

调频广播监测方法

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 缩略语.....	2
5 测试条件.....	2
6 监测设备.....	3
6.1 射频调频广播监测天线（无源）	3
6.2 频谱分析仪	3
6.3 监测接收机	4
7 监测项目及方法.....	4
7.1 调频广播信号特征.....	4
7.2 测量方框图	5
7.3 监测步骤.....	5
7.4 信道占用度测量方法	6
7.5 频段占用度测量方法	6
7.6 发射频率测量方法.....	6
7.7 占用带宽测量方法.....	6
7.8 信号场强换算方法.....	7
7.9 频偏测量方法	7
7.10 辐射杂散测量方法	7
8 监测结果报告.....	8
9 调频广播监测注意事项.....	8
附录 A 公式(2)的推导	9

调频广播监测方法

1 范围

本规范规定了调频广播的测量项目和监测的方法。

本规范适用于广播发射台服务区内调频广播的固定站监测和移动监测。

2 规范性引用文件

GY/T 142-1999 米波分米波地面电视广播监测技术规程

中华人民共和国无线电频率划分规定

3 术语和定义

3.1 监测（调频广播） monitoring (Frequency Modulation broadcasting)

是对调频广播信号进行监督，并测量其相关技术参数的行为。

3.2 发射台服务区 service area of transmitting station

在发射台周围，服务场强等于或大于可用场强的区域。

3.3 服务场强 service field strength

供公众直接接收的欲收FM广播无线电波场强。

3.4 可用场强 available field strength

是在有自然噪扰和人为干扰，并存在同、邻频干扰的情况下，可以得到满意接收质量所必须的场强最小值。

3.5 固定站监测 fixed station monitoring

指利用固定站的设备或系统对信号进行监测的行为。

3.6 移动监测 mobile monitoring

指利用车载设备或便携式设备在固定站以外的区域对信号进行监测的行为。

3.7 信号电平 signal level

表征信号的能量强度。

3.8 频偏 frequency deviation

表征调频波频率摆动的幅度。

3.9 固定站交汇定位 radio intersection location with fixed stations

利用各固定站监测到的信号示向度交汇确定信号源位置的过程。

3.10 交叉定位 radio intersection location

选取多个不同的位置对信号源来波方向进行多次测定，并把每次测定的方向进行交叉，判定信号源位置的过程。

4 缩略语

OBW	Occupied Bandwidth	占用带宽
RBW	Resolution Bandwidth	分辨率带宽
RMS	Root Mean Square	均方根

5 测试条件

调频广播监测室（车）内测试条件如下：

- a) 工作环境温度：10℃～26℃
- b) 相对湿度：40%～70%
- c) 电压：设备制造商声明的设备额定供电电压
- d) 气压：86kPa～106kPa

调频广播监测室外测试条件如下：

- a) 工作环境温度：-20℃～55℃
- b) 相对湿度：5%～75%
- c) 电压：设备制造商声明的设备额定供电电压
- d) 气压：86kPa～106kPa
- e) 监测环境：

- 1) 周围场地应空旷平坦，半径 400m 范围内无高大建筑物和大批树林等障碍物。野外测量点的周围应比较空旷平坦，前方（朝发射天线方向）200m 内及两侧和后方 100m 内无建筑物和树林等。
 - 2) 应远离主要交通运输公路、电气化铁路、电力牵引设备、高压输电线、变电所、医疗、科研和工业等各种干扰源，保证没有来自上述设施的明显干扰。
- f) 接收天线高度（离地面）应不低于被测信号波长的 1/2。

6 监测设备

6.1 射频调频广播监测天线（无源）

射频调频广播监测天线用于接收射频调频广播信号。监测调频广播信号应使用输出端标称阻抗为50 Ω的全向型天线。调频广播信号的测向与定位应使用输出端标称阻抗为50 Ω的定向天线。

6.2 频谱分析仪

本规范中可用于分析调频广播信号，以及相关参数的测量。其主要技术指标应至少满足表 1 所示：

表1 频谱分析仪技术指标

序号	项目	指标
1	频率范围	应覆盖 87 MHz ~108MHz
2	分辨率带宽范围	应覆盖 300Hz~1MHz
3	显示平均噪声电平	≤-137dBm/Hz
4	三阶截断点	≥10dBm
5	动态范围	≥90dB
6	绝对幅度精度	±0.4dB
7	测量范围	-150dBm~+30dBm
8	相位噪声	≤-94dBc/Hz, 10kHz 偏置

6.3 监测接收机

本规范中可用于分析调频广播信号，以及相关参数的测量。其主要技术指标应至少满足表2所示：

表2 监测接收机技术指标

序号	项目	指标
1	频率范围	应覆盖 87MHz~108MHz
2	分辨率带宽范围	应覆盖 300Hz~1MHz
3	显示平均噪声电平	$\leq -137\text{dBm/Hz}$
4	频率分辨率	1Hz
5	噪声系数	12dB
6	三阶截断点	$\geq 10\text{dBm}$
7	二阶截断点	$\geq 50\text{dBm}$
8	中频抑制	$\geq 90\text{ dB}$
9	镜像抑制	$\geq 90\text{ dB}$
10	解调模式	FM
11	相位噪声	$\leq -94\text{dBc/Hz}$ ，10kHz 偏置

7 监测项目及方法

7.1 调频广播信号特征

调频广播信号的频道间隔为200kHz。典型FM信号频谱图如图1。

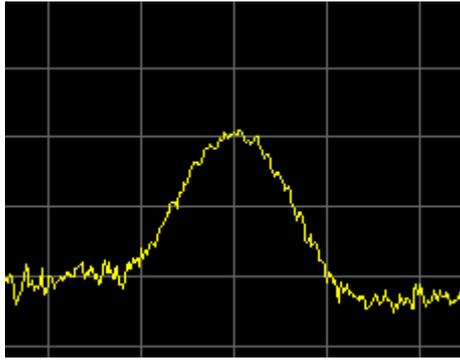


图1 典型调频广播信号频谱图

7.2 测量方框图

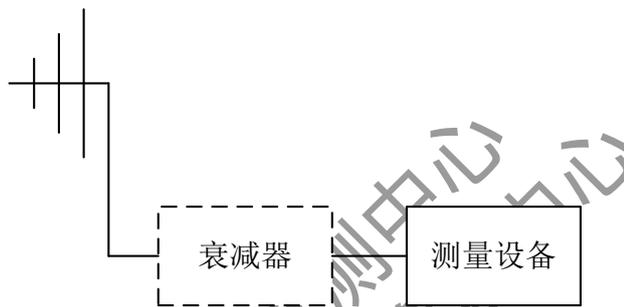


图2 测量方框图

图2为本规范的测量方框图,通过监测天线接收调频广播信号,根据具体测试情况,可在监测天线和测量设备间添加合适的衰减器,以保护测量设备的安全和被测信号的真实性和完整性。

7.3 监测步骤

固定站监测调频广播应按照如下步骤进行:

- a) 使用固定站监测接收设备(频谱分析仪、监测接收机等),在87MHz到108MHz的频段范围内,搜索各个调频广播信号并记录下来,测量信道占用度和频段占用度;
- b) 对搜索到的调频广播信号进行监听,记录其广播名称;
- c) 使用各监测接收设备对调频广播信号进行分析,测量其发射频率、占用带宽、信号电平(或场强)、频偏和辐射杂散情况。
- d) 使用多个固定站交汇定位的方法,定位调频广播信号发射源。

移动监测调频广播应按照如下步骤进行:

- a) 选择监测地点;

- b) 使用频谱分析仪或监测接收机，在 87MHz 到 108MHz 的频段范围内，搜索各个调频广播信号并记录下来，测量信道占用度和频段占用度；
- c) 对搜索到的调频广播信号进行监听，记录其广播名称；
- d) 使用各测量设备对调频广播信号进行分析，测量其发射频率、占用带宽、信号电平、场强、频偏和辐射杂散情况。
- e) 使用侧向或定向天线，寻找信号电平最大值方向，利用多点交叉定位的方法，定位调频广播信号发射源。

7.4 信道占用度测量方法

使用监测接收机或频谱分析仪对87MHz到108MHz中各信号进行测量。参数设置：信道间隔为100kHz，门限电平为当地接收机平均噪声功率电平或电压指示以上5dB，中频带宽为50kHz。采用均值检波，统计测量时间内的信道占用度平均值和测量时间内每小时的信道占用度平均值。

7.5 频段占用度测量方法

使用监测接收机或频谱分析仪对87MHz到108MHz频段以100kHz为步长进行顺序测量。参数设置：信道间隔为100kHz，门限电平为当地接收机平均噪声功率电平或电压指示以上5dB，中频带宽为50kHz。采用均值检波，统计测量时间内的频段占用度。

7.6 发射频率测量方法

使用频谱分析仪或监测接收机测量，设置设备 Span(扫宽)为 300 kHz，RBW 为 300Hz，开启设备的最大保持功能，测量时间不少于 5 分钟，利用游标功能测得信号 3dB 带宽的起始频率 f_b 和终止频率 f_s ，利用公式 $f = (f_b + f_s) / 2$ 估算发射频率。

7.7 占用带宽测量方法

若利用99%方法测量占用带宽，设置频谱分析仪或监测接收机的Span（扫宽）要大于信道间隔，采用峰值或RMS检波方式，RBW小于或者等于Span（扫宽）的1%，开启设备的最大保持功能，利用占用带宽测量选项中的99%能量测量功能，读取并记录OBW（kHz）。

若利用“X-dB”方法测量占用带宽，设置频谱分析仪或监测接收机的Span（扫宽）要大于信道间隔，采用峰值检波方式，RBW小于或者等于Span（扫宽）的1%，开启设备的最大保持功能，利用占用带宽测量选项中的“X-dB”测量功能，读取并记录OBW（kHz）。

7.8 信号场强换算方法

若使用频谱分析仪测量，则需要连接标准测试天线。如果该频谱分析仪具有天线系数存储功能，则可以在测试前将天线系数存在机内，测量时间不少于5分钟，使用Marker功能，标记所测调频广播信号，得出其场强值 E (dB μ V/m)。如果该频谱分析仪不具有天线系数存储功能，则可先使用Marker功能，测量至少5分钟，记录下所测调频广播信号的电平值 U (dB μ V)，而后通过公式(1)计算出场强值 E (dB μ V/m)。

$$E = U + K + L_f \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

E —— 场强的数值，单位为分贝微伏每米 (dB μ V / m)；

U —— 电平的数值，单位为分贝微伏 (dB μ V)；

K —— 天线系数，单位为分贝每米 (dB/m)；

L_f —— 连接电缆的损耗值，以分贝 (dB) 值表示。

若天线系数未知，则可用公式(2)计算场强值 E (dB μ V/m)。

$$E = U - G_a - 20 \lg L_e + L_f + 6 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

E —— 场强的数值，单位为分贝微伏每米 (dB μ V / m)；

U —— 电平的数值，单位为分贝微伏 (dB μ V)；

G_a —— 监测天线以半波对称振子为参考的增益值，单位是 dBd；

L_e —— 半波振子天线的有效长度，为 λ / π 的数值， λ 为被测信号波长(单位为米)；

L_f —— 连接电缆的损耗值，以分贝 (dB) 值表示。

公式(2)的推导过程参见附录 A。

若使用监测接收机测量，方法同频谱分析仪。

7.9 频偏测量方法

使用监测接收机测量，在FM解调模式下，利用其频偏测量功能可读出最大频偏(kHz)。

7.10 辐射杂散测量方法

使用频谱分析仪或监测接收机测量，设置仪器检波方式为峰值检波，在所测频点的杂散域内搜索杂波信号。主要测试相应的二次和三次谐波点，并记录相应的电平值。

8 监测结果报告

调频广播监测结果报告内容应至少包括下列信息：

- a) 标题（例如：调频广播监测记录）；
- b) 监测地点，包括详细至县区一级的地理名称、经纬度、海拔高度和温度等；
- c) 监测人员，及其所属单位；
- d) 监测日期及监测起止时间；
- e) 87MHz 到 108MHz 频段的信道占用度和频段占用度。
- f) 所监测的调频广播节目名称及被测信号各参数的测量结果。

9 调频广播监测注意事项

在调频广播监测过程中应注意以下事项：

- a) 测量宜在符合第 4 章所述的接收条件下进行，如果不能满足第 4 章所述测试条件，应详细注明测量时的具体情况。
- b) 天线阻抗、同轴电缆阻抗及监测设备输入端阻抗均须匹配。
- c) 固定站监测和移动监测均应定期对测量设备及链路进行校准。
- d) 为克服固定站监测覆盖盲点的问题，可以将固定站监测和移动监测结合应用。

附录 A
公式(2)的推导

在无线电监测过程中，一般是通过接收机的读数来获知空间场强的大小。而接收机的读数通常指的是接收机的端口电压。

若接收天线为半波振子天线，由接收天线这一端，可知接收天线的最大接收功率为

$$P_{\max} = \frac{E^2 L_e^2}{8R_A} \dots\dots\dots (A. 1)$$

式中：

E —— 接收天线处电场强度；

L_e —— 半波振子天线的有效长度，为 λ/π 的数值， λ 为被测信号波长(单位为米)；

R_A —— 接收天线的输入阻抗。

在接收机这一端，接收机输入端的最大功率为

$$P_{\max} = \frac{U^2}{2R_0} \dots\dots\dots (A. 2)$$

式中：

U —— 接收机输入端的端口电压；

R_0 —— 接收机输入端的输入电阻。

不计其他损耗，则由式(A. 1)和式(A. 2)相等，且假设天线与接收机共轭匹配，得

$$U = \frac{EL_e}{2} \dots\dots\dots (A. 3)$$

式中：

U —— 接收机输入端的端口电压；

E —— 接收天线处电场强度；

L_e —— 半波振子天线的有效长度，为 λ/π 的数值， λ 为被测信号波长(单位为米)。

用接收机测量场强时，经常以分贝数表示场强值的大小，则由式(A. 3)得

$$E = U - 20\lg L_e + 6 \dots\dots\dots (A. 4)$$

式中：

E —— 场强的数值，单位为分贝微伏每米($\text{dB } \mu\text{V}/\text{m}$)；

U —— 电平的数值，单位为分贝微伏($\text{dB } \mu\text{V}$)；

L_e —— 半波振子天线的有效长度，为 λ/π 的数值， λ 为被测信号波长(单位为米)。

若接收天线不为半波振子天线，且考虑天线到接收机输入端间电缆的损耗，由式 (A. 4) 得

$$E = U - G_a - 20 \lg L_e + L_f + 6 \dots\dots\dots (A. 5)$$

式中：

E —— 场强的数值，单位为分贝微伏每米 ($\text{dB } \mu\text{V} / \text{m}$)；

U —— 电平的数值，单位为分贝微伏 ($\text{dB } \mu\text{V}$)；

G_a —— 监测天线以半波对称振子为参考的增益值，单位是 dBd ；

L_e —— 半波振子天线的有效长度，为 λ / π 的数值， λ 为被测信号波长 (单位为米)；

L_f —— 连接电缆的损耗值，以分贝 (dB) 值表示。

国家无线电监测中心
国家无线电频谱管理中心