个例子是统一的计算方法（HCM）。

P 接口呈现的是一个惟一的应用编程接口，承认兼容性软件认证。这样，软件开发的重担就可由参与的主管部门共同分担。计算机辅助确保了无线电通信数据的交换是完整且一致的。主管部门之间的直接数据交换缩短了协调的过程，其最终目的是促进无线电业务的开发和减小干扰风险。

植入的技术基于客户机/服务器概念，其中国家频谱管理系统中的相关数据可以通过服务器服务访问。通过与服务器的标准接口，数据可以看作是放在了一个可以以透明方式访问的容器内。因此，内部数据结构或数据存储方式对客户应用来说就是不相关的和不可见的。

P 接口的原理是提供一个统一的方法，用于以下目的：

利用一个惟一的数据字典

数据交换的一个主要问题是数据元素的惟一识别。P 接口使用的数据元素是那些由国际电联无线电通信研究组定义的数据元素。每个主管部门可以正确、清晰地识别频率管理信息。

定义一个公共的无线电通信数据库结构

分配的各个数据元素看作是数据库的一个属性，有关 P 接口管理的无线电通信输入。数据库结构结合了国际电联研究组最新的研究成果，可以对其进行改编以便考虑到兼容性计算方面的需求。

封装本地数据库

P 接口以一种客户看见“标准 P 数据库”的方式封装用户数据库，“标准 P 数据库”包含用于频率协调和兼容计算的相关信息；P 接口能够在数据库集合中封装大量的数据容器。通过这种方式，所有的老版本应用程序得以保留。

利用公共地图服务器

参与国中使用分歧协调系统。为了解决这个问题，P 接口留出了一个给数字地形数据的公共接口。1984 年的世界测量系统（WGS84）保留了 P 接口作为参考协调系统。P 接口提供在本地协调系统和 WGS84 之间的转换服务。

数据交换支持

在提议的概念中，数据交换变成了一个简单的、向国外主管部门发送一个传输容器的动作。容器的传输基于互联网。典型的情形是数据在传输容器中传送。容器与用户数据库相连。在 P 接口的客户端，对取自传输容器或取自本地容器的特殊数据元素不作区别。

总之，该项目面临的问题是复杂的，原因是，参与国之间业已存在的各种不同环境。项目的领域是多学科的，需要解决众多问题，如频率管理、先进的计算方法、异构数据库访问和计算机系统体系结构等。

第 7 章 附件 5

土耳其的国家频率管理

引言

由于频谱需要的增长，许多国家面临着需要更严格地执行管理频率使用规定。获得许可证的无线系统运营商必须受到监控，以确保它们的网络没有脱离指配给它们的波长，对欺诈的电视或无线电台必须进行跟踪并受到处理。

土耳其政府采取了积极主动的措施来确保有足够的频率资源来满足日益增长的需要。土耳其的电信权威机构已经开发了多点国家监控系统，它具有以下功能：

- 监督无线电信号；
- 测量频谱占用；
- 无线电和电视广播传送；
- 检测频谱违反；
- 确定并绘制无线电覆盖区域；
- 分析信号干扰；
- 定位非法电台；
- 为综合频率管理收集统计数据。

系统的一个主要部分是国家频率管理系统（NFMS），它包括两个主要的软件成分，集成了最新的频谱工程、传播建模和地理空间数据查看技术，用以完成权威机构的管理目的。土耳其电信权威机构类似于美国的联邦通信委员会，与首都安卡拉 Bilkent 大学的通信与频谱管理研究中心（ISYAM）签订了开发 NFMS 的合同，基于其长期参与研究电信应用中频谱工程的经验，尤其在频率规划、指配和使用方面的工作。

国家监控系统（NMS）包括位于安卡拉的 1 个国家控制中心（NCC）和 7 个位于土耳其不同城市的区域监控中心（RMC）。有固定式和便携式监控站，以及移动广播测量系统和移动监控车，监控车装载类似固定站中的定向和监控设备。权威机构使用频谱监控系统来监控频率、分析站点之间的干扰、检查无线电台的参数是否符合许可证上的参数，以及定位非法的发射。NFMS 的频率范围为 10 kHz-40 GHz，而监控系统覆盖的频率范围为 10 kHz-2.5 GHz。

项目合同于 1998 年 5 月签订，详细的需求说明和分析以及之后的系统设计和开发产生了 NFMS 的第一个版本，它是第一次在 NCC 和安卡拉 RMC 中投入使用。在随后的一年中，来自权威机构管理团队以及 NFMS 用户的反馈意见提高了系统性能，得到了一个完全定制化的系统。同时，权威机构现有的电子格式的数据已经转入新系统的数据库中。

系统概述

系统体系结构

NFMS 及其组成部分拥有模块化的结构，分为三层：

- 物理层，包括计算机硬件和通信网络设备，支持基础设施活动和应用系统；
- 支持基础设施层，包括操作系统、数据库和数据库管理系统、以及用于支持应用系统的软件工具；
- 应用系统层，包括特定的应用软件以及用于支持特定活动和相关计算的局部数据库。

NFMS 的设计依据了国际电联的频谱管理计算机辅助技术手册，功能上有所增强，以便在多区域操作中心中实现操作。它采用客户机/服务器体系结构，工作在通过局域网（LAN）连接的操作中心的用户工作站上。所有的管理和操作数据都保存在局部数据库管理服务器中，该服务器也连接至局域网。每个操作中心也可以通过广域网（WAN）与其他操作中心相连，组成一个分布式的但集成的操作环境。NFMS 系统可以使用其基础设施提供的任何计算机资源。位于不同操作中心的各个数据库服务器上的数据是复制的，以保证数据的完整性和一致性。图 7.9 显示了用于多操作中心方案的系统体系结构。

图 7.9
多操作中心体系结构



为了防止未授权用户访问和处理 NFMS 数据，系统提供了 4 个等级的安全：操作系统级、客户工作站级、数据库级和应用级。除了这些安全等级外，系统允许三种形式的、与安全有关的后续行动：RDBMS 提供的审计试验、记录时间戳、应用层提供的登录尝试审计和记录删除日志。

取决于权威机构的管理政策，这种体系结构可以转换成一种集中式的系统，其中有一个单一的中心数据库以及位于远程操作中心的客户机，它可以访问和处理该中心数据库上的数据。

设计与实施方法：成功的关键

在开发 NFMS 软件过程中，遵循的是 IEEE J-STD 软件开发标准定义的过程，项目依据 ISO 9001: 1994 认证范围进行管理和归档。

项目开发和文件归档的标准化以及项目配置管理，将软件工程原理成功地运用到了软件的生命周期过程中，因此避免了在设计和实施阶段忽略任何细节，获得了期望的软件鲁棒性和质量。

系统分析和设计过程中使用了 CASE（计算机辅助软件工程）工具，使得可以方便地对系统组成部件进行修改和再工程。NFMS 的设计与实施独立于所选的数据库管理系统。其开放的系统体系结构使得可以增加新的模块，实现与其他频谱管理系统的集成。通过使用专门为数据库操作而裁剪的编程工具，获得了高级的处理性能。

所有的这些以及优秀的项目管理、与电信权威机构之间协调，获得了高性能的系统，超出了技术说明范围，按时完成了项目开发。

应用软件

NFMS 的两个重要组成部分是：频谱工程与监控支持系统 (*BilSpect*) 和管理信息系统 (*MIS*)，这两个部分之间通过共享数据有机地进行工作。这些系统提供了具有增强性能的图形化接口，如数据确认、在线帮助和数据查找，这些都是希望一个高技术应用软件所具备的。

BilSpect

设计的频谱工程与监控支持系统 (*BilSpect*) 作为两个主要组成部分的结合，即监控支持系统 (*MSS*) 和频谱工程系统 (*SES*)。

监控支持系统 (MSS)

监控支持系统使得国家监控系统和国家频率管理系统能够实现自动化和集成，如在 ITU-R SM.1537 建议书中描述的那样。MSS 控制在不同的监控站执行的自动测量功能，并且显示这些监控活动收集的测量数据，以表格形式或以图形形式。

使用 MSS，位于地方监控中心的操作员可以产生自动测量任务，如频谱占用、检测非法电台、或检查无线电台参数是否与许可证上的参数符合，这些任务对每个远程监控站每周执行一次。监控站通过数据库得到这些任务，在完成确定的测量后，将结果传送给监控中心，以便用于统计分析或图形化显示。MSS 包括自动违反检测功能，当找到非许可信号以及找到偏离其许可参数的信号时，发出警报。

例如，对频谱占用测量结果可以用三种不同的方式进行评估，如频带占用、单个频率占用或繁忙时段表。在频带占用图中，沿 X 轴的为频率，沿 Y 轴的为频率占用值（以百分比%表示）。在单个频率占用图中，沿 Y 轴的是频率占用值（以百分比%表示），沿 X 轴的是时间。繁忙时段表计算频率占用值的一小时滑动平均，频率在每个小时的每一刻钟上开始，并显示出 24 小时间隔内频率占用值为最大的那个小时。如果频率占用值对于一个大于 24 小时的周期可以获得，那么表格分别显示每天的繁忙时段。

当怀疑一个非法频率在使用时，指派 3 个定向（DF）站使用适当的天线来测量该频率的方向。如果所有 3 个站都可以确定出所怀疑信号源的方向，一种简单的三角测量技术就可以找到可能的目标位置，它还可以与定向站及其方向一起显示在地图上。

频谱工程系统（SES）

频谱工程系统包括各种软件模块，其设计目的是帮助操作员执行 ITU-R SM.1370 建议书中所述的各项频谱工程功能，实现自动频率管理。这些模块用于执行传播分析、干扰分析、链路分析、频率指配与规划、国际协调计算、数据库操作和产生有用的报告。频谱工程系统集成在一个地理信息系统（GIS）软件中，可以在屏幕上显示出分析结果，以用户选择的地图作为背景，可以使用各种类型的光栅或矢量地理数据。系统提供了以下功能：

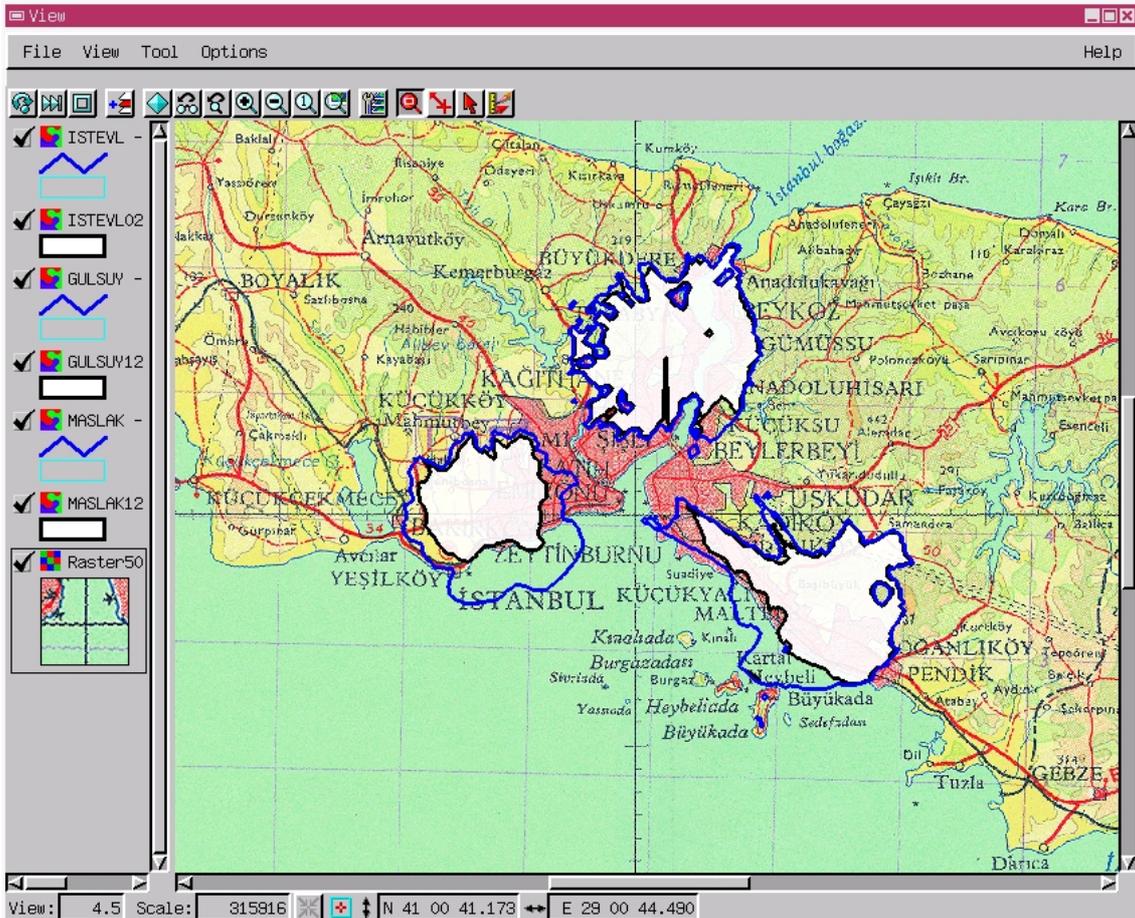
- 使用数字地形海拔数据和国际电联建议的传播模型进行传播预测。
- 计算电台覆盖范围，并在数字地图上进行显示。
- 使用 ITU-R P.530 建议书中描述的方法进行微波链路分析和链路可用性计算。
- 在陆地数字音频与视频广播业务（T-DAB 和 DVB-T）中，计算有用和干扰信号的级别、网络增益以及单个频率网络的覆盖概率。
- 对模拟无线电/电视和陆地移动业务进行业务内干扰分析。
- 对模拟电视业务与 T-DAB 或 DVB-T 业务进行业务间干扰分析。
- 根据 ITU-R SM.1009 建议书对波段为 87-108 MHz 的语音广播业务与波段为 108-137 MHz 的航空业务之间的兼容性进行计算。
- 对互调干扰与减敏进行分析。
- 为模拟无线电和电视广播业务进行频率规划。

- 使用美国国家电信信息主管部门（NTIA）开发的 ICEPAC 程序，为工作在 HF 波段（2-30 MHz）的陆地移动电路自动计算候选频率指配。
- 在边境地区，寻找潜在需要国际协调的电台并在地图上予以显示。
- 将与邻国进行协调活动的记录保存到数据库中。
- 为需要国际协调的频率指配产生国际电联通告表格，可以以纸质形式或电子形式，填上所有将要呈送国际电联的数据。
- 使用 1975 年在日内瓦达成的地区协议最终法案中描述的方法，协调计算工作在 LF/MF 波段的无线电台。
- 根据国际电联《无线电规则》计算对地静止卫星地球站的协调等高线，确定位于此等高线范围内并共享同一频带的各陆地无线电台。
- 列出、更新和查询国家和国际（即区域和全球）频率分配表。
- 数据库操作，如查看、更新、查询和报告频率指配记录。

频谱工程系统包括在频率指配过程中用于协助操作员的有用的分析工具。系统具有以下特点：

- 一旦对一个发射机进行了传播分析，用户定义的任何数目的场强等高线都可以绘制在地图上。
- 使用人口普查数据库，可以产生一个有关所有行政管理部门（省、区和乡村）及其人口以及居住在一个给定场强等高线内的总人口的列表。
- 可以绘制信号剖面 and 地形剖面，显示相对某个方向上自发射机位置距离的信号水平。
- 假定涉及干扰分析的每个电台都可以看作是干扰源和干扰受害者，那么对现有之电台与提议之站点之间的潜在干扰进行分析。
- 使用共用频道和相邻频道保护率进行干扰分析的结果是，可以计算出每个电台的无干扰覆盖区域，并显示在地图上，如图 7.10 所示。
- 如果频率可用，可以自动确定一个提议之电台的无干扰候选频率。
- 可以为 VHF/UHF 陆地移动业务计算出基站的覆盖范围和移动对讲距离，两种通信方式可能的覆盖范围可以在地图上进行显示。

图 7.10
陆地移动业务中 3 个基站的无干扰覆盖区域



SpecMan-0710

管理信息系统（MIS）

管理信息系统（MIS）由各子系统集成而成，这些定制的子系统用于自动执行电信权威机构中的所有管理任务。管理信息系统满足权威机构的行政管理数据管理要求，从数据输入到数据查询和报告生成。系统支持以下高级的管理功能，提供了一个用于频谱管理活动的完整的、一致的、易于使用的“交钥匙般的”解决方案：

- 申请表处理；
- 许可证处理；
- 费用处理；
- 报告处理；

- 干扰投诉处理；
- 安全处理；
- 频率指配。

建立一个满足权威机构未来要求以及现有要求的系统，必然是一项不可避免的设计策略。必须牢记，上述功能已经按照应用领域进行了分类，以满足应用的特定要求，并因此获得一个模块化的、易于维护的子系统。

无线电许可证的应用取决于无线电台的类型。出于该目的，设计和开发了两个子系统，即“无线电台许可证管理”和“业余无线电台许可证管理”。此外，为了注册和加强市民波段无线电台认证，开发了一个独立的称为“市民波段无线电认证管理”的子系统。

一些权威机构还为个人提供授权认证，以使用户操作固定和移动的无线电台以及业余无线电台，候选人需要通过考试。无线电操作员认证管理系统和业务无线电认证管理系统的设计目的是为了执行上述目的所需的各项任务。为处理临时发放的、在本国使用时间有限的国外业余无线电许可证，开发了国外业余无线电认证管理系统。

每一个上述子系统都具有自己相关的申请处理、许可证处理、费用处理、报告处理和安全处理功能。

干扰投诉管理子系统设计成了一个独立的子系统，但集成到了其他系统中，用于处理干扰投诉申请、干扰源及其解决方案。

设备标准和授权许可证管理子系统用于处理另一项主要的频谱管理活动，其设计目的是用于记录和后续进行设备测试申请、设备测试结果，以及记录和处理权威机构批准的设备，以表格形式，它符合国际电联的规范与建议。此外，该子系统还用来记录、后续进行和准备用于输入/出售/生产无线电设备的授权许可证、发放用于输入/生产无线电设备的准许证及其后续行动、记录销售商和设备出售情况、记录和准备设备一致性认证。

对高层的费用、欠费和处罚管理，设计了费用管理子系统，包括了更多的高级特性。实际上，费用管理的目的是处理无线电台许可证费用及其他相关的费用支付情况，以及具备为管理信息系统生成财政声明的功能。

至于频率指配处理，无线电台许可证管理结合频谱工程系统 (SES) 来完成许可证发放所需的各步骤，从许可证申请开始，接着是站点检查，然后是频率指配，最后是发放许可证。

权威机构的负责人会定期地或在预先确定的日期里对无线电台进行访问，以控制系统与设备的参数，使之满足允许的限制和功能。这些访问、控制的结果甚至控制费用，如果有的话，都可以使用系统控制管理子系统记录和跟踪。通过该子系统，用户可以访问所有关于许可证、指配频率、站点属性和应付款的详细信息。

大多数情况下，权威机构发现，宪法规定的负责部门之后所作的有关未支付许可证费用、过期末付和罚款的声明是有用的。司法后续行动管理是一个专门剪裁的、用于此目的的子系统，它与其他管理信息系统子系统运行在一个集成的环境中。

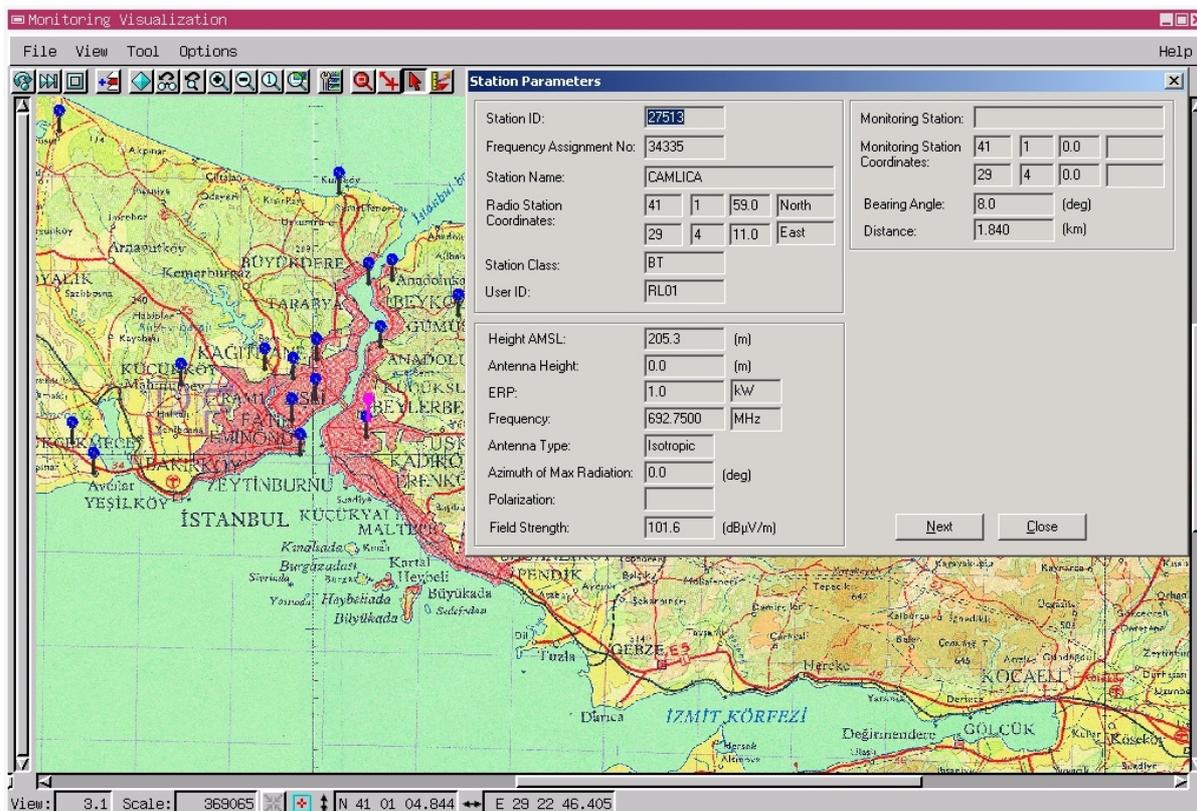
管理信息系统管理支持是另一个独特的子系统，它使管理信息系统管理员可以完成以下操作：在定义的组织结构内创建用户信息、分配用户名和口令、定义用户访问和操作权限（从限制用户使用某个特定的子系统，到限制用户使用某些功能，如记录查看、记录删除和报告打印）。管理员可以以这种方式控制系统的安全，以及使用监控接口跟踪关键用户行动，如擦除记录和未授权访问尝试。

总之，NFMS-MIS 拥有以下子系统：

- 无线电台许可证管理；
- 业余无线电台许可证管理；
- 业余无线电认证管理；
- 无线电操作员认证管理；
- 境外业余无线电认证管理；
- 市民波段无线电认证管理；
- 费用管理；
- 干扰投诉管理；
- 法律后续行动管理；
- 设备标准与授权许可证管理；
- 系统控制管理；
- 管理信息系统管理支持。

管理信息系统还与频谱工程和监控支持系统实现了集成。通过使用数据库查询功能和一个地理信息系统（GIS）映射软件，用户可以按频率、电台类别或电台位置搜索数据库记录，搜索结果可以显示在地图上。例如，如果一个用户想要查看工作在土耳其某个地理区域内给定频率范围上的无线电台，软件将访问许可证发放数据库，寻找那些满足给定准则的电台，并使用用户定义的符号将其位置显示在地图上。通过指向和点击地图上的无线电台符号，将访问该电台的文件，其内容将在屏幕上的一个文本框中显示出来，如图 7.11 所示：

图 7.11
显示在地图上的数据库查询结果



SpecMan-0711

数字表示的 NFMS

目前，土耳其的系统使用上百万个包含所有无线电台和设备详细信息的数据文件，这些文件通过无线电波进行传送。无线电台工作于广泛的业务范围（如广播业务、陆地移动业务、航空业务，等等），微波链路、蜂窝站点天线、机场安全系统都获得了许可证，并都包括在数据库中。显然，主要目标是建立一个数据库，要求数据只需输入一次即可。它应该为权威机构的工作人员建立标准的表格，以便许可证发放中使用。一旦正确的信息输入，数据库应该自动进行更新，并将数据转至其所属的多个文件中。

最初，权威机构把数据保存在不同的来源中，从纸质文档和微软的 EXCEL 电子表格，到小规模的数据库，但许多电子数据是过期的，需要进行更新。在 NFMS 项目的数据库开发阶段，现有的电子数据已经自动转换到新的数据库中，转换通过使用 ISYAM 开发的转换程序完成。在转换过程中，对现有数据运用了语法与语义检查以及数据区分技术，以便得到一个一致、正确的数据库。

NFMS 拥有一个具有分布式结构的、彻底完整和一致的关系性数据库，运行在互联的 7 个工作中心，即地方监控中心和国家控制中心。数据在这些中心之间每天复制一次。

目前，NFMS 数据库中有 365 个表。需要注意的是，该表中任何操作域的记录数目表明了与该操作域有关的所有记录的总的数目。例如，尽管在所有表中用于“频率指配和管理”目的的记录总共有 553 624 条，但整个土耳其指配给许可站点的频率数为 119 228。在监控站管理操作数据库中，记录大小会提高到几百万甚至更多，这取决于指配给监控站的测量任务类型和数目。

为未来做好准备

技术发展如此之迅速，以至在系统建成后一些性能需要重新进行设计。用于频谱管理系统的一个正在考虑的改进是使用高分辨率的建筑高度数据和射线跟踪技术，以便在城区实现更加精确的信号传播分析。项目的参与者相信，几年后，NFMS 将带来广泛的益处。

第 7 章 附件 6

更新原有的频谱管理系统

1 概述

1.1 引言

本附件关注频谱管理领域新软件系统的升级与开发问题。特别地，我们在此描述 Telcordia 公司遵循的开发过程，它向它的一个客户交付了一个定制的高级频谱管理系统¹⁷ (FMS)。研究原有频谱管理系统的现代化和升级问题是非常有意思的，原因是，它涉及以下方面问题的独特结合：技术的、管理的、财政的、空间数据处理、数值算法、科学可视化、报告生成以及广泛的用户界面。开发 FMS 要求将各种不同的原有系统和数据库集成、升级为一个综合、统一、集成的频谱管理系统。

2 挑战

客户要求对其频率管理部门的工作进行评审，并开发一个先进、集成、高级的频率管理系统 (FMS)，要求系统满足其特定要求，并符合 ITU-R SM.1370 建议书《高级自动频谱管理系统开发设计指南》。

一般地，一个频谱管理系统包括以下种类的功能：

- 管理功能，例如记录保持、申请处理、报告生成等等；
- 工程分析，例如传播模型、干扰分析、链路分析、覆盖分析等等；
- 地图功能，以帮助频谱规划和干扰解决方案；以及
- 财政功能，例如费用处理、结算、费用收取和记账。

¹⁷ 在第 7 章中，“频谱管理系统”一词是指一个自动执行频谱管理任务的通用系统。“高级频谱管理系统”一词是指在本附件中开发和描述的特殊系统。

以上每一类功能包括多个子功能，子功能由多个任务组成。

客户使用一系列独立的数据库和一小组工程工具来完成频率管理功能。许多功能是手动执行的。设计的 FMS 可以在一个单一的客户机/服务器应用中集成进数据库、工程功能、财政功能、地理信息系统 (GIS) 和报告生成等功能。系统必须灵活、模块化，而且基于已经经过了证明的数据库技术。

下列任务的执行有助于客户管理向一个新的、集成的、统一的系统的转变：

- 客户操作分析；
- 确定由于 FMS 与客户联合的需求；
- 开发 FMS；
- 在现场部署 FMS；
- 运行 FMS，并在将 FMS 交付用户之前对用户进行培训。

3 目前状况

在引入 FMS 之前，原有的软件和数据环境是异构的，以下各段是对该环境的一个简单描述。

3.1 异构软件环境

原有的软件系统包括来自客户的以及来自其他渠道的系统，它原来包括以下系统：

- MRSELS-II
微波无线电与卫星工程和许可证发放系统 II (MRSELS-II)，它为固定陆地和卫星微波无线电系统提供 2-40 GHz 的频谱分析和许可证发放功能。本质上，这是一个用 Focus 语言编写的大型数据库系统。
- WARE
用于高级无线电工程的工作站 (WARE)，提供了无线电工程和用于 150 MHz-2 GHz 频谱分析和频谱解析的工具。WARE 的根本工程功能是连接任何普通的单点对多点无线电系统应用，包括 PCS、BETRS，移动电话和蜂窝电话等等。WARE 用 C 语言编写。

— ARC 工作站

高级无线电协调系统（ARC）提供了用于 2-40 GHz 微波无线电工程和频谱解析的工具。ARC 用 C 语言编写。

— RANEBO

用于广播和有线业务间频率协调的 Telcordia 频谱管理系统。Ranebo 包括若干传播模型和干扰模型，它用 FORTRAN 语言编写。

— 来自美国政府的各种 Fortran 程序，包括用于 HF 传播的 MSAM 和 REC533。

— 一组来自 ITU-R 的 FORTRAN 和 C 程序。

— 客户提供的 FORTRAN 程序，包括卫星协调。

3.2 异构数据环境

频谱管理系统使用的数据来自以下几个渠道：

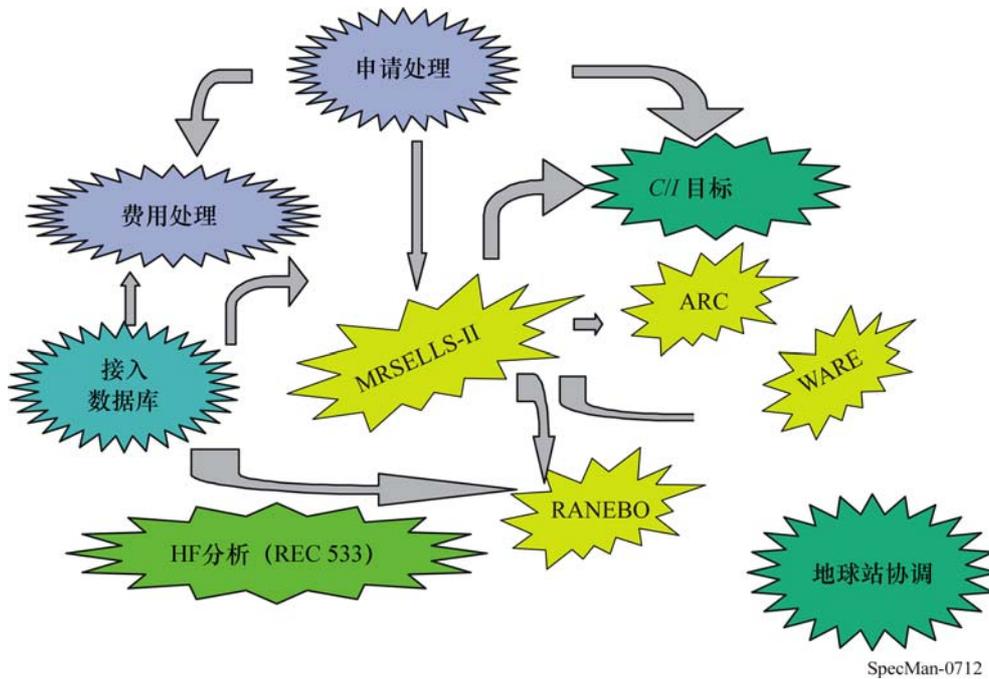
— 客户数据库：数据的主要来源，客户规范化数据库之集，不同的数据库用于不同的业务。

— ITU-R：关于频谱分配、业务定义等数据，来自 ITU-R《无线电规则》、ITU-R《国际频率表》（IFL）和其他的 ITU-R 渠道。

— GIS 数据：GIS 数据包括几个层面的数据，如道路、政治边界以及以 ESRI®格式获得的人口中心。

所有的系统和数据都是相互独立的，因此，如果所有的系统都要使用的话，需要进行大量的手动转换工作。另外，由于这些系统是基于不同的平台的，因此系统维护需要诸多专业技能。

图 7.12
频谱管理异构环境图解



4 向现代化统一集成系统的发展趋势

客户正在寻找一个能集成尽可能多的部分，并可以使不同数据库成为一体的高级系统。

图 7.13 表示了一个理想的统一和集成的频谱管理系统。由于用于所有业务和功能的数据都存留在一个单一的数据库中，因此系统是统一的。由于数据流自动地从数据库流向各种不同的程序和不同的过程，因此系统是集成的。系统为所有的业务提供了一个一致的用户界面。

图 7.13
统一且集成的高级频谱管理系统示意图



SpecMan-0713

统一且集成的系统具有以下优势：

- 减少维护：维护单个数据库的成本比维护多个数据库的成本要低；
- 提高效率：一个集成的系统提供了一种有效地执行所有频谱管理任务的方法。不再是在许多个输入屏上重新输入数据来执行各种不同的任务，数据只需输入一次，而在执行每个任务时数据将自动装入所有要求的字段中；
- 减少用户错误：自动集成系统可以对提交的数据自动进行验证与分析；
- 统一的接口和代码编写：现代化的面向对象的软件工程技术推动了统一且一致的用户界面的发展。公共任务对所有功能的行为都是相同的；
- 升级：集成系统的另一个优势是它提供了升级和提高现有功能的机会。

高度集成的主要劣势是前期开发成本、软件集成复杂度和数据转换。因此，必须对集成和替换的益处与实现集成和替换的难度和费用进行权衡。另外，希望获得高的软件重用度，尤其对计算功能，大量的使用历史已经证明，高重用度将带来高可靠性。

统一的系统的不足是，不同的数据必须合并到一个单一的数据库中。这要求进行彻底的数据建模，以便确定一个能容纳现有数据结构的数据结构设计。

为了集成和统一而做的决定是相互联系又相互独立的。集成大部分是编程问题，而统一还包括数据建模和商业惯例。在频谱管理系统中，对于不同的业务和功能，其数据成分之间通常存在许多共性，同时，用于不同业务的频谱管理程序之间也存在相似性。因此，统一是可行的，并将大大改善部门的工作。

4.1 平台选择

实现可靠的集成化频谱管理系统的一个关键问题是体系结构和平台的选择。该公司选择以下平台要素：

- 选用 Oracle8i™作为关系型数据库管理系统（RDBMS）平台。出于各种技术原因，选用了 Oracle® RDBMS，包括平台独立性以及集成其他 Oracle 应用程序的能力，客户应决定未来扩展其频率管理系统。
- 选用 MapInfo Professional®用于处理 GIS 数据，选用 MapInfo MapX®部件用于在申请中显示数据。选用 Oracle® Spatial 作为 GIS 引擎。该选择的优势是利用 Oracle Spatial、Oracle 和 MapInfo 提供的产品之间的美好集成性。
- 工程和财政功能是用 PL/SQL™、C++和 Fortran 语言实现的，该选择基于以下考虑：关系型数据库管理系统（RDBMS）的选择、原有软件成分以及实现面向对象设计目标。
- 服务器操作系统是 Microsoft® Windows NT® 4。客户要求 Windows NT 系统，原因是，客户将在项目结束后管理系统，而 FMS 中预计的工作量是中等的。虽然 FMS 基于 Windows NT 系统，但平台独立性是 FMS 开发的一个重要目标。FMS 移植到 Unix 应该是一个简单的过程。

4.2 客户操作分析

开发集成化系统的第一步是分析客户的操作。就频谱管理功能的性能，对客户的方法和步骤（M&P）进行检查。检查过程中关键的一步是调查数据流以及与现有自动系统实施有关的、不同部门任务所涉及的步骤。

第二步是基于现有系统确定系统要求、分析 M&P、当前技术与管制要求以及部门预计要求。确定这些需求包括以下工作：如构建和修改数据字典、建立数据模型。确定需求部分地依赖于原有系统的配置。

在建立应用之前，公司和客户将对现有软件系统进行评估，以决定现有系统中的哪些部分保留、哪些部分重用以及哪些部分需要开发。

4.3 应用建造中的教训

应用开发已经完成，关于功能和软件重用方面的一些决定和基本原理如下所示：

- 大部分的用户界面是重新开发的。原因是，用户界面技术在短期内取得了重大发展，因此，老的用户界面看起来显得太原始，难以维护。
- 在一些地区，如 GIS 部件，这些可用的部件使得可以开发出几年前可能难以开发的接口。公司与 Oracle GIS 小组合作开发了与应用集成的地图显示。
- 技术上合适的话，现有的 C 代码可以重用。然而，大部分的 C 代码已经升级为 C++，以便实现面向对象设计。在某些情况下，需要对现有的 C 代码进行升级，以便包括频谱管理算法（如传播模型的变化、经过修改的地球站协调程序等等）方面的最新发展。
- 如果程序包含大量的用户界面代码，那么重用 Fortran 代码是困难的。在这种情况下，更有效率的办法是从草稿开始重新编写这些代码，或者使用应用程序而不集成它。如果没有用户界面代码，或者如果最初的作者可以提取出代码的数值部分，那么有以下三种选择：

选择 1：编译 Fortran 程序作为一个库；

选择 2：使用自动工具，如 f2c，转换成 C 语言；或者

选择 3：手动转换成 C++ 语言。

公司采用所有的三种策略来集成取决于应用的 FORTRAN 代码。不过，有几个 FORTRAN 程序没有集成进去，原因是其使用频度太低，不值得为它的集成花费投资。

- 将现有的代码转换为 C++（或另一种现代语言，如 Java）代码，或改写应用程序，以便提供一个改进原有应用程序的机会。例如，客户正使用若干 FORTRAN 程序来实现产生功率频谱密度（PSD）和计算载波干扰比（C/I）的目标。由于 FORTRAN 语言对数组分配的局限性，这些程序使用频率增量固定的、大小固定的数组。Telcordia 重新编写这些程序，利用 SQL 表来存储 PSD 和 C/I，利用 C++ 程序来计算和处理这些数量，使用了长度可变的数组，频率增量可以任意改变。这提高了计算精度，以及此应用要求的性能和存储容量。
- 重用为不同数据库技术开发的旧的数据库代码是不可能的。一个规范的数据库方案已经开发出来，它基于客户要求，包括来自客户数据库、数据库和 ITU-R 字段的元素。
- 重用现有的报告通常是简单的。原因是，报告通过升级过程可以保持一致。报告的格式与内容，如申请表、发票或通告表，可能是依据法律要求或部门规定制定的。如果基本的数据方案已经通过升级保留了，那么报告可以不加改变地就能使用。如果基本的数据方案已经改变了，那么只有数据绑定需要改变。甚至以前手动填写的表格也可以通过链接恰当的数据字段来自动实现。使用这种技术，某些表格的生成可自动完成，而以前是需要手工生成的。

4.4 数据转换

另一个挑战是在一个单一的数据库中转换和合并现有数据，这通过以下步骤实现。

- GIS 数据从 ESRI Shapefiles 文件转换成 MapInfo 格式，然后上载到 Oracle Spatial；
- 使用 Perl 和 SQL 脚本转换各种 ITU-R 数据；
- 通过 COM 自动化将应用程序与 Microsoft® Excel 和 Access 集成，实现 Access 数据向 Oracle 的迁移。此外，开发 PL/SQL 脚本，用于 Oracle 内数据的转换；
- 这个过程的一个特殊挑战是数据的规范化。最终的数据库方案比最初的客户数据具有更高的规范化，而且使用了更多的数据约束。为了保证数据的完整性，客户对规范化和数据约束提出了更高、更多的要求。

执行参考数据约束，例如外关键字约束和主关键字约束，要求开发自动程序来定位重叠的或复制的信息，并重新命名、合并或删除记录，以保持最终数据库的完整性。执行其他约束可通过数据字段转换来实现，以获得一致性。

5 高级的频率管理系统

这些努力的结果是生成了高级频率管理系统（FMS），系统结构基于 Oracle8i，GIS 基于 Oracle Spatial，工程工具基于 PL/SQL 和 C++，GIS 客户接口基于 MapX，系统的帮助功能使用 HTML。

图 7.14
FMS 系统结构

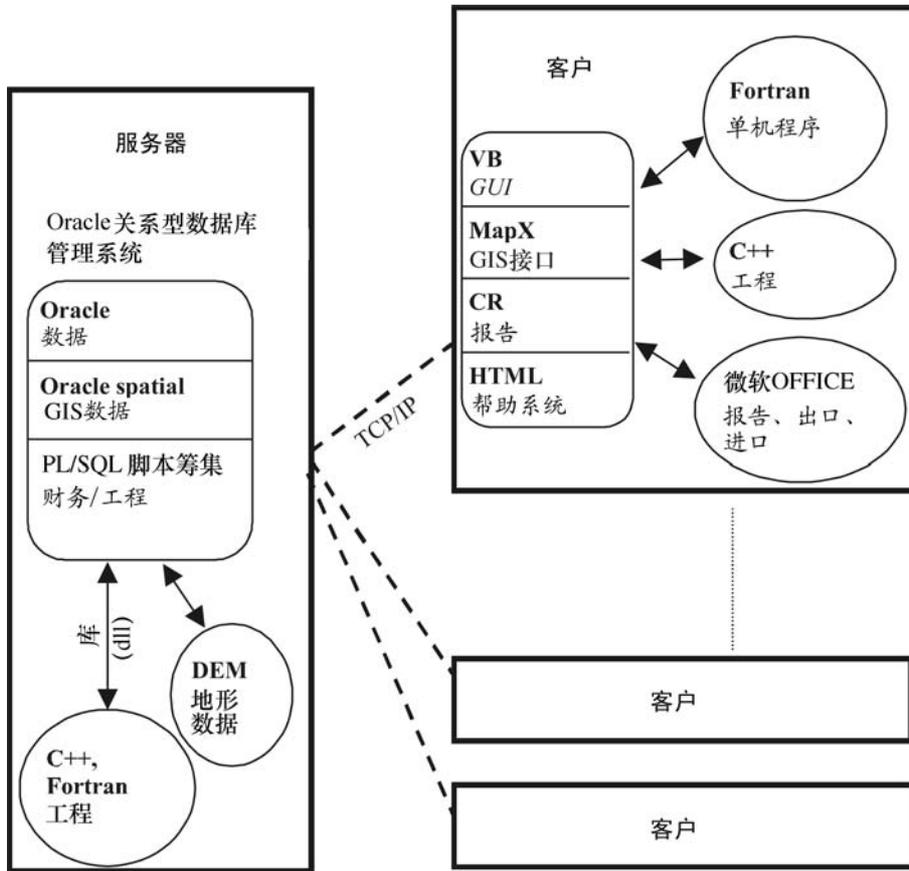


图 7.14 显示了 FMS 的体系结构，系统使用了模块化的体系结构，这有利于用户定制和升级。例如，所有的数值计算程序都是以带有确定之应用程序接口（API）的库来实现的。因此，Telcordia 可以仅仅通过更换一个库便可实现任何工程工具的升级。这在频谱管理中是重要的，因为某些工具变化很快，如地球站协调工具。与此类似，修改用户界面或者报告而不影响系统的其他成分也是可能的。系统灵活性的另一个例子是通过交换文件实现改变地形数据库的能力。

FMS 是一个自动实现多种频谱管理任务的软件系统，这些频谱管理任务包括以下过程：

- 指配新频率；
- 解决干扰问题；
- 计算和收取频率费用；
- 完成工程分析；
- 确保符合国际和国家规定；
- 评估通信链路性能；
- 完成地球站协调；
- 完成边界协调与通告；
- 生成报告、申请表格、费用计算结果、许可证和发票；
- 执行查询和搜索；
- 提供安全处理。

FMS 软件执行三项基本功能：

- 管理功能包括如下特色，例如记录和查找指配的频率、频率用户数据、设备数据、天线数据、自动产生各种监管表格、数据报告和发票，以及频谱费用计算。FMS 通过许多技术的或管理的参数来为广泛的搜索提供便利。FMS 自动检查是否满足频率分配表和频道计划要求。另外，它还提供了用户查询特点。最后，FMS 实现了与微软的 Access 软件和微软的 Excel 软件的集成，用于数据分析和报告。
- 工程分析功能具有计算发射系统之间干扰、评估基站覆盖区域以及为新的频率指配确定最适用频率的功能。所有的功能通过一个用户友好的图形化用户界面进行访问，包括如图形绘制等功能。工程分析功能包括各种传播模型、天线鉴别模型、*C/I* 分析（载波干扰比）、衰减分析、链路分析、RF（无线电频率）人体暴露评估、卫星角度确定、EMC（电磁兼容性）分析（包括微波、陆地移动、广播等等）和许多其他工具。

- 地图显示功能提供了详细的交互式地图显示功能，用于理解各种各样的频谱管理问题。FMS 使用一个综合的数字地形数据库来执行复杂的工程功能。

6 转换至 FMS

最后一步是移交新系统的系统管理给客户。虽然客户希望管理新系统，但在公司现场管理 FMS 之前有一个转换周期。转换周期过后，与客户方人员一起管理系统，以便他们能够熟悉系统管理。

需要对部门人员进行培训，教会它们如何使用和操作 FMS。FMS 带有一个广泛的基于 HTML 的帮助系统。这个项目得到的一个主要教训是，必须认识到，在设计和实施系统过程中，与客户密切工作是至关重要的。

7 未来

频谱管理软件继续在演化和升级。频谱管理的一个新方向是通过互联网为某些频谱管理功能提供自助服务。例如，利用服务器端计算已经在互联网上引入了频谱兼容性软件，用的是 Java™ 编程语言。另一个令人兴奋的消息可能是使用电子数据交换实现频谱管理。FMS 可以处理以 Excel 表提供的许可证申请。用户可以通过电子邮件提交批量的申请。天线数据的电子数据相互交换已经通过国家频谱管理者协会（NSMA）标准得以很好的建立。

同时还有一个趋势，Java 语言用于未来频谱管理应用的重要性日益增长。Java 编程语言可能成为 Oracle 数据库应用的选择语言。Java 平台允许服务器和客户端处理使用同一种语言，而且，Java 应用程序和小程序允许将软件的任何部门放置到互联网上。移植现有的 C++ 代码到 Java 是非常容易的，因为 Telcordia 已经为频谱兼容性软件完成了这一工作。Java 平台的不足在于性能低下、在实现某些数值程序时不方便。尽管如此，随着频谱管理系统的实施开始类似于电子商务系统，为电子商务开发的技术，如 Java 平台和 XML，必将变得更加卓越。

8 概述

本附件描述了高级频率管理系统（FMS）的开发，出于许多原因，开发这个系统是一项具有挑战性的任务，包括：

- 定义包括用户界面、工程工具、数据库结构和报告等系统要求时，需要客户和开发公司之间的密切合作。

- 许多 FMS 特性的定义基于现有软件的特性或现有数据的结构。
- 客户的专业技能和经验对于定义软件接口、工程和财政算法、数据元素和报告格式至关重要。
- FMS 集成了一大组来自各种渠道的原有代码，这些代码包括了若干种计算机语言，它们直接出现或以经过修改的表格形式出现。
- 必须进行数据处理，以便将数据转入统一的数据库中。

尽管面临着这些挑战，一个完美的、统一的、集成的频谱管理系统已经开发出来了。在客户所在地运行系统后，系统移交给了客户，客户正用它产生效益。通过使用 FMS，客户提高了工作效率，并且能够快速而准确地完成以往艰巨的任务。

第 7 章 附件 7

秘鲁的国家频谱管理和监控系统

1 引言

本附件将介绍秘鲁实施频谱管理和监控系统的经验，通过系统实施，秘鲁交通与通信部（MTC）（www.mtc.gob.pe）获得了益处。项目由国际电联（www.itu.int）进行管理，目的是使 MTC 受益。项目的主承包商是法国的 THALES 通信公司（TCC）（www.thalesgroup.com），其中的频谱监控系统由 TCC 公司提供，而频谱管理系统，也就是 ELLIPSE 频谱，由 Cril 电信软件公司（CTS）提供，它是法国一个专门提供自动频谱管理系统和电信运营商软件解决方案的软件公司（www.criltelecom.com）。

1.1 系统描述

项目包括实现一个完整的“交钥匙般的”系统，系统交付给秘鲁，用于 1 个位于首都利马城的国家中心和 6 个地区中心，2002 年完成第一期工程，系统可能扩展至其他地区。下面的图 7.15 给出了现有网络的体系结构。

国家中心包括：

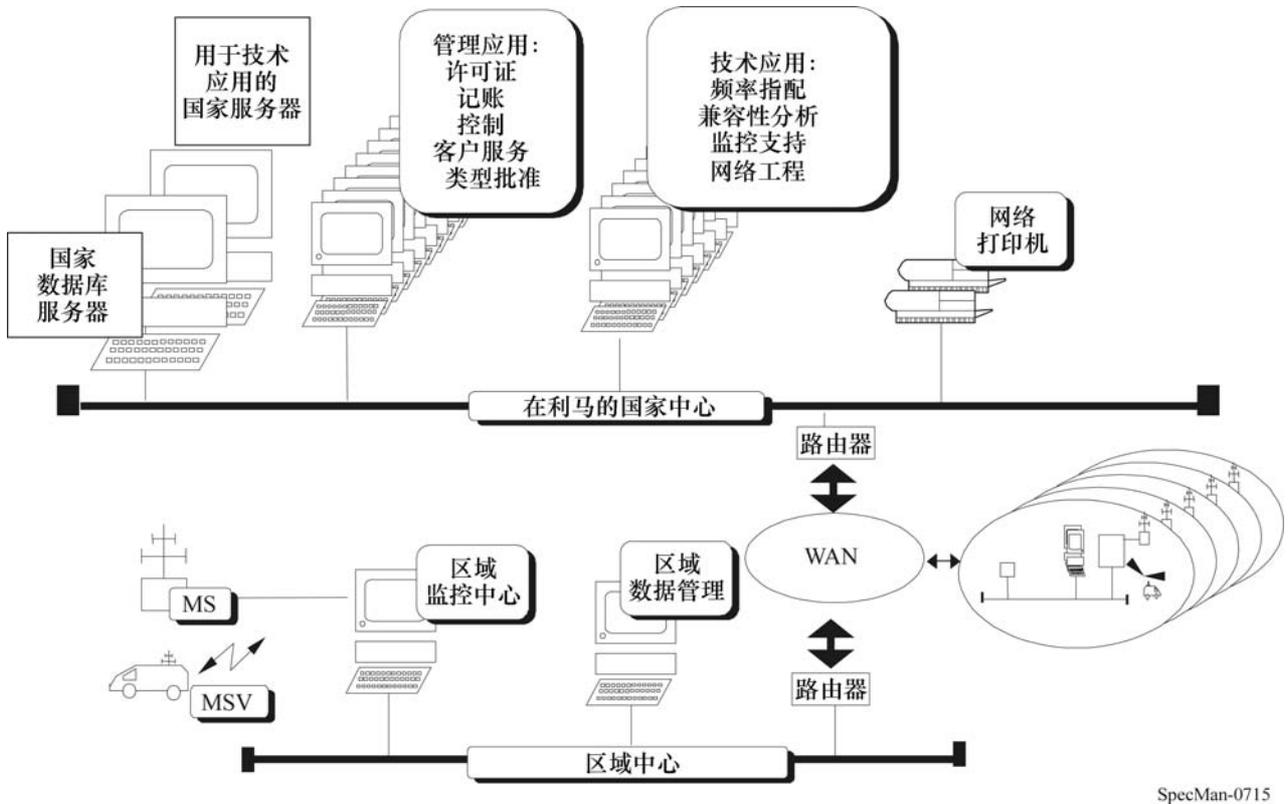
- 频谱管理和监控软件：
 - 国家数据库；
 - 技术分析工具；
 - 管理工具；
 - 与监控系统的接口；
 - 国家监控软件。

区域性中心包括：

- 频谱管理和监控软件：管理工具与监控频谱软件的接口；
- 设备。

图 7.15

秘鲁的频谱管理系统和监控系统总体结构



1.2 交通和通信部期望的益处

有了这个充分集成的系统，MTC 计划依据 ITU-R 建议书，尤其依据 ITU-R SM. 1537 建议书，对其国家无线电频谱进行高效的管理和监控。

实际上，电信网络已经重组一段很长时间了，作为基础设施的一部分，它是国家发展和实现现代化不可缺少的一部分。无线电频谱是一个有价值的、稀有的和有限的资源。这一事实带来的结果是，任何国家的社会、文化、工业和经济发展都与日益增长的新电信业务需求有关，而这又转化为对频谱空间的需求日益增长。只有通过对频谱的明智使用和谨慎管理，这些合法的业务需求才能满足。无线电频谱也是国家安全、国防和安全的核心。

频谱管理是重要的，原因是无线电频谱已成为一项重要的国家资源，同有形的物理资源一样重要，如人力、自然资源、交通、网络等等。随着无线电波的应用变得越来越广泛，无线电频谱的管理变得日益复杂和困难。MTC 期望提供的频谱管理和监控系统有助于满足频谱用户和主管部门的需要。

该系统应在以下主要活动中为 MTC 提供帮助：

- 政策与规定；
- 国际大会和会议的协调；
- 频率的规划、分配和指配；
- 许可证发放、记账和通告自动更新；
- 频率协调和通告；
- 工程支持（电磁兼容性分析、载波干扰比（C/I）计算、传播预测）；
- 检查、频谱控制、监督和监控；
- 统计和高级报告；
- 度量和定位符合 ITU-R 频谱监控手册要求的发射机。

这些活动在秘鲁的首都利马进行，其中一些活动在 6 个地区中心进行。

2 频谱管理系统陈述

2.1 项目实施

实施这样一个项目需要制定不同阶段的计划。第一阶段涉及位于首都利马的国家中心，第二阶段和第三阶段包括 6 个地区中心，其他的阶段还在计划中。

2.2 系统描述

自动频谱管理系统，ELLIPSE 频谱，其设计目的是，依据国家法规、无线电通信规则以及国际电联报告和建议书，为 MTC 的频谱管理任务提供帮助。

大多数的管理和技术问题以及频谱管理活动主要基于 ITU-R SM.1370 建议书和相关国际电联出版物的指导原则。

包括以下活动：

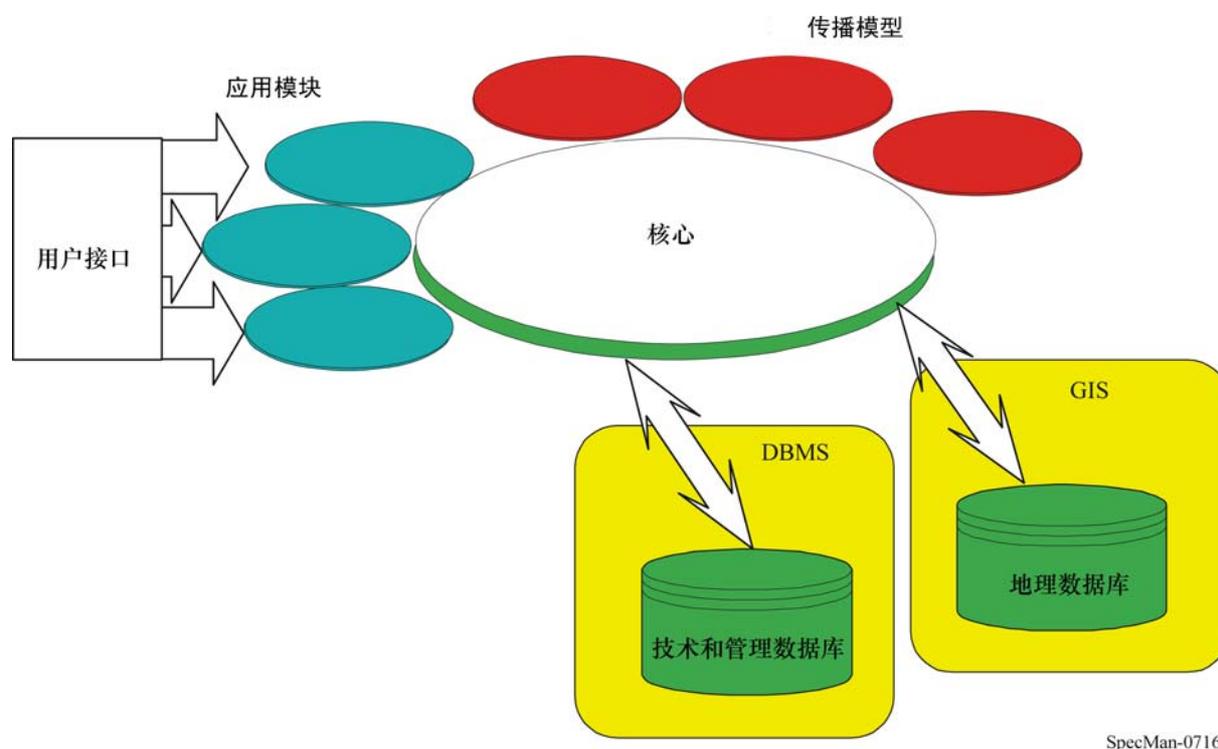
- 工作流程管理和处理；
- 管理任务自动化；
- 频率计划定义；
- 频率分配；
- 频率指配；
- 许可证发放和同意意见签署；
- 设备类型批准和认证；
- 记账、费用处理和自动化的更新通告；
- 国际协调和通告；
- 频谱工程、覆盖预测、电磁兼容性分析、载波干扰比（*C/I*）计算；
- 投诉管理、检查计划和频谱控制；
- 频谱管理和频谱监控系统之间的接口；
- 统计和高级报告。

系统的主要技术特点如下：

- 集成的频谱管理系统，用于管理任务和技术任务的软件包和数据库；
- 与国际电联建议书和报告的兼容性；
- 国际协调协议；
- 几个功能强大的传播模型；
- 工程分析、电磁兼容性分析（EMC）和载波干扰比（*C/I*）分析；
- 功能强大的关系型数据库系统（ORACLE）；
- 功能强大的图形化用户界面（GUI）系统；
- 功能强大的地理信息系统（GIS）；
- 灵活、易用、可靠的系统；
- 多用户和多任务的系统；
- 具有多语言、多窗口、客户机/服务器环境等特点；
- 多平台、体系结构开放的系统。

系统由不同的功能实体组成，如下图所示：

图 7.16
系统功能框图



用户界面允许人/机接口。

内核是用于管理所有系统共享资源和外部资源（硬件、操作系统和中间件）的功能模块，并使之能够用于应用程序。

技术和管理数据库使用 ORACLE 作为关系型数据库管理系统（RDBMS），由管理和技术应用程序来使用。

GIS（地理信息系统）使用**地理数据库**来管理可用的地理信息。

传播模型用来计算传播预测和场强。这些模型可以使用来自可用的地理数据和地理信息系统的数据参数。

应用模块是分配给特定任务的功能实体，它们使用内核功能。

系统是多用户和多任务的，而且它是一个多语言和多窗口的客户机/服务器环境。

菜单的组织使用一个基于任务的方法，这简化和优化了对应用的理解和使用。

2.3 系统用户管理和安全管理

出于众多不同的理由，安全管理对 MTC 来说是至关重要的一点，理由包括：

- 来自 MTC 中不同部门的几个人可能都使用该系统；
- 并非每个用户都具有执行所有可用之操作的权限；
- 财政记录保留在数据库中；
- 等等。

系统实施时考虑了以下问题：

- 每个用户必须由系统管理员在系统内定义；
- 用户鉴别的最初层面由工作站的操作系统提供，以决定哪个用户可以访问系统；
- 用户鉴别的第二个层面由应用程序通过关系型数据库管理系统（ORACLE）的访问控制来提供；
- 用户鉴别的第二个层面由赋予数据处理的权限来管理。

2.4 管理功能

系统按照 MTC 的要求提供管理功能，如下所示：

- 数据输入接口和数据定义；
- 频谱用户管理；
- 工作流程管理和处理；
- 国际协调管理；
- 设备类型的批准和认证；
- 许可证发放；
- 记账、费用处理和自动通告更新。

2.4.1 数据输入接口和数据定义

接口使用户能够输入管理数据、技术应用要用的技术数据以及参考数据，包括国际电联业务、频率计划和频带、库值等等。该接口用于帮助系统操作员完成日常工作。

2.4.2 频谱用户管理

频谱用户指的是物理的人或合法实体，他们持有频谱用户许可证或认证证书。系统管理所有与频谱用户相关的数据。

2.4.3 工作流程管理和处理

系统允许定义不同的 MTC 部门和实体之间的过程，它们与申请处理、许可证发放、认证证书和许可证发放、费用处理和记账、国际协调、通告和工程等相关。

2.4.4 国际协调管理

无线电频率不局限于地理政治边界，因此，在区域和国际层面上对频率指配进行协调是重要的。为了实现这一任务，MTC 应该：

- 维护一个准确的频率管理数据库；
- 能够执行要求的技术分析；
- 与周边国家协调频率分配，协调的方式可以是直接协调（双边协议）、或在区域基础上协调（区域协议，如通过 CITELE）、或在国际层面上协调（通过 ITU 和其他国际组织）；
- 就频率共享与周边国家进行谈判，以便达成双边协议。

ELLIPSE 频谱允许 MTC 操作员采用相关的国际协调协议来产生相关的、相应业务所需的国际电联电子形式或纸质形式的通告表。

2.4.5 设备类型批准和认证

该模块用于管理类型经过批准的无线电设备及其基于国家和国际标准的认证证书。设备认证证书以要求的格式进行打印。

2.4.6 许可证发放

许可证发放和通告程序应基于国家政策与法规。MTC 应该能够：

- 建立国家许可证发放和通告准则；
- 建立国家许可证发放和通告程序与过程：
 - 建立每种业务类型（业余、水上、航空、陆地移动、广播等）特定的许可证发放程序和过程、电台（固定的、移动的、便携式的等）和用户（政府、安全、私营等）。程序和过程包括从提交申请表给 MTC 直至获得恰当的许可证的各个不同步骤和行动。

- 建立发放许可证步骤和过程指每种类型的业务、站点和用户。步骤和过程包括通告新的分配、发布新的许可证、更新期满的许可证、修改现有的分配、取消许可证等所需的不同的阶段和行动。
- 维护一个准确、最新的许可证发放数据库和通告跟踪记录。正如前面提到的那样，这些数据库及其后续行动需要进行计算。许可证发放基于成功的指配；
- 生成恰当的、所需的报告和统计结果；
- 开发新的许可证申请表格和许可证格式；
- 根据国家无线电通信法案定义一系列许可证类别、一个详细的用于许可证发放过程和程序的框架、一个详细的基于业务类型、电台、用户、覆盖范围、带宽等的许可证费用计划和结构。

该模块实现对许可证分配过程的完整管理。MTC 中的许可证类型决定了若干参数，如有效期、可打印的模板和费用。许可证按要求的格式进行打印。

2.4.7 记账、费用处理和自动化的更新通告

该模块的特点是存有所有发票开具信息：开出的发票、支付的发票、未付的费用等等。当许可证已经分配了或修改了，发票开具的详细信息将保存起来，并使用存在数据库中的参数对费用进行计算。取决于业务，可以开具几种类型的发票。费用可能取决于若干参数，如电台数量、电台功率、移动电台数量等等。而后打印发票并交给用户。

系统使用罚款和利息数据库管理付款、欠款和收费，可以计算客户的债务。发票按要求的格式进行打印。

2.5 技术分析工具

MTC 秘鲁采用以下技术模块：

- 技术接口数据输入；
- 工程分析、电磁兼容性（EMC）分析和载波干扰比（*CI*）分析；
- 频率指配。

2.5.1 技术接口数据输入

提供了一个基于图形用户接口（GUI）概念的用户友好的界面，允许可视化地理解包含在屏幕中的所有元素。目的是允许系统操作员在一个高效且安全的环境中工作。应用程序菜单通常以一种基于任务的方式进行组织，例如，接口数据管理用来创建和编辑站点和电台，以及在进行仿真计算之前选择它们等等。

2.5.2 工程、电磁兼容性 (EMC) 和载波/干扰比 (C/I) 分析

作为秘鲁负责频率管理的主管部门，MTC 应该：

- 基于工程支持提供的技术分析和规划，制定相应的政策与规定；
- 基于来自工程支持的数据和研究结果，准备和协调国际大会与会议；
- 建立工程实验室，拥有测试、维护、校准设备；可以开展研究、开发和学习等；
- 维持一个最新的类型经过批准的、技术上可接受的设备列表；
- 基于技术参数、研究和分析来协调、指配和将许可证发放给频率/无线电台，参数、研究和分析包括：EMC 和干扰分析，以及系统工程验证；
 - EMC 和干扰分析的目的是对提议之频率指配对现有频率指配环境的影响（在国家层面上和在国际层面上）进行研究。EMC 和干扰分析包括 4 个主要步骤：
 - 根据提议之站点周围的地理区域和候选频率频道周围的频率范围选择现有的频率；
 - 确定可接受的干扰级别；
 - 确定从现有各频率指配到所研究站点的干扰级别；
 - 报告潜在的干扰情况；
- 在执行 EMC 分析之前，应该执行系统工程，以便对给定网络设计的最低合理性要求进行评估。尽管执行完整的系统设计不是 MTC 应做的工作。系统工程的目的是确保设备的技术参数与提议之站点的操作类型一致、充分和最优；
- 基于工程支持小组的建议和指南，执行检查和监控活动。

为了帮助 MTC 实现上述任务，ELLIPSE 频谱具备了不同的模块，例如：电台和网络覆盖范围计算、点覆盖范围、路由覆盖范围、EMC 分析、互调积计算、载波干扰比 (C/I) 计算等。

申请操作员可为给定的分析、波段、地区、业务等选择使用不同的传播模型。在这些模型中，包括 CTS 开发的一个专利模型，可以使用当地参数进行校准。

2.5.3 频率指配

MTC 应该能够：

- 维护一个准确且最新的频率指配数据库。随着频率用户和无线电业务数目的不断增加，拥有一个电子数据库、使用最新的关系型数据库管理工具是至关重要的。频率指配基于国家政策和法规以及国家频率规划规则。国家数据库应该包括关于所有国家频率指配的管理、地理和技术信息。
- 合适的话，使用 EMC 分析来确定一个新的频率指配是否会对现有的频率指配造成有害干扰，或确定现有的频率指配是否会对新的频率指配造成有害干扰。
- 基于频率协调和 EMC 分析结果指配频率。
- 在共享基础上指配频率。实际上，无线电频谱是一种有限的资源，MTC 应该鼓励和在不合适的地方应用频谱共享原则。如果提供了足够的分隔空间，可以实现频率共享；如果电台位置之间有足够的分隔空间，可以通过重用同一频率来实现频率共享。空间分隔可以通过控制几个参数来控制，如使用有限的输出有效辐射功率（ERP）、定向的天线、有限的带宽、恰当的滤波等等。频率共享也可以通过共享时间来获得，在这种方案中，同一频率在 24 小时周期内的不同时段分配给不同的用户。

系统用来获得给定站点/频率的准确且全面的干扰分析。它基于对使用不同类型的电台的网络进行建模，以及对干扰源进行分析。提供频率列表用于优化频谱占用，并尽可能减少干扰。

2.6 与频谱监控系统的接口

负责技术性频谱监控任务的操作员能够使用其日常工作需要的频谱管理系统技术数据。操作员也可以使用监控数据来更新频谱管理数据库。

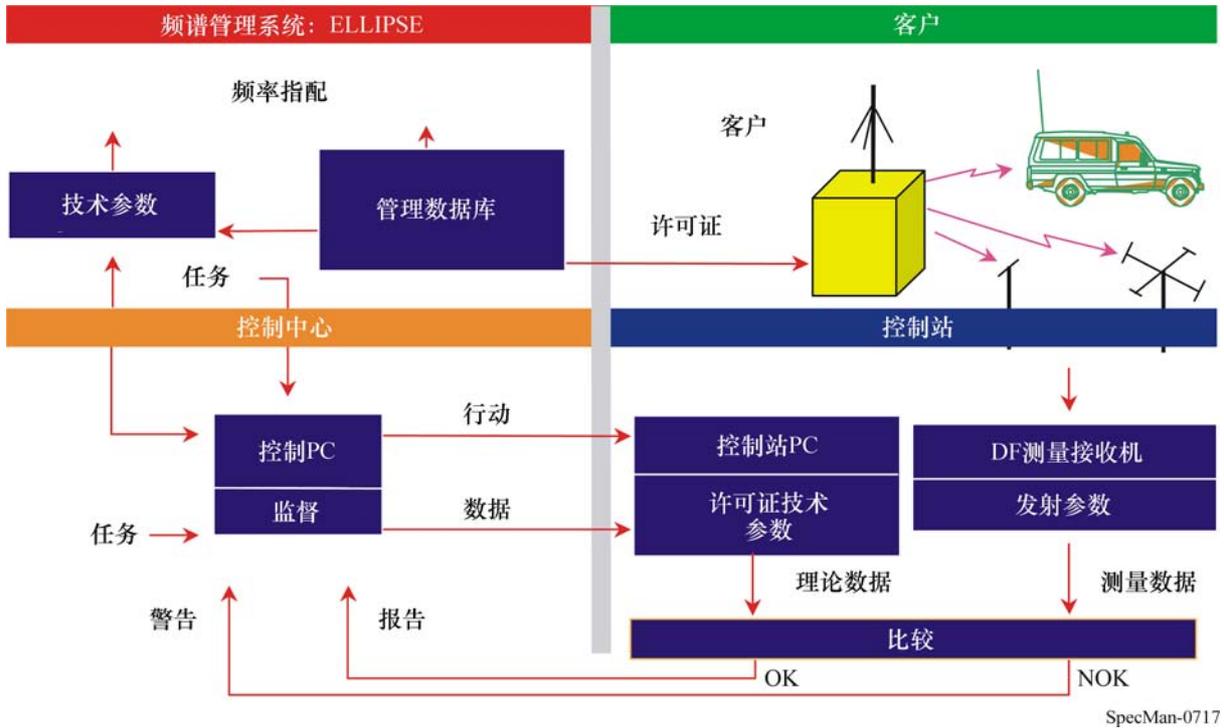
管理系统和监控系统之间的信息交换通过电子文件的传送来完成。管理系统给频谱监控系统发送需要测量的参数表（检查表）。频谱监控系统回送一个与这些参数相关的差异表作为一个输出文件（结果表），以及合适的话，所做测量的结果。

需要考虑两种操作情形：

- 由频谱管理系统操作员发起的技术监控任务；或
- 由频谱监控系统操作员发起的技术监控任务。

这些任务可以从国家中心或每个地区中心发起并发送。

图 7.7
管理系统与监控系统之间的过程与信息交换



2.7 地理信息系统 (GIS)

2.7.1 GIS 工具

依据 ITU-R 的国家频谱管理手册建议书，秘鲁 MTC 中使用了 GIS 工具。GIS 工具提供了一个协调映射工具，可以用来管理所有的基于地理位置的地理数据。

传播模型使用地图数据来预测覆盖范围并进行 EMC 计算。它也可以用来显示网络拓扑配置以及以用户友好方式显示的技术分析结果。

地理信息系统（GIS）使用的不同类型的数据如下所示：

- 数字地形模型或 DTM（每个位置高出海平面的地面等级）；
- 数字海拔模型或 DEM（高出地平面的建筑物高度）；
- 地杂波（湖泊、森林、建筑物、空旷地区等等）；
- 测面法数据库（行政边界、城镇、河流、道路等等）；
- 数字化图像数据库（扫描的地图和正色地图）；
- 国际电联的 IDWM 程序信息（如传导率）。

2.7.2 MTC 地图数据库配置

在此项目框架中提供给秘鲁 MTC 的地图数据如下所示：

- 第一组数据用于整个国家，精度不高；
- 第二组数据覆盖首都利马城，精度非常高。

该配置给人的感觉是方便地实现了精度与成本比率的结合。实际上，它使 MTC 能够对整个国家的情况做出预测，并同时能对首都利马城的情况进行精确计算和分析。该地图数据库可以方便地实现升级，以便于即将到来之新阶段中的其他秘鲁主要城市。

2.8 结束语

在一个组织内引入一个新的过程通常需要有一个适应期和紧密的后续行动，以便为管理人员提供帮助。

当在实施一个计算机化的系统时，这就显得更加重要和敏感。实际上，除了实施或适应新的过程和工作方法外，还需要为通常习惯于纸质工作、手工程序与/或各种非集成化的计算机化应用的系统操作员提供适当的培训。

另外，一个复杂高级的计算机化系统要求有一个完整和精确的数据库，数据库应带有有效的管理、技术和地理信息。因此，数据收集和数据转换过程是其中的一个焦点问题，在实施和启动系统过程中，对 MTC 和 TCC/CTS 都是一个真正的挑战。

这样一个重要而复杂的工程若想取得成功，需要遵循以下重要原则：所有参与方的认真和决心，MTC 和国际电联是一方，THALES 和 CTS 是另一方，需要双方投入精力，投入人力、技术和财政资源，需要所有各方在工程实施和系统运行的各个层面和各个阶段紧密合作。

由于这些先进的频谱管理和频谱监控系统具有很高的效率，MTC 现在已经拥有所需的工具，来增强其日常频谱管理和监控任务，并恰当地满足国际和国家规则与建议的要求。未来计划的阶段应有助于分散这一过程。

参 考 资 料

ITU-R Texts

- Rec. ITU-R SM.1048 Design guidelines for a basic automated spectrum management system (BASMS)
- Rec. ITU-R SM.1370 Design guidelines for developing advanced automated spectrum management systems
- Rec. ITU-R SM.1537 Automation and integration of spectrum monitoring systems with automated spectrum management
- Rec. ITU-R SM.1604 Guidelines for a upgraded spectrum management system for developing countries

第 8 章

频谱利用和频谱利用效率的度量

目 录

	页
8.1 引言	286
8.2 计算频谱利用率的第一种方法	286
8.2.1 讨论	287
8.3 计算频谱利用率的第二种方法	290
8.4 评估频谱的经济使用率	291
8.5 应用	291
8.6 卫星系统的频谱利用	291
8.7 频谱利用效率的度量	291
8.7.1 频谱利用效率计算实例	292
8.7.2 频谱质量指数 (SQI) (与需求相关的频谱利用)	294
8.8 频谱利用效率的比值或相对频谱效率	296
8.8.1 讨论	296
8.8.2 陆地移动业务的 RSE 实例	297
8.9 结论	299
参考文献	300
参考资料	301

8.1 引言

频谱利用效率是一个重要的课题，由于频谱是一个具有经济和社会价值的有限的资源，而且因为在很多频带内对频谱的需求在迅速增加。近些年来，许多改进了的和新出现的无线电技术，都能使频谱的有效利用得到相当大的改进。这些新技术有助于满足频谱分配和使用方面不断增长的需求。对不同系统或业务，频谱利用效率的度量方法是不同的。例如，点对点的通信系统频谱效率的计算不同于卫星或陆地移动通信系统。因此，频谱效率的比较只能在类似系统和特定的频带或频道中进行。在规定时间外对相同系统频谱效率或利用进行比较是有益的，能使我们看到在所研究的特定地区是否有任何改进。

应该注意的是，尽管频谱利用效率是一个重要因素，但是它并不是我们应该考虑的惟一因素。在选择技术或系统时还应当考虑其他因素，这包括经济因素、设备的提供、与现有设备和技术的兼容性、系统的可靠性以及其他操作因素。

这些概念的建立前提是，首先建立频谱利用的定义，也就是说，在特定情况下所使用的无线电频谱的数量。接着描述频谱利用效率，也就是使用每一频谱所能获得的通信数量的比率。由于频谱利用效率信息的一个主要用途是用来比较两个建议中的系统的效率，所以定义相对频谱效率（RSE）是必要的。直接确定相对频谱效率的主要好处是计算起来比较容易，给出实际系统的计算例子如下。

8.2 计算频谱利用率的第一种方法

一个无线电系统在一个给定的地点和特定的时间里，使用一个特定带宽内的特定频率工作。为不产生有害干扰或受到干扰，在与工作频率非常接近的频率范围内不能有其他无线电系统工作。但是，无线电系统的覆盖范围并不是无限大的，超过一定的距离，另一个无线电系统可以使用同一频率而对该系统不会产生有害干扰或受到干扰，而且一些无线电系统并不是总处于开机状态。由于它们在不被使用的时候是不会产生或接收干扰的，所以频谱可以被另一个系统所使用。因此应该有一个与发射机有关的时间因子。除了地理和时间隔离外，还有其他几个正如以下讨论的预防干扰的方法。

频谱利用可以被定义为频率带宽、几何（地理）空间以及其他潜在用户不能使用的时间。按照 ITU-R SM.1046 建议书，频谱利用的度量公式为：

$$U = B \times S \times T \quad (8-1)$$

其中：

U ：使用的频谱空间数量（ $\text{Hz} \times \text{m}^3 \times \text{s}$ ）

B ：所使用的频率带宽（详见第 4 章）

S ：几何空间（所需要的和不能使用的）

T ：时间。

8.2.1 讨论

计算频谱利用量的一般方法是假设要在现有的频带内增设发射机和接收机。在给定新增发射机和接收机的技术和操作特性的前提下，新的系统将拒绝什么频率，位置和时间段呢？考虑到现有设备不允许新系统使用的频谱空间，可以计算频谱利用量。没有对新系统特性的说明，就没有惟一确定的频谱利用量。计算频谱利用量的公式（8-1）只是一个一般性的概念公式，在用于特定情况时，还需要进一步细化。显然还缺少可以使用的缺省值或“理想”值。将这一概念应用到给定的系统中是困难的，部分原因是数学公式变得更加具体而且也因为必需给出大量的假设。

发射机和接收机都要使用频率空间。发射机使用的频率不是某些接收机使用（除了它对应的接收机）的，因为这些接收机将会接收到来自这个发射机的干扰。这个区域称为“发射机占用空间”，或简单地称作“发射机空间”。接收机使用的频率空间不是新增发射机使用的邻近空间（假设此接收机是需要干扰保护的），因为在这个空间工作的发射机将引起对接收机正常工作的干扰。这个区域称为“接收机占用空间”，或简称“接收机空间”。注意发射机不会影响其他发射机占用空间。一个发射机的存在不会阻碍其他附近发射机的发射。相类似，接收机不会影响其他接收机占用频率空间。有些计算模型分别计算发射机和接收机的频谱使用量，其他则将它们合在一起来计算。

每个发射机受影响的范围可由频率、空间和时间（如合适，调制）来形容，该发射机拒绝使用接收机使用的相邻频率（带宽）、地理位置（空间）和时间。发射机影响的范围可能是一个相对圆的或是方向性极强的（由于窄波束高增益接收或发射天线）的区域。同样，每个接收机也被一个影响的区域包围着，在该

区域内其他发射机不能在不干扰情况下使用。这些幻想计划的总和就是系统使用频谱空间的数量。剩余的位置—频率—时间量没有使用，可以被参考系统中指定类型的发射机和接收机使用。

“接收机”空间视为，在这空间内，假设的参考发射机的存在会引起对接收机的干扰。假设接收机的位置与接收机的其他特性是已知的，但是在占用空间以内不许使用的参考发射机应有什么样的特性呢？假如只有一种类型的系统使用那个频带，那么一个比较合理的选择是使用与该系统相关的发射机的特性。（当在这一段中讨论“发射机特性”时，应包括一般发射机系统所有的总特性，包括频率、带宽、功率、天线特性图、天线指向角（如果有）、调制特性、工作周期和编码等等。这些特性中的一些特性将在“*B*”带宽中体现，另一些体现在“*S*”空间中，另一些将体现在“*T*”时间中。）

也许可以做一种分析来确定在给定的频带中未使用的频谱。可以使用不同的工程模型，即：使用一个较保守的模型—参考发射机的天线不对着接收机天线。在分析知道不经过任何工程设计有多少频谱可被使用时，选择可能的最保守的模型（天线对准接收机）。例如，在分析发现预留多少频谱与规划中的个人通信系统（PCS）共享时，我们使用 PCS 系统的特性作为参考发射机和接收机的特性。

对有多少频谱被使用没有一个简单的答案，它取决于在现有的使用中还需要什么以及寻求工程分析新系统使用时是多么困难。

具体计算

公式（8-1）将计算分为频率、几何空间和时间三维因子。建议什么类型的因子应该被考虑，而不限制考虑其他因子，或者建议这些因子彼此之间有明显的界线。

频率空间

这个因子包含 RF 和 IF 带通滤波器的效应、发射机调制特性包括正交调制、发射机占用带宽、偏频抑制特性、信号处理以及可允许信号干扰（*S/I*）比和编码。这里还包括谐波和其他杂散响应。总之，所有影响无线电系统中由频率决定的部分都应包括在本节中。

几何空间

这个因子意指包含所有与几何空间有关的因素，其中包括系统各组成部分的物理位置、指向角和与发射和接收天线有关的的天线方向图。尽管几何空间总是一个空间体通常所关注的事例空间少于三维。

例如，卫星系统的几何空间可以是一个锥形体，无论是以全球波束还是点波束加以说明，或者是一个三维室内系统的情况，垂直复用距离决定了系统的频谱需求。另外一个例子是，诸如陆地移动系统和点对点通信系统的地面应用区域的空间。感兴趣的空间也可能是一个围绕某一点的扇区（就像可能围绕方向性强的天线）。天线极化隔离应该被作为天线特性的一部分来处理。

在计算无线电波穿越某一地理空间信号损耗时，使用的传播模型将会影响几何空间因子。更复杂的模式可能需要作为传播模型一部分的地面数据库。

时间

最后一个因子是时间。这里包括所有与占空因子有关的因素，在如雷达或类似知道的占空因子的系统中尤为重要。也许是最容易考虑一个旋转雷达天线作为一个间歇时间响应天线，尽管天线的旋转和窄波束天线明显是几何因子的一部分。雷达脉冲调制的占空因子或是时分多址（TDMA）信号可以作为时间因子或作为可允许 S/I 保护比的一部分考虑到频率因子中。

在所有时间都需要工作的广播系统中，时间因子是“惟一”的。如果考虑了时间，那么增加效率的可能性就很大。

频谱占用度

与时间因子密切相关的是无线电信道的频谱占用度。频谱占用度的数据提供了各频道实际使用水平的信息。一个消息是由一系列时间间歇分开的基站发射和移动台发射组成。

由于一个信道在这样一个消息整个时长中，不能提供给其他的用户使用，因此，表明信道使用水平为特征的占用率就是该消息的占用度。频谱占用度的定义是在给定的时间里信道被这一消息占用的时间百分比。

一个特定信道的消息占用率 O_p 是基站发射占用率 O_b ，移动台发射占用率 O_{mt} ，和发射间隙 O_g 的总和。使用断点来区分发射间隙和消息时间。ITU-R SM.1536 建议书描述了此数据的度量技术。频谱占用度数据为评估无线电系统的频谱使用和效率提供了有用的信息。

所需要的数据库和模型

计算频谱使用和效率需要大量的数据，要从所要计算的频率范围和地理区域内的所有现存发射机和接收机的技术特性和位置开始计算。这意味着我们需要详细的最新的频率管理数据库。另外，还需要其他信

息和模型，诸如在该频带中的参考系统和现有系统所需信号和信号干扰比模型。最后，需要真实的传播模型来计算有用信号和无用信号的路径损耗。按照传播模型所需的精确度，可能还要地形数据库。无论选择在什么样的地理区域内计算，都将需要这些数据。

总体计算

频谱利用率的计算可能是针对一对发射机和接收机的，也可能是针对与许多发射机和接收机有关的整个系统的计算，还可能是针对分布一个较大区域（例如一个大都市区域）内的整个频带进行计算。如果所选择分析的区域过小，那么计算结果可能会受到过多的“边界效应”和在统计上很大可能对更大区域没有代表性。如果所选择的区域过大，可能会因为计算机计算时间过长和所需数据库过大以至于所做的分析不具可行性。无论选择哪种区域，重要的是按照所选择的参考模型来进行符合实际的假设，对接收区和发射区都给予同样的重视。

频谱利用的定义，就像这里所定义的，是代表所考虑的整个区域内使用的频谱空间数量的一个单一数字。因为它的总值是每个点值的总和，画出显示中间值的等值线图和积分曲线图是有用的。在计算结果的例子中可能包括在每一个点值所使用的（不允许其他系统使用的）和没有使用的（可用于参考系统的）频率的百分比。表明中间值的图形会是有用的，它便于了解哪一地区和哪一部分频带是拥挤的，以便对解决这些区域中的问题给予特别的重视。其他类型的业务可能提出特别的中间值，这对某些频带的使用有助于给出特殊的提示。

8.3 计算频谱利用率的第二种方法

频谱利用率可以使用其他方法来估算，这实质上是 ITU-R SM.1599 建议书所述方法的逻辑延伸。它是建立在重新指派工作中的无线电台频率特别程序基础之上[Kovtunova *et al.*, 1999]并且包含由公式 $Z = \Delta F / \Delta F_0$ 给出的频谱利用率指示值，其中 ΔF 是允许上述操作设备工作所需要的最小必要频带， ΔF_0 是进行分析的频带而且工作中的无线电台实际工作频率置于其中。该计算是根据 ΔF 通过使用“最近邻居”来解决“旅行推销员”问题的方法来确定。使用最佳（或者近似最佳）频率重新指派运算法则将给出频谱利用率更低限值。为了获得实际数值， ΔF 由另一程序来确定，该程序为国家频率登记表中频率指配数据选择了频率重新指派的运算法则[Zolotov *et al.*, 2001]。这种方法的好处是允许不同频带进行比较，即使它们正被不同业务的无线电台使用并且不需要任何特别的标准资源。

8.4 评估频谱的经济使用率

经济因素是频谱有效利用的重要组成部分。除了无线电台的技术特性外，频谱利用的经济因素某种程度上主要是规划（或协调）机构使用最佳（或近似最佳）的方法为操作系统指配频率而确定的。这样，有可能从比率 $\eta = Z_{opt} / Z_{real}$ 确定频谱利用（或者进行频率指配的效率）的经济因素，其中 Z_{opt} 是操作系统的频谱利用因子，当它们的频率根据最佳（或近似最佳）运算法则指配而得到，并且 Z_{real} 是那些基于实际频率指配的系统频谱利用因子。 Z_{opt} 和 Z_{real} 数值可使用第一种方法（§ 8.2 和 ITU-R SM.1599 建议书）或第二种方法（§ 8.3）来计算。

8.5 应用

有七种度量频谱利用率的方法能够被主管部门[Haines, 1989]使用，它们包括：

- 频谱利用图能够显示频谱拥挤的地区，在这些地区里，为确保频谱的有效使用，必须有严格的标准和广泛的协调；
- 对在每个区域内的不同频带的使用密度进行数量比较，增加特别业务频谱划分规划；
- 定期计算每个频带内频谱使用情况，以发现用于制定频谱战略规划的趋势。

8.6 卫星系统的频谱利用

关于轨道/频谱资源使用的讨论于 2002 年在日内瓦通过的 ITU-R 卫星通信手册（卫星固定业务）§ 2.3 中可以找到。

8.7 频谱利用效率的度量

频谱利用效率定义为所传送的信息与频谱利用率的比：

$$SUE = M/U = M / (B \times S \times T) \quad (8-2)$$

其中：

M ：是所传送的信息量

U ：是频谱利用量（见公式（8-1））。

频谱利用效率是对一个系统如何有效利用频谱进行的技术度量。频谱利用效率的公式是一个一般性的概念公式，在应用到具体问题之前，必须要加入具体的数据。

系统传送的信息量， M ，对一些系统可以被定量为波特率，或者 MB/s 单位等等。这也许不是一个简单的事，因为描述雷达中模拟信道的信息速率是困难的，例如，可能使用的备用系统，像洪水告警系统。雷达屏幕上没有飞机或有飞机是否传送相同的信息量？在没有洪水时，有多少信息在洪水告警系统上传送？这些问题表明在给传送的信息量上分配一个数值存在一些困难。

根据信息论原理[Gallager, 1968]，用户或接收者在一个通信信道接收到一个有用信息的通信容量 (C_0) (或被传输的信息量) 由下列关系式确定：

$$C_0 = F_0 \ln(1 + p_0) \quad (8-3a)$$

其中， F_0 是有用信号的带宽， p_0 是接收机输出的信/噪比。

如果接收机输入处的信噪比等于保护比 p_s ，信号被传送的通信信道带宽等于 F_m ，那么按照 ITU-R SM.1046 建议书，信道的通信容量是：

$$C_p = F_m \ln(1 + p_s) \quad (8-3b)$$

还有一种方法简单一些，即将结论表示为每单位频谱提供的业务量单位数量如爱尔兰、模拟信道数或雷达信道数。

频谱利用效率的度量随着系统和业务的不同而不同。例如，频谱空间 S 在公式 (8-1) 中，对于点对点、卫星系统或陆地移动系统是不同的。不同系统的 SUE 的比较由于参考框架的不同而变得没有意义。但是公式 (8-1) 可能适应特定的系统类型，也可在相同的系统类型中进行比较。

8.7.1 频谱利用效率计算实例

8.7.1.1 蜂窝和微微蜂窝无线电系统

有较小的蜂窝区的蜂窝无线电系统可以支持更多的全面业务。蜂窝区直径小于 1 km 数量级或更小的微微蜂窝系统的概念早在十九世纪八十年代就提出了。这些系统有相当大的业务承载能力而且已经被用来支持城市的个人通信。

室内环境的个人通信的需求也已经出现。因为需要较小的覆盖区和较低的功率，所以室内系统甚至可能比微蜂窝系统更小。这些系统每个蜂窝小区直径以几十米为单位，而且能提供比蜂窝无线电系统更大的系统容量。

根据公式(8-1)，蜂窝或微微蜂窝无线电系统的频谱利用效率能够用爱尔兰带宽和地区[Hatfield, 1977]来表示：

$$\text{效率} = \frac{\text{传送的信息量 (E)}}{\text{带宽 (Hz)} \times \text{地区 (m}^2\text{)}} \quad (8-4)$$

其中传送的信息量是系统所承载的全部业务量，带宽是系统所使用的全部频谱数量，地区是系统所覆盖的全部服务区的面积。

8.7.1.2 广播和陆地移动通信系统

这些系统频谱使用效率的可用指标是一个扇形变量：

$$\bar{E} = f(UEF, Z)$$

其中：

UEF：通过所述系统使用频谱，度量出“可用效应”的因子

Z：给出在得到可用效应时的频谱利用率。

所述系统这两个因子的组成在[Pastukh *et.al.*, 2002]中有描述。

声音和电视广播系统

可将“可用效应”因子作为单个用户能接收到的广播或电视频道的平均数， k_{mean} 。对于由 *I* 基本面积组成的地区，用下列公式表示：

$$UEF = k_{mean} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^I n_i k_i$$

其中：

n_i ：在第 *i* 个面积单元的单个用户数

k_i ：在第 *i* 个面积单元内可接收到的广播或电视频道数

N：在所述地区单个用户的总数。

陆地移动通信系统

当用户通过无线电同位于该地区任何部位的其他用户进行通信时，陆地移动通信系统才可以找到其使用的可能性。可使用下列公式计算可用效应：

$$UEF = \left(\frac{N_{sub}}{N} \right) \left(\frac{S_{serv}}{S} \right)$$

其中：

N 和 S ：分别是居住在所述地理地区单个用户数和地理地区面积

N_{sub} ：移动通信系统用户数

S_{serv} ：这些系统覆盖的业务区。

该方法应用于广播和陆地移动系统的附加信息呈现在[Pastukh *et al.*, 2002]。

8.7.2 频谱质量指数 (SQI) (与需求相关的频谱利用)

频谱利用效率也可以根据实际的信道占用情况或系统承载的实际业务量来进行计算。这给出一种直接度量传送信息量的方法。频谱质量指数 (SQI) 概念是通过考虑占用频谱、频谱价值以及无法使用的频谱，提供了一个在给定区域某个频带内的无线电系统或业务频谱利用效率的度量方法。

8.7.2.1 频谱质量的度量

频谱价值系数 Γ

在特定业务中，对无线电频谱的需求在整个地理地区的分布是不相同的。例如，在陆地移动业务中，需求集中在城市地区且需求峰值点在都市中心，据此，频谱在高需求地区的价值比在低需求地区要高。频谱在没有需求的地区是没有价值的。被禁用的频谱在频谱高需求的地区比荒凉的地区要更为关键。

在市区人们不可能知道某些频谱的实际需求。因为潜在用户知道这个频带是饱和的或者因为管理规定的限制，即使有在某一频带开展业务的需要，也可能不提出许可申请。但是，在某一地区被占用的频谱单位的数量可以作为相对需求的首个近似值。

为了理解频谱价值系数 Γ ，考虑一个被空间 V 所覆盖的地理区域。让 V 分成相等的立方体，每一立方体的需求是不同的，且由每一立方体（时间、频率和空间的乘积）所占用的频谱单位数所代表。一个立方体的需求越大，频谱价值系数越高。这个值在数学上被表示为 Γ ，取值范围从 0.0 到 1.0，值越大代表频谱价值越高。从数学上讲，立方体 $\Gamma(n)$ 内的频谱价值系数与在这立方体内所需的频谱单位的数目 $\beta_i(n)$ 成正比。据此：

$$\Gamma(n) = \beta_i(n) / \beta_{total}$$

其中：

β_{total} ：是空间 V 内的全部需求。

频谱质量指数 (SQI)

频谱质量指数作为一个相对度量值，用来对相同无线电业务的频谱利用效率进行比较。据此由下列关系式给出：

$$\begin{aligned} \text{SQI} &= \frac{\text{全部加权的占用频谱}}{\text{全部加权的(占用+禁用)频谱}} && \text{或} \\ \text{SQI} &= \frac{\sum \Gamma(n) \beta_i(n)}{\sum \Gamma(n) \{ \beta_i(n) + D_i(n) \}} && (8-5) \end{aligned}$$

其中 $D_i(n)$ 是在立方体 n 中除通信所占频谱以外被禁用的频谱单位的数量， $D_i(n)$ 被称为“禁用频谱”。

据此，将“频谱价值”因子 Γ 包含在 SQI 的计算中，有效地反映了相关频谱在所关心区域内的需求分配。因此，这个模型提供了频谱是如何被有效管理以满足需求的指示，而且可以用来评估频谱利用率。

SQI 的应用

SQI 可以被用做在特定业务和特定区域中进行绝对度量以及比较度量。在所有系统参数已知时，可使用绝对度量。

在比较度量中，对于特定业务的不同的设计或技术，比如扩谱与 FDMA/FM 或数字与模拟调制等可以进行比较。在不同种业务中使用的同一种技术不能用 SQI 去比较，因为两种不同业务的模型可能是不同的。

有多种因素影响频谱质量，例如：

- 传播特性；
- 需求分配；
- 可用的技术；
- 性能要求（业务等级）。

8.8 频谱利用效率的比值或相对频谱效率

像在前面几节所描述的，可以对不同系统计算其 SUE 值，实际上也可以将它们进行比较来获得系统的相对频谱效率（RSE），即可用于分析频谱使用的度量标准。然而，这样的比较必须慎重进行。相对频谱效率（RSE）的量值定义为两个频谱利用效率（SUEs）的比，其中之一可能是作为比较标准的系统的效率。

在这个例子中：

$$RSE = \frac{SUE}{SUE\ std} \quad (8-6)$$

其中：

SUE std: “标准”系统的频谱利用效率

SUE: 实际系统的频谱利用效率。

可能作为标准系统的候选是：

- 实际可能建立起来的最有效的系统；
- 可以容易定义和理解的系统；或
- 被广泛使用的系统，即事实上的行业标准。

RSE 是一个从 0 到无穷大的正数。如果标准系统被选择作为一个理想或最有效的系统，那么 RSE 将是在 0 到 1 之间。

8.8.1 讨论

RSE 的概念可以有效地用来比较可提供相同业务的两个系统，因为可以选择两者可比的参数。在这种情况下，两个 SUE 计算值之比可能比两个效率值本身更有用。例如，两个 SUE 值的比可以表明，系统 A 效率是系统 B 的两倍（仅使用频谱空间的一半或发射两倍的信息）。

直接计算 RSE 的主要优点是，它计算起来经常比计算 SUE 容易得多。由于该系统提供相同的业务，它们将通常有许多系数（有时甚至是结构组成上）相同。这意味着需要实际计算前许多系数将在计算中省掉。通常这将大大地降低计算的复杂程度。

例如，[Bykhovsky, 1979]和[Bykhovsky 和 Pavliouk, 1986 和 1987]提出了一个标准，该标准是基于将一个实际无线网络传输给定的信息（即提供给定数量的通信量或广播信道）所需的频率带宽（ F_c ）与有相同的通信容量的理想无线电系统所需的最佳频率带宽（ F_{opt} ）进行比较。这个频谱利用效率的标准由表达式（ M_u ）= F_{opt} / F_c 来定义。这样的一个理想系统将给频谱一个最佳的使用和获得理想的特性（从发射机无用辐射、接收机无效接收特性和天线参数等角度看）。在表达式（8-3a）和（8-3b）的基础上，这样的一个理想无线电系统的特性可以被表达为：

$$P_s = (1 + p_0)^{F_0 / F_m} - 1 \quad (8-7)$$

如果 RSE 因子减少到只有一个参数，还不能完全理解该概念。例如，在固定微波链路上使用高电平数字调制（256-QAM）与低电平调制（16-QAM）相比，可以大大减少频率带宽[Hinkle and Farrar, 1989]。对所需带宽进行简单的比较，可以看出 256-QAM 系统的频谱效率是 16-QAM 系统的 4 倍。但是一个更深入的测试表明 256-QAM 系统需要较大的 S/N 比，且容忍干扰的能力差。更大的抗干扰能力需要失去从更小的带宽中获得好处，256-QAM 系统的效率实际上要比 16-QAM 系统的更低。

前面一段指出，需要估价所有计算 RSU 系数所用到的因子，而不是仅仅使 RSE 建立在一个显见的因子上。另一个重要的方面是计算整个频带内的 RSE，而不是仅仅对一个链路或一个系统进行计算。

8.8.2 陆地移动业务的 RSE 实例

参考公式（8-6）中的 RSE 的定义，可以采纳使用近似最佳指配策略的参考系统。这个策略的详细内容在[Deffour 和 DeCouvreur, 1989]，[Delfour 和 Towmj, 1991]中进行了描述。为陆地移动调度业务开发了一个近似最佳的指配策略（NOAS），在这个业务中，典型的调度用户是出租车、警察和投递业务等。它们的系统由基站和工作在特定覆盖区的与其相关的移动台组成。根据移动台的数量，调度业务也许要与其他用户共享其频率。

在已建立起的干扰标准的基础上，近似最佳的指配策略在给定的地理区域内预定的位置上指配最大数量的频率。这个指配策略不仅考虑通信量需求的分配，而且也提出了合理指配位置的灵活性。

在这个模型中，提出下列假设条件：

- 将来的需求很可能按照现在的通信量的统计分布来定。
- 为了分析的目的，把我们关心的地理区域分成相等的方格，方格的尺寸由所研究的频带内所使用的干扰标准来决定。
- 使用的时间单位直接与承载的通信量的平均峰值时间相关。
- 使用的频率单位是计算频带内单个信道的带宽值。
- 频谱单位需求 $\beta_t(n)$ ，在一个方形区内，直接与那个方形区内全部的频率占用 $O_t(n)(E)$ 相关，或者：

$$\beta_t(n) = C O_t(n) \tag{8-8}$$

- 第 (n) 个方形区内的第 (i) 个信道所需要的频谱单位近似为：

$$\beta(n,i) = C O(n,i) \tag{8-9}$$

其中：

C：是常量，由方格的尺寸和所考虑频带内所使用的信道带宽决定。

- 为公共安全和业务使用不同的承载系数。也允许多系统共用系统容量。

在这个模型里，公式变为：

$$RSE = \frac{\text{加权实际占用}}{\text{加权 NOAS 占用}}$$

8.8.2.1 讨论

这个模型采用了特定地理区域与这个区域内的全部业务量需求有关的频谱价值的概念。这个概念也指出，按照频谱的三维属性（带宽、空间和时间），有被禁用的频谱用户。被禁用的频谱数量由其他系统将在该无线系统附近接收的干扰电平决定。这个模型采用实际的需求分布作为平均峰值时间信道负载。

根据以上所描述的模型，可以得出以下结论：

1. 频谱质量取决于城市中心的通信业务量负荷。频谱管理的有效性可以通过主要城市最大业务量中心地区可用的且没有干扰的频率最大数量来度量。
2. 在业务量繁忙的市中心以外进行频率指配时，需要注意避免抢先占用市中心频率指配。
3. 对新的和重新规划的频带，可以使用近似最佳的指配策略来提供最大数量的无干扰频率指配，以满足需求。
4. 近似最佳的频率指配策略能获得较高的频谱质量，而且由于事先选择所关心区域内无干扰的频率，同时简化了频率指配程序。

8.9 结论

上面有关频谱利用量、频谱利用效率（SUE）以及相对频谱效率（RSE）的描述只是计算的开始，最终是要在相同业务中，将一个系统与另一个系统进行比较。可以有很多方法将这一理论加以应用，来解决具体问题。通常，这些特定的应用给出的中间结果，例如，可能以等值线或地理区域对应的参考系统可用频率百分比的累计分布图，来帮助我们认识到哪些位置已经比较拥挤。

已提出了一套基本的度量方法，如果这些方法在技术和财政资源的限制内实施的话，那么将能够把提高频谱利用效率的可能性变为现实：

1. 从减少频率空间大小的观点出发，对决定频率空间大小的电磁系统参数（在开发新的设备和更新无线系统时）进行优化，就可能促进不同业务的频率共用并在给定的区域内容纳更多的网络。
2. 按照无线电系统的标称特性来规划网络，特别要降低发射机功率不必要的“余量”、天线高度、接收信号场强等。
3. 从频谱利用效率的观点出发，使用无线电通信和广播业务的网络结构尽可能地接近理论上的最佳网络。
4. 采用使频带能够得到有效使用的调制技术和设备参数，尽可能地接近相应的“理想无线电系统”所能取得的极限值。
5. 采用与适当系统相关联的时间因子以获得更大的频谱效率。

参 考 文 献

- BYKHOVSKY, M. [1979] Optimalnoe chastotnoe planirovanie odnoproletnykh RRL na selskoi seti (Optimum frequency planning of single section radio-relay links in a rural network). *Electrosvyaz*, 5, p. 47-52.
- BYKHOVSKY, M. and PAVLIOUK, A. [1986] Effectivnost ispolzovania radioresursa v sistemah sukhoputnoi svyazi (Spectrum utilization efficiency in land mobile communication systems). Eighth International Wroclaw Symposium on Electromagnetic Compatibility, p. 1103-1111.
- BYKHOVSKY, M. and PAVLIOUK, A. [1987] Kritery effektivnosti ispolzovania radioresursa v setyah radiosvyazi i veshchaniya (Criterion for efficient spectrum use in communication and broadcasting networks). *Radiotekhnika*, 4, p. 34-38.
- DELFOUR, M. C. and DECOUVREUR, G. A. [August 1989] Interference-free grids – Part I and Part II. *IEEE Trans. on Electromagn. Compati.*, Vol. 31, 3.
- DELFOUR, M. C. and TOWAIJ, S. J. [May 1991] Spectrum quality indicators for the land mobile systems. IEEE Vehic. Techn. Conference, St. Louis, Missouri, United States of America.
- GALLAGER, R. G. [1968] *Information Theory and Reliable Communication*. John Wiley and Sons, New York, London, Sydney, Toronto.
- HAINES, R. H. [1989] An innovative technique for quantifying and mapping spectrum use. 1989 IC&C Executive Forum, Washington, D.C., United States of America.
- HATFIELD, D. N. [August 1977] Measures of spectral efficiency in land mobile radio. *IEEE Trans. On Electromagn. Compati.*, VOL. EMC-19, 3, p. 266-268.
- HINKLE, R. L. and FARRAR, A. A. [May 1989] Spectrum-Conservation Techniques for Fixed Microwave Systems. NTIA Report TR-89-243.
- KOVTUNOVA, I. G., TSVETKOV, S. A. and YAKIMENKO, V. S. [1999] Metodika otsenki zagruzki radiochastotnogo spektra v territorialnom raione (Method of determining utilization of the radio spectrum in a geographical area). *Radiotekhnika*, 6.
- PASTUKH, S. Y., KHARITONOV, N. I., TSVETKOV, S. A. and YAKIMENKO, V. S. [2002] Upravleniye radiochastotnym spektrom i otsenka effektivnosti ego ispolzovania (Radio spectrum management and assessment of utilization efficiency). *Elektrosvyaz*, 12.
- ZOLOTOV, S. I., KOVTUNOVA, I. G., TSVETKOV, S. A. and YAKIMENKO, V. S. [2001] Metod otsenki effektivnosti sposobov naznacheniya chastot RES v territorialnom raione (Method of assessing the effectiveness of distributing radio frequencies in a geographical area). *Elektrosvyaz*, 9.

参 考 资 料

DROZD, A. [2005] *A New Challenge for EMC: Policy Defined Radio*. IEEE EMC, Society Newsletter, Winter 2005.

MAYHER, R. J., HAINES, R. H., LITTS, S. E., BERRY, L. A., HURT, G. F. and WINKLER, C. A. [1988] The SUM data base: A new measure of spectrum use. NTIA Report 88-236, US Dept. of Commerce, Washington, D. C., United States of America.

ITU-R Texts

ITU-R Handbook – Satellite Communications (2002)

ITU-R Handbook – Spectrum Monitoring (2002)

ITU-R Handbook – Computer Aided Techniques (2005)

ITU-R Handbook – Digital Terrestrial Television (2002)

Rec. ITU-R F.699 Reference radiation patterns for fixed wireless system antennas for use in coordination studies and interference assessment in the frequency range from 100 MHz to about 70 GHz

Rec. ITU-R S.465 Reference earth-station radiation pattern for use in coordination and interference assessment in the frequency range from 2 to about 30 GHz

Rec. ITU-R S.580 Radiation diagrams for use as design objectives for antennas of earth stations operating with geostationary satellites

Rec. ITU-R S.731 Reference earth-station cross-polarized radiation pattern for use in frequency coordination and interference assessment in the frequency range from 2 to about 30 GHz

Rec. ITU-R SM.182 Automatic monitoring of occupancy of the radio-frequency spectrum

Rec. ITU-R SM.326 Determination and measurement of the power of amplitude-modulated radio transmitters

Rec. ITU-R SM.328 Spectra and bandwidth of emissions

Rec. ITU-R SM.329 Unwanted emissions in the spurious domain

Rec. ITU-R SM.331 Noise and sensitivity of receivers

Rec. ITU-R SM.332 Selectivity of receivers

Rec. ITU-R SM.337 Frequency and distance separations

Rec. ITU-R SM.377 Accuracy of frequency measurements at stations for international monitoring

- Rec. ITU-R SM.378 Field-strength measurements at monitoring stations
- Rec. ITU-R SM.443 Bandwidth measurement at monitoring stations
- Rec. ITU-R SM.575 Protection of fixed monitoring stations against radio-frequency interference
- Rec. ITU-R SM.667 National spectrum management data
- Rec. ITU-R SM.668 Electronic exchange of information for spectrum management purposes
- Rec. ITU-R SM.669 Protection ratios for spectrum sharing investigations
- Rec. ITU-R SM.851 Sharing between the broadcasting service and the fixed and/or mobile services in the VHF and UHF bands
- Rec. ITU-R SM.852 Sensitivity of radio receivers for class of emissions F3E
- Rec. ITU-R SM.853 Necessary bandwidth
- Rec. ITU-R SM.854 Direction finding and location determination at monitoring stations of signals below 30 MHz
- Rec. ITU-R SM.855 Multi-service telecommunication systems
- Rec. ITU-R SM.856 New spectrally efficient techniques and systems
- Rec. ITU-R SM.1009 Compatibility between the sound-broadcasting service in the band of about 87-108 MHz and the aeronautical services in the band 108-137 MHz
- Rec. ITU-R SM.1045 Frequency tolerance of transmitters
- Rec. ITU-R SM.1046 Definition of spectrum use and efficiency of a radio system
- Rec. ITU-R SM.1047 National spectrum management
- Rec. ITU-R SM.1048 Design guidelines for a basic automated spectrum management system (BASMS)
- Rec. ITU-R SM.1049 A method of spectrum management to be used for aiding frequency assignment for terrestrial services in border areas
- Rec. ITU-R SM.1050 Tasks of a monitoring service
- Rec. ITU-R SM.1051 Priority of identifying and eliminating harmful interference in the band 406-406.1 MHz
- Rec. ITU-R SM.1052 Automatic identification of radio stations
- Rec. ITU-R SM.1053 Methods of improving HF direction-finding accuracy at fixed stations
- Rec. ITU-R SM.1054 Monitoring of radio emissions from spacecraft at monitoring stations
- Rec. ITU-R SM.1055 The use of spread spectrum techniques
- Rec. ITU-R SM.1056 Limitation of radiation from industrial, scientific and medical (ISM) equipment
- Rec. ITU-R SM.1131 Factors to consider in allocating spectrum on a worldwide basis

- Rec. ITU-R SM.1132 General principles and methods for sharing between radiocommunication services or between radio stations
- Rec. ITU-R SM.1133 Spectrum utilization of broadly defined services
- Rec. ITU-R SM.1134 Intermodulation interference calculations in the land-mobile service
- Rec. ITU-R SM.1135 SINPO and SINPFEMO codes
- Rec. ITU-R SM.1138 Determination of necessary bandwidths including examples for their calculation and associated examples for the designation of emissions
- Rec. ITU-R SM.1139 International monitoring system
- Rec. ITU-R SM.1140 Test procedures for measuring aeronautical receiver characteristics used for determining compatibility between the sound-broadcasting service in the band of about 87-108 MHz and the aeronautical services in the band 108-118 MHz
- Rec. ITU-R SM.1235 Performance functions for digital modulation systems in an interference environment
- Rec. ITU-R SM.1265 National alternative allocation methods
- Rec. ITU-R SM.1266 Adaptive MF/HF systems
- Rec. ITU-R SM.1267 Collection and publication of monitoring data to assist frequency assignment for geostationary satellite systems
- Rec. ITU-R SM.1268 Method of measuring the maximum frequency deviation of FM broadcast emissions at monitoring stations
- Rec. ITU-R SM.1269 Classification of direction finding bearings
- Rec. ITU-R SM.1270 Additional information for monitoring purposes related to classification and designation of emission
- Rec. ITU-R SM.1271 Efficient spectrum utilization using probabilistic methods
- Rec. ITU-R SM.1370 Design guidelines for developing advanced automated spectrum management systems
- Rec. ITU-R SM.1392 Essential requirements for a spectrum monitoring station for developing countries
- Rec. ITU-R SM.1393 Common formats for the exchange of information between monitoring stations
- Rec. ITU-R SM.1394 Common format for Memorandum of Understanding between the agreeing countries regarding cooperation in spectrum monitoring matters
- Rec. ITU-R SM.1413 Radiocommunication Data Dictionary for notification and coordination purposes
- Rec. ITU-R SM.1446 Definition and measurement of intermodulation products in transmitter using frequency, phase, or complex modulation techniques
- Rec. ITU-R SM.1447 Monitoring of the radio coverage of land mobile networks to verify compliance with a given licence

- Rec. ITU-R SM.1448 Determination of the coordination area around an earth station in the frequency bands between 100 MHz and 105 GHz
- Rec. ITU-R SM.1535 The protection of safety services from unwanted emissions
- Rec. ITU-R SM.1536 Frequency channel occupancy measurements
- Rec. ITU-R SM.1537 Automation and integration of spectrum monitoring systems with automated spectrum management
- Rec. ITU-R SM.1538 Technical and operating parameters and spectrum requirements for short-range radiocommunication devices
- Rec. ITU-R SM.1539 Variation of the boundary between the out-of-band and spurious domains required for the application of Recommendations ITU-R SM.1541 and ITU-R SM.329
- Rec. ITU-R SM.1540 Unwanted emissions in the out-of-band domain falling into adjacent allocated bands
- Rec. ITU-R SM.1541 Unwanted emissions in the out-of-band domain
- Rec. ITU-R SM.1542 The protection of passive services from unwanted emissions
- Rec. ITU-R SM.1598 Methods of radio direction finding and location on time division multiple access and code division multiple access signals
- Rec. ITU-R SM.1599 Determination of the geographical and frequency distribution of the spectrum utilization factor for frequency planning purposes
- Rec. ITU-R SM.1600 Technical identification of digital signals
- Rec. ITU-R SM.1603 Spectrum redeployment as a method of national spectrum management
- Rec. ITU-R SM.1604 Guidelines for an upgraded spectrum management system for developing countries
- Rec. ITU-R SM.1633 Compatibility analysis between a passive service and an active service allocated in adjacent and nearby bands

附件 1

频谱管理培训

1 引言

一个自动化频谱管理系统是一个大的、可能复杂的信息系统，它包括一个申请和执照、频率划分、地理信息和其他数据的大数据库。为了职工准备上岗，对这种系统的培训是任何主管部门频谱管理活动中的主要内容。随着无线电通信系统的快速发展，培训必须是持之以衡，不断进行的。频谱管理工作人员需要对无线频谱和无线电业务具有宽的知识面。设备和计算机软件通常专业性很强，而不在主管部门之外使用，因此有必要准备具体的培训计划，使用合格的教员。

培训课程需要针对受培训人员，在第 2 节中所列不同种类的人员需要不同的培训的课程。这些培训课程可由标准单元或标准模块组成，每一单元都包括频谱管理的具体科目。培训课程可分为三个大的种类：

- 基本培训（对新员工的培训）；
- 在职培训；
- 专业提高培训。

对这些种类的培训，在第 3 节有更详细的讨论，另外还需要简短介绍性的课程和/或较长时间、较深入的培训。一到两周的短期课程可对频谱管理提供一个整体概况，包括第 3.3 节所列某些具体题目，或者向受培训人员介绍具体的频谱管理系统。较长时间的培训，提供对具体题目的较深入的了解或对系统操作有详细了解。

对自动化频谱管理系统的培训，一般讲是根据该系统所附文献资料进行的，制造商主要随系统提供下列文件：

- 由设备提供商为基本设备和计算机软件所提供的标准设备和软件文件；
- 系统文件，作为一套参考手册，而不作为一套频谱管理程序。

对每一堂培训课都应提供一套培训教材，包括学员资料和教员要览。每一受培训人员都应收到一份培训教材副本，包括幻灯片，小册子和其他培训材料。这些教材应有频谱管理机构作为长久参考文件保存，特别是在员工大量变动的情况下。

本附件是与实现频谱管理自动化系统有关的频谱管理培训的总结。频谱管理和监测培训也在 ITU-R SM.1370 建议书—关于开发先进的频谱管理自动化系统的设计指南(最新版本)以及在 2002 年日内瓦 ITU-R 《频谱监测手册》第 2.8 节中详述。

2 受培训人员所需要的技能

无线电频谱管理职员需要应对大量的无线电业务、系统和行政程序，因此，各种人员要具有多种技能和经验，以便向主管部门贡献渊博的知识和熟练的技能。职员一般包括下列类型的人员：

- 管理人员：负责项目管理和系统操作的人员；
- 技术人员：负责无线电工程、技术分析和频谱指配（无线电工程软件工具使用人员）的工程师、技术员和专家；
- 行政人员：负责行政任务（比如，申请处理、开具账单、起草报告）的人员；
- 信息技术专家：负责安装、系统监管、数据支持和用户管理的人员。

这些不同类型的人员应具有的知识 and 技能如下：

- 管理人员
 - 管理机构的组织；
 - 管理机构关于频谱管理的目标、战略、当前和未来的工作任务；
 - 与频谱管理相关的行政任务；
 - 无线电系统设计和计划；
 - 信号处理和信息理论；
 - 无线电传播；
 - 干扰分析；
 - 频率规划；
 - 使用计算机的基础知识。

- 技术人员
 - 无线电传播；
 - 干扰分析；
 - 频率规划；
 - 使用计算机的基础知识和对相关应用程序的掌握，比如，案文处理、棋盘式对照表分析和频率管理软件。
- 行政人员
 - 管理机构的组织；
 - 与频谱管理有关的行政任务；
 - 使用计算机，包括微软视窗的基础知识。
- 信息技术专家
 - 操作系统；
 - 系统应用软件的基础知识；
 - 相关数据库管理；
 - TCI/IP、LAN 和 WAN 网络。

一些技能的获得是在需要的基础上，通过签订合同、咨询或者与其他政府机构达成相互支持的协议。某些情况下，频谱管理机构不需要这些方面高度的专门技能，但是，需要清楚地了解所涉及的原理。为了能对其工作称职，他们中的一些人，特别是管理人员，应具有频谱管理方面的多年经验。

3 课程科目

主管部门应制定一份满足和适应需要的培训计划。对新系统的培训是明显需要的，这种培训通常由系统提供商提供。对于新雇员进行介绍性科目的定期基本培训是需要的，这些新雇员是雇用来替代工作变动的人员。需要制定长远计划，为有经验的职员在准备晋升时提供新科目方面的专业提高培训。

在本节列出了培训课程的建议科目。不同国家在其法律体系、行政体制、教育制度和频率管理系统方面存在着差异。另外，频谱监测人员需要的技能取决于他们的具体的任务，因此，这里建议的课程应作为指南来对待，并可根据各个主管部门的需要进行调整。

例如，培训计划，如同 ITU-R SM.1370 建议书所列计划一样，在频谱管理方面花费大约四分之三的时间，在频谱监测方面花费大约四分之一的的时间。

在第 2 节所述的职员应具有一般知识和对该节所列原理的理解。但是，当主管部门需要一个新系统时，这些人员将要对该系统进行专门培训。

3.1 建议对 ITU-R SM.1370 建议书所述系统的培训；一个可用的基本培训实例

ITU-R SM.1370 建议书描述了先进的频谱管理自动化系统（ASMS）的组成部分，帮助主管部门担负起频谱管理的责任。该建议书列出的科目应该包含在先进的频谱管理自动化系统的培训课程中。建议的课程单元时间对于培训使用先进的频谱管理自动化系统，如 ITU-R SM.1370 建议书所描述的，被认为是合适的。培训时间在大多数情况下大体较长，特别是对该主题陌生的未来频谱管理听众讲授频谱管理的一般问题时。

ITU-R SM. 1370 建议书所推荐的培训是基本培训的有用实例。把新职员吸纳进组织是一个持续不断的过程，主管部门广泛吸纳新毕业的工程师并且通过培训中心对他们进行培训或者把他们短期分配到不同部门，使他们获得整个频谱管理过程的感知。对这些新职员的培训可以按照 ITU-R SM. 1370 建议书的培训指南。

下列是 ITU-R SM. 1370 建议书所推荐的培训概要：

频谱管理应用（1 天），包括对频谱管理的介绍以及了解频谱管理的作用；

了解频谱管理系统结构（1 天），包括系统结构和子系统集成的讨论；

了解和应用频谱管理子系统（10 天），包括了解和应用无线电执照发放、技术分析、国际协调/通知、开具交费票据和付费、无线电操作人员证书、无线电设备经销商（商人）、型号受理测试、检验、管理计划、系统管理和监测界面等子系统，还包括了解系统参考表。

了解项目及其实施计划（1.5 天），包括了解项目大小范围及其交付、各种子系统怎样集成、实施计划及其影响以及承包商和主管部门的责任。

无线电执照发放子系统 (3 天), 包括执照申请数据输入、电台批准使用、开具交费票据、发放/修改/撤消/更新执照、数据库查询以及产生和领会报告。

了解/执行技术分析程序 (5 天), 包括对技术分析和执行技术分析的详细指南的介绍。

了解/进行国际协调 (1 天), 包括频率通知和登记、进行国际协调、查询和报告。

了解用户管理程序 (0.5 天), 包括经销商的确定、了解证书和登记程序以及了解经营执照费。

了解设备型号受理程序 (0.5 天), 包括了解型号受理职能和过程。

系统管理 (5 天), 包括了解和演示系统和网络结构、支持和恢复、数据库管理以及了解系统接入和安全。

数据库管理工具 (5 天), 包括了解 RDBMS 的功能和使用、使用 SQL 语言和使用数据浏览功用。

检验系统 (2 天), 包括对检验子系统的了解和使用。

维护和使用执照发放系统参考表和编码 (2 天), 解释不同类型的编码以及使用每一个编码表。

了解监测和测向功能 (10 天), 使用监测和测向系统、说明监测和执照系统之间的界面、监测在频谱管理中的作用、固定和移动监测系统、监测报告、固定和移动监测系统的操作以及频谱测量技术。

3.2 在职培训

在基础培训后, 给新职员在机构分配任务和担当角色并安排在部门做某些工作。为了有效完成所需要的任务, 在职培训是培训新职员最有效和最经常使用的方式, 也是保持对部门了解的主要方法。仅仅把新职员分配给有经验的同事并相信他们一切都好是不够的。计划在职培训, 正如他或她已习惯了的, 以及跟踪他们的进步是管理人员的职责。该培训主要针对特殊分配的职员。

3.3 具体培训；专业发展培训

专业发展培训向那些准备晋升职务、变动工作选派或者梳理他们技术知识的雇员提供详细的技术信息。在频谱管理专业发展培训课程中，应该包括各种科目，应该根据受培训人员的工作和技能，选择特殊培训的课程。频谱管理培训课程的科目通常应选择如下：

1. 频谱管理的普遍原则
2. 了解和使用自动化频谱管理系统
3. 无线电执照核发
4. 了解/进行频率指配
5. 了解/进行技术分析
6. 了解/进行国际协调
7. 了解设备型号核准程序
8. 结算系统，包括费用计算和开具账单
9. 管理系统的应用
 - a) 使用和操作系统
 - b) 了解和演示网络结构
 - c) 系统接入思考
 - d) 了解和实行系统支持和恢复
 - e) 了解系统安全考虑
 - f) 了解和进行数据库操作
10. 数据输入
11. 频谱监测
12. 频谱管理系统的管理

管理人员应接受上述所有科目的培训，技术人员通常应接受除 8、9b)、9d) 以外的所有科目的培训，行政人员应专门接受科目 2、8、9a)、9f) 和 10 的培训，系统管理人员应接受科目 2、9 和 12 的培训，包括对软件系统和数据库管理的专门课程。

除了正式的培训课程外，专业提高培训的全套计划还应该包括其他主管部门的经验和与国际电联活动所涉及的内容，比如：

- 积极参加电联研究组和大会；
- 积极参加区域性论坛和标准化组织；
- 与其他主管部门交换意见和信息，协调会谈和对其他主管部门的访问使经验得到丰富；以及
- 参加新技术的研讨会/讨论会。

4 培训设施

世界上有各种渠道提供无线电频谱管理和监测的培训，包括如下：

- 由电联提供的培训。国际电联电信发展局（BDT）和无线电通信局（BR）提供如下所述培训机会，并且 BDT 能向发展中国家提供有关具体课程的指南以及参加培训的资金可能来源，包括资助培训费用和旅行/生活花销。
- 澳大利亚、加拿大、法国、德国、美国、意大利、葡萄牙和英国主管部门在 ITU-R 23-1（RA-03）决议书中提出接受来自其他主管部门的监测官员，在监测和测向技术方面对他们进行培训。所有这些培训都不要交纳学费。
- 培训也可由某些国家的大学和组织提供，如下述分节所述。有一些培训是免费的，有一些培训是要交费的。
- 制造商，比如美国的 TCI、加拿大的 Spectrocan、德国的 LStelcom 和法国的 Thales 提供培训，包括对他们所提供的系统在内的培训。这些制造商的培训计划在本附件之附录中有描述。那些已与 BDT 签订伙伴协议的将不再支付他们培训的学费和/或由 BDT 培训中心组织的学习班和研讨会授课的费用，其他都要支付培训费用。

本节提供的培训设施信息大都是从回应可以提供培训课程的要求中得来的，也是回应 ITU-R 通函 1/LCCE /54 的要求以及来自于 BDT。本节所述培训可提供频谱管理中的各种普通科目以及专门的设备和计算机软件，这些对个别主管部门是特别的。

4.1 通过电联提供的培训资源

电联承担人力资源开发。世界电信发展大会批准了纲要，这包括人员能力建设和其他发展中国家的特别计划。这些纲要规定了知识的转让、经验和知识的共享和信息的传播，并且包括下述诸如培训中心和虚拟培训中心等资源。此外，无线电通信研讨会可促进培训。

4.1.1 世界无线电通信研讨会

无线电通信局隔年（一般在 11 月份）在日内瓦电联总部组织有关无线电频谱和卫星轨道使用，特别是有关应用电联无线电规则条款研讨会（5 天）。该研讨会包含地面和空间业务的国际频率管理方面的问题，包括 ITU-R 研究组的相关工作，特别要关注 WRC 通过的无线电规则程序。还组织学习班和演示，是参加人员能得到电联通知程序的实践经验以及无线电通信局向成员国主管部门和无线电通信部门成员所提供的电子出版物和一些软件的经验。在研讨会期间，电联提供六种语言的同声传译来进行讨论和授课。研讨会的文件贴在 ITU-R 网站上（<http://www.itu.int/ITU-R/conferences/seminars/index.html>）并且研讨会后按需要可以提供给主管部门作培训使用。这种研讨会偶尔也会安排在不同地区。

4.1.2 培训中心

为了有利于发展中国家履行下列培训职责，BDT 在世界各地保留了几个电信培训中心：

- 作为培训、专业提高、有关电信在各个地区的研究和信息的要点；
- 对制定国家行业政策和规则的政策制定者和管理者进行培训；
- 对管理电信网络和业务的高层公司经理进行培训；
- 对在政策、规则和技术方面管理频谱的频率管理人员进行培训；

- 提供电信和信息化先进技术、电信资金筹措和多边贸易协定等选择性问题的培训；
- 提供制定和协调电信标准的能力，包括支持参加世界电信标准化论坛；
- 作为地区性和全球性信息社会主动工作的要点；
- 提供制定和实施试验计划，该计划示范在各个地区特别重要方面的信息和通信技术的应用；
- 向政府和私营行业提供咨询；
- 向大会、研讨会和学术报告会提供讨论和传播有关电信问题信息的条件。

有如下六个出色的培训中心：

1. 非洲讲法语的国家（中心点：达卡尔）的培训中心
2. 非洲讲英语国家（中心点：内罗毕）的培训中心
3. 亚太（中心点：曼谷）的培训中心
4. 美洲（中心点：哥斯达黎加、厄瓜多尔、委内瑞拉、秘鲁、哥伦比亚、阿根廷、智利和洪都拉斯）的培训中心
5. 阿拉伯地区（最主要的国家：叙利亚、埃及、约旦、突尼斯和苏丹）的培训中心
6. 东欧和独联体国家（最主要国家：俄罗斯、乌克兰、白俄罗斯、斯洛伐克、波兰和保加利亚）的培训中心

这些中心由董事会或指导委员会管理，由他们确立管理的体制和学术计划，以达到中心培训的目标。

电联网站（<http://www.itu.int/ITU-D/hrd/coe/~index.html>）提供这些中心活动的进一步的信息。

4.1.3 虚拟培训中心

BDT 已建立一个虚拟培训中心，该培训中心网站（<http://www.itu.int/ITU-D>）上有一个资料室，它包含培训方面的教材。

培训大纲中有一个主题是“频谱管理”。电联也加入了私营部门、区域和国际机构、政府、学术和培训组织的伙伴计划，与其建立协作关系并为能力建设工作者动员额外资源。该计划有三个主要途径为发展做贡献：建立一份培训协定（免培训费），为 BDT 年度行动计划出一份力，和/或参加现有区域项目，该项目是基于公共—私营部门长期自我支撑的合作。

4.2 由主管部门和组织提供的培训

4.2.1 美国的培训设施

在美国，自从 1983 年美国电信培训学院（USTTI, <http://www.ustti.org>）在肯尼亚内罗毕电联全权代表大会发起成立后，一直提供无线电频谱管理的培训机会。美国电信培训学院的培训由美国公司和/或政府机构主办。每年，美国电信培训学院安排许多与无线电管理直接有关的课程：

1. 无线电频谱管理和政策培训（每年春季，由美国联邦通信委员会（FCC）和美国电信培训学院联合主办）；
2. 无线电频谱管理培训（每年春季，由国家电信和信息管理总局（NTIA）和通信研究院（Comsearch）联合主办）；
3. 民用部门的频谱管理培训（每年春季，由美国联邦通信委员会和通信研究院联合主办）；
4. 无线电频谱监测和检测培训（每年春季，由美国联邦通信委员会和 L-3/Apcom, Inc 主办）；
5. 频谱管理和频谱监测的实际应用培训（每年春季，由 TCI 主办）；
6. 无线电频谱监测技术和程序培训（每年两次，春季和夏季各一次，由美国联邦通信委员会主办）；
7. 支持设备核准项目的实验室技术的培训（每年秋季，由美国联邦通信委员会主办）；

除了这些培训机会外，美国公司还主办美国电信培训学院的无线通信培训，这可能包括频谱管理的内容。详细情况在每年出版的美国电信培训学院课程目录中提供。

由美国电信培训学院主办的培训是免交学费的。申请者应向他们自己的组织或政府或者向其他组织寻求他们国际旅行和美国国内旅行以及在培训期间的生活开支的专款。

4.2.2 澳大利亚通信署国际培训大纲

为了回应国际组织对单个培训和工作学习计划日益增长的要求，澳大利亚通信署(<http://www.aca.gov.au/>)制定了国际培训大纲，目的在于从管理的角度给出澳大利亚电信和无线电通信环境完全自由化的总体情况。该培训大纲涉及到无线电通信和电信问题的三个部分。培训课全用英语讲授。

国际培训大纲向那些正在实行竞争和可能考虑实行竞争的国家，提供向澳大利亚学习经验的机会。还有另外的好处是，向参加者提供唯一的机会，与其类似的国家和组织以及那些正沿着开放竞争道路的国家个人建立联系网络。

澳大利亚通信署免费提供所有培训，但是，参加者需要支付膳宿、旅行和生活费用。

4.2.3 英国电信研究院（UKTA）的培训

英国电信研究院 (<http://www.ukta.co.uk/>) 向那些寻求发展通信技能的国家的申请人，免费提供一系列通信培训。

该研究院是英国一些主要通信公司和挑选的大学之间合资单位，利用他们综合的培训能力来提供高质量的培训活动教材。向通信欠发达的国家管理人员和技术人员提供这些活动的场所。成功的申请人有可能发展他们自己国家的通信基础设施和能力做出（或渴望做出）很大贡献。

该研究院受到英国政府工业贸易部的支持，它的成立是为了向那些愿意共享英国通信行业知识和技能的国家代表提供培训的机会。

培训涵盖一系列通信有关知识、技能和活动，包括管理、商务、技术和个人发展。每一课程时间一至两天。没有频谱管理的专门课程，但是有包含频谱管理方面的技术课程。申请人可从这本小册子挑选综合性课程，形成适合他们本人需要的连贯性计划表。所有培训用英语讲授。

4.2.4 以色列国家频谱管理课程

以色列 (<http://www.moc.gov.il/new/english/index.html>) 开办国家频谱管理课程, 培训那些服务于通信部的工程师、律师和经济师, 或者向与国家频谱管理有关的其他专家讲课。该网站提供了五天培训的内容和时间表。该课程已经在以色列和 26 个以上国家开办, 包括 ITU-D 面向亚太和拉丁美洲的远程教育课程。该课程是基于国际、地区和国家层次上的频谱管理活动, 包括制定几个国家频谱管理纲要。

4.2.5 加拿大电信行政管理学院 (TEMIC)

加拿大电信行政管理学院 (<http://www.temic.ca>) 是一个非盈利组织, 在 1986 年加拿大政府回复梅特兰委员会报告时创立。该学院为公共和私营部门的高级管理人员举办一系列电信培训研讨会。加拿大电信行政管理学院得到加拿大政府、若干私营部门组织以及电联的支持。用法语、英语和西班牙语进行免费培训。

4.3 大学提供的培训

一些大学也以研究生教学大纲或独立的短期培训的模式提供规则和频谱管理的简短课程, 它超出所有大学全部相关课程的范围。因此, 下面给出两所大学实施两堂课程教学的例子。这些学程除了由主管部门承担的旅费、膳宿费和生活费用外其他都是免费的。

4.3.1 约克大学的课程

约克大学电子系 (<http://www.elec.york.ac.uk/contedu/welcome.html>) 提供一周 EMC 和 RF 通信方面的非全日制研究生标准课程, 这些可按短期课程对待, 其中一个课程是“无线电频谱管理和无线电管制环境”(5 天)。该课程将无线电频谱视为有限资源, 并且概述了需要确保频谱有效利用的工具、技术和管理。

4.3.2 乔治华盛顿大学专业开发中心课程

乔治华盛顿大学专业开发中心有一份“定制的教育和国际大纲” (<http://www.gwu.edu/~cpd/ceip>), 促进在商业、工业、政府和非盈利实体方面的人员和业务发展。该中心还创建定制的课程, 以满足组织专门学习目的, 其中一个课程是“CWTC551 无线电频谱管理”(5 天)。该课程审视无线电频谱管理方面的技术、规则和法律等复杂情况, 它们是如何影响技术的发展以及它们与战略规划有何关系。

参 考 文 献

ITU-R Texts

ITU-R Spectrum Monitoring Handbook (Geneva, 2002).

Rec. ITU-R SM.1370 Design guidelines for developing advanced automated spectrum management systems.

Resolution ITU-R 23-1 Extension of the International Monitoring System to a worldwide scale.

附件 1 的 附文 1

频谱管理和监测培训*

1 培训大纲

TCI 是频谱管理和监测自动化系统的惟一供应商，它负责设计、制造而且不需要主要分承包商安装整套、内部集成系统。这样，该公司是惟一能够供应集成的频谱管理和监测系统，并且负责这些系统的培训。深层次的培训对于保证成功实施频谱管理和监测系统是必要的。该公司已经提供一份适合于系统集成性质的培训大纲。这个培训大纲向主管部门的人员提供成功操作和维护频谱管理和监测自动化系统的知识和能力。

向下列主管部门人员提供培训：

- 负责操作管理系统的频谱管理、技术和行政职员；
- 监测系统的操作人员；
- 负责系统维护的工程师和技术员。

采用合适的培训方法进行培训，包括教员授课、实验和其他实践培训。课程教员在无线电监测、测向和频谱管理概念方面，经历广、经验丰富。

对于每一堂培训课，都要提供教学资源 and 音像教材，包括一套可复制的培训教材，供上课的老师和学生使用。这些培训教材包含印刷图、图解和系统图式，并使主管部门建立一个可比较的连续不断的培训大纲。培训教材还包括基于系统说明的练习，使得用户能够彻底了解和有效完成用户的专门任务。

* 本附文由 TCI 提供 (www.tcibr.com)。

2 课程期限

尽管可以提供短期或长期的培训课程，但是，公司提供的标准培训课程期限是四周，在这期限提供三个序列课程：频谱管理课程、监测操作课程和维护课程。四周的培训时间，有足够的时间全面培训现代化的频谱管理和监测自动化系统。四周的课程而不是较长的课程，作为公司的标准培训课程，因为：

- 具有一个基于 Windows[®]的系统，操作是直观的，因此容易学习；
- 灵敏关联键的帮助让使用者能在按键后从当前动态窗口获取信息；
- 培训模拟器（在第 7 章附件 3 描述）作为系统设施在职培训的一部分提供；
- 复杂的监测集成系统比老系统的硬件要少得多，因此，不需要更多的操作和维护培训；

3 课程

频谱指配管理和执照发放课程。为了操作管理系统，要专门为不超过十人以上的行政管理人员举办为期十天的管理系统的操作课程。该课程包含的科目是：

- 频谱管理 — 了解频谱管理的普遍原则；
频谱管理系统（SMS）软件概况；
系统操作；
用于各种商业和用户需求的频谱划分；
- 数据输入 — 了解用于 SMS 系统的数据输入程序；
授课与系统实践使用之两者结合以及应用程序；
- 执照发放和执行 — 能够评估执照申请的批准和申诉处理的管理；
深入了解执照申请和发放的过程以及符合所需要的程序；
- 频率指配、技术和工程分析 — 了解频率指配过程以及在指配频率和处理申诉时使用的工程分析工具；
实际使用随管理系统携带的频率指配和工程分析工具；

- 费用计算 — 了解费用计算过程；
授课和实践处理所需要的费用；
- 系统管理和执行 — 使系统管理人员维护和检修标准软件；
熟悉下列工具和标准软件：RDBNS 工具、数据恢复软件；
数据支持，计算机使用者的账户建立和管理，安全管理，数据库维护，网络执行，程序。

监测操作课程。为了操作监测台，专门为八人以下人员在固定站和移动站举办五天操作课程，该课程的描述如下：

- 监测操作培训（包括固定和移动单元）—使操作人员有效完成日常频率指配的监测；
系统硬件概况，包括：移动和固定站的缩写印刷图；移动和固定站的差别。
频谱监测软件，包括：名词术语和概念，操作系统，基于客户机/服务器系统，起始软件，开发软件，互动测试概况，自动测试概况，告警和计划安排，评价监测结果，诊断和报告问题以及测向。

维护课程。为了维护该系统，专门为八人以下技术员举办五天培训课程。该课程描述如下：

- 维护 — 为了使技术员检修和修理系统部件；
印刷图；
校准、诊断和错误信息概况；
诊断和错误信息概况；
校准；
可替换部件的现场修理和更换；
预防性维护。

附件 1 的 附文 2

Spectrocan 和 LStelcom 培训大纲*

1 培训大纲

加拿大的 Spectrocan 已与德国的 LStelcom AG 合并，合并后的公司提供涉及频谱管理和频谱工程各个方面的多种培训课程、专业学习班和研讨会。

作为培训活动的一部分，本公司加入加拿大电信行政管理学院（TEMIC），赞助发展中国家的代表来加拿大进行培训延长休假。此外，为了强化发展中国家的培训业务并使其正规化，本公司还同国际电信联盟（ITU）在非洲、亚洲、加勒比和阿拉伯地区培训中心的合作，共同目的是帮助发展中国家更加有效的管理它们电信网络自由化和私有化相关的问题。

2 课程

下列课程在加拿大、或在德国、或在客户选择的第三国，准备提供讲解。

该培训不仅提供应用实例的基础理论，而且还提供一系列具有挑战性的计算机实践练习。

我们的培训日程表对每一堂课都有更详细的说明。

频谱管理

- 无线电频谱管理的普遍原则；
- 无线电频谱管理的技术问题；
- 频谱监测测量。

* 本附文由 Spectrocan，加拿大（www.spectrocan.com）和 Lstelcom,德国（Lstelcom.com）提供。

广播

- 基本广播规划 (FM/TV, T-DAB/DVB-T);
- 超前广播规划 (FM/TV, T-DAB/DVB-T);
- 全世界数字广播 (DRM)。

固定网络

- 基本微波链路和固定业务规划及协调;
- 无线电链路计算和协调 (WLL, PtP);
- 卫星协调和通知。

移动通信

- 移动网络的基本无线电规划;
- 专业移动无线电 PMR (TETRA 和 TETRAPOL);
- 陆地移动业务的频率选择和协调;
- GSM-技术准则和无线电网络规划;
- UMTS-技术准则和无线电网络规划。

其他

- 数字化地形数据: 需求、产品和使用;
- 频谱定价;
- 频谱拍卖;
- 透彻报告。

附件 1 的 附文 3

频谱管理培训*

1 培训原则

THALES 是一个世界性公司，它在五大洲都有许多在用的频谱管理和监测系统，并且从属于电联三个部门。

本公司提供全部集成的频谱管理和监测系统，该频谱管理系统以及频谱监测接口模块通常由 CTS (Cril Telecom Software) 提供，并提供专门用于频谱管理自动化系统的法语软件编辑器和解决电信运营商问题的软件。频谱管理培训通常由 CTS 进行。

由这两个公司承担的工程通常是交钥匙工程，包括系统和平台的供给以及需要的服务，比如，安装、试运转、数据迁移和整合以及培训。由于他们具有在全世界实施系统的长期经验，两公司在制定培训大纲的同时得到宝贵的知识。

培训是工程实施期间的主要组成部分。的确是没有适当的培训，潜在系统操作人员就不具备完全利用可供系统的所需要的技能。公司 ELLIPSE 系统的频谱管理的培训符合 ITU-R SM.1370 建议书，同时提出每个主管部门在培训内容和期限方面的具体需要和需求。培训可在客户所在地或者在法国公司所在地进行。因为它包含实践/在职培训，因此在客户所在地应开展技术帮助，在提供帮助的同时，操作人员完成他们日常的频谱管理任务。

频谱管理自动化系统是一个计算机化的信息系统，它向负责频谱管理的主管部门提出要完成的行政和技术任务，通常它还并入地理信息系统。

因此，培训提出以下科目：

- 频谱管理任务；
- 应用软件；
- 计算机化系统平台和软件；

* 本附文由 Thales (www.thalesgroup.com) 和 Cril Telecom Software (CTS) (www.criltelecom.com) 提供。

- 数据库和系统管理；
 - 包含理论培训，应用理论培训和实践训练，随后在职培训和日常使用系统的技术帮助。
- 培训的文件包括频谱使用手册以及专门培训文件（例如，印刷品、幻灯片和实例）。

2 培训大纲

本节详述公司在安装频谱管理交钥匙工程时，向主管部门建议的整套培训大纲。这些大纲由标准单元组成，它是根据下列受培训人员的概况所选择的：

- 管理人员：负责工程管理和系统试运行的人员；
- 技术人员：负责频谱工程和电磁兼容（EMC）以及频率指配（无线电工程软件工具使用者）的工程师；
- 行政人员：负责行政任务（例如：申请的处理、开具账单、报告）的人员；
- 系统执行人员：负责安装、系统监管、数据支持和用户管理的人员。

详细情况在下列分节中表述。

2.1 主管部门管理人员培训课程

- 受培训人员的前提条件：受培训人员应具有以下方面的技能：
 - 对管理机构的组织以及管理机构在频谱管理方面的目标、战略、当前和未来业务；
 - 与频谱管理相联系的行政任务；
 - 无线电传播、干扰分析和频率规划；
 - 计算机使用，包括 MS Windows O/S 的基础知识。
- 所推荐的培训单元
 - 基本概念：工作数据库、参考数据库、存储方式、地址和电台网络；
 - 基本内容：起动频谱系统、多层显示、数据库选择、随同参考数据库更新工作数据库、技术部分的操纵、模型结构、覆盖、打印、结果输出和随同工作数据库更新参考数据库；

- 业务、频率规划和设备的管理；
- 执照制作、型号核准、交费通知和账目结算；
- 协议书制作、协调表格以及电子文件的集成和颁布；
- 测量活动，成果开拓，报告项目的使用与频谱相关数据库的接口，报告准备，数据保护规则。

2.2 技术操作人员的培训课程

- 受培训人员的前提条件：受培训人员应具有以下操作技能：
 - 对管理机构的组织和与频谱管理相联系的行政任务；
 - 无线电传播、干扰分析和频率规划；
 - 计算机使用，包括 Windows、RDBMS 的基本知识。
- 培训模块
 - 基本概念：工作数据库、参考数据库、存储方式、地址和电台网络；起动频谱系统、多层显示、数据库选择、随同参考数据库更新工作数据库、技术部分结构的操纵；
 - C/I 互调产物、传播模式、模式调节、陆地移动业务的频率指配、网络建立、地球站建立、链路清理、链路安排和 MW-MW & MV-GES 干扰分析；
 - 菜单、请求表、协议书的制作、协调表的制作以及电子文件的集成和颁布；
 - 业务管理、频率规划、设备、执照制作、型号核准、交费通知和账目结算；
 - 测量活动，成果开拓，报告项目的使用与频谱相关数据库的接口，报告准备，数据保护规则。

2.3 行政操作人员的培训课程

- 受培训人员的前提条件：受培训人员应具有以下操作技能：
 - 对管理机构的组织；
 - 与频谱管理相联系的行政任务；
 - 计算机使用，包括 Windows、RDBMS 的基本知识。

- 培训模块
 - 菜单、请求表、档案制作及相继处理；
 - 业务管理、频率规划和设备；
 - 执照制作、型号核准、交费通知和账目结算；
 - 协议书的制作、协调表的制作以及电子文件的集成和颁布；
 - 测量活动，成果开拓，报告项目的使用与频谱相关数据库的接口，报告准备，数据保护规则。

2.4 系统管理者的培训课程

- 受培训人员的前提条件：受培训人员应具有以下操作技能：
 - 操作系统和 Windows；
 - 相关数据库管理系统（RDBMS）；
 - TCP/IP、LAN WAN 网络。
- 培训模块
 - 菜单、请求表；
 - 操作系统、数据库以及通过系统框架 SQL 接入的基础概念；
 - 系统管理：支持、恢复，接入直接管理。透彻报告的使用：与 FMS 系统数据库的接口、报告准备和数据保护规则。

附件 2

国家频谱管理的最好实践活动

引言：本附件适当考虑到电联组织法和公约，提出了国家频谱管理活动的最好实践，这不包括国际实践活动。但是，下列包含的一些最好实践活动旨在与国际实践活动接轨或转变为国际实践活动，即这些活动与其他国家同事们的合作有关或者与协调有关，诸如这些协调往往在双边或多边协商过程中或者在世界无线电通信大会上或者在国际卫星协调会议上进行。这些通过协调国家主管部门间的实践活动，进一步旨在在最大可能协调全球频谱管理政策。

实践活动：

1. 建立和保持国家频谱管理机构，它既可以是独立的或者是负责管理公众关心的无线电频谱的电信监管机构的组成部分；
2. 促进频谱管理政策的透明、公平、经济有效、有力，即监管频谱的有效和充分利用，适当考虑到避免有害干扰的需要以及为了保护公众利益施加技术限值的可能性；
3. 如有可能，使国家频率划分规划和频率指配数据公开化并促进开发新的无线电系统，即对国家频率划分规划提出的修改和可能影响业务供应商的频谱管理决策进行公开咨询，以便使感兴趣的各方参加决策过程；
4. 保持一个稳定的决策程序，允许在管理无线电频谱过程中考虑公众的利益，即如有必要使用竞争机制，提供核准使用频谱执照的公平和透明程序的法律保证；
5. 除此之外对充分证明正当的特例规定国家程序，或者放弃频谱管理决策；
6. 具有重新研究频谱管理决策的程序；

7. 使不必要的监管最小化；
8. 对尽可能自由使用频谱的无线电通信政策进行鼓励，以致使用明确规定的方法，使得业务¹⁸和技术得到发展，即：
 - a) 消除监管障碍并且分配频率以促进新竞争者进入市场，
 - b) 通过减少或消除对频谱使用的不必要的限制鼓励频谱的有效利用，因而鼓励竞争并给消费者带来好处，以及
 - c) 促进新的无线电应用和技术的创新和采用；
9. 保证设备和业务市场的公开和公平竞争，消除任何妨碍公开和公平竞争的障碍；
10. 尽可能的协调有影响的国内和国际频谱政策，包括无线电频谱使用，对于空间业务包括静止卫星轨道相关的任何轨道位置或者其他轨道卫星任何相关的特性；
11. 同地区和其他国际上同事们进行合作，以开发一致的监管实践活动，即同其他地区和国家的监管机构进行合作以避免有害干扰；
12. 消除移动终端和其他类似的无线电通信设备的自由流通和全球漫游的任何监管障碍；
13. 采用国际上推荐的数据模式和数据元素来进行数据交换和用于协调目的，比如，如同载入《无线电规则》附录 4 和 ITU-R《无线电通信数据字典》(ITU-R SM.1413 建议书)中的一样；
14. 采用“里程碑”式的管理步骤和阶段来监控冗长的无线电通信系统的实施；
15. 通过技术中立的决定并允许无线电新应用的创新；
16. 促进及时采用合适的新应用和新技术，同时保护现存业务免受有害干扰，包括在合适时提供补偿那些替代频谱新需求的系统的机制；

¹⁸ 在本手册中使用“业务”一词时，即意味着应用和认可的无线电通信业务。

17. 考虑有影响力的政策以减轻当重新划分频谱时给现有业务用户带来的伤害；
 18. 无线电频谱是稀缺的资源，使用可供的技术（频率、时间、空间、调制编码、处理等）促进频谱共用，包括尽可能的采用干扰降低技术和经济刺激办法；
 19. 适当时采用强制机制，即根据相关的上诉程序对不履行义务和非有效利用无线电频谱者进行处罚；
 20. 可能时采用区域性和国际性标准，适当时将其体现在国家标准中；
 21. 尽可能的依靠行业标准，包括那些载入国际电联建议书的标准，用以替代国家规定。
-



* 2 7 5 7 5 *

瑞士印刷
2007年，日内瓦
ISBN 92-61-11305-2