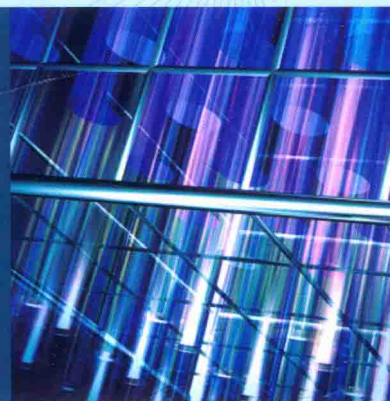


光电信息科学 与工程专业实验

GUANGDIANXINXIKEXUE YU GONGCHENGZHUANYE SHIYAN

■ 主 编 于清旭



大连理工大学出版社

光电信息科学 与工程专业实验

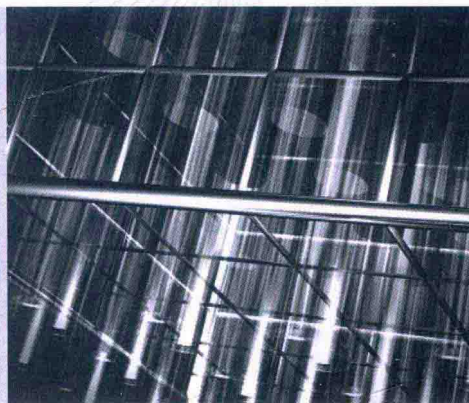
GUANGDIANXINXI KEXUE YU GONGCHENGZHUANYE SHIYAN

■ 主 编 于清旭

参 编 张 望 荆振国 王晓娜

周新磊 丁建华 张 毅

韩秀友 陶鹏程



大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

光电信息科学与工程专业实验 / 于清旭主编. — 大连 : 大连理工大学出版社, 2016. 2

ISBN 978-7-5685-0282-5

I. ①光… II. ①于… III. ①光电子技术—信息技术—实验—教材 IV. ①TN2-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 020390 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

发行:0411-84708842 邮购:0411-84708943 传真:0411-84701466

E-mail:dutp@dutp.cn URL:<http://www.dutp.cn>

大连力佳印务有限公司印刷

大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm	印张:14.25	字数:328 千字
2016 年 2 月第 1 版		2016 年 2 月第 1 次印刷

责任编辑:王晓历

责任校对:宋云霞

封面设计:张莹

ISBN 978-7-5685-0282-5

定 价:33.00 元

光电信息科学与工程是兼具理、工特色的大学本科专业,是光学工程一级学科的基础专业,所涉及的学科领域十分广泛,国内不同大学的专业课程设置不尽相同,各有偏重。本实验指导书是在大连理工大学光电信息科学与工程专业十余年来所开设的实验课中经过筛选,并结合近年来学科发展和科研成果新设计的实验项目编写而成的。

光电信息科学与工程专业实验旨在培养学生掌握光电信息的基础理论、基本实验技能和实验研究方法,通过实验教学来培养学生的创新思维 and 创新能力。

本书所涉及的实验分为“计算机信号采集和处理基础”“光纤光学基础实验”“光纤通信基础实验”“光纤传感技术基础”和“激光光谱测量技术”5部分,其中大部分实验由大连理工大学多年从事专业实验教学和科研的老师自主研发,反映了新的实验教学思路,采用了光信息科学领域的一些前沿技术和方法。书中还对实验中使用的重要仪器设备给出了单独的介绍及其相应的工作原理、性能参数和使用指南。

本书共选用20个有特色和专业代表性的实验项目,力求通过较少的实验数量和较短的篇幅,涵盖光电信息科学与工程专业的主要实验教学内容。本书包含6个章节:第1章对光电信息科学与工程专业实验进行了概述。第2章为计算机信号采集和处理基础,其中包含4个实验项目,实验中使用美国NI公司的LabVIEW程序开发环境,通过实验学习计算机数据采集、处理与控制的方法,建立起计算机虚拟数字世界与真实模拟世界的联系。第3章为光纤光学基础实验,通过2个实验项目让学生对光纤及常用光纤无源器件的基本光学特性有比较感性的了解,学习并掌握其基础的性能测试方法和处理技术。第4章光纤通信基础实验包含4个实验项目,内容涉及光纤通信的典型方法和相关的前沿技术,让学生通过实验比较深入地了解光纤通信中提高单光纤通信容量、提高全光通信距离的基本原理及方法。第5章光纤传感技术基础包含4个实验项目,内容包括基于强度调制、波长调制和相位调制原理的不同类型的传感器,通过这些实验项目让学生对光纤传感技术的原理和光纤传感测量的方法有比较深入的理解。第6章是激光光谱测量技术,包含6个实验项目,通过对常用激光器的结构和输出特性的认识,利用激光进行物质光谱分析的实验研究,学习并掌握激光器的使用方法和物质成分、物质微观结构的光谱分析方法。最后一部分为附录,详细介绍了实验中使用的重点测量仪器的基本工作原理、使用方法和结构特点。

本书由于清旭主编,张望、荆振国、王晓娜、周新磊、丁建华、张毅、韩秀友、陶鹏程参加了编写。

由于编者的水平有限,加之时间仓促,书中难免会存在缺点与不足,希望广大读者与教师提出宝贵意见,并将意见和建议及时反馈给我们,以便下次修订时改进。

编 者

2016年2月

所有意见和建议请发往:dutpbk@163.com

欢迎访问教材服务网站:<http://www.dutpbk.com>

联系电话:0411-84708462 84708445



第 1 章 绪 论	1
1.1 光电信息科学与工程专业概述	1
1.2 光电信息科学与工程专业实验简介	2
第 2 章 计算机信号采集和处理基础	4
2.1 虚拟仪器技术和 LabVIEW 软件平台基础	4
2.2 LabVIEW 虚拟仪器程序设计(实验 1)	8
2.3 基于 LabVIEW 的虚拟仪器测量(实验 2)	28
2.4 基于 LabVIEW 的数字图像处理(实验 3)	42
2.5 基于 LabVIEW 的数字图像采集与测量(实验 4)	53
第 3 章 光纤光学基础实验	63
3.1 光纤的结构与分类	63
3.2 光纤的损耗与色散特性	66
3.3 光纤模场的观测和固定连接方法(实验 5)	69
3.4 光纤及光纤无源器件的损耗测量(实验 6)	75
第 4 章 光纤通信基础实验	83
4.1 光纤通信技术概述	83
4.2 光纤波分复用通信(实验 7)	85
4.3 掺铒光纤放大器原理及光谱特性测量(实验 8)	95
4.4 掺铒光纤激光器输出特性测量(实验 9)	104
4.5 微波光纤传输(实验 10)	112
第 5 章 光纤传感技术基础	125
5.1 光纤传感器原理概述	125
5.2 强度调制型光纤传感器(实验 11)	127
5.3 基于光纤布拉格光栅的应变和温度传感器(实验 12)	132
5.4 基于光纤法布里-珀罗干涉仪的应变和温度传感器(实验 13)	141
5.5 光纤白光干涉仪(实验 14)	151

第 6 章 激光光谱测量技术	155
6.1 激光和激光光谱学概述	155
6.2 可调谐 CO_2 分子激光器及其输出特性研究(实验 15)	157
6.3 光声光谱微量气体检测技术(实验 16)	165
6.4 近红外气体吸收光谱测量(实验 17)	172
6.5 基于氩离子激光器的拉曼光谱测量(实验 18)	180
6.6 激光诱导荧光光谱(实验 19)	187
6.7 基于电寻址液晶光阀的光信息综合实验(实验 20)	195
附 录	209
参考文献	221

第 1 章

绪 论

1.1 光电信息科学与工程专业概述

光电信息科学与工程是由光学、光电子学和信息技术结合而成的综合学科,涉及光的辐射、传输、探测以及光电信息的转换、存储、处理与显示等众多知识范畴。21 世纪信息技术突飞猛进地高速发展,以激光器、光导纤维和计算机作为物质基础的通信技术、互联网技术、光电感测技术、信息存储和显示技术,给人类的生活方式带来了巨大的改变。激光器、光导纤维和计算机不仅仅是科学研究的仪器装置,已成为人类日常生活和工业生产中常用的仪器设备和构件。

作为信息载体和探测手段是激光器最广泛、最重要的应用,激光器作为光源在光纤通信系统中扮演着不可替代的角色。大容量超高速和远距离光纤通信都是在高性能半导体激光器的基础上实现的。如窄线宽、高频率和功率稳定的半导体激光器使得密集波分复用光纤通信技术得到广泛应用,半导体激光器泵浦的光纤放大器使得远距离无中继光纤传输得以实现。激光器的窄线宽、高输出功率密度的特点还使其成了物质微观结构探测、痕量物质分析以及物理/化学量感测的最有力的技术手段。利用近中红外激光器作为光源的激光光谱分析技术可以对原子、分子的微观结构参数进行测定,可以对微量的物质成分进行高灵敏度的检测和分析,可以对几何参量、物理参量、生物化学等参量进行遥测或非接触测量。此外,激光器在高密度光存储、信息显示和光机电一体化等领域也有广泛的应用。

光纤技术与激光技术几乎是同步发展的,自 20 世纪 60 年代低损耗通信光纤出现以来,光纤已逐步代替电缆作为信息传输的载体使得信息的传输发生了本质的变革。20 世纪 90 年代以来,随着人类社会信息化时代的到来,对信息传输速率的要求日益增长,光纤通信技术也随之飞速发展,单信道传输速率从几个 Gbit/s 已达到 100 Gbit/s 以上。密集波分复用技术的应用使得单根光纤的信息传输容量达到 100 Tbit/s 以上,相当于每秒钟

可传输一部时长 3 个月的高清电视节目。在传输距离方面,超低损耗光纤和掺铒光纤放大技术的应用,使得全光通信传输距离已达到 1000 km 以上。

光纤传感技术是伴随着光纤通信技术同步发展起来的一种新的信息获取技术,光纤传感是利用光纤中传输的光波特性和外界物理/化学量敏感的原理来实现的,光纤传感器具有电子学传感器所不具备的抗强电磁干扰、远距离遥测、分布测量等优点,可以对电学量、机械量、热工量、化学及生物学参量进行高灵敏度的测量。光纤传感技术现已成为继光通信技术之后快速发展的一个新兴产业。

现代的信息采集、信息传输、信息存储和显示技术离不开信息的数字化处理。目前计算机数字信号处理技术已经渗透到科学实验、工业控制、通讯、仪器仪表及检测分析各个领域,成为各领域技术发展的重要方向和手段。计算机数据采集和虚拟仪器技术是将模拟形式的物理量转换成数字量,从而利用数学物理模型进行分析、处理、存储和显示的重要技术手段。现今的计算机数据采集和处理软件平台已成为连接待测对象与计算机的桥梁,使计算机加软件就是智能测试仪器的构想成为现实。

激光技术、光纤通信和传感技术以及基于计算机的光学测量和分析方法是光电信息科学与工程等专业的核心课程内容。区别于大学物理实验和近代物理实验课,本实验课程所设计的实验内容重点突出专业特色,接近学科前沿技术和应用,注重与专业基础课的结合,使学生在大学阶段就能够触及本学科的前沿科技,掌握从事光信息科学技术研究的基本方法。

1.2 光电信息科学与工程专业实验简介

光电信息科学与工程是兼具理、工特色的大学本科专业,是光学工程学科的基础专业,所涉及的学科领域十分广泛。国内不同学校的光电信息科学与工程专业的课程设置不尽相同,各有偏重。本实验指导书,是在大连理工大学光电信息科学与工程专业近十年来所开设的实验课程中经过筛选汇编而成,侧重近年来结合学科发展和科研成果设计的新实验项目。

光电信息科学与工程专业实验课为该专业三四年级必修课。专业实验课内容涵盖了《激光原理》《激光技术与应用》《光电子技术》《现代测量技术》《传感器技术》《光纤通信基础》《光谱分析技术》等主干专业课程的核心内容。教材围绕实验涉及的内容对相应的原理、实验和应用背景做了简要的阐述。在实验操作步骤指导方面,教材强调操作原则,注重实验技能和方法的培养。此外,考虑到科学仪器是科学研究的工具和必需的要素,学习掌握科学仪器的使用方法也是实验教学的重要内容之一,本教材针对某些实验中使用的重要仪器设备,还给出了单独的仪器介绍,给出了相应的工作原理、详细的性能参数和使用指南。

该实验指导书具有如下特色:(1)内容新颖,实验内容、实验仪器和方法能够反映当前光电信息专业领域的技术前沿和研究热点。(2)实验教材密切结合专业主干课程内容,从实践和应用角度学习并运用专业知识。(3)具有资料性和研究参考价值,教材中实验涉及

到的技术、方法和主要仪器的原理、性能指标和操作说明等资料,供读者独立从事研究工作时查阅和参考。

本实验指导书共包含 20 个实验项目。第 2 章计算机信号采集和处理基础包含 4 个实验项目。实验中的信号采集和处理软件使用美国 NI 公司的 LabVIEW 程序开发环境,它已广泛地被工业界和研究实验室所接受,成为一个标准的数据采集和仪器控制软件平台。实验目的是结合相应专业课程学习,通过实验学习计算机数据采集、处理与控制的方法,学习虚拟仪器的设计方法,建立起计算机虚拟数字世界与真实模拟世界的联系。第 3 章是光纤光学基础实验,包含两个实验项目。旨在通过实验对光纤以及常用光纤无源器件有一个感性的认识,通过实验了解光纤及常用无源器件的基本光学特性,学习掌握其基本处理技术以及性能测试方法。第 4 章光纤通信基础实验包含 4 个实验,内容涉及光纤通信的一些典型方法和前沿技术。旨在让学生通过实验了解光纤通信中提高单光纤通信容量、提高全光通信距离的基本原理和方法。第 5 章光纤传感技术基础包含 4 个实验。实验内容中包括了基于强度调制、波长调制和相位调制原理的不同类型的传感器,其中波长调制和相位调制型传感器是目前光纤传感器研究和应用的前沿技术,通过实验学生可以对光纤传感技术的原理、特点有较深入的理解,学生还可以通过该实验学习到光纤传感测量的实用技术和方法。第 6 章激光光谱测量技术主要通过对几种常用激光器的结构和输出特性的认识,通过用激光进行物质光谱分析的实验研究,学习掌握激光器的使用方法和物质成分、物质微观结构的光谱分析方法。此外第 6 章还包含了一个信息光学方面的实验内容,旨在配合信息光学课程内容,通过实验观测对光学信息处理有一个感性的认识,掌握光学信息处理的基本方法。最后一部分内容作为参考资料给出了实验中使用的重要的测量仪器的基本工作原理、结构和使用方法,另外还对实验数据处理的常用计算机软件做了介绍。

第2章

计算机信号采集和处理基础

2.1 虚拟仪器技术和 LabVIEW 软件平台基础

2.1.1 虚拟仪器概述

虚拟仪器(Virtual Instruments, VI)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。简单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。另一种是将仪器装入计算机,以通用的计算机硬件及操作系统为基础,实现各种仪器功能。虚拟仪器主要是指这种方式。图 2-1 反映了常见的虚拟仪器方案。

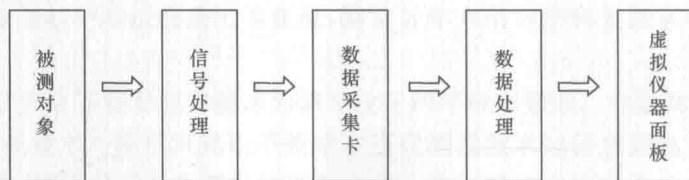


图 2-1 常见的虚拟仪器方案

虚拟仪器的主要特点有：

- (1) 尽可能采用了通用的硬件,各种仪器的差异主要是软件。
- (2) 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。
- (3) 用户可以根据自己的需要定制各种仪器。

虚拟仪器实际上是一个按照仪器需求组成的数据采集系统。虚拟仪器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。

2.1.2 LabVIEW 程序语言

LabVIEW(Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench)是一种图形化的编程语言,它广泛地被工业界、学术界和研究实验室所接受,已经成为一个标准的数据采集和仪器控制软件。LabVIEW 集成了与满足 GPIB、VXI、RS-232 和 RS-485 协议的硬件及数据采集卡进行通讯的全部功能。它还内置了便于应用 TCP/IP、ActiveX 等软件标准的库函数。这是一个功能强大且灵活的软件,利用它可以方便地建立自己的虚拟仪器,其图形化的界面使得编程及使用过程都生动有趣。

这种图形化的程序语言,又称为“G”语言。使用这种语言编程时,基本上不写程序代码,取而代之的是框图程序。它尽可能利用了技术人员、科学家、工程师所熟悉的术语、图标和概念,因此,LabVIEW 是一个面向最终用户的工具。它可以增强人们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。使用它进行理论研究、设计、测试并实现仪器系统时,可以大大提高工作效率。

利用 LabVIEW,可生成独立运行的可执行文件,它是一个真正的 32 位编译器。像许多重要的软件一样,LabVIEW 提供了 Windows、UNIX、Linux、Macintosh 的多种版本。

1. LabVIEW 应用程序的构成

所有的 LabVIEW 应用程序,即虚拟仪器(VI),包括前面板(Front Panel)、框图程序(Block Diagram)以及图标/连接端口(Icon/Connector)三部分。

(1) 前面板

前面板是图形用户界面,也就是 VI 的面板,这一界面上有用户输入和显示输出两类对象,具体包括开关、旋钮、图形以及其他控制(Control)和显示对象(Indicator)等。图 2-2 所示是一个随机信号发生器的前面板,上面有一个显示对象,以曲线的方式显示了所产生的一系列随机数。还有一个控制对象——开关,可以启动和停止工作。显然,并非简单地画两个控件就可以运行,在前面板后还有一个与之配套的框图程序。

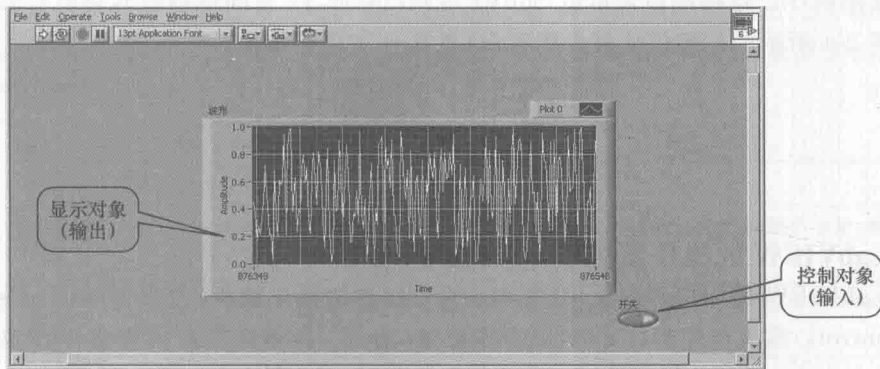


图 2-2 随机信号发生器的前面板

(2)框图程序

框图程序提供 VI 的图形化源程序。在框图程序窗口中对 VI 编程,以控制和操纵定义在前面板上的输入和输出功能。框图程序中包括前面板上的控件的连线端子,还有一些前面板上没有但编程必须有的东西,例如函数、结构和连线等。图 2-3 是与图 2-2 对应的随机信号发生器的框图程序。我们可以看到框图程序中包括了前面板上的开关和随机数发生器的连线端子,还有一个随机数发生器的函数及程序的循环结构。随机数发生器通过连线将产生的随机信号送到显示控件,为了使它持续工作下去,设置了一个 While Loop 循环,由开关控制这一循环的结束。

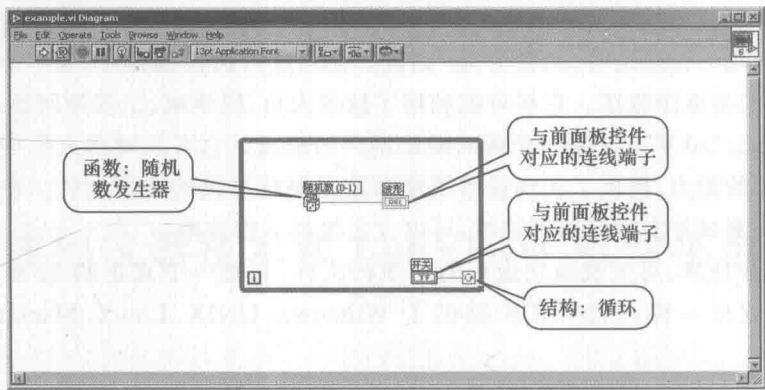


图 2-3 随机信号发生器的框图程序

如果将 VI 与标准仪器相比较,那么前面板上的对象就是标准仪器面板上的对象,而框图程序上的器件相当于标准仪器箱内的器件。在许多情况下,使用 VI 可以仿真标准仪器,不仅在屏幕上出现一个惟妙惟肖的标准仪器面板,而且其功能也与标准仪器相差无几。

(3)图标/连接端口

图标/连接端口可以把 VI 变成一个对象(SubVI,即 VI 子程序),然后像子程序一样在其他 VI 中被调用。图标作为 SubVI 的直观标记,在被其他 VI 调用时,代表 SubVI 中的所有框图程序。连接端口表示该 SubVI 与调用它的 VI 之间进行数据交换的输入输出接口。图 2-4 所示的是随机信号发生器 VI 的图标和连接端口。

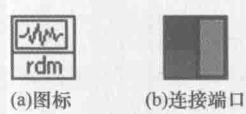


图 2-4 随机信号发生器 VI 的图标和连接端口

2. LabVIEW 的操作模板

在 LabVIEW 的用户界面上,应特别注意它提供的操作模板,包括工具(Tools)模板、控制(Controls)模板和函数(Functions)模板,如图 2-5 所示。这些模板集中反映了该软件的功能与特征。

(1)工具模板

该模板提供了各种用于创建、修改和调试 VI 程序的工具。如果该模板没有出现,则

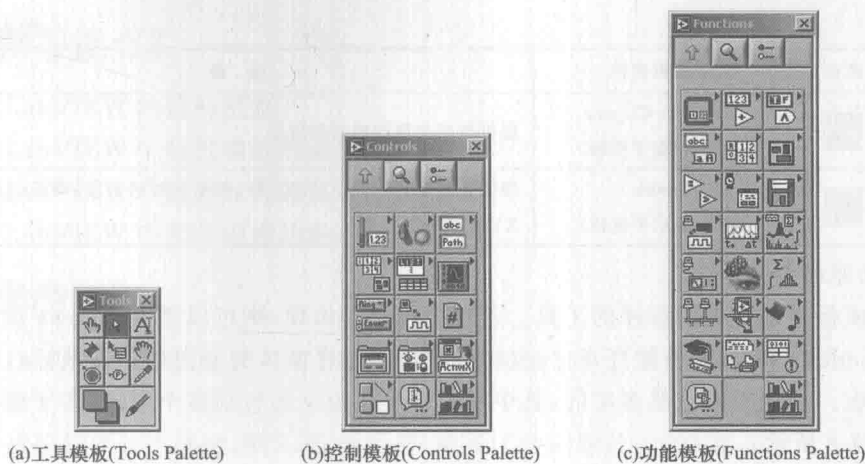


图 2-5 LabVIEW 的操作模板

可以在 Windows 菜单下选择 Show Tools Palette 命令以显示该模板。当从模板内选择了任意一种工具后，鼠标箭头就会变成该工具相应的形状，其常用功能如表 2-1 所示。

表 2-1 工具模板常用功能

	图标	名称	功 能
1		Operate Value (操作工具)	用于管理前面板对象，如修改文本、控制刻度范围
2		Position/Size/Select (定位工具)	用于选择、移动、放缩前面板对象
3		Edit Text (标注工具)	用于输入文本和创建前面板对象标注
4		Connect Wire (连线工具)	用于在框图对象之间连线

(2)控制模板

该模板用来给前面板设置各种所需的输出显示对象和输入控制对象。每个图标代表一类子模板。如果控制模板不显示，可以用 Windows 菜单的 Show Controls Palette 功能打开它，也可以在前面板的空白处单击鼠标右键弹出控制模板。控制模板是多层的，其中每一个子模板下还包括多个对象，各子模板常用功能如表 2-2 所示。

表 2-2 控制模板各子模板常用功能

	图标	子模板名称	功 能
1		Numeric (数值子模板)	提供各种表示数值量的控制与指示对象，包括数字量、温度计、刻度盘和旋钮等多种形式
2		Boolean (布尔子模板)	提供各种表示布尔量的控制与指示对象，包括各种类型的开关、按钮和指示灯等
3		String & Path (字符串与路径子模板)	提供字符串与路径的控制和指示

(续表)

	图标	子模板名称	功 能
4		Array & Cluster (数组和簇子模板)	提供数组与簇的控制和指示
5		Graph (图形显示子模板)	提供各种形式的图形显示对象,包括实时趋势图、事后记录图、XY 图和密度图等

(3)功能模板

功能模板是创建框图程序的工具。若功能模板不出现,则可以用 Windows 菜单下的 Show Functions Palette 功能打开它,也可以在框图程序窗口的空白处单击鼠标右键以弹出功能模板。功能模板也是多层的,其中每一个子模板下还包括多个对象,各子模板常用功能如表 2-3 所示。

表 2-3 功能模板各子模板常用功能

	图标	子模板名称	功 能
1		Structure (结构子模板)	提供程序控制结构命令,例如循环控制等,以及提供全局变量和局部变量
2		Numeric (数值子模板)	提供数学运算、标准数学函数、各种常量和数据类型变换等
3		Boolean (布尔子模板)	提供包括布尔运算符和布尔常量在内的编程元素
4		String (字符串子模板)	提供字符串运算、字符常量和特殊字符在内的编程元素
5		Array (数组子模板)	提供数组运算和变换的功能模块
6		Comparison (比较子模板)	提供用于数字量、布尔量和字符变量比较运算的功能
7		Time & Dialog (定时与对话框子模板)	提供各种定时、对话框和错误出口处理模块
8		File I/O (文件输入/输出子模板)	提供文件管理、变换和读/写操作模块
9		Data Acquisition (数据采集子模板)	提供各种数据采集和信号处理 VI 与运行这些 VI 必须依赖硬件的驱动程序支持(NI-DAQ 是标准配置)
10		Motion & Vision (运动与景象子模板)	提供执行器控制和图像获取与处理功能模块

2.2 LabVIEW 虚拟仪器程序设计(实验 1)

【实验目的】

- 1. 理解虚拟仪器的概念。
- 2. 初步掌握 LabVIEW 的程序设计方法。

【预习重点】

1. LabVIEW 的运行机制。
2. LabVIEW 中数据类型的表现方式。
3. LabVIEW 中数据运算的实现方式。
4. LabVIEW 中程序结构的表达方式及特点。

【参考书】

1. LabVIEW 程序设计与应用;杨乐平等编著;电子工业出版社,2001年7月第1版。
2. 虚拟仪器技术概论;杨乐平等编著;电子工业出版社,2003年3月第1版。
3. 基于 LabVIEW 的虚拟仪器设计;刘君华等编著;电子工业出版社,2003年1月第1版。
4. LabVIEW 高级程序设计;杨乐平等编著;清华大学出版社,2003年4月第1版。

【实验仪器】

1. PC 机。
2. LabVIEW 应用软件。

【实验原理】

数据是程序操作的对象,程序操作的结果是改变数据的状况。因此作为程序设计人员,必须认真考虑和设计数据结构和操作步骤(计算法)。因此,著名计算机学者 Niklaus Wirth 提出一个公式

$$\text{数据结构} + \text{算法} = \text{程序}$$

1. 数据类型

LabVIEW 提供的数据结构是以数据类型的形式出现的。LabVIEW 的数据类型与传统编程语言中的数据类型基本类似,其中基本数据类型包括数字型(Numeric)、布尔型(即逻辑型,Boolean)和字符串型(String);构造数据类型包括数组和簇;其他的数据类型包括枚举型(RefNum)、空类型等等。这里主要介绍数字型和布尔型,以及与这些数据类型有关的一些功能节点的详细用法。

(1) 数字型

在 LabVIEW 中,数字型的分类比较详细,常见分类如表 2-4 所示。

表 2-4 数字型数据常见分类

	图标	详细分类	范围
1		无符号 8 位整型	0~255
2		无符号 16 位整型	0~65535

(续表)

	图标	详细分类	范围
3		无符号 32 位整型	0~4294967295
4		有符号 8 位整型	-128~127
5		有符号 16 位整型	-32768~32767
6		有符号 32 位整型	-2147483648~2147483647
7		双精度浮点型	-Inf~+Inf
8		单精度浮点型	-Inf~+Inf

在 LabVIEW 中,数据类型是隐含在控制、指示以及常量之中的。因此,有必要介绍一下数字型的前面板对象。数字型的前面板对象包含在控制模板→Numeric 子模板中,如图 2-6(a)所示。

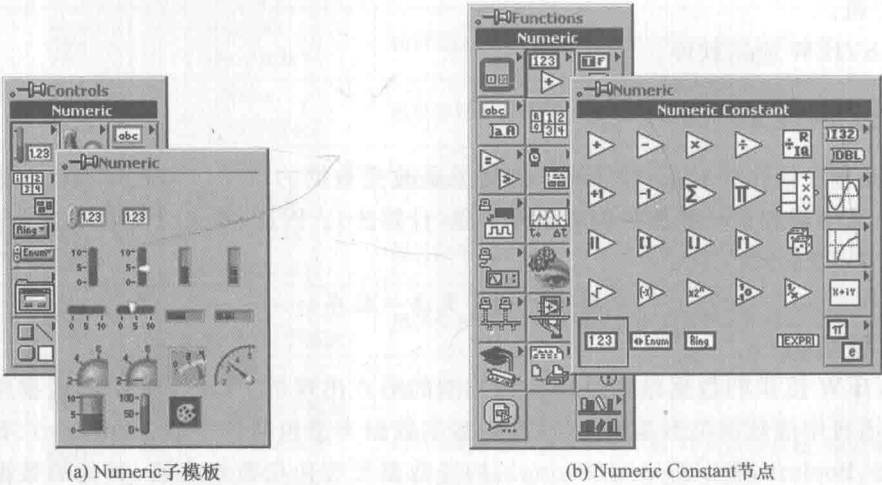


图 2-6 LabVIEW 中的数字型

传统编程语言中的数据分为变量和常量两种,在某种意义上,LabVIEW 中的数据也可以这么分,Numeric 子模板中的前面板对象就相当于传统编程语言中的数字变量,而 LabVIEW 中的数据常量是不出现在前面板窗口中的,只存在于框图程序窗口中,在功能模板→Numeric 子模板中有一个名为 Numeric Constant 的节点,这个节点就是 LabVIEW 中的数字常量,如图 2-6(b)所示。

图 2-6(a)所示的 Numeric 子模板中包括多种不同形式的控制和指示,它们的外观各不相同,有数字量、滚动条、水箱、温度计、旋钮、表头、刻度盘以及颜色框等等,但本质都是完全相同的,都是数字型,只是外观不同而已。LabVIEW 的这一特点为创建虚拟仪器的前面板提供了很大的方便。下面以 Numeric 子模板中的 Digital Control 为例,介绍如何