

示波器电压探头校准规范

1 范围

本规范规定了示波器电压探头的校准项目、方法及结果处理，适用于各类频率低于6GHz 的示波器电压探头的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1057—1998 数字存储示波器校准规范

JJF 1059.1—2012 测量不确定度评定与表示

JJF 1071—2010 国家计量校准规范编写规则

GB/T 15289—1994 数字存储示波器通用技术条件和测试方法

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本规范。

3 术语和定义

3.1 直流电压衰减比 DC attenuation ratio

用来衡量示波器电压探头输入电压和输出电压之间的比率。定义为在示波器电压探头的测量范围内，输入直流电压与输出直流电压之比。

3.2 无源探头 passive probe

不包含有源器件、不需要外部供电就可以正常工作的探头。

3.3 有源探头 active probe

包含有源器件、需要外部供电才能正常工作的探头。一般来讲，输入电容较小，输入电阻也较小，可以减小对被测电路的干扰，达到较宽的测量带宽。非差分有源探头的最大输入电压一般较小，并且需要防护静电放电等因素对有源探头的破坏，而有源差分探头可以用于高电压的差分测量。

3.4 差分探头 differential probe

有一正一负两个输入端和单独地线的有源探头。输出电压与两个输入端之间的电压差成正比。用于观察相互作参考而不是以地电平作参考的信号，以及观察存在大的直流偏置或其他共模成分的信号，如叠加了电源噪声的小信号。

4 概述

示波器电压探头是使用示波器进行测量的重要配套设备，可将不同传输线形式中的电压信号按照一定规律转换为同轴电压信号，提供示波器测量。按照是否包含有源器

件，示波器电压探头可以分为有源探头和无源探头。

5 计量特性

5.1 直流电压衰减比

衰减比：1:1~1000:1。

最大允许误差： $\pm 2\%$ 。

5.2 频率响应

最大允许误差： ± 3 dB。

5.3 上升时间

测量范围： ≥ 58 ps

5.4 输入电阻

输入电阻： $50 \Omega \sim 100 \text{ M}\Omega$ 。

最大允许误差： $\pm 2\%$ 。

注：以上技术指标不是用于合格性判别，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度： $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。

6.1.2 环境湿度： $\leq 80\%$ RH。

6.1.3 电源电压及频率： $(220 \pm 11) \text{ V}$, $(50 \pm 1) \text{ Hz}$ 。

6.1.4 周围无强电磁场干扰及无影响校准系统正常工作的机械振动。

6.2 校准所用计量标准、仪表设备

6.2.1 精密直流电压源

电压范围： $(0 \sim 1000) \text{ V}$ ；

最大允许误差： $\pm 0.1\%$ 。

6.2.2 直流高压源

电压范围： $(0 \sim 10) \text{ kV}$ ；

最大允许误差： $\pm 1\%$ 。

6.2.3 直流电压表

直流电压测量范围： $(0 \sim 1000) \text{ V}$ ；

直流电压测量最大允许误差： $\pm 0.01\%$ 。

6.2.4 高频信号发生器

频率范围：50 kHz~6 GHz;

频率准确度：优于 $\pm 1 \times 10^{-6}$ ；

输出功率电平范围：(-50~20) dBm;

功率电平最大允许误差： ± 1 dB。

6.2.5 功率计

频率范围：50 kHz~6 GHz;

功率测量范围：(-20~20) dBm;

功率测量最大允许误差：±0.3 dB。

6.2.6 功分器

频率范围：50 kHz~6 GHz;

最大分配功率：0.5W。

6.2.7 示波器

带宽：大于被校准探头标称带宽的2倍;

电压幅度最大允许误差：±2%;

输入电阻：50 Ω、1 MΩ。

6.2.8 快沿信号发生器

快沿上升时间：小于探头标称上升时间的 $\frac{1}{2}$;

频率准确度：优于 $\pm 1 \times 10^{-5}$;

快沿幅度(峰峰值)：≥0.1V。

6.2.9 电阻测试仪

电阻测量范围：10 Ω~300 MΩ;

电阻测量准确度：±0.5%。

6.2.10 正弦波发生器

频率输出范围：1 Hz~50 kHz;

输出峰峰值电压范围：1mV~10V;

直流偏置电压范围：(-5~+5)V;

输出电压最大允许误差：±1%。

6.2.11 网络分析仪

频率测量范围：50 kHz~6 GHz。

7 校准项目和校准方法

校准项目见表1。

表1 校准项目表

项目名称	类型	首次校准	使用中校准
外观及工作正常性检查	功能检查	+	十
直流电压衰减比	量值校准	+	十
频率响应	量值校准	+	十
上升时间	量值校准	+	+
输入电阻	量值校准	十	—
注：“十”为必校项目，“—”为选校项目。			

7.1 外观及工作正常性检查

7.1.1 示波器电压探头应有说明书及全部配套附件。

7.1.2 外观结构检查

探头的机械结构应该坚固可靠，探针头部或探针、弹簧挂钩、连接线以及电缆线物理连接完好，无破损；各开关、按键等应安装牢固，调节正常。

7.1.3 有源探头供电检查

通常有源探头是通过与示波器兼容的智能识别和电源供给接口来进行衰减倍率识别和供电的，并能识别所接探头类型，按需要正确设置输入电阻、衰减比、探头电源和偏置范围。对于通过示波器输入接口供电的有源探头，检查时应通过配备有相应系统的示波器来进行。单独外置电源式有源探头要手动检查功能是否正常。

7.1.4 探头补偿检查

使用示波器自带校准信号输出进行探头补偿检查。将探头设置为正常工作状态，探头输出端接入示波器输入端，探头输入端接示波器自带校准信号输出信号端，调整示波器，观察示波器上显示的波形，判断该探头目前的状态是否为欠补偿或过补偿，并给予调整。欠补偿、过补偿以及正常补偿时示波器显示波形如图1所示。

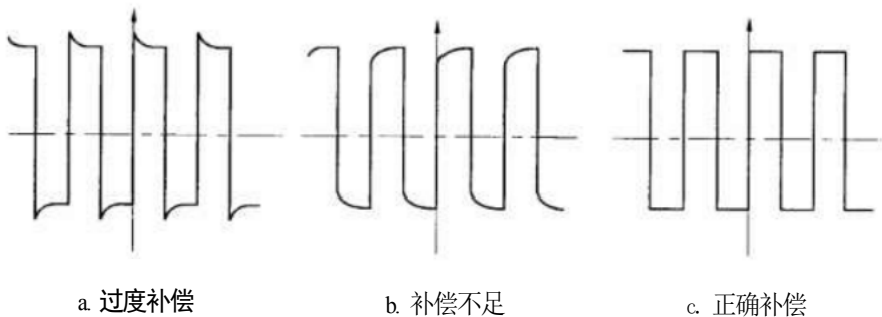


图 1 探头补偿示意图

7.2 直流电压衰减比

7.2.1 仪器连接如图2所示。



图 2 直流电压衰减比校准

7.2.2 按照图2所示，参照附录A 中表A.1 中的输入电压设置精密直流电压源或直流高压源输出电压(不同的探头选点不同) U_{α} ，从直流电压表(适用无源探头)或示波器(适用有源探头)上读出所测量直流电压实际值 U_{our} 。并记录于附录A 表 A.1。考虑到探头的输出电阻与直流电压表输入电阻不一定一致，所以在探头输出端接入直流电压表时，需要确保直流电压表输入电阻与探头输出电阻匹配。当探头输出端接入示波器

时，应先用精密直流电压源对示波器的直流电压测量点进行校准，使用示波器对应量程的修正值。探头的直流电压衰减比 a 通过公式(1)计算得出：

(1)

式中:

a ——探头的直流电压衰减比;

U_{iv} ——探头输入电压, V;

U_{ovr} ——探头输出电压, V。

7.3 频率响应

7.3.1 仪器连接如图3所示。

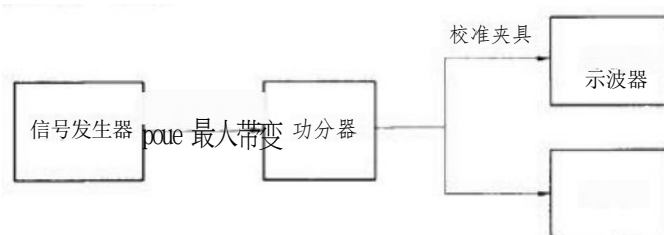


图 3 示波器频率响应校准

信号发生器输出正弦波信号, 频率设为50kHz, 调整输出幅度, 使示波器对应量程(连接探头后需使用的量程)显示信号高度为满屏幕的80%。根据附录 A 表 A.2 中的频率设置, 通过功率计监测保持信号发生器输出幅度不变, 改变信号发生器输出频率, 同时调整示波器的水平扫描系数使波形能够与之相适应, 使用示波器的光标功能测量当前频率下示波器显示峰峰值 V , 并记录在附录A 表 A.2 中。

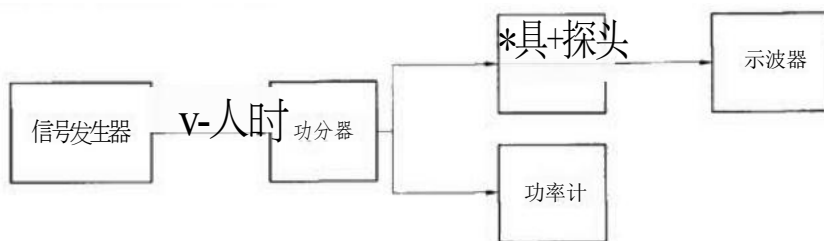


图4 电压探头频率响应校准

7.3.2 信号发生器输出端与被校准探头的输入端之间需要通过探头校准专用夹具来连接。夹具的终端需要添加50 Ω 终端负载, 用以与信号发生器的输出端的匹配。探头与夹具之间的接地应尽量短、尽量直, 一般使用探头原厂附带的探针进行连接。

7.3.3 信号发生器输出正弦波信号, 频率设为50kHz, 调整输出幅度, 使示波器显示信号高度为满屏幕的80%。根据附录A 表 A.2 中的频率设置改变信号发生器输出频率, 通过功率计监测保持信号发生器输出幅度不变, 同时调整示波器的水平扫描系数使波形能够与之相适应, 使用示波器的光标功能测量当前频率下示波器显示峰峰值 V , 并记入附录 A 表 A.2 中。探头的频响 b , 按公式(2)计算:

$$b_s = 20 \lg \frac{V_s}{V'_s} \quad (2)$$

式中：

b_s ——探头频响，dB；

V_s ——未接探头时示波器的修正值；

V'_p ——接入探头后示波器测得的峰峰值。

7.4 上升时间

7.4.1 仪器连接如图5所示。

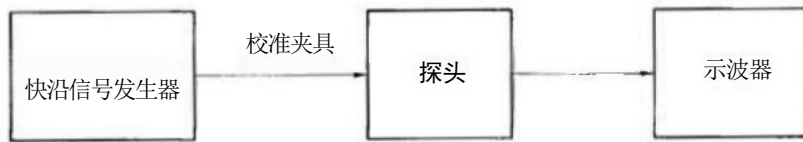


图 5 上升时间校准

7.4.2 设置快沿信号发生器输出电压峰峰值为1 V 或者最大输出幅度，调示波器，使显示波形能够满足测量要求，使用示波器的上升时间测量功能测量当前波形的上升时间，并记入附录A 表 A.3 中。

7.5 输入电阻

7.5.1 仪器连接如图6所示。

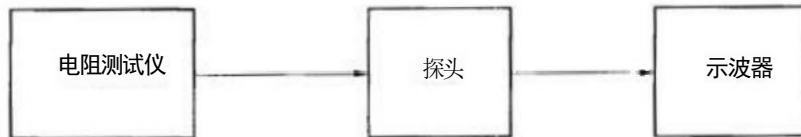


图 6 输入电阻校准

7.5.2 将探头输出端接入到相应匹配阻抗的示波器输入端，然后使用电阻测试仪测量被校准探头的输入电阻，读出测量值，并记入附录A 表 A.4 中。

8 校准结果表达

校准后，出具校准证书。校准证书由封面和校准数据组成。封面由校准机构确定统一格式，校准数据按附录所列数据表格，并可根据被测示波器电压探头的情元进行填写。证书上的信息应满足以下要求。

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点(如果与实验室的地址不同)；
- d) 证书的唯一性标识(如编号), 每页及总页数的标识
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；

g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被交对象的接收日期；

h) 如果与校准结果的有效性应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行识明；

i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；

j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；

k) 校准环境的描述；

l) 校准结果及其测量不确定度的说明；

m) 对校准规范的偏离的说明；

- n) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的说明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。推荐复校时间间隔为1年。

附录 A

校准记录格式

该记录表格以某给定型号的示波器电压探头要求为参考，给出的频率校准电平校准点以及误差限值，不同型号的示波器电压探头应根据其性能测试手册和技术指示采用相应的值。

表 A.1 直流电压衰减比(以10:1为例)

直流电压衰减比	输入电压/V	输出电压/V
10:1	0.1	
10:1	1	
10:1	2	
10:1	5	
10:1	10	
10:1	20	
10:1	50	
10:1	100	
10:1	200	

表 A.2 频率响应(以50kHz为参考点, 以10:1, 100 MHz探头为例)

频率	未接探头时示波器的修正值/V	接入探头后示波器; 测得的峰峰值/V
50 kHz		
500 kHz		
1 MHz		
5 MHz		

10 MHz		
20 MHz		
40 MHz		
60 MHz		
80 MHz		
100 MHz		

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。
如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/358133071076006057>