

国 际 电 信 联 盟

ITU-R

国际电联无线电通信部门

ITU-R SM.1392-3 建议书
(02/2021)

**发展中国家频谱监测系统的
基本要求**

SM 系列
频谱管理



国际电信联盟

前言

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

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

知识产权政策 (IPR)

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

ITU-R 系列建议书

(也可在线查询 <http://www.itu.int/publ/R-REC/zh>)

系列	标题
BO	卫星传送
BR	用于制作、存档和播出的录制；电视电影
BS	广播业务（声音）
BT	广播业务（电视）
F	固定业务
M	移动、无线电定位、业余和相关卫星业务
P	无线电波传播
RA	射电天文
RS	遥感系统
S	卫星固定业务
SA	空间应用和气象
SF	卫星固定业务和固定业务系统间的频率共用和协调
SM	频谱管理
SNG	卫星新闻采集
TF	时间信号和频率标准发射
V	词汇和相关问题

说明： 该ITU-R建议书的英文版本根据ITU-R第1号决议详述的程序予以批准。

电子出版
2021年，日内瓦

© 国际电联 2021

版权所有。未经国际电联书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

ITU-R SM.1392-3 建议书

发展中国家频谱监测系统的基本要求

(1999-2000-2010-2021年)

范围

发展中国家的具体情况，特别是预算限制需要对国家频谱监测系统做出认真规划。本建议书在此方面提供了一些指导。

关键词

频谱监测系统和网络、基本要求、指南、发展中国家

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 发展中国家无线电业务使用的增加需要更加有效地利用无线电频谱；
- b) 频谱监测是频率管理，尤其是确保无线电频率有效使用的重要手段；
- c) 频率监测系统通常是国家频谱管理系统中最昂贵的部分，良好地落实包括监测网在内的该系统具有重大经济影响；
- d) 频谱监测设备日趋先进，提供越来越多新的功能。妥善运行该系统需要高度专业化和训练有素的人才以及测试、校准和维护设备（包括天线）不可或缺的基础设施；
- e) ITU-R SM.1050建议书确定了监测业务的任务；
- f) 有必要确定发展中国家监测系统的最低要求，使这些系统得以完成国家频谱管理任务并成为国际监测系统的组成部分，

注意到

本《国际电联频谱监测手册》为最新版本，且本建议书中使用的参考资料2011年版本以及ITU-D关于“建立或更新频谱监测网络的投标准备指南”的[报告](#)，

建议

发展中国家的监测系统和网络在设计上满足附件1的要求，从而完成ITU-R SM.1050建议书规定的任务，同时满足各国的具体要求。

附件1

1 引言

从原则上说，发展中国家和发达国家的无线电监测电台和网络具有同样的任务，因此要求相同。但是，二者之间在可用预算、人力和现有基础设施方面的差异却不可同日而语。因此，为减少差异，必须进行全面的规划和认真的系统和网络设计。

本建议书的宗旨是为如何利用有限资源建立频谱监测系统 and 网络提供一些指导。

2 任务

2.1 总体任务

根据《无线电规则》（RR），无线电监测业务具有四项主要任务：

- 监测发射是否符合频率指配规定；
- 进行频段观测和信道占用测量；
- 调查有害干扰情况；
- 识别并消除非法发射。

ITU-R SM.1050建议书做出进一步规定。

2010年批准的国际电联《频谱监测手册》（以下简称“手册”）的第1章和第2章列出了其它任务，如现场无线电电台检查。这些任务亦可分配给无线电监测业务。

2.2 测量任务

在仔细研究了这些总体任务后便可得知具体的测量任务。这些内容见ITU-R SM.1050建议书和《手册》第2章，如：

- 频率测量；
- 场强和功率通量密度测量；
- 带宽测量；
- 调制测量；
- 频谱占用测量；
- 信号分析和发射机识别；
- 测向和定位。

《手册》第4章详细介绍了这些基本参数的测量。《手册》第5章更加具体地描述了监测系统和有关各类无线电业务及其应用的监测程序。第6章阐述了监测系统的基本原则，包括监测网络的最佳规划和优化、地图等基本辅助工具、全球卫星导航系统、快速傅立叶变换技术等。

3 无线电监测系统的范围

鉴于预算有限又必须满足某些要求，无线电监测系统和网络的范围必须受到限值。为此，首先应回答以下一些问题：

- 具体希望从无线电监测业务中获得什么？
- 公众、政界或商业界对哪些活动感兴趣？
- 备受关注的频段有哪些？
- 哪些无线电业务及其具体应用必须受到监测？
- 基于目前的国家经济发展水平，哪些区域需要监测，这些区域须监测的程度如何？
- 不能覆盖一个频率范围、无线电业务或任务或区域的影响如何？
- 能否提供充足的、高度专业化和训练有素的工作人员？
- 能否提供测试、校准和维护设备（包括天线）所必须的基础设施？
- 监测电台和监测中心之间是否有必要交换数据？如有必要，是否具有必要的基础设施？
- 有无其它可完成这些任务的机构？
- 是否存在适合建设固定监测站的位置？

由于这些问题相互关联，无法单独做出回答，因此，在考虑这些问题时，必须联系到操作问题。由此导致的问题如下：

- 是否有必要监测公众移动电话网，测量其无线电覆盖情况，或是否可以将此任务交给网络运营商？
- 固定链路许可证的颁发数量能否证明为衡量40 GHz或更频率而购买特别设备的合理性？
- 受干扰或非法运行影响最重的无线电通信业务及应用有哪些，这些业务通常安排在国家哪些区域？
- 鉴于相关国家基础设施的现状，是否存在应通过固定或移动台站实现快速采取行动的区域？

4 无线电监测系统的规划

在回答上述问题后，根据可用财务资源情况就可以确定所必要的监测系统（特别是定向领域）以及必要的基础设施。在此方面，应特别关注所需要的监测电台数量和选址以及监测电台的远程控制问题。

有关监测电台的选址和环境保护要求见ITU-R SM.575建议书和《手册》的第2.6节。必须了解的是，监测电台的选址非常重要，因为免费和适当的监测电台站址并非唾手可得。有关此主题的详细指导请参见ITU-R SM.2356号报告。

《手册》第2.5节详细介绍了监测电台的远程控制情况。不同监测电台站址，以及这些站址和主要控制中心之间的连接手段必须得到认真考虑。

《手册》附件1根据设备和相关投标程序为监测系统规划提供了指导。

ITU-R SM.2257号报告提供了重大活动期间监测工作的组织和技术/后勤指导。

无线电监测在支持无线电设施检查中的作用请参见ITU-R SM.2156号报告。ITU-R SM.2130号报告提供了有关检查无线电台的指导。

5 设备

一般情况下，所有无线电监测电台由天线、接收机或分析仪、测向机和信号分析以及/或记录设备组成。现代设备提供了高水平自动化，因此一台机器可包含多项功能。举例而言，接收机可以包括DF功能。有时可以在晚些时候对这些功能予以升级。

尽管如此，仍有必要外接电脑或笔记本完成设备的自动或远程控制以及结果的登录。

5.1 天线

所监测的各个频率范围均需要适当的天线。天线可以以不同方式分类，如：

- 无源/有源天线；
- 低/高增益天线；
- 适用于固定/移动/便携使用的天线；
- 定向/全向/测向天线。

根据不同应用情况，不同天线类型具有不同的优缺点。在场强测量中，必须了解因频率而不同的天线因数（ k 因数）。

有关天线的详细情况见《手册》第3章。《手册》第2.6节探讨了站址标准和天线保护测量。

5.2 接收机和分析仪

接收机和频谱分析仪是所有无线电监测业务必不可少的工具。二者的基本差异是，接收机通常在射频前端提供预选择，在设计上用于解调，而频谱分析仪是为显示射频频谱特性而设计的。

模拟无线电业务的测量，包括频率偏差和FM广播信号复用功率的测量，必须由接收机完成。场强的测量也是使用接收机进行的。频率和带宽等参数的测量亦可以使用频谱分析仪进行。频谱分析仪还可用来测量数字调制信号，或检测未知干扰源。

现代接收机可能包含一些频谱分析仪通常具有的特性。相反，工作在零扩展模式的频谱分析仪可以提供一些接收机功能。

与此同时，使用接收机和频谱分析进行FFT分析在价格上都具有可承受性，应受到青睐。与常规的扫描分析相比，这些手段不一定更加昂贵。有关接收机的规范，《手册》第3章和ITU-R SM.1836、ITU-R SM.1837、ITU-R SM.1838、ITU-R SM.1839、ITU-R SM.1840和ITU-R SM.1840建议书以及ITU-R SM.2125号报告均有所阐述。

ITU-R SM.377和《手册》第4.2和4.5节详细描述了频率和带宽的测量。由于调频广播发射机的发射带宽与频率偏差密切相关，因此在测量此类发射机的发射带宽时，务必要牢记ITU-R SM.1268建议书的规定。ITU-R SM.2048号报告规定了不同类别发射的带宽限制。

场强和功率通量密度测量的详细情况见ITU-R SM.378建议书和《手册》第4.4节。路由中登记了地理坐标的场强测量对于确定无线电通信覆盖区至关重要。对此，可查阅ITU-R SM.1447和ITU-R SM.1875建议书，有关覆盖测量的其它考虑见《手册》第4.11节。ITU-R SM.1708建议书处理有地理坐标登记路线的场强测量。

关于无线电噪声的测量，必须考虑ITU-R SM.1753建议书、ITU-R P.372建议书和ITU-R SM.2055号报告中的建议。对于高频范围内的人为噪声，必须考虑ITU-R SM.2155号报告的建议。

5.3 测向和定位

测向机（DF）可能是确定有害干扰源以及寻找非授权发射机的最有效工具。与此同时，它们也是无线电监测业务中最昂贵的工具之一。

履行预算必须认真规划固定DF站址，从而在提供必要的定位覆盖和准确性的同时减少站址数量。《手册》第6.8节就此议题提供了有益指导。临时部署便携或移动式DF电台也是扩展覆盖可以考虑的一种方法。

规划固定、移动和便携式DF设备需要事先考虑好宗旨。这对规范具有重大影响，如，所需要的频率范围和最短信号延续时间。还应注意到，移动DF对于导航具有重要意义，确定发射机位置是固定或便携DF电台的能力。为确定造成干扰或非法发射机的位置，移动监测电台必不可少。我们还可以考虑在一些应用中使用导航接收机。在30 MHz频率以上加强定位可靠性通常需要若干DF电台进行三角测量。对于30 MHz以下的频率，可以考虑一个单站址位置（SSL）电台。

DF局限性的考虑包括：在固定链路出现在26 GHz或者甚至更高并出现高速数据应用的情况下，没必要为此频段购买移动测向机，或规定较低的信号延续时间。

在做出任何决定之前需认真研究《手册》第4.7节、ITU-R SM.854建议书和ITU-R SM.2211号报告。ITU-R SM.2211号报告讨论了到达时差（TDOA）地理定位技术和使用DF和TDOA进行地理定位的混合技术，并将这些技术与仅使用DF的地理定位技术进行了比较。

5.4 设备占用测量和录制设备

信道占用和频率的使用是频谱管理中的有用信息。专业化频谱记录仪方便同步测量若干频段，但需要大量存储容量。有时，可以降低设备要求，如缩短登记时间，限制观测范围或在测量期间增加必要的频谱重访时间。在这些情况下，使用现代FFT接收机可促进频谱和占用测量，无需增加设备。在很多情况下，标准检测接收机或频谱分析仪亦可与运行设备和存储数据软件的计算机共同使用。ITU-R SM.1880建议书，报告ITU-R SM.2154、ITU-R SM.2256和ITU-R SM.2270号报告，以及《手册》第4.10节，提供了相关测量和所获结果可视化的详细信息。

5.5 用于调制测量的设备

标准测量接收机已经提供了一些模拟和/或数字解调功能以及用来进一步分析的IF输出。是否需要具体的调制分析仪在很大程度上依赖于按照上述第2段所进行的分析。有关调制测量的详细情况见《手册》第4.6节。

5.6 识别和解码设备

无线电信号的识别是无线电测量业务中最难完成的工作之一。有关信号分析和发射机识别的更多细节见ITU-R SM.1600建议书、ITU-R SM.2258和ITU-R SM.2304号报告以及《手册》第4.8节。

6 固定与移动和便携式监测电台

无线电监测业务需要至少一座办公楼、储藏室和修复车间。有时可以在房顶上安装若干天线。在大多数情况下，可能需要使用单独的天线塔。

此外，移动和便携式监测站对于现场监测任务必不可少，特别是在识别有害干扰源和未经授权的发射机方面。移动监测站用于搜寻和定位干扰源。亦可将共送到没有固定监测站覆盖的场所，作为临时固定监测站使用。移动式监控系统通常用于在最后几百米范围内寻找干扰源或未经授权的发射机。

便携监测站可在由于任何原因而造成移动监测站不可用时，通过车辆携带使用，并且移动监测站可在上文所述固定监测站未覆盖的区域使用。

《手册》第2章探讨了各种监测电台类型，其中包括移动电台。ITU-R SM.1723建议书具体谈及移动台站。ITU-R SM.2356号报告考虑了固定、便携和移动监控站的最佳比例。

7 软件、接口

除用于文字处理和电子表格项目的标准办公软件外，无线电监测业务需要其它测量设备专用软件。该软件可以自动完成程序并重复测量程序，可通报或警告操作员是否满足具体标准并提供其它特性，以帮助操作员了解信号类型和所监测到的干扰类型（示例见《手册》第3.6.2节），此外，重要的是，无线电监测业务可以通过适当接口连接整个许可数据库，以便与监测结果进行比较并确定可能的许可违规和非许可发射机。

这种接入可实现频谱监测系统的自动化以及与自动化频谱管理的结合（ITU-R SM.1537建议书）。

8 组织、职工培训和参加国际监测系统

预算不足和人才匮乏总是并存的。这需要广泛培训人才以及一个平面化组织结构。在一些主管部门，频谱监测人员必须完成频谱管理和检查工作。《手册》第2章若干节均涉及无线电监测业务的结构和组织以及人才培养问题，因为这些是影响整个系统有效性的基本元素。用来修理、调试、校准、测试和维护包括天线在内的设备的基础设施面临同样的问题。关于员工培训，发展中国家的主管部门可以考虑国际电信联盟（ITU-D）人力资源开发部门开展的培训（如国际电联学院），以及《手册》第2章所列全球免费培训机构。

参与国际监测系统方面，应考虑ITU-R SM.1139、ITU-R SM.1393、ITU-R SM.1394和ITU-R SM.1809建议书、《手册》第1.4和1.5节以及《手册》第1章附件1。此外，亦应考虑ITU-R SM.1270建议书提出的关于发射类别的补充信息。

希望根据《无线电规则》（RR）第16条参加国际监测系统的主管部门，可将其台站列入国际监测台站列表（列表VIII），该表中载有参加国际监测的监测台站详细情况以及中心局的地址。此列表中包含有关各监测站所能执行测量的信息。
