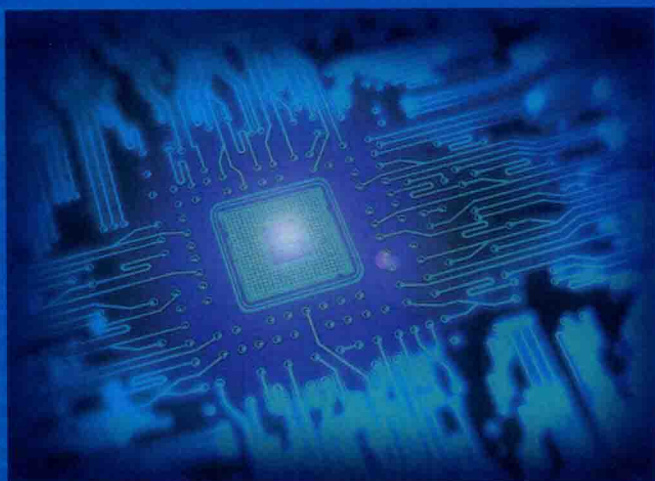


“十三五”普通高等教育规划教材

LabVIEW 程序设计 基础与应用

张兰勇 编著

立体化·新形态教材



扫描封底二维码，可获取本书配套教学资源



电子课件



教学视频



教学大纲



习题答案



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

“十三五”普通高等教育规划教材

LabVIEW 程序设计 基础与应用

张兰勇 编著

机械工业出版社

本书在介绍虚拟仪器的基本概念和 LabVIEW 软件基础知识的同时,重点详细地介绍了 LabVIEW 的数据采集、仪器控制、分析及应用,并结合实际应用,介绍了编者近年来在研究中总结出来的一些经典案例,尽量做到理论、应用与实际编程的紧密结合,使读者掌握使用 LabVIEW 的基本方法和技巧。

本书适合 LabVIEW 入门级读者以及从事相关专业的工程项目开发人员阅读,也可供高等院校计算机、电子技术、自动化工程、电气、通信、测控等相关专业的高年级本科学使用。

本书的配套资源包含本书全部的实例程序、开发过程教学视频以及教学资源索引。为了配合教学,本书还提供了授课用电子课件。以上文件均可通过扫描本书封底的二维码获取下载链接。

图书在版编目(CIP)数据

LabVIEW 程序设计基础与应用 / 张兰勇编著. —北京:机械工业出版社, 2019.7

“十三五”普通高等教育规划教材

ISBN 978-7-111-63534-5

I. ①L… II. ①张… III. ①软件工具-程序设计-高等学校-教材
IV. ①TP311.56

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 182027 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:李馨馨 责任编辑:李馨馨 白文亭

责任校对:张艳霞 责任印制:孙 炜

北京玥实印刷有限公司印刷

2019 年 9 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·29.75 印张·587 千字

0001—2500 册

标准书号:ISBN 978-7-111-63534-5

定价:69.80 元

电话服务

客服电话:010-88361066

010-88379833

010-68326294

封底无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

金书网:www.golden-book.com

机工教育服务网:www.cmpedu.com

前 言

National Instruments(NI)公司发布的 LabVIEW 很大程度上解决了软件易用性和强大功能之间的矛盾,为工程师提供了效率与性能俱佳的真正出色的开发环境。LabVIEW 软件不但适用于各种测量和自动化领域,而且无论工程师是否有丰富的开发经验,都能顺利应用,所以 LabVIEW 目前已经成为大学生必修的一门基础实验课程。本书以 LabVIEW 为对象,通过理论与实例相结合的方式,结合作者多年的实践经验,深入浅出地介绍其使用方法和技巧,目的在于让读者快速掌握这门功能强大的图形化编程语言。

本书按照读者的学习能力与学习思维分成四部分,读者只需 4 周(28 天)便可具备开始使用 LabVIEW 进行编程所需的基本技能。通过阅读这本内容全面的教程,读者可快速掌握 LabVIEW 的基本知识并学习更高级的特性和概念。

本书以“条理清晰、系统全面、由浅入深、实例引导、贴近实用”为宗旨,精选了多个具有代表性的 LabVIEW 应用程序设计实例,实例类型丰富,覆盖面广,工程指导性强。本书不但详细介绍了实例的硬件仪器配置,也对实例的程序流程做了重点分析,提供了深入的程序设计思想,既利于读者举一反三,又便学、易懂。

本书在介绍虚拟仪器的基本概念和 LabVIEW 软件基础知识的同时,重点详细地介绍了 LabVIEW 的数据采集、仪器控制、分析及应用,并结合实际应用,介绍了编者近年来在研究中总结出来的一些经典案例,尽量做到理论、应用与实际编程的紧密结合,使读者掌握使用 LabVIEW 的基本方法和技巧。

本书具有以下几个特点。

基础性:简单而全面地介绍了 LabVIEW 的基本概念以及虚拟仪器开发的基础知识,特别适合于从事 LabVIEW 软件设计的初学者。

实用性:书中大部分实例工程均为利用该实验室内的设备进行设计与开发,且程序全部经过调试与验证。随书附赠云盘资源,云盘资源中附有实例程序源代码,读者稍加修改,便可应用于自己的工作中。

时代性:本书精选了的若干个典型实例,内容新颖,反映了当前虚拟仪器的发展及时代的需求。

本书将使初学者快速地拥有使用 LabVIEW 设计测量系统的能力,全书从实用角度出发,将内容分为四篇。

第 1 篇:入门篇——重点介绍虚拟仪器的概念和基础知识,包括 LabVIEW 的设计原理,建议读者用一周时间学习。

第 2 篇:基础篇——全面而详细地介绍虚拟仪器的组成、数据类型、图形图表的建立、程序结构设计、文件的输入与输出以及人机交互界面的设计等知识,建议读者用三周时间学习。

第 3 篇:提高篇——分别介绍了 LabVIEW 在数字信号处理、仪器控制、外部接口等方面的应用,建议读者用两周时间学习。

第4篇：综合篇——主要介绍了成功应用的 LabVIEW 测量系统实例，使读者迅速掌握 LabVIEW 编程的技巧，提高完成工程应用的效率；不仅详细介绍了 LabVIEW 的开发技术和使用技巧，还使读者能够将知识融会贯通，培养综合运用知识的能力，增强读者的实际动手能力，建议读者用两周时间学习。

本书在内容安排上循序渐进、深入浅出，力求突出重点，面向应用，提高能力，解决问题。

本书由张兰勇编著。在 2012 年第 1 版的基础上利用新版软件重新对部分程序进行了更新，并增加了近几年编者参与的工程实践案例，以使读者更深入地了解 LabVIEW 解决复杂工程问题的能力。本书的编写得到了哈尔滨工程大学自动化学院刘胜教授的鼓励和支持，在此向他表示衷心感谢。

为了使读者更快掌握 LabVIEW 编程，编者对本书进行了全程视频录像。本书的配套资源包含本书全部的实例程序、开发过程教学视频以及教学资源索引。为了配合教学，本书还提供了授课用电子课件。以上文件均可通过扫描本书封底的二维码获取下载链接。虽然本书所设计的 LabVIEW 编程技术为较成熟的技术，然而本书所涉及的程序是作者费了一定心血编写出来的，如用到本书程序，请注明引自本书。

由于编者水平及时间有限，书中难免存在一些不妥或错误之处，恳请读者批评指正。

编者

2019 年 4 月

目 录

前言

第1篇 入门篇

第1章 虚拟仪器概述	1
1.1 虚拟仪器的概念及结构	1
1.1.1 虚拟仪器的特点和优势	2
1.1.2 虚拟仪器的结构	3
1.1.3 虚拟仪器的硬件	3
1.1.4 虚拟仪器的软件	4
1.2 LabVIEW 的特点及功能	5
1.2.1 LabVIEW 的特点	5
1.2.2 LabVIEW 的功能	5
1.3 LabVIEW 的发展历程	5
1.4 LabVIEW 的在线帮助系统	7
1.4.1 显示即时帮助	7
1.4.2 搜索 LabVIEW 帮助	7
1.4.3 LabVIEW 编程范例	7
1.4.4 LabVIEW 网络资源	9
1.5 LabVIEW 的应用	9
1.6 习题	10
1.7 上机实验	10
第2章 LabVIEW 入门	14
2.1 系统配置要求	14
2.2 LabVIEW 的安装	14
2.3 LabVIEW 开发环境	18
2.3.1 启动 LabVIEW 2015	18
2.3.2 LabVIEW 的编程界面	19
2.3.3 LabVIEW 菜单栏	20
2.3.4 LabVIEW 工具栏	25
2.4 选项板	26
2.4.1 控件选板及功能	26
2.4.2 函数选板及功能	27
2.4.3 工具选板及功能	29
2.5 LabVIEW 初体验：仿真信号并计算其频谱特性	30
2.6 习题	31

2.7 上机实验	31
----------	----

第2篇 基础篇

第3章 LabVIEW 的数据类型与基本操作	33
3.1 基本数据类型	33
3.1.1 数值型	33
3.1.2 布尔型	37
3.1.3 枚举类型	38
3.1.4 时间类型	40
3.1.5 变体类型	41
3.2 数据运算选板	41
3.2.1 数值函数选板	41
3.2.2 布尔函数选板	41
3.2.3 比较函数选板	42
3.3 数组型数据	42
3.3.1 数组的创建	43
3.3.2 数组函数	43
3.4 簇型数据	47
3.4.1 簇的创建	47
3.4.2 簇函数	47
3.5 字符串型数据	50
3.5.1 字符串与路径	50
3.5.2 列表与表格控件	51
3.5.3 字符串函数	53
3.6 综合实例：不同类型函数的综合应用	56
3.7 习题	58
3.8 上机实验	58
第4章 LabVIEW 的图形与图表	60
4.1 图形与图表的基本概念	60
4.1.1 波形数据	60
4.1.2 趋势图与波形图	60
4.1.3 坐标图	61
4.2 波形图表与波形图的使用与定制	61
4.2.1 波形图表与波形图的使用	61
4.2.2 波形图表的定制	65
4.2.3 波形图的定制	71
4.3 XY 图与 Express XY 图	73
4.4 强度图表与强度图	74
4.5 数字波形图	75

4.6	三维图形	78
4.6.1	三维曲面图形	78
4.6.2	三维参数图形	80
4.6.3	三维曲线图形	81
4.7	其他图形控件	82
4.7.1	极坐标图	82
4.7.2	最小-最大曲线显示控件	83
4.8	综合实例: 绘制李萨如图形	84
4.9	习题	85
4.10	上机实验	86
第5章	LabVIEW 程序设计与调试	88
5.1	VI 的创建	88
5.1.1	前面板的创建	88
5.1.2	程序框图的创建	89
5.1.3	图标的创建	91
5.2	子 VI 的设计	92
5.3	VI 的编辑	93
5.3.1	选择对象	93
5.3.2	移动对象	94
5.3.3	复制和删除对象	94
5.3.4	对齐和分布对象	95
5.3.5	调整对象大小	96
5.3.6	重新排序	96
5.3.7	修改对象外观	97
5.3.8	连线	99
5.4	VI 的运行与调试	100
5.4.1	调试工具栏	100
5.4.2	高亮显示执行	100
5.4.3	探针和断点诊断	102
5.4.4	错误列表窗口的使用	105
5.4.5	VI 的单步执行	106
5.4.6	VI 程序调试技巧	106
5.5	综合实例: 汽车测速系统设计	107
5.6	习题	109
5.7	上机实验	109
第6章	LabVIEW 程序结构设计	111
6.1	LabVIEW 循环与结构的基本概念	111
6.1.1	循环结构	111
6.1.2	条件结构	112

6.1.3	顺序结构	112
6.1.4	事件结构	112
6.1.5	反馈节点与移位寄存器	112
6.1.6	使能结构	112
6.1.7	变量	113
6.2	For 循环	113
6.2.1	For 循环的建立	113
6.2.2	For 循环的自动索引	113
6.2.3	移位寄存器	114
6.2.4	For 循环应用举例	115
6.3	While 循环	117
6.3.1	While 循环的建立	117
6.3.2	While 循环应用举例	117
6.4	顺序结构	118
6.4.1	顺序结构的建立	119
6.4.2	层叠式顺序结构的局部变量	119
6.4.3	顺序结构应用举例	120
6.5	定时结构	121
6.5.1	定时循环	121
6.5.2	定时顺序	123
6.5.3	定时 VI	123
6.5.4	定时结构应用举例	124
6.6	条件结构	125
6.6.1	条件结构的建立	125
6.6.2	条件结构的设置	125
6.6.3	条件结构应用举例	126
6.7	事件结构	128
6.7.1	事件结构的建立	128
6.7.2	事件结构的设置	128
6.7.3	事件结构应用举例	129
6.8	变量	132
6.8.1	局部变量	132
6.8.2	局部变量应用举例	133
6.8.3	全局变量	135
6.8.4	全局变量应用举例	136
6.9	公式节点	138
6.9.1	公式节点的建立	138
6.9.2	公式节点中允许的运算符	138
6.9.3	公式节点应用举例	139

6.10	反馈节点	140
6.10.1	反馈节点的建立	141
6.10.2	反馈节点应用举例	141
6.11	使能结构	141
6.11.1	程序框图禁用结构	141
6.11.2	程序框图禁用结构应用举例	142
6.11.3	条件禁用结构	142
6.11.4	条件禁用结构的建立	143
6.11.5	条件禁用结构应用举例	143
6.12	综合实例：动态窗口的实现	145
6.13	习题	148
6.14	上机实验	148
第7章	LabVIEW 文件的输入与输出	150
7.1	文件输入/输出的基本概念	150
7.1.1	文件路径	150
7.1.2	文件引用句柄	150
7.1.3	文件 I/O	150
7.1.4	文件 I/O 流程控制	151
7.1.5	文件 I/O 出错管理	151
7.1.6	流盘	151
7.2	文件的基本类型	151
7.2.1	文本文件	151
7.2.2	电子表格文件	152
7.2.3	二进制文件	152
7.2.4	数据记录文件	152
7.2.5	波形文件	152
7.2.6	测量文件	152
7.2.7	配置文件	152
7.2.8	XML 文件	153
7.3	文件 I/O 选板	153
7.3.1	打开/创建/替换文件函数	153
7.3.2	关闭文件函数	153
7.3.3	格式化写入文件函数	154
7.3.4	扫描文件函数	154
7.4	常用文件类型的使用	155
7.4.1	文本文件函数的使用	155
7.4.2	电子表格文件函数的使用	156
7.4.3	二进制文件函数的使用	159
7.4.4	波形文件函数的使用	162

7.4.5	数据记录文件函数的使用	163
7.4.6	测量文件函数的使用	165
7.4.7	配置文件函数的使用	169
7.4.8	XML 文件函数的使用	170
7.5	综合实例：测量数据的保存和读取	171
7.6	习题	173
7.7	上机实验	173
第 8 章	人机交互界面设计	175
8.1	VI 属性的设置	175
8.1.1	常规属性页	175
8.1.2	内存属性页	176
8.1.3	说明信息属性页	176
8.1.4	修订历史属性页	176
8.1.5	编辑器选项属性页	177
8.1.6	保护属性页	177
8.1.7	窗口外观属性页	178
8.1.8	窗口大小属性页	178
8.1.9	窗口运行时位置属性页	179
8.1.10	执行属性页	180
8.1.11	打印选项属性页	180
8.2	对话框的设计	181
8.2.1	普通对话框	181
8.2.2	用户自定义对话框	181
8.3	用户菜单的设计	182
8.3.1	菜单编辑器的设置	182
8.3.2	菜单函数选板	183
8.4	错误处理	186
8.5	自定义控件和自定义数据	189
8.5.1	自定义控件	189
8.5.2	自定义数据	191
8.6	用户界面的设计	191
8.6.1	修饰静态界面	191
8.6.2	动态交互界面	192
8.7	程序设计的一般规则	194
8.7.1	关于前面板的设计	194
8.7.2	关于程序框图的设计	195
8.8	综合实例：模拟电路图的设计	195
8.9	习题	197
8.10	上机实验	198

第3篇 提高篇

第9章 LabVIEW 中的数字信号处理	200
9.1 信号处理的基本概念	200
9.1.1 信号发生	200
9.1.2 波形调理	200
9.1.3 时频分析	201
9.2 信号发生	201
9.2.1 基本函数信号	201
9.2.2 多频信号	202
9.2.3 噪声信号发生器	203
9.2.4 仿真信号发生器	204
9.3 波形调理	205
9.3.1 波形对齐	205
9.3.2 波形重采样	207
9.3.3 触发与门限	208
9.4 信号的时域分析	209
9.4.1 卷积	209
9.4.2 相关	210
9.4.3 缩放与归一化	210
9.5 信号的频域分析	212
9.5.1 快速傅里叶变换	212
9.5.2 Hilbert 变换	213
9.5.3 功率谱分析	215
9.5.4 联合时频分析	219
9.6 波形测量	220
9.6.1 平均直流—均方差 VI	220
9.6.2 过渡态测量	222
9.6.3 谐波分析	222
9.6.4 提取信号频率信息	223
9.6.5 能量谱	223
9.7 窗函数	225
9.8 滤波器	227
9.8.1 低通滤波器	227
9.8.2 带通滤波器	228
9.9 逐点分析库	229
9.10 综合实例: Hilbert 变换提取信号包络	231
9.11 习题	232
9.12 上机实验	232

第 10 章 LabVIEW 中的外部接口与应用	235
10.1 LabVIEW 外部接口的基本概念	235
10.1.1 动态数据交换	235
10.1.2 动态链接库	235
10.1.3 应用编程接口	236
10.1.4 C 代码接口	236
10.1.5 ActiveX	236
10.1.6 LabVIEW 与 MATLAB 混合编程	236
10.2 LabVIEW 中的 DDE 调用	237
10.2.1 LabVIEW 中的 DDE 通信	237
10.2.2 利用 Request 方式进行 DDE 通信	238
10.3 LabVIEW 中的 DLL 与 API 调用	240
10.3.1 DLL 调用	240
10.3.2 参数类型的配置	242
10.3.3 Windows API 调用	243
10.4 CIN 节点的使用	247
10.5 ActiveX 控件的调用	252
10.5.1 ActiveX 自动化	252
10.5.2 ActiveX 容器	254
10.5.3 ActiveX 事件	256
10.5.4 LabVIEW 作为服务器端	258
10.6 LabVIEW 与 MATLAB 混合编程	260
10.6.1 MathScript 节点	260
10.6.2 MATLAB Script 节点	261
10.7 综合实例：自适应滤波算法设计	262
10.7.1 LabVIEW 与 MATLAB 混合编程的优势	262
10.7.2 自适应滤波算法	262
10.7.3 自适应滤波算法的实现	263
10.8 习题	264
10.9 上机实验	264
第 11 章 仪器控制与访问数据库	266
11.1 仪器控制概述	266
11.2 仪器总线技术	267
11.2.1 GPIB 总线	267
11.2.2 串行总线	268
11.2.3 USB 总线	269
11.2.4 PXI 总线	270
11.2.5 VXI 总线	270
11.3 仪器驱动程序	271

11.3.1	可编程仪器标准命令 SCPI	271
11.3.2	虚拟仪器软件构架 VISA	272
11.3.3	可互换的虚拟仪器驱动程序 IVI	273
11.4	网络通信与编程	274
11.4.1	TCP 通信	275
11.4.2	UDP 通信	278
11.4.3	UDP 和 TCP 的比较	280
11.4.4	DataSocket 通信	281
11.4.5	远程访问	285
11.5	通过 LabSQL 访问数据库	287
11.5.1	LabSQL 安装	287
11.5.2	LabSQL 配置	287
11.5.3	LabSQL VIs	289
11.6	LabSQL 应用举例	290
11.7	综合实例: 实现简单的数据库管理	296
11.8	习题	298
11.9	上机实验	298
第 12 章	LabVIEW 应用程序的制作	302
12.1	独立可执行程序 (EXE)	302
12.2	安装程序 (SETUP)	308

第 4 篇 综合篇

第 13 章	电磁干扰自动测试系统	313
13.1	自动测试系统	313
13.1.1	自动测试系统的概念	313
13.1.2	自动测试系统的组成	313
13.1.3	自动测试系统的应用范围	314
13.1.4	自动测试系统的现状和发展趋势	315
13.2	电磁干扰	315
13.2.1	电磁干扰的产生	315
13.2.2	电磁干扰的测试	316
13.3	自动测试系统的开发流程	317
13.3.1	需求分析	317
13.3.2	硬件设计	318
13.3.3	软件设计	320
13.3.4	系统联调	320
13.4	需求分析——电磁干扰自动测试系统	320
13.5	硬件设计——测试系统的硬件组成	321
13.5.1	硬件组成	321

13.5.2	数据采集卡	322
13.5.3	接收天线	323
13.5.4	其他仪器的选择	324
13.5.5	测试系统的工作原理	324
13.6	软件设计——测试系统的程序结构	325
13.6.1	测试系统程序的总体构成	325
13.6.2	系统软件结构规划	326
13.6.3	测试系统软件开发实现	327
13.6.4	子系统的程序结构	328
13.7	系统集成——电磁干扰自动测试系统	329
第 14 章	基于声卡的数据采集系统	332
14.1	声卡的硬件结构与特性	332
14.1.1	声卡的基本参数	332
14.1.2	声卡的硬件接口	332
14.2	声卡操作函数	333
14.3	构建基于声卡的数据采集与分析系统	333
14.3.1	系统组成	333
14.3.2	编写波形显示子 VI	334
14.3.3	自动存储	337
14.3.4	手动存储	337
14.3.5	信号回放与分析	338
14.3.6	程序组合	338
14.4	界面布局与修饰	339
第 15 章	利用虚拟采集卡建立电压采集系统	342
15.1	数据采集的原理与方法	342
15.1.1	采样定理	342
15.1.2	NI-DAQmx 简介	342
15.2	数据采集系统的构成	345
15.2.1	数据采集系统的硬件	345
15.2.2	数据采集系统的软件	346
15.3	NI-DAQmx 的特点	347
15.3.1	NI-DAQmx 的新特性	347
15.3.2	NI-DAQmx 的安装和重要概念	348
15.4	建立虚拟采集卡	350
15.5	利用虚拟采集卡建立电压采集系统	353
15.5.1	通道配置	353
15.5.2	测试任务	354
15.5.3	绘制图形	354
15.5.4	编辑 NI-DAQmx 任务	354

15.5.5	直观比较两个电压读数	355
第 16 章	基于 LabVIEW FPGA 模块的环境采集系统	356
16.1	FPGA 的基本概念及环境测试系统组成	356
16.1.1	FPGA 的基本概念	356
16.1.2	环境测试系统组成	356
16.2	构建 FPGA 项目	359
16.3	应用实例	361

第1篇 入门篇

第1章 虚拟仪器概述

1.1 虚拟仪器的概念及结构

虚拟仪器是美国国家仪器公司(National Instruments Corp, NI)于1986年推出的概念,是现代计算机技术和仪器技术深层次结合的产物,是计算机辅助测试(Computer Assistant Test)领域的一项重要技术。虚拟仪器的出现是测量仪器领域的一个突破,它彻底改变了传统的仪器观,从根本上更新了测量仪器的概念,带来了人们一个全新的仪器观念。虚拟仪器(Virtual instrumentation)是基于计算机的仪器。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。粗略地说这种结合有两种方式,一种是将计算机装入仪器,其典型的例子就是所谓的智能化仪器。随着计算机功能的日益强大以及其体积的日趋缩小,这类仪器的功能也越来越强大,目前已经出现含嵌入式系统的仪器。另一种方式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,实现各种仪器功能,虚拟仪器主要是指这种方式。图1-1所示为常见的虚拟仪器构成方案。

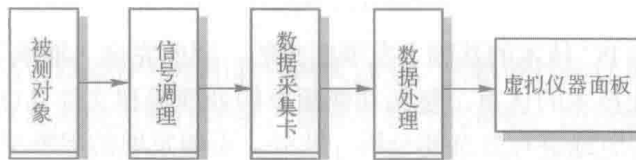


图 1-1 虚拟仪器构成方案

虚拟仪器利用硬件系统完成信号的采集、测量与调理,利用计算机强大的软件功能实现信号数据的运算、分析和处理,利用计算机的显示器模拟传统仪器的控制面板,以多种形式输出检测结果,从而完成所需的各种测试功能。虚拟仪器中的“虚拟”有以下两个层面的含义。

(1) 虚拟的控制面板

传统仪器通过设置在面板上的各种“控件”来完成一些操作和功能,如通过各种开关、按键、滑动调节件、显示器等实现仪器电源的“通”“断”,被测信号的“输入通道”“放大倍数”“滤波特性”等参数设置,测量结果的“数值显示”“波形显示”等。

传统仪器面板上的“控件”都是实物,而且是用手动和触摸两种方式进行操作的,而虚拟仪器面板上的各种“控件”,它们的外形是与实物和传统仪器“控件”相像的图标,实际功能通过相应的软件程序来实现。

(2) 虚拟的测量测试与分析

传统的仪器是通过设计具体的模拟或数字电路实现仪器的测量测试及分析功能。而虚拟