

刘君华 主编

白鹏 贾惠芹 阎晓艳 编著

虚拟仪器编程语言

LabWindows/CVI

教程



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

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

虚拟仪器编程语言 LabWindows/CVI 教程

刘君华 主编
白鹏 贾惠芹 阎晓艳 编著

电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 简 介

本书详尽、系统地介绍了当前最流行的一种虚拟仪器编程语言 LabWindows/CVI(C For Virtual Instruments)。它是美国 NI 公司(National Instrument Company)推出的一种虚拟仪器软件开发工具,为熟悉 C 语言的开发人员在测控领域建立计算机仪器系统——虚拟仪器,提供了一个理想的软件开发环境。

全书共分 9 章,首先介绍了 LabWindows/CVI 的概况及集成环境,虚拟压力值显示器的设计与实现,然后介绍仪器面板控件、用户界面和信号分析处理库函数以及数据采集与总线接口设备,最后介绍具体实例,如虚拟仪器设计和综合实例,虚拟仪器在工程测量中的应用等。

本书内容丰富,论述简洁,密切联系测量实际,提供了大量不同层次的示例与实例。本书不仅适用于 LabWindows/CVI 的初学者,对已经入门但希望进一步提高者也大有裨益。

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系统的自学用书。

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,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

虚拟仪器编程语言 LabWindows/CVI 教程/刘君华主编. - 北京:电子工业出版社,2001.8

ISBN 7-5053-6806-0

I. 虚… II. 刘… III. 计算机仿真 - 仿真器 - 计算机辅助设计 - 应用软件, LabWindows/CVI

IV. TH702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 043862 号

书 名:虚拟仪器编程语言 LabWindows/CVI 教程

主 编:刘君华

编 著 者:白鹏 贾惠芹 阎晓艳

责任编辑:朱沐红

排版制作:电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者:北京东光印刷厂

装 订 者:三河市新伟装订厂

出版发行:电子工业出版社 URL:<http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:19.5 字数:496 千字

版 次:2001 年 8 月第 1 版 2001 年 8 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-5053-6806-0
TP·3834

印 数:5000 册 定价:35.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换;
若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

前 言

虚拟仪器(Virtual Instrument,简称 VI)是仪器技术与计算机技术深层次结合的产物。它是全新概念的仪器,是对传统仪器概念的重大突破。它的出现使测量仪器与计算机之间的界线消失,开始了测量仪器的新时代,是仪器领域的一次革命。

第一台虚拟仪器诞生于 1987 年,第 2 年就有 5 个生产厂家的 30 多种产品销售。到 1994 年,已经有 95 个厂家的 1000 多种销售产品,发展极为迅速。

虚拟仪器将传统仪器由硬件实现的数据分析处理与显示功能,改由功能强大的计算机来完成。它通过配置以获取调理信号为主要目的 I/O 接口设备(如数据采集卡 DAQ、GPIB 总线仪器、VXI 总线仪器模块、串口 RS232/RS485 仪器等)以及实现不同测量功能的软件对采集获得的信号数据进行分析处理及显示。以这种方式构成的虚拟仪器系统实质上是计算机仪器系统。从某种意义上来说,“软件就是仪器”。这意味着,当硬件平台(I/O 接口设备与计算机)确定后,编制某种测量功能的软件就成为该种功能的测试仪器。

虚拟仪器对测量仪器事业发展的更加深刻的意义在于,它所实现的测量仪器的功能可以由用户根据需要自行设计软件来定义或扩展,而不是以往只能由厂家事先定义且固定不可变更。因此,用户既不必购买多台不同功能或者集多种功能于一身的传统仪器,也不必不断购买新的仪器。因为虚拟仪器可与计算机同步发展,与网络及其他周边设备互联,用户只需改变软件程序,就可以不断赋予它或扩展、增强它的测量功能。这就是说,仪器的设计制造不再是厂家的专利。虚拟仪器开创了仪器使用者可以成为仪器设计者的时代,这将给仪器使用者带来无尽的收益。

设计虚拟仪器的主要工作内容就是编制应用软件。设计虚拟仪器必须有合适的软件工具。因此,提供应用软件开发工具的软件平台技术也相应地快速发展。目前流行的软件开发工具主要有两类:文本式编程语言,如 C、Visual C++、Visual BASIC、LabWindows/CVI 等;图形化编程语言,如 LabVIEW、HPVEE 等。

本书介绍的是当前最流行的虚拟仪器软件开发工具——文本式编程语言 LabWindows/CVI (C for Virtual Instruments)。它为熟悉 C 语言的开发人员提供了一个理想的软件开发环境。

全书共分 9 章,第 1 章是 LabWindows/CVI 的概述;第 2 章介绍 LabWindows/CVI 的集成环境;第 3 章是虚拟压力值显示器的设计与实现;第 4 章是仪器面板控件及用户界面库函数;第 5 章介绍信号分析处理库函数;第 6 章是数据采集与总线接口设备;第 7 章和第 8 章介绍虚拟仪器设计示例和综合实例;第 9 章介绍虚拟仪器在工程测量中的应用。

本书所介绍文本式编程语言 LabWindows/CVI 是用于实现虚拟仪器的测量功能的,因此要求设计者不但懂得 LabWindows/CVI 语言的使用方法与技巧,而且还必须具有一定的测量技术的基本知识。我们在本书中非常注意这种相关性,列举了大量不同层次的应用实例,以利于理论联系实际,便于自学。

衷心感谢 NATIONAL INSTRUMENT™上海恩艾仪器有限公司及上海研发中心的陈大庞博士与项晓峰工程师,他们参观了我们的虚拟仪器实验室,仔细观看了每个实验,并提出了许多宝贵建议,给予我们从事虚拟仪器教学极大的精神鼓舞与支持;感谢我过去的学生,他们是西

安交通大学电气工程学院学习“现代电气测试技术”专业的同学以及学习“虚拟仪器技术”专业的博士研究生与硕士研究生;感谢那些参与教学的我的同事们,他们教与学的经历和反馈的意见始终是本书写作取之不尽的动力源泉;还要深深感谢我现在的学生们,他们多次仔细阅读本书的底稿并参与了本书中各种应用举例的试验。

本书的出版有赖于电子工业出版社的大力支持,作者在此深表谢意。由于作者水平有限,书中若有错误与不当之处,敬请批评指正,不吝赐教。

作 者

2001 年 4 月 1 日于西安交通大学

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 虚拟仪器概念	(1)
1.1.1 虚拟仪器的基本概念	(1)
1.1.2 虚拟仪器的构成及其分类	(2)
1.2 虚拟仪器的发展及特点	(3)
1.2.1 虚拟仪器的发展	(3)
1.2.2 虚拟仪器的特点	(4)
1.3 虚拟仪器编程语言 LabWindows/CVI 概述	(4)
1.3.1 什么是 LabWindows/CVI	(4)
1.3.2 LabWindows/CVI 软件的特点	(5)
1.4 如何安装 LabWindows/CVI	(5)
1.4.1 启动安装程序	(5)
1.4.2 安装 LabWindows/CVI	(7)
1.4.3 启动 LabWindows/CVI	(13)
1.5 小结	(13)
1.6 思考练习题	(14)
第 2 章 LabWindows/CVI 集成开发环境	(15)
2.1 LabWindows/CVI 的基本概念	(15)
2.1.1 LabWindows/CVI 中对象编程的概念	(15)
2.1.2 LabWindows/CVI 下的虚拟仪器软件的组成	(17)
2.2 LabWindows/CVI 编程环境	(18)
2.2.1 工程窗口	(18)
2.2.2 用户界面编辑窗口	(32)
2.2.3 源代码编辑窗口	(39)
2.2.4 函数面板	(41)
2.3 LabWindows/CVI 软件的示例程序包	(44)
2.4 小结	(46)
2.5 思考练习题	(47)
第 3 章 用 LabWindows/CVI 设计的第一个虚拟仪器	
——虚拟压力值显示器的设计与实现	(48)
3.1 用 LabWindows/CVI 设计虚拟仪器的步骤	(48)
3.2 压力值显示器的功能及实现原理	(49)
3.2.1 压力值显示器的功能	(49)
3.2.2 压力值显示器工作原理	(49)
3.3 压力值显示器的设计与实现过程	(51)

3.3.1	程序的基本框架	(51)
3.3.2	虚拟压力值显示器面板的设计	(52)
3.3.3	程序的编制——构建源代码程序 P meter.c	(60)
3.3.4	创建工程文件	(64)
3.3.5	运行并检验工程文件 P meter.prj	(64)
3.4	思考练习题	(64)
第 4 章	仪器面板控件及用户界面库函数	(66)
4.1	控件及其属性的设置方法	(66)
4.1.1	面板属性含义及设置	(66)
4.1.2	控件属性含义及设置	(68)
4.1.3	仪器面板设计举例	(78)
4.2	菜单设计	(80)
4.2.1	菜单的设计	(80)
4.2.2	菜单加入仪器面板	(81)
4.2.3	添加 C 源代码	(82)
4.3	用户界面库函数	(83)
4.3.1	用户界面库函数的分类	(83)
4.3.2	用户界面库函数的使用	(84)
4.4	小结	(93)
4.5	思考练习题	(93)
第 5 章	信号分析处理库函数	(96)
5.1	信号产生(Signal Generation)类函数	(96)
5.1.1	SineWave()正弦波产生函数的使用	(97)
5.1.2	WhiteNoise()白噪声信号产生函数的使用	(101)
5.1.3	信号产生类库函数使用说明	(103)
5.2	信号处理(Signal Processing)类函数	(104)
5.2.1	信号时域分析(Time Domain)函数子类	(104)
5.2.2	信号频域分析(Frequency Domain)函数子类	(110)
5.2.3	信号的加窗(Windows)函数子类	(116)
5.2.4	信号的滤波(IIR、FIR)函数类	(122)
5.3	小结	(132)
5.4	思考练习题	(133)
第 6 章	数据采集与总线接口设备	(134)
6.1	数据采集	(135)
6.1.1	数据采集与数据采集的库函数	(135)
6.1.2	数据采集卡的基本性能指标	(136)
6.1.3	数据采集卡的安装	(137)
6.1.4	实现数据采集卡软件驱动前的参数设置	(137)
6.1.5	I/O 接口设备 Lab-PC-1200 数据采集卡简介	(138)
6.1.6	Lab-PC-1200 数据采集卡的安装检验与参数设置	(139)

6.1.7 数据采集实例	(141)
6.2 串口通信与 RS-232 库函数	(146)
6.2.1 串口 RS-232 总线参数的设置	(147)
6.2.2 软件编程步骤	(147)
6.2.3 串口总线通信虚拟仪器的组成	(147)
6.2.4 应用实例	(147)
6.3 GPIB 总线	(151)
6.3.1 GPIB 总线接口系统的特点	(151)
6.3.2 GPIB 总线结构	(151)
6.3.3 GPIB 总线虚拟仪器测试系统 I/O 接口设备的组成	(152)
6.3.4 软件编程设计步骤	(152)
6.3.5 应用实例	(152)
6.4 VISA 总线	(154)
6.4.1 虚拟仪器软件体系结构的组成	(154)
6.4.2 VISA 的特点	(156)
6.4.3 VISA 的基本内部结构	(156)
6.5 VXI 总线	(157)
6.5.1 VXI 总线概述	(157)
6.5.2 VXI 总线的优点	(157)
6.5.3 VXI 总线仪器系统的集成	(158)
6.5.4 VXI 总线系统的集成实例	(159)
第 7 章 创建虚拟仪器示例	(163)
7.1 概述	(163)
7.2 简单虚拟仪器设计示例	(164)
7.2.1 虚拟压力单位转换器	(164)
7.2.2 非线性校正器	(168)
7.2.3 虚拟镍铬-镍铝热电偶虚拟非线性校正仪	(171)
7.2.4 直线拟合演示仪	(176)
7.2.5 压力传感器输出电压与压力之间的最佳直线拟合	(177)
7.2.6 虚拟多项式拟合演示仪	(179)
7.2.7 温度传感器温度与电压的多项式拟合演示仪	(180)
7.3 信号分析示例	(181)
7.3.1 虚拟过程信号仿真记录仪	(181)
7.3.2 虚拟正弦波仿真信号的生成及显示	(182)
7.3.3 虚拟简易示波器	(184)
7.3.4 自相关函数演示仪	(185)
7.3.5 相关法测量相位差仿真仪	(188)
7.3.6 虚拟频谱分析演示仪	(190)
7.3.7 海明窗功能演示仪	(193)
7.3.8 巴特沃斯滤波器频率特性演示仪	(194)

7.3.9	虚拟巴特沃斯滤波器	(197)
7.3.10	切比雪夫滤波器演示仪	(197)
7.3.11	虚拟积分器	(200)
7.3.12	虚拟微分器	(201)
7.3.13	正弦波仿真多值表	(203)
7.3.14	虚拟数字滤波器演示仪	(205)
7.3.15	调幅波解调器	(208)
第 8 章	教学用虚拟仪器系统实验	(211)
8.1	熟悉 LabWindows/CVI 软件平台环境类	(211)
	练习[8-1] 新建工程文件并命名保存	(211)
	练习[8-2] 在工程文件编辑窗口中寻找已经命名保存的工程文件	(211)
	练习[8-3] 运行与使用虚拟速度记录仪	(212)
8.2	基本训练类实验	(212)
	练习[8-4] 虚拟比较器功能校验仪	(212)
	练习[8-5] 虚拟压力单位转换器	(213)
	练习[8-6] 铁-康铜热电偶非线性校正仪	(213)
8.3	信号分析处理类虚拟仪器	(214)
	练习[8-7] 虚拟正弦波仿真信号生成器	(214)
	练习[8-8] 相关函数演示仪	(214)
	练习[8-9] 相关法测量相位差仿真仪	(214)
	练习[8-10] 信号频谱分析演示仪	(214)
	练习[8-11] 方波信号频谱分析演示仪	(214)
	练习[8-12] Butterworth 滤波函数频率特性演示仪	(215)
	练习[8-13] Chebishev 滤波函数频率特性演示仪	(215)
	练习[8-14] 虚拟巴特沃斯滤波器	(215)
	练习[8-15] 调幅波解调器	(215)
	练习[8-16] 直线拟合演示仪	(215)
	练习[8-17] 正弦波多值表	(215)
	练习[8-18] 过程信号多值记录仪	(216)
8.4	虚拟仪器综合实验	(216)
	8.4.1 压力传感器系统的静态标定与技术指标的确定	(216)
	8.4.2 测试系统动态特性的测定与改善	(222)
	8.4.3 RLC 电参数测量与虚拟 RLC 测试仪	(226)
	8.4.4 相位差测量与虚拟相位差计	(232)
	8.4.5 信号的频谱分析及虚拟频谱仪	(242)
	8.4.6 虚拟传递函数测试仪	(249)
	8.4.7 虚拟信号发生器	(255)
第 9 章	虚拟仪器在工程测量中的应用	(259)
9.1	系统辨识仪的设计与实现	(259)
	9.1.1 系统辨识仪原理	(259)

9.1.2	系统辨识仪的实现	(267)
9.2	虚拟信号分析仪在故障诊断中的应用	(273)
9.2.1	滚动轴承故障的特征频率	(273)
9.2.2	虚拟信号分析仪的轴承故障诊断	(274)
9.3	虚拟动态特性补偿仪的设计实现	(277)
9.3.1	动态特性补偿仪原理	(278)
9.3.2	动态特性补偿仪的实现	(280)
9.4	电容型设备虚拟介质损耗在线检测仪的研制	(286)
9.4.1	原理概述	(286)
9.4.2	介质损耗因数的测量原理概述	(287)
9.4.3	仪器构成	(288)
9.4.4	软件构造	(288)
9.4.5	应用结果	(288)
附录 A	英汉关键词索引(按字母顺序排列)	(290)
附录 B	常用库函数简明索引	(295)
参考文献		(298)

第1章 绪 论

本章的主要内容:

- ✓ 虚拟仪器的基本概念
- ✓ 虚拟仪器的组成
- ✓ 虚拟仪器的发展
- ✓ 虚拟仪器的特点
- ✓ 虚拟仪器程序设计语言 LabWindows/CVI 的简介

由于电子技术、计算机技术和网络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、方法、领域以及新的仪器结构的不断出现,电子测量仪器的功能和作用也发生了质的变化。在这种背景下,20世纪80年代末,美国成功研制了虚拟仪器。本章将重点介绍有关虚拟仪器的发展历史及虚拟仪器的组成等常识和基本概念。

1.1 虚拟仪器概念

虚拟仪器(Virtual Instrument,简称VI)是现代计算机技术和仪器技术深层次结合的产物,是当今计算机辅助测试(CAT)领域的一项重要技术。

1.1.1 虚拟仪器的基本概念

所谓虚拟仪器,就是在以通用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。使用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线模糊了。

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、测量与调理,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. 虚拟的虚拟仪器的面板

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,测量结果的“数值显示”、“波形显示”等。

传统仪器面板上的器件都是实物,而且是用手动和触摸进行操作的,而虚拟仪器面板控件是外形与实物相像的图标,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,用户不必设计,只需选用代表该种软件程序的图形控件即可,由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。大多数初学者可以利用虚拟仪器的软件开发工具，如 LabWindows/CVI, LabVIEW 等编程语言，在短时间内轻松完成美观而又实用的虚拟仪器前面板的设计。

2. 由软件编程来实现的虚拟仪器测量功能

在以 PC 为核心组成的硬件平台支持下，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有“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。

1.1.2 虚拟仪器的构成及其分类

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 机或者工作站，它是硬件平台的核心。

(2) I/O 接口设备

它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 机总线的数据采集卡/板（DAQ）、GPIB 总线仪器、VXI 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。

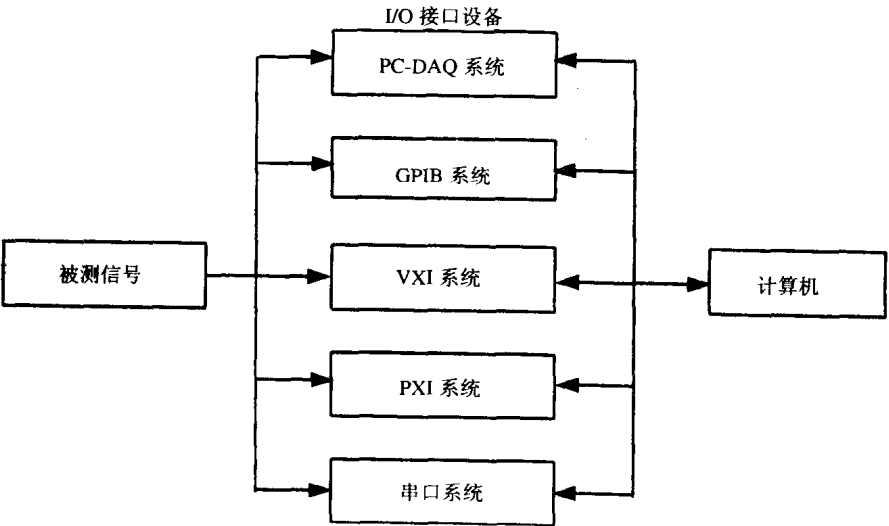


图 1.1 虚拟仪器的构成框图

- 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。
- GPIB 系统：它是以 GPIB 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。

- 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。

- PXI 系统：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。

- 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 VI 系统，都是通过应用软件将仪器硬件与通用计算机相结合，其中，PC-DAQ 测量系统是构成 VI 的最基本的方式，也是最廉价的方式。

2. 软件结构

虚拟仪器软件由两大部分构成。

(1) 应用程序

应用程序含两个方面：

- 实现虚拟面板功能的前面板软件程序；
- 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：

- 文本式编程语言如 Visual C++、Visual BASIC、LabWindows/CVI 等；
- 图形化编程语言如 LabVIEW、HPVIEE 等。

这些软件开发工具为用户设计虚拟仪器应用软件提供了最大限度的方便条件与良好的开发环境。本书介绍的是 LabWindows/CVI 编程语言。

1.2 虚拟仪器的发展及特点

1.2.1 虚拟仪器的发展

电子测量仪器发展至今，大体可分为四代：模拟仪器、分立元件仪器、数字化仪器、智能仪器和虚拟仪器。

(1) 第一代模拟仪器

这类仪器在某些实验室仍能看到，是以电磁感应基本定律为基础的指针式仪器，如指针式万用表、指针式电压表、指针式电流表等，这类指针式仪器借助指针来显示最终结果。

(2) 第二代分立元件式仪器

当 20 世纪 50 年代出现电子管、60 年代出现晶体管时，便产生了以电子管或晶体管电子电路为基础的第二代测试仪器——分立元件式仪表。

(3) 第三代数字化仪器

20 世纪 70 年代，随着集成电路的出现，诞生了以集成电路芯片为基础的第三代仪器——数字式仪器。这类仪器目前相当普及，如数字电压表、数字频率计等。这类仪器将模拟信号的测量转化为数字信号测量，并以数字方式输出最终结果，适用于快速响应和较高准确度的测量。

(4) 第四代智能仪器

随着微电子技术的发展和微处理器的普及,以微处理器为核心的第四代仪器——智能式仪表迅速普及。这类仪器内置微处理器,既能进行自动测试,又具有一定的数据处理功能,可取代部分脑力劳动,习惯上称为智能仪器。其缺点是它的功能块全部都是以硬件(或固化的软件)的形式存在,无论是开发还是应用,都缺乏灵活性。

目前,微电子技术和计算机技术的飞速发展,测试技术与计算机深层次的结合正引起测试仪器领域里一场新的革命,一种全新的仪器结构概念导致了新一代仪器——虚拟仪器的出现,它是现代计算机技术、通信技术和测量技术相结合的产物,是传统仪器观念的一次巨大变革,是仪器产业发展一个重要方向。它的出现使得人类的测试技术进入了一个新的发展纪元。

国际上从 1988 年开始陆续有虚拟仪器产品面市,当时有家制造商推出 30 种产品,此后,虚拟仪器产品迅速增加。

1.2.2 虚拟仪器的特点

虚拟仪器与传统仪器相比,有以下几个特点:

(1) 传统仪器的面板只有一个,其上布置着种类繁多的显示与操作元件。由此导致许多误读与操作错误。虚拟仪器与之不同,它可以通过在几个分面板上的操作来实现比较复杂的功能。这样,在每个分面板上就可以实现功能操作的单纯化与面板布置的简洁化,从而提高操作的正确性与便捷性。同时,虚拟仪器的面板上的显示元件和操作元件的种类与形式不受标准件和加工工艺的限制,而由编程来实现,设计者可以根据用户的认知要求和操作要求设计仪器面板。

(2) 在通用硬件平台确定后,由软件取代传统仪器中的硬件来完成仪器的功能。

(3) 仪器的功能是由用户根据需要由软件来定义的,而不是事先由厂家定义好的。

(4) 仪器性能的改进和功能扩展只需相关软件设计更新,而不需购买新的仪器。

(5) 研制周期较传统仪器大为缩短。

(6) 虚拟仪器开放、灵活,可与计算机同步发展,与网络及其他周边设备互联。

决定虚拟仪器具有上述传统仪器不可能具备的特点的根本原因在于:虚拟仪器的关键是软件。

虚拟仪器在工程应用和社会经济效益方面具有突出的优势。目前,我国高档台式仪器,如数字示波器、频谱分析仪、逻辑分析仪等还主要依赖进口,这些仪器加工工艺复杂,对制造水平要求高,生产突破有困难,而采用虚拟仪器技术可以通过只采购必要的通用仪器硬件来设计自己的高性能价格比的仪器系统。

1.3 虚拟仪器编程语言 LabWindows/CVI 概述

由上面的论述可以看出,在计算机和仪器等硬件资源确定的情况下,对应不同的应用程序,就可以设计不同的虚拟仪器系统,由此可见软件在虚拟仪器中的重要作用。

1.3.1 什么是 LabWindows/CVI

虚拟仪器编程语言 LabWindows/CVI 是美国 NI (National Instruments) 公司利用虚拟仪

器技术开发的 32 位面向计算机测控领域虚拟仪器的软件开发平台，可以在多操作系统（如 Windows 98/NT/2000，Mac OS 和 Unix 等）下运行。它以 ANSI C 为核心，将功能强大、使用灵活的 C 语言平台与用于数据采集、分析和表达的测控专业工具有机地结合起来。它的集成化开发平台、交互式编程方法、丰富的功能面板和库函数大大增强了 C 语言的功能，为熟悉 C 语言的开发人员建立检测系统、自动测量环境、数据采集系统、过程监控系统等提供了一个理想的软件开发环境。如何使用 LabWindows/CVI 编写虚拟仪器程序是本教程所要讨论的问题。

1.3.2 LabWindows/CVI 软件的特点

LabWindows / CVI 将源代码编辑、32 位 ANSI C 编译、联接、调试以及标准 ANSI C 库等集成在一个交互式开发环境中。因此，用户可以快速方便地编写、调试和修改应用程序，形成可执行文件。使用 LabWindows / CVI 设计的虚拟仪器可脱离 LabWindows / CVI 开发环境，用户最终看见的是和实际的硬件仪器相似的操作面板。和其他虚拟仪器开发工具相比，LabWindows / CVI 具有如下特点：

- 由于 LabWindows / CVI 的编程技术主要采用事件驱动方式与回调函数方式，编程方法简单易学。

- 运用 LabWindows / CVI 进行系统软件设计，以工程文件为主体框架，它包含了 C 源代码文件 (*.c)、头文件 (*.h)、用户界面文件 (*.uir) 等 3 个部分。全部软件调试好后，可将工程文件生成应用文件 (*.exe)。

- 提供大量与外部代码或软件进行连接的机制，诸如 DLLs（动态连接库）、DDE（共享库）、ActiveX 等。

- 强大的 Internet 功能，支持常用网络协议，方便网络、远程测控仪器的开发。

同时，LabWindows/CVI 还有以下的模块：

- 用于仪器控制、数据采集和分析的交互式 ANSI C 编译软件包；
- 用于构成 GUI 的拖拉用户界面编程器；
- 用于快速样机开发的代码产生工具和内部编译器；
- 包含 DAQ、GPIB、PXI、VXI、RS-232/485 在内的各种仪器通讯总线标准的所有功能函数，使得不懂得总线标准的开发者也能够驱动不同总线标准的接口设备与仪器。

1.4 如何安装 LabWindows/CVI

LabWindows/CVI 软件存放于光盘中，用户只有把该软件注册到操作系统中，才可以运行，这通常称为安装。安装工作由 LabWindows/CVI 自带的 Setup.exe 安装程序来执行。

1.4.1 启动安装程序

启动安装程序有两种方法。

1. 自启动安装程序

将 LabWindows/CVI 软件光盘放入光驱中，LabWindows/CVI 软件自动启动安装程序，出现图 1.2 所示的 LabWindows/CVI 软件包内容。

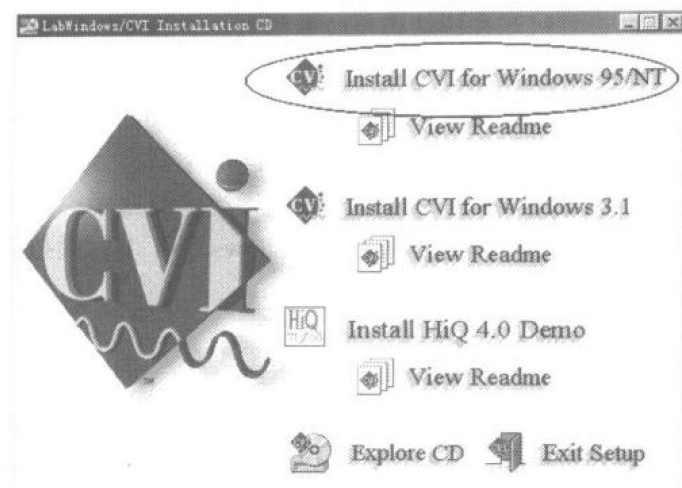


图 1.2 LabWindows/CVI 软件包内容

图 1.2 中有 5 个选项。

- **Install CVI for Windows 95/NT** : 选择该项表示在 Windows 95 或 NT 操作系统下运行 LabWindows/CVI 安装程序。
- **Install CVI for Windows 3.1**: 选择该项表示在 Windows 3.1 操作系统下运行 LabWindows/CVI 安装程序。
- **Install HiQ 4.0 Demo**: 包含一个工程数据处理与分析软件包。
- **Explore CD**: 显示光盘中的内容。
- **Exit Setup**: 选择该项目即退出 LabWindows/CVI 安装进程。

其中，第 1 项“Install CVI for Windows 95/NT”是 LabWindows/CVI 的安装程序，双击该项后，出现如图 1.3 所示的 LabWindows/CVI 安装起始界面。

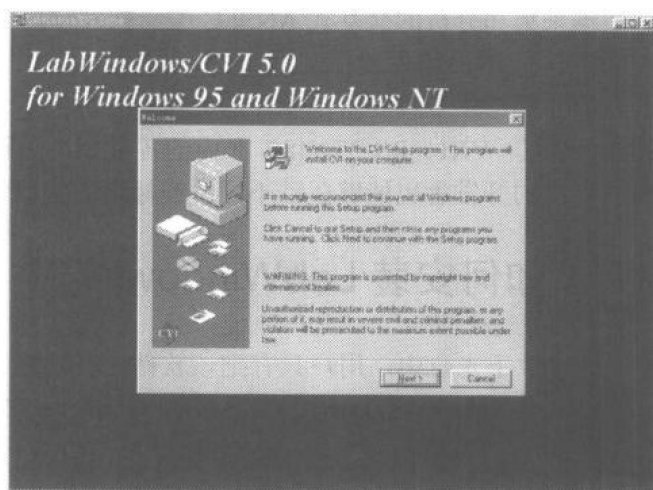


图 1.3 LabWindows/CVI 软件安装程序

2. 在“我的电脑”中启动安装程序

在 Windows 桌面下，选择“我的电脑”，鼠标双击打开 LabWindows/CVI 光盘，于是出现图 1.4 所示的画面。这就是 LabWindows/CVI 软件包的目录内容。

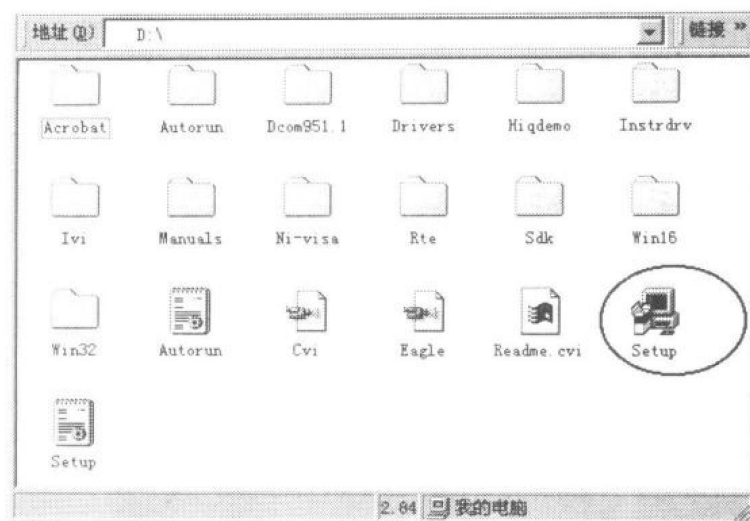


图 1.4 LabWindows/CVI 软件包的目录

双击图 1.4 中的 Setup.exe 项后，也会出现如图 1.3 所示的 LabWindows/CVI 安装起始界面。

1.4.2 安装 LabWindows/CVI

安装 LabWindows/CVI 的主要步骤如下：

(1) 选择软件协议

图 1.3 中选择“Next”后，有如图 1.5 所示的软件协议窗口。

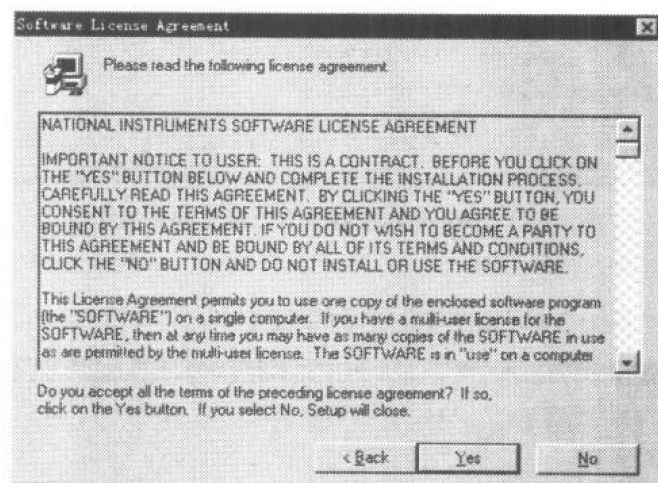


图 1.5 LabWindows/CVI 软件协议选择

(2) 选择安装方式

在图 1.5 中选择“Yes”后，有如图 1.6 所示的窗口。

在上面的窗口中可选择的安装方式有 4 种，分别为“典型安装”、“最小安装”、“定制安装”和“改变兼容模式安装”。对于一般用户，建议选择“典型安装”；对于比较熟练的用户，建议选择“定制安装”；对于经常出差使用笔记本电脑的用户，建议使用“最小安装”。

(3) 选择 C 语言编译器

选择“Typical Installation”的安装方式后，有如图 1.7 所示的 C 语言编译器选择窗口，用户可根据自己的情况选择 C 语言编译器，图中所示为选择第 2 项。