

文章编号: 1000-582x(1999)04-0092-05

①92-96

# 基于 PC 总线的虚拟动态测试分析仪的设计

谭善文<sup>1</sup>, 汤宝平<sup>2</sup>, 何辉<sup>1</sup>, 秦树人<sup>1</sup>

TP216

(1. 重庆大学 机械工程学院, 重庆 400044; 2. 重庆大学 电气工程学院)

**摘要:**介绍了基于PC总线的虚拟仪器需要解决的一些问题,详细说明了虚拟动态测试分析仪面板的设计原理及方法。以虚拟波形显示与数据记录仪和虚拟小波变换分析仪为例,剖析了仪器功能软件的设计方法。该虚拟动态测试分析仪不仅保留了传统动态测试分析仪的基本功能,而且具有传统仪器所没有的高级功能,是当前数字式仪器发展的方向。

**关键词:**微型计算机;总线结构;动态参数测试仪;虚拟技术;面板;软件

**中图分类号:** TH 115

**文献标识码:** A

微机, 动态测试分析仪, 虚拟仪器, 设计

虚拟技术是利用声、光、机、电、计算机等综合交叉技术的有机结合,实现各种类型、各种场合的虚拟环境模拟,如虚拟加工、虚拟人体解剖,虚拟测控等等。作为虚拟技术的重要组成部分——虚拟仪器,是仪器和计算机深层次结合的产物,是目前研究的热点技术之一。与传统仪器相比,虚拟仪器具有许多优点(表1)。目前常用的虚拟仪器系统是由数据采集系统、GPIB(通用编程接口总线)仪器控制系统、VXI(高速总线)仪器控制系统以及PC总线系统选配组合而成<sup>[1]</sup>。

表1 传统仪器与虚拟仪器比较

传统仪器	虚拟仪器
仪器由厂商定义	仪器由用户自行定义
基本组成部分是硬件	基本组成部分是软件
仪器功能固定(封闭系统)	功能、规模可随时改变(开放系统)
与其它设备连接受到限制	可方便地同外部设备、网络及其它设备连接
价格昂贵	价格低,可重复使用
技术更新慢(周期5~10年)	技术更新快(周期1~2年)
开发和维护费用高	软件结构使开发维护费用大大节省

· 收稿日期: 1999-07-08

作者简介: 谭善文(1968-),男,湖南宜章人,重庆大学博士生。主要从事智能测试系统领域研究。

在实验室、生产车间和户外现场,为完成某项测试或维修任务,通常需要许多仪器,如:信号源、示波器、磁带机、频谱分析仪等等。由众多的仪器构成的测试系统,价格昂贵,体积庞大,连接和操作复杂,测试效率低。利用 PC 机资源(处理器、存储器、显示器等)、仪器硬件(传感器、信号调理器、转换卡等)和数据采集、过程通讯、信号处理及图形用户界面的应用软件有效地结合,便构成一种全新的基于 PC 总线的虚拟动态测试分析仪器,这种仪器从概念上改变了传统仪器的技术模式,它可以一机多用,多种仪器共享 PC 机资源,从而大大节省设备量和成本,方便操作。图 1 表示虚拟动态测试分析仪器的系统结构原理简图<sup>[2]</sup>。

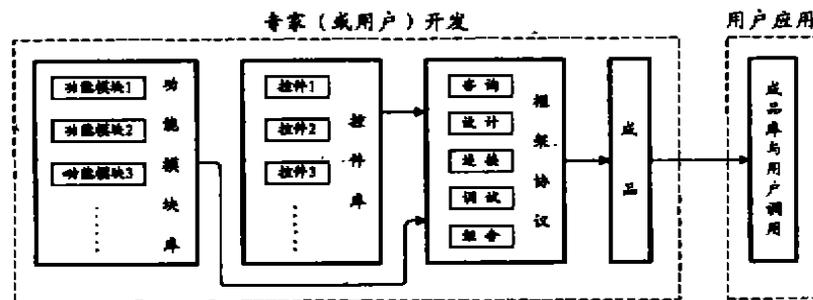


图 1 虚拟动态测试分析仪器的系统结构原理简图

## 1 须解决的问题

在计算机的发展史上,没有一种计算机的普及和发展超过 PC 机,因此,尽管 PC 机具有数据传输速度较慢的缺点,但 PC 机拥有强大的硬件基础、广泛的软件支持、众多熟练的用户以及低廉的价格等等,使得基于 PC 总线虚拟仪器必将成为虚拟仪器的一个重要发展方向<sup>[3]</sup>。

基于 PC 总线虚拟仪器的基本模块为软件系统、总线和功能化硬件模块。其中软件系统和总线在很大程度上决定了虚拟仪器的性能。如前所述,PC 总线上数据传输速率较慢,除此,还有电磁兼容性较差,插槽有限,PC 机 CPU 的数据处理能力有限等等。针对这些缺点,本文提出以下解决方法。

(1) 提高 PC 总线数据传输效率是基于 PC 总线虚拟仪器的关键技术。虽然 PC 总线从最初的 8 位发展到 16 位、32 位,甚至 64 位,数据传输速率也得到了快速增长,但 PC 总线毕竟是计算机总线,它主要是为计算机服务的。存储器刷新、磁盘读写、CPU 运行等,都需要占用总线时间,依靠现在的 PC 总线来传输虚拟仪器的大量数据,必然影响到虚拟仪器的实时性。故不能象 IEEE 那样改进 PC 计算机总线,而是利用现有的 PC 总线,采取其它技术措施减轻 PC 总线的负担。例如通过采用高速 DSP 和高速局部总线系统来提高系统的实时性和减轻 PC 总线数据传输压力。之所以如此,是因为 PC 机的作用是充当管理者的角色,采集和处理过程中的大量数据将在局部总线中传输,而占用 PC 总线传输的仅仅是发出的各种命令和经过处理的结果数据。

(2) 基于 PC 总线虚拟仪器的功能主要是由软件来实现的,虽然 PC 机拥有庞大的软件

支持,但专门为基于PC总线的虚拟仪器设计的软件系统价格十分昂贵。为此,和GPIB、VXI等虚拟仪器一样,PC虚拟仪器系统也需要功能齐全的软件系统和大量的仪器成品程序库。笔者研制的“小波变换分析仪”程序,是一类典型的虚拟式仪器功能库和控件库程序。此外,如何使用户方便地通过图形编程系统控制功能化的硬件模块,如何灵活地加载、运行DSP程序,在一定程度上实现硬件的柔性化,最大限度地通过同样的硬件模块完成多种虚拟仪器功能,也是研制基于PC总线虚拟仪器软件中重点考虑的问题。

(3) 将大规模ASIC技术和可编程逻辑器件技术应用于基于PC总线的虚拟仪器硬件模块中,大大增强了虚拟仪器硬件功能。大规模ASIC技术使得众多的硬件布线集中于芯片内部,避免了较长的外部走线,在功能硬件板上容易形成高速局部总线,可以得到较宽的总线带宽;另外,基于PC总线的虚拟仪器系统,一般采用插卡的形式,可供布线的印制板在面积和形状上都要求十分苛刻,PC机的电源系统能力也有限,要求使用高度集成化和省电的器件,大规模ASIC技术和可编程逻辑器件技术在这些方面可满足要求。

(4) 在基于PC总线的虚拟仪器中,电磁干扰的问题可以通过硬件和软件相结合的办法得到缓解。面对众多的PC计算机,电磁兼容性不可能完全一致,很难设计同样的硬件适应各种电磁干扰环境,因此在获得的信号上必然存在各种各样的干扰。如今DSP技术的发展十分迅速,现在已经可以以非常快的速度使各种较为复杂的算法运行于高速DSP芯片中,既可保证系统的实时性,又能弥补硬件抗干扰性的不足,实时地获得清晰的信号。

## 2 面板软件设计

软件是虚拟仪器的关键,软件设计主要包括仪器面板软件设计和仪器功能软件设计(后面讨论)。虚拟动态测试分析仪的面板软件是利用计算机强大的图形处理能力,在屏幕上建立图形逼真、主体感强的仪器面板来替代传统硬件化仪器面板。虚拟仪器面板上具有与实际仪器面板上相似的旋钮、开关、指示灯及其它控制部件,用户通过鼠标或键盘操作虚拟仪器。面板软件设计除应具有强烈的实感和立体感外,还应考虑其开放性和可移植性。为了实现这一点,应恰当地选择编程语言。例如,选用可视化的运行效率高的面向对象的程序设计语言,并采用面向对象的设计方法设计面板软件。

实际的仪器面板是由若干控件(如旋钮、开关等)组成,每个控件完成各自的功能。控制件与功能模块间的调控关系和控件间的相互联系,形成了仪器的功能和特性。控件作为独立的主体,将自己的功能信息保存在自身之中,其内部状态对其它的控件是隐蔽的,控件之间通过端口发送信息进行联系。控件间的关系包括“嵌套”和“派生”。在嵌套关系中,一个控件或几个控件以成员的方式包含在另一个控件中。在派生关系中,一个控件继承另一个控件的功能,同一类控件的功能不必重复描述。嵌套和派生关系体现了控件间的层次关系。控件具有封装性、继承性,因此采用面向对象的方法设计的虚拟仪器面板实现了控件重复使用、资源共享,使面板易修改、易扩充、可重复使用。

虚拟动态测试分析仪器由多个单一功能的虚拟仪器构成,每个虚拟仪器均由虚拟面板控制。虚拟面板则由贮存在控件库中的大量虚拟式控件组成,控件库中包括各种开关、旋钮、光标、拉杆等等;在设计好的面板库中包括相应的仪器面板;设计的仪器信息库中则说明仪器的名称以及硬件信息,软件信息等。

### 3 功能软件设计

虚拟动态测试分析仪系统集成了虚拟波形显示与数据记录仪、虚拟信号发生器、虚拟 FFT 分析仪、虚拟小波变换分析仪及虚拟噪声测试分析仪。下面仅介绍虚拟波形显示与数据记录仪和虚拟小波变换分析仪<sup>[4]</sup>。

#### 3.1 虚拟波形显示与数据记录仪

虚拟波形显示与数据记录仪如图 2 所示, 该仪器集成了示波、存贮、回放等功能, 拥有四路独立的 A/D 转换器, 可进行单线、双线、多线(最多 16 线)、X-Y 等方式示波。在单线示波时, 根据采样频率的高低分三种显示方式: 高频示波、中频示波, 低频示波, 目的是保证动态示波效果与采样频率的协调一致。在双线示波时, 两种信号幅值大小分别由“幅值 A”和“幅值 B”控制。在多线示波时, 线数在 3 至 16 范围内任意选择。

在示波过程中, 采样频率、信号通道、信号幅值、通道数等均由立体旋钮来控制; 按鼠标左键、旋钮左旋; 按鼠标右键, 旋钮右旋。确定记录长度后, 按下“记录”按钮, 便可实时记录, 记录的波形以文件的方式存储起来, 也可通过打印机打印出波形, 还可以在显示窗口中即时地回放出来, 回放页数由滚动杆控制。

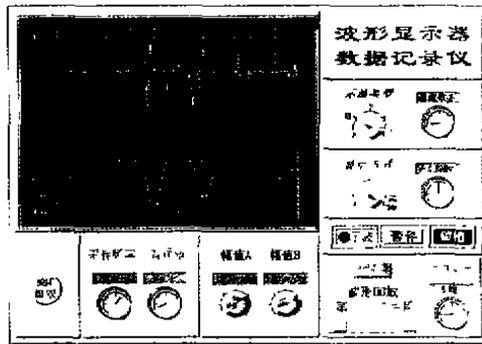


图 2 虚拟波形显示与数据记录仪

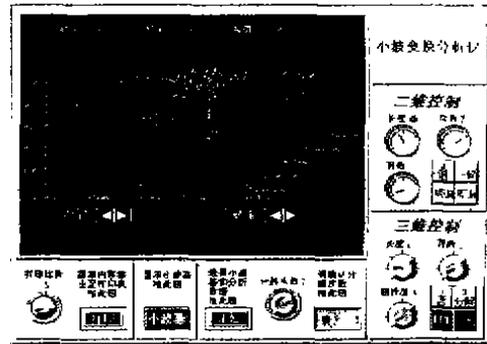


图 3 虚拟小波变换分析仪

#### 3.2 虚拟小波变换分析仪

虚拟小波变换分析仪如图 3 所示, 主要完成以下几个功能: 在小波基库部分, 显示被选择的母小波和它的频谱特性, 显示所选择的母小波在不同的尺度参数下伸缩形状和对应的频谱特性, 提供可用来对信号做小波变换的离散小波基, 每种小波基可对信号做八次分解, 若要提高分解次数需重新生成小波基; 在小波变换部分, 将信号变换成小波谱, 进而将信号从高频开始按一定的频率划分方法把信号分解为不同频带上的分解分量, 这些分解分量取决于所选的分解次数, 显示信号在不同尺度参数下的小波谱和信号的分解分量, 包括信号的三维小波谱和信号的三维分解分量。在仪器存储器内装有一个包括 64 种小波基的“小波基库”, 小波基可根据用户的需要任意调用, 同时还给出了它们在不同尺度时的时频特性。对每次分解分量可进行 FFT 频谱分析。另外, 三维小波谱图采用轨迹光标定量显示。

## 4 结 论

利用虚拟现实技术研制的基于PC总线虚拟动态测试分析仪提高了动态测试的分析精度和速度,减少了开关、电缆及其它硬件设备,系统易扩充,易修改维护,使得动态测试分析系统体积小、灵活方便、成本低、效率高,体现了虚拟仪器的优点。在虚拟仪器中,软件是仪器的核心,采用面向对象设计方法,利用可视化图形编程环境,建立图形化用户接口,是仪器实现智能化、虚拟化的关键。

### 参 考 文 献

- [1] 刘金甫. 航空VXI总线应用技术开发中应重视虚拟仪器技术研究[J]. 测控技术, 1996, 15(6): 26~28.
- [2] 秦树人, 张思复, 汤宝平等. 集成测试技术与虚拟式测试仪器[J]. 中国机械工程, 1998, 9(6): 14~17.
- [3] 林正盛. 虚拟仪器技术及其应用[J]. 电子技术应用, 1997, 3: 24~26.
- [4] 汤宝平. Windows环境下信号分析系统的设计[J]. 机械, 1998, 25(6): 28~30.

## Design for Virtual Instrument of Dynamic Test Analysis Based on PC Bus

TAN Shan-ruen<sup>1</sup>, TANG Bao-ping<sup>2</sup>, HE Hua<sup>1</sup>, QIN Shu-ren<sup>1</sup>

(1. College of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China  
2. College of Electrical Engineering, Chongqing University)

**ABSTRACT:** Some questions about virtual instruments based on PC bus are introduced. The principle and method of design for the virtual dynamic test analysis instruments' panel are introduced in detail. According to the virtual waveform displayer & data logger and the virtual wavelet transfer analyzer, the design method of instrument function software is discussed. The virtual instruments not only reserve the basic functions of traditional instruments, but also have some other features. It is a developing direction of instrumentation.

**KEYWORDS:** microcomputers; bus-organization; dynamic parameter testers; virtual technique; face-plates; software

(责任编辑 张小强)