

无线电信号场强测量方法

国家无线电监测中心
国家无线电频谱管理中心

目 录

1 范围	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 测量类型.....	1
4.1 固定测量.....	2
4.2 移动测量.....	2
5 测量要求.....	2
5.1 测量数值与单位	2
5.2 环境及场地要求	2
5.3 测量仪器.....	2
5.4 天线	3
5.5 电缆	3
5.6 测量系统连接	3
6 测量方法.....	4
6.1 固定测量.....	4
6.2 移动测量.....	4
7 场强值确定与数据处理.....	5
7.1 场强值确定.....	5
7.2 数据读取与处理.....	6
附录 A 无线电信号场强测量结果记录表	7

无线电信号场强测量方法

1 范围

本规范规定了9 kHz到3000 MHz频段内无线电信号场强测量方法,包括对测量环境和测量设备的要求、针对不同测量类型的测量方法及数据读取与处理方法。

本规范适用于9 kHz到3000 MHz频段内各类无线电信号的场强测量,适用于无线电监测、电波传播研究及电磁兼容分析。

2 规范性引用文件

GB/T 14109-1993 电视、调频广播场强测量方法

GJB 72A-2002 电磁干扰和电磁兼容性术语

3 术语和定义

3.1 场强 field strength

通常指电场矢量大小,一般以伏每米表示;也可指磁场矢量大小,一般以安每米表示。

3.2 远场区 far-field region

电磁场随角度的分布基本上与天线距离无关的无线场区。

3.3 天线增益 antenna gain

在给定方向的相同距离处,天线辐射的场强与等功率条件下各向同性标准天线辐射的场强之比。

增益不包括由阻抗和极化不匹配引起的损耗。无其他说明时,天线增益指辐射主波瓣方向的增益。在应用散射模式传播的系统中实际上可能得不到天线的满增益,并且视在增益可能随时间变化。

3.4 接收天线系数 receive antenna factor

指接收天线所在处的场强与天线输出端子上的输出电压之比。

3.5 时间概率 time probability

当信号随时间变化时,在任一测量位置上,场强达到或超过某给定值的时间相对于观测时间的百分率,称为相应于该给定值的时间概率。

3.6 地点概率 location probability

在测量点的小范围内,信号场强随测量位置的移动而变化时,能达到和超过某给定值的位置百分率,称为地点概率。

4 测量类型

4.1 固定测量

固定测量包括以下两种类型：

- a) 使用便携式测量设备在一点或多点进行测量，获取相对瞬时或短期的数据；
- b) 在固定监测站进行短期或长期测量，用计算机对所测数据进行存储、分析。

4.2 移动测量

使用移动设备进行测量，在车辆移动的过程中实时测量场强，获取无线电覆盖区域的统计参数。

5 测量要求

5.1 测量数值与单位

对电磁辐射远场区的电场分量进行测量，通用单位为dB μ V/m。

5.2 环境及场地要求

5.2.1 自然环境

应满足测量设备对环境的要求，如温度、湿度等。

5.2.2 电磁环境

信号测量时，被测信号电平应比环境电平高6 dB以上。

5.2.3 场地条件

除专门指定的测量点外，测量点的选择应满足下列要求：

测量点应选在开阔地段，要尽量避开架空导线、树木、建筑物及能引起接收点附近场强畸变的金属物体，降低到达测量点的反射杂波；

测量点周围物体超过测量天线架设高度时，物体与天线间水平距离一般应不小于物体高度；

测量点周围物体未超过测量天线架设高度时，物体与天线间水平距离一般应不小于测量天线的高度或物体最大高度；

如测量点无法满足上述要求时，应详细记录测量点的场地条件。

5.3 测量仪器

5.3.1 基本要求

测量仪器可选择监测接收机、频谱分析仪或场强仪。测量仪器的主要技术指标应满足下列要求：

幅度测量精度：9 kHz 至 30 MHz 频段应达到 ± 2 dB，30 MHz 至 3000 MHz 频段应达到 ± 3 dB；

频率精度：优于 $\pm 2\%$ ；

输入驻波比：输入阻抗为 50 Ω ，输入驻波比小于 3；

检波方式：宜有峰值、平均值检波方式可供选择；

分辨率带宽：分辨率带宽的设置范围应符合 5.3.2a) 的规定；

数据存储能力：为能长时间记录数据，设备应具有相应的存储数据的能力或具有能外接存储器的端口。

5.3.2 参数选择

分辨率带宽和检波方式的选择应满足下列要求：

分辨率带宽应略大于或等于信号带宽；

连续正弦信号宜使用平均值检波方式，脉冲信号宜采用峰值检波方式。

5.4 天线

5.4.1 选用原则

测量时推荐使用符合下列要求的天线：

- a) 30 MHz 以下频率应优先使用垂直杆状或环形天线；
- b) 30 MHz 到 200 MHz 频率范围应优先使用双锥天线；
- c) 200 MHz 到 1000 MHz 频率范围应优先使用对数周期天线；
- d) 1000 MHz 到 3000 MHz 频率范围应优先使用双脊喇叭天线；
- e) 若无上述天线，应优先选用具备计量标定天线系数或增益的无源天线，也可选用其它合适的测量天线。

5.4.2 架设

接收天线支撑架应为非金属材料，在垂直方向上可进行高度调整，若接收天线为方向性天线，支撑架应能够在水平360° 范围内转动。

测量30 MHz以下频段信号场强时，接收天线标准架设高度为离地面1.5 m；测量30 MHz到3000 MHz频段信号场强时，接收天线标准架设高度为离地面10 m，若移动测量时有困难可适当降低至6m，但需对测量结果进行高度修正。

5.4.3 极化

在测量过程中应使接收天线的极化方式与信号保持一致。

5.5 电缆

连接电缆的选择应符合下列要求：

- a) 应选用特性阻抗为 $50\ \Omega$ 的同轴电缆；
- b) 应给出所用电缆在工作频段范围内的衰减值。

5.6 测量系统连接

测量系统由测量天线、连接电缆、测量仪器及具有数据处理能力的计算机组成，如进行移动场强测量还需要GPS接收机或里程计，图1给出测量系统连接示意图。

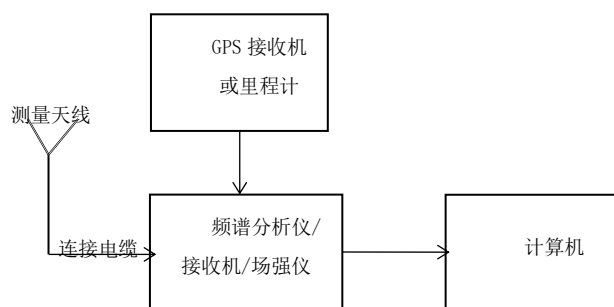


图 1 测量系统连接示意图

6 测量方法

6.1 固定测量

6.1.1 固定监测站测量

测量步骤如下：

- a) 确保固定监测站的测量场地、测量仪器和天线分别满足 5.2.3、5.3.1、5.4.1 要求；按 5.4.2 要求架设天线；按 5.6 要求连接测量系统；

测量设备通电预热 30 min 后，根据信号特征按 5.3.2 要求设置测量仪器的分辨率带宽和检波方式；

在要求的测试频点或频段范围内扫描搜索信号；

天线极化方式应符合 5.4.3 的规定；

若测量采用方向性天线，应转动天线使天线对准信号电平最大时的方向；

按 7.1、7.2.1 要求读取和处理测量数据，结果记录表见附录 A。

6.1.2 便携式测量

测量步骤如下：

- a) 按 5.2.3、5.3.1、5.4.1 要求选择测量场地、测量仪器和天线；
- b) 同 6.1.1b)；
- c) 同 6.1.1c)；
- d) 同 6.1.1d)；
- e) 同 6.1.1e)；
- f) 同 6.1.1f)；
- g) 同 6.1.1g)；

h) 若测量场地不够理想，移动测量位置会使测量值波动范围大于±3 dB，应采用分组测量技术，即以测量点为中心，在附近选择均匀间隔的 10 到 20 个位置(间距约 1 m 到 5 m)，进行逐个测量，然后将各个测量值取平均得到最终数值；

- i) 同 6.1.1h)。

6.2 移动测量

测量步骤如下：

同 6.1.2a)；

按 5.4.2 要求架设天线，移动测量时需采用全向天线，并将天线架设在车顶；

同 6.1.1c)；

同 6.1.1d)；

监测车按照选好的路径行进，车速需满足式 (1) 要求；

$$v \leq \frac{864}{f \times t_r} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

v ——监测车车速，km/h；

f ——被测信号频率，MHz；

t_r ——接收机重新访问某一频率的最短时间，s。

在 40 个波长的距离内以 0.8 个波长的间隔选择 50 个测量点，这样可获得真实平均值 1dB 的置信区间；

同 6.1.1e)；

同 6.1.1f)；

通过安装在监测车上的里程计或者 GPS 接收机进行采样触发，按选定的采样间隔获得各个测量点数据，并将测量数据存储在计算机上；

按 7.1、7.2.2 要求读取和处理测量数据，结果记录表见附录 A。

7 场强值确定与数据处理

7.1 场强值确定

7.1.1 场强值读取

测量仪器度量的是其输入端口处的信号电平值，电平值与场强值转换关系如下：

a) 电压值与场强值转换关系如式 (2) 所示：

$$E_f = K + L + V \dots\dots\dots (2)$$

式中：

E_f —— 信号场强测量值，dB μ V/m；

K —— 接收天线系数，dB/m；

L —— 连接电缆及其附件引入的衰减值，dB；

V —— 测量仪器测得的电压电平值，dB μ V。

对 50 欧姆测量系统，功率值与场强值转换关系如式 (3) 所示：

$$E_f = K + L + P + 107 \dots\dots\dots (3)$$

式中：

E_f —— 信号场强测量值，dB μ V/m；

K —— 接收天线系数，dB/m；

L —— 连接电缆及其附件引入的衰减值，dB；

P —— 测量仪器测得的功率电平值，dBm。

若天线系数未知，天线增益已知，可由式 (4) 计算天线系数。

$$K = -29.77 - G + 20 \lg f \dots\dots\dots (4)$$

式中：

K —— 接收天线系数，dB/m；

G —— 接收天线增益，dBi；

f —— 被测信号频率，MHz。

7.1.2 高度修正

测量30 MHz到3000 MHz频段信号场强时，如果天线架设高度不符合本标准5.4.2要求，最终的场强值应为场强测量值加上式(5)给出的高度修正因子。

$$\delta_E = 20\lg(10/h) \dots\dots\dots (5)$$

式中：

δ_E —— 高度修正因子，dB；

h —— 天线架设高度，m。

7.2 数据读取与处理

7.2.1 固定测量

数据读取与处理要求如下：

当场强值比较稳定时（幅度变化范围小于±3 dB），观测测量仪器 1 min 到 2 min，读取观测期间内较稳定达到的数值；

当场强值衰落变化较明显时（幅度变化范围大于±3 dB），采用长期测量的方式，基本统计时段一般取 10 min，特殊情况下，也可用较短或较长时间（例如 1 min、60 min 或几个小时）。根据测量需求，选取合适的采样时间间隔记录数据，得出统计时段内不同时间概率的场强值。时间概率的典型值为 10%（准最大值），50%（测量中值），90%（准最小值），中间值更适用于传播研究。

7.2.2 移动测量

数据读取与处理要求如下：

a) 从测量起始点开始，将每 40 个波长的距离划分为一个均值区间，对每个均值区间内的 50 个测量数据做算术平均，得出该均值区间的局部均值；

b) 根据测量需求，将全程划分为若干个统计区间，对每个统计区间内包含的局部均值进行统计，得出每个统计区间内不同地点概率的场强值。地点概率的典型值为 10%（准最大值），50%（测量中值），90%（准最小值），中间值更适用于传播研究。

附录 A
无线电信号场强测量结果记录表

表A.1规定了应记录的测量结果内容。

表 A.1 无线电信号场强测量结果记录表

测量人员														
测量类型	固定测量 <input type="checkbox"/> 移动测量 <input type="checkbox"/>													
时间地点	日期 (年/月/日)						地点		位置名称					
									经度					
									纬度					
测量设备	测量仪器		名称				天线		名称					
			工作频段						工作频段					
			型号						型号					
环境条件	场地条件				环境电平									
测量数据	频率 (MHz)	测量 起始 时间	测量 结束 时间	分辨率带 宽 (kHz)	检波 方式	设备 读数 (注 明单 位)	电缆 衰减 (dB)	接收 天线 系数 (dB /m)	天线 极化 方式	天线 架设 高度 (m)	高度 修正 因子 (dB)	场强值 (dB μ V/m)		
												稳定 值	时间 概率 统计 值	地点 概率 统计 值
备注														