

国 际 电 信 联 盟

ITU-R

国际电联无线电通信部门

ITU-R SM.2096-0 建议书
(08/2016)

**VHF/UHF频率范围内测向系统
测向灵敏度的测试程序**

**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号决议的附件1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/en>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/en>）

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
2017年，日内瓦

© 国际电联 2017

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.2096-0 建议书

VHF/UHF频率范围内测向系统测向灵敏度的测试程序

(2016年)

范围

测向系统的测向灵敏度是无线电主管部门和其他需要对信号进行定位的机构评估测向系统性能时一项重要的考虑因素。通常由于多种因素，如基于设计结构的特殊系统、典型的使用/目的、外形尺寸要求、安装要求以及其他等，很难对不同测向系统的性能进行比较。本建议书针对测向系统测向灵敏度的标准测试方法以及测试结果如何表述提供了一些指南，目的是为了更方便对不同测向系统的性能进行比较。

关键字

测向灵敏度，测量，测试场，开阔场，OATS。

相关的国际电联建议书，报告

ITU-R SM.854号建议书

ITU-R SM.2060号建议书

ITU-R SM.2061号建议书

ITU-R SM.2097-0号建议书

ITU-R SM.2125号报告

注 – 在任何情况下均应采用建议书/报告的最新版本。

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) ITU-R已经在2011版的频谱监测手册中发布了测向系统测向灵敏度的典型定义；
- b) 频谱监测手册参考了ITU-R SM.2125报告《H/V/UHF频段监测接收机和监测站参数和测量程序》，在此报告中定义了测向灵敏度，并提供了一些相关的测试程序；
- c) 测向系统测向灵敏度指标与所采用的测试程序密切相关；
- d) 测向灵敏度参数可能对测向系统完成某一特定监测任务的适用性有直接的影响，如移动或固定使用、测量数字宽带信号的有效性，特别是当系统在典型的工作环境下使用时；
- e) 一套定义明确的测向灵敏度测试程序必须要独立于测向系统的设计；
- f) 一套定义明确的测向灵敏度测试程序，如果被所有的民用无线电监测领域测向系统制造商所采纳，将会对使用这些测向系统的用户带来很大的便利，使用户更容易和更客观的对不同生产商生产的测向系统产品进行评估变得可能；
- g) 测向系统技术指标中的性能数据通常反映的是在理想的测试条件或某一特定条件下的性能。

建议

- 1 应当采用附件1中的测试程序对测向系统的测向灵敏度进行测试并报告测试结果；
- 2 对于技术手册中给出的每个测向灵敏度性能指标，设备制造商应详细说明其对应的测试程序和测试条件。

附件1

VHF/UHF频率范围内测向系统 测向灵敏度的测试程序

1 总则

本建议书提出了衡量无线电测向系统测向灵敏度的通用测试程序。本建议书的目的是对测向灵敏度进行定义，并规定测向灵敏度的标准测试方法。无线电主管部门可以根据他们的需要，以本建议书为基础，对不同厂家生产的测向系统的性能指标进行比较。

无线电测向系统测向灵敏度指当测向系统接收到能够满足一定测向精度的弱信号时，测向天线端接收到的该信号最小场强值($\mu\text{V}/\text{m}$)。

本建议书提出的测试方法用于确定“系统测向灵敏度”，该灵敏度是测向系统在定义的理想/可控的传播环境下测得的，可以用于系统校准等目的。

2 测试原理

测试将会在简化的条件下进行，因此无论在任何时间任何测试场地，将大幅简化测试并使测试结果易重复。基于简化测试的目标，调制类型（包括相位和时间变化信号）、信号占空比、带宽、信号极化方式和信号驻留时间、噪声、其他信号以及外部不可控的如多波/多径传播条件等的影响将会被有意的忽略，以简化测试程序、缩短测试时间。测试应在无反射的环境如开阔场（OATS）或电波暗室¹中进行。在开阔场（OATS）中进行测试时，应确保来自外部噪声的电平足够低。

3 测试设置

推荐的测试设置如图1所示。为了确保传播场景被很好的定义，测向系统和发射天线所在的环境应没有任何可以引起反射的障碍物和干扰信号，该干扰信号的定义可参见ITU-R SM.2060建议书的相关规定。

¹ 关于开阔场的定义可以在很多的标准文件中找到，如ANSI C63.7, CISPR 或 EN55 022。开阔场可以认为是没有干扰信号、没有反射信号符合远场条件（费涅尔区），只有直射波的环境。

测试频率选取、测向天线和发射天线之间的距离以及所使用的所有天线的高度等有关设置应与ITU-R SM.2060建议书的规定相一致。在开阔场（OATS）中进行测试时，应选择外部噪声电平足够低的频率作为测试频率。

测向系统的衰减器应设置为其最小衰减值。

对于窄带非调制信号，测向系统的测向带宽应设置为1kHz（如果测向系统不支持该设置，应选择大于该默认数值的最小数值）。

对于窄带非调制信号，测向系统的积分时间应设置为1s（如果测向系统不支持该设置，应选择小于该默认数值的最大数值）。

通过调整转台角度，设置测向系统示向度的默认0度方向对准发射天线。

测向系统其他的设置应为最优设置。所有的设置信息应在数据表中详细列明。

测试所用的所有设备（包括发射机、发射天线和转台等）均应进行校准。

4 测量步骤

调整发射机所输出的信号电平，以确保测向天线接收到的测试信号的信噪比至少为20dB。记录测向系统此时的示向度数值 θ_0 （此时的示向度必须稳定）。

记录此时发射机输出的信号电平值，对测向系统测向天线位置处进行场强测量，并记录场强值 E_0 （ $\mu\text{V/m}$ ）。

下一步，逐步降低发射机输出信号的电平并计算测向系统示向度的摆动值（RMS值），直到测向系统示向度的摆动值达到一定数值（通常取3度RMS值）时停止降低发射机功率。

测向系统示向度摆动值（RMS值）应按照下列公式计算：

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum(\theta_{mes} - \theta_0)^2}{N}}$$

这里：

- δ : 在系统极限灵敏度信号下测得的示向度数值与在信噪比至少为20dB强信号时测得的示向度数值之差的RMS值（度）
- θ_0 : 在信噪比至少为20dB的强信号时，测得的示向度数值（度）
- θ_{mes} : 信号发生器每次调整发射电平时，测得的示向度数值（度）
- N : 信号发生器每次调整发射电平时，读取的示向度数值次数

在信号发生器设置输出信号的每一个电平值上，至少要连续记录10次测向系统的示向度数值，并使用该连续记录的数值进行计算。为了实现自动测量，在连续记录的这些示向度数值中，10%的数值可以作为异常值而被放弃，例如受到短时干扰信号的影响。

记录发射机输出的信号电平值和测向天线位置处的场强值 E （ $\mu\text{V/m}$ ）。

改变测试频率并重复以上测试步骤，直到完成所有频率的测试²。

对每一个测试频率最终的测试结果可以用一张表格或图表的形式来表示场强，如表1所示。需要指出的是，建议书推荐的测试程序主要关注窄带非调制信号。但是，可以根据特定的测试条件来选择不同类型的测试信号。如果应用这种特定的测试条件，则应当在测试报告中注明。所有的测试参数（如带宽等）应当和频谱监测手册相一致，测试结果用 $\mu\text{V/m}$ 表示，这样测试结果就可以进行比较。

图1

在开阔场环境下测向系统测向灵敏度测试布局图

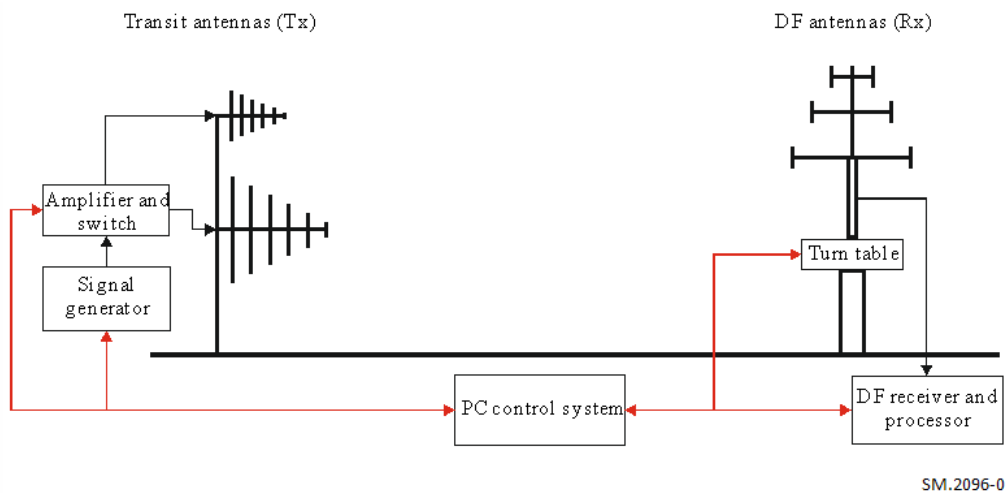


表1

测试数据记录样表

信号调制类型_____信号极化方式_____

频率 (MHz)	实际示向度 θ_0 (度)	场强 E ($\mu\text{V/m}$)
1		
2		
3		
...

测向系统技术手册中测向灵敏度指标表达示例：

频率	f_1	f_2	f_3	...	f_N
测向灵敏度	在频率 f_1 处测向灵敏度	在频率 f_2 处测向灵敏度	在频率 f_3 处测向灵敏度	...	在频率 f_N 处测向灵敏度

² 这种重复性的测试可以使用软件来控制发射机和测向系统、收集数据和报告结果，这样测试效率就会显著提高。