



国家职业资格培训教程 用于国家职业技能鉴定

维修电工

(第2版)

中国就业培训技术指导中心组织编写

(上册)

(技师 高级技师)

 中国劳动社会保障出版社



用于国家职业技能鉴定
国家职业资格培训教程

YONGYU GUOJIA ZHIYE JINENG JIANDING

GUOJIA ZHIYE ZIGE PEIXUN JIAOCHENG

维修电工

(技师 高级技师)

第2版

(上册)

编审委员会

主任 刘康

副主任 张亚男

委员 仇朝东 顾卫东 孙兴旺 陈蕾 张伟

编审人员

主编 沈倪勇

编者 仲葆文 王照清 张霓 马丹 朱建明

主审 张玉龙

图书在版编目(CIP)数据

维修电工：技师·高级技师. 上册/中国就业培训技术指导中心组织编写. —2版. —北京：中国劳动社会保障出版社，2013

国家职业资格培训教程

ISBN 978-7-5167-0568-1

I. ①维… II. ①中… III. ①电工-维修-技术培训-教材 IV. ①TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 283516 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码：100029)

*

北京北苑印刷有限责任公司印刷装订 新华书店经销

787毫米×1092毫米 16开本 31.5印张 532千字

2014年1月第2版 2016年7月第4次印刷

定价：56.00元

读者服务部电话：(010) 64929211/64921644/84626437

营销部电话：(010) 64961894

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

如有印装差错，请与本社联系调换：(010) 50948191

我社将与版权执法机关配合，大力打击盗印、销售和使用盗版图书活动，敬请广大读者协助举报，经查实将给予举报者奖励。

举报电话：(010) 64954652

前 言

为推动维修电工职业培训和职业技能鉴定工作的开展,在维修电工从业人员中推行国家职业资格证书制度,中国就业培训技术指导中心在完成《国家职业技能标准·维修电工》(2009年修订)(以下简称《标准》)制定工作的基础上,组织参加《标准》编写和审定的专家及其他有关专家,编写了维修电工国家职业资格培训系列教程(第2版)。

维修电工国家职业资格培训系列教程(第2版)紧贴《标准》要求,内容上体现“以职业活动为导向、以职业能力为核心”的指导思想,突出职业资格培训特色;结构上针对维修电工职业活动领域,按照职业功能模块分级别编写。

维修电工国家职业资格培训系列教程(第2版)共包括《维修电工(基础知识)(第2版)》《维修电工(初级)(第2版)》《维修电工(中级)(第2版)》《维修电工(高级)(第2版)》《维修电工(技师 高级技师)(第2版)(上册)》《维修电工(技师 高级技师)(第2版)(下册)》6本。《维修电工(基础知识)(第2版)》内容涵盖《标准》的“基本要求”,是各级别维修电工均需掌握的基础知识;其他各级别教程的章对应于《标准》的“职业功能”,节对应于《标准》的“工作内容”,节中阐述的内容对应于《标准》的“技能要求”和“相关知识”。

本书是维修电工国家职业资格培训系列教程(第2版)中的一本,适用于对维修电工技师和高级技师的职业资格培训,是国家职业技能鉴定推荐辅导用书,也是维修电工技师和高级技师职业技能鉴定国家题库命题的直接依据。

本书在编写过程中得到上海市职业技能鉴定中心、上海电气自动化设计研究所有限公司等单位的大力支持与协助,在此一并表示衷心的感谢。

中国就业培训技术指导中心

目 录

CONTENTS 国家职业资格培训教程

第1章 可编程序控制系统装调与维修	(1)
第1节 三菱可编程序控制器控制系统分析与编程	(1)
第2节 松下可编程序控制器控制系统分析与编程	(47)
第3节 西门子可编程序控制器工作原理与编程	(84)
第2章 交直流传动及伺服系统的调试与维修	(164)
第1节 直流传动系统	(164)
第2节 交流变频调速系统	(236)
第3节 交流伺服系统	(321)
第3章 电子电路调试与维修	(394)
第1节 电子线路板测绘与分析	(394)
第2节 电平检测电路控制扭环形计数器电路	(397)
第3节 组合逻辑控制移位寄存器电路	(429)
第4节 A/D 转换电路	(472)

第1章

可编程序控制系统装调与维修

第1节 三菱可编程序控制器 控制系统分析与编程



学习单元1 用功能指令进行程序分析和编程



学习目标

- 熟悉 FX_{2N} 系列 PLC 常用功能指令的格式、功能及使用方法
- 熟悉用功能指令编写应用程序的方法



知识要求

一、FX_{2N} 系列 PLC 功能指令概述

FX_{2N} 系列可编程序控制器 (PLC) 除了基本逻辑指令和步进指令之外, 还有 100 多条功能指令。每一条功能指令实际上就是一个具有相应功能的子程序。

1. 功能指令的表示方法

(1) 指令格式

FX_{2N} 系列 PLC 采用计算机通用的助记符形式来表示功能指令。一条功能指令

应包含功能号（FNC）、操作码、操作数三个部分，如图1—1所示。

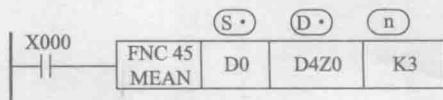


图1—1 功能指令格式

如图1—1所示指令格式中，“FNC 45”即为功能号，表示该功能指令的序号，每一条功能指令对应有一个功能号，为FNC 00 ~ FNC 246。在使用手持式编程器时，需要用功能号来输入指令，而用计算机编程软件编程时是不需要功能号的，因此在书写功能指令时可省略功能号。

如图1—1所示的“MEAN”是以助记符形式表示的操作码，用以表示该指令所实现的功能。例如“MEAN”表示计算平均值、“MOV”表示数据传送、“ADD”表示加法计算等。

在操作码后面的是操作数，表示该指令执行时所使用的操作对象。不同的指令所需的操作对象数不同，因此功能指令中的操作数个数根据指令的不同可以是0 ~ 5个。根据操作对象的性质不同，操作数可分为不同的类别，用[S]、[D]、[m]、[n]等符号表示：[S]表示源操作数，[D]表示目的操作数，[m]、[n]都表示数值。[S·]及[D·]表示可以进行变址操作。在编程手册中，各操作数允许选择的元件一般用如图1—2所示的形式表示，图中方框内是各种编程元件，箭头及界限线所示范围内为操作数允许选择的编程元件。在实际使用功能指令时，应根据需要给各操作数选择合适的编程元件。

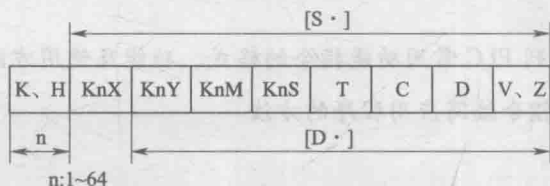


图1—2 操作数允许选择的范围

(2) 位元件的组合使用

在FX_{2N}系列PLC中，X、Y、M、S为位元件，每一个位元件使用了PLC存储器中的一位。而在功能指令中，往往需要对多个位元件同时进行操作。这时就可使用位元件的组合。

位元件组合的表示形式是“KnXm”“KnYm”“KnMm”及“KnSm”。其中n表示位元件的组数，每一组固定为4位，n的取值范围为1~8；m表示一批相同类

型且连续编号的位元件进行组合时,作为起始位置(位数最低)的一个位元件的编号。例如,“K1X0”即表示X0~X3等连续的四个元件,“K2Y10”表示Y10~Y17等连续的八个元件,“K4M100”表示M100~M115等连续的16个元件。在这几个例子中,X0、Y10、M100分别为这几个组合中的最低位,而X3、Y17、M115则分别为最高位。

(3) 功能指令的长度及执行方式

功能指令的操作对象可以是16位的数据,也可以是32位的数据,即操作数可以是16位或32位。某条功能指令是对16位还是32位的操作数进行操作,可将该位数称为该指令的长度。

当满足某条功能指令的执行条件时,该指令即可被执行。但执行的方式可以是每个扫描周期都被执行;也可以是仅在执行条件刚满足的这个扫描周期被执行一次,在此后的扫描周期中就不再被执行。前一种执行方式称为连续执行方式,后一种方式称为脉冲执行方式。

在FX_{2N}系列PLC的功能指令中,若不加特殊标记,则该指令即为16位指令,执行方式为连续执行方式。但有一些(注意,不是全部)指令可作为32位指令或使用脉冲执行方式。能否作为32位指令或能否使用脉冲执行方式,在指令格式中用操作码的前后有无标记[D]及[P]加以表示,如图1-3a所示。

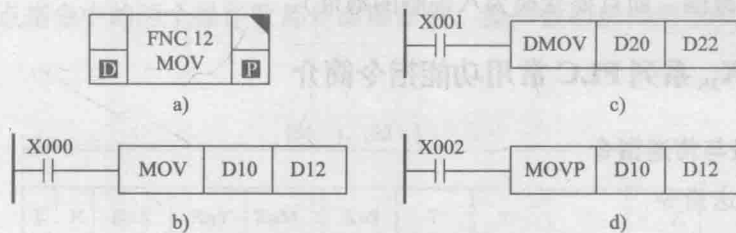


图1-3 功能指令的长度及执行方式

a) 操作码前后的标记 b) 功能指令的一般形式

c) 32位指令的表示形式 d) 脉冲执行方式的表示形式

如图1-3b至图1-3d所示是同一条传送指令“MOV”的不同表达形式,如图1-3b所示为一般形式,即长度为16位、连续执行方式。当执行条件X0为ON时,在每个扫描周期都会执行一次将D10内的数据传送到D12中的操作。如图1-3c所示是32位指令的表达形式,在X1=1时,执行将D21D20中的32位数据传送到D23D22构成的32位数据寄存器中的操作。如图1-3d所示是脉冲执行型指令的表达形式,在X2从OFF变为ON的上升沿,执行一次将D10中的数据传送

到 D12 的操作, 此后即使 X2 一直为 ON 也不再执行指令。

2. 变址寄存器的用法

在 FX_{2N} 系列 PLC 的编程元件中, V 和 Z 是作为变址寄存器被使用的。FX_{2N} 中变址寄存器有 V7 ~ V0 和 Z7 ~ Z0 共 16 个。V 和 Z 与数据寄存器 D 类似, 都是 16 位的字元件, 每一个变址寄存器都可以存储一个 16 位的数据, 也可以把相同编号的 V 和 Z 组合起来(例如“V3Z3”或“V1Z1”等)作为 32 位的寄存器使用。变址寄存器在程序中的作用有两种: 改变软元件的地址(变址)及改变常数的大小。

对软元件的地址进行变址, 是在软元件后加上变址寄存器, 如“MOV K10 D100Z2”。若 Z2 中的数据为 5, 则该指令执行后, D105 中的数据为 10; 而若 Z2 中的数据为 8, 则该指令将数 10 送往 D108。

欲改变常数的大小, 可在常数的后面加上变址寄存器, 如“MOV K10V5 D100”。若 V5 = 2, 该指令将数 12 送往 D100; 而若 V5 = 7, 则送往 D100 的数是 17。

使用变址寄存器时应注意, V 和 Z 自身不能被变址, 位元件组合中的组数也不能使用变址, 因此, “V5Z2”“Z6V0”“K2V0X0”等用法都是错误的。“V5Z5”只是表示将 V5 和 Z5 组合成 32 位的变址寄存器使用, 不能作为对 V5 的变址使用。而“K2Y10Z4”是对 Y10 进行变址, 这是允许的(但要注意对 Y10 变址后不能超出 Y 的地址范围, 而且要变换为八进制的地址)。

二、FX_{2N}系列 PLC 常用功能指令简介

1. 比较与传送指令

(1) 传送指令

16 位传送指令 MOV 将源操作数传送到指定的目标, 其指令格式与操作数的选择范围如图 1—4 所示。

(2) 比较触点指令

在编制程序中, 常常需要对两个数据进行比较, 并根据比较的结果来判定是否执行某种操作, 这时就要用到比较触点指令。

比较触点指令相当于一个常开触点, 当两个数据进行比较并符合指定的比较关系时, 这个触点就接通, 否则触点断开。有六种不同的比较关系: 等于、不等于、大于、小于、大于等于、小于等于。对应这六种关系的指令格式及相应的功能如图 1—5 所示。

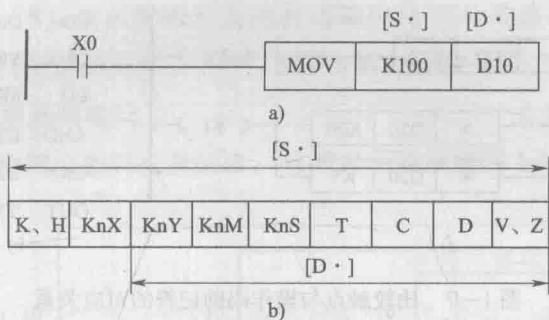


图 1—4 传送指令 MOV

a) MOV 指令的格式 b) MOV 指令中操作数的选择范围

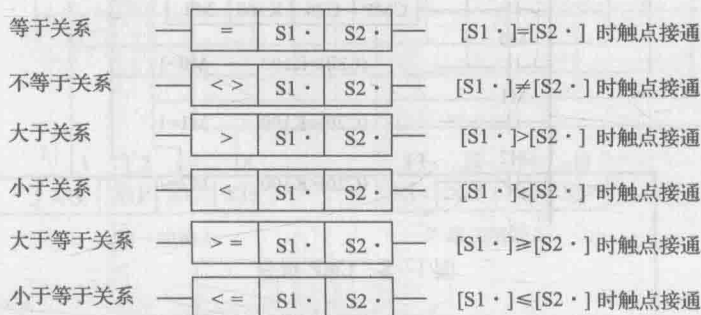


图 1—5 比较触点指令

比较触点指令中的两个操作数都是源操作数，操作数的选择范围如图 1—6 所示。

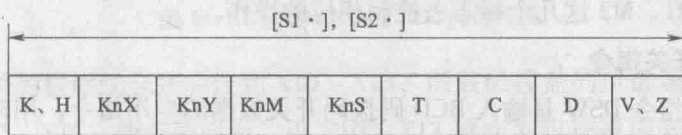


图 1—6 比较触点指令操作数的选择范围

在梯形图中，比较触点可放在不同的位置，相应的指令助记符也不同，可使用 LD =、LD <>、LD >、LD <、LD > =、LD < =；AND =、AND <>、AND >、AND <、AND > =、AND < =；OR =、OR <>、OR >、OR <、OR > =、OR < = 等助记符。比较触点在不同的位置时所对应的指令助记符可参见如图 1—7 所示的示例。

(3) 比较指令

比较指令 CMP 将两个数据进行比较，根据比较后的结果来设置相应的标志。比较指令的格式如图 1—8 所示。

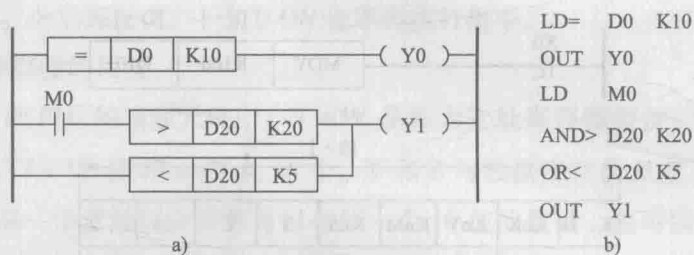


图 1—7 比较触点与操作码助记符的对应关系

a) 梯形图 b) 对应的语句表

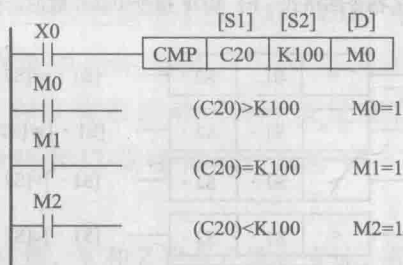


图 1—8 CMP 指令

CMP 指令中的两个源操作数 [S1]、[S2] 可以选择各种编程元件，而目的操作数 [D] 只能选用位元件 Y、M、S。在如图 1—8 所示的指令中，把计数器 C20 的当前计数值与十进制数 100 进行比较，若 (C20) > 100 就将 M0 置为 1；若 (C20) = 100，则将 M1 置为 1；而若 (C20) < 100，则 M2 = 1。然后在程序中就可利用 M0、M1、M2 这几个标志去控制相应的操作。

2. 数字开关指令

数字开关指令 DSW 是输入 BCD 码拨码开关数据的专用指令，用来读入一组或两组 4 位数字拨码开关的设置值。其梯形图格式如图 1—9 所示，操作数的选择范围见表 1—1。

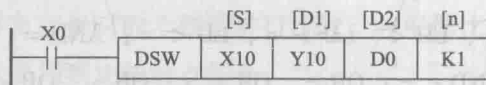


图 1—9 数字开关指令 DSW 的指令格式

表 1—1

DSW 指令中操作数的选择范围

操作数	[S]	[D1]	[D2]	n
选择范围	X	Y	T、C、D、V、Z	K、H n=1、2

指令中操作数 [S] 表示拨码开关的数码输出与 PLC 的连接点, [D1] 表示 PLC 对拨码开关进行位选的元件, [D2] 表示数据的存放元件, [n] 表示拨码开关的组数 (只能取一组或两组)。

每组拨码开关由四个数码拨盘组成, 与 PLC 的接线如图 1—10 所示。

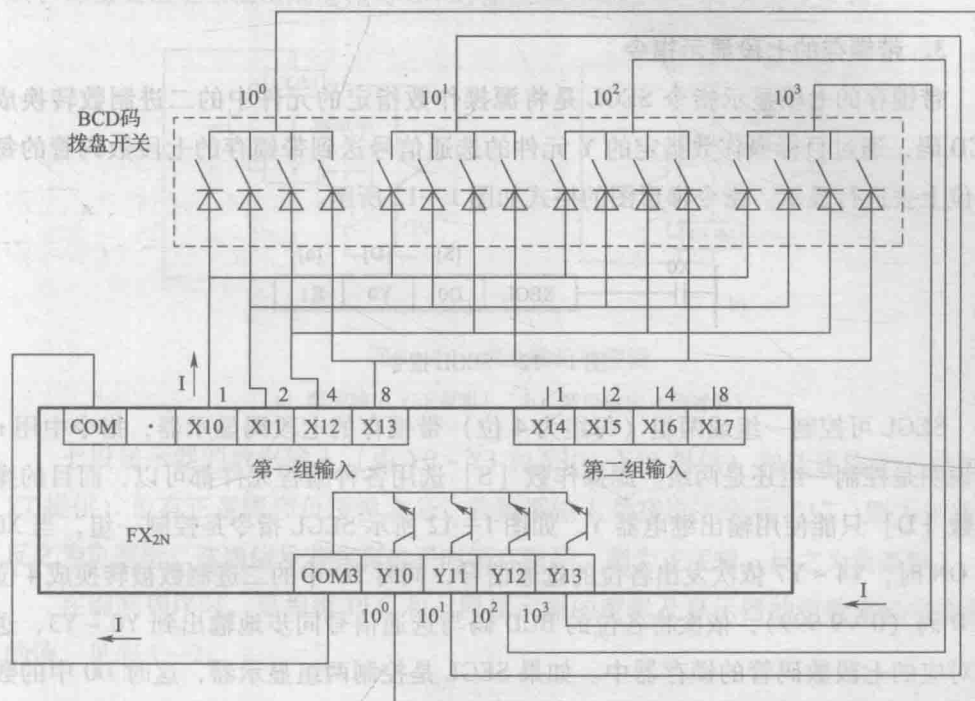


图 1—10 数码拨盘与 PLC 的接线图

数码开关的数据线合并后接到 X10 ~ X13, 而数码拨盘的位选通线按权值大小分别接到 Y10 ~ Y13, 指令执行时, 由 Y10 ~ Y13 顺次发出选通信号, 每一位的数字由 X10 ~ X13 端口读入。读入的数字转换成二进制码 (BIN 码) 形式存入 [D2] 指定的元件 D0 中, 若 n 为 K2, 则表示有两组 BCD 码数字开关, 第二组数字开关必须接到接续的 X14 ~ X17 上, 仍由 Y10 ~ Y13 顺次选通读入, 其数据以 BIN 码形式存入 D1 中。

在执行条件 X0 = 1 时, DSW 指令即顺次发出选通信号及读入各位的数字, 一遍完成后接着又开始下一遍, 不断循环, 因此需要使用半导体管输出。当一个循环周期完成后, PLC 的内部标志 M8029 会产生一个脉冲, 脉宽为一个扫描周期。利用这一特点, 可在一个循环周期完成后使指令不再继续循环执行, 从而可使用继电器输出来代替半导体管输出。采用这种方法的梯形图如图 1—11 所示。

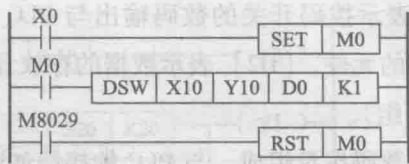


图 1—11 只执行一次扫描的数码开关输入程序梯形图

3. 带锁存的七段显示指令

带锁存的七段显示指令 SEGL 是将源操作数指定的元件中的二进制数转换成 BCD 码, 通过目标操作数指定的 Y 元件的选通信号送到带锁存的七段数码管的每一位上去进行显示。指令梯形图的格式如图 1—12 所示。

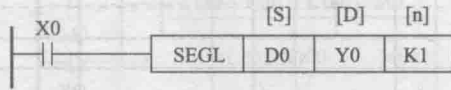


图 1—12 SEGL 指令

SEGL 可控制一组或两组 (每组为 4 位) 带锁存的七段码显示器, 指令中用 n 来说明是控制一组还是两组。源操作数 [S] 选用各种编程元件都可以, 而目的操作数 [D] 只能使用输出继电器 Y。如图 1—12 所示 SEGL 指令是控制一组, 当 X0 为 ON 时, Y4 ~ Y7 依次发出各位的选通信号, 同时 D0 中的二进制数被转换成 4 位 BCD 码 (0 ~ 9 999), 依次将各位的 BCD 码与选通信号同步地输出到 Y0 ~ Y3, 送到对应的七段数码管的锁存器中。如果 SEGL 是控制两组显示器, 这时 D0 中的数据送到 Y0 ~ Y3, D1 中的数据送到 Y10 ~ Y13, 位选通信号仍然由 Y4 ~ Y7 提供, 其外部接线图如图 1—13 所示。当 SEGL 指令完成一遍 4 位 (一组或两组) 的显示输出后, 指令结束标志 M8029 也会发出一个脉冲。

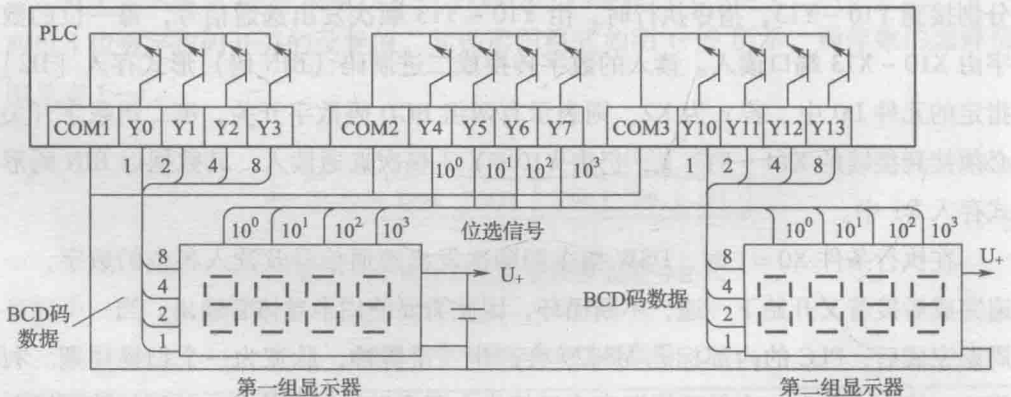


图 1—13 带锁存的七段显示接线图

SEGL 指令的输出需使用晶体管输出型 PLC，参数 n 的值由显示器的组数以及 PLC 与七段显示器的逻辑是否相同来确定。

PLC 的半导体管输出有漏型（集电极输出）和源型（发射极输出）两种，如图 1—14 所示。漏型输出是当输出继电器为 ON 时输出端为低电平，定义为负逻辑；源型输出是当输出继电器为 ON 时输出端为高电平，定义为正逻辑。

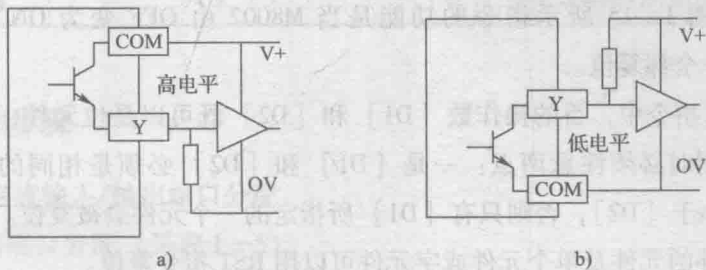


图 1—14 PLC 输出的逻辑

a) 源型输出（正逻辑） b) 漏型输出（负逻辑）

七段显示器的数据输入（由 Y0 ~ Y3 和 Y10 ~ Y13 提供）和选通信号（由 Y4 ~ Y7 提供）也有正逻辑和负逻辑之分：若数据输入是高电平表示“1”，则为正逻辑，反之为负逻辑；选通信号若在高电平时锁存数据，则为正逻辑，反之为负逻辑。

在编制程序时，要根据 PLC 和七段显示器的逻辑及显示器的组数来确定参数 n 的值，见表 1—2。

表 1—2 如何确定 n 的取值

组数	一组				两组			
	相同		不同		相同		不同	
数据输入与 PLC 逻辑关系	相同		不同		相同		不同	
选通信号与 PLC 逻辑关系	相同	不同	相同	不同	相同	不同	相同	不同
n	0	1	2	3	4	5	6	7

4. 成批复位指令

成批复位指令 ZRST 的指令格式如图 1—15 所示，其操作数的选择范围见表 1—3。

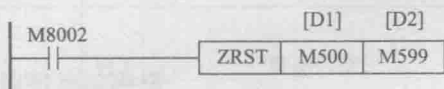


图 1—15 ZRST 指令

表 1—3

ZRST 指令中操作数的选择范围

操作数	[D1]	[D2]
选择范围	Y、M、S、T、C、D	

ZRST 指令的功能是将 [D1] ~ [D2] 所指定的元件号范围内的同类元件成批复位。如图 1—15 所示指令的功能是当 M8002 由 OFF 变为 ON 时, 位元件 M500 ~ M599 全部复位。

在 ZRST 指令中, 目的操作数 [D1] 和 [D2] 既可以是位元件, 也可以是字元件, 但选用时必须注意两点: 一是 [D1] 和 [D2] 必须是相同的元件; 二是 [D1] 必须小于 [D2], 否则只有 [D1] 所指定的一个元件会被复位。目的操作数选择范围之外的元件及单个元件或字元件可以用 RST 指令复位。



技能要求

数码拨盘输入及数据处理程序编程

一、操作要求

1. 完成数码拨盘和串行 BCD 码显示器的接线。
2. 编制程序使其能实现用数码拨盘输入数据并加以处理后进行显示。

通过输入按钮 SB1 由数码拨盘任意输入十个 3 位数, 输入的数由数码管显示出来, 输入完毕按显示按钮 SB2, 则数码管显示出十个数中的最大值, 按下复位按钮 SB3 后, 可以重新输入。

二、操作准备

本项目所需元件清单 (见表 1—4)。

表 1—4

项目所需元件清单

序号	名称	规格型号	数量	备注
1	PLC	三菱 FX _{2N} 型	1 台	带 FX _{2N} -16EYT 半导体管输出模块
2	计算机		1 台	装有 FX _{GP} -WIN 编程软件

续表

序号	名称	规格型号	数量	备注
3	编程电缆	SC-09	1根	RS232C/422转换
4	数据输入、 显示模板	装有4位BCD码拨盘开关及 4位串行BCD码七段LED数码显示器	1套	
5	直流电源	24V, 1A	1台	BCD码七段LED数码显示器用

三、操作步骤

步骤1 完成输入/输出端口分配

输入/输出端口分配(见表1—5)。

表1—5 输入/输出端口分配表

输入器件	输入端口	输出器件	输出端口
拨码开关数据位1	X0	拨码开关个位选通	Y0
拨码开关数据位2	X1	拨码开关十位选通	Y1
拨码开关数据位4	X2	拨码开关百位选通	Y2
拨码开关数据位8	X3	拨码开关千位选通	Y3
数据输入按钮SB1	X10	BCD码显示器数据位1	Y20
显示输出按钮SB2	X11	BCD码显示器数据位2	Y21
复位按钮SB3	X12	BCD码显示器数据位4	Y22
		BCD码显示器数据位8	Y23
		BCD码显示器个位选通	Y24
		BCD码显示器十位选通	Y25
		BCD码显示器百位选通	Y26
		BCD码显示器千位选通	Y27

步骤2 完成数码拨盘和串行BCD码显示器的接线

数码拨盘和串行BCD码显示器的接线如图1—16所示。

步骤3 画出数码拨盘输入十个数据显示最大数的控制流程图如图1—17所示。

步骤4 用功能指令编写相应程序

根据如图1—17所示的控制流程图编写梯形图,如图1—18所示。

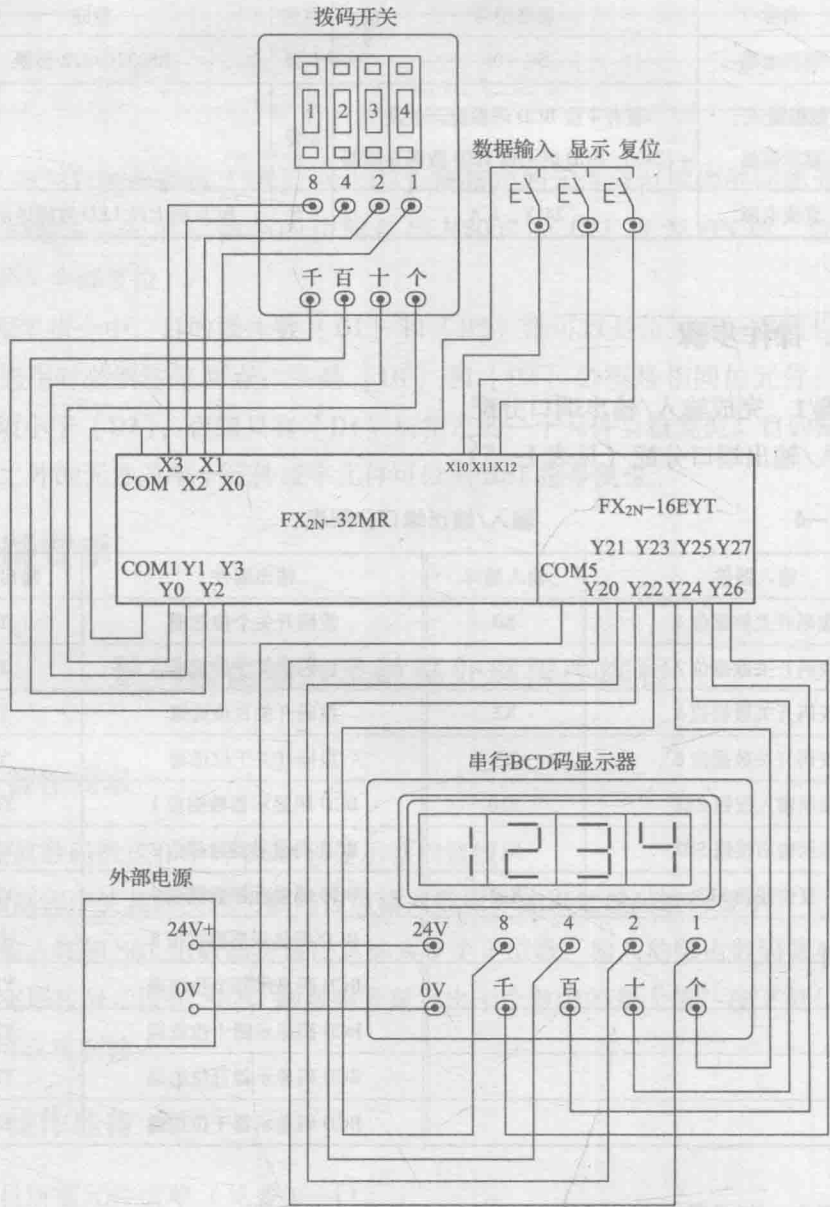


图 1—16 数码拨盘和串行 BCD 码显示器的接线图

步骤 5 程序输入并下载

用编程软件输入如图 1—18 所示程序并下载到 PLC。

步骤 6 进行调试

按下数据输入按钮 SB1，观察 BCD 码显示器上是否显示此数据。若无显示，