

智能测量仪器的自动化校准

——34401A数字多用表自动校准系统

潘洁 许朝晖/上海市计量测试技术研究院

本文介绍了实现自动控制所需的软、硬件,并以34401A数字多用表为例,通过对校准过程、校准时间、数据处理、报告生成等项目的比较,说明了自动化校准相对于人工手动校准的优势所在。

关键词

数字多用表; 自动化校准; 程控技术

1 引言

随着科学技术的不断发展,程控技术和计算机技术不断运用到实际工作中。现代标准领域中,自动控制逐步替代了人工重复性劳动。

一方面,从校准过程讲:首先对于被校仪器(UUT)需要经过专家审查找出适当的校准步骤。然后,技术人员根据该步骤连接设备,操作标准器及被校设备,调定激励设备到设定点,并记录被校仪器数据,同时验证该数据是否处于误差范围之内。最后以文件形式给出结论即打印报告、并整理原始记录。可以看出,对于同种设备或同类设备的校准步骤是相同

的,测试点与误差范围也是相似的。每年有大量的设备按一定周期送检进行校准,技术人员不得不机械的重复相同的操作步骤,进行繁琐的数据判断,这是对人力资源的浪费。

另一方面,从校准目的讲:校准即是被校仪器与标准器进行量值比较的过程。通过校准,得出被校仪器的误差值。在校准过程中需要人工调校被校仪器、标准器等。为了使校准最终数据误差值更准确,更精确,这便要求我们在校准中尽量减少人为误差的产生。

步的改善工艺有很好的指导作用。

参考文献

- 1 谭善文等.Hilbert-Huang变换的滤波特性及其应用.重庆大学学报, 2004, 27(2).
- 2 HUANG N E. The empirical mode decomposition and Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis [M]. Proc R Soc London, 1998, A454: 903-995.
- 3 胡广书.数字信号处理-理论算法与实现[M].北京:清华大学出版社, 1997.
- 4 张晓哲, 罗奇峰.地震加速度波的时-频反应谱分析[J].结构工程, 1999, (增刊): 37-42.

Li Baogui¹, Li Chenggui¹, Xiong Changyou²

(1. School of instrumentation science & Opto-electronics Engineering, Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100083, China)

(2. Changcheng Institute of Metrology & Measurement)

Abstract: Hilbert-Huang transform (HHT) is a new two-step time-frequency analysis method to analyze the nonlinear and non-stationary signal. The key step of this method is empirical mode decomposition(EMD) method with which any complicated data set can be decompose into a finite and often small number of intrinsic mode functions(IMF). In this paper, HHT is used in the analysis of roughness, and the conclusion is helpful to machining.

Key word: HHT; surface roughness; super smooth surface; bispectrum analysis

The application of HHT in analysis of
surface roughness

从以上两点不难看出,即要减少重复性劳动,又要降低人为误差,我们可以用计算机自动校准软件同时解决这些问题。用计算机完成仪器自动化校准,完全可以弥补人工校准的缺陷。

2 自动校准系统的组成

所谓自动校准即计算机代替人工完成校准过程及后期数据处理。而要实现自动校准控制需要两个必要条件,即硬件与软件。

硬件:包括总线结构和通信接口。

(1)总线即计算机与计算机之间、计算机与其他智能设备之间进行通信的连线。常用的总线有RS-232串行通信总线和IEEE-488并行通信总线。

· RS-232串行通信总线,是美国电子工业协会(EIA)于1969年推出的一种串行通信标准,是目前最常用的串行接口标准,用于实现计算机与外设之间的数据通信。其通信距离可达到15米,传送信号的速率不大于20kbps,每个信号使用一根导线,公用一根信号地线,采用单端输入和公共信号地线,容易引进干扰。现在计算机一般至少有两个串行口COM1和COM2。(图1)

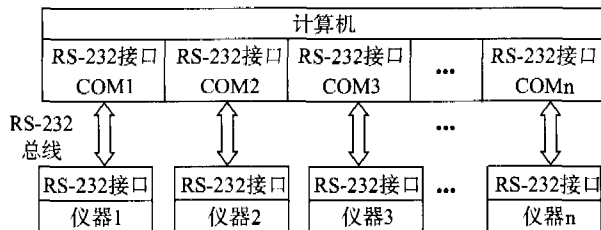


图1 RS-232总线连接示例

· IEEE-488串行通信总线也称为GPIB(General Purpose Interface Bus)总线。GPIB总线是一种并行的与可控测量仪器器件相连接的小型标准接口总线系统,它能以一种外总线互联的方式将一些智能仪器用机架或层叠式方式来组建成一个开放式的自动测试系统。总线由24线无源电缆所构成,包括8条数据线,5条控制线,3条挂钩线和8条地线,采用比特并行、字节串行地双向异步通信方式;系统中通过总线互联的设备可达到15台,数据传输速度可达1Mb/s,任意两台设备最大距离为4m,总电缆长度不超过20m。总线连接的设备可处于四种工作模式:讲者(发送数据)、听者(接受数据)、控者(发布命令,指派谁为讲者,谁为听者,并管理监视总线)、闲置(不对总线负担任

何工作,也不担任任何工作角色)。对于GPIB总线上的每台设备对应唯一的一个地址。(图2)

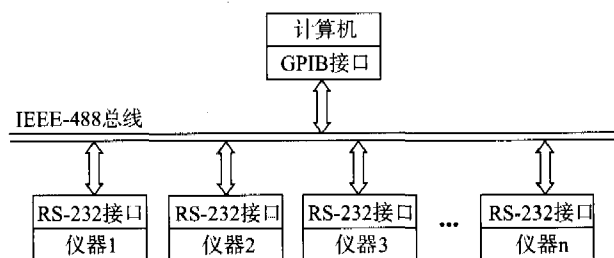


图2 IEEE-488总线连接示例

(2)接口是计算机与智能设备交换信息的桥梁。接口技术即计算机与智能设备之间交换信息的技术。在仪器校准中,常见的有两种不同的接口,即RS-232和IEEE-488(GPIB)接口。

软件:用计算机实现自动校准系统的应用程序。

如今,许多电子产品公司已自行研制开发了自动校准控制软件。比如:FLUKE的MAT/CAL,Agilent的VEE软件...等等。但这些软件的版权购置费昂贵,并非所有公司都能承担,所以许多公司或部门利用已有的编程软件自己编写自动校准软件程序从而达到自动校准控制的目的。

对于自我编写程序完成自动控制的软件,有两个重要组成部分:

(1)自动控制主程序。它是由VB、VC+、JAVA、LAB VIEW等高级编程语言编写的操作控制程序、编译操作命令的集合。通过程序可以完成自动测试,打印报告、原始记录的查询,等功能。程序是自动控制的主体部分,也是主要的执行、运作部分;

(2)数据库。它保存着每台被检仪器的基本信息及测量数据;为仪器溯源提供了方便。(图3)

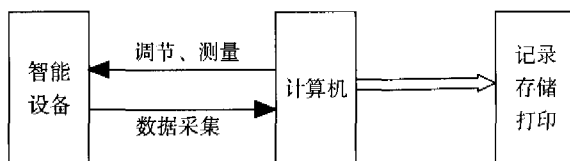


图3 自动化校准示例

3 34401A的校准过程自动校准与我们现在多数采用的手工校准到底有何差别?有何优势?让我们通过数字多用表的校准说明

数字多用表在电子行业中运用非常普遍,发展至今已十分成熟,使用方便易掌握,且不同型号数表校准内容基本相似。下面以34401A数字多用表自动校准

为例,即以34401A为被校对象,5720A多功能校准器做为标准源,选用标准源法进行计量校准操作的过程说明。

被校表HP 34401A:是美国Agilent公司生产的6位高性能的数字多用表。集多功能于一身,具有交直流电压、交直流电流、电阻、频率、二极管等测量功能。它具有IEEE-488 (GPIB)和RS-232两种标准接口,支持编程语言有SCPI、HP3478A和FLUKE8840三种;读取速率可达到每秒1000个读数,并且存储量可达到512个读数。

标准源FLUKE 5720A:是一台高精度的多功能校准器。可输出交直流电压、电流、电阻、频率等功能,其中直流电压基本量程的年基本误差可以达到3.5ppm。5720A包括两个通信接口:IEEE-488 (GPIB)和RS-232。

3.1 34401A人工校准过程

用测试线正确连接标准源和被校表(UUT),手动调节UUT的被校量程与标准源的输出值,确定标准源输出正确激励后,待UUT数据稳定手动记录测量数据。全部性能检测完后人工对数据进行判断并给出结论。最后人工打印核查报告,整理,归档原始记录。(图4)

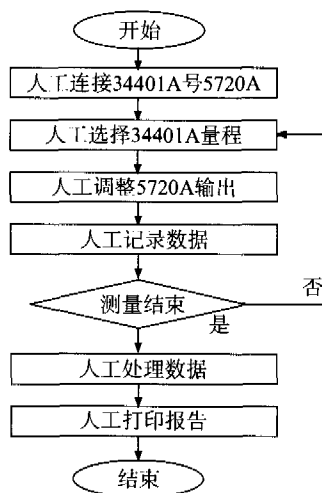


图4 人工校准34401A

我们可以计算一下:在调节源输出,测量并记录检测数据这个循环中,我们以直流电压为例:34401A的DCV有100mV、1V、10V、100V、1000V五档量程,其中10V为基础量程。按照规程每档量程测三点,基本量程测十点,满度测反向。如此算来: $4 \times 4 + 11 \times 1 = 27$ 。即仅是直流电压的测量,5720A就要改

变27次输出,34401A相应的改变5次量程,而人工就要重复27次来记录数据,其中每个步骤均是人工操作完成的。并在所有校准项目结束后,还要进行人工的数据处理、判别及生产报告。

3.2 34401A自动校准过程

正确连接34401A和5720A之间的测试线,自动校准软件为标准源和被校设备(UUT)设置正确的数值和量程,UUT采集数据通过接口传送到计算机中,由校准软件对数据进行整理、统计等复杂处理,得出对UUT性能的判断,最终控制计算机自动打印报告,并存储测量数据。

从流程图可以清楚的看出,在自动校准中人工操作只有一步,即正确接线,其他均由计算机来完成。(图5)

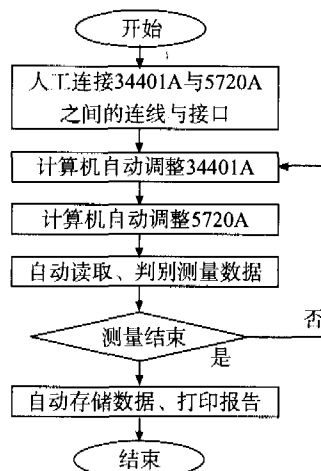


图5 计算机自动校准34401A

在自动校准中,同样以直流电压为例:可以看出正确连接34401A与5720A之间连线后,整个校准过程不需人工介入。标准源输出的调节、被测仪器的设置、数据的读取记录、测量结果的判断,报告的生成,数据的存储均由程序自动完成。程序能够计算出被校表的误差,记录测试点相关信息,保存测试结果,保证记录格式的一致性。

校准过程的自动化使技术人员从常规的校准工作事务中解放出来,减小人为误差的产生,节约了时间,增加了报告准确性,大大提高了工作效率。

4 自动化校准的优势

对不同方法测量34401A所产生的结果进行了比较:

木材含水率标准试样的制备方法研究

王国衍 张丽芳/上海市计量测试技术研究院

通过实验研究,得出了一种高精度木材含水率标准试样的制备方法。采用该方法制备的试样具有定值迅速、可重复使用的特点,含水率范围7%~22%(5点),扩展不确定度0.6%($k=2$)。

关键词

木材试样;木材含水率;木材测湿仪

1 引言

随着我国的木材工业的迅速发展,木材含水率测量仪器的使用越来越广泛,其中最常用的为电阻法和电容法水分仪。虽然这些仪器简单实用,但是容易受到温度、树种等因素的影响,稳定性也较差,需要定期标定或校准,而校准过程中木材含水率试样的制备

是关键。

传统的木材水分试样制备方法^[1]都是取未经烘干的样品进行制备,使用时才烘干称重。现行的国家标准^[2]和国际标准^[3]采用此方法,其特点是完全符合木材含水率的定义,准确度非常高,缺点是试样为一次性使用。国家计量检定规程“JJG 986-2004木材含水率测量

性能 \ 方法	手动	计算机	
		RS-232	IEEE-488
操作时间	30-40分钟	20~25分钟	10~15分钟
仪器控制	人工操作	计算机自动操作	
数据读取	人工读取	计算机自动获得	
数据处理	人工判断	计算机自动判断	
证书打印	人工打印	计算机自动生成	
数据保管	人工保存	计算机内部存储	

计算机自动控制校准明显优于人工手动校准。从时间上比较,计算机操作时间比人工操作所用时间节约了约50%(节省了操作时间);从数据读取比较,计算机自动获取数据,减少了因人为读数、记录而引起的误差;在数据处理方面,计算机能够识别出临界、超差和严重超差的情况,并能明确标识于系统的报告中;且校准结果中包括着全部的溯源性数据,在校准步骤的最后,自动生成校准报告,消除了繁琐的文件编制工作,同时将人工误差降低到最少。计算机自动校准的另一优势即通用性强。操作人员无需了解复杂的编程语言,只需简单的操作,便可完成全部的校准过程。自动操作使校准处于最优工作状况,即保持高质量、高效率、低消耗、低成本。

5 结束语

自动化使校准发生了许多有意义的变化。数据报告的准确,人工资源和技术资源的最佳使用,无论对送检单位或校准机构都受益匪浅。

参考文献

- 1 校准—理论与实践,中国计量出版社, [美]Fluke Corporation
- 2 于海生等. 微型计算机控制技术. 清华大学出版社.

Auto-calibration of intelligent instrument —— 34401A Digital multimeter auto-calibration system

Panjie, Xu Zhaohui

(Shanghai Institute of Measurement and Technology)

Abstract: This article introduce the software and hardware which use to realize the automated control, and make use of 34401A digital multimeter to explain the advantage of auto-calibration by compare with calibration process, spend time, dispose of date, generation of reports and so on.

Key word: multimeter; auto-calibration; remote technology