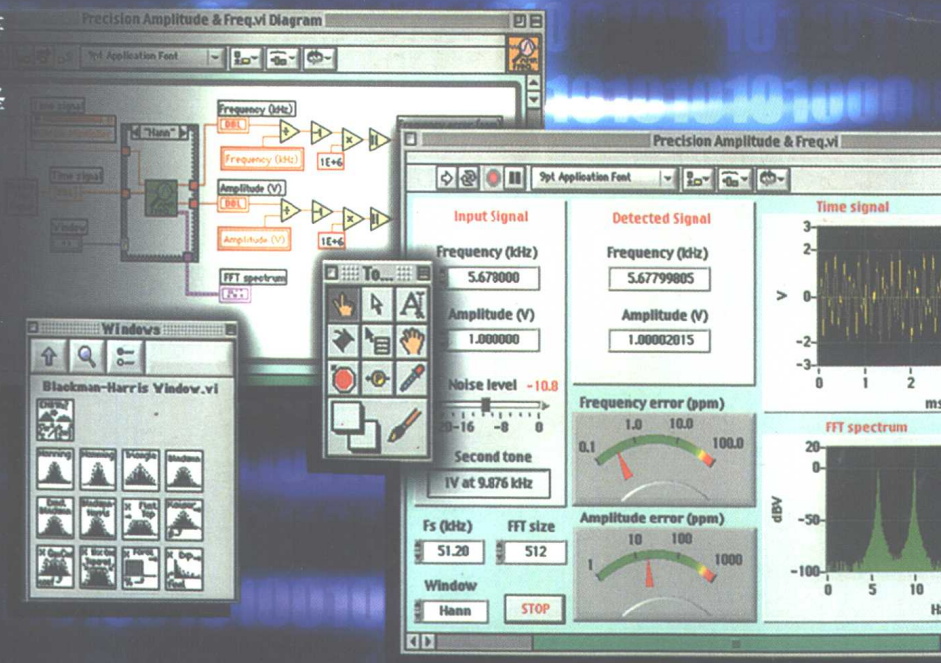
LabVIEW Graphical programming

LabVIEW 图形编程

[美] Gary W.Johnson
Richard Jennings 著
武嘉澍 陆劲昆 译



第一版 第一次

内附全部示例光盘

北京大学出版社
http://cbs.pku.edu.cn

LabVIEW 图形编程

[美] Gary W.Johnson
Richard Jennings 著
武嘉澍 陆劲昆 译

北京大学出版社
·北 京·

内 容 简 介

本书由两位顶尖资深的仪器开发专家——Gary W. Johnson 和 Richard Jennings 编写，旨在为致力于数据采集与控制、数据分析，以及数据表达等方面的科学家和工程师们提供一种全新的程序编写方法，即对称之为“虚拟仪器”(Virtual Instruments, VIS)的软件对象进行图形化的组合操作。书中讲解了如何通过交互式的图形化前面板来控制系统，并显示所得的结果；如何利用 LabVIEW 中功能强大的数据分析程序将原始数据转换成有意义的结果；以及如何利用多种设备进行数据采集等方面。本书内容全面，结构清晰，是一本 LabVIEW 用户的首选参考书。

著作权登记号：01-2001-1929

Gary W.Johnson Richard Jennings : LabVIEW Graphical Programming
ISBN: 0-07-L3700L-3

图书在版编目(CIP)数据

LabVIEW 图形编程/(美)约汉逊(Johnson,G.W.)，(美)詹宁斯(Jennings,R.)著；武嘉澍，陆劲昆译. –北京：北京大学出版社，2002.1

ISBN 7-301-05512-9

Ⅰ.L… Ⅱ.①约… ②詹… ③武… ④陆… Ⅲ.图形软件，LabVIEW–程序设计 Ⅳ.TP317.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 010503 号

书　　名：LabVIEW 图形编程
著作责任者：[美] Gary W.Johnson Richard Jennings
译　　者：武嘉澍 陆劲昆
责 任 编 辑：徐丽萍
标 准 书 号：ISBN 7-301-05512-9/TP・0652
出 版 者：北京大学出版社
地　　址：北京市海淀区中关村北京大学校内 100871
网　　址：http://cbs.pku.edu.cn
电　　话：发行部 62754140 62765127 编辑室 62765126 邮购部 62752015
电 子 信 箱：macrowin@263.net.cn
排 版 者：北京东方人华科技有限公司
印 刷 者：河北省滦县滦兴书刊印刷厂
发 行 者：北京大学出版社
经 销 者：787 毫米×1092 毫米 16 开本 39.5 印张 821 千字
2002 年 4 月第 1 版 2002 年 4 月第 1 次印刷
定　　价：78.00 元(含光盘)

前 言

LabVIEW 是一个划时代的图形化编程系统，应用于数据采集与控制、数据分析，以及数据表达等方面，它提供了一种全新的程序编写方法，即对称之为“虚拟仪器”(Virtual Instruments, VIS)的软件对象进行图形化的组合操作。据独立的市场调查分析，LabVIEW 是科学家和工程师们进行仪器应用开发的首选工具。

LabVIEW 让您充分享受功能强大的编程语言才具备的灵活性，而且简单易用。如果您想对仪器系统进行编程，而又不希望降低其性能，那么就需要选择这种用于测试与测量、数据采集与控制，以及过程监控的革命性软件开发一套完整的仪器系统。

利用 LabVIEW，您通过交互式的图形化前面板来控制系统，并显示所得的结果。 您可以利用几千种设备进行数据采集，这些设备包括：GPIB、VXI、串口设备、PLC，以及插入式数据采集卡等。您也可以通过网络、交互应用通讯和结构化查询语言(SQL)等方式与其他的数据源相联。数据采集完之后，您可以利用 LabVIEW 中功能强大的数据分析程序，将原始数据转换成有意义的结果。

本书是专门为那些用过 LabVIEW 软件的用户编写的。我们建议您参加一些关于 LabVIEW 课程的培训。如果您是刚开始学习，则可以利用其他内容更浅显的书作为参考。在本书的第 2 章中，我们提到了一些基本参考和建议。要跟上现代软件的增强功能是一件极具挑战的事情，特别是类似于印刷卷的书本，本书第 3 版是建立在 LabVIEW 6 的基础上，但我们与 National Instrument 公司保持着紧密的联系，所以可以保证本书在 LabVIEW 以后的版本中长期可用。您将会发现在本书中讨论的一些原理和技术都是在使用 LabVIEW 过程中最根本的东西，这将使得您从本书中掌握的知识不会随着软件的发展很快被淘汰。

本书尽可能采用独立的平台来讲述，就像 LabVIEW 本身是独立的一样，只有在必须从其他一台或两台计算机上获得功能时，才偶尔会出现多平台的情况。LabVIEW 的用户手册包含了易查询的指南，当您在跨平台开发应用程序时遇到问题，可以在该手册中查找相应的指南。

本书还附带了光盘，光盘中包括一些应用程序记录、许多实用的 VI，以及一些工作的应用程序示例，其中许多 VI 都在书中详细讨论了。光盘中还包含了在与 Linux 相关章节中

用到的所有源代码和可执行图像。其他一些重要资源还可以通过互联网查找，为了您使用方便，我们已在相应的章节中列出了一些网址，以及一些重要提供商的主页和邮件地址。

最后，希望我们对 LabVIEW 的热情能够感染您！

作者

2001 年 4 月

目 录

第1章 起 源

毫无疑问，LabVIEW 让工程师 Gary 的日子过得比以前轻松多了。我至今对 80 年代早期工作的情况记忆犹新。那时候工作量很大，因为要写长得可怕的程序才能完成看上去很简单的测量和控制作业。除非绝对必要，科学工作者和工程师们才允许让他们的作业自动运行。由于软件的复杂程度高，非专业级的用户和操作人员都不敢摆弄。肯定地讲，在基于计算机的仪器制造事业里，与所能获得的乐趣相比，更多的是工作的艰辛。但是到了 1987 年年中，情况一切都变了。当时我参加了 National Instruments 公司的一个产品展示会，会上展出了一种在苹果机上运行的新软件，据说这个软件可以做与仪器相关的事情，这个消息引起我的兴趣。当我亲眼看到软件所能做到的事情，也就是 LabVIEW 所能做到的事情时，我感到异常兴奋！卷动图标来编写程序？图形控制？这一切真使我感到不可思议！我打定主意搞到这个软件，准备亲自动手试一试。

到了当年的年底，我参加完了 LabVIEW 的课程班后，开始着手我的第一个项目(一个简易的数据采集系统)。当时的感受就好像看一轮红日升起那样美好。有了这种使用简便并且用起来很好玩的编程语言，真是可以做很多事情。我开始在实验室附近找些事情，设法用 LabVIEW 来做一下。(请相信我，我真的找到了)。就这样，我彻底地改变旧有的工作方式。不到一年的光景，LabVIEW 成了我的仪器和控制仪器事业中不可缺少的工具。目前，我的实验室不仅可以说是计算机化了，简直可以称得上自动化了。一个用计算机处理实验或处理主要还是靠操作人员完成——尽管计算机通过承担测量或类似的简单作业能够将任务完成得简单一些，但是还远没有达到完全脱离人工处理的地步。然而，一个自动化处理的实验的做法就迥然不同了。用户只需装配好实验器材，在 LabVIEW 屏幕上按下开始(Start)按钮，然后就可以看着计算机编辑事件序列、进行测量、提交试验结果了。这正是用户所希望的系统工作方式，这也是 LabVIEW 的长处，它能节约大量的工作时间。让我们出发去看看自动化的世界吧。

1.1 LabVIEW 和自动化

计算机被认为可以把事情做得更简单、更迅速或更自动化。也就是说，计算机可以为它的主人人类分担工作。LabVIEW 是一种很独特的编程系统，它可以帮助从事多年实验室研究、工业控制和数据分析的科学工作者或工程师们轻松地实现计算机自动化。假设有一

项工作(某人付钱给你让你完成某项任务)要做，只要正确地应用 LabVIEW ，它就可以帮助你将工作搞定。但是围绕着计算机及其对我们生产率的影响这一问题，在整个业界引起了广泛的争论。例如在我最近阅读过的一篇文章中报道说，只要有一名打字员，人类就有可能写出比以往更长的提议书和报告(当然，还能更工整)。现代化的文字处理软件使得人类进行全面而有效的思想沟通变得容易。然而，这种现代化手段总能提高生产效率和质量吗？有时候，我们实际上把更多的时间花在做重复的事情上。我们成为了计算机的奴隶，整天为设置、安装新的软件升级版本(是否考虑过这么做有没有必要呢？)等琐事操劳。做这些事通常就是浪费时光。

用户必须避免掉入这样的陷阱。避免掉入陷阱的关键是分析所面对的问题，考虑如何利用 LabVIEW 和专门的计算机硬件来使它们发挥最大的功效，然后有效地运用现有的 LabVIEW 解决方案。正如你将看到的，许多实验室自动化问题已经为用户解决掉了，已经有现成的程序和仪器可供使用。这其实也没有什么神秘的，只不过是用户要做出一些关于计算机自动化利弊的简单工程决策。让我们从实际角度出发考虑这种解决方案。现实中存在着很多需要自动化的操作，其中包括：

- 周期长、速度低的操作。例如，环境监视和控制。
- 高速操作。例如，在短时间内要收集大量数据的脉冲功率诊断。
- 重复性的操作。例如，自动化的测试和校正，以及需要执行多次的实验。
- 远距离操作(远程控制)或具有危险性的操作。让操作人员在现场执行这种操作是不切实际或不可能的，或者操作人员在现场会有危险。
- 超过人类自身能力的高精度操作。
- 需要大量输入和输出的复杂操作。

请注意，在上述例子中，计算机自动化系统使这些操作或实验变得实际可行，而要做这些操作或实验，除了采取自动化系统以外，的确不可能再做其他选择。另外，自动化还具有如下优势：

- 可以减少数据转录错误。老式的“数据采集系统”(一杆铅笔)比起计算机数据采集系统更容易产生错误。的确，更具可靠性的数据通常有利于更好地控制产品质量，并能在实验时导致新的发现。
- 可以在处理或数据采集过程中消除因操作人员失误引起的偏差。由于计算机工作起来不知疲倦，并且做事情时总是保持同样方式不变，因而极大地提高了做重复工作的效率。
- 增加数据的吞吐量。因为可以按照计算机的速度而不是人的速度操作系统。

然而，在这种计算机自动化处理中也隐藏着一些弊端：

- 自动化可能带来新类型的错误。例如，由于不正确地使用了传感器、信号条件、

数据转化导致的错误，偶尔是由于计算错误(例如四舍五入)导致的错误。

- 对硬件或软件系统的误用也有可能招致麻烦。例如，试图用过高的速率收集数据会导致数据记录错误。
- 可靠性也是计算机系统的一个重要问题。系统错误(系统崩溃)和软件错误(bug)给每种高科技产品的安装都带来了麻烦，它们同样也会给系统带来麻烦。

永远要考虑每种潜在的自动化解决方案的性价比。当今这个社会，好像没有一件事不是受金钱驱动的。如果想把某件事办得又省钱，又省时间，还得更漂亮些，看来只能征得业主、股东或主顾的同意才行。但是，计算机能保证给用户省钱或节约时间吗？如果在一个一次性的实验中，我有充分的时间用一只带状记录纸记录器，一台示波器，或者用支铅笔来记录数据的话，花两天的时间去写一段专用程序就没有任何意义了。

一个自动处理(或者至少用计算机处理)简单的、一次性的试验的方法是构造一辆 LabVIEW 紧急救护车，这种车非常类似于急诊室里医生的救护车。当某个人需要在短时间内解决一个测量问题时，我可以带着我的仪器行李架前去工作。行李架里包括装着 LabVIEW 的 Macintosh 机、模拟界面硬件，以及一些可编程的工具。我可以迅速地配置通用的数据采集程序，记录数据并进行分析，完成所有这一切不超过几个小时。如果用户在需要多种数据采集的地区工作，可能需要考虑这个概念：使用任何用户所有的多余仪器，重复利用经过试验运行正确的程序，将它们堆在一个车上。使用什么样的计算机都不要紧，因为 LabVIEW 可以在各种版本的 Windows、Power Macintosh、Sun SPARC 工作站、Linux、以及 HP 工作站上运行。紧急救护车的概念简单并且极为有效。

自动化的费用是很大的，其中包括传感器、计算机和软件的费用，以及随着程序员的工作量而迅速增加的程序编制费用。但是最终，不可思议的新能力将会出现，研究人员会一下子从记录和解释数据等烦琐的工作中解放出来。操作人员再也不必编制这么多的重要调整，数据质量和产品质量也会提高。如果用户的情况适合自动化的基本条件，请一定考虑 LabVIEW 作为解决方案。

1.1.1　虚拟仪器：LabVIEW 的基础

LabVIEW 使得虚拟仪器(VI)这一概念成为实际可行的现实。在虚拟仪器中的对象是使用通用计算机和专用的控制器和显示器来模拟实际的仪器，但是由于软件的作用，使虚拟仪器表现出一些新的功能(如图 1.1)。用户无需再购买带状记录纸记录器、示波器和频谱分析仪这些旧仪器，而仅需购买一台性能优异的数模转换器，然后使用一台运行着 LabVIEW 的计算机，这样就可以模拟所有这些仪器甚至更多的仪器。

虚拟仪器与实际仪器的关系

类似于 LabVIEW 这样的虚拟仪器系统不可避免地引起人们要把它们同实际仪器进行比较。使用个人电脑来执行虚拟仪器的主要缺陷是：计算机只有一个中央微处理器。一个使用多台仪器的应用程序很容易使微处理器负载过重。然而一台独立的仪器可以包括任意多个处理器，每个处理器可以承担专门的作业。

此外，如果需要增强整体的性能，这些多处理器可以按照并行的方式运行。但是这种整体功能的增强不仅降低灵活性，还要为添置许多专用仪器而支付高昂的费用。

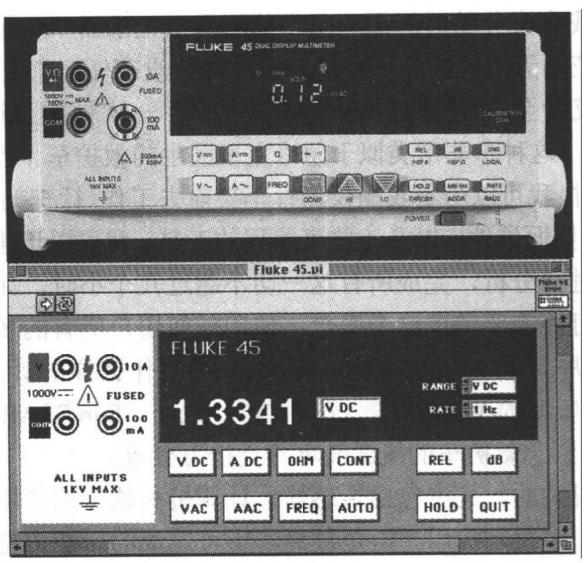


图1.1　这台虚拟仪器(底下的图)是实际仪器的定制版本，只具备用户所需要的一种特征

然而，来自 National Instruments 公司的先进技术解决了这些问题。首先，LabVIEW 的新版本——LabVIEW RT 允许用户在多处理器、专用处理器和实时处理器上独立运行程序，这样就可以降低桌面主机的工作负担。其次，LabVIEW 允许用户通过各种网络系统联接各种计算平台以及其他软件，从而进一步将主机的工作量分配出去。再次，目前插入式主板里都设置了自身的处理器，而且价钱非常合适。数字信号处理器就是专门用途的处理器中设置在插入式主板上的一个范例。许多插入式的数据采集主板同时还设置了技术先进的直接存储器存取、定时以及兼容于多种主板的触发功能，增强了主板之间的同步性和信号耦合性。这些技术上的进步，再加上操作系统功能和计算机体系结构方面的发展， 已经使得个人电脑具有了并行处理的能力，成为更加先进的仪器和数据采集应用程序的平台。然而，技术的进步是以复杂性的提高为代价的。这么说的原因是：比起使用具有类似功能的一台

独立仪器，用户必须具备更多有关的硬件组成与硬件之间相互关系的知识。虚拟仪器软件对于将这些技术尖端的硬件组件变成实际可用的仪器系统是必不可缺的。

虚拟仪器在性价比、灵活性以及用户化方面，具有实际的仪器不可比拟的优势。以一台高性能仪器的价钱，用户可以装配一台装有基于基本硬件和软件部分的个人计算机系统，为专门的应用软件设计虚拟仪器。硬件部分可以是插入式主板、外围仪器，或者两者的结合。在任何一种情况下，软件界面可按照应用软件的需要或复杂或简单。用户可以通过虚拟仪器来简化一台复杂的独立仪器的操作，因为虚拟仪器只是集中控制仪器全部功能的一个子集。我曾经被许多现代化仪器面板上的按钮菜单等搞得晕头转向，现在终于找到了一个简单的用户界面，这实在值得欣慰。

尽管 LabVIEW 从 1986 年起就问世了，但其设计中所体现的虚拟仪器和方块图的概念至今仍然处于仪器和计算机科学的领先地位。随着被测试的装置和测试这些装置所需的仪器复杂性不断增加，开发测试程序的成本持续上升。软件的模块性、可维护性、可重复利用性，以及 LabVIEW 的分层和同质结构的关键作用，对于减轻每个软件开发人员的负担是至关重要的。重新利用已经写好的程序并与其他人员分享可以节约大量的时间，并使得程序更具可靠性。

在仪器控制领域，虚拟仪器变得日益重要了。仪器的 VMEbus 扩展(VXI)——仪器领域一个主要的发展方向——是定义物理电子参数的标准，也是用来实现卡式仪器测试系统的软件协议。VXI 是执行插卡仪器测试系统的标准，定义了物理和电子参数以及软件的协议。一台 VXI 仪器是插入包含若干插片的底座的插卡。由于这种仪器是插入式插卡而非独立的箱子，单个的 VXI 仪器就没有前端用户界面。用户不能通过按按扭或阅读前面板的显示信息来同 VXI 仪器进行交互。相反，VXI 系统必须由一台计算机或其他用处理器驱动的仪器管理，这样就对控制仪器的计算机软件提出了新的要求。

VXI 仪器是虚拟仪器实施的当然候选者。在用户交互方面，软件前面板提供了一种控制不露面的 VXI 仪器的可视方式。而且，插入式模块和 VXIbus 高性能的定时和通信功能的结合使得 VXI 测试系统的配置比通用接口总线(GPIB)测度系统的配置复杂得多。LabVIEW 提供的用流程图将虚拟仪器连接到方块图的方法加快了 VXI 测试系统配置和编程的速度。

1.1.2 为什么要使用 LabVIEW

我使用 LabVIEW 是因为 LabVIEW 比起传统的语言和其他控制及数据采集程序包具有更大的优势。

与使用传统的编程语言相比，LabVIEW 大大地提高了我的生产效率。我曾经用 C 语言在小的项目上作过比较测试，得出结论是：用 C 语言的效率要比用 LabVIEW 的效率低 4/5。