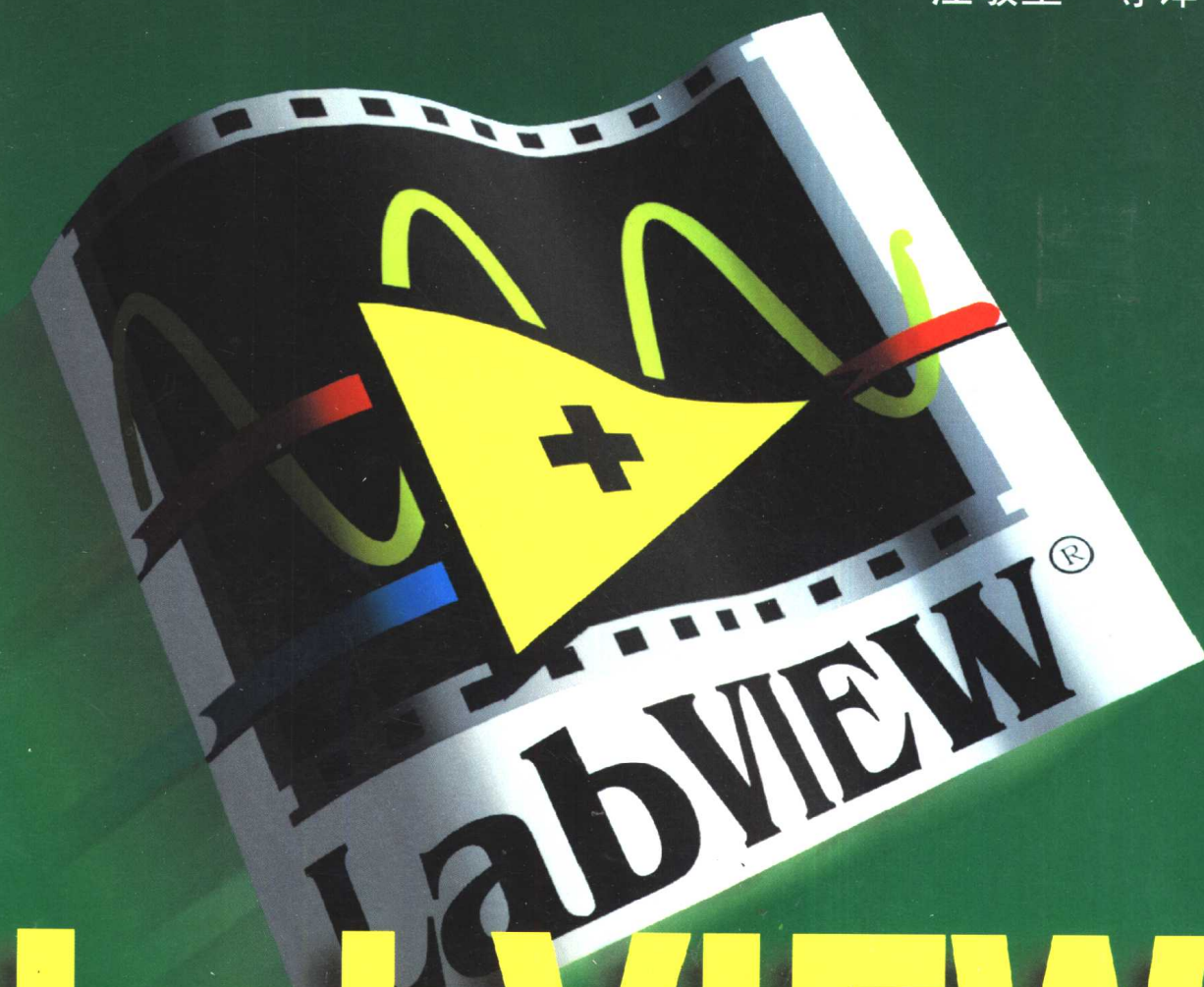


汪敏生 等译著



LabVIEW

基础教程



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

LabVIEW 基础教程

汪敏生 等译著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书为虚拟仪器设计平台——LabVIEW 的基础教程。

本书共 11 章,第 1 章至第 8 章讨论了 LabVIEW 的基础操作原理,第 9 章介绍数据采集,第 10 章介绍仪器控制,第 11 章介绍应用实例。本书编排新颖,通俗易懂,而且十分适合教学。

本书可供高等院校本科生使用,也可供从事测试技术的工程技术人员自学和参考。

本书英文版(National Instruments LabVIEW Basic I)版权为 National Instruments 所有。本书的中文版已由 National Instruments 授权给汪敏生先生。未经作者同意,不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

图书在版编目(CIP)数据

LabVIEW 基础教程/美国 NI 公司著;汪敏生等译著. —北京:电子工业出版社,2002.1

书名原文: National Instruments LabVIEW Basic I

ISBN 7-5053-7099-5

I .L… II .①美…②汪… III . 虚拟技术—应用—测量仪器—软件工具, LabVIEW
IV .TH761

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 082888 号

书 名: LabVIEW 基础教程

译 著 者: 汪敏生 等

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: 北京牛山世兴印刷厂

装 订 者: 三河市路通装订厂

出版发行: 电子工业出版社 <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: 17.25 字数: 326 千字

版 次: 2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-7099-5
TP·4072

印 数: 5 000 册 定价: 32.00 元

著作权合同登记号: 图字: 01-2001-4588

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



Shanghai NI Instruments Co., Ltd.
Room 1106-1107, Shanghai Trade Center
800 Quyang Road, Shanghai 200437
China
Tel: (86-21)65557838 Fax: (86-21)65556244

授 权 书

National Instruments 授权上海第二工业大学汪敏生将“**National Instruments LabVIEW Basic I**”英文版翻译成中文并发行。此书只限在中国地区以中文发行。书上需注明“英文版版权由 National Instruments 所有”。

National Instruments 享有此书英文版的版权,也可授权第三方翻译及发行。

National Instruments 不负带其他任何责任。

此授权书不可转让第三方。

总经理: 陈太魔
NATIONAL INSTRUMENTS 上海分公司

前 言

虚拟技术、计算机通信技术与网络技术是信息技术最重要的组成部分。它们被称为 21 世纪科学技术中的三大核心技术。虚拟技术包括虚拟加工、虚拟测试、虚拟控制及各种虚拟环境模拟。

虚拟仪器是虚拟技术的一个重要组成部分。它是由计算机技术、测量技术和微电子技术高速发展而孕育出的一项革命性技术。这一创新使得用户能够根据自己的需要定义仪器功能,而不像传统仪器那样受到仪器厂商的限制。虚拟仪器的出现彻底改变了传统的仪器方法,开辟了测控技术的新纪元。

20 世纪 80 年代中期,美国国家仪器公司(National Instrument,简称 NI)首先提出了“软件就是仪器”(The Software is the Instrument)这一虚拟仪器概念。这个概念为用户定义、构造自己的仪器系统提供了完美的解决途径。NI 公司的虚拟仪器平台——LabVIEW 简化了虚拟仪器系统的开发过程,缩短了系统的开发和调试周期。即使是个编程新手,也能用全图形化方式编程的 LabVIEW 很快地“画”出程序来。可以这样说,LabVIEW 是真正面向科学家和工程师的编程语言。今天,NI 公司已成为国际上 IEEE 488(GPIB)产品、VXI 控制产品、DAQ(数据采集)产品、IMAQ(图像采集)产品以及相关软件产品方面的领先供货厂商。NI 公司的产品以其开放性、标准化和良好的可用性在全世界范围内得到了普遍的应用。

本书以 NI 公司的培训教材“National Instruments LabVIEW Basic I”为蓝本,加上笔者长期的应用经验。这本教材的特点是一开始就避免了冗长烦琐的理论陈述,循序渐进,通过大量有序的实例操作,让读者在轻轻松松操作中掌握本书的内容。当你顺着各章节的指引,定会体会到这本教材深入浅出、独具匠心的安排,从而感受到学习的喜悦。这种安排很适合读者自学。学习是为了使用,并且要容易学,学了就能马上使用,这就是笔者的初衷。

第 1 章~第 8 章描述 LabVIEW 的基本操作,第 9 章描述数据采集,第 10 章叙述仪器控制,第 11 章用实例讲述了如何构筑一个系统的思路。最后 3 章结合了基本的专业知识,如果读者已具备这些方面的基础知识,学习时会更得心应手。

上海第二工业大学汪敏生副教授翻译了第 1 章~第 3 章、第 4 章(部分)、第 9 章(部分)、第 10 章(部分)、附录以及第 11 章的编写,并负责全书的统改工作。

上海理工大学吴希先生翻译了第 5 章、第 6 章、第 9 章(大部分)及第 10 章(部分)工作,刘朝晖先生完成第 7 章和第 8 章的工作,黄红燕女士完成第 4 章(部分)、第 10 章(部分)工作。郁海华女士担任本书的部分文字编辑和插图编辑工作。田音小姐做了大量文字输入编辑工作。本书的顺利出版得益于 NI 上海分公司总经理陈大庞博士、项晓峰工程师、陈瑾工程师的大力支持,得益于有关领导与同事的帮助,在此向帮助和支持过本书出版的所有人士表示深深的谢意。

由于时间仓促,加之作者水平有限,如有不当之处,敬请读者指正。

作 者

2001 年 9 月

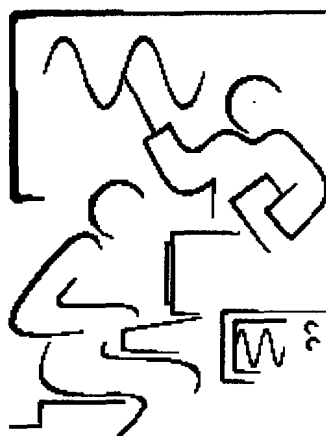
目 录

第 1 章 LabVIEW 概述	1
1.1 虚拟仪器 (VI) 概念	1
1.2 LabVIEW 环境	4
1.2.1 LabVIEW 程序和相关程序	4
1.2.2 LabVIEW 启动屏幕	4
1.2.3 面板和框图窗口	5
1.2.4 前面板窗口工具栏	5
1.2.5 框图程序窗口工具栏	7
1.2.6 弹出菜单	7
1.2.7 模板	8
1.3 LabVIEW 帮助选项	13
1.3.1 帮助窗口	13
1.3.2 在线帮助	14
1.4 小结、提示和技巧	16
第 2 章 创建、编辑和调试 VI	17
2.1 创建程序	17
2.1.1 前面板	17
2.1.2 数字控件和指示器	18
2.1.3 布尔量控件和指示器	18
2.1.4 数据流编程	22
2.2 编辑技术	24
2.3 调试技术	29
2.4 小结、提示和技巧	32
习题	33
第 3 章 创建子 VI	34
3.1 基本概念	34
3.2 创建图标和连接器	35
3.2.1 图标	36
3.2.2 连接器	37
3.2.3 控件和指示器的连线端口分配	39
3.3 使用子 VI	41

3.3.1 打开、操作和修改子 VI	41
3.3.2 子 VI 节点的在线帮助	42
3.4 把所选择部分直接创建为子 VI	51
3.5 小结、提示和技巧	55
第 4 章 循环和图表	56
4.1 While Loop 循环	56
4.2 波形图指示器	58
4.2.1 单曲线显示	59
4.2.2 多重曲线显示	59
4.2.3 布尔开关的机械操作	63
4.2.4 增加延时器	64
4.3 移位寄存器	69
4.4 For Loop 循环	77
4.5 小结、提示和技巧	80
习题	80
第 5 章 数组和图形	82
5.1 数组的基本概念	82
5.1.1 创建控制器数组和指示器数组	83
5.1.2 二维数组	84
5.1.3 创建常数数组	84
5.2 用循环建立数组	85
5.2.1 一维数组	85
5.2.2 创建二维数组	86
5.2.3 使用自动索引设置 For 循环的循环次数	86
5.3 数组功能	87
5.4 函数的多形态操作	91
5.5 曲线图	95
5.5.1 单一曲线图	96
5.5.2 多重曲线图	97
5.5.3 XY 曲线图	98
5.6 小结、提示和技巧	111
习题	112
第 6 章 Case 和 Sequence 结构	113
6.1 Case 结构	113
6.2 Sequence 结构	120
6.3 Formula Node 结构	124

6.4 小结、提示和技巧	128
习题	128
第7章 字符串和文件 I/O	130
7.1 字符串	130
7.2 字符串功能	132
7.3 文件 I/O	140
7.3.1 简单文件 VIs	140
7.3.2 中级文件 VIs	140
7.3.3 高级文件 I/O 功能	141
7.3.4 向一个新的或已存在的文件存数据	143
7.3.5 从文件中读数据	144
7.3.6 Spreadsheets (电子表格) 字符串和文件 I/O	145
7.3.7 表	145
7.4 小结、提示和技巧	159
习题	160
第8章 VI 选项	161
8.1 VI 的建立	161
8.1.1 执行选项	161
8.1.2 窗口选项	163
8.1.3 文档选项	164
8.2 SubVI 节点设置	165
8.3 小结、提示和技巧	173
第9章 数据采集	174
9.1 概述	174
9.1.1 模拟输入	175
9.1.2 数据采集装置的参数设置	178
9.2 数据采集 VI 的组织结构	184
9.3 模拟输入	185
9.3.1 波形 (Waveform) 输入	186
9.3.2 把波形以文件形式存储在磁盘上	189
9.4 模拟输出	191
9.5 扫描多路模拟输入通道进行数据采集	195
9.6 数字输入和输出	199
9.7 小结、提示和技巧	200
习题	201
第10章 仪器控制	202

10.1 仪器控制	202
10.1.1 串行通信	202
10.1.2 IEEE 488 (GPIB) 概述	205
10.1.3 软件结构	207
10.1.4 GPIB VIs	208
10.1.5 出错报告	211
10.1.6 VISA	216
10.2 用 LabVIEW 编写仪器驱动程序	219
10.2.1 仪器驱动程序模板	220
10.2.2 仪器驱动程序所用的字符串函数	223
10.3 小结、提示和技巧	239
习题	240
第 11 章 应用实例	241
11.1 概述	241
11.2 实例一：低通滤波器测试	242
11.2.1 问题的提出	242
11.2.2 系统结构	243
11.2.3 系统的误差综合	244
11.3 实例二：标准电阻器测试	252
11.3.1 问题的提出	252
11.3.2 测试系统结构	253
11.3.3 软件实现	254
11.3.4 误差综合	256
附录 A 下拉菜单一览	259



第 1 章

LabVIEW 概述

这一章介绍 LabVIEW 的基本概念，主要有如下一些内容。

- 1.1 虚拟仪器 (VI) 概念
- 1.2 LabVIEW 环境
- 1.3 LabVIEW 帮助选项
- 1.4 小结、提示和技巧

1.1 虚拟仪器 (VI) 概念

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) 程序称为虚拟仪器程序，简称 VI。VI 包括三个部分：前面板、框图程序和图标 / 连接器。

程序前面板用于设置输入量和观察输出量。它模拟真实仪器的前面板。其中，输入量被称为 Controls (控件)，用户可以通过控件向 VI 中设置输入参数等；输出量被称为 Indicators (指示器)，VI 通过指示器向用户提示状态或输出数据等。用户还可以使用多种图标，如旋钮、开关、按钮、图表及图形等，使前面板易看易懂。如图 1-1 所示是一个温度计虚拟程序 (Thermometer VI) 的前面板。

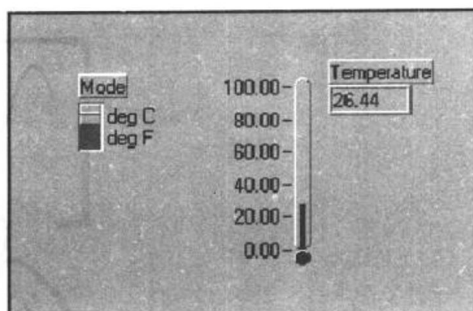


图 1-1 温度计的前面板

每一个程序前面板都有相应的框图程序与之对应。框图程序用图形编程语言编写，可以把它理解成传统程序的源代码。框图中的部件可以看成程序节点，如循环控制、事件控制和算术功能等。这些部件都用连线连接，以定义框图内的数据流动方向。上述温度计程序的框图程序如图 1-2 所示。

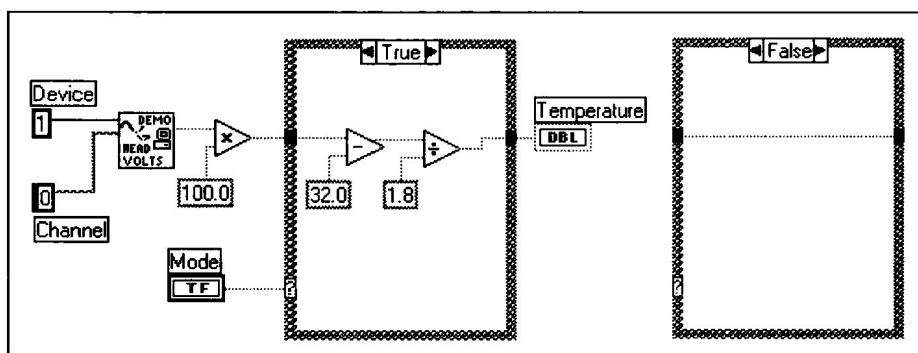


图 1-2 温度计的框图程序

图标 / 接口部件可以让用户把 VI 程序变成一个对象 (VI 子程序)，然后在其他程序中像子程序一样地调用它。图标表示在其他程序中被调用的子程序，而接线端口则表示图标的输入 / 输出口，就像子程序的参数端口对应着 VI 程序前面板控件和指示器的数值。如图 1-3 所示为温度计程序的图标和接线端口。一般情况下接线端口只隐含不显示，除非用户选择打开它。

LabVIEW 的强大功能归因于它的层次化结构。用户可以把创建的 VI 程序当做子程序调用，以创建更复杂的程序，而这种调用阶数是没限制的。

举一个例子，把前面板创建的温度计程序作为一个子程序用在当前新建的程序里，当前程序的前面板如图 1-4 的上部所示。先前的温度计子程序用于采集数据。当前程序的框图程序如图 1-4 的下部所示，它把温度计子程序应用在一个控制循环里；每次循环过程采集一次测量结果，当循环执行了设定的次

数后，程序把采集的数据送到前面板的图表上显示。

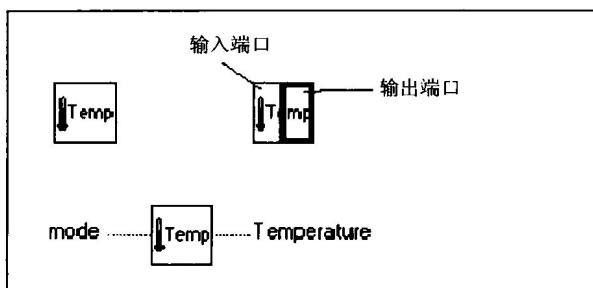


图 1-3 温度计的图标和接线端口

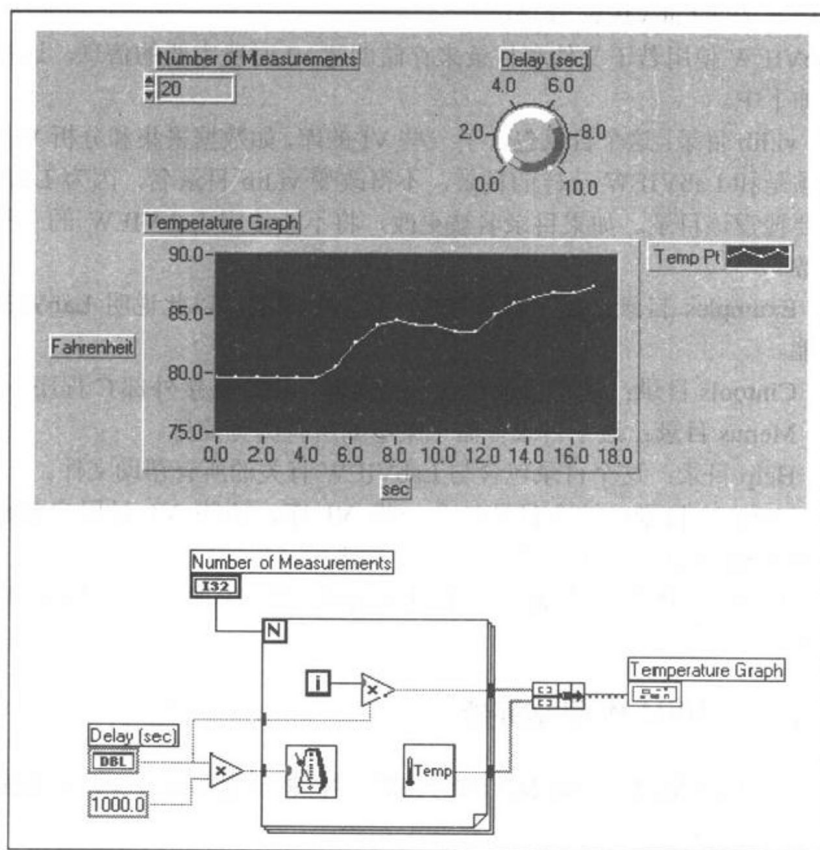


图 1-4 温度计程序作为一个子程序

LabVIEW 创建和调用子程序的方法使创建的程序结构模块化，易于调试、理解和维护。

1.2 LabVIEW 环境

1.2.1 LabVIEW 程序和相关程序

LabVIEW 系统由 LabVIEW 应用和若干相关文件组成。

在 Windows 环境下，LabVIEW 程序图标用于启动 LabVIEW 程序的操作；LabVIEW Uninstall 图标用于启动卸载应用程序或从计算机上移去 LabVIEW 以及相关文件。另外，LabVIEW Installer 会自动地把 NI-DAQ（数据采集）配置应用程序安装到 LabVIEW 程序组。

LabVIEW 使用若干文件和目录来存储创建 VI 时所需要的信息，这些文件和目录如下中。

- vi.lib 目录：这个目录包含了一些 VI 的库，如数据采集和分析 VI。vi.lib 目录必须是和 LabVIEW 一样的目录，不得改变 vi.lib 目录名，因为 LabVIEW 启动时要搜索该目录。如果目录名被更改，将不能使用 LabVIEW 的一些控制和库函数。
- Examples 目录：这个目录包含一些 VI 范例，以此说明 LabVIEW 程序的功能。
- Cintools 目录：这个目录包含一些文件，用于连接外部 C 程序。
- Menus 目录：这个目录存储了菜单的所有浏览信息。
- Help 目录：这个目录包含与 LabVIEW 有关的所有帮助文件。
- User.lib 目录：这个目录包含一些 VI 库，这些 VI 是用户想添加到 LabVIEW Functions 模板中去的。
- BASCLASS.LLB 目录：这个目录包含一个 VI 库，将在 LabVIEW 课程中使用。

1.2.2 LabVIEW 启动屏幕

当双击 LabVIEW 图标启动 LabVIEW 时，将出现如图 1-5 所示的启动屏幕。

屏幕上按钮的含义如下。

- New VI：创建一个新 VI。
- Open VI：打开一个已经存在的 VI。
- DAQ Solution Wizard：启动一个交互式应用，在这个应用中，允许用户创建一个客户数据采集应用方案。

- **Search Examples:** 打开一个应用，列出 LabVIEW 范例，并可以打开所选择的 VI 例子。

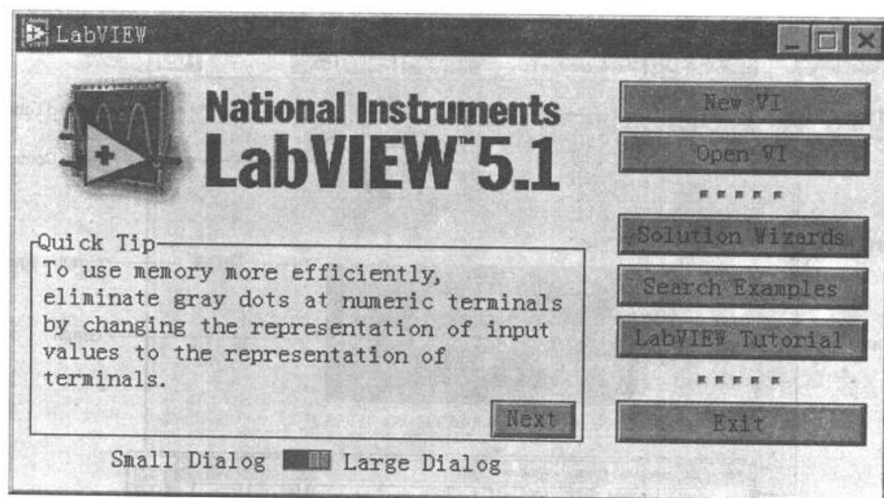


图 1-5 LabVIEW 5.1 的启动屏幕

- **LabVIEW Tutorial:** 启动交互式在线指示课程，这个指导课程需要大约 15 分钟时间。如果计算机上有声卡，它会自动检测，并用声音描述该课程。

- **Exit:** 退出 LabVIEW 应用。

这个屏幕上还包含一个快速提示，选择 **Next** 按钮将看到更多的提示。位于屏幕左下方的开关用于显示一个大的启动屏幕或一个缩略启动屏幕。缩略屏幕上只有 **exit LabVIEW**（退出 LabVIEW），**open an existing VI**（打开一个现有的 VI）及 **create a new VI**（创建一个新 VI）。

1.2.3 面板和框图窗口

当在启动屏幕上选择 **New VI** 时，屏幕上出现一个无标题的面板窗口。面板窗口显示 VI 的前面板，框图程序窗口用来创建 VI 的框图程序。

前面板和框图程序由一些图形化对象集组成，这些对象是 LabVIEW 编程元素。框图程序含有与前面板控件和指示器对应的连线端子、常数、函数、子 VI、结构和把数据从一个对象传送到另一个对象的连线。图 1-6 所示为前面板和与之对应的框图程序。

1.2.4 前面板窗口工具栏

前面板和框图程序窗口都含有一个易于人控制的 VI 命令和状态的工具

栏。其中一个工具栏是可以有效使用的，取决于现在工作在前面板还是框图程序窗口。图 1-7 所示的工具栏出现在前面板窗口的顶部。

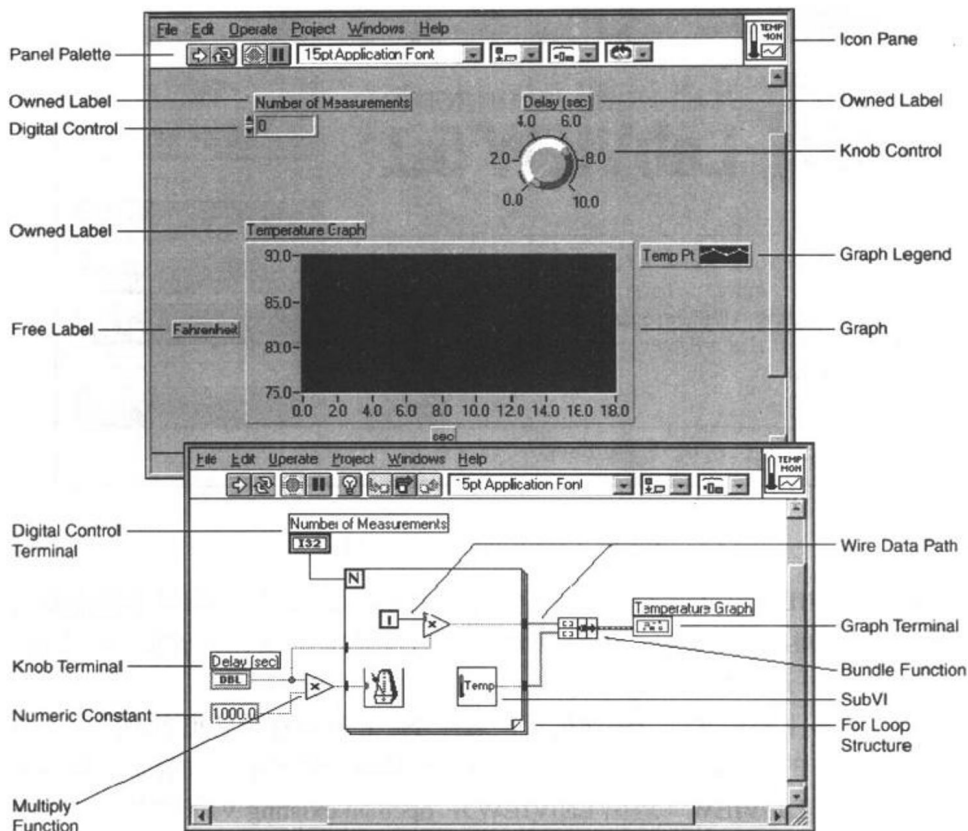


图 1-6 一个 VI 的前面板和与之对应的框图程序

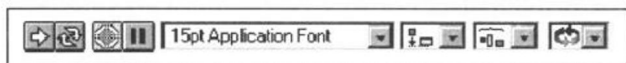


图 1-7 前面板窗口顶部的工具栏

下面对前面板窗口顶部的工具栏中的各按钮进行说明。

- : 运行按钮。单击此按钮将运行 VI。当 VI 被执行时，此按钮变为如后所示的形状: (如果是顶层 VI) 或 (如果是在顶层下调用的 VI)。当 VI 正在执行，停止按钮 将出现，单击此按钮，程序立即中止。
- : 断裂运行按钮。这个按钮替代运行按钮时，表明 VI 由于存在错误而不能编译。如果想知道原因，可单击此按钮，弹出一个列出所有错误的窗口。
- : 连续执行按钮。单击此按钮，VI 将重复不断地被执行。当处于

连续执行模式时，标记变成，单击此按钮，立即不连续运行。

- ：暂停/继续按钮。单击此按钮暂停 VI 执行。再一次单击此按钮，VI 将继续执行。

- ：字体环。这个环设有字体选项，包括字体类型、尺寸、风格和颜色。

- ：排列调整环。先用位置工具选择被调整的对象（可以有两个以上对象），然后设置推荐的调整选项，包含垂直、顶沿和左边等选项。

- ：描述环。先用位置工具选择被调整的对象（可以有两个以上对象），然后设置推荐的描述选项，包含间隙、压缩等选项。

1.2.5 框图程序窗口工具栏

框图程序窗口工具栏与前面板窗口工具栏的大部分按钮相同，只是另外多了 4 个调试特性。如图 1-8 所示。下面对它们分别加以说明。

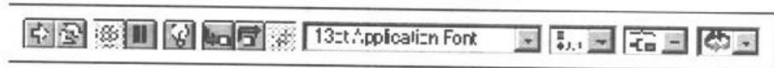


图 1-8 框图程序窗口工具栏

- ：高亮度执行按钮。单击此按钮，开始高亮度执行程序，此时的按钮变为标记，因而可以观察框图程序的数据流动。

- ：单步通过按钮。单击此按钮，进入单步模式，此时程序单步通过一个节点并停在下一节点上，同时它不停地闪烁，表示当前节点准备执行。再次单击此按钮，则再次单步通过一个节点、循环或子 VI 等等。

- ：单步进入节点按钮。再次单击此按钮，程序单步进入循环、子 VI 等节点。通过单步进入节点，可以准备单步执行节点内的程序。

- ：单步退出节点按钮。再次单击此按钮，程序单步退出循环、子 VI 等节点。通过单步退出节点，可完成单步通过节点功能，并进到下一节点。

- ：警告指示器。当 VI 程序存在潜在问题时，就会出现这个警告指示，但这并不因此而引起 VI 不能执行。选择 Edit>>Preferences，使警告指示器能执行。详细情况请参阅 LabVIEW Online Reference（位于 Help 菜单）。

1.2.6 弹出菜单

LabVIEW 菜单中使用率最高的是弹出菜单，几乎所有用于创建 VI 的对象都有一个弹出菜单供选择和修改。如要访问弹出菜单，只需将光标放在所期望的面板或对象上，然后单击鼠标右键即可。

窗口中的下拉菜单请参阅附录。