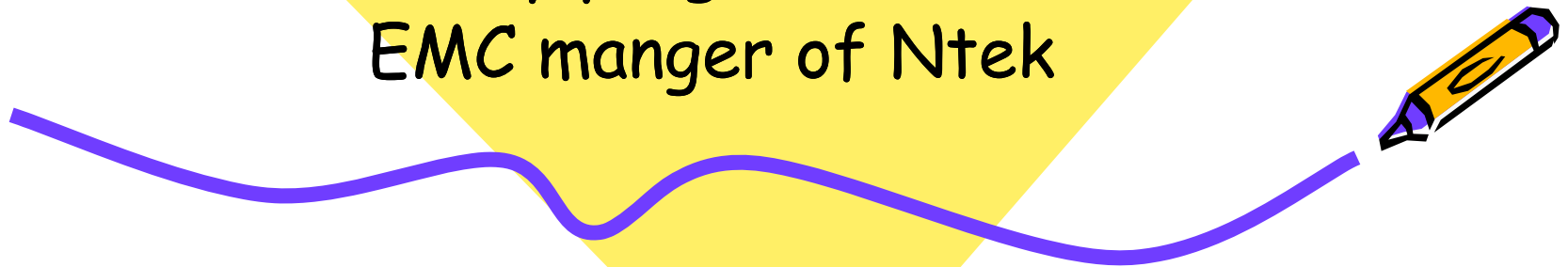
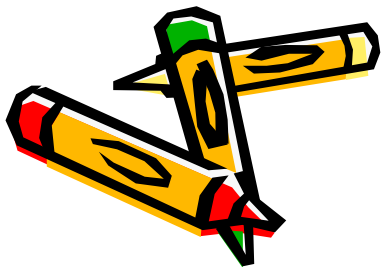
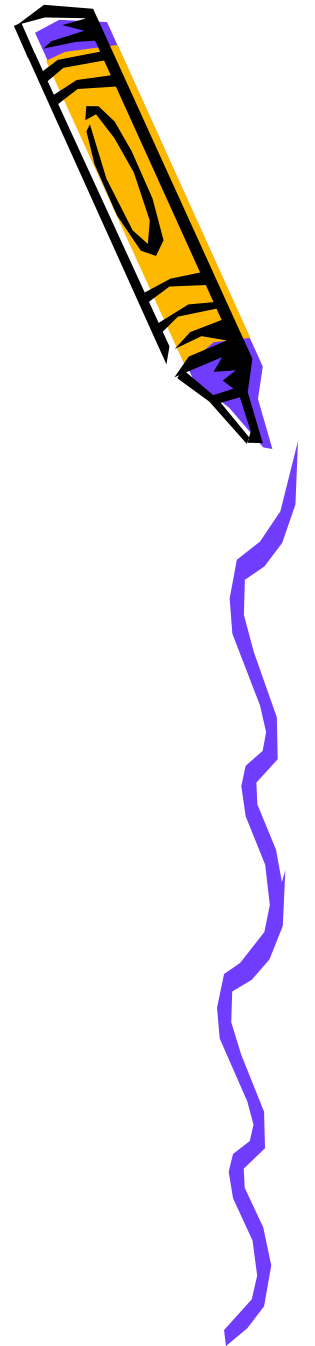


电磁兼容(EMC)

Bovey.yang
EMC manger of Ntek

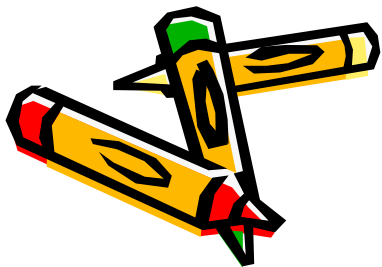
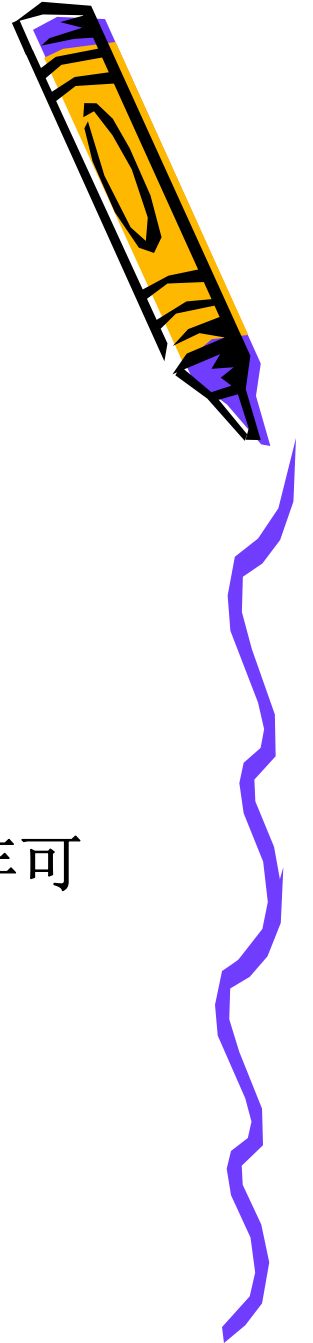


- 电磁兼容是什么?
- 电磁兼容常见术语解释
- 电磁兼容测试标准
- 电磁兼容之发射-EMI
- 电磁兼容之抗扰度-EMS

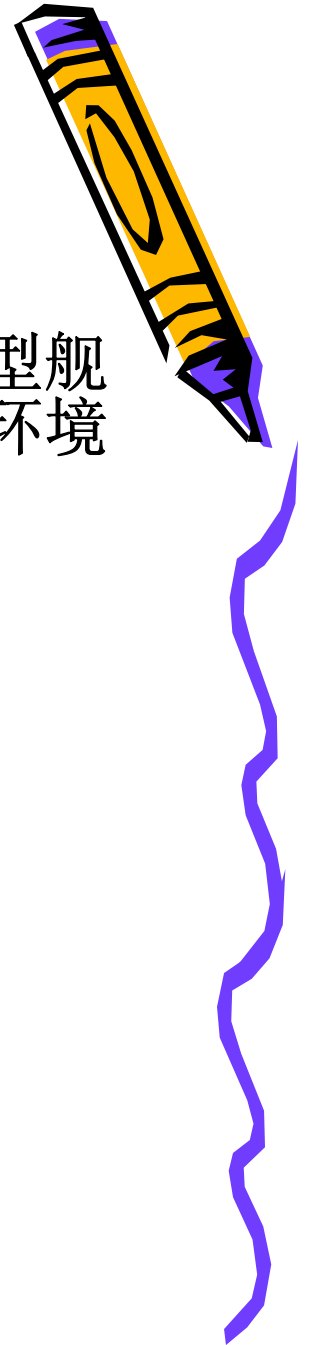


引言

- 继水质污染、大气污染、噪声污染之后，电磁污染已被世界公认为第四大污染
- 电磁环境一旦受到严重污染则会带来一系列经济和社会问题，治理恢复则非常困难
- **1975**年专家曾预言，随着城市人口的迅速增长，汽车、电子、通信、计算机与电气设备大量进入家庭，空间人为电磁能量每年增长**7%—14%**
- **25**年后环境电磁能量密度最高可增加**26**倍，**50**年可增加**700**倍，**21**世纪电磁环境恶化已成定局



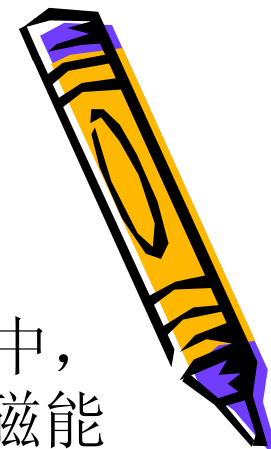
- 频率范围：**0~400GHz**
- 研究对象：除传统设施外，涉及芯片级，直到大型舰船、航天飞机、洲际导弹，甚至整个地球的电磁环境
- 各国都注重**EMC**教育和培训及学术交流，以**1994**年为例，就举办了**25**次国际性的一流学术交流会和培训班
- 研究的热点已涉及社会许多方面，如计算机安全、电信设备电磁兼容、航空航天、武器系统、电磁场生物效应、地震电磁现象



电磁兼容是什么？

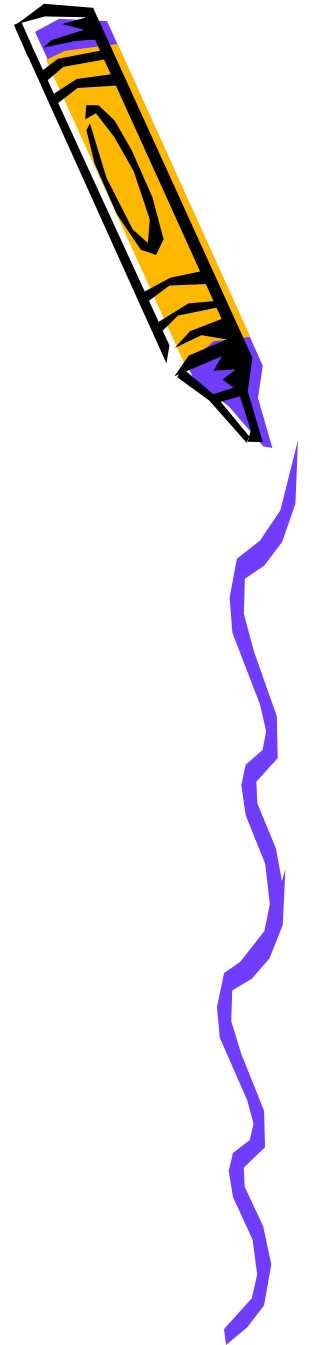
- 电磁兼容即EMC，EMC是英文Electromagnetic Compatibility的缩写。在我们生活、工作的环境中，时时刻刻都存在着各种各样的电磁能量，这些电磁能量可能会使电子设备的运行产生不应有的响应。我们把电磁能量对电子设备的这种影响称之为电磁干扰。电磁兼容就是研究电磁干扰的一门技术，对电磁兼容通俗的解释是：

电气装置或系统在共同的电磁环境条件下，既不受电磁环境的影响，也不会给环境以这种影响。换句话说，就是它不会因为周边的电磁环境而导致性能降低、功能丧失或损坏，也不会在周边环境产生过量的电磁能量，以致影响周边设备的正常工作。

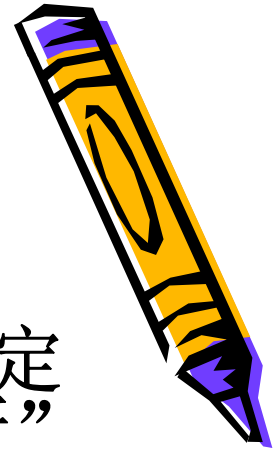


电磁兼容常见术语

- 1:EMC (电磁兼容)
- 2:EMI (电磁干扰)
- 3:EMS (电磁抗干扰)



电磁兼容常见术语



- 电磁环境

Electromagnetic Environment 存在于给定场所的所有电磁现象的总和。“给定场所”即在给定的空间或环境中，“所有电磁现象”是

包括了在这个空间或环境当中，在任何时候所遇到任何电磁现象。

- 电磁骚扰

Electromagnetic Disturbance 任何可能引起装置、设备或系统性能降低或者对有生命或无生命物质产生损害作用的电磁现象。

“电磁骚扰”包括了电磁噪声、无用信号或者传播媒介自身的变化。



电磁兼容常见术语



- 电磁干扰

Electro-Magnetic Interference (EMI) 电磁骚扰引起的装置、设备或系统性能降低。

从上面两个术语来看，“骚扰”与“干扰”是有明确区别的：电磁骚扰仅仅是一种电磁现象，它可能引起装置、设备或系统的性能降级或损害，但不一定已经造成了后果。而电磁干扰则是由电磁骚扰引起的直接结果。由此可见，“骚扰”与“干扰”分别是造成性能降级的原因和后果，两者不能混为一谈。在过去这两个名词并没有赋予明确的、概念上的区分，只是进入90年代，国际电工委员会（IEC）才明确引入**disturbance**一词，与过去沿用的**interference**分开。



电磁兼容常见术语

- （电磁）敏感性

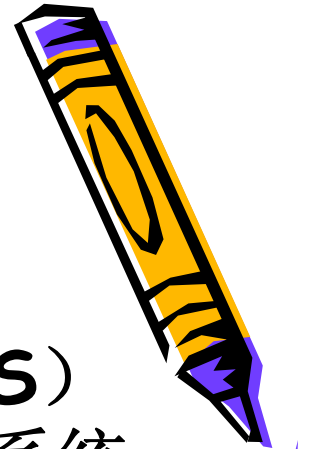
Electro-Magnetic Susceptibility (EMS)

在存在电磁骚扰的情况下，装置、设备或系统没有不降低其运行性能的能力。

敏感性即缺乏抗扰度。无论抗扰度还是敏感性都是反应装置、设备或系统的抗干

扰能力，仅仅是两者观察的角度不同而已。在军标体系中

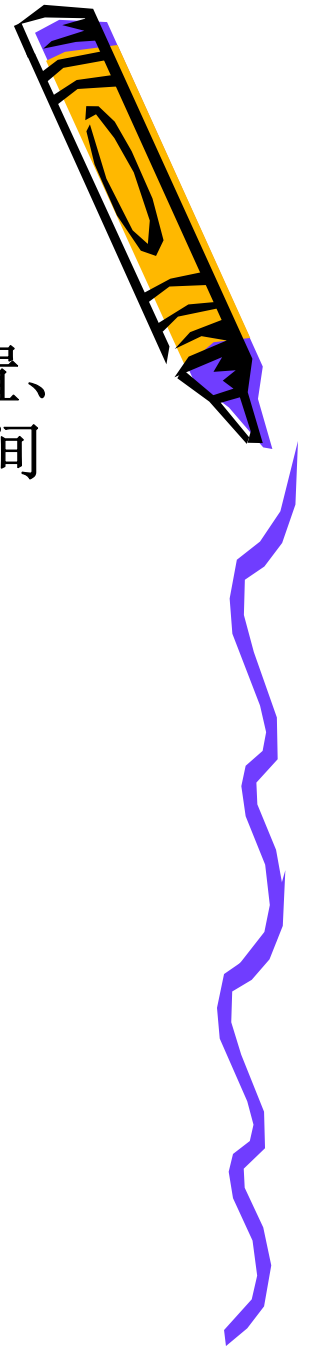
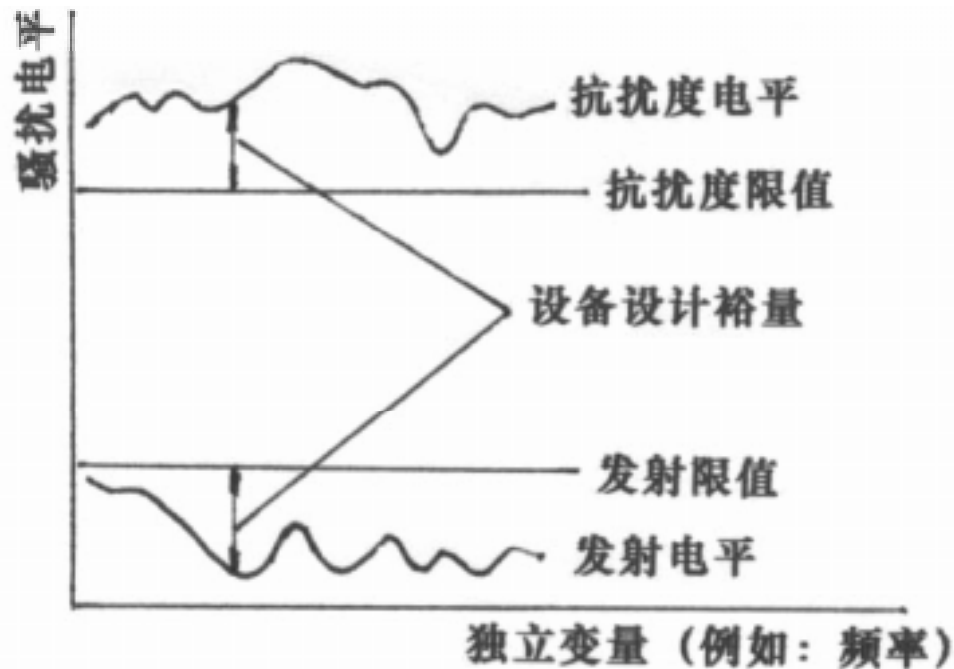
常用敏感性这一术语；而在民标体系中惯用抗扰度一词。



电磁兼容常见术语

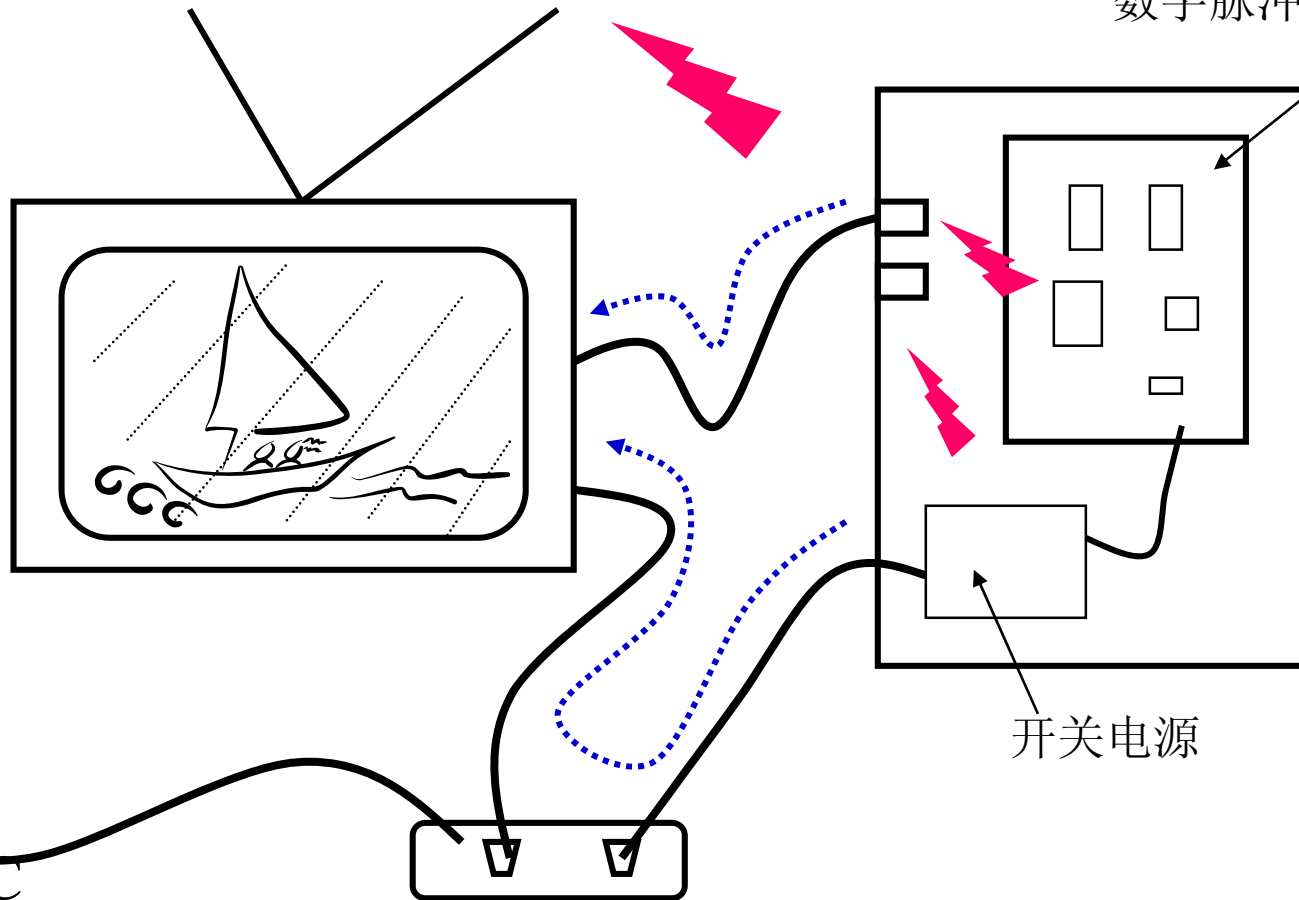
- (电磁) 兼容裕量
(**Electromagnetic**) **Compatibility Margin** 装置、设备或系统的抗扰度限值与骚扰源的发射限值之间的差值。

下图给出了它们之间的关系。



电磁干扰现象EMI

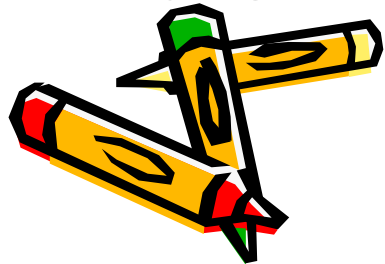
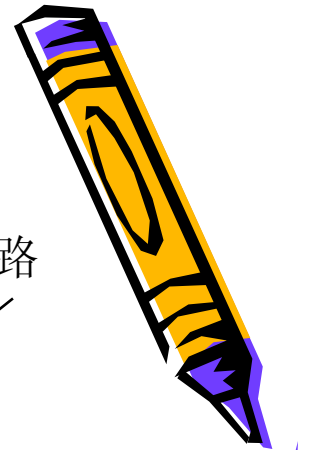
数字脉冲电路



开关电源

220AC

数字视频设备



电磁常见干扰源EMS

雷电

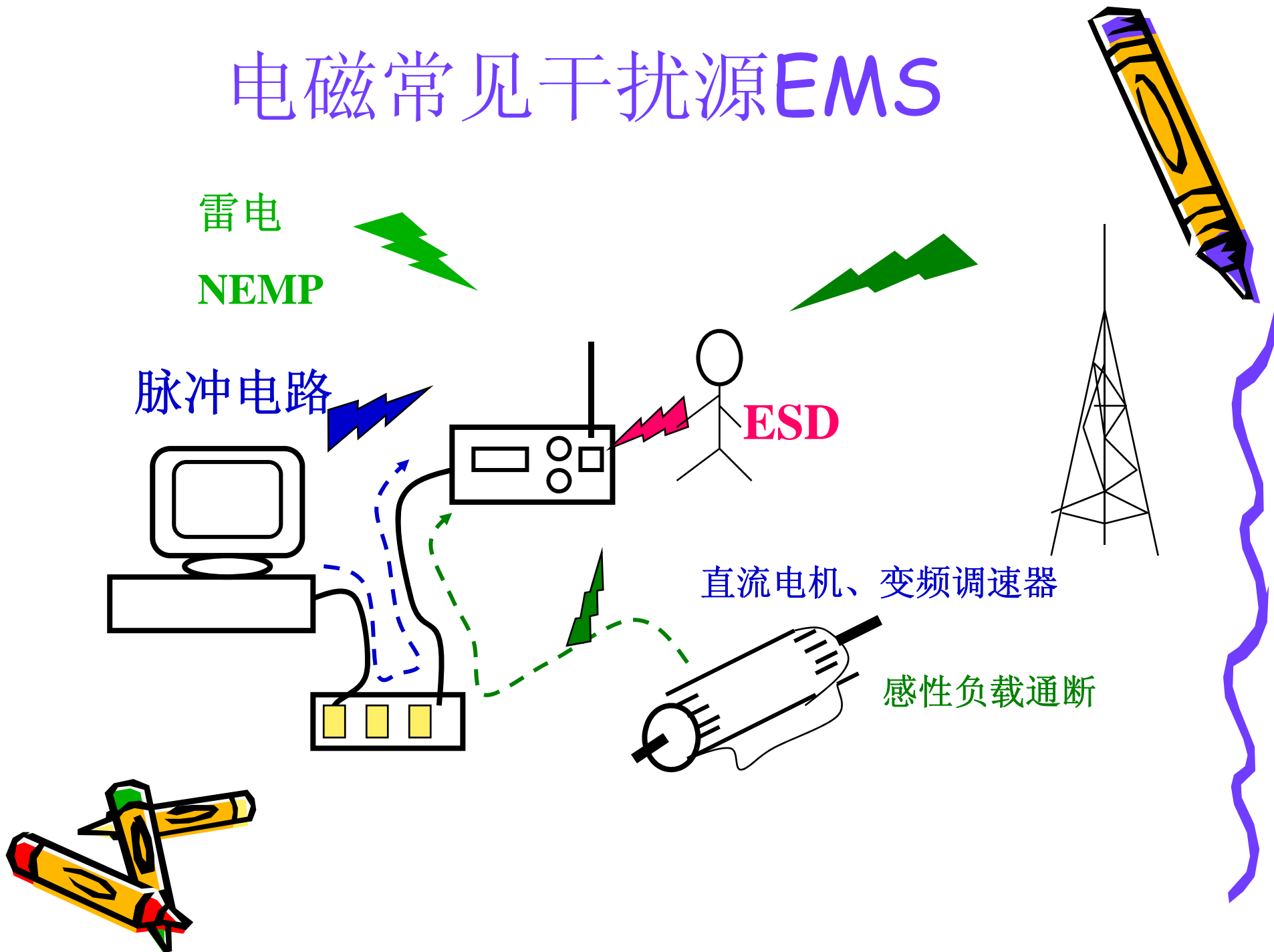
NEMP

脉冲电路

ESD

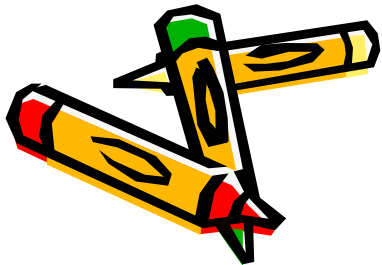
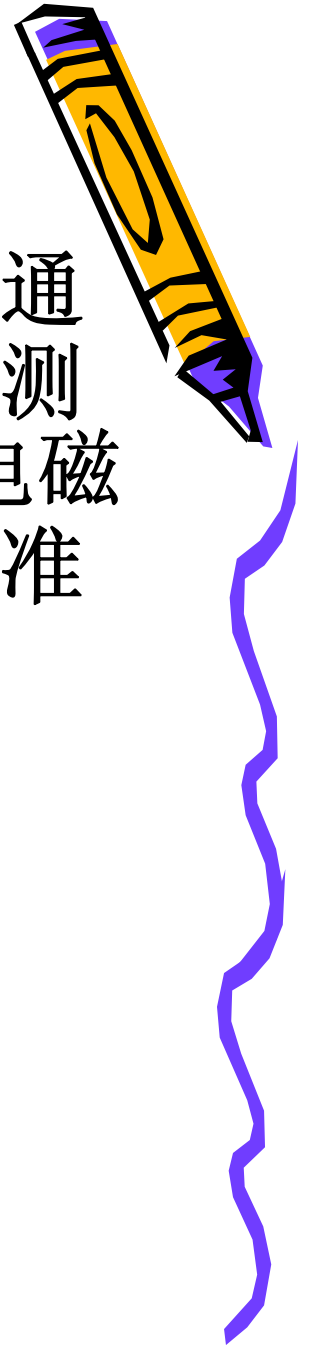
直流电机、变频调速器

感性负载通断



电磁兼容测试标准

- 电磁兼容测试标准的标准体系及通过通用标准看电子电气产品对电磁兼容性测量的要求 根据不同电磁兼容标准在电磁兼容测试中的不同地位，电磁兼容标准（体系）可分为四级，分别是：
 - ①基础标准；
 - ②通用标准；
 - ③产品族标准；
 - ④专用产品标准。

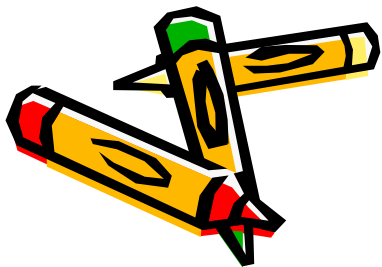


基础标准

- 基础标准不涉及具体的产品，仅就现象、环境、试验方法、试验仪器和基本试验配置等给出定义及详细描述。这类标准不给出指令性的限值，以及对产品性能的直接判据，但它是编制其他各级电磁兼容标准的基础。

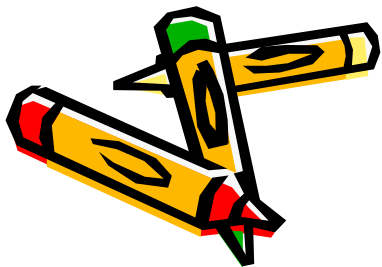
属于基础标准范围内的标准例子有：

IEC61000-4-2 《ESD》



通用标准

- 通用标准给通用环境中的所有产品提出一系列最低的电磁兼容性要求（包括必须进行的测试项目和必须达到的测试要求）。通用标准中提到的测试项目及其试验方法可以在相应的基础标准中找到，而无须在通用标准中作任何介绍。通用标准给出的试验环境、试验要求可以成为产品族标准和专用产品标准的编制导则。同时对于暂时尚未建立电磁兼容性测试标准的产品，可以参照通用标准来进行其电磁兼容性能的摸底。



产品标准

- 这是根据特定产品类别而制定的电磁兼容性能的测试标准。它包含产品的电磁骚扰发射和产品的抗扰度要求的两方面内容。产品族标准中所规定的试验内容及限值应与通用标准相一致，但与通用标准相比较，产品族标准根据产品的特殊性，在试验内容的选择、限值及性能的判据等方面有一定特殊性（如增加试验的项目和提高试验的限值）。产品族标准是电磁兼容性标准中占据份额最多的一类标准。如**EN55014**、**EN55015**、**EN55022**、**EN55011**和**EN55013**分别是关于家用电器和电动工具、照明灯具、信息技术设备、工科医射频设备、声音和广播电视接收设备的无线电骚扰特性测量及限值的标准，这些标准分别代表了一个大类产品对电磁骚扰发射限度的要求。

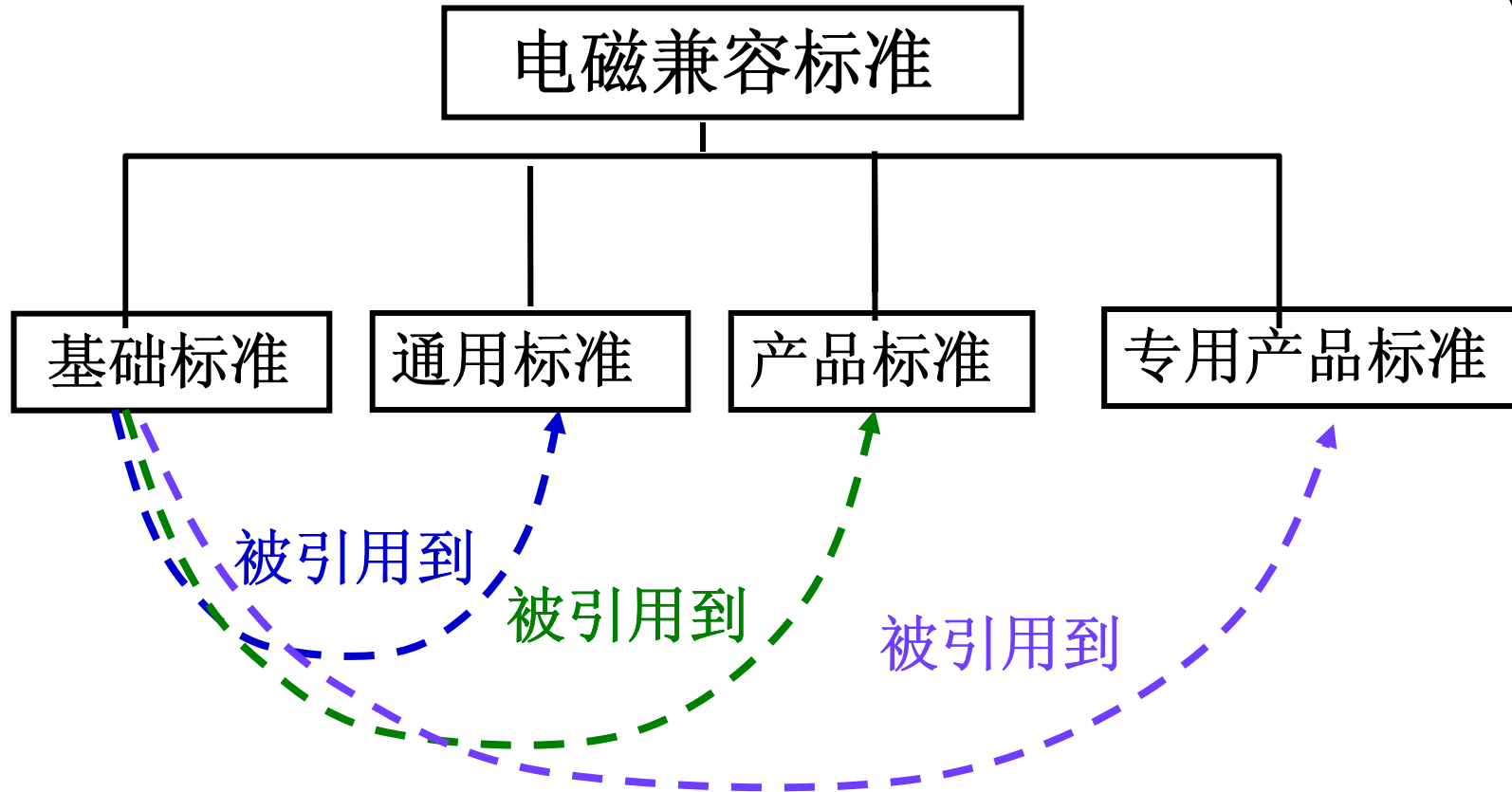


专用产品标准

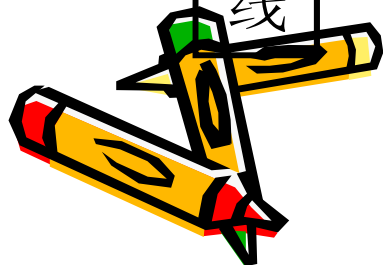
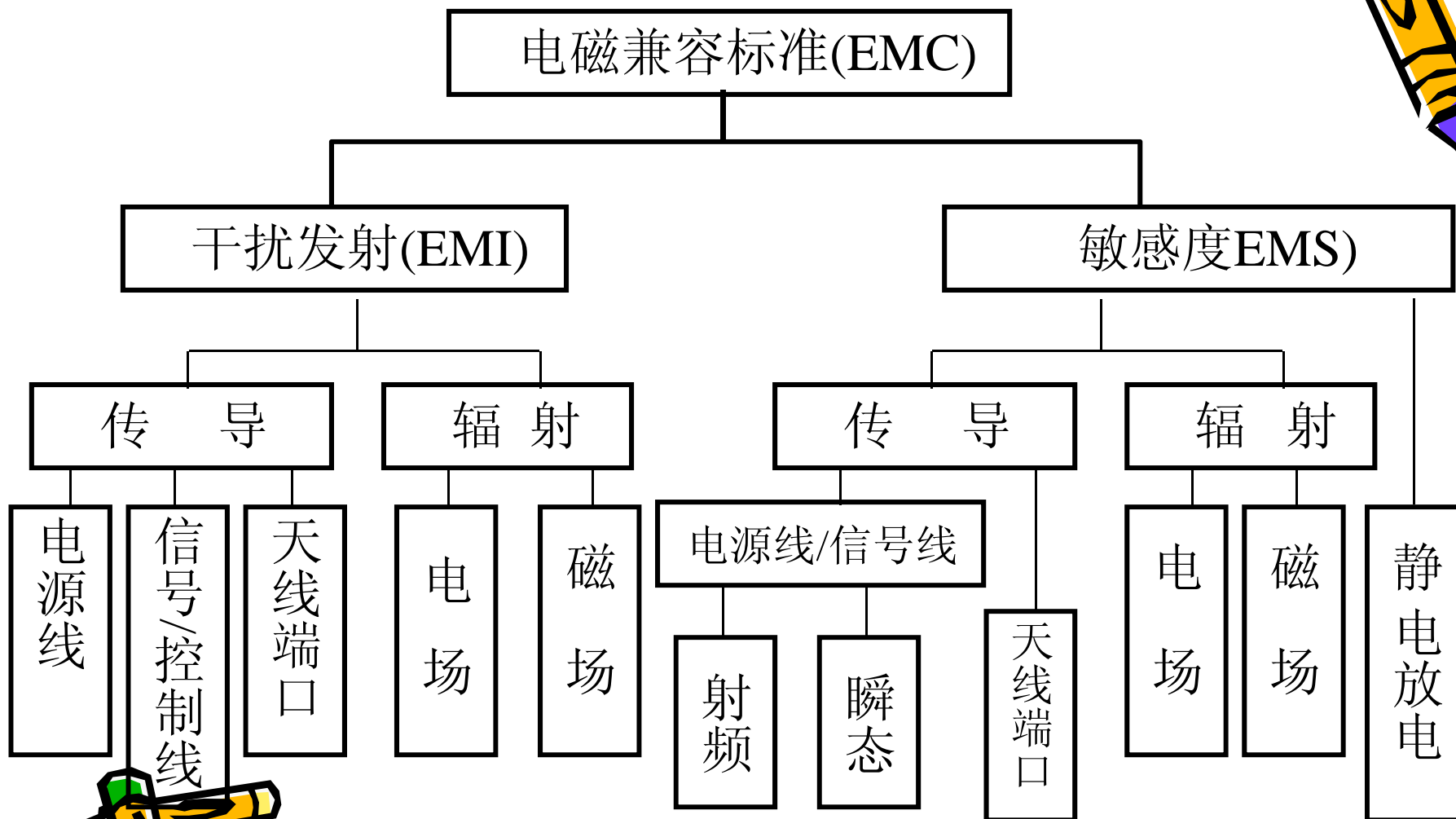
专用产品标准通常不单独形成电磁兼容标准，而以专门条款包含在产品的通用技术条件中。专用产品标准对电磁兼容的要求与相应的产品族标准相一致，在考虑了产品的特殊性之后，也可增加试验项目和对电磁兼容性能要求作某些改变。与产品族标准相比，专用产品标准对电磁兼容性的要求更加明确，而且还增加了对产品性能试验的判据。对试验方法，应由试验人员参照相应基础标准进行。



电磁兼容标准体系



电磁兼容标准的内容



电磁兼容之发射-EMI



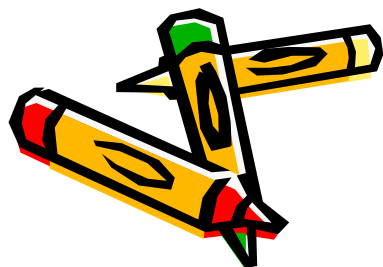
试验实际上可以归并为二类

1: 高频电磁骚扰的发射测试:

- 0.15MHz~30MHz的交流电源线**传导骚扰**测试;
- 0.15MHz~30MHz的交流电源线断续骚扰测试 (仅家用 电器产品有此要求);
- 0.15MHz~30MHz的信号线、控制线、直流电源线传导 骚扰测试;
- 30MHz~1000MHz的**辐射骚扰**测试 (对家用电器和电动 工具做30MHz~300MHz的辐射骚扰功率测试)。

2: 低频电磁骚扰的发射测试:

0~2kHz的工频**谐波**、电压波动和**闪烁测试**。



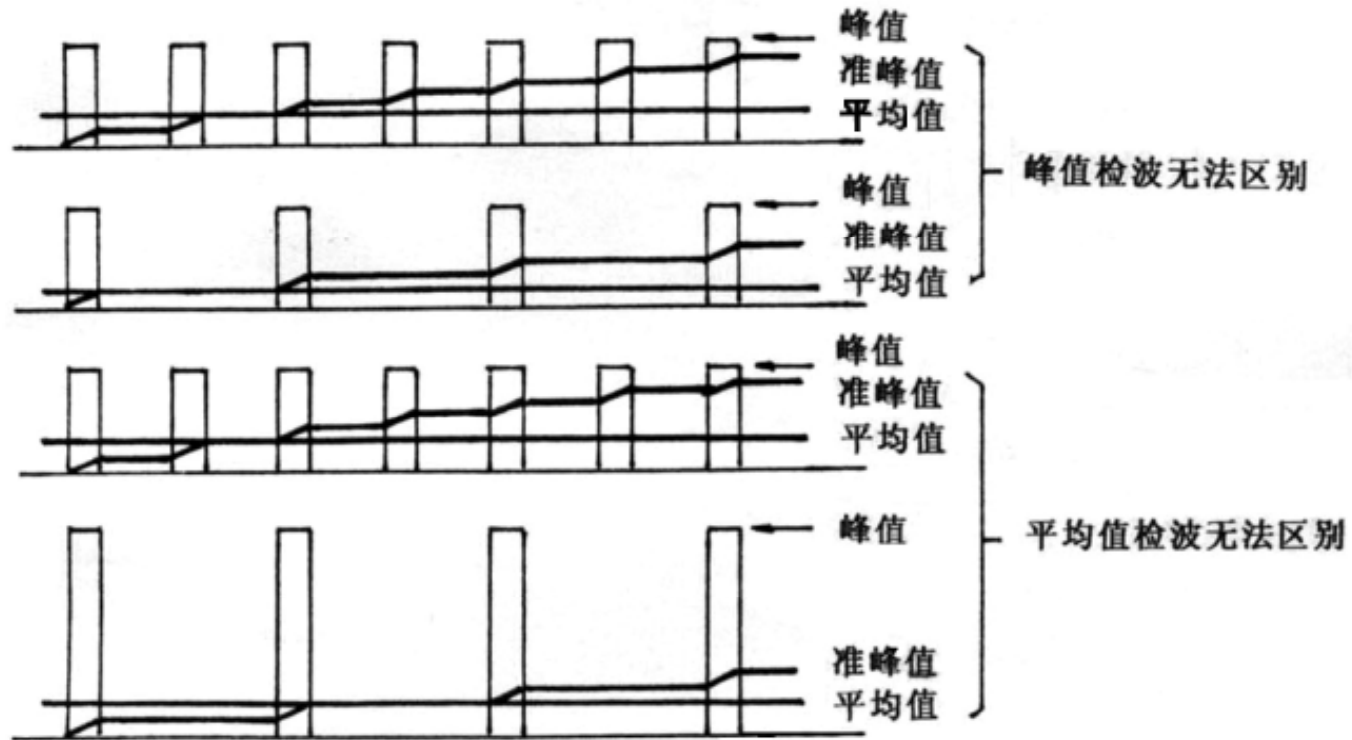
检波方式



- 几种检波方式的各自特点
- ①**平均值 (AV) 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。
- ②**峰值(PK) 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。**
- ③**准峰值(QP) 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。

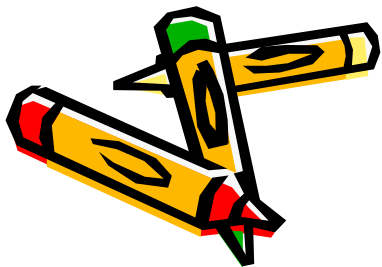


三种检波方式的比较



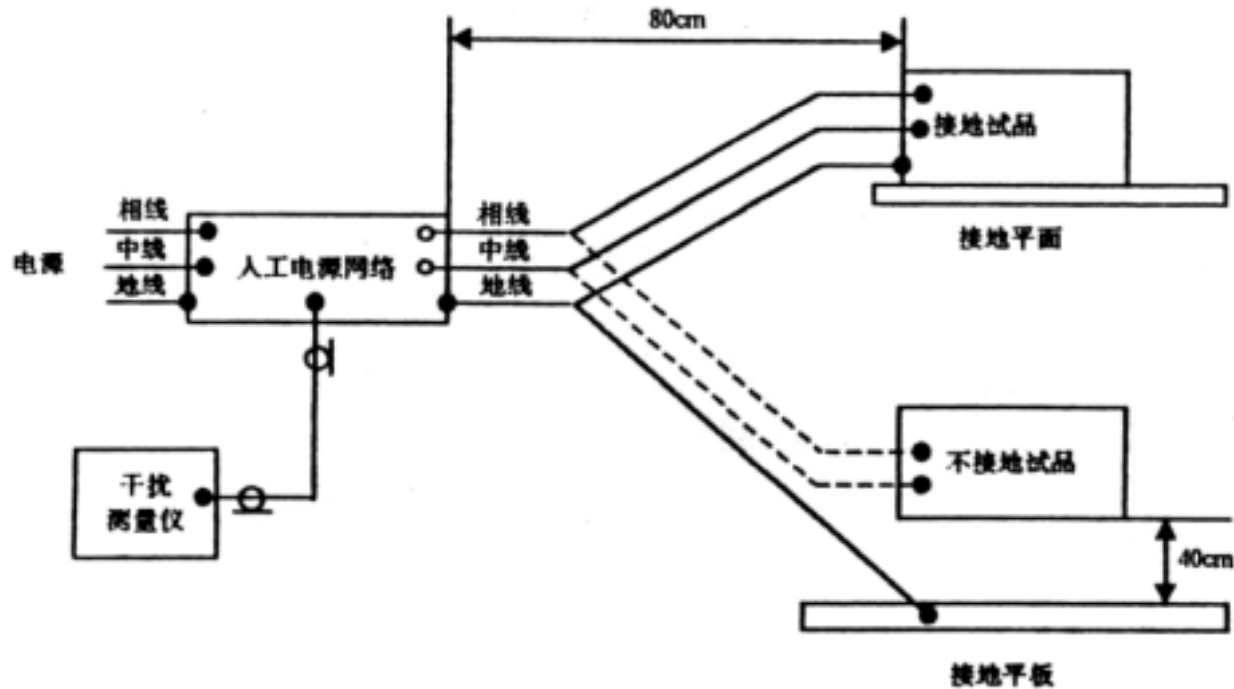
三种检波方式的比较

- 在实际测试中准峰值测量占用时间长，测试效率低。在**150kHz~30MHz**范围内，采用**5kHz**为步长时，最小测试时间为**1小时40分钟**（测量周期为**1秒**）；对**30MHz~1000MHz**，采用**50kHz**为步长，最小测试时间为**5小时23分钟**。作为改进，在实际测试中通常都以峰值检波作首轮测试。由于峰值检波得到的测值为最高，如果首轮测值比标准给定的准峰值和平均值都低，则以后测试不用进行，已能断定试验通过。如果峰值测试中有部分测值高于标准规定的准峰值和平均值，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。

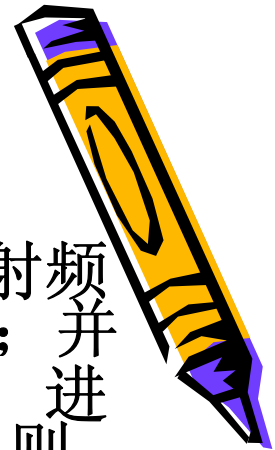


1:电磁骚扰之传导发射

对电磁骚扰的传导发射的测试，特别是对电源线上的电磁骚扰的传导发射测试，其试验配置都是人工电源网络和干扰接收机（见下图）。



- 试验在屏蔽室进行。其中，人工电源网络可以在射频范围内向受试设备端子提供规定的阻抗（ 50Ω ）；并能将试验电路与电源上的无用射频信号隔离开来；进而将干扰电压耦合到干扰接收机上。干扰接收机则是一种按专门要求设计的接收机，有平均值和准峰值两种检波功能，这是执行CISPR标准所必须的检波方式，尤其后者，它能较好反映骚扰对听觉造成的影响（因为CISPR标准的本意就是要解决对通讯和广播的保护，所以检波结果必须与人耳的客观反应一致）。如果是手持式试品，为了模拟试验人员在触摸手持式试品时对试品的骚扰发射影响，必须要用到人工模拟手。它由 200pF （ $\pm 20\%$ ）电容与 50Ω （ $\pm 10\%$ ）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。



测试布置:

分台式与落地式，台式设备离LISN 80cm，离接地平板40cm（这里的接地平板可以是水平接地板，也可以是屏蔽室的垂直接地内墙），落地式设备离接地平板距离随不同标准有不同的偏差允许，CISPR14-1,15里面是10cm +/- 25%，13里面是up to 12mm，22里面是up to 15cm，11里没有明确距离，只说了需要与接地板用绝缘材料隔开。辅助设备的布置也随测试标准的不同有出入，CISPR22中辅助设备离主设备10cm，相互之间的互联线至少离接地平板40cm。手持II类设备需要包模拟手。CISPR15中自镇流荧光灯需要罩在一个辅助锥形金属罩里。



落地式

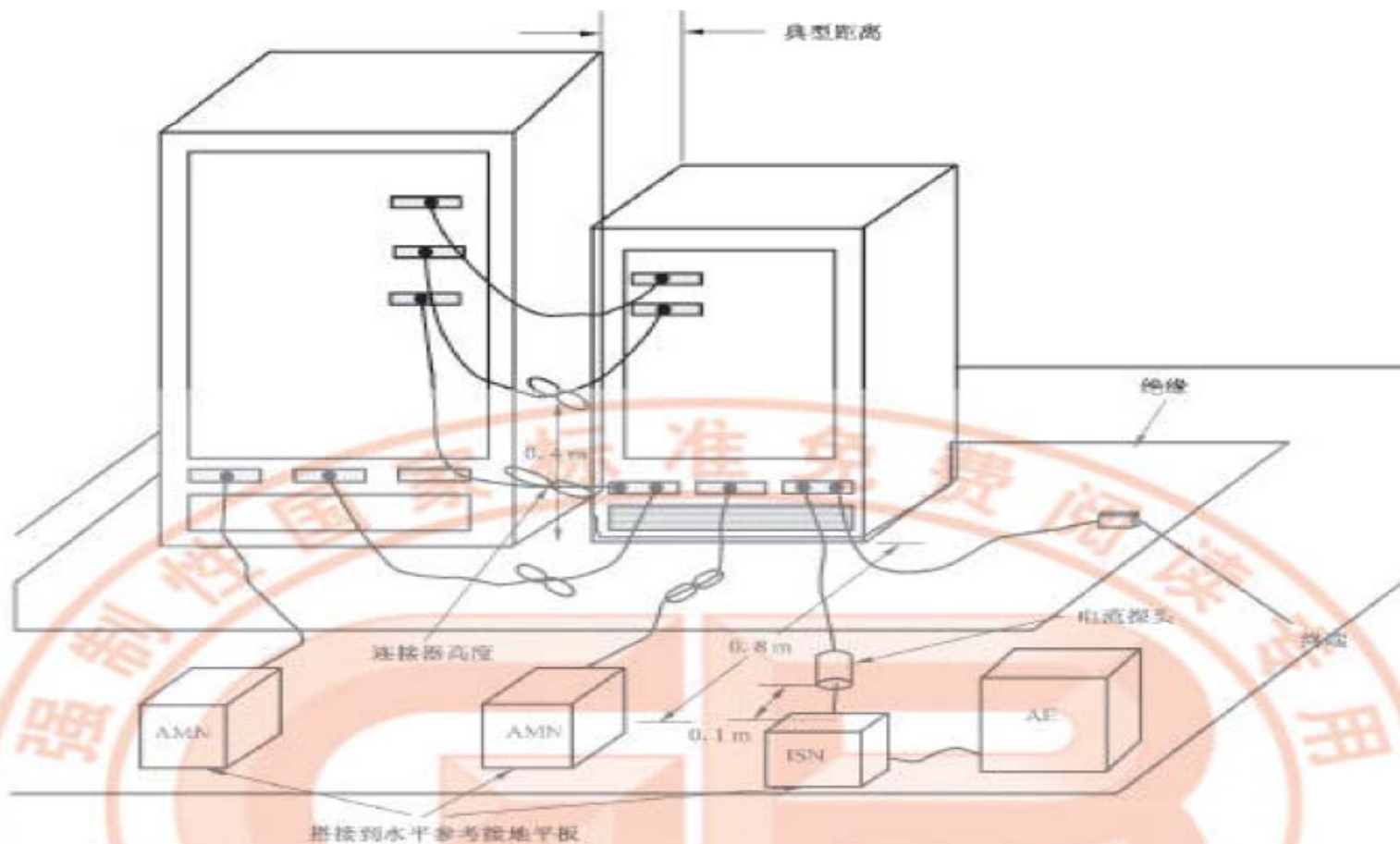
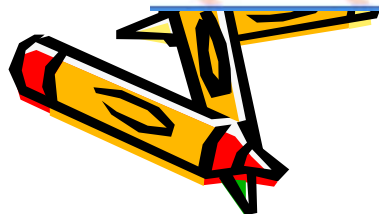


图 8 落地式设备测试布置示意图(传导发射测量)



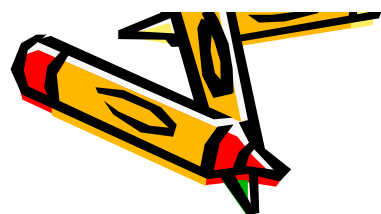
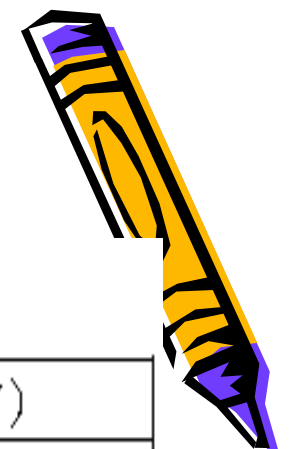
通讯类的产品限值

AC电源线传导发射的要求请参见下表：

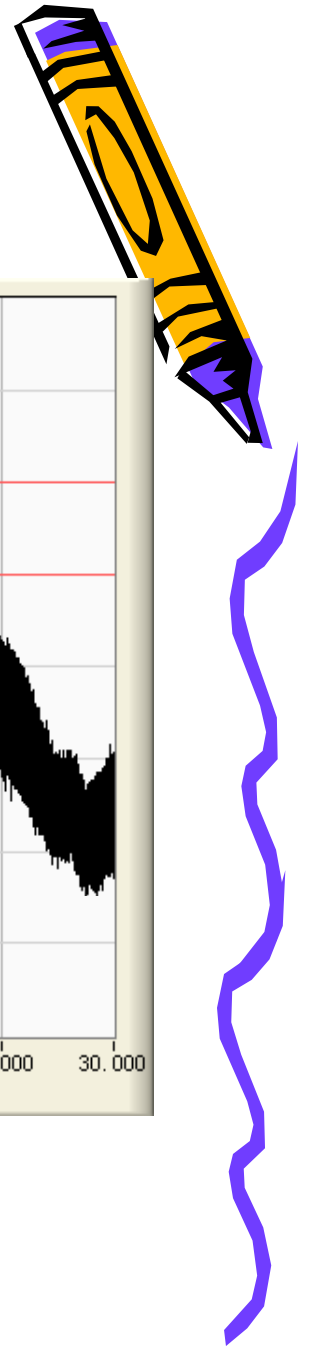
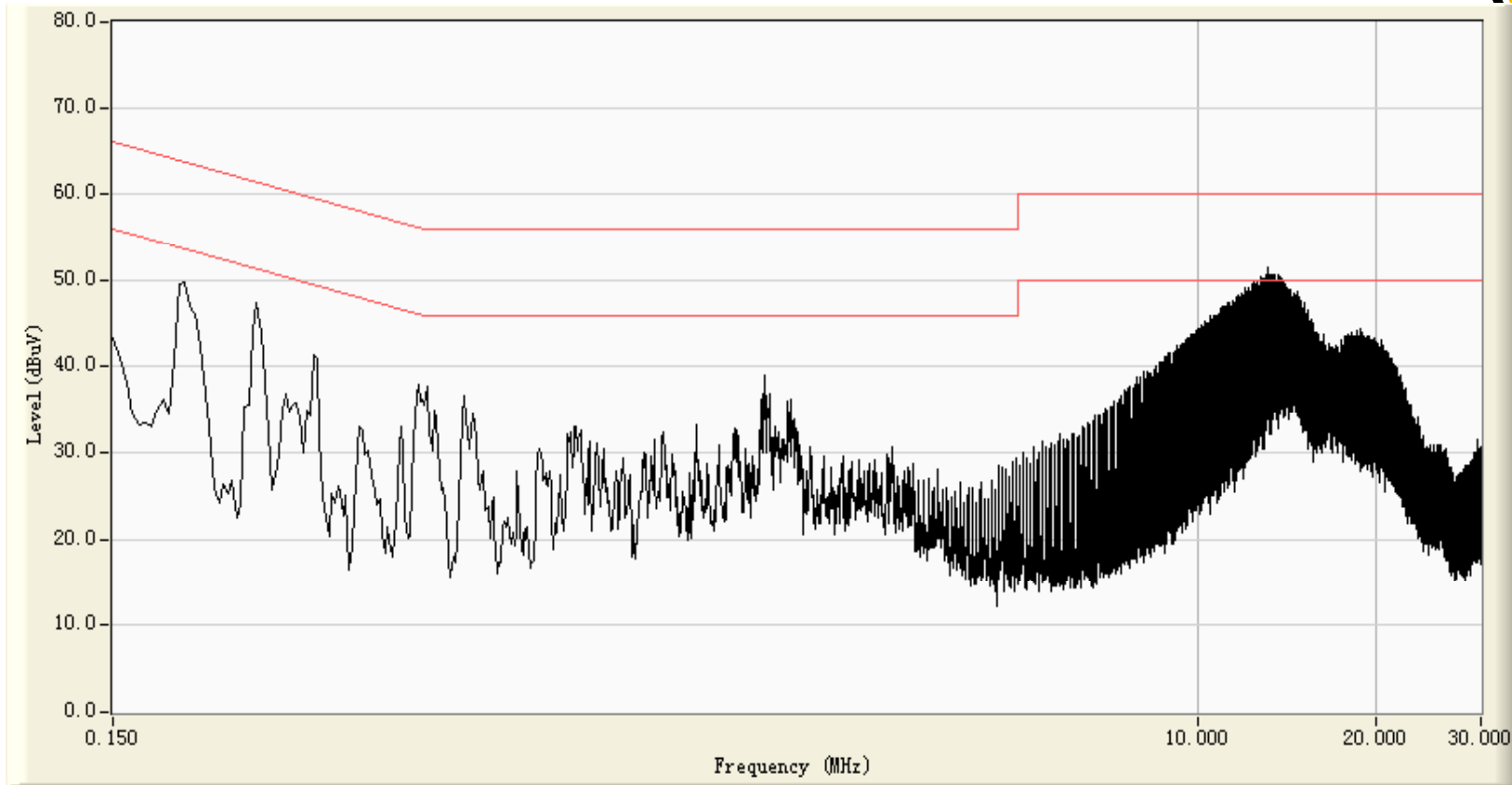
频率范围	平均值检波 (dB μ V)	准峰值检波 (dB μ V)
0.15~0.5MHz	56-46 (随对数坐标线性下降)	66-56 (随对数坐标线性下降)
0.5~5MHz	46	56
5-30MHz	50	60

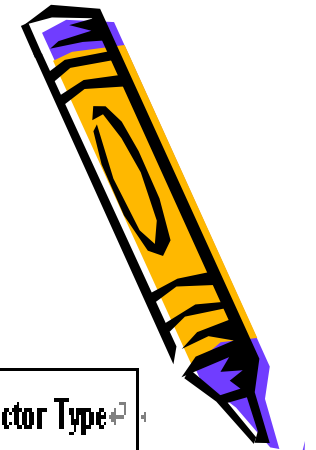
DC电源线传导发射的要求请参见下表：

频率范围	平均值检波 (dB μ V)	准峰值检波 (dB μ V)
0.02~0.15MHz	---	79
0.15~0.5MHz	66	79
0.5~30MHz	60	73



AIT测试数据

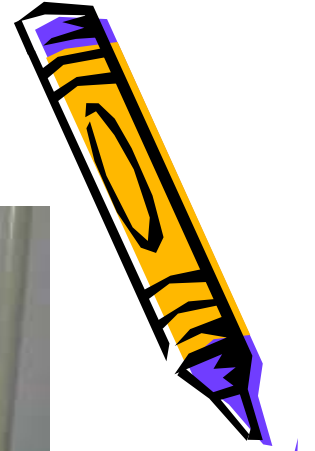




		Frequency (MHz)	Correct Factor (dB)	Reading Level (dBuV)	Measure Level (dBuV)	Margin (dB)	Limit (dBuV)	Detector Type
1		0.198	10.694	39.129	49.823	-14.806	64.629	QUASIPeAK
2		0.262	10.759	36.620	47.380	-15.420	62.800	QUASIPeAK
3		0.490	10.730	27.231	37.961	-18.325	56.286	QUASIPeAK
4		0.586	10.786	25.930	36.716	-19.284	56.000	QUASIPeAK
5		1.870	11.145	27.871	39.017	-16.983	56.000	QUASIPeAK
6	*	13.144	11.690	37.800	49.490	-10.510	60.000	QUASIPeAK



SETUP照片

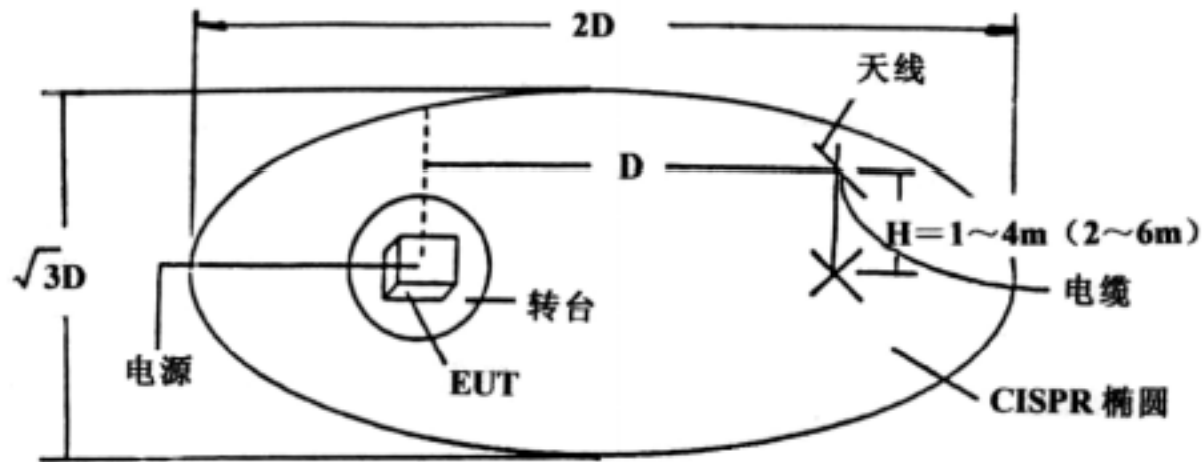


2:电磁扰骚之辐射发射

辐射发射 (**Radiated Emission**) 测试, 是测量**EUT**通过空间传播的辐射骚扰场强。可以分为磁场辐射(**9kHz-30MHz**)、电场辐射**30MHz-1GHz**, 前者针对灯具和电磁炉, 后者则应用普遍。另外还有一个通过电源线测试的功率辐射 (**30M-300MHz**)



试验在开阔场或半电波暗室中进行。典型布置见下图所示。被试设备放在转台上，测量天线分别处在水平和垂直两种极化状态下的辐射情况。考虑到被试品每个表面对外辐射情况的不同，转台应**360度**旋转，以便记录被试品在每个测量频率上的辐射骚扰最大值。另外，考虑到地面对电磁波的反射情况，试验时天线高度应在**1-4m**内调节，以便测出辐射（包括直射波和反射波叠加后）的最大值。测试结果由干扰接收机读出。

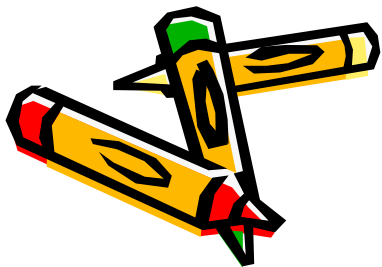
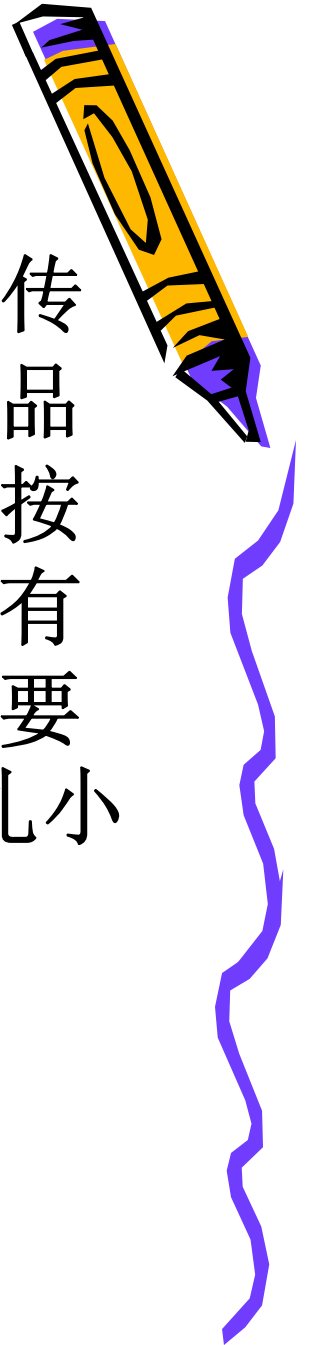


• D表示转台几何中心与天线几何中心投影距离，试品的几何中心要与转台轴心相重合

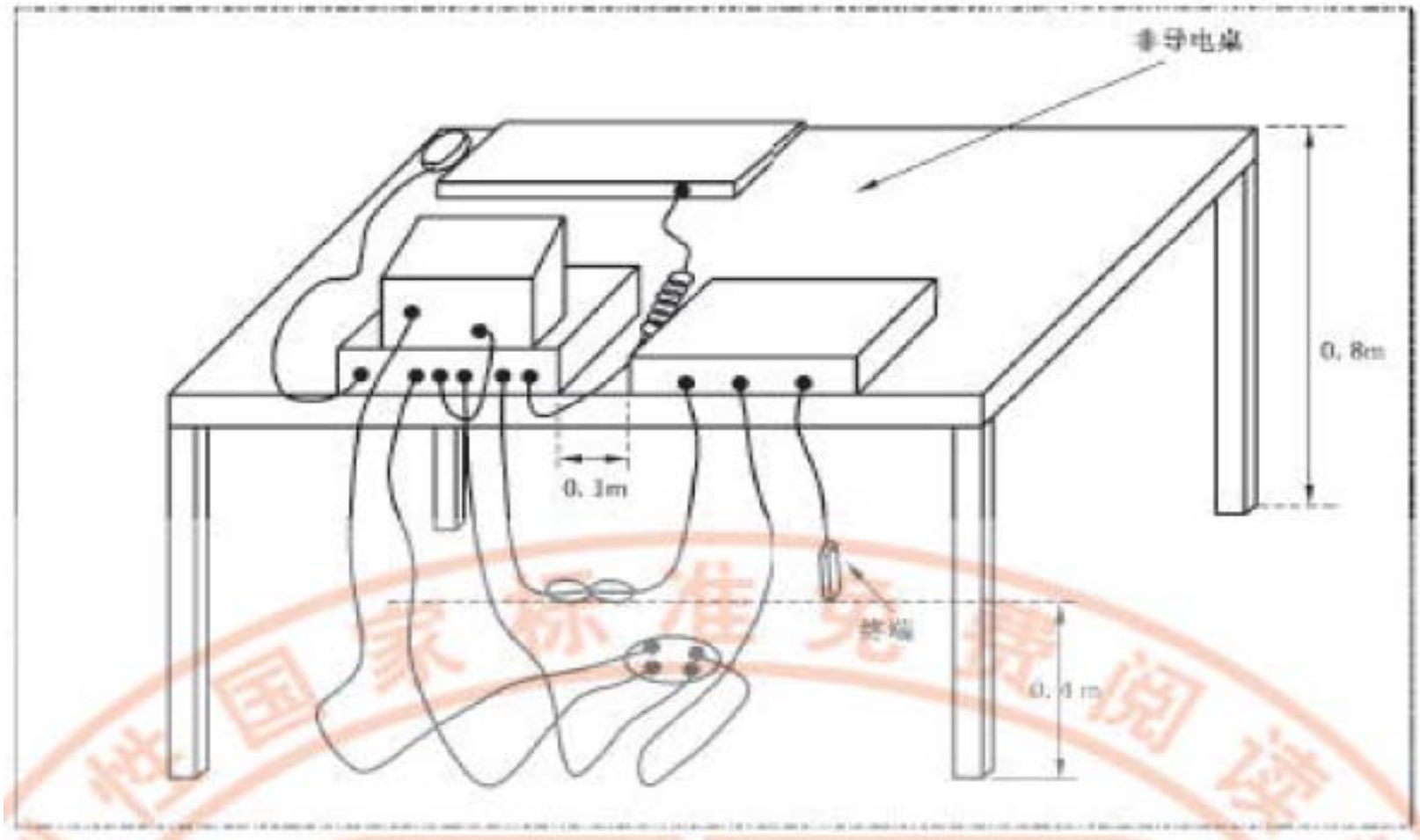


测试布置:

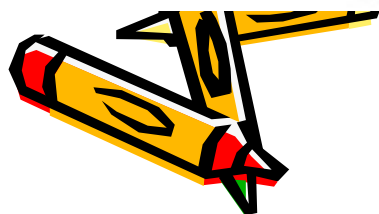
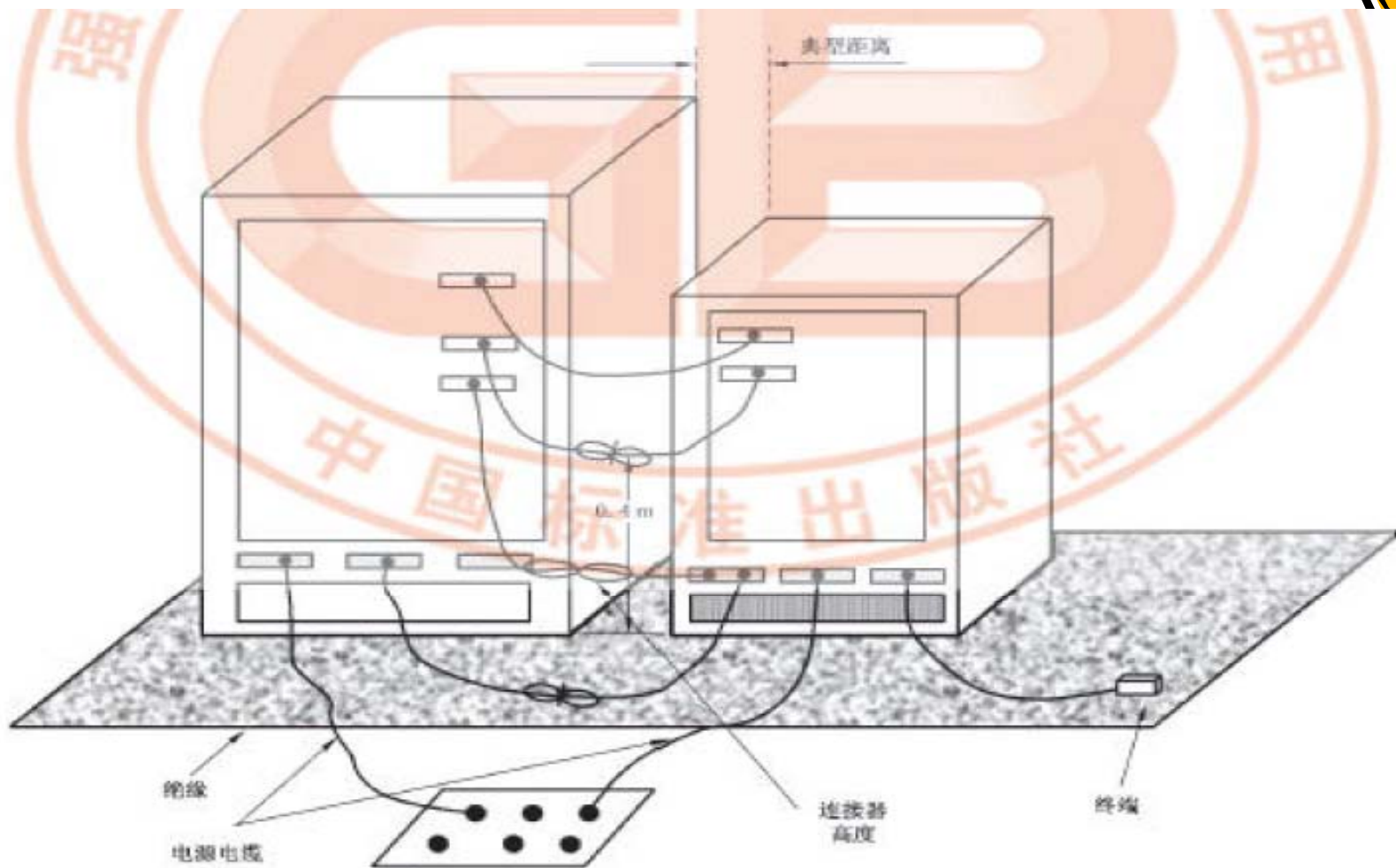
也是分台式与落地式以及组合式，与传导发射相同（因为辐射发射结果与产品布置的关系尤为密切，因此需要严格按照标准布置包括产品、辅助设备、所有电缆在内的受试样品）；比如电缆线要高于地面**40cm**，如果小于要中间捆扎小于**0.4m**的圈，新标准规定



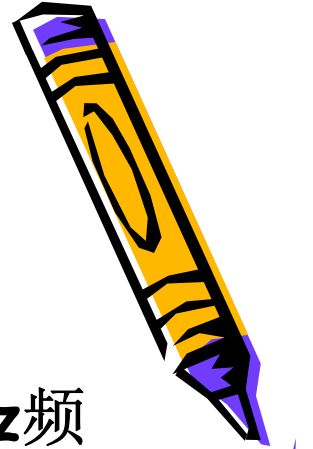
台式



落地式

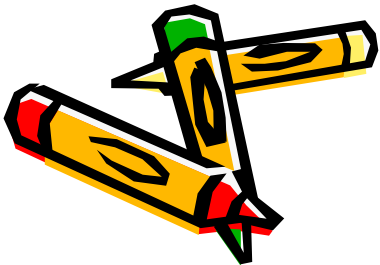


测试过程



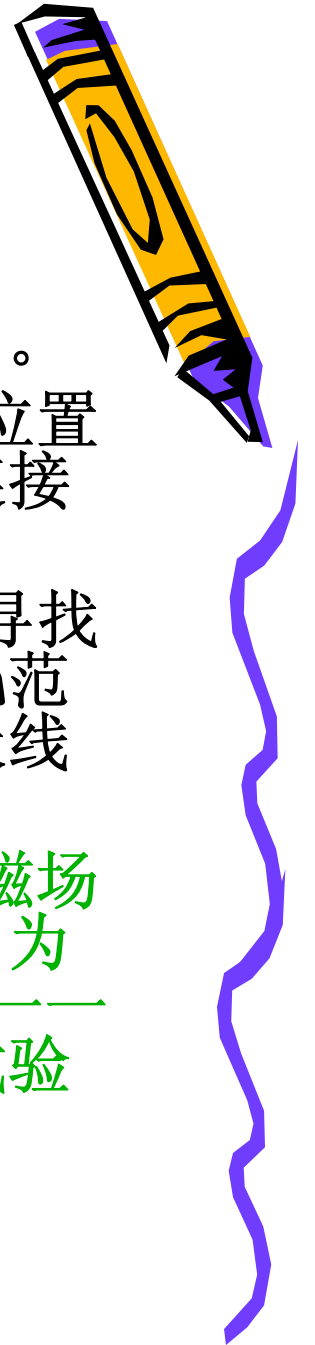
在试验中：

- 1) 对环境电平应分别进行水平和垂直极化测量。
- 2) 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。
- 3) 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）。
- 4) 在3)的基础上继续在**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）。
- 5) 在所有较大骚扰电平所对应的频率点上重复3)和4)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：

- 1) 用来连接天线与测量接收机的同轴电缆的走向。
- 2) 被测电子、电气设备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。
- 3) 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。
- 4) 由于不同的电子和电气设备都有自身特定电磁场的分布，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。



通讯类的产品限值

1G以下限值

表 5 A 级 ITE 在测量距离 R 处 (10 m) 的辐射骚扰限值

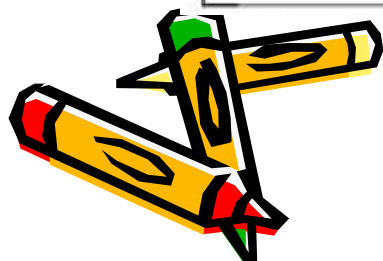
频率范围/MHz	准峰值限值/dB(μ V/m)
30~230	40
230~1 000	47

注 1: 在过渡频率(230 MHz)处应采用较低的限值。
注 2: 当发生干扰时,允许补充其他的规定。

表 6 B 级 ITE 在测量距离 R 处 (10 m) 的辐射骚扰限值

频率范围/MHz	准峰值限值 /dB(μ V/m)
30~230	30
230~1 000	37

注 1: 在过渡频率(230 MHz)处应采用较低的限值。
注 2: 当发生干扰时,允许补充其他的规定。



1G以上限值



表 7 A 级 ITE 在测量距离 R 处(3 m)的辐射骚扰限值

频率范围/GHz	平均值/ dB(μ V/m)	峰值/ dB(μ V/m)
1~3	56	76
3~6	60	80

注 1: 在过渡频率(3 GHz)处应采用较低的限值。

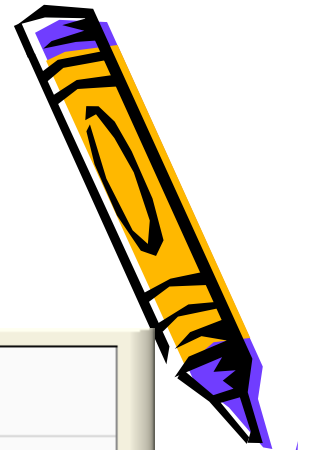
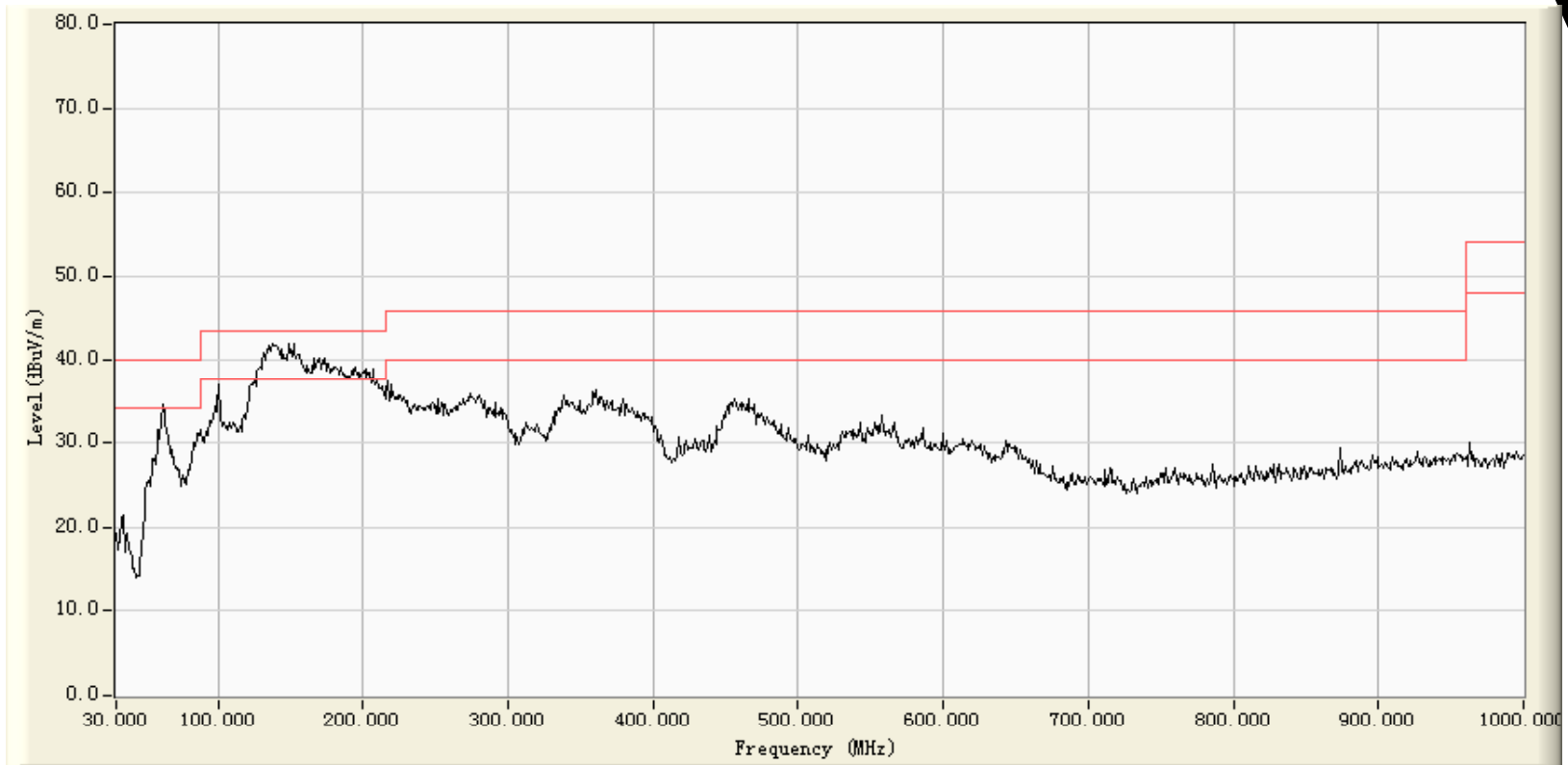
表 8 B 级 ITE 在测量距离 R 处(3 m)的辐射骚扰限值

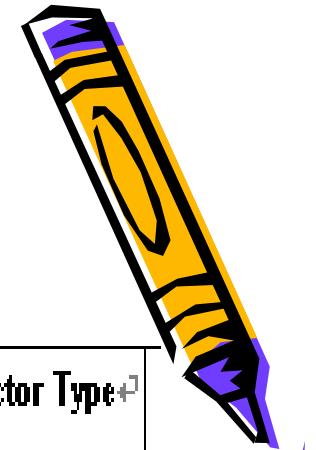
频率范围/ GHz	平均值/ dB(μ V/m)	峰值/ dB(μ V/m)
1~3	50	70
3~6	54	74

注 1: 在过渡频率(3 GHz)处应采用较低的限值。



AIT测试数据





		Frequency (MHz)	Correct Factor (dB)	Reading Level (dBuV)	Measure Level (dBuV/m)	Margin (dB)	Limit (dBuV/m)	Detector Type
1		62.010	14.220	20.372	34.592	-5.408	40.000	QUASIPeAK
2		100.810	12.410	24.420	36.830	-6.670	43.500	QUASIPeAK
3	*	137.670	15.730	24.206	39.936	-3.564	43.500	QUASIPeAK
4		165.800	16.380	22.857	39.237	-4.263	43.500	QUASIPeAK
5		194.900	13.830	25.094	38.924	-4.576	43.500	QUASIPeAK
6		280.260	16.580	19.058	35.638	-10.362	46.000	QUASIPeAK

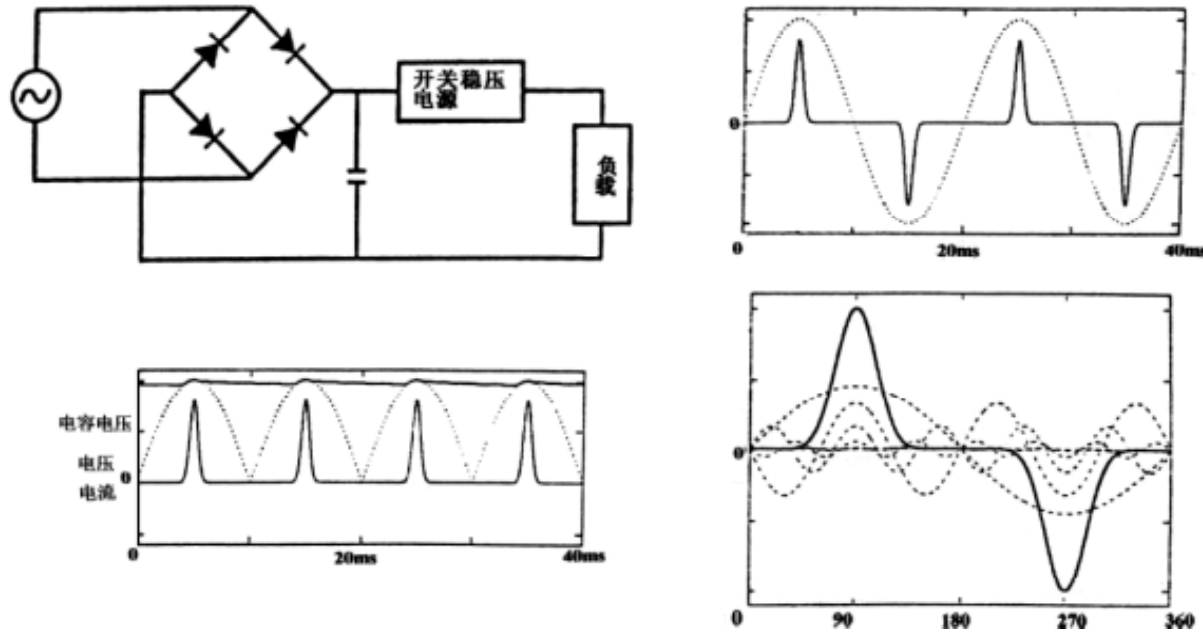


SETUP照片

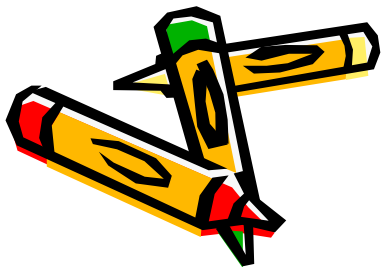


电磁扰骚之谐波

由于开关电源和可控硅等非线性设备的大量使用，使得设备在工作时产生了大量的谐波电流。下图是开关电源产生谐波电流的例子。

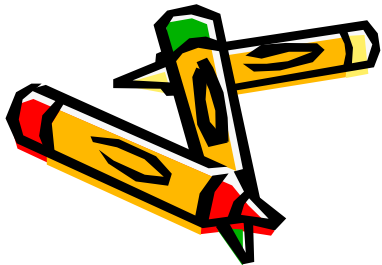
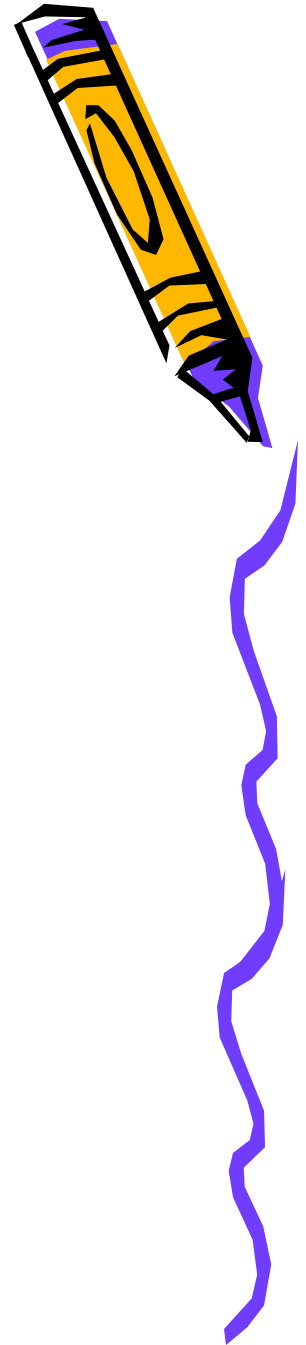


- 谐波电流存在，会在电网的阻抗上产生谐波电压，使得电网电压发生畸变。
- 电网中谐波的存在可导致变压器、旋转电机等电气设备的损耗增大；电容器绝缘老化加快，使用寿命缩短；引起系统内继电保护和自动装置误动或拒动；干扰通讯信号等危害。谐波还会使电网传输能力下降以及中线发热等等。
- 所以由设备所产生的谐波电流必须进行检测；当由设备所产生的谐波电流含量超出国家规定时，就必须采取措施来消除或抑制谐波电流的超标



EUT的分类

- **A类：**
 - -----平衡的三相设备；
 - -----家用电器，不包括列入**D**类的设备；
 - -----工具，不包括便携式工具；
 - -----白炽灯调光器；
 - -----音频设备。
- 未规定为**B、C、D、**的设备均视为**A**类设备。
- **B类：**
 - -----便携式工具；
 - -----不属于专用设备的电弧焊设备。
- **C类：**
 - -----照明设备。
- **D类：**
 - 根据要求，规定功率不大于**600W**的下列设备：
 - -----个人计算器和个人计算器显示器；
 - -----电视接收机。





- 对于一些比较特殊的产品,如:**Energy Saving Lamp, Dimmer**等,在测试的时候一定要注意,**Dimmer**产品测试时,一定要按照**Annex C** 第**C.6**节要求测试,控制触发角一定要调到 **90 ± 5** 度.我们可以从软件显示的电流波形上直接查看其触发角,看是否符合标准要求.对于小于**25W**的节能灯,请按照标准**7.3**第**B**节所讲:
 - 谐波电流不超过表**3**第**2**栏中与功率限值,或
 - 用基波电流百分数表示的**3**次谐波电流不应超过**86%**,**5**次谐波不超过**61%**;而且,假设基波电源电压过零点为**00**,输入电流波形应是**600**或之前开始流通,**650**或之前有最后一个峰值(如果在半个周期内有几个峰值),在**900**前不应停止流通。如放电灯带有内置式调光器,测量仅在满负荷条件下进行。



AIT测试数据

Asia Institute Technology(DongGuan)Co.,Ltd
Tel:86-769-82020489 , Fax:86-769-82020495

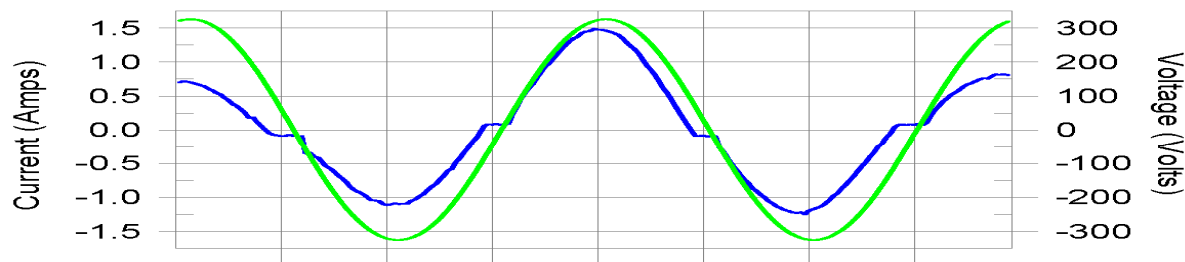
2/18/2009
2:53:00 PM

Harmonics – Class-D per Ed. 3.0 (2005-11)(Run time) incl. inter-harmonics

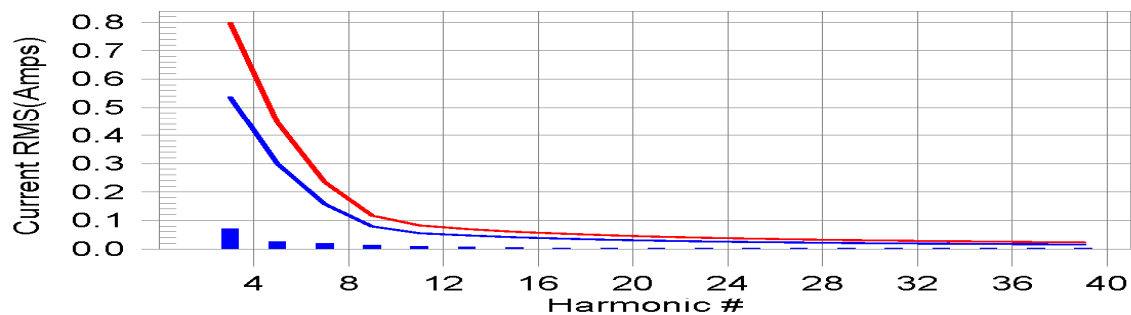
EUT: Switching Power Supply **Tested by: JIM**
Test category: Class-D per Ed. 3.0 (2005-11) (European limits) **Test Margin: 100**
Test date: 2009-2-16 **Start time: 15:56:52** **End time: 15:58:12**
Test duration (min): 1 **Data file name: H-000207.cts_data**
Comment: M/N:ENP-2320
Customer: Enhance

Test Result: Pass **Source qualification: Normal**

Current & voltage waveforms



Harmonics and Class D limit line European Limits



Test result: Pass **Worst harmonic was #9 with 17.01% of the limit.**



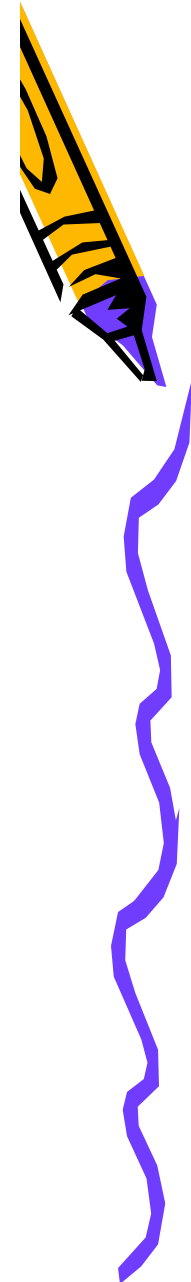
Current Test Result Summary (Run time)

EUT: Switching Power Supply Tested by: JIM
Test category: Class-D per Ed. 3.0 (2005-11) (European limits) Test Margin: 100
Test date: 2009-2-16 Start time: 15:56:52 End time: 15:58:12
Test duration (min): 1 Data file name: H-000207.cts_data
Comment: M/N:ENP-2320
Customer: Enhance

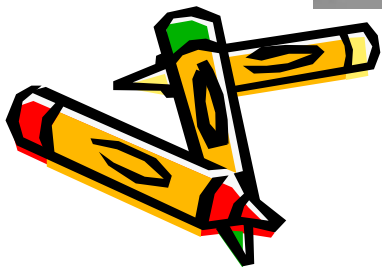
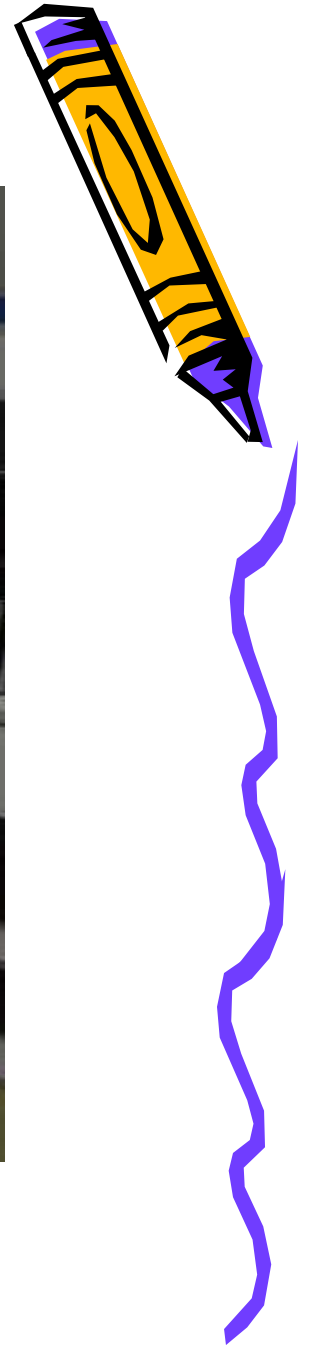
Test Result: Pass Source qualification: Normal
THC(A): 0.08 I-THD(%): 13.42 **POHC(A): 0.010** POHC Limit(A): 0.068
Highest parameter values during test:
 V_RMS (Volts): 230.26 Frequency(Hz): 50.00
 I_Peak (Amps): 1.512 I_RMS (Amps): 0.716
 I_Fund (Amps): 0.608 Crest Factor: 2.442
 Power (Watts): 157.7 Power Factor: 0.971

Harm#	Harms(avg)	100%Limit	%of Limit	Harms(max)	150%Limit	%of Limit	Status
2	0.000						
3	0.068	0.536	12.6	0.071	0.798	8.85	Pass
4	0.000						
5	0.025	0.300	8.5	0.026	0.446	5.92	Pass
6	0.000						
7	0.019	0.158	12.3	0.020	0.235	8.66	Pass
8	0.000						
9	0.013	0.079	17.0	0.014	0.117	11.96	Pass
10	0.000						
11	0.009	0.055	16.5	0.010	0.083	11.69	Pass
12	0.000						
13	0.006	0.047	12.6	0.006	0.070	9.25	Pass
14	0.000						
15	0.004	0.041	9.8	0.004	0.060	7.23	Pass
16	0.000						
17	0.003	0.036	9.4	0.004	0.054	7.04	Pass
18	0.000						
19	0.004	0.032	11.8	0.004	0.048	8.55	Pass
20	0.000						
21	0.004	0.029	13.2	0.004	0.043	9.57	Pass
22	0.000						
23	0.004	0.026	14.1	0.004	0.039	9.96	Pass
24	0.000						
25	0.003	0.024	13.5	0.004	0.036	9.78	Pass
26	0.000						
27	0.003	0.023	13.9	0.003	0.033	10.24	Pass
28	0.000						
29	0.003	0.021	13.6	0.003	0.031	9.88	Pass
30	0.000						
31	0.003	0.020	13.8	0.003	0.029	9.97	Pass
32	0.000						
33	0.003	0.018	13.8	0.003	0.028	10.26	Pass
34	0.000						
35	0.003	0.017	15.0	0.003	0.026	10.84	Pass
36	0.000						
37	0.003	0.016	15.3	0.003	0.024	11.18	Pass
38	0.000						
39	0.003	0.016	16.5	0.003	0.023	12.01	Pass
40	0.000						

Note: Dynamic limits were applied for this test. The highest harmonics values in the above table may not occur at the same window as the maximum harmonics/limit ratio.



SETUP照片



电磁扰骚之电压闪烁



电网除了有引起谐波的负载外，还存在一些会自动接通和断开控制的负载（如由温控器和定时器控制的设备），引起电源负载的频繁变化，使电网电压产生波动，对同一电网的照明设备产生影响。灯光的闪烁除了使人烦恼外，还会成为有精神障碍人员发病的诱导因素。严重的电压波动还会使得附近设备（特别是带微处理器芯片的设备）的工作受到干扰。

电压波动不仅取决于电压波动的幅度，还取决于电压变化的频率，它们直接决定了灯光观察人员所感受到的闪烁程度。





用于闪烁测量的观察周期 TP 为:

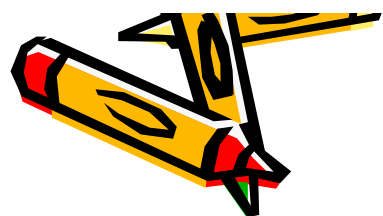
对 P_{st} , $TP=10\text{min}$;

对 P_{lt} , $TP=2\text{h}$ 。

观察时间应包含被试设备在整个运行周期中产生最不利的连续电压变动。

对 P_{st} 评估, 周期应连续重复, 除非运行条件另有说明, 当被试设备的运行周期小于观察时间时, 在设备自动停止后的最小重新启动时间应计入观察时间。

对 P_{lt} 评估, 当被试设备的运行周期小于 2h , 且一般不经常连续使用时, 运行周期不应被重复。



AIT测试数据

Asia Institute Technology(DongGuan)Co.,Ltd
Tel:86-769-82020489 Fax:86-769-82020495

2/18/2009
2:51:29 PM

Flicker Test Summary per EN/IEC61000-3-3 (Run time)

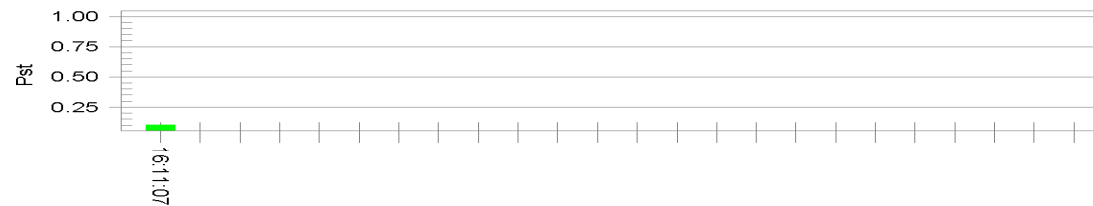
EUT: Switching Power Supply Tested by: JIM
Test category: All parameters (European limits) Test Margin: 100
Test date: 2009-2-16 Start time: 16:00:46 End time: 16:11:08
Test duration (min): 10 Data file name: F-000208.cts_data
Comment: M/N:ENP-2320
Customer: Enhance

Test Result: Pass

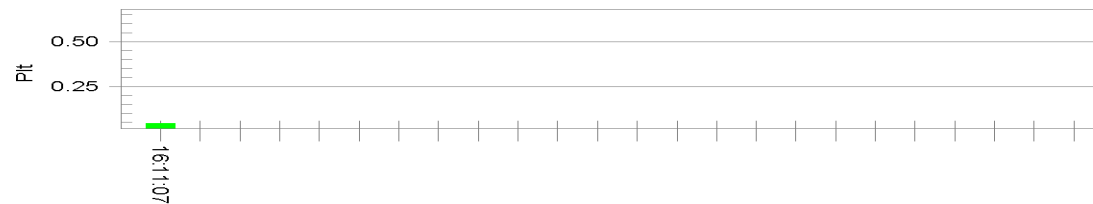
Status: Test Completed

Pst_i and limit line

European Limits

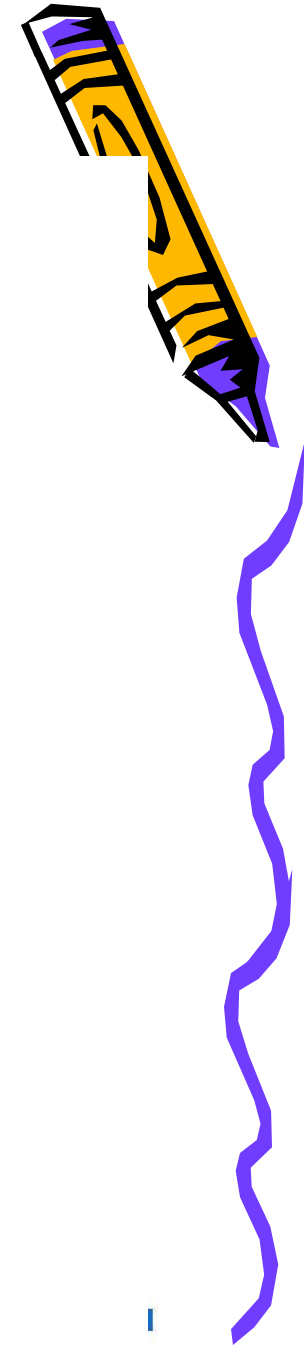


Plt and limit line

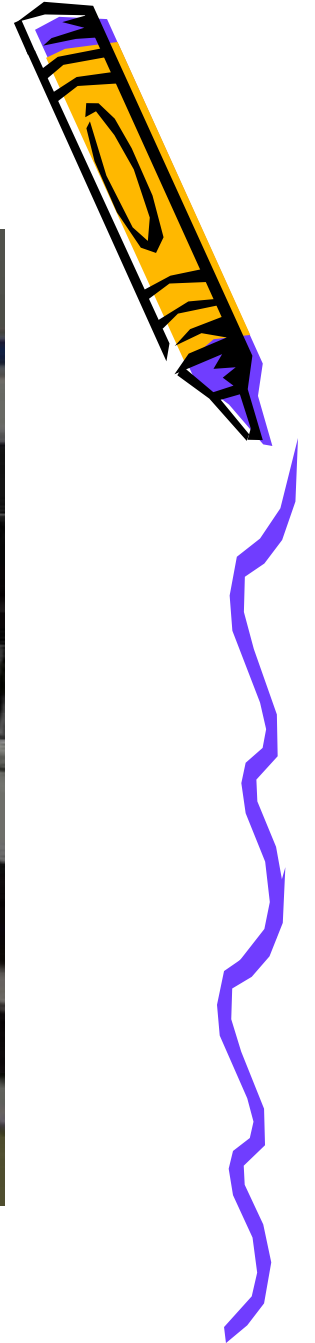


Parameter values recorded during the test:

Vrms at the end of test (Volt):	229.76	Test limit (%):	3.30	Pass
Highest dt (%):	-0.33	Test limit (mS):	0.0	Pass
Time(mS) > dt:	0.0	Test limit (%):	3.30	Pass
Highest dc (%):	-0.10	Test limit (%):	4.00	Pass
Highest dmax (%):	-0.25	Test limit:	1.000	Pass
Highest Pst (10 min. period):	0.101	Test limit:	0.650	Pass
Highest Plt (2 hr. period):	0.044			



SETUP照片



电磁兼容之抗绕度-EMS

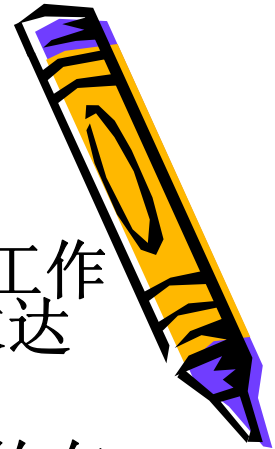


抗扰度试验

- 静电放电抗扰度试验 **61000-4-2**
- 射频辐射电磁场抗扰度试验 **61000-4-3**
- 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验 **61000-4-4**
- 雷击浪涌抗扰度试验 **61000-4-5**
- 射频电流注入抗扰度试验 **61000-4-6**
- 工频磁场抗扰度试验 **61000-4-8**
- 电压跌落和短时中断的抗扰度试验 **61000-4-11**



试验中的注意事项



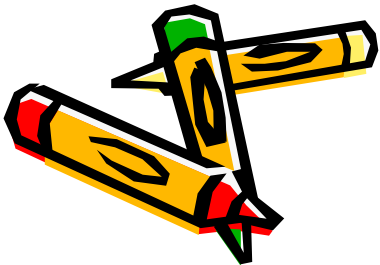
- ① 试品应按实际使用中，以对于干扰最敏感的工作模式下进行试验。试验中还要适当改变布局以求达到最大敏感度。
- ② 试验中应将试验配置、试品的工作方式及试验的布局等情况明确记录在案，以便必要时可以重现及对比试验结果。
- ③ 如果试品有许多类似的端口，或接法类似的端口，则试验应当选择足够数量的端口来模拟实际工作情况，并保证能覆盖各种不同类型的端口。但对端口的选择情况要记录在案。
- ④ 如果在被试产品的用户手册中规定了试品所需的外部保护装置（或保护措施），那么试品就应当在有保护的情况下进行试验。
- ⑤ 除非另有说明，试验应在额定电压和规定的工作条件下进行。



试品性能的评定准则

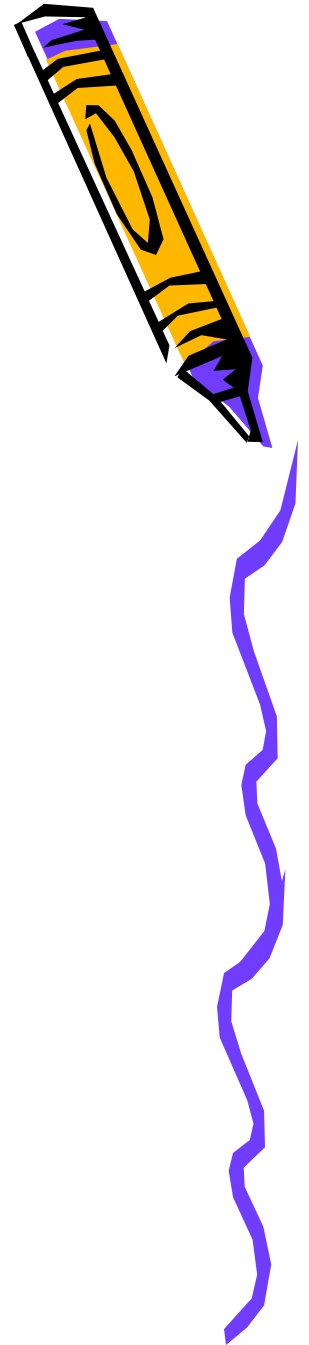


- 尽管通用抗扰度标准几乎涉及了所有的民用电气和电子产品，但是试验结果总不外乎是以下几种：
- **Performance Criteria A:** 试品在试验中和试验后都能正常工作，无性能下降和低于制造商规定的性能等级现象发生。如被测物在闪烁，颜色，聚焦，抖动等方面应没有超出制造厂规定之外的变化。另：对于**CRT**显示器，在进行工频磁场试验时，其抖动值不应超过：抖动值 \leq (字符高度+0.3)*2.5/33.3(mm)
- **Performance Criteria B:** 试品在试验后可以正常工作，且无性能下降和低于制造商所规定的性能等级现象发生。如：储存设备，于干扰环境存在时，根本无法储存或储存的 **Data** 和预期完全不同，虽干扰环境消失功能正常，应不可列为此级水平。
- **Performance Criteria C:** 允许试品有暂时性的性能降低，只要这种功能是可以通过控制操作、人工复位，甚至是关机后恢复的。
- **Performance Criteria D:** 试验后，设备没有出现损坏或故障（如软件损坏或保护装置的误动作）现象。外部干扰信号引起保险丝以及其他保护装置的损坏是允许的，在替换保护装置，重新设置运行参数后，设备能正常运行。



EN55024的相应判据等级要求：

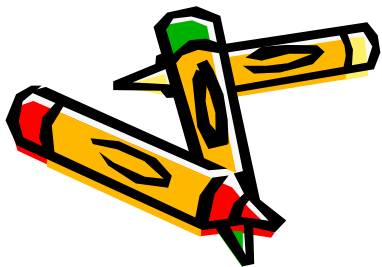
- 一静电放电抗扰度：**CriteriaB**
- 一雷击抗扰度：**CriteriaB**
- 一电快速脉冲抗扰度：**CriteriaB**
- 一辐射抗扰度：**CriteriaA**
- 一传导抗扰度：**CriteriaA**
- 一工频磁场抗扰度：**CriteriaA**
- 一电压跌落抗扰度：**CriteriaB & CriteriaC**



1:ESD（静电放电）



- 静电放电抗扰度试验主要是检查人或物体在接触设备时所引起的放电（直接放电），以及人或物体对设备邻近物体的放电（间接放电）时对设备工作造成的影响。
- 静电放电可能产生的后果是：①直接通过能量交换引起半导体器件损坏。②放电所引起的近场电场和磁场的变化造成设备误动作。
- 静电放电是通过放电枪直接对试品表面和邻近耦合板的放电来模拟的。由于静电放电引起的干扰波的前沿达到**0.7-1ns**（接触放电时），其高次谐波成分极其丰富，故对设备的考核也特别严格。





- 仿真人体所带静电对产品之影响
- 待测物测试点的选择一般以维修及操作人员可接触的地方：例螺丝、人机接口、键盘、指示灯、连接器、控制面板等皆须测试。
- 试验点：所有可能接触面
- 接触放电 $+4KV$ ，正负极性至少各放电25次(含垂直与水平耦板)，测试电平从低到高依此为： $+2KV$ ， $+4KV$ 将静电枪直接接触于待测物之螺丝或拆装待测物可能接触之金属部份。
- 空气放电 $+8KV$ ，正负极性至少各放电10次，测试电平从低到高依次为： $+2KV$ ， $+4KV$ ， $+8KV$ 空气放电使用于绝缘表面，将静电枪接近待测物产生放电，
- 放电后静电枪亦需接触到测试点将电流导入待测物体上
- 试验最大重复率：1次\秒
- 判定等级：**CriteriaB**

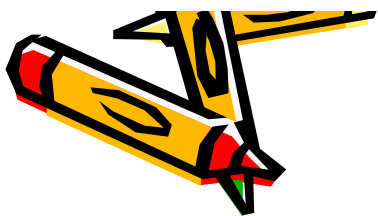
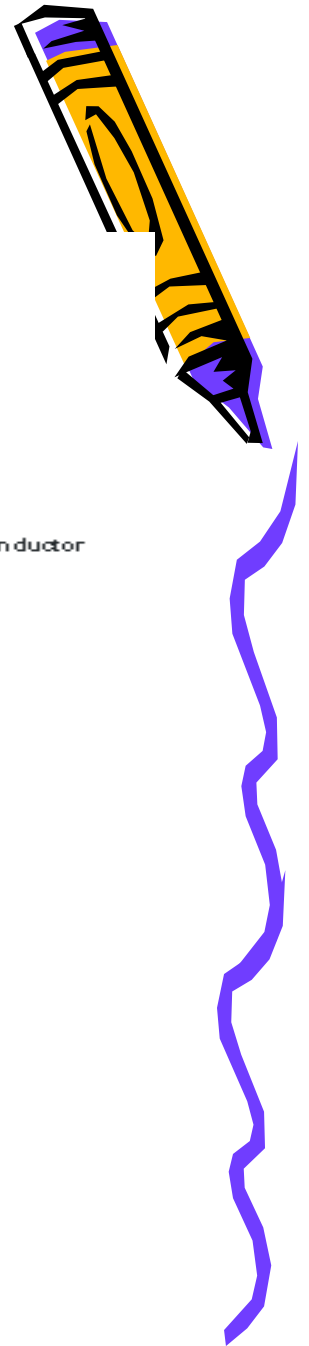
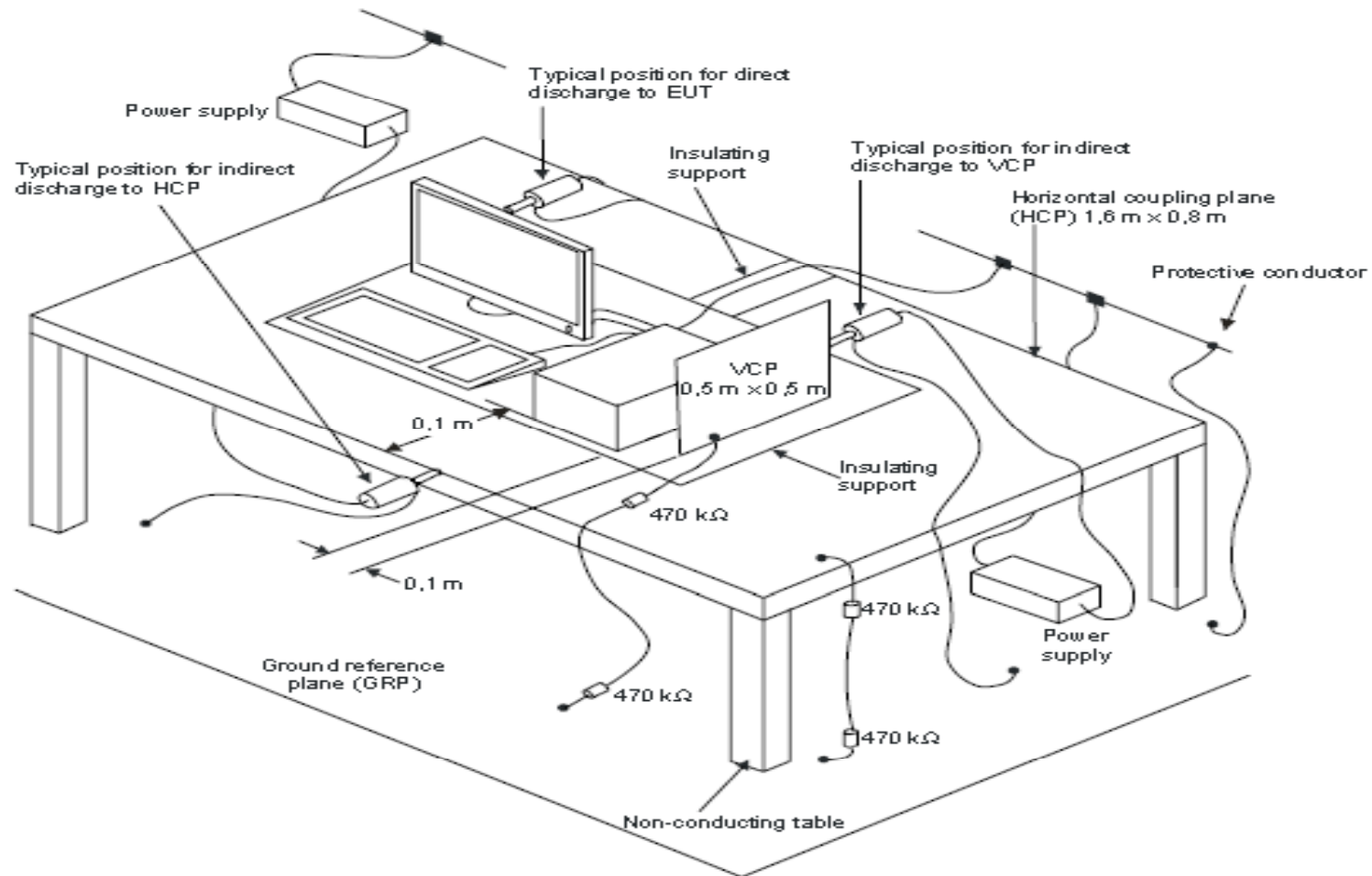


测试环境要求

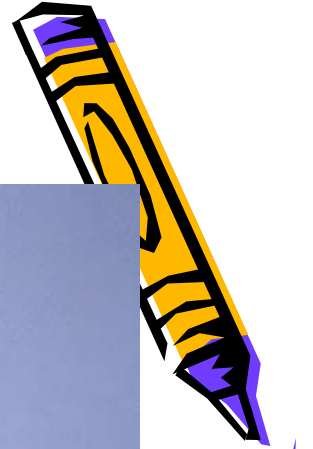
1. 温度： $15^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$
2. 相对湿度： $30\%\sim 60\%$
3. 大气压： $86\text{kPa}\sim 106\text{kPa}$
4. 电磁环境：试验室测试环境不应对其测试结果造成影响。



SETUP图



SETUP照片



2:辐射敏感度 (RS)

- 射频辐射电磁场试验用来模拟设备遭受射频辐射干扰的情形，尤其是模拟设备操作、维修和安全检查人员在使用移动电话时可能对设备带来的影响。尽管单台移动电话的功率并不大，但由于使用人员靠近设备，造成局部场强很高的情况屡见不鲜。其他如无线电台、电视发射台、移动无线电发射机、各种工业电磁辐射源，以及电焊机、可控硅整流器、荧光灯等在工作时也会对设备产生辐射现象。射频辐射电磁场的试验频率在**80-1000MHz**（今后上限频率会扩展到**2000MHz**）；试验用场强在**1~10V/m**之间（常用的产品标准一般选定在**3V/m**和**10V/m**上，今后最高严酷度等级会扩展到**30V/m**）。



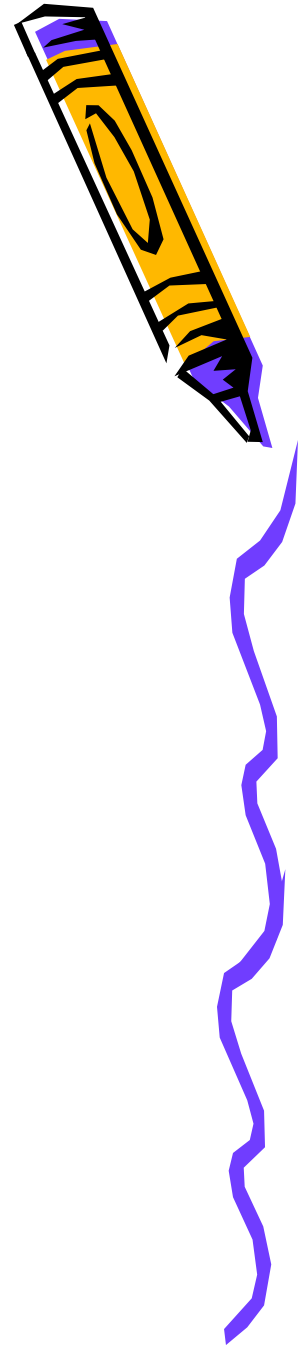
- ※英国和法国电工技术研究所的技术人员，对移动电话的辐射情况做了详细研究，发现辐射的场强与移动电话的瞬间输出功率，以及测量点到移动电话天线的距离有关。大体符合下述规律：

$$E=3P^{1/2}/d$$

- 式中**P**是移动电话的瞬时输出功率；**d**是测量点到移动电话天线的距离。假定移动电话的瞬时功率是**4W**，测量点到移动电话天线的距离是**20cm**，则移动电话产生的局部场强可以达到**30V/m**，远大于标准的给定值。



- 仿真无线电波，电台讯号，雷达波对产品之影响
- 经由天线辐射电磁波对被测产品产生干扰
- 干扰频率范围：80MHz~1GHz 新标准将升级到6G
- 试验水平：3V/m
- 试验方向：待测物的前、后、左、右（上、下）
- 测试天线为水平与垂直两种极性均需测试
- 使用无线电波反射室（需符合16点均匀场之规定，校正16点场强均匀度至少12点符合0至+6dB误差）
- 试件至天线距离为3米
- 振幅调变（AM 80%，1KHz）
- 试验时，可利用测试软件使待测物各项功能均处于正常操作状态
- 频率扫描以1%步进，在每个频率点上的驻留时间不应少于使被测物动作并作出反应所必需的时间，且不超过5秒。
- 判定等级：CriteriaA



SETUP照片

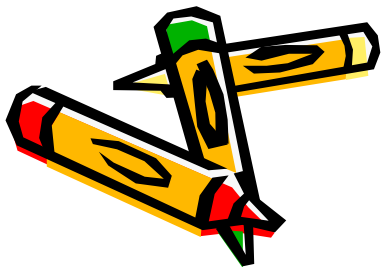
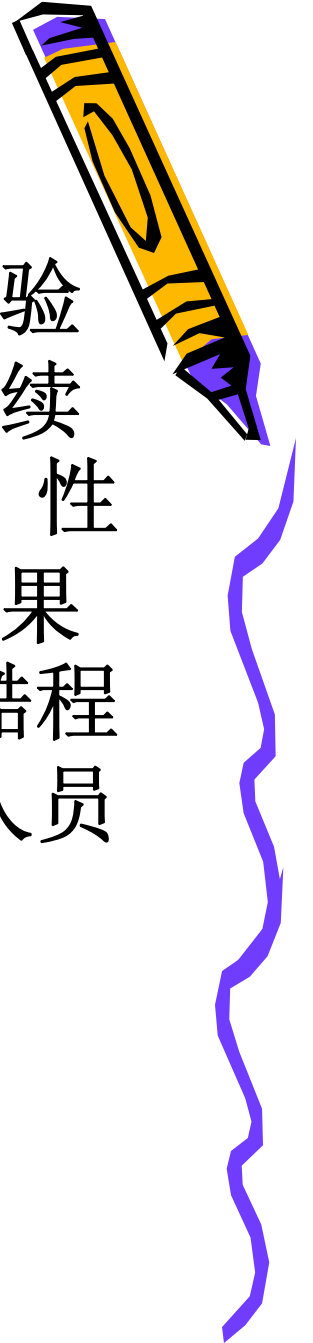


3:EFT/B（快速瞬变脉冲串）

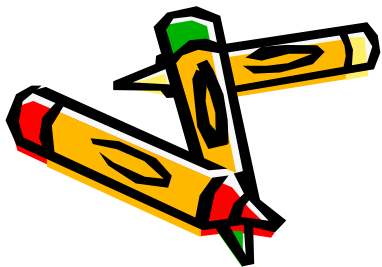
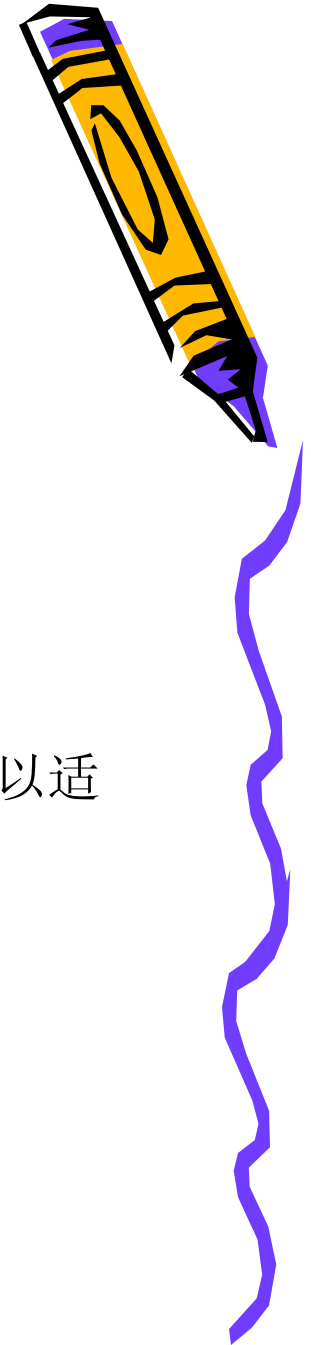
- 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验是模拟在电网里众多机械开关切换电感性负载时所产生的干扰。这类干扰的特点是：成群出现的窄脉冲（一群脉出现个数达到几十个乃至上百个）、脉冲的重复频率较高（**KHz-MHz级**）、上升沿陡峭（**ns级**）、单个脉冲的持续时间短暂（**10-100ns级**）、幅度达到**KV级**。国外专家对电快速瞬变脉冲群抗扰度试验的解释是：成群出现的窄脉冲可对半导体器件的结电容充电，当能量积累到一定程度后可以引起线路（乃至设备）的出错。试验时将脉冲叠加在电源线（通过耦合/去耦网络）和通信线路（通过电容耦合夹），对设备形成干扰。通常这一试验造成设备误动作的机会较多，除非有合适的对策，否则较难通过。



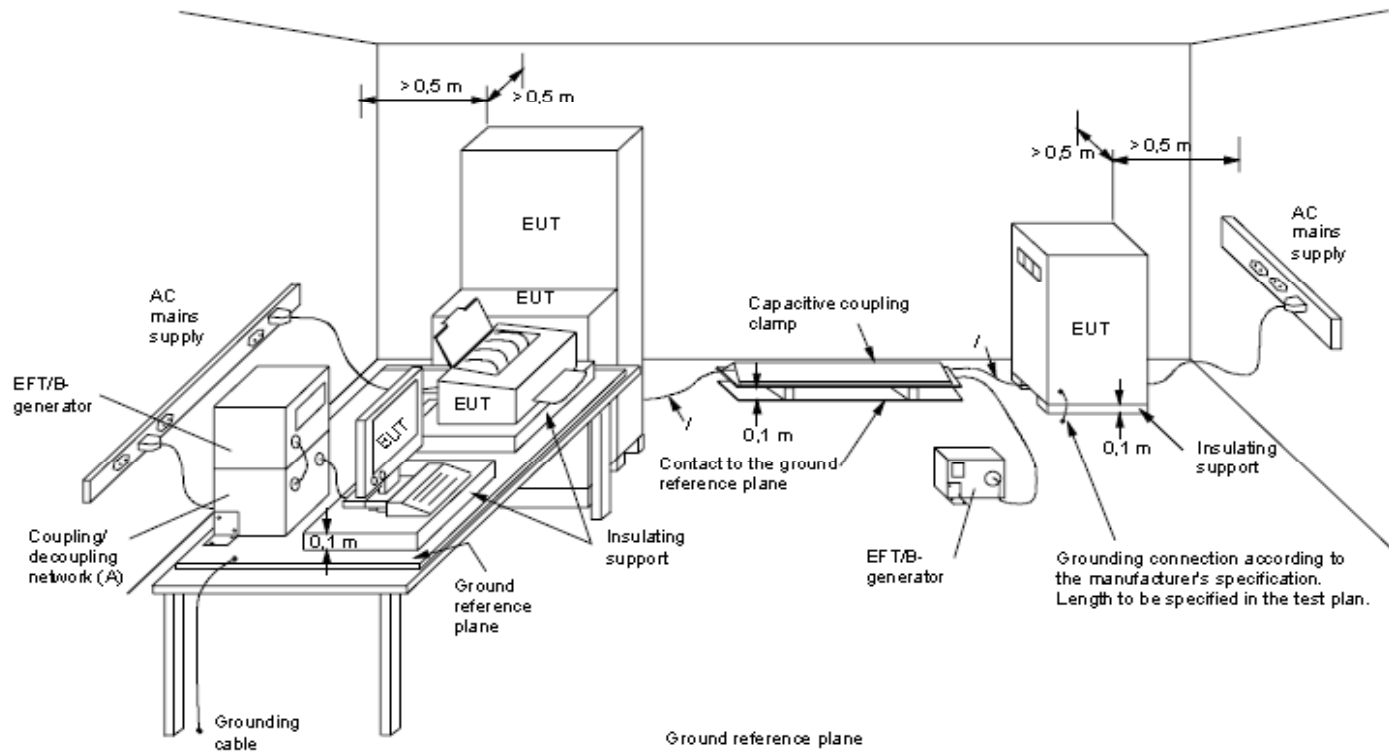
- 值得指出，由于静电放电和脉冲群试验所产生干扰波形的边沿十分陡峭，持续时间十分短暂，故对试验配置的规范性要求很高。不良的配置可以对试验结果的重复性、可比性，以及试验的严酷程度带来明显的影响，务必引起试验人员的注意。



- 模拟开关切换及马达启动时所产生的噪声对产品之影响
- 干扰频率：5KHz or 100KHz
- 试验水平：1.0KV
- 噪声脉冲型式：5/50ns
- 试验模式：电源线、信号线、通讯线、控制线
- 噪声耦合模式：直接注入与电容性线夹
- 试验时间：不可少于1分钟
- 试验方法：正负极性
- 参考地面之最小尺寸为1米*1米但可依待测物之尺寸大小予以适度增加
- 除参考地面外待测物与其它导电物质至少距离0.5米以上
- 电源线或讯号线与耦合器间之长度应小于或等于1米
- 判定等级：Criteria B



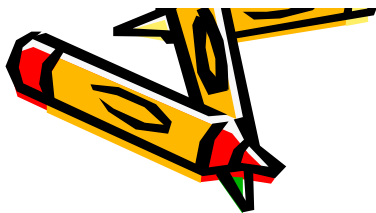
SETUP图



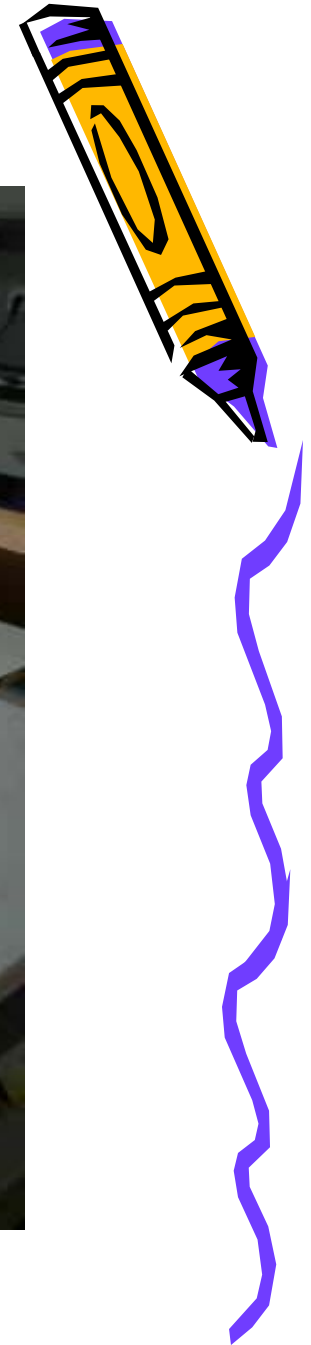
Key

- / length between clamp and the EUT to be tested (should be $0,5\text{ m} \pm 0,05\text{ m}$)
- (A) location for supply line coupling
- (B) location for signal lines coupling

IEC 901/04



SETUP照片

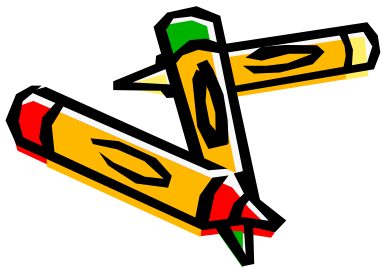


4: Surge (浪涌)

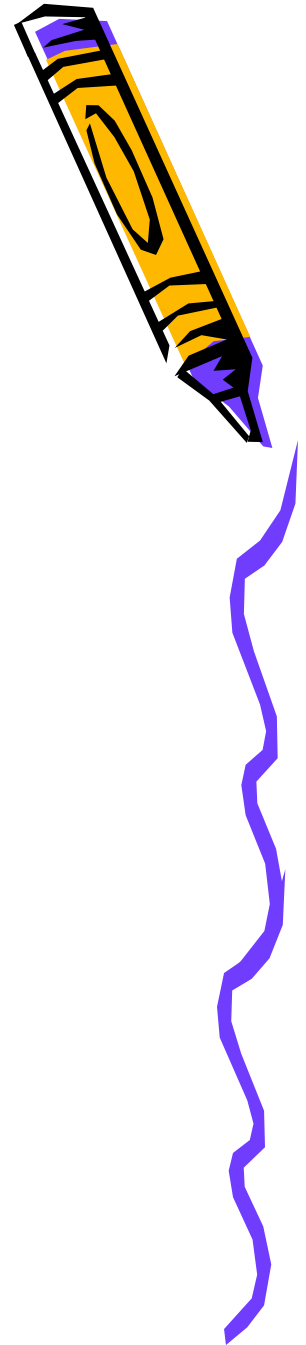
- 雷击浪涌抗扰度试验是模拟自然界里的雷击（间接雷）对供电线路和通信线路的影响。对于供电线路中因大型开关切换所引起的线路扰动也用浪涌试验加以模拟。浪涌试验的特点是脉冲重复率低（每分钟1次，每次1个脉冲）、波形一般（前沿为 μs 级，持续时间为**0.01-1ms**）、幅值较高（**kV级**），但能量特别大（几百焦耳级。相形之下，脉冲群的单个脉冲为毫焦耳级；静电放电为皮焦耳级）。因此浪涌试验对设备的影响可能是破坏性的（很可能因试验造成设备中器件的损坏）。



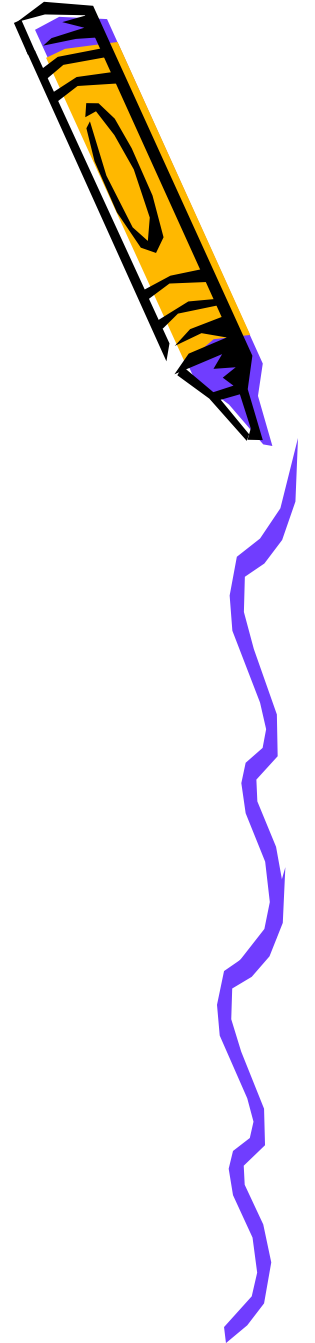
- 需要一提的，浪涌试验是设备在正常工作状态下，通过电源线或通信线来加脉冲试验，所以是在线的抗干扰试验。它有别于设备的脉冲耐压试验，尽管两者波形相同，但脉冲耐压试验用的发生器内阻较大（为**500Ω**。而做浪涌试验的发生器的内阻仅**2Ω**），而且设备是在非工作状态下进行试验的，所以两种试验绝对不能混为一谈。另外，试验时要注意对试验细节方面的要求，例如对电源线共模试验中的耦合网络选择。不同的试验标准，对网络参数的要求是不同的，在国家标准和欧洲标准中采用的是**9μF + 10Ω**；而美国标准则为**9μF**。不同的网络参数其试验效果显然也是不同的。



- 仿真雷击诱导与电感性负载切换
- 试验水平：线-线 1.0KV ， 线-地 2.0KV
- 脉冲型式： 1.2/50 μ s (8/20 μ s)
- 试验模式：电源线与通讯线
- 试验相位：0 $^{\circ}$, 90 $^{\circ}$, 180 $^{\circ}$, 270 $^{\circ}$
- 试验方法：正负极性
- 接法：L1-PE, L2-PE, L1-L2, L1-L2-PE
- 测试时间间隔：最大不得超过1分钟
- 试验次数：正负极性各别施加5次
- 判定等级：Criteria B



SETUP照片

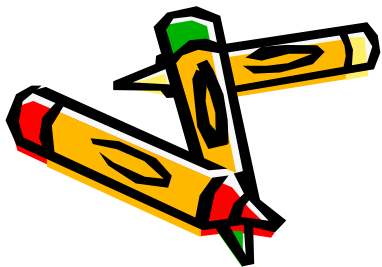
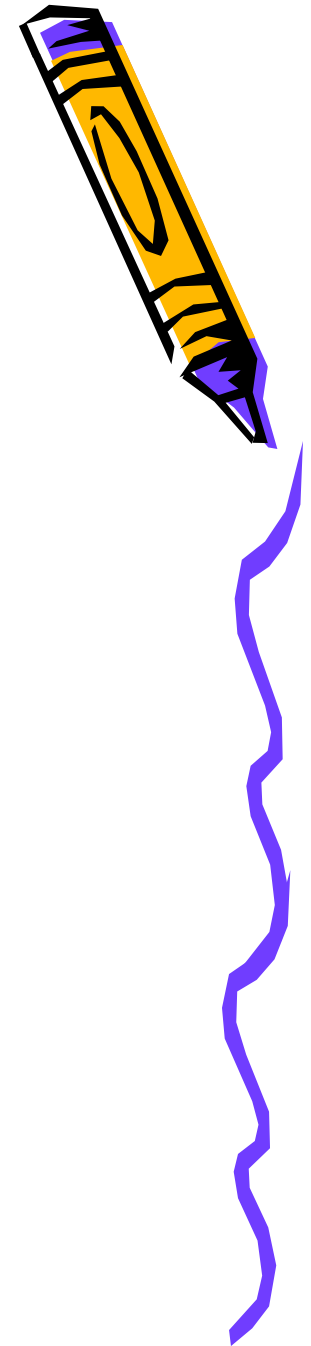


5:传导敏感度 (CS)

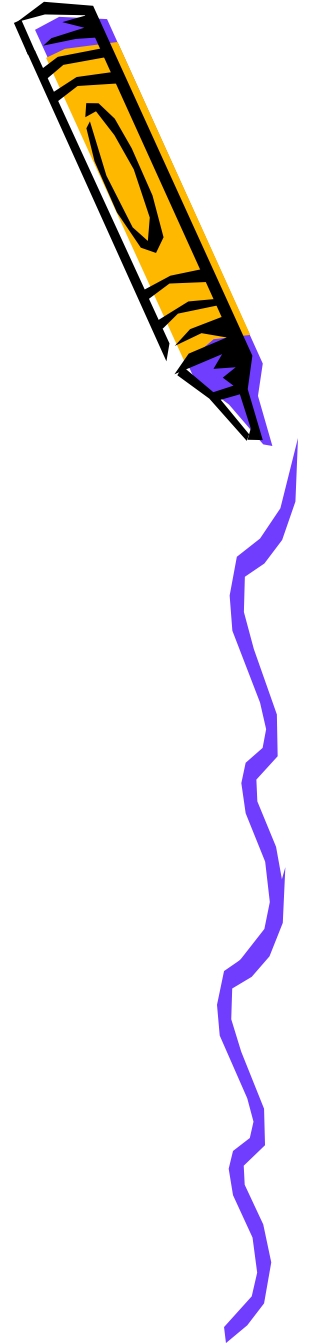
- 对于频率较低 (**150KHz-80MHz**) 的射频信号, 由于其波长较长, 相形之下比一般设备的尺寸要长得多, 但与设备的引线 (包括电源线及其延续-户外架空线; 以及通信线和接口电缆) 的尺寸相当, 这样这些引线就可以作为被动天线通过传导方式将射频信号以电压和电流形式在设备内部形成干扰。



- 仿真无线电波，电台讯号，雷达波对电力线或讯号线所产生之影响
- RF干扰波通过耦合去耦网络注入电力线
- 试验水平：3Vrms
- 频率范围：150KHz~80MHz
- 使用耦合 / 去耦网络
- 振幅调变 (AM , 80%, 1KHz)
- 判定等级：CriteriaA



SETUP照片



6:工频磁场敏感度 (MS)

在有电流流过的地方都会伴生磁场，这是一个不争的事实。工频磁场抗扰度试验就是为了检查设备或系统在附近有工频磁场的情况下，对磁场骚扰的抵抗能力。在正常情况下，由工频电流所产生的稳定磁场相对较小，但在故障状态下电流伴生的磁场就比较强，但持续时间很短（直到保护设备动作为止，对熔断器来说，大约是几毫秒；对保护继电器，最大可能达到**3~5秒**）。并不是所有的设备对磁场都是敏感的，但有些设备，如计算机的监视器、电子显微镜等一类设备，在工频磁场作用下会产生电子束的抖动；对电度表等一类设备在工频磁场作用下会产生程序紊乱、内存数据丢失和计度误差；对内部有霍尔元件等一类对磁场敏感器件所构成的设备，





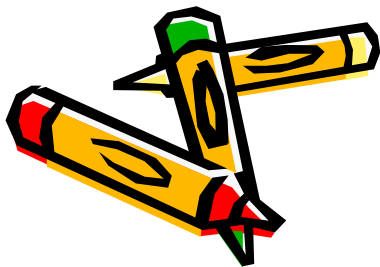
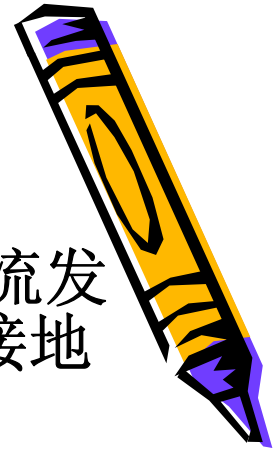
在磁场作用下会产生误动作（以电感式接近开关为例，可能出现定位不准确）。因此工频磁场抗扰度试验对上述设备就具有特殊意义了。

- 工频磁场抗扰度试验的仪器包括一个用以产生磁场的感应线圈；一台用以供给感应线圈电流的工频电源。其中工频励磁电源由电压调整器和一台降压变压器组成。对连续试验，要求输出电流为**1~100A**；对短持续时间试验，输出电流为**300~1000A**。时间的可设定范围为**1~3秒**。感应线圈有三种形式：①方形单独感应线圈，标准的边长尺寸为**1m**见方，用于试验小型设备。②方型双感应线圈，亦称霍尔姆兹线圈，标准的边长尺寸为**1m**，两个并联线圈之间的距离是**0.8m**。采用双线圈的场强均匀度好。③对大型柜式设备，线圈应根据试品尺寸和场的不同极化方向来制

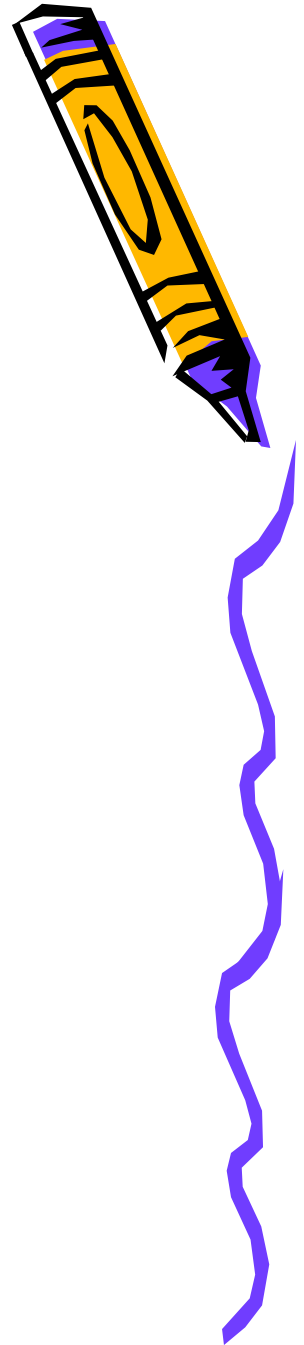
造



- 试验的基本配置包括参考接地板、感应线圈与电流发生器。参考接地板的最小尺寸为**1m×1m**，参考接地板与试验室的 安全地接在一起。
- 试品放在参考接地板上，并用**0.1m**厚的绝缘物垫起。试品 外壳通过试品本身的接地端子与参考接地板连接。所有电 缆应有**1m**的长度暴露在磁场中。
- 试验用电流发生器应放在离线圈不超过**3m**远的地方，其一 端与参考接地板相连。 感应线圈应放置在距试 验室墙壁和其他磁性物质至少**1m**远
- 的地方。感应线圈在做水平极化试验时，参考接地板 可作 为线圈的底边而成为线圈的一部分。



- 电流流经电力所产生之电源频率磁场
- 仿真器须提供连续120A与瞬时120A之电流
- 经诱导线圈注入电流产生干扰源
- 试验水平：1A/m
- 试验方式：前后，左右，上下
- 试验环境电磁场至少需低于试验条件20dB以下
- 判定等级：CriteriaA



SETUP照片

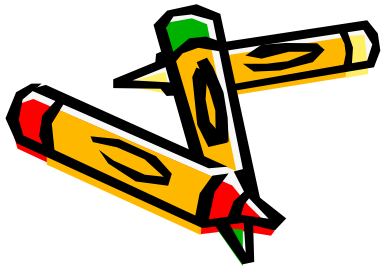


7:DIP (电压跌落)

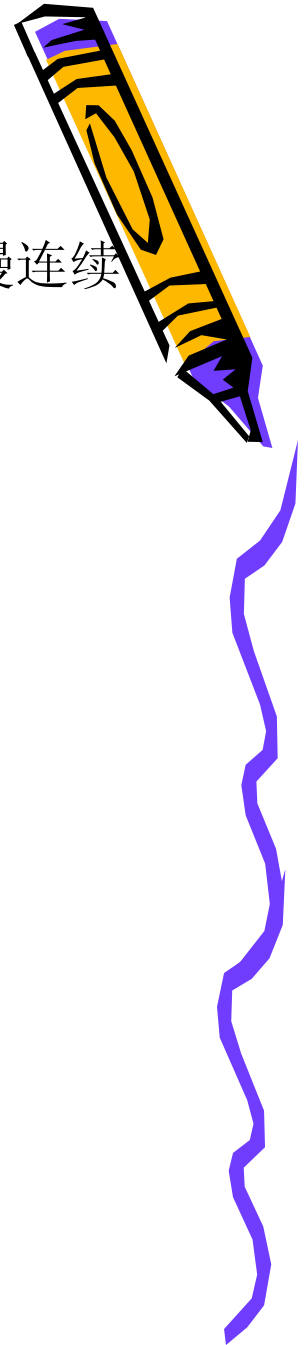
- 电压跌落是指电压偶然跌到大于**10%~15%**，持续时间为**0.5周~50周**的电压变化；短时中断则是**100%**的电压跌落。电压跌落可能是高压、中压和低压电网中偶尔产生的短路、接地故障，或负荷突然出现大的变化所造成的。电压中断则可能是故障情况下的连续快速重合闸造成的，持续时间可能短于**0.5秒**。
- 电压跌落和短时中断可能造成的影响有：**a.接触器跳闸；b.电压调整器误动作；c.逆变器的转换失败；d.计算机内存信息丢失等等**。然而对于大多数带单片机芯片控制的设备来说，电压跌落、短时中断和电压渐变抗扰度试验主要是考核设备的掉电处理能力，一旦电压恢复正常时，能否从掉电发生以前的工作程序上恢复其正常运作。



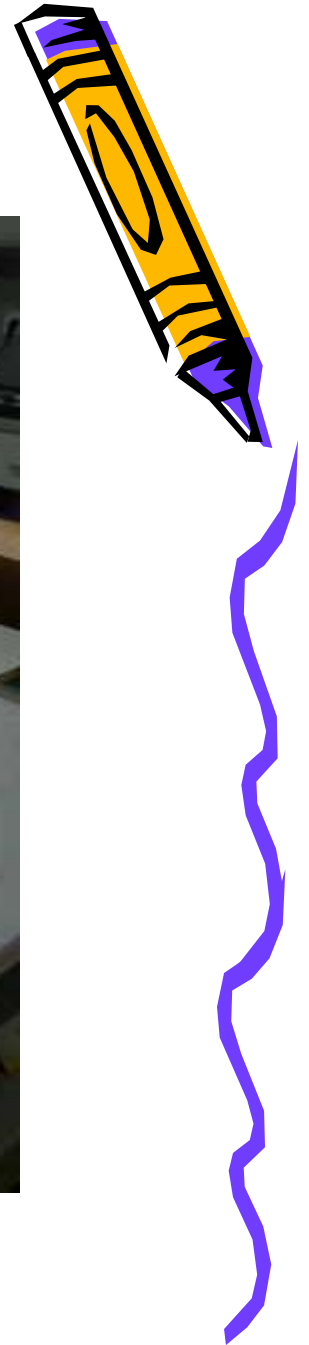
- 对于电压跌落、短时中断抗扰度试验，通常选择在 0° 和 180° 切换已足够。如果一定要选择一些特定角度来进行试验时，应优先选择 45° 、 90° 、 135° 、 180° 、 225° 、 270° 和 315° 上进行试验。此外，对于三相系统，一般是一相、一相地进行试验。特殊情况下才对三相同时做试验，这时要求三套仪器要同步进行试验。



- 仿真共享电源因负载之变化而产生电压瞬时快速变动与缓慢连续变动
- 试验模式：电源线
- 试验水平：0% ，试验周期0.5P ，适用等级Criteria B
 - 70% ，试验周期25P ，适用等级Criteria C
 - 0% ，试验周期250P ，适用等级Criteria C
- 试验方法：相位：在电压过零处
 - 间隔 ：3 dips/10 sec
- 电压上升、下降速率：1~5us



SETUP照片



^ _____ ^ y



Thanks for your listening.

GOODBYE My Friends

Contact Information <mailto:bovey.yang@ntek-lab.com>

SKYPE: bovey.yang

