

高等学校教材

虚拟仪器设计

(第二版)

詹惠琴 古 军 罗光坤 编著

高等教育出版社

高等学校教材

虚拟仪器设计

(第二版)

詹惠琴 古 军 罗光坤 编著

高等教育出版社·北京

内容简介

本书是在第一版的基础上修订而成的。这次修订更新、补充了很多内容,以适应科学技术的发展和当前教学改革的需要。全书以测量技术和虚拟仪器原理为主线,以 LabVIEW 2014 为基本平台,系统介绍了虚拟仪器的原理和概念,详细讲解了虚拟仪器的硬件构成、组建方式,软件编程、信号处理及算法和虚拟仪器设计等内容。

全书共 7 章,第 1 章是虚拟仪器概述,第 2 章和第 3 章分别是虚拟仪器软件 LabVIEW 的编程基础和扩展编程。第 4 章讲解数据采集的硬件电路和 DAQ 软件编程。第 5 章讨论测试信号的产生、时频域分析及数学处理。第 6 章讨论总线与网络通信技术。第 7 章讲解虚拟仪器设计实例,包括高速多功能 DAQ 主板、输入输出通道及软件设计。本书为新形态教材,附有微视频、程序实例等数字资源。

本书适用面较广,可作为高等理工科院校自动化类、电子信息类、机械类等专业的教材,也可作为相关专业研究生的教材,以及广大科研和工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

虚拟仪器设计 / 詹惠琴, 古军, 罗光坤编著. -- 2 版. -- 北京: 高等教育出版社, 2019. 2
ISBN 978 - 7 - 04 - 051230 - 4

I. ①虚… II. ①詹… ②古… ③罗… III. ①虚拟仪表-系统设计-高等学校-教材 IV. ①TH860. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 012012 号

Xuni Yiqi Sheji

策划编辑	平庆庆	责任编辑	平庆庆	特约编辑	李 岩	封面设计	张 志
版式设计	马敬茹	插图绘制	于 博	责任校对	刘娟娟	责任印制	赵义民

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街 4 号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.hepmall.com.cn
印 刷	大厂益利印刷有限公司		http://www.hepmall.com
开 本	787mm × 1092mm 1/16		http://www.hepmall.cn
印 张	25.75	版 次	2008 年 6 月第 1 版
字 数	580 千字		2019 年 2 月第 2 版
购书热线	010 - 58581118	印 次	2019 年 2 月第 1 次印刷
咨询电话	400 - 810 - 0598	定 价	49.00 元

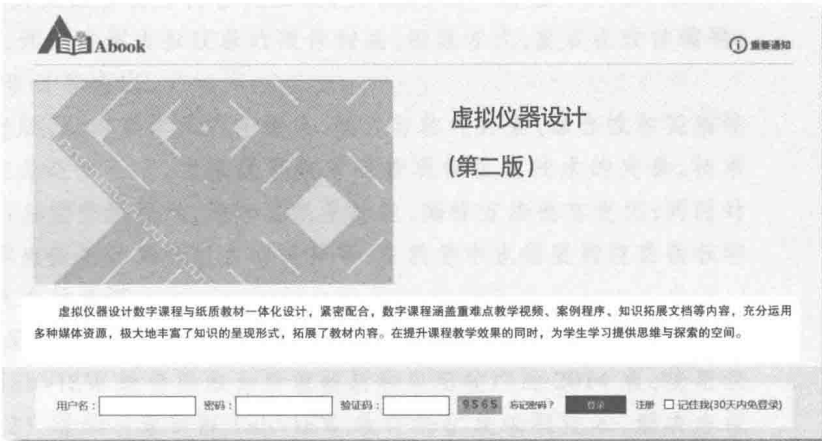
本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 51230 - 00

虚拟仪器设计

(第二版)

詹惠琴
古 军 编著
罗光坤

- 1 电脑访问 <http://abook.hep.com.cn/1248682>, 或手机扫描二维码、下载并安装 Abook 应用。
- 2 注册并登录, 进入“我的课程”。
- 3 输入封底数字课程账号(20位密码, 刮开涂层可见), 或通过 Abook 应用扫描封底数字课程账号二维码, 完成课程绑定。
- 4 点击“进入学习”, 开始本数字课程的学习。



扫描二维码
下载 Abook 应用

<http://abook.hep.com.cn/1248682>

第二版前言

虚拟仪器是现代测试技术及仪器发展的一个重要标志,是现代测量技术与信息技术相结合的产物。所谓虚拟仪器,是指在以通用计算机为主体的硬件平台上,由用户设计定义的,具有虚拟面板,而且测试功能由测试软件实现的一种计算机仪器系统。它已经成为21世纪测试技术与仪器技术发展的一个重要方向,并且在众多领域得到了广泛的应用。

该教材以测量技术和虚拟仪器原理为内容的主线,以 LabVIEW 为基本平台,系统介绍了虚拟仪器的原理和概念,详细讲解虚拟仪器的硬件构成、组建方式,重点在软件编程、信号处理及算法和虚拟仪器设计等内容。

本书第一版于2008年出版,以内容体系的完整性、硬件与软件并重、综合性和实用性等特点,受到读者的欢迎。但是近十年来,虚拟仪器技术随着现代信息技术的发展,技术体系不断更新和完善,软件已多次升级更新,增加了很多功能,编程方法也有变化;同时针对网络技术和普及,学生使用计算机能力的提升等,在教学中也需要持续更新教学内容,因此非常有必要对教材进行修订。

在保留原书体系结构和编写特色的前提下,第二版做了全面修改和补充,主要修改内容包括:(1)在本书中升级 LabVIEW 软件版本为目前较新和应用较广的2014版,使用汉化界面,更适合学生学习。(2)增加一章讲解 LabVIEW 软件的扩展编程技术,解决虚拟仪器软件开发中的更深入和较复杂问题。(3)专门扩充一章讲解虚拟仪器的网络化测控系统编程技术。(4)采用新的 DAQmx 技术,重写了原第5章数据采集软件编程。(5)限于篇幅,删减了原第7章和第8章内容。

全书共7章,第1章虚拟仪器的概述,讨论了虚拟仪器的基本概念、形成和发展、系统结构等内容。第2章虚拟仪器软件 LabVIEW 编程基础,主要讨论了 LabVIEW 的编程结构、数组、簇和字符串、图形化数据显示、文件操作等。第3章虚拟仪器软件 LabVIEW 扩展编程,主要讲解人机界面交互设计、与外部程序的接口技术、多语言的实现技术和生成安装包等。第4章虚拟仪器数据采集技术,讨论了数据采集(DAQ)中的信号调理、A/D 转换与数据存储等硬件技术。还探讨 DAQ 的软件编程方法和实例,包括模拟输入和输出、数字 I/O 和计数器等。第5章虚拟仪器的测试信号分析与处理技术,讨论了测试信号的产生、时域分析和处理、相关分析和卷积运算、数字滤波器的软件实现、信号和系统的频域分析及软件实现,多种高等数学计算和数据处理等。第6章虚拟仪器系统集成的总线与网络通信技术,包括虚拟仪器网络测试的基本概念,注重讨论基于 TCP/IP 协议、UDP 协议、DataSocket、远程面板和共享变量通信技术的软件编程方法和实例。第7章虚拟仪器设计实例,介绍了虚拟仪器通用硬件平台设计,包括模拟输入-输出通道及 DDS 信号源等硬件设计,还通过几个典型虚拟仪器设计的实例,讲述了虚拟仪器设计的技术和方法。

此外本书作为新形态教材,增加了微视频讲解、程序实例、参考文档等作为教材的补

充资料,通过手机扫描二维码或登录 abook 网站即可观看,便于读者学习。

本书由电子科技大学自动化学院詹惠琴教授主编,其中第 1、4、5 章由詹惠琴编写,第 2、7 章由古军编写,第 3、6 章由罗光坤编写。

本书可作为自动化类、电子信息类、机电类等专业的教材,也可作为相关专业研究生教材,以及工程技术人员在学习和应用虚拟仪器技术时的参考书。建议教学学时数为 32~48 学时,其中实验学时约占总学时的三分之一。

由于编者水平有限,对于本书中的错误和不完善之处,恳请读者指正。

编者

2018 年 10 月

第一版前言

测量科学和仪器技术的发展是与现代科学技术,特别是与电子信息科学技术的最新发展紧密相连的。在过去的半个世纪里,电子测量技术及仪器的概念、原理和实现方法上发生着深刻的变革。电子仪器经历了模拟仪器、数字仪器、智能仪器、个人计算机仪器到虚拟仪器的发展历程。自动测试系统也经历了三代发展,再到虚拟仪器系统。

20世纪80年代中期,美国成功地将虚拟现实技术引入到仪器设计中,提出了虚拟仪器的概念,从而给仪器领域带来了革命性的变化。自此以后,伴随着计算机技术的高速发展,虚拟仪器的概念逐渐被越来越多的人所认识和接受,经过了20余年的技术改进和发展,它已经成为21世纪测试技术与仪器技术发展的一个重要方向,并且在众多领域得到广泛的应用。

所谓虚拟仪器,就是在以通用计算机为主体的硬件平台上,由用户设计定义的,具有虚拟面板,测试功能由测试软件实现的一种计算机仪器系统。使用者用鼠标或键盘操作虚拟面板,就如同使用一台专用的测量仪器。虚拟仪器的出现使测量仪器和个人计算机的界限消失,这是仪器领域的一次重大革命。

在虚拟仪器中“软件即仪器”,这是指按照测量原理采用适当的信号分析与处理,编制某种测量功能的软件就可构成该种功能的测试仪器,软件是虚拟仪器系统的关键。虚拟仪器的出现,打破了传统仪器由厂家事先定义,用户无法改变的工作模式,使得用户可以根据自己的需要,自行设计软件来定义和扩展测量功能,构成自己的仪器系统。与传统仪器相比,虚拟仪器在经济性、灵活性、扩展性和可维护性等方面都有独特的优势,它是一种崭新的仪器设计思想。

虚拟仪器技术是现代测量技术与现代信息技术相结合的产物,它把测量技术、计算机技术、通信技术、信号处理、软件技术等多种通用技术有机地融合于一体,把这些领域的最新成果应用于虚拟仪器之中。虚拟仪器的出现推动了测量原理及仪器技术的进步和发展,对科技发展和工农业生产具有不可估量的影响。

近10年来,笔者一直致力于把科学研究和工业领域中广泛应用的虚拟仪器技术引入到教学中,这是一件非常有意义的工作,因为虚拟仪器技术有如下显著优势:

① 虚拟仪器技术是一种先进的、创新的技术,适合培养具有创新精神和创新能力的人才;

② 虚拟仪器技术是一种综合的、集成的技术,有利于培养学生的综合应用和勇于实践的能力;

③ 虚拟仪器技术是一种经济的、实用的技术,有利于教学实践基地的规模化建设,能真正把实践能力的培养落到实处。

从虚拟仪器课程的开出,到虚拟仪器实验平台的开发和虚拟实验环境的建设,笔者经历了10余年的教学改革实践,取得了良好的效果。首先,学生抱以极大的兴趣和热忱,在

一个好的教学实践环境中,学到了先进、实用的技术。具体体现在:

① 虚拟仪器的“软件定义仪器”的虚拟性,具有可由学生自行定义的柔性结构,可给学生一个充分发挥自己想象力、创造力和展示才能的空间,非常适合作为现代教学内容,并按照崭新的教学模式进行学生创新能力培养;

② 由于虚拟仪器建立在 PC 机的平台上,它能共享计算机丰富的软硬件资源和规模经济效益。它容易实现虚拟化和网络化的教学平台,它本身的资源可供他人在更大的范围内共享,具有功能强、性价比高的特点。因而用虚拟仪器建设现代化的实验室是一种经济高效的选择;

③ 开放式的虚拟仪器系统以计算机为基础,采用标准总线的开放式体系结构,以及把各种系统功能模块化的软硬件平台,具有组态灵活的积木式结构,构成一个综合的学生能力培养系统。

目前,由于虚拟仪器技术在国内普及和广泛应用,各地陆续出版了许多关于虚拟仪器技术方面的教材或专著。本书有别于这些教材和专著的特点主要体现在三个方面:首先是注重内容体系的完整性,使学生对虚拟仪器技术有全面的了解;其次是硬件与软件并重,特别是加强了硬件的介绍,有利于学生更深入地掌握虚拟仪器技术;最后,注重理论联系实际,注重选取应用实例的实用性。

本书以测量技术和虚拟仪器原理为内容主线,以计算机技术为基本平台,详细阐述虚拟仪器设计与开发的硬、软件技术。本书对于虚拟仪器技术中应用的软件及其开发平台技术、仪器原理和信号处理技术、总线与接口技术、测试系统集成技术等分别进行讨论。并利用 LabVIEW 虚拟仪器软件开发工具,对硬件和软件设计中各部分功能的实现给出具体的例程。同时为了密切联系测量实际,本书提供了大量不同层次的示例与实例,所举例子具有很强的实用性和针对性,便于读者阅读和理解,对读者学习虚拟仪器设计和开发具有极大的帮助。

全书共八章,第一章虚拟仪器概述,讨论了虚拟仪器的基本概念、形成和发展、系统结构等内容。第二章虚拟仪器软件开发平台,主要讨论了虚拟仪器软件开发平台 LabVIEW 的编程结构、数组、簇和字符串、图形化数据显示、文件操作等。第三章虚拟仪器的测试信号分析与处理技术,讨论了测试信号的产生、时域分析和处理、相关分析和卷积运算、数字滤波器的软件实现、信号和系统的频域分析及软件实现等。第四章 DAQ 虚拟仪器硬件技术,讨论了数据采集(DAQ)中的信号调理技术、A/D 转换技术、数据存储与数据传输技术、PCI 总线及其接口技术等,最后进行了多功能数据采集卡的典型实例分析。第五章 DAQ 虚拟仪器软件编程,介绍了 LabVIEW 的 DAQ 编程,包括模拟输入和输出、数字 I/O 和计数器、DAQmx——新版 DAQ 库、硬件接口编程方式等。第六章虚拟仪器通用测试平台及应用,讨论了高速多功能 DAQ 主板、模拟输入信号的调理、采集及存储系统、DDS 信号源的设计、数字存储示波器和频率特性测试仪设计。第七章虚拟仪器系统集成的总线技术,讨论了 GPIB、VXI、PXI 和网络化等测控总线技术。第八章仪器驱动器设计,讨论了虚拟仪器软件结构 VISA、VPP 仪器驱动程序、IVI 驱动器等的规范及设计。

本书是“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”,适用于测控技术与仪器、电气信息类、机电类专业本科生的教材,也可作为相关专业工程硕士的教材以及工程技术人员在学习和应用虚拟仪器技术时的参考书。建议教学学时 48~60 学时,其中实验学时约占

总学时的三分之一。

本书由詹惠琴主编,第1、3、4、6章由詹惠琴编写,第2、5章由古军编写,第7章由袁亮编写,第8章由古军和袁亮共同编写。

本书由古天祥教授审稿,审稿中提出了许多宝贵的意见和建议,在此谨表示衷心的感谢。此外王厚军教授、田书林教授、童玲教授、习友宝教授为本书提出了许多建议,袁渊老师为本书提供了部分技术资料,在此表示感谢。还有博士生贾春华、蒋世奇、刘玮进行了公式、文字、图片的校对和整理,并设计了部分程序实例,硕士研究生张丽娜、徐林、燕浩、唐伟做了大量的图表绘制,电子文档的录入、修改、排版、打印,他们为本书的出版付出了辛勤的工作。此外,周惠艳、孙昊、梁璨、王军、余珊珊等验证了书中的部分程序,在此一并表示衷心的感谢。最后,感谢本书的策划编辑韩颖老师为本书的编辑、出版提供了许多宝贵的建议和支持。

由于编者水平有限,对于本书中的错误和不完善之处,恳请读者指正。

编者

2008年1月

目 录

I \ 第 1 章 虚拟仪器概述

1.1	虚拟仪器的基本概念	1
1.1.1	虚拟仪器的定义	1
1.1.2	虚拟仪器的特点	2
1.2	虚拟仪器的形成和发展	4
1.2.1	虚拟仪器形成的背景	4
1.2.2	虚拟仪器的提出	9
1.2.3	虚拟仪器技术应用	10
1.2.4	虚拟仪器的发展与展望	11
1.3	虚拟仪器的系统结构	12
1.3.1	虚拟仪器的系统组成和基本功能	12
1.3.2	虚拟仪器的通用仪器硬件平台	13
1.4	虚拟仪器的软件系统	17
1.4.1	虚拟仪器的软件层次结构	17
1.4.2	虚拟仪器的软件开发环境	18

22 \ 第 2 章 虚拟仪器软件 LabVIEW 编程基础

2.1	LabVIEW 编程初步	22
2.1.1	LabVIEW 的基本 VI 介绍	22
2.1.2	LabVIEW 的基本开发环境	23
2.1.3	LabVIEW 的模板	27
2.1.4	LabVIEW 的数据类型	32
2.1.5	控件的属性设定	33
2.1.6	创建 VI 程序	38
2.1.7	LabVIEW 的项目管理器	42
2.1.8	使用 LabVIEW 的帮助	45
2.2	LabVIEW 的程序结构	47
2.2.1	For 循环	47
2.2.2	While 循环	50
2.2.3	条件结构	51
2.2.4	顺序结构	53
2.2.5	事件结构	55
2.2.6	公式节点	58

2.2.7	VI 子程序	59
2.2.8	局部变量和全局变量	63
2.3	数组、簇和字符串	65
2.3.1	数组	65
2.3.2	簇	76
2.3.3	字符串	79
2.4	图形化数据显示	85
2.4.1	图形控件模板	85
2.4.2	波形图表	85
2.4.3	波形图	89
2.4.4	XY 图	92
2.5	文件操作	93
2.5.1	基本概念	93
2.5.2	文件 I/O 函数	95
2.5.3	文本文件的读写	98
2.5.4	电子表格文件的读写	100
2.5.5	二进制文件的写入和读取	102
107 \	第 3 章 LabVIEW 扩展编程	
3.1	人机界面交互设计	107
3.1.1	对话框	107
3.1.2	菜单	109
3.1.3	容器控件	112
3.1.4	自定义控件	119
3.2	属性节点及调用节点的应用	130
3.2.1	属性节点、调用节点概述	130
3.2.2	控件的属性节点及调用节点	131
3.2.3	VI 的属性节点及调用节点	133
3.2.4	综合示例	135
3.3	与外部程序的接口技术	139
3.3.1	DLL 技术	139
3.3.2	ActiveX 技术	144
3.4	多语言的实现技术	151
3.4.1	多语言实现概述	151
3.4.2	基于 INI 文件的方法	152
3.4.3	基于 DLL 文件的方法	155
3.5	程序安装包的制作技术	159
3.5.1	程序安装包制作概述	159
3.5.2	生成应用程序	161

3.5.3 基于 LabVIEW 平台的安装包制作	165
171 \ 第 4 章 虚拟仪器数据采集技术	
4.1 数据采集(DAQ)及数据采集系统(DAS)	172
4.1.1 数据采集的基本概念	172
4.1.2 数据采集系统基本组成	172
4.1.3 数据采集系统的主要性能指标	174
4.2 信号获取与信号调理技术	175
4.2.1 信号获取方法和途径	175
4.2.2 采集信号调理的主要功能	176
4.2.3 模拟开关	176
4.2.4 测量放大电路	177
4.2.5 模拟量(激励信号)输出	178
4.3 采样保持与 A/D 转换技术	180
4.3.1 采样保持器	180
4.3.2 A/D 转换器的分类和指标	182
4.3.3 高速 A/D 转换器的原理	185
4.4 多通道的组建方案	189
4.4.1 不带采样/保持器的 A/D 转换通道	189
4.4.2 带采样/保持器的 A/D 转换通道	190
4.5 多功能数据采集卡	193
4.6 数据采集 DAQ 软件概述	195
4.6.1 数据采集软件的组成	195
4.6.2 LabVIEW DAQ 数据采集软件	197
4.7 NI MAX 硬件资源管理软件	198
4.7.1 NI MAX 概述	198
4.7.2 创建资源	199
4.7.3 测试面板	200
4.7.4 创建任务	200
4.8 DAQmx 中的 DAQ 函数	202
4.8.1 创建虚拟通道函数	202
4.8.2 定时和触发函数	203
4.8.3 读取和写入函数	204
4.8.4 基础任务处理函数	205
4.8.5 属性节点	206
4.9 DAQ 编程实例	207
4.9.1 模拟电压输入	207
4.9.2 模拟电压输出	208
4.9.3 数字 I/O	209

4.9.4	计数器	210
4.10	DAQ 助手及任务引用	211
4.10.1	使用 DAQ 助手创建任务	211
4.10.2	任务引用	214
217 \	第 5 章 虚拟仪器的测试信号分析与处理技术	
5.1	测试信号分析处理的概述	217
5.1.1	测试信号的基本类型	217
5.1.2	测试信号的描述	218
5.1.3	虚拟仪器测试信号分析处理程序的基本内容	222
5.1.4	LabVIEW 中的测试信号分析处理函数库简介	223
5.2	测试信号产生	226
5.2.1	测试信号产生途径和波形数据表示	226
5.2.2	仿真信号产生函数概述	228
5.2.3	产生常规波形仿真信号	230
5.2.4	多谐信号附加噪声的波形发生器	233
5.2.5	公式波形函数产生仿真信号	234
5.2.6	产生任意波形的仿真信号	236
5.3	信号波形的时域测量和处理	238
5.3.1	信号的幅值特征值	238
5.3.2	信号的时间特征值	241
5.3.3	信号的相位特征值	243
5.3.4	信号运算及 LabVIEW 实现	244
5.3.5	波形修整、越限监测和波形操作	246
5.4	信号频谱分析技术及其软件实现	249
5.4.1	离散傅里叶变换	250
5.4.2	在 LabVIEW 中的频谱分析 VI	252
5.4.3	功率谱分析及其 VI	257
5.4.4	谐波分析及其 LabVIEW 实现	258
5.5	数字滤波器在虚拟仪器中的应用及其软件实现	261
5.5.1	使用数字滤波器的几个问题	261
5.5.2	在 LabVIEW 中应用滤波器	262
5.6	测试信号的相关分析和卷积运算	267
5.6.1	测试信号的相关分析	267
5.6.2	卷积积分	268
5.6.3	在 LabVIEW 中进行相关分析和卷积运算	269
5.7	常用的 LabVIEW 中的数学分析函数	271
5.7.1	概述	271
5.7.2	初等与特殊函数	272

5.7.3	微积分与微分方程	273
5.7.4	线性代数	275
5.7.5	概率与统计函数	277
5.7.6	拟合与插值	281
288 \	第 6 章 虚拟仪器系统集成总线与网络通信技术	
6.1	系统集成总线技术	288
6.1.1	总线的定义和分类	288
6.1.2	总线标准与标准总线	291
6.1.3	测控总线	292
6.2	网络测试系统概述	296
6.2.1	引言	296
6.2.2	测试系统的分布式体系结构	296
6.2.3	网络体系结构及网络协议	297
6.2.4	网络测试系统的组网模式	302
6.2.5	网络型测试系统的实现技术	303
6.3	TCP 网络通信技术	303
6.3.1	IP 地址及端口号	303
6.3.2	TCP 通信基础	304
6.3.3	TCP 节点函数	304
6.3.4	TCP 通信实例	306
6.3.5	TCP 通信说明	310
6.4	UDP 网络通信技术	310
6.4.1	UDP 通信基础	310
6.4.2	UDP 节点函数	311
6.4.3	UDP 通信实例	312
6.4.4	UDP 通信说明	314
6.5	DataSocket 通信技术	314
6.5.1	DataSocket 基础	314
6.5.2	DataSocket 服务器	315
6.5.3	DataSocket 节点函数	317
6.5.4	DataSocket 通信实例	318
6.6	远程面板通信技术	321
6.6.1	远程面板通信基础	321
6.6.2	LabVIEW Web 服务器的配置	321
6.6.3	通过 LabVIEW Run - Time 引擎连接远程 VI 面板	321
6.6.4	通过网页连接远程 VI 面板	323
6.7	共享变量网络通信技术	326
6.7.1	共享变量通信基础	326

6.7.2	共享变量的创建及使用方法	327
6.7.3	通过 DataSocket 函数访问共享变量的方法	330
333 \	第 7 章 虚拟仪器设计实例	
7.1	虚拟仪器硬件设计概述	333
7.1.1	虚拟仪器通用硬件平台的组成	333
7.1.2	虚拟仪器通用测试平台的应用	334
7.2	高速多功能 DAQ 主板	334
7.2.1	高速数据采集的关键技术	334
7.2.2	多功能 DAQ 硬件平台的方案设计	335
7.2.3	DAQ 主板的主要指标	336
7.3	模拟输入信号的调理	336
7.3.1	模拟输入通道的组成和量程设计	336
7.3.2	前级调理电路的设计	338
7.3.3	后级驱动放大器的设计	340
7.4	高速采集及存储系统设计	341
7.4.1	采集和存储系统方案设计	341
7.4.2	采集系统核心器件——AD9288	342
7.4.3	ADC 设计的几点考虑	343
7.4.4	采集存储器的读写控制	345
7.5	时序控制逻辑设计	345
7.5.1	关于采集速率的设计	345
7.5.2	触发电路的设计	346
7.5.3	基于 FPGA 的时序逻辑控制电路设计	349
7.6	DDS 信号源的设计	351
7.6.1	DDS 信号源概述	351
7.6.2	DDS 信号发生模块的原理和设计	352
7.7	模拟输出信号的调理技术	360
7.7.1	模拟输出通道的组成框图	360
7.7.2	输出频率	361
7.7.3	输出幅度调节	362
7.7.4	直流偏置的调节	363
7.7.5	放大器选择	364
7.8	低速采集通道的硬件设计	364
7.8.1	低速采集通道组成	364
7.8.2	程控增益放大器的设计	365
7.9	虚拟仪器的软件设计概述	368
7.9.1	虚拟仪器的设计方法与实现步骤	368
7.9.2	虚拟仪器的软件设计原则	369

7.9.3	虚拟仪器软面板的设计	369
7.9.4	测试功能软件	370
7.10	数字存储示波器的软件设计	371
7.10.1	功能和要求	371
7.10.2	前面板设计	371
7.10.3	框图程序设计	375
7.11	频率特性测试仪的软件设计	376
7.11.1	频率特性测试仪原理	376
7.11.2	频率特性测试仪前面板	376
7.11.3	框图程序设计	377
7.12	虚拟直流电压表的设计	379
7.12.1	设计要求和原理	379
7.12.2	前面板设计	381
7.12.3	框图程序设计	382
7.13	虚拟电子秤设计实验	383
7.13.1	设计要求和工作原理	383
7.13.2	前面板设计	385
7.13.3	程序框图的设计	386
7.14	温度检测与控制设计	386
7.14.1	温度检测和控制的原理	387
7.14.2	前面板的设计	388
7.14.3	程序框图的设计	388

1.1 虚拟仪器的基本概念

1.1.1 虚拟仪器的定义

所谓虚拟仪器,是一种以计算机和测试模块的硬件为基础、以计算机软件为核心所构成的,并且在计算机显示屏幕上虚拟的仪器面板,以及由计算机所完成的仪器功能,都可由用户软件来定义的计算机仪器。

测试仪器种类很多,功能也各异,但不论是何种仪器,就其内部所具有的基本功能而言,都可以概括为信号采集与产生、信号分析与处理和参数置入与结果输出三个部分,如图 1-1 所示。虚拟仪器的定义,正是从实现这三个基本功能的技术特点来表述的,对此进一步阐述如下:

1. 虚拟仪器的硬件是通用的

虚拟仪器的硬件是由计算机和测试模块构成的,硬件的通用性可以从以下几方面说明:通用计算机是虚拟仪器的基础硬件平台,它是仪器完成信号采集、数据处理和结果显示三个基本功能的共同支撑平台,所以它是通用的。此外,通用性还体现在计算机不仅作为一台虚拟仪器使用,而且同样也可以作一般通用计算机使用。

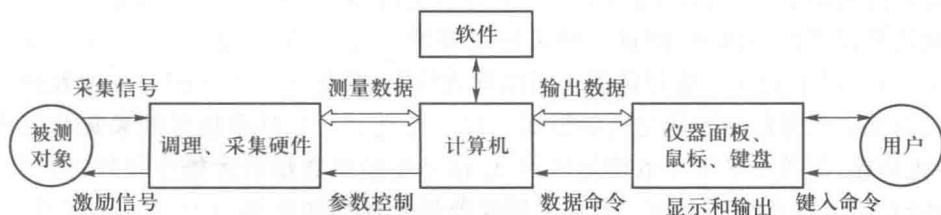


图 1-1 测量仪器的三个基本功能组成框图

测试硬件模块也是通用的。首先,虚拟仪器的测试硬件实现的最基本、最核心的功能是数字化功能,基本 I/O 部件是 A/D 转换器及其信号调理电路,其主要任务是采集真实世界中的被测信号,并把它转换成计算机能处理的数字信号(测量数据)。在同一 A/D 转换器的硬件平台上使用不同的测试软件,可构造出“电子计数器”“数字多用表”“数字示波器”“频谱分析仪”等多种电子仪器,这些仪器的测试硬件是公用的。

硬件的通用性也体现在硬件系统平台的标准化设计上,采用通用的标准总线及接口技术,采用机械特性、电气特性规范化的硬件模块,采用模块化、标准化的软件设计,实现了即插即用,即实现了不同厂家、不同型号的仪器硬软件资源的互换性、通用性。