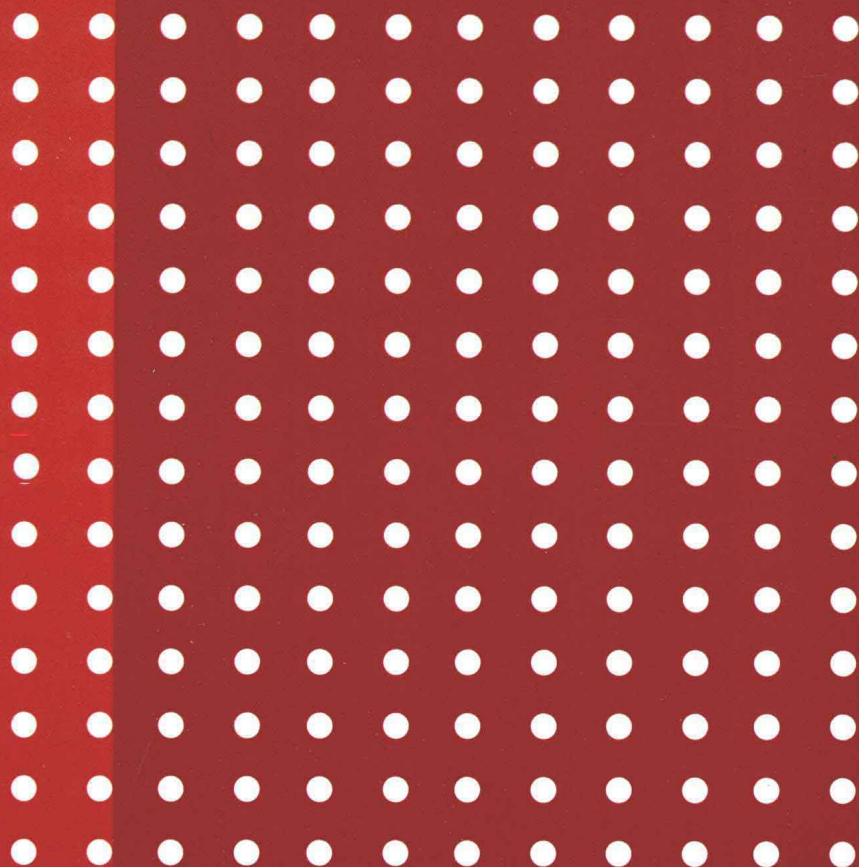


21世纪高等学校电子信息工程规划教材

信号分析与处理 ——虚拟仪器实验教程

孙晖 张冶沁 刘俊延 编著



清华大学出版社

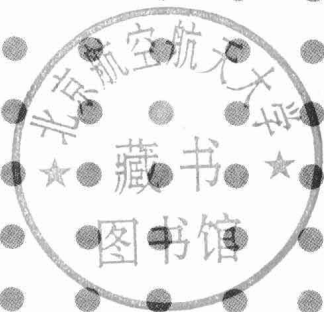
· 013034427

TN911-33
11

21 世纪高等学校电子信息工程规

信号分析与处理 ——虚拟仪器实验教程

孙晖 张冶沁 刘俊延 编著



TN911-33
11

清华大学出版社
北京



北航

C1641783

内 容 简 介

信号与系统的分析与处理课程是电子信息与电气信息类专业本科生的重要基础课程,具有较强的理论性和实践性。本书作为理论教材的延伸,在充分考虑相关课程理论体系结构的基础上,依托 LabVIEW 软件实验平台设计相关实验,实验侧重信号处理、系统设计以及综合应用,体现了基本原理和工程应用的有机结合。

本书适合作为高等学校电子信息与电气信息类专业本科生相关课程的实验教材,也可作为本科生和研究生学习信号处理相关课程的辅助教材。本书还可作为工程技术人员学习 LabVIEW 的入门及应用教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

信号分析与处理——虚拟仪器实验教程/孙晖,张治沁,刘俊延编著.—北京:清华大学出版社,2013.5
(21世纪高等学校电子信息工程规划教材)

ISBN 978-7-302-31561-2

I. ①信… II. ①孙… ②张… ③刘… III. ①信号分析—虚拟仪表—实验—高等学校—教材
②信号处理—虚拟仪表—实验—高等学校—教材 IV. ①TN911-33 ②TH86-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 030598 号

责任编辑:闫红梅 李 晔

封面设计:何凤霞

责任校对:梁 毅

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:北京四季青印刷厂

装 订 者:三河市兴旺装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:11.75

字 数:295千字

版 次:2013年5月第1版

印 次:2013年5月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:19.00元

产品编号:051335-01

出版说明

随着我国高等教育规模的扩大和产业结构调整的不断深入,社会对高层次应用型人才的需求将更加迫切。各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,合理调整和配置教育资源,在改革和改造传统学科专业的基础上,加强工程型和应用型学科专业建设,积极设置主要面向地方支柱产业、高新技术产业、服务业的工程型和应用型学科专业,积极为地方经济建设输送各类应用型人才。各高校加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的力度,从而实现传统学科专业向工程型和应用型学科专业的发展与转变。在发挥传统学科专业师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势的同时,不断更新其教学内容、改革课程体系,使工程型和应用型学科专业教育与经济建设相适应。

为了配合高校工程型和应用型学科专业的建设和发展,急需出版一批内容新、体系新、方法新、手段新的高水平电子信息类专业课程教材。目前,工程型和应用型学科专业电子信息类专业课程教材的建设工作仍滞后于教学改革的实践,如现有的电子信息类专业教材中有不少内容陈旧(依然用传统专业电子信息教材代替工程型和应用型学科专业教材),重理论、轻实践,不能满足新的教学计划、课程设置的需要;一些课程的教材可供选择的品种太少;一些基础课的教材虽然品种较多,但低水平重复严重;有些教材内容庞杂,书越编越厚;专业课教材、教学辅助教材及教学参考书短缺,等等,都不利于学生能力的提高和素质的培养。为此,在教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议下,清华大学出版社组织出版本系列教材,以满足工程型和应用型电子信息类专业课程教学的需要。本系列教材在规划过程中体现了如下一些基本原则和特点:

(1) 系列教材主要是电子信息学科基础课程教材,面向工程技术应用培养。本系列教材在内容上坚持基本理论适度,反映基本理论和原理的综合应用,强调工程实践和应用环节。电子信息学科历经了一个多世纪的发展,已经形成了一个完整、科学的理论体系,这些理论是这一领域技术发展的强大源泉,基于理论的技术创新、开发与应用显得更为重要。

(2) 系列教材体现了电子信息学科使用新的分析方法和手段解决工程实际问题。利用计算机强大功能和仿真设计软件,使得电子信息领域中大量复杂的理论计算、变换分析等变得快速简单。教材充分体现了利用计算机解决理论分析与解算实际工程电路的途径与方法。

(3) 系列教材体现了新技术、新器件的开发应用实践。电子信息产业中仪器、设备、产品都已使用高集成化的模块,且不仅仅由硬件来实现,还大量使用软件和硬件相结合方法,使得产品性价比很高,如何使学生掌握这些先进的技术、创造性地开发应用新技术是本系列教材的一个重要特点。

(4) 以学生知识、能力、素质协调发展为宗旨,系列教材编写内容充分注意了学生创新

能力和实践能力的培养,加强了实验实践环节,各门课程均配有独立的实验课程和课程设计。

(5) 21 世纪是信息时代,学生获取知识可以是多种媒体形式和多种渠道的,而不再局限于课堂上,因而传授知识不再以教师为中心,以教材为唯一依托,而应该多为学生提供各类学习资料(如网络教材,CAI 课件,学习指导书等)。应创造一种新的学习环境(如讨论,自学,设计制作竞赛等),让学生成为学习主体。该系列教材以计算机、网络和实验室为载体,配有多种辅助学习资料,提高学生学习兴趣。

繁荣教材出版事业,提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平的以老带新的教材编写队伍才能保证教材的编写质量和建设力度,希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

21 世纪高等学校电子信息工程规划教材编委会

联系人: 魏江江 weijj@tup.tsinghua.edu.cn

序

在过去的几十年中,信号处理类的相关课程已经成为电子信息与电气信息类各专业本科生必修的主干课程。学生通过课程体系掌握相关理论,了解信号与系统的分析方法,掌握一些基础的应用背景。传统的信号处理类教学方法以课堂理论教学为主,少量辅以计算机辅助教学的方式,学生在课后作业之余,也需要通过计算机编程来完成一些复杂公式的推导演算等,其目的是简化在稿纸上的手工推演过程,可以立即得到理论结果。

从全球范围来看,随着教学方式的改进,大学的课堂或者实验教学不仅仅在于理论公式的演绎,更在于学生能在公式背后了解其真正的应用;与掩盖在纯数字后面的真实信号交互;配合实际情况做随堂实验,进一步巩固理论在实际中的应用。学生逐渐从茫茫题海中抽离出来,从应用和实际的角度深刻理解概念。

在美国,图形化的交互式计算机课件与基于项目的动手练习方式已经逐渐成为理工类课堂的主流教学方式,学生们在掌握了每一章节的理论之后,将分散的理论性内容糅合在一起,并尝试去解决一个实际的应用例子,教师们也鼓励学生将思维跳出理论框架,跳出一门课程,将多门课程的内容前后贯通,构建出结合电路、控制、信号处理等多门课程的综合系统,而这些内容都会在之前的基础或专业类课程学习到,真正做到学以致用。

在本书中,作者尝试将信号与系统、数字信号处理中所涉及的多方面理论用不同的实验加以体现,包括基础类实验和应用类(或专业类)实验。其中,基础类实验着重于和理论课本的深度结合,加深学生的理解,巩固课堂学习成果;而应用类实验则偏重工程应用和综合实践,强调系统的概念,将前期奠定的多知识点或者基础实验融会贯通,以更大的难度、更接近实际应用和系统的方式实现。两类实验前后关联,相得益彰。同时,实验中引入的全新软件和硬件系统,也是美国国家仪器有限公司(National Instruments, NI)针对全球工程教育的最新理念所研发出的教学实验平台,其开放、易用、灵活的特点获得全球工程教育界的好评。在国内,NI的教学实验平台既满足当前从验证型实验到设计型实验的改革趋势方向,也满足各学校或实验室希望差异化、优势化、实验常态化的具体需求。

事实上,基础类和专业(或应用)类的课程及实验并不是完全独立的,应该是贯穿本科4年的教学,甚至延伸到研究生专业课程的。本科初期的电子电路、信号与系统等课程往往是中期数字信号处理、控制理论、通信系统等课程的基石,而后期的综合设计、工程实践、竞赛、毕业设计等更是融合了本科4年全部的课程。在所有本科阶段的学习过程中,学生们通过循序渐进的学习和实验方式,一步步掌握并巩固所学的课程和知识,从点滴的小实验开始,到完成系统性的大项目,既实现了全面的本科生专业培养目标,也培养了学生解决问题的能力、系统的设计能力、创新的思维能力以及团队的协作能力。这也是当前全球工程教育发展的一大趋势,美国 UCLA 大学的 William Kaiser 教授称这样的教学方式为“Engineering Pipeline”。

我们很高兴地看到,在中国,越来越多投身于教育事业的教师们看到这种教学方式的优势,同时也看到基于项目(应用)的实验能给学生带来的收获:不仅仅是能力水平和专业知识上的积累,更提高了学生们在学习和实验过程中的兴趣,也让学生体会到在协同完成项目后的成就感。

回到信号处理类的教学,作为理工类本科教学中的核心课程,信号分析与处理在课程体系框架中起到承前启后的作用,即需要给学生们搭建一个系统的初步概念,引入真实的信号,了解实际应用的背景,使学生对于基本的信号提取与分析有一定掌握。在这些基础之上,学生得以进入高年级或者研究生的专业领域,开展更深入的研究工作。而传统的课堂理论教学中,只能完成部分教学任务,即概念性的背景介绍和理论化的公式推导,难以进一步深入。基于这样的考量,信号处理类的实验课就需要覆盖其他多方面,如动手能力、专业能力的培养。

通过本书,我们也希望看到,全面的动手实验、合理的难度设置、系统的应用分类能够为信号处理类实验带来一个全新的提升,不仅让学生体会信号处理和分析课程中,推导那些纷繁的理论公式的真正乐趣所在,理解学习背后的意义和价值,也为相关课程或实验的教师们提供一个新的思路和参考,拓展实验的范畴,提升学生综合能力的培养。在工程教育界的 Engineering Pipeline 培养框架下,构建出信号处理与分析的重要核心价值。

美国国家仪器公司 中国区 院校市场经理

倪 斌

Bin Ni

2012.12.23

前 言

LabVIEW(Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench)是美国国家仪器(National Instruments,NI)公司的虚拟仪器集成环境,它采用一种基于图形化的、用图标代替文本创建应用程序的计算机编程语言进行设计与实现,已广泛应用于通信、控制、测量、生物医学等领域。利用 LabVIEW 编程的直观性和交互性,相关人员可以更高效地致力于各类课程的实践及项目应用。

MathScript 是基于文本、面向数学的编程语言,内嵌于 LabVIEW 中。它利用 .m 文件的脚本语法,包含了用于数学分析、信号处理的 600 多个常用函数。按照 MATLAB 语法编写的脚本通常可以不加修改地在 MathScript 中运行。利用 MathScript 的交互式窗口可方便地执行脚本程序并能立即看到运行结果、观察变量和命令历史。使用 MathScript 节点,能直观地将图形化和文本代码编程结合在一起。

NI myDAQ 是一种低成本便携式采集和输出设备,采用 USB 接口,集成了模拟输入和输出、数字输入和输出、音频、电源和数字万用表等功能。通过配套的软件,学生可使用它测量实际信号和输出信号;通过与 LabVIEW 配合,可分析和处理获取的数据。

本书采用基于 LabVIEW 和 myDAQ 相结合的教学实践支撑平台实现基于信号分析与处理的软件仿真和硬件设计,学生能快速掌握该平台的操作方法和编程,从而将更多的时间用于课程理论的应用上而不是熟悉平台本身。

本书的主要特点如下:

(1) 实验内容以 LabVIEW 作为软件实验平台,利用 myDAQ 和计算机声卡等硬件进行形象、直观的仿真实现以及硬件实现,避免学生学习使用实验工具占用太多时间,并符合学生当时的知识水平。

(2) 将理论课教学内容融入实验教学中,实验教学内容作为理论课教学的延伸,因此与理论课教学具有较好的衔接性。

(3) 实验内容理论联系实际,具有相关专业背景,具有较强的趣味性和实用性,能充分发挥学生的主观能动性。

(4) 实验内容易于拓展,能充分发挥学生的创造性。

本书分为 4 章,第 1 章介绍 LabVIEW 基本知识,包括 LabVIEW 工作环境、基本操作、数据类型、程序结构、图形与图表显示、文件操作等,还对 MathScript 进行了较为详细的介绍,为后续实验打下坚实的平台应用基础。

第 2 章介绍 NI myDAQ 虚拟仪器教学实验套件的基本内容。

第 3 章是基础实验部分,包括无源滤波器和有源滤波器、信号的采样与恢复、幅度调制与解调、离散时间信号和系统分析、离散傅里叶变换与快速傅里叶变换、数字滤波器设计等 6 个基础实验,实验设计主要基于信号分析与处理基本理论的验证和基本应用。

第4章是综合实验部分,包括“心电信号分析与处理”等9个综合性实验。综合实验注重设计性,具有电子、通信、电气与计算机等相关专业的知识背景。学生能从查阅文献、实验设计、仿真、数据分析、实验报告和总结等各方面获取专业知识,验证相关理论,培养创新能力。

本书由孙晖、张冶沁、刘俊延编著,孙晖统稿。其中第1章的1.1~1.5节由张冶沁编写;第2章由刘俊延编写;孙晖编写第3章和第4章以及第1章的1.6节和1.7节;柯涛编写了4.1节和4.5节初稿;马进红编写了4.2节初稿;聂曼编写了4.8节初稿;路扬做了部分书稿的文字编辑和校对工作。在本书稿编写过程中,得到了浙江大学工学部赵菁和美国国家仪器公司中国技术市场部李甫成、贾佳的大力帮助;浙江大学电气工程学院2009级和2010级爱迪生班学生实施了相关实验,并从实验内容、实验效果等方面提出了很好的建议,在此一并表示谢意。同时感谢清华大学出版社的大力支持和辛苦劳动。

由于作者水平有限,书中不乏疏漏之处,敬请读者不吝指教。

编 者

2012年12月于浙江大学求是园

目 录

第 1 章 LabVIEW 编程基础	1
1.1 LabVIEW 工作环境	1
1.1.1 LabVIEW 界面	1
1.1.2 LabVIEW 前面板和程序框图	2
1.2 LabVIEW 基本操作	10
1.2.1 VI 创建与编辑	10
1.2.2 子 VI	12
1.2.3 VI 运行与调试	14
1.2.4 ExpressVI	15
1.3 数据类型	18
1.3.1 基本数据类型	18
1.3.2 复合数据类型	24
1.4 程序结构	30
1.4.1 循环结构	30
1.4.2 顺序结构	32
1.4.3 条件结构	35
1.5 图形与图表显示	37
1.5.1 波形图表	38
1.5.2 波形图	41
1.5.3 XY 图	42
1.6 文件 I/O	45
1.6.1 文件 I/O 基础	45
1.6.2 文本文件读写	46
1.6.3 二进制文件读写	48
1.7 MathScript	49
1.7.1 MathScript 简介	49
1.7.2 MathScript 窗口	49
1.7.3 MathScript 节点	52
1.7.4 MathScript 程序控制结构	54
1.7.5 MathScript 函数与脚本	55

第 2 章 NI myDAQ 虚拟仪器教学实验套件	60
2.1 NI myDAQ 概述	60
2.1.1 NI myDAQ 硬件概述	60
2.1.2 NI myDAQ 软件概述	64
2.1.3 NI myDAQ 信号连接	65
2.2 配合使用 NI myDAQ 和软面板(SFP)仪器	67
2.2.1 数字万用表(DMM)	67
2.2.2 示波器(Scope)	68
2.2.3 函数信号发生器(FGEN)	70
2.2.4 波特分析仪(Bode)	71
2.2.5 动态信号分析仪(DSA)	72
2.2.6 任意波形发生器(ARB)	74
2.2.7 数字读取器(DigIn)	75
2.2.8 数字写入器(DigOut)	76
2.3 配合使用 LabVIEW 和 NI myDAQ	78
2.3.1 使用 NI-DAQmx 编程	78
2.3.2 配合使用 LabVIEW 和 NI myDAQ 编程	80
第 3 章 基础实验	85
3.1 基础实验一 无源滤波器和有源滤波器	85
3.2 基础实验二 信号的采样与恢复	91
3.3 基础实验三 幅度调制与解调	95
3.4 基础实验四 离散时间信号和系统分析	99
3.5 基础实验五 离散傅里叶变换与快速傅里叶变换	107
3.6 基础实验六 数字滤波器设计	110
第 4 章 综合实验	117
4.1 综合实验一 心电信号分析与处理	117
4.2 综合实验二 多址技术	123
4.3 综合实验三 双音多频拨号识别系统设计	128
4.4 综合实验四 数字滤波器的零极点配置法设计与应用	132
4.5 综合实验五 工程简易数字滤波	140
4.6 综合实验六 多采样率信号处理	145
4.7 综合实验七 数字图像增强处理与字符识别	152
4.8 综合实验八 数字音效处理器设计	161
4.9 综合实验九 电力系统谐波分析	170
参考文献	177

第 1 章 LabVIEW 编程基础

1.1 LabVIEW 工作环境

1.1.1 LabVIEW 界面

在计算机中安装好 LabVIEW 2011 后,开始菜单中便会自动生成启动 LabVIEW 2011 的快捷方式——National Instruments LabVIEW 2011。单击该快捷方式按钮启动 LabVIEW,启动后的程序界面如图 1.1.1 所示。

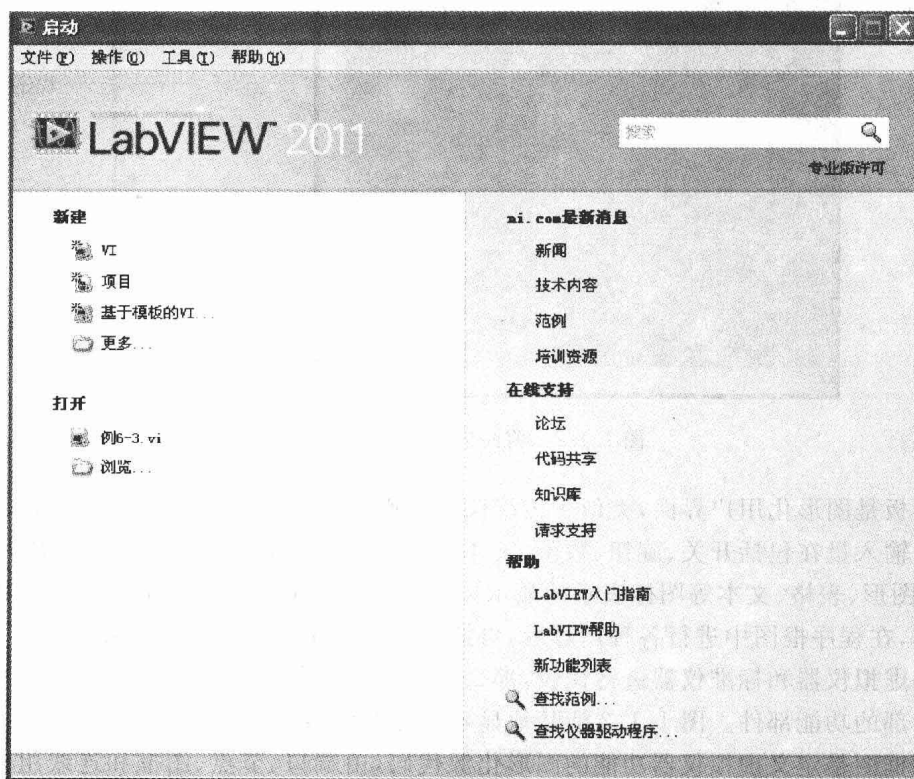


图 1.1.1 LabVIEW 启动后的界面

启动后界面主要包括文件和资源两个部分。左面窗格是文件部分,在这里用户可以选择新建 VI、新建项目、新建基于模板的 VI 等操作,并且可以打开已有的程序。右面窗格是资源部分,用户可以查看 LabVIEW 入门指南、文档指南,可以查看帮助文件、软件自带的众多程序范例,还可以通过互联网来搜索自己需要的资源等。

1.1.2 LabVIEW 前面板和程序框图

用 LabVIEW 开发的程序一般由一个或多个后缀名为 .vi 的文件组成,这些文件被称为 VI(Virtual Instrument,虚拟仪器),所有的 VI 都由前面板和程序框图组成,单击图 1.1.1 界面左面窗格中的“新建”→VI 选项,可以建立一个空白的 VI,如图 1.1.2 所示。

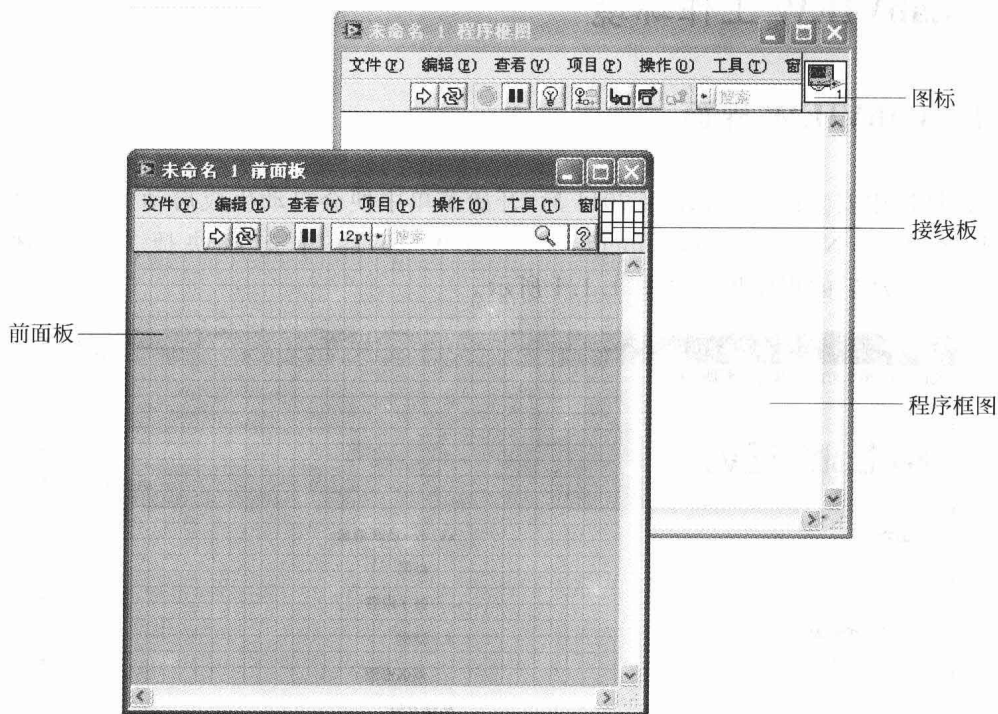


图 1.1.2 前面板和程序框图窗口

前面板是图形化用户界面,类似于传统仪器的面板,用户在前面板中设置输入量,观察输出量。输入量在包括开关、旋钮、数值、文本等图标表示的输入控件中设置;输出量在包括 LED、图形、表格、文本等图标表示的显示控件中显示。用户的输入量通过前面板传递给程序框图,在程序框图进行各种运算后,再把结果送到前面板中显示出来。

若将虚拟仪器和标准仪器进行比较,那么前面板就相当于仪器面板,程序框图就相当于仪器箱内部的功能部件。图 1.1.3 清楚地显示了虚拟仪器的实质。

程序框图是定义虚拟仪器功能的图形化源代码,由端口、节点、图框和连线组成。其中端口用于与前面板的数据交换,节点用于实现函数和功能调用,图框用于实现结构化程序控制命令,而连线代表程序执行过程中的数据流,如图 1.1.3(b)所示。

控件选板仅位于前面板中,包括创建前面板所需要的输入控件和显示控件。根据输入和显示控件类型的不同,又把控件分成不同的子选板。在前面板空白处右击,或者执行“查看”→“控件选板”菜单命令,就可以显示控件选板。在控件选板中单击“自定义”按钮,用户可以自定义控件的不同显示方式,如图 1.1.4 所示。

函数选板仅位于程序框图中,包含创建程序框图所需要的 VI 和函数,根据不同的 VI

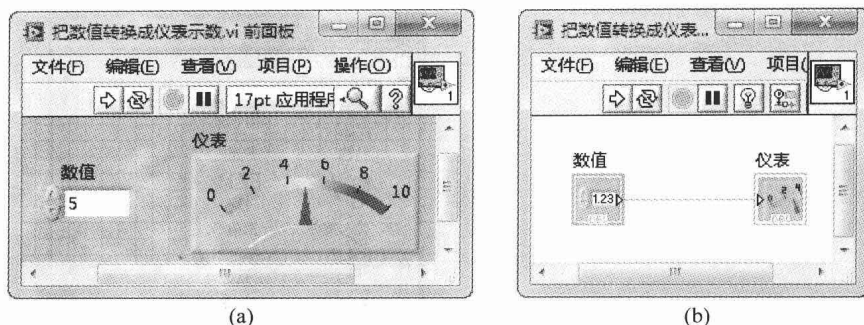


图 1.1.3 虚拟仪器



图 1.1.4 改变控件选板外观

和函数类型,函数选板又分为不同的子模板。在程序框图空白处右击,或者执行“查看”→“函数选板”菜单命令,就可以显示如图 1.1.5 所示的函数选板。

在前面板和程序框图中都可以看到工具选板,利用工具选板可以创建、修改 VI 中的对象,并对程序进行调试。在主菜单中单击“查看”→“工具选板”命令,就可以显示工具选板,或者按住 Shift 键并右击,光标所在位置将出现工具选板,如图 1.1.6 所示。

工具选板中不同的图标对应的功能如下所示。

- “自动选择工具”: 当右边的指示灯变绿时,表示已经打开自动工具选择,当光标移动到前面板或者程序框图的对象上时,系统会自动选择工具选板中相应的工具。当右边的指示灯不亮时,用户需要手动选择相应的工具。用户单击该选择工具

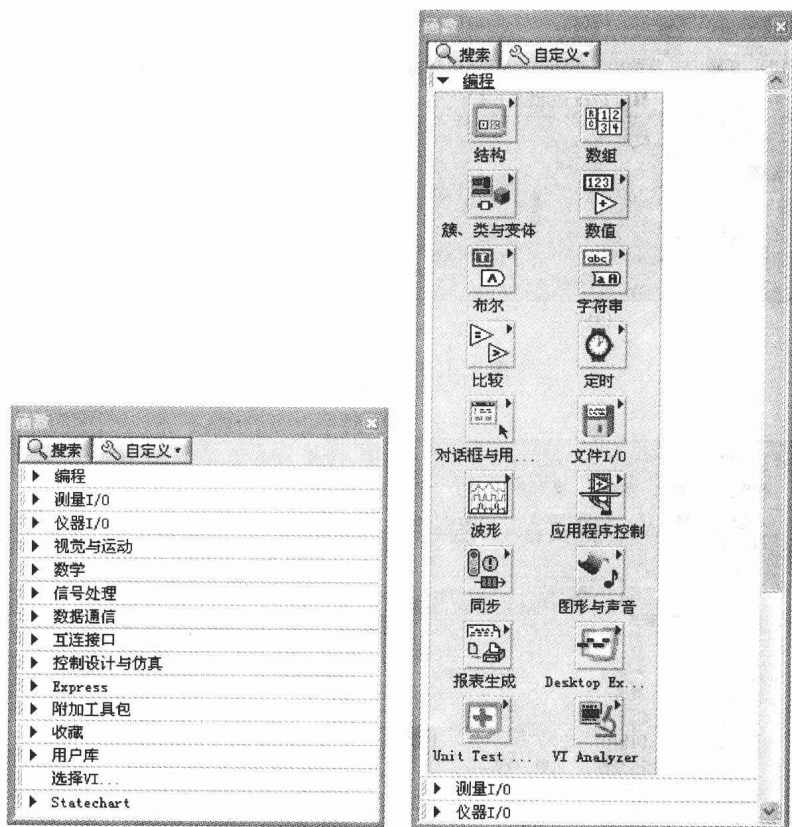


图 1.1.5 函数选板

按钮,就可以在手动和自动之间切换。

- “操作值”工具 : 用于改变控件值,当它指向数值或字符串时,会自动切换成标签工具。
- “定位/调整大小/选择”工具 : 用于定位、调整大小或者选择对象。
- “编辑文本”工具 : 用于在对象中输入文本或者创建标签。
- “进行连线”工具 : 用于在程序框图中连接两个对象的数据端口,表示数据的流向,连线将数据从一个端口传送到另一个端口中。当用连线工具接近对象时,在对象上会显示出数据端口以供连线用。连线之间的数据是单向流动的,只有当数据类型匹配时,才能连通,否则会显示  状态。
- “对象快捷菜单”工具 : 用该工具单击某对象时,会弹出该对象的快捷菜单,相当于右击鼠标的作用。
- “滚动窗口”工具 : 使用该工具时,可以使窗口内的对象自由滚动。
- “设置/清除断点”工具 : 在调试过程中设置断点,方便程序的调试。
- “探针数据”工具 : 在程序框图中设置探针,以便于在调试过程中监测数据的变化。
- “获取颜色”工具 : 用于获取对象上某点的颜色。
- “设置颜色”工具 : 用于设置窗口中对象的前景色和背景色。

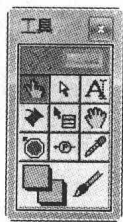


图 1.1.6 工具选板

LabVIEW 2011 的主菜单包括文件(File)、编辑(Edit)、查看(View)、项目(Project)、操作(Operate)、工具(Tools)、窗口(Windows)和帮助(Help)菜单,下面逐一介绍。

1. 文件菜单

文件菜单包含与文件操作相关的命令,如图 1.1.7 所示。

- 新建 VI: 用于新建一个空白的 VI 程序。
- 新建: 用于打开新建对话框,新建空白 VI、根据模板创建 VI、新建项目或者新建其他类型的 VI。
- 打开: 用于打开“打开”对话框,用户可以选择路径,打开原来有的 VI 文件。
- 关闭: 用于关闭当前 VI。
- 关闭全部: 用于关闭所有打开的 VI。
- 保存: 用于保存当前的 VI。
- 另存为: 用于将当前 VI 另存为其他 VI。
- 保存全部: 用于保存所有修改过的 VI,包括子 VI。
- 保存为前期版本: 用于将当前的 VI 保存为以前的版本,这样就可以在前期版本中打开现在所编写的程序。
- 还原: 用于撤销所进行的改动,回到打开时的初始状态。
- 新建项目: 用于创建一个新的项目。
- 打开项目: 用于打开项目菜单。
- 保存项目: 用于保存当前的项目。
- 关闭项目: 用于关闭当前的项目。
- 页面设置: 用于设置页眉页边距,打印参数。
- 打印: 用于打印当前的 VI。
- 打印窗口: 用于设置打印参数。
- VI 属性: 用于打开当前 VI 的属性,并对其进行参数设置。
- 近期项目: 用于打开最近访问过的项目,可以快速打开最近打开过的项目。
- 近期文件: 用于打开最近访问过的文件,可以快速打开最近打开过的文件。
- 退出: 用于退出 LabVIEW。

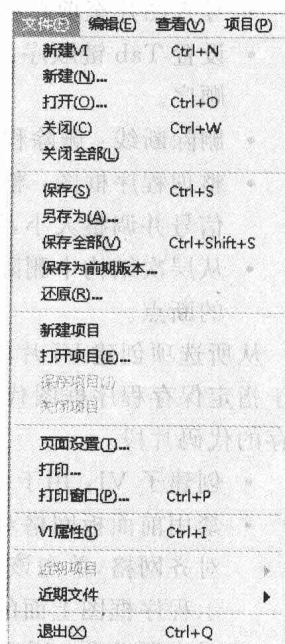


图 1.1.7 “文件”菜单

2. 编辑菜单

编辑菜单中包含了几几乎所有对 VI 及其组件进行编辑的命令,如图 1.1.8 所示。

- 撤销: 用于撤销上一步的操作,恢复到上一次操作之前的状态。
- 重做: 和撤销的作用相反,再次执行上一次“撤销”所做的修改。
- 剪切: 用于删除选中的对象,并将其放在剪贴板中。
- 复制: 用于复制选中的对象,并将其放在剪贴板中。
- 粘贴: 用于将剪贴板中的内容放到当前光标位置。
- 从项目中删除: 用于删除选中的对象。和剪切不同的是,删除并不把对象放在剪贴板中。
- 选择全部: 用于选中当前窗口中的所有对象。

- 当前值设置为默认值：将前面板上对象的当前值设置为默认值，下一次打开该 VI 时，该对象被赋予该默认值。
- 重新初始化为默认值：将前面板上对象的取值初始化为原来的默认值。
- 自定义控件：用于自定义前面板中的控件。
- 导入图片至剪贴板：用于从文件中导入图片。
- 设置 Tab 键顺序：设定用 Tab 键切换前面板上对象的顺序。
- 删除断线：删除程序框图中的断线。
- 整理程序框图：整理 VI 的程序框图，重新整理对象和信号并调整大小，提高可读性，仅在编辑下可用。
- 从层次结构中删除断点：用于在层次结构中删除所有的断点。

从所选项创建 VI 片段：显示“将 VI 片段另存为”对话框，用于指定保存程序框图代码片段的目录。选择菜单项前需要保存的代码片段。

- 创建子 VI：用于创建一个子 VI 程序。
- 禁用前面板网格对齐：程序框图栅格对齐功能失效或者使能，禁用程序框图上面的对齐网格，单击该菜单项，该项变为启用程序框图网格对齐，再次单击该菜单项将显示程序框图上面的对齐网格。
- 对齐所选项：用于将所选的对象对齐。
- 分布所选项：用于将所选的对象按一定规则分布排列。
- VI 修订历史：用于记录 VI 的修订历史。
- 运行时的菜单：用于设置程序运行时的菜单项。
- 查找和替换：用于查找和替换对象或文本。
- 显示搜索结果：显示搜索到的结果。

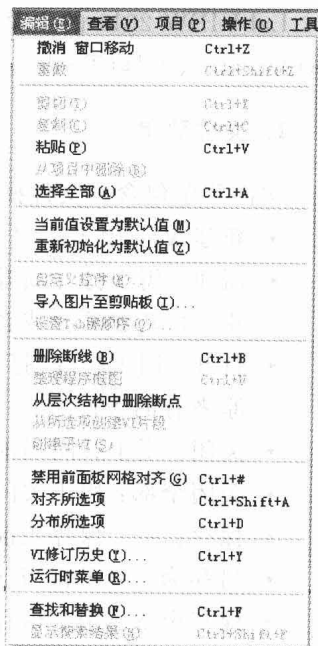


图 1.1.8 编辑菜单

3. 查看菜单

查看菜单包含了程序中所有与显示操作有关的命令，如图 1.1.9 所示。



图 1.1.9 查看菜单

- 控件选板：显示控件选板，只在前面板中有效。
- 函数选板：显示函数选板，只在程序框图中有效。
- 工具选板：显示工具选板。
- 快速放置：显示快速放置对话框，依据名称指定选板对象，并将对象置于程序框图或者前面板。
- 断点管理器：显示断点管理器窗口，该窗口用于在 VI 的层次结构中启用、禁用或清除全部断点。
- 探针监测窗口：可以打开探针监视窗口。在程序框图中，右击连线，在快捷菜单中选择探针或者使用探