



中华人民共和国国家标准

GB/T 6113.203—2008/CISPR 16-2-3:2003
部分代替 GB/T 6113.2—1998

无线电骚扰和抗扰度测量设备和 测量方法规范 第2-3部分:无线电骚扰 和抗扰度测量方法 辐射骚扰测量

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

(CISPR16-2-3:2003, 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
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 骚扰的类型	4
5 测量设备的连接	4
6 测量的一般要求和条件	5
7 辐射骚扰测量方法	10
8 发射的自动测量	25
附录 A (资料性附录) 存在环境发射时的骚扰测量	29
附录 B (资料性附录) 频谱分析仪和扫描接收机的使用要求 (见第 6 章)	39
附录 C (资料性附录) 不确定度预算举例	41
附录 NA (资料性附录) 本部分与 GB/T 6113.2—1998 有关章条的对照	42
图 1 对包含有正弦信号(窄带)和脉冲信号(宽带)采用最大值保持方式重复扫频测量示意图	8
图 2 适时分析的示例	9
图 3 步进式接收机进行宽带频谱测量	9
图 4 在最值保持功能下用短快重复扫频测量间歇窄带骚扰获得	10
图 5 开阔试验场(OATS)上直射波和反射波到达接收天线的情况下测量电场强度的原理图	11
图 6 FAR 中的典型测试布置(图中 a, b, c 和 e 取决于暗室的性能)	14
图 7 FAR 测试空间内台式设备的典型测试布置	15
图 8 FAR 测试空间内落地式设备的典型布置	15
图 9 替代测量法(见 7.4.1 和 7.4.3)	18
图 10 转折距离的确定	23
图 11 用环天线系统进行磁场感应电流测量的原理图	25
表 1 使用峰值和准峰值检波器时的最短扫频时间 T_s	7
表 2 30 MHz~1 000 MHz 频率范围推荐确保获取信号的天线高度(用于初步测试)	27

前 言

GB/T 6113.203—2008 等同采用国际标准 CISPR 16-2-3:2003《无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第 2-3 部分:无线电骚扰和抗扰度测量方法 辐射骚扰测量》(英文版)。

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 分会决定对该标准结构进行重大调整,将原来的 4 个部分拆分为现在的 14 个部分,2006 年增至 15 个部分,并从 2003 年 11 月起陆续发布。我国依据等同采用原则,将陆续完成相应国家标准的制定和修订工作。该系列中的新、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》	GB/T 6113.101—2008(CISPR 16-1-1:2006, IDT) 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 16-1-2:2004, 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) 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 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

旧标准编号和名称	新标准编号和名称
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
CISPR 16-4:2002 Uncertainty in EMC	GB/Z 6113.401—2007 (CISPR 16-4-1/TR:2003, 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) * 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
注 1: * 待制定;黑体字为该标准的本部分。 注 2: 表中除 GB/T 6113.203 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。	

本部分等同采用国际标准 CISPR 16-2-3:2003《无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第 2-3 部分:无线电骚扰和抗扰度测量方法 辐射骚扰测量》,并作了如下编辑性修改:

1. 根据国际标准前言和引言的内容,重新组织和编写了本部分的前言,取消了引言。
2. 在第 2 章“规范性引用文件”中,增加下列引用文件:

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

3. 在 7.5.4.1 节中有关用替代法进行辐射骚扰功率有效性的现场测量的一般测量条件中,国际标准原文为(3b),本部分并没有公式(3b),为编辑性错误,国家标准中将其改为(7b),并加了一个脚注。

4. 本部分增加了资料性附录:NA 本部分与 GB/T 6113.2—1998 有关技术条款的对应情况。

本部分与 GB/T 6113.201—2008、GB/T 6113.202—2008 和 GB/T 6113.204—2008 组合在一起代替 GB/T 6113.2—1998(eqv CISPR 16-2:1996)。

本部分的附录 A、附录 B、附录 C、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。

本部分由上海电器科学研究所(集团)有限公司负责起草,信息产业部电子工业标准化研究所参加起草。

本部分主要起草人:寿建霞、陈俐、邢琳、朱文立、张君、林京平、徐立、李邦协。

无线电骚扰和抗扰度测量设备和 测量方法规范 第 2-3 部分:无线电骚扰 和抗扰度测量方法 辐射骚扰测量

1 范围

本部分为基础标准 GB/T 6113《无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范》系列中的第 2-3 部分,规定了 9 kHz~18 GHz 频段范围内辐射骚扰的测量方法。

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 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/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/T 6113.101—2008 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(CISPR 16-1-1:2006,IDT)

GB/T 6113.104—2008 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 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(CISPR 16-1-4:2005,IDT)

GB/T 6113.105—2008 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 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(CISPR 16-1-5:2003,IDT)

GB/T 6113.201—2008 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第 2-1 部分:无线电骚扰和抗扰度测量方法 传导骚扰测量(CISPR 16-2-1:2003,IDT)

GB/T 6113.202—2008 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第 2-2 部分:无线电骚扰和抗扰度测量方法 骚扰功率测量(CISPR 16-2-2:2004,IDT)

GB/T 6113.204—2008 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第 2-4 部分:无线电骚扰和抗扰度测量方法 抗扰度测量(CISPR 16-2-4:2003,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)

GB/Z 6113.401—2007 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 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(CISPR 16-4-1/TR:2003,IDT)

GB/T 6113.402—2006 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 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(CISPR 16-4-2:2003,IDT)

GB/Z 6113.403—2007 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 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(CISPR 16-4-3/TR:2004,IDT)

GB 9254—1998 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法(idt CISPR 22:1997)

GB 13837—2003 声音和电视广播接收机及有关设备 无线电骚扰特性 限值和测量方法(IEC/CISPR 13:2001,MOD)

3 术语和定义

本部分除采用 GB/T 4365—2003 规定的定义以外,还采用下列定义:

3.1

辅助设备 associated equipment

- 1) 与测量接收机或试验发生器连接的传感器(例如:探头、网络和天线)。
- 2) 连接在受试设备(EUT)和测量仪器或(试验)信号发生器之间,用来传送信号或骚扰的传感器(例如:探头、网络和天线)。

3.2

受试设备 EUT

承受电磁兼容性(EMC)符合性(发射)试验的设备(装置、器具和系统)。

3.3

产品(类)EMC标准 product publication

为产品或产品类的 EMC 专门要求特性而制定的标准。

3.4

(来自骚扰源的)发射限值 emission limit(from a disturbing source)

电磁骚扰源最大允许的发射电平。

[GB/T 4365—2003,定义 161-03-12]

3.5

接地参考 ground reference

对 EUT 周围物体构成确定的寄生电容并用来作为参考电位的连接体。

注:参见 GB/T 4365—2003 的 161-04-36。

3.6

(电磁)发射 (electromagnetic) emission

从源向外发出电磁能的现象。

[GB/T 4365—2003,定义 161-01-08]

3.7

同轴电缆 coaxial cable

含有一根或多根同轴线的电缆,一般用于辅助设备与测量设备或(试验)信号发生器的匹配连接,以便提供一个规定的特性阻抗和允许的最大电缆转移阻抗。

3.8

测量接收机 measuring receiver

带有不同的检波器的测量骚扰的接收机。

注:测量接收机应符合 GB/T 6113.101—2008 的规定。

3.9

试验布置 test configuration

为测量发射电平而规定的 EUT 测量布置。

注:测量发射电平的要求按 GB/T 4365—2003 中 161-03-11、161-03-12、161-03-14 和 161-03-15 的定义。

3.10

加权(准峰值检波) weighting (quasi-peak detection)

按照加权特性,将脉冲的峰值检波电压转换成与脉冲重复率相关的一种指示,以对应于脉冲骚扰

造成的生理和心理上(听觉或视觉)的影响;或者说它给出一种特定的方法来评价发射电平或抗扰度电平。

注:

1. 在 GB/T 6113.101—2008 中规定了加权特性。
2. 按照 GB/T 4365—2003 中电平定义的要求来评价发射电平和抗扰度电平(见 GB/T 4365—2003 的 161-03-01、161-03-11 和 161-03-14)。

3.11

连续骚扰 continuous disturbance

在测量接收机中频输出端呈现的持续时间大于 200 ms 的射频骚扰,它使工作在准峰值检波方式的测量接收机表头产生的偏转不会立即减小。

(见 GB/T 4365—2003 中 161-02-11)

注:测量接收机应符合 GB/T 6113.101—2008 的规定。

3.12

断续骚扰 discontinuous disturbance

对于可计喀喇声而言,在测量接收机中频输出端呈现的持续时间小于 200 ms 的骚扰,它使工作在准峰值检波方式的测量接收机表头产生短暂的偏转。

注:

1. 脉冲骚扰,见 GB/T 4365—2003 中 161-02-08。
2. 测量接收机应符合 GB/T 6113.101—2008 的规定。

3.13

测量时间 measurement time

T_m

使单个频点的测量结果有效的连续时间(某些领域也称为驻留时间)

- 对于峰值检波器,检测到信号包络最大值的有效时间。
- 对于准峰值检波器,测得加权包络最大值的有效时间。
- 对于平均值检波器,确定信号包络平均值的有效时间。
- 对于均方根值检波器,确定信号包络有效值的有效时间。

3.14

扫描 sweep

在给定频率跨度内连续的频率变化。

3.15

扫频 scan

在给定频率跨度内连续的频率或步进变化。

3.16

扫描或扫频时间 sweep or scan time

T_s

起止频率之间的扫描或扫频时间。

3.17

跨度 span

Δf

扫描或扫频起止频率之差。

3.18

扫描或扫频的速率 sweep or scan rate

扫描或扫频跨度除以扫描或扫频的时间。

3.19

单位时间(例如:每秒)内扫描的次数 number of sweeps per time(e. g. per second)

n_s

1/(扫描时间+返回时间)。

3.20

观察时间 observation time

T_o

在重复扫描的情况下,某一频点测量时间 T_m 的总和。若 n 为扫描或扫频的次数,则 $T_o = n \times T_m$ 。

3.21

总观察时间 total observation time

T_{tot}

频谱观察的有效时间(单次或重复扫描)。若 c 为扫描或扫频的频段数,则 $T_{tot} = c \times n \times T_m$ 。

4 骚扰的类型

本章给出各种骚扰的分类和适合测量它们的各种检波器。

4.1 骚扰类型

由于物理和生理心理上的原因,在测量和评定无线电骚扰时,依据骚扰频谱的分布情况、测量接收机带宽、骚扰持续时间、发生率以及骚扰影响的程度,骚扰可分为以下三类:

- a) 窄带连续骚扰:一种离散频率的骚扰,例如:应用射频能量的工、科、医(ISM)设备所产生的基波及其谐波,构成其频谱的只是一些单根谱线,这些谱线的间隔大于测量接收机的带宽。以致在测量中与下述 b)款相反,只有一根谱线落在带宽内。
- b) 宽带连续骚扰:通常由诸如带换向器的电机的重复脉冲产生的骚扰。它们的重复频率低于测量接收机的带宽,以致在测量中不止一根谱线落在带宽内。
- c) 宽带不连续骚扰:由机械的或电子的开关过程产生的骚扰,例如由重复率低于 1 Hz(喀啞声率小于 30/min)的温度自动调节器或程序控制器产生的骚扰。

对于一些孤立(单个)脉冲,b)和 c)的频谱具有连续频谱的特点,对于重复脉冲,它具有不连续频谱的特点。两种频谱的特点在于其频率范围宽于 GB/T 6113.101—2008 中规定的测量接收机的带宽。

4.2 检波器的功能

根据骚扰的类型,测量时可使用带有如下检波器的测量接收机。

- a) 平均值检波器:通常用于窄带骚扰和窄带信号的测量,特别适用于窄带骚扰和宽带骚扰的鉴别。
- b) 准峰值检波器:用于宽带骚扰的加权测量,以评价听觉骚扰对无线电听众的影响,但也能用于窄带骚扰的测量。
- c) 峰值检波器:可用于宽带骚扰和窄带骚扰的测量。

GB/T 6113.101—2008 中规定了装有这些检波器的测量接收机。

5 测量设备的连接

本章叙述测量设备、测量接收机与辅助设备(如人工网络、电压探头和电流探头、吸收钳及天线等)的连接方法。

5.1 辅助设备的连接

测量接收机与辅助设备之间应用屏蔽电缆连接,且其特性阻抗应与测量接收机的输入阻抗相匹配。

辅助设备的输出端应端接规定的阻抗。

5.2 射频参考地的连接

人工电源网络(AMN)应通过低射频阻抗连接到参考地。例如,将 AMN 的外壳与参考地或屏蔽

室的一个参考壁直接搭接,或者用一个尽可能短而宽的(最大长宽比为3:1)低阻抗导体来连接。

端子电压测量仅以参考地为基准,应避免地环路(公共阻抗耦合)。对于装有 I 类设备保护接地(PE)线的测量设备(如测量接收机和与其相连接的辅助设备,如示波器、分析仪、记录仪等等)也应遵守这一要求。如果测量设备的 PE 连接端和其电源的 PE 连接端相对于参考地都没有射频隔离,那么应采用诸如射频扼流圈和隔离变压器的措施来提供必要的射频隔离,或者如果可能,由电池对测量设备供电,以使测量设备至参考地之间的射频连接只有一条路径。

关于 EUT 的 PE 连接端与参考地之间的连接方法,参见 GB/T 6113.201—2008 附录 A 中的 A.4。

如果参考地已直接连接且满足了保护接地线安全要求,那么对固定的试验布置不要求用保护接地体(PE 连接端)。

5.3 EUT 和 AMN 之间的连接

GB/T 6113.201—2008 附录 A 给出选择 EUT 与 AMN 的接地连接和非接地连接的指南。

6 测量的一般要求和条件

无线电骚扰测量应:

- a) 具有可复现性,例如与测量地点、环境条件,尤其是与环境电平无关。
- b) 无相互作用,例如 EUT 与测量设备之间的连接应该既不影响 EUT 的功能,也不影响测量设备的准确度。

如按以下条件,可能会满足上述要求:

- c) 在所需测量的电平上要有足够的信噪比,例如在有关的骚扰限值的电平点上。
- d) 对测量装置、EUT 的运行条件和终端接法都做出了明确的规定。
- e) 用电压探头测量时,在测量点,电压探头要有足够高的阻抗。
- f) 用频谱分析仪或扫频接收机测量时,要适当考虑它们的一些特殊工作特性和校准要求。

6.1 非源于 EUT 产生的骚扰

相对于环境噪声的测量信噪比应满足下列要求,若杂散噪声电平超过所要求的环境电平,则必须把它记录在试验报告中。

6.1.1 符合性试验

试验场地应能够将 EUT 的各种发射从环境噪声中区分出来,环境电平最好比所要测量的电平低 20 dB,但至少也要低 6 dB。对于 6 dB 的情况,测得的 EUT 骚扰电平比实际的高(可能高达 3.5 dB)。可以在将 EUT 放在适当的位置且不通电,测量环境电平来确定所要求环境的场地适用性。

在按照限值作符合性测量时,只要环境电平和骚扰源发射电平合成的结果不超过规定的限值,环境电平就允许不满足上述 6 dB 的要求。在此情况下,EUT 被认为满足限值要求。也可采取其他的做法,例如,对于窄带信号可减小带宽和/或把天线移近 EUT。

注:如果对环境场强和 EUT 发射加上环境的总场强分别进行测量,则有可能对 EUT 场强的不确定性量化水平提供一种估算方法。GB 4824—2004 的附录 C 给出有关这方面的参考资料。

6.2 连续骚扰的测量

6.2.1 窄带连续骚扰

测量设备应该保持调谐在要考察的离散频率点上,如果频率发生波动则要重新调谐。

6.2.2 宽带连续骚扰

为了评价电平不稳定的宽带连续骚扰,应找出最大的可重复产生的测量值,参见 6.4.1。

6.2.3 频谱分析仪和扫频接收机的应用

频谱分析仪和扫频接收机也可用于骚扰测量,尤其是为了缩短测量时间。然而,对于这些仪器的某些特性必须给予特殊的考虑,包括过载、线性、选择性、对脉冲的正常响应、扫频速率、信号捕捉、灵敏度、幅度准确度以及峰值检波、平均值检波和准峰值检波,附录 B 给出对这些特性的要求。

6.3 EUT 的运行条件

EUT 应在下列条件下运行。

6.3.1 正常负载条件

正常负载条件规定在有关的 EUT 产品(类)EMC 标准中,而对于 EMC 标准中未包括的那些 EUT,则会规定在制造商的产品说明书中。

6.3.2 运行时间

如果对 EUT 已规定了额定运行时间,那么其运行时间按铭牌上的规定;否则对运行时间不作限制。

6.3.3 试运行时间(running-in time)

如果没有给定试运行时间,在试验之前,EUT 应运行足够的时间,以便保证其运行的状态和方式是寿命期限内的典型状态。对于某些 EUT 的特定试验条件可能规定在有关的设备说明书中。

6.3.4 电源

EUT 应在额定的电源电压下工作。如果骚扰电平随电源电压显著地变化,则应在 0.9~1.1 倍额定电压下,重复那些测量。如果 EUT 的额定电压不止一种,应在产生最大骚扰的额定电压下进行试验。

6.3.5 运行状态

EUT 应在实际的条件下工作,以便能在测量频率上产生最大的骚扰。

6.4 测量结果的说明

6.4.1 连续骚扰

- a) 如果骚扰电平不稳定,那么每次测量时,对测量接收机的读数观察时间应不少于 15 s,应记录下最高读数。对任何孤立的喀喇声,可忽略不计(参见 GB 4343.1—2003 中 4.2)。
- b) 如果骚扰电平总体上是不稳定的,在 15 s 内显示的电平连续上升或下降的幅度超过 2 dB,那么应该在更长的时间内观察该骚扰电平,并且应按 EUT 正常使用的条件来对该电平作如下说明:
 - 1) 如果 EUT 是一个可以频繁开关的设备或者它的旋转方向可以相反,那么在每一个测量频率点上刚好接通 EUT 或将它反转,并且在每次测量之后立即将它关断,在每一个测量频率上,应记录最初一分钟内所获得的最大电平。
 - 2) 如果 EUT 在正常使用时要运转较长的时间,那么它在整个试验期间都应接通,在每一个测量频率上,只在获得稳定的读数(按照 a)的规定)后才记录该骚扰电平。
- c) 在试验中,如果 EUT 的骚扰特性从稳定变化到有一些随机特征,那么 EUT 应当按照 b) 来试验。
- d) 测量要在整个频谱上进行,至少在具有最大读数的频点上作记录或者按照有关的产品(类)EMC 标准要求进行测量和记录。

6.4.2 断续骚扰

断续骚扰测量可以在有限个频率点上进行,详见 GB 4343.1—2003。

6.4.3 骚扰持续时间的测量

将 EUT 连接到相关的 AMN 上。如果有测量接收机就将它连接到 AMN 上,并将阴极射线示波器连接到测量接收机的中频输出端。如果没有接收机,就将示波器直接连接到 AMN 上,由被测量的骚扰来触发启动。对于具有瞬动开关的 EUT,将时基设定在 1 ms/div~10 ms/div。对于其他的 EUT,时基设定在 10 ms/div~200 ms/div。骚扰的持续时间可以由记忆示波器或数字示波器直接记录下来,或者用照片或硬拷贝将荧光屏的情况记录下来。

6.5 连续骚扰的测量时间和扫频速率

无论手动测量,还是自动测量或半自动测量,测量/扫频接收机的测量时间和扫频速率应设置在可以测得最大发射值的状态。特别是当用峰值检波器作预扫时,测量时间和扫频速率应根据 EUT 的发射情况作适当调整。第 8 章提供了如何进行自动测量的导则。

6.5.1 最短测量时间

本部分附录 B.7 中的表给出了最短扫描时间或实际可能的最快扫频速率。表 1 中的最短扫频时间按 CISPR 频段给出：

表 1 使用峰值和准峰值检波器时的最短扫频时间 T_s

CISPR 频段		峰值检波器	准峰值检波器
A	9 kHz~150 kHz	14.1 s	2 820 s=47 min
B	0.15 MHz~30 MHz	2.985 s	5 970 s=99.5 min=1 h 39 min
C/D	30 MHz~1 000 MHz	0.97 s	19 400 s=323.3 min=5 h 23 min

表 1 为测量正弦信号的扫频时间。根据骚扰类型,可能需要增加扫频时间,尤其对准峰值测量。在特殊情况下,例如观测到的发射电平不稳定时(见 6.4.1),则在某一频点的测量时间 T_m 可能增加至 15 s。但孤立的喀喇声除外。

大多数产品标准采用准峰值检波进行符合性测量,若没有省时的程序(见第 8 章),测量十分耗时。在采用省时的程序之前,必须进行预扫。为了确保在自动扫频过程中不遗漏如间歇信号等的发射,应考虑条款 6.5.2~6.5.4。

6.5.2 扫频接收机和频谱分析仪的扫频速率

在整个频率跨度内采用自动扫频时,应满足以下两条之一,以避免遗漏骚扰信号:

- 单次扫描:每一频点的测量时间必须大于间歇信号的脉冲间隔;
- 采用最大值保持进行重复扫描:每一频点的观察时间应足够长,以捕捉间歇信号。

扫频速率受仪器分辨率带宽和视频带宽的限制。如果对给定的仪器状态选择的扫频速率太快,将会得到错误的测量结果。因此,对确定的频段应选取足够长的扫描时间。间歇信号可以由在每一频点有足够长观察时间的单次扫描或最大值保持的重复扫描来捕捉。对未知的发射信号,通常采用最大值保持的重复扫描更有效。只要频谱仪的显示有较大变化,就有可能发现间歇信号。观察时间应根据干扰信号发生的周期设定。在某些情况下,为避免同步影响,扫频时间有必要改变。

当使用频谱分析仪或 EMI 扫频接收机测量时,基于给定的仪器设置和峰值检波确定最小扫描时间,应区分下面的两种情况。

若所选视频带宽大于分辨率带宽,用下式计算最短扫描时间:

$$T_{s, \min} = (k \times \Delta f) / (B_{\text{res}})^2 \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$T_{s, \min}$ ——最短扫描时间;

Δf ——频率跨度;

B_{res} ——分辨率带宽;

k ——比例常数,与分辨率滤波器的形状有关。对于同步调谐、近似高斯型滤波器,静态理论值为 2~3,对于近似矩形、参差调谐滤波器, k 值为 10~15。

若所选视频带宽等于或小于分辨率带宽,使用下面的表达式计算最短扫描时间:

$$T_{s, \min} = (k \times \Delta f) / (B_{\text{res}} \times B_{\text{video}}) \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

B_{video} ——视频带宽。

大多数频谱分析仪和 EMI 扫频接收机,根据选定的频段和带宽自动设定扫频时间。调节扫描时间以维持校准状态下的显示。若需要较长的观察时间,例如为了捕捉变化缓慢的信号,可重设自动扫描时间。

此外,对于重复扫频,每秒钟扫频次数由扫描时间 $T_{s, \min}$ 和返回时间决定(即返回本机振荡器和储存测量结果的时间,等等)。

6.5.3 步进接收机的扫频时间

通常步进式 EMI 接收机用预定的步长连续调谐在各个频点上。当整个频段范围的步长不连续时，为了保证仪器准确测量输入信号，须确定每个频点的最小驻留时间。

实际测量时，频率步长大约小于等于使用的分辨率带宽的 50%（取决于滤波器分辨率的形状），以减少因步长带来的对窄带信号测量不确定度。在这些假设下，步进式接收机的扫频时间可用下面的方程式计算：

$$T_{s, \min} = T_{m, \min} \times \Delta f / (B_{res} \times 0.5) \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$T_{m, \min}$ ——每一频率的最小测量（驻留）时间。

此外，对于测量时间，有时还应考虑合成器开关转换频率的时间和系统储存测量结果的时间（这在大多数接收机中都能自动完成），以保证选择的测量时间对测量结果有效。另外，所选择的检波器，例如峰值或准峰值检波器，也会对确定时间周期有影响。

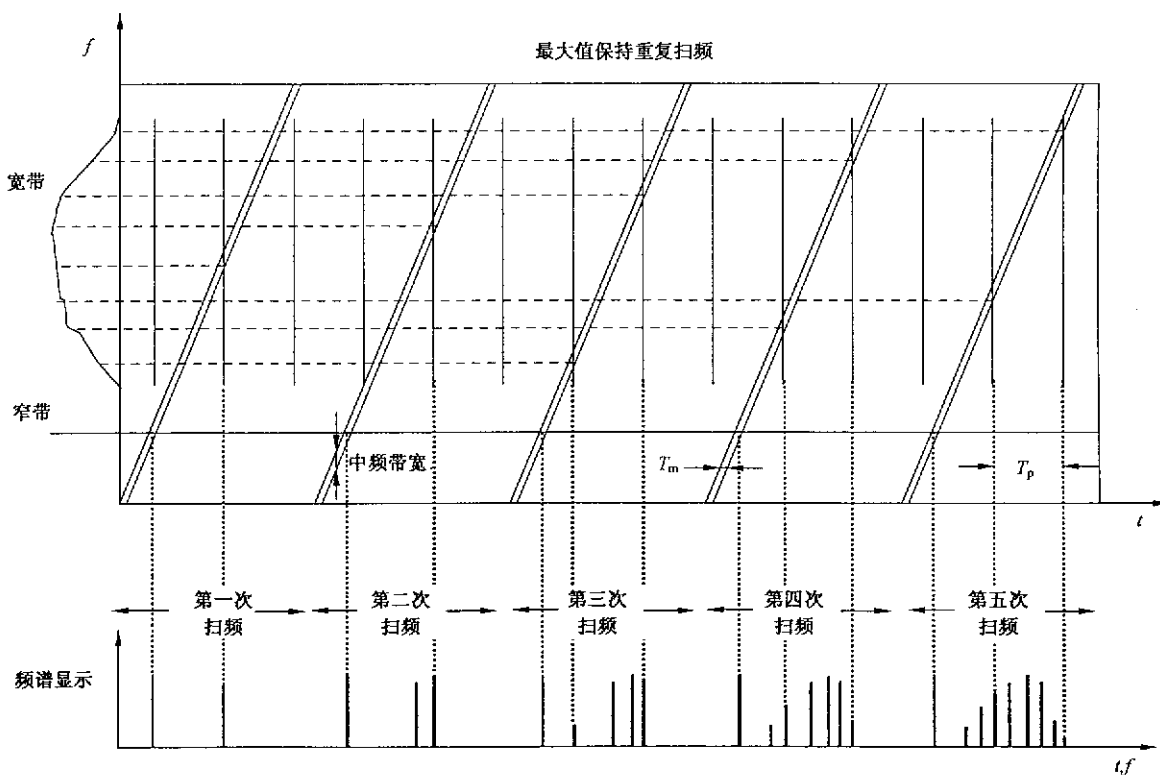
对于单纯的宽带发射，只要能找到发射频谱的最大值，频率步长可增大。

6.5.4 用峰值检波器获得整体频谱的方法

对于每次预扫频测量，应尽可能 100% 的捕捉 EUT 所有频谱中关键的频谱分量。基于测量接收机的类型和骚扰的特性（包括窄带和宽带分量），通常采用以下两种方法：

- 步进扫频：每一频率点的测量（驻留）时间应足够长，以测得信号峰值，例如，脉冲信号测量（驻留）的时间应长于信号重复频率的倒数。
- 连续扫频：测量时间必须大于间歇信号间隔（单次扫频），观察时间内的重复频率扫频的次数应尽可能多，以提高捕捉到信号的概率。

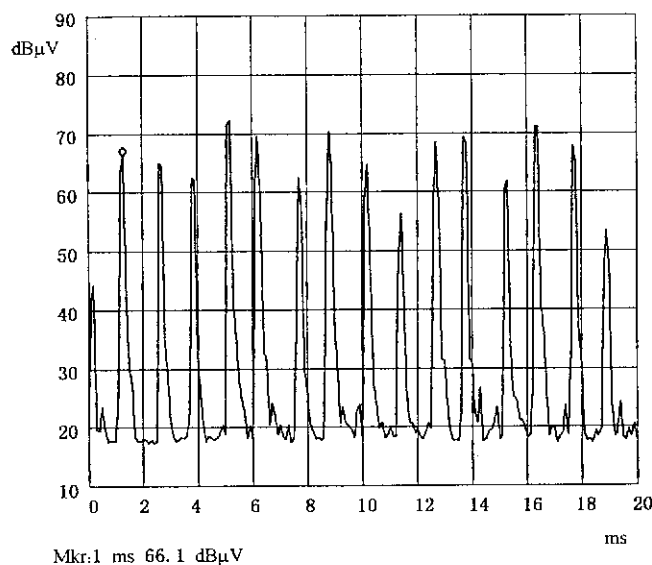
图 1、图 2、图 3 所示是各种时域发射频谱和对应的测量接收机显示的关系图，每个图的上半部分显示的是采用频谱扫描或步进扫描的方式时，接收机带宽的状态。



T_p 为脉冲信号的重复间隔。脉冲出现在频谱-时间图的每条垂直线上(图的上部)。

图 1 对包含有正弦信号(窄带)和脉冲信号(宽带)采用最大值保持方式重复扫频测量示意图

为减少测量时间,需对被测信号进行适时分析。这可以用具有图像信号显示的测量接收机在零跨度模式下或用示波器接到接收机中频或视频输出端获得,如图 2 所示。



直流电机的骚扰:由于换向器换向片的数量多,脉冲重复率高(约 800 Hz),脉冲幅度变化大。因此在本例中推荐使用峰值检波器,测量(驻留)时间 >10 ms。

图 2 适时分析的示例

下述方法可用于确定脉冲间隔和脉冲重复频率以及选择扫频速率或驻留时间:

- 对于连续非调制窄带骚扰,可选用仪器设置的最快扫频时间;
- 对于纯连续宽带骚扰,例如,点火发动机、弧焊设备、带换向器的电机,为取得发射频谱可采用步进扫频(用峰值或准峰值检波器)。这样若知道骚扰类型,根据经验可用折线画出频谱包络线(见图 3)。步长的选择应满足频谱包络中无明显的变化被遗漏。单次扫描测量(如果足够慢)也能得到频谱包络;

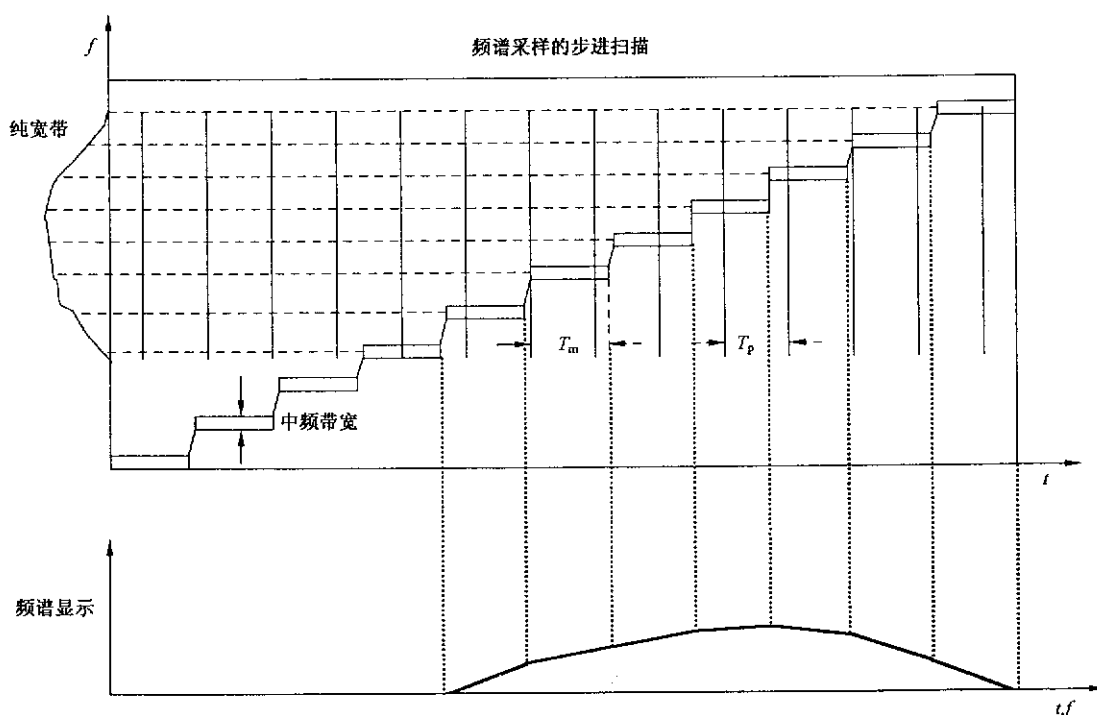


图 3 步进式接收机进行宽带频谱测量

——对于未知频率的间歇窄带骚扰，在“最大值保持”功能下，采用快速短时扫描或慢的单次扫描（见图4）。在实际测量前，需进行时域分析，以确认能获取正确信号。
 测量（驻留）时间 T_m 应大于脉冲重复间隔 T_p （脉冲重复频率的倒数）。

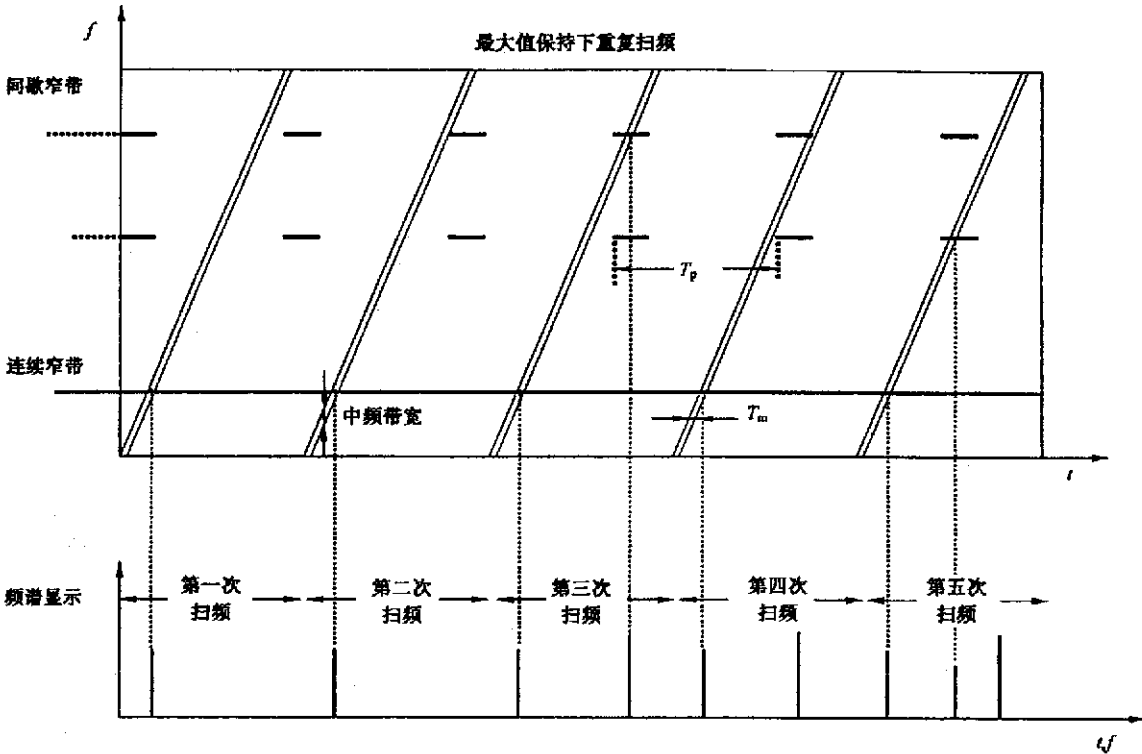


图4 在最值保持功能下用短快重复扫描测量间歇窄带骚扰获得

注：在上例中需要5次扫描，直到所有频谱分量被捕捉。扫描次数或扫描时间可能要增加，这取决于脉冲宽度和脉冲重复周期。

必须按照断续骚扰分析程序来测量间歇宽带骚扰，如GB/T 6113.101—2008中所述。

7 辐射骚扰测量方法

7.1 概述

本条将规定设备和系统产生的无线电骚扰场强的通用测量方法。辐射骚扰测量的经验普遍少于电压测量的经验。因此，随着知识和经验的积累，辐射骚扰测量方法要修订和扩展。特别要注意和EUT相关的导线及电缆的影响。

对有些产品，可能需要测量辐射骚扰的电场分量、磁场分量或这两个分量。有些时候，与辐射功率有关的定量测量则更为合适。通常，要测量骚扰相对于参考接地平面的水平分量和垂直分量。电场或磁场分量的测量结果一般用峰值、准峰值、平均值或有效值来表示。

骚扰的磁场分量通常只测到30 MHz。在磁场测量中，当使用远场天线法时，只测量接收天线位置上场的水平分量。当使用大环天线(LLA)系统时，则测量EUT的三个正交的磁偶极矩。（注意在单天线法中，由于反射的作用，在天线位置场的水平分量是由EUT的水平和垂直偶极矩决定的。）

7.2 9 kHz~1 GHz 频率范围的场强测量

场强测量可以在开阔试验场，装有吸波材料的屏蔽室、混响室中进行，或使用大环天线(LLA)系统来测量。由于某些实际原因，可能有必要规定其他的试验场地。

7.2.1 开阔试验场的测试

开阔试验场应符合GB/T 6113.104—2008和GB/T 6113.105—2008中规定的物理特性、电特性

和有效性。

7.2.2 通用测量方法

图 5 表示在直射波和地面反射波到达接收天线的情况下，在开阔试验场进行测量的原理图。

EUT 应放在地平面以上规定的高度，并模拟正常运行状态来布置。天线按规定的距离放置。在水平面内旋转 EUT 并记下最大的读数。再调节天线高度，使直射波和反射波接近或达到同相叠加。这些程序性步骤可以变换，也可能需要重复，以便找出最大骚扰。由于一些实际原因，高度变化会受到限制，因此可能达不到完全同相叠加。

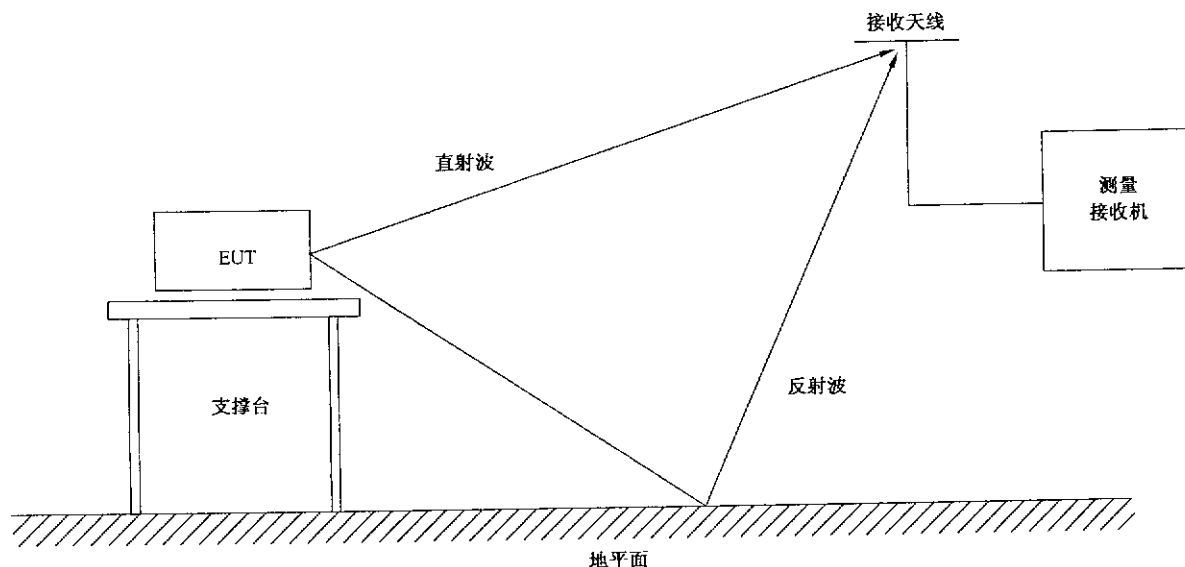


图 5 开阔试验场(OATS)上直射波和反射波到达接收天线的情况下测量电场强度的原理图

7.2.3 测量距离

EUT 应在确定辐射骚扰限值的那个规定距离上进行测量，除非因为设备的大小等因素而不能这样做。测量距离是 EUT 最接近于天线的那一点和天线的中点在地面上的投影之间的距离。在某些试验装置中，这个距离是从天线到 EUT 的辐射中心来测定的。测量距离为 10 m 时这两种方法都可以采用。在大多数的室外场地情况下，优先采用 10 m 距离，因为在这个距离上预计的被测骚扰电平会远高于允许进行试验的一般环境电平。通常不采用小于 3 m 或大于 30 m 的距离。如果有必要采用规定以外的测量距离，那么应当采用产品(类)EMC 标准中规定的方法来外推测量结果。如果没有给出指南，则必须提供适当的外推理由。一般，外推法并不遵循简单反比距离的定律。

在可能的场合下，应在远场条件下进行测量。远场区可以由下列条件来确定：

测量距离 d 选择为：

- $d \geq \lambda/6$ ，在此距离上 $E/H = Z_0 = 120\pi = 377\Omega$ 。即电场强度分量和磁场强度分量是互相正交的。如果该 EUT 被认为是一个调谐的偶极子天线，则测量误差约为 3 dB；或
- $d \geq \lambda$ ，作为平面波的条件，如果 EUT 被认为是一个调谐的偶极子天线，则误差约为 0.5 dB；或
- $d \geq 2D^2/\lambda$ ，式中 D 为 EUT 的最大尺寸，或为照射 EUT 所确定的天线最小尺寸，它应用于 $D \gg \lambda$ 的那些情况。

7.2.4 天线高度变化

对于电场强度测量，天线距离地平面的高度应在规定的范围内变化，以便获得直射波和反射波同相位时会出现的最大读数。作为一般规律，对于测量距离小于和等于 10 m 时，在测量电场强度时天线高度最好在 1 m~4 m 之间变化，在 30 m 以下的较大测量距离时，天线高度最好在 2 m~6 m 之间

变化。为了获得最大的读数，可能要把地面以上的天线最小高度调低到 1 m 以下，这些高度扫描适用于水平极化和垂直极化，只是对于垂直极化，最小高度应调到使天线的最低点离开场地地面至少为 25 cm。对于磁场强度测量，使用单环磁场天线时，接收天线的高度可以固定在规定的标高上（从地面到环天线底部的典型值为 1 m）。环天线或 EUT 应作方位旋转，以便找到最大的被测骚扰。

7.2.5 产品(类)EMC 标准的具体规定

除了规定详细的测量方法和被测骚扰参数以外，产品(类)EMC 标准还应包括下面概述的其他有关细节。

7.2.5.1 试验环境

应考虑试验环境的影响，以便保证 EUT 的正常功能。应规定物理环境的重要参数，如温度和湿度。

必须专门考虑电磁环境以保证骚扰测量的准确性。当 EUT 不通电时，在试验场测到的环境噪声和信号电平至少应低于限值 6 dB。一般认为这一要求并不是在所有频率上总可以实现。然而，只要测得的环境电平加上 EUT 的无线电噪声发射仍不超过限值，就认为 EUT 符合限值。关于环境电平和产生测量误差的进一步指南参见 6.1.1 和附录 A。

如果在规定的测量范围内一些频率上的环境电平超过了限值，那么可以采用下列替代方法：

- 在较近的距离上进行测量，再将结果外推到规定限值的那个距离上，外推公式应是产品(类)EMC 标准中推荐的，或是在不少于三个不同距离上经测量验证过的。
- 在广播电台停播和工业设备的环境电平较低时，在原先环境电平超过规定的频段上进行测量。
- 在屏蔽室或装有吸波材料的屏蔽室内，把试验频率上 EUT 的骚扰幅度与邻近频率上的骚扰幅度进行比较，可以用测到的邻近频率的骚扰幅度来估计试验频率上 EUT 的骚扰幅度并加以比较。

注：屏蔽室或装有吸波材料的屏蔽室不应用来对 EUT 其他频率作符合性判定。除非装有吸波材料的屏蔽室的数据与开阔试验场的数据有相关性。

- 在确定开阔试验场的轴线时，要考虑强环境信号的方向，以便使试验场上的接收天线的方向性尽可能地区分出这样的强信号。
- 对于发生在射频信号附近的 EUT 窄带骚扰，在二者都落入标准频带内时，可能要用较窄的仪器带宽进行测量。

7.2.5.2 EUT 的布置

应规定 EUT 的工作条件，例如，输入信号的特性、运行的方式、部件的安置、互连电缆的型号和长度，等等。

测试单个或多个部件的系统应满足下列两个条件：

- 系统按典型应用的情况布置；
- 系统要按产生最大骚扰的方式布置。

术语“系统”是指 EUT 及与 EUT 相连的部件和所有需要连接的电缆的组合。

术语“布置”是指 EUT 系统的其他部件，互连电缆以及组成该系统的电源线的定位或取向。在所有的测量中，系统的布置都应调整到使上述两个条件满足（首先满足条件 a），然后满足条件 b）。

术语“典型的”用来描述 EUT 实际使用中是如何布置的。建立典型布置的指南概述如下。

对于被设计成多单元系统组成部分的设备，应按照制造商的说明书将 EUT 安装成典型系统并加以布置。它也应代表典型使用的方式来运行。在整个试验期间，EUT 和所有的系统部件都应工作在典型应用的范围内，以便获得各个骚扰的最大值。

接口电缆应连接到 EUT 的每一个接口端口，应测试每一根电缆位置变化时产生的影响，以便找到某种使实际应用中由它的典型布置所限定的情况下各个骚扰能达到最大值的试验布置，如果少数这

样几根电缆的布置会引起所测试的整个频段内的最大辐射,则操作的次数可能是有限的。

接口电缆应是设备制造商所规定的电缆类型和长度。

各电缆的任何超长部分应在电缆中心附近以 30 cm~40 cm 长的线段分别地捆扎成 S 形。如果由于电缆粗大或刚硬,或因为要在用户设备现场进行试验而不能这样处理时,则对电缆超长部分的处理可以交给测试工程师自行决定,并应在试验报告中加以说明。对超长电缆的不同要求,可以在产品(类)EMC 标准中作出规定。

电缆不应放置在 EUT 的底部、顶部或系统部件上(除非这样放置是适当的),例如,电缆应按常规通过架空电缆架或接地平面下方走线。只有在符合典型应用的情况下才应将电缆紧靠着 EUT 外壳和所有的系统部件放置。应在各种不同的运行状态下对 EUT 进行测试。

对于通常在台面上工作的 EUT,应将 EUT 放置在一个台面大小适合的绝缘台上进行辐射发射测试,绝缘台应放在一个由绝缘材料制成的可以遥控的旋转平台上,旋转平台的台面通常高出接地平面不到 50 cm,绝缘台和旋转平台的高度合起来高出接地平面 80 cm。如果旋转平台和接地平面一样高,则旋转平台的表面应该是导电的,而 80 cm 的高度是相对于旋转平台的台面来测量的。通常放置在地面上的 EUT 将放置在地面上测试。在这种情况下,应采用与接地平面齐平的旋转平台。

应按照制造商的要求和使用条件将 EUT 接地,如果 EUT 工作时不接地,则试验时不接地。当 EUT 带有接地端或实际安装条件下被连接到内部接地线,则接地线或接地点应连接到接地平面(或作为大地的设施)上,来模拟实际的安装条件。任何内部接地线,包括 EUT 交流电源线插头端的任何内部接地线都应当通过电源设施与地连接。

7.2.6 测量设备

所有的测量设备(包括天线)都应符合 GB/T 6113.101—2008 和 GB/T 6113.104—2008 的有关要求。

7.2.7 在其他室外场地测量场强

对某些产品,例如,ISM 设备和机动车辆,由于一些实际的原因,可能必须另外规定室外场地,它们类似于开阔试验场但没有任何金属接地平面。7.2.3~7.2.6 中作出的规定仍然适用。

7.2.8 在混响室中测量辐射骚扰

(在考虑中)

7.2.9 在装有吸波材料的屏蔽室中测量辐射骚扰

7.2.9.1 在有接地平板且其余各面装有吸波材料的屏蔽室中的测量(半电波暗室 SAC 或 SAR)

(在考虑中)

7.2.9.2 在各面装有吸波材料的屏蔽室中的测量(全电波暗室 FAC 或 FAR)

7.2.9.2.1 试验布置

应使用与 FAR 校验相同类型的接收天线进行 EUT 发射测量。天线的高度固定在测试空间的几何中心高度。接收天线分别在水平极化和垂直极化下进行测量。EUT 放置在转台上,当不要求连续旋转时,转台应至少在三个方位(0°,45°,90°)上进行测量。

测量距离是指由天线参考点到 EUT 边界的距离。如果天线参考点和相位中心不同,应使用此时的修正系数进行场强测试。

注:修正系数 C_{Rd} (见公式(4a))叠加在场强上,以减少不确定度。在天线校准程序中,需测量每个频点的相位修正系数 C_{Rd} 。(此程序由天线校准或对数周期参数的物理间距计算确定。)与天线系数(AF)合并。这两个系数(C_{Rd} 和 AF),单位 dB,加到天线输出端的电压上,得到公式(4b)。若未包括相位中心修正,不确定度的估算应考虑其附加影响。

$$C_{Rd} = 20 \lg[(R + P_f - d)/R] \dots\dots\dots (4a)$$

电场强度由公式(4b)得出:

$$E_f = V_f + AF_{FS(D)} + C_{Rd} \dots\dots\dots (4b)$$

式中:

f ——频率, MHz;

R ——天线参考点到骚扰源边界点的距离, m;

P_r ——相位中心位置,它是频率的函数, m,由天线顶端起;

d ——天线参考点到天线顶端的距离, m;

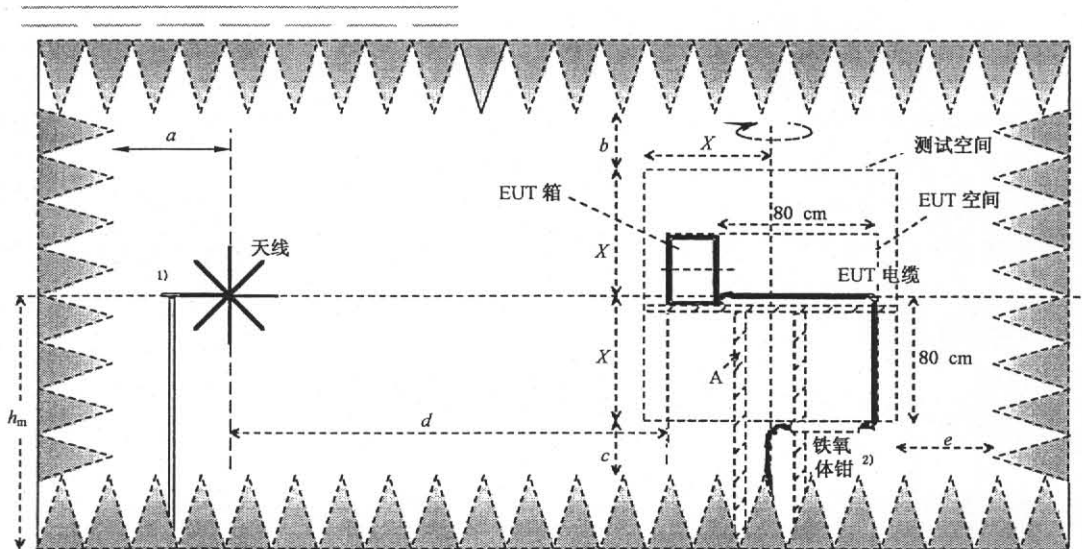
E_r ——距源为 d 米处的电场, dB(μ V/m);

V_r ——频率 f 处天线输出端的电压, dB(μ V);

C_{rd} ——相位中心修正系数, dB;

AF_{FSD} ——相位中心处电场的天线系数(自由空间), dB(m^{-1})。

图 6 给出了典型的测试布置。



A——转台和 EUT 支撑物;

$2X$ ——例如 1.5 m, 2.5 m, 5 m, 与测试距离对应(分别对应为 3 m, 5 m, 10 m);

h_m ——测试空间的中心高;

推荐 a, b, c 和 $e \geq 0.5$ m (≥ 1 m 更适宜), 实际值应符合 GB/T 6113. 104—2008 中的 FAR 校准程序;

d ——3 m, 5 m 或 10 m。

1) EUT 测试中天线和电缆应一起校验且实际测量布置应与校验时的布置一致。

2) 铁氧体钳根据相关的产品标准使用。使用情况(如果需要)应在测试报告中给出。

图 6 FAR 中的典型测试布置(图中 a, b, c 和 e 取决于暗室的性能)

将 EUT 放置在转台上, 图 6、图 7、图 8 是 FAR 中不同尺寸 EUT 的示意图。在校准中, 转台、天线塔和支撑地应在适当位置, 组成材料大部分为电磁波透明体。距离 a, b, c 和 e 由测试空间尺寸限定。垫板的高度(吸波材料的高度 + c)即放置落地式设备的高度(转盘的高度在测试空间外)。

7.2.9.2.2 EUT 位置

EUT 以典型的模式被配置、安装、布置和运行。EUT 每个类型的接口均应连接电缆。

如果 EUT 由分离的装置组成, 各装置之间应按照常规情况保持间隙, 如可能, 应保持 10 cm 间隙。内部连接电缆应捆扎成束。电缆束长度应为 30 cm~40 cm, 电缆束的方向与电缆成纵向布置。

那些 EUT 运行所需要但不是 EUT 的组成部分的辅助设备应放置在屏蔽室的外面。

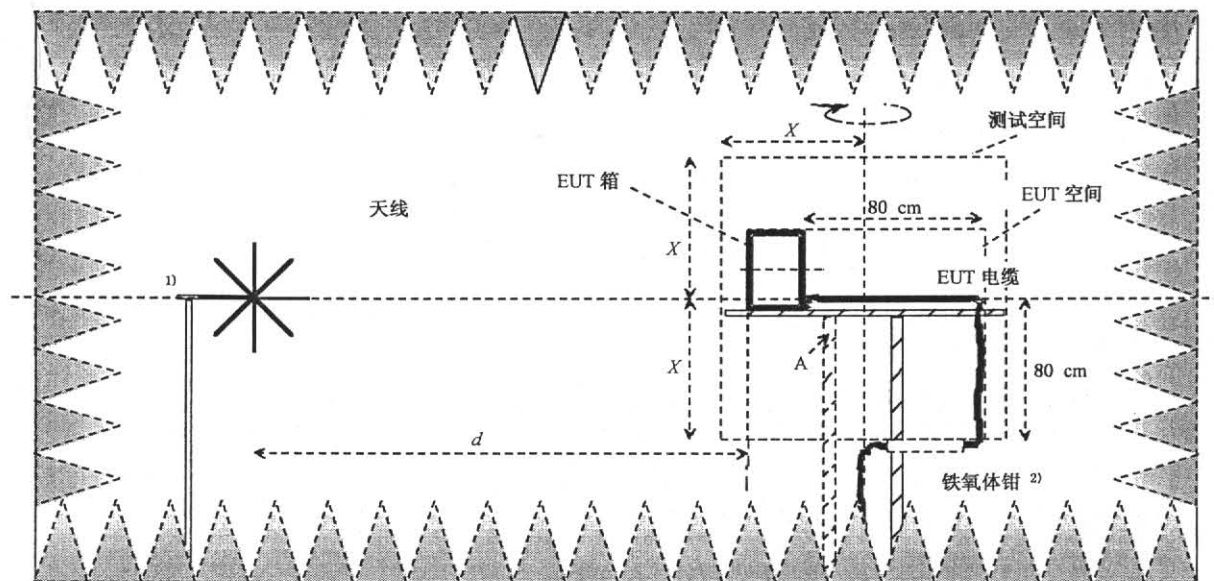
整个 EUT 必须安装在试验空间内。

为了提高测量的重复性, 应考虑以下内容:

EUT(包括电缆的布置, 根据 7.2.9.2.3 条)应被放置在其中心与测试空间中心高度相同的位置。适宜高度的非导体支撑物用来保持该高度。

当实际情况不允许将大型的 EUT 抬高到测试空间的中心时(见图 6 和图 7),EUT 在测试时应放在一个绝缘垫上(图 8),其高度应在测试报告中给出。

图 6 和图 7 给出了在 FAR 中几种类型的 EUT 的布置。



A——转台和 EUT 支撑物；

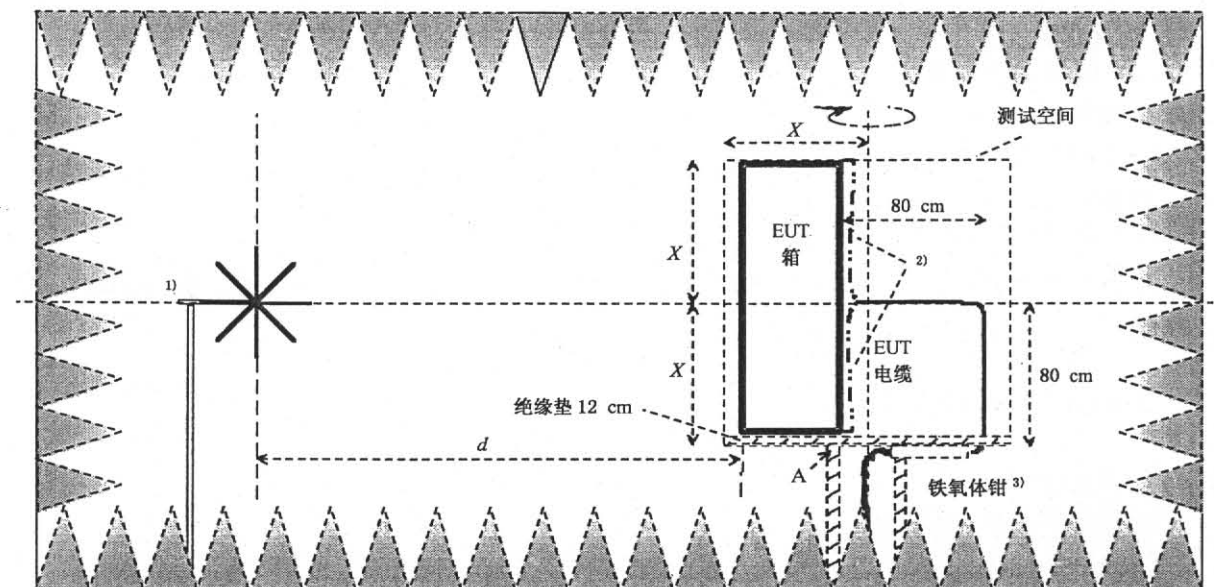
2X——1.5 m, 2.5 m, 5 m；

d——3 m, 5 m 或 10 m(分别对应的测试距离为 3 m, 5 m, 10 m)。

1) 天线电缆的布置应与场地校验中的布置相同(见图 6)。

2) 铁氧体钳根据相关的产品标准要求使用,使用情况(如果需要)应在测试报告中给出。

图 7 FAR 测试空间内台式设备的典型测试布置



A——转台和 EUT 支撑物；

2X——1.5 m, 2.5 m, 5 m(d : 3 m, 5 m 或 10 m, 分别对应的测试距离为 3 m, 5 m, 10 m)；

12 cm 的绝缘垫(10 cm~14 cm)为金属和木质地面的折衷(见 GB 9254—1998 的 8.1.2)。

1) 天线电缆的布置应与场地校验中的布置相同(见图 6)。

2) 电缆布置取决于电缆插座的位置,并应尽可能的靠近测试空间外壳表面。

3) 铁氧体钳根据相关的产品标准要求使用,使用情况(如果需要)应在测试报告中给出。

图 8 FAR 测试空间内落地式设备的典型布置

某些落地式设备的安装要求直接安装或直接固定在导电地上。在 FAR 中进行落地式设备测量时应注意以下方面：

如果对于打算直接安装或固定在接地平板上的落地式设备的测量结果不符合 FAR 限值，则最好是模拟其最终的安装环境，在接地平板上进行测量，骚扰可能会降低。当发射频率在 200 MHz 以下、水平极化时，典型安装受试设备，若其发射源高度距地面小于等于 0.4 m，则建议优先在 FAR 进行不符合性测试，并推荐模拟设备将要安装的状况，在地平面上进行附加测试（例如，开阔场或半电波暗室）。

7.2.9.2.3 电缆布置和端接

当单独的 EUT 在不同的测试场地测量时，通常由于电缆布置和端接的不同，EMC 测试结果的复现性差。

下面列出的是一般的测试布置条件以提高复现性（见图 7 和图 8）。理想的情况是所有被测的辐射都是由测试空间发出的。测试中应使用生产商规定的电缆。如果无法获得这样的电缆，在测试报告中应清晰说明测试中使用的电缆规格。

连接到 EUT、辅助设备或供电电源的电缆应包括在测试空间内部的（见图 7 和图 8）0.8 m 的水平走线和 0.8 m 的垂直走线（没有任何捆绑）。任何长度超过 $1.6\text{ m} \pm 5\%$ 的电缆都应布置在测试空间的外部。

若生产商规定的电缆长度短于 1.6 m，电缆的长度尽可能一半为水平，而另一半为垂直布置。

在测试程序中，没有连接辅助设备的电缆，必须对其端接进行适当处理。

——同轴（屏蔽）电缆端接的匹配阻抗（50Ω 或 75Ω）。

——一芯以上的屏蔽电缆应按照生产商的规定配备共模（线对参考地）和差模（线对线）端接负载。

——非屏蔽电缆必须按照生产商的规定配备共模和差模端接负载。

如果 EUT 需要辅助设备来使其运行正常，应考虑辅助设备应对辐射发射测量无影响。如有可能，辅助设备应放置在屏蔽室外。必须考虑防止在 FAR 内通过连接电缆的 RF 泄漏。

在不同的产品标准中规定了测试布置包括电缆布置、连接电缆和端接负载的规格及测量时测试空间外部电缆长度的发射对测量结果影响的抑制措施（例如铁氧体钳的使用）。

由于 EUT 的性质不同，产品标准可根据本条款分别考虑（例如，GB 9254—1998 的条款 10.4）。

7.2.10 在 TEM 室中测量

（在考虑中。）

7.3 1 GHz~18 GHz 频率范围内的场强测量

7.3.1 测量值

EUT 在测量距离上的电场强度就是测量值，结果表述为场强。

注：在某些标准中，1 GHz 以上设备的发射限值用 ERP（有效辐射功率）来表述，单位 dB(pW)。在自由空间远场条件下，3 m 距离的 ERP 与场强的转换公式为：

$$E_{(3\text{ m})}/\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m}) = \text{ERP}/\text{dB}(\text{pW}) + 7.4$$

距离不是 3 m 的公式为：

$$E_d/\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m}) = \text{ERP}/\text{dB}(\text{pW}) + 7.4 + 20\lg[3/(d/\text{m})]$$

7.3.2 测量距离

EUT 场强发射的首选测量距离为 3 m。

在实际条件下可使用其他距离：

——当环境噪声很高或为了减少不希望有的反射时，可以缩短测量距离，但应确保测量距离大于或等于 $D^2/2\lambda$ 。

——当 EUT 很大时，可以增大测量距离，以使天线波束覆盖 EUT。

如果有争议，应优先考虑 3 m 测量距离。

注：假设 EUT 产生的主要骚扰是不连贯的并且为一个点源辐射，上面提到的最小测量距离（ $D^2/2\lambda$ ）计算中的 D 是为测量天线的口径尺寸，不是 EUT 的。

7.3.3 受试设备(EUT)的布置

一般来说,EUT在1 GHz以下的测量布置也可用于1 GHz以上的测量。

7.3.4 测量程序

7.3.4.1 测量天线波束覆盖 EUT

1 GHz以上使用已校准的线性极化天线测量辐射发射,与1 GHz以下的天线相比,这种天线的波束宽度(方向图主瓣)较小。天线的主瓣宽度由天线3 dB波束宽度定义,应该了解每个天线的波束宽度,这样当测量大型的EUT时,就可以确定覆盖EUT的区域。当EUT很大,超过测量天线的波束宽度时,有必要在EUT各表面移动测量天线或对EUT进行另一种方式的扫描。当辐射测量在限值距离上进行,而测量天线在此距离上无法完全覆盖该大型EUT,则可能需要在更远距离处进行附加测量,以便验证在限值对应距离的发射最大。

注:“EUT包括在天线的波束宽度中”是指EUT表面和由EUT引出一个波长(对应最低频率,例如1 GHz)的电缆在波束宽度内。

7.3.4.2 一般测量程序

对于任何的EUT,首先应通过初步测试发射最大化(见7.3.4.3)找到发射频率。然后进行最终的发射测量(见7.3.4.4)。首选在限值距离上进行这两个测试,如果有正当理由,最终测试可以在不同距离上进行,但应首先在限值对应的距离上进行测量,以便发生争议时提供解释。

在进行测试前,应先确认测量仪器相对于限值的灵敏度。如果整个测量中,测量灵敏度不够,可以使用低噪声放大器、减少测量距离或使用较高增益的天线。若采用减少测量距离或使用有较高增益的天线则应考虑波束宽度与EUT的相对尺寸。而且,当使用前置放大器时,应考虑系统的过载电平是否足够。

在测量高电平发射前测量低电平发射时,测量仪器应有熔断器及饱和保护器。应组合使用带通、带阻、低通和高通滤波器。但是应知道这些滤波器和其他装置在测量频段的插入损耗值,测试报告中的计算应包括这些值。

注:确定是否产生非线性效应(过载、饱和等)的简单方法是在测量仪器的输入端插入一个10 dB的衰减器(如果使用了前置放大器,就应放在其前端)并确认(可能产生非线性效应的)大信号的所有谐波的幅值是否减少10 dB。

7.3.4.3 初步测试发射最大化

可按下列步骤在初步测试中找到给定运行模式的最大辐射发射:

- a) 在固定天线高度和极化方向(水平或垂直)、EUT方位条件下监视关注的频率范围。
- b) 记下最大信号的频率和幅度。
- c) EUT 360°旋转,将可疑的最大幅度的信号最大化。如果观察到的此信号或其他频率上的信号超过记下的最大信号幅度2 dB,则EUT回到该方位重复进行步骤b)。否则,还原EUT至最初的方位重复进行最大幅值测量。

注1:替代的方法,若不旋转EUT所在的转台,可以绕EUT旋转接收天线。

- d) 在给定的变化范围内移动天线(在产品或产品类标准中规定了天线搜索高度,无论在什么情况下,最大高度变化范围为1 m~4 m)使可疑最大幅度的信号最大化。如果观察到的此信号或在其他频率的信号超过记下的最大信号幅度2 dB,则天线固定在此高度重复进行步骤b)。否则,移动天线至观察到的最大幅值的高度进行测量。
- e) 将天线改为另一极化方向,重复步骤b)到d)。将可疑的最高幅值信号的测量结果与前一极化方向的结果相比较。选出并记下这两个信号中较大的。此信号被定义为EUT在此运行模式下对应限值距离观察到的最大信号。
- f) 应检查EUT在各种运行模式下对测量结果的影响。检查的方法是改变EUT的运行模式重复步骤b)到e)。

g) 完成步骤 a) 到 f) 后,记录下最终辐射测量时 EUT 最终的布置和运行模式(对应最大辐射发射)。

注 2: 本条款描述的程序适用于一般情况。但是,需要注意的是此程序十分耗时,产品委员会需要根据他们的具体情况进行检查和调整。以下两个原则是简化此方法的基础:

- EUT 在水平面旋转,除非确定它为特殊的产品或产品类,其发射显著来自一个方向或各个方向;
- 天线搜索的高度限制在 EUT 以上或以下的某个角度或距离,如果特殊产品或产品类的发射最大值在或接近水平面,搜索高度甚至固定(仅需水平极化测量)。

7.3.4.4 发射最终测试

当确定了初步测试初测发射最大化(接收天线在最大发射的位置上),在产生最大发射的布置条件(天线高度、EUT 方位等)下测量给定测量距离的 EUT 的场强发射。

在与使用频段相适用的时间内,频谱分析仪在最大值保持功能下获得最终测量结果。根据每个被测产品的特性考虑运行模式和时时间常数,为每个产品或产品类确定测量时间。

7.4 30 MHz~18 GHz 频率范围替代法测量

此方法旨在测量来自 EUT 壳体(包括壳体内部的导线和内部电路)所产生的辐射无线电骚扰。EUT 可以是根本无任何接口的自身单元,也可以是含有一个或几个电源端口和其他外部接线的设备。

本替代法近来用于测量 1 GHz~18 GHz 频率范围内微波炉的发射。

对于将来的产品标准,建议产品委员会使用条款 7.3 描述的场强测量方法。

7.4.1 试验场地

试验场地应是一块平坦场地。室内场地也可以使用,但需经过特别的布置,尤其是在频率范围的高端,以便满足稳定性和来自周围物体的非临界反射的要求。例如,在测量天线上加一个角反射器和在 EUT 后面的墙上装上吸波材料。场地的适用性应按下述方法来确定。

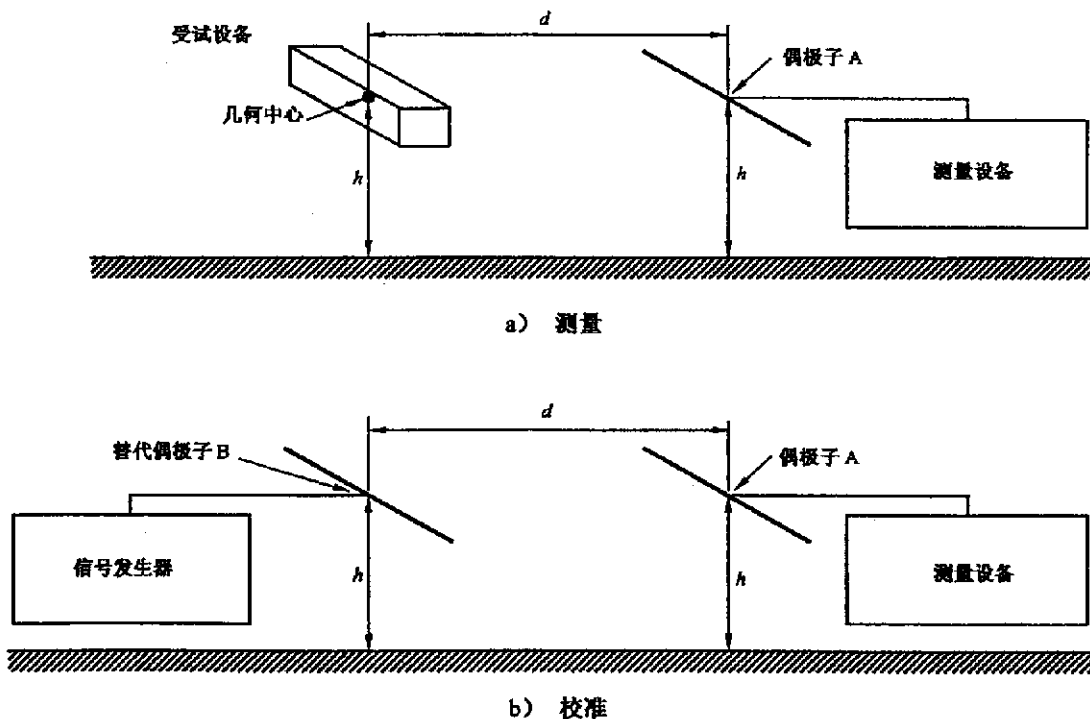


图 9 替代测量法(见 7.4.1 和 7.4.3)

将两个水平半波长偶极子天线(见 7.4.2)以高出地面至少 1 m 的相同高度 h , 测量距离为 d , 作相互平行地放置。偶极子天线 B 应连接到信号发生器, 而偶极子天线 A 连接到测量接收机的输入端。信号发生器应调谐到使测量接收机能获得最大指示(值)并将其输出指示调节到一个方便读取的电平

上。如果偶极子天线 B 在任何方向上移动 10 cm, 而测量接收机的指示变化不超过 ± 1.5 dB, 则认为场地在该试验频率点是适合测量的。试验应在整个频率范围内, 以足够小的频率间隔重复进行, 以确保场地对于所有要进行的测量, 都能满足要求。

如果 EUT 还需要进行垂直极化的测量(见 7.4.3), 则还应使用两个处于垂直极化位置的偶极子天线来检验场地的适合性。

7.4.2 试验天线

图 9 中的试验天线 A 和 B 是上述的半波偶极子天线。对于低于 1 GHz 的频率范围, 这个要求主要应用于发射天线 B。因为最大辐射方向上的辐射功率必须与天线 B 的端接功率相关。测量天线 A 也应是一个半波偶极子天线。它的实际灵敏度将包含在试验布置的替代校准中。

在 1 GHz~18 GHz 频率范围内, 推荐使用线性极化的喇叭天线。

7.4.3 EUT 的布置

EUT 应放置在一个具有水平旋转装置的绝缘台上, EUT 应布置得使它的几何中心与早先用作偶极子天线 B(图 9)中心点的那点相重合。如果 EUT 是由一个以上的单元组成, 则每个单元应分别测量。如果工作不会受到有害影响的话, 则卸去 EUT 可拆卸的导线。需要的导线应该配备铁氧体吸收环, 并放置在不会影响测量结果的位置上。对于屏蔽的 EUT, 所有不使用的连接端都应端接屏蔽端接。

7.4.4 试验方法

按条款 7.4.3 所叙述的方法布置 EUT 时, 要将水平极化的测量偶极子天线 A 放置在检验试验场地时的同一位置上。该偶极子天线应与通过它的中心和 EUT 的中心的那个垂直平面正交。EUT 应首先在它常规放置在试验台上的位置进行测量, 然后将 EUT 沿着常规的垂直边翻转 90° , 再进行测量。在每一个位置上, 它都应在水平面内旋转 360° , 则最大读数 Y 就是 EUT 的特征值。

用一个半波偶极子天线 B 替代 EUT 来校准测量系统, 这个校准偶极子天线 B 的中心应该处在先前被测 EUT 几何中心的同一点上, 并与测量天线 A 平行且连接到信号发生器上。在每一个测量频率上, 调节信号发生器, 使测量接收机给出的读数和先前记录到的最大读数(Y)相同, 则半波偶极子天线 B 的输入功率就被确定为 EUT 壳体辐射的功率。

当用测量偶极子天线进行水平极化和垂直极化测量时, 对两种方式都必须分别校准。

7.5 现场测量

7.5.1 现场测量的适用性和准备

现场测量可用于研究特定位置干扰的问题, 例如, 电气设备可能对其附近的无线电接收产生干扰。

如果由于技术原因无法在标准测试场地进行辐射发射测量, 而相关的产品标准允许, 则现场测量也可用于符合性评估。不能在试验场进行测量的技术原因可能是由于 EUT 的尺寸或重量过大而造成的或是由于在标准的场地测量时系统内各部分的连接太昂贵。同一型号的 EUT 在不同场地的现场测量结果与标准试验场测得的结果是不同的, 因此现场测量不用于型式试验。

注 1: 一般来说, 由于现场环境中导电结构(或多或少影响了环境电磁场)与测量天线/受试设备间的相互的耦合造成的缺陷使现场测量不能完全替代 GB/T 6113.104—2008 中规定的适宜的测量场地(开阔场试验场或替代测量场地, 例如(半电波)暗室)。

EUT 通常由一个或多个装置和/或系统组成, 或是成套设备的一部分, 或与成套设备连接。

EUT 外围各部分连成一周, 作为确定测量距离的参考点。在某些产品标准中, 将商业园区或工业园区的外墙或边界作为参考点。

初步测试用以从环境信号中识别 EUT 中潜在干扰源(例如, 振荡器)的骚扰场强的频率和幅度。对于这些测量, 推荐用频谱分析仪替代接收机, 这样可进行大量的频谱分析。推荐将电流探头放在连接

电缆上或将近场探头或测量天线放置在靠近 EUT 处,来确定骚扰信号的频率和幅值。

若可能,应在 EUT 产生最高骚扰场强的运行模式下,对选定的频率进行测量。后续测量也应在 EUT 的这些运行模式下进行。

注 2: 当 EUT 是设备的一部分且不能独立于其他设备运行,很难找到产生最大骚扰的条件。对于某些这样的设备,它们的运行状况(尤其是周期性运行的设备)可能与时间相关。此时选定的观察周期应足够长以保证有最高骚扰产生。

围绕 EUT,在近似相同的测量距离上对每一个被选频率进行测量,以确定最大骚扰场强产生的方向。EUT 应至少在三个方向上受试。在每个频率上的最终骚扰场强测量应考虑实际情况,在最大骚扰场强(频率不同方向可能不同)的方向上进行测试。

天线分别在水平极化和垂直极化下测量最大骚扰场强。

如果被测骚扰场强与环境发射的比小于 6 dB,可按照附录 A 的方法进行测量。

7.5.2 9 kHz~30 MHz 频率范围场强测量

7.5.2.1 测量方法

磁场骚扰场强应在 EUT 产生最大骚扰场强的运行模式下在最大辐射方向上测量。

水平极化骚扰场强应用 GB/T 6113.104—2008 中条款 4.2.1 规定的环天线,在标准测量距离 d_{limit} 下测量,天线高度 1 m(地面与天线最低部分间的距离)。旋转天线以确定最大骚扰场强。

注:在任意布置的方向上测量最大骚扰场强,应将天线定位在三个正交方向上,被测的场强由下式计算:

$$E_{max} = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2}$$

当给出了 E 场的等效限值,而被测场强为磁场分量, H 场可以通过自由空间阻抗 377Ω 转化为对应的 E 场强,即将 H 场强的读数乘以 377。H 场强由下式给出:

$$H_{max} = \sqrt{H_x^2 + H_y^2 + H_z^2}$$

当限值为磁场强度时, H 场强值可直接应用。

如果天线不能在三个正交方向上移动,为了测量到最大骚扰场强,可以手动旋转天线至最大读数的方向。

7.5.2.2 非标准距离测量

如果无法在产品或通用标准上规定的标准测量距离 d_{limit} 进行测量,那么应在最大辐射方向上,在小于或大于标准测量距离的位置进行测量。

如果无法在标准距离测量,应至少在大于或小于标准测量距离的三个不同测量距离上测量。

测量结果(dB)作为测量距离的函数在对数坐标上描点。用一条线连接测量结果,这条线表示随距离的增加,场强减小。可用此线确定不同测量距离上的骚扰场强,例如,标准距离处的场强。

7.5.3 30 MHz 以上频率范围的场强测量

7.5.3.1 测量方法

电场强度应在 EUT 产生最大骚扰场强的运行模式下且在 EUT 最大辐射方向的标准距离位置上测得。应尽可能地按照实际情况,用宽带天线测量最大水平极化和垂直极化的骚扰场强,如能实现,在 1 m~4 m 高度范围移动天线。得到的最大值即为测量值。

推荐使用双锥天线测量 200 MHz 以下频段,使用对数周期天线测量 200 MHz 以上频段。测量天线与附近任意金属物体(包括电缆)的距离应大于 2 m。

7.5.3.2 非标准测量距离

在产品标准或通用标准中规定了标准测量距离 d_{std} 。如果不能在标准测量距离测量,应按照条款 7.5.2.2 在不同的测量距离上测量骚扰场强。每次测量都须进行天线高度扫描。在对数坐标上被测场强是测量距离的函数,因此可以按照条款 7.5.2.2 通过描点确定标准距离 d_{std} 上的骚扰场强。

如果标准的测量距离处恰为建筑物的外墙或边界,因而不能在标准的测量距离测量,可用公式(5)将测量结果转换为标准距离的场强:

$$E_{std} = E_{meas} + n \times 20 \times \lg \frac{d_{meas}}{d_{std}} \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

E_{std} ——标准距离上的场强, dB(μ V/m), 用于与发射限值比较;

E_{meas} ——测量距离处的场强, dB(μ V/m);

d_{meas} ——测量距离, m;

d_{std} ——标准测量距离, m;

n 取决于测量距离 d_{meas} , 如下:

若 $d_{meas} \geq 30$ m $n=1$;

若 30 m $> d_{meas} > 10$ m $n=0.8$;

若 10 m $> d_{meas} > 3$ m $n=0.6$ 。

注: $n < 1$ 适用于测量距离与到 EUT 的距离不同的情况。

测量距离不能小于 3 m。

如果不能在不同的测量距离上测量, 而测量距离未涉及到建筑物的外墙或边界, 则不能使用公式(5), 那么通过辐射骚扰功率确定场强(见 7.5.4)。

7.5.4 用替代法进行辐射骚扰功率有效性的现场测量

7.5.4.1 一般测量条件

若 EUT 可以关闭且 EUT 可以被移除替代, 则使用替代法没有附加条件。

若 EUT 不能被移除且其前表面为大的平面, 应考虑到此表面对替代法的影响(见公式(7b)¹⁾。如果测量方向上 EUT 的前表面不平, 无需考虑因此引起的附加的测量不确定度。

若 EUT 不能关闭, 只要 EUT 在特定频率点的骚扰场强比其邻近频率的场强至少高 20 dB(邻近频率指在一个或两个接收机 IF 带宽内的频率), 就仍可以在邻近频率上用替代法测量辐射功率, 应尽可能注意对无线电业务的干扰。

7.5.4.2 30 MHz~1 000 MHz 频率范围

7.5.4.2.1 测量距离

所选的测量距离应符合远场条件。

一般要满足:

a) $d > \lambda/2\pi$ 并且

b) $d \geq 2 \times D^2/\lambda$ \dots\dots\dots(6)

式中:

d ——测量距离, m;

D ——包括电缆在内的 EUT 最大的尺寸, m;

λ ——波长, m;

或

测量距离 $d \geq 30$ m。

远场中公式(5)中的系数 n 假定为 1。如果选定的测量距离较短, 通过条款 7.5.3.2 的场强反比于距离的结论, 证实此假定有效。

若客观条件需要缩短测量的距离, 应给予说明。

7.5.4.2.2 测量方法

有效辐射骚扰功率应在 EUT 产生最大骚扰场强模式下的最大辐射方向上测量。按照 7.5.4.2.1

1) 原文中为(3b), 是编辑性错误, 应为(7b)。

选取测量距离,至少应尽可能地在 1 m~4 m 范围内改变天线的高度确定所选频率点的最大骚扰场强。

有效辐射骚扰功率的测量应按照步骤 a)到 g)进行:

- a) EUT 应被断开并移除。用半波偶极子天线或其他具有类似辐射特性的天线(增益为 G)替代 EUT 的位置。若移除 EUT 是不实际的,则应将半波或宽带偶极子天线(频率低于 150 MHz 时 EUT 耦合最小)放在靠近 EUT 的位置。改变后的距离不超过 3 m。
- b) 信号发生器给半波(或宽带)偶极子馈送与 EUT 运行时发射频率相同的信号。
- c) 半波偶极子(或宽带天线)的位置和极化方向应使接收机能接收到最大场强。如果 EUT 未被移除,可能的话,关掉 EUT,将偶极子在距 EUT 不超过 3 m 的范围内移动。
- d) 改变信号发生器输出的功率,直至测量接收机的读数与所测得的 EUT 的最大骚扰读数相同为止。
- e) 如果 EUT 的前面为一个巨大的平面(例如,一个有线电视网络的建筑物),替代天线(半波偶极子)放置在此平面(建筑物)前大约 1 m 处。替代的位置应选择在假定替代天线和测量天线垂直于建筑物表面的连线上。
- f) 改变接收天线的高度、极化方向和到包括替代半波偶极子(或宽带天线)的假想面的距离,此假想面与替代天线和测量天线连线垂直,使接收机接收到最大场强。
- g) 信号发生器的功率按照 d)进行变化。

当移除 EUT 或 EUT 的前表面不在假想平面内的情况,信号发生器功率 P_G 加上发射天线的增益 G 等于半波偶极子的有效辐射骚扰功率 P_r :

$$P_r = P_G + G \quad \dots\dots\dots(7a)$$

当 EUT 在假想的平面(例如,信息交换大楼)内,放置在此表面前的偶极子天线的增益将增加,有效辐射功率由下式给出:

$$P_r = P_G + G + 4 \text{ dB} \quad \dots\dots\dots(7b)$$

式中:

P_r ——单位 dB(pW);

P_G ——单位 dB(pW);

G ——单位 dB 有效辐射骚扰功率可用于计算在标准测量距离 d_{std} 处的骚扰场强。自由空间场强 E_{free} 可由下式计算:

$$E_{free} = \frac{7 \sqrt{P_r}}{d_{std}} \quad \dots\dots\dots(8)$$

式中:

E_{free} ——单位 $\mu\text{V}/\text{m}$;

P_r ——单位 pW;

d_{std} ——单位 m。

如果公式(8)计算得到的自由空间场强与标准测量场地测得的骚扰场强限值相当,那么考虑到地面反射,在标准场地测量的场强幅度高于公式(8)得到的自由空间场强大约 6 dB。考虑此增量修改公式(8)。因此可用下式计算垂直极化方向上标准距离处的骚扰场强:

$$E_{std} = P_r - 20 \lg d_{std} + 22.9 \quad \dots\dots\dots(9a)$$

由于 160 MHz 频率以下水平极化方向上的最大场强不是在标准测试场地测量,因此 6 dB 系数应修正如下:

$$E_{\text{rad}} = P_r - 20 \lg d_{\text{rad}} + 16.9 + (6 - c_c) \quad \dots\dots\dots(9b)$$

式中:

E_{rad} ——单位 dB($\mu\text{V}/\text{m}$);

d_{rad} ——单位 m;

f ——测量频率;

c_c ——水平极化修正系数。假定辐射源高度为 1 m。

f/MHz	30	40	50	60	70	90	100	120	140	160	180	200	750	1 000
c_c/dB	11	10.2	9.3	8.5	7.6	5.9	5.1	3.4	1.7	0	0	0	0	0

这种骚扰场强的测量方法主要用于测量天线和 EUT 之间有障碍物的情况。

7.5.4.3 1 GHz~18 GHz 频率范围

7.5.4.3.1 测量距离

测量距离的选择应满足远场条件。用双脊波导喇叭天线或对数周期天线验证辐射骚扰功率是测量距离的函数。若测量距离等于或大于转折距离,则满足远场要求。转折距离由图 10 确定的转折点确定。对测量结果进行描点,两条间距 5 dB 的平行线应包括尽可能多的测量结果。转折点前为横线,转折后的辐射功率随距离增加而下降,斜率为 20 dB/10 倍距离。

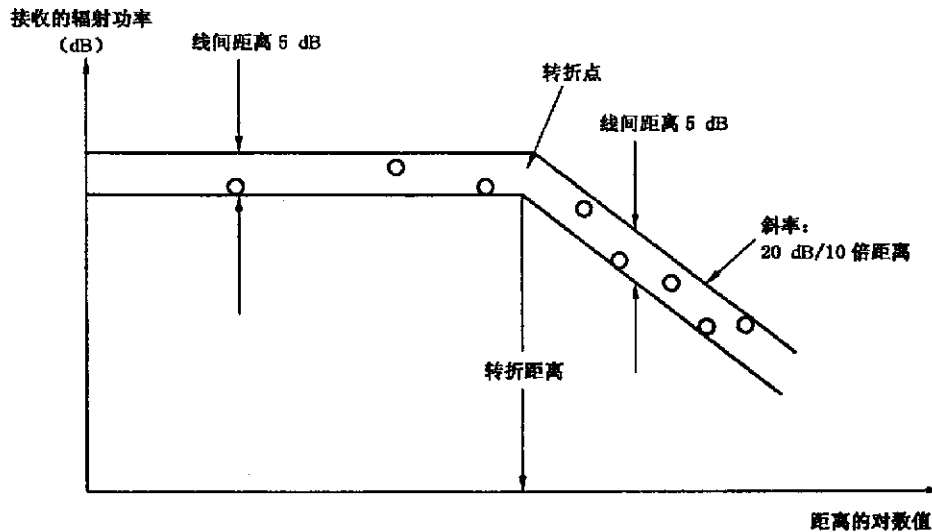


图 10 转折距离的确定

7.5.4.3.2 测量方法

辐射骚扰功率应在 EUT 产生最大骚扰场强的模式下且在最大辐射方向上测得。用双脊波导喇叭天线或对数周期天线确定最大辐射的方向。根据 7.5.4.2.1 条选择测量距离,测量被选定频率的骚扰场强。稍微改变天线的位置,确保此处不是场强的最小点(例如,反射)。

测量辐射骚扰功率时,EUT 应关闭,双脊波导喇叭天线或对数周期天线靠近 EUT 放置或取代 EUT 的位置。在相同频率上,信号发生器给天线馈送信号。天线的方位应能使测量接收机接收到最大场强。应固定天线位置。改变信号发生器的输出功率直到测量接收机接收值与 EUT 产生的功率相同。信号发生器的输出功率 P_G 加上相对于半波偶极子的传输天线的增益 G 等于辐射骚扰功率 P_r :

$$P_r = P_G + G \quad \dots\dots\dots(10)$$

式中:

P_r ——单位 dB(pW);

P_G ——单位 dB(pW);

G ——单位 dB。

7.5.5 测量结果说明

现场测量的特殊环境和条件应给予说明,以便当重复测量时能重现测量条件。测量说明应包括以下内容:

- 用现场测量替代标准场地测量的原因;
- EUT 的描述;
- 技术文件;
- 标明测量位置现场测量示意图;
- 测量安装的描述;
- 被测成套和 EUT 连接的描述;技术数据和位置/布置描述;
- 运行条件的描述;
- 测量设备;
- 测量结果:
 - a) 天线极化;
 - b) 测量值:频率、测量电平和骚扰电平;
注:骚扰电平是指归一化到标准测量距离上的电平。
 - c) 干扰程度的评估(如果适用)。

7.6 环天线系统测量方法

本条叙述的环天线系统(LAS)适用于在室内测量频率范围为 9 kHz~30 MHz 由单个 EUT 发射的磁场强度。该磁场强度是根据 EUT 的骚扰磁场在 LAS 中感应到的电流来测量的。

LAS 常用 GB/T 6113.104—2008 附录 C.4 叙述的方法来验证其有效。该附录也提供了全面描述 LAS 的资料以及用 LAS 所获得的测量结果和按 7.2 条叙述的方法所获得的结果之间的关系。

7.6.1 一般测量方法

图 11 表示用 LAS 进行测量的一般原理。EUT 放置在 LAS 的中心。由 EUT 的磁场感应到 LAS 中三个大环天线的电流,用与测量接收机(或等效仪器)相连接的大环天线上的电流探头来测量。在测量期间 EUT 要保持在固定位置上。

依次测量三个相互正交的磁场分量在三个大环天线内所产生的电流。所得的电平都应符合产品(类)EMC 标准中所规定的发射限值,并用 dB μ A 表示。

发射限值适用于标准直径为 2 m 的 LAS 大环天线。

7.6.2 试验环境

LAS 的外径与周围物体(如地板和墙壁)之间的距离至少应为 0.5 m。

由射频环境场强在 LAS 内感应的电流应按 GB/T 6113.104—2008 的 5.4 来判断。

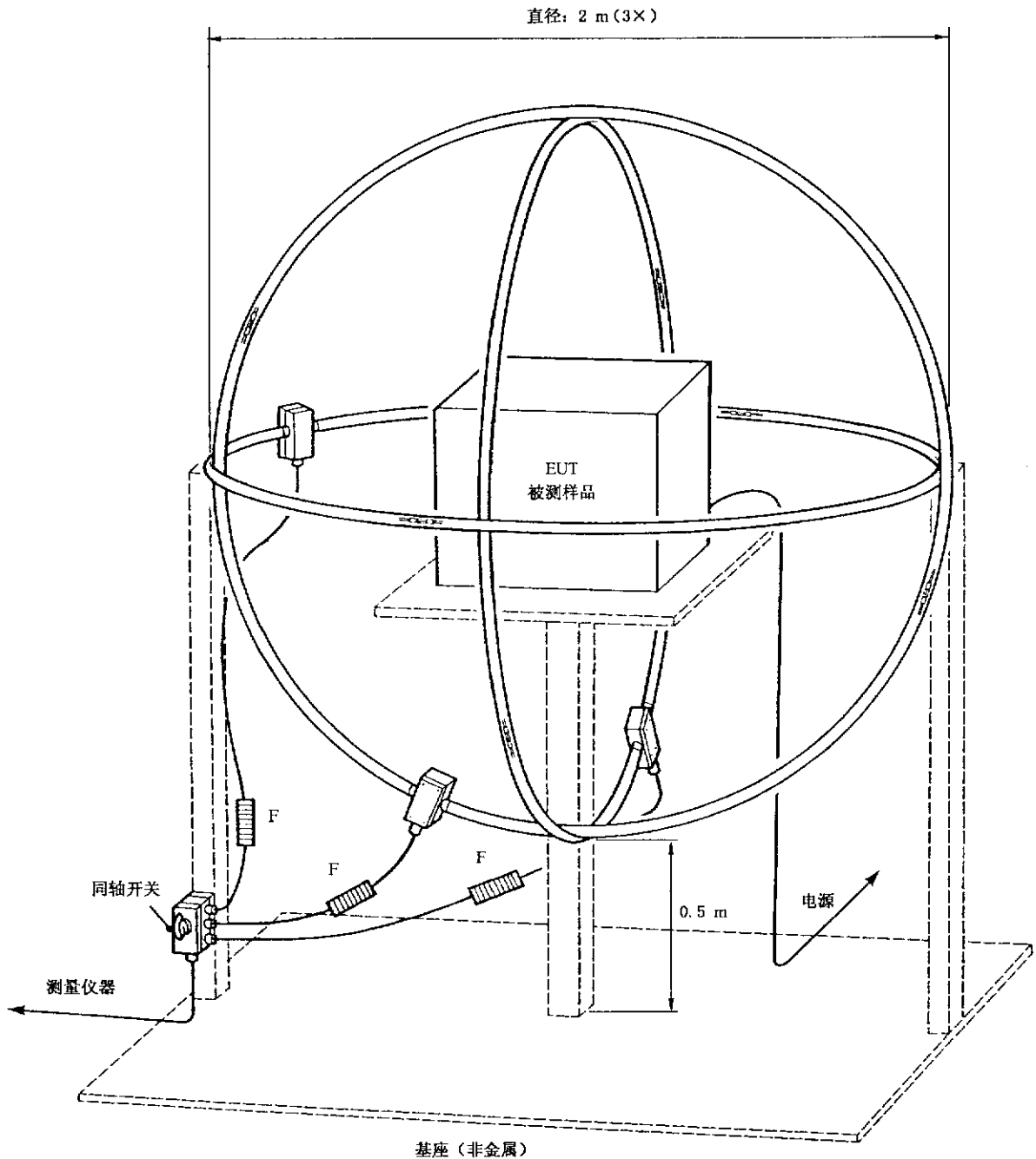
7.6.3 EUT 的布置

为了避免 EUT 与 LAS 之间的无用电容性耦合,EUT 的最大尺寸应使 EUT 与 LAS 的标准直径为 2 m 的大环天线之间至少有 20 cm 的距离。

为了得到最大的电流感应值,应选择最佳的电源线位置。一般,当 EUT 符合传导发射限值时,这个位置不应是临界位置。

在大型 EUT 情况下,LAS 的大环天线直径可能要增加到 4 m,在那种情况下:

- a) 测得的电流值应按照 GB/T 6113.102—2008 附录 B.6 来校正;
- b) EUT 的最大尺寸应使 EUT 与大环之间的距离至少保持 $0.1 \times D$ m, D 是非标准的大环直径。



F——铁氧体吸收装置。

图 11 用环天线系统进行磁场感应电流测量的原理图

8 发射的自动测量

8.1 自动测量的概述

多数情况下,可用自动测量替代 EMI 重复测量以降低操作人员在读数和记录中的差错。由计算机采集数据产生的错误,可由操作人员检查发现。在某些情况下,自动测量可能产生比熟练的操作者手动测量更大的不确定度。不过,无论是手动测量还是用软件控制,测得的发射值的准确度是没有差异的。两种情况下,测量不确定度都是基于所用仪器在测量设置时的准确度。当实际的测量情况与软件设定的条件不同时,可能会增加难度。

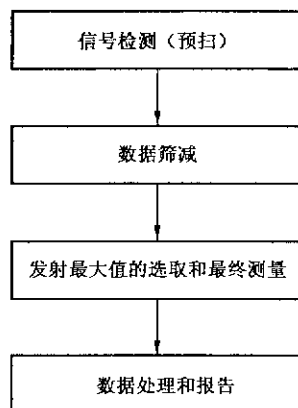
例如:若在自动测量期间存在环境信号,EUT的发射频率临近高电平环境信号时,可能无法准确测量。一个有经验的测量人员可以轻松的辨别实际骚扰与环境信号,根据情况调整测量EUT发射的方法。可以通过关闭EUT进行环境测量,记录当时试验场的环境信号,减少测量时间。在这种情况下,软件能通过适当的信号识别方法提示测量人员在某些频率上存在潜在环境信号。

若EUT的发射在缓慢变化,EUT发射存在一个低的开关周期或出现不稳定的环境信号(例如电弧焊瞬变),测量人员应介入测量。

8.2 一般测量程序

在使EUT处于最大发射并进行最终测量之前,EMI接收机先捕捉信号。用准峰值检波器测量频段内的所有频率的发射最大值,会耗费过多的时间(见6.5.1),因此不需要对每个发射频率进行像天线高度扫频那样耗时的过程,只要对发射幅值接近或超过发射限值的频率点进行测量,即仅对发射幅值接近或超过限值的关键的频率点测量其最大值。

下列通用程序能减少测量时间:



8.3 预扫

预扫作为整个测量程序的第一步有多个作用。预扫的目的是获得将要进行的附加测试或扫频所需的信息,因此它对测量系统设置提出基本的要求和限制。这种测量模式适用于对那些发射频谱不了解的新产品的测量。通常,预扫是数据采集过程,用于确定测量频段内显著信号的频率范围。为了达到该测量目的可能需要移动天线塔和转台(对辐射发射测量),需要仔细调整频率(例如在OATS进行进一步测量),经过幅值与限值比较,选取有针对性的频率点。这些因素确定了预扫的测量程序。在任何情况下,结果应保存在数据列表中,以作进一步处理。

当对未知发射频谱的EUT进行预扫以快速获取信息时,按6.5条要求进行频率扫频。

确定测量时间:

如果EUT的发射频谱,尤其是最大的脉冲重复间隔 T_p 未知,必须研究以确保测量时间 T_m 不短于 T_p 。EUT发射的间歇特性与发射频谱的临界峰值十分相关。首先应确定发射幅值不稳定的发射频率,这可以通过比较15s观察期间内最大值保持与最小值保持(测量设备或软件的清除/写入功能)获得。观察期间不能改变测量布置(传导发射时不改变导线,功率测量时不移动吸收钳,辐射发射时不移动转台或天线)。例如可以把最大值保持结果与最小值保持结果之差大于2dB的信号作为间歇信号(注意不要把噪声当作间歇信号)。辐射发射测量时,改变天线的极化方向进行复测以减小由于间歇信号低于噪声电平而被遗漏的风险。可以用零跨度扫描或将示波器接到测量接收机的中频输出端测量每个间歇信号的脉冲重复周期 T_p 。增加测量时间直到最大值保持和清除/写入的结果之差小于2dB,此时的测量时间为适宜的测量时间。进一步测量(最大值测量和终测)时,必须确保每一个子频段的测量时间 T_m 不小于脉冲重复周期 T_p 。

确定测量类型的预测试方法:

9 kHz~30 MHz 频率范围的辐射发射中,当接收机对发射频谱进行扫描时,环天线和 EUT 都需旋转以获得最大场强。

30 MHz~1 000 MHz 频率范围,按照表 2,根据测量距离、频率范围和极化方向确定天线的预固定高度。预测量必须在 EUT 多个方位上进行。快速扫描测量是最大化最终测量的第一步,用以获得辐射发射的值。如果要更详细地确定最大发射状态下的天线高度、极化方向和 EUT 的方位,采用的标准应有能确定最大骚扰的适宜程序。

在 1 GHz 以上频率范围,天线应放置在水平极化和垂直极化位置,当对发射频谱进行扫描时,旋转 EUT 以找到最大场强。如果 EUT 的表面比接收天线波束宽度宽,天线应沿着平行于 EUT 的垂直平面水平或垂直移动,以覆盖 EUT 表面(见 7.3.4.1)。

表 2 30 MHz~1 000 MHz 频率范围推荐确保获取信号的天线高度(用于初步测试)

测量距离/m	极化方向	频率范围/MHz	每个频率范围的天线推荐高度/m
3	水平	30~100	2.5
		100~250	1 或 2
		250~1 000	1 或 1.5
	垂直	30~100	1
		100~250	1 或 2
		250~1 000	1 或 1.5 或 2
10	水平	30~100	4
		100~200	2.5 或 4
		200~400	1.5 或 2.5 或 4
		400~1 000	1 或 1.5 或 2.5
	垂直	30~100	1
		100~200	1 或 3.5
		200~400	1 或 2 或 3.5
		400~1 000	1 或 1.5 或 2 或 3.5
30	水平	30~300	4
		300~500	2.5 或 4
		500~1 000	1.5 或 2.5 或 4
	垂直	30~500	1
		500~800	1 或 3.5
		800~1 000	1 或 2.5 或 3.5

注 1: 推荐的天线高度根据发射源相位中心高度在 0.8 m~2.0 m、最大误差为 3 dB(仅适用于初步测试)的条件得出。如果相位中心高度范围减少,那么接收天线选择高度的数目减少。如果有突然变化,例如,频率范围的上限,则可能需要选择更多的天线高度。

注 2: 对于大型的 EUT,例如通信系统,接收天线应放置在几个水平或垂直位置,这取决于天线的波束宽度。

8.4 数据筛减

作为整个测量程序的第二步,通过减少预扫收集的信号数量,以进一步减少整个的测量时间。此过程可以完成不同的任务,例如确定频谱中的关键信号,辨别环境或辅助设备信号和 EUT 的发射信号,比较信号与限值,或根据用户的要求进行数据筛减。GB/T 6113.201—2008 的附录 C 中的判定树给出了数据筛减的另一种方法,依次用不同的检波器把数据与限值进行比较。数据筛减可以用全自动或交互的方式,包括软件工具或操作人员的介入来实现,它不需要独立于自动测量,例如可作为预扫的一

部分。

在某些频段,尤其是调频频段,区分声音广播信号是非常有效的。这就要求对调频信号进行解调,以便能听到其调制的内容。如果预扫的结果中包含有大量的信号,辨别声音广播信号就很必要,该测量过程很长。如果能通过调谐和收听确定频率范围,那么只需在这些频段进行解调。将数据筛减的结果单独列表保存,以便进一步处理。

8.5 发射最大值的选取及最终测量

最终测量是通过测量发射的最大值,以确定它们的最高电平。在找到发射信号的最大值后,以适当的测量时间用准峰值检波和/或平均值检波测量发射电平(如果读数在限值附近波动,则至少需要 15 s 时间)。

测量的类型决定了获得最大信号幅值的测量过程。

辐射发射测量:

9 kHz~30 MHz,改变 EUT 和环天线方位得到最大电平;

30 MHz~1 000 MHz,改变测量天线的高度和极化方向或改变 EUT 的方位得到最大电平;

1 GHz 以上,改变测量天线的高度和极化方向或改变 EUT 的方位得到最大化电平;如果 EUT 表面比天线波束宽度更宽,天线沿 EUT 表面移动。

在实际最大化程序执行之前,将 EUT 设置在最不利的状态以确定能检测到最大发射幅值。主要由手动操作完成寻找产生最大发射的 EUT 和电缆布置的过程。可以使用具有频谱显示功能和信号最大值保持功能的扫描接收机,观察电缆和设备不同布置时幅度的变化。在 EUT 最不利状态下,进行发射的自动最终测量。

典型的辐射发射测量包括 EUT 的旋转,在高度范围内接收天线的扫描和改变天线极化方向的最大化程序。这个耗时的搜索程序可以自动进行,但需要注意的是使用不同搜索方法,得到的结果可能不同。假如已知 EUT 的辐射特性,应改变寻找最大幅值的最大化程序。允许调整天线和转台控制范围,若 EUT 在水平面发射信号,例如有狭缝存在,接收机采集数据时,转台应连续旋转。也就是说,如果转台不连续旋转,则可能由于旋转的角增量间隔太大,无法检测到信号的最大幅度或引起信号的完全丢失。

可以将天线固定在一个高度,360°旋转转台,寻找产生最大发射幅度的角度。然后,改变天线极化方向(例如,由水平极化改为垂直极化),转台反向旋转 360°。此过程中,接收机连续采集数据,根据转台角度和天线极化方向,完成表 2 的频段扫描,确定扫描的最高幅度。然后选定发射幅值最大时天线和转台的位置,在要求高度范围内移动天线,寻找产生最大幅值的位置。将天线返回至测到最大发射幅值的高度,接收机在准峰值检波模式记录此点的发射电平或旋转转台并增加天线高度连续搜寻,更精确地获得给定频率下的最大发射幅度。此外,了解 EUT 的辐射发射的特性,有利于选用最适宜的搜索方法设置软件,以便在最短时间内找到 EUT 的发射最大值。当最终测量是在辐射类型的上升或下降点而非峰值点进行,则会导致测量结果的不确定。

8.6 数据处理和报告出具

作为整个测量程序的最后一步是对文件的要求。用自动或手动交互的方式进行分类和比较路径,列出数据表,作为用户编制所需的报告和文件依据。而作为分类或选取的依据,应获得修正的峰值、准峰值或平均值的幅值。这些处理的结果以分列的数据表或组合的数据表形式保存,作为文件或进一步处理。

检测报告应用列表和图形的形式表示测量结果。此外,有关测量系统的信息也应作为测量报告的一部分,如所用的传感器、测量仪器以及产品标准所要求的 EUT 布置的有关描述。

附录 A

(资料性附录)

存在环境发射时的骚扰测量

A.1 概述

若环境发射(传导和辐射)很高,在现场测量和在开阔试验场(OATS)进行型式试验时应予以考虑。本附录的目的就是对不同的状况给出测量程序。

在一些环境下,这些程序无法提供由环境信号引起问题的解决方法。尤其,本程序不能用来解决 GB/T 6113.104—2008 的 5.4 条引起的问题。但若无此要求,可使用本附录。

A.2 定义

A.2.1 EUT 骚扰 EUT disturbance

待测的 EUT 发射频谱。

A.2.2 环境发射 ambient emission

叠加在 EUT 的骚扰频谱上影响 EUT 骚扰测量准确性的环境频谱。

注:本方法不按照 GB 9254—1998 的条款 10.6 进行测试。

A.3 问题描述

现场测试和开阔试验场型式试验的环境通常不满足 GB/T 6113.104—2008 中 5.4(测试场地环境的射频环境)推荐的条件。

EUT 的射频骚扰经常落在环境发射的频段内,由于 EUT 骚扰和环境发射间没有足够的频率间隔,这就会导致相互叠加,无法用 GB/T 6113.101—2008 中描述的无线电骚扰测量接收机来测量。

当 EUT 的骚扰被单独测量时,标准的 CISPR 测量接收机适于对各种射频发射提供统一的测试结果。然而,它无法很好地区分 EUT 骚扰和环境骚扰,或在此状况下测量 EUT 骚扰。

由于在现场测试下对实际干扰没有选择余地,当 EUT 骚扰和环境骚扰可以被区分时,以下是相应的解决方案。

A.4 推荐的解决方法

A.4.1 概述

EUT 骚扰和环境发射可归类如下:

表 A.1 EUT 骚扰和环境发射的组合

EUT 骚扰	环境发射
窄带	窄带
	宽带
宽带	窄带
	宽带

窄带环境发射,例如 AM-或 FM-调制;宽带环境发射,例如 TV 或数字调制信号。这里的术语“窄带”和“宽带”与 GB/T 6113.101—2008 中的测量接收机的宽带有关。窄带信号被定义为带宽小于测量

接收机带宽的信号。在这种情况下,信号的所有频谱分量包含在接收机带宽内。连续波信号始终是窄带信号,狭窄的 FM 信号可以既是窄带信号又是宽带信号,这取决于实际的接收机的带宽。相反,脉冲信号永远是宽带信号,因为其频谱分量落在接收机带宽内的少,落在带宽外的多。

EUT 的骚扰测量是个复杂的问题:首先,识别 EUT 骚扰和环境骚扰;其次,区别窄带发射和宽带发射。目前的测量接收机和频谱分析仪提供了多种多样的检波方式和带宽。他们可用来分析混合频谱,区分 EUT 的骚扰和环境发射频谱,区分窄带发射和宽带发射,(或在严酷的情况下评估)测量 EUT 的骚扰。

如果在 OATS 进行型式试验,EUT 骚扰的识别和初步测试也可以在全电波暗室(例如,部分)下对 EUT 进行测量,在 OATS 进行最终测量,由此,隐藏在环境中的发射电平可以通过和附近的发射电平之间的比较来确定。

当 EUT 骚扰和环境发射无法分开时,应考虑到发射的叠加。若要分离这两者只有在 EUT 骚扰与环境发射之和与环境发射之比大于 20 dB 时才能实现。

如果 IF 带宽和检波器与规定的带宽和准峰值(QP)检波器不同,那么规定带宽的 QP 值可作为确定测量误差的参考。

图 A.1 是选择带宽和检波器的流程图,以及根据选择而估计的测量误差。

A.4.2 EUT 在屏蔽暗室中的初步测试

在某种限制条件下,可以在屏蔽暗室中进行测试(此处的屏蔽暗室是指布满吸波材料的屏蔽室(半电波暗室或全电波暗室)且不满足 GB/T 6113.104—2008 附录 E(GB 9254—1998 的附录 A)中给出的当前 NSA 值),得到发射频率和幅值。这样将获得幅度明显的发射频谱。如果是窄带发射,产品发射频谱包括用于产品的任何时钟频率的谐波和次谐波。

这些初步测试的结果用于确定在某种限制条件下的产品发射幅值。尤其当最后进行的符合性测试是在 OATS 进行,且一个(或多个)频率被 RF 环境发射覆盖(隐藏),这些被覆盖的频率的临近频率有可能并未同样被 RF 环境发射掩盖。因此,未覆盖的发射可能被符合要求的接收机或频谱分析仪带宽按通常的方法记录下来。按以下方法,可用暗室从高射频环境中分辨被覆盖的 EUT 发射的幅值。

假设在暗室测量程序中,两个相邻的频率发射的幅值差异为 X dB(见图 A.2)。而在开阔场测试中,这些频率中有一个频率的幅值没有被 RF 环境覆盖。可测临近频率与被覆盖频率的幅值之差(“ X ”dB)加上(或减去,取决于差异的符号)在暗室中测得的可测频率的幅值即可得到临近被覆盖频率的幅值。图 A.2 所示,此处 f_1 的幅值比 f_0 的幅值大 X dB(假设频率 f_1 是被覆盖的频率, f_0 是未覆盖的频率)。在 OATS 中将 X dB 加在可测量的 f_0 的幅值上可得到 f_1 的幅值。同样地,在暗室中测量, f_0 的幅值比 f_7 小 Y dB, f_0 的幅值(如果被环境覆盖)在 OATS 中测量时也假定比 f_7 小 Y dB。

注:上面的程序是对条款 7.2.5.1(测试环境)中的点 c)的扩大说明。

使用本程序应注意的几点:

- a) 选择的相邻频率(在初步测试中获得)不多于两个(通常为时钟基频的谐波或次谐波),以保证暗室的不规则不会导致在 OATS 进行评估的临近频率的幅值增加或降低。在此情况下“ X ”的值(或图 A.2 中的 Y)可能不适合。
- b) 在电波暗室,变化接收天线的高度,仔细地测量相邻频率的幅值(用于最终符合性测量)。如果无法进行整个高度的扫描,在(对被 RF 环境覆盖的发射)使用 OATS 幅值确定方法前,应确定暗室测量和对应的 OATS 测量的相互关系。
- c) 对于那些完全的、六个面都进行吸波处理的暗室可用以替代那些调整天线扫描高度的暗室测量,譬如在两个或三个固定高度(由于地面反射被吸收,使接收到的反射信号分量减少),取这些读数的最大值。此方法也需要有上面条款 b)给出的相同的测量关系。

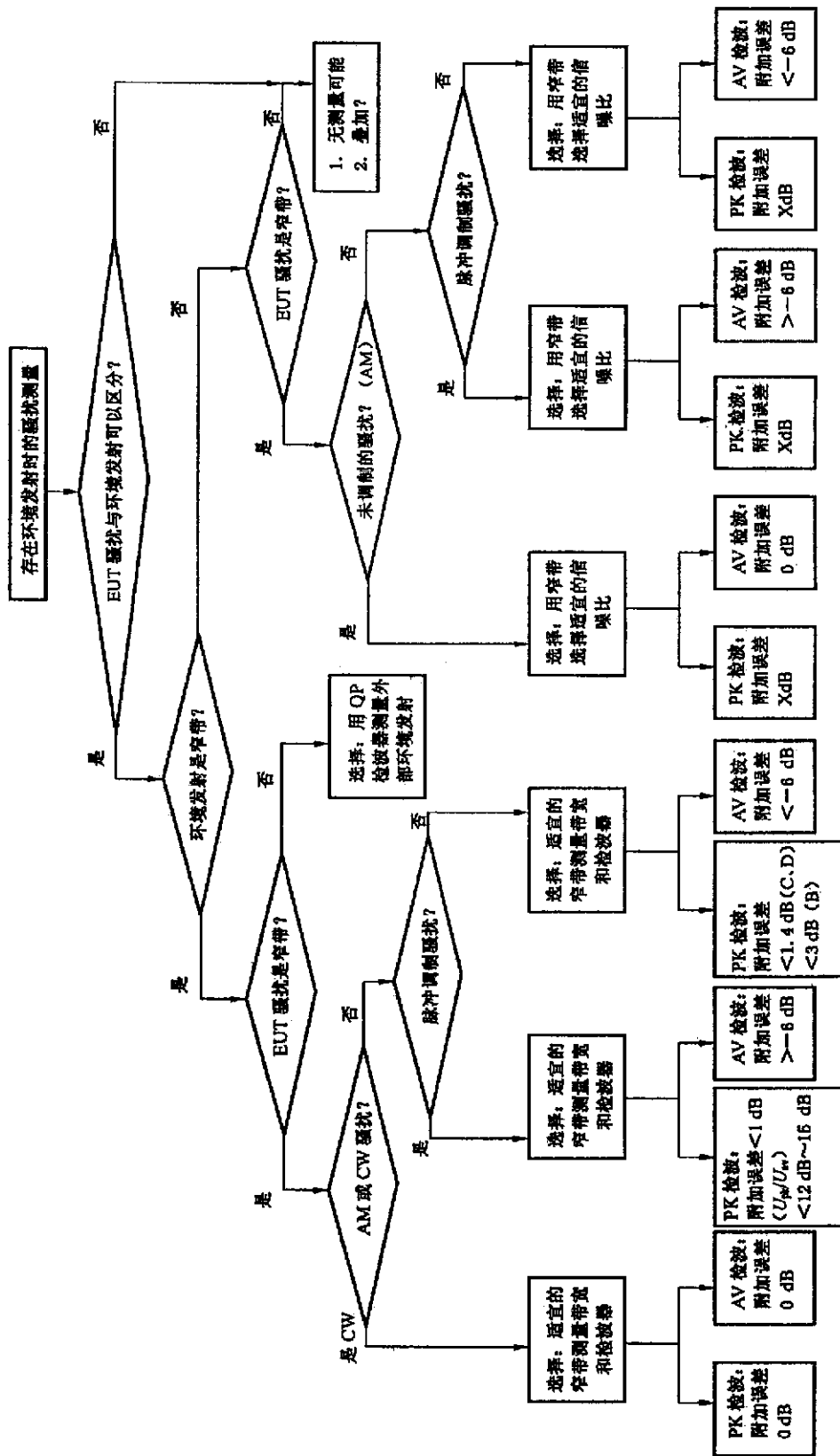


图 A.1 带宽和检波器的选择的流程图及其测量误差的评估

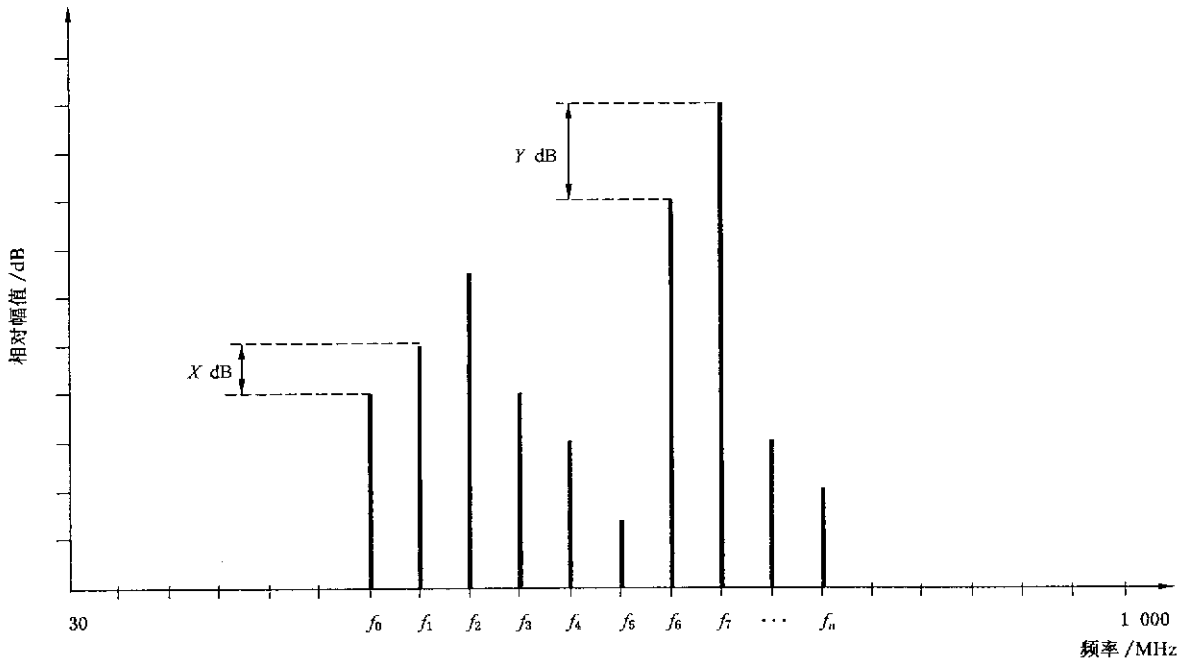


图 A.2 在初步测试中相邻频率发射幅度的相对差异

注：一般 f_n 是 f_0 的 n 次谐波， f_0 是 EUT 的基本发射频率(时钟基波)。

A.4.3 在窄带环境发射中 EUT 的测量方法

根据 EUT 骚扰类型，测量基于以下几点：

- 分析带宽窄于 CISPR 测量接收机检波器带宽的组合频谱；
- 确定适合的测量带宽以选择接近环境发射的窄带骚扰；
- 使用峰值检波器(如果骚扰是调幅的或脉冲调制的)或平均值检波器；
- 假设窄带骚扰处于相对为宽带的环境发射中，此时使用较窄的测量带宽，则 EUT 骚扰对环境发射的比增加；
- 如果无法将 EUT 骚扰和环境发射分离，应按重叠来处理。

A.4.3.1 未调制的 EUT 骚扰

未调制的 EUT 骚扰(见图 A.3)通过选择适宜的窄带测量带宽，可从环境信号中分离。可使用峰值或平均值检波器。与准峰值测量相比，这些检波方式不引入附加的测量误差，如果峰值和平均值电平的差异非常小(例如，低于 1 dB)，测量的平均值等于准峰值。

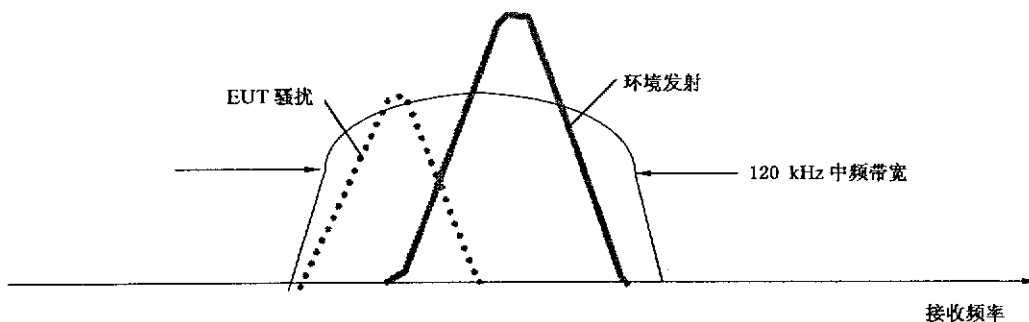


图 A.3 未调制信号的骚扰(点线)

A.4.3.2 幅值调制的 EUT 骚扰

幅值调制的 EUT 骚扰(见图 A.4)可通过选择适当的窄带测量带宽从环境信号中分离出来。值得注意的是，选择的窄带测量带宽不能抑制 EUT 骚扰的调制频谱。作为选择性增加的结果，抑制的调制

频谱可由 EUT 骚扰峰值降低来识别。

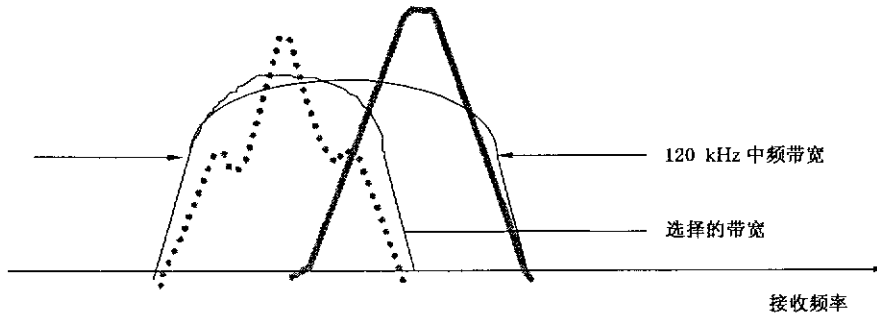


图 A.4 幅度调制(AM)的骚扰信号(点线)

仅当测量时间大于调制频率的倒数时,使用峰值检波器。调制频率低于 10 Hz 时,会引入附加的测量误差(在频带 C 和 D: 10 Hz 处 0.4 dB, 2 Hz 处 1.4 dB; 在频带 B: 10 Hz 处 0.9 dB, 2 Hz 处 3 dB),此处的峰值大于准峰值。

调制频率的准峰值响应在图 A.5 中给出。

99%的调幅信号的 QP 值取决于 CISPR 带宽

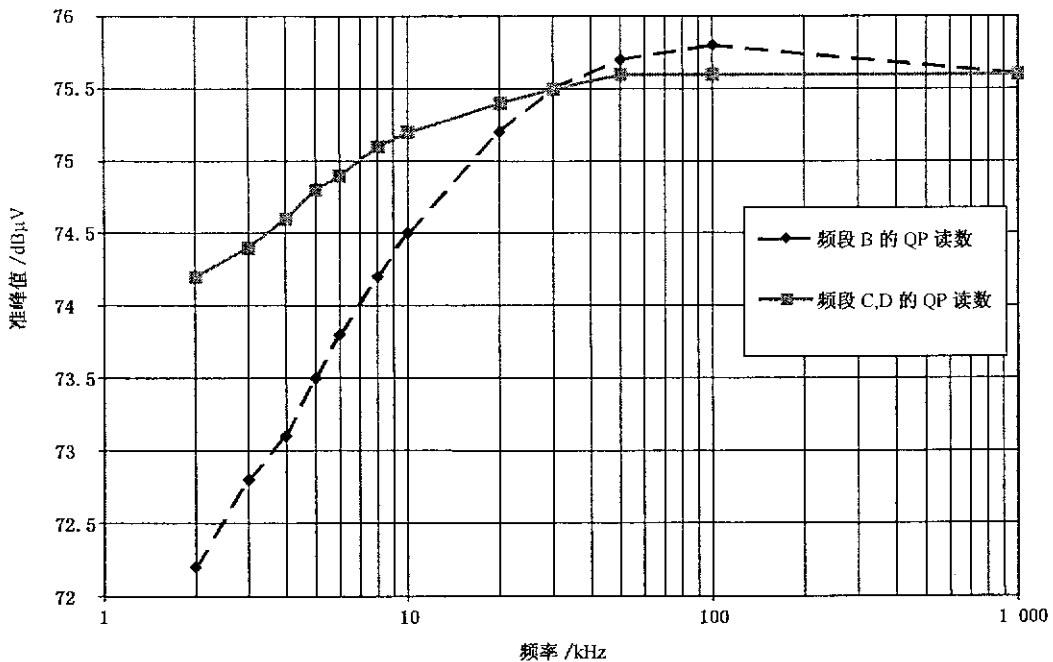


图 A.5 (在 CISPR 的 B,C,D 频段使用 QP 检波器)调幅信号作为调制频率的函数示意图

A.4.3.3 脉冲调制 EUT 骚扰

EUT 的窄带脉冲调制骚扰作为调幅的特例可通过选择适当的窄带测量带宽从环境信号中分离。选择性不能引起调频频谱的降低。对于低重复频率,可能有额外的误差,但是只要峰值和平均值检波器的读数差为 12 dB~14 dB,那么额外测量误差与准峰值相比则不需考虑。

对于脉冲宽度 $t=50 \mu s$ 的示意图(脉冲重复频率与峰值、准峰值、平均值的函数关系),图 A.6 表示了只要峰值与平均值电平之差小于等于 14 dB,则峰值和准峰值的差异可以被忽略。因此,比较峰值和平均值电平可以用来验证峰值检波器的适用性。

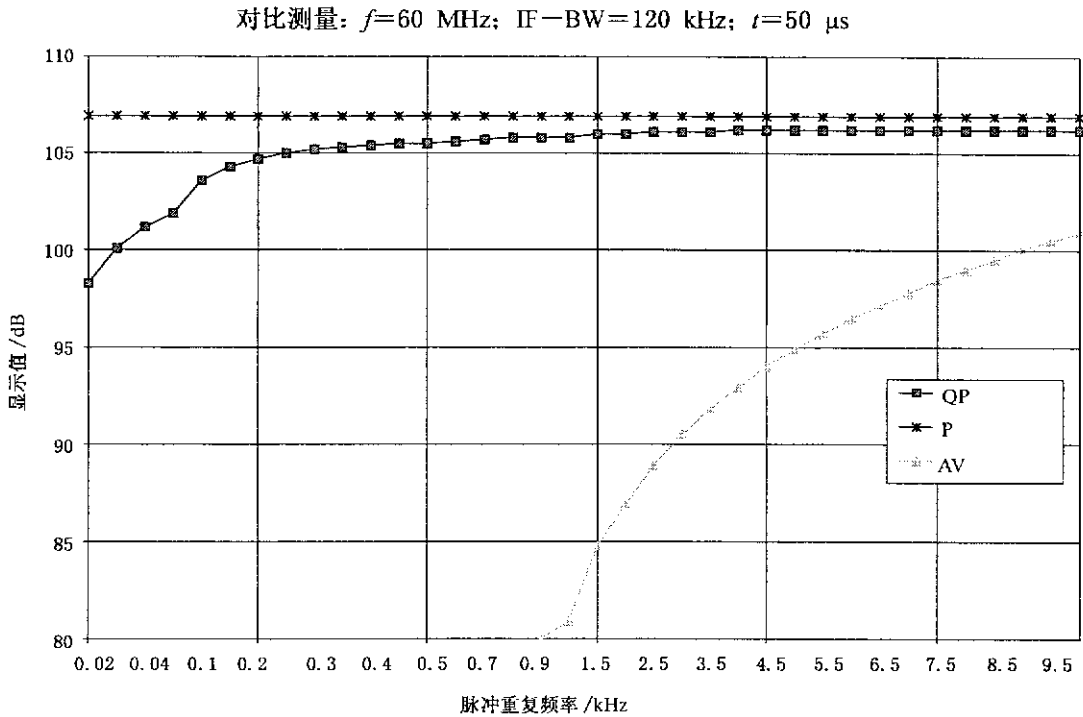


图 A.6 脉冲调制信号($t=50\text{ }\mu\text{s}$)的脉冲重复频率与峰值、准峰值、平均值的函数关系

A.4.3.4 EUT 的宽带骚扰

宽带骚扰(见图 A.7)测量应使用准峰值检波器。

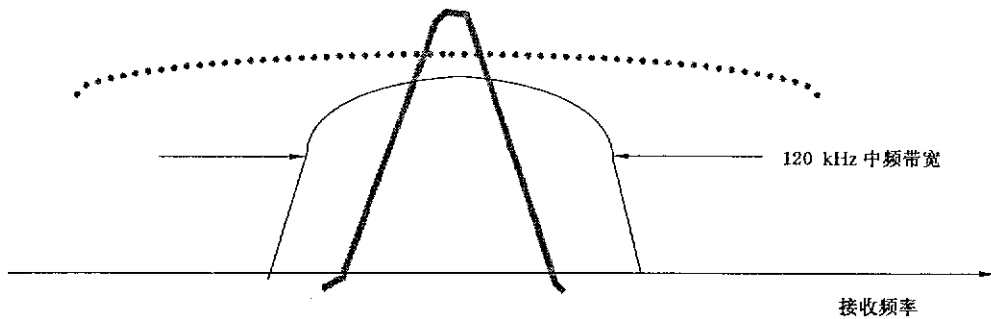


图 A.7 宽带信号的骚扰(点线)

一般来说,由于无法在环境信号带宽中进行宽带骚扰的测量,所以通常用准峰值检波器测量环境信号频谱外的骚扰。

A.4.4 宽带环境发射中 EUT 骚扰的测量方法

在此情况下测量按以下步骤进行:

- 分析带宽等于 CISPR 测量接收机检波器带宽的组合频谱
- 用窄的带宽进行测量(假设是 EUT 窄带骚扰;窄的带宽的应用会增加 EUT 骚扰对环境发射的比);
- 用平均值检波器测量 EUT 窄带骚扰;
- 如果无法将 EUT 骚扰和环境发射分离,则应按频谱重叠来处理。

A.4.4.1 未调制的 EUT 骚扰

用平均值检波器(说明见 GB/T 6113.101—2008)测量 EUT 骚扰的幅值(见图 A.8)。测量的误差取决于选定带宽内的宽带信号频谱的平均值。可以通过选择使 EUT 骚扰对环境发射的比最大化(可

选方法)的测量带宽来使测量误差最小化。

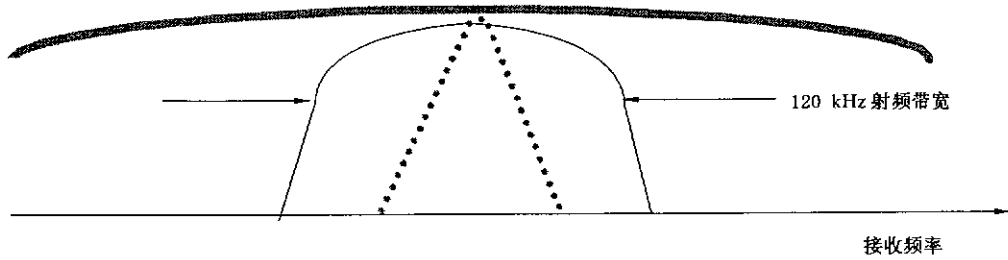


图 A.8 未调制的 EUT 骚扰(点线)

A.4.4.2 幅度调制的 EUT 骚扰

用平均值检波器测量 EUT 骚扰的幅值(见图 A.9),然而与准峰值检波器相比,应考虑额外的附加测量误差,最大 6dB(100%调制)。选定的测量带宽应能将 EUT 骚扰对环境发射的比(可选方法)最大化。

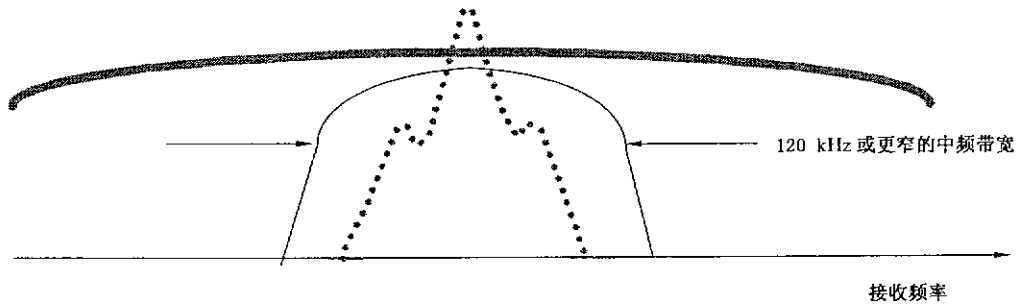


图 A.9 幅度调制的 EUT 骚扰(点线)

A.4.4.3 脉冲调制的 EUT 骚扰

由于骚扰的 100% 调幅可能使 EUT 骚扰的频谱扩散,因此很难在宽带环境信号频谱中高准确性地检测和识别脉冲调制的 EUT 骚扰。

对高占空比骚扰,可用平均值检波器测得 EUT 骚扰的幅值。对于 100% 幅度调制的低占空比骚扰,与准峰值检波器相比,使用平均值检波器将引起附加测量的误差增加。若占空比为 1:1,使用线性平均值检波器的测量误差为 6 dB。测量带宽应使 EUT 骚扰的测量平均值与环境宽带信号测量平均值比值最大化。

在低占空比下,平均值与准峰值完全分离。在这种情况下,应使用峰值检波器,其测量带宽应尽可能窄,但可以捕捉到完整的骚扰带宽。骚扰与环境发射的重叠应予考虑。

A.4.4.4 EUT 宽带骚扰

通常,无法在宽带环境信号频谱中检测和测量宽带骚扰。也许能测量环境信号频谱外的骚扰或按频谱叠加来处理。表 A.2 中列出了 EUT 骚扰与环境发射的组合值和测量中的误差。

注:扫描接收机或频谱分析仪显示了两个不同带宽信号的频谱,除非信号频率或脉冲率与每个测量仪器的扫描率和测量脉冲率相关。

A.5 叠加情况下 EUT 骚扰的确定

选定 EUT 骚扰和环境发射,如果被测电平与环境电平的比值小于 20 dB,则应考虑环境发射和 EUT 骚扰的叠加。可用下面的计算公式计算脉冲宽带电压。

接收的信号 U_r 是 EUT 骚扰 U_i 和环境发射 U_e 之和。当且仅当 EUT 关闭可测量 U_e 。此叠加与峰值检波器(图 A.10)为线性关系。以下公式用于峰值检波器:

$$U_r = U_i + U_e \dots\dots\dots (A.1)$$

EUT 骚扰可由下式计算

$$U_i = U_r - U_a \quad \dots\dots\dots(\text{A.2})$$

环境发射与接收信号的幅值之比 d 容易测得。

$$D = \frac{U_r}{U_a} \quad d = 20\lg D \quad \dots\dots\dots(\text{A.3})$$

环境发射 U_a 可由公式(A.2)替换:

$$U_i = U_r - \frac{U_r}{D} = U_r \left(1 - \frac{1}{D}\right) \quad \dots\dots\dots(\text{A.4})$$

$$U_i/\text{dB} = U_r/\text{dB} + 20\lg\left(1 - \frac{1}{D}\right) \quad \dots\dots\dots(\text{A.5})$$

“ i ”由公式(A.6)得

$$i = -20\lg\left(1 - \frac{1}{D}\right) \quad \dots\dots\dots(\text{A.6})$$

用于确定 EUT 骚扰的幅值。“ i ”在图 A.11 中有说明。从图 A.11 中取“ i ”,EUT 的骚扰幅值可如下计算:

$$U_i/\text{dB} = U_r/\text{dB} - i/\text{dB} \quad \dots\dots\dots(\text{A.7})$$

如果是用平均值检波器测量接收信号,应考虑图 A.12。图 A.12 的未调制信号由下式得出,附加测量误差小于 1.5 dB:

$$U_r = \sqrt{U_i^2 + U_a^2} \quad \dots\dots\dots(\text{A.8})$$

若为调制信号,误差下降(见图 A.12),但表 A.2 中的误差应予考虑。

使用平均值检波器,若使用平均值检波器的曲线(图 A.11),带内的骚扰可用公式(A.7)估计。此时,因子 i 可用下面的式子表达:

$$i = -10\lg\left(1 - \frac{1}{D^2}\right) \quad \dots\dots\dots(\text{A.9})$$

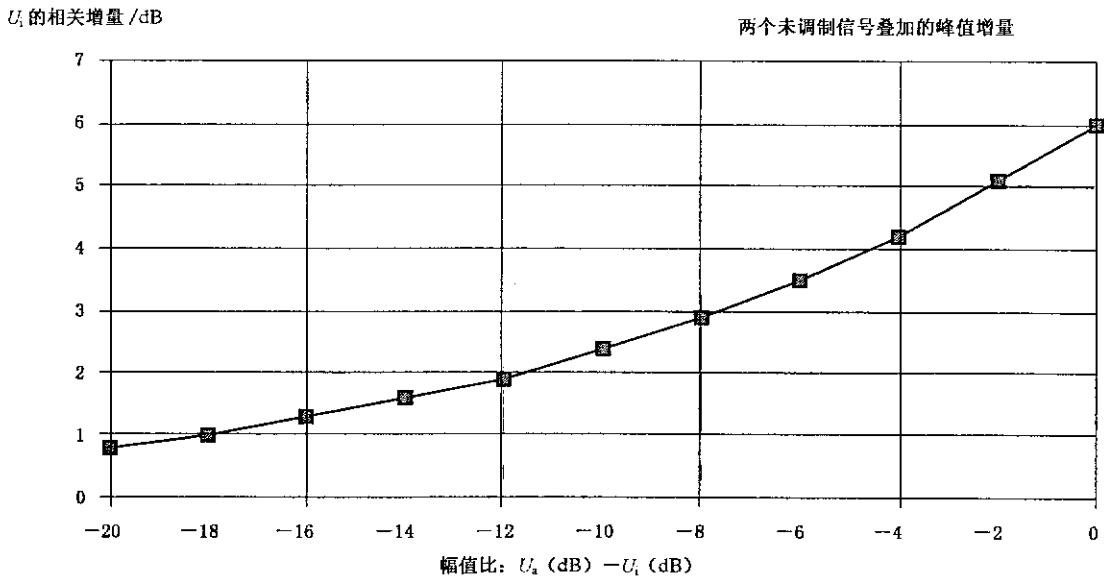
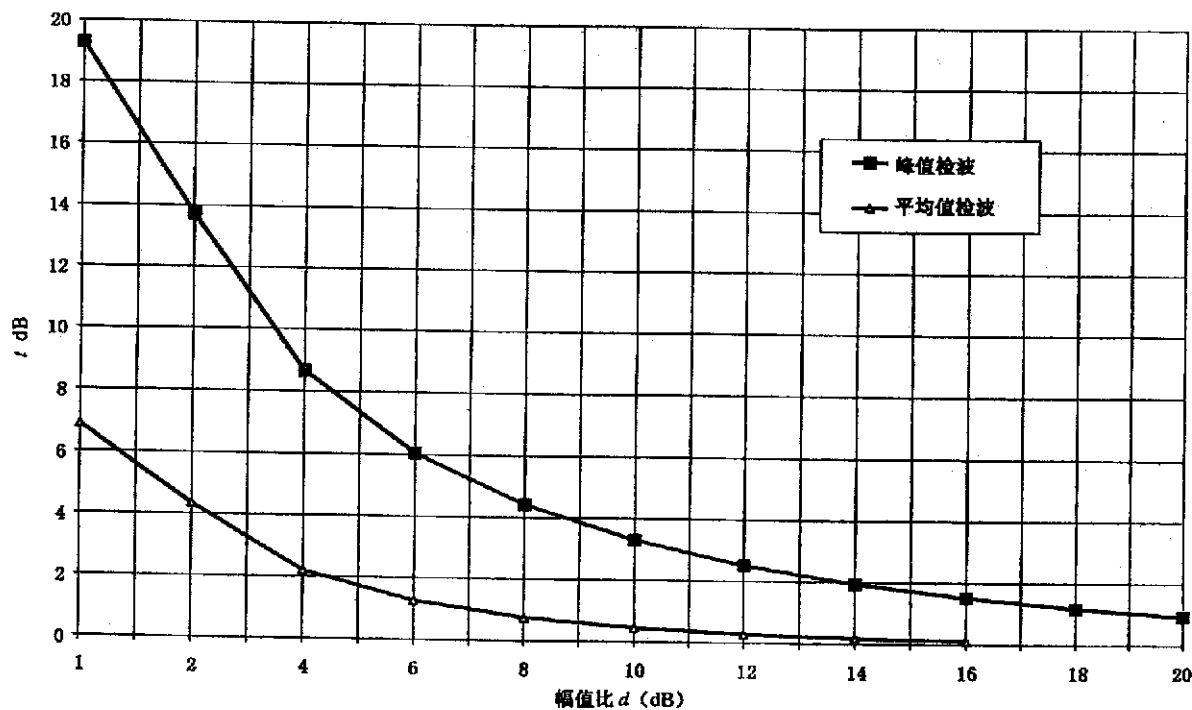


图 A.10 两个未调制信号叠加的峰值增量(U_a , 环境发射电平; U_i , EUT 骚扰电平)

图 A.11 可如下使用:

- 1) 测量环境场强 U_a , dB($\mu\text{V}/\text{m}$)(EUT 关闭);
- 2) 测量合成场强 U_r , dB($\mu\text{V}/\text{m}$)(EUT 打开);
- 3) 确定 $d = U_r - U_a$;

- 4) 从图 A.11 中找到 i 的值;
- 5) 用 $U_i = U_r - i$ 确定 U_i , dB($\mu\text{V}/\text{m}$)。



$$d = U_r - U_e \quad U_i = U_r - i \quad i = 20 \lg(1 - 1/D)$$

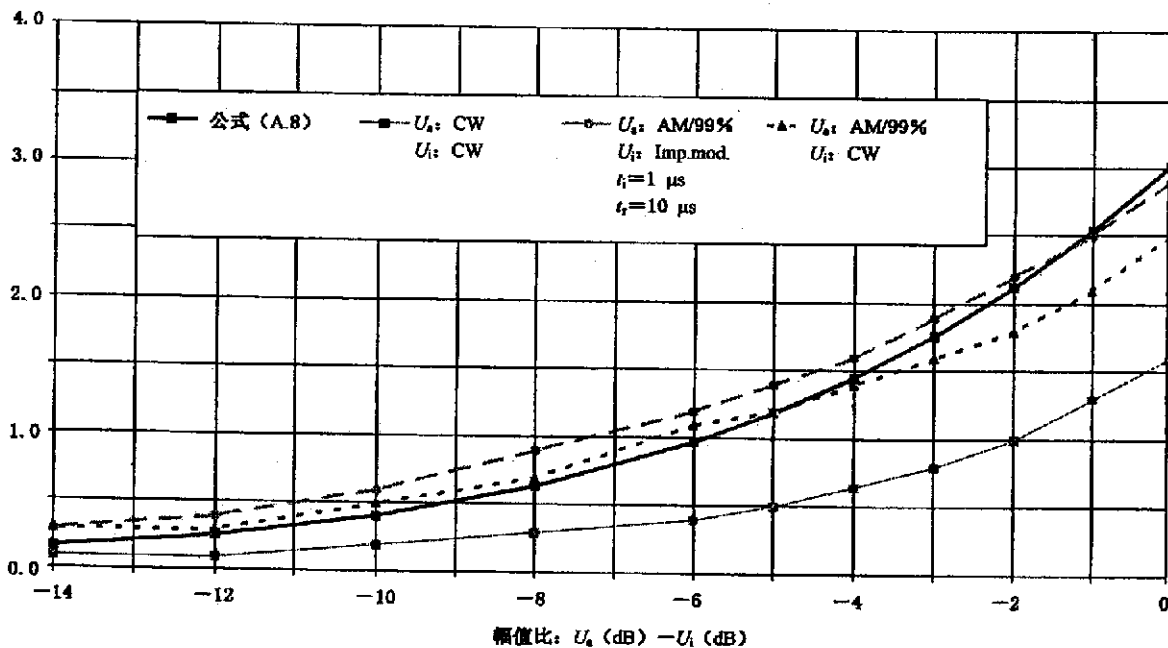
此处:

- U_e ——环境信号, dB;
- U_r ——接收的信号(叠加), dB;
- U_i ——骚扰信号, dB。

图 A.11 用幅值比 d 和因数 i 确定骚扰信号的幅值

U_i 的增量 (dB)

公式 (A.8) 示值的增量与平均值检波器



注: CW 连续波, Imp. mod 脉冲调制; AM 调幅。

图 A.12 用实际的接收机测量的平均值的增量与公式 (A.8) 的计算值

表 A.2 环境与骚扰信号频谱叠加与各类型检波器对应的的测量误差

环境发射	EUT 骚扰			
	未调制的	幅度调制	脉冲调制	宽带骚扰
窄带				
步进式增加信噪比	增加的选择性	增加的选择性	增加的选择性	环境发射频带外的测量
峰值的误差(PK/QP)	0 dB	对于 C,D 频带小于等于 +1.4 dB; 对于 B 频带 +3 dB	小于等于 +1 dB $\left(\frac{U_{PK}}{U_{AV}} \leq 12 \dots 15 \text{ dB}\right)$	—
平均值误差(AV/QP)	0 dB	小于等于 -6 dB ^a	大于等于 -6 dB ^a	—
宽带				
步进式增加信噪比	选择性	增加的选择性	增加的选择性	没有测量的可能 (仅按叠加处理)
峰值的误差(PK/QP)	+ X dB ^a	小于等于 + X dB ^a	大于等于 + X dB ^a	—
平均值误差(AV/QP)	0 dB ^a	小于等于 -6 dB ^a	大于等于 -6 dB ^a	—
^a 未推荐的测量程序,不允许适用于符合性测量。				
注 1: X 是取决于环境发射的脉冲特性的误差。				
注 2: PK 是峰值;QP 是准峰值;AV 是平均值。				

附录 B

(资料性附录)

频谱分析仪和扫描接收机的使用要求

(见第 6 章)

B.1 概述

当使用频谱分析仪和扫频接收机进行测量时,应考虑下述特性。

B.2 过载

在 2 000 MHz 以下的频率范围内,大多数频谱分析仪都不具有射频预选功能,即输入信号被直接馈到宽带混频器中。为了避免过载、防止仪器损坏和使频谱分析仪工作在线性状态下,混频器端的信号幅度一般应小于 150 mV 峰值,为了把输入信号降至此电平,也许需要射频衰减或附加的射频预选。

B.3 线性度的测试

频谱分析仪的线性度,可以首先对研究的某一特定的信号电平进行测量,然后在测量装置的输入端(如果使用了预选放大器,则在预选的输入端)插入大小为 X dB($X \geq 6$ dB)的衰减器,再重复进行测量,当测量系统为线性时,加入衰减后接收机显示的新读数与第一次(未加衰减器时)的读数之差应在 X dB ± 0.5 dB 之内。

B.4 选择性

频谱分析仪和扫频接收机必须具有符合 GB/T 6113.101—2008 中规定的带宽,以便在标准带宽内来正确测量宽带信号和脉冲信号,以及有几个频谱分量的窄带骚扰。

B.5 对脉冲的正常响应

具有准峰值检波功能的频谱分析仪和扫频接收机的脉冲响应能够用符合 GB/T 6113.101—2008 中规定的校准试验脉冲信号来检验。对于校准试验脉冲所具有的很高峰值电压,一般需要插入一个 40 dB(或更大)的射频衰减器,以满足线性度要求,这将导致灵敏度的降低,从而在 B、C、D 频段不能进行低重复率和孤立校准试验脉冲的测量。如果在接收机前使用预选滤波器,那么射频衰减量就可以减少。正如用混频器所看到的,滤波器限制了校准试验脉冲的频谱宽度。

B.6 峰值检波

原则上频谱分析仪的常规(峰值)检波方式可以提供永不小于准峰值指示的显示值,用峰值检波进行发射测量是很方便的,因为较之准峰值检波它允许使用更快的扫频速率。因此,那些接近发射限值的信号需要用准峰值检波重新测量,以便记录准峰值。

B.7 扫频速率

频谱分析仪或扫频接收机的扫频速率应相对于 CISPR 频段和所用的检波方式来进行调整:最小扫频时间/频率即最快扫频速率。见表 B.1。

表 B.1 最小扫频时间/频率即最快扫频速率

频段	峰值检波	准峰值检波
A	100 ms/kHz	20 s/kHz
B	100 ms/MHz	200 s/MHz
C/D	1 ms/MHz	20 s/MHz

对于固定调谐非扫频方式下的频谱分析仪或扫频接收机,调整显示扫频时间,可以按照观测发射性能的要求来进行而与检波方式无关。如果骚扰电平不稳定,那么观察测量接收机的读数的时间必须至少为 15 s,以确定最大的骚扰(参见 6.4.1)。

B.8 信号截获

间歇发射的频谱可用峰值检波和数字显示存储(如果有)来截取。单一、慢速的频率扫频相比,多重、快速的频率扫频能减少截获发射的时间。应变化扫频的起始时间,以避免与任何发射同步而导致隐匿了的发射。对一个给定的频率范围,总的观察时间必须大于发射的间隔时间。根据所测骚扰的类型,峰值检波测量能够替代所有或部分替代用准峰值检波所需的测量,然而在发现最大辐射的那些频率上,应当用准峰值检波器进行重复测量。

B.9 平均值检波

用频谱分析仪器平均值检波是利用减小视频带宽直到观察到的显示信号不能更平滑为止来获得的。扫频时间必须随视频带宽的减少而增加,以保持幅度校准。对于这种测量,接收机必须使用在检波器的线性状态下。在线性检波之后,为了显示,信号可能要进行对数处理,在那种情况下,即使显示的值是线性检波信号的对数也要校正。

可能要使用对数幅度显示方式,例如,为了更容易地区分窄带和宽带信号。所显示的值是对数不失真中频信号包络的平均值。在不影响窄带信号显示的情况下,它比线性检波方式对宽带信号有更大的衰减。因此,对于频谱中包含有上述两种信号的情况下进行窄带分量评估,对数视频滤波尤为适合。

B.10 灵敏度

在频谱分析仪前使用低噪声射频前置放大器可以增加灵敏度,输入到放大器的信号电平应该用衰减器来调整,以测量整个系统对受试信号的线性度。

对于很强的宽带发射来说,需要有很大的射频衰减来保证系统的线性,此时可以在频谱分析仪前用射频预选滤波器来增加它的选择性,达到提高灵敏度的目的。该滤波器降低了宽带发射的峰值幅度,因此可以使用较小的射频衰减。也许有必要使用这样的滤波器来抑制或衰减带外强信号和由它们所引起的互调干扰分量。如果使用这样的滤波器,则必须用宽带信号来校正。

B.11 幅度准确度

频谱分析仪或扫频接收机的幅度精确度可以用信号发生器、功率表和精密衰减器来检验,必须对这些仪器、电缆和失配损耗的特性加以分析,以评估校验中的测量误差。

附录 C
(资料性附录)
不确定度预算举例

在 FAR 中 3 m 距离测量不确定度的预计包括影响因素和它们实际的权重(见表 C.1),为 GB/T 6113.402—2006 中的一部分。

表 C.1 FAR 中 3 m 距离测量不确定度的预评估

组 成	分布概率	不确定度/ dB	
		双锥天线	对数周期天线
校准天线系数	正态分布($k=2$)	±2.0	±2.0
校准电缆损耗	正态分布($k=2$)	±0.5	±0.5
根据 GB/T 6113.101 的接收机规格	矩形分布	±1.5	±1.5
天线方向性 ^a	矩形分布	+1.0	±1.0
随高度天线因子的变化	矩形分布	0	0
天线相位中心变化 ^b	矩形分布	0	±0.5
天线系数频率插值	矩形分布	±0.3	±0.3
测量距离的不确定度 ±3 cm ^c	矩形分布	±0.1	±0.1
场地非理想性 ^d	矩形分布	±3.0	±2.5
失配	U 形分布	±1.1	±0.5
合成标准不确定度 $u_c(y)$	正态分布	±2.414	±2.114
扩展不确定度 U	正态分布($k=2$)	±4.828	±4.228

^a 天线方向性相对于偶极子调谐,参考 GB/T 6113.104—2008 有关天线的规定。对于双锥天线,垂直方向存在不确定度,水平方向不确定度为 0。不确定度为正,因为它仅代表信号损失。

^b 随着复合双锥天线和对数周期天线使用的增加,当没有地面反射时,场强相对相位中心的校准更精确。不确定度很少用于尺寸较小的天线。

^c 由于扫描高度有限,且不存在对角线距离,因此忽略距离的不确定度。

^d 当用双锥天线作为接收天线,如果场地的不确定度为 ±3 dB,用方向性对数天线不确定度较小,因此对于对数周期天线为 ±2.5 dB。

FAR 中双锥天线合成不确定度的计算:

$$u_c(y) = \sqrt{\left(\frac{2.0}{2}\right)^2 + \left(\frac{0.5}{2}\right)^2 + \frac{1.5^2 + 1^2 + 0^2 + 0^2 + 0.3^2 + 0.1^2 + 3.0^2}{3} + \frac{1.1^2}{2}}$$

例如因子 $k=2$, 确保置信水平约为 95%, 因此

$$U = 2u_c(y) = 2 \times (+2.62) = \pm 4.828 \text{ dB}$$

附录 NA

(资料性附录)

本部分与 GB/T 6113.2—1998 有关章条的对照

本部分在保留 GB/T 6113.2—1998 中传导骚扰测量方法有关内容的基础上,增加了下列内容:

第 6.5 条“连续骚扰的测量时间和扫描速率”,及图 1,图 2,图 3,图 4;

第 7.2.9 条“在装有吸波材料的屏蔽室中测量辐射骚扰”;

第 7.3 条“1 GHz~18 GHz 频率范围内的场强测量”;

第 7.5 条“现场测量”;

第 8 章“发射的自动测量”;

附录 A“存在环境发射时的骚扰测量”;

附录 NA(资料性附录)本部分与 GB/T 6113.2—1998 有关章条的对照。

本部分与 GB/T 6113.2—1998 有关章条的对照情况如下表所示:

本部分条款		GB/T 6113.2—1998 条款	
1		1.1	
2		1.2	
3		1.3	
4		2.1	
5		2.2	
6		2.3	
7	7.1	2.6	2.6.1
	7.2		2.6.2
	7.3		
	7.4		2.6.3
	7.5		
8			
附录	A	附录	
	B		B
	C		
	NA		