

## 冲击试验用高压示波器

## 概述

高压示波器是专供高电压大电流冲击试验用的脉冲示波器,用来测量及记录单次冲击波的瞬变过程,具有记录速度高、抗干扰耐冲击能力强等特点。

高压示波器的测量信号输入端与偏转板之间不装放大器,只有无源衰减器,并且具有外同步触发的单次扫描功能。

高压示波器通常采用屏蔽良好、偏转灵敏度较低的高压示波管,示波器内部应备有校验垂直偏转灵敏度的电压标度信号(幅标)和校验扫描速度的时间标信号(时标)。高压示波器的测量准确度必须满足GB 311.4-83的要求。

## 1 主题内容与适用范围

本标准定义了高压示波器有关的名词术语;规定示波器必须达到的测量准确度,提出达到规定准确度必须满足的技术条件;规定满足这些技术条件必须进行的性能试验项目和试验方法。

本标准适用于测量冲击电压及冲击电流波的高压示波器。

## 2 引用标准

GB 311	高电压试验技术
GB 813	冲击试验用示波器和峰值电压表
GB 4793	电子测量仪器的安全要求
GB 6593	电子测量仪器的检验规程
SJ 945	电子测量仪器质量检验规则

## 3 名词术语

## 3.1 传输特性

传输特性是指高压示波器的输出量和输入量的关系,通常用频率的函数或时间的函数来表示,可以通过试验求出传输特性,并且通常表示成以常数部分作为单位值的频率响应或方波响应标准形式。

示波器的方波响应以方波上升时间 $t_r$ 来表示, $t_r$ 为方波前沿从稳态值的10%升到90%所经过的时间。

示波器的频率响应特性用带宽或上、下限截止频率来表示。上、下限截止率定义为正弦波输入信号的幅值响应曲线的常数部分下降3 dB (0.707)处的频带,带宽为上限和下限频率 $f_2$ 和 $f_1$ 的差。

高压示波器的传输特性包括内部衰减器的影响。

## 3.2 衰减倍率

被测信号输入经示波器内部衰减器衰减后输出到示波管的垂直偏转板上,其输入信号幅值与输出信号幅值的比称为衰减倍率,适当调节衰减倍率可以使被测信号波形置于3.11规定的有效屏幕区。

## 3.3 衰减倍率标称值

在某一衰减档位上,由制造厂校验后给出的衰减倍率数值称为该档位上的标称值。

### 3.4 校幅电压

用于例行校验来测定被测波形幅值的内部直流基准电压称为校幅电压（幅标）。

### 3.5 校幅电压的标称值

在某一档位上，由制造厂校验后给出的用于例行校验来确定垂直偏转灵敏度的电压值称为校幅电压的标称值。

### 3.6 时标

用于例行校验来测定水平扫描时间的基准量值，即光迹在水平方向上每偏转这一基准量所代表的时间称为时标，时标单位为 ns,  $\mu$ s, ms。

### 3.7 时标的标称值

在某一档位上，由制造厂校验后给出的时标值称为时标的标称值。

### 3.8 线性度

在同一档位下，屏幕上各点的实际偏转值对该档的标称值的最大偏差称为非线性，非线性可用这一偏差对标称值的比值来表征相对误差，这一比值称为非线性度。

非线性度包括垂直偏转非线性度及水平偏转非线性度二种。

### 3.9 测量屏幕区

测量屏幕区是整个屏幕的一部分，在这一部分内可获得规定的准确度，这准确度和测量屏幕区范围由制造厂给出或校验给出。

### 3.10 额定偏转

在测量屏幕区内的最大偏转值定义为额定偏转。

### 3.11 有效屏幕区

能获得 4.4 所规定的准确度的测量屏幕区域称为有效屏幕区，在有效屏幕区外可以进行测量，但准确度降低。

### 3.12 记录速度

记录速度是在一定的使用条件下，示波器的光点在照相底片上能显示出可见迹线的最高速度。

### 3.13 预热时间

在 4.1.1 基准条件下示波器通电后到示波器达到正常工作状态的时间称预热时间，在温度较低，湿度较大等不利工作条件下为保证测量准确度，可适当延长预热时间。

### 3.14 绝对误差和相对误差

绝对误差是测量值与比较值的差；相对误差是绝对误差对比较值的比值。常用百分数表示，比较值可以是真值或约定值。

### 3.15 示波器的单项误差和总误差

示波器的单项误差是某一规定参量或特性引起的测量误差。

示波器的总误差是所有单项误差的组合。

示波器单项误差和总误差都可以用绝对误差和相对误差表示。

## 4 技术要求

### 4.1 工作条件

#### 4.1.1 基准条件

必须在表 1 规定的基准条件下测定示波器的各项性能特性并校验仪器的基本准确度。

表 1 交流供电时的基准条件

条 件	基 准 值	允 许 偏 差
环境温度	20℃	±2℃

续表 1

条 件	基 准 值	允 许 偏 差
环境相对湿度	45%~75%	—
电源电压	220 V(有效值)	±1%(有效值)
		±2%(峰值)
电源频率	50 Hz	±1%
大气压力	86-106 kPa	—

## 4.1.2 正常使用条件

示波器在表 2 规定的使用条件范围内应能正常工作,并满足准确度要求。

表 2 正常使用条件范围

条 件	范 围
环境温度	+5℃~+40℃
环境相对湿度	10%~90%
电源电压	220 V(有效值) ±10%(有效值) ±12%(峰值)
电源频率	50 Hz ±5%
大气压力	70.0~106.0 kPa

## 4.2 安全要求

4.2.1 高压示波器的安全,除必须满足本标准的规定外,其余皆应符合 GB 4793 中规定的 I 类电子仪器的要求。

4.2.2 高压示波器内部的高压部件必须有良好的绝缘措施,不允许有放电或电离产生。

4.2.3 示波器的外壳及可触及的零部件不应带电,面板上各操作部件不允许带电。

4.2.4 示波器的电源输入端对接地端应能承受 30 kV 标准雷电波冲击。

4.2.5 示波器测量端的最高输入电压为 1600 V 峰值。

4.2.6 示波器的电源输入端及测量输入端应有内部过压保护装置。

4.2.7 示波器必须设有接地端子,并符合如下要求:

- 接地联接不应使用无螺杆的接线端子,并具有足够强度;
- 接地端子与要求联接在其上的零件之间的电阻值不应大于 0.5  $\Omega$ ;
- 接地端子附近应有标志清晰、耐久的接地符号“ $\perp$ ”,且该符号不能记在诸如螺钉之类可拆卸的部件上。

## 4.3 高压示波器的外观质量

4.3.1 示波器外壳应平整无锐刺,外壳涂层应无起层和剥落现象。

4.3.2 示波器面板的各种量和单位的文字符号应符合有关规定,字符应清楚明显,不易擦掉。

4.3.3 示波器面板上所有旋钮、开关应齐全,动作可靠、跳步清晰、定位准确。

## 4.4 对测量准确度的要求

由示波器引起的测量总误差应满足以下规定:

冲击电压(电流)峰值测量误差不大于 2%;

时间测量误差不大于 4%;

如果与总误差有关的单项误差( $e_1, e_2, e_3, \dots, e_n$ )是相互独立的随机量,统计总误差  $E_s$  为

$$E_s = e_1^2 + e_2^2 + \dots + e_n^2 \quad (1)$$

误差大于  $E_s$  的概率不大于 5% 时, 可以认为这样估算出的  $E_s$  是最大误差, 单项误差的允许极限见 4.5~4.13 所要求的极限, 只要总误差满足要求, 允许个别的单项误差超过 4.5~4.13 所要求的极限。

#### 4.5 对传输特性的要求

##### 4.5.1 示波器的方波响应须满足下述要求

上升时间应满足

$$t_r \leq \frac{1}{2\pi f_{\max}} \quad \text{且 } t_r \leq 0.03 T_1 \dots\dots\dots (2)$$

式中:  $f_{\max}$ ——可能出现在试品的最高振荡频率

$$f_{\max} = \frac{c}{4(H_s + H_c)} \quad \text{Hz}$$

式中:  $c$ : 电磁波的传播速度 300; m/ $\mu$ s

$H_s$ : 冲击发生器回路的高度; m

$H_c$ : 使用的波头电容高度; m

$T_1$ ——预期测量的最短截断时间, 其定义见 GB 311.3 的规定。

同时, 方波响应的衰减时间常数应不小于  $100 T_1$ , 或单位方波响应的衰减在  $4 T_1$  时间内应不大于 0.04 (即方波响应的幅值最多下降至 0.96)。  $T_1$  为预期测量的最大冲击波半峰值时间, 其定义见 GB 311.3。

当示波器方波响应具有振荡时, 方波响应的过冲应小于 10%。

##### 4.5.2 上截止频率 $f_u$ 应不小于 $2f_{\max}$ , 下截止频率不应大于 $0.005/T_1$ 。

##### 4.5.3 示波器衰减倍率准确度不低于 0.5%。

#### 4.6 对偏转系数校正器的要求

幅标电压误差应不大于 0.5%; 时标信号的误差不应大于 1%。

#### 4.7 对线性度的要求

##### 4.7.1 对垂直偏转线性度的要求

只有一个幅标电压时 (除零线外, 只有一根幅标迹线), 将只能定出一个垂直偏转系数。此时, 被测信号幅值应位于校幅迹线的附近, 否则, 在有效屏幕内, 垂直偏转的线性度应不大于 1%, 如增加幅标的级数, 可减小因非线性引起的测量误差, 对线性度的要求可以放宽。

注: 被测信号的幅值应位于二条幅标迹线之间。

##### 4.7.2 对水平 (时间) 偏转线性度的要求

当只有一个时标时, 水平偏转线性度应不大于 2%, 如增加时标间隔的密度, 可以减小因非线性引起的测量误差, 对线性度的要求可以放宽, 一般时标间隔为 10 个时, 线性度要求可放宽到 10%。

注: 由于几何畸变影响垂直及水平的线性误差, 必须尽可能减小。

#### 4.8 对稳定度的要求

工作条件不变时, 示波器偏转系数的稳定度应不超过表 3 所列数值。

表 3 对稳定度的要求

		每次照相都用校正器 %	不是每次都用校正器 %
垂直显示	短期稳定度	<1	不适用
	长期稳定度	不适用	<1
水平显示	短期稳定度	<2	不适用
	长期稳定度	不适用	<2

示波器预热后, 每张示波图都有幅标和时标时, 至少在 30 min 短期稳定度应满足上述要求, 不是每张示波图都有幅标和时标时, 在连续使用示波器的时间内, 至少应校验二次, 二次校验之间的稳定度应

满足长期稳定度的要求,否则至少应在8 h内满足长期稳定度要求。若用仪器内校正器校验时不包括仪器内衰减器,则长期稳定度的周期应更长,例如一年。

制造厂应保证表3所列的稳定度指标。

#### 4.9 对输入阻抗的要求

冲击测量仪器通常是通过测量电缆与分压器或分流器连接,与电阻分压器或分流器连接时,输入阻抗值应等于电缆的波阻抗;与电容分压器或阻容分压器连接时,输入阻抗应尽可能高,一般情况下,等效输入阻抗可以是不小于1 M $\Omega$ 的电阻与小于50 pF的电容并联;同时仪器一般应具备内部或外部阻抗变换器,以使得得到与电缆波阻抗相同的输入阻抗。

注:必须注意在配合电容分压器测量持续时间很长的冲击波时,由于仪器输入阻抗不够大,因而分压器低压臂的时间常数与冲击波持续时间相比不够长,分压比及测量系统刻度因数将不能认为是恒定的;但只要在波峰时间内分压比在5%范围内变化,就足以满足在被测冲击到达峰值的时间内分压比恒定(变化不超过1%,见GB 311.4)的要求。

#### 4.10 对直流电源电压脉动的要求

在直流电压的任何脉动周期内脉动引起的偏转系数的变化不能大于0.5%。

#### 4.11 对记录迹线宽度的要求

在所有规定使用条件下,记录迹线的宽度一般应不超过额定偏转的1%。

#### 4.12 对示波图读图过程的误差的要求

示波图读图过程引起的误差不应超过额定偏转的1%。

#### 4.13 干扰的允许极限

示波器应进行抗干扰能力试验,干扰引起的对基准线的偏转应不大于预期偏转的1%。只有确认干扰不影响测量准确度时才允许超过1%的偏转。

### 5 性能测试项目

5.1 由制造厂提供的,或由用户进行校验确定的技术数据应与SJ 945的规定一致,下述性能指标项目对冲击测量用示波器特别重要:

- a. 幅标电压的准确度
- b. 时标信号的准确度
- c. 偏转系数的线性度
- d. 有效屏幕区的确定
- e. 传输特性(包括衰减器的倍率及方波响应)
- f. 内部衰减器的稳定度
- g. 最大输入电压值及持续时间
- h. 抗干扰试验

5.2 使用期间应进行下述项目的长期性能校验和短期校验试验。

- a. 校正器的准确度;
- b. 有效屏幕区;
- c. 线性度(垂直及水平);
- d. 传输特性。

### 6 性能试验方法

下述性能试验是在4.1.1规定的基准条件下进行的,目的是测定可能引起测量误差的某些特性。

#### 6.1 校正器准确度的确定

##### 6.1.1 幅标信号的测定

幅度校准信号一般为直流电压信号,用准确度优于0.1级的数字电压表直接测量该信号的幅值,数字电压表的输入阻抗应足够高,一般大于10 MΩ。其幅值误差为:

$$[(U_0 - U_x)/U_x] \times 100\% \quad (3)$$

式中:  $U_0$ : 标称压标值

$U_x$ : 数字电压表读数

测试结果与标称值之间的相对误差应满足4.6条规定。

### 6.1.2 时间标准信号的测定

时间标准信号一般是一个等幅的正弦波,尖峰脉冲或明暗线,可以用准确度高于 $1 \times 10^{-4}$ 的频率计来测量该信号一周期中的时间间隔(或信号频率)。

$$\text{时标误差} = [(T_0 - T_x)/T_x] \times 100\% \quad (4)$$

式中:  $T_0$  为时间标准的标称值 (ns/格,  $\mu$ s/格, ms/格)

$T_x$  为频率计的测量值 ( $\mu$ s/周期)

注: 这里的“格”表示时标脉冲间隔

测试结果与标称值的相对误差应满足4.6条的规定。

## 6.2 偏转系数的线性度

### 6.2.1 垂直偏转系数的线性度

置被测示波器的衰减器于“X1”档,将一系列已知的准确度高于0.1%的直流电压信号加于该示波器的输入端,手动触发示波器对波形进行摄录,施加信号必须均匀地等分显示屏幕的有效区,数目以6级到10级为宜,根据信号已知幅值及屏幕上显示波形的距离得到每一波形的偏转系数  $Y_i$ ,由  $Y_i$  得到垂直系统的偏转线性度为:

$$[(Y_{\max} - \bar{Y}_i)/\bar{Y}_i] \times 100\% \quad (5)$$

$$[(Y_{\min} - \bar{Y}_i)/\bar{Y}_i] \times 100\% \quad (6)$$

取上式中绝对值最大的数值。

式中:  $Y_{\max}$ ,  $Y_{\min}$  为最大及最小偏转系数

$\bar{Y}_i$  为偏转系数的平均值

测试结果应满足4.7.1条的规定。

### 6.2.2 水平偏转(时间)系统线性度的测定

#### a. 测定方法之一

置被检示波器于某一固定的衰减档(一般为1),将一频率已知的标准方波或标准正弦波信号输入示波器,使屏幕上能显示10个周期,记录波形并加以分析,得到水平偏转线性度为:

$$[(T_{\max} - \bar{T}_i)/\bar{T}_i] \times 100\% \quad (7)$$

$$[(T_{\min} - \bar{T}_i)/\bar{T}_i] \times 100\% \quad (8)$$

取上式中绝对值最大的数值

式中:  $T_{\max}$ ,  $T_{\min}$  为10个周期中最大及最小的一周偏转距离

$\bar{T}_i$  为平均的周期偏转距离

#### b. 测定方法之二

置被测示波器于某一固定的衰减档(一般为1),利用6.1.2条已测定的内部时标信号,手动触发示波器对波形进行摄录并加以分析,得到水平偏转线性度为:

$$[(T_{\max} - \bar{T}_i)/\bar{T}_i] \times 100\% \quad (9)$$

$$[(T_{\min} - \bar{T}_i)/\bar{T}_i] \times 100\% \quad (10)$$

取上式中绝对值最大数值

式中:  $T_{\max}$ ,  $T_{\min}$  为几个周期中最大及最小的一周期偏转距离

$T_i$  为平均的周期偏转距离

a, b 二种测定方法所得的结果, 均应满足 4.7.2 条规定。

### 6.3 传输特性的测定

#### 6.3.1 衰减倍率测定

将被测示波器的衰减器依次置于“X1”及其他各档, 将一已知电压准确度为 0.1% 以上的直流信号输入被测示波器, 用精度不小于 0.1 级的, 输入阻抗不小于 10 MΩ 的数字电压表测量衰减器的输出信号, 分别计算衰减倍率, 该衰减倍率与标称衰减倍率之差应符合 4.5.3 条规定。

$$K_x = \frac{U_1}{U_2} \quad \delta = \frac{K_x - K_0}{K_0} \times 100\% \quad (11)$$

式中:  $U_1$  为输入电压

$U_2$  为输出电压

$K_x$  为实测倍率

$K_0$  为标称倍率

$\delta$  为倍率准确度

#### 6.3.2 示波器的方波响应

将快前沿的方波经同轴电缆输入被测示波器, 用高输入阻抗的宽频带示波器测量衰减器输出方波前沿, 为保证测量结果真实, 衰减器的输出负载包括引线及垂直偏转板等连接保持原样, 测试点置于垂直偏转板上。

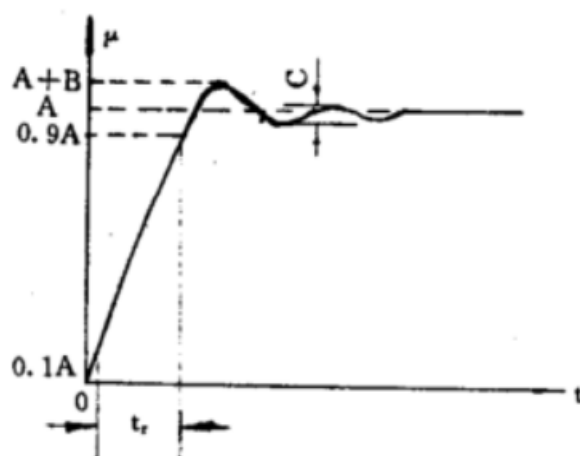


图1 被测示波器的输入输出波形

测试要求:

- 输入方波前沿过冲量应小于 5% (即  $\frac{B}{A} \times 100\% < 5\%$ ); 顶部不平度应小于 3% (即  $\frac{C}{A} \times 100\% < 3\%$ );
- 输出方波前沿过冲量应小于 10% (即  $\frac{B}{A} \times 100\% < 10\%$ );
- 从稳态幅值 (A) 的 10% 到 90% 所占有的水平宽度为响应时间  $t_r$ ;
- 在此试验中, 输入方波上升时间  $t_{r0}$  应小于被测示波器上升时间的 1/3, 否则按式 (12) 修正

$$t_{r1} = \sqrt{t_r^2 - t_{r0}^2} \quad (12)$$

式中:  $t_r$  为被测示波器测得的上升时间

$t_{r0}$  为输入方波信号的上升时间

- 为减小测量误差, 推荐使用输入阻抗 100 MΩ//2pF, 带宽大于 100 MHz 的示波器探头;



f. 对衰减器每一档都必须测定方波响应。

如果忽略示波管的响应特性, 上述的测定可以代替整机传输特性的测定, 测定结果必须满足 4.5 条规定。

#### 6.4 有效屏幕区的确定

有效屏幕区与单项误差的大小, 幅标电压级数和迹线位置, 时标间隔密度和位置有关。

例如, 若有关单项误差达到 4.5~4.13 规定的极限值, 并只有零线和一条幅标迹线, 且此幅标迹线接近额定偏转的一半时, 有效的垂直偏转应限制在 0.5 到 1 倍的额定垂直偏转范围内, 同样, 若只有一个时标间隔, 且位于全屏扫描的中央部分时, 有效的水平偏转应限制在全屏扫描的 0.3 到 1 的范围内, 上述范围为有效屏幕区, 如图 1 所示, 在有效屏幕区内, 电压与时间测量误差可满足 4.4 的要求。

若幅标迹线多于一条或时标间隔多于一个, 在图 1 规定的有效区域内测量时, 单项误差允许超过 4.5~4.13 的规定值, 若单项误差不超过第 4.5~4.13 的极限值, 可以增大屏幕有效区; 但有效垂直偏转扩大到显著低于 0.5 的区域, 水平有效偏转扩大到显著低于 0.3 的区域时, 则应减小读图误差。

可以在屏幕有效区域外进行测量, 但准确度降低。

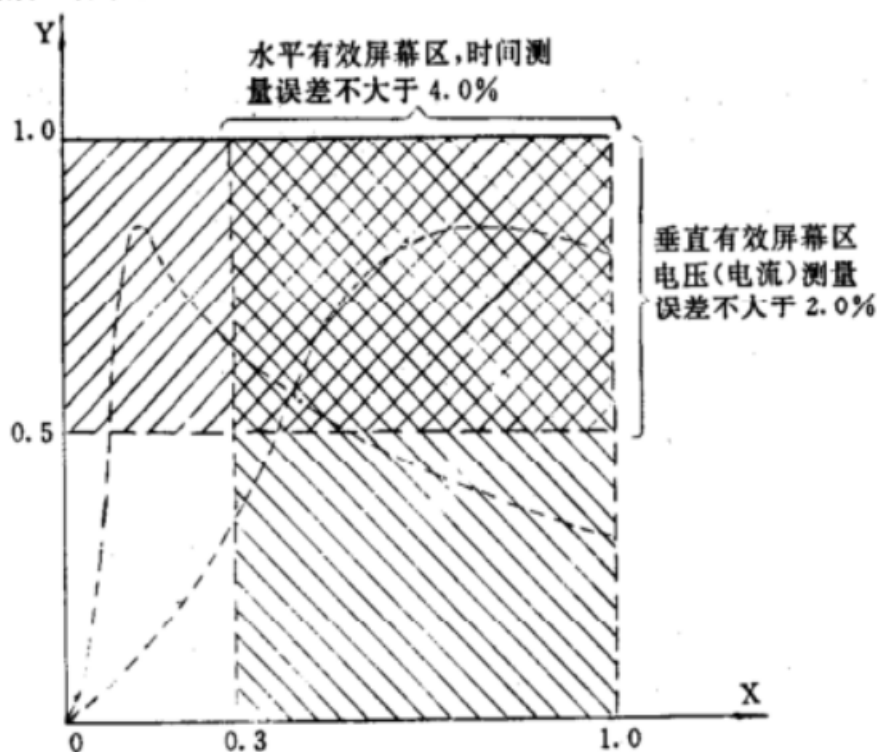


图 2 屏幕有效区域

#### 6.5 抗干扰能力试验

仪器制造部门应对示波器进行下述四项抗干扰能力测试, 测试结果应满足 4.13 规定, 包括示波器在内的整个测量系统在实际试验条件下的干扰水平检验可由使用部门进行, 试验方法见附录 B。

##### 6.5.1 电源电压上叠加瞬态量的试验

瞬态量波形可为上升时间不大于 100 ns 的初始脉冲叠加一频率为 100 kHz 以上的衰减振荡, 试验线路如图 3, 其开路充电电压  $U_0$  应不小于 5 kV, 短路电流不小于 200 A。



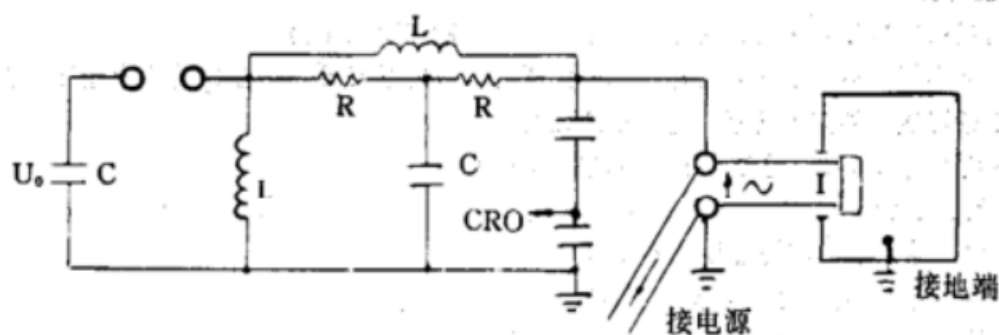


图3 电源电压叠加瞬态量试验线路

### 6.5.2 电磁场干扰试验

仪器对  $10 \text{ kV/m}$  和  $1000 \text{ A/m}$  的快速变化电场和磁场应具有有效的屏蔽。可以采用图4表示的试验线路，用电容器通过球隙放电产生干扰磁场，这一线路可分别产生上升时间约  $50 \text{ ns}$  的方波电压及频率约  $0.5 \text{ MHz}$  的衰减振荡电流。

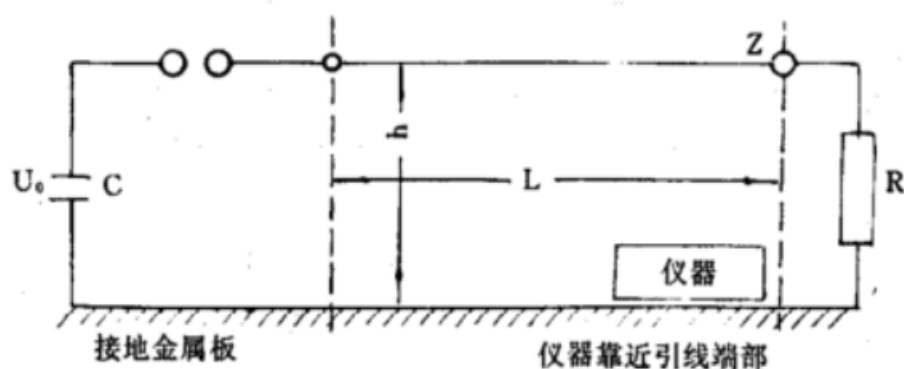


图4 电磁场干扰试验

Z—特性阻抗	电场试验时
C=20 nF	$U_0=40 \text{ kV}(R=Z)$
L=5 m	磁场试验时
h=1 m	$U_0=100 \text{ kV}(R=0)$

### 6.5.3 双线示波器的线间干扰试验

对双线示波器，应在示波器的一条射线产生满屏偏转的条件下记录另一条射线感应出的偏转，扫描速度取  $10 \mu\text{s}$  左右。

### 6.5.4 触发干扰试验

应在两种情况下进行触发干扰测试，第一种是示波器输入端不加信号并且开路（无测量电缆），时间扫描  $10 \mu\text{s}$  左右，在一定的触发信号波形及给定的最大允许触发电压下记录扫描迹线。第二种是在示波器输入端施加  $1 \text{ MHz}$  到  $5 \text{ MHz}$  的正弦电压，其幅值应能产生全屏的  $5\%$  到  $10\%$  的垂直偏转，时间扫描也取  $10 \mu\text{s}$  左右，在上述触发电压下记录正弦振荡的波形以观察水平扫描中的干扰。

### 6.5.5 干扰试验的评价

上述四项干扰试验中，若干扰引起的垂直偏转均在额定偏转的  $1\%$  以内，或记录的正弦振荡波形的畸变可以忽略，则仪器的单项抗干扰能力是满意的，未通过单项干扰试验表明仪器不适用；但是单项干扰试验合格并不能保证仪器在实际冲击试验线路下可以满意地工作。

## 6.6 波形测量方法

示波器的线性度满足要求时,可用一条幅标迹线来确定电压幅值。

线性度要求不能严格满足时,为保证示波图幅值读数的准确度,可在相同扫描速度下在一张示波图上同时记录5条迹线,如图4所示,这5条迹线是:

迹线1—被测电压迹线,迹线上的最大垂直偏转为 $D_p$ ;

迹线2—时标迹线;

迹线3—没有输入信号时的迹线(零线);

迹线4—幅标电压 $U_1$ 的迹线,其偏转为 $D_1$ , $D_1$ 小于 $D_p$ ;

迹线5—幅标电压 $U_2$ 的迹线,其偏转为 $D_2$ , $D_2$ 大于 $D_p$ 。

$D_1$ 和 $D_2$ 应尽可能接近 $D_p$ 。

偏转系数的短期稳定性满足要求时,只需在少数示波图中包含迹线4及5,或者只在第一张和最末一张示波图中包含迹线4及5。

被测电压峰值按式(13)确定:

$$U_p = U_1 + \frac{U_2 - U_1}{D_2 - D_1} (D_p - D_1) \quad (13)$$

波形时间由式(14)确定:

$$T = T_1 + \frac{T_2 - T_1}{L_2 - L_1} (L - L_1) \quad (14)$$

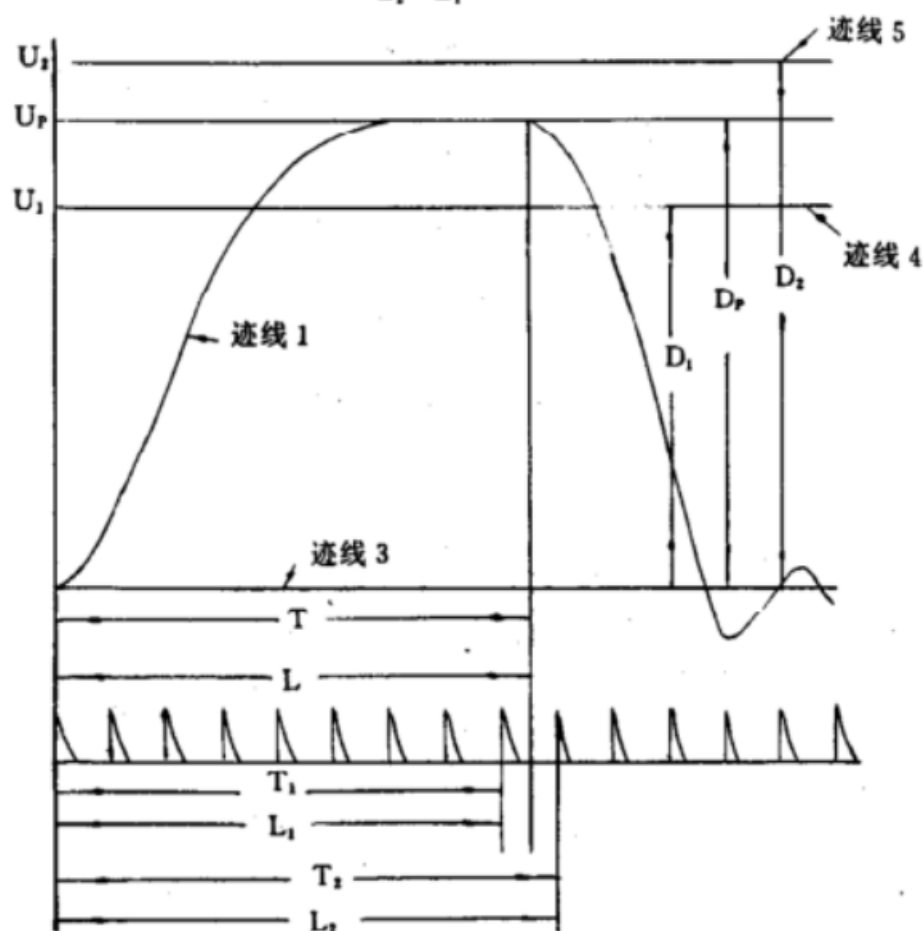


图5 示波器测量程序实例

附录 A  
特殊推荐项目  
(补充件)

### A1 关于全屏幕扫描时间和记录速度的推荐

示波器扫描时间在  $0.5\ \mu\text{s}$  至  $50\ \text{ms}$  范围内, 可按 1, 2, 5……刻度倍率分档。一台示波器的扫描时间覆盖范围可根据实际需要选择。

需要的记录速度由被记录偏转的最大陡度和使用的扫描时间决定。记录速度取决于示波器的性能(加速电压与荧光粉类型)及所使用的记录系统(照相机类型, 物像比, 胶卷材料, 胶卷处理方法等)。在指出记录速度值时, 应同时指出所使用的照相机及胶卷。

各种冲击波形记录在示波图上所需的最小记录速度和扫描时间可按表 A1 选择, 该表数值对应于  $6 \times 10\ \text{cm}$  的“标准示波图尺寸”。记录示波图尺寸比“标准尺寸”小时, 实际需要的记录速度可按尺寸比例减小。

表 A1 全屏扫描时间与最小记录速度推荐范围

被 测 波 形	全屏扫描时间	最小记录速度( $\text{cm}/\mu\text{s}$ )
用高压方波法确定测量系统响应时间	$0.5 \sim 5\ \mu\text{s}$	200
波前截断冲击 $0.4\ \mu\text{s} < T_c < 1\ \mu\text{s}$		
标准雷电冲击全波 $1.2/50\ \mu\text{s}$ 或波尾截断冲击	$1\ \mu\text{s} \sim 200\ \mu\text{s}$	50
标准冲击电流 $4/10\ \mu\text{s}$ 和 $8/20\ \mu\text{s}$	$1\ \mu\text{s} \sim 200\ \mu\text{s}$	50
标准操作波 $250/2500\ \mu\text{s}$	$50\ \mu\text{s} \sim 5\ \text{ms}$	10
输电线放电试验的电流	$50\ \mu\text{s} \sim 5\ \text{ms}$	10
相间试验操作波	$200\ \mu\text{s} \sim 50\ \text{ms}$	10
操作波+工频电压联合试验		
雷电冲击+工频电压联合试验	$1\ \mu\text{s} \sim 50\ \text{ms}$	50
避雷器负载周期试验	$1 \sim 50\ \text{ms}$	50

### A2 关于衰减器衰减档的推荐

衰减器分档时, 可根据示波器线性度情况及所采用的幅标级数, 从下述衰减倍率系列(表 A2)中选取合适的档次。

表 A2

1.00	1.25	1.60	2.00	2.50	3.20	4.00	5.00	6.40	8.00	10.00
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------

选择示波器衰减档时应尽量使得在一次试验中, 不同大小的冲击获得的偏转接近, 并使偏转幅值位于屏幕有效区域内。

### A3 关于采用高压陡波测试示波器整机方波响应的推荐

在冲击高压试验室中, 采用高压陡前沿冲击电压通过高响应电阻分压器送到被测示波器测量端, 示波器的扫描速度置最快档  $1\ \mu\text{s}/\text{全屏}$  (或  $500\ \text{ns}/\text{全屏}$ ), 摄下波形图, 同时以高精度 (10 bit) 高采样数字仪为基准进行对比, 测定波前时间和半峰值时间的误差。

对衰减器每档倍率都必须测定方波响应。

为提高测量精度,建议根据不同的衰减档,调节冲击电压峰值,使被测示波器显示波的幅值占有效屏幕区的  $4/5 \sim 1$ 。

## 附录 B

### 干扰水平的检验

#### (补充件)

#### B1 目的

冲击试验中的干扰水平不仅取决于测量仪器的抗干扰能力,而且还与实际冲击试验回路的布置和接地情况等有关,为此,使用部门应对整个测量系统的干扰水平进行检验。

#### B2 干扰的主要来源

干扰主要来源于:

- a. 通过测量电缆的屏蔽层进入仪器机壳的电流,根据仪器的屏蔽效能,这些电流有可能进入仪器的工作部分引起杂乱偏转,这一电流还会在仪器输入端(电缆插头)产生电位差而引起测量误差;
- b. 通过控制电缆(如触发电缆)屏蔽层进入仪器机壳的电流,同样可侵入仪器的工作部分;
- c. 电源上叠加的瞬态量;
- d. 通过仪器外壳透入仪器的空间电磁场;
- e. 内部电路之间的寄生耦合。

#### B3 检验方法

干扰水平检验采用 GB 311.5 中 4.8.3 条中提出的方法。检验中,高压回路,测量系统和接地情况等均应尽可能与实际冲击试验时相同,测量电缆的输入端短接或并接匹配电阻,电缆外皮的接地方式不变,冲击电压(电流)发生器的充电电压与实际试验中相当。此时所测的示波器偏转即代表该测量系统的干扰水平,若干扰水平过高,不满足规定的要求,则应采取有效的措施使之减弱。

若仪器不准备用于截波测量,可只用全波冲击电压进行检验;否则应采用截波冲击电压进行。截波冲击电压为峰值附近截断的冲击波,截断时间必须足够快。此时若有必要,冲击电压峰值可适当降低,以免试品绝缘过载。

截波装置一般采用基本上属于均匀电场的空气间隙,如球隙或多极间隙,若嫌这类装置的截断时间不够快,可采用其他装置,如压缩气体间隙。

对示波器进行干扰水平检验时,应注意准确同步,以免判断错误。若示波器有可能采用天线触发方式,则应进行天线触发情况下的干扰水平检验,此时应注意天线的长度、位置等与实际冲击试验中的情况一致。

上述试验方法可能显示不出水平扫描中的干扰,这种干扰在示波器采用天线触发方式时更应注意,为进一步考察水平扫描中的干扰,可将测量电缆芯线与示波器断开,但电缆外皮仍与示波器外壳相连;在示波器输入端施加 1 MHz 到 5 MHz 的正弦电压,其峰值应能产生全屏的 5%—10% 的垂直偏转;时间扫描取  $10 \mu\text{s}$  左右然后在与上述检验条件相同的情况下进行检验,记录到的正弦振荡波形畸变应可忽略。

#### 附加说明:

本标准由机械工业部上海电动工具研究所提出并归口。

本标准由机械部上海电动工具研究所,机械部西安高压电器研究所起草。

本标准主要起草人黄贞核、王蕾。

# www.bzxz.net

免费标准下载网