

基于 GPIB 的数字存储示波器 自动校准系统设计与实现

卢燕涛¹, 郁月华², 朱江森¹, 刘明亮¹

(1 北京工业大学电子信息与控制工程学院 北京 100022;

2 中国计量科学研究院 北京 100013)

摘 要: 数字存储示波器是可将被测模拟信号进行模数转换、存储,再以数字或模拟信号方式进行显示的一种示波器,它和模拟示波器都是常用的用于观察信号波形和研究脉冲信号参数的电子测量仪器。无论是数字示波器还是模拟示波器,必须定期校准,从而保证测量的准确性。鉴于国内目前尚无数字存储示波器自动校准系统,本文利用 VC++6.0 开发环境,设计并实现了一种基于 GPIB 接口的数字示波器自动校准系统。该系统可快速完成对数字存储示波器的自动化校准,把校准结果存入数据库,用 VBA 技术自动生成校准证书,并且具有易扩展性,即通过编写一些示波器控制文件就可以支持另一新的数字存储示波器。

关键词: 数字存储示波器; 自动校准; GPIB 接口

Design and realization for digital store oscilloscope automatic calibration system based on GPIB interface

Lu Yantao¹, Yu Yuehua², Zhu Jiangmiao¹, Liu Mingliang¹

(1 School of Electronic Information and Control Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100022, China;

2 National Institute of Metrology, Beijing 100013, China)

Abstract: Digital store oscilloscope is a type of oscilloscope that changes analog signal tested into digital signal and stores it and displays it in analog or digital signal way. Both analog oscilloscope and digital store oscilloscope are frequently used for observing signal waveform and researching pulse signal parameters. Insuring the accurateness of measurements, it's necessary to calibrate all kinds of specifications of oscilloscopes. Whereas there isn't any oscilloscope automatic calibration system in our country, a digital store oscilloscope automatic calibration system is designed and realized using Microsoft Visual C++6.0 programming environment based on GPIB interface in this paper. It can calibrate digital store oscilloscope quickly and automatically, store the calibration data in database and then make a calibration certificate automatically by VBA. The system can support new digital store oscilloscopes easily by writing new oscilloscope controlling files.

Key words: digital store oscilloscope; automatic calibration; GPIB interface

1 引 言

数字存储示波器相对于模拟示波器有很多优势,已经成为了电子测量工具的主流。国内对数字存储示波器进行检定一直是通过手工操作完成的。通常,对数字存储示波器校准需进行十几个

项目,这需要重复多次操作示波器校准仪和被校准的示波器,反复记录和计算结果,最后才能打印校准证书。考虑到校准系统的通用性,校准工作的复杂性,控制仪器的快速性以及软件代码的可重用性,本文在 VC++6.0 环境下,设计了基于 GPIB 总线的数字存储示波器自动校准系统。由于本示波器校准仪和绝大多数数字存储示波器都配备了 GPIB 接口,并可支持 IEEE488.2 协议和 SC-

PI标准,所以可以降低系统的复杂度,提高通用性。同时,VC++6.0具有应用程序框架,又支持面向对象技术,所以可使软件代码具有可重用性,易于以后的改进和扩展。由于不同数字存储示波器的控制指令和校准方法略有不同,为了使本系统适应不同的数字存储示波器的校准,本系统的软件设计采用了控制指令执行平台和各种数字存储示波器的控制指令分离的方法,提高了系统可扩充性,便于系统对新的数字存储示波器的自动校准的支持。

2 系统总体方案

如图1所示,数字存储示波器校准系统由3大部分组成:分别为控制器,示波器校准仪和待校准的数字存储示波器^[1]。控制器一般采用PC,示波器校准仪采用Fluke公司的9500B示波器校准仪。

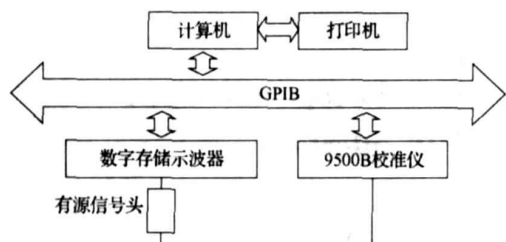


图1 数字存储示波器校准系统组成

GPIB总线把控制器,9500B示波器校准仪和数字存储示波器相连。9500B示波器校准仪通过有源信号头将信号输出给数字存储示波器,并由数字存储示波器显示。这里的有源信号头采用Fluke公司生产的型号为9510,它既可输出500 ps的快沿脉冲,又能提供1.1 GHz的稳幅正弦波。打印机和控制器相连,在校准所有的项目之后,通过动态链接库运行VBScript,利用VBA技术,自动生成校准证书,并打印输出。

3 校准的实现

数字存储示波器的校准项目主要有直流增益、扫描时间因数、DC电压准确度、频带宽度、脉冲瞬态响应、延迟时基准确度、校准信号、输入阻抗、通道延迟时间差、通道隔离度、触发功能、V(幅度)测量、t(时间)测量。不仅每项指标所用的校准方法不同,而且每项指标又有多个档位要校准。校准系统按照数字存储示波器的检定说明书的要求设置数字存储示波器和示波器校准仪,将校准得到的数据存到数据库。校准完成后,自动按校准证书的格式输出数据到

Word文档,生成校准证书。

图2是软件控制的校准主界面,其左边实时显示9500B示波器校准仪输出信号的幅度、频率、负载、上升时间等信息,右边是数字存储示波器的垂直幅度的校准数据。

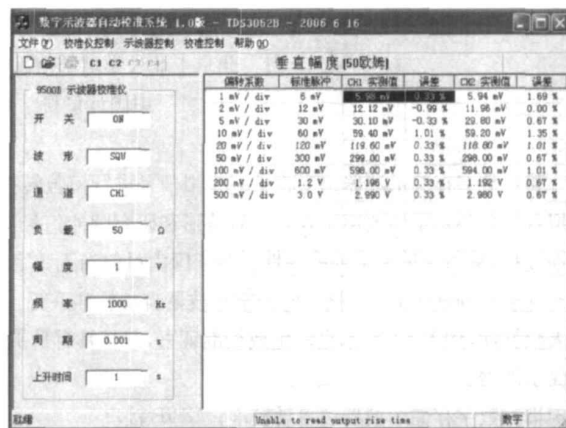


图2 校准主界面

3.1 校准过程

校准过程分2步进行。第一步是显示波形。计算机通过GPIB总线发送控制命令给9500B校准仪和数字存储示波器。9500B校准仪根据命令发送标准信号给示波器;数字存储示波器根据命令设置示波器参数正确地显示9500B校准仪发来的标准信号。第二步是计算误差。计算机发送读取命令给9500B校准仪和数字示波器。9500B校准仪将输出信号参数(实际值)传给计算机;数字存储示波器将输入信号的测量值传给计算机。然后,计算机根据返回的实际值和测量值计算误差。整个过程完全由计算机控制,无须手动调整仪器。

下面,以校准垂直幅度为例,结合流程图3说明校准过程。如图3所示,首先设置示波器校准仪的输出方波信号();然后设置示波器校准仪的垂直偏转系数为1 mV/div,倍数为6,即幅度为6.00 mV的方波();再设置示波器的垂直偏转系数为1 mV/div()。这时示波器应显示一个幅度接近6.00 mV的方波。计算机根据从示波器校准仪读回实际值和从示波器读回测量值计算误差()。假设实际值为6.00 mV,测量值是5.93 mV,则误差为:

$$\text{误差} = \frac{\text{测量值} - \text{实际值}}{\text{实际值}} \times 100\% = \frac{5.93 - 6.00}{6.00} \times$$

$$100\% = -1.17\%$$

判断此垂直偏转档位是否是最大档()。因

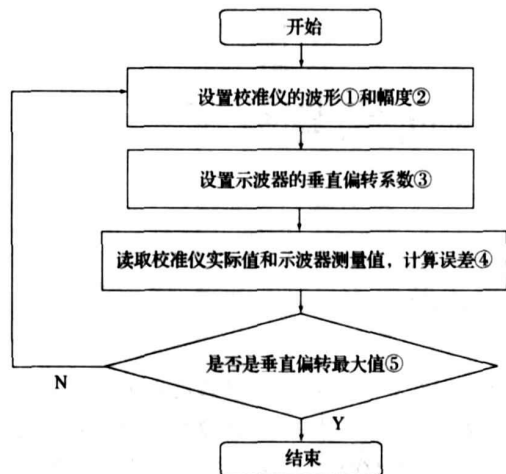


图 3 数字示波器校准垂直幅度流程图

1 mV/div 不是最大档,所以设置示波器校准仪的垂直偏转系数为 2 mV/div,倍数为 6,设置示波器垂直偏转系数为 2 mV/div,再重复上面的过程,直到把所有的垂直偏转系数档位都校准完。

3.2 校准数据库的结构

该校准系统利用 Microsoft Access 数据库存储数据,通过 Visual C++ 和 ADO 技术可以方便地实现对数据库的访问^[4]。

校准数据表单存储各个项目的校准值和误差,包括垂直幅度 1 M 表单,垂直幅度 50 表单,偏置电压准确度表单,频带宽度表单,扫描时间因数表单,输入阻抗表单,瞬态脉冲响应表单,直流电压准确度表单和自校准信号表单。

此部分与模拟示波器自动校准系统相同,请参考文献[6]。

3.3 校准证书自动生成^[5]

此部分与模拟示波器自动校准系统相同,请参考文献[6]。

3.4 校准结果分析

此部分与模拟示波器自动校准系统相同,请参考文献[6]。

4 与模拟示波器自动校准系统的不同点

4.1 自动化程度不同

由于模拟示波器没有 GPIB 接口,无法和控制器相连,所以模拟示波器自动校准系统需要校准人员手动调整模拟示波器,配合由控制器控制的示波器校准仪完成校准过程。数字存储示波器自动校准系统是全自动的,整个校准过程全部由控制器控制自动完成,无需

校准人员的手动调节。

4.2 软件结构不同

不同的模拟示波器对于自动校准系统而言只是校准项目档位不同,不存在校准指令的区别,因为在模拟示波器自动校准系统中控制器只是控制示波器校准仪,并不直接控制模拟示波器。因此,模拟示波器自动校准系统可以校准所有的模拟示波器。

在数字存储示波器自动校准系统中,控制器同时控制示波器校准仪和数字存储示波器,不同的数字存储示波器的控制指令和各项指标各不相同。若要一个系统支持多种数字存储示波器最简单可行的方法就是将控制指令写在单独的文件中,与指令执行平台(主程序)分离。控制指令执行平台根据不同的数字存储示波器调用不同的控制指令文件。

如图 4 所示,控制器在校准过程中执行的数字存储示波器的控制指令是存储在不同的文件中的,用户根据被校准的数字存储示波器的类型在应用程序中选择所应用的示波器指令文件,应用程序执行示波器指令文件中的示波器控制指令完成校准过程。这种方式使自动校准系统具有了可扩展性。只要有相应的示波器的指令文件,就可以支持不同型号数字存储示波器的校准。若想校准更多类型的数字存储示波器,不用从头编写自动校准系统,只需编写相应的示波器指令文件并加入到系统中即可。

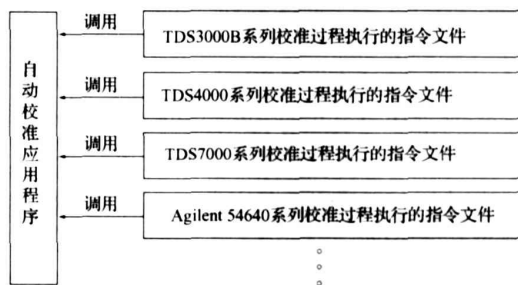


图 4 数字存储示波器应用程序与示波器校准控制指令文件关系示意图

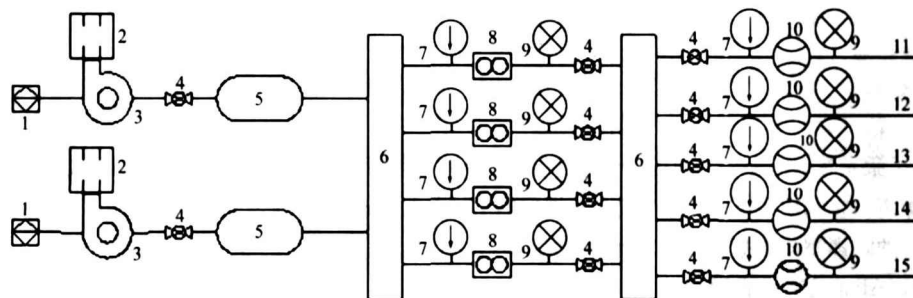
5 结 论

本文利用 ADO、VBA 技术,结合 Microsoft Word、Microsoft Access 软件编程,在 Microsoft Visual C++ 6.0 环境下,设计出基于 GPIB 总线的数字存储示波器自动校准系统。该系统不但可使一台数字存储示波器的校准时间从 45 min 减少为 5 ~ 6 min,并且通过编写新的示波器指令文件就可以校准

(下转第 107 页)

气体涡轮流量计作为标准流量计;检定2 500~4 500 m³/h段流量时,采用3台德国ELSTER TRZ系列GI000/DN150气体涡轮流量计并联工作方式。

该燃气大流量标准表式流量标准装置示意图如图3所示。



1 变频调速器 2 消音器 3 风机 4 电动阀门 5 膨胀管 6 汇管 7 温度变送器 8 标准表 9 压力变送器
10 被检表 11 DN80 管道 12 DN100 管道 13 DN150 管道 14 DN200 管道 15 DN300 管道

图3 燃气大流量标准表式流量标准装置

根据以上的设计思想,由哈尔滨工业大学投资,建立了燃气流量宽量程计量标准装置。该装置于2004年8月获得黑龙江省质量技术监督局授权,经过2年的检定运行,并与国家原油大流量站(大庆)检定装置对比表明,该装置具有良好的稳定性、重复性,能够满足各口径燃气流量宽量程计量仪表的检定需要。

参考文献

- [1] 蔡武昌,孙淮清,纪纲. 流量测量方法和仪表的选用[M]. 北京:化学工业出版社,2001:345-355.
- [2] LI CH H, DAI J M. A gas mass flowmeter with two measurement limits[J]. Measurement Techniques, 2005, 48 (5):487-491.

(上接第95页)

新的数字存储示波器。

参考文献

- [1] 葛冉,毛玉良,张耀宇. Visual C++ 环境下数据采集系统的设计与实现[J]. 国外电子测量技术,2005(9):50-52.
- [2] National Instruments Corporation. Measurement studio reference[Z]. National Instruments Corporation,2001.
- [3] 姬宪法,伍逸枫. 基于VC++6.0的 GPIB 仪器控制程

序设计[J]. 计测技术,2004(7):26-27,30.

流量点检定时,变频调速器调节风机转速以调节瞬时流量,流量达到稳定后,标定开始,开始累计被检表脉冲数,同时标准表开始累计脉冲数。当到达预设时间或累计流量后,被检表结束脉冲计数,同时标准表脉冲停止计数,标定完毕。该标准装置精度为0.5%。

- [3] 苏彦勋. 流量计量与测试仪表发展的趋势[J]. 流量计量与仪表测试技术,1999,1:2-4.
- [4] 苏彦勋,范砧. 流量标准装置[M]. 北京:中国计量出版社,1994:93-97,188-219,230-244.
- [5] 游明定. 天然气流量计量现状与发展. 天然气与石油[J]. 计算机工程与应用,2002,5:3-7.
- [6] 国家质量监督检验检疫总局. JJ G165-2005《钟罩式气体流量标准装置》国家计量检定规程[S].
- [7] 王新华,殷国富,胡晓兵,等. 微机钟罩式气体流量标准装置检测系统设计[J]. 检测,2005,32(12):52-60.
- [8] 国家质量监督检验检疫总局. JJ G643-2001《标准表法气体流量标准装置》国家计量检定规程[S].
- [9] 张法全,沈宪章,李建生. 标准表法流量标准装置的设计[J]. 自动化仪表,2003,24(4):24-30.

- [4] JENNINGS R. 中文 Access2000 开发使用手册[M]. 北京:机械工业出版社,2000.

- [5] 李政,梁海英,李昊. VBA 应用基础与实例教程[M]. 北京:国防工业出版社,2005.
- [6] 卢燕涛,刘明亮,郁月华,等. 基于 GPIB 接口的模拟示波器自动校准系统设计与实现[J]. 电子测量技术,2007,30(1):86-88.