



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 278—2002

示波器校准仪

Oscilloscope Calibrator

2002 - 11 - 04 发布

2003 - 05 - 04 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

示波器校准仪检定规程

**Verification Regulation
of Oscilloscope Calibrator**

JJG 278—2002
代替 JJG 278—1981

本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2002 年 11 月 04 日批准，并自 2003 年 05 月 04 日起施行。

归口单位：全国无线电计量技术委员会

主要起草单位：河南省计量测试研究所

中国计量科学研究院

参加起草单位：洛阳光电技术发展中心

本规程委托全国无线电计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

杜建国 （河南省计量测试研究所）

郁月华 （中国计量科学研究院）

参加起草人：

赵自文 （洛阳光电技术发展中心）

崔广新 （河南省计量测试研究所）

阚秋杭 （FLUKE 公司驻北京办事处）

目 录

1 范围	(1)
2 概述	(1)
3 计量性能要求	(1)
3.1 校准电压	(1)
3.2 上升(下降)沿输出	(1)
3.3 时标输出	(1)
3.4 宽带稳幅信号源输出	(1)
3.5 波形发生器输出	(2)
3.6 脉冲宽度发生器输出	(2)
3.7 测量功能	(2)
3.8 电流输出	(2)
4 通用技术要求	(2)
5 计量器具控制	(2)
5.1 首次检定和后续检定	(2)
5.2 检定条件	(3)
5.3 检定项目及检定方法	(4)
5.4 检定结果处理	(12)
5.5 检定周期	(12)
附录 A 校准仪方波校准电压检定方法二	(13)
附录 B 脉冲幅度比较仪检定方波校准电压方法	(14)
附录 C 检定记录格式	(15)

示波器校准仪检定规程

1 范围

本规程适用于示波器校准仪的首次检定和后续检定。

2 概述

示波器校准仪（以下简称校准仪）是一种脉冲波形类多参数综合性电子计量标准仪器，它由正、负直流电压，矩形脉冲，尖脉冲，稳幅正弦波和快沿脉冲及电流源等电路组成。具有频带宽，校准参数多，脉冲输出上升沿极快等特点。可用来校准示波器的主要技术指标。

3 计量性能要求

3.1 校准电压

直流 输出范围及最大允许误差：

1M Ω : (0 ~ ± 200) V, $\pm (0.025\% \text{ 输出} + 25\mu\text{V})$;

50 Ω : (0 ~ ± 5) V, $\pm (0.025\% \text{ 输出} + 25\mu\text{V})$ 。

方波 输出范围及最大允许误差：

1M Ω : $\pm (1\text{mV} \sim 200\text{V})$, $\pm (0.05\% \text{ 输出} + 5\mu\text{V})$;

50 Ω : $\pm (1\text{mV} \sim 5\text{V})$, $\pm (0.25\% \text{ 输出} + 40\text{mV})$;

频率: 10Hz ~ 100kHz。

3.2 上升（下降）沿输出

上升（下降）时间: 75ps ~ 1ns。

波形畸变: $\pm 5\%$ 。

频率范围及最大允许误差：

1kHz ~ 10MHz, $\pm 3 \times 10^{-7}$ 。

占空比: 10% ~ 90%。

3.3 时标输出

范围及最大允许误差：

0.5ns ~ 5s, $\pm 3 \times 10^{-7}$ 。

3.4 宽带稳幅信号源输出

幅度范围及最大允许误差：

5mV ~ 5.5V（峰峰值）， $\pm (2\% \sim 6\%)$ 输出（分频段计算）。

频率范围及最大允许误差：

0.1Hz ~ 3.2GHz, $\pm 3 \times 10^{-7}$ 。

幅度平坦度: $\pm (1.5\% \sim 6\%)$ 输出（分频段计算）。

3.5 波形发出器输出

波形：正弦、方波、三角；

幅度范围及最大允许误差：

1M Ω ：2mV ~ 50V（峰峰值）， $\pm$ （3%输出 + 100 μ V）；

50 Ω ：2mV ~ 2.5V（峰峰值）， $\pm$ （3%输出 + 100 μ V）；

三角波线性度： $\pm$ 0.1%（10Hz ~ 10kHz）。

3.6 脉冲宽度发生器输出

脉宽范围及最大允许误差：

4ns ~ 500ns， $\pm$ （5%输出 + 500ps）。

周期范围及最大允许误差：

20ms ~ 200ns， $\pm$ 3×10^{-7} 输出。

3.7 测量功能

电阻范围及最大允许误差：

40 ~ 60 Ω ，500k Ω ~ 1.5M Ω ； $\pm$ 0.1%输入。

电容范围及最大允许误差：

（5 ~ 50）pF， $\pm$ 5%输入。

直流电压范围及最大允许误差：

0 ~ 10V， $\pm$ （0.25%输入 + 10mV）。

3.8 电流输出

范围及最大允许误差：

直流：88 μ A ~ 111mA， $\pm$ （0.25%输出 + 0.5 μ A）；

方波：88 μ A ~ 111mA， $\pm$ （0.25%输出 + 0.5 μ A）；

频率：10Hz ~ 100kHz。

被测校准仪的技术指标应以使用说明书中给出的技术指标为准。

4 通用技术要求

校准仪外观应无缺陷，不应有影响正常工作的机械损伤；输入、输出插座应牢固；按键操作方便，灵活可靠；显示清晰完整。

校准仪应具有永久性生产厂名（或图标）、出厂编号等标识；应符合相应法制管理要求。

校准仪开机后各项功能应正常工作，或开机自检通过，输出正常。

5 计量器具控制

5.1 首次检定和后续检定

首次检定是对用户新购置或制造商新生产的示波器校准仪进行的检定。

首次检定和后续检定的检定项目见表1。

表 1

检定项目	首次检定	后续检定
直流校准电压	+	+
方波校准电压	+	+
脉冲快沿及畸变	+	+
快沿脉冲占空比及频率	+	+
时 标	+	+
稳幅信号幅度	+	+
稳幅信号频率	+	+
稳幅信号谐波	+	-
波形发生器幅度	+	+
波形发生器频率	+	+
波形发生器直流偏置	+	+
波形发生器线性度	+	+
脉冲发生器周期	+	+
脉冲发生器脉冲宽度	+	+
直流电压测量	+	+
阻抗测量	+	-
电流输出	+	+
触发信号	+	+

5.2 检定条件

5.2.1 环境条件

5.2.1.1 温度： $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。

5.2.1.2 相对湿度：30% ~ 80%。

5.2.1.3 电源： $220 (1 \pm 5\%) \text{ V}$ ， $(50 \pm 1) \text{ Hz}$ 。

5.2.1.4 无影响正常工作的振动和强电场、磁场。

5.2.2 检定用设备

5.2.2.1 计数器

功能：频率、时间间隔、计数；

频率测量范围：0.1Hz ~ 5GHz；

时间间隔测量范围：1ns ~ 10s；

最大允许误差（或准确度）： 3×10^{-8} ；

分辨力：9位/s。

5.2.2.2 （高速）取样数字多用表

直流电压范围及最大允许误差：

0 ~ 1000V， $\pm 0.005\%$ 输入。

交流电压范围及最大允许误差：

0 ~ 700V， $\pm 0.01\%$ 输入。

频率范围：20Hz ~ 1MHz。

采样速率：0~100kHz。

电阻测量范围及最大允许误差：

5Ω~1.5MΩ，±0.02%输入。

5.2.2.3 示波器

带宽：DC~20GHz（上升时间应小于被测信号上升时间的三分之一）。

最大允许误差：Y轴±5%，X轴±0.02%。

5.2.2.4 衰减器

频率范围：DC~20GHz。

衰减：3dB，10dB，20dB。

5.2.2.5 高频电压表（或功率计）

测量最大允许误差：±（0.5%~2%）输入。

频率范围：0.1Hz~5GHz。

幅度平坦度：±（0.5%~2%）输出（分段计算）。

5.2.2.6 频谱分析仪

频率范围及最大允许误差：

0.01MHz~15GHz，X轴±0.05%输入。

幅度范围及最大允许误差：

（-60~20）dB，Y轴±5%输入。

5.2.2.7 线性度测试仪

范围及最大允许误差：

0.01%~10%，±0.1%输入。

5.2.2.8 电压校准仪

电压输出范围及最大允许误差：

DC：10mV~200V，±0.02%输出。

5.2.2.9 （已校准瓷片）电容

容量及最大允许误差：

15pF~60pF（3支~5支），±2%标称值。

5.2.2.10 （已校准）精密电阻

阻值及最大允许误差：

40Ω，50Ω，60Ω，600kΩ，1MΩ，1.5MΩ；±0.025%输出。

5.2.2.11 检定用标准仪器可采用其他等效测量设备，其最大允许误差绝对值与被测量最大允许误差绝对值的比应不大于的三分之一，测量范围应能覆盖被测参数变化范围。

5.3 检定项目及检定方法

5.3.1 外观及工作正常性检查

5.3.1.1 外观检查

被检校准仪外观应符合本规程第4章要求。

5.3.1.2 工作正常性检查

被检校准仪按规定时间预热后，检查各功能应正常。

5.3.2 直流校准电压的检定

5.3.2.1 按图1连接仪器，负载电阻选“1MΩ”。校准仪置“直流校准电压”，输出电阻与所连负载电阻相同，输出幅度置“正”最小。取样数字多用表置“DCV”功能，量程置“适当”位置。依次将校准仪的输出按1, 2, 5步进由小到大改变，逐点进行测量。读取数字电压表的测量结果，记入附录C表C.1-1。按式(1)计算误差 δ_v 。

$$\delta_v = \frac{U_x - U_s}{U_s} \quad (1)$$

式中： U_x ——校准仪示值；

U_s ——实际值。

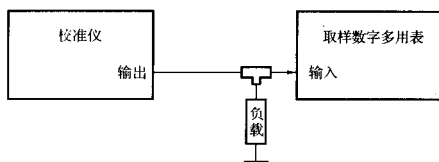


图1 直流电压的检定

改变校准仪的输出电压方向为“负”，依次逐点测量负向电压输出。结果记入附录C表C.1-1。按式(1)计算误差。

5.3.2.2 按图1连接仪器，负载电阻选“50Ω”，按5.3.2.1条操作，测量50Ω负载的直流电压输出，结果记入表C.1-2，按式(1)计算误差。

5.3.2.3 有倍乘选择的校准仪应分别在输出幅度的最大值上对各倍乘挡进行倍乘倍数的检定。结果记入附录C表C.4。按式(1)计算误差。

5.3.2.4 偏差示值检测：按图1连接仪器，负载电阻选“1MΩ”，校准仪置“直流校准电压”“1V”输出，选择相应的偏差范围，并启动偏差调节功能，调节偏差控制旋钮分别使偏差示值指示在偏差范围的各整数点，读取取样数字多用表的测量结果，记入附录C表C.3，按式(1)计算误差。

5.3.3 方波校准电压的检定

5.3.3.1 按图2连接仪器，负载电阻选“1MΩ”。校准仪置“方波校准电压”功能，频率置“1kHz”，输出电阻与所连负载电阻相同，输出幅度置“最小”。取样数字多用表置“DCV，采样测量”功能，量程置“自动”。积分周期(NPLC)置“0.01”。依次设置相应的采样延迟时间(0.0012s, 0.0007s)，分别测量方波校准电压的底部和顶部电压值。将校准仪的输出按1, 2, 5步进由小到大改变逐点进行测量。读取取样数字多用表测量结果，记入附录C表C.2。按式(2)计算方波校准电压误差 δ_{FB} 。

$$\delta_{FB} = \frac{U_x - (U_{Fg} - U_{Fd})}{(U_{Vg} - U_{Vd})} \quad (2)$$

式中： U_x ——校准仪示值；

U_{Fg} ——方波顶部电压实际值；

U_{Fd} ——方波底部电压实际值。

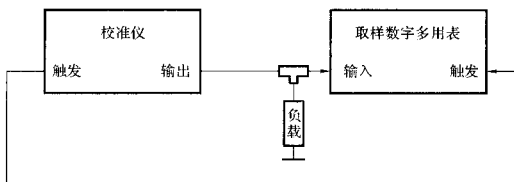


图2 方波校准电压的检定

5.3.3.2 负载电阻选“50Ω”，按 5.3.3.1 条操作 50Ω 负载下方波校准电压输出。

5.3.3.3 有倍乘选择的校准仪应分别在输出幅度的最大值对各倍乘挡进行倍乘倍数的检定。结果记入附录 C 表 C.4。按式 (2) 计算方波校准电压误差。

5.3.4 脉冲快沿及波形畸变的检定

5.3.4.1 脉冲快沿：仪器连接如图 3。校准仪的快沿脉冲输出按使用说明书要求与示波器输入匹配相连，校准仪的同步信号接示波器外触发输入端。校准仪置“上升沿”（或下降沿），输出幅度置“1V”，频率置“1MHz”（或 100kHz）。调节示波器的输入衰减，使被测信号占屏幕垂直刻度的 80%，调节示波器扫描速度应使其上升（下降）时间不小于水平 3 个刻度（格），调节示波器的同步功能和取样密度控制，使被测波形清晰稳定地显示在屏幕上，读取屏幕中被测信号上升（下降）沿 10% ~ 90% 部分对应的时间间隔，结果记入附录 C 表 C.5。

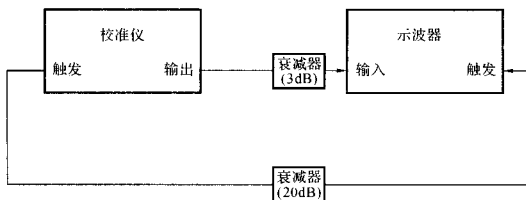


图3 快沿脉冲的检定

改变校准仪快沿脉冲输出幅度到高点和低点分别按上述步骤进行。

5.3.4.2 改变校准仪的快沿方向，重复 5.3.4.1 条操作，测量出下降沿的下降时间。

5.3.4.3 波形畸变：按 5.3.4.1 条测量连接和状态，调节示波器的输入衰减，使被测信号占屏幕垂直刻度的 80%，调节示波器扫描速度应使一个完整脉冲宽度占屏幕水平刻度的三分之一以上。以稳定后幅度 A 为参考（如图 4），从上升沿的最高端至波形稳定后的幅度变化 a 和 b 其值不得大于说明书指标规定值。结果记入附录 C 表 C.5。

注：周期检定的校准仪可只在中间频率点上进行“上升沿”和“上升沿波形畸变”项目的检定。

5.3.5 快沿脉冲占空比及重复频率的检定

5.3.5.1 占空比: 按图 3 连接仪器。校准仪置“上升沿”功能, 输出幅度置“1V”, 频率分别置高、中、低三点, 调节示波器的输入衰减, 使被测信号占屏幕垂直刻度的 80%, 调节示波器扫描速度应使快沿脉冲的一个完整周期的波形占屏幕水平刻度的二分之一以上, 调节示波器的同步功能和取样密度控制, 使被测波形清晰稳定地显示在屏幕上, 读取屏幕中被测信号脉冲幅度 50% 处时间宽度 t_k 和脉冲周期 T , 结果记入附录 C 表 C.5。按式 (3) 计算占空比 θ 。

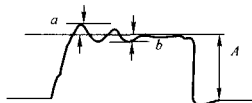
$$\theta = \frac{t_k}{T} \quad (3)$$


图 4 波形畸变

5.3.5.2 重复频率: 按图 5 连接仪器。校准仪置“上升沿”功能, 输出幅度置“1V”, 频率分别置高、中、低三点。计数器置“频率”测量功能, 触发方式置“上升沿”、“自动 (或 0.5V)”, 耦合方式“交流”。读取计数器测量结果, 记入附录 C 表 C.5。按式 (4) 计算误差。

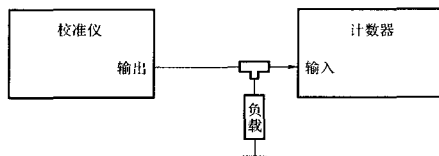


图 5 频率的检定

$$\delta_f = \frac{f_x - f_c}{f_c} \quad (4)$$

式中: f_x ——校准仪示值;

f_c ——实际值。

5.3.5.3 周期检定的校准仪可只在中间频率点上进行“占空比”项目检定。

5.3.6 时标的检定

5.3.6.1 按图 5 连接仪器。校准仪置“时标”功能, 输出幅度置“1V”。计数器置“周期”测量功能, 触发方式置“上升沿”、“自动 (或 0.5V)”, 耦合方式“交流”。将校准仪时标按 1, 2, 5 步进逐点改变输出, 读取计数器测量结果, 记入附录 C 表 C.6。按式 (4) 计算误差。

5.3.6.2 有倍乘选择的校准仪应分别在输出频率的最大值上对各时标倍乘挡进行倍乘

倍数的检定，结果记入附录 C 表 C.8。按式 (4) 计算误差。

5.3.6.3 偏差示值：按图 5 连接仪器，负载电阻选“1MΩ”，校准仪置“时标”输出，输出幅度“1V”，选择相应的偏差范围，并启动偏差调节功能，调节偏差控制旋钮分别使偏差示值指示在偏差范围的各整数点，读取计数器的测量结果，记入附录 C 表 C.7。按式 (4) 计算误差。

5.3.7 稳幅正弦信号幅度的检定

5.3.7.1 幅度：按图 1 连接仪器。负载电阻选“50Ω”。校准仪置“稳幅正弦信号”方式，输出频率置“50kHz”，取样数字多用表置“ACV”功能，量程“自动”。调节校准仪输出幅度按 1, 2, 5 步进逐点输出，读取取样数字多用表测量结果，按式 (7) 转换后记入附录 C 表 C.11。按式 (1) 计算误差。

5.3.7.2 平坦度：按图 6 连接仪器。负载电阻为“50Ω”。校准仪置“稳幅正弦信号”方式，高频电压表（功率计）量程“自动”（或与校准仪输出对应）。校准仪输出幅度分别置高、中、低三点，每一电压点的输出频率从低到高选若干点输出，读取高频电压表（功率计）测量结果，记入附录 C 表 C.9。按式 (5) 或式 (6) 计算平坦度 γ 。



图 6 稳幅正弦信号平坦度的检定

$$\gamma = \frac{U_f - U_0}{U_0} \quad (5)$$

$$\gamma_{dB} = 20 \log \frac{U_f}{U_0} \quad (6)$$

式中： U_0 ——参考频率点电压实际值；

U_f ——其他频率点电压实际值。

5.3.8 稳幅正弦信号频率及谐波的检定

5.3.8.1 频率：按图 5 连接仪器。校准仪置“稳幅正弦信号”功能，计数器置“频率测量”功能，触发方式置“上升沿”、“自动（或 0.5V）”，耦合方式“交流”，输入阻抗“50Ω”。调节校准仪输出频率按 1, 2, 5 步进逐点输出，读取计数器测量结果，记入附录 C 表 C.10。按式 (4) 计算误差。

5.3.8.2 谐波：按图 7 连接仪器。负载选“50Ω”。校准仪置“稳幅正弦信号”功能，输出幅度置“最大”。频谱分析仪参考电平置信号电平有效值（或 Y 轴灵敏度置“-10dB/刻度”），（中心）起始频率与校准仪输出频率相同，频谱测量范围为 10 倍起始频率，并随输入信号频率改变，带宽分辨率适中，调节频谱分析仪使屏幕中始终保持被测信号的 2~5 次谐波图形，调节校准仪输出频率按 1, 2, 5 步进逐点输出，分别测量每个频率点的 2、3 次谐波分量，测量结果记入附录 C 表 C.9。

注：周期检定的校准仪可进行“稳幅正弦信号频率”项目检定。

5.3.9 波形发生器的检定

5.3.9.1 输出幅度：按图 3 连接仪器。校准仪置“波形发生器”功能，波形分别置“正弦、方波、三角波”。用示波器观察校准仪输出波形应无目力可观测到的波形畸变。



图 7 稳幅正弦信号频谱的检定

5.3.9.2 按图 1 连接仪器。校准仪置“波形发生器”功能，输出阻抗置“1MΩ”，频率置“1kHz”，初始输出幅度置最小，波形分别置“正弦、方波、三角波”。取样数字多用表置“ACV”测量功能。依次将校准仪按 1, 2, 5 步进由小到大进行输出。分别将正弦、脉冲、三角波测量结果记入附录 C 表 C.13，按 (7)、(8)、(9) 三式将有效值 U_r 转换为峰峰值 U_{PP} 。按式 (1) 计算误差。

$$\text{正弦波:} \quad U_{PP} = 2.828 U_r \quad (7)$$

$$\text{方波:} \quad U_{PP} = \frac{U_r}{\theta} \quad (8)$$

$$\text{三角波:} \quad U_{PP} = 3.464 U_r \quad (9)$$

式 (8) 中： θ ——方波的实际占空比。

输出阻抗选“50Ω”，重复上述检定操作。

5.3.9.3 重复频率：按图 5 连接仪器。校准仪置“波形发生器”功能，输出幅度置“1V”，波形置“方波”。计数器置“频率”测量功能，触发方式置“上升沿”、“自动（或 0.5V）”，耦合方式“直流”。按 1, 2, 5 步进调节校准仪输出频率。读取计数器测量结果，记入附录 C 表 C.14。按式 (4) 计算误差。

5.3.9.4 直流偏置：按图 8 连接仪器，负载电阻选“1MΩ”。校准仪置“连续输出”功能，波形置“正弦”，输出幅度置“最高”（或说明书规定的幅度），频率置“1kHz”。取样数字多用表置“DCV”功能，量程置“自动”。调节校准仪直流偏置电压选低、中、高三点，示波器监测正弦波形应无明显变化。读取取样数字多用表在正弦信号加上直流偏置前后的输出电压差值，测量结果记入附录 C 表 C.15。按式 (1) 计算偏置电压误差。

5.3.9.5 线性度：按图 9 连接仪器。校准仪置“三角波”功能，幅度置“8V”（或 0.8V），阻抗置“1MΩ”。线性度测试仪量程置“×1”（或 ×10），功能置“线性度测量”，采样频率（ $\geq 30f_0$ ）随输入信号频率 f_0 改变。调节校准仪输出频率分别为 100Hz, 1kHz, 10kHz，测量结果记入附录 C 表 C.16。按式 (10) 计算线性度误差。

$$\delta_X = X_B - Y_S \quad (10)$$

式中： X_B ——线性度示值；

Y_S ——实际值。

5.3.10 脉冲发生器的检定

5.3.10.1 周期：按图 5 连接仪器。校准仪器“脉冲发生器”功能，输出幅度置“1V”。计数器设置“周期”测量功能。调节校准仪输出周期（频率）分别选高、中、低三点，读取计数器测量结果，记入附录 C 表 C.12。按式（4）计算误差。

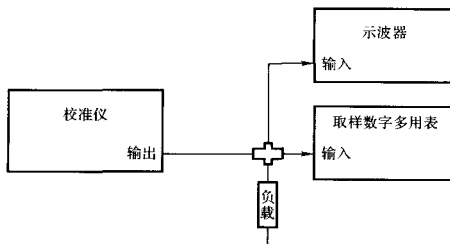


图 8 直流偏置的检定

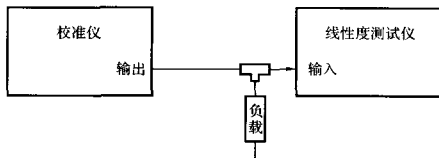


图 9 线性度的检定

5.3.10.2 上升沿：按 5.3.4.1 条测量“脉冲发生器”输出脉冲波形的上升沿，测量结果记入附录 C 表 C.12。

5.3.10.3 脉冲宽度：按图 3 连接仪器。校准仪器“脉冲发生器”功能，输出幅度置“1V”，频率分别置高、中、低三点，调节示波器的输入衰减，使被测信号占屏幕垂直刻度的 80%，调节示波器扫描速度应使一个完整脉冲宽度占屏幕水平刻度的 50% 以上，调节示波器的同步功能和取样密度控制，使被测波形清晰稳定地显示在屏幕上，读取屏幕中被测信号脉冲幅度 50% 处的时间宽度 t_k ，测量结果记入附录 C 表 C.12。按式（11）计算误差。

$$\delta_i = \frac{t_x - t_k}{t_k} \quad (11)$$

式中： t_x ——校准仪示值；

t_k ——实际值。

5.3.11 直流电压测量的检定

5.3.11.1 按图 10 连接仪器。校准仪器“DCV”测量，量程置“自动”。电压校准仪器置“直流电压输出”功能。依次将电压校准仪的输出按 1, 2, 5 步进由小到大进行输出，读取校准仪测量结果，记入附录 C 表 C.17。按式（1）计算误差。



图 10 电压测量功能的检定

5.3.12 阻抗测量的检定

5.3.12.1 电容：校准仪置“阻抗，电容测量”功能，分别将已校准电容（接头）直接连到校准仪的测量端，读取校准仪测量结果，记入附录 C 表 C.17。按式（12）计算误差。

$$\delta_z = \frac{Z_x - Z_k}{Z_k} \quad (12)$$

式中： Z_x ——校准仪示值；

Z_k ——实际值。

5.3.12.2 电阻：校准仪置“阻抗，电阻测量”功能，分别将已校准精密电阻（接头）直接连到校准仪的测量端，读取校准仪测量结果，记入附录 C 表 C.17。按式（12）计算误差。

5.3.13 电流输出的检定

5.3.13.1 直流电流：按图 11 连接仪器。校准仪置“直流电流”输出，输出电流置“最小”，取样数字多用表置“DCV”功能。依次将校准仪的输出按 10 倍整数步进由小到大输出，读取取样数字多用表测量结果，记入附录 C 表 C.18。按式（13）计算误差。

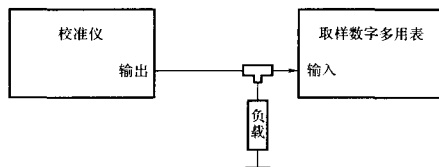


图 11 电流输出功能的检定

$$\delta_I = \frac{I_0 R_{50} - U_s}{U_s} \quad (13)$$

式中： I_0 ——校准仪电流示值；

U_s ——实际电压值；

R_{50} ——电流环电阻实际值。

5.3.13.2 交流电流：按图 11 连接仪器。校准仪置“交流电流”输出，频率置“1kHz”，输出电流置“最小”，取样数字多用表置“ACV”功能。依次将校准仪的输出按 10 倍整数步进由小到大输出，取样数字多用表测量结果按式（8）转换后，记入附录 C 表 C.18，按式（13）计算测量误差。

分别将输出电流频率调为最低和最高值，按上述步骤检定校准仪的输出幅度。

5.3.14 触发信号测量

按图 12 连接仪器，分别用示波器和计数器测量校准仪各功能中同步信号的波形和频率，并分别将结果记入附录 C 表 C.19。

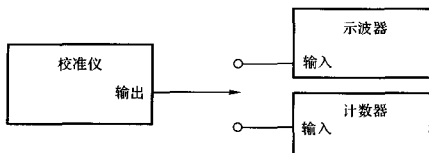


图 12 触发信号测量

5.3.15 具有多通道输入输出的校准仪每个通道都应进行检定。

5.4 检定结果处理

经检定符合本规程要求的校准仪出具检定证书；不符合本规程要求的，出具检定结果通知书，并指出不合格项目。

5.5 检定周期

检定周期一般不超过 1 年。

附录 A

校准仪方波校准电压检定方法二

A.1 按图 A1 连接仪器。校准仪置“方波校准电压”功能，频率置“1kHz”，输出阻抗选“1MΩ”。

A.2 连接示波器与校准仪。用示波器观测校准仪的方波校准电压波形，应无目力可观测到的波形畸变。

A.3 连接计数器与校准仪。用计数器分别测量出校准仪方波信号脉冲幅度 50% 处时间宽度 t_k 和脉冲周期 T ，按式 (A1) 计算校准电压的占空比 θ 。

$$\theta = \frac{t_k}{T} \quad (\text{A1})$$

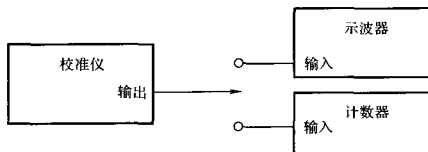


图 A1 波形测量

A.4 按图 A2 连接仪器。校准仪置“方波校准电压”功能，频率置“1kHz”，输出阻抗置“1MΩ”，输出幅度置最小。取样数字多用表置“ACV”功能，量程置合适位置。调节校准仪的输出按 1, 2, 5 步进由小到大改变，逐点进行测量。结果记入记录表格。按式 (A2) 计算方波校准电压误差 δ_{FR} 。

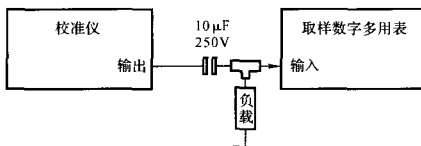


图 A2 方波校准电压的检定

$$\delta_{FR} = \frac{U_x \theta}{1.000067 U_R} - 1 \quad (\text{A2})$$

式中： U_x ——校准仪示值；

θ ——方波占空比；

U_R ——取样数字多用表测量有效值电压。

附录 B

脉冲幅度比较仪检定方波校准电压方法

B.1 校准仪方波校准电压最大允许误差超过 +0.2%，可采用脉冲幅度比较仪进行测量。

B.2 按图 B1 连接仪器。校准仪置“方波校准电压”功能，频率置“1kHz”。脉冲幅度比较电压置被测电压值。取样数字多用表置“直流电压”测量功能，量程置“自动”。示波器置“DC”耦合，扫速置“5ms/DIV”，衰减与被测电压幅度相应。按说明书要求调谐高灵敏示波器的 Y 轴“灵敏度”、Y 轴“位移”和比较仪的平衡电压，使示波器显示斩波电压和被测波顶（底）部电压相等，分别读取取样数字多用表的电压值，结果记入记录表格。按式（B1）计算误差。依次将校准仪的输出由小到大改变，按 1，2，5 步进逐点进行测量。

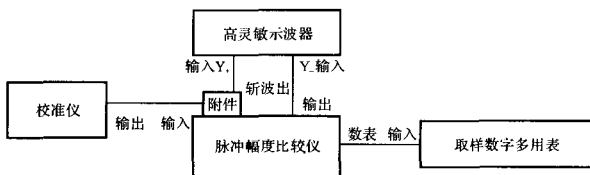


图 B1 方波校准电压的检定

$$\delta_{FB} = \frac{U_x - U_{FS}}{U_{FS}} \quad (B1)$$

式中： U_x ——校准仪示值；

U_{FS} ——方波电压实际值。

附录 C

检定记录格式

送检单位 _____
 制造厂 _____
 型 号 _____ 编 号 _____ 证书号 _____
 温 度 _____ ℃ 湿 度 _____ % 电源电压 _____ V
 外观检查 _____
 工作正常性检查 _____
 型 号 _____ 编 号 _____ 有效期 _____
 型 号 _____ 编 号 _____ 有效期 _____
 型 号 _____ 编 号 _____ 有效期 _____
 型 号 _____ 编 号 _____ 有效期 _____
 检定结果 _____ 检定 _____ 核 验 _____
 检定日期 _____ 年 月 日

表 C.1-1 直流校准电压 (1 MΩ)

校准仪示值	实际值	误差	校准仪示值	实际值	误差
10 mV			- 10 mV		
20 mV			- 20 mV		
50 mV			- 50 mV		
100 mV			- 100 mV		
200 mV			- 200 mV		
500 mV			- 500 mV		
1 V			- 1 V		
2 V			- 2 V		
5 V			- 5 V		
10 V			- 10 V		
20 V			- 20 V		
50 V			- 50 V		
100 V			- 100 V		
200 V			- 200 V		

表 C.1-2 直流校准电压 (50 Ω)

校准仪示值	实际值	误差	校准仪示值	实际值	误差
10 mV			- 10 mV		
20 mV			- 20 mV		
50 mV			- 50 mV		
100 mV			- 100 mV		
200 mV			- 200 mV		
500 mV			- 500 mV		
1 V			- 1 V		
2 V			- 2 V		
5 V			- 5 V		

表 C.2 方波校准电压 (1 kHz)

阻抗 1M Ω					阻抗 50 Ω					备注
校准仪示值	顶部电压	底部电压	实际值	误差	校准仪示值	顶部电压	底部电压	实际值	误差	
10 mV					10 mV					
20 mV					20 mV					
50 mV					50 mV					
100 mV					100 mV					
200 mV					200 mV					
500 mV					500 mV					
1 V					1 V					
2 V					2 V					
5 V					5 V					
10 V										
20 V										
50 V										
100 V										
200 V										

表 C.3 幅度偏差 中心值

偏差示值	实际值	误差	偏差示值	实际值	误差

表 C.4 幅度倍乘 最大值

校准仪示值	实际值	误差	校准仪示值	实际值	误差

表 C.5 快沿脉冲

实际值 条 件		幅度	mV	V	V
快沿脉冲 上升时间		1 kHz			
		1 MHz			
		10 MHz			
快沿脉冲 下降时间		1 kHz			
		1 MHz			
		10 MHz			
快沿脉冲 占空比		1 kHz	/		/
		1 MHz	/		/
		10 MHz	/		/
快沿脉冲 频率		1 kHz	/		/
		1 MHz	/		/
		10 MHz	/		/

波形畸变: a : b :

表 C.6 时标 (I V)

校准仪示值	实际值	校准仪示值	实际值	校准仪示值	实际值
2 ns		5 μ s		10 ms	
5 ns		10 μ s		20 ms	
10 ns		20 μ s		50 ms	
20 ns		50 μ s		100 ms	
50 ns		100 μ s		200 ms	
100 ns		200 μ s		500 ms	
200 ns		500 μ s		1 s	
500 ns		1 ms		2 s	
1 μ s		2 ms		5 s	
2 μ s		5 ms			

表 C.7 时标偏差 中心值

偏差示值	实际值	误差	偏差示值	实际值	误差

表 C.8 时标倍乘 最大值

校准仪示值	实 际 值	误 差

表 C.9 稳幅正弦信号

实际值 校准仪示值	幅度平坦度 ($\times 2.8284$) V			谐波分量 (dB)		
	5.5 V	1 V	0, 1 V	二次	三次	四次
50 kHz						
100 kHz						
200 kHz						
500 kHz						
1 MHz						
2 MHz						
5 MHz						
10 MHz						
20 MHz						
50 MHz						
100 MHz						
200 MHz						
500 MHz						

表 C.10 稳幅正弦信号频率

校准仪示值	实际值	误差	校准仪示值	实际值	误差
50 kHz			20 MHz		
100 kHz			50 MHz		
200 kHz			100 MHz		
500 kHz			200 MHz		
1 MHz			500 MHz		
2 MHz					
5 MHz					
10 MHz					

表 C.11 稳幅正弦信号幅度测试 ($\times 2.8284$)

校准仪示值	实际值	误差	校准仪示值	实际值	误差
10 mV			500 mV		
20 mV			1 V		
50 mV			2 V		
100 mV			5.5 V		
200 mV					

表 C.12 脉冲发生器

实际值 输出频率、脉宽		频率 Hz	脉冲宽度 s	上升时间 ns	备注
Hz	ns				
	ms				
Hz	ns				
	ms				
Hz	ns				
	ms				

表 C.13 波形发生器幅度

实际值 输出		波 形		正弦 ($\times 2.8284$)		脉冲 ($\times 2.0000$)		三角 ($\times 3.4641$)	
				50 Ω	1 M Ω	50 Ω	1 M Ω	50 Ω	1 M Ω
幅 度 (1 kHz)	V								
	V								
	V								
	V								
	V								
	V								
	V								
	V								
	V								
最大误差									

表 C.14 波形发生器频率

校准仪示值	实际值	误差	校准仪示值	实际值	误差
10 Hz			1 kHz		
20 Hz			kHz		
50 Hz			kHz		
100 Hz			kHz		
200 Hz			kHz		
500 Hz					

表 C.15 直流偏置

校准仪示值	实际差值	误差	校准仪示值	实际差值	误差

表 C.16 线性度

频 率	10 Hz	100 Hz	1 kHz	10 kHz
实际值				

表 C.17 电压及阻抗

直流电压			阻抗		
实际值	校准仪示值	误差	实际值	校准仪示值	误差
			pF		
			pF		
			pF		
			pF		
			Ω		
			Ω		
			Ω		
			M Ω		
			M Ω		
			M Ω		

表 C.18 电流输出 电流环阻值

直流		脉冲 (1 kHz)		脉冲 (10 mA)		备注
校准仪示值	实际值 (V/R)	校准仪示值	实际值 (V/R)	频 率	实际值 (V/R)	
				10 Hz		
				100 Hz		
				1 kHz		
				2 kHz		
				5 kHz		
				10 kHz		
				20 kHz		
				50 kHz		
				100 kHz		
最大误差		最大误差				

表 C.19 触发信号

参 数	测量结果	方式	NTSC	PAL	PAL - M	SECAM	快沿	时标	方波电压	其他
频 率										
幅 度										
同步特性										
极 性										