

基于微机的虚拟数字分析仪的研究与实现

北方交通大学计算机科学系人工智能研究所
北京理工大学计算机科学系 ASIC 研究所

王春花 黄厚宽
马 颢

▲ 本文探讨了研制基于微机的虚拟仪器的必要性及研制方法,详细论述了虚拟数字分析仪的研制方案及具体实现方法,将先进的FPGA技术引入印制版的设计中,为研制PC虚拟仪器提出了一种新思路;充分利用硬件软化的思想,将仪器的诸多功能集成在软件中实现,利用窗口技术,实现了灵活、通用的虚拟仪器面板功能。

1. 引言

虚拟仪器是指具有虚拟仪器面板的个人计算机仪器。它由通用个人计算机、模块化功能硬件和控制软件组成。操作人员通过友好的图形界面及图形化编程语言控制仪器的运行,完成对被测试量的采集、分析、判断、显示、存储及数据生成。虚拟仪器的发展依赖计算机技术,随着微计算机技术的进步,虚拟仪器向传统的测试仪器提出新的挑战,可以肯定:随着微计算机的发展,虚拟仪器将会逐步取代传统的测试仪器而成为测试仪器的主流。软件技术、I/O总线的发展及标准化进程、DSP、可编程逻辑器件技术的发展都使这一趋势成为可能。

虚拟仪器包括PCCI和VXI等,也称为“在插件板和VXI总线上的仪器”。无论是组建还是研制虚拟仪器,其关键是研制专用的仪器卡及其相应的软件。与传统的智能仪器相比,虚拟仪器在如下几方面显示出极大的优越性:

(1)缩短了研制周期,提高了产品的竞争力。虚拟仪器在硬件上只要把精力集中在专用的仪器插件板上,软件上,可以利用已有的软件资源,如操作系统、编辑编译软件以及信号处理软件包等。这样可以把精力主要集中在专用软件设计上,显然,大大缩短了研制周期。

(2)可视化和直读性。虚拟仪器利用微机的图形功能,可以显示测量数量多种数据处理结果的图表,以增强其可视化功能,方便用户。直读性是指虚拟仪器不仅可以方便实现屏幕自动读数,而且可以在屏幕上进行局部放大和压缩、滚动显示等,比传统智能仪器更胜一筹。

(3)测试过程控制与数据处理。在虚拟仪器中,测试过程的控制可以最大限度地实现自动化,可以方便地实现求峰峰值、FFT、相关分析及时间序列分析、模式识别等数据处理与分析功能。利用微机资源,还可以方便地实现测量数据的永久存储、数据压缩、远距离传输等。

(4)模块化与多功能性。虚拟仪器一般由PC和一组可分解组合的硬件插卡构成,同时还配有若干应用软件来支持硬件工作。各种仪器卡实际上已按模块化的要求实现,同样,驱动各种仪器的软件也是按模块化的要求设计,用

户从一种仪器状态切换到另一种仪器状态只需激活相应的软件模块即可。

(5)集成化与扩展性。虚拟仪器的功能扩展可以通过加入一个模块或更换一个模块来实现。

(6)操作自动化与方便性。虚拟仪器的测量过程可以由程序自动完成,测试过程可以采用人机交互式操作,只要操作者熟悉一般PC机的操作方法,虚拟仪器的操作就非常简单。通常,虚拟仪器的操作可以通过键盘、鼠标、光笔和触摸屏来完成。

2. 虚拟数字分析仪(VDA)的总体设计方案

VDA的实现采用与微机相结合的技术,利用硬件软化的思想,充分利用微机丰富的软硬资源,将VDA的采样部分即具有数据获取能力的部分做成微机扩展插卡,其中关键的较复杂的采样控制电路用FPGA技术实现,其他诸部分:控制、显示等利用微机的软件技术实现。从实用性、研制周期、性能价格比等角度考虑,VDA的研制分两个版本,第一版完成基本逻辑分析仪功能及第二版图带激励的逻辑分析仪功能。VDA中占很大比重的控制电路、显示电路、指示电路等功能全部由微计算机完成,其中显示电路由监视器代替,而控制电路等由软件实现。利用面向对象技术及Windows消息机制结合Visual C++ MFC 4.21类库完成VDA控制软件的设计及实现,将复杂、繁琐的虚拟数字分析仪控制面板诸多功能,集成在VDA主控GUI中实现。系统总体框图如图1所示。

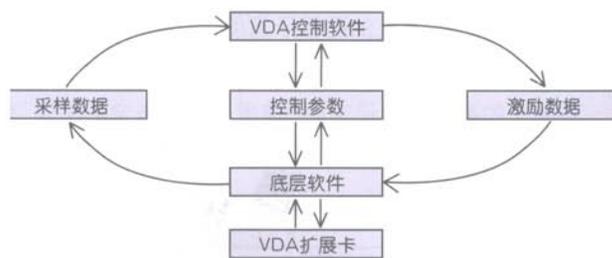


图1 系统总体框图

(1)VDA硬件扩展插卡。寄生在微机上,作为微机的功能扩展卡,主要负责高速数据采集,存储及高速地发出激

励的作用。其中控制器部分(FPGA)采用动态加载方式,即只有在加电后,根据高层软件的不同控制方式,实时加载两个不同版本电路,分别实现逻辑分析仪功能和带激励的逻辑分析仪功能。扩展卡可级联实现64或更多通道的测试。

(2)底层软件。主要功能是对硬件初始化(对硬件中的FPGA进行设置),对硬件控制,管理及为上层软件提供一个简洁的界面及数据传输。

(3)VDA控制软件。提供功能完善的图形用户界面,代替虚拟数字分析仪繁琐、复杂的控制面板功能,完成用户对VDA的工作参数的设定及对采样的数据处理,提供定时图、状态表等多种显示分析功能,产生激励信号,驱动被测数字系统被动工作。

3. 硬件插卡的设计思想

VDA硬件结构如图2所示。

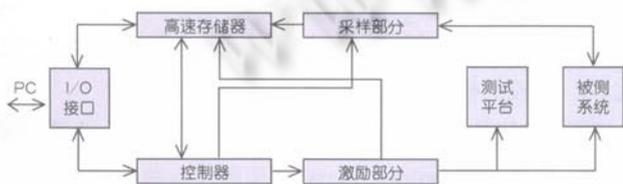


图2 VDA硬件结构

(1)I/O接口。接收微机送来的控制字或激励数据,将状态字和采样数据发送给微机。

(2)控制器。控制采样频率,控制触发方式及触发通道,为高速存储器提供地址及读写时序等,控制系统实现不同的工作模式,这部分是本VDA比较复杂和关键的电路部分。

(3)高速存储器。保存采样数据和激励数据。

(4)激励部分。处理激励数据,激励被测系统按指定方式工作。

(5)采样部分。捕获数据,通过探头或电缆将被测系统的模拟量转换为高低电平二进制数据。

(6)ASIC测试平台。是VDA同高级综合系统的接口,其上加载被测ASIC,通过扁平电缆与VDA相连,构成完整的ASIC测试系统。

由于FPGA(现场可编程门阵列)可实现无限次地反复编程,快速方便实用,具有可现场模拟调试验证等特点,所以本系统中比较复杂的控制器部分、采样部分、激励部分、I/O接口部分都采用FPGA实现,其他的由外围芯片组成,外围芯片上主要有RAM及数据缓冲、锁存等数据通道部分。

(1)VDA控制器的外部特性 VDA控制器的电路框图如

图3所示。

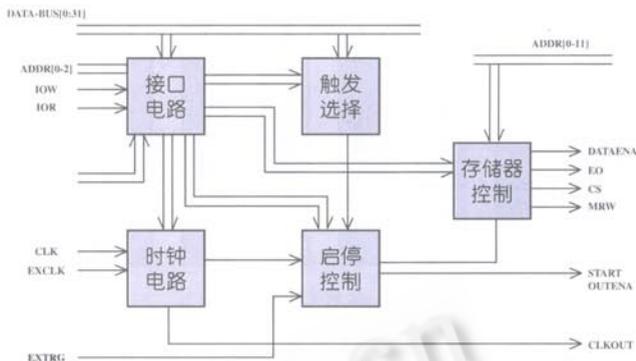


图3 VDA控制器的电路框图

VDA控制器版本1和版本2具有相同的外部特性,地址空间分配兼容,送控制字的顺序和方法等均相同。控制器的引脚可分为三类:与微机(PC机)接口有关的信号、与高速存储器有关的信号、其他信号:诸如系统内部时钟信号、外部时钟、时钟输出、启动采样信号、采样数据锁存信号、激励数据锁存信号等。

地址空间是灵活的,可以通过测试仪插件板上的DP开关设定。

主要包括三个控制字:控制字1包含分频控制、触发控制、工作模式控制;控制字2包含分频控制、触发通道选择;控制字3包含采样和激励地址设定。

工作模式共有8种:键控采样、读采样数据、单纯采样、单纯采样毛刺检测、单纯激励、激励采样、激励采样毛刺检测、键控激励采样。由第一控制字的末3位指定。

(2)VDA控制器的内部原理VDA控制器第一版本与第二版本(带激励)的逻辑分析仪的电路的总体结构相同,仅是接口电路和高速存储器控制部分不同。

基本分为五个部分:接口电路、时钟电路、触发选择、启停控制、存储器控制。接口电路从微机总线接收控制字,并将它们锁存,然后再送给其他4个部分,时钟电路对测试仪插件板本身的时钟CLK或外部时钟EXCLK进行分频处理,以获得各种采样时钟,然后送到启停电路,触发电路从32(或用户设定)个通道中识别触发信号,将结果送给启停电路;启停控制部分根据触发状态,时钟内部的计数值来控制存储器的启与停,存储器控制部分则根据各种工作模式的不同要求,形成高速存储器的控制信号及FPGA外部电路所需的各种控制信号。

4. 控制软件的功能模块图

控制软件的功能模块图如图4所示。

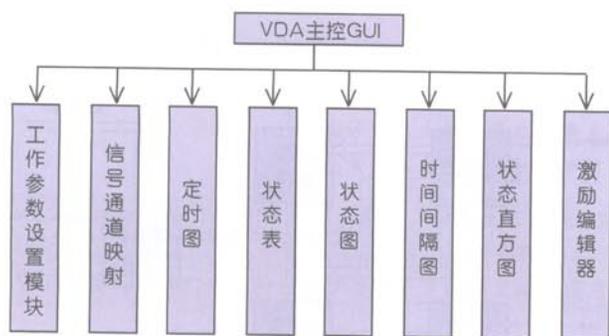


图4 软件的功能模块

各模块功能如下:

(1)VDA工作参数设定模块。主要完成VDA采样时钟的设定,触发方式选择,触发通道的设定,采样通道数、工作模式的选择,硬件主时钟、硬端口地址的设定等。

(2)信号、硬通道映射模块。对物理通道重新分组、命名形成定时图等各显示模块中待观察的信号,与被测系统中的各信号保持一致,便于理解分析。信号浏览模块在VDA工作的任何时刻都可激活,以利于用户了解高层信号所对应的物理通道信息。

(3)定时图显示模块。这是VDA最基本的显示方式,它把每一采样通道所采集的信息在屏幕上显示成一行伪方波,横向表示时间,纵向表示若干信号的离散值,信号可任意分组,支持拖放,即任一波形可随时改变显示位置,提供二个活动杆,实现相对、绝对时间分析,用户拖动活动杆时,可显示此活动杆处的各信号的值,信号名、时间等,此外波形可任意缩小、放大,即可显示全局,又可显示局部,还可提供辅助分析能力,智能比较,快速查询等。

(4)状态表显示模块。状态表是用字符组成不同形式的表格显示数字系统的逻辑状态或逻辑程序,采用不同码字显示方式,诸如地址等可选用16进制方式显示,而控制信号诸如存储器允许信号、读写信号等可选用二进制方式显示。

(5)状态图显示。状态图显示某一信号(组)的不同值出现的次数,可跟踪和刷新显示,“基准线”移动时在状态条上显示信号的值及出现频度。

(6)状态直方图显示模块。状态直方图是对某一信号(向量)的进一步分析,可将该信号的取值定义若干小范围,横向表示范围,纵向表示每一范围出现的频度。

(7)时间间隔图。统计和显示事件间隔,分若干时间间隔段,用直方图表示。

(8)激励信号生成模块。主要用于生成激励信号,提供激励文件编辑功能,拥有常见编辑器基本功能,提供一个公用接口,接收其他编辑器生成的激励格式文本文件,例

如Xilinx公司的XNF格式文件,将其转换为定时图能显示的格式文件。

5. 与同类产品的分析比较

目前市场上已有几种微机用逻辑分析仪卡及配套软件,但有的速度较慢,有的仍使用DOS平台。尚未见到带有激励信号发生器的产品。本项产品与这些产品相比具有以下特点:

(1)虚拟仪器扩展卡采用FPGA技术实现,使印制版大为缩小,并且可在不重新设计印制板的情况下进行硬件的改进。

(2)具有激励信号发生器的功能,能够实时向被测系统发出激励信号。

(3)用同一块印制板,通过对FPGA不同的编程来实现逻辑分析仪和激励信号发生器两种仪器。

(4)提供DOS和Windows两种平台,硬件要求低。

(5)可以将预先测得的正常波形存储,作为标准。测试的波形可以与之叠印显示,人工比较,也可以自动地与之比较,比较的模糊程度可由用户自行设定。

(6)总线信号可以用十六进制“捆绑”显示,也可以展开成单信号线显示。

(7)与高级综合系统相联结,可接收VHDL模拟器的激励向量,用该向量生成被测系统所需的激励信号。

参考文献

- [1] 刘阳,虚拟仪器的现状及发展趋势,电子技术应用,1996.4
- [2] Logic analyser, EDN, VOL 29 NO 3, 1986年
- [3] 朱明程, FPGA技术的最新发展,电子应用技术,1997年第2期
- [4] 朱明程, FPGA原理及应用设计,电子工业出版社,1994.5

