

多型号高精度数字多用表检定系统设计及实现

陈晓锋 袁 蓉

(91388 部队 湛江 524022)

摘要: 针对数字多用表检定系统存在的测试程序可扩展性差、通用性不强的问题,在深入研究数表计量标准领域中校准仪器的原理及功能的基础上,以数字多用表检定规程为依据,设计开发了一套用于校准多种型号高精度数字多用表的自动检定系统。首先介绍了检定系统的设计情况,详细阐述了系统组成原理、软硬件开发过程,并给出了仪器控制所需的几个关键函数。实验表明,系统完全可行且性能优越,可完成多种型号数字多用表的自动化检定,具有良好的稳定性、可靠性,提高了数表计量标准的计量检定能力,具有较高的实用价值。

关键词: 数字多用表;FLUKE5700A;检定;仪器控制;稳定性分析

中图分类号: TP273+.5;TB973 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.8040

On the design and realization of multi-type high-precision digital multimeter verification system

Chen Xiaofeng Yuan Rong

(Unit 91388, PLA, Zhanjiang 524022, China)

Abstract: For improving the extensibility and generality of automatic calibration system for digital multimeter, on the basis of the in-depth study on the principles and functions of calibration instruments in the measurement calibration field, the verification regulation of digital multi-meter is taken as the reference in the design of a set of digital verification system for multi-type high-precision digital multi-meter that is applicable to calibration. First of all, the basic condition of the verification system design is introduced. Next, the principles of the system composition, and the development of the software and hardware are elaborated specifically. It is suggested by experiments that this system is absolutely feasible. Moreover, with superior performance, better stability and reliability, this system which improves the capacity of digital multi-meter verification is of great practical value.

Keywords: digital multimeter; FLUKE5700A; verification; instrument control; stability analysis

1 引言

Fluke 公司 5700A 系列校准器是校准多种电子测量仪器的精密仪器。5700A 已经在全世界范围被看作是校准器的标准,具有很高的价值,能提供覆盖校准 5-1/2 位至 8-1/2 位数字多用表的准确度。使用 5700A 系列校准器,可以校准/检定各种交流或直流电压、交流或直流电流和电阻的精密多用表。

在数表计量中,为提高数字多用表计量检定的自动化水平,各个计量实验室根据检定需求开发了相应的基于多功能校准器 5700A 的检定系统^[1-3],但存在的问题都是针对具体某一型号数字多用表的检定,不具有通用性,随着不同类型数字多用表的广泛使用,检定系统必须重新设计。为解决这一问题,提高数表计量标准的检定能力,设计开发

了适应不同接口不同型号数字多用表的检定系统,实现了多种型号数字多用表的自动检定。

2 系统结构组成

系统由高精度多功能校准器 Fluke5700A、GPIB 接口卡、被检数字多用表及测试电缆等组成,如图 1 所示。

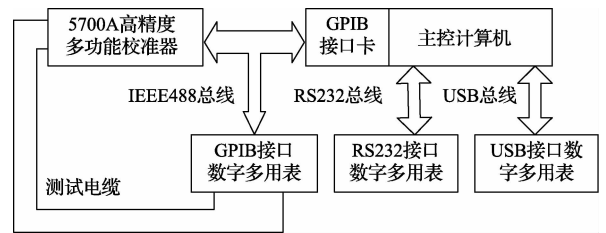


图 1 系统组成

校准器和数字多用表按照要求开机预热。使用 GPIB 电缆将 Fluke5700A 高精度多功能校准器和具备 PCI-GPIB 接口卡的计算机连接,对于被检定的数字多用表则根据其接口类型使用相应的电缆连接,再将 5700A 和被检数字多用表用测试导线连接,由控制计算机通过 GPIB 接口发出程控命令控制 5700A 校准器向被检定的数字多用表各个输入端输出欲检定参数的标准值,再调用相应的程控命令控制数字多用表进行测量,并把测量数据返回计算机,由计算机依据检定规程和被检数字多用表的技术指标判断测量值是否超差,测试完毕后,由计算机判断仪器是否合格、限用、停用,然后打印原始记录及检定证书。

多功能校准源自动化检定系统是低频电压标准 5700A 多功能校准器的自动化测试系统,根据本校准实验室的检定任务特点,研制过程中使用的是检定任务量最大且具有代表性的数字多用表 Agilent34401A、34410A 和 Fluke8846A, Agilent 34401A 具有 GPIB/RS232 接口, Agilent34410A 具有 GPIB/USB/LAN 接口,而 Fluke8846A 具有 GPIB/RS232/LAN 接口。系统具有很大的扩展性,对检定其他数字多用表只需加载相应的接口软件包^[4],对源程序略加修改,便可进行检定,适合于低频电压表、数字多用表检定/校准工作。

3 软件设计及说明

3.1 操作界面设计

系统的操作界面,如图 2 所示,用 VB6.0 来实现,根据数字多用表检定规程,并按照 5700A 和数字多用表的操作步骤,实现交(直)流电压、交(直)流电流和二线、四线电阻的各个量程的计量检定,在设计过程中时时想到用户,尽量做到操作简单方便,不需要经过专门的培训。



图 2 系统主界面

在测量过程中,用户可随时中断或停止操作,而且在检定过程中,数据显示屏幕能实时显示测量信息、被测数据和

实测数据,并使用弹出式对话框提示用户操作时的注意事项,防止误操作,测试数据不恰当或各种意外,都会有相应的提示,在每一个项目检定完成后,系统提示测试完成、保存结果等,如图 3 所示,提高系统软件质量和可靠性。



图 3 测试界面

3.2 主程序设计

主体软件模块完成仪器选取、参数设置、仪器自检、开展计量项目检定等功能^[5-6]如图 4 所示,检定任务由一个或多个检定项目组成。

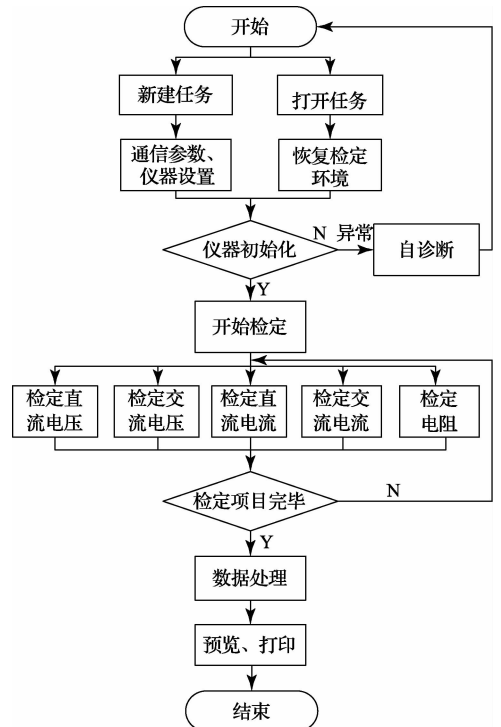


图 4 系统软件流程

根据检定规程分别设计了 DCV、DCA、ACV、ACA、OHM 等项目的测试流程,并对各项目的测试量程进行了统一,在各量程中可以根据用户的需要任意增减测量点,使自动检定更合理、灵活。

在数据处理部分,由被检数字多用表返回测量结果后,与 5700A 发送的标称数据进行比对,依据检定规程定义的超差公式判断测量结果是否超差,并根据超差点点的数量判断该被检数字多用表是否合格。

数据库管理部分,测试的所有信息存储于数据库中,以便测试数据的事后分析及数据库管理。由于本系统测量数据量较小,一个运行于单机、小规模数据库系统即可满足需要,因此,选用微软 Office 内置的 Access 桌面数据库管理系统。

结果输出部分,如何设计规范的符号国军标和满足用户要求的检定证书并打印出来,这是相当重要的,也是整套自动化测试系统的完美结局体现。本系统采用 VB6.0 的数据报表设计器(DataReport Designer)设计了原始记录报表及检定证书报表,格式符合国军标及校准实验室认可要求。

3.3 仪器控制软件设计

系统使用 VB6.0 调用接口软件包的通用函数完成对仪器的控制。对于 GPIB 接口,控制函数程序模块主要有 vbib-32.bas 和 niglobal.bas,通过调用 GPIB 板通用函数设计仪器控制所需的函数和过程,包括检查仪器在线函数、仪器初始化过程、写仪器过程、读仪器函数和断开仪器控制过程^[7-8]。对于 USB 接口,厂家通常自带设备驱动和 USB 驱动程序,并于动态链接库 dll 文件的方式实现,用户只需按照使用说明操作。对于使用串口测试,则只需按照 VB 的 MSCOMM 控件的属性和方法编写即可。仪器控制基本结构如图 5 所示。

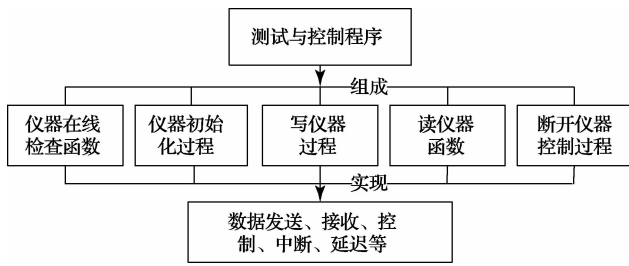


图 5 仪器控制结构

仪器控制所需的几个关键函数:

- 1) 检查仪器在线函数 blnOnLine(intAddr As Integer, strInsName As String)
- 2) 仪器初始化过程 Initialize(intAddr As Integer)
- 3) 写仪器过程 Writing(intAddr As Integer, strWrite As String)
- 4) 读仪器函数 Reading(intAddr As Integer)
- 5) 断开仪器控制过程 LocalControl(intAddr As

Integer)

以上 5 个过程/函数的组合应用实现对仪器的控制,下面给出仪器的初始化、断开仪器控制的源程序,以供参考。

仪器的初始化。参数:仪器地址

```
Public Sub Initialize(intAddr As Integer)
```

初始化接口和设备。

0# GPIB, 仪器初地址, 0# 次地址, 3 s 超时, EOI 模式, 禁止 EOS。

```
Call ibdev(0, intAddr, 0, T3s, 1, 0, intDevLabel)
```

清设备。

```
Call ibwrt(intDevLabel, " * RST")
```

```
Call ibclr(intDevLabel)
```

End Sub

断开仪器控制。参数:仪器地址

```
Public Sub LocalControl(intAddr As Integer)
```

初始化接口和设备。

0# GPIB, 仪器初地址, 0# 次地址, 3 s 超时, EOI 模式, 禁止 EOS。

```
Call ibdev(0, intAddr, 0, T3s, 1, 0, intDevLabel)
```

本地控制。

```
Call ibloc(intDevLabel)
```

关闭设备。

```
Call ibonl(intDevLabel, 0)
```

End Sub

4 实验结果及稳定性分析

选择一个长期稳定性好的被测件 34401A 作为核查标准,每隔一个月用测量标准重复观测, $n=5$, 分别计算平均值 \bar{x}_j , 共测 4 个月, 计算 m 个平均值的平均值 \bar{x}_m 和标准偏差为长期稳定性^[9]。

测量时间为 2014. 6~9 月份。(直流电压 10 V 量程 10.0000V 测试点)

1	2	3	4	5
9.999 96	9.999 97	9.999 97	9.999 96	9.999 97
9.999 97	9.999 97	9.999 97	9.999 96	9.999 96
9.999 96	9.999 96	9.999 97	9.999 97	9.999 97
9.999 97	9.999 96	9.999 98	9.999 97	9.999 97

计算平均值 \bar{x}_j : $\bar{x}_1 = 9.999 966$, $\bar{x}_2 = 9.999 966$, $\bar{x}_3 = 9.999 966$, $\bar{x}_4 = 9.999 97$ 。

以上 4 个平均值的平均值 $\bar{x}_m = 9.999 967$,

$$S(\bar{x}_j) = \sqrt{\frac{1}{m-1} \sum_{j=1}^m (\bar{x}_j - \bar{x}_m)^2} = 2.0 \times 10^{-6}$$

测量标准直流电压的扩展不确定度^[10]:

$$U = 8.4 \times 10^{-6} V(10 V)(k = \sqrt{3})$$

(下转第 39 页)