

XUNYI QI SHEJI SHIXUN RUMEN

虚拟仪器设计 实训入门

赵国忠 陶宁 冯立春 编著

本书看点:

- 配套适量的练习题,力求边学边上手;
- LabVIEW编程方法和程序设计 with 调试技巧;
- 注重实践性环节,目的培养读者的动手能力和创新能力。



国防工业出版社

National Defense Industry Press

TP311.56LV
380
12

内容简介

虚拟仪器设计实训入门

赵国忠 陶宁 冯立春 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书是一本配合虚拟仪器课程中 LabVIEW 基本程序设计的上机实践指导书。目的在于通过上机实践,使学生掌握基本的 LabVIEW 程序设计方法和编程技能,尽快进入虚拟仪器程序设计实践阶段,加快学习进度,提高学习效率。

本书内容包括:虚拟仪器和 LabVIEW 程序设计的基本概念及其结构,创建虚拟仪器程序及其子程序的步骤和方法,虚拟仪器程序中重要的循环结构、分支结构、公式节点、数组与簇、图形控件与图形显示方法、字符串的应用和文件输入/输出方法。学生在学习相关 LabVIEW 程序设计方法的同时,通过大量实践训练和作业,能够达到快速掌握虚拟仪器程序设计的目的。

本书既可作为虚拟仪器课程的教学用书,也可用作相关专业高年级本科生和研究生学习 LabVIEW 程序设计的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

虚拟仪器设计实训入门 / 赵国忠, 陶宁, 冯立春编著.

北京: 国防工业出版社, 2008. 8

ISBN 978 - 7 - 118 - 05865 - 9

I. 虚... II. ①赵... ②陶... ③冯... III. 软件工具, LabVIEW - 程序设计 IV. TP311. 56

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 106165 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

北京诚信伟业印刷有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 10 1/4 字数 197 千字
2008 年 8 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 23.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

随着虚拟仪器技术的迅速发展,虚拟仪器设计越来越受到工业界、教育界和政府的广泛关注。虚拟仪器技术的学习,成了近年来高校和研究所广大学生、教师 and 科技工作者非常重视的一门学习课程。

为了帮助读者学习虚拟仪器设计的主要方法、技巧和有关 LabVIEW 的基本知识,我们编写了《虚拟仪器设计实训入门》一书,以供读者学习、参考之用。

虚拟仪器是基于计算机的、软、硬件结合的、用户可以定义其功能的集测试测量、自动化控制、数字信号分析、数据存储与显示为一体的现代化仪器。

虚拟仪器课程的教学内容包括:虚拟仪器概念介绍,虚拟仪器系统组成,软件程序设计,软、硬件接口技术,模块化仪器概念、功能、用途,数据采集知识和数据采集卡的使用,远程控制和网络应用几个部分,其中软件设计在本课程中重点讲授 LabVIEW 编程。值得一提的是,由于虚拟仪器技术发展到今天,各种通用的硬件已经发展得相对比较成熟了,用户可以定义其功能的虚拟仪器开发重点在于软件开发。正如虚拟仪器的发明者和倡导者美国国家仪器公司所提出的“软件就是仪器”,在当今社会已经名副其实了。我们采用目前世界测控行业的主流软件平台,即美国国家仪器公司的主打产品 LabVIEW,进行软件设计方面的教学,就是出于这样的考虑。

虚拟仪器课程的教学内容主要由 6 个部分组成:LabVIEW 编程方法和程序设计与调试技巧;数据采集与模块化仪器应用;数值信号分析;虚拟仪器系统设计;虚拟仪器的网络通信功能;虚拟仪器实验。其中前 3 个部分是该课程的基础和核心内容,后 3 个部分属于技术应用和教学实践环节。

虚拟仪器课程的教学不同于传统学科的教学内容,特别注重实践性教学环节,尤其是学生的动手能力和创新能力的培养。本书旨在指导学生进行虚拟仪器软件设计的上机实践活动,学习 LabVIEW 编程方法和程序设计与调试技巧。

参加本书的编写人员除了赵国忠、陶宁和冯立春 3 位教师外,还有参与本实验室工作的几位研究生石小溪、杨昆、黄振、于斌、李森和孟炜。在资料收集、文献翻译和程序测试中,他们做了很多工作,在此表示感谢。

由于时间仓促,加之水平有限,错误和不足之处在所难免,恳请读者不吝指教,我们力求不断改进。

编 著 者

2007 年 9 月于首都师范大学

前 言

第1章 LabVIEW 简介	1
1.1 LabVIEW 程序	1
1.2 LabVIEW 的操作环境	2
1.3 前面板	13
1.4 程序框图	15
练习 1-1 获得一个信号	21
1.5 数据流编程	31
练习 1-2 快速过滤器	32
1.6 LabVIEW 的文件资源	33
练习 1-3 减少取样点的 VI 程序	35
1.7 程序调试技术	41
练习 1-4 调试练习	43
1.8 总结、提示与技巧	45
第2章 程序设计	49
2.1 标准程序设计	49
2.2 图标和连接器	51
练习 2-1 摄氏与华氏温度转换	54
2.3 使用子 VI	57
练习 2-2 温度计 VI	58
2.4 在 VI 中创建子 VI	62
2.5 总结、提示与技巧	62
第3章 循环结构	64
3.1 While 循环	64
练习 3-1 自动匹配	66
3.2 For 循环	68
练习 3-2 定时温度计	70
3.3 使用以前的循环数据	72

练习 3-3 使用以前的数据	73
3.4 总结、提示与技巧	76
第 4 章 分支结构和公式节点	77
4.1 使用 Select Fuction 建立选择	77
4.2 Case 结构	78
练习 4-1 计算平方根	82
练习 4-2 温度控制	84
4.3 公式节点	86
练习 4-3 公式节点	87
4.5 总结、提示与技巧	89
4.6 选作练习	89
第 5 章 数组与簇	90
5.1 数组	90
练习 5-1 数组练习	92
练习 5-2 数组子集	94
5.2 簇	94
练习 5-3 打包和解包簇	100
练习 5-4 簇的缩放	103
5.3 总结、提示与技巧	104
第 6 章 图形控件与显示	105
6.1 实时趋势波形图 Chart	105
练习 6-1 温度监视器	107
练习 6-2 温度平均值	111
6.2 事后记录波形图 Graph 和 XY Graph	114
练习 6-3 事后记录波形数组图	116
练习 6-4 温度计数据分析	121
练习 6-5 画圆图形程序	123
6.3 密度图	125
练习 6-6 密度图使用示例	126
6.4 总结、提示与技巧	127
6.5 选作练习	127
第 7 章 字符串和文件 I/O	129
7.1 字符串	129

7.2 字符串函数	131
练习 7-1 使用字符串函数	134
7.3 文件 I/O 和文件 I/O 函数	136
7.4 High-Level 文件 I/O	138
练习 7-2 电子表格实例	139
7.5 Low-Level 文件 I/O 和函数	142
练习 7-3 写数据文件	143
练习 7-4 读数据文件	145
7.6 电子文档字符串格式化	147
练习 7-5 温度测量与分析显示	149
练习 7-6 温度测量应用程序	152
7.7 总结、提示与技巧	154
7.8 选作练习	154
参考文献	156

第1章 LabVIEW 简介

本章主要介绍关于 LabVIEW 的基础知识,可以使用《LabVIEW 入门手册》(“Getting Started with LabVIEW”)来快速了解 LabVIEW。通过使用《LabVIEW 入门手册》,可以快速地熟悉 LabVIEW 的图形操作界面以及 LabVIEW 的基本特点,以建立获取数据和仪器控制的应用程序。

如果想查看 PDF 格式的手册,可以在 LabVIEW 程序中选择 Help » Search the LabVIEW Bookshelf。在 LabVIEW Bookshelf 选项中,单击 Getting Started with LabVIEW。在本章将学到以下知识:

- (1) LabVIEW 和虚拟仪器;
- (2) LabVIEW 的操作环境,包括软件窗口、菜单和工具;
- (3) LabVIEW 的前面板;
- (4) LabVIEW 的程序框图;
- (5) 数据流设计;
- (6) LabVIEW 的文档资源;
- (7) 调试技术。

1.1 LabVIEW 程序

LabVIEW 程序之所以叫做虚拟仪器或 VIs,是因为虚拟仪器看起来就像实际的仪器,如示波器和数字万用表。LabVIEW 程序中有一个涵盖全面的工具集,可以获取、分析、显示并且存储数据,这是一个几乎可以解决任何问题的工具集。

LabVIEW 的虚拟仪器由 3 个部分组成,即前面板、程序框图以及图标和连接器。本章主要讲述前面板和程序框图;在第 2 章中,将具体介绍图标及其连接器。

在 LabVIEW 中所建立的用户界面或前面板中包括控件和显示器。控件是诸如调节旋钮、按钮、拨盘以及其它各种输入设备。显示器是诸如图形图表、发光二极管以及其它各种显示设备。当建立好用户界面后,可用所建立的虚拟仪器和结构发出指令编码,来控制前面板的目标。程序框图就包含了这些指令。从某种意义上讲,程序框图类似于程序流程图。

LabVIEW 使用 GPIB、PXI、VXI、RS-232、RS-485 等设备与诸如获取数据、视频以及运动控制的硬件通信。LabVIEW 还有一个固有的特性,可以通过 LabVIEW 的网络服务器和软件协议,如 TCP/IP、ActiveX 等与应用程序和网络连接。

使用 LabVIEW 可以实现测试与测量、数据获取、仪器控制、数据记录、测量分析以及发布应用软件等。也可以实现单机执行并共享数据库,就像 DLLs(动态链接库),因为 LabVIEW 是一个真正的 32 位编码程序。

1.2 LabVIEW 的操作环境

当运行 LabVIEW 程序时,会出现如图 1-1 所示的引导对话框,包括引导资源和常规命令。

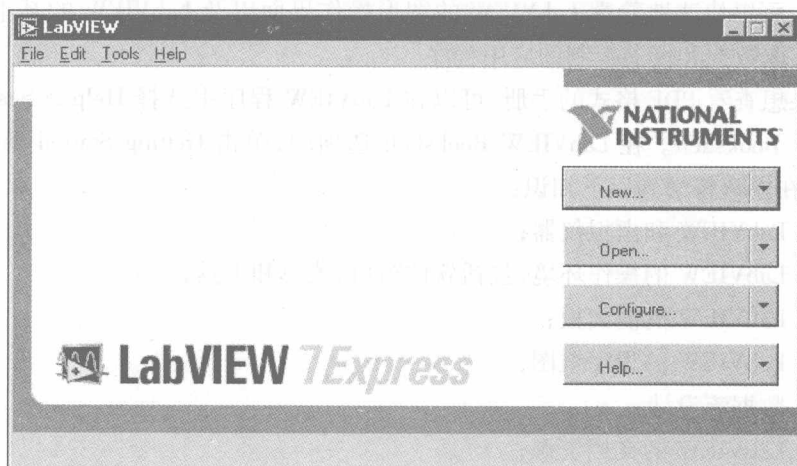


图 1-1 LabVIEW 对话框

LabVIEW 对话框包括以下部分:

(1) 一个标准的项目菜单,如 File » Exit 等。

(2) 一组用来创建或打开 VI、配置数据采集设备以及寻找帮助信息的按钮。

① 单击 New 按钮,打开一个新的空白 VI 或者打开一个新的模板对话框。

② 单击 Open 按钮,打开一个已有的 VI。

③ 单击 Configure 按钮,配置数据采集设备和 LabVIEW 选项。

④ 单击 Help 按钮,运行 LabVIEW Help,获得其它的帮助选项,包括 NI 实例搜索器。

1. 创建和保存 VI

当单击 LabVIEW 对话框中的 New 按钮,会出现 New 对话框。也可以选择 File » New 来显示这个对话框。当在 Create New 的列表里选择了一个模板,这个 VI 的预览会出现在 Front panel preView 及 Block diagram preView 区域内,这个模板的描述会出现在 Description 区域内。图 1-2 显示的是 New 对话框,以及“错误操作的子 VI”模板。

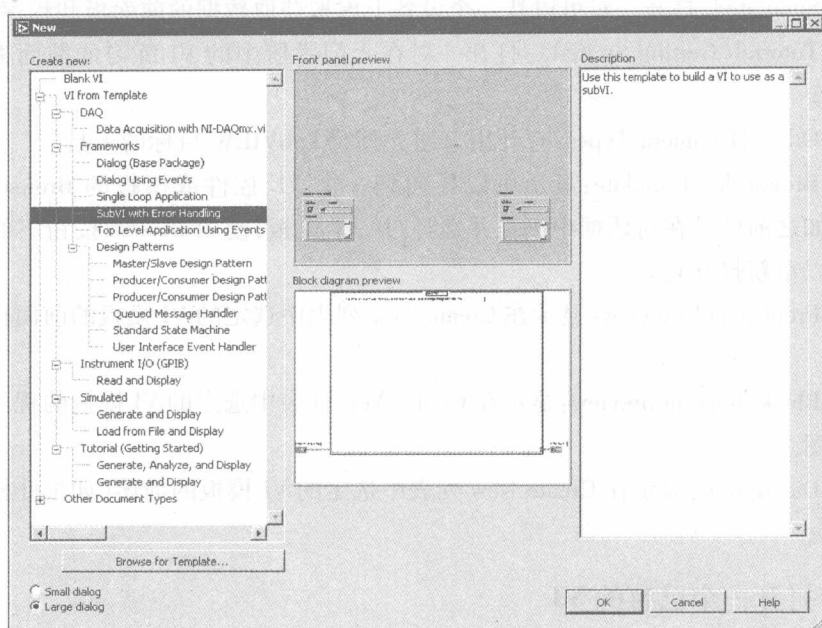


图 1-2 New 对话框

单击 OK 按钮,打开选定的模板。也可以双击 Create New 列表中的 VI 模板来打开这个模板。假如,在列表中没有需要的 VI 模板,可以打开一个空白的 VI 并且创建一个 VI 来完成特定的任务。在 LabVIEW 对话框中,单击 New 按钮,并且在下拉菜单中选择 Blank VI 或者按 <Ctrl + N> 快捷键打开一个空白的 VI。

注释:也可以选择 New 对话框中 Create New 列表中的 Blank VI,或者选择 File » New VI 打开一个新的空白 VI。

2. 打开模板

使用 New 对话框通过创建 LabVIEW 中的不同部分来帮助建立一个程序。可以在一个空白 VI 中从草稿图纸开始建立一个全新的 VI,也可以在已有的模板基础上建立程序以简化创建过程。New 对话框包括下列部分:

(1) Create New:显示可以创建 VI 的模板及其它 LabVIEW 文件,选定下列模板并且单击 OK 按钮开始建立一个 VI 或者其它的 LabVIEW 文件。

① Blank VI:同时创建一个空白的前面板和程序框图。

② VI from Template:打开一对需要有特定成分的前面板和程序框图。

- DAQ:打开一对用来测量和产生信号的 DAQ 辅助快速 VI 和 NI - DAQmx 的前面板和程序框图。

- Frameworks:打开一对有特定函数的 VI 前面板和程序框图。

- Instrument I/O:打开一对可以通过端口与计算机连接的外部设备通信的外部设备,如串口设备或者 GPIB 接口设备的前面板和程序框图。

- Simulated: 打开一对可以从一个设备上虚拟获取数据的前面板和程序框图。
- Tutorial (Getting Strated): 打开一对在入门手册中的 VI 练习的前面板和程序框图。

③ Other Document Types: 打开用来建立其它 LabVIEW 目标的工具。

- Browse for Template: 显示可以导向到一个 VI、控件或模板的 Browse 对话框。假如之前已经在对话框中浏览并选择过一个模板, 使用 Browse 按钮下的下拉菜单可以重新打开它。

- Front panel preview: 显示在 Create New 列表中选定的 VI 模板的前面板的预览图。

- Block diagram preview: 显示在 Create New 列表中选定的 VI 模板的程序框图的预览图。

- Discription: 显示在 Create New 列表中选定的 VI 模板的描述(如果此模板含有描述)。

3. 打开一个已有的 VI

通过选择 File » Open, 打开一个 VI。在 Choose the VI to open 对话框出现后, 可以选择一个想打开的 VI。

在本课程中所编辑的 VI 在 C:\Exercises\LabVIEW 文件夹内。

当 VI 打开后, 一个类似于图 1-3 这个例子中的状态对话框将会出现。

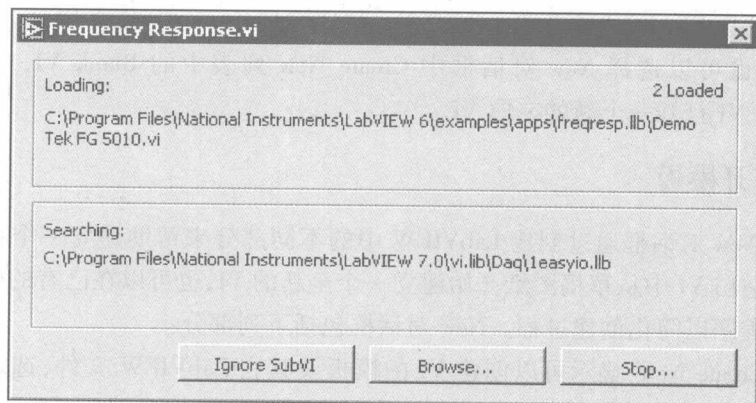


图 1-3 Frequency Response VI 对话框

在 Loading 区域内列出了已经装载在内存中的子 VI。Number Loaded 是已经装载在内存中的子 VI 的个数。可以随时通过单击 Stop 按钮取消装载。

假如 LabVIEW 无法在默认路径内立即找到一个子 VI, 它将开始在指定的文件路径内搜索, 也可以在 Tools » Options 的下拉菜单中选择 Paths 菜单编辑 VI 的搜索路径。Searching 区域列出了 LabVIEW 的 VI 文件夹。可以单击 Ignore SubVI 按钮使 LabVIEW 忽略一个子 VI, 或者单击 Browse 按钮在其它的路径内搜索在这个

文件夹内找不到的子 VI。

4. 保存 VI

在 File 菜单内选择 Save、Save As、Save All, 或者 Save with Options, 保存单个 VI 或者将一组 VI 保存成一个 VI 库, VI 库文件以 .llb 结尾。美国国家仪器公司推荐将一组 VI 保存为单个 VI, 装在特定的文件夹内, 特别是当有多个开发者同时在进行同一个项目开发的时候, 这种做法会收到很好的效果。

LabVIEW 使用操作系统默认的对话框, 这样可以简单地和计算机内其它的程序一起工作。可以在 Tools > Options 的下拉菜单中, 选择 Miscellaneous 关掉这项特性。假如关掉这项特性, LabVIEW 将会使用它自己独立的文件对话平台, 这个平台有一些方便的特性。例如, 提供一个最近使用过的路径列表并且简化保存 VI 和 VI 库的过程。

5. 在操作平台间转移 VI

可以在操作平台之间转移 VI, 例如, 从 Mac 操作系统中把 VI 转移到 Windows 操作系统。LabVIEW 可以自动地将 VI 的格式转换并重新适应新的操作平台。

因为 VI 是文件, 可以使用任何文件转移方式或工具, 在不同的操作平台间转移 VI, 可以通过 FTP、Z、Xmodem 协议或一些简单的工具在网络中传送 VI。有了这些网络传送方法, 可以免去使用额外的文件传送软件。假如想使用移动存储设备在平台间转移 VI 文件, 例如, 软盘或者移动硬盘, 则需要以下的操作系统所属的文件传送程序:

(1) Windows MacDisk 和 TransferPro 程序, 可以将 Mac 操作系统中的文件转换到 Windows 操作系统格式的文件, 反之亦然。

(2) Mac Dos Mounter、MacLink 和 Apple File Exchange, 可以将 Windows 操作系统内的文件转换成 Mac 操作系统格式的文件, 反之亦然。

(3) Sun PC File System (PCFS), 可以将 Windows 操作系统中的文件转换成 Sun 操作系统格式的文件, 反之亦然。

注释: 某些在操作系统中特有的 VI 是不能在操作系统间转换并传送的, 如 DDE (动态数据交换) VI、ActiveX (微软网络化多媒体对象技术) VI 以及 Apple Events。

如果想进一步查询关于传送和定位 LabVIEW 的 VI 文件的信息, 可选择 Help > Search the LabVIEW Bookshelf, 获取更多的传送 VI 的信息。

6. 菜单

在整个 VI 窗口顶端的菜单设置同其它的应用程序是基本一样的, 例如, Open、Save、Copy 以及 Paste 等常规操作命令, 也有一些 LabVIEW 特有的命令项目。一些

菜单项目也有相应的快捷键。

Mac 操作系统的菜单在整个屏幕的顶端。

Windows 和 UNIX 操作系统默认只在菜单中显示常用的项目,单击菜单底端的下拉箭头显示所有的项目。可以通过选择 Tools >> Options 下拉菜单中的 Miscellaneous,使菜单默认显示所有的项目。

(1) File 菜单内包含一些基本的文件操作,如打开、关闭、保存和打印等。

(2) Edit 菜单内包含一些允许搜索的项目以及修改 LabVIEW 文件及其组件。

(3) Operate 菜单内包含一些用来控制 VI 操作的项目。

(4) Tools 菜单内包含一些配置 LabVIEW、设计方案和 VI 的项目。

(5) Browse 菜单内包含一些查看当前 VI 及其层次的项目。

(6) Window 菜单内包含一些配置当前窗口及面板的项目,在这里可以访问 Error List 窗口以及查看剪切板内的内容。

(7) Help 菜单内包含一些解释和定义 LabVIEW 特性和其它组成部分的项目,这里提供完整的 LabVIEW 说明文档,并且可以连接到美国国家仪器公司的技术支持主页。

注释:当 VI 在运行的时候,有些菜单项目是不能选择的。

7. 前面板和程序框图窗口

当打开一个空白的 VI,会出现一个未命名的前面板窗口。这个窗口显示前面板:在 LabVIEW 中用于创建 VI 的两个窗口之一;另一个窗口则显示程序框图。图 1-4 就是一个前面板及其对应的程序框图以及它们组成部分。

8. 前面板工具栏

可以使用工具栏来运行并且编辑 VI,如图 1-5 所示,这里的工具栏显示在前面板中。

 单击 Run 按钮运行 VI。如果必要,LabVIEW 将汇编此 VI。如果 Run 按钮显示为左侧的白色实心箭头,则可以运行 VI。白色的实心箭头也表示可以将 VI 作为一个子 VI 来创建一个连接器。

 当 VI 运行的时候,当 Run 按钮显示为左边图标形式时,表示 VI 为最顶层的 VI,这意味着没有其它的 VI 调用它,因此它不是一个子 VI。

 当 VI 作为一个子 VI 在运行时,单击 Run 按钮将显示为左边的图标图形。

 当创建或编辑的 VI 存在错误时,单击 Run 按钮将显示为左边图标所示的破裂形式。当在程序框图里完成编辑,但 Run 按钮还是显示为破裂形式时,VI 是错误的,并不能够运行。单击 Run 按钮来显示 Error List 窗口,这个窗口列出所有的错误及警告。

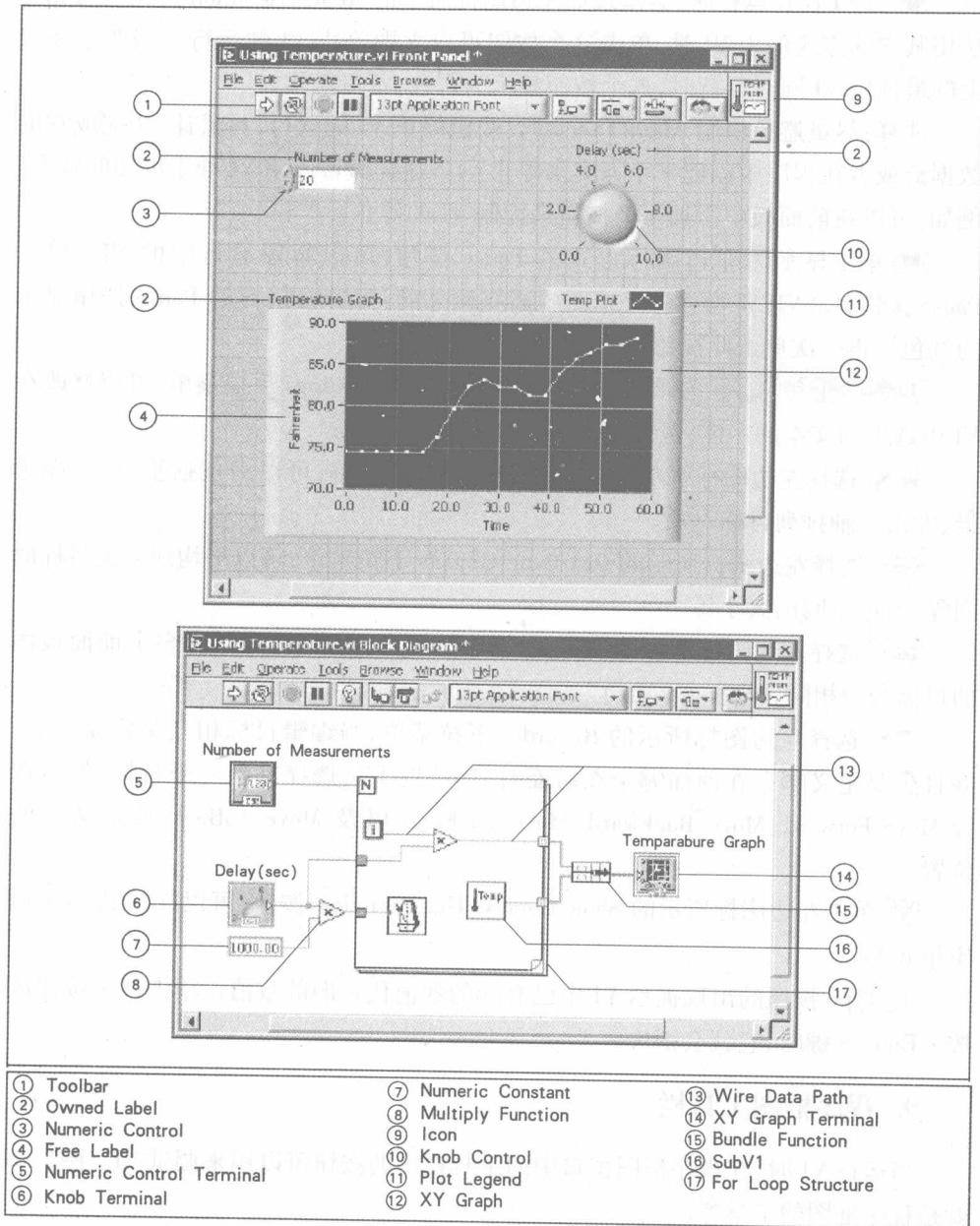


图 1-4 前面板及其对应的框图程序以及它们的组成部分

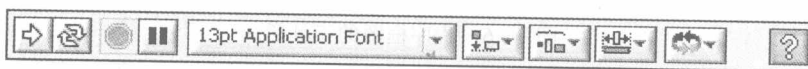


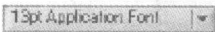
图 1-5 前面板工具栏

单击 Run Continuously 按钮,显示为左边的图标图形,此按钮用来连续运行 VI 直到终止或暂停执行。也可以再单击一次此按钮解除连续运行。

 当 VI 正在运行时,会出现如左边图标所示的 Abort Execution 按钮。假如无法用其它的方式停止 VI 时,单击这个按钮可以立即停止 VI 的运行。当两个及以上的最顶层 VI 同时运行时,这个按钮显示为灰色,不可操作。

注释:尽量避免使用 Abort Execution 按钮停止 VI 的运行,尽量让 VI 完成它的数据流或者在程序中创建一个方案来停止 VI。这样做可以使 VI 处于可知的状态。例如,可以在前面板中添加一个按钮来控制 VI 的停止。

 单击显示为左边图标形式的 Pause 按钮,可以暂停运行中的 VI。单击 Pause 按钮,LabVIEW 会在程序框图中高亮刚才暂停的地点,此时 Pause 按钮显示为红色。再一次单击此按钮 VI 会继续运行。

 选择如左边图标所示的 Text Settings 下拉菜单,可以修改在 VI 中选中的文本的字体,包括大小、字体和颜色。

 选择左边图标所示的 Align Objects 下拉菜单,可以沿包括垂直、顶端边沿、左沿等轴排列目标对象。

 选择左边图标所示的 Distribute Objects 下拉菜单,可以平均地分配目标的间隔、所占空间的大小等。

 选择左边图标所示的 Distribute Objects 下拉菜单,可以将多个前面板内的目标变为相同大小。

 选择左边图标所示的 Recorder 下拉菜单,当编辑目标相互交叠在一起,并且想要定义哪个在前面哪个在后面时,用位置工具选择其中一个目标,然后选择 Move Forward、Move Backward、Move To Front 以及 Move ToBack 来定义它的位置。

 单击左边图标所示的 Show Context Help 按钮,可以连接到 Context Help 窗口。

 Type 按钮的出现提示 VI 中已有新的数值代替旧的数值。单击这个按钮或按 <Enter> 键时,它就会消失。

9. 程序框图工具栏

当运行 VI 时,在程序框图窗口中的工具栏内的按钮可以用来调试 VI。图 1-6 就是程序框图的工具栏。

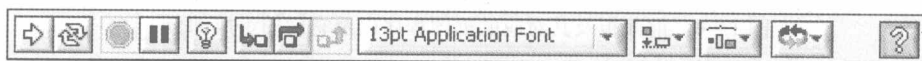


图 1-6 程序框图的工具栏

 在单击 Run 按钮后,单击左边图标所示的 Highlight Execution(高亮执行)按钮,可以以动画的形式显示程序框图的执行,可以形象地看到数据在程序框图中的流动。再一次单击此按钮则可以关闭高亮执行。

 单击左边图标所示的 Step Into 按钮,可以打开一个节点并且在此节点处暂停。当再一次单击 Step Into 按钮,它将执行第一个动作并且在执行下一个子 VI 或结构的动作时暂停。也可以按 <Ctrl> 键加下方向键来代替。在 VI 中节点和节点之间一步一步连接的。当某个节点可以执行时,这个节点会高亮闪烁。当进入这个节点后,可以在节点内单步执行。

 单击左边图标所示的 Step Over 按钮,可以在一个节点执行并在下一个节点处暂停。也可以按 <Ctrl> 键加右方向键来代替。当单步跳过此节点,可以跳过单步执行这个节点而进入下一个节点。

 单击左边图标所示的 Step Out 按钮,可以结束执行当前的节点并且暂停。当 VI 结束执行后,Step Out 按钮变为灰色,不可操作。也可以按 <Ctrl> 键加上方向键来代替。当跳出一个节点,完成单步执行这个节点并且走到下一个节点。

 当一个 VI 内有警告并且在 Error List 中的 Show Warning 检查窗口内有一个裂痕出现时, 左边图标所示的 Warning 按钮就会出现。警告表示在程序框图内有一个潜在的问题, 但是它并没有停止 VI 的运行。

10. 模板

LabVIEW 拥有类似于绘画的可以动的模板,来帮助创建并运行 VI。LabVIEW 共有 3 个模板:工具模板、控件模板和函数模板,可以把这些模板放到屏幕的任意位置。

1) 工具模板

可以使用工具模板创建、修改并调试 VI。工具模板在前面板和程序框图中都有,如图 1-7 所示。当在工具模板中选中一个工具,这个工具就会变成一个图标显示在前面板和程序框图中。使用工具可以操作和修改前面板和程序框图中的目标。

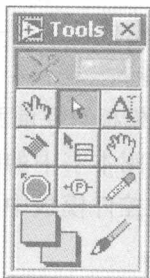


图 1-7 工具模板

可以选择 Window » Show Tools Palette 显示工具模板。

注释：在工具模板中，在某个工具上按住 <Shift> 键并单击右键可以临时显示该工具的形式。

假如打开了自动工具选择,并且将光标移动到前面板或程序框图的目标上,LabVIEW 会自动地从工具模板中选择相应的工具。可以关闭自动工具选择并且在工具模板中手动选择想要的工具。

 如果想使用 <Tab> 键在 4 个最常用的工具间切换选择的话,单击左边图标所示的 Automatic Tool Selection 按钮。如果想关掉此功能,按 <Shift + Tab> 组合键。假如此功能关闭后,可以按空格键来切换到下一个常用的工具。

 使用左边图标所示的操作工具,可以改变某个控件内的数值或者选择控件内的一段文本。当光标移动到控件的一段文本上时,此图标会变成右边图标样式,如数字或字符串控件。

 使用左边图标所示的定位工具,可以选择、移动或者重新定义目标的大小。当光标移动到可定义大小的目标边缘时,即可用定位工具改变其大小。

 使用左边图标所示的标注工具,可以编辑目标文本或者创建新的标注。当创建了一个新的标注之后,标注工具图标就会变成其右边的图标。

 使用左边图标所示的连线工具,可以在程序框图中将目标连接在一起。

 使用左边图标所示的快捷菜单工具,可以左键连接到目标的快捷菜单。

 使用左边图标所示的卷动工具,可以在不使用卷动条的情况下卷动窗口。

 使用左边图标所示的断点工具,可以在 VI、函数、节点、连线和结构中在断点处暂停执行。

 使用左边图标所示的探测工具,可以在程序框图的连线上建立探测器。探测工具可以探测到在 VI 中会造成问题或者不期待结果的中间数值。

 使用左边图标所示的颜色复制工具,可以复制粘贴颜色。

 使用左边图标所示的颜色工具,可以给目标上色。也可以显示当前的前景和背景颜色设置。

2) 控件和函数模板

控件和函数模板包括可以建立 VI 的一些子模板。当单击一个子模板图标,整个模板会变成所选定的子模板。单击模板中的一个目标并把它拖曳到前面板或程序框图中,就可以使用该目标的功能。

图 1-8 所示为控件模板,这个模板只在前面板中才有。控件模板中包含有用来建立前面板的控件和显示器。查阅本书中的前面板部分,获取更多关于在前面板中使用控件模板的信息。在单击控件模板中的某个图标后,会显示出该图标分类内具体的控件和显示器。

图 1-9 所示为函数模板,这个模板只在程序框图中存在,函数模板包括用来建立程序框图的 VI 和函数。查阅本书中的程序框图部分,获取更多的关于在程序框图中使用函数模板的信息。在单击程序模板中的某个图标后,会显示出该图标分类内具体的 VI 和函数。所有的 VI 和函数按照分类,放置在不同的子模板内。