

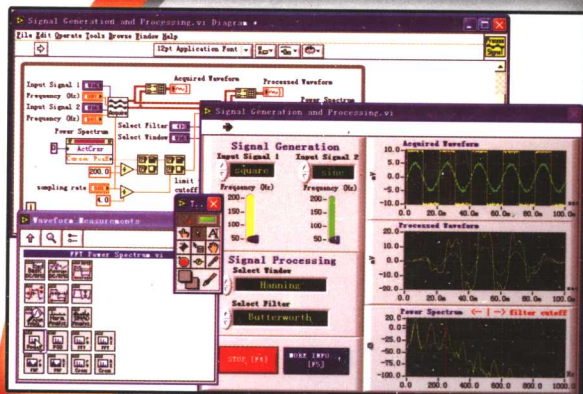
计算机辅助工程系列规划教材

# LabVIEW

## 图形化编程与实例应用

程学庆 房晓溪 韩薪莘 张健 编著  
蒲云 郝文化 审

- 本书向读者展示了如何利用LabVIEW编写虚拟仪器测控应用软件的方法，并对常用的LabVIEW函数的使用方法进行了深入细致的说明。
- 读者能在最短的时间、使用最简便的方法，学到更多、更实用的知识。
- 全书图文并茂，采用实例与操作说明相结合的方法，力求以最小的篇幅介绍更多更实用的动画设计知识和实用技巧。



中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

# LabVIEW 图形化 编程与实例应用

程学庆 房晓溪 韩薪莘 张健 编著  
蒲云 郝文化 审

中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

---

## 内 容 简 介

LabVIEW 是美国 NI 公司 (NATIONAL INSTRUMENTS Company) 推出的创新产品,它是目前最为成功、应用最为广泛的虚拟仪器开发环境。本书以 LabVIEW 6.1 版为对象,系统地阐述了 LabVIEW 图形化编程的思想,并给出了大量的应用实例。

全书共分为三大部分:第一部分为初步掌握 LabVIEW (包括虚拟仪器的概念、构成、前景、图形化编程语言 LabVIEW 的特点及其开发环境等);第二部分为深入学习 LabVIEW,系统地介绍了 LabVIEW 的基础知识 (包括结构、子 VI、字符串、数组和簇、图形显示、文件 I/O、信号分析与处理等);第三部分为 LabVIEW 的高级应用 (包括 LabVIEW 与其他应用程序的通讯、LabVIEW 的 ActiveX 编程、多线程编程和网络编程、基于 LabVIEW 实现小波变换等)。

本书语言通俗易懂,内容丰富详实,强调理论与实际相结合,使读者能够循序渐进地牢固掌握 LabVIEW 的各种编程技巧。本书既可作为 LabVIEW 初学者的学习教程,也可作为工程技术人员开发设计虚拟仪器的参考书。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

LabVIEW 图形化编程与实例应用/程学庆等编著. —北京: 中国铁道出版社, 2005. 3

(计算机辅助工程系列规划教材)

ISBN 7-113-06443-4

I. L… II. 程… III. 软件工具, LabVIEW-程序设计-教材 IV. TP311.56

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 023016 号

书 名: LabVIEW 图形化编程与实例应用

作 者: 程学庆 房晓溪 韩薪莘 张 健

出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)

策划编辑: 严晓舟 魏 春

责任编辑: 苏 茜 翟玉峰 王占清

封面制作: 白 雪

印 刷: 北京市兴顺印刷厂

开 本: 787×1092 1/16 印张: 20.5 字数: 492 千

版 本: 2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月第 1 次印刷

印 数: 1~5000 册

书 号: ISBN 7-113-06443-4/TP·1457

定 价: 29.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社计算机图书批销部调换。

# 前 言

·虚拟技术、计算机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。虚拟仪器是现代计算机软件技术、通信技术和测量技术相结合的产物，它的出现导致传统仪器的结构、概念和设计观点都发生了巨大变革，使得人类的测试技术进入一个新的发展纪元。虚拟仪器区别于传统仪器最大的特点在于：“软件即是仪器，仪器即是软件”。

基于 G 语言的图形化编程环境 LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) 是美国国家仪器公司 (NI) 的创新软件产品，它是一种功能强大的虚拟仪器开发平台，同时也是目前应用最广、发展最快、功能最强的图形化软件集成开发环境。世界上有成千上万的工程师、科技人员成功地使用 LabVIEW，解决了各种各样的应用课题。LabVIEW 采用“数据流”编程的思想，用图标和连线来代替传统文本的形式编写程序，大大缩短了系统的开发和调试周期，让用户从繁琐的计算机代码编写中解放出来，把大部分精力投入到系统设计和分析当中，而不再拘泥于程序细节。因此 LabVIEW 被誉为“科学家和工程师的语言”。从 1986 年问世至今，LabVIEW 被授予了 4 项美国专利，获得几十个各种学会及专业杂志所授予的优秀软件称号。

本书不是仅仅将 LabVIEW 作为虚拟仪器的开发平台软件来介绍，而是希望将 LabVIEW 作为一门高级编程语言来讲解，使读者能够真正理解图形化编程语言 LabVIEW 与 VB、Delphi 和 C++Builder 等高级语言的异同。此外，本书还列举了大量的应用实例来说明 LabVIEW 在不同技术领域中的应用。

## 主要内容

全书共分 13 章，包括以下三大部分：初步掌握 LabVIEW、深入学习 LabVIEW 和 LabVIEW 的高级应用。

第 1 章～第 2 章为本书基础篇，详细介绍了 LabVIEW 编程的基础知识。通过这两章的学习，读者可以了解虚拟仪器的概念、构成特点以及图形化编程语言 LabVIEW 的特点及 LabVIEW 集成开发环境。

第 3 章～第 8 章为本书提高篇，随着主题的进展，编写许多具有一定深度的虚拟仪器程序。在这些章节中读者将学习 LabVIEW 的结构、G 语言编程的分层特性、LabVIEW 程序的几种数据类型、LabVIEW 提供的几种图形显示器件、LabVIEW 支持的文件 I/O、LabVIEW 的信号分析处理功能与数学运算功能等相关知识。

第 9 章～第 13 章为本书高级篇，读者将学到 LabVIEW 的一些高级应用、LabVIEW 的 ActiveX 编程、LabVIEW 的多线程编程、LabVIEW 的网络编程、在 LabVIEW 环境下小波变换的实现等相关知识。

## 本书特点

本书从应用程序开发的不同阶段出发，紧紧围绕应用程序实例，向读者展示了如何利用 LabVIEW 编写虚拟仪器测控应用软件的方法，并对常用的 LabVIEW 函数的使用方法进行了深入细致的说明。

本书将原本枯燥、空洞的理论知识通过大量的图片资料清楚地呈现在读者面前，直观性强。读者能在最短的时间、使用最简便的方法，学到更多、更实用的知识。

全书图文并茂，采用实例与操作说明相结合的方法，力求以最小的篇幅介绍更多更实用的动画设计知识和实用技巧。

## 适应对象

本书既可作为 LabVIEW 初学者的学习教程，也可作为工程技术人员开发设计虚拟仪器的参考书。相信通过阅读本书，都能达到自己的学习目的，并且能够把所学到的知识通过实践练习，积累经验，运用到学习和工作中去。

## 编写分工

本书由程学庆、房晓溪、韩薪莘、张健编著，蒲云、郝文化审。同时参与本书编排的还有：邹素琼、王安贵、陈郭宜、程小英、谭小丽、卢丽娟、刘育志、吴淬砺、赵明星、贺洪俊、李小平、史利、张燕秋、周林英、黄茂英、李力、李小琼、李修华、田茂敏、苏萍、巫文斌、邹勤、粟德容、童芳、李中全、蒋敏、刘华菊、袁媛、李建康、袁涛、杨春华、贾小蓉、张永龙等，在此表示衷心感谢。另外借此书出版之际，作者表示衷心感谢的个人有：高品贤（博导、教授）、林建辉（博导、教授）、伍川辉（副教授）、陈春俊（副教授）、王雪梅（副教授）、谢志萍（副教授）、张洁（讲师）、李燕萍（讲师）、宁静、陆一新、许明、邵军、宋宇峰、谭佳丰、孟劲松、李冲、刘永刚、王锋、张荣、张兵、邓云祥、顾丹、钟慧婷、任培、傅文娟等。

## 配套服务

为充分展现本书编写特点，帮助读者深刻理解本书编写意图与内涵，进一步提高对本书教学的使用效率，我们建立本书使用指导联络方式，它是读者与编者之间交流沟通的桥梁。本书中的范例文件请到网站 <http://www.tqbooks.net/download.asp> 处下载。欢迎读者将图书使用过程中的问题与各种探讨、建议反馈给我们，本书作者竭诚为你服务，联系方式 E-mail: [bojia@bojia.net](mailto:bojia@bojia.net)。

同时，为了便于多媒体教学，我们为读者提供本书配套的电子教案，为老师教学提供有益的参考和帮助。该服务请登录网址：<http://www.bojia.net>，可在网站下载专区免费下载。

编者  
2005年4月

# 目 录

第 1 章 绪论.....	1
1-1 虚拟仪器概述.....	1
1-1-1 虚拟仪器的基本概念.....	1
1-1-2 虚拟仪器的构成及分类.....	2
1-1-3 虚拟仪器的发展及特点.....	3
1-2 图形化编程语言 LabVIEW 的概述.....	4
1-2-1 什么是 LabVIEW.....	4
1-2-2 LabVIEW 软件的特点.....	5
1-2-3 安装 LabVIEW.....	5
1-2-4 启动 LabVIEW.....	8
1-3 本章小结.....	9
第 2 章 LabVIEW 集成开发环境.....	11
2-1 LabVIEW 的基本开发平台.....	11
2-1-1 前面板设计窗口.....	11
2-1-2 流程图编辑窗口.....	12
2-2 LabVIEW 的操作模板.....	13
2-2-1 工具模板.....	13
2-2-2 控制模板.....	14
2-2-3 功能模板.....	18
2-3 LabVIEW 的主菜单和工具栏.....	22
2-3-1 LabVIEW 的主菜单.....	22
2-3-2 LabVIEW 的快捷工具栏.....	25
2-4 创建两个 VI 程序.....	26
2-4-1 两数相加、相减运算.....	26
2-4-2 虚拟温度计.....	30
2-5 数据流编程的概念.....	32
2-6 程序调试技巧.....	33
2-6-1 找出语法错误.....	33
2-6-2 高亮执行程序.....	33
2-6-3 单步执行与断点.....	33
2-6-4 探针.....	34
2-7 VI 程序存储和库管理器.....	34
2-7-1 VI 程序的两种存储方式.....	34
2-7-2 保存程序为 VI 库文件.....	35
2-7-3 VI 库管理器.....	36

2-8	LabVIEW 的菜单设计.....	37
2-8-1	设计用户菜单 User.rtm.....	38
2-8-2	菜单函数模板简介.....	39
2-9	本章小结.....	41
<b>第 3 章</b>	<b>结构.....</b>	<b>42</b>
3-1	顺序结构.....	42
3-1-1	建立顺序结构.....	43
3-1-2	顺序结构的应用举例.....	43
3-1-3	顺序结构的弊端.....	45
3-2	选择结构.....	45
3-2-1	建立选择结构.....	46
3-2-2	选择结构的应用举例.....	46
3-3	For 循环.....	48
3-3-1	建立 For 循环.....	48
3-3-2	For 循环的自动索引.....	48
3-3-3	移位寄存器.....	49
3-3-4	For 循环的应用举例.....	50
3-4	While 循环.....	51
3-4-1	建立 While 循环.....	52
3-4-2	While 循环的应用举例.....	52
3-5	事件结构.....	55
3-5-1	建立事件结构.....	55
3-5-2	事件结构的应用举例.....	55
3-6	公式节点和表达式节点.....	57
3-6-1	建立公式节点.....	57
3-6-2	公式节点的应用举例.....	59
3-7	全局变量和局部变量.....	60
3-7-1	局部变量.....	61
3-7-2	全局变量.....	62
3-7-3	使用全局变量和局部变量的注意事项.....	64
3-8	本章小结.....	64
<b>第 4 章</b>	<b>子 VI.....</b>	<b>65</b>
4-1	子 VI 的概念.....	65
4-2	编辑 VI 图标和接口板.....	65
4-2-1	编辑图标.....	65
4-2-2	接口板.....	67
4-3	子 VI 的构建和使用.....	69
4-3-1	VI 创建子 VI.....	69
4-3-2	选定内容创建子 VI.....	70

4-4	VI 属性的设置.....	71
4-4-1	General 属性.....	71
4-4-2	Memory Usage 属性.....	72
4-4-3	Documentation 属性.....	72
4-4-4	Revision History 属性.....	73
4-4-5	Security 属性.....	73
4-4-6	Window Appearance 属性.....	73
4-4-7	Windows Size 属性.....	74
4-4-8	Execution 属性.....	75
4-4-9	Printing 属性.....	75
4-5	本章小结.....	75
<b>第 5 章</b>	<b>字符串、数组和簇.....</b>	<b>76</b>
5-1	字符串.....	76
5-1-1	字符串的显示方式.....	76
5-1-2	字符串函数子模板.....	77
5-1-3	字符串应用举例.....	78
5-2	数组.....	80
5-2-1	数组的创建.....	80
5-2-2	数组函数子模板.....	82
5-2-3	数组应用举例.....	83
5-2-4	LabVIEW 的函数多态化.....	86
5-3	簇.....	87
5-3-1	簇的创建和排序.....	87
5-3-2	簇函数子模板.....	88
5-3-3	簇应用举例.....	89
5-3-4	Waveform 数据类型.....	93
5-4	本章小结.....	95
<b>第 6 章</b>	<b>图形显示.....</b>	<b>96</b>
6-1	图形子模板.....	96
6-2	实时趋势图.....	97
6-2-1	实时趋势图简介及其组件.....	97
6-2-2	实时趋势图的应用举例.....	99
6-3	事后记录图.....	100
6-3-1	事后记录图简介及组件.....	100
6-3-2	事后记录图的应用举例.....	101
6-4	XY 图形.....	104
6-5	强度图.....	106
6-6	数字波形图.....	106
6-7	三维图形.....	107



6-7-1	LabVIEW 的三维图形分类 .....	107
6-7-2	三维图形的应用示例 .....	108
6-8	LabVIEW 的其他图形显示 .....	111
6-9	本章小结 .....	113
<b>第 7 章</b>	<b>文件 I/O .....</b>	<b>114</b>
7-1	LabVIEW 的文件 I/O 简介 .....	114
7-1-1	LabVIEW 支持的文件格式 .....	114
7-1-2	LabVIEW 的文件 I/O 函数子模板 .....	115
7-2	读写文本文件 .....	117
7-2-1	写文本文件 .....	117
7-2-2	读文本文件 .....	120
7-3	读写二进制文件 .....	122
7-3-1	写二进制文件 .....	122
7-3-2	读二进制文件 .....	123
7-4	读写数据记录文件 .....	124
7-4-1	写数据记录文件 .....	125
7-4-2	读数据记录文件 .....	126
7-5	读写波形文件 .....	127
7-5-1	LabVIEW 的波形文件 I/O 函数子模板 .....	127
7-5-2	写波形文件 .....	127
7-5-3	读波形文件 .....	128
7-6	读写图像文件 .....	128
7-7	本章小结 .....	130
<b>第 8 章</b>	<b>信号分析与处理 .....</b>	<b>131</b>
8-1	Signal Processing 子模板 .....	131
8-1-1	Signal Generation 信号产生子选项板 .....	133
8-1-2	Time Domain 时域分析子选项板 .....	136
8-1-3	Frequency Domain 频域分析子选项板 .....	139
8-1-4	Filters 数字滤波器子选项板 .....	143
8-1-5	Windows 窗函数子选项板 .....	146
8-2	Mathematics 子模板 .....	151
8-2-1	Curve Fitting 曲线拟合子选项板 .....	152
8-2-2	Probability And Statistics 概率与统计子选项板 .....	156
8-3	信号分析与处理示例 .....	159
8-3-1	虚拟正弦波仿真信号的生成与显示 .....	159
8-3-2	自相关函数演示仪 .....	161
8-3-3	相关法测量相位差仿真仪 .....	162
8-3-4	虚拟方波频谱分析仪 .....	164
8-3-5	汉宁窗功能演示仪 .....	165

8-3-6	相位谱分析法测量相位差仿真仪 .....	166
8-3-7	巴特沃斯频率特性演示仪 .....	168
8-3-8	切比雪夫频率特性演示仪 .....	169
8-3-9	虚拟积分器与微分器 .....	170
8-3-10	调幅波解调器 .....	173
8-3-11	直线拟合演示仪 .....	175
8-3-12	多项式拟合演示仪 .....	176
8-4	本章小结 .....	177
<b>第 9 章</b>	<b>与其他应用程序的接口 .....</b>	<b>178</b>
9-1	Advanced 高级应用子模板 .....	178
9-2	LabVIEW 与 C 语言接口技术 .....	179
9-2-1	CIN 节点的调用 .....	179
9-2-2	编写 C 语言源代码 .....	180
9-2-3	编译 C 语言源代码 .....	181
9-2-4	装载 lsb 源文件并运行程序 .....	182
9-3	LabVIEW 对库函数的调用方法 .....	183
9-4	LabVIEW 嵌入式 MATLAB Script 编程 .....	184
9-4-1	MATLAB 简介 .....	185
9-4-2	LabVIEW 与 MATLAB 的接口 .....	185
9-4-3	MATLAB Script 节点应用示例 .....	186
9-5	LabVIEW 的动态数据交换 DDE .....	187
9-5-1	DDE 函数的调用路径 .....	188
9-5-2	DDE 应用示例 .....	188
9-6	LabVIEW 对可执行文件*.exe 的调用 .....	190
9-7	LabVIEW 生成可执行文件程序包 .....	191
9-7-1	含噪声信号功率谱分析仪 .....	192
9-7-2	应用程序打包配置对话框 .....	193
9-7-3	构造“含噪声信号功率谱分析仪”应用程序 .....	195
9-8	LabVIEW 对硬件端口地址的读和写 .....	197
9-8-1	LabVIEW 的端口操作子选项板 .....	197
9-8-2	用端口读/写函数驱动数据采集卡 .....	198
9-8-3	数据采集卡驱动程序设计 .....	198
9-9	本章小结 .....	200
<b>第 10 章</b>	<b>ActiveX .....</b>	<b>201</b>
10-1	OLE、COM 和 ActiveX 简介 .....	201
10-1-1	OLE、COM 和 ActiveX 的起源和关系 .....	201
10-1-2	OLE、COM 和 ActiveX 的相关术语 .....	203
10-1-3	COM 扩展 .....	207
10-2	ActiveX 的属性、方法和事件 .....	208

10-2-1	ActiveX 的属性、方法 .....	208
10-2-2	Events .....	208
10-3	LabVIEW 的 ActiveX 编程 .....	208
10-3-1	LabVIEW 的控件容器 .....	208
10-3-2	ActiveX 函数子选项板 .....	211
10-3-3	LabVIEW 中的事件 .....	216
10-3-4	LabVIEW 作为客户端打开不同的应用程序 .....	219
10-4	LabVIEW 作为 ActiveX 服务器 .....	220
10-5	本章小结 .....	225
<b>第 11 章</b>	<b>LabVIEW 的多线程 .....</b>	<b>226</b>
11-1	多线程的基本术语 .....	226
11-1-1	线程 .....	226
11-1-2	Win32 .....	227
11-1-3	多任务 .....	227
11-1-4	进程 .....	229
11-1-5	优先级 .....	229
11-1-6	安全性 .....	229
11-2	线程机制 .....	229
11-2-1	线程堆栈 .....	230
11-2-2	线程调度 .....	230
11-2-3	上下文切换 .....	231
11-3	多线程所带来的问题 .....	231
11-3-1	竞态条件 .....	231
11-3-2	优先级倒置 .....	231
11-3-3	资源耗尽 .....	232
11-3-4	死锁 .....	232
11-3-5	操作系统补偿 .....	232
11-4	多线程的误区 .....	233
11-4-1	线程的滥用 .....	233
11-4-2	线程总是加快程序的运行 .....	233
11-4-3	多线程使应用程序更加稳定 .....	233
11-4-4	多线程误区概括 .....	234
11-5	LabVIEW 中的多线程 .....	234
11-5-1	执行子系统 .....	234
11-5-2	运行队列 .....	236
11-5-3	LabVIEW 多线程中的 DLLs .....	236
11-5-4	定制线程配置 .....	238
11-6	LabVIEW 的线程数目估计 .....	239
11-6-1	线程数目的估计示例 .....	239

11-6-2	多线程的程序最优化.....	241
11-6-3	LabVIEW 的子程序优先级 .....	243
11-7	本章小结 .....	243
<b>第 12 章</b>	<b>LabVIEW 应用于网络技术 .....</b>	<b>244</b>
12-1	网络基础知识 .....	244
12-1-1	计算机网络 .....	244
12-1-2	网络体系结构 .....	246
12-2	Communication 通信子模板 .....	247
12-2-1	DataSocket 子选项板 .....	248
12-2-2	TCP 子选项板 .....	250
12-3	数据套接技术 .....	253
12-3-1	数据套接的基本概念 .....	253
12-3-2	数据套接管理器与服务器 .....	253
12-3-3	在前面板中使用 DataSocket .....	255
12-3-4	在流程图中使用 DataSocket .....	257
12-3-5	利用数据套接技术来传输数据附加信息 .....	258
12-4	TCP 编程 .....	260
12-4-1	服务器端向客户端传输噪声数据 .....	260
12-4-2	服务器端向客户端传输当前系统时间 .....	262
12-5	在 Web 上发布 VI 程序 .....	263
12-5-1	待发布的噪声信号产生程序 .....	263
12-5-2	Web 服务器配置 .....	263
12-5-3	在 Web 上发布 VI 程序的前面板 .....	265
12-5-4	在 Web 上发布 VI 程序的 HTML 文档 .....	266
12-5-5	远程链接和管理 .....	269
12-6	串行通讯 .....	271
12-6-1	串行通讯 .....	271
12-6-2	RS-232 简介 .....	272
12-6-3	LabVIEW 的串行通讯子选项板 .....	274
12-6-4	串口通讯应用示例——双机通信 .....	276
12-7	本章小结 .....	278
<b>第 13 章</b>	<b>LabVIEW 中小波变换的实现 .....</b>	<b>279</b>
13-1	小波变换的基本理论 .....	279
13-2	从傅里叶变换到小波变换 .....	280
13-2-1	傅里叶变换 .....	280
13-2-2	短时傅里叶变换 .....	282
13-2-3	小波变换 .....	284
13-2-4	常用的小波函数 .....	287
13-3	小波包分析与 Mallet 算法 .....	288

13-3-1	小波包 .....	288
13-3-2	Mallet 算法 .....	289
13-4	在 LabVIEW 中实现小波变换 .....	290
13-4-1	小波分解算法的实现 .....	291
13-4-2	小波重构算法的实现 .....	292
13-4-3	小波包分解和重构算法的实现 .....	293
13-4-4	二维小波变换 .....	294
13-5	小波变换的应用示例 .....	295
13-5-1	信号奇异性检测 .....	295
13-5-2	信号消噪处理 .....	296
13-5-3	信号压缩处理 .....	299
13-5-4	信号发展趋势识别 .....	301
13-5-5	小波包分析的应用 .....	301
13-6	本章小结 .....	304
附录	LabVIEW 常用术语 .....	305
	参考文献 .....	314

# 第 1 章 绪论

知识点:

- 虚拟仪器的概念
- 虚拟仪器的构成
- 虚拟仪器的前景
- 图形化编程语言 LabVIEW 简介

本章概述:

本章主要介绍虚拟仪器的概念、构成特点及 LabVIEW 编程语言的特点,重点阐述“软件即是仪器,仪器即是软件”的观点。

## 1-1 虚拟仪器概述

虚拟技术、计算机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。

电子测量仪器发展至今,已经大体经历了四代历程,分别为:模拟仪器、分立元件式仪器、数字化仪器和智能仪器。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的一场新的革命,一种全新的仪器——虚拟仪器应运而生。

虚拟仪器,是虚拟技术的一个重要组成部分,它是现代计算机软件技术、通信技术和测量技术高速发展孕育出的一项革命性技术,其导致了传统仪器的结构、概念和设计观点都发生了巨大变革,它的出现使得人类的测试技术进入了一个新的发展纪元。

NI 公司的虚拟仪器平台——LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) 是一种图形化的编程语言——通常称为“G”编程语言,是目前应用最广、发展最快、功能最强的图形化软件集成开发环境。LabVIEW 开发的程序称为虚拟仪器程序,简称 VI。LabVIEW 大大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。

LabVIEW 作为一种图形化编程语言,它是真正面向科学家和工程师的编程语言,被誉为“科学家与工程师”的语言。

### 1-1-1 虚拟仪器的基本概念

计算机和仪器的密切结合是目前仪器发展的一个重要方向,这种结合主要有以下两种方式:

- 将计算机装入仪器,典型的例子就是所谓智能化的仪器,随着计算机功能的日益强大以及体积的日趋缩小,这类仪器功能也越来越强大,目前已经出现含嵌入式系统的仪器。

- 将仪器装入计算机，以通用的计算机硬件及操作系统为依托，实现各种仪器功能。虚拟仪器主要是指这种方式。

所谓虚拟仪器，就是在以 PC 为核心的硬件平台上，由用户通过软件进行程序设计，设计出的虚拟仪器面板可以用来模拟仪器并实现其测量功能的一种计算机仪器系统。虚拟仪器的实质是利用计算机显示器（CRT）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、处理，使用 I/O 接口设备来完成信号的采集、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。虚拟仪器的出现，使得仪器与个人计算机融为一体了。

虚拟仪器是测试技术与计算机深层次结合的产物，“虚拟”首先体现在仪器的面板是虚拟的，传统仪器面板都是实实在在的，是用户可以用手触摸的“器件”；虚拟仪器的面板是外形与实物相似的“图标”。另外虚拟仪器是通过软件编程来实现仪器的多种测试功能的。

以上所述就是常听到的“软件即是仪器，仪器即是软件”说法的由来。

### 1-1-2 虚拟仪器的构成及分类

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组成。

#### 1. 硬件平台

虚拟仪器的硬件平台包括计算机和 I/O 接口设备两部分。

##### 1) 计算机

计算机是硬件平台的核心。

##### 2) I/O 接口设备

I/O 接口设备主要完成待测输入信号的采集、放大和模/数转换等。根据 I/O 接口设备不同，虚拟仪器主要分为以下五种类型，如图 1-1 所示。

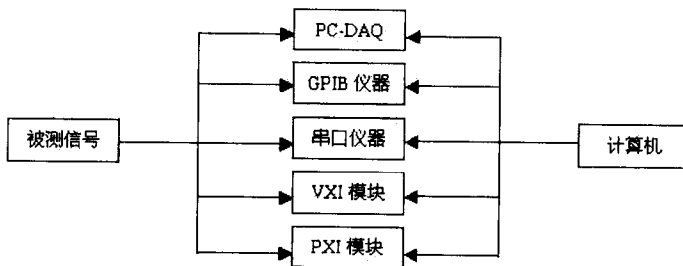


图 1-1 虚拟仪器的构成方式

- PC-DAQ：它是以数据采集板、信号调理电路及计算机为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，只需将数据采集卡/板（DAQ）插入计算机机箱内的空槽中即可使用。
- GPIB 仪器：它是以 GPIB 标准总线仪器与计算机为硬件平台组成的仪器测试系统。
- 串口仪器：它是以 Serial 标准总线仪器与计算机为硬件平台组成的仪器测试系统。
- VXI 模块：它是以 VXI 标准总线仪器模块与计算机为硬件平台组成的仪器测试系统。
- PXI 模块：它是以 PXI 标准总线仪器模块与计算机为硬件平台组成的仪器测试系统。

无论是哪种 VI 系统, 都是通过应用软件将仪器硬件与计算机相结合, 其中 PC-DAQ 测量系统是最廉价的方式, 它是构成 VI 系统的最基本的方式。

## 2. 应用软件

虚拟仪器的应用软件由以下两大部分构成。

### 1) 应用程序

一般来说, 虚拟仪器的应用程序包含以下两个方面:

- 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 接口设备驱动程序

I/O 接口设备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, 目前虚拟仪器软件开发工具有如下两类:

- 文本式编程语言, 例如 Visual C++、Visual Basic、LabWindows/CVI 等。
- 图形化编程语言, 例如 LabVIEW、HPVEE 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良好的开发环境。

## 1-1-3 虚拟仪器的发展及特点

### 1. 虚拟仪器的发展

追溯电子测量仪器的发展历史, 大体经历了以下的发展历程:

#### 1) 第一代模拟仪器

这类仪器在某些实验室里还能看到, 它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。

#### 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——分立元件式仪器。

#### 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。这类仪器相当普及, 如数字万用表、数字频率计等。

#### 4) 第四代智能仪器

随着微电子技术和微处理器的普及, 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, 可以进行自动测试和数据处理功能, 习惯上称为智能仪器。其缺点是它的功能模块都是以硬件的形式存在, 无论是开发还是应用, 都缺乏灵活性。

#### 5) 虚拟仪器

目前, 电子测量仪器领域出现了一种全新的仪器——虚拟仪器。虚拟仪器与智能仪器有点类似, 它是将仪器装入计算机, 以通用的计算机硬件及操作系统为依托, 来实现各种仪器功能。采用虚拟仪器技术构建的测试仪器, 具有开发效率高、可维护性强、测试精度高、稳定性和可靠性好等优点, 因此具有较高的性能价格比, 便于节省投资、设备更新和功能转换与扩充。

虚拟仪器的起源可以追溯到 20 世纪 70 年代, 那时计算机测控系统在国防、航天等领域



已经有了相当的发展。PC 机出现以后，用计算机来模拟替代传统的仪器成为了可能，甚至在 Microsoft 公司的 Windows 诞生之前，NI 公司已经在 Macintosh 计算机上推出了 LabVIEW 2.0 以前的版本。对虚拟仪器和 LabVIEW 长期、系统、有效的研究开发使得该公司成为业界公认的权威。第一台虚拟仪器诞生于 1987 年，此后，虚拟仪器的发展势头迅猛，到 1994 年，已有 95 个厂家的 1 000 多种产品销售。工业发达国家已经将虚拟仪器技术广泛用于航天、通讯、生物医学、地球物理、电子、机械等各个领域，进行工程技术和科学研究。国内对虚拟仪器的研究与工程应用也取得了很多成果，在产品性能测试、设备故障诊断、生产过程控制中得到普遍应用。

虚拟仪器对于测量仪器的深刻意义在于：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，而不是由厂家事先定义固定不可改变的。

### 2. 虚拟仪器的特点

虚拟仪器的主要特点有：

- 尽可能采用了通用的硬件，各种仪器的差异主要是软件。
- 可充分发挥计算机的能力，有强大的数据处理功能，可以创造出功能更强的仪器。
- 用户可以根据自己的需要定义和制造各种仪器，研制周期大大缩短。
- 比传统仪器更开放、灵活，可与网络及周边其他设备互联。
- 具有良好的性价比。
- 虚拟仪器区别于传统仪器最大的特点在于：虚拟仪器的关键是软件。

## 1-2 图形化编程语言 LabVIEW 的概述

“软件即是仪器，仪器即是软件”，由此可见，软件对于虚拟仪器的重要作用。

在计算机和仪器等硬件资源确定的情况下，用户可以根据不同的需要，利用软件设计出不同的虚拟仪器系统。下面主要介绍功能强大的图形化编程语言——LabVIEW。

### 1-2-1 什么是 LabVIEW

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) 是一种图形化的编程语言 (又称为“G”语言)，它是由美国 NI 公司 (NATIONAL INSTRUMENTS Company) 推出的虚拟仪器开发平台，也是目前应用最广、发展最快、功能最强的图形化软件集成开发环境。

LabVIEW 作为一种强大的虚拟仪器开发平台，广泛地被工业界、学术界和研究实验室所接受，被视为一个标准的数据采集和仪器控制软件。LabVIEW 集成了 GPIB、VXI、RS-232 和 RS-485 协议的硬件及数据采集卡通讯的全部功能，并且它还内置了便于应用 TCP/IP、ActiveX 等软件标准的库函数。因此，LabVIEW 是一个功能强大且灵活的软件，利用它可以方便地组建自己的虚拟仪器。

使用 LabVIEW 开发平台编制的程序称为虚拟仪器程序，它包括前面板 (Front Panel)、流程图 (Block Diagram) 以及图标/连接器 (Icon/Connector) 三部分。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，它让用户从繁琐的计算机代码编写中解放出来，把大部分精力投入系统设计和分析当中，而不再拘泥于程序细节。