

用于高速网络分析仪校准的自动测试系统设计

赵品彰

(江苏省计量科学研究院 南京 210007)

摘要: 高速网络分析仪是射频生产测试中非常重要的仪器,对网络分析仪的定期校准用于检查其性能是否满足使用要求。本文提出了一种用于高速网络分析仪校准的自动测试系统的实现方案。该系统以计算机为控制核心,通过 GPIB 总线将各仪表进行互连,并且使用 VC 作为校准应用程序的开发工具。通过程序控制总线上的仪表作业,按要求进行测试和数据处理工作,最终生成校准证书,实现了网络分析仪的自动校准。该系统节省了人力和时间,显著地提高了工作效率。

关键词: 网络分析仪; 校准; 自动测试

中图分类号: TB973 **文献标识码:** B

Automated test system for high-speed network analyzer calibration

Zhao Pinzhang

(Jiangsu Institute of Metrology, Nanjing 210007)

Abstract: High-speed network analyzer is very important in RF manufacture and test, and its performance is checked by periodic calibration. A high-speed network analyzer for the calibration of automatic test system program is introduced. The system is computer-controlled core through GPIB bus interconnecting the instrument, and using VC as a calibration application development tools. Through process controlled instrumentation bus operations, according to the requirements for testing and data-processing jobs and this will generate calibration certificate, achieving to automatic calibration. The system saves manpower and time, significantly improved the efficiency.

Keywords: NA; calibration; ATS

0 引言

晶体振荡器和滤波器是最常见的电子元器件,应用于各种电子通信产品和仪表内部。而高速网络分析仪是其生产和测试时所必不可缺的测试仪表。目前,每个电子元器件生产厂家都购置了一定数量的高速网络分析仪,用于出厂检测、新产品的研发设计。生产线中对网络分析仪高频度的使用,致使其存在较严重的性能下降、老化及损坏等问题,因此需要定期对其进行校准。如何在尽可能不影响企业生产的情况下,对生产线中大量的高速网络分析仪进行高效率、高准确度的现场校准工作,成为非常有意义的问题。本文将对江苏省计量科学研究院自行设计的高速网络分析仪自动校准系统的组成结构、控制方法及软件实现等加以介绍。

1 校准系统描述

1.1 概述

高速网络分析仪主要由扫频信号源、接收机及相关信号处理和数值计算等电路组成,根据 JJG(电子)07009-93

和仪器的性能测试手册,确定高速网络分析仪主要的校准项目,如表 1 所示。

表 1 校准项目

序号	校准项目
1	系统信息
2	信号源频率准确度
3	信号源谐波
4	信号源非谐波
5	单边带相位噪声
6	信号源电平准确度
7	信号源功率线性
8	接收机噪声电平
9	迹线噪声
10	剩余响应
11	输入串扰
12	绝对电平测量准确度
13	动态测量准确度
14	幅度比值测量频率响应
15	相位测量频率响应

根据以上校准项目的特点及实际需要,本文提出如下校准系统。

1.2 系统组成及结构

校准系统各仪表设备的结构框图如图 1 所示。

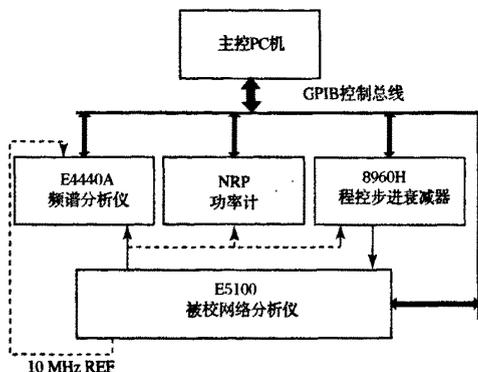


图 1 校准系统结构框图

整个系统由 PC 作为主控,功率计、频谱分析仪、程控步进衰减器及被测网分仪通过各自的 GPIB 接口连接至控制总线,通过 GPIB 转 USB 接口卡与计算机相连。之所以选择 GPIB 作为系统接口总线,是由于 GPIB 的普及程度高,数据速率达到 1 MB/s,每条总线支持 15 个互连设备。NI 的 GPIB-USB 驱动卡使计算机能随时将工作设备连成网络,非常方便。仪表的读写访问采用最基本的 SCPI 指令,对于某些仪表,可以使用 VISA 语言,或是更高级的 VXIPlug&Play 语言。

系统连线完成后,运行安装在 PC 中的自动校准系统软件,通过界面选择相应的校准项目,系统将自动完成各项目的校准。

1.3 软件实现

本自动校准系统的应用软件部分采用 Microsoft Visual C++ 编写,C++ 语言是一种面向对象的开发语言,具有派生、继承、重载和多态性等特点,灵活,编程效率高;VC++ 平台功能强大,基于 MFC 类库和 ATL 模板进行开发简化了开发过程,通过调用丰富的接口函数,应用程序可以方便地访问 OFFICE 文档和各类数据库。整个程序具有界面友好、操作简单的特点,测试项目、测试数据和测试进度一目了然,每个项目的测试状态(合格、超差、暂停等)也会及时报告给操作者。

本程序的类结构为:对话框类 DlgMain、视图类 AutoCalView、文档类 AutoCalDoc、测量应用类 CMeasureApp,以及用于驱动仪表的库文件,联结 OFFICE 程序的 API 函数库文件。测量应用类 CMeasureApp 是核心部分,封装了不同对象校准的共性特征,并由此派生出 CMA5100 子类,该类描述了 E5100 型网络分析仪测试对象的特征,包括测量项目,测试数据点,在编写每个项目的校准函数时,特别要注意设置不同程控指令的动作

延时。

程序采用多线程模式,即用户接口线程和测试主控线程,运行时通过线程之间的相互通信来实现对测试流程的控制和数据反馈。图 2 中以 E5100 型网络分析仪的信号源频率准确度为例,将测试流程以具体控制语句的方式加以表述。

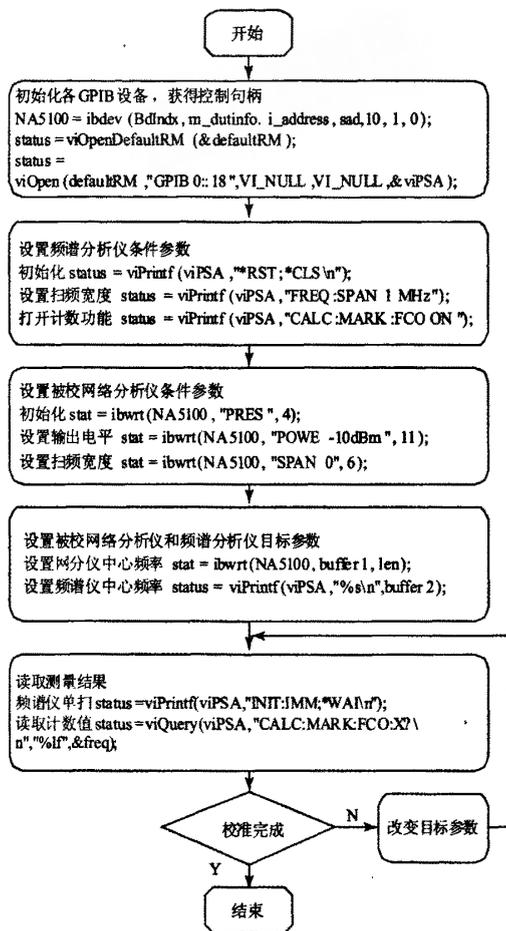


图 2 信号源频率准确度测试流程及关键指令

2 数据处理

计算机对仪表传送来的数据进行进一步处理,包括对数据进行修约,初等函数运算,并判断结果是否在仪器指标规定的误差限内,将其报告给测试人员。

测试暂停或结束后,测试数据可以保存到硬盘文件中;校准完成后,可以自动生成 OFFICE 文档。

3 结果分析

对网络分析仪进行完整的 15 项校准,手工测试需要的时间为 60 min,而自动测试所需要的时间在 20 min 以

(下转第 121 页)

参照上述计算公式取 $L=64$ 。在此参数下进行了长时间的测试,测试没有误码,时延较小。另选择更多路的电路仿真进行测试验证,同时设置不同参数值,其结果符合设计的要求。

4 结 论

该电路仿真设备还可以通过用户接口配置 TDMoIP 协议模块参数,支持 $N \times 64$ kbit/s 业务或者整条 E1 的透明仿真业务,并具备时隙交换和信令传输控制的能力。此外,稍作协议栈修改,还可以方便地将电路仿真设备 CES 扩展到以太网、MPLS 网络上使用,具有较高的应用价值。

参 考 文 献

- [1] TDM over IP, Draft-ietf-pwe3-satop-01[Z]. IETF.
- [2] Freescale Semiconductor Inc. MPC860 PowerQUICC user's manual[M].
- [3] Motorola Inc. QMC supplement to MC68360 and MPC860 user's manuals[M].

- [4] 张睿,金鹏,王月忠.基于TMS320C6000和MPC860视频信号处理平台[J].电子测量技术,2003(5).
- [5] 陈智育,温彦军,陈琪. VxWorks 程序开发实践[M]. 北京:人民邮电出版社,2004.
- [6] Winder River Corporation. VxWorks 5.5 Network Programmer's Guide[M].
- [7] 谢希仁. 计算机网络[M]. 北京:电子工业出版社.
- [8] 赵伟,张昕凯,谭彩虹. 基于嵌入式 Linux 的 DPR 设备驱动程序开发[J]. 仪器仪表学报,2006(s3).
- [9] Winder River Corporation. VxWorks 5.5 Programmer's Guide[M].

作 者 简 介

张剑峰,男,1964年出生,教授,主要从事宽带交换和信令技术方面的研究工作。

E-mail: jeff. nj@126. com

胡嘉,男,1981年出生,工学硕士,主要从事信令技术方面的研究工作。

(上接第113页)

内,明显提高了工作效率。另外对两者的测试数据进行了对比,表2以“信号源功率线性”一项为例,给出了手工与自动测试的结果。通过数据对比不难得出:自动测试与手工测试的数据偏差远小于测试结果的不确定度。

表2 测试数据对比

电平标称值 /dB	实测值/dB	
	手工测试	自动测试
10	9.99	9.99
-10	-10.01	-10.01
-20	-20.00	-20.00
-30	-29.98	-29.98
-40	-39.99	-39.99
-50	-40.01	-40.02

4 结 论

该系统使高速网络分析仪的校准过程更规范,更可靠,提高了工作效率,并且免去了证书录入和校对这一环节,减少了差错,提高了工作效率。为了更好地满足工作要求,作者认为还需在两个方面改进:首先要增加图表功能,当测试点较多时,测试数据能以二维曲线的形式来显示,使校准结果更加直观;其次要进一步改进程序的扩展功能,使自动测试对象的增添更加容易。

参 考 文 献

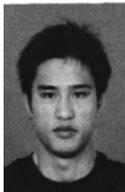
- [1] 高军哲,潘孟春,祖先锋,等. 在Lab Windows/CVI7.0

下基于PXI总线的导弹自动测试系统设计与实现[J]. 国外电子测量技术,2005,24(3):27.

- [2] 赵科佳,等. 基于NTN技术的宽带取样示波器自动校准系统[J]. 计量学报,2006,4.
- [3] 张海波,等. 基于LabVIEW的信号发生器自动校准系统[J]. 计量技术,2007,11.
- [4] 孙亚飞. 测试仪器发展概述[J]. 仪器仪表学报,2003,24(5):480-484.
- [5] 周泓,汪乐宇,陈祥献. 虚拟仪器系统软件结构的设计[J]. 计算机自动测量与控制,2000,8(1):21-24.
- [6] 张发启. 现代测试技术及应用[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2005.
- [7] 侯国屏,王坤,叶齐鑫. LabVIEW7.1编程与虚拟仪器设计[M]. 北京:清华大学出版社,2005.
- [8] Jon Conway, Steve Watts. A Software Engineering Approach to LabVIEW [J]. APR 29,2003.

作 者 简 介

赵彪彰,男,1981年10月出生,毕业于东南大学无线电工程系,现在江苏省计量科学研究院从事射频与通信领域的计量测试工作。



微波射频测试仪器使用操作培训

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,推出多套微波射频以及天线设计培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训课程列表: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/129.html>



微波射频测量仪器操作培训课程合集

搞硬件、做射频,不会仪器操作怎么行!对于射频工程师和硬件工程师来说,日常电路设计调试工作中,经常需要使用各种测试仪器测量各种电信号来发现问题、解决问题。因此,熟悉各种测量仪器原理,正确地使用这些测试仪器,是微波射频工程师和硬件工程师必须具备和掌握的工作技能,该套射频仪器操作培训课程合集就可以帮助您快速熟练掌握矢量网络分析仪、频谱仪、示波器等各种仪器的原理和使用操作...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rftest/vna/67.html>

矢量网络分析仪使用操作培训课程套装

矢量网络分析仪是最常用的测试仪器是射频工程师和天线设计工程师最常用的测试仪器;该套培训课程套装是国内最专业、实用和全面的矢量网络分析仪培训教程套装,包括安捷伦科技和罗德施瓦茨公司矢量网络分析仪的 5 套视频培训课程和一本矢网应用指南教材,能够帮助微波、射频工程师快速地熟练掌握矢量网络分析仪使用操作...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rftest/vna/34.html>



示波器使用操作培训课程套装

示波器是硬件和射频工程师几乎在每天的工作中都会用到仪器,因此掌握示波器的原理并能够正确使用示波器是所有从事电子硬件电路设计和调试的工程师必须具备的最基本的技能。本站推出的示波器视频培训课程套装既有示波器的基本原理以及示波器性能参数对测量结果影响的讲解,也有安捷伦和泰克多种常用示波器的实际操作讲解,能够帮助您更加深入地理解手边常用的示波器从而更加正确地使用示波器...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rftest/osc/49.html>