

中华人民共和国国家军用标准

FL 0113

GJB 7691-2012

数字示波器检定规程

Verification regulation for digital oscilloscope

2012-07-24 发布

2012-09-01 实施

中国人民解放军总装备部 批准

目 次

前言	III
1 范围	1
2 引用文件	1
3 术语和定义	1
4 概述	1
5 计量特性	1
5.1 技术指标依据	1
5.2 主要技术指标	1
6 通用技术要求	2
6.1 外观及附件	2
6.2 工作正常性	2
7 检定条件	3
7.1 环境条件	3
7.2 测量标准	3
8 检定项目	4
9 检定方法	5
9.1 外观及附件检查	5
9.2 工作正常性检查	5
9.3 直流增益	5
9.4 直流偏置	6
9.5 频带宽度	7
9.6 上升时间	8
9.7 过冲	9
9.8 本底噪声	10
9.9 通道隔离度	11
9.10 时基	11
9.11 通道间延迟时间差	12
9.12 触发灵敏度	13
9.13 校准信号	14
9.14 输入电阻	15
9.15 输入电容	16
9.16 探极衰减比	16
10 检定结果	17
11 检定证书	17
11.1 数字示波器检定证书要求	17
11.2 数字示波器检定证书内页格式	18
12 检定周期	18

GJB 7691—2012

附录 A (资料性附录) 检定记录表格式.....19
附录 B (资料性附录) 数字式波器检定证书封面和封二格式.....25

前 言

本规程的附录 A、附录 B 是资料性附录。

本规程由中国工程物理研究院提出。

本规程起草单位：中国工程物理研究院计量测试中心、中国航天科工集团公司第二研究院二〇三所、中国电子科技集团公司第十研究所、中国计量科学研究院。

本规程主要起草人：邓晓莉、郭伟民、马红梅、黄坤超、缪京元、魏翔文、李 莉、高岩晶。

数字示波器检定规程

1 范围

本规程规定了数字示波器的检定技术要求、检定条件、检定项目、检定方法、检定结果、检定证书和检定周期等内容。

本规程适用于新制造、使用中和修理后的数字示波器的检定。

2 引用文件

下列文件中的有关条款通过引用而成为本规程的条款。凡注日期或版次的引用文件，其后的任何修改单（不包括勘误的内容）或修订版本都不适用于本规程。但提倡使用本规程的各方探讨使用其最新版本的可能性。凡未注日期或版次的引用文件，其最新版本适用于本规程。

JJG 278—2002 示波器校准仪检定规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本规程。

3.1 数字增强带宽 digital enhanced bandwidth

在数字示波器的模拟—数字变换器(ADC)转换后和采样存储器前采用数字增强技术进行幅频和相频特性的补偿，从而改善提高数字示波器的带宽，此带宽称为数字增强带宽。

3.2 实时上升时间 real-time rise time

实时采样时，脉冲波形从其幅度的 10%到 90%所占用的时间。

3.3 重复上升时间 repetitive rise time

重复采样时，脉冲波形从其幅度的 10%到 90%所占用的时间。

3.4 数字增强上升时间 digital enhanced rise time

数字增强方式时，脉冲波形从其幅度的 10%到 90%所占用的时间。

4 概述

数字示波器是一种时域电子测量仪器，主要用于观测各种电信号的波形。

工作原理：对输入信号，由时基电路控制，按一定时间间隔采样，通过 ADC 量化后，以二进制码的形式存储波形数据，经触发电路进行条件判定、触发，结束采集过程，经数据处理后进行显示，重现波形。

5 计量特性

5.1 技术指标依据

以数字示波器技术说明书规定的技术指标为准，无规定时以本规程为准。

5.2 主要技术指标

5.2.1 垂直系统

技术指标如下：

- a) 直流增益：各垂直偏转系数(1mV/div~50V/div, 可调)下为 1，最大允许误差： $\pm(1\% \sim 4\%)$ ；
- b) 直流偏置： $-200\text{V} \sim 200\text{V}$ ，最大允许误差： $\pm(1.0\% \times \text{满度值} + 1.5\% \times \text{偏移值} + 1\text{mV})$ ；
- c) 实时/重复(模拟)/数字增强频带宽度($\pm 3\text{dB}$)： $\text{DC} \sim 20\text{GHz}$ ；

- d) 实时/重复(模拟)/数字增强上升时间: $t_r = \frac{0.35 \sim 0.55}{\text{对应频带宽度}}$;
- e) 过冲: 不大于 20%(频带宽度小于 3GHz), 不大于 30%(频带宽度不小于 3GHz);
- f) 本底噪声: 280 μ V~68mV(与频段和垂直偏转系数有关);
- g) 通道隔离度: 100:1~20:1(分频段)。

5.2.2 水平系统

技术指标如下:

- a) 水平偏转系数: 5ps/div~1000s/div, 时基最大允许误差: $\pm(1 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-6})$;
- b) 通道间延迟时间差: $\pm(30\text{ps} \sim 5\text{ns})$ 。

5.2.3 触发系统

触发灵敏度: 0.35div、0.5div、1div 等(分频段)。

5.2.4 校准信号

技术指标如下:

- a) 校准信号幅度: 500mV, 1V, 5V 或 50mV~2V 连续可调等, 最大允许误差: $\pm(1\% \sim 20\%)$;
- b) 校准信号频率: 1kHz 或 500Hz~5MHz 连续可调等; 最大允许误差: $\pm(0.1\% \sim 20\%)$ 。

5.2.5 输入特性

技术指标如下:

- a) 输入电阻: 50 Ω , 1M Ω , 最大允许误差: $\pm(1\% \sim 3\%)$;
- b) 输入电容: 10pF、13pF、25pF 等, 最大允许误差: $\pm(8\% \sim 30\%)$;
- c) 探极衰减比: 1:1~1:1000, 最大允许误差: $\pm(0.5\% \sim 3\%)$ 。

6 通用技术要求

6.1 外观及附件

数字示波器的前面板或后面板上应有仪器名称、型号、制造厂、出厂序号。供电电源标志明确, 并且设置正确。不应有影响正常工作及读数的任何机械损伤。

数字示波器送检时应带上电源线、适配器、光盘、使用说明书及其他附件。

6.2 工作正常性

6.2.1 数字示波器通电后屏幕应显示正常, 所有开关、按键和旋钮应牢固可靠、定位准确、接触良好、调节平滑, 输入输出端口牢靠。

6.2.2 具有全面自检或自校功能的数字示波器, 调用对应功能, 应正常。有信号路径补偿(Signal Path Compensation)功能的数字示波器, 调用其功能, 应正常。

6.2.3 将数字示波器校准信号输出至数字示波器输入端, 调节前面板各控制旋钮, 使波形稳定显示, 同时对前面板各旋钮功能进行检查, 应正常。

6.2.4 有磁盘或光盘驱动器的数字示波器, 对采集到的波形和数字示波器设置进行外部存储并调用, 观察其功能, 应正常。

6.2.5 数字示波器分别设置最大、最小的存储长度, 波形存储后检查数据长度, 应与设置值一致。

6.2.6 数字示波器设置打点显示方式, 采样率分别设置为重复最高采样率和实时最高采样率, 读取波形采样点间时间间隔, 取倒数后即对应的最高采样率, 检查其结果, 应与标称值一致。

6.2.7 数字示波器设置光标功能(垂直方式), 分别调节两光标对应的控制旋钮使其在屏幕上下移动, 观测两光标的最小步进, 两者应一致。观测垂直分辨力(垂直偏转系数/光标最小步进)是否为 50 线/div(200 线/div 等), 光标(垂直)读数应正确。

6.2.8 数字示波器设置光标功能(水平方式), 分别调节两光标对应的控制旋钮使其在屏幕左右移动, 观测两光标的最小步进, 两者应一致。观测水平分辨力(水平偏转系数/光标最小步进)是否为

50 线/div (200 线/div 等), 光标(水平)读数应正确。

6.2.9 数字示波器的探极用标准方波信号进行补偿特性调校后, 应正常。

6.2.10 必要时, 对数字示波器具有的其他功能进行检查, 应正常。

7 检定条件

7.1 环境条件

环境条件及其要求如下:

- a) 环境温度: $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$;
- b) 相对湿度: 不大于 80%;
- c) 大气压强: 70kPa~106kPa;
- d) 供电电源: 电压 $220\text{V} \pm 22\text{V}$, 频率 $50\text{Hz} \pm 1\text{Hz}$;
- e) 其他: 周围环境应无影响数字示波器及检定系统性能的振动、冲击及电磁辐射等。

注: 海拔高度不大于 3000m 时, c) 条可免于监测。

7.2 测量标准

7.2.1 通则

检定用设备的测量范围应覆盖被检数字示波器的测量范围, 数字示波器与测量标准(含测量标准附件)的测量不确定度比一般不得低于 4:1。

7.2.2 直流电压源

技术指标如下:

- a) 输出电压范围: $-200\text{V} \sim -1\text{mV}$, $1\text{mV} \sim 200\text{V}$ ($1\text{M}\Omega$);
 $-5\text{V} \sim -1\text{mV}$, $1\text{mV} \sim 5\text{V}$ (50Ω);
- b) 最大允许误差: $\pm(0.25\% \times \text{标称值} + 25\mu\text{V})$ 。
- c) 参考型号: Fluke 9500B。

7.2.3 方波信号发生器

技术指标如下:

- a) 输出电压范围: $5\text{mV} \sim 200\text{V}$ ($1\text{M}\Omega$);
 $5\text{mV} \sim 5\text{V}$ (50Ω);
- b) 最大允许误差: $\pm(0.25\% \times \text{标称值} + 25\mu\text{V})$ 。
- c) 参考型号: Fluke 9500B。

7.2.4 时标信号发生器

技术指标如下:

- a) 时标周期: $1\text{ms} \sim 100\text{ms}$;
- b) 最大允许误差: $\pm 2.5 \times 10^{-7}$;
- c) 参考型号: Fluke 9500B。

7.2.5 稳幅正弦信号发生器

技术指标如下:

- a) 频率范围: $50\text{kHz} \sim 6\text{GHz}$ (可按数字示波器带宽要求选取, 覆盖其带宽范围);
- b) 输出幅度: $5\text{mV} \sim 5\text{V}$ (峰峰值), 50Ω ;
- c) 幅度平坦度: 优于 $\pm 0.5\text{dB}$;
- d) 参考型号: Fluke 9500B。

7.2.6 快沿脉冲信号发生器

技术指标如下:

- a) 上升时间: 不大于被测数字示波器上升时间的 1/3;

- b) 过冲：不大于 5%；
- c) 参考型号：Fluke 9500B。

7.2.7 合成信号发生器

技术指标如下：

- a) 频率范围：10MHz~20GHz(可按数字示波器带宽要求选取，覆盖其带宽范围)；
- b) 输出功率：-40dBm~18dBm；
- c) 参考型号：Anritsu 69347B。

7.2.8 电阻测量仪

技术指标如下：

- a) 电阻测量范围：40Ω~2MΩ；
- b) 最大允许误差：±0.25%；
- c) 参考型号：上海科迪 SB 2231。

7.2.9 频率计

技术指标如下：

- a) 测量范围：1MHz~100MHz；
- b) 最大允许误差：±2.5×10⁻⁷；
- c) 参考型号：Agilent 53132A。

7.2.10 功率计

技术指标如下：

- a) 频率范围：10MHz~20GHz；
- b) 功率测量范围：-40dBm~18dBm；
- c) 最大允许误差：±3%；
- d) 参考型号：Agilent E4419B 功率计、E4412A (E4413A) 功率座。

7.2.11 LCR 测试仪

技术指标如下：

- a) 电容测量范围：1pF~100pF；
- b) 最大允许误差：±2%；
- c) 参考型号：Agilent 4284A。

7.2.12 功率分配器

技术指标如下：

- a) 频率范围：DC~20GHz；
- b) 插入损耗：6dB；
- c) 输出不对称性：不大于 0.25dB；
- d) 输入端口电压驻波比：不大于 1.22；
- e) 参考型号：Agilent 11667B。

7.2.13 检定所用附件

应配备数字示波器检定所需的各类附件，如：各类转接器及匹配器(50Ω 通过式负载及终端负载)、短路器、同轴固定衰减器、50Ω 低损耗同轴电缆及高频三通等。

注：也可采用满足相应技术指标，集多种仪器功能于一体的专用校准仪为主组成的检定系统。

8 检定项目

数字示波器检定项目如表 1 所示。

表 1 数字示波器检定项目一览表

检定项目	检定类别		
	首次检定	周期检定	修理后检定
外观及附件	+	+	+
工作正常性	+	+	+
直流增益	+	+	+
直流偏置	+	+	+
频带宽度	+	+	+
上升时间	+	+	+
过冲	+	+	+
本底噪声	+	-	+
通道隔离度	+	-	+
时基	+	+	+
通道间延迟时间差	+	-	+
触发灵敏度	+	+	+
校准信号	+	+	+
输入电阻	+	+	+
输入电容	+	-	+
探头衰减比	+	+	+

注：“+”为应检项目，“-”为可不检项目。

9 检定方法

9.1 外观及附件检查

用目视法和手动法检查数字示波器的外观及附件，其结果应符合 6.1 的规定。

9.2 工作正常性检查

对数字示波器按技术说明书规定预热时间(无规定时 30min)通电预热后，用目视法和手动法检查工作正常性，结果应符合 6.2.1~6.2.10 的规定。

9.3 直流增益

9.3.1 按图 1 所示连接仪器，调用数字示波器出厂默认设置。

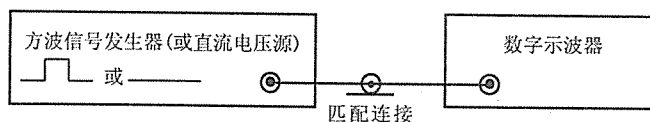


图 1 直流增益检定示意图

9.3.2 选定数字示波器的测量通道，设置为 $1M\Omega$ 、DC 耦合，关闭其他通道。

9.3.3 数字示波器设置为 20MHz 带宽限制、直流偏置和位置均为 0、内触发、时基为 $500\mu s/div$ 。垂直偏转系数置于最小量程档。

9.3.4 将方波信号发生器输出设置为频率 1kHz、幅度 U 的对称方波或设置直流电压源先后输出为相应的两个直流电压值 U_{H0} 和 U_{L0} ，使显示波形高度为屏幕检验工作面的 80%左右(一般为 6div 或 8div)，正确设置脉冲幅度或直流幅度自动测量功能(选取厂家与标准定义一致的自动测量算法)，读取并记录数

字示波器方波电压幅度 U_{amp} 或直流电压幅度 U_{H} 、 U_{L} ，检定结果记录格式参见附录 A 中图 A.1。按公式(1)或公式(2)计算直流增益：

$$G_{\text{D}} = \frac{U_{\text{amp}}}{U} \dots\dots\dots (1)$$

$$G_{\text{D}} = \frac{U_{\text{H}} - U_{\text{L}}}{U_{\text{H0}} - U_{\text{L0}}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

G_{D} ——数字示波器直流增益实测值；

U_{amp} ——屏幕显示方波电压幅度读数，V；

U ——方波信号发生器输出方波幅度标准值，V；

U_{H} ——屏幕显示直流电压幅度高电平读数，V；

U_{L} ——屏幕显示直流电压幅度低电平读数，V；

U_{H0} ——直流电压源输出直流电压高电平值，V；

U_{L0} ——直流电压源输出直流电压低电平值，V。

按公式(3)计算直流增益相对误差，其结果应符合技术说明书或 5.2.1 a) 的规定：

$$\delta_{\text{GD}} = \frac{G_{\text{D}} - G_{\text{D0}}}{G_{\text{D0}}} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中：

δ_{GD} ——数字示波器直流增益相对误差，%；

G_{D0} ——数字示波器直流增益标称值， $G_{\text{D0}}=1$ 。

9.3.5 调整垂直偏转系数(一般为 1-2-5 步进)重复步骤 9.3.4，直到完成该通道所有直流增益的检定。

9.3.6 更换数字示波器的测量通道，重复步骤 9.3.2~9.3.5，直到完成所有通道的检定。

9.3.7 选定数字示波器的测量通道，设置为 50Ω、DC 耦合，关闭其他通道，重复步骤 9.3.3~9.3.6。

9.4 直流偏置

9.4.1 按图 1 所示连接仪器，调用数字示波器出厂默认设置。

9.4.2 选定数字示波器的测量通道，设置为 1MΩ、DC 耦合，关闭其他通道。

9.4.3 数字示波器设置位置为 0、内触发，根据不同的偏置范围分段，设置直流偏置为该段内正的最大值，并将垂直偏转系数设置为该段内最小值。

9.4.4 当正偏置电压在 0 电压基线的上方(或下方)时，设置直流电压源输出负电压(或正电压) U_0 (U_0 绝对值等于最大正偏置值)，使波形出现在屏幕正中央附近。打开数字示波器的自动测量功能，读取并记录数字示波器直流幅度值 U_{S} ，检定结果记录格式参见附录 A 中图 A.2。按公式(4)计算直流偏置的相对误差，其结果应符合技术说明书或 5.2.1 b) 的规定：

$$\delta_{\text{OF}} = \frac{U_{\text{S}} - U_0}{U_0} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中：

δ_{OF} ——数字示波器直流偏置的相对误差，%；

U_{S} ——屏幕显示直流幅度读数，V；

U_0 ——直流电压源输出值，V。

9.4.5 调整直流偏置设置，将其设置为该段内负的最小值，当负偏置电压在 0 电压基线的下方(或上方)时，设置直流电压源输出为正电压(或负电压) U_0 (U_0 绝对值等于此时负偏置的绝对值)，再次进行测量，读取并记录数字示波器直流幅度值 U_{S} ，检定结果记录格式参见附录 A 中图 A.2，按公式(4)计算直流偏置的相对误差，其结果应符合技术说明书或 5.2.1b) 的规定。

9.4.6 调整直流偏置设置，将其设置为 0，直流电压源不输出，垂直偏转系数设置为该段内最小值，

再次进行测量, 读取并记录数字示波器直流幅度值 U_S , 检定结果记录格式参见附录 A 中图 A.2。

9.4.7 更换数字示波器的测量通道, 重复步骤 9.4.2~9.4.6, 直到完成所有通道的检定。

9.4.8 选定数字示波器的测量通道, 设置为 50Ω 、DC 耦合, 关闭其他通道, 重复步骤 9.4.3~9.4.7。

9.5 频带宽度

9.5.1 实时带宽

9.5.1.1 方法一

9.5.1.1.1 当到达数字示波器端口信号幅度平坦度优于 $\pm 0.5\text{dB}$ 时, 按图 2 所示连接仪器, 调用数字示波器出厂默认设置。

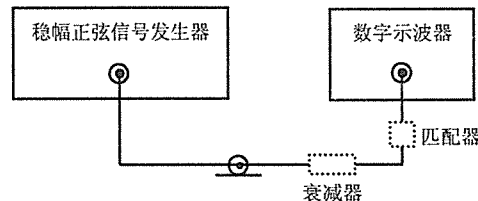


图 2 实时带宽检定示意图(一)

9.5.1.1.2 选定数字示波器的测量通道, 设置为 50Ω 、DC 耦合, 关闭其他通道。

9.5.1.1.3 选定数字示波器的垂直偏转系数, 设置数字示波器直流偏置和位置为 0、内触发、触发 DC 耦合、实时采样, 波形显示为正弦内插拟合。

9.5.1.1.4 稳幅正弦信号发生器设置频率 50kHz (频带宽度大于 300MHz 数字示波器, 基准频率可选定为 6MHz 或 10MHz), 调节稳幅正弦信号发生器的输出幅度使波形覆盖数字示波器约 80% 屏幕范围, 调整数字示波器触发电平和时基, 在屏幕上稳定显示约 5 个周期的正弦波形。读取并记录数字示波器周期有效值 U_{brms} 或幅度值 U_{bm} (选取厂家与标准定义一致的自动测量算法), 3GHz 以上频带宽度的数字示波器推荐采用周期有效值 U_{brms} 。

9.5.1.1.5 保持稳幅正弦信号发生器输出幅度不变, 均匀地增加信号频率 f , 并调整数字示波器时基, 屏幕始终保持约 5 个周期的正弦波形, 读取并记录数字示波器周期有效值 U_{hrms} 或幅度值 U_{hm} , 则带宽内下降(或上升)的分贝数由公式(5)或公式(6)计算:

$$A_{\text{BW}} = 20 \lg \frac{U_{\text{hrms}}}{U_{\text{brms}}} \dots\dots\dots (5)$$

$$A_{\text{BW}} = 20 \lg \frac{U_{\text{hm}}}{U_{\text{bm}}} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

A_{BW} ——带宽内下降(或上升)的分贝数, dB;

U_{hrms} —— f 频率下显示波形的周期有效值, V;

U_{brms} ——基准频率下显示波形的周期有效值, V;

U_{hm} —— f 频率下显示波形的幅度值, V;

U_{bm} ——基准频率点下显示波形的幅度值, V。

9.5.1.1.6 当稳幅正弦信号发生器频率继续升高到数字示波器上限频率 f_{H} (标称带宽)时, 读取并记录屏幕显示波形的周期有效值 U_{brms} 或幅度值 U_{bm} , 检定结果记录格式参见附录 A 中图 A.3, 按公式(5)或公式(6)计算带宽内下降(或上升)的分贝数 A_{BW} , 其结果应符合技术说明书或 5.2.1c) 的规定。

9.5.1.1.7 调整垂直偏转系数(一般为 1-2-5 步进或厂家规定的特定垂直偏转系数), 重复步骤 9.5.1.1.3~9.5.1.1.6, 直到完成该通道所有频带宽度的检定。必要时可接入衰减器改变信号幅度。

9.5.1.1.8 更换数字示波器的测量通道, 重复步骤 9.5.1.1.2~9.5.1.1.7, 直到完成所有通道的检定。

9.5.1.1.9 选定数字示波器的测量通道, 设置通道为 $1\text{M}\Omega$ 、DC 耦合, 在通道的输入端接入 50Ω 匹配

器, 关闭其他通道。

9.5.1.1.10 对该通道频带宽度的检定, 重复步骤 9.5.1.1.3~9.5.1.1.7。

9.5.1.1.11 更换数字示波器的测量通道, 重复步骤 9.5.1.1.9~9.5.1.1.10, 直到完成所有通道的检定。

9.5.1.1.12 对附有探极的数字示波器频带宽度的检定, 应加接探极, 选择适当的耦合方式与垂直偏转系数, 重复步骤 9.5.1.1.3~9.5.1.1.6。

9.5.1.1.13 某些数字示波器打开通道数不同, 实时最高采样率发生变化导致实时带宽不同, 可根据不同带宽指标分别打开不同的通道数, 对各通道频带宽度的检定, 重复步骤 9.5.1.1.2~9.5.1.1.11 (其他通道根据技术指标要求打开或关闭)。

9.5.1.2 方法二

9.5.1.2.1 当到达数字示波器端口的信号幅度平坦度超过 $\pm 0.5\text{dB}$ 时, 按图 3 所示连接仪器, 其中数字示波器与功率分配器应直接连接。调用数字示波器出厂默认设置。

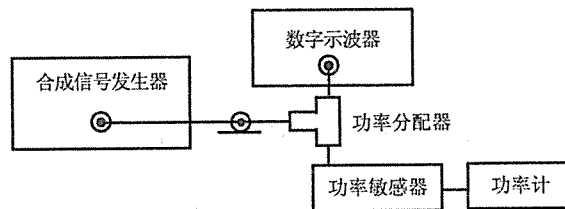


图 3 实时带宽检定示意图(二)

9.5.1.2.2 用功率计监测数字示波器输入信号幅度, 频率变化时, 调整合成信号发生器输出幅度, 始终保持功率计读数恒定, 以保证馈入数字示波器被检通道端口的功率恒定, 其他与方法一相同。

9.5.2 重复(模拟)带宽

9.5.2.1 按图 2 或图 3 所示连接仪器, 调用数字示波器出厂默认设置。

9.5.2.2 数字示波器采样方式设置为重复采样, 检定方法同 9.5.1, 检定结果记录格式参见附录 A 中图 A.3。

9.5.2.3 对数字实时示波器该项目不予检定。对实时带宽与模拟带宽相同的数字示波器, 该项目可不检, 对重复采样数字示波器, 该项目为必检项目。

9.5.3 数字增强带宽

9.5.3.1 按图 2 或图 3 所示连接仪器, 调用数字示波器出厂默认设置。

9.5.3.2 数字示波器带宽设置为数字增强型, 检定方法同 9.5.1, 检定结果记录格式参见附录 A 图 A.3。

注 1: 对触发带宽小于实时/重复(模拟)/增强带宽的数字示波器, 高频时 DC 耦合内触发可能不能获取波形, 允许选择电源触发方式以非同步方式获取信号, 读取信号周期有效值进行检定; 或采用能同时提供分频触发信号(例如 1/10, 1/100)的信号源, 将触发信号接入数字示波器的外(辅助)触发端, 设置为外(辅助)触发, 从而获取稳定显示的高频信号进行检定。

注 2: 对于频带宽度小于 3GHz 的数字示波器, 幅频特性普遍较好, 可以直接采用标称上限频率的幅度简化方法, 即: 不采用以上的扫频方式, 在测量完基频幅度后, 直接将信号频率调整为标称上限频率, 观测其幅度是否满足技术指标要求。

注 3: 当到达数字示波器端口的正弦波幅度有限时, 允许其基准频率下的幅度覆盖不低于数字示波器 20% 的屏幕范围。

注 4: 以上三项带宽的检定以列为厂家保证性技术指标的项目为准进行检定。

9.6 上升时间

9.6.1 实时上升时间

9.6.1.1 按图 4 所示连接仪器, 调用数字示波器出厂默认设置。

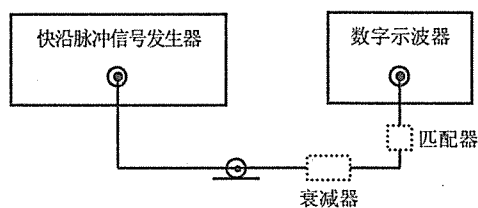


图4 实时上升时间检定示意图

- 9.6.1.2 选定数字示波器的测量通道，设置为 50Ω 、DC 耦合，关闭其他通道。
- 9.6.1.3 选定数字示波器的垂直偏转系数，数字示波器设置为内触发、触发 DC 耦合、实时采样，波形显示为正弦内插拟合。
- 9.6.1.4 调节数字示波器的时基和触发电平，使屏幕上波形稳定显示。
- 9.6.1.5 调节快沿脉冲信号发生器输出幅度和数字示波器位置旋钮以及直流偏置，使输入阶跃脉冲幅度居中覆盖约 80% 屏幕范围。
- 9.6.1.6 不断加快水平偏转系数，使波形上升部分呈现一定的斜率，同时波形底部显示水平方向不少于两格 (2div)、波形顶部显示水平方向不少于三格 (3div)。
- 9.6.1.7 打开数字示波器的自动测量功能，选取数字示波器 10%~90% 上升时间测量功能进行读数。读取并记录上升时间 t_r ，检定结果记录格式参见附录 A 图 A.4，其结果应符合技术说明书或 5.2.1 d) 的规定。
- 9.6.1.8 调整垂直偏转系数 (一般为 1-2-5 步进或厂家规定的特定垂直偏转系数，经证实后可按衰减器不同衰减系数和不同指标分段)，重复步骤 9.6.1.2~9.6.1.7，直到完成该通道所有实时上升时间的检定。
- 9.6.1.9 更换数字示波器的测量通道，重复步骤 9.6.1.2~9.6.1.8，直到完成所有通道的检定。
- 9.6.1.10 选定数字示波器的测量通道，设置为 $1M\Omega$ 、DC 耦合，在通道的输入端接入 50Ω 匹配器，关闭其他通道。
- 9.6.1.11 对该通道实时上升时间的检定，重复步骤 9.6.1.3~9.6.1.8。
- 9.6.1.12 更换数字示波器的测量通道，重复步骤 9.6.1.10~9.6.1.11，直到完成所有通道的检定。
- 9.6.1.13 对附有探极的数字示波器实时上升时间的检定，应加接探极，选择适当的耦合方式与垂直偏转系数，重复步骤 9.6.1.2~9.6.1.7。
- 9.6.1.14 某些数字示波器打开通道数不同，实时最高采样率发生变化导致实时上升时间不同，应分别打开不同的通道数，对各通道实时上升时间的检定，重复步骤 9.6.1.2~9.6.1.12 (其他通道根据技术指标要求打开或关闭)。
- 9.6.2 重复上升时间
- 9.6.2.1 按图 4 所示连接仪器，调用数字示波器出厂默认设置。
- 9.6.2.2 数字示波器采样方式设置为重复采样，检定方法同 9.6.1，检定结果记录格式参见附录 A 中图 A.4。
- 9.6.2.3 对数字实时示波器该项目不予检定，对重复采样数字示波器，该项目为必检项目。
- 9.6.3 数字增强上升时间
- 9.6.3.1 按图 4 所示连接仪器，调用数字示波器出厂默认设置。
- 9.6.3.2 数字示波器带宽设置为数字增强型，检定方法同 9.6.1，检定结果记录格式参见附录 A 图 A.4。
- 注 1: 快沿脉冲信号发生器不满足 7.2.5 要求时，需要对实测值中由快沿脉冲信号发生器引入的系统误差进行修正。
- 注 2: 快沿脉冲信号发生器脉冲幅度有限时，允许其幅度覆盖不低于数字示波器 20% 的屏幕范围。
- 注 3: 上升时间的检定项目与频带宽度的检定项目相对应。

9.7 过冲

9.7.1 实时采样下的过冲

9.7.1.1 按图 4 所示连接仪器，各项设置同 9.6.1 (数字实时示波器置单通道打开时的最高采样率)。

9.7.1.2 打开数字示波器的自动测量功能，读取并记录过冲数值，检定结果记录格式参见附录 A 中图 A.5，其结果应符合技术说明书或 5.2.1 e) 的规定。

9.7.1.3 不能自动读数时，可参照图 5 按公式 (7) 计算过冲：

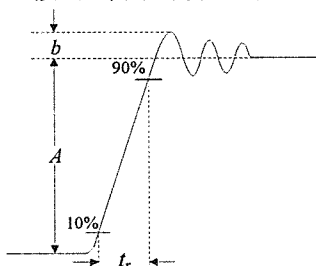


图 5 过冲检定波形示意图

$$S_b = \frac{b}{A} \times 100\% \dots \dots \dots (7)$$

式中：

S_b ——过冲，%；

b ——脉冲上升后的第一个波峰的峰值与顶量值的差值，V；

A ——脉冲幅度，V。

9.7.2 重复采样下的过冲

9.7.2.1 按图 4 所示连接仪器，各项设置同 9.6.2。

9.7.2.2 数字示波器采样方式设置为重复采样，检定方法同 9.7.1，检定结果记录格式参见附录 A 中图 A.5。

9.7.3 数字增强模式下的过冲

9.7.3.1 按图 4 所示连接仪器，各项设置同 9.6.3。

9.7.3.2 数字示波器带宽设置为数字增强型，检定方法同 9.7.1，检定结果记录格式参见附录 A 中图 A.5。

注 1：频带宽度不大于 1GHz 时，9.7 项可免于检定。

注 2：过冲的检定项目与上升时间的检定项目相对应。

9.8 本底噪声

9.8.1 调用数字示波器出厂默认设置。

9.8.2 选定数字示波器的测量通道，设置为 50Ω、DC 耦合，在通道的输入端接入 50Ω 终端负载，关闭其他通道。

9.8.3 数字示波器设置直流偏置和位置均为 0、内触发，垂直偏转系数置为最小量程档，设置数字示波器为最高实时采样率。

9.8.4 打开数字示波器的自动测量功能，读取并记录屏幕显示波形(本底噪声)有效值，检定结果记录格式参见附录 A 中图 A.6，其结果应符合技术说明书或 5.2.1 f) 的规定。

9.8.5 垂直偏转系数设置为 100mV/div 量程档，其他设置不变，重复步骤 9.8.4。

9.8.6 垂直偏转系数设置为最大量程档，其他设置不变，重复步骤 9.8.4。

9.8.7 更换数字示波器的测量通道，重复步骤 9.8.2~9.8.6，直到完成所有通道的检定。

9.8.8 选定数字示波器的测量通道，设置为 1MΩ、DC 耦合，在通道的输入端接入 50Ω 终端负载，关闭其他通道。

9.8.9 对该通道本底噪声的检定，重复步骤 9.8.3~9.8.6。

9.8.10 更换数字示波器的测量通道，重复步骤 9.8.8~9.8.9，直到完成所有通道的检定。

注：当技术说明书未给出该项目技术指标时，可免于检定。

9.9 通道隔离度

9.9.1 按图 6 所示连接仪器，调用数字示波器出厂默认设置。

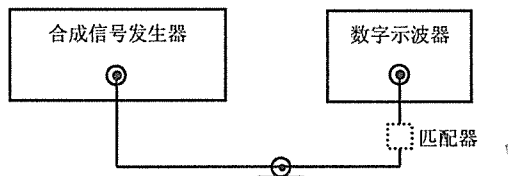


图 6 通道隔离度检定示意图

9.9.2 选定数字示波器的某测量通道为干扰通道，设置为 50Ω、DC 耦合、直流偏置和位置均置为 0、内触发、垂直偏转系数设置为最大量程档。

9.9.3 合成信号发生器输出频率为 f (按说明书要求选择) 的正弦信号到数字示波器选定的干扰通道中，调节合成信号发生器的输出电平，使显示波形占屏幕的 80% 左右。调整数字示波器触发电平和时基，在屏幕上稳定显示约 5 个周期的正弦波形。打开数字示波器的自动测量功能，测读取并记录信号幅度有效值 U_{IS} 。

9.9.4 选定其他所有测量通道为被干扰通道，依次或同时接 50Ω 终端负载，垂直偏转系数置为最小量程档。用数字示波器自动测量功能，读取并记录信号幅度有效值 U_{IR} ，检定结果记录格式参见附录 A 中图 A.7，按公式 (8) 计算通道隔离度，其结果应符合技术说明书或 5.2.1 g) 的规定：

$$D = \frac{U_{IS}}{U_{IR}} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

D ——数字示波器通道隔离度实测值；

U_{IS} ——数字示波器干扰通道信号幅度有效值，V；

U_{IR} ——数字示波器测量通道(被干扰通道)信号幅度有效值，V。

9.9.5 更换数字示波器的干扰通道，对其他通道隔离度的检定，重复步骤 9.9.2~9.9.4。

注：当技术说明书未给出该项目技术指标时，可免于检定。

9.10 时基

9.10.1 方法一

9.10.1.1 按图 7 所示连接仪器，选定数字示波器某一通道，将时标信号发生器与其匹配连接。调用数字示波器出厂默认设置。

9.10.1.2 选取周期 10ms (或 1ms、100ms) 的时标信号，调整数字示波器各项设置，使波形在其屏幕上稳定居中显示。在选取的延迟时间内，选择水平最快扫描速度。调节波形，使上升部分标志点水平居中。调整完毕后，保持水平和垂直位置不变。

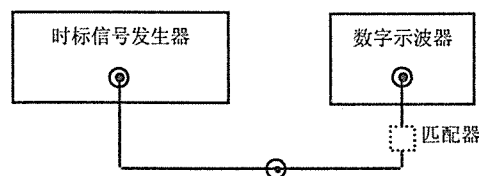


图 7 时基检定示意图

9.10.1.3 打开数字示波器的延迟功能，设置延迟时间为 10ms (或 1ms、100ms)，并使延迟时基也处于同一扫描速度下，测量并记录波形下一周期对应位置(上升部分标志点)在数字示波器上距离屏幕水平正

中位置的时间 ΔT , 左负右正, 检定结果记录格式参见附录 A 中图 A.8, 按公式(9) 计算时基的相对误差, 其结果应符合技术说明书或 5.2.2 a) 的规定:

$$\delta_T = \frac{\Delta T}{T} \times 100\% \dots\dots\dots (9)$$

式中:

δ_T ——时基的相对误差, %;

ΔT ——时基的绝对误差, s;

T ——时标信号发生器输出时标周期, s。

9.10.2 方法二

9.10.2.1 按图 6 所示连接仪器, 调用数字示波器出厂默认设置。

9.10.2.2 合成信号发生器频率设置为 10MHz, 调节合成信号发生器的输出幅度使其覆盖约 80% 屏幕范围, 调整数字示波器各项设置, 使波形在屏幕上稳定居中显示。

9.10.2.3 降低数字示波器水平偏转系数, 使其处于欠采样方式, 直至观察到屏幕上约 5 个周期的混叠正弦波形。

9.10.2.4 打开数字示波器自动测量功能, 选取频率测量功能对屏幕上出现输入信号和取样时钟的差拍波形频率进行读数。读取并记录此时频率值 Δf , 检定结果记录格式参见附录 A 中图 A.8, 按公式(10) 计算时基的相对误差(绝对值), 其结果应符合技术说明书或 5.2.2 a) 的规定:

$$\delta_T = \frac{\Delta f}{f} \times 100\% \dots\dots\dots (10)$$

式中:

Δf ——数字示波器测得的差拍波形频率, Hz;

f ——数字示波器晶振频率, Hz。

9.10.3 方法三

对有时基时钟输出的数字示波器, 可直接将频率计连接至数字示波器的时基时钟输出, 读取并记录频率计显示的频率值 f_0 , 检定结果记录格式参见附录 A 中图 A.8, 按公式(11) 计算相对误差, 其结果应符合技术说明书或 5.2.2 a) 的规定:

$$\delta_T = \frac{f - f_0}{f_0} \times 100\% \dots\dots\dots (11)$$

式中:

f_0 ——频率计测得的时基时钟频率, Hz。

9.11 通道间延迟时间差

9.11.1 按图 8 所示连接仪器, 调用数字示波器出厂默认设置。

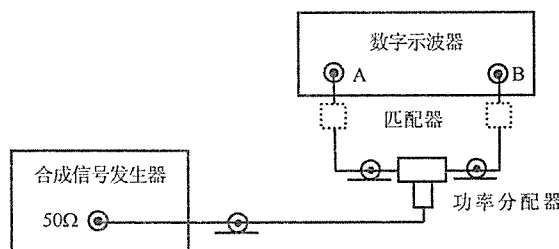


图 8 通道间延迟时间差检定示意图

9.11.2 选定数字示波器的两个测量通道, 通道 A 与通道 B 的连接电缆电气特性应一致, 关闭其他通道。

9.11.3 设置被测通道垂直偏转系数, 置最高重复采样率(数字实时示波器置双通道打开时的最高实时采样率)。合成信号发生器设置频率 10MHz, 调节合成信号发生器的输出幅度使波形覆盖数字示波器约

80%屏幕范围,调整数字示波器触发电平、时基和垂直位置,在屏幕上稳定居中显示约5个周期的正弦波形。调整时基,使水平扫描速度最快,调整合成信号发生器频率,使此时屏幕内波形显示小于一个周期。调整时被测两个通道的各项设置应一致。

9.11.4 打开数字示波器自动测量功能或用时间光标测量功能(如果波形抖动较大,可调用平均值功能),测量并记录通道A和通道B的通道间延迟时间差 t_1 。B通道信号滞后A通道信号时 t_1 为正,反之为负。

9.11.5 将两路输入信号对换,再次测量并记录通道A和通道B的通道间延迟时间差 t_2 。B通道信号滞后A通道信号时 t_2 为正,反之为负。

9.11.6 按公式(12)计算数字示波器通道A和通道B的通道间延迟时间差:

$$\Delta t = \frac{(t_1 + t_2)}{2} \dots \dots \dots (12)$$

式中:

Δt ——通道间延迟时间差, s;

t_1 ——第一次测得的通道A和通道B的通道间延迟时间差, s;

t_2 ——第二次测得的通道A和通道B的通道间延迟时间差, s。

检定结果记录格式参见附录A中图A.9,其结果应符合技术说明书或5.2.2 b)的规定。

9.11.7 更换数字示波器的测量通道,重复步骤9.11.2~9.11.6,直到完成所有通道的检定。

注1: 两路信号自身延迟时间已调整一致时,不交换电缆的 t_1 即可作为检定结果。

注2: 必要时,可对最高实时采样率(含打开不同通道数)时的情况进行检定。

9.12 触发灵敏度

9.12.1 内触发灵敏度

9.12.1.1 按图6所示连接仪器,调用数字示波器出厂默认设置。

9.12.1.2 选定数字示波器的测量通道,关闭其他通道。

9.12.1.3 选取典型垂直偏转系数(中间值或用户常用值),设置触发源为被检通道、常态触发模式、上升沿触发。

9.12.1.4 设置合成信号发生器输出频率为数字示波器触发频段的频率上限,分别调节合成信号发生器输出幅度和数字示波器触发电平,使屏幕波形稳定显示。不断减小输出幅度,直至触发灵敏度标称值,并反复调节数字示波器触发电平,观测屏幕波形能否稳定显示。

9.12.1.5 调整数字示波器设置,将其设置为下降沿触发,重复步骤9.12.1.4。检定结果记录格式参见附录A中图A.10,其结果应符合技术说明书或5.2.3的规定。

9.12.1.6 更换数字示波器的测量通道,重复步骤9.12.1.2~9.12.1.5,直到完成所有通道的检定。

9.12.1.7 打开数字示波器延迟触发功能,分别调整主触发和延迟触发电平,重复步骤9.12.1.2~9.12.1.6。

9.12.2 外(辅助)触发灵敏度

9.12.2.1 按图9所示连接仪器,调用数字示波器出厂默认设置。

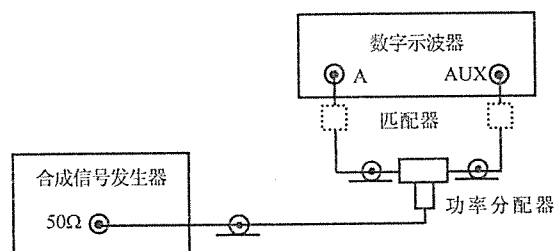


图9 外(辅助)触发灵敏度检定示意图

9.12.2.2 采用功率分配器等方式分出两路相同信号,一路信号送入数字示波器的外(辅助)触发通道

AUX, 另一路信号送入数字示波器某一通道 A。

9.12.2.3 设置为常态触发模式, 触发源为外(辅助)通道 AUX、上升沿触发。按步骤 9.12.1.4~9.12.1.5 检定。检定结果记录格式参见附录 A 中图 A.10, 其结果应符合技术说明书或 5.2.3 的规定。

9.13 校准信号

9.13.1 方波校准信号幅度

9.13.1.1 方法一

9.13.1.1.1 按图 10 所示连接仪器, 调用数字示波器出厂默认设置。确认选定的数字示波器测量通道的直流增益、直流偏置和频带宽度合格。

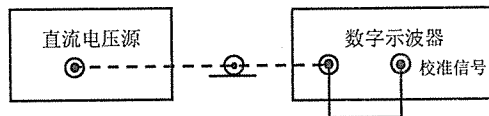


图 10 方波校准信号幅度检定示意图

9.13.1.1.2 将标称幅度为 U_m 的方波校准信号匹配接入数字示波器某路通道, 设置该通道为 DC 耦合方式, 调整数字示波器水平偏转系数、触发电平, 使波形在屏幕上稳定居中显示。再调整直流偏置使波形顶部居中显示, 不断减小垂直偏转系数, 使波形顶部清晰地显示在屏幕范围内。打开数字示波器光标功能并移动幅度光标, 使幅度光标与该波形顶部电压重合。

9.13.1.1.3 将方波校准信号断开, 直流电压源输出直流电压信号匹配接入数字示波器该路通道, 调节信号幅度, 使该信号与 9.13.1.1.2 所用幅度光标重合, 读取并记录直流电压源此时的电压 U_t , 检定结果记录格式参见附录 A 中图 A.11。

9.13.1.1.4 再将方波校准信号接入, 使波形稳定居中显示。调整直流偏置使波形底部居中显示, 不断减小垂直偏转系数, 使波形底部清晰地显示在屏幕范围内。移动幅度光标, 使幅度光标与该波形底部电压重合。

9.13.1.1.5 将方波校准信号断开, 直流电压源输出直流电压信号匹配接入数字示波器该路通道, 调节信号幅度, 使该信号与 9.13.1.1.4 中所用幅度光标重合, 读取并记录直流电压源此时的电压读数 U_b , 检定结果记录格式参见附录 A 中图 A.11, 按公式(13)和公式(14)计算方波校准信号实测幅度 U_f 和相对误差 δ_u , 其结果应符合技术说明书或 5.2.4 a) 的规定:

$$U_f = U_t - U_b \dots\dots\dots (13)$$

$$\delta_u = \frac{U_m - U_f}{U_f} \times 100\% \dots\dots\dots (14)$$

式中:

- U_f ——方波校准信号幅度实测值, V;
- U_t ——直流电压源输出直流电压高电平值, V;
- U_b ——直流电压源输出直流电压低电平值, V;
- δ_u ——方波校准信号幅度的相对误差, %;
- U_m ——校准信号方波电压幅度标称值, V。

9.13.1.1.6 对不同幅度的校准信号应分别检定。对幅度连续可调的校准信号, 应选取典型值及最大最小幅度信号分别进行检定。

9.13.1.2 方法二

见 JJG 278-2002 中 5.3.3 “方波校准电压的检定”。

9.13.1.3 方法三

见 JJG 278-2002 中附录 A “校准仪方波校准电压检定方法二”。

9.13.1.4 方法四

见 JJG 278-2002 中附录 B “脉冲幅度比较仪检定方波校准电压方法”。

9.13.2 直流校准信号幅度

9.13.2.1 按图 11 所示连接仪器，调用数字示波器出厂默认设置。

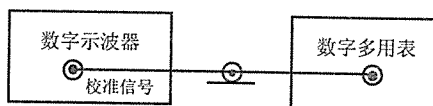


图 11 直流校准信号幅度检定示意图

9.13.2.2 将数字示波器的标称幅度为 U_d 的直流校准信号输入数字多用表，读取并记录数字多用表显示的幅度值 U_{d0} ，检定结果记录格式参见附录 A 中图 A.11，按公式 (15) 计算幅度的相对误差，其结果应符合技术说明书或 5.2.4 a) 的规定：

$$\delta_d = \frac{U_d - U_{d0}}{U_{d0}} \times 100\% \dots \dots \dots (15)$$

式中：

δ_d ——直流校准信号幅度的相对误差，%；

U_d ——校准信号(直流)幅度标称值，V；

U_{d0} ——校准信号(直流)幅度实测值，V。

9.13.2.3 多档直流校准信号幅度的检定，重复步骤 9.13.2.2。

9.13.3 校准信号频率

9.13.3.1 按图 12 所示连接仪器，调用数字示波器出厂默认设置。

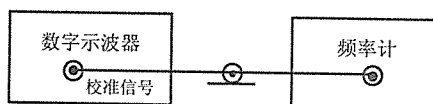


图 12 校准信号频率检定示意图

9.13.3.2 将数字示波器频率为 f_c 的方波校准信号输入频率计，读取并记录频率计测得的校准信号频率值 f_{c0} ，检定结果记录格式参见附录 A 中图 A.11，按公式 (16) 计算频率的相对误差，其结果应符合技术说明书或 5.2.4 b) 的规定：

$$\delta_{cf} = \frac{f_c - f_{c0}}{f_{c0}} \times 100\% \dots \dots \dots (16)$$

式中：

δ_{cf} ——校准信号频率的相对误差，%；

f_c ——校准信号频率标称值，Hz；

f_{c0} ——频率计测得的校准信号频率，Hz。

9.13.3.3 对频率连续可调的校准信号，选取典型值及最大最小频率信号分别进行检定。

9.14 输入电阻

9.14.1 按图 13 所示连接仪器，将数字示波器被检通道输入端连接到电阻测量仪的测量端，调用数字示波器出厂默认设置。

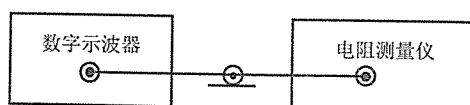


图 13 输入电阻检定示意图

9.14.2 选定数字示波器的测量通道，设置为 50Ω、DC 耦合，关闭其他通道。

9.14.3 垂直偏转系数分别置于不同的设置(按衰减器不同衰减系数分段，对于 50Ω 一般分为两段，分别选取垂直偏转系数最高档和最低档；对于 1MΩ 一般分为三段，分别选取垂直偏转系数最高档、中间档和最低档。衰减器的衰减系数如分段不明确，应在垂直偏转系数的档位上逐档检定输入电阻)。

9.14.4 分别读取并记录电阻测量仪的测量值 R_0 ，即为数字示波器输入电阻，检定结果记录格式参见附录 A 中图 A.12。按公式(17)计算输入电阻的相对误差，其结果应符合技术说明书或 5.2.5 a) 的规定：

$$\delta_R = \frac{R - R_0}{R_0} \times 100\% \dots\dots\dots (17)$$

式中：

δ_R ——输入电阻的相对误差，%；

R ——输入电阻标称值，Ω；

R_0 ——输入电阻实测值，Ω。

9.14.5 更换数字示波器的测量通道，重复步骤 9.14.2~9.14.4，直到完成所有通道的检定。

9.14.6 选定数字示波器的测量通道，设置通道为 1MΩ、DC 耦合，关闭其他通道。

9.14.7 对该通道输入电阻的检定，重复步骤 9.14.3~9.14.4。

9.14.8 更换数字示波器的测量通道，重复步骤 9.14.6~9.14.7，直到完成所有通道的检定。

9.14.9 必要时，对外触发输入端的输入电阻的检定，重复步骤 9.14.4(与垂直偏转系数无关)。

9.15 输入电容

9.15.1 按图 14 所示连接仪器，调用数字示波器出厂默认设置。

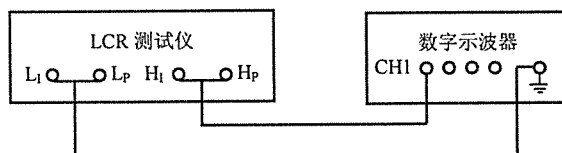


图 14 输入电容检定示意图

9.15.2 选定数字示波器的测量通道，设置为 1MΩ、DC 耦合，关闭其他通道。

9.15.3 用专用测试线对数字示波器的被检通道和接地端与 LCR 测试仪的高端口 (H_1 、 H_p) 和低端口 (L_p 、 L_1) 进行连接。

9.15.4 断开 LCR 测试仪高端口 (H_1 、 H_p) 与数字示波器的被检通道的连接，在 1MHz 频率下对 LCR 测试仪的电容测试功能进行开路校正。

9.15.5 将 LCR 测试仪高端口 (H_1 、 H_p) 与数字示波器的被检通道连接，垂直偏转系数分别置于不同的设置(按输入电阻测试时衰减器的分段进行输入电容检定)，分别读取并记录 LCR 测试仪的电容测量值 C_0 ，即为数字示波器被检通道的输入电容，检定结果记录格式参见附录 A 中图 A.13，按公式(18)计算输入电容的相对误差，其结果应符合技术说明书或 5.2.5 b) 的规定：

$$\delta_C = \frac{C - C_0}{C_0} \times 100\% \dots\dots\dots (18)$$

式中：

δ_C ——输入电容的相对误差，%；

C ——数字示波器输入电容标称值，pF；

C_0 ——输入电容实测值，pF。

9.15.6 更换数字示波器的测量通道，重复步骤 9.15.2~9.15.5，直到完成所有通道的检定。

注：示波器校准仪有电容测量功能的，该项检定可用示波器校准仪进行，直接读取输入电容的实测值。

9.16 探极衰减比

9.16.1 按图 1 所示连接仪器，调用数字示波器出厂默认设置。

9.16.2 选取数字示波器某路通道，DC 耦合，关闭其他通道。

9.16.3 不加探极，直流电压源输出适当电压幅度 U_m ，调整数字示波器设置使波形稳定显示。不断加大数字示波器直流偏置、减小垂直偏转系数，提高显示分辨率。打开数字示波器光标功能并移动幅度光标，使幅度光标与波形显示的直流电压均值相重合。

9.16.4 加上探极，直流电压源输出调整为原幅度与标称探极衰减比 N_t 的倒数的乘积值。数字示波器各项设置不变，保持数字示波器已调整的直流偏置和垂直偏转系数不变，细调直流电压源输出幅度，使数字示波器上显示的该信号电压均值与 9.16.3 中的幅度光标重合。读取并记录此时直流电压源幅度 U_p ，检定结果记录格式参见附录 A 中图 A.14，按公式(19)计算探极衰减比，其结果应符合技术说明书或 5.2.5 c) 的规定：

$$N_T = \frac{U_p}{U_m} \dots\dots\dots (19)$$

式中：

N_T ——探极衰减比的实测值；

U_p ——直流电压源输出直流电压标称值(加探极)，V；

U_m ——直流电压源输出直流电压标称值(不加探极)，V。

9.16.5 如果探极给出的是与数字示波器配接后的系统值，此时宜检定系统值。直流电压源输出适当值，在数字示波器(衰减比设置 1:1)上分别读取并记录加探极和不加探极时的信号幅度 U_{ps} 和 U_{ms} ，检定结果记录格式参见附录 A 中图 A.14，按公式(20)计算探极衰减比，其结果应符合技术说明书或 5.2.5 c) 的规定：

$$N_T = \frac{U_{ms}}{U_{ps}} \dots\dots\dots (20)$$

式中：

U_{ms} ——屏幕显示不加探极的信号幅度读数，V；

U_{ps} ——屏幕显示加探极的信号幅度读数，V。

注：关注系统值时，所用数字示波器及通道应相对固定，如有变化应重新检定。同理，对 9.5、9.6、9.7 中加探极后所得系统值均与所用数字示波器及通道密切相关，如有变化应重新检定。

10 检定结果

经检定合格的数字示波器出具检定证书；检定不合格的数字示波器出具检定结果通知书，并注明不合格项。

11 检定证书

11.1 数字示波器检定证书要求

证书要求以下内容：

- a) 标题，如“检定证书”；
- b) 检定证书的唯一性标识(检定证书编号)、页号和总页数的标识；
- c) 计量技术机构的名称和地址；
- d) 委托方的名称和地址；
- e) 检定对象的名称、型号和编号；
- f) 检定日期、检定地点、检定环境(温、湿度等)；当接收日期对检定结果的有效性有影响时还应注明检定对象的接收日期；
- g) 检定所依据的技术文件；
- h) 检定所用测量标准的名称、规格型号、溯源性、测量不确定度及有效性说明；

- i) 检定结果及其测量不确定度的说明；
- j) 检定证书检定人、审核人、签发人的签名，并加盖检定单位印章；
- k) 检定结果只对检定对象有效的声明；
- l) 终结线。

数字示波器检定证书封面和封二格式参见附录 B。

11.2 数字示波器检定证书内页格式

应包括如检定条件、检定项目、检定结果、误差等内容。

12 检定周期

数字示波器的检定周期一般为一年。

附录 A
(资料性附录)
检定记录表格式

A.1 直流增益检定结果记录格式见图 A.1。

技术要求: _____

通道	输入电阻	/div	标准值	测量值	相对误差	结论
CH1	50Ω	1mV				
		2mV				
		5mV				
		⋮				
		1V				
	1MΩ	1mV				
		2mV				
		5mV				
		⋮				
		10V				
⋮						
CH4						

图 A.1 直流增益检定结果记录格式

A.2 直流偏置检定结果记录格式见图 A.2。

技术要求: _____

通道	输入电阻	/div	标准值	测量值	相对误差	结论
CH1	50Ω	1mV	正的最大绝对值			
			0V			
			负的最大绝对值			
	⋮					
	1MΩ	1mV	正的最大绝对值			
			0V			
			负的最大绝对值			
	⋮					
	⋮					
CH4						

图 A.2 直流偏置检定结果记录格式

A.3 实时/重复/数字增强带宽检定结果记录格式见图 A.3。

技术要求: _____

通道	输入电阻	/div	参考幅度	标称值_Hz 带宽处幅度	标称值_Hz 带宽处分贝数	结论	
CH1	50Ω	1mV					
		2mV					
		5mV					
		⋮					
		1V					
	1MΩ	1mV					
		2mV					
		5mV					
		⋮					
		10V					
⋮							
CH4							

图 A.3 实时/重复/数字增强带宽检定结果记录格式

A.4 实时/重复/数字增强上升时间检定结果记录格式见图 A.4。

技术要求: _____

通道	输入电阻	/div	实时上升时间			重复 上升时间 (采样率-Sa/s)	数字增强 上升时间 (采样率-Sa/s)	结论
			单通道打开 (采样率-Sa/s)	...	3~4 通道打开 (采样率-Sa/s)			
CH1	50Ω	1mV						
		2mV						
		5mV						
		⋮						
		1V						
	1MΩ	1mV					/	
		2mV						
		5mV						
		⋮						
		10V						
⋮								
CH4								

图 A.4 实时/重复/数字增强上升时间检定结果记录格式

A.5 过冲检定结果记录格式见图 A.5。

技术要求: _____

通道	输入电阻	/div	实时采样			重复采样 (采样率-Sa/s)	数字增强模式 (采样率-Sa/s)	结论
			单通道打开 (采样率-Sa/s)	...	3~4 通道打开 (采样率-Sa/s)			
CH1	50Ω	1mV						
		2mV						
		5mV						
		⋮						
		1V						
	1MΩ	1mV						
		2mV						
		5mV						
		⋮						
		10V						
⋮								
CH4								

图 A.5 过冲检定结果记录格式

A.6 本底噪声检定结果记录格式见图 A.6。

技术要求: _____

通道	输入电阻	/div	实测值	结论
CH1	50Ω	1mV		
		2mV		
		5mV		
		⋮		
		1V		
	1MΩ	1mV		
		2mV		
		5mV		
		⋮		
		10V		
⋮				
CH4				

图 A.6 本底噪声检定结果记录格式

A.7 通道隔离度检定结果记录格式见图 A.7。

技术要求: _____

输入信号频率	输入信号幅度有效值	干扰通道	被干扰通道	实测通道幅度有效值 (mV)	实测通道隔离度	结论
		CH1	CH2			
			CH3			
			CH4			
		CH2	CH1			
			CH3			
			CH4			
		CH3	CH1			
			CH2			
			CH4			
		CH4	CH1			
			CH2			
			CH3			

图 A.7 通道隔离度检定结果记录格式

A.8 时基检定结果记录格式见图 A.8。

技术要求: _____

(方法一)

标准值	误差	相对误差	结论

(方法二)

幅度正弦波产生器输出频率	混叠频率	相对误差	结论
10MHz			

(方法三)

名称	标称值	实测值	相对误差	结论
晶振频率				

图 A.8 时基检定结果记录格式

A.9 通道间延迟时间差检定结果记录格式见图 A.9。

技术要求: _____

通道	通道间延迟时间差实测值	结论
CH1-CH2		
CH1-CH3		
CH1-CH4		

图 A.9 通道间延迟时间差检定结果记录格式

A.10 触发灵敏度检定结果记录格式见图 A.10。

技术要求: _____

通道	主/延迟触发	频段	信号频率	标称值	是否合格
CH1	主触发				
	延迟触发				
⋮					
CH4					
外触发	/				
	/				
外触发/10	/				
	/				
	/				

图 A.10 触发灵敏度检定结果记录格式

A.11 校准信号检定结果记录格式见图 A.11。

技术要求: _____

项目	标称值	顶部实测值	底部实测值	实测值	相对误差	结论
幅度(方波)						
幅度(直流)		/				
频率						

图 A.11 校准信号检定结果记录格式

A. 12 输入电阻检定结果记录格式见图 A.12。

技术要求: _____

通道	输入电阻 标称值	/div	输入电阻 实测值	输入电阻 相对误差	结论
CH1	50Ω	1mV			
		1V			
	1MΩ	1mV			
		200mV			
		10V			
∴					
CH4					

图 A. 12 输入电阻检定结果记录格式

A. 13 输入电容检定结果记录格式见图 A.13。

技术要求: _____

通道	输入电阻 标称值	输入电容 标称值	/div	输入电容 实测值	输入电容 相对误差	结论
CH1	1MΩ		1mV			
			200mV			
			10V			
∴						
CH4						

图 A. 13 输入电容检定结果记录格式

A. 14 探极衰减比检定结果记录格式见图 A.14。

技术要求: _____

探极型号	探极编号	标称衰减比	加探极 信号幅度	不加探极 信号幅度	实测衰减比	结论

图 A. 14 探极衰减比检定结果记录格式

附录 B
(资料性附录)

数字示波器检定证书封面和封二格式

B.1 数字示波器检定证书封面格式见图 B.1。

证书号 _____ Cert. No	第 页 共 页 Page Sum
<p>×××××计量中心 Metrology Center of the ×××××</p> <h2 style="margin: 0;">检定证书</h2> <p style="margin: 0;">Verification of Certificate</p>	
委托方 Client. :	_____
地 址 Add. :	_____
被检件名称 DUT. :	_____
型号/ 规格 Type. :	_____
制 造 商 Manu. :	_____
出厂编号 Product No. :	_____
检定结论 Verification Conclusion :	_____
发证单位(专用章) Issue by (Stamp)	检定人 _____ Operator 审核人 _____ Inspector 签发人 _____ Signature of leader
接收日期: _____ Takcover Date Year Month Day	检定日期: _____ Verification Date Year Month Day 有效期至: _____ Valid Date to Year Month Day
实验室地址: 邮政编码: 联系电话: 传 真:	Add: Zip code: Tel: Fax:

图 B.1 数字示波器检定证书封面格式

B.2 数字示波器检定证书封二格式见图 B.2。

证书号 _____ Cert. No	第 页 共 页 Page Sum				
检定所用的测量标准 Standards of measurement observed in this verification					
测量标准名称 及其配套设备 STD Name	型号规格 Type	编号 NO.	测量不确定度/ 准确度等级/ 最大允许误差	溯源证书号 Cert.No	有效期 Valid Date

检定结果可溯源至国家测量标准
 This verification is traceable to National Measurement Standard

检定所依据的技术文件
 Reference documents for the verification

文件编号(Document No.):
 文件名称(Document Name):

检定的环境条件
 Environmental Condition in the verification

检定时温度(Temperature): °C 相对湿度(Relative Humidity): %

本证书仅对被检件有效，未经批准，不准部分复制。
This certificate applies only to the item identified above and should not be copied without the written approval by the laboratory except in full.

说 明
 Note

1. ×××××计量中心的校准和检定工作符合国家军用标准 GJB 2725A 的要求。
2. 本检定不使用抽样方案或其他抽样过程，证书的结果仅对上述检定项目有效。
3. 检定结果未给出与被检件运输、使用等有关的不确定度；如需要，由委托方考虑。

图 B.2 数字示波器检定证书封二格式