

国家中等职业教育改革发展示范学校建设项目成果

PLC可编程技术实训与操作

主编 童德斌



苏州大学出版社
Soochow University Press

国家中等职业教育改革发展示范学校建设项目成果

PLC 可编程技术实训与操作

主 编 童德斌

副主编 朱慧斌 张 弛 吕梅梅

苏州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

PLC 可编程技术实训与操作 / 童德斌主编. —苏州:
苏州大学出版社, 2014. 6
国家中等职业教育改革发展示范学校建设项目成果
ISBN 978-7-5672-0956-5

I. ①P… II. ①童… III. ①plc 技术—中等专业学校—教材 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 131183 号

PLC 可编程技术实训与操作

童德斌 主编

责任编辑 征 慧

苏州大学出版社出版发行

(地址: 苏州市十梓街 1 号 邮编: 215006)

常州市武进第三印刷有限公司印装

(地址: 常州市武进区湔里镇村前街 邮编: 213154)

开本 787 mm×1 092mm 1/16 印张 11.75 字数 279 千

2014 年 6 月第 1 版 2014 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5672-0956-5 定价: 28.00 元

苏州大学版图书若有印装错误, 本社负责调换

苏州大学出版社营销部 电话: 0512-65225020

苏州大学出版社网址 <http://www.sudapress.com>

前言

随着科学技术的发展,电气控制技术已在各个领域得到越来越广泛的应用。可编程控制器(PLC)作为电气控制技术中的一项新技术在各行各业中得到了广泛的应用。与此同时,变频器作为交流电动机的高效变速驱动器,触摸屏作为工业设备的常用输入终端,在数控加工等机电产品中也得到了大量使用。由此可知,机电专业的学生学习 PLC、变频器、触摸屏等有着重要的意义。

在国家中等职业教育改革发展示范学校建设过程中,我们进一步建设和完善了 PLC 可编程实训室、光机电一体化实训室。同时,机电专业的骨干教师在教学中以及在技能大赛辅导中积累了丰富的教学与实践经验,把 PLC、变频器、触摸屏等设备的使用与实训项目有机结合起来,注重培养学生的专业能力和综合素质,效果十分明显,培养的学生多次在安徽省技能大赛中获奖。基于这样的情况,我们组织编写了本书。

本书在编写过程中按照“以完成实训任务为目的,以操作训练为主线”的方式逐步展开理论知识阐述,不把理论作为学习重点,而是通过操作设备来学习技术,引导和带动学生参与,把 PLC、触摸屏、变频器等设备融入自动线的工作过程中,通过完成一个个具体的实训,理解理论知识;同时,理论知识以完成实训为目的,相互融合,互为依托。

在 PLC 选择上,本书采用了易于学生理解的三菱 FX_{2N}-48、昆仑通泰的触摸屏、三菱 E420 变频器以及亚龙公司的光机电一体化 235A 的设备,同时参考了亚龙公司的设备特点和安徽省技能大赛的技术要求。

本书由童德斌主编,在编写过程中得到了郑万强、朱慧斌、吕梅梅、张驰等老师的大力协助,同时还参考了亚龙公司的实训设备,并请安徽职业技术学院的常辉教授做了技术指导,在此一并表示诚挚的感谢。

由于编写时间仓促,加之编者水平有限,书中疏漏与不当之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者

2014 年 5 月

目 录

Contents

模块一	可编程控制器常见应用系统	1
模块二	FX 系列 PLC 的基本结构	11
模块三	基本逻辑指令及应用	20
模块四	三相异步电动机的 PLC 控制	34
模块五	步进指令及状态编程法	41
模块六	程序流程类指令及应用	58
模块七	传送比较、逻辑运算类指令及应用	68
模块八	其他功能指令及应用	79
模块九	变频器的使用	88
模块十	PLC 和变频器的综合应用	103
模块十一	触摸屏的使用和程序编写	117
模块十二	PLC 和触摸屏的综合应用	153



模 块 一

可编程控制器常见应用系统



知识目标

- (1) 了解可编程控制器常见应用系统的组成。
- (2) 了解可编程控制器的特点及应用范围。
- (3) 了解可编程控制器的硬件结构和基本程序。
- (4) 了解可编程控制器的工作原理。



能力目标

- (1) 能参照简单的电气控制图设计 PLC 控制图。
- (2) 能明确 PLC 的应用范畴。
- (3) 掌握三菱 PLC 的结构特征。
- (4) 熟悉可编程控制器的工作原理。

一、两种“启—保—停”控制电路的比较

1. 传统的继电器控制电路

传统的继电器控制电路,其完成一台电机的启动、保持、停止的全部功能是依靠由启动按钮 SB1、停止按钮 SB2、交流接触器的辅助常开开关、交流接触器线圈以及热继电器共同组成的控制电路来完成的。

传统电路的最大特点是:所用的控制功能都需要用硬件逻辑,即采用各种开关、按钮等具体元件在电路中按照需要加以构造,如果要求的功能增多,那么相应的控制电路复杂程度也会大大地增加。一旦电路的要求发生改变,整个控制电路就必须重新设计,才能满足要求,原先的构造都不再保留,需要按照电路的新设计重新布线,这会增加电路改造的成本和难度。

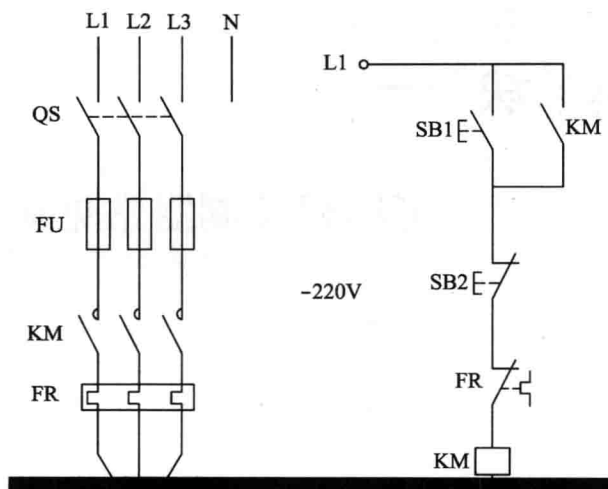


图 1-1 传统继电器控制电路

2. PLC 控制电路

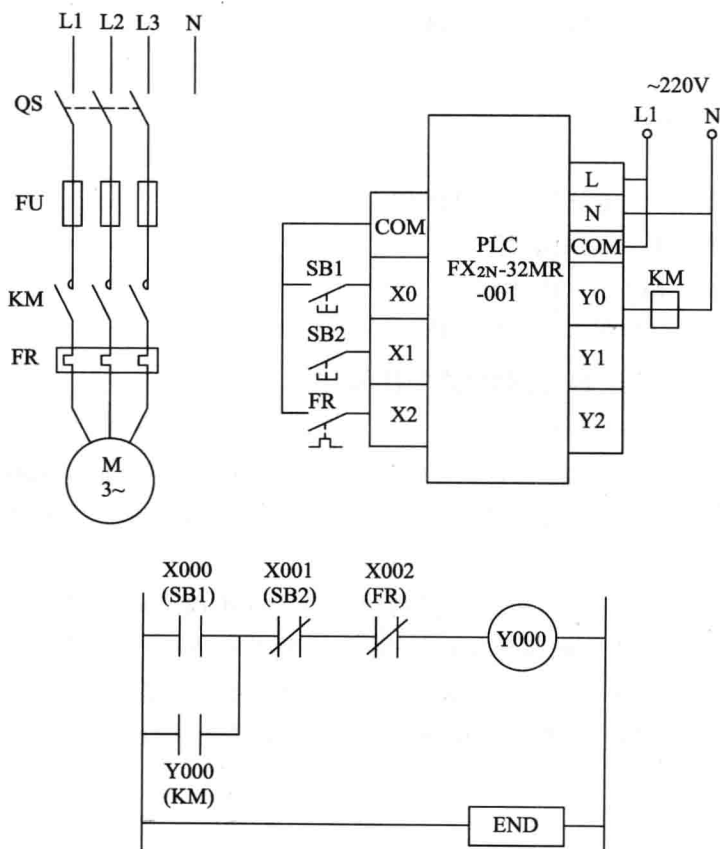


图 1-2 PLC 控制电路



使用 PLC 控制电路,最大的变化是加入了一台工业计算机,即 PLC 计算机。从控制电路上看,原先的按钮和开关都接到了 PLC 的输入端口,端口使用没有特殊的要求,可以互换通用。交流接触器的线圈接在输出端口,非常简单明了,无须构造出硬件逻辑电路,也就是不需要考虑元件的逻辑功能结构,所有的逻辑控制都可以在软件的梯形图中实现,接线变得非常简单。如果电路需要改变功能,只要重新编写符合要求的梯形图即可。

二、可编程控制器的特点

- (1) 编程方法简单易学。
- (2) 功能强,性价比高。
- (3) 硬件配套齐全,用户使用方便,适应性强。
- (4) 可靠性高,抗干扰能力强。
- (5) 系统的设计、安装、调试工作量少。
- (6) 维修工作量小,且维修方便。
- (7) 体积小,能耗低。

三、FX_{2N}系列可编程控制器

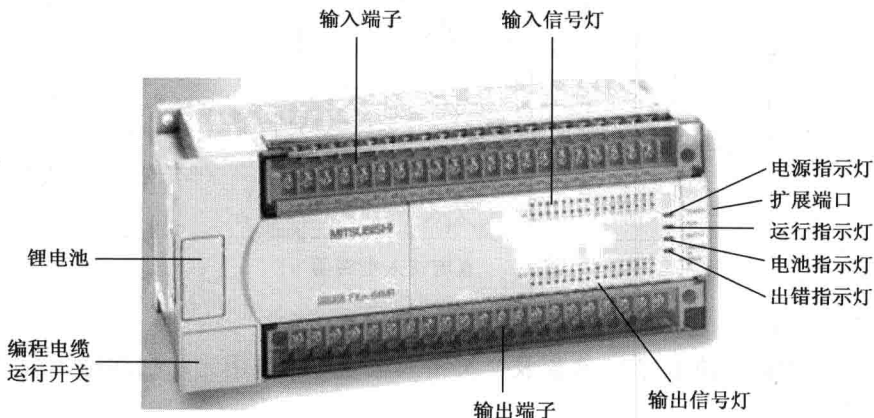


图 1-3 FX_{2N}系列可编程控制器的外形结构

FX_{2N}系列可编程控制器是三菱公司小型 PLC 的代表产品之一,其外形结构如图 1-3 所示。PLC 主要是通过输入端子和输出端子与外部控制电器联系的。输入端子连接外部的输入元件,如按钮、控制开关、行程开关、接近开关、热继电器接点、压力继电器接点、数字开关等。输出端子连接外部的输出元件,如接触器、继电器线圈、信号灯、报警器、电磁铁、电磁阀、电动机等。

FX_{2N}型可编程控制器上设置有 4 个指示灯,以显示 PLC 的电源、运行/停止、内部锂电池的电压、CPU 和程序的工作状态。

四、PLC 硬件结构

PLC 的硬件系统一般主要由中央处理单元 CPU、输入/输出接口、I/O 扩展接口、编程器接口、编程器、电源等几个部分组成,如图 1-4 所示。

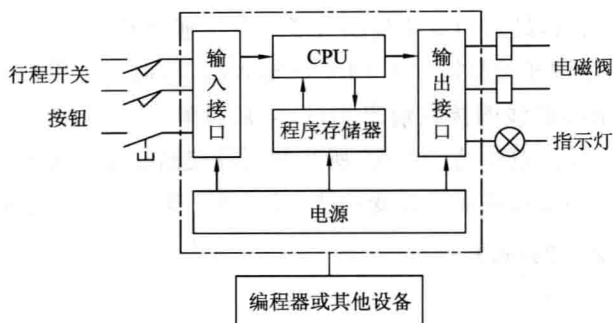


图 1-4 PLC 内部硬件逻辑结构框图

五、PLC 的两种输入接口电路

1. 直流输入

电路外接电源的极性可任意,单元中含有 R 及 C 构成的滤波电路。

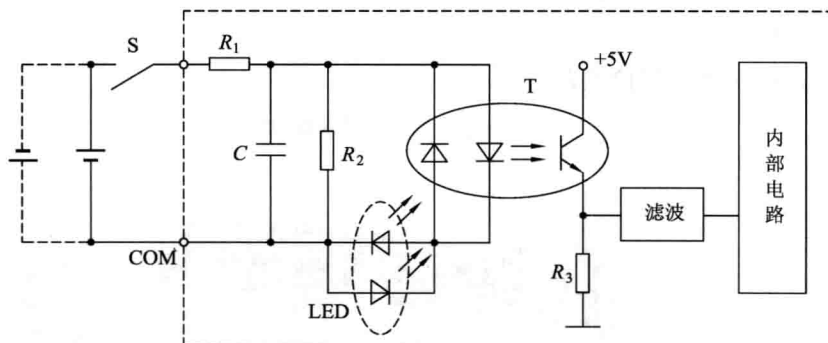


图 1-5 直流输入电路图

2. 交流输入

单元中含有隔直流电容 C ,直流及交流输入电路中均采用光耦实现输入信号与机内电路的耦合。

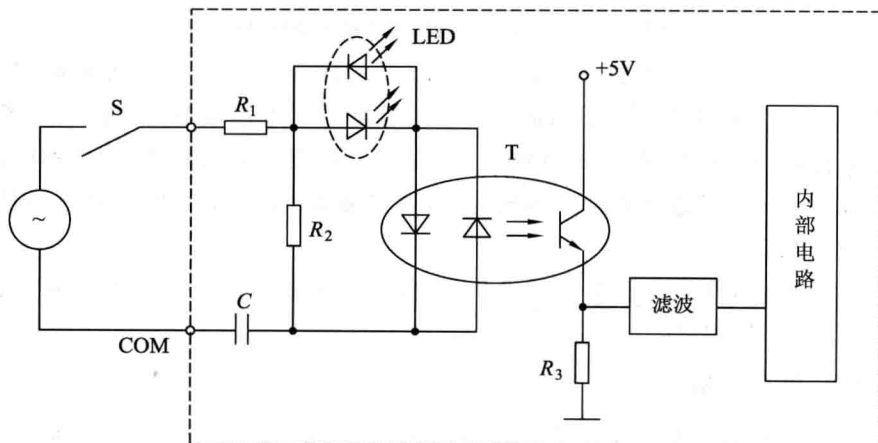


图 1-6 交流输入电路图



六、PLC 的三种输出接口电路

1. 晶体管输出电路

在如图 1-7 所示的电路中,当输出锁存器的对应位为“1”时,其对应的晶体管导通,把负载和电源连通起来,使得负载获得电流,发光二极管(LED)导通;当输出锁存器的对应位为“0”时,其对应的晶体管截止,把负载和电源隔断,使得负载不会获得电流,发光二极管(LED)不导通。

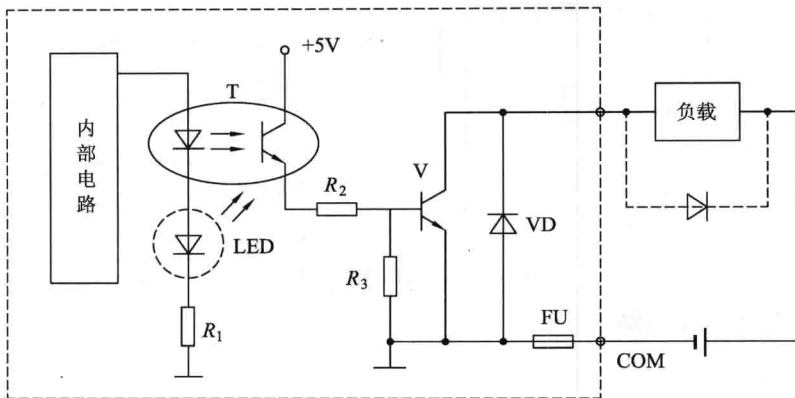


图 1-7 晶体管输出电路图

2. 晶闸管输出电路

在如图 1-8 所示的电路中,当输出锁存器的对应位为“1”时,其对应的光耦合器导通,把负载和电源连通起来,使得负载获得电流,发光二极管(LED)发光;当输出锁存器的对应位为“0”时,由于负载电源过零,其对应的光耦合器截止,把负载和电源隔断,使得负载不会获得电流,发光二极管(LED)不导通。

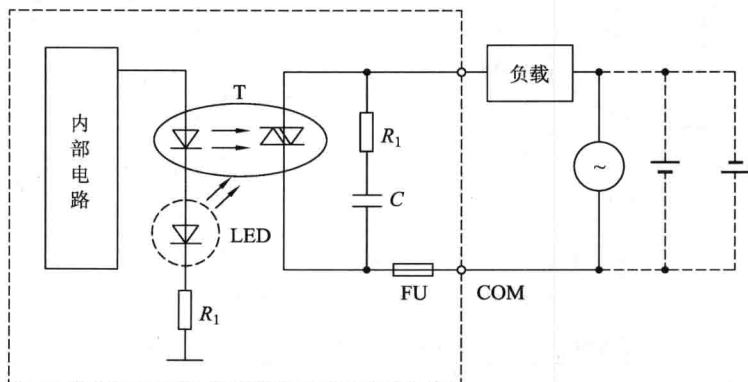


图 1-8 晶闸管输出电路图

3. 继电器输出电路

在如图 1-9 所示的电路中,当 CPU 根据用户程序的运算把输出信号送入 PLC 的输出映像区后,通过内部总线把输出信号送到锁存器中。当输出锁存器的对应位为“1”时,

其对应的发光二极管(LED)导通发光,继电器的线圈带电,其触点则把负载和电源连通起来,使得负载获得电流;当输出锁存器的对应位为“0”时,其对应的发光二极管(LED)不导通,线圈不带电,其触点则把负载和电源隔断,使得负载不会获得电流。

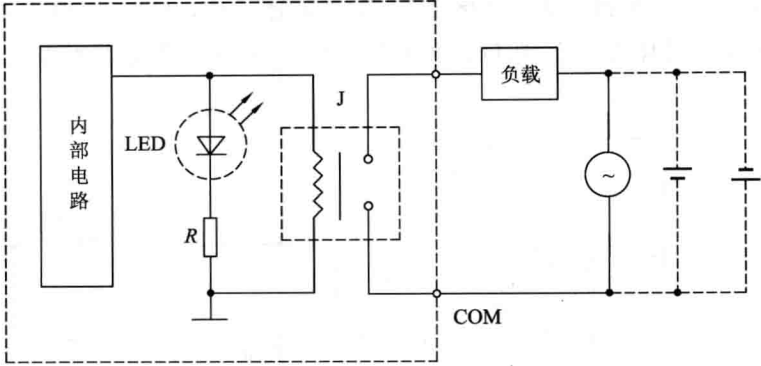
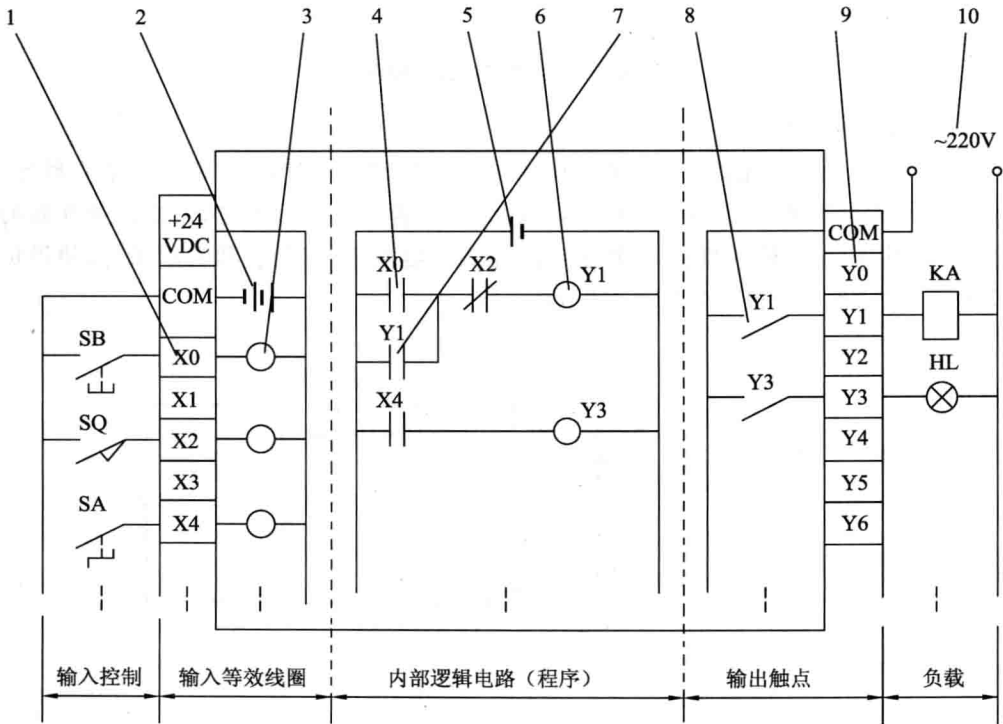


图 1-9 继电器输出电路图

七、PLC 的等效电路



1. 输入接线端子 2. 内置输入控制回路直流电源 3. 输入等效继电器驱动线圈
4. 输入等效继电器工作触点 5. 程序“工作电源” 6. 输出继电器驱动线圈 7. 输出继电器辅助触点 8. 输出继电器主触点 9. 输出继电器接线端子 10. 负载工作电源

图 1-10 PLC 的等效电路图



八、PLC 的扫描工作方式

可编程控制器采用循环扫描方式工作。从第一条程序开始,按顺序逐条执行程序,直到程序结束,然后再从头开始扫描,并周而复始地重复进行。

如图 1-11 所示,可编程控制器工作时的扫描过程包括五个阶段:内部处理、通信处理、输入扫描、程序执行、输出处理。

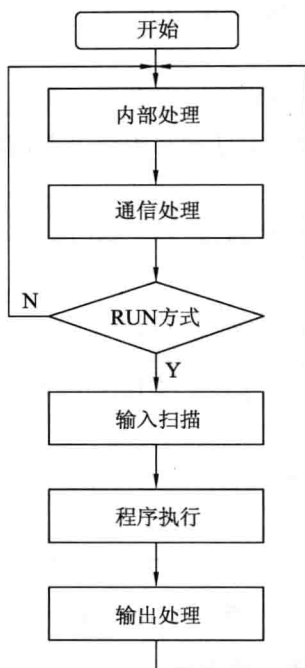


图 1-11 PLC 扫描工作原理

- 内部处理:此阶段 CPU 检查其硬件、用户程序存储和所有 I/O 模块的状态。
- 通信处理:扫描周期的信息处理阶段,CPU 处理从通信端口接收到的信息。
- 输入扫描:CPU 顺序扫描的方式对所有输入端子的输入状态进行扫描,将扫描结果存入输入映象寄存器中。
- 程序执行:PLC 对程序按顺序扫描执行。若程序用梯形图来表示,则总是按先上后下、先左后右的顺序进行。当遇到程序跳转指令时,根据跳转条件是否满足来决定程序是否跳转。当指令中涉及输入、输出状态时,CPU 从输入映象寄存器中读出,根据用户程序进行运算,结果再存入输出映象寄存器中。
- 输出处理:当所有程序执行完成后,进入输出处理阶段。在这一阶段里,PLC 将输出映象寄存器中的数据写入输出锁存器,更新输出状态,并通过一定方式输出,驱动外部负载。然后 PLC 进入下一个循环周期,重新执行上述五个阶段,周而复始。若用户程序中存在对输出结果多次赋值的情况,则只有最后一次结果有效。

九、PLC 的三种编程语言

1. PLC 编程语言的标准

PLC 编程语言标准(IEC 61131-3)中有五种编程语言,即:

- 顺序功能图(Sequential function chart,SFC)
- 梯形图(Ladder diagram,LD)
- 功能块图(Function block diagram,FBC)
- 指令表(Instruction list,IL)
- 结构文本(Structured text,ST)

其中,顺序功能图、梯形图、功能块图属于图形编程语言,指令表、结构文本属于文字语言。

2. 梯形图

梯形图是使用最多的 PLC 图形编程语言。如图 1-12 所示的 PLC 控制程序就是用梯形图语言编制的一段程序。

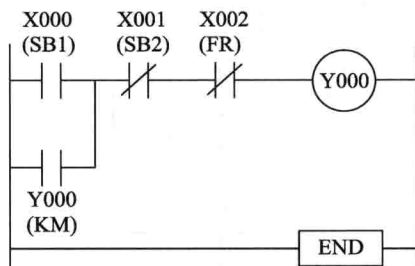


图 1-12 梯形图

在实际编程时,总是先写出梯形图程序,如果需要,再根据梯形图写出指令表程序。

下列程序型即为图 1-12 所对应的指令表程序。

LD	X000	表示逻辑操作开始
OR	Y000	表示常开接点关联
ANI	X001	表示常闭接点串联
ANI	X002	表示常闭接点串联
OUT	Y000	表示输出
END		表示程序结束

3. 指令表

所谓指令表编程,是用一个或几个容易记忆的字符来代表 PLC 的某种操作功能。

指令表语言类似于计算机的汇编语言,它是 PLC 最基础的编程语言。

用指令表创建用户程序,属于面向机器硬件的语言,其指令丰富,能实现很多梯形图和功能块不能实现的功能。

指令表编程适合于熟悉 PLC 和有经验的程序员使用。

4. 顺序功能图

顺序功能图是目前国际电工协会(IEC)正在发展的编程标准。



顺序功能图亦称功能图,使用它可以对具有并发、选择等复杂结构的系统进行编程,许多 PLC 都提出了用于 SFC 编程的指令。

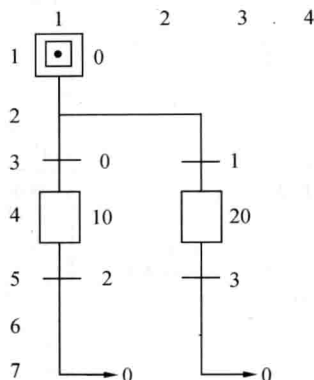


图 1-13 顺序功能图

方框即表示步,0 步为初始步,10 步、20 步为用户设定的功能步,用于完成某一组功能。顺序功能图(SFC)可用于复杂程序设计。

顺序功能图由以下几部分组成:

- 步:将系统的一个工作周期划分为若干个顺序相连的阶段,这些阶段称为步(Step)。
- 有向连线:“动作”是指某步处于活动状态时,PLC 向被控对象发出的命令,或被控对象应执行的动作。
- 转换:转换用与有向连线垂直的短划线表示,步与步之间不答应直接相连,必须有转换隔开,而转换与转换之间也同样不能直接相连,必须在步隔开。
- 转换条件:转换条件是指与该转换相关的逻辑变量。
- 动作(或命令)。

技能训练



实训内容

PLC 输入/输出继电器的接线。



实训目的

- (1) 熟悉 PLC 外部接线。
- (2) 掌握输入继电器与输入端子之间的关系。
- (3) 掌握 PLC、负载、负载供电电源之间的联系。
- (4) 理解图 1-15 程序在 PLC 控制系统中的作用,并说出程序执行后出现的效果如何。

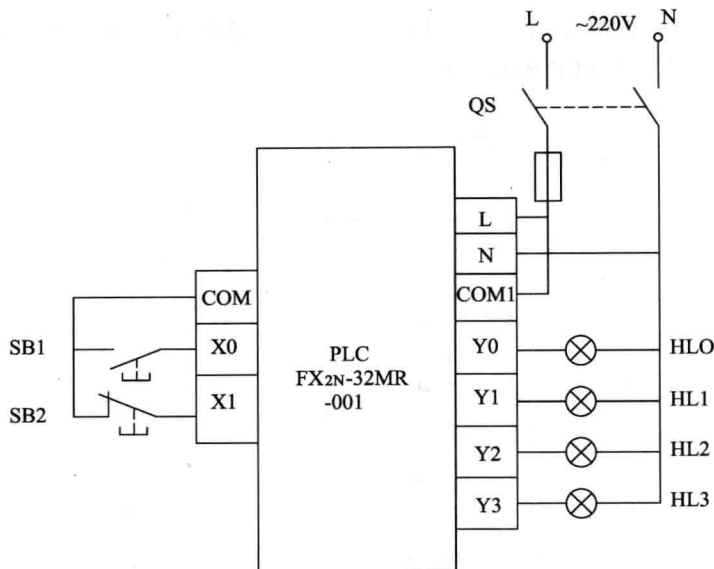
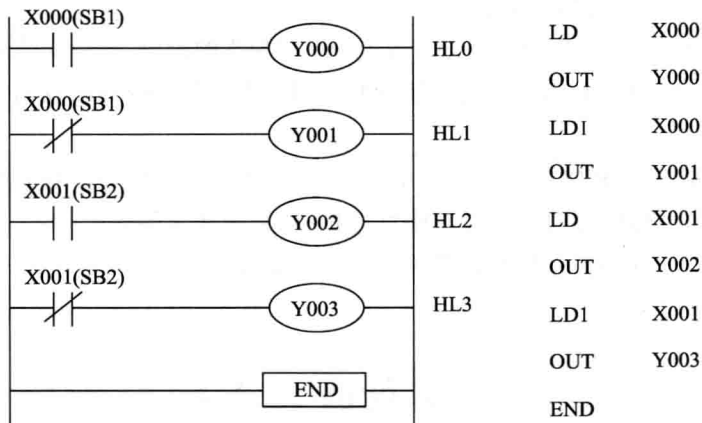


图 1-14 实训电路 I/O 接线图



(a) 梯形图程序

(b) 指令表程序

图 1-15 梯形图及指令表程序



边学边练

1. 可编程控制器的内部有很多等效继电器,但只有输入继电器和输出继电器是可以与外围设备进行连接,其中_____继电器的驱动线圈有外部接线端子,_____继电器的动合触头有外部接线端子。
2. PLC 的主要编程设备有_____。
3. PLC 的输出接口电路一般有_____输出方式、_____输出方式和输出方式三种。

模 块 二

FX系列PLC的基本结构



知识目标

- (1) 了解 FX 系列可编程控制器的硬件结构。
- (2) 了解 FX 系列可编程控制器常见应用系统的组成。
- (3) 掌握 FX 系列 PLC 常用编程元件的使用方法。
- (4) 了解编程软件 GX Developer V8 的一般应用情况。



能力目标

- (1) 认识三菱 PLC 的型号。
- (2) 掌握各种继电器的使用技巧。
- (3) 学会编程软件的使用方法。
- (4) 掌握编程软件 GX Developer V8 的一般应用情况。

一、FX 系列 PLC 概述

FX 系列 PLC 是三菱公司近年来推出的高性能小型可编程控制器,已逐步替代三菱公司原 F、F1、F2 系列 PLC 产品。其中 FX₂ 是 1991 年推出的产品,FX₀ 是在 FX₂ 之后推出的超小型 PLC,近几年来又连续推出了将众多功能凝集在超小型机壳内的 FX_{0S}、FX_{1S}、FX_{0N}、FX_{1N}、FX_{2N}、FX_{2NC} 等系列 PLC,具有较高的性能价格比,应用广泛。它们采用整体式和模块式相结合的叠装式结构。

1. 特点

三菱 FX 系列 PLC 有如下特点:

- 体积极小的微型 PLC。
- 先进美观的外部结构。
- 提供多个子系列供用户使用。
- 灵活多变的系统配置。
- 功能强,使用方便。

2. 型号及意义

FX 系列 PLC 的型号的命名方式如下:

FX_①—_②·_{③④}—_⑤

其各部分对应的意义如下:

① 子系列名称,如 1S、1N、2N、2NC 等。

② I/O 总点数,范围为 10~256。

③ 单元类型:

M——基本单元;

E——扩展单元(输入/输出混合);

EX——扩展输入单元;

EY——扩展输出单元。

④ 输出形式:

R——继电器输出;

T——晶体管输出;

S——晶闸管输出。

⑤ 特殊品种:

D——DC 电源,DC 输出;

A1——AC 电源,AC(AC100~120V)输入或 AC 输出模块;

H——大电流输出扩展模块;

V——立式端子排的扩展模块;

C——接插口输入/输出方式;

F——输入滤波时间常数为 1ms 的扩展模块。

3. FX_{2N} 系列基本单元

FX_{2N} 系列基本单元如表 2-1 所示。

表 2-1 基本单元

AC 电源,24V 直流输入		DC 电源,24V 直流输入		输入点数	输出点数
继电器输出	晶体管输出	继电器输出	晶体管输出		
FX _{2N} -16MR-001	FX _{2N} -16MT	—	—	8	8
FX _{2N} -32MR-001	FX _{2N} -32MT	FX _{2N} -32MR-D	FX _{2N} -32MT-D	16	16
FX _{2N} -48MR-001	FX _{2N} -48MT	FX _{2N} -48MR-D	FX _{2N} -48MT-D	24	24
FX _{2N} -64MR-001	FX _{2N} -64MT	FX _{2N} -64MR-D	FX _{2N} -64MT-D	32	32
FX _{2N} -80MR-001	FX _{2N} -80MT	FX _{2N} -80MR-D	FX _{2N} -80MT-D	40	40
FX _{2N} -128MR-001	FX _{2N} -128MT	—	—	64	64