



计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)系列  
JISUANJIFUZHUSHEJIYUZHIZAO(CAD/CAM)XILIE

长达 **350** 分钟  
录音讲解AVI文件  
**51** 个实例源文件  
结果文件

全面完整的知识体系 深入浅出的理论阐述  
循序渐进的分析讲解 实用典型的实例引导

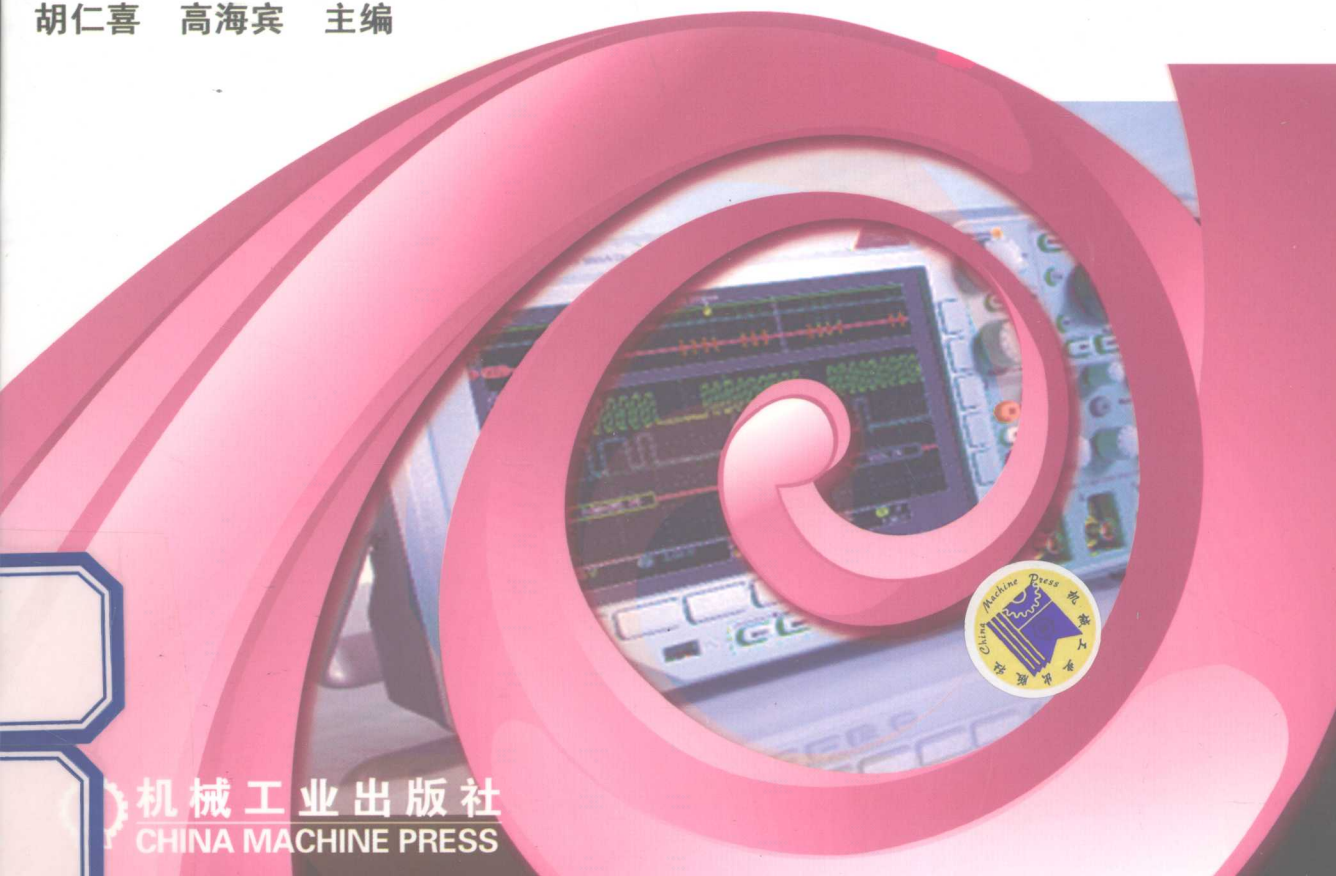
# LabVIEW 2010

## 中文版 虚拟仪器

# 从入门到精通

三维书屋工作室

胡仁喜 高海宾 主编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

# LabVIEW 2010 中文版虚拟仪器 从入门到精通

三维书屋工作室

胡仁喜 高海宾 主编



机械工业出版社

121171

本书由浅入深地讲解了 LabVIEW 的应用技术与应用技巧, 通过理论与实例结合的方式, 深入浅出地介绍了 LabVIEW 的使用方法和使用技巧。

全书共分 12 章, 介绍了 LabVIEW 的使用方法, 包括 LabVIEW2010 中文版的基本操作界面介绍, 创建和编辑 VI 的方法, 程序控制结构框图, 变量与数据, 信号及其分析, 数据采集, VI 的优化方法, LabVIEW 在通信以及网络中的应用等知识。每个章节中都配有必要的实例, 目的在于让读者结合实例更加快捷地掌握 LabVIEW 的编程方法。

本书主要面向 LabVIEW 的初、中级用户, 介绍 LabVIEW 编程的基础知识和基本技巧, 可作为大、中专院校相关专业的教学和参考用书, 也可供有关工程技术人员和软件工程师参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

LabVIEW 2010 中文版虚拟仪器从入门到精通/胡仁喜, 高海宾主编. —2 版. —北京: 机械工业出版社, 2011. 12  
ISBN 978 - 7 - 111 - 36611 - 9

I. ①L… II. ①胡… ②高… III. ①软件工具, LabVIEW 2010—程序设计  
IV. ①TP311.56

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 244513 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 曲彩云 责任编辑: 曲彩云

责任印制: 杨 曦

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2012 年 1 月第 2 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 21.75 印张 · 537 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 36611 - 9

ISBN 978 - 7 - 89433 - 230 - 1 (光盘)

定价: 48.00 元 (含 1CD)

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

策划编辑: (010)88379782

社服务中心: (010)88361066

网络服务

销售一部: (010)68326294

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010)88379649

教材网: <http://www.cmpedu.com>

读者购书热线: (010)88379203

封面防伪标均为盗版

# 前言

随着计算机技术的迅猛发展,虚拟仪器技术在数据采集、自动测试和仪器控制领域得到广泛应用,促进和推动测试系统和仪器控制的设计方法与实现技术发生了深刻的变化。

“软件即是仪器”已成为测试与测量技术发展的重要标志。虚拟仪器技术就是利用高性能的模块化硬件,结合高效灵活的软件来完成各种测试、测量和自动化应用。软件是虚拟仪器技术中最重要的部分。美国国家仪器公司(National Instruments,简称NI)是虚拟仪器技术的主要倡导者和贡献者,其创新软件产品LabVIEW(Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench,简称LabVIEW)自1986年问世以来,已经成为虚拟仪器软件开发平台事实上的工业标准,在众多领域得到广泛应用。

LabVIEW是图形化开发环境语言,又称G语言,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 2010简体中文版是NI发布的最新中文版本。它的发布大大缩短了软件易用性和强大功能之间的差距,为工程师提供了效率与性能俱佳的开发平台。它适合于各种测量和自动化领域,并且,无论工程师是否有丰富的开发经验,都能顺利应用。

本书由浅入深地讲解了LabVIEW的应用技术与应用技巧,通过理论与实例结合的方式,深入浅出地介绍了LabVIEW的使用方法和使用技巧。

全书共分12章,介绍了LabVIEW的使用方法,包括LabVIEW 2010中文版的基本操作界面介绍,创建和编辑VI的方法,程序控制结构框图,变量与数据,信号及其分析,数据采集,VI的优化方法,LabVIEW在通信以及网络中的应用等知识。每个章节中都配有必要的实例,目的在于让读者结合实例更加快捷地掌握LabVIEW的编程方法。

本书主要面向LabVIEW的初、中级用户,介绍LabVIEW编程的基础知识和基本技巧,可作为大、中专院校相关专业的教学和参考用书,也可供有关工程技术人员和软件工程师参考。

为了方便广大读者更加形象直观地学习此书,随书配赠多媒体光盘,包含全书实例操作过程录屏AVI文件和实例源文件。

本书由三维书屋工作室总策划,胡仁喜、国家信访局的高海滨博士主编。李瑞、周冰、刘昌丽、康士廷、王培合、孟清华、张俊生、王兵学、王文平、王渊峰、王艳池、郑长松、王玉秋、王义发、王玮、李广荣、路纯红、阳平华、王敏、董伟、王宏、张日晶、王佩楷等也参加了本书的部分编写工作。

由于时间仓促,加上编者水平有限,书中不足之处在所难免,望广大读者登录网站[www.sjzsanweishuwu.com](http://www.sjzsanweishuwu.com)或发送邮件到win760520@126.com批评指正,编者不胜感激。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和错误之处,恳请广大读者批评和指正。

# 目录

前言

第 1 章	绪论	1
1.1	虚拟仪器系统概述	2
1.1.1	虚拟仪器的概念	2
1.1.2	虚拟仪器的特点	3
1.1.3	虚拟仪器的分类	3
1.1.4	虚拟仪器的组成	4
1.1.5	虚拟仪器的发展现状	6
1.1.6	虚拟仪器的发展方向	7
1.2	虚拟仪器软件开发环境	7
1.2.1	LabVIEW 的使用	7
1.2.2	LabWindows/CVI 的使用	8
1.2.3	其他	8
第 2 章	图形化编程语言 LabVIEW	9
2.1	LabVIEW 简介	10
2.1.1	LabVIEW 概述	10
2.1.2	LabVIEW 2010 简体中文版的新功能	11
2.2	LabVIEW 编程环境	14
2.2.1	启动窗口	14
2.2.2	控件选板	17
2.2.3	函数选板	17
2.2.4	工具选板	18
2.2.5	菜单栏	19
2.2.6	工具栏	25
2.2.7	项目浏览器窗口	25
2.3	LabVIEW2010 简体中文版的帮助系统	26
2.3.1	使用即时帮助	26
2.3.2	使用目录和索引查找在线帮助	27
2.3.3	查找 LabVIEW 范例	28
2.3.4	使用网络资源	29
第 3 章	前面板与程序框图	31
3.1	前面板控件	32
3.1.1	控件样式	32
3.1.2	数值型控件	33
3.1.3	图形和图表	35
3.1.4	布尔型控件和单选按钮	35
3.1.5	文本型控件	37

3.1.6	数组、矩阵和簇控件 .....	37
3.1.7	列表框、树形控件和表格 .....	37
3.1.8	下拉列表和枚举控件 .....	38
3.1.9	容器控件 .....	39
3.1.10	I/O 控件 .....	39
3.1.11	对象和应用程序的引用 .....	40
3.1.12	NET 与 ActiveX 控件 .....	41
3.2	设置前面板对象的属性 .....	41
3.2.1	设置数值型控件的属性 .....	41
3.2.2	设置文本型控件的属性 .....	44
3.2.3	设置布尔型控件的属性 .....	48
3.2.4	设置图形显示控件的属性 .....	49
3.3	前面板的修饰 .....	51
3.3.1	设置前面板对象的颜色以及文字风格 .....	51
3.3.2	设置多个对象的位置关系和大小 .....	52
3.3.3	修饰控件的使用 .....	53
3.3.4	程序框图 .....	54
第 4 章	创建、编辑和调试 VI .....	57
4.1	创建和编辑 VI .....	58
4.1.1	创建 VI .....	58
4.1.2	编辑 VI .....	63
4.2	运行和调试 VI .....	70
4.2.1	运行 VI .....	70
4.2.2	纠正 VI 的错误 .....	71
4.2.3	高亮显示程序执行过程 .....	71
4.2.4	单步通过 VI 及其子 VI .....	72
4.2.5	使用断点 .....	73
4.2.6	使用探针 .....	74
4.3	创建和调用子 VI .....	74
4.3.1	创建子 VI .....	74
4.3.2	调用子 VI .....	76
4.4	使用 Express VI 进行程序设计 .....	79
4.5	菜单设计 .....	81
4.6	VI 的创建与调试实例——数字滤波器 .....	84
第 5 章	程序结构 .....	86
5.1	循环结构 .....	87
5.1.1	For 循环及其应用 .....	87
5.1.2	移位寄存器及其应用实例 .....	89
5.1.3	While 循环 .....	91

5.1.4	反馈节点 .....	93
5.2	条件结构 .....	94
5.3	顺序结构 .....	96
5.4	事件结构 .....	99
5.5	定时循环 .....	102
5.5.1	定时循环和定时顺序结构 .....	103
5.5.2	配置定时循环和定时顺序结构 .....	105
5.5.3	同步开始定时结构和中止定时结构的执行 .....	108
5.6	公式节点 .....	110
5.7	属性节点 .....	112
第 6 章	变量、数组、簇与波形数据 .....	116
6.1	局部变量 .....	117
6.2	全局变量 .....	118
6.3	数组 .....	120
6.3.1	数组的组成与创建 .....	121
6.3.2	使用循环创建数组 .....	122
6.3.3	数组函数 .....	123
6.3.4	多态性 .....	129
6.4	簇 .....	129
6.4.1	簇的组成与创建 .....	130
6.4.2	簇数据的使用 .....	132
6.5	波形数据 .....	137
6.5.1	波形数据的组成 .....	137
6.5.2	波形数据的使用 .....	139
第 7 章	波形显示 .....	145
7.1	波形图 .....	146
7.2	波形图表 .....	149
7.3	设置波形图和波形图表 .....	152
7.3.1	调整坐标刻度区间 .....	152
7.3.2	标尺图例和图形工具选板 .....	153
7.3.3	波形图和波形图表的个性化设置 .....	154
7.4	XY 图 .....	156
7.5	强度图和强度图表 .....	160
7.5.1	强度图 .....	160
7.5.2	强度图表 .....	164
7.6	三维图形 .....	164
7.6.1	三维曲面图 .....	165
7.6.2	三维参数图 .....	170
7.6.3	三维曲线图 .....	171

7.7	极坐标图 .....	173
第 8 章	文件 I/O .....	174
8.1	文件 I/O 基础 .....	175
8.1.1	路径 .....	175
8.1.2	引用句柄 .....	176
8.1.3	文件 I/O 格式的选择 .....	177
8.2	文件 I/O 操作的 VI 和函数 .....	178
8.2.1	用于常用文件 I/O 操作的 VI 和函数 .....	179
8.2.2	文件常量 .....	188
8.2.3	配置文件 VI .....	188
8.2.4	TDM 流 .....	190
8.2.5	存储 .....	197
8.2.6	Zip .....	198
8.2.7	XML .....	199
8.2.8	高级文件 I/O 函数 .....	203
8.3	文件操作与管理 .....	205
8.3.1	文本文件的写入与读取 .....	205
8.3.2	电子表格文件的写入与读取 .....	207
8.3.3	二进制文件的写入与读取 .....	211
8.3.4	数据记录文件的创建和读取 .....	212
8.3.5	测量文件的写入与读取 .....	214
8.3.6	配置文件的创建与读取 .....	216
8.3.7	记录前面板数据 .....	217
8.3.8	数据与 XML 格式间的相互转换 .....	220
第 9 章	信号分析与处理 .....	222
9.1	信号和波形生成 .....	223
9.1.1	波形生成 .....	224
9.1.2	信号生成 .....	237
9.2	波形调理 .....	239
9.3	波形测量 .....	248
9.4	信号运算 .....	257
9.5	窗 .....	260
9.6	滤波器 .....	261
9.7	谱分析 .....	263
9.8	变换 .....	264
9.9	逐点 .....	264
第 10 章	数据采集 .....	267
10.1	数据采集基础 .....	268
10.1.1	DAQ 功能概述 .....	268



10.1.2	NI-DAQ 安装及节点介绍 .....	270
10.1.3	DAQ 节点常用的参数简介 .....	275
10.2	DAQmx 节点及其编程 .....	277
10.3	DAQ Assistant 的使用 .....	284
第 11 章	网络与通信 .....	287
11.1	串行通信技术 .....	288
11.1.1	串行通信介绍 .....	288
11.1.2	串行通信节点 .....	289
11.1.3	串行通信实例 .....	292
11.2	DataSocket 技术 .....	295
11.2.1	DataSocket 技术介绍 .....	295
11.2.2	DataSocket 节点介绍 .....	297
11.2.3	DataSocket 通信实例 .....	301
11.3	TCP 通信 .....	305
11.3.1	TCP 协议简介 .....	305
11.3.2	TCP 节点介绍 .....	306
11.3.3	TCP/IP 通信实例 .....	310
11.4	其他通信方法介绍 .....	311
11.4.1	共享变量 .....	312
11.4.2	远程查看和控制前面板 .....	315
11.4.3	UDP 通信 .....	317
第 12 章	VI 性能的提高 .....	319
12.1	性能和内存信息窗口 .....	320
12.2	提高 VI 的执行速度 .....	321
12.3	减少 VI 内存的使用 .....	325

# 第 1 章

## 绪论

在学习 LabVIEW 之前，首先应该对虚拟仪器系统有一个基本的认识。

本章首先介绍了虚拟仪器系统的概念、组成与特点，然后介绍虚拟仪器技术的现状与展望，最后对虚拟仪器系统的软件环境进行了介绍。

### 学 习 要 点

- 虚拟仪器的概念
- 虚拟仪器的特点
- 虚拟仪器的现状和展望
- 虚拟仪器软件的开发环境

## 1.1 虚拟仪器系统概述

随着计算机技术、大规模集成电路技术和通信技术的飞速发展，仪器技术领域发生了巨大的变化。从最初的模拟仪器到现在的数字化仪器、嵌入式系统仪器和智能仪器；新的测试理论、测试方法不断应用于实践；新的测试领域随着学科门类的交叉发展而不断涌现；仪器结构也随着设计思想的更新而不断发展。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，导致了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不能及的先进功能。虚拟仪器的最大特点是其灵活性，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(Virtual Instrument)是指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，从而完成对被测量的采集、分析、处理、显示、存储和打印。

虚拟仪器的实质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，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的运算、分析和处理；利用I/O接口设备完成信号的采集与调理，从而完成各种测试功能的计算机测试系统。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，而且是由手动和触摸进行操作的；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”等动作通过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) 虚拟仪器测量功能是通过图形化软件流程图的编程来实现的，虚拟仪器是在以PC为核心组成的硬件平台支持下，通过软件编程来实现仪器功能的。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“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 虚拟仪器的特点

虚拟仪器的突出优点是不仅可以利用 PC 组建成为灵活的虚拟仪器,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,其上布置着种类繁多的显示单元与操作元件,易于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认知要求和操作要求,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来完成仪器的各种功能。

(3) 仪器的功能是由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“虚拟仪器的关键是软件”。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
软件使得开发维护费用降低	开发维护开销高
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
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

### 1.1.3 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,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。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。

因个人计算机数量非常庞大,插卡式仪器价格最便宜,因此其用途广泛,特别适合于工业测控现场、各种实验室和教学部门使用。

## 2. 并行口式虚拟仪器

最新发展的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计算机相连,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、用途广泛,特别适合于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,主要市场在台式仪器市场,适于精确度要求高,但对计算机速率要求和总线控制实时性要求不高的传输场合应用。

## 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。由于它的标准开放、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的优点,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、中规模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。

因此,无论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,加上应用软件而构成的,实现了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,显示出虚拟仪器的灵活性。

### 1.1.4 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,完成对被测量的采集、分析、处理、显示、存储、打印等功能,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。图 1-1 所示为其内部功能框图。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 中采集处理模块主要完成数据的调理采集;数据分析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。



图 1-1 虚拟仪器构成方式

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。

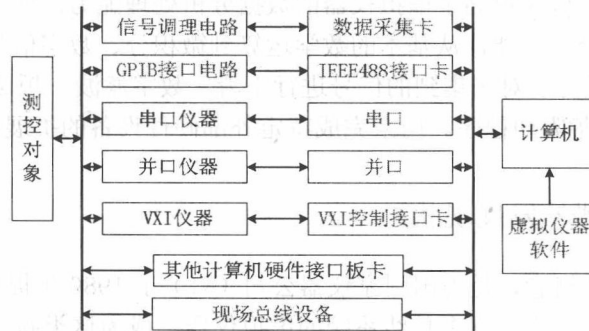


图 1-2 虚拟仪器结构框图

### 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五种类型，如图 1-3 所示。无论哪种 VI 系统，都是通过应用软件将仪器硬件与通用计算机相结合。

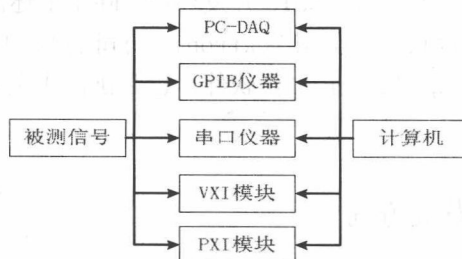


图 1-3 虚拟仪器构成方式

### 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虚拟仪器系统提供了基本的软件模块。当用户的测试要求变化时,可以方便地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。它包含两个方面的程序:

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 的内置分析能力能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。

### 1.1.5 虚拟仪器的发展现状

虚拟仪器(VI)的概念,是美国国家仪器公司(NI)于1986年提出的。20世纪80年代以来 NI 公司研制和推出了许多总线系统的虚拟仪器,成为这类新型仪器世界第一生产大户。此后,美国的惠普(HP)公司、Tektronix 公司、Racal 公司等也相继推出了许多此类仪器,并在短短的 10 余年便占有了世界仪器市场的 10%左右,目前,虚拟仪器在发达国家已经十分普及。在美国虚拟仪器系统及其图形编程语言,已作为各大学理工科学生的一门必修课程。虚拟仪器已成为本世纪仪器发展的方向,并且有逐步取代传统硬件化电子仪器的趋势。

近年来,世界各国的虚拟仪器公司开发了不少虚拟仪器开发平台软件,以便使用者利用这些仪器公司提供的开发平台软件组建自己的虚拟仪器或测试系统,并编制测试软件。其中最早和最具影响力的是 NI 公司的 LabVIEW 和 LabWindows/CVI 开发软件。LabVIEW 采用图形化编程方案,是非常实用的开发软件。LabWindows/CVI 是为熟悉 C 语言的开发人员准备的、使用 Windows 环境下的标准 ANSIC 开发环境。除了上述的开发软件之外,美国 HP 公司的 HP-VEE 和 HPTIG 平台软件,美国 Tektronix 公司的 Ez-Test 和 Tek-TNS 软件,以及美国 HEM Data 公司的 Snap-Master 平台软件,也是国际上公认的优秀虚拟仪器开发平台软件。

### 1.1.6 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 Internet 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。一个大的复杂测试系统的输入、输出、结果分析往往分布在不同的地理位置,仅用一台计算机并不能胜任

测试任务, 需要由分布在不同地理位置的若干计算机共同完成整个测试任务。集成测试越来越不能满足复杂测试任务的需要, 因此, “网络化仪器” 的出现成为必然。

网络技术应用到虚拟仪器领域中是虚拟仪器发展的大趋势。在国内网络化虚拟仪器的概念目前还没有一个比较明确的提法, 也没有一个被测量界广泛接受的定义, 其一般特征是将虚拟仪器、外部设备、被测点以及数据库等资源纳入网络, 实现资源共享, 共同完成测试任务, 也适合异地或远程控制、数据采集、故障监测、报警等。使用网络化虚拟仪器, 可在任何地点、任意时刻获取测量数据, 就像今日的 Internet, 我们几乎可以去访问世界上任何一个对外开放的网站。

和以 PC 为核心的虚拟仪器相比, 网络化将对虚拟仪器的发展产生一次革命, 网络化虚拟仪器将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, 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。

## 1.2 虚拟仪器软件开发环境

应用软件开发环境是设计虚拟仪器所必需的软件工具。应用软件开发环境的选择, 因开发人员的喜好不同而不同, 但最终都必须提供给用户一个界面友好、功能强大的应用程序。

软件在虚拟仪器中处于重要的地位, 它肩负着对数据进行分析处理的任务, 如数字滤波、频谱变换等。在很大程度上, 虚拟仪器能否成功地运行, 就取决于软件。因此, 美国 NI 公司提出了“软件就是仪器” 的口号。

通常在编制虚拟仪器软件时, 有两种方法。一种是传统的编程方法, 采用高级语言, 如 VC++、VB、Delphi 等; 另一种是采用流行的图形化编程方法, 如采用 NI 公司的 LabVIEW、LabWindows/CVI 软件, HP 公司的 VEE 等软件进行编程。使用图形化软件编程的优势是软件开发周期短, 编程容易, 特别适用于不具有专业编程水平的工程技术人员。

虚拟仪器系统的软件主要包括仪器驱动程序, 应用程序和软面板程序。仪器驱动程序主要用来初始化虚拟仪器, 设定特定的参数和工作方式, 使虚拟仪器保持正常的工作状态。应用程序主要对采集来的数据信号进行分析处理, 用户可以通过编制应用程序来定义虚拟仪器的功能。软面板程序用来提供用户与虚拟仪器的接口, 它可以在计算机屏幕上生成一个和传统仪器面板相似的图形界面, 用于显示测量和处理的结果, 另一方面, 用户也可以通过控制软面板上的开关和按钮, 模拟传统仪器的操作, 通过键盘和鼠标, 实现对虚拟仪器系统的控制。

### 1.2.1 LabVIEW 的使用

LabVIEW 作为目前国际上唯一的编译型图形化编程语言, 把复杂、繁琐、费时的语言编程简化成用菜单或图标提示的方法选择功能(图形), 使用线条把各种功能连接起来的简单图形编程方式。LabVIEW 中编写的框图程序, 很接近程序流程图, 因此, 只要把程序流



程图画好了，程序也就差不多编好了。

LabVIEW 中的程序查错不需要先编译，若存在语法错误，LabVIEW 会马上告诉用户。只要用鼠标轻轻点两三下，用户就可以快速查到错误的类型、原因以及错误的准确位置，这个特性在程序较大的情况下特别方便。

LabVIEW 中的程序调试方法同样令人称道。程序测试的数据探针工具最具典型性。用户可以在程序调试运行的时候，在程序的任意位置插入任意多的数据探针，检查任意一个中间结果。增加或取消一个数据探针，只需要轻轻点两下鼠标就行了。

同传统的编程语言相比，采用 LabVIEW 图形编程方式可以节省大约 60% 的程序开发时间，并且其运行速度几乎不受影响。

除了具备其他语言所提供的常规函数功能外，LabVIEW 中还集成了大量的生成图形界面的模板、丰富实用的数值分析、数字信号处理功能，以及多种硬件设备驱动功能（包括 RS232, GPIB, VXI、数据采集板卡、网络等）。另外，免费提供的几十家仪器厂商的数百种源码仪器级驱动程序，可为用户开发仪器控制系统节省大量的编程时间。

## 1.2.2 LabWindows/CVI 的使用

LabWindows/CVI 是基于 ANSIC 的、交互式 C 语言集成开发平台。美国国家仪器有限公司(National Instruments, 简称 NI)近日发布了全新 NI LabWindows/CVI 2010, 该软件可基于验证过的 ANSI C 测试测量软件平台，提供更高的开发效率，并简化 FPGA 通信的复杂度。此外, NI 还发布了 LaWindows/CVI 2010 Linux Run-Time 模块和 LabWindows/CVI 2010 实时模块，可扩展开发环境至 Linux 和实时操作系统中。具有以下主要特点：

- (1) 以编程的方式交互地创建控件数组，配置多用户界面控件变得更加简单。
- (2) 提高了源代码创建的灵活性。
- (3) 利用 FPGA-Interface C API 工具，创建主应用程序和 FPGA 通信。
- (4) 扩展了 LabWindows/CVI 开发环境，使其可以创建针对专用实时硬件发布确定可靠的应用程序。
- (5) 提供最新库支持。
- (6) 提供具有对 FPGA-Interface C API 的支持，帮助工程师在 Linux 平台上使用基于 NI FPGA 的硬件。
- (7) 通过为已安装的程序创建补丁，延长测试系统寿命。

## 1.2.3 其他

对于喜欢用 Visual Basic 编程的用户，可以选用 NI 公司的一种软件工具 Component Works。它可以直接加载在 VB 环境中，配合 VB 成为强大的虚拟仪器开发平台。

对于拥有 Windows 编程基础而且熟悉 VB, VC++ 的用户，也可以采用传统编程方式编写自己的虚拟仪器应用程序。现在越来越多的人采用 VB, VC++ 混合编程：用 VB 快速开发出美观的界面(软面板)以及外围的处理程序，再用 VC 编写底层的各种操作，如数据采集及处理、仪器驱动程序、内存操作、I/O 端口操作等。还可以在 VC++ 中嵌入汇编语言以进行更底层的操作，以提高程序执行速度，满足高速、实时性的要求。