



中华人民共和国国家标准

GB/T 6113.101—2008/CISPR 16-1-1:2006
部分代替 GB/T 6113.1—1995

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

Specification for radio disturbance and immunity
measuring apparatus and methods—

Part 1-1:

Radio disturbance and immunity measuring
apparatus—Measuring apparatus

(CISPR 16-1-1:2006, IDT)

2008-01-12 发布

2008-09-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	I
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 准峰值测量接收机,频率范围 9 kHz~1 000 MHz	3
5 峰值测量接收机,频率范围 9 kHz~18 GHz	12
6 平均值测量接收机,频率范围 9 kHz~18 GHz	14
7 均方根值测量接收机,频率范围 9 kHz~18 GHz	18
8 幅度概率分布测量接收机,频率范围 1 GHz~18 GHz	20
9 骚扰分析仪	20
附录 A(规范性附录) 准峰值测量接收机和均方根值测量接收机对重复脉冲响应的确定	27
附录 B(规范性附录) 脉冲发生器频谱的确定	31
附录 C(规范性附录) 纳秒脉冲发生器输出的准确测量	33
附录 D(规范性附录) 准峰值测量接收机特性对脉冲响应的影响	35
附录 E(规范性附录) 平均值测量接收机和峰值测量接收机的响应	36
附录 F(规范性附录) 根据 GB 4343.1—2003 第 4.2.3 条喀咧声定义的例外情况的性能检查	43
附录 G(资料性附录) APD 测量功能规范的基本原理	49
附录 NA(资料性附录) GB/T 6113.101—2008 与 GB/T 6113.1—1995 有关章条的对照	52
参考文献	53

前 言

GB/T 6113.101 等同采用 CISPR 16-1-1(2.1 版):2006《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》。

鉴于 IEC/CISPR 16 为电磁兼容系列基础标准,且篇幅大,内容多,为了方便标准的制定、维护和使用,2002 年 IEC/CISPR A 分会决定对该标准进行重大调整,将原来的 4 个部分拆分为 14 个部分,2006 年增至 15 个部分,并从 2003 年 11 月起陆续发布。我国依据等同原则,将陆续完成相应国家标准的制定和修订工作。该系列标准中的新、旧国家标准及其与 IEC/CISPR 16 系列标准/出版物的对应关系如下:

旧标准编号和名称	新标准编号和名称
GB/T 6113.1—1995 (eqv CISPR 16-1:1993) 《无线电骚扰和抗扰度测量设备规范》	GB/T 6113.101—2008(CISPR 16-1-1:2006, IDT) ¹⁾ 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
	GB/T 6113.102—2008(CISPR 16-1-2:2006, IDT) 第 1-2 部分:无线电骚扰和抗扰度测量设备 辅助设备 传导骚扰
	GB/T 6113.103—2008(CISPR 16-1-3:2004, IDT) 第 1-3 部分:无线电骚扰和抗扰度测量设备 辅助设备 骚扰功率
	GB/T 6113.104—2008(CISPR 16-1-4:2005, IDT) 第 1-4 部分:无线电骚扰和抗扰度测量设备 辅助设备 辐射骚扰
	GB/T 6113.105—2008(CISPR 16-1-5:2003, IDT) 第 1-5 部分:无线电骚扰和抗扰度测量设备 30 MHz~1 000 MHz 天线校准用试验场地
GB/T 6113.2—1998 (eqv CISPR 16-2:1996) 《无线电骚扰和抗扰度测量方法》	GB/T 6113.201—2008(CISPR 16-2-1:2003, IDT) 第 2-1 部分:无线电骚扰和抗扰度测量方法 传导骚扰测量
	GB/T 6113.202—2008(CISPR 16-2-2:2004, IDT) 第 2-2 部分:无线电骚扰和抗扰度测量方法 骚扰功率测量
	GB/T 6113.203—2008(CISPR 16-2-3:2003, IDT) 第 2-3 部分:无线电骚扰和抗扰度测量方法 辐射骚扰测量
	GB/T 6113.204—2008(CISPR 16-2-4:2003, IDT) 第 2-4 部分:无线电骚扰和抗扰度测量方法 抗扰度测量
CISPR 16-3:2000 Reports and recommendations of CISPR	GB/Z 6113.3—2006 (CISPR 16-3:2003, IDT) 第 3 部分:无线电骚扰和抗扰度测量技术报告

旧标准编号和名称	新标准编号和名称
CISPR 16-4:2002 Uncertainty in EMC measurements	GB/Z 6113.401—2007 (CISPR 16-4-1/TR;2005, IDT) 第 4-1 部分:不确定度、统计学和限值建模 标准化 EMC 试验的不确定度
	GB/T 6113.402—2006(CISPR 16-4-2;2003, IDT) 第 4-2 部分:不确定度、统计学和限值建模 测量设备和设施的不确定度
	GB/Z 6113.403—2007(CISPR 16-4-3/TR;2004, IDT) 第 4-3 部分:不确定度、统计学和限值建模 批量产品的 EMC 符合性确定的统计考虑
	GB/Z 6113.404—2007 (CISPR 16-4-4/TR;2003, IDT) 第 4-4 部分:不确定度、统计学和限值建模 抱怨的统计和限值的计算模型
	GB/Z 6113.405(CISPR 16-4-5;2006, IDT) ²⁾ 第 4-5 部分:不确定度、统计学和限值建模 替换试验方法的使用条件
1) 黑体字为该标准的本部分; 2) 待制定。 注 1: 表中除 GB/T 6113.101 以外的国家标准名称以制定或修订后发布的标准名称为准。 注 2: CISPR 16 系列标准调整之前没有与 CISPR 16-3 和 CISPR 16-4 相对应的国家标准。	

与 IEC/CISPR 16-1-1:2006(2.1 版)相比,本部分进行了如下的编辑性修改:

- a) 增加了附录 NA“GB/T 6113.101—2008 与 GB/T 6113.1—1995 有关章节对照表”。
- b) 规范性引用文件直接引用 GB 4343.1—2003,因为其等同的国际标准 CISPR 14-1:2000+A1:2001 与 CISPR 14-1:2005 相比,所引用内容完全一致。

GB/T 6113 的本部分自发布之日起,与 GB/T 6113.102—2008、GB/T 6113.103—2008、GB/T 6113.104—2008 和 GB/T 6113.105—2008 组合在一起替代 GB/T 6113.1—1995。

与 GB/T 6113.1—1995 对应内容相比,本部分发生了如下的变化:

- a) 峰值、平均值、均方根值测量接收机的频率范围由原来的 9 kHz~1 000 MHz 扩展到现在的 9 kHz~18 GHz,并相应增加了 E 频段(1 GHz~18 GHz)测量接收机的性能规范;
- b) 增加了第 8 章“幅度概率分布(APD)测量接收机”和相应的资料性附录 G“APD 测量功能规范的基本原理”;
- c) 增加术语 3.9“CISPR 指示范围”;
- d) 增加 4.8.1“测量接收机无线电频率发射的限值”;
- e) 在第 9 章增加了对“喀喇声”特性的描述,并相应地增加了规范性附录 F“根据 GB 4343.1 第 4.2.3 条喀喇声定义的例外情况的性能检查”;
- f) 修订完善了表 14 第 5 列的内容,由原来的文字叙述改为用更直观的图形来表述;
- g) 在术语 3.3 条的页脚处增加编者注,以说明脉冲面积、脉冲强度和脉冲响应之间的关系,避免与常规理解的概念混淆。

本部分的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E 和附录 F 为规范性附录,附录 G 和附录 NA 为资料性附录。

本部分由全国无线电干扰标准化技术委员会提出并归口。

本部分起草单位:信息产业部电子工业标准化研究所、北京交通大学、上海市计量测试技术研究院、中国计量科学研究院、东南大学、上海电器科学研究所(集团)有限公司、广州威凯检测技术研究所、国家无线电监测中心、信息产业部电子第五研究所。

本部分主要起草人:陈俐、张林昌、王铮、龚增、朱文立、蒋全兴、杨春荣、寿建霞、陈世钢、谢鸣、崔强、张科。

引 言

GB/T 6113.101 为基础标准 GB/T 6113 的组成部分,由 9 章和 8 个附录组成。它规定了 9 kHz~18 GHz 频率范围用于测量无线电骚扰电压、骚扰电流和骚扰场强的测量设备的性能和技术规范。此外,对用于断续骚扰测量的专用设备也提出了要求。这些要求适用于无线电骚扰的宽带测量和窄带测量。对测量接收机提出的所有要求应在 CISPR 指示范围内所有的频率和无线电骚扰电压、电流、功率或场强的所有电平上得到满足。

本规范当中涉及含有 4 种类型的检波器的测量设备:准峰值测量接收机、峰值测量接收机、平均值测量接收机、均方根值(r. m. s.)测量接收机和幅度概率分布测试功能的测量接收机,以及一种专门用于喀咧声测量的骚扰分析仪;为了确定上述设备的性能和符合性,本部分还在相应的规范性附录中给出了准峰值测量接收机和均方根值测量接收机对重复脉冲响应的确定方法,检验测量接收机符合性的试验脉冲频谱的确定和精确测定方法,准峰值测量接收机对脉冲响应的影响,平均值和峰值测量接收机的响应,不符合喀咧声定义时的性能核查;在资料性附录 G 中,给出了新增设备 APD 测量功能规范的基本原理。

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

1 范围

GB/T 6113 的本部分为基础标准。本部分规定了用于测量无线电骚扰电压、骚扰电流和骚扰场强的测量设备的性能和特性,其频率范围为 9 kHz~18 GHz。此外,对用于断续骚扰测量的专用设备也提出了要求。这些要求包括无线电骚扰的宽带测量和窄带测量。

所涉及的测量接收机的类型包括:

- a) 准峰值测量接收机;
- b) 峰值测量接收机;
- c) 平均值测量接收机;
- d) 均方根值(r. m. s.)测量接收机。

本部分的要求应在测量设备的 CISPR 指示范围内所有的频率和无线电骚扰电压、电流、功率或场强的所有电平上得到满足。

GB/T 6113 的第 2 部分规定了测量方法,第 3 部分给出了有关无线电骚扰的更多信息,第 4 部分包含了有关不确定度、统计学和限值建模等内容。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 6113 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 4365—2003 电工术语 电磁兼容(IEC 60050(161):1990, IDT)

GB 4824—2004 工业、科学和医疗(ISM)射频设备 电磁骚扰特性 限值和测量方法(CISPR 11:2003, IDT)

GB 4343.1—2003 电磁兼容 家用电器、电动工具和类似器具的要求 第 1 部分:发射(CISPR 14-1:2000+A1:2001, IDT)

GB/Z 6113.3—2006 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第 3 部分:无线电骚扰和抗扰度测量技术报告(CISPR 16-3:2003, IDT)

BIPM/IEC/IFCC/ISO/IUPAC/IUPAP/OIML:1993 计量学基本术语和通用术语国际词汇

CISPR 14-1:2005 电磁兼容 家用电器、电动工具和类似器具的要求 第 1 部分:发射

3 术语和定义

下列术语和定义适用于 GB/T 6113 的本部分,也可参照 GB/T 4365—2003 和计量学基本术语和通用术语国际词汇。

3.1

带宽 bandwidth

B_n

低于响应曲线中点某一规定电平处测量接收机总选择性曲线的宽度,用符号 B_n 表示。 n 表示所规定电平的分贝数。

3.2

脉冲带宽 impulse bandwidth B_{imp}

$$B_{\text{imp}} = \frac{A(t)_{\text{max}}}{2G_0 \times IS}$$

式中:

$A(t)_{\text{max}}$ ——在测量接收机输入端施加一个脉冲面积为 IS 的脉冲时测量接收机中频(IF)输出端包络的峰值;

G_0 ——该电路中心频率的增益。

对于双临界耦合调谐变压器:

$$B_{\text{imp}} = 1.05 B_6 = 1.31 B_3$$

式中:

B_6 ——6 dB 处的带宽;

B_3 ——3 dB 处的带宽(详见附录 A 中第 A.2 章)。

3.3

脉冲面积¹⁾ impulse area IS

脉冲面积(有时也称之为脉冲强度, IS)定义为某一脉冲电压对时间积分的面积:

$$IS = \int_{-\infty}^{+\infty} V(t) dt \quad (\text{单位: } \mu\text{Vs 或 dB}(\mu\text{Vs}))$$

注:脉冲面积与脉冲频谱密度 D (单位: $\mu\text{V}/\text{MHz}$ 或 $\text{dB}(\mu\text{V}/\text{MHz})$)直接相关。对于脉冲持续时间为 T 的矩形脉冲串,当频率 $f \ll 1/T$ 时,存在下述关系

$$D(\mu\text{V}/\text{MHz}) = \sqrt{2} \times 10^6 IS(\mu\text{Vs})$$

3.4

充电时间常数 electrical charge time constant T_c

从恒定正弦波电压加到检波级的输入端瞬间起,到检波器的输出电压达到其终值的 63% 为止,其间所用的时间就是充电时间常数。

注:充电时间常数按下述方法确定:将一个具有幅度恒定、频率等于中频的正弦波信号加到检波器的输入端,此信号电平应工作在相关各级放大电路的线性区域。将一个无惯性的指示器(如阴极射线示波器)接到直流放大器电路中不影响检波器性能的测量点上,记下该仪器指示 D ,然后只在有限的时间施加上述同一电平的正弦波信号(包络为矩形的波形),使偏转上升到 $0.63D$,此信号的持续时间就是检波器的充电时间。

3.5

放电时间常数 electrical discharge time constant T_D

1) 编者注:在测量接收机中“脉冲带宽”、“脉冲面积”、“脉冲响应”都是校准测量仪器固有特性的指标。校准中用到的是频谱密度符合规定要求的窄冲激信号(impulse),并非人们习惯的脉冲(pulse)信号。脉冲面积是冲激信号加到测量接收机输入端后,在仪器中频输出端得到的冲激响应波形对时间的积分。具体做法可以对响应波形以网格划分后计数得出。

从移去加在检波级输入端的恒定正弦波电压的瞬间起,到检波器的输出电压降至其初始值的 37% 为止,其间所用的时间就是放电时间常数。

注:放电时间常数的测量方法与充电时间常数的测量方法相似,但不是有限时间内施加信号,而是将施加的信号中断一定时间,使偏转指示降至 0.37D 所需要的时间,就是检波器的放电时间。

3.6

临界阻尼指示器的机械时间常数 **mechanical time constant of a critically damped indicating instrument**

T_M

$$T_M = T_L/2\pi$$

式中:

T_L ——去除全部阻尼之后的自由振荡周期。

注 1:对于临界阻尼指示器,其系统的运动方程式可写成:

$$T_M^2 (d^2\alpha/dt^2) + 2T_M (d\alpha/dt) + \alpha = ki$$

式中:

α ——偏转指示;

i ——流经指示器的电流;

k ——指示器的时间常数。

由上式可以推论,时间常数也可以规定为矩形脉冲(幅度恒定)的持续时间,此矩形脉冲所产生的偏转指示等于幅度与矩形脉冲相同的连续电流所产生的稳定偏转指示的 35%。

注 2:临界阻尼机械时间常数的测量方法和调节方法可从下述方法之一得到:

a) 把自由振荡周期调节到 $2\pi T_M$,然后加上阻尼,使 αT 等于 $0.35\alpha_{max}$ 。

b) 如果振荡周期不能测量,就将阻尼调到刚好低于临界值,使仪器的过摆不大于 5%,调节转动惯量,使 αT 等于 $0.35\alpha_{max}$ 。

3.7

过载系数 **overload factor**

过载系数是指电路(或电路组)的实际线性函数的范围所对应的电平与指示仪器满刻度偏转时对应的电平之比。

电路(或电路组)的实际线性函数的范围是指电路(或电路组)的稳态响应偏离理想线性不超过 1 dB 时的最高电平。

3.8

对称电压 **symmetric voltage**

在两线电路中(如单相电源),对称电压是指出现于两线间的射频骚扰电压。有时也称为差模电压。如果用 V_a 表示其中一个电源端子与地之间的电压矢量, V_b 表示另一个电源端子与地之间的电压矢量,那么对称电压即差模电压为 V_a 与 V_b 矢量之差($V_a - V_b$)。

3.9

CISPR 指示范围 **CISPR indicating range**

CISPR 指示范围是指由制造商规定的且满足 GB/T 6113 本部分要求的接收机最大指示和最小指示之间的指示范围。

4 准峰值测量接收机,频率范围 9 kHz~1 000 MHz

测量接收机的规范由其工作频率范围来决定。测量接收机分别覆盖 9 kHz~150 kHz(A 频段), 150 kHz~30 MHz(B 频段), 30 MHz~300 MHz(C 频段)和 300 MHz~1 000 MHz(D 频段)4 个频段。

4.1 输入阻抗

测量接收机的输入电路应采用非平衡式。其输入阻抗的额定值为 50 Ω,且当射频衰减为 0 dB 时,其电压驻波比(VSWR)不得超过 2.0;当射频衰减等于或大于 10 dB 时,VSWR 不得超过 1.2。

在 9 kHz~30 MHz 频率范围内的对称输入阻抗;当进行对称测量并采用平衡输入变换器时,应优先选用 600 Ω 的输入阻抗。该输入阻抗可由相关的对称型的人工电源网络提供(必须与测量接收机匹配),也可以由测量接收机提供。

4.2 基本特性

对第 4.4 条规定的脉冲响应是根据具有表 1 基本特性的测量接收机来计算的。

表 1 准峰值测量接收机的基本特性

特 性	频率范围		
	A 频段 9 kHz~150 kHz	B 频段 0.15 MHz~30 MHz	C 频段和 D 频段 30 MHz~1 000 MHz
6 dB 带宽/kHz	0.2	9	120
检波器充电时间常数/ms	45	1	1
检波器放电时间常数/ms	500	160	550
临界阻尼指示器机械时间常数/ms	160	160	100
检波器前端电路的过载系数/dB	24	30	43.5
检波器与指示器之间的直流放大器的过载系数/dB	6	12	6

注 1: 机械时间常数的定义(见第 3.6 条),假设指示器是一种线性设备,也就是说相等的电流会产生相等的偏转增量。假如电流和偏转之间存在其他的转换关系,但只要满足本条要求,这种指示器亦可使用。在电子仪器中,机械时间常数可用某一电路来模拟。

注 2: 电气和机械时间常数都没给出允差,测量接收机的实际值是由满足第 4.4 条要求的设计来确定的。

4.3 正弦波电压准确度

当施加 50 Ω 源阻抗的正弦波信号时,正弦波电压的测量准确度应优于 ±2 dB。

4.4 脉冲响应

注: 附录 B 和附录 C 描述了脉冲发生器的输出特性的确定方法,用于确认是否满足本条的要求。

4.4.1 幅度关系(绝对校准)

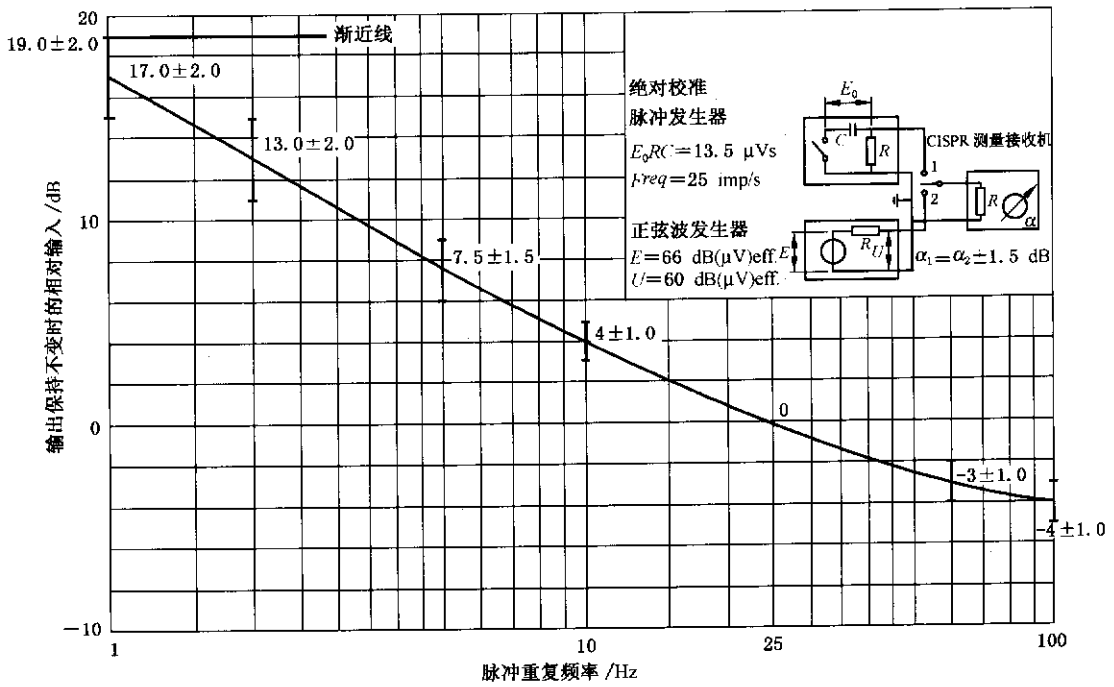
测量接收机在所有频率上对试验脉冲的响应应与相应的调谐频率上对未调制的电动势均方根值为 2 mV(66 dBμV)的正弦波信号的响应相等,允差不得超过 ±1.5 dB,此脉冲在 50 Ω 的源阻抗上具有 a) μVs(微伏秒)电动势的脉冲面积、在至少小于 b) MHz 的频率上有均匀的频谱和 c) Hz 的重复频率。脉冲发生器和正弦波信号发生器的源阻抗均为 50 Ω。试验脉冲的特性见表 2。

表 2 准峰值测量接收机试验脉冲的特性

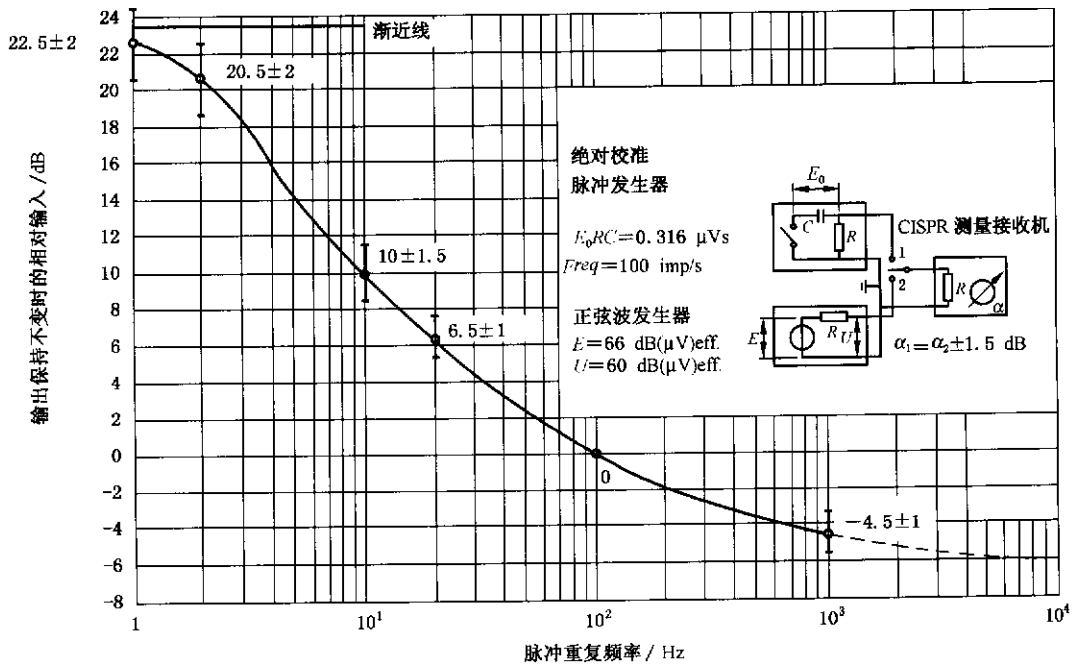
频率范围	脉冲面积 a)/μVs	均匀频谱最小上限 b)/MHz	重复频率 c)/Hz
9 kHz~150 kHz	13.5	0.15	25
0.15 MHz~30 MHz	0.316	30	100
30 MHz~300 MHz	0.044	300	100
300 MHz~1 000 MHz	0.044	1 000	100

4.4.2 随重复频率的变化(相对校准)

测量接收机对重复频率的响应应做到:当测量接收机的指示保持不变时,幅度与重复频率之间的关系如图 1a)、图 1b)或图 1c)所示。

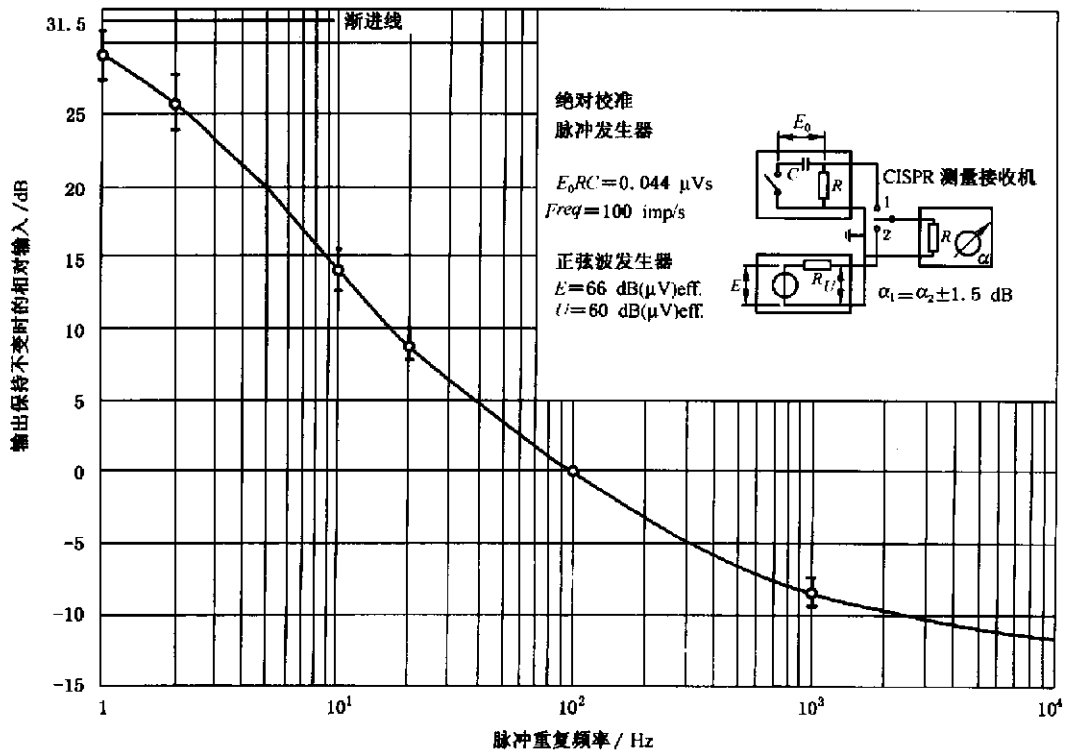


a) 脉冲响应曲线(A频段)

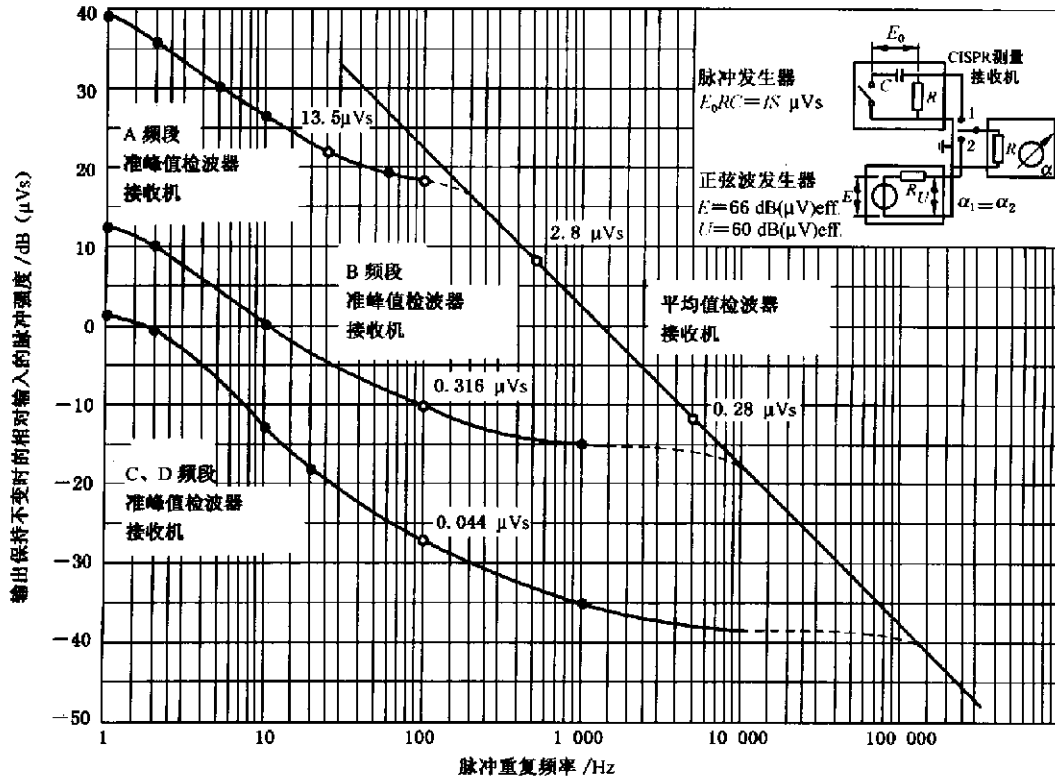


b) 脉冲响应曲线(B频段)

图 1 脉冲响应曲线



c) 脉冲响应曲线(C频段和D频段)



d) 准峰值和平均值检波器接收机的理论脉冲响应曲线

图 1 (续)

测量接收机的响应曲线介于表 3 和相应的图中所规定的限值内。

表 3 准峰值测量接收机脉冲响应

重复频率/ Hz	标定频段一定时,脉冲的相对等效电平/dB			
	频段 A 9 kHz~150 kHz	频段 B 0.15 MHz~30 MHz	频段 C 30 MHz~300 MHz	频段 D 300 MHz~1 000 MHz
1 000	见注 4	-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 ± 1.0
10	$+4.0 \pm 1.0$	$+10.0 \pm 1.5$	$+14.0 \pm 1.5$	$+14.0 \pm 1.5$
5	$+7.5 \pm 1.0$	—	—	—
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: 附录 D 讨论了测量接收机特性对脉冲响应的影响。
 注 2: 在第 5.4 条、第 6.4.1 条和第 7.4.1 条中给出了准峰值测量接收机与含有其他类型检波器的测量接收机对脉冲响应的关系。
 注 3: 图 1d) 一并给出了以绝对刻度标出的准峰值和平均值检波器测量接收机的理论脉冲响应曲线。图 1d) 的纵坐标表示相应于均方根值为 66 dB(μ V) 的开路正弦波电压的开路脉冲面积(dB(μ Vs))。要是测量接收机的输入与校准发生器匹配,则测量接收机的指示为 60 dB μ V。当测量带宽低于脉冲重复频率时,如果测量接收机调谐在某一离散谱线上,那么图 1d) 中的曲线仍然有效。
 注 4: 在 9 kHz~150 kHz 频率范围内,当重复频率高于 100 Hz 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。
 注 5: 附录 A 给出了重复脉冲响应曲线的确定方法。
 注 6: 当频率高于 300 MHz 时,由于测量接收机的输入过载,脉冲响应受到限制。表中标有 * 的数值是任选的,不作硬性要求。

4.5 选择性

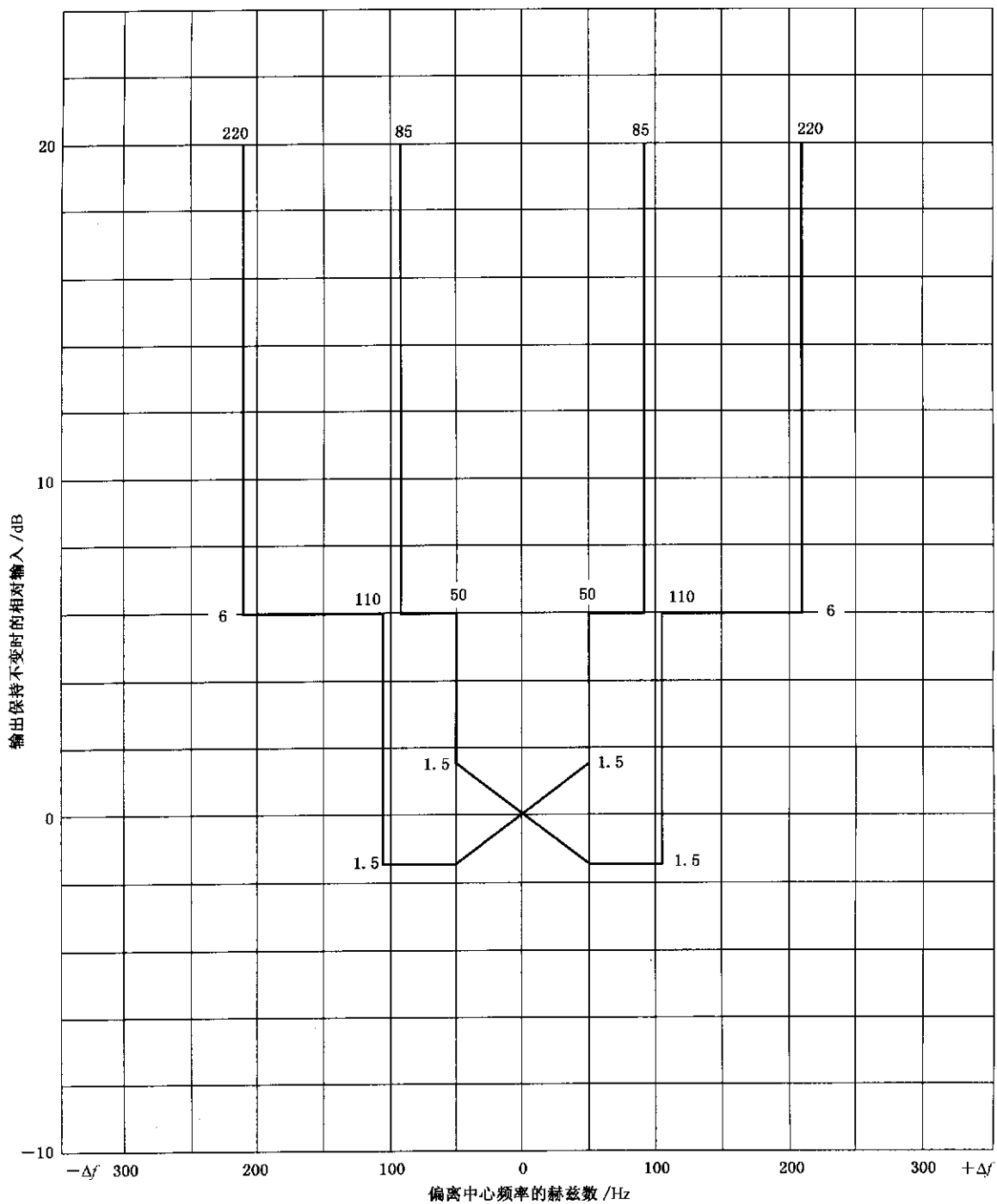
4.5.1 总选择性(通带)

测量接收机的总选择性曲线应介于图 2a)、图 2b)或图 2c)所示的限值之间。它是由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来描述的。

注: 在 130 kHz~150 kHz 转换/过渡频率范围测量时,可能需要在测量接收机前端安装高通滤波器(如在 EN50065-1/A2 中定义的低电压网上的信号传送设备),以使得 CISPR 测量接收机和高通滤波器的合成后的选择性满足下面表中的要求:

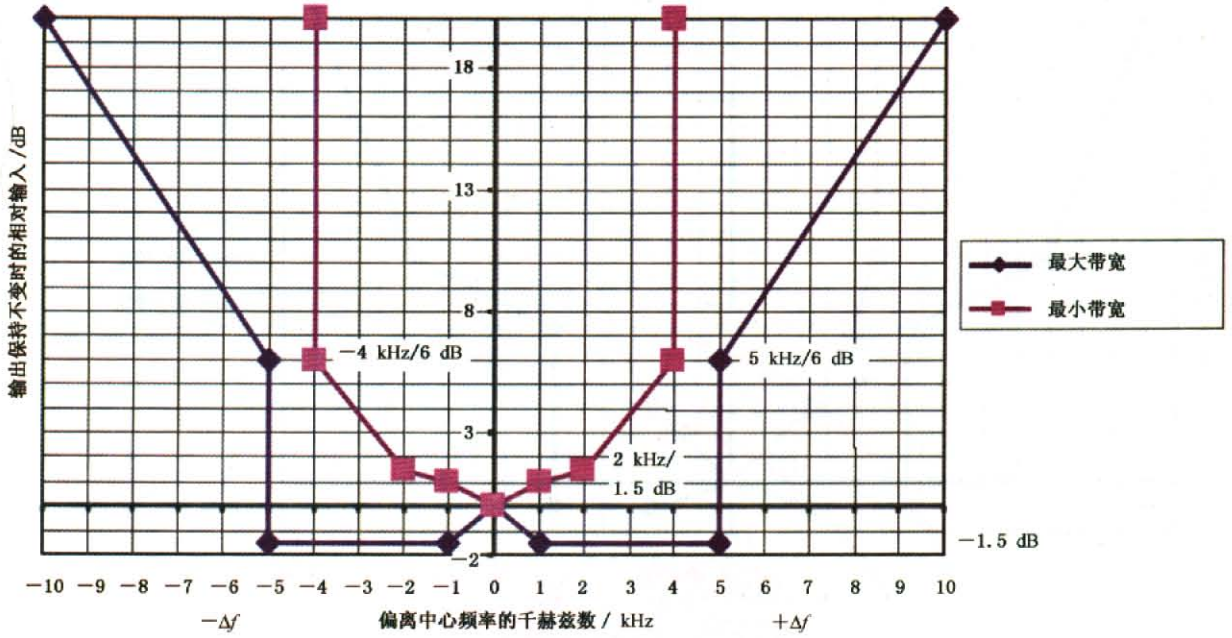
频率/kHz	相对衰减/dB
150	≤ 1
146	≤ 6
145	≥ 6
140	≥ 34
130	≥ 81

加装高通滤波器的测量接收机应当满足本部分的要求。

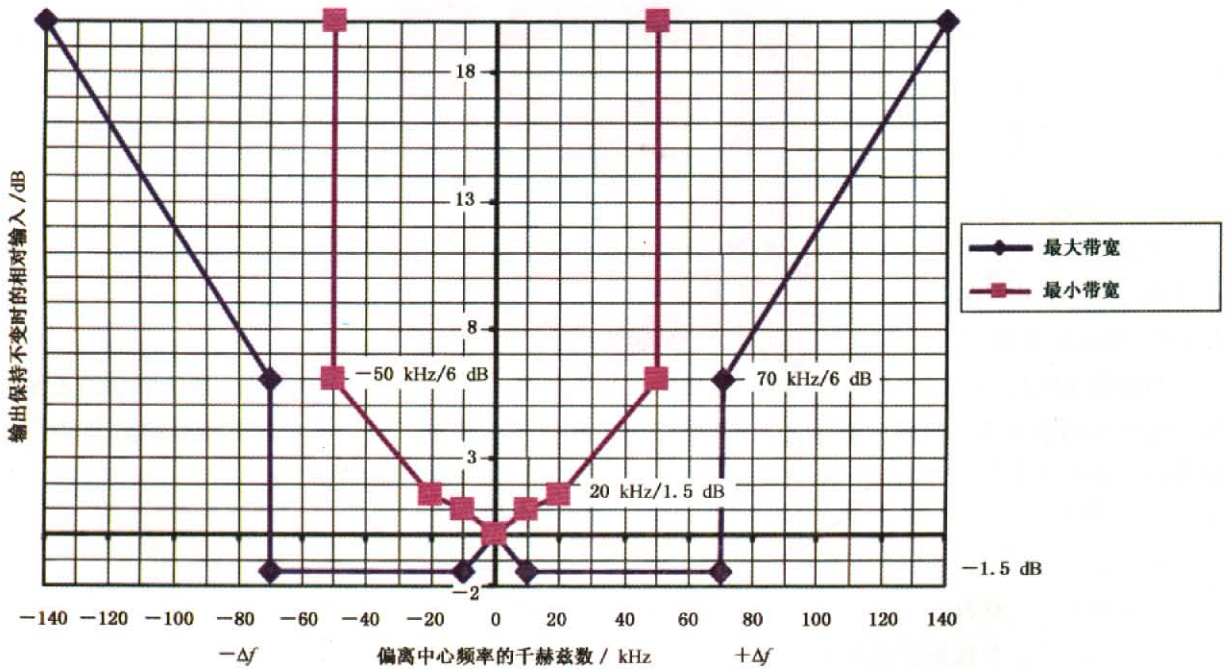


a) 总选择性(通带)的限值(参见 4.5.1, 5.5, 6.5 和 7.5 条)(A 频段)

图 2 总选择性的限值

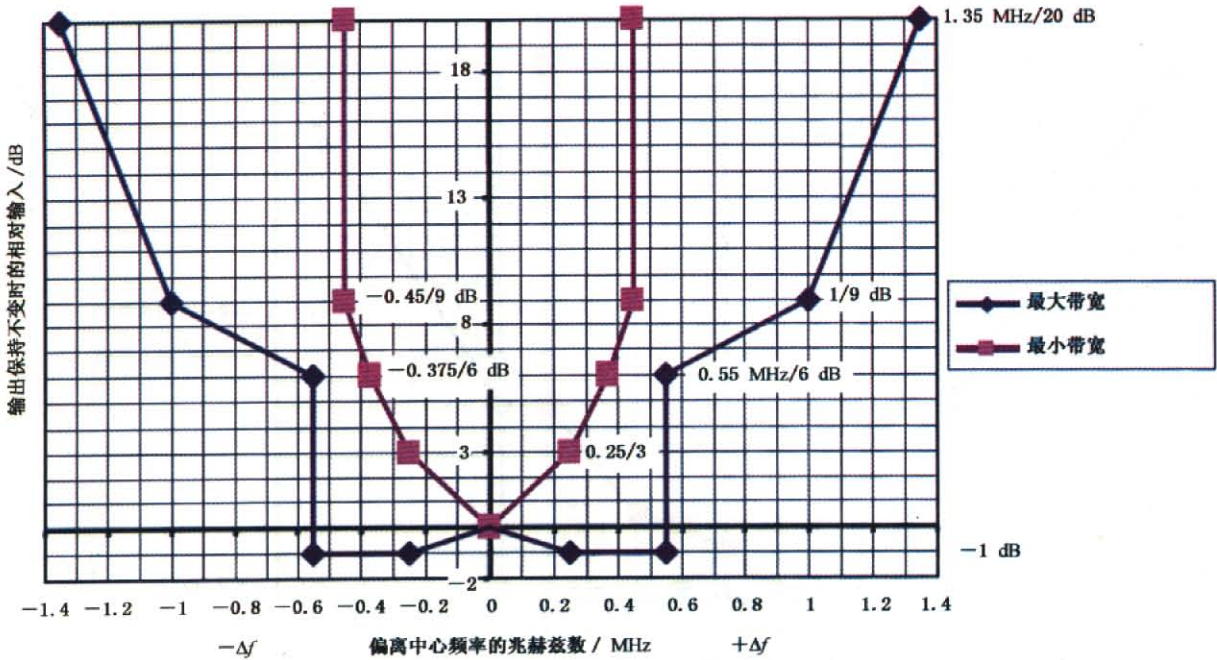


b) 总选择性(通带)的限值(参见第 4.5.1、5.5、6.5 和 7.5 条)(B 频段)



c) 总选择性(通带)的限值(参见第 4.5.1、5.5、6.5 和 7.5 条)(C 频段和 D 频段)

图 2 (续)



注 1: 由于相关滤波器的衰减取决于滤波器的类型, 所以图中没有给出脉冲带宽的限值。对于 6 dB 和 9 dB 的带宽已给出了方向的界限。

注 2: 总选择性的限值是从当引入选择性要求时由现在使用的设备得到的。

d) 总选择性(通带)的限值(参见第 4.5.1、5.5、6.5 和 7.5 条)(E 频段)

图 2 (续)

4.5.2 中频抑制比

当测量接收机的指示保持不变时, 输入的中频正弦波电压与调谐频率的正弦波电压之比不得小于 40 dB。在采用多个中频的情况下, 每个中频都应满足此要求。

4.5.3 镜像频率抑制比

当测量接收机的指示保持不变时, 输入镜像频率的正弦波电压与调谐频率的正弦波电压之比不得小于 40 dB。在采用多个中频的情况下, 每个中频对应的镜像频率都应满足此要求。

4.5.4 其他乱真响应

当测量接收机的指示保持不变时, 除了第 4.5.2 条和第 4.5.3 条规定的频率外, 其他频率的正弦波输入电压与调谐频率的正弦波电压之比不得小于 40 dB。下式给出了有可能出现其他乱真信号响应的频率:

$$(1/m)(nf_L \pm f_i) \text{ 和 } (1/k)(f_0)$$

式中:

n, m 和 k ——整数;

f_L ——本机振荡器频率;

f_i ——中频;

f_0 ——调谐频率。

注: 在采用多个中频的情况下, 频率 f_L 和 f_i 分别是每个本机振荡频率和所采用的中频。此外, 在测量接收机不施加任何输入信号的情况下也会出现乱真响应。例如, 在本机振荡器的谐波频率与一个中频频率不同的情况下就会出现乱真响应。因此本标题下的这些要求并不适用于后者。这些乱真响应所产生的影响将在 4.7.2 中叙述。

4.6 互调效应的限制

当进行下述试验时,测量接收机的响应不应受互调效应的影响。

试验按图 3 所示布置。脉冲发生器所产生的脉冲频谱在低于和等于表 4 频率 3) 时应基本上是均匀的,而在表 4 频率 4) 应至少降低 10 dB,在试验频率点,带阻滤波器至少应衰减 40 dB,相对于滤波器最大衰减的 6 dB 带宽 B_0 应介于表 4 所列频率 1) 和频率 2) 之间。

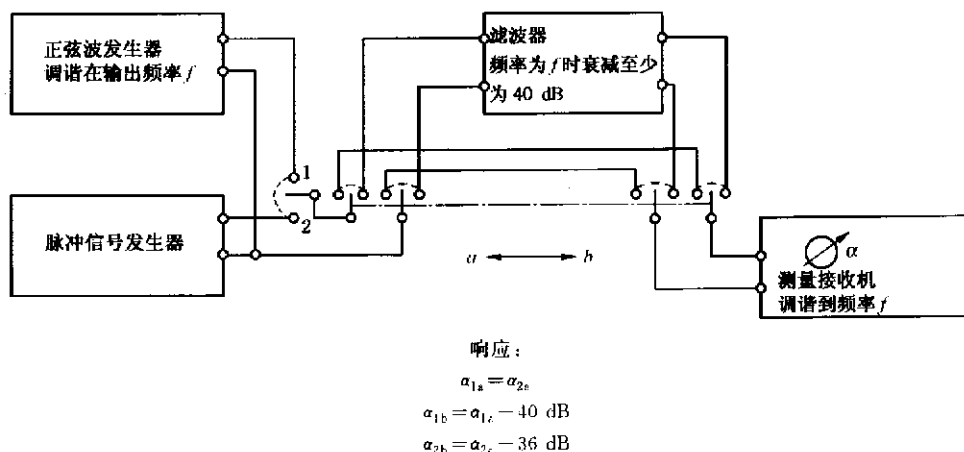


图 3 互调效应的测试布置图

表 4 准峰值测量接收机互调测试的带宽特性

频率范围	1) kHz	2) kHz	3) MHz	4) MHz
9~150 kHz(A 频段)	0.4	4	0.15	0.3
0.15~30 MHz(B 频段)	20	200	30	60
30~300 MHz(C 频段)	500	2 000	300	600
300~1 000 MHz(D 频段)	500	6 000	1 000	2 000

将正弦波信号发生器直接与测量接收机相连接,调整正弦波发生器得到一方便的读数。用脉冲信号发生器替代正弦波发生器,并调整到相同的电平。该脉冲重复频率在 A 频段为 100 Hz,在其他频段为 1 000 Hz。

按上述方法用脉冲信号发生器替代正弦波信号发生器时,该滤波器所引入的衰减不得低于 36 dB。

4.7 测量接收机机内噪声和机内乱真信号的限值

4.7.1 随机噪声

测量接收机的背景噪声所引入的误差不得超过 1 dB。

注:通过以下方法可以找到电平误差超过 1 dB 的频率点:在测量接收机输入端施加一个信号 S ,使接收机读数远远大于噪声电平 N (如 40 dB)。减小信号 S 的输出电平,获得接收机读数 S_1 ,如果 $(S_1 + N)$ 不满足线性特性,电平偏差大于 1 dB,即为要寻找的频率点。

4.7.2 连续波

当采用多个中频时,测量接收机对于任意输入信号,由于乱真响应(如第 4.5.4 条注中所述)存在所引入的测量误差不得超过 1 dB。对于含有中频衰减器的测量接收机,应按第 4.7.1 条所描述的那样进行试验。如果符合要求,则认为已满足要求,否则,应在最后一个混频级后引入中频衰减器。

4.8 屏蔽效能

屏蔽效能是对测量接收机在电磁环境中性能不降低的前提下工作能力的量度,这一要求适用于所有的工作在制造商所规定的 CISPR 指示范围(见 3.9)内的测量接收机。

测量接收机的屏蔽应做到:在 3 V/m(未调制)的电磁环境中,在 9 kHz~1 000 MHz 频率范围内任一频率点上,制造商所规定的 CISPR 指示范围的最大值和最小值所产生的误差不得大于 1 dB。如果不

能满足这一要求,制造商需要声明其误差大于 1 dB 的频率点和场强。测试按下述方法进行:

将信号发生器放置于屏蔽室外,将输入信号用一根屏蔽良好的(半刚性)2 m 长电缆通过屏蔽壁的馈通接头加到屏蔽室内的接收机上,输入信号的电平应分别处于制造商所规定的 CISPR 指示范围内的最大值和最小值。测量接收机所有其他同轴终端应端接特性阻抗。

试验时,应按测量接收机正常使用时最简单的布置(不包括诸如耳机等选件),且接上必不可少的引线(如电源线和输入电缆)。引线长度及其布置应与典型使用情况相一致。

测量接收机附近的环境场强应用场强监测仪来测量。

测量接收机在有 3 V/m 电磁场和去除该强度的电磁场这两种情况下,其指示变化不得超过 1 dB。

4.8.1 测量接收机射频发射的限值

4.8.1.1 传导发射

测量接收机的所有外部连接插头(不仅是电源插头)的无线电骚扰电压都要满足 GB 4824—2004 中第 5.1 条有关 B 级设备的限值要求。然而这一要求并不包括屏蔽导线与屏蔽设备之间的内部连接器。当测量接收机的输入端端接特性阻抗的时候,本地晶振的注入功率不应超过 34 dB(pW),其相当于 50 Ω 阻抗上的 50 μ V 电压。

4.8.1.2 辐射发射

测量接收机发射的无线电骚扰场强需要满足 GB 4824—2004 中第 5.2 条有关 B 级设备的限值要求,频率范围是 9 kHz~1 000 MHz。此限值也同样适用于 GB 4824—2004 表 1 所列的频段(工科医所用的频率)。频率范围 1 GHz~18 GHz 的限值是 45 dB(pW)。

在进行辐射发射和传导发射之前,要保证背景噪声不会影响测量结果(如计算机控制设备等)。

4.9 用于连接断续骚扰分析仪的输出装置

当测量骚扰时,测量接收机在所有频段都必须有两个输出端,其中一个是中频输出,另一个是准峰值检波器的输出。这两个输出端的负载都不应影响指示器。

5 峰值测量接收机,频率范围 9 kHz~18 GHz

本章对采用峰值检波的测量接收机的要求做了规定,这种接收机适用于脉冲或脉冲调制骚扰测量。对于符合本章要求的频谱分析仪,可用于符合性测量。

5.1 输入阻抗

测量接收机的输入电路应采用非平衡式。测量接收机在 CISPR 指示范围内设置,输入阻抗的额定值为 50 Ω ,其电压驻波比(VSWR)不超过表 5 规定的值。

表 5 接收机输入阻抗的驻波比要求

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

9 kHz~30 MHz 频率范围的对称输入阻抗:进行对称(不接地的)测量时,应采用平衡输入变换器(9 kHz~150 kHz 频率范围的优选输入阻抗是 600 Ω)。对称输入阻抗可以由与测量接收机相连/耦合的对称人工电源网络提供,也可以作为选件由测量接收机提供。

5.2 基本特性

5.2.1 带宽

对于所有类型的宽带骚扰,在给出骚扰电平时,应标明测量带宽的实际值,且所用带宽要符合表 6 的要求。

表 6 峰值测量接收机的带宽要求

频率范围	带宽 B_s	参考带宽
9~150 kHz(A 频段)	100~300 Hz ^a	200 Hz(B_s)
0.15~30 MHz(B 频段)	8~10 kHz ^a	9 kHz(B_s)
30~1 000 MHz(C 频段和 D 频段)	100~500 kHz ^a	120 kHz(B_s)
1~18 GHz(E 频段)	300 kHz~2 MHz ^a	1 MHz ^b (B_{imp})

^a 因为峰值测量接收机对非重叠脉冲的响应正比于其带宽,所以测量结果可以用实际带宽表示;也可以用 1 MHz 带宽为单位来表示,它是由测量值除以脉冲带宽(MHz)(见第 3.2 条)计算得到的。对于其他类型的宽带骚扰,这一算法会引入误差。一旦产生争议,数据以使用参考带宽的测量结果为准。

^b 所选的带宽应定义为测量接收机的脉冲带宽,其允差为 ±10%。按不超过测量接收机脉冲带宽的 ±10%(允差)的原则来确定所选带宽。

5.2.2 充放电时间常数比

为了获得重复频率为 1 Hz、误差不超过峰值真值 10% 的仪器读数,放电时间常数与充电时间常数之比应不小于以下值:

- 在 9~150 kHz 的频率范围内,其比值为 1.89×10^4 ;
- 在 0.15~30 MHz 的频率范围内,其比值为 1.25×10^6 ;
- 在 30~1 000 MHz 的频率范围内,其比值为 1.67×10^7 ;
- 在 1~18 GHz 的频率范围内,其比值为 1.34×10^8 。

如果测量接收机具有峰值保持能力,那么保持时间应设置在 30 ms~3 s 范围。

注:对于使用峰值保持技术(在保持时间后强制放电)或数字峰值检波技术的测量接收机,充放电时间常数比的要求不适用。对于幅度随时间变化的信号可使用显示上的最大保持功能。

如果使用频谱分析仪进行峰值测量,视频带宽(B_{video})的设置应当不小于分辨率带宽(B_{resol})。对于峰值测量,可从频谱分析仪的显示读出测量结果,其检波器工作在线性或者对数模式。

5.2.3 过载系数

对于峰值测量接收机,其过载系数不需像其他类型的测量接收机那么大。对于那种通常设计为直接读数的检波器,过载系数只需比单位 1 稍大即可。对于所选用的时间常数(见第 5.2.2 条),该过载系数应该是足够的。

5.3 正弦波电压的准确度

当施加 50 Ω 源阻抗的正弦波信号时,正弦波电压的测量准确度应优于 ±2 dB(1 GHz 以上,优于 ±2.5 dB)。

5.4 脉冲响应

在 1 000 MHz 以下的频率范围,测量接收机对试验脉冲的响应应与对调谐频率上未调制正弦信号的响应相等,其中脉冲发生器和正弦波发生器的源阻抗均为 50 Ω,试验脉冲的强度为 $1.4/B_{imp}$ mVs (B_{imp} 的单位是 Hz),正弦波信号的电动势均方根值为 2 mV(66 dBμV)。脉冲频谱特性满足表 2 要求。正弦波信号电压电平的允差是 ±1.5 dB,脉冲重复频率应保证测量接收机中频放大器输出端不出现脉冲重叠现象。

注 1: 为了检验本条规定的各项要求,附录 B 和附录 C 给出了脉冲发生器输出特性的确定方法。

注 2: A 频段重复频率为 25 Hz,其他频段为 100 Hz。具有优选带宽的峰值测量接收机与准峰值测量接收机指示之间的关系在表 7 中给出。

表 7 相同带宽的峰值和准峰值测量接收机脉冲响应的相对值(9 kHz~1 GHz)

频率	脉冲面积/ mVs	脉冲带宽/ Hz	峰值/准峰值(不同脉冲重复率)	
			25 Hz	100 Hz
A 频段	6.67×10^{-3}	0.21×10^3	6.1	—
B 频段	0.148×10^{-3}	9.45×10^3	—	6.6
C 频段和 D 频段	0.011×10^{-3}	126.0×10^3	—	12.0

注：脉冲响应只是基于使用表 6 中的参考带宽给出的。

在 1 GHz 以上的频率范围,所需要的脉冲面积用测试频点上的调制脉冲载波来定义,原因是要想脉冲发生器获得频率高至 18 GHz 的均匀频谱,是不切实际的(见第 E.6 章)。

5.5 选择性

由于第 5.2.1 条对带宽的要求允许带宽在图 2a)、图 2b)和图 2c)所示的范围内变化,所以,这些选择性曲线只是在形状上适用于峰值测量接收机,因此使用时应在频率轴上标出相应的刻度。例如,图 2a)中的 $B_0/2$ 对应于 100 Hz。

第 4.5.2 条、第 4.5.3 条和第 4.5.4 条的要求适用于本条。

对于频段 E,测量接收机参考带宽的总选择性曲线应介于图 2d)所示的极限值之间。

5.6 互调效应、接收机噪声和屏蔽

第 4.6 条、第 4.7 条和第 4.8 条的要求适用于 1 GHz 以下的频率范围。第 4.7 条和第 4.8.1 条的要求适用于 E 频段。

除此之外,对于 E 频段的要求还有:

——关于互调效应的要求尚在考虑之中。

——E 频段的预选滤波器:当测量某些基频较强的受试设备(EUT)的低电平乱真信号的时候,在测量接收机的输入端(内部或外部)插入滤波器以提供针对基频的足够大的衰减来保护测量接收机的输入电路不会出现过载和损坏,并且防止产生谐波和互调信号。

注 1: 对于受试设备的基频衰减使用 30 dB 衰减的滤波器就足够了。

注 2: 对于不同的基频需要使用不同的滤波器。

关于屏蔽效能的要求,也就是对高环境辐射骚扰电平的抗扰度能力的要求,尚在考虑之中。

6 平均值测量接收机,频率范围 9 kHz~18 GHz

平均值测量接收机一般不用于脉冲骚扰测量。这种类型接收机的检波器被设计成指示检波器前各级信号包络的平均值。使用平均值检波器测量窄带信号,可以克服与调制或宽带噪声相关的一些问题。

对于符合本章要求的频谱分析仪,可用于符合性测量。

6.1 输入阻抗

平均值测量接收机的输入电路应采用非平衡式。在 CISPR 指示范围内接收机的控制设置,其输入阻抗的额定值为 50 Ω ,并且 VSWR 不超过表 5 的要求。

9 kHz~150 kHz 频率范围的对称(平衡)输入阻抗:进行对称(不接地的)测量时,应采用平衡输入变换器(9 kHz~150 kHz 频率范围的优选输入阻抗是 600 Ω)。对称输入阻抗可以由与测量接收机相连/耦合的对称人工电源网络提供,也可以作为选件由测量接收机提供。

6.2 基本特性

6.2.1 带宽

带宽应介于表 8 所规定的范围内。

表 8 带宽要求

频率范围	带宽 B_s	参考带宽
9~150 kHz(A 频段)	100~300 Hz ^a	200 Hz(B_s)
0.15~30 MHz(B 频段)	8~10 kHz ^a	9 kHz(B_s)
30~1 000 MHz(C 频段和 D 频段)	100~500 kHz ^a	120 kHz(B_s)
1~18 GHz(E 频段)	300 kHz~2 MHz ^a	1 MHz ^b (B_{imp})
^a 在第 E.1 章中讨论有关带宽的问题。如果使用的不是参考带宽,那么在报告骚扰电平的同时,还应注明实际使用的测量带宽。 ^b 按照表 6 确定所选择的带宽。		

6.2.2 过载系数

对于具有平均值检波器的接收机,检波器前级电路对于脉冲重复频率为 n Hz 的过载系数应为 B_{imp}/n , B_{imp} 单位是 Hz。

接收机不应出现过载情况的最小脉冲重复频率:在 A 频段为 25 Hz;在 B 频段,为 500 Hz,在 C 频段和 D 频段为 5 000 Hz。

注:一般而言,对于这种类型的接收机,在脉冲重复频率很低时,不可能为避免测量接收机的非线性运行提供足够的过载系数(对单次脉冲响应未做规定)。

6.3 正弦波电压准确度

当施加 50 Ω 源阻抗的正弦波信号时,正弦波电压的测量准确度应优于 ± 2 dB(1 GHz 以上,优于 ± 2.5 dB)。

6.4 脉冲响应

注:附录 B 和附录 C 描述了脉冲发生器的输出特性的确定方法,将用于检验本条中 1 GHz 以下频率范围的要求。

6.4.1 幅度关系

1 000 MHz 以下,对平均值检波器的规定如下(线性平均值):测量接收机对试验脉冲的响应应与对调谐频率上未调制正弦信号的响应相等,脉冲发生器和正弦波发生器的源阻抗均为 50 Ω ,试验脉冲重复率为 n (Hz),脉冲面积为 $1.4/n$ (mVs),正弦波信号的电动势均方根值为 2 mV(66 dB μ V)。脉冲的均匀频谱应符合第 4.4.1 条中表 2 的要求。 n 值在 A 频段为 25, B 频段为 500, C 频段和 D 频段为 5 000。正弦波信号电压电平的允差是 2.5 dB/−0.5 dB。

注:当脉冲重复频率分别为 25 Hz、100 Hz、500 Hz、1 000 Hz 和 5 000 Hz 时,具有相同带宽的平均值和准峰值测量接收机表头指示(假定有足够的过载系数,且输出电平恒定)之间的关系如表 9 所示。

表 9 相同带宽的平均值和准峰值测量接收机脉冲响应的相对值(9 kHz~1 GHz)

测量接收机的频率范围	(对不同脉冲重复率)准峰值与平均值表头指示之比/dB				
	25 Hz	100 Hz	500 Hz	1 000 Hz	5 000 Hz
9 kHz~150 kHz(A 频段)	12.4				
0.15 MHz~30 MHz(B 频段)		(32.9)	22.9	(17.4)	
30 MHz~1 000 MHz(C 频段和 D 频段)				(38.1)	26.3
注 1: 脉冲响应只是基于使用参考带宽的情况(如表 8 所示)。					
注 2: 表中括号内的数据仅供参考。					

1 GHz 以上(E 频段),规定了两种模式——线性和对数的平均值(加权)检波器:

对于线性平均值检波器,测量接收机对试验脉冲的响应应与对调谐频率上未调制正弦信号的响应相等,其中脉冲发生器源阻抗均为 50 Ω ,试验脉冲的重复率为 n Hz,脉冲面积为 $1.4/n$ mVs,正弦波信号的电动势均方根值为 2 mV(66 dB μ V)。该脉冲规定为脉冲调制载波。 n 值为 50 000。正弦波信号

电压电平的允差为 ± 1.5 dB。

对于对数平均值检波器,测量接收机对试验脉冲的响应应与对调谐频率上未调制正弦信号的响应相等,其中脉冲发生器源阻抗均为 $50\ \Omega$,试验脉冲的重复率为 $333\ \text{kHz}$ (周期 $3\ \mu\text{s}$ 的倒数),脉冲面积为 $6.7\ \text{nVs}$ (emf),正弦波信号的电动势均方根值为 $2\ \text{mV}$ ($66\ \text{dB}\mu\text{V}$)。正弦波信号电压电平的允差是 $\pm 4\ \text{dB}$ (由于带宽存在 10% 误差可能会引起大约 $\pm 2.5\ \text{dB}$ 的变化)。

更详细的内容请见第 E.6 章。

注 1: 在一定条件下可以使用频谱分析仪获得平均值检波的效果;当视频带宽 $B_{\text{video}} \ll B_{\text{resol}}$ 时,频谱分析仪可以对一定重复频率的被测信号进行适当的平均。减小视频带宽进行测量时,要保证扫描时间足够的长以便使视频滤波器能够得到正确的响应。

注 2: 对于平均值(加权)测量的线性模式,其测量结果要与被测信号的平均值电平相一致。如果使用对数模式,其测量结果要与被测信号的对数值的平均值一致。因此,对于幅度交替为 $20\ \text{dB}(\mu\text{V})$ 和 $60\ \text{dB}(\mu\text{V})$ 的方波信号,对数模式得到的测量电平为 $40\ \text{dB}(\mu\text{V})$,而线性模式得到的测量电平为 $54.1\ \text{dB}(\mu\text{V})$,则反映的是被测信号的真实平均值。

6.4.2 随重复频率的变化

使用线性平均值检波器的测量接收机对重复脉冲的响应应做到:当测量接收机表头指示保持不变时,幅度和重复频率之间的关系应符合如下规律:

$$\text{幅度} \propto (\text{重复频率})^{-1}$$

从过载方面考虑所确定的最低可用重复频率到数值等于 $B_3/2$ 的频率范围内,允许有 $+3\ \text{dB} \sim -1\ \text{dB}$ 的允差。

注: 准峰值和平均值检波器接收机的绝对坐标的理论脉冲响应曲线如图 1d 所示。对数平均值检波器测量接收机($1\ \text{GHz}$ 以上)对重复脉冲的响应受脉冲之间的噪声电平影响。存在以下变量:

$L_{\log\text{Av}}$ ——对数平均值检波器的指示电平;

T_p ——脉冲持续时间;

L_p ——脉冲电平, $\text{dB}(\mu\text{V})$;

T_N ——噪声持续时间;

L_N ——噪声电平; $\text{dB}(\mu\text{V})$ 。

各变量近似符合下式的关系:

$$L_{\log\text{Av}} = \left(\frac{T_p L_p + T_N L_N}{T_p + T_N} \right)$$

例:如果脉冲电平 L_p 为 $85\ \text{dB}(\mu\text{V})$,噪声电平 L_N 为 $8\ \text{dB}(\mu\text{V})$, $T_p = 1/B_{\text{imp}} = 1\ \mu\text{s}$,脉冲重复率 $n = 100\ 000$,那么 $T_N \approx 9\ \mu\text{s}$ 。由上式, $L_{\log\text{Av}} = 15.7\ \text{dB}(\mu\text{V})$ 。实际上,由于 T_p 偏高,所以 $L_{\log\text{Av}}$ 偏高,这是因为中频输出的脉冲信号在 $1\ \mu\text{s}$ 时间不会迅速地下降到噪声电平。

允差尚在考虑之中。

6.4.3 对间歇的、不稳定的和漂移的窄带骚扰的响应

对间歇的、不稳定的和漂移的窄带骚扰的响应应做到:测量结果应与图 5 所描述的某一时间常数的仪表的峰值读数相当,即 A 频段和 B 频段的时间常数为 $160\ \text{ms}$,C 频段和 D 频段的时间常数为 $100\ \text{ms}$ 。时间常数的定义参见 A.3.1。这种响应可以通过在接收机的包络检波器后端使用模拟网络仪表来实现。举例来说,如图 4 所示,通过使用 A/D 转换器和微处理器来连续监测仪表的输出,就可以获得上述的峰值读数。

对于 E 频段,线性平均值检波器的时间常数是 $100\ \text{ms}$,而对数平均值检波器的时间常数要求,尚在考虑之中。

由上述要求可以推断,用具有表 10 给定的持续时间和周期参数的重复矩形脉冲对射频正弦波信号进行调制,平均值测量接收机应呈现出表 10 所列的最大读数。针对这一要求,允许有 $\pm 1.0\ \text{dB}$ 的允差。

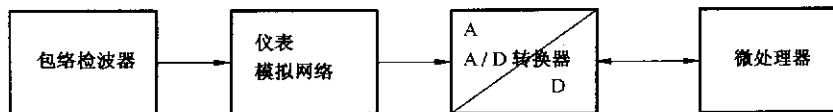
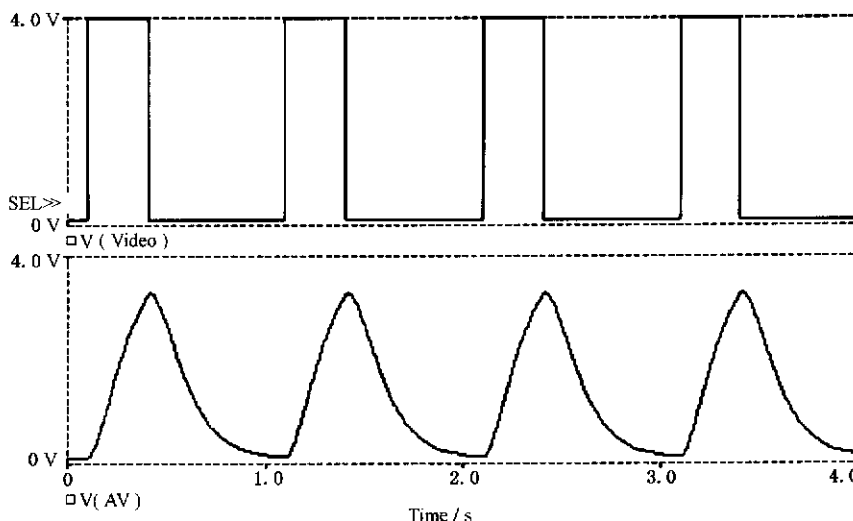


图 4 平均值检波器框图

表 10 平均值测量接收机对具有相同幅度的脉冲调制正弦波输入与连续正弦波的响应的最大读数比

重复矩形脉冲调制	A/B 频段接收机 $T_M=0.16\text{ s}$	C/D 频段接收机 $T_M=0.1\text{ s}$
持续时间 = T_M 周期 = 1.6 s	0.353 (= -9.0 dB)	0.353 (= -9.0 dB)
注：只适用于 E 频段线性平均值检波器的情况。		



注：对于窄带间歇骚扰的响应可以用对数平均值检波器来描述，比如使用视频带宽一定的（例如：10 Hz），具有最大保持功能的频谱显示方式。

注：图示的响应是由持续时间 0.3 s，重复频率 1 Hz 的间歇窄带信号引起的，所用的时间常数是 100 ms。如果时间常数设为 160 ms，那么在模拟网络仪表的输出端的峰值显示会低一些。

图 5 模拟网络仪表对于窄带间歇信号的响应

6.5 选择性

对于带宽为 200 Hz(对应于 9 kHz~150 kHz 的频率范围)或带宽为 9 kHz(对应于 0.15 MHz~30 MHz 的频率范围)的测量接收机，其总选择性曲线应分别在图 2a)和图 2b)所示的限值范围内。对于带宽为 120 kHz(对应于 30 MHz~1 000 MHz 的频率范围)的接收机，其总选择性曲线应在图 2c)所示的极限值以内。对于其他带宽的测量接收机，图 2a)、图 2b)和图 2c)只在形状上描述了其选择性，使用时应在频率轴上标出相应的刻度。对于频段 E，测量接收机参考带宽的总选择性曲线应介于图 2d)所示的极限值之间。

第 4.5.2 条、第 4.5.3 条和第 4.5.4 条的要求适用于本条。

注：在 130 kHz~150 kHz 转换/过渡频率范围进行测量时，可能需要在测量接收机前端安装高通滤波器(如在 EN50065-1/A2 中定义电源信号设备)，以使得 CISPR 测量接收机和高通滤波器的合成后的选择性满足下面表中的规定：

频率/kHz	相对衰减/dB
150	≤ 1
146	≤ 6
145	≥ 6
140	≥ 34
130	≥ 81

注：加装通滤波器的测量接收机应当满足本部分的要求。

6.6 互调效应、接收机噪声和屏蔽

第 5.6 条的要求适用于本条。

7 均方根值测量接收机, 频率范围 9 kHz ~ 18 GHz

对于符合本章要求的频谱分析仪, 可用于符合性测量。

7.1 输入阻抗

测量接收机的输入端应采用非平衡式。在 CISPR 指示范围内的接收机的控制设置, 其输入阻抗的额定值为 50Ω , VSWR 不得超过表 5 的要求。

9 kHz~30 MHz 频率范围的对称(平衡)输入阻抗: 进行对称(不接地的)测量时, 应采用平衡输入变换器(9 kHz~150 kHz 频率范围的优选输入阻抗是 600Ω)。对称输入阻抗可以由与测量接收机相连/耦合的对称人工电源网络提供, 也可以作为选件由测量接收机提供。

7.2 基本特性

7.2.1 带宽

带宽应介于表 11 所规定的范围内。

表 11 带宽要求

频率范围	带宽 B_0	参考带宽
9 kHz~150 kHz(A 频段)	100~300 Hz ^a	200 Hz(B_0)
0.15 MHz~30 MHz(B 频段)	8~10 kHz ^a	9 kHz(B_0)
30 MHz~1 000 MHz(C 频段和 D 频段)	100~500 kHz ^a	120 kHz(B_0)
1 GHz~18 GHz(E 频段)	300 kHz~2 MHz ^a	1 MHz ^b (B_{imp})

^a 在附录 E 的第 E.1 章中讨论有关带宽的问题。如果使用的不是参考带宽, 那么在报告骚扰电平的同时, 还应注明实际使用的测量带宽。

^b 按照表 6 确定所选择的带宽。

7.2.2 过载系数

对于均方根检波器的接收机, 检波器前级电路对于脉冲重复频率为 n Hz 的过载系数应为 $1.27 (B_0/n)^{1/2}$, B_0 的单位是 Hz。

注 1: 一般而言, 对于这种类型的接收机, 在脉冲重复频率甚低时, 不可能为避免测量接收机的非线性运行提供足够的过载系数(对单次脉冲响应未做规定)。不管检波器作何用途, 都应确定无过载情况下最小的脉冲重复频率。

注 2: 附录 A 给出了过载系数的计算方法。

7.3 正弦波电压准确度

当施加 50Ω 源阻抗的正弦波信号时, 正弦波电压的测量准确度应优于 ± 2 dB(1 GHz 以上优于 ± 2.5 dB)。

7.4 脉冲响应

注：附录 B 和附录 C 描述了脉冲发生器的输出特性的确定方法，用于检验本条中 1 GHz 以下频率范围的要求。

7.4.1 幅度关系

对 1 000 MHz 以下的均方根值检波器的规定如下：测量接收机对试验脉冲的响应应与对调谐频率上未调制正弦信号的响应相等。脉冲发生器和正弦波发生器的源阻抗均为 50 Ω。对于 A 频段，脉冲强度为 $[278(B_3^{-1/2})]\mu\text{Vs}$ (其中 B_3 单位为 Hz)，试验脉冲重复率为 25 Hz，正弦波信号的电动势均方根值为 2 mV (66 dBμV)。试验脉冲至少在最高的调谐频率以下有着均匀的频谱。

对于 B 频段、C 频段和 D 频段的测量接收机，对应的数值是 $[139(B_3^{-1/2})]\mu\text{Vs}$ (其中 B_3 单位为 Hz) 和 100 Hz。其中脉冲发生器和正弦波发生器的源阻抗均为 50 Ω。正弦波信号电压电平的允差是 ±1.5 dB。

注：附录 A 给出了均方根值检波器脉冲响应的计算方法。重复频率分别为 25 Hz 和 100 Hz，具有相同带宽的均方根值和准峰值测量接收机表头之间的关系由表 12 给出。

表 12 均方根值和准峰值测量接收机脉冲响应的相对值

测量接收机的频率范围	重复频率/Hz	准峰值/均方根值/dB
9~150 kHz(A 频段)	25	4.2
0.15~30 MHz(B 频段)	100	14.3
30~1 000 MHz(C 频段和 D 频段)	100	20.1

注：脉冲响应只是基于使用参考带宽的情况(如表 11 所示)。

1 GHz 以上频率范围(E 频段)，测量接收机对试验脉冲的响应应与对调谐频率上未调制正弦信号的响应相等，其脉冲发生器和正弦波发生器的源阻抗均为 50 Ω，试验脉冲的重复率为 1 000 Hz，脉冲面积为 $[44(B_3)^{-1/2}]\mu\text{Vs}$ ，正弦波信号的电动势均方根值为 2 mV (66 dBμV)。该脉冲规定为脉冲调制载波。更多内容参见第 E.6 章。

7.4.2 随重复频率的变化

使用均方根值检波器的测量接收机对重复脉冲的响应应做到：当测量接收机表头指示保持不变时，幅度和重复频率之间的关系应符合如下规律：

$$\text{幅度} \propto (\text{重复频率})^{-1/2}$$

特定的测量接收机的响应曲线不应超出表 13 给出的限值范围。

表 13 均方根值测量接收机的脉冲响应

重复频率/Hz	脉冲的相对等效电平/dB			
	A 频段	B 频段	C 频段和 D 频段	E 频段
100 k	—	—	—	-20±2
10 k	—	—	-20±2.0	-10±1
1 000	—	-10±1.0	-10±1.0	0(参考)
100	-6±0.6	0(参考)	0(参考)	+10±1.0
25	0(参考)	+6±0.6	+6±0.6	—
20	+1±0.7	+7±0.7	+7±0.7	—
10	-4±1.0	+10±1.0	+10±2.0	—
2	+11±1.7	+17±1.7	—	—
1	+14±2.0	+20±2.0	—	—

7.5 选择性

由于第 7.2.1 条规定,允许带宽在图 2a)、图 2b)和图 2c)所规定的范围内变化,所以选择性曲线只在形状上适用于均方根测量接收机,应用时,应在频率轴上标出相应的刻度。例如,图 2a)中, $B_c/2$ 对应于 100 Hz。对于频段 E,测量接收机参考带宽的总选择性曲线应介于图 2d)所示的极限值之间。

第 4.5.2 条、第 4.5.3 条和第 4.5.4 条的要求适用于本条。

7.6 互调效应、接收机噪声和屏蔽

第 5.6 条的要求适用于本条。

8 幅度概率分布测量接收机,频率范围 1 GHz~18 GHz

骚扰的幅度概率分布(APD)定义为骚扰幅度超出规定电平的时间概率的累积分布。

通过测量包络检波器的输出或者测量射频测量接收机或频谱分析仪的后级电路就可以得到幅度概率分布(APD)。骚扰幅度应该用接收机输入端相应的场强或电压来表示。通常,幅度概率分布(APD)测量是在固定频率下进行的。

幅度概率分布(APD)测量功能将作为测量装置的附加功能,可能附加在或包含在测量设备里。

幅度概率分布(APD)测量功能可用以下方式实现。一种是使用比较器和计数器来实现(见图 G.1)。该设备可以判定超出一组预设电平幅度(例如:电压)的概率,预设电平数应与比较器数量相等。另一种可行的方法是使用模—数转换器、逻辑电路和存储器(图 G.2)。该设备还能提供一组预设电平的幅度概率分布(APD)图。预设电平数取决于模—数转换器的分辨率(例如:256 个预设电平数对应于 8 位转换器)。

使用上述功能的幅度概率分布(APD)测量被确定为适用于对数字通信系统产生潜在干扰的产品或某一类产品(见 CISPR 16-3 第 1 修正案的 4.7 条,针对幅度概率分布(APD)技术说明的背景材料)。

下面的技术规范适用于 APD 测量功能。附录 G 提供了这些技术规范的基本原理。

技术规范

- a) 幅度的动态范围应大于 60 dB。
- b) 幅度准确度(包括门限电平设置误差,)应优于 ± 2.7 dB。
- c) 骚扰最大测量时间应大于或等于 2 分钟。如果间隔时间小于整个测量时间的 1%,可以使用间歇测量。
- d) 最小可测量概率应为 10^{-7} 。
- e) APD 测量功能应能预设至少两个幅度电平。对应于所有预设电平的概率应同时被测到。预设电平幅度的分辨率至少应为 0.25 dB。
- f) 使用 1 MHz 的分辨率带宽时,采样速率应大于或等于 10 兆次/s。

推荐的技术要求

- g) 对带有 A/D 转换器的 APD 测量设备,其显示的幅度分辨率应优于 0.25 dB。

注: APD 测量可能也适用于 1 GHz 以下的频率范围。

9 骚扰分析仪

骚扰分析仪用来自动评定断续骚扰(喀咧声)的幅度、发生率和持续时间。

“喀咧声”有以下特性:

- a) 准峰值幅度超出连续骚扰的准峰值限值。
- b) 持续时间不大于 200 ms。
- c) 与前一个或后一个骚扰的间隔等于或大于 200 ms。
- d) 当从一系列短脉冲的第一个脉冲的开始到最后一个脉冲的结束测量到的持续时间不大于 200 ms,且满足条件 a) 和条件 c),则该系列短脉冲应被视为喀咧声。

时间参数由超过测量接收机的中频参考电平的信号来确定。

注 1: 喀咧声的定义和评定应符合 GB 4343.1—2003 的规定。

注 2: 现有的分析仪被设计成与一个工作在有限的内部信号电平为准峰值测量接收机一起使用。因此, 这种分析仪可能不适合与所有的接收机接口。

9.1 基本特性

- a) 分析仪应配置一个测量断续骚扰的持续时间和间隔时间的通道; 这个通道的输入端要连接在测量接收机的中频输出上。对于这些测量, 只需考虑那些超过接收机中频参考电平的那部分骚扰。持续时间测量的准确度不得低于 $\pm 5\%$ 。

注 1: 中频参考电平是测量接收机的中频输出对应于未调制的正弦信号的相应值, 该信号的准峰值示值等于连续骚扰的限值。

- b) 分析仪应配置评定骚扰的准峰值幅度的通道。
c) 准峰值通道的骚扰幅度对应于在 IF 通道最后下降沿 250 ms 以后的测量值。
d) 两个通道的连接应满足 4.1 的所有要求。

- e) 分析仪应能够指示以下信息:

- 持续时间等于或小于 200 ms 的喀咧声的数量;
- 以分钟为单位的测试持续时间;
- 喀咧声率;
- 超出连续骚扰准峰值限值的非喀咧声骚扰的发生率。

注 2: 图 6 显示的方框图是骚扰分析仪的一个示例。

- f) 分析仪必须通过表 14 的所有波形(测试脉冲)的性能检查, 以确认其基本特性。

图 7 以图形的形式给出了表 14 所列出的波形。

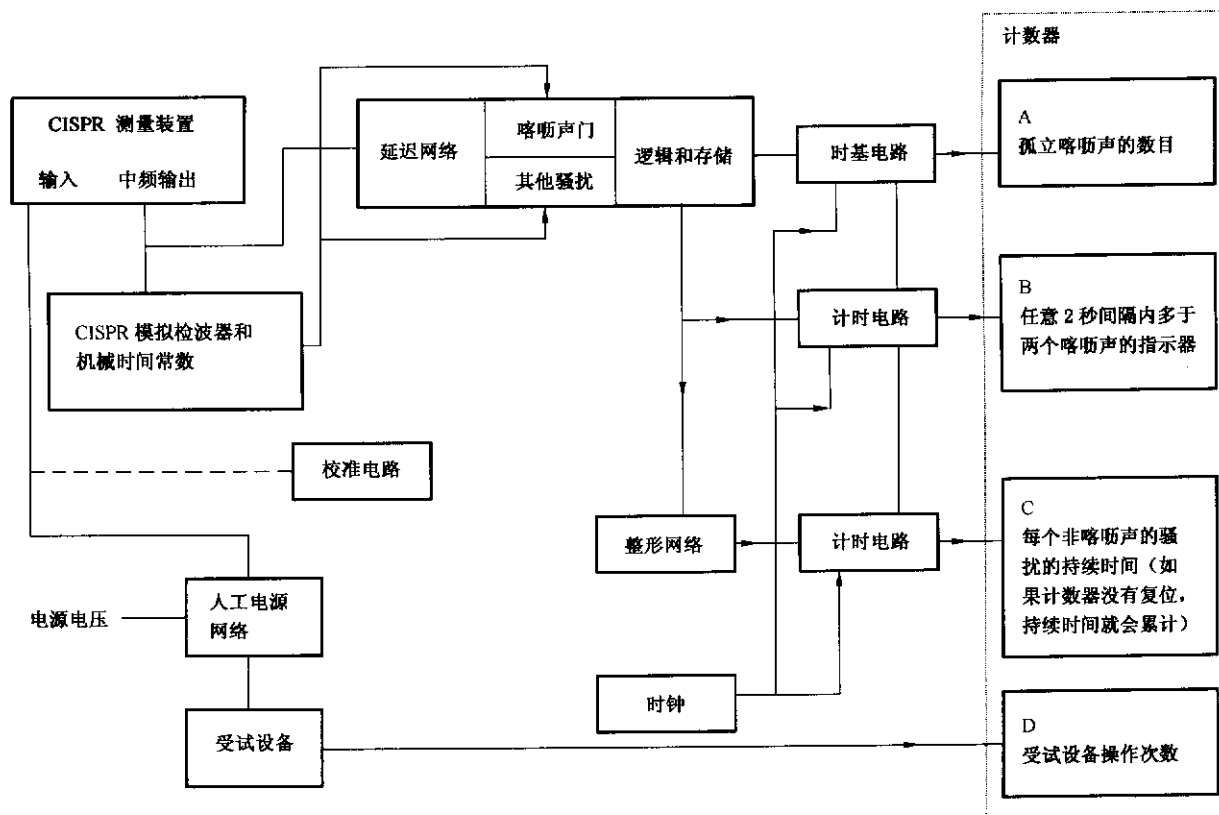


图 6 骚扰分析仪示例

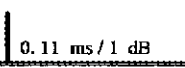
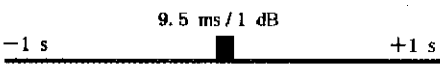
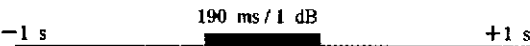
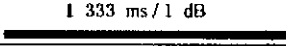
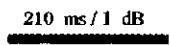
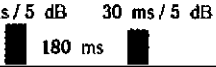
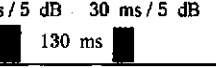
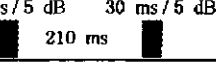
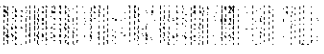

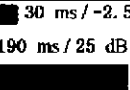
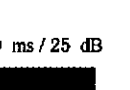
试验编号	试验信号	分析仪的评定
1	 0.11 ms / 1 dB	1 个喀喇声
2	 9.5 ms / 1 dB -1 s +1 s	1 个喀喇声
3	背景：噪声或 CISPR 脉冲，200 Hz；-2.5 dB(QP)  190 ms / 1 dB -1 s +1 s	1 个喀喇声
4	背景：噪声或 CISPR 脉冲，200 Hz；-2.5 dB(QP)  1 333 ms / 1 dB	非喀喇声
5	 210 ms / 1 dB	非喀喇声
6	 30 ms / 5 dB 30 ms / 5 dB 180 ms	非喀喇声
7	 30 ms / 5 dB 30 ms / 5 dB 130 ms	1 个喀喇声
8	 30 ms / 5 dB 30 ms / 5 dB 210 ms	2 个喀喇声
9	 最少 21 个脉冲 / 0.11 ms / 周期 10 ms / 1 dB	非喀喇声
10	 30 ms / 25 dB 265 ms	1 个喀喇声
11	 30 ms / -2.5 dB 190 ms / 25 dB 频段 B: 1 034 ms / 频段 C: 仍在考虑中	2 个喀喇声
12	 190 ms / 25 dB 30 ms / -2.5 dB / 2 dB IF 频段 B: 1 166 ms / 频段 C: 仍在考虑中	1 个喀喇声

图 7 根据表 14 的喀喇声定义对分析仪进行检查时所用的测试信号的图形

图 F.1 以图形的形式给出了表 F.1 列出的所有波形，其用于依 GB 4343.1—2003 的第 4.2.3 条中喀喇声定义的例外情况的性能检查。

表 14 骚扰分析仪性能测试——检查喀喇声定义所用的测试信号

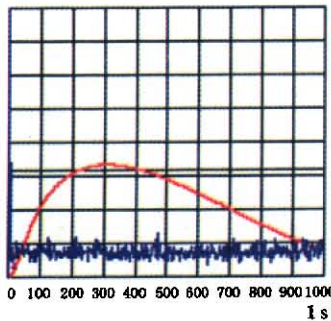
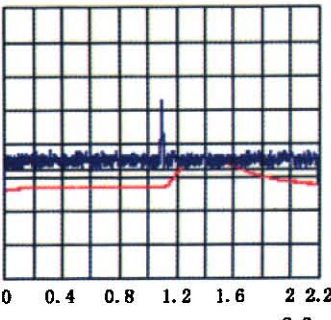
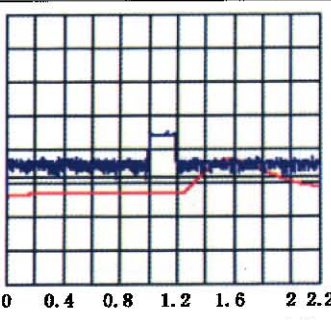
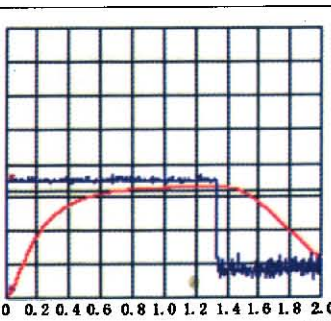
试验 编 号	测试信号参数						
	1		2		3	4	5
	相对于测量接收机的 QP 参考指示作单独调 节的脉冲的 QP 幅值/ dB		在测量接收机中 频输出端调节的 脉冲 ^a 持续时间/ ms		脉冲间隔 或周期 (IF 输出)/ ms	分析仪的 评定	在 IF 输出端测到的测试信号 和对应于测量接收机的参考 指示关联的 QP 信号的图形
脉冲 1	脉冲 2	脉冲 1	脉冲 2				
1	1		0.11			1 个喀喇声	
2 ^a	1		9.5			1 个喀喇声	
3 ^a	1		190			1 个喀喇声	
4	1		1 333 ^b			非喀喇声	

表 14 (续)

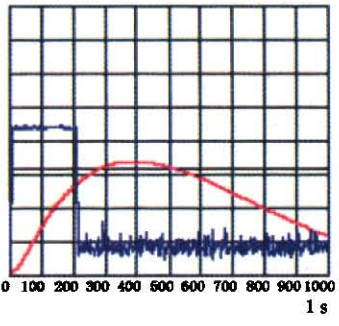
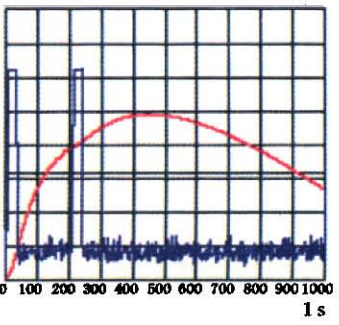
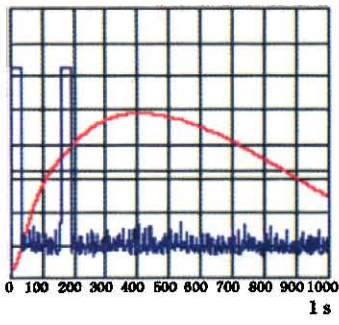
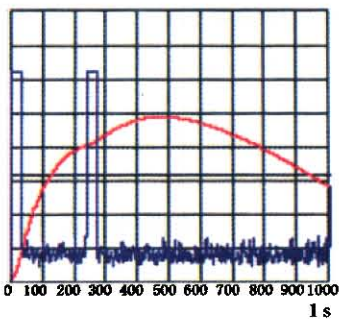
测试编号	测试信号参数					分析仪的评定	在 IF 输出端测到的测试信号和对应于测量接收机的参考指示关联的 QP 信号的图形		
	1		2		3			4	5
	脉冲 1	脉冲 2	脉冲 1	脉冲 2	脉冲间隔或周期 (IF 输出)/ms			相对于测量接收机的 QP 参考指示作单独调节的脉冲的 QP 幅值/dB	在测量接收机中频输出端调节的脉冲持续时间/ms
5	1		210			非喀呖声 (210 ms)			
6	5	5	30	30	180	非喀呖声 (240 ms)			
7	5	5	30	30	130	1 个喀呖声			
8	5	5	30	30	210	2 个喀呖声			

表 14 (续)

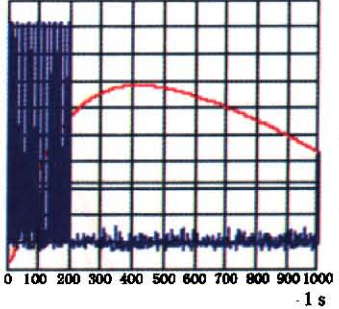
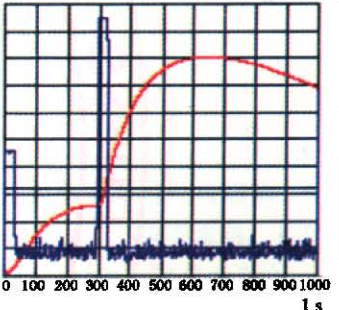
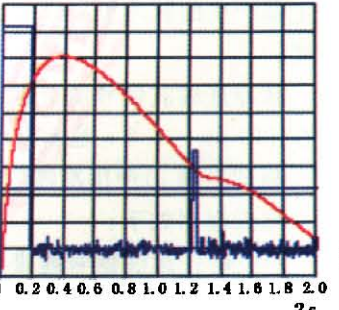
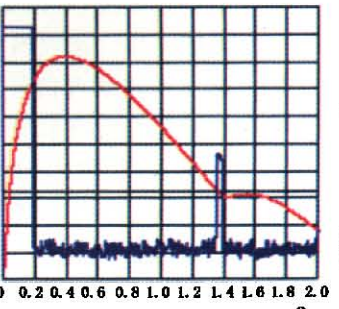
测试编号	测试信号参数					分析仪的评定	在 IF 输出端测到的测试信号和对应于测量接收机的参考指示关联的 QP 信号的图形
	1		2		3		
	脉冲 1	脉冲 2	脉冲 1	脉冲 2	脉冲间隔或周期 (IF 输出端)/ms		
9	1		0.11		周期:10, 最少 21 个脉冲	非喀啞声	
10	-2.5	25	30	30	265	1 个喀啞声	
11	25	-2.5°	190	30	1 034°	2 个喀啞声 ^d	
12	25	-2.5°	190	30	1 166°	1 个喀啞声	

表 14 (续)

测试编号	测试信号参数						
	1		2		3	4	5
	相对于测量接收机的 QP 参考指示作单独调节的脉冲的 QP 幅值/ dB		在测量接收机中 频输出端调节的 脉冲 ^f 持续时间/ ms		脉冲间隔 或周期 (IF 输出端)/ ms	分析仪的 评定	在 IF 输出端测到的测试信号 和对应于测量接收机的参考 指示关联的 QP 信号的图形
脉冲 1	脉冲 2	脉冲 1	脉冲 2				

^a 由低于准峰值门限电平 2.5 dB 的 200 Hz CISPR 脉冲组成的背景噪声来进行。这些脉冲在测试脉冲开始前就应该出现至少 1 s,并在测试脉冲结束后至少持续 1 s。
观察:
1) 图形表示法是用显示 200 Hz 脉冲的测试接收机以非常短保持时间(<1 ms)的峰值测量来完成的。当脉冲调制正弦波一到,200 Hz 脉冲就看不到了(如试验编号 3 的图中所示的那样),但在喀啞声骚扰过程中它仍然存在。
2) 图中原点非常窄的响应是因固件的缺陷造成的。
^b 1.333 s 脉冲用于检查分析仪对那些只高于准峰值门限电平 1 dB 的脉冲门限。
^c 这些较低电平应该高于中频门限但低于准峰值门限。
^d 如果这两个脉冲作为孤立的骚扰进行测量,就只能记录到一次喀啞声。
^e 频率范围在 30 MHz 以上的对应值仍在考虑中,在进一步的研究后将作修订。
^f 脉冲上升时间不能大于 40 μs。

9.2 喀啞声分析仪性能检查的确认测试方法

9.2.1 基本要求

将骚扰分析仪连接到准峰值测量接收机,接收机调谐到方便的频率上。

要求连续波的信号和脉冲连续波信号都在接收机的调谐频率上。测试 2 和 3 也要求 CISPR 脉冲发生器产生的脉冲重复频率为 200 Hz 的信号在调谐频率上覆盖接收机的带宽,如附录 B 中定义的那样。

脉冲连续波信号源应提供两个独立的可变脉冲。脉冲的上升时间不大于 40 μs。脉冲的持续时间应在 110 μs ~1.3 s 范围内可变,且其幅度变化范围大于 44 dB。脉冲连续波信号源的任何背景噪声应在测试步骤 a) 中用准峰值接收机测到的参考电平至少低 20 dB。

测试程序如下:

- a) 将连续波信号连接到与骚扰分析仪一起使用的测量接收机的输入端,调整连续波信号的幅度,使得测量接收机指示器指示在参考(0 dB)点,其值与连续骚扰准峰值限值相等。调整接收机射频频灵敏度(衰减器)控制键至一个比接收机噪声高但比作为中频通道门限值的连续骚扰限值低的电平。接收机中频输出端的连续波信号相应的电平设定为中频参考电平。
- b) 将脉冲连续波信号连接到测量接收机的输入端。对于测试 2 和 3,将 CISPR 脉冲发生器产生的信号叠加在脉冲连续波信号上。信号参数在表 14 中给出。表 14 第一列中所示的脉冲幅度分别调到对应于作为中频通道门限的连续骚扰限值。这些将对应于先前段落中建立的各自的射频和中频参考电平。

9.2.2 附加要求

测试方法同 9.2.1 a) 中描述的一样。

信号的参数在表 F.1 中给出。

附录 A

(规范性附录)

准峰值测量接收机和均方根值测量接收机对重复脉冲响应的确定

(第 3.2 条、第 4.4.2 条、第 7.2.2 条和第 7.4.1 条)

A.1 概述

本附录给出了确定重复脉冲响应曲线的步骤以及计算过程所需的数据,同时说明了在运算过程中所作的一些假设。计算依次分为三步。

A.2 检波器前各级的响应

一般来说,检波器前各级的脉冲响应完全是由规定接收机总选择性的几个中频级确定的。

习惯上认为,将两个临界耦合调谐变压器级联即可获得这个选择性,从而在-6 dB 处产生符合要求的通带。为了计算,可将任何其他的等效电路归纳为上述情况。实际上,由于该选择性曲线通常是对称的,所以可以使用等效低通滤波器来计算脉冲响应的包络,而由此近似产生的误差可以忽略不计。

脉冲响应的包络可写成下式:

$$A(t) = 4\omega_0 G e^{-\omega_0 t} (\sin\omega_0 t - \omega_0 t \cos\omega_0 t) \quad \dots\dots\dots (A.1a)$$

式中:

G ——调谐频率处的总增益;

ω_0 —— $(\pi/\sqrt{2})B_c$ 的角频率。

从上述方程中可得到两个临界耦合调谐变压器对于脉冲面积为 $\nu\tau$ 的响应的包络为:

$$A(t) = (\nu\tau)4\omega_0 G e^{-\omega_0 t} (\sin\omega_0 t - \omega_0 t \cos\omega_0 t) \quad \dots\dots\dots (A.1b)$$

对于 $\tau \ll 1/\omega_0$, 等效低通滤波器相应的选择性曲线可写成:

$$F(f) = G [(2\omega_0^2) / ((\omega_0 + j\omega)^2 + \omega_0^2)]^2 \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

$$\omega = 2\pi f$$

带宽 B_s 和 B_c 分别为:

$$B_s = [\sqrt{2} \times \sqrt{(\sqrt{2}-1)}] \omega_0 / \pi = 0.361 \omega_0 \quad \dots\dots\dots (A.3a)$$

$$B_c = \sqrt{2} \times \omega_0 / \pi = 0.450 \omega_0 \quad \dots\dots\dots (A.3b)$$

包括与实际接收机具有相同均方根值的理想矩形滤波器的接收机,其有效带宽等于功率带宽 Δf , 定义为:

$$\Delta f = (1/F_0^2) \int_{-\infty}^{+\infty} F^2(f) df \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

$F(f)$ ——总选择性曲线;

F_0 —— $F(f)$ 的最大值(假设为单峰选择性曲线)。

对于 $F_0=1$, 功率带宽为

$$\Delta f = \int_{-\infty}^{+\infty} F^2(f) df \quad \dots\dots\dots (A.5)$$

将方程(A.2)代入方程(A.5),且令 $G=1$,得:

$$\Delta f = \int_0^{+\infty} 2[(2\omega_0^2)/((\omega_0 + j\omega)^2 + \omega_0^2)]^4 df \dots\dots\dots (A.6)$$

由此可得：

$$\Delta f = 0.265 \sqrt{2} \times \omega_0 = 0.375\omega_0 \dots\dots\dots (A.7)$$

于是：

$$B_s = 0.963 \Delta f \dots\dots\dots (A.8)$$

A.3 准峰值电压表检波器对前置各级输出的响应

计算是在下述条件下进行的：假定检波器电路接到最后一级中频输出端并不影响中频输出信号的幅度和波形，换言之，这一级的输出阻抗与检波器的输入阻抗相比可忽略不计。

任何一个检波器，都可简化为这种形式（实际或等效的）：一个非线性元件（例如二极管）与一个电阻（总正向电阻 S ）相联，随后再接一个由电容 C 和放电电阻 R 并联组成的电路。

充电时间常数 T_c 取决于 S 和 C 的乘积，而放电时间常数 T_D 取决于 R 和 C 的乘积。

T_c 和乘积 SC 之间的关系可以这样来确定：突然施加一个幅度恒定的射频信号，当时间 t 等于 T_c 时，使得指示电压达到最后稳定值的 0.63 倍。

电容器两端的电压 U 与施加于检波器上射频信号幅度 A 之间的关系，可用下列方程式表示：

$$dU/dt + U/(RC) = A(\sin\theta - \theta\cos\theta)/(\pi \times SC) \dots\dots\dots (A.9)$$

式中：

θ ——导通角 ($U = A\cos\theta$)。

这个方程式不能直接积分。由于所选的时间常数满足上述条件，所以 SC 乘积的大小可用近似方法求得。例如：

A 频段：

$$\begin{aligned} T_c &= 45 \text{ ms} \\ T_D &= 500 \text{ ms} \\ 2.81SC &= 1 \text{ ms} \end{aligned}$$

B 频段：

$$\begin{aligned} T_c &= 1 \text{ ms} \\ T_D &= 160 \text{ ms} \\ 3.95SC &= 1 \text{ ms} \end{aligned}$$

C 频段和 D 频段：

$$\begin{aligned} T_c &= 1 \text{ ms} \\ T_D &= 550 \text{ ms} \\ 4.07SC &= 1 \text{ ms} \end{aligned}$$

进而，把得到的值代入方程 (A.9)，由第 A.2 条中的方程 (A.1) 所给定的函数 $A(t)$ 取代恒定幅度 A ，则可求出（用近似方法）施加孤立脉冲或重复脉冲时方程的解。

实际中，重复脉冲频率的响应也可以这样求得：只要任意假设每一个脉冲开始时检波器输出电压的电平，再确定由脉冲引起的电压增量 ΔU ，于是就求得两脉冲之间必须存在的间隔，从而重复假设初始条件。

A.3.1 指示仪表对检波器输出信号的响应

为了简化起见，合理地假设检波器输出电压的上升部分是陡峭的。

然后，求解下列特征方程：

$$\frac{d^2\alpha}{dt^2} + \frac{2}{T_M} \frac{d\alpha}{dt} + \frac{1}{T_M^2} \alpha = \frac{1}{T_M^2} \exp\left(\frac{-t}{T_D}\right) \dots\dots\dots (A.10)$$

式中:

$\alpha(t)$ ——指示器的偏转;

T_D ——准峰值电压表的放电时间常数;

T_M ——临界阻尼指示器的机械时间常数。

相对来说在响应曲线两端求解这个方程要简单些。一方面,因为脉冲之间具有足够间隔使脉冲起始点为零,并且是已知的;另一方面,因为脉冲具有足够高的重复频率,所以指示器的惯性不会使其完全随着振幅摆动。而在响应曲线的中间,计算就变得较为复杂。此时每个脉冲起始时,指示器指针都在摆动,所以只有计及了指针的起始位置和速度的情况下才能求解此方程。

A.4 均方根值检波器对前置各级的输出电压

均方根值检波器对前置各级的输出电压可以从下式求出:

$$U_{\text{rms}} = \left[n \int_0^{+\infty} (A^2(t)/2) dt \right]^{1/2} \dots\dots\dots (A.11)$$

式中:

n ——脉冲重复频率, Hz。

输出电压也可以由频率响应曲线从下式求出:

$$U_{\text{rms}} = \left[n \int_{-\infty}^{+\infty} (2\nu\tau \times F^2(f)/2) df \right]^{1/2} \dots\dots\dots (A.12)$$

式中:

$\nu\tau$ ——具有均匀频谱的脉冲面积。

由此得:

$$U_{\text{rms}} = \sqrt{2} \times \nu\tau \times \sqrt{n} \left(\int_{-\infty}^{+\infty} F^2(f) df \right)^{1/2} \dots\dots\dots (A.13)$$

由方程(A.5),上式可简化为:

$$U_{\text{rms}} = \sqrt{2} \times \nu\tau \times \sqrt{n} \sqrt{\Delta f} \dots\dots\dots (A.14)$$

由方程(A.14),取 $U_{\text{rms}} = 2 \text{ mV}$; $n = 100 \text{ Hz}$, 于是得:

$$\nu\tau = (100\sqrt{2})/\sqrt{\Delta f} \quad (\mu\text{Vs}) \dots\dots\dots (A.15)$$

由方程(A8)得:

$$\nu\tau = 139/\sqrt{B_3} \quad (\mu\text{Vs}) \dots\dots\dots (A.16)$$

A.4.1 过载系数的计算

脉冲重复频率为 n 所对应的过载系数计算如下:

由方程(A.14)得:

$$U_{\text{rms}} = (\nu\tau) \times (2n\Delta f)^{1/2}$$

由方程(A.1),且令 $G=1$,得:

$$A(t)_{\text{peak}} = 0.944 \times \nu\tau \times \omega_0$$

于是求得过载系数:

$$A(t)_{\text{peak}}/\sqrt{2} \times U_{\text{rms}} = 1.28(B_3/n)^{1/2} \dots\dots\dots (A.17)$$

A.5 均方根仪器指示和准峰值仪器指示之间的关系

方程(A.16)表明了均方根值电压表的幅度关系。当正弦波信号的大小为 2 mV 时;等效的脉冲(重复频率为 100 Hz)强度 $(\nu\tau)_{\text{rms}}$ 应为:

$$(\nu\tau)_{\text{rms}} = 139/\sqrt{B_3} (\mu\text{Vs})$$

对于方程(A.2)引用的选择性曲线,当以6 dB带宽为基准时,相应的幅度关系为:

$$(\nu\tau)_{\text{rms}} = 155/\sqrt{B_6}(\mu\text{Vs})$$

对于准峰值接收机来说,与2 mV正弦波信号等效的脉冲强度 $(\nu\tau)_{\text{qp}}$ 如下:

在0.15 MHz~30 MHz频率范围:

$$(\nu\tau)_{\text{qp}} = 0.316 \mu\text{Vs}$$

在30 MHz~1 000 MHz频率范围:

$$(\nu\tau)_{\text{qp}} = 0.044 \mu\text{Vs}$$

因此,如果测量接收机的通带特性符合方程(A.2),并且6 dB处的带宽与第4章、第5章、第6章和第7章中规定的额定带宽相符,那么 $(\nu\tau)_{\text{rms}}$ 与 $(\nu\tau)_{\text{qp}}$ 存在如下关系:

在0.15 MHz~30 MHz频率范围:

$$(\nu\tau)_{\text{rms}}/(\nu\tau)_{\text{qp}} = 14.3 \text{ dB}$$

在30 MHz~1 000 MHz频率范围:

$$(\nu\tau)_{\text{rms}}/(\nu\tau)_{\text{qp}} = 20.1 \text{ dB}$$

上述关系只有当重复频率为100 Hz时才成立。对于其他的重复频率,必须使用相应的脉冲响应曲线。

附录 B
(规范性附录)

脉冲发生器频谱的确定

(第 4.4 条、第 5.4 条、第 6.4 条和第 7.4 条)

B.1 脉冲发生器

为了检查测量接收机是否符合本部分的要求,需要使用脉冲发生器。采用脉冲发生器技术可以检验测量接收机与第 4.4 条、第 5.4 条、第 6.4 条和第 7.4 条要求的一致性。

相应于被测测量接收机的每个频段,脉冲发生器应在规定的重复频率范围内产生具有表 B.1 所规定的脉冲面积。脉冲面积变化不得大于规定值的 ± 0.5 dB,重复频率的变化不得超过 1%。

表 B.1 脉冲发生器特性

待检测接收机的频段	脉冲面积/ $\mu V s$	重复频率/Hz
(0.09~0.15)MHz	13.5	1,2,5,10,25,60,100
(0.15~30)MHz	0.316	1,2,10,20,100,1 000
(30~300)MHz	0.044	1,2,10,20,100,1 000
(300~1 000)MHz	(见注)	1,2,10,20,100,1 000

注:脉冲发生器应能产生足够幅度的脉冲,并且在 1 000 MHz 以下的频段有一个尽可能均匀的频谱。

B.1.1 脉冲的频谱

脉冲的频谱由作为被测测量接收机调谐频率的函数的曲线来定义。它表示在具有恒定带宽的测量设备输入端等效电压的变化规律。

脉冲频谱在接收机频段上限以下应基本恒定。在该频段内,如果频谱幅度的变化相对其低频段来说不大于 2 dB,那么就可以认为脉冲发生器的频谱在该频段内是满足均匀性要求的。测量频率处的脉冲面积的变化不会超过 ± 0.5 dB。

为了检验接收机与第 4.6 条要求的一致性,必须对高于频段上限的频谱加以限制(在两倍于上限频率处,幅度下降 10 dB)。由于调谐频率所分隔的所有各频谱成分的互调产物会对响应产生影响,所以检验的严格程度必须有一个统一的标准。

B.2 一般测量方法

附录 C 给出了精确确定脉冲频谱幅度绝对值的方法。

可使用下列方法测量频谱幅度随频率的变化。

把脉冲发生器连接到一台 RF 接收机的输入端上,将示波器与接收机的中频输出端连接,用来指示接收机输出端的射频脉冲。

在接收机的每个调谐频率点进行如下测量:

- a) 接收机 6 dB 带宽 B_6 (Hz);
- b) 标准信号发生器输出的均方根值 E_0 ,此信号发生器的源阻抗与脉冲发生器的源阻抗相同,并调谐到接收机频带的中心频率,使示波器上产生的偏转幅度等于射频脉冲的峰值。

每个频率上频谱的相对幅度取为:

$$S_r(f) = E_0/B_6$$

在所考虑的频段中,对于各种试验频率,该测量应重复进行。

脉冲频谱由与测量频率有关的 $S_r(f)$ 曲线给出。

所用的测量接收机对于所用信号的峰值电平应该是线性设备。

寄生响应,尤其是镜像频率的响应和中频响应的抑制至少应为 40 dB。

如果在一系列的测量过程中,脉冲重复频率保持不变,那么就可以用准峰值指示器代替示波器,用符合本部分规定的测量接收机进行测量。

附录 C
(规范性附录)

纳秒脉冲发生器输出的准确测量
(第 4.4 条、5.4 条、6.4 条和 7.4 条)

C.1 脉冲面积(IS)的测量

C.1.1 概述

理论和实践研究表明准确的测量方法全部包含在第 C.1.2 条至第 C.1.5 条的内容当中。

C.1.2 面积法

被测脉冲通过窄带滤波器馈送,滤波器通带的中心频率设置在具有对称幅度特性和不对称相位特性的频率 f 处(只要放大器工作在线性范围即可使用)。

测出带通滤波器输出包络线 $A(t, f)$ 以下的总面积(将其各个部分的符号也考虑进去),便可计算此积分方程。

$$2(IS) = S(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} A(t, f) dt$$

式中:

IS ——脉冲面积;

$S(f)$ ——频谱密度;

$A(t, f)$ ——单个孤立脉冲引起包络线的幅度(由等效的输入正弦波电压表示)。

在使用这个公式时,要求低频接收机或骚扰测量接收机的中频放大器与一系列变频器一起使用,以便在整个脉冲频谱内调谐。将末级中频放大器的输出接到示波器测量面积。

从这种测量方法中可以看到:当脉冲的持续时间比频率 f 的周期短得多时,只要使用合适的示波器(例如,对纳秒脉冲需用取样示波器),并将各部分的符号考虑进去,则可直接由积分面积测量脉冲面积。

C.1.3 标准传输线法

传输线的长度与传输时间 τ 相对应,充电至电压 V_0 的传输线向一个负载电阻放电,其电阻值与传输线的特征阻抗相等。在这里,传输线被认为既包括了实际线路,又包括开关外壳内的充电线路。在脉冲频谱低频部分,当频谱密度 $S(f)$ 为 $2V\tau$ 时,其幅度不随频率而变化,也不受存在于传输线和负载电阻之间的某些寄生阻抗(如电感或电阻)或有限开关时间的影响。

C.1.4 谐波测量法

本测量方法可用于这样的脉冲发生器,其产生的脉冲序列具有足够高的重复频率和稳定性。

如果脉冲的重复频率 F 超过测量接收机带宽,那么测量接收机可在脉冲频谱中选一条谱线,这种情况下,脉冲面积可按下式确定:

$$IS = V_k/2F = V\sqrt{2}/2F$$

式中:

IS ——脉冲面积;

V_k —— $\sqrt{2}V$, k 次谐波的峰值。

接下来便可用该脉冲发生器来校准测量接收机的脉冲响应特性。该测量接收机的带宽要足够得宽,以便能接收许多谐波分量(在 6 dB 带宽内约可接收十个或十个以上的谐波分量)。

C.1.5 能量法

另一种方法是把一个热源(电阻器)所产生的功率与脉冲发生器所产生的功率进行比较,然而,与上

述三种方法相比,这种方法的测量准确度要低一些。频率为 1 000 MHz 的量级时,可以使用该方法。

C.2 脉冲发生器的频谱

C.2.1 为了确定测量接收机与第 4.4.1 条,第 5.4 条,第 6.4.1 条和第 7.4.1 条要求的一致性,脉冲面积误差不应超过 ± 0.5 dB。

C.2.2 脉冲重复频率的误差不得超过 1%。

C.2.3 为了检查测量接收机与第 4.4.2 条,第 5.4 条,第 6.4.2 条和第 7.4.2 条要求的一致性,脉冲面积不应受其重复频率的影响。

C.2.4 为了检查测量接收机与第 4.4 条,第 5.4 条,第 6.4 条和第 7.4 条要求的一致性,脉冲发生器的频谱在测量接收机的通带范围内应是均匀的。在下列情况下,就可认为已满足了此要求:

- a) 如果频谱随频率的变化在测量接收机的频率通带内基本是线性的,并且在测量接收机 6 dB 通带内,频谱的不平坦度不得超过 0.5 dB;
- b) 如果频谱在测量接收机调谐频率处的两侧均匀递减,那么-6 dB 电平处的频谱宽度至少应比测量接收机在相同的-6 dB 电平处的带宽至少大 5 倍。

上述两种情况,都假设脉冲面积等于在调谐频率上的幅度。

附 录 D

(规范性附录)

准峰值测量接收机特性对脉冲响应的影响

(第 4.4.2 条)

重复频率高时,脉冲响应曲线电平基本上取决于带宽的大小,而重复频率低时,时间常数则起重要作用。由于时间常数的允差尚未规定,所以推荐允差为 20%。

重复频率很低时,应特别关注由于过载系数未知而引起的影响。利用表 1 规定的带宽和时间常数对孤立脉冲进行准确测量时所需的过载系数必须满足。

通过检验仪表指示范围两端的脉冲响应曲线,可以核查出检波器可能出现的非线性现象。关于这一点,最临界的重复频率很可能在 20 Hz~100 Hz 频率范围内。

附录 E

(规范性附录)

平均值测量接收机和峰值测量接收机的响应

(第 6.2.1 条)

E.1 检波器前端各级的响应

已经证明:具有对称频率特性的窄带电路对脉冲的响应,其包络线下的面积与带宽无关,并可按下式求出:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} A(t) dt = 2\nu\tau G_0 \quad \dots\dots\dots (E.1)$$

式中:

ν —— $B_{imp} \tau \ll 1$ 时矩形脉冲的幅度;

τ —— $B_{imp} \tau \ll 1$ 时矩形脉冲的持续时间;

G_0 ——该电路在中心频率的增益。

严格地说来,只有在包络线不振荡的情况下,这个定理才成立。振荡的包络线具有双调谐电路的特性;如果不用相敏检波器,则可能需要通过校准来补偿振荡响应所引入的误差。在临界耦合的情况下,包络线的第二峰值约为第一峰值的 8.3%。

注:在第 A.2 章规定的检波器前端各级的响应是振荡的。因此,由振荡响应引入的校准误差应由第 6.4.1 条的 +2.5 dB/-0.5 dB 的有偏差差来进行补偿。

只要脉冲在中频放大器的输出不发生重叠,那么平均值就与脉冲重复频率 n 成正比。

所以,平均值电压等于 $2\nu\tau G_0 n$ 。

由方程(E.1)看来,为平均值测量接收机规定有效带宽看来是没有意义的。

E.2 过载系数

为了计算过载系数和在峰值测量接收机中使用,将检波器前各级有效脉冲带宽规定如下:

$$B_{imp} = A(t)_{max} / 2G_0 \quad \dots\dots\dots (E.2)$$

式中:

$A(t)_{max}$ ——施加一个单位脉冲时中频级输出包络的峰值。

从方程(A.17)(见附录 A)运算中可以得到:

$$B_{imp} = (0.944 \ 2/2)\omega_0 = 1.05B_6 \text{ 或 } 1.31B_3 \quad \dots\dots\dots (E.3)$$

式中 B_6 和 B_3 已在第 3.2 条中定义。

对于其他类型的调谐电路,如果已知 B_{20} (20 dB 处的带宽)和 B_3 之比,就可以用图 E.1 来估计 B_{imp} 和 B_6 之比。

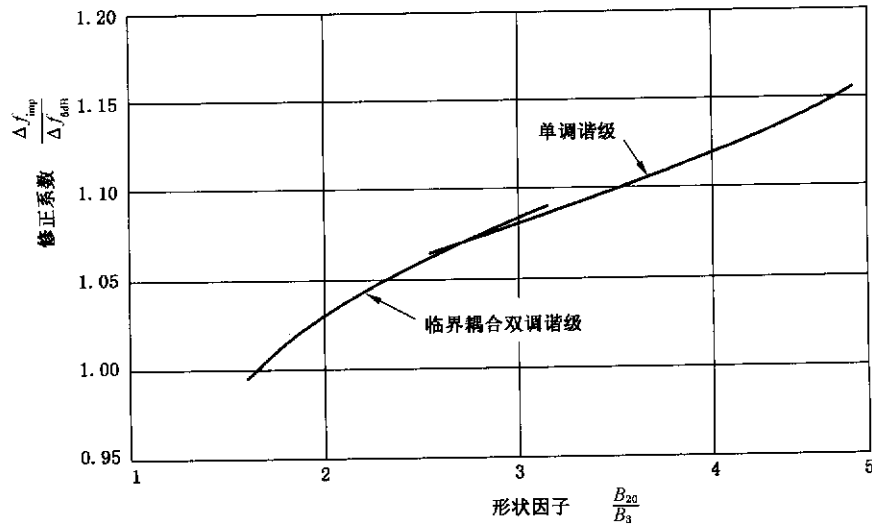


图 E.1 对于其他调谐电路估计 B_{imp}/B_s 之比的修正系数

E.3 平均值仪表指示与准峰值仪表指示之间的关系

如果要求重复频率为 n Hz 的脉冲在平均值仪表上产生的响应与正弦波信号发生器(其输出阻抗与脉冲发生器的相同)所产生的未调制的 2 mV(均方根值)信号在调谐频率上的响应相同,则产生这种响应所需要的脉冲面积为:

$$v\tau = 1.4/n \quad (\text{mVs})$$

例如,当重复频率为 100 Hz 时,脉冲面积为 $14 \mu\text{Vs}$ 。

所以,根据附录 A 第 A.5 章产生相同指示时 $(v\tau)_{ave}$ 与 $(v\tau)_{qp}$ 之比为:

在(0.15~30)MHz 频率范围:

$$(v\tau)_{ave}/(v\tau)_{qp} = 32.9 \text{ dB}$$

在(30~1 000)MHz 频率范围:

$$(v\tau)_{ave}/(v\tau)_{qp} = 50.1 \text{ dB}$$

以上假设对于所讨论的重复频率有足够的过载系数,并且所用的这些带宽分别与本部分中第 4 章中那些相对应。当重复频率为 1 000 Hz 时,相应的比值分别为 17.4 dB 和 38.1 dB。

E.4 峰值测量接收机

如在接收机内采用直读式仪表,对时间常数的要求可由图 E.2 中的曲线来确定。该曲线表示随参数 α 而变化的真实峰值读数的百分数,此曲线还包括时间常数比,带宽 B_s 以及脉冲重复频率。使用这个曲线时应注意:

$$R_c/R_D = (1/4)(T_c/T_D) \quad \dots\dots\dots (\text{E.4})$$

式中:

T_c ——充电时间常数;

T_D ——放电时间常数。

例如:若要求仪表读数在重复频率为 1Hz 时,至少是真实峰值的 90%,则放电时间常数对充电时间常数的比值必须做到:

——在 0.15 MHz~30 MHz 频率范围为 1.25×10^6 ;

——在 30 MHz~1 000 MHz 频率范围为 1.67×10^7 。

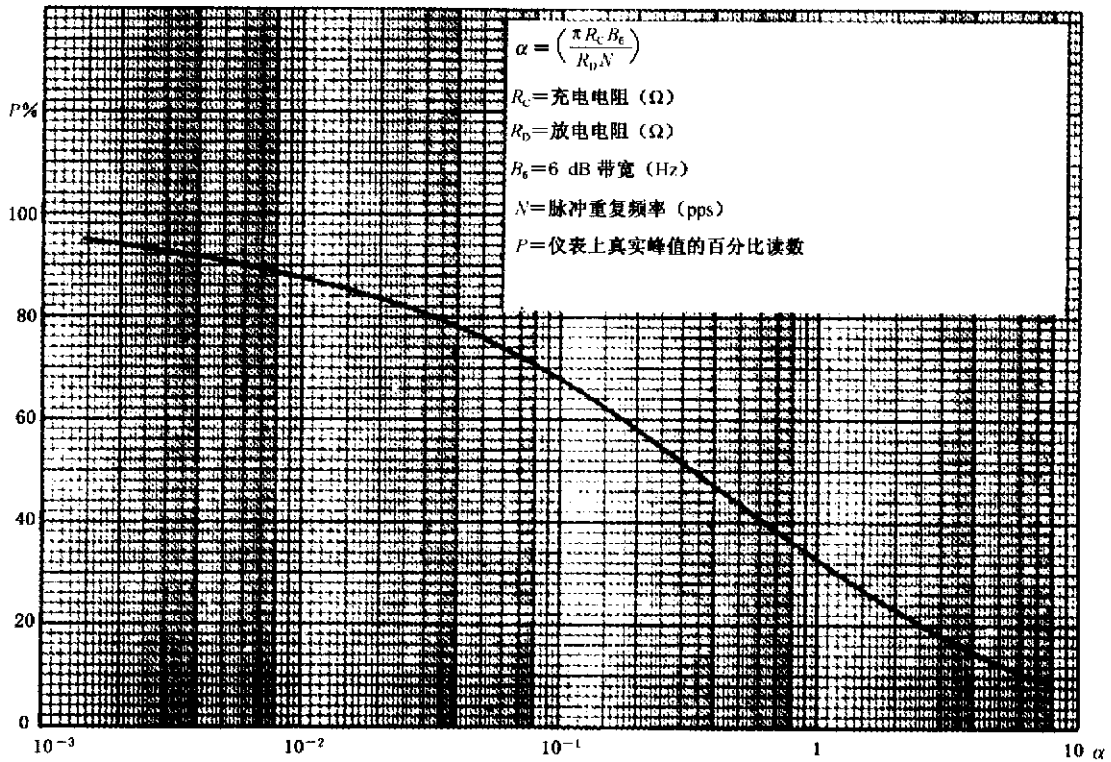


图 E.2 脉冲检波系数 P

E.5 测量接收机的峰值仪表指示和准峰值仪表指示之间的关系

如果要求在测量接收机的峰值仪表上产生的响应与正弦波信号发生器所产生的未调制的 2 mV (r. m. s) 信号在调谐频率上的响应相同, 则产生这种响应所需要的脉冲面积 IS 为:

$$1.4 / B_{\text{imp}} \text{ (mVs)} \dots\dots\dots (\text{E.5})$$

(B_{imp} : 单位为 Hz)

根据第 4.2 条表 1 中 6 dB 带宽的规定, B_{imp} 值等于 $1.05B_6$ (见第 E.2 章)。峰值仪表需要的 B_{imp} 值和相应的脉冲面积 IS 值为:

频率范围	IS 峰值/mVs	B_{imp} /Hz
A 频段	6.67×10^{-3}	0.21×10^3
B 频段	0.148×10^{-3}	9.45×10^3
C 和 D 频段	0.011×10^{-3}	126×10^3

因此, 取第 4.1.1 条表 2 准峰值接收机试验脉冲特性参数 (IS)a) 列中的值, 可得到准峰值和峰值仪表指示相同情况下两者的 IS 之比:

A 频段	6.1 dB(脉冲重复频率 25 Hz)
B 频段	6.6 dB(脉冲重复频率 100 Hz)
C 和 D 频段	12.0 dB(脉冲重复频率 1 000 Hz)

E.6 测量接收机对 1 GHz 以上的脉冲响应的测量

要求脉冲信号发生器直到 18 GHz 的频率范围还能产生均匀一致的频谱是不现实的。实际中, 为了测试测量接收机对 1 GHz 以上脉冲的响应并验证不同类型的测量接收机的幅度关系, 一般使用调谐

频率上的脉冲调制载波。其脉冲宽度应小于或等于 $1/3B_{imp}$ 。保证脉冲宽度的准确性是很重要的,因为这样可以保证产生相关条款所要求的某一特定的脉冲面积。另外,需要使用示波器来测量脉冲持续时间,矩形脉冲的脉冲持续时间可以通过频谱显示的最小值之间的距离来验证(见图 E.3 中的一个取样波形)。

对于带宽 B_{imp} 为 1 MHz 的峰值检波器的测量接收机,脉冲面积(电动势)应当为 $1.4/B_{imp}$ (mVs),也就是说,1.4 nVs 的脉冲响应与对调谐频率上未调制正弦波信号的响应相等,正弦波的电动势(有效值)是 2 mV(66 dB μ V)。如表 E.1 中所示,使用不同的脉冲宽度,可以产生所要求的脉冲面积的脉冲调制载波。

表 E.1 对于 1.4 nVs 的脉冲调制信号的载波电平

脉冲宽度 W_p /ns	载波电平(电动势) $L_{载波}$ /dB(μ V)
100	86
200	80

对于线性平均值检波器的测量接收机,脉冲面积(电动势)应当为 $1.4/n$ (mVs),其中 n 为脉冲重复率,则脉冲响应与对调谐频率上未调制正弦波信号的响应相等,正弦波的电动势(有效值)是 2 mV(66 dB μ V)。如果 $n=50\ 000$,脉冲面积等于 28 nVs,也就是说,比带宽 B_{imp} 为 1 MHz 的峰值检波器的测量接收机大 26 dB。

对于有效值(rms)检波器的测量接收机,脉冲面积(emf)应当为 $44(B_s^{-1/2}) \mu$ Vs,其脉冲重复率为 1 kHz,则脉冲响应与对调谐频率上未调制正弦波信号的响应相等,正弦波的电动势(有效值)是 2 mV(66 dB μ V)。如果 B_{imp} 为 1 MHz,相应的 B_s 为 700 kHz,则脉冲面积等于 52.6 nVs,也就是说,比带宽 B_{imp} 为 1 MHz 的峰值检波器的测量接收机大 31.5 dB。

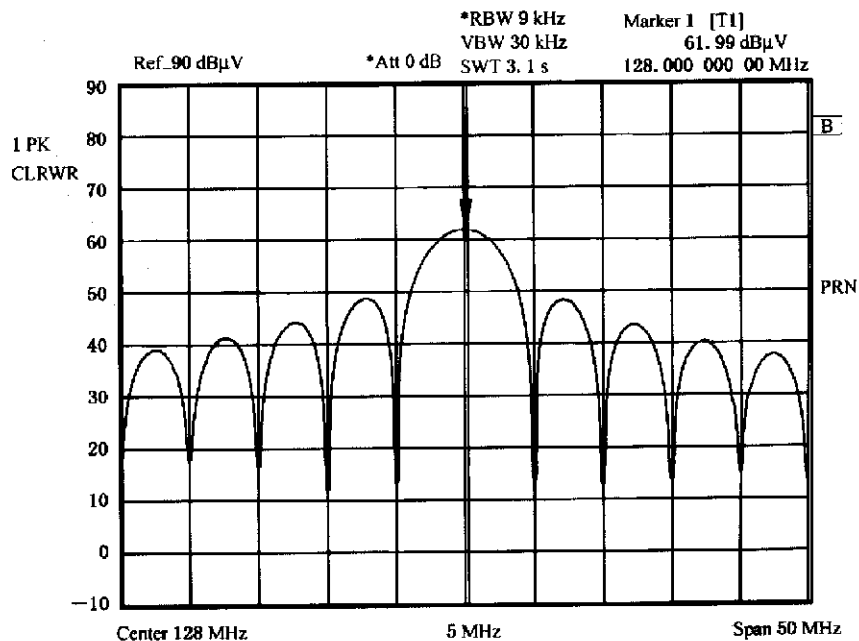


图 E.3 脉冲宽度为 200 ns 的脉冲调制载波信号的频谱示例

E.7 测量接收机的脉冲带宽的测量

测量接收机的脉冲带宽 B_{imp} 定义为接收机测得的峰值 U_p 与试验脉冲的脉冲频谱密度 D 的商,即:

$$B_{\text{imp}} = U_p / D \quad (\text{MHz}) \quad \dots\dots\dots (\text{E.6})$$

式中:

U_p ——接收机测得的峰值, μV ;

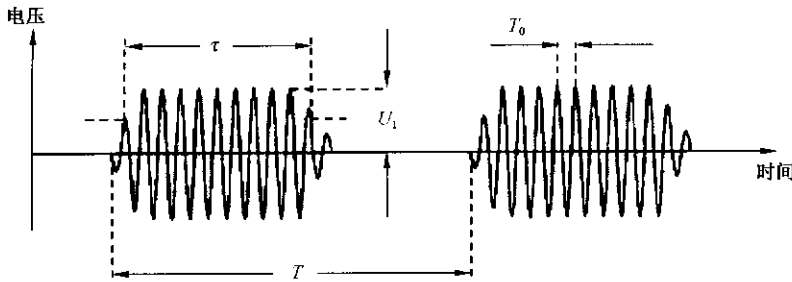
D ——脉冲频谱密度, $\mu\text{V}/\text{MHz}$ 。

同 CISPR 测量接收机一样,假设 U_p 和 D 这两个量可以通过未调制正弦波信号的有效值来校准。

脉冲频谱密度通常不被作为一个精确的参考量。为了减少脉冲宽度测量的不确定度,下面的方法一和方法二提供了不同的测试方法。在一定的条件下,测量接收机的选择性曲线可以用来计算 B_{imp} (如方法 3 所描述的)。由于 B_{imp} 被称为测量接收机的“电压带宽”(以便不与功率带宽即等效噪声带宽相混淆;当使用测量接收机的有效值检波器的时候,电压带宽可以用来确定高斯噪声的有效值)。 B_{imp} 同时受以下因素的影响:IF 滤波器的选择性曲线,滤波器(可能的非线性)相位响应和接收机的视频带宽。 B_{imp} 与 B_0 相比较宽,但是目前还没有一个系数用来表征测量接收机 B_{imp} 与 B_0 或 B_3 之间的关系。

方法一:通过对相同幅度和宽度、高低两种不同脉冲重复频率(prf)的两个脉冲的脉冲响应的比来获得 B_{imp} 的测量方法。

本方法适用于如图 E.4 所示的具有较短的脉冲持续时间和两种不同脉冲重复频率(prf)的脉冲调制射频信号。对于较高的重复频率(prf) ($f_p \gg B_{\text{imp}}$),将接收机调谐到载波频率,如图 E.5 所示;对于较低重复频率(prf) ($f_p \ll B_{\text{imp}}$),频谱表现为宽带信号,脉冲频谱密度为 $D = U_1 \times \tau$,如图 E.6 所示。该脉冲形状(包括幅度 U_1 和持续时间 τ)应与 prf 无关。如果 B_{imp} 为 1 MHz, f_{p1} 可以选择为 30 MHz, f_{p2} 可以选择为 30 kHz。



- τ 脉冲宽度(50%)
- $f_p = \frac{1}{T}$ 脉冲重复频率(prf)
- $f_0 = \frac{1}{T_0}$ 载波信号频率

图 E.4 施加到测量接收机的脉冲调制射频信号

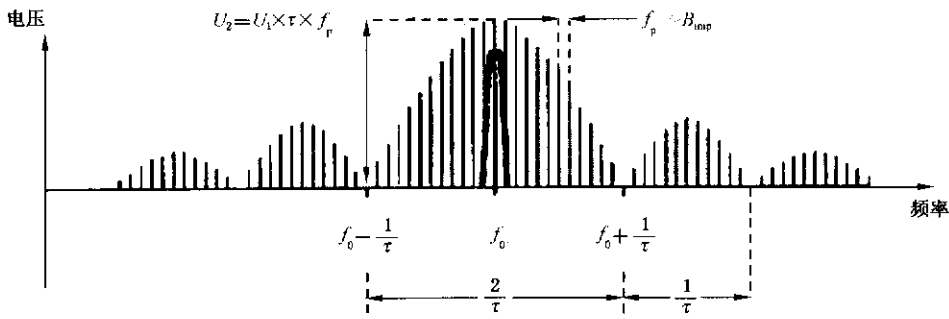


图 E.5 B_{imp} 远小于 prf 情况时的滤波特性

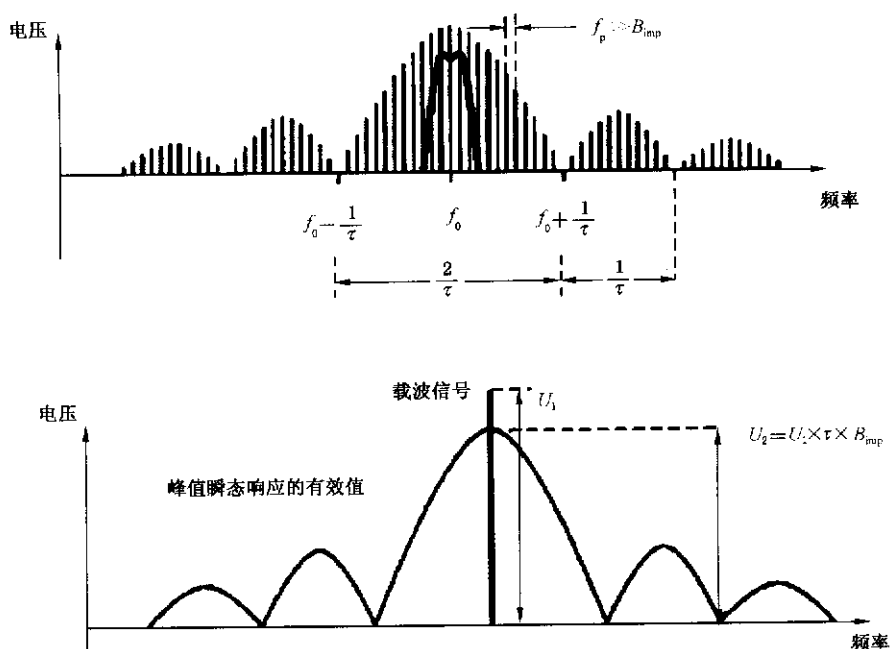


图 E.6 B_{imp} 远大于 prf 情况时的滤波特性

第一次测量,可以得到 U_2 的有效值幅度为 $U_1 \times \tau \times f_{p1}$ 。如果信噪比高的话,可以降低测量不确定度。注意不要过载。第二次测量,可以得到幅度为 $U_1 \times \tau \times B_{imp}$ 峰值瞬态响应的最大有效值 U_p 。如果两次测量中 $U_1 \times \tau$ 完全相等,如图 E.7 所示,那么 B_{imp} 就可以利用两次的测量结果由式 (E.7) 计算得到:

$$B_{imp} = f_{p1} \frac{U_p}{U_2} \dots\dots\dots (E.7)$$

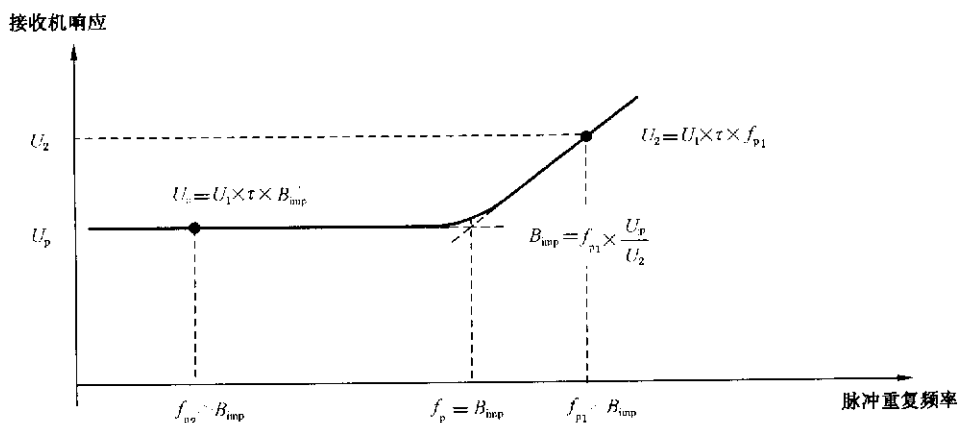


图 E.7 脉冲宽度的计算

方法二:通过对脉冲信号的响应和窄带信号对相同脉冲信号的响应比较来获得 B_{imp} 的测量方法

如果没有幅度保持恒定且独立于所选择的脉冲重复频率(prf)的脉冲发生器,那么可以使用方法 2。该方法适用于相对较低的 prf。方法 2 的测量原理同方法 1。然而,方法 2 不使用 prf 高的信号,而且第 2 次测量时,使用比 prf 窄很多的滤波器。该方法在第 C.1.5 条也有描述。

本方法的脉冲密度 D 由公式 $D = U_k / f_p$ 给出,其中 U_k 为单根谱线上测得的电压(也就是,载波频率;如果是脉冲调制载波信号,或者是中心线位于接收频率,那么应在该位置上测量 B_{imp}), f_p 为 prf。另外, f_p 与窄带带宽相比必须足够的高,相对于将要测量的 B_{imp} ,要足够得低,即满足 $B_{narrow} \ll f_p \ll B_{imp}$ 。

例如, B_{narrow} 为 9 kHz, f_p 为 100 kHz, B_{imp} 为 1 MHz。本方法可通过比较将要测量的窄带滤波器和宽带滤波器对未调制正弦波信号的响应所获得修正系数 $c(c=U_2/U_1, U_2$ 对应宽带滤波器, U_1 对应窄带滤波器) 来计算 $D(D=c \times U_k/f_p)$ 。当 D 被确定后, 再加上经峰值检波器测得的 U_p 就可由式 (E. 7) 计算出 B_{imp} 。

方法三: 归一化线性选择函数的积分

本方法具有高度精确的优势, 适用于具有良好线性选择函数的滤波器 (例如, 数字滤波器或由制造商规定指标的滤波器), 并且滤波器的视频带宽远远大于脉冲带宽 (如, 10 倍), 即 $B_{\text{video}} \gg B_{\text{imp}}$ 。

在这种情况下, 测量接收机的脉冲宽度定义为归一化选择函数的面积 $U(f)$, $1/U_{\text{max}}$ 则定义为归一化常数:

$$B_{\text{imp}} = \frac{1}{U_{\text{max}}} \int_{-\infty}^{+\infty} U(f) df \quad \dots\dots\dots (E. 8)$$

带有高分辨率频率显示的测量接收机可以以 Δf 为步进调谐 N 次来测量选择性函数 $U(f_n)$ 。测量在 60 dB 点之间进行, 100 次 ($N=101$) 测量可以充分的获得一个正确的带宽测量。对模拟的扫描接收机, 可以设置起始频率和终止频率与滤波器曲线的 60 dB 点相一致, 通过扫描获得幅度值。测试信号是一个连续波信号 (CW), 可以扫描得到所需要的滤波器波形。在这种情况下, 脉冲宽度可以通过测量并由下式计算得到:

$$B_{\text{imp}} = \frac{1}{U_{\text{max}}} \sum_{n=1}^N (U(f_n) + U(f_{n-1})) \cdot \frac{\Delta f}{2} \quad \dots\dots\dots (E. 9)$$

图 E. 8 是 1 MHz 的归一化线性选择函数的图例。

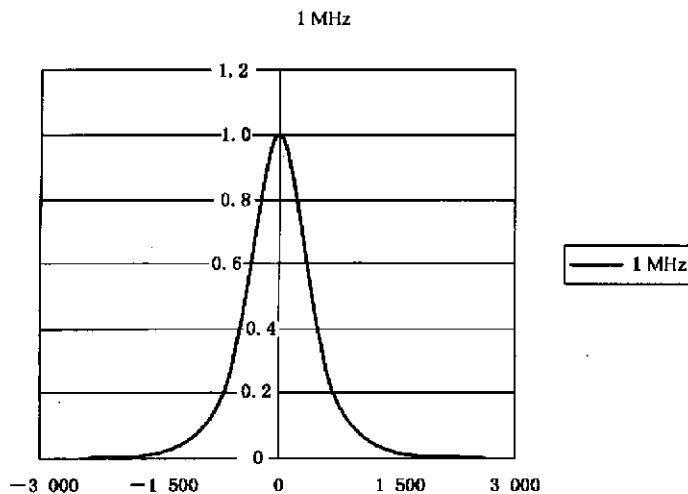


图 E. 8 归一化线性选择函数图例

附录 F
(规范性附录)

根据 GB 4343.1—2003 第 4.2.3 条喀咧声定义的例外情况的性能检查

为了喀咧声定义的例外情况的性能检查,骚扰分析仪应提供以下附加信息:

- a) 持续时间小于或等于 10 ms 的喀咧声的数量;
- b) 持续时间大于 10 ms 但小于或等于 20 ms 的喀咧声的数量;
- c) 持续时间大于 20 ms 但小于或等于 200 ms 的喀咧声的数量;
- d) 幅度超过连续骚扰准峰值限值的每个被记录的骚扰的持续时间;
- e) 如果器具产生的骚扰与所定义的喀咧声明显不同,并且不能适用任何例外情况,那么应提供器具没通过测试的指示;
- f) e) 中提到的从测试开始到骚扰出现的时间间隔;
- g) 准峰值电平限值超过连续骚扰限值的非喀咧声骚扰的总持续时间;
- h) 喀咧声率。

表 F.1 骚扰分析仪测试信号^a

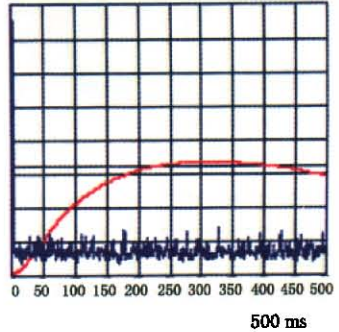
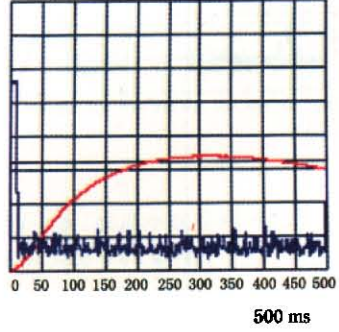
测试 编号	测试信号参数					分析仪应给 出的评定 结果	在 IF 输出端测到的测试信号 和对应于测量接收机的参考 指示关联的 QP 信号的图形		
	1		2		3			4	5
	相对于测量接收机的 QP 参考指示作单独调 节的脉冲的 QP 幅值/ dB		在测量接收机中 频输出端调节的 脉冲 ^b 持续时间/ ms		脉冲间隔 或周期 (IF 输出端)/ ms				
脉冲 1	脉冲 2	脉冲 1	脉冲 2						
1	1		0.11			1 个喀咧声 ≤10 ms			
2 ^a	1		9.5			1 个喀咧声 ≤10 ms			

表 F.1 (续)

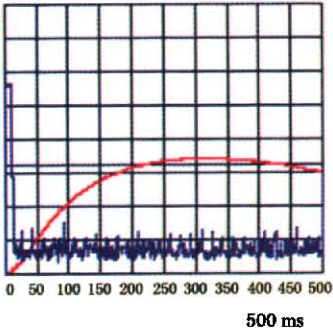
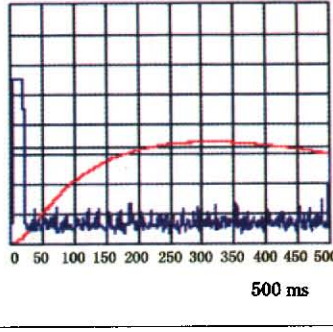
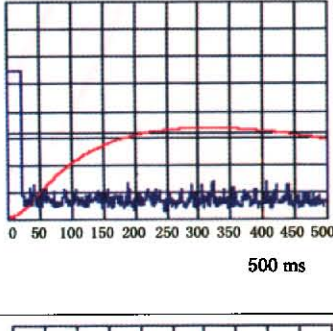
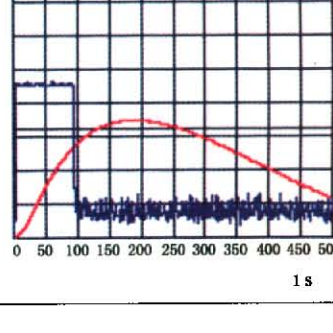
测试编号	测试信号参数						
	1		2		3	4	5
	相对于测量接收机的 QP 参考指示作单独调节的脉冲的 QP 幅值/dB		在测量接收机中频输出端调节的脉冲 ^b 持续时间/ms		脉冲间隔或周期 (IF 输出端)/ms	分析仪应给出的评定结果	在 IF 输出端测到的测试信号和对应于测量接收机的参考指示关联的 QP 信号的图形
脉冲 1	脉冲 2	脉冲 1	脉冲 2				
3 ^a	1		10.5			1 个喀咧声 >10 ms, ≤20 ms	
4	1		19			1 个喀咧声 >10 ms, ≤20 ms	
5	1		21			1 个喀咧声 >20 ms	
6	1		190			1 个喀咧声 >20 ms	

表 F.1 (续)

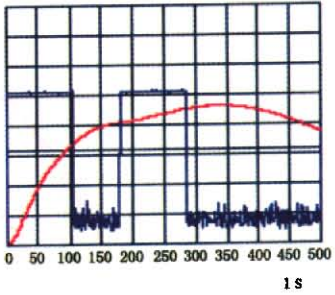
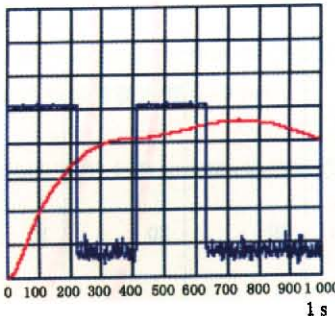
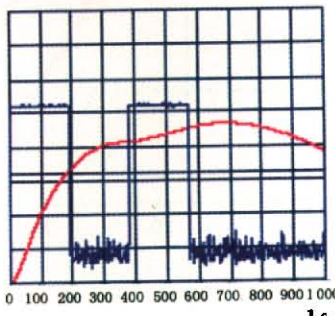
测试 编号	测试信号参数					分析仪应给 出的评定 结果	在 IF 输出端测到的测试信号 和对应于测量接收机的参考 指示关联的 QP 信号的图形		
	1		2		3			4	5
	相对于测量接收机的 QP 参考指示作单独调 节的脉冲的 QP 幅值/ dB		在测量接收机中 频输出端调节的 脉冲 ^b 持续时间/ ms		脉冲间隔 或周期 (IF 输出端)/ ms				
脉冲 1	脉冲 2	脉冲 1	脉冲 2						
7	5	5	210	210	150	如果每个程序 循环或每个最 小观察时间 内仅一次:被 计为 1 个喀 嘶声 > 20 ms (见注 1, E2, 600 ms 规则)			
						否则 连续骚扰(570 ms)			
8	5	5	220	220	190	不符合 连续骚扰(见 注 1, E2:因 为总持续时 间是 630 ms > 600 ms), 没有例外情 况可以适用			
9	5	5	190	190	190	如果 最后喀嘶声 率小于 5:计 为 2 个喀嘶 声 > 20 ms (见注 1, E4; 电冰箱规则; 也见注 3) 如果 每个程序循 环内仅一次, 或最小观察 时间内仅一 次:计为 1 个 喀嘶声 > 20 ms (见注 1, E2) 否则 不符合:连续 骚扰(570 ms)			

表 F.1 (续)

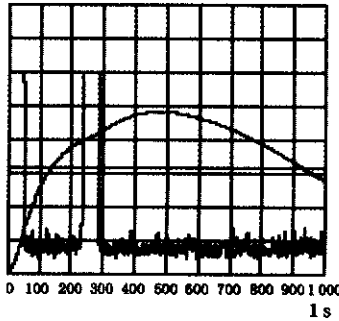
测试 编号	测试信号参数						
	1		2		3	4	5
	相对于测量接收机的 QP 参考指示作单独调 节的脉冲的 QP 幅值/ dB		在测量接收机中 频输出端调节的 脉冲 ^b 持续时间/ ms		脉冲间隔 或周期 (IF 输出端)/ ms	分析仪应给 出的评定 结果	在 IF 输出端测到的测试信号 和对应于测量接收机的参考 指示关联的 QP 信号的图形
脉冲 1	脉冲 2	脉冲 1	脉冲 2				
10	5	5	50	50	185	<p>如果 最后喀咧声率 小于 5: 计为 2 个 > 20 ms 的 喀咧声 (见注 1、2、3)</p>	
						<p>如果 每个程序循环内或最小观察时间内不超过一次: 计为 1 个喀咧声 < 600 ms (见注 1, E2, 2 × 285 ms > 20 ms) 否则 不通过: 连续骚扰 (285 ms)</p>	
11	20	20	15	5	1 个脉冲 1 + 9 个脉冲 2, 重复到有 40 个喀咧声被 记录, 每个脉 冲间的间隔 是 13 s	<p>36 个喀咧声 < 10 ms 4 个喀咧声 > 10 ms, ≤ 20 ms 90% 及以上的喀咧声 < 10 ms 通过 (见注 1, E3; 也见注 4; 不要求测量喀咧声的幅 度)</p>	
12	20	20	15	5	1 个脉冲 1 + 8 个脉冲 2, 重复到有 40 个喀咧声被 记录, 每个脉 冲间的间隔 是 13 s	<p>35 个喀咧声 < 10 ms 5 个喀咧声 > 10 ms, ≤ 20 ms 小于 90% 的喀咧声 < 10 ms (见注 1, E3; 也见注 4. 没有例外情况可适用。采 用上四分位法后, 因为喀咧声的幅度太高了, 最 终的结果为“不符合”)</p>	

表 F.1 (续)

注 1, CISPR 14-1:2005, 第 4.2.3 条, 包含以下例外情况:

E1——“单次开关操作”

这种例外情况只能由操作者来评定, 而不能由骚扰分析仪自动评定。在这里提到此种情况是为了避免本部分和 CISPR 14-1 的使用者混淆例外情况的编号方式。

E2——“时间帧小于 600 ms 的喀嘶声的组合”(“600 ms 规则”)

在程序控制的器具中, 时间帧小于 600 ms 的喀嘶声的组合在每个被选择的程序周期内允许一次。对于其他器具, 该喀嘶声的组合在最小观察时间内允许一次。这同样适用于控制恒温的三相开关, 三相中的每一相和中线之间相继引起的三个骚扰。这种喀嘶声的组合被认为是一个喀嘶声。

E3 ——“瞬时开关”

满足以下条件的器具:

——喀嘶声率不超过 5,

——(该器具)引起的喀嘶声没有一个的持续时间长于 20 ms, 且

——(该器具)引起的 90% 的喀嘶声的持续时间小于 10 ms,

应认为符合限值规定, 而与喀嘶声的幅度无关。如果有条件之一不满足, 那么断续骚扰的限值适用。

E4 ——“间隔时间小于 200 ms 的喀嘶声”(电冰箱规则)

对于喀嘶声率小于 5 的器具, 任何两个骚扰中的每个骚扰的最大持续时间为 200 ms, 尽管骚扰之间的间隔时间小于 200 ms, 仍应被判定为两个喀嘶声。例如观测电冰箱, 在这种情况下这种结构(图形)被评定为两个喀嘶声, 而不是一个连续骚扰。

注 2: 仅当 E4 不适用时, 分析仪才适用例外情况 E2。

注 3: 检查波形 11 和 12 仅在例外情况 E3 适用的情况下可以通过测试, 如下面计算所示:

对于检查波形 11 和 12, 包括在“0”秒的喀嘶声, 在 $13s \times 39 = 507 s$, 即 8.45 min 后将会记录到 40 个要求的喀嘶声。因此喀嘶声率为 $40/8.45 = 4.734$ (要求小于 5, 这取决于是否 90% 的喀嘶声都 $< 10 ms$)。

注 4: 依照 CISPR 14-1 喀嘶声限值放宽为: $20 \times \lg(30/4.734) = 16.04 dB$ 。

因此检查波形 11 和 12 (幅度超过限值 20 dB) 决不可能通过 CISPR 14-1:2005 中的上四分位法, 它意味着仅允许 25% 的喀嘶声超过喀嘶声限值。

^a 测试信号用于 CISPR 14-1:2005 中第 4.2.3 条喀嘶声定义的例外情况的性能检查。

^b 脉冲的上升时间不能长于 40 μs 。







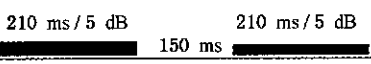
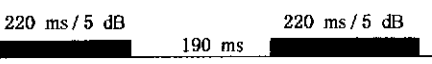
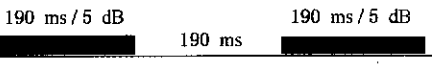
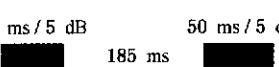
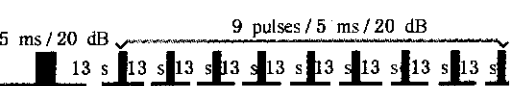
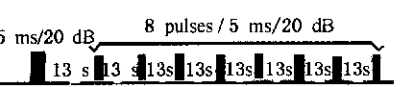
测试编号	测试信号	分析仪的评定
1	 <p>0.11 ms / 1 dB</p>	1 个喀喇声 ≤ 10 ms
2	 <p>9.5 ms / 1 dB</p>	1 个喀喇声 ≤ 10 ms
3	 <p>10.5 ms / 1 dB</p>	1 个喀喇声 > 10 ms, ≤ 20 ms
4	 <p>19 ms / 1 dB</p>	1 个喀喇声 > 10 ms, ≤ 20 ms
5	 <p>21 ms / 1 dB</p>	1 个喀喇声 > 20 ms
6	 <p>190 ms / 1 dB</p>	1 个喀喇声 > 20 ms
7	 <p>210 ms / 5 dB 150 ms 210 ms / 5 dB</p>	1 个喀喇声 ≤ 600 ms (程序控制的受试设备)
8	 <p>220 ms / 5 dB 190 ms 220 ms / 5 dB</p>	连续 ≥ 600 ms
9	 <p>190 ms / 5 dB 190 ms 190 ms / 5 dB</p>	1 个喀喇声 ≤ 600 ms (计为 2 个喀喇声 电冰箱规则)
10	 <p>50 ms / 5 dB 185 ms 50 ms / 5 dB</p>	$N < 5$, 计为 2 个喀喇声 $N \geq 5$, 则为连续的, 或者 1 个喀喇声 ≤ 600 ms 用于程序控制的受试设备
11	 <p>15 ms / 20 dB 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s</p> <p>9 pulses / 5 ms / 20 dB</p>	重复计数到 40 个喀喇声 36 个喀喇声 ≤ 10 ms 4 个喀喇声 > 10 ms, ≤ 20 ms
12	 <p>15 ms / 20 dB 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s</p> <p>8 pulses / 5 ms / 20 dB</p>	重复计数到 40 个喀喇声 35 个喀喇声 < 10 ms 5 个喀喇声 > 10 ms, ≤ 20 ms

图 F.1 依照表 F.1 的附加要求对分析仪器性能检查时所用的测试信号的图示

附录 G
(资料性附录)
APD 测量功能规范的基本原理

技术指标是基于以下的定义和考虑:

a) 幅度的动态范围

幅度的动态范围的定义为获得 APD 所必需的范围。动态范围的上限要高于被测骚扰的峰值电平,下限要低于产品技术委员会规定的骚扰限值电平。

按照 GB 4824 中 2 组 B 类峰值限值,工科医设备设在 110 dB μ V/m,规定加权限值为 60 dB μ V/m。因此,建议动态范围高于 60 dB,并有 10 dB 的裕量。

b) 采样速率

理想状况下,骚扰的 APD 可以使用被保护的无线电业务的等效带宽来测量。然而,频谱分析仪的分辨率带宽在频率范围为 1 GHz 以上时定为 1 MHz。因此采样速率应高于 10 兆次/s。

c) 最大可测量时间

GB 4824 中规定微波烹饪器具在 1 GHz 以上的峰值测量的最大保持时间为 2 min。因此,APD 测量的可测量时间至少为 2 min。由于计数器或存储器的容量有限,对于长的测量周期连续测量可能很困难。因此,在间隔时间小于总测量时间的 1% 的情况下,允许间歇测量。

d) 最小可测量概率

大约需要出现 100 次才能得到有意义的结果。因此,最小可测量概率按以下方式计算:假定测量时间为 2 min,且采样率为 10 兆次/s,则概率可由下式确定:

$$100/(120 \times 10 \times 10^6) \sim 10^{-7}$$

e) APD 测量数据显示

显示 APD 结果的幅度分辨率由动态范围和 A/D 转换器的分辨率决定。例如,当一个 8 位的 A/D 转换器应用于 60 dB 的动态范围时,显示的分辨率可达到小于 0.25 dB ($\sim 60 \text{ dB}/256$)。

图 G.1 和图 G.2 表示了 APD 测量功能的实施方块图。

图 G.3 描述了 APD 测量结果的例子。

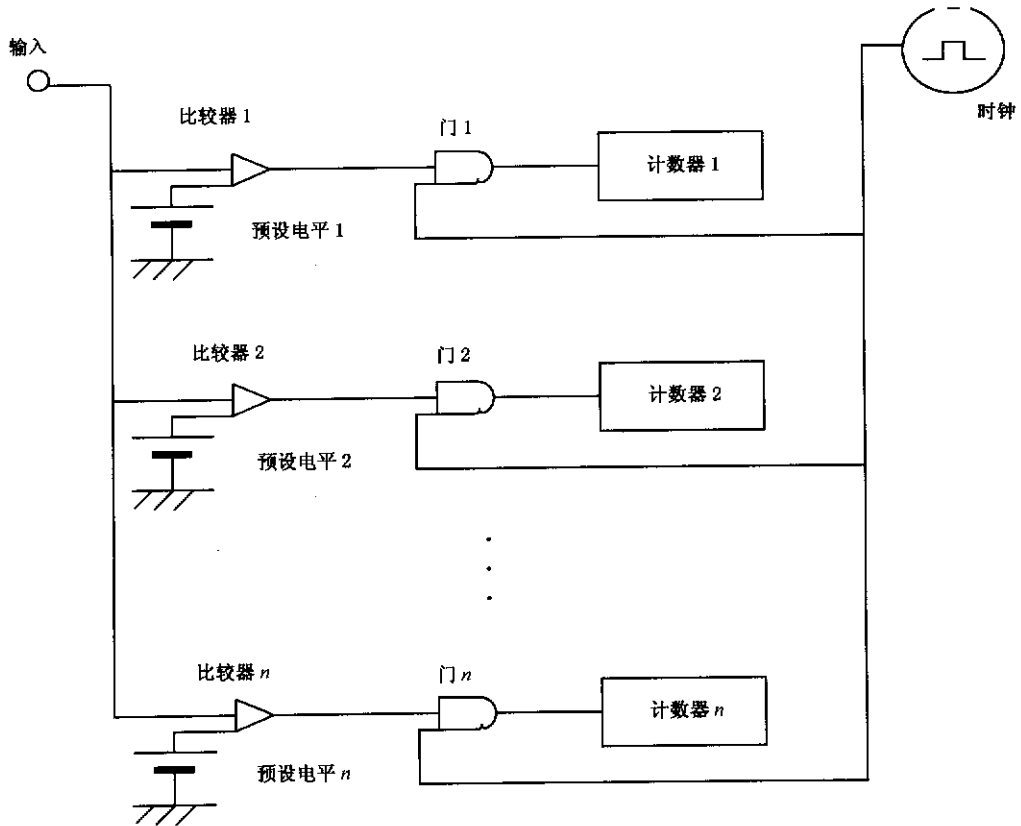


图 G.1 无 A/D 转换器的 APD 测量电路的方框图

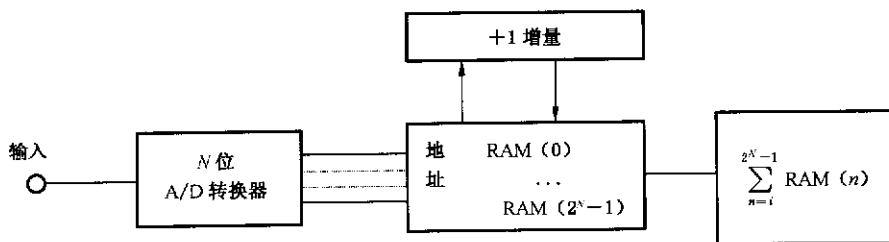


图 G.2 有 A/D 转换器的 APD 测量电路方框图

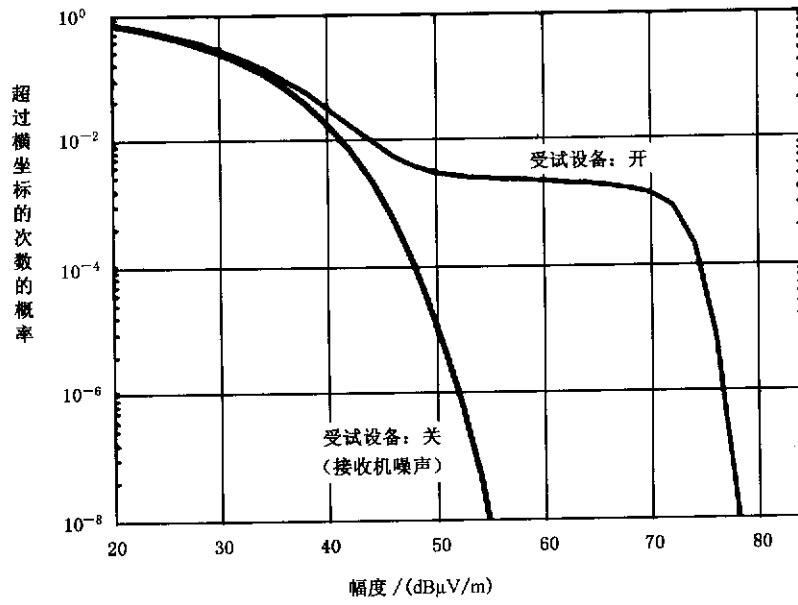


图 G.3 APD 测量显示的例子

附录 NA

(资料性附录)

GB/T 6113.101—2008 与 GB/T 6113.1—1995 有关章条的对照

本部分与 GB/T 6113.1—1995 有关章节的对照表：

GB/T 6113.101—2008		GB/T 6113.1—1995		备注
章	条	章	条	
1		1		
2		2		
3	3.1~3.9	3	3.1~3.11	
4	4.8.1	4		
5		5		
6		6		
7		7		
8				
9	9.1;9.2.1;9.2.2	13	13.1	
附录 A		附录 A		
附录 B		附录 B		
附录 C		附录 C		
附录 D		附录 D		
附录 E		附录 E		
附录 F				
附录 G				
附录 NA				

参 考 文 献

CISPR 16-1-2:2003, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods—Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus—Ancillary equipment—Conducted disturbances

CISPR 16-1-3:2004, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods—Part 1-3: Radio disturbance and immunity measuring apparatus—Ancillary equipment—Disturbance power

CISPR 16-1-4:2003, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods—Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus—Ancillary equipment—Radiated disturbances

CISPR 16-1-5:2003, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods—Part 1-5: Radio disturbance and immunity measuring apparatus—Antenna calibration test sites for 30 MHz to 1 000 MHz

CISPR 16-2-1:2003, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods—Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity—Conducted disturbance measurements

CISPR 16-2-2:2003, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods—Part 2-2: Methods of measurement of disturbances and immunity—Measurement of disturbance power

CISPR 16-2-3:2003, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods—Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity—Radiated disturbance measurements

CISPR 16-2-4:2003, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods—Part 2-4: Methods of measurement of disturbances and immunity—Immunity measurements

CISPR 16-4-1:2003, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods—Part 4-1: Uncertainties, statistics and limit modelling—Uncertainties in standardized EMC tests

CISPR 16-4-2:2003, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods—Part 4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling—Uncertainty in EMC measurements

CISPR 16-4-3:2004, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods—Part 4-3: Uncertainties, statistics and limit modelling—Statistical considerations in the determination of EMC compliance of mass-produced products

CISPR 16-4-4:2003, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods—Part 4-4: Uncertainties, statistics and limit modelling—Statistics of complaints and a model for the calculation of limits
