



普通高等教育“十二五”创新型规划教材

PLC控制系统设计、 安装与调试

(第2版)

PLC KONGZHI XITONG SHEJI, ANZHUANG YU TIAOSHI



主编 陶权 韦瑞录

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

普通高等教育“十二五”创新型规划教材

PLC 控制系统 设计、安装与调试

(第2版)

主 编 陶 权 韦瑞录

副主编 吴尚庆 施 华

黄金娥 王志希

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书以西门子 S7-200 PLC 为例,按照项目引导,任务驱动教学方法编写,内容包括 5 个模块:电动机的 PLC 控制系统设计、安装与调试;灯光系统的 PLC 控制系统设计、安装与调试;机电一体化设备的 PLC 控制系统设计、安装与调试;恒压供水系统的设计、安装与调试;PLC 的通信及网络设计、安装与调试。

本书把 PLC 应用技术的基本知识及 PLC 控制系统设计、安装与调试的基本技能项目化和任务化,将知识点和技能点分解到 5 个模块 15 个工作任务中,力争通过一系列项目的学习与训练,使学生逐步掌握 S7-200 PLC 控制系统的设计、安装与调试。

本书可作为高等学校电气自动化等相关专业的 PLC 理论实践一体化教材,也可供从事 PLC 应用系统设计、调试和维护的工程技术人员自学或培训使用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

PLC 控制系统设计、安装与调试/陶权,韦瑞录主编. —2 版. —北京:北京理工大学出版社,2011.7

ISBN 978-7-5640-4932-4

I. ①P… II. ①陶… ②韦… III. ①可编程序控制器-控制系统-高等学校-教材 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 160967 号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/三河市文通印刷包装有限公司

开 本/710 毫米×1000 毫米 1/16

印 张/17.25

字 数/323 千字

版 次/2011 年 7 月第 2 版 2011 年 7 月第 1 次印刷

印 数/1~1500 册

定 价/39.00 元

责任校对/陈玉梅

责任印制/王美丽

图书出现印装质量问题,本社负责调换

可编程序控制器（PLC）是以微处理器为基础，综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术而发展起来的一种新型、通用工业自动控制装置。它具有各种工业自动化控制所必需的高可靠性、配置可扩展的灵活性等特点，且具有易于编程、使用维护方便等优点。可编程序控制器在工业自动化控制的各个领域得到广泛应用，代表着控制技术的发展方向，被业界称为现代工业自动化的三大支柱之一。

德国西门子 S7-200 系列的 PLC 是西门子 PLC 的主流产品，其功能强、性价比高，应用范围广泛，在国内具有较高的市场占有率。它为自动化控制应用提供了安全可靠和比较完善的解决方案，深受国内用户的欢迎，特别适合于当前工业企业对自动化的需要。

本书以西门子 S7-200 为样机，以工作过程为导向，按项目对教材内容进行序化，以基于工作过程的思想组织和编写。

与当前同类教材相比，本教材具有以下特点：

（1）通过走访企业、行业，组织专家、工人座谈会，充分了解企业对于本课程的知识 and 技能要求，根据对相关工作岗位典型工作任务的分析，参照“维修电工国家职业标准”的相关内容，确定了学习领域和学习情境。每一个任务通过任务引入、任务分析、知识链接、任务实施、扩展知识、拓展技能、思考与练习等环节展开知识的学习和技能的训练。

（2）把 PLC 应用技术的基本知识及 PLC 控制系统设计、安装与调试的基本技能项目化和任务化，将知识点和技能点分解到 5 个模块 15 个工作任务中，将学生的职业素质和职业道德培养落实在每个教学环节中，以“PLC 的技术应用”为核心，本着实践—认识—再实践—再认识—拓展提高的顺序，采用教、学、做一体化现场教学模式，使学生在做中学，在学中做，做学结合，使学生在完成任务的过程中，掌握 PLC 应用技术的基本知识，训练 PLC 应用技术的基本技能，培养学生的职业素质能力。

（3）在大部分的工作任务后又设置了一个技能训练项目，只给出控制要求，工作方案由学生自己设计，将技能训练效果进行记录，并量化考核，使学生完成搜集资讯、计划、决策、实施、检查、评价一个完整的工作过程。

本书由陶权、韦瑞录任主编，吴尚庆、施华、黄金娥、王志希任副主编。参加本书编写的还有梁洪方、宋瑞娟、贾雪涛。其中模块一由施华、黄金娥编写，模块二由王志希、贾雪涛编写，模块三由吴尚庆、梁洪方编写，模块四由韦瑞录、宋瑞娟编写，模块五和书中习题部分由陶权编写。全书由陶权、韦瑞录统稿。

本书在编写过程中，参考了有关资料和文献，在此向相关的作者表示衷心的感谢。由于编者水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

模块一 电动机的 PLC 控制系统设计、安装与调试	1
工作任务 1 电动机单向启动、停止的 PLC 控制	1
工作任务 2 电动机正反转的 PLC 控制	20
工作任务 3 电动机 Y/Δ 降压启动的 PLC 控制	37
工作任务 4 电动机带动传送带的 PLC 控制	49
工作任务 5 送料小车的 PLC 控制	59
思考练习题	67
模块二 灯光系统的 PLC 控制系统设计、安装与调试	70
工作任务 1 彩灯的 PLC 控制	70
工作任务 2 十字路口交通灯的 PLC 控制	83
工作任务 3 抢答器的 PLC 控制	100
思考练习题	110
模块三 机电一体化设备的 PLC 控制系统设计、安装与调试	113
工作任务 1 机械手的 PLC 控制	113
工作任务 2 机电一体化分拣系统的 PLC 控制	125
思考练习题	143
模块四 恒压供水系统的设计、安装与调试	145
工作任务 1 PLC 的数值运算	145
工作任务 2 基于 PLC 和变频器的恒压供水系统	162
思考练习题	190
模块五 PLC 的通信及网络设计、安装与调试	193
工作任务 1 两台 PLC 的主从通信	193
工作任务 2 S7-200 通信模块的使用	213
工作任务 3 基于端子控制的 PLC 和变频器的应用	227

工作任务4 基于USS协议的PLC与变频器的通信.....	234
工作任务5 基于PLC、触摸屏、变频器的综合应用.....	248
思考练习题	265
参考文献	267

模块一

电动机的 PLC 控制系统设计、 安装与调试

工作任务1 电动机单向启动、停止的 PLC 控制



教学导航

能力目标

- ① 学会 I/O 口分配表的设置;
- ② 掌握绘制 PLC 硬件接线图的方法并能正确接线;
- ③ 学会编程软件的基本操作,掌握用户程序的输入和编辑方法。

知识目标

- ① 理解输入/输出指令、与指令、或指令的含义;
- ② 熟悉基本指令的应用;
- ③ 了解 PLC 控制系统的设计方法。

知识分布网络

基本指令

LD/LDN

A/AN

O/ON

=

ALD/OLD

堆栈指令

立即指令



任务导入

在广泛使用的生产机械中,一般都是由电动机拖动的,也就是说,生产机械的各种动作都是通过电动机的各种运动来实现的。因此,控制电动机就间接地实现了对生产机械的控制。

生产机械在正常生产时,需要连续运行,但是在试车或进行调整工作时,往

往需要点动控制来实现短时运行。

电动机单向启动、停止控制线路如图 1-1 所示,它能实现电动机直接启动和自由停车的控制功能。

在图 1-1 (a) 中,刀开关 QS 起接通电源和隔离电源的作用,熔断器 FU1 对主电路起短路保护作用,接触器 KM 的主触点控制电动机的启动、运行和停车。在图 1-1 (b) 中,熔断器 FU2 对电路起短路保护作用,SB2 为启动按钮,SB1 为停止按钮,热继电器 FR 用作电动机的过载保护。可用 PLC 指令对上述电路的控制电路进行改造,而主电路保持不变。

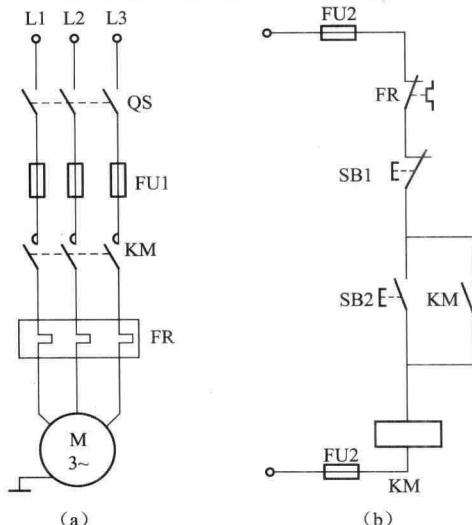


图 1-1 电动机单向启动、停止控制线路

(a) 主电路; (b) 控制电路



任务分析

在控制电路中,热继电器常闭触点、停止按钮、启动按钮属于控制信号,应作为 PLC 的输入量分配接线端子;而接触器线圈属于被控对象,应作为 PLC 的输出量分配接线端子。对于 PLC 的输出端子来说,允许额定电压为 220 V,因此需要将原线路图中接触器的线圈电压由 380 V 改为 220 V,以适应 PLC 输出端子的需要。

对于线路图中的触点串并联接线,应根据逻辑关系采用 PLC 的基本位逻辑指令进行程序设计。本课题主要应用 A、AN、O、ON 指令。



知识链接

S7-200 PLC 基本逻辑指令是 PLC 中最基本、最常见的指令,是构成梯形图及语句表的基本成分。基本逻辑指令是指构成基本逻辑运算功能的指令集合,包括基本位操作、置位/复位、边沿脉冲、定时、计数、比较等逻辑指令。

一、基本位操作指令

1. 构成梯形图的基本元素

在 PLC 的梯形图中, 触点和线圈是构成梯形图的最基本元素, 触点是线圈的工作条件, 线圈的动作是触点运算的结果。由触点或线圈符号和直接位地址两部分组成, 含有直接位地址的指令又称为位操作指令。基本位操作指令操作数的寻址范围是: I、Q、M、SM、T、C、V、S、L。

2. 梯形图中触点和线圈的状态说明

① 触点代表 CPU 对存储器的读操作, 动合触点和存储器的位状态一致, 而动断触点和存储器的位状态相反, 且用户程序中同一触点可使用无数次。

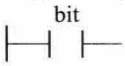
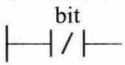
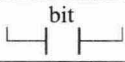
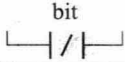
例如: 存储器 I0.0 的状态为 1, 则对应的动合触点 I0.0 接通, 表示能流可以通过; 而对应的动断触点 I0.0 断开, 表示能流不能通过。存储器 I0.0 的状态为 0, 则对应的动合触点 I0.0 断开, 表示能流不能通过; 而对应的动断触点 I0.0 接通, 表示能流可以通过。

② 线圈代表 CPU 对存储器的写操作, 若线圈左侧的逻辑运算结果为“1”, 则表示能流能够达到线圈, CPU 将该线圈所对应的存储器的位置位为“1”; 若线圈左侧的逻辑运算结果为“0”, 则表示能流不能够达到线圈, CPU 将该线圈所对应的存储器的位写入“0”用户程序中, 且同一线圈只能使用一次。

3. 基本位操作指令的格式和功能

基本位操作指令的格式和功能如表 1-1 所列。

表 1-1 基本位操作指令的格式和功能表

指令名称		格 式		功 能
		LAD	STL	
输入/输出 指令	取指令		LD bit	用于与母线连接的动合触点
	取反指令		LDN bit	用于与母线连接的动断触点
	输出指令		= bit	线圈驱动指令
触点串联 指令	与指令		A bit	用于单个动合触点的串联连接
	与反指令		AN bit	用于单个动断触点的串联连接
触点并联 指令	或指令		O bit	用于单个动合触点的并联连接
	或反指令		ON bit	用于单个动断触点的并联连接

续表

指令名称		格 式		功 能
		LAD	STL	
电路块的 连接指令	与块 指令	ALD		用于并联电路块的串联连接
	或块 指令	OLD		用于串联电路块的并联连接

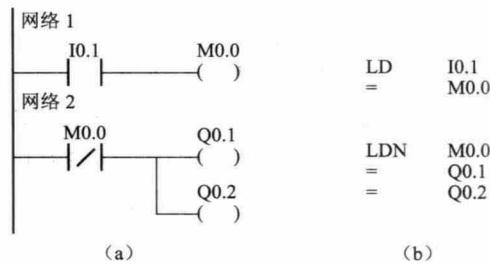


图 1-2 输入/输出指令的应用举例
(a) 梯形图; (b) 语句表

【例 1-1】输入/输出指令的应用举例如图 1-2 所示。

4. 输入/输出指令的使用说明

① LD、LDN 和=指令的操作数均可以是: Q、M、SM、T、C、V、S、L, 此外, LD、LDN 的操作数还可以是输入映像继电器 I。

② LD、LDN 指令用于与输入母线相连的触点,也可用于指令块的开头

与 OLD、ALD 指令配合使用。

③ 在同一程序中不能使用双线圈,即同一个元件在同一个程序中只能使用一次=指令,且=指令必须放在梯形图的最右端。=指令可以并联使用任意次,但不能串联使用。

【例 1-2】触点串联与触点并联指令的应用举例如图 1-3 所示。

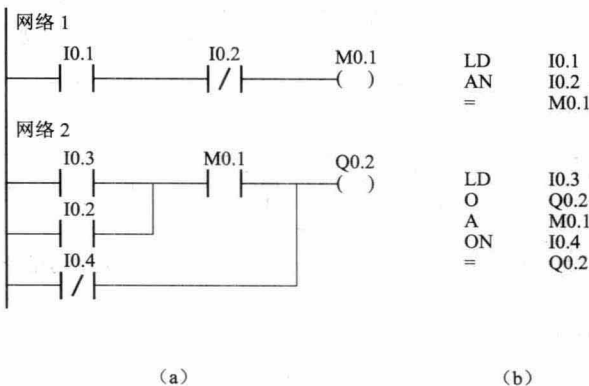


图 1-3 触点串联与触点并联指令的应用举例
(a) 梯形图; (b) 语句表

5. 触点串联与触点并联指令的使用说明

① A、AN、O、ON 的操作数: I、Q、M、SM、T、C、V、S、L。

② A、AN 是单个触点串联连接指令，可连续使用。

③ O、ON 是单个触点并联指令，可连续使用。

6. 与块指令和或块指令的使用说明

① ALD、OLD 指令无操作数。

② 在块电路开始时要使用 LD 或 LDN。

③ 电路块串联结束时使用 ALD，电路块并联结束时使用 OLD。

④ ALD、OLD 指令可根据块电路情况多次使用。

【例 1-3】与块指令和或块指令的应用举例如图 1-4 所示。

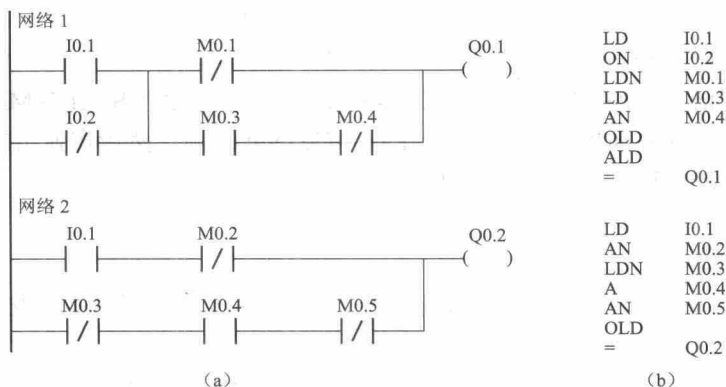


图 1-4 与块指令和或块指令的应用举例

(a) 梯形图; (b) 语句表

二、STEP7-Micro/WIN32 编程软件的使用

STEP7-Micro/WIN32 编程软件是基于 Windows 的应用软件，它是西门子公司专门为 S7-200 系列可编程控制器而设计开发的，是 PLC 用户不可缺少的开发工具。目前，STEP7-Micro/WIN32 编程软件已经升级到了 4.0 版本，本书将以该版本的中文版为编程环境进行介绍。

1. 硬件连接

为了实现 PLC 与计算机之间的通信，西门子公司为用户提供了两种硬件连接方式：一种是通过 PC/PPI 电缆直接连接，另一种是通过带有 MPI 电缆的通信处理器连接。

典型的单主机与 PLC 直接连接如图 1-5 所示，它不需要其他的硬件设备，方法是把 PC/PPI 电缆的 PC 端连接到计算机的 RS-232 通信口（一般是 COM1），而把 PC/PPI 电缆的 PPI 端连接到 PLC 的 RS-485 通信口即可。

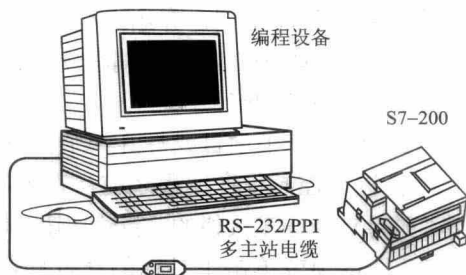


图 1-5 典型的单主机与 PLC 直接连接

2. 软件的安装

(1) 系统要求

STEP7-Micro/WIN32 软件安装包是基于 Windows 的应用软件, 4.0 版本的软件安装与运行需要 Windows2000/SP3 或 WindowsXP 的操作系统。

(2) 软件安装

STEP7-Micro/WIN32 软件的安装方法很简单, 将光盘插入光盘驱动器, 系统就会自动进入安装向导 (或在光盘目录里双击 Setup, 则进入安装向导), 按照安装向导完成软件的安装。软件程序安装路径可使用默认子目录, 也可以使用单击“浏览”按钮弹出的对话框中的任意选择或新建一个子目录。

首次运行 STEP7-Micro/WIN32 软件时, 系统默认语言为英语, 但可根据需要修改编程语言。如将英语改为中文, 其具体操作如下: 运行 STEP7-Micro/WIN32 编程软件, 在主界面单击 Tools→Options→General 选项, 然后在弹出的对话框中选择 Chinese 即可将 English 改为中文。

3. STEP7-Micro/WIN32 软件的窗口组件

(1) 基本功能

STEP7-Micro/WIN32 的基本功能是协助用户完成应用程序的开发, 同时它具有设置 PLC 参数、加密和运行监视等功能。

编程软件在联机工作方式 (PLC 与计算机相连) 时可以实现用户程序的输入、编辑、上载运行、下载运行、通信测试及实时监控等功能。在离线条件下, 也可以实现用户程序的输入、编辑、编译等功能。

(2) 主界面

启动 STEP7-Micro/WIN32 编程软件, 其主要界面外观如图 1-6 所示。

主界面一般可分为以下 6 个区域: 菜单栏 (包含 8 个主菜单项)、工具栏 (快捷按钮)、浏览栏 (快捷操作窗口)、指令树 (快捷操作窗口)、输出窗口和用户窗口 (可同时或分别打开图中的 5 个用户窗口)。除菜单栏外, 用户可根据需要决定其他窗口的取舍和样式的设置。

4. 编程软件的使用

STEP7-Micro/WIN4.0 编程软件具有编程和程序调试等多种功能, 下面通过一个简单的程序示例, 介绍编程软件的基本使用。

STEP7-Micro/WIN4.0 编程软件的基本使用示例如图 1-7 所示。

(1) 编程的准备

① 创建一个项目或打开一个已有的项目。

在进行控制程序编程之前, 首先应创建一个项目。单击菜单“文件”→“新建”选项或单击工具栏的  新建按钮, 可以生成一个新的项目。单击菜单“文件”→“打开”选项或单击工具栏的  打开按钮, 可以打开已有的项目。项目以扩展名为 .mwp 的文件格式保存。



图 1-6 STEP7-Micro/WIN32 编程软件的主界面

② 设置与读取 PLC 的型号。

在对 PLC 编程之前,应正确地设置其型号,以防创建程序时发生编辑错误。如果指定了型号,指令树用红色标记“×”表示对当前选择的 PLC 为无效指令。设置与读取 PLC 的型号可以有两种方法:

方法一:单击菜单“PLC”→“类型”选项,在弹出的对话框中,可以选择 PLC 型号和 CPU 版本,如图 1-8 所示。

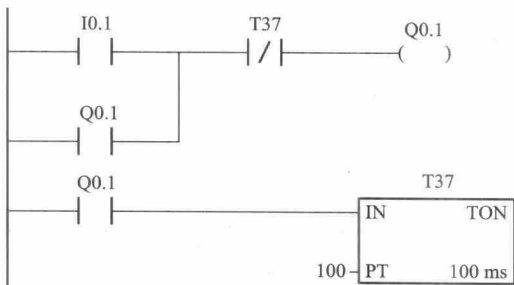


图 1-7 编程软件使用示例的梯形图

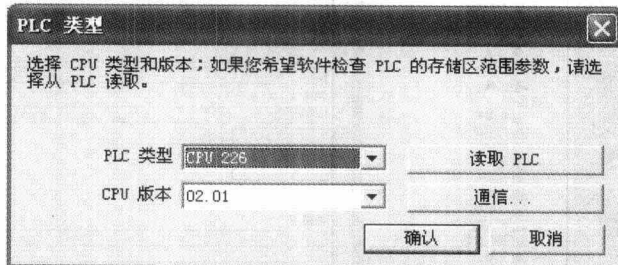


图 1-8 设置 PLC 的型号

方法二：双击指令树的“项目1”，然后双击 PLC 型号和 CPU 版本选项，在弹出的对话框中进行设置即可。如果已经成功地建立通信连接，那么单击对话框中的“读取 PLC”按钮，便可以通过通信读出 PLC 的信号与硬件版本号。

③ 选择编程语言和指令集。

S7-200 系列 PLC 支持的指令集有 SIMATIC 和 IEC1131-3 两种。SIMATIC 编程模式选择，可以单击菜单“工具”→“选项”→“常规”→SIMATIC 选项来确定。

编程软件可实现 3 种编程语言（编程器）之间的任意切换，单击菜单“查看”→“梯形图”或 STL 或 FBD 选项便可进入相应的编程环境。

④ 确定程序的结构。

简单的数字量控制程序一般只有主程序，而系统较大、功能复杂的程序除了主程序外，还可能有子程序、中断程序。编程时可以单击编辑窗口下方的选项来实现切换以完成不同程序结构的程序编辑。

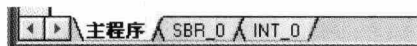


图 1-9 用户程序结构选择编辑窗口

用户程序结构选择编辑窗口如图 1-9 所示。

主程序在每个扫描周期内均被顺序执行一次。子程序的指令放在独立的程序块中，仅在被程序调用时才执行。中断程序的指令也放在独立的程序块中，用来处理预先规定的中断事件，在中断事件发生时操作系统调用中断程序。

(2) 梯形图的编辑

在梯形图编辑窗口中，梯形图程序被划分成若干个网络，且一个网络中只能有一个独立的电路块。如果一个网络中有两个独立的电路块，那么在编译时输出窗口将显示“1 个错误”，待错误修正后方可继续。当然，也可以对网络中的程序或者某个编程元件进行编辑，执行删除、复制或粘贴操作。

① 首先打开 STEP7-Micro/WIN4.0 编程软件，进入主界面，如图 1-10 所示。

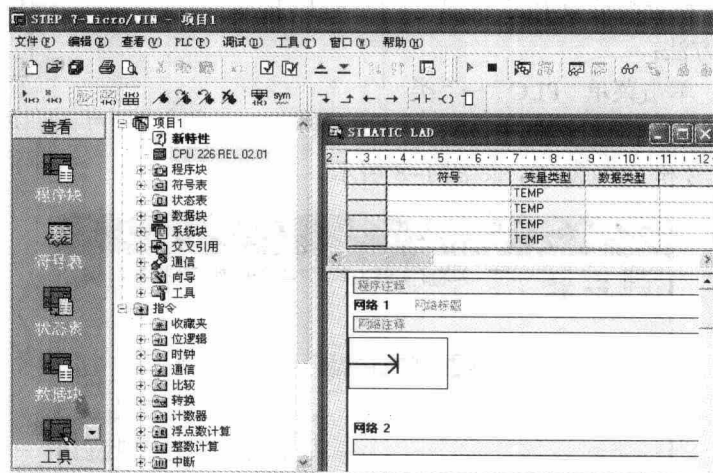


图 1-10 STEP7-Micro/WIN4.0 编程软件主界面

② 单击浏览栏的“程序块”按钮，进入梯形图编辑窗口。

③ 在编辑窗口中，把光标定位到将要输入编程元件的地方。

④ 可直接在指令工具栏中单击常开触点按钮，选取触点如图 1-11 所示。



图 1-11 选取触点

在弹出的位逻辑指令中单击 $\overline{1}$ 图标选项，选择常开触点，如图 1-12 所示。输入

的常开触点符号会自动写入光标所在位置。输入常开触点如图 1-13 所示。也可以在指令树中双击位逻辑选项，然后双击常开触点输入。

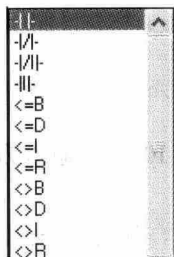


图 1-12 选择常开触点

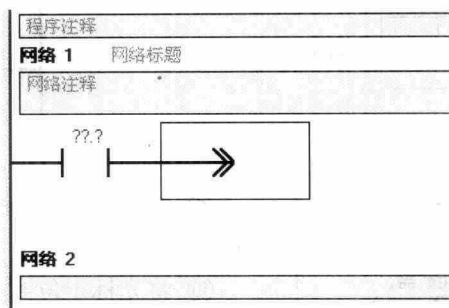


图 1-13 输入常开触点

⑤ 在 ? ? ? 中输入操作数 I0.1，如图 1-14 所示，然后光标自动移到下一列。

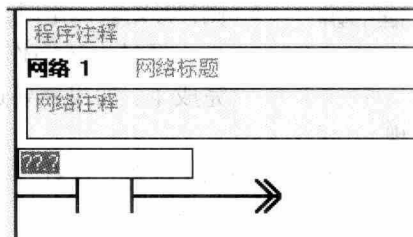
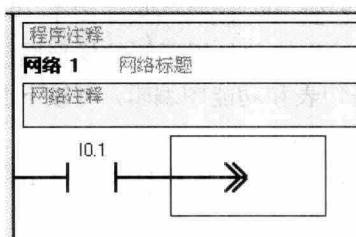


图 1-14 输入操作数 I0.1

⑥ 用同样的方法在光标位置输入 $\overline{1}$ 和 $\overline{1}$ ，并填写对应地址。T37 和 Q0.1 的编辑结果如图 1-15 所示。

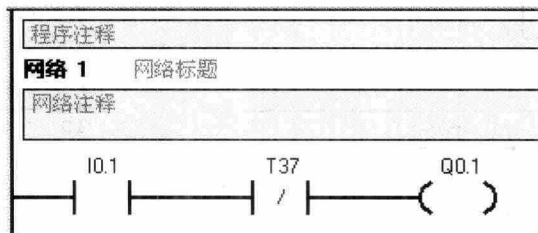


图 1-15 T37 和 Q0.1 编辑结果

⑦ 将光标定位到 I0.1 下方, 按照 I0.1 的输入办法输入 Q0.1, 编辑结果如图 1-16 所示。

⑧ 将光标移到要合并的触点处, 单击指令工具栏中的向上连线按钮 , 将 Q0.0 和 I0.0 并联连接, 如图 1-17 所示。

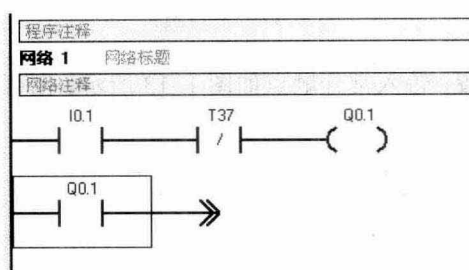


图 1-16 Q0.1 的编辑结果

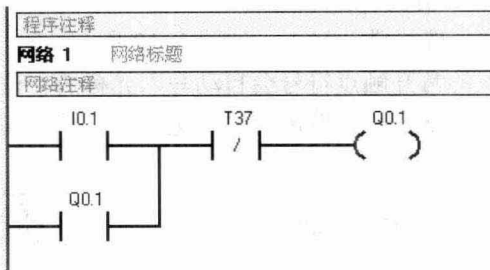


图 1-17 Q0.0 和 I0.0 并联连接



图 1-18 选择定时器

⑨ 将光标定位到网络 2, 按照 I0.1 的输入方法编写 Q0.1。

⑩ 将光标定位到定时器输入位置, 双击指令树的“定时器”选项, 然后在展开的选项中双击接通延时定时器图标 (如图 1-18 所示), 这时在光标位置即可输入接通延时定时器。

在定时器指令上面的“???”处输入定时器编号 T37, 在左侧“???”处输入定时器的预置值 100, 编辑结果如图 1-19 所示。

经过上述操作过程, 编程软件使用示例的梯形图就编辑完成了。如果需要进行语句表和功能图编辑, 可按下面的方法来实现。

语句表的编辑: 单击菜单“查看”→“STL”选项, 可以直接进行语句表的编辑。如图 1-20 所示。

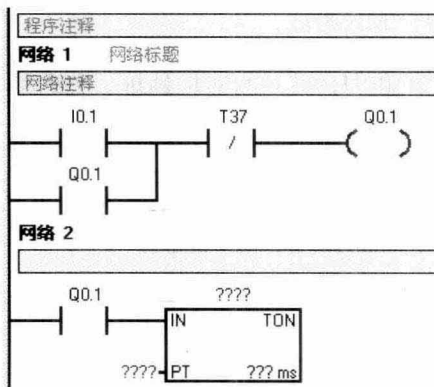


图 1-19 输入接通延时定时器

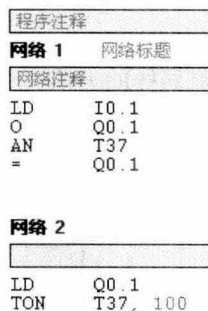


图 1-20 语句表的编辑