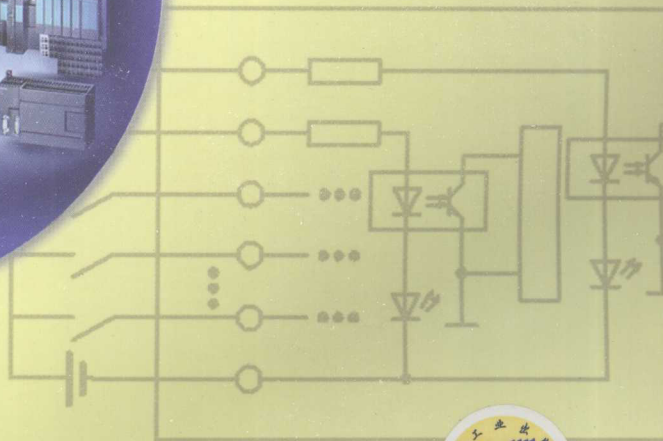
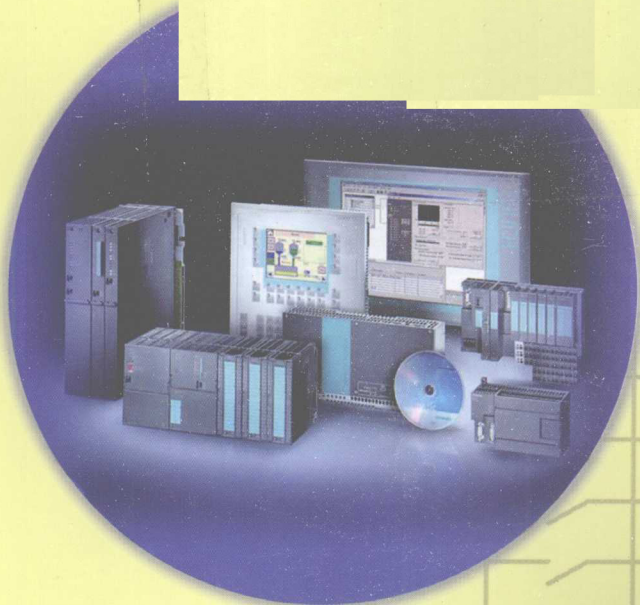


任务驱动式 PLC 编程及运动控制技术应用系列教程

# PLC

## 编程应用基础(西门子)

● 杜从商 主编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



本书将 PLC 编程的指令运用、软元件应用、编程方法、编程思路与问题解决方法都融汇在 35 个实训任务中,同时采用了 14 个典型的 PLC 控制对象,使学习能处处与实际相联系。本书的主要内容包括:PLC 编程基础实训须知、1 个灯发光的 PLC 控制、1 个灯闪烁的 PLC 控制、2 个灯发光与闪烁的 PLC 控制、3 个灯顺序发光与闪烁的 PLC 控制、多个灯发光与闪烁的 PLC 控制、数码管与拨码开关的 PLC 控制、PLC 控制的应用。

本书是为 PLC 编程技术初学者编写的入门学习用书,也可作为职业院校 PLC 实训指导教材。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

PLC 编程应用基础. 西门子/杜从商主编. —北京:机械工业出版社, 2010. 4

(任务驱动式 PLC 编程及运动控制技术应用系列教程)

ISBN 978-7-111-29824-3

I. ①P… II. ①杜… III. ①可编程序控制器 - 教材 IV. ①TM571. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 028761 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:王英杰 陈玉芝 责任编辑:林运鑫

版式设计:霍永明 责任校对:李秋荣

封面设计:赵颖喆 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷 (三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2010 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 16.75 印张 · 409 千字

0 001—4 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-29824-3

定价:32.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821 封面无防伪标均为盗版

# 前 言

任务驱动式 PLC 编程及运动控制技术应用系列教程按不同的 PLC 型号和内容深浅共分八册，读者可按实际情况选择不同分册进行阅读，本书是其中之一。

可编程序控制器（PLC）是 20 世纪 60 年代发展起来的一种新型工业控制器。作为运动控制器，它远远超出了原先 PLC 的概念，已广泛应用于各种运动控制系统中。

目前，全国各类职业院校都已将 PLC 运动控制技术纳入教学（任务），并且随着教学改革的深入正向着深层次发展。为此，我们结合多年教学实践与 TVT—90HC 系列 PLC 教学设备编写了本书。

本书以 S7—200 型 PLC 为例来介绍 PLC 运动控制及应用。全书共分 8 章，第 1 章为 PLC 实训须知，第 2~7 章设置了 35 个实训任务，将 PLC 编程的指令运用、软元件应用、编程方法、编程思路与问题解决方法都融汇在每一个实训任务中，达到边练边学、边学边提高的目的。第 8 章通过 5 个典型的 PLC 应用实例程序编写与分析，介绍了高速计数的编程方法和脉冲输出、PWM、PID 等指令的运用。全书共 35 个实训任务，编制的 PLC 程序在 TVT—90HC 系列教学设备上进行了试验与验证。

书中每个实训任务都有一个明确的学习目标，每个实训任务都提供了完成任务的相关知识与方法，都会引导读者分析与思考。全书一共采用了 14 个典型的 PLC 控制对象，使学习能处处与实际相联系。本书为读者建立了学习 PLC 编程技术的一个由浅入深、循序渐进的学习阶梯，使读者在实训与学习中一步一步地前进，并且每前进一步都会带来成功的喜悦，每一个成功都会使读者产生对学习的追求。通过本书的学习，将会为初学者打下扎实的 PLC 编程技术基础，完成本书的训练后，将会使读者更自信地进入下一阶段的学习提高。

本书由杜从商老师任主编，胡山任副主编并对全书进行统稿；李全利审阅全书；第 1 章由杜从商编写，第 2~7 章及附录由胡山编写，第 8 章由贾亦真编写。

本书特别适合中等职业学校、中专、技工学校，高职院校电气类、机电类和电气自动化类专业学生的 PLC 基础教学与实训指导，也可作为中级电工、高级电工的培训教学与实训指导教材，更是一本容易入门的 PLC 自学用书。

本书在编写过程中得到珠海市第三中等职业学校的大力支持和帮助，在此表示衷心感谢。

由于编写水平有限，书中难免有错误与不足之处，恳请读者批评指正，可通过 E-mail 与我们联系：lakeshu@163.com。

编 者

# 目 录

## 前言

## 第 1 章 PLC 编程基础实训须知 ..... 1

### 1.1 PLC 的基础知识 ..... 1

#### 1.1.1 PLC 的定义 ..... 1

#### 1.1.2 PLC 的基本构成 ..... 2

#### 1.1.3 PLC 的特点 ..... 3

### 1.2 PLC 实训要求 ..... 3

#### 1.2.1 实训器材的准备 ..... 3

#### 1.2.2 实训的相关知识 ..... 5

#### 1.2.3 PLC 的学习方法 ..... 8

#### 1.2.4 PLC 实训的注意事项 ..... 9

## 第 2 章 1 个灯发光的 PLC 控制 ..... 10

### 2.1 实训任务 ..... 10

#### 2.1.1 用 PLC 实现 2 个动合按钮对 1 个灯发光与熄灭的控制 ..... 10

#### 2.1.2 用 PLC 实现 1 个动合按钮与 1 个动断按钮对 1 个灯发光与熄灭的控制 ..... 16

#### 2.1.3 用 PLC 实现 2 个动合按钮的脉冲信号对 1 个灯发光与熄灭的控制 ..... 18

#### 2.1.4 用 PLC 实现 1 个动合按钮对 1 个灯发光与熄灭的交替控制 ..... 22

#### 2.1.5 用 PLC 内部定时器实现 1 个灯的延时发光与延时熄灭 ..... 26

#### 2.1.6 用 PLC 内部定时器实现 1 个灯光时间的自动控制 ..... 30

### 2.2 应用举例 将电动机连续与点动单向运转继电器控制电路改造为 PLC 控制 ..... 34

#### 2.2.1 继电器控制电路的改造 ..... 34

#### 2.2.2 将电路改造为 PLC 控制的工作步骤 ..... 35

### 2.3 小结与作业 ..... 37

#### 2.3.1 实训小结 ..... 37

#### 2.3.2 实训作业 ..... 40

## 第 3 章 1 个灯闪烁的 PLC 控制 ..... 41

### 3.1 实训任务 ..... 41

#### 3.1.1 用 2 个定时器实现 1 个灯闪烁的控制 ..... 41

#### 3.1.2 用特殊存储器实现 1 个灯闪烁的控制 ..... 43

#### 3.1.3 用脉冲发生器实现 1 个灯多种频率闪烁的控制 ..... 47

#### 3.1.4 用 1 个按钮和 2 个开关实现灯不同频率闪烁的控制 ..... 51

#### 3.1.5 用脉冲发生器实现灯间歇闪烁的控制 ..... 53

#### 3.1.6 用计数器实现灯闪烁次数的控制 ..... 57

### 3.2 应用举例 ..... 61

#### 3.2.1 用 1 个指示灯作设备的待机指示、运行指示与过载警示 ..... 61

#### 3.2.2 某公共设备自动冲水装置的控制 ..... 63

### 3.3 小结与作业 ..... 65

#### 3.3.1 实训小结 ..... 65

#### 3.3.2 实训作业 ..... 66

## 第 4 章 2 个灯发光与闪烁的 PLC 控制 ..... 68

### 4.1 实训任务 ..... 68

#### 4.1.1 用定时器控制 2 个灯顺序发光与顺序熄灭 ..... 68

#### 4.1.2 用数据寄存器间接设定灯的延时发光时间 ..... 71

#### 4.1.3 2 个灯交替发光控制的实现 ..... 74

#### 4.1.4 用定时器和计数器控制 2 个灯交替发光的次数 ..... 79

#### 4.1.5 2 个灯交替发光的断电保持 ..... 81

### 4.2 应用举例 ..... 84

#### 4.2.1 水塔水位的 PLC 控制 ..... 84

#### 4.2.2 电动机正、反转的自动控制 ..... 88

### 4.3 小结与作业 ..... 90

#### 4.3.1 实训小结 ..... 90

4.3.2 实训作业 .....	93	6.3.2 实训作业 .....	154
<b>第5章 3个灯顺序发光与闪烁的 PLC</b>		<b>第7章 数码管与拨码开关的 PLC</b>	
<b>控制</b> .....	95	<b>控制</b> .....	155
5.1 实训任务 .....	95	7.1 实训任务 .....	155
5.1.1 用定时器控制3个灯顺序发		7.1.1 用七段数码管显示灯运行次数的	
光 .....	95	变化值 .....	155
5.1.2 3个灯顺序发光与闪烁的停		7.1.2 用2位数码管显示灯闪烁次数的	
止控制 .....	100	变化值(增计数) .....	160
5.1.3 3个灯顺序发光与闪烁的单周期		7.1.3 用2位数码管显示灯闪烁次数的	
运行与连续运行控制 .....	103	变化值(倒计时) .....	162
5.1.4 3个灯顺序发光与闪烁的单步运		7.1.4 用2位数码管显示灯发光时间的	
行控制 .....	106	变化值(增计数) .....	165
5.1.5 在3个灯顺序控制中实现状态的		7.1.5 用2位BCD码数字式拨码开关设	
重复转移与跳转 .....	109	定灯的闪烁次数和发光时间 .....	167
5.1.6 在3个灯顺序控制中实现断电保		7.1.6 拨码开关与数码管在灯闪烁与发	
持 .....	112	光控制中的综合运用 .....	171
5.2 应用举例 .....	115	7.2 应用举例 用拨码开关设定交通灯的	
5.2.1 “多种液体自动混合”的PLC		绿灯发光时间并用数码管显示时间	
控制 .....	115	的实时值 .....	175
5.2.2 自动送料装车系统的PLC控		7.2.1 交通信号灯控制系统的控制要求及	
制 .....	118	编程思路 .....	175
5.3 小结与作业 .....	123	7.2.2 交通信号灯控制系统的接线与编	
5.3.1 实训小结 .....	123	程 .....	176
5.3.2 实训作业 .....	124	7.3 小结与作业 .....	178
<b>第6章 多个灯发光与闪烁的 PLC</b>		7.3.1 实训小结 .....	178
<b>控制</b> .....	126	7.3.2 实训作业 .....	180
6.1 实训任务 .....	126	<b>第8章 PLC控制的应用</b> .....	181
6.1.1 多个灯发光与闪烁的选择控制 ..	126	8.1 实训任务 .....	181
6.1.2 多个灯发光与闪烁的并行控制 ..	131	8.1.1 霓虹灯的PLC控制 .....	181
6.1.3 多个灯顺序发光与闪烁的两路独		8.1.2 自动售货机的PLC控制 .....	188
立流程控制 .....	137	8.1.3 邮件分拣机的PLC控制 .....	199
6.1.4 在多个灯顺序发光与闪烁的控制		8.1.4 自动化仓库系统的PLC控制 .....	212
中设置启动条件 .....	139	8.1.5 自动扶梯的PLC控制 .....	229
6.1.5 多个灯顺序发光与闪烁的自动与		8.2 实训小结 .....	239
手动控制 .....	141	<b>附录</b> .....	241
6.1.6 “天塔之光”实训模块的多个灯		附录A S7-200的特殊存储器(SM)数值	
发光与闪烁控制 .....	144	和功能 .....	241
6.2 应用举例 交通灯的控制 .....	150	附录B S7-200的指令系统一览表 .....	249
6.3 小结与作业 .....	152	附录C S7-200的错误代码 .....	255
6.3.1 实训小结 .....	152	<b>参考文献</b> .....	258

# 第 1 章 PLC 编程基础实训须知

## 1.1 PLC 的基础知识

### 1.1.1 PLC 的定义

PLC 是一种由程序指挥的控制器，程序是由电气技术人员根据被控机器的控制要求而编写的，简称为可编程序控制器。国际电工委员会（IEC）1987 年将其定义为：“可编程序控制器是一种数字运算操作的电子系统，专为在工业环境下的应用而设计。它采用可编程序的存储器，用来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的指令，并通过数字式或模拟式的输入/输出接口，控制各种类型的机器设备或生产过程”，“是一种易与工业控制系统连成一个整体且具有扩充功能的设备，是一种具有通信功能与可扩展输入/输出接口的工业计算机”。

目前，在我国设备上较多使用的 PLC 主要有德国的西门子公司、日本的欧姆龙公司、松下公司等的产品（见图 1-1），美国的 AB 公司和 GE 公司，以及法国的施耐德公司也有产品在我国使用。由于不同公司产品的程序指令各有不同，因此应用任何一种不同公司的 PLC 产品，都需要进行使用前的学习。

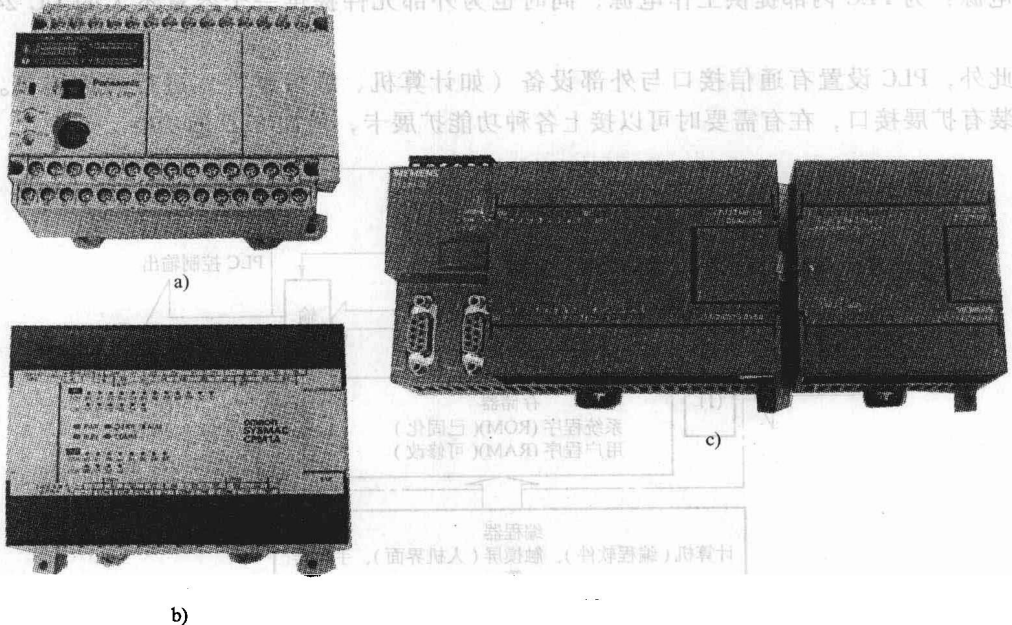


图 1-1 不同厂家 PLC 的外观

a) 松下 PLC b) 欧姆龙 PLC c) 西门子 PLC

不同公司的产品，在性能与外形上是各有特点的，可根据控制的需要来选择使用。

世界上第一台 PLC 由美国数字设备公司 (DEC 公司) 在 1969 年为美国通用汽车公司的生产线研制, 以后经过不断的改进与发展, 在 1970 ~ 1980 年进入结构定型, 当时主要面向机床、生产线的应用。从 1980 开始, PLC 应用开始普及, PLC 应用向顺序控制的各个工业领域扩展。到了 1990 年, PLC 逐渐实现多功能与小型化, 其应用也由顺序控制向现场控制拓展。从 2000 年至今, PLC 继续向高性能与网络化发展, 应用面向全部工业自动化控制领域。目前, PLC 已广泛应用于钢铁、采矿、石油、化工、电子、机械制造、汽车、船舶、装卸、造纸、纺织、环保等行业中。

### 1.1.2 PLC 的基本构成

PLC 的基本构成如图 1-2 所示, 各部分的主要功能介绍如下:

**中央处理器 (CPU):** 负责指挥信号与数据的接收与处理、程序执行、输出控制等系统工作。

**系统存储器 (ROM):** 内部固化了厂家的系统管理程序与用户指令解释程序, 不能删改。

**用户存储器 (RAM):** 用于存储用户编写的程序, 可由用户根据控制需要进行删改。

**输入接口 (I):** 用于连接各类开关、按钮和传感器等, 接收外来元件如开关、按钮、传感器输入的接通或断开的开关量信号, 或电位器、传感器等数值连续变化输入的模拟量信号 (需要进行模拟量到数字量的变换)。

**输出接口 (O):** 用于连接指示灯、接触器线圈、电磁阀线圈等执行元件, 输出 PLC 的程序指令并驱动执行元件。

**电源:** 为 PLC 内部提供工作电源, 同时也为外部元件提供一个容量不大的 DC 24V 电源。

此外, PLC 设置有通信接口与外部设备 (如计算机、触摸屏等) 进行通信连接。PLC 还安装有扩展接口, 在有需要时可以接上各种功能扩展卡, 增加 PLC 的功能。

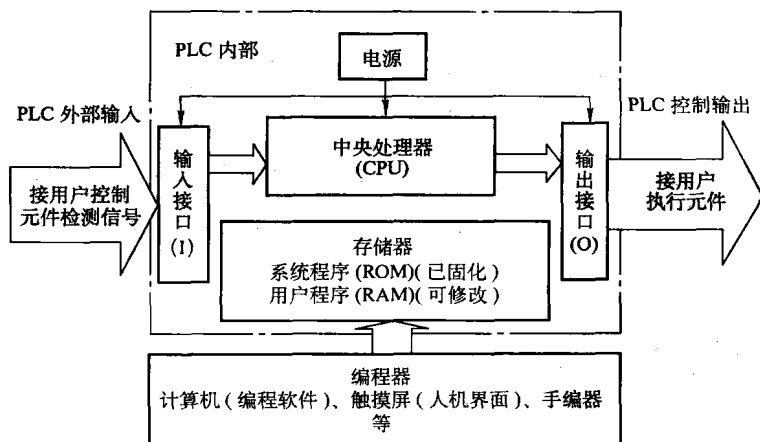


图 1-2 PLC 的基本构成

### 1.1.3 PLC 的特点

PLC 从开始研制到成熟应用只有短短几十年,作为工业自动控制的核心器件,PLC 在工业自动控制领域应用非常普及、非常广泛,很大程度上在于它具备以下两个优势:一是强大的功能与很高的可靠性,二是 PLC 的程序编写思路与继电器控制电路很相似,容易为电气技术人员所掌握,因此深受电气技术人员的欢迎。

PLC 的特点简单归纳如下:

(1) 可靠性高 PLC 适应不同的工业环境,抗外部干扰能力强,无故障时间长,系统程序与用户程序相对独立,不容易发生死机现象。

(2) 使用灵活 PLC 采用基本单元加扩展模块的形式,以满足更多的接口需要与多功能需要。

(3) 编程容易 PLC 编程语言面向电气工程人员,采用与继电器控制电路相似的梯形图(或顺序控制流程图)进行设计,简洁直观,易于理解和掌握。

(4) 安装、调试、维修方便 PLC 只需进行输入/输出接口接线,外部连接线少;有自诊断和动态监控功能,方便调试,可现场进行程序调整与修改。

## 1.2 PLC 实训要求

### 1.2.1 实训器材的准备

“PLC 编程应用基础”是一门以实践为主的课程,因此学习前要准备好必需的实训设备。PLC 技术的基础训练需要准备的器材有:

#### 1. PLC

本书实训所采用的 PLC 为西门子 SIMATIC S7—200 系列中 CPU226 型 PLC (型号解释参见 SIMATIC S7—200 可编程序控制器系统手册),输出类型为继电器类型的 PLC。此型号有 24 个输入接口和 16 个输出接口,PLC 数字量输出电路的功率驱动元件是继电器,其特点如下:

1) 输出继电器的输出触点容量较大。可用于控制交流或直流电路,其电压范围是 DC 5 ~ 30V 或 AC 5 ~ 240V,对 250V 以下电压的电路,每个触点可驱动纯电阻负载的电流为 2A,因此适用于要求输出电流较大的场合(如选用晶体管输出,其每个触点电流只有 0.75A)。

2) 继电器线圈响应的速度较慢(从继电器的线圈通电或断电开始到输出触点接通或关断,响应时间约为 10ms),因此,如需要用高速脉冲控制的设备,应选用晶体管输出的型号(输入与输出的响应时间不超过 0.2ms)。

由于本书各实训任务没有高速计数和高速脉冲输出的要求,所以可选用继电器输出型的 PLC。同时,由于书中各实训任务都不需要用到这么多输入和输出接口,所以选用 PLC 时也可以选择一些输入/输出接口数较少的型号。

西门子 CPU226 型 PLC 基本单元的面板结构示意图,如图 1-3 所示。

将实训用的 PLC 与图 1-3 作对照,认真观察,了解 PLC 面板上每部分的作用。

#### 2. 训练器材



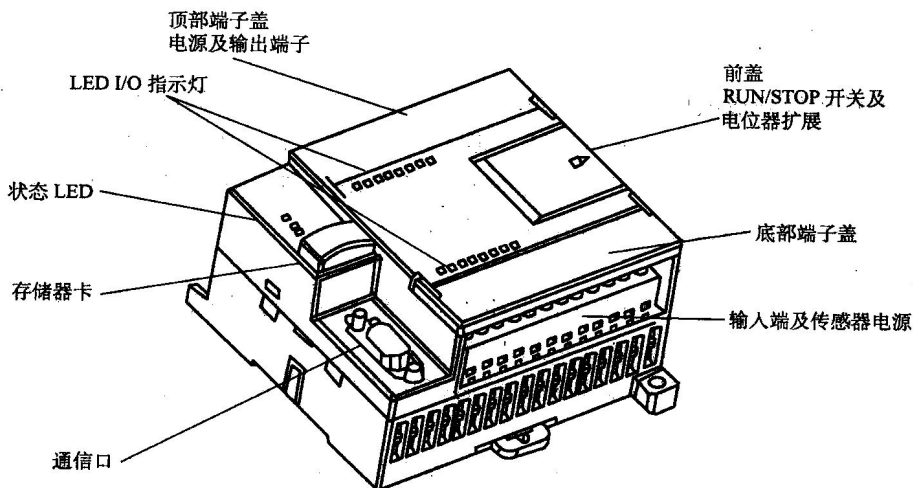


图 1-3 CPU226 型 PLC 基本单元的面板结构示意图

本书训练的目的在于 PLC 编程技术入门，要求通过系列基础训练掌握 PLC 的编程方法，因此训练用元器件配置要求很低，以便于学习时突出重点。

训练用到的输入元件有 3 个复合按钮、3 个开关、1 个七段数码管、1 个 2 位拨码开关和 1 个 2 位数码管，而输出元件只需要 4 个指示灯（可用 LED 灯）。

图 1-4 所示的是 TVT-90HC 桌式 PLC 训练设备示意图，该设备配有输入元件（开关、按钮、拨码开关等）模块、输出元件（LED 灯、数码管等）模块以及各种模拟工业控制设备的实训模块，如电机 Y- $\Delta$  运行、交通灯控制、水塔水位 PLC 控制、多种液体自动混合搅拌设备控制、自动送料装车系统和无人自动售货机控制等。作为 PLC 编程基础训练，该训练设备还配有多种电源（AC 220V、AC 380V、DC 24V、DC 10V 等），以适应各种实训设备（PLC、变频器、控制模块等）不同额定工作电压的需要。该设备中 PLC 的输入、输出接口和各种元器件的接口都已用导线引出到插接孔，实训时只要按控制要求使用专门的插接线插入相应的插接孔即可，实训操作非常方便。

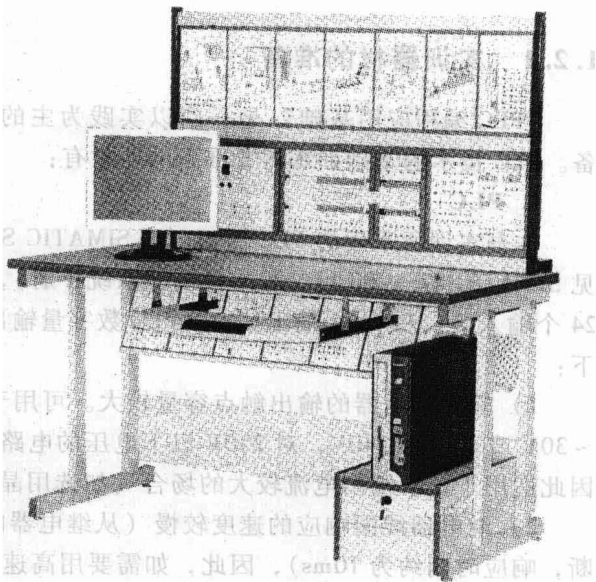


图 1-4 TVT-90HC 桌式 PLC 训练设备示意图

本书实训的输入元件有输入/输出模块中的按钮、开关与拨码开关等元器件，而输出元件主要使用“天塔之光”指示灯单元模块，此外在应用举例或实训作业中会用到部分模拟单元。

目前，我国国内各教学仪器公司都生产 PLC 基础训练的桌式或箱式设备，这些训练设

备的配置都是大致相同的。因此，本书实训同样可以在其他公司生产的 PLC 基础训练设备上进行。如果要求成本更经济，也可以自己制作一个简单的实训装置。

### 3. 计算机与编程软件

PLC 是根据用户编写的程序实现控制的，每个公司都会对应自己的 PLC 系列产品提供一个计算机软件给用户编写程序。因此要求每个实训工位（对应每台 PLC）都应配置 1 台计算机，并用 1 条 PC/PPI 电缆把计算机的 COM1（或 COM2）口与 PLC 的编程口相连接。电缆上一端为 R232 的端口接到计算机的 COM1（或 COM2），另一端为 R485 端口接到 PLC 的编程口上。

应在计算机内预装 PLC 编程软件，SIMATIC S7—200 系列的 PLC 生产商为用户提供的 PLC 编程软件是 STEP 7—Micro/WIN32。

## 1.2.2 实训的相关知识

### 1. 用 PLC 实现控制的基本操作步骤

用 PLC 实现控制，一般的操作步骤如下：

- 1) 理解实训任务的内容与控制要求。
- 2) 绘制 PLC 的 I/O 接线图或 I/O 分配表。
- 3) 根据 I/O 接线图或 I/O 分配表进行 PLC 与外接输入元件和输出元件的接线。
- 4) 根据控制要求，用计算机编程软件编写梯形图程序或指令程序，并将编写好的 PLC 程序从计算机传送到 PLC。
- 5) 给负载送电，执行程序，将输出结果调试到满足控制要求。

### 2. PLC 的输入映像区 (I) 与输出映像区 (Q)

用 PLC 作控制，必须要将信号控制元件与执行元件接到 PLC 的输入端与输出端，因此我们需要了解 PLC 输入端内部电路与 PLC 输出端内部电路。

(1) 输入端 (I) PLC 输入端是由内部多个输入电路组成的，用于接收与 PLC 输入端相连接的外接元件的指令信号。与输入对应的 PLC 内部存储单元称为输入映像区，用字母 I 表示。可以与输入端连接的元件主要有各种开关、按钮及传感器等（见图 1-5）。

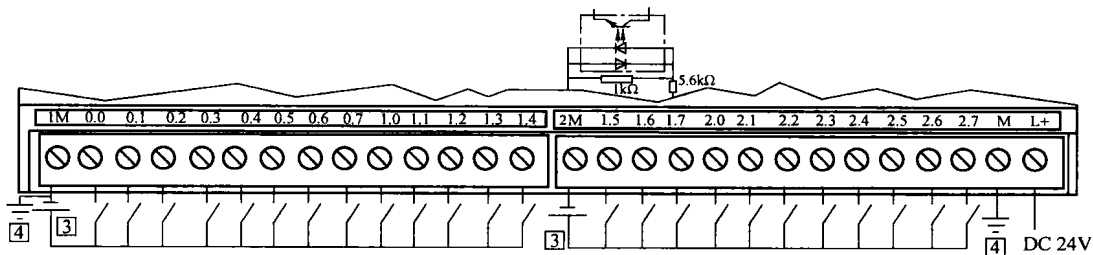


图 1-5 PLC 输入端与部分外接元件

PLC 输入端的工作特点：

- 1) 输入端只提供动合触点与动断触点供用户使用。
- 2) 每一个输入端有无数个动合触点和动断触点。
- 3) 输入端的触点状态是由其所连接的外部元件的开关状态（断开或闭合）或输入的数字信号（1 或 0）所决定的（若是模拟量输入，则应先把它转变为数字量再输入）。

(2) 输出单元 (Q) PLC 的输出端是由内部多个输出电路组成的, 用于向连接在 PLC 输出端的执行元件发出控制信号。与输出端连接的通常有灯、电磁阀线圈、接触器线圈等执行元件 (见图 1-6), 以及变频器、步进电动机驱动器等专用设备控制器。与输出对应的 PLC 内部存储单元称为输出映像区, 用字母 Q 表示。其工作特点是:

1) 每个输出端都提供 1 个线圈及与线圈地址相同的无数个动合触点与动断触点给用户使用。

2) 当线圈被驱动时, 该线圈对应的触点也会相应动作, 而接在这个输出端的执行元件就会同时被驱动。

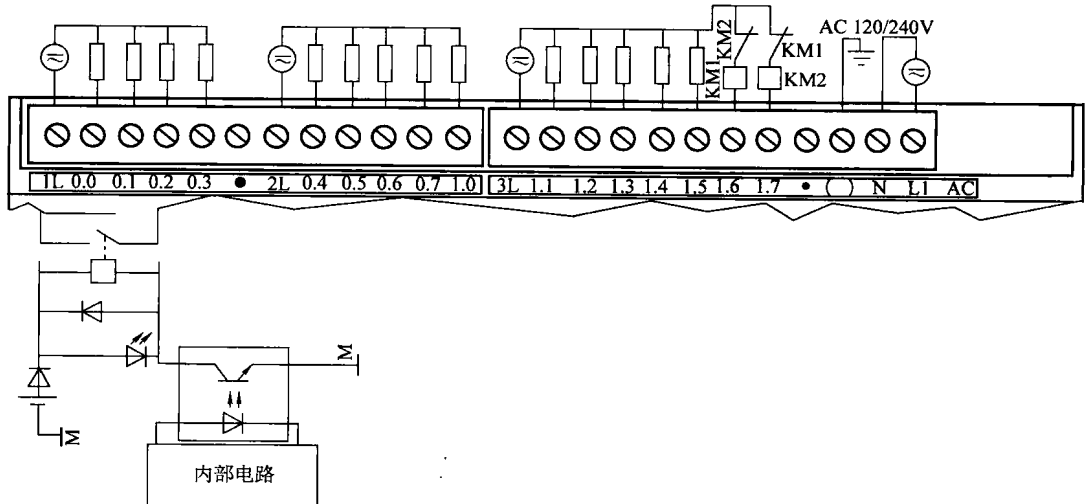


图 1-6 PLC 输出端与部分外接元件

从图 1-6 可以看出, 对 PLC 输出端所接的元件, 需要注意以下几点:

1) 接在输出端的元件工作电流一定要小于输出端触点的允许电流。如前所述, 输出型的 PLC 输出端, 每个接口可驱动纯电阻负载的电流为 2A, 而晶体管输出型的 PLC 输出端, 每个接口的电流只有 0.75A。

2) 继电器输出型的 PLC 输出端可以接工作电压为 AC 220V 以下或 DC 24V 以下的负载。对直流电源来说, “M” 接口也不一定要求接 “+” 端或 “-” 端。但晶体管输出型的 PLC 输出端, 只能接工作电压 DC 24 以下的负载, 且 “M” 接口一定要接负载电源的 “-” 端。

3) 因 PLC 输出电路无内置熔断器, 为了防止负载短路等故障烧坏输出端, 应对每 4 点输出负载设置 5 ~ 10A 熔断器或断路器 (安全电压以上应带漏电保护)。

4) 对不同电源电压的负载元件, 应分别接不同的公共接口。但若两个 “M” 接口所接的元件工作电压相同, 可直接将两个 “M” 接口连接后接到负载电源端。

5) 对接在 PLC 输出端的负载元件, 若有可能因同时接通会造成短路的, 除了要用 PLC 程序作联锁软保护外, 还需要在 PLC 外部的负载电路上设置联锁硬保护, 见图 1-6 中的接触器线圈 KM1 与 KM2。

6) 对交流感性负载元件, 可通过并联浪涌吸收器来减少噪声。而对直流感性负载, 可通过并联整流二极管来延长触点的寿命。

在 SIMATIC S7—200 (CPU 226) 基本单元中, 输入端的输入端子有 24 个, 分别编为 I0.0 ~ I0.7、I1.0 ~ I1.7、I2.0 ~ I2.7。输出端的输出端子有 24 个, 分别编为 Q0.0 ~ Q0.7、Q1.0 ~ Q1.7、Q2.0 ~ Q2.7。

记住: PLC 的输入端 (I) 与输出端 (Q) 地址号都是使用八进制数表示, 它们的地址都是没有“8”和“9”的。

如果基本单元中的输入端或输出端的数量不能满足设备控制要求, 可以在 PLC 基本单元上加装 I/O 接口的扩展块, 对 SIMATIC S7—200 系列 PLC, 可以扩展的输入、输出点数由 CPU 的具体型号而定, CPU 226 可扩展的输入、输出点数可达到 256 点。

凡 PLC 内部的元件, 如输入端 (I) 与输出端 (Q) 等, 一般都称为“软元件”。而与 PLC 输入端和输出端相接的外部元件, 一般称为“硬元件”。

### 3. 梯形图程序与指令程序

正确编写 PLC 程序是 PLC 实现控制的关键。PLC 有两种通用的控制程序, 分别是梯形图程序和指令程序。

(1) 梯形图 (LAD) 程序 梯形图程序是 PLC 常用的控制程序, 具有逻辑性强、图形直观、执行过程可监控的特点。特别是由于梯形图程序采用了与继电器控制电路极为相似的图形结构与分析方法, 只要有继电器控制基础, 通过编写梯形图程序来实现 PLC 的控制基本上就不会有太大困难, 因此极受电气技术人员的欢迎。下面用一个最简单的例子作说明, 如图 1-7a 所示。这是由一个开关 (SA1) 控制一个指示灯 (HL1) 的继电器控制电路, 当 SA1 闭合时, HL1 就发光。若此电路改为 PLC 控制, 可将 SA1 与 PLC 的输入点 I0.0 的接线端子相接, 将 HL1 与 PLC 输出点 Q0.0 的接线端子相接, 如图 1-7b 所示。然后再编写图 1-8c 的梯形图程序并输入到 PLC 中。当 PLC 运行时, 若 SA1 闭合, HL1 就发光; 若 SA1 断开, HL1 就熄灭。将继电器控制电路与 PLC 梯形图程序作比较, PLC 的梯形图可以说是由继电器控制电路演变过来的。但是, PLC 梯形图程序在图形符号与表达方式上与继电器控制电路是不同的。其中最重要的一点是: 继电器控制电路表达的是硬元件, 是实际的开关和指示灯, 而梯形图表达的是 PLC 内部的软元件, 是 PLC 内部的输入映像区单元 (I0.0) 和输出映像区单元 (Q0.0)。

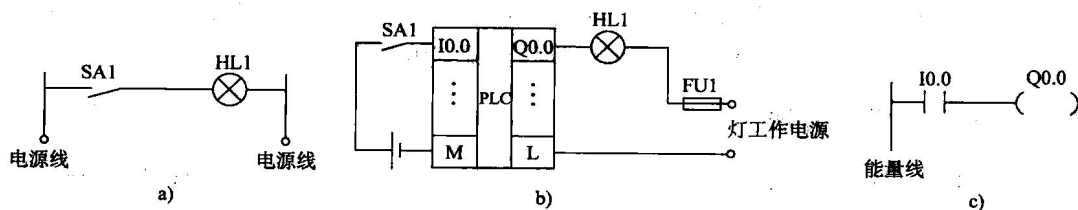


图 1-7 继电器控制电路与 PLC 梯形图程序的比较

a) 继电器控制电路 b) 改接为 PLC 控制 c) PLC 的梯形图程序






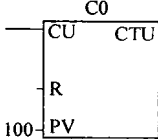

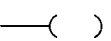
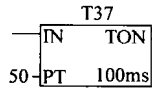
注意: 在图 1-7a 中, 合上开关 SA1, 灯 HL1 发光; 断开开关 SA1, 灯 HL1 熄灭。在图 1-7c 中, 合上开关 SA1, 输入点 I0.0 动合触点闭合, 允许能流从能量线流过, 到达输出线圈 Q0.0, Q0.0 = ON, 灯 HL1 发光。

断开开关 SA1, 输入点 I0.0 动合触点复位 (断开), 能流无法流向输出线圈 Q0.0, Q0.0 = OFF, 灯 HL1 熄灭。

比较图 1-7 的继电器控制与 PLC 控制,可能有人会问:为什么这样简单的控制电路要变成这样复杂,请不要误解,这只是一个说明 PLC 编程的例子。事实上,PLC 内部还有很多定时器、计数器、数据存储器等大量软元件以及很多简便有用的指令,当要解决复杂的控制电路时,可以大量使用 PLC 内部的软元件,这时,用 PLC 控制就显得简单、方便与灵活了。而且,由于 PLC 强大的功能,许多继电器控制电路难以执行的控制通过 PLC 梯形图都能实现,这也是继电器控制电路远远不能及的。

PLC (SIMATIC S7—200 系列) 梯形图的常用图形符号表达见表 1-1。

表 1-1 PLC (S7—200 系列) 的梯形图的常用图形符号

动合触点	动断触点	上升沿触点检测	下降沿触点检测	取反指令	计数器
					
能量线	输出元件	定时器			
					

(2) 指令程序 SIMATIC S7—200 系列 PLC 的编程指令可分为两部分:一是基本指令,共有 27 个(见书后所附“S7—200 的指令系统一览表”)。这些指令虽是单一功能的,但它们是程序组成所不可缺少的,十分重要;二是应用指令,大多是具有综合或特殊控制功能的指令,由于在程序中使用这些指令常常会使程序简化或控制方便,故亦称为“功能指令”。对初学者来说,掌握部分常用的应用指令就可以了。

梯形图程序与指令程序一般都用安装在计算机的 PLC 编程软件来编写。不同公司的 PLC 产品都有该公司开发的计算机编程软件(PLC 编程还可以使用手编器或人机交互的图形设备)。西门子公司的 SIMATIC S7—200 系列 PLC 的编程软件是 STEP 7—Micro/WIN32。进行 PLC 程序编写前,要将编程软件预装在计算机中,然后打开此软件按要求进入梯形图编程界面或指令编程界面(两者可选择其一,并可用软件实现相互转换)。完成编程后再将程序传送到 PLC 中。

编程软件的操作可以边实训边学习,但为了在第一个实训中能编写自己的程序,使用者应先阅读一下 STEP 7—Micro/WIN32 软件的操作步骤与编写方法。

### 1.2.3 PLC 的学习方法

要学习 PLC 程序的编写,先要打下坚实的基础。因此必须要通过一系列的基础实训,认真学会 PLC 软元件、基本指令以及常用的特殊辅助继电器与应用指令的运用。同时,我们还要掌握实现 PLC 控制的工作方法,建立清晰的编程思路。书中的实训任务都是有联系的,是逐步深入的。只要坚持认真地操作和编程,这些实训任务都是能完成的。下面提供几点学习的建议:

第一,要有信心。

第二,要使每个实训任务都获得成功。

第三,要有良好的学习作风。

第四,要动手动脑。

第五，要独立思考。

#### 1.2.4 PLC 实训的注意事项

PLC 编程学习是以实训为主的，实训中，除了 PLC 技术，还要注意培养自己的职业工作素质。它包括以下几个方面：

##### 1. 注重安全

在实训装置中会有多种电源，尽管这些电源大多是安全电压等级，如桌式 PLC 基础训练装置中执行元件的负载都是 DC 24V 的，但装置中还会有 220V 电压等级的 PLC 工作电源、计算机电源及直流稳压器的电源。实训中会对这些电源开关进行反复操作，因此，必须要注意用电安全，遵守用电安全规则，要建立“安全第一”的工作观念。

##### 2. 注重操作规范

接线和拆线要按规范进行，即输入元件与输出元件的接线和拆线必须按电工接线规范进行。目前，很多 PLC 训练装置的元件都是用插接线连接的，因此，对插接线的插入和拔出操作也要建立规范，即：要求插线时要将插头插到插座的底部，走线要尽量合理；拔线时要拿着压线头一条一条地拔，拔出的线应原位放（挂）好。

此外，设备送电要按操作要求进行，特别是在实训中突然停电时，应立即将实训装置的电源切断。

##### 3. 注重工作质量

要全心全意地投入实训，任务要高质量地完成。每张图样都要画得正确并整洁，每一条导线都接得正确并保证无短路与断路现象，每一个程序都经过检测并符合控制要求。要有这样一个意识：质量就是产品的生命，绝不允许半点马虎。

##### 4. 建立环保意识

实训中，要保持工位的整洁，实训后要将自己的工位打扫整理干净。实训中要注意节约用电，如绘制 PLC 的 I/O 接线图时，可将实训电源切断。实训中要爱护器材与线材，避免造成损坏浪费等。

打下基础之后，学员还要学习 PLC 与传感器、气动元件、步进电动机、伺服电动机、触摸屏等器件和装置的综合应用技术，学习 PLC 的简单通信与总线通信技术，学习组态软件等，使自己掌握全面的系统知识和技能。

## 第2章 1个灯发光的PLC控制

### 2.1 实训任务

#### 2.1.1 用PLC实现2个动合按钮对1个灯发光与熄灭的控制

##### 1. 内容与要求

内容：用PLC实现2个动合按钮对1个灯的控制。

要求：按下动合按钮SB1，灯HL1发光并保持；按下动合按钮SB2，灯HL1熄灭。

通过这个实训任务达到如下目的：

- 1) 了解用PLC实现控制的基本工作步骤。
- 2) 理解PLC的输入映像区(I)与输出映像区(Q)的作用。
- 3) 学习梯形图程序与指令程序的编写。

##### 2. 实训步骤

(1) 绘制PLC的I/O接线图 输入简称为“I”，输出简称为“O”。I/O接口即指“输入/输出”接口。

PLC的I/O接线图直接反映了与外接硬元件相接的PLC输入点地址与输出点地址，是编写梯形图程序和指令程序必须具备的先决条件，因此是十分重要的。要求使用直尺画图。

画PLC的I/O接线图前要先明确本实训任务中所需要的输入信号元件与输出执行元件，以及执行元件的工作电源。它们分别是：

输入信号元件：动合按钮SB1、动合按钮SB2。

输出执行元件：指示灯HL1。

指示灯工作电源：DC 24V。

PLC的I/O接线如图2-1所示。

注意：外接输入信号元件与哪一个输入点相接以及外接执行元件与哪一个输出点相接，都是没有硬性规定的，一般可根据元件的性质和程序编写的方便来决定。

(2) 实际接线 在PLC实训设备上，按图2-1进行接线。接线的器件与电源要求如下：

器件：动合按钮(SB1、SB2)和指示灯(HL1)。

电源：DC 24V电源(指示灯工作电源)。

接线时请注意：

- 1) 进行PLC的I/O接线时，PLC工作电源与输出负载的工作电源都应断开。
- 2) 用插接线进行连接时，应注意将插接线对准插孔插到底，以保证接触良好。
- 3) 拔出插接线时，手要握住插接线的端部将线拔出。不能拉扯部分导线，以免将插入线拉断。

如使用PLC基础训练的专用设备，实训需用的模块是电源模块、开关模块和灯箱模块。从接线方便的角度出发，可将这三个模块在位置上尽量靠近。图2-2是在TVT-90HC台式

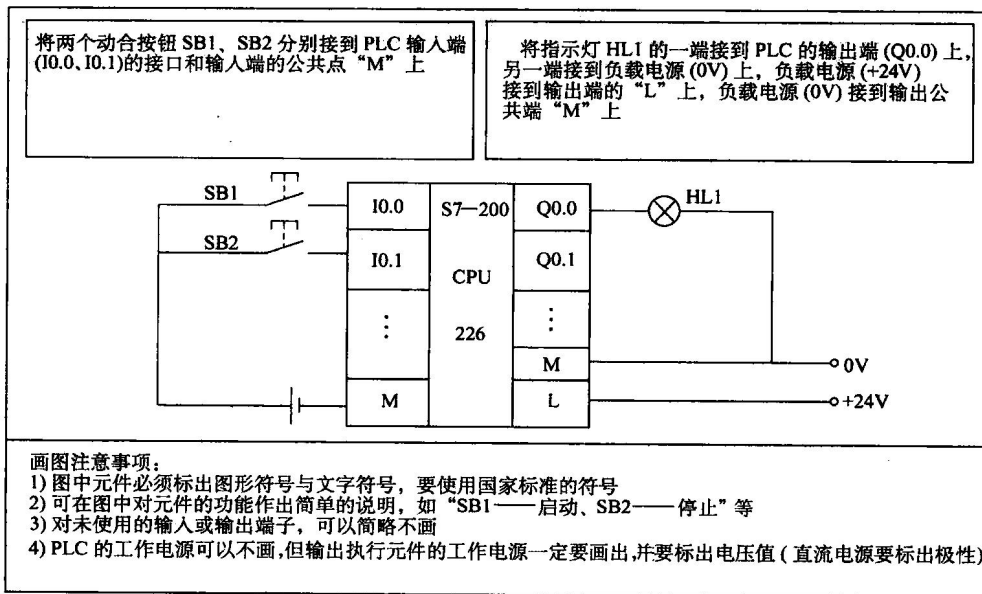


图 2-1 PLC 的 I/O 接线

PLC 训练设备上按图 2-1 (PLC 的 I/O 接线) 的具体接线。

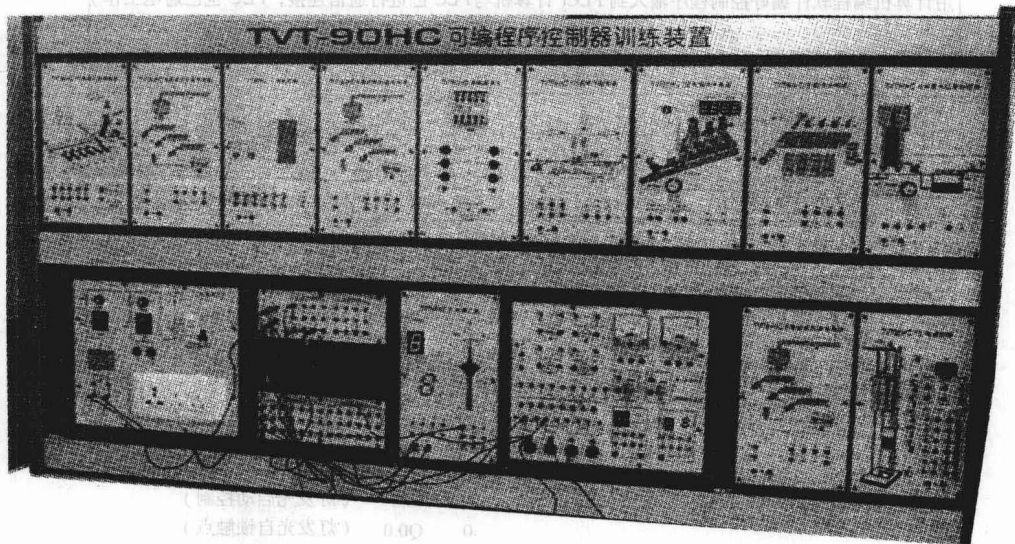


图 2-2 桌式 PLC 训练设备 (TVT—90HC) 的 I/O 接线

(3) 基本指令 (见表 2-1)。

(4) 编写 PLC 梯形图程序 根据控制要求, 用计算机编程软件编写梯形图程序或指令程序, 并将编写好的 PLC 程序从计算机传送到 PLC。对简单的程序, 可直接使用计算机编程软件编写。但对复杂的程序, 则要求先按控制要求写出程序结构, 再用计算机编程软件编写。



表 2-1 基本指令

基本指令	指令逻辑	指令功能	梯形图表示 (例)	指令表达
LD	装入动合指令	左母线开始 (动合触点)		LD I0.0 .....
AN	与断指令	串联动断触点		..... AN I0.1 .....
O	或动合指令	并联动合触点		..... O I0.1 .....
=	输出指令	驱动本位线圈		..... = Q0.0

PLC 梯形图程序与指令程序的编写如图 2-3 所示。

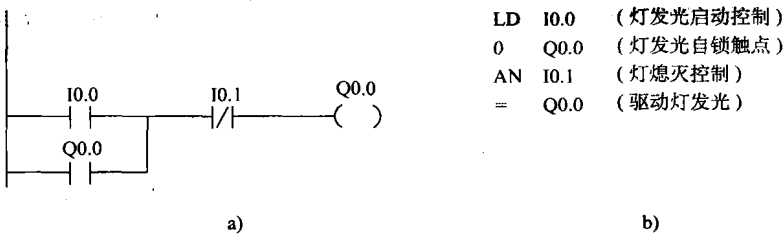
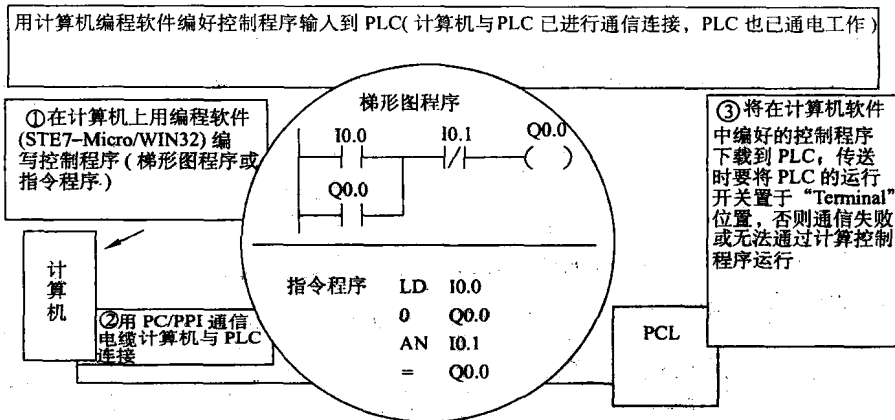


图 2-3 PLC 梯形图程序与指令程序的编写

a) 梯形图程序 b) 指令程序