

虚拟微波网络分析仪与自动测量

张德伟¹ 杨明珊² 朱忠义³ 司彬彬⁴

(1. 信息工程大学信息工程学院 郑州 450002; 2. 郑州大学信息工程学院 郑州 450001;
3. 信息工程大学电子理学院 郑州 450004; 4. 信息工程大学测绘学院 郑州 450052)

摘要:一些早期精密网络分析仪只是部分功能不足,但仍有很高测量精度,为了使它们继续发挥作用,本文通过GPIB接口建立了典型微波网络分析仪与PC间的通信,并在PC上利用LabVIEW集成环境开发了虚拟微波网络分析仪程序;该虚拟程序采用通道测量字技术扩展了原仪器的测量通道;置换并升级了其数据存储方式,增加了反向存储能力;另外,还利用指令存储数组使典型网络分析仪实现了一键式自动测量。这样不仅弥补了其原来的不足,还扩展了其部分功能。除使其更便于操作外,还提高了测试效率。

关键词:微波网络分析仪;通道;数据存储;自动测量

中图分类号: TP319.76 文献标识码: A

Extending function and auto-measurement of the microwave network analyzer

Zhang Dewei¹ Yang Mingshan² Zhu Zhongyi³ Si Binbin⁴

(1. Institute of Information Engineering, Information Engineering University, Zhengzhou 450002;
2. School of Information Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001;
3. Institute of Science, Information Engineering University, Zhengzhou 450004;
4. Institute of Surveying and Mapping, Information Engineering University, Zhengzhou 450052)

Abstract: Some old precise microwave vector network analyzers can still work with high precision, though they lack some important new functions. To make full use of these instruments right along, this paper builds the communication between a type microwave network analyzer and a PC by GPIB interface. It develops the VI of microwave network analyzer based on LabVIEW on the PC. And the VI extends the number of the channel of the instrument by the technique of the channel measuring words, displaces and promotes the way that it stores data, and also realizes auto-measurement with a typical VNA conveniently by technique of storing command array. Thus it not only makes up the lacking of the original instruments, but also extends the functions of them. Besides making them operating more conveniently, it also improves their efficiency of working.

Keywords: microwave vector network analyzer; channel; storing data; auto-measurement

0 引言

微波网络分析仪是微波工程中一种常用而重要的精密测量仪器^[1]。国内许多微波网络分析仪都是原惠普公司或安捷伦公司生产的,其产品绝大多数具有功能强大,测量精度高的特点。正因如此,其价格通常比较昂贵。一些早期产品虽然测量精度仍然较高,但其功能与现代网络分析仪相比已明显落后^[2],典型的有如下几点:(1)测量通道少,有的只有2个通道;(2)本机数据存储方式落后,有的无法直接与外界交换数据,有的只能用软盘;(3)屏幕迹线颜色显示单一,通常只有绿色;(4)不易实现自动测量。但由于其价格较为昂贵,完全淘汰这些仍然具有很高测量精

度的仪器无疑非常可惜。为此,本文将典型微波网络分析仪与PC机通过GPIB接口连接起来^[3],如图1所示,在PC机上利用NI公司的LabVIEW图形语言集成开发环境开发了虚拟网络分析仪程序(以下简称程序)^[4-6]。针对这些网络分析仪相对于最新型网络分析仪的不足,扩展了其通道,升级了其数据存储功能,同时还利用其实现了对被测件网络参数的自动测量。

虚拟仪器的基本实现方法虽然已为人所知,但由于微波网络分析仪^[6]本身操控的复杂性,开发一套完整的网络分析仪虚拟仪器(VI)程序仍然较为烦琐和困难。限于篇幅,这里仅介绍该虚拟仪器程序相对于原仪器所扩展的2项新功能的实现方法。

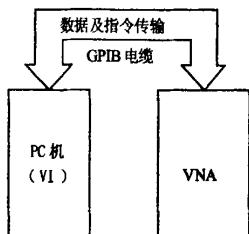


图1 系统框图

1 通道扩展技术

1.1 通道的作用

微波网络分析仪与示波器等测试仪器一样,是基于通道进行测量的。与示波器等仪器稍有不同的是,微波网络分析仪通常只有一个物理通道。由此物理通道进行数据采集后,然后在不同的逻辑通道对数据进行处理。如不特别指明,微波网络分析仪中的通道均指逻辑通道。对网络分析仪而言,S参数、显示参数、显示格式等都是与逻辑通道对应的。当需要测量同一器件的不同参数或对比不同器件的相同参数时往往需要多个通道。现代微波网络分析仪的通道数最多已达到32甚至更多,显然许多早期网络分析仪的2个通道已远远不能满足要求了。

1.2 通道的实现原理

鉴于仪器的安全性,已经不可能通过改进原仪器的硬件或软件获得更多逻辑通道,而现代PC机和LabVIEW语言刚好已具有相对强大的运算功能,因此本文在PC机上的虚拟仪器程序中示例性地建立了4个逻辑通道。所有逻辑通道都是基于原仪器的物理通道进行数据采集的。

当需要虚拟程序中某个逻辑通道工作时,首先将该逻辑通道的特征参数,如与原仪器对应的通道、待测S参数、测量参数(如衰减值、驻波值)、显示参数(参考值,每格值等)所对应的指令通过GPIB电缆依次写入原仪器指定的通道。这里约定,反射参数的测量映射到原仪器的1通道上,传输参数的测量映射到原仪器的2通道上。原仪器执行完所接收的指令后,再将测量数据传回PC机上虚拟仪器对应的逻辑通道,经虚拟程序相应模块对数据进行处理后,将结果按要求显示在PC机屏幕上。

1.3 通道测量字

由于每个逻辑通道的特征参数都是独立且特定的,为实现通道扩展,本文开发了一种叫做“通道测量字”的技术。它的核心是一个二维数组,由测量参数二维数组和显示参数二维数组2部分组成。“通道测量字”的每个横向一维数组对应虚拟仪器中的一个逻辑通道,其元素,即指令内容决定了该逻辑通道的特征参数;这样的横向一维数组的个数决定了逻辑通道的个数。典型的“通道测量字”如图2所示,其中数字部分是通道轨迹的显示参数。

CHAN1;	S11;	SWR;	0	1	1
CHAN2;	S21;	LOGM;	5	0	3
CHAN1;	S22;	SWR;	0	1	1
CHAN2;	S12;	LOGM;	5	0	3

图2 典型的通道测量字

1.4 通道测量字的工作机制

通道测量字在程序初始化时就已设置好,并在虚拟程序运行过程中随时根据菜单和面板设置刷新。当需要某个逻辑通道工作时,首先将该逻辑通道的“通道测量字”元素依次写入仪器,仪器执行该逻辑通道指令后获得测量数据并将其回递给PC机上对应的逻辑通道。逻辑通道再根据测量字的相关内容对数据进行处理,最后根据显示参数的设定值将结果显示在PC的界面上。由于程序运行时,多数时候只需读取测量结果即可,为了节省程序运行所需资源,提高“通道测量字”的工作效率,程序中规定,当根据需要向仪器写入某个逻辑通道的指令组时,首先将其与前一次写入的指令组进行对比,如果相同则不再重复写入通道测量字,而直接读取新的测量结果。只有通道测量字的内容发生变化时,才通过数据电缆更新通道测量字。

显然,按照以上通道测量字的组成和原理,可以很方便将逻辑通道数目扩至更多。

2 数据交换技术

PC与仪器间的数据交换包括将原仪器的测量数据读入PC及将PC中的数据写入原仪器。应用最多的是前者。

由于开发时间相对较早,许多网络分析仪与外界进行数据交换的方式已过时或已不具备数据交换能力。这无疑给数据记录带来了很大不便,也直接影响了工作效率,尤其是进行大批量重复测量时更是如此。由于LabVIEW提供了一组功能很强的文件操作函数^[7],利用这些函数可以很方便地将仪器的测量数据读入PC,并在PC上以多种格式进行存储。本文选用的是Write LabVIEW Measurement File函数,并以该函数为核心编写了文件存储子函数。该子函数存储的数据文件格式与excel文件格式兼容,因而可方便地利用这些软件对数据进行后续处理。在以数据文件存储数据的同时,还以jpeg格式存储了数据文件所对应的测量曲线,这样就可方便直观地分析测量结果。存储单元的核心部分功能图程序如图3所示。

除正向存储数据外,本文中的虚拟程序还增加了反向数据存储功能。当调试增益均衡器或滤波器等器件时经常需要在屏幕上显示参考曲线,以方便调试。由于VISA协议不仅可以正向传输数据^[8],借助原仪器的指令,也可方便地从PC将参考数据反向写入原仪器的通道存储器,这样就可真正实现数据双向传输功能。该子程序既可以

文件输入数据。另外还可将已有的目标曲线数据保存为文件,留备后用。

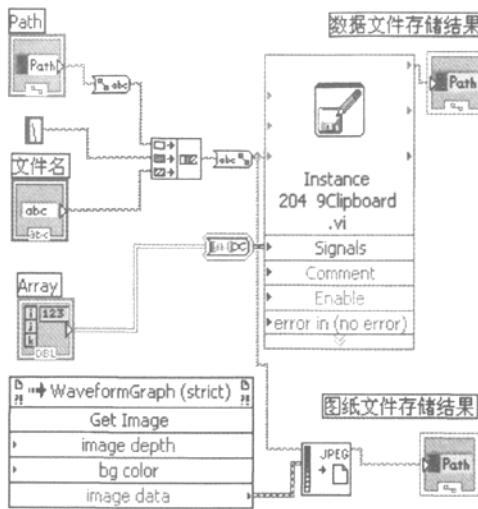


图3 数据存储核心单元功能图

3 自动测量功能

当进行大量数据采集或反复进行程式化的测量时,如果能实现一键式自动测量,无疑会极大提高工作效率,同时也会减少人为因素引入的错误测量过程和结果。一些新式网络分析仪虽然随机附有与PC的通信程序,但由于考虑通用性每次只能执行一条指令,所以还无法真正实现自动测量。



图4 部分前面板

为此,本文仿照一些软件中的宏操作功能,设置了指令存储数组。启动相应子程序后可以允许操作者首先通过友好的界面将在自动测量中要执行的每条指令依次存入该数组,这实际相当于宏的录制过程,然后在菜单中选择相应的宏,就可以利用相应的指令存储数组实现一键式自动测量。需要说明的是,由于一些早期仪器扫描时间较长,在指令组中要写入必要的等待指令,以保证测量精度。

HP8510B是一款非常典型的网络分析仪,本文就是以它为例编写的虚拟程序。图4为该虚拟程序的部分前面板界面,它有2种操作方式:既可以通过菜单对仪器进行操控,也可通过按键对仪器进行操控,二者是相互关联的。切换通道、改变S参数、选择测量参数以及轨迹显示和数据存储等操作均可通过以上2种方式完成。

图5为该虚拟仪器的测量显示结果,由于将轨迹显示转移到PC机屏幕上,使得输出轨迹曲线的颜色可以有多种选择和组合,因而更容易识别和区分。在执行该程序时,完全可以将PC就看作一台升级后的新式网络分析仪。

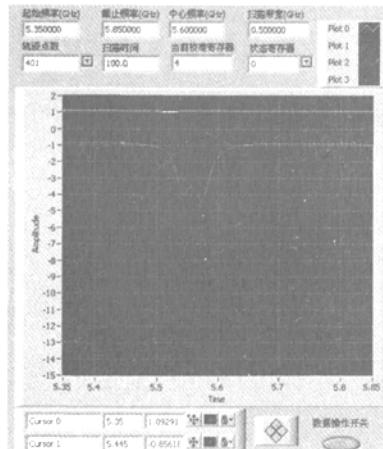


图5 测量结果

4 结 论

本文利用GPIB接口建立了PC与典型网络分析仪的通信,并以PC为平台在LabVIEW集成开发环境中开发了典型虚拟微波网络分析仪程序。该程序在保持原仪器几乎所有功能的同时,采用通道测量字技术扩展了原仪器的测量通道,置换并升级了原仪器的数据存储方式和类型,并实现了数据的逆向存储。此外还可根据需要方便地进行自动测量。目前国内许多早期网络分析仪都存在部分功能落后,但仍保有很高测量精度的情况,显然以上方法稍作改动就可移植到其它网络分析仪上。

参 考 文 献

- [1] 王琦.现代矢量网络分析仪的测量与校准[J].实验技

术与管理,2006(2):31-34.

- [2] 曹芸,张海林.选择矢量网络分析仪时需注意的问题[J].国外电子测量技术,2005(10):34-36.
- [3] 罗光坤,张令弥,王彤.基于 GPIB 接口的仪器与计算机之间的通讯[J].仪器仪表学报,2006(07):634-636.
- [4] 侯国屏. LabVIEW7.1 编程与虚拟仪器设计[M]. 北京: 清华大学出版社,2005.
- [5] 张凯,周瞰,郭栋. LabVIEW 虚拟仪器工程设计与开发[M]. 北京: 国防工业出版社,2004.
- [6] 张毅刚. 虚拟仪器技术介绍[J]. 国外电子测量技术, 2006(06):1-6.
- [7] 杨乐平,李海涛,赵勇. LabVIEW 高级程序设计[M]. 北京: 清华大学出版社,2003.
- [8] 肖风云,马廷卫,唐义清. 基于 VISA 标准的仪器驱动器设计[J]. 机械工程与自动化, 2006(02): 132-135.

(上接第 79 页)

BFW:一帧开始时所需要的延时长度

EFW:一帧结束时所需要的延时长度

VSW:帧同步信号 VSYNC 的宽度定义

BLW:一行开始时所需要的延时长度

ELW:一行结束时所需要的延时长度

HSW:行同步信号 HSYNC 的宽度定义

3 结 论

基于嵌入式处理器 IntelPXA270 和 WindowsCE 进行 LCD 显示器设计,采用 LCD 驱动 TFT 显示屏,显示模式是主动的单扫描彩色模式,像素深度为 16 位的 RGB 格式,屏的大小为 800×480。通过充分利用 IntelPXA270 的硬件资源,用 IntelPXA270 控制彩色显示屏,显示亮度达 100 尼特,在 LCD 高亮度的情况下显示器的功耗小于 365 mW,克服了一般 TFT LCD 高亮度伴随着高功耗的矛盾;支持用户定制的 TFT 液晶屏上实现 WindowsCE 界面的图形显示;由于设计的硬件驱动电路只需 LCD 控制器给出帧同步信号、行同步信号、像素时钟、数据使能信号和 RGB 数据信号,因此,设计的驱动电路能灵活地移植到不同平台。

参 考 文 献

- [1] 卢海峰. Windows CE [J]. 电子科技,2001,11:32-34.
- [2] Intel. Intel@ PXA27X Processor Family Developer's Manual[Z]. 2004.
- [3] DATA IMAGE Corporation. TFT Module Specification Preliminary ITEM NO. FG070053DSSWJ[Z]. 2004.

作 者 简 介



张德伟,男,1973 年出生,吉林九台人,讲师,博士研究生,主要研究方向为微波网络与微波测量。



杨明珊,女,1969 年出生,江西南昌人,郑州大学副教授,主要研究方向为微波技术与应用。

- [4] 马成,何培祥,等. 图形点阵式液晶显示模块与 51 单片机的接口设计[J]. 国外电子测量技术,2007,5: 76-78.
- [5] 何宗健. WindowsCE 嵌入式技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社,2006.
- [6] MU CH, LIU S. Hardware/Software Integrated Trainning on Embedded Systems [J]. Internatinal Journal of Innovative Computing, Information and Control, 2006, 2(2) : 457- 464.
- [7] 吴明晖. 基于 ARM 的嵌入式系统开发与应用[M]. 北京: 人民邮电出版社,2004.
- [8] 王洪波,朴燕,王瑞光. S28330 在液晶显示技术中的应用[J]. 液晶与显示,2002,17(2):128-130.

作 者 简 介



张学毅,男,1966 年出生,副教授,主要从事计算机控制和通信技术的研究。

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量测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悉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悉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>