JJG 262—1996

中华人民共和国
国家计量检定规程

模拟示波器
JJG 262—1996
国家技术监督局颁布

*

中国计量出版社出版
北京和平里西街甲2号
邮政编码 100013
电话 (010) 64275360
http://www.zgjl.com.cn
北京市迪鑫印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
版权所有 不得翻印
*

880 mm×1230 mm 16开本 印张 1.75 字数 35千字
1979年1月第1版 2005年9月第4次印刷
印数 4 701—6 200
统一书号 155026－1565 定价：18.00元

JJG

中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 262—1996

模 拟 示 波 器

Analogue Oscilloscope

1996－08－06 发布　　1997－06－01 实施

国家技术监督局 发布

应满足说明书规定的技术要求。本项目可按需要时进行检定。

附加说明：

本规程经全国无线电计量技术委员会审定通过。

模拟示波器检定规程

Verification Regulation of

Analogue Oscilloscope

JJG 262—1996
代替 JJG 262—1981
JJG 411—1986
JJG 542—1988

本检定规程经国家技术监督局于 1996 年 08 月 06 日批准，并自 1997 年 06 月 01 日起施行。

归口单位：　全国无线电计量技术委员会
起草单位：　中国计量科学研究院
　　上海市计量测试技术研究院

本规程技术条文由起草单位负责解释

本规程主要起草人：

郁月华　（中国计量科学研究院）

陆福敏　（上海市计量测试技术研究院）

参加起草人：

王兴远　（北京 738 厂）

陈志达　（上海无线电二十一厂）

李　航　（中国计量科学研究院）

（三）接口功能的检查

对带有 HP－IB 和 RS－232 等接口功能的示波器，则按图 2 所示连接，按第 33 条检定的方法，使屏幕显示正文图 12（b）的波形。

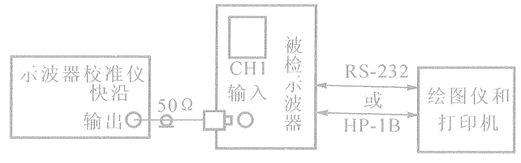


图 2　接口功能检查

a. 用 ΔV、Δt 游标功能测出 10％～90％的上升时间。

b. 按进示波器 UTIL 菜单钮，使显示 RS－232 或 HP－IB 主菜单（按需要设置）。

c. 根据说明书的要求，示波器地址置合适位置，驱动方式（drive mode）按外设而定。

d. 打开打印机（或绘图仪）电源，并将设置只听状态（Listen only）。

e. 按进示波器 HARDCOPY 钮，系统立即开始打印一份屏幕拷贝。接口功能工作正常。

（四）零偏置的检定

a. 首先将示波器进行初始化。

b. 水平显示 1 ms/div，置高分辨率捕捉。

c. 垂直偏转系数置最小挡（如：1 mV/div），置 ΔV 测量功能，按 H Bars 钮。

d. 调节度盘旋钮，把 HBar 活动光标调至并重合于扫描基线的 DC 测试电平。

e. 读屏幕显示的光标读出绝对值（对 TDS 型为@值），应满足说明书规定零点偏置的技术要求。

f. 重复 a～e 项，对各通道的 100 mV，1 V 等各挡进行检定。

（五）单次存储的检定

a. 按正文图 11 所示连接，示波器设置如下：

垂直方式：　CH1　ON　（V/div 置合适挡）

水平方式：　A（s/div 置 50 μs/div 左右）

显示方式：　点显示（正弦内插，脉冲内插）

触发方式：　自动

b. 稳幅信号发生器输出频率置 50 kHz 基准，调节其输出电压使屏幕显示幅度为检验工作面高度的 80％左右，读出此时波形高度为 H_0。

c. 示波器触发方式置“单次”，扫描时间系数置单次带宽时的最快挡，改变发生器频率至说明书规定的“单次带宽”频率，输出幅度不变，按进示波器“单次”功能钮，此时屏幕显示幅度为 H，则由下式计算单次存储带宽时的衰减量 A：

$$A = 20\lg\frac{H}{H_0} \tag{3}$$

附录 3

数字示波器参考检定项目

（一）数字示波器（ΔV）电压测量的检定

a. 按图 1 所示连接，示波器设置如下：

垂直方式：　CH1　ON　V/div 置最小挡

触发方式：　自动

捕捉方式：　平均（设定合适的平均次数）

ΔV Marker：　ON

b. 校准仪输出置零，调节示波器垂直位移旋钮，使零扫描线置屏幕 80% 检验工作面高度的底部，再调节标尺 1 线（Vmarkerl）与零扫描线重合；然后置校准仪输出直流为 V_i，使其幅值达到 80% 检验工作面高度，调节标尺 2 线（Vmarker2）使之重合于顶部扫描线，记录此时屏幕显示的 ΔV_i 值，由正文公式（13）计算电压（ΔV）测量误差。其中 V_i 为数字电压表上监视的校准仪直流输出幅度。

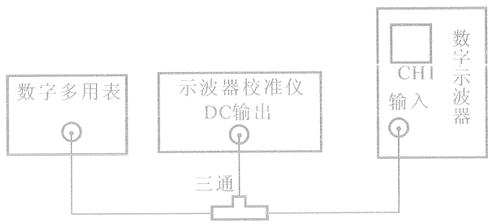


图 1　数字示波器 ΔV 电压测量的检定

c. 重复 a、b 项，对各通道的各偏转系数挡级分别进行检定。

（二）最高采样率的检查

a. 按正文图 11 所示连接，输入正弦波信号。

b. 对 TDS 系列示波器：设置为“显示”方式及选择其“Intensified”（加亮一个区域），在此显示方式下，置扫描时间系数到示波器最高采样率的挡级。（如：采样率为 500 MS/s 时，置 2 ns/div）观测屏幕上波形的采样点。用光标测量功能测出两亮点间距 Δt，则最高采样率由下式计算：

$$1/\Delta t = \qquad (\mathrm{MS/s}) \tag{1}$$

c. 对其他型号的示波器：输入一正弦波信号，周期为 T，设置为“点显示”方式，并执行单次捕捉。此时，计算一个周期内显示的采样点数 p，则最小采样间隔 Δt 按式（2）计算。代入式（1）计算其最高采样频率。

$$\Delta t\ (\mathrm{ns}) = T/p \tag{2}$$

应满足示波器说明书规定的最高采样率值。

d. 当检查最高采样率时，示波器应处于实时取样状态，否则将产生混叠现象。

注：本项目需要时也可按说明书规定的方法进行检查。

目　　录

一　概述 …… (1)
二　技术要求 …… (1)
（一）垂直偏转系统 …… (1)
（二）水平偏转系统 …… (1)
（三）触发（同步）频率范围及触发灵敏度 …… (1)
（四）校准信号 …… (1)
三　检定条件 …… (2)
（一）环境条件 …… (2)
（二）检定用主要设备 …… (2)
四　检定项目及检定方法 …… (3)
（一）外观及功能正常性检查 …… (3)
（二）水平偏转系统的检定 …… (6)
（三）垂直偏转系统的检定 …… (9)
（四）校准信号的检定 …… (13)
五　检定结果处理和检定周期 …… (15)
附录 1　检定记录格式 …… (16)
附录 2　模拟示波器参考检定方法 …… (20)
附录 3　数字示波器参考检定项目 …… (22)

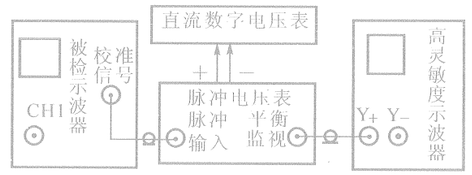


图 2（a）　校准信号幅度检定

图 2（b）　平衡监视波形

按式（2）计算：

$$A = U_1 - U_2 \tag{1}$$

$$\delta_A = \frac{A_0 - A}{A} \times 100\% \tag{2}$$

式中　A_0——校准信号幅度标称值；

A——校准信号幅度实测值。

（三）上升时间定义

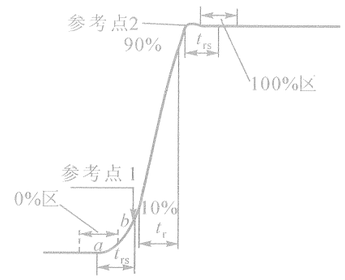


图 3　上升时间定义

当使用隧道二极管产生快沿脉冲时，应注意其临近前沿部分有一缓慢上升的过渡如图 3 中 $a \sim b$，这时可按如下方法确定 0% 和 100% 电平。

设系统上升时间为 t_{rs}，快沿脉冲上升时间 t_{rin}，被检示波器标称上升时间 t_{r0}。则

$$t_{rs} = \sqrt{{t_{rin}}^2 + {t_{r0}}^2}$$

首先确定前沿最大曲率处的突变点（参考点 1）。然后自突变点向左移动一个系统上升时间 t_{rs}，确定 0% 区的中心点，在此为中心点的 t_{rs} 范围内称为 0% 区。从这区域找出其平均电平即为 0% 电平。同理，确定高电平最大曲率处的突变点（参考点 2），向右移动一个 t_{rs}，确定 100% 电平，参看图 3 所示，最后找出 10% 和 90% 电平，读出实测上升时间 t_r。

附录 2

模拟示波器参考检定方法

（一）频带宽度的检定

a. 当缺少稳幅信号发生器时，频带宽度可按图 1 所示连接的方法检定。仪器设置如下：

示波器：　垂直偏转：　置基准挡
　　水平偏转：　置合适挡
　　触 发 源：　内
正弦信号发生器：频　　率：　50 kHz

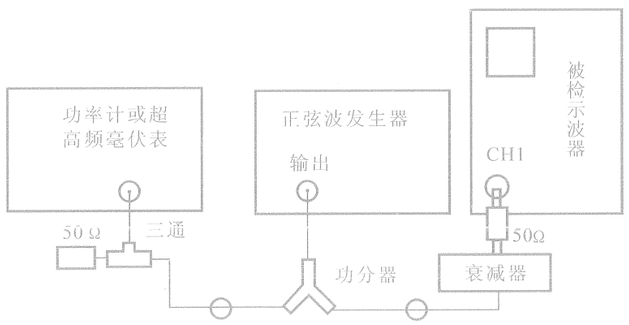


图 1　频带宽度的检定

b. 调节发生器输出电压使屏幕显示波形高度为检验工作面的 80% 左右（通常为 6 div），记下此时的格数为 H_0 及监视表读数 U。

c. 改变信号发生器输出频率向示波器带宽的上限频率升高，并保持监视表读数 U 不变，直至显示波形高度下降至 $0.707H_0$（即 4.2 div）时，此时信号发生器的频率即为示波器的（－3 dB）带宽。

d. 频带宽度的检定应在垂直偏转系数各挡上进行。鉴于目前条件，此项检定只在 2 ~ 200 mV/div 各挡级进行。应对各通道分别进行检定。

（二）校准信号幅度检定方法三

a. 当有脉冲电压表时，校准信号幅度可按图 2（a）所示连接的方法检定。

b. 置脉冲电压表“正脉冲高电平”（被测信号为负脉冲时，置负脉冲高电平）。调节“电平选择”的粗细调电位器，并逐步减小高灵敏度示波器垂直偏转系数，使屏幕显示图 2（b）的平衡监视波形，此时直流数字电压表读数即为校准信号的高电平 U_1。

c. 置脉冲电压表“正脉冲低电平”（被测信号为负脉冲时，置负脉冲低电平）。重复调节“电平选择”粗细调电位器，再使屏幕显示图 2（b）波形，记下数字电压表显示读数 U_2，即为校准信号幅度低电平，则校准信号幅度 A 由式（1）计算；其误差 δ_A

模拟示波器检定规程

本规程适用于新制造、使用中和修理后的（带宽 500 MHz 以下）模拟示波器的检定。对数字示波器相应项目的检定也可参照本规程进行。

一　概　　述

模拟示波器是以直角坐标为参数系，以时间扫描为时基两维地显示物理量——电量瞬时变化的仪器，它不但能观测低频信号（包括单次信号），同时也能观测高频信号和快速脉冲信号，并能对其表征的参量进行分析和测量。然而，数字示波器相继问世并趋于完善，更便于测试单次信号，它不但能对波形进行显示，还能对波形进行存储、分析、计算，并能组成自动测试系统。现代模拟、数字示波器对电信号的观测显示更方便更完善，是科研生产常用的工具之一。

二　技 术 要 求

（一）垂直偏转系统

1　垂直偏转系数：1 mV/div ~ 5 V/div，±2%

2　频带宽度：DC ~ 100 MHz，200 MHz，300 MHz，500 MHz 等（－3dB）。

3　垂直位移线性误差：±5%

4　瞬态响应：上 升 时 间　$t_r = \dfrac{0.35}{f_{(-3\mathrm{dB})}}$

　　上　冲　量　±5%

　　顶部不平度　±5%

5　输入电阻：1 MΩ（1 ± 1%）；50 Ω（1 ± 1%）

6　（ΔV）幅度测量：±2%

（二）水平偏转系统

7　扫描时间系数：0.5 ns/div ~ 0.5 s/div，±2%（1 s/div ~ 20 s/div，±10%）；扩展扫描时间系数：±10%

8　扫描线性误差：±10%

9　延迟时间范围：按说明书规定

10　延迟扫描晃动比：按说明书规定

11　（Δt）时间测量：±2% ± 100 ps

（三）触发（同步）频率范围及触发灵敏度

　　按说明书规定的内、外触发灵敏度技术指标。

（四）校准信号

12　校准信号幅度：0.02V，0.2V，0.5V，1V，2V（峰－峰值）等，±2%

13　校准信号频率：1kHz，1MHz 等　　±0.01%

三　检 定 条 件

（一）环境条件

14　环境温度：（20 ± 5）℃

15　相对湿度：≤80%

16　大气压强：86 ~ 106 kPa

17　交流电源：（220 ± 11）V，（50 ± 1）Hz

18　周围环境：无外界电磁场干扰和机械振动的影响。

（二）检定用主要设备

检定用主要设备见表 1

表 1　检 定 用 设 备

仪　器　名　称	技　术　要　求	备　注
（程控）示波器校准仪	时标周期：1 ns ~ 5 s，±0.01% 电压范围：200 μV ~ 100 V（1 MΩ，1 kHz）， ±0.25% ~ ±0.5% 5 mV ~ 2 V（50 Ω，1 kHz）±0.5% DC 电压输出：－200 V ~ ＋200 V，±0.25% 快前沿脉冲：$t_r \leqslant 230$ ps 按 t_{r1}（标准器上升时间）$\leqslant \frac{t_{r2}（示波器上升时间）}{3}$选取 上冲量：≤5% 顶部不平度：±4% 幅度比较器：100 mV ~ 100 V，±1%	PG506 CG5001 POC－2 SO6 等
稳幅信号发生器	频率范围：10 kHz ~ 1 000 MHz（可按示波器带宽要求选取） 输出幅度：≥1 V 有效值（50 Ω） 电压不平度：优于 ±0.5 dB 谐波失真：2 nd < 35 dB 3 rd < 40 dB	XJ－56，57 SG502 SG503 SG504
通用计数器	测量范围：100 MHz，晶振稳定度 2×10^{-7}/日 输入灵敏度：20 mV（有效值）	E312A
脉冲幅度测量仪	测量范围：±（10 mV ~ 10 V） 准确度：$\pm \frac{200\ \mu V}{U_x}$ ± 直流数字电压表误差	SF2145 DO－15 PAC－11
数字多用表 （带有四线电阻测试）	分辨率：1 μV 准确度：优于 ±0.25%	HP3478A 1071

表 9　脉冲瞬态响应

偏转系数	技术要求	测量值 CH1	测量值 CH2	结　论
/div				
2 mV	t_r = S_b = F_b =	t_r = S_b = F_b =	t_r = S_b = F_b =	
5 mV	t_r = S_b = F_b =	t_r = S_b = F_b =	t_r = S_b = F_b =	
⋮	⋮	⋮	⋮	
0.2 V	t_r = S_b = F_b =	t_r = S_b = F_b =	t_r = S_b = F_b =	

表 10　校　准　信　号

标称值	技术要求	测量值	误差/%	结　论

表 11　其他功能检查结果

a. 垂直位移线性误差：
b. 接口功能检查：
c. 其他：

表 7　垂直偏转系数（50Ω）

标称值	技术要求	误差/% CH1	误差/% CH2	误差/% CH3	误差/% CH4	结　论
/div						
1 mV						
2 mV						
5 mV						
⋮						
⋮						
1 V						

表 8　频　带　宽　度

偏转系数	技术要求	带宽 CH1	带宽 CH2	带宽 CH3	带宽 CH4	结　论
/div						
2 mV						
5 mV						
10 mV						
⋮						
⋮						
0.2 V						

表 1（续）

仪　器　名　称	技　术　要　求	备　注
高灵敏度示波器	带宽：DC ~ 1 MHz（-3dB） 共模抑制比：≥10^4:1 最小偏转系数：100 μV/div	SG1
正弦信号发生器	频率范围：1 Hz ~ 500 MHz 谐波失真：2 nd < 35 dB 3 rd < 40 dB 输出幅度：≥1 V 有效值，50 Ω	
功率分配器	频率范围：DC ~ 1 GHz 插入损耗：6 dB ± 1 dB 输出不对称性：≤0.15 dB 驻波系数：≤1.4	HP 11667A GSFQ - 50
功率计（超高频毫伏表）	频率范围：1 ~ 500 MHz，-70 ~ 0 dBm，±3%	HP436A
同轴固定衰减器	规格：3 dB，6 dB，10 dB，15 dB，20 dB（DC ~ 2 GHz，50 Ω）	SGZ12 - 14
电子秒表	走时精度：优于 0.01 s/30 min	
转接头及负载	L_{16} 阳转 Q_9 阳；L_{16} 阳转 Q_9 阴；50 Ω 通过式负载 ± 0.1%	
电缆及高频三通	带 Q_9 插头电缆三根及高频三通一个，特性阻抗 50 Ω	

四　检定项目及检定方法

（一）外观及功能正常性检查

19　被检示波器外观应完整无损，所有旋钮开关应牢固可靠、定位准确、接触良好、操作灵活、调节平滑，不应有影响操作的任何机械损伤。

20　接通电源，按说明书要求预热，具有开机自检功能的示波器应自检通过。然后将被检示波器校准信号（或外接示波器校准仪快沿脉冲）输出接至垂直输入端，调节前面板各控制旋钮使其波形显示稳定，同时按说明书给出的操作程序对前面板各旋钮功能作定性的检查。例如：探头、内触发极性、波形失真、辉度、噪声、主扫描、延迟扫描等功能工作正常，方可进行检定。

21　触发特性的检查

21.1　内触发（同步）检查

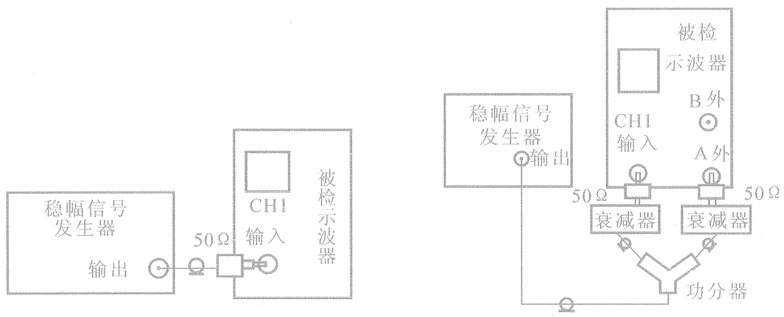
a. 按图 1（a）所示连接，示波器设置如下：

垂直方式：CH1 ON（V/div 按需要设置）

触发选择：正常，＋极性

触发源：内

水平显示：A，s/div 置合适



（a）内触发检查　　（b）外触发检查

图　1

b. 置发生器输出频率为被检示波器带宽的上限和（下限）频率，分别调节输出幅度及示波器触发电平，使屏幕上能显示稳定波形，其高度应符合被检示波器说明书中规定的技术要求。

c. 水平显示置“B”，重复 b 项，检查延迟扫描内触发电平。

d. 重复 b、c 项，对其它各通道分别进行检查。

21.2　外触发（同步）检查

a. 按图 1（b）所示连接，示波器设置如下：

垂直方式：CH1 ON（V/div 按需要设置）

水平显示：A

触发方式：外触发，正常

b. 置发生器为被检示波器带宽的上限和（下限）频率，分别调节发生器输出电压及示波器触发电平，使屏幕上能显示稳定波形，其电压幅度应符合被检示波器说明书中规定的电压峰－峰值要求。

c. 触发方式置“自动”，延迟触发源置“外”，将图 1（b）中“A”外触发信号断开，并改接至“B”延迟外触发输入端（水平显示置“B”）。

d. 重复 b 项，检查“B”延迟外触发同步电压应符合说明书技术要求。

e. 触发特性应取示波器频带宽度范围内上限和下限频率点进行检查。应在各通道和示波器规定的触发方式分别进行检查。

22　延迟时间范围的检查

a. 按图 4（a）所示连接，示波器设置如下：

垂直方式：CH1 ON（V/div 按需要设置）

水平方式：加亮，（s/div B 置最小挡，A 比 B 慢两挡）

触发方式：自动

表 4　Δt 时间测量

标称时间系数	技术要求	误差/%	结　论
/div			
1 ns			
2 ns			
5 ns			
⋮			
⋮			
⋮			
0.5 s			

表 5　ΔV 电压测量

垂直偏转系数	技术要求	误差/% CH1	误差/% CH2	结　论
/div				
2 mV				
5 mV				
10 mV				
⋮				
⋮				
5 V				
10 V				

表 6　垂直偏转系数（1MΩ）

标称值	技术要求	误差/% CH1	误差/% CH2	误差/% CH3	误差/% CH4	结　论
/div						
1 mV						
2 mV						
5 mV						
⋮						
⋮						
10 V						

附录 1

检 定 记 录 格 式

表 1　扫描时间系数

标称值	技术要求	A 误差/%	B 误差/%	结　论

表 2　扩展扫描时间系数

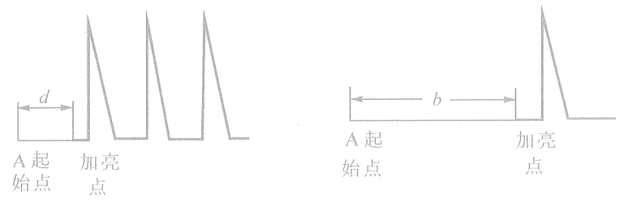
标称值	技术要求	A 误差/%	B 误差/%	结　论
/div				
0.2 ns				
0.5 ns				
1 ns				
2 ns				
5 ns				
10 ns				
20 ns				
50 ns				

表 3　扫描线性误差

标称值	技术要求	A 扫描线性误差	B 扫描线性误差	结　论

b. 调节触发电平旋钮，使屏幕显示稳定的加亮波形，将延迟倍率旋钮逆时针旋至最小，适当增加亮度以能清晰判明加亮位置和 A 扫描起始点的正确位置。

c. 示波器置 Δt 测量状态，调节第一个光标测量点到 A 起始点，第二个光标测量点到开始加亮的位置（B 扫描起始点），如图 2（a）所示。从屏幕直接读出 Δt 时间即为被检示波器的最小延迟时间 t_{dmin}。



（a）最小延迟时间波形　　（b）最大延迟时间波形

图　2

d. 当被检示波器没有 Δt 测量功能时，则直接从图 2（a）中读出 A 扫描起始点到延迟扫描起始点（开始加亮点）间的宽度 d，t_{dmin} 按式（1）计算：

$$t_{dmin} = d \times A \text{（扫描时间系数）} \tag{1}$$

e. 置 A 扫描时间系数最慢挡（如：0.5 s/div），B 扫描时间系数在相邻挡级（如：0.2 s/div），“延迟倍率”度盘顺时针旋至最大，调节触发电平，使屏幕显示图 2（b）的波形。

f. 示波器置 Δt 测量状态，调节第一个光标测量点到 A 扫描起始点，第二个光标测量点到加亮点（延迟扫描起始点），则在屏幕上方直接读出 Δt 时间即为最大延迟时间 t_{dmax}。

g. 当被检示波器没有 Δt 测量功能时，则直接从图 2（b）中读出 A 起始点至 B 延迟扫描起始点的宽度 b，则最大延迟时间 t_{dmax} 由式（2）计算：

$$t_{dmax} = b \times A \text{（扫描时间系数）} \tag{2}$$

h. 延迟时间范围应满足说明书技术要求。

注：延迟时间范围可按需要时进行检查。

23　延迟时间晃动比检查

a. 按图 4（a）所示连接，示波器设置如下：

垂直方式：CH1 ON（V/div 按需要设置）

水平方式：B（s/div 置最小挡，如：20 ns/div）

（置 A 比 B 慢 1 000 倍，如：20 μs/div）

触发方式：自动

延迟度盘：顺时针旋至最大

b. 时标输出周期置 B 扫描时间系数值附近，调节触发电平使屏幕稳定显示图 3 所示波形。记下在水平方向晃动的宽度（W）格，则延迟晃动比 R_d 由式（3）计算：

$$R_d = \frac{\Delta t_d}{t_d} \tag{3}$$

式中 Δt_d——光迹抖动的最大宽度 W 与 B 延迟扫描时间系数的乘积；

t_d——延迟度盘刻度值与 A 扫描时间系数的乘积。

注：该项检查可按需要进行。

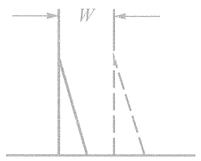


图 3 晃动检定波形

（二）水平偏转系统的检定

24 扫描时间系数

24.1 扫描时间系数≤5 s/div 时的检定

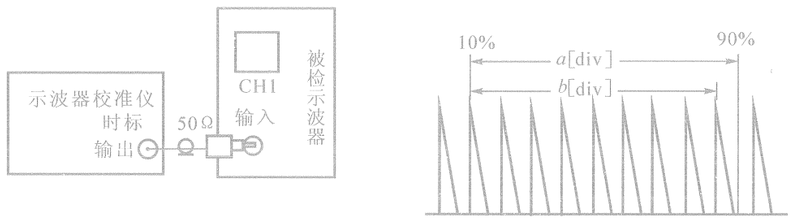
a. 按图 4（a）所示连接，示波器设置如下：

垂直方式：CH1 ON（V/div 置合适挡）

水平方式：A（s/div 置最小挡）

扫描微调：校准

触发源：内



(a) 扫描时间系数的检定　　(b) 扫描时间系数的检定

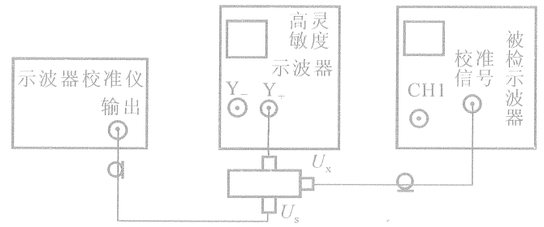
图 4

b. 置时标周期与 A 扫描时间系数相一致，调节 A 触发电平，使屏幕显示图 4（b）波形。按校准仪“T 误差”键，调微调旋钮使时标波形第二个波峰和第 10 个波峰分别与对应 10%和 90%的水平刻度线相重合，此时误差显示读数即为扫描时间系数该挡级误差（Hi 指示灯亮，表示示波器该挡量程为正误差；Lo 指示灯亮，表示示波器该挡量程为负误差）。

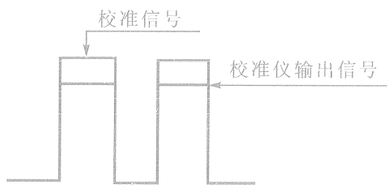
注：当用指针式偏差表头的示波器校准仪时，表头指示值为扫描时间系数误差的修正值，其误差应反符号。

c. 当检定 1 ~ 50 ns/div 各挡扫描时间系数时，不能调节偏差表头，这时根据图

c. 重复 a、b 项方法，对各校准信号幅度分别进行检定。



(a) 校准信号幅度检定



(b) 校准信号幅度平衡监视波

图 14

35 校准信号频率

将校准信号的输出经电缆直接馈至通用计数器输入端，读出其计数器指示值 f，则校准信号频率误差 δ_f 按式（19）计算。

$$\delta_f = \frac{f_i - f}{f} 100\% \tag{19}$$

式中 f_i——校准信号频率标称值；

f——校准信号频率实测值。

注：本规程是针对模拟示波器的，它也适用于数字示波器相应项目的检定。但由于两者所采用的原理、方法不同，所以在某些检定项目和检定方法上有所不同，而目前国内尚无数字示波器检定规程，为适应当前急需，本规程附录中特增加关于数字示波器的几个检查项目，仅作参考。

五 检定结果处理和检定周期

36 对被检示波器，应依据本规程的规定及有关产品说明书内的技术指标要求进行判定。

37 各项目检定结果符合要求，应发给检定证书；否则，发给检定结果通知书并注明超差项目。

38 正常使用中的示波器，检定周期为 1 年；经修理后的示波器，应进行检定。

34　校准信号幅度

34.1　方法一

a. 按图 13（a）所示连接，高灵敏度示波器设置如下：

垂直偏转：V/div 置合适挡

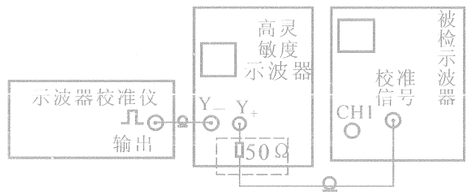
水平偏转：500 μs/div

输入耦合：接地

b. 置校准仪输出幅度与被检校准信号幅度相对应，并分别馈入高灵敏度示波器的 Y_+ 和 Y_- 差分输入端。

c. 置高灵敏度示波器输入耦合为“DC”，此时屏幕应显示图 13（b）所示波形。再逐步减小高灵敏度示波器的垂值偏转系数（比被检校准信号小 200 倍左右）。调节校准仪电压微调，使屏幕波形 a、b 两线重合，此时校准仪显示的误差读数即为校准信号幅度误差。应满足说明书内的技术要求。

d. 当检定低阻输出的校准信号幅度时，将 Y_+ 输入端加接精密终端电阻［50Ω（1 ± 0.1%）］，如图 13（a）虚线框内所示。重复 a、b、c 项方法进行检定。



（a）校准信号幅度检定

（b）平衡监视波形

图　13

34.2　方法二

用带有脉冲幅度比较器的程控示波器校准仪检定校准信号幅度，可按图 14（a）所示连接（也可以利用被检示波器本身作为平衡监视器使用）。

a. 置校准仪“幅度比较”输出状态，调整输出幅度与被检校准信号幅度相对应，输出频率置 DC，此时高灵敏度示波器显示平衡监视波形图 14（b）所示。

b. 置高灵敏度示波器垂直偏转系数比被检信号幅度小 20 倍左右，再调节校准仪电压误差微调，使两信号幅度顶部完全重合，此时校准仪显示的百分数值即为被检校准信号幅度误差（Hi 指示灯亮时为正误差；Lo 指示灯亮时为负误差）。应满足说明书技术要求。

4（b)的显示，由下式计算扫描时间系数误差 δ_t：

$$\delta_t = \frac{b - a}{a} \times 100\% \tag{4}$$

式中　a——水平方向检验工作面内 80%的标称长度（通常为 8 div）；

b——时标信号在检验工作面 80%的格数相对应的个数所占的实际长度。

d. 置示波器水平显示“B”，触发方式置“延迟”，B 扫描时间系数置最小挡，A 扫描时间系数比 B 慢两挡级，调节 B 触发电平旋钮，使屏幕显示图 4（b）波形，按 b、c 项的方法检定延迟扫描时间系数误差。

24.2　扫描时间系数 > 5 s/div 时的检定

a. 按图 4（a）所示连接，示波器设置如下：

垂直方式：CH1 ON（V/div 置合适挡）

水平方式：A（s/div 置被检挡）

扫描微调：校准

触发源：内

b. 适当调节辉度旋钮，使屏幕上光点亮度适中，调节“水平位移”钮，使光点对准 X 轴起始标尺刻度，再调节“触发电平”钮，使之触发扫描（此时光点聚亮），待光点移至 X 轴第二根标尺刻度（10%处）的同时，按下秒表计时；待光点移至 X 轴第十根标尺刻度（90%处）的同时，再按下秒表停止计时。则秒表指示值 t_0（s）即为该挡级（从 X 轴的 10%至 90%长度）的扫描时间，按公式（5）、（6）计算扫描时间系数 K_b（s/div)及误差 δ_t：

$$K_b = \frac{t_0}{8} \tag{5}$$

$$\delta_t = \frac{t_i - t_0}{t_0} \times 100\% \tag{6}$$

式中　t_i——光点从 X 轴 10%至 90%长度的标称扫描时间。

注：扫描时间系数最小挡级允许扣除视在延迟时间 t_d，应在 A、B 扫描时间系数各挡级分别进行检定，扫描时间系数误差应满足说明书技术要求。

25　扩展扫描时间系数

a. 按图 4（a）所示连接，示波器设置如下：

垂直方式：CH1 ON（V/div 置合适挡）

水平方式：A（s/div 最小挡）

扫描微调：校准

扫描扩展：×10

触发源：内

b. 输入与被检示波器允许带宽相对应的时标信号。以 500 MHz 为例，置校准仪输出 2 ns，调节示波器触发电平，在屏幕上显示两个周期波形（最小扫描时间系数不同，输入时标也不同，屏幕显示波形个数也不同），如图 5 所示，则该挡扩展扫描时间系数误差由式（4）计算。应满足说明书技术要求；应在 A、B 扩展扫描时间系数的最小三

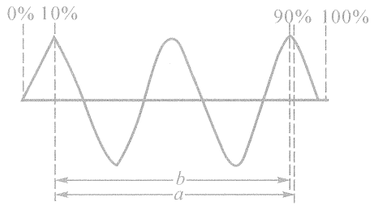


图 5　扩展扫描时间系数检定波形

个挡上进行检定。

c. 对带宽在 50MHz 以下的示波器最小扩展扫描时间系数一般为 0.1 μs/div 或 0.2 μs/div，可直接调偏差表头来读测其误差，请按 24 条 b 项方法进行检定。

26　扫描线性

a. 按图 4（a）所示连接，示波器设置如下：

垂直方式：CH1 ON（V/div 置合适挡）

水平方式：A（s/div 置最小挡）

扫描微调：校准

触发源：内

b. 置校准仪时标周期与扫描时间系数相对应，调节 A 触发电平，使波形在屏幕居中稳定显示，如图 6 所示。

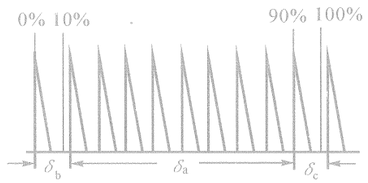


图 6　扫描线性检定波形

c. 按进“T 误差”键，调节其微调旋钮，分别测出扣除视在延迟时间后，在检验工作面 80% 内的平均时间系数误差 δ_a 与两边缘 10% 区间内的平均时间系数 δ_b 和 δ_c，则扫描线性误差 δ_{sl} 按公式（7）、（8）计算（取两者中较大值）：

$$\delta_{sl} = \left| \frac{\delta_a - \delta_b}{1 + \delta_b} \right| \tag{7}$$

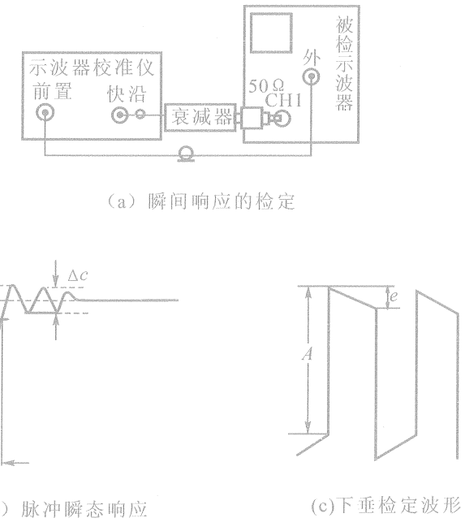
$$\delta_{sl} = \left| \frac{\delta_a - \delta_c}{1 + \delta_c} \right| \tag{8}$$

式中　δ_a——屏幕中心 80% 检验工作面内平均扫描时间系数误差；

δ_b——边缘 0% ~ 10% 区间内的平均扫描时间系数误差；

δ_c——边缘 90% ~ 100% 区间内的平均扫描时间系数误差。

注：线性误差的检定应在扫描时间系数的最小挡、中间挡分别进行，也可按需要时进行检定。



（a）瞬间响应的检定

（b）脉冲瞬态响应

(c)下垂检定波形

图　12

c. 调节快沿脉冲输出幅度，使波形占检验工作面高度的 80% 左右，使波形幅度 A 的 0% 和 100% 线分别与上下两水平刻度线对齐，将扫描时间系数扩展 × 10，调节水平位移使波形的前沿中点位于屏幕中央，并使波形幅度的 10% 和 90% 点分别与坐标的 10% 和 90% 刻度线相交，如图 12（b）所示，被检示波器上升时间 t_r 由式（15）计算：

$$t_r = \text{扩展后的实测扫描时间因数} \times L \tag{15}$$

式中　L——从基本幅度 A 的 10% 到 90% 在水平方向所占长度（div）；

A——取示波器上升时间 25 倍处的波形高度平坦部分。

d. 从屏幕上读出此时的上冲量 b 值和顶部不平坦度 Δc，由式（16）、（17）计算：

$$\text{上冲量}\quad S_b = \frac{b}{A} \times 100\% \tag{16}$$

$$\text{顶部不平度}\quad \delta_f = \frac{\Delta c}{A} \times 100\% \tag{17}$$

e. 按产品说明书规定，置快沿脉冲宽度 T_w，示波器置耦合方式，调节脉冲波形高度 A 至检验工作面高度的 80%，记下 A 和 e 值，如图 12（c）所示。按式（18）计算下垂量 δ_e：

$$\text{下垂量}\quad \delta_e = \frac{e}{A} \times 100\% \tag{18}$$

注：（1）当没有脉冲宽度可调的仪器时，使用 T_w 大于说明书给定持续时间 T 的发生器。但此时 e 的读数仍应按技术要求中规定的宽度处读出。

（2）本项目应按技术要求进行检定。

（3）测得的上升时间必需按实测时间系数误差进行修正。

（4）上述这些参量检定结果应满足说明书技术要求。

（四）校准信号的检定

式中　V_i——示波器校准仪输出脉冲幅度标称值；

ΔV_i——屏幕显示读数。

f. 重复 a～e 项，对各通道的各垂直偏转系数挡级分别进行检定。

32　频带宽度

a. 按图 11 所示连接，示波器设置如下：

垂直方式：CH1 ON（V/div 置基准挡）

水平方式：A（s/div 置合适挡）

耦合方式：DC

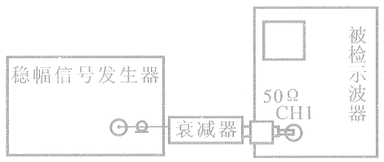


图 11　频带宽度的检定

b. 稳幅信号发生器输出频率置 50 kHz 调节输出电压，使屏幕显示幅度高度 H_0 为检验工作面的 80%左右（通常为 6 div）。

c. 保持发生器输出电压不变，然后均匀地改变发生器的频率，记下各频率点的波形高度 H_i，则频带宽度内下降的 dB 数由式（14）计算：

$$\text{频带宽度内下降的 dB 数} = 20\lg\frac{H_i}{H_0} \tag{14}$$

式中　H_i——各频率点显示的幅度高度；

H_0——基准频率点显示幅度的高度。

d. 当信号发生器频率向示波器上限频率继续升高时，显示高度降为 $0.707H_0$（即 4.2 div）时对应的频率即为示波器频带宽度实测值。

e. 重复 a～d 项，对 2 mV/div～200 mV/div 各偏转系数挡级和各通道上分别进行频带宽度的检定。

注：（1）图 11 中衰减器需要时接。

（2）检定低频示波器时，基准频率可选 1 kHz；300 MHz 带宽以下示波器，基准频率可选 50 kHz或 100 kHz；300 MHz 带宽以上的示波器，基准频率可选 1 MHz 或 6 MHz。

33　脉冲瞬态响应的检定

a. 按图 12（a）所示连接，示波器设置如下：

垂直方式：CH1 ON（V/div 置基准挡）

水平显示：A（s/div 置最小挡）

触发源：内

触发耦合：DC

b. 快沿脉冲周期置 1 μs，被检示波器带宽低于 40 MHz 时，将前置输出脉冲馈入示波器外触发输入端（带宽高于 40 MHz 时，示波器置内触发）。

27　Δt 时间测量

a. 按图 4（a）所示连接，示波器设置如下：

垂直方式：CH1 ON（V/div 置合适挡）

水平方式：A（s/div 置最小挡）

触发源：内

b. 示波器置 Δt 测量状态，将两光标线调到水平检验工作面的 80%范围，并使屏幕显示 Δt 值为 1，2，5 步进的整数。

c. 输入相应的时标信号，调节校准仪“T 误差”微调钮，使两侧时标信号分别与两光标线重合，读出校准仪上显示误差 δ_t，即为“Δt 时间测量”该挡的误差。

d. 当校准仪无“T 误差”功能时，置校准仪时标周期 t_i 使屏幕显示两个以上的周期波形，调节两光标测量线（或两根光标测量点）分别对准并重合于水平刻度 80%检验工作面内的两个时标见图 7 所示。读出屏幕上光标显示值 Δt_i，按式（9）计算时间测量误差 δ_t，应满足说明书内的技术要求。

$$\delta_t = \frac{\Delta t_i - t_i}{t_i} \times 100\% \tag{9}$$

式中　t_i——示波器校准仪输出时标周期；

Δt_i——屏幕光标显示读数。

e. Δt 时间测量检定应在水平刻度的 80%检验工作面内进行；应在扫描时间系数各挡级分别进行检定。

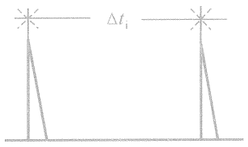


图 7　时间测量检定波形

（三）垂直偏转系统的检定

28　垂直位移线性误差

a. 按图 9（a）所示连接，示波器设置如下：

垂直方式：CH1 ON（50 mV/div）

水平方式：A（0.5 ms/div）

触发方式：内

b. 调节校准仪脉冲幅度，使波形在屏幕中心显示，且占检验工作面的 50%高度为 a，调校准仪“V 误差”键，使波形与 a 格的刻度线重合，读得误差 δ_a。

c. 调节垂直位移旋钮，将波形分别移至检验工作面的上（下）两端，显示 b（c）格，分别调节校准仪“V 误差”微调钮，使波形分别与 b（c）格的刻度线重合，读得显示误差 δ_b（δ_c）。

d. 垂直位移线性误差 δ_{sl} 由（10）、（11）两式计算（取两者中较大值）：

$$\delta_{s1} = \left| \frac{\delta_b - \delta_a}{1 + \delta_a} \right| \tag{10}$$

$$\delta_{s1} = \left| \frac{\delta_c - \delta_a}{1 + \delta_a} \right| \tag{11}$$

式中 δ_a——波形在屏幕中心显示检验工作面 50% 高度时的偏转误差；

δ_b——波形移至检验工作面上端时的偏转误差；

δ_c——波形移至检验工作面下端时的偏转误差。

e. 垂直位移线性误差应满足说明书技术要求，该项目可按需要时进行检定。

29 输入电阻

a. 按图 8 所示连接，示波器设置如下：

电　　源：关

输入电阻：50 Ω

输入耦合：DC

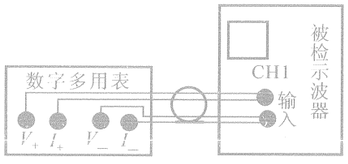


图 8　输入电阻的检定

b. 数字多用表置“四线电阻”测量状态，用 Q_9——香蕉接头的电缆，一端接至数字多用表的四线测量连接端，Q_9 头接至示波器 CH1 输入端。

c. 读出此时数字多用表显示的电阻测量值 R_0，按式（12）计算输入电阻误差 δ_R。应满足说明书技术要求。

$$\delta_R = \frac{R_i - R_0}{R_0} \times 100\% \tag{12}$$

式中 R_i——输入电阻标称值；

R_0——输入电阻实测值。

d. 置示波器输入电阻为 1 MΩ，重复 c 项测出其误差。

e. 重复 b、c、d 项方法，对各通道输入电阻分别进行检定。

30 垂直偏转系数

a. 按图 9（a）所示连接，示波器设置如下：

垂直方式：CH1 ON（V/div 置最小挡）

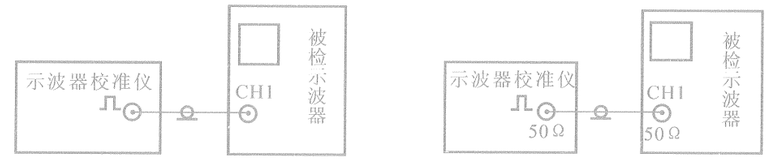
垂直微调：校准

水平方式：A（500 μs/div 左右）

输入耦合：DC

触发方式：内

b. 置校准仪输出脉冲 1 kHz，改变其输出幅度和电压倍率，使显示波形高度为屏幕



（a）垂直偏转系数的检定　　（b）50 Ω 垂直偏转系数的检定

图 9

检验工作面的 80% 左右（通常为 6 div）。此时调校准仪“V 误差”微调旋钮，直到脉冲的上下基线与示波器水平刻度完全重合，校准仪显示的误差值为该挡偏转系数误差 δ_V（当“HIGH”灯亮时，表示正误差；“LOW”灯亮时，表示负误差）。

c. 当图 9（a）中示波器校准仪为 SO3、SO4、SO6 等，则偏差表头读数为偏转系数修正值，其误差应反符号。

d. 重复 b、c 项方法，对其它各通道的各偏转系数挡级分别进行检定。

e. 按图 9（b）所示连接，示波器输入阻抗置 50 Ω。

f. 重复 b 项的方法，对各通道的 1 mV/div ~ 0.5 V/div 各偏转系数挡级进行检定。

31 （ΔV）幅度测量

a. 按图 9（a）所示连接（当示波器输入阻抗为 50 Ω 时，按图 9（b）所示连接）。

b. 示波器置 ΔV 测量状态，将两光标线调到垂直检验工作面的 80% 范围并使屏幕显示 ΔV 值为 1，2，5 步进的整数。

c. 输入相应的脉冲幅度，并调节校准仪“V 误差”微调旋钮，使脉冲幅度分别与上下两光标线完全重合，读出校准仪上显示误差 δ_V 则为 ΔV 测量误差。应满足说明书内的技术要求。

d. 当校准仪无误差微调时，改变校准仪输出脉冲幅度，使屏幕显示波形高度为检验工作面的 80% 左右（通常为 6 div），如图 10 所示。

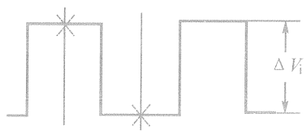


图 10　电压测量检定波形

e. 调整 ΔV 两光标测量线（或两光标测量点）分别与脉冲幅度的上下基线完全重合，读取屏幕上方显示的 ΔV_i 值，按式（13）计算 ΔV 测量功能的误差 δ_V。应满足说明书内的技术要求。

$$\delta_V = \frac{\Delta V_i - V_i}{V_i} \times 100\% \tag{13}$$