

中 华 人 民 共 和 国

计量器具检定规程

示 波 器 校 准 仪

JJG 278—81

国家计量总局

北 京

示波器校准仪检定规程

Verification regulation of

Oscilloscope Calibrator

本检定规程经国家计量总局于1981年12月21日批准，并自1982年11月1日起施行。

归口单位： 中国计量科学研究院

起草单位： 中国计量科学研究院 中国科学院计算所

主要起草人： 方伟乔 刘彦标

本规程技术条文由起草单位负责解释

目 录

一、概述	(1)
二、受检仪器主要工作特性	(1)
三、检定条件及检定用设备	(2)
四、检定项目及检定方法	(3)
五、检定结果及检定周期	(12)
附录 检定记录格式	(14)

示波器校准仪检定规程

本规程适用于新制造的、使用中和修理后的 SO3、SO4 型示波器校准仪(以下简称校准仪)的检定。相同类型的校准仪(如英制“192”, 美制“6125”等)也可按此规程进行检定。对技术指标更高的校准仪, 可参考本规程进行检定。

一、概 述

1 SO3、SO4及同类型示波器校准仪, 作为检验1000 MHz 以下的通用示波器计量仪器已广泛使用。校准仪包括标准脉冲幅度输出、前沿为 1ns 的方波输出、标准时标信号输出以及 50Hz 的正弦信号输出。上述四种信号可分别检验示波器垂直通道的灵敏度、脉冲响应特性和水平通道的扫描时间因数、同步性能等主要技术指标。

二、受检仪器主要工作特性

2 时间校准器

2.1 范围:

0.1 μ s至0.5s按1、2、5步进分21挡, 并可倍乘2、5、10(2、5同时按进)输出;

第二量程(HF)插孔输出10ns、20ns、50ns标准时间信号。

2.2 偏差量程: 3%和10%两挡, 限于0.1 μ s/格~0.5s/格使用。

2.3 准确度:

晶体优于 $\pm 0.01\%$;

3%偏差量程(见产品说明书技术指标);

10%偏差量程(见产品说明书技术指标);

偏差3%和10%在+10 $^{\circ}$ C至+35 $^{\circ}$ C之间温度系数为0.0001 $^{\circ}$ C $^{-1}$ 。

2.4 输出幅度 ≥ 0.5 V(峰-峰值 50 Ω 负载)。

2.5 输出波形：见产品说明书技术指标。

3 电压校准器

3.1 输出电压范围：27 μ V至220V。

3.2 输出电压准确度：

50mV以上优于 $\pm 0.5\% \pm 50\mu$ V（包括50mV）；

50mV以下优于 $\pm 0.5\% \pm 5\mu$ V。

3.3 输出方式有四种：零电平、负直流、正直流和1kHz正向方波。

3.4 正向方波无明显上冲，无明显平顶降落，前沿小于5 μ s。

3.5 纹波不大于 $0.1\% \pm 2\mu$ V_{P-P}。

4 快前沿校准器

4.1 输出幅度200mV至250mV连续可调。

4.2 前沿 ≤ 1 ns（50 Ω 负载）。

4.3 周期由1 μ s至1s按十进制分七挡。

4.4 上冲 $\leq 2\%$ 。

4.5 输出波形为正向方波。

5 触发（同步）输出

5.1 幅度0~1V_{P-P}连续可调。

5.2 波形为市电频率正弦波。

三、检定条件及检定用设备

6 环境条件：

环境温度 $20 \pm 5^\circ\text{C}$ ；

相对湿度 $< 80\%$ ；

电源：220V $\pm 2\%$ ，50 ± 1 Hz；

大气压强：650~800 mmHg；

被检的校准仪应在上述环境中存放4小时以上。

7 检定设备

7.1 计数式频率计：

1Hz~100 MHz，稳定度优于 2×10^{-8} ；

参考型号: E324.

7.2 直流数字电压表:

20 μ V~220V, 分辨率为1 μ V;

参考型号: DS-18.

7.3 宽带示波器:

DC~100 MHz;

参考型号: SR-37.

7.4 取样示波器:

前沿<350 ps, 上冲小于5%;

参考型号: SQ-10.

7.5 DO-15标准脉冲电压表.

7.6 高灵敏度示波器:

DC~1MHz, 100 μ V/格;

参考型号: SR-12.

7.7 YJV-1型直流标准电压源.

7.8 0~200V直流电源.

7.9 辅助设备—斩波器:

HF-16; ZB-603-B1(400Hz).

四、检定项目及检定方法

8 外观和电性能检查

8.1 被检仪器应附有生产厂的技术说明书、产品合格证书或检定证书, 以及全部附件。

8.2 被检仪器外观及标记应完整, 不能有影响其工作性能和读数的机械损伤, 如开关失控、旋钮不牢、指针偏零或弯曲、表头刻度不清晰等。

8.3 仪器通电后应能正常工作。调节有关旋钮或波段开关, 各对应输出插孔和偏差量程表应有相应输出或指示。

8.4 完成上述检查后, 按产品技术条件要求进行预热。

9 时间校准器检定

9.1 输出波形和幅度的检查:

仪器连接如图 1 所示。用 50Ω 传输电缆将校准仪时间校准器输出

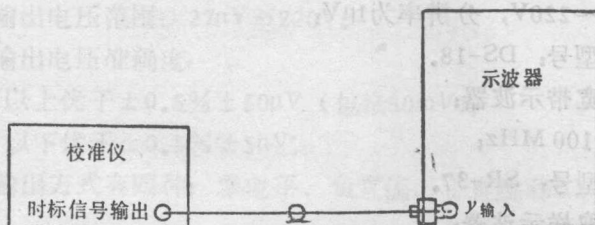


图 1 检查时间校准器信号接线图

端与宽带示波器 Y 输入端连接 (50Ω 匹配)。检查各挡输出波形和幅度, 应满足规定的指标。

9.2 10ns、20ns、50ns、0.1μs 和 0.2μs 的检定:

仪器的连接方法如图 2 所示。用 50Ω 传输电缆将校准仪高频输出馈入计数器输入端。将偏差断开, 分别测出对应的频率值, 然后换算成

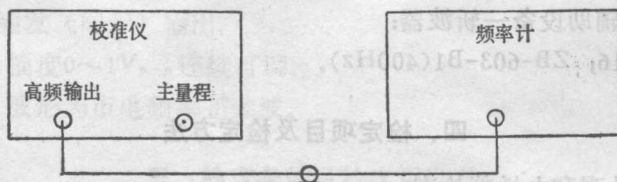


图 2 时标信号测试接线图

周期 T_m , 其准确度应为:

$$\left| \frac{T_s - T_m}{T_s} \right| \leq 0.01\%$$

式中: T_s ——标称值。

9.3 0.5s 时间检定:

将校准仪主量程输出馈入计数器输入端 (如图 3 所示)。测量 0.5s 并记下周期 T_m , 其精度应为:

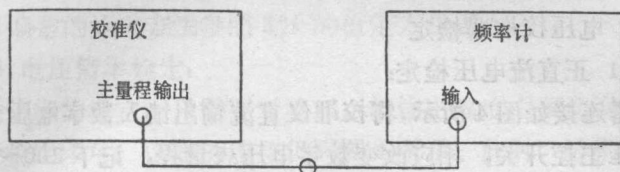


图3 0.5 s 时标检定接线图

$$\left| \frac{T_s - T_m}{T_s} \right| \leq 0.01\%$$

式中: T_s ——主量程的标称值。

9.4 表头偏差的检定:

仪器连接按图3所示,将主量程输出10ms信号馈入计数器输入端。按进“T偏差”及“3%偏差”。转动偏差电位器,使偏差表分别指示1%、2%、3%; -1%、-2%、-3%,并记下对应的时标周期 T_m 。则偏差量程误差应为:

$$\left| \frac{T_d - T_m}{T_d} \right| \leq 0.1\%$$

式中: T_m ——测量值;

T_d ——表头偏差时的标称值;

$$T_d = T_s + T_s \times \text{偏差表读数}.$$

T_s ——主量程标称值(如10ms)。

10%偏差的检定方法参照3%偏差检定方法进行(其测试点见附录“时间校准器检定结果”)。其误差应符合产品技术指标。

9.5 $\times 2$ 、 $\times 5$ 、 $\times 10$ 倍率检定:

仪器连接同图3所示。断开偏差按键,主控波段开关置于0.1 μ s,分别按下 $\times 2$ 、 $\times 5$ 、 $\times 10$ 按键,记下计数器相应指示值 T_m ,其准确度应为:

$$\left| \frac{2T_s - T_m}{2T_s} \right| \leq 0.01\%$$

式中: T ——主量程的标称值。

10 电压校准器检定

10.1 正直流电压检定:

仪器连接如图4所示,将校准仪直流输出馈入数字电压表输入端。旋转电压主控开关,相应改变数字电压表量程,记下200~0.2V各挡

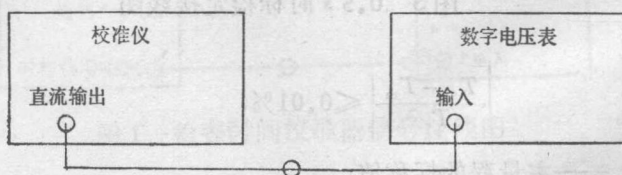


图4 直流电压检定接线图

及200 μ V和100 μ V两挡的测量值 V_m ,其准确度应为:

$$200V \sim 50mV; \left| \frac{V_s - V_m}{V_s} \right| \leq 0.5\% + 50\mu V$$

$$< 50mV \sim 100\mu V; \left| \frac{V_s - V_m}{V_s} \right| \leq 0.5\% + 5\mu V$$

式中: V_s ——标称值;

V_m ——测量值。

要求0.2V挡级的准确度优于200V挡级的准确度。如不满足,则0.2V挡级以下必须逐点测试。

10.2 表头偏差检定:

仪器连接如图4所示。按进“V”偏差按键,同时按进量程键“3%”,量程开关置于1V挡级。转动偏差电位器,使表头指于3%、2%、1%、-1%、-2%、-3%各点,分别记下数字电压表的显示值 V_m ,其准确度为:

$$\left| \frac{V_d - V_m}{V_d} \right| \leq 0.5\%$$

式中: V_d ——偏差表头对应点3%、2%、1%; -1%、-2%、-3%

各点的标称值。

10%偏差的检定方法参照3%的检定方法进行。

10.3 电压倍率检定:

电压倍率的检定,只需要对第10.1款输出幅度中正负误差最大的两挡进行检定即可。仪器的连接仍同图4所示。此时,分别按下倍率开关 $\times 0.3$ 、 $\times 0.4$ 、 $\times 0.5$ 、 $\times 0.6$ 、 $\times 0.8$ 各挡,并记下接在仪器输出端数字电压表的相应指示值 V_m ,其准确度应为:

$$\left| \frac{V_0 - V_m}{V_0} \right| \leq 0.5\%$$

式中: V_0 ——相应倍率各点的标称值。

10.4 负直流电压检定:

此项检定方法和测试结果的处理依照10.1款进行。

10.5 方波检定:

10.5.1 方波波形检查:

仪器连接如图5所示。将校准仪“方式”选择置脉冲输出。用电缆将校准仪方波信号馈入示波器垂直通道(用直接耦合)。适当选择

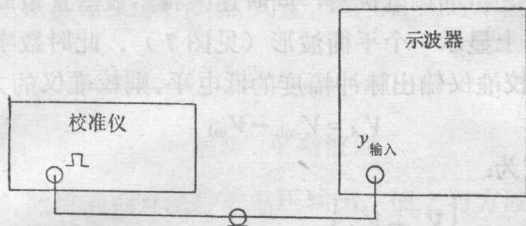


图5 方波检定接线图

示波器垂直通道衰减器或改变校准仪的方波输出幅度,使示波器屏幕上显示满刻度的波形。调节示波器的扫描时间因数于适当位置(挡级),使之显示一个稳定波形。要求显示波形无明显上冲、平顶降落,且前沿小于 $5\mu s$ 。

10.5.2 方波幅度检定:

a 方法一:

仪器连接如图6所示(测量点选测 $10V \sim 100mV$ 各挡)。

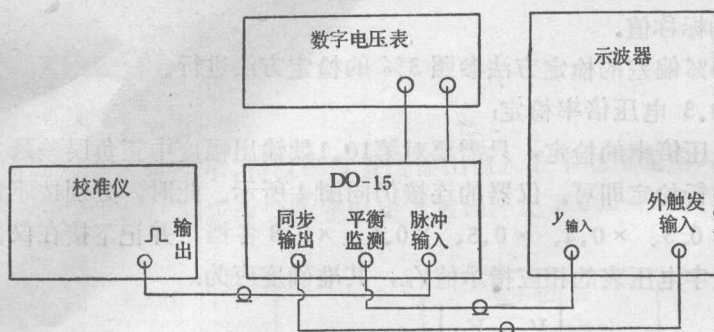


图6 方波幅度检定接线图

按进 DO-15 “测量电平”的“正脉冲”右按键”，选择示波器扫描时间因数置适当挡级，使显示波形稳定。调节脉冲电压表 DO-15 的“电平选择”之粗细调电位器，同时逐渐将示波器置最高灵敏度挡，使之在示波器上显示一平衡波形，如图7。此时数字电压表的指示值 V_{mh} 即为被检校准仪输出脉冲幅度的高电平。

同理，按进“测量电平的‘正脉冲’左按键”，调节 DO-15 的“电平选择”之粗细调电位器，同时逐渐将示波器置最高灵敏度挡，使之在示波器上显示一个平衡波形（见图7）。此时数字电压表的指示值 V_{ml} 即为校准仪输出脉冲幅度的低电平。则校准仪的方波幅度为：

$$V_A = V_{mh} - V_{ml}$$

其相对误差应为：

$$\left| \frac{V_s - V_A}{V_s} \right| \leq 0.5\%$$

式中： V_s ——标称值。



图7 平衡波形

b 方法二：

仪器连接如图8所示。测量点选测 200V~100mV。

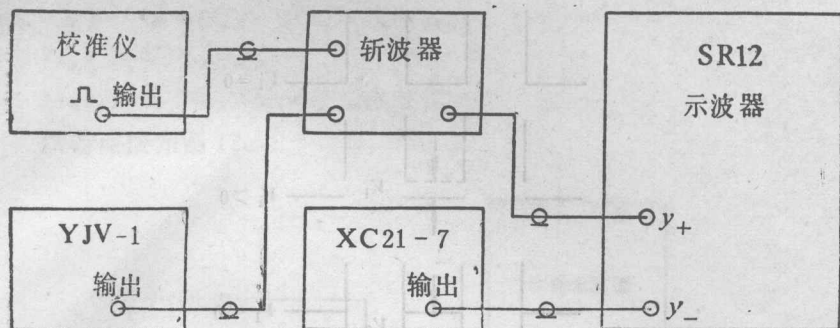


图8 分差示波器测方波接线图

用电缆将校准仪的脉冲输出和YJV-1直流标准电压同时馈入斩波器两输入端。SR-12示波器垂直输入耦合方式置“DC”，将斩波器输出馈入示波器 y_+ 端，再将辅助直流电压馈入示波器 y_- 端，并使上述三种电压幅度相接近。示波器垂直灵敏度置于被测方波幅度的 $1/500 \sim 1/1000$ ，然后细调直流标准电压，使示波器屏幕上显示二个高度一致的波形（见图9）。记下直流标准电压高电平 V_h ，再将直流标准电压输出置零，示波器 y_- 耦合方式置“地”，此时示波器屏幕上显示

图9 平衡波形

图10的波形。然后细调直流标准电压输出，使之与方波低电平高度一致，则直流标准电压值为低电平 V_l ，校准仪的脉冲幅度为：

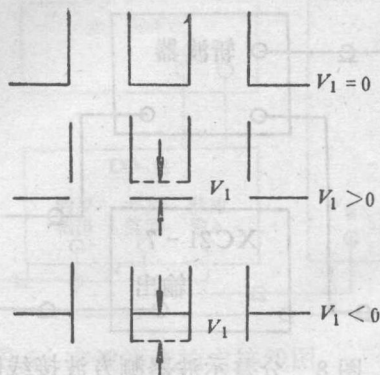
$$V = V_h - V_l$$

其精度应为：

$$\geq 50\text{mV}: \left| \frac{V_s - V}{V_s} \right| \leq 0.5\% + 50\mu\text{V}$$

$$< 50\text{mV}: \left| \frac{V_s - V}{V_s} \right| \leq 0.5\% - 50\mu\text{V}$$

式中： V_s ——校准仪标称值。

图 10 低电平 V_1 显示波形

11 快前沿脉冲的检定

11.1 输出幅度检查:

11.1.1 仪器连接如图 11 所示。将校准仪快前沿脉冲的输出端用

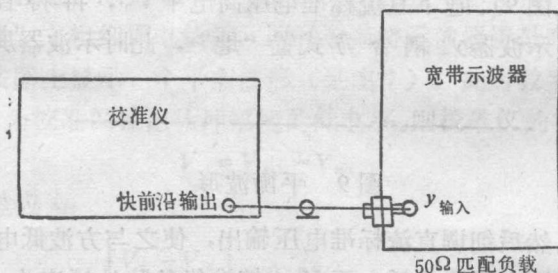


图 11 快前沿脉冲幅度检查接线图

50Ω 电缆与宽带示波器的 y 输入端连接 (50Ω 匹配)。

11.1.2 将校准仪快前沿脉冲周期置于 $1\mu\text{s}$ 挡。宽带示波器垂直通道灵敏度置于 $50\text{mV}/(\text{div}, \text{cm})$ 挡, 扫描时间因数置于 $0.2\mu\text{s}/(\text{div}, \text{cm})$ 挡。

11.1.3 将校准仪的输出调节电位器旋至最小 (左端), 测出波形幅度为 V_{h1} , 应小于或等于 200mV 。再将输出调节电位器旋至最大 (右

端), 使输出幅度最大, 此时幅度 V_{h_2} 应大于或等于 250 mV。

11.2 快前沿的检定:

11.2.1 测量最小幅度时的快前沿:

仪器连接如图 12。

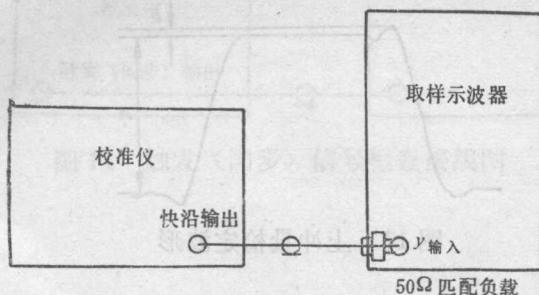


图 12 快前沿脉冲检定接线图

校准仪快前沿脉冲的周期置于 $1\mu\text{s}$ 挡。将取样示波器的扫描时间因数置于 $0.5\text{ns}/(\text{div}, \text{cm})$ 挡, 平滑旋钮置最左, 取样密度旋钮置适当位置, 使波形前沿稳定地显示在屏幕中央。然后调节示波器垂直通道灵敏度及其微调旋钮, 使波形显示满刻度。读取波形幅度从 10% 到 90% 的水平方向宽度 d (div, cm), 则前沿 t_r 为:

$$t_r = 0.5\text{ns}/(\text{div}, \text{cm}) \times d(\text{div}, \text{cm})$$

且满足 $t_r \leq 1\text{ns}$ 。

11.2.2 调节输出幅度电位器旋钮至最右端, 使其输出幅度最大。用同样方法测出其前沿 t_r , 也应满足 $t_r \leq 1\text{ns}$ 。

用 11.2 款的方法依次测出 $10\mu\text{s}$ 、 $100\mu\text{s}$ 、 1ms 前沿, 均应满足 $t_r \leq 1\text{ns}$ 。

11.3 上冲量的检定:

11.3.1 检定输出幅度最小时的上冲量:

仪器连接如图 12。校准仪快前沿脉冲周期置于 $1\mu\text{s}$ 挡。选择取样示波器的扫描时间因数在适当位置。调节示波器的垂直通道灵敏度及灵敏度微调电位器, 使波形稳定地显示在屏幕中央, 幅度为幕面有效工

作面的 80%，测出波形的幅度 A 与上冲 b （如图 13 所示）。则上冲量 S_b 为：

$$S_b = \frac{b}{A} \times 100\% \leq 2\%$$

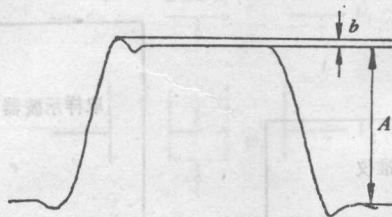


图 13 上冲量检定波形

11.3.2 检定输出幅度最大时的上冲量：

调节输出幅度电位器旋钮至最右端，使其输出幅度最大。用同样方法测出其上冲量 S_b ，此时 S_b 也应小于或等于 2%。

用同样方法分别测出快前沿脉冲周期为 $10\mu\text{s}$ 、 $100\mu\text{s}$ 、 1ms 时的上冲量，均应小于或等于 2%。

12 触发（同步）信号检查

输出幅度检查，仪器连接如图 14 所示。将校准仪触发输出馈入宽带示波器垂直通道。将输出旋钮调到最大，适当选择扫描时间因数和垂直通道灵敏度，使触发信号在屏幕上显示一稳定波形。记下输出幅度 U ， U 应不小于 1V。

同时观察其波形应为市电正弦波。

五、检定结果及检定周期

13 将上述各项检定结果填入检定结果记录表格。

上述各项检定结果若满足技术条件要求，则发给检定合格证书。若有个别项目不合格，应在检定证书中注明。

正常使用中的校准仪检定周期为一年，经修理后的校准仪可随送检。

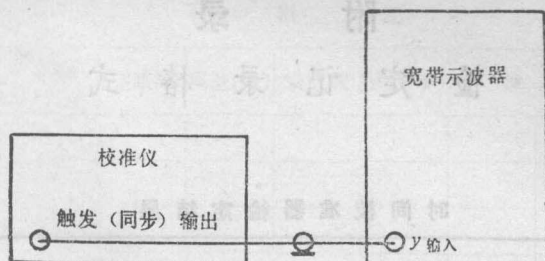


图 14 触发(同步)信号检查接线图

附录

检定记录格式

时间校准器检定结果

(一) 时 标

标 称 值	10ns	20ns	50ns	0.1 μ s	0.2 μ s	0.5s
测 量 值						
误 差 %						

(二) 倍 率

测 量 值 标 称 值	$\times 2$	误差 %	$\times 5$	误差 %	$\times 10$	误差 %
0.1 μ s						

(三) 偏 差

量 程	偏差 刻度	参考周期 标 称 值	正 偏 差 测 量 值	误差 %	负 偏 差 测 量 值	误差 %
3 %	1	10ms				
	2	10ms				
	3	10ms				
10 %	4	10ms				
	6	10ms				
	8	10ms				
	10	10ms				