

基于 GPIB 的示波器校准仪自动化检定系统的设计与实现

马春雷

(北京航天飞行控制中心,北京 100094)

摘要 介绍了一种基于 GPIB 总线的示波器校准仪自动检定系统。通过 GPIB 总线接口将所有测试仪器与 PC 机连成一体,实现了对示波器校准仪的全自动检定。通过实验验证,与传统的手动检定相比,该系统大幅度地提高了示波器校准仪检定系统的检定精度和检定效率,具有广阔的应用前景。

关键词 自动检定系统 GPIB 示波器校准仪

Design and Realization of Automatic Test and Calibrating System for Oscilloscope Calibrator Based on GPIB

MA Chun-lei

(Beijing Aerospace Control Center, Beijing 100094)

Abstract Introduced an automatic test and calibrating system for oscilloscope calibrator based on GPIB bus. All the instruments were connected to the PC via the GPIB bus, and the oscilloscope calibrator can be verified automatically by this system. Compared with traditionally manual verification, the system improved verification precision and efficiency. This system has extensive application foreground.

Key words Automatic test and calibrating system GPIB Oscilloscope calibrator

1 引言

示波器校准仪是对示波器检定校准的主要仪器。为了确保示波器校准仪量值传递的可靠,需要对其进行定期的计量检定。在示波器校准仪的检定过程中需要多台仪器设备组成一套庞大的检定系统。由于检定项目多,检定测试过程中需要频繁的量程转换,采用传统手动方式检定,速度慢、效率低、费时费力。针对目前的设备条件和检定规程,对具有 GPIB 接口的示波器校准仪进行自动检定,

既能节省检定人员的时间,提高计量检定的速度和精度,同时又减少不必要的人为误差,解决了示波器校准仪的计量检定全凭手动操作、无法提高工作效率和检定精度的问题。

2 系统设计和软件开发

2.1 系统构成

本系统是在示波器校准仪手动检定装置的基础上开发的,由测量部分和控制部分组成。测量部分包括数字电压表 3458A、取样示波器 11801C、通

用计数器 53132A、射频毫伏表 URV55、功率计 E4419B、频谱分析仪 E4440A 等。控制部分包括主控计算机。各种测量仪器通过 GPIB 总线与 PC 机相连。采用标准的 IEE-488 接口技术,达到 PC 机对检定标准的实时控制。GPIB 卡采用美国 Agilent 公司的 PCI-GPIB 板卡 Agilent82350,该卡有软件包 GPIB-Library 支持,具有全部的 GPIB 十项功能^[1]。系统总体方案框图如图 1 所示。

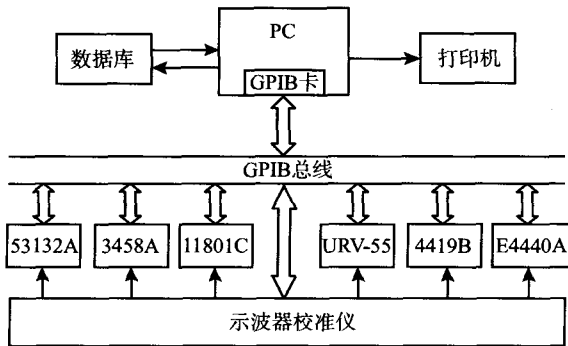


图 1 系统总体方案框图

2.2 软件设计

2.2.1 开发工具

软件在 GPIB 自动测试系统中占有很重要的位置,提高软件编程效率是非常重要的。实现高效编程的关键是选择面向工程技术人员且移植性好的软件开发平台^[2]。基于上述考虑,系统开发在 Microsoft Visual Studio.net 框架中进行,选用 C#语言进行代码设计,采用 Microsoft Office Access2003 建立数据库。

2.2.2 软件结构模型

本系统软件采用模块化设计,主要由五大部分组成:主程序、测试模块、输出模块、数据库和帮助

模块,如图 2 所示。

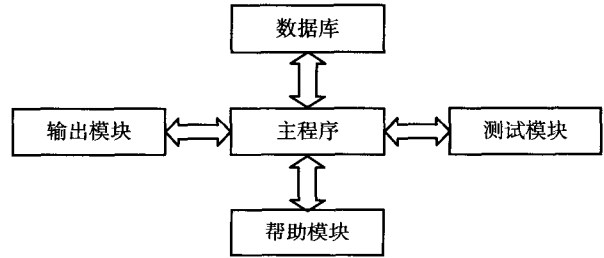


图 2 软件结构模型框图

主程序作为整个系统人机交互的主要部分,是数据的中转站,被测仪器的各项参数需要通过它定位到仪器库,而仪器库中的数据信息也需要通过它传递给测试模块;

测试模块是系统的核心模块,测试模块是完成具体检定测量项目的集合体。它根据选定仪器的检定项目执行自动检定,自动处理检定过程中的超差点,提示检定人员干预(如切换电缆等操作),自动记录数据并将其保存到数据库中;

数据库是该系统的重要组成部分,在数据库中存放被检示校仪的各项信息,其中包括仪器的基本信息、检定示校仪过程所需要的指标、测试点等数据,也包括被检示校仪的操作控制命令信息等;

输出模块是出具标准格式的检定证书,实现数据转移的模块。它通过主程序从测试模块接收数据;

帮助模块为使用者提供帮助信息。示波器校准仪检定,所用仪器较多,电缆连接复杂,为了避免连接错误,帮助模块提供了每项测试前的图形连接提示,大大降低了连接出错的可能性。

系统的主程序窗口如图 3 所示。

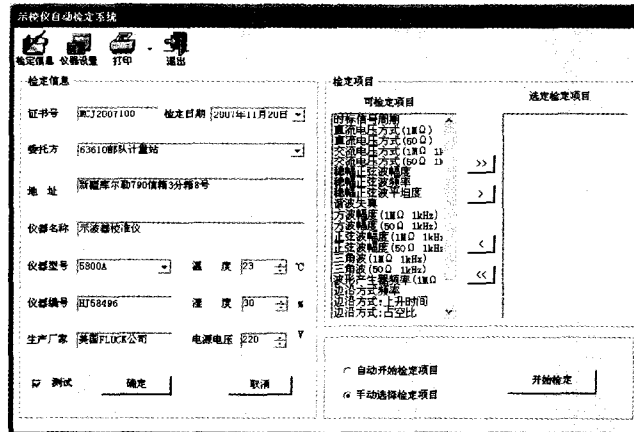


图 3 自动检定系统主程序窗口界面图

2.2.3 测试流程

软件测试流程设计的好坏,直接影响到自动检定系统的执行效率和效果。本系统对具体项目的自动检定以示波器校准仪的检定规程为依据,测试流程如图 4 所示。

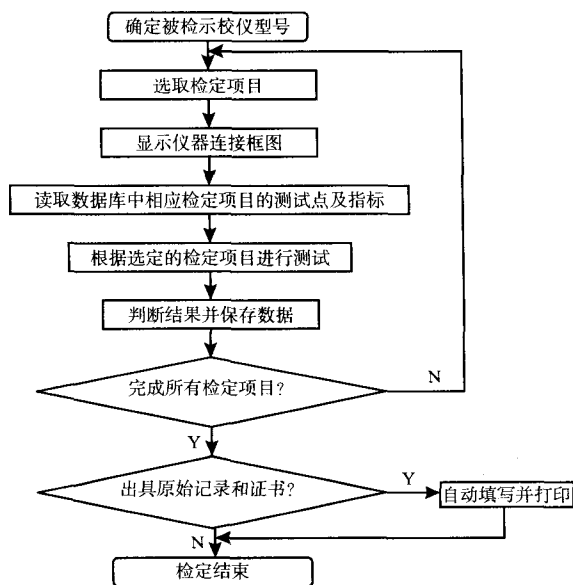


图 4 系统软件测试流程图

3 程序控制

自动检定系统的核心技术是对仪器实现的程序控制^[3]。所有检定项目最终所针对的是对仪器的操作,只有首先实现了对仪器的控制,才能进行接下来的数据测量、显示、存储以及输出等工作。通过 C#进行接口程序的编写进而实现对仪器的控制是一件困难而又复杂的工作,需要针对不同的仪器编写大量的代码^[4]。我们选用了 Agilent 公司的软件开发包 Agilenttoolkit 进行软件开发。Agilenttoolkit 提供了丰富的仪器接口函数,大大简化了仪器的控制命令,提高了编程的效率。

通过下面一条命令就能实现仪器的连接。

```
AAA = new Agilent.TMFramework.InstrumentIO.DirectIO(" GPIB0;:bbb;:INSTR" );
```

其中“AAA”是程控的仪器名称,“bbb”是设定的仪器地址。

对仪器的读写命令分别为:

```
AAA.Read( ); AAA.WriteLine( );
```

应用了 Agilenttoolkit 开发包,很容易的实现了仪器的访问和控制,同时又节省了大量的编程时

间,可以说是一举多得。

4 测试结果

为了与手动检定方式相比较,用相同的检定方法,在相同的实验室条件下(湿度、温度、电源电压),分别对 FLUKE 公司的示波器校准仪 5800A 进行了自动和手动方式检定,并对测得数据和检定时间进行了详细比较。与传统的手动检定相比,自动检定所得的数据精度更高,所用时间大大减少。自动和手动检定所用时间的对比如表 1 所示。

表 1 两种检定方式所用时间对比

检定项目	所用时间(h) (手动)	所用时间(h) (自动)
时标信号周期	2	0.2
电压方式	2.5	0.3
稳幅正弦波方式	5	0.5
波形产生方式	3	0.4
边沿方式	2.5	0.3
脉冲源方式	2	0.2
总计	17	1.9

由表 1 可见自动检定所用的时间大概是手动检定所用时间的十分之一,大大提高了检定效率。

本系统在软件设计时引入了“格拉布斯判据”这一数据处理方法,将多次测得的数据进行比较,剔除粗大误差值,再将正常值取平均。这种数据处理方法排除了粗大误差对测量结果的影响,提高了检定精度。稳幅正弦波方式下正弦波幅度检定项目的两种方式测量数据的比较如表 2 所示。

表 2 两种检定方式测量数据对比

称称值(V)	测量值(V) (自动)	测量值(V) (手动)	误差限(mV)
0.03	0.029 67	0.029 8	0.9
0.06	0.059 42	0.059 4	1.5
0.12	0.118 68	0.118 7	2.7
0.3	0.297 43	0.297 4	6.3
0.6	0.595 35	0.595 4	12.3
1.2	1.189 54	1.189 5	24.3
3	2.972 96	2.973 0	60.3
5.5	5.449 08	5.449 1	110.3

(下转第 56 页)

不成功,则红色 LED 闪烁。当成功地切换到扫描模式后,绿色 LED 和红色 LED 同时闪烁。

表 2 指示灯状态与工作状态对应关系表

指示灯	绿亮	红亮	绿亮红亮	绿闪	红闪	红闪绿闪
模块状态	接收状态	发送状态	复位状态	成功	失败	扫描模式

4 结束语

nRF24E1 以数字量的形式进行无线通信,在正常工作情况下,能够保证系统不会出现传输误差。在开关信号传输实验、大量数据传输实验和 A/D 信号传输实验中,在通信距离为 10 m 的范围内,系统能够连续可靠地传输数据。实验证明该无线传输系统在 10 m 范围内能够稳定可靠地工作,因此,在光笔式坐标测量机中可以代替线缆应用,充分发挥光笔式坐标测量机测量速度快、移动灵活、携带方便的特点。

(上接第 44 页)

6 结束语

本文所介绍的自动检定系统可以检定多种型号的示波器校准仪,为示波器校准仪的检定提供了一种全新的方法。该系统提高了示波器校准仪检定系统的检定效率和检定精度,具有广阔的应用前景。

参考文献

- [1] 彭凯. 基于光靶标的双相机三坐标测量系统关键技术的研究[D]. 天津大学博士学位论文,2007.
- [2] NORDIC Semiconductor. nRF24E1 2.4GHz Radio Transceiver with Microcontroller [P]. Product Specification, 2006.
- [3] 曾芳,李勇. 基于 nRF24E1 的短距离遥测系统设计与实现[J]. 电子测量技术,2007,6: 12-14.
- [4] SILICON LABORATORIES. Single-chip USB to UART Bridge [P]. Product Datasheet,2005.
- [5] 王殊,阎毓杰,胡富平等. 无线传感器网络的理论及应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2007
- [6] 李涛,孟庆海,李铁. 一种现场监控系统与远程监控系统统一设计的方法[J]. 宇航计测技术,2006,4: 51-53.
- [7] 李文仲,段朝玉等. 短距离无线数据通信入门与实战[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2006.

参考文献

- [1] NI Measurement Studio UI(VB)CW Slider Help[M],NI Press,2002.
- [2] 盖江南,朱海陵,王勇等译. C#宝典[M]. 北京:电子工业出版社,2002.
- [3] 张世箕. 自动测试系统[M]. 电子科技大学出版社,1990.
- [4] 杨浩,杨铁男等译. C#高级编程[M]. 北京:清华大学出版社,2002.