



电气自动化技能型人才实训系列

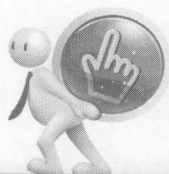
DIANQIZIDONGHUA
JINENGXINGRENCAI
SHIXUNXILIE

西门子S7-200系列PLC 应用技能实训

肖明耀 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn



电气自动化技能型人才实训系列

西门子S7-200系列PLC

应用技能实训

肖明耀 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

可编程控制器 (PLC) 技术是从事工业自动化、机电一体化技术人员应掌握的实用技术之一。本书采用以工作任务驱动为导向的项目训练模式, 通过任务驱动技能训练, 帮助读者快速掌握西门子 S7-200 系列 PLC 的基础知识, 提高西门子 S7-200 系列 PLC 的综合应用能力。全书包括 15 个项目, 分别是认识西门子 S7-200 系列可编程控制器、学会使用 STEP 7-Micro/WIN 编程软件、用 PLC 控制三相交流异步电动机、定时器控制及其应用、计数器控制及其应用、步进顺序控制、交通灯控制、彩灯控制、电梯控制、机床控制、机械手控制、步进电动机控制、自动生产线控制、远程通信控制、模拟量控制, 每个项目设有 1 个或 2 个训练任务。

本书贴近教学实际, 可作为电气类、机电一体化高级技能型人才的培训教材, 也可作为大专院校、高等职业技术学院、技工学校工业自动化、机电一体化及相关专业的参考用书, 还可作为工程技术人员、技术工人的参考学习资料。

图书在版编目(CIP)数据

西门子 S7-200 系列 PLC 应用技能实训/肖明耀编
著. —北京: 中国电力出版社, 2010. 6
(电气自动化技能型人才实训系列)
ISBN 978-7-5123-0310-2

I. ①西… II. ①肖… III. ①可编程序控制器
IV. ①TM571. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 064079 号

中国电力出版社出版、发行
(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)
北京市同江印刷厂印刷
各地新华书店经售

*

2010 年 7 月第一版 2010 年 7 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 16 印张 432 千字
印数 0001—3000 册 定价 32.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

《电气自动化技能型人才实训系列》作为电气类、机电一体化高技能型人才的培训教材，以培养学生实际综合动手能力为核心，采取以工作任务驱动为导向的项目训练模式，淡化理论、强化应用方法和技能的培养。本书为《电气自动化技能型人才实训系列》之一《西门子 S7-200 系列 PLC 应用技能实训》。

可编程控制器（PLC）是微电子技术、继电器控制技术和计算机及通信技术相结合的新型通用的自动控制装置。PLC 具有体积小、功能强、可靠性高、使用方便、易于编程控制、适于工业应用环境等一系列优点，因此广泛应用于各行业的控制系统中，如机械制造、电力、交通、轻工、食品加工等行业。PLC 既可用于旧设备改造，也可用于新产品开发，在机电一体化、工业自动化等方面应用极其广泛。

PLC 是从事机电一体化、工业自动化的技术人员应掌握的实用技术之一。本书采用以工作任务驱动为导向的项目训练模式，介绍工作任务所需的 PLC 基础知识和完成任务的方法，通过完成工作任务的实际技能训练提高 PLC 综合应用技巧和技能。

全书共 15 个项目，分别是认识西门子 S7-200 系列可编程控制器、学会使用 STEP 7-Micro/WIN 编程软件、用 PLC 控制三相交流异步电动机、定时器控制及其应用、计数器控制及其应用、步进顺序控制、交通灯控制、彩灯控制、电梯控制、机床控制、机械手控制、步进电动机控制、自动生产线控制、远程通信控制、模拟量控制，每个项目设有 1 个或 2 个训练任务。通过工作任务驱动技能训练，读者可快速掌握 PLC 的基础知识，以及 PLC 程序设计的方法与技巧。部分项目后还设有技能提高训练内容，以帮助读者全面提高 PLC 综合应用能力。

本书由肖明耀编著，在编写过程中，参考了相关图书和资料，在此向原作者表示衷心的感谢。

由于编写时间仓促，加上作者水平所限，书中难免存在错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

作者

2010 年 6 月

目 录

前言

项目一 认识西门子 S7-200 系列可编程控制器

- 任务 1 认识西门子 S7-200 系列可编程控制器的硬件 1
- 任务 2 认识西门子 S7-200 系列可编程控制器的软元件与编程语言 6

项目二 学会使用 STEP 7-Micro/WIN 编程软件

- 任务 3 应用 STEP 7-Micro/WIN 编程软件 13

项目三 用 PLC 控制三相交流异步电动机

- 任务 4 用 PLC 控制三相交流异步电动机的启动与停止 47
- 任务 5 三相交流异步电动机正、反转控制 64

项目四 定时器控制及其应用

- 任务 6 按时间顺序控制三相交流异步电动机 69
- 任务 7 三相交流异步电动机的星—三角 (Y— Δ) 降压启动控制 81

项目五 计数器控制及其应用

- 任务 8 工作台循环移动的计数控制 96

项目六 步进顺序控制

- 任务 9 用步进顺序控制方法实现星—三角 (Y— Δ) 降压启动控制 104
- 任务 10 简易机械手控制 110

项目七 交通灯控制

- 任务 11 定时控制交通灯 117
- 任务 12 步进、计数控制交通灯 120

项目八 彩灯控制

- 任务 13 简易彩灯控制 130
- 任务 14 花样彩灯控制 136

项目九 电梯控制

- 任务 15 三层电梯控制 140
- 任务 16 带旋转编码器的电梯控制 145

项目十 机床控制

任务 17	通用机床控制	155
任务 18	平面磨床控制	158

项目十一 机械手控制

任务 19	滑台移动机械手控制	167
任务 20	旋臂机械手控制	178

项目十二 步进电动机控制

任务 21	控制步进电动机	188
任务 22	步进电动机定位机械手控制	193

项目十三 自动生产线控制

任务 23	自动分拣生产线控制	205
任务 24	自动组装生产线控制	211

项目十四 远程通信控制

任务 25	PLC 与 PLC 的通信	227
任务 26	PLC 远程彩灯控制	234

项目十五 模拟量控制

任务 27	中央空调冷冻泵运行控制	239
-------	-------------------	-----

参考文献	250
------------	-----

项目一 认识西门子 S7-200 系列 可编程控制器



学习目标

- (1) 认识西门子 S7-200 系列可编程控制器硬件。
- (2) 认识西门子 S7-200 系列 PLC 的软元件。
- (3) 掌握西门子 S7-200 系列可编程控制器的安装过程和要求。

任务 1 认识西门子 S7-200 系列可编程控制器的硬件



基础知识

一、概述

(一) 可编程控制器

可编程控制器 (PLC) 是继电器控制技术、微电子技术、计算机技术及通信技术相结合制作的自动控制装置, 具有体积小、质量轻、能耗低、可靠性高、功能强、使用和维护方便等优点, 因此越来越广泛地应用于各行业自动控制系统中。

(二) 西门子 S7-200 系列可编程控制器

西门子 S7-200 系列可编程控制器是采用叠装式结构的小型 PLC, 具有指令丰富、功能强大、可靠性高、适应性好、结构紧凑、便于扩展、性价比高等优点。

S7-200 (CPU226) 系列可编程控制器的外形如图 1-1 所示, 其各部分作用如下:

(1) 通信端口: 用于 S7-200 系列可编程控制器与 PC 或手持编程器进行通信连接。

(2) 输入/输出端口: 各输入/输出点的通断状态用输入或输出状态 LED 显示, 外部接线接在可拆卸的插座型接线端子上。

(3) 工作模式开关: 拨开图 1-1 所示 S7-200 系列可编程控制器右边的小盖, 可以看到工作模式开关。S7-200 系列可编程控制器用三挡开关选择 RUN、TERM 和 STOP 三个工作状态, 其状态由状态 LED 显示。其中, SF 状态 LED 亮指示系统有故障。

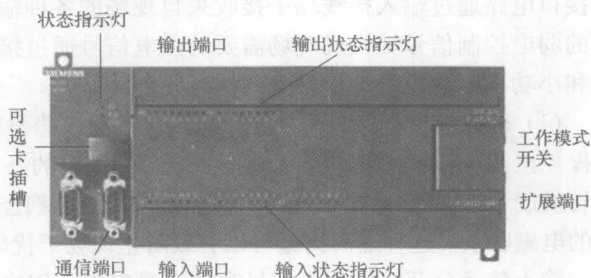


图 1-1 S7-200 系列可编程控制器外形

(4) 扩展端口: 拨开图 1-1 所示 S7-200 系列可编程控制器右边的小盖, 可以看到扩展端口。扩展端口用于连接 A/D 转换、D/A 转换、扩展输入、输出等特殊功能模块。

(5) 可选卡插槽: 可将选购的 EEPROM 卡或电池卡插入插槽内使用。

(三) S7-200 系列可编程控制器的组成

S7-200 系列可编程控制器由中央处理单元 (CPU)、存储器、输入/输出接口电路、电源电路等组成。

1. 中央处理单元 (CPU)

在可编程控制器中, CPU 是可编程控制器的核心, 它循环执行输入信号采集、执行用户程序、刷新系统输出等任务。CPU 的工作过程如下:

(1) 从存储器中读取指令: CPU 从地址总线上给出存储地址, 从控制总线上给出读命令, 从数据总线上得到读出的指令, 并存入 CPU 内的指令寄存器中。

(2) 执行指令: 对存放在指令寄存器中的指令操作码进行译码, 执行指令规定的操作。CPU 执行完一条指令后, 能根据条件产生下一条指令的地址, 以便取出和执行下一条指令, 在 CPU 的控制下, 程序的指令既可以顺序执行, 也可以分支或跳转。

(3) 处理中断: CPU 除执行顺序程序外, 还能接收输入接口、定时器、计数器等发来的中断请求, 并进行中断处理, 中断处理完成后, 再返回原址, 继续顺序执行。

2. 存储器

存储器是具有记忆功能的半导体电路, 用来存放系统程序、用户程序、逻辑变量和其他一些信息。PLC 内部的存储器有系统程序存储器和用户存储器两类。

(1) 系统程序存储器: 用于固化系统程序。系统程序是用来控制和完成 PLC 各种功能的程序, 如为用户提供的通信控制程序、监控程序、故障诊断程序、命令解释程序、模块化应用功能子程序及其他各种管理程序。

(2) 用户存储器: 包括用户程序存储器及用户数据存储器。用户程序存储器用来存放用户程序。用户程序是指使用者根据工程现场的生产过程和工艺要求编写的控制程序。用户数据存储器用来存放控制过程中需要不断改变的输入/输出信号、计数值、定时器当前值、运算的中间结果、各种工作状态等。用户存储器有 RAM、EPROM 和 EEPROM 三种类型。

3. 输入/输出接口电路

输入/输出接口电路的作用是通过接线端子将 PLC 与现场各种输入、输出设备连接起来。输入接口电路通过输入接线端子接收来自现场的各种输入信号; 输出接口电路将中央电路处理器送出的弱电控制信号转换成现场需要的强电信号通过接线端子输出, 以驱动电磁阀、接触器、信号灯和小功率电动机等被控设备的执行元件。

(1) 输入接口电路。输入接口电路包括输入端子和光耦合器等元器件。PLC 的各种控制信号, 如操控按钮、行程开关以及其他一些传感器输出的开关量等, 都需要通过输入接口电路将这些信号转换成 CPU 能够接收和处理的标准电信号。光耦合器使外部输入信号与 PLC 内部电路之间无直接的电磁联系, 这种隔离措施可以有效防止现场干扰串入 PLC, 提高了 PLC 的抗干扰能力。

输入信号分开关量、模拟量和数字量三类, 用户处理最多的是开关量。

(2) 输出接口电路。可编程控制器的输出方式有继电器输出、晶闸管输出和晶体管输出三种。输出接口电路包括输出驱动电路、输出继电器 (晶闸管或晶体管)、输出端子等。

继电器输出型是利用继电器线圈与输出触点, 将 PLC 内部电路与外部负载电路进行电气隔离; 晶闸管输出型是采用光控晶闸管, 将 PLC 的内部电路与外部负载电路进行电气隔离; 晶体管输出型是采用光耦合器将 PLC 内部电路与输出晶体管进行隔离。无论哪种隔离方式, 都能有

效地防止因外部电路故障而影响到 PLC 内部电路, 保证 PLC 的输出安全可靠。

4. S7-200 系列可编程控制器的电源电路

S7-200 系列可编程控制器的电源输出分为两部分, 5V 电源供 PLC 内部电路工作, 24V 电源用于向外提供电源, 以保证现场传感器、按钮输入等元器件的正常工作。与其他电子设备一样, 电源是非常重要的一部分, 它的性能将直接影响 PLC 的功能和可靠性。

目前, PLC 都采用开关电源, 性能稳定可靠。

二、可编程控制器的工作原理

目前, 工业控制设备中经常使用的 PLC 种类繁多, 但它们的工作原理是一致的, 都采用循环扫描的工作方式。PLC 的工作过程大体可分为 CPU 自诊断等内部处理、通信信息处理、输入刷新、执行程序、输出刷新五个阶段, 并进行周期性循环。PLC 的工作原理如图 1-2 所示。

(1) CPU 自诊断等内部处理阶段: CPU 检测主机硬件, 同时检测所有输入/输出 (I/O) 模块的状态, 进行系统初始化, 检测系统工作模式等。

(2) 通信信息处理阶段: CPU 自动检测来自各个通信口的通信信息, 并对通信信息进行自动处理。

(3) 输入刷新阶段: 以扫描方式按顺序从输入锁存器中读入所有输入端子的通断状态或输入数据, 并将其写入对应的输入状态映像寄存器中, 这一过程称为输入刷新。随后关闭输入端口, 进入程序执行阶段。在程序执行阶段, 即使输入端状态有变化, 输入映像寄存器中的状态也不会改变。

(4) 执行程序阶段: 从输入状态映像寄存器和元件状态寄存器中读入元件状态, 经过相应的运算处理后, 将结果再写入元件状态映像寄存器中。图 1-2 PLC 的工作原理因此, 对于每一个元件来说, 元件状态映像寄存器中所存的内容会随着程序的执行而改变。

(5) 输出刷新阶段: 当程序所有指令执行完毕, 输出状态映像寄存器的通断状态在 CPU 的控制下被一次集中送至输出锁存器中, 并通过一定输出方式输出, 推动外部相应执行元件工作, 这就是 PLC 的输出刷新。

经过 CPU 自诊断等内部处理、通信操作处理、输入刷新、执行程序、输出刷新这五个阶段, 完成一个扫描周期。这个过程以同一方式反复重复称为循环扫描工作方式。

三、S7-200 系列可编程控制器的配置

1. S7-200 系列可编程控制器 CPU 的性能比较

S7-200 系列可编程控制器包含多种 CPU, 性能比较见表 1-1。

表 1-1 S7-200 系列可编程控制器 CPU 的性能比较

指标 \ 型号	CPU221	CPU222	CPU224	CPU226
外形尺寸(mm)	90×80×62	90×80×62	120×80×62	190×80×62
程序存储器(字)	2048	2048	4096	4096
用户数据寄存器(字)	1024	1024	2560	2560
本机 I/O 端口数量	6 输入/4 输出	8 输入/6 输出	14 输入/10 输出	24 输入/16 输出
扩展模块数量	无	2 个	7 个	7 个
数字量 I/O 映像区	256(128 输入/128 输出)	256(128 输入/128 输出)	256(128 输入/128 输出)	256(128 输入/128 输出)
模拟量 I/O 映像区	无	16 输入/16 输出	32 输入/32 输出	32 输入/32 输出
指令执行时间(μs/指令)	0.37	0.37	0.37	0.37
I/O 映像寄存器	128I 和 128Q	128I 和 128Q	128I 和 128Q	128I 和 128Q
内部辅助继电器(个)	256	256	256	256



续表

指标 \ 型号	CPU221	CPU222	CPU224	CPU226
计数器/定时器(个)	256/256	256/256	256/256	256/256
字输入/字输出	无	16 输入/16 输出	32 输入/32 输出	32 输入/32 输出
顺控状态继电器	256	256	256	256
内置高速计数器	4H/W ^① (20kHz)	4H/W(20kHz)	6H/W(20kHz)	6H/W(20kHz)
脉冲输出	2(20kHz, DC)	2(20kHz, DC)	2(20kHz, DC)	2(20kHz, DC)
定时中断	2(1~255ms)	2(1~255ms)	2(1~255ms)	2(1~255ms)
通信口数量(个)	1(RS-485)	1(RS-485)	1(RS-485)	2(RS-485)

① H/W 表示硬件计数器。

2. 扩展模块

当 S7-200 系列 CPU 模块提供的本机输入/输出端不足时, 可通过增加扩展模块的方法提供附加的输入/输出端, 通过模拟量处理模块增加模拟量控制功能。

S7-200 系列 PLC 扩展模块的型号及功能见表 1-2。

表 1-2 S7-200 系列 PLC 扩展模块的型号及功能

序号	型号	功 能	消耗电流 (mA)
1	EM221 DI8×24V DC, 8 输入	数字量输入: 8 点	30
2	EM222 DO8×24V DC, 输出	数字量输出: 8 点, 晶体管输出型	50
3	EM222 DO8×继电器	数字量输出: 8 点, 继电器输出型	40
4	EM223 DI4/DO4×24V DC	输入: 4 点, 输出: 4 点, 晶体管输出型	40
5	EM223 DI4/DO4×继电器	输入: 4 点, 输出: 4 点, 继电器输出型	40
6	EM223 DI8/DO8×24V DC	输入: 8 点, 输出: 8 点, 晶体管输出型	80
7	EM223 DI8/DO8×继电器	输入: 8 点, 输出: 8 点, 继电器输出型	80
8	EM223 DI16/DO16×24V DC	输入: 16 点, 输出: 16 点, 晶体管输出型	160
9	EM223 DI16/DO16×继电器	输入: 16 点, 输出: 16 点, 继电器输出型	150
10	EM231 4AI×12 位	模拟量输入: 4 通道, 12 位	20
11	EM231 4AI×16 位	高速模拟量输入: 4 通道, 16 位	20
12	EM231 8AI×16 位	模拟量输入: 8 通道, 16 位	20
13	EM232 4AQ×12 位	模拟量输出: 4 通道, 12 位	20
14	EM235 4AI/1AQ×12 位	模拟量输入: 4 通道, 模拟量输出: 1 通道	30
15	EM277	连接 PROFIBUS-DP	150

3. S7-200 系列 PLC 最大配置

(1) 模块数量。

CPU221: 不能扩展;

CPU222: 最多扩展 2 个模块;

CPU224、CPU226: 最多扩展 7 个模块。

(2) 数字量映像寄存器大小。每个 CPU 允许的数字量是 128 个输入和 128 个输出。由于该逻辑空间按 8 点模块分配, 因此有些点无法被寻址。

(3) 模拟量映像寄存器。CPU222: 16 输入/16 输出;

CPU224、CPU226: 32 输入/32 输出。

(4) S7-200 系列 PLC 的 CPU22X 系列扩展能力见表 1-3。

表 1-3

S7-200 系列 PLC 的 CPU22X 系列扩展能力

型 号	扩展模块数量 (个)	最大扩展电流 (mA)
CPU221	无	0
CPU222	2	340
CPU224	7	660
CPU226	7	1000

4. S7-200 系列 PLC 的安装

(1) 可以利用安装孔直接把模块固定在衬板上, 或者利用 DIN 夹子把模块固定在标准的 DIN 导轨上。

(2) 每隔 75mm, 安装一个 DIN 导轨。

(3) 打开位于模块底部的 DIN 夹子, 将 CPU 模块背面嵌入 DIN 导轨。

(4) 合上 DIN 夹子, 仔细检查模块上的 DIN 夹子与 DIN 导轨是否紧密固定好。

5. S7-200 系列 PLC 扩展模块的安装

(1) 打开位于模块底部的 DIN 夹子, 紧靠 CPU 模块或扩展模块, 将需要扩展的模块背面嵌入 DIN 导轨。

(2) 合上 DIN 夹子, 仔细检查模块上的 DIN 夹子与 DIN 导轨是否紧密固定好。

(3) 保证正确的电缆方向, 把扩展模块电缆插到 CPU 模块前盖下的连接器上。



技能训练

一、训练目标

掌握西门子 S7-200 系列可编程控制器安装过程和要求。

二、训练内容与步骤

1. 西门子 S7-200 系列可编程控制器的安装

(1) 可以利用安装孔直接把模块固定在衬板上, 或者利用 DIN 夹子把模块固定在标准的 DIN 导轨上。

(2) 打开位于模块底部的 DIN 夹子, 将 CPU 模块背面嵌入 DIN 导轨。

(3) 合上 DIN 夹子, 仔细检查模块上的 DIN 夹子与 DIN 导轨是否紧密固定好。

2. S7-200 系列 PLC 扩展模块的安装

(1) 打开位于模块底部的 DIN 夹子, 紧靠 CPU 模块或扩展模块, 将需要扩展的模块背面嵌入 DIN 导轨。

(2) 合上 DIN 夹子, 仔细检查模块上的 DIN 夹子与 DIN 导轨是否紧密固定好。

(3) 保证正确的电缆方向, 把扩展模块电缆插到 CPU 模块前盖下的连接器上。

3. 交流安装接线

交流安装接线示意图如图 1-3 所示。

(1) 用一台断路器将电源与 CPU、所有输入电路和输出电路隔离。

(2) 用一台过电流保护设备保护 CPU 的安全, 也可以为每个输出点加装一个熔断器进行保护。

(3) 将所有接地端子与最近的接地点相连接, 以便提高抗干扰能力。

(4) 本机单元的传感器电源可用于本机单元的输入, 将传感器供电的 M 端接到地上可获得最佳的噪声抑制效果。

4. 直流安装接线

直流安装接线示意图如图 1-4 所示。

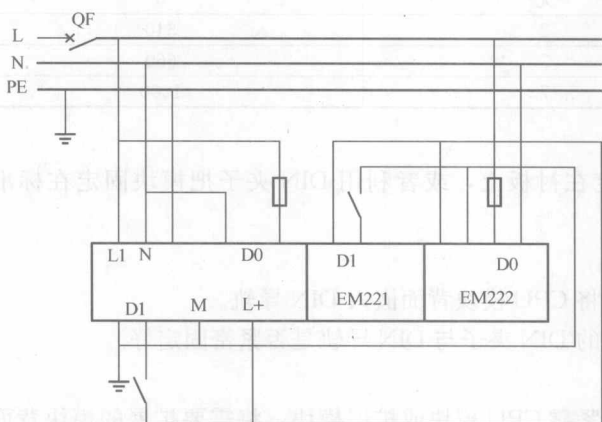


图 1-3 交流安装接线示意图

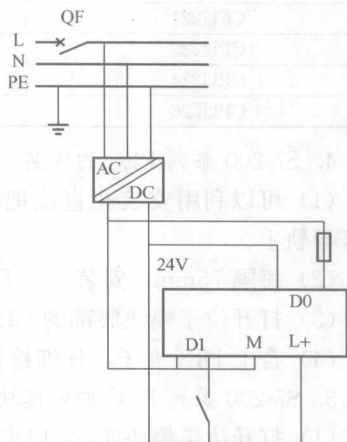


图 1-4 直流安装接线示意图

(1) 用一个断路器将电源与 CPU、所有输入电路和输出电路隔离。

(2) 用一台过电流保护设备保护 CPU 的安全, 也可以为每个输出点加装一个熔断器进行保护。

(3) 外接一个电容, 确保直流电源有足够大的抗冲击能力。

(4) 把所有直流电源接地, 以得到最佳的噪声抑制效果。

(5) 将所有接地端子与最近的接地点相连接, 以便提高抗干扰能力。

任务 2 认识西门子 S7-200 系列可编程控制器的软元件与编程语言



基础知识

一、S7-200 系列 PLC 的软元件

1. 软元件

用户使用的每一个输入/输出及内部的每一个存储单元都称为软元件, 每个软元件有其不同的功能, 有固定的地址。软元件的数量由监控程序规定, 它的多少就决定了 PLC 的规模及数据处理能力。

S7-200 系列 PLC 的软元件采用区域号加区域内编号的方式编址,即 PLC 根据软元件的功能不同,分成许多区域,如输入继电器、输出继电器、定时器、计数器等,分别用 I、Q、T、C 等表示。

在 PLC 内部并不存在这些物理器件,与其对应的是存储器的基本单元,一个继电器对应一个基本单元(即 1 位,1bit),8 个基本单元形成一个 8 位二进制数,通常称为 1 个字节(1byte=1B),正好占用存储器的 1 个存储单元。连续 2 个存储单元构成 1 个 16 进制数,通常称为 1 个字(word=1W)。连续的 2 个字组成 1 个双字(double word=1D)元件。使用这些编程软元件,实质上就是对这些软元件的存取访问。

2. 输入继电器 (I)

输入继电器与 PLC 的输入端相连,是 PLC 接收外部开关信号的接口。输入继电器是光隔离的电子继电器,其常开触点(a 触点,又称动合触点)和常闭触点(b 触点,又称动断触点)在编程中使用次数不限。这些触点在 PLC 内可自由使用。S7-200 系列 PLC 输入继电器对应的输入映像寄存器的状态在每个扫描周期由现场送来的输入信号状态决定。输入映像寄存器可以按字节、位的编址方式读取 1 个继电器的状态,也可以按字节、字、双字访问。

CPU226 对应的输入继电器为 I0.0~I2.7,共 24 位。

需要注意的是,输入继电器只能由外部信号来驱动,不能用程序或内部指令来驱动,其触点也不能直接输出去驱动执行元件。

3. 输出继电器 (Q)

输出继电器的外部输出触点连接到 PLC 的输出端子上,输出继电器是 PLC 用来传递信号到外部负载的元件。每一个输出继电器有一个外部输出的常开触点。输出继电器的常开、常闭触点,当作内部编程的触点使用时,使用次数不限。

输出映像寄存器可以按字节、位的编址方式读取 1 个继电器的状态,也可以按字节、字、双字访问。

CPU226 对应的输出继电器为 Q0.0~Q1.7,共 16 位。

4. 辅助继电器 (M)

在 PLC 逻辑运算中,经常需要一些中间继电器作辅助运算用,这些元件不直接对外输入、输出,经常用作暂存、移动运算等。这类继电器称作辅助继电器。还有一类特殊用途的辅助继电器,如定时时钟、进位/借位标志、启停控制、单步运行等,它们能为编程提供许多方便。PLC 内辅助继电器与输出继电器一样,由 PLC 内各软元件驱动,它的常开、常闭触点在 PLC 编程时可以无限次地自由使用。但这些触点不能直接驱动外部负载,外部负载必须由输出继电器来驱动。

辅助继电器可以按字节、位的编址方式读取 1 个辅助继电器的状态,也可以按字节、字、双字访问。

CPU226 对应的辅助继电器为 M0.0~M31.7,共 256 位。

5. 特殊辅助继电器 (SM)

特殊辅助继电器用来存储系统的状态变量及有关的控制参数和信息。它是系统与用户程序之间的交互界面:用户可以通过特殊辅助继电器来沟通 PLC 与被控对象之间的信息;PLC 通过特殊辅助继电器为用户提供一些特殊控制功能和信息。用户也可以通过特殊辅助继电器对 PLC 的操作提出特殊要求。

CPU226 对应的特殊辅助继电器为 SM0.0~SM299.7。

6. 数据寄存器

数据寄存器用于寄存数据运算、参数设置、模拟量控制和程序运行中的中间数据结果。数据寄存器可以按位、字节、字、双字访问。

数据寄存器按位访问为 V0.0~V5119.7, 按字节访问为 VB0~VB5119。

7. 定时器 (T)

定时器在 PLC 中的作用相当于时间继电器, 它有一个设定值寄存器和一个当前值寄存器, 以及输出触点。定时器是根据时钟脉冲的累计计时的。时钟脉冲有 1、10、100ms 三种, 当所计时脉冲达到设定值时, 其输出触点动作。

S7-200 系列 PLC 的定时器数量为 256 个, T0~T255, 定时精度分别为 1、10、100ms。1ms 的定时器有 4 个, 10ms 的定时器有 16 个, 100ms 定时器有 236 个。这些定时器又分为三种, 即接通延时定时器 TON、断开延时定时器 TOF 和保持型接通延时定时器 TONR。

S7-200 系列 PLC 的定时器编号见表 1-4。

表 1-4 ST-200 系列 PLC 的定时器编号

类 型	定时精度 (ms)	最大当前值	编 号
TON/TOF	1	32.767	T32, T96
	10	327.67	T33~T36, T97~T100
	100	3276.7	T37~T63, T101~T235
TONR	1	32.767	T0, T64
	10	327.67	T1~T4, T65~T68
	100	3276.7	T5~T31, T69~T95

在使用时, 不可把一个定时器同时用作 TON 和 TOF。定时器号表示两方面信息, 即表示定时器的当前值和定时器的状态, 每个定时器都有 1 个 16 位的当前值寄存器和 1 个状态位。

定时器的当前值表示当前定时所累计的时间, 用 16 位整数表示。当定时器当前值达到设定值时, 定时器状态位为“ON”。

8. 计数器 (C)

计数器用于对输入脉冲的个数进行计数, 实现计数控制。

使用计数器时, 要提前在程序中给出计数的设定值, 当满足计数输入条件时, 计数器开始累计计数输入端的脉冲前沿的次数, 当计数器的当前值达到设定值时, 计数器动作。

S7-200 系列 PLC 的计数器有三种, 即增计数器 (CTU)、减计数器 (CTD) 和增减计数器 (CTUD), 共有 256 个。

计数器的编号由计数器名称和地址常数组成, 其编号为 C0~C255。在同一程序中, 每个计数器的编号只能用于三种计数器的其中一类。

每个计数器都有 1 个 16 位的当前值寄存器和 1 个状态位。

计数器的当前值表示当前计数器所累计的次数, 用 16 位整数表示。对于增计数器、增减计数器, 当计数器当前值达到设定值时, 计数器状态位为“ON”; 对于减计数器, 当前值减为 0 时、计数器状态位为“ON”。

9. 状态继电器 (S)

状态继电器是步进编程时重要的编程元件, 使用状态继电器和相应的步进指令, 可以编制复杂的步进顺序控制程序。

状态继电器编号为 S0.0~S31.7。

10. 高速计数器 (HC)

普通计数器的计数频率受扫描周期制约, 在需要高频计数时, 可使用高速计数器。与高速计数器对应的数据是高速计数器的当前值, 是一个带符号的 32 位双字型数据。

11. 累加器 (AC)

累加器用于暂存数据, 可以向子程序传递参数, 或从子程序返回参数, 也可以存放运算数

据、中间数据和结果。

S7-200 系列 PLC 共有 4 个 32 位的累加器, 编号为 AC0~AC3。

12. 局部变量存储器 (L)

局部变量存储器用于存储局部变量。S7-200 系列 PLC 有 64 个字节局部变量存储器, 其中 60 个可以用作暂存寄存器或给子程序传递参数。

S7-200 系列 PLC 的局部变量存储器按字节访问是 LB0~LB63。

13. 模拟量输入映像寄存器

模拟信号经过模/数 (A/D) 转换器转换后变成数字量, 存储在模拟量输入映像寄存器中。

14. 模拟量输出映像寄存器

将要转换成模拟量的数字量写入模拟量输出映像寄存器, 通过 PLC 的 D/A 转换成模拟量输出。

对模拟量输入寄存器只能作读取操作, 对模拟量输出寄存器只能作写入处理。

二、S7-200 系列 PLC 的软元件寻址方式

1. 直接寻址

S7-200 系列 PLC 的软元件存储单元按字节进行编址, 无论所寻址的为何种数据类型, 一般应指定所在存储区域内的字节地址。每个存储单元有唯一的地址, 这种直接指出元件地址的寻址方式称为直接寻址。

(1) 位寻址。按位寻址格式是 VX.Y, 其中 V 为软元件名称, X 为字节地址, Y 为位地址。可以按位寻址的软元件有输入继电器 (I)、输出继电器 (Q)、辅助继电器 (M)、特殊辅助继电器 (SM)、局部变量存储器 (L)、变量寄存器 (V)、状态继电器 (S)。

(2) 字节、字、双字寻址。按字节、字、双字软元件直接寻址时, 必须指定软元件的名称、数据类型和首地址。寻址格式是 VGX, 其中: V 为软元件名称, 取值为 I、Q、M、S、T、C 等; G 为数据类型, 取值分别为字节 (B)、字 (W)、双字 (D); X 为字节、字、双字地址。

(3) 特殊器件的寻址。存储区内有一些软元件寻址时不必指定它们的字节, 而是直接写出其标号即可, 这类软元件包括定时器 (T)、计数器 (C)、高速计数器 (HC)、累加器 (AC)。

定时器包括定时器当前值和定时器状态两方面信息, 如定时器 T37, 可以表示定时器当前值, 也可表示定时器状态位。当数据元件使用时表示定时器当前值, 当位元件使用时表示定时器状态位。

累加器的数据长度可以是字节、字、双字, 使用时只需表示出累加器的标号, 数据长度取决于进出累加器的数据类型。

2. 间接寻址

间接寻址方式是指数据存放在存储器或寄存器中, 在指令中只出现所需数据的内存地址。在间接寻址中, 不能根据地址直接找到数据, 必须根据地址寻找数据寄存器的位置, 然后才根据此地址寻找参与参数操作的数据。存储单元地址的地址又称为地址指针。

间接寻址操作过程如下:

- (1) 建立指针;
- (2) 用指针存取数据;
- (3) 修改指针。

三、S7-200 系列 PLC 的编程语言

PLC 编程语言有五种, 即梯形图、指令语句表、步进顺控图、逻辑功能图、高级编程语言。

1. 梯形图

梯形图是最直观、最简单的一种编程语言, 它类似于继电接触控制系统形式, 逻辑关系明

显, 在电气控制线路继电接触控制逻辑基础上使用简化的符号演变而来, 形象、直观、实用, 电气技术人员容易理解, 是目前用得较多的一种 PLC 编程语言。

继电接触控制线路图和梯形图如图 1-5 所示。由图可见, 两种控制图逻辑含义是一样的, 但具体表示方法有本质区别。梯形图中的继电器、定时器、计数器不是物理实物继电器、实物定时器、实物计数器, 这些器件实际是 PLC 存储器中的存储位, 因此称为软元件。相应的位为“1”状态, 表示该继电器线圈通电、常开触点闭合、常闭触点断开。

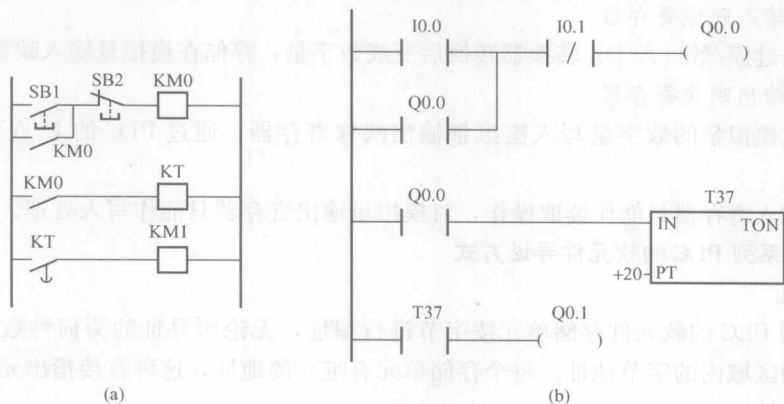


图 1-5 控制线路图和梯形图

(a) 控制线路图; (b) 梯形图

梯形图左右两端的母线是不接任何电源的。梯形图中并没有真实的物理电流流动, 而是概念电流 (假想电流)。假想电流方向只能是从左到右, 从上到下。假想电流是执行用户程序时满足输出执行条件的形象理解。

梯形图由多个梯级组成, 每个梯级由一个或多个支路和输出元件构成。右边的输出元件是必须的。例如图 1-5 (b) 的梯形图是由三个梯级构成的, 梯级一有 4 个编程元件, 输入元件 I0.0、I0.1 表示按钮开关触点, 第二行的 Q0.0 表示接触器触点, 括号中的 Q0.0 表示接触器线圈, 线圈 Q0.0 是输出元件。

2. 指令语句表

指令语句表是一种与计算机汇编语言相类似的助记符编程语言, 简称语句表, 它用一系列操作指令组成的语句描述控制过程, 并通过编程器送到 PLC 中。不同厂家的指令语句表使用的助记符不相同, 因此, 一个功能相同的梯形图, 书写的指令语句表并不相同。表 1-5 是 S7-200 系列 PLC 指令语句表, 完成图 1-5 (b) 控制功能编写的程序。

表 1-5

S7-200 系列 PLC 指令语句表

指令操作码(助记符)	操作数(参数)	说 明
LD	I0.0	输入 I0.0 常开触点 逻辑行开始
O	Q0.0	并联 Q0.0 自保触点
AN	I0.1	串联 I0.1 常闭触点
=	Q0.0	输出 Q0.0 逻辑行结束
LD	Q0.00	输入 Q0.0 常开触点 逻辑行开始
TON	T37, 20	驱动定时器 T37
LD	T37	输入 T37 常开触点 逻辑行开始
=	Q0.1	输出 Q0.1 逻辑行结束

指令语句表编程语言程序是由若干条语句组成的程序。语句是程序的最小独立单元，每个操作功能由一条语句来表示。PLC 的语句由指令操作码和操作数两部分组成。操作码由助记符表示，用来说明操作的功能，告诉 CPU 做什么，例如逻辑运算的与、或、非等，算术运算的加、减、乘、除等。操作数一般由标识符和参数组成。标识符表示操作数类别，例如输入继电器、定时器、计数器等；参数表示操作数地址或预估值。

3. 步进顺控图

步进顺控图简称步进图，又叫状态流程图或状态转移图，它是使用状态来描述控制任务或过程的流程图，是一种专用于工业顺序控制的程序设计语言。它能完整地描述控制系统的工作过程、功能和特性，是分析、设计电气控制系统控制程序的重要工具。步进顺控图如图 1-6 所示。

4. 逻辑功能图

逻辑功能图与数字电路的逻辑图极为相似，模块有输入/输出端，使用与、或、非、异或等逻辑描述输出和输入端的逻辑关系，模块间的连接方式与电路连接方式基本相同。逻辑功能图编程语言，直观易懂，具有数字电路知识的人很容易掌握，图 1-7 是一个先“或”后“与”操作的逻辑功能图。

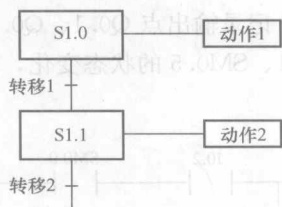


图 1-6 步进顺控图

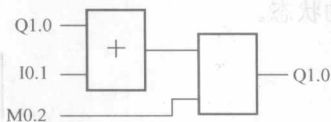


图 1-7 逻辑功能图



技能训练

一、训练目标

- (1) 认识 S7-200 系列 PLC 的通用辅助继电器。
- (2) 了解 S7-200 系列 PLC 的特殊辅助继电器。

二、训练设备、器材

S7-200 系列 PLC 主机、按钮开关、计算机、PLC 编程软件等。

三、训练内容与步骤

1. 通用辅助继电器的应用

实训步骤如下：

- (1) 按图 1-8 所示电路配置元器件，连接线路。
- (2) 输入图 1-9 所示测试程序。
- (3) 拨动 PLC 的运行停止 (RUN/STOP) 开关，使 PLC 处于运行 (RUN) 状态。
- (4) 按下 SB1，观察和记录输出点 Q0.1 和负载的状态。
- (5) 按下 SB2，观察和记录 M0.1 及输出点 Q0.2 和负载的状态。
- (6) 按下 SB3，观察和记录 M0.1 及输出点 Q0.1、Q0.2 和负载的状态。

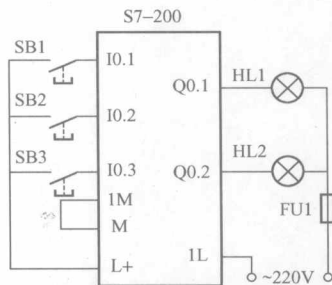


图 1-8 测试通用辅助继电器的接线图