

国 际 电 信 联 盟

**ITU-R**

国际电联无线电通信部门

**ITU-R SM.1723-2 建议书**  
(09/2011)

**移动频谱监测设备**

**SM 系列**  
**频谱管理**



国际电信联盟

## 前言

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。

## 知识产权政策 (IPR)

ITU-R的知识产权政策在ITU-R第1号决议附件1引用的“ITU-T/ITU-R/ISO/IEC共同专利政策”中做了说明。专利持有者提交专利和许可声明的表格可从<http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>获得，该网址也提供了“ITU-T/ITU-R/ISO/IEC共同专利政策实施指南”以及ITU-R专利信息数据库。

### ITU-R 建议书系列

(可同时在以下网址获得：<http://www.itu.int/publ/R-REC/en>)

系列	标题
<b>BO</b>	卫星传输
<b>BR</b>	用于制作、存档和播放的记录；用于电视的胶片
<b>BS</b>	广播业务（声音）
<b>BT</b>	广播业务（电视）
<b>F</b>	固定业务
<b>M</b>	移动、无线电测定、业余无线电以及相关卫星业务
<b>P</b>	无线电波传播
<b>RA</b>	射电天文
<b>RS</b>	遥感系统
<b>S</b>	卫星固定业务
<b>SA</b>	空间应用和气象
<b>SF</b>	卫星固定和固定业务系统之间频率共用和协调
<b>SM</b>	<b>频谱管理</b>
<b>SNG</b>	卫星新闻采集
<b>TF</b>	时间信号和标准频率发射
<b>V</b>	词汇和相关课题

注：本ITU-R建议书英文版已按ITU-R第1号决议规定的程序批准。

电子出版物  
2011年，日内瓦

© 国际电联 2011

版权所有。未经国际电联书面许可，不得以任何手段翻印本出版物的任何部分。

## ITU-R SM.1723-2 建议书\*

## 移动频谱监测设备

(2005-2008-2011年)

## 范围

在国际电联《频谱监测手册》(2011版)获得批准以后,无线电通信局第1研究组即应发布一份关于移动频谱监测的特性和功能的建议书,并在其中涵盖国际电联《频谱监测手册》(2011版)和ITU-R建议书中的相关内容。本建议书将大大改进主管部门在其国家领土上建设无线电移动监测系统的方式。

## 关键词

监测站、移动站、频谱监测

国际电联无线电通信全会,

考虑到

- a) 移动频谱监测系统可用来支持频谱主管部门的行政、频率指配和监测活动;
- b) 将移动设备并入监测管理系统可使此类系统得以完成在固定监测台不能有效进行的测量工作;
- c) 在因较低的发射机功率电平、较强的天线方向性和特定的传播特性导致固定监测台无法进行测量的情况下,移动设备发挥着重要作用;
- d) 很多主管部门已具备将信息提供给频谱管理和监测系统的计算机化系统,

注意到

- a) ITU-R SM.1537建议书—频谱监测系统的自动化及其与自动频谱管理的集成;
- b) ITU-R的《频谱监测手册》提供了有关无线电发射监测的各种问题的指导原则;
- c) 移动设备采集的测量和测向数据可方便频谱管理人员在全国范围内开展工作;
- d) 对配有自动测量和测向系统的移动设备提供的数据进行分析对于国家频谱管理系统的正常运作意义重大,

建议

**1** 鼓励主管部门在采购集成和自动化移动设备或可根据所要执行的任务进行装配的多功能设备时,使用附件1中的资料。

---

\* 2019年,无线电通信第1研究组根据ITU-R第1号决议,对本建议书进行了编辑性修改。

## 附件1

### 移动频谱监测设备

#### 1 背景

欲确定并购买频谱监测系统的每个主管部门应考虑移动监测设备。除固定系统外，移动设备可进行灵活的频谱监测，特别适合进行近发射器测量，如发射器可能功率电平较低和/或进行高频发射。

测量的灵活性取决于：

- 运载车辆类型；
- 装载的测量设备；
- 车内配备的具体设施。

此外，使用固定电台的监测系统通常不能覆盖一个国家的全部领土，而主要是根据用户密度（城市或高射频密度区）而建立的。通过计算机化和无线电通信网络安排，移动设备可集成到一个作为额外的固定频谱监测站的固定监测系统中，暂时扩大全球系统的覆盖区域。因此，与频谱管理和监测设施配合，移动设备可自动获取监测系统所采集的数据和管理数据库中的牌照信息，以检测未授权的发射和牌照违规现象（见 ITU-R SM.1537建议书）。在很多情况下，无论考虑到需要测量的值的特性或由于地形或频谱拥塞而产生的困难，仅使用固定监测站和移动监测设备，即可有效的完成频谱管理任务。

因此，根据所运载的设备，移动监测设备将进行国际电联规定的测量。移动监测设备可在两个面上纳入国家频谱监测系统：

1. 移动设备附属于拥有固定监测站的监测中心；
2. 自主操作。

本文旨在提供一些技术和操作规范的指导方针，以明确有助于确定和购买移动频谱监测设备的要求。

#### 2 移动设备和频谱监测

##### 2.1 移动设备的一般概念

移动监测站是固定监测站网络的补充。在实际中，移动设备可向固定监测站一样进行测量，并可在一国的几乎任何地方进行安装。



移动设备由已配有测量和/或测向的系统运载车辆组成，并可以手动或自动模式用于执行下列频谱监测功能：

- 对信号技术参数的测量；
- 占用测量及测向测量；
- 信号分析；
- 发射机（包括产生干扰的不明电台和发射机）的探测和定位；
- 对测量和测向任务进行实时和延时安排；
- 向频谱监测中心远程传输移动设备采集的数据；
- 在国家频谱监测系统的固定和移动频谱监测设备之间交换技术信息。
- 在途移动场强/覆盖测量。

配有基本设备（如天线塔、布线系统、电源和连至车速表或定速控制器以进行在途测量的接口）的另一种移动设备单元可用于一般目的。

确定移动监测设备需要考虑的两个主要参数是：

- 操作区；
- 需执行的任务。

第一个标准可确定根据操作区和典型操作地点（城市、郊区、农村环境或山地）的路况，哪种车辆将是最好的运载工具。

下文列出可用作移动频谱监测车的代表性车辆，并在ITU-R《频谱监测手册》中进行了更加详细的讨论和说明。根据国家规定，可选择其它类型车辆。

- 1类： 此类车辆为乘用车或用于装载人员、设备和天线的旅行车。用于DF和监测的天线阵安装于不明显的车顶容器内，该容器又直接安装于车顶的行李架上。监测和DF设备安装于车后的行李区，操作员可坐在乘客区的任何位置，通过笔记本电脑控制设备。此类监测站既可动态操作也可静态操作。几乎所有乘用车或旅行车均可用作1类车辆，特别是在出厂前便已配有车顶架的情况下。鉴于它们看上去类似常规乘用车，不会引起注意，此类移动监测站特别适用于搜索非法发射机。
- 2类： 此类车辆为重型4x4工程车辆，用于1类或3类车辆无法行驶艰难路况（沙漠地区、山区等）。这些车辆载有动态或静态均可实施监测和测向的设备。另外，这些车辆配有适用于艰难路况的伸缩天线杆、和紧凑的设备箱。天线放下时，此类监测站可以动静两种状态操作。此类车辆是乡村和山区操作的标准车辆，这些地区乘用车或大型箱式货车很难进入。

3类: 此类车辆为重型厢式工程车。鉴于其使用了通用设计, 因此配备有与2类辆相同的监测和测向设备, 包括最高可升至距地面10米的天线杆。在未升起天线杆时, 3类车辆可在运动状态下做为主监测站操作。此类车辆可以轻松地在前面携带一名乘客并在后部乘坐两或三位操作员。此类车辆是监测业务的标准车辆, 主要用于调查干扰。此外, 它还可搭载可搬移/便携设备, 用于在车辆无法进入的区域, 执行车外监测和测向任务。

这些类型和大小都是指示性的, 一个主管部门可根据可用性或必要性进行调整。

第二个标准确定安装的测量设备和装配在车辆中的设施。根据其功能, 移动监测子系统(用于干扰调查、覆盖测量、微波网络测量...的车辆)包括专门的测量能力。因此, 可提出5级装配:

- 第1级: 无专用车辆(仅有基本装备(如仅有天线杆)的一般用途车辆)。
- 第2级: 用于特定测量的专用车辆(调频(FM)广播测量、GSM或UMTS覆盖、服务质量测量...)
- 第3级: 频段(高频(HF)、深高频-超高频(V-UHF)、特高频(SHF))测量专用车辆。
- 第4级: 通用车辆(与类型1的不同在于该车辆装配了所有设施(天线杆、发电机、移动电话、工作台...)和最基本的设备(天线、频谱分析仪、接机收、测向仪...))。
- 第5级: 自动化车辆, 以确保与固定监测系统互连, 装配了所有进行所要求的测量必需的设备 and 设施。

一方面, 如每个装备完善的移动监测站具有相同的测量功能, 可能更为有利, 这样可用于执行多种测量任务。这种建设的缺点是许多昂贵的仪器并不总能得到利用。

另一方面, 如可以使用经过特别装配、移动灵活的车辆则更为实际。

应明确确定操作环境和需要执行的测量任务, 以选择最适合的移动监测车。

## 2.2 频谱监测任务

利用移动监测车开展的主要频谱监测任务可能包括:

- 监测发射是否符合频率指配条件。
- 占用测量。
- 干扰测量。
- 识别并定位非授权发射。
- 测向和位置测量。
- 特别活动援助(体育赛事、国事访问...)。
- 无线电覆盖测量。
- 无线电兼容性测量。
- 技术和科学研究(传播测量、服务质量...)。

下表中列出上述一般任务中包括的所有基本测量。但根据具体应用，可能不需要进行所有的测量，仅应说明支持所要求的应用需要进行的测量。

基本任务	执行基本任务需要考虑的参数
频率测量	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 频率范围，</li> <li>- 对频率所要求的准确性，</li> </ul>
场强、电平和功率通量密度测量	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 对电平要求的准确性，</li> <li>- 频率范围，</li> <li>- 具体测量：               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 覆盖测量（沿公路测量），</li> <li>- 天线方向图测量。</li> </ul> </li> </ul>
频谱占用，包括信道占用测量和“在途”场强/覆盖测量	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 无线电通信标准，</li> <li>- 信道技术规范：带宽、间隔、调制类型，</li> <li>- 记录参数，</li> <li>- 要求的扫描速度，</li> <li>- 需记录的其他信息（如自动识别/解码），</li> <li>- 根据GPS进行的测量次数/米或由连接车速表或定速器的接口提供的脉冲次数/米。</li> </ul>
占用带宽测量	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 使用频谱分析仪或软件或监测接收机进行的<math>B/2</math>和/或<math>X-DB</math>方法测量，</li> <li>- 其它方法。</li> </ul>
调制测量	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 调制类型（模拟，数字）</li> </ul>
测向和位置测量	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 测向仪类型，</li> <li>- 精度级别，</li> <li>- 测绘，</li> <li>- 响应时间。</li> </ul>
识别测量	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 发射类别，</li> <li>- 选择性呼叫的呼号，</li> <li>- 定位，</li> <li>- 发射掩模（相对于理论发射掩模）。</li> </ul>

### 3 移动设备要求

在操作方面以及操作人员的舒适性和安全性方面，车辆应提供一个适当的工作环境。通常包括司机在内应容纳两到三名操作人员，所装配的设施应便于测量操作。

#### 3.1 一般要求

一种情况，移动监测单元可能是设计并安装在车辆中的，可能完全配备了所有必要的监测设备，监测天线、调制解调器、通信天线、GPS接收机和天线、互连电缆、电源、机柜、机架、安装硬件、接口设备和终端机，形成了完整的独立工作系统及国家频谱监测系统不可缺少的可靠的组成部分（参见ITU-R SM.1537建议书）。

另一种情况，车辆也可能是空的，但配备了所有必要的布线系统和需安装到车辆中的器具。这类车辆需配备安装支柱和/或导轨，以便所有可能的设备在车内使用。空车可以是上述任何大小/类型，并可灵活配备选定任务所需的所有设备。

考虑到这两种备选方案，可能需对移动监测设备提出一些一般性要求：

- a) 车辆必须符合国家有关汽车/货车/卡车的法规，并履行所有有关装修和改造的强制性的国家建议和规则。
- b) 如有必要，移动监测设备应适于并适应越野操作和当地条件（如四轮驱动和/或空调）。
- c) 移动监测设备应根据下列要求（但不限于）配备辅助设备：
  - 所有电缆引入装置必须防风雨；
  - 天线杆（如需要），无论自动或手动，通过电力或压缩空气升高，在需要定向天线时可选择在顶部安装计算机控制的动力回转器；
  - 可能安装有参考振子信号（10 MHz）和相关天线的GPS接收机；
  - 可能安装一个电子罗盘，以辨别北方，作为参考；
  - 应提供一个电源（辅助发电机或车助力逆变器），AC电源切换开关和配电盘；
  - 一个操作员的工作台可能配备了计算机、键盘、鼠标/轨迹球、显示器、打印机和书写区；
  - 操作人员的座椅可能被安全地固定在地板上，并按照人体工程学放置，以便于操作；
  - 车辆可能有一个储藏柜，存放线缆、辅助工具和其它杂物；
  - 车辆可能配有无线通信系统（蜂窝或卫星），以进行数据传输，从而与控制中心进行直接互连；
  - 应安装适当的保护装置，以便在车内温度超过设备指定的操作范围时阻止电子设备操作；
  - 可能安装一个警报装置，以便在伸出的天线杆妨碍车辆移动时给予司机明确的警告；
  - 车辆必须配备国家法规规定数量和类型的灭火器。宜配备一个额外的灭火器，用于电器设备。
- d) 必须根据当地的规定对车辆进行调整和改造，不得妨碍相关的当地机关进行车辆登记并发放在公用道路上行驶的许可。
- e) 车辆的悬挂必须根据应用和车内配备的设备达到所要求的负荷。



- f) 如利用发电机组进行供电，发电机组的接收舱应通风，并设计排除废气的系统。还应音频隔离。
- g) 如通过额外电池进行供电，应设计更换车辆配备的交流发电机，以考虑到对几个电池进行充电。
- h) “减震器支持”可能被用来减小测量设备的震动。
- i) 为尽量减小不必要的无线电辐射，须遵循下列建议：
  - 在给插头送电之前的供电输出端应安装高性能的EMI电源滤波器。
  - 网络布线（RS232、以太网、IEEE 488）须屏蔽（或使用光纤）。
  - 必须确保所有的金属元件接地。
  - 必须保护设备（发电机组、逆变器、电池充电器、警报车辆...）免受电磁干扰。
- j) 在最后确定的移动监测设备交付时，主管部门应得到一份所有设施及产地的清单，布线图（电力和无线电力），装配的车辆重力点的研究和计算、重量证书、使用建议、所有的行政文件和有权机关所进行的核查，以取得车辆认证。

### 3.2 对操作员安全性和舒适度的要求

可请一个独立的审查机构进行或评估装配的安全性：

- 1 在概念阶段：
  - 大量计算；
  - 在承载两人和所有设备时的重心计算；
  - 质量分布验证；
  - 定位点的电阻测试。

如独立审查机构的计算值与主管部门的规范或国家当地的安全原则不一致，需由服务提供商进行解决。

- 2 实现阶段：
  - 装配质量的控制和验证；
  - 对规范和安全原则合规性的控制和验证；
  - 对电力系统安全的控制和验证。

如要求一个独立的审查机构介入，该机构负责提供一份报告，以满足下列所有要求：

- a) 车辆不得超载。在界定阶段，应对负荷总量进行评估，考虑到两个人及其行李的重量、装配齐全的车辆重量，并留有一定的余地。
- b) 还应针对车内合理的重量平衡对车辆装配进行研究。

- c) 必须规划天线和所有测量设备专用的安全存储，以确保车辆运动时最佳的安全条件。
- d) 为操作人员舒适起见，还需特别注意隔音和保温，提供供暖和空调设施。
- e) 所配备的移动电台装置须可在正常的操作条件下安全运行。
- f) 正常的操作条件应由提供商进行界定。须明确限制和/或禁止的行为，以实现系统性能。
- g) 供应商在其计划案中应说明车辆的类型和尺寸（内部和外部），并提供所建议的模型的彩色图片。
- h) 该车辆必须满足国家法律所要求的所有安全规范。

### 3.3 测量设备

#### 3.3.1 一般要求

- a) 移动监测单元可配备所有必要的监测和测向（DF）设备、监测和DF天线、调制解调器或通信设备、通信天线、GPS、互连电缆、电池和电源，满足目的应用的要求，组成一个完整且独立的工作系统以及国家频谱监测系统可靠的组成部分（参见ITU-R SM.1537）。
- b) 对于设备，根据目的应用的要求，监测任务可由接收机、测向仪、场强计、频率测量仪、带宽测量仪、频段占用测量仪、频谱分析仪、矢量信号分析仪、解码器、信号发生器和记录设备进行。
- c) 上述所有设备应符合ITU-R《频谱监测手册》中的指导原则。

#### 3.3.2 天线

在确定每个移动监测设备所使用天线的类型和数量时应考虑下列参数：

- 基本参数
  - 极化和频率范围（次范围）
  - 与所监测地区的近似距离（半径）
  - 辐射模式和天线增益
  - 监测和测向能力
  - 专项应用（如GPS、GSM、SHF、网络通信、航天器发射....）的专用天线。
- a) 所设计的天线须能承受当地环境条件。
- b) 天线应符合下列要求：
  - 应考虑设计小巧轻便，且无性能衰减。
  - 天线应根据作业环境在特殊环境地区操作（高压咸水环境）。
  - 天线应能承受高于100 km/h的风速（最好高于120 km/h）而无任何损坏。

- c) 应提供显示天线配置实际布局的完整的图纸和图片。如有可能，图纸应表明工作中（如安装在天线杆上）和存储（如收起进行运输）时的天线。
- d) 移动监测设备天线通常永久性安装在车顶或暂时或永久性的安装在天线杆上。
- e) 用于数据通过GSM网络传输的通信信道的额外天线可能有所帮助，应安装在适当位置。

### 3.3.3 测量配件

- a) 可在天线杆顶端安装回转器或安装手动回转机制，如应用需要定向天线时可使定向天线进行旋转：
  - 包括一个控制系统，以便沿方位轴和仰角轴确定定向天线的位置。
  - 上述控制系统应涵盖360°旋转和90°仰角的情况。
  - 方位和仰角回转器应由电力操作和控制。
- b) 可能需要安装射频（RF）开关或分路器或其它类似设备，以连接天线与监测和测向设备。对于所要执行的特定任务，应尽可能使用计算机控制并能实现电台的自动配置。
- c) 如移动设备配备了全球定位系统（GPS），应能：
  - 能足够准确地确定电台位置（经度、纬度、海拔）。
  - 为监测系统提供准确的日期和时间。
  - 向移动监测单元中所使用的设备提供高度稳定的10.0 MHz频率参考信号。
- d) GPS应符合表1中的参数。

表 1

对GPS频率基准所要求的参数

标号	参数	所要求的性能
1	频率基准稳定性（自由）：频率精度：	内部稳定性 $\pm 1 \times 10^{-6}$
2	频率基准稳定性（可驯）：频率精度：	外部GPS 可驯 $\pm 1 \times 10^{-10}$
3	10 MHz输出信号电平	0 dBm 正弦波或TTL电平 <sup>(1)</sup>
4	10 MHz的相位噪声	$\leq 100\text{dBc}/1\text{Hz}$ @ 10 Hz 频率偏移处 $\leq 125\text{dBc}/1\text{ Hz}$ @ 10 kHz频率偏移处
5	更新次数/秒	10（移动中测量）

<sup>(1)</sup> TTL：晶体管晶体管逻辑电路 0–5 V。

- e) 为在移动操作中存储/记录所采集的监测数据，交付清单中可能包括一台适当的笔记本电脑。该电脑可能还安装了频谱监测和设备控制软件。
- f) 应准确估计笔记本电脑性能，使其适用于移动操作。这些性能应说明（但不限于）：
  - CPU、内存；硬盘驱动器、视频、内存
  - 显示器尺寸：15英寸或更大。
- g) 应提出在移动设备和控制中心之间互传数据（命令、任务、测量结果等）所使用的机制（软硬件）。
- h) 宜配备至少两条备用通信链路。

#### 3.3.4 现场监测可选的便携设备

- a) 对一些应用，轻巧和电池操作模式是人类便携测量的两个基本要求。提前考虑这在未来是否有必要可能是有帮助的。
- b) 如果这样，监测接收机或频谱分析仪设备（便携）应易于搬移，且应具备灵活、可配置、模块化和可升级的架构，以便适应于实地考察可能要求的各种测量应用。
- c) 准备另外一套全向和定向天线可能有助于配合便携式机组中的其余设备进行运作。
- d) 对于便携操作，设备装置中可能应包括一个可搬移电源，作为对电池组操作的补充。
- e) 便携式设备组应包括所有必要的转接器、探针、连接器、天线塔或堆叠天线、RF电缆、电源电缆和操作所需的任何其它电缆，以及在现场监测过程中进行完全便携/可搬移操作所要求的任何其它设备。
- f) 不应遗忘便携设备适当的运输箱。

#### 3.3.5 移动监测设备的互连

- a) 移动单元中的设备和系统最好能通过移动装置自身进行综合的监测操作和/或DF操作，以及与外部设备（如其它移动或其它固定电台）进行综合操作。移动装置应能够承担自动开展监测和DF测量的任务，并将结果提供给车载工作台，将适当的数据转输外部监测系统设备。
  - b) 还可考虑是否对移动设备进行完全的远程控制。如果这样，在规划阶段必须考虑到必要的传输链路。
  - c) 如车辆应配备一个连接至车速表或定速控制系统的接口，该接口应根据所行驶的距离提供脉冲或其它刺激。这有助于综合所测量的电气和地理数据，并一并存储。
-