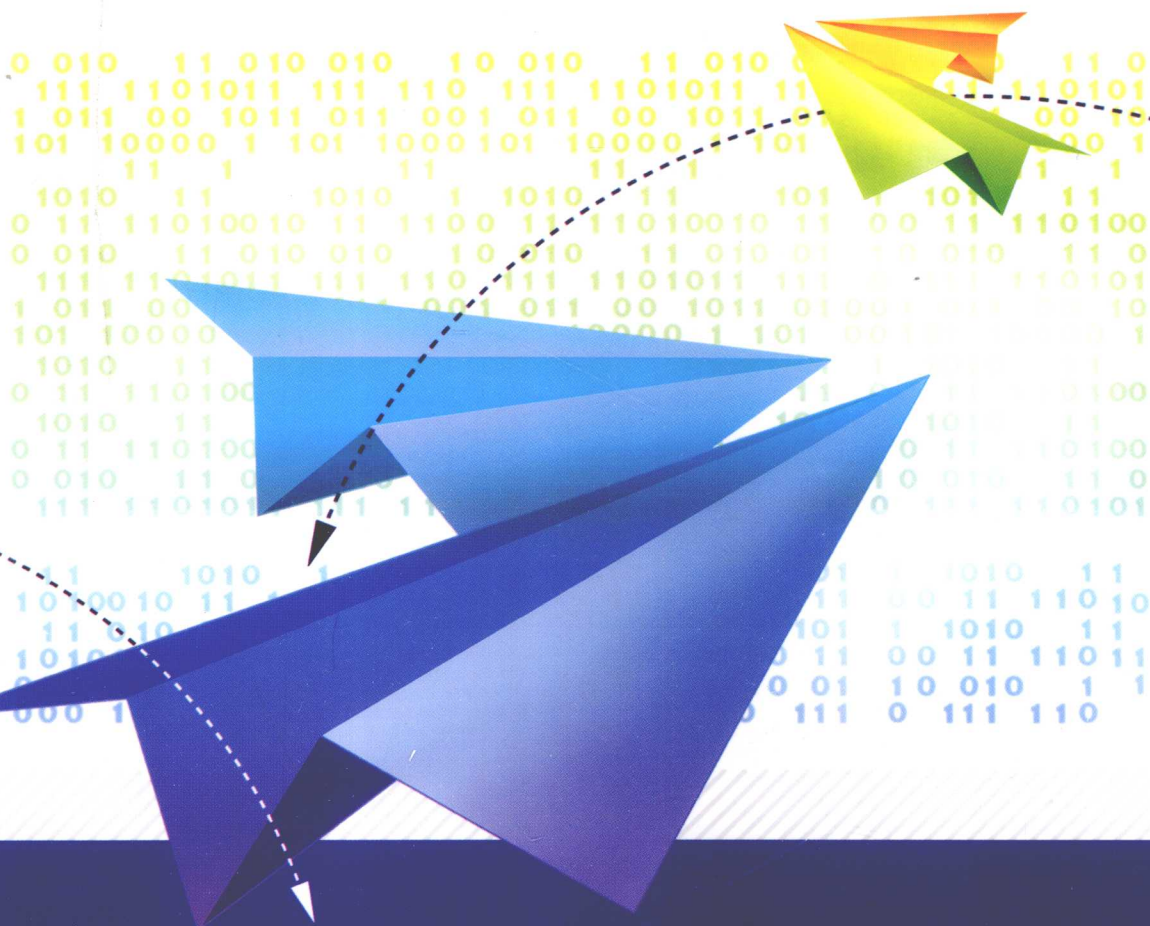




基于

孙会琴 郭立炜 孙晓云 主编
梁永春 副主编

LabWindows/CVI

的虚拟仪器设计与应用

(第2版)



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

基于 LabWindows/CVI 的 虚拟仪器设计与应用

(第 2 版)

孙晓云 主编

郭立炜 孙会琴 梁永春 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书详尽、系统地介绍了NI公司推出的一种虚拟仪器软件设计平台——LabWindows/CVI, 以及利用该软件设计虚拟仪器的方法。主要内容包括: LabWindows/CVI 的开发环境, 虚拟仪器常用仪器面板及控件, 基本函数库, 信号分析处理库函数, 数据采集及接口, 高级函数库, 以及基于 LabWindows/CVI 平台的虚拟仪器在电力系统、电机电器、测控和生物医学工程等领域的8个工程案例。

本书内容翔实、新颖, 密切联系测量实际, 提供了大量针对不同领域的工程案例, 便于读者通过这些案例尽快掌握 LabWindows/CVI 的编程技术。

本书既可作为大专院校的教科书, 也可作为工程技术人员学习、设计虚拟仪器的自学用书。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有, 侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

基于 LabWindows/CVI 的虚拟仪器设计与应用/孙晓云主编. —2 版. —北京: 电子工业出版社, 2010. 2
ISBN 978 - 7 - 121 - 10227 - 1

I. 基… II. 孙… III. 软件工具, LabWindows/CVI - 程序设计 IV. TP311. 56

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 007234 号

策划编辑: 张 榕

责任编辑: 李 蕊 文字编辑: 李雪梅

印 刷: 北京东光印刷厂

装 订: 三河市皇庄路通装订厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 19 字数: 486.4 千字

印 次: 2010 年 2 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 35.00 元



凡所购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

随着微电子技术、计算机技术、软件技术、网络技术和现代测量技术的迅速发展,一种新型的先进仪器——虚拟仪器技术成为当前测试系统研究的热点。

虚拟仪器是基于计算机的软、硬件测试平台,它由计算机、应用软件和硬件三部分构成,通过虚拟仪器软件开发平台将计算机硬件资源与仪器硬件有机地融为一体,把计算机强大的数据处理能力和仪器硬件的测量、控制能力结合在一起,通过软件实现对数据的显示、存储以及分析处理。

虚拟仪器的出现是仪器发展史上的一场革命,代表着仪器发展的最新方向和潮流,是信息技术的一个重要领域,对科学技术的发展和工业生产产生不可估量的影响。

LabWindows/CVI 是 National Instruments 公司(简称 NI 公司)推出的交互式 C 语言开发平台。它的集成化开发环境、交互式编程方法、函数面板和丰富的库函数大大增强了语言的功能,为熟悉 C 语言的开发人员提供了一个理想的软件开发平台。鉴于 LabWindows/CVI 的上述特点,它已经成为测控领域最受欢迎的软件开发平台之一,在我国已经得到了较为广泛的使用。

本书详细介绍了虚拟仪器软件开发工具——LabWindows/CVI,以及使用 LabWindows/CVI 平台开发和设计测试仪器的基本方法和步骤。主要内容包括:LabWindows/CVI 的集成开发环境,面板、控件和菜单的设计,交互式代码生成,基本函数库,信号分析处理库函数,数据采集及接口,高级函数库,以及基于 LabWindows/CVI 平台的虚拟仪器在电力系统、电机电器、测控和生物医学工程等领域的 8 个工程案例。

全书分为 7 章,第 1 章为绪论,简单介绍了虚拟仪器的概念,LabWindows/CVI 的开发环境,以及在 LabWindows/CVI 环境下工程文件的创建;第 2 章介绍了虚拟仪器常用仪器面板及控件,重点介绍了 graph 控件和 strip chart 控件;第 3 章介绍了基本函数库,主要包括用户界面库、格式化与 I/O 库及实用函数库;第 4 章介绍了信号分析处理库函数,主要包括信号产生类函数和信号处理类函数;第 5 章介绍了数据采集及接口,主要包括数据采集的基本概念、RS232 接口、GPIB 接口及 VXI 接口;第 6 章介绍了 LabWindows/CVI 中的高级函数库,主要包括 TCP 库、DDE 库和 ActiveX 库,并给出了典型应用;第 7 章为虚拟仪器工程应用,主要分析了 LabWindows/CVI 在电力系统、无损检测、生物医学、电机电器等领域中的应用,并给出了典型工程案例。

本书内容覆盖面广,全面介绍了 LabWindows/CVI 的基本函数库和高级函数库,并密切联系测量实际,提供了大量针对不同领域的工程案例,便于读者通过这些案例尽快掌握 LabWindows/CVI 的编程技术。

书中列出的实例程序源代码只是该程序的部分核心代码,读者可以从网站 yyd2.phci.com.cn 相应处查看程序的完整源代码。

本书由孙晓云、郭立炜、孙会琴、梁永春等编著。孙晓云、安国庆编写了第 7 章,郭立炜、孙晓云编写了第 4 章,孙会琴编写了第 1 章、第 3 章和附录 B,刘庆瑞编写了第 2 章,

梁永春编写了第5章，刘东辉编写了第6章，孙丽华编写了附录A和附录C。研究生吕丹丹、付平同学绘制了全部插图。孙晓云负责全书统稿。

本书在第1版基础上，使用LabWindows/CVI7.0作为软件平台，增添了FIR数字滤波器设计内容，增加了生物医学和电气工程应用的两个典型案例。在此，向广大读者及使用本书的老师表示衷心的感谢！

本书得到了国家自然科学基金（50874035）和河北省自然科学基金的资助（F2009000732）。

本书既可作为大专院校仪器仪表、电气工程自动化、测控技术与仪器专业的本科生、研究生学习掌握LabWindows/CVI编程技术的教科书，也可作为工程技术人员学习、设计虚拟仪器的自学用书。

限于作者的水平，不妥及错误之处在所难免，恳切希望读者给予批评指正。

编著者
2009年10月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 虚拟仪器技术	1
1.1.1 虚拟仪器概念	1
1.1.2 虚拟仪器的设计及应用	2
1.2 LabWindows/CVI 简介	4
1.2.1 LabWindows/CVI 特点	5
1.2.2 LabWindows/CVI 的应用范围	5
1.3 LabWindows/CVI 的开发环境	6
1.3.1 LabWindows/CVI 的安装	6
1.3.2 LabWindows/CVI 运行环境	6
1.4 LabWindows/CVI 简单程序设计	13
1.4.1 工程文件的创建	13
1.4.2 用户界面设计	13
1.4.3 生成源代码文件	20
1.4.4 添加源代码	22
1.4.5 程序的执行	23
1.5 小结	23
第 2 章 虚拟仪器常用仪器面板及控件	25
2.1 LabWindows/CVI 面板	25
2.2 控件	26
2.2.1 控件的定义	26
2.2.2 控件的属性设置	27
2.2.3 图形控件	36
2.3 常用控件设计及应用	38
2.4 小结	40
第 3 章 基本函数库	42
3.1 用户界面库	42
3.1.1 面板操作类函数	43
3.1.2 菜单结构	46
3.1.3 控件操作类函数	54
3.1.4 弹出式面板类函数	64
3.1.5 用户界面管理类函数	68
3.1.6 位图操作类函数	68
3.2 格式化与 I/O 库	69

3.2.1	文件输入/输出	70
3.2.2	字符串处理	72
3.2.3	数据格式化	74
3.3	实用函数库	75
3.3.1	定时/等待	75
3.3.2	日期/时间	76
3.3.3	文件应用	79
3.3.4	路径应用	80
3.3.5	I/O 端口	80
3.3.6	中断	81
3.4	小结	82
第4章	信号分析处理库函数	83
4.1	信号产生类函数及其应用	83
4.1.1	信号产生类函数	83
4.1.2	常用函数的典型应用	87
4.1.3	信号发生器设计	91
4.2	信号处理类函数	95
4.2.1	时域信号处理函数	95
4.2.2	频域信号处理函数	96
4.2.3	数字 IIR 滤波器	97
4.2.4	窗函数	101
4.2.5	数字 FIR 滤波器	102
4.3	应用实例	105
4.3.1	IIR 低通滤波器设计	105
4.3.2	FIR 滤波器设计	109
4.3.3	利用相关方法去除噪声并检测信号幅值和相位	112
4.4	小结	115
第5章	数据采集及接口	116
5.1	数据采集	116
5.1.1	数据采集基础	116
5.1.2	DAQ 仪器	118
5.1.3	Easy I/O 库	122
5.1.4	应用	125
5.2	RS232 接口	126
5.2.1	RS232 总线	127
5.2.2	RS232 函数库	128
5.2.3	应用	131
5.3	GPIB 接口	136
5.3.1	GPIB 总线	137

5.3.2	GPIB 函数库	138
5.3.3	GPIB 通信实例	141
5.4	VXI 接口	145
5.4.1	VXI 总线	145
5.4.2	VXI 程序设计	146
5.4.3	应用	148
5.5	小结	153
第 6 章	高级函数库	154
6.1	TCP 库	154
6.1.1	TCP/IP 协议	154
6.1.2	TCP/IP 函数库	156
6.1.3	TCP/IP 函数应用实例	160
6.2	DDE 库	167
6.2.1	动态数据交换	167
6.2.2	DDE 函数库	168
6.2.3	DDE 函数应用	172
6.3	ActiveX 库	180
6.3.1	ActiveX 简介	180
6.3.2	ActiveX 函数库	180
6.3.3	ActiveX 函数应用	186
6.4	小结	194
第 7 章	虚拟仪器工程应用	196
7.1	虚拟示波器	196
7.1.1	功能描述	196
7.1.2	虚拟示波器的系统框图	196
7.1.3	虚拟示波器设计	196
7.1.4	小结	201
7.2	虚拟电能质量分析仪	202
7.2.1	电能质量对电力系统的影响	202
7.2.2	谐波参数计算方法	202
7.2.3	电能质量的测量方法	203
7.2.4	虚拟电能质量分析仪的硬件设计	205
7.2.5	虚拟电能质量分析仪的软件设计	208
7.2.6	小结	212
7.3	虚拟继电器参数测试仪	212
7.3.1	测试原理和方法	212
7.3.2	继电器参数测试仪系统的硬件设计	213
7.3.3	继电器参数测试仪系统的软件设计	216
7.3.4	小结	217

7.4	虚拟故障录波分析仪	217
7.4.1	故障录波在电力系统中的作用	217
7.4.2	故障录波分析仪的功能	217
7.4.3	故障录波分析仪的系统构成	219
7.4.4	故障录波分析仪的硬件设计	219
7.4.5	故障录波分析仪的软件设计	221
7.4.6	小结	222
7.5	虚拟涡流无损检测仪	222
7.5.1	涡流无损检测原理	222
7.5.2	涡流无损检测中的新技术	225
7.5.3	虚拟涡流无损检测仪硬件设计	226
7.5.4	虚拟涡流无损检测仪软件设计	230
7.5.5	小结	235
7.6	虚拟心电监护仪	235
7.6.1	心电监护仪的系统构成	235
7.6.2	心电检测电路	236
7.6.3	A/D 转换电路	237
7.6.4	软件设计	240
7.6.5	小结	243
7.7	虚拟全自动生化分析仪	244
7.7.1	生化分析仪系统构成	244
7.7.2	生化分析仪系统硬件设计	245
7.7.3	生化分析仪系统软件设计	249
7.7.4	小结	249
7.8	基于 DCS 的虚拟电动机测试系统	249
7.8.1	DCS 的系统体系结构设计	249
7.8.2	异步电动机特性测定方法	250
7.8.3	虚拟电动机测试系统硬件设计	252
7.8.4	虚拟电动机测试系统软件设计	255
7.8.5	小结	256
附录 A	函数 Fmt、Scan 的标志符和修饰符	257
附录 B	函数调用状态码的错误信息描述	266
附录 C	CVI 函数索引 (按字母顺序排列)	271
参考文献		294

第 1 章 绪 论

随着电子技术、计算机技术的高速发展及其在电子测量技术与仪器领域中的应用,新的测试理论、测试方法、测试领域以及仪器结构不断出现,电子测量仪器的功能和作用也发生了质的变化,仪器与计算机技术的深层次结合产生了全新的仪器结构概念——虚拟仪器。它的出现使测试仪器与计算机之间的界限消失,从此开始了测量仪器的新时代。虚拟仪器强调软件的作用,提出了“软件就是仪器”的概念。

1.1 虚拟仪器技术

随着计算机技术、大规模集成电路技术和通信技术的飞速发展,仪器技术领域发生了巨大的变化,美国国家仪器公司(National Instruments,简称NI)于20世纪80年代中期首先提出基于计算机技术的虚拟仪器的概念,把虚拟测试技术带入新的发展时期,随后研制和推出了基于多种总线系统的虚拟仪器。经过十几年的发展,虚拟仪器技术将高速发展的计算机技术、电子技术、通信技术和测试技术结合起来,开创了个人计算机仪器时代,是测量仪器工业发展的一个里程碑。

1.1.1 虚拟仪器概念

1. 虚拟仪器概念

所谓虚拟仪器,就是在以计算机为核心的硬件平台上,由用户设计定义、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。操作者用鼠标或键盘操作虚拟面板,就如同使用一台专用测量仪器,虚拟仪器的出现使测量仪器与个人计算机的界限模糊了。

虚拟仪器的实质是利用计算机显示器的显示功能来模拟传统仪器的控制面板,以多种形式表达输出检测结果,利用计算机强大的软件功能实现信号数据的运算、分析和处理,利用I/O接口设备完成信号的采集、测量与处理,从而完成各种测试功能的一种计算机仪器系统。“虚拟”主要包含以下两方面的含义。

1) 虚拟仪器的面板

虚拟仪器面板上的各种“控件”与传统仪器面板上的各种“器件”所完成的功能是相同的。如由各种开关按键显示器等实现仪器电源的“通”、“断”,被测信号“输入通道”、“放大倍数”等参数设置,测量结果“数值显示”、“波形显示”等。

传统仪器面板上的器件都是实物,而且均为通过手动和触摸完成操作的,而虚拟仪器面板控件是外形与实物相似的图表,“通”、“断”、“放大”等对应着相应的软件程序,这些软件已经设计好了,用户只需选用代表该种软件程序的图形控件即可,用计算机的鼠标来对其进行操作。因此,设计虚拟面板的过程就是在面板设计窗口中摆放所需的控件,然后编写相应的程序。

2) 由软件编程来实现的虚拟仪器测量功能

在以 PC 为核心的硬件平台支持下, 虚拟仪器不仅可以通过软件编程设计来实现仪器的测试功能, 而且可以通过不同测试功能的软件模块的组合来实现多种测试功能。因此在硬件平台确定后就有了“软件就是仪器”的说法, 这也体现了测试技术与计算机技术深层次的结合。

2. 虚拟仪器的特点

虚拟仪器测试系统由三大功能模块组成: 信号的采集与控制、信号的分析与处理、结果的显示与输出, 即由完成数据采集功能的硬件部分和完成数据分析处理功能的软件部分组成。硬件部分一般为各种形式的数据采集设备, 将采集到的各种形式的信号转换成电信号后输入到计算机内。计算机通过软件实现从计算机的各类接口中读取数据, 完成信号分析处理, 并将处理结果显示出来。

虚拟仪器是在计算机的基础上完成各种测试分析功能的一种计算机化仪器系统。它将计算机资源和插卡式仪器硬件, 以及用于数据采集、信号分析、图形用户界面的应用软件有效地结合起来进行数据的分析测试。与传统仪器相比, 虚拟仪器有以下几个特点。

- (1) 功能由用户自己定义。
- (2) 面向应用的系统结构, 可方便地与网络外设、应用程序等连接。
- (3) 展开图形操作界面、计算机完成读数、分析处理。
- (4) 数据可编辑、存储、打印。
- (5) 价格低廉 (是传统仪器价格的五至十分之一)。
- (6) 基于计算机技术开放的功能模块可构成多种仪器。
- (7) 技术更新快 (周期为 1~2 年)。
- (8) 基于软件体系的结构, 大大节省开发维护费用。
- (9) 个人可以拥有一个实验室。

虚拟仪器系统已成为仪器领域的一个基本方案, 是技术进步的必然结果。虚拟仪器技术先进, 十分符合国际上流行的“硬件软件化”的发展趋势, 被人们广泛地称为“软件仪器”。由于虚拟仪器以计算机为基础, 随着计算机的高速发展, 虚拟仪器可以方便地向智能化、网络化方向发展。虚拟仪器的技术优势使得其应用广泛, 尤其是在科研、开发、测量、检测、测控等领域更是不可多得的好工具, 必将对科学技术的发展和国防、工业、农业的生产产生巨大的影响。

1.1.2 虚拟仪器的设计及应用

1. 虚拟仪器的构成

虚拟仪器由通用仪器硬件平台 (简称硬件平台) 和应用软件两大部分构成。

1) 通用仪器硬件平台

虚拟仪器的硬件平台由两部分构成。

(1) 计算机

一般为一台 PC 或者工作站, 它是硬件平台的核心。

(2) I/O 接口设备

I/O 接口设备主要完成被测输入信号的采集、放大、模/数转换。根据采用的不同总线及其相应的 I/O 接口硬件设备,如利用 PC 总线的数据采集卡/板(DAQ)、GPIB 总线仪器模块、VXI 总线仪器模块、PXI 总线仪器模块、串口总线仪器等,虚拟仪器的构成方式主要有 5 种类型,如图 1.1 所示。

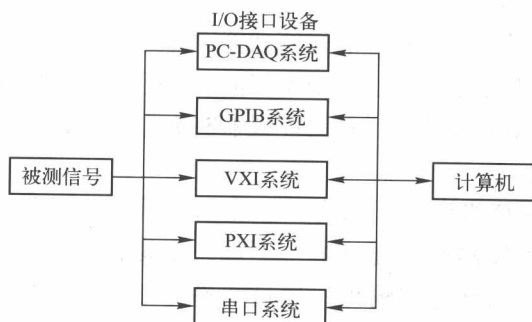


图 1.1 虚拟仪器的构成框图

① PC-DAQ 系统：它是以数据采集板、信号调理电路及计算机为仪器硬件平台组成的插卡式虚拟仪器系统。这种系统采用 PCI 或 ISA 计算机本身的总线,故将数据采集卡/板(DAQ)插入计算机的空槽中即可。

② GPIB 系统：它是以 GPIB 标准总线仪器模块与计算机为仪器硬件平台组成的虚拟仪器测试系统。

③ VXI 系统：它是以 VXI 标准总线仪器模块与计算机为仪器硬件平台组成的虚拟仪器测试系统。

④ PXI 系统：它是以 PXI 标准总线仪器模块与计算机为仪器硬件平台组成的虚拟仪器测试系统。

⑤ 串口系统：它是以 Serial 标准总线仪器与计算机为仪器硬件平台组成的虚拟仪器测试系统。

无论上述哪种虚拟仪器系统,都是通过应用软件将仪器硬件与通用计算机相结合的,其中,PC-DAQ 系统是构成虚拟仪器的最基本的方式。

2) 软件结构

虚拟仪器软件由两大部分构成。

(1) 应用程序

应用程序包含以下两方面：

- ① 实现虚拟面板功能的前面板软件程序；
- ② 定义测试功能的流程图软件程序。

(2) I/O 接口仪器驱动程序

I/O 接口仪器驱动程序完成特定外部硬件设备的扩展、驱动与通信。

开发虚拟仪器必须有合适的软件工具,目前的虚拟仪器软件开发工具有如下两类：

- ① 文本式编程语言,如 Visual C++、Visual BASIC、LabWindows/CVI；
- ② 图形化编程语言,如 LabVIEW、HPVEE 等。

2. 虚拟仪器的内部功能

虚拟仪器的内部功能可划分为: 输入信号的测量、数据分析处理及结果显示三大部分。

(1) 输入信号的测量

该功能是将模拟信号转变为数字信号输入到计算机中。

(2) 数据分析处理功能

虚拟仪器充分利用了计算机的存储、运算功能, 并通过软件实现对输入信号数据的分析处理。处理内容包括进行数字信号处理、数字滤波、统计处理、数值计算与分析等。虚拟仪器比传统仪器, 以及以微处理器为核心的智能仪器有更强大的数据分析处理能力。

(3) 测量结果的显示

虚拟仪器充分利用计算机资源, 如内存、显示器等, 对测量结果数据的显示与输出有多种方式, 这也是传统仪器所不能及的。例如, 虚拟仪器可以实现: 通过总线网络进行数据传输; 通过磁盘, 光盘复制输出; 通过文件存于硬盘内存中; 计算机屏幕显示或图形用户接口。

3. 虚拟仪器的设计与应用

虚拟仪器的核心是软件, 其设计主要由硬件板卡驱动模块、信号分析模块和仪器表头显示模块等软件组成。

硬件板卡驱动模块通常由硬件板卡制造商提供, 直接在其提供的 DLL 或 ActiveX 基础上开发就可以了。目前 PC-DAQ 数据采集卡、GPIB 总线仪器卡、RS232 串行接口仪器卡、FieldBus 现场总线模块卡等许多仪器板卡的驱动程序接口都已标准化, 为减小因硬件设备驱动程序不兼容而带来的问题, 国际上成立了可互换虚拟仪器驱动程序设计协会 (Interchangeable Virtual Instrument), 并制订了相应软件接口标准。

信号分析模块的功能主要是完成各种数学运算, 在工程测试中常用的分析模块包括信号的时域波形分析和参数计算, 信号的相关分析、信号的频谱分析、信号滤波分析等由软件编程实现。

仪器表头显示模块主要包括波形图、旋钮、仪表头、按钮、温度计、棒图等仪表显示常用的软件仪表盘显示模块。

虚拟仪器系统可以广泛地应用在通信、自动化、半导体、航空、电子、电力、生化制药、和工业生产等各种领域。

1.2 LabWindows/CVI 简介

虚拟仪器软件开发工具 LabWindows/CVI 是 NI 公司开发的 Measurement Studio 软件组中的一员。它是 32 位的面向计算机测控领域的虚拟仪器软件开发平台, 可以在多操作系统下运行。LabWindows/CVI 是以 ANSI C 为核心的交互式虚拟仪器开发环境, 它将功能强大的 C 语言与测控技术有机结合, 具有灵活的交互式编程方法、丰富的库函数, 为开发人员建立检测系统、自动测试环境、数据采集系统、过程监控系统等提供了理想的软件开发环境, 是实现虚拟仪器及网络化仪器的快速途径。

1.2.1 LabWindows/CVI 特点

LabWindows/CVI 作为一个优秀的软件开发平台,和其他虚拟仪器开发工具相比,具有如下特点。

1. 交互式的程序开发

LabWindows/CVI 将源码编程、32 位 ANSI C 编译、链接、调试以及标准 ANSI C 库等集成在一个交互式开发平台中,采用简单直观图形用户界面设计,利用函数面板输入函数的参数,采用事件驱动和回调函数方式的编程技术,有效地提高了工程设计的效率和可靠性。

2. 功能强大的函数库

如接口函数库、信号处理函数库、Windows SDK 等,利用这些库函数可以方便地实现复杂的数据采集和仪器控制系统的开发。同时 LabWindows/CVI 附加了各种功能的软件开发包,如数据库软件包、Internet 软件包、小波分析软件包等,大大增强了 LabWindows/CVI 的性能。

3. 灵活的程序调试手段

LabWindows/CVI 提供了单步执行、断点执行、过程跟踪、参数检查、运行时内存检查等多种调试手段。

4. 高效编程环境

LabWindows/CVI 以其面向虚拟仪器的交互式开发环境满足了用户对软件不断变化的要求,在产品设计中,可以快速创建、配置并显示测量。LabWindows/CVI 可以自动生成代码、编译和链接,省去了手工编写,更有利于系统的开发。

5. 开放式的框架结构

在 LabWindows/CVI 环境中可以结合使用标准的 ANSI C 源文件、obj 文件、动态链接库 (DLL)。也可以将软件中的仪器驱动库与其他标准 C 编译器结合使用,无需更改开发工具。同时,可以在不同的工作小组之间共享函数模块和虚拟仪器程序。

6. 集成式的开发环境

LabWindows/CVI 是集成式的开发环境,可用于创建基于 DAQ、GPIB、PXI、VXI、串口和以太网的虚拟仪器系统。这一开发方式结合了交互式、简单易用的开发方式与 ANSI C 代码的强大编写功能和灵活性。LabWindows/CVI 中的交互式开发工具和函数库可以方便地实现自动化测试系统、实验室研发、数据采集监视项目、验证测试和控制系统的的设计。

1.2.2 LabWindows/CVI 的应用范围

LabWindows/CVI 主要应用在各种测试、控制、故障分析及信息处理软件的开发中,与 NI 公司开发的另一个虚拟仪器开发工具 LabVIEW 相比,其更适合中、大型复杂测试软件的开发。基于 LabWindows/CVI 设计的虚拟仪器在无损检测、电力仪表系统、温控系统、流程控制系统、故障诊断和医疗等领域中发挥着重要作用。LabWindows/CVI 已经成为测控领域最受欢迎的开发平台之一,并且已得到较为广泛的应用。

1.3 LabWindows/CVI 的开发环境

1.3.1 LabWindows/CVI 的安装

为了运行 LabWindows/CVI, 计算机系统必须具备以下配置。

- (1) CPU: 具有奔腾 90 或更高速微处理器的个人计算机。
- (2) 操作系统: Windows2000/NT/Me/9x。
- (3) 分辨率: 800 × 600 (或更高) 的视频适配器。
- (4) 内存: 最小 16MB, 推荐 32MB。
- (5) 硬盘空间: 完全安装需要 600MB。
- (6) 鼠标: 需与微软系统兼容。

在安装 LabWindows/CVI 过程中, 需要注意以下两个方面。

1. 选择安装的类型

LabWindows/CVI 安装程序中一共有四种安装类型可供选择:

(1) Typical Installation (典型安装), 只安装 LabWindows/CVI 中常用的部分, 适合初学者使用, 需要大约 85MB 的硬盘空间。

(2) Minimal Installation (最小安装), 只安装 LabWindows/CVI 中必需的部分, 帮助文件部分不会被安装, 需要大约 35MB 的硬盘空间。

(3) Custom: Installation (自定义安装), 可以根据自身要求选择安装组件。只有在自定义安装时才能选择安装 Windows SDK (包括导入库、头文件、帮助文件和应用程序)。

(4) Change Compatibility Mode, 改变编译器兼容模式。

2. 选择编译器兼容模式

LabWindows/CVI 可与四种不同的编译器兼容, 在安装过程中必须选择与程序兼容的编译器:

- (1) BolandC ++4.51、5.0 编译器。
- (2) MicrosoftVisualC ++2.x、4.x、5.0 编译器。
- (3) Symantec C ++7.2 编译器。
- (4) Watcom C ++10.5、11.0 编译器。

另外, 在典型安装和自定义安装时还将安装电子文档阅读器 (Adobe Acrobat Reader), 该阅读器可以用来阅读联机手册文件。

当 LabWindows/CVI 成功地安装到计算机上后, 按照“开始”→“程序”→“National Instruments”→“LabWinsows CVI 7.0”→“NI LabWindows CVI”路径启动, 出现如图 1.2 所示的运行窗口。

1.3.2 LabWindows/CVI 运行环境

在 LabWindows/CVI 软件平台中设计完成的虚拟仪器由 4 个文件组成, 如图 1.3 所示。由软件组成框图中可以看出, LabWindows/CVI 编写的虚拟仪器, 其软件的文件类型包含 5 类。

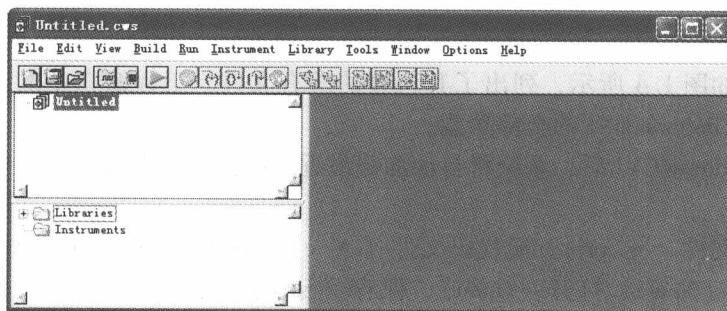


图 1.2 LabWindows/CVI 的运行窗口

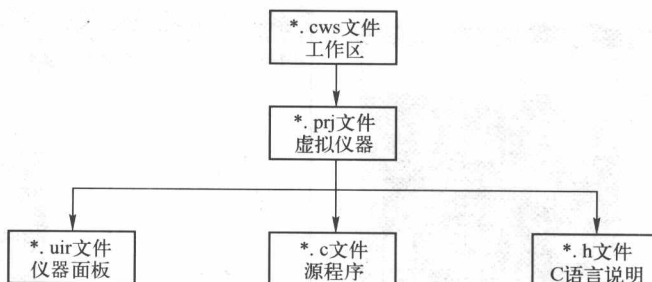


图 1.3 用 LabWindows/CVI 设计的虚拟仪器软件组成框图

(1) *.cws 文件：工作区文件。

(2) *.prj 文件：工程文件，由 *.uir 文件、*.c 文件和 *.h 文件组成。

(3) *.c 文件：源程序文件，此文件为标准的 C 语言程序文件。文件由三部分组成，即头文件 (*.h)、主程序文件 (Main) 和回调函数 (CallBack)，其结构和 C 语言的结构一致。

(4) *.uir 文件：用户界面文件，该文件为虚拟仪器的面板文件，类似 VB 或 VC 中的窗体文件。该文件中包含仪器面板中的各类控件，如按钮、开关等，每个控件都有自己的属性，如按钮的名称、面板的标题、长度、位置等。同时，控件还有事件，当用鼠标单击控件或用键盘改变控件时，将调用相应的回调函数，完成相应的功能，如完成数据处理、存盘、显示、打印等功能。

(5) *.h 文件：头文件，与 C 语言中的 *.h 文件结构完全一致。在 LabWindows/CVI 中，*.h 文件是自动生成的，当设计完 *.uir 文件后，会自动生成 *.h 文件。

为完成上述文件，LabWindows/CVI 开发环境提供了 4 个主要的界面窗口：

- (1) 工作区窗口 (Workspace Window)；
- (2) 用户界面编辑窗口 (User Interface Editor Window)；
- (3) 源代码编辑窗口 (Source Window)，简称源代码窗口；
- (4) 函数面板窗口 (Function Panel Window)。

其中，工作区窗口完成对 *.prj 文件的创建与编辑；用户界面编辑窗口完成对 *.uir 文件的创建与编辑；源代码编辑窗口完成对 *.c 文件的创建与编辑。

1. 工作区窗口

工作区窗口如图 1.4 所示,列出了其包含的所有文件。工程窗口中的菜单共有 11 项,可完成有关 LabWindows/CVI 的全部功能。

启动 LabWindows/CVI 后,系统将自动加载最近一次打开的工程。

1) File

完成对工程文件 (*.prj)、源代码文件 (*.c)、头文件 (*.h),以及用户界面文件 (*.uir) 的新建 (New)、打开 (Open)、保存 (Save)、另存 (Save As)、保存全部文件 (Save All)、自动保存工作区 (Auto Save Workspace)、最近关闭文件 (Most Recently Closed Files)、退出环境 (Exit LabWindows/CVI) 等功能,其菜单屏幕如图 1.5 所示。

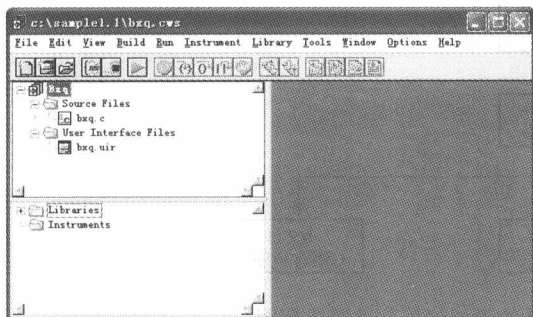


图 1.4 工作区窗口

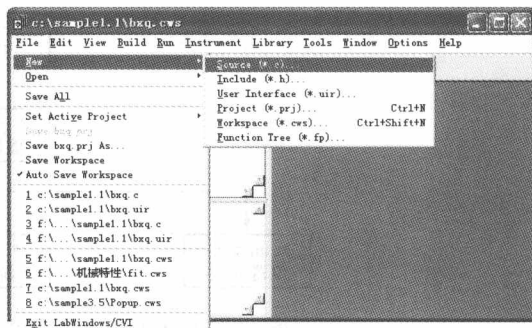


图 1.5 工作区窗口 File 菜单

2) Edit

完成对工作区、工程文件的编辑功能,以及将有关文件加入到工程文件的功能。其菜单屏幕如图 1.6 所示。

3) View

用于显示视图,可选择项目文件、函数库、工具条等是否显示于当前窗口。其菜单屏幕如图 1.7 所示。

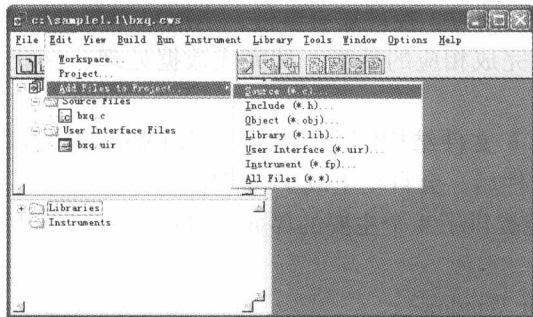


图 1.6 工作区窗口 Edit 菜单

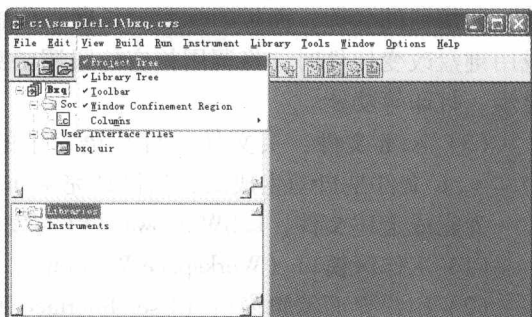


图 1.7 工作区窗口 View 菜单

4) Build

完成有关编译的操作,用 LabWindows/CVI 编译连接器创建编译文件。具体有编译文件、创建工程文件、连接工程文件、从磁盘修改文件、标记编译文件、标记所有编译文件等