



LabVIEW

LabVIEW 2014

基础 实例教程

附微课视频

©解璞 李瑞 编著

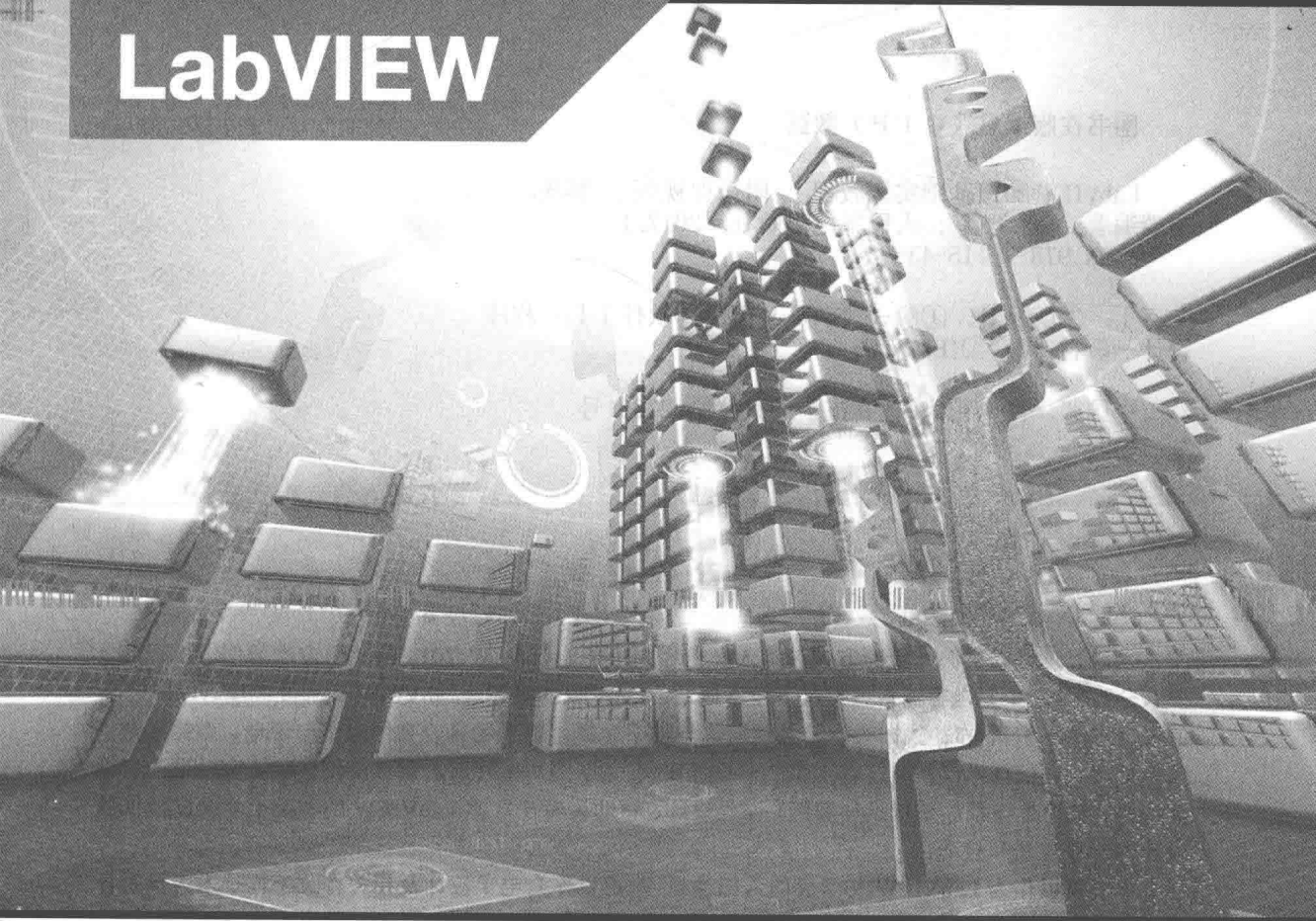


中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS





LabVIEW

LabVIEW 2014

基础 实例教程

附微课视频

◎解璞 李瑞 编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

LabVIEW 2014基础实例教程 : 附微课视频 / 解璞, 李瑞编著. — 北京 : 人民邮电出版社, 2017.1
ISBN 978-7-115-43593-4

I. ①L… II. ①解… ②李… III. ①软件工具—程序设计—教材 IV. ①TP311.56

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第227001号

内 容 提 要

本书以理论与实例结合的方式,深入浅出地介绍了 LabVIEW 2014 的使用方法和使用技巧。全书共分 17 章,主要内容包括虚拟仪器技术概述、LabVIEW 概述、LabVIEW 的开发环境、LabVIEW 的设计方法、编辑 VI、数据类型、数据运算与程序运算、波形运算、文件操作与管理、数据采集、信号处理、通信技术,并通过数字滤波器设计实例、2D 图片旋转显示设计实例、车速实时记录仪设计实例、救护车呼救灯系统设计实例、课程设计,帮助读者在掌握 LabVIEW 的基础上学会虚拟仪器设计的一般方法和技巧。

本书可以作为 LabVIEW 初学者的入门教材,也可以作为电子设计及相关行业工程技术人员及各院校相关专业师生的学习参考书。

◆ 编 著 解 璞 李 瑞

责任编辑 税梦玲

责任印制 沈 蓉 彭志环

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

中国铁道出版社印刷厂印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 18.75

2017 年 1 月第 1 版

字数: 457 千字

2017 年 1 月北京第 1 次印刷

定价: 49.80 元 (附光盘)

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

虚拟仪器实际上是一个按照仪器需求组织的数据采集系统，它的研究中涉及的基础理论主要有计算机数据采集和数字信号处理。目前在这一领域内，使用较为广泛的计算机语言是美国 NI 公司的 LabVIEW。

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快速的发展。PC 出现后，仪器级的计算机化成为可能，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 之前的版本。

对虚拟仪器和 LabVIEW 长期、系统、有效的研究开发使 NI 公司成为业界公认的权威。LabVIEW 是图形化开发环境语言，又称 G 语言，它结合了图形化编程方式的高性能与灵活性，以及专为测试测量与自动化控制应用设计的高性能模块及其配置功能，能为数据采集、仪器控制、测量分析与数据显示等各种应用提供必要的开发工具。

LabVIEW 2014 简体中文版是 NI 发布的新一代 LabVIEW 中文版本，它为工程师提供了效率与性能俱佳的出色的开发平台。LabVIEW 2014 简体中文版适用于各种测量和自动化领域，并且它操作简单、易上手，无论工程师是否有丰富的开发经验，都能顺利使用该软件。

在本书的编写过程中，编者详细介绍了学习 LabVIEW 过程中所要注意的问题，使读者能深刻地理解各种函数与 VI，并以“知识点→实例→知识点→实例”的形式组织本书内容，以理论构建主干，以实例填补枝蔓，内容丰富全面，富有实战性，有利于锻炼读者的实际操作能力。

本书的 3 大特点介绍如下。

1. 内容全面，讲解细致

为了保证零基础的读者能够轻松上手，本书既简要介绍了 LabVIEW 开发环境 and 设计方法等基础知识，也详细讲解了各种数据和程序运算的相关知识。在介绍的过程中，编者根据自己多年的开发经验及教学心得，适当给出总结和 Related 提示，以帮助读者快捷地掌握所学知识。

2. 实例典型，步步为营

对于 LabVIEW 这类专业软件教材，编者力求避免空洞的介绍，而是将每个知识点都采用电子设计实例来进行讲解，以帮助读者在实例操作过程中牢固掌握软件功能。本书的实例种类非常丰富，有讲解知识点的小实例，有讲解几个知识点或全章知识点的综合实例，有用于

练习提高的上机实例,还有完整实用的工程案例以及课程设计。例如:6.2.4 小节的课堂练习针对 6.2 节的知识点,6.7 节的课堂案例针对第 6 章所有知识点,6.8 节的课后习题用于第 6 章知识点的巩固练习;第 13~16 章的综合实例是对全书所有知识的综合应用;最后一章的课程设计用于读者检测和巩固所学知识。

3. 提供微课视频及光盘

为了帮助读者更快更好地学习 LabVIEW,本书附赠光盘中包含全书所有实例的源文件和微课视频,读者通过扫描书中二维码,可随时随地在线观看。除此之外,光盘中还提供了教学 PPT、考试模拟试卷等资料。

本书由解璞和李瑞编著,其中解璞编写了第 1~9 章,李瑞编写了第 10~17 章。另外,刘昌丽、康士廷、闫聪聪等参与了部分章节的编写,石家庄三维书屋文化传播有限公司的胡仁喜博士对全书进行了审校,在此对他们表示真诚的感谢。

由于时间仓促,加上编者水平有限,书中难免存在不足之处,望广大读者登录 www.sjzswsw.com 进行反馈,或联系 win760520@126.com,编者将不胜感激,也欢迎加入三维书屋图书学习交流 QQ: 379090620 进行交流探讨。

编者

2016 年 8 月

目 录

第 1 章 虚拟仪器技术概述	1	3.3.2 “编辑”菜单	30
1.1 虚拟仪器系统概述	1	3.3.3 “查看”菜单	31
1.1.1 虚拟仪器的概念	2	3.3.4 “项目”菜单	31
1.1.2 虚拟仪器的优势	2	3.3.5 “操作”菜单	32
1.1.3 虚拟仪器的特点	3	3.3.6 “工具”菜单	32
1.2 虚拟仪器的特征	3	3.3.7 “窗口”菜单	33
1.2.1 虚拟仪器的分类	4	3.3.8 “帮助”菜单	34
1.2.2 虚拟仪器的组成	5	3.3.9 菜单属性设置	36
1.2.3 虚拟仪器的发展方向	6	3.4 前面板控件	37
1.3 课后习题	7	3.4.1 控件样式	38
第 2 章 LabVIEW 概述	8	3.4.2 数值型控件	38
2.1 LabVIEW 基础知识	8	3.4.3 布尔型控件和单选按钮	40
2.1.1 LabVIEW 的概念	8	3.4.4 字符串与路径控件	41
2.1.2 LabWindows/CVI 的概念	9	3.4.5 课堂练习——“银色”面板的 使用	42
2.1.3 LabVIEW 的应用	10	3.4.6 数组、矩阵和簇控件	43
2.2 LabVIEW 2014 概述	10	3.4.7 列表框、树形控件和表格	43
2.2.1 LabVIEW 2014 的安装	10	3.4.8 图形和图表	44
2.2.2 LabVIEW 2014 的新功能	15	3.4.9 下拉列表和枚举控件	45
2.2.3 使用网络资源	20	3.4.10 容器控件	45
2.3 课后习题	21	3.4.11 I/O 控件	46
第 3 章 LabVIEW 的开发环境	22	3.4.12 修饰控件	47
3.1 LabVIEW 图形界面	22	3.4.13 对象和应用程序的引用	47
3.1.1 启动窗口	22	3.4.14 .NET 与 ActiveX 控件	48
3.1.2 “项目浏览器”窗口	25	3.5 课堂案例——数值控件的使用	49
3.2 LabVIEW 操作模板	26	3.6 课后习题	50
3.2.1 “控件”选板	26	第 4 章 LabVIEW 的设计方法	51
3.2.2 “工具”选板	27	4.1 创建 VI	51
3.2.3 “函数”选板	27	4.1.1 创建 VI	52
3.2.4 选板可见性设置	28	4.1.2 课堂练习——设置乘法图标	57
3.3 菜单栏	29	4.1.3 程序框图	58
3.3.1 “文件”菜单	29	4.1.4 课堂练习——乘法运算	59

4.2 创建子 VI.....	60	6.2.4 课堂练习——记录学生 情况表.....	100
4.2.1 设置连线端口.....	60	6.3 矩阵.....	100
4.2.2 创建子 VI.....	62	6.3.1 矩阵.....	101
4.3 运行和调试 VI.....	63	6.3.2 矩阵范数.....	102
4.3.1 运行 VI.....	63	6.4 图表数据.....	103
4.3.2 纠正 VI 的错误.....	64	6.4.1 波形图.....	103
4.3.3 高亮显示程序执行过程.....	65	6.4.2 波形图表.....	104
4.3.4 单步通过 VI 及其子 VI.....	66	6.4.3 XY 图.....	105
4.3.5 调用子 VI.....	67	6.4.4 课堂练习——显示函数曲线.....	106
4.4 课堂案例——布尔运算 VI.....	69	6.5 波形数据.....	107
4.5 课后习题.....	73	6.5.1 变体函数.....	107
第 5 章 编辑 VI.....	74	6.5.2 时间标识.....	107
5.1 编辑 VI.....	74	6.6 文件数据.....	108
5.1.1 使用断点.....	74	6.6.1 路径.....	108
5.1.2 使用探针.....	75	6.6.2 引用句柄.....	108
5.1.3 设置图标.....	75	6.7 课堂案例——简单正弦波形.....	109
5.2 设置对象的属性.....	77	6.8 课后习题.....	112
5.2.1 设置控件的属性.....	77	第 7 章 数据运算与程序运算.....	113
5.2.2 课堂练习——控件的格式 显示.....	79	7.1 数据运算.....	113
5.3 设置前面板的外观.....	80	7.1.1 数值函数.....	114
5.3.1 改变对象的大小.....	80	7.1.2 函数快捷命令.....	116
5.3.2 改变对象颜色.....	82	7.1.3 课堂练习——创建数组.....	118
5.3.3 设置对象的字体.....	83	7.2 初等与特殊函数和 VI.....	118
5.3.4 在窗口中添加标签.....	83	7.3 数组函数.....	119
5.3.5 对象编辑窗口.....	84	7.3.1 数组大小.....	120
5.4 设置对象的位置关系.....	86	7.3.2 创建数组.....	120
5.4.1 对齐关系.....	86	7.3.3 课堂练习——产生随机 波形.....	121
5.4.2 课堂练习——控件布局.....	86	7.3.4 索引数组.....	121
5.4.3 分布对象.....	87	7.3.5 初始化数组.....	122
5.4.4 改变对象在窗口中的前后 次序.....	88	7.3.6 课堂练习——创建新数组.....	123
5.4.5 组合与锁定对象.....	89	7.4 循环结构函数.....	124
5.4.6 课堂练习——组合控件.....	89	7.4.1 For 循环.....	124
5.4.7 网格排布.....	90	7.4.2 移位寄存器.....	126
5.5 课堂案例——修饰控件的使用 方法.....	91	7.4.3 课堂练习——创建 Y 曲线.....	128
5.6 课后习题.....	93	7.4.4 While 循环.....	129
第 6 章 数据类型.....	94	7.4.5 反馈节点.....	131
6.1 数组.....	94	7.4.6 课堂练习——计算平方和.....	131
6.2 簇.....	95	7.4.7 变量.....	132
6.2.1 簇的组成.....	95	7.4.8 课堂练习——全局变量的 控制.....	133
6.2.2 创建簇.....	96	7.5 其他循环结构函数.....	134
6.2.3 簇函数.....	98	7.5.1 条件结构.....	135
		7.5.2 顺序结构.....	135

7.5.3	课堂练习——计算时间差	137
7.5.4	事件结构	138
7.5.5	公式节点	142
7.5.6	课堂练习——四则运算	143
7.5.7	属性节点	144
7.6	课堂案例——公务卡管理系统	147
7.7	课后习题	150
第8章	波形运算	151
8.1	波形生成	151
8.1.1	基本函数发生器	151
8.1.2	课堂练习——生成基本信号	152
8.1.3	公式波形	153
8.1.4	课堂练习——生成公式信号	153
8.1.5	正弦波形	153
8.1.6	基本混合单频	154
8.1.7	课堂练习——生成混合信号	155
8.1.8	仿真信号	155
8.1.9	课堂练习——生成带噪声的 仿真信号	158
8.2	信号生成	159
8.2.1	基于持续时间的信号发生器	160
8.2.2	课堂练习——生成正弦信号	161
8.3	基本波形函数	161
8.3.1	获取波形成分	162
8.3.2	创建波形	162
8.3.3	设置波形函数和获取波形 函数	164
8.3.4	索引波形数组函数	164
8.3.5	获取波形子集函数	164
8.3.6	Express 函数	165
8.4	强度图和强度图表	167
8.4.1	强度图	167
8.4.2	课堂练习——设计颜色表	168
8.4.3	强度图表	169
8.5	三维图形	171
8.5.1	三维曲面图	172
8.5.2	三维参数图	176
8.5.3	课堂练习——绘制三维球面	177
8.5.4	三维曲线图	178
8.5.5	极坐标图	179
8.5.6	课堂练习——数学函数的 极坐标图	180
8.6	课堂实例——使用 Express VI 生成曲线	180
8.7	课后习题	185

第9章	文件操作与管理	186
9.1	文件类型	186
9.1.1	文件常量	187
9.1.2	配置文件	187
9.1.3	TDM 流	188
9.1.4	存储/数据插件	188
9.1.5	Zip 文件	189
9.1.6	XML 格式	189
9.1.7	波形文件 I/O 函数	189
9.1.8	高级文件 I/O 函数	190
9.2	文件操作	191
9.3	文件管理	193
9.3.1	文本文件	194
9.3.2	课堂练习——写入/读取正弦 数据	194
9.3.3	电子表格文件	196
9.3.4	课堂练习——写入/读取电子 表格文件	197
9.3.5	二进制文件	198
9.3.6	数据记录文件的创建和读取	199
9.3.7	课堂练习——写入/读取温度 计数据	199
9.3.8	测量文件	200
9.4	课堂案例——编辑选中文件	204
9.5	课后习题	207
第10章	数据采集	208
10.1	数据采集基础	208
10.1.1	DAQ 功能概述	208
10.1.2	NI-DAQ 安装	211
10.1.3	安装设备和接口	213
10.2	数据采集节点介绍	215
10.2.1	DAQ 节点常用的参数简介	216
10.2.2	DAQmx 节点	218
10.3	课堂案例——DAQ 助手的使用	224
10.4	课后习题	227
第11章	信号处理	228
11.1	波形调理	228
11.1.1	数字 FIR 滤波器	228
11.1.2	课堂练习——对正弦波信号 进行数字滤波	229
11.1.3	连续卷积 (FIR)	230
11.1.4	滤波器	230
11.1.5	课堂练习——对正弦信号 进行仿真滤波	232

11.2 波形测量	233	12.6 课后习题	263
11.2.1 基本平均直流——均方根	234	第 13 章 数字滤波器设计实例	264
11.2.2 FFT 频谱 (幅度—相位)	234	13.1 设置工作环境	264
11.2.3 课堂练习——分析频谱 相位	235	13.2 设计程序	264
11.2.4 幅值和电平测量	235	13.2.1 生成波形数据	264
11.3 信号处理	237	13.2.2 计算波形数据	265
11.3.1 卷积和相关	237	13.2.3 配置滤波器	265
11.3.2 课堂练习——卷积运算 信号波	238	13.3 运行程序	266
11.4 窗	239	第 14 章 2D 图片旋转显示设计实例	267
11.5 滤波器	239	14.1 设置工作环境	267
11.6 谱分析	240	14.2 设置基本显示数据	267
11.7 变换	240	14.3 设置图片显示	268
11.8 逐点	241	14.3.1 设置基本数据	268
11.9 课堂案例——继电器控制开关 信号	241	14.3.2 转换数据类型	268
11.10 课后习题	244	14.3.3 转换数据为图片	269
第 12 章 通信技术	245	14.4 设置显示时间	269
12.1 串行通信技术	245	14.5 运行程序	270
12.1.1 串行通信介绍	245	第 15 章 车速实时记录仪设计实例	271
12.1.2 VISA 配置串口	246	15.1 设置工作环境	271
12.1.3 课堂练习——指令的发送 与接收	247	15.2 控件设计	271
12.2 DataSocket 技术	248	15.2.1 放置控件	271
12.2.1 DataSocket 技术	248	15.2.2 修改控件属性	272
12.2.2 读取 DataSocket	249	15.3 前面板设计	273
12.2.3 写入 DataSocket	250	15.3.1 前面板布局	273
12.2.4 打开 DataSocket	250	15.3.2 修饰前面板	274
12.2.5 关闭 DataSocket	250	15.3.3 设置颜色	275
12.2.6 课堂练习——正弦信号的远 程通信	251	第 16 章 救护车呼救灯系统设计实例	277
12.3 TCP 通信	254	16.1 设置工作环境	277
12.3.1 TCP 简介	254	16.2 设计前面板	277
12.3.2 TCP 侦听	255	16.2.1 添加控件	277
12.3.3 打开 TCP 连接	255	16.2.2 设置 VI 属性	279
12.3.4 读取 TCP 数据	256	16.3 设计程序框图	279
12.3.5 写入 TCP 数据	257	16.3.1 设置循环	280
12.3.6 课堂练习——正弦波的 网络通信	257	16.3.2 设置条件结构	280
12.4 其他通信方法介绍	258	16.3.3 设置亮灯	280
12.4.1 UDP 通信	259	16.3.4 设置灭灯	280
12.4.2 课堂练习——数据的地址 传送	259	16.4 运行程序	281
12.5 课堂案例——多路解调器	261	第 17 章 课程设计	282
		设计 1——计算机控件	282
		设计 2——火车故障检测系统	283
		设计 3——预测成本	287
		设计 4——播放演讲稿	289



内容指南

在学习 LabVIEW 之前,读者首先应该对虚拟仪器(Virtual Instrument, VI)有一个基本的认识。因此,本章首先介绍虚拟仪器的基本概念、组成与特点,然后介绍虚拟仪器技术的发展现状与展望,最后对虚拟仪器的软件环境进行介绍。



知识重点

- 📖 虚拟仪器的概念
- 📖 虚拟仪器的特征
- 📖 虚拟仪器的发展方向

1.1 虚拟仪器系统概述

仪器系统的发展经历了一段很长的历史。在其早期发展阶段,仪器系统指的是“纯粹”的模拟测量设备,例如 EEG 记录系统或示波器。作为一种完全封闭的专用系统,仪器系统包括电源、传感器、模拟-数字转换器和显示器等,并且需要手动设置,才能将数据显示到标度盘、转换器,或者将数据打印出来。在当时,如果要进一步使用数据,需要操作人员手动地将数据复写到笔记本上。

由于所有的事情都必须人工操作,因此要对实际采集到的数据进行深入分析,或集成复杂的/自动化的测试步骤是很复杂的,甚至是不可能完成的工作。直到 20 世纪 80 年代,那些复杂的系统,例如化学处理控制应用等,才终于不需要占用到多台独立台式仪器,而是一起连接到中央控制面板,这个控制面板由一系列物理数据显示设备(例如标度盘、转换器等)以及多套开关、旋钮和按键组成,专用于仪器的控制。

仪器技术领域的各种创新积累使现代测量仪器的性能发生了质的飞跃,导致仪器的概念和形式发生了突破性的变化,出现了一种全新的仪器概念——虚拟仪器。

虚拟仪器把计算机技术、电子技术、传感器技术、信号处理技术、软件技术结合起来,除继承传统仪器的已有功能外,还增加了许多传统仪器所没有的先进功能。虚拟仪器的最大特点是灵活,用户在使用过程中可以根据需要添加或删除仪器功能,以满足各种需求和各种

环境, 并且能充分利用计算机丰富的软硬件资源, 突破了传统仪器在数据处理、表达、传送以及存储方面的限制。

1.1.1 虚拟仪器的概念

虚拟仪器通过应用程序将计算机与功能化模块结合起来, 用户可以通过友好的图形界面来操作这台计算机, 就像在操作自己定义、自己设计的仪器一样, 从而完成信息的采集、分析、处理、显示、存储和打印。它实际上是利用计算机显示器的显示功能来模拟传统仪器的控制面板, 并以多种形式表达输出检测结果, 如利用计算机强大的软件功能实现信号的运算、分析和处理, 利用 I/O 接口设备完成信号的采集等, 从而完成各种测试功能的一种计算机测试系统。使用者用鼠标或键盘操作虚拟面板, 就如同使用一台专用测量仪器一样。因此, 虚拟仪器的出现使测量仪器与计算机的界限模糊了。

虚拟仪器的“虚拟”两字主要包含以下两方面的含义。

(1) 虚拟仪器面板上的各种“图标”与传统仪器面板上的各种“器件”所完成的功能是相同的: 由各种开关、按钮、显示器等图标实现仪器电源的“通”“断”, 实现被测信号的“输入通道”“放大倍数”等参数的设置, 以及实现测量结果的“数值显示”“波形显示”等。传统仪器面板上的器件都是实物, 而且是手动操作的; 虚拟仪器前面板是外形与实物相像的“图标”, 每个图标的“通”“断”“放大”等动作由用户操作计算机鼠标或键盘来完成。因此, 设计虚拟仪器前面板就是在前面板设计窗口中摆放所需的图标, 然后对图标的属性进行设置。

(2) 虚拟仪器是在以 PC 为核心组成的硬件平台的支持下, 通过软件编程来实现仪器功能的, 其测量功能通过对图形化软件流程图的编程来实现。因为可以通过不同测试功能软件模块的组合来实现多种测试功能, 所以在硬件平台确定后, 就有了“软件就是仪器”的说法。这也体现了测试技术与计算机深层次的结合。

1.1.2 虚拟仪器的优势

在所有测试应用软件中, 虚拟仪器技术有着无法替代的优势。

1. 虚拟仪器技术性能高

虚拟仪器技术是在 PC 技术的基础上发展起来的, 所以完全“继承”了以现成即用的 PC 技术为主导的最新商业技术的优点, 包括功能超卓的处理器和文件 I/O, 使用户在数据高速导入磁盘的同时就能实时地进行复杂的分析。此外, 不断发展的因特网技术和越来越快的计算机网络传输速度使得虚拟仪器技术能展现其更强大的优势。

2. 虚拟仪器技术扩展性强

虚拟仪器的软硬件工具使得工程师和科学家们不再局限于当前的技术。得益于软件的灵活性, 用户只需更新计算机或测量硬件, 就能以最少的硬件投资和极少的甚至无需软件上的升级即可改进整个系统。在利用最新科技的时候, 用户可以把它们集成到现有的测量设备, 最终以较少的成本加速产品上市的时间。

3. 虚拟仪器技术的开发时间短

在驱动和应用两个层面上, VI 高效的软件构架能与计算机、仪器仪表和通信等最新技术结合在一起。VI 软件构架的设计初衷就是为了方便用户的操作, 其灵活性和强大的功能, 使用户可以轻松地配置、创建、发布、维护和修改高性能、低成本的测量和控制解决方案。

4. 虚拟仪器技术可实现无缝集成

虚拟仪器技术从本质上说是一个集成的软硬件概念。随着产品在功能上不断地趋于复杂，工程师们通常需要集成多个测量设备来满足完整的测试需求，而连接和集成这些不同设备总是要耗费大量的时间。虚拟仪器软件平台为所有的 I/O 设备提供了标准的接口，帮助用户轻松地将多个测量设备集成到同一系统，从而减少了任务的复杂性。

1.1.3 虚拟仪器的特点

虚拟仪器的突出优点是不仅可以利用 PC 组建出灵活的虚拟仪器，更重要的是它可以通过各种不同的接口总线，组建不同规模的自动测试系统。它可以通过与不同的接口总线的通信，将虚拟仪器、带总线接口的各种电子仪器或各种插件单元调配并组建成为中小型甚至大型的自动测试系统。与传统仪器相比，虚拟仪器有以下特点。

(1) 传统仪器的面板只有一个，面板上布置着种类繁多的显示单元与操作元件，容易导致许多识别与操作错误。而虚拟仪器可通过在几个分面板上的操作来实现比较复杂的功能，这样在每个分面板上就实现了功能操作的单纯化与面板布置的简捷化，从而提高操作的正确性与便捷性。同时，虚拟仪器面板上的显示单元和操作元件的种类与形式不受“标准件”和“加工工艺”的限制，它们由编程来实现，设计者可以根据用户的要求设计仪器面板。

(2) 在通用硬件平台确定后，由软件取代传统仪器中的硬件连接，来完成仪器的各种功能。

(3) 仪器的功能是用户根据需要由软件来定义的，而不是事先由厂家定义好的。

(4) 仪器性能的改进和功能扩展只需更新相关软件设计，而不需购买新的仪器。

(5) 研制周期较传统仪器大为缩短。

(6) 虚拟仪器开放、灵活，可与计算机同步发展，与网络及其他周边设备互联。

决定虚拟仪器具有传统仪器不可能具备的特点的根本原因在于“虚拟仪器”软件可编程，表 1-1 给出了虚拟仪器与传统仪器的比较。

表 1-1 虚拟仪器与传统仪器的比较

虚拟仪器	传统仪器
开发维护费用低	开发维护费用高
技术更新周期短	技术更新周期长
关键是软件	关键是硬件
价格低、可复用、可重新配置性强	价格昂贵
用户定义仪器功能	厂商定义仪器功能
开放、灵活，可与计算机技术保持同步发展	封闭、固定
是与网络及其他周边设备方便互联的面向应用的仪器系统	功能单一、互联有限的独立设备

1.2 虚拟仪器的特征

虚拟仪器技术是测试技术和计算机技术相结合的产物，是两门学科最新技术的结晶，融

合了测试理论、仪器原理和技术、计算机接口技术、高速总线技术以及图形软件编程技术。

1.2.1 虚拟仪器的分类

虚拟仪器的分类方法可以有很多种,但随着计算机技术的发展和采用的总线方式的不同,虚拟仪器可以分为 5 种类型。

1. PC-DAQ 插卡式虚拟仪器

这种方式用数据采集卡配以计算机平台和虚拟仪器软件,便可构成各种数据采集和虚拟仪器系统。它充分利用了计算机的总线、机箱、电源以及软件的便利性,其关键在于 A/D 转换技术。这种方式受 PC 机箱、总线限制,存在电源功率不足,机箱内噪声电平较高、无屏蔽,插槽数目不多、尺寸较小等缺点。但随着基于 PC 的工业控制计算机技术的发展,PC-DAQ 方式存在的缺点正在被克服。

由于个人计算机数量非常庞大,插卡式仪器价格最便宜,特别适合工业测控现场、实验室和教学单位使用。

2. 并行口式虚拟仪器

并行口式虚拟仪器是一系列可连接到计算机并行口的测试装置,其硬件集成在一个采集盒里或探头上,软件装在计算机上,可以完成各种 VI 功能。它最大的好处是可以与笔记本电脑相连,方便野外作业,又可与台式 PC 相连,实现台式和便携式两用,非常方便。由于其价格低廉,特别适合研发部门和各种教学实验室应用。

3. GPIB 总线方式虚拟仪器

GPIB 技术是 IEEE488 标准的 VI 早期的发展阶段。它的出现使电子测量由独立的单台手工操作向大规模自动测试系统发展。典型的 GPIB 系统由一台 PC、一块 GPIB 接口卡和若干台 GPIB 仪器通过 GPIB 电缆连接而成。在标准情况下,一块 GPIB 接口卡可带多达 14 台的仪器,电缆长度可达 20m。GPIB 技术可以用计算机实现对仪器的操作和控制,代替传统的人工操作方式,很方便地把多台仪器组合起来,形成大的自动测试系统。GPIB 测试系统的结构和命令简单,造价较低,主要用于台式仪器市场,适合精确度要求高,但对计算机速率和总线控制实时性要求不高的传输场合。

4. VXI 总线方式虚拟仪器

VXI 总线是高速计算机总线 VME 在 VI 领域的扩展,它具有稳定的电源、强有力的冷却能力和严格的 RFI/EMI 屏蔽功能。由于它有标准开放、结构紧凑、数据吞吐能力强、定时和同步精确、模块可重复利用,还有众多仪器厂家支持等优点,很快得到了广泛的应用。经过多年的发展,VXI 系统的组建和使用越来越方便,有其他仪器无法比拟的优势,适用于组建大中型自动测量系统以及对速度、精度要求高的场合,但 VXI 总线要求有机箱、插槽管理器及嵌入式控制器,造价比较高。

5. PXI 总线方式虚拟仪器

PXI 这种新型模块化仪器系统是在 PCI 总线内核技术上增加了成熟的技术规范和要求后形成的,包括多板同步触发总线技术,增加了用于相邻模块的高速通信的局部总线。并具有高度的可扩展性等优点,适用于大型高精度集成系统。

无论是哪种虚拟仪器系统,都是将硬件设备搭载到台式 PC、工作站或笔记本电脑等各种计算机平台上,然后加上应用软件而构成的,最终实现基于计算机的全数字化的采集测试分

析。因此虚拟仪器的发展完全跟计算机的发展同步，这也显示出虚拟仪器的灵活性。

1.2.2 虚拟仪器的组成

从功能上来说，虚拟仪器通过应用程序将通用计算机与功能化硬件结合起来，完成对被测量对象的采集、分析、处理、显示、存储、打印等，因此，与传统仪器一样，虚拟仪器同样划分为数据采集、数据分析处理、结果表达三大功能模块。虚拟仪器以透明的方式把计算机资源和仪器硬件的测试能力结合起来，实现了仪器的功能。图 1-1 所示为其内部功能框图。



图 1-1 虚拟仪器构成方式

图 1-1 中数据采集模块主要完成数据的调理采集；数据分析处理模块对数据进行各种分析处理；结果表达模块则将采集到的数据和分析后的结果表达出来。

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构成，其结构框图如图 1-2 所示。

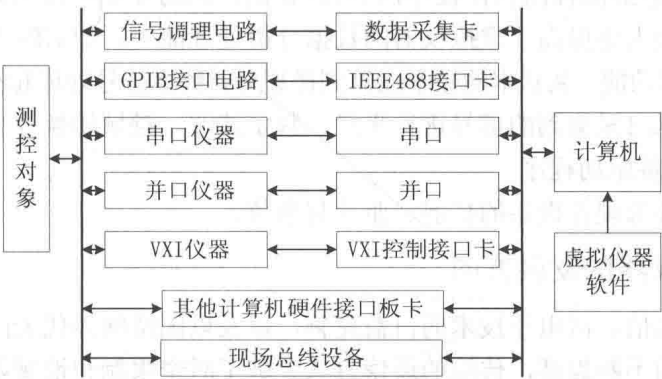


图 1-2 虚拟仪器结构框图

1. 硬件平台

虚拟仪器的硬件平台由计算机和 I/O 接口设备组成。

(1) 计算机是硬件平台的核心，一般为一台 PC 或者工作站。

(2) I/O 接口设备主要完成被测输入信号的放大、调理、模数转换、数据采集。可根据实际情况采用不同的 I/O 接口硬件设备，如数据采集卡（DAQ）、GPIB 总线仪器、VXI 总线仪器、串口仪器等。虚拟仪器构成方式有 5 种，如图 1-3 所示。无论哪种 VI 系统，都通过应用软件将仪器硬件与通用计算机相结合。

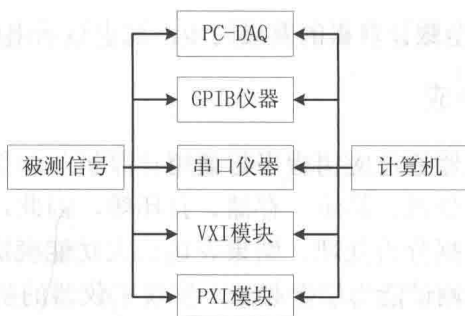


图 1-3 虚拟仪器构成方式

2. 软件平台

虚拟仪器软件将可选硬件（如 DAQ、GPIB、RS232、VXI、PXI）和可以重复使用源码库函数的软件结合起来，实现模块间的通信、定时与触发，源码库函数为用户构造自己的 VI 系统提供了基本的软件模块。当用户的测试要求变化时，可以由用户自己来增减软件模块，或重新配置现有系统以满足其测试要求。

虚拟仪器软件包括应用程序和 I/O 接口设备驱动程序。

(1) 应用程序

① 实现虚拟仪器前面板功能的软件程序，即测试管理层，是用户与仪器之间交流信息的纽带。虚拟仪器在工作时利用软面板去控制系统。与传统仪器前面板相比，虚拟仪器软面板的最大特点是软面板由用户自己定义。因此，不同用户可以根据自己的需要组成灵活多样的虚拟仪器控制面板。

② 定义测试功能的流程图软件程序，利用计算机强大的计算能力和虚拟仪器开发软件功能强大的函数库，极大地提高了虚拟仪器的数据分析处理能力。如 HP-VEE 可提供 200 种以上的数学运算和分析功能，从基本的数学运算到微积分、数字信号处理和回归分析。LabVIEW 的内置分析能力可以对采集到的信号进行平滑、数字滤波、频域转换等分析处理。

(2) I/O 接口设备驱动程序

用来完成特定外部硬件设备的扩展、驱动与通信。

1.2.3 虚拟仪器的发展方向

随着计算机、通信、微电子技术的日益完善，以及以因特网为代表的计算机网络时代的到来和信息化要求的不断提高，传统的通信方式突破了时空限制和地域限制，大范围的通信变得越来越容易，对测控系统的组建也产生了越来越大的影响。

工程师眼下面对的挑战与 20 年前截然不同——现在已经不再是单纯地实现自动化，而是如何满足系统的复杂性。系统的复杂性急速增加，越来越多的特性功能集成到单一的设备中，并且每年不断有新技术涌现出来。这种复杂性的增加迫使工程师们要去尽快学习和采用新的工具应对挑战，以确保公司在市场上的竞争力。

这里介绍两个典型的例子：多核处理器和 FPGA。

多核处理器解决了传统方式下功耗的限制，并遵循摩尔定律继续推进处理器技术的发展。正因为有许多应用能够从并行执行的方式中受益颇多，所以多核技术正在为工业应用带来巨大的机会。

同样的, FPGA 是另一个很好的范例。虽然 FPGA 称不上是一个新兴技术, 不过近几年来它在诸多领域得到了快速而广泛的使用。究其原因正是因为上文提到的行业挑战, 随着产品复杂性的增加, 通过编程去快速改变硬件功能的方式让工程师不再需要重新设计硬件就可以增加额外的特性。

和以 PC 为核心的虚拟仪器相比, 网络化为虚拟仪器的发展带来了一次革命, 网络化虚拟仪器把单台虚拟仪器实现的三大功能(数据采集、数据分析及图形化显示)分开处理, 分别使用独立的基本硬件模块实现传统仪器的三大功能, 并以网线相连接, 实现信息资源的共享。“网络就是仪器”概念的确立, 使人们明确了今后仪器仪表的研发战略, 促进并加速了现代测量技术手段的发展与更新。

1.3 课后习题

1. 什么是虚拟仪器系统?
2. 虚拟仪器的概念是什么?
3. 虚拟仪器有什么特点?
4. 简述虚拟仪器的分类。

第 2 章 LabVIEW 概述



内容指南

本章主要介绍虚拟仪器软件 LabVIEW 及 LabVIEW 2014 的新功能和新特性，最后讲解如何使用 LabVIEW 的网络资源。



知识重点



LabVIEW 基础知识



LabVIEW 2014 概述

2.1 LabVIEW 基础知识

本节主要介绍图形化编程语言 LabVIEW，并对 LabVIEW 相比于其他虚拟软件的优势和工程应用进行介绍。

2.1.1 LabVIEW 的概念

LabVIEW 是实验室虚拟仪器集成环境 (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) 的英文缩写，是美国国家仪器公司 (NATIONAL INSTRUMENTS, NI) 的创新软件产品，也是目前应用最广、发展最快、功能最强的图形化软件开发集成环境，又称为 G 语言。与 Visual Basic、Visual C++、Delphi、Perl 等基于文本型程序代码的编程语言不同，LabVIEW 采用图形模式的结构框图构建程序代码。因此，在使用这种语言编程时，基本上不写程序代码，取而代之的是用图标、连线构成的流程图。LabVIEW 尽可能地利用了开发人员、科学家、工程师所熟悉的术语、图标和概念，因此，它是一个面向最终用户的工具。LabVIEW 可以增强用户构建自己的科学和工程系统的能力，提供了实现仪器编程和数据采集系统的便捷途径。使用它进行原理研究、设计、测试并实现仪器系统时，可以大大提高工作效率。

LabVIEW 是一个工业标准的图形化开发环境，它结合了图形化编程方式的高性能与灵活性，以及专为测试、测量与自动化控制应用设计的高端性能与配置功能，能为数据采集、仪器控制、测量分析与数据显示等各种应用提供必要的开发工具。因此，LabVIEW 通过降低应用系统开发时间与项目筹建成本来帮助科学家与工程师们提高工作效率。