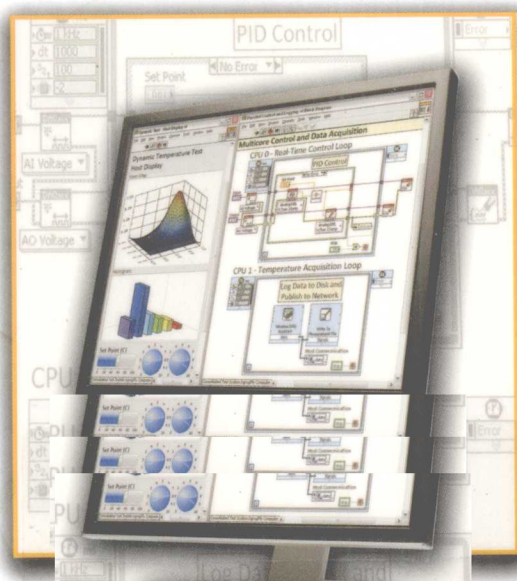


虚拟仪器应用技术项目教程

秦益霖 李 晴 主编
吕景泉 主审

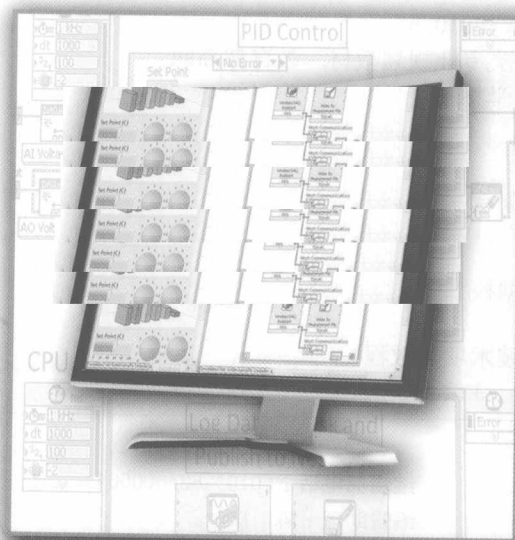


XUNYIYI YINGYONGJISHU
XIANGMUJIAOCHENG



虚拟仪器应用技术项目教程

秦益霖 李 晴 主编
钱声强 陈 琳 朱 敏 编著
吕景泉 主审



XUNYIYI YINGYONGJISHU
XIANGMUJIAOCHENG

内 容 简 介

本书主要以美国国家仪器公司(简称NI)的LabVIEW虚拟仪器软件为平台,以虚拟仪器技术应用项目为重点,介绍如何借助虚拟仪器技术完成工业测控的应用。全书分为五篇,第一篇为项目开篇,介绍虚拟仪器的基本知识和虚拟仪器测控系统的软/硬件环境。第二篇为体验篇,认识和使用虚拟仪器产品——ELVIS。第三篇为入门篇,介绍电烤箱温度测控系统项目。第四篇为提高篇,通过数字测控对象检测与控制的多个项目加以提高。第五篇为应用篇,主要通过电气设备性能测试、自动称重系统、基于机器视觉的电路板插件检测等实际应用项目,帮助读者掌握实际应用技能。

本书的特色是以虚拟仪器技术的应用为重点,淡化原理,注重实用,以项目、案例为线索进行内容编排。本书适合作为高职高专学生的教材或参考书,也可作为高校教师进行项目教学的配套教材,还适合作为广工程技术人员自学NI虚拟仪器的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

虚拟仪器应用技术项目教程/秦益霖,李晴主编.

—北京:中国铁道出版社,2010.5

全国高职高专院校机电类专业规划教材. 教育部高职高专自动化技术类专业教学指导委员会规划教材

ISBN 978-7-113-08132-4

I. ①虚… II. ①秦… ②李… III. ①智能仪器—高等学校:技术学校—教材 IV. ①TP216

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第097580号

书 名:虚拟仪器应用技术项目教程

作 者:秦益霖 李 晴 主编

策划编辑:秦绪好

责任编辑:沈 洁

封面设计:付 巍

版式设计:于 洋

责任印制:李 佳

编辑部电话:(010) 63560056

编辑助理:陈 庆

封面制作:李 路

出版发行:中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街8号 邮政编码:100054)

印 刷:北京市昌平开拓印刷厂

版 次:2010年6月第1版 2010年6月第1次印刷

开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:15.5 字数:359千

印 数:3 000册

书 号:ISBN 978-7-113-08132-4

定 价:28.00元

版权所有 侵权必究

本书封面贴有中国铁道出版社激光防伪标签,无标签者不得销售

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社计算机图书批销部联系调换。

全国高职高专院校机电类专业规划教材

编审委员会

主 任: 吕景泉

副主任: 严晓舟 史丽萍

委 员: (按姓氏笔画排序)

王文义 刘建超 肖方晨 李向东 狄建雄

汪敏生 宋淑海 张 耀 明立军 陈铁牛

钟江生 胡学同 凌艺春 秦绪好 钱逸秋

梁荣新 常晓玲 程 周 谭有广

王 立 王龙义 王建明 牛云 关 健

朱凤芝 牟志华 汤晓华 刘薇娥 李 文

李 军 张文明 张永花 陆建国 陈 丽

林 嵩 金卫国 宝爱群 姚 吉 姚永刚

祝瑞花 徐国林 秦益霖 韩 丽 曾照香

随着我国高等职业教育改革的不断深化发展,我国高等职业教育改革和发展进入一个新阶段。教育部下发的《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》教高[2006]16号文件旨在进一步适应经济社会发展对高素质技能型人才的需求,推进高职人才培养模式改革,提高人才培养质量。

教材建设工作是整个高等职业院校教育教学工作中的重要组成部分,教材是课程内容和课程体系的知识载体,对课程改革和建设既有龙头作用,又有推动作用,所以提高课程教学水平和质量的关键在于建设高水平高质量的教材。

出版面向高等职业教育的“以就业为导向的,以能力为本位”的优质教材一直以来就是中国铁道出版社优先开发的领域。我社本着“依靠专家、研究先行、服务为本、打造精品”的出版理念,于2007年成立了“中国铁道出版社高职机电类课程建设研究组”,并经过2年的充分调查研究,策划编写、出版了本系列教材。

本系列教材主要涵盖高职高专机电类的公共平台课和6个专业及相关课程,即:电气自动化专业、机电一体化专业、生产过程自动化专业、数控技术专业、模具设计与制造专业以及数控设备应用与维护专业,既自成体系又具有相对独立性。本系列教材在研发过程中邀请了高职高专自动化教指委专家、国家级教学名师、精品课负责人、知名专家教授、学术带头人及骨干教师。他们针对相关专业的课程设置融合了多年教学中的实践经验,同时吸取了高等职业教育改革的成果,无论从教学理念的导向、教学标准的开发、教学体系的确立、教材内容的筛选、教材结构的设计,还是教材素材的选择都极具特色。

归纳而言,本系列教材体现如下几点编写思想:

(1) 围绕培养学生的职业技能这条主线设计教材的结构,理论联系实际,从应用的角度组织内容,突出实用性,同时注意将新技术、新工艺等内容纳入教材。

(2) 遵循高等职业院校学生的认知规律和学习特点,对于基本理论和方法的讲述力求通俗易懂,多用图表来表达信息,以解决日益庞大的知识内容与学时偏少之间的矛盾;同时增加相关技术在实际生产和生活中的应用实例,引导学生主动学习。

(3) 将“问题引导式”、“案例式”、“任务驱动式”、“项目驱动式”等多种教学方法引入教材体例的设计中,融入启发式教学方法,务求好教好学爱学。

(4) 注重立体化教材的建设,通过主教材、配套素材光盘、电子教案等教学资源的有机结合,提高教学服务水平。

总之,本系列教材在策划出版过程中得到了教育部高职高专自动化技术类专业教学指导委员会以及广大专家的指导和帮助,在此表示深深的感谢。希望本系列教材的出版能为我国高等职业院校教育改革起到良好的推动作用,欢迎使用本系列教材的老师和同学提出宝贵的意见和建议。书中如有不妥之处,敬请批评指正。

中国铁道出版社

我是在2002年加入NI公司从事NI公司院校计划时才接触LabVIEW及虚拟仪器技术的,虽然之前有很多年没有从事编程的工作,但由于LabVIEW图形化的编程环境直观、易学,所以很快就入门了。计算机软/硬件技术在过去的二三十年间有了飞速的发展,而基于计算机技术的测量、测试和控制技术,即虚拟仪器技术也得到了越来越广泛的应用,给测控及仪器领域带来了巨大的变化。不仅如此,LabVIEW及虚拟仪器技术也为教学、实验和科研提供了一个独特而优秀的平台,并得到了国内外越来越多学校的认可,LabVIEW也成了很多优秀学生的必备技能之一。

LabVIEW生动直观的图形化界面以及丰富的各类功能模块,非常适合教师进行课件准备及各种理论、原理及规律的讲解,帮助学生理解和掌握。比如这本教材中提及的由ELVIS平台提供的仪器功能中不仅包括基本的测试仪器,如示波器,万用表等,而且还提供了诸如伯德图分析仪、阻抗分析仪等专业仪器,能够很好地辅助教师讲解抽象的理论和概念。同时,结合丰富而灵活的硬件模块,老师和学生能方便地搭建用于测试、测量、验证以及实现的测控系统,从而更好地帮助学生提高动手能力、设计能力乃至创新能力。作为曾经的教师,我常常在想,如果二十年前我有这样的教学辅助平台,那该有多好啊。我相信LabVIEW及相关的教学实验平台一定能成为教师,尤其是年轻教师教学、实验和科研的好帮手。

与常州信息职业技术学院的合作已有多年,本教材的作者是一群年轻有为的青年教师,他们眼光独特,结合当地区域经济的发展和高职教育的特点,从开设相关专业之初,就引入了LabVIEW及虚拟仪器技术。LabVIEW以及ELVIS平台易学的特点让学生们可以很快入门并上手,学到最新的测控技术,了解最新的发展和应用,扩展知识面,从而更好地满足当今及未来企业对技术人才技能的需求。

这本教材的一个显著特点是作者根据多年的教学和培养学生的经验而编写,作者曾经多次参加NI公司提供的LabVIEW培训课程,并且保持对LabVIEW版本及实训设备的更新。本教材的内容深入浅出,充分结合高职学生培养的特点,重动手、重实践,并且密切结合实际应用,这与众多其他教材有很大的区别,是真正的“基于项目的学习”教材。

陈庆全

上海恩艾仪器有限公司

2010年4月

2008年,百年不遇的世界金融危机,对全球经济造成重创,但中国经济却呈现V型反转,中国制造大国的地位得到进一步巩固。现代制造业正在向规模化、自动化、个性化方向发展,产品的个性化需求对测试技术提出了更高的要求。

虚拟仪器具有基于开放软件平台、图形化开发界面等优点,可以在不改变或少改变硬件的前提下,通过软件灵活地满足多种不同的测试与控制需求。使用虚拟仪器技术,工程师可以利用图形化开发软件方便、高效地创建完全自定义的解决方案,以满足灵活多变的需求趋势——这完全不同于专门的、只有固定功能的传统仪器。目前,财富500强中85%的制造型企业已经选择了虚拟仪器技术,大幅度减小了自动化测试设备(ATE)的尺寸,使工作效率提升了十倍之多,而成本却只有传统仪器解决方案的一小部分。虚拟仪器在我国正逐步得到广泛应用。

美国国家仪器公司(简称NI)是全球虚拟仪器技术的倡导者和领先者,过去的三十多年里,NI通过虚拟仪器技术为测试、测量和自动化领域带来了一场革新。虚拟仪器技术把现成、即用的商业技术与创新的软/硬件平台进行集成,从而为嵌入式设计、工业控制以及测试和测量提供了一种独特的解决方案。

常州地处制造业发达的长三角地区,对于现代测试技术的需求非常大。然而,由于掌握虚拟仪器技术的专业人才还非常少,大大影响了先进技术的应用。2003年,常州信息职业技术学院在规划电气自动化技术课程体系时,确立了为常州及周边地区现代制造业服务,培养具备综合职业素质、扎实的基本技能以及专项技能的“1+2”型高职人才,为推动产业升级提供人才保障和技术支持的目标。为了培养学生的专项技能,我院精心选择了美国国家仪器公司作为重要的合作伙伴,并于2004年开始共建虚拟仪器联合实训室。

通过与NI公司紧密合作,我院组建了强有力的专、兼职教学团队,开发虚拟仪器应用技术课程,在课程的定位、课程的架构、课程项目载体的选择方面进行了积极、大胆的创新和探索。2007年,我院成为教育部、财政部100所高职示范性院校建设立项单位,其中电气自动化技术专业成为重点建设专业,这使得虚拟仪器应用技术课程建设更上一层楼。课程组以典型岗位工作任务为引领,将实际工作任务及工作过程提炼、序化,设计成循序渐进的学习项目。借鉴澳大利亚TAFE学院培训包(training package)的概念,创新设计了“AAA”课程架构。A1学徒项目包(apprenticeship-oriented project package)和A2应用项目包(application-oriented project package),将职业岗位技能需求和职业教育目标相结合,规定出每个学习项目及整个项目包中学生达到能力标准所需的考核要求,这两个项目包作为课程架构的“认证”部分,即必修内容。A3拓界项目包(across-oriented project package)作为课内教学的补充和拓展,在课外通过兴趣小组、技能竞赛、毕业设计、科

技创新大赛、参与教师科技服务项目等各种形式提供虚拟仪器技术的自主学习和深入研究。这些项目形式不定,学习时间、地点不定,由学生自行选择。自主学习,作为课程架构的“非认证”部分,即选修内容。

目前,关于虚拟仪器的教材虽然较多,但是适合高职院校尤其是适应项目教学的教材还很少。为了把我国高职示范性院校建设的成果进行推广,作者在我院校本教材的基础上,结合多年项目教学经验,把撰写一本有特色、有创新、与高职项目教学相配套的教材作为教学团队的目标。相信这些经验会对从事虚拟仪器方面教学的同行起到一个抛砖引玉的作用,能对广大有志于从事虚拟仪器应用的学生和工程技术人员提供一定的帮助。这正是本书的主要写作目的,也是作者团队极力想做的一件事。

本书是按照项目教学的思路进行编排的,建议具备一定实训条件的学校在实训室进行一体化教学,边讲边做,随时解答学生疑问,尤其是进行到项目三以后,教师要放手让学生自主思考、广开思路,让学生学会用多种方法解决实际问题。同时建议采用一次课4学时连排的方式以保证项目实施的完整性。具体建议课时见“附录A 学时分配表”,暂不具备实训条件的学校可根据“附录B 软件知识点分布表”选择相关知识点和项目实施教学。

本书由常州信息职业技术学院虚拟仪器课程组编写完成,该教学团队长期从事虚拟仪器课程教学和实训室建设,是一个充满活力、富有创新精神的双师型团队。课程组2009年度被评为常州信息职业技术学院优秀教学团队,所有作者均为电气自动化技术专业省级优秀教学团队主要成员。团队围绕虚拟仪器教学课程与美国国家仪器公司的紧密合作,先后编写了《虚拟仪器讲义》、《虚拟仪器项目教学手册》、《虚拟仪器项目教学任务书》等一系列的校本讲义,本书正是经过多轮使用后,总结经验完善优化编写的项目教学教材。

全书由秦益霖提出整体构思并统稿,由李晴组织编写,由吕景全最终审定。项目开篇由秦益霖、李晴共同编写;体验篇由李晴、钱声强共同编写;入门篇由朱敏、陈琳共同编写;提高篇由钱声强、陈琳编写;应用篇由秦益霖、朱敏、李晴共同编写。受篇幅的限制,还有一些应用没有涉及。由于学识水平的欠缺,错误之处在所难免,希望同行专家和广大读者给予批评指正。

本书在撰写过程中得到了教育部高职高专自动化技术类专业教学指导委员会、上海恩艾仪器有限公司、中国铁道出版社等单位的鼎力支持,感谢教育部高职高专自动化技术类专业教学指导委员会主任吕景全教授、NI中国公司陈庆全经理、黄植希工程师和季雷工程师的大力支持,常州信息职业技术学院的王露高级实验员、牛杰老师、江苏科技大学研究生马祥林同学在实验调试、资料收集、文档处理等方面做了大量工作,邓志良教授、李众教授等也为本书的编写提出了许多宝贵意见,在此表示衷心感谢!同时感谢作者的家人,如果没有你们的无私奉献和支持就没有这本书!

编者

2010年4月

第一篇 项目开篇	1
1.1 虚拟仪器的基本知识	1
1.2 虚拟仪器软件编程环境	8
1.3 虚拟仪器硬件配置方案	25
思考与练习	52
第二篇 体验篇	53
项目一 认识和使用虚拟仪器产品	53
2.1 NI ELVIS简介	53
2.2 任务 认识和使用虚拟仪器产品——NI ELVIS	63
思考与练习	77
第三篇 入门篇	78
项目二 电烤箱温度测控系统	78
3.1 任务1 仿真温度检测程序设计	79
3.2 任务2 温度转换程序设计	88
3.3 任务3 温度信号的实时图形显示和分析报警	100
3.4 任务4 温度传感器信号的调理和ELVIS采集	111
3.5 任务5 电烤箱温度测控系统的设计和实现	120
思考与练习	124
第四篇 提高篇	127
项目三 数字测控对象检测与控制	127
4.1 任务1 霓虹灯控制	128
4.2 任务2 数字式显示器控制	143
4.3 任务3 交通信号灯控制系统	155
思考与练习	167
第五篇 应用篇	171
项目四 电气设备性能测试	171
5.1 任务1 RC电路过渡过程的测试和计算	172

5.2 任务2 数字信号的频率测量和滤波处理.....	179
5.3 任务3 电力设备谐波的测试和计算.....	188
项目五 自动称重系统测试	197
5.4 任务4 自动称重系统测试.....	197
项目六 基于机器视觉的电路板插件检测	220
5.5 任务5 基于机器视觉的电路板插件检测.....	221
思考与练习	232
附录A 学时分配表	235
附录B 软件知识点分布表	236
参考文献	237

第一篇

项目开篇

1.1 虚拟仪器的基本知识

1. 虚拟仪器技术的定义

虚拟仪器技术，就是根据用户的要求由软件定义通用测量硬件的功能。

2. 虚拟仪器技术的组成

虚拟仪器技术主要由三大部分组成（见图1-1）：高效软件、模块化I/O硬件以及用于集成的软/硬件同步平台。利用虚拟仪器技术，工程师们可以按照自己的具体要求来定制硬件的功能，从而在很短的时间内开发出高性能、高扩展性的集成系统。

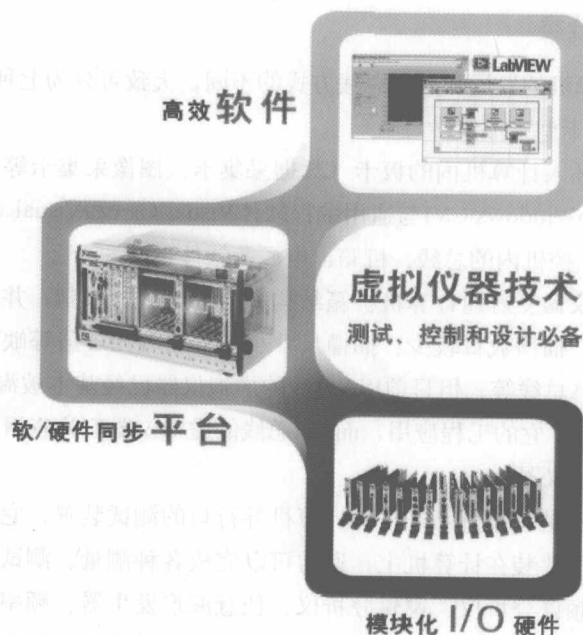


图1-1 虚拟仪器技术的组成

一个典型的虚拟仪器系统通常由以下几部分组成（见图1-2）：被测单元（包括被测对象及各类传感器）、信号调理设备、各类采集板卡以及计算机软/硬件平台等。

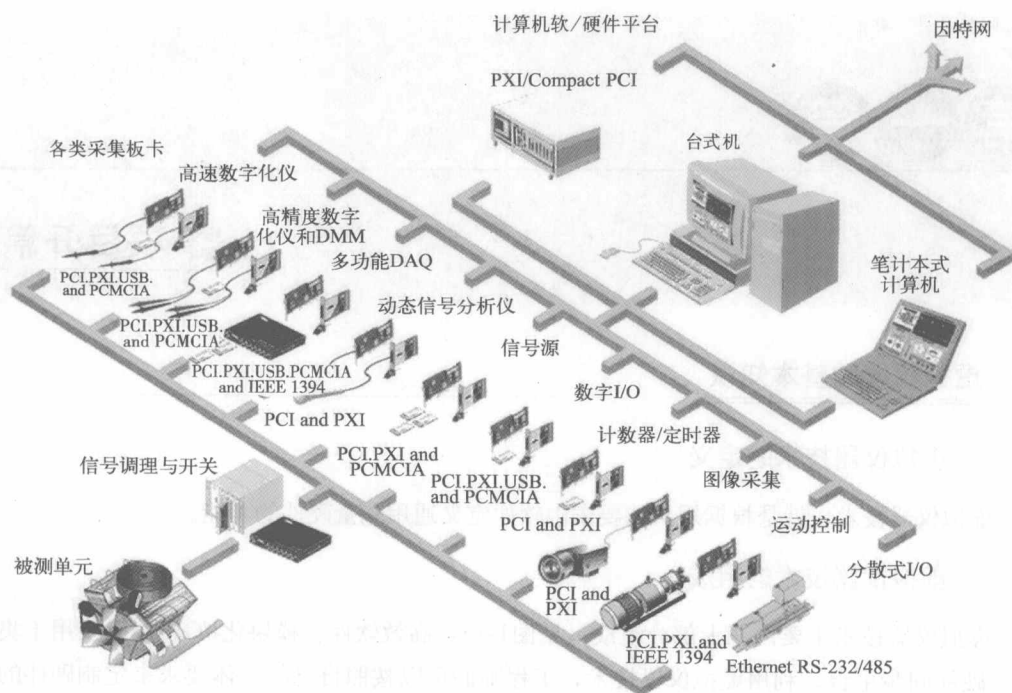


图1-2 虚拟仪器系统的组成

3. 虚拟仪器的分类

虚拟仪器随着计算机的发展和采用总线方式的不同，大致可分为七种类型：

(1) 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 (tm)、LabWindows/CVI与通用编程软件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。

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，并且有电源功率不足、机箱内部的噪声较高、插槽数目较少、插槽尺寸小、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被淘汰，PCMCIA结构连接强度太弱的限制影响了它的工程应用，而PCI总线的虚拟仪器广为应用。

(2) 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、数据采集器。它们的最大好处是可以与笔记本式计算机相连，方便野外作业，又可与台式机相连，实现台式和便携式两用，非常灵活。由于其价格低廉、用途广泛，适合研发部门和各种教学实验室使用。

(3) GPIB 总线方式的虚拟仪器

GPIB (general purpose interface bus) 技术是IEEE 488标准的虚拟仪器早期的发展阶段。

GPIB总线也称HPIB或IEEE 488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接口可连接14台GPIB总线仪器,电缆长度可达40m。

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GPIB总线仪器组合起来,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测量,但不在计算机高速传输状况时应用。

(4) VXI 总线方式虚拟仪器

VXI (VME extension for instrument) 总线是一种高速计算机总线VME在VI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。由于它的标准开放、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、众多仪器厂家支持等优点,因而很快得到了广泛的应用。经过十多年的发展,VXI系统的组建和使用越来越方便,尤其是组建大、中规模自动测量系统以及对速度、精度要求高的场合,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,这种类型也有逐渐退出市场的趋势。

(5) PXI 总线方式虚拟仪器

PXI (PCI extension for instrument) 总线方式是在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,增加了用于相邻模块的高速通信的局域总线,并具有高度可扩展性,PXI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,现在则可利用MXI接口进行连接,将PCI总线扩展到200m远。而台式机PCI系统只有3~4个扩展槽,台式机的性能价格比和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。

(6) 外挂式串行总线虚拟仪器

外挂式虚拟仪器系统是廉价型虚拟仪器测试系统的主流。这类虚拟仪器利用RS-232、USB和1394等目前计算机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卡时都需要打开机箱等操作不便以及PCI插槽有限的问题。同时,因为测试信号直接进入计算机,所以各种现场的测试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测试信号也会造成很大的影响。

RS-232主要用于对前面提到过的仪器的控制。目前应用较多的是得到广泛支持的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200Mbit/s或400Mbit/s的速率传送数据。

外挂式串行总线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。它的优点是既可以与笔记本式计算机相连,方便野外作业,又可以与台式机相连,实现便携式和台式两用。特别是由于具有传输速度快、可以热插拔、联机使用方便等特点,所以它将成为有巨大发展前景和广泛市场的未来虚拟仪器的主流平台。

(7) 网络化虚拟仪器

工业现场总线、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已经深入到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网络。利用网络技术将分散在不同地理位置、不同功能的测试设备联系在一起,从而使昂贵的硬件设备、软件资源在网络上得以共享,减少了设备重复投资。现在,有关MCN (measurement and control network) 方面的标准已经取得了一定进展。

4. 虚拟仪器的优势

(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优点,包括功能卓越的处理器和文件I/O,这使使用者在数据高速导入磁盘的同时就能实时地进行复杂的分析。随着数据传输到硬件驱动器的功能不断加强以及与PC总线的结合,高速数据记录已经可以在较少依赖于大容量本地内存的情况下以高达100MB/s的速率将数据导入磁盘。

此外,越来越快的计算机网络使得虚拟仪器技术能够展现其更强大的优势,从而使数据共享进入一个全新的阶段。将因特网和虚拟仪器技术相结合,就能够轻松地将测量结果发布到世界上的任何地方。

(2) 扩展性强

虚拟仪器现有软/硬件工具,这使得工程师和科学家们不再局限于当前的技术。这得益于软件的灵活性,使用者只需更新计算机或测量硬件,即可以最少的硬件投资和极少的、甚至无须软件上的升级来改进整个系统。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,从而以较少的成本加速产品上市。

(3) 开发时间少

在驱动和应用两个层面上,高效的软件构架能与计算机、仪器仪表和通信方面的最新技术结合在一起。虚拟仪器这一软件构架的初衷就是为了方便用户操作,同时还具备较强的灵活性和强大的功能,使使用者轻松地配置、创建、发布、维护和修改高性能、低成本的测量和控制解决方案。

(4) 出色的集成

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,不是轻易可以完成的。

虚拟仪器软件平台为所有的I/O设备提供了标准的接口,如数据采集、视觉、运动和分布式I/O等,从而帮助用户轻松地将多个测量设备集成到单个系统,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构架带来的好处。测试系统更具竞争性，可以更高效地设计和测试高质量的产品，并将它们更快速地投入市场。

5. 虚拟仪器与传统仪器的比较

虚拟仪器概念的提出是相对于传统仪器而言的，表1-1和图1-3显示了虚拟仪器与传统仪器的比较，它们之间的最大区别是：由虚拟仪器提供的是完成测量或控制任务所需的所有软件和硬件设备，而且功能由用户定义；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。因此，虚拟仪器功能更强。

表1-1 虚拟仪器与传统仪器的比较

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，可重复使用和重配置	功能固定
可用网络联络周边各仪器	只可连接有限的设备
自动化、智能化、远距离传输	功能单一，操作不便

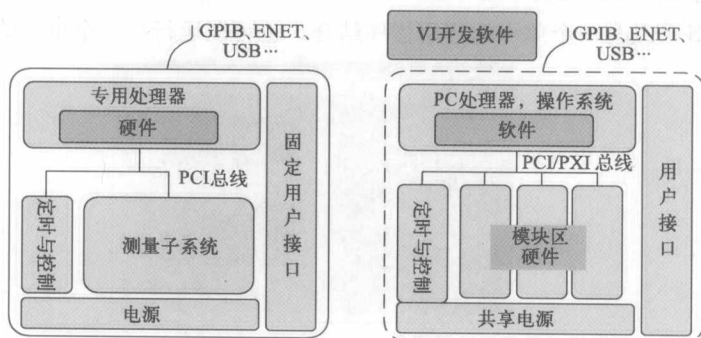


图1-3 传统仪器（左图）与虚拟仪器（右图）的比较

每一个虚拟仪器系统都由软件和硬件两部分组成。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，也可能比它少很多倍。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，因而随着时间的推移，节省的成本也会不断累计。虚拟仪器的灵活性体现在如下几个方面：

（1）不同的设备实现同一应用

一个测试项目（一个直流电压和温度测量应用）根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，如图1-4所示。若是实验室验证，则可以应用台式机上PCI总线，使用LabVIEW和数据采集（data acquisition, DAQ）设备。

开发一个应用程序，若要应用于生产线，则可以在PXI系统上配置应用程序。若是需要具有便携性，则可选择USB总线的DAQ产品来完成任务。

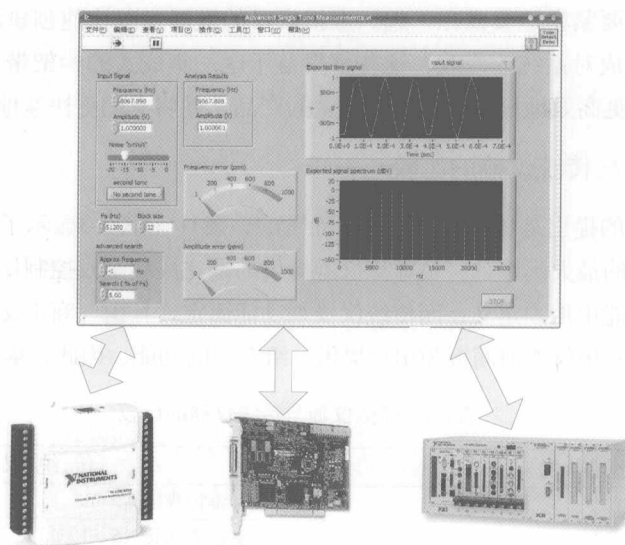


图1-4 不同设备实现同一应用

(2) 一台设备实现不同应用

假设有两台不同的应用，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个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，如图1-5所示。此外，如果需要，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。

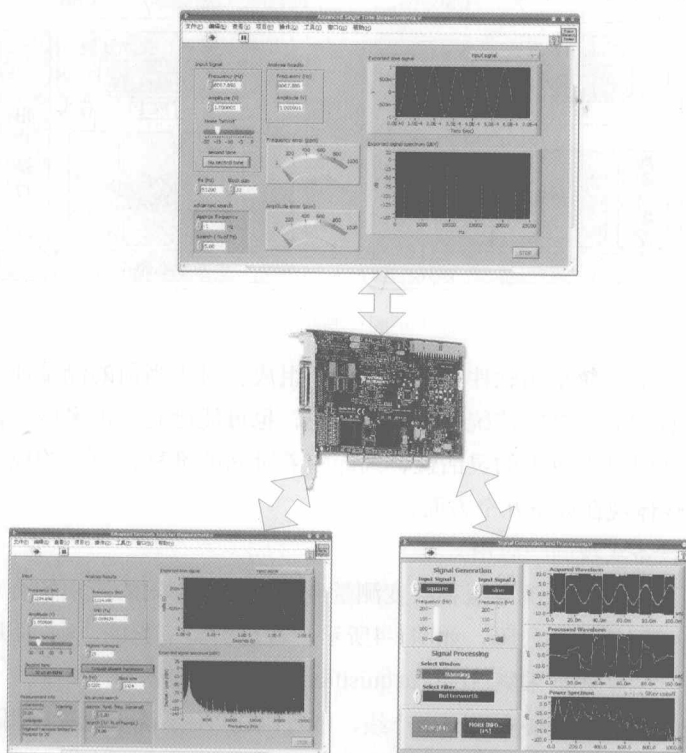


图1-5 一台设备实现不同应用

(3) 硬件性能

虚拟仪器技术就是驱使虚拟仪器软件和硬件设备加速的策略。虚拟仪器技术是致力于适应或使用如Microsoft、Intel、Analog Devices、Xilinx等公司的高投入技术。例如,软件方面,使用Microsoft的操作系统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转换器方面的投资。

虚拟仪器系统是基于软件的,所以只要是可数字化的东西,就可进行测量。因此,测量硬件可通过两根坐标轴进行评估,即分辨率(位)和频率。从图1-6所示的图中可以看出虚拟仪器硬件测量性能与传统仪器硬件测量性能的比较。虚拟仪器的目标就是将曲线在频率和分辨率上延伸并且在曲线内进行不断推陈出新。

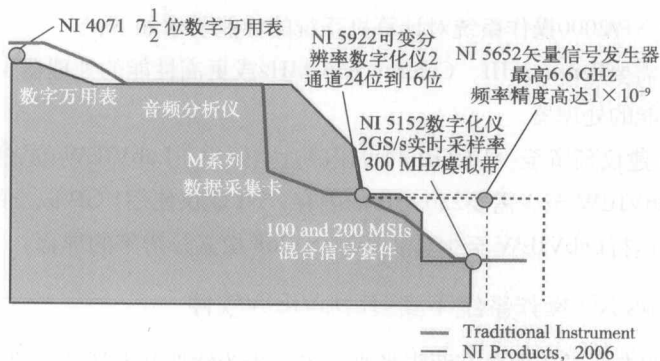


图1-6 虚拟仪器与传统仪器硬件性能的比较

(4) 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。

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

虚拟仪器技术在测控领域掀起了一场革命,同时也给传统的教学研究带来了翻天覆地的变化。利用计算机的测量测试和控制实验室大大提高了教学人员的工作效率,并改进了学生的学习方式。利用虚拟仪器灵活的交互特性和便捷的开发特性,老师可以采用互动的多媒体课件和多样的实验来丰富传统的理论教学;学生可以更专注于创新和实践。目前,虚拟仪器技术已经广泛应用到国内外高等教育的许多学科的教学实践中,为教育的改革和创新打开了一个新的窗口,在帮助高校专业建设和提高教学质量方面,作出了很大的贡献。