

21世纪高职高专规划教材 电气、自动化、应用电子技术系列



浙江省重点教材

丁洪起 编著

PLC技术及工程应用

清华大学出版社



PLC应用案例解密

PLC应用案例解密



PLC应用案例解密

PLC技术及工程应用



21世纪高职高专规划教材 电气、自动化、应用电子技术系列



浙江省重点教材

PLC技术及工程应用

丁洪起 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以工程项目为引导,在项目实施过程中理解理论知识和训练实践技能。依托三菱 FX 系列小型机,系统阐述可编程控制器(PLC)的工作原理、结构功能和指令系统,讲解梯形图和 SFC 编程方法,介绍触摸屏和变频器的应用,实现 PLC 的编程调试、规划设计和程序文件管理等整个工程应用过程,设计系列练习方法以提升工程应用能力。

本书可作为高等学校自动化、电气技术、机电一体化、电子信息及其他相关专业的教材,也可以作为工程技术人员继续教育的参考用书或 PLC 的培训教材。

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

PLC 技术及工程应用/丁洪起编著. —北京:清华大学出版社,2011.12

(21 世纪高职高专规划教材. 电气、自动化、应用电子技术系列)

ISBN 978-7-302-26901-4

I. ①P… II. ①丁… III. ①plc 技术—高等职业教育—教材 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 193474 号

责任编辑:贺志洪

责任校对:刘 静

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

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

印 装 者:北京市清华园胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:16.75 字 数:380 千字

版 次:2011 年 12 月第 1 版 印 次:2011 年 12 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:35.00 元

产品编号:044210-01

前言

PLC 技术及工程应用

“PLC 技术及工程应用”这门课程应用性比较强、灵活性比较突出、控制对象种类繁多,针对上述特点,学习这门课程时,一是掌握相应软件的使用方法、注意事项、各种指令及软硬件的功能(本课程以三菱 FX 系列 PLC 为主讲机型);二是掌握 PLC 控制过程的实质,重点培养根据任务要求分析控制内容,确定已知条件,做出分析判断,运用指令工具进行程序设计;三是合理使用资源,本课程提供学习软件供 PLC 初学者入门,进行指令学习和任务分析理解,建立编程思想,提供应用软件供编程使用,利用仿真器可以调试程序,在实际项目中注重输入/输出点的分析使用;四是自主学习,编程思维的建立和应用要发挥主观能动性,本教材网络课程提供 PLC 的产品说明书、指令集、步进控制器、变频器的文字资料和视频资料,供学生使用;五是培养 PLC 的综合应用能力,包括方案制订、技术文件书写和程序调试手册编制。

“PLC 技术及工程应用”这门课程考虑初学者的认识过程和知识与能力的提升规律,将知识与能力进行组合,由简单到复杂划分为 6 章。第 1 章走进 PLC,重点在于认识其内部结构功能,探究其工作原理;第 2 章了解 PLC,重点在于分析 PLC 的逻辑控制过程,尝试使用编程元件和逻辑顺序控制编程指令;第 3 章使用 PLC,重点在于应用软件上编程元件和应用指令的合理使用;第 4 章设计 PLC,重点在于程序的规划设计和应用指令的学习;第 5 章优化 PLC,重点在于 SFC 编程方法的使用;第 6 章应用 PLC,重点在于复杂控制对象及各种控制器的应用。

本教材使用中应注意,首先完成简单的训练内容,引导学生思考其中的理论知识和实践技能,然后通过提问指出学习内容及重点,通过训练进行知识强化和能力传输,最后进行总结提高,通过多种训练方式培养学生的学习能力、表达能力和实践技能。

在本书的编写过程中,编者提炼了多年的从业经验,参阅了大量产品技术资料和相关文献,使用了三菱机电公司的应用软件和学习软件,从中得到许多帮助和启发,希望把它推广到 PLC 的学习和应用上,在此对给予本书编写支持的各方面表示衷心感谢。由于作者水平有限,书中不当之处敬请批评指正。

本书参考了部分三菱电机公司的相关资料,如三菱 FX TRN-BEG-C 用户手册,FX1S、FX1N、FX2N、FX2NC 系列编程手册,FX 通信用户手册,三菱 SFC 手册,三菱 E500 说明书。在此向三菱电机公司表示感谢。

编著者

2011 年 8 月

目 录

PLC 技术及工程应用

第 1 章 走进 PLC	1
1.1 认识 PLC	1
1.1.1 学习软件简介	1
1.1.2 学习软件配置	3
1.1.3 学习软件编写程序	6
1.1.4 PLC 简介	10
1.1.5 PLC 的基本组成	13
1.2 运输皮带的 PLC 控制	17
1.2.1 学习软件操作	17
1.2.2 学习软件编程	20
1.2.3 PLC 的工作原理	21
1.2.4 PLC 的扫描周期	25
1.2.5 PLC 的 I/O 滞后时间	25
小结	27
习题	27
第 2 章 了解 PLC	29
2.1 电机正/反转控制	29
2.1.1 输入/输出编程	29
2.1.2 锁存程序	31
2.1.3 PLC 的主要性能指标	33
2.1.4 梯形图与语句表	36
2.1.5 输入/输出指令	37
2.1.6 输入/输出编程元件	38
2.2 机械手装料传输带	40
2.2.1 置位/复位指令	40
2.2.2 上升沿/下降沿指令	42

2.2.3	辅助继电器编程元件	46
2.2.4	取反/空操作/程序结束指令	47
2.2.5	梯形图编程基本原则	48
2.2.6	编程元件的存储状态	49
2.3	定时控制	51
2.3.1	定时器指令	51
2.3.2	定时器编程元件	52
2.3.3	主控触点指令	56
2.4	计数控制	57
2.4.1	计数器指令	57
2.4.2	计数器编程元件	58
2.4.3	数据寄存器/指针	61
小结		62
习题		62
第3章	使用 PLC	64
3.1	FXGPWIN 编程软件	64
3.1.1	编程器与 PLC 连接	64
3.1.2	程序文件管理	66
3.1.3	FX 系列 PLC 规格型号	67
3.1.4	程序编制	69
3.1.5	程序传送/调试	71
3.1.6	数据寄存器菜单	74
3.1.7	Y/ Δ 降压控制	75
3.1.8	外部输入/输出设备	78
3.2	PLC 的技术指标	81
3.2.1	FX2 系列 PLC 技术指标	81
3.2.2	七段数码显示器	82
3.2.3	PLC 的输入/输出端口	84
3.3	交通信号灯控制	86
3.3.1	十字路口交通灯控制	86
3.3.2	功能指令基础	88
3.3.3	程序流程控制指令	90
3.4	传送与比较指令	95
3.4.1	抢答器编程	95
3.4.2	传送指令	97
3.4.3	运料车编程	101
3.4.4	比较指令	102

3.4.5 交换指令·····	105
3.4.6 广告牌闪耀编程·····	106
小结·····	108
习题·····	108
第4章 设计 PLC ·····	110
4.1 机床电路 PLC 改造·····	110
4.1.1 机床控制电路改造·····	110
4.1.2 工程项目程序设计·····	112
4.1.3 舞台灯光设计·····	117
4.1.4 数据处理指令·····	118
4.1.5 移位指令·····	121
4.2 运料小车两地往返运动控制 ·····	123
4.2.1 运料 PLC 控制设计 ·····	123
4.2.2 程序系统设计·····	126
4.2.3 触点比较指令·····	128
4.2.4 程序设计应用·····	129
4.3 电梯电路设计 ·····	130
4.3.1 电梯显示程序设计·····	130
4.3.2 高速计数器显示程序设计·····	135
4.3.3 四则逻辑运算指令·····	137
4.3.4 高速计数指令·····	142
4.3.5 电梯电气控制设计·····	146
小结·····	149
习题·····	149
第5章 优化 PLC ·····	151
5.1 顺序功能图 ·····	151
5.1.1 创建 SFC 程序 ·····	152
5.1.2 状态编程元件·····	162
5.1.3 SFC 编程 ·····	164
5.2 步进控制 ·····	168
5.2.1 脉冲信号步进电动机控制·····	168
5.2.2 步进电动机驱动器·····	169
5.2.3 脉冲指令·····	171
5.2.4 生产线控制·····	173
5.3 多流程结构的编程方法 ·····	175
5.3.1 SFC 操作基础 ·····	175

5.3.2	SFC 多流程编程	179
5.3.3	SFC 多流程应用	186
小结		188
习题		188
第 6 章	应用 PLC	190
6.1	触摸屏	190
6.1.1	人机界面与触摸屏	190
6.1.2	EV5000 软件安装	191
6.1.3	制作简单工程	194
6.1.4	EV5000 软件介绍	201
6.1.5	EV5000 的基本设计方法	205
6.1.6	触摸屏 PLC 应用	210
6.1.7	触摸屏原理与种类	219
6.2	变频器	223
6.2.1	三菱 FR-E500 系列变频器	223
6.2.2	变频器应用	230
6.2.3	变频器 PLC 应用	232
6.3	PLC 通信	236
6.3.1	串行通信	236
6.3.2	FX 系列 PLC 通信	239
6.3.3	YL-335A 自动生产线通信	244
小结		245
习题		245
附表 A		247
A.1	特殊辅助继电器、寄存器	247
A.2	指令	252
参考文献		257

走进 PLC

通过常见的卷帘门自动升降系统工作过程引发学生兴趣,从启发学生探究实现自动控制的方法引入 PLC 概念,通过引导学生使用学习软件,实现 PLC 卷帘门控制,了解 PLC 操作过程,引导学生探究 PLC 基本组成及各部分功能,教、学中应注意以下方面:认知 PLC 的基本组成及组成器件功能的知识传输,了解使用学习软件编写程序的技能训练方法,满足计算机安装学习软件的教学环境条件,注意计算机使用的规范要求,最后根据项目要求制作 PPT 文件检查学习效果,并且参考评价指标,总结项目实施的要点及收获,同时提出项目解决方案的不足及改进措施。

1.1 认识 PLC

1.1.1 学习软件简介

FX-TRN-BEG-C 是三菱电机公司开发的帮助用户学习编程的学习软件,该软件仿真了一个真实的 PLC 工作环境,有编程软件(内含常用指令)供用户编程,有仿真 PLC 机器模仿控制过程,有输入、输出设备供用户操作与观察,还有各类控制对象供用户进行控制并展示控制过程。安装学习软件后在开始菜单中或桌面上出现  图标,打开便是图 1-1 学习软件的主菜单。

主菜单中设计了一个用户登录界面,用户登录界面使用时按照要求输入用户名和密码,不使用用户名和密码也可以直接单击“开始”按钮,然后进入所需的标题栏。用户登录界面是用来管理和存储学习者的程序,记录练习次数及得分情况,选择“从上次结束处继续”还可以帮助用户继续练习,但这里要注意只有一个项目程序存储后管理才起作用。主菜单从低到高设计了 6 个练习级别,每个级别又设计若干练习,打开便进入练习状态,上面的工具栏由灰色变为黑色可以使用,按照画面文字提示就可以操作。画面右侧是使用帮助及注意事项。

打开图 1-1 学习软件的主菜单中 A-1 项目观看图 1-2 为常见车库卷帘门的模拟控制过程,实际控制中我们可以用图 1-3 继电器控制电路,也可以用 PLC(可编程控制器)设计控制电路,本书重点介绍利用 PLC 控制电气设备,下面介绍学习软件。

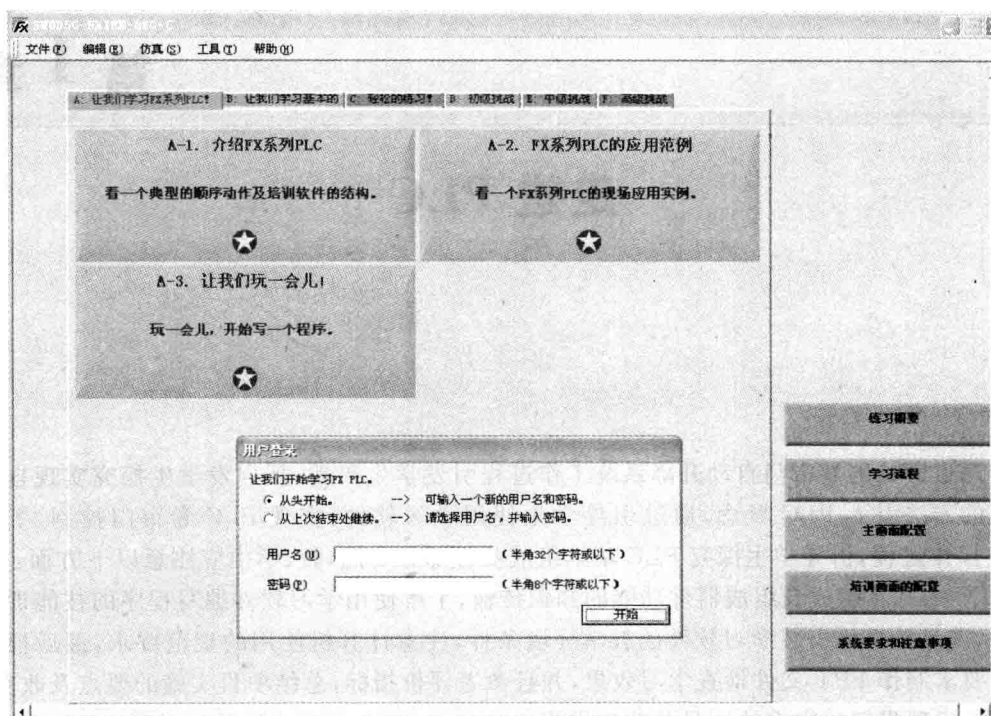


图 1-1 学习软件主画面图

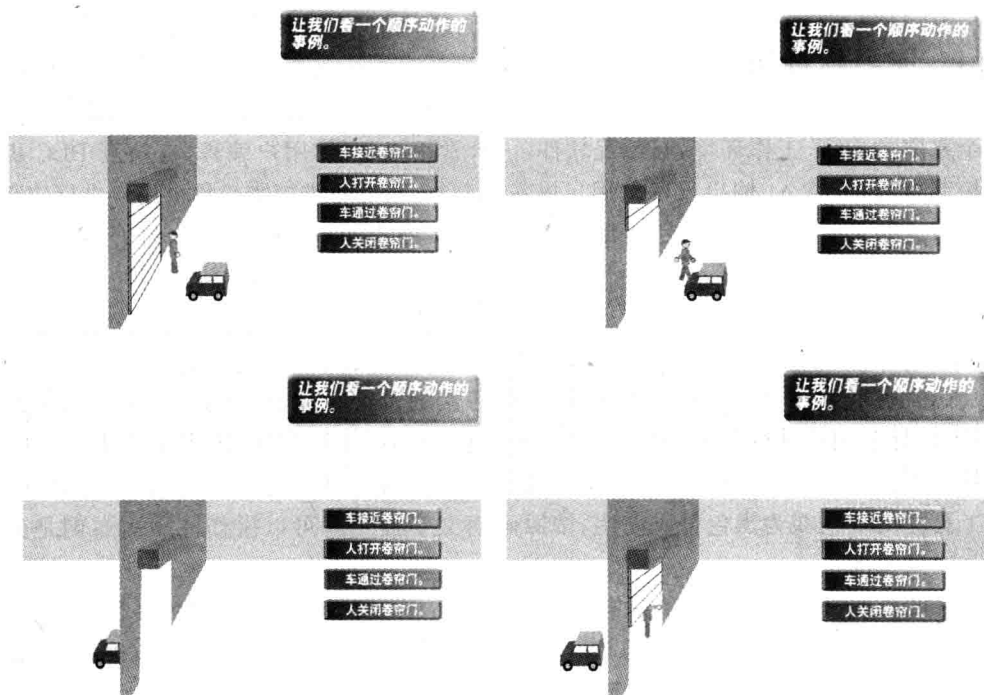


图 1-2 常见车库卷帘门的模拟控制过程

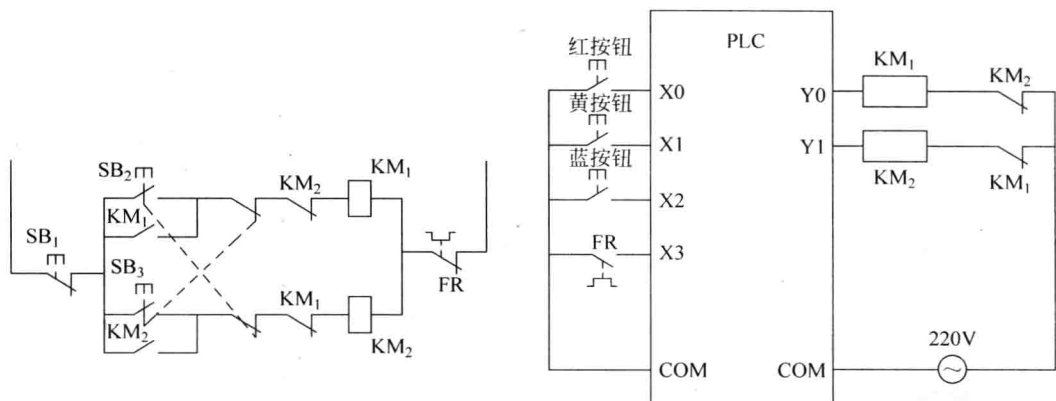


图 1-3 继电器控制及 PLC 控制电路

打开 A-1 项目主画面上工具栏文件项,选择下一画面,如图 1-4 所示观察 PLC 控制过程。入口传感器检测到汽车接通,卷帘门电机得电卷帘门上升;出口传感器检测到汽车接通,卷帘门关闭。

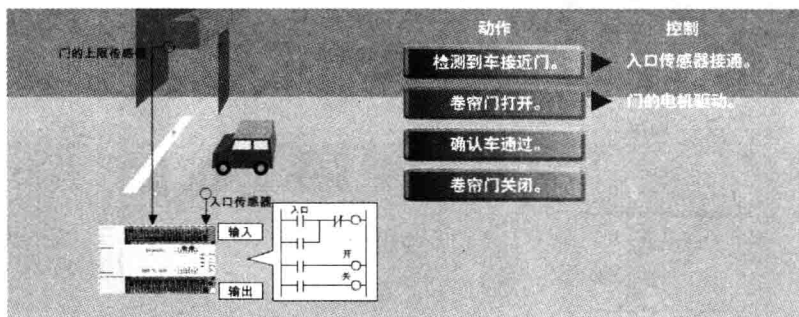


图 1-4 PLC 控制过程

1.1.2 学习软件配置

学习软件由 3D 图形仿真、梯形图编辑区域和操作面板组成。在任何一个画面中我们打开上面工具栏“文件”项中的“主画面”或通过远程控制中的“主要”都可以回到主菜单,主菜单正中有 6 个练习单元,从低到高分别是 A、B、C、D、E、F;主菜单右侧分别是“练习概要”、“练习流程”、“主画面配置”、“培训画面的配置”、“系统要求”和“注意事项”,每一个界面与主菜单画面都可以进行转换,单击每一个指示条都可以了解每一画面内容。练习概要如图 1-5 所示,介绍练习项目的类别、内容和难易程度;学习流程如图 1-6 所示,介绍完成一项具体练习的流程;主画面配置如图 1-7 所示,介绍主菜单的内容以及每次操作完成之后的现象;培训画面的配置如图 1-8 所示,介绍培训画面各种功能;系统要求和注意事项如图 1-9 所示,介绍学习软件的安装要求及使用注意事项。

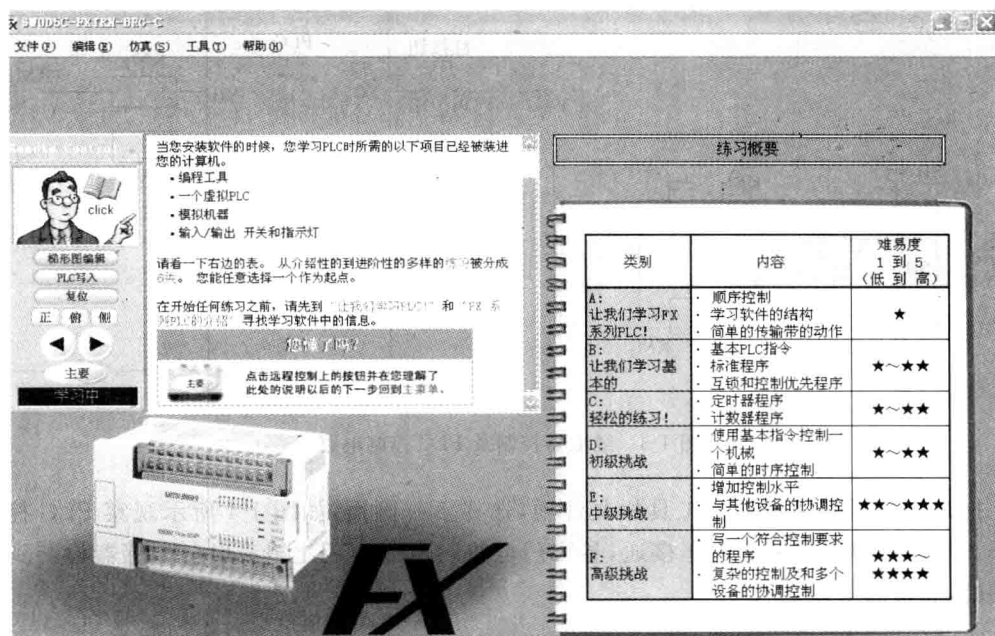


图 1-5 练习概要

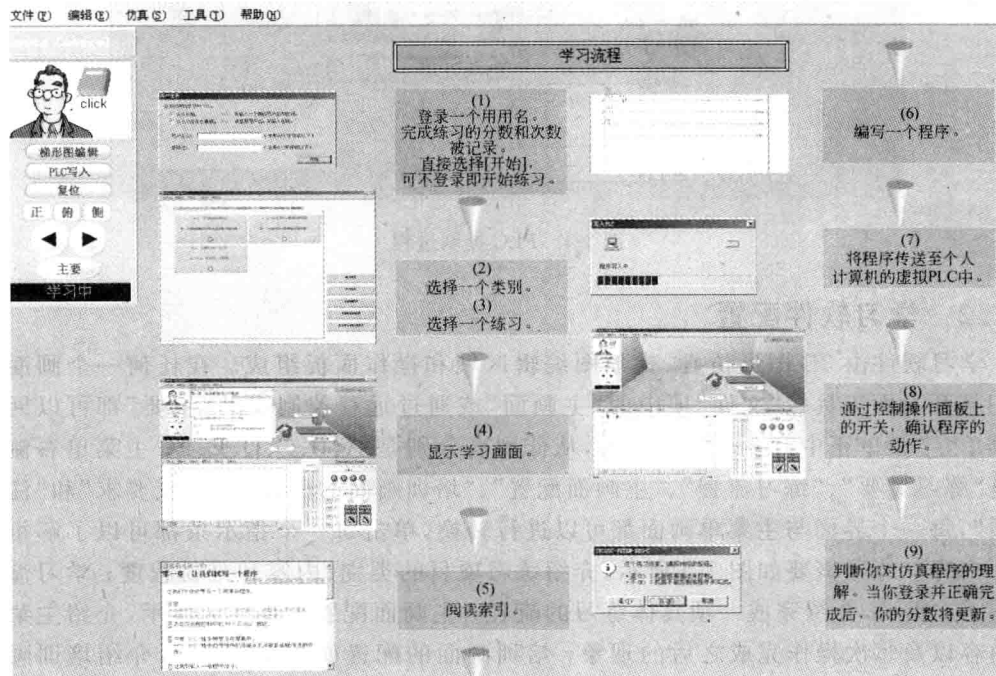


图 1-6 学习流程

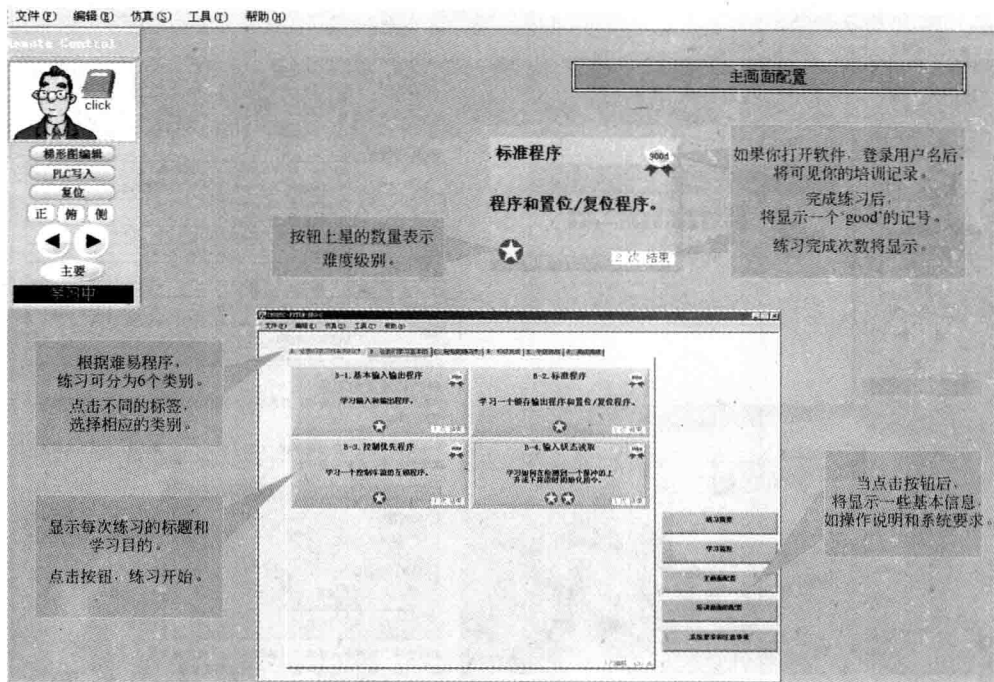


图 1-7 主画面配置

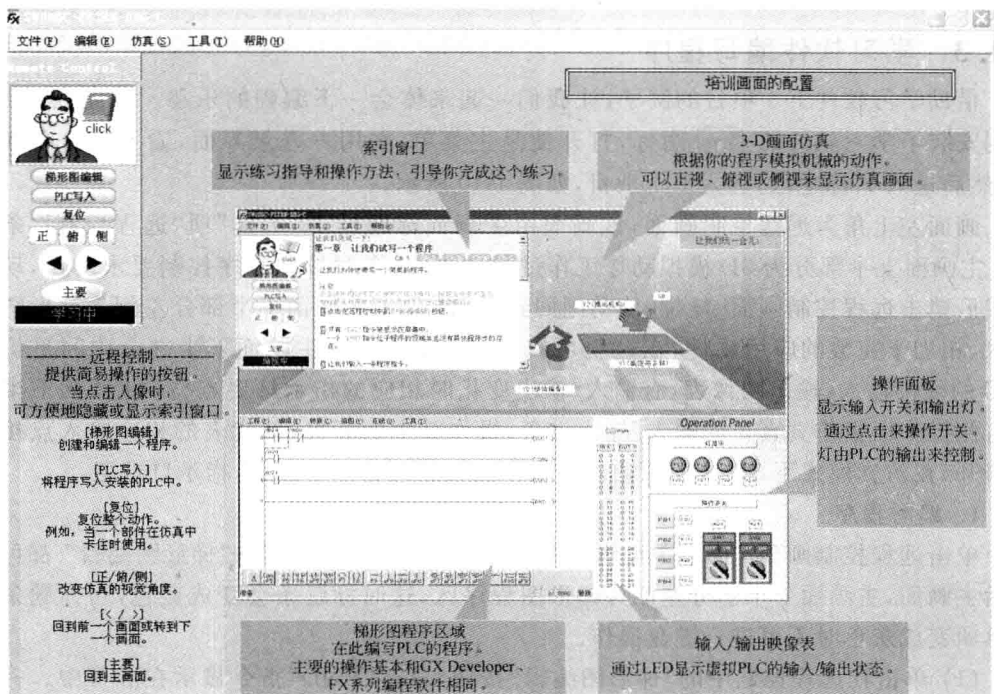


图 1-8 培训画面的配置

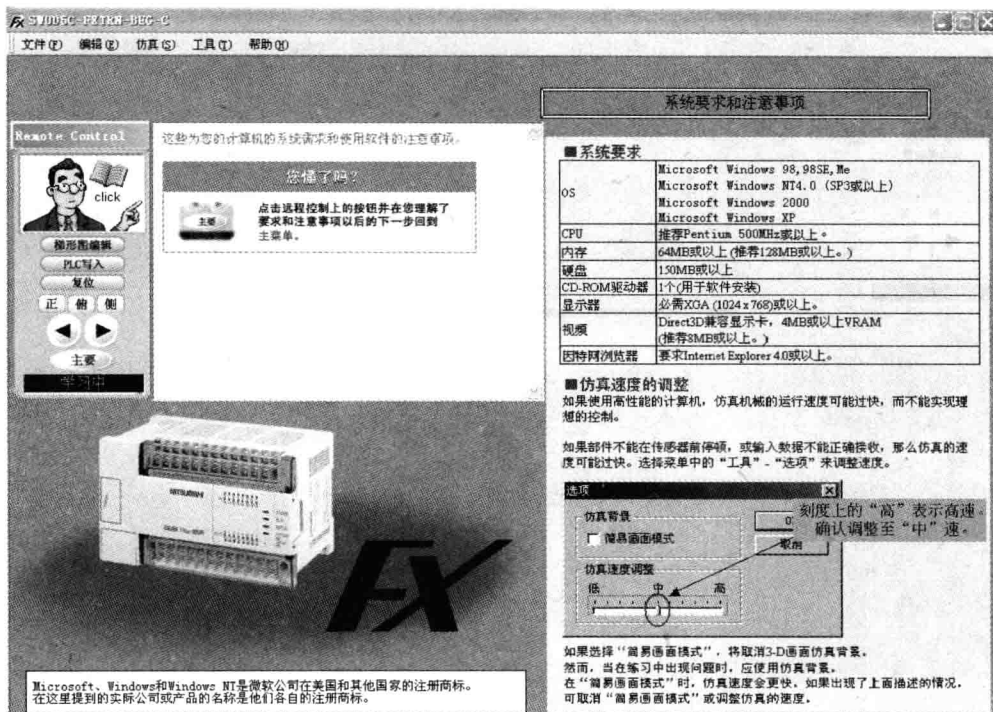


图 1-9 系统要求和注意事项

1.1.3 学习软件编写程序

借助学习软件 F-1 项目的例子, 让我们一起来体会一下编程的乐趣。首先在 PC 上找到安装了学习软件的  图标, 打开便是主菜单, 在用户登录界面, 输入用户名和密码, 然后进入 F 标题栏, 进入 F-1 项目, 如图 1-10 所示。

画面左上角为远程控制画面, 该画面由主画面标题栏中“工具”项“远程控制”条控制; 主画面上半部分为 3D 模拟动作工作过程动画, 仿真时按照程序控制要求动作, 动作完成后单击远程控制画面[复位]使动画回到初始位置; 主画面下半部分左侧为梯形图程序区, 相当于完整的应用软件, 在这里可以进行编程调试; 主画面下半部分中间是仿真 PLC 的硬件输入/输出映像表, 有输入/输出变化时相应的指示灯要点亮; 主画面下半部分右侧操作面板仿真真正的输入/输出设备, 操作其中的开关, 其代表的相应输入点接通或断开, 在仿真模式下 3D 区模拟动作和操作面板相应输出点接通, 指示灯点亮。

1. 编写程序

单击远程控制画面“梯形图编辑”或主画面标题栏中“编辑”→“梯形图编辑”都可以激活主画面, 主画面下半部分左侧为梯形图程序区, 这时标题条会变成蓝色, 当标题条和菜单项变成灰色时不可进行键盘操作。

(1) 单击在远程控制中的“梯形图编辑”按钮, 只有“END”指令显示在屏幕中。一个“END”指令位于程序的顶端并且没有其他程序步骤的存在。

(2) 让我们输入一条程序指令, 请将光标置于图 1-11 所示位置。

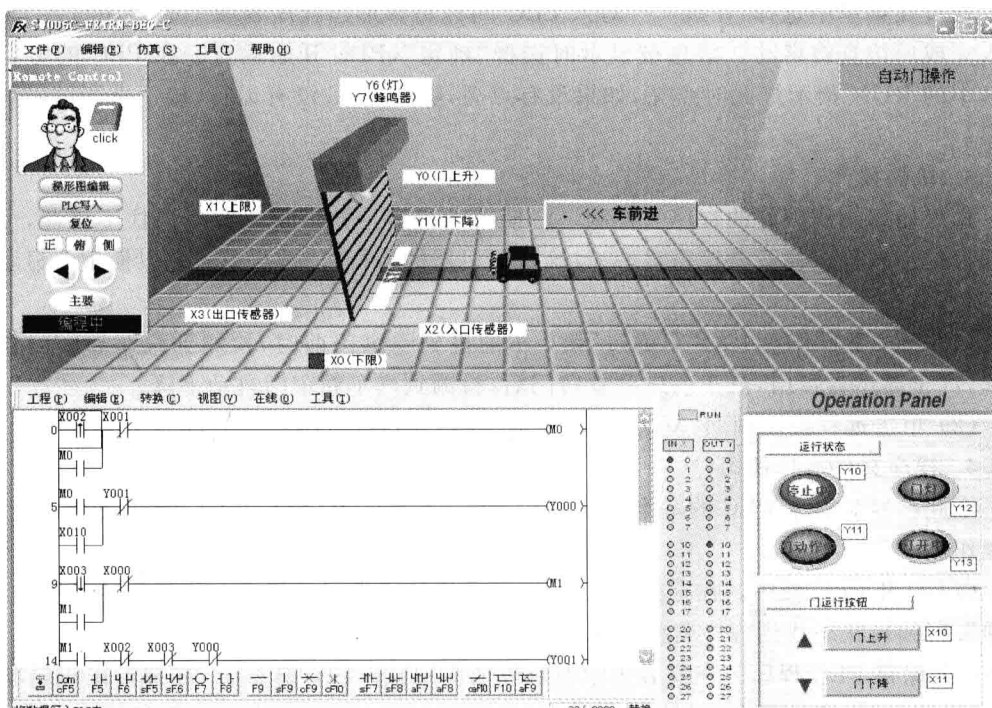


图 1-10 学习软件操作画面

按 Shift+F7 键,在“输入符号”窗口中输入 X2 并单击 OK 按钮;按 Shift+F5 键,在“输入符号”窗口中输入 X1 并单击 OK 按钮;按 F7 键,在“输入符号”窗口中输入 M0 并单击 OK 按钮;请将光标置于第 2 行的开始位置,按 F6 键,在“输入符号”窗口中输入 M0 并单击“OK”按钮,此时程序应该如图 1-12 所示,请检查输入是否正确。



图 1-11 输入新指令

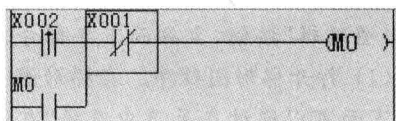


图 1-12 输入的程序

(3) 转换刚刚写好的程序到 PLC 可以识别的格式。按 F4 键, 如果程序的背景色由灰色转变到白色, 表示此程序已经被转换了; 如果输入的程序不正确, 就会有一个转换出错的信息提示。

对于刚刚接触 PLC 的同学来说输入这个程序比较复杂,那么可以把编好的一个程序存放到这里。单击主画面标题栏中“帮助”→“梯形图范例”→“范例 1”,这时程序就出现在主画面下半部分左侧梯形图程序区。

2. 传送 PLC 程序

接下来将刚刚打开的程序写入 PLC。在这里并不需要一台真正的 PLC,因为一台模拟 FX 系列 PLC 已经被装载到计算机中了。

通过在菜单中选择“在线”→“写入 PLC”可以将梯形图程序领域中的程序写入 PLC, 写入完成后仿真将启动。信息被显示时选择“确定”, PLC 开始运行。在 PLC 的 I/O 监视区中的 RUN 指示灯此时点亮, 如果没有点亮, 那么 PLC 没有运行, 接下来调试做好的程序。

3. 机器操作

这里使用刚刚编好的程序去控制一台模拟的机器。如果学习窗口挡住了机器, 可单击远程控制教程以便隐藏该窗口, 一旦确认了机器的运行, 请再次单击它以便重新显示该窗口。

(1) 当按下操作盘上的“车前进”键, 车前进到卷帘门前时, 检测到汽车卷帘门自动升起, 汽车通过卷帘门, 汽车前进到卷帘门后, 检测到汽车卷帘门自动下降。

(2) 单击远程控制画面“复位”按钮使动画回到初始位置, 可以进行下一次操作。

4. 程序文件操作练习

至此已经观察了 PLC 的基本控制过程, 在学习软件上可对 PLC 的程序文件进行完整操作。

(1) 打开 PLC 程序。在存有 PLC 程序并且安装了学习软件或应用软件的计算机上, 在梯形图编辑状态找到程序名称打开便可。

(2) 保存 PLC 程序。在安装了学习软件或应用软件的计算机上, 在梯形图编辑状态将已经编写的程序进行命名保存。

(3) PLC 程序编写与调试过程。在梯形图编辑状态, 按下相应的键, 在“输入符号”窗口中输入编程元件及指令, 达到控制要求后转换, 转换成功后在线写入 PLC, 最后根据控制要求调试。

 **练习:** 学习软件安装在 C 盘上, 编写的程序名称为卷帘门控制程序, 存储在 D 盘学号文件夹下。

 **操作过程:** 打开学习软件, 进入主画面, 然后进入 F 标题栏, 选择 F-1 项目, 单击“梯形图编辑”按钮, 主画面下半部分左侧为梯形图程序区域, 之后就可以编程了。

(1) 打开梯形图程序。在梯形图程序区域选择“工程”→“打开工程”, 如图 1-13 所示。

下面可以通过在菜单中选择“在线”→“写入 PLC”将梯形图程序写入 PLC 进行仿真的, 当按下操作盘上的“车前进”, 车前进到卷帘门前时, 检测到汽车卷帘门自动升起, 汽车通过卷帘门。汽车前进到卷帘门后, 检测到汽车卷帘门自动下降, 单击远程控制画面“复位”按钮使动画回到初始位置, 可以进行下一次操作。

(2) 存储当前程序。先在 D 盘建立学号文件夹, 然后打开梯形图程序区域“工程”→“另存为”, 输入工程名称, 就可以将刚才打开的程序存储到 D 盘学号 00001 文件夹下了, 如图 1-14 所示。

 **问题:** 至此已经观察了 PLC 基本的控制过程, 通过本节的学习及查阅相关资料探究下列问题:

(1) 什么是 PLC?

(2) 在 PLC 完成控制任务时有哪些组成机构工作?