

数字示波器扫描时间检定方法的探讨

张阿宁

(陕西黄河集团有限公司计量处 西安 710043)

摘 要:示波器作为一种通用测量仪器,已广泛应用于科研、教学、生产等方面。随着半导体器件和数字技术的不断进步,使示波器从早期的模拟示波器发展至现阶段功能强大、性能卓越的数字示波器。在检定示波器时,扫描时间系数误差是必须检定的项目。由于数字示波器采用晶振作为其时间基准,扫描时间系数误差比起模拟示波器有了很大的提高,因此,检定数字示波器扫描时间系数误差已不能照搬模拟示波器的检定方法。本文给出了几种检定数字示波器扫描时间系数误差的方法。

关键词:检定方法 数字示波器 扫描时间

1 前言

作为一种通用的时域测量仪器,示波器广泛应用于各行各业,它除了可以用于显示波形外,还可以用来测量各种波形参数,如信号的上升时间、时间间隔、频率、幅度等。数字示波器除了具有模拟示波器的功能外,还有强大的数据处理功能,有的甚至带有 FFT 分析功能,可以从频域上来分析信号。示波器的发展经历了从模拟示波器到数字示波器的过程,在检定数字示波器时,扫描时间系数误差是必检项目。

2 示波器扫描时间发生原理

2.1 模拟示波器的扫描时间发生原理

模拟示波器的水平扫描电压波形是锯齿波形,在正程中随时间从起始电压线性上升(或下降),回程中迅速地返回到原起始电压,然后(或再隔一段时间)又重复上述变化。锯齿波的产生通常是由一个直流电源对一个与电阻 R 相串联的电容器 C 进行充电,在充电到一定电压后又进行放电,循环往复形成时基扫描电压,不同的扫描时间档采用不同的电阻 R 和电容 C 。因为示波器各扫描档级所接入的电容和电阻值是不一样的,因此其各档误差也各不相同,一般扫描时间系数误差大约为 $1\% \sim 3\%$ 。按照《JJG262-1996 模拟示波器检定规程》,模拟示波器扫描时间系数误差的检定采用示波器校准仪,用示波器校准仪输出的不同时标信号检定被检示波器各扫描档级。

2.2 数字示波器的扫描时间发生原理

数字示波器扫描时间产生方法与模拟示波器不同,它采用内置晶振作为时间基准,微处理器自动计算出两扫描点之间的时间差值,换算出相应的扫描时间并显示出来。数字示波器扫描时间系数误差主要包括内部时间基准误差和水平显示分辨率等误差项。在实际应用中分辨率的影响可分析得出而不用检定,而晶振的准确度是最主要因素,应予以检定。晶振的准确度一般为 $10^{-4} \sim 10^{-6}$ 量级。

3 检定数字示波器与检定模拟示波器扫描时间系数误差的不同之处

根据模拟示波器的检定经验,由于示波器光点直径的大小以及人眼分辨率等原因,当扫描

时间系数变化小于 0.1% 时,人眼就根本分辨不出差别,因此在模拟示波器检定中,所采用的示波器校准仪其时标最小变化量为 0.1%。而数字示波器的扫描时间准确度至少为 0.02%,如果直接送一个时标信号给数字示波器,然后用检定模拟示波器扫描时间系数误差的检定方法来检定数字示波器的扫描时间准确度,是无法测量出数字示波器的扫描时间准确度的,因为用人眼直接观察示波器所能觉察到的最小变化为 0.1%,0.02% 的误差用人眼根本无法分辨。但如果将数字示波器显示的时标与标准时标信号之间的误差进行放大,比如放大 100 倍,则 0.02% 放大 100 倍为 2%,此时用肉眼完全可以分辨出其偏差。由此可见,如果直接用示波器校准仪输出时间间隔为 1ms 的时标,来检定数字示波器的 1ms/div 档,就看不出其误差,但是如果用来检定 1 μ s/div 的时间间隔,就能够满足要求。

4 检定数字示波器扫描时间对标准仪器的要求

在检定示波器时,常用的示波器校准仪时标最大允差为 $\pm 5 \times 10^{-5}$,按照检定要求,标准器时标最大允差必须要优于被校仪器的 1/3 ~ 1/10,如果选用我们常用的示波器校准仪来检定数字示波器,所能检定的数字示波器其时间测量最大允差最小只能为 0.015%,优于 0.015% 的数字示波器我们就不能进行检定。但此问题可以这样来解决,在检定时,不使用示波器校准仪的时标标称值,而使用其经过校准后的校准值。如果示波器校准仪带有外控晶振输入端口,则可以用外部的高稳晶振来提高示波器校准仪时标的准确度。

5 数字示波器内部时间基准误差的检定

内部时间基准误差的检定方法有两种,一种是检定数字示波器的一个时间扫描档级,另一种是测量出数字示波器的内部时基(即晶体振荡器)的频率。

5.1 检定数字示波器的一个时间扫描档级

5.1.1 当数字示波器无时间延迟(delay)功能时

有一部分数字示波器,既没有时间延迟功能,也没有时钟输出口,其技术说明书上的时间扫描准确度为 2×10^{-4} 左右,此时如果按照模拟示波器的检定方法来检定数字示波器,则每一档的扫描时间误差都是 0。但如果采用时基放大的方法,就可以检定出误差了。以检定 1ms/div 为例,假如输入时间间隔为 1ms 的时标,检定时不用 1ms/div 档来看信号,而是采用 1 μ s/div 的扫描档来看,此时时间扫描准确度 2×10^{-4} 被放大了 1000 倍,变为 20%,此时通过人眼完全可以观看出误差了。

检定方法:首先在 1 μ s 扫描档将第一个时标脉冲与示波器的水平刻度中线对准,然后调节位移使时标向前移动,直至第二个脉冲出现在屏幕上,此时示波器所测出的时间间隔与输入时标信号之间的偏差再除以 1ms 所得值的百分数即为 b%。

5.1.2 当数字示波器具有时间延迟(delay)功能时

当数字示波器具有时间延迟(delay)功能时,设置时标周期为 10ms,将扫描时间系数设置为 10ms/div。按下数字示波器的 DELAY 按钮来启动延时功能,逆时针旋转水平 POSITION 按钮来设置延迟为 10ms 整,然后再将扫描时间系数设置为 1 μ s/div,此时已经将时基相应的放大了 10000 倍,这样就能测出误差了。此时利用示波器内部时基延迟 10ms 后看与时标发生器 10ms 后的时间差,如果差一格即 1 μ s,则数字示波器的时基准确度为 $1\mu\text{s}/(10 \times 1000)\mu\text{s} = 1 \times 10^{-4}$,由于扫描系数为 1 μ s/div,人眼可以看出 0.1 格的变化,因此分辨率为 1×10^{-5} 。

此时设定的时基应该满足可以明显看出误差的要求,至少应该满足时基 = 触发延时 \times

0.01%这种方法主要是利用了数字示波器的延迟以及扩展功能,将小的误差进行放大,再送入一个时间准确度比较高的时标信号,看所测量的值与时标信号之间的偏差。

5.2 直接测量数字示波器时基频率

如果数字示波器有时基信号输出口,可以用频率计直接测量该时基频率,计算出其误差。

6 结论

本文给出了几种数字示波器时基的检定方法,具体选择何种方法,根据各自的设备情况来决定。根据我们实际检定情况来看,几种方法所得结果的一致性还是比较好的。

参考文献

- [1] JJG262 - 1996 模拟示波器检定规程[M] 中国计量出版社 1996.
- [2] 陆福敏,詹志强,数字示波器扫描时间的探讨,上海计量测试技术,2002 年.
- [3] 蒋新容,数字示波器时间准确度的检定,现代计量测试[J], 1999 年,第 5 期.
- [4] Tektronix 公司,TDS3000B 系列数字荧光示波器技术手册[M] Tektronix 公司.

(上接第 47 页)

《关键件(特性)、重要件(特性)项目明细表》及其相关的图样,分析研究关键特性、重要特性的形成过程,并结合本企业的加工能力或类似产品的实现情况而定。

(3) 关键过程识别的输出

通过关键过程的识别活动,确定关键过程,编制《关键过程明细表》及其质量控制文件。并对其进行评审,确保关键过程识别的正确性和合理性,确保关键过程质量控制文件的正确性和可操作性。

综上所述,关键过程的识别过程是一个既简单又复杂的过程,说其简单是因为只要抓住关键过程的定义,理解其内涵,识别关键过程就不是一件难事;说其复杂是因为产品或过程有大有小,有简单有复杂,对于复杂产品而言,关键过程的识别就困难的多。如何从复杂产品中识别出关键过程,包括那些加工难度大、质量不稳定、易造成重大经济损失的过程,并根据需要对这些过程进行整合或细分,确实不是一件容易的事。因此,这就要求每一个技术人员在识别关键过程时要认真学习质量管理体系标准,全面、深刻地理解关键过程的定义和内涵,熟练掌握产品要求和以往类似产品实现情况。只有这样,才能真正、切实地做好关键过程的识别工作。