

# 示波器自动检定系统的设计

严洪燕 李艳萍

(中国直升机设计研究所,江西景德镇 333001)

**摘 要** 介绍示波器自动检定系统的组成及原理框图,系统软件设计及特点。**关键词** 模拟式仪表 数字示波器 自动测量 软件 设计

## Design of the Automatic Verification System for Oscilloscope

YAN Hong-yan LI Yan-ping

(China Helicopter Research and Development Institute, Jingdezhen, Jiangxi, 333001)

**Abstract** The component and theory drawing of the automatic measurement system for oscilloscope, the design and function of system software is introduced.**Key words** Analogue instrument Digital oscilloscope Automatic measurement Software Design

## 1 引言

示波器是无线电测量领域中应用极其广泛的一种测量仪器,在时域测量中占有不可替代的位置。在无线电测量中遇到的电压信号大部分都是随时间变化的,因此示波器在各单位使用数量很大。在各计量部门中,示波器的计量检定工作量也很大。这主要是由于示波器需要检定的项目很多,例如垂直偏转系数、频带宽度、瞬态响应、输入电阻、扫描时间系数、扫描线性、校准信号等,且有的检定项目中量程数量很多。对于手动测量,要人工读取数据、记录数据、计算误差等,不仅费时,且容易出现人为读数或记录错误。为了提高工作效率,降低人工操作出现错误的几率,提高检定工作的质量,使记录规范化,同时为了提升计量技术水平,开发示波器自动检定系统,实现对示波器的

自动检定具有很大的实际意义。

## 2 系统组成

如图 1 所示,系统是由示波器校准仪(Fluke 9500B)、数字多用表、数字频率计、被检示波器(包括模拟示波器、数字示波器、数字示波表)、USB/GPIB 接口卡(Agilent 82357A)及接口电缆、计算机及示波器自动检定软件组成。

## 3 系统工作原理

系统连接如图 1 所示,通过 USB/GPIB 接口卡和接口电缆将计算机与示波器校准仪、数字多用表、数字频率计连接起来,并将示波器校准仪的信号输

收稿日期:2007-04-12;修回日期:2007-05-31

作者简介:严洪燕(1962-),女,工程师,主要从事无线电、时间频率、专用测试设备计量校准及自动测试技术的研究。

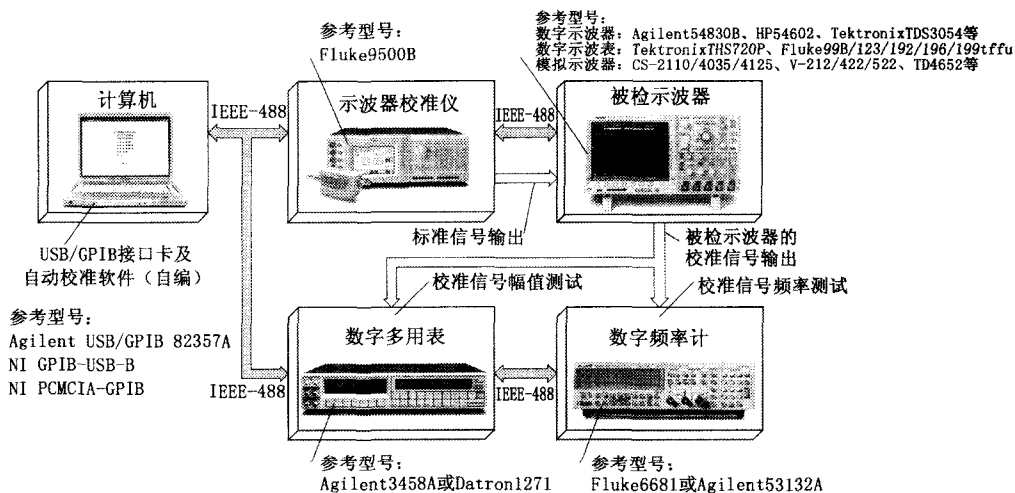


图1 系统组成示意图

出端与被检示波器的信号输入端连接。通过计算机控制示波器校准仪发送标准信号,再控制被检示波器(带接口的数字示波器和数字示波表)测试信号的输出值/或读取被检示波器(不带接口的模拟示波器和数字示波器及数字示波表)屏幕显示值。在检定被检示波器的校准信号时,应将被检示波器的校准信号输出端与数字多用表和数字频率计的信号输入端连接,直接控制标准表测试信号的幅度和频率值。

### 3.1 示波器的全自动检定

被检示波器带有 IEEE-488, RS-232, 以太网 (LAN) 的标准通用接口。对于这种数字示波器和数字示波表,可以通过计算机和自动检定软件控制示波器校准仪输出标准信号(如标准幅度方波信号、标准直流信号、标准时标信号、快前沿脉冲、稳幅正弦波信号),同时,控制被检示波器的信号输出并测试输出值,然后进行误差计算。在校准信号检定时,计算机自动控制数字多用表和数字频率计测试被检示波器的校准信号幅度值和频率值,待所有项目和所有通道检定完后,即可立即打印检定证书,整个检定过程完全可以实现全自动检定。

### 3.2 示波器的半自动检定

被检示波器为模拟示波器和不带有 IEEE-488, RS-232 和 LAN 的通用接口的数字示波器和数字示波表。对于这种示波器,可以通过计算机和自动检定软件控制示波器校准仪输出标准信号,同时在计算机屏幕给出提示,人工调整被检示波器显示并输入显示值,然后计算机自动进行误差计算。完成示波器全部指标的检定后,立即打印检定证书,实现半自动检定

## 4 软件设计

检定软件是自动检定系统运行的核心,实现示波器的自动检定除了需要带接口的计量标准等硬件支持外,还需要软件支持。因此,系统软件设计是实现自动检定的重要环节之一。

本系统检定软件设计是在 VEE Pro 开发平台,采用模块式的编程方法编制完成。

### 4.1 软件结构设计

系统软件设计是采用模块化的设计方法,按模拟示波器、数字示波器/数字示波表的类型及读数的方式不同分别进行设计。系统软件由模拟示波器、数字示波器/数字示波表和数据管理三大模块组成。模拟示波器模块包括外观及功能正常性检查、垂直偏转系数、频带宽度、上升时间及上冲量、扫描时间系数、扫描线性、扩展扫描时间系数、输入电阻、校准信号幅度和校准信号频率等子模块,而数字示波器/数字示波表模块包括外观及功能正常性检查、垂直偏转系数、脉冲瞬态响应、频带宽度、 $\Delta V$  幅度测量、扫描时间系数、扫描线性、 $\Delta t$  时间测量、输入电阻、校准信号幅度和校准信号频率子模块。数据管理模块包括原始记录数据审核、打印测试数据、打印预览测试数据、打印证书封面子模块,即系统软件由分模块和子模块组成,各分模块和子模块通过程序菜单及模块相互调用连接起来,形成系统自动检定软件。检定软件组成结构如图2所示。

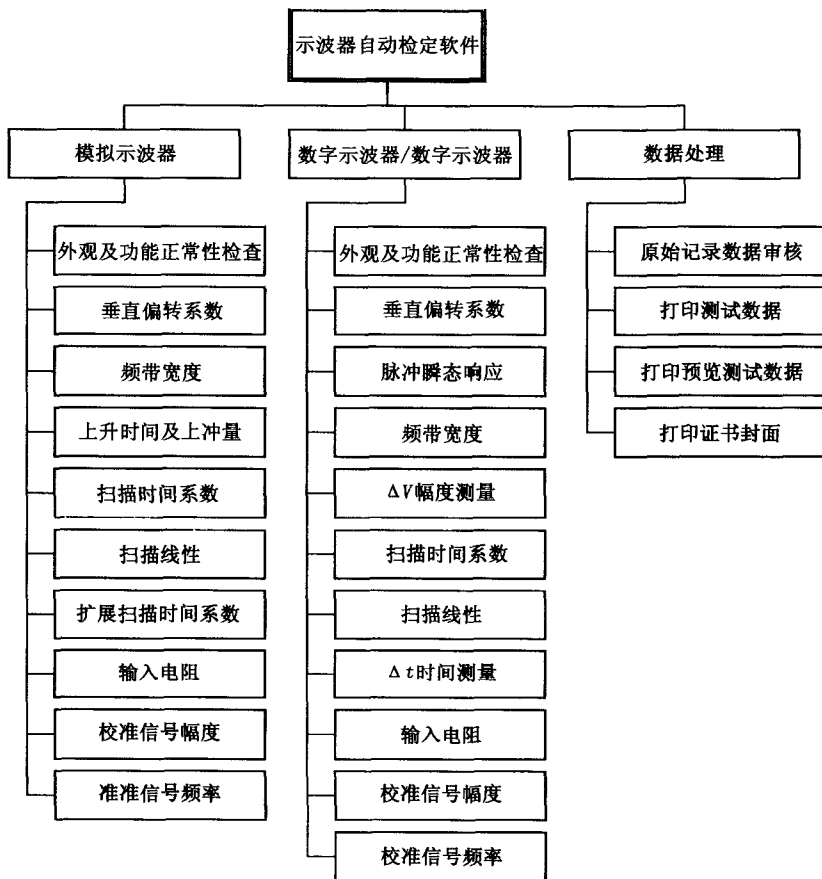


图2 系统检定软件结构图

在模拟示波器模块和数字示波器/数字示波表模块的设计中,对于相同检定项目如垂直偏转系数、频带宽度、扫描时间系数等模块的设计是有所不同,应分别进行设计。

#### 4.2 模拟示波器模块设计

由于在模拟示波器的检定中,通过计算机控制标准示波器校准仪(9500B)输出标准信号,手动调节被检示波器各控制旋钮及标准示波器校准仪的误差旋钮,再通过计算机控制读取标准示波器校准仪的输出值。这种检定过程,需要人工手动调整,因此在模拟示波器模块的设计中应以人机对话、逐渐提示、选择和确认的方式进行半自动检定的设计。这种半自动检定也可以省去人工记录数据、计算误差值、人工输入测量结果打印证书。在全部检定项目完成后,也可自动产生测量结果报告,打印出检定证书。

#### 4.3 数字示波器/数字示波表模块设计

对于不带接口的数字示波器/数字示波表模块的设计与上述模拟示波器模块的设计方法基本相

同,是采用弹出式菜单、逐渐提示、输入被检示波器屏幕显示的实测值,然后自动进行误差计算及超差判断等方法进行模块设计。

对于带接口的数字示波器/数字示波表模块的设计则与上述有所不同,首先应根据不同型号的被检数字示波器/数字示波表编写驱动程序,然后按检定项目编写各子模块程序,在编写过程中应及时把握时序控制,如果时序控制不当会导致不正确的测试结果。

#### 4.4 软件流程设计

在软件编制中,无论采用 VEE Pro 图形编程语言,还是采用 LabVIEW 图形编程语言进行编制,其软件设计流程图基本相同。现以检定示波器的垂直偏转系数项目为例,介绍模拟示波器和带接口的数字示波器的软件设计流程图。图3所示为检定示波器的垂直偏转系数检定软件设计流程示意图。

图4和图5为系统的模拟示波器和数字示波器在垂直偏转系数检定项目中,计算机屏幕显示的实测测试结果。

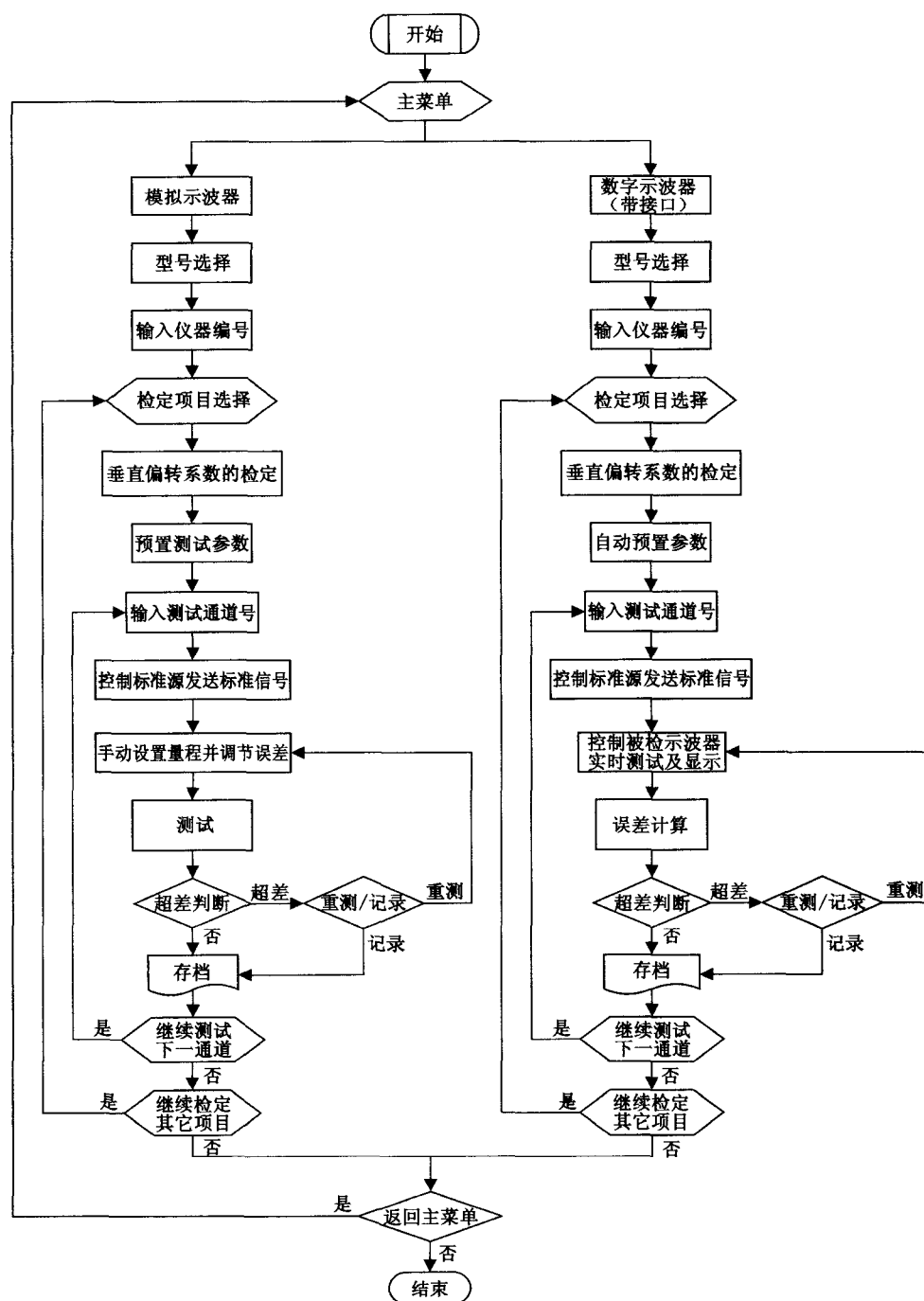


图3 垂直偏转系数检定软件设计流程示意图

#### 4.5 软件特点

本系统软件具有以下特点:

1) 可靠性。系统所使用的标准仪器经上级计量部门检定合格,标准仪器通过计算机实现操作和控制,数据处理依据国家颁布的检定规程进行,因此保证了测试系统的量值传递准确和统一,从而确保了整个系统的可靠性;

2) 实时性。系统采用实时测试显示,设有超差

报警功能,及时反映测试状况,减少不确定因素影响,降低测试结果的不确定度,保证测试结果的真实性;

3) 高效性。系统采用计算机控制标准仪器自动进行测试,测试完后自动进行数据处理,自动形成测试报告,因此,大大的提高了工作效率,缩短了检定所需时间;

4) 扩展性。系统软件由于采用模块化的编程

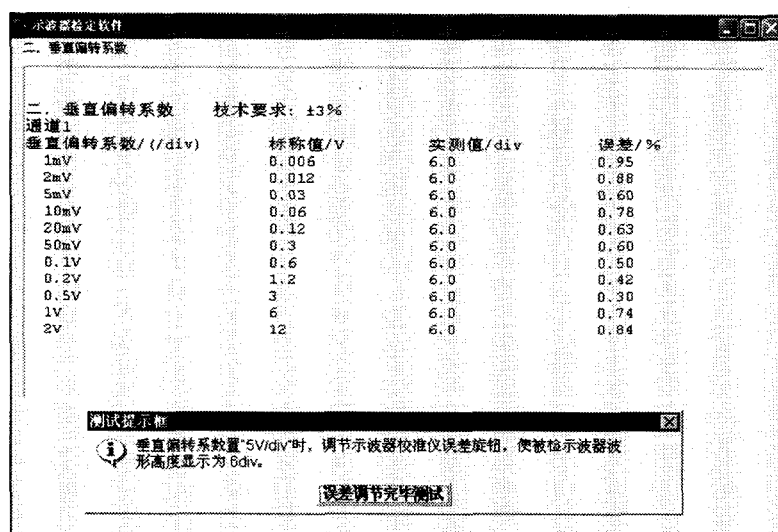


图4 模拟示波器的垂直偏转系数检定结果显示示意图

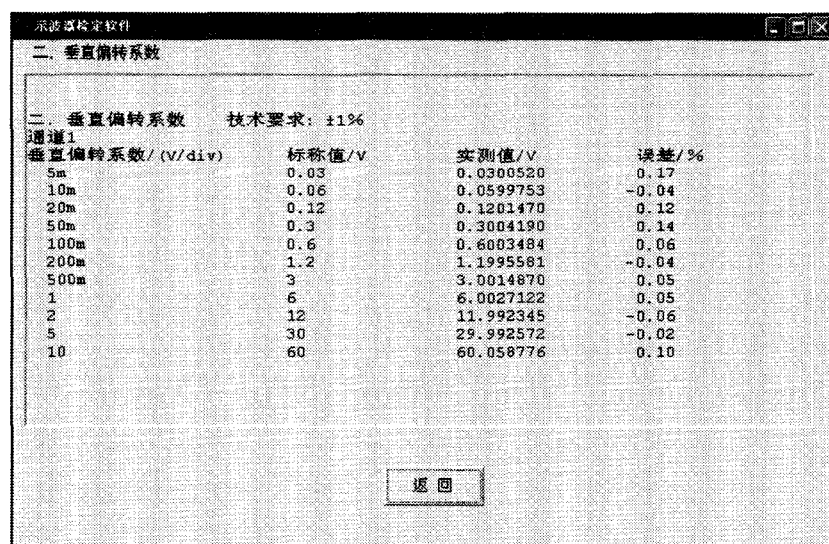


图5 数字示波器的垂直偏转系数检定结果显示示意图

技术,各模块之间可以相互调用,且易于拆分和组合,对于不断增添的新仪器,只要编制驱动程序,并将其添加到系统软件的模块中,就可很快完成新仪器的自动检定工作,因此具有很强的扩展性。

## 5 结束语

本系统软件已广泛应用在我所示波器的自动检

定中,该系统稍加改动,也可用于其它通用电子测量仪器的自动检定中。

## 参考文献

- [1] 刘朔. 无线电电子学计量[M]. 北京: 原子能出版社, 2002: 282 ~ 284.