

实例详解丛书

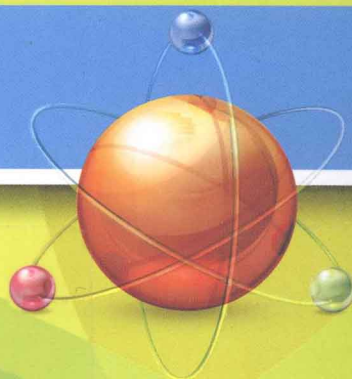
· 完整实例代码 · 程序运行录屏
· 系统测试录像 · 软、硬件资源



Lab Windows/CVI

数据采集与串口通信典型应用实例

主 编 李江全
副主编 刘恩博 欧阳异能 冯静安



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

实例详解丛书

LabWindows/CVI 数据采集 与串口通信典型应用实例

主 编 李江全

副主编 刘恩博 欧阳异能 冯静安

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书从测控应用的实际出发,系统地介绍 LabWindows/CVI 在数据采集和串口通信方面的应用技术。全书内容分为三篇(共 12 章):基础知识篇介绍虚拟仪器的含义、结构和开发平台, LabWindows/CVI 数据采集基础、串口通信基础、计数制与编码等;数据采集篇通过两个典型的数据采集卡讲解 LabWindows/CVI 数据采集程序的设计方法;串口通信篇通过 PC、远程 I/O 模块、三菱 PLC、西门子 PLC、单片机、智能仪器等典型工控设备,详细讲解 LabWindows/CVI 开发串口通信及测控程序的设计方法。

本书内容丰富,论述深入浅出,有较强的实用性和可操作性,可供各类自动化、计算机应用、电子信息、机电一体化、测控仪器等专业的大学生、研究生以及计算机测控系统研发的工程技术人员学习和参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

LabWindows/CVI 数据采集与串口通信典型应用实例 / 李江全主编. —北京:电子工业出版社, 2014.1
(实例详解丛书)

ISBN 978-7-121-21743-2

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 253275 号

责任编辑:田宏峰 特约编辑:牛雪峰

印 刷:北京天宇星印刷厂

装 订:三河市皇庄路通装订厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1 092 1/16 印张:26.75 字数:680 千字

印 次:2014 年 1 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:68.00 元(含 DVD 光盘 1 张)



凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

随着微电子技术、计算机技术和通信技术的迅速发展,测控技术与仪器科学领域发生了巨大的变化,美国国家仪器公司(NI)于20世纪80年代中期首先提出了基于计算机技术的虚拟仪器概念,随后研制和推出了基于多种总线系统和开发平台的虚拟仪器,把现代测试及仪器科学技术带入了新的发展时期。

虚拟仪器编程语言LabWindows/CVI是NI公司开发的Measurement Studio软件组中的一员,它是32位的面向计算机测控领域的虚拟仪器软件开发平台,可以在多操作系统下运行。LabWindows/CVI是以ANSI C为核心的交互式虚拟仪器开发环境,它将功能强大的C语言与测控技术有机结合,具有灵活的交互式编程方法和丰富的库函数,为开发人员建立检测系统、自动测试环境、数据采集系统、过程监控系统等提供了理想的软件开发环境。

LabWindows/CVI主要应用在各种测试、控制、故障分析及信息处理软件的开发中,与NI公司开发的另一个虚拟仪器开发工具LabVIEW相比,它更适合中、大型复杂测试软件的开发。基于LabWindows/CVI设计的虚拟仪器,在无损检测、电力仪表系统、温控系统、流程控制系统、故障诊断和医疗等领域中发挥着重要的作用。LabWindows/CVI已经成为测控领域最受欢迎的开发平台之一,并且已得到较为广泛的应用。

虚拟仪器软件要实现仪器功能,一项重要的任务是获取被测对象的数据,因此,数据采集和通信是LabWindows/CVI的核心技术。

本书从测控应用实际出发,系统地介绍了LabWindows/CVI在数据采集和串口通信方面的应用技术。全书内容分为三篇:基础知识篇介绍虚拟仪器的含义、结构和开发平台,LabWindows/CVI数据采集基础、串口通信基础、计数制与编码等;数据采集篇通过两个典型的数据采集卡讲解了LabWindows/CVI数据采集程序的设计方法;串口通信篇通过PC、远程I/O模块、三菱PLC、西门子PLC、单片机、智能仪器等典型工控设备,详细讲解LabWindows/CVI开发串口通信及测控程序的设计方法。

本书的特色在于通过大量典型实例,详细介绍LabWindows/CVI数据采集与串口通信的编程方法,弥补了LabWindows/CVI同类书籍在测控实践方面的缺憾,因此对LabWindows/CVI测控领域的学习者具有很好的参考价值。

本书由石河子大学李江全编编写第1、10章,欧阳异能编写第2、3章,陈江春编写第4、6章,冯静安编写第5章,刘恩博编写第7、11章,刘姣娣编写第8章,李华编写第12章,塔里木大学张洪洲编写第9章,全书由李江全教授担任主编并统稿,刘恩博、欧阳异能、冯静安担任副主编。参与本书编写工作的还有田敏、郑瑶、李伟、李宏伟、郑重、汤智辉、胡蓉等老师。研华科技、电子开发网等公司为本书提供了大量的技术支持,编者借此机会对他们致以深深的谢意。

由于编者水平有限,书中难免存在不妥或错误之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2013年9月



目 录

基础知识篇

第 1 章 虚拟仪器设计概述	(2)
1.1 虚拟仪器含义与特点	(2)
1.1.1 虚拟仪器的产生	(2)
1.1.2 虚拟仪器的概念	(3)
1.1.3 虚拟仪器的特点	(4)
1.1.4 虚拟仪器的应用	(6)
1.2 虚拟仪器的结构	(7)
1.2.1 虚拟仪器的基本结构	(7)
1.2.2 虚拟仪器的构成方式	(8)
1.2.3 构建虚拟仪器的步骤	(10)
1.3 虚拟仪器的软件	(11)
1.3.1 虚拟仪器的软件结构	(11)
1.3.2 虚拟仪器的开发平台	(13)
1.4 虚拟仪器的设计原则和方法	(15)
1.4.1 虚拟仪器的设计原则	(15)
1.4.2 虚拟仪器的设计方法	(16)
第 2 章 LabWindows/CVI 数据采集基础	(18)
2.1 数据采集系统概述	(18)
2.1.1 数据采集系统的含义	(18)
2.1.2 数据采集系统的功能	(19)
2.1.3 数据采集系统的硬件	(20)
2.1.4 数据采集系统的软件	(21)
2.1.5 数据采集系统的输入与输出信号	(22)
2.2 数据采集卡	(24)
2.2.1 数据采集卡的产生	(24)
2.2.2 数据采集卡的组成	(25)
2.2.3 数据采集卡的功能	(26)
2.2.4 数据采集卡的类型	(26)
2.2.5 数据采集卡的性能指标	(28)
2.2.6 数据采集卡的选择	(30)
2.3 基于 PC 的 DAQ 系统组成	(31)
2.3.1 硬件子系统	(31)



2.3.2	软件子系统	(32)
2.3.3	DAQ 仪器的特点	(33)
2.4	LabWindows/CVI 数据采集函数库的使用	(34)
2.4.1	Traditional NI-DAQ 函数库	(34)
2.4.2	Easy I/O for DAQ 函数库	(39)
2.4.3	数据采集卡的端口操作函数	(41)
2.5	基于声卡的 LabWindows/CVI 数据采集	(41)
2.5.1	声卡的基本常识	(41)
2.5.2	基于声卡采集的虚拟示波器	(46)
第 3 章	LabWindows/CVI 串口通信基础	(52)
3.1	串行通信概述	(52)
3.1.1	串行通信的基本概念	(52)
3.1.2	串行通信协议	(56)
3.1.3	串行通信的接口标准	(61)
3.1.4	串行通信线路连接	(65)
3.1.5	串口调试工具	(67)
3.2	计数制与编码	(69)
3.2.1	计数制	(69)
3.2.2	计数制转换及其程序设计	(72)
3.2.3	字符编码	(78)
3.3	LabWindows/CVI 串口通信函数	(80)
3.3.1	串行口打开/关闭函数	(80)
3.3.2	串行口输入/输出函数	(81)
3.3.3	串行口控制函数	(82)
3.3.4	串行口状态查询函数	(83)
3.3.5	串行口事件处理函数	(83)
3.3.6	调制解调文件传输函数	(84)
数据采集篇		
第 4 章	NI 数据采集卡测控实例	(86)
4.1	NI PCI-6023E 数据采集卡的安装与测试	(86)
4.1.1	PCI-6023E 数据采集卡简介	(86)
4.1.2	安装 LabWindows/CVI 的 DAQ 设备驱动程序	(88)
4.1.3	PCI-6023E 数据采集卡的参数设置与测试	(90)
4.2	模拟量输入程序设计	(93)
4.2.1	设计任务	(93)
4.2.2	线路连接	(93)
4.2.3	任务实现	(93)
4.3	数字量输入程序设计	(106)
4.3.1	设计任务	(106)

4.3.2	线路连接	(106)
4.3.3	任务实现	(107)
4.4	数字量输出程序设计	(109)
4.4.1	设计任务	(109)
4.4.2	线路连接	(109)
4.4.3	任务实现	(110)
4.5	温度测控程序设计	(112)
4.5.1	设计任务	(112)
4.5.2	线路连接	(113)
4.5.3	任务实现	(113)
第5章	研华数据采集卡测控实例	(118)
5.1	研华 PCI-1710HG 数据采集卡的安装与测试	(118)
5.1.1	PCI-1710HG 多功能板卡介绍	(118)
5.1.2	用 PCI-1710HG 多功能板卡组成的测控系统	(119)
5.1.3	PCI-1710HG 板卡设备的安装	(121)
5.1.4	PCI-1710HG 板卡设备的测试	(123)
5.1.5	ActiveDAQ 控件的安装	(125)
5.2	模拟量输入程序设计	(125)
5.2.1	设计任务	(125)
5.2.2	线路连接	(125)
5.2.3	任务实现	(126)
5.3	模拟量输出程序设计	(133)
5.3.1	设计任务	(133)
5.3.2	线路连接	(134)
5.3.3	任务实现	(134)
5.4	数字量输入程序设计	(141)
5.4.1	设计任务	(141)
5.4.2	线路连接	(142)
5.4.3	任务实现	(142)
5.5	数字量输出程序设计	(148)
5.5.1	设计任务	(148)
5.5.2	线路连接	(148)
5.5.3	任务实现	(148)
5.6	温度测控程序设计	(154)
5.6.1	设计任务	(154)
5.6.2	线路连接	(154)
5.6.3	任务实现	(155)

串口通信篇

第 6 章 PC 与 PC 串口通信及应用	(166)
6.1 PC 中的串行端口	(166)
6.1.1 查看串行端口信息	(166)
6.1.2 虚拟串口的使用	(167)
6.2 PC 与 PC 串口通信程序设计	(169)
6.2.1 设计任务	(169)
6.2.2 线路连接	(169)
6.2.3 串口通信调试	(170)
6.2.4 任务实现	(171)
6.3 PC 双串口互通信程序设计	(174)
6.3.1 设计任务	(174)
6.3.2 线路连接	(174)
6.3.3 串口通信调试	(175)
6.3.4 任务实现	(176)
第 7 章 PC 与远程 I/O 模块串口通信	(180)
7.1 典型分布式 I/O 模块简介	(180)
7.1.1 集散控制系统的结构与特点	(180)
7.1.2 ADAM4000 远程数据采集控制系统	(182)
7.1.3 ADAM4000 系列模块简介	(184)
7.1.4 ADAM4000 系列模块的软件安装	(191)
7.2 模拟电压采集程序设计	(193)
7.2.1 设计任务	(193)
7.2.2 线路连接	(193)
7.2.3 串口通信调试	(194)
7.2.4 任务实现	(194)
7.3 模拟电压输出程序设计	(198)
7.3.1 设计任务	(198)
7.3.2 线路连接	(198)
7.3.3 串口通信调试	(199)
7.3.4 任务实现	(199)
7.4 开关信号输入程序设计	(202)
7.4.1 设计任务	(202)
7.4.2 线路连接	(202)
7.4.3 串口通信调试	(203)
7.4.4 任务实现	(203)
7.5 开关信号输出程序设计	(208)
7.5.1 设计任务	(208)
7.5.2 线路连接	(208)

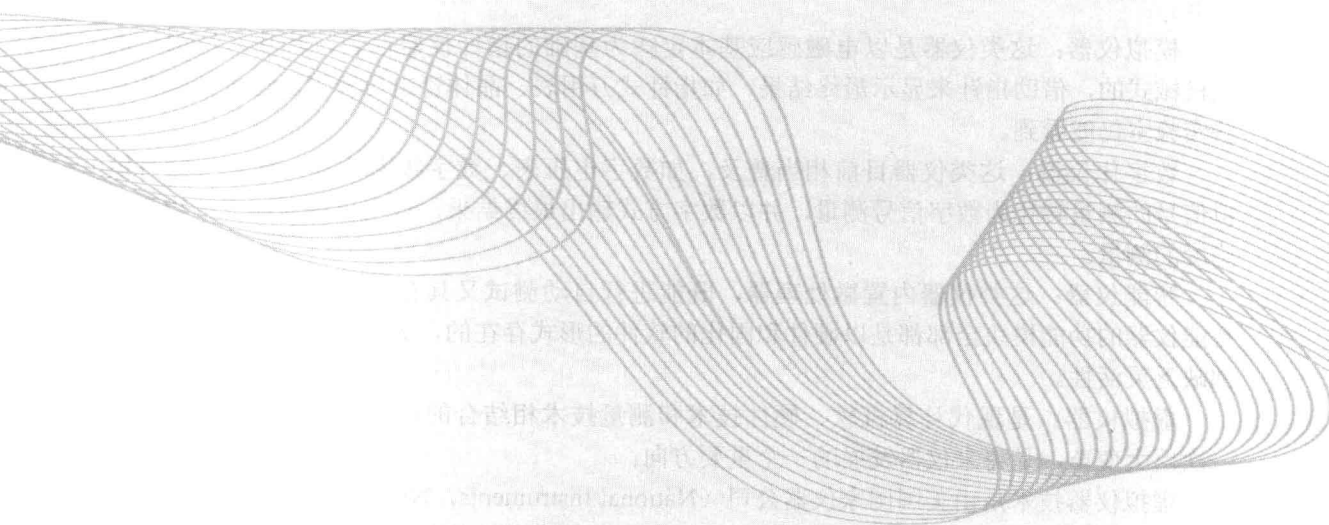
7.5.3	串口通信调试	(209)
7.5.4	任务实现	(209)
7.6	温度测控程序设计	(212)
7.6.1	设计任务	(212)
7.6.2	线路连接	(212)
7.6.3	串口通信调试	(213)
7.6.4	任务实现	(214)
第 8 章	PC 与三菱 PLC 串口通信	(219)
8.1	三菱 PLC 特殊功能模块与通信协议	(219)
8.1.1	FX _{2N} 系列 PLC 的特殊功能模块	(219)
8.1.2	三菱 PLC 编程口通信协议	(229)
8.2	模拟电压采集程序设计	(236)
8.2.1	设计任务	(236)
8.2.2	线路连接	(236)
8.2.3	PLC 端电压输入程序	(237)
8.2.4	串口通信调试	(239)
8.2.5	任务实现	(240)
8.3	模拟电压输出程序设计	(243)
8.3.1	设计任务	(243)
8.3.2	线路连接	(243)
8.3.3	PLC 端电压输出程序	(244)
8.3.4	串口通信调试	(246)
8.3.5	任务实现	(247)
8.4	开关信号输入程序设计	(250)
8.4.1	设计任务	(250)
8.4.2	线路连接	(250)
8.4.3	串口通信调试	(251)
8.4.4	任务实现	(252)
8.5	开关信号输出程序设计	(255)
8.5.1	设计任务	(256)
8.5.2	任务实现	(256)
8.5.3	串口通信调试	(256)
8.5.4	任务实现	(257)
8.6	温度测控程序设计	(262)
8.6.1	设计任务	(262)
8.6.2	线路连接	(262)
8.6.3	PLC 端温度测控程序	(263)
8.6.4	串口通信调试	(265)
8.6.5	任务实现	(266)

第 9 章 PC 与西门子 PLC 串口通信	(270)
9.1 西门子 PLC 模拟量扩展模块与通信协议	(270)
9.1.1 西门子 S7-200 PLC 的模拟量扩展模块	(270)
9.1.2 西门子 S7-200 PLC PPI 通信协议	(275)
9.2 模拟电压采集程序设计	(278)
9.2.1 设计任务	(279)
9.2.2 线路连接	(279)
9.2.3 PLC 端电压输入程序	(280)
9.2.4 串口通信调试	(281)
9.2.5 任务实现	(282)
9.3 模拟电压输出程序设计	(286)
9.3.1 设计任务	(286)
9.3.2 线路连接	(286)
9.3.3 PLC 端电压输出程序	(287)
9.3.4 串口通信调试	(288)
9.3.5 任务实现	(289)
9.4 开关信号输入程序设计	(293)
9.4.1 设计任务	(293)
9.4.2 线路连接	(293)
9.4.3 串口通信调试	(294)
9.4.4 任务实现	(295)
9.5 开关信号输出程序设计	(299)
9.5.1 设计任务	(299)
9.5.2 线路连接	(299)
9.5.3 串口通信调试	(300)
9.5.4 任务实现	(300)
9.6 温度测控程序设计	(304)
9.6.1 设计任务	(304)
9.6.2 线路连接	(304)
9.6.3 PLC 端温度测控程序	(305)
9.6.4 串口通信调试	(307)
9.6.5 任务实现	(308)
第 10 章 PC 与单片机串口通信	(312)
10.1 典型单片机开发板简介	(312)
10.1.1 单片机测控系统的组成	(312)
10.1.2 单片机开发板 B 的功能	(314)
10.1.3 单片机开发板 B 的主要电路	(316)
10.2 模拟电压采集程序设计	(319)
10.2.1 设计任务	(319)

10.2.2	线路连接	(319)
10.2.3	单片机端 C51 程序	(321)
10.2.4	串口通信调试	(325)
10.2.5	任务实现	(325)
10.3	模拟电压输出程序设计	(328)
10.3.1	设计任务	(328)
10.3.2	线路连接	(328)
10.3.3	单片机端 C51 程序	(329)
10.3.4	串口通信调试	(332)
10.3.5	任务实现	(333)
10.4	开关信号输入程序设计	(335)
10.4.1	设计任务	(335)
10.4.2	线路连接	(335)
10.4.3	单片机端 C51 程序	(336)
10.4.4	串口通信调试	(338)
10.4.5	任务实现	(339)
10.5	开关信号输出程序设计	(341)
10.5.1	设计任务	(341)
10.5.2	线路连接	(342)
10.5.3	单片机端 C51 程序	(343)
10.5.4	串口通信调试	(344)
10.5.5	任务实现	(345)
10.6	温度测控程序设计	(347)
10.6.1	设计任务	(347)
10.6.2	线路连接	(347)
10.6.3	单片机端 Pt100 温度检测 C51 程序	(348)
10.6.4	单片机端 DS18B20 温度检测 C51 程序	(353)
10.6.5	串口通信调试	(358)
10.6.6	任务实现	(359)
第 11 章	PC 与智能仪器串口通信	(363)
11.1	典型智能仪器简介	(363)
11.1.1	智能仪器的结构与特点	(363)
11.1.2	XMT-3000A 型智能仪器的通信协议	(364)
11.2	单台智能仪器温度测量程序设计	(367)
11.2.1	设计任务	(367)
11.2.2	线路连接	(367)
11.2.3	串口通信调试	(368)
11.2.4	任务实现	(370)
11.3	多台智能仪器温度测量程序设计	(375)

11.3.1	设计任务	(375)
11.3.2	线路连接	(375)
11.3.3	串口通信调试	(376)
11.3.4	任务实现	(377)
第 12 章	PC 与 GSM 短信模块串口通信	(383)
12.1	GSM 网络短信测控技术	(383)
12.1.1	GSM 短信测控系统的特点与组成	(383)
12.1.2	AT 指令介绍	(387)
12.1.3	超级终端的使用	(391)
12.2	短信发送与接收程序设计	(396)
12.2.1	设计任务	(396)
12.2.2	线路连接	(396)
12.2.3	单片机端 C51 短信发送程序	(397)
12.2.4	单片机端 C51 短信接收程序	(405)
12.2.5	任务实现	(411)
参考文献		(416)

基础知识篇



1.1 信号处理的基本概念

1.1.1 信号处理的基本概念

信号处理是指对信号进行加工、变换、提取有用信息的过程。信号处理技术广泛应用于通信、雷达、图像处理、语音处理等领域。

信号处理技术可以分为模拟信号处理和数字信号处理两大类。模拟信号处理是指对连续时间信号进行处理，而数字信号处理是指对离散时间信号进行处理。

信号处理技术的主要任务包括：信号的检测、估计、识别、滤波、压缩、传输等。这些任务在不同的应用领域有着不同的具体实现。

信号处理技术的发展与计算机技术的进步密切相关。随着计算机算力的不断增强，信号处理技术的应用范围也在不断扩大。

在信号处理中，我们经常遇到一些基本的概念，如信号、系统、频谱等。这些概念是理解信号处理技术的基础。本章将详细介绍这些基本概念，为后续的学习打下坚实的基础。

本章主要介绍信号处理的基本概念，包括信号的表示、系统的模型、频谱分析等。通过这些内容的学习，读者将对信号处理有一个初步的了解。

本章是信号处理课程的基础，也是后续章节学习的前提。希望读者通过本章的学习，能够建立起对信号处理的正确认识。

第 1 章

虚拟仪器设计概述

虚拟仪器是用通用计算机硬件加上软件来仿真传统测量仪器的设备，是以测量、分析、显示为主，控制为辅的更加先进的科学仪器，它为仪器的测量分析带来了更加辉煌的未来。虚拟仪器技术是计算机测控技术的重要分支之一。

1.1 虚拟仪器含义与特点

1.1.1 虚拟仪器的产生

测量仪器发展至今，大体可分为四个阶段：模拟仪器、数字化仪器、智能仪器和虚拟仪器。

模拟仪器：这类仪器是以电磁感应基本定律为基础的指针仪器仪表，其基本结构是电磁机械式的，借助指针来显示最终结果，如指针式万用表、晶体管电压表等。这类仪器在某些实验室仍能看到。

数字化仪器：这类仪器目前相当普及，如数字电压表、数字频率计等，这类仪器将模拟信号的测量转化为数字信号测量，并以数字方式输出最终结果，适用于快速响应和较高准确度的测量。

智能仪器：这类仪器内置微处理器，既能进行自动测试又具有一定的数据处理功能。智能仪器的功能模块都是以硬件和固化的软件的形式存在的，无论在开发还是应用上，都缺乏灵活性。

虚拟仪器：是现代计算机软、硬件技术和测量技术相结合的产物，是传统仪器观念的一次巨大变革，是将来仪器发展的一个重要方向。

虚拟仪器技术是由美国国家仪器公司（National Instruments, NI）在 1986 年提出的一种构成仪器系统的新概念，其基本思想是：用计算机资源取代传统仪器中的输入、处理和输出等部分，实现仪器硬件核心部分的模块化和最小化；用计算机软件和仪器软面板实现仪器的测量和控制功能。

虚拟仪器技术的出现和发展是与计算机技术的不断发展分不开的。

一方面，计算机技术的进步为新型的测控仪器产生提供了现实基础，主要表现在：

（1）微处理器和 DSP（Digital Signal Processing）技术的快速进步及其性价比不断上升，

大大改变了传统电子行业的设计思想和观念,原来许多由硬件完成的功能今天能够依靠软件实现。

(2) 面向对象技术、可视化程序开发语言在软件领域为开发更多的易于使用、功能强大的软件提供了可能。

另一方面,传统的测量仪器越来越满足不了科技进步的要求,主要表现在:

(1) 现代测量要求仪器不仅仅能单独测量某个量,而且更希望它们之间能够互相通信,实现信息共享,从而完成对被测系统的综合分析、评估,做出准确判断。传统仪器在这方面显然存在严重不足。

(2) 对于复杂的被测系统,面对各个厂家的不同测试设备,使用者需要的知识很多。这样的仪器不仅使用频率和利用率低,而且硬件存在冗余。

鉴于上述原因,基于计算机的测试仪器逐渐变得现实,并且随着计算机软、硬件技术不断创新而不断发展。

虚拟仪器的发展大致可分为三个阶段:

第一阶段是利用计算机来增强传统仪器的功能。通用接口总线 GPIB 标准的确立,使计算机与外部仪器通信成为可能,因此把传统的仪器通过串行端口和计算机连接起来后就可以用计算机控制仪器了。

第二阶段主要在功能硬件上实现了两大技术进步。其一是插入计算机总线槽上的数据采集卡的出现,其二是 VXI 仪器总线标准的确立,这些新技术的应用奠定了虚拟仪器硬件的基础。

第三阶段形成了虚拟仪器体系结构的基本框架,主要是由于采用面向对象的编程技术构筑了几种虚拟仪器的软件平台,并逐渐成为标准的软件开发工具。

由于虚拟仪器技术的飞速发展,这三个发展阶段几乎是同步进行的。

1.1.2 虚拟仪器的概念

所谓虚拟仪器,就是在以计算机为核心的硬件平台上,其功能由用户设计和定义,具有虚拟面板,其测试功能由测试软件实现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、分析和处理;利用 I/O 接口设备完成信号的采集、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。使用者利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) 虚拟仪器的面板是虚拟的。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”,被测信号的“输入通道”、“放大倍数”等参数的设置,以及测量结果的“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的测量功能的。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。

虚拟仪器是一种概念仪器，迄今为止，业界对它还没有一个明确的国际标准和定义。虚拟仪器实际上就是一种基于计算机的自动化测试仪器系统。业界一般认为，所谓虚拟测量仪器，就是采用计算机开放体系结构取代传统的单机测量仪器，对各种各样的数据进行计算机处理、显示和存储的测量仪器。

要注意到“Virtual”一词被通常译成“虚拟”，在测控仪器领域，“Virtual”不仅仅指用计算机屏幕去虚拟各种传统仪器的面板，“Virtual”还有“实质上的”、“实际上的”、“有效的”和“似真的”的含义，完全不同于虚拟现实中的虚拟人、虚拟太空、虚拟海底、虚拟建筑等非“实际”的概念，测控仪器强调的是“实”而不是“虚”。因此，在研究与发展 VI 技术时，要注重利用计算机的软硬件技术实现测控仪器的特点和功能，而不能仅强调虚拟的、只是视觉上的内容，要强调面向测控领域快速有效地解决实质问题。

虚拟仪器 (Virtual Instrument, VI) 概念是为了适应 PC 卡式仪器而提出的。众所周知，传统仪器主要包括三个部分：数据采集与控制、数据分析和处理、数据显示。而 PC 卡式仪器由于自身不带仪器面板，有的甚至不带微处理器，因此必须借助于 PC 作为其数据分析与显示的工具，利用 PC 强大的图形环境和在线帮助功能，建立图形化的虚拟仪器面板，完成对仪器的控制、数据分析与显示。这种包含实际仪器使用、操作信息的软件与 PC 结合构成的仪器，就称之为虚拟仪器。或者说，虚拟仪器是指具有虚拟仪器面板的 PC 仪器，它由 PC、一系列功能化硬件模块和控制软件组成。

由于借助一块通用的数据采集板，用户就可以通过软件构造任意功能的仪器，软件变成了构建仪器的核心。因此，美国国家仪器公司提出“软件就是仪器”的概念。

1.1.3 虚拟仪器的特点

传统的测量仪器通常由三大功能模块组成，即信号采集与控制、信号分析与处理、测量结果的存储、显示与输出等。这些功能模块基本上是以硬件形式或固化的软件形式存在的，测量仪器只能由制造商来定义与设计，因而其灵活性和适应性较差。

在实验室、生产车间和户外现场，为完成某项测试和维修任务，通常需要许多仪器，如信号源、示波器、磁带机、频谱分析仪等。由众多的仪器构成的测试系统，价格昂贵，体积庞大，连接和操作复杂，测试效率低。

虚拟测试仪器系统的概念是测控系统的抽象。不管是传统的还是虚拟的仪器，它们的功能都是相同的，即采集数据，对采集来的数据进行分析处理，然后显示处理结果；它们之间的不同主要体现在灵活性方面，虚拟仪器由用户自己定义，这意味着用户可以自由组合计算机平台的硬件、软件以及各种完成应用系统所需要的附件，而这种灵活性由供应商定义，功能固定独立的传统仪器是达不到的。

与传统测量仪器相比,虚拟仪器的设计理念、系统结构和功能定位方面都发生了根本性的变化。概括地说,虚拟仪器主要有以下特点。

(1) 软件是虚拟仪器的核心。虚拟仪器的硬件确立后,它的功能主要是通过软件来实现的,软件在虚拟仪器中具有重要的地位。美国国家仪器公司(NI)就曾提出一个著名的口号——“软件就是仪器”。

(2) 虚拟仪器的性价比高。一方面,虚拟仪器能同时对多个参数进行实时高效的测量,同时,由于信号的传输和数据的处理几乎都是靠数字信号或软件来实现的,所以还大大降低了环境干扰和系统误差的影响。另一方面,用户也可以随时根据需要调整虚拟仪器的功能,这缩短了仪器在改变测量对象时的更新周期。此外,采用虚拟仪器还可以减少测试系统的硬件环节,从而降低系统的开发成本和维护成本,因此,使用虚拟仪器比传统仪器更经济。

(3) 虚拟仪器的出现缩小了仪器厂商与用户之间的距离。虚拟仪器使得用户能够根据自己的需要定义仪器功能,而不像传统仪器那样,受到仪器厂商的限制,出现厂商提供的仪器功能与用户要求不相符合的情况。利用虚拟仪器,用户可以组建更好的测试系统,并且更容易增强系统的功能。由于PC能提供远胜于仪器内部的处理能力,因此,借助于一台通用数据采集系统(或板卡),用户就可以通过软件构造几乎任意功能的仪器。

(4) 扩展性强。NI的软、硬件工具使得工程师和科学家不再局限于当前的技术。得益于NI软件的灵活性,只需更新用户的计算机或测量硬件,就能以最少的硬件投资和极少的、甚至无须软件上的升级即可改进用户的整个系统。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。

(5) 虚拟仪器具有良好的人机界面。在虚拟仪器中,测量结果是通过软件在计算机显示器上生成的,与传统仪器面板相似的图形界面由软面板来实现。因此,用户可根据自己的爱好,通过编制软件来定义他所喜爱的面板形式。

(6) 通过软、硬件的升级,可以方便地提升测试系统的能力和水平。更为可贵的是,用户可以运用通用的计算机语言和软件,如C++、Visual Basic、LabVIEW、LabWindows/CVI等扩充、编写软件,从而使虚拟仪器技术更适应、更符合用户自己测试工作的特殊需求。

(7) 虚拟仪器具有和其他设备互联的能力,如和VXI总线或现场总线等的接口能力。此外,还可以将虚拟仪器接入网络,如Internet等,以实现对现场生产的监控和管理。

(8) 虚拟仪器的软、硬件都具有开放性、模块化、可重复使用及互换性等特点,因此,用户可以根据自己的需要灵活组合,大大提高使用效率,减少投资。

当然,虚拟仪器的特点还不止这些,作为新型仪器,它有许多传统仪器无法比拟的地方。这使得虚拟仪器的应用领域非常广泛。

表1-1列出了传统仪器与虚拟仪器的主要区别。

表 1-1 传统仪器与虚拟仪器的比较

传统仪器	虚拟仪器
硬件是关键,必须由专业厂家升级	软件是关键,升级方便
基于硬件体系,开发与维护费用高	基于软件体系,开发与维护费用低
数据无法编辑	数据可编辑、存储、打印