

文章编号:1001-893X(2008)05-0056-04

基于 LabVIEW 的微波网络分析仪功能扩展与自动测量*

张德伟¹, 杨明珊², 牛忠霞¹, 司彬彬¹

(1. 解放军信息工程大学 信息工程学院, 郑州 450002; 2. 郑州大学 信息工程学院, 郑州 450001)

摘要: 基于 LabVIEW 集成开发环境, 通过 GPIB 接口建立了微波网络分析仪与 PC 机间的通信, 并在 PC 机上开发了虚拟微波网络分析仪程序。该程序扩展了原仪器的测量通道, 置换并升级了数据存储方式和类型, 同时很方便地利用 HP8510B 网络分析仪实现了自动测量。

关键词: 微波网络分析仪; 虚拟仪器; 通道扩展技术; 数据存储; 自动测量

中图分类号: TN925; TP319.76 文献标识码: A

Function Extension and Auto - measurement of the Microwave Network Analyzer Based on LabVIEW

ZHANG De - wei¹, YANG Ming - shan², NIU Zhong - xia¹, SI Bin - bin¹

(1. Institute of Information Engineering, PLA Information Engineering University, Zhengzhou 450002, China;
2. School of Information Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: The communication is established between a microwave network analyzer and a PC by GPIB interface based on LabVIEW, and the VI of microwave network analyzer is developed on the PC. The VI extends the number of the channel of the instrument, displaces and promotes the data storage way and type, and also realizes auto - measurement with HP8510B conveniently.

Key words: microwave network analyzer; virtual instrument; channel extend; data storage; auto - measurement

1 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。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, 典型的有: ①测量通道少, 有的只有两个通道; 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屏幕轨迹颜色显示单一, 屏幕通常只能显示绿色轨迹线; 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(HP8510B 型)与 PC 机通过 GPIB 接口连接起来, 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 HP8510B 网络分析仪程序(以下简称程序)。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。

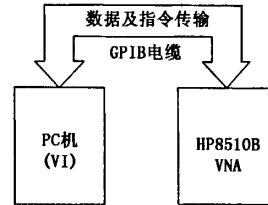


图 1 系统框图

* 收稿日期: 2008-02-04; 修回日期: 2008-03-18

虚拟仪器(VI)的基本实现方法虽然已为人所知,但由于微波网络分析仪本身操控的复杂性,开发一套完整的网络分析仪虚拟仪器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两项新功能的实现方法。

2 通道扩展技术

2.1 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,微波网络分析仪中的通道都是指逻辑通道,即只通过一个物理通道实现数据采集,然后在不同的逻辑通道对数据进行处理。对网络分析仪而言,S参数、显示参数、显示格式等都是与通道对应的。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HP8510B网络分析仪的两个通道已远远不能满足要求了。

2.2 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电缆依次写入指定的原仪器通道。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,经虚拟程序对应模块对数据进行后续处理后,将结果按要求显示在PC机屏幕上。

2.3 通道的实现方法——通道测量字技术

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两部分组成。“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,其中数字部分即通道轨迹的显示参数。

| | | | | | | |
|--------|--------|-------|-------|---|---|---|
| 0 | CHAN1; | S11; | SWR; | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 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

2.4 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,就可将相应逻辑通道的“通道测量字”元素依次写入仪器,从而获得各逻辑通道的测量结果,并根据显示参数的设定值将结果显示在PC机的界面上。为了节省程序运行资源,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,而直接读取新的测量结果。显然,按照以上通道测量字的原理和组成,可以很方便将逻辑通道数目扩至更多。

3 数据交换技术

PC机与仪器间的数据交换包括将原仪器的测量数据读入PC机及将PC机中的参考数据写入原仪器,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和能力都已过时。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,就可以很方便地利用这些函数将仪器的测量数据读入PC机,并在PC机上以多种格式进行存储。这里选用LabVIEW的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处理。在以数据文件存储数据的同时,还以jpg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。

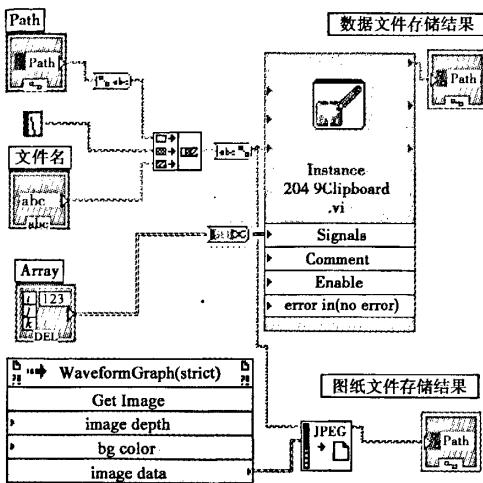


图3 数据存储核心单元功能图

除正向存储数据外,本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,借助原仪器的指令,也可方便地从PC机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。该子程序既可以从屏幕实时输入数据,也可打开预先存储好的excel数据文件输入数据。另外,还可将已有的目标曲线数据保存为文件,留备后用。

4 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随机附有与PC机的通信程序,但由于每次只能执行一条指令,所以还无法真正实现自动测量。

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。

图4为该虚拟仪器程序的部分前面板界面,它有两种操作方式: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,两者是相互关联的。

• 58 •

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两种方式完成。



图4 部分前面板

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变得丰富多彩起来,也更容易识别和区分,并可方便地进行重新设置。在执行该程序时,我们完全可以将PC机就看作一台升级后的新型网络分析仪。

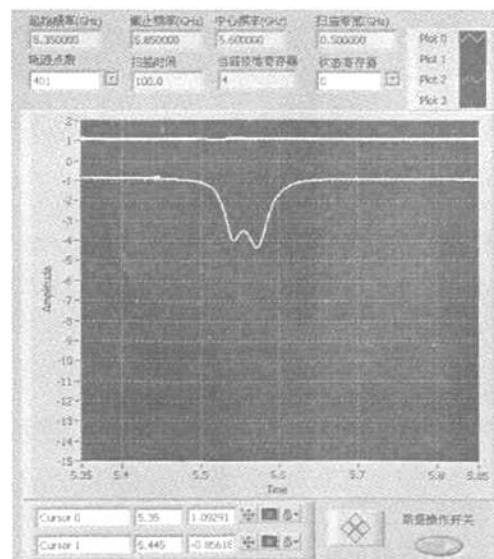


图5 测量结果

5 总结

该虚拟仪器程序除扩展了原仪器的通道、升级了其数据交换功能外,保持了原有仪器几乎所有的功能,充分发挥了LabVIEW语言开发虚拟仪器的优点,实现了PC机对该网络分析仪的完全操控,也使HP8510B这种精密而昂贵的仪器又重新焕发了青春。在多项关于微波增益均衡器的新品型号项目中,升级后的HP8510B网络分析仪都发挥了巨大作用,利用它完成了大量的数据采集和调试工作。实际上,以上方法也完全可移植到标量网络分析仪或其它需要以上功能的微波网络分析仪上。

参考文献:

- [1] 侯国屏. LabVIEW 7.1 编程与虚拟仪器设计[M]. 北京:清华大学出版社,2005.
- [2] 张凯,周霞,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.

作者简介:



张德伟(1973-),男,吉林九台人,解放军信息工程大学讲师,博士研究生,主要研究方向:微波网络与微波测量,(电子信箱)combox666@163.com。

《电讯技术》征稿启事

《电讯技术》(月刊)创刊于1958年,由中华人民共和国信息产业部主管、中国西南电子技术研究所(中国电子科技集团公司第十研究所)主办,系国内外公开发行的、理论与应用相结合的综合性电子专业科技刊物,具有权威性和导向性。国内刊号为CN51-1267/TN,国际标准刊号为ISSN1001-893X。

本刊主要刊登涉及下列应用方向和技术领域的述评、论文、新概念新技术新产品介绍:电子系统工程;通信;导航;识别;飞行器测控;卫星应用;雷达;信息战;共性技术(包括天线、射频电路、信号处理、信息处理、监视与控制、时间与频率、先进制造、电磁兼容、测试与试验、可靠性与维修性、软件工程化、综合保障等)。

欢迎业内学者、专家及科技工作者踊跃投稿。

来稿要求及注意事项:

(1) 文稿务必主题明确,论述合理,逻辑严谨,数据可靠,叙述清楚,文字精炼。内容应保守国家机密,引用他人作品应给出来源。

(2) 文稿一般不应超过6000字,综述稿不超过8000字。稿件应附英文题名、作者名、单位名、摘要和关键词,基金项目应注明项目编号。中文题名一般不超过20个汉字,必要时可加副标题。

(3) 摘要应包括目的、方法、结果和结论四要素,即用简洁的语言说明文章要解决的问题,主要工作过程及所采用的技术手段和方法,研究所获得的实验数据、结果及其意义。篇幅以120~150字为宜。

(4) 关键词以3~5个为宜。为便于文献检索,应尽可能根据《中国图书馆分类法(第四版)》提供中图分类号。

(5) 文中涉及的物理量和计量单位应符合国家有关标准。计量单位请用GB3100~3102-93《量和单位》规定的法定计量单位。注意区分各物理量符号的文种、大、小写、正斜体(矢量和矩阵用黑斜体)、上、下角标等。

(6) 插图和表格只给出必要的,且应有图题和表题。插图最好采用计算机制作。照片以黑白为佳,也可采用扫描的电子文档(精度高于400dpi,tif,jpg,psd等格式均可)。

(7) 文稿中引用他人的成果,务请写明原作者姓名、题名、来源,一并在参考文献中给出,并在正文中相应位置进行标示,否则责任由来稿人自负。参考文献只择主要的,未公开发表的文献请勿列入参考文献。书写格式请参见《中国学术期刊(光盘版)检索与评价数据规范(CAJ-CD B/T 1-2005)》,可在中国期刊网(<http://211.151.91.91/oldcnki/wxpj/index.html>)下载。

(8) 请务必采用email投稿,投稿邮箱:dianxunjishu@china.com,并尽量同时提供Word和pdf文档,无需另寄打印稿。来稿请注明作者详细通信地址、联系电话和有效电子邮箱,并提供作者照片。

(9) 本刊编辑部将在2个月之内对来稿做出取舍,如逾期未收到处理意见或刊用通知,作者有权对稿件另行处理。稿件一经刊用,本刊将酌付稿酬并赠送当期样刊,本刊支付的稿酬中已包含作者著作权使用费。请勿一稿多投,否则后果自负。

电 话:(028)87555632

地 址:四川成都94信箱《电讯技术》编辑部

E-mail:dianxunjishu@china.com

传 真:(028)87538378

邮 编:610036

网 址:<http://dianxjs.periodicals.net.cn>

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>