



高技能人才培训丛书 | 丛书主编 李长虹

嵌入式系统设计 (LabVIEW 编程) 及应用实例

李长虹 高勇 编著

- 任务引领训练模式
- 来自企业岗位的真实工作任务
- 目标、任务、准备、行动、评价五步训练法
- 分析问题、解决问题、效果评价完整的工作过程



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



高技能人才培养丛书 | 丛书主编 李长虹

嵌入式系统设计 (LabVIEW 编程) 及应用实例

李长虹 高勇 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书采用任务引领训练模式编写,以工作过程为导向,以岗位技能要求为依据,以典型工作任务为载体,训练任务来源于企业真实的工作岗位。

本书从嵌入式系统设计(LabVIEW 编程)职业岗位高级工等级从业人员的职业能力目标出发,分为22个训练任务,每个任务均由任务来源、任务描述、任务目标、任务实施、效果评价、相关知识与技能、练习与思考几部分组成。训练实施采用目标、任务、准备、行动、评价五步训练法,涵盖从任务(问题)来源到分析问题、解决问题、效果评价的完整学习活动。

本书既可作为职业院校或企业员工培训的教材,也可供一线从业人员提升技能使用,还可作为从事职业教育与职业培训课程开发人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

嵌入式系统设计(LabVIEW 编程)及应用实例/李长虹,高勇编著. —北京:中国电力出版社,2016.4

(高技能人才培训丛书/李长虹主编)

ISBN 978-7-5123-8595-5

I. ①嵌… II. ①李…②高… III. ①微型计算机-系统设计-岗位培训-教材 IV. ①TP360.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 283545 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2016 年 4 月第一版 2016 年 4 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 29 印张 791 千字

印数 0001—3000 册 定价 59.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

主任 李长虹

副主任 俞益飞 张自忠

顾问 马 阳 岳庆来

委员 高 勇 刘 振 闵光培 李泽明

曾芳丽 刘振鹏 邹少明 邓 松

阮友德 张饶丹 王 鑫 张迎辉

陈福宝 魏继东

国务院《中国制造 2025》提出“坚持把人才作为建设制造强国的根本，建立健全科学合理的选人、用人、育人机制，加快培养制造业发展急需的专业技术人才、经营管理人才、技能人才。营造大众创业、万众创新的氛围，建设一支素质优良、结构合理的制造业人才队伍，走人才引领的发展道路”。随着我国新型工业化、信息化同步推进，高技能人才在加快产业优化升级，推动技术创新和科技成果转化发挥了不可替代的重要作用。经济新常态下，高技能人才应掌握现代技术工艺和操作技能，具备创新能力，成为技能智能兼备的复合型人才。

《高技能人才培养丛书》由嵌入式系统设计应用、PLC 控制系统设计应用、智能楼宇技术应用、产品造型设计应用、工业机器人设计应用等近 20 个课程组成。丛书课程的开发，借鉴了当今国外发达国家先进的职业培训理念，坚持以工作过程为导向，以岗位技能要求为依据，以典型工作任务为载体，训练任务来源于企业真实的工作岗位。在高技能人才技能培养的课程模式方面，可谓是一种创新、高效、先进的课程，易理解、易学习、易掌握。丛书的作者大多来自企业，具有丰富的一线岗位工作经验和实际操作技能。本套丛书既可供一线从业人员提升技能使用，也可作为企业员工培训或职业院校的教材，还可作为从事职业教育与职业培训课程开发人员的参考书。

当今，职业培训的理念、技术、方法等不断发展，新技术、新技能、新经验不断涌现。这套丛书的成果具有一定的阶段性，不可能一劳永逸，要在今后的实践中不断丰富和完善。互联网技术的不断创新与大数据时代的来临，为高技能人才培养带来了前所未有的发展机遇，希望有更多的课程专家、职业院校老师和企业一线的技术人员，参与研究基于“互联网+”的高技能人才培养模式和课程体系，提高职业技能培训的针对性和有效性，更好地为高技能人才培养提供专业化的服务。



全国政协委员
深圳市设计与艺术联盟主席
深圳市设计联合会会长

《高技能人才培养丛书》由近 20 个课程组成，涵盖了嵌入式系统设计应用、PLC 控制系统设计应用、智能楼宇技术应用、工业控制网络设计应用、三维电气工程设计应用、产品造型设计应用、产品结构设计应用、工业机器人设计应用等职业技术领域和岗位。

《高技能人才培养丛书》采用典型的任务引领训练课程，是一种科学、先进的职业培训课程模式，具有一定的创新性，主要特点如下：

先进性。任务引领训练课程是借鉴国内外职业培训的先进理念，基于“任务引领一体化训练模式”开发编写的。从职业岗位的工作任务入手，设计训练任务（课程），采用专业理论和专业技能一体化训练考核，体现训练过程与生产过程零距离，技能等级与职业能力零距离。

有效性。训练任务来源于企业岗位的真实工作任务，大大提高了操作技能训练的有效性与针对性。同时，每个训练任务具有相对独立性的特征，可满足学员个性能力需求和提升的实际需要，降低了培训成本，提高了培训效益。每个训练任务具有明确的判断结果，可通过任务完成结果进行能力的客观评价。

科学性。训练实施采用目标、任务、准备、行动、评价五步训练法，涵盖从任务（问题）来源到分析问题、解决问题、效果评价的完整学习活动，尤其是多元评价主体可实现对学习效果的立体、综合、客观评价。

本丛书的另外一个特色是训练任务（课程）具有二次开发性，且开发成本低，只需要根据企业岗位工作任务的变化补充新的训练任务，从而确保训练任务与企业岗位要求一致。

高技能人才任务引领训练课程已在深圳高技能人才公共训练基地、深圳市的职业院校及多家企业使用了五年之久，取得了良好的效果，得到了使用部门的肯定。

高技能人才任务引领训练课程是由企业、行业、职业院校的专家、教师和工程技术人员共同开发编写的，可作为高等院校、行业企业和社会培训机构高技能人才培养的教材或参考用书。但由于现代科学技术高速发展，编写时间仓促等原因，难免有漏错之处，恳求广大读者及专业人士指正。

编委会主任 李长虹

前言

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) 是一种程序开发环境, 一种图形化的编程语言, 又称 G 语言。使用 G 语言编程时, 基本上不用编写基于文本的语言程序代码, 取而代之的是流程图或框图。它利用技术人员所熟悉的术语、图标和概念, 进行原理研究、设计、测试及实际控制, 大大提高了工作效率。另外, LabVIEW 还集成了 GPIB、VXI、RS-232 和 RS-485 协议的硬件及数据采集卡通信的全部功能, 内置了便于应用 TCP/IP、ActiveX 等软件标准的库函数。LabVIEW 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生动有趣。目前, LabVIEW 已经广泛地被工业界、学术界和研究实验室所接受, 被视为一个标准的数据采集和仪器控制软件。

LabVIEW 在嵌入式系统开发方面的应用也越来越普及、越来越广泛, 本书设计的 22 个训练任务, 就是基于嵌入式系统设计 (LabVIEW 编程) 职业岗位高级工等级从业人员的职业能力目标。从内容上看, 本书有以下特点:

(1) 全新的教材编目框架。本书完全打破了传统教材的章节框架结构, 基于“任务引领型一体化训练及评价模式”, 全书共由 22 个训练任务构成, 这 22 个任务全部来源于企业真实的工作任务, 经过提炼后, 转化为训练任务。

(2) 能力目标以企业职业岗位目标为依据。22 个训练任务的能力目标以嵌入式系统设计 (LabVIEW 编程) 职业岗位高级工等级的从业人员的职业能力为基础, 并参考了机电一体化设备维修高级工、可编程序控制系统助理设计师、电气智能化助理工程师、过程控制助理工程师、运动控制助理工程师等职业岗位从业人员的岗位职责与工作任务。

(3) 训练任务具有独立性、完整性, 目标明确且可实现、可考评, 能够满足个性化的能力提升要求。学习者可以根据自己的实际情况, 独立选择训练任务, 每个训练任务的成绩是独立的, 在成绩有效期内, 完成全部 22 个训练任务的学习与考评, 即可获得该课程的最终成绩。训练任务的设计与实现真正实现了理论与实际操作的一体化, 每个训练任务都有针对该训练任务的理论练习与思考题, 大部分练习与思考题的答案都包含在了训练过程中以及每个任务的第六部分“相关知识与技能”中。

此外, 在训练任务实施部分中, 示范操作步骤翔实且图文并茂, 每一步操作都有操作结果的效果状态图, 力求做到使学习者在没有教师指导的情况下, 也能够完成示范操作的内容, 因此本书非常适合读者自学。

本书既可以作为开发人员的参考书, 也可以作为企业员工培训或职业院校学生的教材用书, 以及从事职业教育与职业培训课程相关人员的参考书。

本书由李长虹与高勇共同编写, 全书由李长虹统一审核定稿。

由于时间仓促, 加之编者水平有限, 书中不足之处在所难免, 欢迎广大读者批评指正。

编者

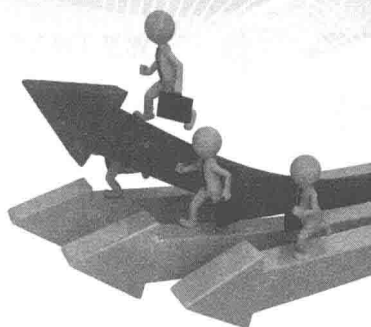
2015. 8. 18

目 录

序
丛书序
前言

任务 1	用户登录界面程序设计与实现	1
任务 2	PC 机与 PC 机虚拟串口通信程序设计与实现	25
任务 3	Cortex-M3 点亮 LED 灯闪烁程序设计与实现	48
任务 4	Cortex-M3 按钮输入与输出程序设计与实现	65
任务 5	Cortex-M3 与 PC 机串口通信程序设计与实现	82
任务 6	触摸屏上流水灯程序设计与实现	97
任务 7	触摸屏与 Cortex-M3 串口通信程序设计与实现	116
任务 8	交通灯监控系统设计与实现	132
任务 9	气缸往返运行控制程序设计与实现	152
任务 10	直流电动机高低速运行控制程序设计与实现	170
任务 11	交流电动机变频调速程序设计与实现	186
任务 12	传输带搬运工件计数显示并报警程序设计与实现	210
任务 13	生产线工件属性检测并计数显示程序设计与实现	227
任务 14	生产线工件属性检测及拣取程序设计与实现	244
任务 15	生产线工件分拣传输带调速程序设计与实现	264

任务 16	生产线工件滑台拆分与拣取程序设计与实现	282
任务 17	生产线工件属性判别与滑台拆分拣取程序设计与实现	301
任务 18	生产线上步进电动机往返运行控制程序设计与实现	322
任务 19	触摸屏控制丝杠行程定位程序设计与实现	340
任务 20	生产线上利用丝杠组装产品程序设计与实现	355
任务 21	生产线产品自动分类存储生产程序设计与实现	378
任务 22	生产线拆分、组装自动生产程序设计与实现	403
附录 A	训练任务评分标准表	441
附录 B	实训设备工作台介绍	452



任务 1

用户登录界面程序设计与实现

该训练任务建议用 6 个学时完成学习。

1.1 任务来源

为提高系统的安全性，防止不相关人员进行操作，在电气控制系统设计时，经常需要利用人机界面通过设置用户名与用户密码来进行系统安全防护，如各种应用系统的登录界面等。

1.2 任务描述

用 LabVIEW 设计一个用户登录系统，并完成该登录系统的流程分析、程序设计、界面设计及运行调试等任务。

1.3 能力目标

1.3.1 技能目标

完成本训练任务后，读者应当能（够）掌握以下技能。

1. 关键技能

- (1) 会创建 LabVIEW VI。
- (2) 会创建 LabVIEW 工程。
- (3) 会使用 LabVIEW 按钮输入控件。
- (4) 会使用 LabVIEW 按钮和对话框。
- (5) 会使用 LabVIEW 字符输入控件。

2. 基本技能

- (1) 会运用 LabVIEW 程序设计简单控制程序。
- (2) 会正确使用 LabVIEW 的编程软件。

1.3.2 知识目标

完成本训练任务后，读者应当能（够）学会以下知识。

- (1) 了解人机界面的基本结构。
- (2) 熟悉 LabVIEW 与门控件的相关知识。

(3) 熟悉 LabVIEW 中的 While 循环和条件结构以及对话框的相关知识。

1.3.3 职业素质目标

完成本训练任务后, 读者应当能 (够) 具备以下职业素质。

- (1) 遵守上课纪律。
- (2) 认真听课, 善于思考。
- (3) 注重对训练过程的总结。
- (4) 树立学习新知识、新技能的自信心。

1.4 任务实施

1.4.1 活动一 知识准备

- (1) LabVIEW 应用程序的构成。
- (2) LabVIEW 中后缀名为 vi、lvproj、ctl 分别表示的是什么文件?
- (3) LabVIEW 中的比较指令、While 循环、条件结构、对话框与程序设计。
- (4) 触摸屏的用途、构成、状态功能等知识。
- (5) 触摸屏系统软件的安装。
- (6) 人机界面软件的按钮控件、指示灯课件的制作。

1.4.2 活动二 示范操作

1. 活动内容

用 LabVIEW 设计如图 1-1 和图 1-2 所示的人机界面登录系统, 并完成该系统的程序设计、界面设计、运行调试等任务。具体要求如下。

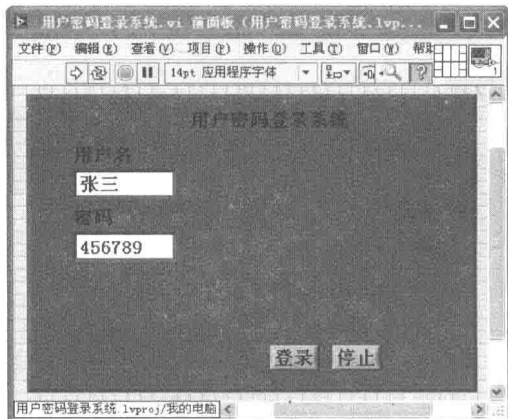


图 1-1 人机界面登录系统

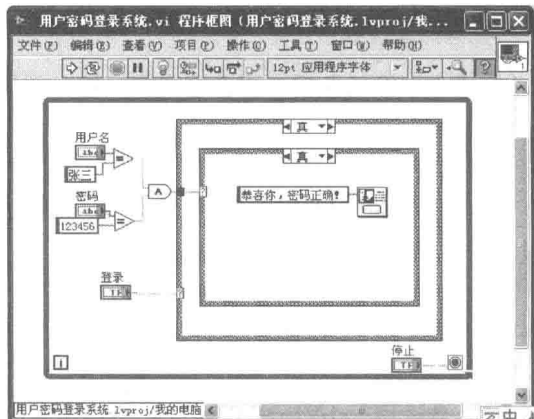


图 1-2 LabVIEW 控制程序框图

(1) 人机界面上的“用户名”和“密码”是文本对象,“用户名”输入框中输入用户名,“密码”输入框中输入密码。

(2) “登录”和“停止”是按钮控件,“登录”按钮表示登录系统,“停止”按钮表示停止登录系统。

(3) 输入用户名与密码, 则会弹出对话框, 提示相应的信息。

2. 操作步骤

(1) 步骤一: 分析控制要求, 设计人机界面登录系统方案。

1) 采用 PC 机进行系统设计、系统调试与系统运行。

2) 根据系统控制要求, 设计登录系统流程图, 登录系统流程如图 1-3 所示。

(2) 步骤二: 用户登录系统的人机界面设计。

1) 创建项目。双击桌面图标运行 LabVIEW, 进入“启动”窗口, 运行状态如图 1-4 所示。用鼠标左键单击新建项目, 弹出新建项目窗口, 如图 1-5 所示。单击“保存”按钮, 设置保存路径, 并创建新的文件夹“用户密码登录系统”, 如图 1-6 所示。如果需要修改文件夹名称, 则双击此文件夹, 进入编辑状态, 重新输入文件夹名称即可, 如图 1-7 所示。将项目文件名进行修改, 并保存至此文件夹中, 如图 1-8 所示。项目保存完成后如图 1-9 所示。

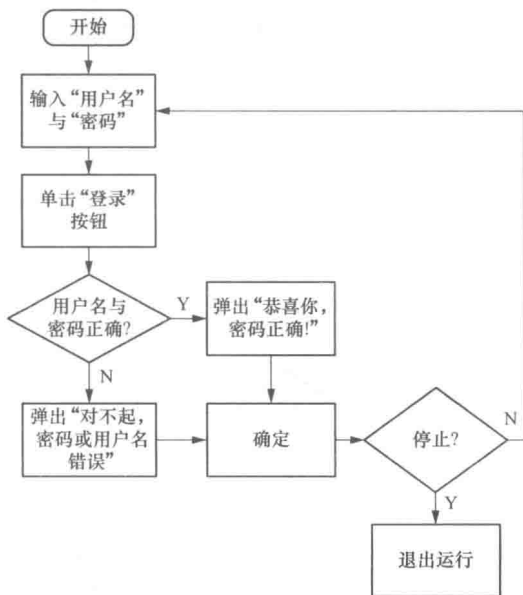


图 1-3 登录系统流程图

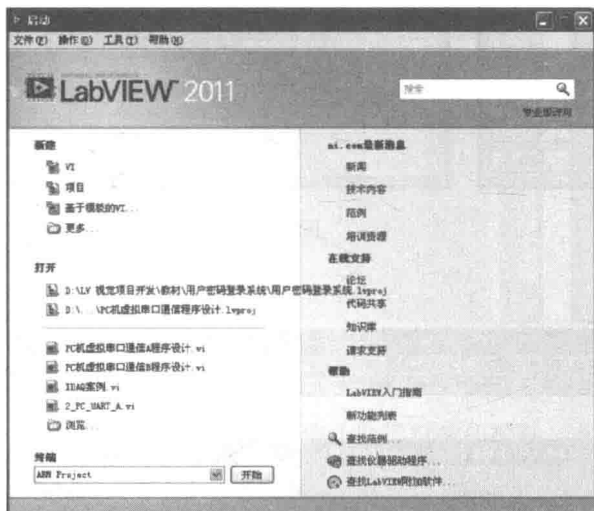


图 1-4 运行 LabVIEW

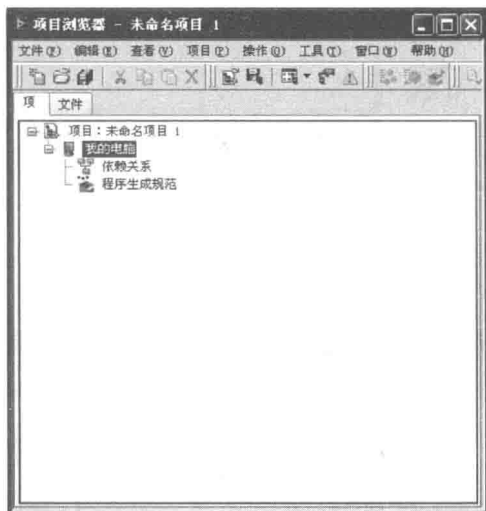


图 1-5 新建项目

2) 新建 VI。在图 1-9 所示状态的“项目浏览器”窗口中, 用鼠标右键单击“我的电脑”, 选择“新建”→“VI”选项, 可以看到两个新的窗口, 分别是前面板和程序框图。前面板与程序框图可以左右排列, 也可以上下排列, 图 1-11 所示是上下排列的状态, 左右排列的状态可以参看任务 2 的图 2-13。单击程序框图(或前面板)“文件”菜单下的“保存”选项, 保存 VI, 并将 VI 文件名修改为“用户密码登录系统”。新建过程和结果状态如图 1-10~图 1-13 所示。



图 1-6 设定保存路径并创建新的文件夹



图 1-7 修改文件夹名称

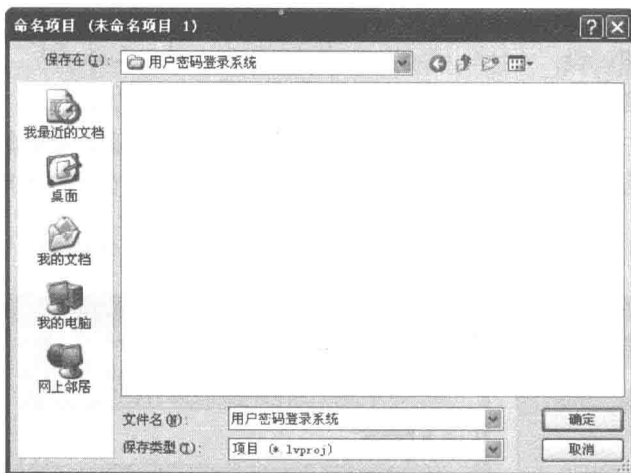


图 1-8 修改项目文件名

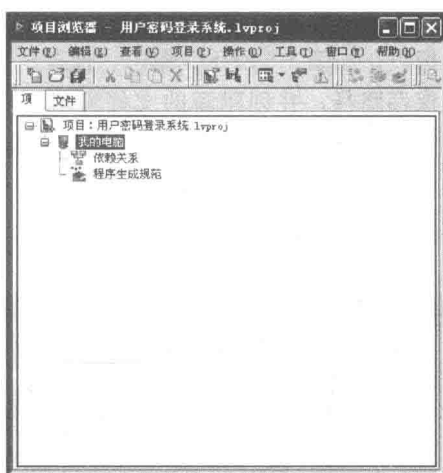


图 1-9 保存项目

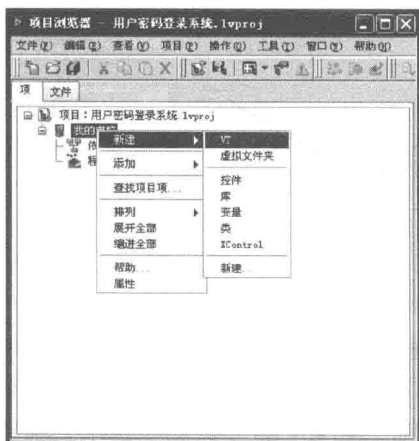


图 1-10 新建 VI

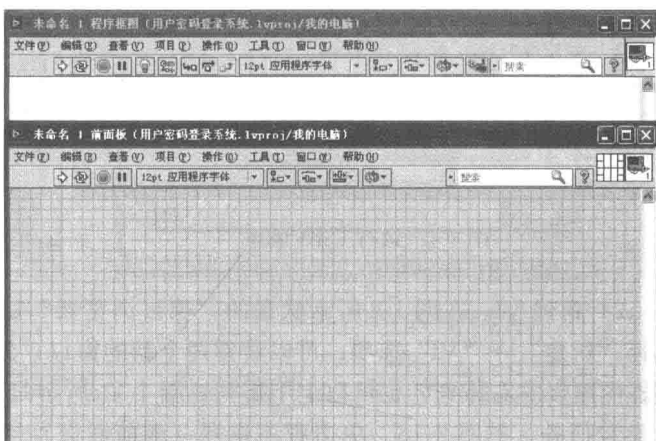


图 1-11 前面板与程序框图

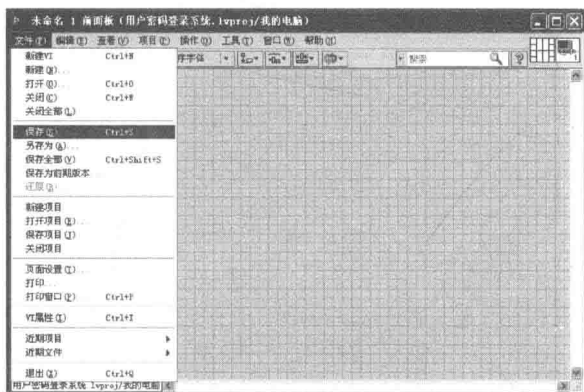


图 1-12 保存 VI



图 1-13 修改 VI 文件名并保存

3) 新建用户名和密码字符输入控件。首先创建“用户名”输入控件：在前面板中空白处单击鼠标右键，弹出“控件”面板，在“控件”面板中选择“新式”→“字符串与路径”→“字符串输入”选项，选中后放到前面板上；在前面板上用鼠标左键双击“字符串”，将字符重新命名为“用户名”。其次用同样的方法创建“密码”输入控件。创建过程与结果状态如图 1-14 和图 1-15 所示。

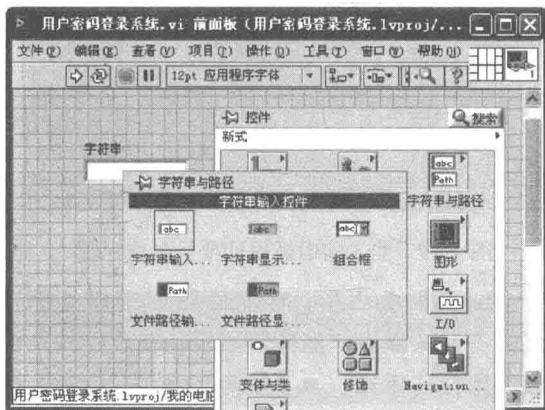


图 1-14 新建用户名输入控件

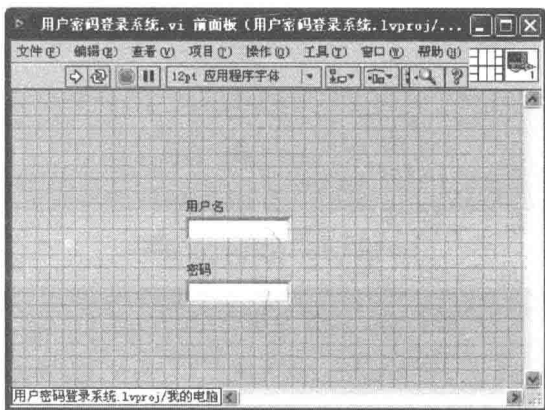


图 1-15 字符输入控件完成结果

4) 新建“登录”和“停止”运行按钮控件。首先创建“登录”按钮：在前面板单击鼠标右键，弹出“控件”面板，在“控件”面板中选择“新式”→“布尔”→“确定”选项，选中后放到前面板上；在前面板上用鼠标双击“确定”按钮，将字符串重新命名为“登录”。其次创建“停止”运行按钮。创建过程与结果状态如图 1-16 和图 1-17 所示。

5) 创建前面板设计项目名称标题。在前面板空白处双击鼠标左键，在光标闪烁处，输入“用户密码登录系统”，为前面板项目设计标题。创建过程与结果状态如图 1-18 和图 1-19 所示。

6) 美化登录系统人机界面。

a. 控件位置调整。可以直接用鼠标左键选中控件，拖动控件进行位置调整；或选中要调整的控件，用工具栏中的对齐对象功能完成控件的位置调整。调整结果状态如图 1-20 所示。

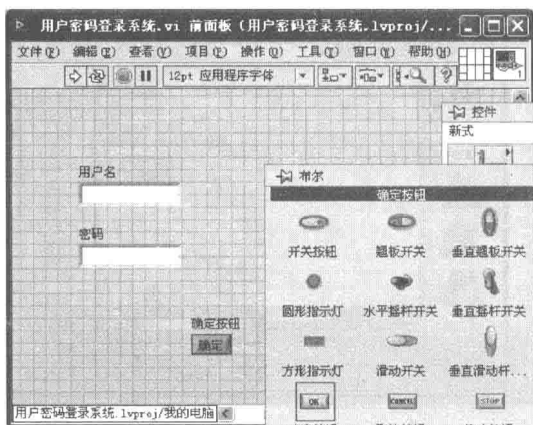


图 1-16 新建登录按钮控件

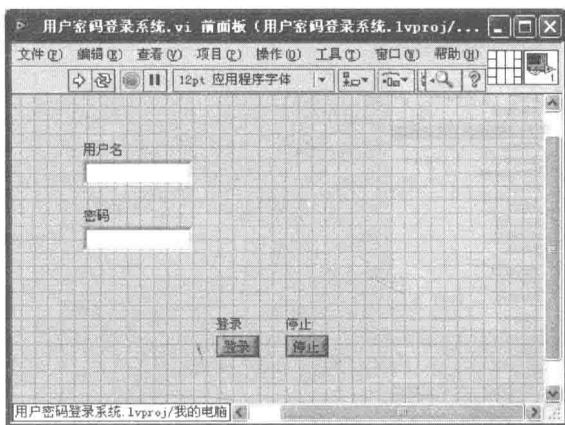


图 1-17 新建停止按钮控件

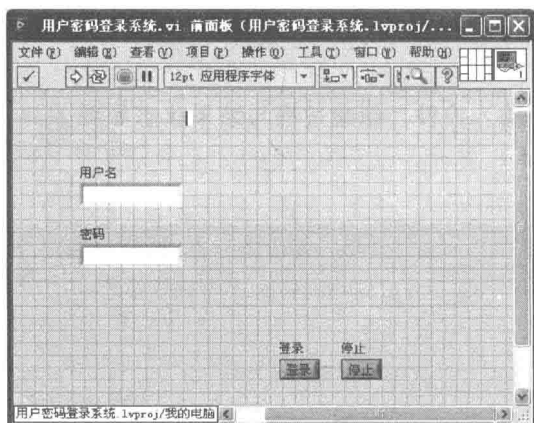


图 1-18 双击空白处

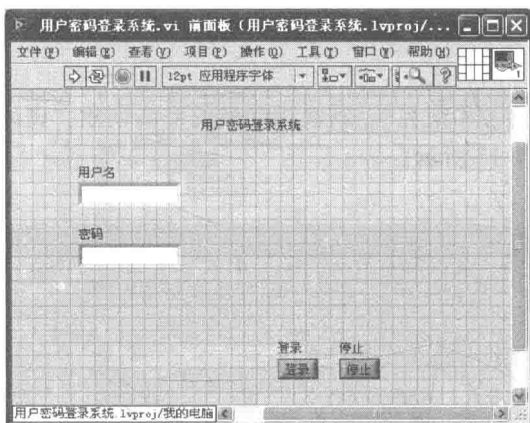


图 1-19 输入前面板设计项目名称标题

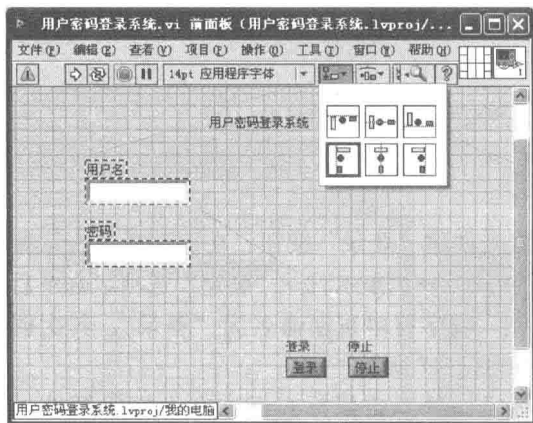


图 1-20 对齐对象工具

b. 添加上凸盒。在前面板中空白处单击鼠标右键，弹出“控件”面板，在“控件”面板中选择“新式”→“修饰”→“上凸盒”选项，添加过程与结果状态如图 1-21 和图 1-22 所示。调整上凸盒设置界面至合适大小：移动鼠标至上凸盒边缘，单击鼠标左键选中上凸盒边缘拉大至合适大小。用 Shift+Ctrl+j 组合键，将上凸盒移至后面，让后面的控件能够显现出来，调整过程及结果状态如图 1-23 和图 1-24 所示。

c. 设计色彩效果及去除按钮标签。用鼠标单击工具栏上的“查看”→“工具选板”选项，打开“工具”面板，然后在上凸盒上单击鼠标右键，出现颜色选择窗口，选择喜欢的颜色，颜色选择过程及结果状态如图 1-25 和图 1-26 所示。

d. 去除按钮标签。用鼠标右键单击按钮控件，选择“显示项”→“标签”选项，去掉“标签”前的勾选。选择过程及结果状态如图 1-27 和图 1-28 所示。

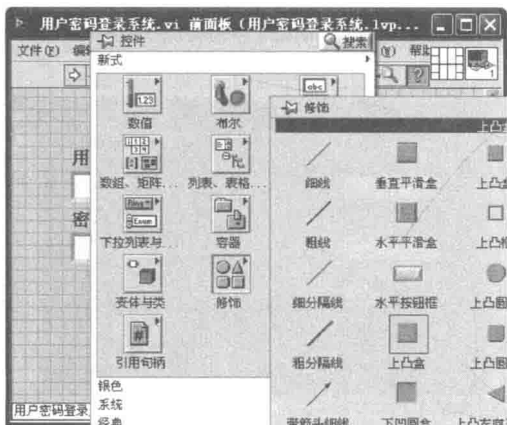


图 1-21 上凸盒设计

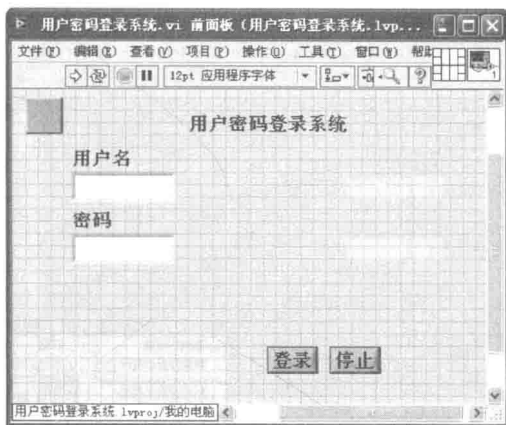


图 1-22 添加上凸盒



图 1-23 上凸盒拉大至合适大小

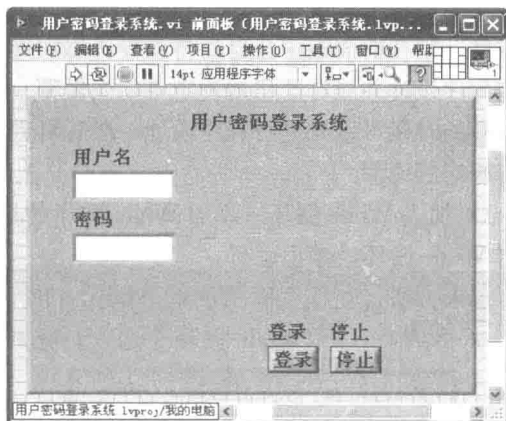


图 1-24 上凸盒移至后面

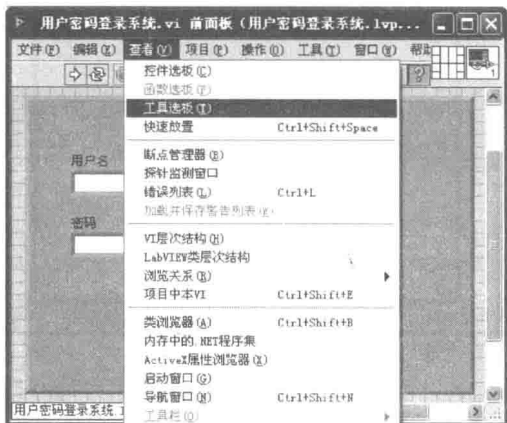


图 1-25 打开“工具”选板

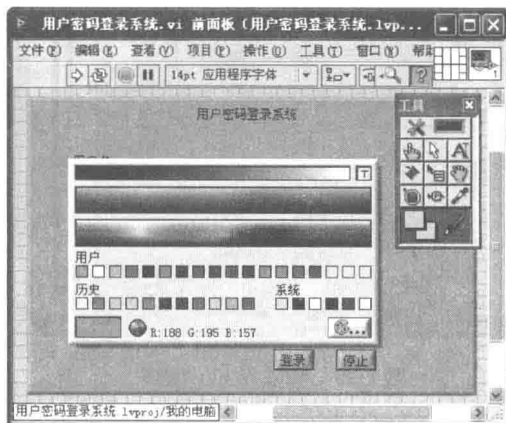


图 1-26 选择颜色

(3) 步骤三：用户登录系统的程序设计。完成系统人机界面设计之后，接下来需要进行程序设计。步骤二中，前面板（即人机界面）中设置的控件，在程序框图中可以看到这些控件对应的接线端子。例如，在图 1-29 中，程序框图的左上角粉红颜色显示的“用户名”和“密码”是前面板中“用户名”和“密码”两个字符输入控件对应的接线端子；绿色显示的“停止”和“登

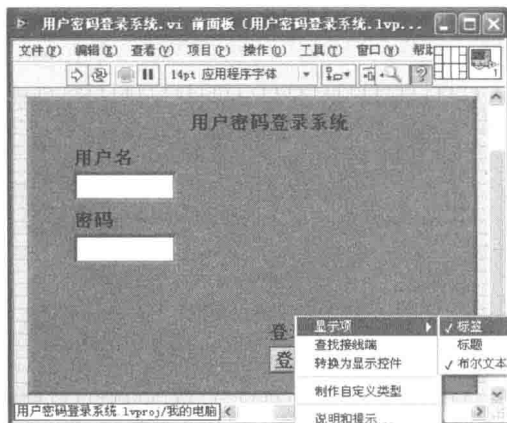


图 1-27 去除按钮标签

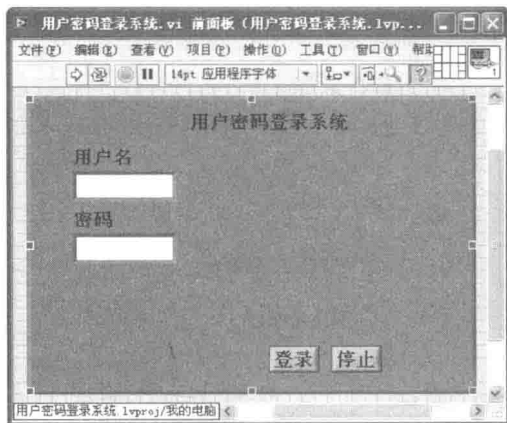


图 1-28 界面效果

录”是前面板中“停止”和“登录”两个按钮控件对应的接线端子。同样，在程序框图中增加某个控件，则在前面板中会自动将该控件添加进来。因此，在使用 LabVIEW 编程时，界面设计与控制程序设计并没有严格地规定必须先做哪一个，有时候会先把界面设计好，然后再进行程序设计；有的时候可以先进行程序设计，然后再进行界面设计。这在本任务的“相关知识与技能”部分有相应的说明。

1) 加入 While 循环。添加 While 循环的目的是使程序连续运行，当按下“停止”按钮时才退出 While 循环，停止运行。

加入方法：在程序框图中单击鼠标右键，弹出“函数”面板，在“函数”面板中选择“编程”→“结构”→“While 循环”选项，完成添加，添加过程及结果状态如图 1-29 和图 1-30 所示。

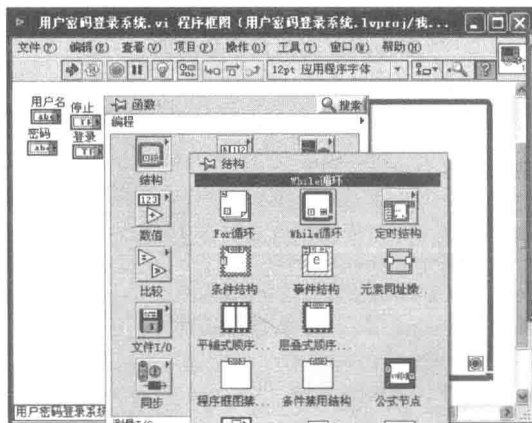


图 1-29 加入 While 循环



图 1-30 加入 While 循环程序状态

2) 加入两个条件结构。一个条件结构是判断“登录”按钮是否按下，按下时条件为真，否则为假；另一个条件结构是判断用户名与密码是否正确，如果用户名与密码正确，则为真，否则为假。在条件结构中，条件为真时执行真里面的程序，条件为假时执行假里面的程序。

加入方法：在程序框图中单击鼠标右键，弹出“函数”面板，在“函数”面板中选择“编程”→“结构”→“条件结构”选项，完成一个条件结构的添加；用同样的方法添加另一个条件结构，添加过程及结果状态如图 1-31 和图 1-32 所示。