



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

周求湛
刘萍萍
钱志鸿

编著

虚拟仪器系统 设计及应用



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

虚拟仪器系统设计及应用

周求湛 刘萍萍 钱志鸿 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书以虚拟仪器系统设计为主要内容,从如何设计一个完整的系统角度出发,介绍虚拟仪器系统设计的主要思想、各类信号的测试原理和虚拟仪器应用中的一些最新技术。

全书共 10 章,共分两大部分:第一部分(第 1 章至第 5 章)介绍虚拟仪器的基本概念和虚拟仪器系统基础知识,重点介绍数据采集,包括模拟信号及数字信号测量的基本方法;第二部分(第 6 章至第 10 章)系统介绍在数据分析处理、仪器控制(GPIB、VISA 和串口等)、无线测量和分布式测量等方面的基础,并在最后一章通过实际应用加以综合。

本书编排结构合理,循序渐进,运用大量实例阐述概念和系统设计难点,突出系统性和实用性。

本书可作为大专院校测控技术与仪器和电子信息等相关专业的教材或教学参考书,也可作为实验室技术人员和工程技术人员开发现代测试系统的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

虚拟仪器系统设计及应用 / 周求湛等主编. —北京:
北京航空航天大学出版社, 2011. 6
ISBN 978 - 7 - 5124 - 0385 - 7

I. ①虚… II. ①周… III. ①虚拟仪表—系统设计
IV. ①TH86

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 045748 号

版权所有,侵权必究。

虚拟仪器系统设计及应用

周求湛 刘萍萍 钱志鸿 编著

责任编辑 金友泉

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱: bhpress@263.net 邮购电话:(010)82316936

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:9.5 字数:213 千字

2011 年 6 月第 1 版 2011 年 6 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978 - 7 - 5124 - 0385 - 7 定价:18.00 元

前 言

所谓虚拟仪器即是将现有的计算机主流技术与革新的灵活易用的软件和高性能模块化硬件结合在一起,建立起功能强大又灵活易变的基于计算机的测试测量与控制系统来替代传统仪器(价格昂贵,功能单一)的功能。这种方式不但享用到普通计算机不断发展的性能,还可体会到完全自定义的测量和自动化系统功能的灵活性,最终构建起满足特定需求的系统。

目前,虚拟仪器作为现代仪器发展的一个全新的方向,经过十几年的发展已经越来越受到人们的重视。尤其是采用虚拟仪器方案可以大大地缩短开发周期,降低开发成本,成为人们构建现代测控系统的首选。虚拟仪器的诸多开发工具当中,最具竞争力的就是美国 NI 公司的 LabVIEW。

LabVIEW 是一个革命性的图形化编程平台,它在数据采集(Data Acquisition,简称 DAQ)、VISA(Virtual Instrument Soft Architecture)、GPIB(General Purpose Interface Bus)及串口仪器控制、图像处理、运动控制(Motion Control)、数据分析和图表显示方面具有强大的优势。LabVIEW 已经成为测量与自动化解决方案的实际工业标准。基于 LabVIEW 的虚拟仪器技术在航空航天、半导体、通信、机械工程、生物医疗、地质勘探、铁路交通等诸多领域都有着广泛的应用。

然而,虚拟仪器不仅仅是以 LabVIEW 为代表的图形化软件,还包括以 PXI、CompactRIO 等为代表的开放性模块化仪器硬件平台。这些标准的硬件平台和不断增加的新模块化仪器为解决各种测试难题提供了基础。

全书共分为两大部分:第一部分(第 1 章~第 5 章)介绍虚拟仪器的基本概念和虚拟仪器系统基础知识,重点介绍数据采集,包括模拟信号及数字信号测量的基本方法;第二部分(第 6 章~第 10 章)系统介绍在数据分析处理、仪器控制(GPIB、VISA 和串口等)、无线和分布式测量等方面的基础知识,并在最后一章通过实际应用加以综合。

由于虚拟仪器领域范围宽广,同时本人研究经历有限,不能全部涉及。文中不当之处也恳请同仁批评指正,必当虚心接受,尽快改正。

在撰写本书的五年时间里,始终全心投入。特别是在美国 Virginia Tech 大学访问一年期间,尽管是工作在离 Maryland 州和 Washington D. C. 很近的 NVC 校区,仍深受该校 Blacksburg 主校区虚拟仪器技术方面成就的感染,有很多事情终身不忘。在此,还要感谢美国 NI 公司市场部的陈庆全和徐赞先生,感谢他们在本书的编写过程中提供的帮助。本书所有的程序都由刘萍萍、王墨林和戴宏亮三位老师在美国 NI 公司与吉林大学联合建设的虚拟仪器实验室内进行了测试,并向参与程序测试和校对的高健,吴丹娥,张贺彬,刘超,张彦创和汤利顺同

学表示感谢。也向参与本书的其他相关同志和同学表示感谢！

感谢所有关心我的人！

让虚拟仪器技术助力创新与实践！让我们享受虚拟仪器技术带来的快乐！

本书得到了国家自然科学基金项目(60906034)、吉林省自然科学基金项目(201115029)、黑龙江省教育厅科学技术研究项目(11551504)和吉林大学高水平研究生课程体系建设项目(20101004)的资助,在此一并向资助单位和项目参与人员表示感谢。

作 者

2011 年 2 月

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 虚拟仪器概述	1
1.1.1 虚拟仪器的概念	1
1.1.2 虚拟仪器的优势	1
1.1.3 虚拟仪器和传统仪器的比较	3
1.1.4 虚拟仪器的分类	6
1.2 虚拟仪器系统的组成	8
1.2.1 高效的软件开发平台	8
1.2.2 测试硬件平台	9
1.2.3 用于集成的软硬件平台	10
1.3 虚拟仪器系统的应用与展望	10
1.3.1 虚拟仪器系统的应用现状	10
1.3.2 虚拟仪器系统的展望	12
第 2 章 虚拟仪器系统设计基础	14
2.1 被测信号	14
2.1.1 物理现象与传感器	14
2.1.2 被测信号的类型	15
2.1.3 模拟输入的类型	15
2.1.4 数字 I/O	16
2.2 信号调理	17
2.2.1 信号调理的类型	17
2.2.2 信号调理的五个关键问题	19
2.3 测试系统的基本概念	21
2.3.1 信号源与测量系统	23
2.3.2 硬件与软件定时	26
2.3.3 采样速率与混叠	26
2.3.4 触 发	28
2.3.5 信号分析	30
2.3.6 设备校准	31

2.4	创建一个典型的测量应用	31
2.4.1	I/O 控件	32
2.4.2	多态的 VI	33
2.4.3	VI 的属性	33
2.4.4	创建一个典型的 DAQ 应用	33
2.4.5	物理通道和虚拟通道	34
2.4.6	测量任务	34
2.4.7	波形控件和数字波形控件	34
2.4.8	显示波形	35
2.5	系统设计中的抗干扰技术	37
2.5.1	噪声的定义	38
2.5.2	抑制噪声的基本原则	38
2.5.3	抗干扰技术总述	39
2.5.4	干扰的分类及其抑制措施	41
第 3 章	模拟信号的测量	46
3.1	电压的测量	46
3.1.1	直流电压的测量	46
3.1.2	交流电压的测量	48
3.1.3	温度测量	52
3.2	电流的测量	53
3.3	电阻的测量	55
3.3.1	Two-wire 测量法	55
3.3.2	Four-wire 测量法	55
3.3.3	应变的测量	56
3.4	模拟信号频率的测量	58
3.4.1	NI-DAQ VIs 测量模拟信号的频率	58
3.4.2	通过仪器测量频率	58
3.4.3	通过滤波测量频率	59
第 4 章	模拟信号的输出	61
4.1	电压信号产生概述	61
4.1.1	直流信号的产生	61
4.1.2	交流信号的产生	62

4.2 对模拟输出信号的连接	62
4.2.1 使用 NI-DAQmx VIs 输出电压	63
4.2.2 电压输出所用的仪器	63
第 5 章 数字信号的输入输出	64
5.1 数字信号生成	64
5.1.1 开关量输出	66
5.1.2 PWM 输出	67
5.2 数字信号的测量	68
5.2.1 计数器/定时器概述	68
5.2.2 数字信号脉宽的测量	69
5.3 双计数器/定时器测量方法	71
5.3.1 双计数器/定时器测量较高频率	71
5.3.2 双计数器/定时器用于大量程计数	72
第 6 章 数学计算与信号处理	74
6.1 数学计算	75
6.1.1 公式计算	75
6.1.2 微积分及常微分方程计算	78
6.1.3 曲线拟合	81
6.1.4 概率与统计	83
6.1.5 线性代数计算	84
6.2 信号产生、监测与处理	85
6.2.1 信号产生	86
6.2.2 波形监视	87
6.2.3 波形测量	88
6.3 信号处理	89
6.3.1 信号处理	89
6.3.2 数字滤波器与窗函数	91
6.3.3 波形调理	94
第 7 章 测试文件保存与报告生成	96
7.1 测试文件的存储	96
7.1.1 文本文件	96

7.1.2	二进制文件	97
7.1.3	数据记录文件	98
7.2	文件 I/O 的操作节点分类	100
7.2.1	文件 I/O 的普通操作节点	100
7.2.2	文件 I/O 的底层和高级操作节点	100
7.3	特殊的数据记录格式	100
7.3.1	波形文件的操作	101
7.3.2	测量数据文件	101
7.3.3	标准测试格式文件与 TDM	102
7.4	用数据库保存测试数据	103
7.5	生成测试报告	103
7.5.1	利用 MS OFFICE 生成报告	104
7.5.2	HTML 格式的报告	105
第 8 章	仪器控制	107
8.1	仪器控制概述	107
8.1.1	仪器的驱动	108
8.1.2	仪器驱动的类型	109
8.2	通信仪器软件框架 VISA	110
8.2.1	GPIB 仪器的控制	110
8.2.2	RS-232 仪器的控制	111
8.3	仪器控制的程序设计	112
8.3.1	仪器通信的验证	112
8.3.2	仪器驱动的输入输出	113
8.3.3	编写 VISA 应用	113
8.3.4	仪器数据与指令的控制技术	115
第 9 章	分布式测试系统设计	119
9.1	工业现场总线与分布式 I/O 概述	119
9.1.1	工业现场总线	119
9.1.2	分布式 I/O	120
9.2	CAN 总线	120
9.2.1	CAN 的基本特点	121
9.2.2	CAN 的基本程序设计	121

9.3 测试系统中的无线通信	122
9.3.1 无线通信协议概述	124
9.3.2 蓝牙协议概述	124
9.3.3 Wi-Fi 协议概述	125
9.3.4 ZigBee 协议概述	126
9.3.5 RFID 协议概述	126
9.4 Compact FieldPoint 采集模块	126
9.5 CompactDAQ 系统	127
9.6 LAN 在虚拟仪器中的应用	128
9.7 串口在虚拟仪器中的应用	128
第 10 章 虚拟仪器系统的应用与开发	131
10.1 虚拟仪器系统的应用	131
10.1.1 在通信领域的应用	131
10.1.2 在汽车领域的应用	132
10.1.3 在新能源领域的应用	133
10.1.4 在其他领域的应用	133
10.2 开发虚拟仪器系统的一般原则	134
10.2.1 开发步骤	134
10.2.2 UI 的设计原则	136
10.3 应用实例	138
参考文献	141

第1章 绪论

1.1 虚拟仪器概述

虚拟仪器(Virtual Instrumentation, VI)的概念最早是美国国家仪器公司(National Instruments, 后简称 NI 公司)于 1986 年提出,并在此后的 20 多年时间内始终用虚拟仪器的概念引领测试测量行业的发展趋势。虚拟仪器技术是在智能仪器技术之后发展起来的,是一种全新的图形化系统设计技术。

1.1.1 虚拟仪器的概念

虚拟仪器的特点是仪器控制面板由计算机软件界面代替,由计算机控制仪器硬件。在虚拟仪器概念提出后的 20 年间,虚拟仪器的内涵也在不断的扩充。

起初,NI 公司提出的一个口号就是“软件就是仪器”。现在来看,这个提法由于过于强调软件,因此给许多人造成了错觉,认为虚拟仪器就是软件而没有硬件。虚拟仪器的内涵从 20 世纪 80 年代的局限于仪器控制,到 20 世纪 90 年代的基于计算机的数据采集系统,发展到目前是基于图形化的系统设计技术,涵盖数据采集、仿真及原型设计等多个领域。

本书所涉及的内容主要集中于虚拟仪器的数据采集领域,但虚拟仪器的内涵不仅仅局限于此。

虚拟仪器技术利用高性能的模块化硬件,结合高效灵活的软件来完成各种测试、测量和自动化的应用。灵活高效的软件能创建完全自定义的用户界面,模块化的硬件能方便地提供全方位的系统集成,标准的软硬件平台能满足对同步和定时应用的需求。只有同时拥有高效的软件、模块化 I/O 硬件和用于集成的软硬件平台这三大组成部分,才能充分发挥虚拟仪器技术性能高、扩展性强、开发时间短以及出色的集成这四大优势。

1.1.2 虚拟仪器的优势

虚拟仪器技术就是用户自定义的基于 PC 技术的测试和测量解决方案,其四大优势在于:性能高、扩展性强、开发时间短以及出色的集成。

1. 性能高

虚拟仪器技术是在计算机技术的基础上发展起来的,所以完全“继承”了以现成即用的计算机技术为主导的最新商业技术的优点,包括功能超卓的处理器和文件管理系统,在数据高速

导入磁盘的同时就能实时地进行复杂的分析。随着数据传输到硬盘驱动器的功能不断加强,以及计算机总线的结合,高速数据记录已经可以以高达每秒 100 MB 的速度将数据导入磁盘,而且较少地依赖大容量的本地内存。图 1-1 为各代计算机性能提升对比。

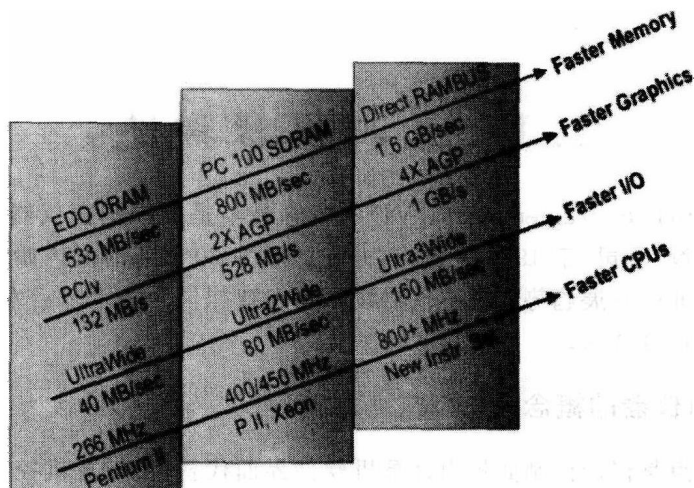


图 1-1 各代计算机性能提升对比

此外,越来越快的计算机网络使得虚拟仪器技术展现其更强大的优势,使数据分享进入了一个全新的阶段,将因特网和虚拟仪器技术相结合,就能够轻松地发布测量结果到世界的任何地方。

2. 扩展性强

虚拟仪器现有的软硬件工具使得工程师和科学家们不再囿于当前的技术中。得益于软件的灵活性,只需更新计算机或测量硬件,就能以最少的硬件投资和极少的、甚至无需软件上的升级即可改进整个系统。在利用最新科技的时候,可以把它们集成到现有的测量设备中,最终以较少的成本加速产品上市的时间。

3. 开发时间短

在驱动和应用两个层面上,高效的软件架构能与计算机、仪器仪表和通信方面的最新技术结合在一起。虚拟仪器这一软件架构的初衷就是为了方便用户的操作,同时还提供了灵活性和强大的功能,能实现轻松地配置、创建、发布、维护和修改,是为高性能、低成本的测量和控制提供了解决方案。

4. 无缝集成

虚拟仪器技术从本质上说是一个集成的软硬件概念。随着测试系统在功能上不断地趋于复杂,通常需要集成多个测量设备来满足完整的测试需求,而连接和集成这些不同设备总是要

耗费大量的时间,不是轻易就可以完成的。

虚拟仪器的软件平台为所有的 I/O 设备提供了标准的接口,例如数据采集、机器视觉、运动控制和分布式的 I/O 等,帮助用户轻松地将多个测量设备集成到单个系统中,减少了任务的复杂性。

为了获得最高的性能、简单的开发过程和系统层面上的协调,这些不同的设备必须保持其独立性,同时还要紧密地集成在一起。虚拟仪器的发展可以快速创建测试系统,并随着要求的改变轻松地完成对系统的修改。这些都得益于这一集成式的架构所带来的好处,使测试系统更具竞争性,可以更高效地设计和测量高质量的产品,并将它们更快速地投入市场。图 1-2 为虚拟仪器系统集成示意图。

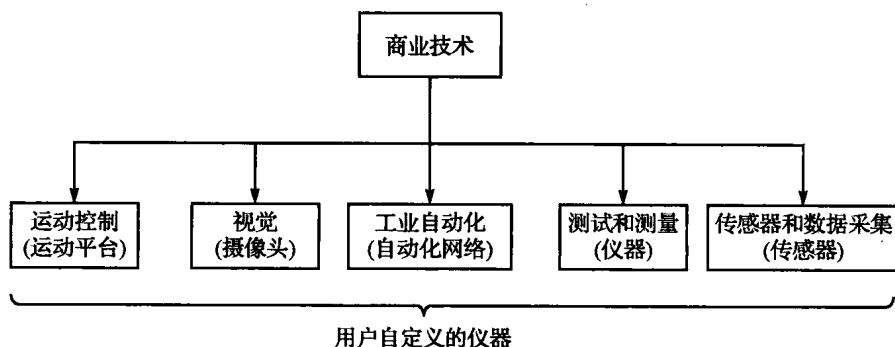


图 1-2 虚拟仪器系统集成示意图

1.1.3 虚拟仪器和传统仪器的比较

1. 灵活性

虚拟仪器概念的提出是针对传统仪器而言的,它们之间的最大区别是虚拟仪器提供完成测量或控制任务所需的所有软件和硬件设备,而功能由用户定义。而传统仪器则功能固定且由厂商定义,把所有软件和测量电路封装在一起,利用仪器前面板为用户提供一组有限的功能。而虚拟仪器则非常灵活,使用高效且功能强大的软件来自定义采集、分析、存储、共享和显示功能。图 1-3 为传统仪器和基于软件的虚拟仪器示意图。

从图中可以看出,两者具有许多相同的结构组件,但是在体系结构和原理上完全不同。

每一个虚拟仪器系统都由两部分组成,而软件和硬件。对于当前的测量任务,虚拟仪器系统的价格可能与具有相似功能的传统仪器相差无几,也可能比它便宜很多倍。但由于虚拟仪器在测量任务需要改变时具有更大的灵活性,因而随着时间的流逝,节省的成本也不断累计。

虚拟仪器的灵活性体现在:

(1) 不同的设备实现同一应用 一个测试项目(一个直流(DC)电压和温度测量应用)根

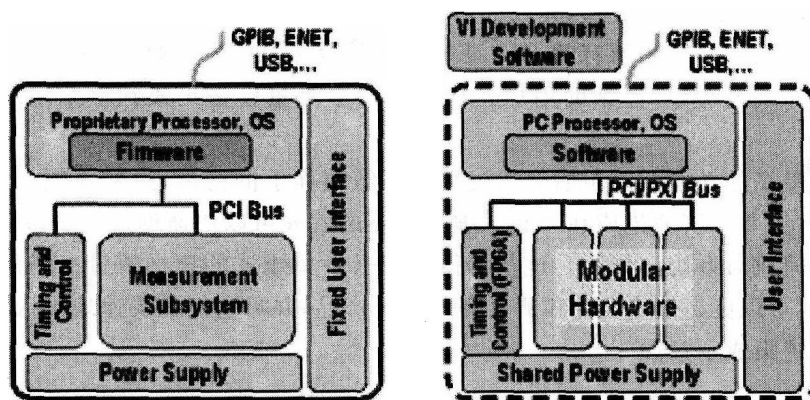


图 1-3 传统仪器(左图)和基于软件的虚拟仪器(右图)

据不同的应用场合可以采用不同的设备,却可以采用相同的程序代码。若是实验室验证,就可以应用台式计算机上 PCI 总线,使用 LabVIEW 和 DAQ 设备开发应用程序。若要应用于生产线,则可以采用 PXI 系统配置应用程序。若是需要具有便携性,就可以选择 USB 总线的 DAQ 产品来完成任务。图 1-4 为不同的设备共享同样的应用程序示意图。

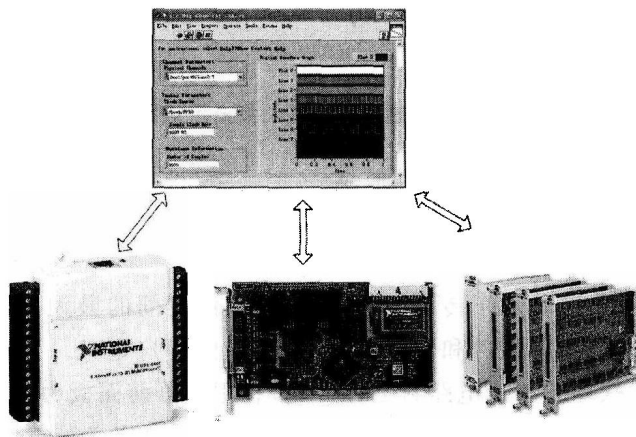


图 1-4 不同的设备上共享同样的应用程序

(2) 一个设备实现不同应用 假设有两个不同的应用,一个是利用 DAQ 设备和积分编码器来测量电机位置的项目;另外一个则是监视和记录这个电机的功率。即使这两个任务完全不同,也可以重复利用同一块 DAQ 设备。所需要做的就是使用虚拟仪器软件开发出新的应用程序。此外,如果需要的话,项目既可以与一个单一的应用程序结合,也可以运行在一个单一的 DAQ 设备上。图 1-5 为多个应用程序重复使用同一硬件的示意图。

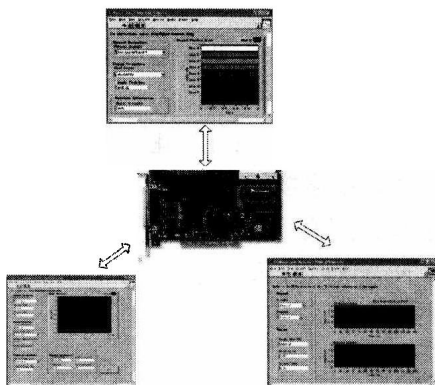


图 1-5 多个应用程序重复使用同一硬件

2. 硬件性能

虚拟仪器的重要概念就是驱使实际虚拟仪器软件和硬件设备加速的策略。虚拟仪器技术致力于适应或使用诸如 Microsoft、Intel、Analog Devices、Xilinx 以及其他公司的高投入技术。例如,使用 Microsoft 在操作系统(OS)和开发工具方面的巨大投资。在硬件方面,应用基于 Analog Devices 在 A/D 转换器和 Xilinx 公司在 FPGA 方面的投资等。

虚拟仪器系统是基于软件的,所以如果参数可以数字化的东西,就可以对其进行测量。因此,测量硬件可以通过两根坐标轴进行评估,即分辨率(位)和频率。参考图 1-6 可以看出虚拟仪器与传统仪器在硬件测量性能上的比较。虚拟仪器的目标就是使曲线在频率和分辨率上延伸并且在曲线内不断进行推陈出新。

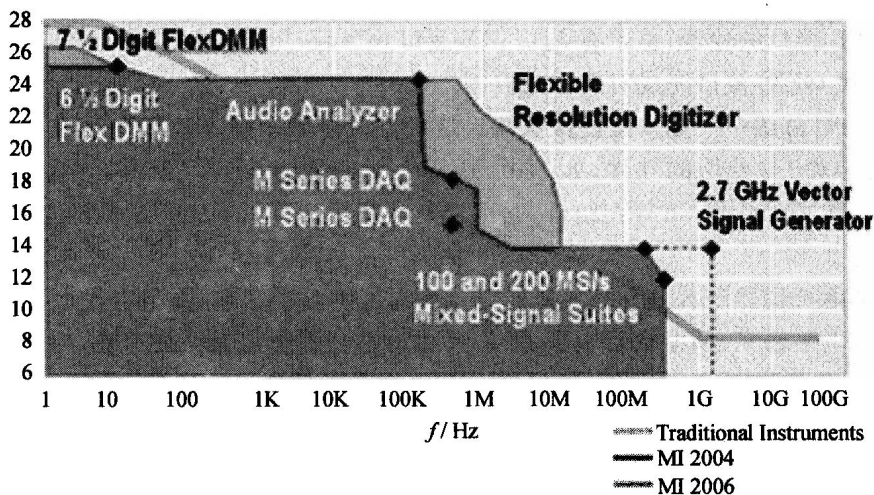


图 1-6 虚拟仪器与传统仪器硬件性能的比较

3. 兼容性

虚拟仪器和传统仪器要并存一段时间,一些测试系统必然要将两者结合使用。虚拟仪器和传统仪器之间的兼容性问题成为关注的焦点。

虚拟仪器可与传统仪器完全兼容,无一例外。虚拟仪器软件通常提供了与常用普通仪器总线(如 GPIB、串行总线和以太网)相连接的函数库。

除了提供库之外,200 多家仪器厂商也为 NI 仪器驱动库提供了 4 000 余种仪器驱动。仪器驱动提供了一套高层且可读的函数以及仪器接口,每一个仪器驱动都专为仪器某一特定的模型而设计,从而为它独特的性能提供接口。

1.1.4 虚拟仪器的分类

虚拟仪器的突出成就是不仅可以利用计算机建成灵活的虚拟仪器,更重要的是它可以通过各种不同的接口总线,结合不同的接口硬件来组建不同规模的自动测试系统。虚拟仪器系统按硬件构成和总线方式,可以分为如下七种类型:

第一类: GPIB 总线虚拟仪器。GPIB 总线也称 HPIB 或 IEEE488 总线,最初是由 HP 公司开发的仪器总线。该类虚拟仪器可以说是虚拟仪器早期的发展阶段,也是虚拟仪器与传统仪器结合的典型例子。它的出现使电子测量从独立的单台手工操作向大规模自动测试系统发展。典型的 GPIB 测试系统由一台计算机、一块 GPIB 接口卡和若干台 GPIB 总线仪器通过 GPIB 电缆连接而成。一块 GPIB 接口卡可连接 14 台仪器,电缆长度可达 40 m。

利用 GPIB 技术实现计算机对仪器的操作和控制,替代传统的人工操作方式,可以很方便地把多台仪器组合起来,形成自动测量系统。GPIB 测量系统的结构和命令简单,主要应用于控制高性能专用台式仪器,适合于精确度要求高的,但不要求对计算机高速传输状况时应用。此类带有 GPIB 接口的仪器,也带有 RS-232 接口,可以在传输速度要求不高的情况下,用 RS-232 接口替代 GPIB 接口完成对仪器的控制。

第二类: PC 总线——插卡型虚拟仪器。这种方式借助于插入计算机内的板卡(数据采集卡、图像采集卡等)与专用的软件,如 LabVIEW™、LabWindows™/CVI™、或通用编程工具 Visual C++ 和 Visual Basic 等相结合,它可以充分利用计算机或工控机内的总线、机箱、电源及软件的便利。

但是该类虚拟仪器受普通计算机机箱结构和总线类型的限制,并且存在电源功率不足、机箱内部的噪声电平较高、插槽数目较少、插槽尺寸小以及机箱内无屏蔽等缺点。该类虚拟仪器曾有 ISA、PCI 和 PCMCIA 总线等,但目前 ISA 总线的虚拟仪器已经基本淘汰,PCMCIA 因结构连接强度太弱的限制而影响了它的工程应用,而 PCI 总线的虚拟仪器广为应用。

第三类: 并行口式虚拟仪器。该类型的虚拟仪器是一系列可连接到计算机并行口的测试装置,它们把仪器硬件集成在一个采集盒内。仪器软件装在计算机上,通常可以完成各种测量测试仪器的功能,可以组成数字存储示波器、频谱分析仪、逻辑分析仪、任意波形发生器、频率

计、数字万用表、功率计、程控稳压电源、数据记录仪和数据采集器。它们的最大好处是既可以与笔记本计算机相连,方便野外作业,又可与台式计算机相连,实现便携式和台式两用,非常灵活。由于其价格低廉、用途广泛,适合于研发部门和各种教学实验室应用。

第四类:PXI 总线虚拟仪器。PXI 总线是在 PCI 总线内核技术基础上增加了成熟的技术规范和要求形成的,包括多板同步触发总线的技术,并增加了用于相邻模块的高速通信的局域总线。PXI 具有高度可扩展性,具有多个扩展槽,通过使用 PCI-PCI 桥接器,可扩展到 256 个扩展槽。对于多机箱系统,则可利用 MXI 接口进行连接,将 PCI 总线扩展到 200 m 远。而台式机 PCI 系统只有 3~4 个扩展槽,台式 PC 的性能价格比和 PCI 总线面向仪器领域的扩展优势结合起来,将形成未来的虚拟仪器平台。

第五类:VXI 总线虚拟仪器。VXI 总线是一种高速计算机 VME 总线在仪器领域的扩展,它具有稳定的电源,强有力的冷却能力和严格的 RFI/EMI 屏蔽。由于它具有标准开放、结构紧凑、数据吞吐能力强、定时和同步精确、模块可重复利用、众多仪器厂家支持的优点,很快得到广泛的应用。经过 10 多年的发展,VXI 系统的组建和使用越来越方便,尤其是在组建大、中规模自动测量系统以及对速度、精度要求高的场合,具有其他仪器无法比拟的优势。然而,组建 VXI 总线要求有机箱、零槽管理器及嵌入式控制器,造价比较高。目前这种类型的仪器市场占有率有逐步减少的趋势。

第六类:外挂型串行总线虚拟仪器。这类虚拟仪器是利用 RS-232 总线、USB 和 IEEE1394 总线等目前计算机能提供的一些标准总线,可以解决基于 PCI 总线的虚拟仪器在插拔卡时都需要打开机箱操作不方便和 PCI 插槽数量有限的问题。同时,测试信号直接进入计算机,各种现场的被测信号对计算机的安全造成很大的威胁。而且,计算机内部的强电磁干扰对被测信号也会造成很大的影响,故外挂式虚拟仪器系统成为廉价型虚拟仪器测试系统的主流。

RS-232 主要是用于前面提到过的仪器控制。目前应用较多的是近年来得到广泛支持的 USB,但是,USB 也只限于用在较简单的测试系统中。用虚拟仪器组建自动测试系统,更有前途的是采用 IEEE1394 串行总线,因为这种高速串行总线,能够以 200 Mb/s 或 400 Mb/s 的速率传输数据,显然会成为虚拟仪器发展比较有前途的总线。

这类虚拟仪器可把采集信号的硬件集成在一个采集盒里或一个探头上,软件装在计算机上。特别是由于具备传输速度快、可以热插拔、联机使用方便的特点,很有发展前途,将成为具有巨大发展前景和广泛市场的虚拟仪器的主流平台。

第七类:网络化虚拟仪器。现场总线、工业以太网和 Internet 为共享测试系统资源提供了支持。工业现场总线是一个网络通信标准,它使得不同厂家的产品通过通信总线使用共同的协议进行通信。现在,各种现场总线在不同行业均有一定应用;工业以太网也有望进入工业现场,应用前景广阔;Internet 已经深入各行各业乃至千家万户。通过 Web 浏览器可以对测试过程进行观测,可以通过 Internet 操作仪器设备,能够方便地将虚拟仪器组成计算机网络。利