

概念与方法同步讲授，夯实虚拟仪器开发编程基础。
软件与硬件知识兼顾，利于测试系统集成能力培训。
理论与实践教学并重，提供大量测试技术实验指导。



▼ 随书附赠光盘

- 书中所有程序源代码和部分习题答案，有效帮助读者轻松掌握书中的内容。
- 作者精心准备了本书的电子教案，有效满足教学需求。

The Fundamental Course of LabVIEW 2010

LabVIEW 2010 基础教程

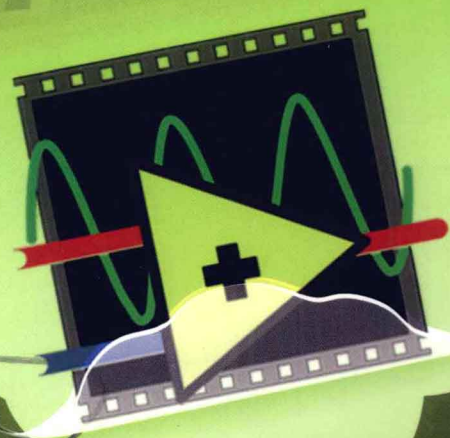
肖成勇 雷振山 魏丽 编著

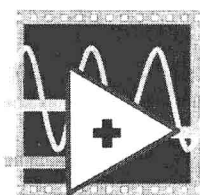
本书定位为LabVIEW初学者和虚拟仪器开发者入门图书，深入浅出地介绍虚拟仪器开发的方法，目的在于让初学者在有限的时间内快速掌握LabVIEW 2010的基本功能，并上手开发自己的测控系统。

书中所有实例均源自作者亲身经历的真正应用环境，所有程序代码均经过作者反复测试，保证读者学习顺畅。

定位最新版本，夯实测控系统开发基础

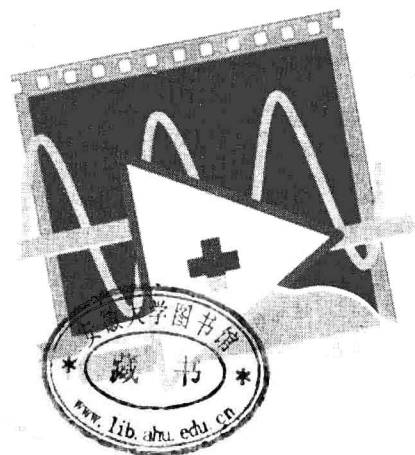
中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE





LabVIEW 2010 基础教程

肖成勇 雷振山 魏丽 编著



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书基于 LabVIEW 2010 中文版,深入浅出地介绍虚拟仪器开发的方法,目的在于让初学者能在有限的时间内快速掌握 LabVIEW 2010 的基本功能,上手开发自己的测控系统。全书共 10 章,包括虚拟仪器与 LabVIEW 概述、前面板设计、构建程序框图、分组的数据、控制程序运行的结构、数据的图形显示、数据记录与回放、数据通信、测控系统设计和测试技术实验。

本书可作为虚拟仪器课程的教材或教学参考书,也可作为相关工程技术人员和软件工程师的参考用书。书中所有程序代码均经过反复测试,选用本书作为教材的教师可以免费索取全书程序源代码和电子教案。

图书在版编目(CIP)数据

LabVIEW 2010 基础教程 / 肖成勇, 雷振山, 魏丽编
著. —北京: 中国铁道出版社, 2012. 4
ISBN 978-7-113-14148-6

I. ①L… II. ①肖… ②雷… ③魏… III. ①软件工
具 LabVIEW 2010 — 教材 IV. ①TP311.56

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 016089 号

书 名: LabVIEW 2010 基础教程
作 者: 肖成勇 雷振山 魏 丽 编著

策划编辑: 荆 波
责任编辑: 荆 波
封面设计: 付 巍
责任印制: 李 佳

读者服务热线: 010-63560056
特邀编辑: 赵树刚
封面制作: 张 丽

出版发行: 中国铁道出版社(北京市西城区右安门西街 8 号 邮政编码: 100054)
印 刷: 三河市兴达印务有限公司
版 次: 2012 年 4 月第 1 版 2012 年 4 月第 1 次印刷
开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 17.25 字数: 398 千
书 号: ISBN 978-7-113-14148-6
定 价: 39.80 元(附赠光盘)

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书, 如有印制质量问题, 请与本社发行部联系调换。

前 言

LabVIEW是美国National Instruments（简称NI）公司推出的一个图形化软件开发环境，后来NI公司在计算机平台上建立了自己产品的架构，通过自己的产品把工业测量与控制和计算机完美地结合在一起，并将这种技术概念称为Virtual Instrument，VI（中文译为虚拟仪器）；虚拟仪器（Virtual Instrument，VI）是日益发展的计算机硬件、软件和总线技术在向其他技术领域密集渗透的过程中，与测试技术、仪器技术密切结合，共同孕育出的一项全新成果，其核心是：以计算机作为仪器统一的硬件平台，充分利用计算机独具的运算、大容量存储、回放、调用、显示以及文件管理等智能化功能，同时把传统仪器的专业化功能和面板控件软件化，使之与计算机结合起来融为一体，从而构成一台外观与传统硬件仪器相同，功能得到显著加强，充分享用计算机智能资源的全新仪器系统。虚拟仪器是当前测控领域的技术热点，它代表了未来仪器技术的发展方向。

NI公司为虚拟仪器设计的软件开发环境就是LabVIEW；它是Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench（实验室虚拟仪器工程平台）的首字母组合，LabVIEW作为业界最优秀的虚拟仪器软件开发平台，具有简单直观、易于理解和开发效率高等特点。LabVIEW应用的成果和开发的产品在各个领域不断得到延伸，从简单的仪器控制、数据采集到尖端的测试和工业自动化，从大学实验室到工厂，从探索研究到技术集成，都可以看到LabVIEW的应用成果。相应地，市场对开发人员的需求也是越来越大，目前包括一些著名高校在内的许多学校建立了基于虚拟仪器的实验室，开设了LabVIEW编程的课程。

本书定位为虚拟仪器课程的入门教材及教学参考书，抽出了其中最基本的内容，深入浅出地介绍虚拟仪器开发的方法，可作为虚拟仪器课程的教材或教学参考书，同时还可作为相关工程技术人员和软件工程师的参考用书。目的在于让初学者能在有限的时间内快速掌握LabVIEW的基本功能，上手开发自己的测控系统。全书共分10章，包括虚拟仪器与LabVIEW概述、前面板设计、构建程序框图、分组的数据、控制程序运行的结构、数据的图形显示、数据记录与回放、数据通信、测控系统设计和测试技术实验。

本书由肖成勇、雷振山、魏丽编著，书中所有程序代码均经过反复测试，选用本书作为教材的教师可以在本书附赠光盘中获取全书的程序源代码和电子教案，有效满足教学需求。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏和不足之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2012年1月

目 录

第 1 章 虚拟仪器与 LabVIEW 概述.....	1
1.1 虚拟仪器简介.....	1
1.1.1 虚拟仪器的概念.....	1
1.1.2 虚拟仪器的结构.....	2
1.1.3 虚拟仪器的特点.....	4
1.2 创建自己的第一个 VI.....	4
1.3 修改已有的 VI.....	8
1.3.1 通过改变 Express VI 的设置修改程序.....	8
1.3.2 使用开发工具修改程序.....	9
1.4 广泛的 LabVIEW 学习途径.....	13
1.4.1 LabVIEW 的即时帮助.....	14
1.4.2 LabVIEW 的帮助系统.....	14
1.4.3 LabVIEW 的范例学习.....	15
1.4.4 快速寻求他人帮助.....	16
练习与思考.....	16
第 2 章 前面板设计.....	17
2.1 控件的类型.....	17
2.2 控件选板.....	17
2.3 控件设置.....	19
2.3.1 快捷菜单.....	20
2.3.2 属性对话框.....	20
2.3.3 布尔型控件的设置.....	22
2.3.4 快捷键的设置与键盘焦点顺序编辑.....	24
2.3.5 其他设置.....	26
2.4 控件的布置.....	27
2.4.1 替换与删除控件.....	28
2.4.2 改变控件大小和控件比例化.....	28
2.4.3 控件排列.....	28
2.4.4 组合与锁定控件.....	29
练习与思考.....	30



第 3 章 构建程序框图	31
3.1 程序框图中的对象	31
3.1.1 节点	31
3.1.2 接线端	33
3.1.3 常量	34
3.1.4 连线	34
3.2 函数选板	36
3.3 基本数据类型	39
3.3.1 数值型	39
3.3.2 其他数据类型	40
3.3.3 数据类型转换	41
3.3.4 数值型数据的单位	41
3.4 程序的层次结构	42
3.4.1 层次结构窗口	42
3.4.2 子 VI	43
3.5 Express VI	45
3.5.1 Express VI 的特点	45
3.5.2 由 Express VI 创建子 VI	46
3.5.3 动态数据类型	46
3.6 多态	47
3.6.1 多态函数	47
3.6.2 多态 VI	47
3.7 程序框图设计原则	48
3.8 修复程序创建中的错误	49
3.8.1 查找错误的方法	49
3.8.2 常见的程序错误及处理	50
3.9 程序调试	50
3.9.1 工具条中的程序调试工具	50
3.9.2 断点	51
3.9.3 探针	52
练习与思考	54
第 4 章 分组的数据	55
4.1 数组	55
4.1.1 数组的概念	55
4.1.2 创建数组的方法	56
4.1.3 数组函数	58

4.2 簇.....	65
4.2.1 簇的概念.....	65
4.2.2 簇的创建.....	66
4.2.3 簇函数.....	68
4.3 波形.....	71
4.3.1 波形的概念.....	71
4.3.2 波形的创建.....	71
4.3.3 波形的属性.....	72
4.4 字符串.....	72
4.4.1 字符串的概念.....	72
4.4.2 字符串控件.....	72
4.4.3 字符串控件的显示.....	75
4.4.4 字符串函数.....	76
练习与思考.....	79
第5章 控制程序运行的结构.....	81
5.1 For 循环.....	81
5.1.1 For 循环的建立.....	81
5.1.2 For 循环的时间控制与数据传递.....	82
5.1.3 For 循环对数组的自动索引.....	82
5.1.4 移位寄存器和反馈节点.....	83
5.2 While 循环.....	86
5.3 定时循环.....	87
5.4 条件结构.....	87
5.4.1 条件结构的建立.....	88
5.4.2 条件结构的设置.....	89
5.4.3 条件结构应用示例.....	90
5.5 顺序结构.....	91
5.5.1 顺序结构的建立.....	91
5.5.2 顺序结构中数据输入、输出与传递.....	92
5.5.3 顺序结构应用示例.....	93
5.5.4 顺序结构的缺陷与人为的数据依从关系.....	94
5.6 事件结构.....	94
5.6.1 事件驱动的概念.....	94
5.6.2 事件结构的建立.....	95
5.6.3 事件结构的设置.....	96
5.6.4 事件结构的应用.....	97



5.7	禁用结构	97
5.8	公式节点和表达式节点	98
5.8.1	公式节点的用途	98
5.8.2	公式节点的建立	99
5.8.3	公式节点的语法	99
5.8.4	表达式节点	100
5.9	控制前面板对象的属性	100
5.9.1	控件属性节点创建与设置	101
5.9.2	控件属性节点应用示例	102
	练习与思考	103
第 6 章	数据的图形显示	105
6.1	图形控选板	105
6.2	波形图表	105
6.2.1	波形图表的主要特点	105
6.2.2	波形图表的外观设置	107
6.2.3	波形图表的其他设置	109
6.2.4	波形图表的导出数据及图像	112
6.2.5	波形图表的数据类型	113
6.3	波形图	114
6.3.1	波形图的游标	114
6.3.2	波形图的其他设置	116
6.3.3	波形图的数据类型	117
6.4	XY 图	118
6.5	强度图	120
6.5.1	强度图表	120
6.5.2	强度图	121
6.6	数字波形图	121
6.6.1	数字波形图的显示与设置	121
6.6.2	数字波形图的数据	122
6.7	混合信号图	123
6.8	三维图形显示	124
6.8.1	三维曲面图形	124
6.8.2	三维参数图形	125
6.8.3	三维线条图形	125
6.9	特殊图线与图片的显示	126
	练习与思考	128

第 7 章 数据记录与回放.....	129
7.1 数据记录与回放概述.....	129
7.1.1 选择数据记录与回放的文件格式.....	129
7.1.2 数据记录与回放的基本操作.....	130
7.1.3 文件输入/输出函数.....	130
7.2 文本文件.....	131
7.3 电子表格文件的输入/输出.....	134
7.4 二进制文件.....	135
7.4.1 保存二进制文件.....	135
7.4.2 读取二进制文件.....	136
7.5 数据记录文件.....	137
7.6 波形文件.....	139
7.7 前面板数据记录.....	140
7.7.1 记录前面板数据.....	140
7.7.2 读取前面板记录数据.....	141
7.8 测量文件.....	142
7.9 配置文件.....	143
7.10 TDM 和 TDMS 文件操作.....	144
7.10.1 TDM 文件.....	145
7.10.2 TDMS 文件.....	147
练习与思考.....	149
第 8 章 数据通信.....	150
8.1 局部变量.....	150
8.1.1 建立局部变量.....	150
8.1.2 局部变量的使用方法.....	151
8.1.3 局部变量应用示例.....	152
8.2 全局变量.....	154
8.2.1 建立全局变量.....	154
8.2.2 全局变量应用示例.....	155
8.2.3 使用局部变量和全局变量应注意的其他一些问题.....	158
8.3 DataSocket 技术概述.....	158
8.3.1 DataSocket 的特点.....	158
8.3.2 DataSocket 传递数据的方式.....	159
8.3.3 DataSocket Server.....	159
8.3.4 统一资源定位符 (URL).....	161
8.4 使用 DataSocket 传输数据.....	161



8.4.1	使用 DataSocket 链接前面板对象.....	161
8.4.2	在程序中使用 DataSocket 传输数据的一般方法	163
8.5	在 Web 上发布程序.....	164
8.5.1	在 Web 上发布 LabVIEW 程序的设置.....	164
8.5.2	在 Web 上发布程序前面板.....	167
8.5.3	在 Web 上发布 HTML 文件.....	167
	练习与思考.....	170
第 9 章	测试系统设计	171
9.1	数据采集基础知识	171
9.1.1	数据采集过程.....	171
9.1.2	数据采集设备.....	172
9.1.3	被测试信号的连接方式.....	174
9.1.4	基于 LabVIEW 的数据采集系统总体结构.....	176
9.1.5	数据采集设备的设置与测试.....	177
9.2	采集模拟信号.....	181
9.2.1	模拟输入基本概念	181
9.2.2	创建数据采集程序.....	183
9.2.3	数据采集 VI	188
9.2.4	测量直流电压信号	190
9.2.5	波形采集.....	190
9.2.6	频率测量.....	192
9.3	输出模拟信号.....	193
9.3.1	模拟输出概述.....	193
9.3.2	输出直流信号.....	194
9.3.3	输出波形信号.....	194
9.4	信号调理.....	196
9.4.1	信号调理概述.....	196
9.4.2	信号调理设备安装与设置	199
9.4.3	应变测量.....	204
9.4.4	温度测量.....	208
9.5	数字信号输入/输出	210
9.5.1	数字信号输入/输出概述.....	211
9.5.2	立即方式数字输入/输出	212
9.5.3	握手方式数字输入/输出	213
9.6	计数器输入/输出.....	214
9.6.1	计数器输入/输出概述.....	214

9.6.2 输出脉冲信号.....	214
9.6.3 测量脉冲宽度.....	216
9.6.4 测量 TTL 信号频率.....	217
9.6.5 事件计数.....	218
练习与思考.....	219
第 10 章 测试技术实验	220
10.1 频率响应函数与数字滤波实验.....	221
10.2 相关分析实验.....	224
10.3 位移测试与测试系统标定实验.....	228
10.4 应变测试实验.....	233
10.5 振动测试实验.....	239
10.6 温度、湿度传感器实验.....	247
10.7 光电传感器实验.....	251
10.8 电涡流传感器实验.....	254
10.9 旋转机械轴承座振动和温度测量实验.....	258

第 1 章 虚拟仪器与 LabVIEW 概述

本章首先介绍虚拟仪器的概念和结构，以便让读者了解为什么要学习 LabVIEW 以及 LabVIEW 在测控技术方面带给我们的便利。然后通过创建一个 VI（图标编辑器），使读者初步了解 LabVIEW 的编程环境，建立对于 LabVIEW 的感性认识。

1.1 虚拟仪器简介

1.1.1 虚拟仪器的概念

虚拟仪器是一种以计算机为载体的自动化测量与控制系统，用来对现实世界的各种物理量进行测量或对物理过程进行控制。一种典型的虚拟仪器结构如图 1-1 所示。

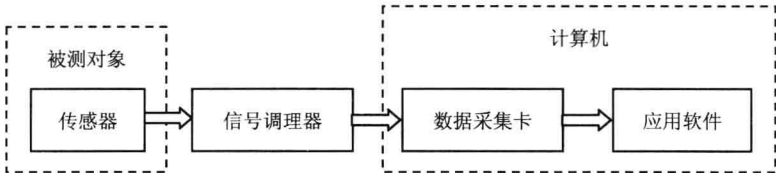


图 1-1 典型的虚拟仪器结构

传感器将温度、压力、位移等被测量的物理量转变为电量；由于这个电信号一般比较微弱，并且常常混有噪声，所以需要使用信号调理器对电信号进行放大、滤波等预处理；然后数据采集卡将模拟电信号转换为计算机能够处理的数字信号；应用程序读取数字信号，进行显示、分析、存储和传输。

由虚拟仪器的结构可以看出，虚拟仪器的硬件可以完成各种测试系统通用的任务，例如，信号的放大、滤波、A/D 转换等；而不同的测试系统特有的任务由软件来完成，也就是说改变测试任务只需要改变软件。因此采用虚拟仪器技术构建测试系统可以实现更丰富的功能，得到更高的性价比。

虚拟仪器应用程序的开发平台有很多种，目前最流行的是美国国家仪器（National Instruments, NI）公司的 LabVIEW。LabVIEW 是 Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench（实验室虚拟仪器工程平台）单词首字母组合。LabVIEW 环境中开发的每个程序称为一个 Virtual Instrument（VI）。

用 LabVIEW 作为虚拟仪器开发平台的最大优势就是程序开发效率高，这主要是由于它提供了几乎所有经典的信号处理函数和大量现代的高级信号分析函数，这些函数用图标的方式提供给用户；使用者采用图标与连线的方式，可以像画电路板一样编写程序，非常形象、直



观，又便于修改和移植。此外，LabVIEW 程序非常容易和各种数据采集硬件集成，还可以和多种主流的工业现场总线通信以及与大多数通用标准的数据库连接。根据经验，使用 LabVIEW 开发虚拟仪器比使用基于文本的语言开发效率可以提高 10~15 倍；同时 LabVIEW 在信号处理等方面的强大功能又远非组态软件可比。

1.1.2 虚拟仪器的结构

在图 1-1 所示的虚拟仪器结构中，数据采集卡安装在计算机内部的 PCI 插槽上。除了这种形式，虚拟仪器还有其他很多种形式，常见的有以下几种。

1. PXI 总线结构

PXI (PCI eXtensions for Instrumentation) 是 PCI 总线的仪器扩展。这种虚拟仪器结构有一个带总线背板的多槽机箱，计算机被做成一个模块插在 0 槽中做控制器，其他槽中可以插各种数据采集模块，如图 1-2 所示。

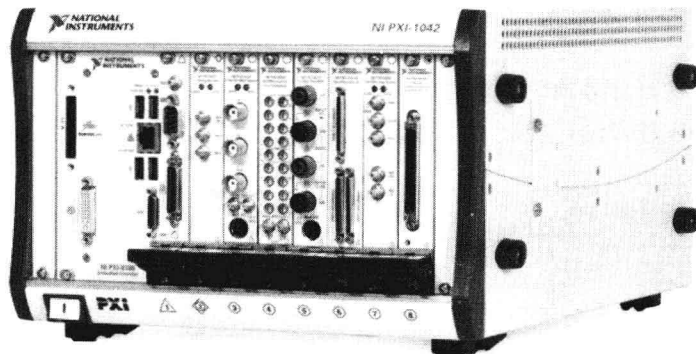


图 1-2 PXI 总线结构

2. USB 总线结构

这种结构的数据采集装置挂在计算机外面，通过 USB 接口向计算机传输数据，比较适合于用笔记本式计算机组成便携式的测试系统。USB 数据采集装置有简单的模块，也有 NI 公司的 CompactDAQ 系统。CompactDAQ 把一组信号调理和数据采集模块装在一个机箱内，机箱与计算机通过 USB 总线进行通信，如图 1-3 所示。

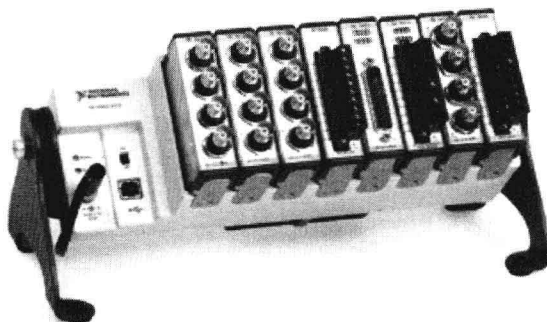


图 1-3 CompactDAQ 结构

3. 分布式系统结构

这种虚拟仪器结构可以在工业现场把数据采集设备安装在被测试对象附近，通过计算机网络、串口或工业现场总线与计算机通信。NI 公司这种产品以 FiledPoint 和 CompactFiledPoint 模块为代表，后者尺寸更小，抗冲击性和抗震性等更好。FiledPoint 模块如图 1-4 所示。

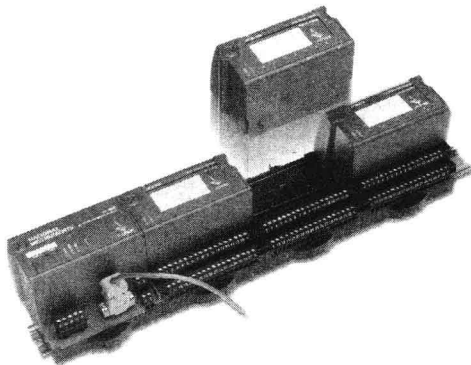


图 1-4 FiledPoint 模块

4. GPIB 或串口设备结构

为了有效利用现有的技术资源和发挥传统仪器的某些优势，还可以采用 GPIB 或串口形式的虚拟仪器结构，如图 1-5 所示。GPIB（HP-IB 或 IEEE 488）——通用接口总线，是计算机与传统仪器的接口，计算机通过内部的 GPIB 通信卡或外部的 GPIB-USB 控制器，再通过 GPIB 电缆，实现计算机对传统仪器的控制和访问。串口也是计算机与传统仪器进行数据传输的一种普遍采用的方式，实现对满足一定协议（如 RS-232）的传统仪器与计算机的连接。这些与计算机连接的仪器功能是专一、固定的，它们的软件固化在仪器内部。它们完成测试任务并不依赖于计算机，只是利用计算机的存储、显示、打印等功能，或对测试过程加以某些控制。



图 1-5 GPIB 结构

5. CRIO 系统结构

NI 公司的 CRIO 即 Compact Reconfigurable Input/Output（紧凑型可重配置输入/输出）是一种小巧、坚固的新型工业化控制和采集系统。CRIO 机箱中包括实时控制器、FPGA（现场可编程门阵列）芯片、信号输入/输出模块和信号调理模块，如图 1-6 所示。CRIO 系统的程



序开发完成以后，就可以脱离 PC 独立运行，其实时性、可靠性可与专门定制设计的硬件电路相媲美。这种仪器结构体现了 NI 公司近年来涉足嵌入式系统领域，力图分享被 PLC（可编程逻辑控制器）长期独占的工业控制市场的努力。

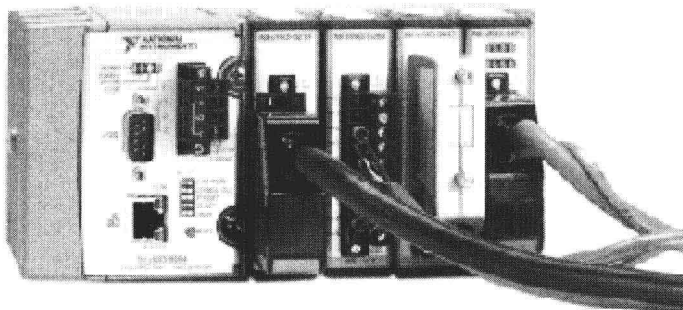


图 1-6 CRIO 结构

1.1.3 虚拟仪器的特点

虚拟仪器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、测量和测控方面的应用。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/硬件平台能满足同步、定时等多种应用需求。

与传统仪器相比，虚拟仪器的最大特点在于灵活性和扩展性。虚拟仪器的功能由软件定义，可以由用户根据应用需要进行调整，用户选择不同的应用软件可以形成不同的虚拟仪器。而传统仪器的功能是由厂商事先定义好的，其功能用户无法变更，如图 1-7 所示。当虚拟仪器用户需要改变仪器功能或需要构造新的仪器时，可以由用户自己改变应用软件来实现，而不必重新购买新的仪器。

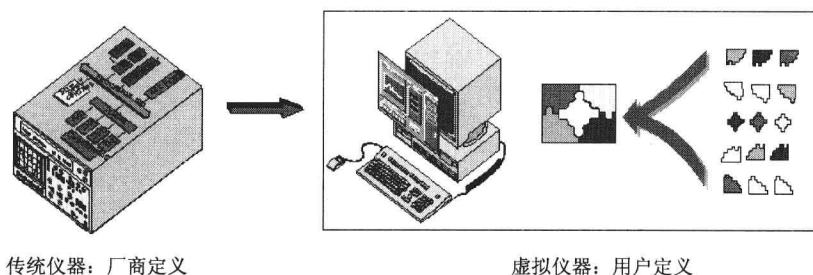


图 1-7 传统仪器和虚拟仪器的区别

1.2 创建自己的第一个 VI

本节将引导读者创建自己的第一个 LabVIEW 程序，即一个 VI。这个 VI 将产生一个信号并显示在虚拟仪器面板上。

1. 启动 LabVIEW

启动 LabVIEW 后出现图 1-8 所示的“启动”窗口。

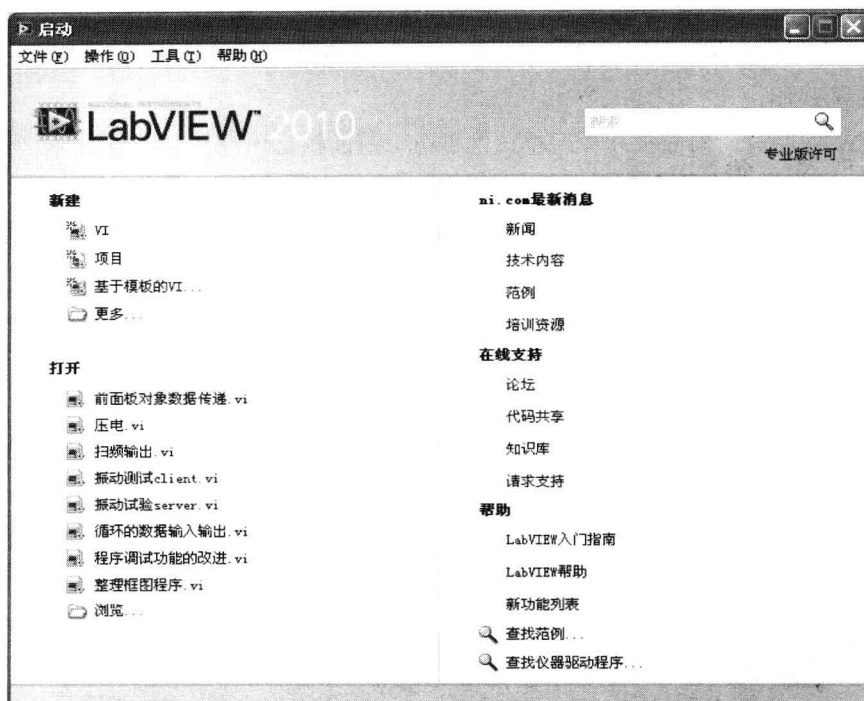


图 1-8 “启动”窗口

2. 新建 VI

在“启动”窗口中单击“新建”选项，打开图 1-9 所示的“新建”窗口。

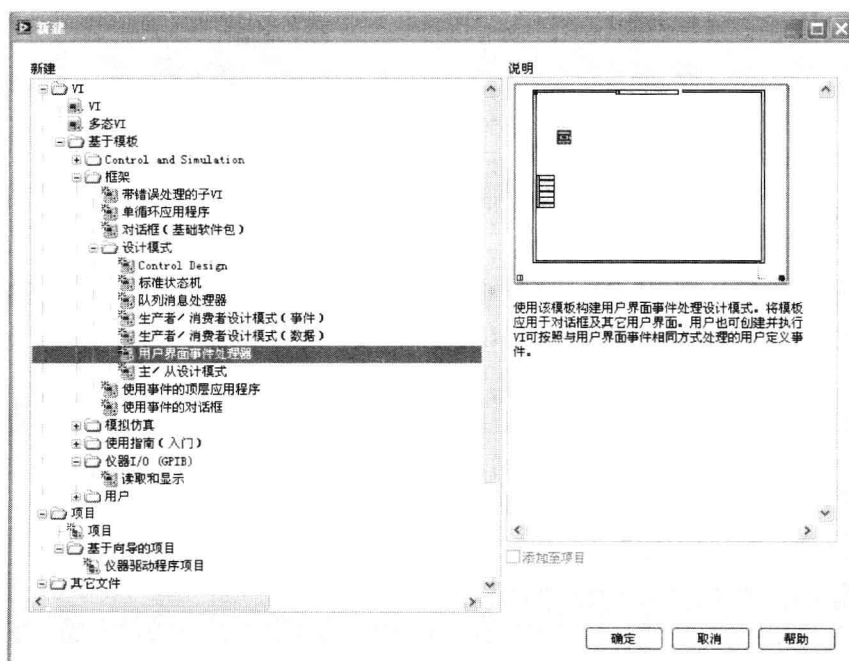


图 1-9 “新建”窗口



LabVIEW 2010 基础教程

为了方便用户, LabVIEW 提供了一些常用 VI 的模板, 这些模板在“新建”窗口中列出。在“新建”窗口左侧选择某一个模板, 右侧的说明栏便出现该 VI 模板的程序框图预览和关于这个 VI 模板的说明。

LabVIEW 程序分为前面板和程序框图两部分。前面板是用户接口, 用于向程序中输入各种控制参数, 并以数字或图形等各种形式输出测试结果。我们可以把它想象为传统仪器的面板, 面板上会有表头、按钮、拨盘等各种元件。程序框图是程序的源代码, 可以把它想象为传统仪器机箱中用来实现仪器功能的零部件和接线。

现在在“新建”窗口中选择“基于模板”→“使用指南(入门)”→“生成和显示”选项, 然后单击“确定”按钮, 即打开图 1-10 所示的程序前面板。

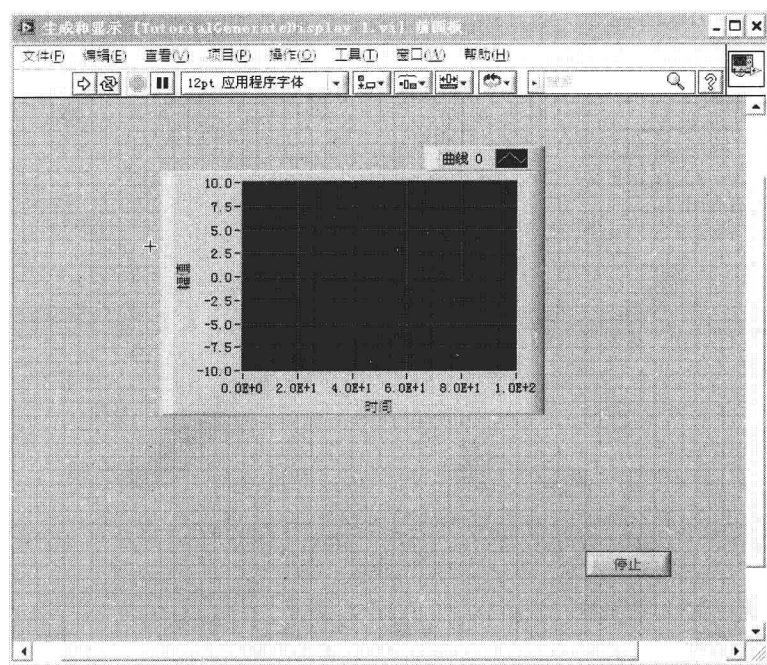


图 1-10 生成和显示.VI 的前面板

3. 生成和显示.VI 前面板

程序前面板最上方是标题栏, 显示该模板 VI 的名称。方括号中的内容表示如果保存这个 VI, 默认的名称是 TutorialGenerateDisplay.vi。

标题栏下方是菜单栏, 包含编写程序所需要的各种菜单命令。菜单栏下方是工具条, 当鼠标指针移动到工具条某一个按钮上时会弹出这个工具的标签。工具条上的运行按钮用来让程序执行一次, 单击这个按钮使程序运行, 可以看到前面板的图形显示控件上出现一条正弦曲线; 而运行按钮此刻变为形状, 同时中止执行按钮由暗变亮.

单击中止执行按钮可以在程序运行的任何时刻使程序立即停止, 但这是一种非正常的停止方式, 对于比较复杂的程序, 这种停止方式可能会带来一些意想不到的结果; 因此, 应该使用程序中的控制元件来让程序停止。现在单击一下前面板上的“停止”按钮让程序停止下来。

4. “生成和显示.VI”的程序框图

现在观察一下“生成和显示.VI”的程序框图。LabVIEW 程序使用图形语言, 它的程序