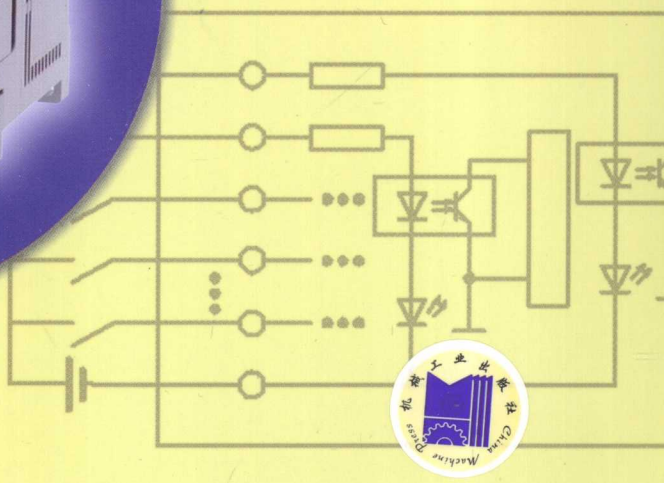


任务驱动式PLC编程及运动控制技术应用系列教程

PLC

编程应用基础(三菱)

● 杜从商 主编



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

(三菱)

主编 杜从商

参编 李全利 刘春龙 陈伟平

湛 江 吴莹莹



机械工业出版社

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 36 个实训任务中,同时采用了 15 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 编程基础训练须知、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:三菱/杜从商主编. —北京:机械工业出版社, 2009. 8

(任务驱动式 PLC 编程及运动控制技术应用系列教程)

ISBN 978-7-111-27840-5

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 126056 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:王华庆

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 (兴文装订厂装订)

2009 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 14.5 印张 · 353 千字

0 001—4 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-27840-5

定价:24.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379083

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的分册进行阅读学习，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。

本书以三菱 FX_{2N} 型 PLC 为例介绍了 PLC 控制及应用。全书共分 8 章，第 1 章为 PLC 编程基础训练须知，第 2~7 章设置了 36 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，做到边做边学、边学边提高。第 8 章通过 6 个典型的 PLC 控制对象程序的编写与分析，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。

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工作方法，都会引导读者分析与思考。全书一共采用了 15 个典型的 PLC 控制对象，使学习能处处与实际相联系。本书为读者建立了一条学习 PLC 编程技术的循序渐进、由浅入深的学习阶梯，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。

本书的实训对设备要求不高，全书 36 个实训任务及部分应用基本上都能在各种型号的 PLC 基础实训设备上进行。当然，尤其适合在 TVT—90 系列 PLC 实训设备上进行，配合该设备所配备的多个 PLC 控制对象模块，将会使训练收到更大的成效。

本书由杜从商任主编，对全书进行统稿；李全利教授审阅全书；吴莹莹参与第 2 章和第 3 章程序的编写与校验，湛江参与第 4 章和第 5 章程序的编写与校验，刘春龙参与第 6 章和第 7 章程序的编写与校验，陈伟平参与第 8 章程序的编写与校验。

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：Zhdc8888@163.com。

编 者

目 录

前言

第 1 章 PLC 编程基础训练须知	1
1.1 简单了解 PLC	1
1.1.1 认识 PLC	1
1.1.2 PLC 的基本构成	2
1.1.3 PLC 的特点	2
1.2 PLC 实训准备	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 学习 PLC 的方法	9
1.2.4 PLC 实训的注意事项	9
第 2 章 1 个灯发光的 PLC 控制	11
2.1 实训任务	11
2.1.1 用 PLC 实现 2 个常开按钮对 1 个灯 发光与熄灭的控制	11
2.1.2 用 PLC 实现 1 个常开按钮与 1 个 常闭按钮对 1 个灯发光与熄灭的 控制	17
2.1.3 用 PLC 实现 2 个常开按钮的脉冲信 号对 1 个灯发光与熄灭的控制	19
2.1.4 用 PLC 实现 1 个常开按钮对 1 个灯 发光与熄灭的交替控制	23
2.1.5 用 PLC 内部定时器实现 1 个灯的延 时发光与延时熄灭的控制	27
2.1.6 用 PLC 内部定时器实现 1 个灯发光 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	33
2.2.1 继电器控制电路的改造	33
2.2.2 将电路改造为 PLC 控制的工作 步骤	34
2.3 小结与作业	36
2.3.1 实训小结	36
2.3.2 实训作业	39
第 3 章 1 个灯闪烁的 PLC 控制	40
3.1 实训任务	40
3.1.1 用 2 个定时器实现 1 个灯闪烁的 控制	40
3.1.2 用特殊辅助继电器实现 1 个灯闪烁 的控制	42
3.1.3 用脉冲发生器实现 1 个灯多种频率 闪烁的控制	45
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	49
3.1.5 用脉冲发生器实现灯间歇闪烁的控 制	51
3.1.6 用计数器实现灯闪烁次数的 控制	54
3.2 应用举例	57
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	57
3.2.2 某公共设备自动冲水装置的 控制	59
3.3 小结与作业	60
3.3.1 实训小结	60
3.3.2 实训作业	62
第 4 章 2 个灯发光与闪烁的 PLC 控制	63
4.1 实训任务	63
4.1.1 用定时器控制 2 个灯顺序发光与 顺序熄灭	63
4.1.2 用数据寄存器间接设定灯的延时 发光时间	65
4.1.3 2 个灯交替发光控制的实现	68
4.1.4 用计数器控制 2 个灯交替发光的 次数	71
4.1.5 2 个灯交替发光的停电保持	73
4.1.6 2 个灯交替发光的急停控制	75
4.2 应用举例	79
4.2.1 水塔水位的 PLC 控制	79
4.2.2 电动机正、反转的自动控制	83
4.3 小结与作业	85
4.3.1 实训小结	85
4.3.2 实训作业	88

第5章 3个灯顺序发光与闪烁的 PLC

控制	90
5.1 实训任务	90
5.1.1 用定时器控制3个灯顺序发光	90
5.1.2 3个灯顺序发光与闪烁的停止控制	95
5.1.3 3个灯顺序发光与闪烁的单周期运行与连续运行控制	98
5.1.4 3个灯顺序发光与闪烁的单步运行控制	101
5.1.5 在3个灯顺序控制中实现状态的重复转移与跳转	104
5.1.6 在3个灯顺序控制中实现停电保持	106
5.2 应用举例	109
5.2.1 “多种液体自动混合”的PLC控制	109
5.2.2 自动送料装车系统的PLC控制	113
5.3 小结与作业	117
5.3.1 实训小结	117
5.3.2 实训作业	119
第6章 多个灯发光与闪烁的 PLC	
控制	120
6.1 实训任务	120
6.1.1 多个灯发光与闪烁的选择控制	120
6.1.2 多个灯发光与闪烁的并行控制	125
6.1.3 多个灯顺序发光与闪烁的两路独立流程控制	130
6.1.4 在多个灯顺序发光与闪烁的控制中设置起动条件	131
6.1.5 多个灯顺序发光与闪烁的自动与手动控制	133
6.1.6 “天塔之光”实训模块的多个灯发光与闪烁控制	139
6.2 应用举例 交通灯的控制	146
6.3 小结与作业	148

6.3.1 实训小结	148
6.3.2 实训作业	150

第7章 数码管与拨码开关的 PLC

控制	151
7.1 实训任务	151
7.1.1 用七段数码管显示灯运行次数的变化值	151
7.1.2 用2位数码管显示灯闪烁次数的变化值(增计数)	154
7.1.3 用2位数码管显示灯闪烁次数的变化值(倒计数)	156
7.1.4 用2位数码管显示灯发光时间的变化值(增计数)	159
7.1.5 用2位BCD码数字式拨码开关设定灯的闪烁次数和发光时间	161
7.1.6 拨码开关与数码管在灯闪烁与发光控制中的综合运用	164
7.2 应用举例 用拨码开关设定交通灯的绿灯发光时间并用数码管显示时间的实时值	167
7.3 小结与作业	170
7.3.1 实训小结	170
7.3.2 实训作业	172
第8章 PLC控制的应用	174
8.1 实训任务	174
8.1.1 霓虹灯的PLC控制	174
8.1.2 自动售货机的PLC控制	179
8.1.3 邮件分拣机的PLC控制	187
8.1.4 自动化仓库系统的PLC控制	194
8.1.5 自动扶梯的PLC控制	203
8.1.6 无塔供水的PLC控制	209
8.2 实训小结	220
8.2.1 本章实训模块的学习目标	220
8.2.2 实训中使用到的应用指令	220
8.3 PLC编程入门的要求	221
参考文献	222

第 1 章 PLC 编程基础训练须知

1.1 简单了解 PLC

1.1.1 认识 PLC

PLC 是一种用程序指挥的控制器，程序由电气技术人员根据被控机器的控制要求编写，简称为可编程序控制器。国际电工委员会（IEC）1987 年对其作了如下定义：“可编程序控制器是一种数字运算操作的电子系统，专为在工业环境下应用而设计。它采用可编程的存储器，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，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，在我国设备上使用较多的 PLC 主要有德国的西门子公司、日本的三菱公司、松下公司和欧姆龙公司的产品，美国的 AB 公司和 GE 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，因此每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。

不同公司的产品，在性能与外形上是各有特点的，可根据设备的需要来选择使用。

图 1-1 所示为几种应用较多的微型 PLC 的外形。

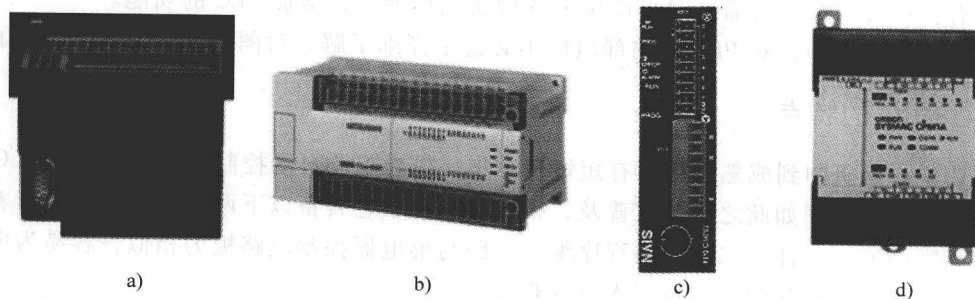


图 1-1 几种常用微型 PLC 的外形

a) 西门子 b) 三菱 c) 松下 d) 欧姆龙

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 年开始，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 的基本结构如图 1-2 所示。对 PLC 的基本结构，可以作以下简单了解：

CPU：中央处理器，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。

ROM：系统存储器，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。

RAM：用户存储器，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（需要进行模拟量与数字量的变换）。

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。

在编程学习初期，对 PLC 的内部组成不必过于详细了解，对图 1-2 有认识就可以了。

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武器件，PLC 在工业自动控制领域应用如此之广、之普及，很大程度在于它具备以下两个优势：一是有着强大的功能与很高的可靠性；二是它的程序编写思路与继电器控制电路极为相似，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** 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** 以基本单元加扩展模块的形式，能满足更多的接口需要与多功能需要。

（3）**编程容易** 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** 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。

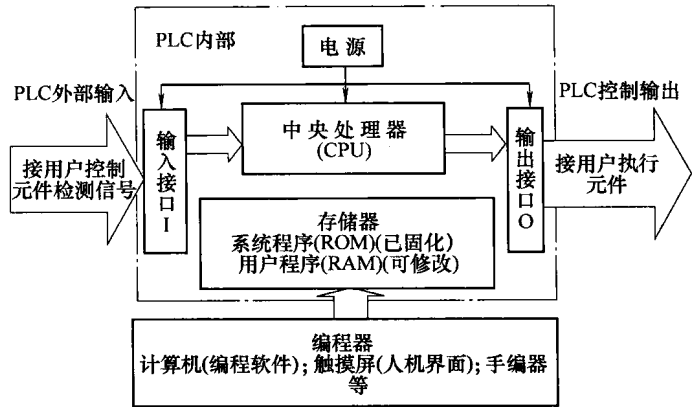


图 1-2 PLC 的基本结构示意图

1.2 PLC 实训准备

1.2.1 实训器材的准备

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

1. 可编程序控制器（以下简称 PLC）

本书实训采用 1 台“三菱 FX_{2N}—48MR”型号的 PLC 进行，型号解释如图 1-3 所示。此型号有 24 个输入端口（或称为点）和 24 个输出端口，PLC 内部的输出继电器（Y）属于继电器线圈驱动，其特点是：

1) 输出继电器（Y）的输出接点容量较大。对 250V 以下电压的电路，每个接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。

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接点 ON 或 OFF 响应，时间约为 10ms。若需要用高速运算，应改用晶体管输出的型号（输入与输出响应时间不超过 0.2ms）。

注意：由于本书第 8 章有部分实训任务需要高速运算，因此在第 8 章实训时可改用晶体管输出的 PLC 进行。同时，由于书中大部分实训任务都不需要用太多的输入和输出接口，因此也可以选择一些输入与输出点数较少的 FX_{2N} 系列 PLC 进行。

FX_{2N}—48MR 型 PLC 基本单元的面板结构如图 1-4 所示。

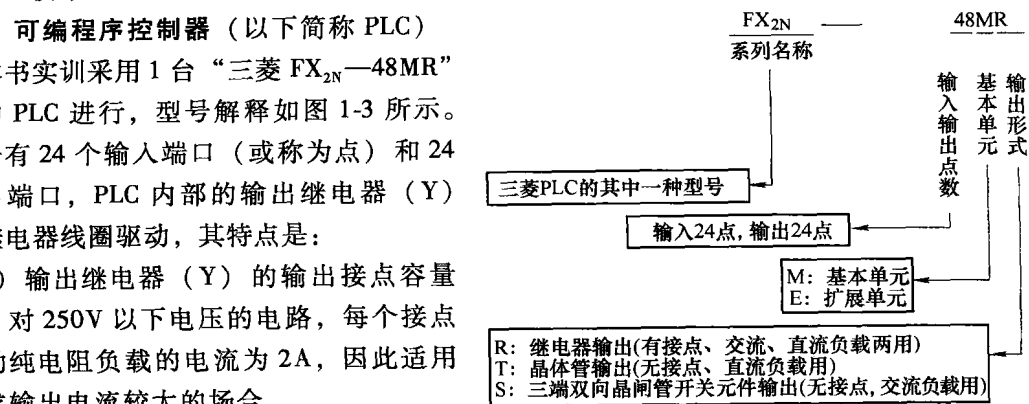


图 1-3 PLC 型号解释示意图

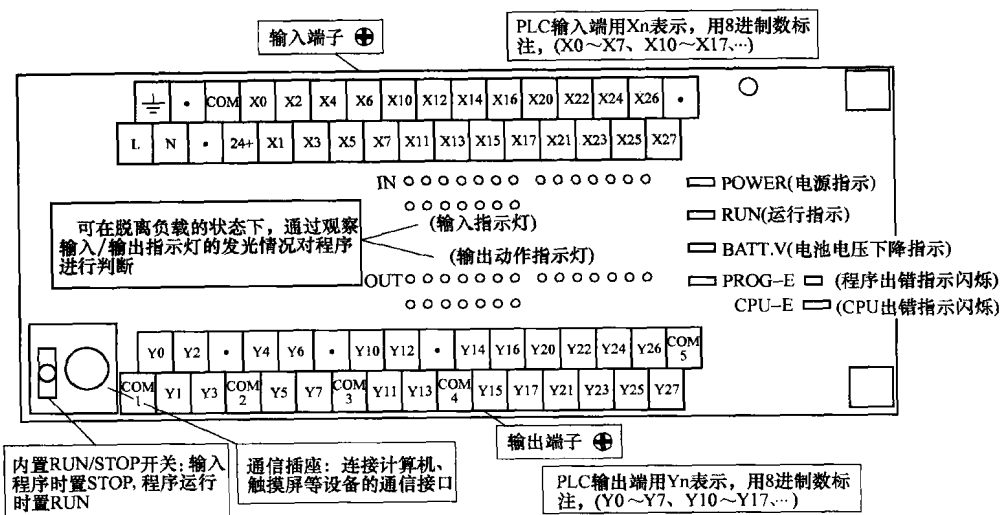


图 1-4 FX_{2N}—48MR 型 PLC 基本单元的面板结构示意图

开始实训前, 请将配置在实训设备中的 PLC 与图 1-4 作对照, 认真观察, 了解 PLC 面板上每部分的作用。

2. 训练器材

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。训练用元器件主要有:

输入元件: 5 个复合按钮 (一般只用 2 个)、3 个带自锁的常开按钮 (个别实训会用到)、3 个开关、1 个 2 位 BCD 拨码开关。

输出元件: 4 个指示灯、1 个一位七段数码管、1 个二位 BCD 数码管。

模拟工业控制设备的实训模块 (只在应用例子中使用): 天塔之光、电动机控制、水塔供水、多种液体自动混合、交通灯自动控制、邮件分拣机、自动送料装车系统、自动化仓库系统、无人自动售货机、自动扶梯和无塔供水共 11 个实训模块。

图 1-5 所示的是 TVT-90HC 桌式 PLC 训练设备, 该设备配有电源模块 (见图 1-6), 提供有多种电源 (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, 还有输入元件 (开关、按钮、拨码开关等) 模块 (图 1-7 所示开关、按钮部分)、输出元件 (LED 灯、数码管等) 模块以及包括本书实训用的各种模拟工业控制设备的实训模块。该设备主要用作 PLC 编程基础训练。设备中 PLC 的输入、输出接点和各种元器件的接点都已引出到插接孔, 实训时只要按 PLC I/O 分配表或接线图, 用专用的插接线插入相应的插接孔即可, 给实训带来较大的方便。

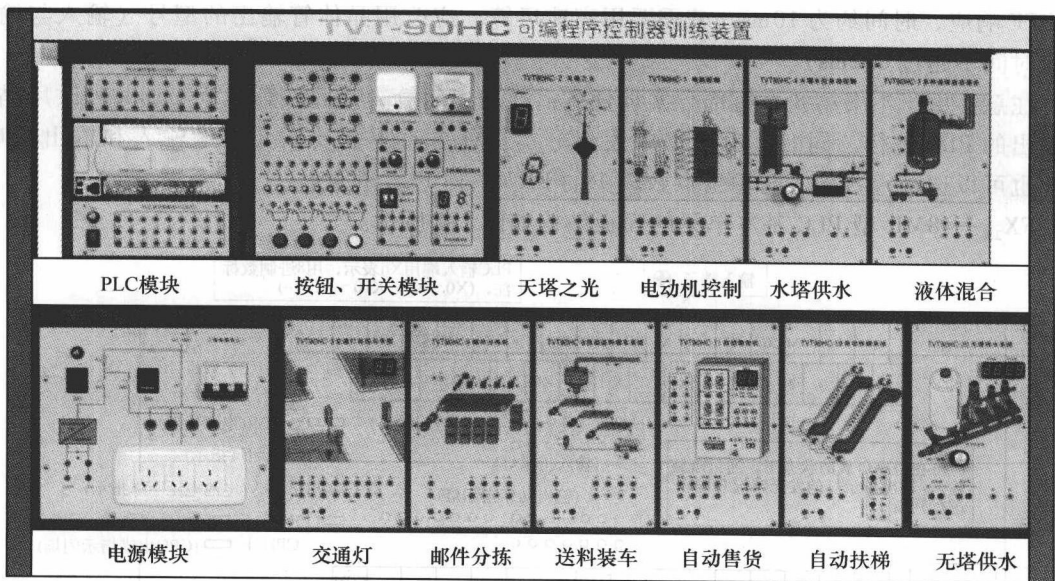


图 1-5 TVT-90HC 桌式 PLC 训练设备示意图

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同小异, 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。如果需要更经济, 也可以自己制作一个由 PLC、按钮、开关和指示灯组成的简单实用的装置进行实训。

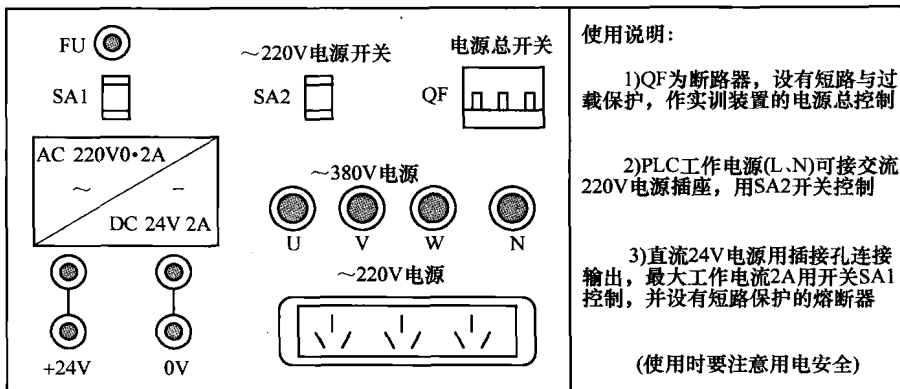


图 1-6 TVT—90HC 桌式 PLC 训练设备的电源模块简图

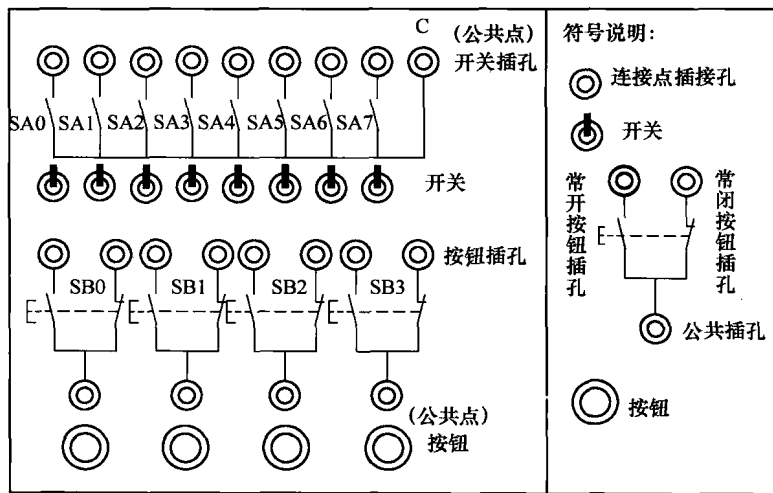


图 1-7 TVT—90HC 桌式 PLC 训练设备的开关、按钮模块简图

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)都应配置一台计算机, 并用 1 条通信线将计算机的串行“COM”端口与 PLC 的通信插座相连接(要在软件设置相应的传输 COM 口号)。

应在计算机内预装 PLC 编程软件。目前, FX_{2N} 型号的 PLC 生产商为用户提供了两套 PLC 编程软件, 分别是 FX—PCS/WIN 和 GX Developer, 这两种软件的使用大致相同, 但版面菜单与操作略有区别, 都可以在实训中使用。

1.2.2 实训的相关知识

1. 用 PLC 实现控制的基本工作步骤

用 PLC 实现控制, 一般的工作步骤如下:

- 1) 理解实训任务的内容与控制要求。
- 2) 画制 PLC 的 I/O 接线图或 I/O 分配表。
- 3) 根据 PLC I/O 接线图或 I/O 分配表完成 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,将程序调试到满足任务的控制要求。

请记住这个工作步骤,以后进行的每一个 PLC 控制的实训任务,都基本上按此流程进行。不要怕麻烦,借此养成细致有序的工作作风,对你是有大益处的。

2. PLC 的输入继电器 (X) 与输出继电器 (Y)

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,因此我们需要了解与 PLC 输入端内部相连的输入继电器 (X) 和与 PLC 输出端内部相连的输出继电器 (Y)。

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

(1) 输入继电器 (X) PLC 输入端是由内部多个输入继电器 (X) 组成的,用于接收与 PLC 输入端相接的外接元件的指令信号。从图 1-8 可以看出,可以与输入继电器 (X) 连接的硬元件主要有各种开关、按钮及传感器等。

输入继电器 (X) 的工作特点是:

1) 输入继电器只提供常开触点与常闭触点供用户使用。

2) 每一个输入继电器有无数个常开触点和常闭触点。

3) 输入继电器的触点状态是由其所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) 输出继电器 (Y) PLC 的输出端是由内部多个输出继电器 (Y) 组成的,用于向接在 PLC 输出端的执行元件发出控制信号。与输出继电器连接的硬元件通常有

灯、电磁阀线圈、接触器线圈等执行元件(见图 1-9),以及变频器、步进电动机驱动器等专用设备控制器的控制端。其工作特点是:

1) 每个输出继电器都提供 1 个线圈及与线圈地址相同的无数个常开触点与常闭触点给用户使用。

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

(3) PLC 输出继电器所接元件的注意点 从图 1-9 可以看出,对 PLC 输出继电器所接的元件,需要注意以下几点:

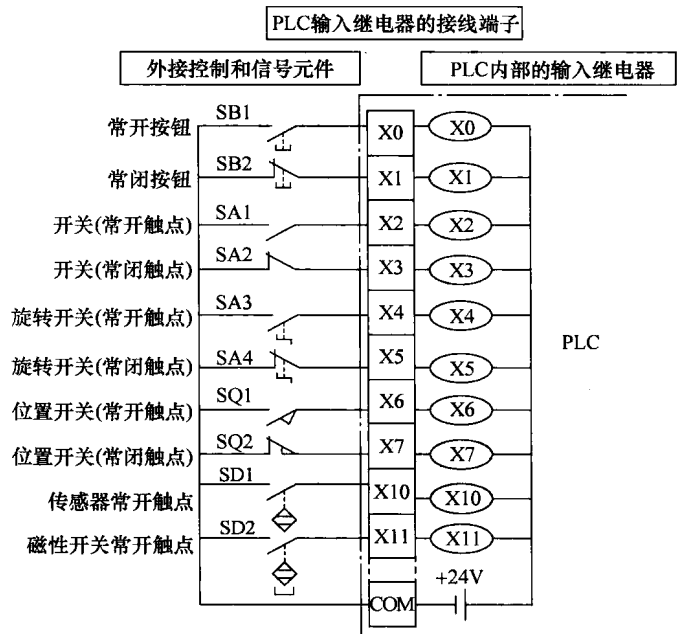


图 1-8 PLC 输入继电器 (X) 与部分外接元件

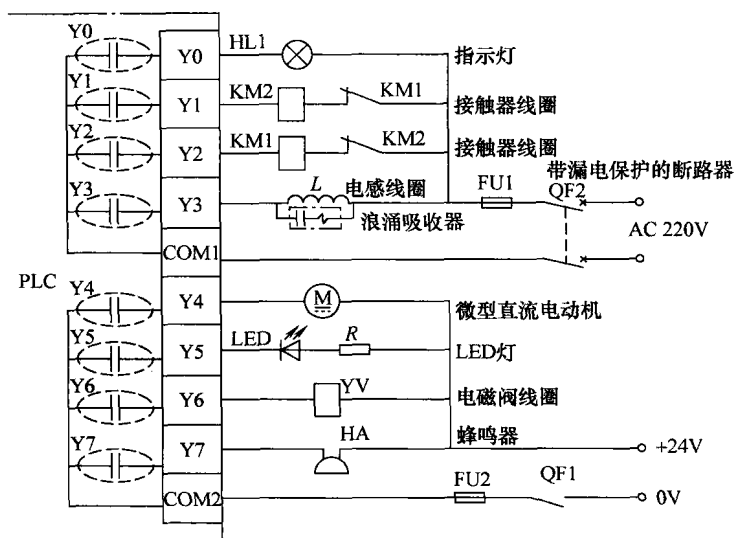


图 1-9 PLC 输出继电器与部分外接元件

1) 接在输出端的元件工作电流一定要小于输出继电器 (Y) 触点的容许电流。如前所述, 继电器输出型的 PLC 输出端, 每个接点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, 每个接点电流的电流只有 0.5A。

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 220V 以下的负载。对直流电源来说, “COM” 点也不一定要求接 “+” 端或 “-” 端。但晶体管输出型的 PLC 输出端, 只能接工作电压 DC 24V 以下的负载, 且 “COM” 点一定要接负载电源的 “-” 端。

3) 因 PLC 输出电路无内置断路器, 为了防止负载短路等故障烧坏输出继电器, 应对每 4 点输出负载设置 5~10A 的熔断器或断路器 (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点。但若两个 “COM” 点所接的元件工作电压相同, 可直接将两个 “COM” 点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, 如图 1-9 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。

(4) 输入继电器与输出继电器的数量 再次认真观察图 1-4, 在 FX_{2N}-48MR 的基本单元中, 输入端的输入继电器有 24 个, 分别编为 X0~X7、X10~X17、X20~X27。输出端的输出继电器也有 24 个, 分别编为 Y0~Y7、Y10~Y17、Y20~Y27。

记住: PLC 的输入继电器 (X) 与输出继电器 (Y) 地址号都是使用八进制数表示; 它们的地址号都是没有 “8” 和 “9” 的。

如果基本单元中的输入继电器或输出继电器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 FX_{2N} 系列 PLC, 可以扩展到 256 个输入继电器。

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 程序可用多种方法编写，其中普遍使用的是梯形图、指令以及状态转移图。

(1) 梯形图 (LAD) 程序 梯形图是 PLC 最常用的程序编写方式，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，通过编写梯形图来实现 PLC 的简单控制，基本上不会有太大的困难，因此非常受电气技术人员的欢迎。下面我们用一个最简单的例子作说明，如图 1-10a 所示。这是由一个开关 (SA) 控制一个指示灯 (HL) 的继电器控制电路，当 SA 闭合时，HL 就发光。若将此电路改为 PLC 控制，可将 SA 与 PLC 内部输入继电器 X0 的接线端子相接，将 HL 与 PLC 输出继电器 Y0 的接线端子相接 (见图 1-10b)，然后再编写图 1-10c 的梯形图并输入到 PLC 中。当 PLC 运行时，若 SA 闭合，HL 就发光；若 SA 断开，HL 就熄灭。

将继电器电路与 PLC 的梯形图程序作比较，PLC 的梯形图可以说是由继电器控制电路演变过来的。当然，要明白的是：PLC 梯形图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 内部的输入继电器和输出继电器。

比较图 1-10 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得如此复杂？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问题时，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。另外，由于 PLC 功能的强大，许多继电器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不能及的。

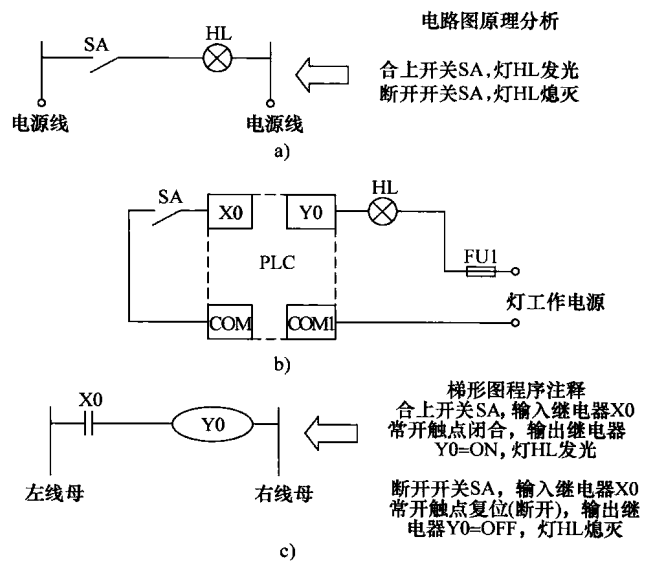


图 1-10 继电器控制图与 PLC 控制的比较

PLC (FX 系列) 梯形图的常用图形符号如图 1-11 所示。注意：不同型号的 PLC 的梯形图符号不一定相同，有些差别还是

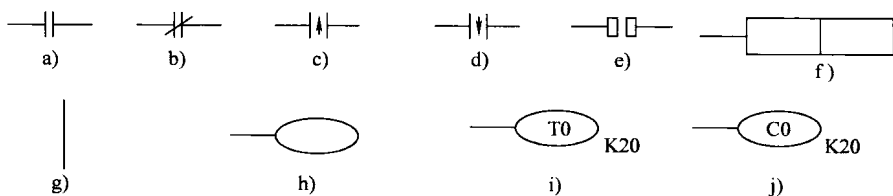


图 1-11 PLC (FX 系列) 梯形图的常用图形符号

- a) 常开触点
- b) 常闭触点
- c) 上沿脉冲触点
- d) 下沿脉冲触点
- e) 状态元件
- f) 功能元件
- g) 母线
- h) 输出元件
- i) 定时器
- j) 计数器

很大的。

(2) 指令程序 PLC 程序也可以直接用指令来编写。FX_{2N}系列 PLC 的编程指令可分为两部分：一是基本指令，共有 27 个（见第 4 章小结中实训要求所附的“FX_{2N}基本指令列表”），这些指令虽然只具有单一的功能，但它们是程序组成的最基本部分，是必不可少的；二是应用指令，这类指令有 246 个，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，故称为“方便指令”或“功能指令”。对初学者来说，先掌握部分常用的应用指令就可以了，以后需要时再继续学习。

梯形图程序与指令程序一般都用安装在计算机上的 PLC 编程软件来编写。除了编程软件外，PLC 编程还可以使用手编器或人机交互的图形设备。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用计算机编写自己的程序，可先用一些时间打开软件了解一下 FX-PCS/WIN 或 GX Developer 软件的基本操作步骤与程序的基本编写方法。

1.2.3 学习 PLC 的方法

要掌握 PLC 程序的编写，先要打下坚实的基础。因此，我们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。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。不用怕学习的内容多，尽管书中的实训任务一个接一个，但它们都是有联系的，都是一步一步前进的，都是能成功的。提供几点学习意见给你吧！

第一，要有信心。因为你已经了解继电器控制电路，已有了一些控制的概念。PLC 的梯形图程序与继电器控制电路原理图是很相似的，初学编程时，你可以用对继电器控制的理解来学习。

第二，要争取成功。每一个实训任务都要认真完成，而且要争取成功。不成功决不放弃，直至成功为止。要坚持，每一个任务的圆满完成，就会带给你一个成功的喜悦。

第三，要有扎实的学习作风。最好能做到“边做边学、边复习边学、边读书边学”，这样才会事半功倍呢！

第四，要动手动脑。边做边思考，边思考边理解，理解后再继续做，如此手脑并用，进步可快呢！

第五，要独立思考。每个实训任务都要争取独立完成，但也要与学友互助和交流，完成任务后，互相切磋一下，说不定还可以对程序进行优化呢，这样又得到进步了！

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，我们还要注意培养自己的职业工作素质。它包括：

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属于安全电压等级，如桌式 PLC 基础训练装置中执行元件的负载都是 DC 24V，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

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，特别是在实训中发生突然停电后，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，绝来不得半点马虎。

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，如画制 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。

打下了基础，以后还要继续学习 PLC 与传感器、气动元件、步进电动机、伺服电动机、触摸屏等部件的综合应用技术，学习 PLC 的简单通信与总线通信技术，学习监控软件等，任重而道远。让我们努力学习吧！只要付出自己的劳动就一定会有收获。

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 个常开按钮对 1 个灯发光与熄灭的控制

1. 内容与要求

用 PLC 实现 2 个常开按钮对 1 个灯的控制。要求：按下常开按钮 SB1，灯 HL1 发光并保持；按下常开按钮 SB2，灯 HL1 熄灭。

2. 学习重点

这是一个十分简单的控制，要求通过这个实训达到以下目的：

- 1) 了解用 PLC 实现控制的基本工作步骤。
- 2) 了解 PLC 输入继电器 (X) 与输出继电器 (Y) 的功能与运用方法。
- 3) 学习编写简单的梯形图程序与指令程序。

3. 工作步骤

(1) 画制 PLC 的 I/O 接线图

记住：输入简称“**I**”，输出简称“**O**”。我们通常所说的“**I/O**”接口就是指“输入/输出”接口。

PLC 的 I/O 接线图直接反映了 PLC 输入继电器 (X) 和输出继电器 (Y) 与硬元件的接线情况，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。画图时请使用直尺，要认真将图画好。

1) 画 PLC 的 I/O 接线图前要先了解实训任务中要接到 PLC 输入与输出端的硬元件，以及输出执行元件的工作电源。与 PLC 相接的硬元件有：

接 PLC 输入端元件：常开按钮 SB1 与常开按钮 SB2。

接 PLC 输出端元件：指示灯 HL1；指示灯工作电源 DC 24V。

2) 要进行 PLC 的 I/O 端分配。

PLC 输入端：X0 接 SB1、X1 接 SB2。

PLC 输出端：Y0 接 HL1。

3) 画出 PLC 的 I/O 端子接线图，如图 2-1 所示。

注意：外接输入信号元件与哪一个输入继电器相接以及外接执行元件与哪一个输出继电器相接，都是没有硬性规定的，PLC 的 I/O 地址的分配一般可根据元件的性质和程序编写的方便来决定。

(2) 根据 PLC 的 I/O 接线图在实训设备上接线 按图 2-1 进行接线。由于是第一次进行 PLC 接线，所以要细心，完成接线后要进行检查（要养成此习惯），确保接线正确。

如果是使用 PLC 基础训练的专用设备，可将需要接线的模块（电源模块、开关模块和灯箱模块）尽量靠近，以方便接线。图 2-2 是按图 2-1 的 I/O 接线图在 TVT—90E 桌式 PLC