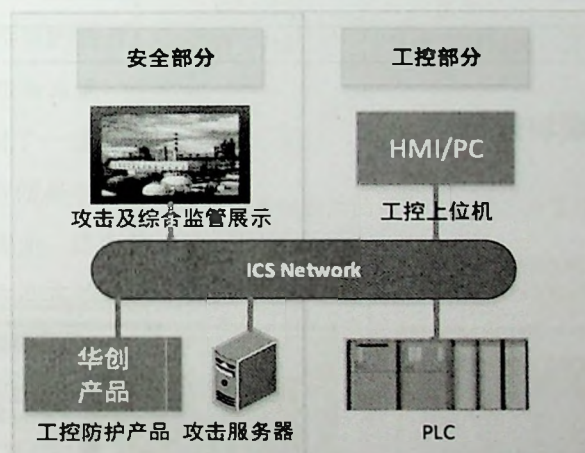


实验准备

一.实验箱介绍

1.1. 工控实验箱装置简介

实验箱装置采用合页式结构设计，分为安全部分和工控部分两大部分。具体的在工控部分有上位机（HMI 或 PC）、PLC、迷你无线路由器、镜像口交换机、工控模拟实验板；在安全部分有攻击及综合监管展示触摸屏显示器、监测审计产品（可选）、终端保护产品（可选）、攻击服务器、供电电源等。相应的产品结构图如下图所示



1.2. 基本配置及其结构

1	PLC(S7-200 Smart 型 PLC)	1 个
2	S7-200 Smart 模拟量模块	1 块
3	HMI/监控用计算机	1 块
4	Min 无线路由	1 块
5	镜像口交换机	1 块
6	工控输入输出实验板	1 块
7	监控及展示触摸显示器	1 块
8	审计类产品	1 个
9	保护类产品	1 个

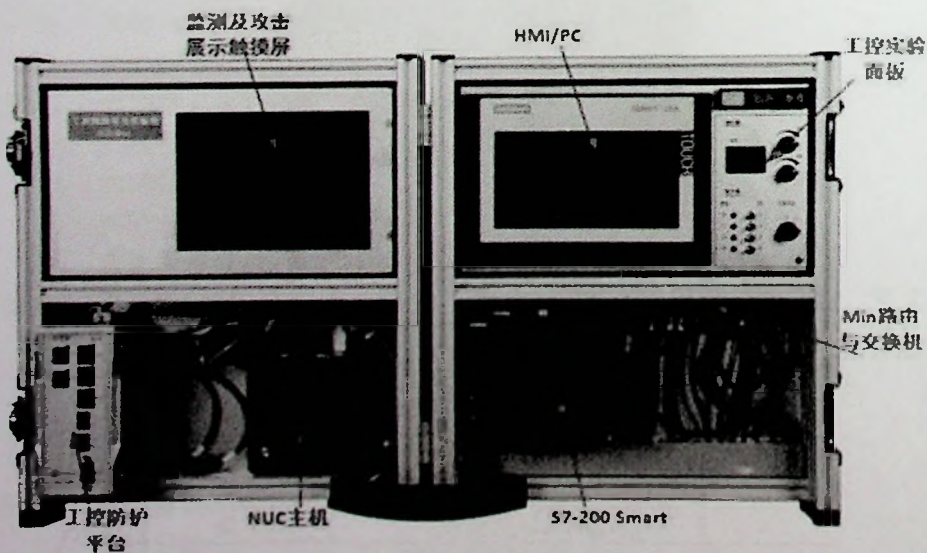
10	NUC 电脑主机	1 台
11	24V 开关电源	1 块
12	铝型材实验框	1 个

1.3. 主要技术参数

1	CPU 单元模块		
	数字量输入点数	12 点晶体管输入	地址：I0.0~I1.3
	数字量输出	8 点晶体管输出	地址：Q0.0~Q0.7
2	模拟量模块		
	模拟量输入通道	4 路	地址：AI0~AI3
	模拟量输出通道	2 路	地址：AO0~AO1
3	实验箱输入电源	220V AC	
4	开关电源	24V DC	
5	工控面板输入电压	24V DC	

1.4. 功能模块分布

便携式试验箱装置在实物上个模块的位置如下图所示：



在实验的内容设置上我们主要分为：工控 PLC 类实验、工控 HMI 类实验、工控 ICS 安全类实验，该部分内容主要是工控 PLC 类实验。

实验一 PLC 基本控制逻辑

可编程逻辑控制器，英文 Programmable Logic Controller（PLC）。它是一个以微处理器为核心的数字运算操作的电子系统装置，专为在工业现场应用而设计，它采用可编程序的存储器，用以在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时/计数和算术运算等操作指令，并通过数字式或模拟式的输入、输出接口，控制各种类型的机械或生产过程。PLC 是微机技术与传统的继电接触控制技术相结合的产物，它克服了继电接触控制系统中的机械触点的接线复杂、可靠性低、功耗高、通用性和灵活性差的缺点，充分利用了微处理器的优点，又照顾到现场电气操作维修人员的技能与习惯，特别是 PLC 的程序编制，不需要专门的计算机编程语言知识，而是采用了一套以继电器梯形图为基础的简单指令形式，使用户程序编制形象、直观、方便易学；调试与查错也都很方便。用户在购到所需的 PLC 后，只需按说明书的提示，做少量的接线和简易的用户程序编制工作，就可灵活方便地将 PLC 应用于生产实践。

一. PLC 的结构及各部分的作用

PLC 的类型繁多，功能和指令系统也不尽相同，但结构与工作原理则大同小异，通常由主机、输入/输出接口、电源扩展器接口和外部设备接口等几个主要部分组成。PLC 的硬件系统结构如下图所示：



1.1. 中央处理器（CPU）

主机部分包括中央处理器（CPU）、系统程序存储器和用户程序及数据存储器。CPU 是 PLC 的核心，它用以运行用户程序、监控输入/输出接口状态、做出逻辑判断和进行数据处理，即读取输入变量、完成用户指令规定的各种操作，将结果送到输出端，并响应外部设备（如电脑、打印机等）的请求以及进行各种内部判断等。PLC 的内部存储器有两类，一类是系统程序存储器，主要存放系统管理和监控程序及对用户程序作编译处理的程序，系统程序已由厂家固定，用户不能更改；另一类是用户程序及数据存储器，主要存放用户编制的应用程序及各种暂存数据和中间结果。

1.2. 存储器

存储器主要用于存放系统程序、用户程序及工作数据。存放系统软件的存储器称为系统程序存储器；存放应用软件的存储器称为用户程序存储器；存放工作数据的存储器称为数据存储器。常用的存储器有 RAM、EPROM 和 EEPROM。RAM 是一种可进行读写操作的随机存储器存放用户程序，生成用户数据区，存放在 RAM 中的用户程序可方便地修改。RAM 存储器是一种高密度、低功耗、价格便宜的半导体存储器，可用锂电池做备用电源。掉电时，可有效地保持存储的信息。

EPROM、EEPROM 都是只读存储器。用这些类型存储器固化系统管理程序和应用程序。

1.3. 输入/输出（I/O）接口

I/O 接口是 PLC 与输入/输出设备连接的部件。输入接口接受输入设备（如按钮、传感器、触点、行程开关等）的控制信号。输出接口是将主机经处理后的结果通过功放电路去驱动输出设备（如接触器、电磁阀、指示灯等）。I/O 接口一般采用光电耦合电路，以减少电磁干扰，从而提高了可靠性。I/O 点数即输入/输出端子数是 PLC 的一项主要技术指标，通常小型机有几十个点，中型机有几百个点，大型机将超过千点。

1.4. 电源

电源是指为 CPU、存储器、I/O 接口等内部电子电路工作所配置的直流开关稳压电源，通常也为输入设备提供直流电源。

1.5. 输入/输出扩展接口

I/O 扩展接口用于将扩充外部输入/输出端子数的扩展单元与基本单元（即主机）连接在一起。

1.6. 外部设备接口

此接口可将 HMI、PC、条码扫描仪、变频器等外部设备与主机相联，以完成相应的操作。

二. PLC 的工作原理

PLC 采用循环扫描的工作方式，在 PLC 中用户程序按先后顺序存放，CPU 从第一条指令开始执行程序，直到遇到结束符后又返回第一条，如此周而复始不断

循环。PLC 的扫描过程分为内部处理、通信操作、程序输入处理、程序执行、程序输出几个阶段。全过程扫描一次所需的时间称为扫描周期。当 PLC 处于停状态时，只进行内部处理和通信操作服务等内容。

2.1. 输入处理

输入处理也叫输入采样。在此阶段，顺序读入所有输入端子的通断状态，并将读入的信息存入内存中所对应的映象寄存器。在此输入映象寄存器被刷新。接着进入程序执行阶段。在程序执行时，输入映象寄存器与外界隔离，即使输入信号发生变化，其映象寄存器的内容也不会发生变化，只有在下一个扫描周期的输入处理阶段才能被读入信息。

2.2. 程序执行

根据 PLC 梯形图程序扫描原则，按先左后右先上后下的步序，逐句扫描，执行程序。遇到程序跳转指令，根据跳转条件是否满足来决定程序的跳转地址。从用户程序涉及到输入输出状态时，PLC 从输入映象寄存器中读出上一阶段采入的对应输入端子状态，从输出映象寄存器读出对应映象寄存器，根据用户程序进行逻辑运算，存入有关器件寄存器中。对每个器件来说，器件映象寄存器中所寄存的内容，会随着程序执行过程而变化。

2.3. 输出处理

程序执行完毕后，将输出映象寄存器，即输出映象寄存器中的状态，在输出处理阶段转存到输出锁存器，通过隔离电路，驱动功率放大电路，使输出端子向外界输出控制信号，驱动外部负载。

三. PLC 的程序编制

3.1 编程元件

编程元件是指输入寄存器、输出寄存器、中间寄存器、定时器、计数器、临时寄存器、数据寄存器及特殊功能寄存器等。

PLC 内部这些存储器的作用和继电接触控制系统中使用的继电器十分相似，也有“线圈”与“触点”，但它们不是“硬”继电器，而是 PLC 存储器的存储单元。当写入该单元的逻辑状态为“1”时，则表示相应继电器线圈得电，其动合触点闭合，动断触点断开。所以，内部的这些继电器称之为“软”继电器。

1) 与实际输入/输出信号相关的输入/输出映象区：

- ◇ I：数字量输入（DI）。
- ◇ Q：数字量输出（DO）。
- ◇ AI：模拟量输入。
- ◇ AQ：模拟量输出。

2) 内部数据存储区

- ◇ V：变量存储区，可以按位、字节、字或双字来存取 V 区数据。
- ◇ M：位存储区，可以按位、字节、字或双字来存取 M 区数据。
- ◇ T：定时器存储区，用于时间累计。
- ◇ C：计数器存储区，用于累计其输入端脉冲电平由低到高的次数。
- ◇ HC：高速计数器，独立于 CPU 的扫描周期对高速事件进行计数，高速计数器的当前值是只读值，仅可作为双字（32 位）来寻址。
- ◇ AC：累加器，可以像存储器一样使用的读/写器件，可以按位、字节、字或双字访问累加器中的数据。
- ◇ SM：特殊存储器，提供了在 CPU 和用户程序之间传递信息的一种方法。可以使用这些位来选择和控制 CPU 的某些特殊功能，可以按位、字节、字或双字访问 SM 位。
- ◇ L：局部存储区，用于向子例程传递形式参数。

◇ S：顺序控制继电器，用于将机器或步骤组织到等效的程序段中，实现控制程序的逻辑分段。可以按位、字节、字或双字访问 S 存储器。

3) 存储器范围及特性

说明	CPU SR20	CPU SR40, CPU SI40	CPU CR40	CPU SR60, CPU SI60
用户程序大小	12288 字节	24576 字节	12288 字节	30270 字节
用户数据大小	8192 字节	16384 字节	8192 字节	20480 字节
过程映像输入寄存器	I0.0 到 I31.7	I0.0 到 I31.7	I0.0 到 I31.7	I0.0 到 I31.7
过程映像输出寄存器	Q0.0 到 Q31.7	Q0.0 到 Q31.7	Q0.0 到 Q31.7	Q0.0 到 Q31.7
模拟量输入（只读）	AIW0 到 AIW110	AIW0 到 AIW110	— — —	AIW0 到 AIW110
模拟量输出（只写）	AQW0 到 AQW110	AQW0 到 AQW110	— — —	AQW0 到 AQW110
变量存储器（V）	VB0 到 VB8191	VB0 到 VB16383	VB0 到 VB8191	VB0 到 VB20479
局部存储器（L）	LB0 到 LB63	LB0 到 LB63	LB0 到 LB63	LB0 到 LB63
位存储器（M）	M0.0 到 M31.7	M0.0 到 M31.7	M0.0 到 M31.7	M0.0 到 M31.7
特殊存储器（SM）	SM0.0 到 SM1535.7	SM0.0 到 SM1535.7	SM0.0 到 SM1535.7	SM0.0 到 SM1535.7
	SM0.0 到 SM29.7	SM0.0 到 SM29.7	SM0.0 到 SM29.7	SM0.0 到 SM29.7
	SM1000.0 到 SM1535.7	SM1000.0 到 SM1535.7	SM1000.0 到 SM1535.7	SM1000.0 到 SM1535.7

3.2 编程语言

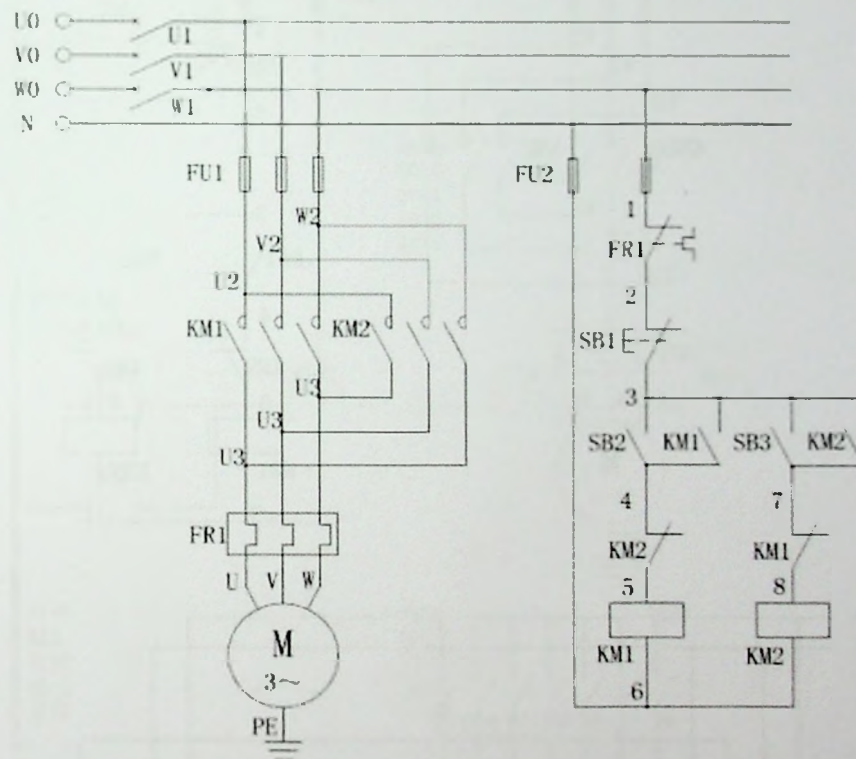
PLC 最常用的编程语言是梯形图语言和指令语句表语言，且两者常常联合使用。

梯形图：梯形图是一种从继电器接触控制电路图演变而来的图形语言。它是借助类似于继电器的动合、动断触点、线圈以及串、并联等术语和符号，根据控制要求联接而成的表示 PLC 输入和输出之间逻辑关系的图形，直观易懂。

指令语句表：指令语句表是一种用指令助记符来编制 PLC 程序的语言，它类似于计算机的汇编语言，但比汇编语言易懂易学，若干条指令组成的程序就是指令语句表。

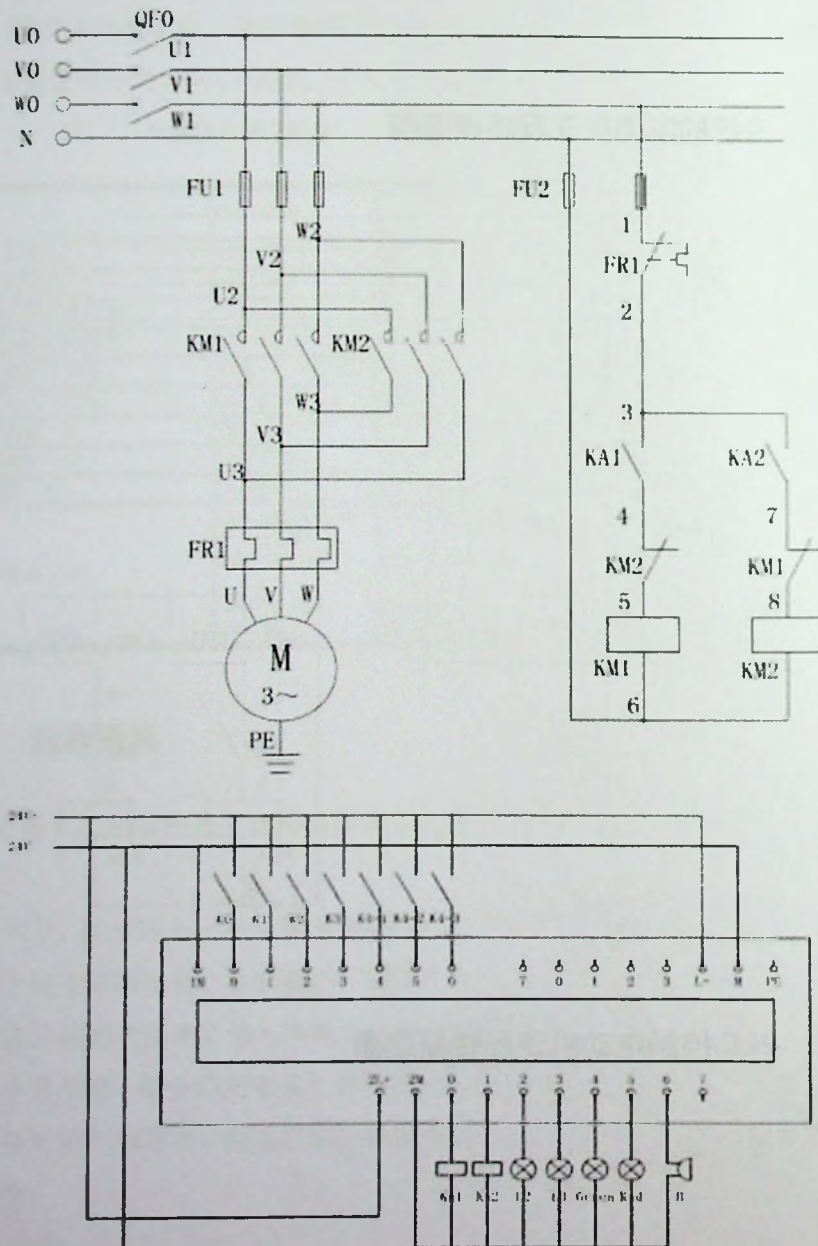
四.实例

4.1 传统的电动机正反转原理图



4.2 PLC 控制电动机正反转原理图

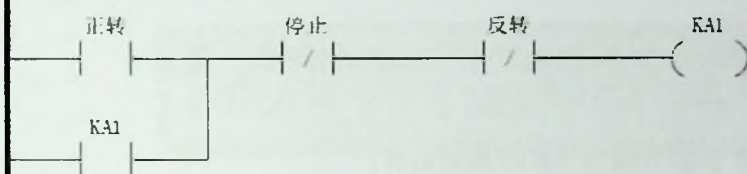
1) 电气原理图:



2) PLC 程序:

程序段 1

程序段注释



符号

KA1

反转

停止

正转

地址

Q0.0

I0.1

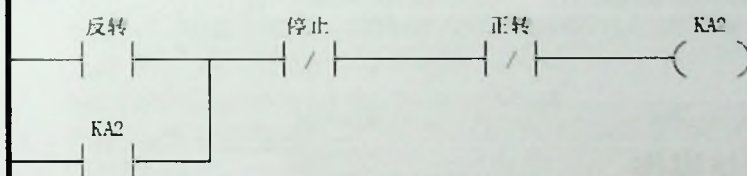
I0.0

I0.2

注释

程序段 2

程序段注释



符号

KA2

反转

停止

正转

地址

Q0.1

I0.1

I0.0

I0.2

注释

实验二 PLC 基本控制逻辑基本逻辑控制

一.实验目的

1. 熟悉 STEP 7-MicroWIN SMART 编程软件；
2. 上机编制简单梯形图程序；
3. 初步掌握编程软件的使用方法和调试程序的方法；
4. 掌握数字量、开关量的基本控制。

二.实验使用设备

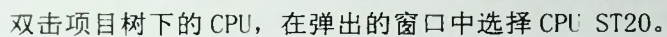
1. HC-GK1100 实验装置一台；
2. 计算机一台；
3. 网线一条。

三.实验内容与操作

3.1 熟悉 STEP 7-MicroWIN SMART 编程软件的使用

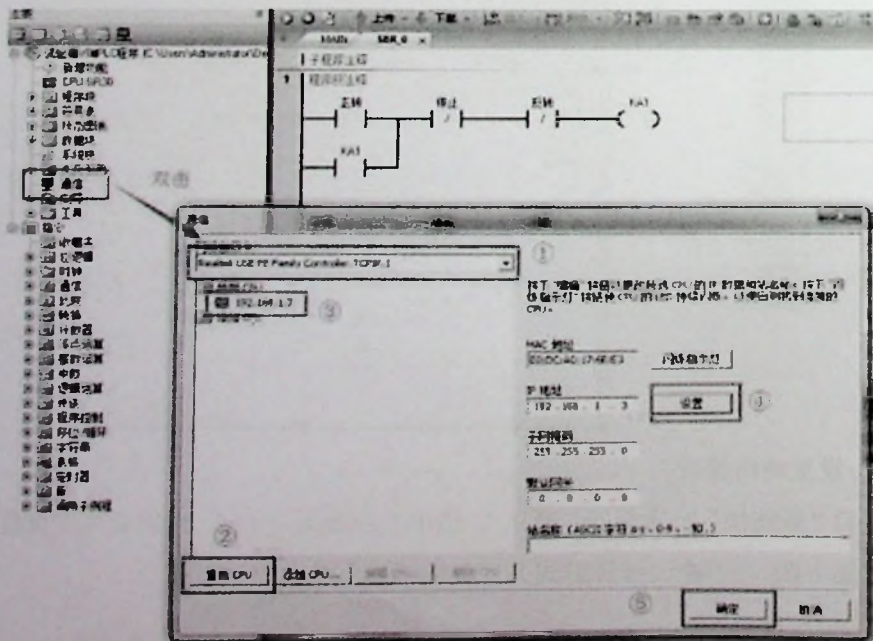
1) 新建文件或打开文件

打开 STEP 7-MicroWIN SMART 编程软件或双击桌面图标，用菜单命令“文件→新建”，生成一个新的项目。用菜单命令“文件→打开”，可打开一个已有的项目。用菜单命令“文件→另存为”可修改项目的名称。也可单击文件工具栏中的相应命令实现。



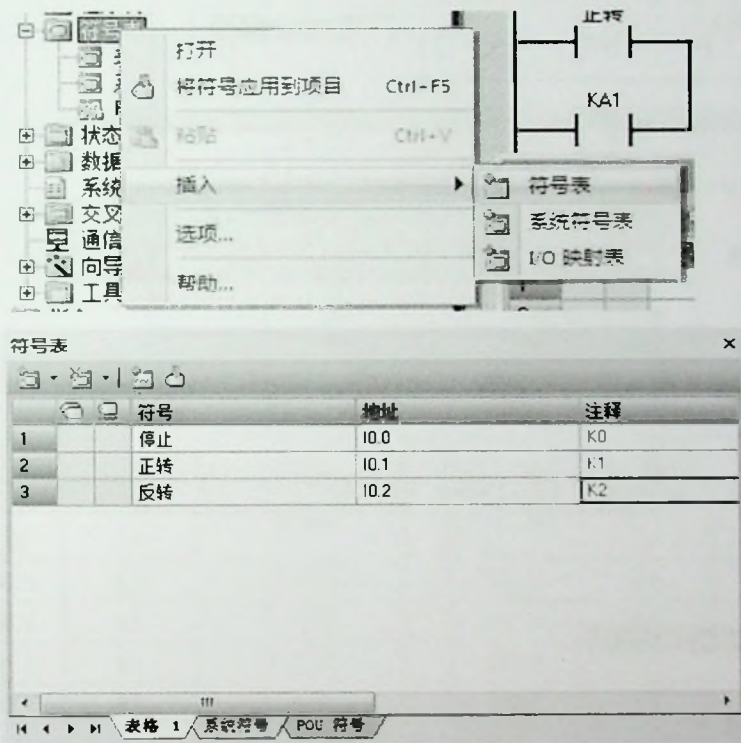


如果 PLC 已连接到电脑，也可以通过以下方式更改 IP 地址：



4) 建立符号表（可选）

右键项目树“符号表”→“插入”→“符号表”，可以新建符号表。右键新建的符号表，可以重命名。



5) 编辑程序并保存

3 显示 本网络注释

绝对地址编程

4 符号地址编程

符号地址编程

符号	地址	注释
DI_0	I0.1	
LED2	Q0.1	

5 输入注释

6 输入注释

7 输入注释

符号表

	符号	地址	注释
1	DI_0	I0.1	
2	DI_3	I0.2	
3	LED2	Q0.1	

表格 1 系统符号 PLC 符号

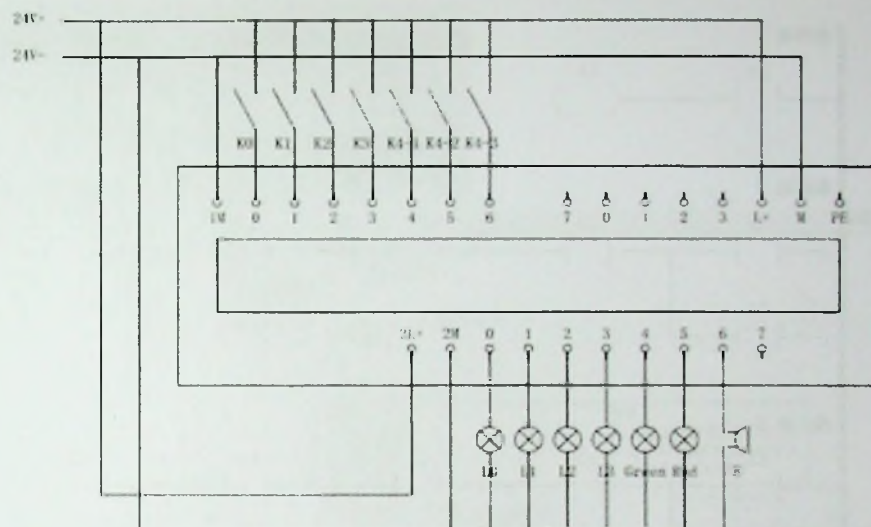
3.2 抢答游戏实验

1) 编程控制要求

参加智力竞赛的 A、B、C 三人的桌上各有一只抢答按钮，分别为 K1、K2 和 K3，用 1 盏灯 L0 表示主持人按下开始抢答按钮，用 3 盏灯 L1-L3 显示他们的抢答信号。当主持人接通抢答允许开关 K0 后抢答开始，最先按下按钮的抢答者对应的灯亮，与此同时，应禁止另外两个抢答者的灯亮，指示灯在主持人复位开关 K0 后熄灭。

2) 实验接线

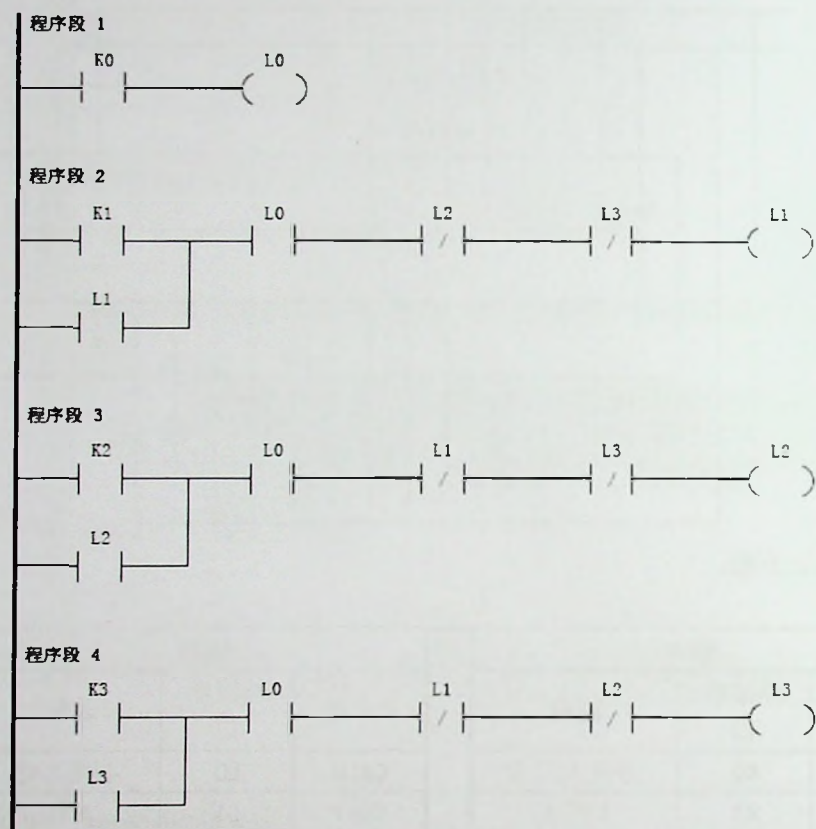
接线图如下所示：



3) I/O 地址分配:

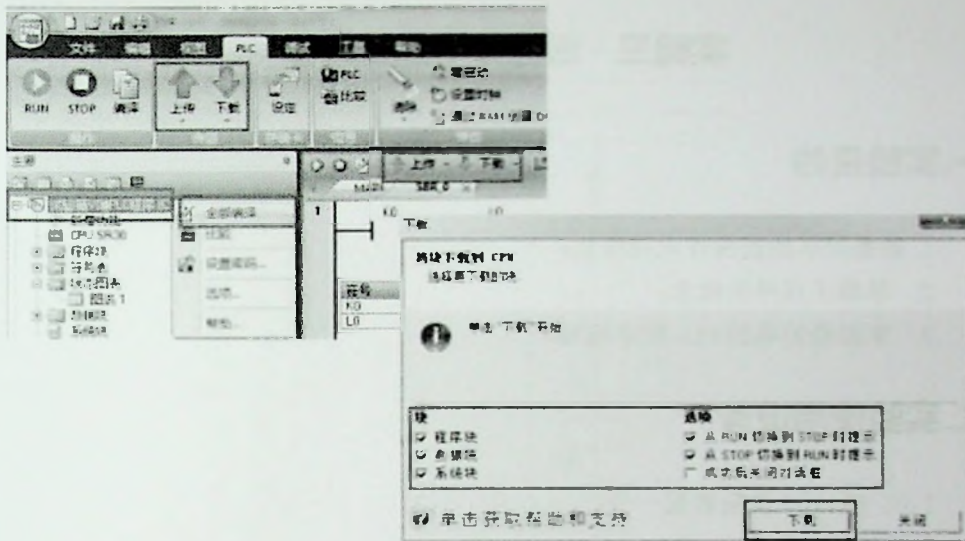
输入			输出		
PLC 端	外接端口	注释	PLC 端	外接端口	注释
I0.0	K0	主持人开关	Q0.0	L0	主持人灯
I0.1	K1	A 开关	Q0.1	L1	A 灯
I0.2	K2	B 开关	Q0.2	L2	B 灯
I0.3	K3	C 开关	Q0.3	L3	C 灯

4) 设计梯形图（参考程序）



4) 保存、编译、下载及运行程序

- ①右击项目名称，在弹出的菜单里选择“全部编译”。
- ②单击菜单“PLC”→“下载”，或者单击编程窗口上方的快捷按钮“下载”来下载程序。
- ③在弹出的“下载”对话框中选择要下载的内容，然后点击“下载”。
- ④下载完成，关闭对话框。



四.实验报告要求

1. 工作电源为多少伏？绘制电路图中未完成的接线部分。
2. 说明实验所用的 PLC 的型号，输入为多少点？输出为多少点？输入、输出信号范围为多少？
3. 整理出运行调试后的抢答游戏程序的梯形图，并根据梯形图程序写出指令语句表。
4. 思考如何在主持人按下开始后，启动蜂鸣器？