



中华人民共和国国家标准

GB/T 6113.2—1998
eqv CISPR 16-2:1996

无线电骚扰和抗扰度测量方法

Methods of measurement of
radio disturbance and immunity

1998-12-14 发布

1999-12-01 实施

国家质量技术监督局 发布

目 次

前言	Ⅲ
IEC/CISPR 前言	Ⅳ
1 总则	1
1.1 范围	1
1.2 引用标准	1
1.3 定义	1
2 骚扰测量	3
2.1 骚扰的类型	3
2.2 测量设备的连接	3
2.3 测量的一般要求和条件	4
2.4 传导骚扰测量方法(9 kHz~30 MHz)	5
2.5 用吸收钳测量骚扰功率的方法(30 MHz~1 000 MHz)	15
2.6 辐射骚扰测量方法(9 kHz~18 GHz)	15
3 抗扰度测量	19
3.1 抗扰度试验准则和一般测量方法	19
3.2 传导信号抗扰度测量方法	21
3.3 辐射电场干扰的抗扰度测量方法	22
4 自动测量	27
4.1 自动测量	27
5 影响测量准确度的因素	27
5.1 影响测量准确度的因素	27
图	28
附录 A(提示的附录) 电气设备与人工电源网络(AMN)的连接指南	42
附录 B(提示的附录) 频谱分析仪和扫描接收机的使用要求	46
附录 C(提示的附录) 在甚高频段(VHF)由家用电器和类似器具产生的干扰功率测量方法的 历史背景	48

前 言

本标准是根据国际无线电干扰特别委员会出版物 CISPR 16-2:1996《无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法 第二部分 骚扰和抗扰度测量方法》进行制定的。

本标准等效采用 CISPR 16-2:1996,但在技术内容和编写格式上与 CISPR 16-2:1996 等同。同时对原文个别技术内容和一些编辑错误进行了修正。通过此方式可以使我国的电磁兼容国家标准能尽快适应国际贸易、技术和经济交流以及国际标准飞跃发展的需要。

本标准包括无线电骚扰和抗扰度测量方法两大部分,适用的频率范围为 9 kHz~18 GHz。

本标准构成下述系列标准:

GB/T 6113.1—1995 无线电骚扰和抗扰度测量设备规范

GB/T 6113.2—1998 无线电骚扰和抗扰度测量方法

GB/T 6113.3 无线电骚扰和抗扰度统计方法和限值的确定(在制定中)

注:GB/T 6113—1995 以通知单的形式修订后编号改为 GB/T 6113.1,以下同。

本标准的附录 A、附录 B 和附录 C 为提示的附录。

本标准由全国无线电干扰标准化技术委员会提出并归口。

本标准由机械工业部上海电器科学研究所、电子工业部标准化研究所负责起草。

本标准主要起草人:杨自佑、陈俐、张林昌、李邦协、龚增、王素英、李舜阳、徐立、杨盛祥、姚带月。

IEC/CISPR 前言

1. IEC(国际电工委员会)是由各个国家电工委员会(IEC 国家委员会)组成的世界性标准化组织。IEC 的目的是促进电工和电子领域内所有关于标准化方面问题的国际合作。为此,除了开展其他活动,IEC 还出版国际标准。它们是委托给各个技术委员会制定的。任何一个 IEC 国家委员会,只要对有关的标准表示关切,都可以参加标准制定的准备工作。与 IEC 建立联系的其他国际组织、政府和非政府组织也可以参加这项工作。IEC 和 ISO(国际标准化组织)按照双方协议规定的条件,在两大组织之间进行密切地合作。

2. 鉴于每一个技术委员会都代表所有有利害关系的国家委员会,因此,IEC 关于技术问题的正式决议或协议,尽可能地表达了对有关问题在国际上的协商一致的意见。

3. 这些正式决议或协议所产生的文件将以标准、技术报告或导则的形式出版,并推荐给国际上使用,同时在此意义上为各个国家委员会所接受。

4. 为了促进国际上的统一,IEC 的各个国家委员会应明确和最大限度地 IEC 国际标准应用到他们的国家标准和地区性标准中去。IEC 标准和相应的国家和地区性标准之间的任何差异应在后者中清楚地加以说明。

5. IEC 并未制定表明其认可的标记程序,任何设备宣称其符合 IEC 某项标准,IEC 将不承担责任。

6. 要注意本国际标准的某些成分可能是专利保护的。但 IEC 没有责任去识别任何或所有这样的专利权。

本标准由 CISPR/A 分会“无线电干扰测量和统计方法”制定。

本标准的文本是以下列文件为基础制定的:

最终国际标准草案	表 决 报 告
CISPR/A/(CO)66	CISPR/A/260/RVD
CISPR/A/(CO)73	CISPR/A/(CO)85
CISPR/A/(CO)74	CISPR/A/(CO)86

有关表决通过本标准的全部资料可从上表所列的表决报告中得到。

附录 A、附录 B 和附录 C 仅供参考。

要结合 CISPR 16-1 来阅读本标准。

中华人民共和国国家标准

无线电骚扰和抗扰度测量方法

GB/T 6113.2—1998
eqv CISPR 16-2:1996

Methods of measurement of
radio disturbance and immunity

1 总则

1.1 范围

本标准规定了 9 kHz~18 GHz 频率范围内电磁兼容(EMC)现象的测量方法。

1.2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 1002—1996 家用和类似用途单相插头插座 型式、基本参数和尺寸^{1]}

GB 4343—1995 家用和类似用途电动、电热器具,电动工具以及类似电器无线电干扰特性测量方法和允许值(eq v CISPR 14:1993)

GB/T 4365—1995 电磁兼容术语(idt IEC 50(161):1990)

GB 4824—1996 工业、科学和医疗(ISM)射频设备电磁骚扰特性的限值和测量方法
(neq IEC/CISPR 11:1990)

GB/T 6113.1—1995 无线电骚扰和抗扰度测量设备规范(eq v CISPR 16-1:1993)

GB 13837—1997 声音和电视广播接收机及有关设备无线电干扰特性的限值和测量方法
(eq v IEC/CISPR 13:1996)

CISPR 16-1:1993 无线电骚扰和抗扰度测量设备规范

IEC 364-4 建筑物的电气设施——第 4 部分:安全保护

ITU-R 468 声音广播的音频噪声电压电平的测量方法

1.3 定义

本标准采用 GB/T 4365 及下列定义。

1.3.1 辅助设备 associated equipment

1) 与测量接收机或试验发生器相连的传感器(例如:探头、网络 and 天线)。

2) 连接在受试设备(EUT)和测量设备或(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 and 天线)。

1.3.2 受试设备 equipment under test(EUT)

承受电磁兼容性(EMC)符合性试验(发射和抗扰度)的设备(装置、器具和系统)。

1.3.3 产品(类)EMC 标准 product publication

为产品或产品类的专门特性而制定 EMC 要求的标准。

采用说明:

1] CISPR 16-2:1996 引用 IEC 83:1975,它与 GB 1002 在型式、尺寸参数上有差异,故本标准采用 GB 1002。

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

规定的电磁骚扰源的最大发射电平。

1.3.5 抗扰度限值 immunity limit

规定的最小抗扰度电平。

1.3.6 接地基准 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。

1.3.7 (电磁)发射 (electromagnetic)emission

从源向外发出电磁能的现象。

1.3.8 (对骚扰的)抗扰度 immunity (to a disturbance)

装置、设备或系统面临电磁骚扰不降低运行性能的能力。

1.3.9 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。

1.3.10 共模(非对称骚扰)电压 common mode(asymmetrical disturbance) voltage

两导线的电气中点与参考地之间的射频电压,或在规定的终端阻抗条件下对一束导线,用电流钳(电流互感器)测量到的整束导线相对于参考地的有效射频骚扰电压(不对称电压的矢量和)。

1.3.11 共模电流 common mode current

被两根或多根导线所贯穿的一个规定的“几何”横截面上的导线中流过的电流矢量和。

1.3.12 差模电压;对称电压 differential mode voltage;symmetrical voltage

两导线之间的射频骚扰电压(见修订后的 IEC 161-04-08)。

1.3.13 差模电流 differential mode current

在被一些导线所贯穿的一个规定的“几何”横截面上,一组规定通电导线的任意两根导线里流过的电流矢量差之半。

1.3.14 不对称模(V-端子)电压 unsymmetrical mode(V-terminal)voltage

装置、设备或系统的导线或端子与规定的接地基准之间的电压。对于一个两端口网络,这两个不对称电压分别是:

- a) 非对称电压与对称电压之半的矢量和,以及
- b) 非对称电压与对称电压之半的矢量差。

1.3.15 测量接收机 measuring receiver

具有不同的检波器用于骚扰测量的接收机。

注:测量接收机应符合 GB/T 6113.1 的规定。

1.3.16 试验布置 test configuration

为测量发射电平或抗扰度电平而规定的 EUT 测量布置。

1.3.17 人工网络 artificial network(AN)

为模拟实际网络(例如:延伸的电源线路或通信线路)对 EUT 呈现的阻抗而规定的参考负载,跨接其上可测量射频骚扰电压。

1.3.18 人工电源网络 artificial mains network(AMN)

串接在 EUT 电源线上的网络,在给定的频率范围内,它为骚扰电压的测量提供规定的负载阻抗,并使 EUT 与电源相互隔离。

1.3.19 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 6113.1 中规定了加权特性。
- 2 按照 GB/T 4365 中电平定义的要求来评价发射电平和抗扰度电平。

1.3.20 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。

1.3.21 不连续骚扰 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。

2 骚扰测量

2.1 骚扰的类型

本条给出各种骚扰的分类和适合测量它们的各种检波器。

2.1.1 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(喀喇声率小于 30 min^{-1})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 6113.1 中规定的测量接收机的带宽。

2.1.2 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 6113.1 中规定的测量接收机装有这些检波器。

2.2 测量设备的连接

本条叙述测量设备、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。

2.2.1 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。

2.2.2 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 连接和其电源的 PE 连接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 线与参考地之间的连接方法,参见附录 A 中的 A4。

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线连接。

2.2.3 EUT 和 AMN 之间的连接

附录 A 给出选择 EUT 与 AMN 的接地连接和非接地连接的一般指南。

2.3 测量的一般要求和条件

无线电骚扰测量应该:

- a) 具有可重复性,即与测量地点和环境条件,尤其是与环境电平无关。
- b) 无相互作用,即 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。

如果遵循下列条件,上述要求可能会得到满足:

- c) 在所需测量的电平上,例如:在有关的骚扰限值的电平点上,要有足够的信噪比。
- d) 对测量装置、EUT 的运行条件和终端接法都作出了明确的规定。
- 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) 用频谱分析仪或扫描接收机测量时,要适当考虑它们的一些特殊工作特性的校准要求。

2.3.1 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。

2.3.1.1 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。对于低 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)。对于所要求的环境电平,场地的适用性可以在将 EUT 放在适当的位置而不通电的条件下由测量环境电平来确定。

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—1996 的附录 C 给出有关这方面的参考资料。

2.3.2 连续骚扰的测量

2.3.2.1 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。

2.3.2.2 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 2.3.4.1。

2.3.2.3 频谱分析仪和扫描接收机的应用

频谱分析仪和扫描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、信号截获、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。

2.3.3 EUT 的运行条件

EUT 应在下列条件下运行。

2.3.3.1 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。

2.3.3.2 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。

2.3.3.3 试运行时间

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,以使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。

2.3.3.4 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。

2.3.3.5 工况

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。

2.3.4 测量结果的说明

2.3.4.1 连续骚扰

a) 如果骚扰电平不稳定,那么每次测量时,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—1995 的 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 标准要求测量和记录。

2.3.4.2 不连续骚扰

不连续骚扰测量可以在有限个频率点上进行,详见 GB 4343。

2.3.4.3 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。

2.4 传导骚扰测量方法(9 kHz~30 MHz)

2.4.1 概述

当对沿导线传播的电磁骚扰按照发射限值进行符合性试验时,无论是在标准的场地(型式试验)还是在安装场地(现场试验),至少应考虑以下一些方面:

a) 骚扰类型:测量传导骚扰有两种方法,或测量电压(CISPR 普遍采用的方法),或测量电流。两种方法都可用来测量以下三种类型的传导骚扰,即:

——共模型(也称为非对称型);

——差模型(也称为对称型);

——不对称型。

注:不对称模电压主要在电源网络上测量,共模电压(或电流)主要对信号线和控制线进行测量。

b) 测量设备:选用测量设备的类型与被测骚扰特性有关(参见 2.4.2)。

c) 辅助设备:根据 2.4.1a),选用辅助设备即 AN、电流探头或电压探头与被测骚扰类型有关。每种类型的辅助设备都会对测量的信号和线路附加射频负载(参见 2.4.3)。

d) 骚扰源的射频负载条件:测量装置对 EUT 内的骚扰源会呈现出一定的射频负载阻抗。在型式试验中,这些射频负载阻抗是标准的,但在现场试验的情况下,则可能取决于安装场地的各种状况(参见 2.4.3 和 2.4.4)。

e) EUT 的试验布置:一个标准化的试验布置应当规定出参考地、EUT 和辅助设备相对于参考地的位置、连接到参考地的方法以及 EUT 和辅助设备的相互连接方法(参见 2.4.4 和 2.4.5)。

2.4.2 测量设备(接收机等)

通常,需要区分连续骚扰和不连续骚扰,连续骚扰主要按频域参数进行测量,不连续骚扰除按频域参数进行测量外,也可能需要附加时域测量。

应使用 GB/T 6113.1 规定的各种测量接收机和其他测量设备,对于时域测量要使用示波器等。

2.4.3 辅助设备

用于测量传导骚扰的辅助设备可分为两类:

a) 电压测量传感器,如人工网络(AN)和电压探头;

注:人工网络有时被称为阻抗模拟网络(ISN)。

b) 电流测量传感器,如电流探头。

2.4.3.1 人工网络(AN)

实际网络(如电网和电话网)的共模阻抗、差模阻抗和不对称模阻抗与场地有关,而且通常是随时间而变化的。因此,骚扰的型式试验需要标准的阻抗模拟网络,称为人工网络(AN)。AN 为 EUT 提供标准的射频负载。为此,把 AN 插入在 EUT 和实际网络或信号模拟器之间。这样,AN 就以规定的各种阻抗来模拟延伸的网络(长线)。

2.4.3.1.1 人工网络(AN)的类型

除非一些特殊的理由要求另外的结构,否则应该使用 GB/T 6113.1 中规定的 AN。通常,AN 可分为三种类型:

a) V 型 AN:在规定的频率范围内,EUT 的每一个被测端子与参考地之间的射频阻抗都具有一个规定的值,然而,并没有阻抗元件被直接连接在这些端子上。这种结构能确定(间接地)被测量的差模电压和共模电压。采用 V 型 AN 对 EUT 的端子数量(即被测的线路数量)原则上没有限制。

b) Δ 型 AN:在规定的频率范围内,在 EUT 的一对被测端子之间以及在这些端子与参考地之间的射频阻抗都具有一个规定的值,这种结构直接确定了差模和共模射频负载阻抗。

加上一个平衡/不平衡变换器,就可用 Δ 型 AN 来测量对称和非对称骚扰电压。

c) T 型 AN:在规定的频率范围内,在 EUT 的一对被测端子与参考地之间的共模射频阻抗有规定的值。通常,在这样的 T 型 AN 中没有包含规定的差模负载阻抗,这个规定的差模(负载)阻抗必须由连接到 T 型 AN 的电源(线)端子的外部电路来提供。

这种类型的 AN 仅常用来测量共模骚扰电压。

2.4.3.1.2 最低要求

AN 应满足下列最低要求:

a) 在规定的频率范围内,AN 应在 EUT 的被测量端子之间以及这些端子与参考地之间提供规定的射频阻抗。此外,如果规定了试验布置(参见 2.4.4),要满足本条要求,被测量的骚扰源就要以规定的方法施加负载。

b) 如果要用 AN 分别测量共模和/或差模骚扰电压(参见 2.4.3.1.1),则应当在合适的频率范围内,规定差模信号对共模信号的抑制比,反之亦然。

c) 在规定的频率范围内,规定的射频阻抗和实际网络(或信号模拟器)之间通常应有一个隔离,以便通过实际网络(或信号模拟器)的 AN 的负载不会明显地影响任何规定的射频阻抗值。

d) 为了能够实现规定的试验布置,AMN 应提供一个规定的连接端口(连接器)来连接测量设备。输入连接器应适合于 GB/T 6113.1 中所规定的具有 $50\ \Omega$ 输入阻抗的测量设备。

e) 为了能够实现规定的试验布置,AN 应提供一个规定的连接点连接参考地。

f) AN 应该按照规定的方法进行校准。

2.4.3.1.3 附加要求

AN 应满足下述附加的要求:

a) AN 应包含一个去耦网络或隔离网络,以防止:

- 由网络所需要的线电压,例如电源电压,损坏那些构成规定射频阻抗的元件;
- 由 EUT 产生的峰值电压,例如开关瞬变,损坏那些构成规定射频阻抗的元件;
- 额定的线电压对测量结果的影响,例如测量设备输入级的过载。

b) AN 应包含一个滤波器,以防止实际网络上的有用信号或信号模拟器影响测量结果。

2.4.3.2 电压探头

符合标准规定的电压探头,参见 GB/T 6113.1。

有一些端子,诸如与天线、控制线、信号线和负载线相连接的端子,其骚扰电压测量不能用 AN,则可用电压探头。通常用电压探头来测量共模骚扰电压。电压探头在被测端子与参考地之间呈现高射频阻抗。

2.4.3.2.1 最低要求

a) 在规定的频率范围内,电压探头应在其测量点和参考地之间提供一个高射频阻抗,以免影响被测电压。

b) 电压探头应具有一个隔离电容器,其量值能保证线路电压不损坏测量接收机。

c) 电压探头应提供一个规定的 $50\ \Omega$ 连接端口(连接器)来连接标准的测量接收机,以便进行规定的骚扰测量。

d) 电压探头应提供一个指定的连接点,使参考地能以指定的方式通过一根规定最大长度的导线连接到该点,除非要求参考地按其他规定的方式连接到 EUT 上。

e) 电压探头应按照规定的方法进行校准,此时,该方法应计及测量点附近的寄生效应,例如在测量点和探头的屏蔽层之间不希望有的电容性耦合。探头阻抗和测量设备的输入阻抗之间的电压分配应与频率无关,否则要在校正过程中计及。

f) 电压探头的铭牌应标明最大线电压值。

2.4.3.3 电流探头

电流探头或电流互感器可测量电源线、信号线、负载线等导线上的三类骚扰电流(参见 2.4.1),卡式结构的探头将便于使用。

不管导线的数量多少,只需将电流探头环绕导线卡住,即可测量导线上的共模电流。在这种情况下,导线上的差模电流会感应出幅度相等,但方向相反的信号,结果这些信号在很大程度上相互抵消了。这样就允许在导线中存在幅度很大的差模(工作)电流情况下,可以测量幅度很小的共模电流。

符合标准规定的电流探头参见 GB/T 6113.1。

2.4.3.3.1 最低要求

采用说明:

1) 原文的插入损耗(insertion loss)应为插入阻抗(insert impedance)。

a) 在规定的频率范围内,电流探头应具有一个规定的转移阻抗,即按照规定的方法来测量时,探头中感应的射频电压和穿过探头的单根导线上已知的射频电流有规定的比值。

b) 在规定的频率范围内,电流探头引入 EUT 的插入阻抗¹⁾应当小于 $1\ \Omega$ 。

c) 电流探头的结构应达到使电场对测量结果的影响可以忽略不计。

d) 为了能够实现规定的试验布置,电流探头应提供一个规定的连接端口(连接器)来连接标准的测量设备。此外,还应说明与电流探头连接的测量设备的输入阻抗。

e) 在电流探头的技术规范中应包括未饱和电流的最大额定值。

f) 电流探头应按照规定的方法进行校准。

2.4.4 设备的试验布置

2.4.4.1 EUT 的布置及其与 AN 的连接

为了测量骚扰电压,EUT 要按下列要求通过一个或多个 AN 连接到供电电源和任何其他延伸网络(通常,V 型网络用于这种场合,见图 1)。其他 EMC 产品(类)标准提供了某些类别 EUT 另外的试验细节。

不论接地或不接地,台式 EUT 都应按下述规定放置:

——EUT 的底部或背面应放置在离参考接地平面 40 cm 的可操纵的距离上。该接地平面通常是屏蔽室的某个墙面或地板,它也可以是一个至少为 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ 的接地金属平板。

实际布置按下述方法来实现:

EUT 放在一个至少 80 cm 高的绝缘材料试验台上,它离屏蔽室的某个墙面为 40 cm;或

EUT 放在一个 40 cm 高的绝缘材料试验台上,EUT 的底部高出接地平面 40 cm。

——EUT 所有其他的导电平面至少应该距离参考接地平面 80 cm。

——如图 1 所示,那些 AN 是通过这样的方式放在地板上,即 AN 外壳的一个侧面距离垂直参考接地平面及其他的金属部件为 40 cm。

——EUT 的电缆连接如图 1 所示。

——对于仅有一根电源线的台式 EUT 所选择的试验布置如图 2 所示。

落地式 EUT 应放置在地面上,与地面接触的各点除了与正常使用时相一致以外,还要遵从上述有关布置的规定。应使用一块接地的金属板,EUT 不应与金属板有金属性的接触。该金属板可作为参考接地平面,其边界至少应超出 EUT 的边界 50 cm,面积至少为 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$,试验布置的例子参见图 3 和图 4。

AN 要用一个低射频阻抗连接条搭接到参考接地平面上。

注:所谓的“低”射频阻抗系指在 30 MHz 时最好小于 $10\ \Omega$ 。例如,若将人工网络的壳体直接固定在参考接地平面上,或者用长宽比不大于 3:1 的金属条连接,就可达到这一要求。

EUT 的放置应使其边界和 AN 最近的一个平面之间的距离为 80 cm。

至 AN 的电源线和从 AN 到测量接收机的连接电缆必须布置得使它们的位置不会影响测量结果。对于不配备固定连接导线的 EUT,要按照有关设备文件中的规定,用 1 m 长的导线连接到 AN 上。

如果要把 EUT 连接到参考地,则应用一根与电源线平行且长度相同,与其距离不超过 10 cm 的导线来连接,除非该电源线本身已包含了接地导线。如果 EUT 带有固定的电源线,该导线应为 1 m 长。若超过 1 m,则该导线的一部分应来回折叠成 S 型,以尽可能形成一个长度不超过 40 cm 的线束,并且以无电感的 S 型曲线形状来放置,使电源线的总长度不超过 1 m(也可参见图 5)。但是,当折叠捆扎后的电源线有可能影响测量结果时,则建议将电源线长度缩短到 1 m。

2.4.4.2 用 V 型网络测量不对称骚扰电压的方法

2.4.4.2.1 有接地连接的设备布置

对于那些在运行中要求接地或者其导电外壳能接地的 EUT,每根电源线的不对称骚扰电压是相对于参考金属壁(测量设备的整个机壳)测量得到的。EUT 的壳体通过它的保护接地线连接到 AMN 的接

地点再连接到参考金属壁上(参见图 6 的等效电路)。

确定接地 EUT 干扰电势的一些参数在附录 A 的 A3 中讨论。

对于具有两个或更多的电源线和安全导线或有专门接地连接线的 EUT,测量结果将更多地取决于电源端子的终端状况和接地情况(也可参考 2.5.4 关于系统的测量方法)。

因为实际电源供电设施中的安全接地导线可能相当长,因此不能保证其接地阻抗像标准试验装置中那种仅有 1 m 长的接地线连接到参考体上的接地阻抗那样低,那样有效。况且,根据 IEC 364-4 出版物的规定,鉴于每一个产品都不需要使用安全导线,因此带插头的 I 类设备的骚扰电压,应按照 2.4.4.2.2 在没有安全导线或接地导线连接的情况下进行测量(不接地测量)。然而,若出于安全上的一些理由,有必要保持接地导线的安全功能,这可以通过在安全线路里使用一个阻抗值等于 V 型网络阻抗的射频扼流圈来实现。

对于无辐射或屏蔽良好的 EUT,按特殊要求或说明书要求而必须接地的,则作为例外情况(参见 A2.1 和 A4.1)。

2.4.4.2.2 无接地连接的设备布置

无接地连接的设备,包括带附加绝缘(Ⅱ类保护)的电气设备和在没有接地导线或安全导线的情况下可运行的设备(Ⅲ类保护设备),也包括通过一个隔离变压器连接的带插头的 I 类设备。对于这类设备,必须相对于图 7 等效电路中所所示的测量布置的金属参考地来测量各个导线的不对称骚扰电压。

由于在长波和中波波带(0.15 MHz~2 MHz),测量结果可能要受到 EUT 和参考地之间相串联的小电容 C_2 的影响,因为它是由规定的距离所确定的,所以必须完全遵守测量布置和避免其他的外界影响,诸如人体和手的电容。

2.4.4.2.3 无接地连接的手持设备布置

首先按照 2.4.4.2.2 进行测量,然后使用 GB/T 6113.1 中叙述的模拟手进行附加的测量。

在应用模拟手时要遵循的基本原则在图 9 中表示出来。RC 元件的 M 端(见图 8)应当连接到任何暴露的非旋转的金属部件和连接到随 EUT 提供的固定的和可拆卸的、四周包上金属箔的所有手柄上。由油漆或清喷漆涂敷的金属部件将考虑作为暴露的金属部件而直接连接至 RC 元件上。

模拟手应由包裹外壳或部件的金属箔构成。由此可规定如下:该金属箔应连接到由 $220\text{ pF} \pm 20\%$ 的电容器串联 $510\ \Omega \pm 10\%$ 的电阻器所组成的 RC 元件的一端(M 端)。RC 元件的另一端应连接到测量系统的参考地。

模拟手应用于下列情况:

a) 如果 EUT 的外壳全部是金属的,就不需要金属箔,但 RC 元件的 M 端应直接接到 EUT 的壳体上。

b) 如果 EUT 的外壳是绝缘材料制成的,则手柄 B 四周(见图 9)应包上金属箔,如有第二个手柄 D,则其四周也应包上。位于电动机定子铁芯部位的壳体 C 或齿轮箱部位四周亦应包上 60 mm 宽的金属箔,要是这样能够测出较高发射电平的话,所有这些金属箔和金属环或衬套 A,(如果有的话)都应连接在一起,并连接到 RC 元件的 M 端。

c) 如果 EUT 的外壳部分是金属,部分是绝缘材料,并且有绝缘手柄,则手柄 B 和 D(见图 9)的四周要包上金属箔。如果电动机部位的外壳是非金属的,则在电动机定子铁芯所在部位的壳体 C 的四周,或者在齿轮箱的四周要包上 60 mm 宽的金属箔。如果这部位是绝缘材料并获得较高的发射电平的话,机身的金属部分,即部位 A,包住手柄 B 和 D 的金属箔以及在外壳 C 上的金属箔都应连在一起,并接到 RC 元件的 M 端。

d) 如果 EUT 有两个绝缘材料手柄 A 和 B 以及一个金属外壳 C,例如一个电锯(见图 10),则手柄 A 和 B 的四周要包上金属箔。而 A 和 B 上的金属箔要和金属外壳 C 连接起来,并接到 RC 元件的 M 端。

2.4.4.2.4 键盘、电极和对人体接触敏感的其他设备的布置

在这类设备情况下,要按照产品(类)EMC 标准来应用模拟手,一般是按照 2.4.4.2.3 的规定。

2.4.4.2.5 带有外部抑制元件的设备布置

如果干扰抑制元件附在设备的外部(例如,在一个连接到电源上去的插件内)或者作为一个元件插入到连接电缆中去(抑制电源线发射元件),或使用了屏蔽电源线,那么为了测量骚扰电压,必须在抑制发射元件和 AN 之间连接另外一根 1 m 长的未屏蔽电缆,在 AN 和抑制发射元件之间的这根电缆必须紧靠着 EUT 放置。

2.4.4.2.6 辅助装置连接在非电源线的导线末端的 EUT 布置

注

- 1 含有半导体器件的调节控制器不包括在本条内,而采用 2.4.4.4.1。
- 2 当辅助装置对于 EUT 的运行不是必不可少时,并且在其他地方另外规定了单独的试验方法,则本条不适用。主体 EUT 要作为一个单独的 EUT 来试验。
- 3 是否测量和采用限值的最终决定在相关的产品(类)EMC 标准中规定。

长度超过 1 m 的连接导线按照 2.4.4.1 的规定捆扎。

当 EUT 和辅助装置之间的连接在两端被永久固定,并且短于 2 m,或屏蔽电缆在两端被连接到 EUT 和辅助装置的金属壳上,就不需要测量。带有可拆卸插头、插座的导线要加长到超过 2 m 并需要测量。

EUT 应按照前述的 2.4.4.2 和下述附加要求进行布置:

a) 辅助装置应放置在相同的高度上并和接地导电表面有相同的距离。如果导线足够长,要按 2.4.4.1 来处理。如果辅助装置导线短于 80 cm,则应保留其长度,并且辅助装置应尽可能地远离主设备放置。当辅助装置是一个控制器时,为其运行所作的布置不得影响骚扰电平。

b) 如果带有辅助装置的 EUT 是接地的,就不要接模拟手。如果 EUT 本身是手持式的,则模拟手应连接到 EUT 上而不连接到任何辅助装置上。

c) 如果 EUT 不是手持式的,而辅助装置是不接地手持式的,那么必须与模拟手连接。如果辅助装置也不是手持式的,则如 2.4.4.1 中所述它的放置与接地导电表面有关系。

除了对与电源连接的端子进行测量外,还要用一个连接到测量接收机输入端的电压探头对所有其他导线(例如控制线和负载线)的进出端子进行测量。

EUT 和辅助装置的各个电源输入端都要进行测量。

2.4.4.3 在差模信号端子上测量共模电压的方法

2.4.4.3.1 用 Δ 型网络测量

在 150 kHz~30 MHz 频率范围内,电信、数据处理和其他设备的传输差模信号的导线各个端子上的共模骚扰电压,用符合 GB/T 6113.1—1995 中 10.6 规定的 Δ 型网络来测量。只要满足 GB/T 6113.1 对差模阻抗和共模阻抗的要求,则 GB/T 6113.1—1995 中规定的 Δ 型网络可以作些修改,以便使 EUT 获得在正常功能时所需要的信号通路和直流通路。

当用 Δ 型网络对信号端子进行测量时,差模抑制必须足够大,使得在与差模工作信号相同的频率上测量共模骚扰电压时不产生错误的测量结果。

当在 EUT 的电源端子上用 AMN 进行测量时,所有的电压测量都要用两个同步连接的网络。并要遵循 2.4.4.1 和 2.4.4.2 规定的要求。

注:如果 Δ 型网络还相应地设计了连接信号线的去耦电路和连接到测量接收机的耦合电路,那么用相同的网络阻抗, Δ 型网络的频率范围就能扩展到 9 kHz。

2.4.4.3.2 用 T 型网络测量

共模 AN(例如按照 CISPR 16-1 之 20 所规定的 T 型网络)也可以用来测量 9 kHz~30 MHz 频率范围内的共模骚扰电压。

与 Δ 型网络的差模和共模端都有 150 Ω 相等的模拟阻抗相比较,T 型网络只提供一个 150 Ω 的共

模端,而且几乎不带负载,对通信线路上的差模工作信号有高度的隔离作用。

在 T 型网络供电的一侧,信号模拟器,EUT 的直流负载电路、EUT 的工作信号频率负载电路或 EUT 工作时所需要的其他电路都可以连接在一起。当特定的 EUT 需要时,这些电路自身应提供一个 $100\ \Omega \sim 150\ \Omega$ 的差模射频电阻,或者与终端一起提供这个电阻。当 EUT 工作时没有规定需要外部电路时, $150\ \Omega$ 电阻应当作为差模射频终端连接到 T 型网络上。图 11 表示 T 型网络的一个实例。

2.4.4.4 使用电压探头的测量方法

2.4.4.4.1 使用 AMN 的情况

为了对带有数根连接导线或可以连接数根导线的装置和系统进行测量,在那些不能用人工电源网络进行测量的导线连接端(例如,与电源分离的部分元件之间的连接线)与天线控制线以及负载线的连接插座上的骚扰电压,必须使用高输入阻抗($1\ 500\ \Omega$ 或者更大)的电压探头来测量,以便保证探头不加载到被测线上。

然而,对于上述情况,初级电源输入线必须被隔离并用 AMN 作射频端接。不使用电压探头来测量的那些导线,在布置和长度方面则必须遵守 2.4.4.1 的相应规定和各自的产品(类)EMC 标准(例如 GB 4824 和 GB 4343)中为各个设备规定的运行条件。电压探头应通过同轴电缆连接到测量接收机上,它的屏蔽层被连接到参考地和电压探头外壳。从这个外壳到 EUT 的带电部件不得有直接的连接。

图 12 表示一个测量半导体调节控制器骚扰电压试验装置的实例。

2.4.4.4.2 不使用 AMN 的情况

对于试验中不用 AMN 来测量的 EUT,其骚扰电压应该用高阻抗电压探头跨接在一个规定的模拟电阻两端上来测量(例如,在 GB 4343—1995 中 7.3.7.2 中的电栅栏模拟装置,或者考虑到 2.4.4.1 的规定,在有完全确定的布置和导线安排的开路状态下测量)。

这种测量方法对由自身单独的电源供电的电力电子器件或由不带负载的单独配置的导线所连接的电池供电装置也是有效的。

当电流超过 $25\ \text{A}$ 的单个独立电源(例如:电池、发电机、变换器等)进行骚扰电压测量时,必须测量其阻抗,以便按 GB/T 6113.1 来确定没有超过模拟电阻的允差。

凡输入阻抗 R_x 大于 $1\ 500\ \Omega$ 的电压探头,其软性接地线长度不应超过最大测量频率对应波长的十分之一,并应该以可能的最短路径连接到作为参考地的金属表面上。为了避免由探头的屏蔽层引入到测量点的附加容性负载,探头的探针长度应不超过 $30\ \text{mm}$ 。凡连接到测量接收机的屏蔽连接线布置必须使得 EUT 相对于参考地的电容不会变化。

2.4.4.5 使用电流探头的测量方法

由于某些原因,骚扰电流测量可能是有用的。首先,在某些设备中也许不可能插入 AMN,当对固定安装的系统或者大电流的 EUT 进行测量时尤其如此。其次,使用电流探头的原因是:在频率范围的低端,电源阻抗变得很低,以致骚扰源成为一个电流发生器。因此就可以用电流互感器来测量这个电流,而无需中断或拆开电源的连接。

电流探头应当符合 GB/T 6113.1—1995 之 11.1 的要求。

用电流探头卡住全部导线的电缆以便能够直接测量骚扰电流中的共模分量。因此,可以很容易地把共模骚扰电流从差模工作电流中分离出来。

如果在负载和源阻抗已知的情况下进行测量,则可以计算出骚扰电压。

如果只有一根导线被包围住,那么测量的是差模和共模骚扰电流分量的叠加值,此时如果存在任何大的工作电流($200\ \text{A}$ 以上),那么由于电流探头的磁芯可能饱和而有数据不真实的风险。

2.4.5 传导发射测量的系统试验布置

2.4.5.1 系统测量的一般方法

为传导发射测量而规定的系统试验布置目的如下:

——避免共模骚扰地环路;

- 容易再现规定的试验布置；
- 从被测量的导线中消除不被测量导线的耦合；
- 得到去耦的布线方法；
- 尽可能最大限度地将 2.4.1~2.4.4 中的要求用于系统试验。

只要有可能,就应使用 AN 来测量系统导线上的骚扰电压,对于 50 A 以下的电流,可以很容易地使用 AN。该 AN 应放置在受试系统设备的 80 cm 以内。多线电源电路的每根导线都应当经过一个 AN,每一个 AN 都应当在测量端端接一个 50 Ω 电阻器。

EUT 应当按照制造商的说明书进行布置并端接电缆。

对于某些测量,有关的产品(类)EMC 标准可能规定一个特定的负载与负载电压探头一起使用,来代替 AN。当电源电流大于 50 A 且没有一个适当的 AN 的时候,电压探头也可用于传导测量。但在此情况下用 AN 得到的测量结果将优先于用电压探头得到的测量结果。

而对某些测量,在有关的产品(类)EMC 标准中则可能规定使用电流探头。

2.4.5.2 系统配置

系统应仔细地配置、安装、布置,并按最能代表系统典型的使用情况(即按使用说明书中的规定)或者本标准的规定运行,通常在由多个互连的装置组成的系统中运行的设备应作为这一典型运行系统的一部分来进行测量。

通常,受试系统应和供给最终用户的系统是同一型号,如果不能得到销售资料或者不可能去组装大量的设备去复制一套完整的产品设施,那么就应采用试验工程师和设计工程人员协商后的最好办法来进行测量,而任何这样的讨论和决策过程都应在试验报告中用资料来证明。

电缆、交流电源线、主机和外围设备的选择与放置取决于 EUT 的类型,并且必须代表所期待的设备装置。要区分三种类型的系统:第一类是常规使用时全部放置在台面上的那些台式系统;第二类是常规使用时构成系统的设备都是地面放置的落地式系统。这些包括安装在专门设计的架高地板上的系统,以利于在架高地板之下进行系统内部的连接。构成落地式系统的设备可以用地面上的电缆和设备在架高后地板下的电缆,或者按常规安装时的架空电缆相互连接起来。第三类是落地式系统和台式系统组合而成的系统。本条的以下部分提出了这些系统的每一类别的试验规程。此外也应遵守 2.4.1 至 2.4.4 的特定要求。

系统中通常作为落地式的设备应按照 2.4.4.1 的规定放置在地面上。那种设计成既可放在台面上又可放在地面上工作的设备应按台式布置进行试验。

2.4.5.2.1 运行条件

系统应运行在额定(常规)工作电压和典型负载条件下——为系统而设计的机械负载或电气负载,或是这两种负载,可以是实际负载,或是如同个别设备的要求中所叙述的模拟负载。对于某些系统,也许有必要制定出一套明确的要求来规定试验条件、运行条件等,用于试验专门的系统。

如果系统包括视频显示装置或监视器,则要采用下述运行条件,除非产品(类)EMC 标准另外规定了别的运行条件:

- a) 对比度调到最大状态;
- b) 亮度调到最大,若光栅消失发生在小于最大亮度之处,则设在光栅消失处;
- c) 对于彩色监视器,在黑色背景上用白色字母来代表全彩色;
- d) 如果两者都可得到的话,选择正负视频中最差的一种情况;
- e) 选择每行的字母数和字母大小,以便显示出每屏最多的字母数;
- f) 对于无图形功能的监视器,都应显示由随机文本组成的图案,与使用的视频卡无关;
- g) 对有图形功能的监视器,即使使用其他的视频卡能完成图形显示,也应显示滚动的满屏 H 图案;
- h) 如果监视器没有文本功能,则使用典型的显示功能。

2.4.5.2.2 系统的接口设备、模拟器和电缆

进行符合性试验应按实际应用情况配置外围设备和布置电缆,并要认为它们在最终系统中是很可能得到的。图 1、图 3、图 4 和图 5 描述标准的试验总体布置,这些布置为在各检验实验室中的可重复性提供了基础,并且符合实际系统的要求和电缆的方位。任何不符合标准试验总体布置的做法连同支持这种做法的依据理由都应用资料来证明。

由于要求一个系统与其他的装置(设备)在功能上相互作用,所以应使用实际的接口装置。可以用一些模拟器来提供有代表性的运行条件,只要代替这些实际接口装置所用的模拟器的效应能恰当地代表那些接口装置的电气特性。在有些情况下,还应能代表接口的机械特性,尤其是有关的射频信号、阻抗和屏蔽终端等特性。由于使用模拟器增加了试验的不确定度,如有可能的话,要避免这种用法。在有争议的情况下,将优先采用实际接口装置进行测量。如果一个装置只是设计用来与专门的主机或外围设备一起使用,那么该装置应与那个主机或外围设备一起试验。

接口电缆应是标准系统所提供的常用典型电缆,长度至少 2 m,除非制造商的用户手册中规定用较短的电缆。在整个试验过程中都应使用用户手册中规定的相同类型的电缆(即非屏蔽的、网状屏蔽的、金属箔屏蔽的等等)。超长的电缆应在电缆的近似中点处以 30 cm~40 cm 长的约束来回折叠成 S 形。

如果为了达到符合标准的目的而在试验中使用了屏蔽的或特殊的电缆,则在试验报告和使用说明书中都必须包括建议需要使用的那些电缆的类型。

凡接口端口(连接器)都应有一根电缆连接到该系统的每种功能类型的接口端口,而且每根电缆都应端接在一个设备实际使用的典型端口上。在有多多个类型都相同的接口端口情况下,应给系统增加另外的电缆,以便确定这些电缆对该系统的发射所产生的影响。

通常类似端口的负载受到下列限制:

- a) 多负载的利用率(对于大系统);
- b) 多负载表现一个典型设备的合理性。

在试验报告中应包括选择试验布置和端口负载的理由,就是连接上 25% 可能有的电缆,而再加上一个或多个电缆的时候,增加的发射不多于 2 dB。在试验中,除了与该系统或最低要求的系统相关的那些端口以外,不需要连接或使用支持设备,接口装置或模拟器上的那些附加端口。

2.4.5.2.3 电源连接

如果系统是由多个具有其自身电源线的设备组成,则 AN 的连接点按下述规则确定:

- a) 应分别试验接在标准设计(例如,GB 1002)的电源插头上的每一根电源线;
- b) 应分别试验不是由制造商所规定的那些经由主机相连的电源线或端子;
- c) 制造商规定连接到主机或其他供电设备的那些电源线或现场接线端子应连接到主机或其他供电设备上,那个主机或其他电源供电设备的端子或电源线被连接到 AN 上作试验;
- d) 在规定特殊电源连接线的情况下,为了进行试验而连接到 AN 的必要连接件应由制造商提供。

单独供电的设备其安全接地线要用一个频率范围为 0.15 MHz~30 MHz 的 50 μ H 的 AN 将其(安全接地线)与 EUT 隔离开来。在这种用法中 AN 作为一个滤波器,常规的 AN 电源输入端被连接到参考地。

2.4.5.3 互连导线的骚扰测量方法

除了对电源连接线的那些端子进行测量之外,可能还需要使用电压探头对进出导线(例如控制线和负载线)其他的一些端子进行测量。如果 EUT 的功能受到该探头的 1 500 Ω 阻抗的影响,那么可能要增加 50/60 Hz 阻抗和射频阻抗(例如 15 k Ω 串联 500 pF)。若产品(类)EMC 标准要求的话(或提供作为一种选择),也可以使用电流探头来测量电流,以替代电压测量。

在测量期间,接上电源线的 AN 要放置在适当的位置,以便提供所规定的电源隔离和射频终端。要接上辅助设备(控制器、负载),以便能够在那些设备相互作用的期间内和在所有提供的运行条件下,对那些端子进行测量。

如果设备之间的连接导线在两端被永久固定并短于 2 m,或屏蔽电缆的两端连接到参考地,即那些设备的金属外壳,就没有必要测量。带有插头或插座的非屏蔽连接导线要能延长到 2 m 以上,至少延长到 2 m,并必须作试验。屏蔽电缆至少长 2 m,除非用户手册规定用较短的电缆。

2.4.5.4 系统的去耦

在一个系统中,导致传导测量不准确的一个原因是任何的地环流,在 EUT 的安全接地线中安装一个频率范围为 0.15 MHz~30 MHz 的 50 μ H 的 AN 可能会阻断这个地电流。

产生地环流的另一个原因可能是各设备之间的互联电缆的屏蔽层。因此,这些设备的安全接地线也应用 50 μ H 的 AN 来隔离。

为了防止地环路,测量接收机应仅在测量点作参考接地(当心:如果没有给测量接收机提供隔离变压器,就可能有电击的危险)。

2.4.6 系统骚扰的现场测量方法

如果系统不能在试验场地安装,那么可以在最终用户或制造商的安装场所进行试验。在这种情况下,系统和它的安装场所均被视为是受试系统。发射的结果是特定的,只对安装场所有效,因为场地的特性影响着测量。然而,为了确定符合发射要求起见,一个给定系统的试验是在 3 个或更多个有代表性的场所完成的话,则其结果可以认为是具有类似系统的所有场地的有代表性的结果(如果要求是许可的话或文件中要求这样做)。

应在现有传导条件的情况下,用非电抗性的传感装置(高阻电压探头)测量骚扰电压。那些传导条件和测量结果受到的影响有:

- 在测量中使用的现有参考地或参考体。在用户现场试验中都不设置导电接地平面或 AN,除非其中之一或两者都是该设备的固定部分;
- 电源传导的射频特性和负载条件;
- 周围的射频环境,以及
- 传感装置的输入阻抗。

2.4.6.1 参考地

设备现场的现有接地应用来作参考地。这种选择要考虑到射频(RF)特性。通常,可以通过一个长宽比不超过 3 的宽金属片将 EUT 连接到通大地的建筑物导电结构上,这些导电结构包括金属水管、中央取暖管道、通向大地的避雷针、钢筋混凝土结构和钢梁。

一般,电力设施的安全接地线和中线不适合作为参考地,因为这些导线可能含有外界骚扰电压和可能具有不确定的射频阻抗。

如果 EUT 或测量场地周围没有适当的参考地可以利用,那么可以将附近足够大的导电结构,如金属箔、金属板或金属网等作为测量的参考地。

还应遵守 2.4.4.2.1 和附录 A 中的 A3 的一般要求。

2.4.6.2 使用电压探头测量

使用电压探头也可检测传导骚扰电压。为了设置测量的参考地,要采取专门的措施。

由测量电路的负载而引起的任何电压减小可以用改变电压探头的输入阻抗来定性确定。如果与测量点或受测试网络的内阻抗相比较,电压探头的输入阻抗较高,那么当电压探头输入阻抗增大时,在测量骚扰电压时只会发生很小的差别。探头的输入阻抗可以用串连一个 1 500 Ω 电阻来增加 1 倍,如果骚扰电压减小 5 dB 或 6 dB(预计),则 1 500 Ω 探头可以用来测量骚扰电压。

2.4.6.3 测量地点的选择

可以在用户工作场所及工业区的边界或接收系统受影响区域内的指定点进行设备现场的无线电骚扰电压测量。

2.4.6.3.1 对电源及其他供电线的测量

对于供电网络,只需用电压探头在建筑物的电源入口处附近可以接近的电源插座处测量不对称骚

扰电压就足够了。

2.4.6.3.2 对非屏蔽和屏蔽电缆的测量

对于非屏蔽和屏蔽的信号线、控制线和留在边界的具有非接地屏蔽层的负载线,也应使用电压探头来测量这些单独导线或屏蔽层相对于参考地的不对称骚扰电压。

对于屏蔽层接地的屏蔽电缆,可以用电流探头在离连接点或接地点大于十分之一波长处测量共模骚扰电流。

2.5 用吸收钳测量骚扰功率的方法(30 MHz~1 000 MHz)

2.5.1 概述

使用吸收钳(见图 13)来测量某些类型设备的电缆辐射骚扰功率,要取决于设备的结构和尺寸。在每一个产品(类)EMC 标准中都应规定严谨的测量程序及其适用范围。如果不带连接导线 EUT 的尺寸接近测量频率的四分之一波长时,就可能产生机壳直接辐射。因此吸收钳方法不适合于评价 EUT 的全辐射能力。一般,这种方法对于小型 EUT 和 30 MHz~300 MHz 频率范围内很适用。

电源线是 EUT 仅有的外部导线,则其骚扰能力可以认为是它向起辐射天线作用的电源线所提供的功率。该功率近似等于由 EUT 向吸收钳所提供的功率。该吸收钳环绕电源线放置并处在最大吸收功率的位置上。

设备上非电源线的外部导线也能以电源线辐射的相同方式从这样的屏蔽或非屏蔽导线向外辐射骚扰。吸收钳也可用于对这些导线作诊断测试。

频率在 300 MHz 以上,直到 1 000 MHz 的导线辐射,也可以用一种合适的吸收钳来测量,这些测量也适用于诊断测试。然而,要注意设备也可能直接产生辐射。

附录 C 为吸收钳的背景资料。

2.5.2 测量方法

使用吸收钳测量时,EUT 应放置在至少高 80 cm 的非金属台上。被测导线沿水平方向拉成直线放置,以便吸收钳能沿着导线移动位置从而找出最大指示值。该导线至少应为最低测量频率的半波长加上吸收钳的长度和可能需要的第二个吸收钳的长度:在 30 MHz 该导线长度为 6 m,而有第二个(用于滤波的)吸收钳时则必须至少是 7 m。短于 1 m 的导线不适于用吸收钳测量。

如图 13 所示,吸收钳环绕着被测导线放置。对于每个试验频率,沿导线方向上放置的吸收钳应从 EUT 开始,自零变化到半个波长的距离。与吸收钳相连接的测量接收机获得的最大指示值正比于能得到的骚扰功率。

当对有一根以上附属导线的 EUT 测量时,如果可能的话,在测量另一根导线时,应卸去一些可拆下的导线。不能取走的导线,则用放置有损耗铁氧体环或紧靠着 EUT 环绕该导线放上另一个吸收钳来隔离。

吸收钳的试验布置如图 13 所示,在测量装置 80 cm 以内不应有人或金属物体。吸收钳的移动可以用滑轮和在远处运转的电动机操纵绳索来完成。

在每个试验频率上,对应于测量接收机电压指示的功率值可以从 GB/T 6113.1—1995 的附录 I 所叙述的吸收钳校正方法中推导出来。

2.6 辐射骚扰测量方法(9 kHz~18 GHz)

2.6.1 概述

本节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。)

2.6.2 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。

2.6.2.1 开阔试验场的测试

开阔试验场应符合 GB/T 6113.1 中规定的物理特性、电特性和有效性。

2.6.2.2 通用测量方法

图 14 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。

2.6.2.3 测量距离

EUT 应在服从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:

- a) $d \geq \lambda/6$, 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
- b) $d \geq \lambda$, 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
- c) $d \geq 2D^2/\lambda$, 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。

2.6.2.4 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。

2.6.2.5 产品(类)EMC 标准的细节

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。

2.6.2.5.1 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 2.3.1.1。

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:

a) 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。

b) 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。

c) 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。

d) 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。

e) 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。

2.6.2.5.2 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。

试验单个或多个部件的系统应满足下列两个条件:

a) 系统按典型应用的情况布置;

b) 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,应试验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试验的整个频段内的最大幅射,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试验工程师自行决定,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。应在各种不同的工况下对 EUT 进行试验。

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试验,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 将放置在地面上试验。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。

2.6.2.6 测量设备

所有的测量设备(包括天线)都应符合 GB/T 6113.1 有关要求。

2.6.2.7 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。2.6.2.3~2.6.2.6 中作出的规定仍然适用。同样地,也可参考 GB/T 6113.1—1995 之 16 给出的一般规定,但不包括场地有效性的要求。

2.6.2.8 在混响室中测量辐射骚扰

(在考虑中)

2.6.2.9 在装有吸波材料的屏蔽室中测量辐射骚扰

(在考虑中)

2.6.2.10 在 TEM 室中测量辐射骚扰

(在考虑中)

2.6.3 辐射骚扰替代测量法(30 MHz~18 GHz)

此方法旨在测量来自 EUT 壳体(包括壳体内的导线和内部电路)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。

2.6.3.1 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(见图 15)。

将两个水平半波长偶极子天线(见 2.6.3.2)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,以便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 2.6.3.3),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。

2.6.3.2 试验天线

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 的终端功率相关。

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。

2.6.3.3 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 15)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终端。

2.6.3.4 试验方法

按 2.6.3.3 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 的终端功率就被确定为 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。

2.6.4 现场设备的测量方法

(在考虑中)

2.6.5 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 CISPR 16-1 附录 G 的 G4 叙述的方法来证实其有效。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 2.6.2 叙述的方法所获得的结果之间的关系。

2.6.5.1 一般测量方法

图 16 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 3 个大环天线的电流,将用与测量接收机(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。

依次测量由 3 个相互正交的磁场分量在 3 个大环天线内所产生的电流。所测得的每个电流电平都应符合产品(类)EMC 标准中所规定的发射限值,并用 dB μ A 表示。

发射限值实用于标准直径为 2 m 的 LAS 大环天线。

2.6.5.2 试验环境

LAS 的外径与附近物体(如地板和墙壁)之间的距离至少应为 50 cm。

由射频环境场在 LAS 内感应的电流应按 CISPR16-1 之 16.4 来判断。

2.6.5.3 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 CISPR16-1 附录 J 的 J6 来校正;
- b) EUT 的最大尺寸应是 EUT 与大环之间的距离至少为 $0.1 \times D(\text{m})$,在此, D 是非标准的大环直径。

3 抗扰度测量

3.1 抗扰度试验准则和一般测量方法

抗扰度测量是根据对 EUT 的干扰效应已经达到某一规定的水平来判断的。

抗扰度测量通常是用对 EUT 施加有用试验信号和无用试验信号的方法来进行的。本条叙述抗扰度测量的基本原理,以及那些需要在相应的产品(类)EMC 标准中详细规定的试验条件。3.2 和 3.3 分别叙述传导抗扰度和辐射抗扰度测量方法的一般原则。

3.1.1 一般测量方法

图 17 表示所有抗扰度测量方法所依据的基本原理图。

EUT 的布置应模拟正常工作状态。随着严酷度的增加而逐渐加大无用信号,直到检测到所规定的性能下降或施加的无用信号达到了规定的抗扰度电平为止,两者取低者。

可以用直接辐射或电流/电压注入法来施加无用信号。多数情况下,为了全面评价 EUT 的抗扰度,直接辐射和电流/电压注入技术都需要采用。虽然大约在 30 MHz 以上,已经采用了直接辐射试验法,但在低于 150 MHz 的频率范围,注入法却是很有用的。直接辐射试验可以用天线发射场强,由 EUT 截获场强的方法来进行。在某些情况下,对于高度小于 1 m 的 EUT,“有界”场是很有效的。产生有界场的例子如 TEM 室、带状线天线和混响室等。

3.1.1.1 性能下降客观评价方法

可以通过监测电压、电流、特定的信号和音频检波电平等方法来对 EUT 的抗扰度做出客观评价。这些电信号可以采用模拟或数字记录技术来记录。

下面以电视接收机对 AM(调幅)射频干扰的抗扰度试验,作为这种性能降低客观评价的一个实例。

首先将有用试验信号施加于 EUT,产生一个被测的有用音频信号。调整 EUT 或试验装置的控制,使这个音频信号达到所需要的电平。然后,关断调制或音频试验信号以去除有用信号。再施加无用信号,并调节其电平大小,以便获得一个低于有用音频信号规定电平的无用音频信号。这个无用信号电平即为 EUT 有关试验频率上的抗扰度的量度。应当心不使过高电平的无用信号损坏 EUT。

3.1.1.2 性能降低主观评价方法

对于那些具有图像或声音或者两者功能兼有的 EUT,其抗扰度的主观评价方法是对具有这种图像或声音或者两者皆有的 EUT 采用监测其图像和/或声音的性能降低来进行。这种方法与 3.1.1.1 所用方法的不同之处在于不采用模拟的或数字的形式去直接记录特定的电信号或类似的信号和电平。相反,不用可计量术语精确地表达性能降低,而是用人的感觉术语来表达性能降低,例如,人对烦扰效应的听觉或视觉的感受。这些无用抗扰度信号可与进行客观抗扰度评价测量时所用的无用信号相同或类似。

作为这种性能降低主观评价的一个实例,下面给出显示性能降低的图像和伴音与人的感受相吻合时,电视接收机对无用信号的抗扰度。

就图像干扰来说,有用试验信号产生一个标准图像而无用信号产生一个性能降低的图像。这种性能降低可以有多种形式,例如图像重叠、同步骚扰、几何失真、图像对比度或色彩的损失等等。

需要规定构成性能降低的准则,而且必须规定作出主观评价所依据的工作状态。

首先,只向电视机施加有用信号,调节电视机的控制器以便获得一个具有正常亮度、对比度和色饱和度的图像。然后,另外再施加一个无用信号,并调节它的电平,以获得一个和人观看图像画面时所感受一样的性能降低图像。这个电平即为该电视机在有关的试验频率上抗扰度的量度。

3.1.1.3 限值测量法

可能并不需要测量实际的抗扰度电平,例如,知道 EUT 是否满足限值就足够了。可将无用信号保持在某个限值电平上,而不是在每个试验频率上作调节,并在整个试验范围内作频率扫描。如果在任何时刻,无论是客观上还是主观上,均未观察到性能降低,则认为 EUT 满足该限值。这种方法通常被称为“合格/不合格”试验法。

3.1.2 抗扰度降低判别准则

要制定合理的抗扰度判别准则就需要定义什么是性能降低。下面给出这样一种性能累进降低的建议。

a) 没有降低:设备符合设计规范。此类判别准则适用于那些敏感的保健设备和安全设备以及那些对众多消费者有影响的服务设施。也可用于一些关键性生产过程或设备运行的抗扰度准则。

b) 明显降低:在这种情况下,性能已经受到了电磁骚扰的影响。一些明显性能降低的例子如视频和音频电路噪声增大,控制电路信噪比减小,数字系统的误码率接近系统允许的最大承受能力,或者有烦

人的音频和视频骚扰。电子产品/设备无需操作者介入即可继续使用。这种性能降低通常用于大量生产的产品。当去除抗扰度信号时,性能降低现象即消失。

c) 严重降低:在这一类别,产品将不能够连续满意地工作。为了排除这种性能降低,现场工程人员或用户服务代理人员在现场要花费相当多的时间试图找出并排除问题。这一类别的抗扰度电平应被设定在极偶然的情况下才会出现性能严重降低的水平上。此时需要操作人员介入,如系统闭锁、复位,软盘上任意写以及其他的存储修改,电子产品/设备才能够恢复其特定的运行状态。

d) 失效/完全丧失工作能力:这是最严重的性能降低类别。此时,产品完全失效并且不能重新恢复使用。最终会发生机械损坏,不能现场修复。为了增加设备的抗扰度电平,就急需重新设计来更换整个设备。对用户的服务可能要不定期地暂停,暂停时间取决于制造商生产出满意替代品的能力。

产品(类)EMC 标准的任务是为上述性能降低状态制定相应的产品性能降低的判别准则。

3.1.3 产品(类)EMC 标准细则

除了规定详细的抗扰度测量方法和确定可接受的性能降低的手段以外,产品(类)EMC 标准还必须包括的其他有关细节概述如下。

3.1.3.1 试验环境

必须考虑需要的试验环境。要规定物理环境,如温度或湿度范围。也要规定电磁环境,尤其要规定最大的环境电平。

3.1.3.2 EUT 的工作条件

必须规定 EUT 的工作条件,例如,有用输入信号的特性、EUT 的工况等。

3.1.3.3 电磁危害

有许多形式的电磁骚扰,可导致 EUT 失常。产品(类)EMC 标准必须考虑是否包括了所有的不测事件。即发射的无线电波,传导的信号,来自电源的尖脉冲、暂降、中断或失真,静电放电和雷电感应产生的浪涌(冲击)等。

对于每一种潜在的危害,必须对其耦合方式进行评估以便与所涉及的测量方法结合起来规定出合适的专门试验设备。因此,产品(类)EMC 标准中有必要采纳本条规定的一般测量原则。

必须规定无用信号的特性,如幅度、调制、方向、极化等。也必须确定每一种测量方法所适用的频率范围。例如,TEM 室的使用频率范围取决于它的宽度,进而也取决 EUT 的尺寸。

必须检验 EUT,以确定它是否对某一工况或对无用信号某一特殊频率特别敏感。

3.1.3.4 校准

产品(类)EMC 规范必须给出校准要求,这些要求或在基础标准中,或在产品(类)EMC 标准的校准方法中。这个校准要求应包括所用试验设备的校准周期和应校准的参数,如用于直接辐射或注入法中的无用信号的幅度和均匀性参数的详细校准手段。

3.1.3.5 统计评定

产品(类)EMC 标准必须说明限值的意义。尤其应说明该试验是否符合“80%/80%”规则。倘若如此,抽样方法中也要采用这一规则。

对于一直要进行到发生性能下降为止的抗扰度试验,可以用一个适当的样本量来判别是否符合抗扰度限值,这样有部分样品可能超过允许的限值。对于用抗扰度限值进行抗扰度试验来确定 EUT 的符合性,例如“合格/不合格”试验,则无需测量抗扰度阈值,可以不采用统计技术。

3.2 传导信号抗扰度测量方法

基本的方法是将无用信号注入到导线上并增加电平,直至观察到规定的性能降低类别或达到规定的抗扰度电平,无论哪个首先出现。该导线可以是信号线、控制线或电源线,有两种不同的方法,电流注入法用于评价共模(非对称)信号的抗扰度,电压注入法用于评定差模(对称)信号的抗扰度。通常,作为最低的抗扰度要求,要进行电流注入法试验,因为这种方式对辐射的射频环境很敏感。

注入测量法的一般原理如图 18 所示,它通过一个适当的耦合单元注入无用信号来模拟实际情况

下,设备的导线中感应的干扰信号的影响。

对于非屏蔽导线的电流注入情况,无用电流是以共模方式注入导线。对于同轴电缆或屏蔽电缆,无用电流也以共模方式注入电缆的外导体或屏蔽层(见图 18)。该电流流过 EUT 同时通过与耦合单元提供的其他终端负载阻抗相并联的接地电容流回到信号发生器。注意:在某些情况下,共模信号的一部分被转换成差模信号,因此,掩盖了真实的共模响应。这可能是共模电流的复合,它影响着导线两端的射频电位差并引起有用信号对无用信号比的下降。

电压注入法,是将信号加到两线之间。注意:当频率接近 100 MHz 或更高时,由于 EUT 导线和负载阻抗及其谐振情况,将难以采用这两种方法进行传导抗扰度注入试验。

3.2.1 耦合单元

用于注入无用信号的耦合单元,包括一些射频扼流圈、电容器和阻性网络。无用信号电压源的阻抗和负载阻抗是标准的,设计耦合单元是为了提供这个阻抗。它们也允许有用试验信号、其他信号和供电电源通过。耦合单元的详细结构和性能检验方法详见 GB/T 6113.1。

3.2.2 测量布置

必须详细规定用于传导抗扰度试验的测量布置,以确保准确性和重复性,要规定的特殊条款有:

- a) EUT 高出规定的接地平面的高度;
- b) 超长信号线和电源线的处理;
- c) 耦合单元连接到信号线和电源线的导线长度;
- d) 使用的所有组件即 EUT 及其连接线、耦合单元、接地平面、互连导线、信号源等等的布置和调整;
- e) 电缆的品质,即屏蔽连接、转移阻抗等。

作为一个实例,对于电视接收机抗扰度的测量,下面给出更多这类标准的细节。

将 TV 接收机放在一块面积为 $2\text{ m} \times 1\text{ m}$ 的金属接地平面上方 10 cm 处,将各耦合单元分别插入各种电缆之间。连接耦合单元和电视接收机的电缆应尽可能地短,尤其是电视接收机天线输入端的电缆不得超过 30 cm。

电源线长度应为 30 cm。如果较长,则应将它捆扎成 30 cm 长的线束。电源线应按明确规定的布置来固定,并将布置情况记录在试验报告中。这些电缆与接地平面之间的距离应不小于 30 mm。

试验中最多使用 6 个耦合单元,若 EUT 的终端超过 6 个,如果可以提供,则每种类型的终端至少有一个应使用耦合单元。

注:产品(类)EMC 标准应给出这些细节。

3.2.3 输入端抗扰度测量方法

按通常接收射频信号的方式,将无用信号施加到 EUT 的输入端,这个无用信号和有用信号相混合。作为一些实例,下述各条着重于那些可应用于声音和电视接收机的试验,也可参见 GB 13837。

3.2.3.1 声音接收机传导抗扰度的测量

对于这些测量,应规定有用信号和无用信号频率的精确度,如 $\pm 1\text{ kHz}$ 。

测量布置如图 19 所示。无用信号发生器(1)和有用信号发生器(2)通过耦合网络(6)相互连接。为了避免两个信号发生器之间的互扰,可用衰减器(7)来增加耦合损耗。应规定耦合网络的源阻抗,它的输出端应通过网络(8)与 EUT 的输入端相匹配。按照规定的方法测量音频输出。

3.2.3.2 电视接收机传导抗扰度的测量

测量布置如图 20 所示,工作原理类似于图 19 的测量布置所示,3.2.3.1 中的要点也适用。为了防止无用信号发生器的谐波影响测量结果,增加了低通滤波器(10)。

3.3 辐射电场干扰的抗扰度测量方法

下列各条叙述各种辐射电场干扰的抗扰度测量方法。

3.3.1 用 TEM 波的测量方法

在自由空间条件下,均匀电磁波可以用在两个平行导电平板之间传输的 TEM(横电磁)波的导行波来模拟。在这种情况下,电场分量与导电平板垂直,而磁场分量与导电平板平行。TEM 装置可以是开放式带状线或封闭式结构,例如 TEM 装置或 GTEM 装置。CISPR 16-1 规定了 TEM 装置和带状线装置的细节。GTEM 装置的规定正在考虑。

3.3.1.1 采用开放式带状线的测量布置

开放式带状线由两块充分分开的平行板构成,以便能容纳下 2 倍的 EUT 电高度。EUT 在垂直平面内的金属结构形成了 EUT 的电高度。电高度大于平行板间隔一半的那些 EUT,可能会给带状线加载,从而对所施加的电场强度造成显著的影响。应该注意:在带状线的截止频率以上,电场强度的垂直分量和水平分量都存在。

对于满足上述高度限制的 EUT 且试验频率通常低于 150 MHz 的情况下,推荐采用下述试验布置和带状线间距:

——应将带状线的底部放在离地面至少 80 cm 的非金属支架上,上导电平板与天花板之间不得近于 80 cm。

——在室内使用时,放置带状线要使其的纵向开口的侧面距离墙壁或其他物体至少为 80 cm。当放在屏蔽室内使用时,在带状线的侧边和屏蔽室的墙壁之间应该放置射频吸波材料。基本布置如图 21 所示;

——EUT 放置在带状线中心部位、高度为 10 cm 的非金属支架上(见图 22);

——EUT 的连接电缆通过带状线的底部导电板的孔洞接入。电缆在带状线内的长度应尽可能地短,并全部用铁氧体环环绕起来,以减小感应电流。所用同轴电缆的转移阻抗,在 30 MHz 时应不大于 50 mΩ/m。

——使用的任何平衡/不平衡变换器都应该用尽可能短的电缆连接到 EUT 上。

——测量中那些不使用的 EUT 终端,应该用与标称终端阻抗相匹配的屏蔽电阻器端接。

如果为了使 EUT 达到正常的功能,还需要另外的设备,则增加的设备应视为测量设备的一部分,且应采取预防措施,确保其不受无用信号的影响。这些预防措施可能包括同轴屏蔽层的附加接地、屏蔽,在连接电缆中插入射频滤波器或使用铁氧体环。

3.3.1.1.1 声音接收机的测量电路

图 23 表示测量声音广播接收机抗扰度所用的电路框图。这是应用带状线的一个例子。发生器 G_2 提供有用试验信号,并通过匹配网络连接到 EUT 的输入端。

信号发生器 G_1 提供无用信号,并通过开关 S_1 ,宽带放大器 Am 和低通滤波器 F 连接到带状线的匹配网络(MN)上。宽带放大器 Am 要提供必需的场强。带状线要用终端阻抗作为负载。

要考虑发生器 G_1 的射频谐波输出电平的影响,尤其是宽带放大器 Am 的输出。如果它们与 EUT 的其他响应同时发生,则谐波可能会影响测量结果。若 EUT 为电视接收机,这样的谐波响应可能发生在电视机的调谐频道或中频频道,在某些情况下,应采取预防措施,可插入合适的低通滤波器 F 来充分地降低谐波电平,它不影响来自 Am 的输入功率,应该对这些滤波器的适用性进行专门的检验。

音频输出功率电平应按其产品要求所作的规定来测量。

3.3.1.2 用封闭式 TEM 装置的测量布置

(在考虑中)

3.3.1.2.1 测量电路

(在考虑中)

3.3.2 用装有吸波材料的屏蔽室的测量方法

3.3.2.1 概述

装有吸波材料的屏蔽室由标准的六面屏蔽室构成。在其四壁和顶部装有某种形状的射频吸波材料。一般,屏蔽室的地面不作处理,而作为测量的参考接地平面。为了场的均匀性,该室的地板也可能需要加

上一些吸波材料。吸波材料一般由渗碳泡沫塑料构成,其他的材料包括铁氧体片或铁氧体片和渗碳泡沫塑料组合而成。两种材料都是将射入其表面的不需要的能量转变为热能形式耗散掉。对于大功率抗扰度电平,要适当注意吸波材料的过度热耗散率问题。吸波材料要作特殊的阻燃处理。

3.3.2.2 尺寸

装有吸波材料的屏蔽室的尺寸取决于下述几种因素:

- a) EUT 系统所需要的试验区域;
- b) 容纳发射天线和其要求高出接地平面的高度所需要的容积;
- c) 吸波材料的尺寸;
- d) 天线和 EUT 之间的距离;
- e) EUT 和天线离最近的吸波材料之间的距离;
- f) 为了提供所要求的准确度和试验区域内抗扰度场的均匀性所需要的室内空间尺寸。

所需内衬吸波材料的尺寸是对无用反射要求抑制量的函数。那种材料通常为锥形渗碳泡沫塑料,当材料的高度为波长的显著部分时才有效。这时,吸波材料能够将反射能量衰减到 20 dB 或更多。当波长小于锥体材料所对应的波长时,衰减量将会大大增加。反之,当渗碳泡沫吸波材料的高度远小于波长时,衰减则降到很低的程度。通常,实际使用的吸波材料大小(低于 100 MHz,高度小于或等于 1 m)多属于后者。因此,在这些频率或更低频率上,采用这种装有吸波材料的屏蔽室将受到严格的限制。

选择适当的铁氧体片和渗碳吸波材料,可以改善装有吸波材料的屏蔽室在 100 MHz 以下的频率响应,一般该吸收层由直接安装在屏蔽室墙壁和顶部(也许包括地板)的铁氧体片,一层介电材料和渗碳泡沫塑料组成,而对于在地板上应用的情况,惰性材料填在锥体和一种机械性能强、能承载和非导电的可供人临时行走的材料之间。铁氧体片在 100 MHz 以下产生额外的反射衰减(如果选择合适)。应该注意这种铁氧体是非线性抑制材料。在使用这种材料之前,尤其是频率在 1 GHz 以上,应说明作为频率函数的反射特性对装有吸波材料的屏蔽室的影响。

3.3.2.3 发射天线

可以用各种发射天线在装有吸波材料的屏蔽室内产生抗扰度试验所需要的场强。这些天线最重要的参数是其耗散大功率(高达 1 kW)的能力和具有足够宽的波束宽度照射 EUT 试验区域。如果需要进行极化数据测量,则应使用线性极化天线,典型的天线包括大功率双锥天线,对数周期天线和双脊矩形喇叭天线。这些天线应远离任何吸波材料,推荐的距离至少为 1 m。

3.3.2.4 信号的产生

在装有吸波材料的屏蔽室内进行抗扰度试验时,除了对信号发生器和功率放大器的谐波和假信号输出要有足够的抑制外,对信号发生器没有特殊的要求。信号发生器要能够产生连续波和调制射频载波电平。并与给发射天线馈电的放大器的输入要求兼容。由于在一个很宽的带宽内,EUT 可能对数个频率产生响应,所以重要的是信号发生器和功率放大器的组合能对谐波和假信号输出给以足够的抑制。与所需频率的输出和在这些谐波上的抗扰度限值相比较,对谐波和假信号的抑制应等于或大于 30 dB。在放大器输出端和发射天线输入端之间可能必须插入一个能跟踪输出信号的大功率低通滤波器。

3.3.2.5 试验电场的校准

校准场的目的是为了保证整个 EUT 的各处场强都足够均匀以便确保试验结果的有效性。

本标准使用的“均匀区”概念是一个假想的垂直平面场区,区内场的变化小到可以接受的程度。这个均匀区为 $1.5\text{ m} \times 1.5\text{ m}$,除非 EUT 及其电缆可以在一个更小的表面上被完全照射。在试验布置中,EUT 的正面将与这个假想的平面重合。

由于接近大地基准平面时不可能建立均匀场,所以校正区域是建立在大地基准平面 80 cm 以上的高度,EUT 要尽可能放置在这个高度上。

为了对那些必须接近大地基准平面作试验的 EUT 和电缆或侧面大于 $1.5\text{ m} \times 1.5\text{ m}$ 的 EUT 建立试验的严酷度,也要记录 40 cm 高度上的场强和 EUT 全宽和全高上的场强,并写入试验报告中。

试验应使用建立校准场所用的天线和电缆。因为使用了相同的天线和电缆,所以电缆损耗和发射天线的天线系数就不相关了。

应记录发射天线的精确位置,因为即使少量的位移也会在场有很大的影响,所以试验中必须采用恒定的位置。

注:应采用 3 V/m 非调制射频信号来建立均匀场区。采用非调制信号可保证任何场强测量设备都有适当的指示。

3.3.2.6 性能监视器

按照试验方案,应将各种传感器与 EUT 相连接,以便能够记录 EUT 性能降低的模拟信号或数字信号。这些传感器及延伸到装有吸波材料的屏蔽室外部的电缆不得影响 EUT 的性能或抗扰度,也不能因所施加的抗扰度场强或因安放吸波材料而变得无法校准。在某些情况下,可通过监视从 EUT 到装有吸波材料的屏蔽室外部的 EUT 支持设备之间的电缆来确定性能降低。在这种情况下,性能降低监视器不必具有对辐射射频能量的抗扰能力。但是它们要对室外电缆上的任何射频传导电流具有抗扰能力。如果需要图像性能降低情况,则可利用屏蔽室侧壁上一个适当的透明窗口面板或闭路电视系统来监视。该窗口表面应该用整体屏蔽材料进行改造,如将金属丝网包住玻璃或将导电透明材料涂在玻璃表面。电视摄像机应嵌放在室内相邻渗碳泡沫材料的顶部之间的一个位置上,它不得阻断 EUT 的主反射信号。音频降低情况可以通过声耦合器来测量或者通过监视调幅射频抗扰度信号还原为音频调制信号来测量。

3.3.2.7 抗扰度测量的布置

3.3.2.7.1 将 EUT 放置在装有吸波材料的屏蔽室试验区的中心。当天线距离超过一个波长时,对于小型产品,即 EUT 的各个线性尺寸都小于一个波长时,就可获得一个均匀试验场。当距离比一个波长还近时,该试验场就变成复杂场。对于大型产品,即 EUT 的各个尺寸都大于一个波长的场合,天线与 EUT 的间距等于 EUT 的最大线性尺寸(以米计量)的平方的 2 倍除以抗扰度信号的波长。如果在更近的一些距离上进行测量,则接收天线将处在复杂的近场区内。在这些试验中,一定要考虑这种复杂性,以保证试验的可重复性,并从这种近场数据判定出远场数据。

3.3.2.7.2 按照试验方案的要求将性能监视器连接到 EUT 上。只有要模拟用户现场的电磁场大小的时候,才需要放置场强传感器(如果使用的话)。以便用来监视场强电平或提供调整它的依据。所有的连接都不应该受到该场强或吸波材料的影响,也不应改变 EUT 的性能。

3.3.2.7.3 发射天线应固定在天线架上,以便能够相对于接地平面和 EUT 来改变天线的极化方向、高度和位置。当天线升高和降低时,波束窄的天线应保持指向 EUT。

3.3.2.7.4 为了监视和记录试验方案中规定的各种性能降低要作出一些规定,特别要强调的是:由试验操作者作出的主观视觉或听觉监视应尽可能地用 EUT 客观响应的模拟或数字的电压或电流来替代。这种电子监测技术可以把由于抗扰度测量冗长的试验周期所造成的试验人员的误差减至最小。

3.3.2.8 抗扰度试验程序

在装有吸波材料的屏蔽室内抗扰度测量试验程序一般和在常规屏蔽室内的试验程序相同。因为通常在装有吸波材料的屏蔽室内所有反射信号的交互作用要小得多,所以在装有吸波材料的屏蔽室内测量要更准确和更可重复。在上述两种情况下,试验人员和试验设备(放大器、信号源,等等)均应在室外。

一般的试验程序如下:

- a) 建立校准过的骚扰场强、极化方向和调制要求(如果有任何一种需要)。
- b) 使 EUT 的布置和运行应与典型应用时相同,把 EUT 定位到使其抗扰度响应达到最大。
- c) 在每一个试验频率上,改变发射信号电平,测量出现性能降低时的电平或规定的抗扰度电平,两者取低者。
- d) 在试验方案规定的频率范围内扫描,以完成 EUT 的抗扰度分布图或者确定合格/不合格的符合情况。
- e) 记录性能降低和作为频率函数的相关场强电平及其他试验参数。

3.3.3 应用开阔试验场(OATS)的测量方法

3.3.3.1 概述

由于辐射抗扰度场强电平比相关国家标准规定的辐射发射电平要高得多。许多设备的典型试验电平超过 1 V/m。对于某些 EUT 系统和大型单独放置的电子设备,为了对整个 EUT 进行照射,需要功率大、效率高且波束宽的发射天线以及一个大的试验区。功率和天线要求一般与试验所用的设备类型无关,在有些情况下,大型 EUT 一直要到它的所有部件都在用户现场组装或在一个很大的试验场上组装后才能具有完备的功能。这样一种试验场和辐射发射测量所用的开阔试验场是相同的。这些试验场地在全频段都能使用,但对于 30 MHz 以上的特殊应用业务则要服从 3.3.3.3 中所规定的严格限制。

3.3.3.2 测量场地的要求

满足 GB/T 6113.1 中 15 所规定的开阔试验场(OATS)相同要求的抗扰度开阔试验场(OAITS),也适用于抗扰度试验。只要 EUT 所占有的容积内电场强度变化不大于规定的允差,也可以使用其他的场地。这可能要求将发射天线安装在天线架上,以便改变接地平面以上的天线高度,有些情况下要改变极化方向和天线位置。在变化天线高度时,波束窄的天线必须保持指向 EUT。通过天线高度的变化,来调节直射信号与金属地网(板)的反射信号的叠加值的大小,以便在 EUT 的体积区域内得到随频率变化而符合规定的均匀场。这些要求仅适用于试验方案规定的频率范围,为了满足场的均匀性要求,地平面上也可能需要放置吸波材料。

3.3.3.3 对无线电业务的干扰

在 OAITS 区域内或其附近,由于抗扰度信号幅度很大,它对获得执照的无线电业务产生的潜在干扰通常很大。对此,应特别注意确保产生的试验场不影响这些无线电业务,尤其是各种安全频段内的业务。产生的试验场强不应高于需要测量到的标准限值或不应高于记录到低于那个限值时 EUT 出现性能降低所对应的场强。如果要产生那样的场强,则应在非常短暂的时间间隔内施加该场强。

也许在某些频段,干扰的潜力会大大降低。例如,ISM 频段不大可能受到这种测量的影响,可能要求某些机构持有国家有关当局颁发的无线电试验执照,该执照将详细规定试验频段、工作时间和抗扰度射频场强发射的作业时间。一般来说,凡公共无线电紧急业务、商业广播、政府用频道、标准时间和标准频率广播等使用的频率均不允许使用。然而使用 ISM 频率或其他工业用频率一般大多能获得批准,但需注意:如果这些获准使用的频率的间隔太大,以至于不能完整描述真实的抗扰度响应情况。

在远场条件下,环境界面场强 E 由下式给出:

$$E = 2 \times 7 \frac{[PG]^{\frac{1}{2}}}{d} = 14 \frac{U}{d} \left[\frac{G}{R} \right]^{\frac{1}{2}}$$

式中: U ——电阻为 R 的调谐发射天线的输入电压;

d ——天线和敏感的无线电接收器所处位置之间的距离;

G ——相对于半波偶极子的天线增益。

当精确度为 1.5 dB 时,式中系数 2 意味着:若发射天线高度调整到最大场强,地平面的总反射效应。在发射天线垂直极化的情况下,由直射场和反射场产生的实际场可能并不是一个线性垂直极化场。

3.3.3.4 测量程序

3.3.3.4.1 概述

抗扰度测量程序基本上与用任何封闭式的试验场如 TEM 室或屏蔽室(安装或未安装吸波装置)所进行的那些测量程序相同。在 TEM 室的情况下,信号加在中心导体和外壳之间。在 OAITS 和其他更普通的屏蔽体的情况下,抗扰度信号馈给发射天线。

3.3.3.5 应用 OATS 的测量布置

3.3.3.5.1 概述

抗扰度场强所需的功率是不小的,因此,EUT 离天线越近,所需的功率就越小。大多数 OAITS 测量是采用 EUT/天线的间隔距离小于 3 m。对于大型 EUT,这个距离必须增加以使天线能照射到整个 EUT。覆盖频率范围达 1 000 MHz 的功率放大器的费用和利用率通常限制了大系统的试验。在某些情

况下,可采用组件或部分的 EUT 试验来替代整个试验。并作出判断来作为对整个大型系统 EUT 的抗扰度。

4 自动测量

4.1 自动测量

(在考虑中)

5 影响测量准确度的因素

5.1 影响测量准确度的因素

由于下列原因会出现测量误差:

- 不匹配(见 2.2.1);
- 没有足够的信噪比;
- 仪表或显示误差;
- 测量接收机过载或互调效应;
- 辅助设备的校准准确度;
- 存在外界的干扰。

在测量中存在外界干扰时,不应使用那些较高的灵敏度范围,它们都不符合 GB/T 6113.1 关于驻波比和过载特性方面的要求,因此,应将它们标明出来。如果测量必须在这些范围内进行,那么除了检查过载情况以外,当 EUT 关断时,应测量被测量接收机的噪声所叠加的外界干扰电压。

在设备现场测量期间,推荐监视无线电干扰测量接收机的音频信号,以便区分出外界干扰和被测量的信号。

5.1.1 测量的准确度

在接收机输入端的正弦电压误差应不超过 ± 2 dB,其他的误差是由辅助设备引入的(分析整个测量不确定性的方法正在考虑)。

5.1.2 避免外界信号和影响

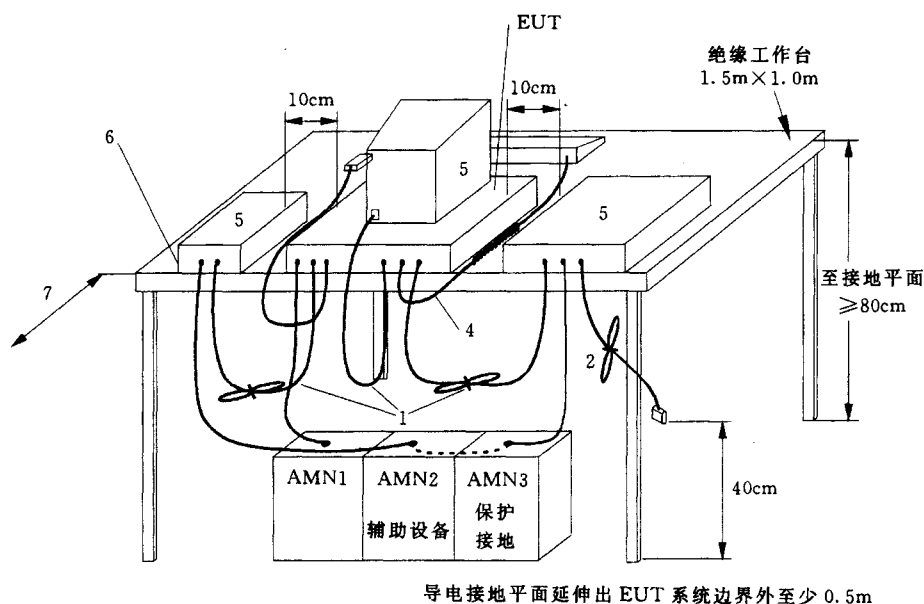
a) 最大允许的外界信号电平(见 2.3.1):由外界干扰而引起的测量误差应小于 1 dB。当 EUT 关断时,测量到的外界干扰低于被测无线电干扰电压 20 dB,或者测量不到,则这个要求是充分的。

b) 滤波和屏蔽措施:为了避免外界干扰,可以在屏蔽室中进行无线电干扰电压的测量,并可采用附加的电源去耦滤波器(如果需要的话,也可带有隔离变压器)(也参见 2.3.1)。如果外界干扰(还有测量接收到的噪声)不能被减小到所需要的 20 dB 的信噪比,则在试验报告中应记录外界干扰电压的大小。

c) 检验过载和互调:在由脉冲引起的无线电干扰时,由于测量设备的过载,测量误差可能上升。过载是用一个测到的变量示值来加以证实的,这个变量示值小于真实值。

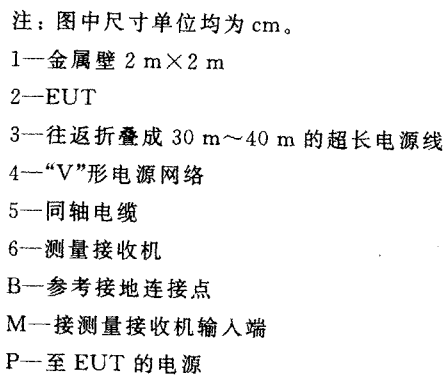
当输入电压衰减器以最小量 10 dB 减小时,并且在中频放大器之后,整个中频增益减小相同的量值。若显示值下降小于 1 dB,则过载是微小的,若读数下降超过 1 dB,则已经出现了互调或信噪比不够大。

这种检验方法不适用于具有自动控制过载保护的干扰测量接收机。

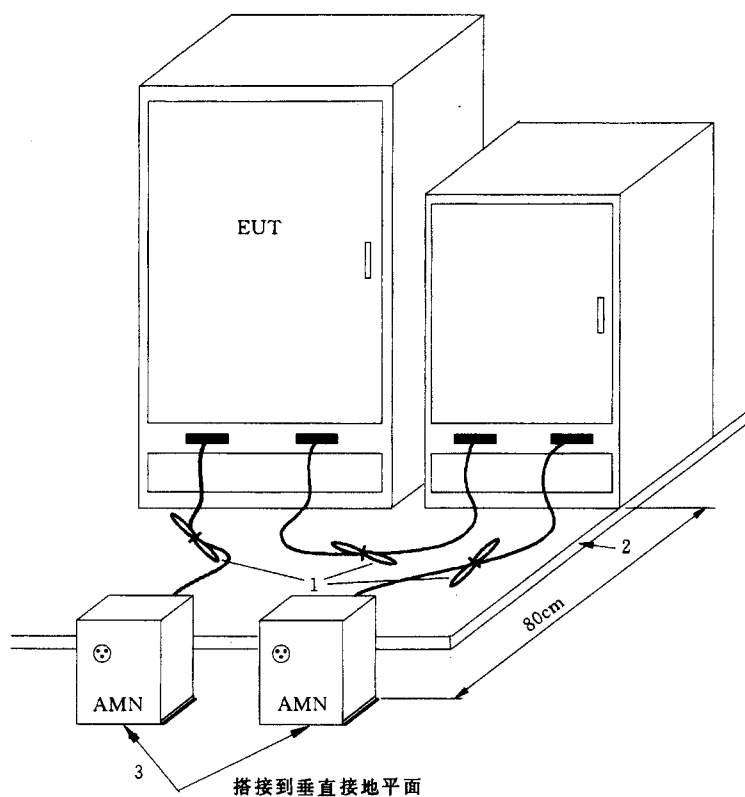


- 1 离接地平面不足 40 cm 的那些下垂的互连电缆应来回折叠成 30 cm 至 40 cm 长线束,大约悬在接地平面与工作台的中间。
- 2 连接到外围设备的那些 I/O 电缆应在其中心处扎起来,如果需要,电缆的末端可端接合适的阻抗,其总长度应不超过 1 m。
- 3 EUT 连接到 AMN 1,AMN 的测量端必须用 50 Ω 端接,AMN 直接放置在水平接地平面上,距离垂直接地平面 40 cm。
 - 3.1 所有关联设备连接到 AMN 2。
 - 3.2 辅助设备的各保护接地线(绿色/黄色)连接到 AMN 3。
- 4 用手操作的装置,如键盘、鼠标器等等,其电缆应尽可能地接近主机放置。
- 5 非 EUT 受试部件。
- 6 EUT 的后部包括各个外围设备在内,都应排成一直线并与工作台面的后部齐平。
- 7 工作台面的后部应该与搭接到地平面上的垂直导电平面相距 40 cm。

图 1 台式设备电源线传导骚扰测量的试验布置(见 2.4.4.1 和 2.4.4.2)

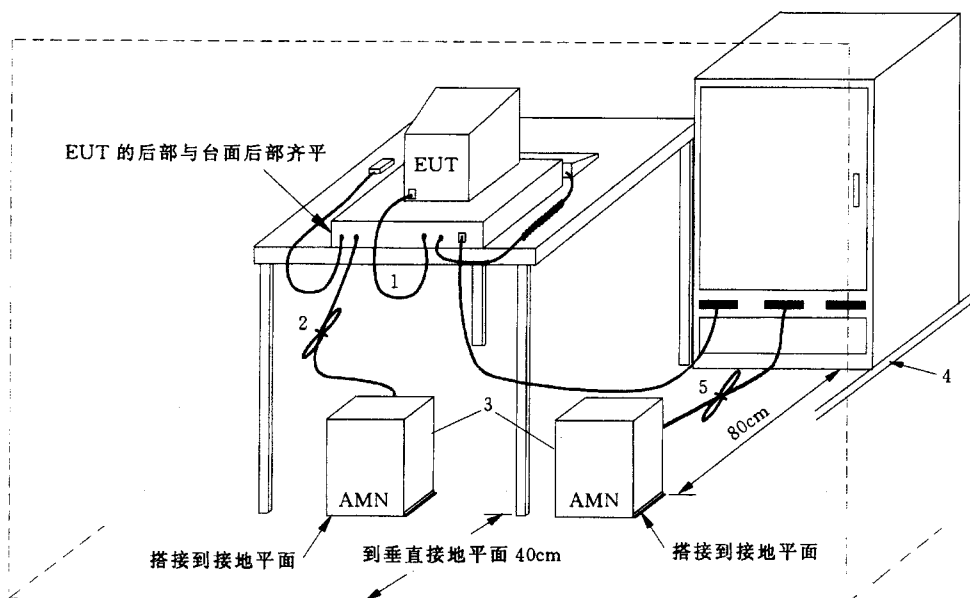


29



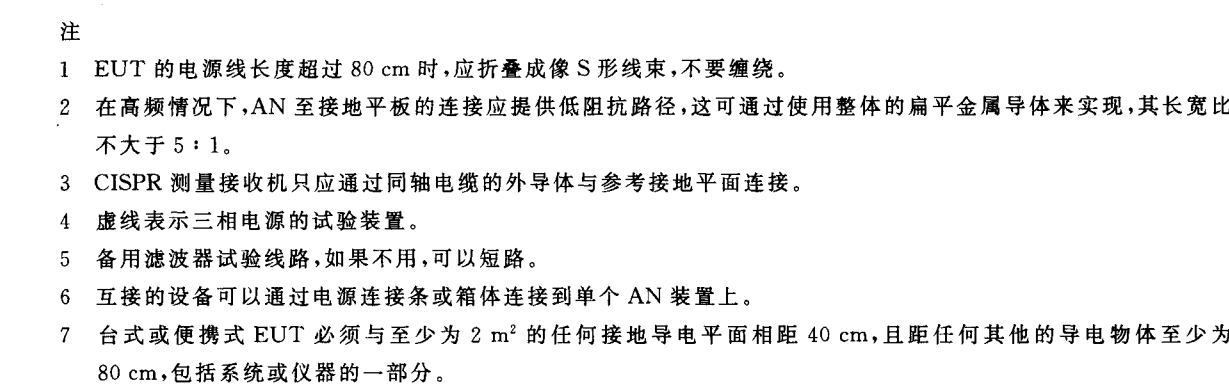
- 1 超长电缆应在其中心处捆扎或缩短到适当的长度。
- 2 EUT 和电缆应与接地平面隔离(高达 12 mm)。
- 3 EUT 被连到一个 AMN 上,该 AMN 可以放在接地平面上或直接放在接地平面的下方。所有其他的设备应由第二个 AMN 来供电。

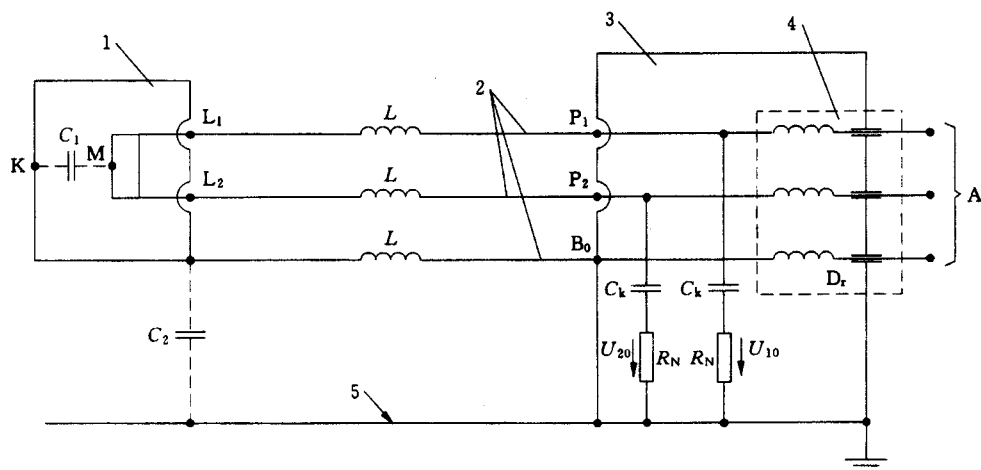
图 3 落地式设备的试验布置(见 2.4.4.1 和 2.4.5.2.2)



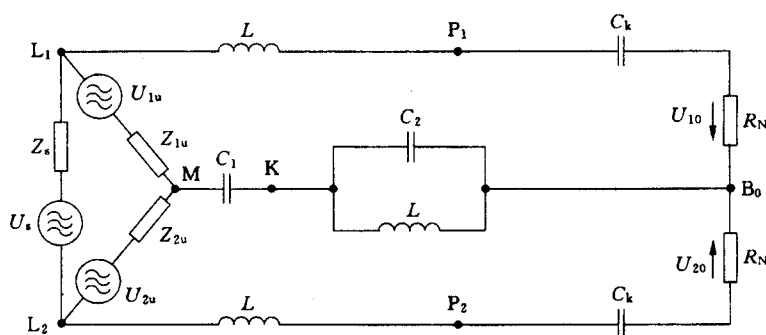
- 1 下垂的离接地平面不足 40 cm 的互连电缆应来回折叠成长度 30 cm~40 cm 的线束捆扎起来垂落至接地平面与桌面的中间。
- 2 超长部分的电源线应在其中捆扎或缩短至适当的长度。
- 3 EUT 被连到的一个 AMN 上,该 AMN 也可以连接到垂直参考平面上,所有其他的设备应由第二个 AMN 来供电。
- 4 EUT 和电缆应与接地平面隔离(高达 12 mm)。
- 5 落地式设备的 I/O 电缆垂落至接地平面,超长部分应捆扎起来,未达到接地平面长度的电缆要垂落至连接器的高度,或离地面 40 cm,两者取低者。

图 4 落地式和台式设备的试验布置(见 2.4.4.1 和 2.4.5.2.2)





a) 测量和电源电路示意图



b) 等效电压源和测量电路

1—受试设备(EUT)

2—电源线

3—V型电源网络

4—去耦电路(滤波器)

5—金属壁

A—电源输入端

B₀—参考接地连接点L₁, L₂—电源线连接点(100 cm)P₁, P₂—至电源网络的EUT插头C₁—EUT内相对于金属构件的杂散电容C₂—EUT相对于金属壁(接地)的杂散电容C_k—电源网络中的耦合电容D_r—安全接地线的电感线图(扼流圈)

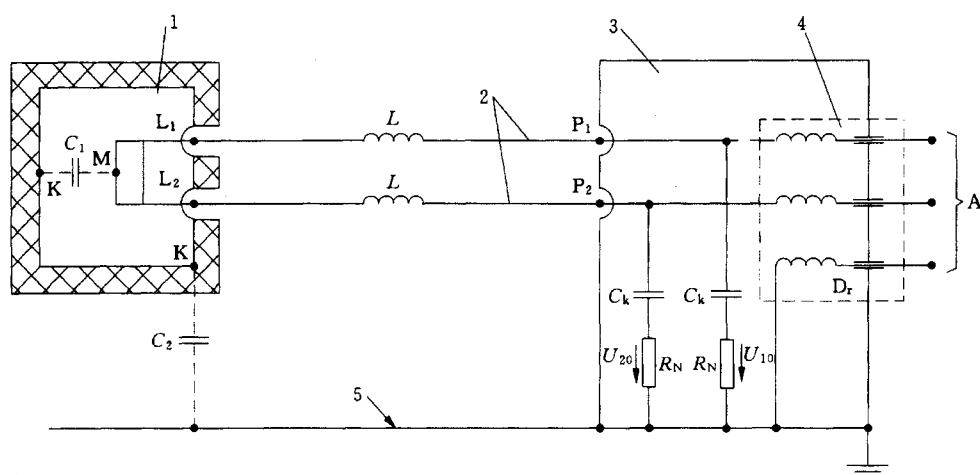
K—EUT的导电构件

L—连接线的电感

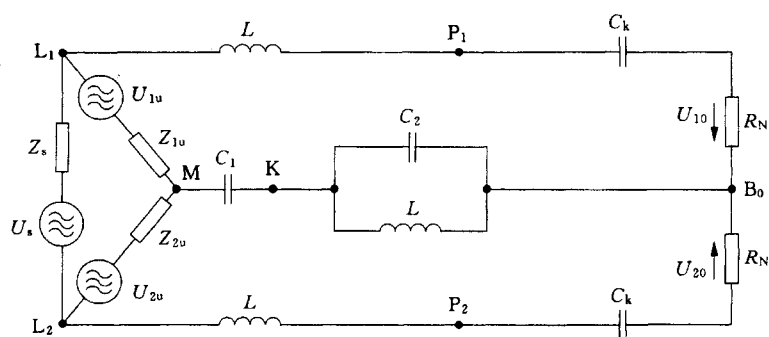
M—内部共模电压的虚拟中点

R_N—模拟电阻(50 Ω 或 150 Ω)Z_s—EUT的对称内阻Z_{1u}, Z_{2u}—EUT的共模电阻U_{1u}, U_{2u}—EUT的内部共模电压U₁₀, U₂₀—外部可测量的共模电压

图6 用于测量I类(接地的)EUT共模骚扰电压的等效电路(见2.4.4.2.1)



a) 电源和测量电路的示意图



b) 等效的 RFI 源和测量电路

注：各种代号参见图 6。

图 7 用于测量 II 类(接地的)EUT 共模骚扰电压的等效电路(见 2.4.4.2.2)

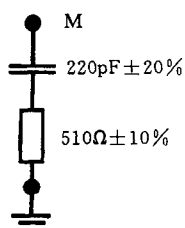


图 8 用于模拟手的 RC 元件(见 2.4.4.2.3)

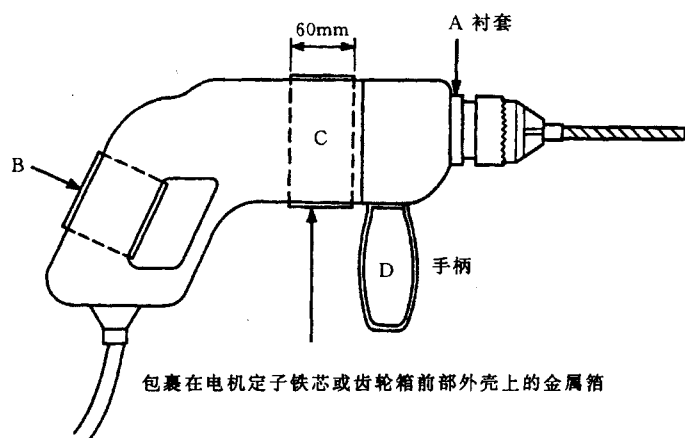


图 9 具有模拟手的手持式电动工具(见 2.4.4.2.3)

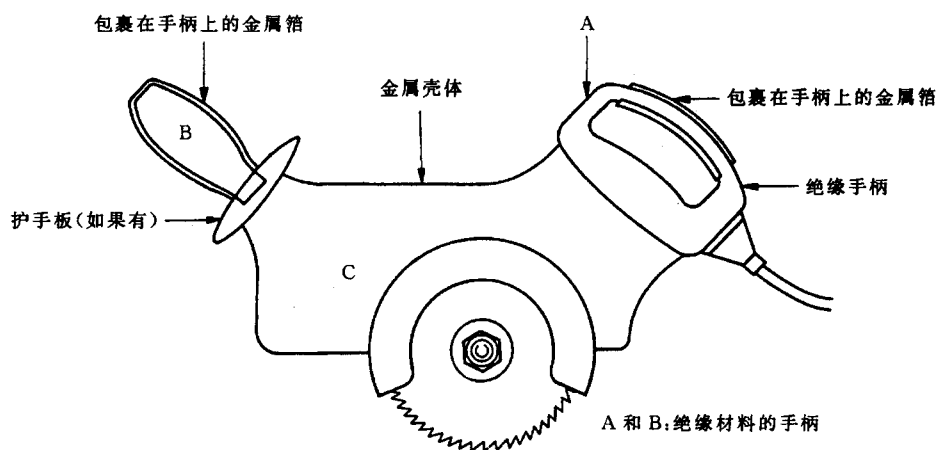
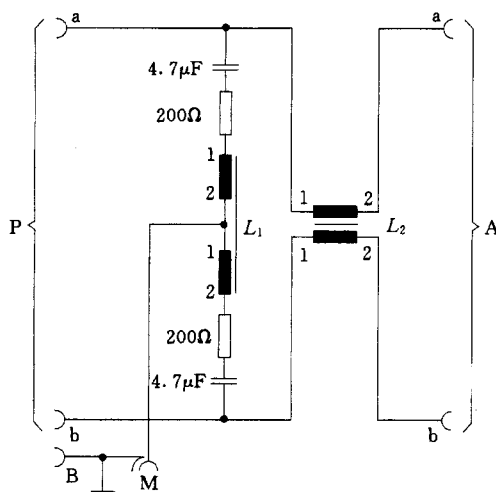


图 10 具有模拟手的手持式电锯(见 2.4.4.2.3)



1—线圈的始端

2—线圈的末端

A—用于电信导线的端子

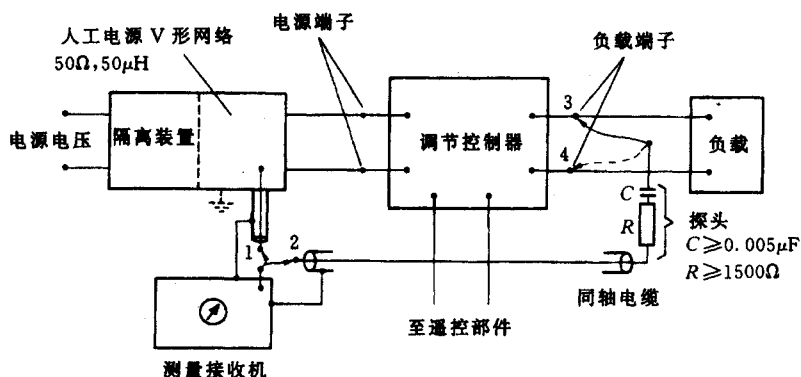
B—接地(金属壁)端子

M—测量接收机(50 Ω)的端子

P—连接到 EUT

 L_1 —差模电感,每个线圈 5 mH~40 mH L_2 —去耦电感(电流补偿的)

图 11 模拟电信线路的示意图(T-1 网络或电信阻抗模拟网络)(见 2.4.4.3.2)



开关位置

1—用于电源测量

2—用于负载测量

3,4—负载测量中依次的连接点

注

1 测量接收机的地应连接到人工电源 V 形网络。

2 从探头算起同轴电缆的长度不得超过 2 m。

3 当开关在位置 2 时,在终端 1 的人工电源 V 形网络的输出端应该端连一个与 CISPR 阻抗等值的阻抗。

4 在只有一根电源导线上插入两端调节控制器的情况下,应如图 12a) 中所示的那样连接上第二根电源线来进行测量。

图 12 用电压探头测量的例子(见 2.4.4.4.1)

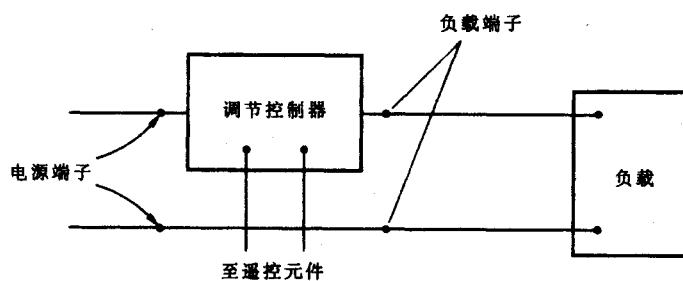


图 12a) 适用两端调节控制器的测量安排

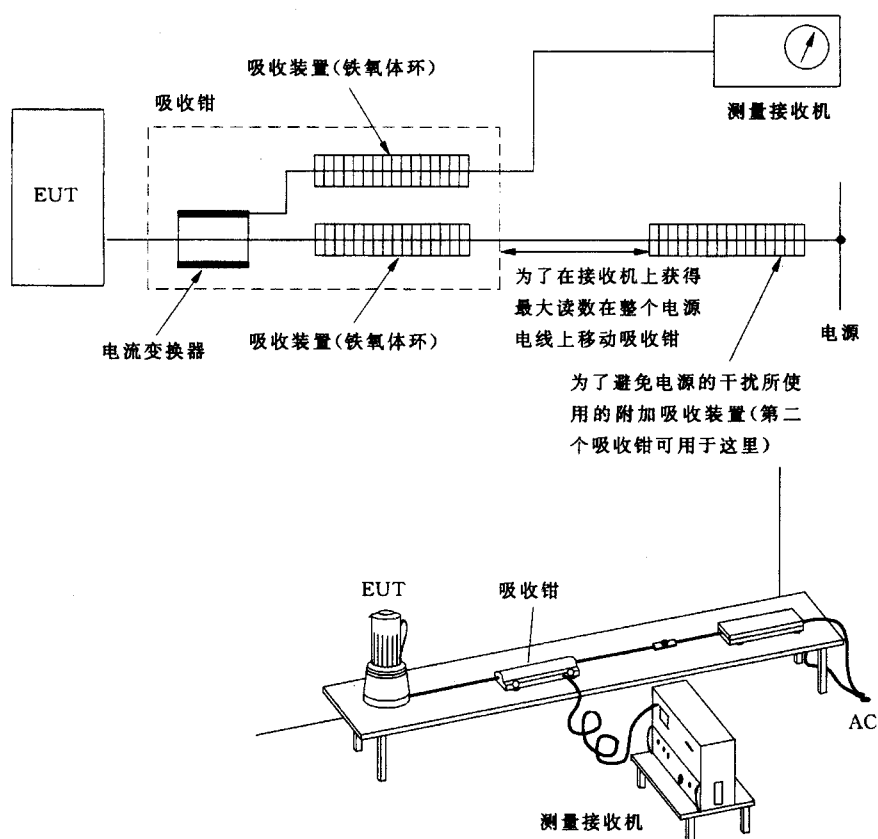
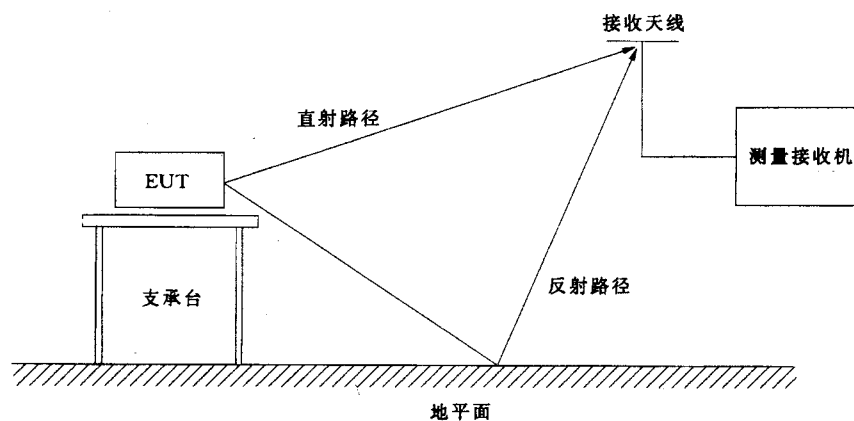


图 13 用于吸收钳的测量布置(见 2.5.2)

图 14 在开阔试验场上,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(见 2.6.2.2)

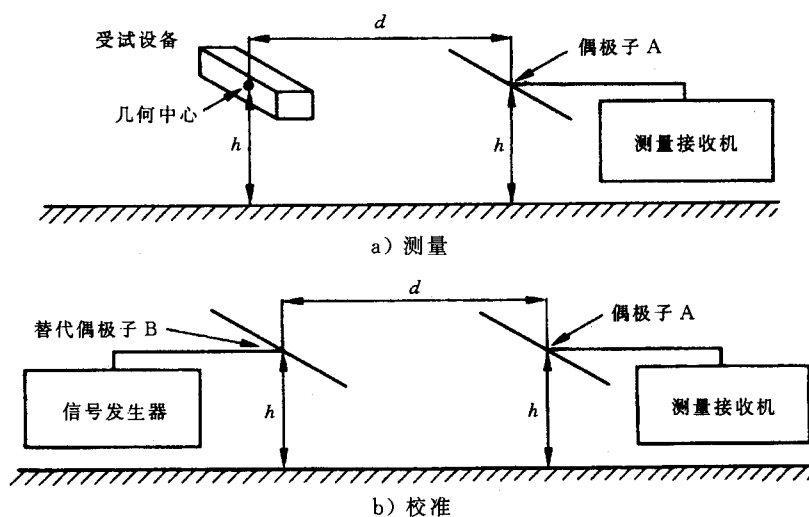
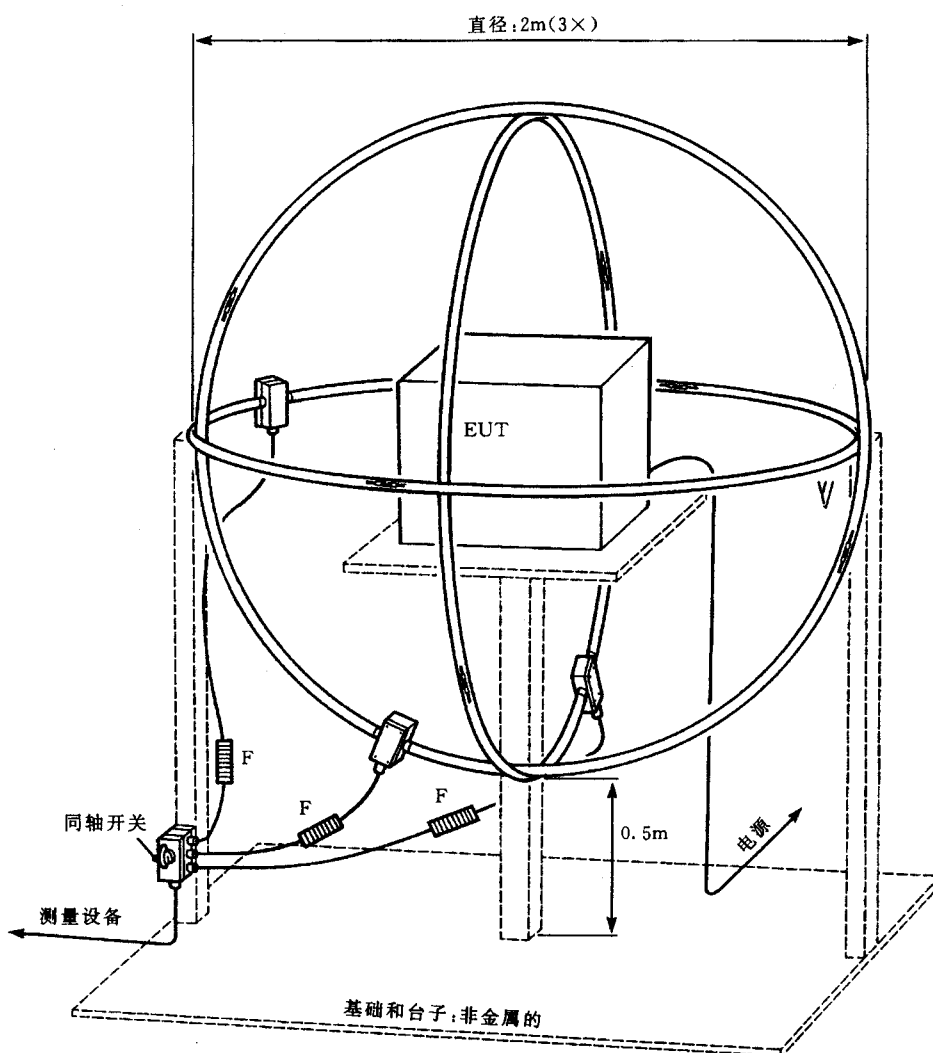


图 15 测量方法——替代法(见 2.6.3.1 和 2.6.3.3)



F—铁氧体吸收装置

图 16 用环天线系统进行磁场感应电流测量的原理图(见 2.6.5)

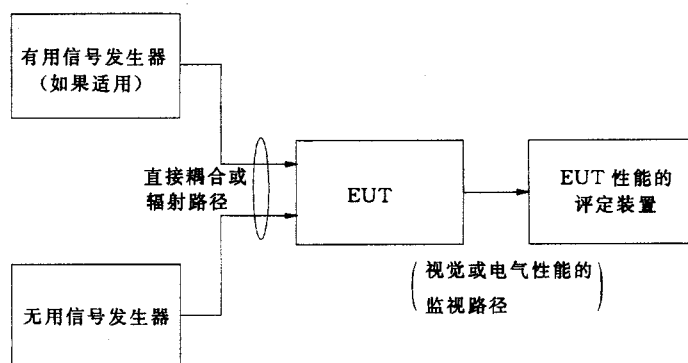


图 17 抗扰度测量基本原理图(见 3.1.1)

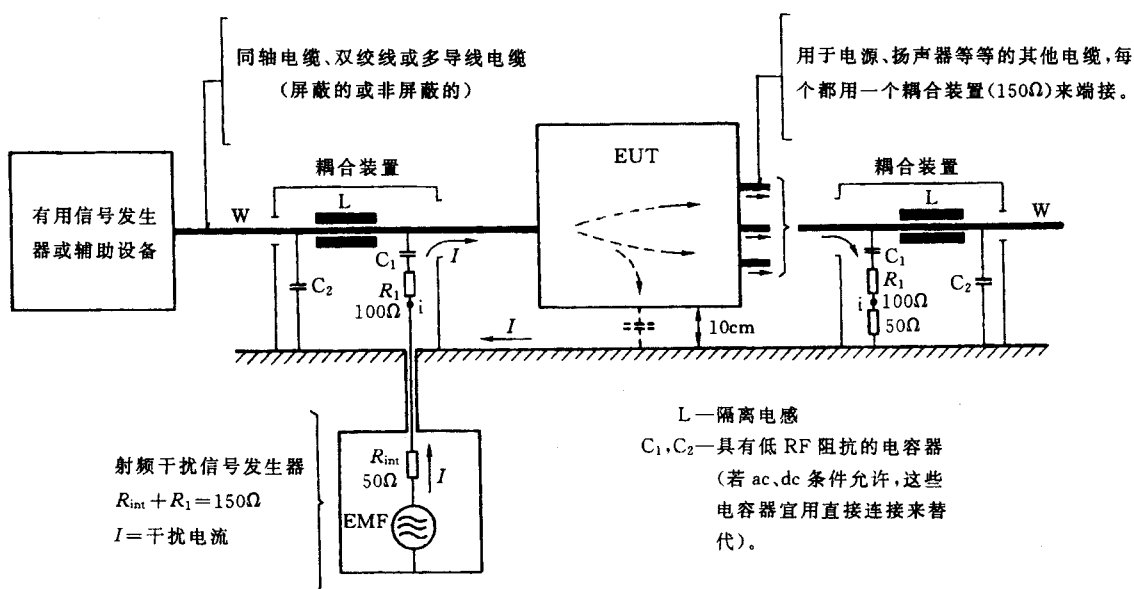


图 18 电流注入法的一般原理图(见 3.2)

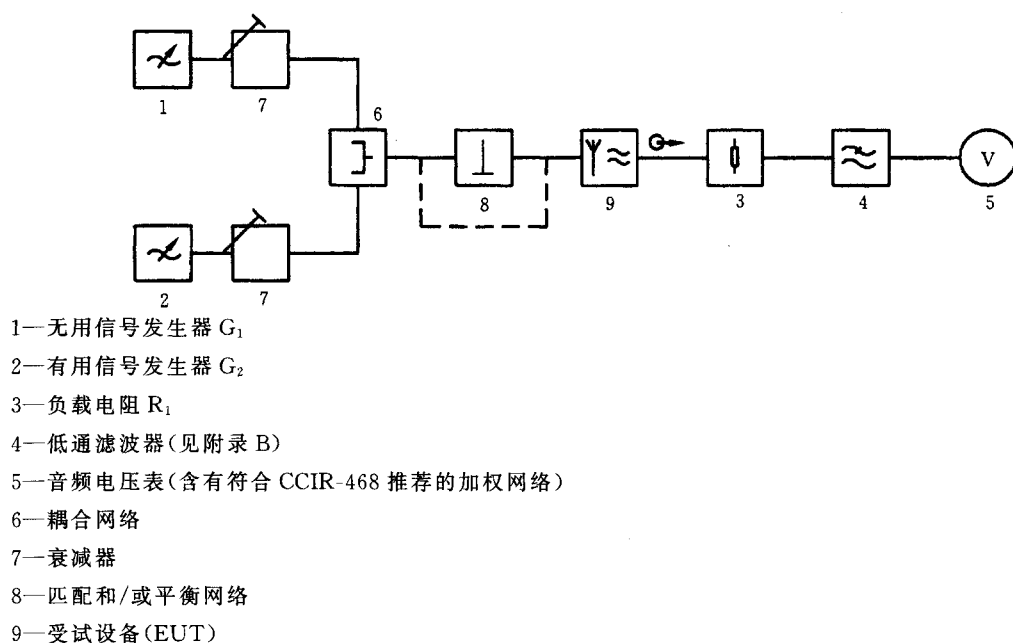


图 19 用于声音广播接收机输入抗扰度测量的测量装置(见 3.2.3.1)

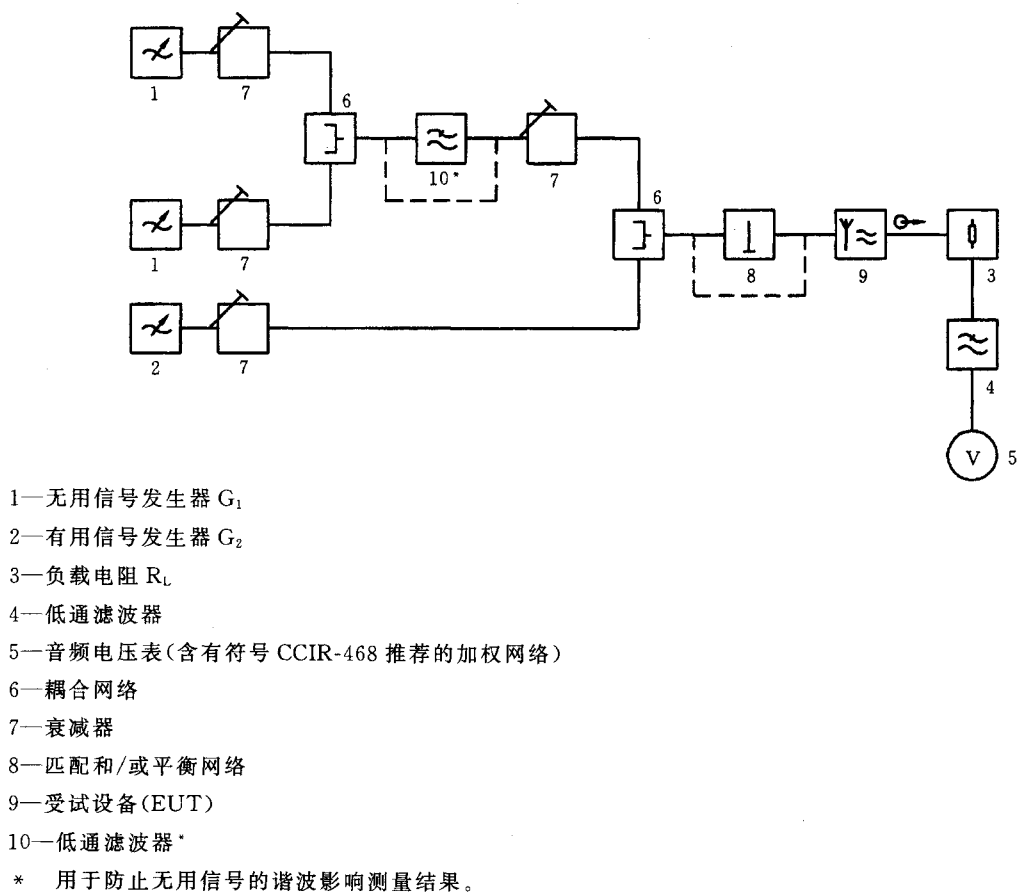
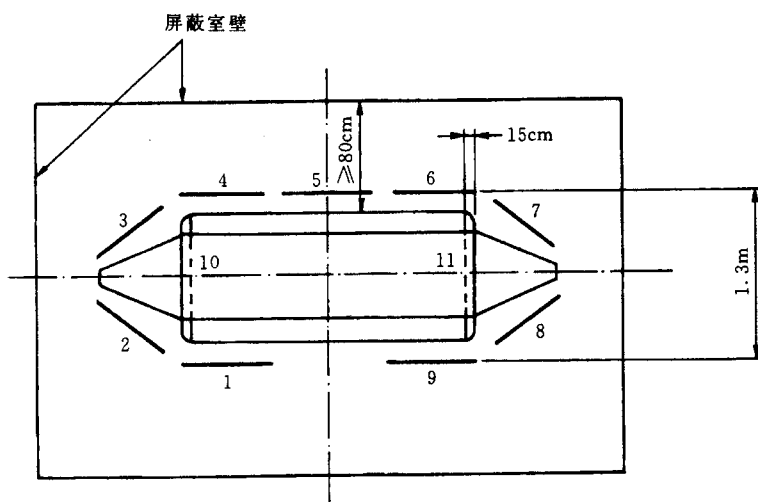


图 20 用于电视接收机输入抗扰度测量的测量装置(见 3.2.3.2)



图中 1~11 为吸波平板,其尺寸大约为 80 cm×40 cm。

图 21 屏蔽室内的装有吸波平板的开放式带状线 TEM 装置的布置示例
该屏蔽室的尺寸为 3 m×3.5 m(见 3.3.1.1)

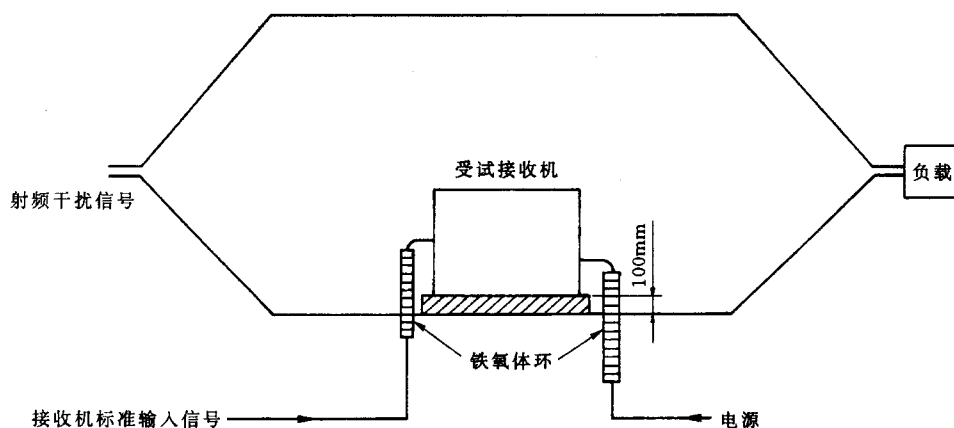


图 22 广播接收机对环境场强的抗扰度测量装置
频率范围 0.15 MHz~15 MHz(见 3.3.1.1)

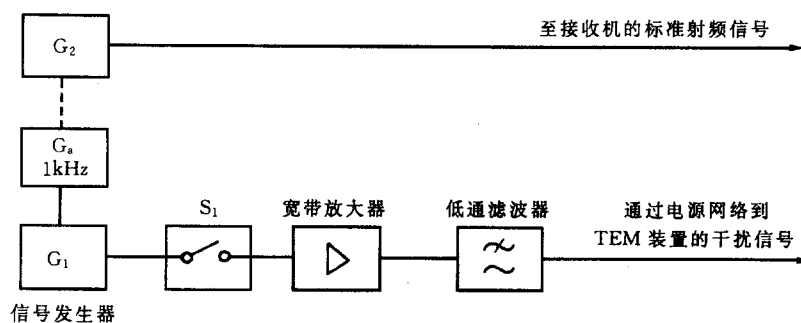


图 23 声音广播接收机对环境的抗扰度测量电路(见 3.3.1.1.1)

附录 A

(提示的附录)

电气设备与人工电源网络(AMN)的连接指南(见 2.2)

A1 前言

本附录旨在给出一种评价 9 kHz~30 MHz 频率范围内某些电气设备产生的骚扰的技术性通用导则。它提供了这些设备与测量端子电压用的 AMN 连接方法的资料。附录还提供一个表格,对实际应用中可能遇到的各种情况作了一般描述,针对这些情况,都选择了一种适用的技术。

在以下 A2 所叙述的各种情况,可以鉴别 EUT 的骚扰传播是:

- a) 沿着连接的电源线所进行的传导(在等效电路图中用 E_1 和 I_1 来表示);或
- b) 辐射并耦合到所连接的电源线(在等效电路图中用 E_2 和 I_2 来表示)。

传导骚扰和辐射骚扰那种情况占优势,部分取决于 EUT 相对于接地基准的布置(包括连接到参考地的型式);部分取决于 EUT 到 AMN 的连接型式(屏蔽电缆或非屏蔽电缆)。

A2 可能遇到的各种情况分类

A2.1 屏蔽良好但滤波不良的 EUT(见图 A1 和图 A2)

在这种情况下,用电流 I_1 表示的传导骚扰分量占优势。骚扰电流 I_1 从 EUT 馈入到 AMN(其阻抗为 Z)。所以,当 EUT 的屏蔽层和接地基准之间的电容 C_1 增加时(见图 A1),电压 U_1 也增加。当把 C_1 直接短路或者用给 EUT 供电的屏蔽电缆来短路,使电流回路的阻抗最小(见图 A2)(同时参见 A3 中的讨论)。则电压 U_1 为最大($U_1 = ZI_1 = E_1$)。

A2.2 滤波良好但未完全屏蔽的 EUT(见图 A3 和 A4)

在这种情况下,馈到电源的骚扰电流几乎减小到零,而 AMN 两端的电压可能占优势是因不希望有的辐射可能从未完全屏蔽的一些缝隙或从一个作用像天线似的凸出导体而产生的。这种泄漏可以用图中连接在电动势为 E_2 的内部骚扰源与接地基准之间的外部电容 C_2 来表征。电容 C_2 上通过的电流为 I_2 ,电流 I_2 的一部分流过 C_2 并经由接地基准通过 C_1 返回。而 I_2 的另一部分流过 AMN 返回。如果电源线是不屏蔽的(见图 A3),而与 AMN 的阻抗 Z 相比较, C_1 的阻抗大($ZC_1\omega \ll 1$),所以 I_2' 近似等于 I_2 ,而电压 U_2 近似等于 ZI_2 ($U_2 = ZI_2$)。

如果 C_1 增加,那么 Z 就被分流, U_2 将减小。在极限情况下,如果 C_1 被短路,例如通过屏蔽电缆给 EUT 供电(见图 A4)。这样,没有电流 I_2 流过 Z ,则 U_2 将为零。

A2.3 通常的实际情况

实际应用中,通常大多数情况是屏蔽和滤波性能均不够完善,上述两种效应会同时并存,且它们是相加的。在这样的条件下,下述三种情况都会遇到。

A2.3.1 通过屏蔽导线供电的情况(见图 A5)

因泄漏辐射而引起的电流 I_1 在由地、AMN 和电源线的屏蔽层外表面所构成的闭合电路中流动,它对 Z 不产生任何影响。

可以在 Z 的两端测得的电压 U_1 完全是由注入电源线并经由 AMN 屏蔽层的内表面和这些导线返回的电流 I_1 所产生的。此时,电压 U_1 为最大:

$$U_1 = ZI_1 = E_1$$

A2.3.2 经过滤波但未屏蔽的导线供电的情况(见图 A6)

如果将一个高效率低通滤波器连接到 EUT 的输入端,并将滤波器的屏蔽层直接与 EUT 的屏蔽层相连接,这时由骚扰源 E_1 馈给电源线的电流 I_1 将被滤波器所阻断。

如同图 A6 所表示的情况一样,因辐射而引起的电流 I_2 经 Z 和电源线返回(如果 $ZC_1\omega \ll 1$);所以,在 Z 两端测得的电压 U_2 仅由辐射产生。

A2.3.3 通过普通导线供电的情况(见图 A7)

一旦将图 A6 中的滤波器去掉,那么骚扰源 E_1 引起的电流 I_1 将会重新出现在导线上(见图 A7),与图 A5 相比较(对于通过屏蔽导线供电的未滤波的 EUT 的电源 I_1 可能有最大值),如果 $ZC_1\omega \ll 1$,图 A7(通过普通电缆即未屏蔽电缆供电的未滤波的 EUT 的电源)中的 I_1 值将以比例 $I_1(\text{未屏蔽的 EUT})/I_1(\text{屏蔽的 EUT}) = ZC_1\omega$ 减小到最小值(系指它的最小值)(见图 A2)。电源 I_2 与前述情况相同,但如果导线是未屏蔽的,那么它同样会流过 Z 和电源线。

因此,AMN 两端的电压 U 是电流 I_1 和 I_2 叠加作用的结果,当电动势 E_1 和 E_2 由一个公共内部源产生时,这两个电流是同时产生的,则电压 U 的大小不仅与电流值的大小有关而且也与它们的相位有关,对于某些频率,有可能出现电流 I_1 和 I_2 是反相的情况,此时,如果它们又具有几乎相同的幅度,那么即使 I_1 和 I_2 分别都很大,而电压 U 却可能很小。此外,如果骚扰源的频率变化了,那么相位相反的关系也不会保持不变,这样电压 U 可能会呈现出快速而显著地变化。

A3 接地方法

在上文中,曾假设 EUT 的接地连接是通过电源线的屏蔽层连接到接地基准来实现的。

为了获得一个能够明显区别两种类型电流 I_1 和 I_2 的接地方法,如同上述所指出的,这是唯一正确的办法。对于所有频率,无一例外都是适用的。

对于低于 1.6 MHz 的那些频率,可以在平行于电源线且与其间距不超过 10 cm 处敷设一根长度较短(最长为 1 m)的直导线作接地线,实际上能得到同样满意的结果。

对于数兆赫以上的频率,尤其是在频率较高时,这种简单的方法必须谨慎使用,因此,无论在何种情况下都极力推荐使用屏蔽导线,在频率较高时,也许还要考虑屏蔽导线的特性阻抗。

A4 接地条件

A4.1 通则

A4.1.1 一般规则

上述讨论的一些情况表明:AMN 两端电压的测量电路性能,以及由此而获得的测量结果在很大程度上取决于 EUT 的机壳如何与地连接。因此,详细地规定接地条件是必不可少的。

实质上接地的主要作用是为了分离 I_1 和 I_2 两种电流,使它们各自对测量仪(它测量 Z 两端的电压 U)的作用尽量产生相反的变化。在 EUT 的机壳直接与地相连接的极限情况下, C_1 将被短路,因而电流 I_1 的值最大,电压 $U = I_1 Z = E_1$ 也最大。相反地,因辐射而产生的电流 I_2 会全都通过这个短路,而相应的电压 U_2 会减小到零。

综合上述,可以得到下述一般规则。

A4.1.1.1 测量时应始终采用直接接地

a) 非辐射的 EUT(例如电动机),在这种情况下,测量会产生实际可能遇到的最大骚扰电压值。

b) 滤波不良而有辐射的 EUT,测量辐射并不困难,但仅仅希望测量直接注入电源线的骚扰电压:

(1) 为了评价滤波器的有效性(例如,电视接收机的时基电路),或者

(2) 在实验室中,为了评价由设备产生的实际骚扰,在正常运行时,它的辐射将利用屏蔽方法来抑制(例如,用于燃油锅炉点火系统的变换器)。

A4.1.2 直接接地

当对 A4.1.1.1 的条款(1)试验时,对于产生相当大辐射但滤波性能良好的 EUT 不应采用直接接地(例如,臭氧发生器、采用阻尼振荡的医用设备和弧焊机等)。在所有这些情况中,AMN 两端的电压因采用直接接地而变得很小,而不这样接地,这个电压则可能非常大或不稳定。此时,测量便可能失去意

义。为了模拟安全接地(保护接地)线的实际阻抗,可能有必要使用一个规定阻抗来实现接地。例如,使用一个保护接地扼流圈,它附带提供了对“受污染的”因而是“不良的”保护性大地接地的某种射频频隔离(见表 A2 的下半部分)。

注:这样一个“电长”导线在 I 类安全保护的 EUT 情况下,通常等于由 AMN 所提供 EUT 的电源端子作为终端(负载)所规定的电源模拟阻抗(由 $50\ \mu\text{H}+1\ \Omega$ 的网络构成,在大电流负载情况下,由于热耗问题,可能要转化成 $50\ \mu\text{H}$ 网络)。

A4.1.3 不接地

在没有任何接地的情况下,AMN 两端的电压是由电流 I_1 和 I_2 的叠加而产生的。只有当这两个电流中的一个电流减小为零时,才能够测量,即或者是屏蔽良好,但滤波不好的 EUT(例如,电动机),或者是滤波良好的,但具有辐射的 EUT(例如,电视接收机、臭氧发生器等)。

注:若在 I 类安全保护的 EUT 情况下,为了解析出 I_2 ,要减小 I_1 ,按照 A4.1.2 下面的注,这个阻抗不是足够大,可能要在接地导线回路上插入一个高阻抗射频频扼流圈(1.6 mH)。

在不能作出任何区分的情况下,这种测量通常只能给出总的骚扰值。该测量结果仅仅在试验所采用的条件下才有效。因此,这些条件应予以非常明确的规定,也就是说,应对 EUT 的各部分与接地平板之间的电容值(例如,电视接收机天线传输线的电容值)予以规定。此外,对某一任选频率,如果此频率上电流 I_1 和 I_2 的相位是相反的,那么对此单一频率的测量也是没有意义的。因此,原则上,有必要在若干个频率上进行测量。

A4.2 典型测试条件的分类

表 A1 和 A2 概括总结了各种不同的测试条件以及适用于这些条件的设备和类型。此外,表中还给出了测量的物理意义,即与在 AMN 两端测得的电压 U 相对应的物理量以及进行测量时所采取的措施。

表 A1(见 A4.2)

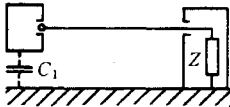
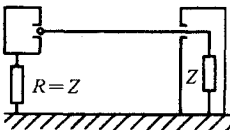
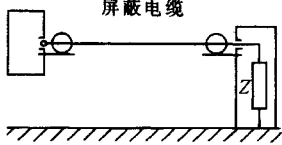
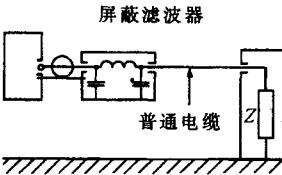
连接方法	设 备 类 型			测得的物理量	测量细节	
	举例	主 要 特 性				
		接地	辐射			滤波
普通电缆  普通电缆 	电动机 家用电器	无	弱	适中	完全由注入电流 I_1 引起的实际干扰(降低了的)	干扰取决于 C_1 值 有必要准确说明设备相对于与地的位置或引用的 C_1 值
				很好	完全由辐射电流 I_2 引起的实际干扰	
臭氧发生器 医用设备 电焊机	强			适中	由上述两种效应($I_1 + I_2$)的叠加引起的总的干扰	
电视机 (时基)					在某些频率上这两种效应(I_1 和 I_2)是反相位的	当频率变化时应重复进行测量
		有		很好	采用常规长度的接地连接时所产生的实际干扰	为了使 $RC_1\omega \ll 1$, 设备相对于接地的位置应予以规定

表 A2(见 A4.2)

连接方法	设备类型	测得的物理量	举例	测量细节
	带有接地端子的非辐射设备	当 C_1 短路时的实际最大干扰	所有带接地端子的电动机	
	希望只测量由馈入电源的那些电流所产生的干扰时的有辐射的设备	检查滤波器的效能 由正常使用时必须具有良好屏蔽的设备所引起的实际干扰	电视机 医疗设备 臭氧发生器 电焊机 用于燃油锅炉点火系统的变换器 分别测量屏蔽组零件的部件	
	希望只测量由辐射所产生的干扰时的滤波性能不良的设备	检查屏蔽层的效能	电视机 高频工业设备	为了使得 $ZC_1\omega \ll 1$ 应规定设备相对于接地的位置
		由正常使用时必须有性能良好的滤波器的设备所产生的实际干扰	荧光灯	

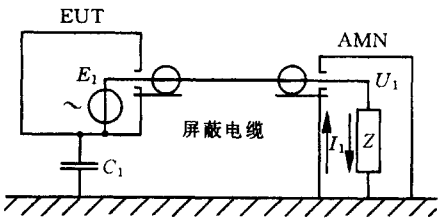


图 A1(见 A2.1)

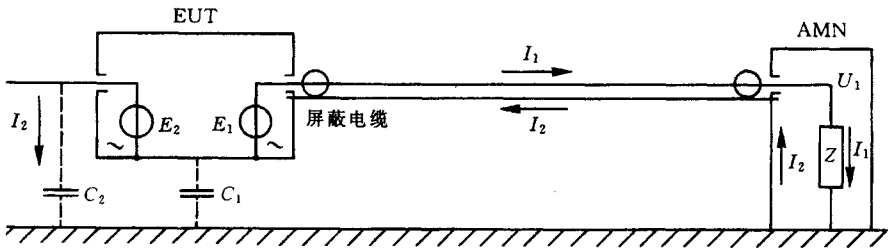


图 A2(见 A2.1)

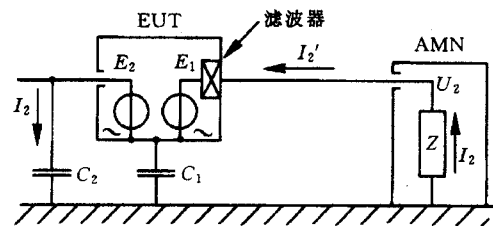


图 A3(见 A2. 2)

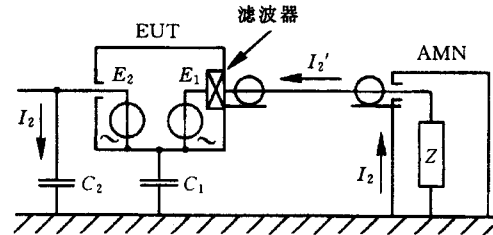


图 A4(见 A2. 2)

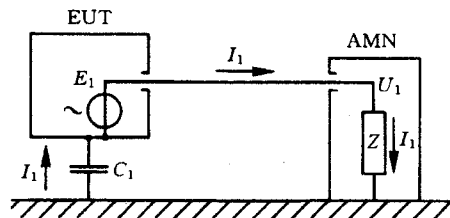


图 A5(见 A2. 3. 1)

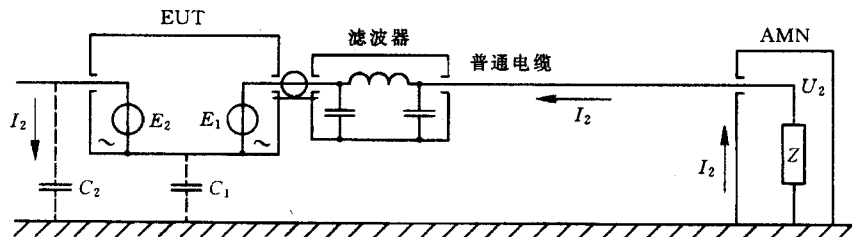


图 A6(见 A2. 3. 2)

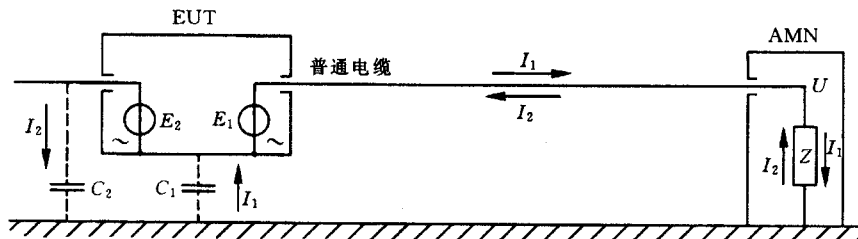


图 A7(见 A2. 3. 3)

附录 B

(提示的附录)

频谱分析仪和扫描接收机的使用要求

B1 前言

当使用频谱分析仪和扫描接收机进行测量时,应考虑下述特性。

B2 过载

在直到 2 000 MHz 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,也许需要设置射频衰减或附加的射频预选。

B3 线性度的测量

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,则在预选器的输入端,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,加入衰减器后接收机显示的新读数与第一次(未加衰减器时)的读数之差应为 X dB ± 0.5 dB。

B4 选择性

频谱分析仪和扫描接收机必须具有符合 GB/T 6113.1 中规定的带宽,以便在标准带宽之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。

B5 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描接收机的脉冲响应能够用符合 GB/T 6113.1 中所规定的校准试验脉冲来检验。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,这样就降低了灵敏度,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了预选滤波器,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。

B6 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。

B7 扫描速率

频谱分析仪或扫描接收机的扫描速率应相对于国标的频段和所用的检波方式来进行调整:最小扫描时间/频率即最快扫描速率见表 B1:

表 B1 扫描速率

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

对用于固定调谐非扫描方式下的频谱分析仪或扫描接收机,调整显示扫描时间与检波方式无关,可以按照观测发射性能的要求来进行。如果骚扰电平不稳定,测量接收机的读数必须至少观察 15 s,以确定骚扰最大值(参见 2.3.4.1)。

B8 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。与单一、慢速的频率扫描相比,多重、快速的频率扫描能减少截获发射的时间。应变化扫描的起始时间,以避免与任何发射同步,从而导致隐匿了发射。对一个给定的频率范围,总的观测时间必须比发射的间隔时间长。根据所测骚扰的类型,峰值检波测量能够替代所有或部分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点上,应当用准峰值检波器再进行重复测量。

B9 平均值检波

用频谱分析仪作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。扫描时间必须随视频带宽的减小而增加,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。

B10 灵敏度

在频谱分析仪前使用低噪声射频前置放大可以增加灵敏度,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,为了保证系统的线性,需要有很大的射频衰减,此时可以在频谱分析仪前用射频预选滤波器来增加它的灵敏度。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。这样的滤波器对于抑制或衰减强带外信号和由它们所引起的互调干扰分量也许是必要的。如果使用这样的滤波器,则必须用宽带信号来校正。

B11 幅度精确度

频谱分析仪或扫描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定,必须对这些仪器、电缆和失配损耗的特性加以分析,以估算出检定试验中的测量误差。

附 录 C

(提示的附录)

在甚高频段(VHF)由家用电器和类似器具 产生的干扰功率测量方法的历史背景

C1 历史细节

虽然在理论上场强测量最适用于确定所有类型设备在 30 MHz 频率以上的干扰能力,但这一方法连同所要采取的措施在应用中证明有一定的困难。因此,工程师们在长期使用端子电压法的同时,一直期待着更加令人满意的测量方法。已经设想出几种取代方法,包括用实验室内的辐射测量来代替开阔空间的场强测量在内的那些测量。其中最有意义的方法是止路滤波器法(stop filter method)和地电流法(earth current method)。这些方法属于替代法,即用几乎无损耗的开槽同轴滤波器来调整干扰源电源线辐射长度的方法来获得最大辐射。在这些方法中,设备的干扰能力被定义为标准信号发生器必须注入到一个特性已知的单接天线上的功率,以便使与测量设备相连接的天线上得到的效应和干扰源产生的

效应相同。从上述几种方法中,已经发展出更方便的方法。

用 Y 型网络来代替 V 型人工电源网络已经使得端子电压的测量方法获得明显的改善,从而能获得由干扰源所产生的真实的共模电压。也制定出采用电抗性开槽同轴滤波器的类似方法。一种测量干扰源可能注入到电源线上功率的方法也已经提出。这种方法是测量吸收式同轴装置输入端的电流为基础的。

后一种方法比端子电压法的优越之处在于不必断开电源线:这种方法所指示的干扰功率值近似符合在谐振条件下测量电源线辐射的方法所获得的结果。

虽然,由于操作简单,因而端子电压法和吸收式同轴装置法比止路滤波器法和地电流法更可取。但尚需表明它们给出的测量结果与实际所得的结果相符。

对干扰源的统计测量已经表明:对于放置在同一建筑物中的接收机,就其输入端上所测得的同一个干扰源的影响而言,用止路滤波器法所测的干扰比用端子电压法所测的干扰更符合干扰源实际的影响,用吸收式装置法得出的测量结果,介于上述两种测量方法之间。其他的方法也已经进行了比较。

C2 测量方法的制定

对止路滤波器而言,所测量的是一个直接与半波谐振天线中心处的电流大小有关的量。最重要的不是辐射系统而是干扰源能传输给辐射系统的功率。这一原理也同样适用于地电流法。如果测量这个功率而不测场强是可能的,那么由周围的物体对辐射体和接收天线之间电波传输所产生影响的所有弊端将不复存在。用铁氧体取代同轴止路滤波器的尝试表明了由干扰源产生的大部分能量都被消耗在铁氧体管上,于是人们认为:对于测量铁氧体管输入端的电流,可以取代或至少可部分地取代用止路滤波器法来测量场强。这种测量方法导致产生了 GB/T 6113.1—1995 附录 H 中所述的装置。

接下来,要对下述问题进行研究:在一个干扰源有用功率已给定,其内阻抗为纯阻性并被屏蔽的特定情况下,如果其全部干扰能量都以共模方式被传输到电源线上,那么当这个干扰源的尺寸大小不同时,如何对这些不同的测量方法进行比较呢?实验研究表明了一个值得注意的事实:新装置给出的测量结果实际上与干扰源尺寸($3.5 \text{ dm}^3 \sim 1700 \text{ dm}^3$)无关,并且比用其他方法所获得的结果有更好的一致性。

事实上,可以把吸收装置测量系统简化为下述电路:内阻抗为 Z_s 的干扰源通过特性阻抗为 Z_1 的低损耗导线接上一个负载 Z_c 。如果导线的长度从零开始变化,那么由负载 Z_c 吸收的功率(如果 Z_c 与 Z_1 不同)所经历的最大值和最小值相对应于系统产生谐振和抗谐振的情况。若忽略导线上的辐射和其他损耗不计,讨论负载位于相应于第一个最大值距离上的情况,我们认为在导线的该点位置上干扰源和负载均呈现为纯阻 R_s 和 R_c 。由此,可用公式来描述这一情况。如果 P_d 表示干扰源的有效功率, P_c 表示负载的吸收功率,

而设定

$$m = \frac{R_s}{R_c}$$

那么

$$\frac{P_c}{P_d} = \frac{4m}{(m+1)^2}$$

这里给出 m 的值:

$$m = \quad 0.1 \quad 0.2 \quad 0.5 \quad 1 \quad 2 \quad 5 \quad 10 \quad 20 \quad 30$$

$$\text{则} \quad M = 10 \lg \frac{P_c}{P_d} = \begin{matrix} -4.8 & -2.5 & -0.5 & 0 & -0.5 & -2.5 & -4.8 & -7.4 & -9 \text{ dB} \end{matrix}$$

由此可见:干扰源对于引线的匹配并不是很苛刻的,并且若用一个吸收钳来作为负载,例如其大小约为 200Ω ,那么,由此得出的结果,与在干扰源输出端施加一负载并借助于一个同轴止路滤波器在线上形成谐振时得到的结果没有很大的差别。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
无线电骚扰和抗扰度测量方法
GB/T 6113.2—1998

*

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045
电 话:68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 3½ 字数 101 千字
1999年7月第一版 1999年7月第一次印刷
印数 1—3 000

*

书号: 155066·1-15880 定价 25.00 元

*

标 目 378—07



GB/T 6331.2—1998