

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1144—2006

电磁骚扰测量接收机校准规范

Calibration Specification for EMI Testing Receivers

2006—05—23 发布

2006—08—23 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

电磁骚扰测量接收机 校准规范

Calibration Specification for
EMI Testing Receivers

JJF 1144—2006

本规范经国家质量监督检验检疫总局 2006 年 5 月 23 日批准，并自 2006 年 8 月 23 日起施行。

归口单位：全国无线电计量技术委员会

主要起草单位：中国计量科学研究院

参加起草单位：信息产业部电信研究院

深圳计量质量检测研究院

罗德与施瓦茨公司

本规范由全国无线电计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

武 彤 （中国计量科学研究院）

徐定华 （中国计量科学研究院）

腾俊恒 （中国计量科学研究院）

参加起草人：

陆冰松 （信息产业部电信研究院）

杨彦彰 （深圳计量质量检测研究院）

陈 峰 （罗德与施瓦茨公司）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 术语	(1)
4 概述	(2)
5 计量特性	(2)
5.1 频率读数	(2)
5.2 电平指示	(3)
5.3 整机通频带	(3)
5.4 脉冲响应	(3)
5.5 中频抑制比	(4)
5.6 镜频抑制比	(4)
5.7 衰减器	(4)
5.8 线性指示	(4)
5.9 射频输入端口电压驻波比	(4)
6 校准条件	(4)
6.1 环境条件	(4)
6.2 校准用的主要设备	(4)
7 校准项目和校准方法	(5)
7.1 外观及工作正常性检查	(5)
7.2 频率的校准	(5)
7.3 对于干扰的抗扰性的校准	(6)
7.4 6dB 带宽的校准	(8)
7.5 噪声指示的校准	(8)
7.6 电压示值的校准	(9)
7.7 指示线性的校准	(10)
7.8 衰减器的校准	(10)
7.9 脉冲响应特性的校准	(11)
7.10 射频输入端的电压驻波比	(13)
7.11 对于带有频谱分析仪功能电磁骚扰测量接收机的说明	(13)
8 校准结果	(13)
9 复校时间间隔	(13)
附录 A 校准数据记录表	(14)

电磁骚扰测量接收机校准规范

1 范围

本规范适用于对新制造、新购进、使用中和修理调整后的,频率范围在 9kHz~1000MHz,并满足 GB/T6113 要求的电磁骚扰测量接收机的校准。其他覆盖此频段的电磁骚扰测量接收机可参照执行。

2 引用文献

JJG 501—2000 《频谱分析仪》

GB/T 6113.1—1995 《无线电骚扰和抗扰度测量设备规范》

GB/T 6113.2—1998 《无线电骚扰和抗扰度测量方法》

JJF 1059—1999 《测量不确定度评定与表示》

CISPR 16-4-2: 2003 Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods Part 4-2 Uncertainties, Statistics and limit modeling Measurement instrumentation Uncertainty

使用本规范时,应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 术语

3.1 电磁骚扰 electromagnetic disturbance

任何可能引起装置、设备或系统性能降低或者对有生命或无生命物质产生损害作用的电磁现象。

3.2 带宽 bandwidth (B_n)

低于响应曲线中点某一规定电平处电磁骚扰测量接收机总选择性曲线的宽度,用符号 B_n 表示。 n 表示所规定的电平分贝数。

3.3 脉冲强度 impulse strength (IS)

脉冲强度(有时也称之为脉冲面积)定义为某一脉冲电压对时间积分面积:

$$IS = \int_{-\infty}^{+\infty} V(t) dt \quad (1)$$

式中: IS ——脉冲强度, $\mu V \cdot s$ 。

3.4 镜频抑制比 image rejection ratio

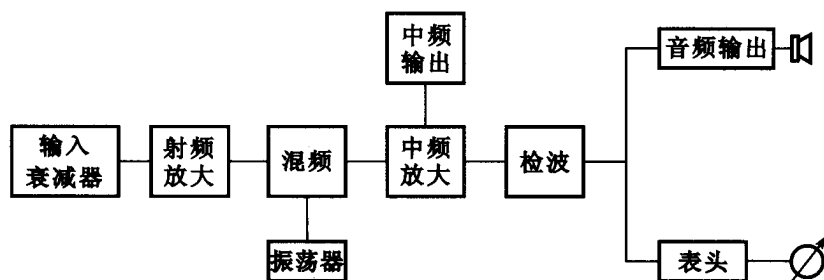
电磁骚扰测量接收机镜频频率上的规定信号电平与产生同样输出功率的调谐频率的(有用)信号电平之比。

3.5 中频抑制比 intermediate frequency rejection ratio

电磁骚扰测量接收机中使用的任一中频频率上的规定信号电平与产生同样输出功率的有用信号电平之比。

4 概述

电磁骚扰测量接收机主要用于连续波信号、脉冲信号等电磁骚扰信号的测量，其测量动态范围大、灵敏度高，原理方框图见图 1。



各部分的功能如下：

1) 输入衰减器 可将外部进来的过大信号或骚扰电平给予衰减，调节衰减量高低，保证电磁骚扰测量接收机输入的电平在电磁骚扰测量接收机指示范围之内，同时可以避免过电压或者电流造成的电磁骚扰测量接收机的损坏。

2) 射频放大器 利用选频放大原理，仅选择所需的测量信号进入下级电路，而外来的各种杂散信号（包括镜像频率信号、中频信号、交调谐波信号等）均排除在外。

3) 混频器 将来自射频放大器的射频信号和来自本机振荡器的信号合成产生一个差频信号输入到中频放大器，由于差频信号的频率低于射频信号频率，使得中频放大器增益得以提高。

4) 本机振荡器 提供一个频率稳定的高频振荡信号。

5) 中频放大器 由于中频放大器的调谐电路可提供严格的频带宽度，又能获得较高增益，因此保证接收机的总选择性和整机灵敏度。

6) 检波器 电磁骚扰测量接收机的检波方式与普通接收机的检波方式存在差异。电磁骚扰测量接收机除可接收正弦波信号外，更常用于测量脉冲骚扰电平，因此电磁骚扰测量接收机除了通常具备的平均值检波功能与峰值检波功能外还增加了准峰值检波功能。

7) 输出指示 有些电磁骚扰测量接收机采用表头指示电磁骚扰电平，有些采用数字显示。一般的电磁骚扰测量接收机都有扬声器发出骚扰声音。

5 计量特性

5.1 频率读数

5.1.1 范围：9kHz~1000MHz

5.1.2 准确度：不超过 $\pm$ （频率 $\times$ 参考频率准确度+末位显示单位的一半）

5.2 电平指示

5.2.1 电平测量范围：(0~120) dB (μ V)

5.2.2 最大允许误差： ± 2 dB

5.3 整机通频带

5.3.1 6dB 带宽：

A 波段 频率范围：9kHz~150kHz，带宽要求：0.2kHz；

B 波段 频率范围：0.15MHz~30MHz，带宽要求：9kHz；

C 波段 频率范围：30MHz~300MHz，带宽要求：120kHz；

D 波段 频率范围：300MHz~1000MHz，带宽要求：120kHz。

5.3.2 带宽最大允许误差： $\pm 10\%$

5.4 脉冲响应

5.4.1 对表 2 所规定脉冲的脉冲响应值应符合表 1 所规定的极限值。

表 1 电磁骚扰测量接收机脉冲响应

重复频率 /Hz	标定频段——定时，脉冲的相对等效电平 dB			
	(9~150) kHz	(0.15~30) MHz	(30~300) MHz	(300~1000) MHz
1000	见注①	-4.5 ± 1.0	-8.0 ± 1.0	-8.0 ± 1.0
100	-4.0 ± 1.0	0 (基准)	0 基准	0 基准
60	-3.0 ± 1.0	——	——	——
25	0 (基准)	——	——	——
20	——	$+6.5 \pm 1.0$	$+9.0 \pm 1.0$	$+9.0 \pm 1.0$
10	$+4.0 \pm 1.0$	$+10.0 \pm 1.5$	$+14.0 \pm 1.5$	$+14.0 \pm 1.5$
5	$+7.5 \pm 1.5$	——	——	——
2	$+13.0 \pm 2.0$	$+20.5 \pm 2.0$	$+26.0 \pm 2.0$	$+26.0 \pm 2.0^*$
1	$+17.0 \pm 2.0$	$+22.5 \pm 2.0$	$+28.5 \pm 2.0$	$+28.5 \pm 2.0^*$
孤立脉冲	$+19.0 \pm 2.0$	$+23.5 \pm 2.0$	$+31.5 \pm 2.0$	$+31.5 \pm 2.0^*$

注：①在 9~150kHz 频率范围内，重复频率高于 100Hz 时，由于中频放大器出现脉冲重叠现象，所以不能对该频段的响应做出明确规定。

②当频率高于 300MHz 时，由于电磁骚扰测量接收机的输入过载，脉冲响应受到限制。

表 1 中标有 * 的数值是任选的，不做硬性要求。

③在过渡频率点，应按照高频段技术要求。例如 0.15MHz 频率点应按照 (0.15~30)MHz 频率段的技术要求。

5.5 中频抑制比 $\geq 40\text{dB}$

5.6 镜频抑制比 $\geq 40\text{dB}$

5.7 衰减器

5.7.1 范围： $(0\sim 110)\text{dB}$

5.7.2 最大允许误差： $\pm 1\text{dB}$

5.8 线性指示

5.8.1 范围： $(0\sim 30)\text{dB}$

5.8.2 最大允许误差： $\pm 1\text{dB}$

5.9 射频输入端口电压驻波比： ≤ 2 ，当射频衰减为 0dB 时

≤ 1.2 ，当射频衰减不小于 10dB 时

注：由于校准不作合格与否的结论，通常上述要求的最大允许误差等供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 温度： $(10\sim 30)^\circ\text{C}$ ，校准期间温度波动小于 $\pm 2^\circ\text{C}$

6.1.2 相对湿度： $(30\sim 75)\%$

6.1.3 交流供电电源： $220\text{V}\pm 11\text{V}$ ， $50\text{Hz}\pm 1\text{Hz}$

6.1.4 周围无影响正常校准工作的电磁干扰和机械振动。

6.2 校准用的主要设备

6.2.1 频率计数器

频率测量范围： $9\text{kHz}\sim 1000\text{MHz}$

频率测量准确度： $\pm 1\times 10^{-7}$

分辨率： 0.1Hz

6.2.2 功率计

频率范围： $9\text{kHz}\sim 1000\text{MHz}$

功率测量范围及最大允许误差： $(-70\sim +30)\text{dBm}$ ， $\pm 0.1\text{dB}$

6.2.3 信号发生器

频率范围及频率准确度： $9\text{kHz}\sim 1050\text{MHz}$ ， $\pm 1\times 10^{-7}$

输出电平范围及最大允许误差： $(0\sim 126)\text{dB}(\mu\text{V})$ ， $\pm 0.1\text{dB}/10\text{dB}$ ，累计 $\pm 2\text{dB}$

谐波失真： $< -30\text{dBc}$

相位噪声： $< -110\text{dBc}/\text{Hz}$ （偏离载频 1kHz ）

$< -120\text{dBc}/\text{Hz}$ （偏离载频 10kHz ）

6.2.4 标准可变衰减器

频率范围：DC~1000MHz

衰减范围：(0~110) dB, 0.1dB 步进

不确定度：±0.02dB/10dB

6.2.5 脉冲校准源

脉冲频率范围：0.1Hz~1000MHz

脉冲校准源的试验脉冲特性应满足表 2 的要求

表 2 脉冲校准源的脉冲特性

波段	频率范围	脉冲强度 / $\mu\text{V}\cdot\text{s}$	均匀频谱最小 上限/MHz	重复频率 /Hz
A	(9~150) kHz	13.5	0.15	100, 60, 25, 10, 5, 2, 1, 孤立脉冲
B	(0.15~30) MHz	0.316	30	1000, 100, 20, 10, 2, 1, 孤立脉冲
C	(30~300) MHz	0.044	300	1000, 100, 20, 10, 2, 1, 孤立脉冲
D	(300~1000) MHz	0.044	1000	1000, 100, 20, 10

6.2.6 网络分析仪

频率范围：9kHz~1000MHz

6.2.7 连接器、转换头、电缆等

6.2.8 所有校准用仪器均应检定合格，应在检定或校准有效期内，并具溯源性。

6.2.9 所有校准用仪器均应按规定进行预热，其操作按各自的说明书进行。

7 校准项目和校准方法

7.1 外观及工作正常性检查

7.1.1 被校准电磁骚扰测量接收机应带有必要的附件、说明书。

7.1.2 被校准电磁骚扰测量接收机各按键、开关、旋钮、连接器应安装牢固，通断分明，转换清晰，旋钮灵活，定位正确，无影响正常工作的机械损伤。

7.1.3 被校准电磁骚扰测量接收机通电后能正常工作，有清晰的显示。

7.1.4 仪器按规定预热后，进行全校准。

7.2 频率的校准

7.2.1 参考频率的校准

7.2.1.1 被校准电磁骚扰测量接收机参考输出接到频率计数器输入，如图 2 所示。

7.2.1.2 频率计数器置最高分辨率。

7.2.1.3 被校准电磁骚扰测量接收机开机 15min 后开始用频率计数器测试。将数据记录于附录 A 表 A.1 中。

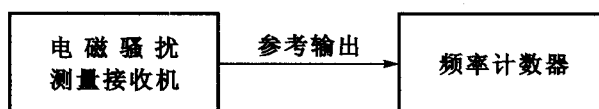


图2 参考频率的校准

7.2.2 中频输出频率的校准

7.2.2.1 被校准电磁骚扰测量接收机中频输出接到频率计数器输入，如图3所示。

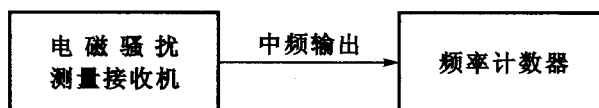


图3 中频输出频率的校准

7.2.2.2 频率计数器置最高分辨率

7.2.2.3 被校准电磁骚扰接收机开机 15min 后开始用频率计数器测试。将数据记录于附录 A 表 A.2 中。

7.2.3 频率读数准确度的校准

7.2.3.1 连接信号发生器的输出端到电磁骚扰测量接收机的输入端。

7.2.3.2 设置电磁骚扰测量接收机的检波器为峰值检波方式，衰减器设置为自动方式。

7.2.3.3 设置信号发生器频率为 100kHz，电平为 90dB(μV)。置电磁骚扰测量接收机的频率为 100kHz，带宽为 9kHz。微调信号发生器的频率，使电磁骚扰测量接收机的电平指示值最大，记录信号发生器的频率作为频率的实际值。

7.2.3.4 按照式 (2) 计算误差

$$\delta_f = \frac{f_x - f_0}{f_0} \times 100\% \quad (2)$$

式中： δ_f ——频率示值相对误差，%；

f_0 ——频率实际值，MHz；

f_x ——频率的标称值，MHz。

7.2.3.5 在 9kHz, 20kHz, 50kHz, 150kHz, 2MHz, 4MHz, 8MHz, 12MHz, 16MHz, 20MHz, 26MHz, 30MHz, 40MHz, 50MHz, 90MHz, 100MHz, 200MHz, 300MHz, 500MHz, 800MHz, 1000MHz 进行测量。其中 9kHz 到 150kHz 频率范围内，带宽选择为 200Hz, 150kHz 到 30MHz 频率范围内，带宽选择为 9kHz, 其他频率点带宽选择 120kHz, 重复 7.2.3.1~7.2.3.4。将数据记录于附录 A 表 A.3 中。

7.3 对于干扰的抗扰性的校准

7.3.1 第一中频镜像频率响应的校准

7.3.1.1 信号发生器输出经功分器一路接功率计，另一路接被校准电磁骚扰测量接收机，如图4所示。

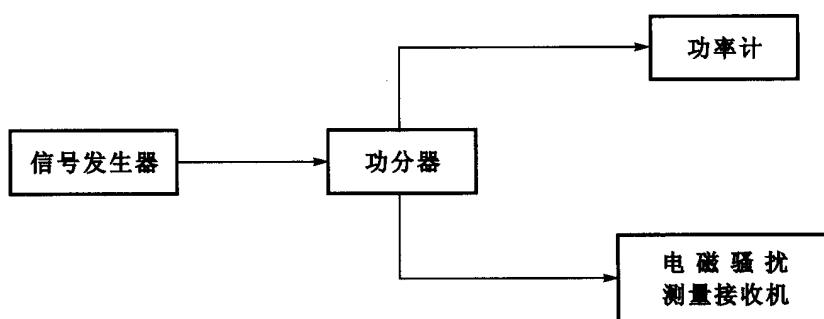


图4 第一中频镜像频率响应的校准

7.3.1.2 置信号发生器频率为 f_s ，调节电平使功率计上显示为 -10dBm 。

7.3.1.3 置电磁骚扰测量接收机为低噪声模式，检波器设为平均值检波方式，中频带宽置于适宜的带宽。设置电磁骚扰测量接收机的频率为 f_s ，读电磁骚扰测量接收机的电平值示值，记为 L_s 。

7.3.1.4 将信号发生器频率调为 $f_I = f_s + 2f_{\text{IF1}}$ （本振频率高于信号频率时）或 $f_I = f_s - 2f_{\text{IF1}}$ （本振频率低于信号频率时），电平同 7.3.1.2 中的电平。其中 f_{IF1} 为电磁骚扰测量接收机的第一中频。

7.3.1.5 在被校准电磁骚扰测量接收机上读取频率为 f_I 时的电平 L_I （dBm）。按照式（3）计算。将数据和计算结果记录于附录 A 表 A.4 中。

$$a_c = L_s - L_I \quad (3)$$

7.3.1.6 按照附录 A 表 A.4 中所规定的频率，重复 7.3.1.1 到 7.3.1.5

7.3.2 第二中频镜像频率响应的校准

7.3.2.1 置信号发生器频率为 f_s ，调节电平使功率计上显示为 -10dBm 。

7.3.2.2 置电磁骚扰测量接收机为低噪声模式，检波器设为平均值检波方式，中频带宽置于 1kHz 。设置电磁骚扰测量接收机的频率 f_s ，读电磁骚扰测量接收机的电平值示值，记为 L_s 。

7.3.2.3 将信号发生器频率调为 $f_I = f_s + 2f_{\text{IF2}}$ （本振频率高于信号频率时）或 $f_I = f_s - 2f_{\text{IF2}}$ （本振频率低于信号频率时），电平同 7.4.1.2 中的电平。其中 f_{IF2} 为电磁骚扰测量接收机的第二中频。

7.3.2.4 在被校准电磁骚扰测量接收机上读取频率为 f_I 时的电平 L_I （dBm）。按照式（4）计算。将数据和计算结果记录于附录 A 表 A.5 中。

$$a_c = L_s - L_I \quad (4)$$

7.3.2.5 按照附录 A 中表 A.5 中所规定的频率，重复 7.3.1.1 到 7.3.1.4。

7.3.3 中频抑制比的校准

7.3.3.1 信号发生器输出经功分器一路接功率计，另一路接被校准电磁骚扰测量接收

机，如图 4 所示。

7.3.3.2 置电磁骚扰测量接收机为低噪声模式，检波器设为平均值检波方式，频率为需校准的频率点。

7.3.3.3 置信号发生器频率为 $f_S = f_{IF}$ ，调节电平使功率计上显示为 -10dBm 。其中， f_{IF} 为电磁骚扰测量接收机所置频率对应频段的第一中频频率。

7.3.3.4 在被校准电磁骚扰测量接收机上读取电平 L_I (dBm)。按照式 (5) 计算。将数据和计算结果记录于附录 A 表 A.6 中。

$$a_c = -10 - L_I \quad (5)$$

7.3.3.5 按照附录 A 表 A.6 中规定的频率要求。重复 7.3.3.1 到 7.3.3.4。

7.4 6dB 带宽的校准

7.4.1 将信号发生器输出端连接到电磁骚扰测量接收的输入端。

7.4.2 将电磁骚扰测量接收机衰减器设置为自动，检波器设为平均值，并设定为低噪声模式。

7.4.3 设置信号发生器输出为 $70\text{dB}(\mu\text{V})$ ，频率为 10MHz 。

7.4.4 设置电磁骚扰测量接收机的测试频率为 10MHz ，带宽设置为 9kHz ，微调电磁骚扰测量接收机的频率，找到电平指示的最大值。调节信号源的输出电平，使电磁骚扰测量接收机电平显示为 $70\text{dB}(\mu\text{V})$ 。

7.4.5 增加信号源的频率，使电磁骚扰测量接收机的电平显示值为 $64\text{dB}(\mu\text{V})$ ，读出信号发生器的频率，记为 $f_{+[-6\text{dB}(\mu\text{V})]}$ ；减小信号发生器的频率，使电磁骚扰测量接收机的电平显示值为 $64\text{dB}(\mu\text{V})$ ，读出信号发生器的频率，记为 $f_{-[-6\text{dB}(\mu\text{V})]}$ 。按照式 (6) 来计算 6dB 带宽，并按照式 (7) 计算出 6dB 带宽的误差。

$$\Delta f_S = f_{+[-6\text{dB}(\mu\text{V})]} - f_{-[-6\text{dB}(\mu\text{V})]} \quad (6)$$

$$\delta = \frac{\Delta f_u - \Delta f_S}{\Delta f_u} \quad (7)$$

式中： Δf_u ——带宽的标称值。

7.4.6 在 100kHz 频率点、 100MHz 频率点和 500MHz 频率点，重复 7.4.1 到 7.4.5。其中 100kHz 频率点电磁骚扰测量接收机带宽设置为 200Hz ， 100MHz 频率点和 500MHz 频率点电磁骚扰测量接收机带宽设置为 120kHz 。6dB 带宽值记录在附录 A 中表 A.7。

7.5 噪声指示的校准

7.5.1 在电磁骚扰测量接收机的射频输入端接 50Ω 的终端负载。

7.5.2 将电磁骚扰测量接收机的衰减器置为 0dB ，测试时间置为 100ms 。

7.5.3 按照附录 A 表 A.8 中所要求的频率点和设置记录电磁骚扰测量接收机的噪声指示值。

7.6 电压示值的校准

7.6.1 平均值模式下的电压示值的校准

7.6.1.1 信号发生器输出经功分器一路接功率计，另一路接被校准电磁骚扰测量接收机，如图 4 所示。将信号发生器的参考频率输出接到被校准电磁骚扰测量接收机的参考频率输入，设置被校准的电磁骚扰测量接收机使用外部频率输入。

7.6.1.2 将电磁骚扰测量接收机置于低噪声模式，检波器置于平均值模式。

7.6.1.3 调节信号发生器的频率为 9kHz，调节信号发生器电平使功率计指示为 90dB(μ V)。调谐电磁骚扰测量接收机频率到 9kHz，带宽 200Hz，测量时间为 100ms。

7.6.1.4 将电磁骚扰测量接收机的电平指示记录于附录 A 中的表 A.9。

7.6.1.5 按照附录 A 中表 A.9 所需要的频率点，重复 7.6.1.3~7.6.1.4。其中 9kHz 到 150kHz 频率范围内，电磁骚扰测量接收机带宽设置为 200Hz；150kHz 到 30MHz 频率范围内，电磁骚扰测量接收机带宽设置为 9kHz；30MHz 到 1000MHz 频率范围内，电磁骚扰测量接收机带宽设置为 120kHz。

7.6.2 峰值模式下的电压示值的校准

7.6.2.1 信号发生器输出经功分器一路接功率计，另一路接被校准电磁骚扰测量接收机，如图 4 所示。

7.6.2.2 将电磁骚扰测量接收机置于低噪声模式，检波器置于峰值模式。

7.6.2.3 调节信号发生器的频率为 9kHz，微调信号发生器电平使功率计指示为 90dB(μ V)。调谐电磁骚扰测量接收机频率到 9kHz，带宽 200Hz，测量时间为 100ms。

7.6.2.4 将电磁骚扰测量接收机的电平指示记录于附录 A 中的表 A.9。

7.6.2.5 按照附录 A 中表 A.9 所需要的频率点，重复 7.6.2.3~7.6.2.4。其中 9kHz 到 150kHz 频率范围内，电磁骚扰测量接收机带宽设置为 200Hz；150kHz 到 30MHz 频率范围内，电磁骚扰测量接收机带宽设置为 9kHz；30MHz 到 1000MHz 频率范围内，电磁骚扰测量接收机带宽设置为 120kHz。

7.6.2.6 分别调节信号发生器的电平使功率计指示到 120dB (μ V)、60dB (μ V)、30dB (μ V)，重复 7.6.2.3~7.6.2.5。

7.6.3 准峰值模式下的电压示值的校准

7.6.3.1 信号发生器输出经功分器一路接功率计，另一路接被校准电磁骚扰测量接收机，如图 4 所示。

7.6.3.2 将电磁骚扰测量接收机置于低噪声模式，检波器置于准峰值模式。

7.6.3.3 调节信号发生器的频率为 9kHz，微调信号发生器电平使功率计指示为 90dB(μ V)。调谐电磁骚扰测量接收机频率到 9kHz，带宽 200Hz，测量时间为 500ms。

7.6.3.4 将电磁骚扰测量接收机的电平指示记录于附录 A 中的表 A.9。

7.6.3.5 按照附录 A 中表 A.9 所需要的频率点, 重复 7.6.3.3~7.6.3.4。其中 9kHz 到 150kHz 频率范围内, 电磁骚扰测量接收机带宽设置为 200Hz; 150kHz 到 30MHz 频率范围内, 电磁骚扰测量接收机带宽设置为 9kHz; 30MHz 到 1000MHz 频率范围内, 电磁骚扰测量接收机带宽设置为 120kHz。

7.6.3.6 分别调节信号发生器的电平使功率计指示到 120dB (μV)、60dB (μV)、30dB (μV), 重复 7.6.3.3~7.6.3.5。

7.7 指示线性的校准

7.7.1 在 30dB 范围内对指示线性的校准

7.7.1.1 连接信号发生器输出到标准可变衰减器输入, 连接标准可变衰减器输出到电磁骚扰测量接收机的输入。标准可变衰减器置于 3dB。

7.7.1.2 设置电磁骚扰测量接收机的频率为 100MHz, 平均值检波方式, 衰减器 50dB, 带宽为 9kHz, 测量时间为 100ms, 量程范围为 30dB。调节信号源电平使电磁骚扰测量接收机指示到 80dB (μV)。

7.7.1.3 以 2dB 的步进增加衰减器的衰减量, 直到 33dB, 记录每一次步进后的电平指示值 L_1 , 按照式 (8) 计算线性指示的实际值。记录在附录 A 中的表 A.10。

$$A_1 = 80 - L_1 \quad (8)$$

7.7.2 在 60dB 范围内对指示线性的校准

7.7.2.1 连接信号发生器输出到衰减器输入, 连接标准可变衰减器输出到电磁骚扰测量接收机的输入。标准可变衰减器置于 3dB。

7.7.2.2 设置电磁骚扰测量接收机的频率为 100MHz, 平均值检波方式, 衰减器置为 20dB, 带宽为 10kHz, 测量时间为 100ms, 量程范围为 60dB。调节信号发生器电平使电磁骚扰测量接收机指示到 80dB (μV)。

7.7.2.3 以 5dB 的步进增加衰减器的衰减量, 直到 63dB, 记录每一次步进后的电平指示值 L_2 , 按照式 (8) 计算线性指示的实际值。记录在附录 A 中的表 A.11。

$$A_2 = 80 - L_2 \quad (9)$$

7.8 衰减器的校准

7.8.1 (方法一) 连接信号发生器输出到标准衰减器输入, 连接标准可变衰减器输出到电磁骚扰测量接收机的输入, 如图 5 所示。

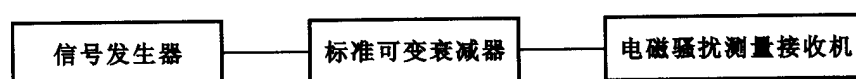


图 5 衰减器的校准

7.8.2 设置标准可变衰减器为 70dB。设置信号发生器频率为 1000MHz, 置电磁骚扰测量接收机的频率为 1000MHz, 低噪声模式, 平均值检波方式, 衰减器置为手动方式,

衰减量置于 40dB，中频带宽为 120kHz，测量时间为 100ms。调节信号发生器电平，使电磁骚扰测量接收机指示为 50dB (μV)。

7.8.3 设置标准衰减器衰减量为 110dB，设置电磁骚扰测量接收机的衰减器为 0dB，记录电磁骚扰测量接收机的示值，按式 (10) 计算作为衰减器的实际值记录到附表 A.12 中。

7.8.4 以 10dB 的步进增加电磁骚扰测量接收的衰减器的衰减量，同时，以同样的步进减小标准衰减器的衰减量。记录电磁骚扰测量接收机的指示电平为 L_{n1} ，按式 (9) 计算值作为衰减器的实际值。记录在附录 A 中表 A.12。

$$A_{n1} = L_{n1} - 10 \quad (10)$$

7.8.5 (方法二) 连接信号发生器输出到标准衰减器输入，连接标准可变衰减器输出到电磁骚扰测量接收机的输入，如图 5 所示。

7.8.6 设置标准可变衰减器为 70dB。设置信号发生器频率为 1000MHz，置电磁骚扰测量接收机的频率为 1000MHz，低噪声模式，平均值检波方式，衰减器置为手动方式，衰减量置于 0dB，中频带宽为 120kHz，测量时间为 100ms。调节信号发生器电平，使电磁骚扰测量接收机指示为 20dB (μV)。

7.8.7 设置电磁骚扰测量接收机的衰减器为 10dB，调节标准可变衰减器的衰减量，使电磁骚扰测量接收机指示为 30dB (μV)，记录可变衰减器的衰减量为 L_{n2} ，按式 (10) 计算作为衰减器的实际值记录到附表 A.13 中。

7.8.8 以 10dB 的步进增加电磁骚扰测量接收的衰减器的衰减量，以同样的方法调节标准可变衰减器的衰减量，使电磁骚扰测量接收机指示值每次增加 10dB (μV)，记录可变衰减器的衰减量为 L_{n2} ，按式 (11) 计算作为衰减器的实际值记录到附表 13 中。记录在附表 A.13。

$$A_{n2} = 70 - L_{n2} \quad (11)$$

7.9 脉冲响应特性的校准

7.9.1 幅度关系 (绝对校准)

7.9.1.1 连接标准信号发生器到电磁骚扰测量接收机输入端，按照图 6 所示。

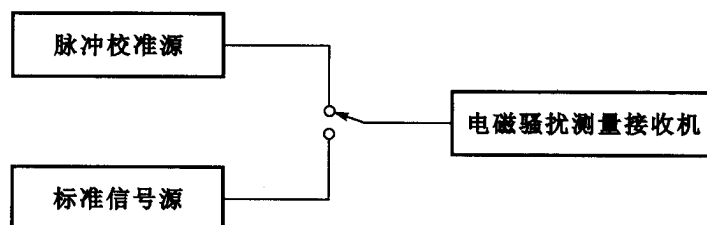


图 6 脉冲相应特性的校准

7.9.1.2 设置标准信号发生器频率为 10kHz，电平为 40dB (μV)。设置电磁骚扰测量

接收机衰减器为自动，带宽为 200Hz，检波器置于准峰值模式，测量时间为 500ms，记录电测骚扰测量接收机显示的电平值到附表 A.14。

7.9.1.3 断开标准信号发生器和电磁骚扰测量接收机的连接，连接脉冲校准源到电磁骚扰测量接收机输入端。

7.9.1.4 设置脉冲信号发生器到波段 A，电平 40dB(μ V)，脉冲重复频率 25Hz，电磁骚扰测量接收机的设置同 7.9.1.2，记录电测骚扰测量接收机显示的电平值到附录 A 中表 A.14。本次测量的电平值减去 7.9.1.2 的电平值记录附表 A.14。

7.9.1.5 在 10MHz，100MHz，500MHz 频率点重复 7.9.1.1 到 7.9.1.4。在 10MHz，100MHz，500MHz，标准信号发生器设置为 60dB(μ V)，脉冲信号发生器设置为 60dB(μ V)，重复频率为 100Hz。在 10MHz，设置电磁骚扰测量接收机带宽为 9kHz，脉冲信号发生器设置为波段 B；在 100MHz，设置电磁骚扰测量接收机带宽为 120kHz，脉冲信号发生器设置为波段 C；在 500MHz，设置电磁骚扰测量接收机带宽为 120kHz，脉冲信号发生器设置为波段 D。

7.9.2 重复频率的变化（相对校准）9kHz~150kHz 频率范围内

7.9.2.1 连接脉冲信号发生器到电磁骚扰测量接收机的输入端，按照图 6 所示。

7.9.2.2 设置脉冲信号发生器到波段 A，电平为 40dB(μ V)，重复频率为 25Hz。设置电磁骚扰测量接收机频率为 100kHz，衰减器为自动，检波器置于准峰值模式，测量时间为 500ms。

7.9.2.3 设置电磁骚扰测量接收机频率为 100kHz。分别记录脉冲信号发生器的重复频率为 100Hz，60Hz，10Hz，5Hz，2Hz，1Hz 和孤立脉冲情况下的电平指示值，然后减去 7.9.2.2 中所测的重复频率为 25Hz 时的电平指示值。记录在附录 A 中的表 A.15。

7.9.3 重复频率的变化（相对校准）(0.15~30) MHz 频率范围内

7.9.3.1 连接脉冲信号发生器到电磁骚扰测量接收机的输入，按照图 6 所示。

7.9.3.2 设置脉冲信号发生器的电平为 60dB(μ V)，重复频率为 100Hz。设置电磁骚扰测量接收机频率为 10MHz，衰减器为自动，检波器置于准峰值模式，测量时间为 500ms。

7.9.3.3 设置电磁骚扰测量接收机频率为 10MHz。分别记录脉冲信号发生器的重复频率为 1000Hz，10Hz，2Hz，1Hz 和单脉冲情况下的电平指示值，然后减去 7.9.3.2 中所测的重复频率为 25Hz 时的电平指示值。记录在附录 A 中的表 A.16。

7.9.4 重复频率的变化（相对校准）(30~300) MHz 频率范围内

7.9.4.1 连接脉冲信号发生器到电磁骚扰测量接收机的输入，按照图 6 所示。

7.9.4.2 设置脉冲信号发生器的电平为 60dB(μ V)，重复频率为 100Hz。设置电磁骚扰测量接收机频率为 100MHz，衰减器为自动，检波器置于准峰值模式，测量时间为 500ms。

7.9.4.3 设置电磁骚扰测量接收机频率为 100MHz。分别记录脉冲信号发生器的重复频率为 1000Hz, 10Hz, 2Hz, 1Hz 和单脉冲情况下的电平指示值, 然后减去 7.9.4.2 中所测的重复频率为 25Hz 时的电平指示值。记录在附录 A 中的表 A.17。

7.9.5 重复频率的变化 (相对校准) (300~1000) MHz 频率范围内

7.9.5.1 连接脉冲信号发生器到电磁骚扰测量接收机的输入, 按照图 6 所示。

7.9.5.2 设置脉冲信号发生器的电平为 60dB (μ V), 重复频率为 100Hz。设置电磁骚扰测量接收机频率为 500MHz, 衰减器为自动, 检波器置于准峰值模式, 测量时间为 500ms。

7.9.5.3 设置电磁骚扰测量接收机频率为 500MHz。分别记录脉冲信号发生器的重复频率为 1000Hz, 20Hz, 10Hz, 2Hz, 1Hz 和单脉冲情况下的电平指示值, 然后减去 7.9.5.2 中所测的重复频率为 25Hz 时的电平指示值。记录在附录 A 中的表 A.18。

7.10 射频输入端的电压驻波比

7.10.1 射频输入端的电压驻波比的测量

7.10.1.1 使用低损耗电缆连接电磁骚扰测量接收机射频输入端和网络分析仪的测试端口, 如图 7 所示。

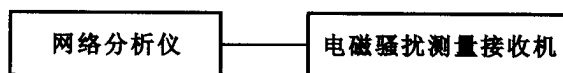


图 7 射频输入端的电压驻波比的测量

7.10.1.2 设置电磁骚扰测量接收机衰减器为 0dB, 将测量值记录到附录 A 表 A.19 中。设置电磁骚扰测量接收机衰减器为 10dB, 测量值记录到附录 A 表 A.19 中。如果电磁骚扰测量接收机内置有预放大器, 分别在预放大器开和关两种状态下测量射频端口的电压驻波比。

7.11 对于带有频谱分析仪功能电磁骚扰测量接收机的说明

对于带有频谱分析仪功能的电磁骚扰测量接收机, 其技术要求和校准方法按照 JJG501—2000 频谱分析仪检定规程进行。

8 校准结果

经校准后的电磁骚扰测量接收机应出具校准证书。校准证书应包括足够的信息, 如校准实验室的名称和地址、校准证书的编号, 送校单位的名称和地址, 被校准的电磁骚扰测量接收机的名称、型号、制造商、系列号, 校准的日期、地点, 校准依据的技术规范, 本次校准所用标准的溯源性及有效性说明, 校准结果及其不确定度等。

9 复校时间间隔

送校单位可根据仪器使用的实际情况自行决定复校时间间隔, 建议复校时间间隔为 1 年。经修理或调整后的仪器应及时校准。

附录 A

校准数据记录表

表 A.1 参考频率

实测频率	
------	--

表 A.2 中频输出频率

实测频率	
------	--

表 A.3 频率读数准确度

项目 标称频率	示值	误差
9kHz		
20kHz		
50kHz		
100kHz		
150kHz		
2MHz		
4MHz		
8MHz		
16MHz		
20MHz		
26MHz		
30MHz		
40MHz		
50MHz		
90MHz		
100MHz		
200MHz		
300MHz		
500MHz		
800MHz		
1000MHz		

表 A.4 第一中频镜像频率响应的校准 ($L_S = -10\text{dBm}$)

f_s/MHz	f_s	f_s	f_s
$f_I = f_s + 2f_{\text{IF1}}$			
L_S/dBm			
L_I/dBm			
a_c			

表 A.5 第二中频镜像频率响应的校准 ($L_S = -10\text{dBm}$)

f_s/MHz	f_s	f_s	f_s
$f_I = f_s + 2f_{\text{IF2}}$			
L_S/dBm			
L_I/dBm			
a_c			

表 A.6 中频抑制比 ($L_S = -10\text{dBm}$)

f_s/MHz	1	10	100	500
$f_I = f_s + 2f_{\text{IF1}}$				
L_S/dBm				
L_I/dBm				
a_c				

表 A.7 6dB 带宽的校准

频率	标称带宽	下边频	上边频	实际带宽
100kHz	200Hz			
10MHz	9kHz			
100MHz	120kHz			
500MHz	120kHz			

表 A.8 噪声指示

频率	噪声指示/dB (μV)
100kHz	
10MHz	
100MHz	
500MHz	

表 A.9 频率响应

频率 /MHz	实际值: 120dB (μ V) 实际值			实际值: 120 dB (μ V) 实际值			实际值: 120 dB (μ V) 实际值			实际值: 120 dB (μ V) 实际值		
	平均 值	峰值	准峰 值	平均 值	峰值	准峰 值	平均 值	峰值	准峰 值	平均 值	峰值	准峰 值
0.015												
0.030												
0.060												
0.120												
0.250												
0.500												
1.400												
3.500												
8.000												
20.000												
28.000												
30.000												
60.000												
100.000												
200.000												
300.000												
400.000												
500.000												
600.000												
700.000												
800.000												
900.000												
1000.000												

表 A.10 表头的线性指示 (30dB)

实际值 /dB	指示值 /dB	误差 /dB	备注
30			参考值
28			
26			
24			
22			
20			
18			
16			
14			
12			
10			
8			
6			
4			
2			
0			

表 A.11 表头的线性指示 (60dB)

实际值 /dB	指示值 /dB	误差 /dB	备注
60			参考值
55			
50			
45			
40			
35			
30			
25			
20			
15			
10			
5			
0			

表 A.12 衰减器的校准（方法 1）

标称值 /dB	实际值 /dB	误差 /dB	备注
0			
10			
20			
30			
40			参考点
50			
60			

表 A.13 衰减器的校准（方法 2）

标称值 /dB	实际值 /dB	误差 /dB	电磁骚扰测量 接收机指示值
0			20
10			30
20			40
30			50
40			60
50			70
60			80

表 A.14 脉冲响应特性的校准——幅度关系（绝对校准）

项目 频率	对未调制正弦波的响应 /dB (μ V)	对基准试验脉冲信号的响应 /dB (μ V)	差值 /dB
10kHz			
10MHz			
100MHz			
500MHz			

表 A.15 脉冲响应特性的校准——随重复频率的变化（相对校准） A 波段

重复频率 /Hz	相对响应/dB		备注
	参考值	指示差值	
孤立脉冲	-19 ± 2	—	
1	-17 ± 2		
2	-13 ± 2		
5	-7.5 ± 1.5		
10	-4 ± 1		
25	0	0	40dB 为参考点
60	3 ± 1		
100	4 ± 1		

表 A.16 脉冲响应特性的校准——随重复频率的变化（相对校准） B 波段

重复频率 /Hz	相对响应/dB		备注
	参考值	指示差值	
孤立脉冲	-23.5 ± 2.0	—	
1	-22.5 ± 2.0	—	
2	-20.5 ± 2.0	—	
10	-10.0 ± 1.5		
20	-6.5 ± 1.0		
100	0	0	以 60dB 为参考点
1000	4.5 ± 1.0		

表 A.17 脉冲响应特性的校准——随重复频率的变化（相对校准） C 波段

重复频率 /Hz	相对响应/dB		备注
	参考值	指示差值	
孤立脉冲	-31.5 ± 2	—	
1	-28.5 ± 2		
2	-26 ± 2		
10	-14 ± 1.5		
20	-9 ± 1		
100	0	0	以 60dB 为参考点
1000	8 ± 1	—	

表 A.18 脉冲响应特性的校准——随重复频率的变化（相对校准） D 波段

重复频率 /Hz	相对响应/dB		备注
	参考值	指示差值	
孤立脉冲	-31.5 ± 2	—	
1	-28.5 ± 2		
2	-26 ± 2		
10	-14 ± 1.5		
20	-9 ± 1		
100	0	0	以 60dB 为参考点
1000	8 ± 1	—	

表 A.19 射频输入端的电压驻波比

频率	衰减器	预放大器	电压驻波比
100kHz	0	开	
		关	
	10	开	
		关	
10MHz	0	开	
		关	
	10	开	
		关	
100MHz	0	开	
		关	
	10	开	
		关	
500MHz	0	开	
		关	
	10	开	
		关	