

欢迎参加EMC标准培训

培训内容：YY 0505-2005

培训目的：理解并运用YY 0505-2005

培训要求：
了解电磁兼容基本概念
了解标准适用范围、试验项目
熟悉试验项目及相应限值、要求
理解并掌握随机文件和表格的要求

主要内容

- 1 电磁兼容(EMC)基本概念
- 2 YY 0505概述
- 3 试验项目及总要求
- 4 相关电磁兼容标准介绍
- 5 随机文件中表格的要求
- 6 相关的国际标准与认证

第一部分

电磁兼容(EMC)基本概念

电磁兼容术语

电磁兼容性与电磁兼容

电磁兼容性：设备或系统在其电磁环境中能正常工作且不对该环境中任何事物构成不能承受的电磁骚扰的能力。

电磁兼容：一门学科的名称

电磁环境：存在于给定场所的所有电磁现象的总和。

电磁兼容术语

↳ **电磁干扰**(electromagnetic interference, EMI)

电磁骚扰引起的设备、传输通道或系统性能的下降。

↳ **电磁骚扰** (electromagnetic disturbance)

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

电磁兼容术语

↪ (电磁)发射 (electromagnetic) emission

从源向外发出电磁能的现象。

↪ (对骚扰的)抗扰度 immunity (to a disturbance)

任何装置、设备或系统面临电磁骚扰不降低运行性能的能力。

电磁兼容术语

✎ 抗扰度电平 (immunity level)

将某给定电磁骚扰施加于某一装置、设备或系统，而其仍能正常工作并保持所需性能等级时的最大骚扰电平。

✎ 抗扰度试验电平 (immunity test level)

进行抗扰度试验时，用来模拟电磁骚扰试验信号的电平。

电磁兼容术语

↳ 对称电压(symmetric voltage)

两导线之间的射频骚扰电压，也称为差模电压

↳ 非对称电压(asymmetric voltage)

两导线的电气中点与地之间的射频骚扰电压，也称为共模电压

↳ 不对称电压(unsymmetric voltage)

导线或端子与规定的接地基准之间的电压

电磁兼容术语

❖ 准峰值检波器

具有规定的电气时间常数的检波器

❖ 平均值检波器

输出电压为所施加信号包络平均值的检波器

❖ 峰值检波器

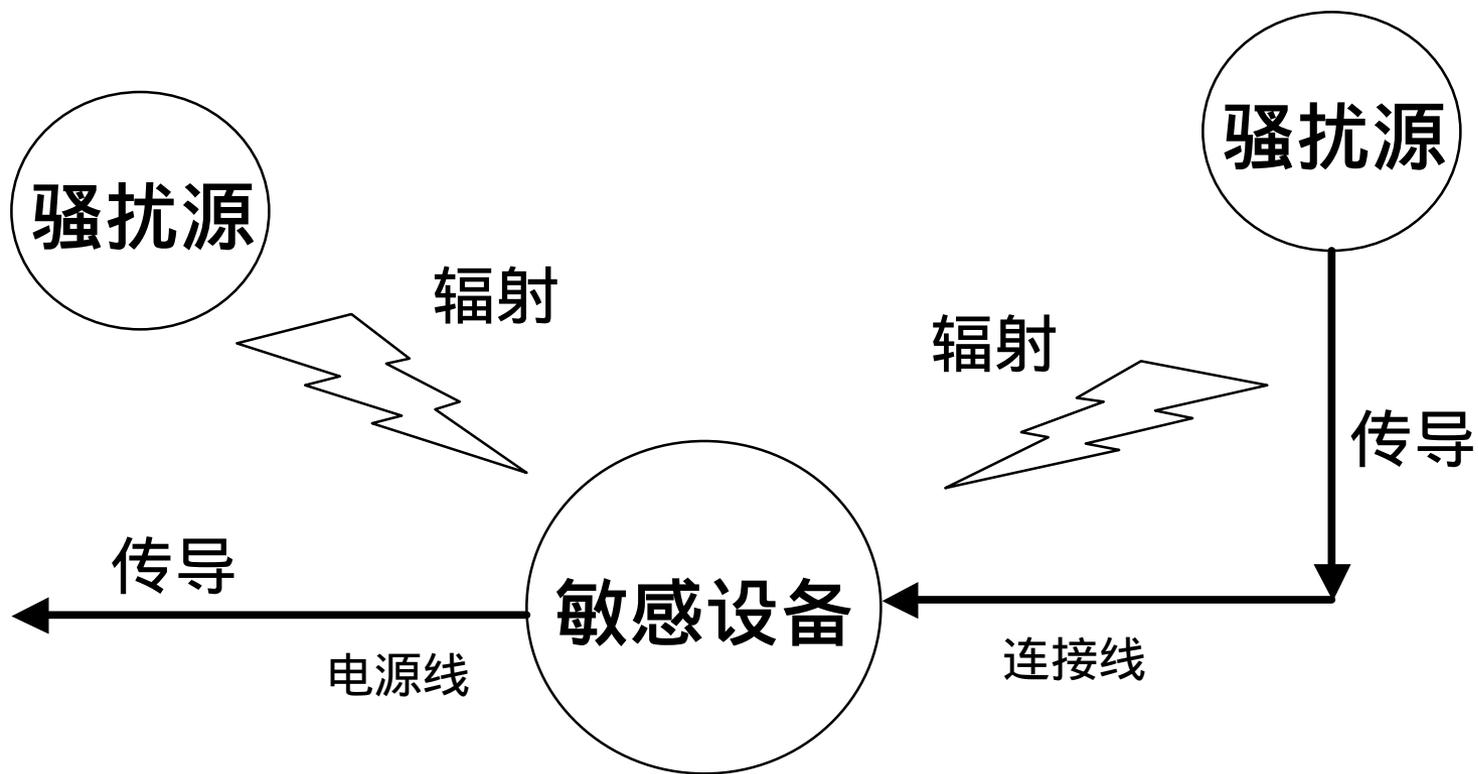
输出电压为所施加信号峰值的检波器

电磁干扰三要素

- ✎ 发射器（骚扰源）-----雷电、宇宙噪声、静电、发射机、雷达、输电线、电机、手机等
- ✎ 耦合路径（途径）-----传导、辐射
- ✎ 接受器（敏感设备）-----接收机、电子仪器、电视、音响、导航仪器等

医用电气设备和医用电气系统既有可能是骚扰源，也有可能是敏感设备。

电磁干扰三要素



电磁兼容测量的基本内容

发射测试项目

- 端子传导骚扰电压
- 辐射骚扰场强
- 骚扰功率
- 谐波电流
- 电压波动和闪烁
- 喀咧声

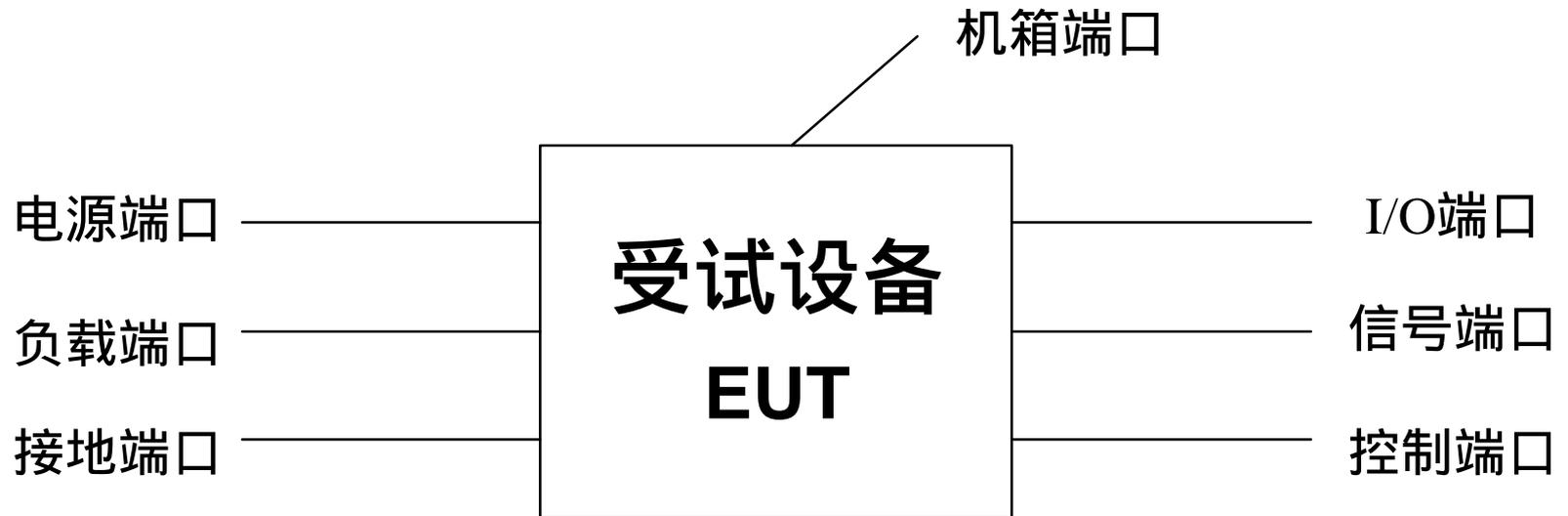
电磁兼容测量的基本内容

抗扰度测试项目

- 静电放电ESD
- 射频电磁场辐射
- 电快速瞬变脉冲群EFT
- 浪涌(冲击)
- 射频场感应的传导骚扰
- 工频磁场
- 电压暂降、短时中断和电压变化

电磁兼容测量的基本内容

测试项目与EUT端口的分析



IEC及我国的EMC技术委员会

IEC的技术委员会	研究方向	我国相应的标准化技术委员会	秘书处挂靠单位
IEC/CISPR	<ul style="list-style-type: none"> ❖ ITE、TV 和ISM等的抗扰度 ❖ 保护无线电业务的发射限值 ❖ 侧重于高频发射, $f > 9\text{kHz}$ 	全国无线电干扰标准化技术委员会	上海电器科学研究所
IEC/TC77	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 保护电网的发射限值 ❖ 基本和通用的抗扰度标准 ❖ 侧重于低频发射, $f < 9\text{kHz}$ 	全国电磁兼容标准化技术委员会	武汉高压研究所
ACEC (Advisory Committee on EMC)	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 协调各TC和其他组织的关系 ❖ 为IEC管理委员会参谋 ❖ 复查EMC标准 ❖ 教育 	全国电磁兼容标准协调小组	国家标准化管理委员会
产品技术委员会	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 制定产品EMC标准 	各产品标准化技术委员会	

全国无线电干扰标准化技术委员会

名 称	研究方向	秘书处挂靠单位	对应 IEC/CISPR
全国无线电干扰标准化技术委员会	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 保护无线电业务的发射限值 ❖ ITE、TV、ISM、家电设备等的抗扰度 	上海电器科学研究所	CISPR
A 分会	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 无线电干扰测量和统计方法 	中国电子标准化研究所	CISPR/A
B 分会	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 工业、科学、医疗射频设备的无线电干扰 ❖ 架空电力线、高压设备和电力牵引系统的无线电干扰 ❖ 其他（重）工业设备的无线电干扰 	上海电器科学研究所	CISPR/B
D 分会	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 机动车辆和内燃机的无线电干扰 	天津汽车中心	CISPR/D
F 分会	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 家用电器、电动工具、照明设备及类似设备的干扰 	广州电器科学研究院	CISPR/F*
H 分会	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 对无线电业务保护的限值 ❖ 无线电系统与非无线电系统之间的干扰 	国家无线电监测中心	CISPR/H
I 分会	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 信息技术设备、多媒体设备与接收机的电磁兼容 	中国电子标准化研究所	CISPR/I
* 在CISPR/H中没有“无线电系统与非无线电系统之间的干扰”这一研究方向，此研究方向是针对我国的国情而设置的。			

TC77及全国EMC标准化技术委员会

IEC/TC77 及其分会	研究方向	有关的国家标准	对应的国际标准
TC77全会 (有四个工作组)	术语、通用EMC标准、电工电子设备的功能安全、电磁现象的测量方法。	GB 17625.1-2003 GB 17625.2-1994 GB/T 17626.1-1998	IEC 61000-3-2:2001 IEC 61000-3-3:1994 IEC 61000-4-1:1992
SC77A：低频现象 (有五个工作组)	谐波及其他低频骚扰、电压波动及其他低频骚扰、低频抗扰度试验、与网络频率有关的电磁骚扰、电力质量的测量方法。	GB/T 17626.2-1998 GB/T 17626.3-1998 GB/T 17626.4-1998 GB/T 17626.5-1998	IEC 61000-4-2:1995 IEC 61000-4-3 :1995 IEC 61000-4-4 :1995 IEC 61000-4-5 :1995
SC77B：高频现象 (有五个工作组)	数字无线电话辐射抗扰度，测量电磁场的探头和仪器的校准，静电放电抗扰度、辐射电磁场和由其感应的传导骚扰的抗扰度、传导骚扰的抗扰度（不含辐射场感应的传导骚扰）。	GB/T 17626.6-1998 GB/T 17626.7-1998 GB/T 17626.8-1998 GB/T 17626.9-1998	IEC 61000-4-6 :1996 IEC 61000-4-7 :1991 IEC 61000-4-8 :1993 IEC 61000-4-9 :1993
SC77C：高空核电磁脉冲（HEMP） (有一个工作组)	HEMP保护设备	GB/T 17626.10-1998 GB/T 17626.11-1998 GB/T 17626.12-1998	IEC 61000-4-10 :1993 IEC 61000-4-11 :1994 IEC 61000-4-12 :1995

第二部分

YY 0505-2005概述

概述

- ❖ 本标准为强制性标准，全文强制；
- ❖ 本标准是GB 9706.1-1995《医用电气设备—第一部分：安全通用要求》的并列标准，是GB 9706.1-1995中第36章“电磁兼容性”的引申；
- ❖ 本标准等同采用IEC60601-1-2:2001《医用电气设备-第1-2部分:安全通用要求-并列标准:电磁兼容-要求和试验》；
- ❖ 2005-04-05发布，过渡期两年，2007-04-01实施；
- ❖ 设备或系统制造商有责任以符合本标准的要求进行设计和制造，并对客户或使用者优先公开信息，以便维护在兼容的电磁环境中达到仪器或系统能按预期运行的目的。

标准的必要性

- ❖ 医用电气设备的电磁兼容性涉及公众的健康和安全；
- ❖ 医用电气设备自身会发射电磁能，影响无线电广播通讯业务和周围其他设备的工作；
- ❖ 医用电气设备在使用环境内可能受到周围如通讯设备等电磁能发射的干扰造成对患者的伤害；
- ❖ 新通讯技术，如个人通讯系统、蜂窝电话等，在社会生活各领域发展迅速；
- ❖ 高敏感性电子技术在医用电气设备中应用广泛。

标准的结构

- ❖ 1 范围和目的
- ❖ 2 术语和定义
- ❖ 3 通用要求
- ❖ 6 识别、标记和文件
- ❖ 36 电磁兼容性
- ❖ 附录AAA 总导则和编制说明
- ❖ 附录BBB 表201~表208实例
- ❖ 附录CCC GB4824分类指南
- ❖ 附录DDD YY 0505-2005应用于专用标准的指南
- ❖ 附录EEE电磁环境和附录FFF规范性引用文件

范围和目的

❖ 范围

- 适用于医用电气设备和医用电气系统的电磁兼容性
- 在未经修改的情况下，不适用可植入的医用电气设备
- 电气/电子基础设施（例如现行的局域网络、通讯网络、供电网络）不需按本标准作为医用电气系统的一部分进行EMC试验。然而，如果局域网络或通讯网络作为医用电气系统的一部分由系统制造商提供，则它们应当作为该系统的一部分按照本标准规定进行EMC试验。

❖ 目的

- 本标准对设备和系统的电磁兼容性规定了要求及试验，并作为专用标准中电磁兼容性要求和试验的基础。

通用要求 1

❖ 电磁兼容性要求

- 设备和系统不应发射影响无线电业务、其他设备或其他设备和系统基本性能的电磁骚扰——满足发射限值要求
- 设备和系统的基本性能对电磁骚扰应有符合要求的抗扰度——满足抗扰度限值要求

❖ 基本性能要求

- 设备或系统的基本性能是指“保持残留风险在可接受限值内的必需的性能特征”
- 设备和系统的基本性能应由风险分析来鉴别
- 如果没有进行风险分析，设备或系统的所有功能都应考虑作为基本性能进行抗扰度试验，并符合相应的要求

通用要求 2

❖ 医用电气设备

- 医用电气设备应满足本标准的要求

❖ 作为系统的一部分提供的非医用电气设备

- 如果满足可适用的电磁兼容标准，并基于风险分析不影响系统的基本性能或不增加设备的发射，就可免予本标准要求的试验
- 如果没有进行风险分析，则需要根据本标准规定进行试验并符合要求

设备或设备部件的外部标记

- ❖ 包含RF发射器或利用RF电磁能诊断或治疗的设备或设备部件的外部标记

- 标记非电离辐射符号



- ❖ 使用免于静电放电(ESD)试验的连接器的设备或设备部件的外部标记

- 使用表示静电放电敏感性的符号标记
- 标记应靠近每个免于试验的连接器



- ❖ 规定仅用于屏蔽场所的设备和系统的外部标记

- 标记警示标识，以告示其仅用于指定类型的屏蔽场所

警示：设备或系统应仅在所规定的屏蔽场所内使用。

随机文件—使用说明书

- ❖ 对所有设备和系统，使用说明书应包括下列信息：
 - 医用电气设备需要有关电磁兼容的专门提示，以及需要有根据随机文件提供电磁兼容信息进行安装和使用的说明；
 - 便携式和移动式RF通信设备可能影响医用电气设备的说明
- ❖ 对于使用了免于试验的连接器的设备和系统，使用说明书应包括ESD警示符号、警示信息、ESD预防措施和培训等内容
- ❖ 对于没有手动灵敏度调节和制造商规定了患者生理信号最小幅值或最小值的设备和系统，使用说明书应包括下列信息：
 - 患者生理信号的最小幅值或最小值
 - 警示：设备或系统以低于上述最小幅值或最小值运行可能导致不准确后果

随机文件—技术说明书 1

对于所有设备和系统，技术说明书应包括的信息：

- 列出符合要求的所有电缆、电缆的最大长度（若适用）、换能器及其他附件
- 使用规定外的附件、换能器和电缆的警示
- 按规定填写后的表201和表202
- 设备接近或叠放使用的警示
- 抗扰度试验低于GB 9706试验电平的每个符合电平的
理由

随机文件—技术说明书 2

- ❖ 对未规定仅在屏蔽场所使用的设备和系统的要求
 - 表203和表205：应用于生命支持设备和系统
 - 表204和表206：应用于非生命支持设备和系统
- ❖ 对规定仅在屏蔽场所使用的设备和系统的要求
 - 表207：应用于生命支持设备和系统
 - 表208：应用于非生命支持设备和系统

随机文件—技术说明书 3

- ❖ 对为诊断或治疗而有意应用RF能量的设备和系统的要求
- ❖ 对为其工作目的而有意接收RF能量的设备和系统的要求
- ❖ 对包含RF发射机的设备和系统的要求
- ❖ 对能影响符合发射和抗扰度要求的电缆、换能器和其它附件的要求
- ❖ 对大型永久安装设备和系统的要求
- ❖ 对通过风险分析发现没有任何基本性能的设备的要求

第三部分

YY 0505电磁兼容性要求 试验项目及总要求

试验项目—发射试验

- ❖ 电源端子传导骚扰电压 (传导骚扰 , CE)
 - GB 4824-2004、GB 4343.1-2003、GB 17743-1999
- ❖ 辐射骚扰 (RE)
 - GB 4824-2004、GB 4343.1-2003、GB 17743-1999
- ❖ 断续骚扰 (喀咧声)
 - GB 4824-2004、GB 4343.1-2003
- ❖ 骚扰功率
 - GB 4343.1-2003
- ❖ 谐波电流发射 (谐波失真)
 - GB 17625.1-2003
- ❖ 电压波动和闪烁
 - GB 17625.2-1994

试验项目—抗扰度试验

- ❖ 静电放电ESD GB/T 17626.2-1998
- ❖ 射频电磁场辐射 GB/T 17626.3-1998
- ❖ 电快速瞬变脉冲群EFT GB/T 17626.4-1998
- ❖ 浪涌 (冲击) Surge GB/T 17626.5-1999
- ❖ 射频场感应的传导骚扰 GB/T 17626.6-1998
- ❖ 工频磁场 GB/T 17626.8-1998
- ❖ 电压暂降、短时中断和电压变化
GB/T 17626.11-1999

试验项目—其它试验

- ❖ 低频磁场
- ❖ 脉冲磁场
- ❖ 阻尼振荡磁场
- ❖ 0 Hz ~ 150kHz频率范围的传导骚扰
- ❖ 振荡波
- ❖ 谐波，包括在交流电源接口的电源信号的交互谐波
- ❖ 直流电源纹波
- ❖ 不平衡
- ❖ 电源频率变化

发射试验总要求 1

- ❖ 简单电气器件、不产生或使用9kHz以上频率的设备
 - 依据GB 4343.1来分类，并符合相应限值要求
 - 仅限于单机设备，不适用于系统或子系统
- ❖ 用于医疗用途的照明设备
 - 按GB 17743分类，并符合相应限值要求
 - 仅限于单机设备，不适用于系统或子系统
- ❖ 与设备和系统连接的信息技术设备
 - 按GB 9254分类，并符合相应限值要求
 - GB 9254的A类设备仅可与GB 4824的A类系统一起使用
- ❖ 其他设备和系统
 - 遵照附录CCC的分类指南，按照GB 4824根据制造商规定的预期用途分成1组或2组和A类或B类，并符合相应限值要求

发射试验总要求 2

- ❖ 对于规定仅用于屏蔽场所的设备和系统
 - 可根据最低RF屏蔽效能和最小RF滤波衰减的要求，放宽限值要求，并在随机文件中提供相关信息
- ❖ 对于含有无线电设备的设备和系统
 - 在RF发射机专用发射频段里免予本标准的发射要求
 - 如无线电设备已进行了试验、满足的发射限值小于或等于本标准的电磁骚扰限值，可免予相对应的电磁骚扰试验
- ❖ 谐波电流、电压波动和闪烁试验
 - 每相额定输入电流不大于16A且预期与公共电网连接的设备和系统
 - 如果设备或系统既有长期又有瞬时电流额定值，则应使用两个额定值中较高的额定值来确定是否适用

抗扰度试验总要求 1

- ❖ 抗扰度试验电平根据典型健康监护电磁环境规定，通常适用于任何环境下使用的设备和系统。
- ❖ 当使用环境的期望电磁特性恶劣时，应优先采用较高抗扰度试验电平
- ❖ 对于生命支持设备和系统，为了建立更宽的安全裕度，即使在通常的医疗使用环境下使用，也必须有更高的抗扰度电平
- ❖ 允许采用较低的抗扰度符合电平，但应给出仅基于重要的物理方面、技术方面或生理方面的原因

抗扰度试验总要求 2

表 EEE.1 电磁环境

环境	场所	一般特性
典型卫生保健	医院、大诊所、 医生办公室	部分受控，由本标准的通用要求覆盖
住宅	医生办公室、小 的诊所	不受控，有卫生保健专业人员
住宅	家庭	不受控，通常无卫生保健专业人员
运输、移动	车辆、航空器 (固定机翼和直 升机)、救护车	不受控，附近有宽变量的关键接收机 有ESD、RF、电磁场等恶劣环境
特殊	手术室、急救室	逐个检查环境

抗扰度试验总要求 3

- ❖ 运行模式和配置
 - 确认每项与基本性能有关的功能
 - 根据风险分析判断对患者后果最具不利的方式
 - 选用的装置、电缆布局和在典型配置下的附件应与正常使用时一致
 - 运行在连续负载下额定状态，或可靠运行模式
- ❖ 满足相关标准的非医用电气设备，如果出现（性能）降低但不影响系统的基本性能或安全性，就可免予本标准要求的抗扰度试验

抗扰度试验总要求 4

- ❖ 患者耦合设备和系统患者
 - 耦合点处在试验环境中
 - 对地无有意的导体连接或电容连接
 - 与地之间分布电容量不大于250pF
- ❖ 用患者模拟器模拟患者生理信号
 - 对没有手动灵敏度调节的设备和系统，模拟信号应设置为制造商规定的最低值或预期运行的最小值
 - 对有手动灵敏度调节的设备和系统，模拟信号应使设备或系统工作在最大灵敏度上

抗扰度试验总要求 5

- ❖ 带有可变增益的设备和系统应在正常运行所允许的最高增益设置下试验
 - 最高增益模式下的信噪比将比低增益设置下试验的信噪比明显地差
 - 使用标配软件、专用软件
- ❖ 正常情况下无法观察到的功能，需要使用专用的软件或硬件来观察或验证，以确定其符合性
- ❖ 可通过对系统的子系统进行试验来验证系统的符合性；子系统可连接模拟设备来模拟正常运行条件
- ❖ 对含有无线电设备的设备和系统，如无线电设备已试验满足的抗扰度限值大于或等于本标准的要求，可免于相应试验

符合性判据 1

- ❖ 规定了设备或系统是否满足本标准抗扰度试验要求的判定依据
- ❖ 对于多功能的设备和系统，本准则适用于每种功能、参数和通道
- ❖ 设备或系统应能提供基本性能并保持安全性
- ❖ 可以出现不影响基本性能和安全性性能降低
- ❖ 不允许与基本性能和安全性有关的性能降低
 - 器件故障；
 - 可编程参数的改变；
 - 工厂默认值的复位（制造商的预置值）；

符合性判据 2

- 运行模式的改变；
- 虚假报警；
- 任何预期运行的终止或中断，即使伴有报警；
- 任何非预期运行的产生，包括非预期或非受控的动作，即使伴有报警；
- 显示数值的误差大到足以影响诊断或治疗；
- 波形上的噪声，难以从生理产生的信号中区分或者这些噪声会影响到对生理产生的信号的判断；
- 图像上的伪影或失真，此伪影难以从生理产生的信号中区分或失真会影响到对生理产生的信号的判断；
- 自动诊断或治疗设备和系统在进行诊断或治疗时失效，即使伴随着报警。

第四部分

相关电磁兼容标准介绍



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**

GB 4824 概述

- ❖ 强制性国家标准
- ❖ 等同采用CISPR 11:2003 (IDT)
- ❖ 规定了工业、科学、医疗设备（简称ISM）、放电加工（简称EDM）与弧焊设备、工作在2.45GHz和5.8GHz的ISM照明设备的电磁骚扰限值和测量方法
- ❖ 频率范围：9kHz ~ 400GHz
- ❖ 工、科、医设备指的是除电信和信息技术设备领域外，为工业、科学、医疗（包括家庭用途）目的而产生和/或使用射频电磁能量的设备或器具

分组与分类

- ❖ 分组 —— 根据ISM产生和/或使用射频能量的方式
 - 1组ISM设备：为发挥其自身功能的需要而有意产生和/或使用传导耦合射频能量的ISM设备
 - 2组ISM设备：为材料处理、电火花腐蚀等功能的需要而有意产生和使用电磁辐射射频能量的ISM设备
- ❖ 分类 —— 根据ISM的使用场合
 - A类设备：非家用和不直接连接到住宅低压供电网设施中使用的工、科、医设备
 - B类设备：家用设备和直接连接到住宅低压供电网设施中使用的工、科、医设备

分组与分类

- ❖ 首先根据定义确定ISM的组别和类别，然后确定其对应的测试方法和限值
- ❖ GB4824附录A和YY0505附录CCC给出了设备分组实例
- ❖ 制造厂或供应商应保证用标签或设备文件的形式告知用户设备所属的类别和组别，并在设备文件中说明类别和组别的含意
- ❖ A类设备可由制造厂提出在试验场或现场测量
- ❖ B类设备应在试验场进行测量

YY0505的分组实例

1组设备和系统

- ❖ 心电图和心磁图设备和系统
- ❖ 脑电图和脑磁图设备和系统
- ❖ 肌电图和肌磁图设备和系统
- ❖ 医疗成像设备和系统
 - X 射线诊断系统
 - CT 系统
 - 核医学系统
 - 超声诊断设备
- ❖ 监视设备和系统：
 - 阻抗体积描记监视器
 - 脉冲血氧计
- ❖ 治疗设备和系统
 - X 射线治疗系统
 - 牙科设备
 - 电子束加速器
 - 超声治疗设备
 - 体外碎石设备
 - 输液泵
 - 辐射热疗装置
 - 婴儿保育箱
 - 呼吸器

YY0505的分组实例

2组设备和系统

- ❖ 医疗成像设备：
 - 磁共振成像系统
- ❖ 治疗设备
 - 透热疗法设备（短波、超短波、微波治疗设备）
 - 热疗设备
- ❖ 高频手术设备和系统

GB 4824 限值

- ❖ 端子骚扰电压限值：
 - dBuV
 - L-PE , N-PE , 不对称电压
- ❖ 电磁辐射骚扰限值:
 - E: dBuV/m
 - H: dBuA/m, dBuA
- ❖ 对安全业务的保护规定:
 - E: dBuV/m

GB 4824 限值

- ❖ 不适用于国家指配给工科医设备使用的频率范围
- ❖ 包括准峰值限值、平均值限值和峰值限值
- ❖ 准峰值限值和平均值限值应同时满足；或
- ❖ 准峰值测量值小于平均值限值
- ❖ 限值的变化：随频率的对数呈线性减小
- ❖ 过渡频率处应采用较低的限值
- ❖ 信号线的骚扰电压限值未规定
- ❖ 放射设备、外科用射频透热设备的限值在考虑中
- ❖ 对于诊断X射线发生装置，因以间歇方式工作，其喀咧声限值为连续骚扰准峰值限值加20 dB

端子骚扰电压限值

❖ 9kHz ~ 150kHz

- 除感应炊具(2组B类)外，其它暂无限值。

❖ 150kHz ~ 30MHz

• 连续骚扰

- A类设备限值，见表2a
- B类设备限值，见表2b

• 断续骚扰：

- 仅适用于诊断用X射线发生装置
- 在表2a或表2b限值基础上，再加20dB

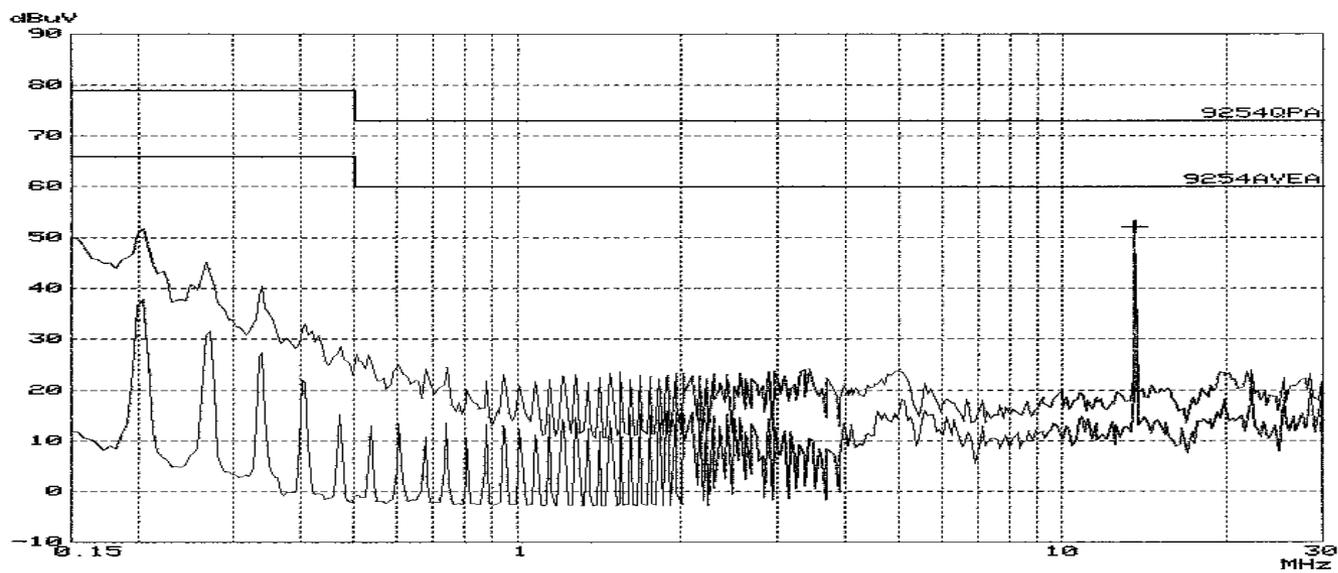
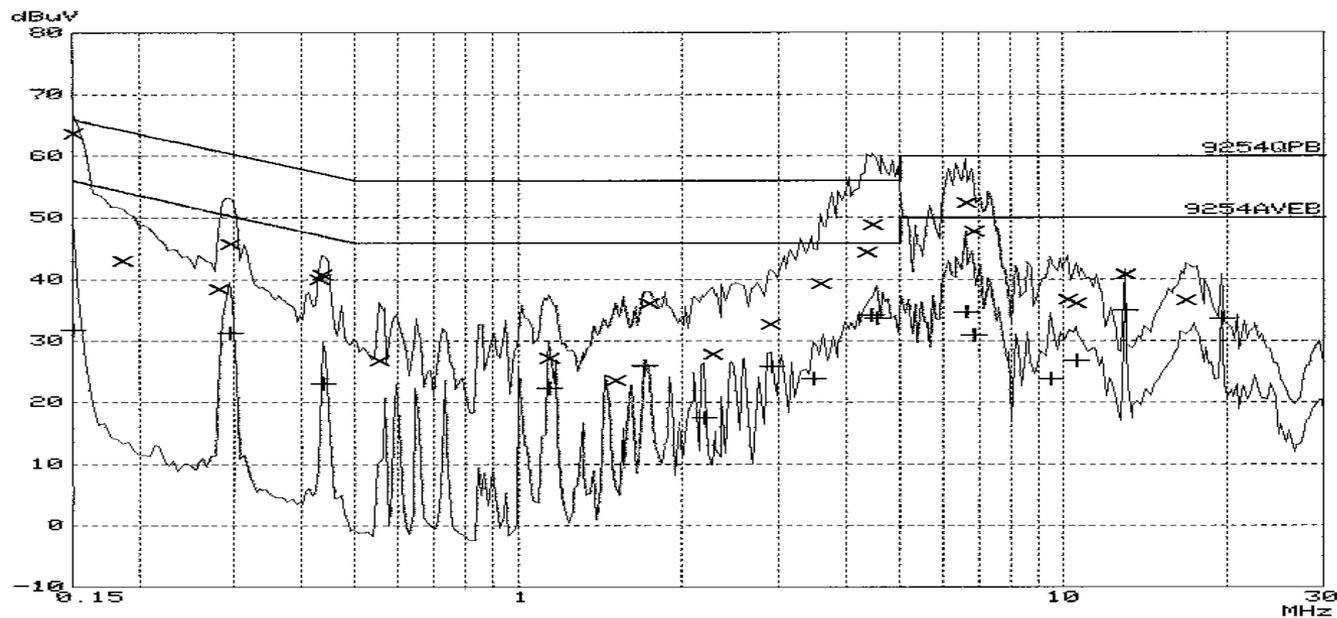
- 家用或商用感应炊具(2组B类)：见表2C。

端子骚扰电压限值举例

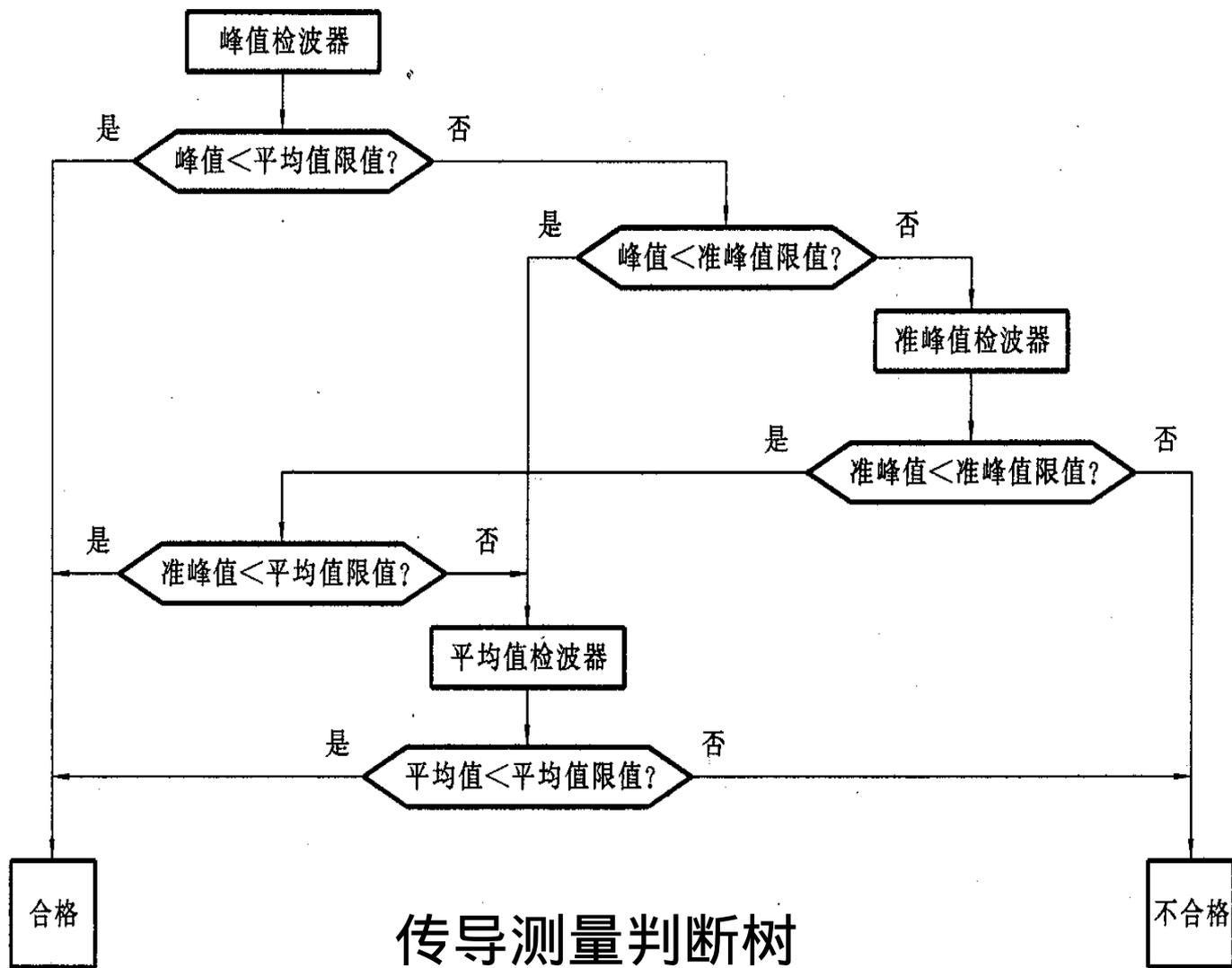
(以表2b为例，B类设备试验场测量限值)

B类设备限值 dBuV		
频率范围 MHz	1组和2组	
	准峰值	平均值
0.15 ~ 0.50	66 ~ 56	56 ~ 46
0.50 ~ 5	56	46
5 ~ 30	60	50

骚扰电压限值举例



端子骚扰电压限值



电磁辐射骚扰限值

❖ 9~150kHz

- 测磁场：dBuA/m和 dBuA，仅感应炉有限值，见表3a和表3b。

❖ 150kHz~1GHz

- 30MHz：测磁场 dBuA/m和dBuA，见表3a、表3b、表4。
- 30MHz ~ 1000MHz：测电场强度：dBuV/m。

➤ 1组设备：见表3

– 在试验场测量

A类设备限值；

B类设备限值；

— 在现场测量

A类设备限值；

➤ 2组设备

– 在试验场测量

A类设备限值，见表5a和5b；

B类设备限值，见表4；

— 在现场测量

A类设备限值,见表5a；

电磁辐射骚扰限值

- ❖ 1 GHz ~ 18 GHz: 测电场 dBuV/m,
 - 1组设备：暂无限值
 - 2组设备：
 - A类设备：暂无限值
 - B类设备：
 - $f_{\text{工作}} < 400\text{MHz}$ ：暂无限值
 - $f_{\text{工作}} > 400\text{MHz}$ ：见表6 ~ 表8
- ❖ 对安全业务的保护规定：见表9

电磁辐射骚扰限值举例

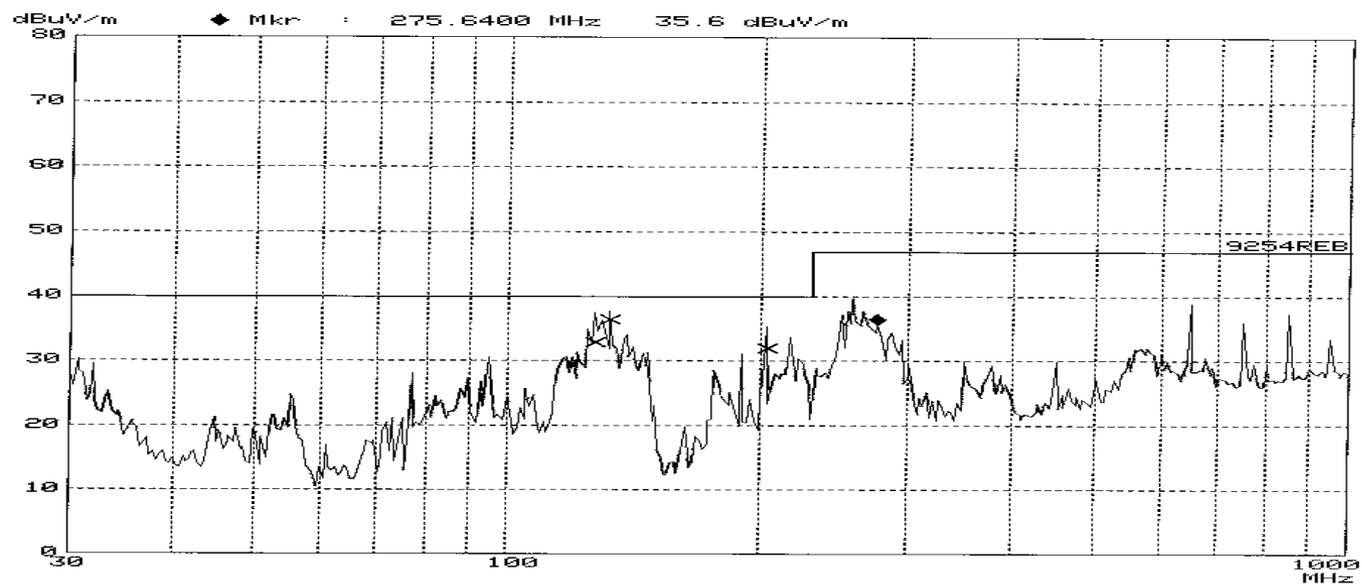
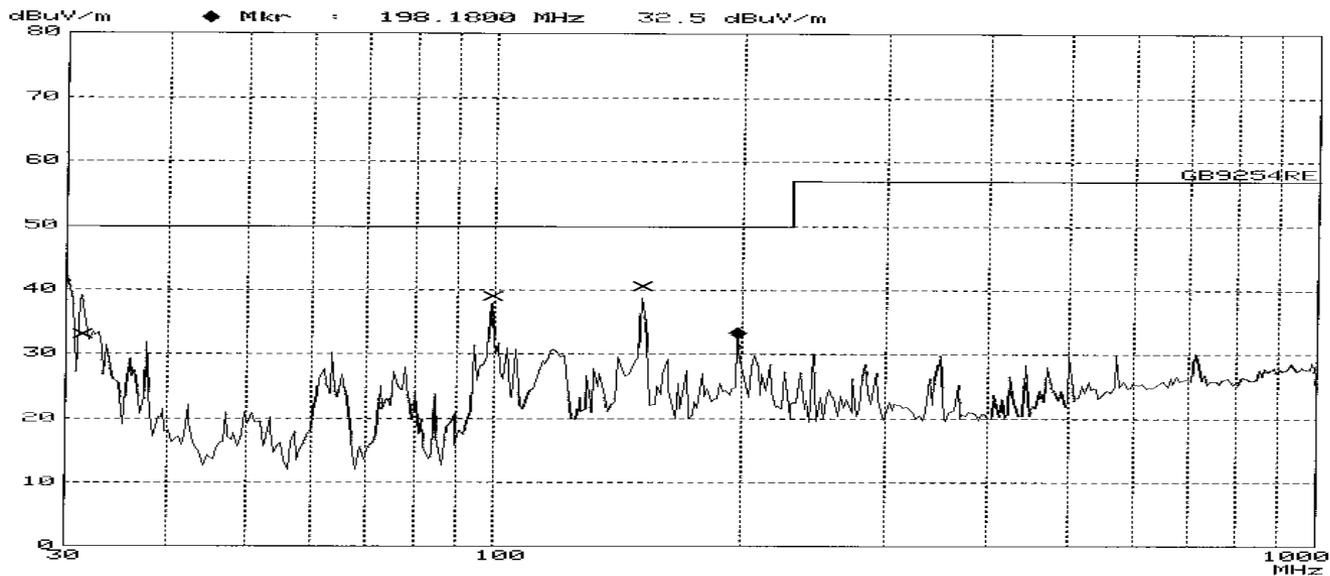
(以表3为例, 1组设备限值)

频段 MHz	在试验场测量		在现场测量
	1组A类, 10m, dBuV/m	1组B类, 10m, dBuV/m	1组A类, 30m, dBuV/m
0.15 ~ 30	--	--	--
30 ~ 230	40	30	30
230 ~ 1000	47	37	37

电磁辐射骚扰限值

- ❖ 准备永久安装在X射线屏蔽场所的1组A类和B类设备，在试验场进行测量，其电磁辐射骚扰限值允许增加12 dB；不满足限值的设备应标明“A类+12”或“B类+12”等记号，其安装说明书中应有下列警示：“警示：本设备仅可安装在对30MHz-1GHz频率范围的无线电骚扰至少提供12dB衰减的防X射线室内。”
- ❖ **注意：测量距离的影响**
 - 距离变化时，测量数据的归一化
应用20dB/10倍的反比因子
 - 距离变化时，限值的换算
$$L_{2dB} = L_{1dB} + 20 \lg(d_1/d_2)$$

辐射骚扰限值举例



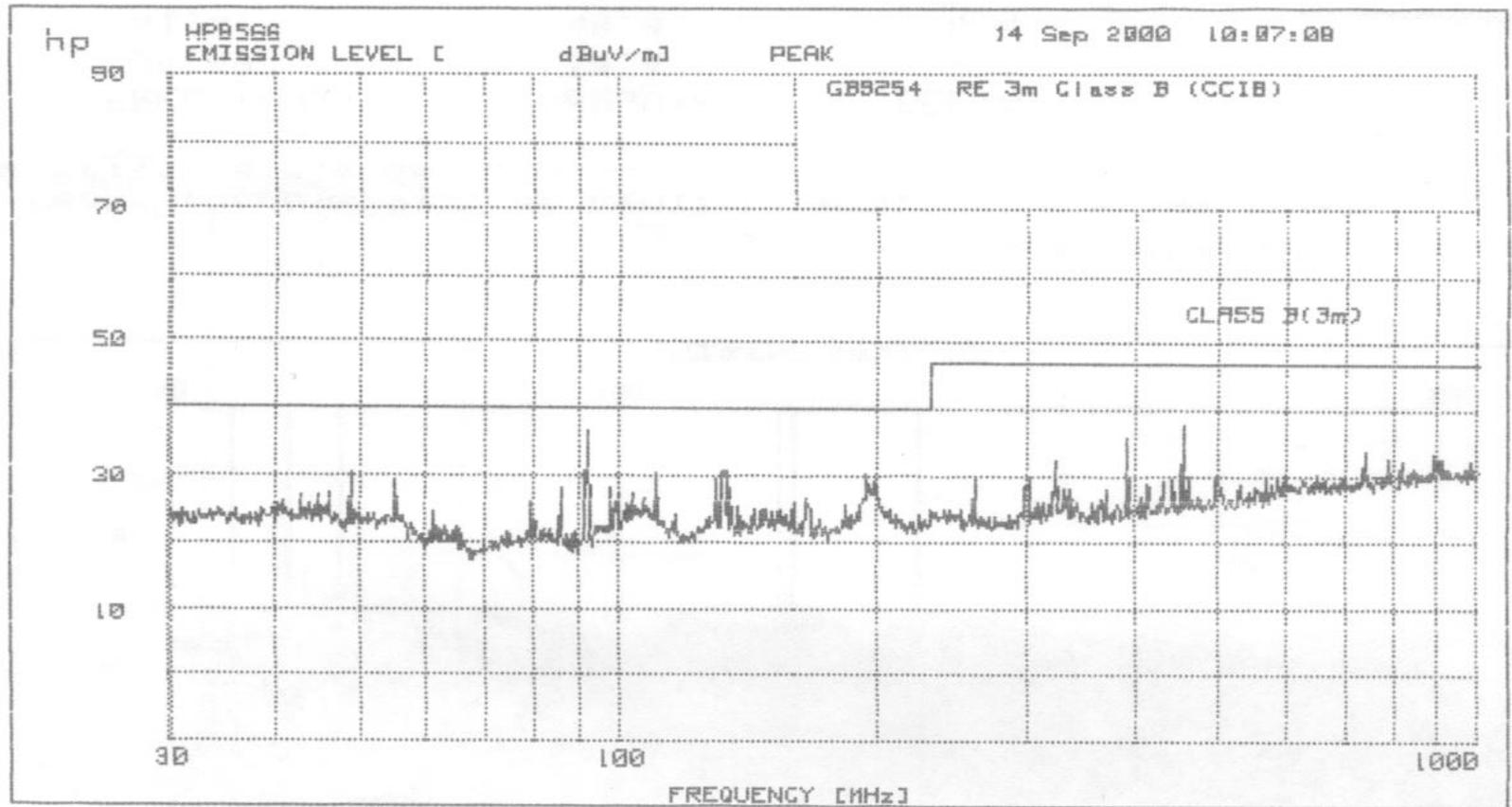
测量仪器

- ❖ 1GHz时，符合CISPR16-1的接收机
- ❖ 1GHz时，符合CISPR16-1的频谱仪
- ❖ 500/50 μ H V型人工电源网络AMN
- ❖ 电压探头
- ❖ 天线
 - 低于30MHz —— 环天线
 - 30MHz ~1GHz —— 双锥天线、对数周期天线
 - 1GHz以上 —— 小口径定向天线，如双脊波导天线
- ❖ 模拟手
 - RC元件(220pF+510 Ω)与金属箔构成

试验场地要求

- ❖ A类设备既可以在试验场也可以在安装现场测量，由制造商决定
- ❖ B类设备应在试验场内测量
- ❖ 试验场应能区分来自EUT的骚扰和环境噪声
- ❖ 辐射试验场应是一个平坦、无架空线和反射物的椭圆场地，其长轴等于两倍的焦距，其短轴等于 $\sqrt{3}$ 倍的焦距
- ❖ 6dB准则——环境噪声电平 (EUT断电时)至少比规定的限值低6 dB
- ❖ 1GHz以上测量，环境噪声电平 (EUT断电时)至少比规定的限值低10 dB，注意避免地面反射影响

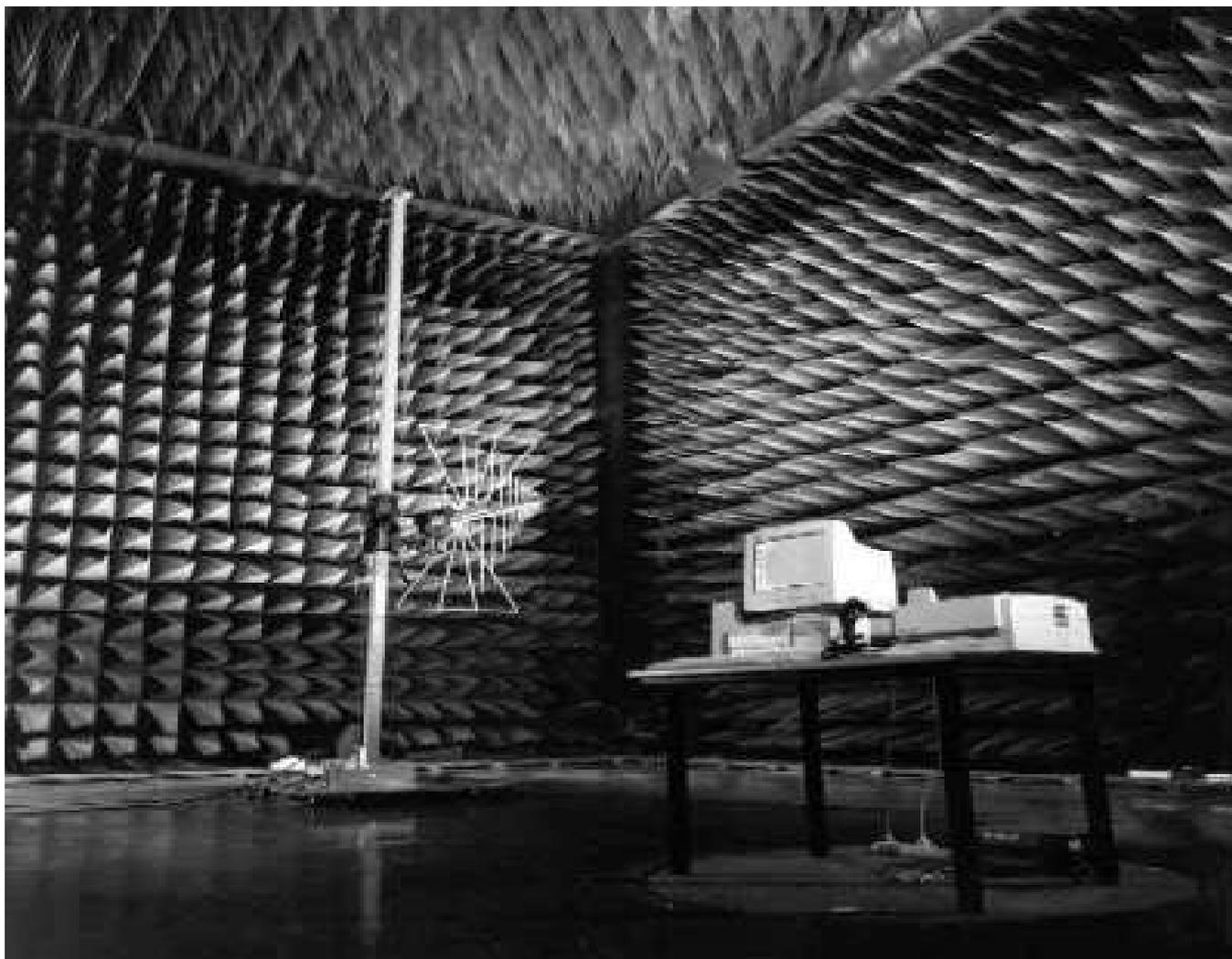
系统环境噪声电平示例



试验场地—开阔试验场



试验场地—半电波暗室



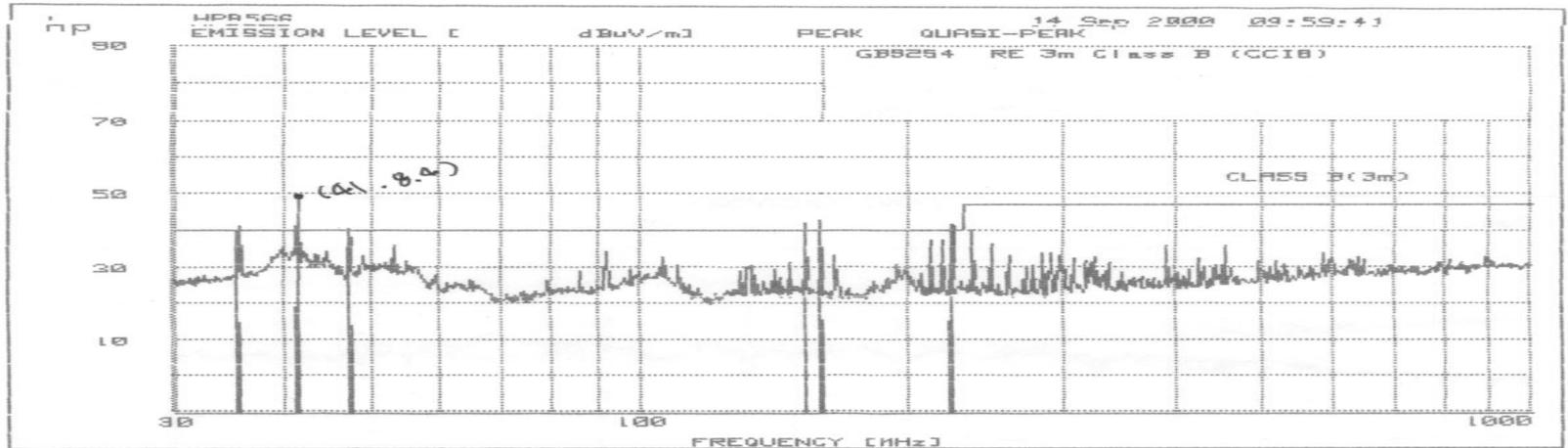
试验场地—屏蔽室



受试设备的布置

- ❖ “能代表实际中的典型应用情况”的原则
- ❖ 通过改变受试设备的试验布置来获得骚扰电平最大值
- ❖ 如互连电缆长度可变，选择产生最大辐射的长度
- ❖ 电缆的超长部分应在电缆的中心附近折叠后捆扎起来，折叠长度为30-40cm
- ❖ 连接每种类型接口端口中的至少一个端口
- ❖ 电源线长1m，超长部分折叠捆扎，折叠长度 0.4m
- ❖ 接地线接在AMN接地点上，长1m，与EUT电源线平行敷设，间距 0.1m

EUT的布置和工作状态的选择 对测量结果的影响



医疗设备的负载条件

- ❖ 使用频率为0.15MHz~300MHz的治疗设备
 - 对于电容型设备
 - 应使用模拟负载进行测量，模拟负载应是电阻性的
 - 在模拟负载处于水平和垂直两种状态下进行测量
 - 对电感型设备
 - 使用随受试设备提供的电缆和线圈进行测量
 - 试验负载是一个由绝缘材料制成的充以规定溶液的垂直管形容器，容器放在线圈里面，容器的轴线和线圈的轴线重合，线圈的中心和液体负载的中心也重合
 - 应该在最大功率和1/2最大功率两种工况下进行测量
 - 如输出电路可调谐，应以EUT基波频率调谐到谐振状态

医疗设备的负载条件

- ❖ 使用频率高于300MHz的超高频和微波治疗设备
 - 首先将受试设备的输出电路接在一个负载电阻上进行测量。负载电阻的阻值要和接通负载用的电缆特性阻抗值相同。
 - 然后根据受试设备使用说明书的规定，对设备所提供的每个高频电极在各种可能的位置和方向上并在没有吸收介质的情况下进行测试。
 - 用上述两种情况下测出的最高电平来判定受试设备是否符合限值要求

医疗设备的负载条件

❖ 超声治疗设备

- 应将换能器和发生器连接后进行测量，换能器应浸在充满蒸馏水、直径约为10 cm的非金属容器内
- 应在最大输出功率和二分之一最大输出功率两种工况下进行测量
- 如果输出电路可以调谐，则应先后在谐振和失谐状态下测量

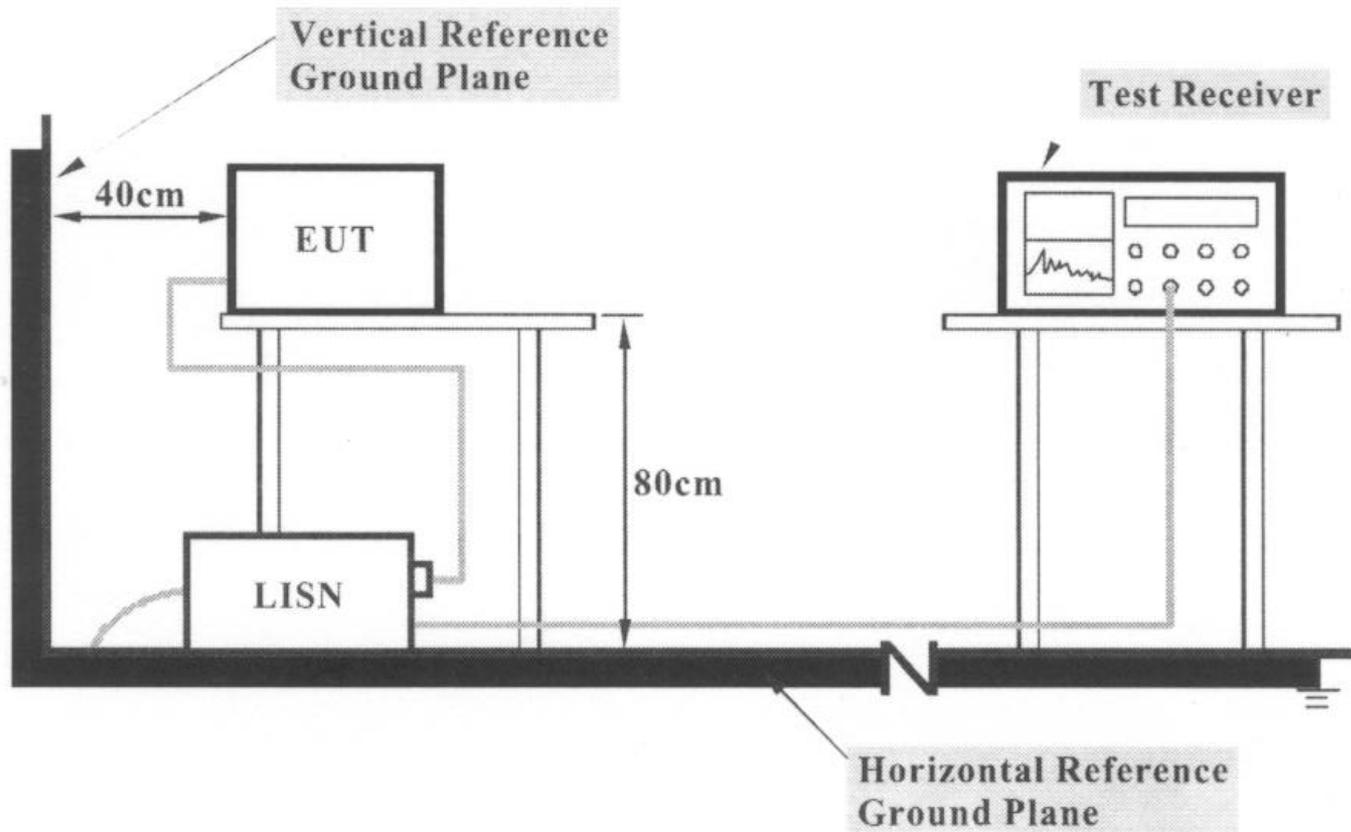
试验布置

- ❖ 落地式设备应放在水平接地平板上，并与接地平板绝缘
- ❖ 台式设备应放在距水平接地平板0.8m高的非金属桌上
- ❖ 电源端子骚扰电压测量：EUT距垂直接地平板0.4m，与其他金属表面（如AMN）距离大于0.8m
- ❖ 电源端子骚扰电压测量：正常工作时无接地的手持式设备，应连接模拟手进行测量
- ❖ 辐射骚扰测量：EUT置于转台中心

试验布置

- ❖ 如果受试系统由几个单元组成，且每个单元都具有自身电源线
 - 端接标准电源插头的每根电源电缆都应分别测量；
 - 需连接到系统中另一单元取得供电电源且制造厂未作规定的电源电缆或端子都应分别测量；
 - 由制造厂规定须从系统中某一单元中取得供电电源的电源电缆或端子都应接至该单元，而该单元的电源电缆或端子要接至V形网络；
 - 规定特殊连接の場合，在评价受试设备时应使用实现连接而必需的硬件。

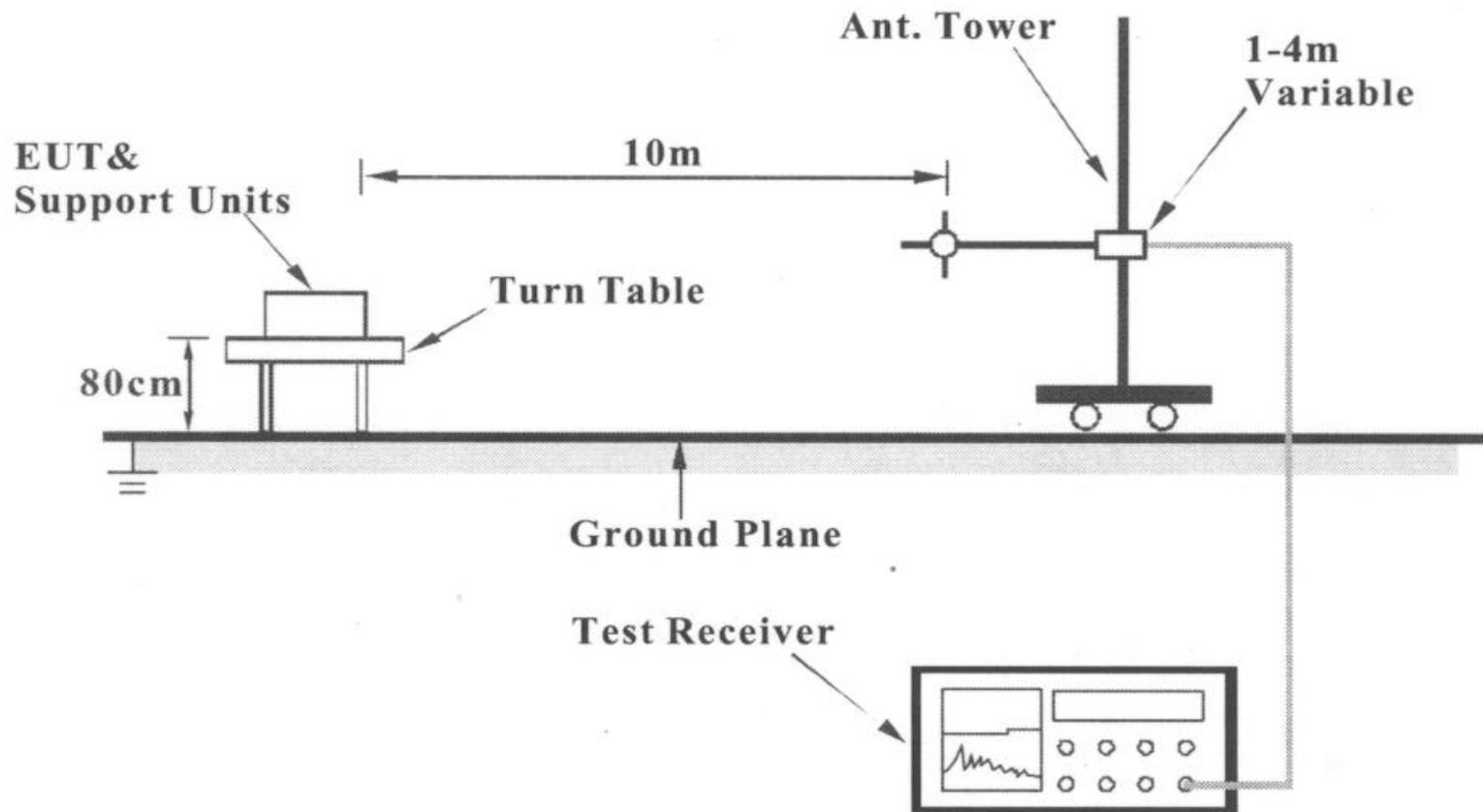
CE试验布置图



传导测量程序

- a. 按要求进行试验布置和连接
- b. 根据产品分组、分类选择相应的限值
- c. 测量环境电平，确认环境电平比相应限值低6dB
- d. 选择EUT的工作状态并使之运行
- e. 依次对电源线的每根载流线（相线或中线）进行测量
- f. 初测，找出最大骚扰所对应的工作状态和频率
- g. 最终测试，记录测量数据（最大骚扰电平和频率）
- h. 试验后数据分析处理（电缆损耗，AMN的系数）

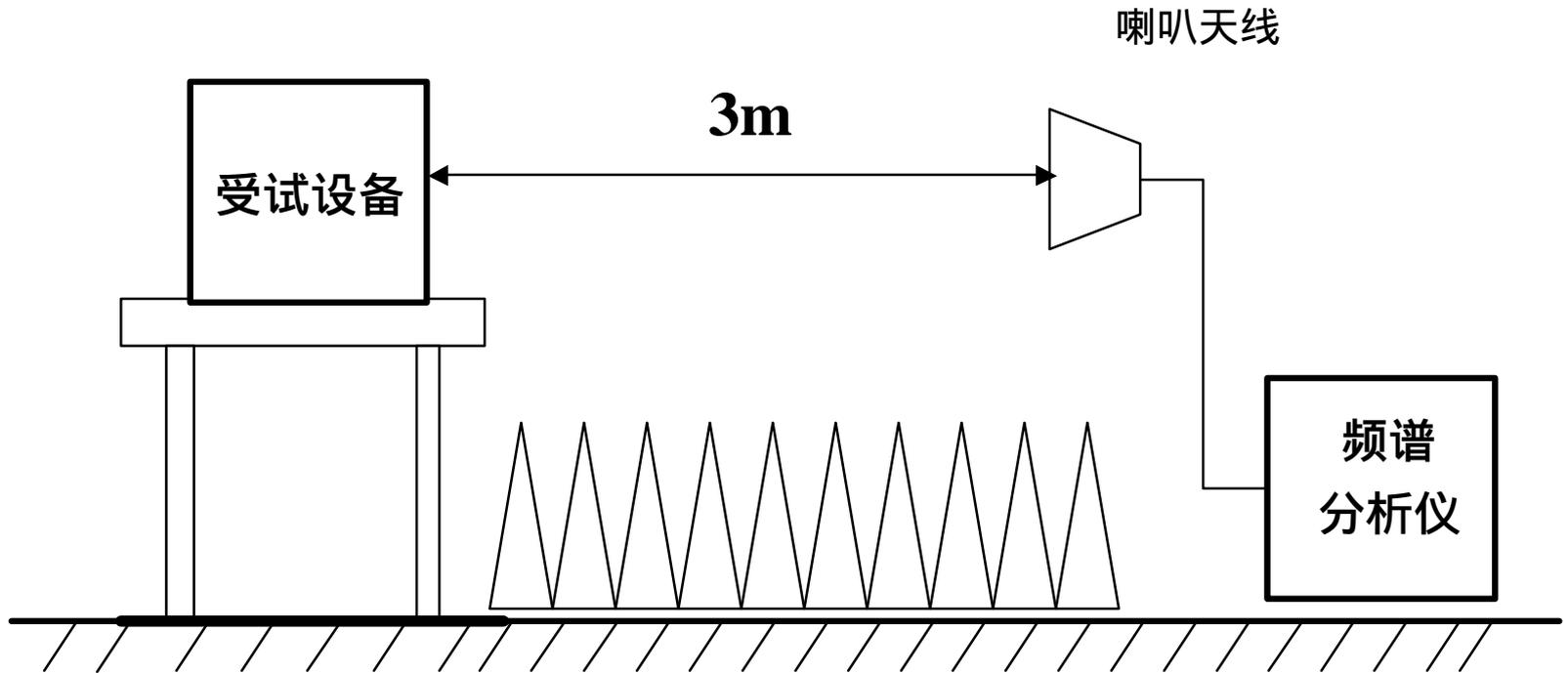
RE试验布置图



辐射测量程序

- a. 按要求进行试验布置和连接
- b. 根据产品分组、分类选择相应的限值
- c. 分别测量水平极化和垂直极化的环境电平，确认环境电平平均比相应限值低6dB
- d. 选择EUT的工作状态并使之运行
- e. 依次在天线水平极化和垂直极化的情况下进行测量
- f. 初测，天线在某一固定高度，转台置于适当角度，找出最大骚扰所对应的工作状态和频率
- g. 最终测试，天线在1~4m升降，转台在0~360°转动，寻找最大发射的位置，记录测量数据，（最大骚扰电平、频率、天线高度和转台角度）
- h. 试验后数据分析处理（电缆损耗，天线系数）

1GHz辐射试验布置图



1GHz辐射测量程序

- a. 按要求进行试验布置和连接
- b. 分别测量水平极化和垂直极化的环境电平，确认环境电平均比相应限值低10dB
- c. 选择EUT的工作状态并使之运行
- d. 依次在接收天线水平极化和垂直极化的情况下进行测量
- e. 旋转转台使EUT在 0° ~ 360° 转动，寻找并记录每一频率的最大骚扰电平
- f. 频谱分析仪采用最大值保持方式测量峰值和加权值
- g. 试验后数据分析处理（电缆损耗，天线增益）

现场测量

- ❖ 不在辐射试验场测量的设备，可将设备在用户辖区内安装后进行测量
- ❖ 应在安装设备的建筑物的外墙外，以标准规定的测量距离进行测量
- ❖ 应在实际可能的情况下选取尽量多的测量点
- ❖ 至少应在正交的四个方向上测量
- ❖ 在任何可能对无线电系统产生有害影响的方向上进行测量

EMC对策

❖ 滤波、屏蔽、接地、PCB设计

❖ 滤波

- 切断电磁骚扰沿信号线或电源线传播的路径
- 抑制传导骚扰、辐射骚扰，提高抗扰度
- 滤波器：低通、高通、带通、带阻
- 电源线滤波器、信号线滤波器，注意安装位置
- 滤波电容、滤波电感
- 穿心电容、馈通滤波器
- 共模扼流圈
- 铁氧体材料：磁环、磁珠

EMC对策

❖ 屏蔽

- 利用屏蔽体阻止电磁场在空间传播
- 限制内部辐射电磁能的越出
- 防止外来辐射能量的进入
- 机箱屏蔽：材料的选择、接触面的处理、孔缝的大小、线缆的进出
- 线缆屏蔽：屏蔽效能、与机壳的搭接
- 对重要器件（骚扰源）进行屏蔽，如时钟发生器、晶振、CPU 等

EMC对策

❖ 接地

- 接大地：人员与设备的安全
- 接参考地：建立基准电位点
- 浮地：抗干扰
- 单点接地：简单，多用于低频
- 多点接地：就近接地，地线长度短，多用于高频
- 混合接地
- 接地点的选择：对电路影响小，避免地环路影响
- 接地点的处理：低阻抗，焊接、铆接、螺钉连接

EMC对策

❖ PCB设计

- 避免公共阻抗的耦合、线间串扰、高频载流导线的电磁辐射、印刷线路板对高频辐射的感应及波形在长线传输中的畸变等
- 尽量采用多层板
- 先确定元器件在板上的位置，然后布置地线(层)、电源线(层)，再安排高速信号线，最后再考虑低速信号线
- 敏感电路的引线不要与大电流、高速线平行，要远离时钟线
- 易产生骚扰的器件要相互靠近，并尽量远离逻辑电路
- 将数字电路、模拟电路以及电源电路分别放置
- 将高频电路与低频电路分开，隔离或单独成板
- 尽可能缩短高频元器件之间的连线
- 易受干扰的元器件不能相互挨得太近
- 输入和输出元件应尽量远离
- PCB的滤波、屏蔽和接地的处理



GB 9254-1998

信息技术设备的无线电骚扰 限值和测量方法

测试项目

GB9254-1998 (idt CISPR22: 1997)

- 电源端子骚扰电压
- 电信端口传导共模骚扰
- 辐射骚扰

测试项目

GB/T 17618-1998 (idt CISPR24:1997)

- 静电ESD
- 射频电磁场辐射
- 电快速瞬变脉冲群EFT
- 浪涌(冲击)
- 射频场感应的传导骚扰
- 工频磁场
- 电压暂降和短时中断

目的与适用范围

IT设备作为CISPR（国际无线电干扰特别委员会）所确定的6大类的干扰源之一，对无线电接收构成潜在的威胁，出于对无线电广播的保护，有效地抑制IT设备的电磁骚扰，并给出统一限值和测量方法，特制定此标准。

目的与适用范围

该标准的适用范围为低压供电的所有IT设备，频率范围为9kHz ~ 400GHz。目前只规定了频率范围150kHz ~ 1000MHz内的限值和测量方法，对于尚未规定限值的频段，不必测量。

ITE分级

A级描述 (4.2条)

- GB9254-1998满足A级限值但不满足B级限值的设备。

B级描述 (4.1条)

- 满足B级限值, 在生活环境中使用的设备, 保护距离为10m。如便携式设备, 电信终端, 家用电脑等
 - 注: 生活环境是指“那种有可能在离相关设备10m远的范围内使用广播和电视接收机的环境”。

ITE分级

B级ITE可包括：

- 不在固定场所使用的设备，例如靠内置电池供电的便携式设备
- 靠电信网络供电的电信终端设备
- 个人计算机及相连的辅助设备

ITE分级

一般来说，在以下场所使用的ITE属于B级：

- —— 住宅区，如四合院、公寓等；
 - —— 商业区，如商店、超市等；
 - —— 商务区，如写字楼、银行等；
 - —— 公共娱乐场所，如电影院、餐馆、迪厅等；
 - —— 户外场所，如加油站、停车场和体育中心等；
 - —— 轻工业区，如车间、实验室等。
- 从某种意义上说，制造商和代理商在确定了其产品未来的应用场所（或用户群体）之后，其产品所属的级别也随之确定。如家用PC机，应归属于B级。
 - 对于A级产品的制造商，其有责任按标准要求在其有关的说明书中包含如下内容的声明，以使最终用户了解产品的电磁兼容状况。

ITE分级

声 明

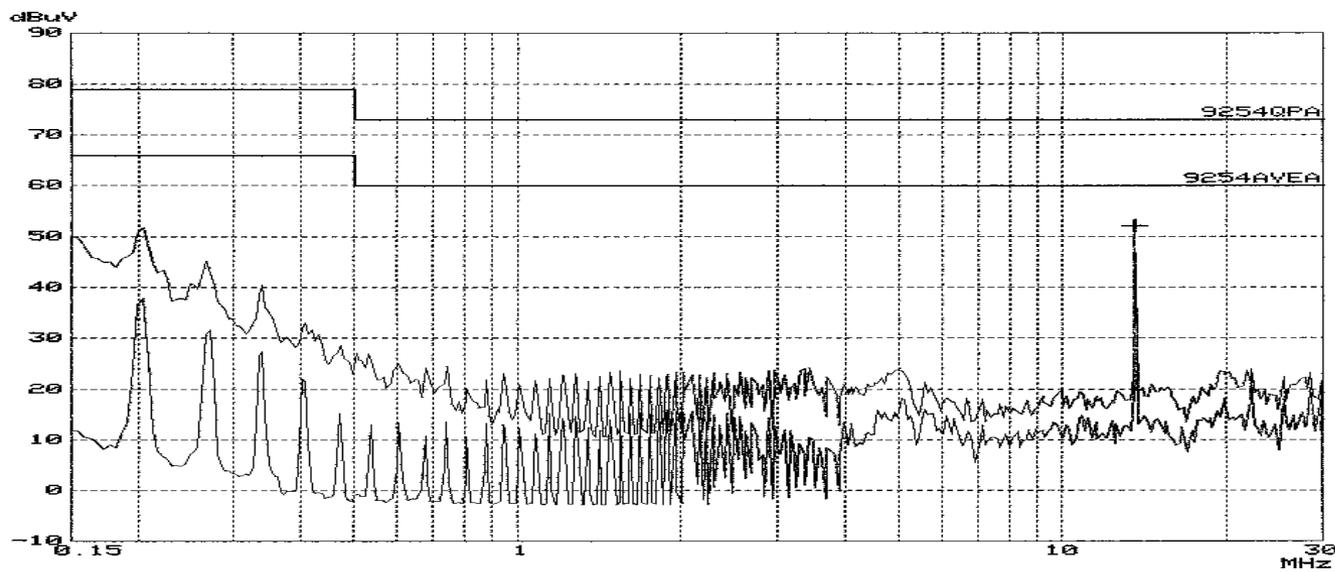
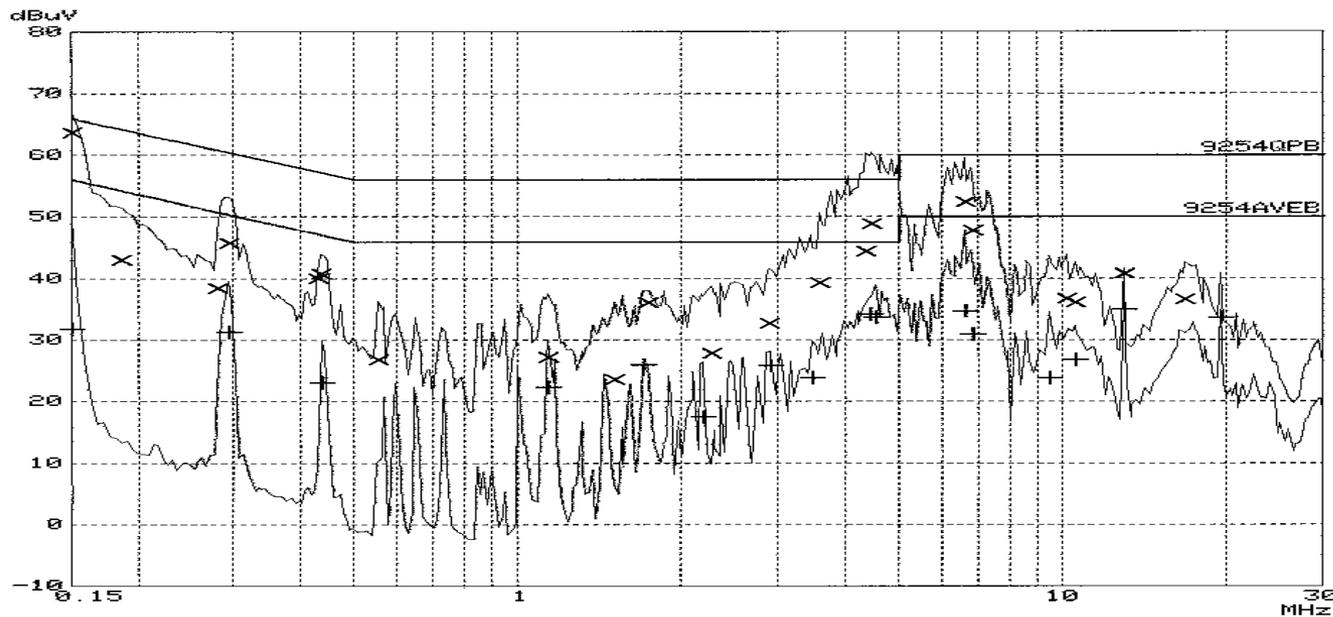
此为A级产品，在生活环境中，该产品可能会造成无线电干扰。在这种情况下，可能需要用户对其干扰采取切实可行的措施。

电源端子骚扰电压限值

频率范围 MHz	B级ITE		A级ITE	
	准峰值 dBuV	平均值 dBuV	准峰值 dBuV	平均值 dBuV
0.15~0.50	66~56	56~46	79	66
0.5~5	56	46	73	60
5~30	60	50	73	60

- 准峰值和平均值限值应同时满足
- B级ITE 150kHz-500kHz，限值随频率的对数呈线性减小
- 过渡频率处应采用较低的限值

限值及其含义



辐射骚扰限值

频段 MHz	测量距离10m		测量距离3m	
	A级ITE dBuV/m	B级ITE dBuV/m	A级ITE dBuV/m	B级ITE dBuV/m
30 ~ 230	40	30	50	40
230 ~ 1000	47	37	57	47

- 只有准峰值限值要求 (dB μ V / m)
- 过渡频率处应采用较低的限值
- 距离变化时，测量数据的归一化
应用20dB/10倍的反比因子
- 距离变化时，限值的换算
 $L2dB=L1dB+20lg(d1/d2)$

限值及其含义

通常，我们用（80%/80%）来概括发射限值的含义。这是一个统计上的含义，即“在统计的基础上，大量生产的设备至少有80%符合限值的要求，置信度不低于80%”。

也就是说，被判定为合格的一批产品，并不意味着所有的发射都满足要求，只是80%的产品低于规定的限值，且置信度不低于80%。

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

GB4343.1概述

- ❖ 强制性国家标准
- ❖ 等同采用CISPR 14-1:2000 (IDT)
- ❖ 适用于主要功能由电动机、开关或调节装置产生的射频传导和辐射骚扰
- ❖ 家用电器、电动工具、半导体装置调节、电机驱动的电疗设备、电动/电子玩具、电影或幻灯投影仪等
- ❖ 不包括为加热和医疗用途而产生和使用射频能量的设备
- ❖ 规定了上述设备无线电骚扰限值、测量方法、工作条件和测量结果的评定方法
- ❖ 频率范围：9kHz ~ 400GHz

检测项目

❖ 连续骚扰

- 端子电压 0.15MHz ~ 30MHz
 - 电源端子
 - 负载端子和附加端子
 - 优先频率点：11个
- 骚扰功率 30MHz ~ 300MHz
 - 优先频率点：8个
- 辐射骚扰 30MHz ~ 1000MHz

❖ 断续骚扰 148.5kHz ~ 30MHz

- 测量频点：4个

端子电压限值

(适用于家用电器和产生类似干扰的设备
及装有半导体装置的调节控制器)

频率范围	在电源端子		在负载、附加端子	
	准峰值 dBuV	平均值 dBuV	准峰值 dBuV	平均值 dBuV
0.15~0.50	66~56	59~46	80	70
0.5~5	56	46	74	64
5~30	60	50	74	64

端子电压限值

(电动工具)

频率范围	电机额定功率 700W		700W 功率	电机额定 1000W	电机额定功率 1000W	
	准峰值 dBuV	平均值 dBuV	准峰值 dBuV	平均值 dBuV	准峰值 dBuV	平均值 dBuV
0.15~0.5	66~59	59~49	70~63	63~53	76~69	69~59
0.5~5	59	49	63	53	69	59
5~30	64	54	68	58	74	64

骚扰功率限值

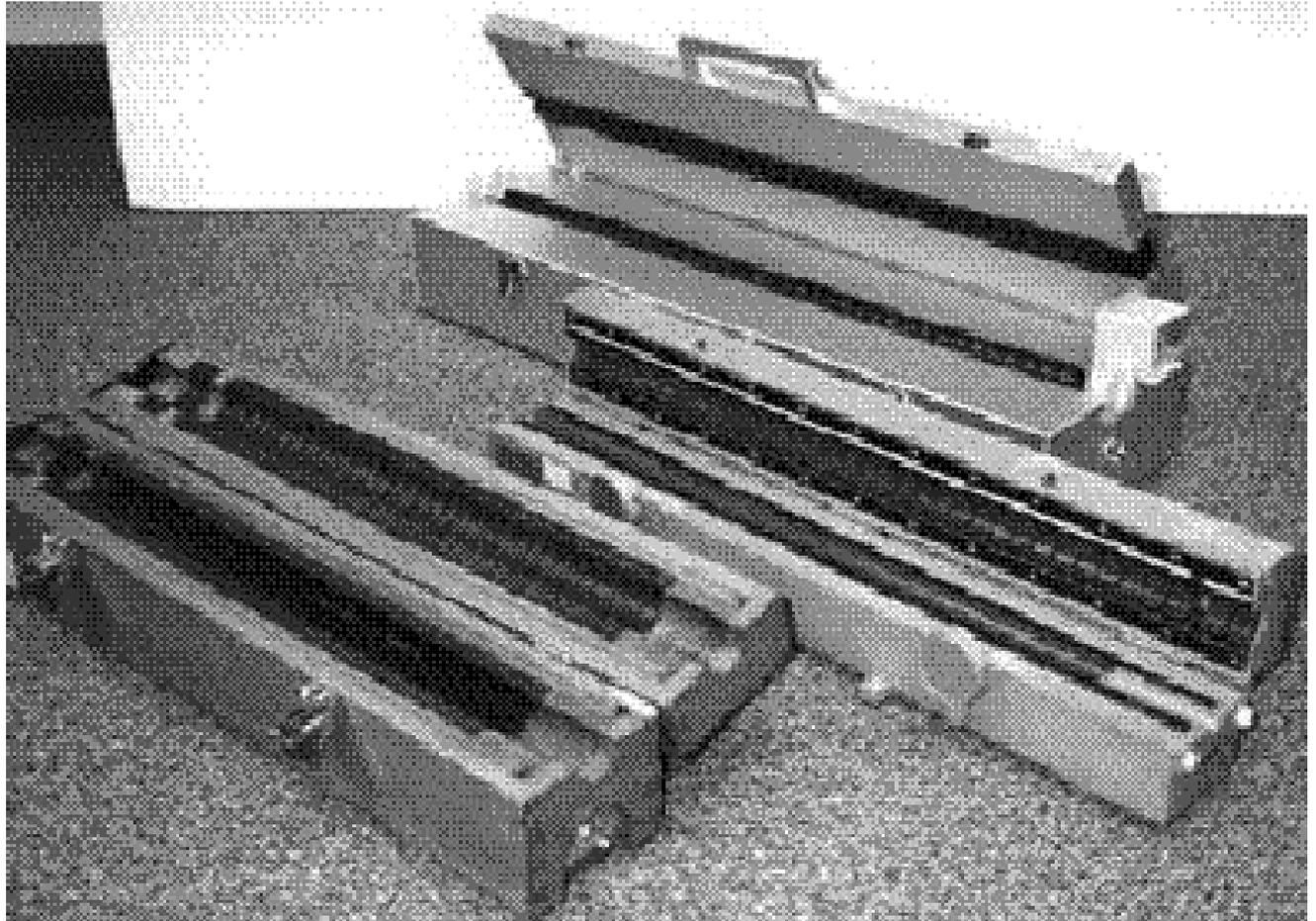
频率范围 MHz	家用和类似电器		电动工具					
			P 700W		700W P 1000W		P 1000W	
	准峰值 dBpW	平均值 dBpW	准峰值 dBpW	平均值 dBpW	准峰值 dBpW	平均值 dBpW	准峰值 dBpW	平均值 dBpW
30~300	45~55	35~45	45~55	35~45	49~59	39~49	55~65	45~55

- ❖ 包括准峰值限值、平均值限值，dBpW
- ❖ 准峰值和平均值限值应同时满足；或
- ❖ 准峰值小于平均值限值
- ❖ 限值的变化：随频率线性增大

测量仪器

- ❖ 测量接收机
- ❖ 500/50 μ H人工电源网络AMN
- ❖ 功率吸收钳
- ❖ 电压探头
- ❖ 模拟手（需要时）
- ❖ 喀咧声分析仪
- ❖ 符合GB/T 6113.1-1995的要求

功率吸收钳



试验和运行条件

- ❖ 多于一个额定电压的器具，应在引起最大骚扰的额定电压下测量
- ❖ 在0.9~1.1倍的额定电压范围内、约160kHz和50MHz两个频点上进行预测，应在引起最大骚扰的电压下进行实际测量
- ❖ 试验环境温度应在15 ~35 范围内

电动医疗设备

- ❖ 锯和刀：空载连续运行
- ❖ 泵：带液体连续运行
- ❖ 心电图和类似用途记录仪：带记录带或记录纸连续运行

试验和运行条件

❖ 牙钻

- 对于测试电动机连续骚扰：电动机应带钻头，但不钻材料，并以最大速度连续运行
- 对于测试开关的骚扰：启动时电动机的速度应在5s内增加到最大值，停止时控制器应迅速恢复到断开位置，两次启动的间隔为15s
- 对于测试半导体控制器的骚扰：调节控制器应调节到产生最大骚扰的位置，记录每个优先频率点的骚扰值后，不改变调节控制器，在优先频率点附近的频带内进行扫描，并记录最大骚扰值

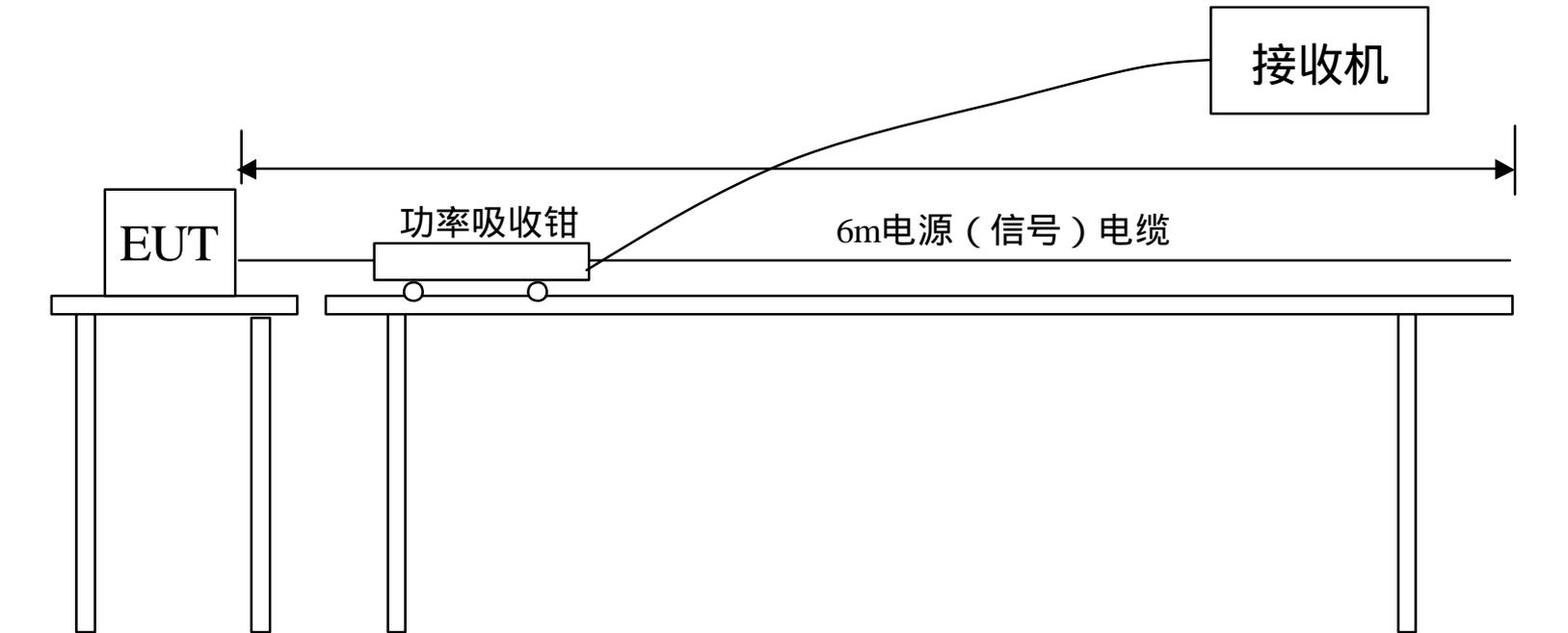
端子骚扰电压试验

- 通常不接地的非手持式器具
- 通常不接地的手持式器具
- 通常要求接地操作的器具
- 装有半导体装置的调节控制器
- 对负载和控制端子，使用电压探头测量
- 背景噪声比测量电平至少要低20dB

骚扰功率试验

- ❖ 受试设备的骚扰特性可通过测量电源线和其它连线的骚扰功率来考核
- ❖ 当频率超过30MHz时，设备所产生的骚扰能量主要通过辐射传播
- ❖ 经验表明，骚扰能量主要是由靠近器具的那部分的电源线和其它连线向外辐射的
- ❖ 通过吸收钳测量最大骚扰功率

骚扰功率的测量



骚扰功率的测量

- ❖ EUT应放在0.8m高的非金属台上，距其它导电体0.4m
- ❖ 被测馈线应在台子上平直展开，注意其长度是否延长
- ❖ 吸收钳的电流变换器一端朝向被测设备
- ❖ 不测量的连线的处理
- ❖ 短于0.25m的引线不需测量
- ❖ 短于吸收钳长度2倍的引线需延长到吸收钳长度2倍
- ❖ 长于吸收钳长度2倍的引线，使用原引线测量
- ❖ 辅助装置非器具主体运行所必需或由单独试验程序时，应只接引线而不接辅助装置

骚扰功率的测量

测量程序

- a. 按要求进行试验布置和连接
- b. EUT按运行条件正常工作
- c. 依次对电源线和每根超过25cm长的连接线进行测量
- d. 初测，将吸收钳套在被测线上，固定在离EUT最近的位置，在30MHz~300MHz范围内扫描，找出最大骚扰对应的频率
- e. 最终测试，移动吸收钳，找出最大骚扰位置，测量准峰值和平均值，记录测量数据（最大骚扰电平和频率）
- f. 试验后数据分析处理（电缆损耗，吸收钳的插入损耗）

喀咧声试验

- ❖ 喀咧声click——幅度超过连续骚扰准峰值限值的骚扰，持续时间不大于200ms，且相邻骚扰间隔至少200ms
- ❖ 开关操作——开关或触点的一次分断或闭合
- ❖ 喀咧声率N——1min内的喀咧声数或开关操作数
- ❖ 喀咧声限值——连续骚扰限值L加上由喀咧声率确定的一个定值 $L, \text{dB}\mu\text{V}$
 - $L = 44\text{dB}$ $N < 0.2$
 - $L = [20 \lg (30/N)]\text{dB}$ $0.2 \leq N < 30$
- ❖ 上四分位法——在观察时间内记录的喀咧声数或开关操作数的1/4允许超过喀咧声限值

喀呖声的测量

测量程序：分两轮测量

❖ 第一轮：确定限值和最小观测时间

- 在150kHz和500kHz测量喀呖声数和最小观测时间
- 测量产生40个喀呖声(或开关操作数)的时间或120min内产生的喀呖声(或开关操作数)，计算喀呖声率及限值

❖ 第二轮：用上四分位法评定

- 在规定频点测量：150kHz，500kHz，1.4MHz，30MHz
- 测量时间：第一轮确定的最小观测时间
- 当器具的喀呖声率N由喀呖声数确定，如在最小观测时间内所记录的喀呖声数，超过限值的不多于1/4，则符合要求
- 当器具的喀呖声率N由开关操作数确定，如在最小观测时间内所记录的开关操作所产生的喀呖声数，超过限值的不多于1/4，则符合要求

喀呖声测量的注意

- ❖ 用带准峰值检波器接收机测量
- ❖ 注意喀呖声定义的例外情况
- ❖ 器具在标准给定的条件下或典型使用的最恶劣的条件下运行
- ❖ 不同的电源端子的喀呖声率可能不同
- ❖ 相线和中线应分别测量
- ❖ 当器具的喀呖声率 N 由喀呖声数确定， $N = n / T$
- ❖ 当器具的喀呖声率 N 由开关操作数确定， $N = n \times f / T$
- ❖ 确定喀呖声限值的连续骚扰限值，为适用于家用电器和产生类似干扰的设备及装有半导体装置的调节控制器的限值中的准峰值限值
- ❖ 如喀呖声率大于等于30，适用连续骚扰限值，即不合格

GB 17743-1999

电气照明和类似设备的

无线电骚扰特性的限值和测量方法

GB 17743概述

- ❖ 强制性国家标准
- ❖ 等同采用CISPR 15:1996 (IDT)
- ❖ 电气照明和类似设备指用于照明，具有产生或分配光的基本功能，并连接在低压电网或用电池供电的设备
- ❖ 规定了以下设备产生的射频骚扰限值、测量方法：
 - 白炽灯、荧光灯具及仅用照明灯具的辅助设备
 - 紫外线和红外线辐射设备
 - 霓虹灯广告标志牌
 - 室外使用的道路/泛光装置
 - 安装在汽车、火车等运输车辆上的照明装置等
 - 医疗用的照明设备，如X光片的照明设备、手术室的照明设备

GB 17743限值及要求

- ❖ 荧光灯灯具的插入损耗限值，150kHz~1605kHz
- ❖ 照明装置的骚扰电压
 - 电源端子骚扰电压限值，9kHz~30MHz
 - 负载和接线端子骚扰电压限值，150kHz~30MHz
- ❖ 辐射电磁骚扰限值，9kHz~30MHz
 - 适用于工作频率超过100Hz的设备
- ❖ 在ISM使用的指定频率上的骚扰场强限值
- ❖ 由连接或断开电源的手动或自动控制开关引起的骚扰应忽略不计（不包括反复动作的开关）
- ❖ 工作条件：额定电压、额定频率、15 ~ 25

插入损耗限值

频率范围 kHz	最小插入损耗 dB
150~160	28
160~1400	28 ~ 20
1400~1605	20

电源端子骚扰电压限值

频率范围 MHz	限值, dB μ V	
	准峰值	平均值
0.009~0.05	110	--
0.05~0.15	90 ~ 80	--
0.15~0.5	66 ~ 56	56 ~ 46
0.5~2.51	56	46
2.51~3.0	73	63
3.0~5.0	56	46
5.0~30	60	50

注：插入损耗限值不适用时，应使用本表格的限值。

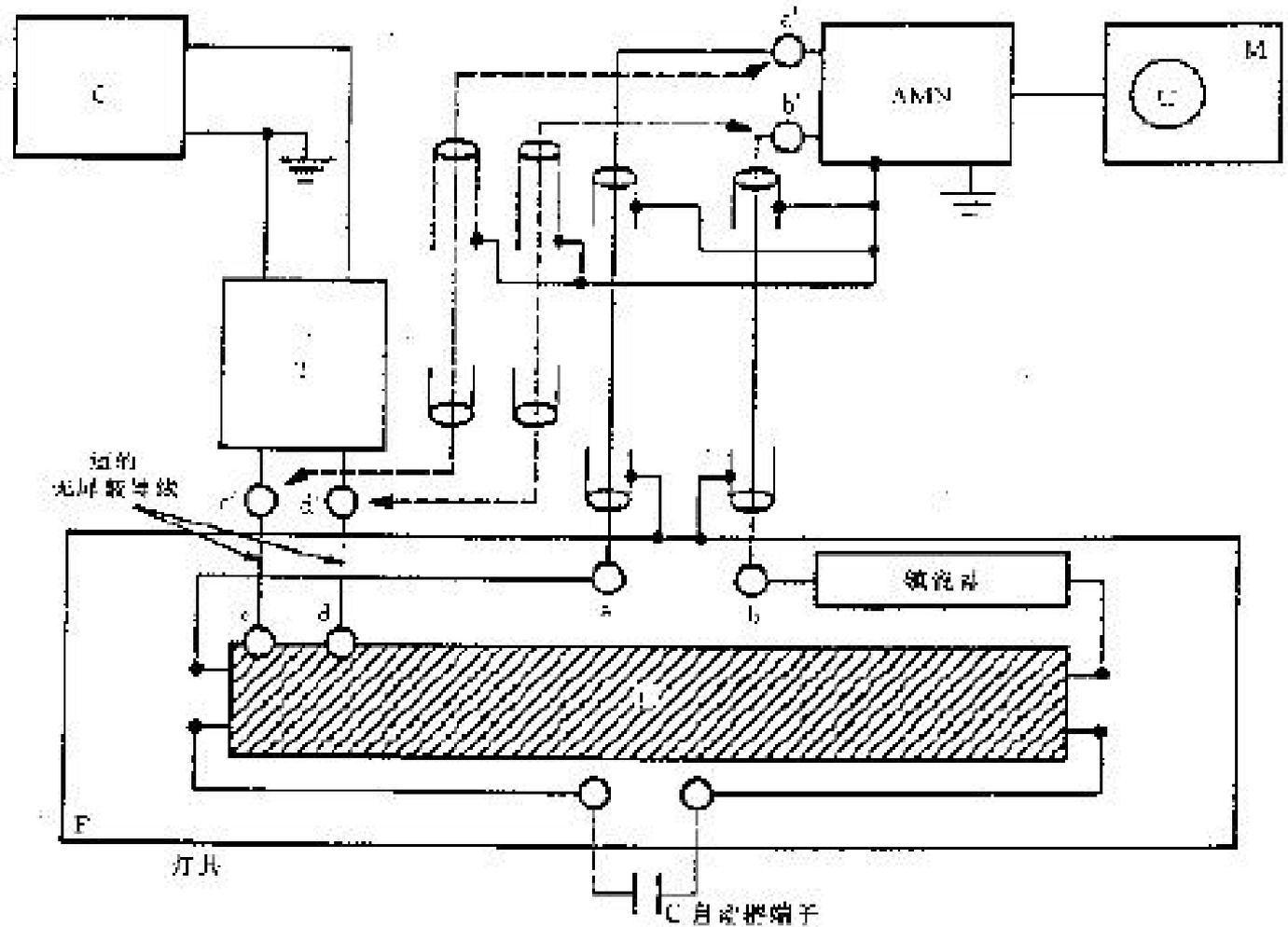
辐射电磁骚扰限值

频率范围 MHz	不同直径环形天线的限值，dB μ A		
	2m	3m	4m
0.007~0.07	88	81	75
0.07~0.15	88 ~ 58	81 ~ 51	75 ~ 45
0.15~2.2	58 ~ 26	51 ~ 22	45 ~ 16
2.2~3.0	58	51	45
3.0~30	22	15 ~ 16	9 ~ 12

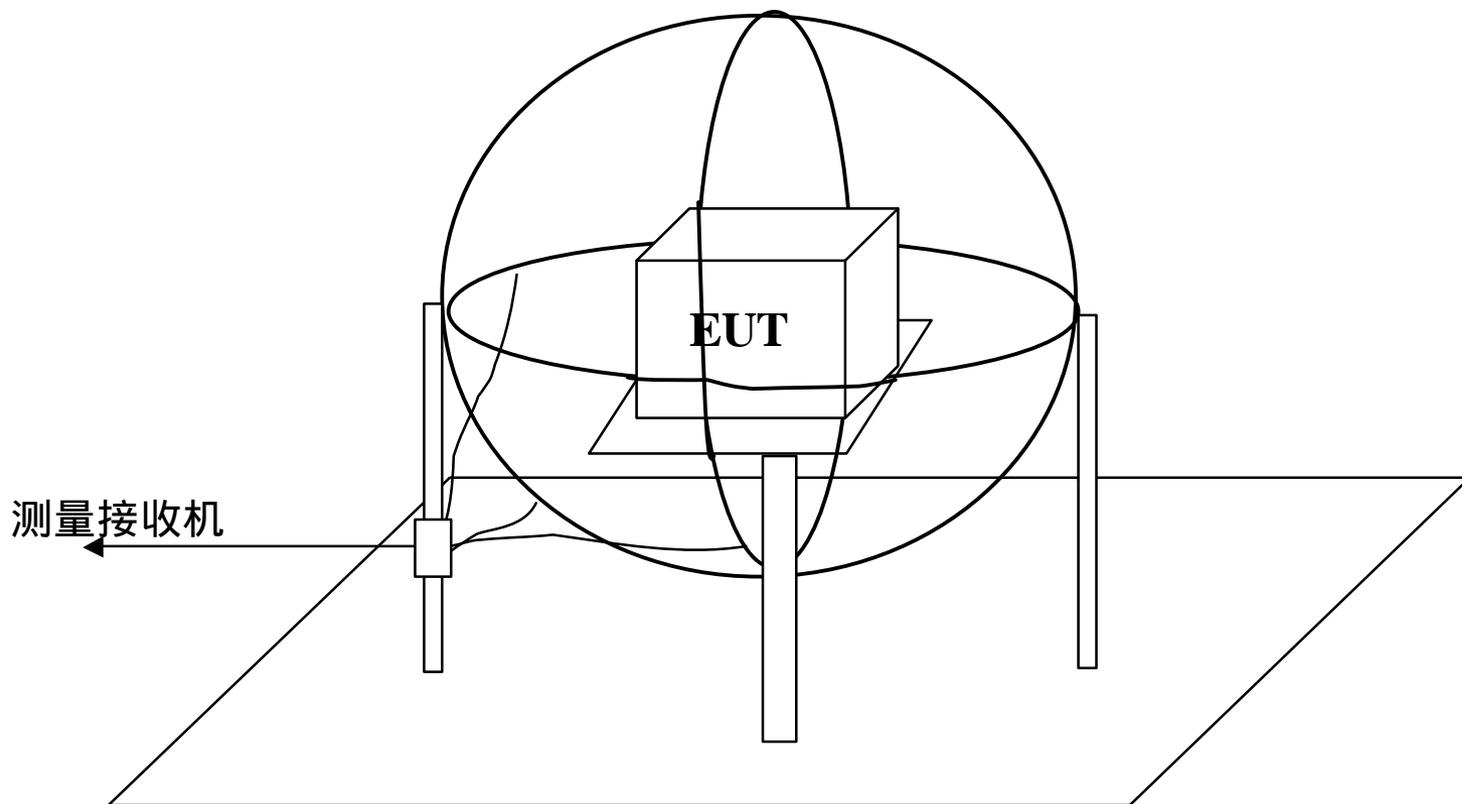
测量设备

- ❖ 测量接收机
- ❖ 50O/50uH人工电源网络AMN
- ❖ 电压探头
- ❖ X、Y、Z大环行天线
- ❖ 电流探头
- ❖ 模拟灯
- ❖ 平衡/不平衡变换器等

插入损耗测试示意图



辐射电磁骚扰测试示意图



GB 17625.1-2003



电磁兼容 限值 谐波电流发射限值
(设备每相输入电流 16A)

GB 17625.1概述

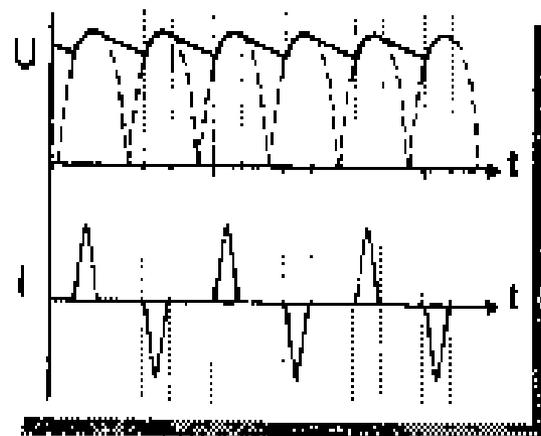
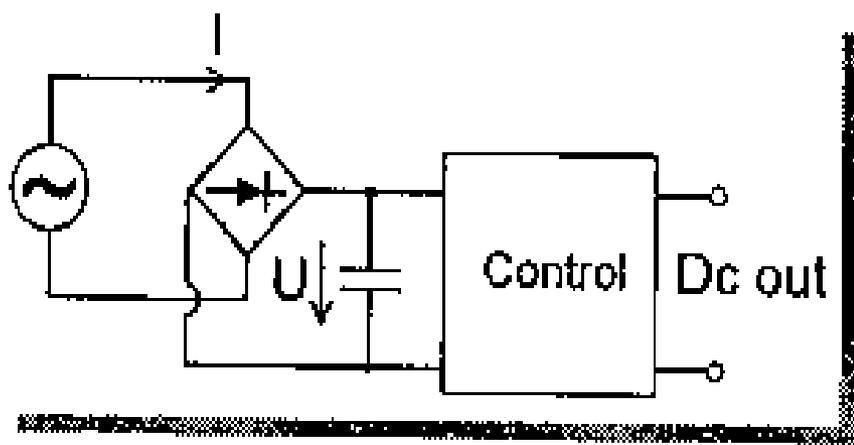
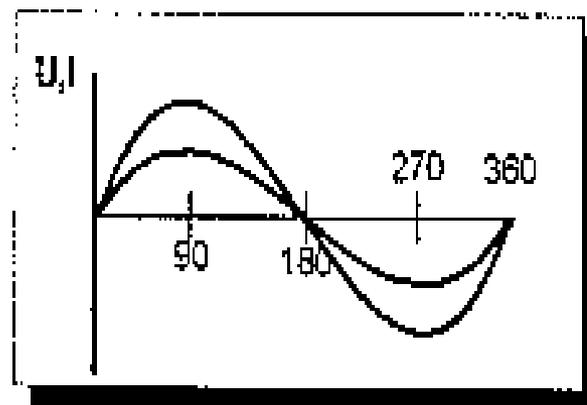
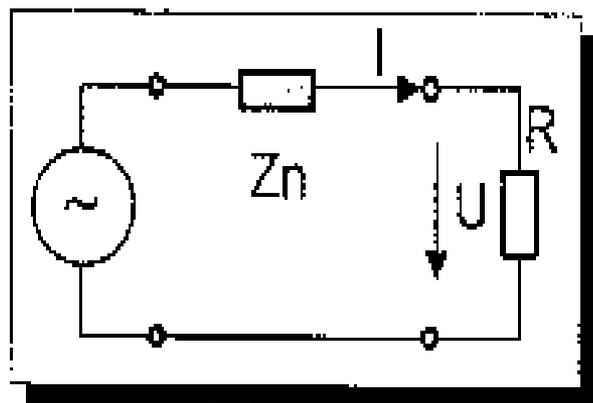
- ❖ GB17625.1-2003为强制性国家标准
- ❖ 等同采用国际标准IEC 61000-3-2:2001
- ❖ 为了减少注入到公用低压供电系统中的谐波电流，规定了在指定试验条件下，设备输入电流可能产生的谐波分量的限值
- ❖ 适用于准备接入到公用低压供电系统的每相输入电流不大于16A的电气和电子设备
- ❖ 对于额定电流大于16A的设备，应按照GB/Z17625.6-2003的要求

GB 17625.1概述

- ❖ 本标准的目的是制定谐波电流发射限值，并为其他设备发出的谐波留有适当的余地，可保证谐波干扰水平不超过GB/T18039.3所规定的兼容性水平
- ❖ 本标准的要求和限值适用于电源输入端与电压为220/380V、频率50Hz的供电系统相连的设备
- ❖ 本标准的要求和限值也适用于电压为230/400V和240/415V、频率60Hz的设备，其他情况下的要求和限值尚未考虑

GB 17625.1概述

- ❖ 供电系统中的谐波，指的是那些频率为供电系统额定频率整数倍的正弦电压或正弦电流。
- ❖ 谐波实际上是一种骚扰，影响电网质量
- ❖ 谐波的产生主要是由于电力系统中存在非线性元件及负载，这些具有非线性特性的设备就是谐波骚扰源
- ❖ 谐波电流在电力网络的阻抗上产生谐波电压，以矢量相加，使电网正弦电压产生畸变
- ❖ 谐波对电子设备的影响：性能降级、电子器件误动作、电容器损坏、寿命缩短、骚扰通讯等
- ❖ 谐波对电网危害：功率损耗增加、接地保护功能失常、电网过热、中性线过载和电缆着火等



术语和定义

❖ 总谐波电流 (THC)

2次~40次谐波电流分量的总有效值

$$\text{总谐波电流} = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} I_n^2}$$

❖ 部分奇次谐波电流

21次~39次奇次谐波电流分量的总有效值

$$\text{部分奇次谐波电流} = \sqrt{\sum_{n=21, 23}^{39} I_n^2}$$

术语和定义

❖ 输入电流

由交流配电系统直接供给一台设备或设备的一个部件的电流

❖ 待机模式和休眠模式

一种无操作、低功耗的模式（通常在设备上以某种方式指示出来），持续时间不定

注：试验过程中，EUT在此种模式下的工作时间不应超过观测周期的10%

设备的分类

❖ A类设备：

- 平衡的三相设备
- 家用电器
- 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类的设备均视为A类设备

❖ B类设备：

- 便携式工具和不属于专用设备的电弧焊设备

设备的分类

❖ C类设备：

- 照明设备

❖ D类设备：

- PC机，PC用的显示器
- TV

注：1. 功率不大于600W

2. 取消了电流波形的规定

谐波电流发射限值

- ❖ 根据设备的分类，规定了谐波限值
- ❖ A类限值，见表一
- ❖ B类限值，见表一，A类限值的1.5倍
- ❖ C类限值，见表一、二、三
- ❖ D类限值，见表三
- ❖ 表二、三限值仅对奇次谐波做出要求
- ❖ 表三中D类设备的两组限值需同时满足

谐波电流发射限值

Table 1 – Limits for Class A equipment

Harmonic order n	Maximum permissible harmonic current A
Odd harmonics	
3	2,30
5	1,14
7	0,77
9	0,40
11	0,33
13	0,21
$15 \leq n \leq 39$	$0,15 \frac{15}{n}$
Even harmonics	
2	1,08
4	0,43
6	0,30
$8 \leq n \leq 40$	$0,23 \frac{8}{n}$

谐波电流发射限值

Table 2 – Limits for Class C equipment

Harmonic order n	Maximum permissible harmonic current expressed as a percentage of the input current at the fundamental frequency %
2	2
3	$30 \cdot \lambda^*$
5	10
7	7
9	6
$11 \leq n \leq 39$ (odd harmonics only)	3

* λ is the circuit power factor

谐波电流发射限值

Table 3 – Limits for Class D equipment

Harmonic order n	Maximum permissible harmonic current per watt mA/W	Maximum permissible harmonic current A
3	3,4	2,30
5	1,9	1,14
7	1,0	0,77
9	0,5	0,40
11	0,35	0,33
$13 \leq n \leq 39$ (odd harmonics only)	$\frac{3,85}{n}$	See table 1

谐波电流发射限值

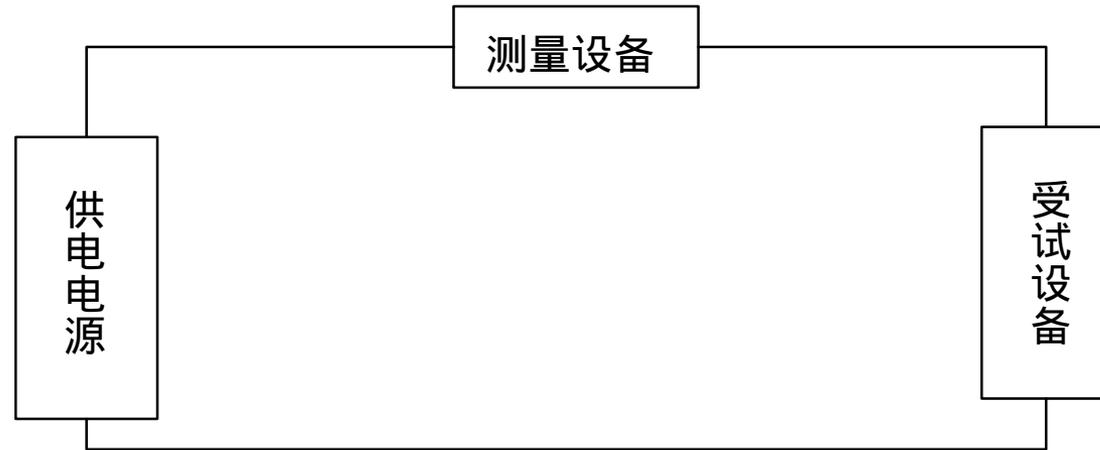
- ❖ 限值仅适用于线电流而非中性线电流
- ❖ 未规定限值的设备
 - 标称电压低于220V(相电压)的设备（系统）
 - 额定功率75W及以下的设备（照明设备除外）
 - 总额定功率大于1kW的专用设备
 - 额定功率不大于200W的对称控制加热元件
 - 额定功率不大于1000W的白炽灯独立调光器

谐波电流发射限值

❖ 用于计算限值的输入功率值的确定

- 在每个DFT时间窗口内测量经过1.5s平滑的有功输入功率
- 在整个试验周期内所包含的众多DFT窗口中，选出最大的有功功率测量值
- 用该功率值计算限值
- 实测功率值在额定功率 $\pm 10\%$ 范围内，以额定功率值计算限值
- 谐波电流和有功功率测量条件相同，不需同时测量

测量框图



- ❖ 测试电路 —— 标准图A.1和图A.2
- ❖ 供电电源的内阻抗和测量设备的输入阻抗应足够小
- ❖ 测量设备的输入阻抗不应使EUT输入电流引起的电压降超过0.15V
- ❖ 注意避免电源内电感与EUT电容间的谐振

测量设备

- 频域谐波测量仪
- 时域谐波测量仪
- 离散傅氏变换(DFT)的时域测量仪
- 具体可见GB/T 17626.7-1998
- 满足要求的供电电源

观察周期

设备运行类型	观察周期
准稳态	持续时间足够长以满足重复性要求
短周期 ($T_{\text{cycle}} \leq 2.5 \text{ min}$)	$T_{\text{obs}} \geq 10$ 周期 (优选) 或足够长
随机	持续时间足够长以满足重复性要求
长周期 ($T_{\text{cycle}} > 2.5 \text{ min}$)	整个工作周期 (优选) 或典型的 2.5min (含最大THC的操作周期)
注：重复性的要求：优于 $\pm 5\%$ 。	

试验条件

❖ 一般试验条件

- 测量应在用户操作控制下或自动程序设定的正常工作状态下，预计产生最大总谐波电流(THC)的模式进行
- 不要求实测THC值和寻找最恶劣情况下的发射
- 应保证EUT符合正常使用时的状况
- 额定工作电压

❖ 型式试验条件

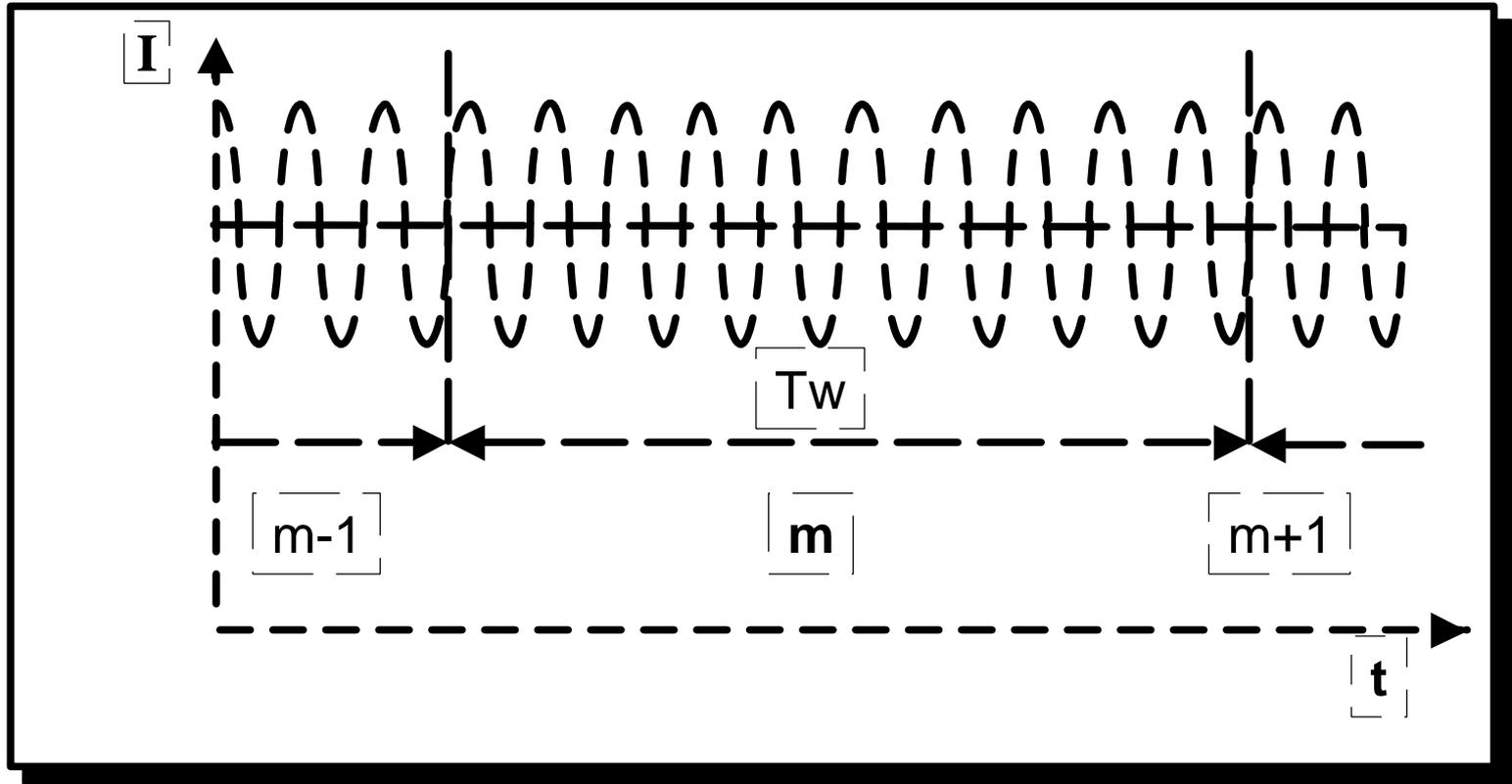
- 见附录C

谐波的测量及评定

谐波电流的测量

- ❖ 对每一次谐波，在每个DFT时间窗口内测量经过1.5s平滑的有效值谐波电流
- ❖ 在整个测量周期(观察周期)内，将各DFT时间窗口的有效值谐波电流平均，计算各次谐波的算术平均值

测量窗口



$m-1, m, m+1$: number of windows; T_w : Fwidth of the window

谐波的测量及评定

限值的应用

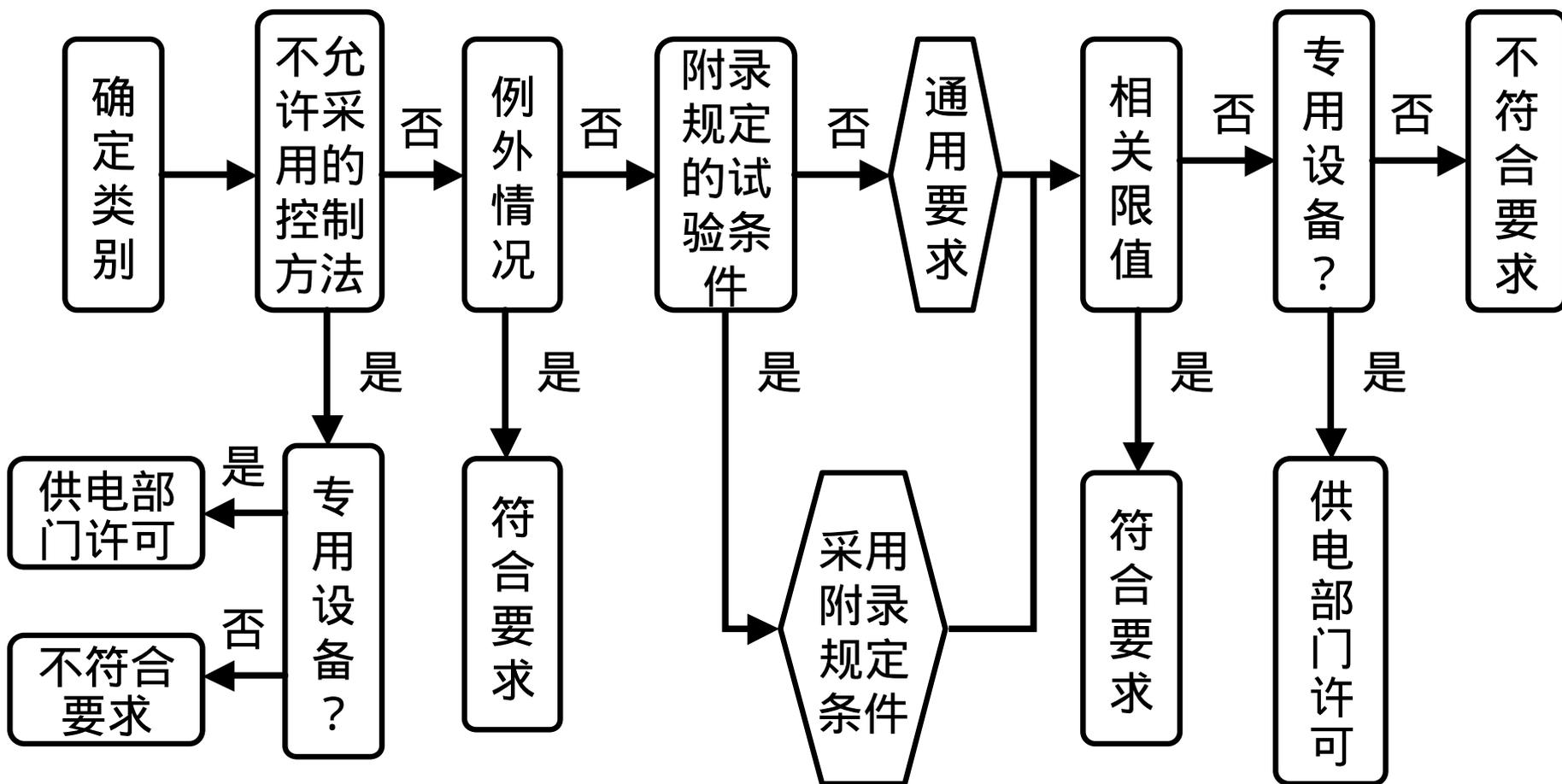
- ❖ 在 T_{obs} 内，单次谐波电流的平均值 \leq 相应的限值。
- ❖ 对每次谐波：1.5s平滑后的均方根值 \leq 相应限值的150%
- ❖ 对21~39次奇次谐波，当满足下列条件时，用1.5s平滑后的均方根值算出的平均值可以 \leq 选用限值的150%
 - 测量的部分奇次谐波电流 \leq 根据限值算出的部分奇次谐波电流
 - 所有1.5s平滑后的单个均方根值 \leq 选用限值的150%

谐波的测量及评定

注意

- ❖ 当手动或自动的将EUT投入或退出运行，开关动作10s后再开始测量
- ❖ 试验过程中，EUT的待机时间不得超过观测周期的10%
- ❖ 小于输入电流的0.6%或小于5mA的谐波电流不予考虑
- ❖ 如安装在机架或箱体内的各独立设备，可分别连接到电源时，则不必把机架或箱体作为一个整体进行试验

谐波的测量及评定

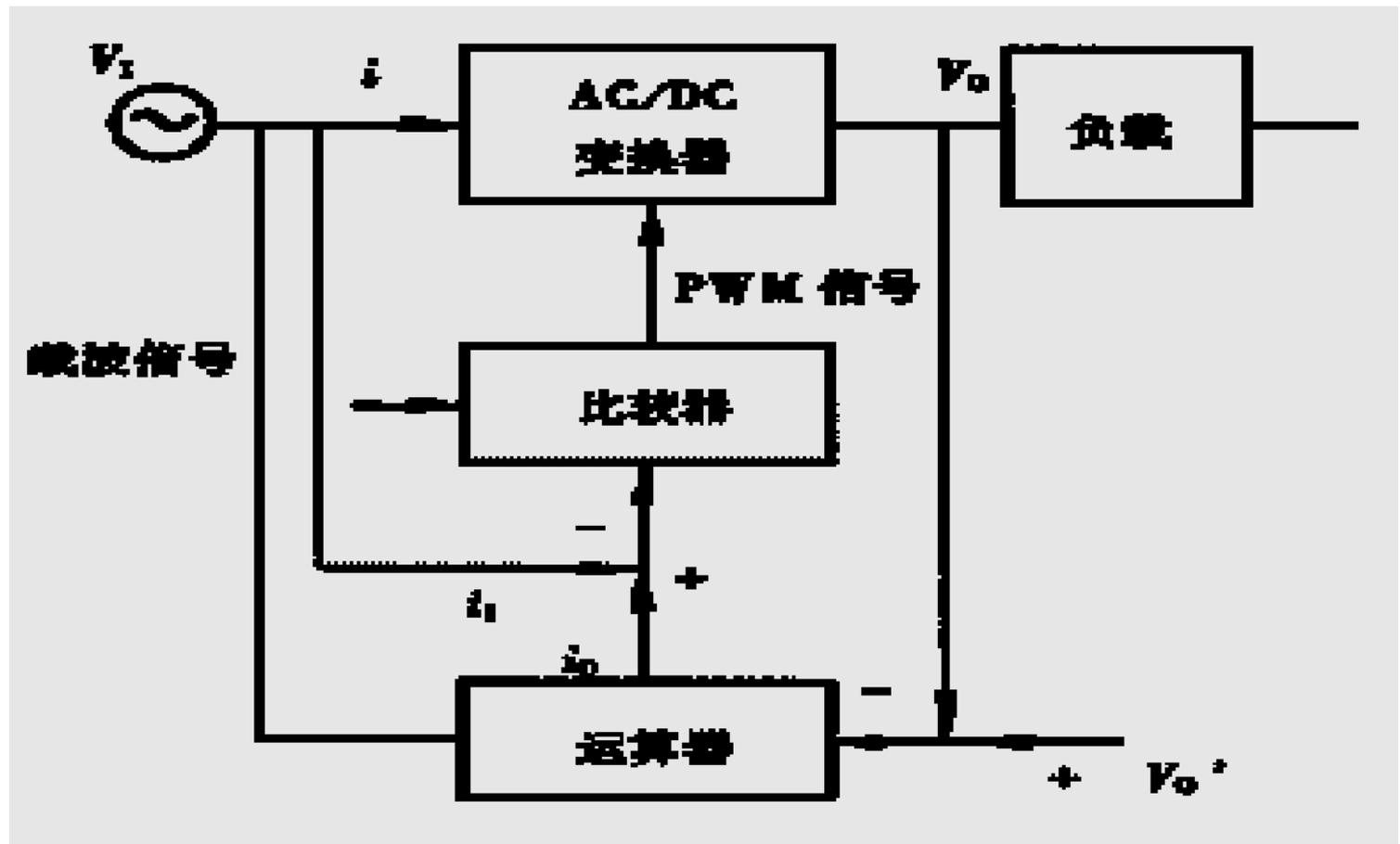


谐波电流的抑制

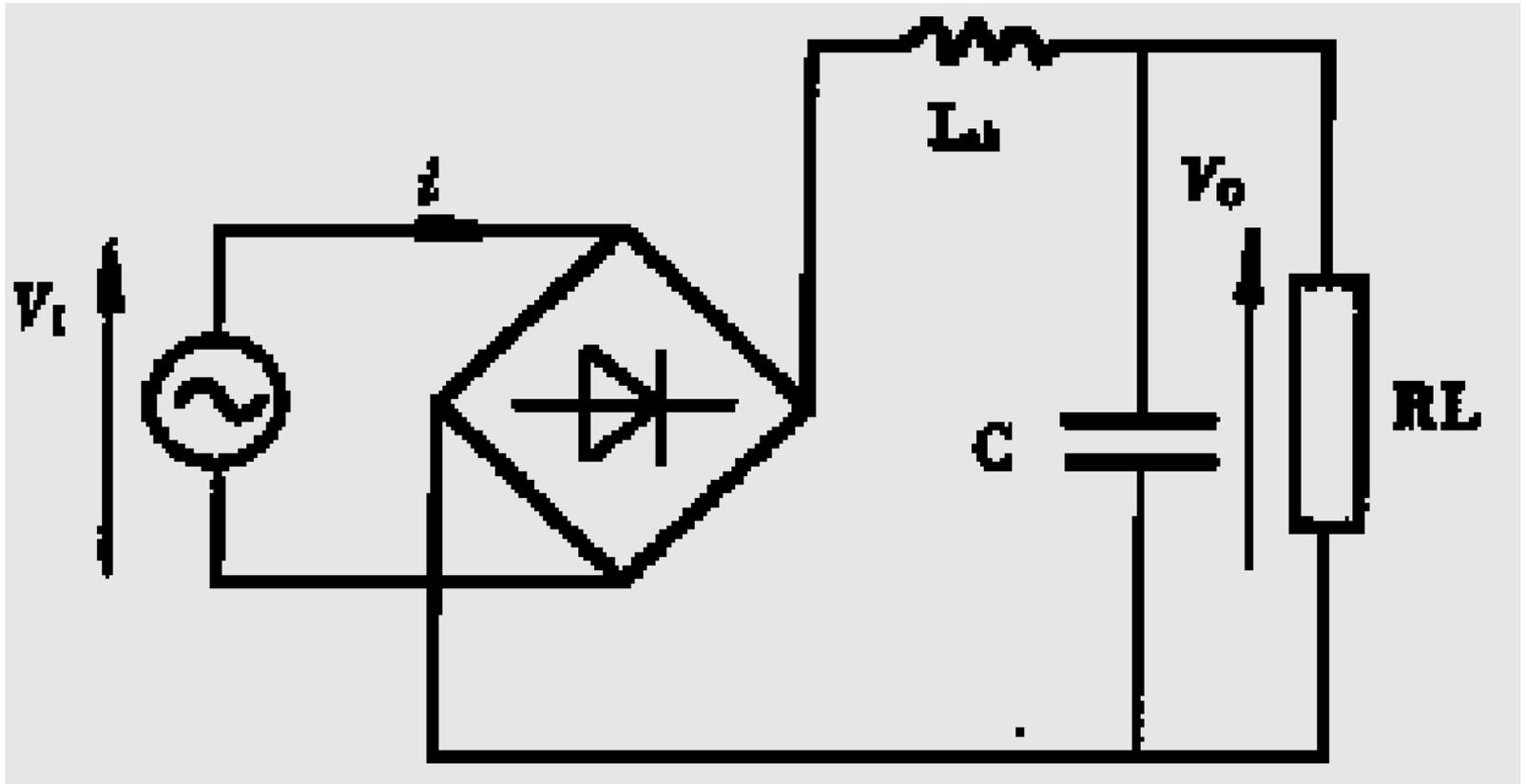
减小谐波电流的措施

- 功率因数校正（PFC）电路
 - 主要分有源和无源两种
- 谐波电流电抗器（扼流圈或电感器）
 - 在电路中的位置
 - 电感量的大小
 - 电感器的漏磁与磁饱和

谐波电流的抑制



谐波电流的抑制



GB 17625.2-1999

电磁兼容 限值 对额定电流不大于16 A
的设备在低压供电系统中产生的电压波动
和闪烁的限制

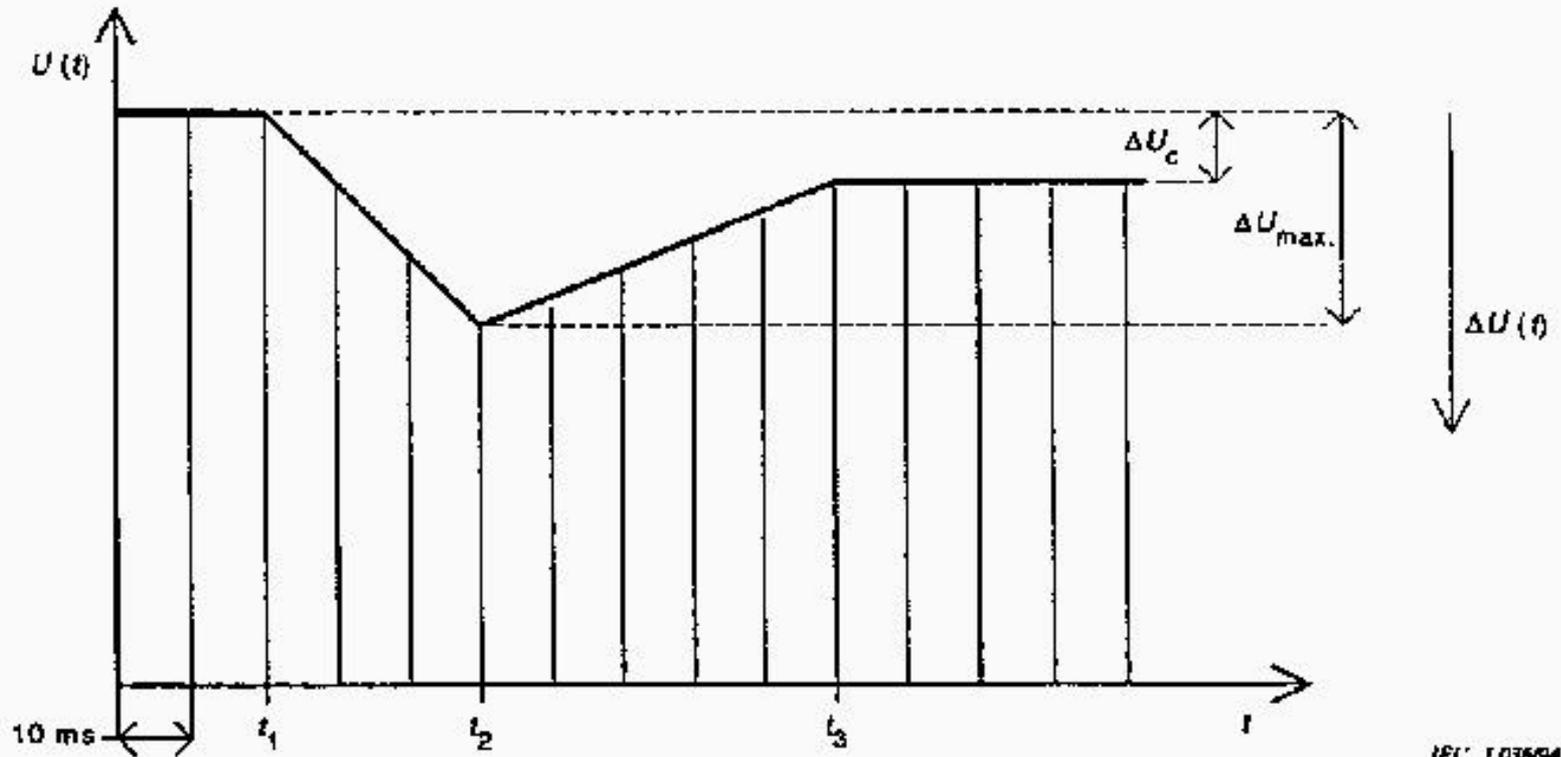
范围

- ❖ GB17625.2-1999为强制性国家标准
- ❖ 等同采用国际标准IEC 61000-3-3:1994
- ❖ 范围
 - I 16A, 220~250V/50Hz, 连到公用低压配电系统的电气和电子设备。
 - 非广泛使用且设计上不可能符合本标准要求的特殊设备，在接入配电系统前，应征得有关部门的同意。
 - 不大可能产生严重电压波动或闪烁的设备免测。

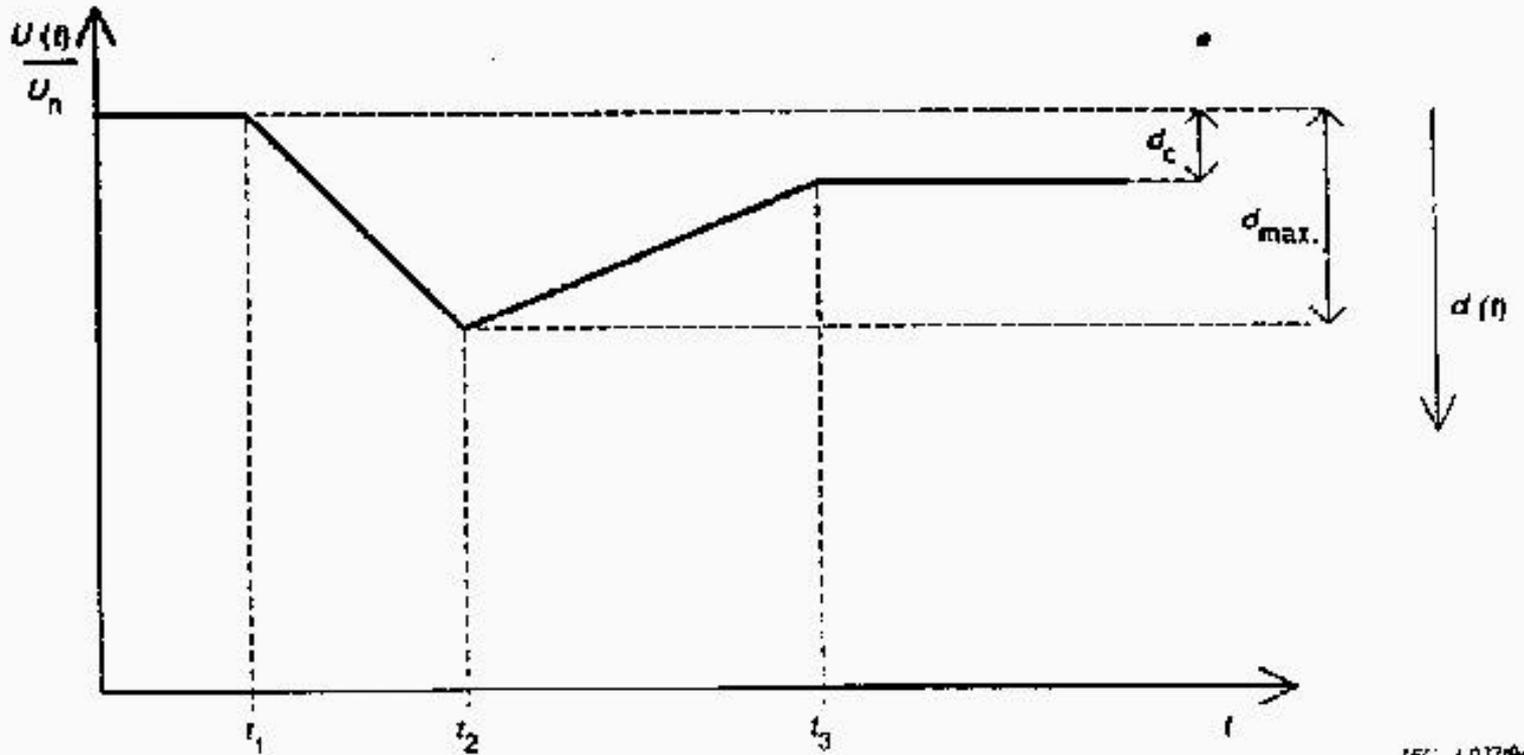
定义

- ❖ 电压变化特性 $U_{(t)}$, 相对电压变化特性 $d_{(t)}$
- ❖ 最大电压变化 U_{\max} , 最大相对电压变化 d_{\max}
- ❖ 稳态电压变化 U_c , 相对稳态电压变化 d_c
- ❖ 电压波动
- ❖ 闪烁
- ❖ 短期闪烁指示值 , P_{st}
- ❖ 长期闪烁指示值 , P_{lt}

定义



定义



IEC 1037:94

限值

- ❖ $P_{st} = 1$
- ❖ $P_{lt} = 0.65$
- ❖ 相对稳态电压变化 $d_c = 3\%$
- ❖ 最大相对电压变化 $d_{max} = 4\%$
- ❖ $d_{(t)}$ 超过3% 的时间 $200ms$
- ❖ 注：如果电压变化是由手动开关造成或发生率低于每小时1次，则 P_{st} 和 P_{lt} 不适用； d_c 、 d_{max} 和 $d_{(t)}$ 的限值可以放松为上述值的1.33倍。
- ❖ 限值不适用于应急开关动作或紧急中断的情况

试验设备

❖ 试验电源

- 设备的额定电压
- 230V/400V $\pm 2\%$, 50 ± 0.25 Hz , THD 3%。

❖ 参考阻抗

- $R_A + jX_A = 0.24 + 0.15j \text{ } \Omega$
- $R_N + jX_N = 0.16 + 0.10j \text{ } \Omega$

❖ 闪烁计

- 见IEC 868。

观察时间

- ❖ 对 P_{st} , $T_p=10\text{min}$
- ❖ 对 P_{lt} , $T_p=120\text{min}$
- ❖ 观察时间应包含设备在整个运行周期里
所产生最不利电压变化结果的那部分时
间

试验条件

- ❖ 优先使用附录A中的试验条件；
- ❖ 否则，按产品说明书描述的或其它可能用到的控制方式和程序，来选择产生最大电压变化结果的控制方式和程序进行试验；
- ❖ 设备应在制造商提供的条件下进行试验
- ❖ 试验前必须进行电机驱动的预运行，以确保试验结果与正常使用时一致。

抗扰度测试项目

- ❖ 静电放电 引用 IEC61000-4-2(GB/T17626.2);
- ❖ 辐射射频电磁场 引用IEC61000-4-3(GB/T17626.3);
- ❖ 电快速瞬变脉冲群(EFT) 引用IEC61000-4-4(GB/T17626.4);
- ❖ 浪涌(冲击) 引用IEC61000-4-5(GB/T17626.5);
- ❖ 射频场感应的传导骚扰 引用IEC61000-4-6(GB/T17626.6);
- ❖ 电压暂降和短时中断 引用IEC61000-4-11(GB/T17626.11);
- ❖ 工频磁场 引用IEC61000-4-8(GB/T17626.8);

抗扰度试验

- ❖ 引用GB/T 17626系列标准
- ❖ 骚扰施加的方式：
 - 传导注入方式
 - ESD、EFT、浪涌、射频场感应的传导骚扰、电压暂降和短时中断、电压频率变化
 - 辐射场强耦合方式
 - 射频电磁场辐射、工频磁场
- ❖ 性能判定依据及其采用顺序
 - （产品族）标准
 - 通用标准
 - 基础标准

抗扰度测试项目

- ❖ 静电放电 引用 IEC61000-4-2(GB/T17626.2);
- ❖ 辐射射频电磁场 引用IEC61000-4-3(GB/T17626.3);
- ❖ 电快速瞬变脉冲群(EFT) 引用IEC61000-4-4(GB/T17626.4);
- ❖ 浪涌(冲击) 引用IEC61000-4-5(GB/T17626.5);
- ❖ 射频场感应的传导骚扰 引用IEC61000-4-6(GB/T17626.6);
- ❖ 电压暂降和短时中断 引用IEC61000-4-11(GB/T17626.11);
- ❖ 工频磁场 引用IEC61000-4-8(GB/T17626.8);



GB/T 17626.2-1998

静电放电抗扰度试验

概述

- ❖ 目的：建立一个共同的标准来评价电气和电子设备抗静电的能力
- ❖ 适用对象：电气、电子设备
- ❖ 标准内容：
 - 放电电流的典型波形；
 - 试验等级；
 - 试验设备；
 - 试验布置；
 - 试验方法；
 - 试验结果和试验报告。

ESD的起因

- ❖ 低湿度；
- ❖ 低导电材料的使用，如人造地毯。
- ❖ 等等。

几个术语的定义

❖ 接触放电法

- ESD发生器的电极与EUT保持接触以后用发生器内部的放电开关来控制放电与否的试验方法。

❖ 空气放电法

- ESD发生器的电极往EUT靠近时，通过这两者之间的放电火花来放电的试验方法。

❖ 直接放电

- 直接对EUT实施放电

❖ 间接放电

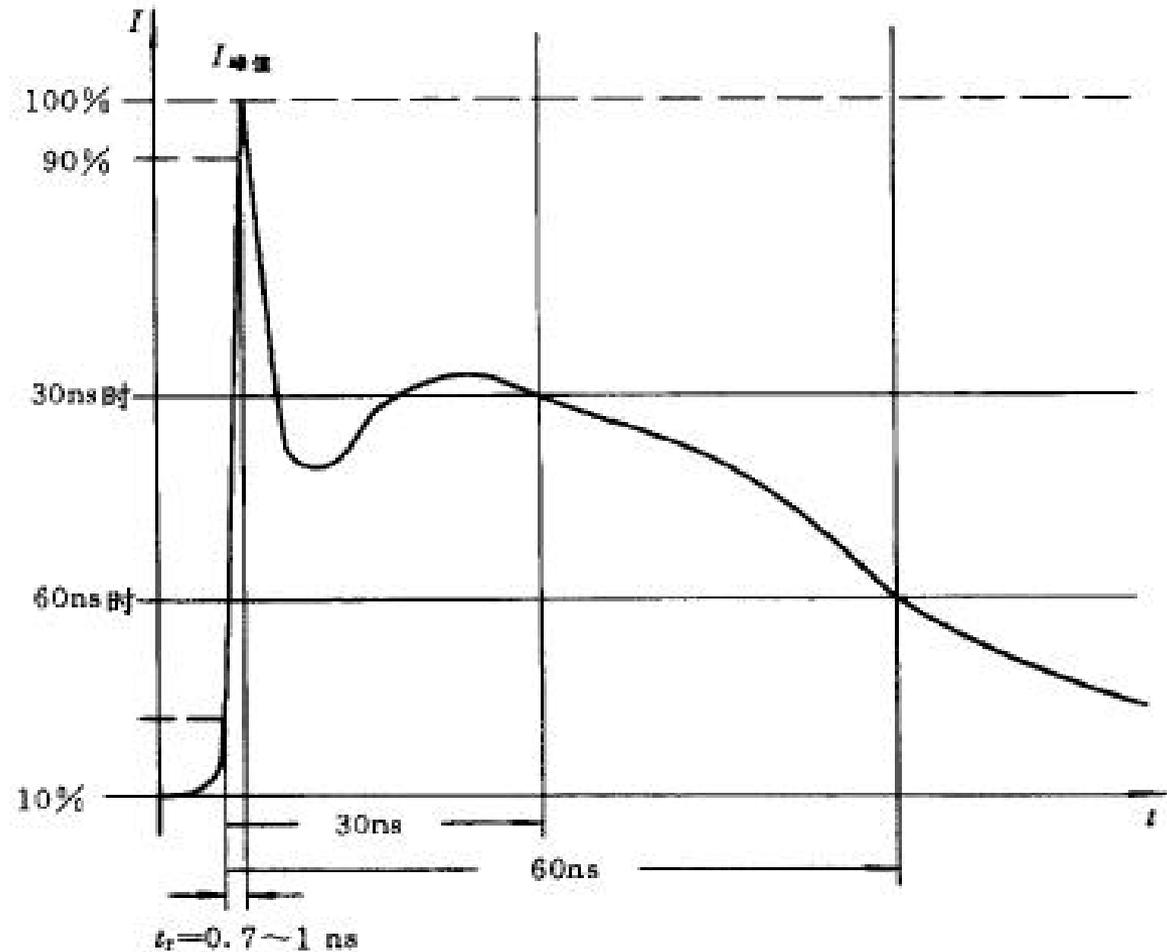
- 对EUT附近的耦合板实施放电，模拟人员对EUT附件物体的放电

试验等级

接触放电		空气放电	
等级	试验电压 kV	等级	试验电压 kV
1	2	1	2
2	4	2	4
3	6	3	8
4	8	4	15
X	特定	X	特定

注：“X”是待定级，由专门的设备技术条件规定。

典型的电流波形



试验设备

❖ 静电放电枪



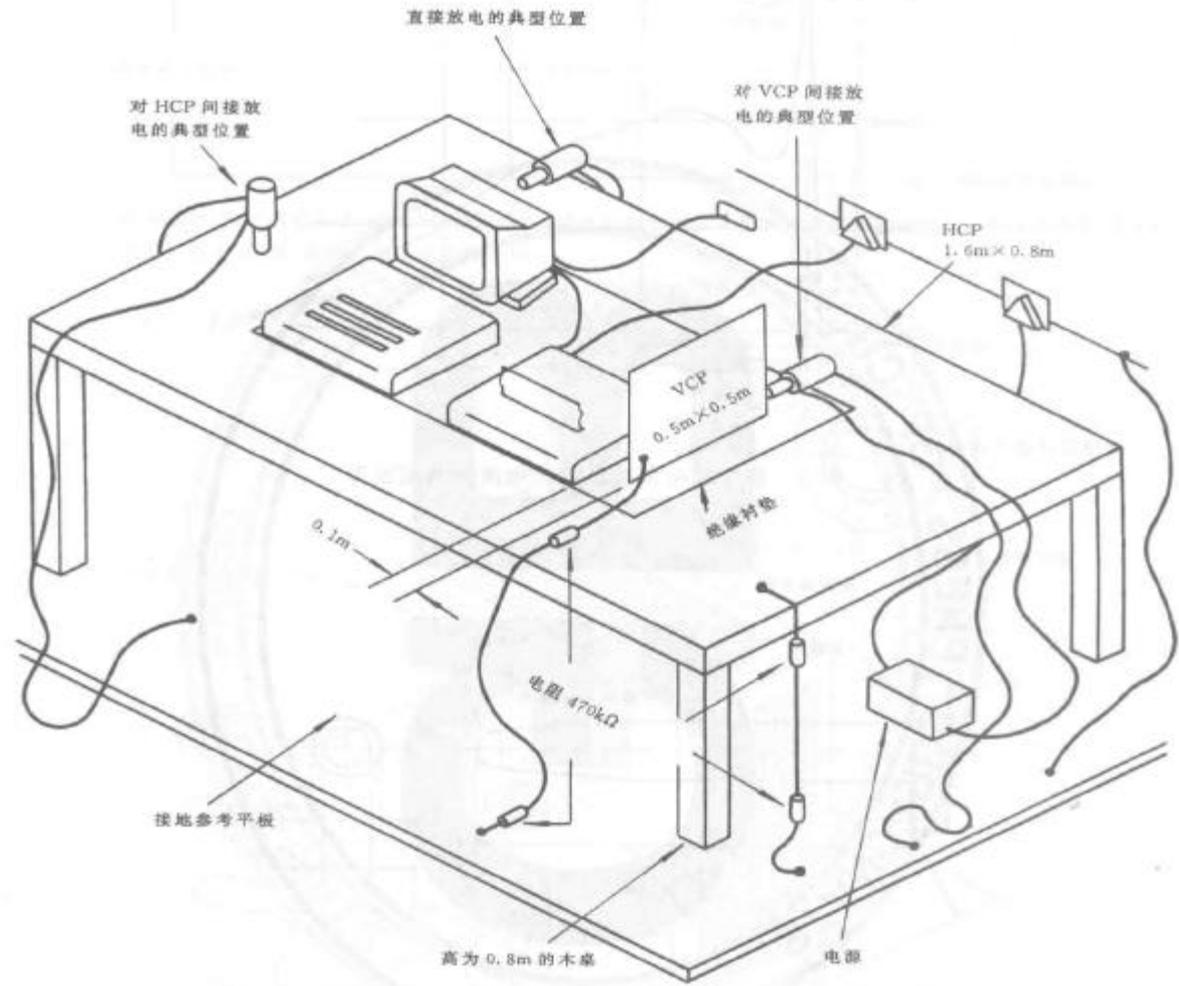
对EUT直接放电

- ❖ 只在EUT容易被人接近的点和表面进行；
- ❖ 从低往高加入试验电压直至所选的试验等级，以确定任何失效门限值；
- ❖ 在预先选好的试验点上以EUT易发生敏感的极性至少放电10次，每次间隔1秒；
- ❖ 可以用20次/秒放电的方式来寻找并选择试验点。

对EUT间接放电

- ❖ 对放在EUT下面的HCP放电
 - 布置图如图5所示；
 - 在HCP上距EUT各边10cm处选一些点，以EUT易敏感的极性并垂直于HCP至少放电10次；
- ❖ 对VCP放电
 - 布置图如图5和6所示；
 - 将0.5m × 0.5m的耦合板，距EUT0.1m平行放置；
 - 对耦合板某垂直边的中心点以EUT易敏感的极性至少放电10次；
 - 应在EUT四面都进行以上试验。

试验布置图(台式)



试验布置图 落地式

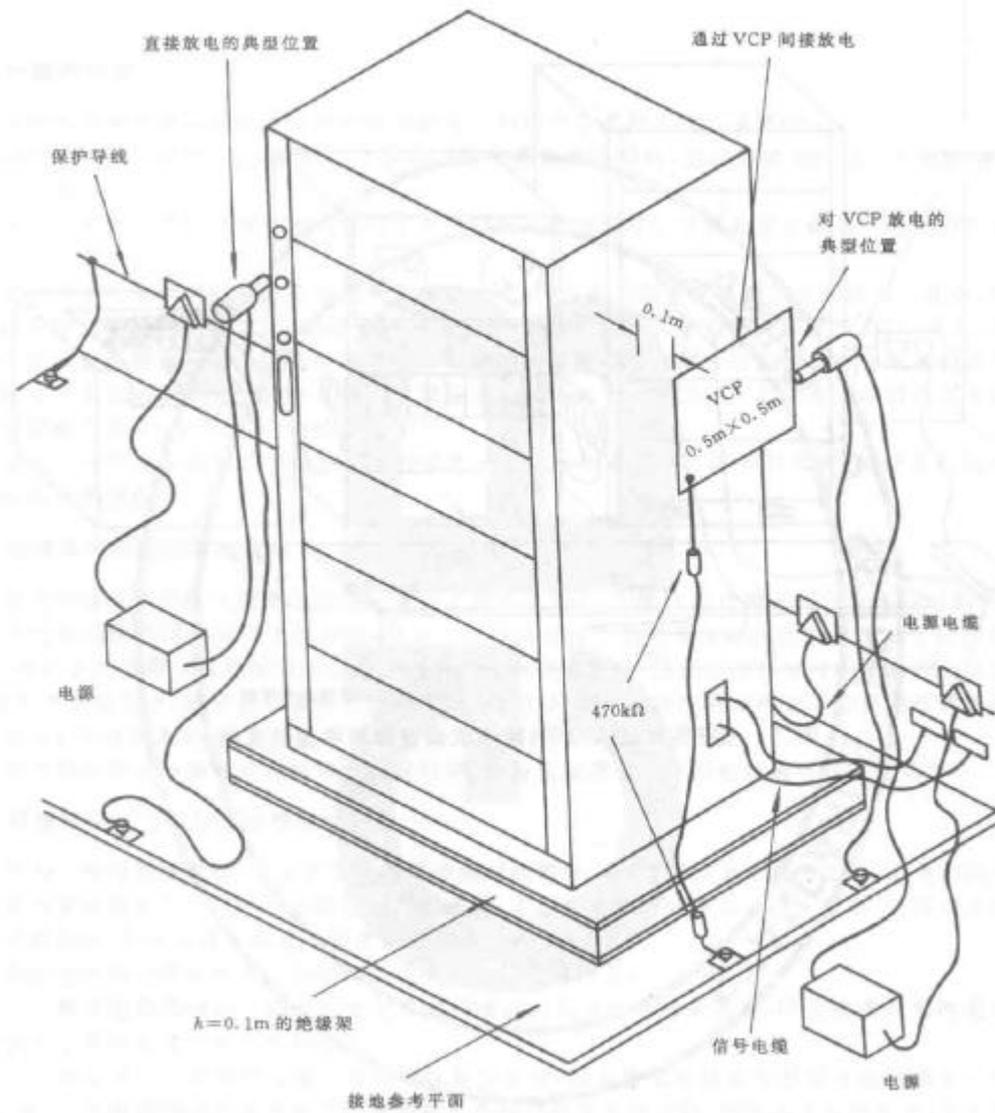


图 2 试验室试验时落地式设备试验布置的示例

试验要求

❖ 气候条件

- 环境温度：15 ~ 35
- 相对湿度：30% ~ 60%
- 大气压力：86kPa ~ 106kPa

❖ 试验等级：试验电压及放电方式

❖ 试验电压的正负两种极性

❖ 放电次数

❖ 放电位置

试验结果的判定

性能判据

- 在技术条件内性能正常；
- 功能或性能暂时降低或丧失，但可自行恢复；
- 功能或性能暂时降低或丧失，但需操作者干预或系统复位；
- 由于设备（或元件）或软件损坏（如数据丢失）而造成性能降低或丧失并且不可恢复。

YY0505的规定

- ❖ $\pm 2\text{kV}$, $\pm 4\text{kV}$, $\pm 6\text{kV}$, 接触放电
- ❖ $\pm 2\text{kV}$, $\pm 4\text{kV}$, $\pm 8\text{kV}$, 空气放电
- ❖ 放电间隔可能长于1秒
- ❖ 空气放电时, 除对不导电可接触部件放电外, 还对可接触部件中导电的不易接触部分放电
- ❖ 注意避免电荷滞留, 用专用电缆泄放
- ❖ 对贴有规定标记的连接器的连接器免于试验
- ❖ EUT的供电可以是任一额定电压和频率

EMC对策

- ❖ 箝位二极管保护电路
- ❖ 稳压管保护电路
- ❖ TVS（瞬态电压抑制器）二极管
- ❖ 分流电容滤波器
- ❖ 在易感CMOS、MOS器件中加入保护二极管；
- ❖ 在易感传输线上串几十欧姆的电阻或铁氧体磁珠；
- ❖ 使用静电保护表面涂敷技术；
- ❖ 尽量使用屏蔽电缆；
- ❖ 在易感接口处安装滤波器；无法安装滤波器的敏感接口加以隔离；
- ❖ 选择低脉冲频率的逻辑电路；
- ❖ 外壳屏蔽加良好的接地。

抗扰度测试项目

- ❖ 静电放电 引用 IEC61000-4-2(GB/T17626.2);
- ❖ 辐射射频电磁场 引用IEC61000-4-3(GB/T17626.3);
- ❖ 电快速瞬变脉冲群(EFT) 引用IEC61000-4-4(GB/T17626.4);
- ❖ 浪涌(冲击) 引用IEC61000-4-5(GB/T17626.5);
- ❖ 射频场感应的传导骚扰 引用IEC61000-4-6(GB/T17626.6);
- ❖ 电压暂降和短时中断 引用IEC61000-4-11(GB/T17626.11);
- ❖ 工频磁场 引用IEC61000-4-8(GB/T17626.8);



GB/T 17626.3-1998

射频电磁场辐射抗扰度试验

概述

- ❖ 目的：建立一个共同的标准来评价电气和电子设备抗射频电磁场辐射的能力。
- ❖ 适用对象：电气、电子设备。
- ❖ 标准内容：
 - 试验等级；
 - 试验设备；
 - 试验布置；
 - 试验方法；
 - 试验结果和试验报告。

RF电磁场辐射源

- ❖ 手机；
- ❖ 固定电(视)台的发射机；
- ❖ 汽车用无线电发射机；
- ❖ 各种工业电磁源；
- ❖ 焊接设备；
- ❖ 整流器；
- ❖ 荧光灯；
- ❖ 开关工作感性负载。

试验等级

等级	场强 V/m
1	1
2	3
3	10
X	特定

X是未定级，由产品技术条件规定

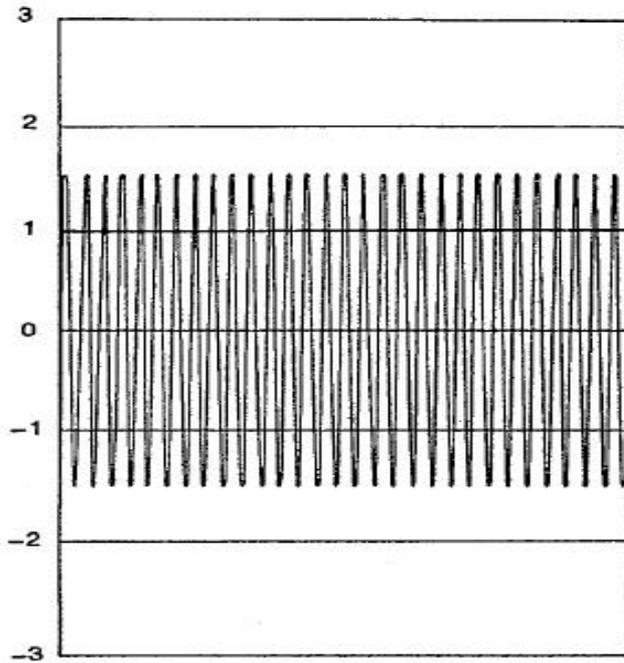
频率范围：80~1000MHz

未调制rms限值，实测时，再用1kHz, 80%AM调制。

试验等级选择原则

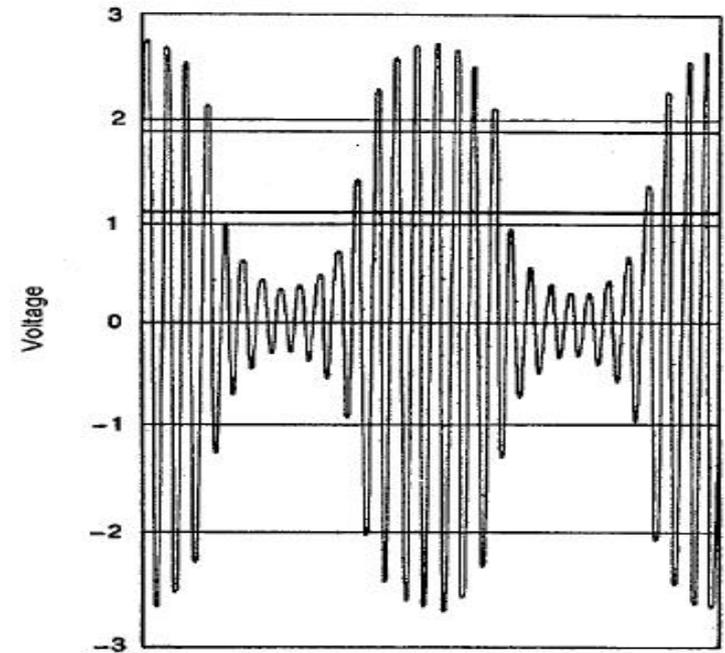
- ❖ 1级：低电平电磁辐射，例如由位于1km以外的无线电广播或电视台产生的电磁场以及小功率无线电收发机产生的电磁场
- ❖ 2级：中等电磁辐射，例如由离设备相对较近（但不近于1m）的小功率（ $<1\text{W}$ ）便携式收发机产生的电磁场，是一种典型的商业环境。
- ❖ 3级：强电磁辐射，例如由离设备很近（但不近于1 m）的大功率（ 2W 或更大功率）无线电收发机产生的电磁场，或附近有大功率广播发射机和/或工科医设备，是一种典型的工业环境。
- ❖ X级：具有极严酷电磁辐射环境的各种场所的开放等级

试验信号



a) 未调制射频信号

$$V_{p-p} = 2.8V$$
$$V_{rms} = 1.0V$$



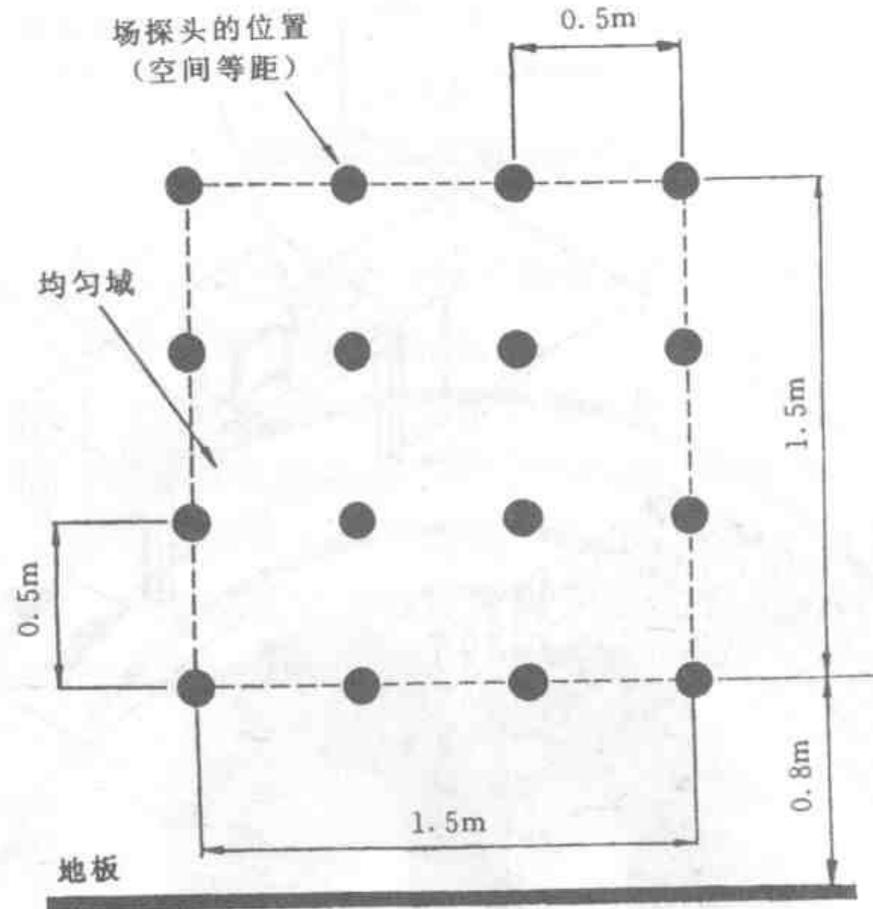
b) 80%幅度调制的射频信号

$$V_{p-p} = 5.1V$$
$$V_{rms} = 1.12V$$
$$V_{max\ Rms} = 1.8V$$

试验设备

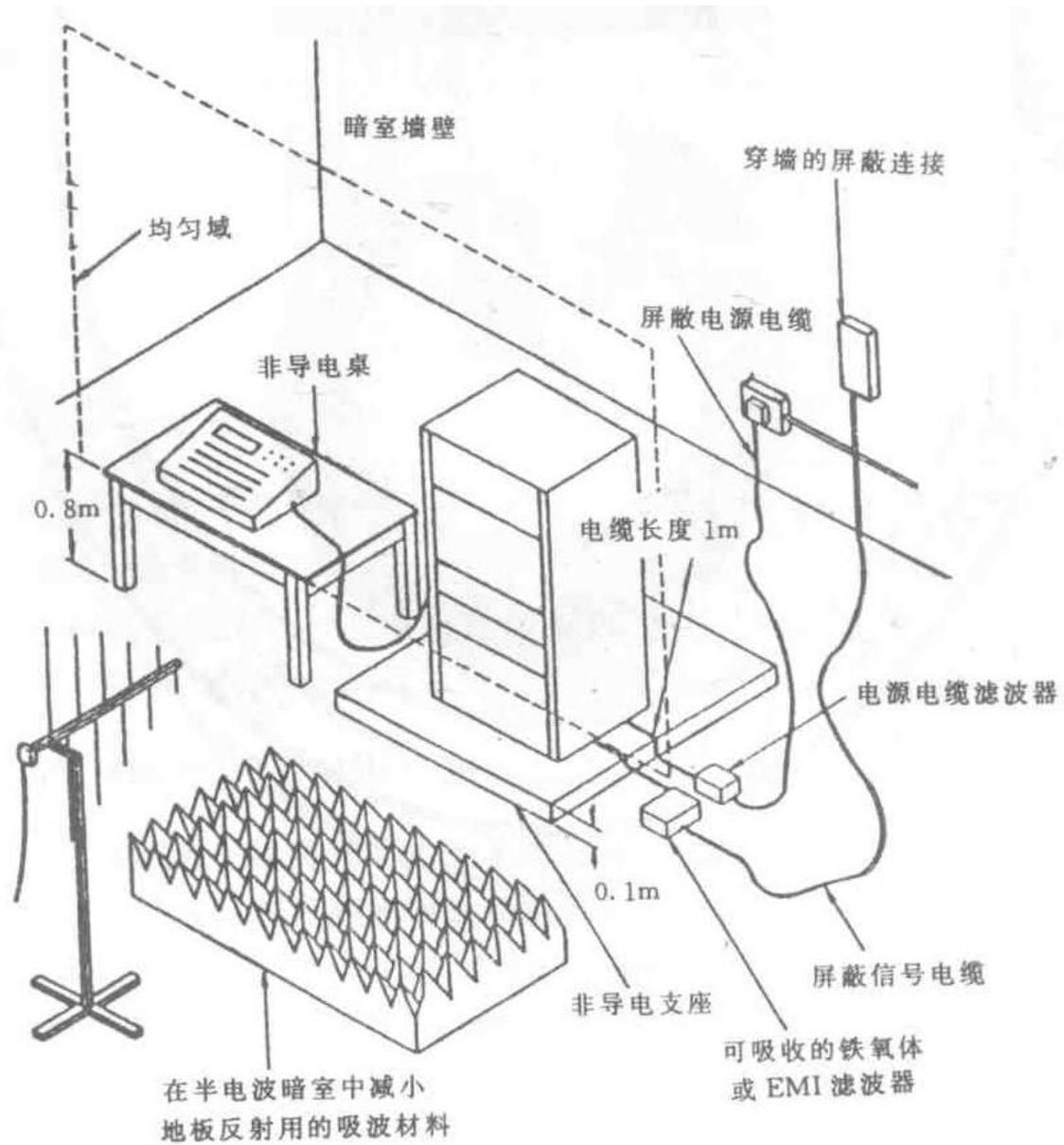
- ❖ 吸波暗室(优选);
 - TEM cells、带状线、没有或部分装有吸波材料的屏蔽室、开阔场在满足一定要求时(提供足够大的均匀场区、频率范围、不违反当地法规)也可以使用。
- ❖ EMI滤波器；
- ❖ RF信号发生器；
- ❖ 功率放大器；
- ❖ 场强天线(线性极化)。
- ❖ 水平和垂直或全向场强监测天线；
- ❖ 记录功率电平的相关设备。

场地均匀性的要求



试验布置

- ❖ EUT及其电缆应按实际安装条件布置；
- ❖ 盖、面板就位；
- ❖ 如EUT放在底板、机架或机柜中，试验时应保持这种结构；
- ❖ 不需要金属地板；
- ❖ EUT放在非金属支持物上
 - 台式EUT放在0.8m高的非金属桌上
 - 落地式EUT放在一个0.1m厚的非金属垫子上
- ❖ 应按照制造商推荐的安装条件将机壳接地；



线缆的布置

- ❖ 如果没有规定，进出EUT的线应使用非屏蔽平行导线，否则使用制造商规定的线和接头；
- ❖ 将线与均匀场区平行布置；
- ❖ 进出EUT并暴露在电磁场下的电缆长度为1m；
- ❖ 对短于3m长的线，以低电感方式扎成1m长的电缆束；
- ❖ 对长于3m(或未作规定)的线，则被辐照长度为1m，剩余部分用去耦元件处理(如RF铁氧体管、滤波器等)；
- ❖ 对所有试验结果均应提供完整的布置说明。

YY0505的规定

- ❖ 80MHz ~ 2.5GHz
- ❖ 10V/m (生命支持EUT)
- ❖ 3V/m (非生命支持EUT)
- ❖ 场地校准时的频率步长： 1%
- ❖ 调制频率：2Hz, 1kHz
- ❖ 最小驻留时间：足够长，能被激励并响应
 - 3秒，用2Hz调制时
 - 1秒，其它
 - 平均周期的1.2 倍，对数据取时间平均值的EUT
 - 对有多参数和子系统的EUT，驻留时间选最大者。

YY0505的规定

- ❖ 在屏蔽室内使用的设备
 - 试验电平： $L_{\text{limit}} - L$
- ❖ 为工作目的而接收RF能量的设备
 - 在其独占频带内应保持安全，可免于基本性能要求
 - 接收部分调谐至优选的接收频率，或可选接收频段的中心
- ❖ 患者耦合电缆的规定
 - 应采用制造商允许的最大长度
 - 患者耦合点对地应无有意的导体或电容连接

YY0505的规定

- ❖ 对永久性安装的大型设备和系统
 - 在安装现场或开阔场测试
 - 用手机/无绳电话、对讲机和其它合法的发射机等的信号对EUT进行测试
 - 另外，在80MHz~2.5GHz，在ITU为ISM指定的频率上进行测试，但调制信号可与手机/无绳电话、对讲机等的调制信号相同
- ❖ EUT的供电可以是任一标称输入电压和频率

抗扰度测试项目

- ❖ 静电放电 引用 IEC61000-4-2(GB/T17626.2);
- ❖ 辐射射频电磁场 引用IEC61000-4-3(GB/T17626.3);
- ❖ 电快速瞬变脉冲群(EFT) 引用IEC61000-4-4(GB/T17626.4);
- ❖ 浪涌(冲击) 引用IEC61000-4-5(GB/T17626.5);
- ❖ 射频场感应的传导骚扰 引用IEC61000-4-6(GB/T17626.6);
- ❖ 电压暂降和短时中断 引用IEC61000-4-11(GB/T17626.11);
- ❖ 工频磁场 引用IEC61000-4-8(GB/T17626.8);

GB/T 17626.4-1998

电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

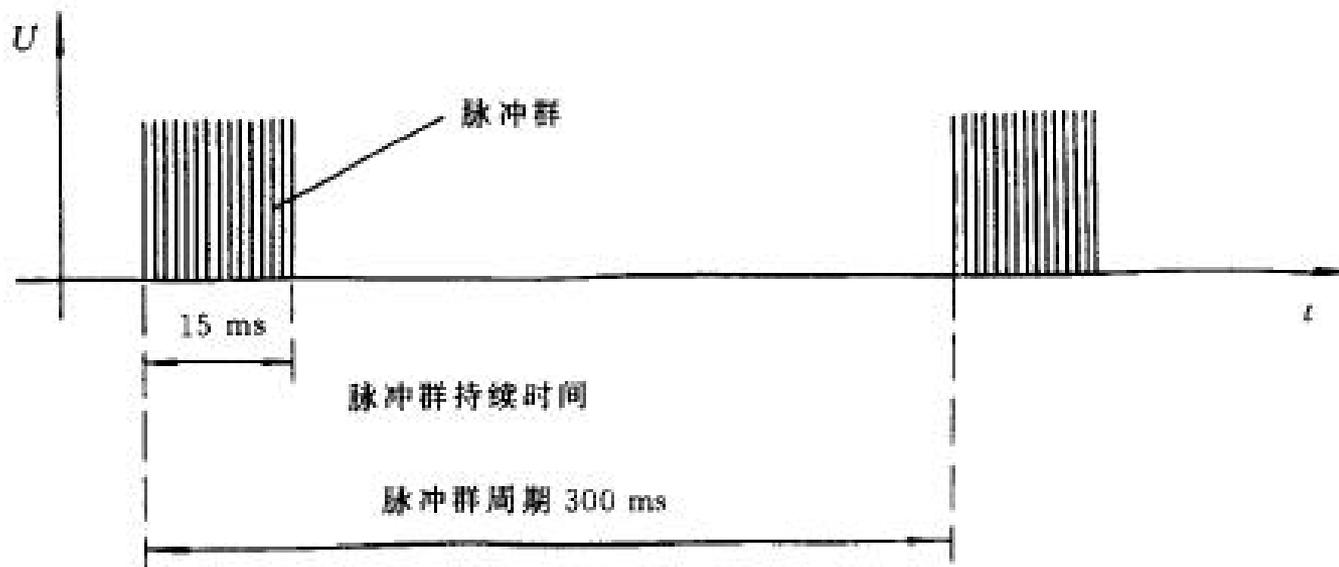
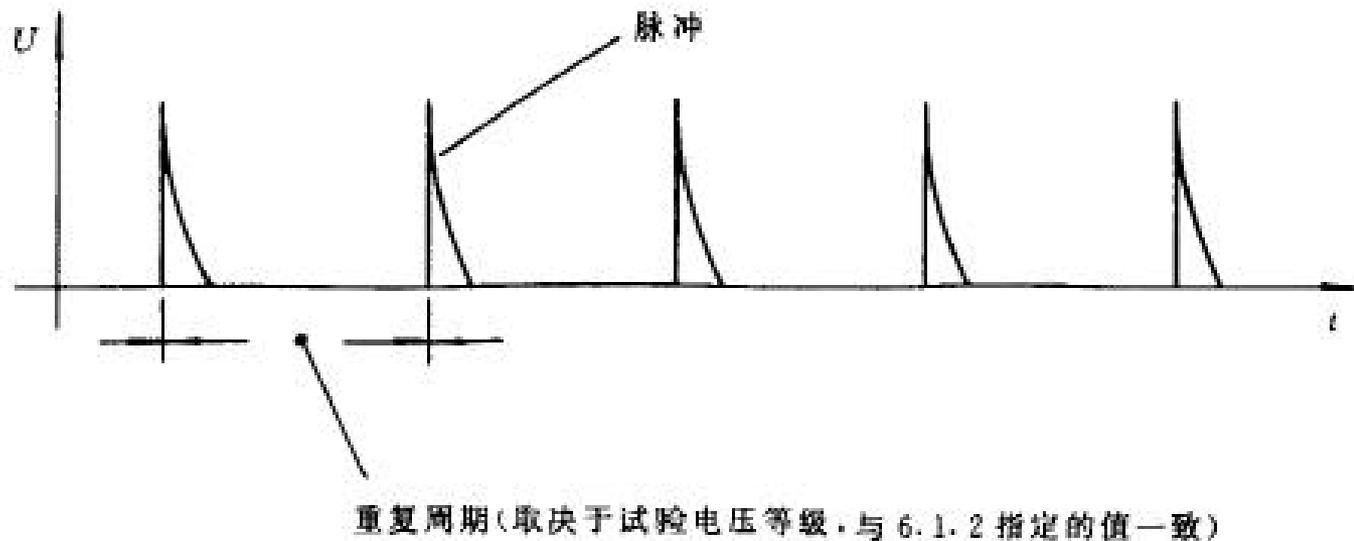
概述

- ❖ 目的：建立一个共同的标准来评价电气和电子设备的供电电源端口、信号和控制端口抗电快速瞬变脉冲群的能力。
- ❖ 适用对象：电气、电子设备。
- ❖ 标准内容：
 - 试验等级；
 - 试验设备；
 - 试验电压波形；
 - 试验布置；
 - 试验方法；
 - 试验结果和试验报告。

EFT的起因

❖ 开关瞬态

- 感性负载的断开；
- 继电器触点的断开；
- 接触器切换等。



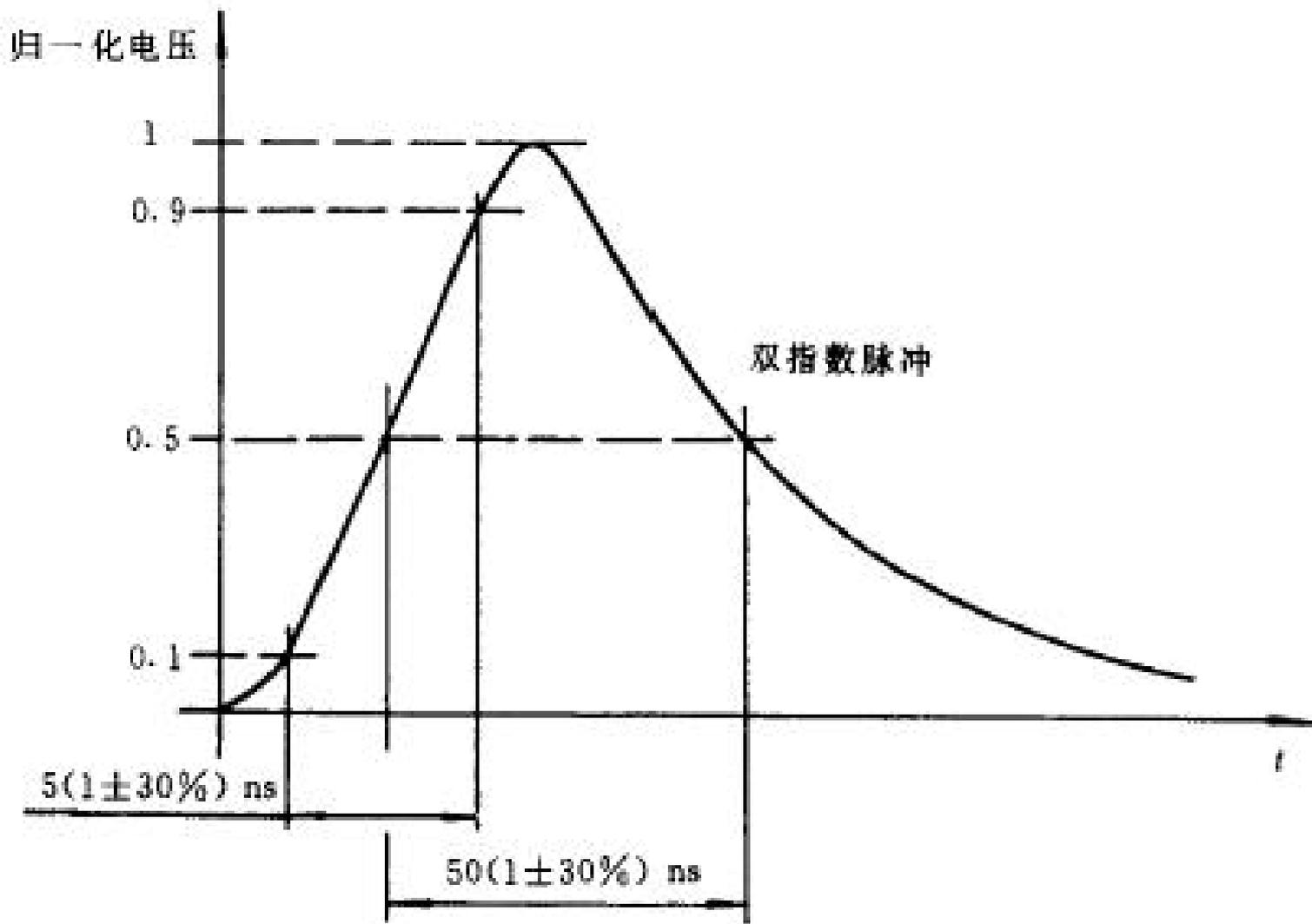


图 3 接 50Ω 负载时单个脉冲的波形

试验等级

开路输出电压($\pm 10\%$)和脉冲群重复频率($\pm 20\%$)				
	在电源端和保护地端		在I/O、数据和控制线端	
等级	电压峰值 kV	重复频率 kHz	电压峰值 kV	重复频率 kHz
1	0.5	5	0.25	5
2	1	5	0.5	5
3	2	5	1	5
4	4	2.5	2	5

X是未定级，由专用设备技术条件规定。

试验等级的选择

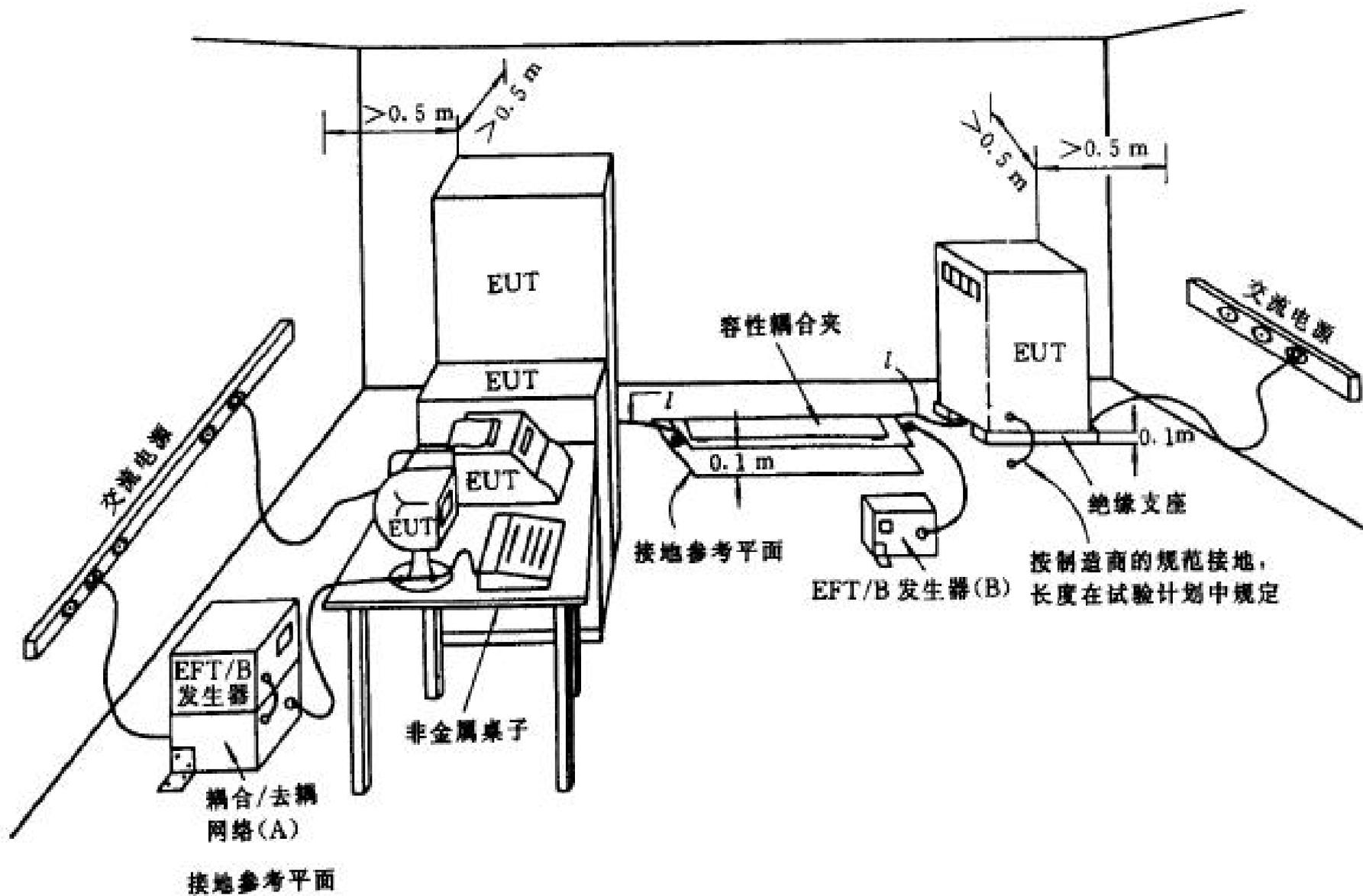
- ❖ 应按照实际安装条件和环境条件来选择
 - 等级1：针对良好保护的环境，如计算机房；
 - 等级2：受保护的环境，如工厂、电厂的控制室或终端室；
 - 等级3：典型的工业环境，如工业过程设备区、电厂、露天高压变电所的中继房；
 - 等级4：恶劣的工业环境，如工业过程设备的室外区、电站、露天高压变电所室外配电装置区等；
 - 等级5：需要分析的特定地点。

试验设备

- ❖ EFT信号发生器；
- ❖ 用于电源端口试验的耦合/去耦合网络；
- ❖ 电容耦合夹——适用于I/O线和通讯线。

试验布置

- ❖ 落地式，10cm垫子；台式，80cm高非金属台；
- ❖ 按照技术条件布置和连接EUT；
- ❖ 距墙或其它导体0.5m；
- ❖ EUT地线按照制造商的安装要求连接，不允许有额外的接地线；
- ❖ 使用耦合夹时，注意0.5m问题
- ❖ 从耦合装置到EUT之间的连线长度
 - 不大于1m (电源线、信号线)
 - 如果EUT的电源线不可拆并且长于1m，则应将超长部分的线按0.4m直径盘成线圈并放在接地平板上，EUT和耦合装置之间的间距仍应保持为 1m



试验要求

- ❖ 气候条件
 - 环境温度：15 ~ 35
 - 相对湿度：25% ~ 75%
 - 大气压力：86kPa ~ 106kPa
- ❖ 试验等级：试验电压及重复频率
- ❖ 试验电压的正负两种极性
- ❖ 持续时间：每种状态至少1min
- ❖ 施加试验电压的次数

YY0505的规定

- ❖ $\pm 2\text{kV}$, 电源线 ; $\pm 1\text{kV}$, I/O线、信号电缆、互连电缆
- ❖ 长度短于3米的信号和互连电缆不测
- ❖ 所有患者用电缆免测 , 但必须连上
- ❖ 在患者耦合点处 , 将规定的模拟手接到参考地
- ❖ 手持式设备和部件应使用模拟手进行试验
- ❖ 对有多额定电压的EUT , 在最小、最大额定输入电压下分别测试
- ❖ 可在任何额定电源频率下测试
- ❖ 对于有内部备用电池的EUT , 应在试验后验证EUT脱离网电源继续工作的能力

EMC对策

- ❖ 压敏电阻保护电路
- ❖ 稳压管保护电路
- ❖ 滤波（电源线和信号线的滤波）
- ❖ 共模滤波电容
- ❖ 差模电容（X电容）和电感滤波器
- ❖ 用铁氧体磁芯来吸收
- ❖ 电缆屏蔽
- ❖ 共模扼流圈

抗扰度测试项目

- ❖ 静电放电 引用 IEC61000-4-2(GB/T17626.2);
- ❖ 辐射射频电磁场 引用IEC61000-4-3(GB/T17626.3);
- ❖ 电快速瞬变脉冲群(EFT) 引用IEC61000-4-4(GB/T17626.4);
- ❖ 浪涌(冲击) 引用IEC61000-4-5(GB/T17626.5);
- ❖ 射频场感应的传导骚扰 引用IEC61000-4-6(GB/T17626.6);
- ❖ 电压暂降和短时中断 引用IEC61000-4-11(GB/T17626.11);
- ❖ 工频磁场 引用IEC61000-4-8(GB/T17626.8);

GB/T17626.5-1999

浪涌（冲击）抗扰度试验

概述

- ❖ 目的：建立一个共同的标准来评价电气和电子设备在遭受来自电力线和互连线上高能量骚扰时的性能。
- ❖ 适用对象：电气、电子设备。
- ❖ 标准内容：
 - 试验等级；
 - 试验设备；
 - 试验电压波形；
 - 试验布置；
 - 试验方法；
 - 试验结果和试验报告。

浪涌的起因

❖ 开关动作

- 电容器组切换；
- 可控硅；
- 故障(如短路、电弧)；
- 负载变化；
- 保护装置动作；

❖ 雷击感应

- 雷电瞬变过电压

试验等级

等级	开路电压 $\pm 10\%$ kV
1	0.5
2	1
3	2
4	4
X	特定

注：X是开放等级，由产品技术条件规定。

应根据安装情况挑选试验等级。

安装类别

- ❖ 0类——保护良好的电环境，通常在一间专用房屋内，Surge 25V；
- ❖ 1类——部分保护的电环境，Surge 500V；
- ❖ 2类——电缆经过良好隔离的电环境，Surge 1000V；
- ❖ 3类——电源线和信号线平行敷设的电环境，Surge 2000V；
- ❖ 4类——互连线和电源线为室外电缆并供电子和电气电路使用的电环境，Surge 4000V；
- ❖ 5类——在非人口稠密区，电子设备与通信电缆和架高电力线相连的电环境，Surge 4000V；
- ❖ X类——在产品技术条件中专门规定的环境。

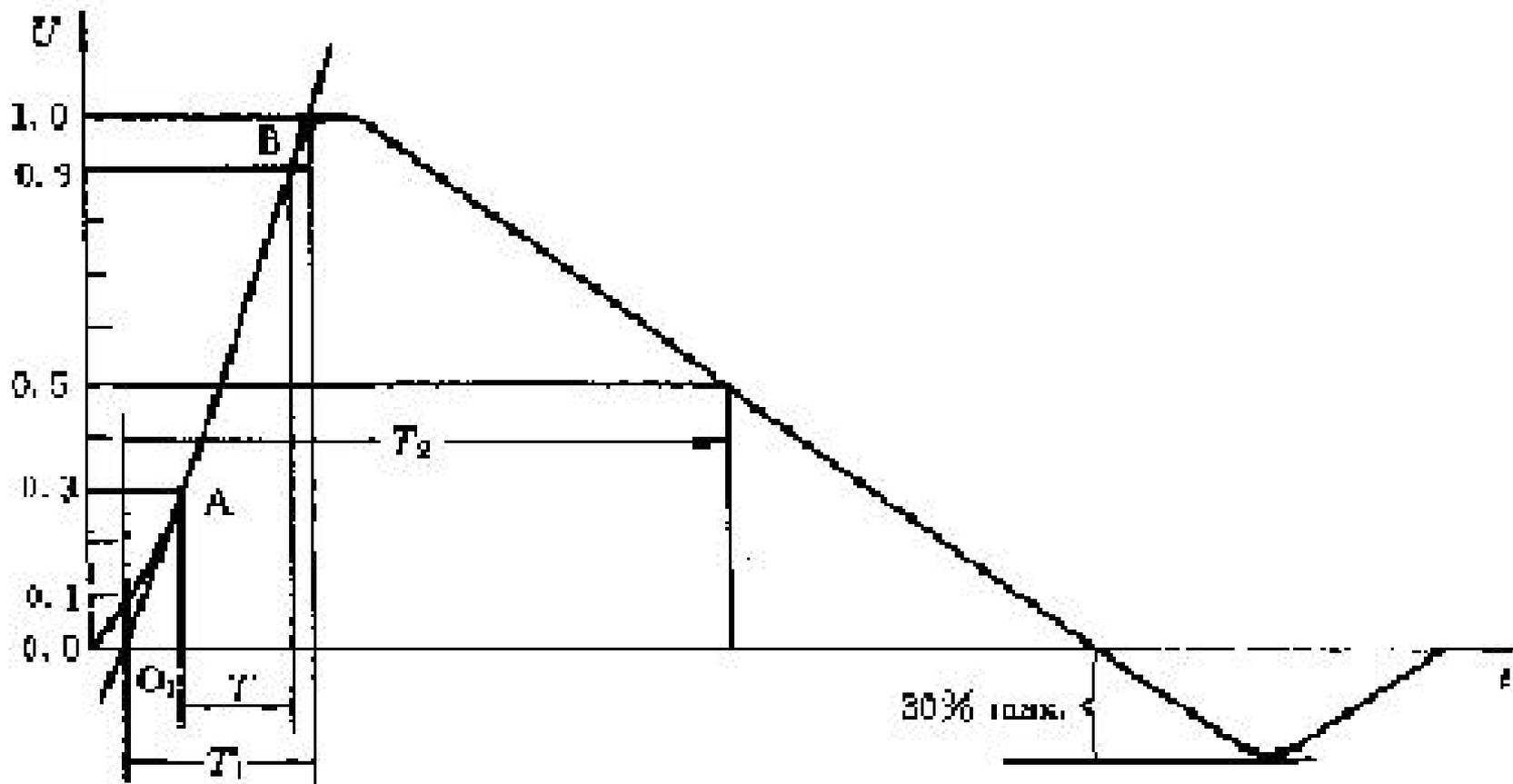
试验设备

❖ 组合波信号源

- 开路电压波形：1.2/50 μs
- 短路电流波形：8/20 μs

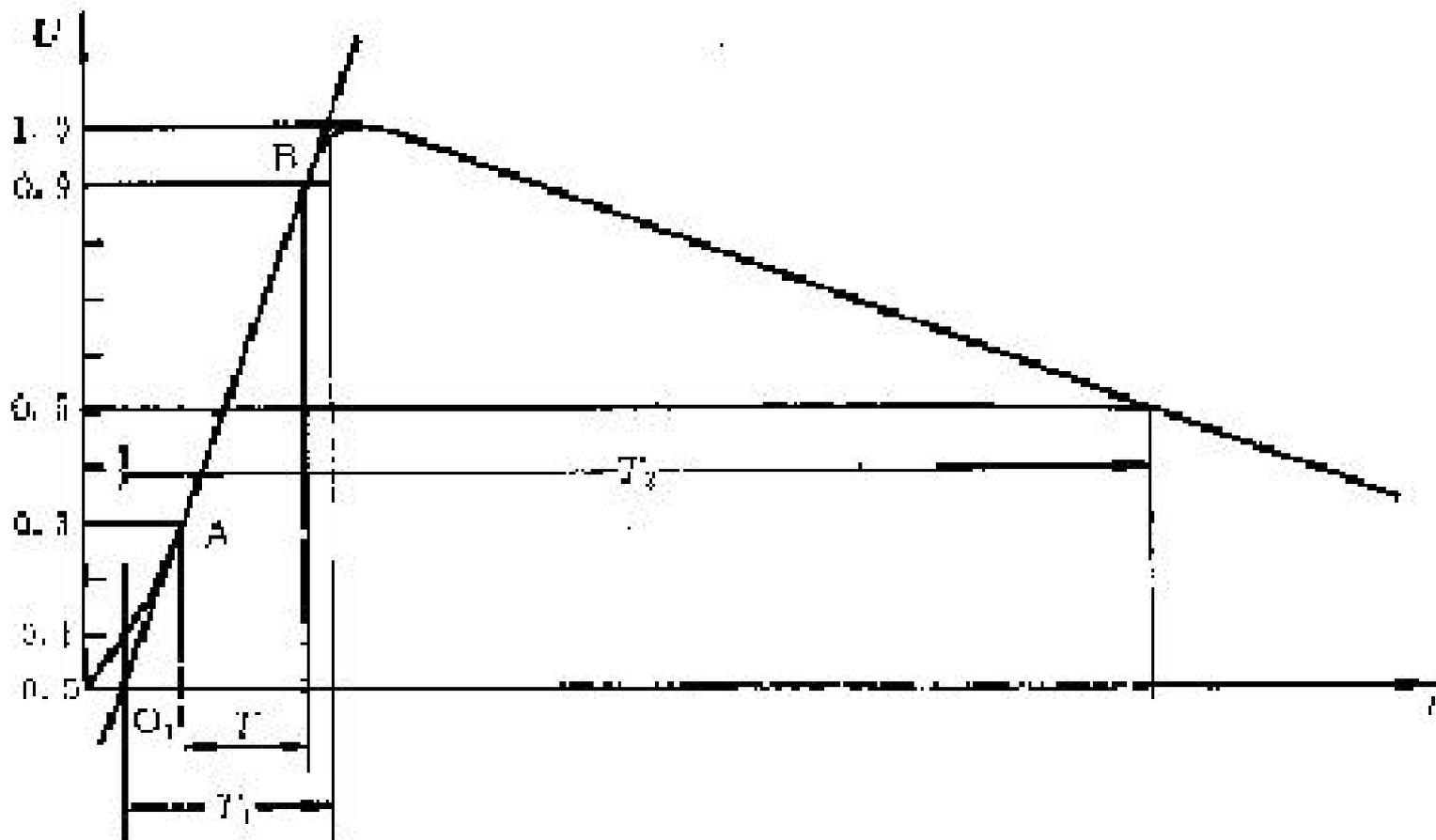
❖ 符合CCITT要求的信号源(10/700 μs)；

❖ 耦合/去耦合网络。



波前时间： $T_1 = 1.67 \times T = 1.2 \mu\text{s} \pm 30\%$

半峰值时间： $T_2 = 50 \mu\text{s} \pm 20\%$



波前时间: $T_1 = 1.67 \times T = 10 \mu\text{s} \pm 30\%$
 半峰值时间: $T_2 = 700 \mu\text{s} \pm 20\%$

耦合/去耦合网络

- ❖ 供AC/DC用的耦合/去耦合网络：
 - 电容耦合：
 - 耦合用 $9\ \mu\text{F}$ 或 $18\ \mu\text{F}$ 的电容，去耦合用 1.5mH 的电感；
 - 电感耦合：正在考虑之中。
- ❖ 供互连线用的耦合/去耦合网络：
 - 电容耦合：
 - 耦合电容 $c=0.5\ \mu\text{F}$,差模去耦电感 $L=20\text{mH}$ ；
 - 适用于未屏蔽的不平衡电缆(I/O)；
 - 放电管耦合：
 - 耦合电阻 $R=n\times 25(n-2)$ ；气体放电管 90V；共模去耦电感为 20mH ；
 - 适用于非屏蔽的平衡电路(通信线)；也可在电容耦合法不适用时作为替代。

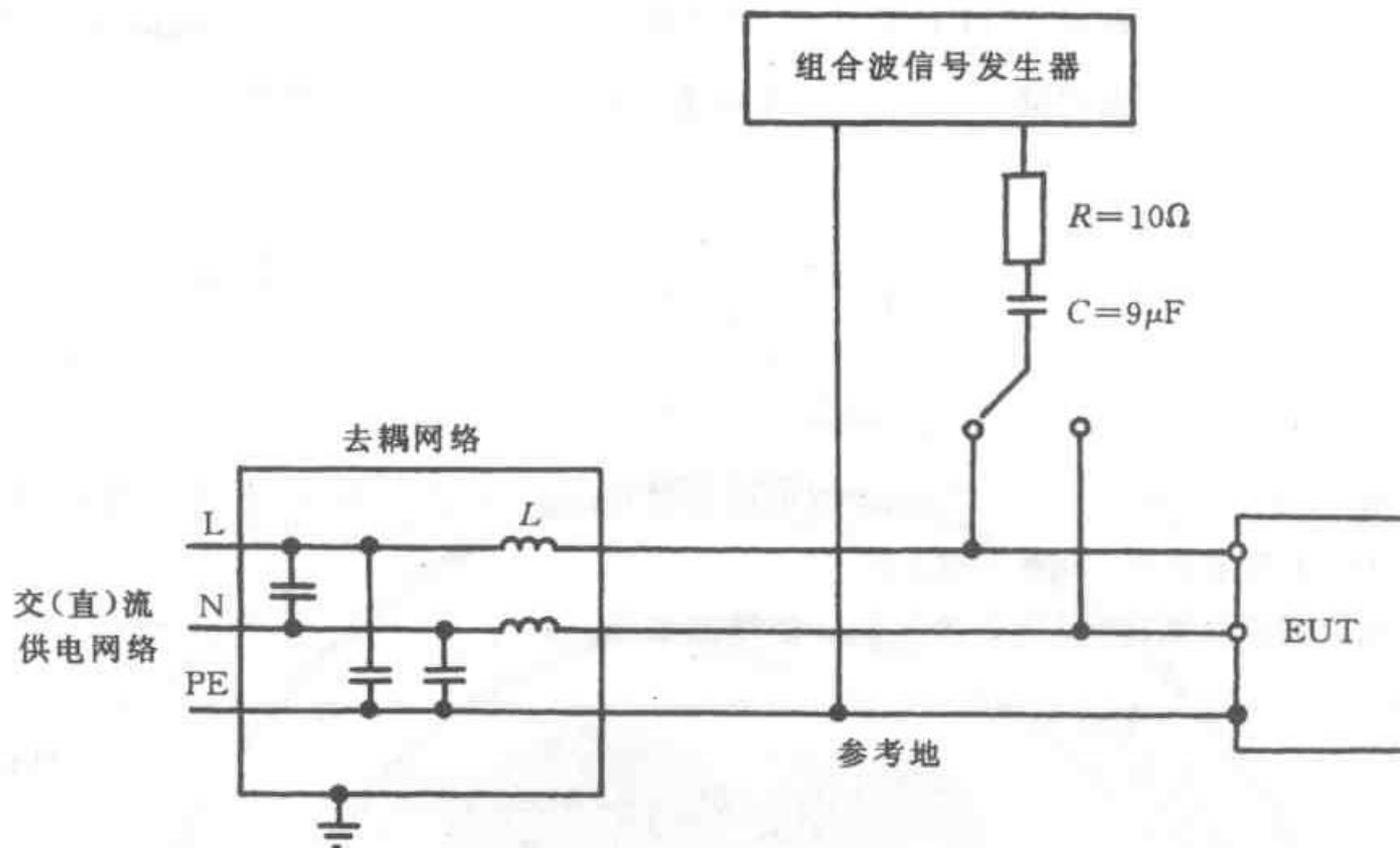


图 7 交/直流线上电容耦合的试验配置示例；线-地耦合(见 7.2)

线缆耦合方式

- ❖ 对非屏蔽不对称互连线试验
 - 电容性耦合法
 - 放电管耦合法
- ❖ 对非屏蔽对称互连/通信线试验
 - 电容耦合法不适用
 - 可用气体放电管耦合法
- ❖ 对屏蔽电缆试验
 - 耦合/去耦网络不适用
 - 对在两端都接地的屏蔽电缆
 - 对在一端接地的屏蔽电缆

试验要求

- ❖ 源阻抗：20，120；
- ❖ 极性：±；
- ❖ 试验的数量：在试验点上加正、负脉冲至少各5次；
- ❖ 重复速率：1分钟至多加一个；
- ❖ 耦合方式：线 - 线，线 - 地；
- ❖ EUT的典型工作状态；
- ❖ 浪涌加入顺序；
- ❖ 相位角(AC供电)：0⁰、90⁰、180⁰、270⁰；
- ❖ 实际安装状态、接地方式；
- ❖ 试验等级由低到高逐级测试。

试验要求

❖ 气候条件

- 环境温度：15 ~ 35
- 相对湿度：10% ~ 75%
- 大气压力：86kPa ~ 106kPa

YY0505的规定

❖ 交流电源端口：

- $\pm 0.5\text{kV}$, $\pm 1\text{kV}$, 差模注入 (AC L-N)
- $\pm 0.5\text{kV}$, $\pm 1\text{kV}$, $\pm 2\text{kV}$, 共模注入 (AC L-PE、 N-PE)
- 交流电压波形相角 0° 或 180° 、 90° 和 270°
- 如果 E U T 在初级电源电路中无浪涌保护装置，可免掉低等级的试验。

❖ 其它端口的电缆免测，但需要接上。

YY0505的规定

- ❖ 没有任何接地互连的 类设备和系统，免于线对地试验
- ❖ 对没有交直流适配器，仅靠内部供电的设备，可免测本试验
- ❖ 对有多额定电压或自动量程的EUT，在最小、最大额定输入电压下分别测试
- ❖ 可在任何额定电源频率下测试
- ❖ 对于有内部备用电池的EUT，应在试验后验证EUT脱离网电源继续工作的能力

EMC对策

- ❖ 压敏电阻保护电路
- ❖ 稳压管保护电路
- ❖ 使用气体放电管
- ❖ 硅瞬变电压吸收二极管
- ❖ 半导体放电管
- ❖ 专门的浪涌抑制器件
- ❖ 浪涌抑制器件的正确使用

抗扰度测试项目

- ❖ 静电放电 引用 IEC61000-4-2(GB/T17626.2);
- ❖ 辐射射频电磁场 引用IEC61000-4-3(GB/T17626.3);
- ❖ 电快速瞬变脉冲群(EFT) 引用IEC61000-4-4(GB/T17626.4);
- ❖ 浪涌(冲击) 引用IEC61000-4-5(GB/T17626.5);
- ❖ 射频场感应的传导骚扰 引用IEC61000-4-6(GB/T17626.6);
- ❖ 电压暂降和短时中断 引用IEC61000-4-11(GB/T17626.11);
- ❖ 工频磁场 引用IEC61000-4-8(GB/T17626.8);

GB/T 17626.6: 1998



射频场感应的传导骚扰抗扰度

概述

- ❖ 目的：评价电气和电子设备对来自9 kHz ~ 80MHz频率范围内射频发射机引起的传导骚扰的抗扰度。
- ❖ 适用对象：电气和电子设备，没有传导电缆（例如电源线、信号线或地线）的设备不需进行试验。
- ❖ 标准内容：
 - 试验等级；
 - 试验设备；
 - 试验布置；
 - 试验方法；
 - 试验结果和试验报告。

试验等级

频率范围：150kHz—80MHz		
试验等级	电动势大小	
	$U_0(\text{dB}\mu\text{V})$	$U_0(\text{V})$
1	120	1
2	130	3
3	140	10
X	开放	

试验时，用1kHz正弦波对信号进行80%的调幅。产品委员会也可以选择其它的调制方式。

试验等级的选择

- ❖ 应根据EUT及其电缆最终可能受到的电磁辐射环境来选择试验等级；环境分为如下几类：
 - 第一类：低电平的电磁辐射环境，如距电(视)台1km以上的地方；
 - 第二类：中级电磁辐射环境，如典型的商业环境；
 - 第三类：恶劣的电磁环境，如临近发射机和工科医设备附近的电磁环境；
 - X类：是一个未定类，可以协商或在专门的设备标准中规定。

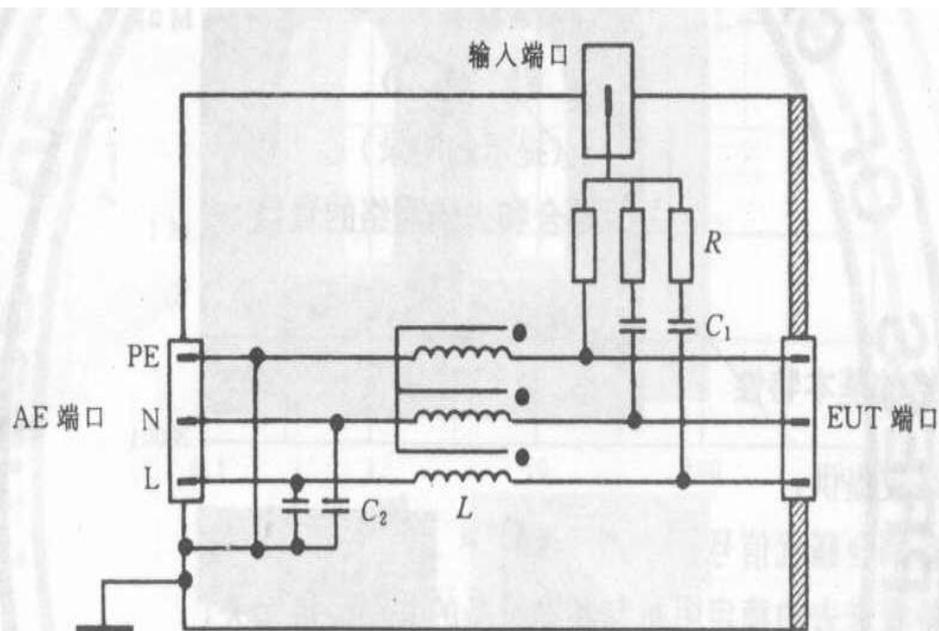
试验设备

- ❖ 信号发生器；
- ❖ 耦合去耦装置：
 - 直接注入装置：100 Ω 电阻，适用于屏蔽和同轴电缆
 - 耦合和去耦网络(CDN)：适用于对非屏蔽电缆的试验
 - 夹钳：适用于对多线电缆的试验
 - 电流钳(Current clamp)
 - 电磁钳(EM-clamp)
 - 去耦网络：在整个频率范围内产生高阻抗
 - 在0.15~80MHz范围内，从耦合/去耦装置EUT端口向耦合装置内看的阻抗应为150 Ω

耦合和去耦网络(CDNs)

- ❖ CDN的类型有很多，如：
 - CDN-M型（包括M1、M2、M3、M5），供电源线试验使用；
 - CDN-S型（包括S1、S2、S4、S9、S15、S25等），供屏蔽电缆试验使用；
 - CDN-T型(包括T2、T4、T8等)，供非屏蔽平衡电缆试验使用；
 - CDN-AF型(包括AF-2、AF-4等)，供非屏蔽不平衡电缆试验使用。
- ❖ CDN的接入不能过分影响有用信号的传输。

耦合和去耦网络(CDNs)



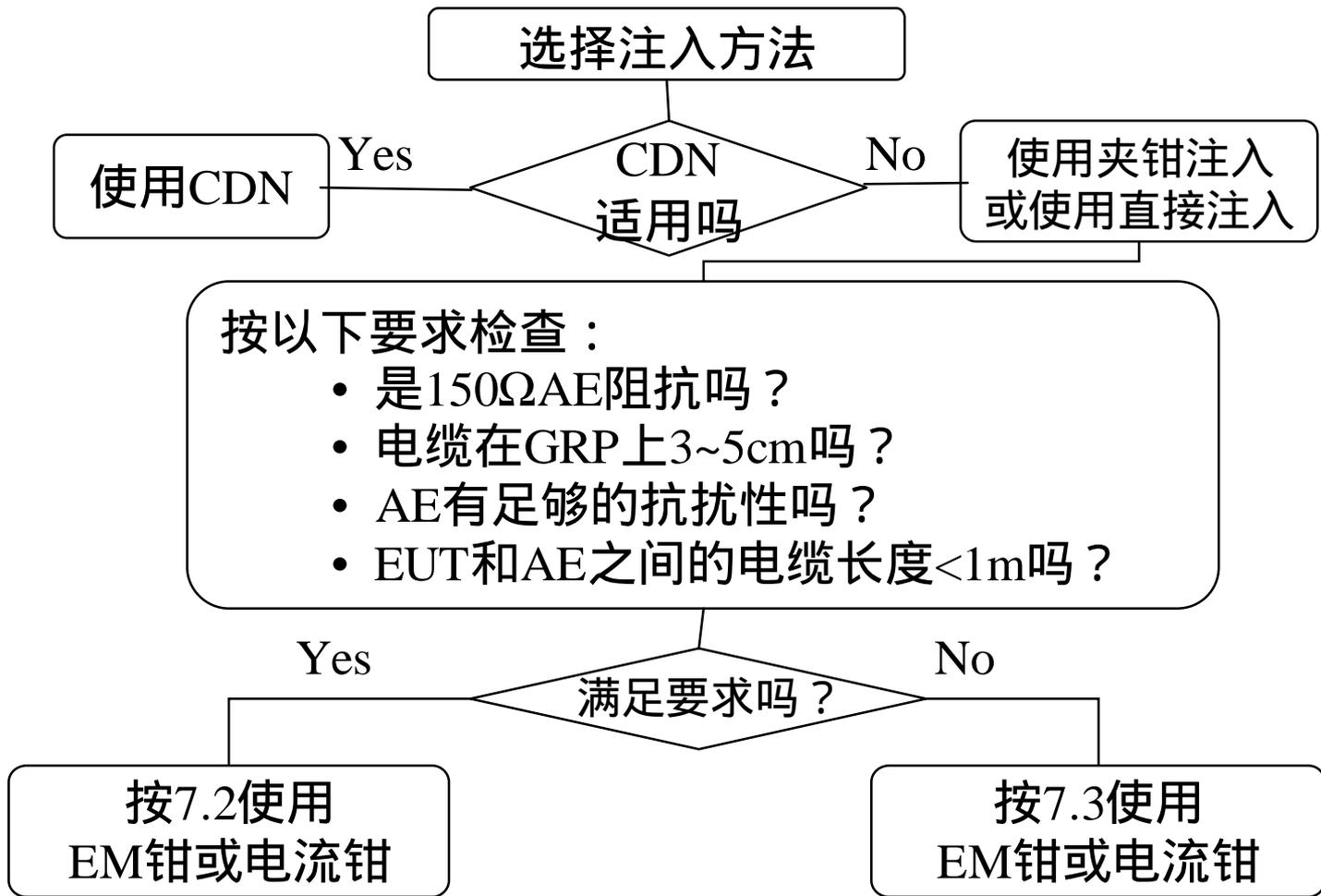
注: CDN-M3, 在 150 kHz, $L \geq 280 \mu\text{H}$, C_1 (典型值) = 10 nF, C_2 (典型值) = 47 nF, $R = 300 \Omega$;

CDN-M2, 在 150 kHz, $L \geq 280 \mu\text{H}$, C_1 (典型值) = 10 nF, C_2 (典型值) = 47 nF, $R = 200 \Omega$;

CDN-M1, 在 150 kHz, $L \geq 280 \mu\text{H}$, C_1 (典型值) = 22 nF, C_2 (典型值) = 47 nF, $R = 100 \Omega$ 。

图 D2 用于非屏蔽电源线的耦合和去耦网络 CDN-M1/-M2/-M3 电路简图举例(见 6.2.2.1)

注入方法的选择原则



不同线缆注入法的选择

- ❖ 屏蔽电缆和同轴电缆
 - CDN注入法：CDN-M1、 CDN-S型(S1, S9, S15等)
 - 直接注入法
- ❖ 电源线
 - CDN-M型（包括M1、 M2、 M3、 M5）
- ❖ 非屏蔽平衡电缆
 - CDN-T型（包括T2、 T4、 T8等）
 - 钳注入法
- ❖ 非屏蔽不平衡电缆
 - CDN-AF型（包括AF-2、 AF-4等）
 - 钳注入法

试验布置

(对由一个单元组成的EUT)

- ❖ 将EUT放在GRP上的10cm高的绝缘垫子上；
- ❖ 为所有的受试电缆提供适当的耦合/去耦装置且距EUT 0.1~0.3m；
- ❖ 耦合/去耦网络和EUT之间的每根电缆尽量短，并且不能绑在一起或缠绕。它们距GRP的高度为3~5cm；
- ❖ 如果 EUT有其他的接地端子，当允许时，应通过 CDN-M1接到GRP；
- ❖ 如果EUT有键盘或手提式附件，应使用模拟手；
- ❖ AE应通过耦合/去耦装置与EUT相连。

试验布置

(对由几个单元组成的EUT)

❖ 优选方法

- 将各单元分别当成一个 EUT 试验，同时将其它单元作为AE。

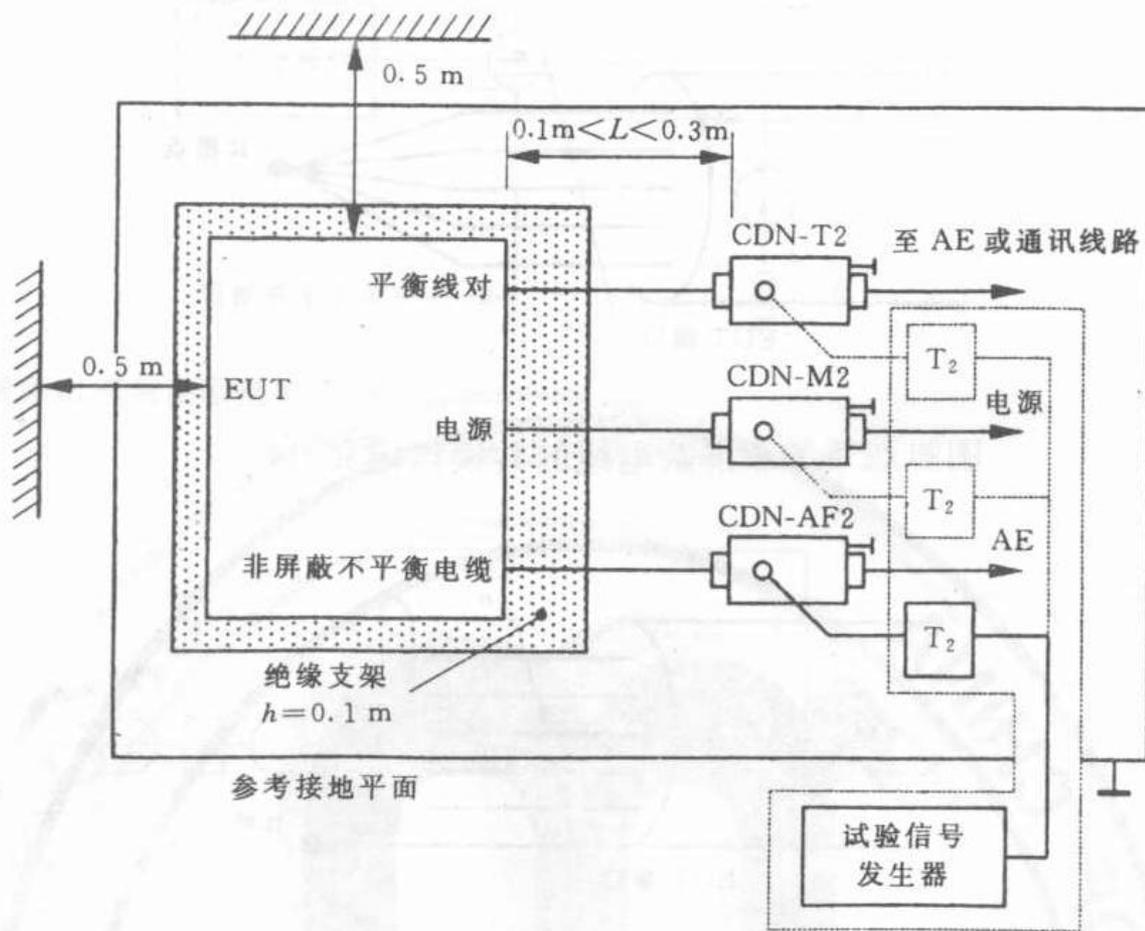
❖ 可选方法

- 如果各小单元总是由短于1米的短电缆相互连接，并且这些电缆是受试设备的一部分，则把这些小单元作为一个EUT看待。而对这些内部互连电缆不用进行试验。
- 将各小单元及其互连电缆紧密但不接触地放置在 GRP 上的10cm高的绝缘物上。
- EUT的所有其它电缆均要使用耦合和去耦网络。

试验点的选取

- ❖ 通常，在与EUT相连的电缆中，选2~5根进行试验。
- ❖ 应选取最敏感的电缆进行试验。将所有与EUT相连的其它电缆或者是断开(当性能允许时)，或者是用去耦网络去耦。

试验点的选取



试验方法

- ❖ 信号源依次与各个耦合和去耦网络连接，同时将各个未接信号源的耦合装置的输入端口用50Ω电阻端接；
- ❖ 在150kHz ~ 80MHz频率范围内扫描
 - 扫描速率 1.5×10^{-3} 十倍频程/秒或 1%的步长；
 - 驻留时间：不短于使EUT运行并产生响应的时间。在敏感频率（时钟频率及其谐波或感兴趣的频率点）应单独分析。
- ❖ 推荐对EUT使用专门的运行程序；
- ❖ 试验按照试验计划进行。

YY0505的规定

❖ 非生命支持设备和系统

- 3V r.m.s

❖ 生命支持设备和系统

- 3V r.m.s
- 10V r.m.s (在ISM频段)

❖ 在屏蔽室内使用的设备

- 试验电平： $L_{\text{limit}} - L$

❖ 内部供电的 E U T

- 充电时不能工作、电缆最大尺寸 1 米、不与其它端口连接的 E U T 可免测。

YY0505的规定

- ❖ 为工作目的而接收RF能量的设备
 - 在其独占频带内应保持安全，可免于基本性能要求
 - 接收部分调谐至优选的接收频率，或可选接收频段的中心
- ❖ 起始频率
 - 对内部供电的 E U T ，根据GB/T17626附录B图B.1计算。 $f = C/10L$
 - 其它 E U T ， 150kHz。
- ❖ 校准精度
 - 0 % ~ + 2 5 % 或 0 ~ + 2 dB

YY0505的规定

- ❖ 至少需对EUT每种电缆中的一根进行试验
- ❖ 所有患者耦合电缆都需要用电流钳或电磁钳测试，并根据情况接模拟手，CDN不适用
- ❖ 手持设备或部件应使用模拟手
- ❖ 电源输入电缆应试验
- ❖ 电位均衡导体应试验（使用CDN-M1）
- ❖ 调制频率：2Hz, 1kHz，同电磁场辐射试验
- ❖ 驻留时间、频率步长：同电磁场辐射试验
- ❖ EUT的供电可以是任一额定电压和频率

抗扰度测试项目

- ❖ 静电放电 引用 IEC61000-4-2(GB/T17626.2);
- ❖ 辐射射频电磁场 引用IEC61000-4-3(GB/T17626.3);
- ❖ 电快速瞬变脉冲群(EFT) 引用IEC61000-4-4(GB/T17626.4);
- ❖ 浪涌(冲击) 引用IEC61000-4-5(GB/T17626.5);
- ❖ 射频场感应的传导骚扰 引用IEC61000-4-6(GB/T17626.6);
- ❖ 电压暂降和短时中断 引用IEC61000-4-11(GB/T17626.11);
- ❖ 工频磁场 引用IEC61000-4-8(GB/T17626.8);

GB/T 17626.11:1999



**电压暂降、短时中断
和电压变化抗扰度试验**

概述

- ❖ 目的：建立一个共同的标准来评价电气和电子设备对电压暂降、短时中断和电压变化的抵御能力
- ❖ 适用对象：额定输入电流每相不大于16A的电气和电子设备，不适用于连至直流或400Hz电网的设备
- ❖ 标准内容：
 - 试验等级；
 - 试验设备；
 - 试验布置；
 - 试验方法；
 - 试验结果和试验报告。

起因

- ❖ 电压暂降、短时中断的起因
 - 由电网、电力设施的故障
 - 或大负载的突然变化
- ❖ 电压变化的起因
 - 连至电网中的负载发生连续变化
 - 或者是本地电网中的储能发生变化
 - 例如旋转电机在电网掉电时的情况。

名词术语

- ❖ 电压暂降——在电气系统中电压在某一点处突然下降，经过一个短暂时间(例如从半个周期到几秒 以后)又恢复到原来大小。
- ❖ 短时中断——电网电压在一段时间内(通常不超过1min)消失。
- ❖ 电压变化——电网电压慢慢高出或低于电网的额定电压。变化时间可以比周期长或短。

试验等级

- ❖ 以设备的额定工作电压 (U_T) 作为规定电压试验等级的基础
- ❖ 当设备有一个额定电压范围时应采用如下规定
 - 如果额定电压的范围不超过其低端的电压值的20%，则在该范围内可规定一个电压作为试验等级的基准 (U_T)
 - 在其他情况下应在额定电压范围规定的低端电压和高端电压下分别试验

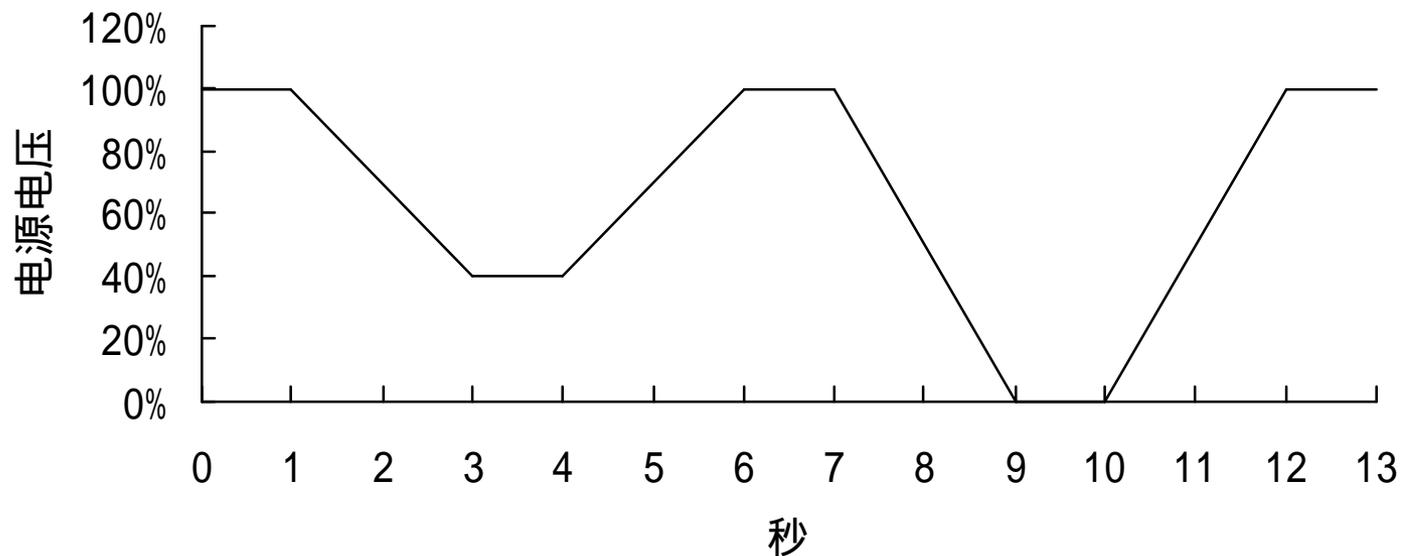
电压暂降和中断的试验等级

试验等级 $\%U_T$	电压暂降和短时中断 $\%U_T$	持续时间 (周期)
0	100	0.5 , 1 , 5
40	60	10 , 25 , 50
70	30	x

对0.5周期，正负极性都要测，即分别从 0° 、 180° 处加入。

电压变化的试验等级

电压试验等级	下降时间	保持时间	上升时间
40%U _T	2s ± 20%	1s ± 20%	2s ± 20%
0%U _T	2s ± 20%	1s ± 20%	2s ± 20%
	X	X	X

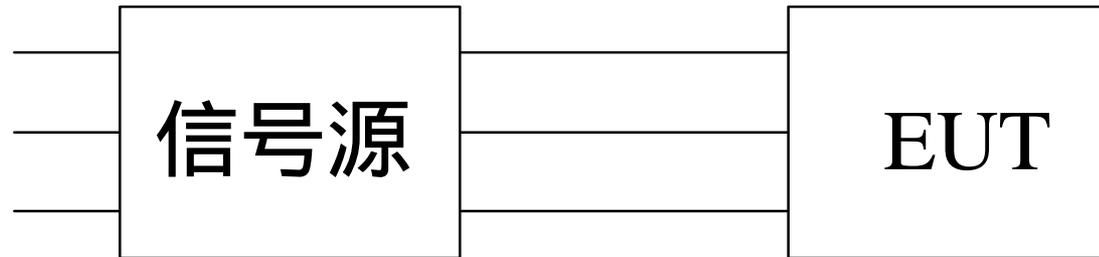


试验设备

❖ 信号源

- 输出电压；
- 输出电流能力：100%：0~16A；70%:0~23A；40%:0~40A
- 峰值启动电流能力：不超过500A(220 V电压)或250A(100~120V电压)；
- 突变电压的上升（或下降）时间：1~5 μ s(接100 Ω 负载)；
- 相移：0°~360°；
- 输出阻抗呈电阻性并且尽可能小。

试验布置



- ❖ EUT尽可能使用最短的并符合制造商规定的电源线；
- ❖ 如果制造商没有这方面的规定，则EUT尽可能使用适合的、最短的电源线。

电压暂降和短时中断试验

- ❖ 用选定的试验等级和持续时间，前后试验三次，每次间隔至少10秒；
- ❖ 对每个典型工作状态都进行试验；
- ❖ 使电压突变在电压为0伏时的相位处发生；
- ❖ 如果规定电压突变在其它相位上发生，应优先从下述相位中选择： 45° 、 90° 、 135° 、 180° 、 225° 、 270° 和 315° ；
- ❖ 对三相系统，一般一相一相地试验；特殊情况时，也对三相同时进行试验。

试验要求

❖ 气候条件

- 环境温度：15 ~ 35
- 相对湿度：25% ~ 75%
- 大气压力：86kPa ~ 106kPa

YY0505的规定（暂降）

- ❖ 对 1 kVA的 E U T 或生命支持设备
 - $< 5\% U_T$, 0.5 周期
 - $40\% U_T$, 5 周期
 - $70\% U_T$, 25 周期
- ❖ 对 1 kVA、I 16 A 的非生命支持设备
 - 如果使用上述试验等级，允许降低性能等级，但其必须仍然安全、无组件损坏、可人工恢复到试验前的状态
- ❖ 对 $I > 16 A$ 的非生命支持设备
 - 免测

YY0505的规定（中断）

- ❖ 试验等级： $< 5\% U_T$ ，5 s
- ❖ 允许降低性能等级，但其必须仍然安全、无组件损坏、可人工恢复到试验前的状态
- ❖ 对生命支持设备和系统
 - 允许偏离性能，但要给出符合相应国际标准的报警，表明与基本性能有关的预期工作出现了停止或中断。

YY0505的规定

- ❖ 多相设备和系统：应逐相进行测试
- ❖ 变更试验电压应步进式改变并从过零点开始
- ❖ 使用交/直流转换器的直流电源输入的EUT，试验电平应施加于转换器的交流电源输入端
- ❖ 对有多个额定电压或自动电压量程的EUT，在最小、最大额定输入电压下分别测试
- ❖ 在最低的额定频率下测试
- ❖ 对于有内部备用电池的EUT，应在试验后验证EUT脱离网电源继续工作的能力

抗扰度测试项目

- ❖ 静电放电 引用 IEC61000-4-2(GB/T17626.2);
- ❖ 辐射射频电磁场 引用IEC61000-4-3(GB/T17626.3);
- ❖ 电快速瞬变脉冲群(EFT) 引用IEC61000-4-4(GB/T17626.4);
- ❖ 浪涌(冲击) 引用IEC61000-4-5(GB/T17626.5);
- ❖ 射频场感应的传导骚扰 引用IEC61000-4-6(GB/T17626.6);
- ❖ 电压暂降和短时中断 引用IEC61000-4-11(GB/T17626.11);
- ❖ 工频磁场 引用IEC61000-4-8(GB/T17626.8);



GB/T 17626.8-1998

工频磁场抗扰度试验

概述

- ❖ 目的：建立一个共同的标准来评价处于工频（连续和短时）磁场中的家用、商业和工业用电气、电子设备的性能。
- ❖ 适用对象：处于工频磁场中的家用、商业和工业用电气、电子设备。
- ❖ 标准内容：
 - 试验等级；
 - 试验设备；
 - 试验布置；
 - 试验方法；
 - 试验结果和试验报告。

长短不同的磁场

- ❖ 工频磁场主要由导体中的工频电流产生
- ❖ 稳定持续的磁场：
 - EUT正常工作情况下产生，幅值较小
- ❖ 短时作用的磁场
 - 故障时产生，持续时间短但磁场幅值较高（保险在ms级熔化，保护继电器在几秒内动作）

稳定持续磁场试验等级

等级	磁场强度, A/m
1	1
2	3
3	10
4	30
5	100
X	特定

短时工频磁场试验等级

等级	磁场强度, A/m
1	--
2	--
3	--
4	300
5	1000
X	特定

测量设备

- ❖ 电流源
- ❖ 环天线（感应线圈）
- ❖ 电流测量设备

试验方法

❖ 浸入法

- 通过将EUT放在感应线圈中部来施加磁场的方法。

❖ 邻近法

- 用一个小感应线圈沿EUT表面移动以探测敏感部位的办法。

❖ 标准规定采用浸入法进行检测

❖ 邻近法用于探测EUT的最敏感侧/位置

试验方法

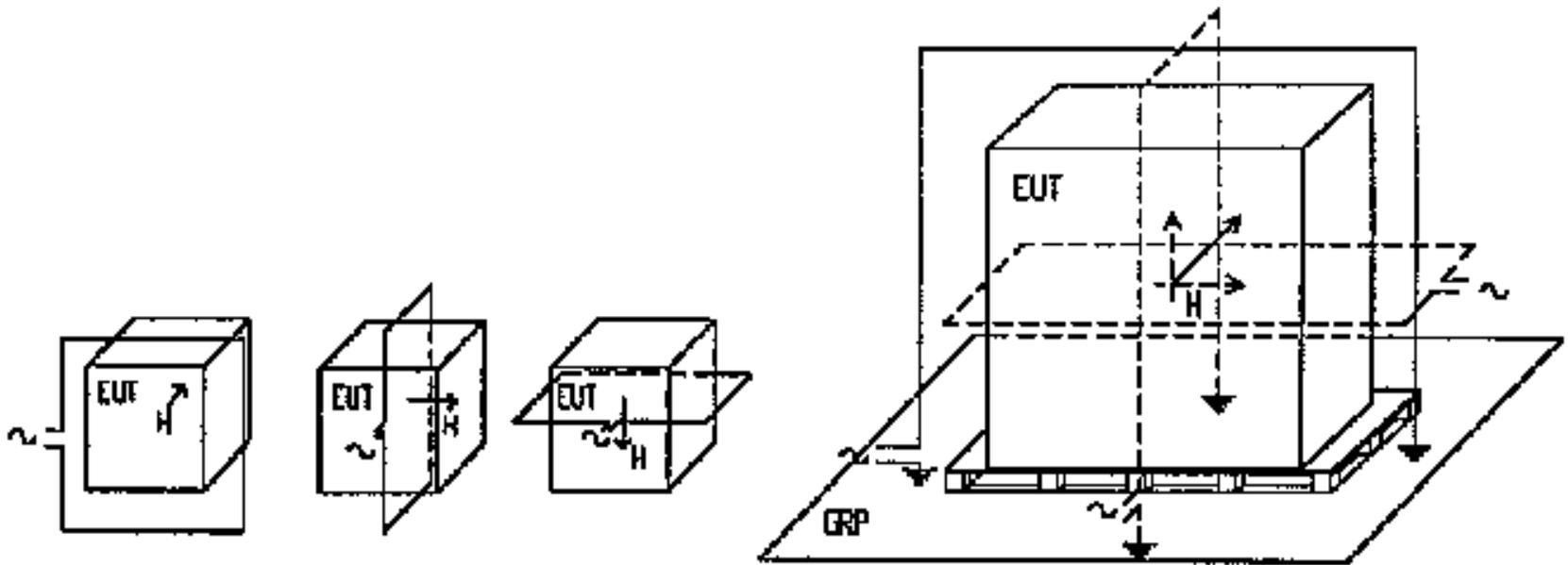


Table-top equipment

Floor-standing equipment

试验要求

❖ 气候条件

- 环境温度：15 ~ 35
- 相对湿度：25% ~ 75%
- 大气压力：86kPa ~ 106kPa

❖ EUT置于接地平板上，0.1m绝缘垫

❖ 所有电缆应有1m长度暴露于磁场中

❖ 对于较大的EUT，线圈应以其短边的50%为步长移动，在不同的位置重复测试

YY0505的规定

- ❖ 试验电平：3 A/m；只需进行连续场测试
- ❖ 试验频率
 - 当EUT使用AC电源时：
 - 50Hz 和 60Hz
 - 50Hz 或 60Hz，当EUT仅工作在其中一个频率时
 - 当EUT使用DC电源时：
 - 50Hz 和 60Hz
 - 50Hz 或 60Hz，当EUT所处的区域仅只有其中一个频率时
- ❖ EUT任一标称电压供电，频率与施加的磁场相同

YY0505 抗扰度 试验技 术要求 一览表

试验项目	试验技术要求
静电放电 (ESD)	<ul style="list-style-type: none"> • $\pm 2\text{kV}$, $\pm 4\text{kV}$, $\pm 6\text{kV}$ (空气放电) • $\pm 2\text{kV}$, $\pm 4\text{kV}$ $\pm 8\text{kV}$ (接触放电)
辐射 RF 电磁场	<ul style="list-style-type: none"> • 80MHz - 2.5GHz 频段; • GB 9706 试验电平: 3V/m (非生命支持设备和系统) 10V/m (生命支持设备和系统) • 80% AM, 调制频率 2Hz 或 1KHz
电快速瞬变脉冲群	<ul style="list-style-type: none"> • 电源线: $\pm 0.5\text{kV}$, $\pm 1\text{kV}$, $\pm 2\text{kV}$ • I/O 线: $\pm 0.25\text{kV}$, $\pm 0.5\text{kV}$, $\pm 1.0\text{kV}$
浪涌	<ul style="list-style-type: none"> • 相线对地: $\pm 0.5\text{kV}$, $\pm 1\text{kV}$, $\pm 2\text{kV}$ • 相线对相线: $\pm 0.5\text{kV}$, $\pm 1\text{kV}$
射频场感应传导	<ul style="list-style-type: none"> • 150KHz--80MHz 频段; • GB 9706 试验电平: 3Vrms (非生命支持和生命支持设备和系统) • 150KHz--80MHz 中的 ISM 频段时: 10Vrms (生命支持设备和系统) • 80% AM, 调制频率 2Hz 或 1KHz
电压暂降	<ul style="list-style-type: none"> • 95 % U_T 10 ms • 60 % 100 ms • 30 % 500 ms
短时中断	<ul style="list-style-type: none"> • $> 95 \% U_T$
工频磁场	<ul style="list-style-type: none"> • 50Hz, 60Hz • 3 A/m

YY0505抗扰度试验特殊规定

- ❖ 对ESD试验中的放电间隔时间规定为1s，为了能区分单次放电响应和多次放电响应，还可要求更长的放电时间。
- ❖ 用来控制、监护或测量生理参数的医用电气产品，应使用2Hz调制频率进行辐射抗扰度试验。
- ❖ 传导和辐射抗扰度试验的驻留时间必须设置到允许产品对试验信号有充分的响应。
- ❖ 在电快速脉冲群试验和传导抗扰度试验中，患者连接处应端接模拟手。

YY0505抗扰度试验特殊规定

- ❖ 患者耦合电缆不作电快速脉冲群试验。
- ❖ 传导抗扰度试验中，CDN不适用于患者耦合电缆。
- ❖ 电位均衡导线应做传导抗扰度试验。
- ❖ 如果产品具有多路额定电压或自动电压调整范围时，电快速脉冲群、浪涌、电压暂降和短时中断试验应在最大和最小额定电压上进行。
- ❖ 磁场抗扰度试验应在50 Hz和60 Hz两频率上进行，除非电源频率只有一种。

第五部分

指南和制造商的声明——

随机文件中表格的要求

电磁发射

对所有设备和系统

表 201

1	指南和制造商的声明 - 电磁发射		
2	[设备或系统]预期使用在下列规定的电磁环境中, [设备或系统]的购买者或使用者应该保证它在这种电磁环境下使用:		
3	发射试验	符合性	电磁环境 - 指南
4	GB 4824 RF 发射	1 组	[设备或系统]仅为其内部功能而使用 RF 能量。因此, 它的 RF 发射很低, 并且可能不会对附近电子设备产生任何干扰。
5	GB 4824 RF 发射	2 组	[设备或系统]为了完成其预期功能必须发射电磁能。附近的电子设备可能受影响。
6	GB 4824 RF 发射	[A 或 B]类	
7	GB 17625.1 谐波发射	[A、B、C、D 类或不适用]	
8	GB 17625.2 电压波动/ 闪烁发射	[符合或不适用]	
9		[见 6.8.3.201 a) 3) 和图 201]	[设备或系统]适于使用在所有的设施中包括家用设施和直接连接到供家用的住宅公共低压供电网。
10		[见 6.8.3.201 a) 3) 和图 201]	[设备或系统]适于使用在非家用和不直接连到供家用的住宅公共低压供电网的所有设施中。
11	GB 4343-1 RF 发射	符合	[设备]不适合与其他设备互连。
12	GB 17743 RF 发射	符合	[设备]不适合与其他设备互连。

表 202

指南和制造商的声明 - 电磁抗扰度			
[设备或系统]预期使用在下列规定的电磁环境中,[设备或系统]的购买者或使用者应该保证它在这种电磁环境下使用:			
抗扰度试验	GB 9706 试验电平	符合电平	电磁环境 - 指南
静电放电 (ESD) GB/T 17626.2	±6kV 接触放电 ±8kV 空气放电		地面应该是木质、混凝土或瓷砖, 如果地面用合成材料覆盖, 则相对湿度应该至少 30%
电快速瞬变脉冲群 GB/T 17626.4	±2kV 对电源线 ±1kV 对输入/输出线		网电源应具有典型的商业或医院环境下使用的质量
浪涌 GB/T 17626.5	±1kV 差模电压 ±2kV 共模电压		网电源应具有典型的商业或医院环境下使用的质量
电源输入线上电压暂降、短时中断和电压变化 GB/T 17626.11	< 5%U _r , 持续 0.5 周 (在 U _r 上, >95%的暂降) 40% U _r , 持续 5 周 (在 U _r 上, 60%的暂降) 70% U _r , 持续 25 周 (在 U _r 上, 30%的暂降) < 5%U _r , 持续 5 s (在 U _r 上, >95%的暂降)		网电源应具有典型的商业或医院环境下使用的质量。如果[设备或系统]的用户在电源中断期间需要连续运行, 则推荐[设备或系统]采用不间断电源或电池供电。
工 频 磁 场 (50/60Hz) GB/T 17626.8	3A/m		工频磁场应具有在典型的商业或医院环境中典型场所的工频磁场水平特性。
注: U _r 指施加试验电压前的交流网电压。			

电磁抗扰度 对生命支持设备和系统

表 203

指南和制造商的声明 - 电磁抗扰度			
[设备或系统]预期使用在下列规定的电磁环境中，[设备或系统]的购买者或使用 者应该保证它在这种电磁环境下使用：			
抗扰度试 验	GB 9706 试验电 平	符合 电平	电磁环境 - 指南
RF 传导 GB/T 17626.6	3Vrms 150kHz~80MHz 在 ISM 频带* 之 外	[V1]V	便携式和移动式 RF 通信设备不应比推荐的 隔离距离更靠近[设备或系统]的任何部分使用， 包括电缆。该距离由与发射机频率相应的公式计 算。 推荐的隔离距离 $d=[3.5/V1] \sqrt{P}$
RF 辐射 GB/T 17626.3	10Vrms 150kHz~80MHz 在 ISM 频带内* 10V/m 80MHz~2.5GHz	[V2]V [E1]V/ m	$d=[12/V2] \sqrt{P}$ $d=[12/E1] \sqrt{P}$ 80MHz~800MHz $d=[23/E1] \sqrt{P}$ 800MHz~2.5GHz 其中，P 是根据发射机制造商提供的发射机 最大输出额定功率，以瓦特 (W) 为单位，d 是推 荐的隔离距离，以米 (m) 为单位。 ^b 固定式 RF 发射机的场强通过对电磁场所勘 测 ^c 来确定，在每个频率范围 ^d 都应比符合电平低。 在标记下列符号的设备附近可能出现干扰。



表 203

			
<p>注 1: 在 80MHz 和 800MHz 频率上, 采用较高频段的公式。 注 2: 这些指南可能不适合所有的情况, 电磁传播受建筑物、物体和人体的吸收和反射的影响。</p>			
<p>^a 150kHz ~ 80MHz ISM (工科医) 频带是指 6.765MHz ~ 6.795MHz、13.553MHz ~ 13.567MHz、26.957MHz ~ 27.283MHz 和 40.66MHz ~ 40.70MHz。 ^b 在 150 kHz ~ 80 MHz 的 ISM (工科医) 频带及 80 MHz ~ 2.5 GHz 频率范围内的符合电平, 是用来减少因移动式/便携式通信装置被偶然带入患者区域时引起干扰的可能性。为此, 附加因子 10/3 用于计算在这些频率范围内发射机的推荐隔离距离。 ^c 固定式发射机场强, 诸如: 无线 (蜂窝/无绳) 电话和地面移动式无线电的基站、业余无线电、AM (调幅) 和 FM (调频) 无线电广播以及电视广播等, 其场强在理论上都不能准确预知。为评定固定式 RF 发射机的电磁环境, 应该考虑电磁场所的勘测。如果测得 [设备或系统] 所处场所的场强高于上述应用的 RF 符合电平, 则应观测 [设备或系统] 以验证其能正常运行。如果观测到不正常性能, 则补充措施可能是必需的, 如重新对 [设备或系统] 定向或定位。 ^d 在 150kHz ~ 80MHz 整个频率范围, 场强应该低于 [V1]V/m。</p>			

推荐隔离距离 对生命支持设备和系统

表 205

刘建鹏

便携式及移动式 RF 通信设备和[设备或系统]之间的推荐隔离距离				
[设备或系统]预期在辐射 RF 骚扰受控的电磁环境下使用。依据通信设备最大输出功率，[设备或系统]的购买者或使用者可通过下面推荐的维持便携式及移动式 RF 通信设备（发射机）和[设备或系统]之间最小距离来防止电磁干扰。				
发射机的额定最大输出功率 W	对应发射机不同频率的隔离距离 m			
	150kHz 80M Hz ISM 频带之 外 $d=[3.5/V1] \sqrt{P}$	150kHz 80M Hz ISM 频带 $d=[12/V2] \sqrt{P}$	80MHz ~800MHz $d=[12/E1] \sqrt{P}$	800MHz 2.5GHz $d=[23/E1] \sqrt{P}$
0.01				
0.1				
1				
10				
100				

对于上表未列出的发射机额定最大输出功率，推荐隔离距离 d，以米（m）为单位，能用相应发射机频率栏中的公式来确定，这里 P 是由发射机制造商提供的发射机最大输出功率，以瓦特（W）为单位。

注 1：在 80MHz 和 800MHz 频率上，采用较高频段的公式。

注 2：150 kHz ~ 80 MHz 的 ISM（工、科、医）频带是指 6.765 MHz ~ 6.795 MHz、13.553 MHz ~ 13.567 MHz、26.957 MHz ~ 27.283 MHz 和 40.66 MHz ~ 40.70 MHz。

注 3：附加因子 10/3 用于计算在 150 kHz ~ 80 MHz 的 ISM（工科医）频带和 80 MHz ~ 2.5 GHz 频率范围内的发射机的推荐隔离距离，以减少便携式/移动式通信设备被偶然带入患者区域时能引起干扰的可能性。

注 4：这些指南可能不适合所有的情况。电磁传播受建筑物、物体和人体的吸收和反射的影响。

电磁抗扰度 对非生命支持设备和系统

表 204

刘建鹏

指南和制造商的声明 - 电磁抗扰度			
[设备或系统]预期使用在下列规定的电磁环境中，[设备或系统]的购买者或使用者应该保证它在这种电磁环境下使用：			
抗扰度试验	GB 9706 试验电平	符合电平	电磁环境 - 指南
传导 RF GB/T 17626.6	3Vrms 150kHz ⁻ 80MHz	[V1]V	便携式和移动式 RF 通信设备不应比推荐的隔离距离更靠近[设备或系统]的任何部分使用，包括电缆。该距离应由与发射机频率相应的公式计算。 推荐的隔离距离 $d = [3.5/V1] \sqrt{P}$ $d = [3.5/E1] \sqrt{P} \quad 80\text{MHz} \sim 800\text{MHz}$ $d = [7/E1] \sqrt{P} \quad 800\text{MHz} \sim 2.5\text{GHz}$ 其中，P 是根据发射机制造商提供的发射机最大输出额定功率，以瓦特 (W) 为单位，d 是推荐的隔离距离，以米 (m) 为单位。 ^b 固定式 RF 发射机的场强通过对电磁场所勘测 ^a 来确定，在每个频率范围 ^b 都应比符合电平低。 在标记下列符号的设备附近可能出现干扰。 
辐射 RF GB/T 17626.3	3V/m 80MHz ⁻ 2.5GHz	[E1]V/m	
注 1：在 80MHz 和 800MHz 频率上，采用较高频段的公式。 注 2：这些指南可能不适合所有的情况，电磁传播受建筑物、物体和人体的吸收和反射的影响。			
^a 固定式发射机场强，诸如：无线（蜂窝/无绳）电话和地面移动式无线电的基站、业余无线电、AM（调幅）和 FM（调频）无线电广播以及电视广播等，其场强在理论上都不能准确预知。为评定固定式 RF 发射机的电磁环境，应该考虑电磁场所的勘测。如果测得[设备或系统]所处场所的场强高于上述应用的 RF 符合电平，则应观测[设备或系统]以验证其能正常运行。如果观测到不正常性能，则补充措施可能是必需的，如重新对[设备或系统]定向或定位。 ^b 在 150kHz ⁻ 80MHz 整个频率范围，场强应该低于[V1]V/m。			

推荐隔离距离 对非生命支持设备和系统

表 206

便携式及移动式 RF 通信设备和 [设备或系统] 之间的推荐隔离距离			
[[设备或系统]预期在辐射 RF 骚扰受控的电磁环境下使用。依据通信设备最大输出功率, [设备或系统]的购买者或使用者可通过下面推荐的维持便携式及移动式 RF 通信设备 (发射机) 和 [设备或系统]之间最小距离来防止电磁干扰。			
发射机 的 额 定 最 大 输 出 功 率 W	对应发射机不同频率的隔离距离 m		
	150kHz - 80MHz	80MHz - 800MHz	800MHz - 2.5GHz
	$d = [3.5 / \sqrt{P}] \sqrt{P}$	$d = [3.5 / \sqrt{E1}] \sqrt{P}$	$d = [7 / \sqrt{E1}] \sqrt{P}$
0.01			
0.1			
1			
10			
100			
对于上表未列出的发射机额定最大输出功率, 推荐隔离距离 d, 以米 (m) 为单位, 能用相应发射机频率栏中的公式来确定, 这里 P 是由发射机制造商提供的发射机最大输出功率, 以瓦特 (W) 为单位。			
注 1: 在 80MHz 和 800MHz 频率上, 采用较高频范围的公式。			
注 2: 这些指南可能不适合所有的情况, 电磁传播受建筑物、物体和人体的吸收和反射的影响。			

[设备或系统]适于使用在下列规定的电磁环境中，[设备或系统]的购买者或使用者应该保证它在这种电磁环境下使用：

抗扰度试验	GB 9706 试验电平	符合电平	电磁环境 - 指南
RF 传导 GB/T 17626 .6	3Vrms 150kHz~80MHz Hz 在 ISM 频带 ^a 之外		[设备或系统]必须仅在这样的屏蔽场所下使用，屏蔽场所具有[屏蔽效能 / 滤波衰减的技术要求]中的最低 RF 屏蔽效能，以及从屏蔽场所引出的各电缆具有[屏蔽效能 / 滤波衰减的技术要求]中的最小 RF 滤波衰减。见[随机文件的相应章节]。 在屏蔽场所外部来自固定式 RF 发射机产生的场强，由电磁场所勘测确定，应小于[场强] V/m。 ^b 在标记下列符号的设备附近可能出现干扰。
RF 辐射 GB/T 17626 .3	10Vrms 150kHz~80MHz Hz ISM 频带 ^a 10V/m 80MHz~2.5GHz Hz		

注 1：这些指南可能不适合所有的情况，电磁传播受建筑物、物体和人体的吸收和反射的影响。。

注 2：必须验证并确保屏蔽场所的实际屏蔽效能和滤波衰减满足最小规定。

^a150kHz~80MHz ISM (工科医) 频带是指 6.765MHz~6.795MHz、13.553MHz~13.567MHz、26.957MHz~27.283MHz 和 40.66MHz~40.70MHz。

^b固定式发射机场强，诸如：无线（蜂窝/无绳）电话和地面移动式无线电的基站、业余无线电、AM (调幅) 和 FM (调频) 无线电广播以及电视广播等，在理论上都不能准确预知。为评定固定式 RF 发射机的电磁环境，应该考虑电磁场所的勘测。如果测得[设备或系统]所使用的屏蔽场所外的场强超出[场强] V/m，则应观测[设备或系统]以验证其能正常运行。如果观测到不正常性能，则补充措施可能是必需的，如对[设备或系统]重新定位或使用具有较高的 RF 屏蔽效能和滤波衰减的屏蔽场所。

表 207

刘建鹏

屏蔽场所的生命支持设备和系统

电磁抗扰度 对规定仅用于

[设备或系统]预期使用在下列规定的电磁环境下，[设备或系统]的购买者或使用
者应该保证它在这种电磁环境下使用：

抗扰度 试验	GB 9706 试验 电平	符合电 平	电磁环境 - 指南
RF 传导 GB/T 17626.6	3Vrms 150kHz ⁻ 80MHz		<p>[设备或系统]必须仅在这样的屏蔽场所下使用，屏蔽场所具有[屏蔽效能 / 滤波衰减的技术要求]中的最低 RF 屏蔽效能，以及从屏蔽场所引出的各电缆具有[屏蔽效能 / 滤波衰减的技术要求]中的最小 RF 滤波衰减。见[随机文件的相应章节]。</p> <p>在屏蔽场所外部来自固定式 RF 发射机产生的场强，由电磁场所勘测确定，应小于[场强] V/m。</p> <p>在标记下列符号的设备附近可能出现干扰。</p>
RF 辐射 GB/T 17626.3	3V/m 80MHz ⁻ 2.5GHz		

注 1：这些指南可能不适合所有的情况，电磁传播受建筑物、物体和人体的吸收和反射的影响。。

注 2：必须验证并确保屏蔽场所的实际屏蔽效能和滤波衰减满足最小规定。

* 固定式发射机场强，诸如：无线（蜂窝/无绳）电话和地面移动式无线电的基站、业余无线电、AM(调幅)和 FM(调频)无线电广播以及电视广播等，在理论上都不能准确预知。为评定固定式 RF 发射机的电磁环境，应该考虑电磁场所的勘测。如果测得[设备或系统]所使用的屏蔽场所外的场强超出[场强] V/m，则应观测[设备或系统]以验证其能正常运行。如果观测到不正常性能，则补充措施可能是必需的，如对[设备或系统]重新定位或使用具有较高的 RF 屏蔽效能和滤波衰减的屏蔽场所。

表 208

刘建鹏

屏蔽场所的非生命支持设备和系统

电磁抗扰度 对规定仅用于

第六部分

相关的国际标准与认证

标准的发展与动态

- ❖ 1993年4月 , IEC 601-1-2: 1993 第1版
- ❖ EN 601-1-2: 1993
- ❖ 2001年9月 , IEC 60601-1-2: 2001 第2版
- ❖ EN 60601-1-2: 2002
 - Dop : 2002-08-01 , Dow : 2004-11-01
- ❖ IEC 60601-1-2: 2001+A1: 2004 第2.1版
- ❖ EN 60601-1-2:2001/A1: 200X
 - Dop : 2006-12-01 , Dow : 2009-03-01
- ❖ IEC 60601-1-2: 200X (62A/522/CDV)
- ❖ pr EN 60601-1-2:2006

国际相关认证

❖ IECCE CB Scheme

❖ 欧盟CE认证

- MDD (the Medical Devices Directive) (93/42/EEC)
- AIMD (the Active Implantable Medical Devices) (90/385/EEC)
- IVDD (In Vitro Diagnostic Device) (98/79/EC)
- LVD低压设备指令 (73/23/EEC)
- EMC指令 (89/336/EEC)
- 机械指令 (98/37/EC)

❖ 需制造商对产品重新设计和取得相关资质证明

制造厂商的对策

- ❖ 熟悉标准要求，了解相关政策
- ❖ 确认产品的基本功能，并进行风险分析，确定性能判据，性能降低的指示、征兆、判断方法等
- ❖ 对产品进行EMC测试，发现存在的问题与不足，尽快开展改进工作
- ❖ 大多数产品EMC测试很少一次通过，厂商应尽早测试，不要拖延到最后一刻
- ❖ 选择正规的实验室，试验能力全面、有信誉、有保障
- ❖ 对部件的提供商提出要求（如电源厂商，要求其提供的部件满足标准要求）
- ❖ 准备相关的标识、文件、说明书、表格等

培训到此结束

谢 谢

再 见