

“机电一体化系统设计”课程

实验指导书

（机械设计、制造专业方向适用）

机电工程学院机电实验室

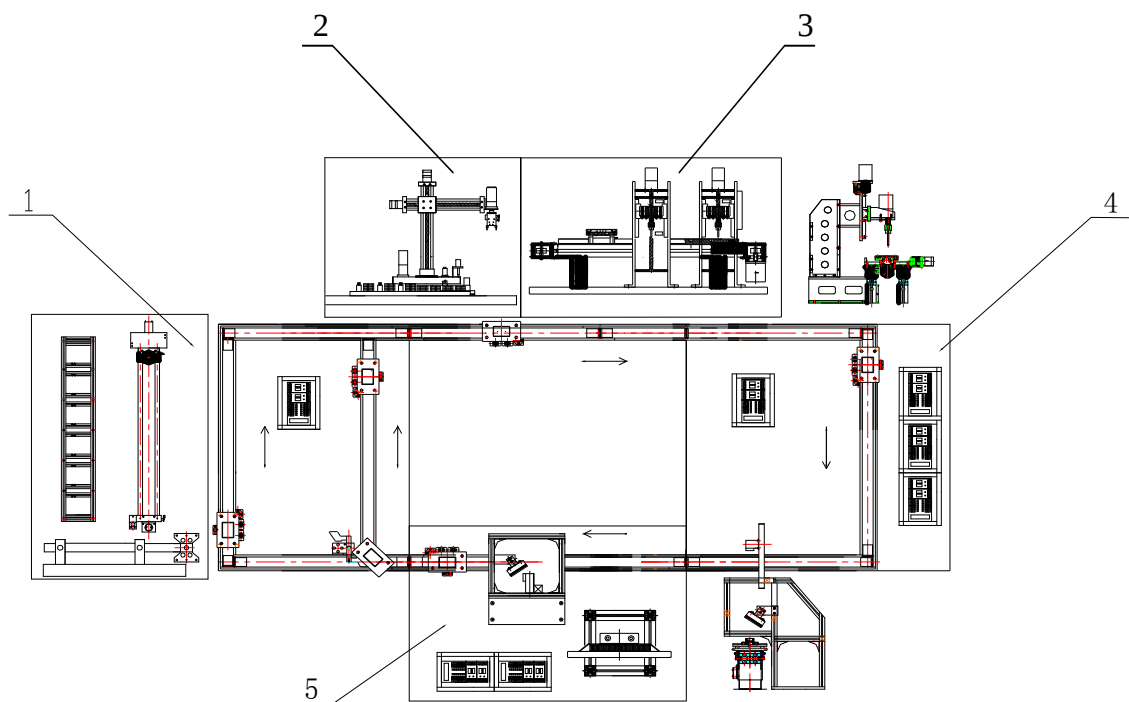
2012-9

实验一 机电一体化系统组成实验

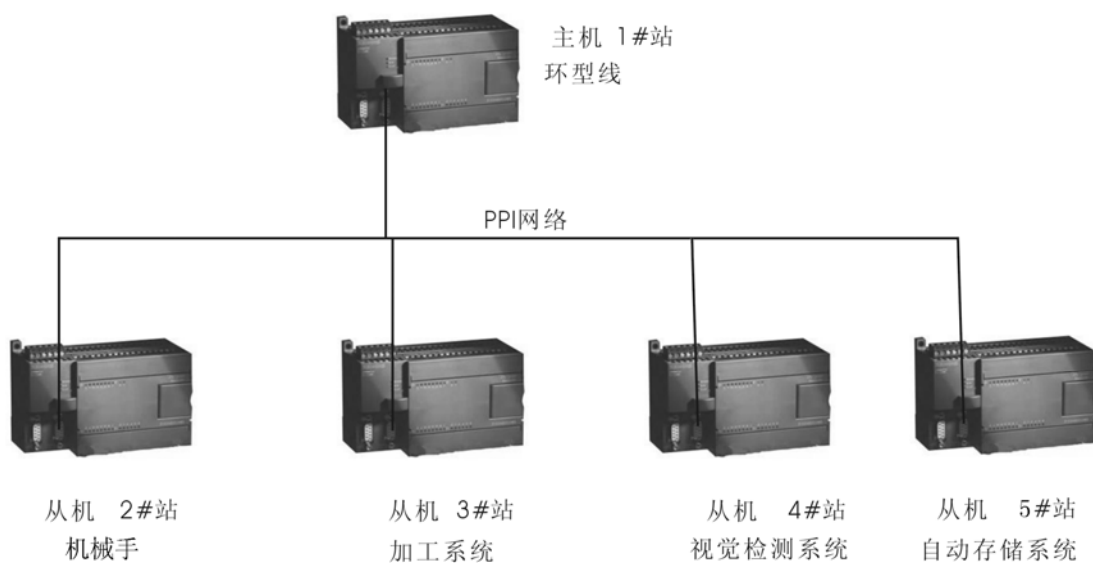
实验目的

1. 通过了解物流生产线的结构及工作原理建立典型计算机控制系统基本组成概念；
2. 了解物流生产线的工作过程，体会各组成部分的作用以及相互间是如何通讯协调工作的。

柔性制造系统网络组成



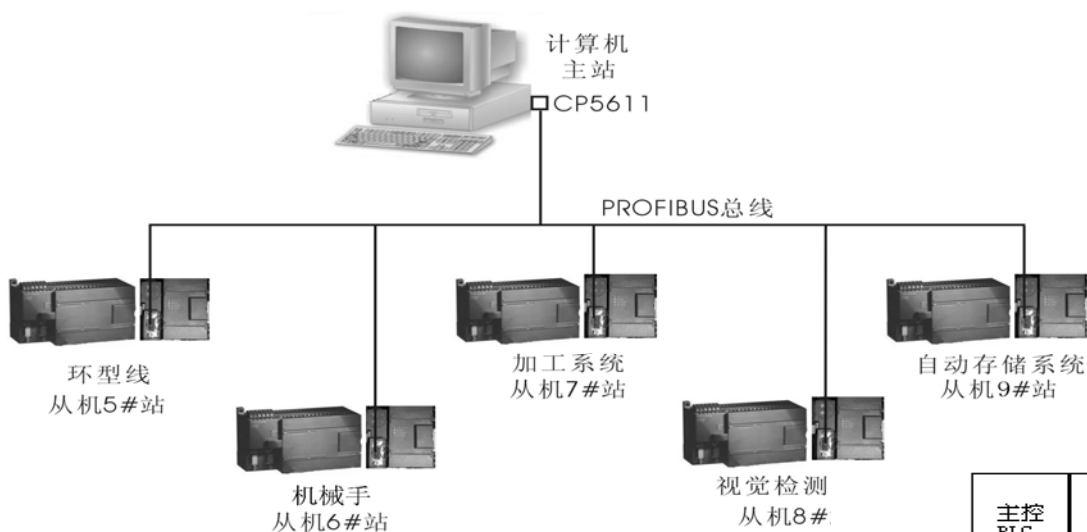
物流生产线是由主控单元 1、仓储单元 4、拾取单元 2、加工单元 3、检测单元 5 及传送单元和上位工控机构成。其控制器均为 S7-200 PLC 226 ，相互间直接通过 PPI 网络通讯。



PPI 网络拓扑图

由主控单元通过 PPI 总线控制其他从站 PLC 的工作状态(起停与物料运行情况). 具体各从站的控制任务由各从站控制器独立运算与驱动完成。

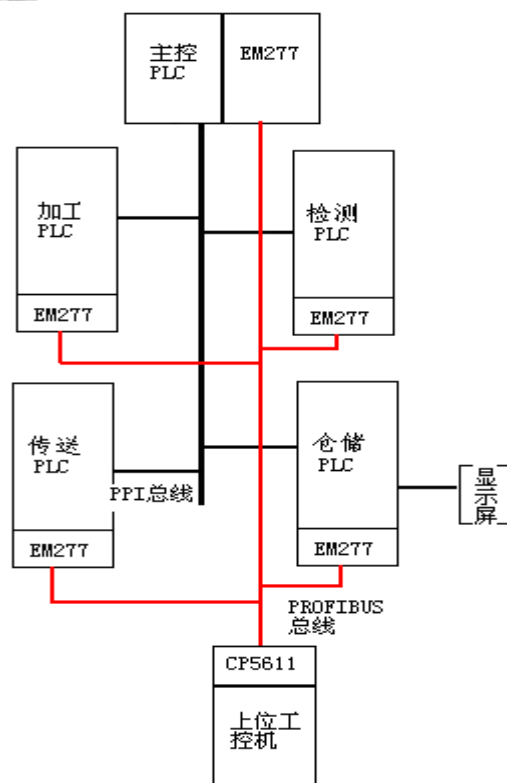
另主控单元通过 EM277 和 CP5611 与上位工机构成 PROFIBUS_DP 网络. 组态软件使用组态王.



PROFIBUS 网络拓扑图

将上述两种总线合并，系统完整网络拓扑如图

了解分析系统中信息数据流的传输关系。主控系统负责通过 PPI 总线控制其他从站的启动停止，传输线运转及物料传输情况。PROFIBUS 总线系统中工控机安装组态王，作为主站，通过 CP5611 板卡与各 EM277 为从站的下位 PLC 系统连接，实现上位人机界面系统与下位控制器连接。



工作站分析

了解控制功能和程序，分析各工作站的程序控制框图，详见系统使用说明书

思考题：

- 1、试分析该计算机控制系统中各系统构成
- 2、分析 PPI 通讯网络中主站作用？
- 3、试分析主站与从站通讯数据区应如何规划
- 4、试分析顺序控制法在系统中运用？
- 5、谈谈仓储单元中显示装置的作用, 可能的通讯参数与协议？
- 6、试分析某一单元的控制功能, 并画出流程图

实验二 PLC 系统组成实验

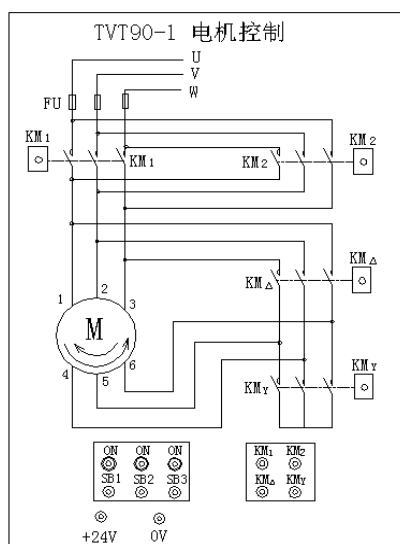
一、实验目的：

- 1、掌握 PLC 控制三相异步电动机 Y- Δ 降压起动的编程方法。
- 2、学会使用编程软件编制梯形图程序及运行程序的方法。
- 3、了解 PLC 控制系统构成特点。

二、实验装置：

上位编程微机一台；
PLC 实验箱一台；
三相异步电动机控制模型一块；
PPI 通讯电缆一根、电源线一根、导线若干根等。

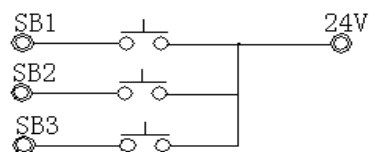
三、模块板的构造原理：



采用“TVT90-1 电动机控制”模块板可完成的功能是用 PLC 控制三相交流异步电动机的正反转或 Y- Δ 起动，其控制对象是一台三相交流异步电动机。要完成这两项控制功能，除电动机外，起码要有四组三相交流接触器 KM_1 、 KM_2 、 KM_Y 、 KM_{Δ} 和按钮开关。本实验完成其中的控制电动机 Y- Δ 起动的功能。

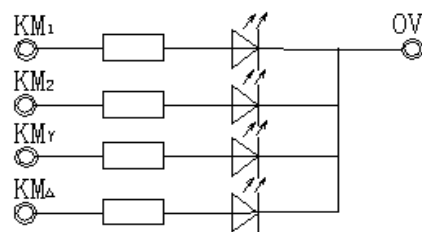
本学习机采用示意图加指示灯显示的方法，模拟电动机和接触器两种元部件。上图为电机控制模块板实际板图。图中的 M 代表三相交流异步电动机，两个方向的箭头下面有发光二极管 LED，实验时发光的一个表示电动机按箭头所示方向旋转，两者均不发光，表示电动机停转。 KM_1 、 KM_2 、 KM_Y 、 KM_{Δ} 分别代表四组三相交流接触器的常开主触头，四条虚线连接的框中分别有一个发光二极管 LED，它发光时表示该接触器线圈得电闭合，对应的常开触头也闭合，不发光时表示断开。

电机控制模块板上的开关量输入点有三个：SB1、SB2、SB3。模块板的开关量输入电路，是由三个开关量输入单元电路构成的。电路接线如图所示：



电路一端是各按钮接入插孔；另一端均出至一点即板下方“24V”接插孔（在模块板内部已接好）。

电机控制模块板上的开关量输出点有四个： KM_1 、 KM_2 、 KM_Y 、 KM_{Δ} 。模块板的开关量输电路构成如图所示：



电路一端是各 KM 线圈接入插孔；另一端均出至一点即板下方“0V”接插孔（在模块板内部已接好）。本模块板自身不带电源。

四、控制要求、I/O 分配及梯形图：

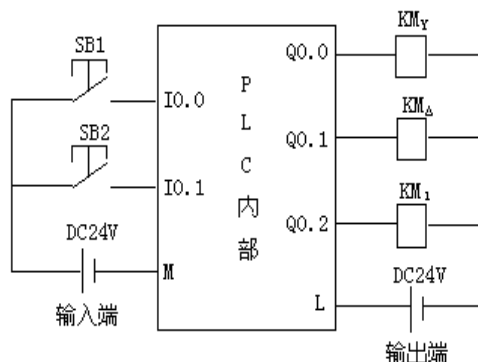
控制要求：

起动按钮按下，电动机定子绕组先连接成星形起动，经 3 秒延时后，自动换接成三角形连接并进入运行。停止按钮按下，电动机停止运行。

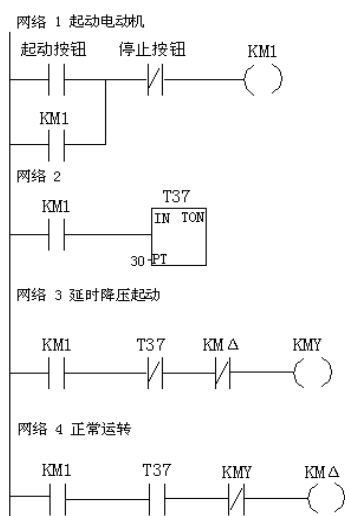
I/O 分配：

符号表名称	变量地址	模板符号
起动按钮	I 0. 0	SB1
停止按钮	I 0. 1	SB2
KM1	Q0. 2	KM1
KMY	Q0. 0	KMY
KMΔ	Q0. 1	KMΔ

PLC 控制电机起动接线图



梯形图程序如图所示



五、实验步骤：

1、完成 PLC 控制系统外部接线：

外部接线主要是输入、输出两个闭合回路的接线。**由于本控制系统负载很小，输入输出回路的电源均由 PLC 主机提供。**对输入回路：用导线将实验装置 I0.0、I0.1 端分别与模块板 SB1、SB2 端相连，将模块板电源 24V 端与实验装置 DC24V 的 L+端相连；I0.0、I0.1 的公共端 M 与 DC24V 的 M 端相连。对输出回路：用导线将 Q0.0、Q0.1、Q0.2 端分别与模块板 KM_V、KM_Δ、KM_I端相连，将模块板电源 0V 端与实验装置 DC24V 的 M 端相连；Q0.0、Q0.1、Q0.2 的公共端 L+与 DC24V 的 L+端相连。

注意接线过程必须为断电状态！

- 2、待教师检查接线确认无误后，打开实验箱电源；在微机桌面上运行 STEP 7-Micro/WIN40 程序。
- 3、检查 PLC 与计算机的通讯是否连接成功。
- 4、输入梯形图程序。
- 5、输入符号表。
- 6、编译查错。
- 7、程序下载至 PLC 主机。
- 8、运行并调试程序，直至实现控制要求。

将 PLC 主机置于 RUN 状态，按下模块板上的按钮 SB1，接触器常开触头 KM_I 闭合，与其相对应的 LED 发光，电机顺时针旋转（顺时针箭头下面的 LED 发光），同时接触器常开触头 KM_V 闭合，与其相对应的 LED 发光，电机以 Y 接起动运行。经过 3 秒，常开触头 KM_V 断开，与其相对应的 LED 熄灭；接触器常开触头 KM_Δ 闭合，与其相对应的 LED 发光，电机进入 Δ 运行状态。并一直保持该状态运行。

当按下模块板上的按钮 SB2 时，电动机停转（所有 LED 均熄灭）。如果不是按上述顺序动作，应检查程序并进行修改，直至调试正确为止。

8、动作过程分析：

起动：按下按钮 SB1，开关闭合，KM_I 线圈得电并自锁（KM_I 在电动机运转期间始终得电），KM_V、时间继电器 T37 继而得电，电动机 Y 接起动。延时 3 秒后，T37 延时触点动作，首先是延时动断触点断开，使 KM_V 线圈失电，主回路中 KM_V 主触点断开，电动机起动过程结束；随之由于 KM_V 互锁触点复位，T37 延时动合触点闭合，使 KM_Δ 线圈得电，电动机进入 Δ 接运行状态。同时 KM_Δ 互锁触点断开，使得 KM_V 不允许再得电。

停止：按下停止按钮 SB2，KM_V、KM_I、KM_Δ 线圈失电，电机停止运行。

8、控制功能改为：

- 1) 将启动过程时间由 3 秒改为 10 秒；
- 2) 降压启动后电机工作 1 分钟就自动停机。

在课上修改程序并调试成功；将改后的梯形图程序写入实验报告。

六、思考题

结合修改程序说明定时器用法以及如何通过规划定时器来实现 10 秒和 1 分钟的时间控制。

实验三 PLC 编程实验

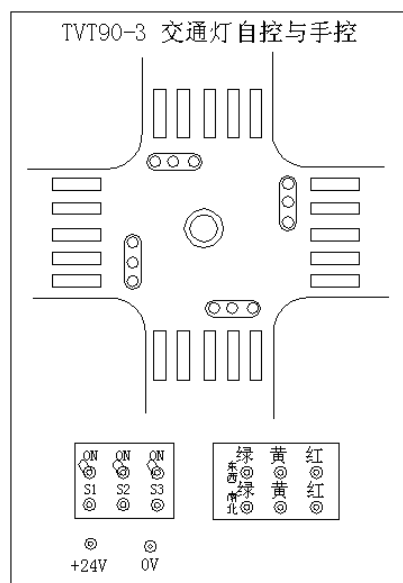
一、实验目的

通过 PLC 编程实现自动控制交通灯，了解用 PLC 解决一个实际问题的软件调试全过程。

二、实验装置

上位编程微机一台；西门子 S7-200CPU222 系列 PLC 模块和扩展模块一套、交通灯控制模型一块、若干导线等。

上图是“TVT90-3 交通灯自控与手控”模块板实际板图。其接线原理与电机控制模块板



基本相同，也是采用示意图加指示灯显示的方法。四个路口的红、黄、绿灯用不同颜色的 LED 指示，输出变量线圈得电，相应 LED 点亮，代表一种控制信息（绿：可以通行；黄：红灯前警示；红：停止通行）；输出变量线圈失电，相应 LED 熄灭，代表一种控制结束。其中东西相对方向两个绿灯、两个黄灯、两个红灯分别是采用一个信号并接两个发光二极管来模拟显示的。南北相对方向也是如此。

交通灯控制模块板上的开关量输入点有三个：S1、S2、S3。开关量输出点有六个：东西绿、东西黄、东西红、南北绿、南北黄和南北红。

主机的输入、输出点与模块板的连接是通过安装在模块板下方两个色块中的九个插孔，

用带有插头的连接导线来实现的。为了构成闭合的输入输出电路，需用导线将所有使用的输入输出端口对应的 L、M 端（在主机板上）与电源正负极相连。

三、 控制要求、I/O 分配：

控制要求：

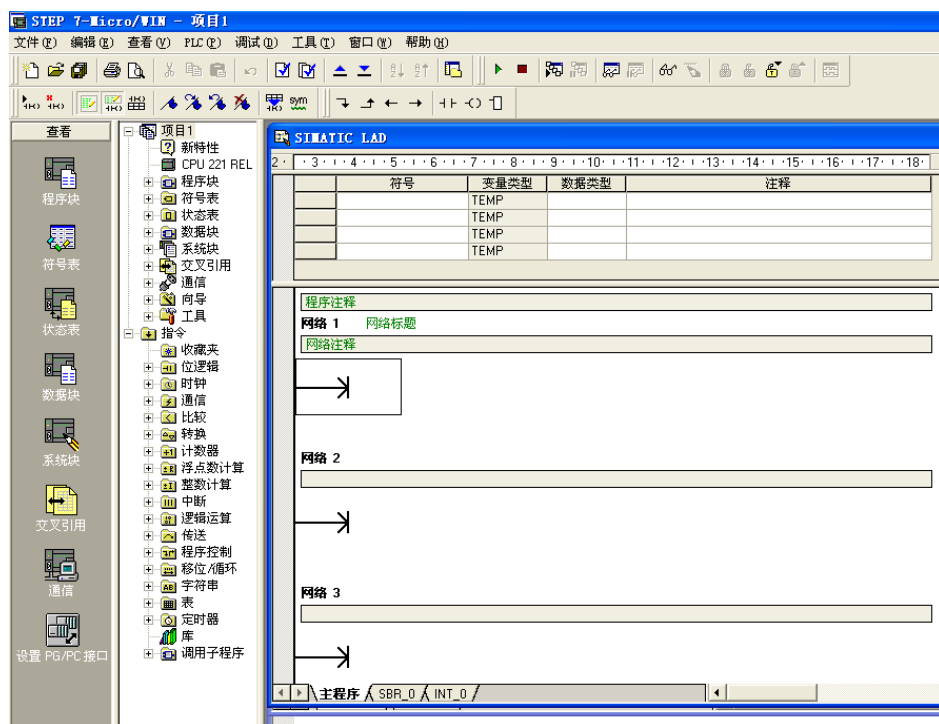
- 1、信号灯受一个启动开关 S1 控制，开关合上时，信号灯系统开始工作。东西绿灯亮 4s 后闪 2s 灭；黄灯亮 2s 灭；红灯亮 8s；绿灯亮……循环；对应东西绿黄灯亮时南北红灯亮 8s，接着绿灯亮 4s 后闪 2s 灭；黄灯亮 2s 后，红灯又亮……循环。
- 2、增设一个手动开关 S2，在功能 1 运行过程中，当 S2 合上时，系统强行保证南北绿灯、东西红灯状态并保持，直至 S2 断开，系统又重新按原有循环方式运行。（选做）

四、 实验内容及步骤

- 1、 实验前按控制要求预先作好以下工作：
 - 系统 I/O 分配表；
 - 符号表；
 - PLC 控制交通灯接线图；
 - 变量时序图；
 - 编好梯形图程序。
- 2、 实验时按控制要求完成 PLC 外部接线。
- 3、 按控制要求编制程序，并上机调试运行成功。
- 4、 将实验中遇到问题及解决过程写入实验报告。

附

PLC 上位编程软件 STEP 7-Micro/WIN40 介绍



功能概述

一个 PLC 的项目文件包括以下基本组件：

(1) 程序块

程序块由可执行的代码和注释组成，可执行的代码由主程序、可选的子程序和中断程序组成。代码被编译并下载到可编程序控制器，程序注释被忽略。

(2) 数据块

数据块由数据和注释组成，数据被编译并下载到可编程序控制器，注释被忽略。

(3) 系统块

系统块是用来设置系统参数的，系统块的信息需下载到可编程序控制器。如没有特殊要求，一般可采用默认的参数值。

(4) 符号表

符号表允许程序员用符号表来代替存储器的地址，符号地址便于记忆，使程序更容易理解。程序编译后下载时，所有的符号地址被转换为绝对地址。

(5) 状态表

状态表用来观察程序执行时指定的内部变量的状态，是监控拥护程序运行情况的一种工具。

(6) 通讯块

通讯块是用来检查 PLC 主机和计算机之间的通讯。

完成一个应用程序的编制过程主要包括以下几个步骤:

1、检查 PLC 与计算机的通讯情况:

将PPI通讯电缆一端接PLC主机，另一端与计算机串口相连。打开实验箱电源使PLC



主机加电。在界面左侧灰色浏览条上单击 **通信块** : (1) 在打开的窗口中双击 **PC/PPI cable(PPI)**，点入 **Properties...** 中，根据本机PPI电缆的连接，在 **Connection to:** 中

选择COM1 或COM2; 退回到最初窗口; (2) 双击  **Double-Click to Refresh**，查找PLC主机。如果显示

 CPU 222 REL 01.22
Address: 2

 **Double-Click to Refresh**

说明计算机与PLC的通讯成功。若出现



Double-Click to Refresh

Error: Communications time-out.
Check the port number, network
address, baud rate, and the
attached cable.

说明计算

机无法找到PLC主机，通讯失败。

2、创建新文件

创建新程序时，从文件菜单中选择新建文件或者单击按钮  即可。

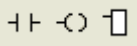
3、编写符号表:

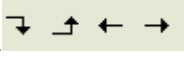
	符号	地址	注释
	启动按钮	I0.0	
	停止按钮	I0.1	
	KM1	Q0.2	
	KMY	Q0.0	
	KMΔ	Q0.1	

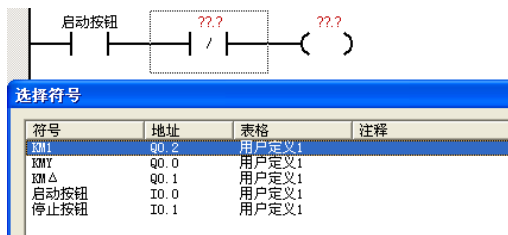
用自编符号代替存储器的地址，便于记忆。点击左侧灰色浏览条的**符号表块**，添入所有自定义的符号与对应地址项（如上例所示）。

4、编写用户程序:

点击左侧灰色浏览条的**程序块**，进入**主程序**输入界面：程序梯形图主要由编程元件、元件间连线构成。

编程元件输入：先将光标放在网络起始位置：编程元件选取可直接点击**功能按钮**  获得，或从左侧树状**指令栏**下的具体指令选项下获取。元件地址输入有两种方法：元件上方出现的问号处直接键入；或问号处点右键，下拉功能项中点**选择符号**，在弹出的自定义符号列表中选中该符号即可。

元件间连线输入：可直接点击**功能按钮**  获得。若要删除某线段：光标



先放到该位置，再点右键找删除功能项进行操作。

具体的操作可以查阅帮助。

5、编译：

鼠标单击，可以检查程序块、数据块、系统块三个模块的语法错误，错误信息在窗口的下部详细列出。

6、程序下载至 PLC 主机。

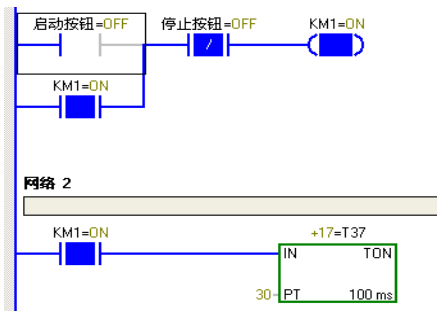
可利用工具栏操作：点击下载按钮。开机后若首次下载，在弹出的界面中左侧系统块、数据块、程序块三个均选上√（之后再下载时，将系统块、数据块前的√去掉），点击下载按钮。进行上述操作后，画面将出现确认信息。

7、运行程序及调试程序：

单击运行按钮，确认后系统将由STOP状态切换至RUN状态。

调试程序方法：

程序运行中，1）可通过工具栏的程序状态按钮，在梯形图中观察：程序扫描周期内每条指令的操作数数值和能流状态，接通电源或逻辑“真”的触点和线圈显示为蓝色；



2）也可通过工具栏的状态表监测按钮，可观察变量的实时状态数据（每行指定好一个要监视的 PLC 数据）。

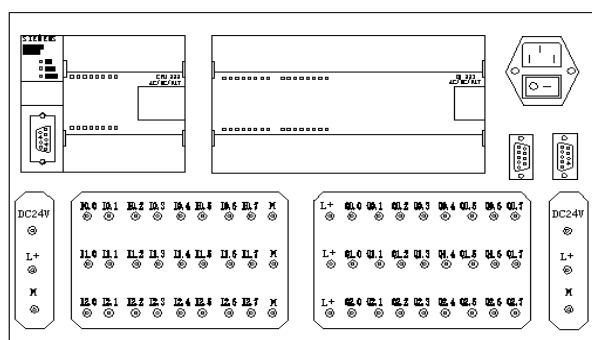
	地址	格式	当前值	新值
1	启动按钮	位	2#1	
2	停止按钮	位	2#0	
3	KM1	位	2#1	
4	KMY	位	2#1	
5	KMΔ	位	2#0	

8、调试并修改程序，直至实现控制要求。

在调试过程修改程序，先按下工具栏中的按钮，将主机由RUN状态切换至STOP状态，并确认程序状态按钮处于抬起状态，就可进行程序的修改工作。修改后，重新将程序下载至PLC并运行。

有关具体操作请参阅软件帮助中的相关项说明。

PLC 主机实验箱介绍



PLC 实验装置由主机及接口电路单元组成。主机选用的是西门子 S7-200 CPU 222，加扩展模块 CM 223 后输入、输出点共 46 个。其中输入点 24 个，输出点 22 个。

为接线方便，本装置已将 I/O 点、对应公共端引出到实验箱的下半部分，构成接口电路单元。I0.0 ~ I2.7 为输入开关量，通过输入接线，可对主机提供所需要的输入信号。每排的 M 端为该排所有信号的公共端；Q0.0 ~ Q2.7 为输出开关量，通过输出接线，可得到主机输出信息。每排的 L+ 端即为该排所有信号的公共端；左右两边的 DC24V 的 L+、M 端子是主机提供的 24V 直流电源引出端。当总开关（实验箱右上角）合上，外接 220V 交流电接通 PLC 主机后，DC24V 灯应点亮。

***注意：**装置中各输入信号排尾的公共端子 M 与 24V 直流电源负引出端 M 没有建立接线关系，同理输出的公共端 L+ 与电源的 L+ 无接线关系。