

第二篇

常用电磁兼容试验的试验方法和试验要点

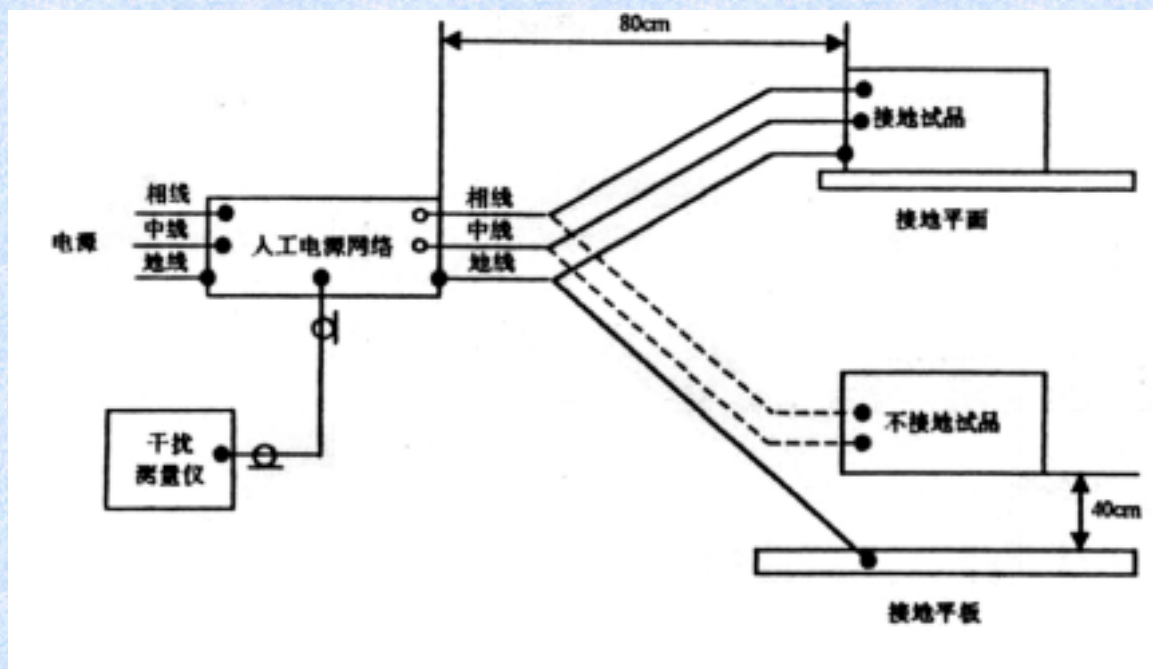
第1章 产品的电磁骚扰测量方法

电气和电子设备在工作时所产生的电磁骚扰主要是由于其内部的各种电子线路、开关电源、电动机、机械开关和保护器的动作形成的。骚扰按其传播途径，主要有沿电源线、信号线传播的传导骚扰，和向周围空间发射的辐射骚扰。前者用骚扰电压（端子电压）度量；后者则用骚扰功率和辐射场强度量。

1.1.1 交流电源线的传导骚扰测量（测量频率范围0.15至30MHz）

1.1.1 试验布局

试验在屏蔽室内进行。试验布局见下图所示。



试验布置的要求如下：

接地平板用厚度0.5mm以上，面积 $2000 \times 2000\text{mm}^2$ 的金属板。接地平板要接大地，或用长宽比小于5：1，厚度为0.5mm的薄铜条通过屏蔽室与大地接通。

试品与屏蔽室墙壁至少相距800mm。

试品与人工电源网络之间距离为800mm。人工电源网络与参考接地平板之间要有良好的高频连接。

对不接地试品，应置于离接地平板上高度为400mm的非金属支架上。试品的电源线与人工电源网络的连接用一根长度不超过1000mm的导线连接。当电源线的长度超过800mm时，应将超长部分折叠成300～400mm的线束，而试品与人工电源网络之间的距离仍保持800mm不变。

对接地试品，接地线应采用长度不超过1000mm的导线与人工电源网络的接地点相连。试品的电源线与人工电源网络的连接采用一根长度不超过1000mm的导线，电源线与接地线平行敷设，间距不超过100mm。当电源线长度超过800mm时，超长部分折叠成300～400mm的线束，而试品与人工电源网络之间的距离仍保持800mm不变。

1.1.2 测量接收机

测量接收机实际上是一台专用测量接收机。由于测量对象是微弱的连续波信号，及幅值很强的脉冲信号，这就要求测量接收机本身的噪声极小，灵敏度很高，检波器的动态范围大，输入阻抗低（50 Ω ），前级电路的过载能力强。检波器要有多种检波功能（为适应不同测量需求，有峰值、准峰值、平均值和有效值等检波功能）。整机在整个测量频段内的测量精度能满足 $\pm 2\text{dB}$ 要求。最后，测量接收机的频率范围要与测试的频率相匹配。

对于有自动测试功能的测量接收机，采用微处理机进行控制，有宽频带自动校准、频率设置和自动扫描的功能。可以通过接口与计算机配合，由计算机实行管理，还可经由打印机和绘图仪输出测试结果。

· 测量接收机与普通场强仪的区别

用于广播、电视信号场强或工科医高频设备辐射场强测量的普通场强仪，主要测量对象是正弦波电磁场。而用在电气设备的电磁骚扰及自然界骚扰测量的接收机则是频谱很宽的连续波及脉冲骚扰。因此两种测量仪器的要求不同，主要反映在带宽、检波方式及脉冲响应等指标上。

带宽

场强仪测量的是正弦波信号，为降低噪声，故带宽较窄。而测量接收机正相反。带宽的不同会直接影响测量结果。按国标GB/T6113.1（对应于国际标准CISPR 16-1）规定，测量接收机在9 ~ 150kHz范围内的带宽为200Hz；0.15 ~ 30MHz范围内的带宽为9kHz；30 ~ 1000MHz范围内的带宽为120kHz。

检波方式

场强仪检波常采用平均值或有效值检波，因为这两种检波都能正确反映正弦波信号的变化。作为测量接收机，必须要对脉冲骚扰作出正确反应，准峰值检波器则是正确选择，而平均值检波器则不能反映脉冲幅度及频率的变化。

脉冲响应特性

场强仪对脉冲响应没有专门要求，而测量接收机的准峰值检波则有严格规定。

. 测量接收机与频谱仪的区别

频谱仪也是目前使用较多的一种测量仪器，与测量接收机的硬件结构有很多共同点：例如两者都为超外差接收机，都可以用选择频率的方式来测量信号电压。但两种仪器毕竟不同，频谱仪由于下列原因不能独自满足电磁骚扰的测量：

由于没有预选，当测量低电平信号时，如果有喀喇声或电源开关瞬变的宽带脉冲信号或来自广播发射机和移动无线电设备的固定或间断的窄带信号，可导致过载现象。

仪器的分辨率带宽和IF滤波的波形可能因CISPR规定的指标（即200Hz，9kHz，120kHz）的不同而不同。因此，宽带信号的峰值不能和民用电磁骚扰发射标准的限值相比较。

准峰值检波和相应的机械响应特性不适用于频谱仪，所以经过加权也不能正确评价宽带信号。

频谱仪的灵敏度尚不足以完成限值的精确测量。

正弦波测量的幅度误差可能大于规定的 $\pm 2\text{dB}$ 。

· 准峰值检波

采用准峰值检波是民用电磁骚扰发射测试特点。由于民用的电磁兼容产品族标准都是从CISPR标准转化过来的，这些标准都是为了保证通信和广播的畅通而编制的，因此骚扰对通信和广播的影响最终都要由人的主观听觉效果来判断，平均值检波和峰值检波都不足以描述脉冲的幅度、宽度和频度对听觉造成的影响，而必须用准峰值检波，只有准峰值检波才比较符合人耳对声音的反应规律。

几种检波方式的各自特点是：

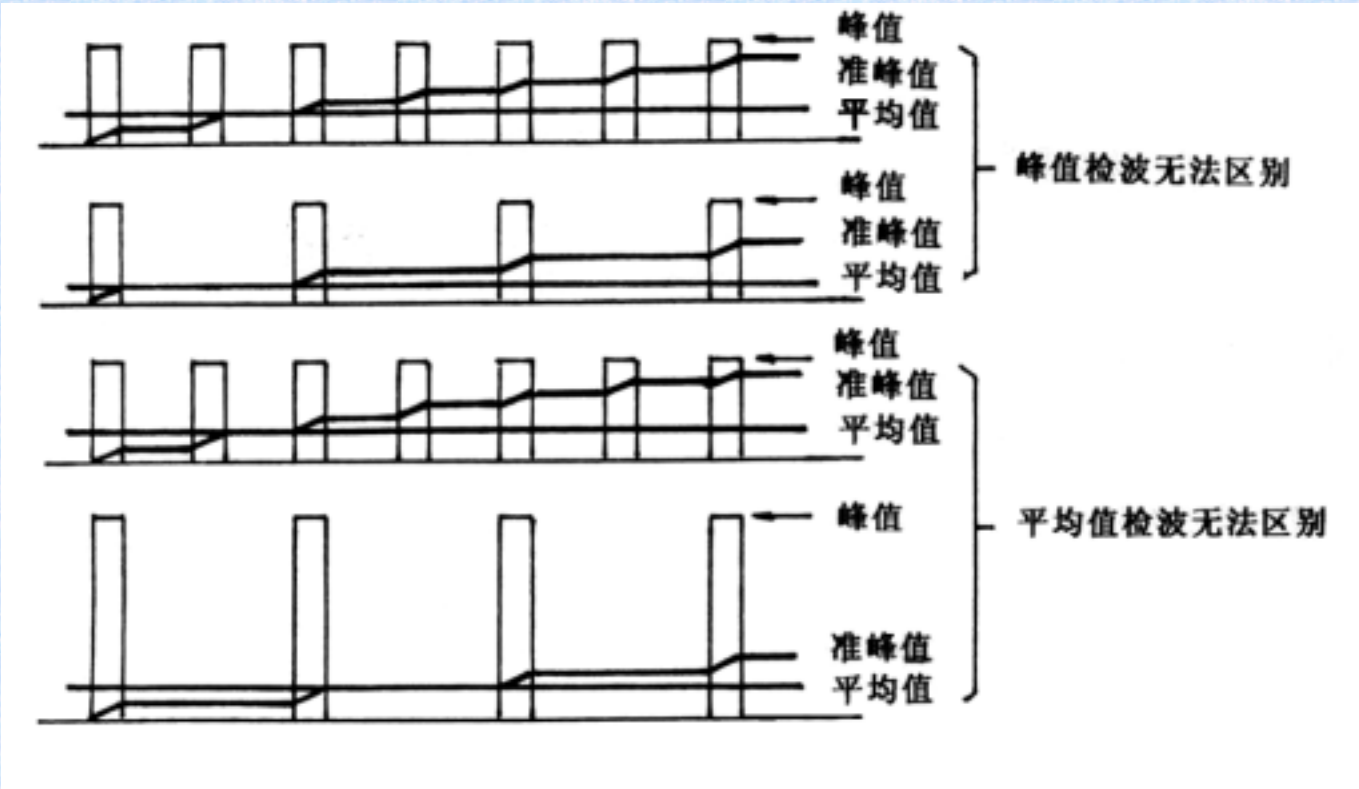
平均值检波：其最大特点是检波器的充放电时间常数相同，特别适用于对连续波的测量。

峰值检波：它的充电时间常数很小，即使是很窄的脉冲也能很快充电到稳定值。当中频信号消失后，由于电路的放电时间常数很大，检波器的输出电压可在很长一段时间内保持在峰值上。

峰值检波的特点首先在军用设备的骚扰发射试验中被优先采用，因为好多军用装备只要单次脉冲的激励就可以造成爆炸或数字设备的误动作，而无需像音响设备那样讲究时间的积累。

准峰值检波：这种检波器的充放电时间常数介于平均值与峰值之间，在测量周期内的检波器输出既与脉冲幅度有关，又与脉冲重复频率有关，其输出与干扰对听觉造成的效果相一致。

下图是三种检波方式的比较。

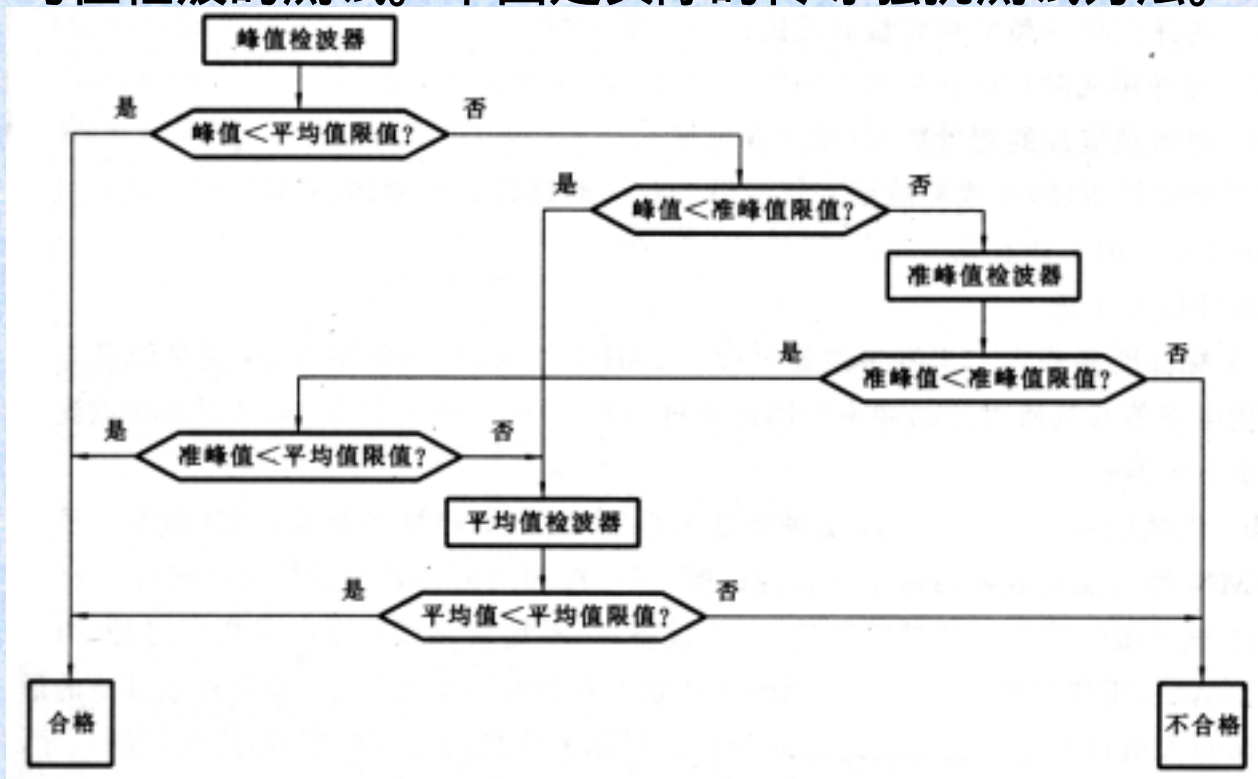


准峰值测试的主要问题与改进措施

用准峰值检波方式进行测试的主要问题是测量时间长。下表是准峰值检波和峰值检波的测试时间比较。

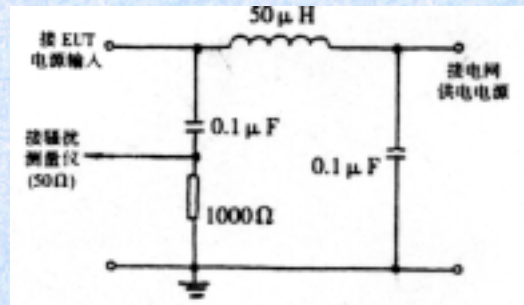
采用准峰值检波测量50Hz干扰信号的最小扫描时间（测量周期为1s）				
频率范围	带宽	步长	步数	最小扫描时间
150kHz ~ 30MHz	9kHz	5kHz	5970	5970s = 1h40min
30MHz ~ 1000MHz	120kHz	50kHz	19400	19400s = 5h23min
采用峰值检波法正确测量50Hz干扰信号的最小扫描时间（测量周期为20ms）				
频率范围	带宽	步长	步数	最小扫描时间
150kHz ~ 30MHz	9kHz	5kHz	5970	119.4s = 2min
30MHz ~ 1000MHz	120kHz	50kHz	19400	388s = 6min

由于准峰值测量占用的时间比较长，测试的效率比较低，作为改进，实用中常用峰值检波作第一轮测试，因为三种检波当中，用峰值检波得到的测值应当最高，如果首轮测值比标准给定的准峰值和平均值都要来得低的话，则以后的试验不用进行，便能判定试验已经通过。如果峰值测试中有部分测值高于标准规定准峰值和平均值，则就取超过部分的频段补做准峰值和平均值的测试，即使这样，整个测试时间也短于全部用准峰值和平均值检波的测试。下图是实际的传导骚扰测试方法。



1.1.3 人工电源网络

人工电源网络又称线路阻抗稳定网络，是重要的电磁兼容测试设备，主要用于测量试品沿电源线向电网发射的连续骚扰电压。

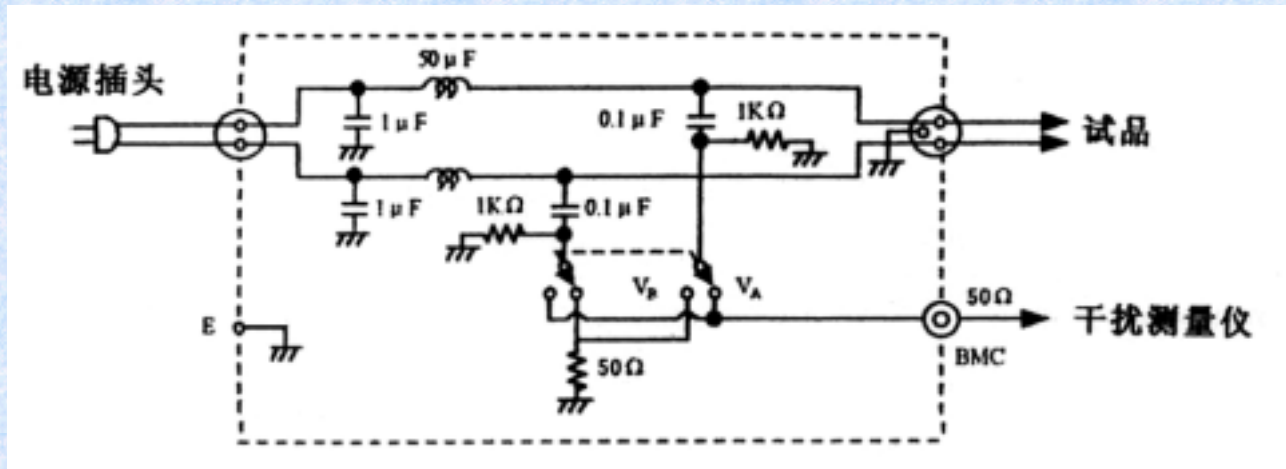


人工电源网络的原理图见下图。插在电网与试品之间。其功能有以下四项：为50Hz市电提供通路。由于靠电网这一侧的电感甚小（ $50\ \mu\text{H}$ ），不足以在市电频率下形成大的阻抗，因此市电可畅行无阻地为试品提供电能，同时电网侧的电容（ $1\ \mu\text{F}$ ）还能进一步衰减来自电网的干扰信号。

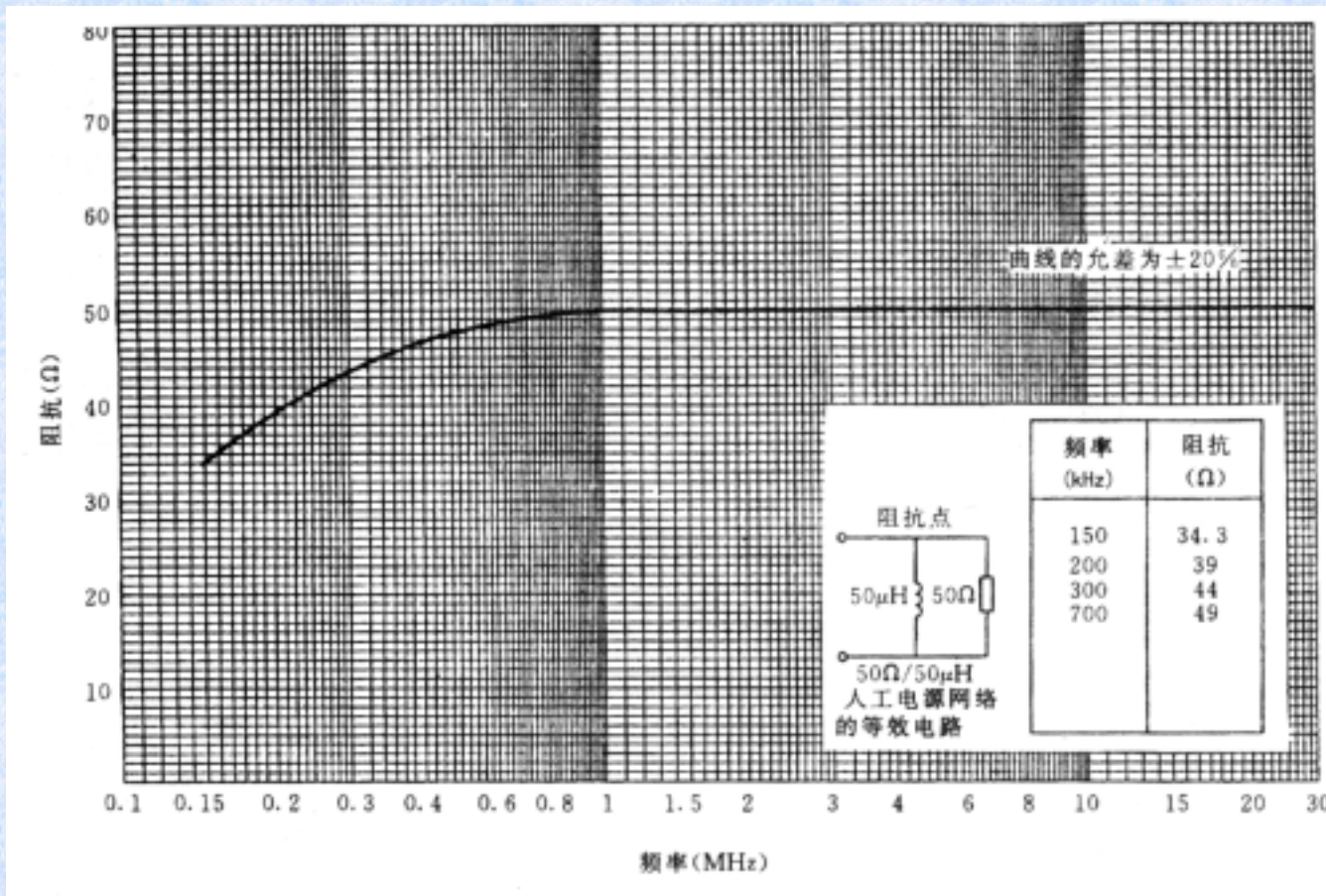
隔离试品产生的射频电磁骚扰（测量频率为 $0.15\sim 30\text{MHz}$ ）。利用网络电感在射频下的高阻抗，阻止由试品产生的射频骚扰信号进入电网。

通过靠近试品一侧的耦合电容（ $0.1\ \mu\text{F}$ ）转接由试品产生的射频骚扰信号至测量接收机。稳定阻抗：由于各个电网的阻抗不同，使得试品骚扰电压的值也各不相同。为此，标准规定了一个统一的阻抗（ $50\ \Omega$ ），以便于测试结果的相互比较。图中，在试品的受试端子（通过耦合电容）与参考地之间提供了一个稳定阻抗（图中可见，在耦合电容下方接了一个 $1\text{k}\ \Omega$ 的电阻，它与测量接收机的输入端相并联。由于接收机的输入阻抗是 $50\ \Omega$ 的，故试品的负载阻抗近似于 $50\ \Omega$ ）。

下图是适合于做骚扰电压不对称测试的V型人工电源网络的电路图。图中，被选中为测试这一侧的50 Ω 负载阻抗是由测量接收机的输入阻抗来保证的，而未被选中测试一侧的负载阻抗由波段开关连接的50 Ω 电阻来保证。



下图给出了这种人工电源网络在相关频率范围上的网络阻抗特性，实用中允许有20%的偏差。



1.1.4 人工模拟手

在前述交流电源线传导骚扰电压的测量线路中没有提到人工模拟手，但为了模拟试验人员在触摸手持式电器产品（如电动工具）时对该产品的骚扰发射情况的影响，必须用到人工模拟手。这是由一个 200pF （ $\pm 20\%$ ）的电容与一个 50 （ $\pm 10\%$ ）的电阻串联组成。RC元件的一端与试品上包裹的金属箔联接，另一端接测量系统的地。人工模拟手的RC元件可以装在人工电源网络的箱子内。

1.1.5 试验方法

以上试验的骚扰电压都用测量接收机在人工电源网络的相应端子上测得，测量时应分别读取相线和中线各自对地的骚扰电压值。要求在每个测量频点上至少观测15秒钟，剔除个别孤立的打火干扰外，记录其最高读数。如果干扰电平不稳定，在15秒钟内升降2dB以上时，则要加长观测时间，以保证读数的稳定性。

1.2 交流电源线的断续骚扰测量（测量频率范围0.15至30MHz）

1.2.1 断续骚扰和喀呖声

断续骚扰是一系列不连续的骚扰。与连续骚扰相比，断续骚扰在收音机、电视机的音频和视频输出所引起的干扰情况，对人们的主观感受是不同的。因为它是以短脉冲形式出现的，因此人们的主观感受就与每个骚扰的持续时间、间隔时间以及骚扰的幅度有关。只要间隔时间足够长，对断续骚扰的限值就可以放得很宽。

在GB4343《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》的标准中又把断续骚扰划分为喀呖声和非喀呖声两种。前者特指持续时间短于200ms、间隔时间大于200ms的断续骚扰。这里还要引进一个喀呖声率的概念，是一分钟内的喀呖声次数，由公式 $N = n_1 / T$ 决定。式中 n_1 是观察时间T分钟内的喀呖声数。

但某些电器的喀呖声由公式 $N = f n_2 / T$ 来决定。式中 n_2 是观察时间T内的开关操作次数；f是标准（GB4343）所给出的系数。

喀呖声的电压允许值是在连续骚扰限值的基础上再增加一个由喀呖声率N来确定的量：

$$\begin{array}{ll} 44\text{dB} & (N < 0.2) \\ 20 \lg (30 / N) \text{ dB} & (0.2 \leq N \leq 30) \\ 0\text{dB} & (N > 30) \end{array}$$

需要指出，持续时间长于200ms、或间隔时间短于200ms的断续骚扰都不作为喀呖声处理，它们的允许值与连续骚扰一样。

喀呖声允许值适用于上四分位法来评定干扰。所谓上四分位就是在观察时间所记录的喀呖声数中，如果只有不到1/4的情况是超过喀呖声允许值的，则该试品被认为合格。

在GB4343中提到了若干例外情况：

对于在任何2秒内产生两次以上的喀呖声，或者喀呖声率大于30，及一般性质的断续骚扰（非喀呖声骚扰）均按连续骚扰处理。

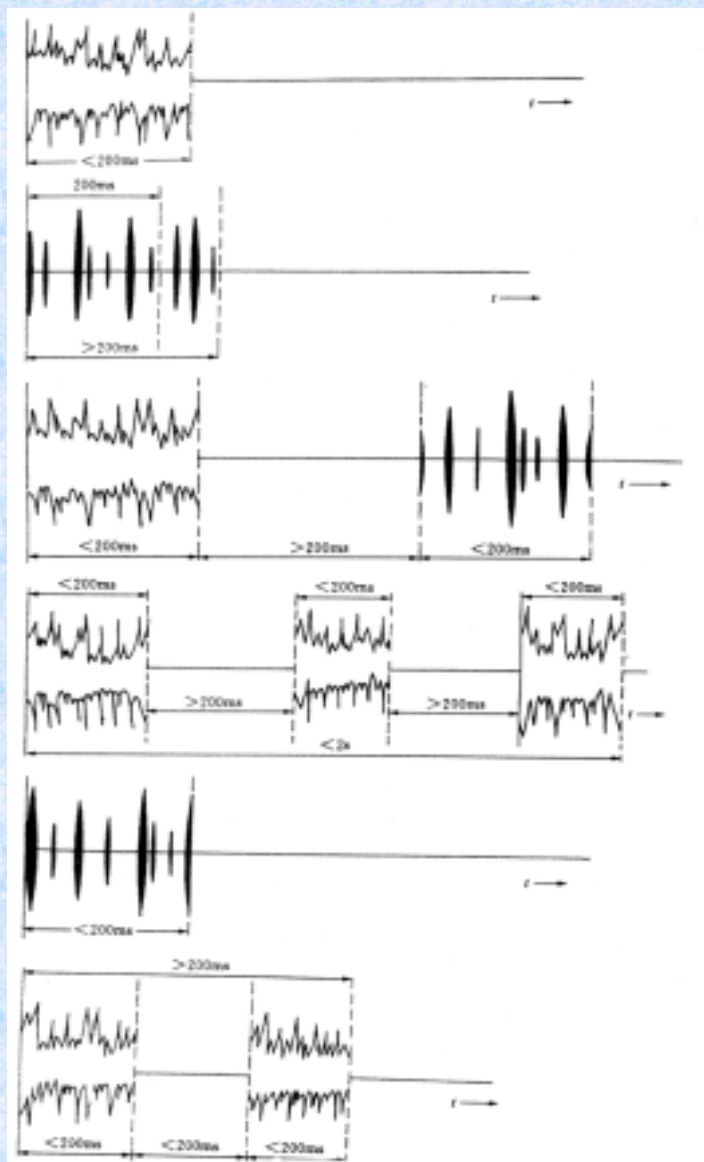
在最小观察时间内记录喀呖声骚扰的同时，可以记录到一些不满足喀呖声条件的断续骚扰，但骚扰的总持续时间不超过600毫秒，此时应把这些骚扰看成是一个喀呖声，而不用连续骚扰允许值来对它进行考核。

当试品的喀呖声率不大于5，而且每次喀呖声的持续时间都小于10毫秒，则对这类骚扰没有允许值的要求，可直接认为它符合标准要求。

对喀呖声率小于5，是由两个单独开关操作引起的相继两个骚扰，每个骚扰的最大持续时间为200毫秒，而在其前后2秒内再没有其他骚扰，此时即使这两次骚扰的间隔时间小于200毫秒，也应当把这两次骚扰定义为两次喀呖声，而不作连续骚扰来处理。

对作恒温控制的三相开关，由每一相开关动作（断开或闭合）引起的相继三个骚扰，若满足：1)15分钟内的开关动作不超过1次，而且除了这三个骚扰外，在2秒内再无其他骚扰跟随其前后；2)三个骚扰中，每个骚扰的持续时间都不大于10毫秒，而且骚扰的值不超过连续骚扰允许值的44dB，那么这三次骚扰被定义为三次喀呖声，而不作连续骚扰处理。

下面是一些断续干扰的判断例：



a)由一系列连续脉冲组成、持续时间小于200ms的脉冲干扰，作一次喀咧声计；

b)持续时间小于200ms，间隔时间小于200ms的若干单个脉冲，连续累计时间小于200ms，作一次喀咧声计；

c)持续时间小于200ms，间隔时间大于200ms的两次脉冲干扰，作两次喀咧声计；

d)2s内出现多于两次喀咧声的情况，不符合喀咧声条件；

e)持续时间小于200ms，间隔时间小于200ms，并且连续累计时间大于200ms的若干单个脉冲组成的脉冲群，不符合喀咧声条件；

f)间隔时间小于200ms，连续累计时间大于200ms的两次脉冲干扰，不符合喀咧声条件。

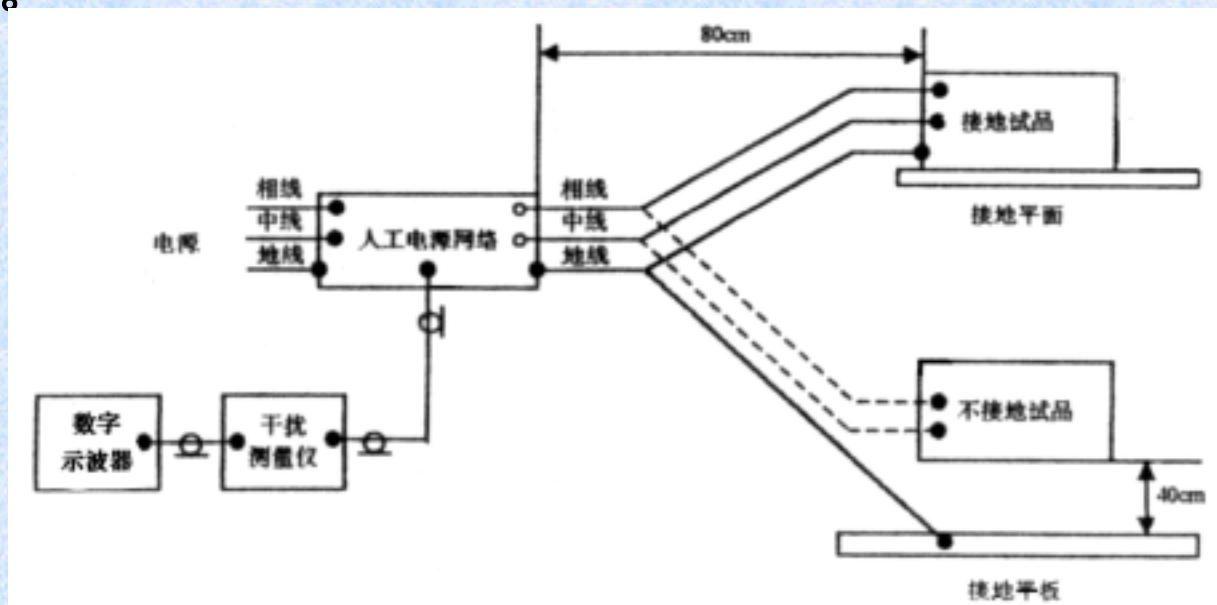
1.2.2 喀咧声骚扰的测量方法

下面是标准中允许采用的喀咧声骚扰的测量方法：

· 示波器视察法

试验在屏蔽室进行。

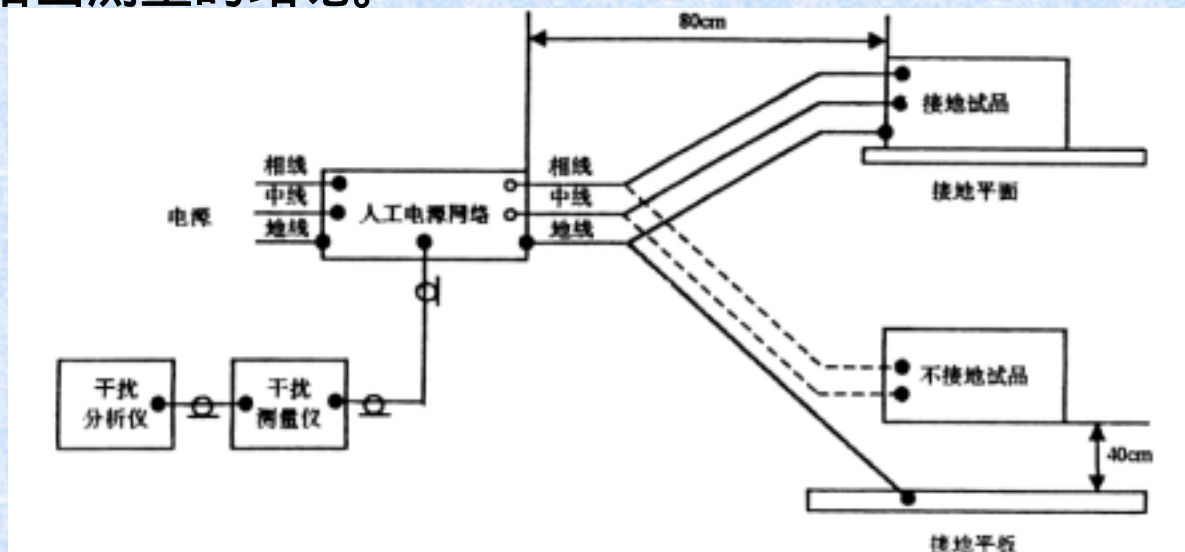
与交流电源线的传导骚扰测量布局类似，只是将测量接收机的中频输出端子用同轴电缆接至示波器的Y轴输入端，即可进行喀咧声骚扰的测量（参见下图）。但须由人工从示波器屏幕上读出脉冲的幅度、脉冲的宽度和脉冲的间隔时间。然后用上四分位法来加权判断喀咧声骚扰是否合格。示波器法的最大优点是设备简单和价格低廉。缺点是费时费力，而且测量结果还和人的主观因素有关。示波器法中使用的示波器是脉冲数字示波器。



干扰分析仪测量法 (A)

对有大量测试工作需要进行的场合（如试验站），示波器法显得过于费时费力，加上试验人员主观因素的掺杂，工作不能轻易做好。采用干扰分析仪的测量方法则要省力和客观得多。干扰分析仪有两种（见本节和下节）。下图是其中一种。测量在屏蔽室中进行。

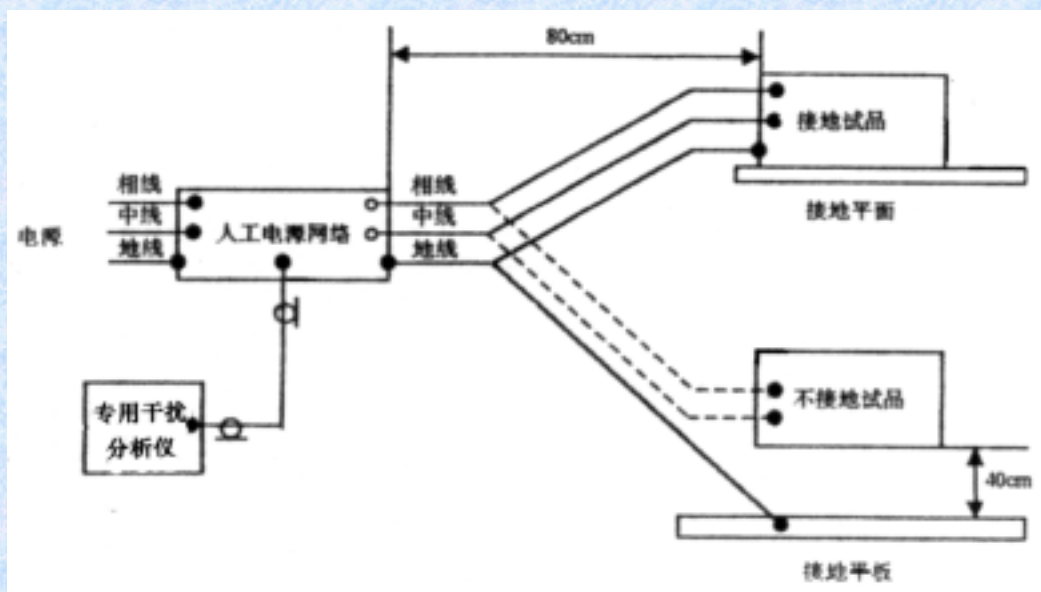
图中可见，干扰分析仪替代了上一方法中示波器的位置。线路中干扰分析仪将自动读出骚扰幅度、持续时间和间隔时间，自动判断测得的断续骚扰是否为喀咧声骚扰，如是，则自动为测定情况加权，并按上四分位法自动给出测量的结论。



该方法的**最大特点**是，干扰分析仪的信号来自测量接收机的中频输出，所以喀咧声骚扰的测试频点由测量接收机决定，可以测量标准所规定的0.15 ~ 30MHz频段内的任何一个频点上的值，故这种测量方法尤其适合于在整个频段范围上对试品的喀咧声骚扰情况开展分析和研究。

· 干扰分析仪测量法 (B)

第二种干扰分析仪测量法摆脱了前两种测量模式，实际上是一台固定频率的测量仪器。在GB4343标准中提出了4个优选频率点，分别是160kHz、500kHz、1.4MHz和30MHz，因此这种干扰分析仪实际上就是把对4个频点的分析功能组合在一台专用的分析仪器中。采用这种测量方法的最大优点是效率高（一次可同时测量4个频点）。测量中可自动判断脉冲情况、自动加权、自动判断测量结果合格与否。下图是测量线路，测量仍在屏蔽室中进行。



1.2.3 试验方法

首先确定观测时间 T ，对于不能自动停止的电器，取下述情况中的较短者：记录产生40次喀咧声或相关的40次开关操作所需的最短时间。

在试验开始后的120分钟内还没有产生满40次喀咧声，试验由人为结束。

对于自动停止的电器，取下述情况中的较短者：产生40次喀咧声或相关的40次开关操作所需的最短时间。在试验开始后的120分钟内，如果还没有产生满40次喀咧声，只要程序结束，则试验也结束。注意，对带有自动停止开关的电器，如果一个完整程序内不能产生40次可计喀咧声时，应该让它重复工作若干次，以使它产生满40次可计喀咧声。在这种情况下，除了那些禁止立即再起动的电器外，最小观察时间应不包括一个程序结束到下一个程序开始的这段时间。对于这些电器，最小观测时间应包括重新启动程序所需的最小时间。

喀咧声试验应在规定的运行条件下或在使用的最不利条件（能产生最大喀咧声率）的情况下测定。

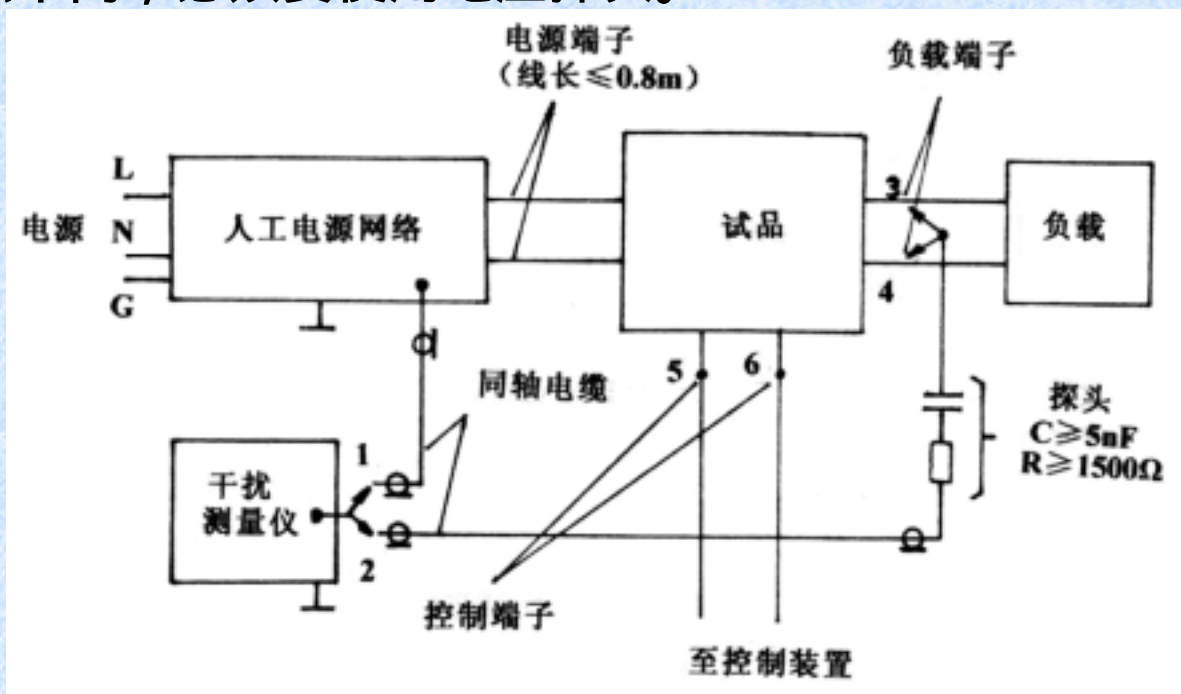
1.3 信号线、控制线、直流电源线的传导骚扰测量 (测量频率范围0.15至30MHz)

1.3.1 试验布局

试验在屏蔽室里进行。试验的布局见下图所示。

图中左侧部分就是交流电源线传导骚扰测量线路。而线路的右侧及下方的连线代表了对试品的负载与控制部分的测量线路。以电气照明设备为例，图中的试品可以是电子镇流器，而其负载则可以是某种气体放电灯。

对设备负载线和控制线的传导骚扰电压的测试方法与对交流电源线的测试方法不同，必须要使用电压探头。



1.3.2 电压探头

电压探头由一个阻值为 $1.5k\ \Omega$ 的电阻和一个在测试频率范围内（ $0.15 \sim 30\text{MHz}$ ）容抗值远小于电阻值的电容串联组成，见图5.11的右侧部分。使用时，电压探头必须事前校准，以便对测量结果进行必要的修正。

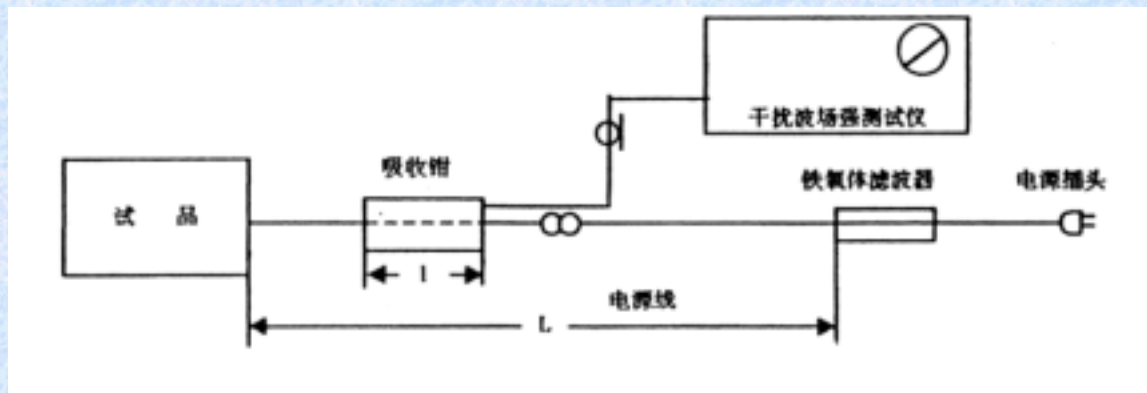
1.4 用吸收钳法测量试品产生的辐射发射 (测量频率范围30至300MHz)

1.4.1 试验方法的提出与试验布局

当测量频率升高到30MHz以上时，人工电源网络中的电感和电容的分布参数影响增大，使其不能起到良好的隔离和滤波作用；此外，高频骚扰中的相当一部分实际上是沿着电源线向外辐射的。

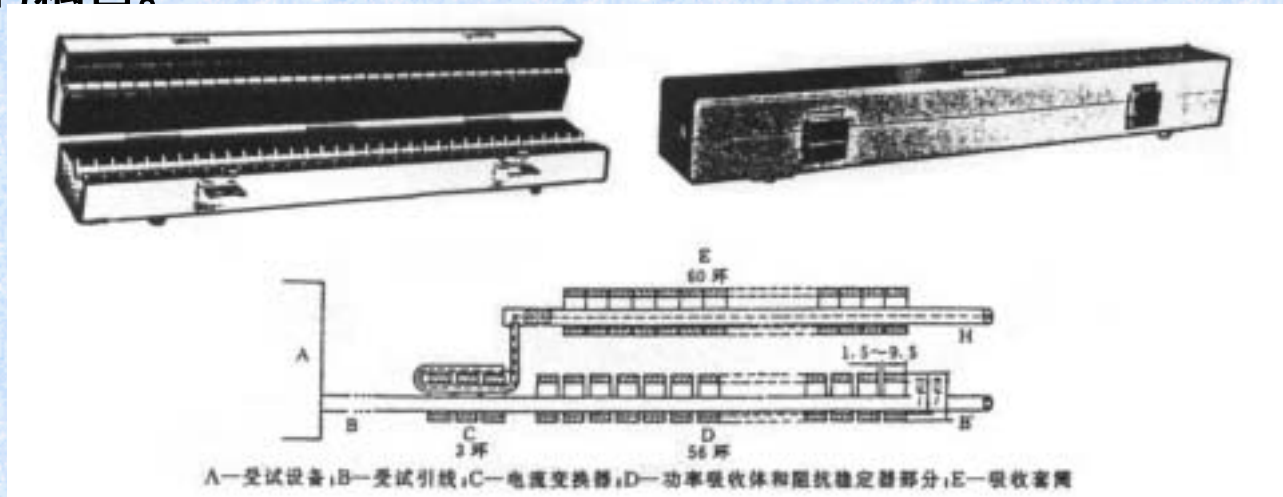
再者，对家用电器和电动工具来说，由于设备本身体积比较小巧（相对于工科医设备和信息技术设备来说），因此标准认为设备通过其表面的向外辐射尚不及沿着靠近设备的那部分电源线的向外辐射来得更多。基于这一假定，标准设计了一套利用吸收钳来测量试品沿电源线向外的辐射方法，测量线路见下图所示。

用吸收钳法测量试品辐射骚扰方法的主要优点是：测试方法简便易行，配置仪器的价格相对较低（与天线法比较）；获得的数据有很好的重复性和可比性。试验在屏蔽室进行。



1.4.2 功率吸收钳

功率吸收钳的结构见下图所示。它由三部分组成：C是宽带电流探头，包括铁氧体环和探测线圈；D是铁氧体环组，用于隔离试品和电网，及吸收电源线上的射频辐射；E也是铁氧体环组，用于抑制电源线和测量线之间的耦合。



吸收钳的性能符合下列要求：吸收钳对试品呈现的阻抗为 $100 \sim 200 \Omega$ ，电抗分量小于20%；吸收钳的输出阻抗为 50Ω ；工作频率能覆盖 $30 \sim 300\text{MHz}$ ；插入损耗为17dB；吸收钳对来自电网的骚扰能提供足够的衰减；试品的工作电流通过时，吸收钳不应产生磁路饱和。

1.4.3 试验线路说明

在测试线路中，试品置于绝缘试验台上，试验台离导电地面的高度不小于0.4m，离墙面距离不小于0.4m。台上有绝缘导轨。试品电源线要拉直，水平敷设在绝缘面上。吸收钳要包住试品的电源线，并使吸收钳的度流互感器朝对试品方向，紧挨试品。由于电磁波在导线上以驻波形式出现，因此功率吸收钳应沿着电源线慢慢移动，以便寻找最大点。为抑制电网中骚扰的入侵，避免影响测试结果，通常还要求在电网一侧加一个由铁氧体环组成的辅助吸收钳（有时亦称为铁氧体滤波器）。

根据辐射理论，当电源线长度达到辐射频率波长的一半时，就可能出现最大辐射情况。对于30~300MHz的测试频率范围来说，相应的波长应为10m~1m。因此，电源线的长度至少应有5m。考虑到吸收钳的长度，以及辅助吸收钳的长度，电源线更应该增至7m左右。根据这一思路，做吸收钳法测试试品辐射的试验室应当一间狭长的屏蔽室，其长度要达到9~10m（因电源线前端要留出试品位置；电源线后端要考虑电源插头；按标准要求，在电源线的两侧还要留出0.4m以上的空间）。

试验时，先接通电源，然后在每个测试频点上移动吸收钳的位置，使测量接收机的指示为最大。这样测得的试品骚扰辐射功率为

$$PO \text{ (dBpW)} = V \text{ (dB } \mu \text{ V)} +$$

式中，PO为试品产生的辐射骚扰功率，dBpW；

V为测得的骚扰电压，dB μ V；

为吸收钳的校正系数，dB

1.4.4 对用吸收钳法测试辐射骚扰发射的点评

从前面的叙述可以看到，在不同频率点上的测量接收机最大读数与吸收钳的摆放位置有关，出现在频率点的 $1/2$ 波长处。对目前标准规定的最大测试频率为300MHz来说，对应的波长为1m，因此吸收钳置于离试品0.5m远处，可望找到一个最大发射点。如果我们把测试频率的上限扩展到1000MHz，则相应于400MHz、500MHz、600MHz、700MHz、800MHz、900MHz和1000MHz的波长分别是0.75m、0.6m、0.5m、0.428m、0.375m、0.333m和0.3m，这些频率点的 $1/2$ 波长是0.375m、0.3m、0.25m、0.214m、0.187m、0.166m和0.15m。可见随着频率的升高，吸收钳摆放的位置将越来越靠近，分辨最大值和一般值将变得越来越困难，所以使用受到了限制，从这个角度看，把上限频率定在300MHz是适当的。

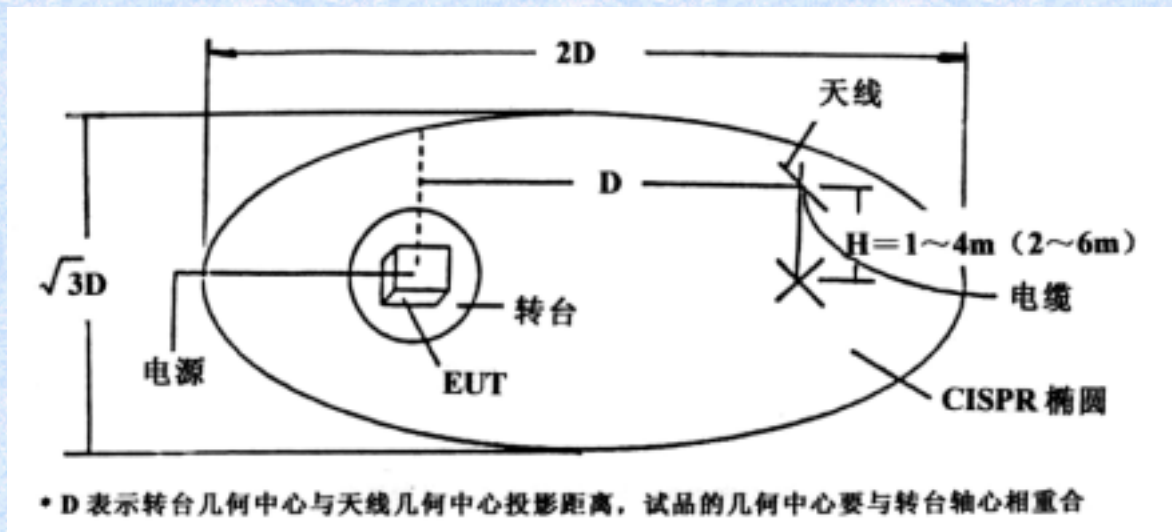
其次，吸收钳法的最大优点（与随后辐射骚扰的场强测量法相比）是简单、占用设备少，而且重复性和可比性也较好。但采用此种方法有个前提（试品体积要小），有个假定（通过靠近试品的这段电源线辐射是试品对外辐射的主要部分），因此这个试验方法与辐射骚扰的场强测试方法有较大不同，两者很难统一，也很难得出一个比例因子。所以用吸收钳法测试辐射骚扰的发射功率和用场强测量法测试辐射发射可适用于不同的测试标准，不能互相替代。

1.5 辐射骚扰的场强测量（测量频率范围30 ~ 1000MHz）

用场强测量的方法来测量试品的辐射发射是一种基本的测量方法，大多数产品的辐射发射都用这种方法进行测量。

1.5.1 试验布局

试验要在开阔场或半电波暗室中进行。按照国标GB6113.1-1995（等同于CISPR16-1：1993）及美国标准ANSI C63.7-1988规定，要求测试场地是一个平坦、空旷、地面导电率均匀良好、附近没有任何反射物的椭圆形试验场地，其长轴是焦点距离的2倍；短轴是焦点距离的 $3^{1/2}$ 倍。发射天线（或试品）与接收天线分别位于椭圆的两个焦点上，参见下图。



由于地面的反射，故接收天线是处在直射波和反射波构成的复合场中，复合场的大小与辐射功率、测量距离、骚扰源离地面的高度 h_1 、接收天线离地面的高度 h_2 、所测频率的波长、辐射波的极化、骚扰源的辐射方向性有关。为了获得最大的复合场强，必须调节接收天线的高度。当测量距离在等于或小于10m时，天线高度在1~4m间变化；在30m及以下时，天线高度在2~6m间变化。通常不采用小于3m和大于30m的测量距离。另外，骚扰源的最大辐射方向是未知的，在测量中通过旋转试品来获得最大场强。对电磁波传播中的极化现象，测试中通过旋转天线（只取水平及垂直两个极化方向）来获得最大场强。

被测场强（dB）

$$E=U+F+L$$

式中：U，测量仪读数，dB；

F，天线系数，dB；

L，电缆损耗，dB。

需要指出，由于标准对不同试品的辐射发射限值都是根据试品的性质（工业产品，还是普通住宅、商业和轻工业产品）来规定测量距离和限值的。例如，对工业产品，规定在30m远处测量，30～230MHz范围内的准峰值场强限值为30dB(μV/m)；230～1000MHz范围内的准峰值场强限值为37dB(μV/m)。对住宅、商业和轻工业产品，规定在10m远处测量，30～230MHz范围内的准峰值场强限值为30dB(μV/m)；230～1000MHz范围内的准峰值场强限值为37dB(μV/m)。事实上，测试场地受各种因素（造价、选址等等），场地的尺寸与标准可能有所出入，所以测值有必要修正，修正后的限值用下式表示：

$$E = E1 + 20 \lg d1 / d$$

式中，E1是标准规定的场强限值；

E是按实际测量距离修正后的场强限值；

d1是标准规定的测量距离；

d是实际的测量距离。

1.5.2 必要的试验设施

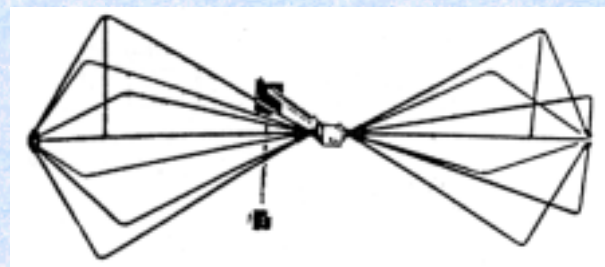
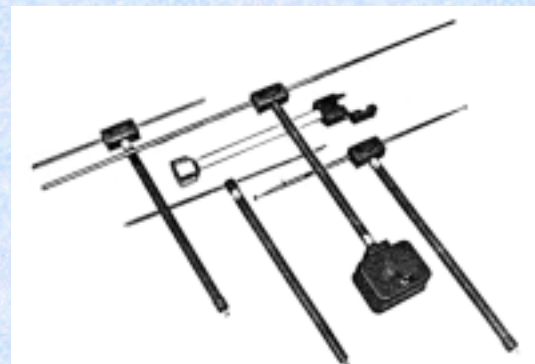
在试品辐射的场强测量法试验布局中，只有天线、转台和天线塔是首次出现，在本节予以简述。

. 天线

标准采用平衡偶极子天线进行测量。在30~80MHz频段内用等于80MHz谐振长度（半波长）的天线；在80~1000MHz频段内用等于测量频率谐振长度的天线。

采用平衡偶极子天线的缺点是测试过程中需要不断地去调整天线的长度，这会延长试验时间，同时不便于组成自动测试系统。鉴于这种情况，标准还规定，如果测量结果与平衡偶极子天线差值在 $\pm 2\text{dB}$ 之内，也可以使用其他形式的天线。实际测试中，人们常用宽带天线来简化测试过程。在30~300MHz频段内常采用双锥天线，这是宽带天线中的一种，用以提高天线增益，并覆盖整个频段。

在300~1000MHz频段内常用对数周期天线，这种天线具有增益高、驻波比低和频带宽等特点。



. 转台

为了能让试品的不同面都能曝露在测试天线的面前，电波暗室中转台也是不可缺少的设施。通常要求转台与电波暗室中的接地平板处在同一平面上，转台的台面为金属平面，而且与接地板之间有良好的电气连接。当试品是非落地设备时，则要放在离转台高度为0.8m的非金属台子上。

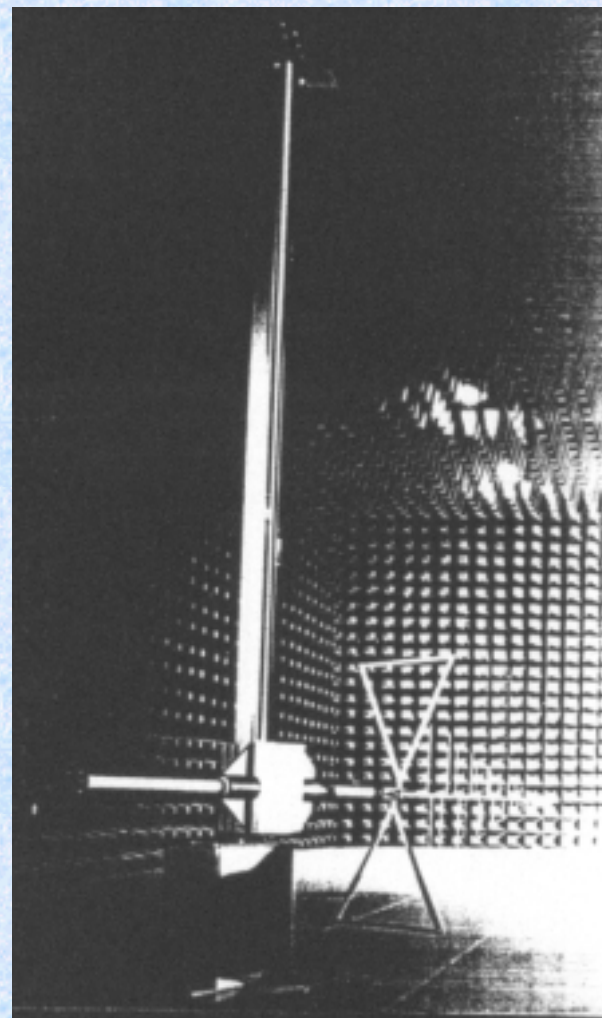
转台（见下图）有直径为1m、1.2m、1.5m、2m、甚至为5m的；承重量有120kg、200kg、500kg、或更大的；转速可控，例如每分钟的转速为0~10转。转台的转角分率为0.1度，可 0° ~ 360° 旋转。



. 天线塔（天线的升降机构）

在辐射骚扰的场强测试法中，天线测到的辐射骚扰的场强实际上是直射波和地面反射波的复合，为了寻找试品的最大辐射电平，除了要求试品转动外，还要求天线升降。在10m法以下的电波暗室中，天线升降高度为1~4m；在10m法以上的电波暗室或开阔场中，天线的升降高度为2~6m。基于这一原因，在电波暗室和开阔场中都配备有天线升降塔。

天线升降塔（见右图）用非金属材料制成，升降高度按试验室尺寸定。升降机构的典型速度为0~300mm/s，可调整。天线升降的分辨率为1mm。



1.5.3 试验方法

· 台式设备

严格按右图进行布置和连接。

如果悬垂电缆的末端与水平接地平板之间的距离不足40cm，又不能缩短至适宜的长度，那么电缆线的超长部分应来回折叠成30到40cm的线束。

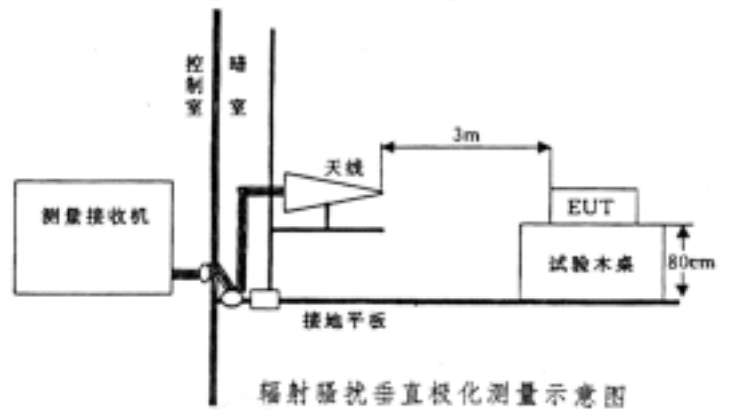
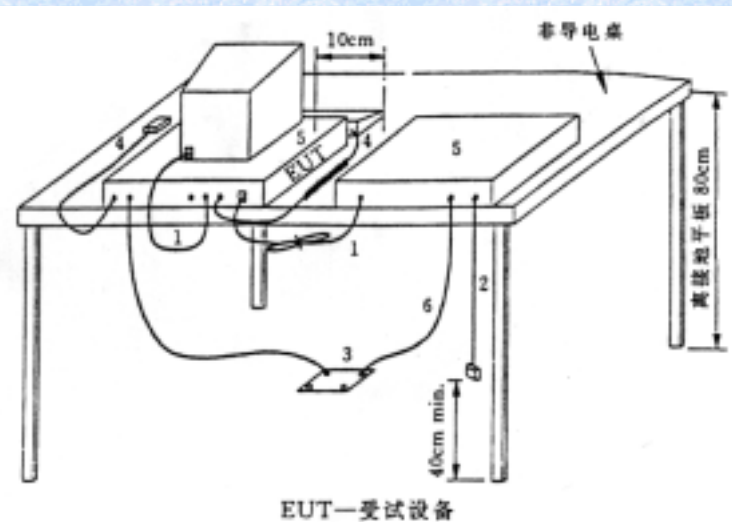
不与外部设备相连的I/O信号电缆的末端如果由于操作的需要，可以使用适当的终端阻抗与电缆的末端相连。

多插座的电源盒应与金属接地平板等高，并直接接到接地平板上。如果使用人工电源网络（AMN），则该人工电源网络应安装在水平接地平板的下面。

手动操作的装置（如键盘、鼠标等）的电缆应按正常的使用时的位置摆放。

除了显示器，外部设备相互之间以及外部设备与控制器之间的距离应为10cm；如果条件允许，显示器应直接放在控制器上面。

电源电缆应垂落至地面，然后与插座相连。电源插座与电源线之间不应增加额外的电源线。



在试验中：

应针对试品选择相应的限值要求。

对环境电平应分别进行水平和垂直极化测量。

按自动测量程序进行测量，在30 ~ 1000MHz频率范围内进行初测（一般用峰值检波）。此时天线应在某一适当高度；转台置于某一适当角度。

在0° ~ 360°之间旋转转台，寻找某一（初测时骚扰较大）频率点上试品的最大骚扰电平（准峰值）。

在 在基础上继续在1 ~ 4m高度范围内升降天线，寻找该频率点上试品的最大骚扰电平（准峰值）。

在所有较大骚扰电平所对应的频率点上重复 和 寻找最大骚扰电平的测量工作。

在一种天线极化方向测量完毕后，再改变为另一种天线极化方向。

在测量中要注意：

用来连接天线与测量接收机的同轴电缆的走向。

试品与接地平板之间的相对位置（如果是系统，还要注意设备之间的距离）、连接线的摆放、电源线的捆扎、电源插座的连接等。

由于测得的是合成波的迭加结果，因此为了寻找最大点，对每一个频率点上都应使天线在1~4m范围内调节。又由于试品本身的不对称，所以在天线的每一高度上要求试品在 0° ~ 360° 之间旋转。

由于不同的试品会有不同的场的分布，所以测量应当在两个极化方向上进行。

为了能重现试验结果，以上各注意点非常重要，应一一详加记录，如有可能，最好采用数码相机拍摄试验布局。

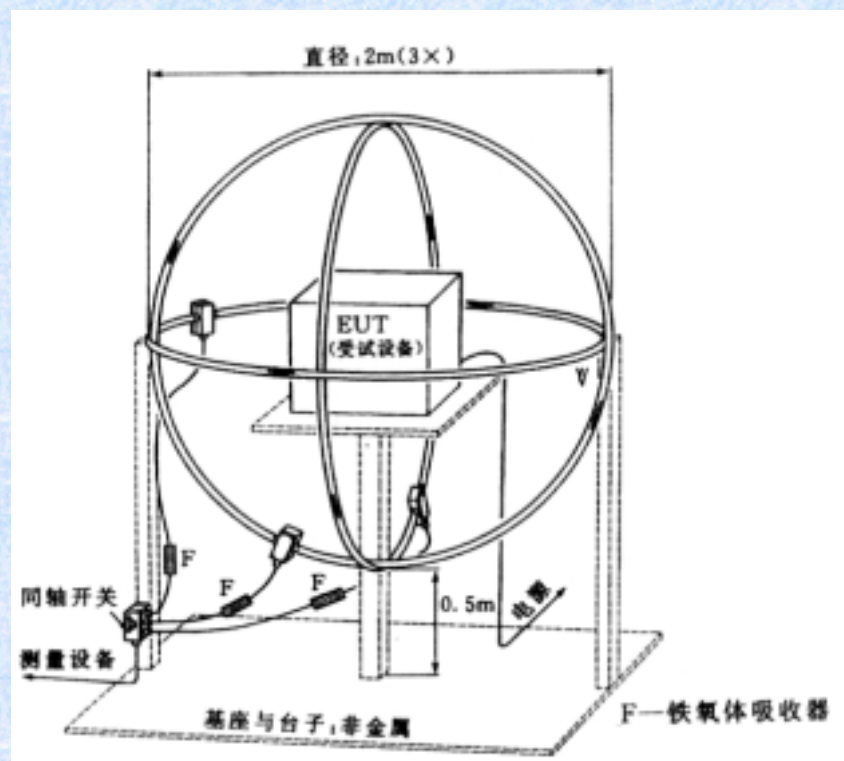
1.6 辐射骚扰磁场分量的测量（测量频率范围9kHz ~ 30MHz）

辐射骚扰的磁场分量测量目前仅见于照明设备的电磁兼容测量中（见国家标准GB17743，它等同于国际标准CISPR15）。

1.6.1 试验布局

试验在屏蔽室进行。

辐射骚扰磁场分量的试验布局见右图所示。采用环型天线进行测量。照明设备放置在环天线的中央，试验对位置摆放的要求并不苛刻。环天线的外径与邻近物体（包括与地板和墙壁）之间的距离至少为0.5m。



每个环天线由同轴电缆、一个电流探头和两个槽路构成。通过电流探头（1V/A）和测量接收机（彼此间通过同轴电缆连接）可以测出照明设备的磁场感应电流。利用同轴开关可依次测得三个场矢量，每一个值都应满足下表提出的要求，测量的重复性应在±2dB以内。

频率范围	不同直径环天线的限值（准峰值，dB μA）*		
	2m	3m	4m
9kHz ~ 70kHz	88	88	75
70kHz ~ 150kHz	88 ~ 58 * *	81 ~ 51 * *	75 ~ 45 * *
150kHz ~ 2.2MHz	58 ~ 26 * *	51 ~ 22 * *	45 ~ 16 * *
2.2MHz ~ 3.0MHz	58	51	45
3.0MHz ~ 30MHz	22	15 ~ 16 * * *	9 ~ 12 * * *
* 在频率转换处应用较低值； * * 随频率的对数增加而线性递减； * * * 随频率的对数增加而线性递增。			

注：2m环天线适用长度不超过1.6m的设备；
 3 m环天线适用长度不超过1.6m ~ 2.6m的设备；
 4 m环天线适用长度不超过2.6m ~ 3.6m的设备。

1.6.2对用环天线法进行辐射骚扰磁场分量测量试验的点评

用环天线通过测量磁场感应电流的方法来测量试品所产生的辐射骚扰的磁场分量，是CISPR标准中的一种较新的试验方法，有灵敏度高、周围干扰对测试结果影响较小的优点，而且测试结果的重复性和可比性都较好。