

可 编 程 控 制 器

实验指导书

(三菱 FX_{2N}、FX_{0N}、FX_{0S})

济 南 职 业 学 院
机械制造系

前 言

《可编程序控制器原理及应用》课程，是一门实践性很强的技术课程，它要求有较强的编程及操作能力，根据教学要求，我们特编写此“可编程序控制器实验指导书”，与理论课程配套使用。

三菱 FX_{2N}、FX_{0N}、FX_{0S} 可编程序控制器的功能比较强大，可分为基本指令、步进梯形指令、应用指令。学生应该先学习这些指令的有关知识，再经过实验训练掌握 PLC 基本编程技能和操作方法，为今后从事自动控制领域的相关工作打下扎实的基础。SWOPC-FXGP/WIN 是和三菱 MELSEC-F 系列 PLC 配套的可编程序控制器编程软件包。是在 WINDOWS 平台上操作的，用来对 PLC 进行编程和调试。FXGP 的功能比较多，其基本功能，可以保证实验者进行 PLC 程序初步开发工作。

本实验指导书有项目十一个，各任课老师可根据各专业的教学大纲以及教学计划的安排，选做部分或全部的实验项目。

本实验指导书在编写过程中，得到机械系有关老师的帮助，在此谨致衷心的感谢。由于水平有限，不足与失误在所难免，将在使用中不断进行补充与修改，更希望得到宝贵意见和建议。

目 录

- 一、 实验设备配置
- 二、 实验设备介绍
- 三、 **PLC** 编程器的应用
- 四、 **PLC** 编程软件的应用
- 五、 实验内容

实验一 可编程控制器认识实验

实验二 可编程控制器认识实验

实验三 栈及主控指令实验

实验四 定时器和计数器实验

实验五 步进顺控指令实验

实验六 功能指令实验

实验七 **PLC** 功能指令实验

实验八 交通信号灯的自动控制实验

实验九 舞台艺术灯饰的 **PLC** 控制实验

实验十 运料小车的自动控制实验

实验十一 三层电梯自动控制实验

一、实验设备配置

1. 可编程序控制器 (PLC)	三菱 FX2N—48MR (FX0S—30MR)	1 台
2. 通讯电缆	SC—09	1 根
3. PLC 教学实验系统	PLC85001 实验台	1 台
4. 微机	586 以上、WIN95、98 或 2000 ROM-32M	1 台
5. 编程软件包	FXGP—WIN—C	1 套
6. 编程器	FX—10P—E (或 FX—20P—E)	1 套

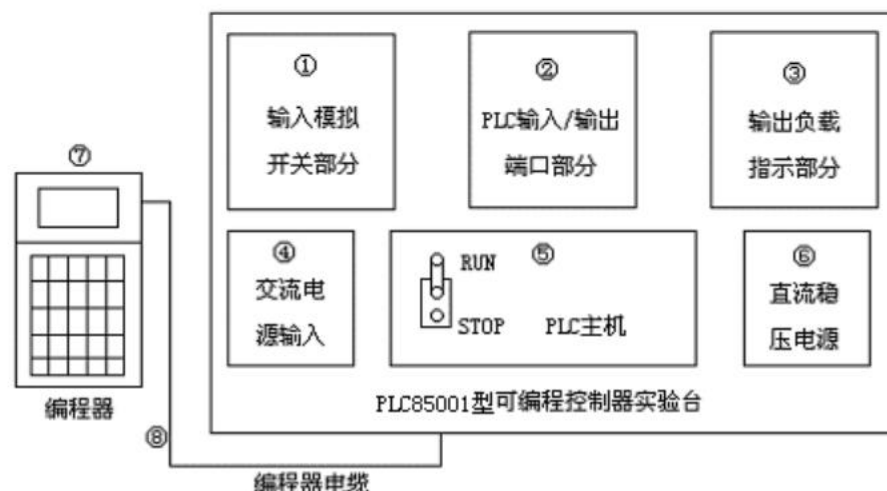
二、设备介绍

1. PLC 三菱 (MITSUBISHI) FX2N—48MR

该可编程序控制器是由电源+CPU+输入输出+程序存储器 (RAM) 的单元型可编程序控制器。其主机称为基本单元, 为主机备有可扩展其输入输出点的“扩展单元 (电源+I/O)”和“扩展模块 (I/O)”, 此外, 还可连接扩展设备, 用于特殊控制。

2. PLC 教学实验系统 (PLC85001 实验台)

PLC85001 型实验台的面板布置如下图所示, 它由①输入模拟开关部分, ②PLC 输入/输出端口部分, ③输出负载指示部分, ④交流电源输入部分, ⑤PLC 主机, ⑥24V 直流稳压电源, ⑦编程器, ⑧编程器电缆等八大部分组成。



在上图中, ①为模拟开关 16 个, 分二组, 每组 8 个。②有 PLC 主机, 输入输出端口, 共 30 点, 其中输入为 16 点, 从 X0~X7、X10~X17; 输出 14 点, 从 Y0~Y7、Y10~Y15, 输出方式为继电器触点输出。③输出负载指示部分, 含有指示灯 2 个、发光二极管指示灯 14 个、继电器 4 个。④电源部分, 有交流 220V 输入插座、开关及保险丝座。⑤为 PLC 主机三菱 FX0S—30MR、FX2N—48MR。⑥直流稳压电源部分, 输出为 24V, 最大负载电流为 3A, 另外此部分还包含 PLC 输出指示 (LED 数码管显示、蜂鸣器) 等。⑦、⑧为手持式编程器和电缆, 它和 PLC 主机相连, 进行 PLC 程序输入、插入、删除、测试、监控等。

三、PLC 编程器的应用

(一) FX—10P—E 手持式编程器使用

1. 概述

FX—10P—E 手持式编程器 (简称为 HPP) 可与三菱 FX 系列 PLC 相连, 以便向 PLC 写入程序或监控 PLC 的操作状态。

它的功能如图 1 所示:

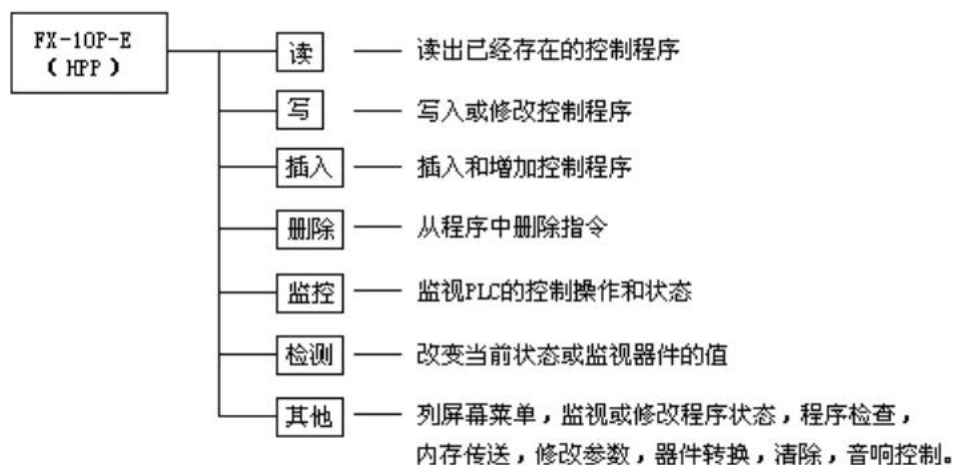


图1 手持编程器功能

2. F X-10P-E 手持式编程器组成与操作面板

(1) F X-10P-E 手持式编程器的组成

FX-10P-E 手持式编程器是由一个 2×16 的液晶显示器屏及一个含有 5×7 橡胶状键盘等组成。该键盘中有功能键、指令键、符号键和数字键，其面板布置图如图 2 所示。

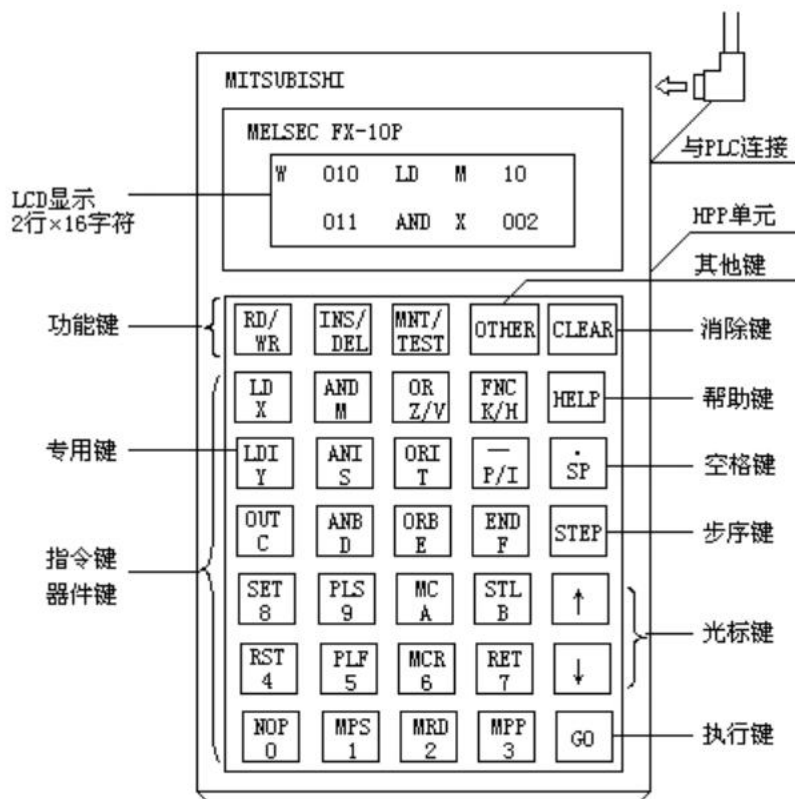


图2 FX-10P-E 编程器面板布置图

手持编程器与 FX0 PLC 相连时，应使用 FX-20P-CAB0 编程电缆，若与其它 FX 系列 PLC 相连时则采用 FX-20P-CAB 编程电缆。

(2) F X-10P-E 手持式编程器的操作面板

FX-10P-E 手持式编程器共有 5×7 键，各键功能如表 1 所示。

表1 F X—10P—E 手持式编程器功能键说明表

键符号	键名称	功 能 说 明
RD/WR	读/写键	三个为复式功能键，按第一下，选择第一功能，按第二下，选择第二功能
INS/DEL	插入/删除键	

MNT/TEST	监控/检测键	
OTHER	其它键	无论在使用何种操作，按此键，屏幕显示菜单选择方式
CLEAR (红色键)	清除键	在按下[GO]确认键之前，按此键，可清除错误信息返回到上一个屏幕
HELP	帮助键	显示应用指令菜单，在监控功能下，显示十进制与十六进制之间的转换
SP	空格键	元器件号或常数，连续输入时用此键
STEP	步长键	设置地址号（步数号）
↑↓	上、下移动键	移动光标或快速滚动屏幕，选定已用过或未用过的装置号
GO	执行键	确认或执行指令，或连续搜寻屏幕信息
LD AND X M NOP MPS 0 1	指令键 符号键 数字键	这组键均是复式键，有两重功能，键上部分为指令，键下部分为数字或元器件号，何种功能有效，是在当前操作状态下，功能自动定义的。Z/V、K/H、P/I 未被定义

(3) 编程准备

① 电缆连接

在 PLC 主控制器上打开连至 F X-10P-E 手持式编程器的端口盖板，将 FX-20P-CAB0 编程电缆接至该端口，电缆的另一端接至 F X-10P-E 手持式编程器的右侧端口。

② 打开电源

接通 PLC 主机电源，则 F X-10P-E 手持式编程器也接通电源，在 F X-10P-E 手持式编程器液晶显示屏上显示如图 3 内容。

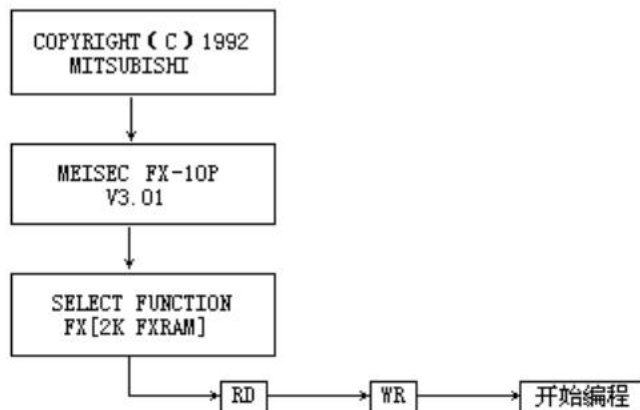


图 3 开机显示内容

若按下[RST]和[GO]键可以对 F X-10P-E 手持式编程器进行复位。

- ▶ 符号：是指当前“执行”行，显示于屏幕的左侧。
- 符号：是指当前“执行”行中的某一位，闪烁显示在左侧。
- 符号：光标，显示于字符下的下划线，等待输入字符处。

(4) 编程

① 连接 F X-10P-E 手持式编程器与 PLC，置 PLC 的“RUN/STOP”选择开关为 STOP。

② 方式选择：按下“RD/WR”键一次、二次，当液晶显示屏上左边显示 W 时，即可进行编程。

③ 清零：在写入一个新的程序之前，按如下操作步骤，清除 PLC 内存 RAM 的原有内容，操作顺序如图 4 所示。

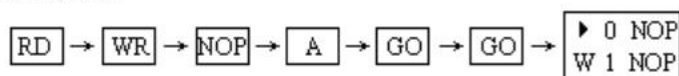


图 4 清零操作顺序

④ 编程实例

编程实例如图 5 所示。

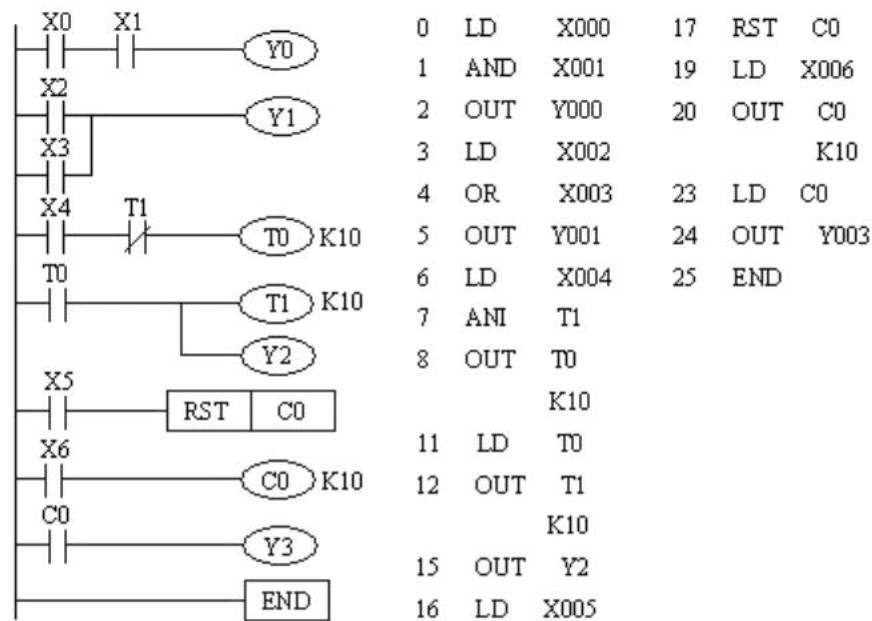


图 5 编程实例

按图 5 指令语句表输入该程序。

⑤ 程序读出

程序输入完毕后，检查程序输入是否有错。可按“RD/WR”键在“R”读状态，按 STEP 键，再按步长键→GO，即可从该地址号检查。若继续往下查看，则按“↓”键，以此方法一直往下，直到 END 程序结束。

⑥ 模拟运行

确定编制程序的正确性，可通过模拟运行，PLC 外部接线按图 6 连接。

按表 2 输入 X0~X6 开关信号，观察 Y0~Y3 输出结果。

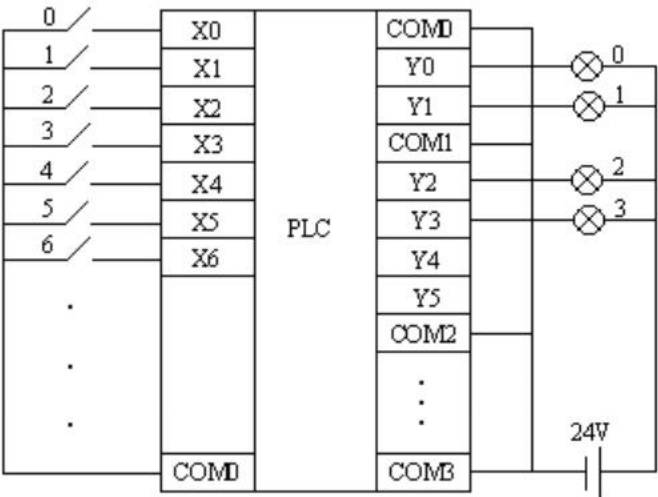


图 6 PLC 电气接线图

表 2 输入/输出状态表

	输入输出开关信号	输出结果
a	X0 和 X1 接通	Y0 通
b	X2 或 X3 接通	Y1 通
c	X4 接通	Y2 闪耀
d	X6 开关接通 10 次，X5 断	Y3 通
e	Y3 接通后，X5 接通	Y3 灭

如果 a~e 不是所给定的结果，则上述程序编程失败，用读功能重新检查程序是否正确。

⑦ 检测功能应用

可通过液晶显示屏看清在程序执行过程中指定器件的开/关状态。

置 PLC 在 “STOP” 状态。

a. 在编程器显示屏上读出 Y0、Y1 和 Y2 的状态，如图 7 所示顺序按键操作。

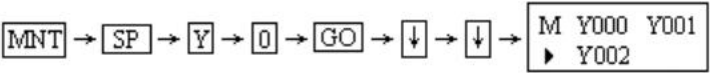


图 7 检测功能按键操作

b. Y0、Y1 和 Y2 在屏幕上显示后，接通或关断 Y1，利用 “T” 测试功能，如图 8 所示。

▲ 显示 Y0~Y2 被读到的状态。

▲ 按下 “TEST” 键切换测试功能，通过 “↑”、“↓” 键选定器件号码。

▲ 功能方式从 M→T，光标移至 Y1。

▲ 按下 SET 键，Y1 前有 “■” 指示，说明 Y1 接通。▲ 按下 RST 键，Y1 前有 “■” 消失，说明 Y1 关断。

重复上述步骤，可分别对输出 Y0~Y2 进行实际操作。

以上操作，需 PLC 在 STOP 位置，若 Y1 被置 “1” 时，主机上的 Y1 (ON) 灯亮。

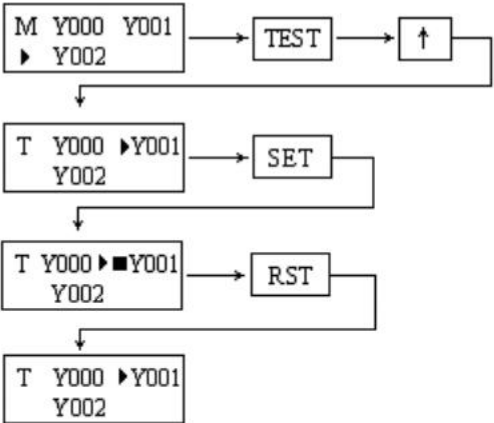


图8 程序测试过程

FX-10P-E 手持编程器的其余操作及功能与 FX-20P-E 手持编程器相同，有关操作说明见 (二) FX-20P-E 手持编程器的使用说明。

(二) FX-20P-E 手持编程器使用

1. 概述

FX-20P-E 手持式编程器 (简称 HPP) 可以用于 FX 系列 PLC，也可以通过转换器 FX-20P-E-FKIT 用于 F1、F2 系列 PLC。

2. FX-20P-E 手持编程器的组成与面板布置

(1) FX-20P-E 手持编程器的组成

FX-20P-E 手持编程器由液晶显示屏 (16 字符×4 行，带后照明)、ROM 写入器接口、存储器卡盒接口及由功能键、指令键、元件符号键、数字键等 5×7 键盘组成。

FX-20P-E 手持编程器配有专用电缆 FX-20P-CAB 与 PLC 主机相连。系统存储卡盒用于存放系统软件。其它如 ROM 写入器模块、PLC 存储器卡盒等为选用件。

(2) FX-20P-E 手持编程器的面板布置

FX-20P-E 手持编程器的操作面板如图 9 所示。键盘上各键的作用说明如下：

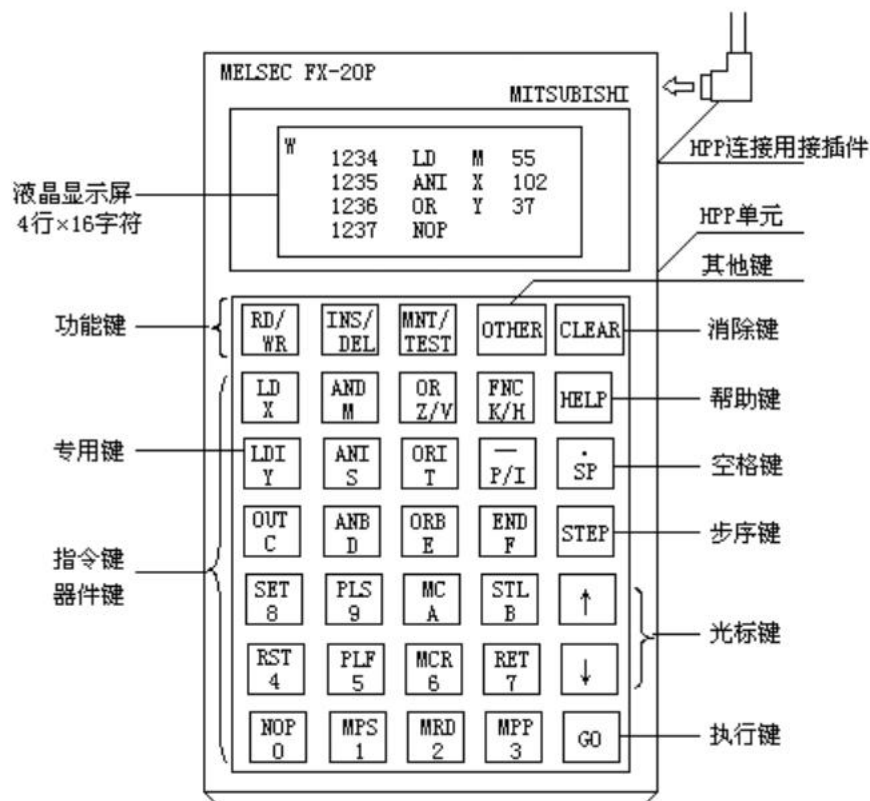


图9 FX-20P-E 编程器面板布置图

① 功能键：[RD/WR]，读出/写入；[INS/DEL]，插入/删除；[MNT/TEST]，监视/测试。各功能键交替起作用：按一次时选择第一个功能；再按一次，选择第二个功能。

② 其它键[OTHER]。在任何状态下按此键，显示方式菜单。安装 ROM 写入模块时，在脱机方式菜单上进行项目选择。

③ 清除键[CLEAR]。如在按[GO]键之前（确认前）按此键，则清除键入的数据。此键也可以用于清除显示屏上的出错信息或恢复原有的画面。

④ 帮助键[HELP]。显示应用指令一览表。在监视时，进行十进制数和十六进制数的转换。

⑤ 空格键[SP]。在输入时，用此键指定元件号和常数。

⑥ 步长键[STEP]。用此键设定步序号。

⑦ 光标键[↑]、[↓]。用此键移动光标和提示符，指定当前元件的前一个或后一个元件，作行滚动。

⑧ 执行键[GO]。此键用于指令的确认、执行，显示后面的画面（滚动）和再搜索。

⑨ 指令、元件符号和数字键。上部为指令，下部为元件符号或数字。上、下部的功能是根据当前所执行的操作自动进行切换。下部的元件符号[Z/V]、[K/H]和[P/I]交替起作用。

指令键共 26 个，操作起来方便、直观。

（3）FX-20P-E 手持编程器的液晶显示屏

FX-20P-E 手持编程器的液晶显示屏能同时显示 4 行，每行 16 个字符，在操作时，显示屏上显示的画面如图 10 所示。

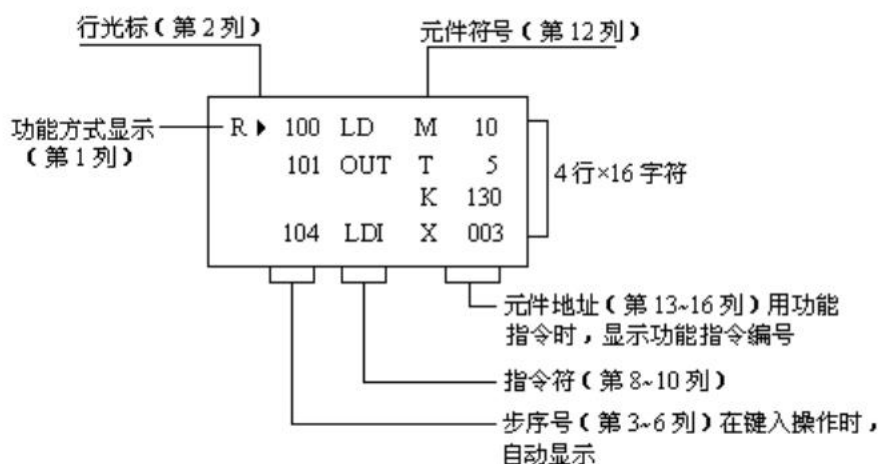


图 10 液晶显示屏

液晶显示屏左上角的黑三角提示符是功能方式说明, 介绍如下:

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

3. FX-20P-E 手持编程器工作方式选择

FX-20P-E 手持编程器具有在线 (ONLINE, 或称联机) 编程和离线 (OFFLINE, 或称脱机) 编程两种方式。在线编程时编程器与 PLC 直接相连, 编程器直接对 PLC 用户程序存储器进行读写操作。若 PLC 内装有 EEPROM 卡盒, 程序写入该卡盒, 若没有 EEPROM 卡盒, 程序写入 PLC 内的 RAM 中。在离线编程时, 编制的程序首先写入编程器内的 RAM 中, 以后再成批传入 PLC 的存储器。

FX-20P-E 手持编程器上电后, 其液晶显示屏上显示的内容如图 11 所示。

其中闪烁的符号“■”指明编程器目前所处的工作方式。用“↑”或“↓”键将“■”移动到选中的方式上, 然后按“GO”键, 就进入所选定的编程方式。

在联机方式下, 用户可用编程器直接对 PLC 的用户程序存储器进行读/写操作, 在执行写操作时, 若 PLC 内没有安装 EEPROM 存储器卡盒, 程序写入 PLC 的 RAM 存储器内; 反之则写入 EEPROM 中, 此时, EEPROM 存储器的写保护开关必须处于“OFF”位置。只有用 FX-20P-RWM 型 ROM 写入器才能将用户程序写入 EPROM。

按 OTHER 键, 进入工作方式选择的操作。此时, 液晶显示屏显示的内容如图 12 所示。

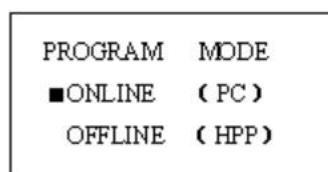


图 11 工作方式选择

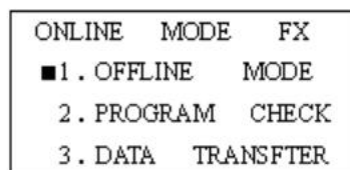


图 12 液晶显示屏

闪烁的符号“■”表示编程器所选择的工作方式, 按“↑”或“↓”键, 将“■”上移或下移到所需的位置, 再按“GO”键, 就进入选定的工作方式。在联机编程方式下, 可供选择的工作方式共有七种, 分别是:

- (1) OFFLINE MODE (脱机方式): 进入脱机编程方式。
- (2) PROGRAM CHECK: 程序检查, 若无错误, 显示“NO ERROR”; 若有错误, 显示出错误指令的步序号及出错代码。
- (3) DATA TRANSFER: 数据传送, 若 PLC 内安装有存储器卡盒, 在 PLC 的 RAM 和外装的存储器之间进行程序和参数的传送。反之则显示“NO MEM CASSETTE” (没有存储器卡盒), 不进行传送。
- (4) PARAMETER: 对 PLC 的用户程序存储器容量进行设置, 还可以对各种具有断电保持功能的编程元件的范围以及文件寄存器的数量进行设置。
- (5) XYM .NO. CONV.: 修改 X、Y、M 的元件号。
- (6) BUZZER LEVEL: 蜂鸣器的音量调节。

(7) LATCH CLEAR: 复位有断电保持功能的编程元件。

对文件寄存器的复位与它使用的存储器类别有关, 只能对 RAM 和写保护开关处于 OFF 位置的 EEPROM 中的文件寄存器复位。

在写入程序之前, 一般需要将存储器中的原有内容全部清除, 具体操作按图 4 进行。

4. 指令的读出

(1) 根据步序号读出

基本操作如图 13 所示, 先按“RD/WR”键, 使编程器处于 R (读) 工作方式, 如果需读出步序号为 100 的指令, 按图 13 顺序操作, 该步指令就显示在屏幕上。

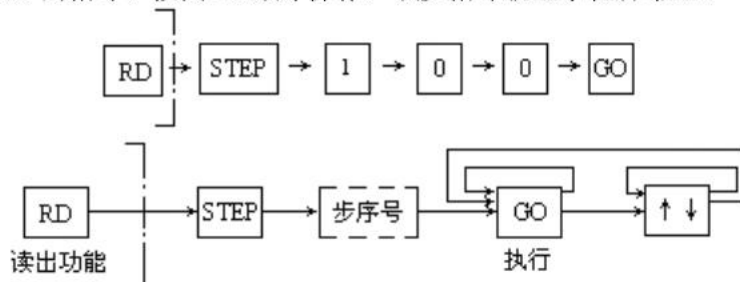


图 13 根据步序号读出的基本操作

若还需要显示该指令之前或之后的其它命令, 可以按“↑”、“↓”或“GO”键。按“↑”、“↓”键可显示上一条或下一条指令; 按“GO”键可以显示下面四条指令。

(2) 根据指令读出

基本操作如图 14 所示, 先按“RD/WR”键, 使编程器处于 R (读) 工作方式, 然后根据图 14 所示的操作步骤依次按相应的键, 该指令就显示在屏幕上。

例如: 指定指令 LD X0, 从 PLC 中读出该指令。

按“RD/WR”键, 使编程器处于 R (读) 工作方式, 然后按图 14 步骤操作。



图 14 根据指令读出的基本操作

按“GO”键后屏幕上显示出指定的指令和步序号。再按“GO”键, 屏幕上显示下一条相同指令及步序号。如果用户程序中没有该指令, 在屏幕的最后一行显示“NOT FOUND”。按“↑”或“↓”键可读出上一条或下一条指令。按“CLEAR”键, 屏幕上显示原来的内容。

(3) 根据元件读出

先按“RD/WR”键, 使编程器处于 R (读) 工作方式, 在 R (读) 工作方式下读出含有 X0 指令的基本操作如图 15 所示。

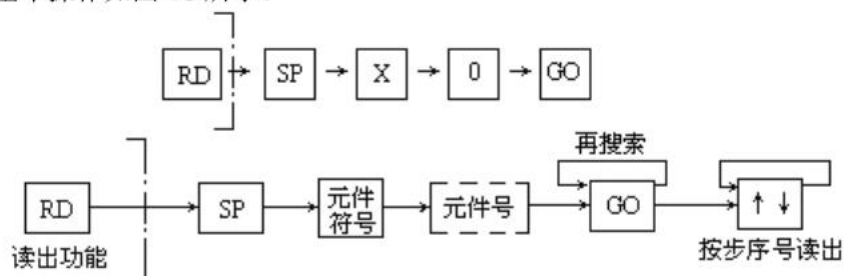


图 15 根据元件读出的基本操作

(4) 根据指针读出

在 R (读) 工作方式下读出 10 号指针的基本操作如图 16 所示。

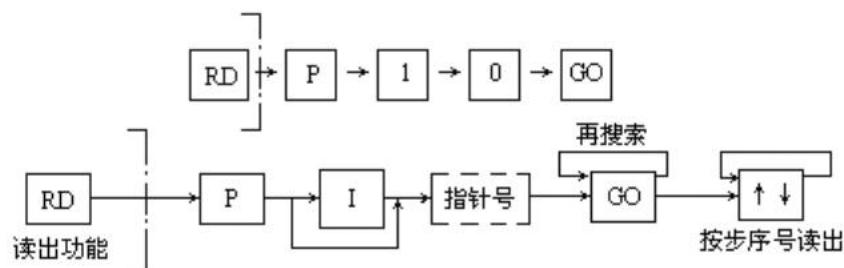


图 16 根据指针读出的基本操作

屏幕上将显示指针 P10 及其步序号。读出中断程序用的指针时，应连续按两次“P/I”键。

5. 指令的写入

按“RD/WR”键，使编程器处于写（W）工作方式，然后根据该指令所在的步序号，按“STEP”键后键入相应的步序号，接着按键“GO”，使“▶”移动到指定的步序号，此时，可以开始写入指令。如果需要修改刚写入的指令，在未按“GO”键之前，按下“CLEAR”键，刚键入的操作码或操作数被清除。按了“GO”键之后，可按“↑”键，回到刚写入的指令，再作修改。

（1）基本指令的写入

写入 LD X0 时，先使编程器处于写（W）工作方式，将光标“▶”移动到指定的步序号位置，然后按图 17 按键操作。

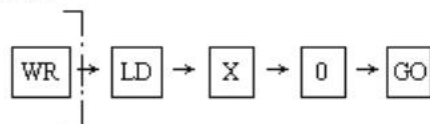


图 17 基本指令写入操作

写入 LDP、ANP、ORP 指令时，在按指令键后还要按“P/I”键。写入 LDF、ANF、ORF 指令时，在按指令键后还要按“F”键。写入 INV 指令时，按“NOP”、“P/I”和“GO”键。

（2）应用指令的写入

基本操作如图 18 所示，按“RD/WR”键，使编程器处于写（W）工作方式，将光标“▶”移动到指定的步序号位置，然后按“FNC”键，接着按该应用指令的指令代码对应的数字键，然后按“SP”键，再按相应的操作数。如果操作数不止一个，每次键入操作数之前，先按一下“SP”键，键入所有的操作数后，再按“GO”键，该指令就被写入 PLC 的存储器内。如果操作数为双字，按“FNC”键后，再按“D”键；如果是脉冲执行方式，在键入编程代码的数字键后，接着再按“P”键。

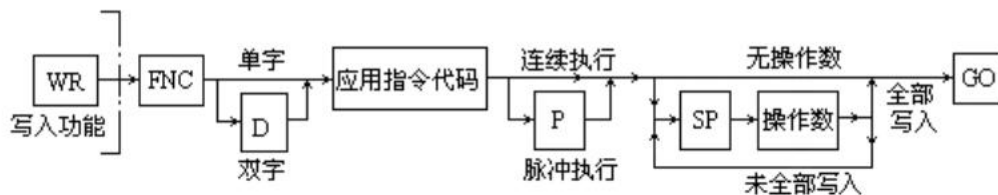


图 18 应用指令写入基本操作

例如：写入数据传送指令 MOV D0 D4

MOV 指令的应用指令编号为 12，写入操作步骤如图 19 所示。

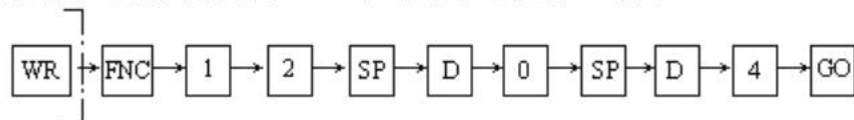


图 19 应用指令写入操作实例

例如：写入数据传送指令（D）MOV （P）D0 D4

操作步骤如图 20 所示。

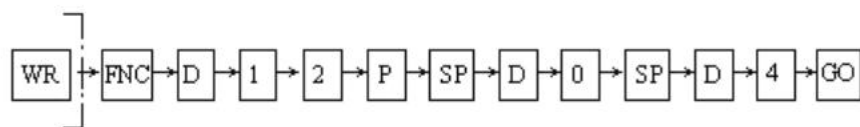


图 20 应用指令写入操作实例

(3) 指针的写入

写入指针的基本操作如图 21 所示。如写入中断用的指针，应连续按两次“P/I”键。

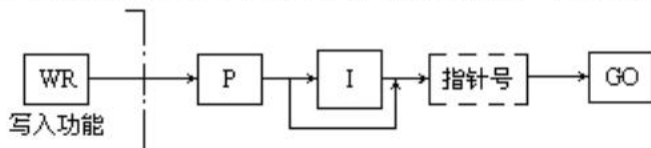


图 21 指针写入操作

(4) 指令的修改

在指定的步序上改写指令。例如：在 100 步上写入指令 OUT T50 K123。

根据步序号读出原指令后，按“RD/WR”键，使编程器处于写（W）工作方式，然后按图 22 操作步骤按键。

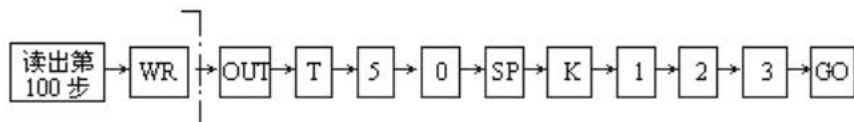


图 22 指令修改操作实例

如果要修改应用指令中的操作数，读出该指令后，将光标“▶”移到欲修改的操作数所在的行，然后修改该行的参数。

6. 指令的插入

如果需要在某条指令之前插入一条指令，按照前述指令读出的方法，先将某条指令显示在屏幕上，令光标“▶”指向该指令。然后按“INS/DEL”键，使编程器处于 I（插入）工作方式，再按照指令写入的方法，将该指令写入，按“GO”键后写入的指令插在原指令之前，后面的指令依次向后推移。

例如：在 200 步之前插入指令 AND M5，在插入（I）工作方式下首先读出 200 步的指令，然后按图 23 操作步骤按键。

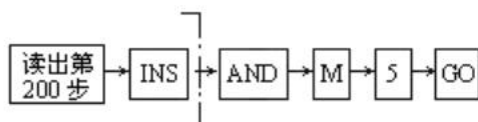


图 23 指令的插入操作实例

7. 指令的删除

(1) 逐条指令删除

如果需要将某条指令或某个指针删除，按照指令读出的方法，先将该指令或指针显示在屏幕上，令光标“▶”指向该指令。然后按“INS/DEL”键，使编程器处于 D（删除）工作方式，再按“GO”键，该指令或指针即被删除。

(2) 指定范围指令删除

按“INS/DEL”键，使编程器处于 D（删除）工作方式，然后按图 24 操作步骤按键，该范围的指令即被删除。



图 24 指定范围指令的删除基本操作

(3) NOP 指令的成批删除

按“INS/DEL”键，使编程器处于 D（删除）工作方式，依次按 NOP 和 GO 键，执行完毕后，用户程序中间的 NOP 指令被全部删除。

8. 对 PLC 编程元件与基本指令通/断状态的监视

监视功能是通过编程器的显示屏监视和确认在联机工作方式下 PLC 的动作和控制状态。它包括元件的监视、通/断检查和动作状态的监视等内容。

(1) 对位元件的监视

基本操作如图 25 所示，由于 FX_{2N}、FX_{2NC} 有 16 个变址寄存器 Z0~Z7 和 V0~V7，因此如果采用 FX_{2N}、FX_{2NC} 系列 PLC 应给出变址寄存器的元件号。以监视辅助继电器 M153 的状态为例，先按“MNT/TEST”键，使编程器处于 M（监视）工作方式，然后按 25 所示步骤按键。

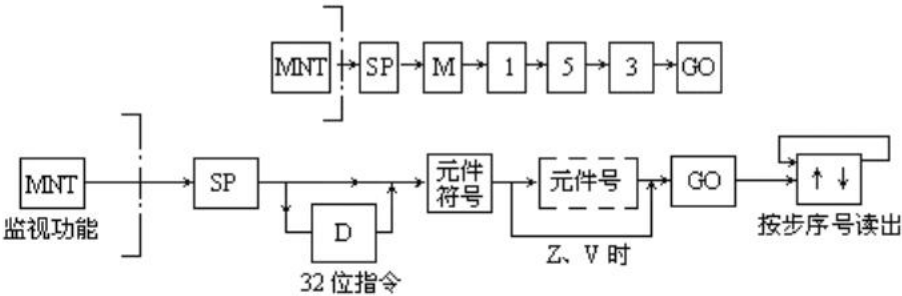


图 25 位元件监视的基本操作

屏幕上就会出现 M153 的状态，如图 26 所示。如果在编程元件的左侧有字符“■”，表示该编程元件处于 ON 状态；否则，表示它处于 OFF 状态，最多可以监视 8 个元件。按“↑”或“↓”键，可以监视前面或后面元件的状态。

M	■M	153	Y	10
	S1	1	■X	3
	X	4	S	5
	▶X	6	X	7

图 26 位编程元件的监视

(2) 监视 16 位字元件（D、Z、V）内的数据

以监视数据寄存器 D0 内的数据为例，首先按“MNT/TEST”键，使编程器处于 M（监视）工作方式，按图 27 操作步骤按键。

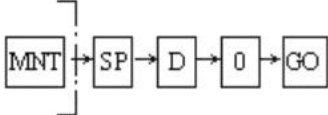


图 27 16 位字元件监视的操作

屏幕上就会显示出数据寄存器 D0 内的数据。再按功能键“↓”，依次显示 D1、D2、D3 内的数据。此时显示的数据均以十进制数表示。若要以十六进制数表示，可按功能键“HELP”，重复按功能键“HELP”，显示的数据在十进制数和十六进制数之间切换。

(3) 监视 32 位字元件（D、Z、V）内的数据

以监视数据寄存器 D0 和 D1 组成的 32 位数据寄存器内的数据为例，首先按“MNT/TEST”键，使编程器处于 M（监视）工作方式，按图 28 操作步骤按键。

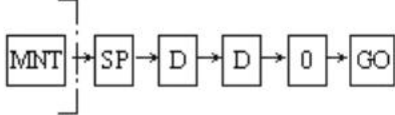


图 28 32 位字元件监视的操作

屏幕上就会显示出由 D0 和 D1 组成的 32 位数据寄存器内的数据，如图 29 所示。若要以十六进制数表示，可用功能键“HELP”来切换。

M	D	1	D	0
		K		345732
	▶D	121	D	120
		K		87437321

图 29 32 位字编程元件的监视

(4) 对定时器和 16 位计数器的监视

以监视计数器 C99 的运行情况为例，首先按“MNT/TEST”键，使编程器处于 M（监视）工作方式，按图 30 操作步骤按键。

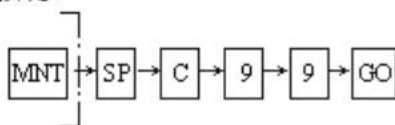


图 30 16 位计数器监视的操作

屏幕上显示的内容如图 31 所示。图中显示的数据 K20 是 C99 的当前计数值，第四行末尾显示的数据 K100 是 C99 的设定值。第四行中的字母 P 表示 C99 输出触点的状态，当其右侧显示“■”时，表示其常开触点闭合；反之则表示常开触点断开。第四行的 R 字母表示 C99 复位电路的状态，当其右侧显示“■”时，表示其复位电路闭合，复位位为 ON 状态；反之则表示其复位电路断开，复位位为 OFF 状态。非积算定时器没有复位输入，图 31 中 T100 的“R”未用。

M	T	100	K	100
	P	R	K	250
▶	C	99	K	20
	P	■ R	K	100

图 31 定时器计数器的监视

(5) 对 32 位计数器的监视

以监视 32 位计数器 C200 的运行情况为例，首先按“MNT/TEST”键，使编程器处于 M（监视）工作方式，按图 32 操作步骤按键。

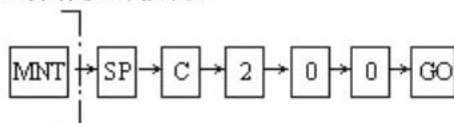


图 32 32 位计数器监视的操作

屏幕上显示的内容如图 33 所示。P 和 R 的含义与图 31 相同，U 的右侧显示“■”时，表示其计数方式为递增，反之为递减计数方式。第二行显示的数据为当前计数值，第三行和第四行显示设定值，如果设定值为常数，直接显示在屏幕的第三行上；如果设定值存放在某数据寄存器内，第三行显示该数据寄存器的元件号，第四行才显示其设定值。按功能键“HELP”，显示的数据在十进制数和十六进制数之间切换。

M ▶ C	200	P	R	U	■				
	K	1	2	3	4	5	6	7	8
	K	2	3	4	5	6	7	8	

图 33 32 位计数器监视

(6) 通/断检查

在监视状态下，根据步序号或指令读出程序，可监视指令中元件触点通/断及线圈动作状态。其基本操作如图 34 所示。



图 34 通/断检查的基本操作

例如，读出第 126 步，在 M（监视）工作方式下，作通/断检查。按图 35 操作步骤按键。

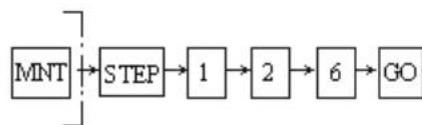


图 35 通/断检查的操作实例

屏幕上显示的内容如图 36 所示，读出以指定步序号为首的 4 行指令，根据各行是否显示“■”，可以判断触点和线圈的状态。若元件符号左侧显示“■”，表示该行指令对应的触点接通，对应的线圈“通电”；若元件符号左侧显示空格，表示该行指令对应的触点断开，对应的线圈“断电”。但是对于定时器和计数器来说，若 OUT T 或 OUT C 指令所在的行显示“■”，仅表示定时器或计数器分别处于定时或计数工作状态，其线圈“通电”，并不表示其输出常开触点接通。



图 36 通断检查

(7) 状态继电器的监视

用指令或编程元件的测试功能使 M8047 (STL 监视有效) 为 ON，首先按“MNT/TEST”键，使编程器处于 M (监视) 工作方式，再按 STL 键和 GO 键，可以监视最多 8 点为 ON 的状态继电器 (S)，它们按元件号从大到小的顺序排列。

9. 对编程元件的测试

测试功能是由编程器对 PLC 位元件的触点和线圈进行强制 ON/OFF 以及常数的修改。它包括强制 ON/OFF，修改 T、C、D、V、Z 的当前值，文件寄存器的写入等内容。

(1) 位编程元件强制 ON/OFF

进行元件的强制 ON/OFF 的监控，先进行元件的监视，然后进行测试功能。基本操作如图 37 所示。

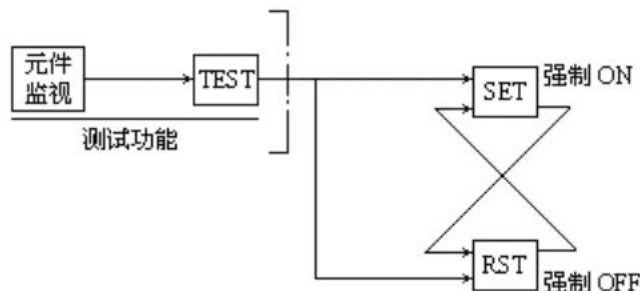


图 37 强制 ON/OFF 的基本操作

例如，对 Y100 进行 ON/OFF 强制操作的键操作如图 38 所示。

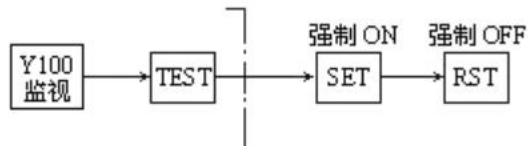


图 38 Y100 强制 ON/OFF 键操作

首先利用监视功能对 Y100 元件进行监视。按“TEST” (测试) 键，若此时被监控元件 Y100 为 OFF 状态，则按“SET”键，强制 Y100 元件处于 ON 状态；若此时 Y100 元件为 ON 状态，则按“RST”键，强制 Y100 元件处于 OFF 状态。

强制 ON/OFF 操作只在一个运算周期内有效。

(2) 修改 T、C、D、Z、V 的当前值

在 M (监视) 工作方式下，按照监视字编程元件的操作步骤，显示出需要修改的字编

程元件，再按“MNT/TEST”键，使编程器处于 T（测试）工作方式，修改 T、C、D、Z、V 的当前值的基本操作如图 39 所示。

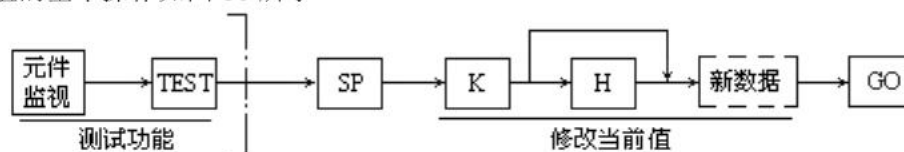


图 39 修改字元件数据的基本操作

将定时器 T5 的当前值修改为 K20 的操作如图 40 所示。

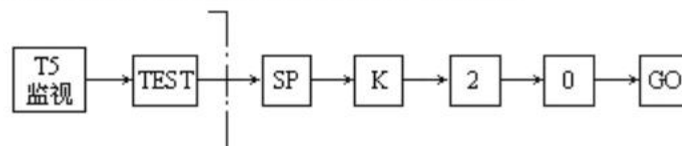


图 40 修改 T5 当前值的操作

常数 K 为十进制数设定，H 为十六进制数设定，输入十六进制数时连续按两次“K/H”键。

（3）修改 T、C 设定值

首先按“MNT/TEST”键，使编程器处于 M（监视）工作方式，然后按照前述监视定时器和计数器的操作步骤，显示出待监视的定时器和计数器后，再按“MNT/TEST”键，使编程器处于 T（测试）工作方式，修改 T、C 设定值的基本操作如图 41 所示。

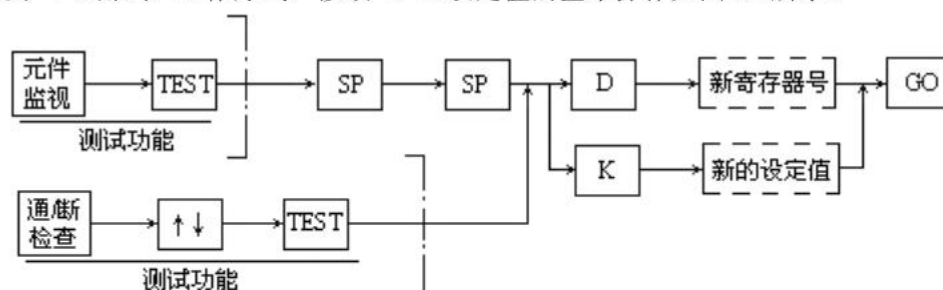


图 41 修改 T、C 设定值的基本操作

第一次按“SP”键后，提示符“▶”出现在当前值前面，这时可以修改其当前值；第二次按“SP”后，提示符“▶”出现在设定值前面，这时可以修改其设定值；键入新的设定值后按“GO”键，设定值修改完毕。

将 T7 存放设定值的数据寄存器的元件号修改为 D22 的键操作如图 42 所示。

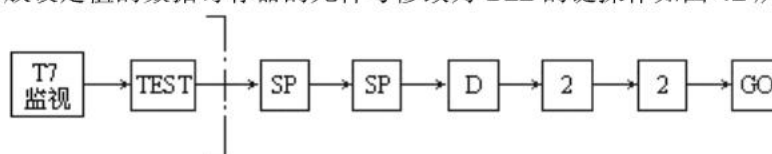


图 42 修改 T7 设定值的操作

另一种修改方法是先对 OUT T7 指令作通/断检查，然后按功能键“↓”使“▶”指向设定值所在行，再按“MNT/TEST”键，使编程器处于 T（测试）工作方式，键入新的设定值，最后按“GO”键，便完成了设定值的修改。

将 100 步的 OUT T5 指令的设定值修改为 K25 的键操作如图 43 所示。

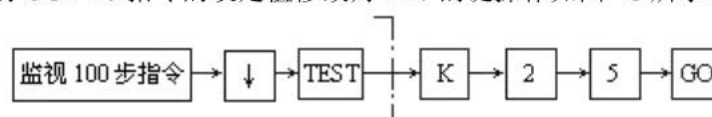


图 43 修改 T5 设定值的操作

10. 脱机（OFFLINE）编程方式

（1）脱机编程

脱机方式编制的程序存放在手持编程器内部的 RAM 中，联机方式编制的程序存放在 PLC 内的 RAM 中，编程器内部 RAM 中的程序不变。编程器内部 RAM 中写入的程序可成批地传送到 PLC 内部 RAM，也可成批传送到装在 PLC 上的存储器卡盒。往 ROM 写入器的传

送在脱机方式下进行。

手持编程器内 RAM 的程序用超级电容器作断电保护，充电 1 小时，可保持 3 天以上。因此，可将在实验室里脱机生成的装在编程器 RAM 内的程序，传送给安装在现场的 PLC。

(2) 进入脱机编程方式的方法

有两种方法可以进入脱机编程方式：

① FX-20P-E 型手持编程器上电后，按“↓”键，将闪烁的符号“■”移动到 OFFLINE 位置上，然后按“GO”键，就进入脱机编程方式。

② FX-20P-E 型手持编程器处于联机编程方式时，按功能键“OTHER”，进入工作方式选择，此时，闪烁的符号“■”处于 OFFLINE MODE 位置上，接着按“GO”键，就进入脱机编程方式。

(3) 工作方式

FX-20P-E 型手持编程器处于脱机编程方式时，所编制的用户程序存入编程器内的 RAM 中，与 PLC 内部的用户程序存储器以及 PLC 的运行方式都没有关系。除了联机编程方式中的 M 和 T 两种工作方式不能使用外，其余的工作方式（R、W、I、D）及操作步骤均适用于脱机编程。按“OTHER”键后，即进入工作方式选择操作。此时，液晶屏幕显示的内容如图 44 所示。

OFFLINE	MODE	FX
■ 1.	ONLINE	MODE
2.	PROGRAM	CHECK
3.	HPP<->	FX

图 44 屏幕显示

在脱机编程方式，可用光标键选择 PLC 的型号，如图 45 所示。FX_{2N}，FX_{2NC}，FX_{1N} 和 FX_{1S} 之外的其他系列 PLC 应选择“FX，FX₀”。选择后按“GO”键，出现如图 46 所示的确认画面，如果使用的 PLC 的型号有变化，按“GO”键。要复位参数或返回起始状态时按“CLEAR”键。

SELECT	PC	TYPE
■FX，FX0		
FX2N，FX1N，FX1S		

图 45 屏幕显示

PC	TYPE	CHANGED
UPDATE	PARAMS?	
OK	→	[GO]
NO	→	[CLEAR]

图 46 屏幕显示

在脱机编程方式下，可供选择的工作方式共有 7 种，它们依次是：

- ① ONLINE MODE;
- ② PROGRAM CHECK;
- ③ HPP<->FX;
- ④ PARAMETER;
- ⑤ XYM. .NO. CONV.;
- ⑥ BUZZER LEVEL;
- ⑦ MODULE.

选择 ONLINE MODE 时，编程器进入联机编程方式。PROGRAM CHECK, PARAMETER, XYM. .NO. CONV. 和 BUZZER LEVEL 的操作与联机编程方式下的相同。

(4) 程序传送

选择 HPP<->FX 时，若 PLC 内没有安装存储器卡盒，屏幕显示的内容如图 47 所示。按功能键“↑”或“↓”将“■”移到需要的位置上，再按功能键“GO”，就执行相应的操作。其中“→”表示将编程器的 RAM 中的用户程序传送到 PLC 内的用户程序存储器中去，这时，PLC 必须处于 STOP 状态。“←”表示将 PLC 内存存储器中的用户程序读入编程器内的 RAM 中，“:”表示将编程器内 RAM 中的用户程序与 PLC 的存储器中的用户程序进行比较，PLC 处于 STOP 或 RUN 状态都可以进行后两种操作。

若 PLC 内安装了 RAM，EEPROM 或 EPROM 扩展存储器卡盒，屏幕显示的内容类似图 48，图中的 ROM 分别为 RAM，EEPROM 和 EPROM，且不能将编程器内 RAM 中的用户程序

送到 PLC 内的 EPROM 中去。

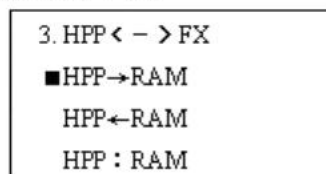


图 47 屏幕显示

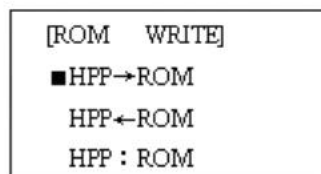


图 48 屏幕显示

(5) MODULE 功能

MODULE 功能用于 EEPROM 和 EPROM 的写入，先将 FX—20P—RWM 型 ROM 写入器插在编程器上，开机后进入 OFFLINE 方式，选种 MODULE 功能，按功能键“GO”后屏幕显示的内容如图 48 所示。

在 MODULE 方式下，共有四种工作方式可供选择：

① HPP → ROM

将编程器内 RAM 中的用户程序写入插在 ROM 写入器上的 EPROM 或 EEPROM 内。写操作之前必须先将 EPROM 中的内容全部擦除或先将 EEPROM 的写保护开关置于 OFF 位置。

② HPP ← ROM

将 EPROM 或 EEPROM 中的用户程序读入编程器内的 RAM。

③ HPP : ROM

将编程器内的 RAM 中的用户程序与插在 ROM 写入器上的 EPROM 或 EEPROM 内的用户程序进行比较。

④ ERASE CHECK

用来确认存储器卡盒中的 EPROM 是否已被擦干净。如果 EPROM 中还有数据，将显示“ERASE ERROR”（擦除错误）。如果存储器卡盒中是 EEPROM，将显示“ROM MISCONNECTED”（ROM 连接错误）。

使用图 49 所示的画面，可将 X0~X17 中的一个输入点设置为外部的 RUN 开关，选择“DON'T USE”可取消此功能。

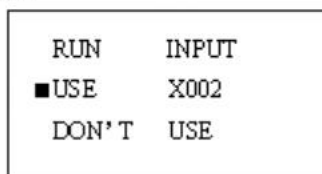


图 49 屏幕显示

四、FXGPWIN 编程软件应用

(一) 概述

FXGPWIN 编程软件供对 FX_{0S}、FX_{0N}、FX₂ 和 FX_{2N} 系列三菱可编程控制器编程以及监控可编程控制器中各软元件的实时状态。

1. 进入 FXGPWIN 的编程环境

将存有 MELSEC-F/ FX 系统编程软件的软盘插入软驱，在 WINDOWS 条件下起动安装进入 MELSEC-F/ FX 系统，选择 FXGP-WIN-C 文件双击鼠标左键，出现图 50 界面即可进入编程。

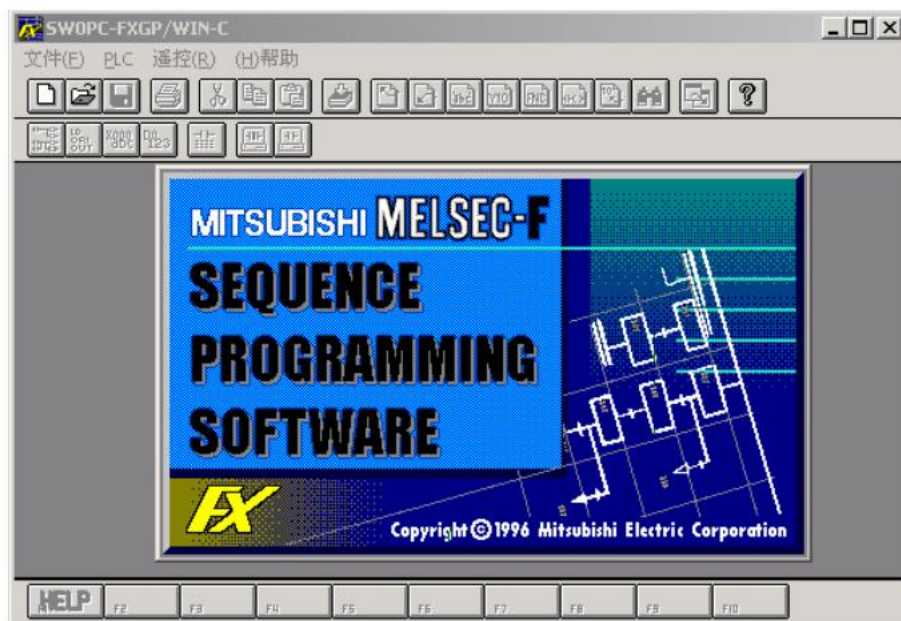


图 50 FXGPWIN 编程环境界面

2. 可编程控制器程序下载

可编程控制器程序下载的方法是：首先应使用编程通讯转换接口电缆 SC-09 连接好计算机的 RS-232C 接口和 PLC 的 RS-422 编程器接口，然后打开图 50 中的“PLC”菜单，即为图 51 所示界面。



图 51 下载程序界面

图 51 界面出现后，再打开 PLC 菜单下的“端口设置”子菜单如图 52 所示，选择正确的串行口后再按确认键。



图 52 端口设置菜单窗口界面

选择好串行口后，打开图 51 “PLC” 菜单下的“程序读入”子菜单，即可进入如图 53 所示的界面。正确选择可编程控制器型号，按确认键后等待几分钟，可编程控制器中的程序即下载到计算机的 FXGPWIN 文件夹中。程序下载后界面如图 54 所示。



图 53 PLC 型号选择界面



图 54 PLC 程序下载后界面

3. PLC 程序的打开

首先打开“文件”菜单下的“打开”子菜单 界面如图 55 所示。选择正确的文件后，按确定键，就可打开文件。



图 55 文件打开界面

4. 编制新的程序

如图 56 所示，打开“文件”菜单下的“新文件”子菜单，出现图 53 所示画面，然后选择 PLC 型号，就可进入程序编制环境，如图 57 所示。



图 8.56 打开新文件界面

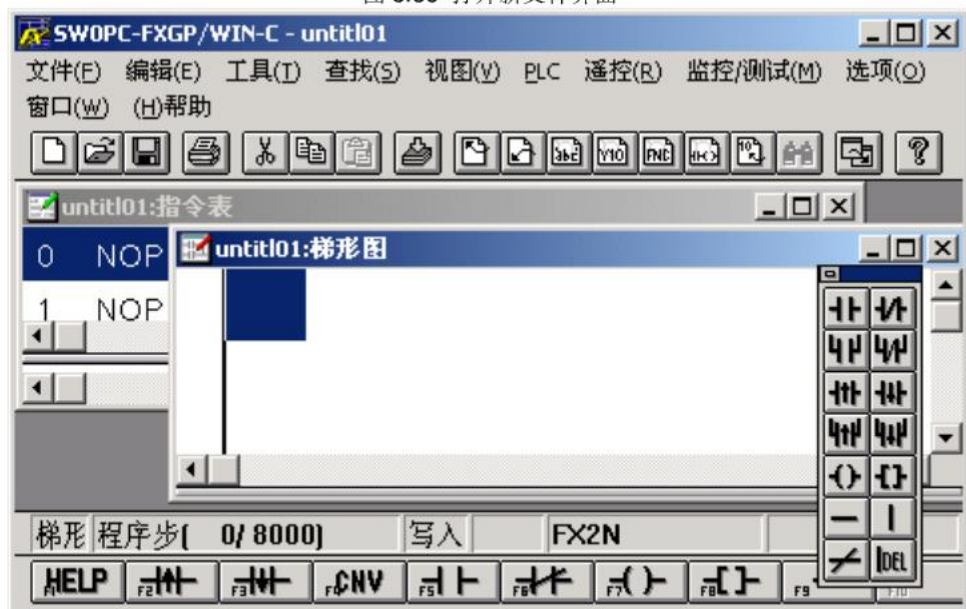


图 8.57 编制程序界面

5. 设置页面和打印

打开“文件”菜单下的“页面设置”子菜单即可进行编程页面设置。打开“文件”菜单下的“打印机设置”子菜单，即可进行打印设置。

6. 退出主程序

打开“文件”菜单下的“退出”子菜单或按右上角的×按键，即可退出主程序。

7. 帮助文件的使用

打开“帮助”菜单下的“索引”子菜单，寻找所需帮助的目录名，如图 58 所示，双击目录名即可进入帮助文件的内容。“帮助”菜单下的“如何使用帮助”告诉你如何使用此帮助文件。



图 58 帮助文件界面

(三) 程序编制

1. 编制语言的选择

FXGPWIN 软件提供三种编程语言，分别是：梯形图、语句表和功能逻辑图（SFC）。打开“视图”菜单，如图 59 所示。选择对应的编程语言。

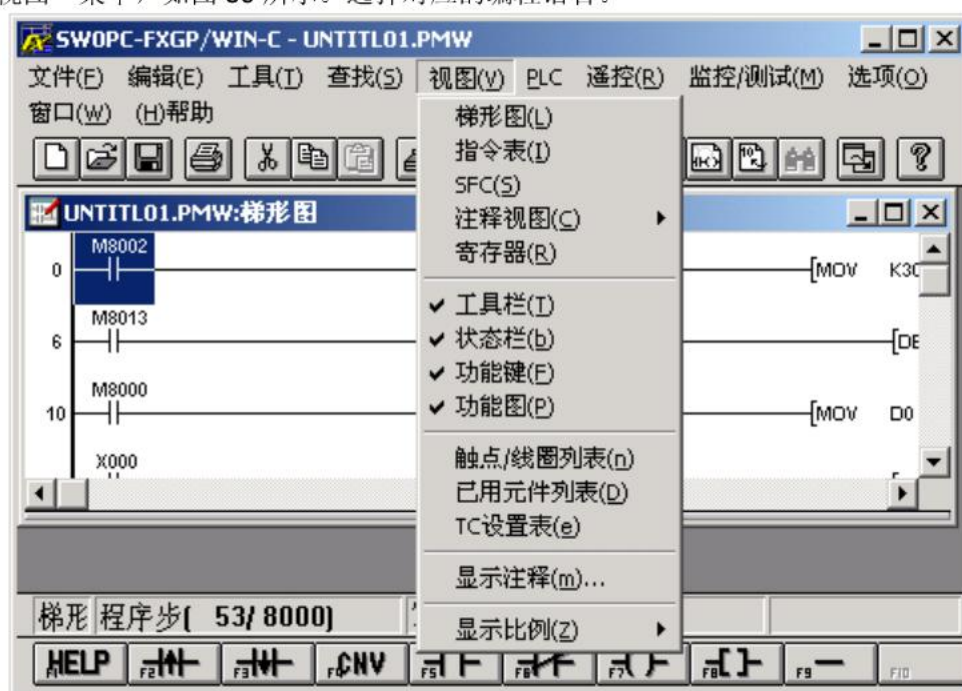


图 59 编制语言选择界面

2. 采用梯形图编写程序

(1) 按以上步骤选择梯形图编程语言。选择“视图”菜单下的“工具栏”，“状态栏”，“功能键”和“功能图”子菜单，如图 60 所示。



(a) 工具栏



(b) 状态栏



(c) 功能键



(d) 功能图

图 60 “视图”菜单界面

(2) 梯形图中对软元件的选择既可通过以上“功能键”和“功能图”子菜单完成，也可用“工具”菜单完成。工具菜单如图 61 所示。菜单下的“触点”子菜单提供对输入各元件的选用，“线圈”和“功能”子菜单提供了对各输出继电器、中间继电器、时间继电器和计数器等软元件的选用。“连线”子菜单除了用于梯形图中各连线外，还可以通过 Del 键删除连接线。“全部清除”子菜单用于清除所有编程内容。



图 61 工具栏菜单界面

(3) “编辑”菜单的使用

“编辑”菜单含有如图 62 所示的内容。“剪切”、“撤消键入”、“粘贴”、“复制”和“删除”子菜单操作和普通软件一样，这里不作介绍。其余各子菜单是对各连接线、软元件等的操作。



图 62 “编辑”菜单界面

(4) 编程语言的转换

当梯形图程序编写后，通过视图菜单下梯形图、指令表和 SFC（功能逻辑图）子菜单进行三种编程语言的转换。

（三）程序的检查

单击“选项”菜单下的“程序检查”子菜单，就进入了程序检查环境，如图 63 所示。有三个单选项，“语法错误检查”检查软元件号有无错误，“双线圈检查”检查输出软元件，“电路错误检查”检查各回路有无错误，都可以通过图 63 下面的显示窗口显示有无错误信息。



图 63 “程序检查”子菜单界面

（四）程序的传送

程序的传送操作通过“PLC”菜单的“传送”子菜单，如图 64 所示。“传送”子菜单有三项内容：“读入”，“写出”，“核对”。程序的读入指的是把 PLC 的程序读入到计算机的 FXGPWIN 程序操作环境中，程序的写出指的是把已经编写的程序写入到 PLC 中。当编写的程序有错误时，写出的过程中 CPU—E 指示灯将闪烁。当要读入 PLC 程序时，正确选择好串行口和连接好编程电缆后，按“读入”键即可。当要把程序写出到 PLC 中时，按“写出”键即可。写完程序后“核对”键将起作用，用于确认要写出的程序和 PLC 的程序是否一致。



图 64 “程序传送”子菜单界面

（五）软元件的监控和强制执行

在 FXGPWIN 操作环境中，可以监控各软元件的状态和强制执行输出等功能。这些功能

主要在“监控/测试”菜单中完成，其界面如图 65 所示。



图 65 “监控/测试”菜单界面

1. 可编程控制器的强制运行和强制停止

打开图 64 中“PLC”菜单下“遥控运行/停止”子菜单，出现子菜单界面如图 66 所示。选择“运行”单选框后，按“确认”键，可编程控制器被强制运行。选择“中止”单选框后，按“确认”键，可编程控制器被强制停止。

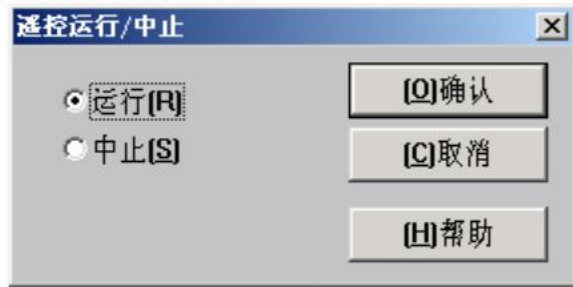


图 66 “运行/中止”菜单界面

2. 软元件监控

软元件的状态、数据可以在 FXGPWIN 编程环境中监控起来。例如 Y 软元件工作在“ON”状态，则在监控环境中以绿色高亮方框，并且闪烁表示；若工作在“OFF”状态，则无任何显示。数据寄存器 D 中的数据也可在监控环境中表示出来，可以带正负号。

打开图 65 中“监控/测试”菜单下的“进入元件监控”子菜单，选择好所要监控软元件，即可进入如图 67 所示监控各软元件。若计算机没有和可编程控制器通讯，则无法反映监控元件的状态，则显示通讯错误。

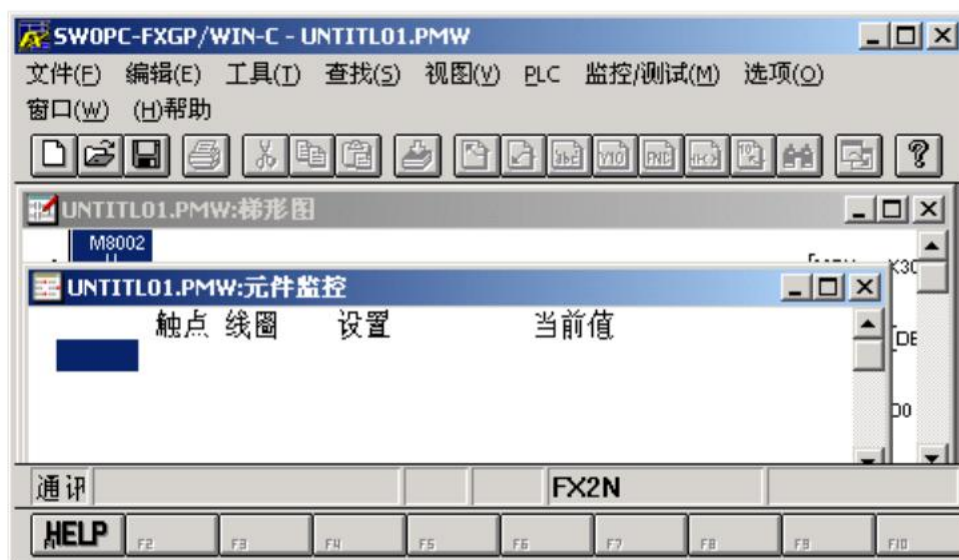


图 67 监控软件元件功能界面

3. Y 输出软元件强制执行

为了调试、维修设备等工作方便，FXGPWIN 程序还提供了强制执行 Y 输出状态的功能。打开图 65 中“监控/测试”菜单下的“强制 Y 输出”子菜单，即可进入图 68 所示的监控环境。

选择好 Y 软元件，就可对其强制执行，并在左下角方框中显示其状态，可编程控制器对应的 Y 软元件灯将根据选择状态亮或灭。

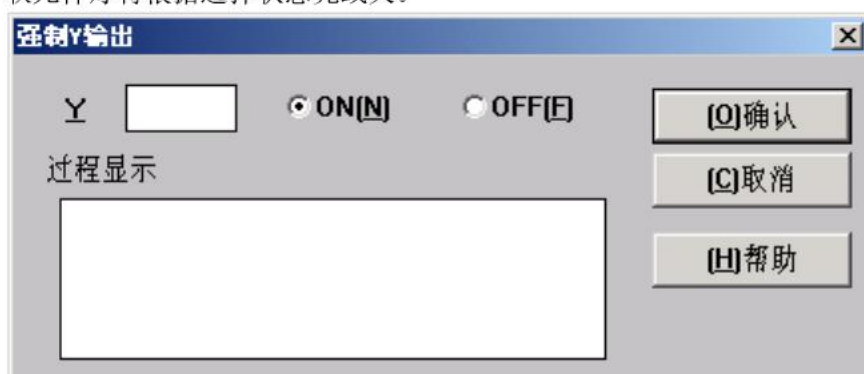


图 68 强制执行 Y 输出界面

4. 其他软元件的强制执行

各输入等软元件的状态也可通过 FXGPWIN 程序设定，打开图 65 中“监控/测试”菜单下的“强制 ON/OFF”子菜单，即可进入此强制执行环境设定软元件的工作状态。

选择 X2 软元件，并置 SET 状态，按确认键，可编程控制器的 X2 软元件指示灯将亮。如图 69 所示。



图 69 输入元件置位界面

（六）其他菜单及目录的使用

1. 可编程控制器的数据寄存器的读出和写入

在“PLC”菜单下的“寄存器数据传送”子菜单有三项内容：“读入”，“写出”，“核对”，如图 70 所示。按“读入”键即可从可编程控制器中读出数据寄存器的内容。按“写出”键，即可将程序中相应的数据寄存器内容写入可编程控制器中。“核对”键是确认内容是否一致。



图 70 寄存器数据传送界面

2. “选项”菜单的使用

“选项”菜单的内容如图 71 所示。



图 71 “选项”菜单界面

（1）可编程控制器 EPROM 的处理

打开“EPROM 传送”子菜单有三项内容：“读入”，“写出”和“核对”。按“读入”键，即可从可编程控制器读出 EPROM 的内容。按“写出”键，即可将编写的程序写入可编程控制器中。“核对”键用于验证编写的程序和 EPROM 中的内容是否一致。

（2）单击“选项”菜单下的“字体”子菜单，即可设置字体样式、大小等有关内容，如图 72 所示。

（3）“窗口”菜单的使用

双击“窗口”菜单下的“视图顺排”子菜单，就可层铺编程环境。双击“窗口水平排

列”子菜单，就可水平铺设编程环境。双击“窗口垂直排列”子菜单，就可垂直铺设编程环境。



图 72 字体式样、大小设置界面

五、实验内容

实验一 可编程控制器认识实验

一、实验目的

1. 通过实验了解和熟悉 FX 系列 PLC 的外部结构和外部接线方法。
2. 了解和熟悉简易编程器的使用。

二、实验器材

1. FX 系列 PLC 一台
2. FX-10P-E 或 FX-20P-E 手持编程器一台
3. 模拟开关板一块
4. 编程电缆
5. 连接导线

三、实验内容和步骤

1. 关电源，将手持编程器 FX-10P-E 或 FX-20P-E 连接电缆，电缆另一头接至 PLC 主机的编程器插座中，并将主机工作方式选择（STOP/RUN）拨至“STOP”位置。
2. 按下 PLC 的电源开关，PLC 主机通电，“POWER”灯亮，手持编程器在液晶窗口显示自检内容。
3. 写入程序前，需对 PLC “RAM”全部清零，当液晶显示屏上显示全是“NOP”时，即可输入程序。清零方法如图 1 所示。

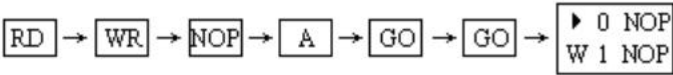


图 1 PLC 清零方法

4. 程序的输入，需要先按功能编辑键，键盘上分别有“RD/WR”、“INS/DEL”、“MNT/TEST”等字符分别代表读/写、插入/删除和监控/测试功能。其功能为后按者有优先权。例如第一次按“RD/WR”键为读出（R），再按一次即为写入（W），再按一次又变成 R。W、R、I、D、M 和 T 功能字符分别显示在液晶显示窗的左上角。
5. 输入程序如图 2 所示，进行编程训练操作。

0001	LD	X0
0002	AND	X1
0003	OUT	Y0
0004	END	

图2 编程实例

实现编程操作如图3所示。

LD --X--0--GO	W 0	LD	X000
AND--X--1--GO	1	AND	X001
	W 1	AND	X001
OUT--Y--0--GO	2	OUT	Y000
	W 2	OUT	Y000
END-----GO	3	END	

(a) 键盘操作

(b) 显示

图3 编程操作

6. 输入完程序后,可按图4操作键进行程序检查。

RD → STEP → 0 → GO

图4 程序检查

7. 验证实验的正确性

(1) 将模拟开关板的开关0和1及公共端C分别用导线连接到PLC的输入端X0、X1和COM端。

(2) 输出端驱动一LED发光二极管指示灯。

(3) 将PLC的RUN/STOP开关切换到RUN位置。

(4) 合上X1和X2开关,输入信号,观察Y0的输出情况。

四、预习要求

1. 复习可编程控制器的结构组成和基本工作原理。
2. 复习PLC输入、输出接口电路。
3. 阅读FX-10P-E(或FX-20P-E)手持编程器的使用说明。

五、实验报告要求

1. 说明PLC可编程控制器由哪几部分组成?输入电源规格为多少?输入电路采用什么方式?输出电路采用什么方式?

2. 编程器的型号是什么?如何进行程序的写入、读出、删除、插入、监控和测试?

实验二 基本指令实验

一、实验目的

1. 进一步掌握PLC手持编程器的使用。
2. 学会用PLC基本指令实现基本逻辑组合电路的编程。
3. 掌握常用基本指令的使用方法。

二、实验器材

1. FX系列PLC一台
2. FX-10P-E或FX-20P-E手持编程器一台
3. 模拟开关板一块
4. 编程电缆
5. 连接导线

三、实验内容和步骤

1. 基本指令实验

如图5所示,根据梯形图编写指令表,分别接通PLC输入端开关为ON或OFF,观察PLC输出结果。

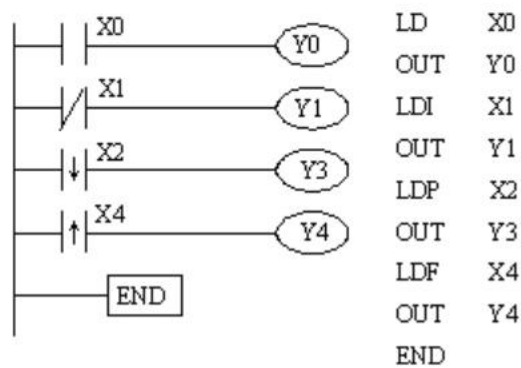


图5 基本指令程序

2. 组合电路的 PLC 编程实验

如图 6、7 所示，根据梯形图编写指令表，分别接通 PLC 输入端开关为 ON 或 OFF，观察 PLC 输出结果。

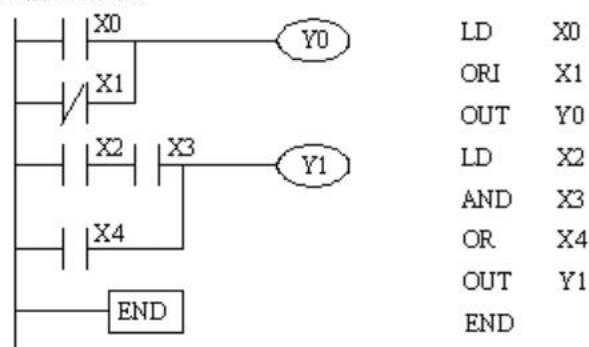


图6 组合电路指令程序（1）

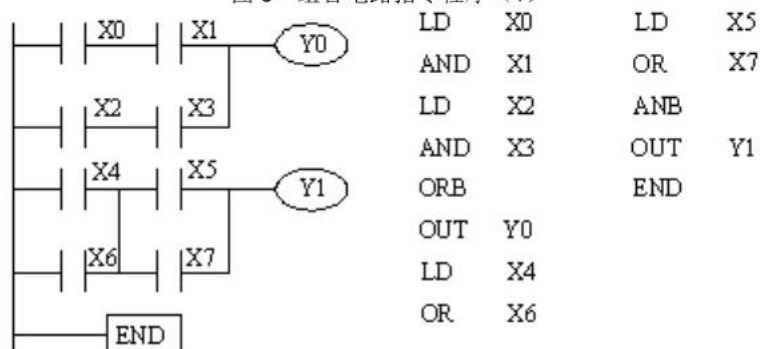


图7 组合电路指令程序（2）

3. 置位、复位和脉冲指令的编程实验

如图 8 所示，根据梯形图编写指令表，分别接通 PLC 输入端开关为 ON 或 OFF，观察 PLC 输出结果。当 X0 闭合时，Y0 有输出，即使 X0 断开，Y0 仍然保持有输出；当 X1 闭合时，Y0 无输出。当 X2 闭合时，Y1 有输出，当 X3 闭合时，Y1 仍然有输出，只有当 X3 再断开时，Y1 无输出。

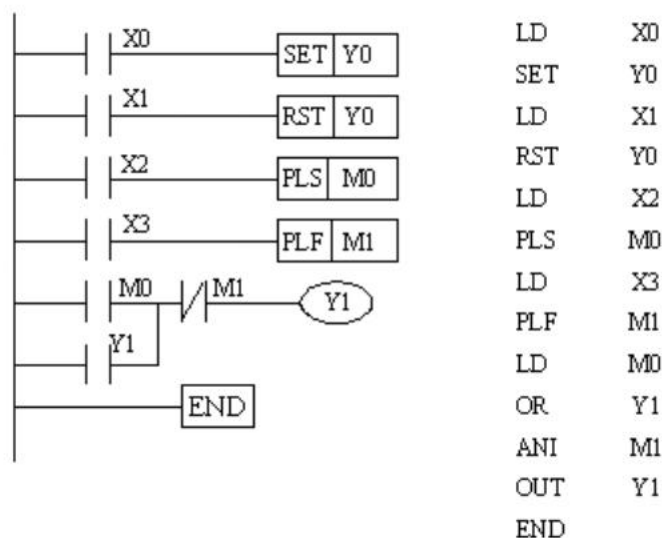


图 8 置位、复位和脉冲电路指令程序

四、预习要求

1. 复习 LD、LDI、AND、ANI、OR、ORI、ANB、ORB 和 END 等指令的含义。
2. 复习 SET、RST、PLS 和 PLF 等指令的含义。
3. 提前阅读实验内容和步骤。
4. 画出置位、复位和脉冲的编程实验的输入、输出波形图，以便在实验中比较。

五、实验报告要求

1. 整理实验操作结果。
2. 整理实验所记录的波形。
3. 总结实验中用到的指令的使用方法。

实验三 栈及主控指令实验

一、实验目的

1. 掌握 MPS、MRD、MPP 指令的使用方法。
2. 掌握主控指令 MC 和 MCR 的使用方法。
3. 进一步掌握 PLC 的编程及程序输入。

二、实验器材

1. FX 系列 PLC 一台
2. FX-10P-E 或 FX-20P-E 手持编程器一台
3. 模拟开关板一块
4. 编程电缆
5. 连接导线

三、实验内容和步骤

1. 栈指令实验

栈指令编程梯形图实例如图 9 所示。

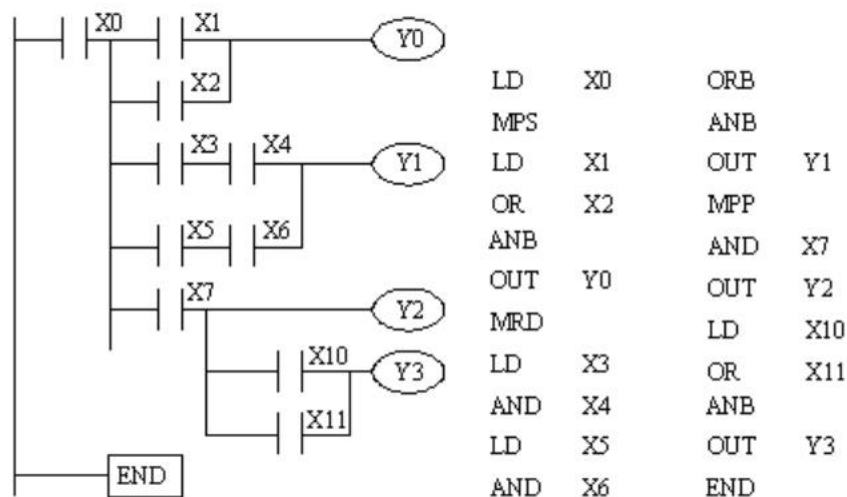


图 9 栈指令编程实例

实验步骤:

- (1) 按图 9 输入程序。
 - (2) 检查程序, 使其正确。
 - (3) 运行该程序, 当 $X0=1(ON)$ 时, 观察输出状态。
 - ① $Y0$ 的状态取决于 $X1$ 或 $X2$ 的状态。
 - ② $Y1$ 的状态取决于 $X3$ 、 $X4$ 相与或 $X5$ 、 $X6$ 相与的状态。
 - ③ $Y2$ 状态取决于 $X7$ 的状态。
 - ④ $Y3$ 状态取决于 $X7$ 及 $X10$ 或 $X11$ 的状态。
- 置 $X0=0$ 时, 观察 $Y0\sim Y3$ 的状态。

2. 主控指令实验

主控指令编程梯形图实例如图 10 所示。

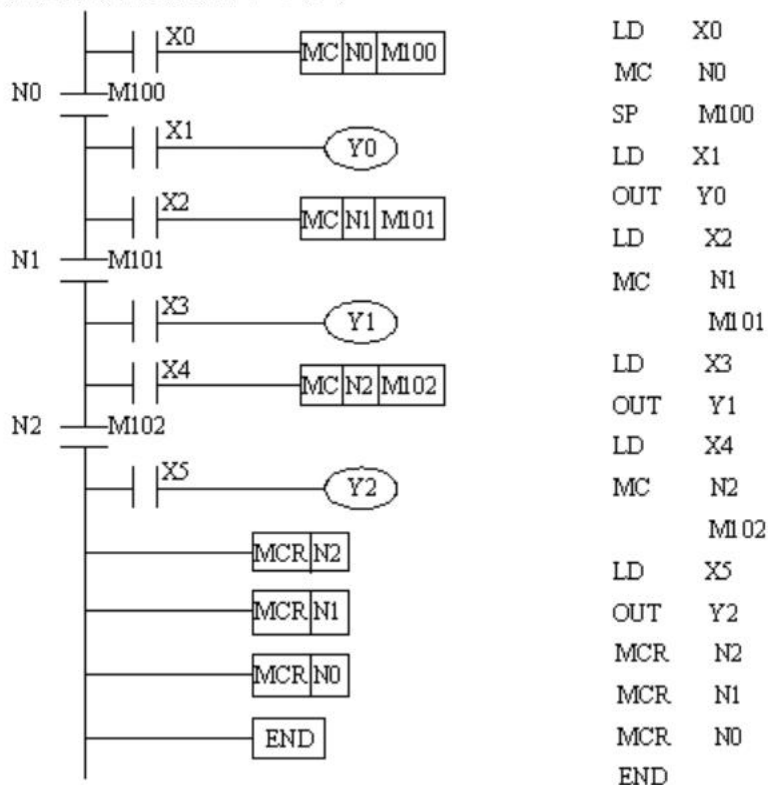


图 10 主控指令编程实例

实验步骤:

- (1) 按图 10 输入程序。

(2) 检查程序，使其正确。

(3) 执行程序，依次分别使 X0、X1、X2、X3、X4 及 X5 为 ON，输出应依次为 Y0、Y1 及 Y2 为 ON。

四、预习要求

1. 复习栈指令 MPS、MRD、MPP 的功能和使用方法。
2. 复习主控指令 MC、MCR 的功能和使用方法。
3. 提前阅读实验步骤和内容。

五、实验报告要求

1. 整理实验结果，按标准写出实验报告。
2. 总结使用栈指令和主控指令的体会。

实验四 定时器和计数器实验

一、实验目的

1. 掌握定时器、计数器指令的格式及编程方法。
2. 掌握定时器、内部时钟脉冲参数的设置方法。
3. 掌握计数器、定时器的功能及定时技巧。

二、实验器材

1. FX 系列 PLC 一台
2. FX-10P-E 或 FX-20P-E 手持编程器一台
3. 模拟开关板一块
4. 编程电缆
5. 连接导线

三、实验内容和步骤

1. 定时器指令实验

定时器指令的梯形图和语句表如图 11 所示：

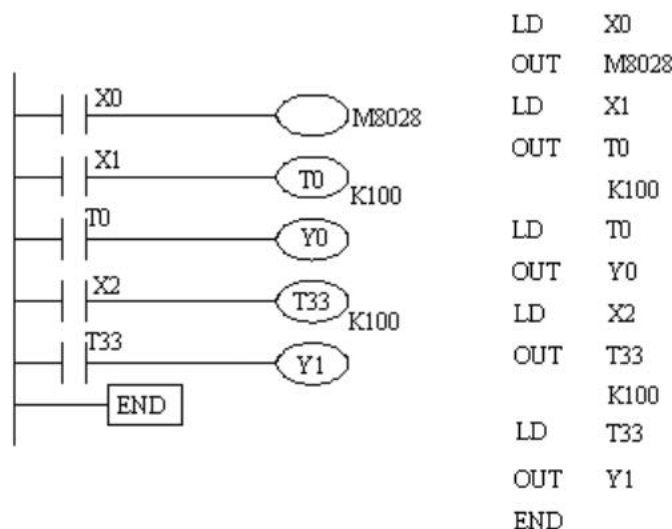


图 11 定时器梯形图语句表

实验步骤：

- (1) 按图 11 输入程序。
- (2) 检查程序，使其正确。
- (3) 运行程序，观察输出结果。当 X1、X2 闭合时，定时器 T0 和 T33 开始计时，经过 10s，Y0 和 Y1 有输出。说明 T0 和 T33 的计时脉冲为 100ms，计 100 次为 10s。当闭合 X0，再闭合 X1 和 X2 时，经过 10s，Y0 有输出；经过 1s，Y1 有输出。说明 M8028 控制 T32~T55 的定时脉冲；当 M8028 闭合时，T32~T55 定时脉冲为 0.01s，当 M8028 断开时，T32~T55 定时脉冲为 0.1s。

2. 计数器指令实验

计数器指令的梯形图和语句表如图 12 所示。

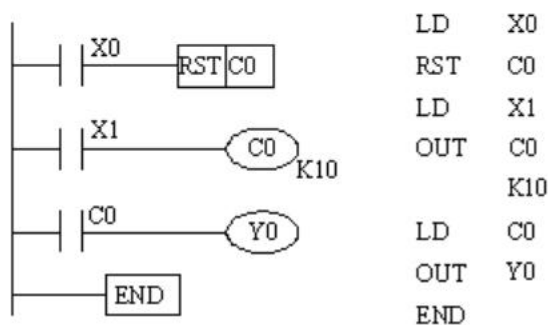


图 12 计数器梯形图语句表

实验步骤：

- (1) 按图 12 输入程序。
- (2) 检查程序，使其正确。
- (3) 执行程序，观察输出结果。当 X0 断开时，X1 闭合 10 次，Y0 有输出；当 X0 闭合时，再把 X1 闭合 10 次，Y0 无输出。

3. 定时器/计数器综合实验

该实验的梯形图和语句表如图 13 所示。

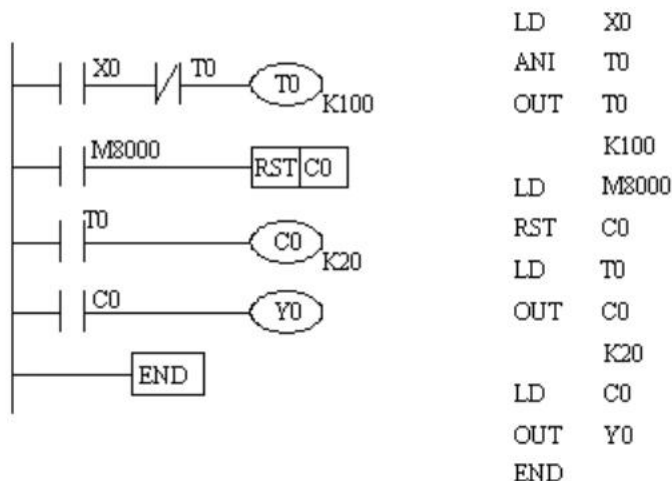


图 13 计数器/定时器梯形图语句表

实验步骤：

- (1) 按图 13 输入程序。
- (2) 检查程序，使其正确。
- (3) 运行程序，观察输出结果。当 X0 接通，定时器 T0 开始计时，经过 10s，T0 的常闭接点断开，T0 定时器断开复位，待下一次扫描的时候，T0 的常闭接点才闭合，T0 线圈又重新接通（即 T0 接点每 10s 接通一次，每次接通时间为一个扫描周期）。计数器 C0 对这个脉冲信号进行计数，计到 20 次时，C0 常开触点闭合，使线圈 Y0 有输出。从 X0 接通到 Y0 有输出，时间为 $(100 \times 0.1s) \times 20 = 200s$ 。

四、预习要求

1. 复习定时器和计数器指令的格式、功能和使用方法。
2. 提前阅读实验步骤和内容。

五、实验报告要求

1. 整理实验结果，按标准写出实验报告。
2. 画出本次实验中定时器、计数器程序中的输入/输出波形。
3. 总结使用定时器和计数器指令的体会。

实验五 步进顺控指令实验

一、实验目的

1. 掌握步进顺控指令的编程方法。
2. 理解步进顺控指令的几种编程结构。
3. 进一步熟练编程器的使用。

二、实验器材

1. FX 系列 PLC 一台
2. FX-10P-E 或 FX-20P-E 手持编程器一台
3. 模拟开关板一块
4. 编程电缆
5. 连接导线

三、实验内容和步骤

1. 用步进顺控指令实现如图 14 所示的波形，使 Y0、Y1 和 Y2 每隔 1s 顺序输出，并循环。其顺序功能图和指令语句表如图 15 所示。

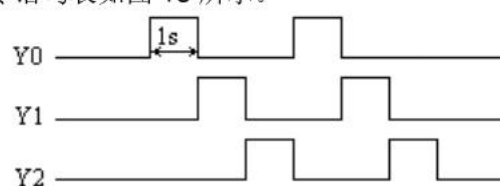


图 14 输出波形图

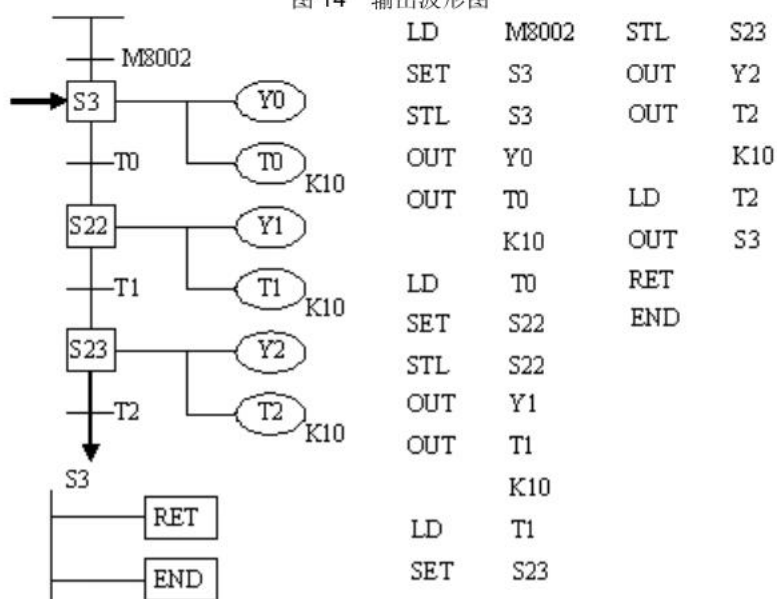


图 15 顺序功能图及语句表

实验步骤：

- (1) 按图 15 输入程序。
- (2) 检查程序是否正确。
- (3) 运行程序，观察 Y0、Y1 和 Y2 的输出是否和波形一致。
- (4) 改变定时器的定时时间常数，再次运行程序，观察输出情况。

2. 分支及汇合指令实验

选择性分支及汇合指令的顺序功能图和语句表如图 16 所示。

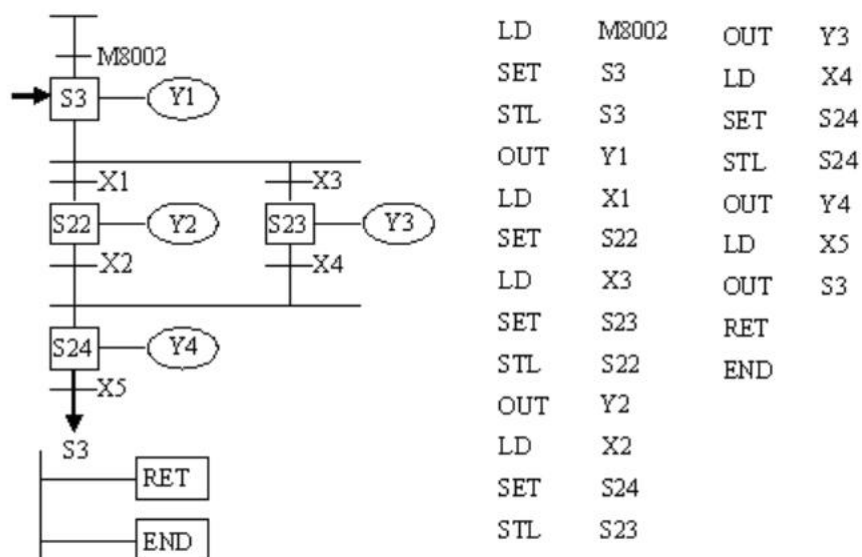


图 16 选择性分支与汇合

选择性分支与汇合实验步骤：

- (1) 按图 16 输入程序。
- (2) 检查程序是否正确。
- (3) 运行程序，先闭合 X1，然后闭合 X2，观察 Y2 和 Y3 有无输出。
- (4) 改变 X1 和 X2 的闭合顺序，观察 Y2 和 Y3 的输出情况。

并行分支及汇合指令的顺序功能图和语句表如图 17 所示。

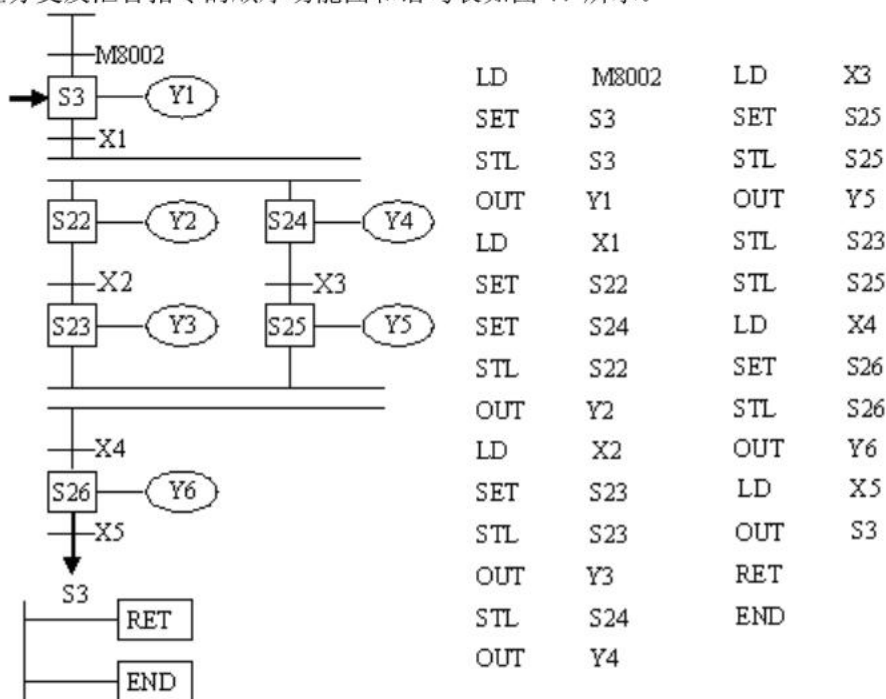


图 17 并行分支与汇合

并行分支与汇合实验步骤：

- (1) 按图 17 输入程序。
- (2) 检查程序是否正确。
- (3) 运行程序，闭合 X1，观察 Y2 和 Y4 有无输出。然后闭合 X2、X3 和 X4，观察 Y3、Y5 和 Y6 的输出情况。

四、预习要求

1. 复习 SFC 顺序功能图编程方法和 STL 步进顺控指令的编程方法。
2. 复习选择性分支和汇合的编程方法。

3. 复习并形分支和汇合的编程方法。
4. 提前阅读实验内容和步骤。

五、实验报告要求

1. 按格式写出实验报告。
2. 总结步进顺控指令的特点。

实验六 功能指令实验

一、实验目的

1. 掌握功能指令中的移位寄存器指令的编程和使用方法。
2. 掌握如何用移位指令实现真值表的输出。
3. 能用移位指令实现相关控制。

二、实验器材

1. FX 系列 PLC 一台
2. FX-10P-E 或 FX-20P-E 手持编程器一台
3. 模拟开关板一块
4. 编程电缆
5. 连接导线

三、实验内容

1. 用左移移位指令实现表 1 循环左移真值表的输出。

表 1 循环左移真值表

脉冲	Y3	Y2	Y1	Y0
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	1	0	0
4	1	0	0	0

其梯形图和指令表如图 18 所示。

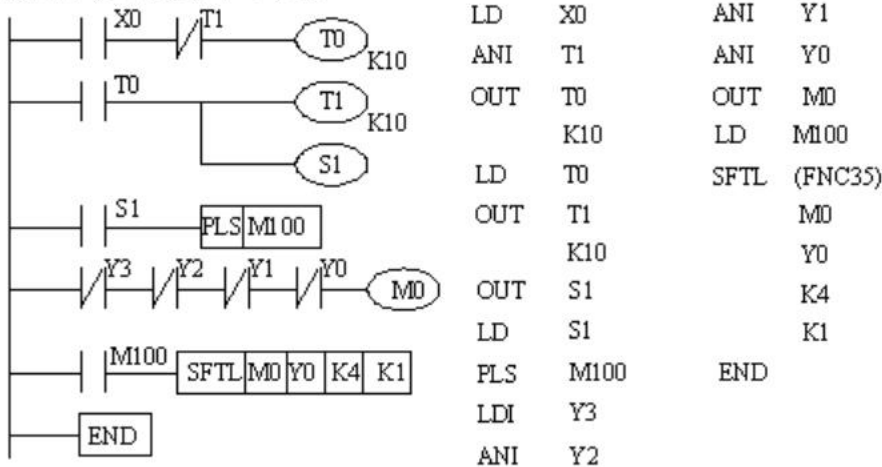


图 18 循环左移位控制程序 (1)

实验步骤:

- (1) 按图 18 输入程序。
- (2) 检查程序是否正确。
- (3) 运行程序, 观察 Y0、Y1、Y2 和 Y3 的输出是否和真值表一致。

2. 用左移移位指令实现表 2 循环左移真值表的输出。

表 2 循环左移真值表

脉冲	Y3	Y2	Y1	Y0
----	----	----	----	----

0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	1
3	0	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	1	0
6	1	1	0	0
7	1	0	0	0

其梯形图和指令表如图 19 所示。

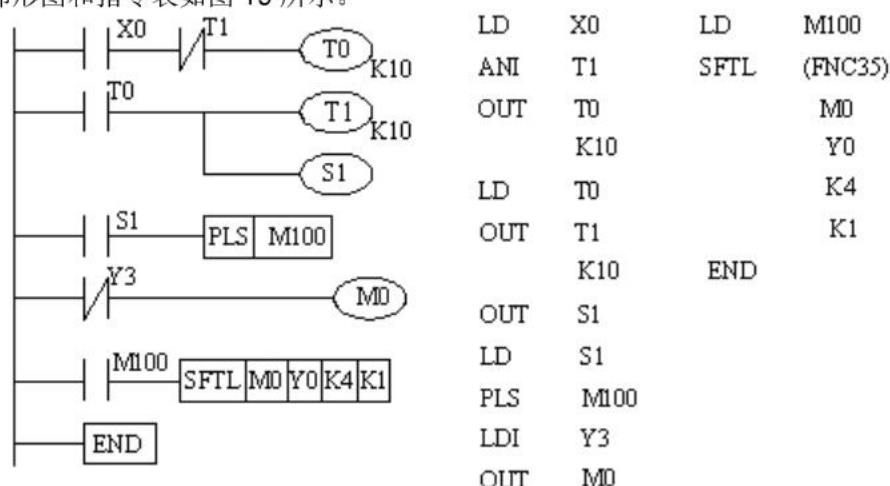


图 19 循环左移位控制程序 (2)

实验步骤:

- (1) 按图 19 输入程序。
- (2) 检查程序是否正确。
- (3) 运行程序, 观察 Y0、Y1、Y2 和 Y3 的输出是否和真值表一致。

四、预习要求

1. 复习功能指令右移 SFTR 和左移 SFTL 的指令格式、功能和编程方法。
2. 学会用移位循环指令实现某一控制操作。
3. 提前阅读实验内容和步骤。
4. 画出实验中需要的真值表, 准备实验使用。

五、实验报告要求

1. 按格式写出实验报告。
2. 写出左移和右移指令的格式。
3. 写出实验中用到的程序, 自行设计循环右移的程序。

实验七 PLC 功能指令实验

一、实验目的

1. 掌握功能指令中部分特殊应用指令的编程和使用方法。
2. 了解功能指令的功能。
3. 熟悉 PLC 功能指令的应用。

二、实验器材

1. FX 系列 PLC 一台
2. FX-10P-E 或 FX-20P-E 手持编程器一台
3. 模拟开关板一块

4. 编程电缆

5. 连接导线

三、实验内容和步骤

利用下面两个实例来掌握 **CMP** 比较指令和 **ALT** 交替输出指令的应用。

1. 实例一 停车场显示装置控制

假设有一汽车停车场，最大容量只能停车 50 辆，为了表示停车场是否有空位，可以用

PLC 来实现控制。

停车场的 I/O 分配表如表 3 所示。其梯形图和指令语句表如图 20 所示。

表 3 PLC 停车场显示 I/O 地址状态表

器件	PLC 地址	功能说明
HL1	Y4、Y5	停车场已满
HL2	Y3	停车场有空位
开关 0	X0	车已进入停车场信号
开关 1	X1	车已离开停车场信号
	D0	停车场车辆数（最大 50 辆）

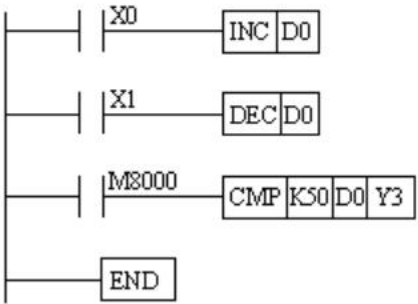


图 20 停车场显示装置控制程序

实验步骤：

(1) 按图 20 输入程序。

(2) 检查程序是否正确。

(3) 运行程序，操作开关 0、开关 1，模拟汽车进入及离开停车场时，HL1(Y4、Y5) 和 HL2 (Y3) 指示灯的亮、灭情况。

(4) Y3、Y4 和 Y5 不可能同时为 1。只有在 $D0 < 50$ 时， $Y3 = 1$ ， $D0 = 50$ 时， $Y4 = 1$ ， $D0 > 50$ 时， $Y5 = 1$ 。

2. 实例二 二分频电路控制

用交替输出功能指令 **ALT** 实现二分频电路的梯形图和语句表如图 21 所示。二分频电路波形图如图 22 所示。

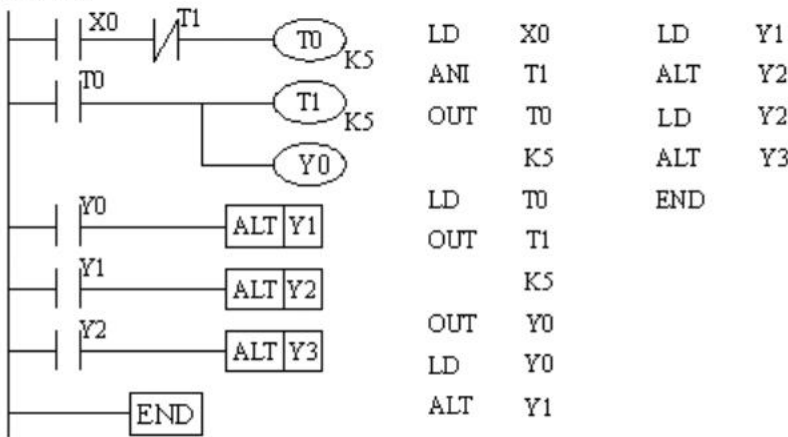


图 21 二分频控制程序

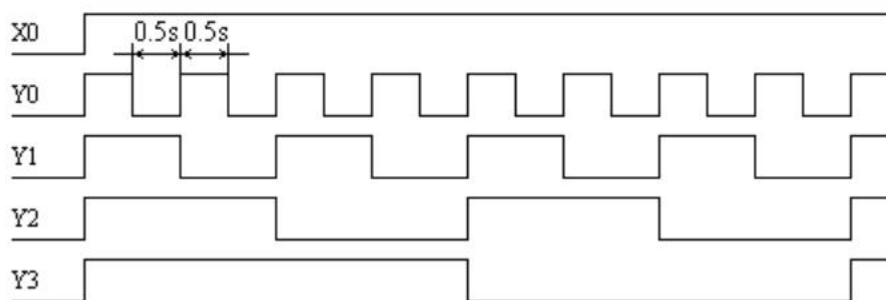


图 22 二分频电路波形图

实验步骤：

- (1) 按图 21 输入程序。
- (2) 检查程序是否正确。
- (3) 运行程序，观察 Y0~Y3 的输出是否和图 22 所示波形一致。

四、预习要求

1. 复习应用指令的功能、格式和编程方法。
2. 提前阅读实验内容和步骤。
3. 复习二进制分频电路的工作原理。

五、实验报告要求

1. 整理实验结果，完成实验报告。
2. 如何判断汽车进入停车场和离开停车场时正向和反向信号，试设计程序。

实验八 交通信号灯的自动控制实验

一、实验目的

1. 掌握用 PLC 控制十字路口交通灯的设计方法。
2. 熟悉 PLC 指令的功能。
3. 学会用 PLC 解决一个实际问题的思路。

二、实验器材

1. FX 系列 PLC 一台
2. FX-10P-E 或 FX-20P-E 手持编程器一台
3. 模拟开关板一块
4. 编程电缆
5. 连接导线

三、实验原理

十字路口交通信号灯在日常生活中经常用到，可以用 PLC 对其进行控制。

十字路口两个方向交通灯自动控制时序工作波形图如图 23 所示。

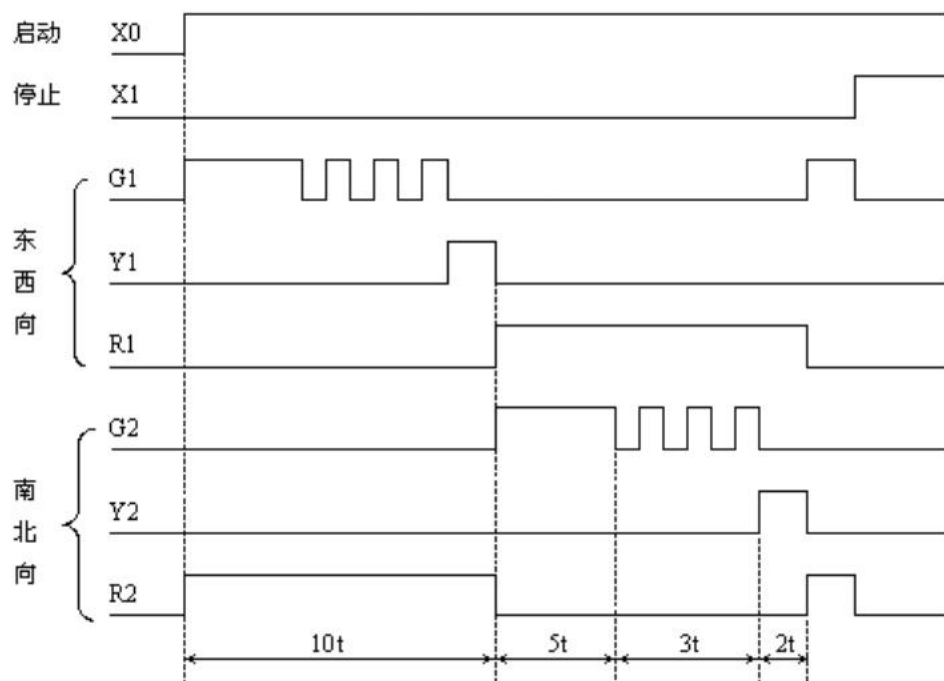


图 23 交通灯时序工作波形图

从图中可以看出，东西方向和南北方向绿、黄和红灯相互亮灯时间是相等的。如果取单位时间 $t=2s$ ，则整个一次循环时间需要 $40s$ 。

采用 PLC 控制时，其 I/O 分配表如表 4 所示。

表 4 交通灯控制 I/O 接口地址分配表

输入			输出		
器件	器件号	功能说明	器件	器件号	功能说明
0	X0	启动按钮	G1	Y0	东西向绿灯
1	X1	停止按钮	Y1	Y1	东西向黄灯
			R1	Y2	东西向红灯
			G2	Y3	南北向绿灯
			Y2	Y4	南北向黄灯
			R2	Y5	南北向红灯

本实验用步进顺控指令实现交通灯自动控制，其顺序功能图如图 24 所示。

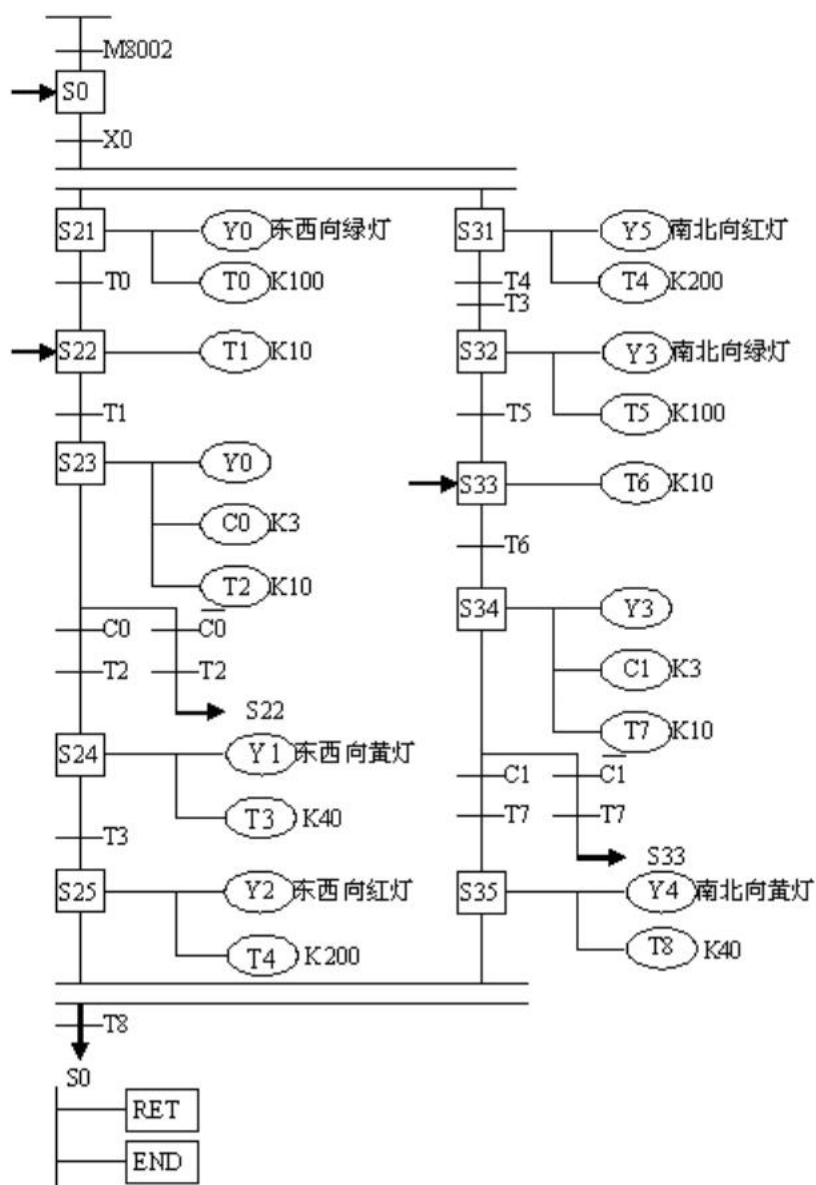


图 24 交通灯控制顺序功能图

四、实验步骤和内容

1. 按图 24 输入程序。
2. 检查程序是否正确。
3. 运行程序，观察 Y0~Y5 的输出是否符合实际要求。

五、预习要求

1. 复习步进顺控指令的作用和编程方法。
2. 阅读本次实验原理及电路，掌握利用步进顺控指令进行程序设计的方法和技巧。

六、实验报告要求

1. 按一定格式完成实验报告。
2. 考虑如果用定时器/计数器实现交通灯的控制，其程序如何？
3. 考虑如果用移位寄存器实现交通灯的控制，其程序如何？

实验九 舞台艺术灯饰的 PLC 控制实验

一、实验目的

1. 进一步熟悉 PLC 步进顺控指令的应用。

CP	输入					输出		
	M15	M14	M13	M12	M11	Y7	Y6	Y5
1	0	0	0	0	1	0	0	1
2	0	0	0	1	0	0	1	0
3	0	0	1	0	0	1	0	0
4	0	1	0	0	0	1	1	1
5	1	0	0	0	0	0	0	0

根据其相互间的逻辑关系，输入 M0~M5，M11~M15 与输出 Y0~Y7 之间的逻辑关系为如图 26 所示。

$Y0 = M0 + M2 + M4$	$Y1 = M0 + M4$	$Y2 = M1 + M4$
$Y3 = M2 + M4$	$Y4 = M3 + M4$	$Y5 = M11 + M14$
$Y6 = M12 + M14$	$Y7 = M13 + M14$	

图 26 输入输出逻辑关系

根据真值表设计的 PLC 控制舞台艺术灯饰的程序（梯形图和指令表）如图 27 所示。

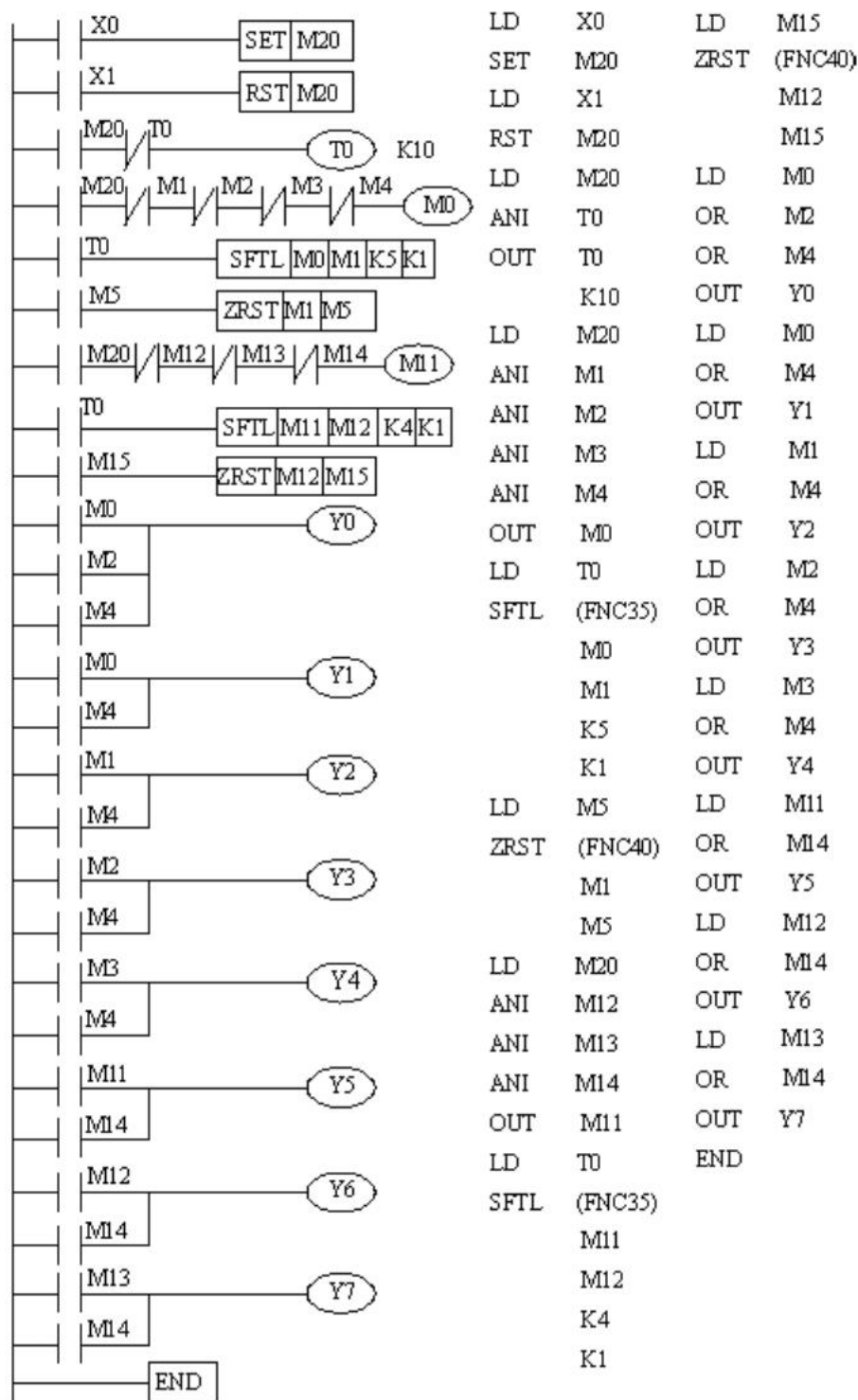


图 27 舞台艺术灯程序设计

四、实验内容和步骤

1. 按图 27 输入程序。
2. 检查程序是否正确。
3. 运行程序，观察结果是否与要求相符合。

五、预习要求

1. 复习 PLC 应用指令的编程方法。
2. 复习移位寄存器的格式和使用方法。
3. 阅读本次实验的实验原理和实验内容和步骤。

六、实验报告要求

- 1. 按一定格式完成实验报告。
- 2. 尝试用步进顺控指令完成本次实验，画出顺序控制图。
- 3. 自行设计一霓虹灯广告屏控制程序，工作时序自己设定。

实验十 运料小车的自动控制实验

一、实验目的

- 1. 学会用 PLC 解决一个实际问题的思路。
- 2. 熟悉 PLC 指令的功能。
- 3. 掌握程序设计中起保停电路、自锁电路和互锁电路的设计方法。

二、实验器材

- 1. FX 系列 PLC 一台
- 2. FX-10P-E 或 FX-20P-E 手持编程器一台
- 3. 模拟开关板一块
- 4. 编程电缆
- 5. 连接导线

三、实验原理

运料小车的自动控制可由 PLC 完成。小车可在甲、乙两地分别启动。且在甲、乙两地停留时间均为 1min。在甲地起动时小车停车等待装料，然后自动驶向乙地，到达乙地后停车 1min 等待卸料，然后返回甲地。小车从乙地起动时，小车等待 1min 等待卸料，然后自动驶向甲地，在甲地停车 1min 等待装料，然后驶向乙地，循环往复。在运行过程中，小车可在任意位置手动停车，再次起动后，小车重复原来的运动。此外，在小车前进、后退过程中，分别有指示灯指示其行进方向。

根据实验要求，PLC 的 I/O 分配如表 7 所示

表 7 运料小车 I/O 分配表

输入			输出		
器件	器件号	功能说明	器件	器件号	功能说明
0	X0	停止	0	Y0	从甲地到乙地
1	X1	甲地启动	1	Y1	从乙地到甲地
2	X2	乙地启动	2	Y2	从甲到乙的指示灯
3	X3	甲地行程开关	3	Y3	从乙到甲的指示灯
4	X4	乙地行程开关			

本实验的的梯形图和指令表如图 28 所示

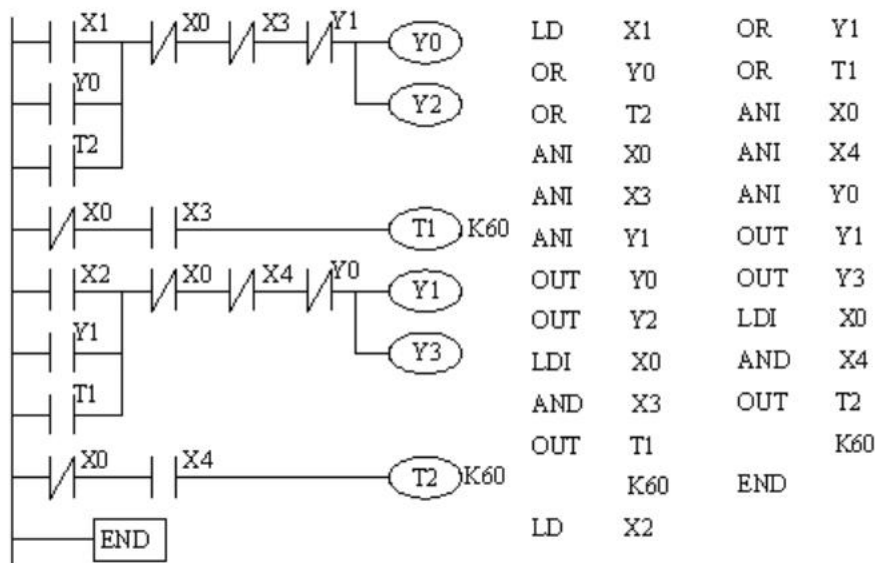


图 28 运料小车控制程序

四、实验步骤和内容

1. 按图 28 输入程序。
2. 检查程序是否正确。
3. 运行程序，观察结果是否与要求相符合。

五、预习要求

1. 复习起保停电路的设计方法。
2. 阅读本次实验原理、内容和步骤。

六、实验报告要求

1. 按一定格式完成实验报告。
2. 尝试用步进顺控指令完成本实验。

实验十一 三层电梯自动控制实验

一、实验目的

1. 学会用 PLC 解决一个实际问题的思路。
2. 学会用 PLC 实现电梯自动控制的基本方法。

二、实验器材

1. FX 系列 PLC 一台
2. FX-10P-E 或 FX-20P-E 手持编程器一台
3. 模拟开关板一块
4. 编程电缆
5. 连接导线

三、实验原理和步骤

电梯自动控制系统的主要指标有：

1. 电梯运行到位后具有手动或自动开门和关门的功能。

手动开门时，当电梯运行到位，手动开门按钮 X0 闭合，Y0 有效，电梯门被打开，开门到位，开门行程开关动作，X2 常闭触点断开，开门过程结束；自动开门时，当电梯运行到位后，相应的楼层接近开关（X11、X12 或 X13）闭合，定时器 T0 开始计数，计到 3s，T0 触点闭合，Y0 输出有效，打开电梯门。手动关门时，按下关门按钮 X1，Y1 有效并自锁，驱动关门继电器，关闭电梯门。自动关门时，当电梯运行到位，定时器 T1 定时 5s，T1 触点闭合，Y1 输出有效，实现自动关门。当自动关门时，为防止夹住乘客，在门两侧安装红外线检测装置（X6 和 X7），有人进出时，X6 和 X7 闭合，T2 开始定时，2s 后才关门。

2. 利用指示灯显示轿厢外召唤信号、厢内指令信号和电梯到达信号。

电梯采用轿厢外呼叫，轿厢内按钮控制方式的自动控制形式。由安装在轿厢内的指令按钮进行操纵，其操作内容为响应，轿厢内依层次指令运行启动电梯，使电梯到达目标层。轿厢外指令即做呼叫作用。

电梯上、下由一台电动机驱动：电动机正转，驱动电梯上升；电动机反转，驱动电梯下降。电梯轿厢门由另一台小电动机驱动，该电动机正转，轿厢门开，电动机反转，轿厢门关。每层楼设有呼叫按钮 SB6~SB9，轿厢内开门按钮 SB1，关门按钮 SB2，轿厢内层指令按钮 SB3~SB5。

3. 能自动辨别电梯运行方向，并发出响应的指示信号。

电梯运行方向是由输出继电器 Y20 和 Y21 指示的，当电梯运行方向确定后，在关门信号和门锁信号符合要求的情况下，电梯开始启动运行。电梯启动后快速运行，2s 后加速，在接近目标楼层时，相应的接近开关动作，电梯开始转为慢速运行，直至电梯到达目标楼层为止。

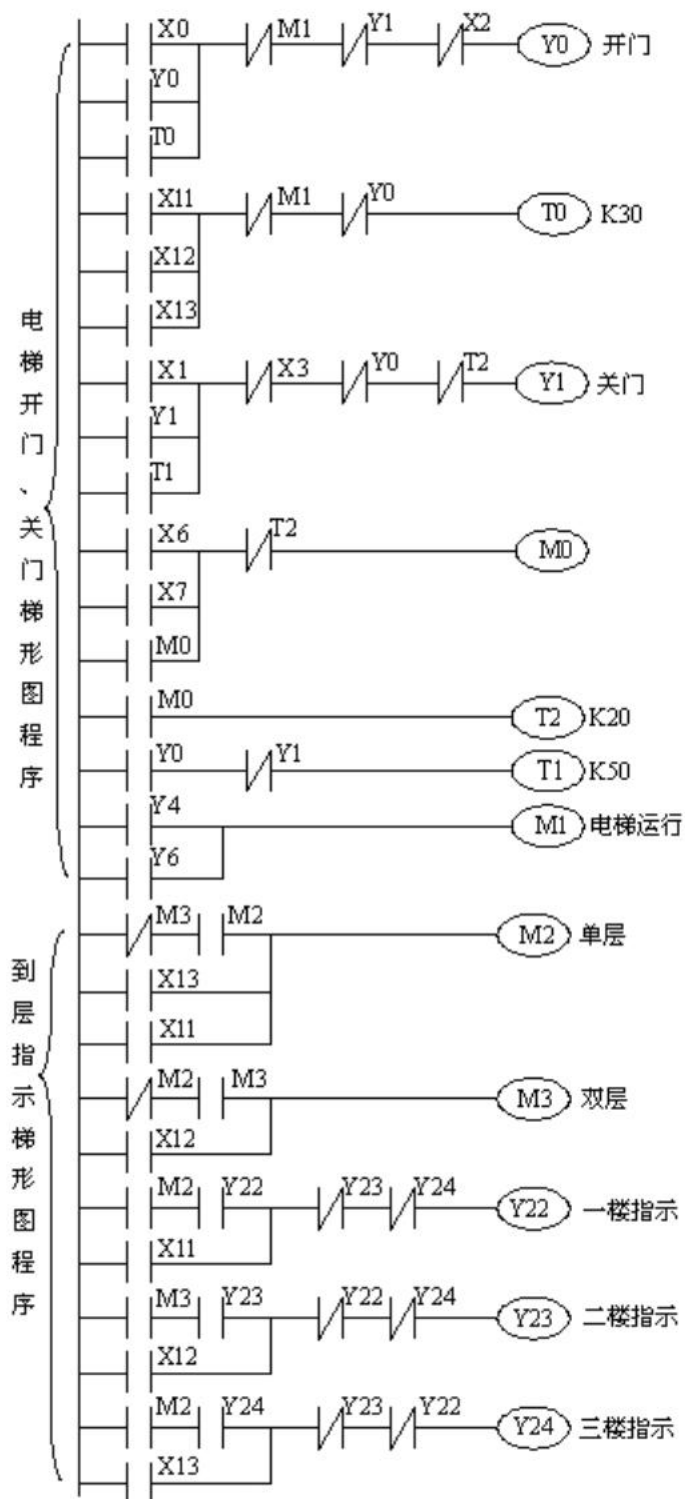
当有乘客在轿厢外某层按下呼叫按钮(X17、X20、X21、X22)中的任何一个，相应的指示灯亮，说明有人呼叫。呼叫信号一直保持到电梯到达该层，相应的接近开关动作才被撤销。

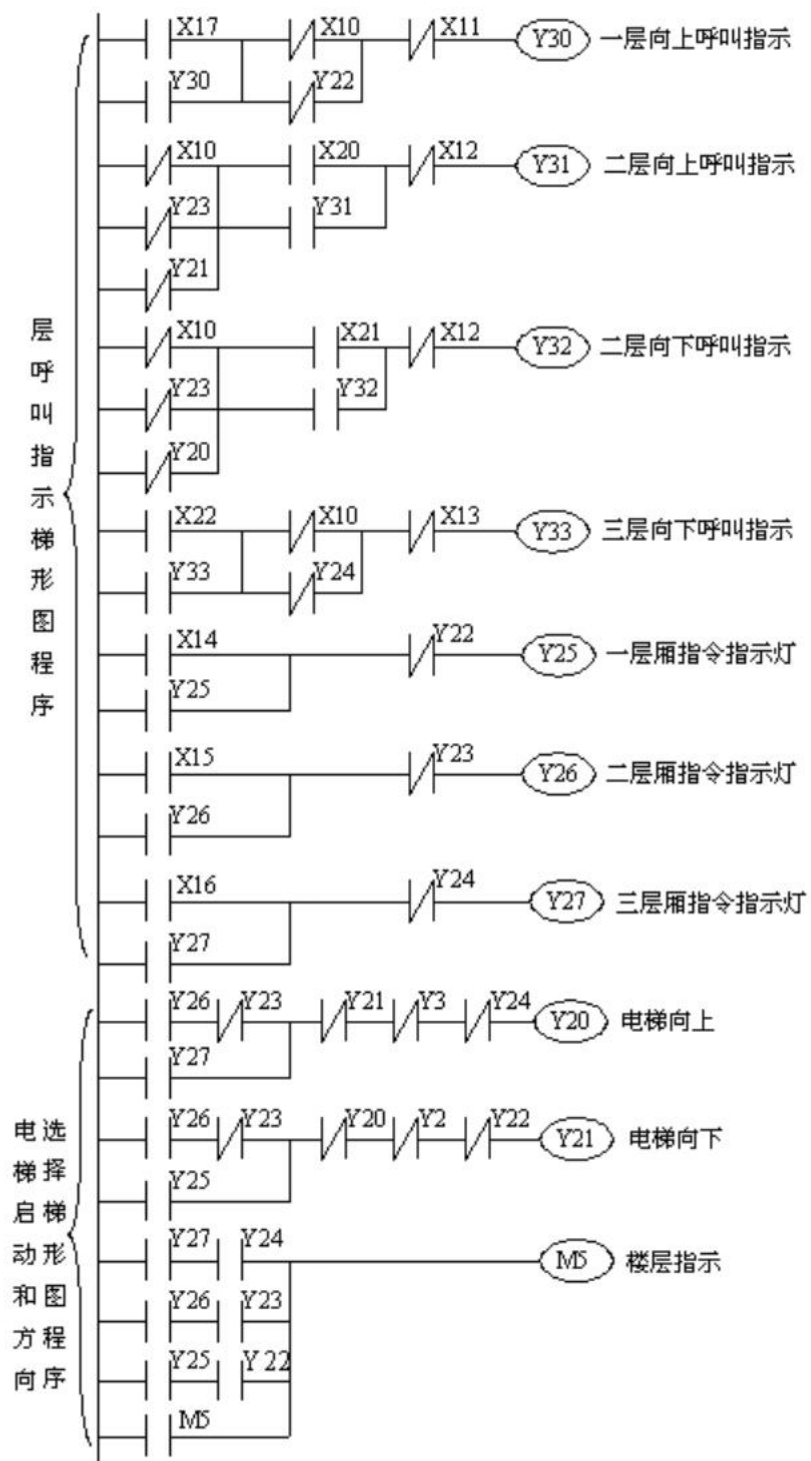
本实验的 I/O 分配如表 8 所示。

表 8 I/O 分配表

输入			输出		
名称	编号	功能	名称	编号	功能
SB1	X0	开门按钮	KM1	Y0	开门继电器
SB2	X1	关门按钮	KM2	Y1	关门继电器
SQ1	X2	开门行程开关	KM3	Y2	上行继电器
SQ2	X3	关门行程开关	KM4	Y3	下行继电器
SQ3	X4	向上运行转换开关	KM5	Y4	快速继电器
SQ4	X5	向下运行转换开关	KM6	Y5	加速继电器
SL1	X6	红外传感器（左）	KM7	Y6	慢速继电器
SL2	X7	红外传感器（右）	E1	Y20	上行方向灯
K	X10	门锁输入信号	E2	Y21	下行方向灯
SQ5	X11	一层接近开关	E3	Y22	一层指示灯
SQ6	X12	二层接近开关	E4	Y23	二层指示灯
SQ7	X13	三层接近开关	E5	Y24	三层指示灯
SB3	X14	一层内指令按钮	E6	Y25	一层内指令指示灯
SB4	X15	二层内指令按钮	E7	Y26	二层内指令指示灯
SB5	X16	三层内指令按钮	E8	Y27	三层内指令指示灯
SB6	X17	一层向上召唤按钮	E9	Y30	一层向上召唤灯
SB7	X20	二层向上召唤按钮	E10	Y31	二层向上召唤灯
SB8	X21	二层向下召唤按钮	E11	Y32	二层向下召唤灯
SB9	X22	三层向下召唤按钮	E12	Y33	三层向下召唤灯
SQ8	X23	一层下接近开关			
SQ9	X24	二层上接近开关			
SQ10	X25	三层上接近开关			
SQ11	X26	二层下接近开关			

本实验的梯形图程序如图 29 所示。





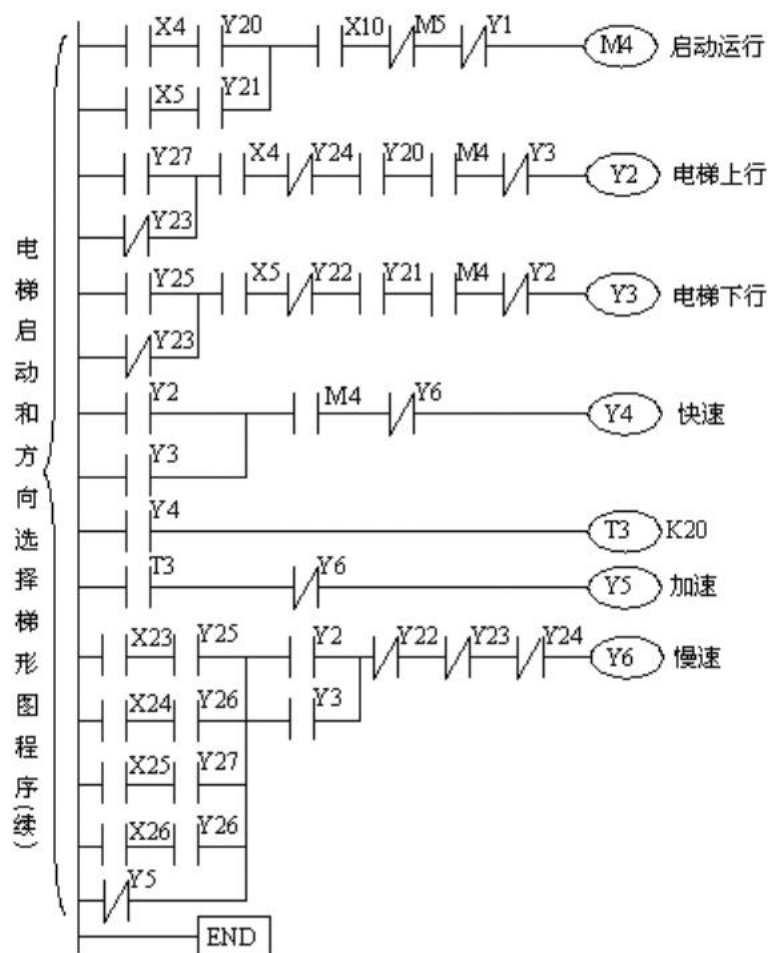


图 29 电梯控制梯形图程序

四、实验步骤和内容

1. 按图 29 输入程序。
2. 检查程序是否正确。
3. 观察结果是否和要求相符合。

五、预习要求

1. 复习 PLC 的基本指令、应用指令。
2. 阅读本次实验的实验原理、内容和步骤，读懂章节。

六、实验报告要求

1. 按一定格式完成实验报告。
2. 考虑用步进顺控指令完成本次实验，程序该如何编写。