

科环2012



电磁兼容标准与测试 EMC standard and its Test

报告人：和军平 (Dr.)

Apr,6, 2012

Shenzhen City

hejunping@hitsz.edu.cn





哈尔滨工业大学深圳研究生院
(电力电子与电力传动研究中心)

教育经历:

2003年—2005年 博士后(电气工程), 清华大学

1999年—2003年 获博士学位(电气工程), 清华大学

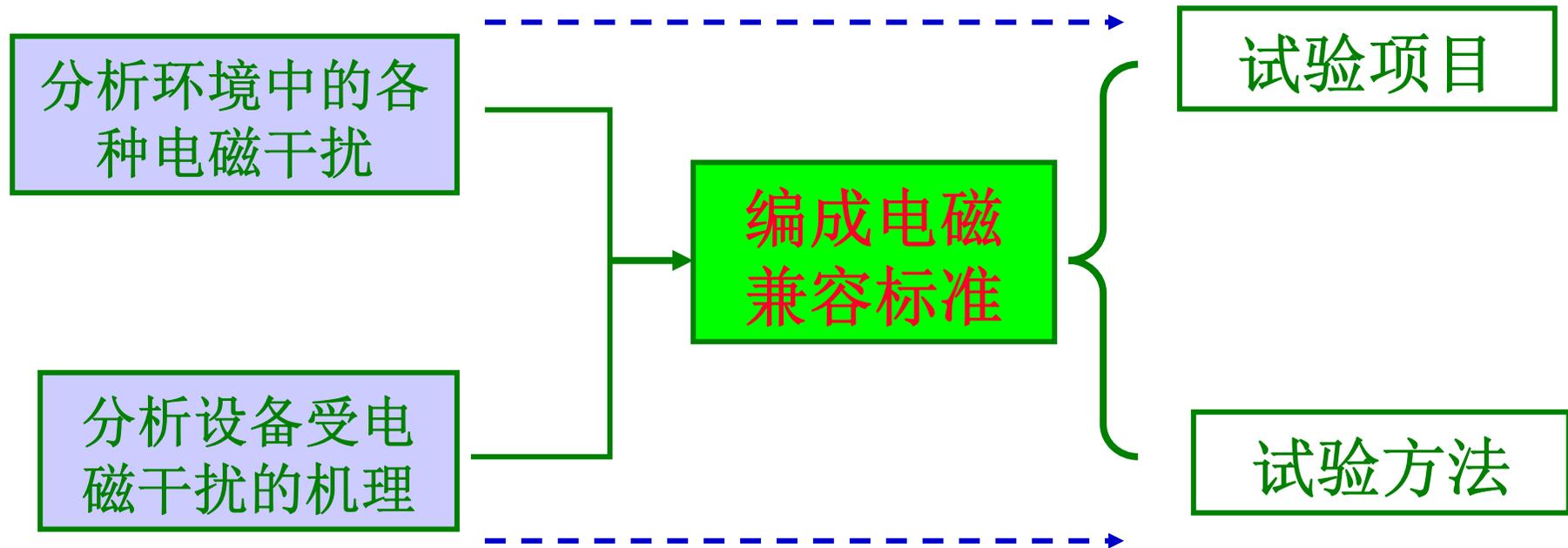
研究方向:

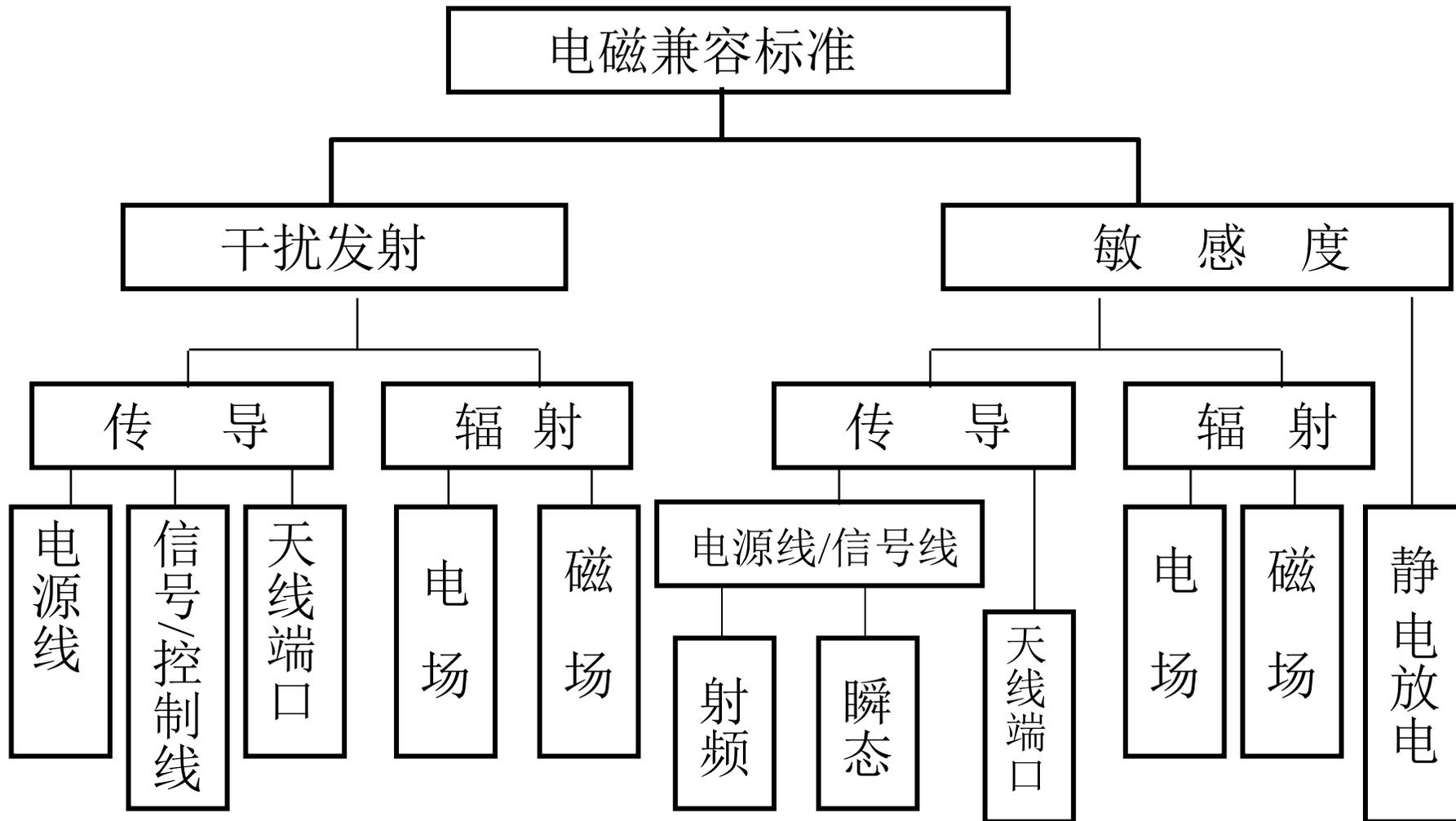
电力电子与电传动, 电磁兼容, 计算机自动测控技术

研究专长:

电力电子电磁兼容技术

标准由来





典型电磁兼容试验项目

- 辐射发射（电场、磁场）
- 辐射抗扰度（电场、磁场）
- 传导发射（射频发射、电源谐波）
- 传导抗扰度（射频、电快速脉冲、浪涌）
- 静电放电（直接、感应）

电磁兼容试验的目的

了解设备在实际环境中的适应性



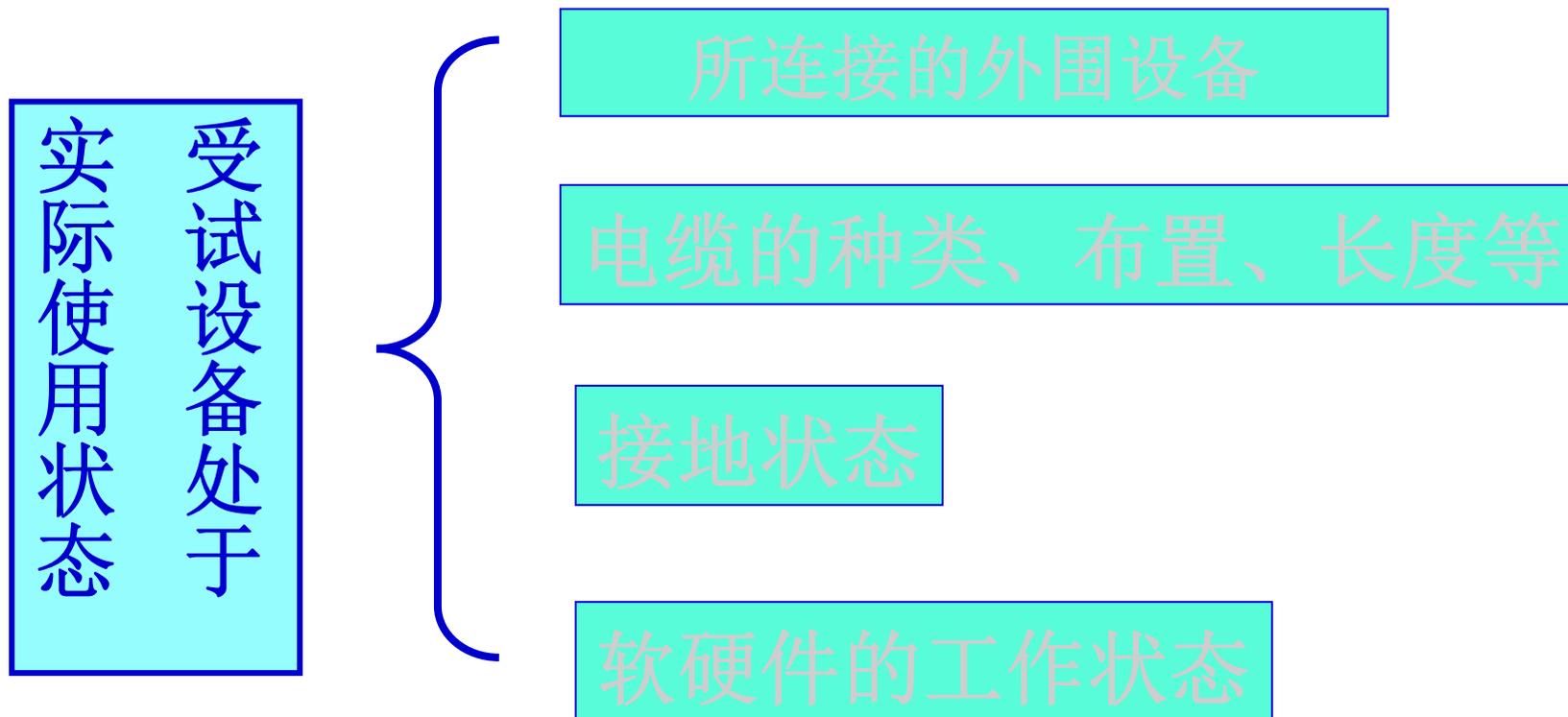
试验方法遵守一定的规则

取得相关的认证证书



试验方法比较随意，以容易通过为准则

电磁兼容试验的原则之一



电磁兼容试验的原则之二

最坏状态

受试设备处于

敏感度试验时处于最敏感状态

(例如：做电缆传导敏感度试验时，设备
读取电缆上的数据)

发射试验时，处于最大发射状态

(例如：测量打印机辐射发射时，
打印处于打印状态)

电磁兼容试验的原则之三

采用最坏的数据

测量辐射发射时，找最大辐射面

天线极化方向改变，找最大值

电磁兼容试验场地

电磁发射试验
EMI

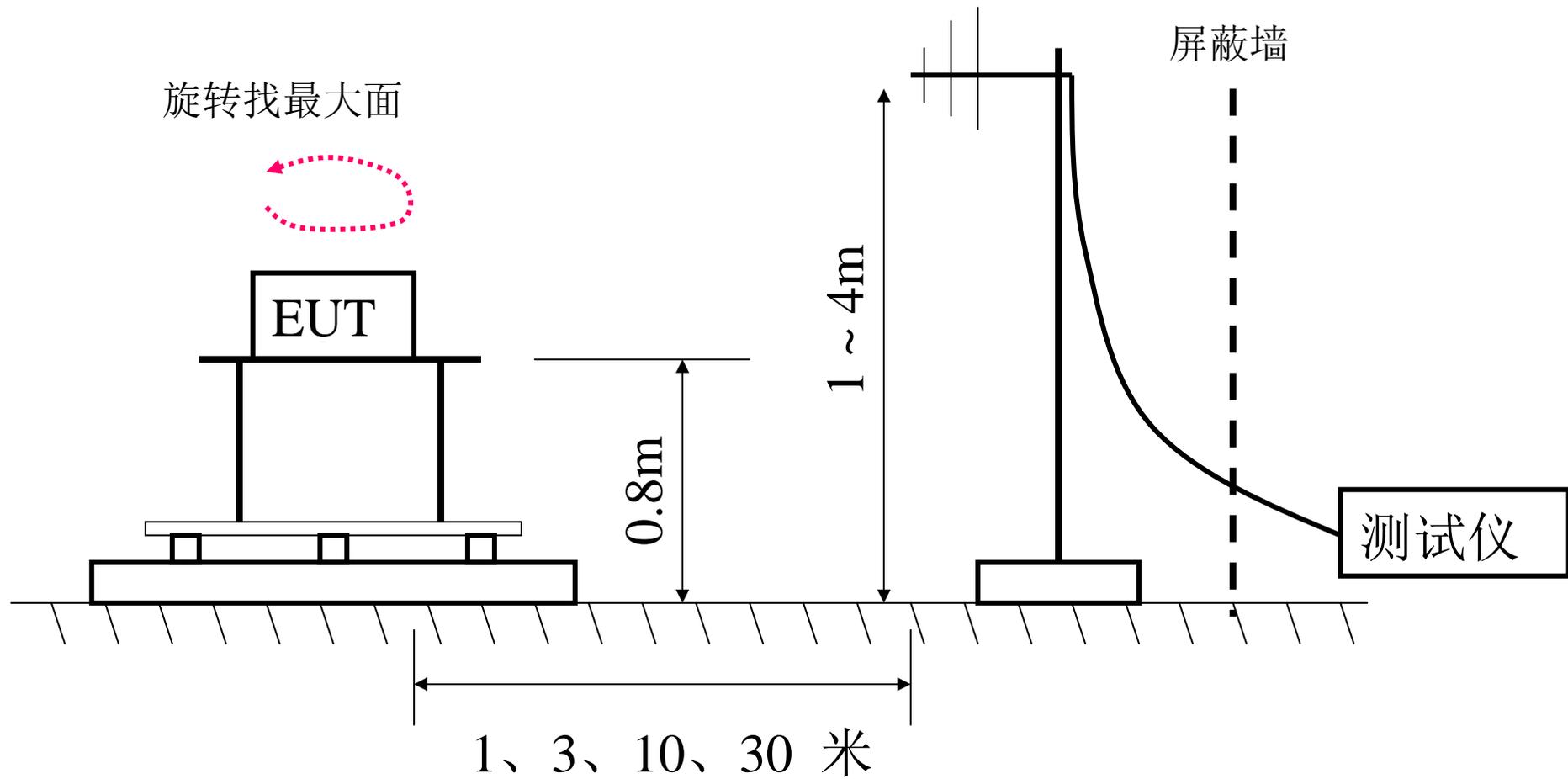
开阔场（民用标准）

屏蔽暗室(半无反射室)

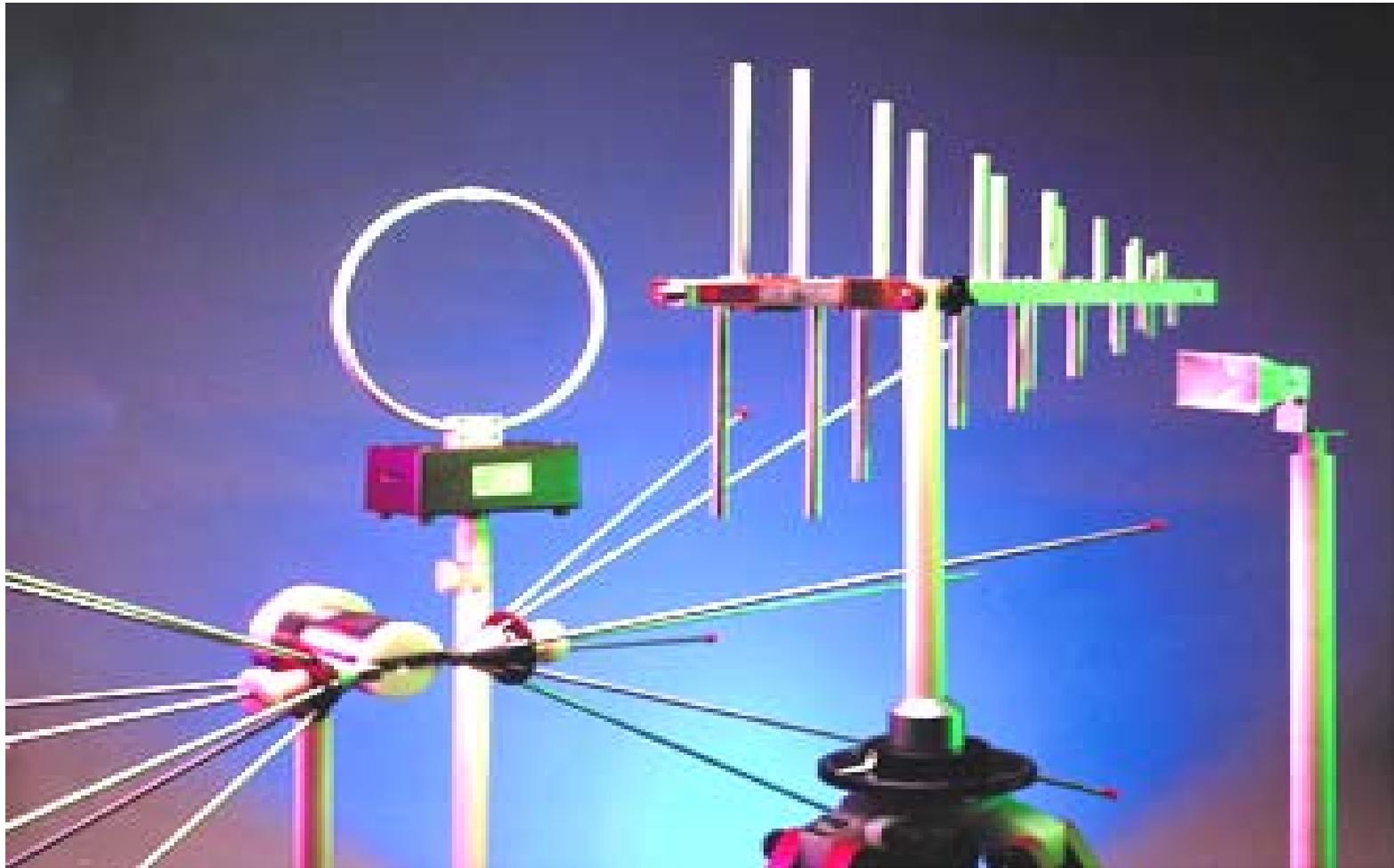
敏感度或抗扰度试验：
EMS

可在普通环境中，但是注意对周围设备的影响

辐射发射测试



测量电磁干扰的天线



天线系数

进行电压与场强之间的转换：

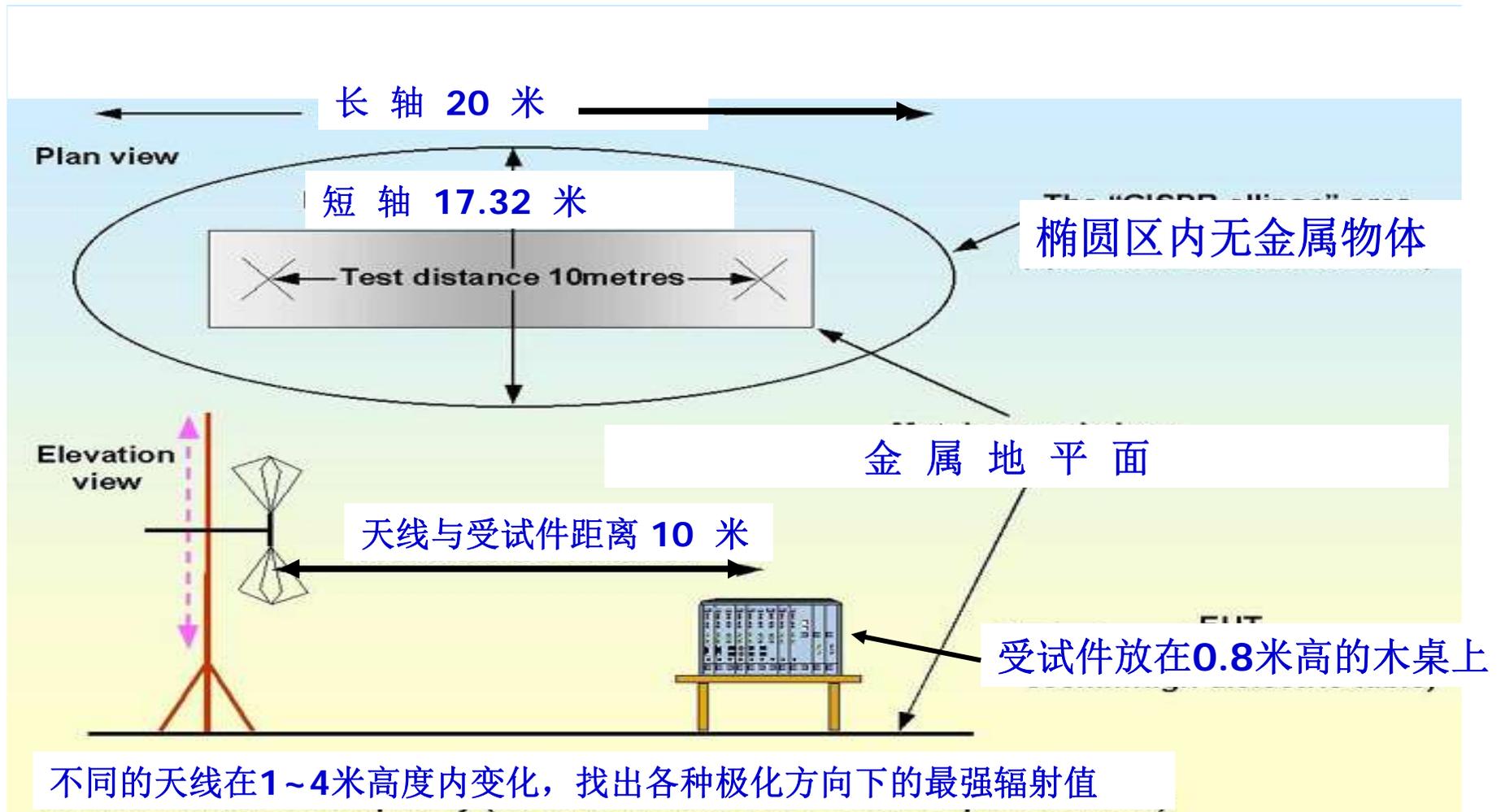
$$AF = E / V$$

E = 电场强度，单位V/m

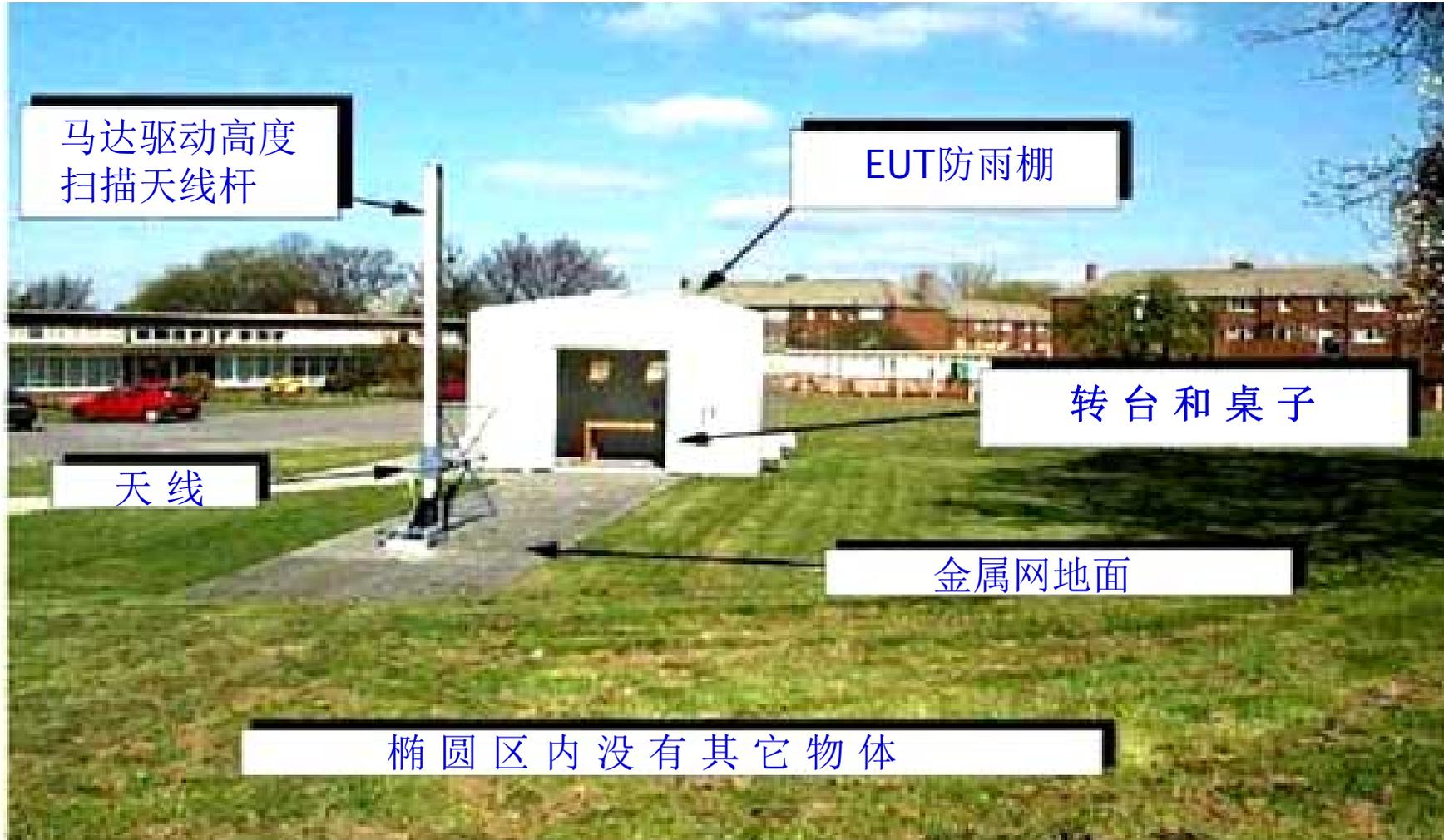
V = 天线端口的电压

表征了天线的在电压与场强之间的转换效率。不要与表征天线方向性的参数：天线增益相混淆

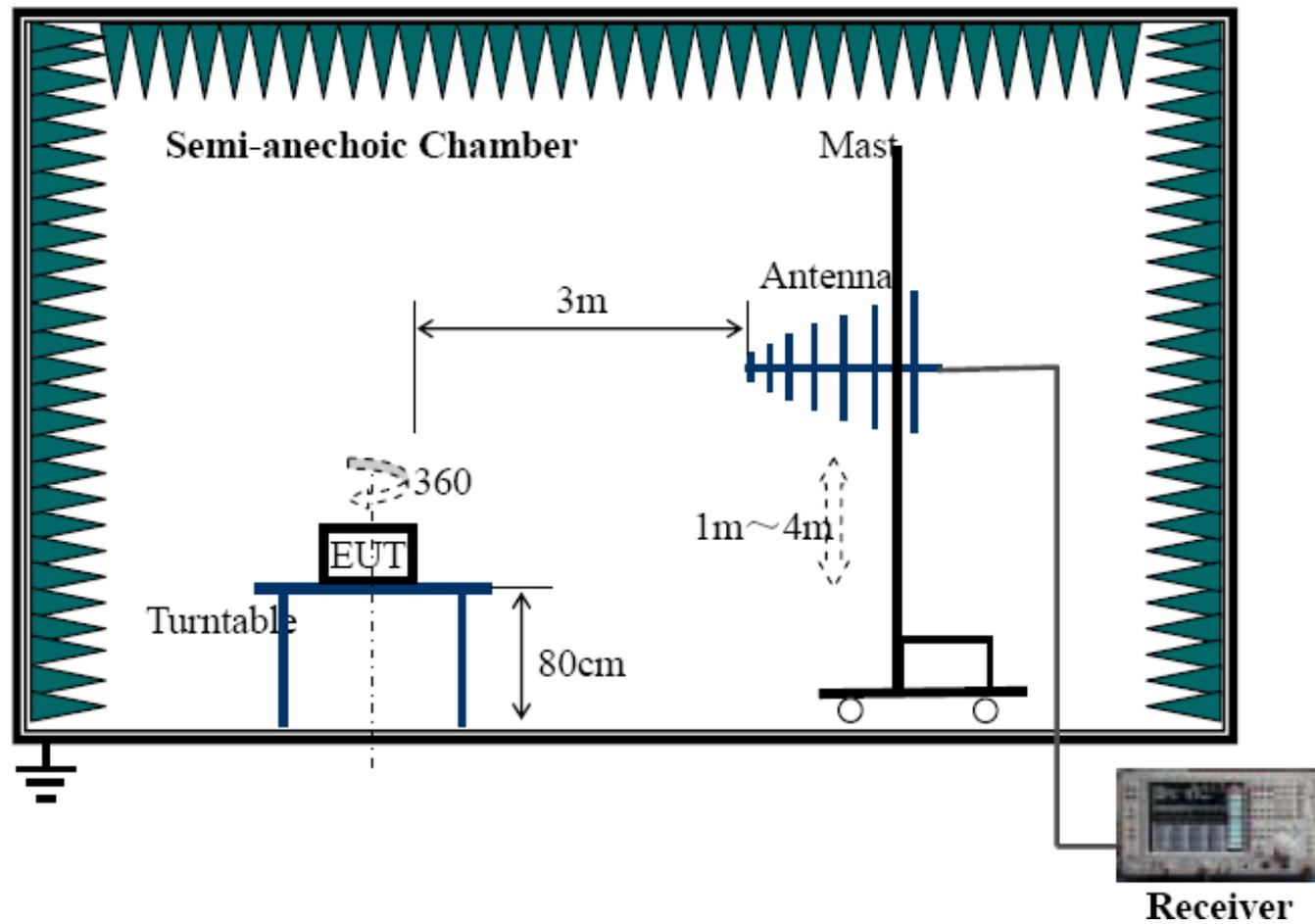
开阔场地要求



开阔场实景



Chamber



电波暗室



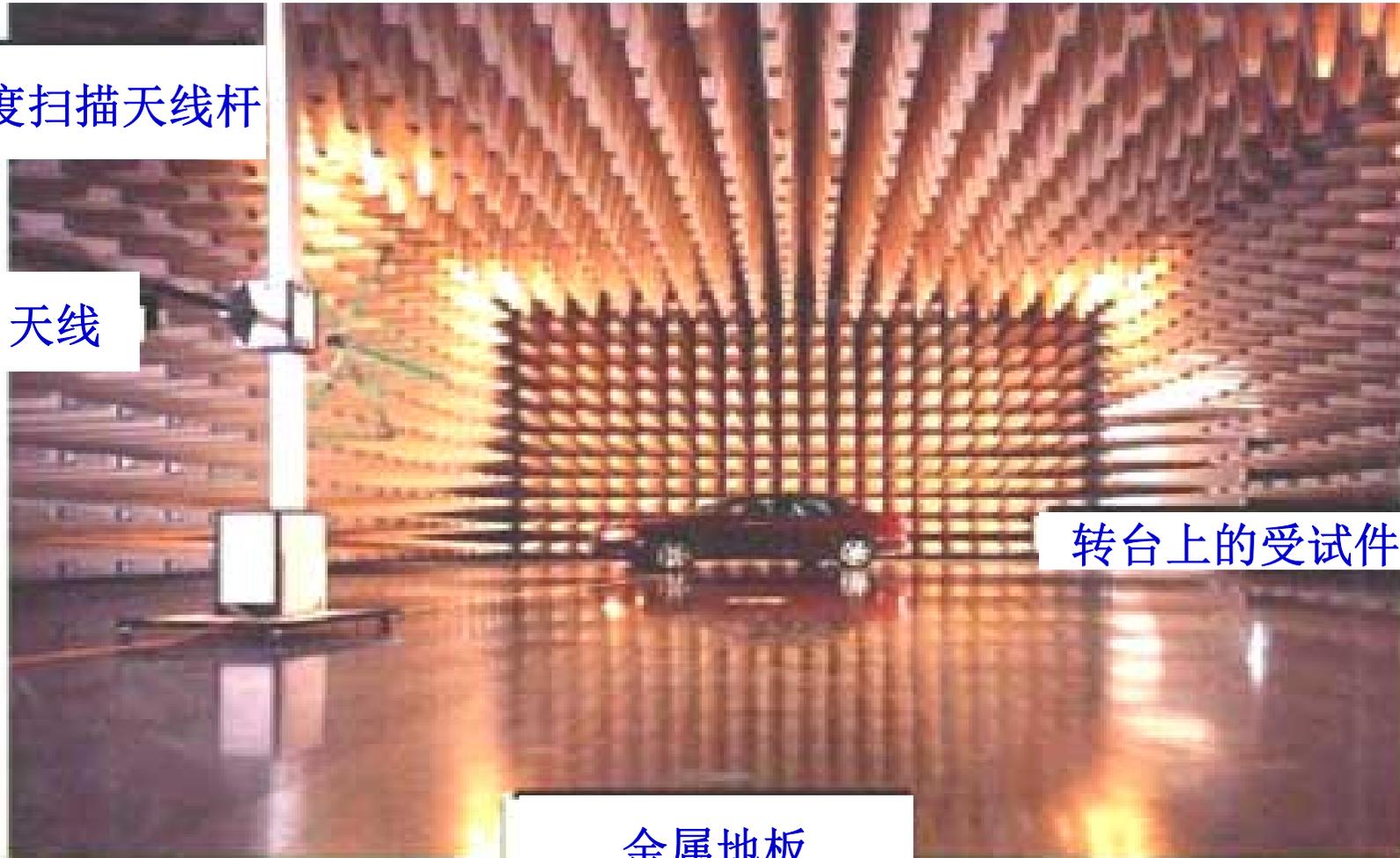
半电波暗室实景

高度扫描天线杆

天线

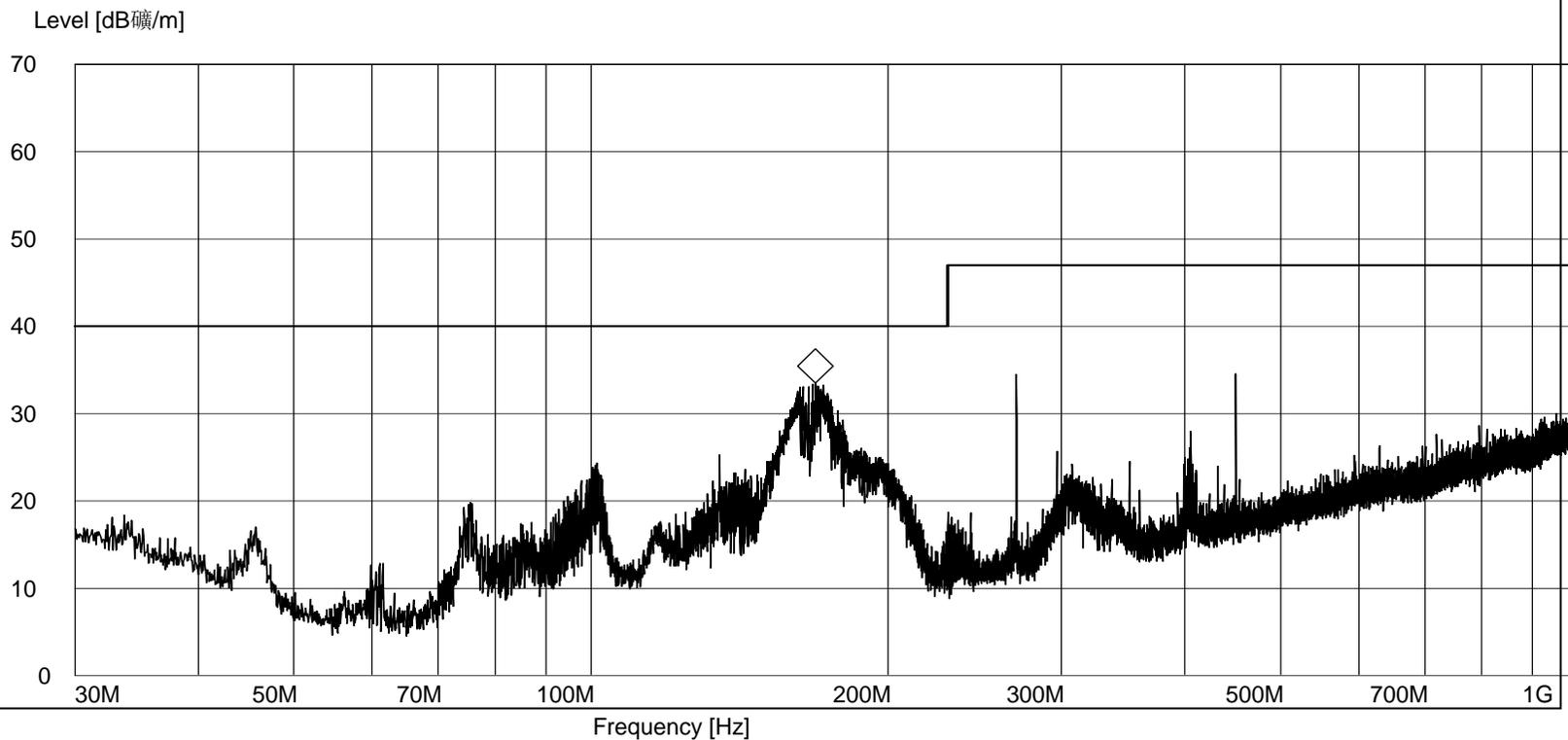
转台上的受试件

金属地板



测试曲线示例

Marker: 168.78 MHz 33.48 dB μ V/m



— MES H
— LIM EN 55022 F Cl.B 3m Field Strength QP Limit

传导干扰发射测试

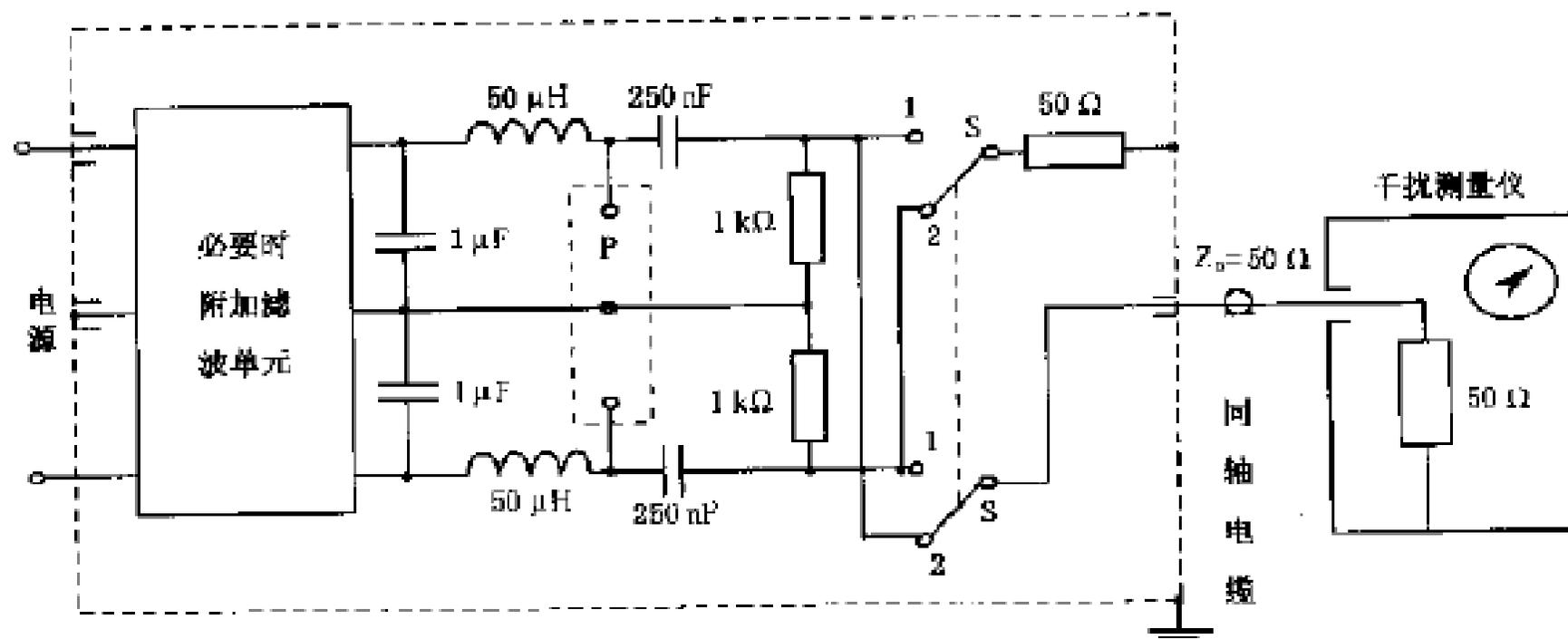
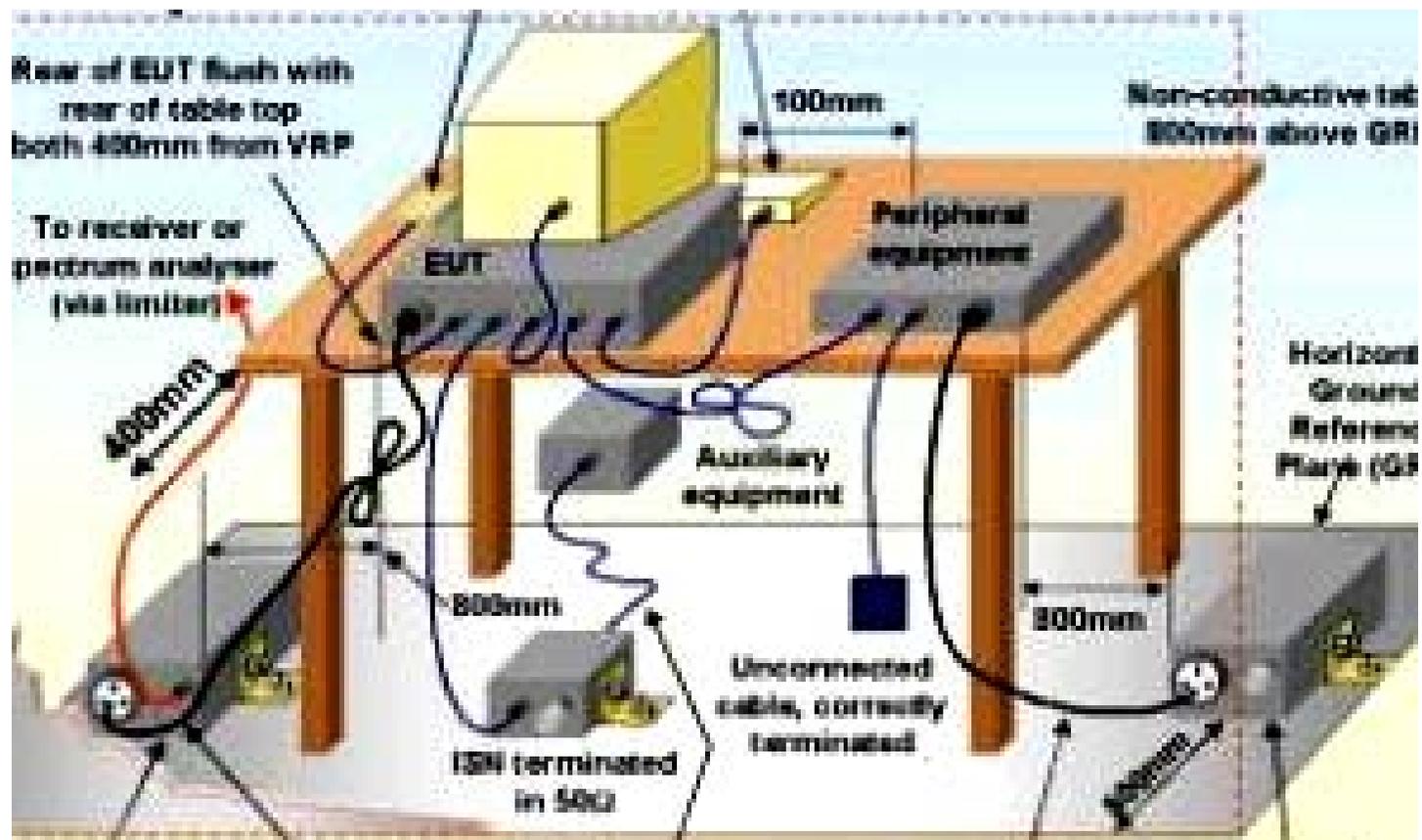


图 3 50 Ω-50 μH 人工电源网络举例(见 5.3.1)

传导发射测试

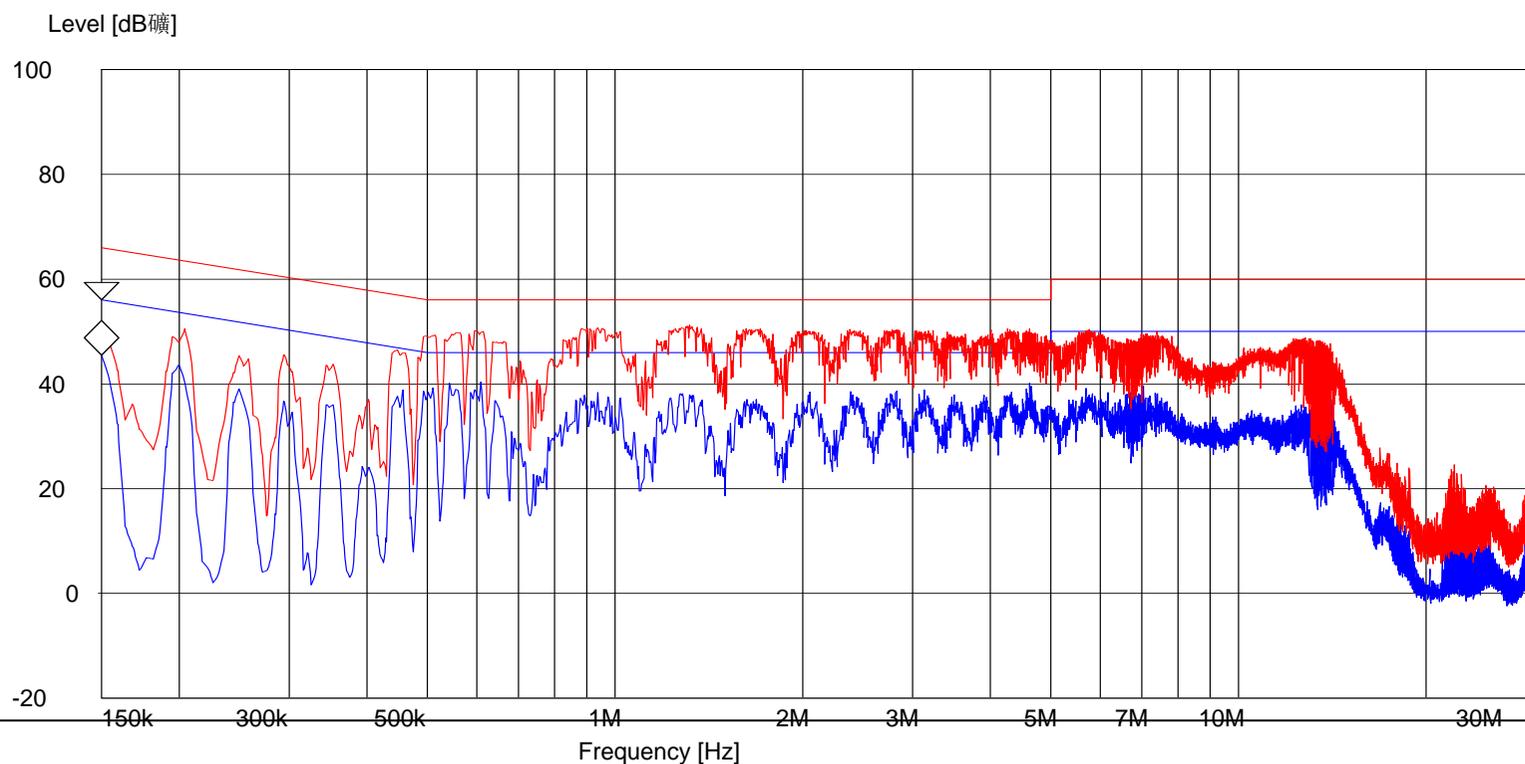


LISN或AMN



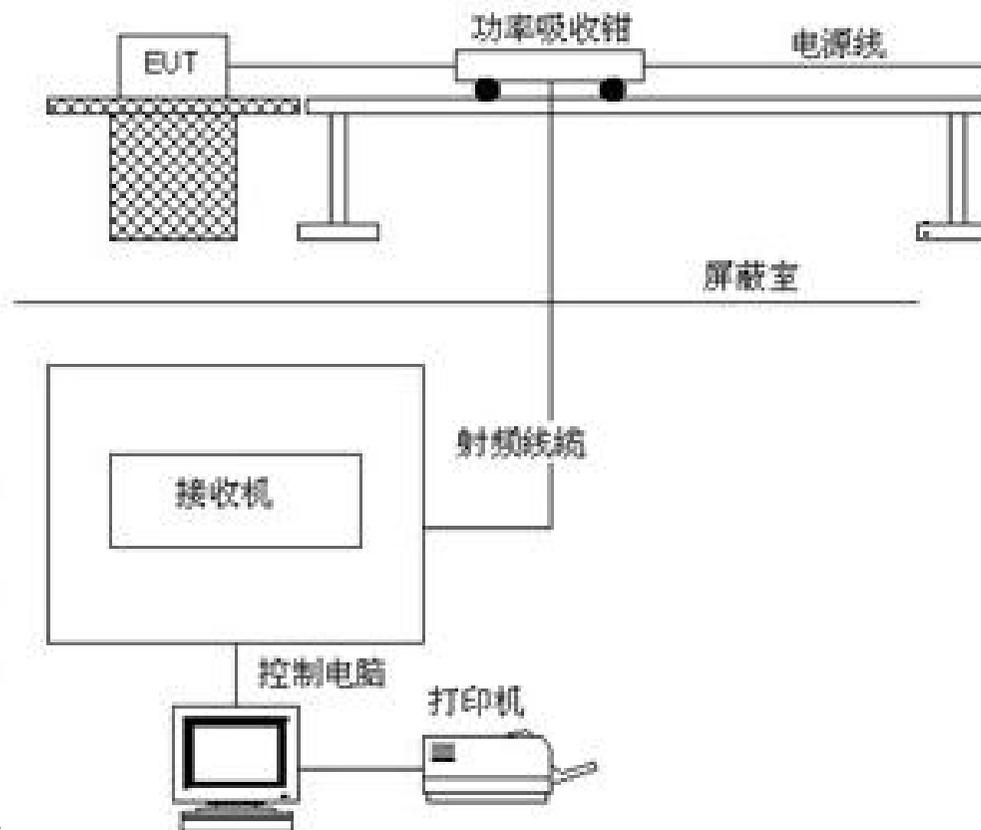
测试曲线示例

Marker: 150 kHz 45.45 dB
Delta Mk: 0 Hz 10.59 dB



- MES 5688 L-G PK
- MES 5688 L-G AV
- LIM EN 55013 V QP Voltage QP Limit
- LIM EN 55013 V AV Voltage AV Limit

骚扰功率



一般认为，声频功率放大器、音/视盘机、录音机等设备，它们30MHz以上的辐射发射主要是通过与其相连的电源线和其他连接线向外辐射的。因此可以用电源线和其他连接线上的骚扰功率来定义其辐射骚扰性能。

考虑到连接线的天线辐射效应——一般在半波长处辐射最大，30MHz对应的半波长5m，所以测试前要将被测设备的电源线以及长度可选的其他连接线用同质线缆延长至5m以上，再考虑到功率吸收钳（及起滤波作用的辅助吸收钳）的长度大约1m，则线缆总长度延长至大约为6m。

测试方法

测试时，将被测设备置于0.8m高的非金属台子上，被测线缆在台上平直展开，功率吸收钳的测量端（即电流互感器一端）对着被测设备，然后沿着远离它的方向移动，最多移动至5m处。

记录测量频率点处的最大干扰值。

对每个感兴趣的频率，都必须反复这样移动吸收钳，以获得测量结果。

Apr, 06, 2012 Hejunping

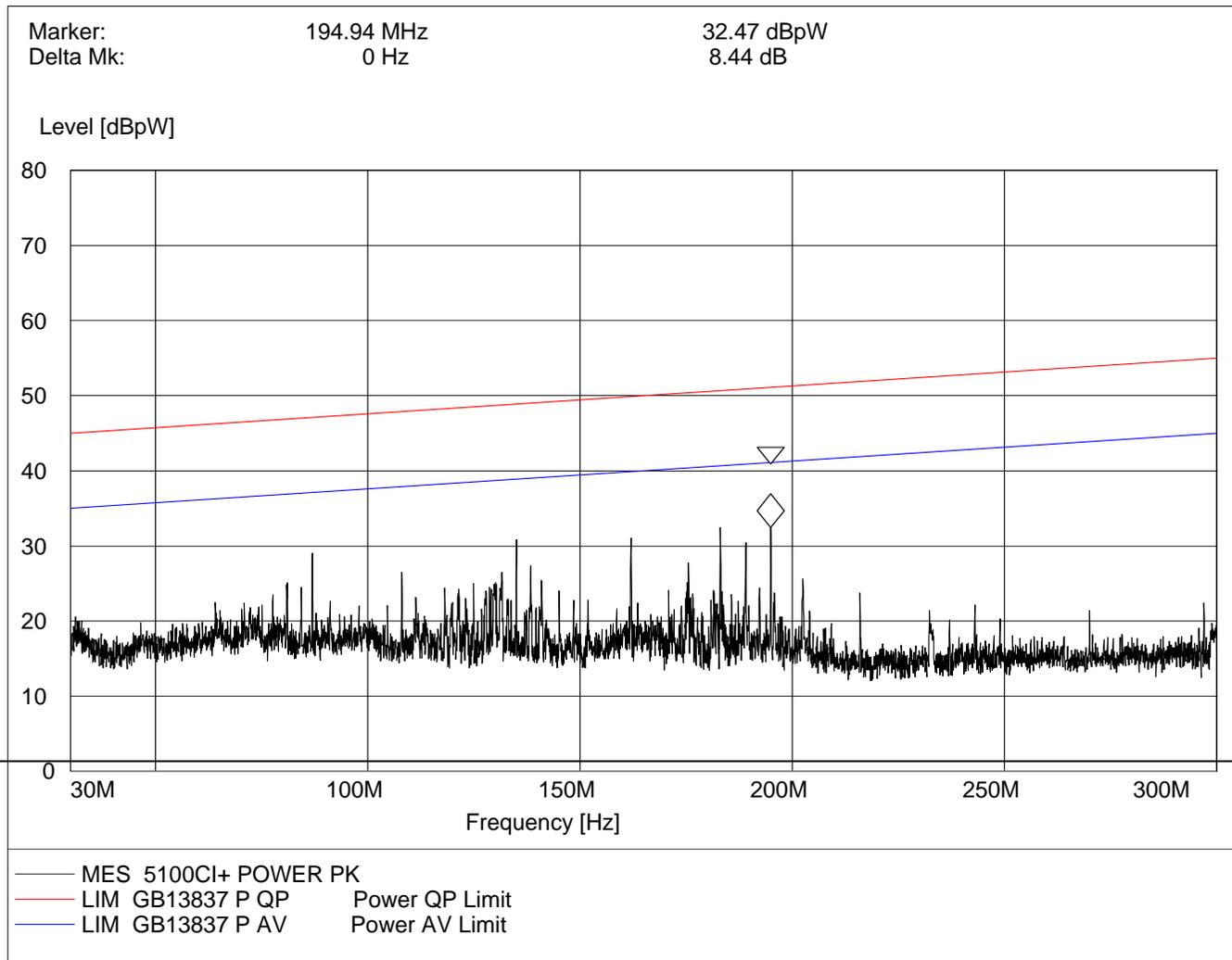


指标限值

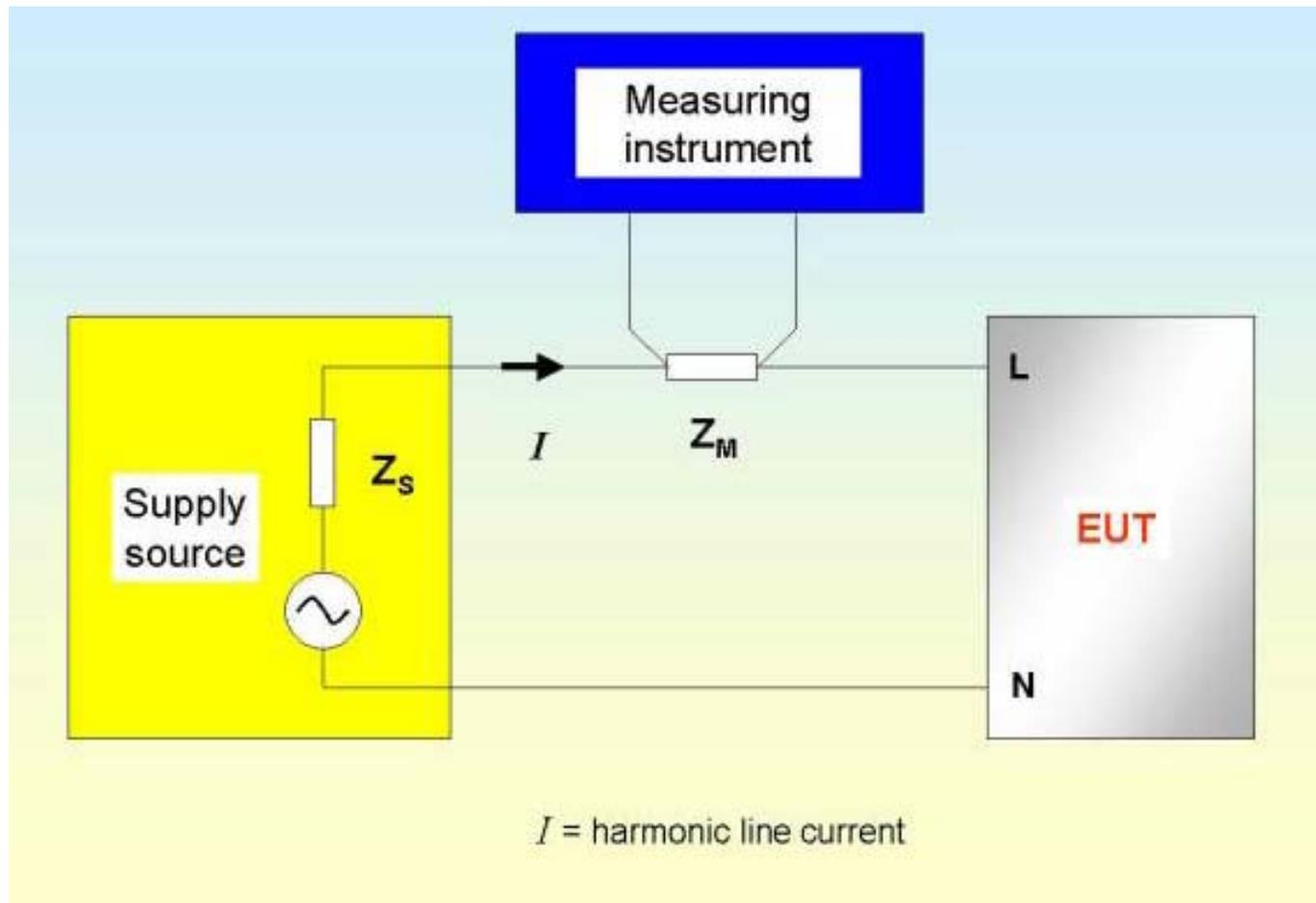
设备类型	频率/MHz	限值/dBpW	
		准峰值	平均值
有关设备	30~300	45~55 ^a	35~45 ^a
^a 限值随频率线性增加			

注：如果用准峰值检波器测得的值不大于用平均值检波器测量所规定的限值，则认为用平均值检波器测量也能满足限值的要求。

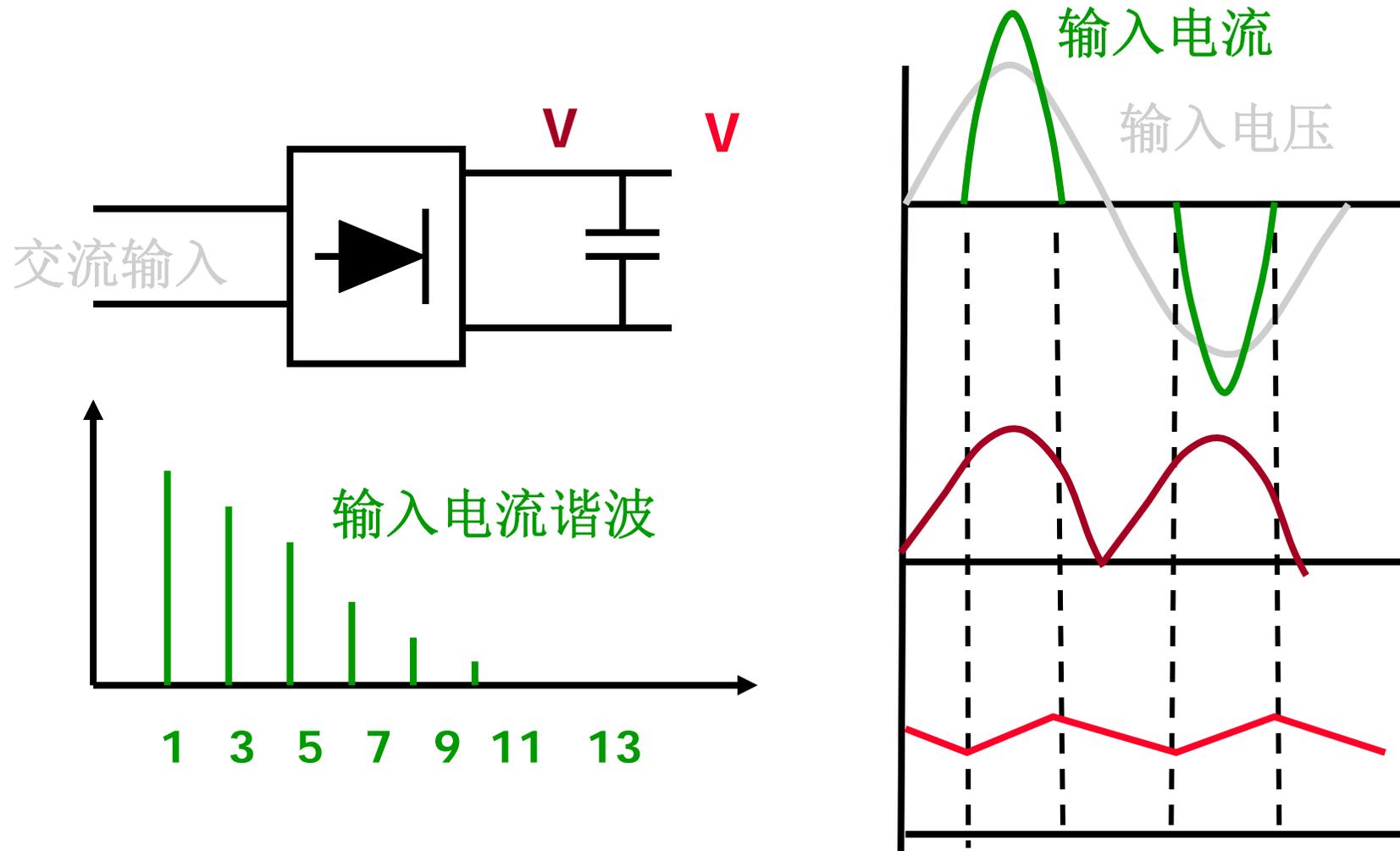
测试曲线示例



电源谐波测量



电源谐波

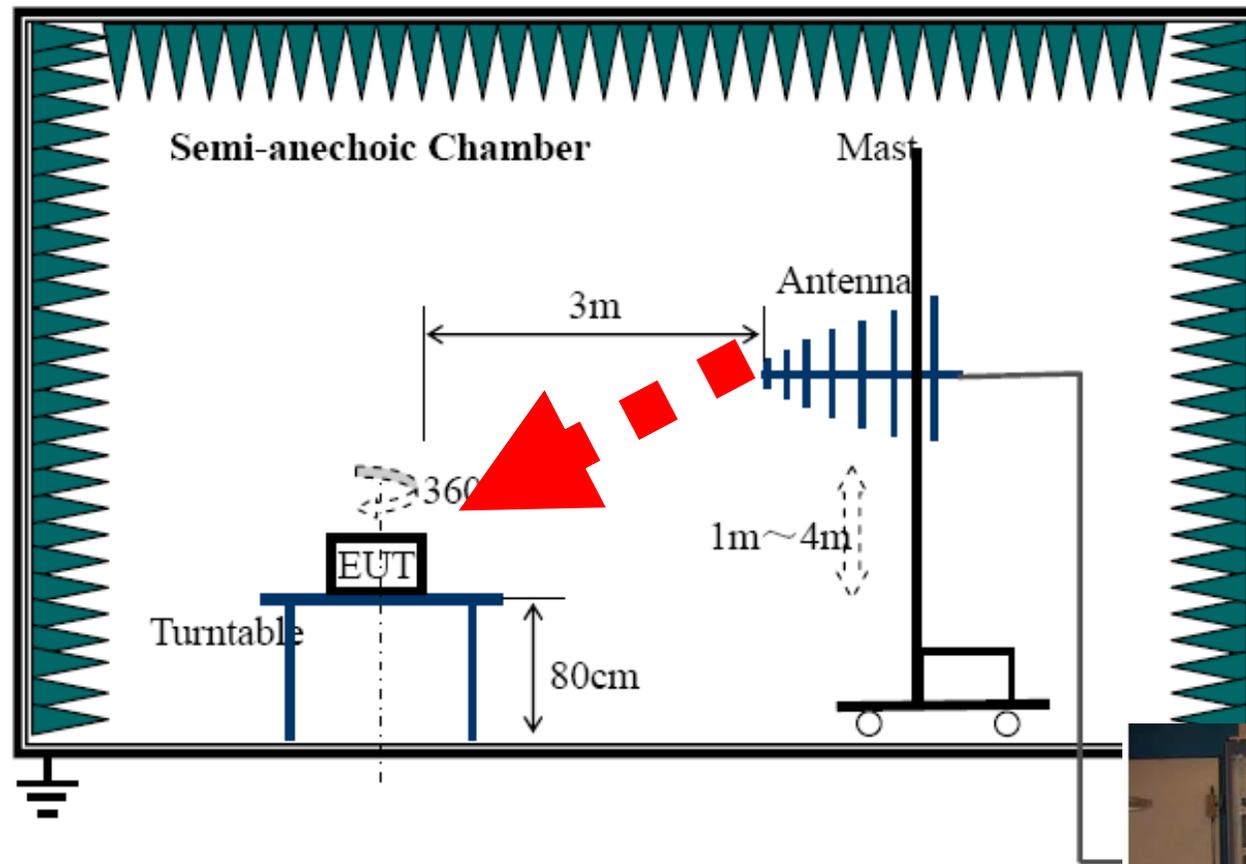


测试场景示意图



EMS测试及其场地

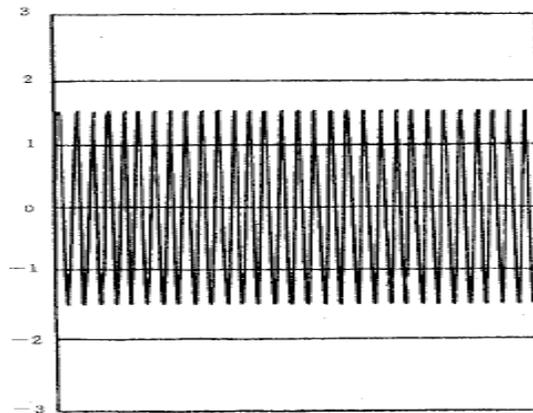
RS



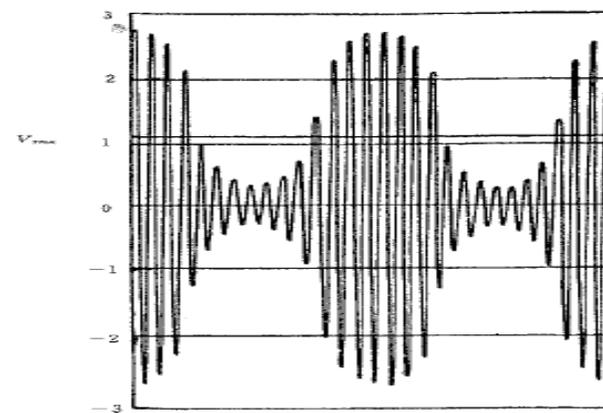
❖ 试验等级（严酷度等级）

频率范围： 80 ~1000MHz	
等级	试验场强 V/m
1	1
2	3
3	10
×	特定

■ 干扰电场强度的波形（1kHz正弦波80%调幅）



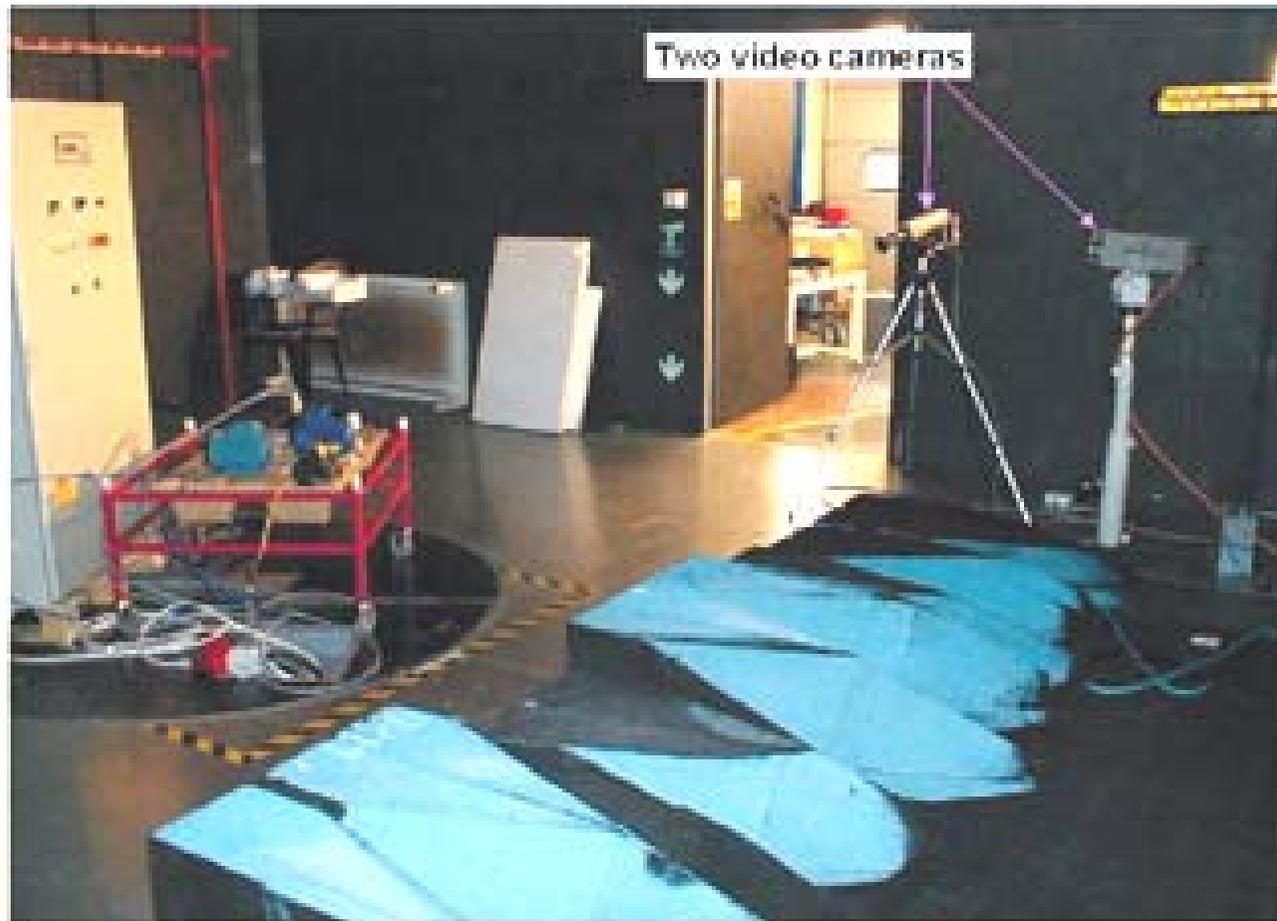
a) 未调制 RF 信号



b) 80% 幅度调制的 RF 信号

■ 试验的实施

- ✓ 用1kHz的正弦波对信号进行80%的幅度调制后，在80~1000MHz频率范围内进行扫频测量，扫描步长为前一频率的1%。
- ✓ 每一频点上扫描停留时间一般设为一秒钟，如果对产品有特别要求，可以延长停留时间。
- ✓ 受试设备应在发射天线的水平和垂直极化下进行试验。



CS

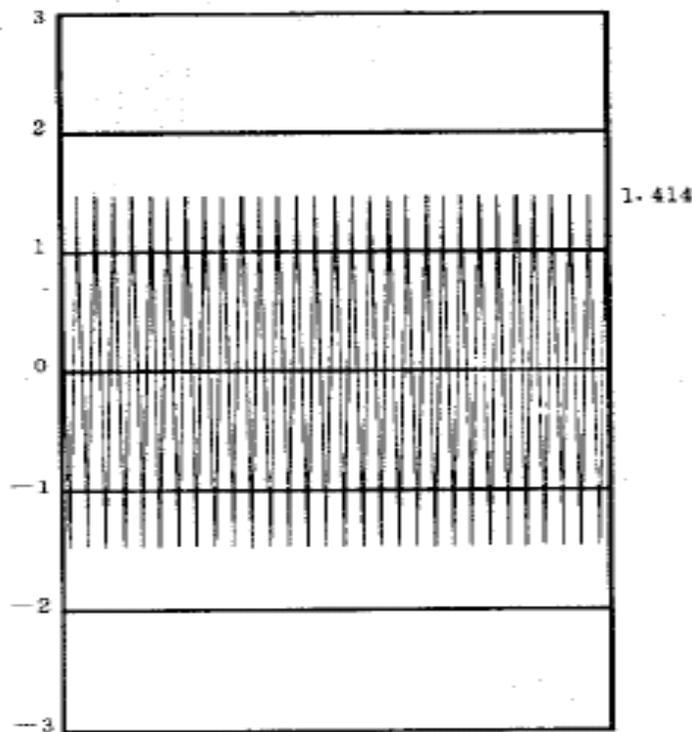
传导骚扰抗扰度

❖ 试验等级（严酷度等级）

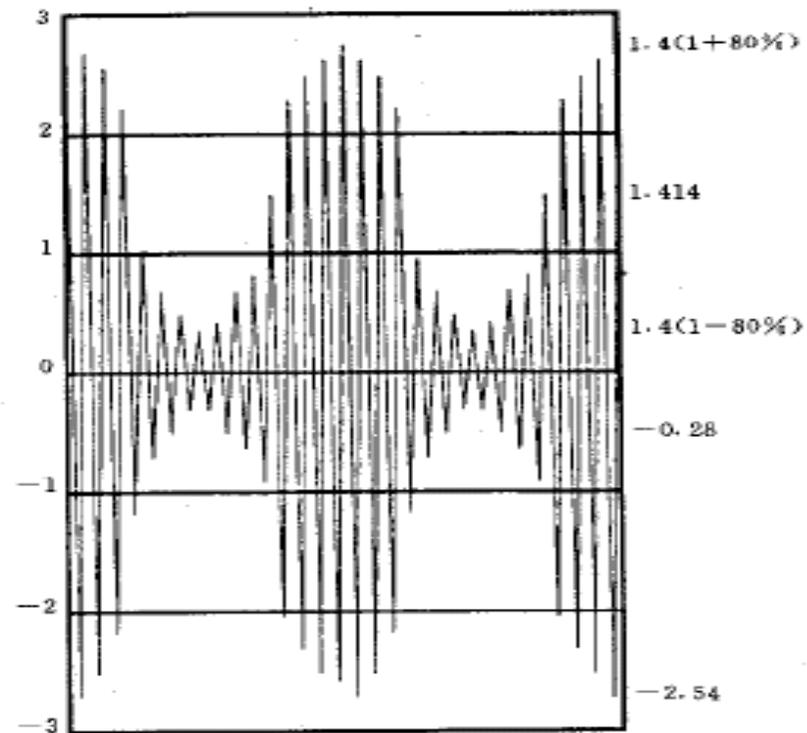
频率范围： 0.15 ~80MHz	
等级	试验电压 V
1	1
2	3
3	10
×	特定
说明：“×”是一个开放等级	

射频场感应的传导骚扰抗扰度

- 干扰电压波形 (1kHz正弦波80%调幅)



$U_{pp} = 2.82 \text{ V}, U_{rms} = 1.00 \text{ V}$
a) 无调制射频信号

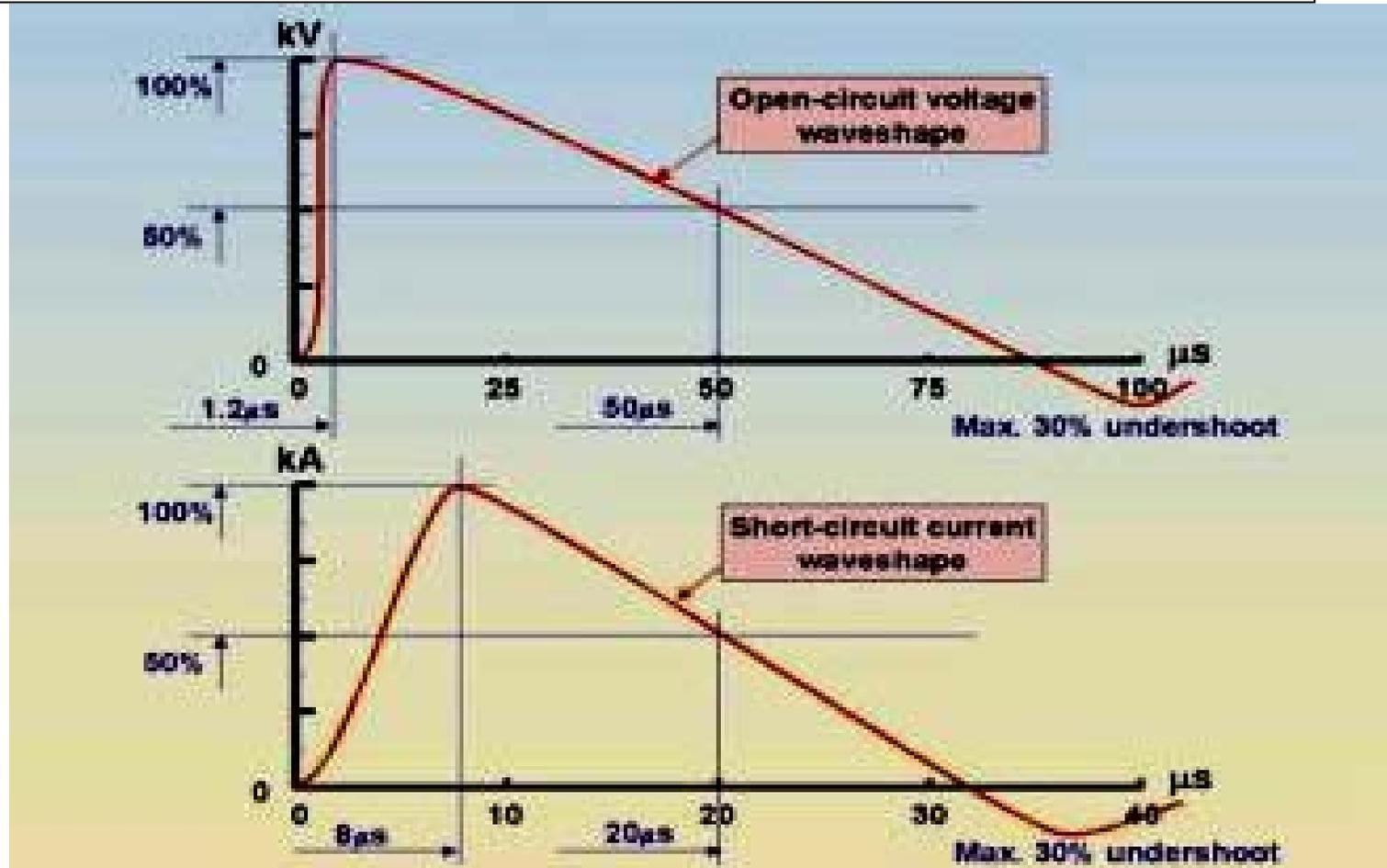


$U_{pp} = 5.09 \text{ V}, U_{rms} = 1.12 \text{ V}$
b) 80%幅度调制的射频信号

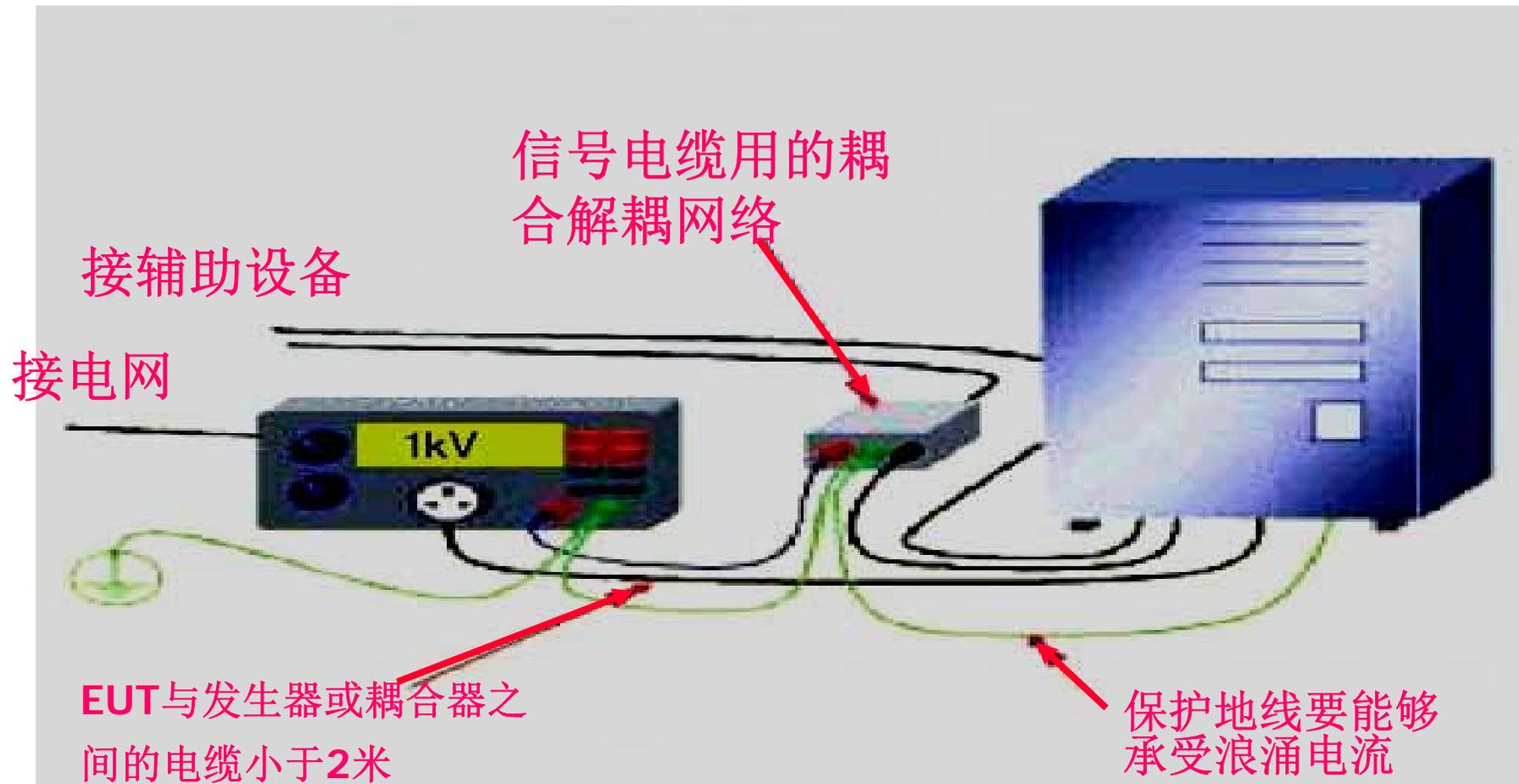
测试场景示例



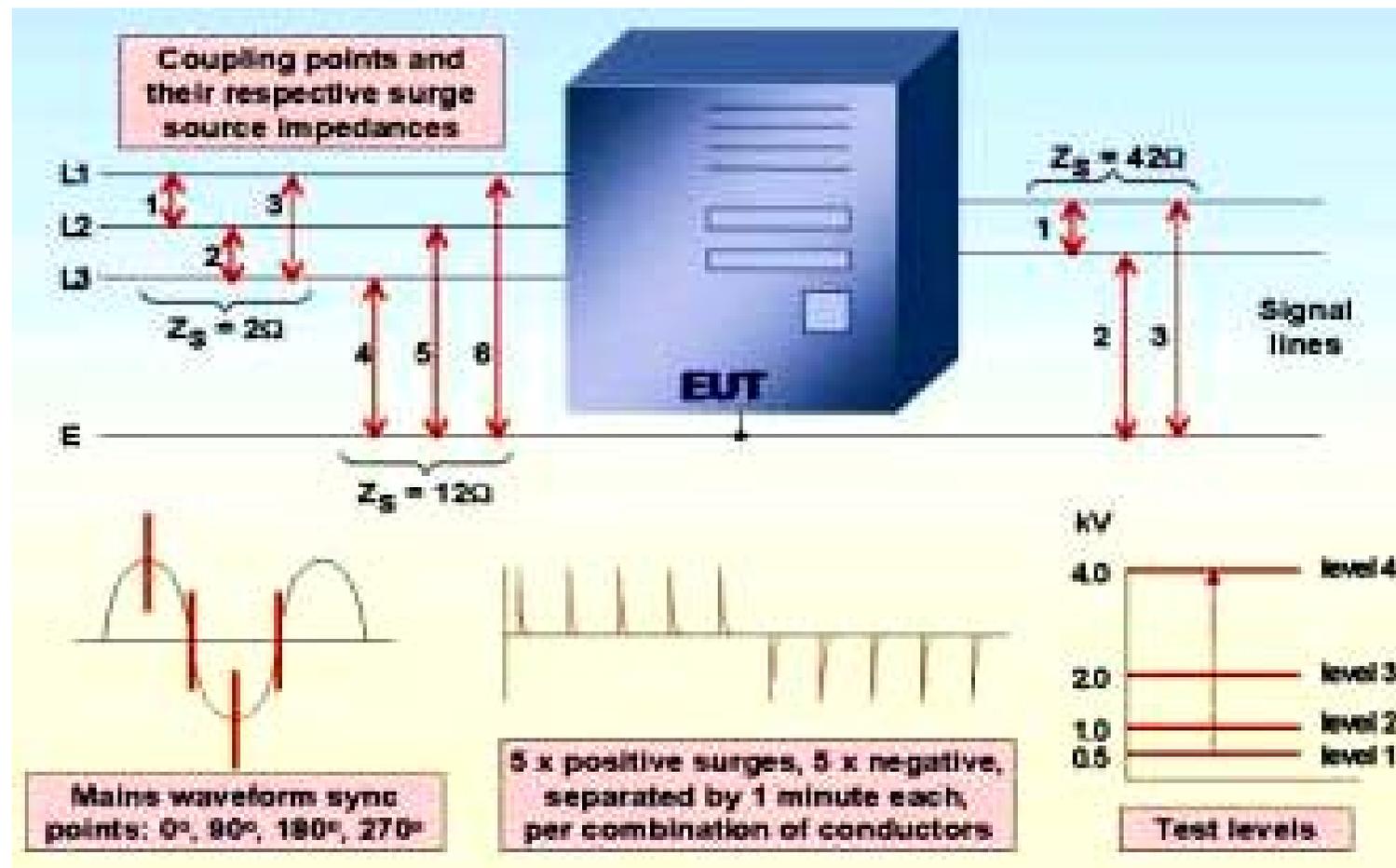
浪涌（模拟雷电干扰）试验波形



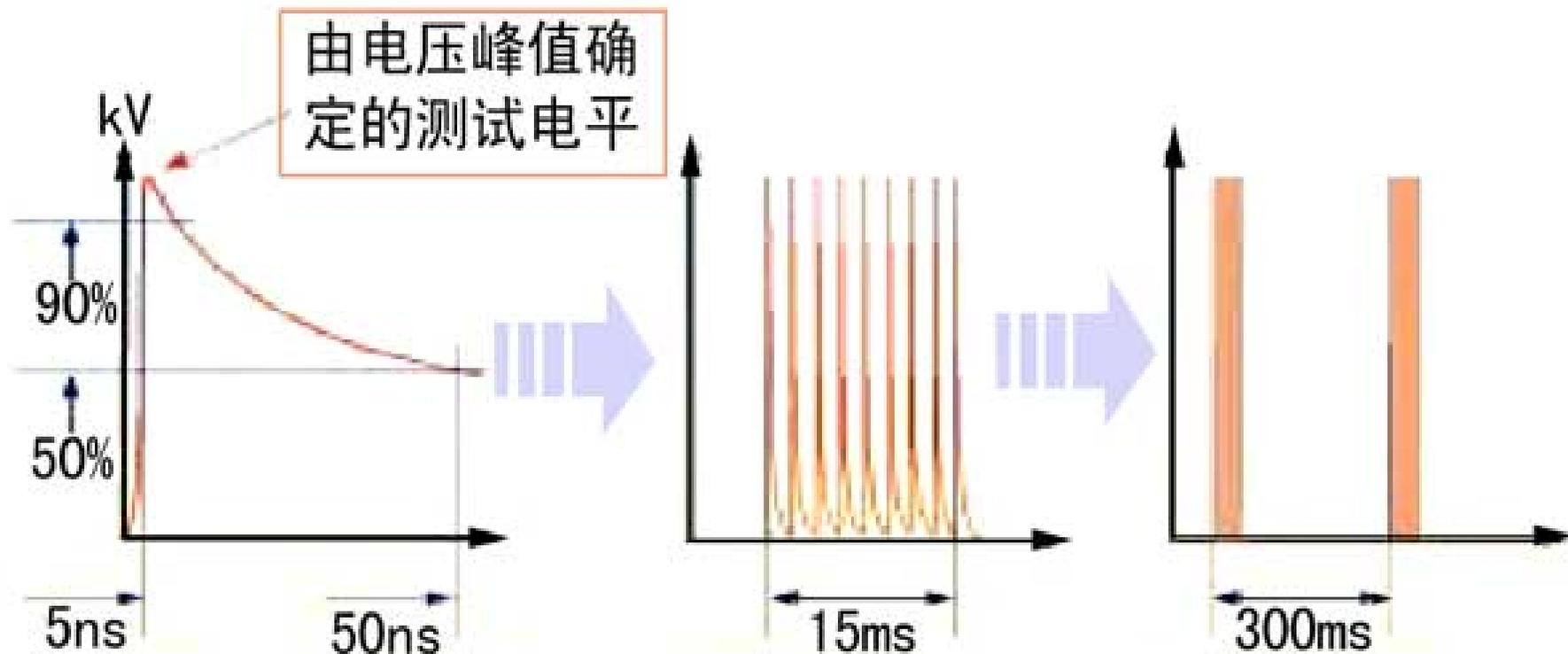
浪涌试验装置



浪涌试验内容



电快速脉冲（EFT或FTB）试验波形



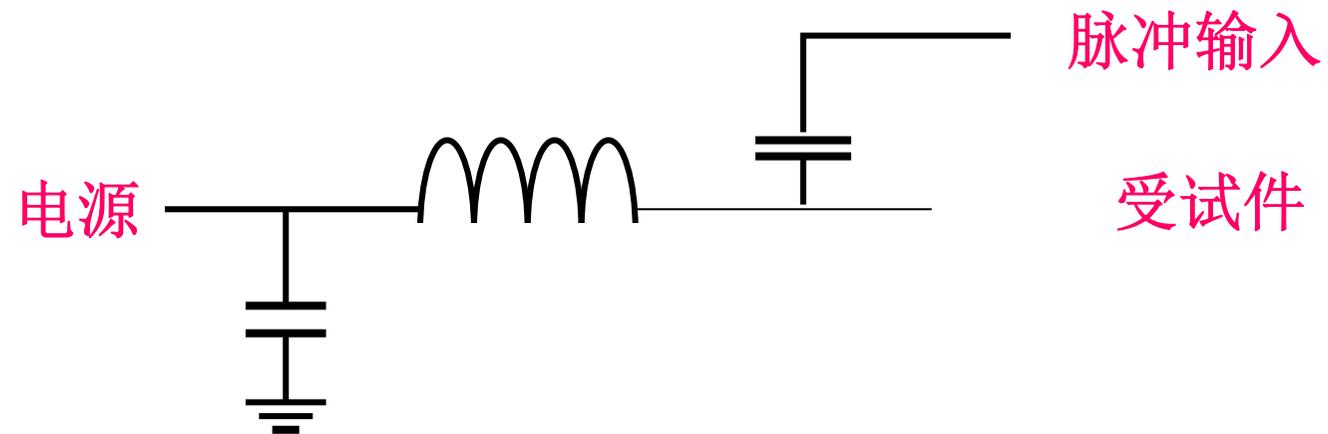
双指数脉冲

15ms脉冲串
(5kHz)

脉冲串间隔是
300ms

干扰注入方式

电源线注入



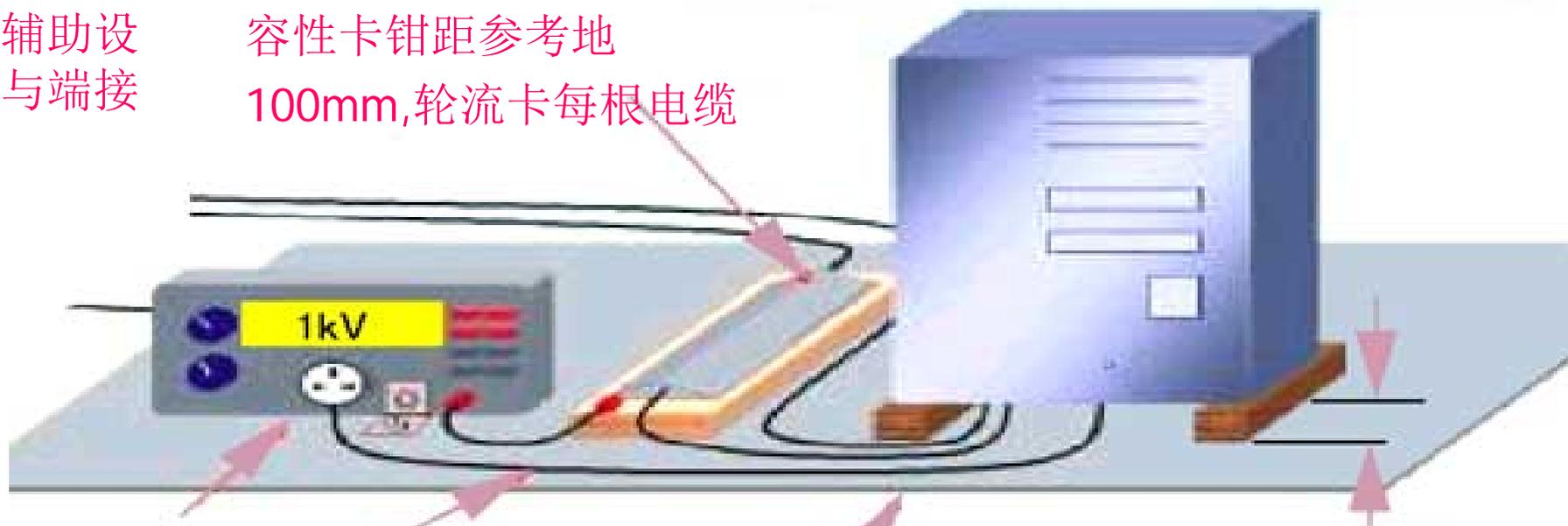
信号线注入

耦合钳，或在电缆上绕金属箔，长度1米，产生大约100pf电容

电快脉冲试验

连辅助设备与端接

容性卡钳距参考地
100mm,轮流卡每根电缆



脉冲群
信号源

EUT与发生器或
卡钳之间的电源
线或信号线长度
小于1米

参考地平面的每个边
要超出EUT100mm并
与大地相连

EUT与参考地平面
之间的距离大于
100mm

静电放电

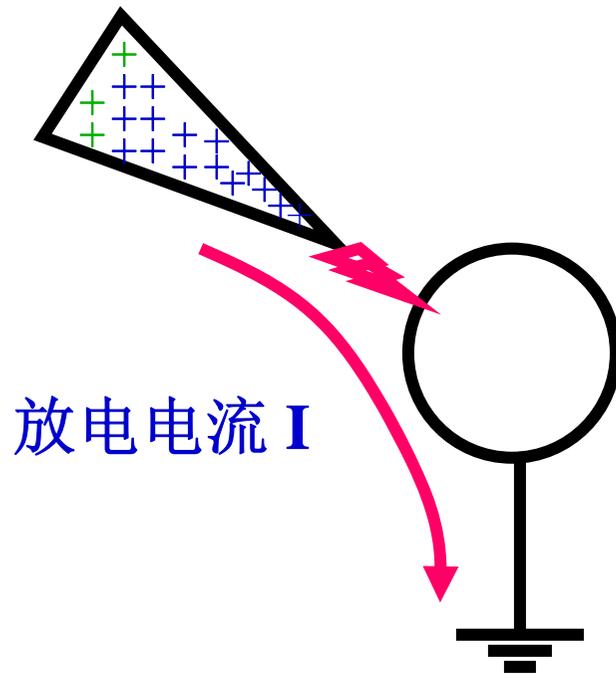
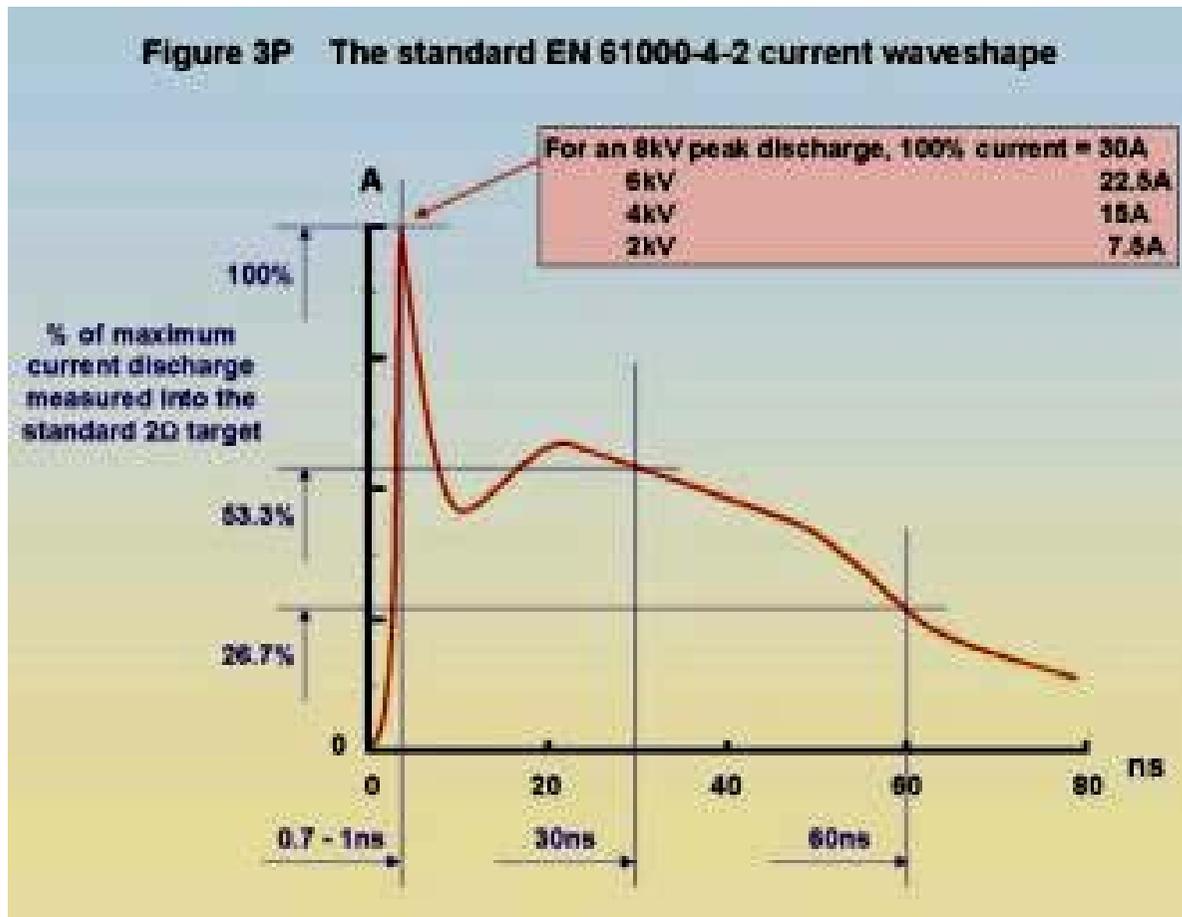
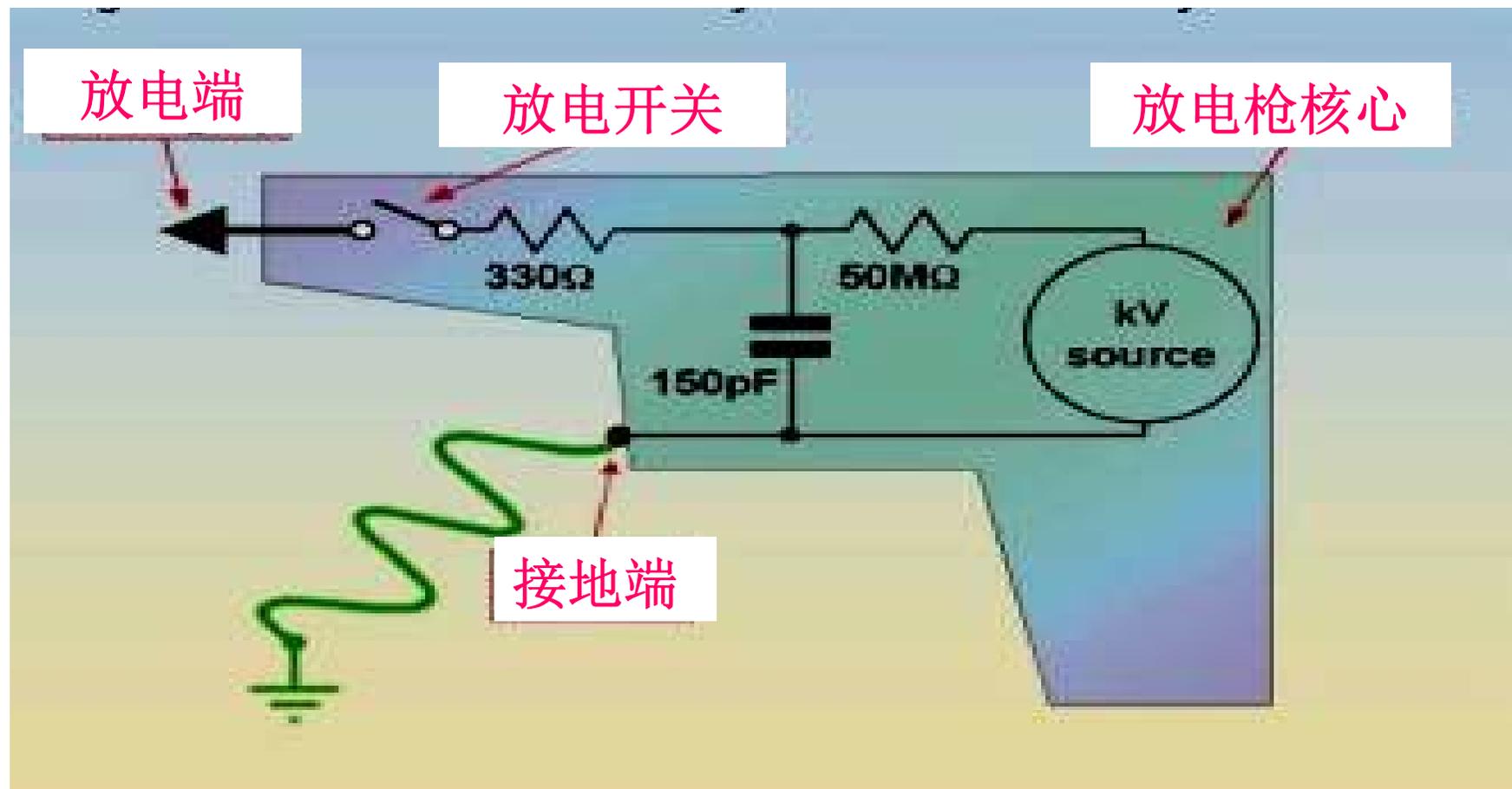


Figure 3P The standard EN 61000-4-2 current waveshape

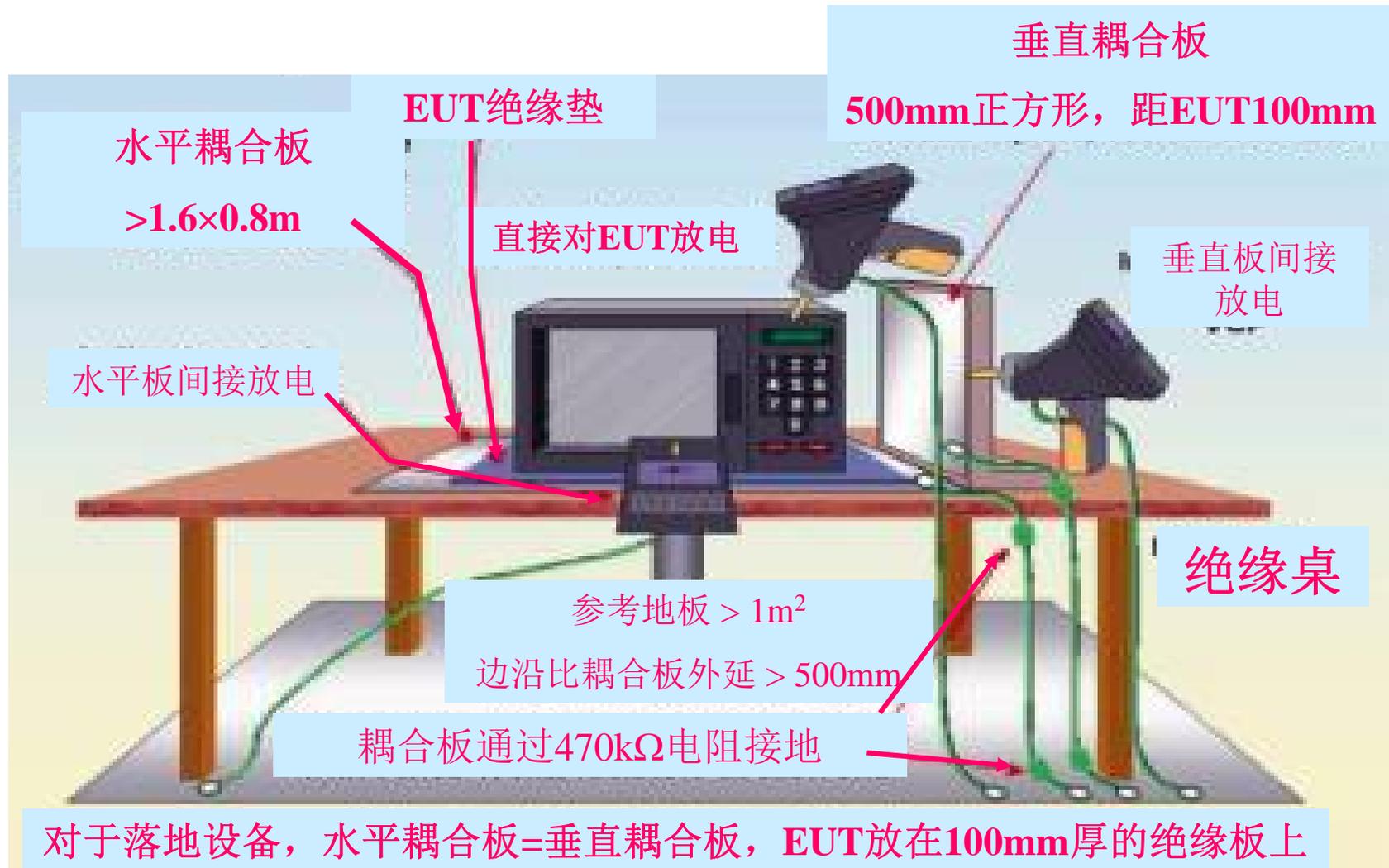


静电枪电原理

人体模型电路



静电放电试验装置





常见问题？

Any question?





Take a easy break!