

家用电器传导抗扰度测试解决方案

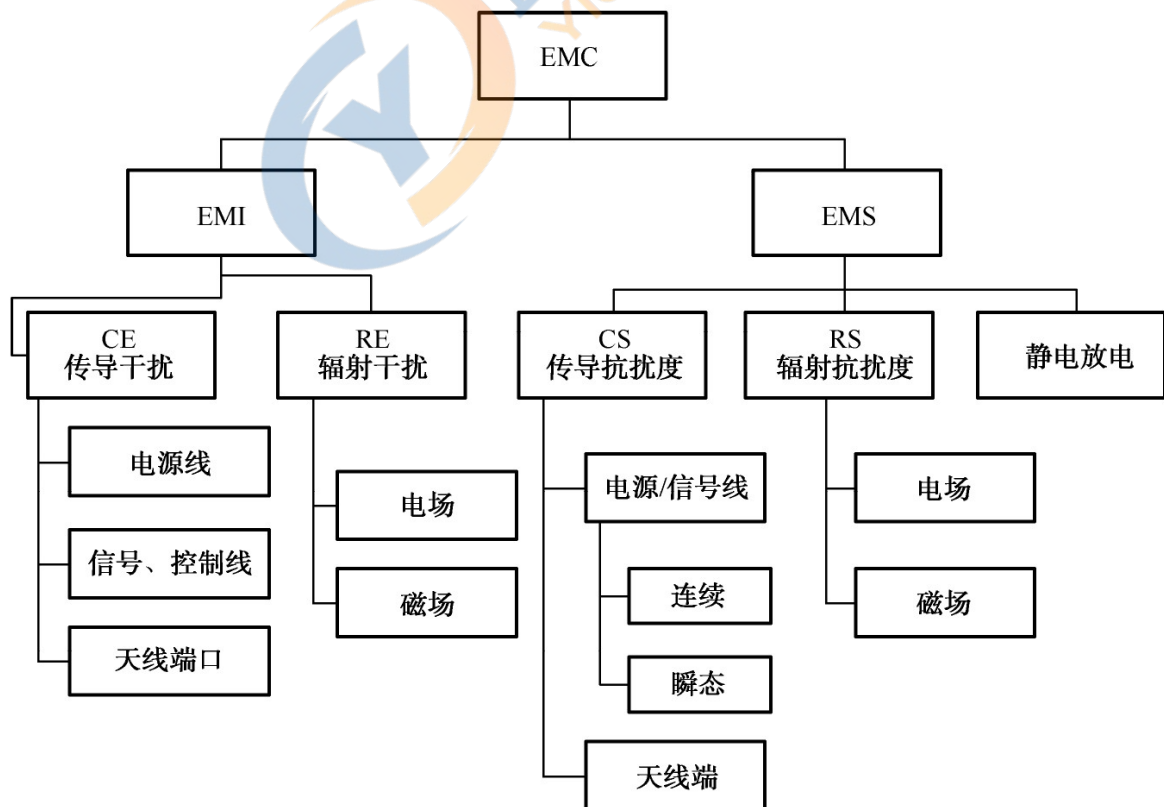
■ 概述

随着电子技术的发展，人们生活中使用的家用电器产品越来越多，各种各样的产品层出不穷，结构也日趋复杂。这些运行着的家用电器产品一方面产生一些有用或无用的电磁能量，这些能量通过传导、辐射的途径对其他设备产生一定的干扰，影响其他设备的正常工作；另一方面，这些家用电器产品又受到其他电气设备产生的电磁能量的干扰。所以这些家用电器产品既是电磁干扰的发射体，又是电磁干扰的接收体。电磁炉是低频电磁干扰，微波炉主要是微波电磁干扰，手机主要是电磁辐射干扰，而冰箱等带有电机的产品则在电机启动时对电网有一个冲击干扰。大清早，打开微波炉热面包，用电咖啡壶煮咖啡或者使用豆浆机煮豆浆，用电动刮胡刀剃须……在我们享受这些现代化家电的便捷的时候，殊不知咖啡机、冰箱、微波炉、电磁炉等电器都会有一定的电磁辐射。

强电磁场会对人们的健康带来一定的危害。同样相对较弱的电磁骚扰对设备或系统也可造成恶性电磁干扰事故。美国一炼钢厂曾经因为控制天车的电路被干扰而造成整个钢水包的钢水完全倾倒在车间的地面。曾经一个佩戴假肢的骑摩托车的人，当行车在高压电力线下时，由于假肢的控制电路受到干扰而造成车毁人亡的事故。

家用电器产品内部多含有电机或数字电子器件和电路，其正常工作时不可避免会对外产生电磁骚扰，同样家用电器产品内部也存在很多电磁敏感器件，也会受到环境中的电磁骚扰的影响，有可能会影响到其正常工作。例如，待机状态下的微波炉受到干扰可能会突然启动，若家里没有人，后果可能会特别严重；长期通电工作的冰箱在雷雨季节可能会因为雷击损坏，造成保管的食品腐败变质；车库遥控卷闸门可能会受到干扰自动开启等。

在了解家用电器电磁兼容测试前先看整个EMC测试的框架：



电磁兼容测量的整体框图

■ 家用电器产品的分类

根据GB 4343.2—2020标准将家用电器类产品划分为四类，每一类定义如下。

(1) I类：无电子控制电路的器具。

例如，由电机驱动的器具：如电风扇（无电子控制器）、发光玩具、无电子控制单元的轨道装置、电动工具、电热器具、紫外线红外线辐射仪和含有诸如机械开关和温控器的器具。

由无源元件（如抑制无线电干扰的电容或电感、电源变压器和工频整流器）组成的电路不应被认为电子控制电路。

(2) II类：带有电子控制电路的变压器玩具、双电源玩具、由市电供电的电动工具、电热器具和类似电器（如紫外线辐射仪、红外线辐射仪和微波炉）、充电器、空调、冰箱、洗衣机等，其电子控制线路的内部时钟频率或振荡频率不超过15MHz。

(3) III类：带有电子控制电路并且由电池（内装式电池或外接式电池）供电的器具。在正常使用条件下，该类型器具不与市电连接，其电子控制线路的内部时钟频率或振荡频率不超过15MHz，如照相机等。

该类包括装有可充电电池的器具，可充电电池通过将器具接到市电来进行充电，但是当该类器具接入市电可工作时，应按II类器具进行试验。

(4) IV类：GB 4343.2—2020标准范围内的其他所有器具，如空调、冰箱、洗衣机等（其电子控制线路的内部时钟频率或振荡频率大于15MHz）。

■ 不同类型家用电器的抗扰度试验的应用

(1) I类

该类型器具被认为能满足抗扰度要求，不需要测试。

(2) II类

该类器具应进行以下测试项目，并满足性能判据要求。

- ①静电放电抗扰度，性能判据B。
- ②电快速瞬变脉冲群抗扰度，性能判据B。
- ③传导抗扰度（最高频率为230MHz），性能判据A。
- ④浪涌抗扰度，性能判据B。
- ⑤电压暂降和短时中断抗扰度，性能判据C。

(3) III类

该类器具应进行以下测试项目，并满足性能判据要求。

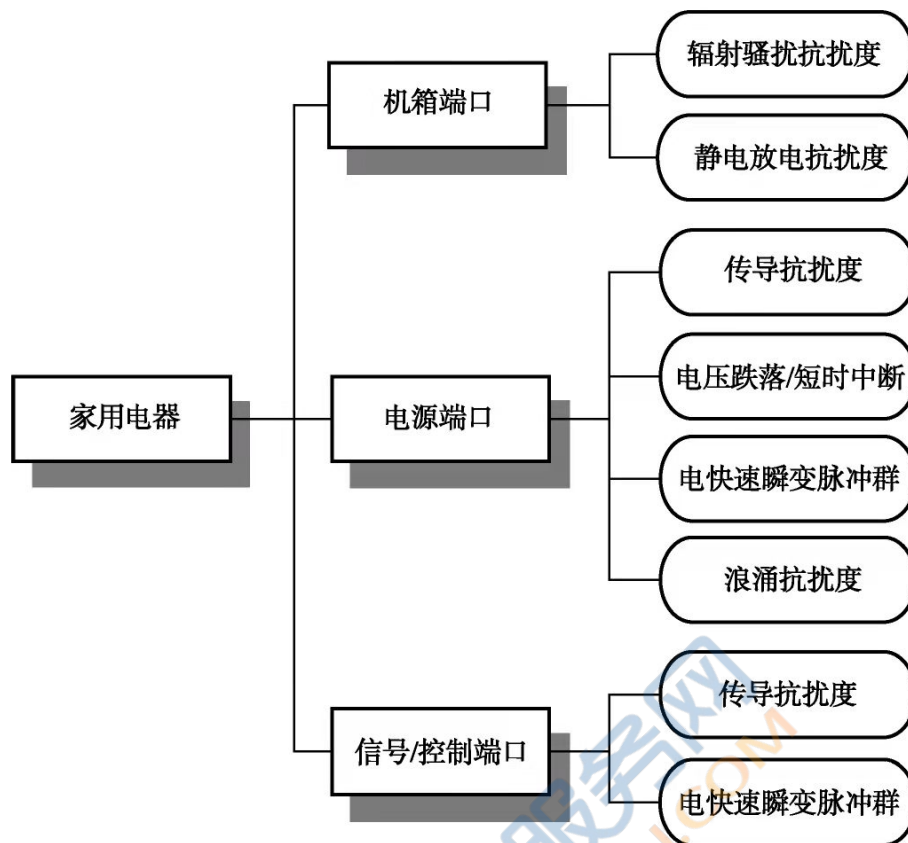
- ①静电放电抗扰度，性能判据B。
不用使用者输入分数或数据的玩具，例如，音乐软体玩具、发声玩具等，性能判据为C。
- ②辐射抗扰度，性能判据A（此测试项目仅适用于用电子装置操作的乘骑玩具）。

(4) IV类

该类器具应进行以下测试项目，并满足性能判据要求。

- ①静电放电抗扰度，性能判据B。
- ②电快速瞬变脉冲群抗扰度，性能判据B。
- ③传导抗扰度（最高频率为80MHz），性能判据A。
- ④辐射抗扰度，性能判据A。
- ⑤浪涌抗扰度，性能判据B。
- ⑥电压暂降和短时中断抗扰度，性能判据C。

对于家用电器产品抗扰度适用项目如下图所示



家用电器产品抗扰度适用项目

总标标：测试标准：GB/T 4343.2-2020 家用电器、电动工具和类似器具的电磁兼容要求 第2部分：抗扰度

1、静电放电发生器

标准号：GB/T 17626.2-2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

人体对物体或两个物体之间产生的静电，可能引起电子电气设备的电路发生故障，甚至被损坏。所以，模拟静电放电的测试在全世界范围内广泛地应用，静电放电发生器就是其中重要的测量设备

2、电快速瞬变脉冲群发生器

标准号：GB/T 17626.4-2018 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
需要选配

3、浪涌组合波发生器(雷击浪涌发生器)及耦合/去耦合装置

标准号：GB/T 17626.5-2019 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验

4、电压暂降、短时中断和电压变化试验信号发生器

电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度测量的主要设备是试验信号发生器，其主要功能为受试设备产生非正常的供电电压

标准号：GB/T 17626.11-2008 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验

家用电器传导抗扰度

家用电路传导抗扰度要点如下图所示：

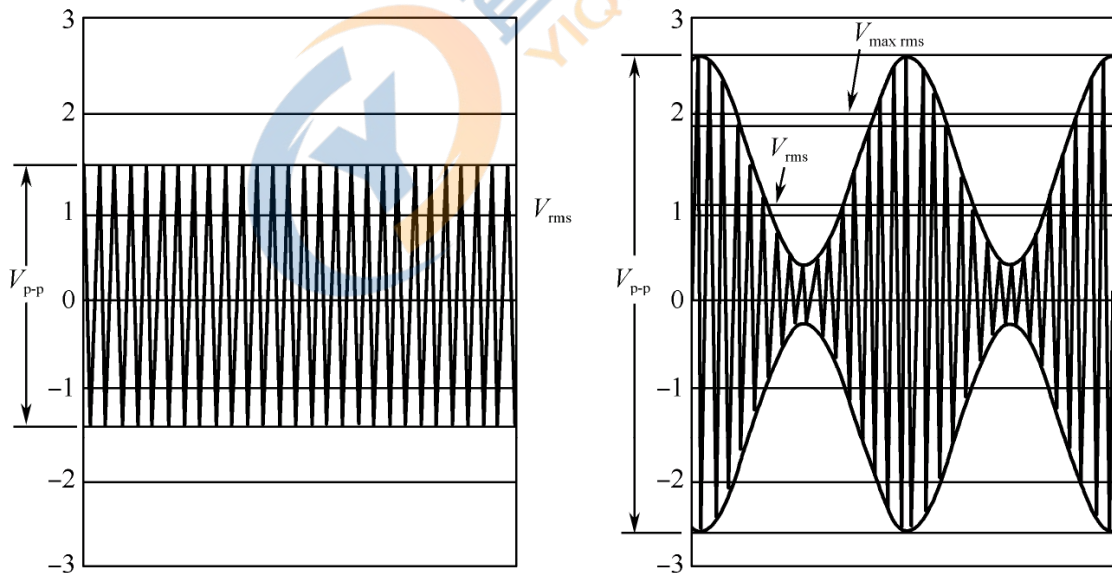


■ 试验原理

前面我们了解了传导骚扰的两种来源：一种是由空间电磁场在敏感设备的连接线缆上产生的感应电流或电压，作用于设备易敏感部位，进而对设备产生影响；另一种是由各种骚扰源，通过连接到设备上的线缆（或电源线）直接对设备产生影响。

传导抗扰度测量原理来源于模拟以上两种电磁现象，目的是用于评估被测件对通过辐射或传导方式耦合到其输入电源线、互联控制/信号线上的干扰信号的承受能力。施加的干扰信号类型主要有连续波干扰和脉冲类干扰。

对于家用电器产品而言，传导抗扰度标准要求施加的干扰为连续波干扰。试验场强幅度是指未调制信号的载波场强。测试与校准时，试验设备要用1kHz正弦波对未调制信号进行80%幅度调制来模拟实际情况。下图中说明了一个幅度为1V（RMS有效值）的射频信号，其调制后的信号幅度与调制前有何不同。



(a) 未调制射频信号

$$V_{p-p} = 2.8V;$$

$$V_{rms} = 1.0V$$

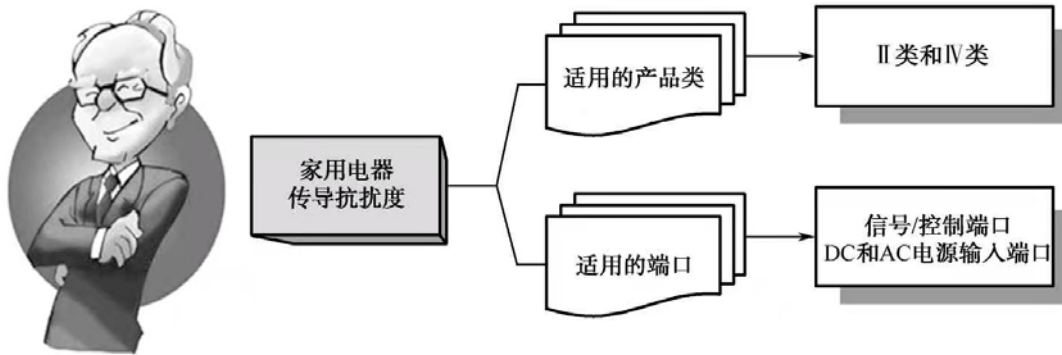
(b) 80%幅度调制的射频信号

$$V_{p-p} = 5.1V;$$

$$V_{rms} = 1.015V;$$

$$V_{max rms} = 1.8V$$

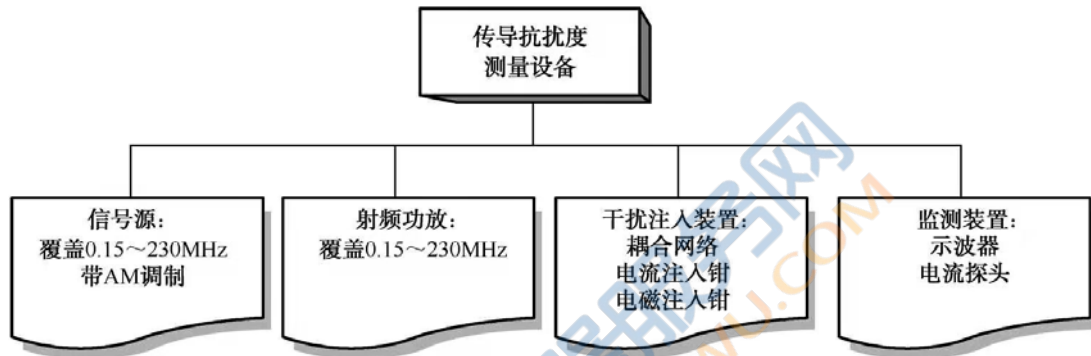
传导抗扰试验信号（左：未调制，右：调制）



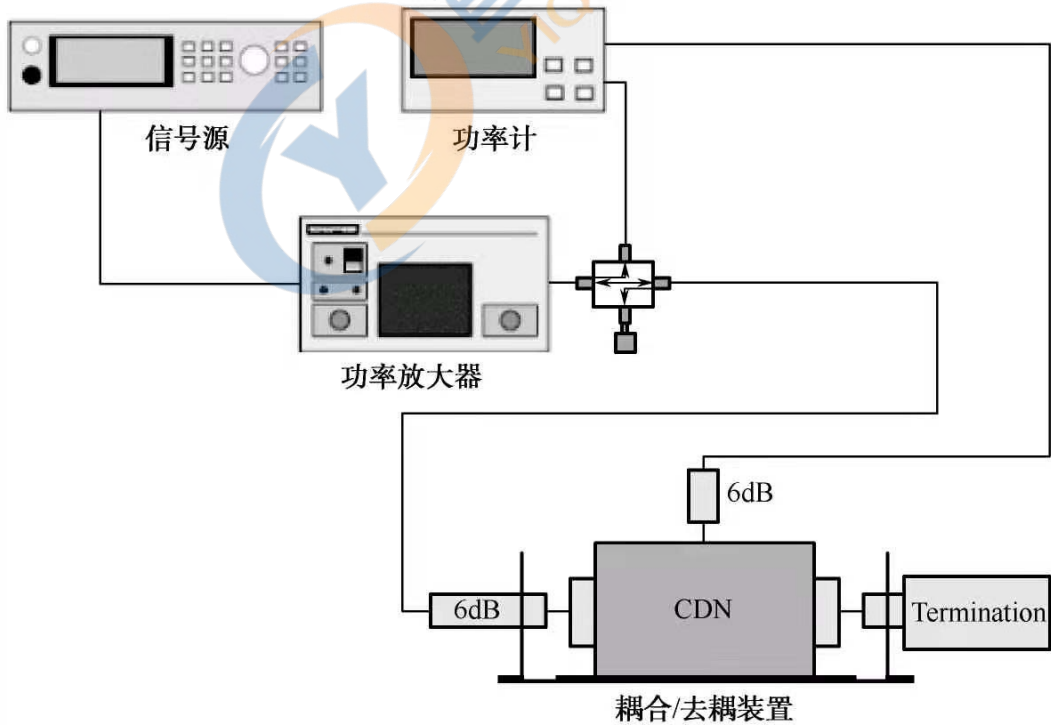
家用电器传导抗扰度适用性、

■ 试验设备

传导抗扰度测试设备主要包括四大部分



传导抗扰度试验设备



一个典型的传导抗扰度测试系统

■ 试验方法

家用电器产品传导抗扰度测试方法需参考基础标准GB/T 17626.6-2017《射频场感应的传导骚扰抗扰度》，或者等效的国际标准IEC 61000-4-6。这里我们仅提出试验的一些要点。

测试的基本方法是将无用信号注入导线或端口，并增加信号电平，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。该导线可以是信号线、控制线或电源线。注入有两种不同的方法，电流注入法（通过电磁钳或电流钳注入）用于评价共模（不对称）信号的抗扰度，电压注入法（通过耦合网络CDN注入法注入）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，要进行共模电流注入法试验，因为这种方式对辐射的射频环境很敏感。

依据注入端口的类型的不同，家用电器产品传导抗扰度试验方法应注意以下几点。

(1) 确定试验参数。

骚扰源经过1kHz信号进行80%的幅度调制；试验在整个150kHz~230MHz（II类器具）或150kHz~80MHz（IV类器具）频率范围内进行，频率递增扫频时，步长为前一频率的1%。

当转移阻抗为150Ω时，试验电平的均方根（RMS）值为3V。

(2) 家用电器产品传导抗扰度施加的信号为1kHz调制的连续波，频率范围覆盖150kHz~230MHz。

(3) 在每一频率点的驻留时间不应少于使EUT动作并做出响应所需的时间，然而扫描测试期间在每一频率点上的驻留时间不应超过5s。

(4) 使EUT动作的时间不应理解为一个程序或一个周期的总的时间，而应理解为与EUT出现故障情况下的反应时间有关。

(5) 针对不同类型的电缆，可选以下四种注入方式：

①CDN直接容性耦合注入：适合于电源线（使用M型CDN）以及常用电缆（例如非屏蔽非平衡线AF2、AF3、AF4、AF5、AF8；屏蔽电缆S1、S1/75、S2、S4、RJ45S、S9、S15、S25、S37、S50；非屏蔽平衡线T2、T4、T8、RJ11、RJ45等。

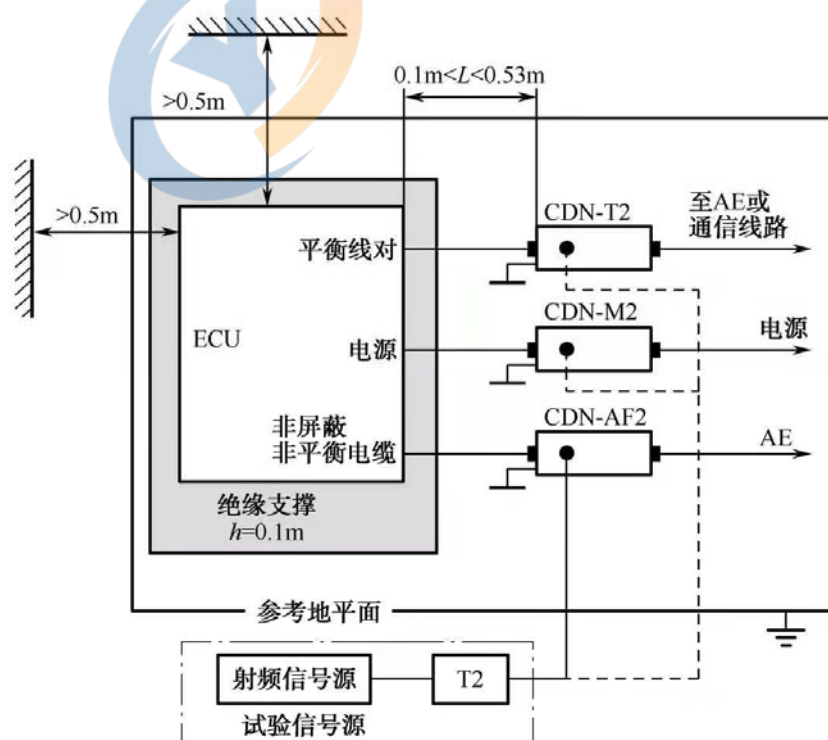
②电磁钳注入：如果无法使用CDN注入，可以使用EM钳（电磁钳）。电磁钳是一种高效宽带的夹钳式注入设备，常用于测试非屏蔽的多根电缆。

③电流钳注入：如果无法使用CDN，而且被测电缆的长度很短，就需要使用电流钳。

④ 直接注入法：通过100Ω电阻直接注入同轴电缆的屏蔽层上，针对带屏蔽的线缆。

■ 试验布置

依据标准GB/T 17626.6—2008规定，典型传导抗扰度测试布置示意图如图6-16所示（单一单元系统的试验配置）。传导抗扰度测试实际布置图如下图所示。



典型传导抗扰度测试布置示意图

试验布置包括以下几个方面。



传导抗扰度测试实际布置图

- (1) 接地（参考）平面（GRP）。
- (2) 受试设备（EUT）。
- (3) 耦合和去耦装置。
- (4) 试验信号发生器。

受试设备应放在参考接地平面上面0.1m高的绝缘支架上，所有与被测设备连接的线缆应放置于接地参考平面上方至少30mm的高度上，EUT引线的布置：尽量短，不能短也应以卷绕的方式将多余的线缆放在EUT的绝缘支撑上，被测物与周围墙面的距离大于0.5m，被测物与耦合装置的距离在0.1~0.3m之间。

