

虚拟仪器及其应用

曹国华

(南京师范大学控制科学与工程系, 210042, 南京)

[摘要] 介绍了一种新型的仪器——虚拟仪器, 着重介绍了其系统组成、软件开发平台, 并给出了虚拟仪器的应用实例。
[关键词] 虚拟仪器, 计算机, 硬件, 软件
[中图分类号] TP391. 9, [文献标识码] B, [文章编号] 1672- 1292- (2003) 01- 0010- 03

0 概述

仪器仪表作为测控系统的重要部分, 在科研和工业生产中起着重要的作用, 它的先进与否无疑制约着科技进步和发展. 现在, 人类已进入信息时代, 对仪器仪表提出了许多新的要求, 传统的仪器仪表, 无论是模拟仪表还是数字仪表都很难满足这种要求. 随着微电子技术、计算机技术和网络技术的迅速发展及其在各个领域中的应用, 仪器仪表不断进步, 依次出现了数字化仪器, 智能仪器^[1]. 80 年代后期, 国外提出了一种全新的仪器仪表概念——虚拟仪器(Virtual instrument). 虚拟仪器概念是对传统仪器概念的重大突破, 是计算机与仪器仪表相结合的产物. 它利用计算机的强大功能, 结合相应的硬件, 大大突破了传统仪器仪表在数据传送、处理、显示和存储等方面的限制, 使用户可以方便地对其进行维护、扩展和升级. 与传统仪器相比, 虚拟仪器具有很高的灵活性, 用户可以通过编制软件来定义它的功能. 虚拟仪器与传统仪器的比较见表 1.

虚拟仪器技术经过十几年的发展, 而今正沿着总线与驱动程序标准化、硬/ 软件模块化、编程平台的图形化和硬件模块的即插即用方向发展. 以开发式模块化仪器标准为基础的虚拟仪器标准正日趋完善, 建立在 VXI、PXI 技术上的各种先进仪器将层出不穷^[2]. 目前, 在一台微机上可以设计成数字存储示波器、瞬态信号捕捉仪、相关分析仪、频谱分析仪、任意波形发生器、频率计、多通道大容量波形记录仪和超声检测显示器等^[3- 6].

1 虚拟仪器的组成

虚拟仪器充分使用了当代先进的科技产品和技术, 目前较为常用的虚拟仪器系统是数据采集系统、GPIB(通用接口总线) 仪器系统、VXI 仪器系统以及它们三者的组合. 虚拟仪器系统的基本组成框图如图 1 所示.

从图中可以看出, 虚拟仪器的组成主要由两大部分: 硬件和软件, 下面分别予以介绍.

1.1 虚拟仪器的硬件

硬件是虚拟仪器工作的基础, 它的主要功能是完成对被测信号的采集、传输和显示测量的结果等.

表 1 虚拟仪器与传统仪器比较

虚拟仪器	传统仪器
开发和维护费用低	开发和维护费用高
技术更新周期短(0. 5~ 1 年)	技术更新周期长(5~ 10 年)
软件是关键	硬件是关键
价格低	价格昂贵
开放、灵活与计算机同步, 可重复使用和重新配置	固定
可用网络联络周边各种仪器	只可连有限的设备
自动化、智能化、多功能、远距离	功能单一、操作不便

虚拟仪器的硬件主要由以下几种构成方案:

(1) 数据采集系统. 主要由传感器、信号调理电路、数据采集卡(板)、计算机 4 部分组成. 一个好的数据采集产品不仅应具备良好性能和高可靠性, 还应提供高性能的驱动程序和简单易用的高层语言接口, 使用户能较快速地建立可靠的应用系统. 近年来, 由于多层电路板、可编程仪器放大器、即插即用、系统定时控制器、多数据采集板实时

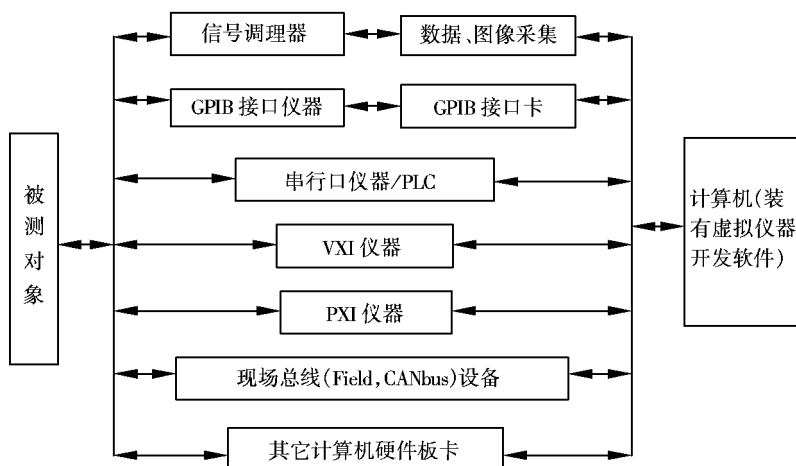


图 1 虚拟仪器系统组成框图

系统集成总线、高速数据采集的双缓冲区以及实现数据高速传送的中断、DMA 等技术的应用, 使得最新的数据采集卡(板)能保证仪器级的高准确度与可靠性.

(2) GPIB 仪器系统. 主要由一台 PC 机、一块 GPIB 接口卡(板)和若干台 GPIB 仪器通过 GPIB 标准总线连接而成. GPIB 成功地将可编程仪器与计算机紧密联系起来, 从此, 电工电子测量用仪器由独立的、手工操作的、单台式的向组成大规模自动测试系统方向前进了一大步.

(3) VXI 仪器系统. 主要由 VXI 机箱、插于 VXI 零槽的嵌入式计算机模块、若干 VXI 仪器模块以及 VXI 软件开发平台. VXI 总线是一种高速计算机总线——VME 总线在仪器领域的扩展, 由于 VXI 仪器系统的标准化、通用化、系列化、模块化、开放式的体系结构, 以及定时和同步精确, 模块可重复利用等特点, 因此, 已经使它成为仪器更新换代的重要方向.

(4) PXI 仪器系统. PXI 是一种近年来推出的全新的开放性、模块化仪器总线规范, 是 PCI 在仪器领域的扩展 (PCIbus Extension for Instrument), 它将台式 PC 的性价比优势与 PCI 总线面向仪器领域的必要扩展完美地结合起来, 形成一种未来主流的虚拟仪器测试平台. 与 VXI 系统相比, PXI 系统具有更高的性价比, 其坚固紧凑的系统特征保证了恶劣工业环境中应用时的可靠性, 还通过增加更多的仪器模块扩展槽以及高级触发、定时和高速边带通讯性能更好地满足了仪器用户的需要^[8].

(5) 串行口仪器系统. 是以 Serial 标准总线仪器与计算机硬件平台组成的测试系统.

(6) 现场总线系统. 是以 Fieldbus 标准总线仪器与计算机硬件平台组成的测试系统.

1.2 虚拟仪器的软件

构造一个虚拟仪器系统时, 在基本硬件确定以后, 就可以通过不同的软件实现不同的功能, 如数字滤波、小波分析、频谱变换等. 软件是虚拟仪器系统的关键, 提高计算机软件编程的效率意义重大.

虚拟仪器系统的软件主要分为 4 层: 系统管理层、仪器驱动层、应用程序层和软面板程序层. 系统管理层主要用来管理整个虚拟仪器系统的协调运行. 仪器驱动层主要用来初始化虚拟仪器, 设置特定的参数和工作方式, 使虚拟仪器保持正常的工作状态. 应用程序层主要对采入计算机的数据进行处理, 用户就是通过编制应用程序来定义虚拟仪器的功能的. 软面板程序层用来提供虚拟仪器与用户的接口, 它可以在计算机屏幕上生成一个与传统仪器面板相似的图形界面, 用于显示测量的结果等, 同时, 用户还可以通过软面板上的开关和按钮, 模拟传统仪器的各种操作, 通过键盘或鼠标实现对虚拟仪器的操作.

目前比较流行的软件开发技术有两种: 面向对象的编程技术和图形编程技术, 两者在虚拟仪器开发中都有应用. 使用面向对象的编程语言, 如 VC++、VB、Delphi 等编写仪器的软件, 对一般非计算机专业的用户来说, 编程难度较大. 图形编程语言为广大普通计算机的用户开发虚拟仪器软件提供了便利. 如

NI公司的LabVIEW、HP公司的VEE等软件,这类软件都通过建立和连接图标来构成虚拟仪器工作程序并定义其功能。而不是用传统的文本编辑形式,它们具有编程效率高、通用性强、交叉平台互换性好的特点,适用于大批量多品种仪器的生产。

2 虚拟仪器的应用

虚拟仪器作为一种基于计算机技术的新型仪器,具有功能强、精度高、测量速度快、自动化程度高和良好的人机界面等优点,特别是它高度的灵活性,使得传统仪器望尘莫及。用户可自行定义仪器的功能和结构,且构建容易,转换灵活,因此应用领域十分广阔。

目前,从实际应用来看,已应用于许多领域之中。例如,国内外许多学校都在尝试将虚拟仪器应用到实验教学和计算机辅助教学中^[3];美国Geomatics公司和Goldsmith公司等利用虚拟仪器开发工具,研制开发了农业自动化灌溉系统和秧苗分析系统^[4];清华大学利用虚拟仪器技术构建汽车发动机检测系统,用于汽车发动机出厂前的自动检测;虚拟仪器已在超大规模集成电路测试、模拟电路/数字电路测试、现代家用电器测试、电子元件/电力电子器件测试以及军事、航天、生物医学、工厂测试、电工技术领域等的可移动式现场测试工作中得到应用。

如图2所示是一套用于测试电参量的虚拟仪器系统。系统主要由主计算机、PXI机箱和仪器模块、通用适配器和被测设备组成。主计算机是整个系统的控制中心,采用PIV1.2G计算机,通过MXI-3接口卡完成对标准模块的控制。PXI机箱选用的是NI公司的高功率3U尺寸机箱,机箱带有4个放大器模拟输入模块,具有放大、滤波、隔离等功能。仪器模块主要有函数发生器模块、数字多用表模块、示波器模块、频率计模块、相位计模块等。可完成直流电压、直流电流、电阻、时频、相位、失真度等电量的测试。软件使用NI公司的图形化编程软件LabVIEW6i。

该虚拟仪器系统具有以下几种传统仪器的功能:音频信号源、数字万用表、频率计、数字存储示波器、频谱分析仪、音频失真度仪等。因此,可以覆盖大多数电参量的测试。仪器具有界面友好、操作简单、安全,改变了传统的单参量测试仪表的测试方式,节约了成本,提高了设备的利用率。

3 结束语

利用计算机加上特殊设计的仪器硬件和应用软件,形成既有普通仪器的功能,又有一般仪器所没有的特殊功能的新型仪器是国内外测试技术领域研究的新课题。目前,我们在实验室已经建立了基于PXI总线的虚拟仪器硬件和软件环境,建立了测试电参量的虚拟仪器系统、车辆综合测试的虚拟仪器系统、振动测试的虚拟仪器系统等,并开展了相应的研究。实践证明,由于虚拟仪器硬件和软件的标准化、规范化,可以根据不同的测量要求,设计新的数据采集、分析、表达方案,增减少量硬件电路、修改部分软件,可以重新配置原有的仪器,因此,不增加多少成本,就可以组建出新的虚拟仪器。另外,由于虚拟仪器的接口具有通用性、开放性,很容易将现有设备仪器联网,实现远程测控,实现综合自动化。

(下转第17页)

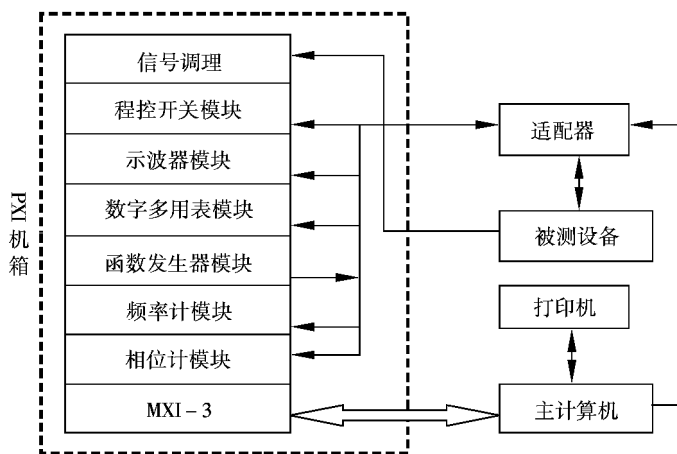


图2 测试电参量的虚拟仪器系统框图

- [4] 孙冀, 罗学波. 基于两点测温的发汗冷却自校正控制[J]. 控制与决策, 2001, 16(6): 922~ 925.
- [5] 罗学波, 尚亚东. 发汗冷却系统烧蚀界面的能控性条件[J]. 宇航学报, 2000, 21(3): 68~ 73.
- [6] 于景元. 发汗烧蚀控制问题[J]. 系统工程和电子技术, 1996, 18(4): 62~ 70.
- [7] Crank J. Free and moving boundary problem[M]. Oxford: Clarendon Press, 1984.
- [8] 孙冀, 罗学波. 发汗冷却控制模型边界热流密度的辨识方法[J]. 系统工程和电子技术, 2000, 22(4): 7~ 10.

A Self-tuning Control Problem of Transpiration Ablation

Sun Ji, Zhang Liang

(Department of Control Science and Engineering, Nanjing Normal University, 210042, Nanjing, PRC)

Abstract: Transpiration cooling control is an effective method to protect the structure in high temperature gas flow environment. In this paper, a self-tuning control problem of transpiration ablation system with moving boundary is discussed. According to the observation of the temperature and the speed of ablation, the self-tuning control input is obtained by using heat equilibrium equation and the characteristic of heat blockage function. The numerical simulation shows that the approach is valid in developing numerical technique.

Key words: transpiration ablation system, distribution parameter control system, self-tuning control

[责任编辑: 刘健]

(上接第 12 页)

[参考文献]

- [1] 唐统一. 电测与仪表技术的回顾与展望[J]. 电测与仪表, 2000(1): 5~ 9.
- [2] 罗霄华. 虚拟仪器技术的应用与发展[J]. 科技情报开发与经济, 2001(3): 35~ 36.
- [3] 师黎. 虚拟仪器技术在实验室建设中的应用研究[J]. 郑州工业大学学报, 1999(2): 98~ 99.
- [4] 金吴. 虚拟仪器技术及其在农业自动化中的应用[J]. 农业机械学报, 1999(3): 108~ 112.
- [5] 秦树人. 虚拟仪器——测度仪器从硬件到软件[J]. 振动、测试与诊断, 2000(1): 1~ 6.
- [6] 王国燕. 基于虚拟仪器概念的多功能无纸记录仪的设计开发[J]. 电子技术应用, 2000(5): 31~ 34.
- [7] National Instrument Corp, USA. LabVIEW Users Manual[Z]. 2002. 1~ 50.
- [8] 郭恩全. PXI 总线体系结构[J]. 国外电子测量技术, 1998(3): 58~ 60.

Virtual Instrument and Its Applications

Cao Guohua

(Department of Control Science and Engineering, Nanjing Normal University, 210042, Nanjing, PRC)

Abstract: This paper introduces a virtual instrument. The general construction of virtual instruments(VI), the software development platform and an actual example for applying virtual instruments are described.

Key words: virtual instrument(VI), computer, hardware, software

[责任编辑: 刘健]