

可编程控制器实验教程

主编 宋君烈



NEUPRESS
东北大学出版社

可编程控制器实验教程

主 编 宋君烈

东北大学出版社

• 沈 阳 •

© 宋君烈 2004

图书在版编目 (CIP) 数据

可编程控制器实验教程 / 宋君烈主编. — 沈阳 : 东北大学出版社, 2004.4
ISBN 7-81102-005-X

I. 可… II. 宋… III. 可编程控制器—实验—教材 IV. TP332.3-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 0022072 号

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号

邮编: 110004

电话: 024—83687331 (市场部) 83680267 (社务室)

传真: 024—83680180 (市场部) 83680265 (社务室)

E-mail: neuph @ neupress.com

http: // www. neupress. com

印 刷 者: 沈阳农业大学印刷厂

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 184mm × 260mm

印 张: 10.75

字 数: 268 千字

出版时间: 2004 年 4 月第 1 版

印刷时间: 2004 年 4 月第 1 次印刷

责任编辑: 冯淑琴

封面设计: 唐敏智

责任校对: 刘 然

责任出版: 杨华宁

定 价: 16.00 元

内 容 简 介

本书是参照东北大学自行设计的以西门子 S7-200 CPU226 为核心的可编程控制器实验台而编写的实验教程,按照验证性实验内容、综合性实验内容和课程设计或生产实习实验内容,分别设计了相应的实验项目,并提供了参考程序。由于梯形图是 PLC 的通用编程语言,所以该教程和实验台适合所有讲授 PLC 课程的教师和学生使用。为方便学习其他机型的人员顺利操作,该教程较详细地介绍了 S7-200 编程软件的使用方法和调试技巧,使读者能尽快掌握 PLC 的基本原理和应用技术。

本实验教程基本囊括了 PLC 的基本编程内容和方法,从简单的继电接触控制到复杂的四层电梯全功能控制,以及采用 PID 算法的炉温闭环控制。本实验教程实用性强,可作为高等院校非电专业学生教材或电专业学生参考书,也可供从事 PLC 应用工作的工程技术人员参考。

前 言

可编程控制器 (PLC) 是一种应用于工业生产过程控制, 具有实时数字化处理能力的硬件设备, 通过编制软件以改变控制过程是微电脑技术与常规的继电接触控制技术的有机结合, 为工业自动化提供高可靠性的自动控制装置, 已成为继电接触控制更新换代的主导产品。PLC 教学内容的实践性极强, 打破了以往的实验教学主要是验证理论的传统模式, 学生根据教学内容, 利用 PLC 实验设备, 可以自由发挥自己的想像力和创造力, 根据控制要求, 编制梯形图, 再经过艰苦的调试过程, 完成控制任务, 普遍感到收获很大, 极大地调动了学生的学习积极性。

PLC 教学的重点是掌握使用范围、工作特点, 熟悉梯形图的编程以及程序的录入、调试方法, 实践性很强。为此, 我们设计了以西门子 S7-200 CPU226 为核心的 PLC 实验台, 配置了 EM223 和 EM235 模块, 整个系统具有 32 个开关量输入点、24 个开关量输出点、4 路模拟量输入和 1 路模拟量输出, 可以实现从简单的继电接触控制到复杂的四层电梯全功能控制, 以及采用 PID 算法的炉温闭环控制, 基本上满足了不同专业、不同学时 PLC 的教学要求, 也为课程设计或生产实习提供了方便条件。

全书共分 8 章。第 1 章介绍实验台的总体结构、各模板的功能及使用方法。第 2 章介绍编程软件的快速入门方法, 让读者迅速熟悉实验环境。第 3 章为基本实验内容, 通过电机的可逆控制, 定时器/计数器的简单使用, 微分指令、位移指令、中断指令的基本编程实验, 可以全面了解 PLC 的指令系统和编程方法。第 4 章为综合性实验内容, 包括交通信号灯控制实验、混料罐控制实验、传输线控制实验、小车自动选向、定位控制实验、简易电梯控制实验、刀具库管理控制实验、顺序控制电路实验。读者可以参考示例程序, 按照控制要求, 自行编制梯形图或语句表, 可以全面掌握 PLC 的应用技能, 提高同学们分析问题和解决问题的能力。第 4 章也为课程设计或生产实习实验提供了部分题目。第 5 章介绍 4 层电梯控制要求和设计实验参考程序。第 6 章为 STEP 7-Micro/WIN 32 简介, 以便了解编程软件的使用方法。第 7 章为 TD200 操作简介。第 8 章为炉温闭环控制实验, 可以学习模拟量输入/输出的编程方法, 并分别介绍了 PID 控制算法、模糊控制算法和 PTO 控制算法的演示程序, 学生可以根据所学内容灵活选择。该章也介绍了自由口与 VB6.0 软件的通讯方法, 在上位机实现数据显示和炉温控制以及 TD200 在控制系统中的应用。

本实验教程的第 1 章至第 5 章由宋君烈编写, 第 6 章由王延明编写, 第 7 章和第 8 章由殷洪义编写。

本实验教程是电专业或非电专业学生学习 PLC 课程使用的配套教材, 验证性实验内容安排 10 学时, 综合性实验内容安排 20 学时, 课程设计或生产实习实验内容安排 40 学时。

由于编者水平所限, 加之时间仓促, 书中难免有错误和不妥之处, 欢迎读者批评指正。

编 者

2003 年 12 月

目 录

第 1 章 可编程控制器实验台	1
1.1 实验台结构	1
1.2 电源模板	2
1.3 应用基础实验板 TS1	2
1.4 应用基础实验板 TS2	3
1.5 可编程控制器板	4
1.6 应用基础实验板 TS3	5
第 2 章 实验操作快速入门	7
2.1 硬件连接	7
2.2 启动编程软件	7
2.3 选择 CPU 类型	8
2.4 检查通讯	9
2.5 编辑程序	10
2.6 程序编译与下载	11
2.7 程序运行与调试	12
第 3 章 基本实验	14
3.1 继电器类指令实验	14
3.2 定时器类指令实验	16
3.3 计数器指令实验	18
3.4 微分指令、锁存器指令实验	21
3.5 移位指令实验	24
3.6 算术指令和模拟量输入指令实验	28
3.7 特殊功能指令实验	30
3.8 子程序和中断指令实验	32
第 4 章 综合性实验	36
4.1 交通灯控制电路实验	36
4.2 运料车控制电路实验	40
4.3 刀具库管理控制实验	45
4.4 传输线控制实验	47

4.5	混料罐控制实验	49
4.6	小车自动选向、定位控制实验	51
4.7	简易电梯控制实验	55
4.8	顺序控制指令实验	61
4.9	课程设计或生产实习参考题目	64
第 5 章	四层电梯模型控制实验	67
5.1	前 言	67
5.2	电梯模型结构简介	67
5.3	电梯控制要求	69
5.4	输入/输出电缆信号与 I/O 分配	69
5.5	电梯控制实验	71
第 6 章	STEP 7-Micro/WIN 32 简介	86
6.1	STEP 7-Micro/WIN 32 窗口组件	86
6.2	菜单条	88
6.3	工具条	93
6.4	符号表和全局变量表	97
6.5	数据块	100
6.6	局部变量表	103
6.7	状态图	105
6.8	程序编辑器	109
第 7 章	TD200 操作简介	119
7.1	TD200 概述和安装	119
7.2	TD200 的组态	121
7.3	TD200 的操作	131
7.4	应用 TD200 向导为 TD200 组态的例子	140
7.5	参考资料	144
第 8 章	温度闭环控制实验	147
8.1	实验要求与实验电路	147
8.2	PC 机软件设计	147
8.3	TD200 软件设计	151
8.4	PID 控制算法软件设计	152
8.5	PWM 控制算法软件设计	157
8.6	模糊控制算法软件设计	159

第 1 章 可编程控制器实验台

可编程控制器 (PLC) 实验台设计为框架结构, 实验板采用模块化, 可以增加或替换。目前, 实验台配置了 5 个模块, 分两层放置。PLC 的端子为开放式, 可以根据实验要求任意接线。由于电梯的控制接线较复杂, 为了缩短实验时间, 让学生集中精力设计控制程序, 采用 5 根电缆完成 PLC 与电梯之间的连接。

1.1 实验台结构

可编程控制器实验台如图 1-1 所示。下层配置 3 块模板, 从左到右依次为电源模板、应用基础实验板 TS1 和应用基础实验板 TS2。上层为 PLC 板和炉温控制实验板 TS3。

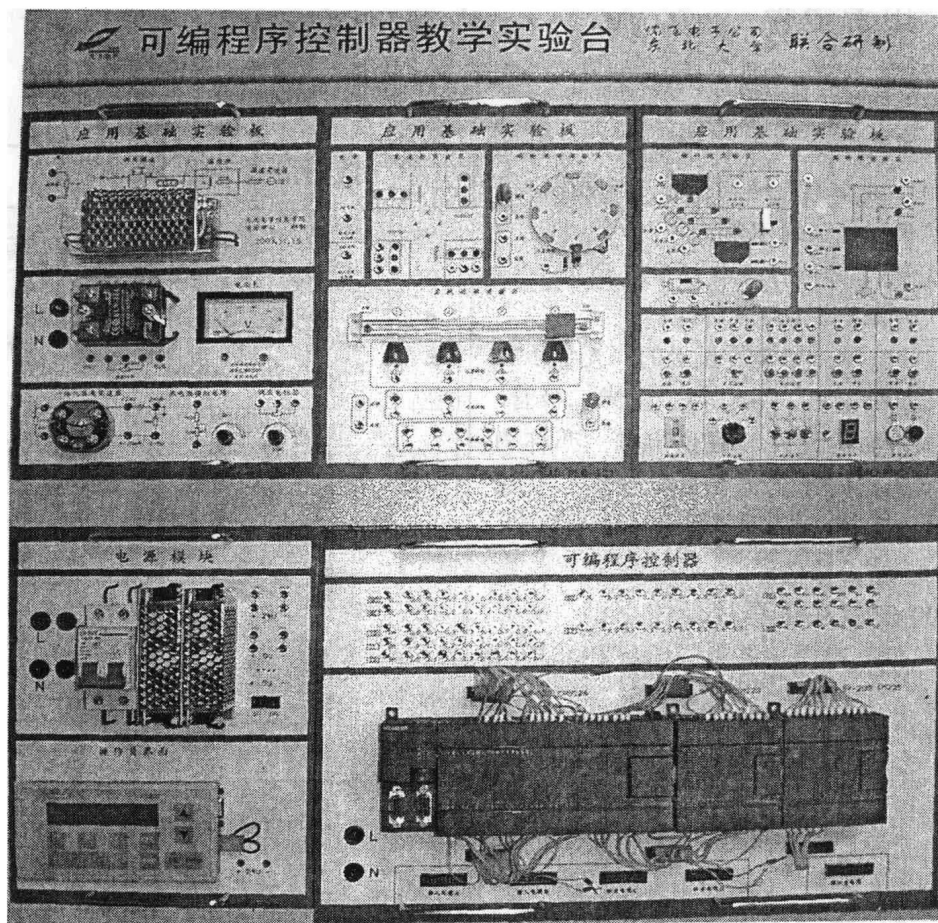


图 1-1 可编程控制器实验台外形图

电源模板提供了实验所需的交直流电源和 TD-200。

应用基础实验板 TS1 分为交通灯实验区、旋转运动实验区、直线运动实验区等 3 个部分。应用基础实验板 TS2 分为输料线实验区、混料罐实验区、声光报警器件、拨码开关、数码显示以及各种方式的输入元件供实验时选用。

PLC 模板配置了具有两个 RS485 通信/编程口的 S7-200 CPU226, 自带 24 点输入/16 点输出。为了满足四层电梯复杂控制的需要, 扩展了一个 8 点输入/8 点输出的 EM223 模块。4 路模拟量输入/1 路模拟量输出的 EM235 模块, 可以与炉温控制实验板 TS3 配合, 实现炉温的闭环控制实验, 也可以单独进行模拟量输入/输出的编程实验。

1.2 电源模块

电源模块如图 1-2 所示。

电源模块采用空气开关控制实验台的总电源。两组交流 220V 插孔, 分别为 PLC 和炉温控制模板提供交流电源。

当空气开关闭合后, 两台开关电源的指示灯点亮, 表示电源回路正常。

直流 5V 电源, 为实验板上的声光显示和执行元件 (如微电机、继电器、发光二极管、数码管、蜂鸣器等元件) 提供电源, 亦称为可编程序控制器输出信号的负载电源。直流 24V 电源作为可编程序控制器输入信号电源, 也是 TD-200 的工作电源。

TD-200 安装在电源模块的下部, 实验时, 应接入 24V 电源, 并用电缆与 PLC 的一个端口连接。

10 芯的 IDC 插座向电梯模型供电。

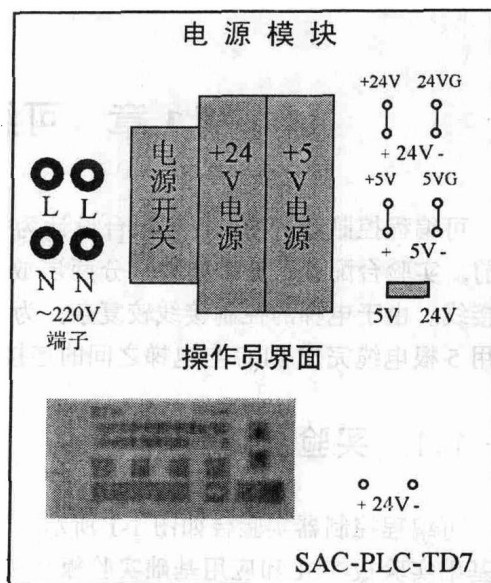


图 1-2 电源模块外形图

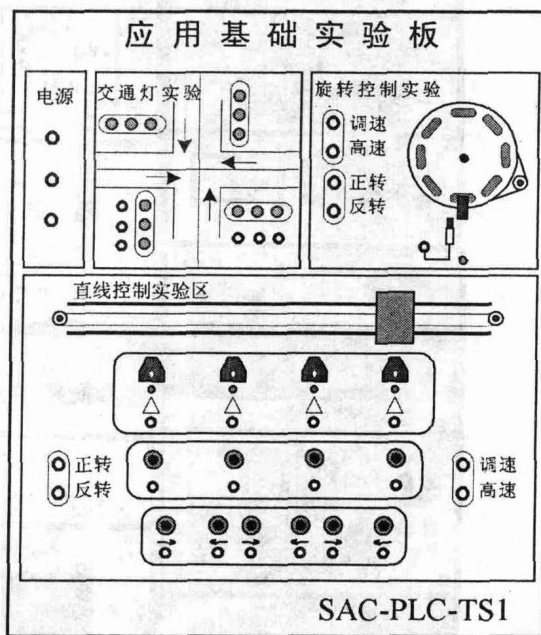


图 1-3 应用基础实验板 TS1 外形图

1.3 应用基础实验板 TS1

应用基础实验板 TS1 如图 1-3 所示。

左上角的电源区有 3 个插座, 分别为 5V 电源的正负极和 24V 电源的负极。如图 1-4 所示。

实验板的直流电机驱动电路需要 5V 电源供电, 所以在实验前, 应按照标记与电源模板

进行正确连接。“输出元件”是指受 PLC 输出点控制的元件，也就是实验板上的 LED 发光二极管、控制电机正反转的端子。当这些端子加上 +5V 电压时，发光管被点亮或者电机开始旋转。这些元件的负极都连到“输出元件公共端”。

“输入元件”是指送到 PLC 输入点的元件，即按钮开关、位置检测开关等。S7-200 的开关量输入电压为直流 24V，正负机型均可。本实验板采用 -24V，所以输入元件的公共端与 24V 的负极连接。例如，按下按钮，按钮的输出端子的电位由 0V 变到 -24V。

交通灯实验区：

模拟一个交通十字路口，每侧均安装了代表交通信号的红、黄、绿三个 LED 发光管。其中南北或东西的 6 个 LED 发光管同时动作，所以仅使用了 6 个信号端子，当信号端子接通 5V 电源的正极时，LED 发光管被点亮。实验时，由 PLC 的输出点提供 5V 电源。用该实验区可以进行交通灯控制或彩灯循环控制等实验内容。

旋转控制实验区：

旋转的圆盘能模拟电机正、反转控制，可以进行电机点动、单向运行、可逆运行、定时单向、定时可逆或模拟洗衣机运行等实验内容。圆盘的旋转速度可以通过改变调速电位器的位置进行微调，也可以将“高速”端子与 +5V 电源连接，进入高速旋转状态。当圆盘的缺口经过位置检测元件时，检测元件端子输出 24V 电压信号，利用该信号，可以对圆盘进行 8 个点的位置控制，完成圆盘定位、刀具库管理控制等实验内容。

直线控制实验区：

左右移动的滑块可以模拟运料小车、电梯轿箱，配合 4 个位置检测元件和 10 个按钮，能够完成运料车定位控制、自动往返控制、定位/定时往返控制、循环次数控制以及模拟 4 层电梯控制等实验内容。与圆盘类似，滑块的移动速度可以用调速电位器或“高速”端子进行调节。

1.4 应用基础实验板 TS2

应用基础实验板 TS2 如图 1-5 所示。

与 TS1 类似，实验前，必须接入 -5V 和 -24V 电源，否则，“输出元件”和“输入元件”不能正常工作。

实验区的 +5V 端子可以进行有选择的连接。例如：进行输料线实验时，将该实验区的 +5V 端子接通电源，料仓灯被点亮。

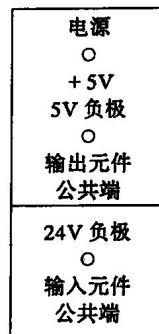


图 1-4

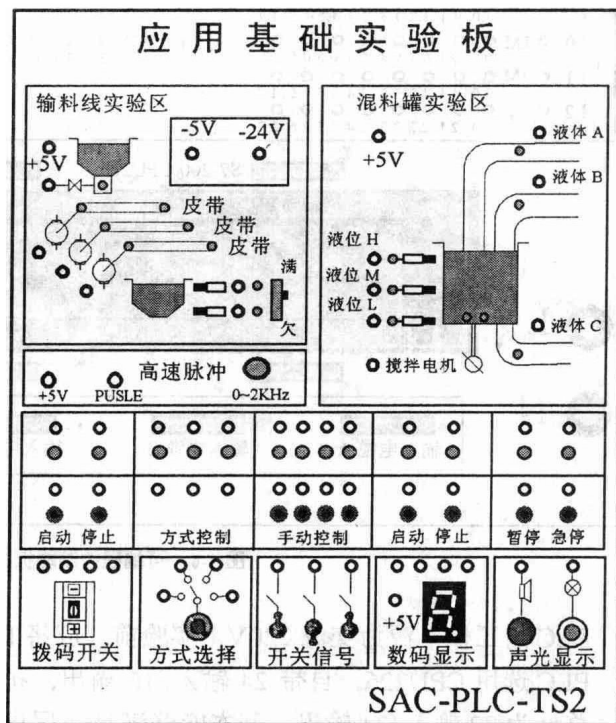


图 1-5 应用基础实验板 TS 外形图

输料线实验区：

使用该区，可以模拟三台皮带运输机和卸料阀顺序启动、停机的控制实验。也可以根据储料仓的料位状态（拨动料位开关选择料满或料欠），自动控制系统的运行状态。

混料罐实验区：

该区输出 3 个表示液位高、中、低的状态信号，可以控制两种液体的加入、搅拌或卸料，实现不同液体的定量配置、定时搅拌的实验内容。

高速脉冲：

调节旋钮位置，可以改变输出脉冲的频率，作为计数器的连续输入信号。

应用基础实验板 TS2 还配置了 13 个发光二极管、10 个按钮、各种拨动开关，供实验选用。“拨码开关”输出 8，4，2，1 编码，进行圆盘定位、刀具库管理控制等实验时，可以作为位置号或刀具编号的给定信号；带译码驱动的数码管也采用 8421 编码，可以显示圆盘位置号或刀具编号；报警灯、蜂鸣器可根据需要进行连接。

1.5 可编程控制器板

可编程控制器板 PLC 如图 1-6 所示。

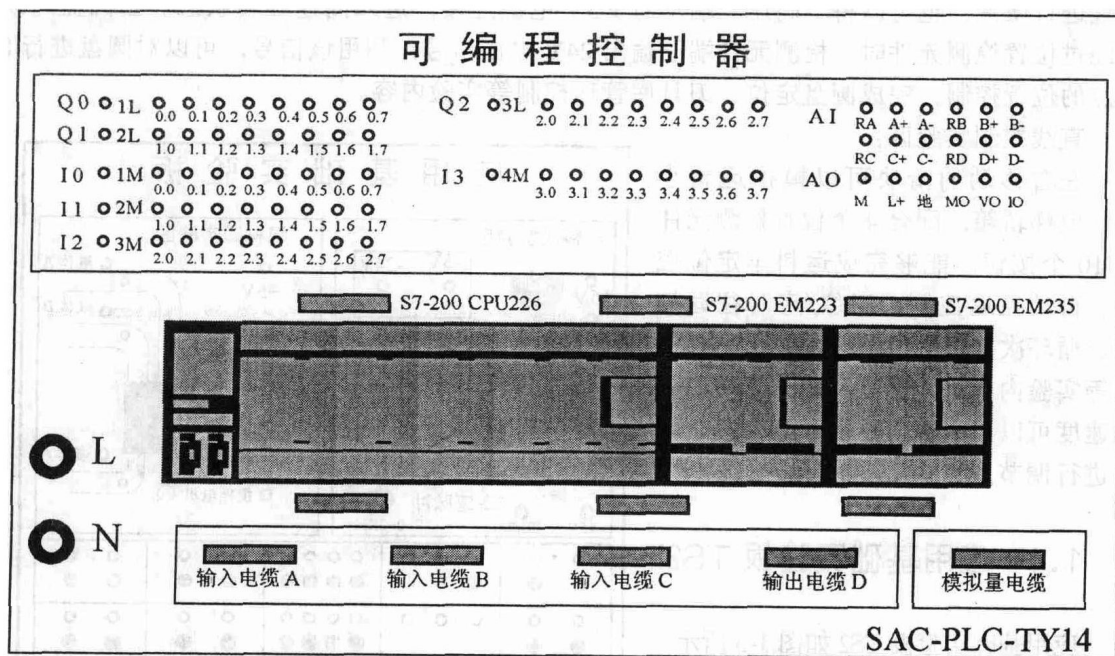


图 1-6 可编程控制器板 PLC 外形图

PLC 的工作电源为交流 220V，实验前，应将 L，N 端子与电源模板的端子对应连接。

PLC 选用 CPU226，自带 24 输入/16 输出，扩展的开关量模块 EM223 为 8 输入/8 输出，总计为 32 输入/24 输出，基本能够满足 4 层电梯模型的实验要求。对于电梯的特殊控制，需要改变端子连线才能完成。由于电梯控制的线较多，为了避免出错，可以使用电缆连接，4 组电缆的编号用 A，B，C，D 表示。

开关量的输出为开放式的无源端子，如图 1-7 所示，可以根据负载要求进行连接。24 个输出点被分为 3 组 (Q0, Q1, Q2)，每组 8 个继电器，它们的公共端用 L 表示 (1L, 2L, 3L)。应用基础实验板上的输出元件采用 5V 供电，所以应将 L 接到电源模板的 +5V 端，当 PLC 输出继电器闭合时，例如梯形图 Q0.0=1，端子“0.0”输出 5V 电压，可以点亮发光二极管。

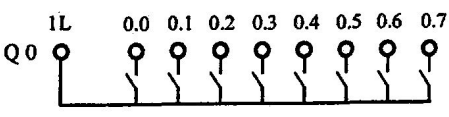


图 1-7 输出端子电路图

与输出端子类似，32 个输入端子被分为 4 组 (I0, I1, I2, I4)，每组 8 个，它们的公共端用 M 表示 (1M, 2M, 3M, 4M)。应用基础实验板上的输入元件的公共端已连到 24V 的负极，所以应将 M 接到电源模板的 24V 电源的正极。

EM235 具有 4 路模拟量输入/1 路模拟量输出。根据拨动开关的选择，输入信号可以使用不同量程的电压或电流，拨动开关的默认设定位置：SW1 = ON, SW2 = OFF, SW3 = OFF, SW4 = OFF, SW5 = OFF, SW6 = ON (拨动开关上扳为 ON)。此时，电压输入为 0~5V, A+, B+, C+, D+, 端子接输入电压的正极，A-, B-, C-, D-；端子接输入电压的负极。电流输入为 0~20mA, RA 与 A+ 短接，RB 与 B+ 短接，RC 与 C+ 短接，RD 与 D+ 短接；作为电流输入的正极，A-, B-, C-, D-；端子接输入电流的负极。

模拟量输出可以采用电流或电压形式。电流输出时，“IO”端子为电流的进入端，“MO”为电流的流出端。电压输出时，“VO”为电压的正端，“MO”为电压的负端。

1.6 应用基础实验板 TS3

应用基础实验板 TS3 如图 1-8 所示。

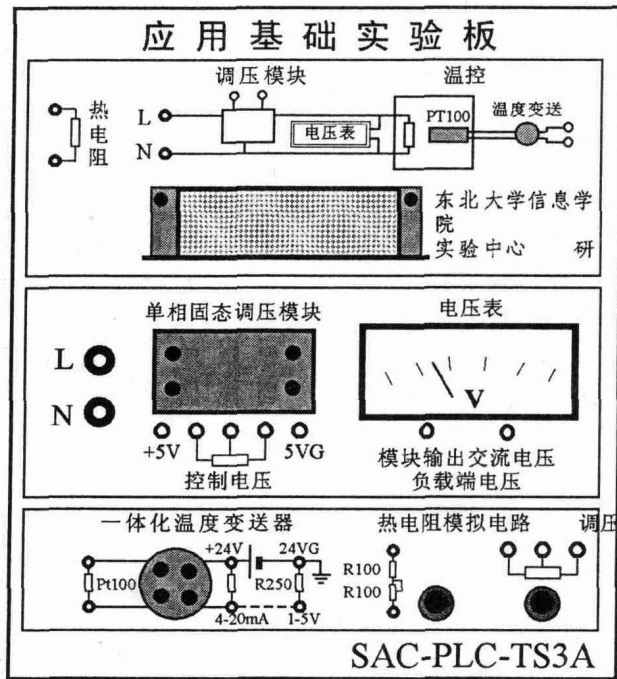


图 1-8 应用基础实验板 TS3 外形图

左上角的电源区有 3 个插座，分别为 5V 电源的正、负极和 24V 电源的负极。如图 1-5 所示。

实验板的直流电机驱动电路需要 5V 电源供电，所以在实验前，应按照标记与电源模板进行正确连接。“输出元件”是指受 PLC 输出点控制的元件，也就是实验板上的 LED 发光二极管、控制电机正反转的端子。当这些端子加上 +5V 电压时，发光管被点亮或者电机开始旋转。这些元件的负极都连到“输出元件公共端”。

“输入元件”是指送到 PLC 输入点的元件，即按钮开关、位置检测开关等。S7-200 的开关量输入电压为直流 24V，正负机型均可。本实验板采用 -24V，所以输入元件的公共端与 24V 的负极连接。例如，按下按钮，按钮的输出端子的电位由 0V 变到 -24V。

第2章 实验操作快速入门

可编程控制器的制造厂家很多,虽然均支持梯形图语言,但编程软件各有差异,为了尽快熟悉西门子 S7-200 使用的 STEP7-Micro/WIN32 编程软件的操作方法,本章采用图解方式说明上机步骤,通过电机单相控制的实验程序,介绍编程、调试、监控的具体操作,实验板端子的接线方法。学过其他机型 PLC 的人员,参考本章内容,也可以迅速掌握 STEP7-Micro/WIN32 编程软件和可编程实验台的具体操作技能。

2.1 硬件连接

可编程控制器使用一根编程电缆与计算机连接。编程电缆的两个插头有所区别,应仔细辨认。标有“PPI”字样的一端与 PLC 连接,CPU226 有两个插座,可任选其一。
标有“PC”字样的一端接到计算机的串口。

注意:应在 PLC 和计算机断电的情况下,连接编程电缆。

2.2 启动编程软件

连接好编程电缆后,可以闭合实验台上的空气开关,并启动计算机,启动结束,可以在计算机屏幕上找到 STEP7-Micro/WIN32 编程软件的启动图标,如图 2-1 所示。

用鼠标左键双击图标,进入图 2-2 所示的主界面。



图 2-1 软件图标

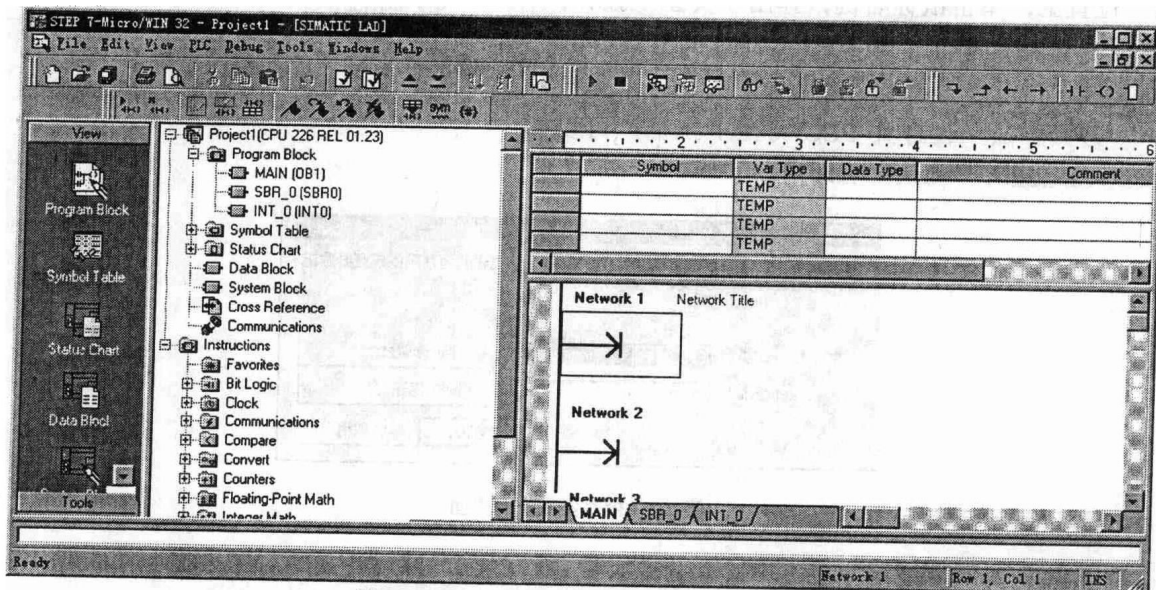


图 2-2 STEP7-Micro/WIN32 编程软件主界面

编程软件支持中文，中文界面如图 2-3 所示。

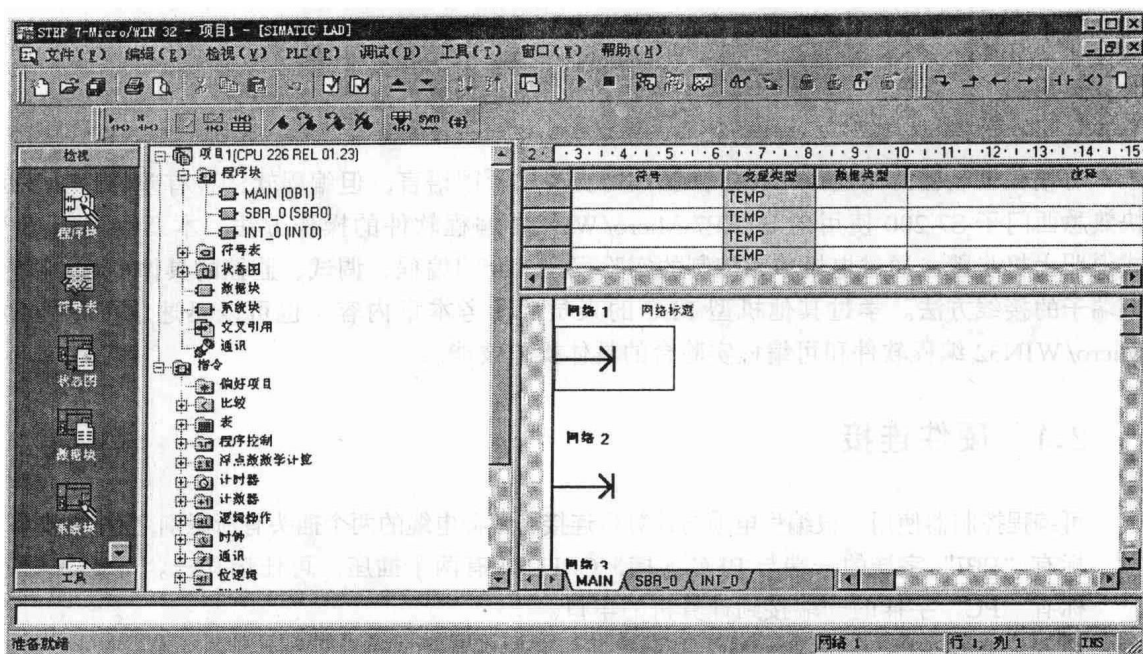


图 2-3 STEP7-Micro/WIN32 编程软件中文界面

2.3 选择 CPU 类型

实验台选用 S7-200 CPU226，要求与主界面显示的 PLC 类型一致。若不同，在图 2-4 “项目 1” 位置上，单击鼠标右键，弹出“类型”按钮，再用鼠标左键单击，出现图 2-5 的类型选择界面。

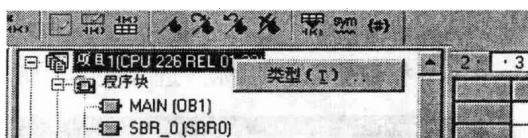


图 2-4 选择 PLC 类型

选择方法一：打开 PLC 类型下拉框，可以找到 CPU226，“确认”后即可。

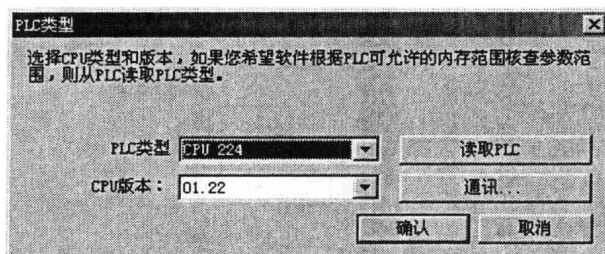


图 2-5 PLC 类型选择界面

选择方法二：单击“读取 PLC”按钮，由编程软件自动确认 CPU 的类型。如果 PLC 与计算机连接正确、通讯参数设置无误，PLC 类型会显示在图 2-6 的画面中。

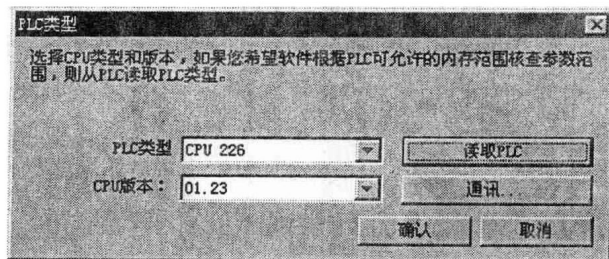


图 2-6 自动读取的 PLC 类型

若不能正常通讯, 会出现图 2-7 所示画面, 应重新检查串口地址号、参数设置是否正确或编程电缆是否完好。

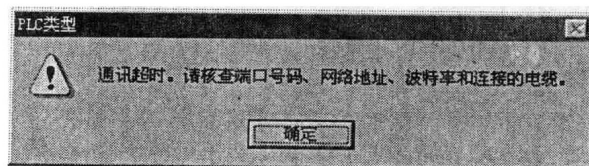


图 2-7 读取 PLC 类型的错误信息

2.4 检查通讯

当编程软件读取 PLC 类型出错, 首先检查通讯是否正常, 可以在图 2-5 画面上点击“通讯”按钮或主界面点击“通讯”选项, 进入图 2-8 所示的通讯测试画面。

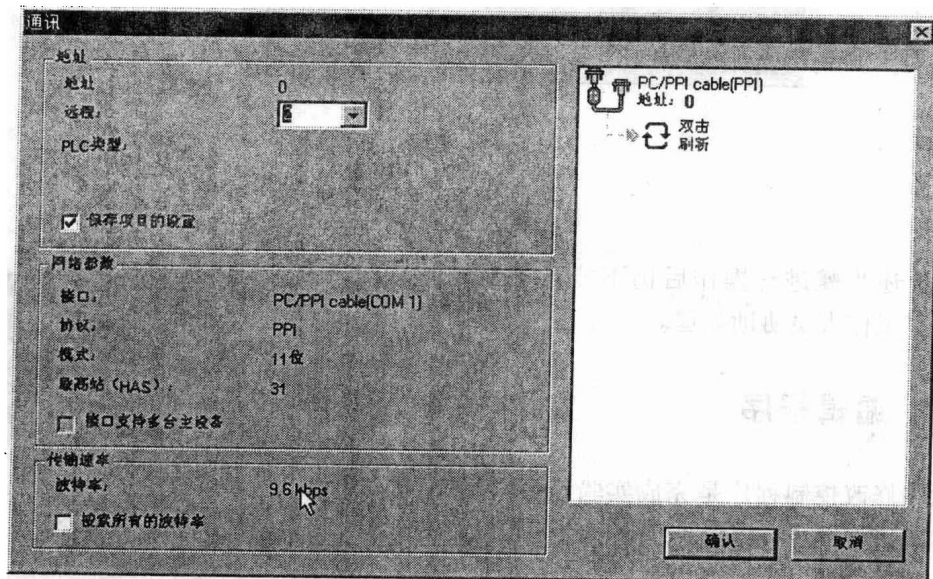


图 2-8 通讯测试画面

用鼠标在“双击刷新”位置上双击左键, 执行刷新操作, 若通讯正常, 出现图 2-9 画面, 显示 PLC 类型和地址。如果通讯失败, 则出现图 2-10 画面。这时应检查计算机的串口

地址设置是否正确。用鼠标在“PC/PPI cable (PPI)”位置上双击左键，显示图 2-11 的参数设置画面，单击“Properties”按钮，进入图 2-12 所示的串口选择画面，检查串口地址是否正确。

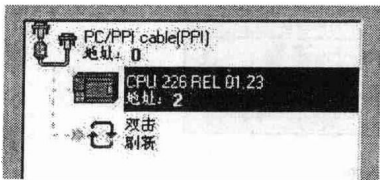


图 2-9 通讯错误画面

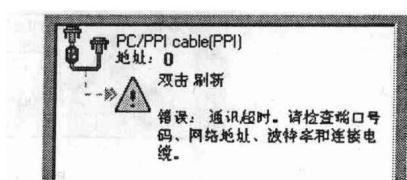


图 2-10 通讯错误画面

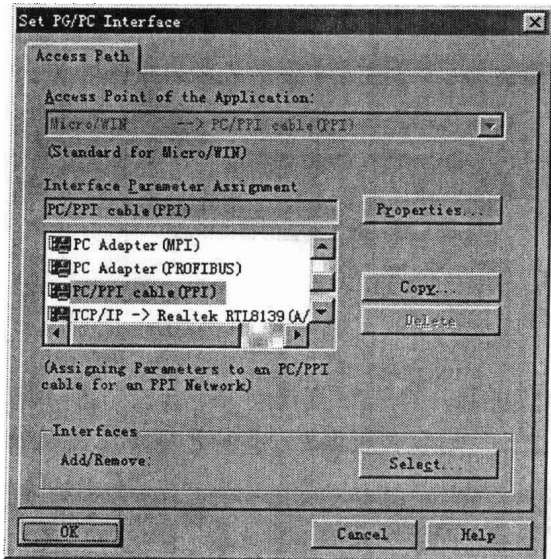


图 2-11 参数设置画面

按照上述步骤进行操作后仍不能正常连机的，可请实验室工作人员协助处理。

2.5 编辑程序

编辑和修改控制程序是完成实验任务最基本的工作，本节以电机启动/停止控制为例，简单介绍梯形图的编辑方法。

实现电机启动/停止控制，需要 3 个输入点和 1 个输出点。I/O 分配表为：

启动按钮：I 0.0

停机按钮：I 0.1

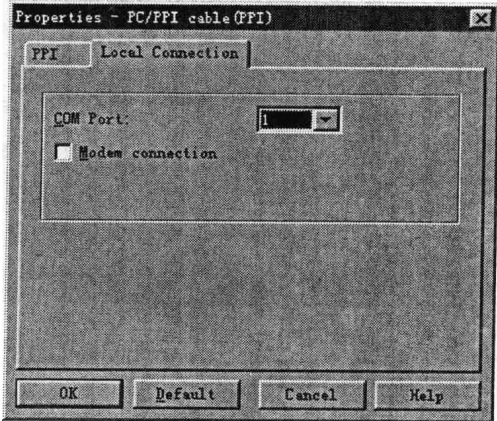


图 2-12 计算机串口地址选择