

JJF

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF ××××—××××

电磁干扰测量接收机校准规范

Calibration Specification for EMI Test Receivers

(征求意见稿)

×××—××—××发布

××××—××—××实施

国家市场监督管理总局

发布

电磁干扰测量接收机校准规范

JJF XXXX-20XX

Calibration Specification for
EMI Test Receivers

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

天津市计量监督检测科学研究院

参加起草单位：上海市计量测试技术研究院

中国航天科工集团第二研究院二〇三所

罗德与施瓦茨（中国）科技有限公司

本规范委托全国无线电计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

XXX

XXX

XXX

参加起草人：

XXX

XXX

XXX

XXX

目 录

引言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(错误!未定义书签。)
3 术语和计量单位.....	(1)
4 概述.....	(1)
5 计量特性.....	(2)
5.1 频率.....	(2)
5.2 中频抑制比.....	(2)
5.3 镜频抑制比.....	(2)
5.4 正弦波电压幅度示值.....	(2)
5.5 线性指示.....	(2)
5.6 总选择性.....	(2)
5.7 衰减.....	(3)
5.8 脉冲响应特性.....	(3)
5.9 射频输入端电压驻波比.....	(7)
6 校准条件.....	(7)
6.1 环境条件.....	(7)
6.2 校准用的主要设备.....	(7)
7 校准项目和校准方法.....	(8)
7.1 校准项目.....	(8)
7.2 外观及工作正常性检查.....	(9)
7.3 频率.....	(9)
7.4 中频抑制比.....	(10)
7.5 镜频抑制比.....	(10)
7.6 正弦波电压幅度示值.....	(12)
7.7 线性指示.....	(12)
7.8 总选择性.....	(13)
7.9 衰减.....	(14)
7.10 脉冲响应特性.....	(14)
7.11 射频输入端电压驻波比.....	(25)
8 校准结果表达.....	(26)
9 复校时间间隔.....	(27)
附录 A 原始记录内页格式.....	(28)
附录 B 校准证书内页格式.....	(36)
附录 C 主要项目校准不确定度评定示例.....	(44)
附录 D 总选择性限值.....	(55)

引 言

JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》和 JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范编制工作的基础性系列规范。

本规范是对 JJF 1144-2006《电磁骚扰测量接收机校准规范》的修订。与 JJF 1144-2006 相比，主要变化如下：

- 校准规范名称变更为《电磁干扰测量接收机校准规范》
- 频率范围由 9kHz~1000MHz 扩展至 9kHz~18GHz；
- 增加了平均值检波器脉冲响应、峰值检波器脉冲响应和均方根值-平均值检波器脉冲响应的校准方法；
- 总选择性中增加了 1dB、1.5dB 和 2dB~20dB/1dB 步进带宽的校准。
- 增加了测量不确定度评定的示例。

本规范在编写中参考了 GB/T 6113.101-2021《无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第 1-1 部分：无线电骚扰和抗扰度测量设备 测量设备》。

本规范历次版本发布情况：

- JJG 1144-2006。

电磁干扰测量接收机校准规范

1 范围

本规范适用于频率范围在 9kHz~18GHz，满足 GB/T6113.101 要求的电磁干扰测量接收机的校准。其他频率范围和技术要求的电磁干扰测量接收机可参照执行。

2 引用文件

GB/T 6113.101-2021 《无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第 1-1 部分：无线电骚扰和抗扰度测量设备 测量设备》

注：凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语和计量单位

下列术语适用于本规范

3.1 总选择性 overall selectivity:

电磁干扰测量接收机产生相同指示时，输入的正弦波电压幅度随频率变化的曲线。

4 概述

电磁干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，由振荡器、预选器、中频放大器、检波器、输出指示等组成，原理方框图见图 1。

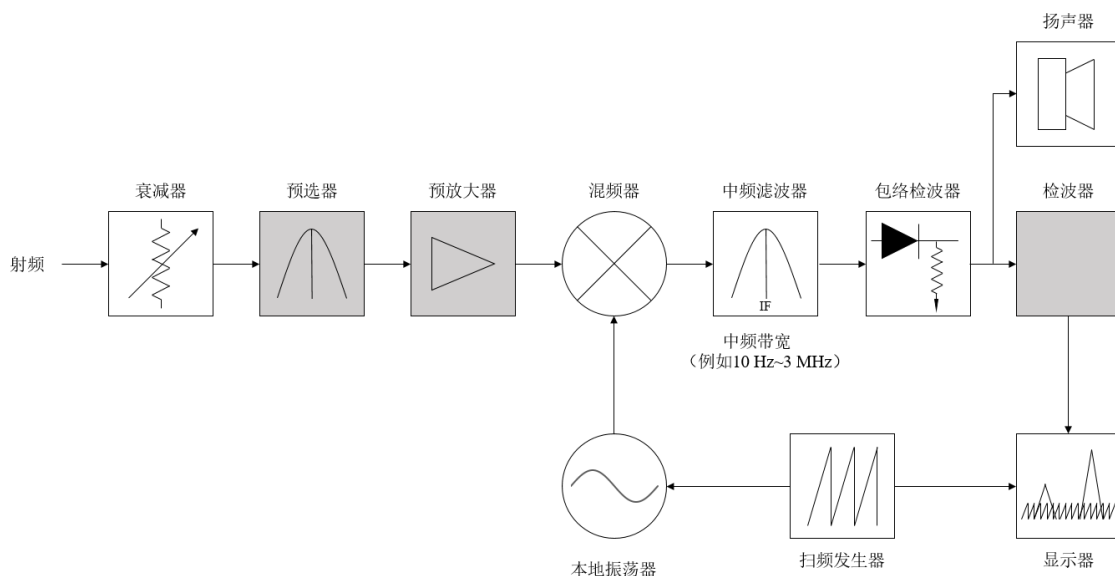


图 1 电磁干扰测量接收机方框图

5 计量特性

5.1 频率

5.1.1 参考频率

10 MHz，最大允许误差： $\pm 1 \times 10^{-5}$

5.1.2 频率读数

范围：9kHz~18GHz

最大允许误差： $\pm 2\%$

5.2 中频抑制比

$\geq 40\text{dB}$

5.3 镜频抑制比

$\geq 40\text{dB}$

5.4 正弦波电压幅度示值

最大允许误差： $\pm 2\text{ dB}$ （1 GHz以上为 $\pm 2.5\text{ dB}$ ）

5.5 线性指示

范围：(0~60)dB

最大允许误差： $\pm 1\text{dB}$

5.6 总选择性

电磁干扰测量接收机的总选择性限值如表1所示，总选择性曲线应介于附录D中，图D.1、图D.2、图D.3和图D.4所示的最大带宽和最小带宽限值之间，参考带宽如表2所示，最大允许误差为 $\pm 10\%$ 。

表 1 电磁干扰测量接收机总选择性典型频率限值

频段	输入保持不变时的相对输入/ dB	最大带宽	最小带宽
9 kHz~150kHz(A 频段)	1.5	220Hz	90Hz
	6	220Hz	180Hz
	20	440Hz	180Hz
0.15 MHz~30MHz (B 频段)	1.5	10kHz	4kHz
	6	10kHz	8kHz
	20	20kHz	8kHz
30 MHz~1000MHz(C 频段和 D 频段)	1.5	140kHz	40kHz
	6	140kHz	100kHz
	20	280kHz	100kHz
1GHz~18GHz(E 频段)	3	1.1MHz	0.5MHz

	6	1.1MHz	0.75MHz
	9	2.0MHz	0.9MHz
	20	2.7MHz	0.9MHz

表 2 电磁干扰测量接收机带宽要求

频率范围	参考带宽
A 频段	200Hz(B_6)
B 频段	9kHz(B_6)
C 频段和 D 频段	120kHz(B_6)
E 频段	1MHz(B_{imp})

5.7 衰减

范围: (0~60)dB

最大允许误差: ± 1 dB

5.8 脉冲响应特性

5.8.1 准峰值检波器

5.8.1.1 幅度关系 (绝对校准)

准峰值检波器对满足表 3 规定参考脉冲的测量值, 与相应调谐频率上未调制正弦波信号的测量值相等, 差值限值为 ± 1.5 dB。

表 3 准峰值检波器试验脉冲的特性

频率范围	冲击脉冲面积/ μ Vs	均匀频谱最小上限/ MHz	重复频率/ Hz
A 频段	13.5	0.15	25
B 频段	0.316	30	100
C 频段	0.044	300	100
D 频段	0.044	1000	100

5.8.1.2 随重复频率变化 (相对校准)

对满足表 3 规定的参考脉冲, 在脉冲校准源的电平保持不变时, 准峰值检波器测量值与重复频率之间的关系应满足表 4 的限值规定

表 4 准峰值检波器的脉冲响应

重复频率/ Hz	脉冲的相对电平/ dB			
	A 频段	B 频段	C 频段	D 频段
1000	/	4.5 $\pm$ 1.0	8.0 $\pm$ 1.0	8.0 $\pm$ 1.0
100	4.0 $\pm$ 1.0	0 (参考)	0 (参考)	0 (参考)
60	3.0 $\pm$ 1.0	/	/	/
25	0 (参考)	/	/	/
20	/	-6.5 $\pm$ 1.0	-9.0 $\pm$ 1.0	-9.0 $\pm$ 1.0

10	-4.0±1.0	-10.0±1.5	-14.0±1.5	-14.0±1.5
5	-7.5±1.5	/	/	/
2	-13.0±2.0	-20.5±2.0	-26.0±2.0	-26.0±2.0*
1	-17.0±2.0	-22.5±2.0	-28.5±2.0	-28.5±2.0*
孤立脉冲	-19.0±2.0	-23.5±2.0	-31.5±2.0	-31.5±2.0*

注：*数值是可选的，不做硬性要求

5.8.2 峰值检波器

5.8.2.1 脉冲响应特性（A/B/C/D 频段）

峰值检波器和准峰值检波器对满足表 3 规定参考脉冲的测量值的差值，应满足表 5 的要求。

表 5 相同带宽的峰值检波器和准峰值检波器脉冲响应的相对值

频率范围	（对不同脉冲重复频率）峰值与准峰值表头示值之比/ dB	
	25Hz	100Hz
A 频段	6.1	/
B 频段	/	6.6
C 频段和 D 频段	/	12.0

注：脉冲响应只是基于使用表 2 中的参考带宽给出的。

5.8.2.2 脉冲响应特性（E 频段）

峰值检波器对满足表 6 规定脉冲的测量值，与相应调谐频率上未调制的电平幅值为 66dB μ V 的正弦波信号测量值相等，差值限值为±1.5dB

表 6 用于峰值检波器 E 频段脉冲调制载波规范

	E 频段
载波电平 L_{carrier}	80dB μ V
脉冲周期 T_p	20 μ s
脉冲宽度 w_p	200ns

5.8.3 平均值检波器

5.8.3.1 幅度关系（绝对校准）

平均值检波器对满足表 7 规定参考脉冲的测量值，与相应调谐频率上未调制的电平幅值为 66dB μ V 的正弦波信号测量值相等，差值限值为±1.5dB。

表 7 用于平均值检波器脉冲调制载波规范

	A 频段	B 频段	C/D 频段	E 频段
--	------	------	--------	------

载波电平 L_{carrier}	112.0 dB μ V	106.0 dB μ V	106.0 dB μ V	106.0 dB μ V
脉冲周期 T_p	40ms	2ms	200 μ s	20 μ s
脉冲宽度 w_p	200 μ s	20 μ s	2 μ s	200ns

5.8.3.2 随重复频率变化（相对校准）

对满足表 7 规定的参考脉冲，在信号发生器的电平保持不变时，平均值检波器测量值与重复频率之间的关系应满足表 8 的限值规定

表 8-1 平均值检波器的脉冲响应

重复频率	脉冲的相对电平/ dB	
	A 频段	B 频段
3.18 kHz	-	16.0 $\pm$ 2.0
1.59 kHz	-	10.0 $\pm$ 2.0
795 Hz	-	4.0 $\pm$ 2.0
500 Hz	-	0（参考）
398 Hz	-	-2.0 $\pm$ 2.0
70 Hz	9.0 $\pm$ 2.0	-
35 Hz	3.0 $\pm$ 2.0	-
25 Hz	0（参考）	-
17.5 Hz	-3.0 $\pm$ 2.0	-

表 8-2 平均值检波器的脉冲响应

重复频率	脉冲的相对电平/ dB	
	C/D 频段	E 频段
353.5 kHz	-	17.0 $\pm$ 2.0
176.75 kHz	-	11.0 $\pm$ 2.0
50 kHz	-	0（参考）
42.4 kHz	18.5 $\pm$ 2.0	-
21.2 kHz	12.5 $\pm$ 2.0	-
17.675 kHz	-	-9.0 $\pm$ 2.0
10.6 kHz	6.5 $\pm$ 2.0	-
5.3 kHz	0.5 $\pm$ 2.0	-
5.0 kHz	0（参考）	-
2.65 kHz	-5.5 $\pm$ 2.0	-

5.8.3.3 对间歇的、不稳定的和漂移的窄带骚扰的响应

平均值检波器对满足表 9 规定脉冲的测量值，与相应调谐频率上未调制的正弦波信号测量值的差值应满足表 9 要求，差值限值为 ± 1.0 dB。

表 9 平均值检波器窄带骚扰脉冲的响应

调制用的重复矩形脉冲	A/B频段 $T_M = 0.16 \text{ s}$	C/D/E频段 $T_M = 0.1 \text{ s}$
持续时间= T_M 周期=1.6 s	-9.0 dB	-9.0 dB
注：在E频段，只适用于线性平均值检波器。		

5.8.4 均方根值-平均值检波器

5.8.4.1 幅度关系（绝对校准）

均方根值-平均值检波器对满足表 10 规定参考脉冲的测量值，与相应调谐频率上未调制的电平幅值为 66dB μ V 的正弦波信号测量值相等，差值限值为 ± 1.5 dB。

表 10 用于均方根值—平均值检波器的脉冲调制载波（电动势）规范

	A 频段	B 频段	C/D 频段	E 频段
载波电平 L_{carrier}	104.2 dB μ V	91.7 dB μ V	100.4 dB μ V	111.5 dB μ V
脉冲周期 T_p	40ms	1ms	1ms	1ms
脉冲宽度 w_p	200 μ s	20 μ s	2 μ s	200ns

5.8.4.2 随重复频率变化（相对校准）

对满足表 10 规定的参考脉冲，在信号发生器的电平保持不变时，均方根值-平均值检波器测量值与重复频率之间的关系应满足表 11 的限值规定。

表 11 均方根值—平均值检波器的脉冲响应

重复频率	脉冲的相对电平/ dB				
	A 频段	B 频段	C 频段	D 频段	E 频段
100 kHz	/	/	20 $\pm 2.0^*$	20 $\pm 2.0^*$	20 ± 2.0
10 kHz	/	/	10 ± 1.0	10 ± 1.0	10 ± 1.0
1000 Hz	/	0（参考）	0（参考）	0（参考）	0（参考）
316 Hz	/	-5 ± 0.5	-5 ± 0.5	-5 ± 0.5	-10 ± 1.0
100 Hz	6 ± 0.6	-10 ± 1.0	-10 ± 1.0	-10 ± 1.0	-20 ± 2.0
31.6 Hz	/	-15 ± 1.5	-20 ± 2.0	-20 ± 2.0	/
25 Hz	0（参考）	-16 ± 1.6	/	/	/
10 Hz	-4 ± 0.4	-20 ± 2.0	/	/	/
5 Hz	-9 ± 0.7	-25 ± 2.3	/	/	/
1 Hz	/	/	/	/	/

注1：*数值是可选的，不做硬性要求，该值仅供参考。

注2：对于A频段和B频段，重复频率5Hz的值考虑了仪表时间常数的影响。

5.8.4.3 对间歇的、不稳定的和漂移的窄带骚扰的响应

均方根值—平均值检波器对满足表 12 规定脉冲的测量值，与相应调谐频率上未调制的正弦波信号测量值的差值应满足表 12 要求，差值限值为 $\pm 1.0\text{dB}$ 。

表 12 均方根值—平均值检波器窄带骚扰的响应

调制用的重复矩形脉冲	A/B频段 $T_M = 0.16\text{s}$	C/D/E频段 $T_M = 0.1\text{ s}$
持续时间= T_M 周期= 1.6 s	-7.9 dB	-9.0 dB
注：由于160ms的脉冲持续时间和100ms的均方根值积分的持续时间之间重叠的变化，A/B频段电磁干扰测量接收机的测量值会有大约 $\pm 0.5\text{dB}$ 的变化。		

5.9 射频输入端电压驻波比

电压驻波比（VSWR）不得超过表13中给出的限值。

表 13 电磁干扰测量接收机输入阻抗的VSWR要求

频率范围	衰减/ dB	VSWR
9kHz~1GHz	0	2.0
9kHz~1GHz	≥ 10	1.2
1GHz~18GHz	0	3.0
1GHz~18GHz	≥ 10	2.0

注：以上技术指标不作合格性判别，仅提供参考

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 温度： $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。

6.1.2 相对湿度： $\leq 80\%$

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

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

频率测量范围及最大允许误差： $9\text{ kHz} \sim 1000\text{ MHz}$ ， $\pm 1 \times 10^{-6}$ 。

6.2.2 功率计及其探头

频率范围： $9\text{ kHz} \sim 18\text{ GHz}$ ；

功率测量范围及最大允许误差： $(-20 \sim +20)\text{dBm}$ ， $\pm 0.2\text{dB}$ ；

6.2.3 脉冲校准源

脉冲重复频率范围：(1~1000) Hz；

输出电平最大允许误差：±1 dB；

频率响应平坦度：±1 dB；

脉冲校准源的试验脉冲特性满足表 3 要求。

6.2.4 信号发生器

频率范围：9kHz~18GHz；

输出电平范围及最大允许误差：(60~126) dBμV，±(0.5 dB~1 dB)；

脉冲调制输出电平、脉冲周期和脉冲宽度满足表 6~表 12 要求。

6.2.5 标准可变衰减器

频率范围：DC~18GHz；

衰减量：(0~110) dB，1dB 步进；

衰减不确定度：(0.01~0.10) dB ($k=2$)。

6.2.6 网络分析仪

频率范围：9kHz~18GHz；

反射系数测量不确定度：0.004~0.024 ($k=2$)。

6.2.7 功分器

频率范围：9kHz~18GHz；

幅度平衡度最大允许误差：±0.5dB。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目如表 14 所示。

表 14 校准项目表

序号	校准项目	条款
1	外观及工作正常性检查	7.2
2	频率	7.3
3	中频抑制比	7.4
4	镜频抑制比	7.5
5	正弦波电压幅度示值	7.6

6	线性指示	7.7
7	总选择性	7.8
8	衰减	7.9
9	脉冲响应特性	7.10
10	射频输入端电压驻波比	7.11

7.2 外观及工作正常性检查

7.2.1 被校准电磁干扰测量接收机应带有必要的附件、说明书。

7.2.2 被校准电磁干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。

7.2.3 被校准电磁干扰测量接收机通电能正常工作，有清晰的显示。

7.2.4 仪器按规定预热后，进行全校准，记录于附录 A 表 A.1 中。

7.3 频率

7.3.1 参考频率

7.3.1.1 连接电磁干扰测量接收机参考频率输出到频率计数器输入，如图 2 所示。

7.3.1.2 读取频率计数器测量值。将数据记录于附录 A 表 A.2.1 中。

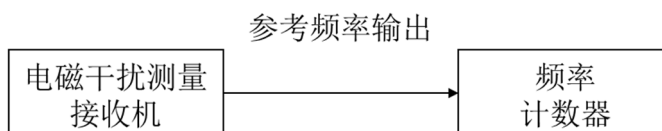


图 2 参考频率的校准

7.3.2 频率读数

7.3.2.1 连接外部频率标准参考输出到信号发生器参考频率输入，连接信号发生器输出到电磁干扰测量接收机的输入，如图 3 所示。

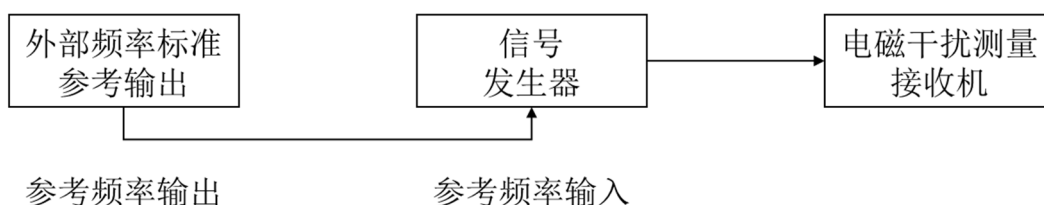


图 3 频率读数准确度的校准

7.3.2.2 设置电磁干扰测量接收机频率为需要校准的频率 f_s ，带宽满足表 2 的要求，检波器为峰值检波器，衰减器为自动。

7.3.2.3 设置信号发生器频率为 f_s ，电平为 90 dB μ V，使用外部参考频率。

7.3.2.4 微调信号发生器的频率，使电磁干扰测量接收机测量值最大，记录信号发生器的频率作为频率的实测值 f_0 。

7.3.2.5 按照式（1）计算误差并记录于附录 A 表 A.2.2 中

$$\delta_f = \frac{f_s - f_0}{f_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中： δ_f --频率示值相对误差，%；

f_0 --频率实际值，Hz；

f_s --频率标称值，Hz

7.3.2.6 变更需要校准的频率，重复 7.3.2.2～7.3.2.5。

7.4 中频抑制比

7.4.1 信号发生器输出经功分器一路接功率计，另一路接电磁干扰测量接收机，如图 4 所示。

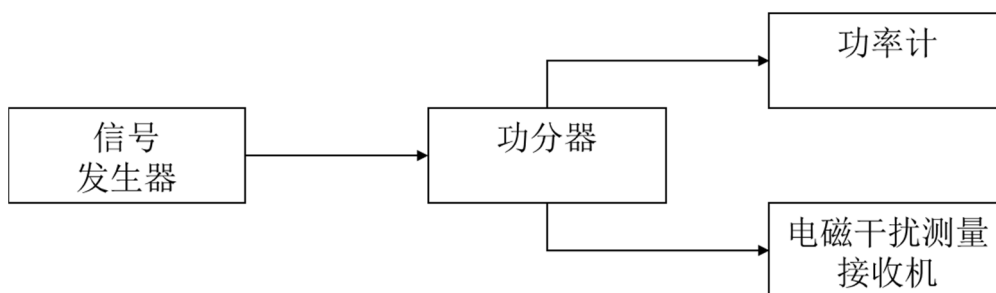


图 4 中频抑制比和镜像抑制比的校准

7.4.2 设置电磁干扰测量接收机的频率为 f_s ，带宽满足表 2 的要求，检波器为平均值检波器，衰减器为自动。

7.4.3 设置信号发生器频率为电磁干扰测量接收机所置频率对应频段的第一中频频率 f_{IF1} ，调节信号发生器电平使功率计上显示为-10dBm。

7.4.4 读取电磁干扰测量接收机测量值 L_I 。按式（2）计算中频抑制比并记录于附录 A 表 A.3 中。

$$a_c = -10 - L_I \quad (2)$$

式中： a_c —中频抑制比，dB

L_I —电磁干扰测量接收机的测量值，dBm

7.4.5 变更需要校准的频率，重复 7.4.2 到 7.4.4。

7.5 镜频抑制比

7.5.1 第一中频镜频抑制比

7.5.1.1 信号发生器输出经功分器一路接功率计，另一路接电磁干扰测量接收机，如图 5 所示。

7.5.1.2 设置电磁干扰测量接收机的频率为需要校准的频率 f_s ，带宽满足表 2 的要求，检波器为平均值检波器，衰减器为自动。

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

7.5.1.4 读取电磁干扰测量接收机的测量值，记为 L_s 。

7.5.1.5 设置信号发生器频率为 $f_I = f_s + 2f_{IF1}$ （本振频率高于信号频率时）或 $f_I = f_s - 2f_{IF1}$ （本振频率低于信号频率时），电平不变。其中 f_{IF1} 为电磁干扰测量接收机的第一中频频率。

7.5.1.6 电磁干扰测量接收机频率不变，读取此时测量值 L_I 。按式（3）计算第一中频镜频抑制比并记录于附录 A 表 A.4.1 中。

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

式中： a_c —镜频抑制比，dB

L_s —信号发生器频率为 f_s 时，电磁干扰测量接收机测量值，dBm

L_I —信号发生器频率为 f_I 时，电磁干扰测量接收机测量值，dBm

7.5.1.7 变更需要校准的频率，重复 7.5.1.2 到 7.5.1.6。

7.5.2 第二中频镜频抑制比

7.5.2.1 信号发生器输出经功分器一路接功率计，另一路接电磁干扰测量接收机，如图 4 所示。

7.5.2.2 设置电磁干扰测量接收机的频率为需要校准的频率 f_s ，带宽满足表 2 的要求，检波器为平均值检波器，衰减器为自动。

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

7.5.2.4 读取电磁干扰测量接收机的测量值，记为 L_s 。

7.5.2.5 设置信号发生器频率为 $f_I = f_s + 2f_{IF2}$ （本振频率高于信号频率时）或 $f_I = f_s - 2f_{IF2}$ （本振频率低于信号频率时），电平不变。其中 f_{IF2} 为电磁干扰测量接收机的第二中频频率。

7.5.2.6 电磁干扰测量接收机频率不变，读取此时测量值 L_I 。按式（4）计算第二中频镜频抑制比并记录于附录 A 表 A.4.2 中。

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

式中: a_c —镜频抑制比, dB

L_s —信号发生器频率为 f_s 时, 电磁干扰测量接收机测量值, dBm

L_l —信号发生器频率为 f_l 时, 电磁干扰测量接收机测量值, dBm

7.5.2.7 变更需要校准的频率, 重复 7.5.2.2 到 7.5.2.6。

7.6 正弦波电压幅度示值

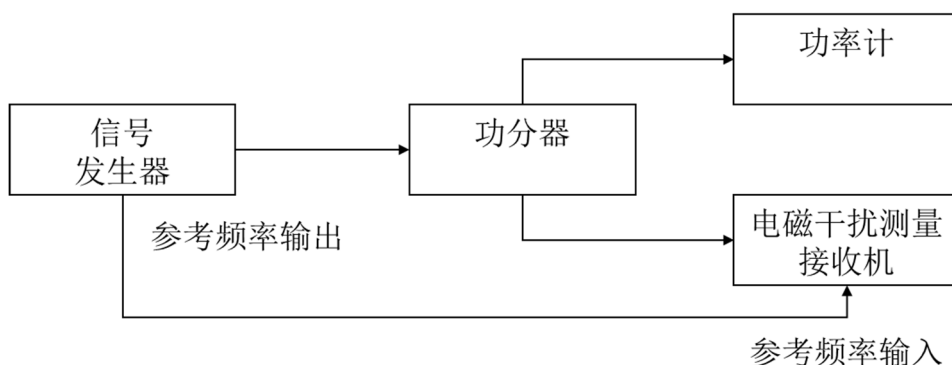


图 5 正弦波电压幅度示值的校准

7.6.1 信号发生器输出经功分器一路接功率计, 另一路接电磁干扰测量接收机, 如图 5 所示。连接信号发生器的参考频率输出到电磁干扰测量接收机的参考频率输入, 设置电磁干扰测量接收机使用外部参考频率。

7.6.2 设置电磁干扰测量接收机频率为需要校准的频率 f_s , 带宽满足表 2 的要求, 检波器为需要校准的检波器, 衰减器为自动, 测量时间为 100 ms。

7.6.3 设置信号发生器的频率为 f_s , 调节信号发生器电平使功率计指示为需要校准的电平。

7.6.4 将电磁干扰测量接收机的测量值记录于附录 A 表 A.5 中。

7.6.5 变更需要校准的频率、检波器和电平, 重复 7.5.2~7.5.4。

7.7 线性指示

7.7.1 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干扰测量接收机的输入, 如图 6 所示。

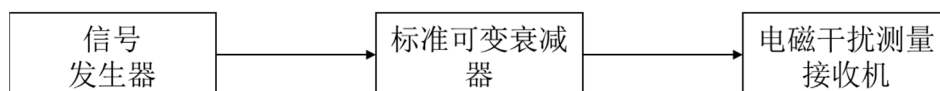


图 6 线性指示的校准

7.7.2 设置标准可变衰减器的衰减量为 0dB。

7.7.3 设置电磁干扰测量接收机频率为需要校准的频率 f_s , 带宽满足表 2 的要求, 检波

器为平均值检波器，衰减器的衰减量为 20dB，测量时间为 100ms。

7.7.4 设置信号发生器的频率为 f_s ，调节信号发生器电平使电磁干扰测量接收机测量值为 80 dB μ V。

7.7.5 以 5dB 的步进增加标准可变衰减器的衰减量，直到 60dB，记录每一次步进后的测量值 L_I ，按式（5）计算线性指示的实际值并记录于附录 A 表 A.6 中。

$$A=80-L_I \quad (5)$$

式中： A —线性指示的实际值，dB μ V

L_I —每一次步进后的电平测量值，dB μ V

7.7.6 变更需要校准的频率，重复 7.7.2~7.7.5。

7.8 总选择性

7.8.1 连接信号发生器输出到电磁干扰测量接收机的输入，如图 7 所示。



图 7 总选择性的校准

7.8.2 设置电磁干扰测量接收机频率为需要校准的频率 f_s ，带宽满足表 2 要求，检波器为平均值检波器，衰减器为自动。

7.8.3 设置信号发生器频率为 f_s ，电平为 70dB μ V，

7.8.4 微调电磁干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，使电磁干扰测量接收机测量值为 70dB μ V。

7.8.5 增加信号源的频率，使电磁干扰测量接收机测量值为 64dB μ V，将信号发生器的频率记为 $f_{\pm 6dB}$ ；减小信号发生器的频率，使电磁干扰测量接收机测量值为 64dB μ V，

将信号发生器的频率记为 $f_{\mp 6dB}$ 。按式（6）计算 6dB 带宽，并按式（7）计算带宽相对误差并记录于附录 A 表 A.7.1 中。

$$\Delta f_s = f_{\pm 6dB} - f_{\mp 6dB} \quad (6)$$

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

式中： Δf_s —带宽实测值，Hz

Δf_u —带宽标称值，Hz

δ —带宽相对误差

7.8.6 变更需要校准的频率，重复 7.8.1 到 7.8.5。

7.8.7 重复 7.8.1~7.8.6，测量 1dB，1.5dB，2dB~20dB（步进 1dB）的带宽，总选择性带宽值记录于附录 A 表 A.7.2 中。

7.9 衰减

7.9.1 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干扰测量接收机的输入，如图 6 所示。

7.9.2 设置标准可变衰减器的衰减量为 70dB。

7.9.3 设置电磁干扰测量接收机的频率为需要校准的频率 f_s ，带宽满足表 2 要求，检波器为平均值检波器，衰减器的衰减量为 40dB，测量时间为 100ms。

7.9.4 设置信号发生器频率为 f_s ，调节信号发生器电平，使电磁干扰测量接收机测量值为 50dB μ V。

7.9.5 设置标准可变衰减器的衰减量为 110dB。

7.9.6 设置电磁干扰测量接收机衰减器的衰减量为 0dB，读取电磁干扰测量接收机测量值 L_{n1} ，按式（8）计算衰减器的实际值并记录于附录 A 表 A.8 中。

7.9.7 以 10dB 的步进增加电磁干扰测量接收机衰减器的衰减量，同时，以同样的步进减小标准可变衰减器的衰减量。分别记录每次调整衰减量后电磁干扰测量接收机的测量值 L_{n1} ，按式（8）计算衰减器的实际值并记录于附录 A 表 A.8 中。

$$A_{n1} = L_{n1} - 10 \quad (8)$$

式中： A_{n1} —衰减器的实际值，dB

L_{n1} —电磁干扰测量接收机测量值，dB μ V

7.9.8 变更需要校准的频率，重复 7.9.2~7.9.7。

7.10 脉冲响应特性

7.10.1 准峰值检波器

7.10.1.1 幅度关系（绝对校准）

a) 连接信号发生器输出端到电磁干扰测量接收机的输入，按照图 8 所示。

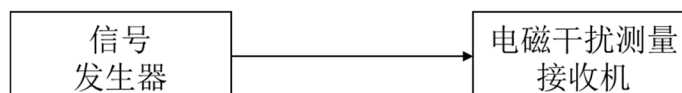


图 8 准峰值检波器幅度关系校准

b) 设置信号发生器和电磁干扰测量接收机的频率为需要校准的频率 f_s ，其他设置如表 15 所示，将电磁干扰测量接收机准峰值检波器测量值 L_s 记录于附录 A 表 A.9.1 对应表格中。

表 15 准峰值检波器参考脉冲响应参数设置

脉冲校准源			信号发生器		电磁干扰测量接收机		
频段	幅度/	重复频率/	频率	幅度	带宽	衰减器	测量时间
A	40 dB μ V	25 Hz	100kHz	40 dB μ V	200Hz	自动	最短 500ms
B	60 dB μ V	100 Hz	10MHz	60 dB μ V	9kHz		
C	60 dB μ V	100 Hz	100MHz	60 dB μ V	120kHz		
D	60 dB μ V	100 Hz	500MHz	60 dB μ V	120kHz		

c) 断开标准信号发生器和电磁干扰测量接收机的连接，连接脉冲校准源输出到电磁干扰测量接收机的输入，如图 9 所示。



图 9 准峰值检波器脉冲响应特性校准

d) 设置脉冲校准源参数如表 15 所示，记录电磁干扰测量接收机准峰值检波器测量值 L_p 到附录 A 表 A.9.1 对应表格中，按式 (9) 计算差值并记录于附录 A 表 A.9.1 对应表格中。

$$\Delta L = L_p - L_s \quad (9)$$

式中： ΔL —差值，dB

L_p —准峰值检波器参考脉冲响应测量值，dB μ V

L_s —准峰值检波器正弦波响应测量值，dB μ V

e) 变更需要校准的频率，重复 7.10.1.1 b)~7.10.1.1 d)。

7.10.1.2 随重复频率变化（相对校准）（A 频段）

a) 连接脉冲校准源输出到电磁干扰测量接收机的输入，按照图 9 所示。

b) 设置脉冲校准源和电磁干扰测量接收机的频率为需要校准的频率 f_s ，其他设置如表 16 所示。

表 16 准峰值检波器脉冲重复频率响应参数设置（A 频段）

脉冲校准源	幅度	40 dB μ V
	重复频率	100Hz, 60Hz, 10Hz, 5Hz, 2Hz, 1Hz, 孤立脉冲
电磁干扰测量接收机	频率	9kHz~150kHz
	带宽	200Hz

	测量时间	最短 500ms
	衰减器	自动

c) 分别记录不同重复频率下电磁干扰测量接收机准峰值检波器的测量值 L_n ，按式(10)计算差值并记录于附录 A 表 A.9.1 对应表格中。

$$\Delta L = L_n - L_p \quad (10)$$

式中： ΔL —差值，dB

L_p —准峰值检波器参考脉冲响应测量值，dB μ V

L_n —准峰值检波器不同重复频率下脉冲响应的测量值，dB μ V

d) 变更需要校准的频率，重复 7.10.1.2 b)~7.10.1.2 c)。

7.10.1.3 随重复频率变化（相对校准）（B 频段）

a) 连接脉冲校准源输出到电磁干扰测量接收机的输入，按照图 9 所示。

b) 设置脉冲校准源和电磁干扰测量接收机的频率为需要校准的频率 f_s ，其他设置如表 17 所示。

表 17 准峰值检波器脉冲重复频率响应参数设置（B 频段）

脉冲校准源	幅度	60 dB μ V
	重复频率	100Hz, 20Hz, 10Hz, 2Hz, 1Hz, 孤立脉冲
电磁干扰测量接收机	频率	150kHz~30MHz
	带宽	9kHz
	测量时间	最短 500ms
	衰减器	自动

c) 分别记录不同重复频率下电磁干扰测量接收机准峰值检波器的测量值 L_n ，按式(10)计算差值并记录于附录 A 表 A.9.1 对应表格中。

d) 变更需要校准的频率，重复 7.10.1.3 b)~7.10.1.3 c)。

7.10.1.4 随重复频率变化（相对校准）（C 频段）

a) 连接脉冲校准源输出到电磁干扰测量接收机的输入，按照图 9 所示。

b) 设置脉冲校准源和电磁干扰测量接收机的频率为需要校准的频率 f_s ，其他设置如表 18 所示。

表 18 准峰值检波器脉冲重复频率响应参数设置（C 频段）

脉冲校准源	幅度	60 dB μ V
	重复频率	100Hz, 20Hz, 10Hz, 2Hz, 1Hz, 孤立脉冲
电磁干扰测量接收机	频率	30MHz~300MHz
	带宽	120kHz
	测量时间	最短 500ms

	衰减器	自动
--	-----	----

c) 分别记录不同重复频率下电磁干扰测量接收机准峰值检波器的测量值 L_n ，按式(10)计算差值并记录于附录 A 表 A.9.1 对应表格中。

d) 变更需要校准的频率，重复 7.10.1.4 b)~7.10.1.4 c)。

7.10.1.5 随重复频率变化（相对校准）（D 频段）

a) 连接脉冲校准源输出到电磁干扰测量接收机的输入，按照图 9 所示。

b) 设置脉冲校准源和电磁干扰测量接收机的频率为需要校准的频率 f_s ，其他设置如表 19 所示。

表 19 准峰值检波器脉冲重复频率响应参数设置（D 频段）

脉冲校准源	幅度	60 dB μ V
	重复频率	100Hz, 20Hz, 10Hz, 2Hz, 1Hz, 孤立脉冲
电磁干扰测量接收机	频率	300MHz~1000MHz
	带宽	120kHz
	测量时间	最短 500ms
	衰减器	自动

c) 分别记录不同重复频率下电磁干扰测量接收机准峰值检波器的测量值 L_n ，按式(10)计算差值并记录于附录 A 表 A.9.1 对应表格中。

d) 变更需要校准的频率，重复 7.10.1.5 b)~7.10.1.5 c)。

7.10.2 峰值检波器

7.10.2.1 脉冲响应特性（A/B/C/D 频段）

a) 连接脉冲校准源输出到电磁干扰测量接收机输入，按照图 9 所示。

b) 设置脉冲校准源和电磁干扰测量接收机的频率为需要校准的频率 f_s ，其他设置如表 20 所示。

表 20 峰值检波器脉冲响应参数设置（A/B/C/D 频段）

脉冲校准源			电磁干扰测量接收机		
频段	电平	重复频率	带宽	衰减器	测量时间
A	40 dB μ V	25 Hz	200Hz	自动	最短 500ms
B	60 dB μ V	100 Hz	9kHz		
C	60 dB μ V	100 Hz	120kHz		
D	60 dB μ V	100 Hz	120kHz		

c) 同一频率下，分别记录电磁干扰测量接收机峰值检波器脉冲响应测量值 L_{PK} 和准峰值检波器脉冲响应测量值 L_{QPk} ，按式(11)计算差值并记录于附录 A 表 A.9.2 对应表格中。

$$\Delta L = L_{PK} - L_{QPk} \quad (11)$$

式中： ΔL —差值，dB

L_{PK} —峰值检波器脉冲响应测量值，dB μ V

L_{QPk} —准峰值检波器脉冲响应测量值，dB μ V

d) 变更需要校准的频率，重复 7.10.2.1 b)~7.10.2.1 c)。

7.10.2.2 脉冲响应特性（E 频段）

a) 连接有脉冲选件的信号发生器输出到电磁干扰测量接收机输入，按照图 8 所示。

b) 设置信号发生器和电磁干扰测量接收机的频率为需要校准的频率 f_s ，其他设置如表 21 所示。

表 21 峰值检波器脉冲响应参数设置（E 频段）

信号发生器未调制	信号发生器脉冲调制			电磁干扰测量接收机		
电平	电平	脉冲周期	脉冲宽度	带宽	衰减器	测量时间
66 dB μ V	80 dB μ V	20 μ s	200ns	1MHz	自动	最短 500ms

c) 分别记录电磁干扰测量接收机峰值检波器正弦波响应测量值 L_s 和脉冲响应测量值 L_p ，按式（12）计算差值并记录于附录 A 表 A.9.2 对应表格中。

$$\Delta L = L_p - L_s \quad (12)$$

式中： ΔL —差值，dB

L_p —峰值检波器脉冲响应测量值，dB μ V

L_s —峰值检波器正弦波响应测量值，dB μ V

d) 变更需要校准的频率，重复 7.10.2.2 b)~7.10.2.2 c)。

7.10.3 平均值检波器

7.10.3.1 幅度关系（绝对校准）

a) 连接有脉冲选件的信号发生器输出到电磁干扰测量接收机输入，按照图 8 所示。

b) 设置信号发生器和电磁干扰测量接收机的频率为需要校准的频率 f_s ，其他设置如表 22 所示。

表 22 平均值检波器参考脉冲响应参数设置

频段	信号发生器未调制	信号发生器脉冲调制			电磁干扰测量接收机		
	电平	电平	脉冲周期	脉冲宽度	带宽	衰减器	测量时间
A	66 dB μ V	112 dB μ V	40ms	200 μ s	200Hz	自动	最短 500ms
B	66 dB μ V	106 dB μ V	2ms	20 μ s	9kHz		
C	66 dB μ V	106 dB μ V	200 μ s	2 μ s	120kHz		

D	66 dB μ V	106 dB μ V	200 μ s	2 μ s	120kHz		
E	66 dB μ V	106 dB μ V	20 μ s	200ns	1MHz		

c) 分别记录电磁干扰测量接收机平均值检波器正弦波响应测量值 L_s 和参考试验脉冲响应测量值 L_p ，按式 (13) 计算差值并记录于附录 A 表 A.9.3 对应表格中。

$$\Delta L = L_p - L_s \quad (13)$$

式中： ΔL —差值，dB

L_p —平均值检波器参考脉冲响应测量值，dB μ V

L_s —平均值检波器正弦波响应测量值，dB μ V

d) 变更需要校准的频率，重复 7.10.3.1 b)~7.10.3.1 c)。

7.10.3.2 随重复频率变化（相对校准）（A 频段）

a) 连接有脉冲选件的信号发生器输出到电磁干扰测量接收机的输入，按照图 8 所示。

b) 设置信号发生器和电磁干扰测量接收机的频率为需要校准的频率 f_s ，其他设置如表 23 所示。

表 23 平均值检波器脉冲重复频率响应参数设置（A 频段）

信号发生器	电平	103 dB μ V
	脉冲宽度	200 μ s
	重复频率	70Hz, 35Hz, 17.5Hz
电磁干扰测量接收机	频率	9kHz~150kHz
	带宽	200Hz
	测量时间	最短 500ms
	衰减器	自动

c) 分别记录不同重复频率下电磁干扰测量接收机平均值检波器的测量值 L_n ，按式 (14) 计算差值并记录于附录 A 表 A.9.3 对应表格中。

$$\Delta L = L_n - L_p \quad (14)$$

式中： ΔL —差值，dB

L_p —平均值检波器参考试验脉冲响应测量值，dB μ V

L_n —平均值检波器不同重复频率下脉冲响应的测量值，dB μ V

d) 变更需要校准的频率，重复 7.10.3.2 b)~7.10.3.2 c)。

7.10.3.3 随重复频率变化（相对校准）（B 频段）

a) 连接有脉冲选件的信号发生器输出到电磁干扰测量接收机的输入，按照图 8 所

示。

b) 设置信号发生器和电磁干扰测量接收机的频率为需要校准的频率 f_s ，其他设置如表 24 所示。

表 24 平均值检波器脉冲重复频率响应参数设置（B 频段）

信号发生器	电平	90.0 dB μ V
	脉冲宽度	20 μ s
	重复频率	3.18kHz, 1.59kHz, 0.795kHz, 0.398kHz
电磁干扰测量接收机	频率	150kHz~30MHz
	带宽	9kHz
	测量时间	最短 500ms
	衰减器	自动

c) 分别记录不同重复频率下电磁干扰测量接收机平均值检波器的测量值 L_n ，按式（14）计算差值并记录于附录 A 表 A.9.3 对应表格中。

d) 变更需要校准的频率，重复 7.10.3.3 b)~7.10.3.3 c)。

7.10.3.4 随重复频率变化（相对校准）（C 频段）

a) 连接有脉冲选件的信号发生器输出到电磁干扰测量接收机的输入，按照图 8 所示。

b) 设置信号发生器和电磁干扰测量接收机的频率为需要校准的频率 f_s ，其他设置如表 25 所示。

表 25 平均值检波器脉冲重复频率响应参数设置（C 频段）

信号发生器	电平	87.4 dB μ V
	脉冲宽度	2 μ s
	重复频率	42.4kHz, 21.2kHz, 10.6kHz, 5.3kHz, 2.65kHz
电磁干扰测量接收机	频率	30MHz~300MHz
	带宽	120kHz
	测量时间	最短 500ms
	衰减器	自动

c) 分别记录不同重复频率下电磁干扰测量接收机平均值检波器的测量值 L_n ，按式（14）计算差值并记录于附录 A 表 A.9.3 对应表格中。

d) 变更需要校准的频率，重复 7.10.3.4 b)~7.10.3.4 c)。

7.10.3.5 随重复频率变化（相对校准）（D 频段）

a) 连接有脉冲选件的信号发生器输出到电磁干扰测量接收机的输入，按照图 8 所示。

b) 设置信号发生器和电磁干扰测量接收机的频率为需要校准的频率 f_s ，其他设置如

表 26 所示。

表 26 平均值检波器脉冲重复频率响应参数设置 (D 频段)

信号发生器	电平	87.4 dB μ V
	脉冲宽度	2 μ s
	重复频率	42.4kHz, 21.2kHz, 10.6kHz, 5.3kHz, 2.65kHz
电磁干扰测量接收机	频率	300MHz~1000MHz
	带宽	120kHz
	测量时间	最短 500ms
	衰减器	自动

c) 分别记录不同重复频率下电磁干扰测量接收机平均值检波器的测量值 L_n ，按式 (14) 计算差值并记录于附录 A 表 A.9.3 对应表格中。

d) 变更需要校准的频率，重复 7.10.3.5 b)~7.10.3.5 c)。

7.10.3.6 随重复频率变化 (相对校准) (E 频段)

a) 连接有脉冲选件的信号发生器输出到电磁干扰测量接收机的输入，按照图 8 所示。

b) 设置信号发生器和电磁干扰测量接收机的频率为需要校准的频率 f_s ，其他设置如表 27 所示。

表 27 平均值检波器脉冲重复频率响应参数设置 (E 频段)

信号发生器	电平	89.0 dB μ V
	脉冲宽度	200ns
	重复频率	353.5kHz, 176.75kHz, 17.675kHz
电磁干扰测量接收机	频率	1GHz~18GHz
	带宽	1MHz
	测量时间	最短 500ms
	衰减器	自动

c) 分别记录不同重复频率下电磁干扰测量接收机平均值检波器的测量值 L_n ，按式 (14) 计算差值并记录于附录 A 表 A.9.3 对应表格中。

d) 变更需要校准的频率，重复 7.10.3.6 b)~7.10.3.6 c)。

7.10.3.7 对间歇的、不稳定的和漂移的窄带骚扰的响应

a) 连接有脉冲选件的信号发生器输出到电磁干扰测量接收机输入，按照图 8 所示。

b) 设置信号发生器和电磁干扰测量接收机的频率为需要校准的频率 f_s ，其他设置如表 28 所示。

表 28 平均值检波器窄带骚扰响应参数设置

频段	信号发生器未调制	信号发生器脉冲调制	电磁干扰测量接收机
----	----------	-----------	-----------

	电平	电平	脉冲周期	脉冲宽度	带宽	衰减器	测量时间
A	66 dB μ V	66 dB μ V	1.6s	0.16s	200Hz	自动	最短 2s
B	66 dB μ V	66 dB μ V	1.6s	0.16s	9kHz		
C	66 dB μ V	66 dB μ V	1.6s	0.1s	120kHz		
D	66 dB μ V	66 dB μ V	1.6s	0.1s	120kHz		
E	66 dB μ V	66 dB μ V	1.6s	0.1s	1MHz		

c) 分别记录电磁干扰测量接收机平均值检波器正弦波响应测量值 L_s 和脉冲调制正弦波输入的响应测量值 L_{pn} ，按式 (15) 计算差值并记录于附录 A 表 A.9.3 对应表格中。

$$\Delta L = L_{pn} - L_s \quad (15)$$

式中： ΔL —差值，dB

L_{pn} —平均值检波器脉冲调制正弦波输入的响应测量值，dB μ V

L_s —平均值检波器正弦波响应测量值，dB μ V

d) 变更需要校准的频率，重复 7.10.3.7 b)~7.10.3.7 c)。

7.10.4 均方根值-平均值检波器

7.10.4.1 幅度关系（绝对校准）

a) 连接有脉冲选件的信号发生器输出到电磁干扰测量接收机输入，按照图 8 所示。

b) 设置信号发生器和电磁干扰测量接收机的频率为需要校准的频率 f_s ，其他设置如表 29 所示。

表 29 均方根值-平均值检波器参考脉冲响应参数设置

频段	信号发生器未调制	信号发生器脉冲调制			电磁干扰测量接收机		
	电平	电平	脉冲周期	脉冲宽度	带宽	衰减器	测量时间
A	66 dB μ V	104.2 dB μ V	40ms	200 μ s	200Hz	自动	最短 500ms
B	66 dB μ V	91.7 dB μ V	1ms	20 μ s	9kHz		
C	66 dB μ V	100.4 dB μ V	1ms	2 μ s	120kHz		
D	66 dB μ V	100.4 dB μ V	1ms	2 μ s	120kHz		
E	66 dB μ V	111.5 dB μ V	1ms	200ns	1MHz		

c) 分别记录电磁干扰测量接收机均方根-平均值检波器正弦波响应测量值 L_s 和参考脉冲响应测量值 L_p ，按式 (16) 计算差值并记录于附录 A 表 A.9.4 对应表格中。

$$\Delta L = L_p - L_s \quad (16)$$

式中： ΔL —差值，dB

L_p —均方根值-平均值检波器参考脉冲响应测量值，dB μ V

L_s —均方根值-平均值检波器正弦波响应测量值，dB μ V

d) 变更需要校准的频率，重复 7.10.4.1 b)~7.10.4.1 c)。

7.10.4.2 随重复频率变化（相对校准）（A 频段）

a) 连接有脉冲选件的信号发生器输出到电磁干扰测量接收机的输入，按照图 8 所示。

b) 设置信号发生器和电磁干扰测量接收机的频率为需要校准的频率 f_s ，其他设置如表 30 所示。

表 30 均方根值-平均值检波器脉冲重复频率响应参数设置（A 频段）

信号发生器	电平	104.2 dB μ V
	脉冲宽度	200 μ s
	重复频率	100Hz, 10Hz, 5Hz
电磁干扰测量接收机	频率	9kHz~150kHz
	带宽	200Hz
	测量时间	最短 500ms
	衰减器	自动

c) 分别记录不同重复频率下电磁干扰测量接收机均方根值-平均值检波器的测量值 L_n ，按式（17）计算差值并记录于附录 A 表 A.9.4 对应表格中。

$$\Delta L = L_n - L_p \quad (17)$$

式中： ΔL —差值，dB

L_p —均方根值-平均值检波器参考脉冲响应测量值，dB μ V

L_n —均方根值-平均值检波器不同重复频率下脉冲响应的测量值，dB μ V

d) 变更需要校准的频率，重复 7.10.4.2 b)~7.10.4.2 c)。

7.10.4.3 随重复频率变化（相对校准）（B 频段）

a) 连接有脉冲选件的信号发生器输出到电磁干扰测量接收机的输入，按照图 8 所示。

b) 设置信号发生器和电磁干扰测量接收机的频率为需要校准的频率 f_s ，其他设置如表 31 所示。

表 31 均方根值-平均值检波器脉冲重复频率响应参数设置（B 频段）

信号发生器	电平	91.7 dB μ V
	脉冲宽度	20 μ s
	重复频率	1000Hz, 316Hz, 100Hz, 31.6Hz, 25Hz, 10Hz, 5Hz
电磁干扰测量接收机	频率	150kHz~30MHz
	带宽	9kHz
	测量时间	最短 500ms
	衰减器	自动

c) 分别记录不同重复频率下电磁干扰测量接收机均方根值-平均值检波器的测量值 L_n ，按式 (17) 计算差值并记录于附录 A 表 A.9.4 对应表格中。

d) 变更需要校准的频率，重复 7.10.4.3 b)~7.10.4.3 c)。

7.10.4.4 随重复频率变化（相对校准）（C 频段）

a) 连接有脉冲选件的信号发生器输出到电磁干扰测量接收机的输入，按照图 8 所示。

b) 设置信号发生器和电磁干扰测量接收机的频率为需要校准的频率 f_s ，其他设置如表 32 所示。

表 32 均方根值-平均值检波器脉冲重复频率响应参数设置（C 频段）

信号发生器	电平	100.4 dB μ V
	脉冲宽度	2 μ s
	重复频率	100kHz, 10kHz, 1000Hz, 316Hz, 100Hz, 31.6Hz
电磁干扰测量接收机	频率	30MHz~300MHz
	带宽	120kHz
	测量时间	最短 500ms
	衰减器	自动

c) 分别记录不同重复频率下电磁干扰测量接收机均方根值-平均值检波器的测量值 L_n ，按式 (17) 计算差值并记录于附录 A 表 A.9.4 对应表格中。

d) 变更需要校准的频率，重复 7.10.4.4 b)~7.10.4.4 c)。

7.10.4.5 随重复频率变化（相对校准）（D 频段）

a) 连接有脉冲选件的信号发生器输出到电磁干扰测量接收机的输入，按照图 8 所示。

b) 设置信号发生器和电磁干扰测量接收机的频率为需要校准的频率 f_s ，其他设置如表 33 所示。

表 33 均方根值-平均值检波器脉冲重复频率响应参数设置（D 频段）

信号发生器	电平	100.4 dB μ V
	脉冲宽度	2 μ s
	重复频率	100kHz, 10kHz, 1000Hz, 316Hz, 100Hz, 31.6Hz
电磁干扰测量接收机	频率	300MHz~1000MHz
	带宽	120kHz
	测量时间	最短 500ms
	衰减器	自动

c) 分别记录不同重复频率下电磁干扰测量接收机均方根值-平均值检波器的测量值 L_n ，按式 (17) 计算差值并记录于附录 A 表 A.9.4 对应表格中。

d) 变更需要校准的频率，重复 7.10.4.5 b)~7.10.4.5 c)。

7.10.4.6 随重复频率变化（相对校准）（E 频段）

a) 连接有脉冲选件的信号发生器输出到电磁干扰测量接收机的输入，按照图 8 所示。

b) 设置信号发生器和电磁干扰测量接收机的频率为需要校准的频率 f_s ，其他设置如表 34 所示。

表 34 均方根值-平均值检波器脉冲重复频率响应参数设置（E 频段）

信号发生器	电平	111.5 dB μ V
	脉冲宽度	200ns
	重复频率	100kHz, 10kHz, 1000Hz, 316Hz, 100Hz
电磁干扰测量接收机	频率	1GHz~18GHz
	带宽	1MHz
	测量时间	最短 500ms
	衰减器	自动

c) 分别记录不同重复频率下电磁干扰测量接收机均方根值-平均值检波器的测量值 L_n ，按式（17）计算差值并记录于附录 A 表 A.9.4 对应表格中。

d) 变更需要校准的频率，重复 7.10.4.6 b)~7.10.4.6 c)。

7.10.4.7 对间歇的、不稳定的和漂移的窄带骚扰的响应

a) 连接有脉冲选件的信号发生器输出到电磁干扰测量接收机输入，按照图 8 所示。

b) 设置信号发生器和电磁干扰测量接收机的频率为需要校准的频率 f_s ，其他设置如表 35 所示。

表 35 均方根值-平均值检波器窄带骚扰响应参数设置

频段	信号发生器未调制	信号发生器脉冲调制			电磁干扰测量接收机		
	电平	电平	脉冲周期	脉冲宽度	带宽	衰减器	测量时间
A	66 dB μ V	66 dB μ V	1.6s	0.16s	200Hz	自动	最短 2s
B	66 dB μ V	66 dB μ V	1.6s	0.16s	9kHz		
C	66 dB μ V	66 dB μ V	1.6s	0.1s	120kHz		
D	66 dB μ V	66 dB μ V	1.6s	0.1s	120kHz		
E	66 dB μ V	66 dB μ V	1.6s	0.1s	1MHz		

c) 分别记录电磁干扰测量接收机均方根值-平均值检波器正弦波响应测量值 L_s 和脉冲调制正弦波输入的响应测量值 L_{pn} ，按式（18）计算差值并记录于附录 A 表 A.9.4 对应表格中

$$\Delta L = L_{pn} - L_s \quad (18)$$

式中： ΔL —差值，dB

L_{pn} —均方根值-平均值检波器脉冲调制正弦波输入的响应测量值，dB μ V

L_s —均方根值-平均值检波器正弦波响应测量值，dB μ V

d) 变更需要校准的频率，重复 7.10.4.7 b)~7.10.4.7 c)。

7.11 射频输入端电压驻波比

7.11.1 连接电磁干扰测量接收机射频输入和网络分析仪的测试端口，如图 11 所示。



图 11 射频输入端的电压驻波比的测量

7.11.2 设置网络分析仪输出电平为-35dBm，中频带宽不大于 1kHz，频率范围与电磁干扰测量接收机工作频段相一致。

7.11.3 使用开路器（OPEN）、短路器（SHORT）、匹配负载（LOAD）对网络分析仪的测试端口进行单端口自校准。

7.11.4 设置电磁干扰测量接收机的频率为需要校准的频率 f_s ，衰减器分别为设置为 0dB 和 10dB，将网络分析仪电压驻波比测量值记录于附录 A 表 A.11 中。

7.11.5 如果电磁干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输入端的电压驻波比。

8 校准结果表达

电磁干扰测量接收机校准后，出具校准证书。校准证书至少应包含以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- h) 如果与校准结果的有效性应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；

- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明;
- k) 校准环境的描述;
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明;
- m) 对校准规范的偏离的说明;
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识;
- o) 校准结果仅对被校对象有效的说明;
- p) 未经实验室书面批准, 不得部分复制证书的声明。

9 复校时间间隔

复校时间间隔由用户根据使用情况自行确定, 推荐为1年。

附录 A

原始记录内页格式

表 A.1 外观及工作正常性检查

项目	检查结果

表 A.2.1 参考频率

实测频率	不确定度

表 A.2.2 频率读数

频率标称值 f_s	频率实测值 f_0	频率示值相对误差 δ_f	不确定度

表 A.3 中频抑制比

频率 f_s	第一中频频率 f_{IF1}	L_1	中频抑制比 a_c	不确定度

表 A.4.1 第一中频镜频抑制比

频率 f_s	第一中频频率 f_{IF1}	$f_I = f_s + 2f_{IF1}$	L_S	L_I	第一中频镜频抑制比 a_c	不确定度

表 A.4.2 第二中频镜频抑制比

频率 f_s	第二中频频率 f_{IF2}	$f_I = f_s + 2f_{IF2}$	L_S	L_I	第二中频镜频抑制比 a_c	不确定度

表 A.5 正弦波电压幅度示值

频率 f_s	电平标称值/ dB μ V	检波器	电平实测值/ dB μ V	不确定度

表 A.6 线性指示

频率 f_s	线性指示 标称值/ dB μ V	电平测量值/ dB μ V	线性指示 实际值/ dB μ V	备注	不确定度
	60				
	55				
	50				
	45				
	40				
	35				
	30				
	25				
	20				
	15				
	10				
	5				
	0			参考值	

表 A.7.1 6dB 带宽

频率 f_s	带宽标称值	下边频	上边频	带宽实测值	带宽相对误差	不确定度

表 A.7.2 总选择性

频率 f_s	电平幅度变化/ dB	下边频	上边频	带宽实测值	不确定度
	1				
	1.5				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				

	11				
	12				
	13				
	14				
	15				
	16				
	17				
	18				
	19				
	20				

表 A.8 衰减

频率 f_s	标称值 /dB	电平测量值/ dB μ V	衰减器实际值 /dB	备注	不确定度
	0				
	10			参考点	
	20				
	30				
	40				
	50				
	60				

表 A.9.1 准峰值检波器脉冲响应特性

1、幅度关系（绝对校准）

频率 f_s	正弦波响应测量值 L_s / dB μ V	参考脉冲响应测量值 L_p / dB μ V	差值/ dB	不确定度

2、随重复频率变化（相对校准）A 频段

频率 f_s	重复频率 /Hz	限值/ dB	脉冲响应测量值/ dB μ V	指示差值/ dB	备注
	孤立脉冲	-19.0 $\pm$ 2.0			
	1	-17.0 $\pm$ 2.0			
	2	-13.0 $\pm$ 2.0			
	5	-7.5 $\pm$ 1.5			
	10	-4.0 $\pm$ 1.0			
	25	0		0	以 40 dB μ V 为参考点
	60	3.0 $\pm$ 1.0			
	100	4.0 $\pm$ 1.0			

3、随重复频率变化（相对校准） B 频段

频率 f_s	重复频率/ /Hz	限值/ dB	脉冲响应测量值/ dB μ V	指示差值/ dB	备注
	孤立脉冲	-23.5 $\pm$ 2.0			
	1	-22.5 $\pm$ 2.0			
	2	-20.5 $\pm$ 2.0			
	10	-10.0 $\pm$ 1.5			
	20	-6.5 $\pm$ 1.0			
	100	0		0	以 60 dB μ V 为参考点
	1000	4.5 $\pm$ 1.0			

4、随重复频率变化（相对校准） C 频段

频率 f_s	重复频率/ /Hz	限值/ dB	脉冲响应测量值/ dB μ V	指示差值/ dB	备注
	孤立脉冲	-31.5 $\pm$ 2.0			
	1	-28.5 $\pm$ 2.0			
	2	-26.0 $\pm$ 2.0			
	10	-14.0 $\pm$ 1.5			
	20	-9.0 $\pm$ 1.0			
	100	0		0	以 60 dB μ V 为参考点
	1000	8.0 $\pm$ 1.0			

5、随重复频率变化（相对校准） D 频段

频率 f_s	重复频率/ /Hz	限值/ dB	脉冲响应测量值/ dB μ V	指示差值/ dB	备注
	孤立脉冲	-31.5 $\pm$ 2.0			
	1	-28.5 $\pm$ 2.0			
	2	-26.0 $\pm$ 2.0			
	10	-14.0 $\pm$ 1.5			
	20	-9.0 $\pm$ 1.0			
	100	0		0	以 60 dB μ V 为参考点
	1000	8.0 $\pm$ 1.0			

表 A.9.2 峰值检波器脉冲响应特性

1、A/B/C/D 频段

频率 f_s	重复频率/ Hz	峰值检波器 脉冲响应测量值 L_{PK} / dB μ V	准峰值检波器 脉冲响应测量值 L_{QPK} / dB μ V	差值	不确定度

--	--	--	--	--	--

2、E 频段

频率 f_s	正弦波响应测量值/ dB μ V	脉冲响应测量值/ dB μ V	差值/ dB	不确定度

表 A.9.3 平均值检波器脉冲特性

1、幅度关系（绝对校准）

频率 f_s	正弦波响应测量值/ dB μ V	脉冲响应测量值/ dB μ V	差值/ dB	不确定度

2、随重复频率变化（相对校准）A 频段

频率 f_s	重复频率 /Hz	限值/ dB	脉冲响应测量值/ dB μ V	指示差值/ dB	备注
	17.5	-3.0 $\pm$ 2.0			
	25	0		0	以 66dB μ V 为参考点
	35	3.0 $\pm$ 2.0			
	70	9.0 $\pm$ 2.0			

3、随重复频率变化（相对校准）B 频段

频率 f_s	重复频率 /Hz	限值/ dB	脉冲响应测量值/ dB μ V	指示差值/ dB	备注
	398	-2.0 $\pm$ 2.0			
	500	0		0	以 66dB μ V 为参考点
	795	4.0 $\pm$ 2.0			
	1.59k	10.0 $\pm$ 2.0			
	3.18k	16.0 $\pm$ 2.0			

4、随重复频率变化（相对校准）C 频段

频率 f_s	重复频率 /Hz	限值/ dB	脉冲响应测量值/ dB μ V	指示差值/ dB	备注
	2.65k	-5.5 $\pm$ 2.0			
	5.0k	0		0	以 66dB μ V 为参考点
	10.6k	6.5 $\pm$ 2.0			

	21.2k	12.5±2.0			
	42.4k	18.5±2.0			

5、随重复频率变化（相对校准）D 频段

频率 f_s	重复频率 /Hz	限值/ dB	脉冲响应测量值/ dB μ V	指示差值/ dB	备注
	2.65k	-5.5±2.0			
	5.0k	0		0	以 66dB μ V 为参考点
	10.6k	6.5±2.0			
	21.2k	12.5±2.0			
	42.4k	18.5±2.0			

6、随重复频率变化（相对校准）E 频段

频率 f_s	重复频率 /Hz	限值/ dB	脉冲响应测量值/ dB μ V	指示差值/ dB	备注
	17.675k	-9.0±2.0			
	50k	0		0	以 66dB μ V 为参考点
	176.75k	11.0±2.0			
	353.5k	17.0±2.0			

7、对间歇的、不稳定的和漂移的窄带骚扰的响应

频率 f_s	正弦波响应测量值 L_s / dB μ V	脉冲调制正弦波输入的响应测量值 L_{pn} / dB μ V	差值/ dB	不确定度

表 A.9.4 均方根值-平均值检波器脉冲响应特性

1、幅度关系（绝对校准）

频率 f_s	正弦波响应测量值/ dB μ V	脉冲响应测量值/ dB μ V	差值/ dB	不确定度

2、随重复频率变化（相对校准）A 频段

频率 f_s	重复频率 /Hz	限值/ dB	脉冲响应测量值/ dB μ V	指示差值/ dB	备注
	5	-9.0±0.7			
	10	-4.0±0.4			

	25	0		0	以 66dB μ V 为参考点
	100	6.0 $\pm$ 0.6			

3、随重复频率变化（相对校准）B 频段

频率 f_s	重复频率 /Hz	限值/ dB	脉冲响应测量值/ dB μ V	指示差值/ dB	备注
	5	-25.0 $\pm$ 2.3			
	10	-20.0 $\pm$ 2.0			
	25	-16.0 $\pm$ 1.6			
	31.6	-15.0 $\pm$ 1.5			
	100	-10.0 $\pm$ 1.0			
	316	-5.0 $\pm$ 0.5			
	1000	0		0	以 66dB μ V 为参考点

4、随重复频率变化（相对校准）C 频段

频率 f_s	重复频率 /Hz	限值/ dB	脉冲响应测量值/ dB μ V	指示差值/ dB	备注
	31.6	-20.0 $\pm$ 2.0			
	100	-10.0 $\pm$ 1.0			
	316	-5.0 $\pm$ 0.5			
	1000	0		0	以 66dB μ V 为参考点
	10k	10.0 $\pm$ 1.0			
	100k	20.0 $\pm$ 2.0			

5、随重复频率变化（相对校准）D 频段

频率 f_s	重复频率 /Hz	限值/ dB	脉冲响应测量值/ dB μ V	指示差值/ dB	备注
	31.6	-20.0 $\pm$ 2.0			
	100	-10.0 $\pm$ 1.0			
	316	-5.0 $\pm$ 0.5			
	1000	0		0	以 66dB μ V 为参考点
	10k	10.0 $\pm$ 1.0			
	100k	20.0 $\pm$ 2.0			

6、随重复频率变化（相对校准）E 频段

频率 f_s	重复频率 /Hz	限值/ dB	脉冲响应测量值/ dB μ V	指示差值/ dB	备注
	100	-20.0 $\pm$ 2.0			
	316	-10.0 $\pm$ 1.0			
	1000	0		0	以 66dB μ V 为参考点
	10k	10.0 $\pm$ 1.0			

	100k	20.0±2.0			
--	------	----------	--	--	--

7、对间歇的、不稳定的和漂移的窄带骚扰的响应

频率 f_s	正弦波响应测量值 L_s / dB μ V	脉冲调制正弦波输入的响应测量值 L_{pn} / dB μ V	差值/ dB	不确定度

表 A.10 射频输入端的电压驻波比

频率	衰减器/ dB	预放大器	电压驻波比	不确定度
	0	开		
		关		
	10	开		
		关		

附录 B

校准证书内页格式

表 B.1.1 参考频率

实测频率	不确定度

表 B.1.2 频率读数准确度

频率标称值 f_s	频率实测值 f_0	频率示值相对误差 δ_f	不确定度

表 B.2 中频抑制比

频率 f_s	第一中频频率 f_{IF1}	中频抑制比 a_c	不确定度

表 B.3.1 第一中频镜频抑制比

频率 f_s	第一中频频率 f_{IF1}	第一中频镜频抑制比 a_c	不确定度

表 B.3.2 第二中频镜频抑制比

频率 f_s	第二中频频率 f_{IF2}	第二中频镜频抑制比 a_c	不确定度

表 B.4 正弦波电压幅度示值

频率 f_s	电平标称值/ dB μ V	检波器	电平实测值/ dB μ V	不确定度

表 B.5 线性指示

频率 f_s	线性指示	线性指示	备注	不确定度

	标称值/ dB μ V	实际值/ dB μ V		
	20			
	25			
	30			
	35			
	40			
	45			
	50			
	55			
	60			
	65			
	70			
	75			
	80		参考值	

表 B.6.1 6dB 带宽

频率 f_s	带宽标称值	下边频	上边频	带宽实测值	带宽相对误差	不确定度

表 B.6.2 总选择性

频率 f_s	电平幅度变化/ dB	下边频	上边频	实测带宽	不确定度
	1				
	1.5				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
	13				
	14				
	15				
	16				

	17				
	18				
	19				
	20				

表 B.7 衰减

标准值 (dB)	实测值 (dB)	误差 (dB)
0		
10		
20		
30		
40		
50		
60		
70		

表 B.8.1 准峰值检波器脉冲响应特性

1、幅度关系（绝对校准）

频率 f_s	正弦波响应测量值 L_s / dB μ V	参考脉冲响应测量值 L_p / dB μ V	差值/ dB	不确定度

2、随重复频率变化（相对校准）A 频段

频率 f_s	重复频率 /Hz	限值/ dB	指示差值/ dB	备注
	孤立脉冲	-19.0 $\pm$ 2.0		
	1	-17.0 $\pm$ 2.0		
	2	-13.0 $\pm$ 2.0		
	5	-7.5 $\pm$ 1.5		
	10	-4.0 $\pm$ 1.0		
	25	0	0	以 40 dB μ V 为参考点
	60	3.0 $\pm$ 1.0		
	100	4.0 $\pm$ 1.0		

3、随重复频率变化（相对校准）B 频段

频率 f_s	重复频率 /Hz	限值/ dB	指示差值/ dB	备注
	孤立脉冲	-23.5 $\pm$ 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 60 dBμV 为参考点
	1000	4.5±1.0		

4、随重复频率变化（相对校准） C 频段

频率 f_s	重复频率/Hz	限值/dB	指示差值/dB	备注
	孤立脉冲	-31.5±2.0		
	1	-28.5±2.0		
	2	-26.0±2.0		
	10	-14.0±1.5		
	20	-9.0±1.0		
	100	0	0	以 60 dBμV 为参考点
	1000	8.0±1.0		

5、随重复频率变化（相对校准） D 频段

频率 f_s	重复频率/Hz	限值/dB	指示差值/dB	备注
	孤立脉冲	-31.5±2.0		
	1	-28.5±2.0		
	2	-26.0±2.0		
	10	-14.0±1.5		
	20	-9.0±1.0		
	100	0	0	以 60 dBμV 为参考点
	1000	8.0±1.0		

表 B.8.2 峰值检波器脉冲响应特性

1、A/B/C/D 频段

频率 f_s	重复频率/Hz	峰值检波器 脉冲响应测量值 L_{PK} / dBμV	准峰值检波器 脉冲响应测量值 L_{QPk} / dBμV	差值	不确定度

2、E 频段

频率 f_s	正弦波响应测量值/ dBμV	脉冲响应测量值/ dBμV	差值/ dB	不确定度
----------	-------------------	------------------	-----------	------

表 B.8.3 平均值检波器脉冲特性

1、幅度关系（绝对校准）

频率 f_s	正弦波响应测量值/ dB μ V	脉冲响应测量值/ dB μ V	差值/ dB	不确定度

2、随重复频率变化（相对校准）A 频段

频率 f_s	重复频率 /Hz	限值/ dB	指示差值/ dB	备注
	17.5	-3.0 $\pm$ 2.0		
	25	0	0	以 66dB μ V 为参考点
	35	3.0 $\pm$ 2.0		
	70	9.0 $\pm$ 2.0		

3、随重复频率变化（相对校准）B 频段

频率 f_s	重复频率 /Hz	限值/ dB	指示差值/ dB	备注
	398	-2.0 $\pm$ 2.0		
	500	0	0	以 66dB μ V 为参考点
	795	4.0 $\pm$ 2.0		
	1.59k	10.0 $\pm$ 2.0		
	3.18k	16.0 $\pm$ 2.0		

4、随重复频率变化（相对校准）C 频段

频率 f_s	重复频率 /Hz	限值/ dB	指示差值/ dB	备注
	2.65k	-5.5 $\pm$ 2.0		
	5.0k	0	0	以 66dB μ V 为参考点
	10.6k	6.5 $\pm$ 2.0		
	21.2k	12.5 $\pm$ 2.0		
	42.4k	18.5 $\pm$ 2.0		

5、随重复频率变化（相对校准）D 频段

频率 f_s	重复频率 /Hz	限值/ dB	指示差值/ dB	备注
	2.65k	-5.5±2.0		
	5.0k	0	0	以 66dB μ V 为参考点
	10.6k	6.5±2.0		
	21.2k	12.5±2.0		
	42.4k	18.5±2.0		

6、随重复频率变化（相对校准）E 频段

频率 f_s	重复频率 /Hz	限值/ dB	指示差值/ dB	备注
	17.675k	-9.0±2.0		
	50k	0	0	以 66dB μ V 为参考点
	176.75k	11.0±2.0		
	353.5k	17.0±2.0		

7、对间歇的、不稳定的和漂移的窄带骚扰的响应

频率 f_s	正弦波响应测量值 L_s / dB μ V	脉冲调制正弦波输入的响应测量值 L_{pn} / dB μ V	差值/ dB	不确定度

表 B.8.4 均方根值-平均值检波器脉冲响应特性

1、幅度关系（绝对校准）

频率 f_s	正弦波响应测量值/ dB μ V	脉冲响应测量值/ dB μ V	差值/ dB	不确定度

2、随重复频率变化（相对校准）A 频段

频率 f_s	重复频率 /Hz	限值/ dB	指示差值/ dB	备注
	5	-9.0±0.7		
	10	-4.0±0.4		
	25	0	0	以 66dB μ V 为参考点
	100	6.0±0.6		

3、随重复频率变化（相对校准）B 频段

频率 f_s	重复频率 /Hz	限值/ dB	指示差值/ dB	备注
	5	-25.0±2.3		
	10	-20.0±2.0		
	25	-16.0±1.6		
	31.6	-15.0±1.5		
	100	-10.0±1.0		
	316	-5.0±0.5		
	1000	0	0	以 66dB μ V 为参考点

4、随重复频率变化（相对校准）C 频段

频率 f_s	重复频率 /Hz	限值/ dB	指示差值/ dB	备注
	31.6	-20.0±2.0		
	100	-10.0±1.0		
	316	-5.0±0.5		
	1000	0	0	以 66dB μ V 为参考点
	10k	10.0±1.0		
	100k	20.0±2.0		

5、随重复频率变化（相对校准）D 频段

频率 f_s	重复频率 /Hz	限值/ dB	指示差值/ dB	备注
	31.6	-20.0±2.0		
	100	-10.0±1.0		
	316	-5.0±0.5		
	1000	0	0	以 66dB μ V 为参考点
	10k	10.0±1.0		
	100k	20.0±2.0		

6、随重复频率变化（相对校准）E 频段

频率 f_s	重复频率 /Hz	限值/ dB	指示差值/ dB	备注
	100	-20.0±2.0		
	316	-10.0±1.0		
	1000	0	0	以 66dB μ V 为参考点
	10k	10.0±1.0		
	100k	20.0±2.0		

7、对间歇的、不稳定的和漂移的窄带骚扰的响应

频率 f_s	正弦波响应测量值 L_s / dB μ V	脉冲调制正弦波输入的响应测量值 L_{pn} / dB μ V	差值/ dB	不确定度
----------	--------------------------------	--	-----------	------

表 9.10 输入端的电压驻波比

频率	衰减器/ dB	预放大器	电压驻波比	不确定度
	0	开		
		关		
	10	开		
		关		

附录 C

主要项目校准不确定度评定示例

C.1 参考频率的测量不确定度评定

C.1.1 测量模型

$$f = f_{\text{read}}$$

式中：

f ： 频率测量值；

f_{read} ： 频率计数器示值。

C.1.2 不确定度来源

不确定度来源如下：

- 1) 测量重复性引入的相对标准不确定度 $u_{1\text{rel}}$
- 2) 频率计数器参考频率引入的相对标准不确定度 $u_{2\text{rel}}$
- 3) 频率计数器分辨力引入的相对标准不确定度 $u_{3\text{rel}}$
- 4) 数据修约引入的相对标准不确定度 $u_{4\text{rel}}$

C.1.3 相对标准不确定度的评定

- 1) 测量重复性引入的不确定度

用频率计数器测量接收机 10MHz 参考频率，10 次测量结果如表 C.1 所示，采用 A 类评定方法计算贝塞尔公式，得到测量重复性引入的标准不确定度分量为

$u_1 = 4.2 \times 10^{-8} \text{MHz}$ ，其相对标准不确定度分量为 $u_{1\text{rel}} = 4.2 \times 10^{-9}$ 。

表 C. 1.1 10MHz 参考频率测量结果

测量次数	测量结果/ MHz	测量次数	测量结果/ MHz
1	9.9999997	6	9.9999999
2	9.9999997	7	9.9999998
3	9.9999998	8	9.9999998
4	9.9999999	9	9.9999998
5	9.9999998	10	9.9999998

- 2) 频率计数器参考频率引入的相对标准不确定度

频率计数器参考晶振的频率准确度为 5×10^{-9} ，即扩展不确定度为 5×10^{-9} 。该分量服从均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，频率计数器参考频率引入的相对标准不确定度分量 $u_{2\text{rel}}=2.9\times 10^{-9}$

3) 频率计数器分辨力引入的相对标准不确定度

频率计数器测量 10MHz 参考频率信号时，分辨力为 0.01Hz，引入的相对量化误差为 $\pm 5\times 10^{-10}$ ，按照均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，则频率计数器分辨力引入的相对标准不确定度分量 $u_{3\text{rel}}=2.9\times 10^{-10}$ 。

4) 数据修约引入的相对标准不确定度

由于参考频率的测量值只取到 0.1Hz 位，所以由数据修约引入的相对量化误差为 $\pm 5\times 10^{-9}$ ，按照均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，则频率计数器分辨力引入的相对标准不确定度分量 $u_{4\text{rel}}=2.9\times 10^{-9}$ 。

C.1.4 合成标准不确定度

1) 相对标准不确定度分量表

表 C. 1. 2 10MHz 参考频率相对标准不确定度分量汇总表

序号	不确定度来源	分布	包含因子	相对标准不确定度
1	测量重复性	/	/	4.2×10^{-9}
2	频率计数器参考频率	均匀分布	$\sqrt{3}$	2.9×10^{-9}
3	频率计数器分辨力	均匀分布	$\sqrt{3}$	2.9×10^{-10}
4	数据修约	均匀分布	$\sqrt{3}$	2.9×10^{-9}

2) 合成相对标准不确定度

测量重复性和频率计时器分辨力引入的不确定度分量取较大者，则合成相对标准不确定度为：

$$u_{\text{crel}} = \sqrt{\sum_{i=1}^4 u_{i\text{rel}}^2} = 5.9\times 10^{-9}$$

C.1.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，得到：

$$U_{\text{rel}} = 1.2\times 10^{-8}$$

C.2 正弦波电压幅度示值

C.2.1 测量模型：

$$V = V_{\text{read}}$$

式中：

V ：电压测量值；

V_{read} ：被校接收机指示值；

C.2.2 不确定度来源

不确定度来源如下：

- 1) 功率探头准确度测量引入的标准不确定度 u_1 ；
- 2) 功分器不平衡修正引入的标准不确定度 u_2 ；
- 3) 功率计读出装置误差引入的标准不确定度 u_3 ；
- 4) 端口失配引入标准不确定度 u_4 ；
- 5) 测量重复性引入的标准不确定度 u_5 。

C.2.3 标准不确定度评定：

- 1) 功率探头准确度测量引入的不确定度

从溯源证书上可以得到探头的扩展不确定度为 2.5%， $k=2$ 。

所以 $a_1=2.5\%$ ， $k_1=2$ ， $u_1=a_1/k_1=1.25\%=0.06\text{dB}$ 。

- 2) 功分器不平衡修正引入的不确定度

查阅功分器技术手册得到功分器不平衡最大误差为 0.1dB。

$a_2=0.1\text{dB}$ ， $k_2=\sqrt{3}$ ， $u_2=a_2/k_2=0.06\text{dB}$ 。

- 3) 功率计读出装置误差引入的不确定度

查阅溯源证书得到，由读出装置的最大误差为 0.1dB。

$a_3=0.1\text{dB}$ ， $k_3=\sqrt{3}$ ， $u_3=a_3/k_3=0.06\text{dB}$ 。

- 4) 端口失配引入的不确定度

失配发生在功分器-接收机以及功分器-功率探头之间。功率探头的反射系数为 0.061，功分器的反射系数为 0.0244，失配对测量结果的最大影响为 $2 \times 0.061 \times 0.0244$ ，按反正弦分布，失配引入的标准不确定度分量 $u_{4-1} = (2 \times 0.061 \times 0.0244) / \sqrt{2} = 0.002\text{dB}$ 。

接收机的反射系数为 0.0909，功分器的反射系数为 0.0244，失配对测量结果的最大影响为 $2 \times 0.0909 \times 0.0244$ ，按反正弦分布，失配引入的标准不确定度分量

$$u_{4.2} = (2 \times 0.0909 \times 0.0244) / \sqrt{2} \quad u_{4.1} = 0.003 \text{dB}。$$

5) 测量重复性引入的不确定度

对该项测量重复测量 10 次，测量结果如表 C.2.1 所示。用贝塞尔公式计算得到单次测量值的实验标准偏差为 0.1dB，即得到 $u_5 = 0.1 \text{dB}$ 。

表 C. 2. 1 正弦波电压示值测量结果

测量次数	测量结果/ dBμV	测量次数	测量结果/ dBμV
1	96.10	6	96.32
2	96.29	7	96.31
3	96.25	8	96.15
4	96.10	9	96.17
5	96.08	10	96.09

C.2.4 合成标准不确定度

1) 相对标准不确定度分量表

表 C. 2. 2 正弦波电压幅度示值标准不确定度分量汇总表

序号	不确定度来源	分布	包含因子	标准不确定度/ dB
1	功率探头	$k=2$	$\sqrt{3}$	0.06
2	功分器不平衡	均匀	$\sqrt{3}$	0.06
3	幅度调整	均匀	$\sqrt{3}$	0.06
4	失配	反正弦	$\sqrt{2}$	0.002
		反正弦	$\sqrt{2}$	0.003
5	测量重复性	/	/	0.1

2) 合成标准不确定度

由于上述各项标准不确定度分量相互独立，所以合成标准不确定度可按式

$$u_c = \sqrt{\sum_{i=1}^n u_i^2} \text{ 计算。} \quad u_c = 0.14 \text{dB}$$

C.2.5 合成扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，扩展不确定度：

$$U = k u_c = 0.28 \text{dB}$$

C.3 衰减测量不确定度分析

C.3.1 测量模型：

$$A_{n1} = L_{n1} - 10$$

式中：

A_{n1} ：衰减器实际值

L_{n1} ：电磁干扰测量接收机测量值。

C.3.2 不确定度来源

不确定度来源如下：

- 1) 标准可变衰减器测量引入的标准不确定度 u_1 ；
- 2) 信号源输出幅度稳定度引入的标准不确定度 u_2 ；
- 3) 调整电平范围引入的标准不确定度 u_3 ；
- 4) 测量重复性引入的标准不确定度 u_4 。

C.3.3 标准不确定度的评定

- 1) 标准可变衰减器测量引入的不确定度

根据衰减器校准证书上所给数据可以得到：衰减器测量结果不确定度为 0.1dB, $k=2$ 。

(频率 50MHz, 衰减值 100dB)

$$a_1 = 0.1\text{dB}, k_1 = 2, u_1 = 0.1\text{dB}/2 = 0.05\text{dB}。$$

- 2) 信号源输出幅度稳定度引入的不确定度

从信号源技术手册查得，信号源输出幅度在短时间内变化量为 0.01dB。

$$\text{因此 } a_2 = 0.01\text{dB}, k_2 = \sqrt{3}, u_2 = a_2 / k_2 = 0.006\text{dB}。$$

- 3) 调整电平范围引入的不确定度

从校准方法可得知，在调整接收电平时，由于仪器最小分辨力的影响，会引入 0.1dB 的误差，所以 $a_3 = 0.1\text{dB}$, $k_3 = \sqrt{3}$, $u_3 = a_3 / k_3 = 0.06\text{dB}$ 。

- 4) 测量重复性引入的不确定度

对该项测量重复测量 10 次，测量结果见表 C.3.1。用贝塞尔公式计算得到单次测量值的实验标准偏差为 0.06dB，即 $u_4 = 0.06\text{dB}$ 。

表 C. 3. 1 衰减器测量结果

测量次数	测量结果/ dBμV	测量次数	测量结果/ dBμV
1	89.77	6	89.64
2	89.65	7	89.76
3	89.78	8	89.64
4	89.67	9	89.67
5	89.72	10	89.78

C.3.4 合成标准不确定度

标准不确定度分量表见表 C.3.2。

表 C. 3. 2 衰减器测量标准不确定度分量汇总表

序号	不确定度来源	分布	包含因子	标准不确定度/ dB
1	标准衰减器测量	/	2	0.05
2	信号源输出幅度稳定度	均匀	$\sqrt{3}$	0.006
3	调整电平范围	均匀	$\sqrt{3}$	0.06
4	测量重复性	/	/	0.06

上述各项标准不确定度分量相互独立，所以合成标准不确定度可按式 $u_c = \sqrt{\sum_{i=1}^n u_i^2}$ 计

算。 $u_c = 0.10\text{dB}$ 。

C.3.5 合成扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，得到

$$U = k u_c = 0.20\text{dB}$$

C.4 电压驻波比

C.4.1.测量模型

电压驻波比的计算公式为：

$$VSWR = VSWR_{read}$$

式中：

$VSWR$ ：电压驻波比测量值

$VSWR_{read}$ ：网络分析仪显示值。

C.4.2 不确定度来源

根据分析前面分析，不确定度来源如下：

- 1) 网络分析仪测量重复性引入的标准不确定度 u_1 ；
- 2) 网络分析仪反射系数测量误差引入的标准不确定度 u_2 ；
- 3) 网络分析仪反射系数测量分辨力引入的标准不确定度 u_3 ；

C.4.3 标准不确定度评定

- 1) 网络分析仪测量重复性引入的不确定度

在频率为 6GHz 时对该项测量重复测量 10 次，测量结果见表 C.4.1。用贝塞尔公式计算得到单次测量值的实验标准偏差为 0.007645，即 $u_1=0.007645$ 。

表 C. 4. 1 VSWR 测量结果

测量次数	测量结果	测量次数	测量结果
1	1.456	6	1.451
2	1.455	7	1.456
3	1.443	8	1.466
4	1.452	9	1.458
5	1.466	10	1.467

- 2) 网络分析仪反射系数测量误差引入的不确定度分量：

查阅 Keysight 网络分析仪 ENA E5071C 技术手册，该项测量指标由反射系数给出。取 VSWR 测量平均值 1.456，根据下式计算反射系数得 0.185。

$$|\Gamma| = \frac{\text{VSWR}-1}{\text{VSWR}+1}$$

使用 85032F 校准件校准，在频率为 6GHz 时，查阅手册，得到反射系数测量的不确定度 ± 0.017 。得到反射系数的表示为 0.185 ± 0.017 ，即 0.168 至 0.202 之间。

VSWR 的在 1.405 至 1.508 之间。与多次测量得到平均值 1.456 相比，距离分别为 0.052 和 0.050，取较大值，即 0.052 作为区间半宽。测量值落在该区间内的概率分布为均匀分布。因此 $k_2 = \sqrt{3}$ ，标准不确定度 $u_2 = 0.052/k_2 = 0.030$

- 3) 网络分析仪反射系数测量分辨力引入的不确定度分量

在测量频率为 6GHz 时，用网络分析仪对接收机端口的 VSWR 测量分辨力为 0.0001，服从均匀分布，取 $k_3 = \sqrt{3}$ ，则标准不确定度 $u_3 = 0.0001/k_3 = 0.00003$

C.4.4 合成标准不确定度

标准不确定度分量表见表 C4.2

表 C.4.2 VSWR 标准不确定度分量一览表

序号	不确定度来源	分布	包含因子	标准不确定度
1	测量重复性	/	/	0.007645
2	网络分析仪反射系数测量误差	均匀	$\sqrt{3}$	0.030
3	网络分析仪反射系数测量分辨率	均匀	$\sqrt{3}$	0.00003

由于上述各项标准不确定度分量相互独立，所以合成标准不确定度可按式

$$u_c = \sqrt{\sum_{i=1}^n u_i^2} \text{ 计算。 } u_c = 0.0315$$

C.4.5 扩展不确定度

包含因子 $k=2$ ，扩展不确定度 $U=ku_c=0.063$ 。

C.5 均方根值-平均值检波器的脉冲响应

C.5.1 测量模型：

对 E 波段使用高斯滤波器的均方根值检波器的脉冲响应不确定度进行分析。在改测量中，载波电平为 111.5dBμV，脉冲宽度为 200ns，重复频率 1000Hz，功率带宽为 707kHz 信号发生器通过设置载波电平和脉冲宽度获得输出的脉冲调制载波，并将该信号输入到 EMI 接收机。

根据均方根值-平均值检波器的工作原理，一般为高斯滤波器，则对检波器对脉冲调制载波的响应为

$$U_{\text{rms}} = \nu \tau \times \sqrt{n} \times \sqrt{\Delta f}$$

其中

U_{rms} 均方根值-平均值检波器响应；

ν 为载波电平；

τ 为脉冲宽度；

Δf 为功率带宽；

n 为重复频率。

C.5.2 不确定度来源

不确定度来源如下：

1) 载波电平引入的标准不确定度 u_1 ；

- 2) 脉冲宽度引入的标准不确定度 u_2 ;
- 3) 脉冲重复频率引入的标准不确定度 u_3 ;
- 4) 功率带宽引入的标准不确定度 u_4 ;
- 5) 测量重复性引入的标准不确定度 u_5 。

C.5.3 标准不确定度评定

C.5.3.1 不确定度传播公式

载波电平引入的不确定度传播率为,

$$u_1 = c_1 u(v)$$

$$\text{其中 } c_1 = \frac{\partial U_{\text{rms}}}{\partial v} = \tau \sqrt{n \Delta f} = 0.0053$$

脉冲宽度引入的不确定度传播率为,

$$u_2 = c_2 u(\tau)$$

$$\text{其中 } c_2 = \frac{\partial U_{\text{rms}}}{\partial \tau} = v \sqrt{n \Delta f} = 9937.5 \text{ V}/\Omega$$

脉冲重复频率引入的不确定度传播率为

$$u_3 = c_3 u(n)$$

$$\text{其中 } c_3 = \frac{\partial U_{\text{rms}}}{\partial n} = \frac{1}{2\sqrt{n}} v \tau \sqrt{\Delta f} = 9.97 \times 10^{-7} \text{ V/Hz}$$

功率带宽引入的不确定度传播率为

$$u_4 = c_4 u(\Delta f)$$

$$\text{其中 } c_4 = \frac{\partial U_{\text{rms}}}{\partial \Delta f} = \frac{1}{2\sqrt{\Delta f}} v \tau \sqrt{n} = 1.41 \times 10^{-12} \text{ V/Hz}$$

C.5.3.2 标准不确定度评定

1) 载波电平引入的不确定度分量

查阅 R&S 信号发生器 SMB100A 技术手册, 在 1GHz 输出信号幅度误差小于 1.1dB。本次测量中, 即信号幅度范围为 110.4dB μ V~112.6dB μ V, 对应信号幅度为: 0.33113V~0.42658V, 中间值为 0.37586V, 表示为 0.37586V $\pm$ 0.051V。测得值服从均匀分布, 取 $k=\sqrt{3}$, 则标准不确定度 $u_1 = 0.051/\sqrt{3} \approx 0.0293\text{V}$

2) 脉冲宽度引入的不确定度分量

查阅 R&S 信号发生器 SMB100A 技术手册,脉冲调制的时间参数与设备的参考频率直接相连,因此脉冲宽度引入的不确定分量为 1×10^{-7} ,即区间半宽度值。测得值服从均匀分布,取 $k=\sqrt{3}$,则标准不确定度 $u_2=200\text{ns} \times 1 \times 10^{-7} / \sqrt{3} \approx 1.154 \times 10^{-5} \text{ns}$

3) 脉冲重复频率引入的不确定度分量

查阅 R&S 信号发生器 SMB100A 技术手册,脉冲调制的时间参数与设备的参考频率直接相连,因此脉冲重复频率引入的不确定度分量为 1×10^{-7} ,即区间半宽度值。测得值服从均匀分布,取 $k=\sqrt{3}$,则标准不确定度 $u_4=1000 \times 1 \times 10^{-7} / \sqrt{3} \approx 0.577 \times 10^{-4} \text{Hz}$

4) 功率带宽引入的不确定度分量

功率带宽由冲击脉冲带宽 B_{imp} 计算得到,

$$\Delta f = 0.707 B_{\text{imp}} = 0.707 \times 1.065 B_6 = 0.7529 B_6$$

其中 B_6 为 6dB 带宽,即测量时设置的接收机 RBW 带宽。由前面实验得到 6dB 带宽引入的不确定度为 14.53kHz。

由此引入的标准不确定度分量为: $14.53\text{kHz} \times 0.7529 = 10.94\text{kHz}$

5) 测量重复性引入的标准不确定度

对该项测量重复测量 10 次,用贝塞尔公式计算得到单次测量值的实验标准偏差为 0.051 dB μ V,即 $u_5=0.051\text{dB}\mu\text{V}$ 。

表 C.5.1 均方根值-平均值检波器的脉冲响应测量结果

测量次数	测量结果/ dB μ V	测量次数	测量结果/ dB μ V
1	66.16	6	66.22
2	66.09	7	66.13
3	66.05	8	66.15
4	66.10	9	66.17
5	66.08	10	66.09

C.5.4 合成标准不确定度

标准不确定度分量表见表 C.5.2。

表 C.5.2 均方根值-平均值检波器的脉冲响应标准不确定度分量一览表

序号	不确定度来源	分布	包含因子	灵敏系数 $ c_i $	标准不确定度
----	--------	----	------	--------------	--------

1	载波电平	均匀	$\sqrt{3}$	0.0053	0.0293V
2	脉冲宽度	均匀	$\sqrt{3}$	9937.5V/ Ω	1.154×10^{-5} ns
3	脉冲重复频率	均匀	$\sqrt{3}$	9.97×10^{-7} V/Hz	0.577×10^{-4} Hz
4	功率带宽	均匀	$\sqrt{3}$	1.41×10^{-12} V/Hz	10.94kHz
5	测量重复性	/	/	/	0.051 dB μ V

各不确定度分量之间彼此独立不相关， $u_1 \sim u_4$ 的合成标准不确定度：

$$u_{C1-4} = \sqrt{\sum_{i=1}^n |c_i|^2 u_i^2} = 0.0001553 \text{ V}, \text{ 即 } (0.001994 \pm 0.0001533) \text{ V}, \text{ 即 } 65.300 \text{ dB}\mu\text{V} \sim 66.637$$

dB μ V，带来的标准不确定度约为 0.700 dB μ V 和 0.637 dB μ V，取较大值，为 0.700dB μ V。

考虑重复性引入的不确定度，合成不确定度为：

$$u_C = \sqrt{u_{C1-4}^2 + u_5^2} \approx 0.701 \text{ dB}\mu\text{V}$$

C.5.5 扩展不确定度

包含因子 $k=2$ ，扩展不确定度 $U = k u_C \approx 1.40 \text{ dB}\mu\text{V}$

附录 D

总选择性限值

总选择性应由电磁干扰测量接收机产生相同指示时，输入的正弦波电压幅度随频率变化的曲线进行描述。电磁干扰测量接收机的总选择性曲线应介于图 D.1，图 D.2，图 D.3，图 D.4 所示的限值之间。

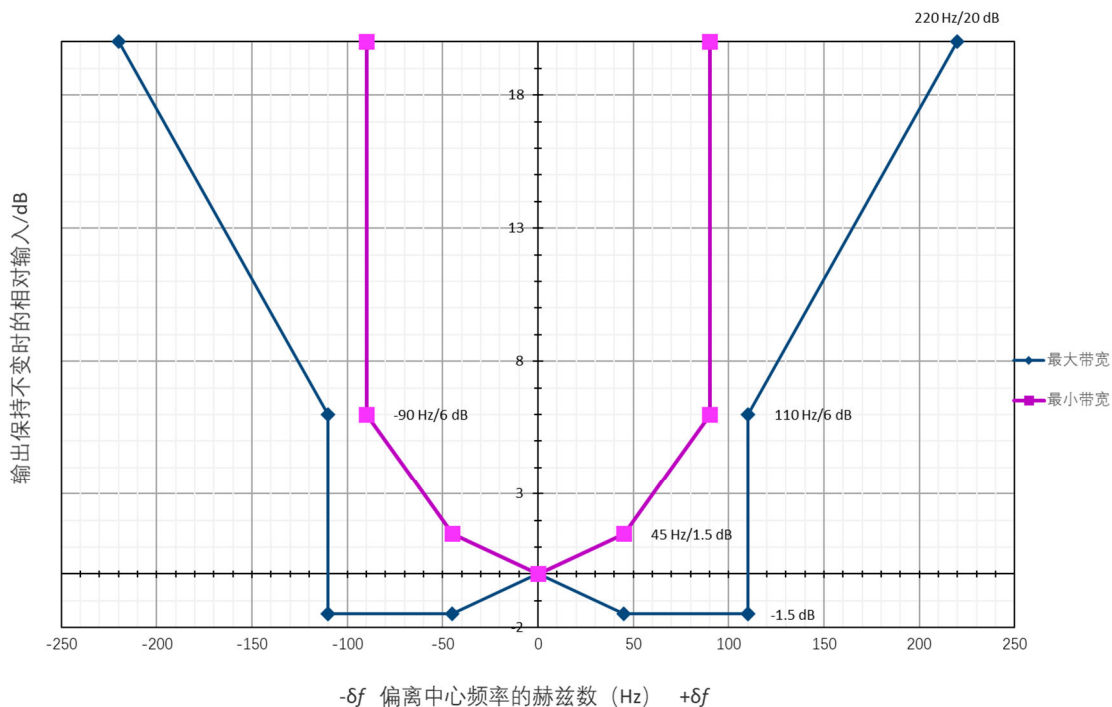


图 D.1 总选择性（通带）的限值（A 频段）

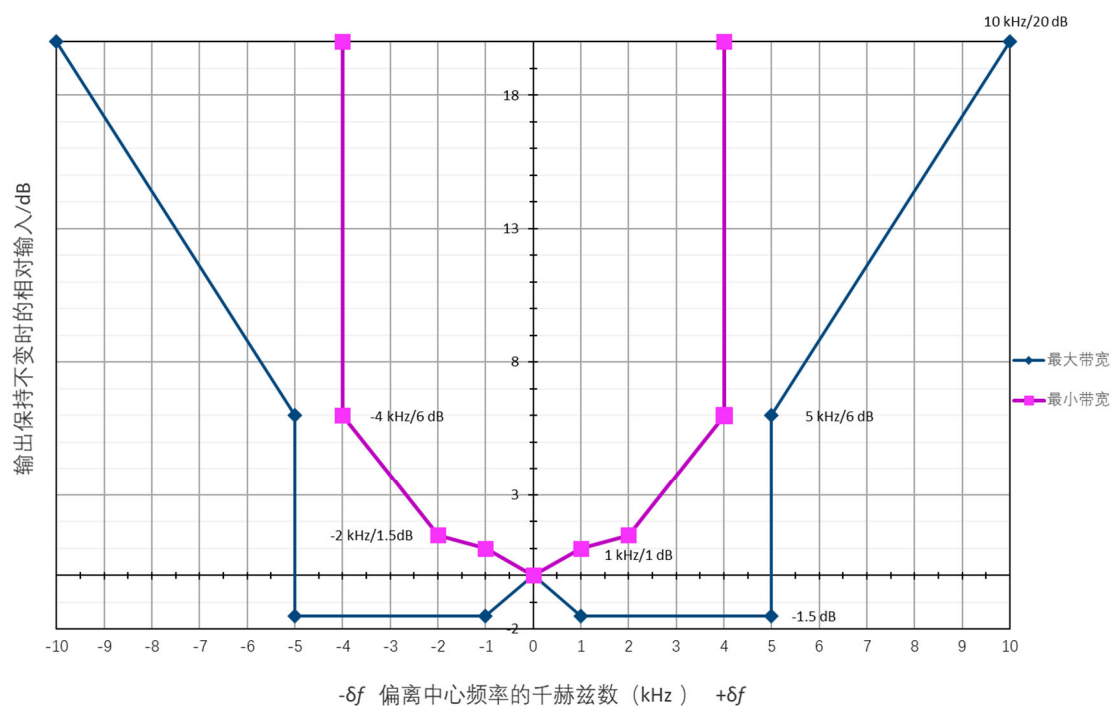


图 D.2 总选择性（通带）的限值（B 频段）

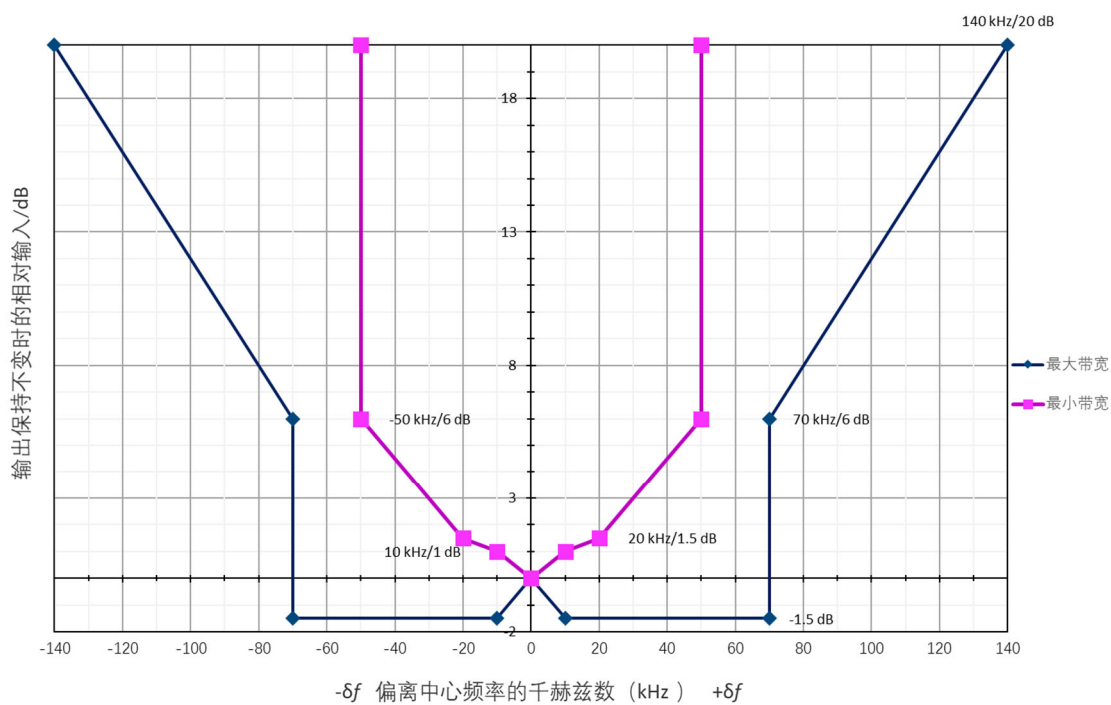


图 D.3 总选择性（通带）的限值（C 频段和 D 频段）

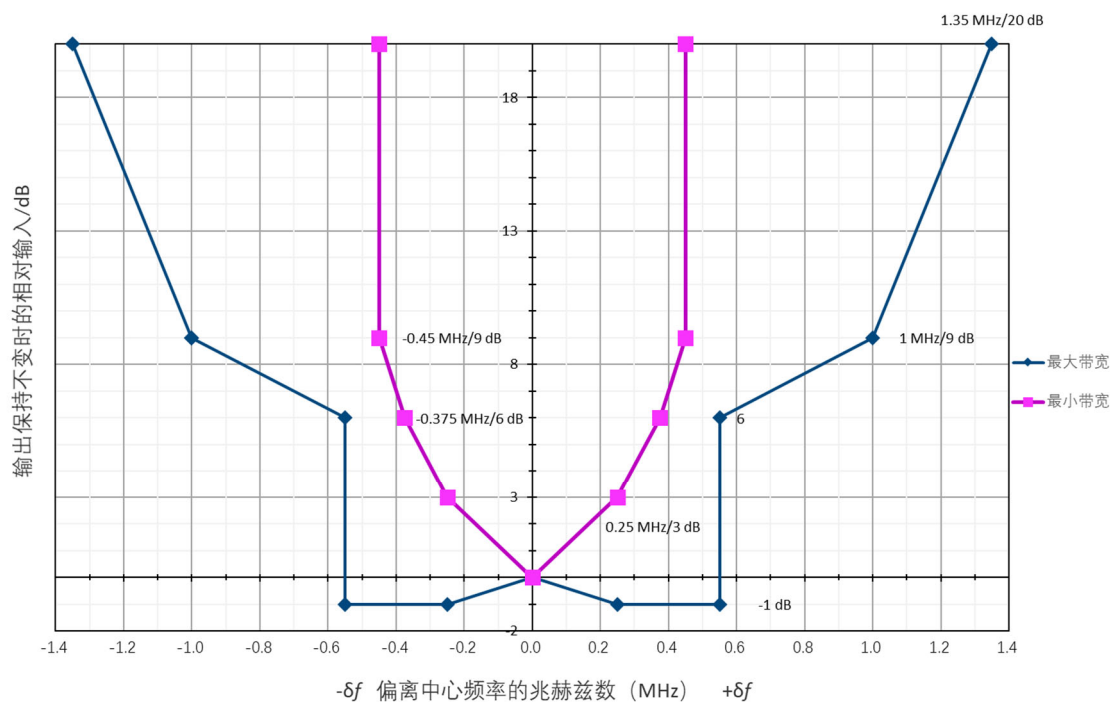


图 D.4 总选择性（通带）的限值（E 频段）