

数字示波器参数校准方法探讨

容 希

摘 要: 本文对数字示波器的垂直幅度参数, 扫描时间参数和脉冲参数的校准方法进行探讨, 为工厂数字示波器的校准提供参考。

关键词: 数字示波器 校准 探讨

1、前言

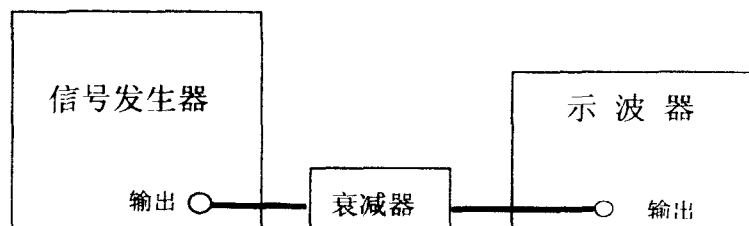
示波器是一种能测量电信号幅度、周期、频率等各种参数的综合性特性测量仪器。目前, 随着工厂的发展, 示波器的使用越来越频繁, 几乎每一项产品的测量都离不开它。而老式的模拟示波器具有笨重、精度低、测量速度慢的缺点, 已经无法满足测量的需要。如今工厂根据产品质量要求投入使用的数字示波器, 特别是便携式数字示波器, 以它们轻便、准确度高、操作简单等优势, 几

乎取代了模拟示波器的位置。但是目前, 国内外均无数字示波器的检定规程, 计量人员一般都参照模拟示波器检定规程来校准数字示波器。由于数字示波器的准确度高, 不但原示波器检定设备不适应, 并且手动测量误差大, 为使测量获得准确数据, 则需利用数字示波器自动参数测量功能获取参数校准值。

2、测量校准原理和标准设备

2.1 校准原理

示波器校准的实质就是将满足一定条件的标准信号, 经过衰减后输送给被检示波器, 通过一系列操作, 得出被检示波器的参数值。



2.2 校准原则

①为了获得准确的结果, 校准应该在尽可能快的扫描速度上进行;

②被校准的波形区段应该完整地显示在示波器的屏幕上;

③如果有多个波形、沿、或者脉冲在屏幕上显示出来时, 利用自动参数测量进行校准应在被显示的第一个周期上进行;

④数字示波器的脉冲参数校准, 应该先测量波形顶值 V_{top} 和底值 V_{base} 。

2.3 校准标准设备

我国“JJG262-96 模拟示波器检定规程”推荐的检定用设备的主要技术参数: 时标周期时间不确定度 $\pm 10^{-4}$, 比较信号发生器电压误差 $\pm 1\%$, 快前沿脉冲发生器过冲 $< 5\%$, 上升时间 $t_r \leq 230ps$ 。

数字示波器对被观测信号进行了幅度和时间数字化,并辅以自动参数测量功能,往往在测量时进行内插数据处理,从而进一步地提高了幅度、时间数字化分辨率。这样数字示波器幅度和时间参数准确度远远优于等带宽的模拟示波器。例如:

HP54503 垂直误差: $\pm 2\%$, 时间测量不确定度: $\pm 0.005\%$ 。

显然, JJG262-96 推荐的检定用设备无法满足上述示波器的检定要求。这样需选择更优的评定装置。我们目前采用的是 FLUKE 公司的 5520A 型多功能校准仪作为标准装置,其时标 $\pm 2.5 \times 10^{-6}$, 比较信号发生器电压 $\pm (0.1\% + 40 \mu V)$, 快前沿脉冲 $\tau \leq 300ps$, 已完全满足检定数字示波器的要求。

3、校准方法的分析

3.1 垂直轴系统的校准

3.1.1 关于垂直偏转因数校准

这属于方波幅度测量,须借助数字示波器“**AUTO Rang**”测量功能完成。需注意以下几点:

①选择自动测量“**AUTO Rang**”功能

②适当选择扫描时间,比较信号方波在屏幕上显示一至二个周期。这样,可以有更多的样点,数据用于确定 V_{top} 和 V_{base} 值。

③实时数字示波器的显示方式可能有实时和重复之分。重复可显示 N 次平均数据波形,能提高测量准确度。目前有的示波器在实时和平均方式下,给出了不同垂直偏转因素准确度指标,这时应分别在不同显示方式测定垂直准确度。

3.1.2 频带宽度校准

频带宽度属正弦信号的幅度测量,须借助幅度自动测量功能:

①对正弦信号最好选择 V_{rms} 测量,尽量不要选择 V_{pp} 测量,且使波形显示高度 H_0 为检验工作面的 80% 左右。

②适当选择扫描时间,使屏幕上显示 1-2 个周期,以增加计算 V_{rms} 的数据量。

③对数字示波器,频率上限原则上测到技术指标规定的 f_{3dB} 频率为止。在设计上,采用电路的或数字的滤波措施,抑制 f_h 高于 f_{3dB} 的信号通过。这样就无须象模拟示波器那样测试 f_{3dB} 以上的频率响应。

3.1.3 瞬态响应校准

瞬态响应评定是借助脉冲标准参数自动测量功能完成。完全可以按模拟示波器检定规程执行。仅注意下述二点:

①参照仪表手册,认真分析不同数字示波器关于脉冲失真参数自动测量的算法。

②数字示波器一般不具有“顶部不平坦 δf ”和“下垂 δ ”自动测量功能。如果必须检测的话,须借助人工手动 ΔV 光标测量完成。

3.2 水平轴系统的校准

水平轴系统常见的校准是“扫描时间”和“扫描线性”,均属时间测量,须选择“**T 周期**”自动测量功能完成。

探讨校准方法如下:

①在扫描时间因数特别是选择时标周期 t_{sr} 和扫时因数 s/div , 使 $t_{sr} = (4-8) \times s/div$, 调节“**DELAY**”使时标波表显示在屏幕 2-9 格范围内,测量 T , 可计算 δt 。

②如有必要进行扫描线性校准时,选择 $t_{sr} = s/div$, 调节“**DELAY**”使波形串的“第一个完整周期”显示在屏幕的“第一格”范围内,进行 T 测量。接着调节“**DELAY**”使“第一完整周期”显示在“第 10 格”范围

内, 测量 T 。再利用扫时误差计算扫描线性误差 $\delta s1$ 。

③有的数字示波器具有“脉冲串时间”程控测量功能, 这时应选择 $t_{sr}=s/div$, 程控示波器测量“第1格脉冲”, “第2个脉冲——第10个脉冲串”的时间, 就测得了计算 δt 和 $\delta s1$ 的原始数据。

④目前, 数字示波器水平扫描速度远高于垂直频带宽度能力。如 LECROY 公司生产的 9310A 型示波器, 其频带宽度为 400MHz, 而最快扫速为 $1ns/div$ 。这样, 用 $1ns$ 的时标脉冲信号测定扫时误差时, 显示的信号严重失真, T 测量误差较大。那么在高扫速时用准正弦信号做时标信号可能更合理些。

4、结束语

本人用上述方法对工厂多台型号数字

示波器进行校准, 确保了仪器准确度, 从而使数字示波器在产品测度中, 参数测量准确可靠, 调试设备的质量得到了有效保障。为保证测量体系运行得到有效控制, 目前正在编制工厂数字示波器参数测量的校准方法, 使其更加完善、合理。

参 考 文 献

- [1]中国计量科学研究院, JJG262-96 模拟示波器检定规程。北京, 中国计量出版社, 1997
- [2]HP 公司, HP54503 Digitizing Oscilloscope programming Reference
- [3]LECROY 公司, 9310A User Manual