

IUC

编程与调试

主 编 蔡亚洲
副主编 洪 杰



中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

PLC 编程与调试

主 编 蔡亚洲
副主编 洪 杰

中国矿业大学出版社

内 容 简 介

本书是作者结合多年的实训教学经验,根据国家最新职业鉴定标准编写而成。本书核心知识主要包括三部分内容:PLC 基本操作,FX 系列 PLC 基本指令的应用,PLC 设计、安装综合训练。本书内容通俗易懂,技术训练可操作性强,可作为职业院校相关专业的教材。

图书在版编目(CIP)数据

PLC 编程与调试/蔡亚洲主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2013.1

ISBN 978 - 7 - 5646 - 1729 - 5

I. ①P… II. ①蔡… III. ①plc 技术—程序设计—职业教育—教材②plc 技术—调试方法—职业教育—教材 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 287677 号

书 名 PLC 编程与调试

主 编 蔡亚洲

责任编辑 陈振斌 于世连

出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)

营销热线 (0516)83885307 83884995

出版服务 (0516)83885767 83884920

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

印 刷 江苏徐州新华印刷厂

开 本 787×1092 1/16 印张 7.75 字数 193 千字

版次印次 2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷

定 价 25.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

目 录

绪论	1
课题一 PLC 基本操作	3
项目任务一 RXPLC-2 型可编程控制实验模拟装置操作	3
项目任务二 编程器的使用	5
项目任务三 验机操作	13
课题二 FX 系列 PLC 基本指令的应用	16
项目任务一 三相异步电动机点动控制操作	16
项目任务二 三相异步电动机连续控制操作	22
项目任务三 三相异步电动机正反转控制操作	29
项目任务四 两台电动机顺序启动逆序停止控制操作	37
项目任务五 星—三角形减压启动控制操作	51
项目任务六 步进顺序控制操作	58
项目任务七 LED 数码显示控制操作	65
项目任务八 交通灯控制操作	72
项目任务九 抢答器控制操作	81
项目任务十 运料小车控制操作	86
项目任务十一 机械手控制操作	91
课题三 PLC 设计、安装综合训练	95
项目任务一 电动机正反转控制的 PLC 设计、安装与调试	95
项目任务二 电动机顺序控制的 PLC 设计、安装与调试	97
项目任务三 Y— Δ 降压启动控制的 PLC 设计、安装与调试	100
项目任务四 电动机能耗制动控制的 PLC 设计、安装与调试	102
项目任务五 小车定点呼叫控制的 PLC 设计、安装与调试	105
项目任务六 并励直流电动机正反转控制的 PLC 设计、安装与调试	108
综合训练习题	112

绪 论

一、可编程控制器的发展概况

可编程控制器(Programmable Controller,简称 PC),是在继电顺序控制基础上发展起来的以微处理器为核心的通用自动控制装置。

20 世纪 60 年代末期,美国汽车制造工业竞争激烈,为了适应生产工艺不断更新的需要,1968 年美国通用汽车公司(GM)首先公开招标,对控制系统提出的基本要求为:

- (1) 编程方便,现场可修改程序。
- (2) 维修方便,采用插件式结构。
- (3) 可靠性高于继电控制盘。
- (4) 数据可直接送入计算机管理。
- (5) 成本可与继电控制盘竞争。
- (6) 体积小于继电控制盘。
- (7) 输入可为市电。
- (8) 输出可为市电,可直接驱动电磁阀、接触器等。
- (9) 扩展时原系统变更少。
- (10) 用户存储器大于 4 kB。

归纳后,控制系统基本要求的核心为:

- (1) 用计算机代替继电器控制盘。
- (2) 用程序代替硬件连线。
- (3) 输入/输出电平可与外部装置直接相连。
- (4) 结构易于扩展。

1969 年美国数字设备公司(DEC)根据上述要求,研制出世界上第一台可编程控制器,并在通用公司汽车生产线上首次应用成功,实现了生产的自动控制。

二、可编程控制器的特点

可编程控制器属于存储程序控制方式,其控制功能是通过存放在存储器内的程序来实现的,若要对控制功能做必要的修改,只需改变软件指令即可,实现了硬件控制的软件化。可编程控制器的主要特点如下。

1. 软件简单易学

PLC 有多种程序设计语言,其中最常用的是梯形图和指令语句表。PLC 采用的易学易懂的梯形图语言,是以计算机软件技术构成人们惯用的继电器模拟,而形成的一套独具风格的以继电器梯形图为基础的形象编程语言。PLC 内部各类等效继电器的线圈和触点的动作原理与常规继电器控制中的动作原理完全一致,因此电器操作人员使用起来得心应手,不存在计算机技术和传统电气控制技术之间的专业“鸿沟”。在了解 PLC 简要工作原理和编

程技术之后,就可结合实际需要进行应用设计,将 PLC 用于实际控制系统中。

2. 使用和维护方便

(1) 硬件配置方便。PLC 的硬件都是专门生产厂家按一定标准和规格生产的,按实际需要配置 PLC 时,所需硬件均可在市场上买到。

(2) 安装方便。PLC 内部不需要接线和焊接,只要进行外部接线和程序编写就可以了;当生产工艺发生改变时,只要修改控制程序即可。

(3) 使用方便。PLC 内部各类等效继电器的接点使用不受次数限制,结构紧凑、坚固,体积小,重量轻,功耗低,易于安装。

(4) 维护方便。PLC 配备有许多监控提示信号,能动态地监视控制程序的执行情况,检查出自身的故障,并随时显示给操作人员,为现场的调试和维护提供了方便。

3. 运行稳定可靠

PLC 是专为工业控制设计的,在设计和制造的过程中采取了多层次抗干扰和精选元件措施,可在恶劣的工业环境下与强电设备一起工作,运行的稳定性和可靠性较高。PLC 是以集成电路为基本元件的电子设备,内部处理不依赖于接点,元件的使用寿命为半永久性。

4. 设计施工周期短

使用 PLC 完成一项控制工程,在系统设计完成以后,现场施工和 PLC 程序设计可以同时进行,周期短,而且程序的调试和修改都很方便。

三、可编程控制器的应用

可编程控制器已经广泛应用于机械、电子、冶金、化工、电力、轻工、汽车装配等各行业。应用可编程控制器的领域主要包括:

(1) 开关量控制,如逻辑、定时、计数、顺序控制等。

(2) 模拟量控制,如温度、压力、流量、液位、速度、电流和电压等过程控制。

(3) 数据处理与监控,如利用可编程控制器的四则运算指令对生产过程的数据进行处理,构成监控系统。

(4) 建立工业控制网络,如利用多台可编程控制器或通过一台计算机与多台可编程控制器联网组成分布式控制系统,实现各种复杂的控制任务。

课题一 PLC 基本操作

项目任务一 RXPLC-2 型可编程控制实验模拟装置操作

实训目的:认识 PLC 操作台的 I/O 点,电源电路,公共端子,导线连接,操作模块。

实训内容:输出、输入导线连接,电源的引入、引出。

需用设备:三菱 PLC 操作台。

实训要求:两人一组使用一个 PLC 操作台,按操作顺序(连接输出电源、输入电源、输入输出信号的连接、COM 端的连接)进行 PLC 基本操作训练。

一、实训项目知识点

(一) PLC 实训装置对外接口

本实验装置选用的为三菱系列的 FX1N-40MR 作为控制器。它是一种适于小规模应用的 PLC,价格低廉,具有扩展能力,可以扩展 EEPROM 存储器和 I/O 端子的数量。

可编程控制器实验模拟表如表 1-1 所列。

表 1-1 可编程控制器实验模拟表

验机实验输入	PLC 输出端子	PLC 主机	PLC 输入端子	验机实验输出	电压指示电源开关
LED 数码显示 控制模拟实验	机械手工作 过程实验	电梯模拟实验	运料小车 控制实验	自动售货机 模拟实验	交通灯实验
电机正、反转 实验			电机顺序 启动实验	两种液体 混合实验	抢答器实验

1. 三菱 FX1N-40MR 输入、输出点数

该机型 PLC 具有输入、输出点数共计 40。其中,输入点有 24 个,即 X0~X7,X10~X17 和 X20~X27;输出点有 16 个,即 Y0~Y7 和 Y10~Y17。

2. 实验台的输入、输出接线

验机实验的输入端与 PLC 的输入端一一对连,各实验模块的输入实验端与相应的 PLC 输入端相连。验机实验的输出端与 PLC 的输出端一一对应相连,各实验模块的输出实验端与相应的 PLC 输出端相连。

3. 实验台的电源

(1) DC 12 V 电源,为验机实验输出指示灯提供电源,即 PLC 的 COM0 与 DC 12 V 电源的正极相连。

(2) DC 24 V 电源,用于扩大实验台的模块功能提供电源。

(3) AC 220 V 电源,为 PLC 提供工作电压。

(4) AC 380 V 电源,为外部负载提供电源。

4. 实验台电压指示、电源开关

(1) 380 V 交流电源。实验台侧面的空气开关为实验台提供 380 V 交流电。只要合上空气开关实验台的电源指示灯就亮。

(2) 电源开关。电源开关有两种工作状态即“1”和“0”,“1”表示闭合,“0”表示断开。电源开关在处于 1 态时,电压指示表显示电压 AC 220 V,说明电源正为 PLC 提供工作电压;电源开关在处于 0 态时,说明 PLC 处于失电状态。

(3) PUSE。PUSE 为实验台提供保险。

(二) FX1N-40MR 小型可编程控制器面板介绍

该小型可编程控制器面板可以分为四部分:输入接线端子、输出接线端子、操作面板、状态指示栏。

1. 输入接线端子

PLC 输入接线端子分为电源输入端子、输入公共端子(COM 端子)和输入接线端子三部分。

(1) 电源输入端子。接线端子 L 接电源的相线,N 接电源的中性线,PE 接地。电源参数为:电流一般是交流,单相,50 Hz,100~240 V。

(2) 输入接线端子和输入公共端子。在 PLC 控制系统中,各种按钮、行程开关和传感器等主令电器直接接到 PLC 输入接线端子和输入公共端子之间。

注意:输入继电器只能由外部信号来驱动,而不能由内部指令来驱动。

2. 输出接线端子

PLC 输出接线端子分为 24 V 直流电源输出端子、公共端子和输出接线端子三部分。

(1) 24 V 直流电源输出端子。它用于传感器或其他小容量负载的供给电源。

(2) 输出接线端子和 COM 端子。三菱 PLC 的输出端子用符号 Y 表示,采用八进制编号方法;公共端子用符号 COM 表示。三菱 PLC 共有 16 个输出端子,它们分别与不同的 COM 端子组成一组,可以接不同电压等级的负载。

3. 操作面板

PLC 操作面板包括 PLC 工作方式选择开关、可调电位器 RP1 和 RP2、RS-422 通信接口、选件连接用插口四部分。

(1) PLC 工作方式选择开关,有 RUN 和 STOP 两挡。

(2) 内置可调电位器 RP1 和 RP2,用于调整定时器设定的时间。

(3) RS-422 通信接口,用于 PLC 和计算机的通信。

(4) 选件连接用插口,用于连接存储盒、机能扩展板等。

4. 状态指示栏

PLC 状态指示栏分为输入状态指示、输出状态指示、运行状态指示三部分。

(1) 输入状态指示。当输入端子有信号时,对应的 LED 亮。

(2) 输出状态指示。当输出端子有信号输出时,对应的 LED 亮。

(3) 运行指示。

① POWER LED 亮:表示可编程序控制器已接通电源。

② RUN LED 亮:表示可编程控制器处于运行(RUN)状态。

③ ERROR LED 亮:指示灯闪烁时表示可编程序控制器程序出现错误;指示灯亮时表示可编程序控制器 CPU 出现错误。

二、实训项目操作要点

实训项目操作要点,主要有三点。

(1) 操作时首先合上空气开关,看到总电源指示灯亮后,然后打开 PLC 电源开关,这时 PLC 电源指示灯(绿灯)亮,显示 PLC 得电。

(2) 使用手持编程器编写指令或删除指令等操作时,一定要把 PLC 电源开关关掉。

(3) 模拟演示时,COM0 应和 12 V 电源正极连接在一起。因本实验台 COM0 至 COM4 已连接在一起,故不需要分别送电。

项目任务二 编程器的使用

实训目的:熟练掌握手持编程器的使用方法及各个键的作用。

实训内容:根据示例进行编程器的使用操作练习,把程序写入 PLC 并进行调试。

需用设备:三菱 RXPLC-2 型 PLC 实验台和手持编程器。

实训要求:熟练掌握编程器各个键的位置、作用及使用方法。

一、实训项目知识点

编程器是 PLC 最重要的外围设备。它一方面对 PLC 进行编程,另一方面又可对 PLC 的运行状况进行监控。编程器与主机之间采用专用电缆连接,主机的型号不同,电缆的型号也不同。FX 系列 PLC 最常用的编程器是 FX-20P-E 手持式简易编程器。FX-20P-E 手持式简易编程器由液晶显示器、ROM 写入器接口、存储器卡盒接口,以及包括功能键、指令键、元件符号键、数字键等的键盘组成。

1. FX-20P-E 编程器面板操作键

如图 1-1 所示,FX-20P-E 的操作面板上各键的功能如下。

RD/WR、**INT/DEL**、**MIN/TEST** 键:功能键。其中 RD/WR 键为读出/写入键,INT/DEL 键为插入/删除键,MIN/TEST 键为监视/测试键。三个功能键都是复位键;可交替使用,按第一次时选择键左上方表示的功能,按第二次时选择键右下方表示的功能。

GQ 键:执行键。此键用于指令的确认、执行、显示画面和检索。

CLEAR 键:清除键。如果在按执行键之前按此键,则清除键入的数据。该键也可用于清除显示屏上的错误信息或恢复原来的画面。

QThER 键:在任何状况下按此键,将显示方式项目单采单。安装 ROM 写入模块时,按此键可在脱机方式项目单上进行项目选择。

HELP 键:辅助键。该键用于显示应用指令一览表。在监视时,按此键可进行十进制数和十六进制数的转换。

SP 键:空格键。在输入时,用此键指定元件号和常数。

STEP 键: 步序键。设定步序号时用此键。

↑、**↓** 键: 光标移动键。用该键移动光标和提示符, 指定已指定元件前一个或后一个地址号的元件, 作为滚动。

除上述操作键外, 还有指令键、元件符号键、数字键。这些键均是复用键, 每个键的上面为指令符号, 下面为元件符号或者数字。各键中上下的功能是根据当前所执行的操作自动进行切换的, 其中下面的元件符号 Z/V、K/H、P/I 又是交替起作用, 反复按该键进行交替切换。

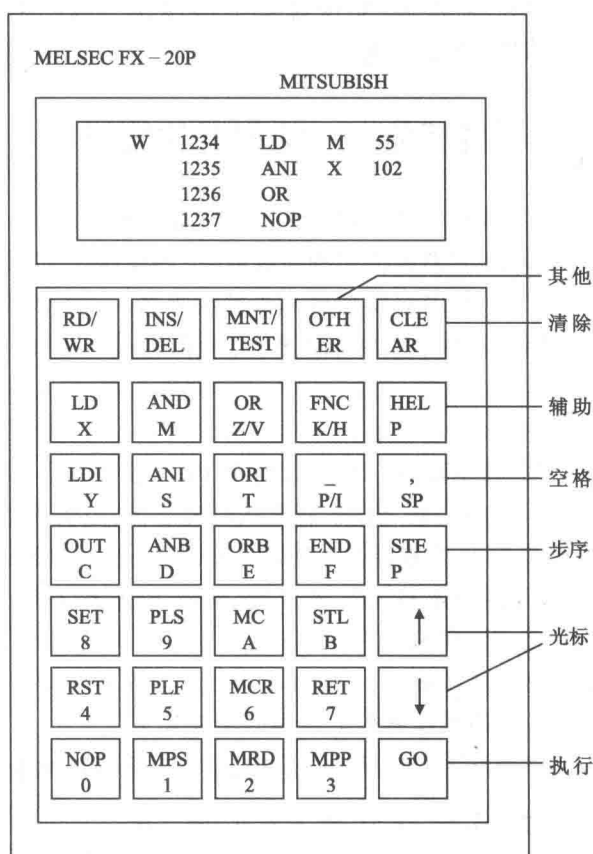


图 1-1 FX-20P-E 的操作面板图

2. FX-20P-E 编程器显示屏

FX-20P-E 编程器的液晶显示屏较小, 只能同时显示 4 行, 每行 16 个字符。在编程操作时, 编程器显示屏上显示的画面如图 1-2 所示。

编程器显示屏中黑三角旁的字母为功能方式提示, 不同字母的含义如下:

R(Read)——读出, D>Delete)——删除, W(Write)——写入, M(Monitor)——监视, I(Insert)——插入, T(Test)——测试。

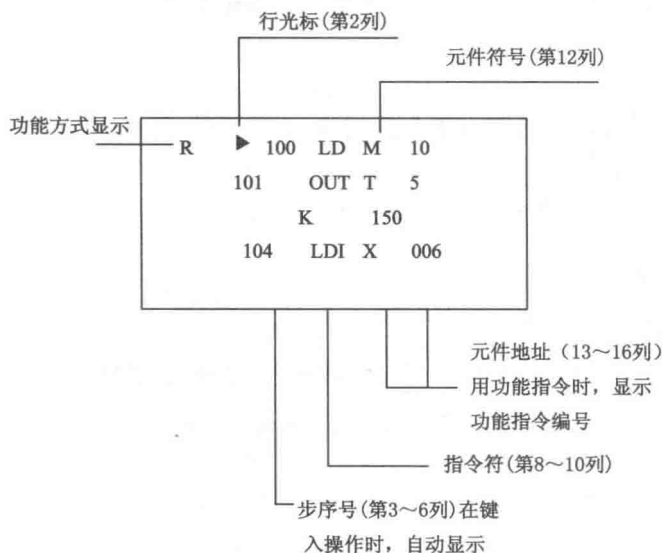


图 1-2 编程器显示屏显示画面

3. FX-20P-E 编程器编程方式

FX-20P-E 编程器可用于 FX 系列的 PLC 编程操作,也可通过 FX-20P-E-FKIT 转换器对 F1 和 F2 系列 PLC 编程操作。

FX-20P-E 有在线编程和离线编程两种方式。

(1) 在线编程方式。在线编程也叫做联机编程。编程器与 PLC 直接连接,且编程器对 PLC 用户程序存储器进行直接操作。在写入程序时,若 PLC 未装入 EPROM 卡盒,程序就写入 PLC 内部的 RAM 中;若 PLC 已装入 EPROM 卡盒,则程序写入该存储器卡盒。

(2) 离线编程方式。编制的程序先写入编程器内部的 RAM,再成批地传送到 PLC 的存储器,也可在编程器和 ROM 写入器之间进行程序传送。

二、实训项目操作要点

简易编程器的联机操作如下。

1. 编程操作

无论是联机方式还是脱机方式,其基本编程操作相同。编程操作步骤如下:

- ① 准备:与 PLC 连接。
- ② 启动系统:接通 PLC 电源及复位编程器(RST、GQ)。
- ③ 设定联机方式:选择联机方式时按 GQ 键,选择脱机方式时按 GQ 键。
- ④ 编程操作:利用写入、读出、插入、删除等功能,编制程序。
- ⑤ 结束。

2. 程序写入

在写入程序前,先对 PLC 的用户存储器清零,清零过程如下:

RD/WR → RD/WR → NOP → A → GQ → GQ

清零后即可进行程序写入操作。写入操作有基本指令(包括步进指令,共 22 条)的写入和功能指令的写入。

(1) 基本指令的写入。

基本指令有三种情况:一是仅有指令助记符,不带元件;二是有指令助记符和一个元件;三是有指令助记符带两个元件。

写入上面三种基本指令的操作方法如图 1-3 所示。



图 1-3 三种基本指令操作方法

【写入练习示例】 写入图 1-4 所示的梯形图程序。

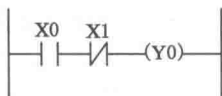


图 1-4 梯形图示例一

按照图 1-4 所示,写入梯形图程序如下:

(写入功能)→[LD]→[X]→[0]→[GQ]→[ANI]→[X]→[1]→[GQ]→[QUT]→[Y]→[0]→[GQ]

在指令的写入过程中,若需要修改,其方法如图 1-5 所示。

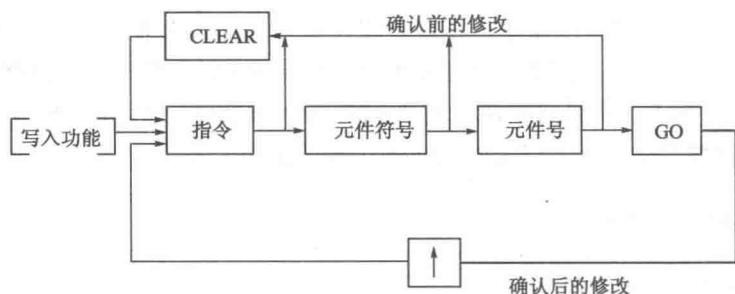


图 1-5 指令修改方法示意图

(2) 功能指令的写入。

写入功能指令时,按[FNC]键后再输入功能指令号。这时不能像写入基本指令那样使用元件符号键。

功能指令的输入方法有两种:一是直接输入指令号;二是借助于[HELP]键的功能,在所显示的指令一览表上检索指令编号后再输入。

功能指令写入的基本操作方法如图 1-6 和 1-7 所示。

【写入练习示例】 写入图 1-8 所示的梯形图程序。

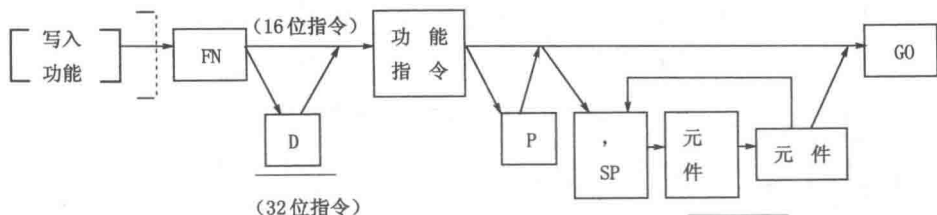


图 1-6 功能指令(FN)写入的基本操作方法

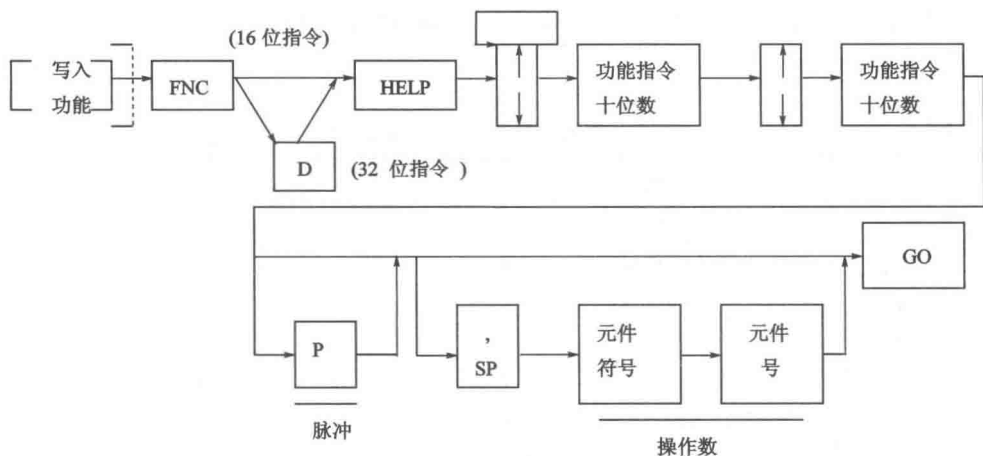


图 1-7 功能指令(FNC)写入的基本操作方法



图 1-8 梯形图示例二

依据图 1-8 中的梯形图写入控制指令的步骤为：

(写入功能)→LD→M→8→0→0→0→GQ→FNC→1→9→SP→K→2→
X→1→0→SP→D→0→GQ

(3) 程序的改写。

在程序输入后,如果要对某一步序的程序进行改写,可按下例介绍的方法操作。

例如,在指定步序 100 上写入指令 OUT T50 K123 的操作。

在制定步序 100 上修改指令的操作步骤如图 1-9 所示。

① 根据步序号读出程序。

② 按 **WR** 键后,依次键入指令、元件符号及元件号。

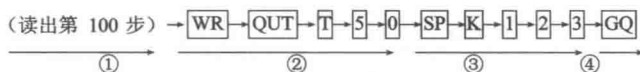


图 1-9 步序 100 上修改指令的操作步骤示意图

③ 按 **SP** 键, 键入第二元件符号和第二元件号。

④ 按 **GQ** 键, 重新写入指令。

三、实训与思考题

(1) 使用手持编程器对表 1-2 所列的 Z3040 型摇臂转床 PLC 控制指令, 进行输入训练, 删除训练、插入训练。

表 1-2

Z3040 型摇臂转床 PLC 控制指令

顺序	控制指令	顺序	控制指令
0	LD X0	25	ORB
1	OR Y0	26	ANB
2	ANI X1	27	AND X15
3	OUT Y0	28	ANI Y5
4	LD X3	29	OUT Y4
5	MPS	30	MRD
6	LD X5	31	AND X13
7	OR Y1	32	MPS
8	ANB	33	ANI
9	ANI X6	34	AND X7
10	OUT Y1	35	ANI Y3
11	MRD	36	OUT Y2
12	LD X7	37	MPP
13	ANI X11	38	ANI X7
14	LD X10	39	AND X10
15	ANI X12	40	ANI Y2
16	ORB	41	OUT Y3
17	ANB	42	MRD
18	OUT M0	43	LD M4
19	MRD	44	OR Y5
20	LD M0	45	AND X14
21	ANI X13	46	LDI X16
22	LD X5	47	AND M45
23	ANI X17	48	ORB
24	AND T1	49	ANB

续表 1-2

顺序	控制指令	顺序	控制指令
50	AND X15	75	AND X20
51	ANI Y4	76	LD M7
52	OUT Y5	77	AND X22
53	MRD	78	ORB
54	AND M0	79	ANB
55	PLF M2	80	OUT Y6
56	MRD	81	MRD
57	LD M2	82	LD M5
58	OR M3	83	AND X21
59	ANB	84	LD M7
60	ANI T0	85	AND X22
61	OUT M3	86	ORB
62	OUT T0 K50	87	ANB
63	MRD	88	OUT Y7
64	AND T0	89	MRD
65	PLS M4	90	AND M5
66	MRD	91	PLF M6
67	LD X16	92	MPP108
68	OR X17	93	LD M6
69	ANB	94	OR M7
70	ANI M0	95	ANB
71	OUT M5	96	ANI T2
72	OUT T1 K50	97	OUT M7
73	MRD	98	OUT T2 K20
74	LD M5	99	END

(2) 使用手持编程器对表 1-3 所列的转塔车床 PLC 控制指令,进行输入训练、删除训练、插入训练。

表 1-3 转塔车床 PLC 控制指令

顺序	控制指令	顺序	控制指令
0	LD X1	5	OR M1
1	OR M0	6	AND M0
2	ANI M1	7	ANI M3
3	OUT M0	8	OUT M1
4	LD X1	9	LD X2

续表 1-3

顺序	控制指令	顺序	控制指令
10	OUT M2	46	LD T0
11	OUT T0 K50	47	AND M9
12	LD T0	48	OR M10
13	AND M2	49	ANI M11
14	OR M3	50	OUT M10
15	ANI M4	51	LD X3
16	OUT M3	52	AND M10
17	LD X3	53	OR M11
18	AND M3	54	ANI M12
19	OR M4	55	OUT M11
20	ANI M5	56	LD X1
21	OUT M4	57	AND M11
22	LD X4	58	OR M12
23	AND M4	59	ANI M13
24	OR M5	60	OUT M12
25	ANI M6	61	LD T0
26	OUT M5	62	ANI M12
27	LD X1	63	OR M13
28	AND M5	64	ANI M14
29	OR M6	65	OUT M13
30	ANI M7	66	LD X3
31	OUT M6	67	AND M13
32	LD T0	68	OR M14
33	AND M6	69	ANI M15
34	OR M7	70	OUT M12
35	ANI M8	71	LD X1
36	OUT M7	72	AND M14
37	LD X3	73	OR M15
38	AND M7	74	ANI M16
39	OR M8	75	OUT M15
40	ANI M9	76	LD T0
41	OUT M8	77	AND M15
42	LD M8	78	OR M16
43	OR M9	79	ANI M17
44	AND X1	80	OUT M16
45	OUT M9	81	LD X3

续表 1-3

顺序	控制指令	顺序	控制指令
82	AND M16	108	OR M17
83	OR M17	109	OR M18
84	ANI M18	110	ANI M2
85	OUT M17	111	ANI Y2
86	LD X1	112	OUT Y0
87	AND M17	113	LD Y0
88	OR M18	114	OR Y2
89	ANI M19	115	ANI M1
90	OUT M18	116	ANI M6
91	LD T0	117	ANI M9
92	AND M18	118	ANI M12
93	OR M19	119	ANI M15
94	ANI M20	120	ANI M18
95	OUT M19	121	OUT Y1
96	LD X3	122	LD M3
97	AND M19	123	OR M7
98	OUT M20	124	OR M10
99	LD M0	125	OR M13
100	OR M1	126	OR M16
101	OR M5	127	OR M19
102	OR M6	128	ANI X1
103	OR M8	129	OUT Y2
104	OR M9	130	LD M4
105	OR M11	131	ANI Y0
106	OR M12	132	OUT Y4
107	OR M15	133	END

项目任务三 验机操作

实训目的:熟悉 PLC 梯形图,检查 PLC 的工作状态。

实训内容:根据梯形图、基本指令,并把指令输入 PLC,连接输入端子、输出端子,验证结果。

需用设备:三菱 PLC 操作台,手持编程器。

实训要求:进行 PLC 输入、输出接线训练,检查其工作状态。

一、实训项目知识点

1. 实训项目控制要求

通过逐次输入检测 PLC 是否正常工作,当接通 16 个输入端子的其中之一时,输入端子接通后的指示灯全亮,表示每个输入端和输出端都能正常工作。