



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 6113.201—2008/CISPR 16-2-1:2003  
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 2-1 部分：无线电骚扰和抗扰度 测量方法 传导骚扰测量

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

(CISPR 16-2-1:2003, 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 .....	III
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 .....	5
5 测量设备的连接 .....	5
6 测量的一般要求和条件 .....	6
7 传导骚扰测量方法(9 kHz~30 MHz) .....	11
8 发射的自动测量 .....	29
附录 A(资料性附录) 电气设备与人工电源网络的连接指南(见第 5 章) .....	31
附录 B(资料性附录) 频谱分析仪和扫频接收机的使用要求(见第 6 章) .....	37
附录 C(资料性附录) 传导测量时检波器使用的流程图(见 7.2.1) .....	39
附录 NA(资料性附录) 本部分与 GB/T 6113.2—1998 有关章条的对照 .....	41
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 .....	9
图 2 时基分析的示例 .....	10
图 3 步进式接收机进行宽带频谱测量 .....	10
图 4 在最大值保持功能下用短快重复扫频获得发射频谱测得的间歇窄带骚扰 .....	11
图 5 台式设备电源线传导骚扰测量的试验布置(见 7.4.1 和 7.4.2) .....	14
图 6 仅带有一根电源线的 EUT 可选的试验布置(见 7.4.1) .....	15
图 7 落地式设备的测量布置(见 7.4.1 和 7.5.2.2) .....	16
图 8 落地式和台式设备的测量布置(见 7.4.1 和 7.5.2.2) .....	17
图 9 传导骚扰电压测量布置的示意图(见 7.4.1 和 7.5.2.2) .....	18
图 10 用于测量 I 类(接地的)EUT 共模骚扰电压的等效电路(见 7.4.2.1) .....	19
图 11 用于测量 II 类(非接地的)EUT 共模骚扰电压的等效电路(见 7.4.2.2) .....	20
图 12 用于模拟手 RC 元件(见 7.4.2.3) .....	21
图 13 带有模拟手的手持式电动工具(见 7.4.2.3) .....	21
图 14 带有模拟手的手持式电动工具(见 7.4.2.3) .....	22
图 15 模拟通信线的示图(T-1 网络或电信阻抗模拟网络)(见 7.4.3.2) .....	23
图 16 用电压探头测量的示例(见 7.4.4.1) .....	24
表 1 使用峰值和准峰值检波器时的最小扫频时间 $T_s$ .....	7

## 前 言

GB/T 6113.201—2008 等同采用国际标准 CISPR 16-2-1:2003《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》(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 16-1-2:2006, IDT) 第 1-2 部分:无线电骚扰和抗扰度测量设备 辅助设备 传导骚扰
	GB/T 6113.103—2008(CISPR 16-1-3:2004, IDT) 第 1-3 部分:无线电骚扰和抗扰度测量设备 辅助设备 骚扰功率
	GB/T 6113.104—2008(CISPR 16-1-4:2005, IDT) 第 1-4 部分:无线电骚扰和抗扰度测量设备 辅助设备 辐射骚扰
	GB/T 6113.105—2008(CISPR 16-1-5:2003, IDT) 第 1-5 部分:无线电骚扰和抗扰度测量设备 30 MHz~1 000 MHz 天线校准用试验场地
GB/T 6113.2—1998 (eqv CISPR 16-2:1996) 《无线电骚扰和抗扰度测量方法》	GB/T 6113.201—2008(CISPR 16-2-1:2003, IDT) 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
	GB/T 6113.202—2008(CISPR 16-2-2:2004, IDT) 第 2-2 部分:无线电骚扰和抗扰度测量方法 骚扰功率测量
	GB/T 6113.203—2008(CISPR 16-2-3:2003, IDT) 第 2-3 部分:无线电骚扰和抗扰度测量方法 辐射骚扰测量
	GB/T 6113.204—2008(CISPR 16-2-4:2003, IDT) 第 2-4 部分:无线电骚扰和抗扰度测量方法 抗扰度测量

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 6113.201 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 16-2-1:2003《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》,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7.3.3.1条基本要求中,国际标准原文为“insertion loss”(插入损耗),在 GB/T 6113.201 中将其改为“插入阻抗”(insertion impedance),并相应增加一个脚注。

4. 在第5章说明中,国际标准原文有“absorbing clamps and antennas”(吸收钳及天线),而在该部分中并未出现相关内容,GB/T 6113.201 将其删去,并相应增加一个脚注。

5. CISPR 16-2-1:2003 第8.4条中,引用了附录D“传导测量时检波器使用的流程图”,本部分将其更正为附录C,并给出了脚注。

本部分与 GB/T 6113.202—2008、GB/T 6113.203—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和附录NA为资料性附录。

本部分由全国无线电干扰标准化技术委员会提出并归口。

本部分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等参加起草。

本部分主要起草人:寿建霞、陈俐、张君、邢琳、朱文立、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 2-1 部分:无线电骚扰和抗扰度 测量方法 传导骚扰测量

### 1 范围

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》中的第 2 部分规定了 9 kHz~18 GHz 频率范围骚扰的测量方法,本部分为此系列标准中的第 2-1 部分,规定了 9 kHz~30 MHz 频段的传导骚扰测量方法。

### 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 6113.102—2008 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 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(CISPR 16-1-2:2006, 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 6113.203—2008 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(CISPR 16-2-3:2003, 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/Z 6113.404—2007 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 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(CISPR 16-4-4/TR:2003, IDT)

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/CIS-PR 13:2001, MOD)

GB 16895 建筑物的电器安装 第4部分:安全防护(idt IEC 60364-4)

IEC 60083:1997 IEC 标准化成员国使用的家用和类似用途单相插头插座

ITU-R 建议 BS 468-4 声音广播的音频噪声电压电平的测量方法

### 3 术语和定义

本部分除采用 GB/T 4365—2003 规定的术语和定义以外,还采用下列术语和定义。

#### 3.1

##### 辅助设备 associated equipment

- 1) 与测量接收机或(试验)信号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

##### (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。

[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 中 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

##### 共模(不对称骚扰)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(非对称电压的矢量和)。

注:参见 GB/T 4365—2003 中 161-04-09。

#### 3.9

##### 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。

## 3.10

**差模电压 differential mode voltage**

**对称电压 symmetrical voltage**

两导线之间的射频骚扰电压。

(见 GB/T 4365—2003 中 161-04-08)

## 3.11

**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的矢量差之半。

## 3.12

**非对称模(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参考之间的电压。对于一个两端口网络,这两个不对称电压分别是:

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

注:参见 GB/T 4365—2003 中 161-04-13。

## 3.13

**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。

## 3.14

**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。

## 3.15

**人工网络 artificial network (AN)**

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。

## 3.16

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

串接在 EUT 电源进线处的网络。它在给定频率范围内,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。

[GB/T 4365—2003,定义 161-04-05]

## 3.17

**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 中 161-03-01、161-03-11 和 161-03-14)。

## 3.18

**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。

### 3.19

**断续骚扰 discontinuous disturbance**

对于可计数喀咧声而言,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。

### 3.20

**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。

### 3.21

**扫描 sweep**

在给定频率跨度内连续的频率变化。

### 3.22

**扫频 scan**

在给定频率跨度内连续的频率或步进变化。

### 3.23

**扫描或扫频时间 sweep or scan time**

$T_s$

起始和终止频率之间的扫描或扫频时间。

### 3.24

**跨度 span**

$\Delta f$

扫描或扫频起始和终止频率之差。

### 3.25

**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。

### 3.26

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

$n_s$

$1/(\text{扫描时间} + \text{返回时间})$

### 3.27

**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  $T_o = n \times T_m$ 。



## 3.28

**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(喀嘶声率小于 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 中规定了带有这些类型的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<sup>1)</sup>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。

端子电压测量仪以参考地为基准,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。

1) 删除了原文中的吸收钳及天线。

关于 EUT 的 PE 连接端与参考地之间的连接方法,参见附录 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

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) 具有可重复性,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。

遵照以下条件,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,例如在相应的骚扰限值的电平上。
- 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,要适当考虑这些设备的一些特殊的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。

在依据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/或移动天线靠近 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 给出了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

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

#### 6.3.2 运行时间

对于已规定了额定运行时间的 EUT,其运行时间应按铭牌上的规定;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 应运行在该测量频率上能产生最大骚扰的实际工作状态。

## 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,应记录在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,至少记录具有最大读数的频率和有关的产品(类)EMC 标准所要求的频率。

### 6.4.2 断续骚扰

断续骚扰测量可以在有限个频率上进行,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其连接到 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

附录 B.7 中的表 B.1 给出了最小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小扫频时间  $T_s$

CISPR 频段		峰值检波器扫频时间	准峰值检波器扫频时间
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 给出了测量正弦信号的最小扫频时间。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。但孤立的喀咧声除外。

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),则测量十分耗时。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:

- a) 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;
- b) 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率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来设定。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:

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

式中:

$T_{s, \min}$ ——最短扫描时间;

$\Delta f$ ——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。

若所选视频带宽小于或等于分辨率带宽,使用下面的表达式计算最短扫描时间:

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

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率上。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,须确定每个频率的最小驻留时间。

实际测量时,频率步长大约小于或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式计算:

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

式中:

$T_{m, \min}$ ——每一频点的最小测量(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。

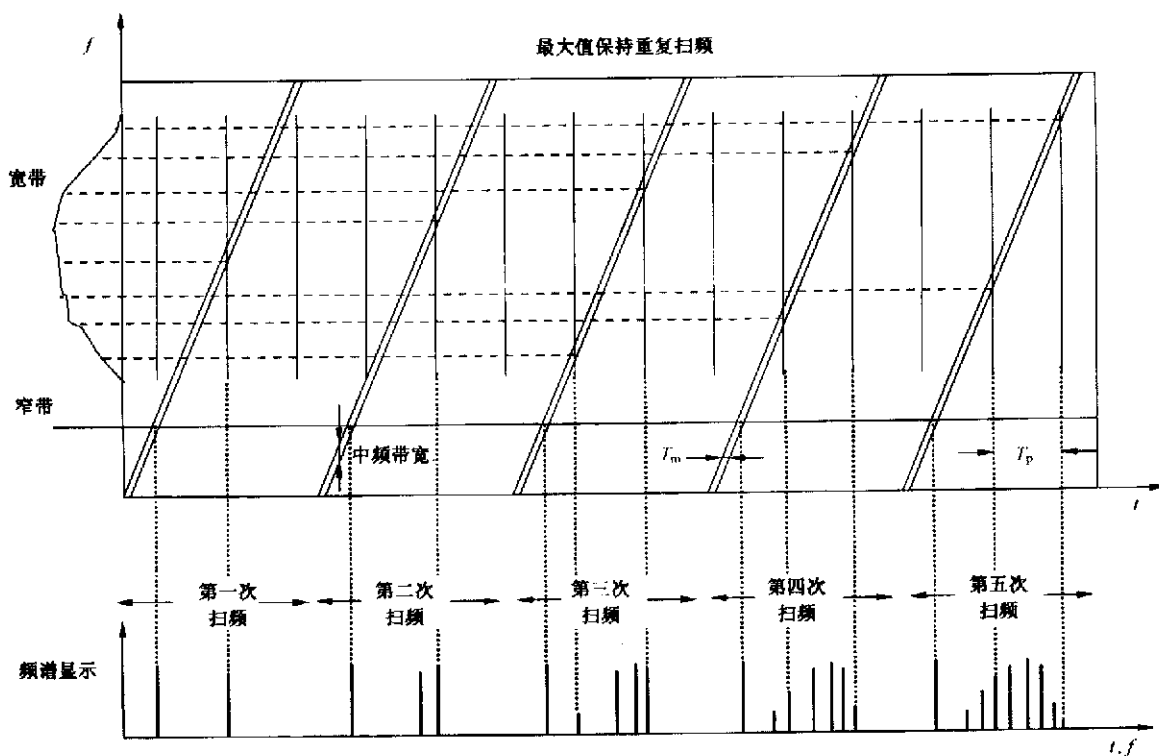
对于单纯的宽带发射,只要能找到发射频谱的最大值,频率步长可增大。

#### 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和图3给出了各种时域发射频谱与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。



$T_p$ ——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)。

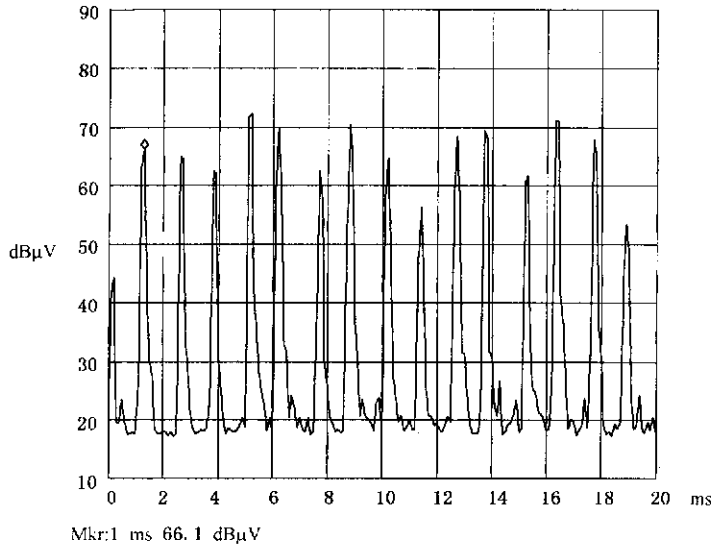
图1 对包含有正弦信号(窄带)和脉冲信号(宽带)采用最大值保持方式重复扫频测量示意图

如果发射的类型未知,可用尽可能短的扫描时间和峰值检波进行重复扫描,以测定频谱的包络。短时的单次扫描足以测量EUT频谱中连续的窄带信号。对于连续的宽带信号和间歇窄带信号,在“最大值保持”功能下,用不同扫频速率进行重复扫描确定频谱包络。对于低重复的脉冲信号,应进行重复扫描以形成宽带分量的频谱包络。

为减少测量时间,需对被测信号进行时基分析。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。

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）。在这种情况下若知道骚扰类型，根据经验可用折线画出频谱包络线（见图 3）。步长的选择应能保证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。
- 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。



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）时间大于 10 ms。

图 2 时基分析的示例

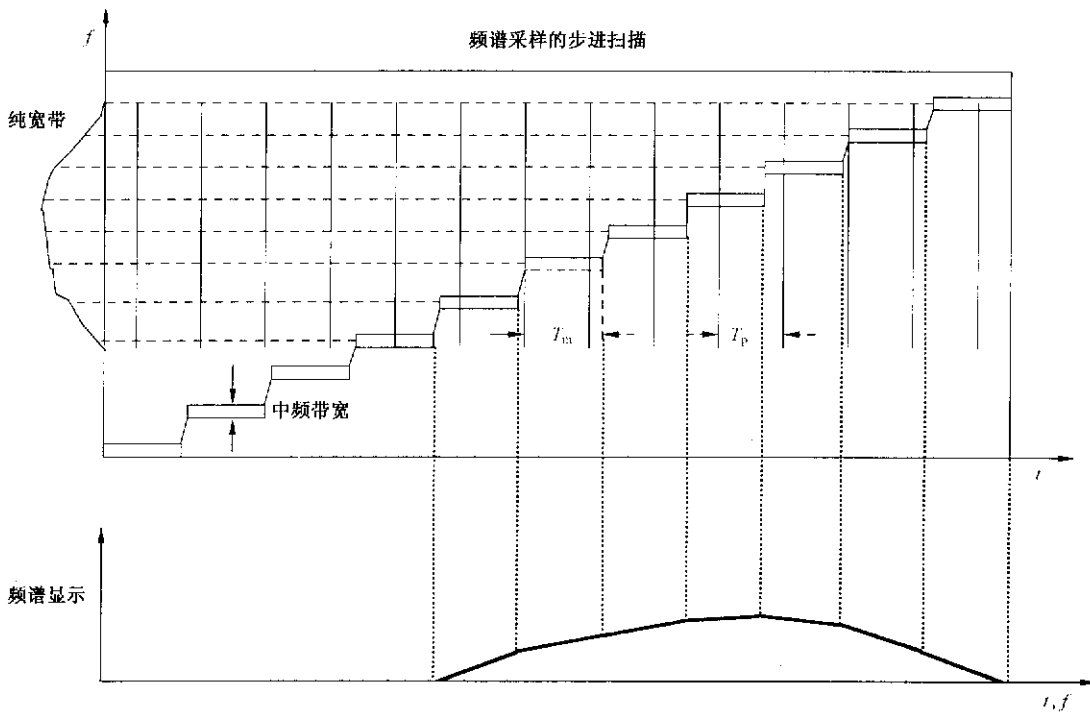


图 3 步进式接收机进行宽带频谱测量

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)。

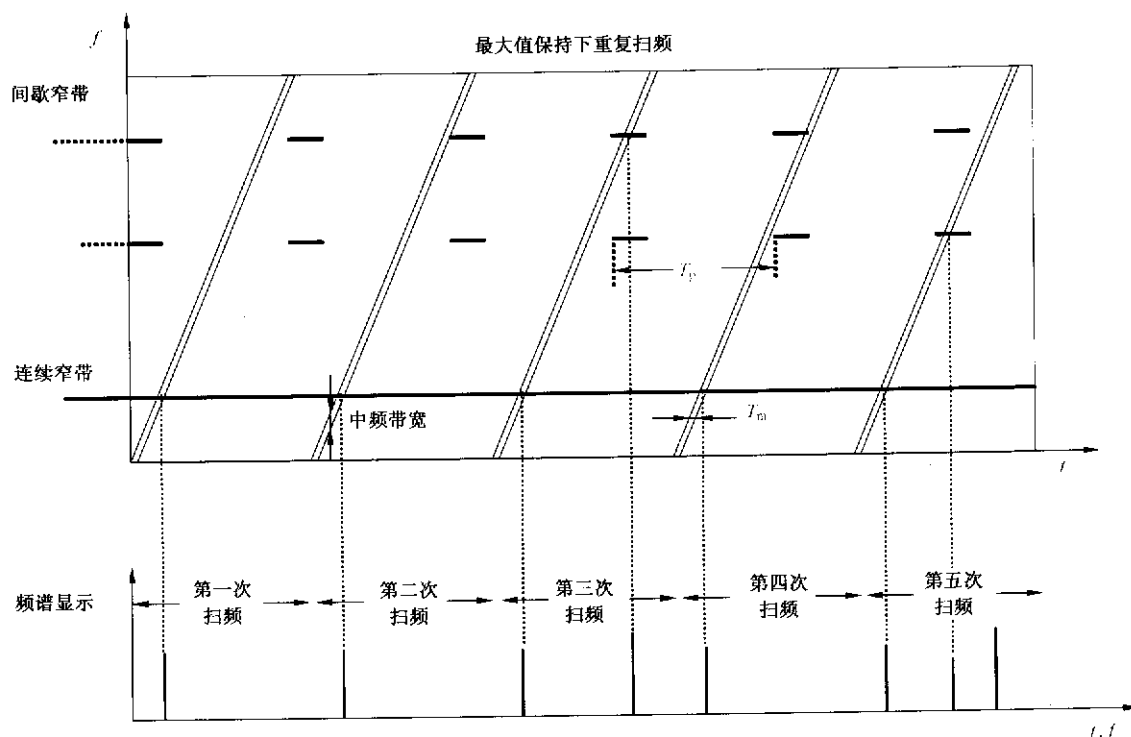


图 4 在最大值保持功能下用短快重复扫频获得发射频谱测得的间歇窄带骚扰

注：在上例中需要进行 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还要增加，这取决于脉冲宽度和脉冲重复周期。

对于间歇宽带骚扰必须按照 GB/T 6113.101—2008 中所述的断续骚扰分析程序来测量。

## 7 传导骚扰测量方法(9 kHz~30 MHz)

### 7.1 概述

当依据发射限值对沿导线传播的电磁骚扰进行符合性试验时，无论是在标准化的测量场地(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：

- 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(也称为不对称型)；
  - 差模(也称为对称型)；
  - 非对称。

注：差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。

- 测量设备：选用测量设备的类型与被测骚扰特性有关(参见 7.2)。
- 辅助设备：根据 7.1.a)，选用辅助设备，即人工网络(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 7.3)。
- 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 7.3 和 7.4)。
- 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 7.4 和 7.5)。

## 7.2 测量设备(接收机等)

通常,需要区分连续骚扰和断续骚扰,连续骚扰主要按频域参数进行测量,断续骚扰除按频域参数进行测量外,也可能还需要时域测量。

应使用 GB/T 6113.101—2008 规定的各种测量接收机和其他的测量设备。对于时域测量,也可能用到示波器等。

### 7.2.1 传导骚扰测量时检波器的用法

GB/T 6113.101—2008 规定了按产品标准测量所要求的检波器特性。其中某些产品(类)EMC 标准要求传导骚扰测量使用准峰值检波器和平均值检波器。这两种检波器的时间常数很大,自动测量很耗时。

峰值检波器时间常数较小,可用于预测,确定是否符合限值。若测得的骚扰电平超过限值,则应改用准峰值检波器和平均值检波器继续进行测量。

附录 C 提供了如何有效地进行测量的指导。

## 7.3 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。

### 7.3.1 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 就可以以确定的阻抗来模拟延伸的网络(长线)。

#### 7.3.1.1 人工网络(AN)的类型

除非有特殊理由要求其他的网络结构,否则应该使用 GB/T 6113.102—2008 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,在 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之间。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)  $\Delta$ 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 $\Delta$ 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 仅用来测量共模骚扰电压。

#### 7.3.1.2 基本要求

AN 应满足下列基本要求:

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 7.4),为了满足本条要求,被测量的骚扰源还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 7.3.1.1),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,以使得通过实际网络(或信号模拟器)的 AN 的负载不会明显地影响规定的射频阻抗值。
- d) AN 应提供一个规定的连接端口(连接器)来连接测量设备以实现规定的试验布置。输入连接器应适合于 GB/T 6113.101—2008 中所规定的具有 50  $\Omega$  输入阻抗的测量设备。
- e) AN 应提供一个可以与参考地连接的规定连接点,以实现规定的试验布置。
- f) AN 应该按照规定的程序进行校准。

### 7.3.1.3 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,以防止实际网络或信号模拟器上的有用信号影响测量结果。

### 7.3.2 电压探头

符合标准规定的电压探头,见 GB/T 6113.102—2008。

不能用 AN 来测量有端子的骚扰电压,可使用电压探头。这些如与天线、控制线、信号线和负载线相连接的端子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射频高阻抗。

#### 7.3.2.1 基本要求

- 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的射频阻抗,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会损坏测量接收机。
- 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(CISPR)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规定的连接,使参考地能以指定的方式通过一根规定的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程序进行校准,此时,该程序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非期望有的容性耦合。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予以考虑。
- f) 电压探头的铭牌应标明最大的线电压。

### 7.3.3 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 7.1),卡式结构的探头便于使用。

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,其结果使得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,可以测量到幅度很小的共模电流。

符合标准规定的电流探头见 GB/T 6113.102—2008。

#### 7.3.3.1 基本要求

- 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,即按照规定的程序来测量时,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<sup>1)</sup>应小于 1  $\Omega$ 。

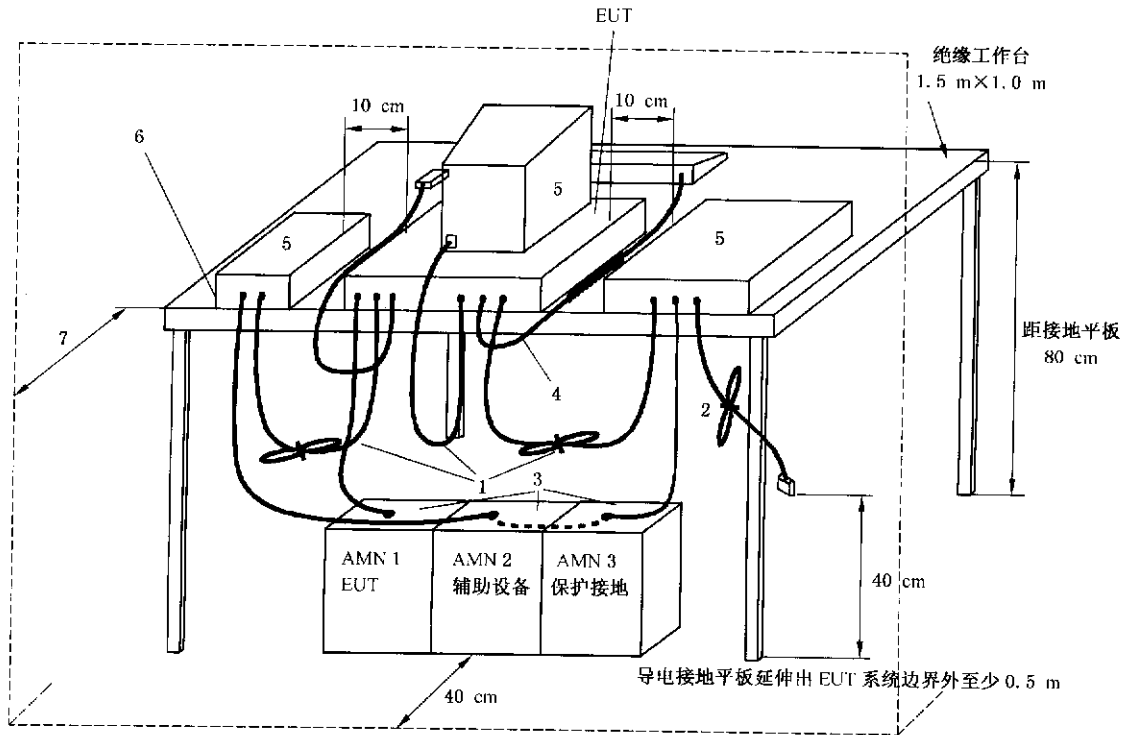
1) 原文的插入损耗(insertion loss)应为插入阻抗(insert impedance)。

- 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程序进行校准。

7.4 EUT 的试验布置

7.4.1 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的延伸网络(通常,V 型网络用于这种场合,见图 5)。其他产品(类)EMC 标准提供了针对特定的 EUT 类别的试验细节。



- 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~40 cm 长的线束,悬垂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 电缆应在其中心处捆扎起来,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 AMN1。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 所有关键设备连接到 AMN2。
  - 3.2 辅助设备的保护接地线(绿色/黄色)连接到 AMN3。
- 4——用手操作的装置,如键盘、鼠标等,其电缆应尽可能地接近主机放置。
- 5——EUT 以外的受试组件。
- 6——EUT 及其外围设备的后部都应排列成一排,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面上的垂直接地平板相距 40 cm。

图 5 台式设备电源线传导骚扰测量的试验布置(见 7.4.1 和 7.4.2)

不论接地与否,台式 EUT 都应按下述规定布置:

- EUT 的底部或背面应放置在离参考接地平面 40 cm 的规定的距离上。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  $2\text{ m} \times 2\text{ m}$  的金属接地平板。

实际布置按下述方法来实现:

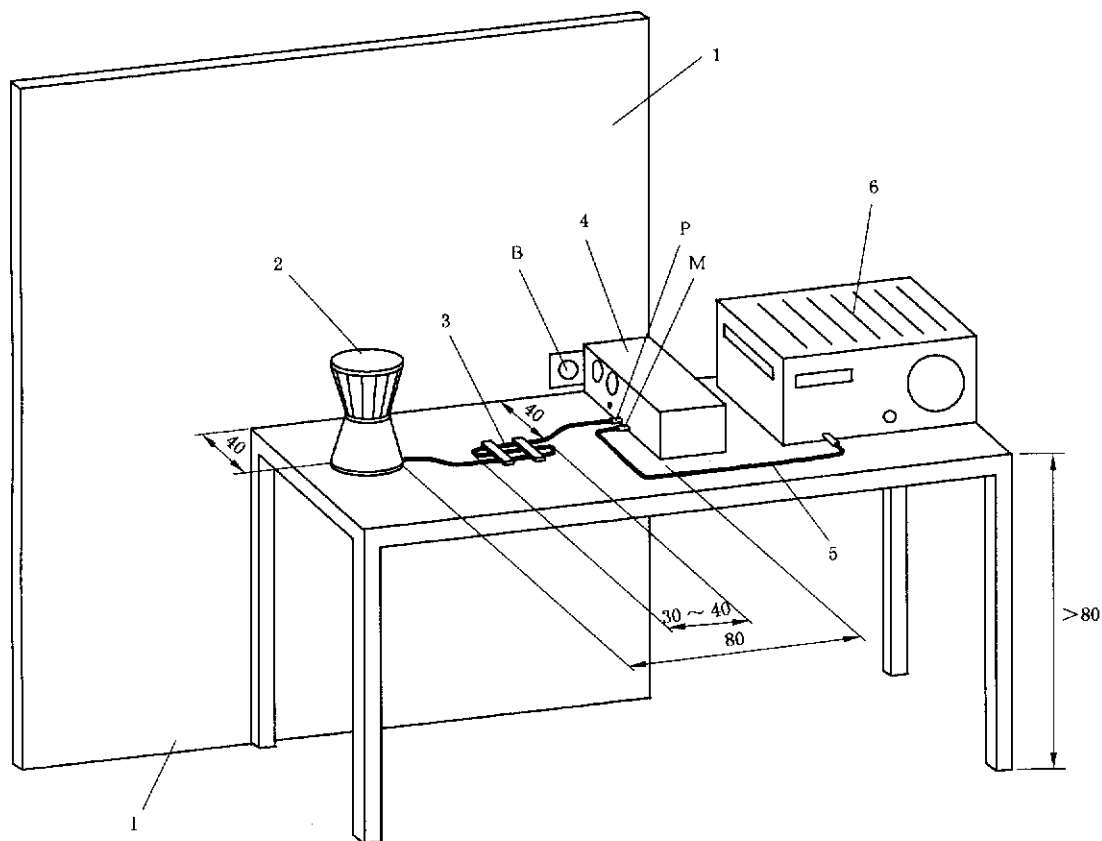
EUT 放在一个至少  $80\text{ cm}$  高的绝缘材料的试验台上,离屏蔽室的墙面为  $40\text{ cm}$ ;或  
EUT 放在一个  $40\text{ cm}$  高的绝缘材料的试验台上,EUT 的底部高出接地平面  $40\text{ cm}$ 。

——EUT 所有其他的导电平面至少应该距离其他的参考接地平面  $80\text{ cm}$ 。

——如图 5 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  $40\text{ cm}$ 。

——EUT 的电缆连接如图 5 所示。

——对于仅有一根电源线的台式 EUT 可选择如图 6 所示的试验布置。

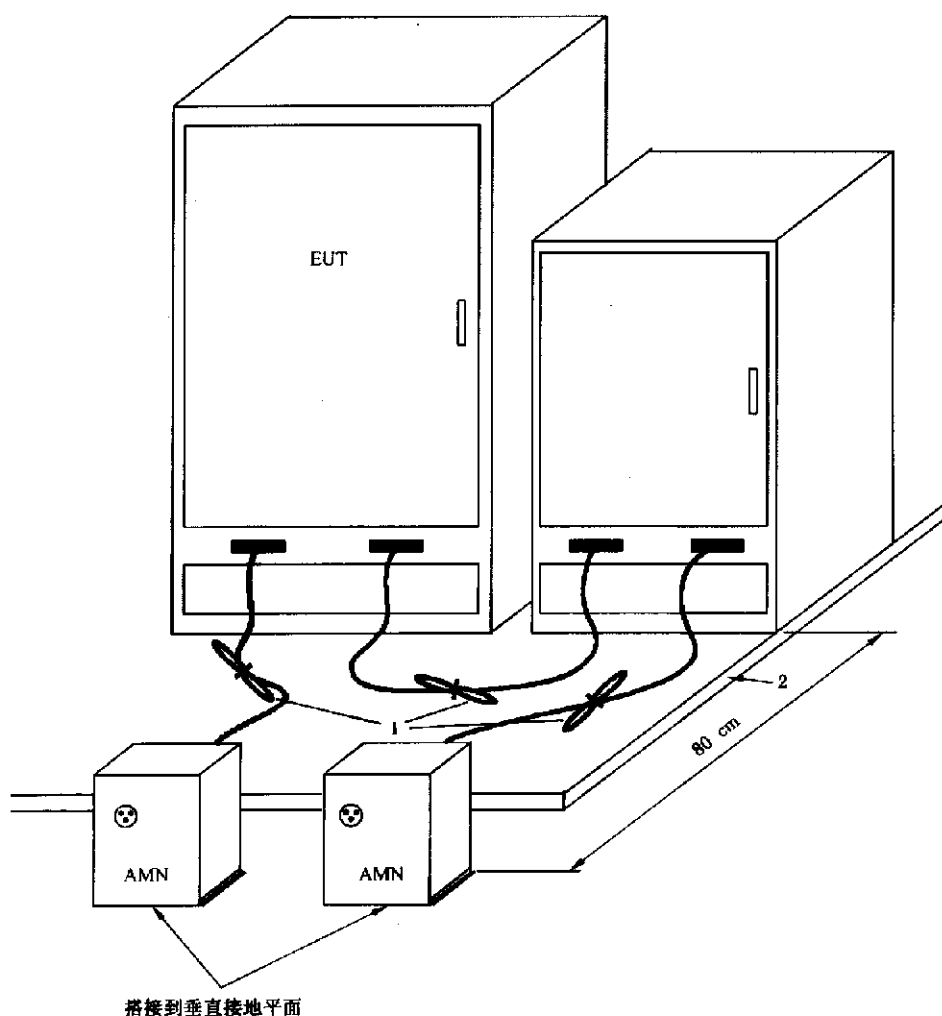


- 1—— $2\text{ m} \times 2\text{ m}$  的金属壁;
- 2——EUT;
- 3——往返折叠成( $3\text{ cm} \times 40\text{ cm}$ )的超长电源线;
- 4——“V”型电源网络;
- 5——同轴电缆;
- 6——测量接收机;
- B——参考接地连接点;
- M——至测量接收机输入端;
- P——至 EUT 的电源。

图 6 仅带有一根电源线的 EUT 可选的试验布置(见 7.4.1)

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 m×2 m,试验布置的例子参见图 7 和图 8。



- 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(12 mm)；
- 3——EUT 被连接到一个 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 7 落地式设备的测量布置(见 7.4.1 和 7.5.2.2)

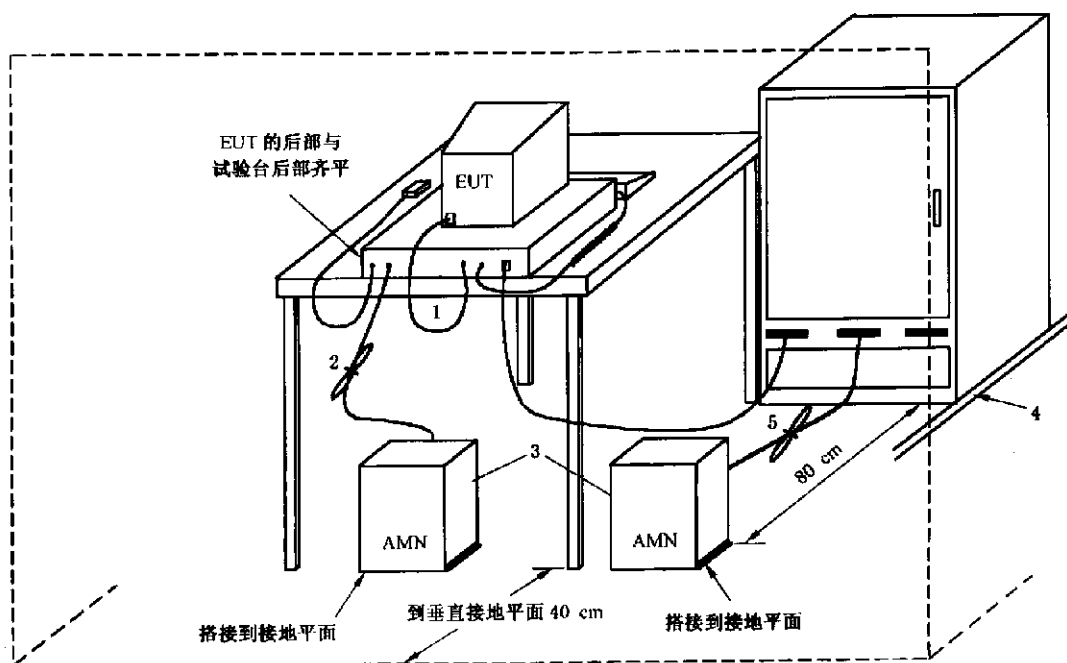
AN 要用一个低射频阻抗连接条搭接到参考接地平面上。

注:所谓的“低”射频阻抗系指在 30 MHz 时最好小于 10 Ω。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 9)。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。



- 1——距接地平板不足 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(12 mm)。
- 5——落地式设备的 I/O 电缆垂落至接地平面,超长部分捆扎起来,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 8 落地式和台式设备的测量布置(见 7.4.1 和 7.5.2.2)

## 7.4.2 用 V 型网络测量非对称骚扰电压的程序

### 7.4.2.1 有接地连接的 EUT 布置

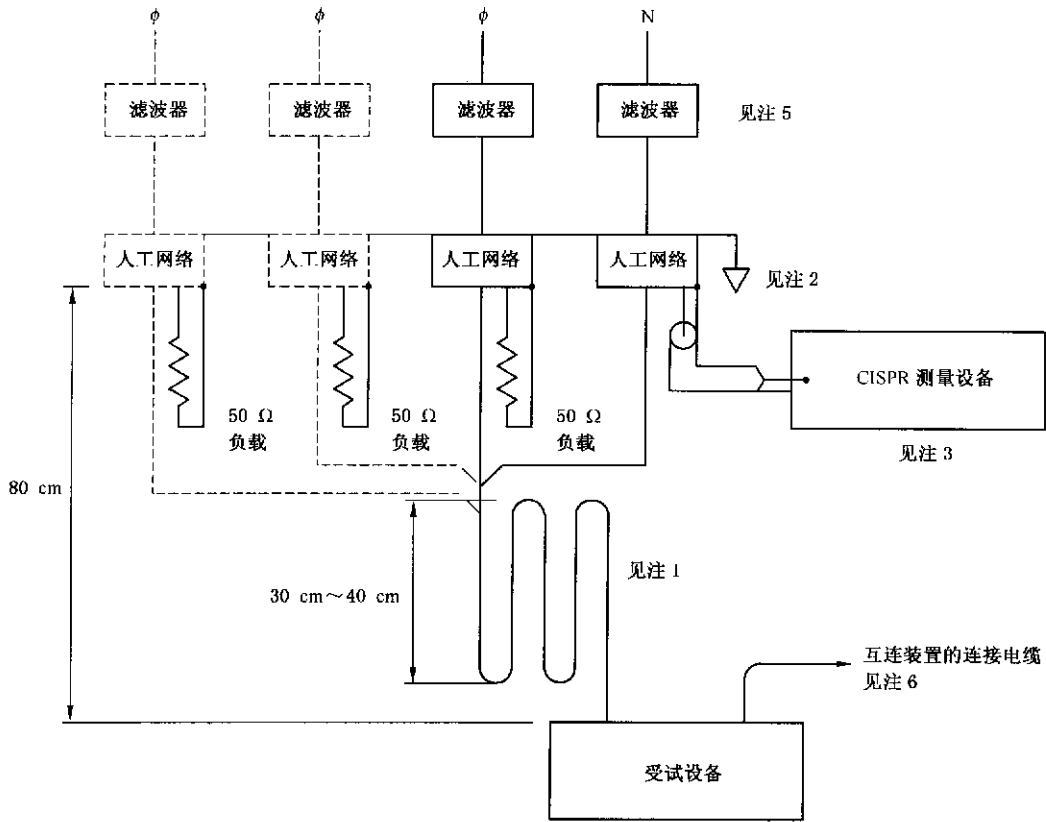
对于那些在运行中要求接地或者其导电外壳能接地的 EUT,每根电源线的不对称骚扰电压是相对于参考金属壁(测量设备的整个机壳)测量得到的。EUT 的壳体通过它的保护接地线连接到 AMN 的接地点再连接到参考金属壁上(参见图 10 的等效电路)。

确定接地 EUT 干扰电势的一些参数在附录 A 的 A.3 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 7.5 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,这样就不能保证其接地阻抗同标准试验装置中的那种仅有 1 m 长接地线连接到参考体上的接地阻抗同样低,同样有效。况且,根据 GB 14821.1 的规定,并非每一个产品都需要使用保护接地线,因此带插头的 I 类设备的骚扰电压,应按照 7.4.2.2 在没有保护接线或接地导线连接的情况下进行测量(不接地测量)。然而,出于安全上的考虑,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射频扼流圈或阻抗,其值等于 V 型网络阻抗。

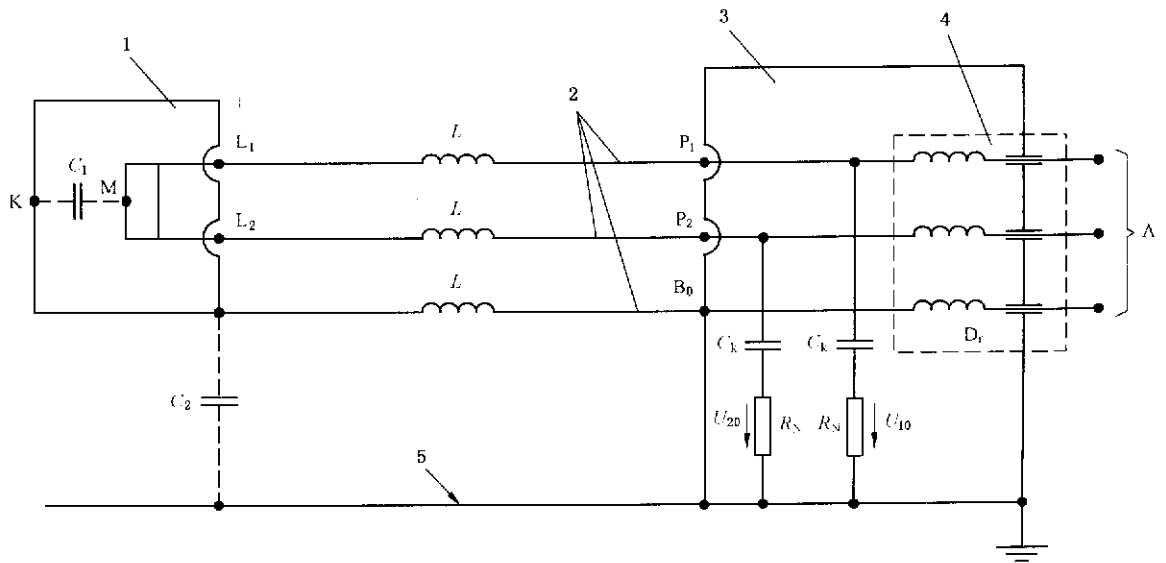
对于无辐射或屏蔽良好的 EUT,按特殊要求或说明书要求而必须接地的,则作为例外情况(见 A.2.1 和 A.4.1)。



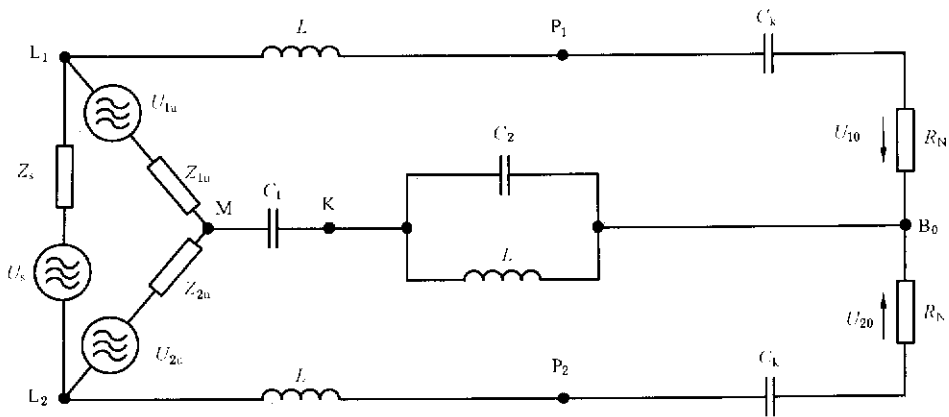
注：

- 1 — EUT 的电源线长度超过 80 cm 时,应折叠成 S 形线束,不要缠绕。
- 2 — 在高频情况下,AN 至接地平板的连接应提供低阻抗路径,这可通过使用整体的扁平导体来实现,其长宽比不大于 5:1。
- 3 — CISPR 测量接收机只应通过同轴电缆的外导体与参考接地平面连接。
- 4 — 虚线表示三相电源的试验装置。
- 5 — 备用滤波器试验线路,如果不用,可以短路。
- 6 — 互连的设备可以通过电源连接条或箱体连接到单个 AN 上。
- 7 — 台式或便携式 EUT 必须与至少为 2 m<sup>2</sup> 的任何接地导电平面相距 40 cm,且距离任何其他导电物体(包括系统或仪器的一部分)至少为 80 cm。

图 9 传导骚扰电压测量布置的示意图(见 7.4.1 和 7.5.2.2)



a) 测量和电源电路示意图



b) 等效电压源和测量电路

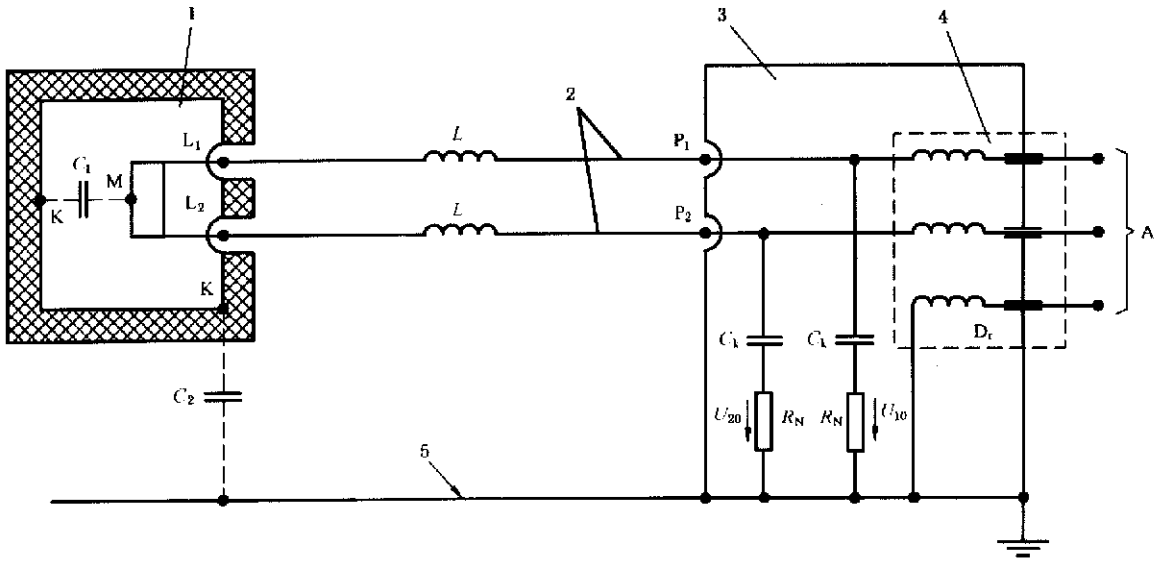
- |                              |  |
|------------------------------|--|
| 1——EUT;                      | $C_k$ ——电源网络中的耦合电容;                        |
| 2——电源线;                      | $D_f$ ——安全接地线的电感线圈;                        |
| 3——V形电源网络;                   | K——EUT的导电构件;                               |
| 4——去耦电路(滤波器);                | $L$ ——连接线的电感;                              |
| 5——金属壁;                      | M——内部共模电压的虚拟中点;                            |
| A——电源输入端;                    | $R_N$ ——模拟电阻(50 $\Omega$ 或 150 $\Omega$ ); |
| $B_0$ ——参考接地连接点;             | $Z_s$ ——EUT的对称内阻;                          |
| $L_1, L_2$ ——电源线连接点(100 cm); | $Z_{1u}, Z_{2u}$ ——EUT的共模电阻;               |
| $P_1, P_2$ ——至电源网络的EUT插头;    | $U_{1u}, U_{2u}$ ——EUT的内部共模电压;             |
| $C_1$ ——EUT内相对于金属构件的寄生电容;    | $U_{10}, U_{20}$ ——外部可测量的共模电压。             |
| $C_2$ ——EUT相对于金属壁(接地)的寄生电容;  |  |

图 10 用于测量 I 类(接地的)EUT 共模骚扰电压的等效电路(见 7.4.2.1)

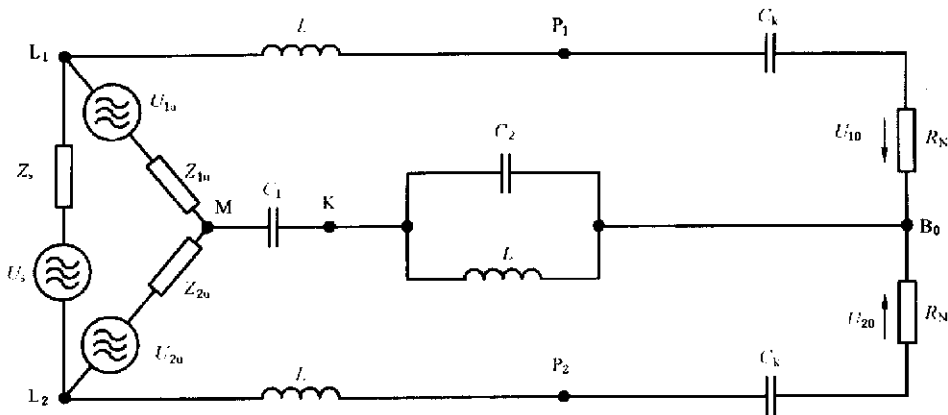
#### 7.4.2.2 无接地连接的 EUT 布置

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 11 等效电路中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段(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。



a) 电源和测量的示意图



b) 等效的 RFI 源和测量电路

注: 各种代号见图 10。

图 11 用于测量 II 类(非接地的)EUT 共模骚扰电压的等效电路(见 7.4.2.2)

### 7.4.2.3 无接地连接的手持 EUT 布置

首先按照 7.4.2.2 进行测量,然后使用 GB/T 6113.102—2008 中叙述的模拟手进行附加的测量。

图 13 示出了应用模拟手所要遵循的基本原则。RC 元件的 M 端(见图 12)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。表面覆盖涂料或油漆的金属件被认为是暴露金属件,应直接与 RC 元件连接。

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 13)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 13)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 14),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。

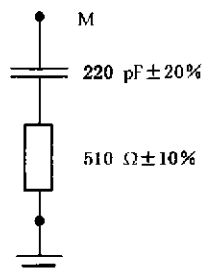


图 12 用于模拟手的 RC 元件(见 7.4.2.3)

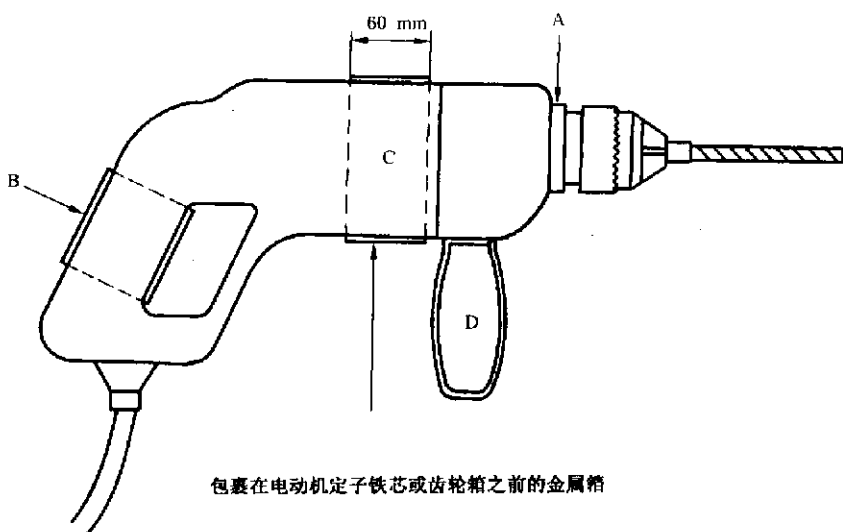
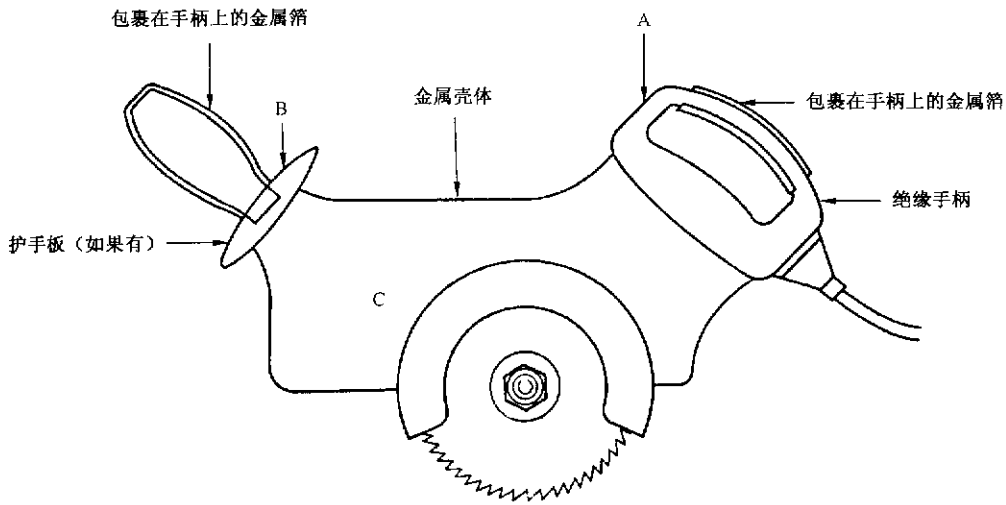


图 13 带有模拟手的手持式电动工具(见 7.4.2.3)



A,B:绝缘材料的手柄。

图 14 带有模拟手的手持式电动工具(见 7.4.2.3)

#### 7.4.2.4 键盘、电极和对人体接触敏感的其他 EUT 的布置

对于这类设备,要按照产品(类)EMC 标准应用模拟手,一般是按照 7.4.2.3 的规定。

#### 7.4.2.5 带有外部抑制元件的 EUT 布置

如果干扰抑制元件附在设备的外部(例如,在一个连接到电源的插件内)或者作为一个元件插到连接电缆中(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。

#### 7.4.2.6 附属设备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 7.4.4.1。
2. 当附属设备对于 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。EUT 本体要作为一个单独的 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 7.4.1 的规定捆扎。

当 EUT 和附属设备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 和附属设备的金属壳上,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 7.4.2 和下述附加要求进行布置:

- a) 附属设备应放在与 EUT 相同的高度上,且与接地平面的表面保持相同的距离。如果导线足够长,要按 7.4.1 来处理。如果附属设备导线短于 80 cm,则应保留其长度,并且附属设备应尽可能地远离主设备放置。当附属设备是一个控制器时,为其运行所作的布置不得影响骚扰电平。
- b) 如果带有附属设备的 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 上而不连接到任何附属设备上。
- c) 如果 EUT 不是手持式的,而附属设备是不接地手持式的,那么必须与模拟手连接。如果附属设备也不是手持式的,则如 7.4.1 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。

为了使测量能在所有的运行条件下和 EUT 与辅助设备交互作用的情况下进行,要连接上附属设

备、控制器或负载。

对 EUT 和附属设备的电源输入端子都要进行测量。

### 7.4.3 差模信号端子共模电压的测量

#### 7.4.3.1 用△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 6113.102—2008 中规定的△型网络来测量。只要满足 GB/T 6113.102—2008 对差模阻抗和共模阻抗的要求,则 GB/T 6113.102—2008 中规定的△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△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,所有的电压测量应同时连接两个网络,并要符合 7.4.1 和 7.4.2 规定的要求。

注:如果△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,△型网络的频率范围就能扩展到 9 kHz。

#### 7.4.3.2 用 T 型网络测量

共模 AN(例如按照 GB/T 6113.102—2008 第 7 章所规定的 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△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很好的隔离作用。

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 Ω~150 Ω 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 Ω 电阻应当作为差模射频终端连接到 T 型网络上。图 15 表示 T 型网络的一个实例。

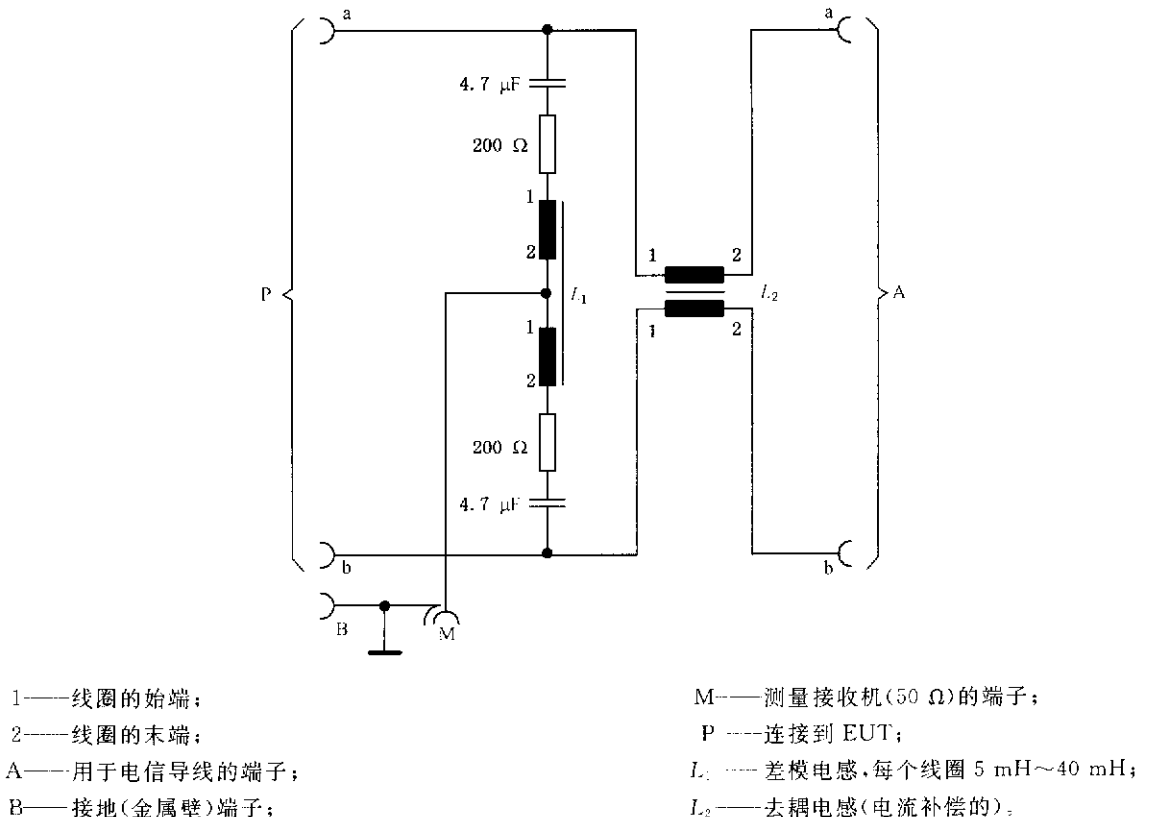


图 15 模拟通信线的示意图(T-1 网络或电信阻抗模拟网络)(见 7.4.3.2)

### 7.4.4 使用电压探头的测量方法

#### 7.4.4.1 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。

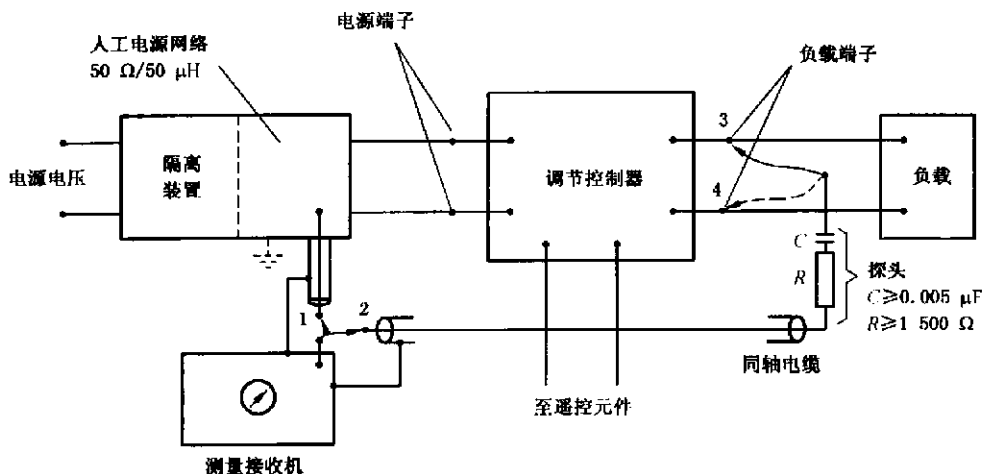
然而,对于上述情况,初级电源输入线必须被隔离并用 AMN 作射频端接。不使用电压探头来测量的那些导线,在布置和长度方面则必须遵守 7.4.1 的相应规定和各自的产品(类)EMC 标准(例如 GB 4824—2004 和 GB 4343.1—2003)中为各个设备规定的运行条件。电压探头应通过同轴电缆连接到测量接收机上,它的屏蔽层被连接到参考地和电压探头外壳。从这个外壳到 EUT 的带电部件不得有直接连接。

图 16 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。

#### 7.4.4.2 不使用 AMN 的情况

在不使用 AMN 来测量的 EUT 试验中,应用一个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 4343.1—2003 中 7.3.7.2 中的电栅栏模拟装置,或者考虑到 7.4.1 的规定,在有完全确定的布置和导线布局且开路状态下测量)。

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。



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 测量接收机的接地端应连接到人工电源 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 V 形人工电源网络的输出端应该端接一个与 CISPR 测量接收机阻抗等值的阻抗。

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 16a 中所示的那样连接上第二根电源线来进行测量。

图 16 用电压探头测量的示例(见 7.4.4.1)

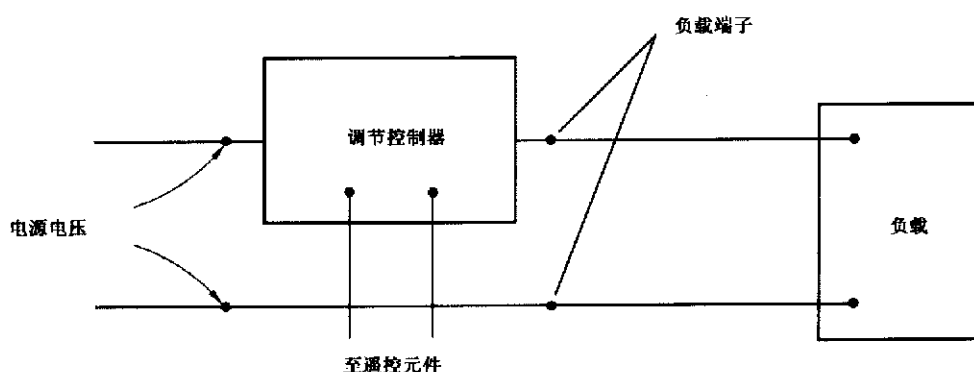


图 16a 适用于两端口调节控制器的测量布置

当电流超过 25 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 CISPR16-1 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 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。

#### 7.4.4.3 人工电源网络用作电压探头的情况

当 EUT 的额定电流超过 AMN 的额定电流时,AMN 可作为电压探头使用。AMN 的 EUT 端口与 EUT(单相或三相)的每一根电源线连接。

在 AMN 接到电源之前,必须与试验现场的大地 PE 可靠连接。

警告:在断开 PE 前,AMN 应先断开电源,其电源端口保持断开状态。当 AMN 作为电压探头连接时,AMN 的电源输出端口与 EUT 供电电源接通,应对 AMN 的电源输入插脚采取绝缘保护或采取其他的安全方法。

在 150 kHz~30 MHz 频段,EUT 的电源线应经过一个  $30\ \mu\text{H}$ ~ $50\ \mu\text{H}$  的电感(见图 A.8 布置 2)接到电源。电感可由扼流圈、50 m 长的线或变压器实现。在 9 kHz~150 kHz 频段,通常需要一个较大的电感用于电源的去耦,此措施也能减少电源网络的噪声(见 A.5)。

在标准的配置中,用 AMN 进行测量较好。AMN 作为电压探头来使用仅适用于那种实际电流超过 AMN 容量的现场测试。一般不使用此方法,除非在产品标准中将其列为替代的方法。

#### 7.4.5 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 6113.102—2008 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 A 以上),那么可能由于电流探头的磁芯饱和而造成数据的不真实。

### 7.5 传导发射测量的系统试验布置

#### 7.5.1 系统测量的一般方法

为传导发射测量而规定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；
- 尽可能最大限度地条款 7.1~7.4 中的要求用于系统试验。

只要有可能,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  $\Omega$  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。

### 7.5.2 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)或者本部分的规定运行,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,要求受试系统应和供给最终用户的系统型号相同,如果当时不能得到销售资料或者不可能去组装大量的设备去模拟一套完整的产品系统,那么就应采用试验工程师和设计工程人员协商后的认为最好办法来进行测量,这些讨论和决策过程都应在试验报告中注明。

应依据 EUT 的类型来选择和布置其电缆、交流电源线、主机和外围设备,并且必须能够代表预期的设备配置。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。此外也应遵守条款 7.1 至 7.4 的特定要求。

系统中通常作为落地式的设备应按照条款 7.4.1 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。

#### 7.5.2.1 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。

### 7.5.2.2 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5、图7、图8和图9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)。超长的电缆应在电缆的近似中点处以30 cm~40 cm长的线束来回折叠成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。

### 7.5.2.3 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,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  $\mu$ 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。

### 7.5.3 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1500  $\Omega$ 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 $\Omega$ 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 EUT 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,并必须做试验。屏蔽电缆至少长 2 m,除非用户手册规定用较短的电缆。

#### 7.5.4 系统去耦

系统中,任何地环流都是导致传导测量不准确的原因。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  $\mu$ H 的 AN 可能会阻断这个地电流。

各设备之间的互联电缆的屏蔽层也可能产生地环流。因此,这些设备的安全接地线也应用 50  $\mu$ H 的 AN 来隔离。

为了防止地环路,测量接收机应在测量点作参考接地(警告: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)。

#### 7.6 现场测量

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。

##### 7.6.1 参考地

EUT 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,如金属箱、金属板或金属网等作为测量的参考地。

还应遵守条款 7.4.2.1 和附录 A 中的一般要求。

##### 7.6.2 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  $\Omega$  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  $\Omega$  探头可以用来测量骚扰电压。

##### 7.6.3 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。



### 7.6.3.1 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。

### 7.6.3.2 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。

## 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。

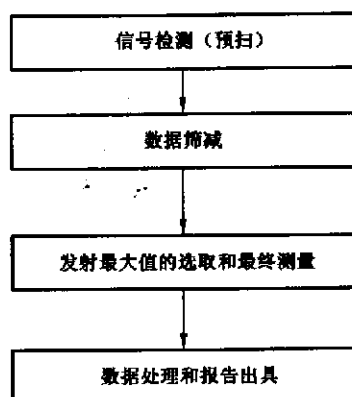
例如:若在自动测量期间存在环境信号,EUT 的发射频率临近高电平环境信号时,可能无法准确测量。一个有经验的测量人员可以轻松的辨别实际骚扰与环境信号,根据情况调整测量 EUT 发射的方法。可以通过关闭 EUT 进行环境测量,记录当时试验场的环境信号,减少测量时间。在这种情况下,软件能通过适当的信号识别方法提示测量人员在某些频率上存在潜在环境信号。

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进行测量,即仅对发射幅值接近或超过限值的关键的频率测量其最大值。

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。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 15 s 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 2 dB 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 2 dB,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  $T_p$ 。

**确定测量类型的预扫方法:**

传导发射:预扫可以在典型的导线上进行测量,例如电源线的“L”线,也可以用峰值检波器和尽可能快的扫频时间对每一根线进行测量,如果对多根导线进行测量,应采用最大值保持功能,以确保测得发射最大值。

#### 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。附录 C<sup>1)</sup> 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。

传导发射测量:比较 EUT 的电源线中各导线的发射电平,取其中的最大电平。

#### 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。

1) 国际标准中为附录 D(Annex D),本部分将其更正为附录 C。

附录 A

(资料性附录)

电气设备与人工电源网络的连接指南

(见第 5 章)

A.1 概述

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。提供这些设备与端子电压测量用的 AMN 连接方法的资料。本附录中的表 A.1 和表 A.2 给出了在实际应用中可能遇到的各种情况所做出的一般描述,针对各种情况,都选择了一种适用的技术。

A.2 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(在等效电路中用  $E_2$  和  $I_2$  来表示)。

传导骚扰和辐射骚扰哪种情况占主导,部分取决于 EUT 相对于接地参考的布置(包括连接参考地的形式);部分取决于 EUT 到 AMN 的连接形式(屏蔽电缆或非屏蔽电缆)。

A.2 可能遇到的各种情况分类

A.2.1 屏蔽良好但滤波不良的 EUT(见图 A.1 和图 A.2)

在这种情况下,用电流  $I_1$  表示的传导骚扰分量占主导。骚扰电流  $I_1$  从 EUT 馈入到 AMN(其阻抗为  $Z$ )。所以,当 EUT 的屏蔽层和接地参考之间的电容  $C_1$  增加时(见图 A.1),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 A.2)(同时参见 A.3 中的讨论)。则电压  $U_1$  为最大。

$$(U_1 = ZI_1 = E_1)。$$

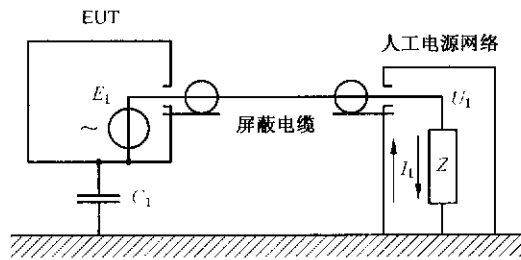


图 A.1

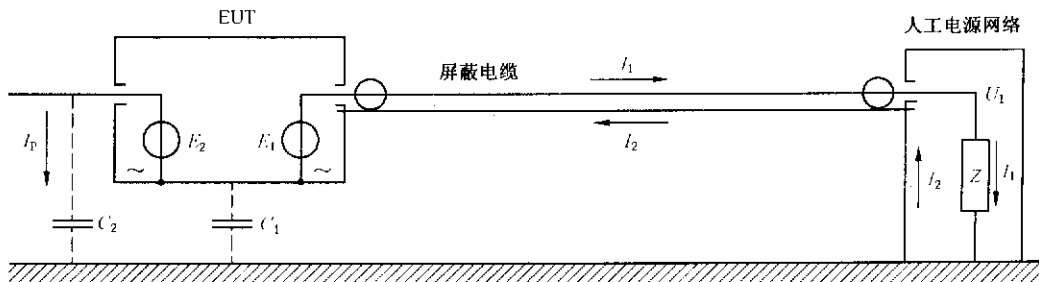


图 A.2

A.2.2 滤波良好但未完全屏蔽的 EUT(见图 A.3 和图 A.4)

在这种情况下,馈到电源的骚扰电流几乎减小到零,而 AMN 两端的电压可能占主导是由于不期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 A.3 和图 A.4 中连接在电动势为  $E_2$  的内部骚扰源与接地参考之间的外部电容  $C_2$  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  $C_2$  并经由接地参考通过  $C_1$  返回。而  $I_2$  的另一部分流过 AMN 返回。如果电源线是未屏蔽的(见图 A.3)，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 A.4)。这样，没有电流  $I_2$  流过  $Z$ ，则  $U_2$  将为零。

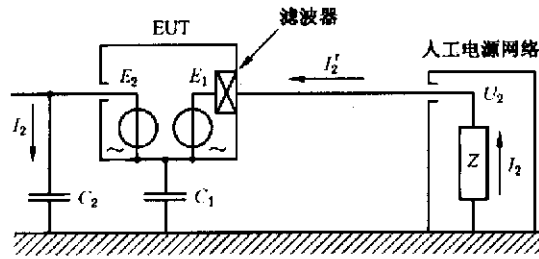


图 A.3

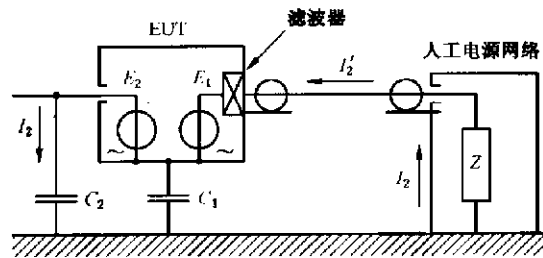


图 A.4

A.2.3 通常的实际情况

实际应用中，通常大多情况是屏蔽和滤波性能均不完善，上述两种效应会同时并存，且是相叠加的。在这样的条件下，下述三种情况都会遇到。

A.2.3.1 通过屏蔽导线供电的情况(见图 A.5)

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：

$$U_1 = ZI_1 = E_1$$

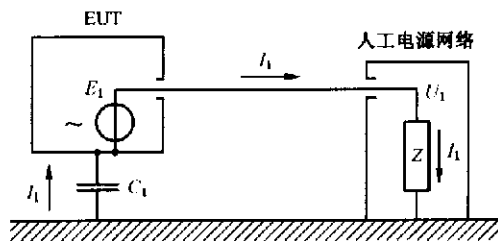


图 A.5

A.2.3.2 经过滤波但未屏蔽的导线供电的情况(见图 A.6)

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 A.6 所示的情况一样，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。

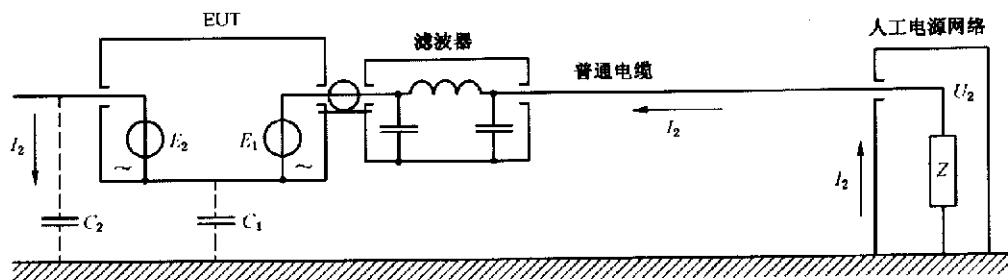


图 A.6

### A.2.3.3 通过普通导线供电的情况(见图 A.7)

一旦将图 A.6 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 A.7),与图 A.5 相比较(对于通过屏蔽导线供电的未滤波的 EUT 的电流  $I_1$  可能有最大值),如果  $ZC_1\omega \ll 1$ ,图 A.7(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  $I_1$ (未屏蔽的 EUT)/ $I_1$ (屏蔽的 EUT) =  $ZC_1\omega$  减小到最小值(系指它的最小值)(见图 A.2)。电源  $E_2$  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。

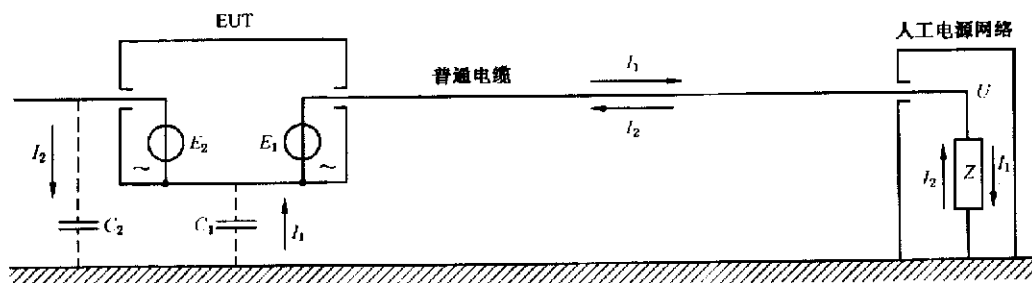


图 A.7

## A.3 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参考来实现的。

为了获得一个能够明显区别两种类型  $I_1$  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。

## A.4 接地条件

### A.4.1 概述

#### A.4.1.1 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  $I_1$  的  $I_2$  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  $I_2$  会全通过这个短路,而相应的电压  $U_2$  会减小零。

综合上述,可以得出下述一般规则。

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)。

#### A. 4. 1. 2 直接接地

当对 A. 4. 1. 1 的条款 b1) 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隔离(见表 A. 2 的下半部分)。

注: 这样一个“电长”导线在 I 类安全保护的 EUT 的情况下,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)。

#### A. 4. 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  $I_2$ ,要减小  $I_1$ ,按照 A. 4. 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,电视接收天线传输线的电容值)予以规定。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。

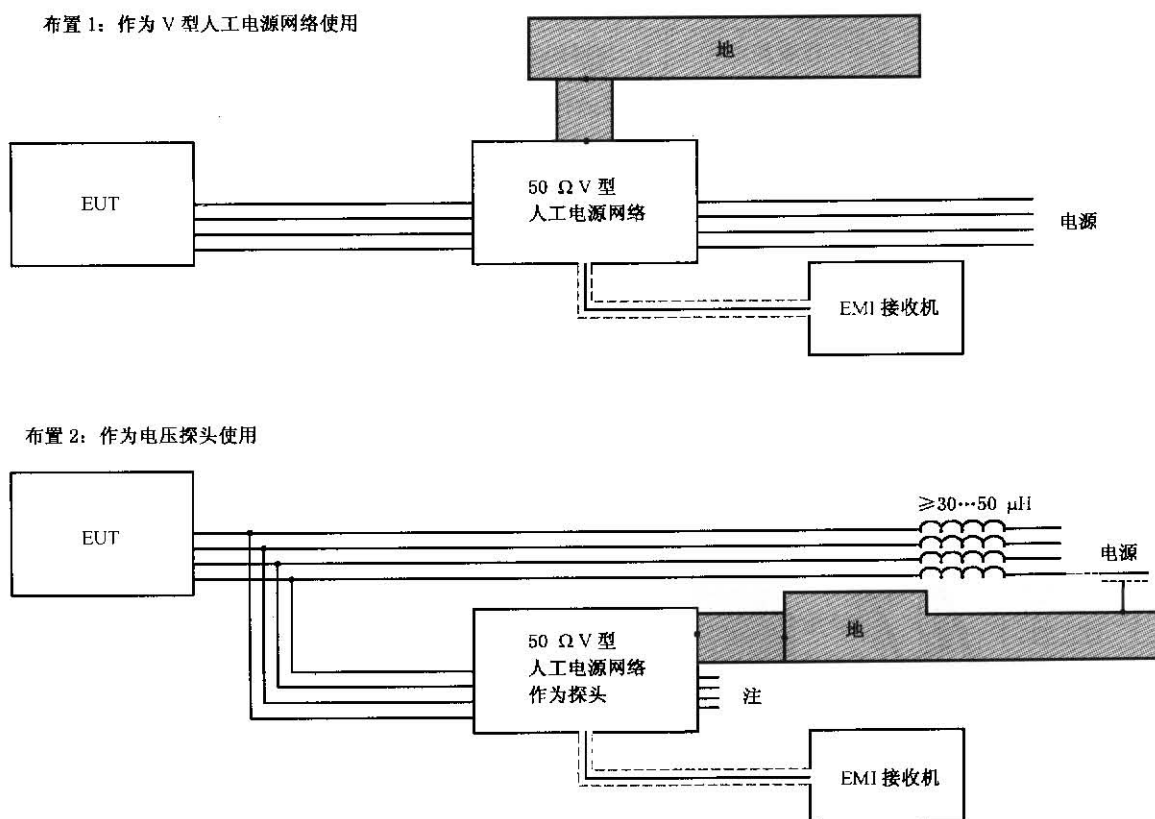
#### A. 4. 2 典型测量条件的分类

表 A. 1 和表 A. 2 概括总结了各种不同的测量条件,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。

#### A. 5 人工电源网络作为电压探头的连接

对大电流工作的 EUT 在传导发射测量时可能会遇到困难,频率范围为 9 kHz~150 kHz(30 MHz)的人工电源网络额定电流大约为 25 A,频率范围 150 kHz~30 MHz( $50 \Omega$  并联  $50 \mu\text{H}$ )额定电流大约为 200 A。

当 EUT 的额定电流大于 AMN 的额定电流时,可以用 AMN 作为电压探头来使用。如果在产品标准中引用此方法,这样的替代方法也可用于现场测量。



注：暴露点必须是安全的。

图 A.8 人工电源网络的布置  
表 A.1

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	
<p>普通电缆</p> <p>普通电缆</p>	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	
	臭氧发生器		很好	很好	完全由辐射电流 $I_2$ 引起的实际干扰		有必要准确说明设备相对于地的位置或引用的 $C_1$ 值
			强	适中	由上述两种效应( $I_1 + I_2$ )的叠加引起的总的干扰		
				适中	在有些频率上这两种效应( $I_1$ 和 $I_2$ )是反相位的		
	医用设备 电焊机 电视机 (时基)		有	很好	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 A.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	电视机 医疗设备 臭氧发生器 电焊机	
		由正常使用时必须具有良好屏蔽的设备所产生的实际干扰	用于燃油锅炉点火系统的变换器分别测量屏蔽组装的部件	
	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	



## 附录 B

(资料性附录)

### 频谱分析仪和扫频接收机的使用要求

(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  $\pm 0.5$  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 最小扫描时间/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 幅度精确度**

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)  
传导测量时检波器使用的流程图  
(见 7.2.1)

当产品标准要求用准峰值和平均值两种检波器进行测量时,下列判定树及其注释提供了传导骚扰测量时检波器的使用和符合/不符合判据的导则。为了提高测量的效率,推荐用图 C.1 中含峰值检波器的路径 1。

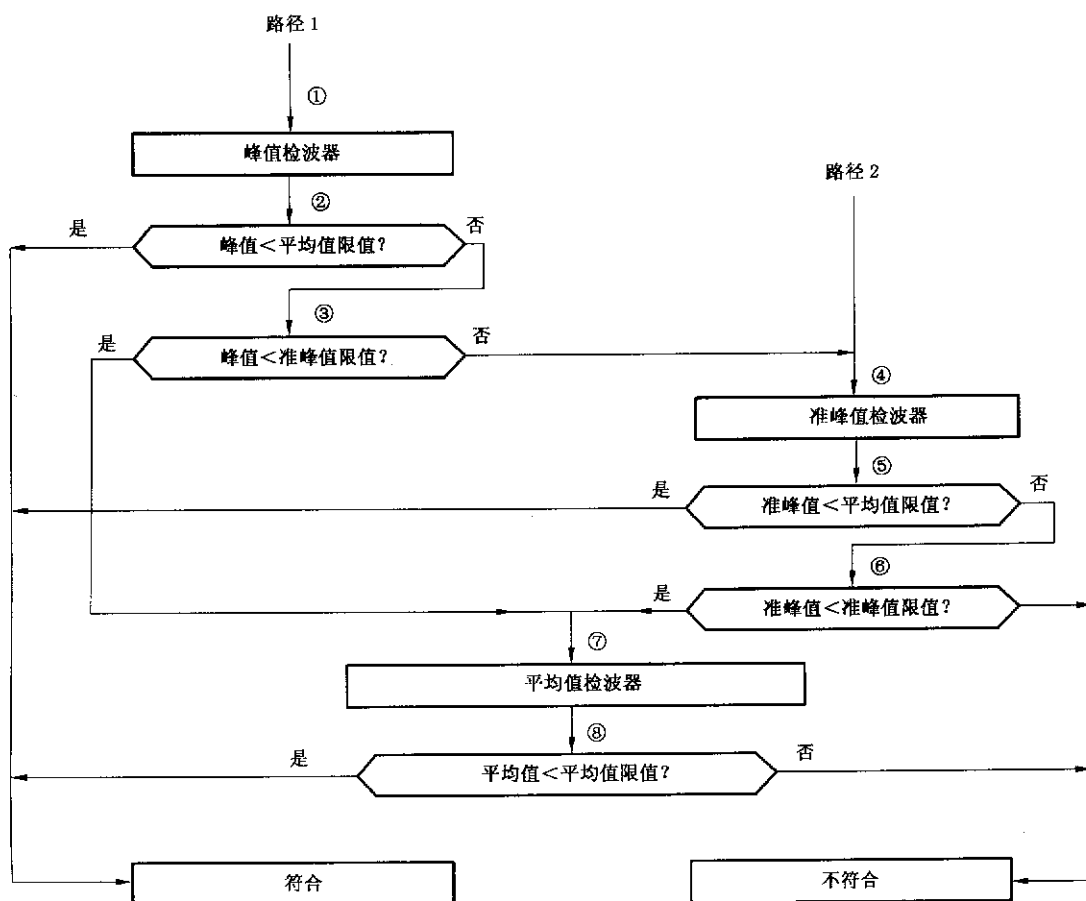


图 C.1 为优化测量速度而采用峰值检波器、准峰值检波器和平均值检波器进行传导骚扰测量的判定树

注: EUT 要符合限值要求,必须同时满足准峰值和平均值。可以选用路径 1 或路径 2 进行测量。为提高传导骚扰测量速度,优先推荐用路径 1,用准峰值测量开始的路径 2 比较慢,此时从峰值测量中符合准峰值限值已经确定。

- 1) 首先用峰值检波器进行测量,速度快。
- 2) 用峰值发射电平与平均值限值进行比较,如果发射值高于限值;进行第 3 步。如果发射值低于限值;EUT 符合。
- 3) 用峰值发射电平与准峰值限值进行比较,如果发射值高于限值;进行第 4 步。如果发射值低于限值;进行第 7 步。

- 4) 用准峰值检波器进行测量。
- 5) 用准峰值发射电平与平均值限值进行比较，  
如果发射值高于限值：进行第 6 步。  
如果发射值低于限值：EUT 符合。
- 6) 用准峰值发射电平与准峰值限值进行比较，  
如果发射值高于限值：EUT 不符合。  
如果发射值低于限值：进行第 7 步。
- 7) 用平均值检波器进行测量。
- 8) 用平均值发射电平与平均值限值进行比较，  
如果发射值高于限值：EUT 不符合。  
如果发射值低于限值：EUT 符合。

当用频率扫频进行峰值测量时，频谱分析仪或扫频接收机的扫频速率不应超过附录 B 中表 B.1 中的规定。

## 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 相比,增加了如下内容:

1. 名词术语增加了 9 条:3.20“测量时间”;3.21“扫描”;3.22“扫频”;3.23“扫描或扫频时间”;3.24“跨度”;3.25“扫描或扫频的速率”;3.26“单位时间(例如:每秒)内扫描的次数”;3.27“观察时间”;3.28“总观察时间”;
2. 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;
3. 第 7.2.1 条“传导骚扰测量时检波器的用法”;
4. 第 7.4.4.3 条“人工电源网络作为电压探头的情况”,及图 16a 和图 16;
5. 第 8 章“发射的自动测量”;
6. 附录 C“传导测量时检波器使用的判定树”;
7. 附录 NA“本部分与 GB/T 6113.2—1998 有关章节的对照”。

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	3.1~3.4;	1.3	1.3.1~1.3.4;
	3.5~3.6;		1.3.6~1.3.7;
	3.8~3.19		1.3.9~1.3.21
	3.20~3.28		
4	4.1~4.2	2.1	2.1.1~2.1.2
5	5.1~5.3	2.2	2.2.1~2.2.3
6	6.1	2.3	2.3.1
	6.2		2.3.2
	6.3		2.3.3
	6.4		2.3.4
	6.5		
7	7.1	2.4	2.4.1
	7.2		2.4.2
	7.3		2.4.3
	7.4		2.4.4
	7.5		2.4.5
	7.6		2.4.6
8			
附录	A	附录	A
	B		B
	C		
	NA		