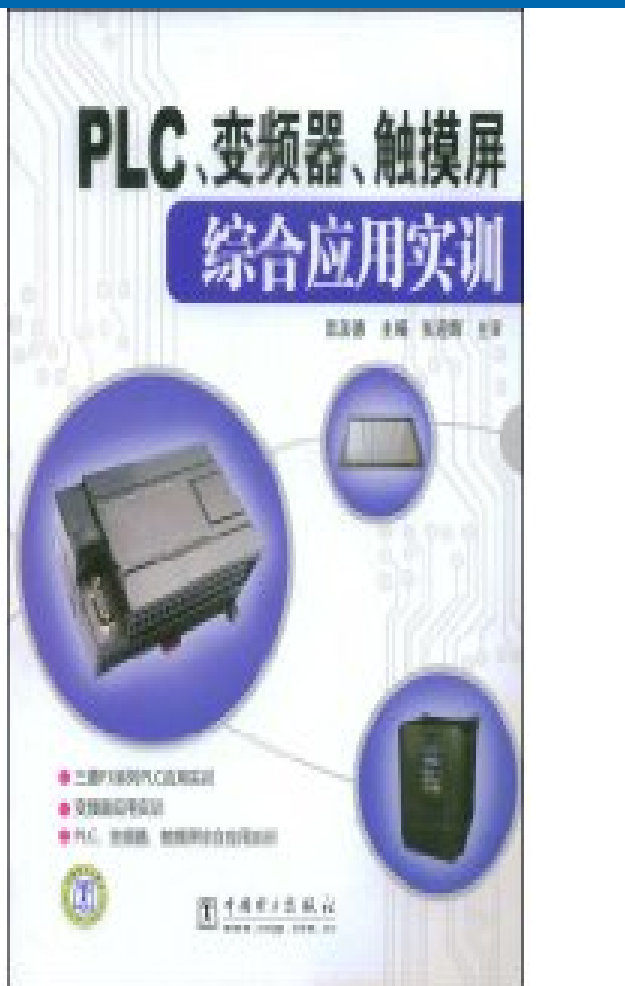


# PLC 变频器、触摸屏 综合应用实训

阮友德 主编

中国电力出版社 2010.6



# 全书共分八个模块

- 模块一 可编程控制器常见应用系统
- 模块二 FX系列PLC的基本结构
- 模块三 基本指令及应用
- 模块四 三相异步电动机的PLC控制
- 模块五 步进指令及状态编程法
- 模块六 程序流程类指令及应用
- 模块七 传送比较、逻辑运算类指令及应用
- 模块八 其他功能指令及应用
- 模块九 变频器基本操作
- 模块十 PLC、变频器、触摸屏联机操作

# 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软件系统。
- (4) 了解可编程控制器的工作原理。

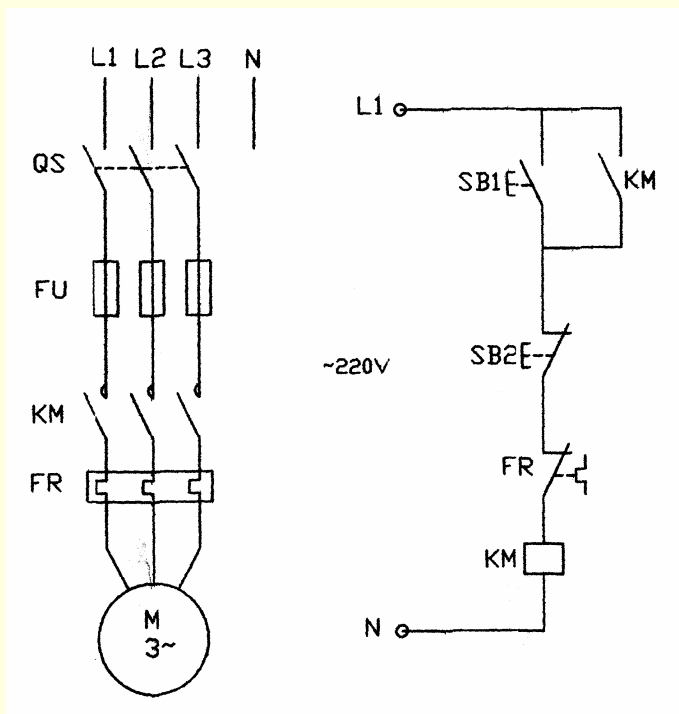
# 模块一 可编程控制器常见应用系统

## 能力目标

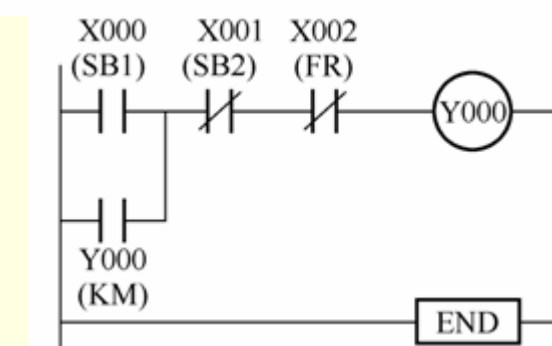
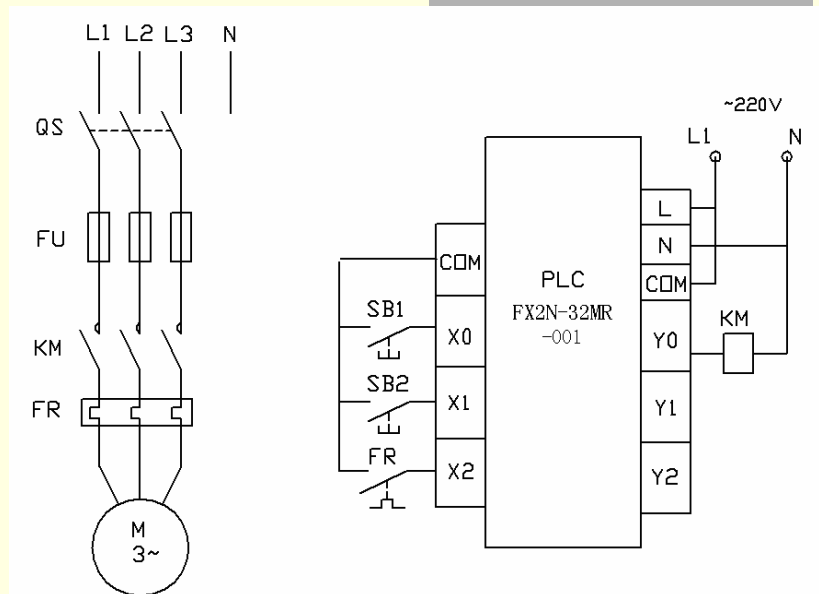
- （1）能参照简单的电气控制图设计**PLC**控制图。
- （2）能明确**PLC**的应用范畴，为以后的工作找出路。
- （3）掌握三菱**PLC**的结构特征。
- （4）熟悉可编程控制器的工作原理。

# 模块一 可编程控制器常见应用系统

## 两种“启—保—停” 控制电路的比较



继电-接触器控制电路



PLC控制电路

# 模块一 可编程控制器常见应用系统

## 可编程控制器的特点

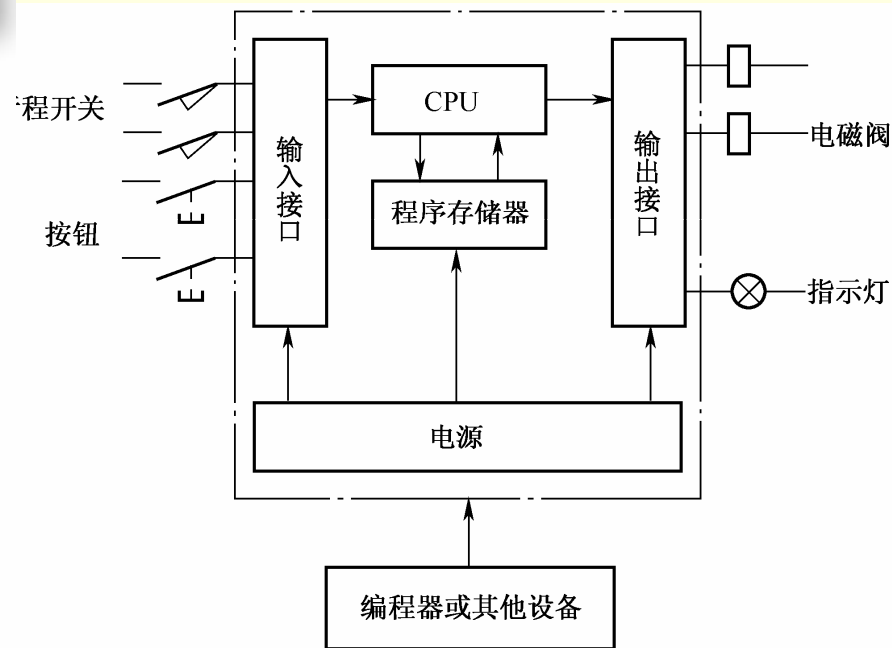
- 1. 编程方法简单易学
- 2. 功能强，性能价格比高
- 3. 硬件配套齐全，用户使用方便，适应性强
- 4. 可靠性高，抗干扰能力强
- 5. 系统的设计、安装、调试工作量少
- 6. 维修工作量小，维修方便
- 7. 体积小，能耗低

# 模块一 可编程控制器常见应用系统



图1-4 PLC内部硬件逻辑结构框图

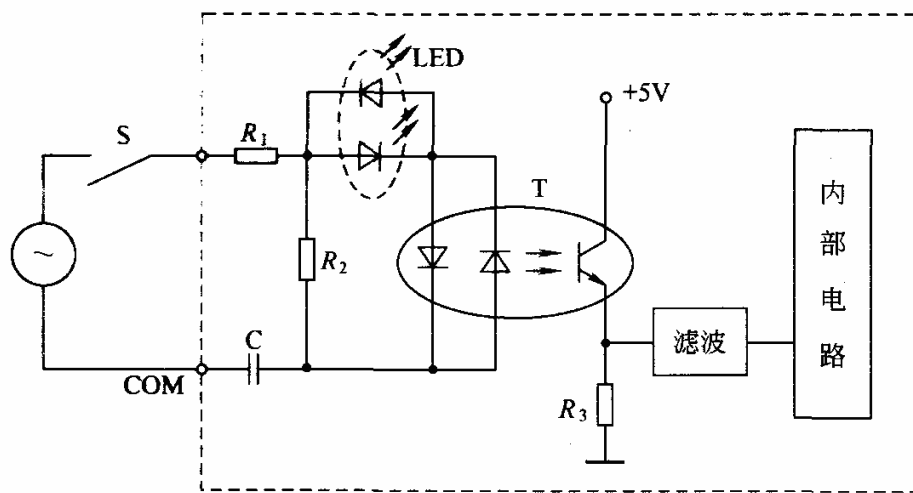
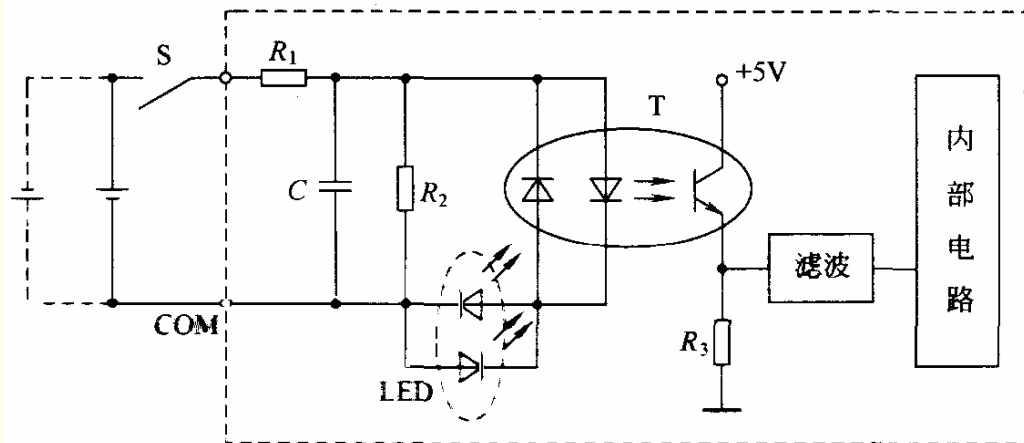
图1-3 FX2N系列可编程控制器的外形结构



# 模块一 可编程控制器常见应用系统

## PLC的两种输入接口电路

**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。

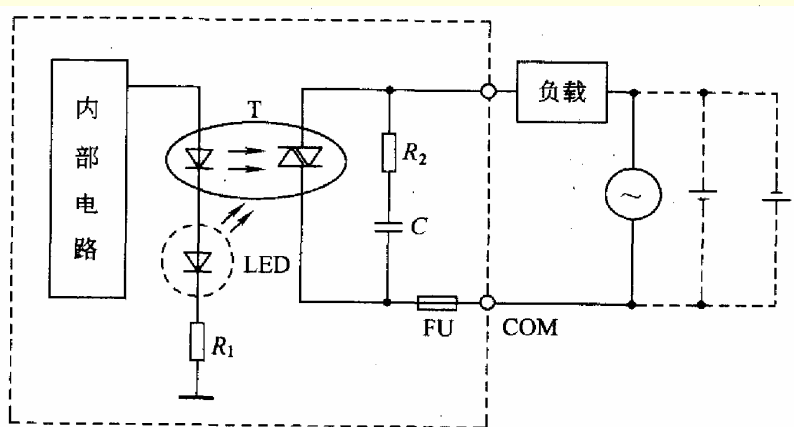
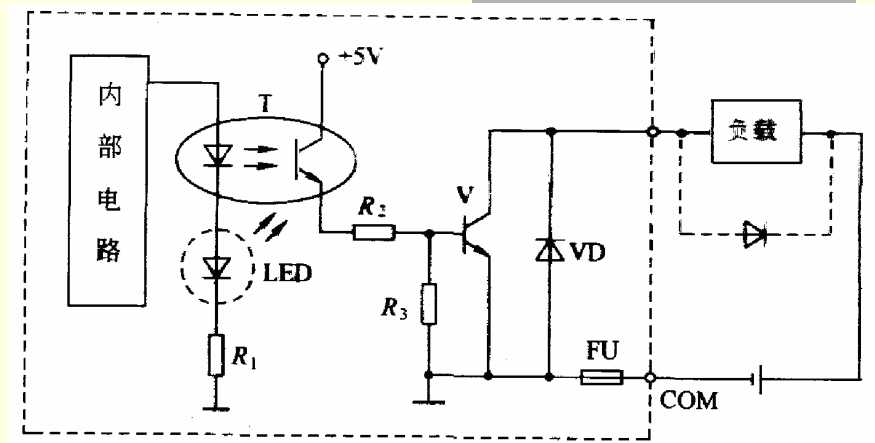
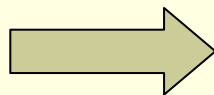


**交流输入** 单元中含有隔直电容 $C$ ，直流及交流输入电路中均采用光耦实现输入信号与机内电路的耦合。

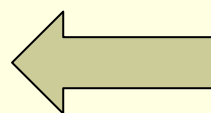
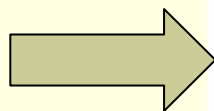
# 模块一 可编程控制器常见应用系统

## PLC的三种输出接口电路

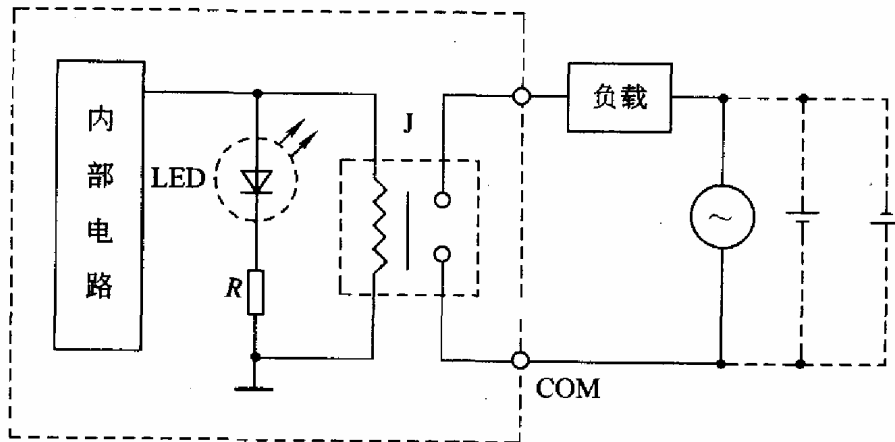
晶体管输出电路



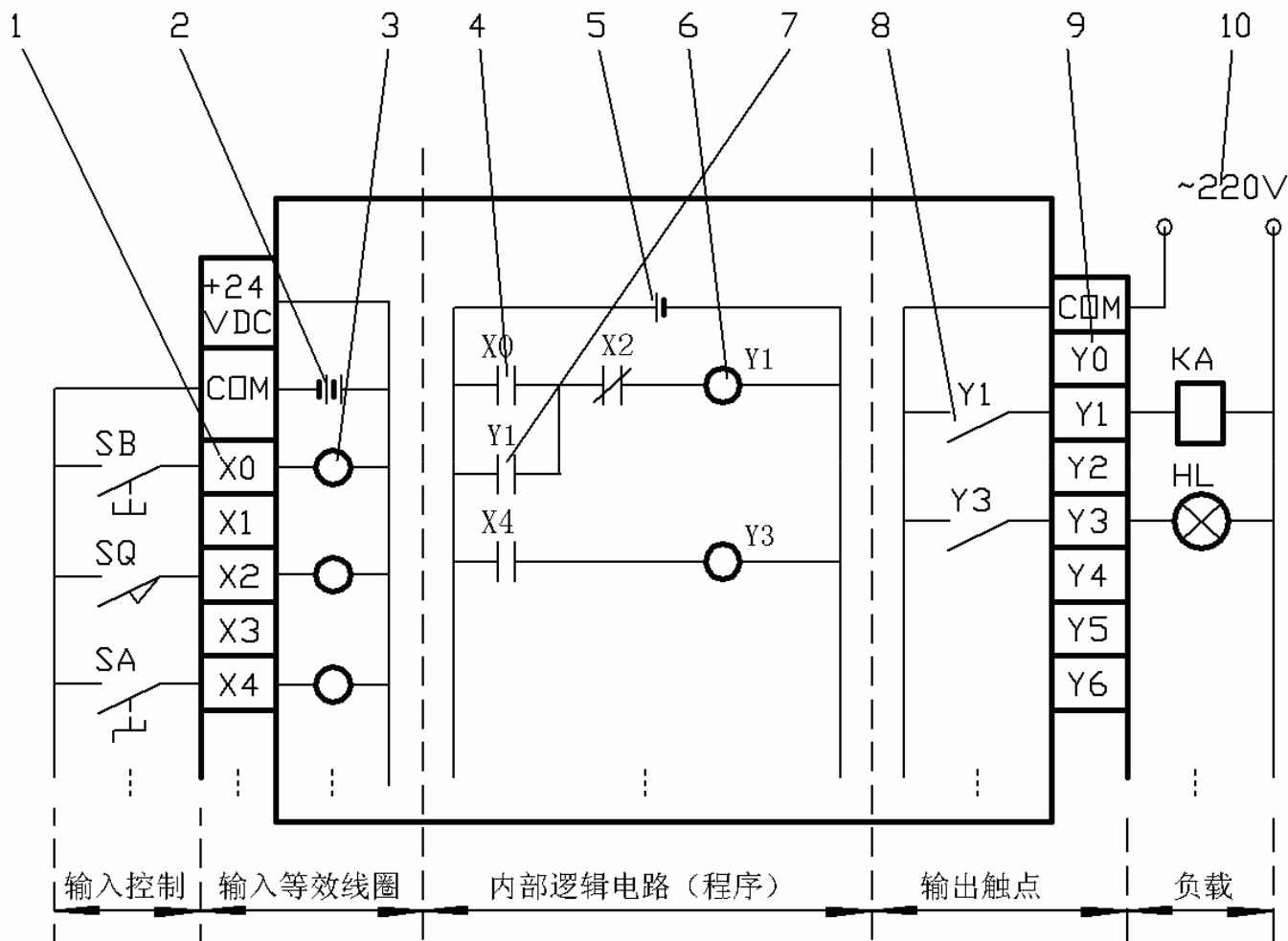
继电器输出电路



晶闸管输出电路



## PLC的等效电路

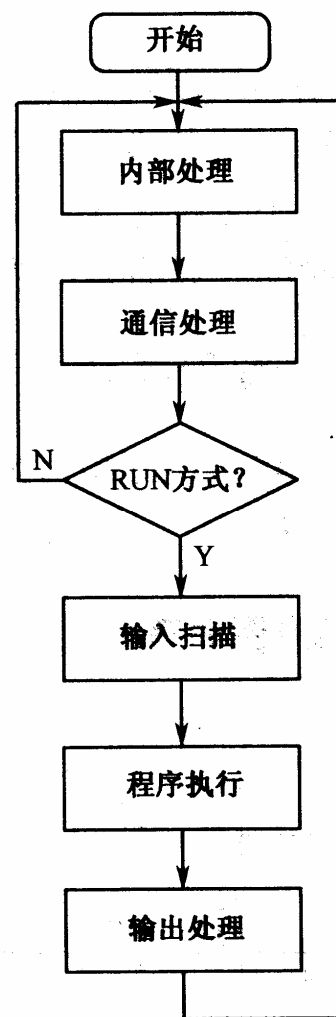


- |                |             |
|----------------|-------------|
| 1、输入接线端子       | 6、输出继电器驱动线圈 |
| 2、内置输入控制回路直流电源 | 7、输出继电器辅助触点 |
| 3、输入等效继电器驱动线圈  | 8、输出继电器主触点  |
| 4、输入等效继电器工作触点  | 9、输出继电器接线端子 |
| 5、程序“工作电源”     | 10、负载工作电源   |

# 模块一 可编程控制器常见应用系统

## PLC的扫描工作方式

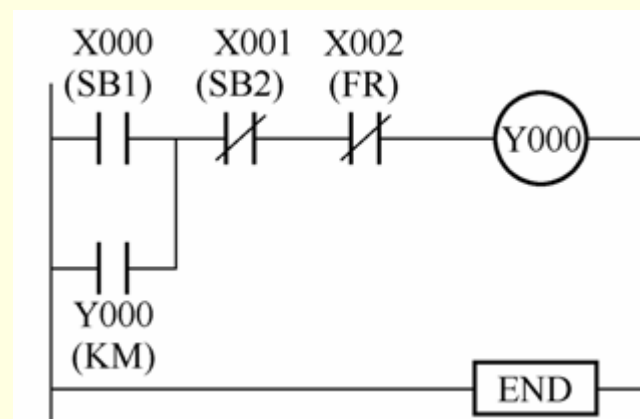
- 可编程控制器采用循环扫描方式工作。从第一条程序开始，按顺序逐条执行程序，直到程序结束。然后再从头开始扫描，并周而复始地重复进行。
- 可编程控制器工作时的扫描过程包括5个阶段：内部处理、通信处理、输入扫描、程序执行、输出处理。



# 模块一 可编程控制器常见应用系统

## PLC的三种编程语言

**梯形图**是使用得最多的PLC图形编程语言。图1-2 (c) 所示PLC控制程序，就是用梯形图语言编制的一段程序。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



**指令表**（亦称语句表）类似于计算机汇编语言的形式，它是采用指令的助记符来编程的。

LD X000	（表示逻辑操作开始）
OR Y000	（表示常开接点并联）
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）

**顺序功能图**详见本书模块五

# 模块一 可编程控制器常见应用系统

最小系统的软硬件组成方案之一



FX-20P-E 手持式编程器



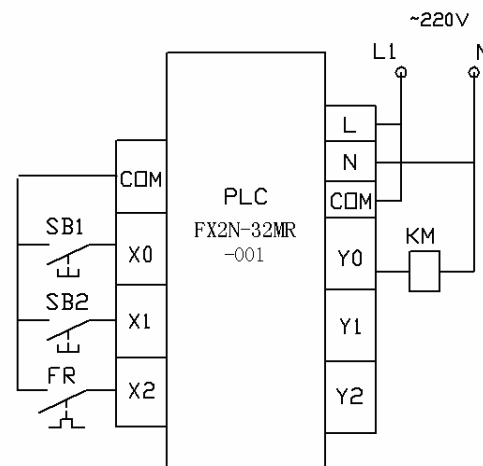
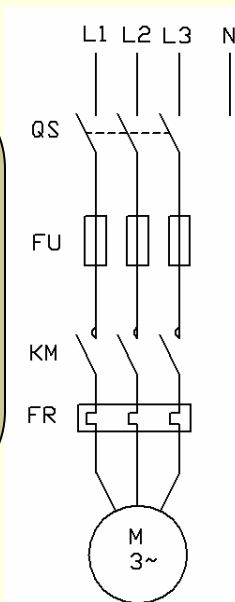
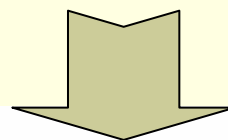
三菱 FX2N-32MR-001 PLC



FX-20P-CAB 适配电缆

LD	X000
OR	Y000
ANI	X001
ANI	X002
OUT	Y000
END	

“启-保-停”  
程序写入

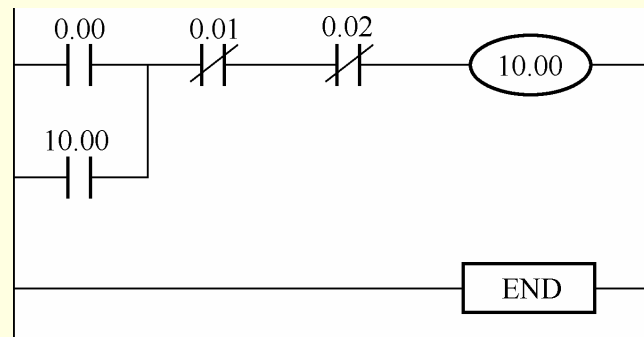
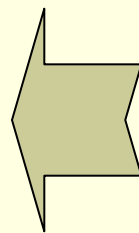
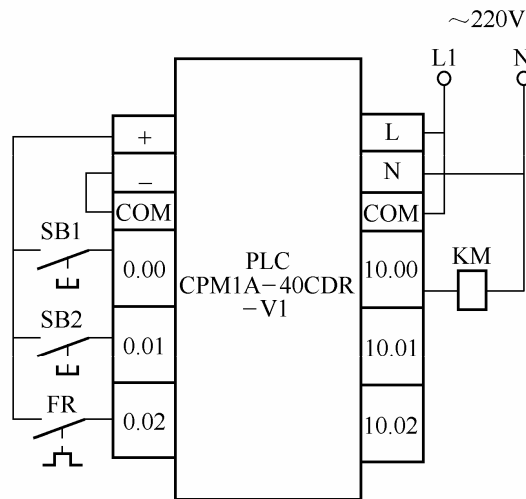
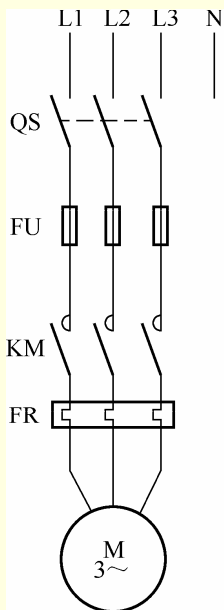
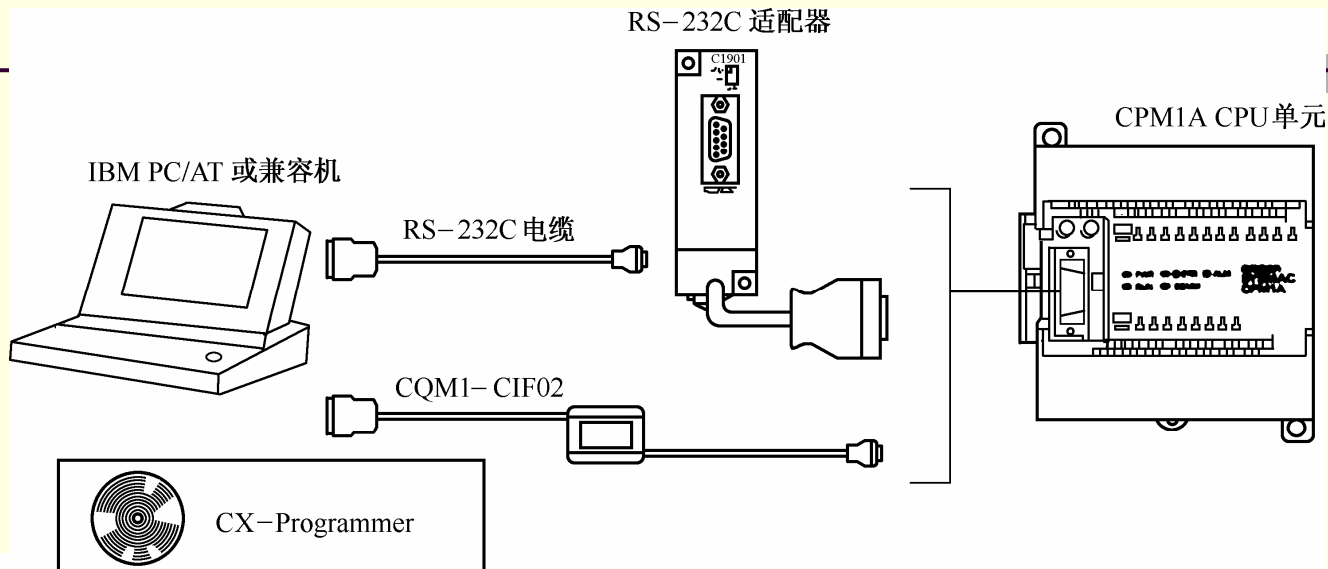


三菱小型机系统

# 模块一 可编程控制器常见应用系统

最小系统的软硬件组成方案之二

欧姆龙  
小型机  
系统



“启-保-停”程序写入

# 模块一 可编程控制器常见应用系统

### 彩灯亮灭的PLC开关控制电路

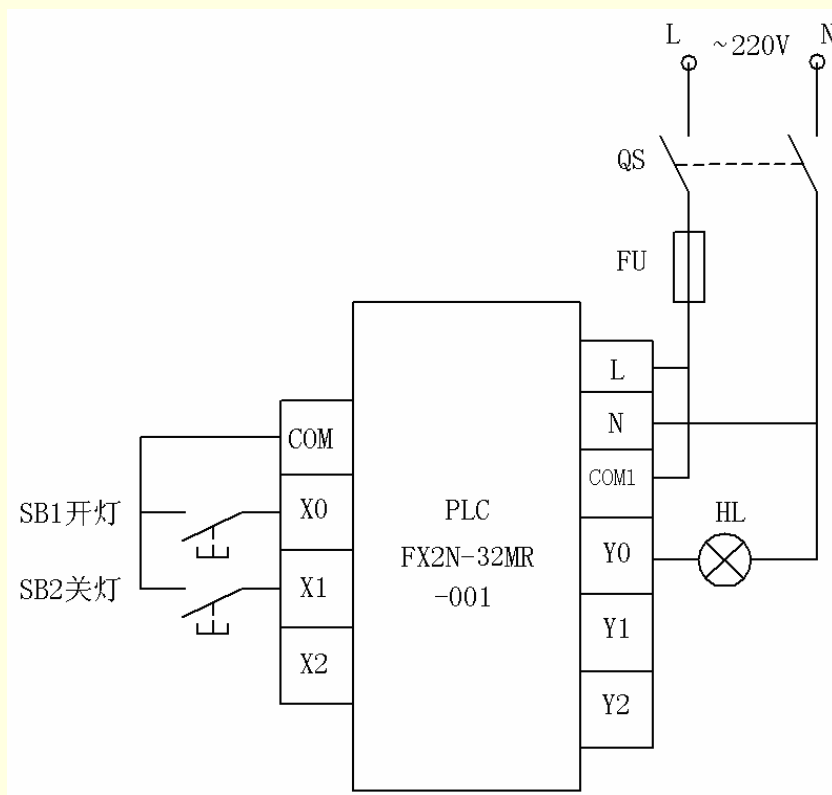


图1-14 彩灯的PLC开关控制

### 1. 梯形图程序

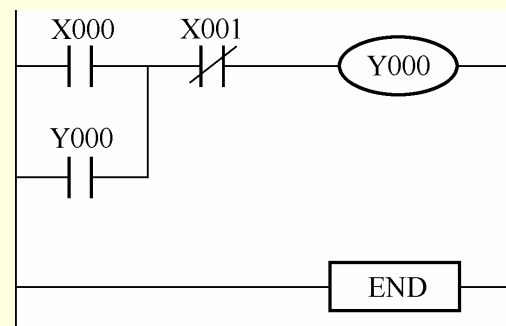


图1-15 彩灯开关控制梯形图程序

### 2. 指令表程序

```

LD    X000
OR    Y000
ANI   X001
OUT   Y000
END

```

# 模块一 可编程控制器常见应用系统

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.理解程序在PLC控制系统中的作用
- 5.了解手持式编程工具的一般应用。

# 模块一 可编程控制器常见应用系统

## 技能训练

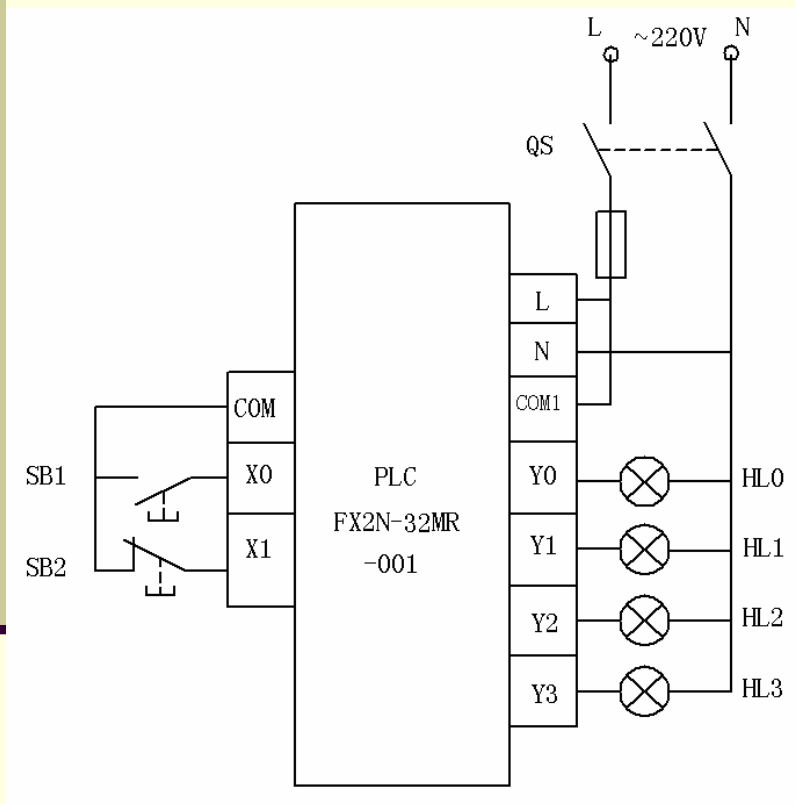
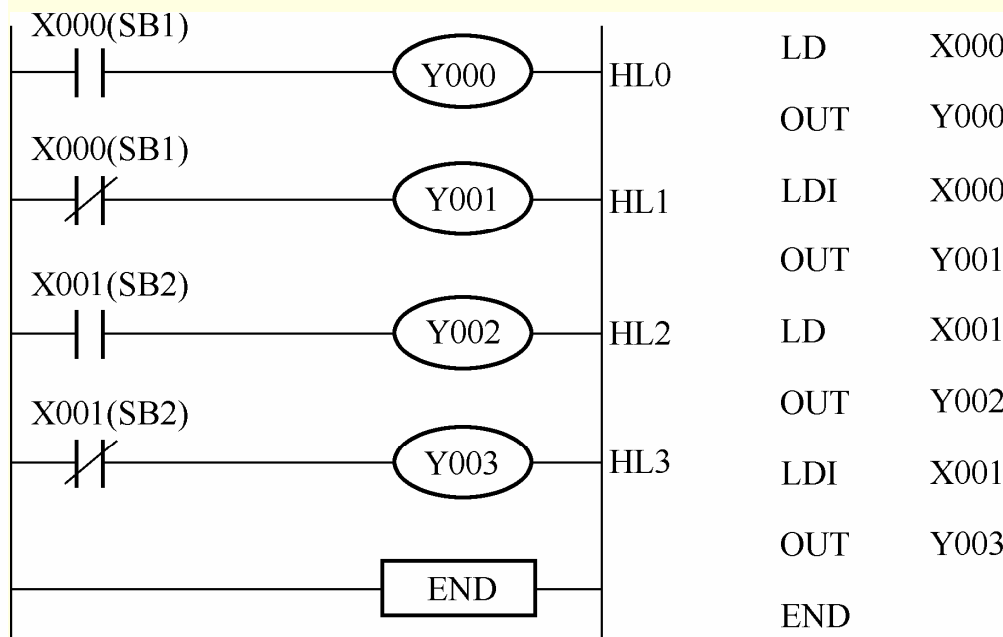


图1-16 实训电路I/O接线图



(a) 梯形图程序

(b) 指令表程序

图1-17 梯形图及指令表程序

# 模块一 可编程控制器常见应用系统

## 边学边议

思考下列问题，将正确的答案填入空白处：

(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的，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3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。

# 模块二 FX系列PLC的基本结构

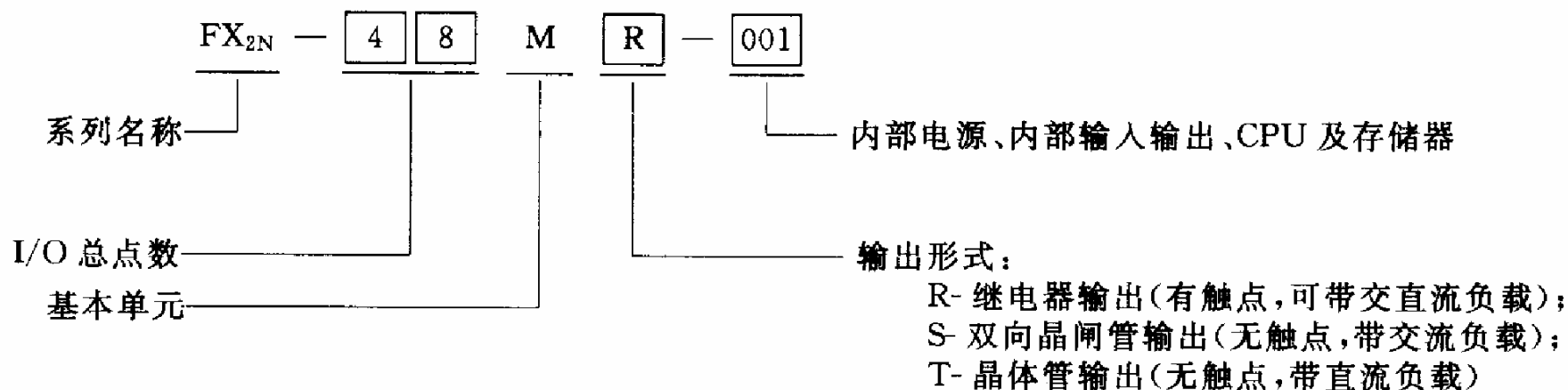
## 能力目标

- (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。

# 模块二 FX系列PLC的基本结构

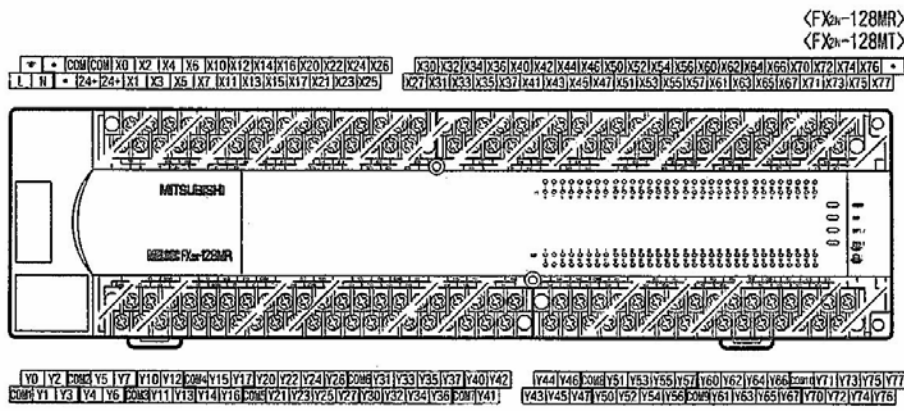
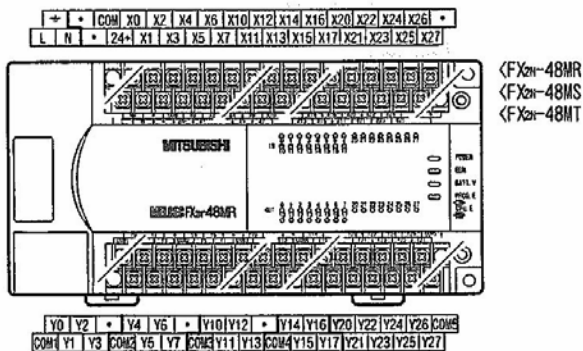
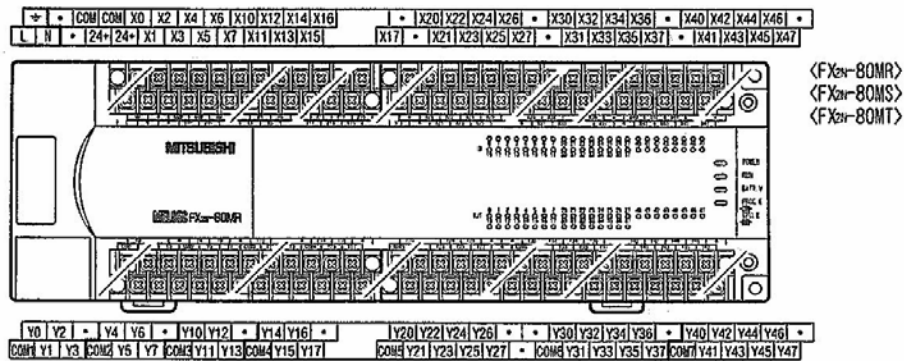
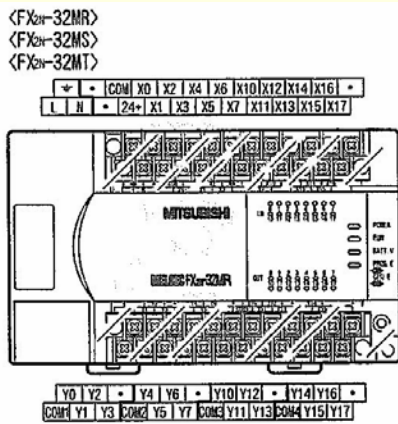
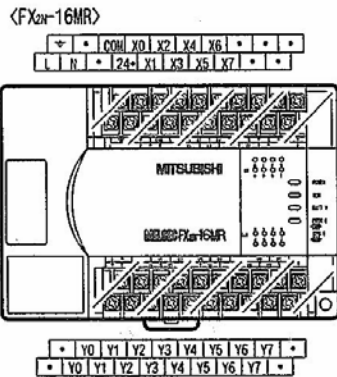
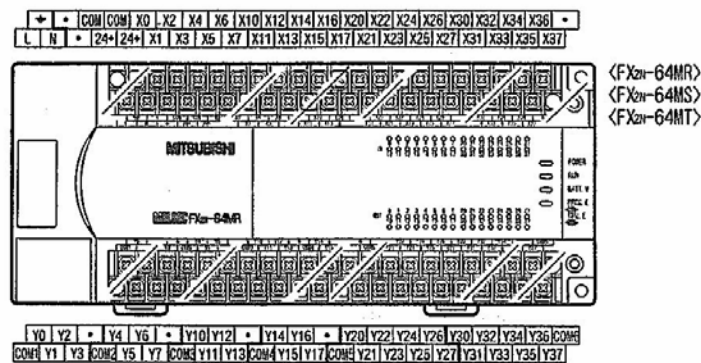
## 一、FX系列PLC概

注



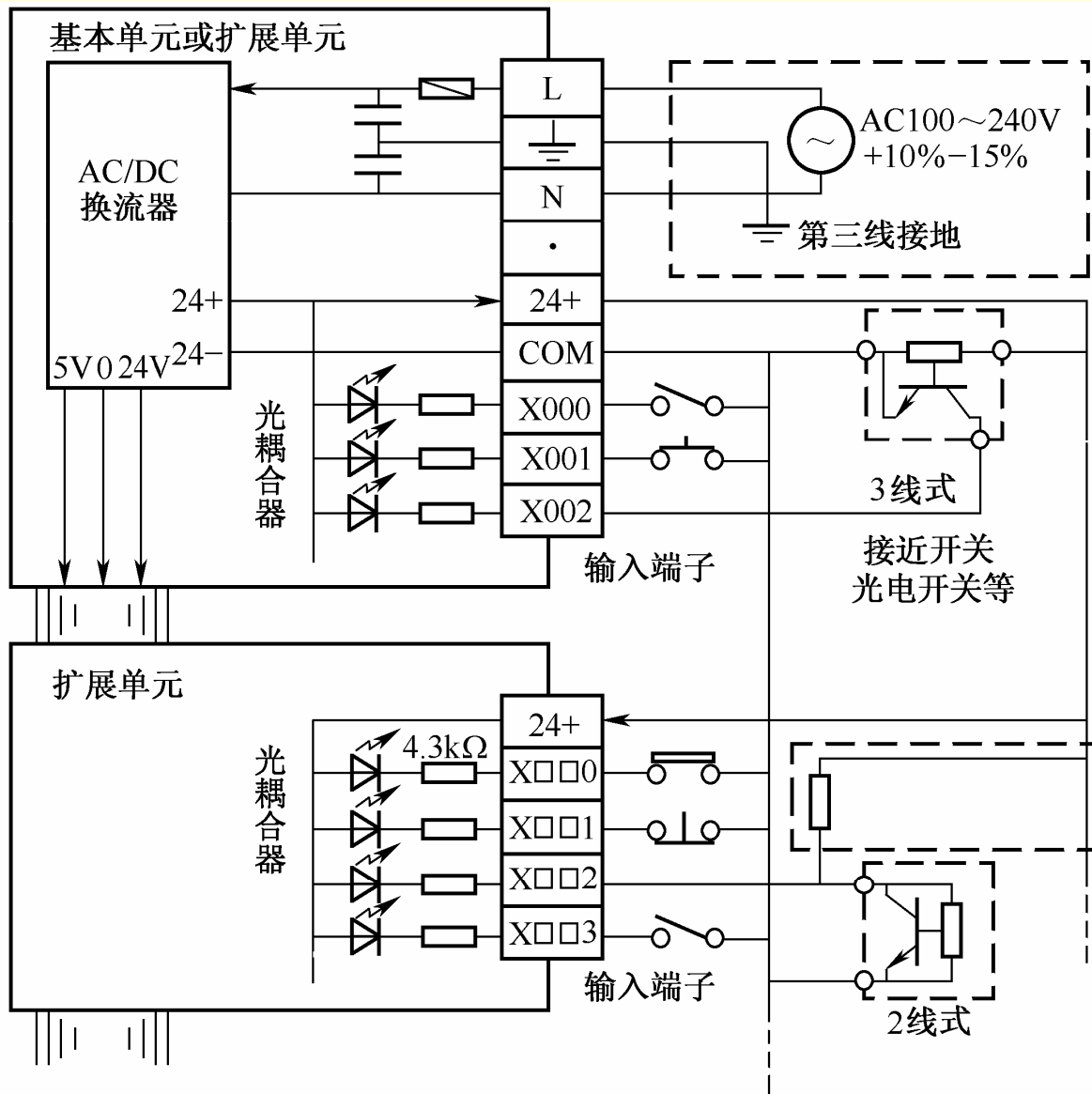
FX <sub>2N</sub> 系列基本单元			输入点数	输出点数	输入输出总点数
AC 电源/DC 输入					
继电器输出	晶闸管输出	晶体管输出			
FX <sub>2N</sub> -16MR-001		FX <sub>2N</sub> -16MT-001	8	8	16
FX <sub>2N</sub> -32MR-001	FX <sub>2N</sub> -32MS-001	FX <sub>2N</sub> -32MT-001	16	16	32
FX <sub>2N</sub> -48MR-001	FX <sub>2N</sub> -48MS-001	FX <sub>2N</sub> -48MT-001	24	24	48
FX <sub>2N</sub> -64MR-001	FX <sub>2N</sub> -64MS-001	FX <sub>2N</sub> -64MT-001	32	32	64
FX <sub>2N</sub> -80MR-001	FX <sub>2N</sub> -80MS-001	FX <sub>2N</sub> -80MT-001	40	40	80
FX <sub>2N</sub> -128MR-001		FX <sub>2N</sub> -128MT-001	64	64	128

# 模块二 FX系列 PLC的基本结构



# 模块二 FX系列PLC的基本结构

FX2N-□□M□-  
001型PLC典型输入  
外部配线



# 模块二 FX系列PLC的基本结构

## FX1N和FX2N系列带电源的I/O扩展单元

AC电源, DC 24V输入		DC电源, DC 24V输入		输入点数	输出点数	可连接的PLC
继电器输出	晶体管输出	继电器输出	晶体管输出			
FX <sub>2N</sub> -32ER	FX <sub>0N</sub> -32ET	—	—	16	16	FX <sub>1N</sub> 和FX <sub>2N</sub>
FX <sub>0N</sub> -40ER	FX <sub>0N</sub> -40ET	FX <sub>0N</sub> -40ER-D	—	24	16	FX <sub>1N</sub>
FX <sub>2N</sub> -48ER	FX <sub>2N</sub> -48ET	—	—	24	24	FX <sub>1N</sub> 和FX <sub>2N</sub>
—	—	FX <sub>2N</sub> -48ER-D	FX <sub>2N</sub> -48ET-D	24	24	FX <sub>2N</sub>

# 模块二 FX系列PLC的基本结构

## FX1N和FX2N系列不带电源的I/O扩展模块

输入模块	继电器输出模块	晶体管输出模块	输入点数	输出点数
FX <sub>0N</sub> -8ER	—	—	4	4
FX <sub>0N</sub> -8EX	—	—	8	—
FX <sub>0N</sub> -16EX	—	—	16	—
FX <sub>2N</sub> -16EX	—	—	16	—
—	FX <sub>0N</sub> -8EYR	FX <sub>0N</sub> -8EYT	—	8
—	FX <sub>0N</sub> -16EYR	FX <sub>0N</sub> -16EYT	—	16
—	FX <sub>2N</sub> -16EYR	FX <sub>2N</sub> -16EYT	—	16

# 模块二 FX系列PLC的基本结构

## 二、FX2N系列PLC的编程元件

### 1. 输入（X）继电器

输出（Y）继电器

### 2. 辅助继电器

- (1) 通用辅助继电器。
- (2) 掉电保持辅助继电器。
- (3) 特殊功能辅助继电器。

### 3. 定时器T

- (1) 通用定时器。
- (2) 累积定时器。

### 4. 计数器C

- (1) 16位加计数器。
- (2) 32位双向计数器。
- (3) 高速计数器。

### 5. 状态寄存器S

- (1) 初始状态用：
- (2) 回归原点用
- (3) 一般通用
- (4) 保持用

### 6. 数据寄存器D

- (1) 通用型数据寄存器
- (2) 保持型数据寄存器
- (3) 特殊功能寄存器

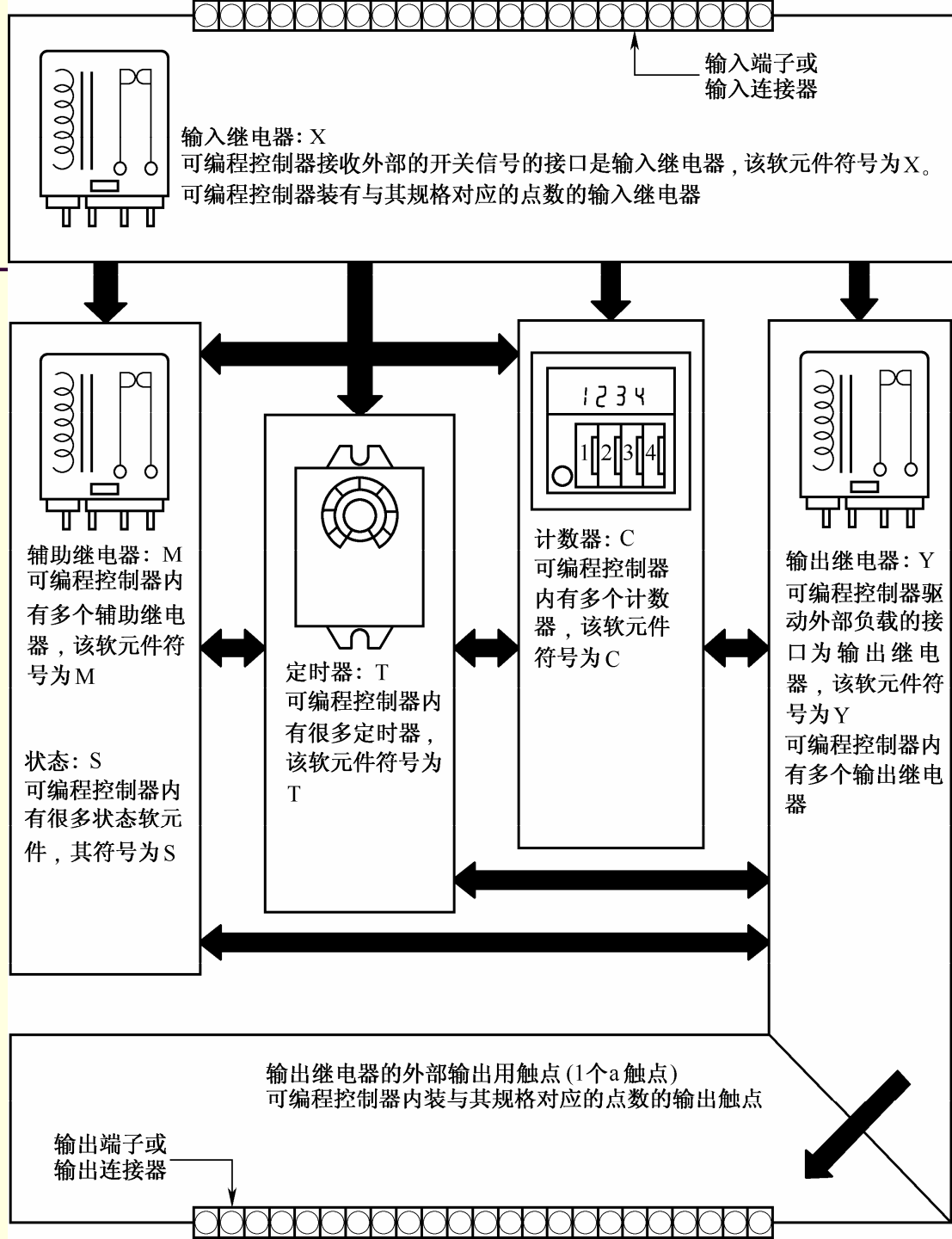
### 7. 变址寄存器V和Z

### 8. 指针

- (1) 用于子程序调用的“P”标号的指针
- (2) 用于中断服务程序入口的“I”标号指针

### 9. 常数K/H

# 模块二 FX 系列 PLC 的基本 结构



# 模块二 FX系列PLC的基本结构

## 课堂演示

### 双定时器PLC闪光控制电路

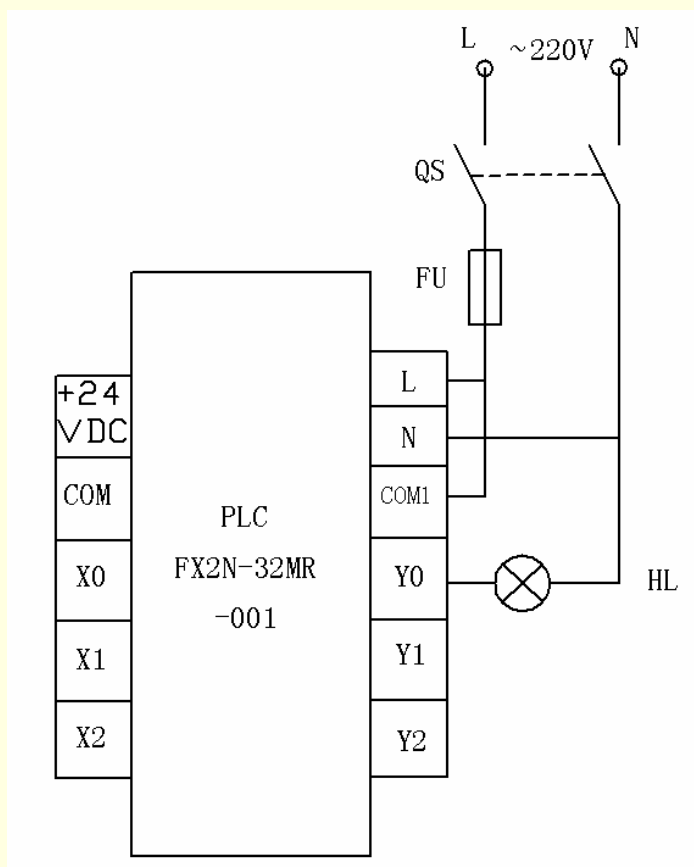


图2-6 PLC闪光控制电路

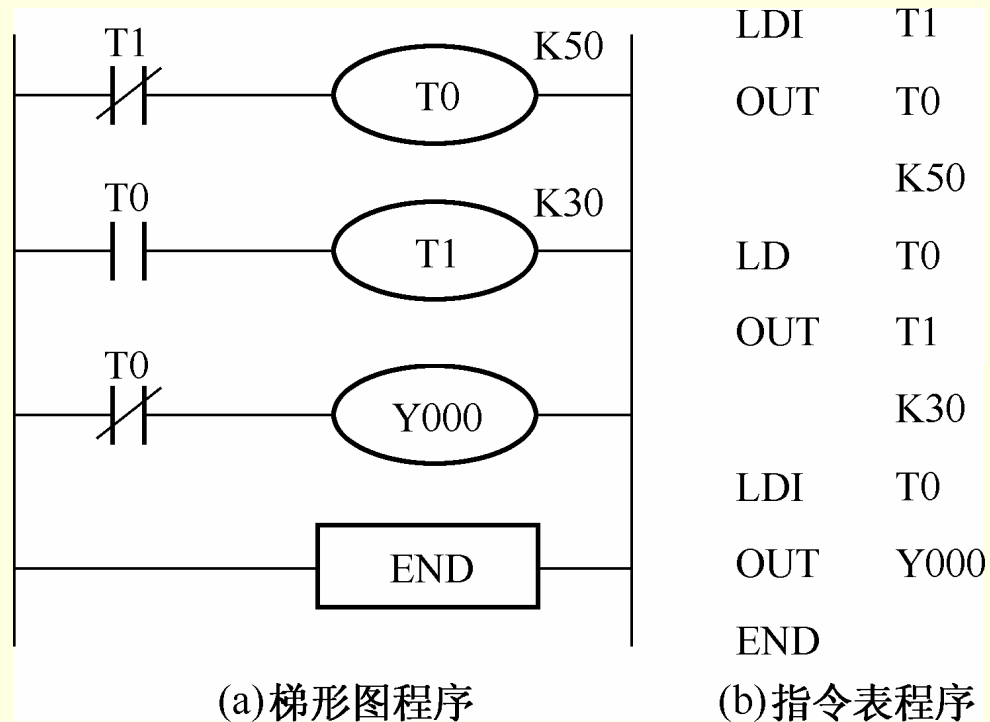


图2-8 演示电路程序

# 模块二 FX系列PLC的基本结构

实训内容—计数器、特殊功能辅助继电器（M）的应用

## 实训目的

- （1）掌握PLC中计数器的一般使用方法。
- （2）掌握典型用途特殊功能辅助继电器的使用方法。
- （3）学会使用GX Developer V8编程软件在电脑上编辑梯形图程序。

# 模块二 FX系列PLC的基本结构

## 技能训练

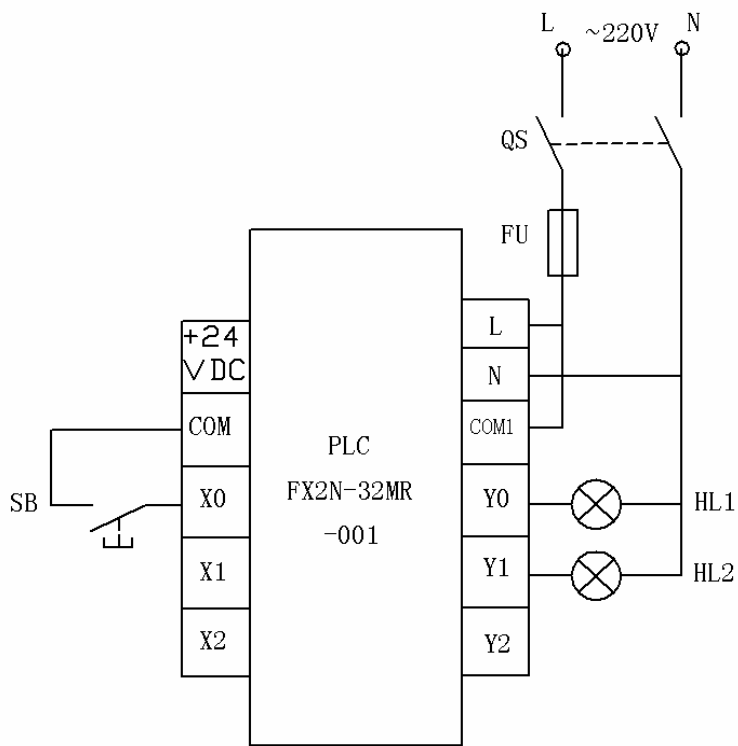
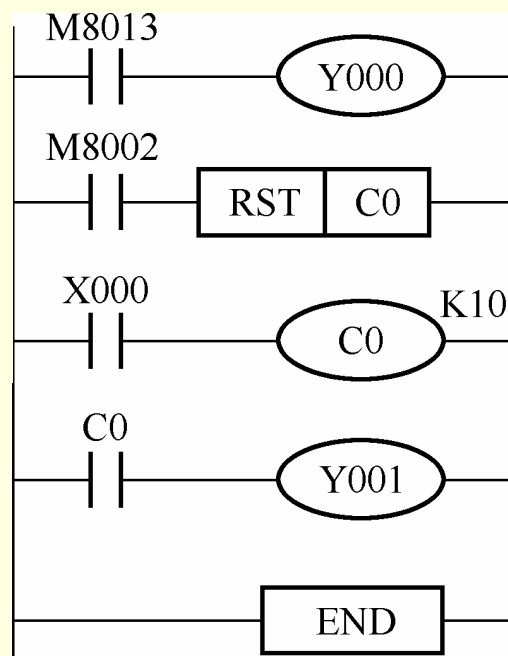


图2-9 输入输出继电器的I/O接线图



```

LD M8013
OUT Y000
LD M8002
RST C0
LD X000
OUT C0
      K10
LD C0
OUT Y001
      END
  
```

(a) 实训电路梯形图程序

(b) 实训电路指令表程序

图2-10 参考梯形图及指令表程序

## 模块二 FX系列PLC的基本结构

(1) 三菱FX系列PLC是应用比较广泛的PLC之一，它由基本单元、扩展单元、扩展模块及特殊功能单元构成。其中基本单元内含CPU，是PLC的主机，扩展单元用于增加I/O点数，扩展模块用于改变I/O点的比例，特殊功能模块用于模拟量输入/输出、网络通信等。三菱FX2N系列PLC的编程元件有输入触点X、输出继电器Y、辅助继电器M、定时器T、计数器C、状态寄存器S、数据寄存器D、变址寄存器V和Z、指针P和I、常数K/H。

思考并将合适的答案填于空白处：

- ① 定时器的线圈\_\_\_\_\_时开始定时，定时时间到时其常开触点\_\_\_\_\_，常闭触点\_\_\_\_\_。
- ② 通用定时器的\_\_\_\_\_时被复位，复位后其常开触点\_\_\_\_\_，常闭触点\_\_\_\_\_，当前值变为\_\_\_\_\_。
- ③ 内部计数器的复位输入电路\_\_\_\_\_、计数输入电路\_\_\_\_\_，当前值\_\_\_\_\_设定值时，计数器的当前值加1；计数当前值等于设定值时，其常开触点\_\_\_\_\_，常闭触点\_\_\_\_\_；再来计数脉冲时当前值\_\_\_\_\_；复位输入电路\_\_\_\_\_时，计数器被复位，复位后其常开触点\_\_\_\_\_，常闭触点\_\_\_\_\_，当前值为\_\_\_\_\_。
- ④ OUT指令不能用于\_\_\_\_\_继电器。
- ⑤ \_\_\_\_\_是初始化脉冲，在\_\_\_\_\_时，它“ON”一个扫描周期。当PLC处于RUN状态时，M8000一直为\_\_\_\_\_。
- ⑥ 编程元件中只有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_的元件号采用八进制数。

## 模块二 FX系列PLC的基本结构

(2) 八进制数和十六进制数只是二进制数的一种较为方便的写法，但二进制数和BCD数是两个不同的概念，一个多位十进制数的BCD数和二进制数是不一样的。

例：十进制数96的BCD数和二进制数分别写成：

十进制数        96

BCD数            10010110

二进制数        01100000

在PLC的很多指令中，既有对二进制数的运算处理，也有对BCD数的运算处理，并且有二进制数和BCD数的相互转换指令，使用时应予以区分。

思考和计算，并把结果填入空格内。

① 十进制数37在不同数制中应分别写成：

二进制数\_\_\_\_\_；

八进制数\_\_\_\_\_；

十六进制数\_\_\_\_\_；

BCD数\_\_\_\_\_。

② 二进制数01101100在不同数制中应分别写成：

十进制数\_\_\_\_\_；

八进制数\_\_\_\_\_；

# 模块三 基本逻辑指令及应用

## 知识目标

- (1) 学习FX2N系列PLC的基本指令。
- (2) 掌握PLC的基本编程方法。
- (3) 掌握FX2N系列PLC基本指令的一般应用。

# 模块三 基本逻辑指令及应用

---

## 能力目标

- (1) 具有FX2N系列PLC的指令的应用能力。
- (2) 能掌握PLC的基本编程方法。
- (3) 能编写简单的程序。

# 一、FX2N 系列PLC的 基本逻辑指 令

## 表3-1 FX2N系 列PLC 基本指令一览表

助记符、名称	功能	回路表示和可用软元件
[LD] 取	运算开始 a 触点	
[LDI] 取反转	运算开始 b 触点	
[LDP] 取脉冲 上升沿	上升沿检出 运算开始	
[LDF] 取脉冲 下降沿	下降沿检出 运算开始	
[AND] 与	串联 a 触点	
[ANI] 与反转	串联 b 触点	
[ANDP] 与脉冲 上升沿	上升沿检出 串联连接	
[ANDF] 与脉冲 下降沿	下降沿检出 串联连接	
[OR] 或	并联 a 触点	
[ORI] 或反转	并联 b 触点	
[ORP] 或脉冲 上升沿	脉冲上升沿 检出并联 连接	
[ORF] 或脉冲 下降沿	脉冲下降沿 检出并联 连接	
[ANB] 回路块与	并联回路块的 串联连接	
[ORB] 回路块或	串联回路块的 并联连接	

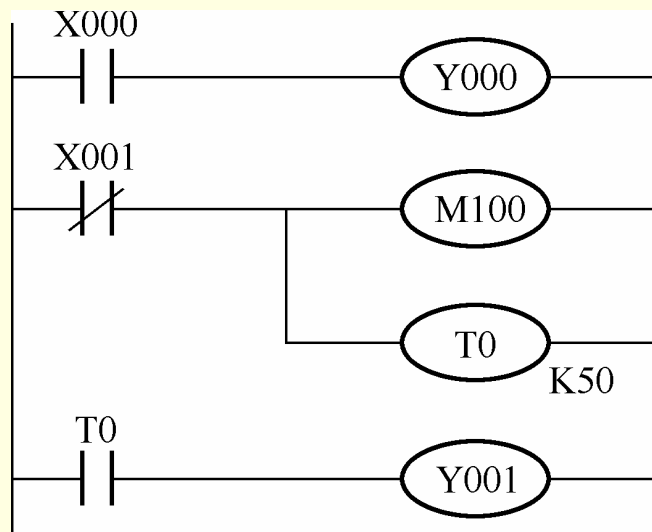
助记符、名称	功能	回路表示和可用软元件
[OUT] 输出	线圈驱动指 令	
[SET] 置位	线圈接通保 持指令	
[RST] 复位	线圈接通清 除指令	
[PLS] 脉冲	上升沿检出 指令	
[PLF] 下降沿 脉冲	下降沿检出 指令	
[MC] 主控	公共串联点 的连接线圈 指令	
[MCR] 主控复 位	公共串联点 的清除指令	
[MPS] 进栈	运算存储	
[MRD] 读栈	存储读出	
[MPP] 出栈	存储读出 与复位	
[INV] 反转	运算结果的 反转	
[NOP] 空操作	无动作	或清除
[END] 结束	顺控程序 结束	顺控顺

# 模块三 基本逻辑指令及应用

## 1. LD、LDI、OUT指令

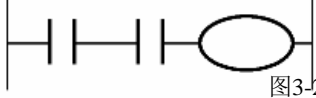
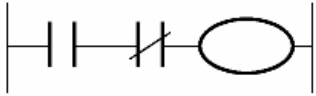
助记符、名称	功 能	回路表示和可用软元件	程 序 步
LD 取	A 触点逻辑运算开始	 X, Y, M, S, T, C	1
LDI 取反	B 触点逻辑运算开始	 X, Y, M, S, T, C	1
OUT 输出	线圈驱动	 Y, M, S, T, C	Y, M:1 S, 特 M:2 T:3 C:3~5

LD X000 ; 取常开点 X000  
 OUT Y000 ; 输出到 Y000 线圈  
 LDI X001 ; 取常闭点 X001  
 OUT M100 ; 输出到 M100 线圈  
 OUT T0 ; 输出到 T0 线圈  
     K50 ; 定时常数 50 (5s)  
 LD T0 ; 取常开点 T0  
 OUT Y001 ; 输出到 Y001



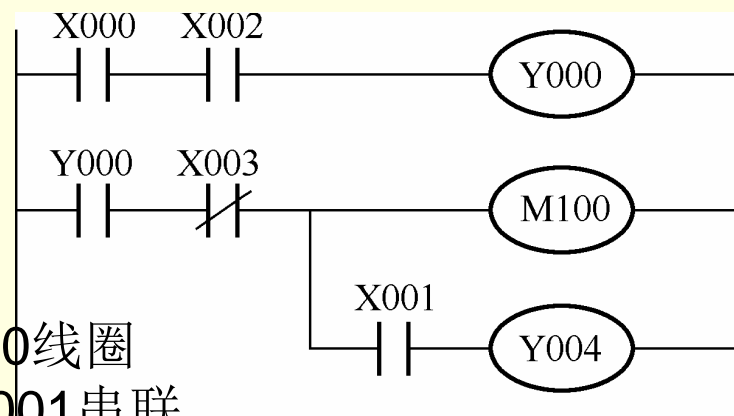
# 模块三 基本逻辑指令及应用

## 2. AND、ANI指令

助记符、名称	功 能	回路表示和可用软元件	程 序 步
AND 与	A 触点串联连接	 X, Y, M, S, T, C 图3-2 AND, ANI指令示例程序	1
ANI 与非	B 触点串联连接	 X, Y, M, S, T, C	1

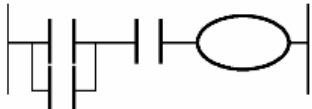
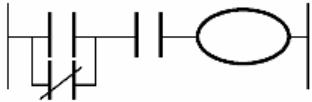
```

LD    X000      ; 取常开点X000
AND   X002      ; 与常开点X002串联
OUT   Y000      ; 输出到Y000线圈
LD    Y000      ; 取常开点Y000
ANI   X003      ; 与常闭点X003串联
OUT   M100      ; 输出到M100线圈
AND   X001      ; 与常开点X001串联
OUT   Y004      ; 输出到Y004线圈
    
```

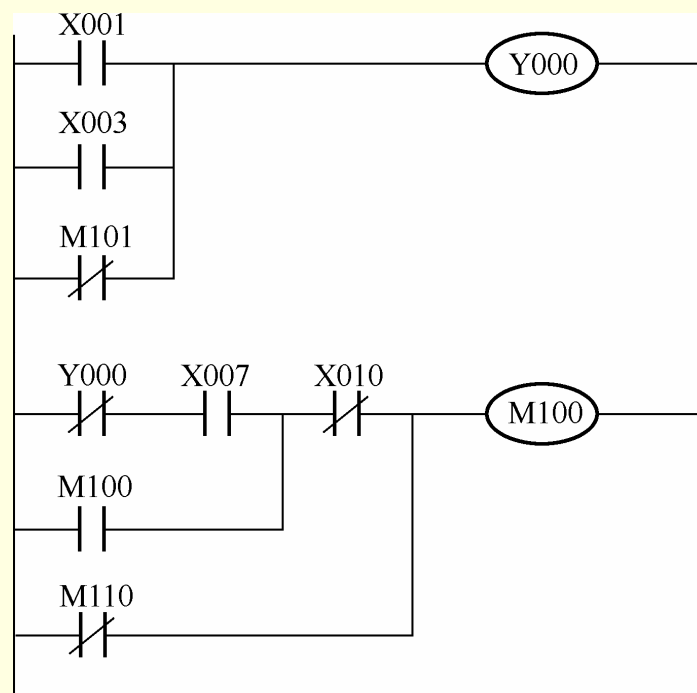


# 模块三 基本逻辑指令及应用

## 3. OR、ORI指令

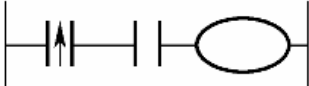
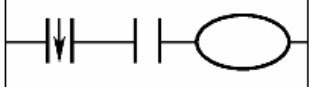
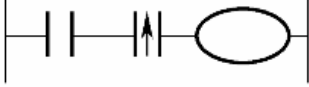
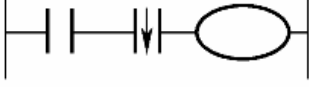
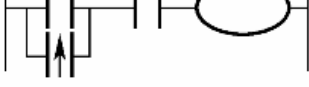
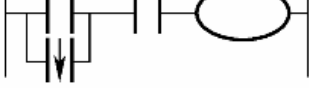
助记符、名称	功 能	回路表示和可用软元件	程 序 步
OR 或	A 触点并联连接	 X, Y, M, S, T, C	1
ORI 或非	B 触点并联连接	 X, Y, M, S, T, C	1

LD	X001	: 取常开点X001
OR	X003	; 与常开点X003并联
ORI	M101	: 与常闭点M101并联
OUT	Y000	; 输出到Y000线圈
LDI	Y000	; 取常闭点Y000
AND	X007	; 与常开点X007串联
OR	M100	; 与常开点M100并联
ANI	X010	; 与常闭点X010串联
ORI	M110	; 与常闭点M110并联
OUT	M100	; 输出到M100线圈



# 模块三 基本逻辑指令及应用

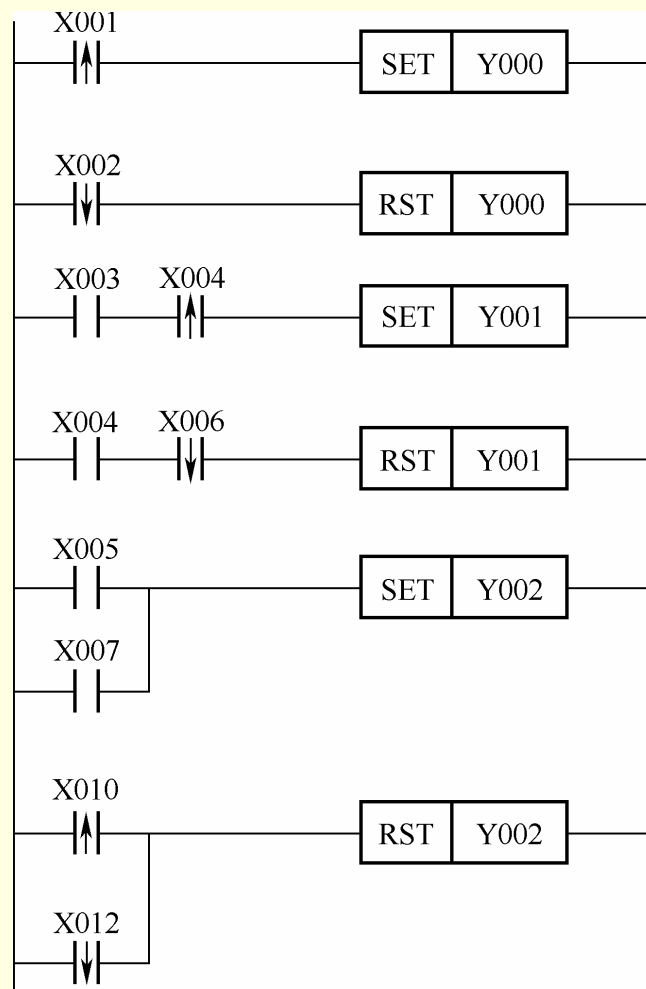
## 4. LDP、LDF、ANDP、ANDF、ORP、ORF指令

助记符、名称	功 能	回路表示和可用软元件	程 序 步
LDP 取脉冲 上升沿	上升沿检出运算 开始	 X, Y, M, S, T, C	2
LDF 取脉冲 下降沿	下降沿检出运算 开始	 X, Y, M, S, T, C	2
ANDP 与脉冲 上升沿	上升沿检出串联 连接	 X, Y, M, S, T, C	2
ANDF 与脉冲 下降沿	下降沿检出串联 连接	 X, Y, M, S, T, C	2
ORP 或脉冲 上升沿	上升沿检出并联 连接	 X, Y, M, S, T, C	2
ORF 或脉冲 下降沿	下降沿检出并联 连接	 X, Y, M, S, T, C	2

# 模块三 基本逻辑指令及应用

## 4. LDP、LDF、ANDP、ANDF、ORP、ORF指令例程

LDP	X001	;	取X001脉冲上升沿
SET	Y000	;	置位Y000线圈
LDF	X002	;	取X002脉冲下降沿
RST	Y000	;	复位Y000线圈
LD	X003	;	取常开点X003
ANDP	X004	;	与X004脉冲上升沿
SET	Y001	;	置位Y001线圈
LD	X004	;	取常开点X004
ANDF	X006	;	与X006脉冲下降沿
RST	Y001	;	复位Y001线圈
LD	X005	;	取常开点X005
OR	X007	;	或常开点X007
SET	Y002	;	置位Y002线圈
LDP	X010	;	取X010脉冲上升沿
ORF	X012	;	或X012脉冲下降沿
RST	Y002	;	复位Y002线圈



## 5. ORB指令 6. ANB指令

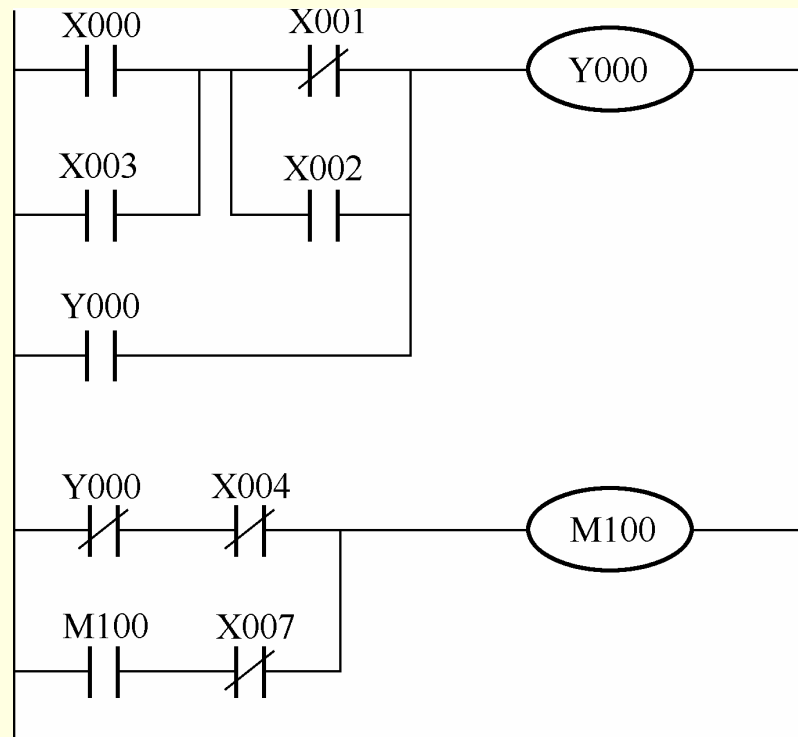
助记符、名称	功 能	回路表示和可用软元件	程 序 步
ORB 回路块或	串联回路块的并联连接	 软元件: 无	1
ANB 回路块与	并联回路块的串联连接	 软元件: 无	1

图3-5 ANB、ORB指令示例程序

```

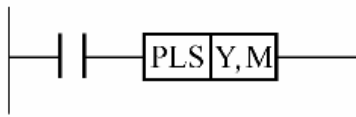
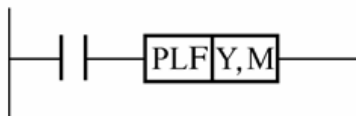
LD      X000 ; 取常开点X000
OR      X003 ; 与常开点X003并联
LDI     X001 ; 取常闭点X001
OR      X002 ; 与常开点X002并联
ANB     ; 两块电路串联
OR      Y000 ; 与常开点Y000并联
OUT     Y000 ; 输出到Y000线圈
LDI     Y000 ; 取常闭点Y000
ANI     X004 ; 与常闭点X004串联
LD      M100 ; 取常开点M100
ANI     X007 ; 与常闭点X007串联
ORB     ; 两块电路并联
OUT     M100 ; 输出到M100线圈

```

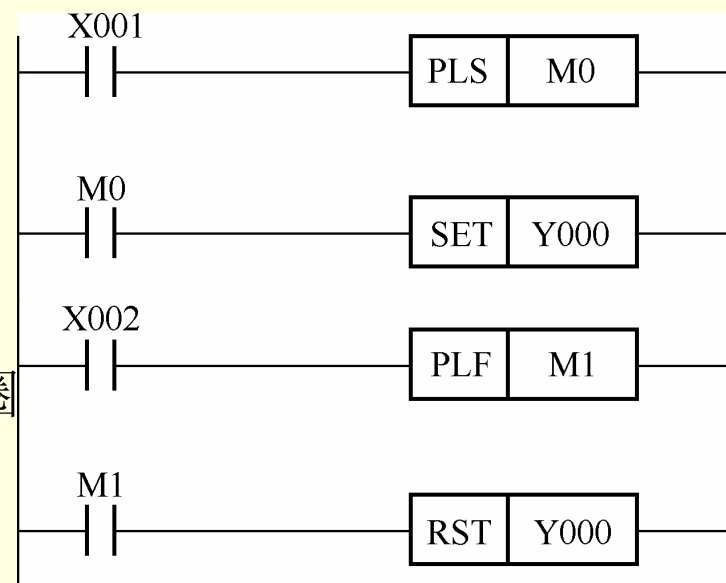


# 模块三 基本逻辑指令及应用

## 7. PLS、PLF指令

助记符、名称	功 能	回路表示和可用软元件	程 序 步
PLS 脉冲	上升沿微分输出		除特殊的 M 以外 1
PLF 下降沿脉冲	下降沿微分输出		除特殊的 M 以外 1

LD X001 ; 取常开点X001  
 PLS M0 ; 脉冲输出到M0线圈  
 LD M0 ; 取常开点M0  
 SET Y000 ; 置位Y000线圈  
 LD X002 ; 取常开点X002  
 PLF M1 ; 下降沿脉冲输出到M1线圈  
 LD M1 ; 取常开点M1  
 RST Y000 ; 复位Y000线圈



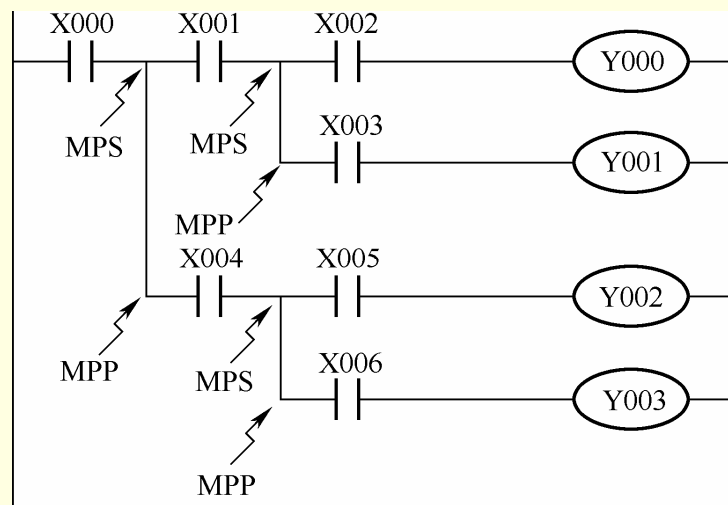
# 模块三 基本逻辑指令及应用

## 8. MPS、MRD、MPP指令

助记符、名称	功能	回路表示和可用软元件	程序步
MPS 入栈			1
MRD 读栈			1
MPP 出栈			1



```

X000      ; 第一层入栈
MPS
AND X001
MPS      ; 第二层入栈
AND X002
OUT Y000
MPP      ; 第二层出栈
AND X003
OUT Y001
MPP      ; 第一层出栈
AND X004
MPS      ; 第一层入栈
AND X005
OUT Y002
MPP      ; 第一层出栈
AND X006
MPP      ; 第二层出栈
OUT Y003
    
```

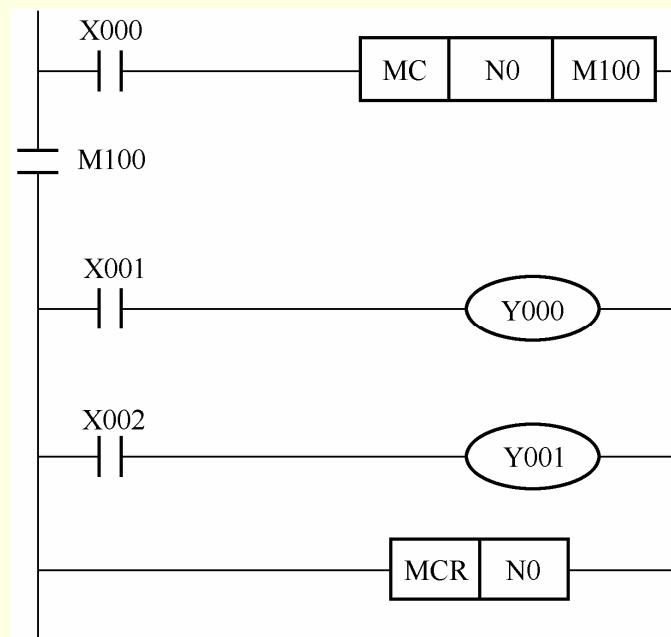


# 模块三 基本逻辑指令及应用

## 9. MC、MCR指令

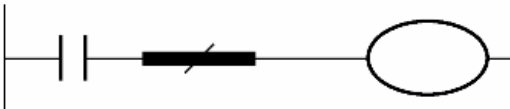
助记符、名称	功 能	回路表示和可用软元件	程 序 步
MC 主控	公共串联触点的连接	 M 除特殊辅助继电器以外	3
MCR 主控复位	公共串联触点的清除		2

LD X000 ; 取常开点X000  
 MC N0 ; 第0层主控开始  
 SP M100 ; 主控线圈M100  
 LD X001 ; 取常开点X001  
 OUT Y000 ; 输出到Y000线圈  
 LD X002 ; 取常开点X002  
 OUT Y001 ; 输出到Y001线圈  
 MCR N0 ; 主控结束

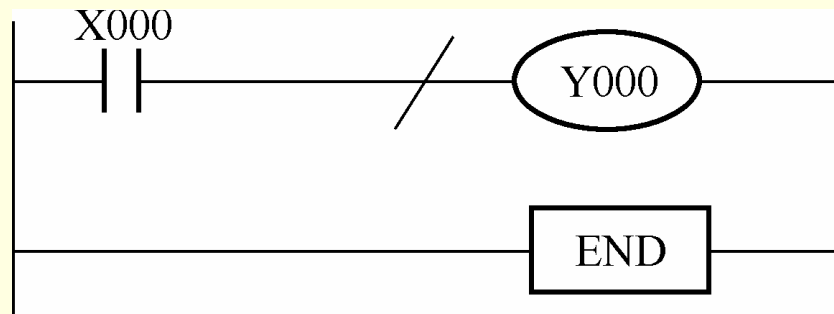


# 模块三 基本逻辑指令及应用

## 10. INV指令

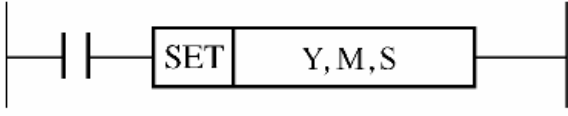

助记符、名称	功 能	回路表示和可用软元件	程 序 步
INV 取反	运算结果的反转	 <p>软元件：无</p>	1

```
LD X000      ; 取常开点X000
INV          ; 取反
OUT Y000     ; 输出到Y000线圈
END         ; 程序结束
```

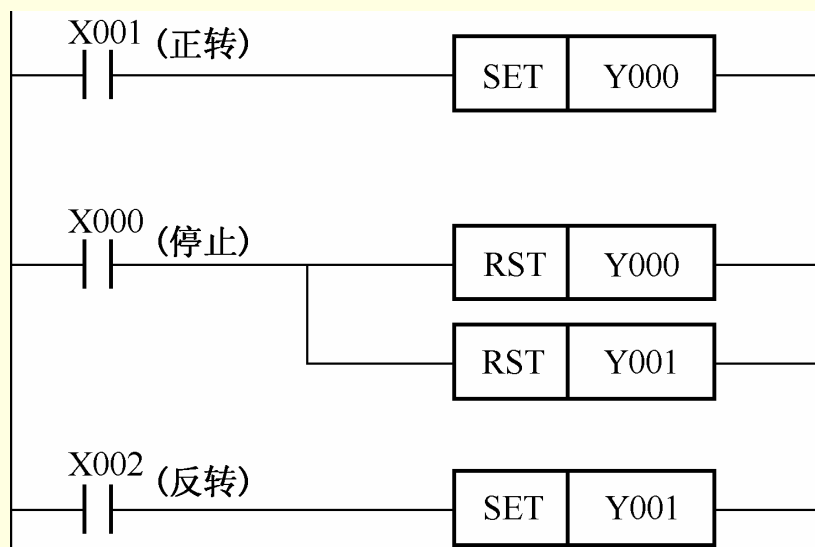


# 模块三 基本逻辑指令及应用

## 11. SET、RST指令

助记符、名称	功 能	回路表示和可用软元件	程 序 步
SET 置位	动作保持		Y, M :1 S, 特殊 M :2
RST 复位	消除动作保持, 当前值及寄存器清零		T, C :2 D, V, Z, 特殊 D :3

LD X001 ; 取常开点X001  
 SET Y000 ; 置位Y000线圈  
 LD X000 ; 取常开点X000  
 RST Y000 ; 复位Y000线圈  
 RST Y001 ; 复位Y001线圈  
 LD X002 ; 取常开点X002  
 SET Y001 ; 置位Y001线圈



# 模块三 基本逻辑指令及应用

## 一、FX2N系列PLC的基本逻辑指令

### 12. NOP 指令

- ① 留出一定的空间，待用。
- ② 将某些接点或电路短路。
- ③ 切断某些电路。
- ④ 变换部分电路。

### 13. END指令

## 二、编程注意事项

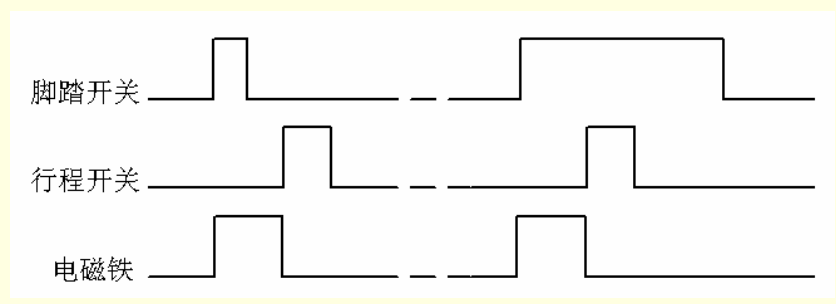
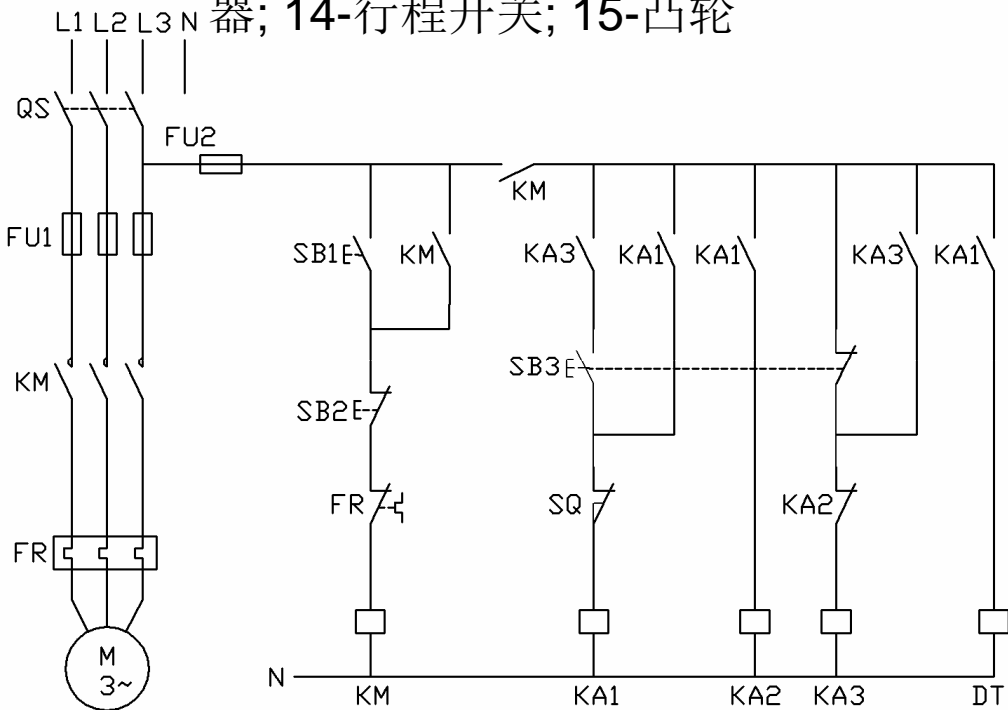
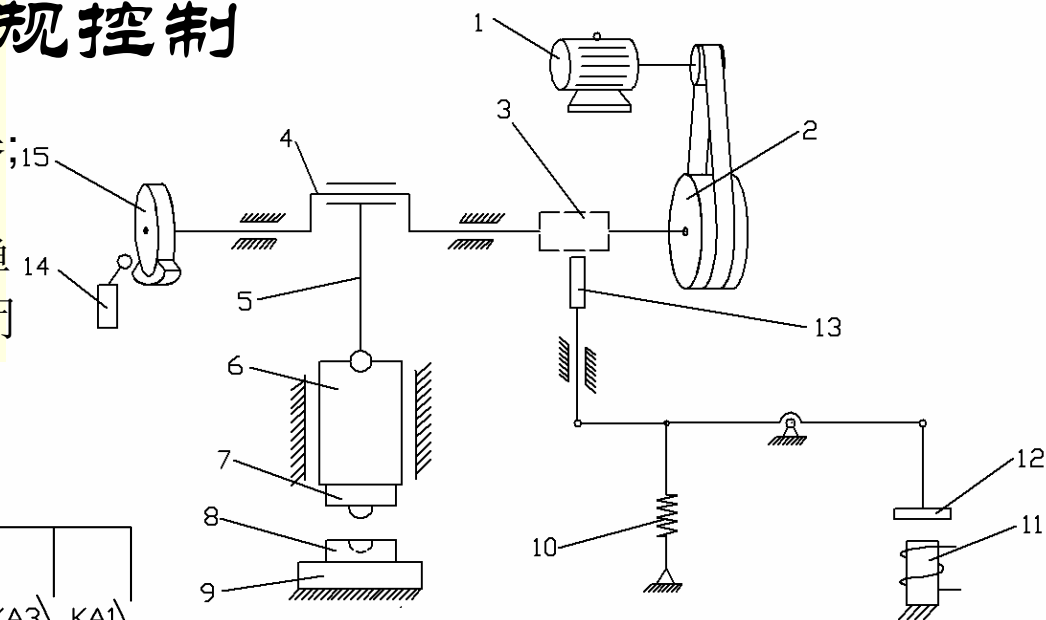
1. 双线圈输出
2. 程序的优化设计
3. 编程元件的位置

# 模块三 基本逻辑指令及应用

课  
堂  
演  
示

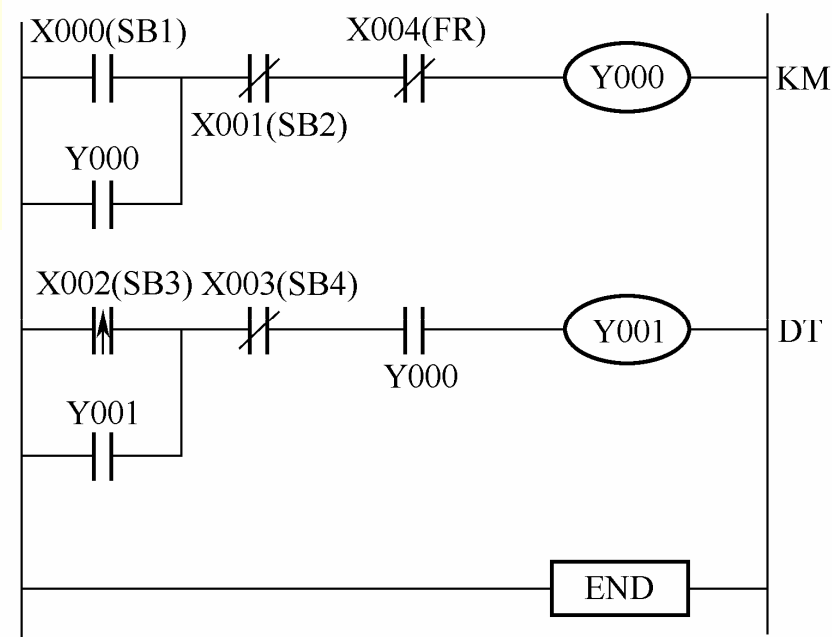
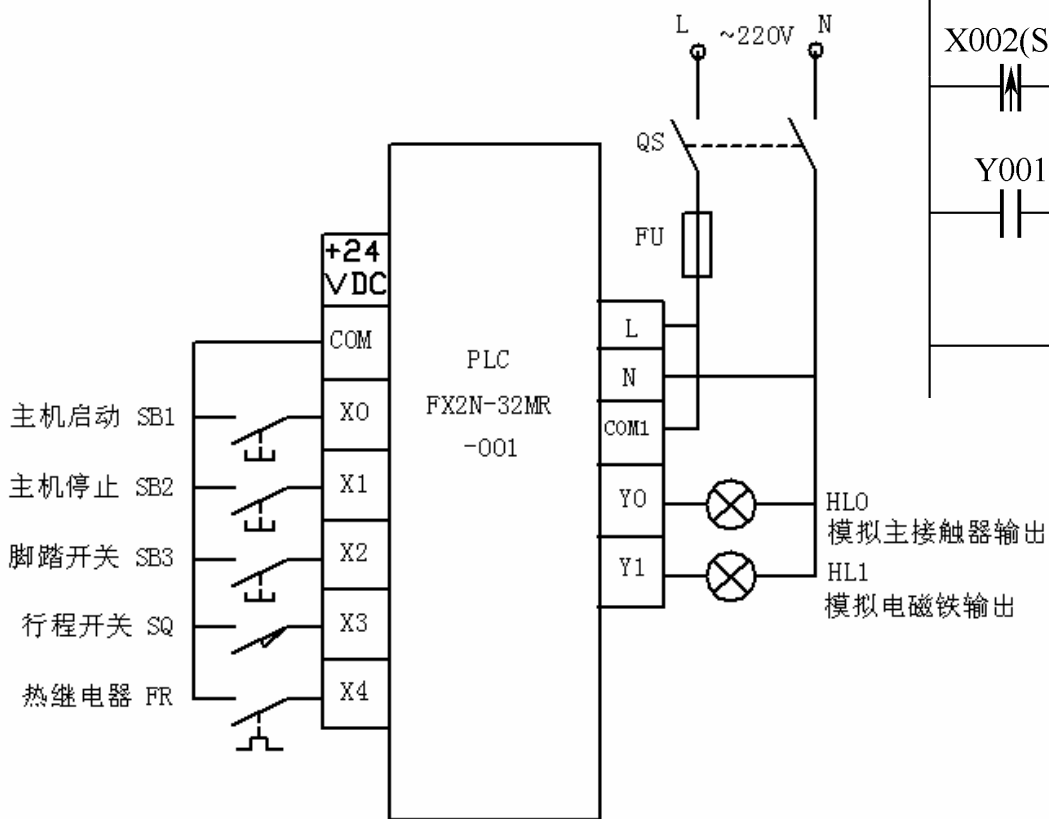
## 曲柄压力机及常规控制

1-电动机; 2-飞轮; 3-转键离合器; 4-曲柄轴; 5-连杆; 6-滑块; 7-上模; 8-下模; 9-工作台; 10-复位弹簧; 11-电磁铁; 12-衔铁; 13-关闭器; 14-行程开关; 15-凸轮



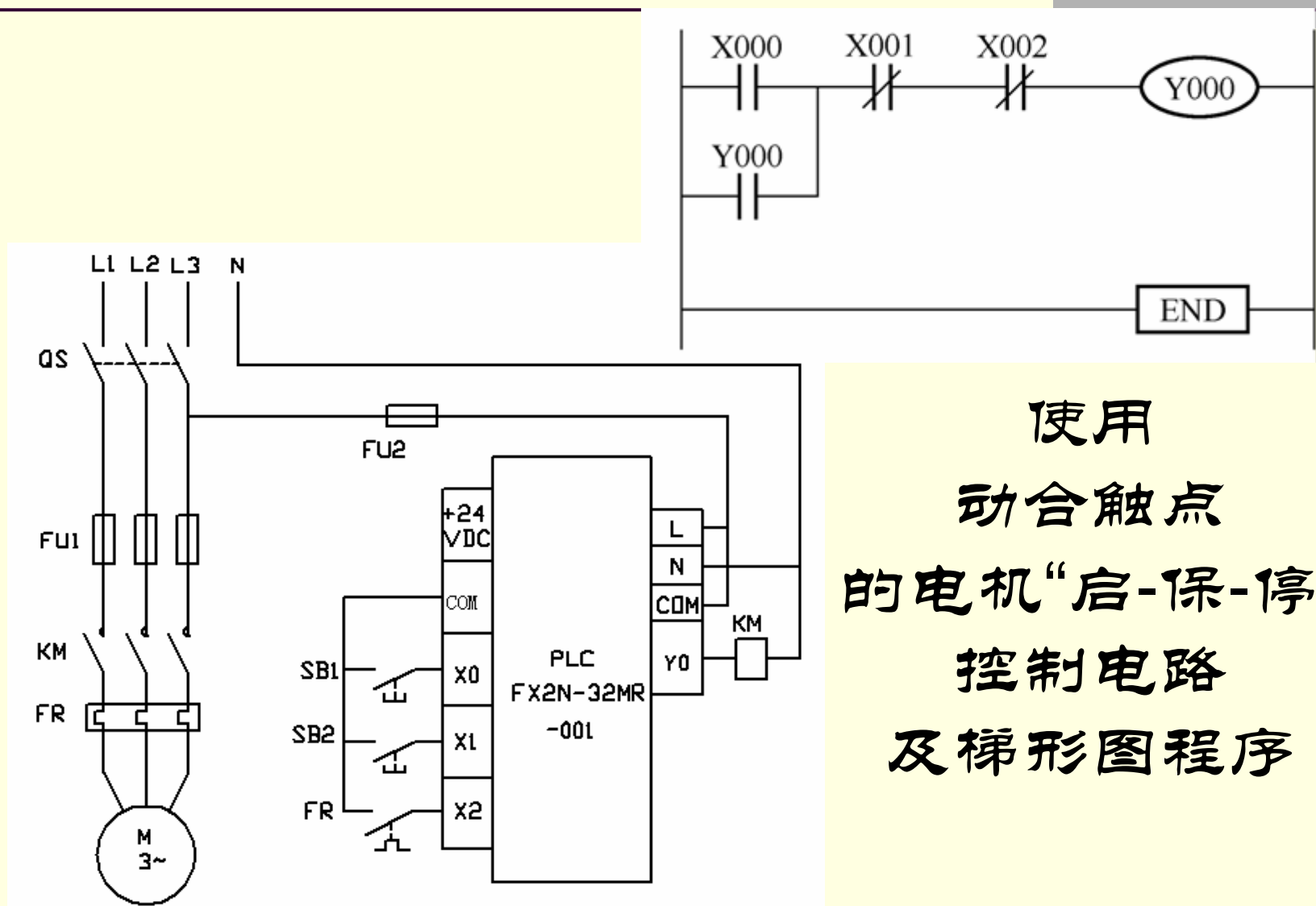
# 模块三 基本逻辑指令及应用

## 模拟曲柄压力机 硬件接线



# 模块三 基本逻辑指令及应用

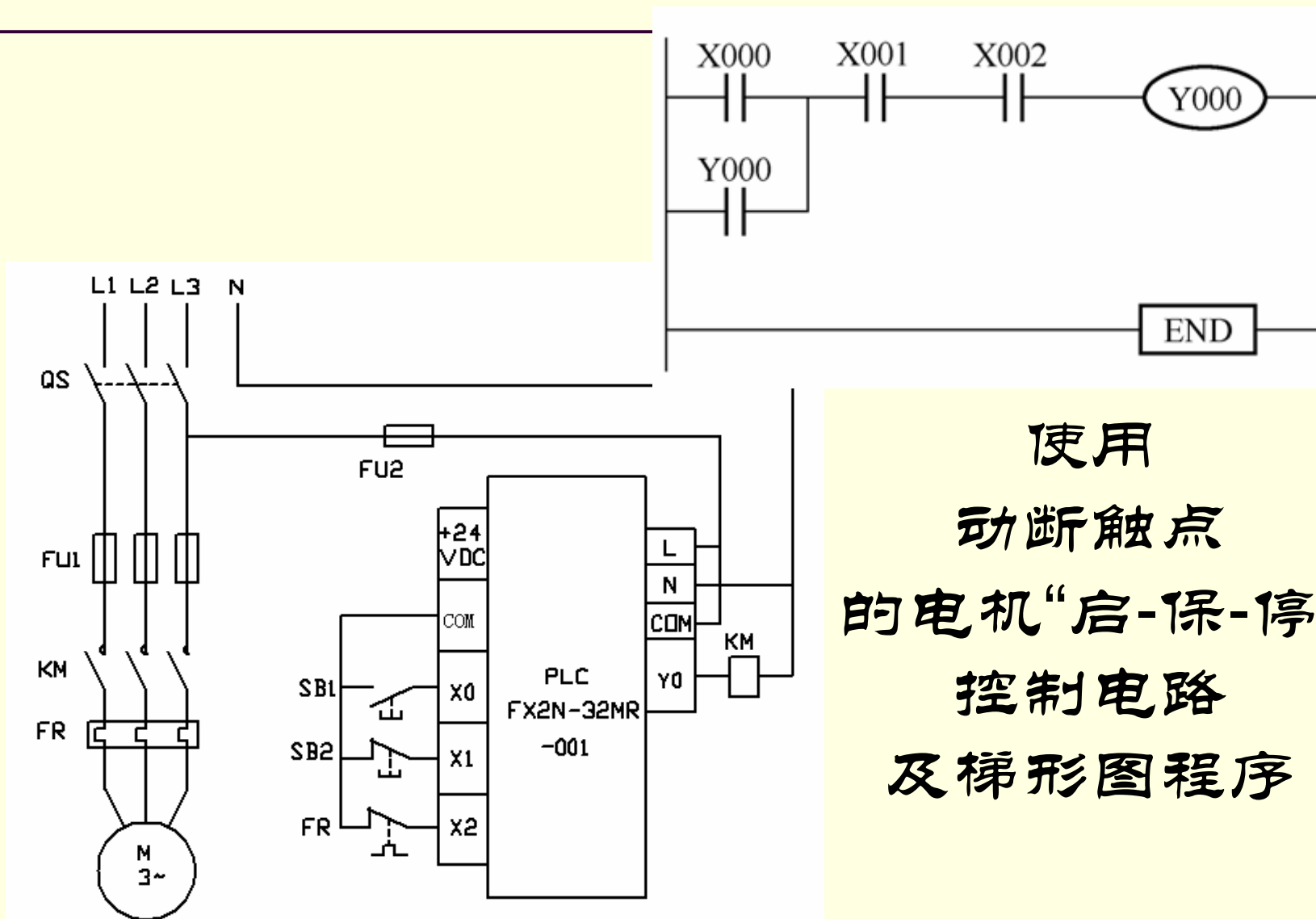
技能训练



使用  
动合触点  
的电机“启-保-停”  
控制电路  
及梯形图程序

# 模块三 基本逻辑指令及应用

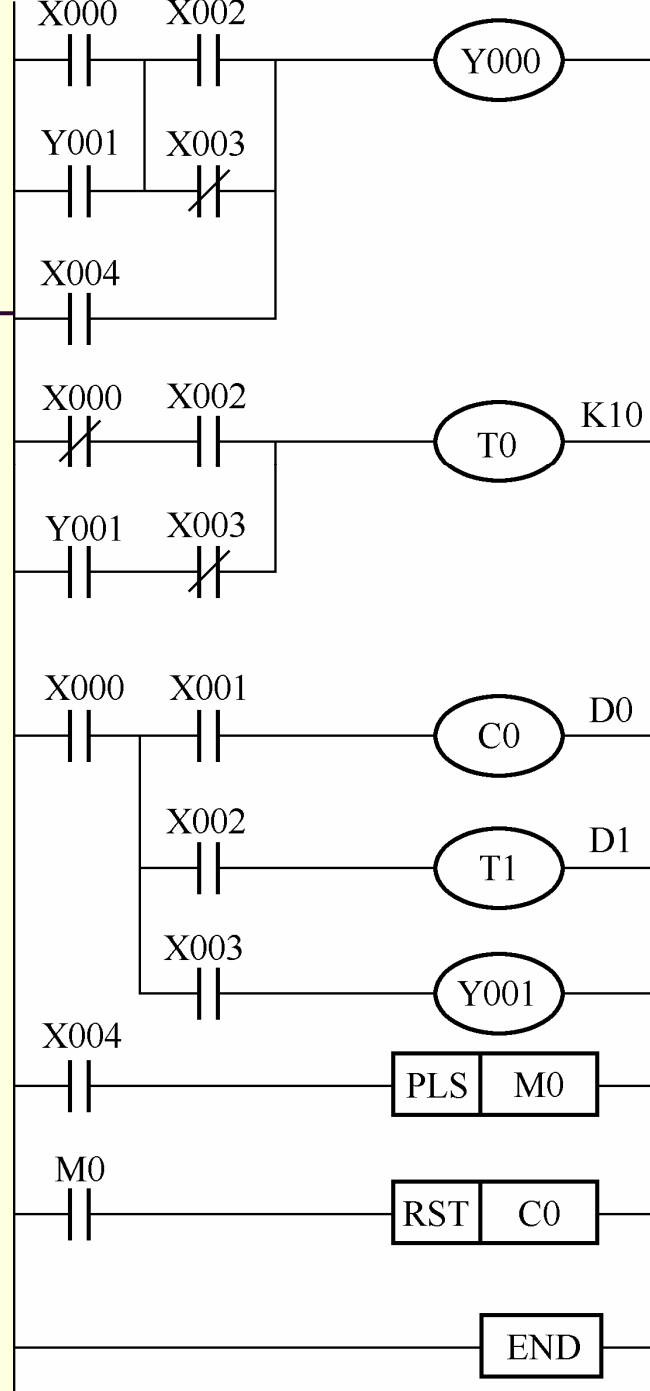
技能训练



使用  
动断触点  
的电机“启-保-停”  
控制电路  
及梯形图程序

## 边学边议

(1) 根据图3-22所示的梯形图程序，写出指令表。



# 模块三 基本逻辑指令及应用

## 边学边议

(2) 根据指令表绘出下列程序的梯形图。

```

① LDI X004
   ANI M3
   LDP X024
   AND M37
   ORB
   ORI X022
   LD Y013
   OR T10
   ANI X012
   ORF X007
   ANB
   OR X015
   MPS
   INV
   OUT M34
   MPP
   ANI X017
   OUT T21      K100
   END
  
```

```

② LDP X002
   AND M6
   ORI M3
   MPS
   AND X012
   MPS
   AND X005
   OUT M12
   MPP
   ANI X034
   SET Y002
   MRD
   AND X002
   OUT Y005
   MPP
   AND X001
   OUT Y007
   END
  
```

```

③ LD X007
   ANDP X001
   ORF X015
   MC N0
   SP M10
   LD X003
   AND M5
   OUT Y010
   LD X021
   SET Y006
   MCR N0
   LD X002
   OUT Y010
   END
  
```

# 模块四 三相异步电动机的PLC控制

---

## 知识目标

- (1) 学习可编程控制器在三相异步电动机控制电路中的运用情况。
- (2) 掌握简单PLC控制系统的开发运用。

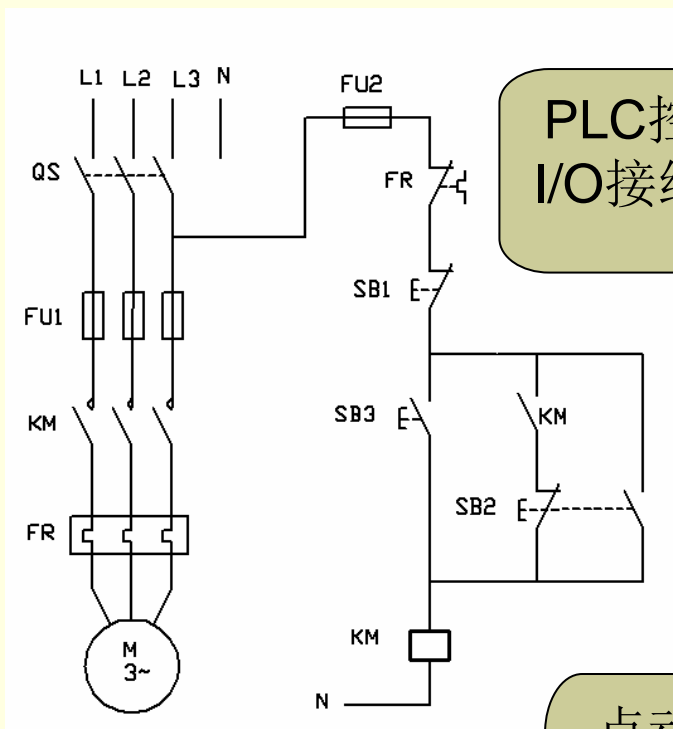
# 模块四 三相异步电动机的PLC控制

---

## 能力目标

- (1) 能正确控制三相电机。
- (2) 对简单PLC控制系统能开发运用。

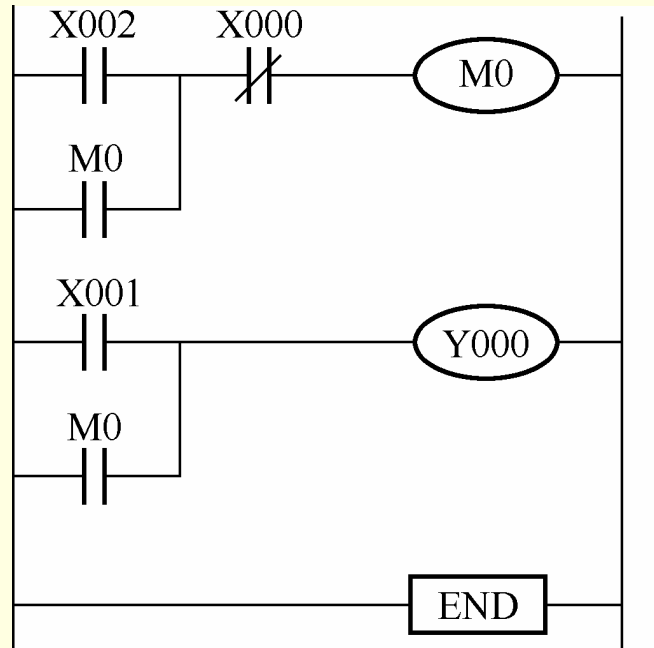
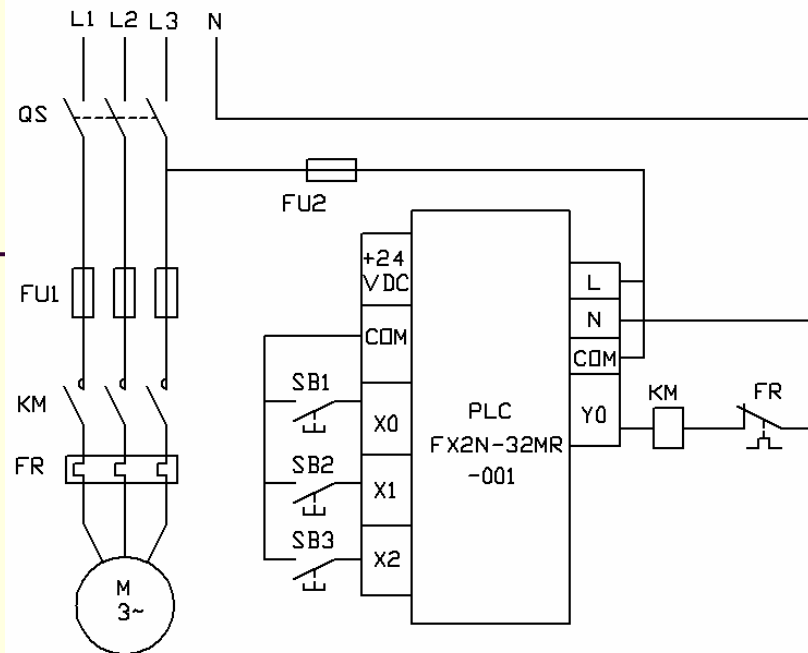
# 一、三相异步电动机 点动-长动控制回路



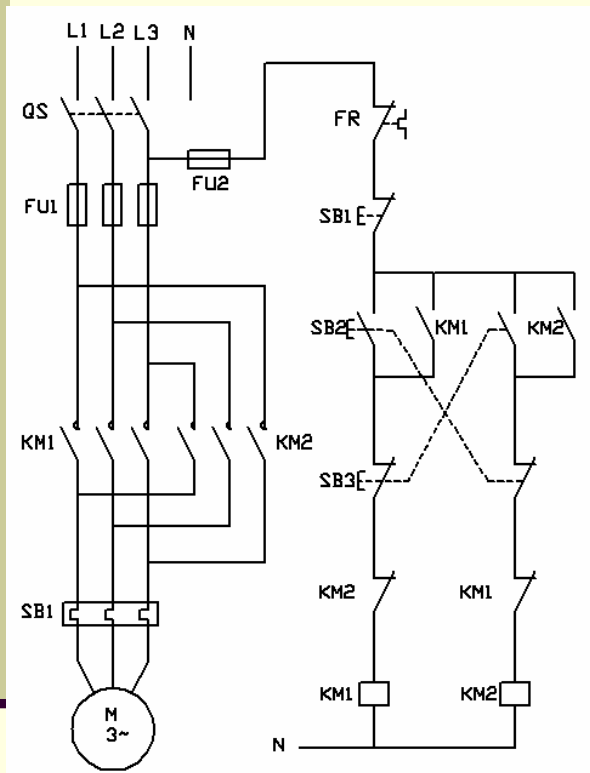
PLC控制 I/O接线图

继电器接触器控制电路

点动-长动 PLC控制程序



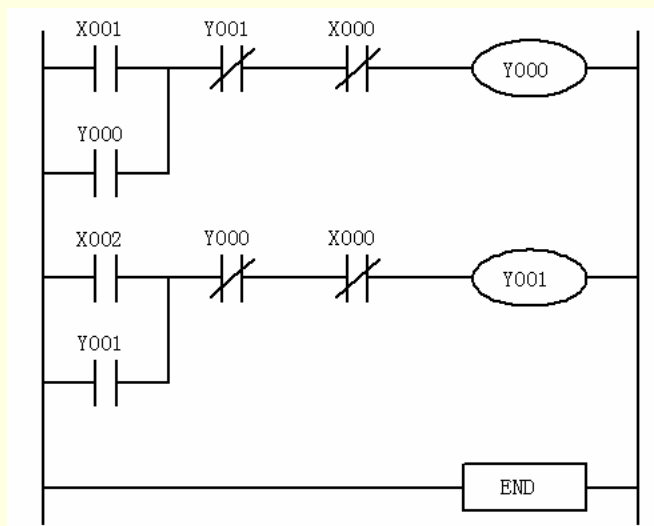
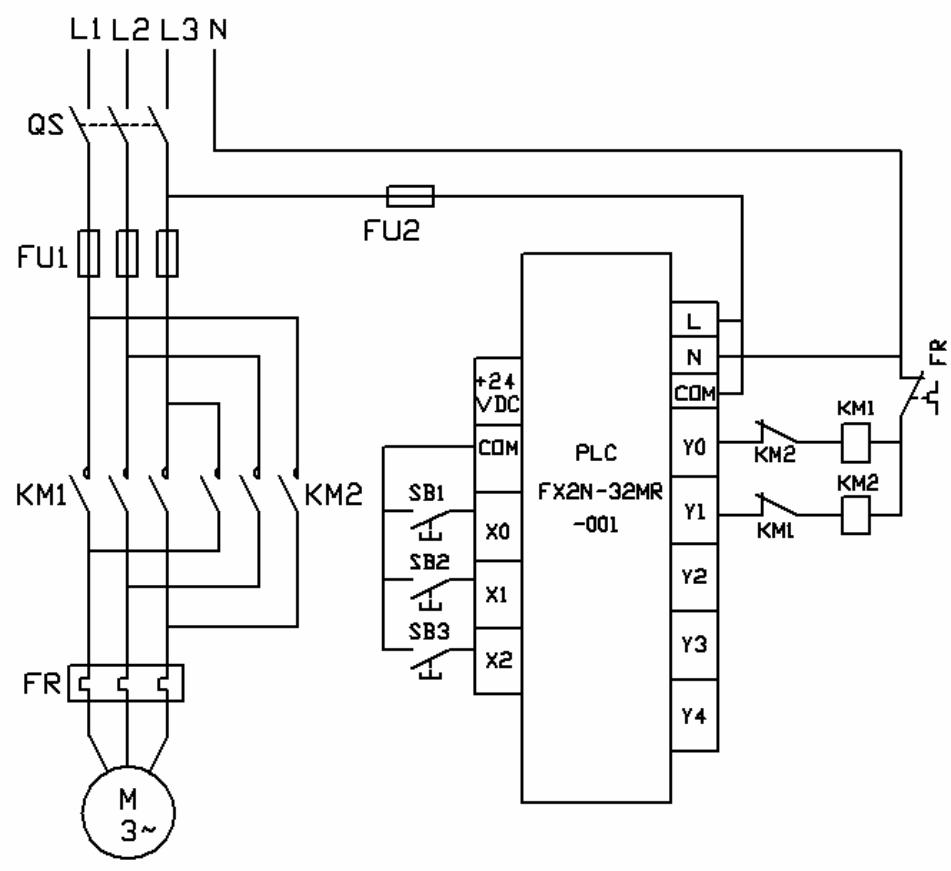
# 二、三相异步电动机正转-反转控制回路



PLC 控制 I/O 接线图

正转-反转 PLC 控制程序

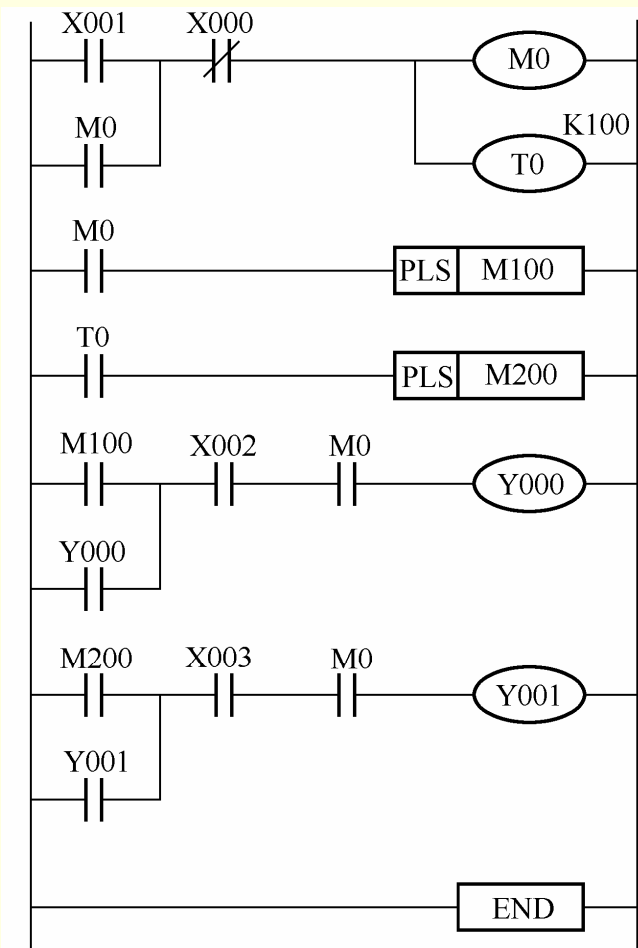
继电器接触器控制电路



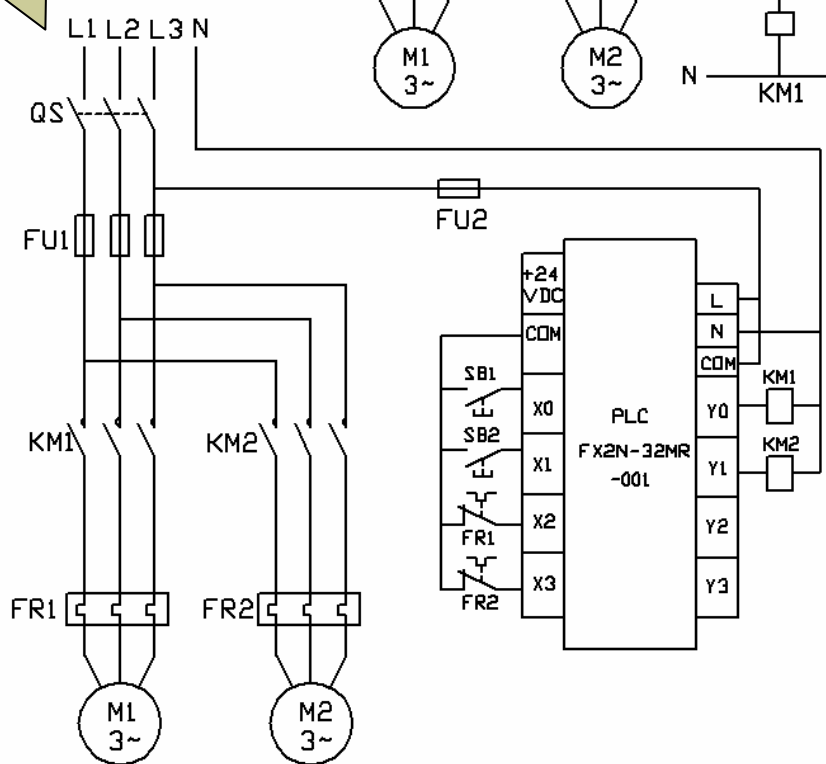
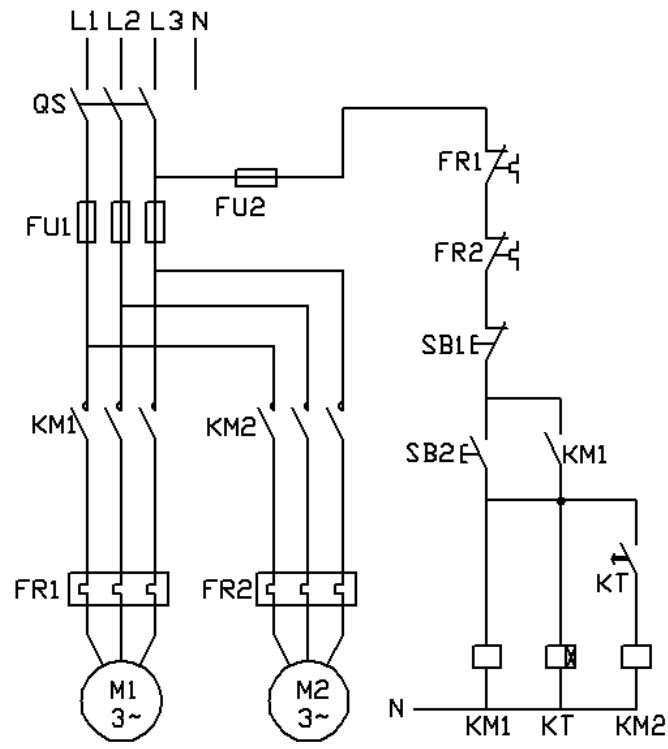
# 三、三相异步电动机 顺序启动控制回路

继电器接  
触器控制  
电路

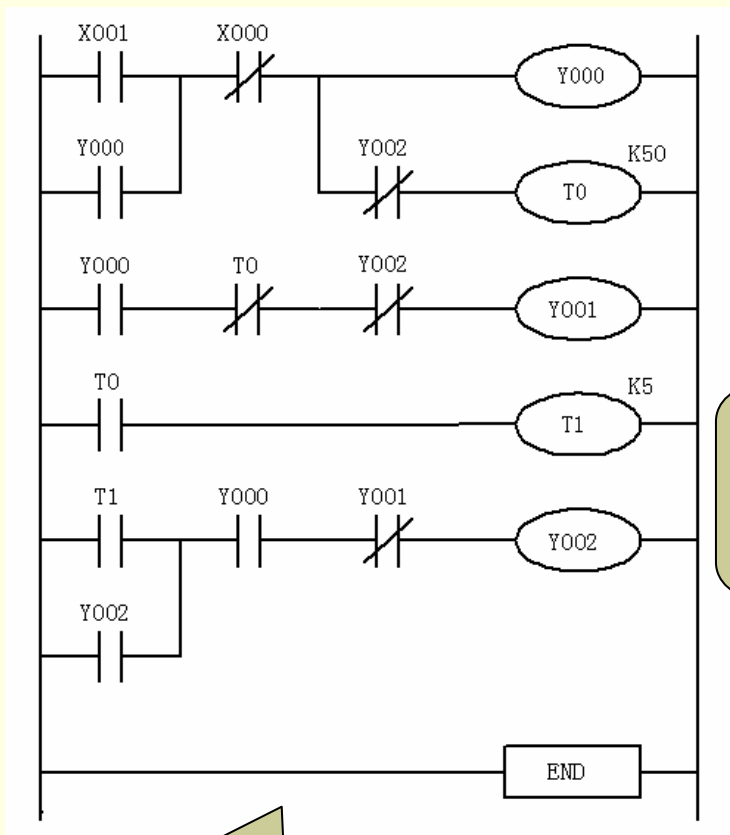
PLC控制I/O  
接线图



顺序启动PLC控制程序



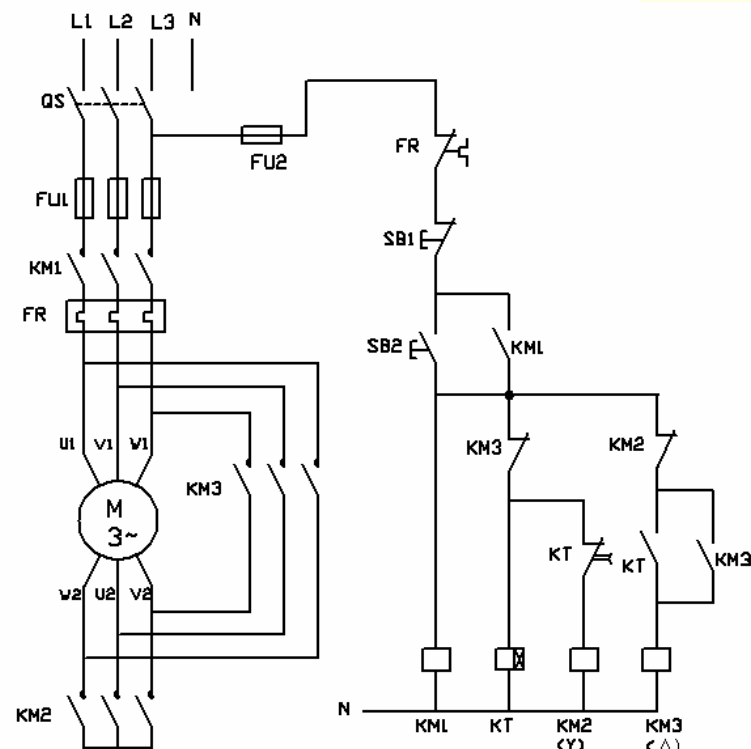
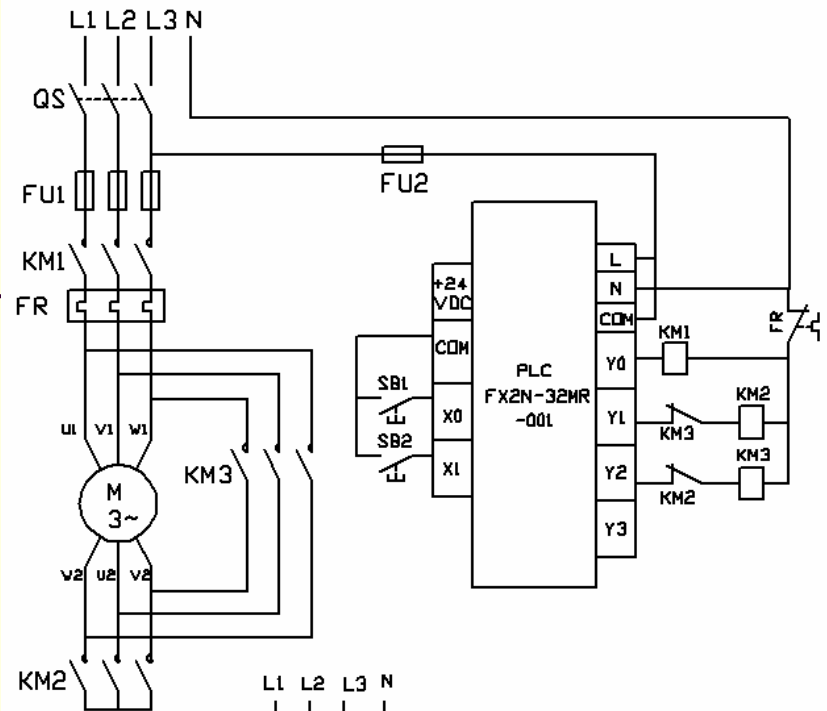
# 四、三相异步电动机 Y-Δ启动控制回路



Y-Δ启动PLC控制程序

PLC控制I/O接线图

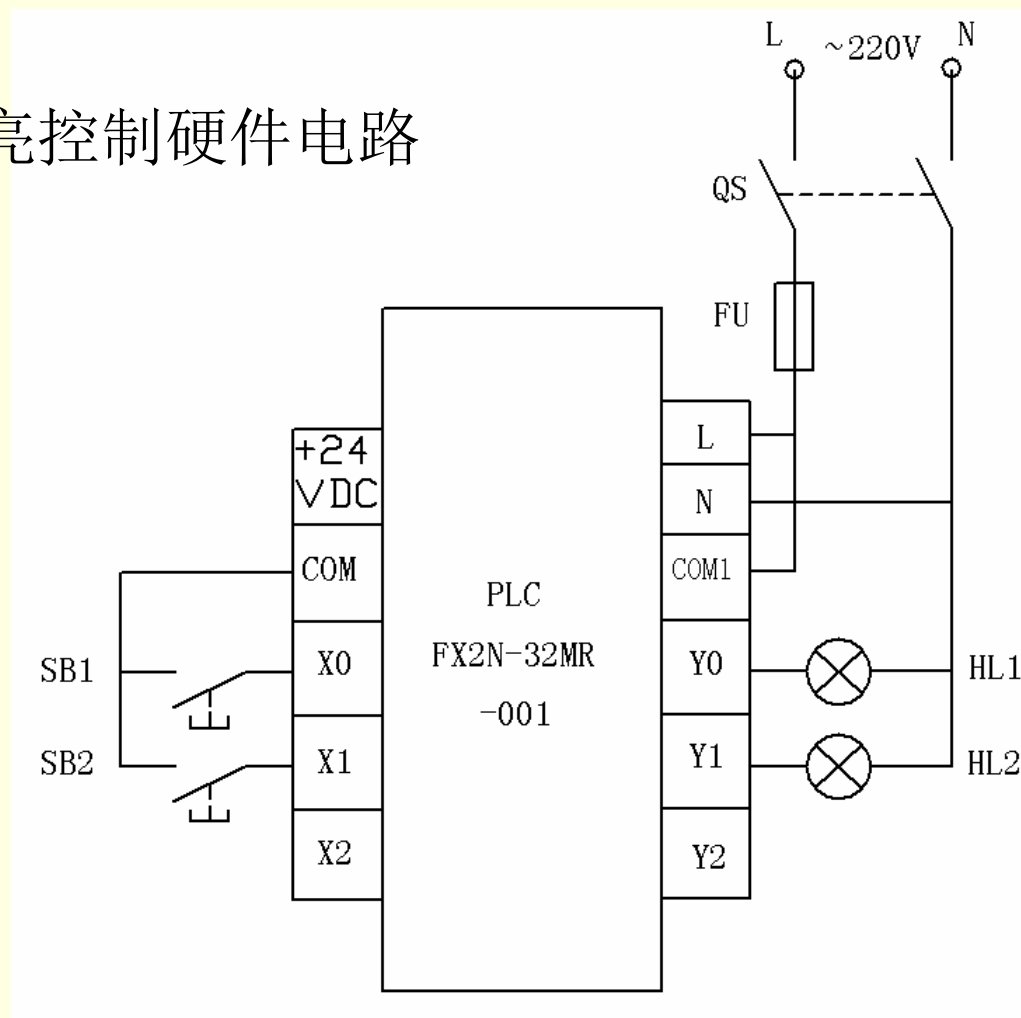
继电器接触器控制电路



# 模块四 三相异步电动机的PLC控制

课  
堂  
演  
示

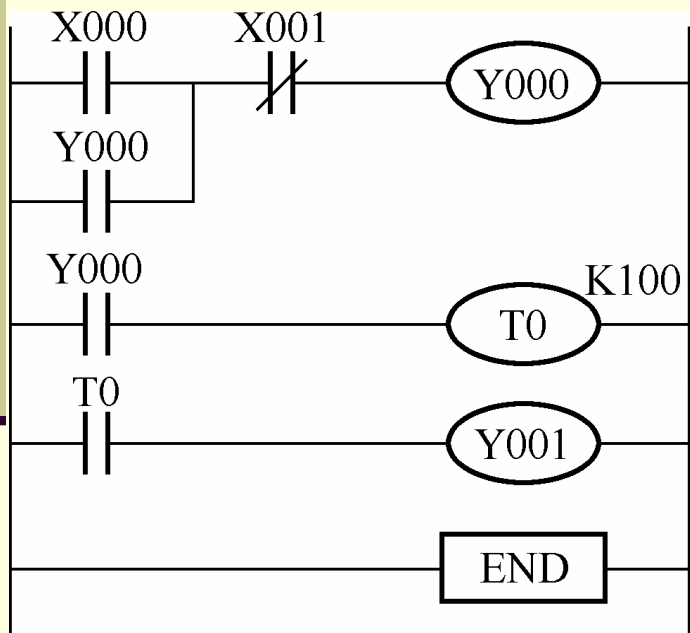
彩灯顺序点亮控制硬件电路



# 模块四 三相异步电动机的PLC控制

课堂演示

## 彩灯顺序点亮控制程序及波形图

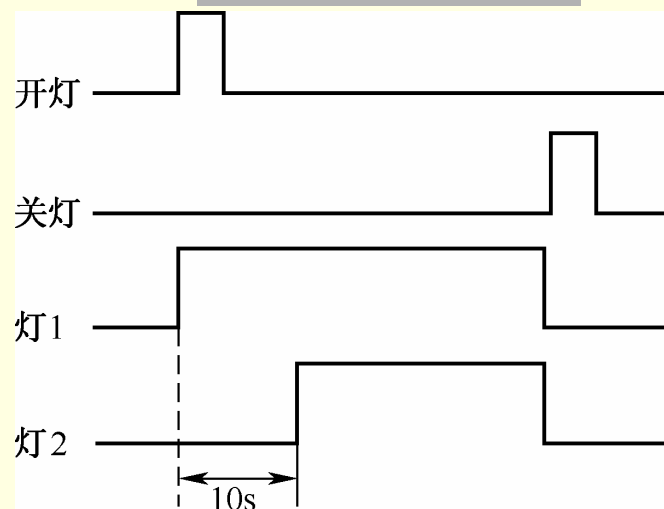


(a) 梯形图程序

```

LD X000
OR Y000
ANI X001
OUT Y000
LD Y000
OUT T0 K100
LD T0
OUT Y001
END
    
```

(b) 指令表程序



单按钮启停  
控制波形图

单按钮启停  
电路控制程序

# 模块四 三相异步电动机的PLC控制

实训内容—皮带输送机的PLC控制

## 实训目的

- (1) 学习并掌握各种基本逻辑指令的实际应用情况。
- (2) 学习并掌握编程元件定时器T和辅助继电器M的应用。
- (3) 学习并掌握FX2N系列PLC的I/O接线，理解多个输出公共端子的作用。

# 模块四 三相异步电动机的PLC控制

技能训练

## 皮带运输机工作原理

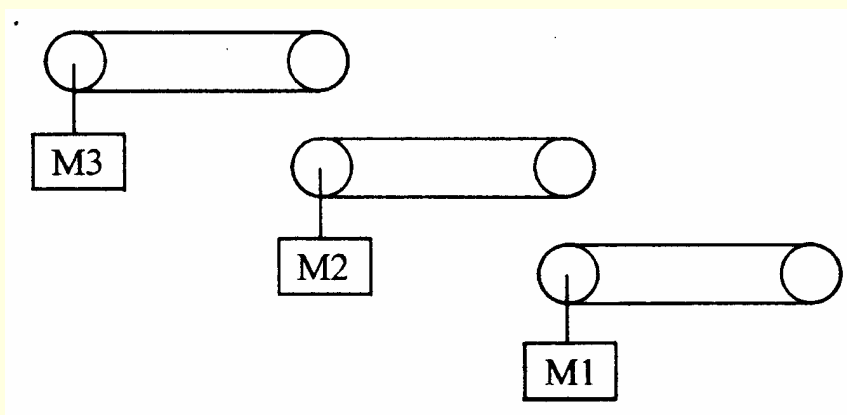


图4-12 皮带运输机工作示意图

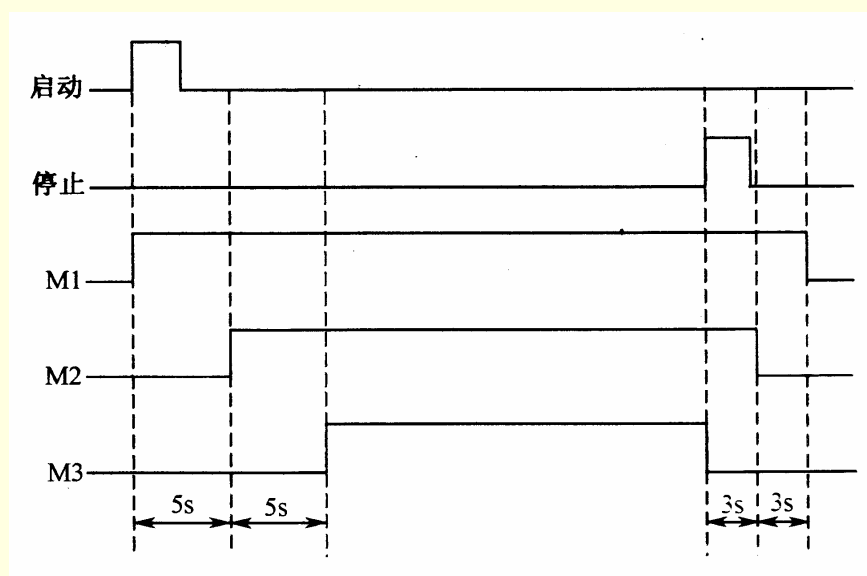


图4-13 皮带运输机顺序控制时序

# 模块四 三相异步电动机的PLC控制

## 技能训练

### 皮带运输机顺序控制的I/O接线图

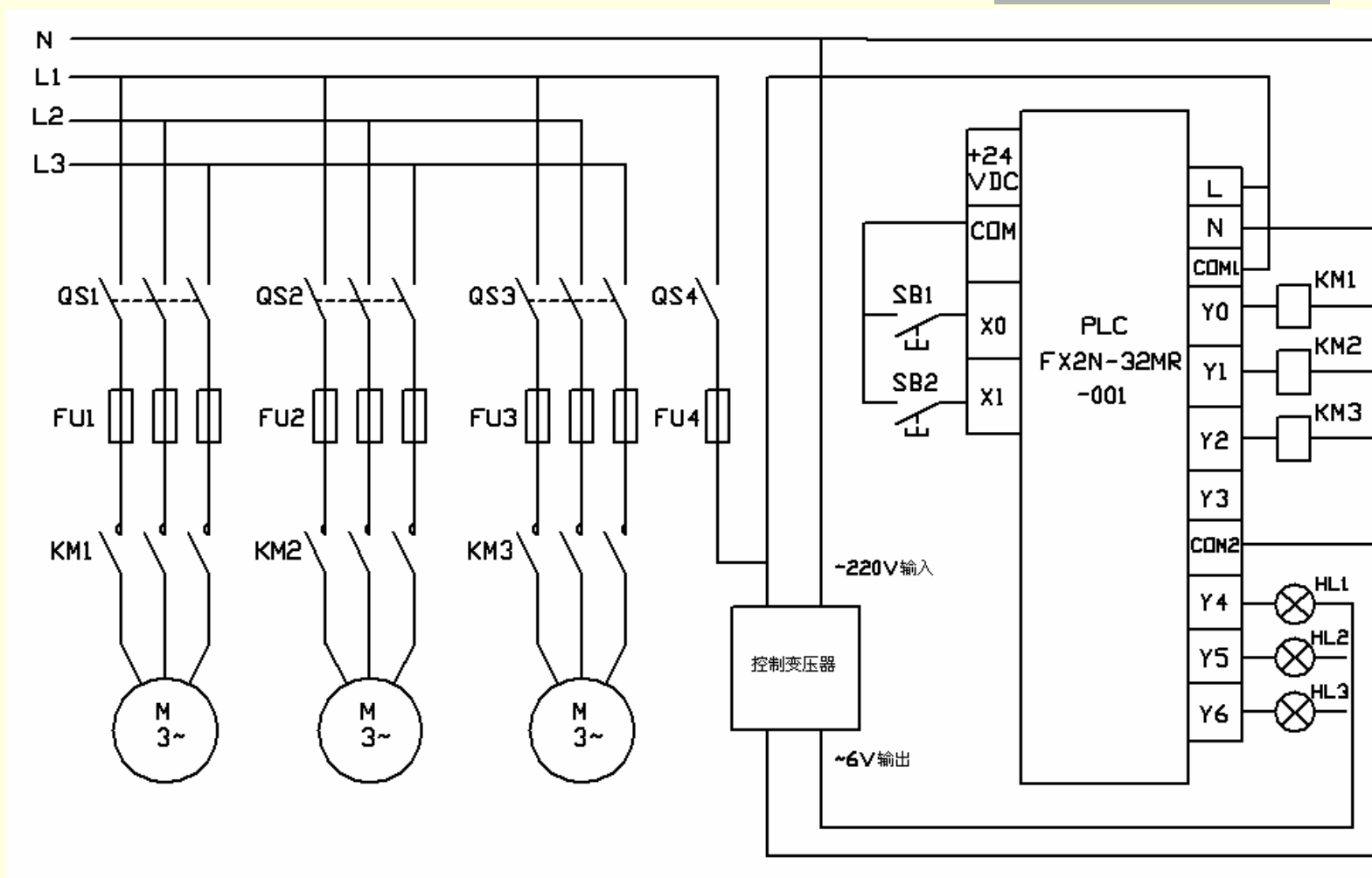
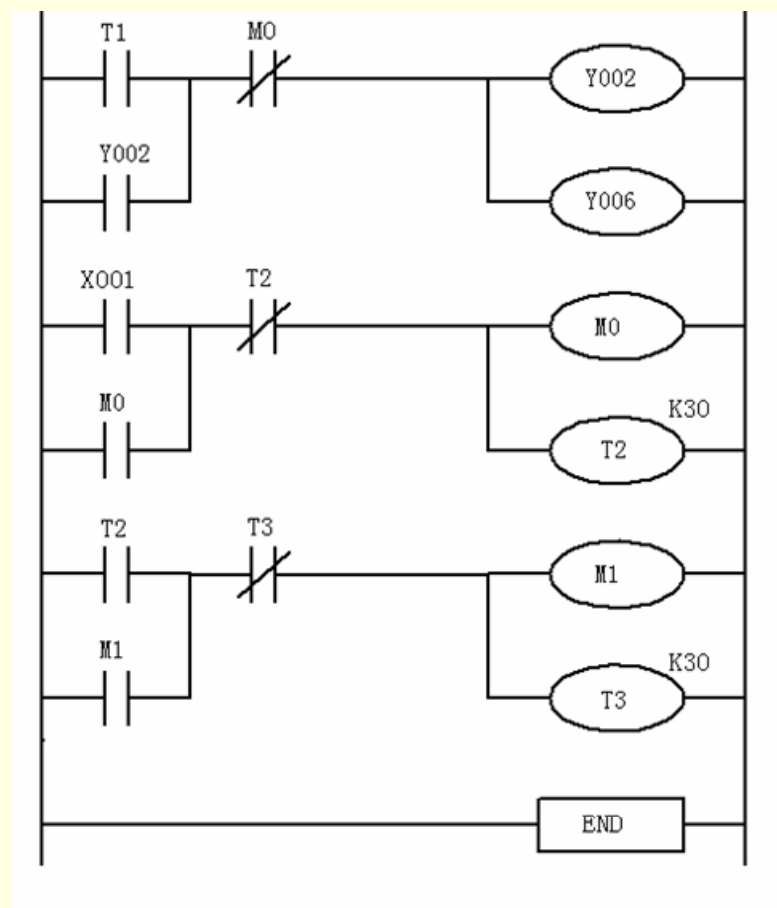
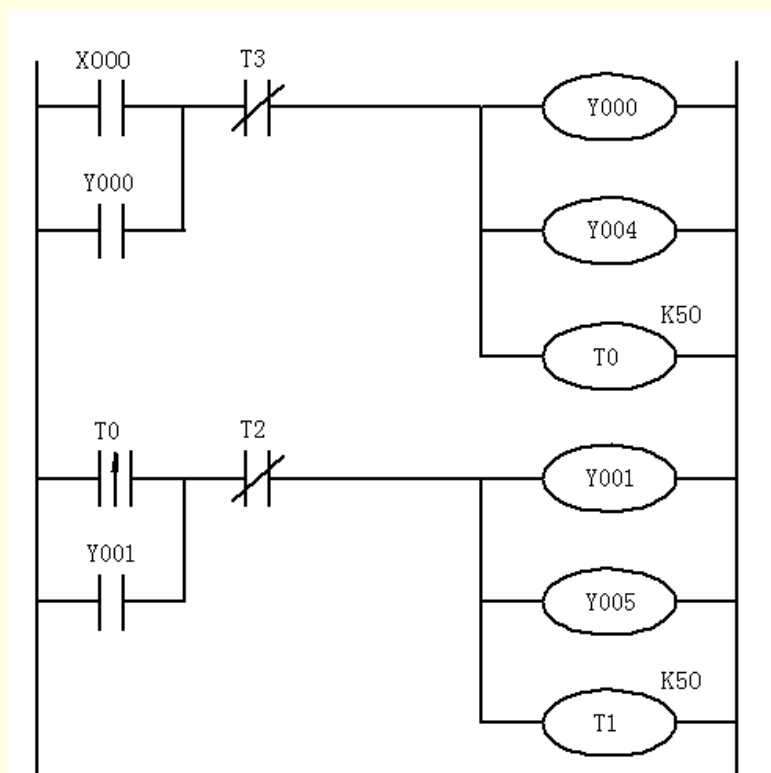


图4-14 皮带运输机顺序控制的I/O接线图

# 模块四 三相异步电动机的PLC控制

## 图4-15 皮带输送机顺序控制参考梯形图



技能训练

# 模块四 三相异步电动机的PLC控制

## 边学边议

1. 有3台电动机，要求起动时，每隔10min依次起动一台，每台运行8h后自动停机。在运行中可用停止按钮将3台电动机同时停机。试设计控制程序梯形图、写出语句表，并加注释。

2. 两个指示灯自动交替闪亮控制。有HL1，HL2两个指示灯交替闪亮，HL1亮时HL2灭，HL1灭时HL2亮，时序波形如图4-16所示。要求：

(1) 画出电路接线图。

(2) 设 $t_1=t_2=2s$ ，设计控制程序梯形图、写出语句表，并加注释。

(3) 设 $t_1=t_2=0.5s$ ，能否简化梯形图程序设计。

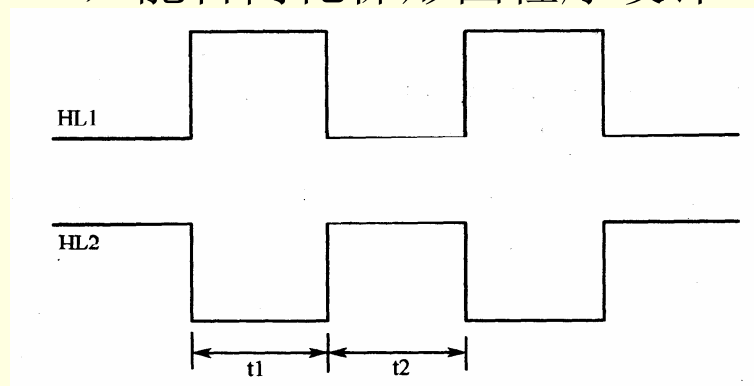


图4-16 指示灯交替闪亮控制时序图

# 模块五 步进指令及状态编程法

## 目的要求

- (1) 掌握状态转移图SFC的绘制方法。
- (2) 学习三菱FX系列PLC的状态继电器S及其步进指令STL、RET。
- (3) 学会运用状态编程法编制简单顺序控制应用程序。
- (4) 掌握编程软件GX Developer V8在状态编程法中的一般应用情况。

# 模块五 步进指令及状态编程法

## 一、步进指令与状态转移图表示方法

### 1. FX2N系列步进指令

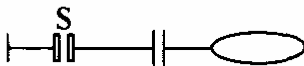
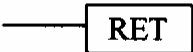
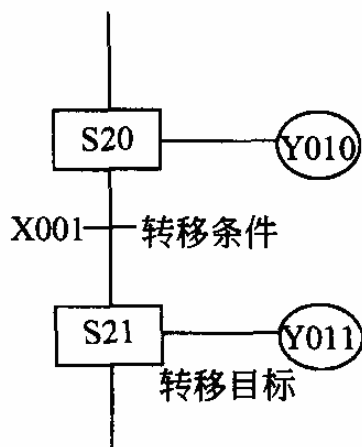
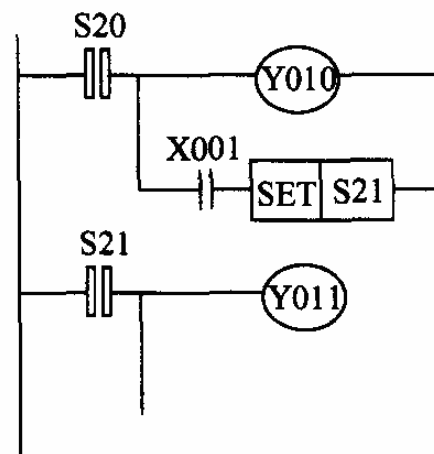
指令助记符、名称	功能	步进梯形图的表示	程序步
STL 步进接点指令	步进接点驱动		1
RET 步进返回指令	步进程序结束返回		1

图5-1  
步进指令的  
表示方法



(a) 状态转移图



(b) 步进 (状态) 梯形图

```

0  STL  S20
1  OUT Y010
2  LD  X001
3  SET  S21
4  STL  S21
5  OUT Y011

```

(c) 指令表

# 模块五 步进指令及状态编程法

## 一、步进指令与状态转移图表示方法

### 2. 步进指令的使用说明

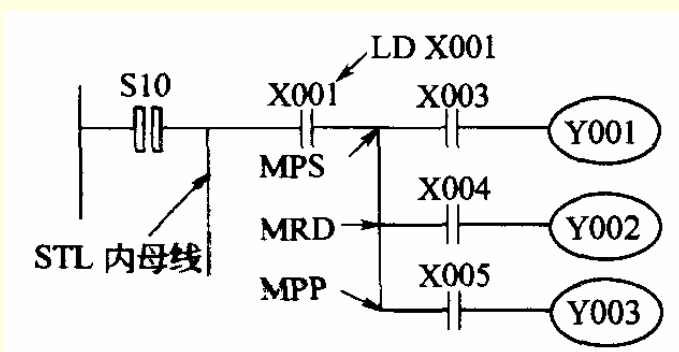


图5-2 栈操作指令在状态内的正确使用

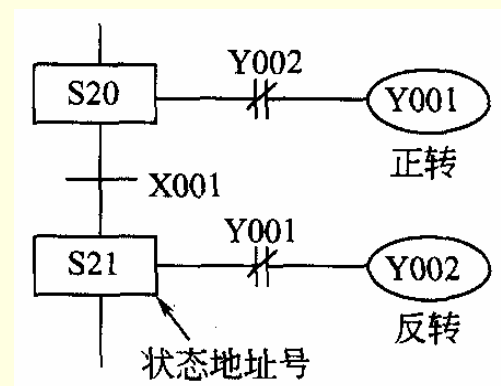
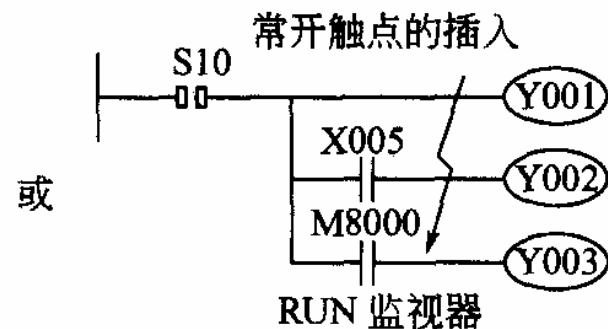
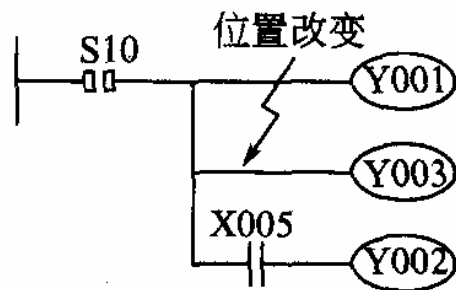
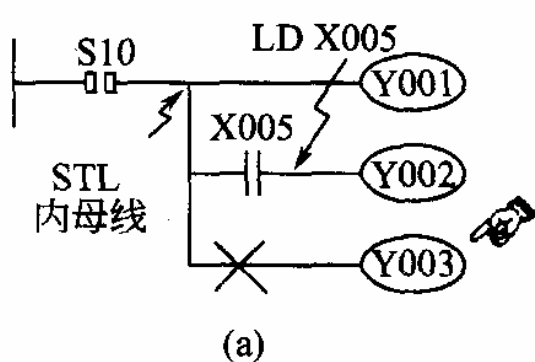


图5-4 输出线圈的互锁



(b)

图5-3 状态内没有触点线圈的编程

# 模块五 步进指令及状态编程法

## 一、步进指令与状态转移图表示方法

### 3. 状态转移图(SFC)的建立及其特点

#### 台车自动往返控制要求

(1) 按下启动按钮SB，电机M正转，台车前进，碰到限位开关SQ1后，电机M反转，台车后退。

(2) 台车后退碰到限位开关SQ2后，台车电机M停转，台车停车5s后，第二次前进，碰到限位开关SQ3，再次后退。

(3) 当后退再次碰到限位开关SQ2时，台车停止。

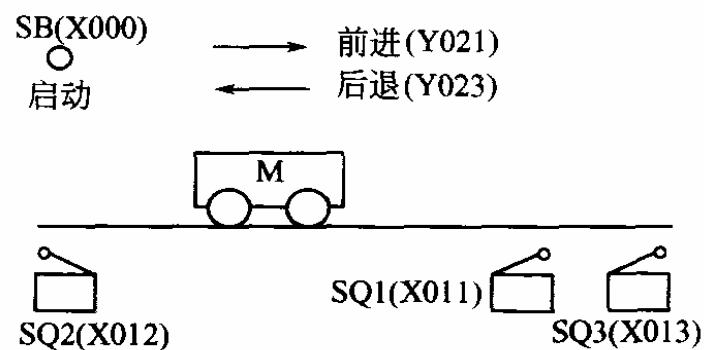


图5-5 台车自动往返示意图

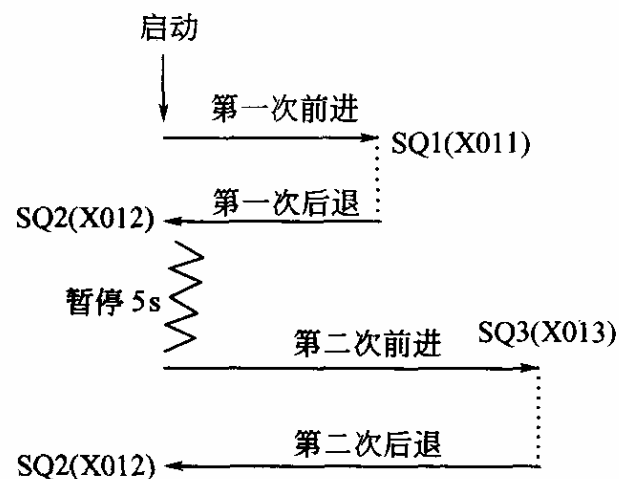


图5-6 台车自动往返顺序控制图

# 模块五 步进指令 及状态编程法

## 一、步进指令与 状态转移图表示方法

### 3. 状态转移图(SFC)的建立及其特点

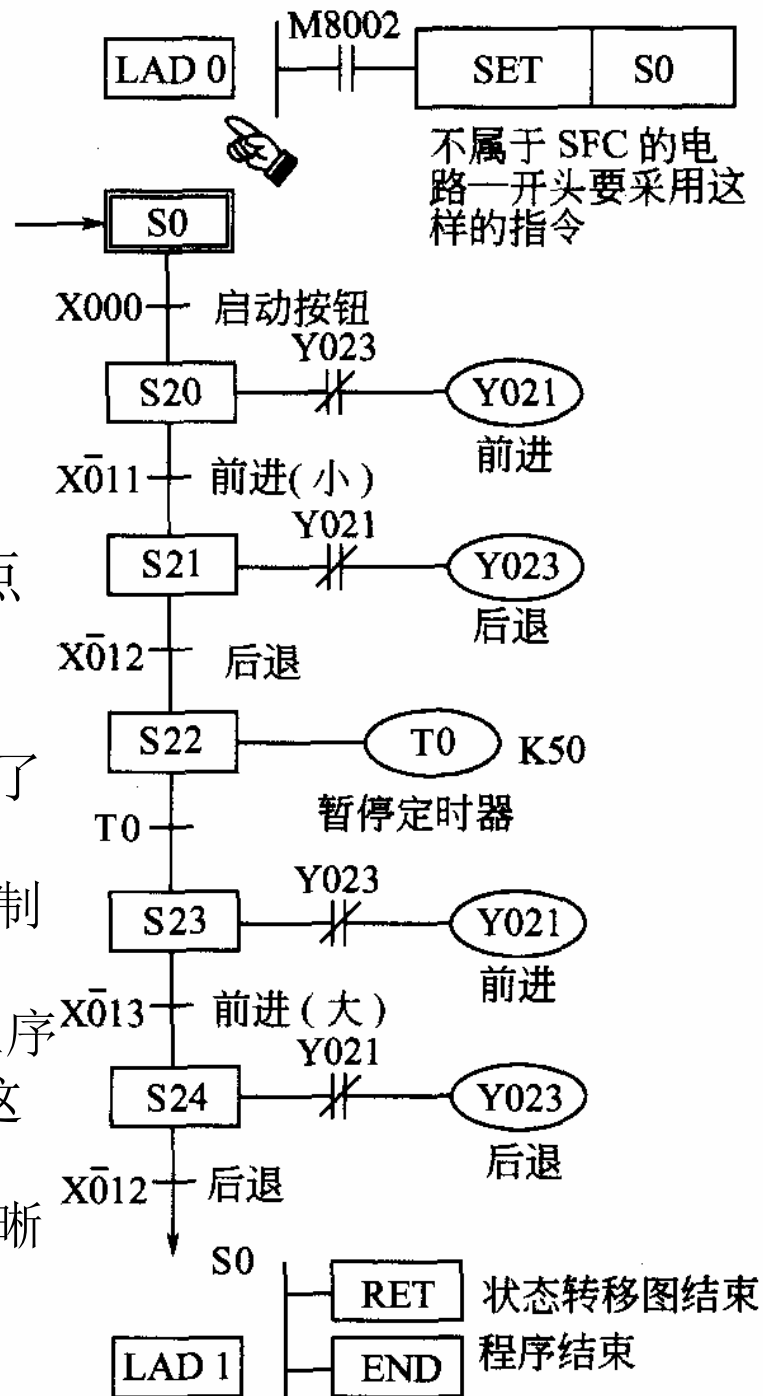
#### 台车自动往返SFC及特点

(1) SFC将复杂的任务或过程分解成了若干个工序(状态)。

(2) 相对某一个具体的工序来说，控制任务实现了简化。

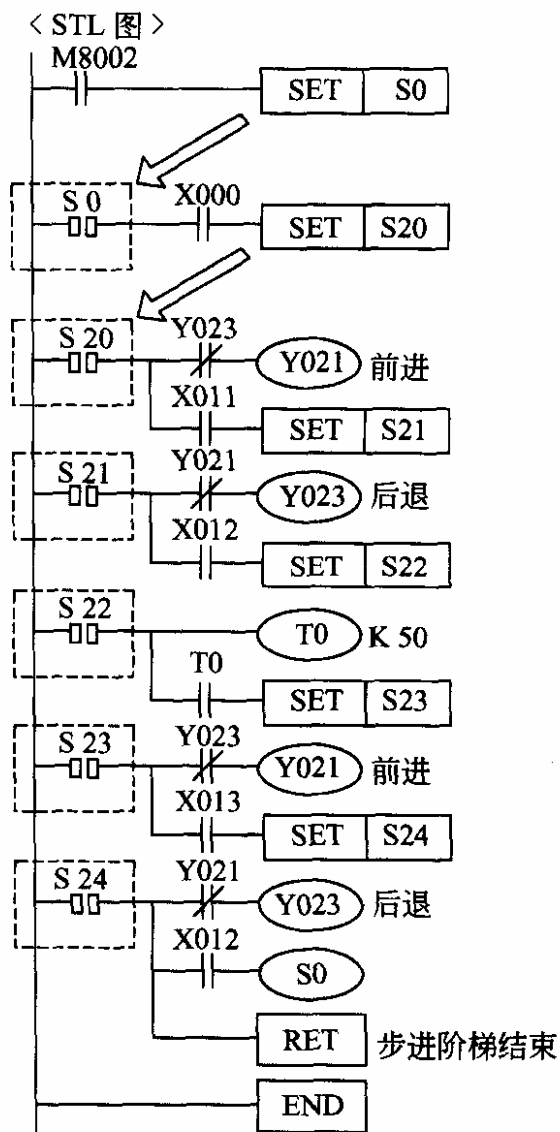
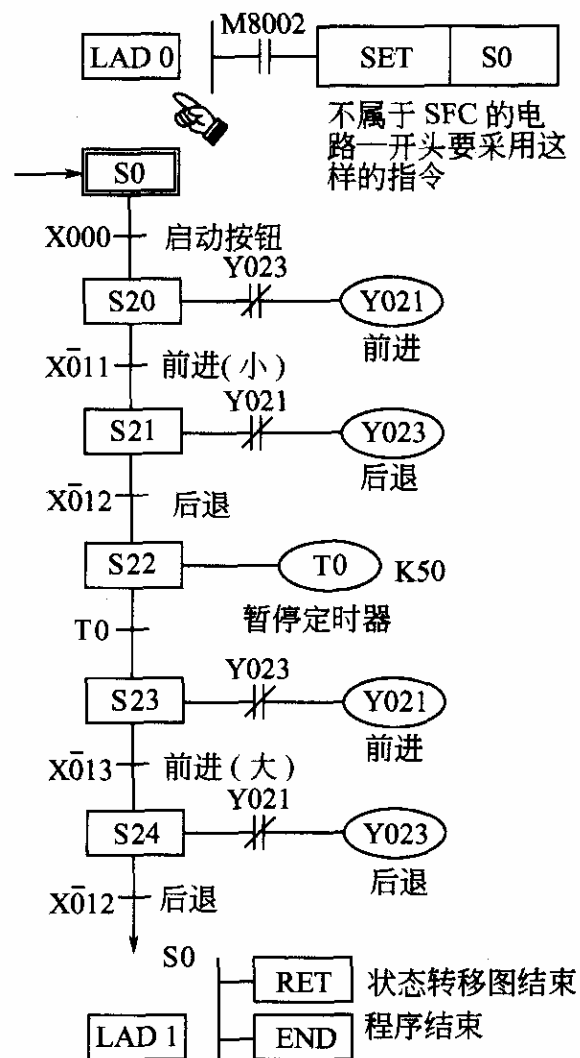
(3) 只要弄清各工序成立的条件、工序转移的条件和转移的方向，就可以进行这类图形的设计。

(4) SFC容易理解，可读性强，能清晰地反映全部控制工艺过程。



# 模块五 步进指令及状态编程法

## 台车自动往返控制状态转移图、步进梯形图、指令表

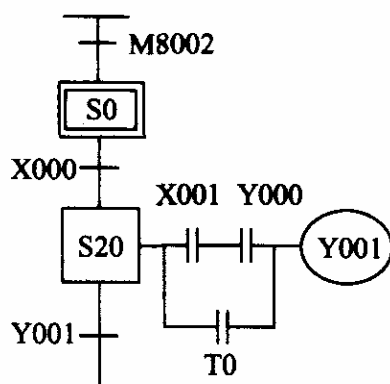
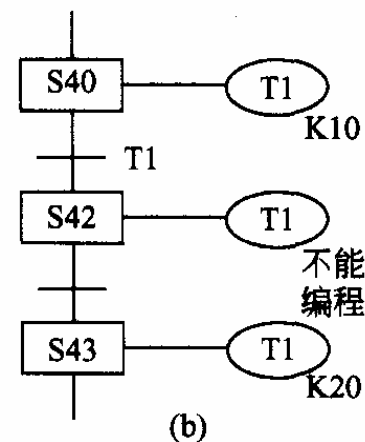
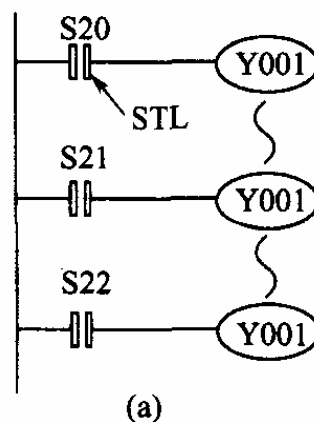


LD	M8002	运行开始对状态 S0 驱动
SET	S0	
STL	S0	激活初始状态 S0, PLC 运行
LD	X000	
SET	S20	
STL	S20	
LDI	Y023	
OUT	Y021	驱动 M 第一次前进
LD	X011	
SET	S21	
STL	S21	
LDI	Y021	
OUT	Y023	驱动 M 第一次后退
LD	X012	
SET	S22	
STL	S22	
OUT	T0	暂停 5s
	K50	
LD	T0	
SET	S23	
STL	S23	
LDI	Y023	
OUT	Y021	驱动 M 第二次前进
LD	X013	
SET	S24	
STL	S24	
LDI	Y021	
OUT	Y023	驱动 M 第二次后退
LD	X012	
OUT	S0	
RET		步进程序结束返回 S0
END		

# 模块五 步进指令及状态编程法

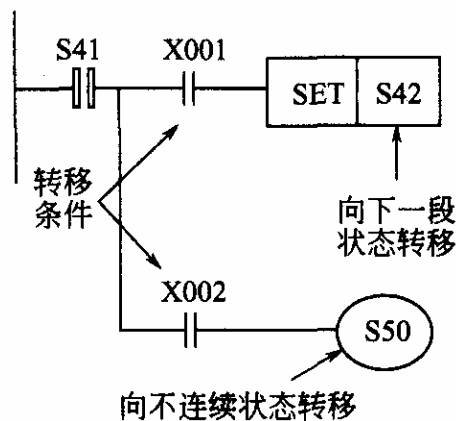
## 二、编制SFC图的注意事项和规则

- (1) 状态编程时必须使用指令 STL。
- (2) 初始状态的软元件用 S0~S9
- (3) 编程顺序为先驱动，再转移
- (4) 可使用多重（双线圈）输出
- (5) 负载的驱动、状态转移条件可



```
LD M8002
SET S0
STL S0
LD X000
SET S20
STL S20
LD X001
AND Y000
OR T0
OUT Y001
LD Y001
```

(a) 软元件组合驱动



```
STL S41
LD X001
SET S42
LD X002
OUT S50
```

(b) 用 OUT 指令向不连续状态转移

(6) 顺序状态转移用置位指令 SET。

(7) 在 STL 与 RET 指令之间不能使用 MC、MCR 指令。

(8) 初始状态可由其他状态驱动，但运行开始必须用其他方法预先做好驱动，否则状态流程不可能向下进行。

# 模块五 步进指令及状态编程法

## 二、编制SFC图的注意事项和规则

(1)若向上转移(称重复)、向非相连的下面转移或向其他流程状态转移(称跳转),称为顺序不连续转移,顺序不连续转移的状态不能使用SET指令,要用OUT指令进行状态转移,并要在SFC图中用“”符号表示转移目

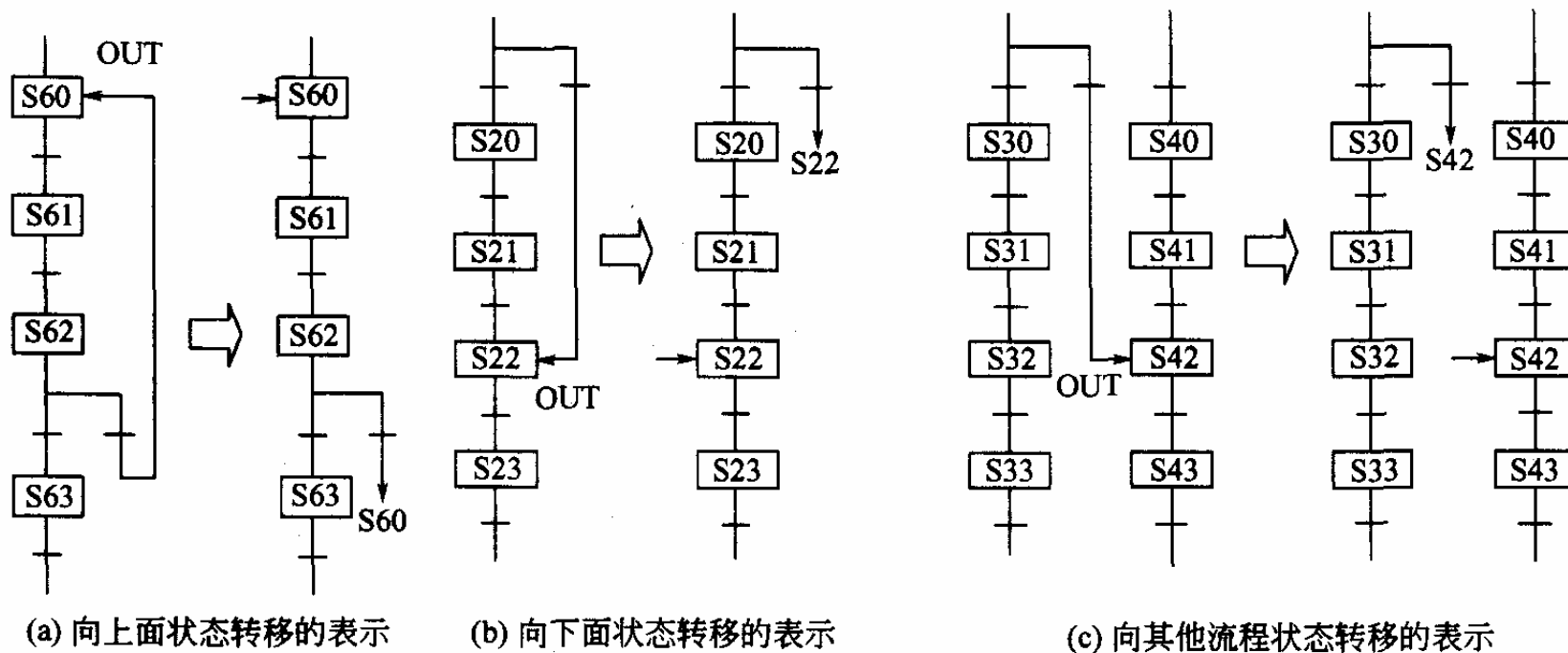
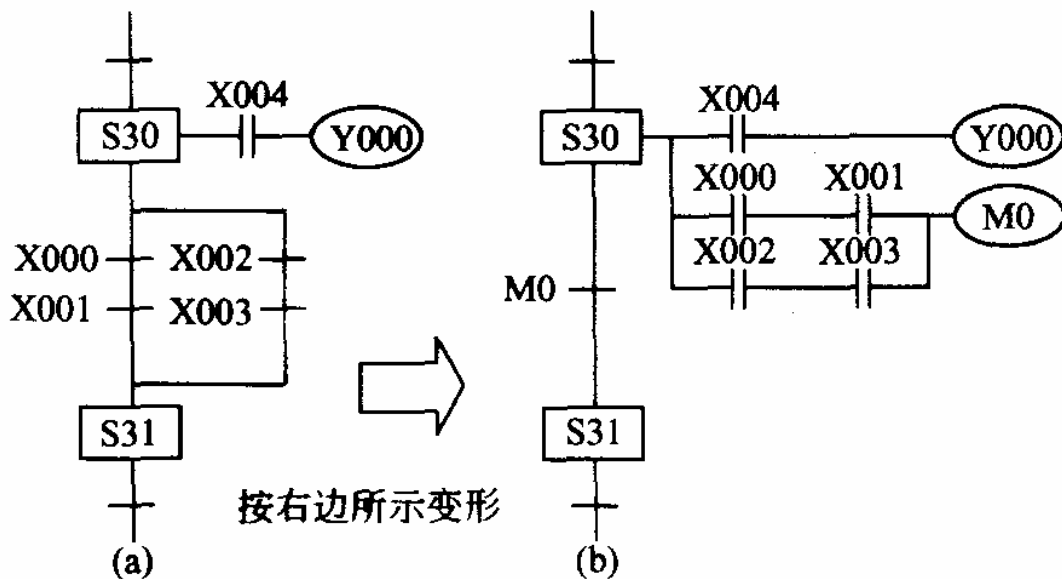
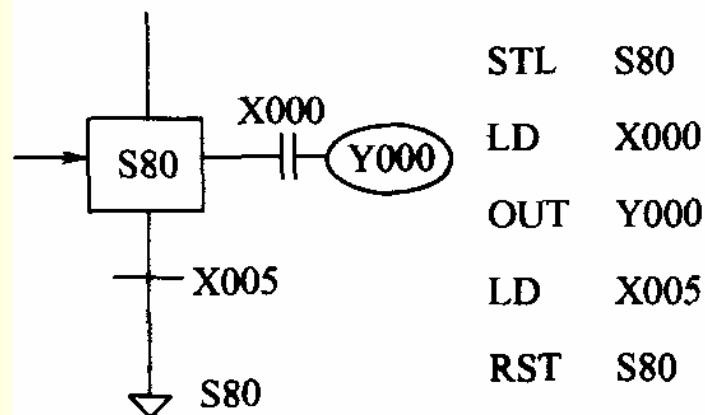


图5-11 非连续转移在SFC图中的表示

# 模块五 步进指令及状态编程法

## 二、编制SFC图的注意事项和规则

(2)在流程中表示状态的自复位处理时，要用“”符号表示，自复位状态在程序中用RST指令表示。

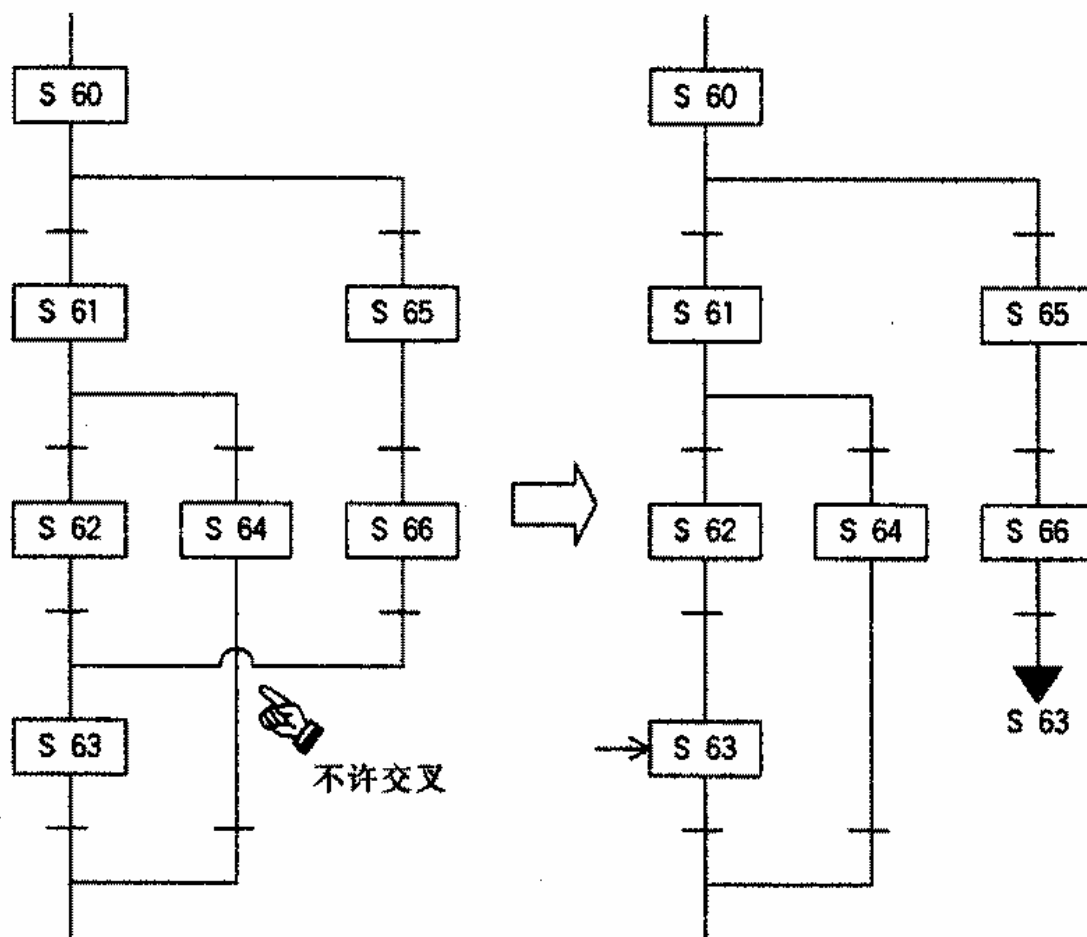


(3)SFC图中的转移条件不能使用ANB、ORB、MPS、MRD、MPP指令。应按图5-13(b)所示确定转移条件。

# 模块五 步进指令及状态编程法

## 二、编制SFC图的注意事项和规则

(4) 状态转移图中的流程不能交叉



# 模块五 步进指令及状态编程法

## 二、编制SFC图的注意事项和规则

(5) 若要对某个区间状态进行复位，可用区间复位指令ZRST按图5-15(a)处理；若要使某个状态中的输出禁止，可按图5-15(b)所示方法处理；若要使PLC的全部输出继电器Y断开，可用特殊辅助继电器M8034接成图5-15(c)电路，当M8034为ON时，PLC继续进行程序运算，但所有输出继电器Y都断开了。

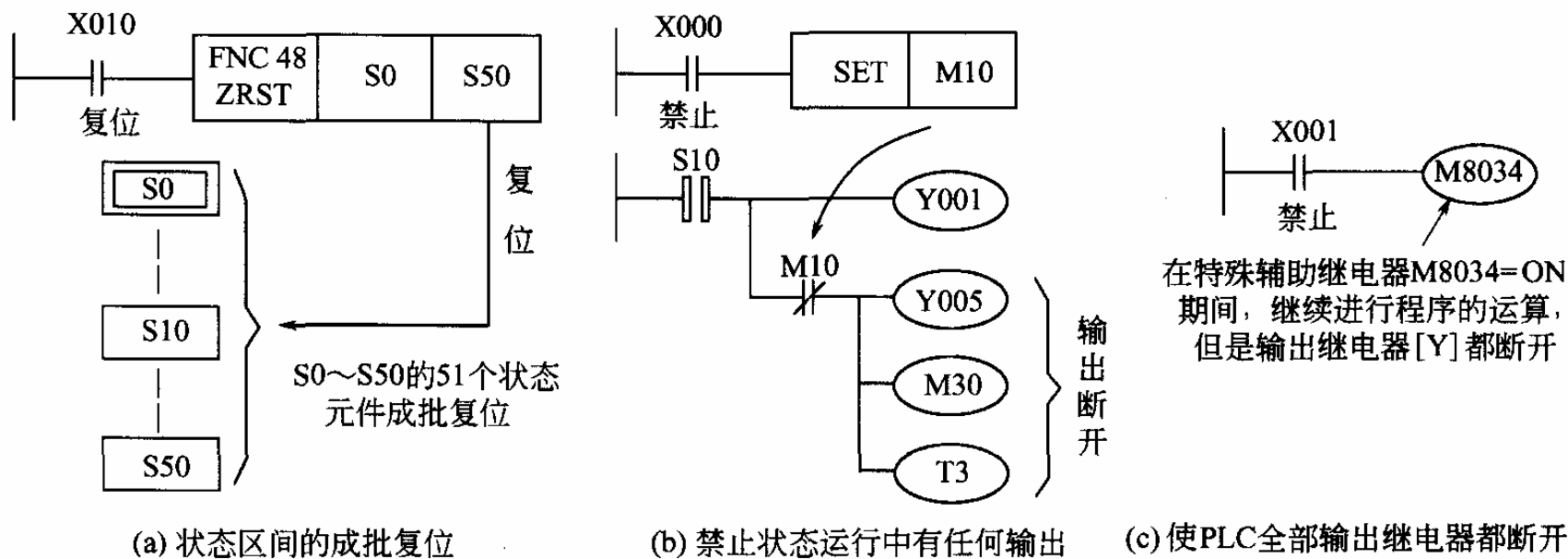


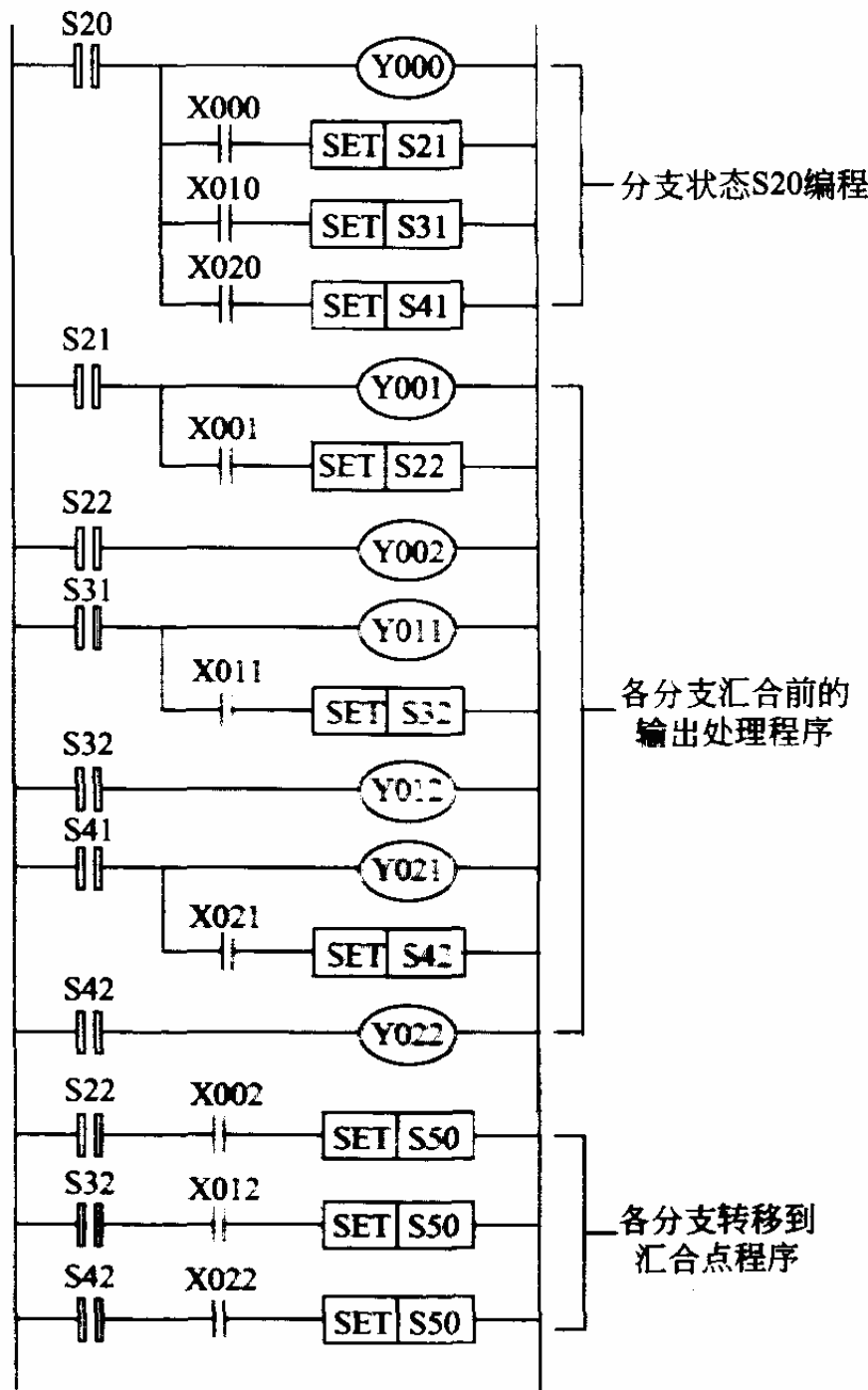
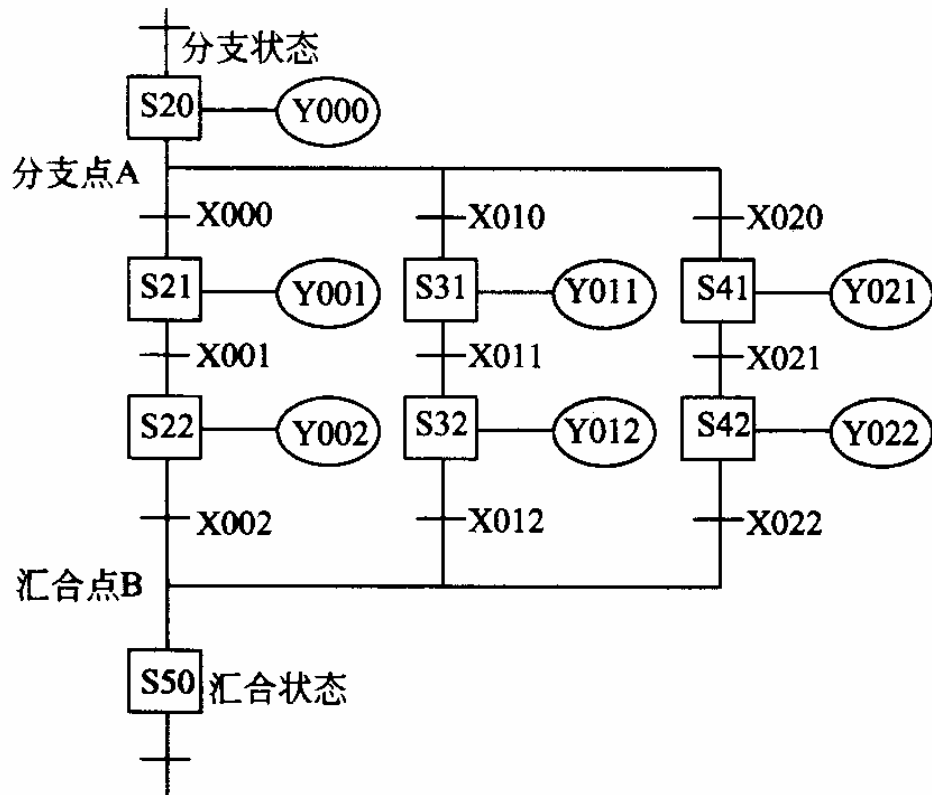
图5-15 状态区域复位和输出禁止的处理

# 模块五 步进指令及状态编程法

## 三、多流程步进顺序控制

### 1. 选择性分支与汇合及其编程

- (1) 选择性分支SFC图的特点
- (2) 选择性分支、汇合的编程
- (3) 选择性分支对应的步进梯形图

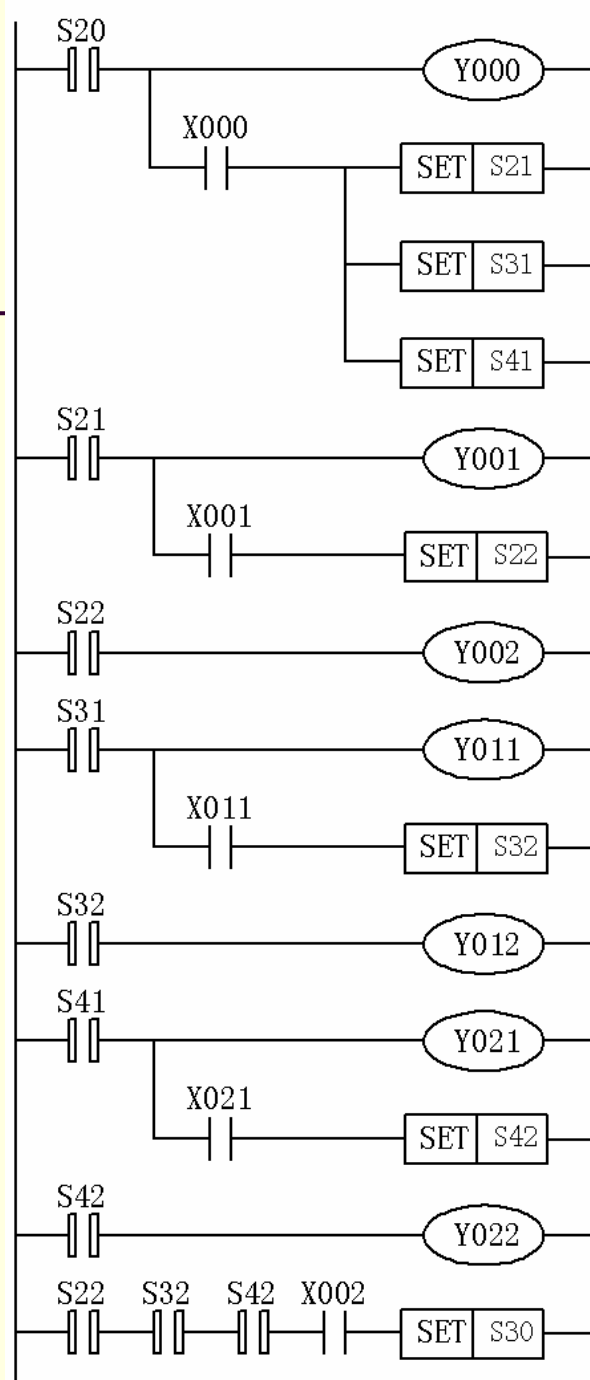
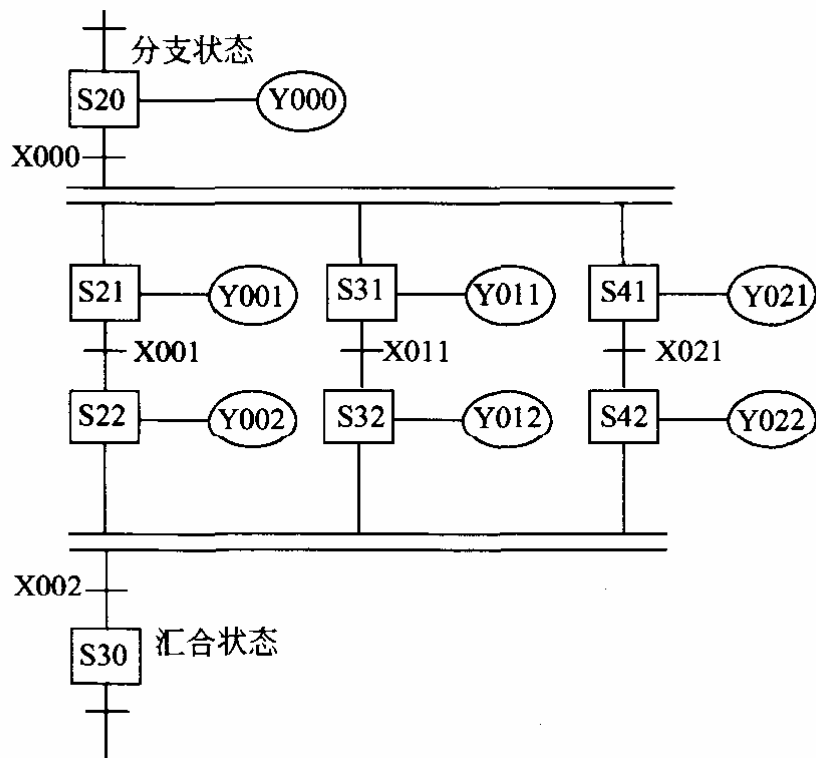


# 模块五 步进指令及状态编程法

## 三、多流程步进顺序控制

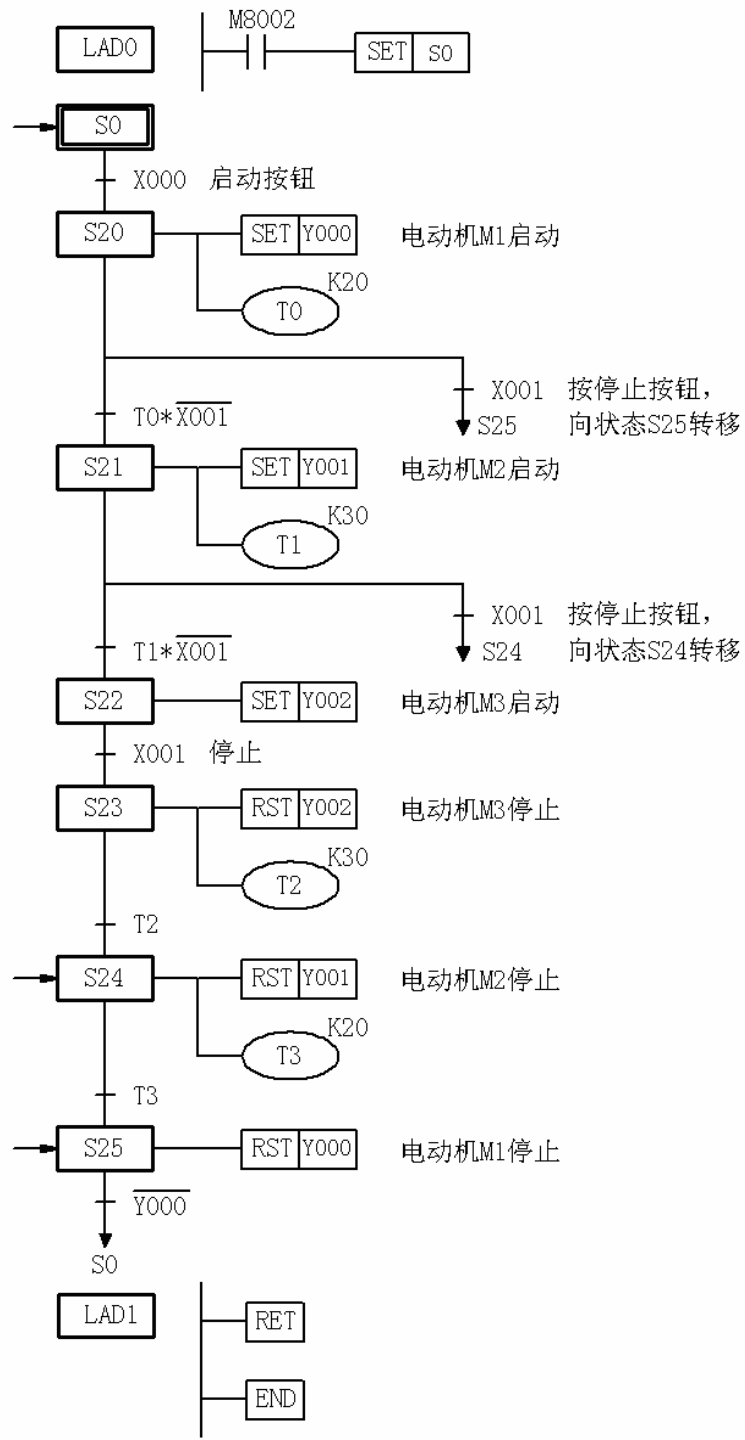
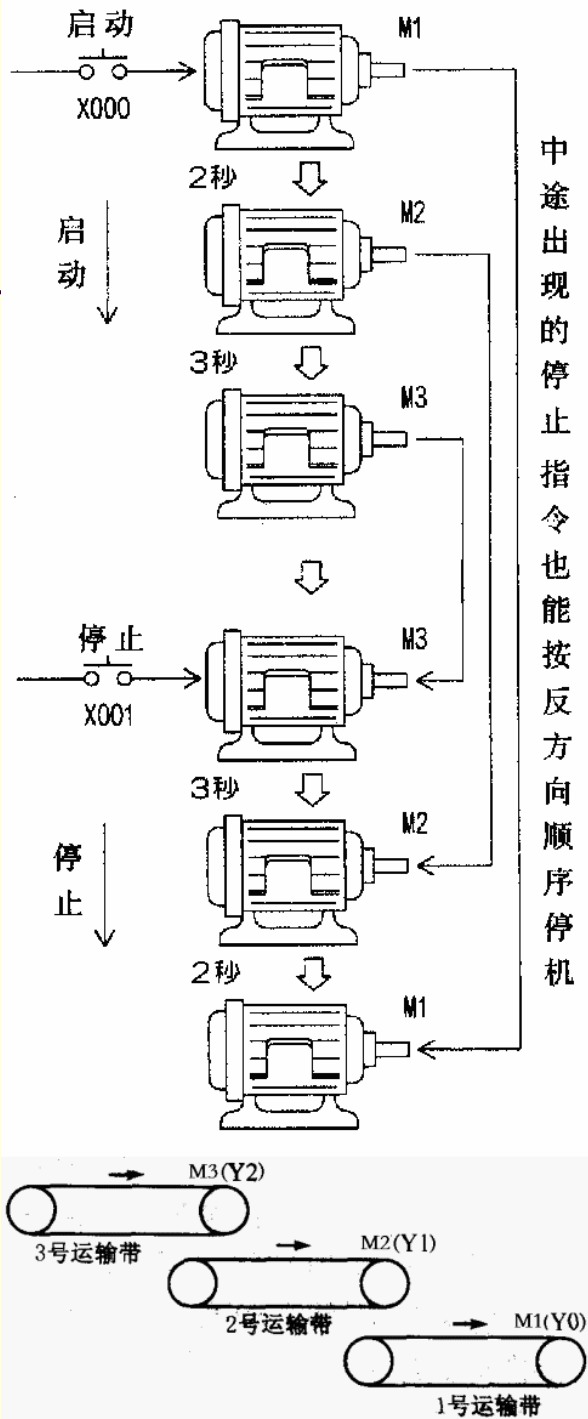
### 2. 并行分支与汇合的编程

- (1) 并行分支状态转移图及其特点
- (2) 并行分支状态转移图的编程
- (3) 并行分支SFC图对应的状态梯形图



# 三、多流程步进顺序控制

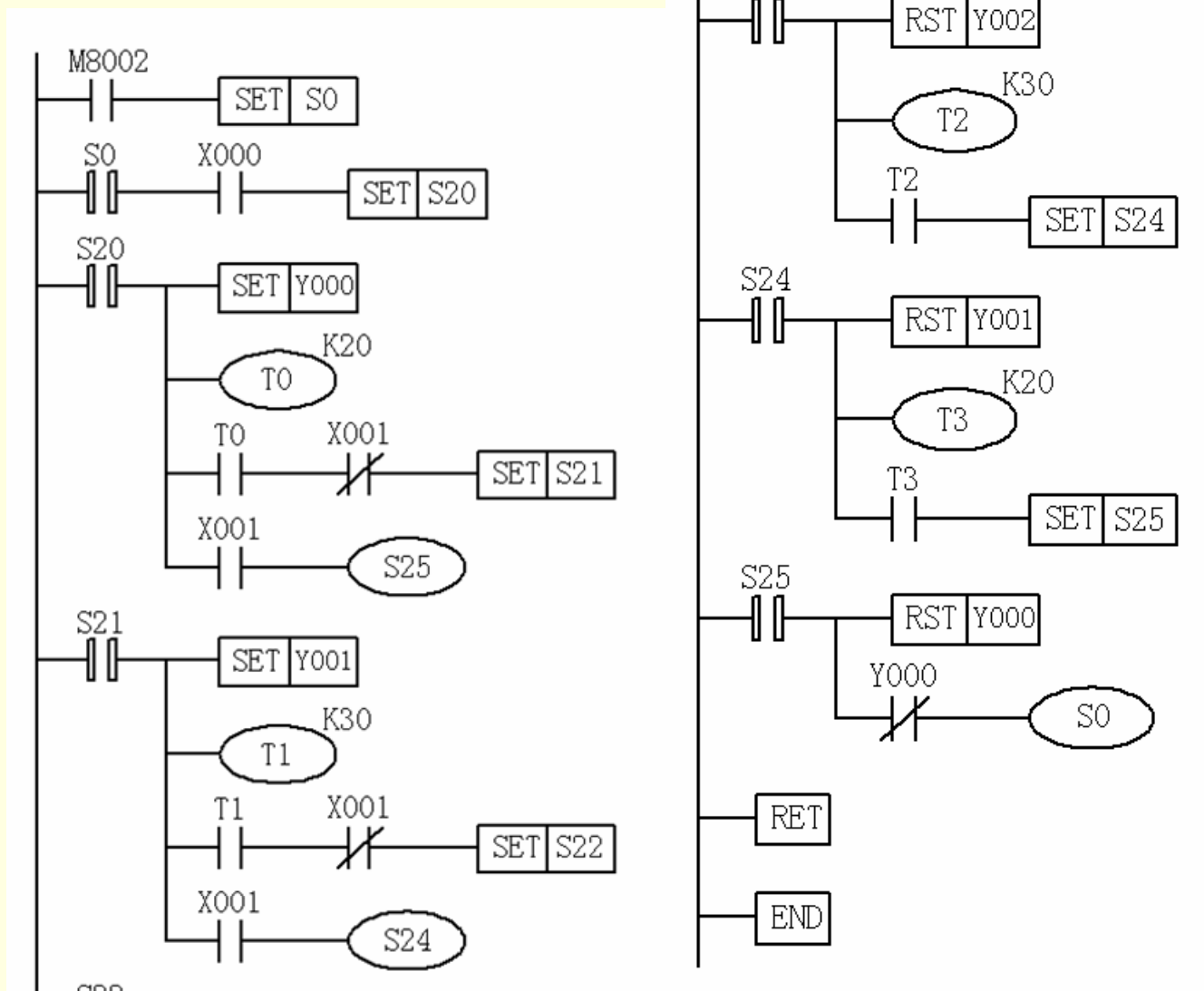
## 3. 带式运输机原理及SFC



# 模块五 步进指令及 状态编程法

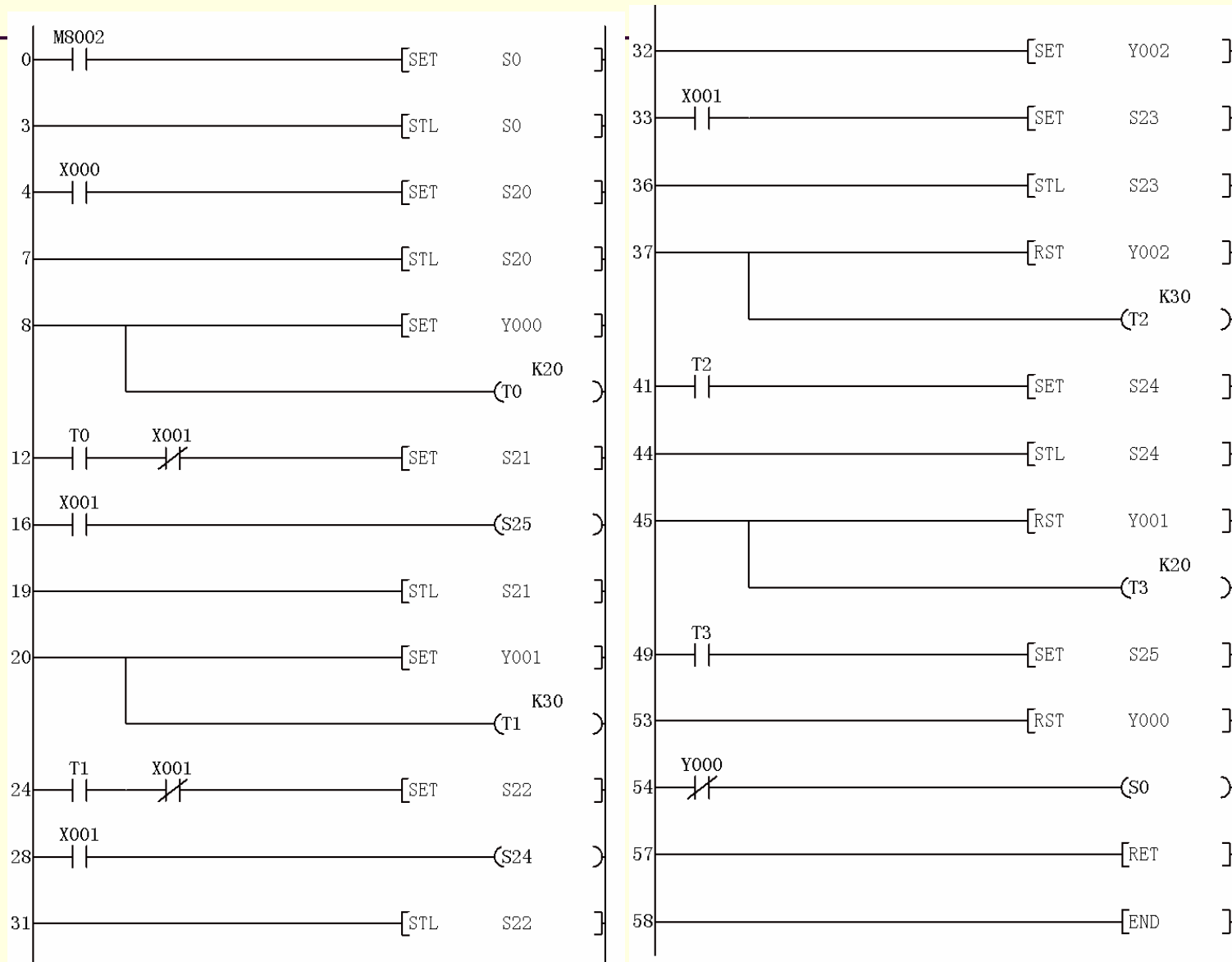
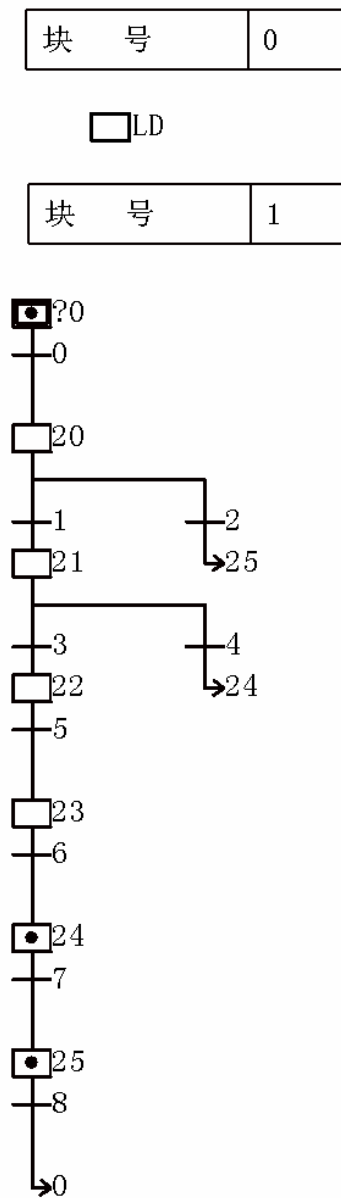
## 三、多流程步进顺序控制

### 3. 带式运输机梯形图程序



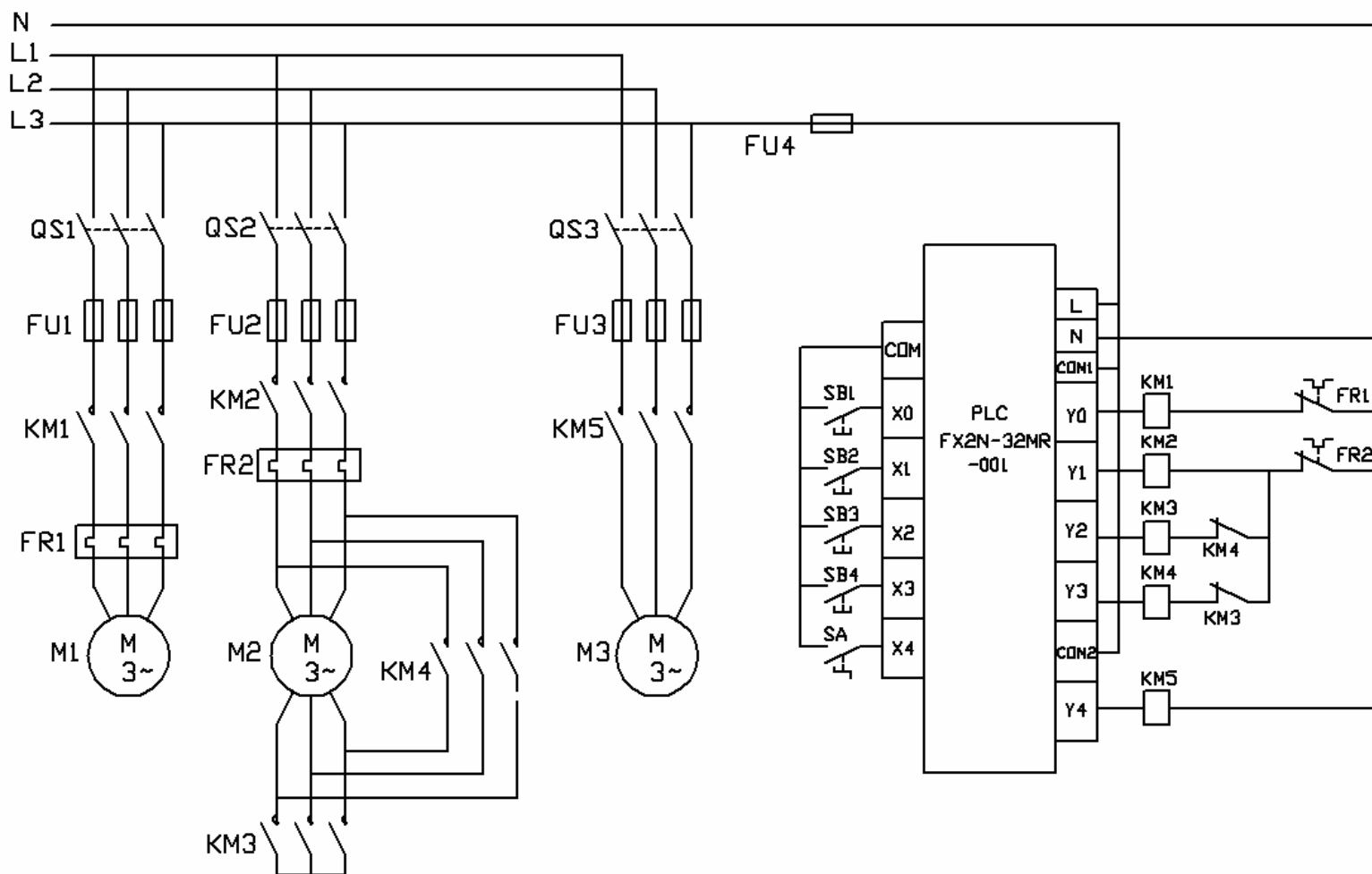
# 模块五 步进指令及状态编程法

## 四、利用GX Developer V8软件编制皮带运输机顺控程序



# 模块五 步进指令及状态编程法

## 三台电机三种运行模式的控制电路

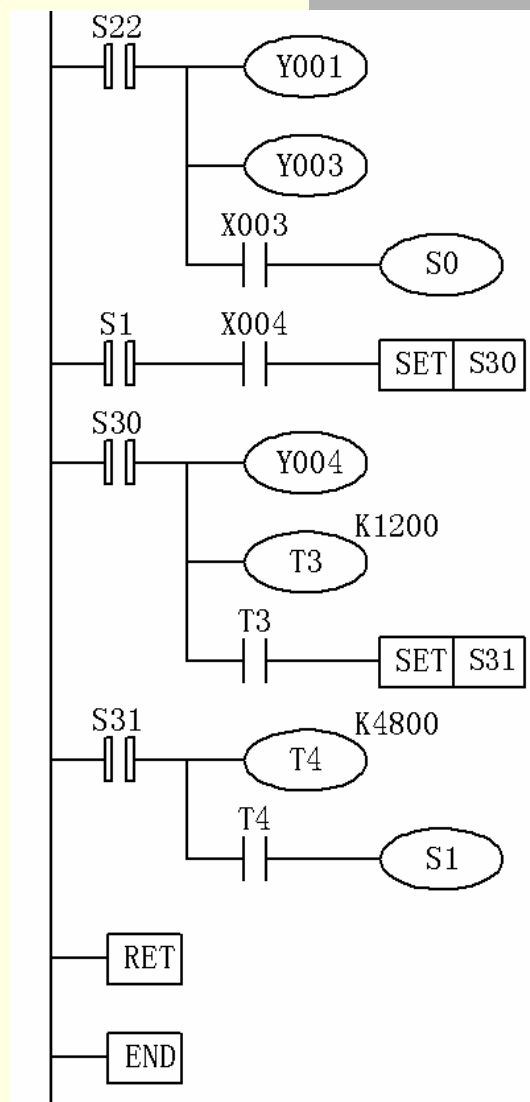
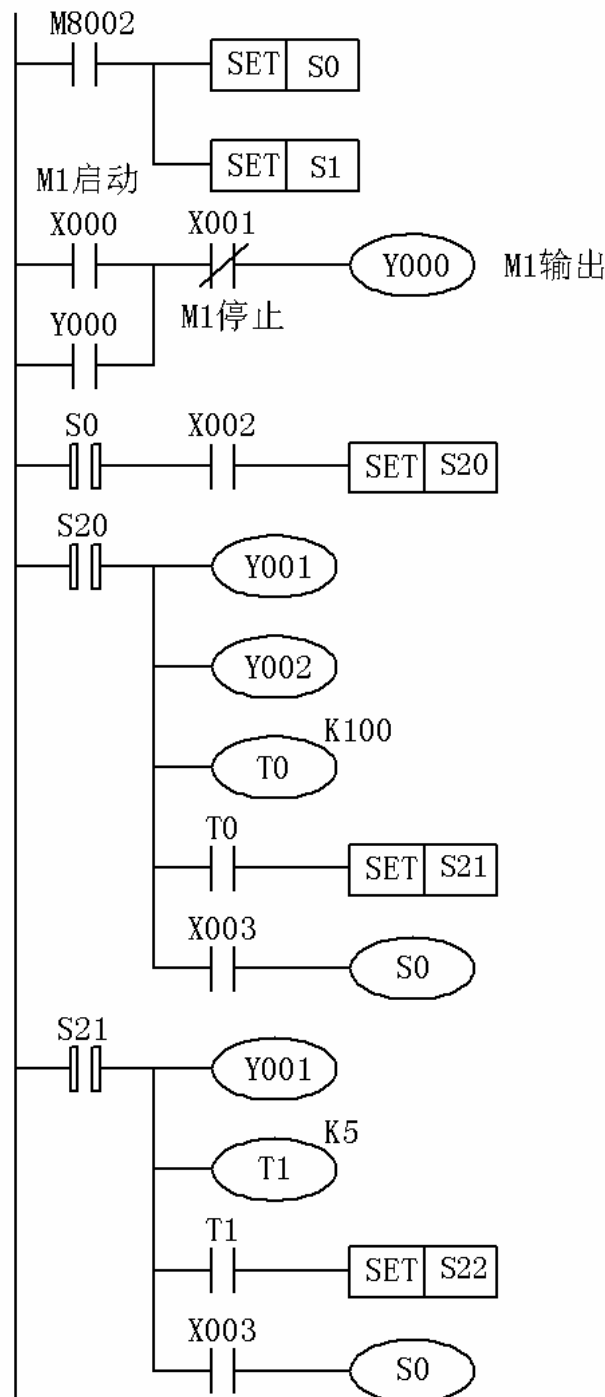




# 模块五 步进指令 及状态编程法

课  
堂  
演  
示

图5-35  
演示电  
路步进  
梯形图  
(STL  
)



# 模块五 步进指令及状态编程法

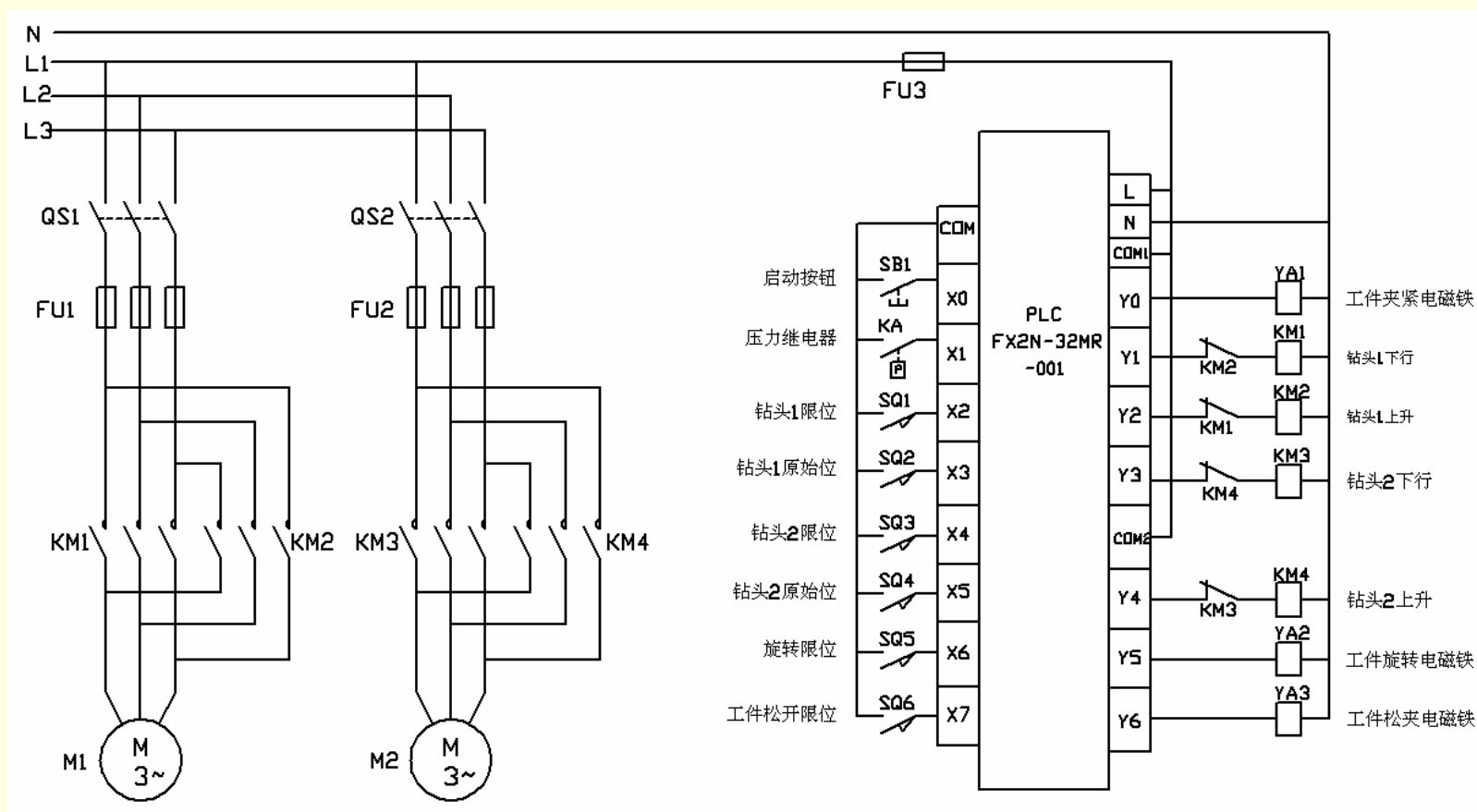
实训内容—专用钻床的PLC控制系统

## 实训目的

- (1) 掌握多流程步进顺序控制状态转移图的编制方法。
- (2) 学会运用专用软件GX Developer V8进行状态法编程。

# 模块五 步进指令及状态编程法

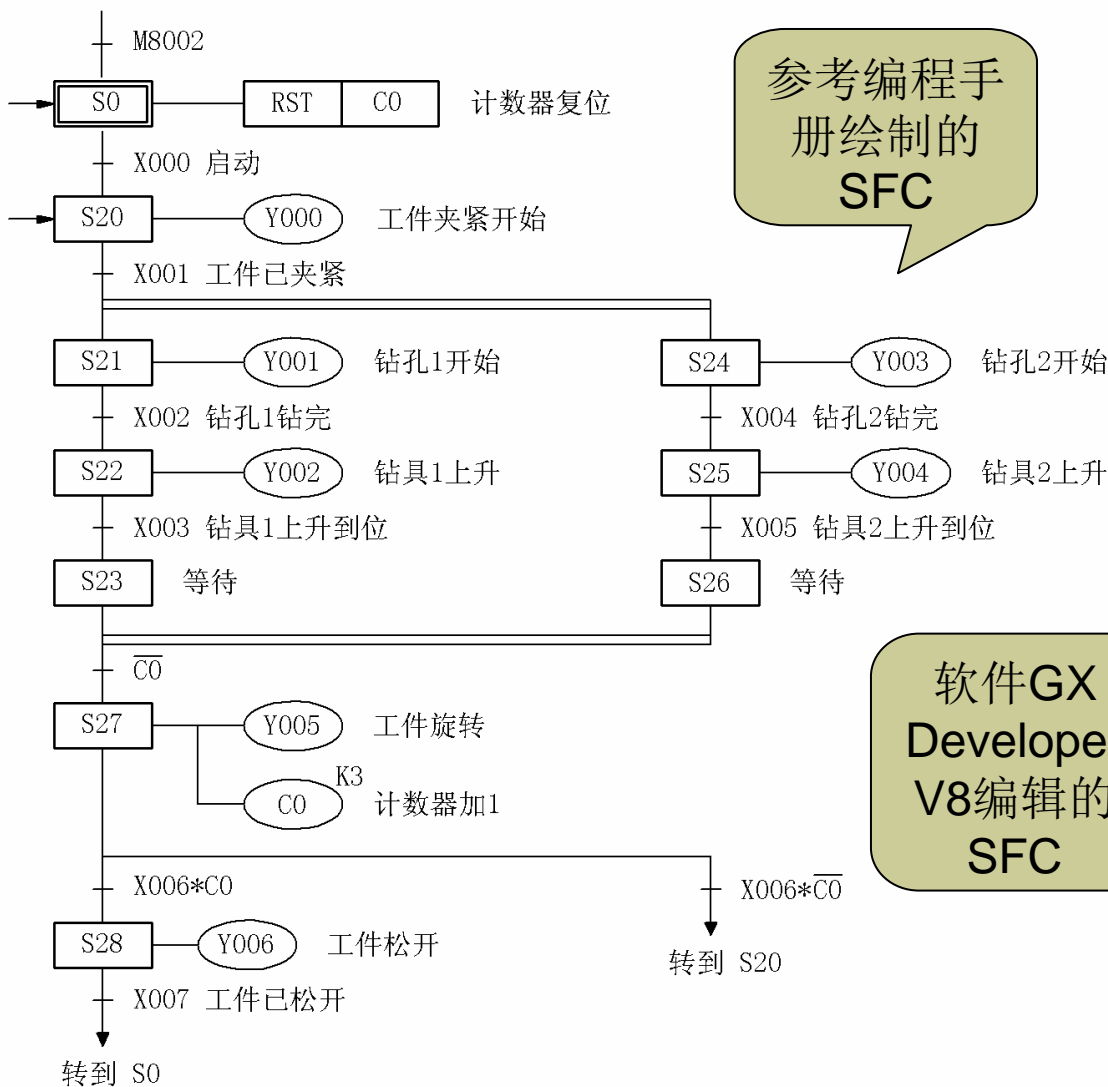
## 专用钻床输入输出继电器的I/O接线



# 模块五 步进指令及状态编程法

## 专用钻床参考状态转移图

技能训练

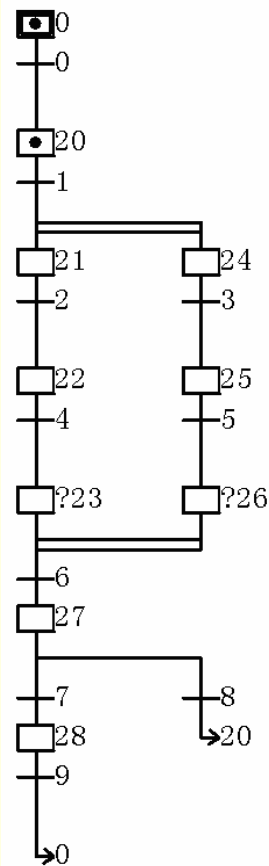


软件GX Developer V8编辑的 SFC

块号	0
----	---

LD

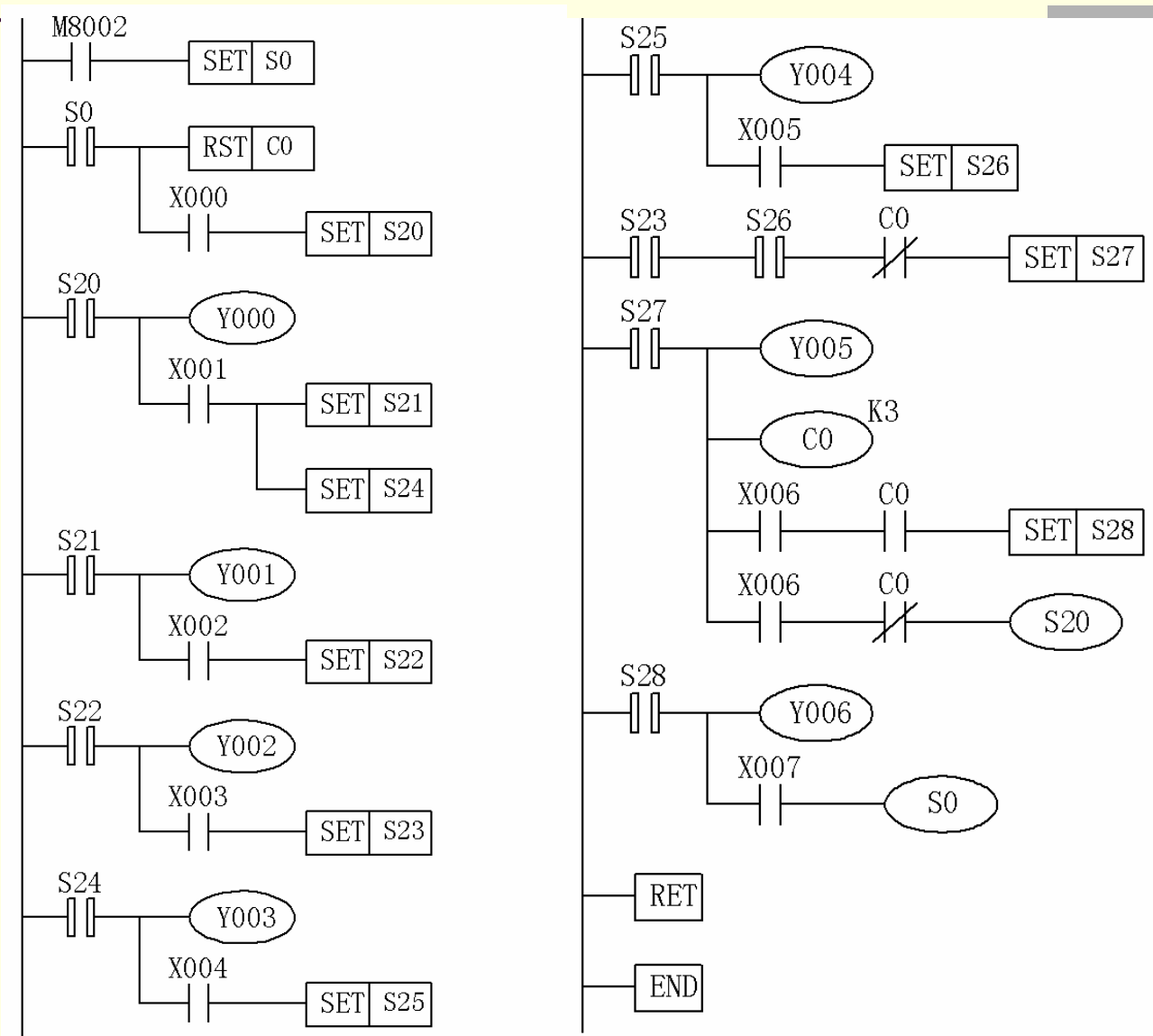
块号	1
----	---



# 模块五 步进指令及状态编程法

参考编程手册绘制的**专用钻床**梯形图程序

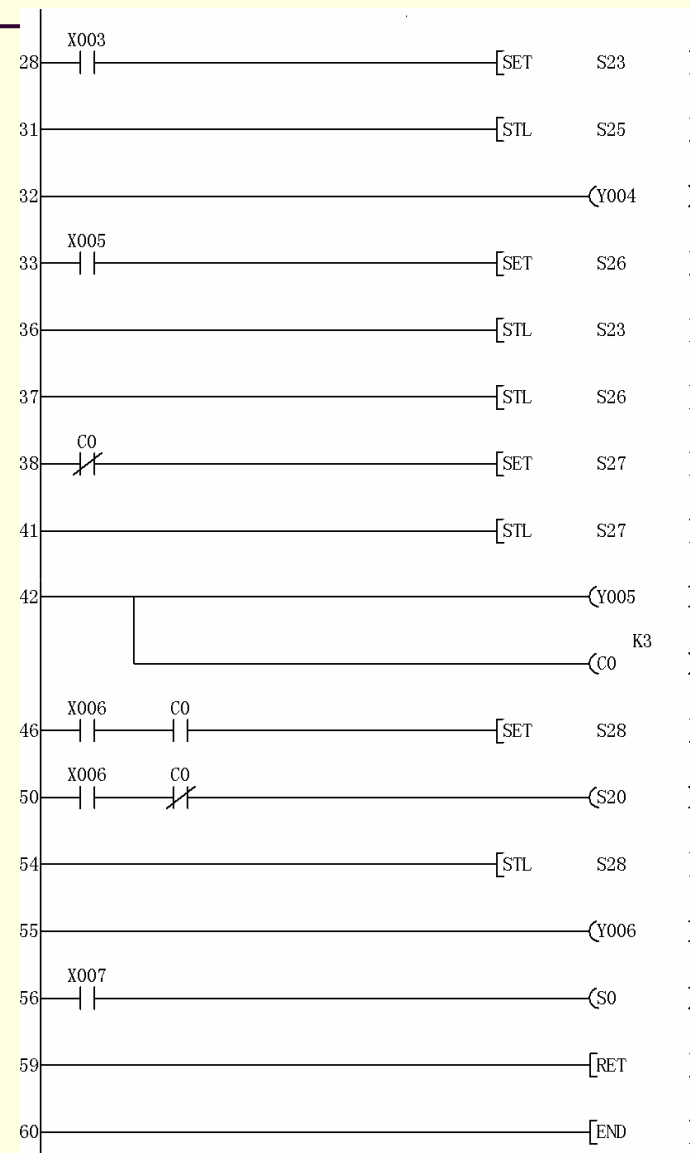
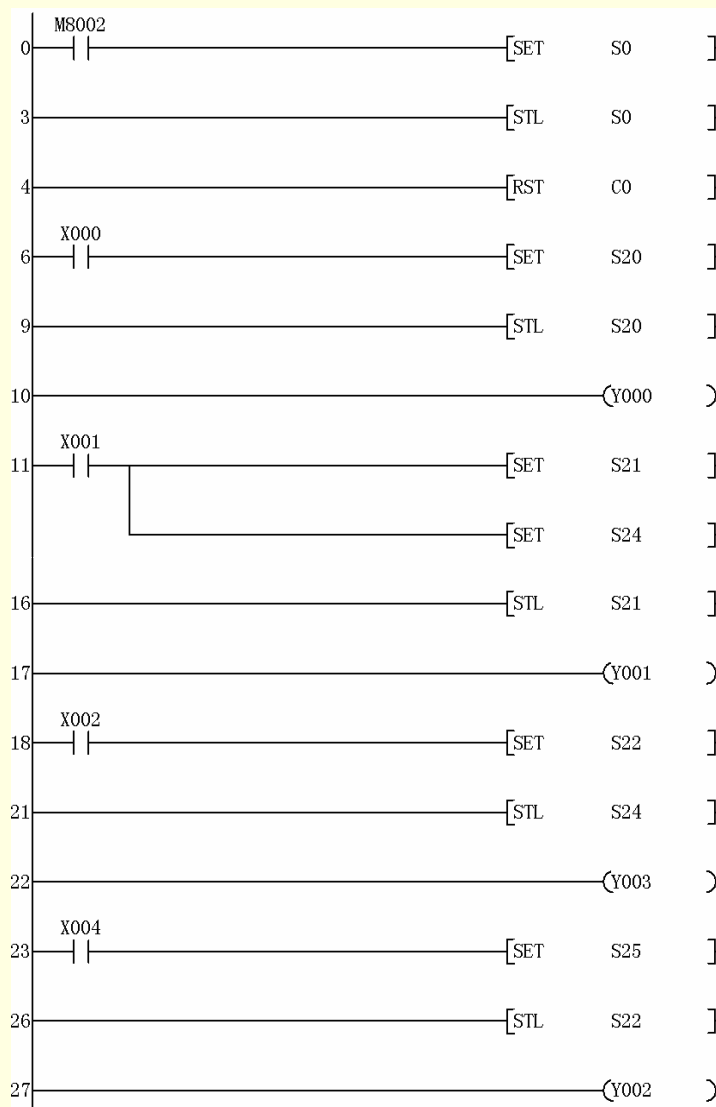
技能  
训练



# 模块五 步进指令及状态编程法

## 用 GX Developer V8 编辑的专用钻床梯形图程序

技能  
训练



# 模块五 步进指令及状态编程法

## 边学边议

1. 画出图5-41所示波形对应的顺序功能图。
2. 小车在初始状态时停在中间，限位开关X000为ON，按下起动按钮X003，小车按图5-42所示的顺序运动，最后返回并停在初始位置。画出控制系统的顺序功能图，并编写梯形图程序。

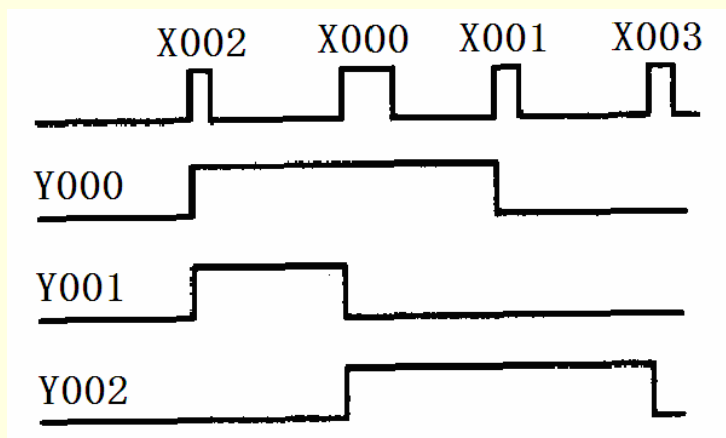


图5-41 题1的波形图

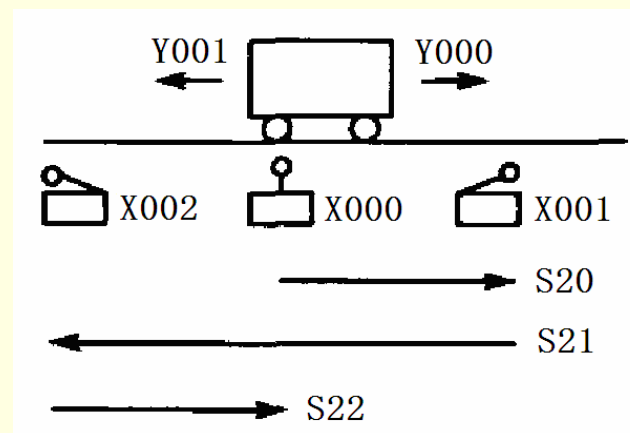


图5-42 题2的图

# 模块五 步进指令及状态编程法

3. 用STL指令编写出图5-43所示状态转移图的梯形图指令。

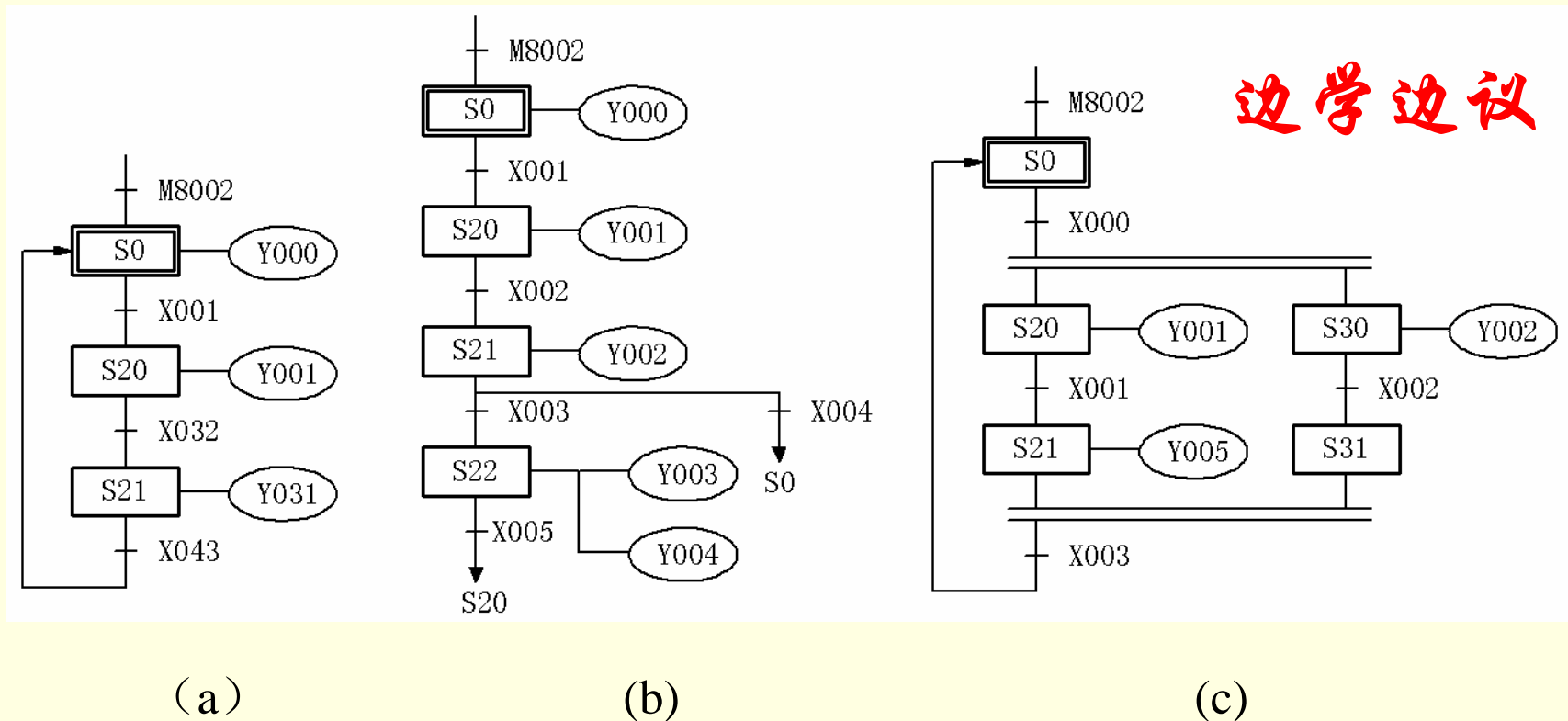


图5-43 题3的图

# 模块五 步进指令及状态编程法

## 边学边议

4. 图5-44中的两条书室运输带顺序相连，按下起动按钮，2号运输带开始运行，10s后1号运输带自动起动。停机的顺序与起动的顺序刚好相反，间隔时间为8s。画出状态转移图，编写出梯形图程序。

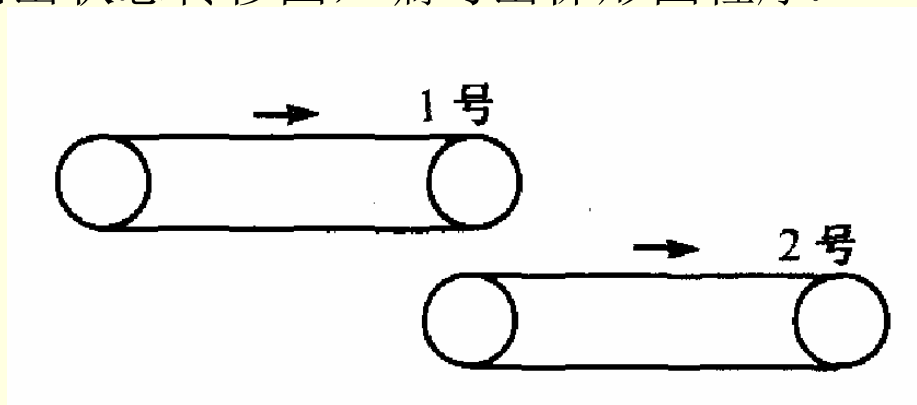


图5-44 题4的图

# 模块六 程序流程类指令及应用

## 知识目标

- (1) 了解三菱FX系列PLC的功能指令及其通用规则。
- (2) 掌握程序流程类指令的基本编程方法及一般应用。
- (3) 学习功能指令在编程软件GX Developer V8中的编程方法。

# 模块六 程序流程类指令及应用

## 能力目标

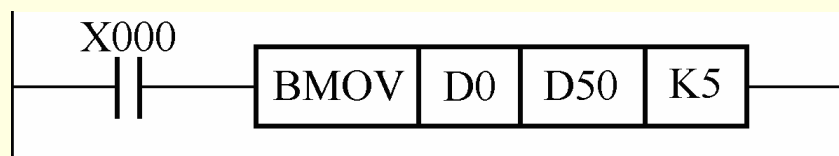
- (1) 能正确使用程序流指令。
- (2) 会使用功能指令编写程序。
- (3) 学会功能指令在编程软件GX Developer V8中的编程方法。

# 模块六 程序流程类指令及应用

## 一、功能指令的通用规则

### 1. 功能指令的表达方式

指令格式例



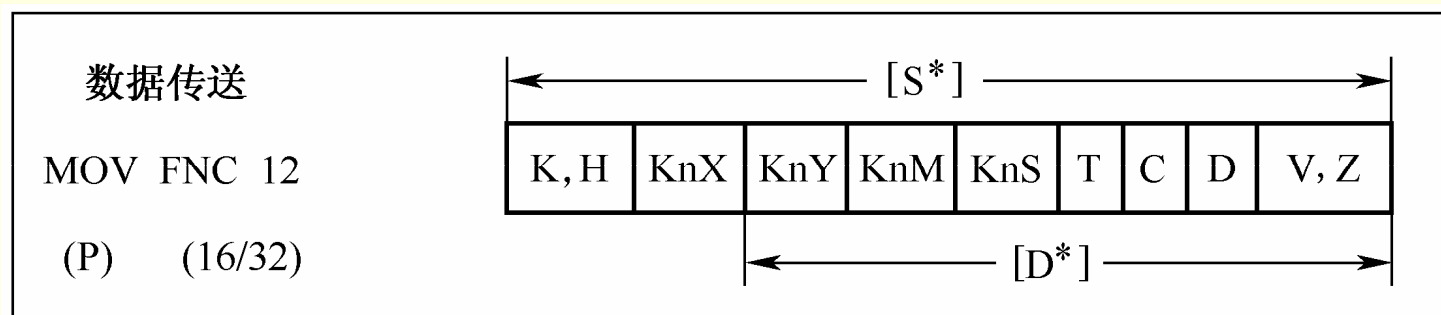
(a) 梯形图

LD X000

BMOV D0 D50 K5

(b) 指令表

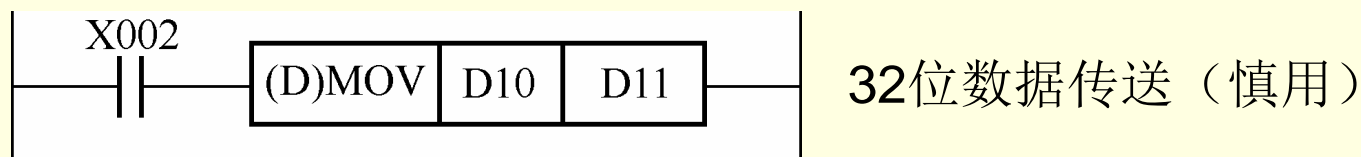
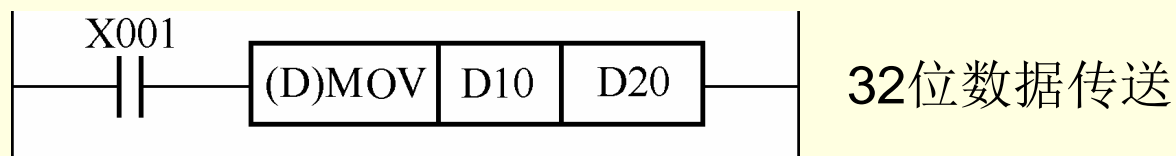
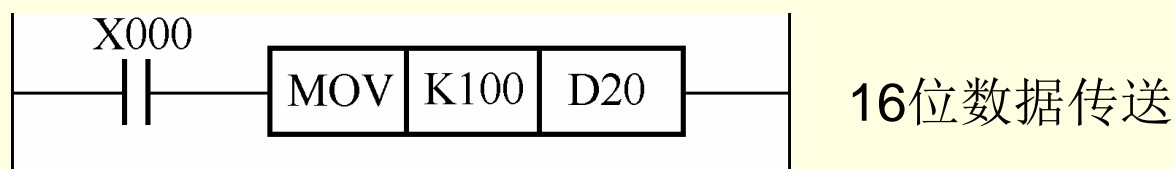
表达形式例



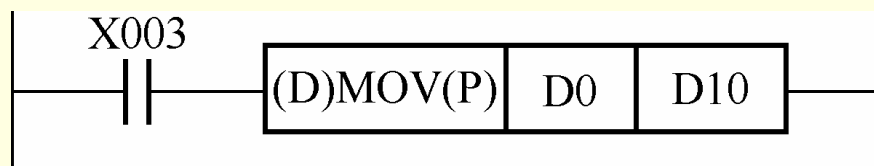
# 模块六 程序流程类指令及应用

## 一、功能指令的通用规则

### 2. 数据长度



### 3. 脉冲执行方式



# 模块六 程序流程类指令及应用

## 一、功能指令的通用规则

·  
位  
元  
件  
及  
字  
元  
件  
的  
组  
成

4位的字:	K1X0, K1X4, K1X10, K1X14, K1X20... K1Y0, K1Y4, K1Y10, K1Y14, K1Y20... K1M0, K1M4, K1M8, K1M12, K1M16...
8位的字:	K2X0, K2X10, K2X20, K2X30, K2X40... K2Y0, K2Y10, K2Y20, K2Y30, K2Y40... K2M0, K2M8, K2M16, K2M24, K2M32... K2S0, K2S8, K2S16, K2S24, K2S32...
12位的字:	K3X0, K3X14, K3X30, K3X44... K3Y0, K3Y14, K3Y30, K3Y44... K3M0, K3M12, K3M24, K3M36, K3M48... K3S0, K3S12, K3S24, K3S36, K3S48...
16位的字:	K4X0, K4X20, K4X40... K4Y0, K4Y20, K4Y40... K4M0, K4M16, K4M32, K4M48... K4S0, K4S16, K4S32, K4S48...
32位的字:	K8X0, K8X40... K8Y0, K8Y40... K8M0, K8M32, K8M64...

# 模块六 程序流程类指令及应用

## 一、功能指令的通用规则

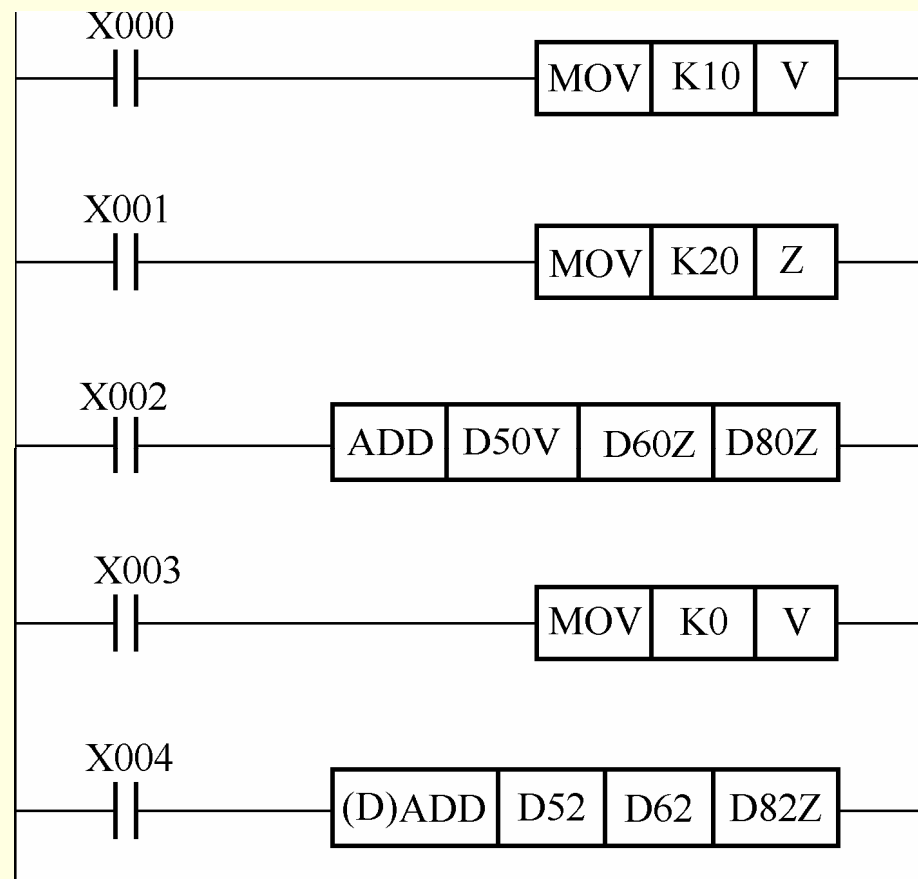
### 5. 变址寄存器V、Z的使用方法

如第三行指令

D50V: D (50+10) : D60

D60Z: D (60+20) : D80

D80Z: D (80+20) : D100



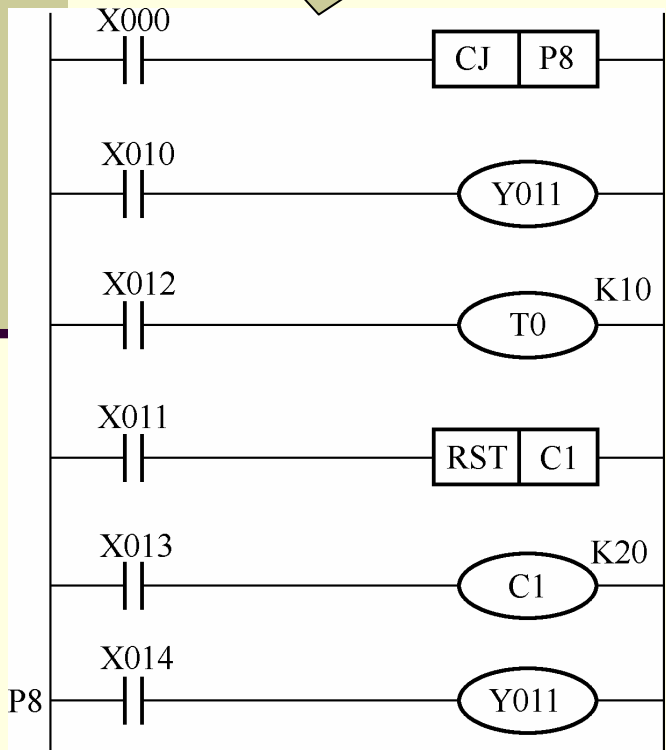
# 模块六 程序流程类指令及应用

## 二、程序流向控制类指令 (FNC00~FNC09)

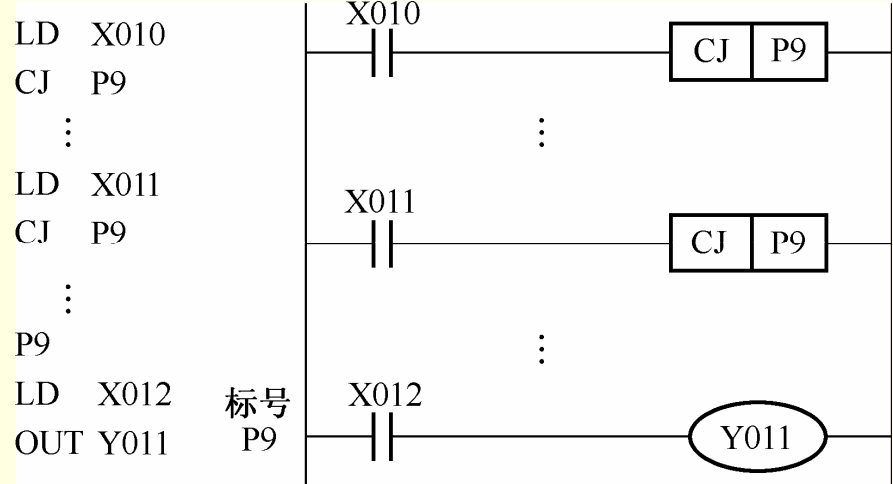
### 1. 条件跳转指令

CJ指令的使用

条件跳转  
 CJ FNC00  
 (P)  
 跳转到的位置为标号 P0~P127  
 允许使用 V、Z 变址寄存器



双重跳转指令



# 模块六 程序流程类指令及应用

## 二、程序流向控制类指令 (FNC00~FNC09)

子程序调用                      调用标号为 P0~P62

CALL FNC 01                    允许使用 V、Z 变址寄存器

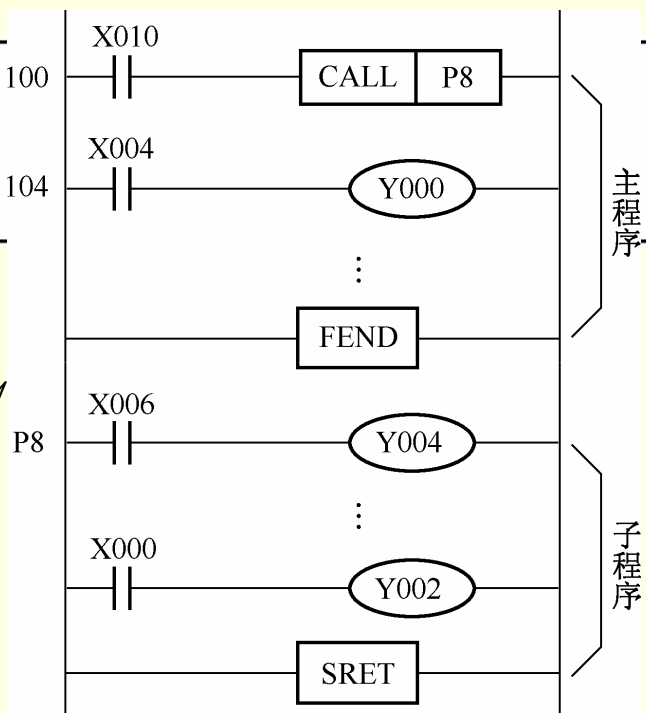
(P)

子程序返回

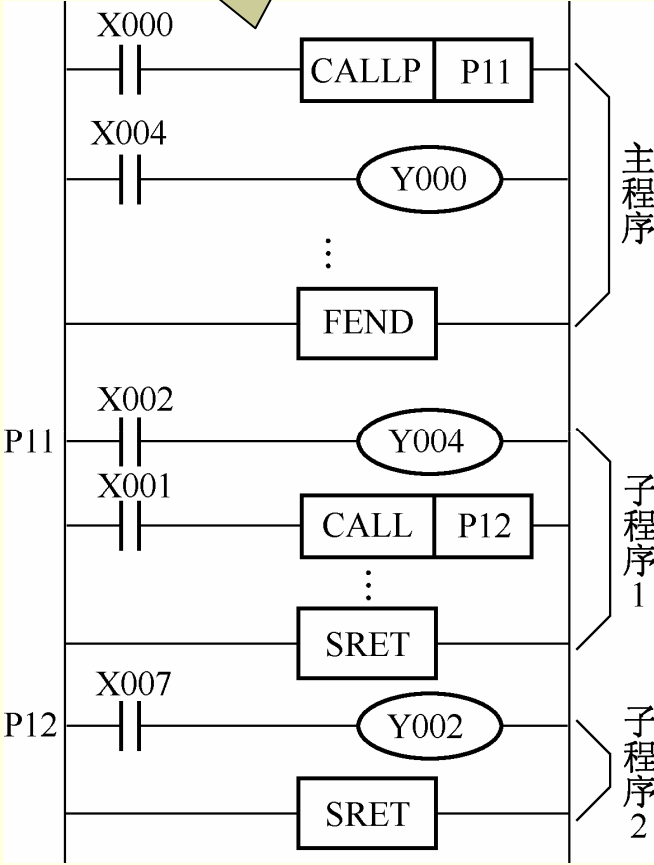
SRET FNC 02

### 2. 子程序调用及返回指令

子程序调用指令的应用



子程序的嵌套使用

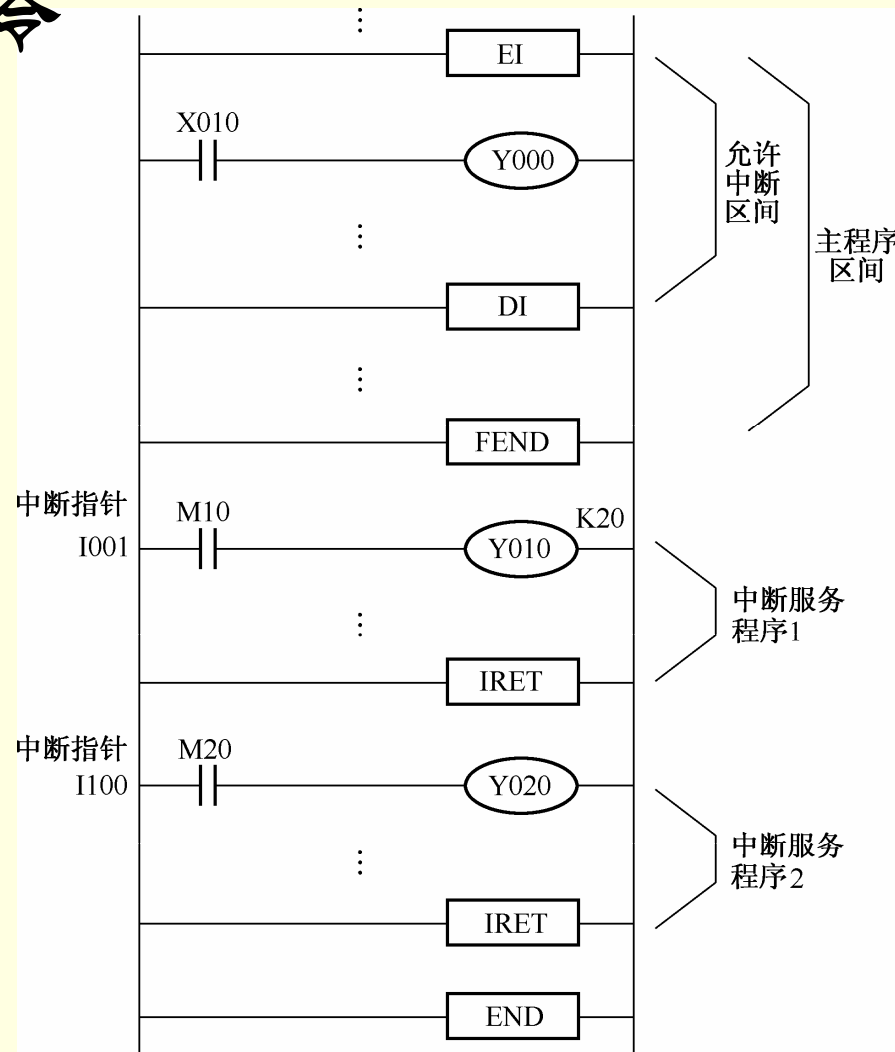


# 模块六 程序流程类指令及应用

## 二、程序流向控制类指令 (FNC00~FNC09)

### 3. 中断指令

中断返回	允许中断	禁止中断
IRET FNC 03	EI FNC 04	DI FNC 05



# 模块六 程序流程类指令及应用

## 二、程序流向控制类指令（FNC00~FNC09）

### 4. 主程序结束指令

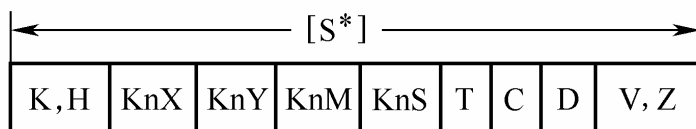
主程序结束

FEND FNC 06

### 5. 循环指令

循环体起点

FOR FNC 08



循环体终点

NEXT FNC 09

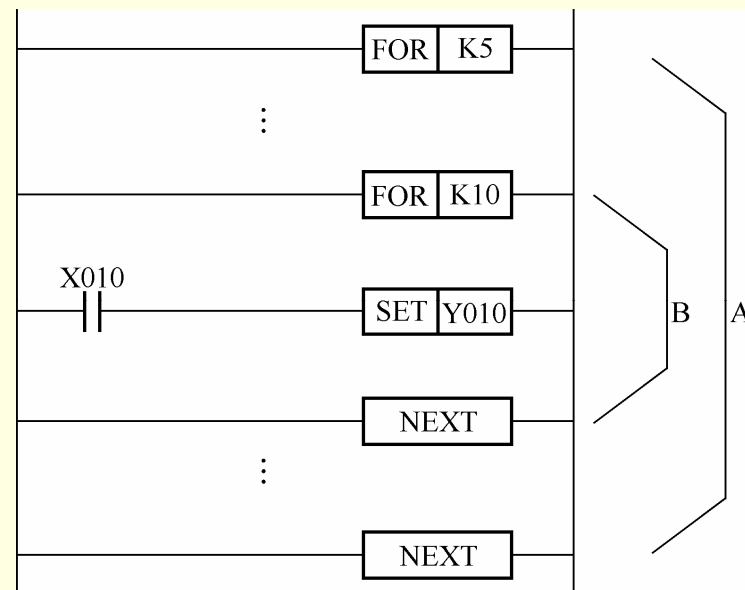


图6-8 循环程序的使用

# 模块六 程序流程类指令及应用

## 二、程序流向控制类指令（*FNC00*~*FNC09*）

### 6. 警戒时钟指令

警戒时钟刷新

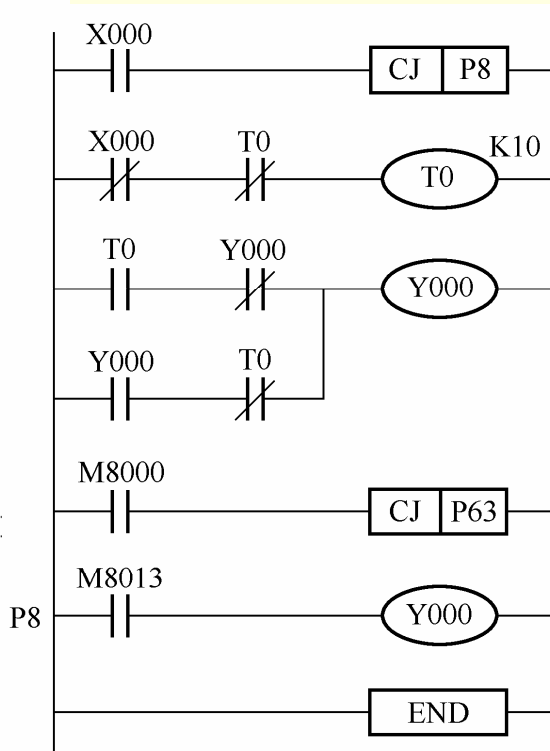
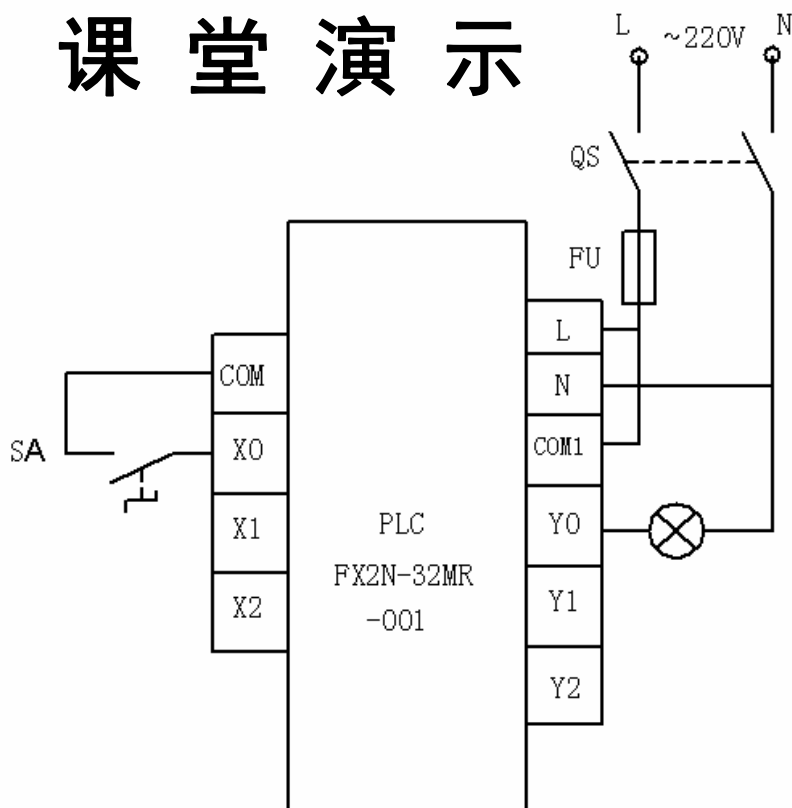
WDT FNC 07

(P)

# 模块六 程序流程类指令及应用

## 彩灯的两种闪烁模式控制电路

### 课堂演示



: 合上SA,以1s为  
周期闪烁  
: 断开SA,以2s为  
周期闪烁

```
LD X000
CJ P8
LDI X000
ANI T0
OUT T0
      K10
LD T0
ANI Y000
LD Y000
ANI T0
ORB
OUT Y000
LD M8000
CJ P63
P8
LD M8013
OUT Y000
END
```

(a) 梯形图程序

(b) 指令表程序

# 模块六 程序流程类指令及应用

实训内容—多工作方式的小车行程控制

## 实训目的

- (1) 掌握FX系列PLC子程序调用指令的一般使用方法。
- (2) 掌握各种用途开关类电器在PLC输入控制中的使用方法。

# 模块六 程序流程类指令及应用

技能训练



图6-11 小车行程控制系统示意图

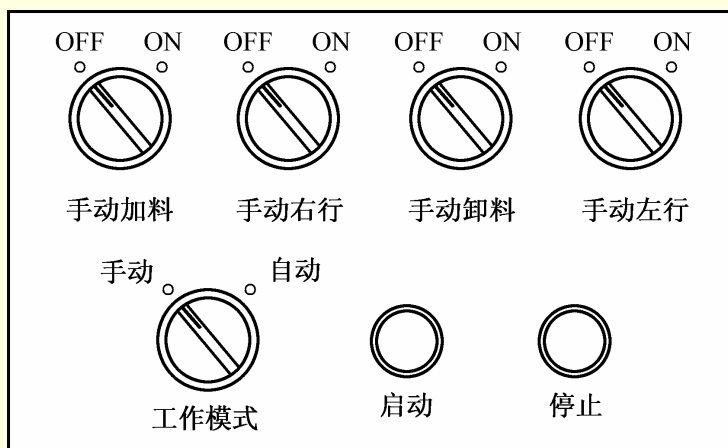
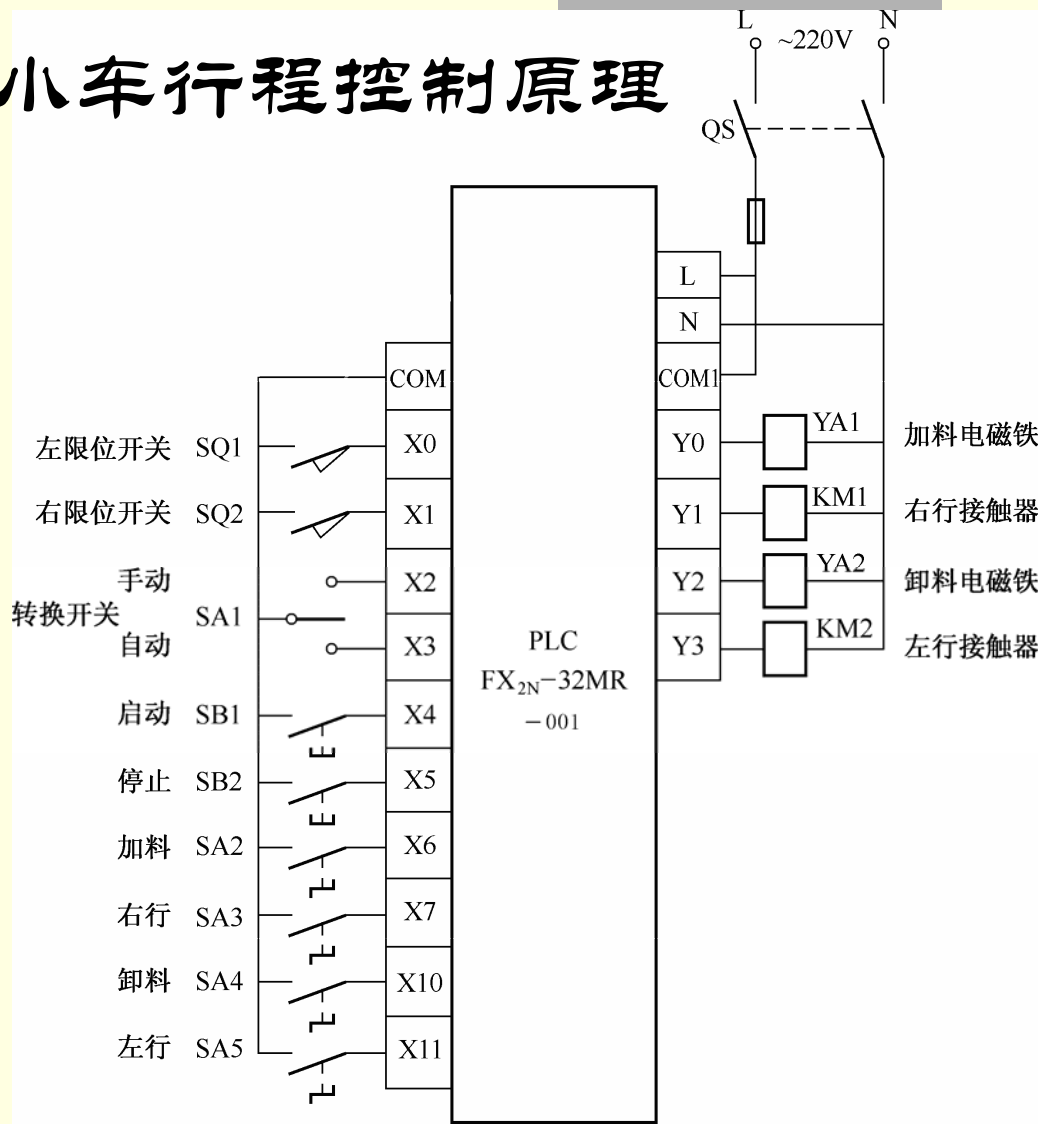


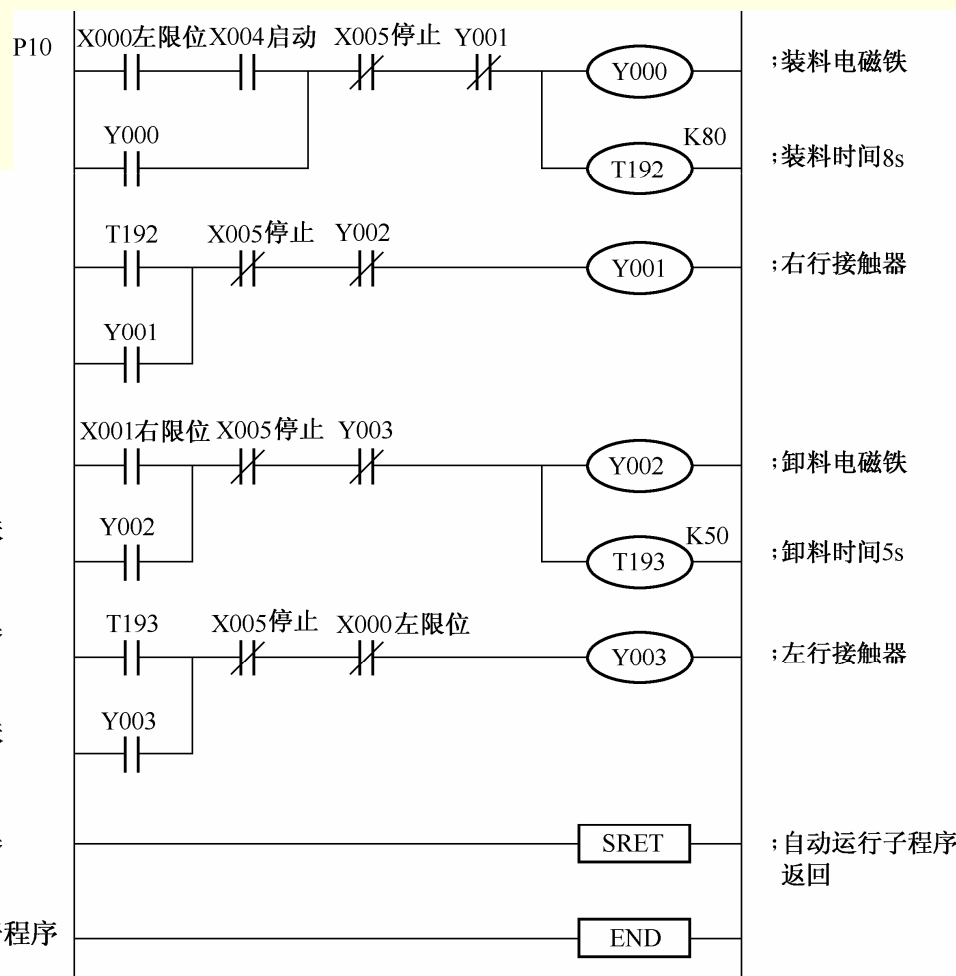
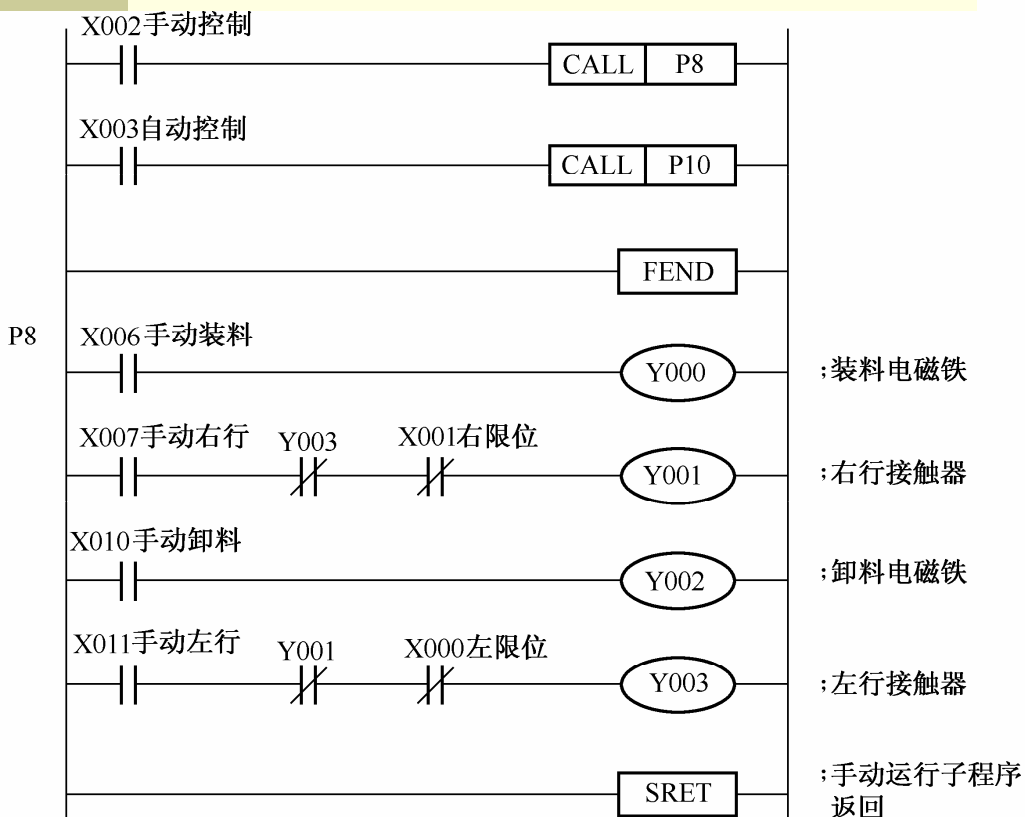
图6-12 控制面板示意图



# 模块六 程序流程类指令及应用

## 多工作方式的小车行程控制程序

### 技能训练



# 模块六 程序流程类指令及应用

## 边学边议

(1) 思考下列问题，将正确的答案填入空白处。

- ① 执行CJ指令的条件\_\_\_\_\_时，将不执行该指令和\_\_\_\_\_之间的指令。
- ② 操作数K2X010表示\_\_\_\_\_组位元件，即由\_\_\_\_\_到\_\_\_\_\_组成的\_\_\_\_\_位数据。

(2) 设计一个报警电路。输入点X000为报警输入，当X000为“ON”时，报警灯Y000闪亮，闪烁频率为“ON”0.5s、“OFF”0.5s。报警蜂鸣器Y001有音响输出，报警响应X001为“ON”时，报警灯由闪烁变为常亮且停止音响；按下报警解除按钮X002，报警灯熄灭。为测试报警灯和报警蜂鸣器的好坏，可用测试按钮X003随时测试。试画出控制程序梯形图、写出语句表，并加注释。（提示：可分别将报警和报警响应两种状态用两段子程序编程。）

# 模块七 传送比较、逻辑运算类指令及应用

---

## 知识目标

- （1）学习FX系列PLC传送比较、逻辑运算类指令。
- （2）掌握传送比较、逻辑运算类指令的编程方法和应用技巧。

# 模块七 传送比较、逻辑运算类指令及应用

---

## 能力目标

- （1）正确使用**FX**系列**PLC**传送比较、逻辑运算类指令。
- （2）学会传送比较、逻辑运算类指令的编程方法和应用技巧。

# 模块七 传送比较、逻辑运算类指令及应用

## 一、传送与比较指令

### 1. 比较指令

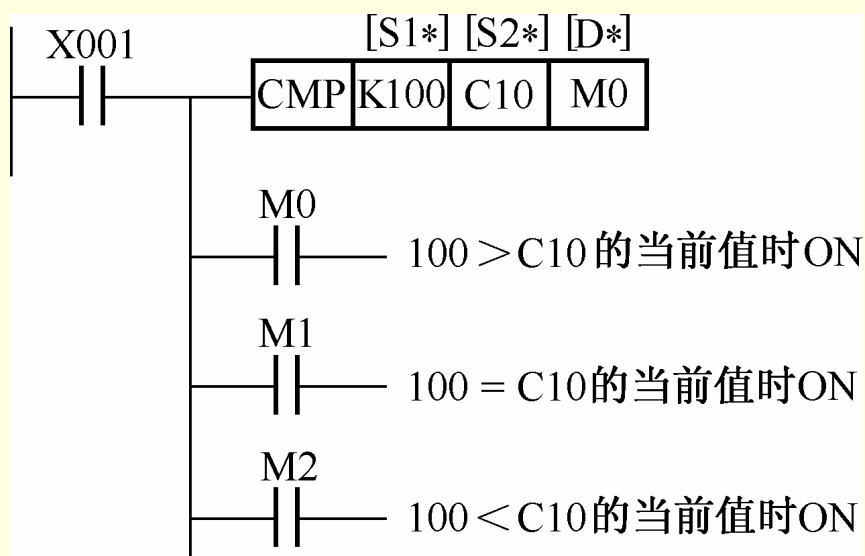
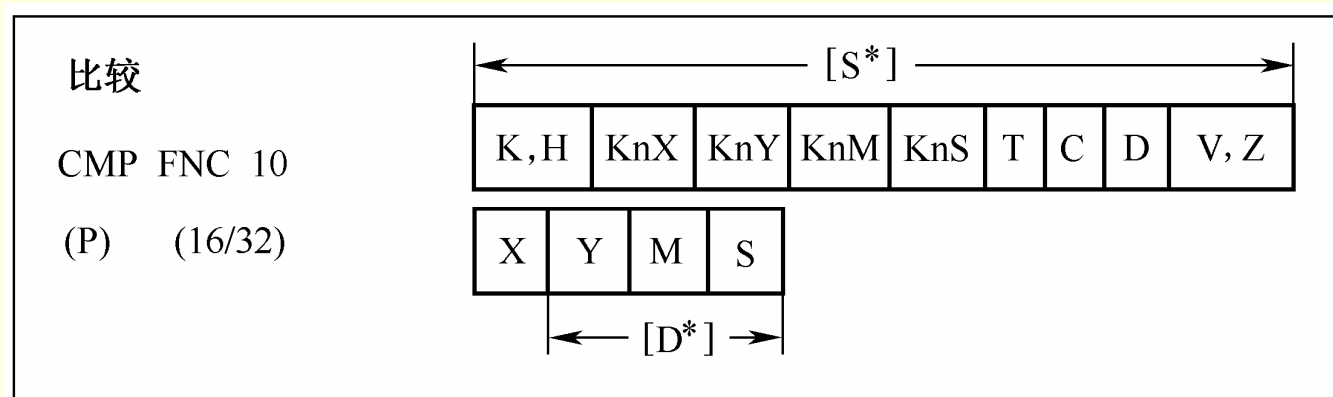


图7-1 比较指令的应用

# 模块七 传送比较、逻辑运算类指令及应用

## 一、传送与比较指令

### 2. 区间比较指令

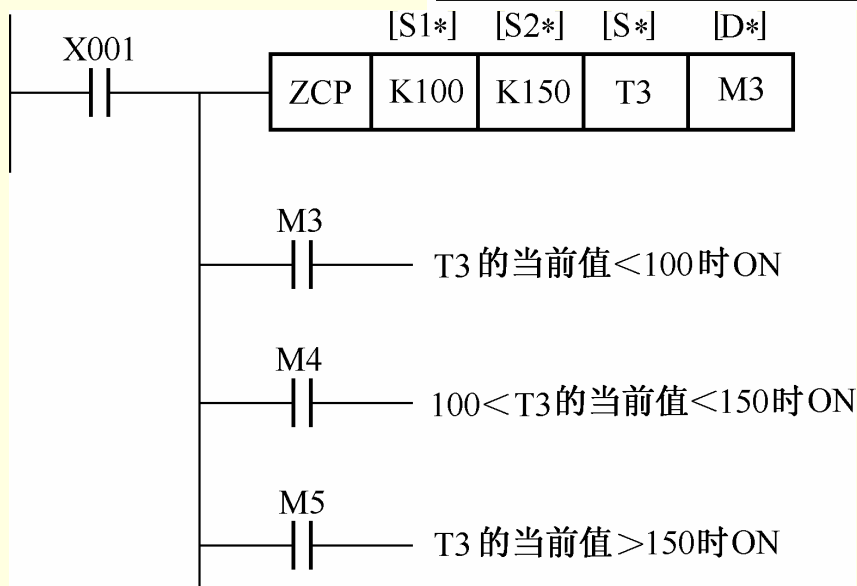
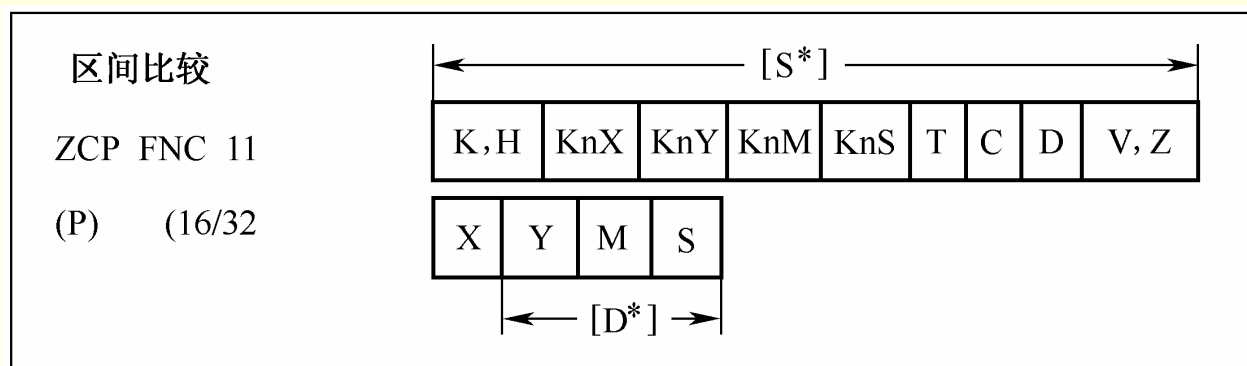
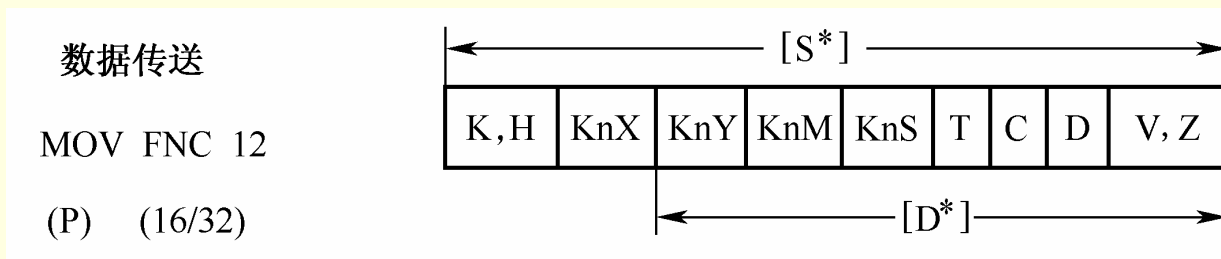


图7-2 区间比较指令的应用

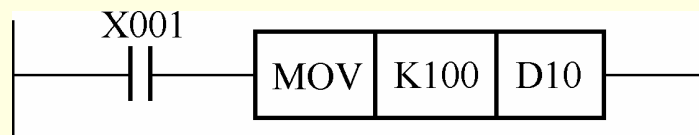
# 模块七 传送比较、逻辑运算类指令及应用

## 一、传送与比较指令

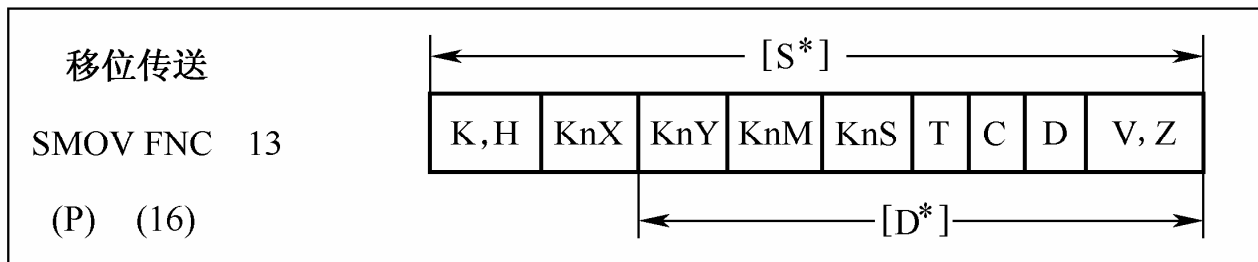
### 3. 数据传送指令



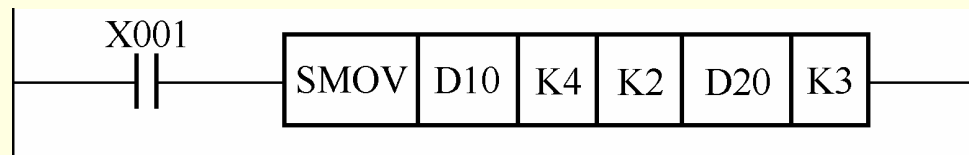
例



### 4. 移位传送指令



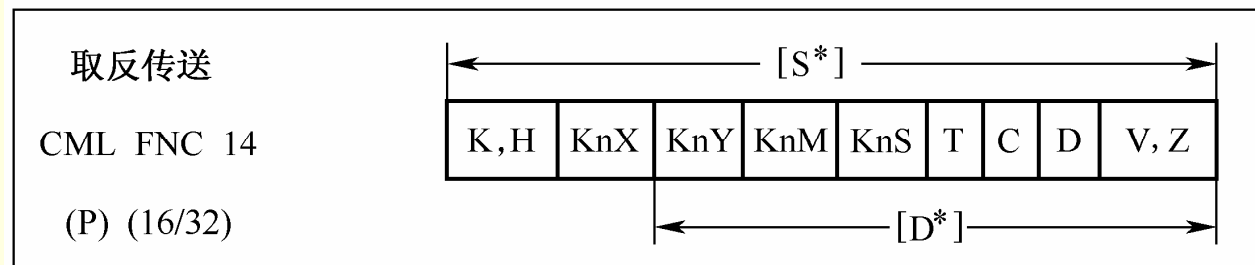
例



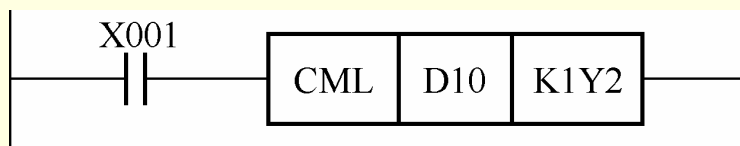
# 模块七 传送比较、逻辑运算类指令及应用

## 一、传送与比较指令

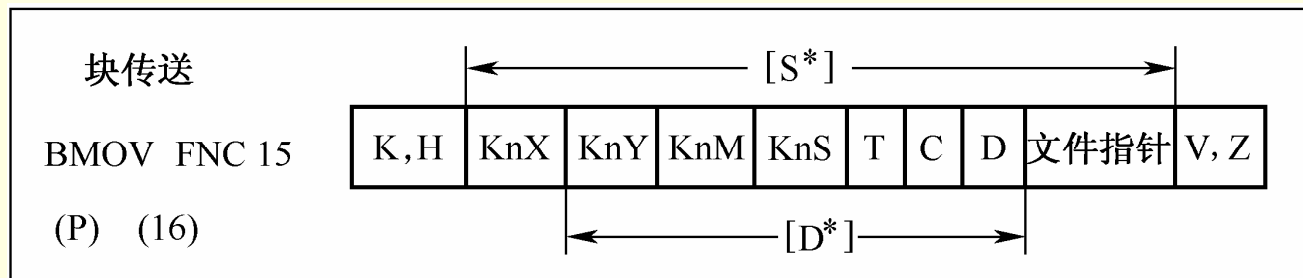
### 5. 取反传送指令



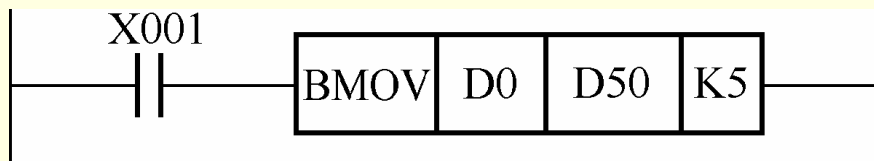
例



### 6. 块传送指令



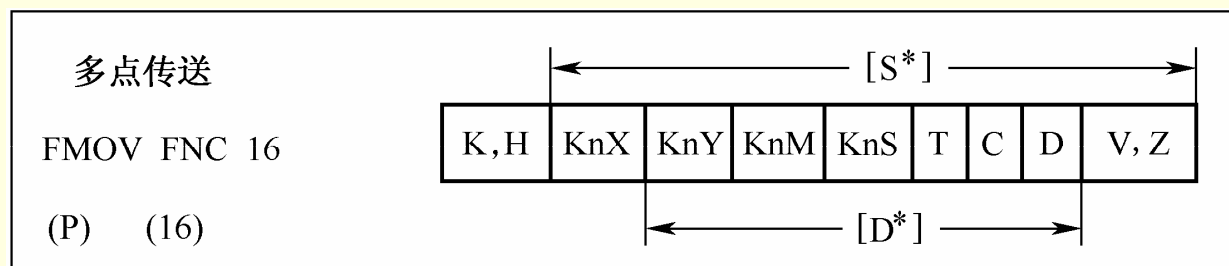
例



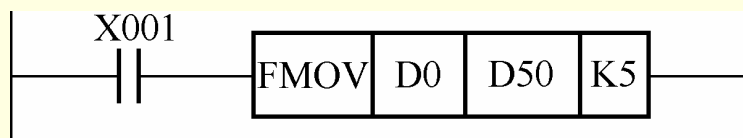
# 模块七 传送比较、逻辑运算类指令及应用

## 一、传送与比较指令

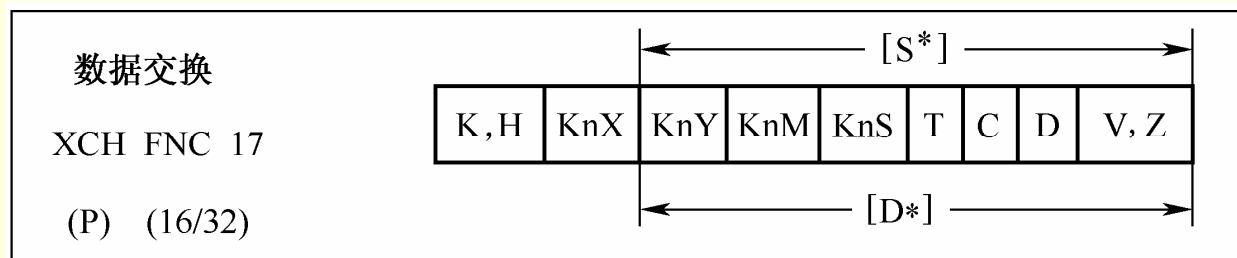
### 7. 多点传送指令



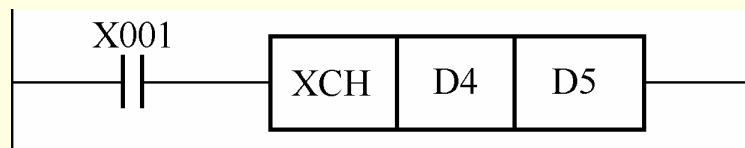
例



### 8. 数据交换指令



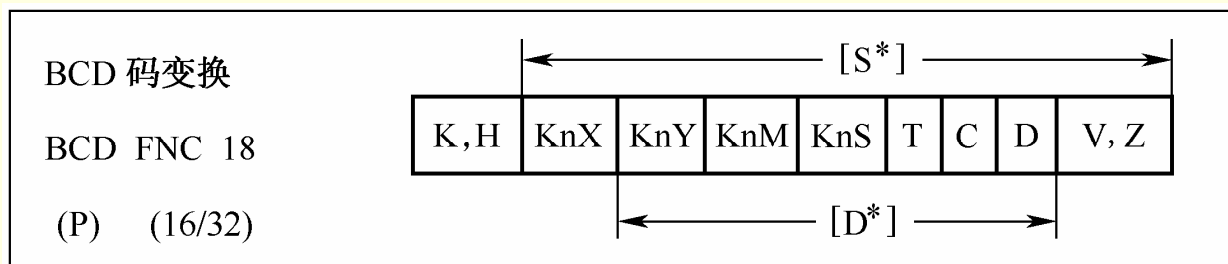
例



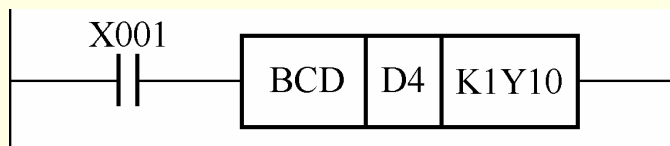
# 模块七 传送比较、逻辑运算类指令及应用

## 一、传送与比较指令

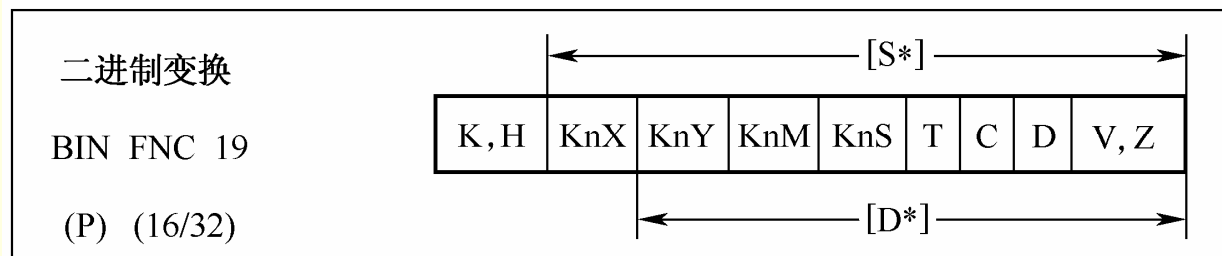
### 9. BCD码变换指令



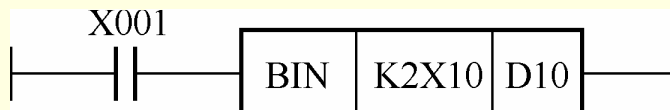
例



### 10. 二进制BIN变换指令



例



# 模块七 传送比较、逻辑运算类指令及应用

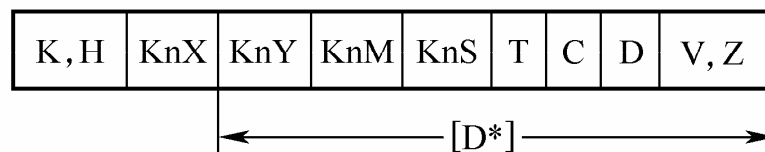
## 二、加1指令与减1指令

### 1. 加1指令

加1

INC FNC 24

(P) (16/32)

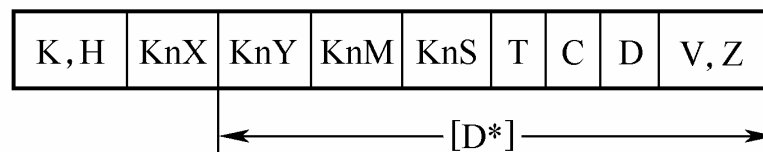


### 2. 减1指令

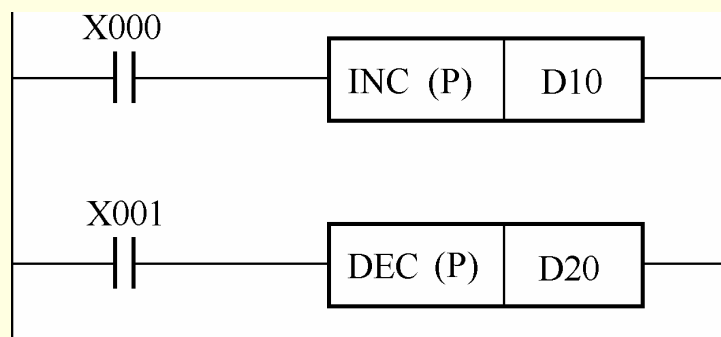
减1

DEC FNC 25

(P) (16/32)



例

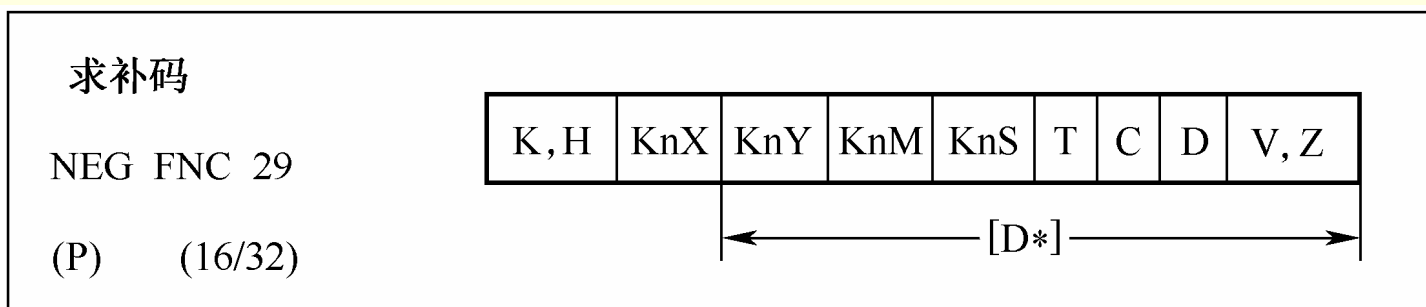
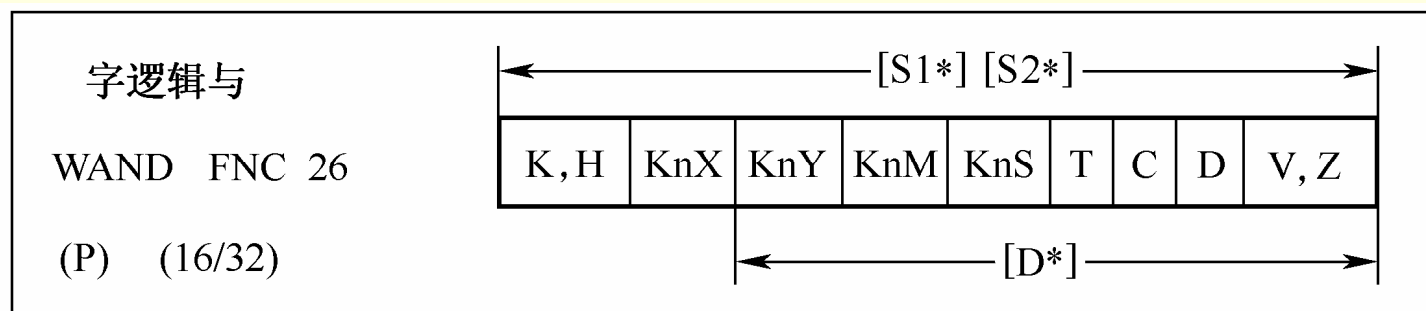


# 模块七 传送比较、逻辑运算类指令及应用

## 三、字逻辑运算指令

字逻辑运算指令包括字逻辑与WAND（FNC 26）、字逻辑或WOR（FNC 27）、字逻辑异或WXOR（FNC 28）和求补NEG（FNC 29）指令。

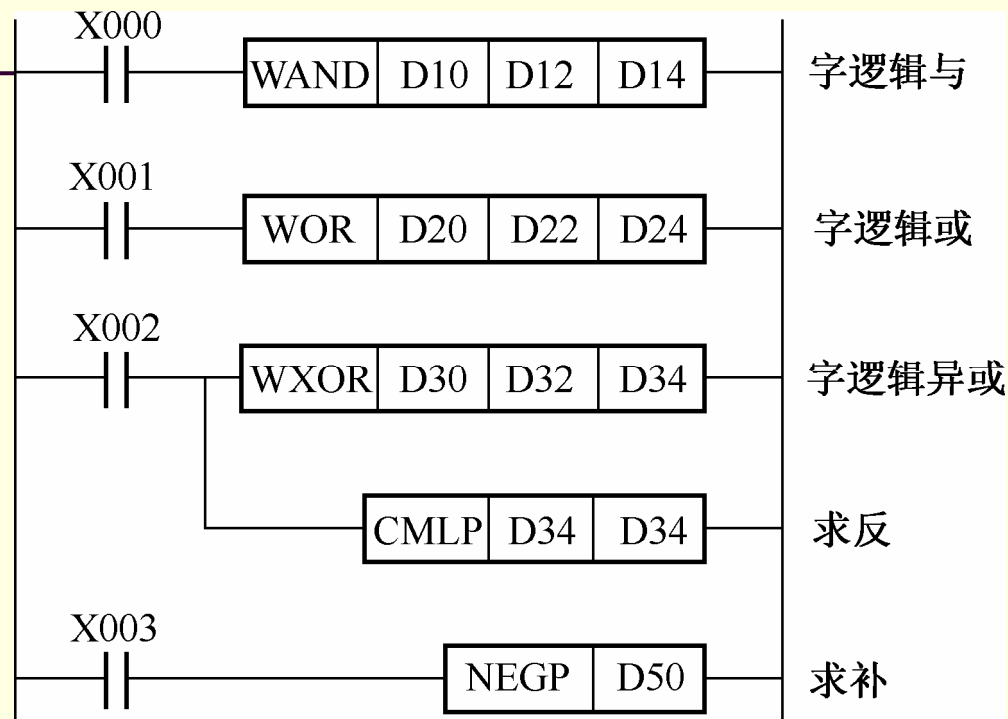
例



# 模块七 传送比较、逻辑运算类指令及应用

## 三、字逻辑运算指令

各种字逻辑运算指令的运用情况



源操作数[S1] (D10、D20、D30) 中的数据

0101 1001 0011 1011

源操作数[S2] (D12、D22、D32) 中的数据

1111 0110 1011 0101

当 X000=1, “与” 运算后送入目标元件 D14 中的数据

0101 0000 0011 0001

当 X001=1, “或” 运算后送入目标元件 D24 中的数据

1111 1111 1011 1111

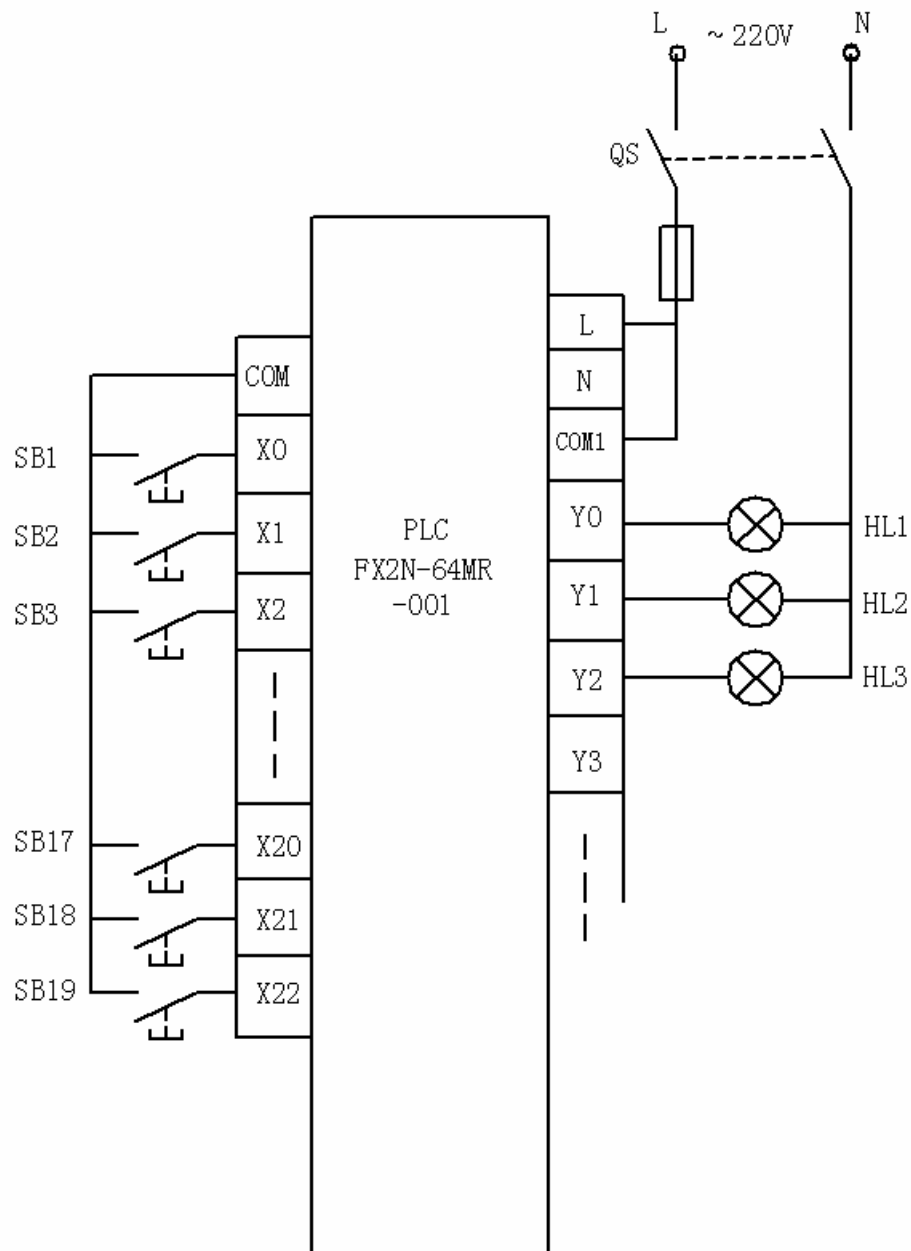
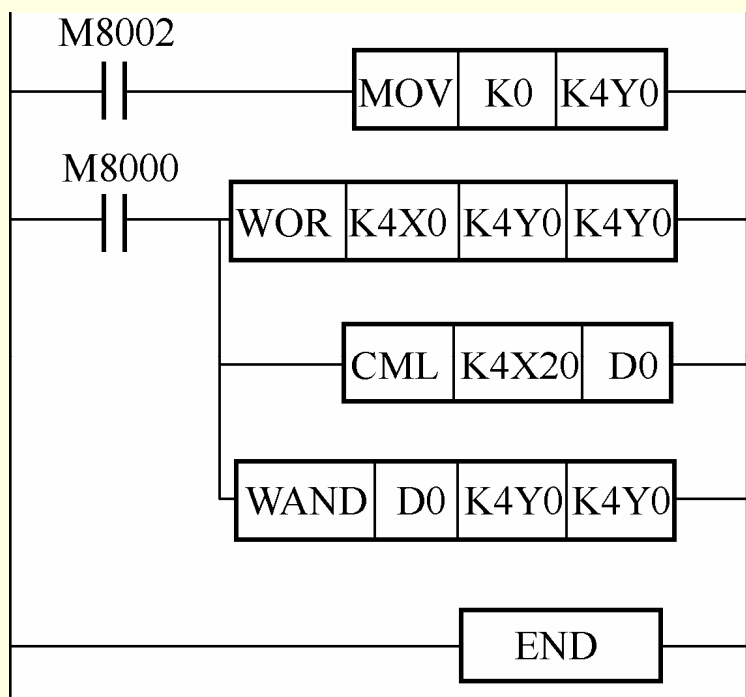
当 X002=1, “异或” 运算后送入目标元件 D34 中的数据

1010 1111 1000 1110

# 模块七 传送比较、逻辑运算类指令及应用

课堂演示

## 使用功能指令的 启 - 保 - 停控制电路



# 模块七 传送比较、逻辑运算类指令及应用

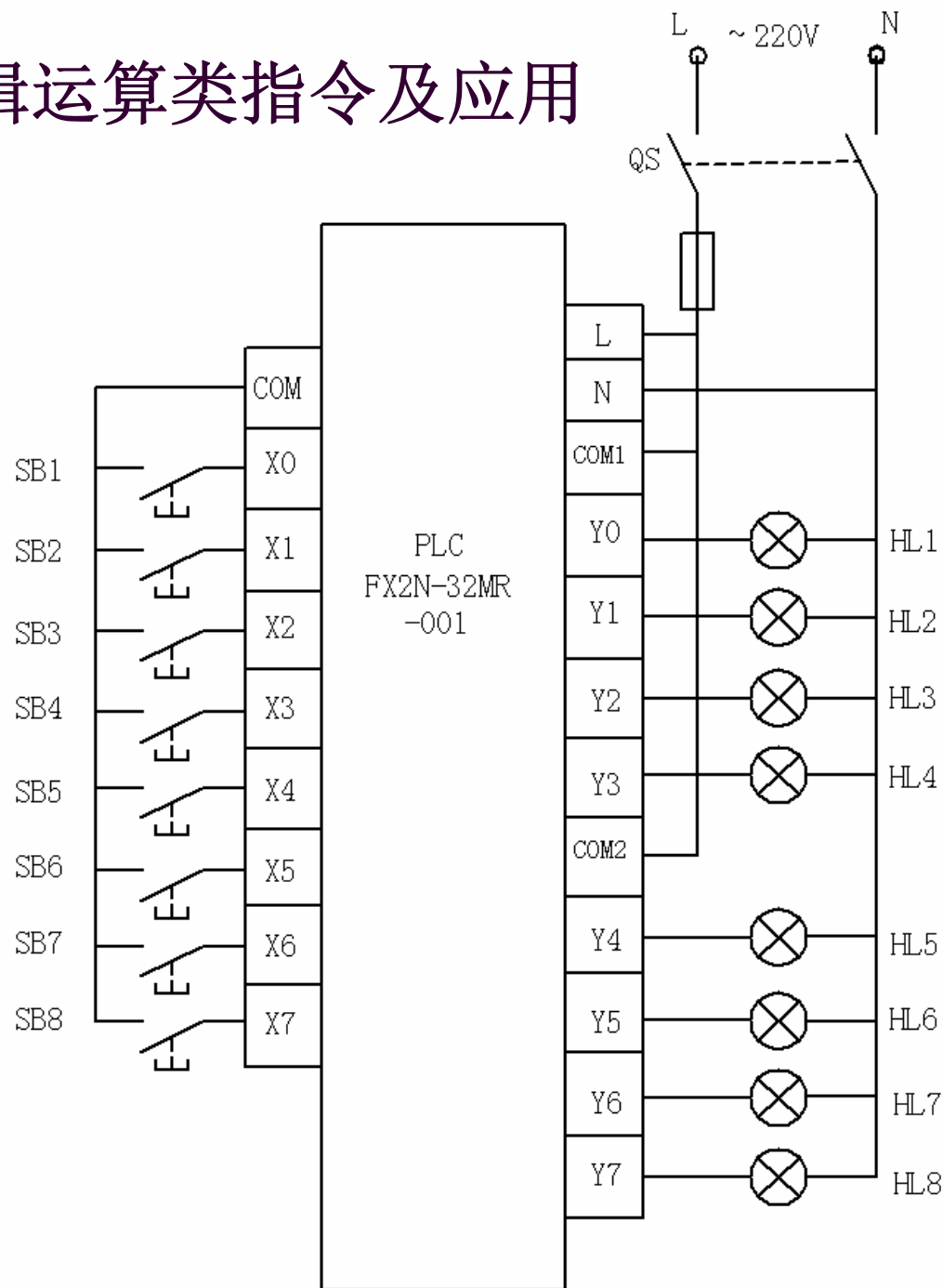
## 实训目的

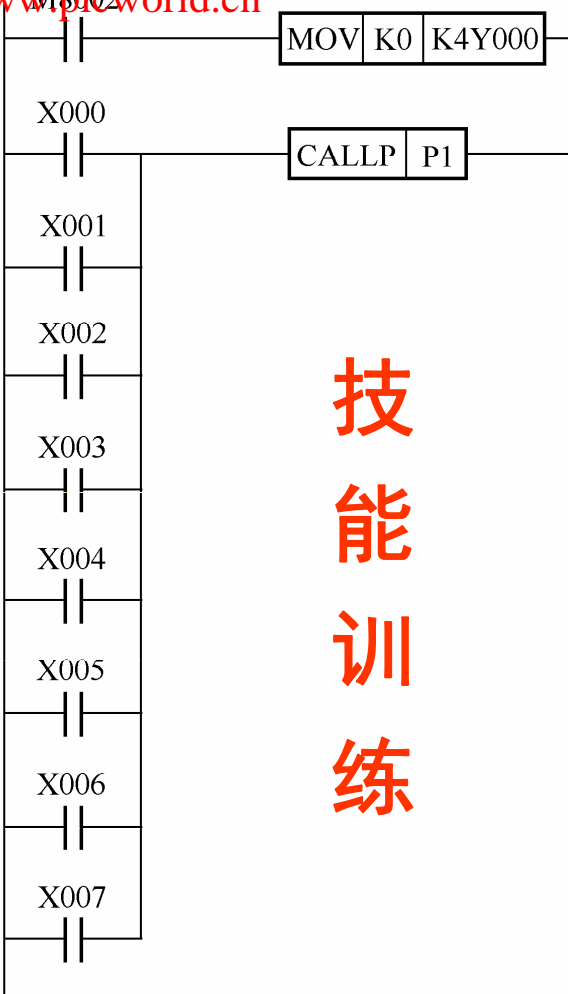
- (1) 掌握FX系列PLC传送比较、逻辑运算等指令的综合编程方法和应用技巧。
- (2) 进一步掌握GX Developer V8编程软件在PLC控制系统开发过程中的使用方法。

# 模块七 传送比较、逻辑运算类指令及应用

技能  
训练

## 单按钮启停 控制硬件电路



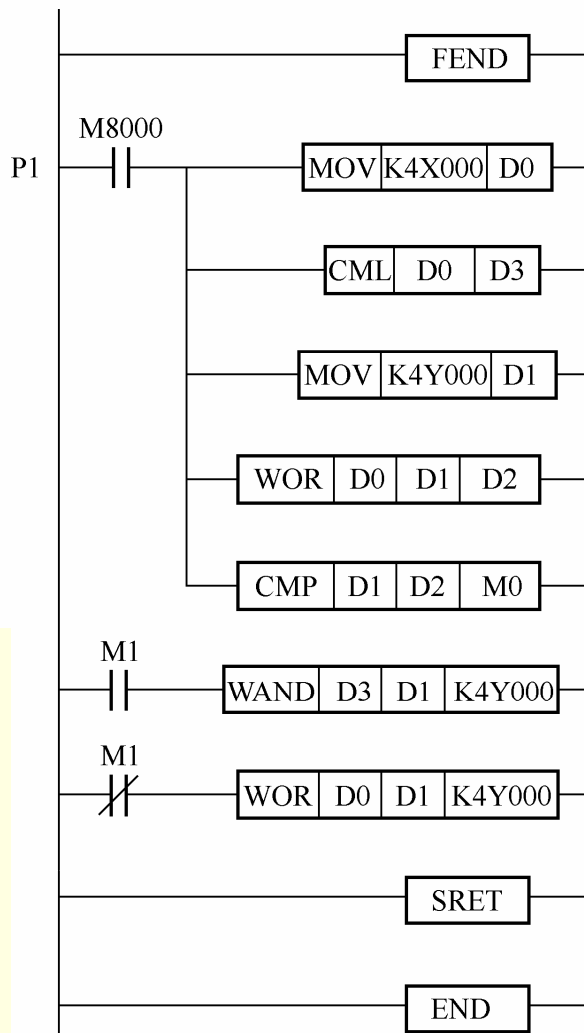


# 技能训练

## 单按钮启停控制硬件电路

： 开机清零，输出全部复位

： X0~X7 任一键按下，采用脉冲执行方式，调用子程序



# 模块七 传送比较、逻辑运算类指令及应用

： 主程序结束

： 将输入控制送D0，如按下X6，则：  
000000001000000 → D0

： 将D0取反送D3备用，  
1111111101111111 → D3

： 将本次子程序执行前的输出状态送D1  
×××××××××××××××× → D1

： 将D1中与×6对应位置1送D2  
×××××××××1×××××× → D2

： 比较D1、D2

： 若 D1=D2，则 M=1，表明被控位 Y6 原状态为 1，则将 D1 对应位清零，其余位不变，然后送 K4Y000

： 若 M1≠1，表明被控位 Y6 原状态为零，则将 D1 对应位置“1”，其余位不变，然后送 K4Y000

： 子程序调用返回

： 程序结束

# 模块七 传送比较、逻辑运算类指令及应用

(1) 填空。

图7-10中的INC指令在X005\_\_\_\_\_时，将\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_中的\_\_\_\_\_位数据加1。

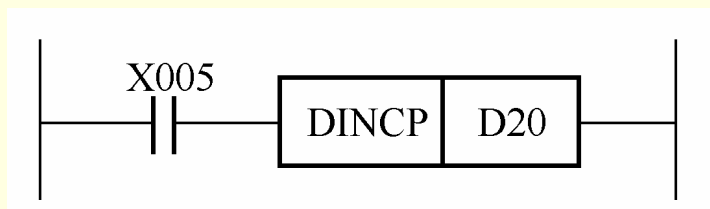


图7-10 题(1)图

(2) C0的计数脉冲和复位信号分别由X001和X002提供，在X000为“ON”时，将计数器C0的当前值转换为BCD码后送到Y000~Y013，请设计出梯形图程序。C0的计数值应限制在什么范围？

(3) X005为“ON”时，用定时器中断每1s将Y000~Y017组成的位元件组K4Y000加1，请设计主程序和中断子程序。

# 模块八 其他功能指令及应用

## 知识目标

- （1）学习FX系列PLC循环移位与移位指令、编解码指令等常用功能指令。
- （2）掌握使用常用功能指令进行彩灯循环控制的基本编程方法。
- （3）学会开发简单PLC彩灯循环控制应用系统的方法。

# 模块八 其他功能指令及应用

## 能力目标

- （1）正确使用**FX**系列**PLC**循环移位与移位指令、编解码指令等常用功能指令。
- （2）学会彩灯循环控制的基本编程方法。
- （3）能开发简单**PLC**彩灯循环控制应用系统的方法。

# 模块八 其他功能指令及应用

## 一、循环移位与移位指令

### 1. 循环右移指令

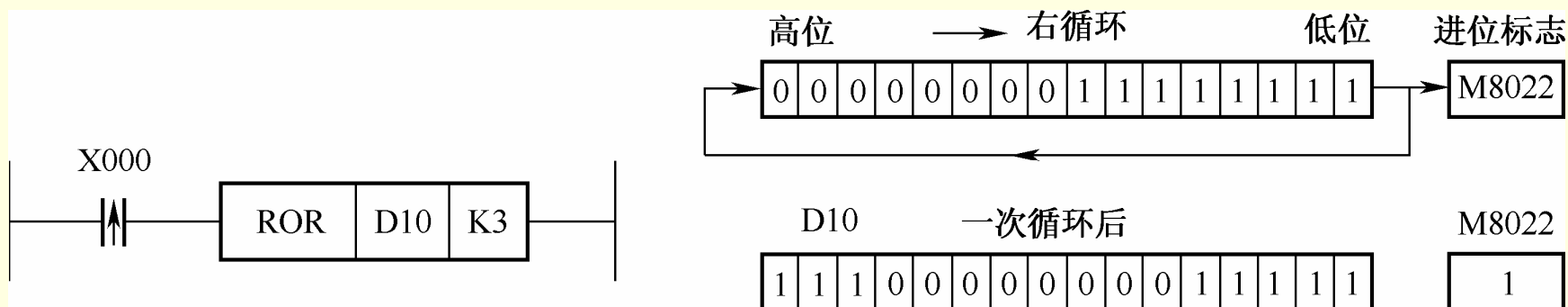
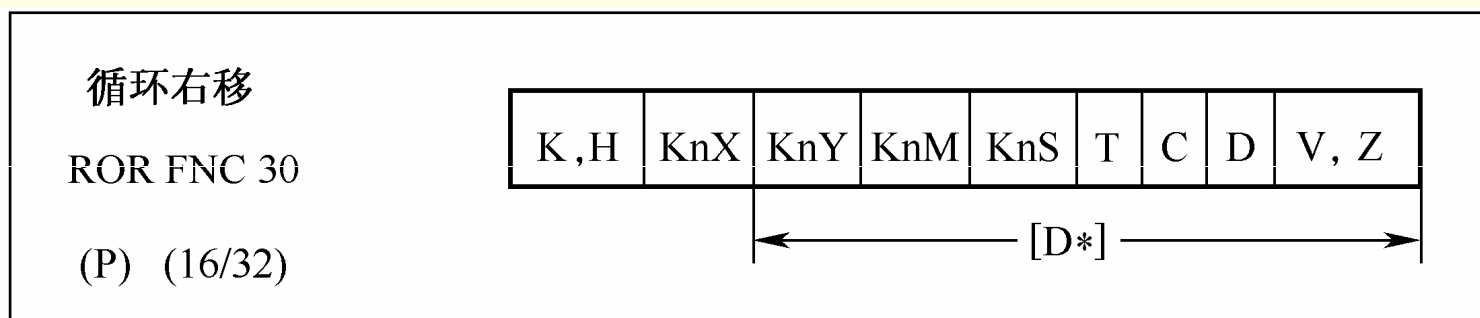


图8-1 循环右移指令的使用

# 模块八 其他功能指令及应用

## 一、循环移位与移位指令

### 2. 循环左移指令

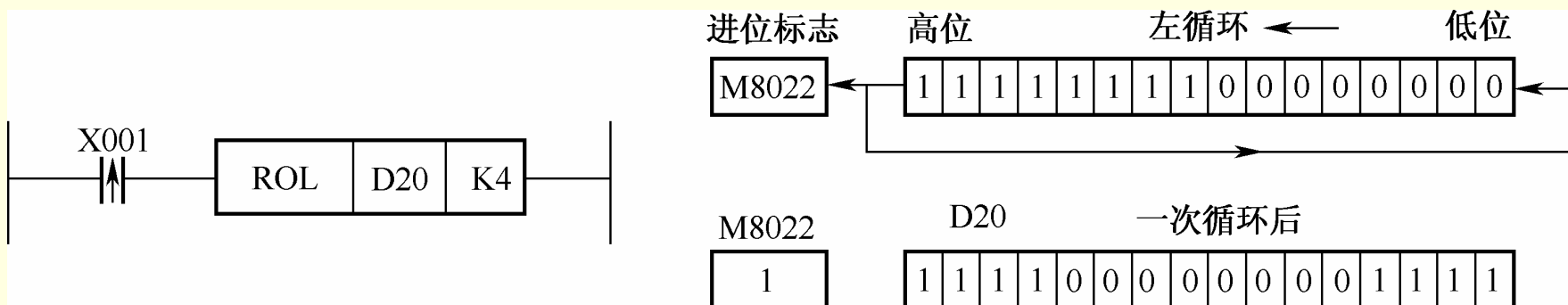
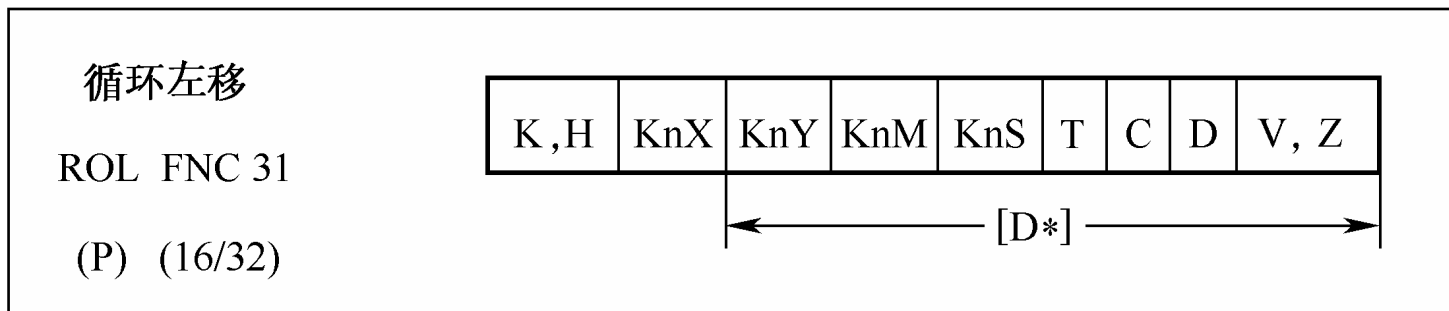


图8-2 循环左移指令的使用

# 模块八 其他功能指令及应用

## 一、循环移位与移位指令

### 3. 带进位循环右移指令

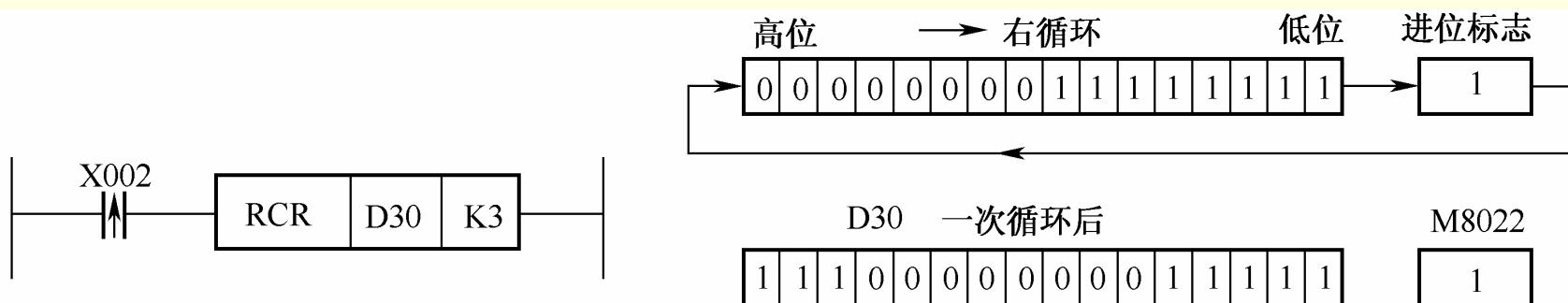
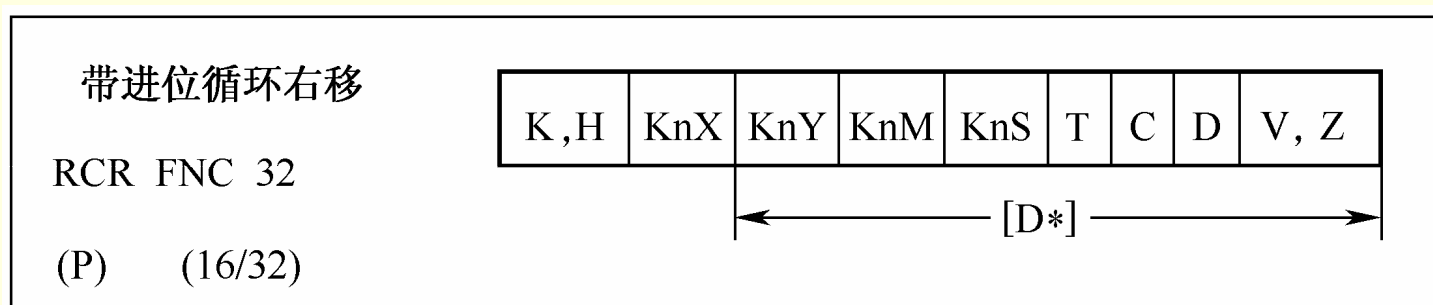


图8-3 带进位循环右移指令的使用

# 模块八 其他功能指令及应用

## 一、循环移位与移位指令

### 4. 带进位循环左移指令

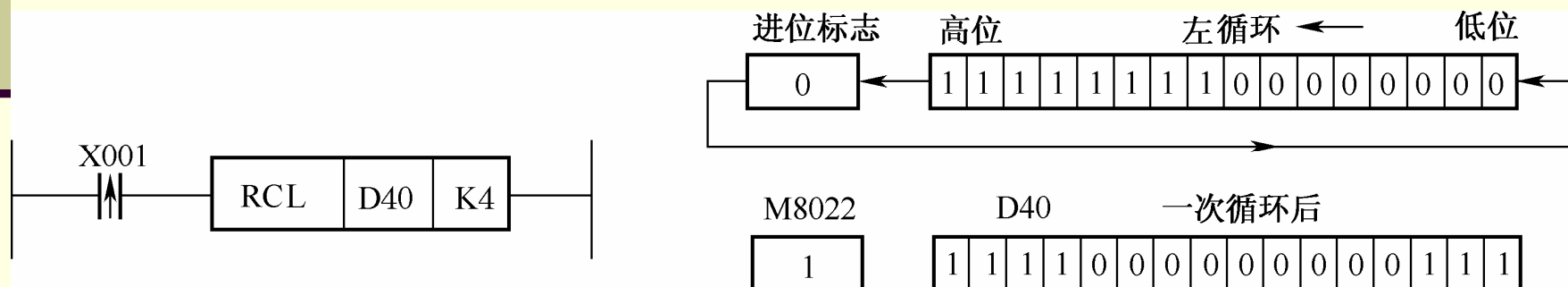
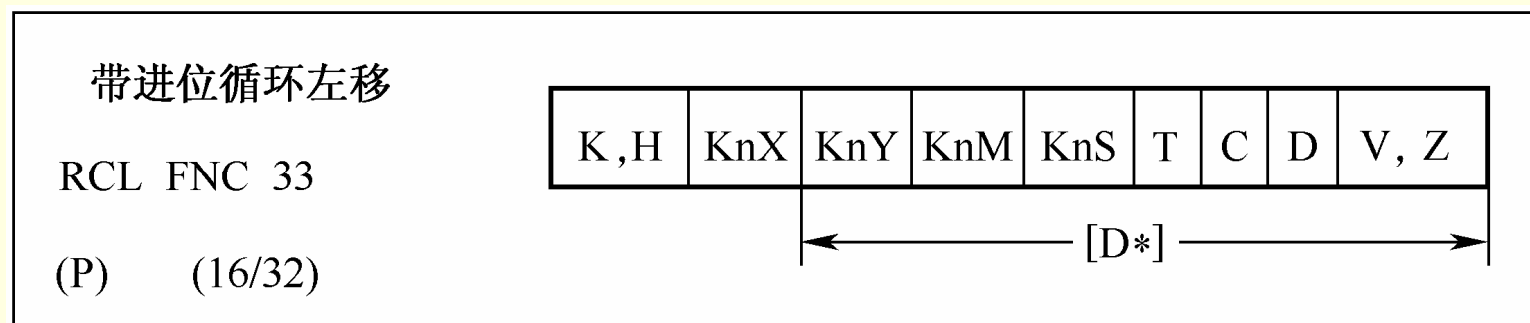


图8-4 带进位循环左移指令的使用

# 模块八 其他功能指令及应用

## 一、循环移位与移位指令

### 5. 位右移和位左移指令

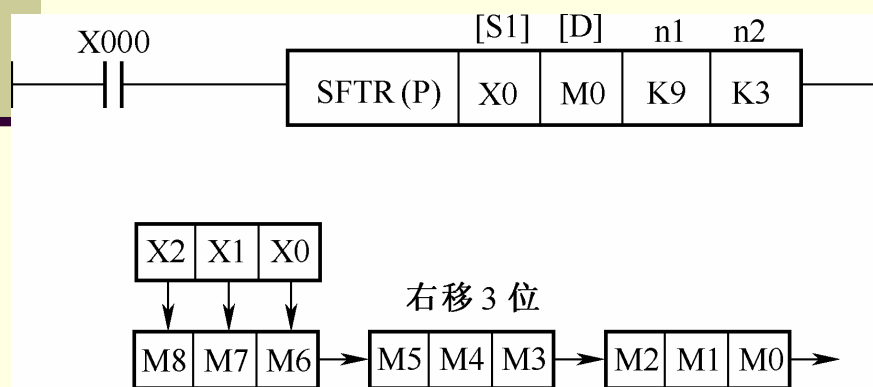


图8-5 位右移

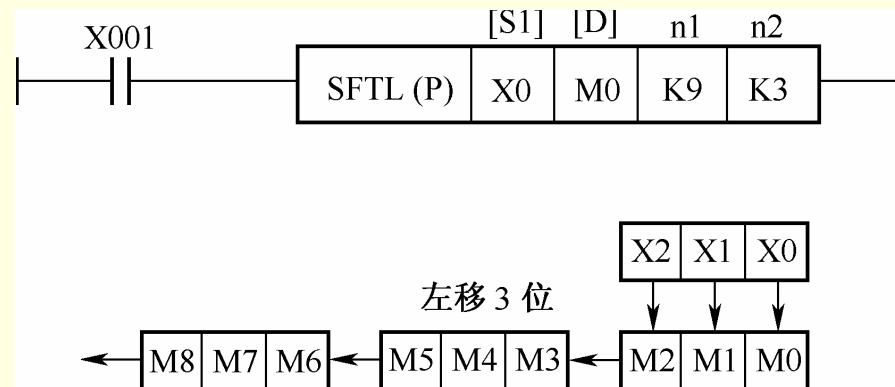
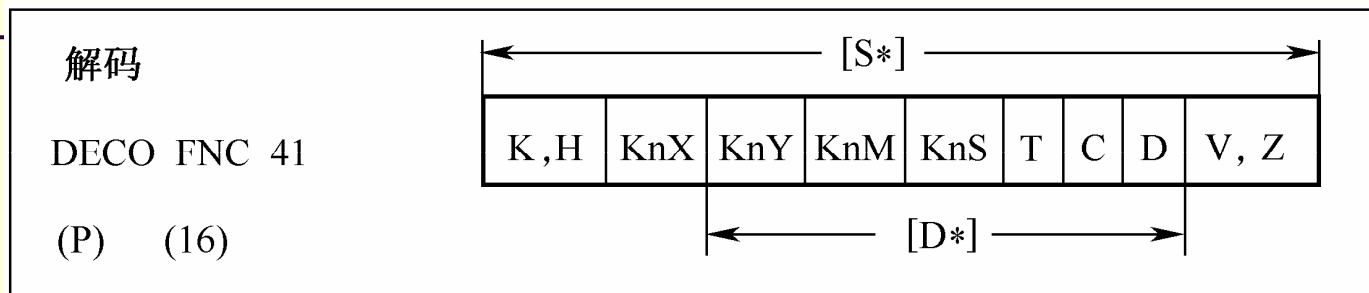


图8-6 位左移

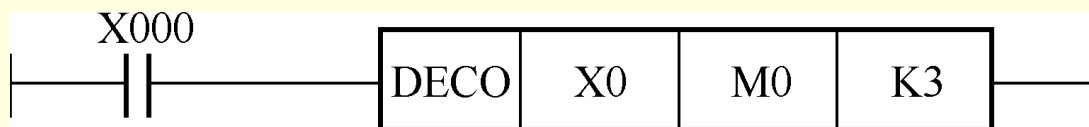
# 模块八 其他功能指令及应用

## 二、其他功能指令

### 1. 解码指令



例

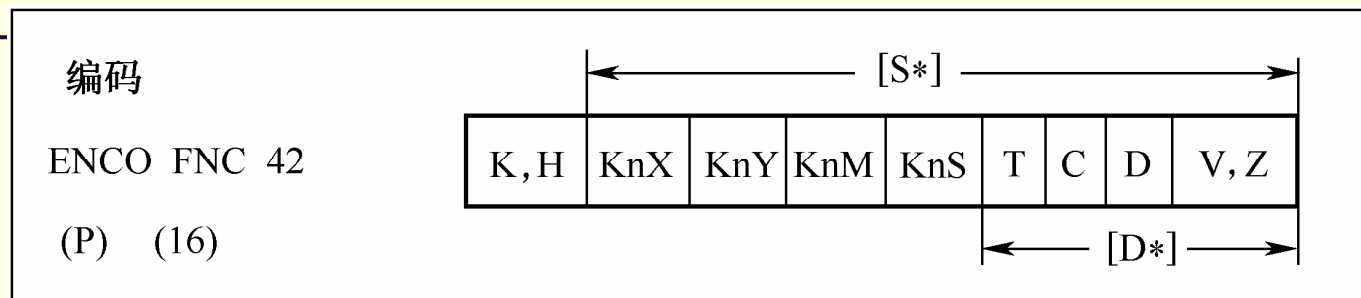


X2、X1、X0	置位的继电器	复位的继电器
000	M0: 1 (ON)	M1、M2、M3、M4、M5、M6、M7: 0 (OFF)
001	M1: 1 (ON)	M0、M2、M3、M4、M5、M6、M7: 0 (OFF)
010	M2: 1 (ON)	M0、M1、M3、M4、M5、M6、M7: 0 (OFF)
011	M3: 1 (ON)	M0、M1、M2、M4、M5、M6、M7: 0 (OFF)
100	M4: 1 (ON)	M0、M1、M2、M3、M5、M6、M7: 0 (OFF)
101	M5: 1 (ON)	M0、M1、M2、M3、M4、M6、M7: 0 (OFF)
110	M6: 1 (ON)	M0、M1、M2、M3、M4、M5、M7: 0 (OFF)
111	M7: 1 (ON)	M0、M1、M2、M3、M4、M5、M6: 0 (OFF)

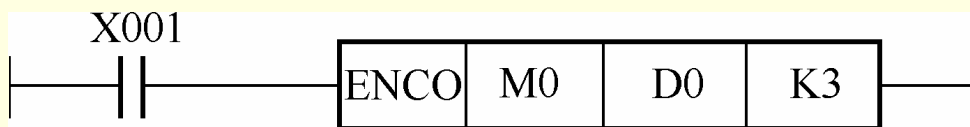
# 模块八 其他功能指令及应用

## 二、其他功能指令

### 2. 编码指令



例



M7、M6、M5、M4、M3、M2、M1、M0	D0
0 0 0 0 0 0 0 1	0 (000)
0 0 0 0 0 0 1 0	1 (001)
0 0 0 0 0 1 0 0	2 (010)
0 0 0 0 1 0 0 0	3 (011)
0 0 0 1 0 0 0 0	4 (100)
0 0 1 0 0 0 0 0	5 (101)
0 1 0 0 0 0 0 0	6 (110)
1 0 0 0 0 0 0 0	7 (111)

# 模块八 其他功能指令及应用

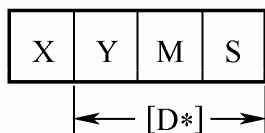
## 二、其他功能指令

### 3. 交替输出指令

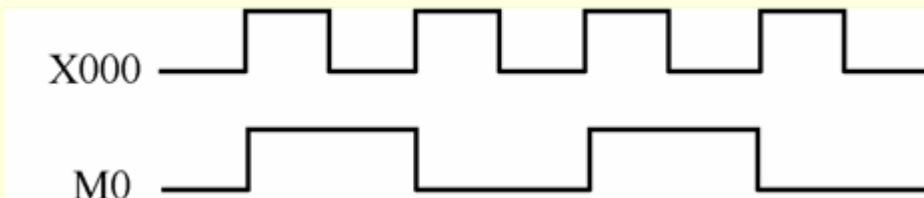
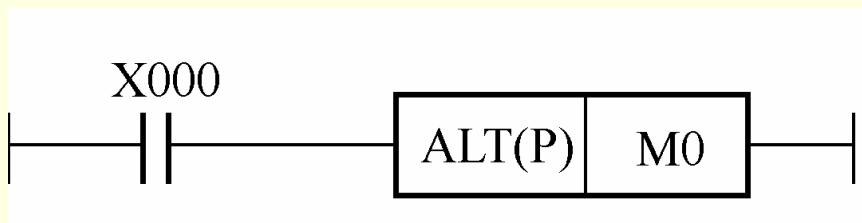
交替输出指令

ALT FNC 66

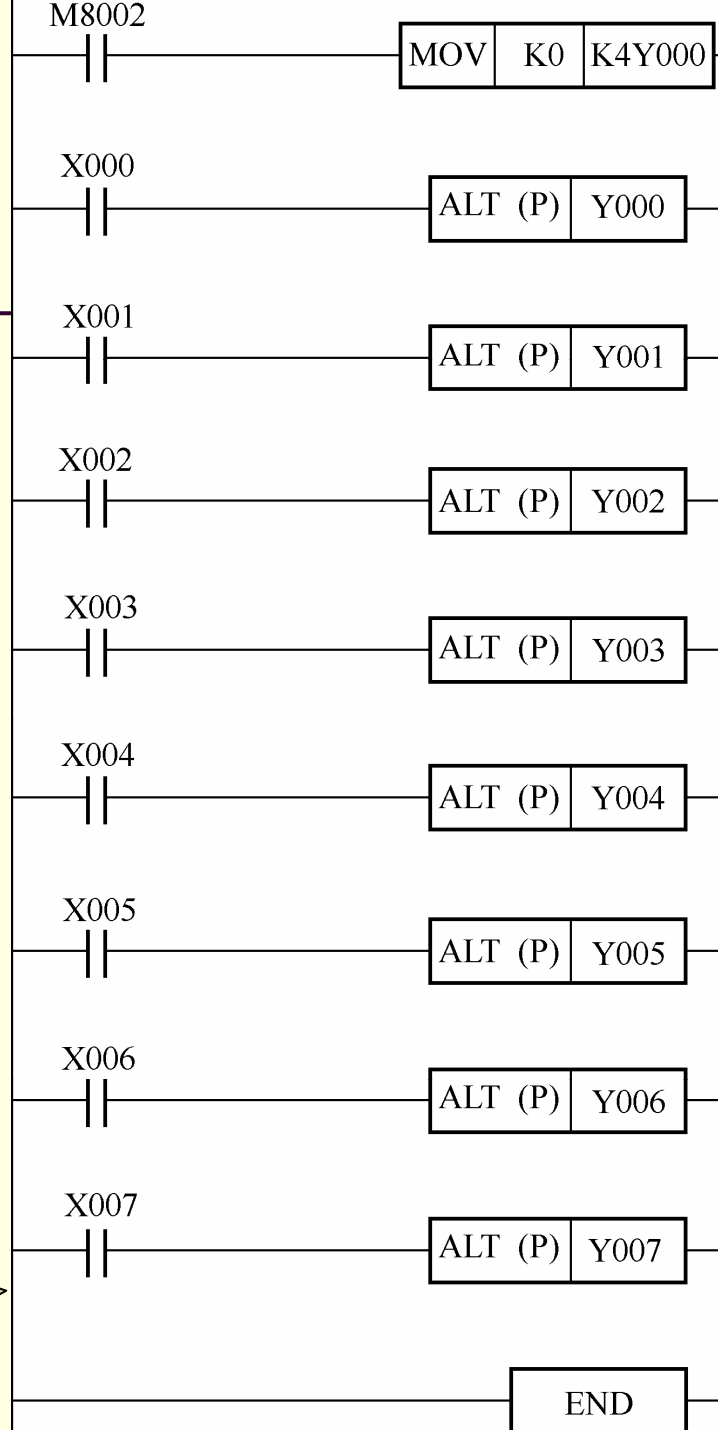
(P) (16)



例



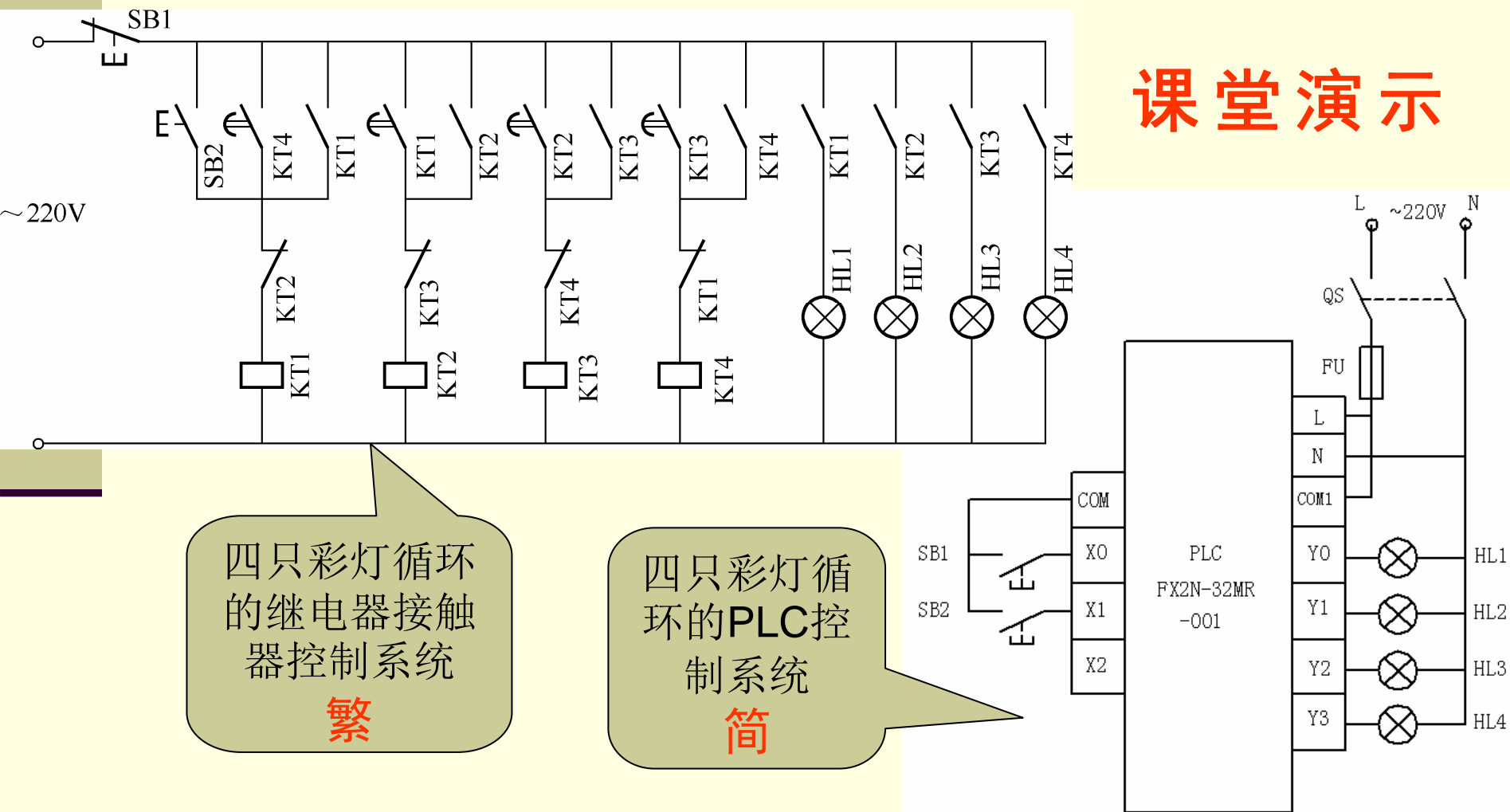
采用ALT指令的  
单按钮启停控制梯形图程序



# 模块八 其他功能指令及应用

## 四只彩灯循环闪亮的硬件控制电路

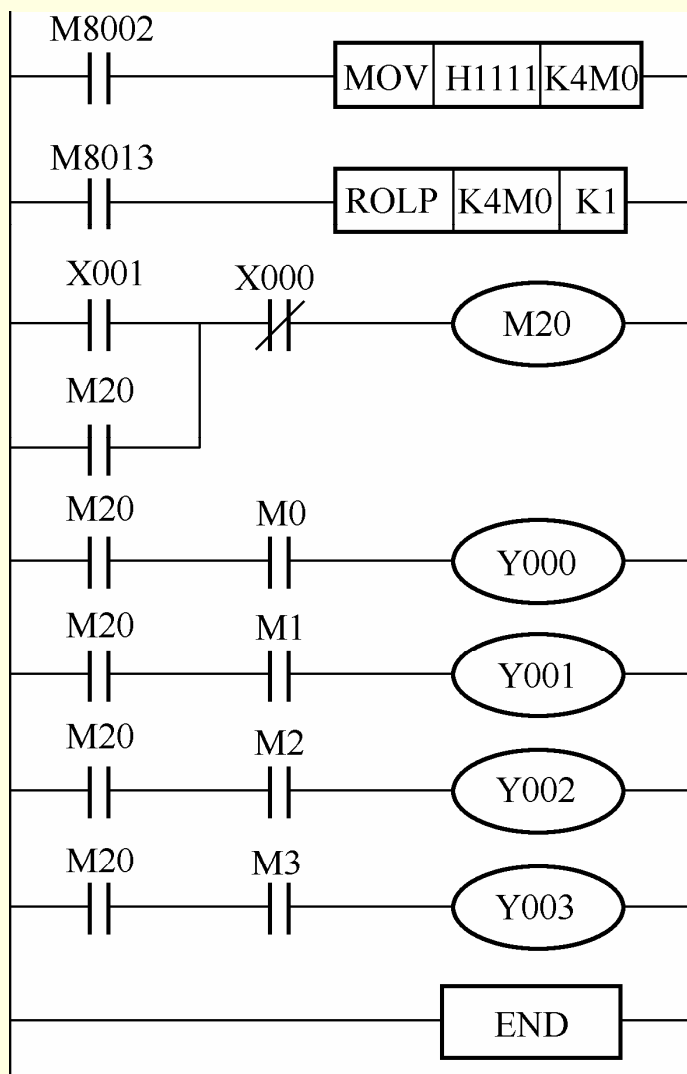
课堂演示



# 模块八 其他功能指令及应用

## 课堂演示

### 四只彩灯 循环闪亮的 PLC 控制程序



； 开机时将 0001000100010001 送 M0 ~ M15

； 每当秒时钟脉冲前沿到来时，M0 ~ M15  
位元件组循环左移 1 位

； 用 M20 作为彩灯闪亮控制

； 将 M0 ~ M3 的状态送入 Y000 ~ Y003

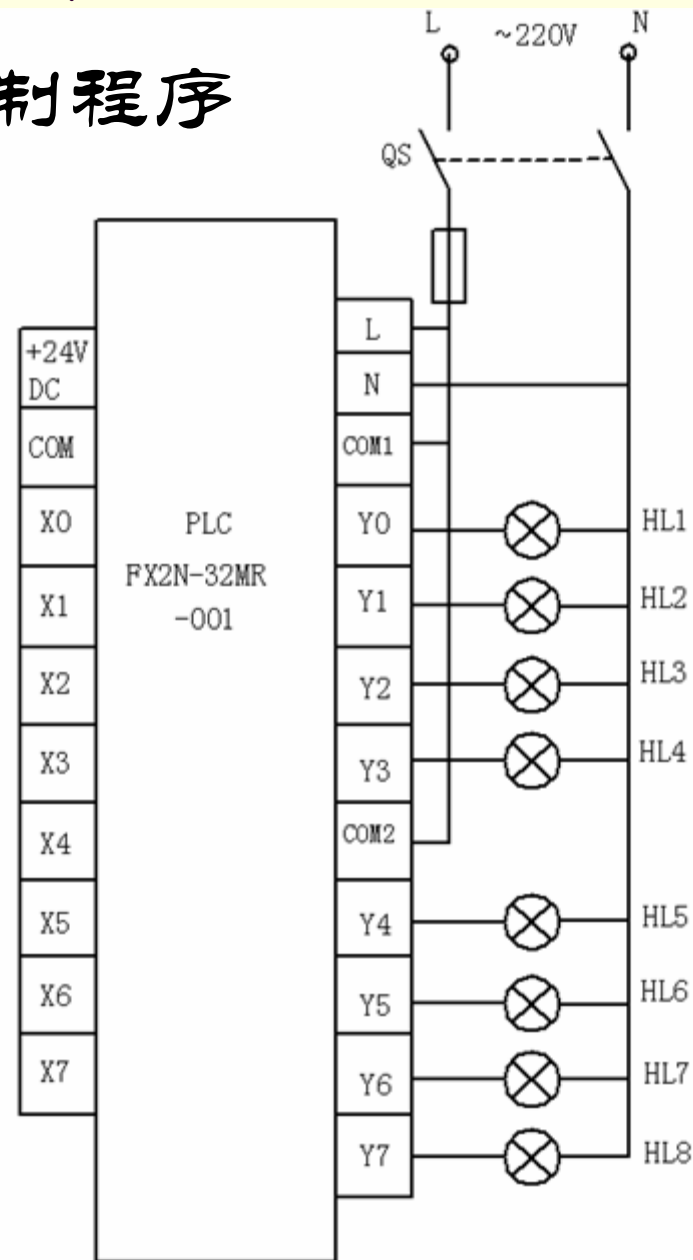
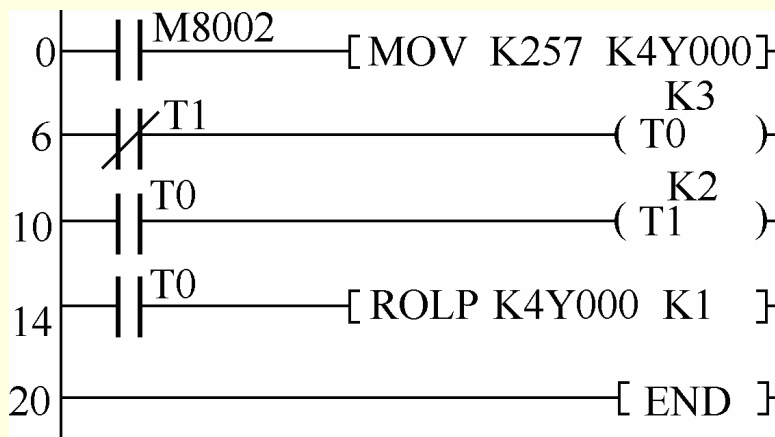
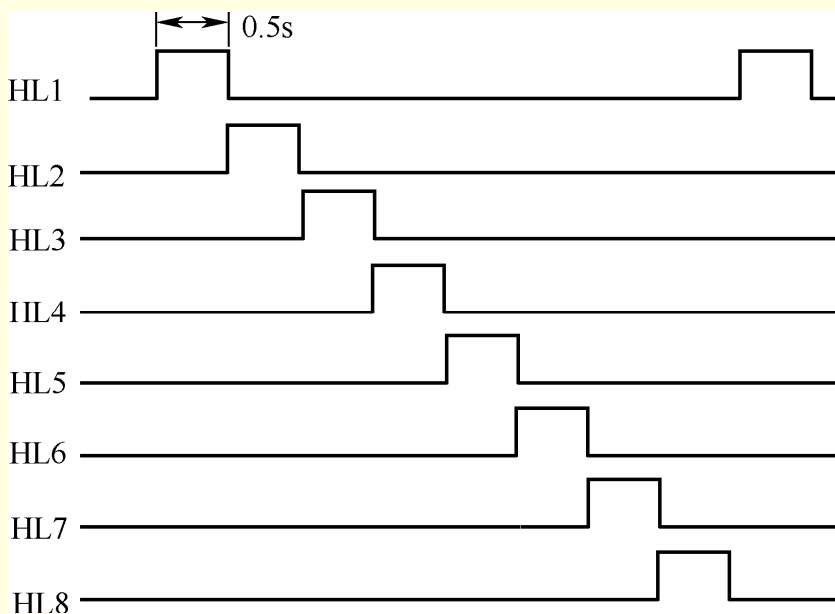
# 模块八 其他功能指令及应用

## 实训目的

- (1) 掌握FX系列PLC循环移位指令的综合编程方法和应用技巧。
- (2) 进一步熟悉GX Developer V8编程软件在PLC控制系统开发过程中的使用方法。

# 模块八 其他功能指令及应用

## 8只彩灯循环闪亮的PLC控制程序



# 模块八 其他功能指令及应用

(1) 试分析图8-15中梯形图的功能。

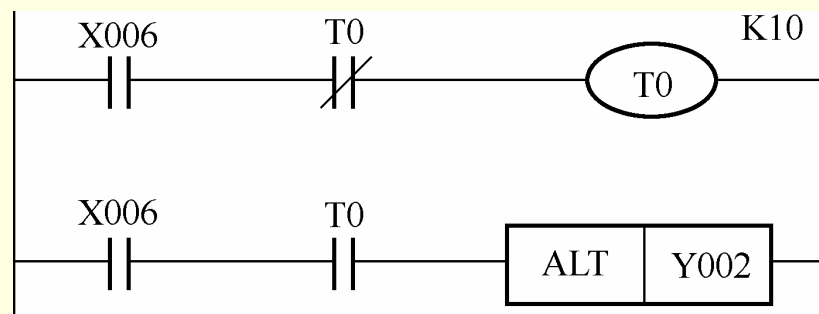


图8-15 题（1）图

(2) 用ALT指令设计用按钮X000控制Y000的电路，用X000输入4个脉冲，从Y000输出一个脉冲。

(3) 用X000控制接在Y000~Y007上的8个彩灯移位是否移位，每1s移1位；用X001控制左移（X001为“ON”）或右移（X001为“OFF”）；用MOV指令将彩灯的初值设定为十六进制数0F0FH（Y000~Y003及Y010~Y013为1），设计出梯形图程序。

# 模块九 变频器的使用

## 知识目标

- (1) 了解变频器**FR-E500**的基本结构。
- (2) 了解变频器**FR-E500**基本参数的设置方法。
- (3) 掌握变频器**FR-E500**的三种操作方式。
- (4) 了解变频器**FR-E500**的一般应用情况。

# 模块九 变频器的使用

## 能力目标

- （1）能正确操作变频器**FR-E500**。
- （2）能和**PLC**联机控制电机。
- （3）具有变频器**FR-E500**的三种操作方式的选择能力。

# 模块九 变频器的使用

---

## 9.1 变频器概述

## 9.2 变频器输出频率的设置或修改

## 9.3 三菱通用变频器**FR-E500**系列的使用

# 9.1 变频器概述

## 9.1.1 三相交流异步电动机的调速方法

三相交流异步电动机的转速公式为 
$$n = (1 - s) \frac{60 f_1}{P}$$

由公式可知，改变三相交流异步电动机的转速可通过以下三种方法来实现。

1. 变极调速
2. 变转差率调速
3. 变频调速

变频调速具有调速范围宽，调速平滑性好，机械特性硬的特点。可以认为，在转差率 $s$ 变化不大的情况下，电动机的转速 $n$ 与电源频率 $f_1$ 大致成正比，若均匀地改变电源频率 $f_1$ ，则能平滑地改变电动机的转速 $n$ 。

## 9.1.2 变频器的用途和构造

### 1. 变频器的用途

- (1) 平滑调速。
- (2) 节能。
- (3) 提高自动化控制水平。

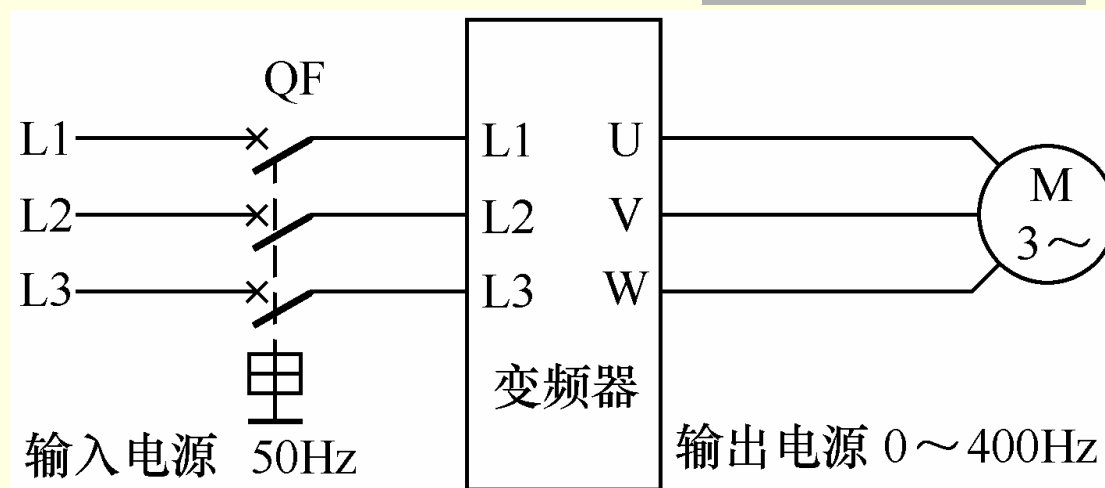


图9.1 变频器变频输出

使用变频器的电动机大大降低了启动电流，启动和停机过程平稳，减少了对设备的冲击力，延长了电动机及生产设备的使用寿命。

## 2. 通用变频器的构造

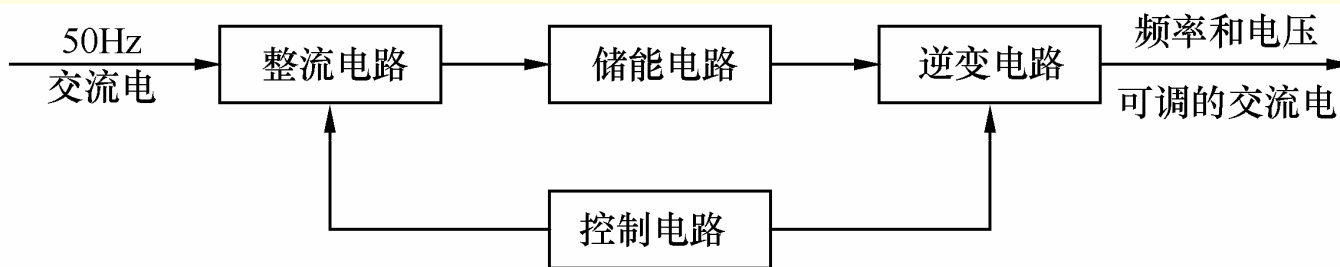


图9.2 变频器的基本构造

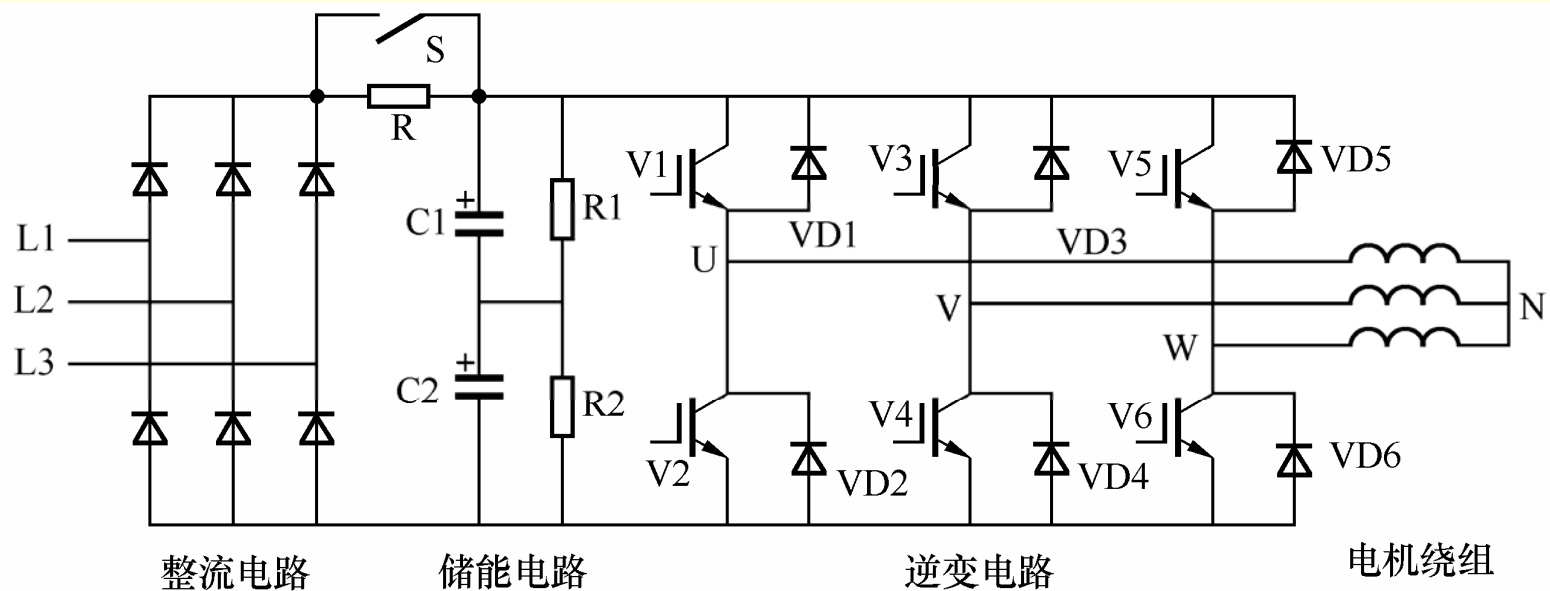


图9.3 变频器主电路结构

## 9.1.3 变频器的的工作原理

### 1. 正弦脉宽调制波 (SPWM)

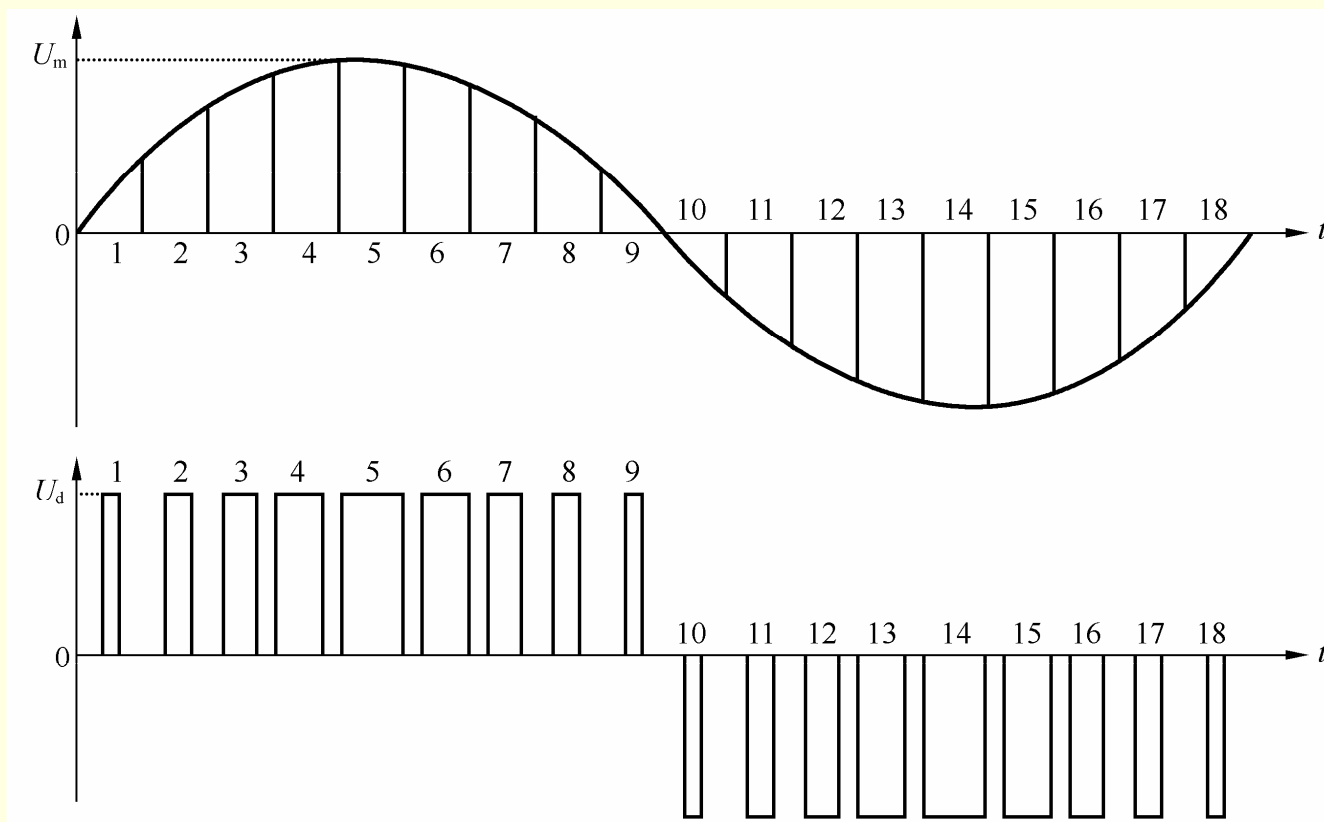


图9.4 正弦脉宽调制波 (SPWM)

## 2. 单相正弦脉宽调制电路

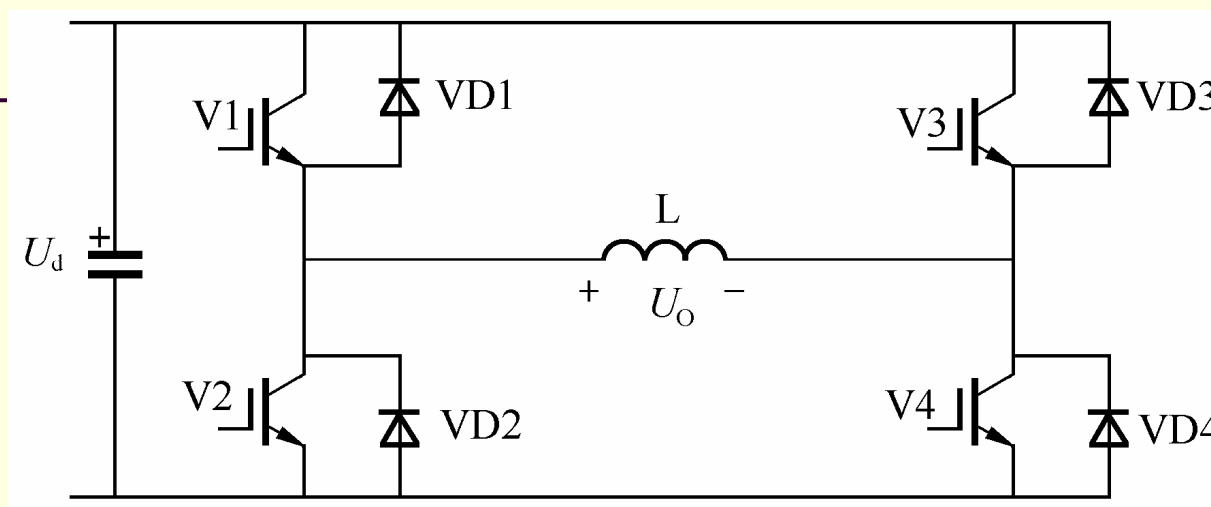
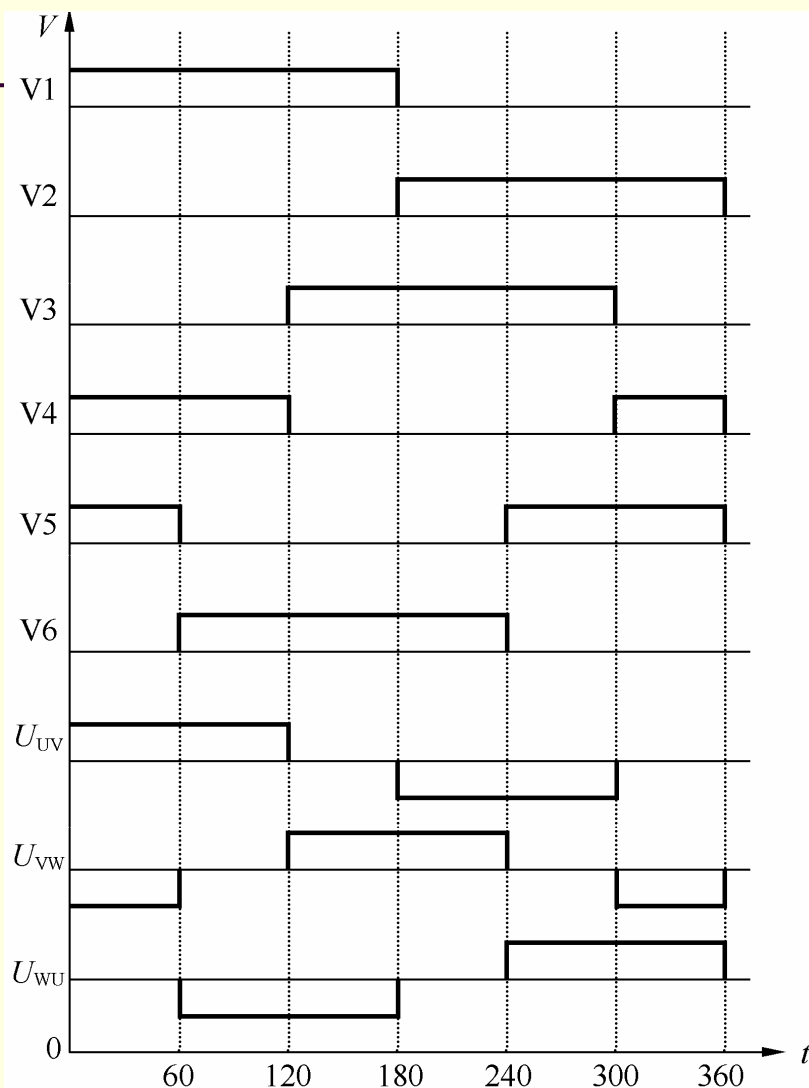


图9.5 单相正弦脉宽调制电路

(1) 在调制波的正半周，V1保持导通，V2保持截止。当V4受控导通时，负载电压  $U_o = U_d$ ，当V4受控截止时，负载感性电流经过V1和VD3续流。

(2) 在调制波的负半周，V2保持导通，V1保持截止。当V3受控导通时，负载电压  $U_o = -U_d$ ，当V3受控截止时，负载感性电流经过V2和VD4续流。

### 3. 三相正弦脉宽调制过程



在一个周期内， $V1 \sim V6$  晶体管的导通电角度均为  $180^\circ$ ，同一相的上下两个晶体管交替导通。例如在  $0^\circ \sim 180^\circ$  电角度内， $V1$  导通、 $V2$  截止；在  $180^\circ \sim 360^\circ$  电角度内  $V2$  导通、 $V1$  截止。各相开始导通的相位差为  $120^\circ$ ，例如  $V3$  从  $120^\circ$ 、 $V5$  从  $240^\circ$  开始导通，据此可画出  $V3$  与  $V4$ 、 $V5$  与  $V6$  的导通波形。可以看出，在任意时刻，均有 3 只晶体管导通。

图9.6 变频器逆变电路V1~V6管导通及输出线电压波形图

## 4. 变频调速控制方式

### (1) $u/f$ 控制方式

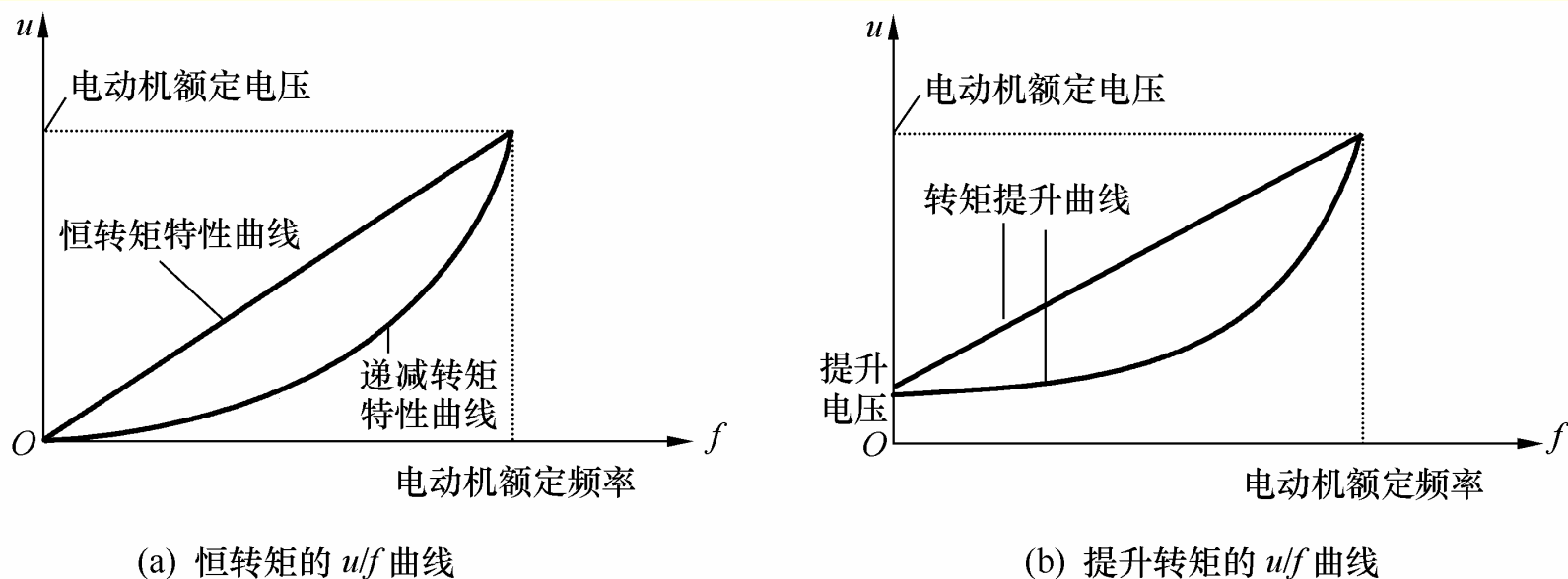


图9.7  $u/f$ 曲线

### (2) 矢量控制方式

矢量控制方式是变频器的高性能控制方式，特别是低频转矩性能优于  $u/f$  控制方式。

## 9.1.4 变频器电路配线与注意事项

变频器的主电路配线如图9.8所示。

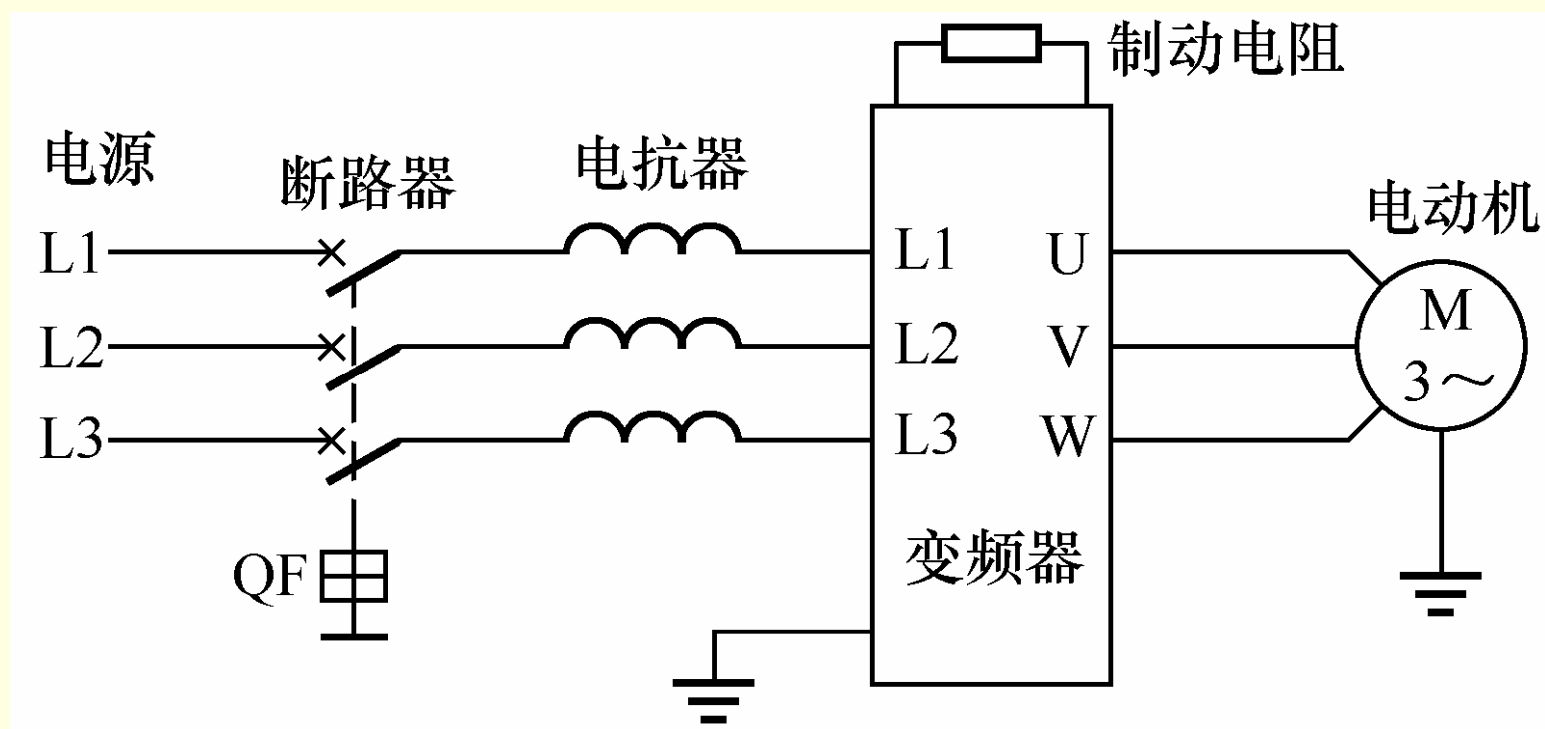


图9.8 变频器主电路配线

## 配线注意事项如下

- (1) 绝对禁止将电源线接到变频器的输出端U、V、W上。
- (2) 在变频器不使用时，可将断路器断开，起电源隔离作用；当线路出现短路故障时，断路器起保护作用，以免事故扩大。但在正常工作情况下，不要使用断路器启动和停止电动机。
- (3) 在变频器的输入侧接交流电抗器可以削弱三相电源不平衡对变频器的影响，延长变频器的使用寿命，同时也降低变频器产生的谐波对电网的干扰。
- (4) 当电动机处于直流制动状态时，电动机绕组呈发电状态，会产生较高的直流电压反送直流电压侧。可以连接直流制动电阻进行耗能以降低高压。
- (5) 由于变频器输出的是高频脉冲波，所以禁止在变频器与电动机之间加装电力电容器件。
- (6) 变频器和电动机必须可靠接地。
- (7) 变频器的控制线应与主电路动力线分开布线，平行布线应相隔10cm以上，交叉布线时应使其垂直。变频器模拟信号线的屏蔽层应妥善接地。
- (8) 通用变频器仅适用于一般的工业用三相交流异步电动机。
- (9) 变频器的安装环境应通风良好。



## 9.2 变频器输出频率的设置或修改

### 9.2.1 设置或修改变频器输出频率的方法

#### 1. 面板功能键

按面板上增、减键设置或修改输出频率值。

#### 2. 面板电位器

旋动面板电位器旋钮可以设置或修改连续变化的输出频率值。

#### 3. 外部接点端子

用外部高速、中速、低速或多段速接点端子的通断来改变输出频率。

#### 4. 外部模拟信号端子

用外部模拟电压值或模拟电流值的变化设置或修改输出频率。

## 9.2.2 变频器输出频率的含义

### 1. 最大频率 $f_{\max}$ 、基准频率 $f_N$ 和基准电压 $U_N$

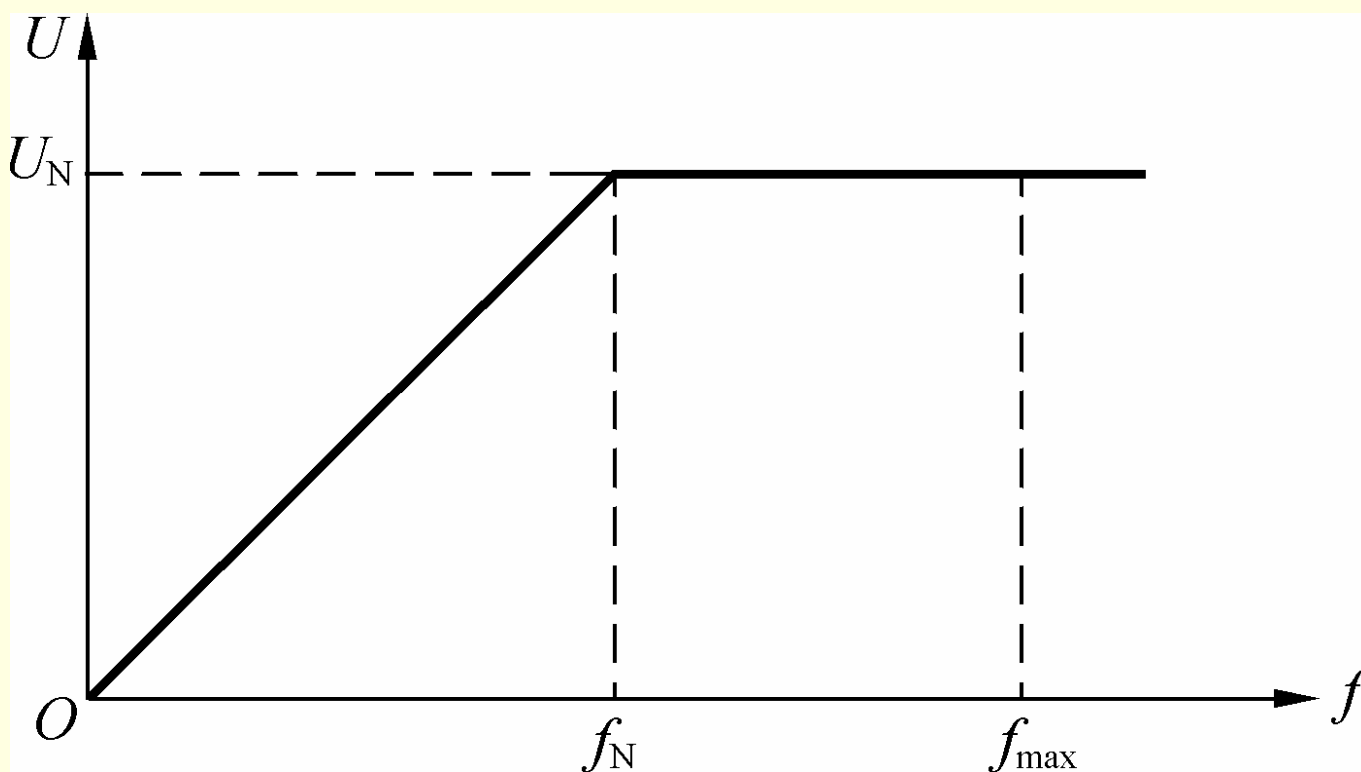


图9.9 输出频率与输出电压的关系

## 2. 上限频率 $f_H$ 和下限频率 $f_L$

变频器的输出频率被限定在上下限频率之间，以防止误操作时发生失误。

## 3. 启动频率

启动信号为**ON**的开始频率，通常出厂设定值为**0.5Hz**。

## 4. 点动频率

点动操作时的频率，通常出厂设定值为几赫兹。

## 5. 跳跃频率

跳跃频率是指运行时避开某个频率。如果电动机在某个频率下运行时生产设备发生机械谐振，则要避开这个频率。

## 6. 多段速频率

在调速过程中，有时需要多个不同速度的阶段，通常可设置为**3~15**段不同的输出频率。

## 7. 制动频率

当变频器停止输出时，频率下降到进行直流制动的频率。在生产工艺需要准确定位停机时，需要设置制动频率、制动时间和制动电压。例如，三菱变频器FR-E540-0.75K-CHT的出厂设定值分别为**3Hz**、**0.5s**和电源电压的**6%**。

## 8. 输入最大模拟量时的频率

指输入模拟电压**5V**（**10V**）或模拟电流**20mA**时的频率值，通常出厂设定值为**50Hz**。

## 9. 载波频率

载波频率偏低，电动机运行时会产生噪声；载波频率偏高，工作损耗增大。变频器出厂时已设置了较好的载波频率，一般不需要重新设定。



## 9.3 通用变频器FR-E500的使用



图9.10 变频器FR-E500外形与端子板

三菱通用变频器FR-E540-0.75K-CHT的容量和输入/输出参数见表9.2。

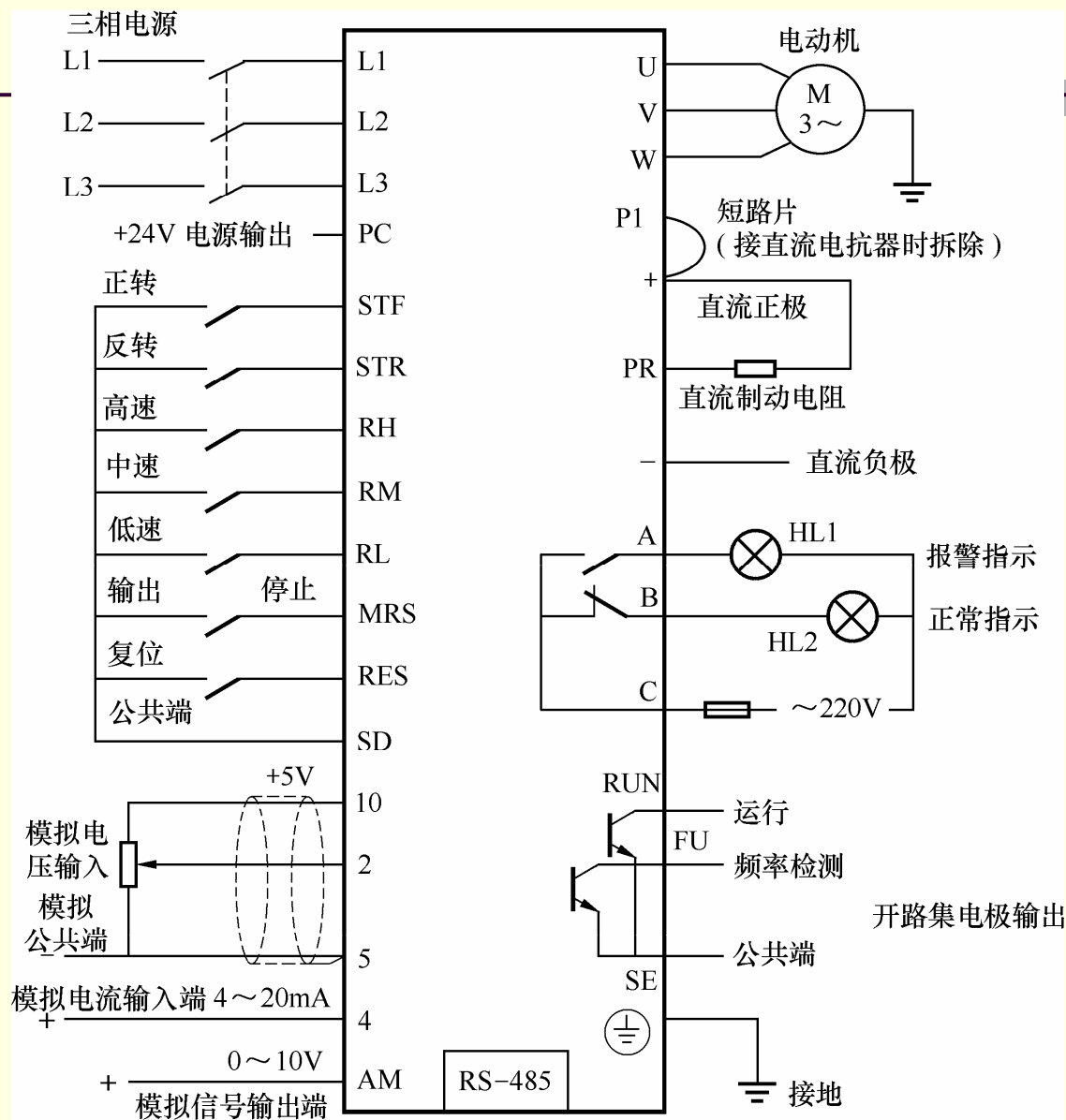
表9.2 通用变频器FR-E540-0.75K-CHT容量和输入/输出参数

变频器的型号	额定容量	额定输出电流	适配电机功率	输入参数		输出参数	
				电压	频率	电压	频率
FR-E540-0.75K-CHT	2kVA	2.6A	0.75 kW	380~480V	50/60 Hz	380~480V	0~400Hz

## 9.3.1 变频器的配线图与端子板

### 1. 变频器的基本配线图

图9.11 三菱变频器FR-E500基本配线图



## 2. 主电路端子

主电路端子如图9.12 (a) 所示，主电路端子符号与功能说明见表9.3。

## 3. 控制电路端子

控制电路端子如图9.12 (b) 所示，控制电路端子符号与功能说明见表9.4。

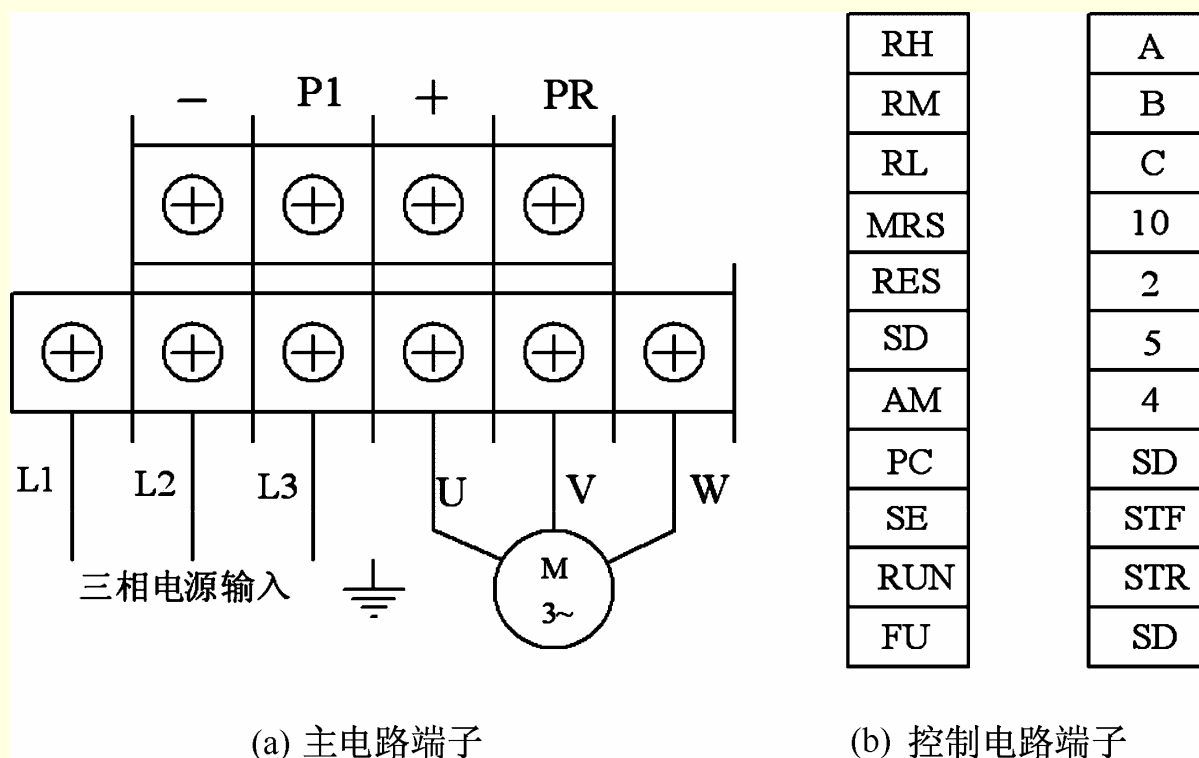


图9.12 变频器主电路、控制电路端子

表9.3 主电路端子符号与功能说明

端子符号	端子功能说明
$\perp$ 、E	接地端。变频器外壳必须可靠接大地
+、-	连接制动单元
+、PR	在+、PR间可接直流制动电阻
+、P1	拆除短路片后，可接直流电抗器，将电容滤波改为LC滤波，以提高滤波效果和功率因数
L1、L2、L3	三相电源输入端。接电网三相交流电源
U、V、W	变频器输出端。接三相交流异步电动机

表9.4 控制电路端子符号与功能说明

端子符号	端子功能说明	备注
STF	正转控制命令端	输入信号端 与SD端子 闭合有效
STR	反转控制命令端	
RH、RM、RL	高、中、低速及多段速度选择控制端	
MRS	输出停止端	
RES	复位端	
PC	DC 24V负极，外部晶体管公共端的接点（源型）	与PC之间输出直流24V、0.1A
SD	DC 24V正极，输入信号公共端（漏型）	
10	频率设定用电源、直流5V	输入模拟电压、电流信号来设定频率 5V（10V）对应最大输出频率 20mA对应最大输出频率
2	模拟电压输入端，可设定0~5V、0~10V	
4	模拟电流输入端，可设定4~20mA	
5	模拟输入公共端	
A、B、C	变频器正常：B-C闭合，A-C断开 变频器故障：B-C断开，A-C闭合	触点容量：AC230V/0.3A DC30V/0.3A
RUN	变频器正在运行（集电极开路）	变频器输出频率高于启动频率时为低电平，否则为高电平
FU	频率检测（集电极开路）	变频器输出频率高于设定的检测频率时为低电平，否则为高电平
SE	RUN、FU的公共端（集电极开路）	
AM	模拟信号输出端（从输出频率、输出电流、输出电压中选择一种监视），输出信号与监视项目内容成比例关系	输出电流1mA，输出直流电压0~10V。5为输出公共端
RS-485	PU通信端口	最长通信距离500m

## 9.3.2 变频器操作面板与参数设定

### 1. 变频器的操作面板

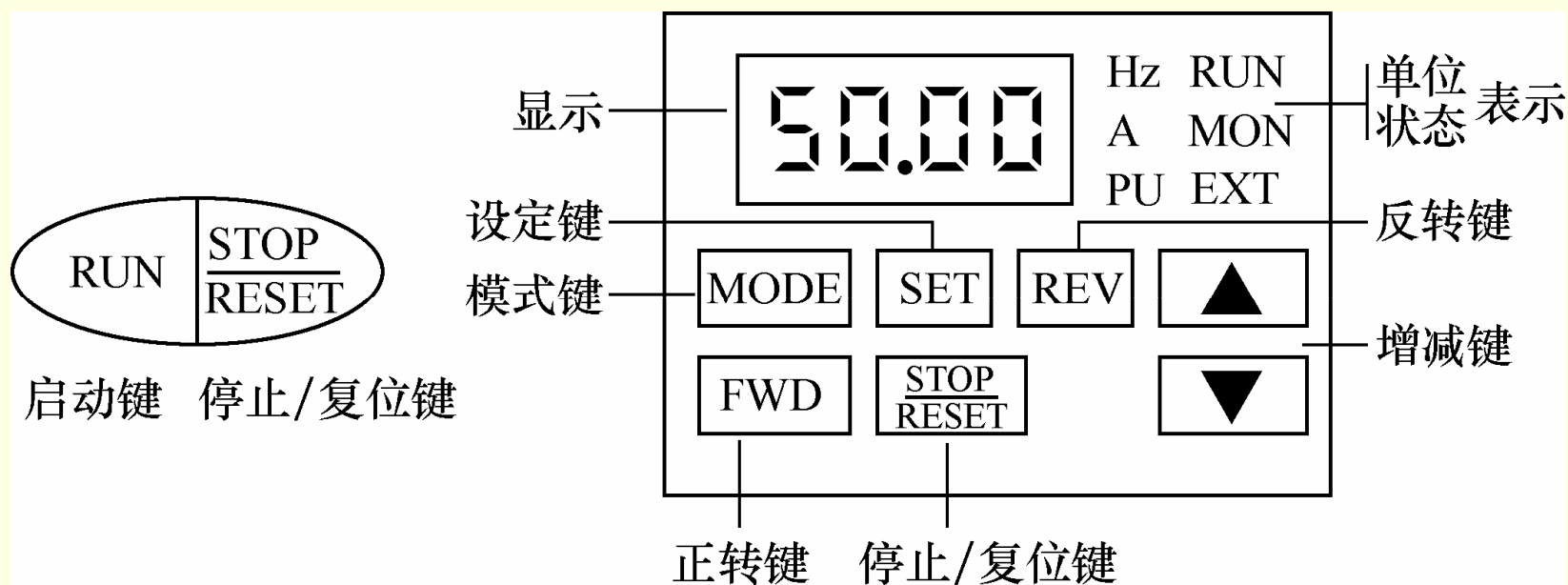


图9.13 变频器操作面板

表9.5 按键与状态指示灯说明

按键、状态	说 明
<b>RUN</b>	启动键
<b>STOP/RESET</b>	停止/复位键。用于停止运行和保护动作后复位变频器
<b>MODE</b>	模式键。用于选择操作模式或设定模式
<b>SET</b>	选择/确定键。用来选择或确定频率和参数的设定
<b>FWD、REV</b>	正转、反转键。用来给出正转、反转指令
<b>▲、▼</b>	增减键。连续增、减频率，或连续增减参数值
<b>Hz灯</b>	表示输出频率时，灯亮
<b>A灯</b>	表示输出电流时，灯亮
<b>RUN灯</b>	变频器运行时灯亮，正转/灯亮，反转/闪烁
<b>MON灯</b>	监视模式时灯亮
<b>PU灯</b>	面板操作模式（PU模式）时灯亮
<b>EXT灯</b>	外部操作模式时灯亮
<b>PU灯、EXT灯</b>	两灯同时亮，表示面板操作和外部操作的组合模式1或组合模式2

### 9.3.3 实习操作：变频器面板操作模式

操作内容为：恢复出厂设定值；由面板【▲】、【▼】键设定输出频率；由面板按键完成正转、反转、停止控制。控制电路基本接线图如图9.14所示。

操作步骤如下。

(1) 按图9.14接线，检查无误后接通电源。

(2) 恢复变频器出厂设定值。有关出厂设定值如下。

参数【1=120】，上限频率为120Hz。

参数【2=0】，下限频率为0Hz。

参数【3=50】，基准频率为50Hz。

参数【7=5】，启动加速时间为5s。

参数【8=5】，停止减速时间为5s。

参数【79=0】，外部操作模式，【EXT】显示点亮。

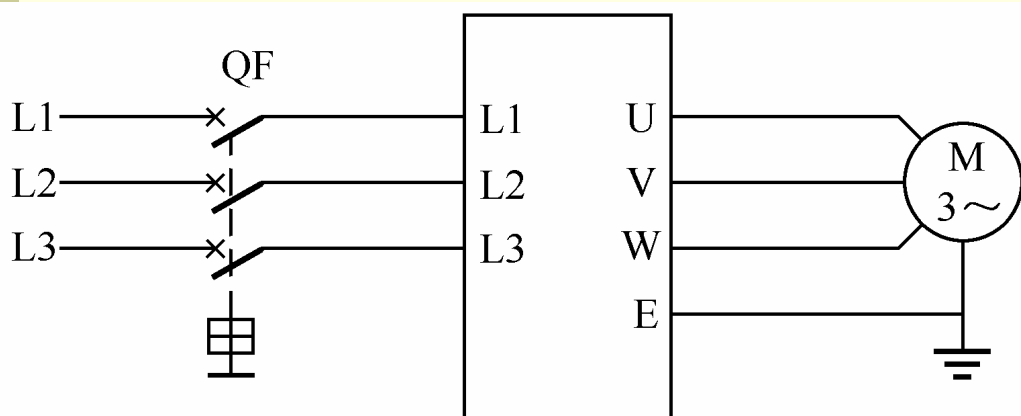


图9.14 变频器面板操作运行基本接线图

(3) 修改不符合控制要求的出厂设定值。

修改参数【79 = 1】，选择面板操作模式，【PU】灯点亮。

(4) 设定输出频率。用【MODE】键选择【频率设定模式】，用【▲】、【▼】键设定频率值为50Hz，用【SET】键写入。

(5) 正转。按【FWD】键，电动机加速启动，显示输出频率。【RUN】灯点亮。

(6) 反转。按【REV】键，电动机加速启动，显示输出频率。【RUN】灯闪烁。

(7) 停止。按【STOP/RESET】键，电动机减速停止。【RUN】灯灭。

(8) 切断电源。

## 9.3.4 实习操作：变频器外部操作模式

操作内容为：恢复出厂设定值；由外部模拟电压信号端设定输出频率；由外部开关完成正转、反转、停止控制。控制电路基本接线图如图9.15所示。

操作步骤如下。

(1) 按图9.15接线，接线无误后接通电源。

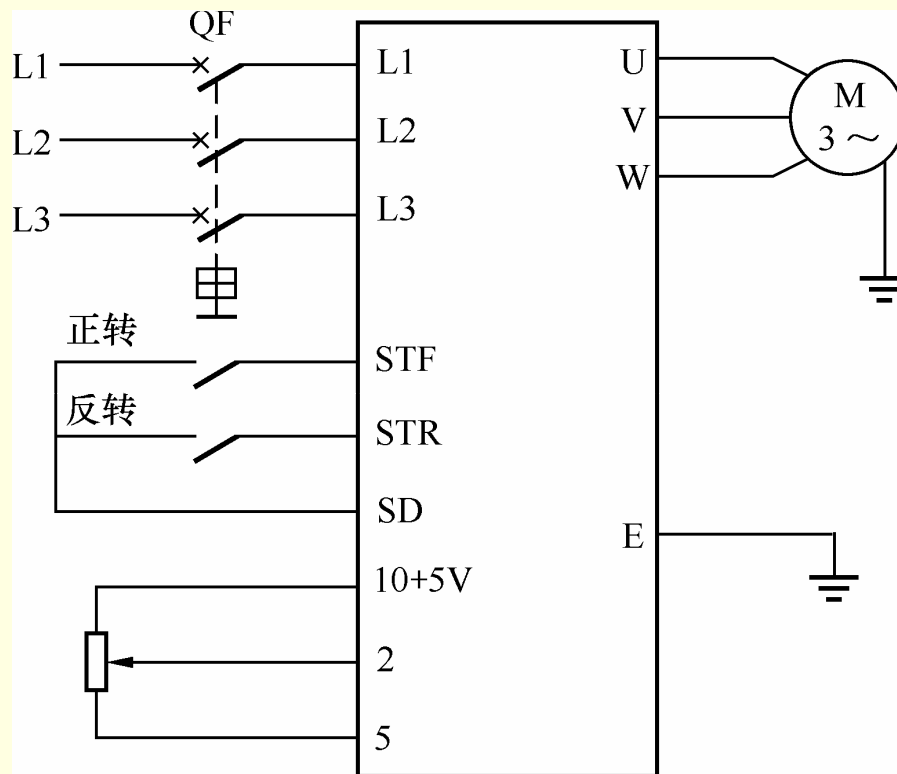


图9.15 变频器外部控制方式基本接线图

(2) 恢复变频器出厂设定值。有关出厂设定值如下。

参数【1 = 120】，上限频率为120Hz。

参数【2 = 0】，下限频率为0Hz。

参数【3 = 50】，基准频率为50Hz。

参数【7 = 5】，启动加速时间为5s。

参数【8 = 5】，停止减速时间为5s。

参数【38 = 50】，5V（10V）输入时频率为50Hz。

参数【73 = 0】，选择5V的输入电压。

参数【79 = 0】，外部操作模式，【EXT】显示点亮。

(3) 把外接电位器逆时针旋转到底，输出频率设定为0。把外接电位器慢慢顺时针旋转到底，输出频率逐步增大到50Hz。

(4) 正转。接通STF-SD，【RUN】灯亮，输出频率逐步增大到50Hz。

(5) 反转。接通STR-SD，【RUN】灯闪烁，输出频率逐步增大到50Hz。

(6) 停止。断开STF、STR。

(7) 切断电源。

## 9.3.5 实习操作：变频器组合操作模式

操作内容为：恢复出厂设定值；由面板设定输出频率；由外部开关完成正转、反转、停止控制。

控制电路基本接线图如图9.16所示，操作步骤如下。

(1) 按图9.16接线，接线无误后接通电源。

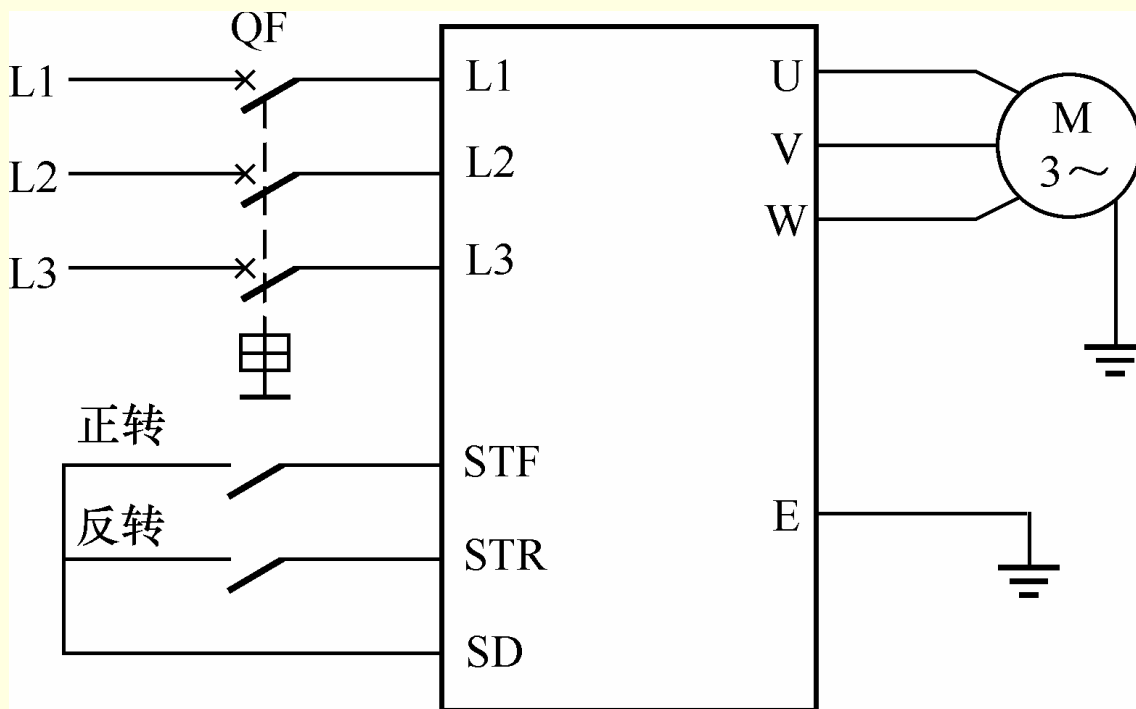


图9.16 变频器组合操作控制方式基本接线图

(2) 恢复变频器出厂设定值。有关出厂设定值如下。

参数【1 = 120】，上限频率为120Hz。

参数【2 = 0】，下限频率为0Hz。

参数【3 = 50】，基准频率为50Hz。

参数【7 = 5】，启动加速时间为5s。

参数【8 = 5】，停止减速时间为5s。

参数【79 = 0】，外部操作模式，【EXT】显示点亮。

(3) 修改不符合控制要求的出厂设定值。

修改参数【79 = 3】，外部与面板组合操作模式，【PU】和【EXT】两灯亮。

(4) 设定输出频率。用【MODE】键选择【频率设定模式】，用【▲】、【▼】键改变设定值为50Hz，用【SET】键写入。

(5) 正转。接通STF-SD，【RUN】灯亮，输出频率逐步增大到50Hz。

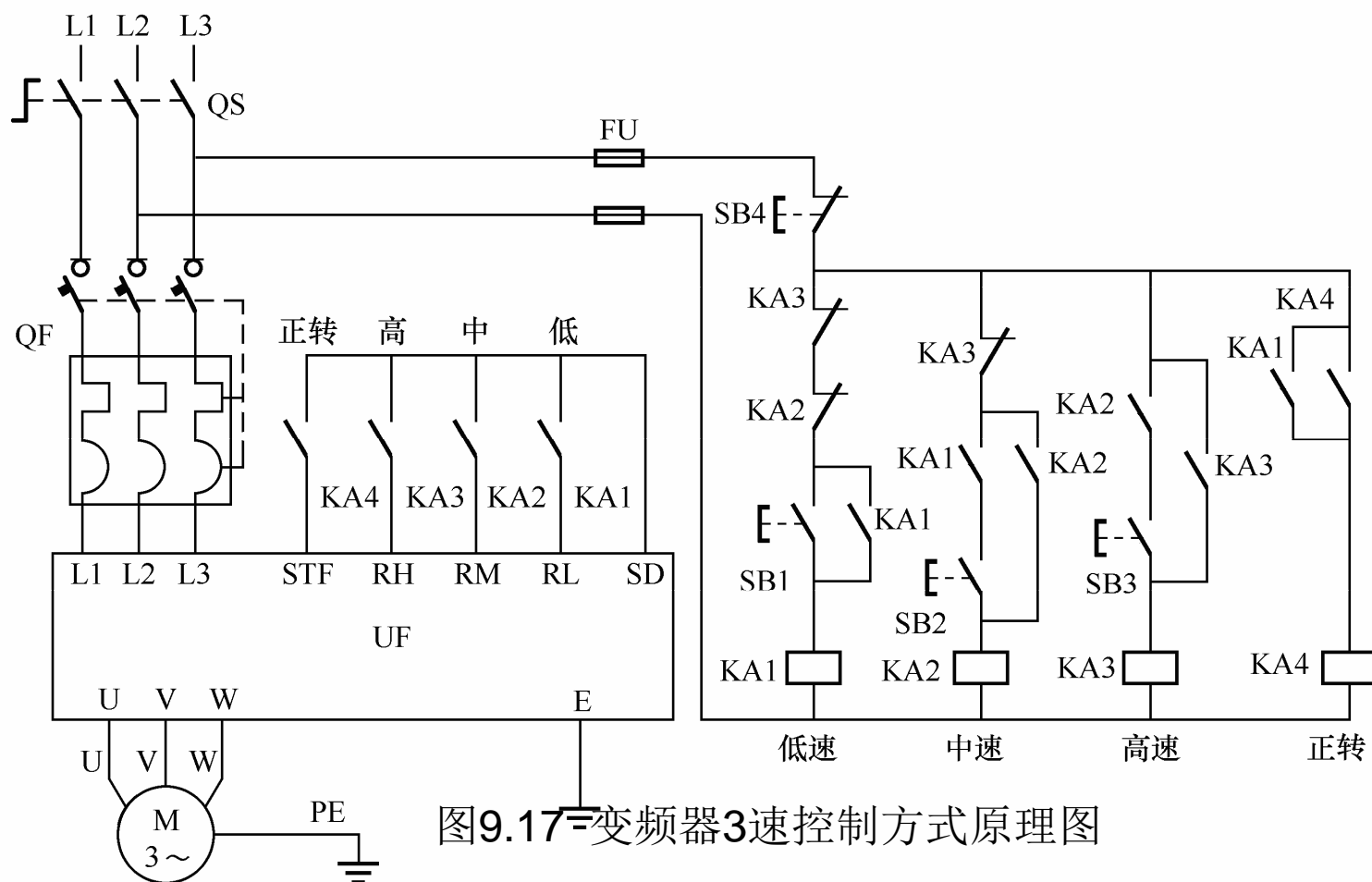
(6) 反转。接通STR-SD，【RUN】灯闪烁，输出频率逐步增大到50Hz。

(7) 停止。断开STF、STR。

(8) 切断电源断路器。

## 9.3.6 实习操作：继电器控制的变频器调速电路

控制要求：用继电器控制电动机低速启动，中、高速运行，控制原理图如图9.17所示。



各按钮名称及动作如下。

**SB1: 低速启动按钮。**按下**SB1**电动机以**10Hz**频率低速启动。

**SB2: 中速运行按钮。**按下**SB2**电动机以**30Hz**频率中速运行。

**SB3: 高速运行按钮。**按下**SB3**电动机以**50Hz**频率高速运行。

**SB4: 停机按钮。**按下**SB4**电动机减速停止。

注：各速运行频率（参数**4、5、6**）可以修改。**3速**设定的场合，**2速**以上同时被选中时，低速设定的频率优先。

低速启动，中、高速运行曲线如图**9.18**所示。

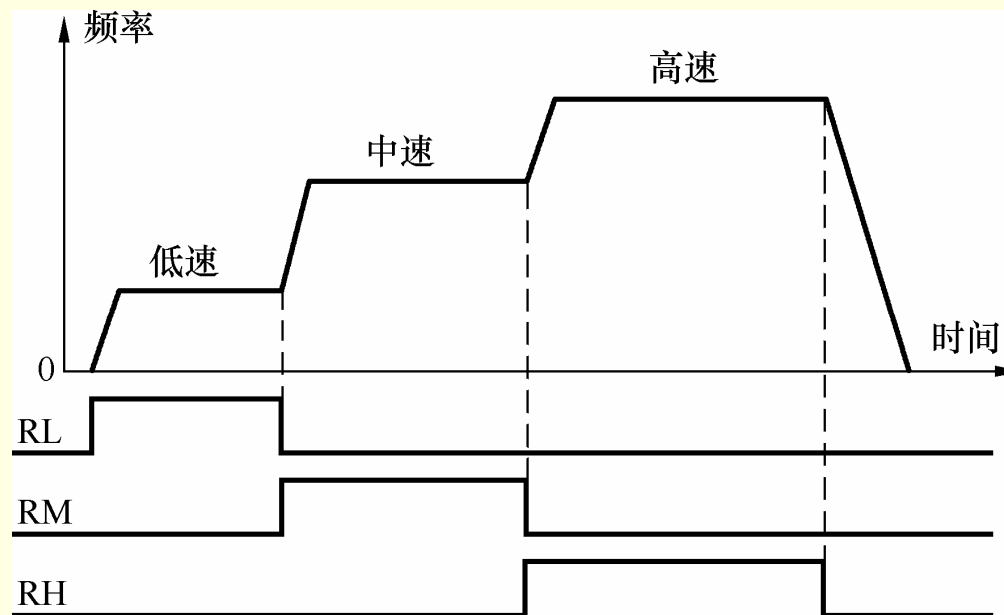


图9.18 低速启动，中、高速运行曲线

操作步骤如下。

(1) 按图9.17接线，接线无误后接通电源。

(2) 恢复变频器出厂设定值。有关出厂设定值如下。

参数【1 =120】，上限频率为120Hz。

参数【2 = 0】，下限频率为0Hz。

参数【3= 50】，基准频率为50Hz。

参数【4= 50】，高速频率为50Hz。

参数【5= 30】，中速频率为30Hz。

参数【6= 10】，低速频率为10Hz。

参数【7 = 5】，启动加速时间为5s。

参数【8 = 5】，停止减速时间为5s。

参数【79 = 0】，外部操作模式，【EXT】显示点亮。

(3) 低速启动。按下低速启动按钮SB1，中间继电器KA1通电自锁，RL-SD接通。KA4通电自锁，STF-SD接通，电动机以10Hz频率低速运行。

(4) 中速运行。按下中速运行按钮SB2，中间继电器KA2通电自锁，RM-SD接通，电动机以30Hz频率中速运行。KA1联锁断电。

(5) 高速运行。按下高速运行按钮SB3，中间继电器KA3通电自锁，RH-SD接通，电动机以50Hz频率高速运行。KA2联锁断电。

(6) 停机。按下停止按钮SB4，KA1~KA4断电，电动机减速停机。

(7) 切断电源。

## 9.3.7 变频器日常维护

### 1. 维护和检查时的注意事项

(1) 变频器断开电源后不久，储能电容上仍然剩余有高压电。进行检查前，先断开电源，过**10min**后用万用表测量，确认变频器主回路正负端子两端电压在直流几伏以下后再进行检查。

(2) 用兆欧表测量变频器外部电路的绝缘电阻前，要拆下变频器所有端子上的电线，以防止测量高电压加到变频器上。控制回路的通断测试应使用万用表（高阻挡），不要使用兆欧表。

(3) 不要对变频器实施耐压测试，如果测试不当，可能会使电子元器件损坏。

### 2. 日常检查项目

(1) 变频器是否按设定参数运行，面板显示是否正常。

(2) 安装场所的环境、温度、湿度是否符合要求。

(3) 变频器的进风口和出风口有无积尘和堵塞。

(4) 变频器是否有异常振动、噪声和气味。

(5) 是否出现过热和变色。

### 3. 定期检查项目

(1) 定期检查除尘。除尘前先切断电源，待变频器充分放电后打开机盖，用压缩空气或软毛刷对积尘进行清理。除尘时要格外小心，不要触及元器件和微动开关。

(2) 定期检查变频器的主要运行参数是否在规定的范围。

(3) 检查固定变频器的螺丝和螺栓，是否由于振动、温度变化等原因松动。导线是否连接可靠，绝缘物质是否被腐蚀或破损。

(4) 定期检查变频器的冷却风扇、滤波电容，当达到使用期限后及时进行更换。



**THE END**



# 模块十 PLC与变频器综合应用

## 目的要求

- (1) 了解变频器**FR-E500**的基本结构。
- (2) 了解变频器**FR-E500**基本参数的设置方法。
- (3) 掌握变频器**FR-E500**的三种操作方式。
- (4) 了解变频器**FR-E500**的一般应用情况。

# 模块十 PLC与变频器综合应用

---

**10.1 高速计数与变频器多段调速控制**

**10.2 电位器、拨码开关与变频器直流制动**

## 10.1 高速计数与变频器多段调速控制

一般情况下**PLC**的普通计数器只能接收频率为几十**Hz**以下低频脉冲信号，对于大多数控制系统来说，已能满足控制要求。只能接收低频（速）信号的原因有两点，一是与**PLC**输入端连接的按钮开关或继电器的簧片在接通或断开瞬间会产生连续脉冲的抖动信号，为了消除抖动信号的影响，**PLC**的系统程序为输入端设置了**10ms**的延迟时间；二是因为**PLC**的周期性扫描工作方式的影响，**PLC**只在输入采样阶段接收外部输入信号。一般**PLC**用户程序的扫描周期在几十至数百**ms**之间，小于扫描周期的信号不能有效地接收。

但有时在实际生产中，**PLC**可能要处理几**kHz**以上的高速信号。例如，常见机械设备的主轴转速可高达上千**r/min**，**PLC**对主轴转速进行测速、计数和调速控制。为此，**FX**系列**PLC**专门设置了**21**个高速计数器。使用高速计数器时相关输入端的延迟时间自动由**10ms**调整为**50 μs**，同时为了不受**PLC**周期性扫描工作方式的影响，高速计数程序采用中断处理方式（中断是指**PLC**中止正常的程序扫描周期，优先处理高速信号）。

## 10.1.1 高速计数器

高速计数器的地址编号为C235~C255，都是32位断电保持型双向计数器，计数范围为-2 147 483 648~+2 147 483 647。高速计数器分为单相单计数输入、单相双计数输入和双相双计数输入三类。

### 1. 单相单计数输入的高速计数器（见表10.1）

表10.1 单相单计数输入的高速计数器

计数输入	无复位/开始计数端						有复位/开始计数端				
	C235	C236	C237	C238	C239	C240	C241	C242	C243	C244	C245
X0	U/D						U/D			U/D	
X1		U/D					R			R	
X2			U/D					U/D			U/D
X3				U/D				R			R
X4					U/D				U/D		
X5						U/D			R		
X6										S	
X7											S

注：U—增计数 D—减计数 R—复位输入 S—开始计数输入。

## 高速计数器C235~C255的说明:

(1) 高速计数器使用X0~X7，但只有X0~X5能用于计数脉冲输入端，并且不能重复地在高速计数器C235~C255之间使用，因此，高速计数器最多只能使用6个。

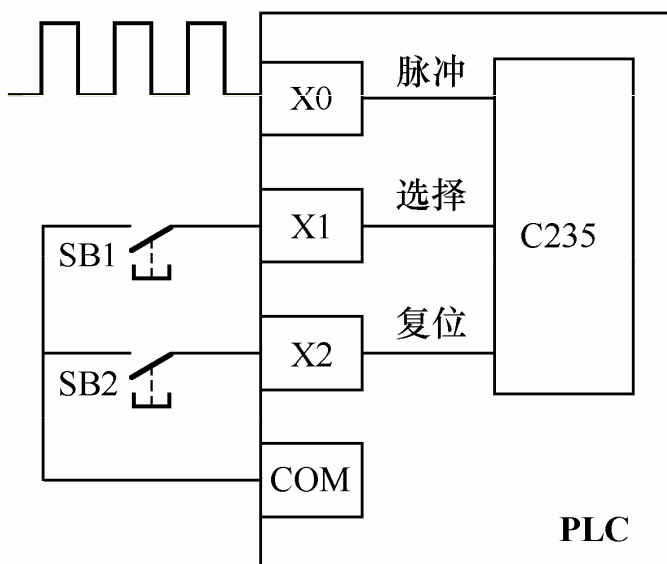
(2) 使用某个高速计数器后，相应的输入端自动被占用。例如，使用C235后，X0被占用；使用C245后，X2、X3、X7被占用。

(3) 高速计数器在程序中必须先定义后使用，即高速计数器的线圈保持ON状态。

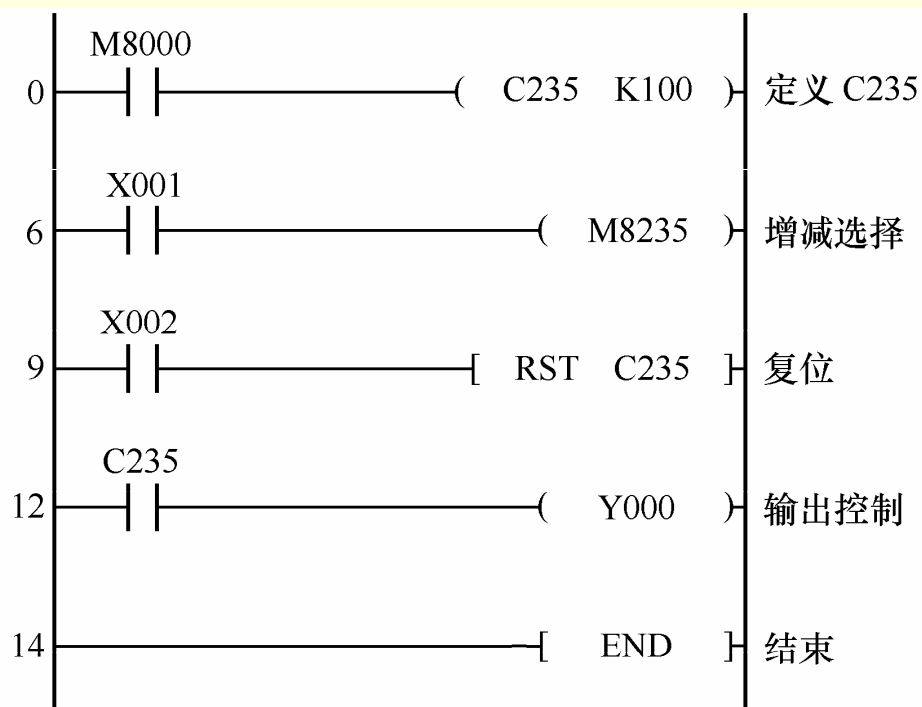
高速计数器C235~C245的说明。高速计数器C235~C245的功能是增计数还是减计数由特殊辅助继电器M8235~M8245的状态决定，M8235~M8245状态ON是减计数，状态OFF或者程序中不出现M8235~M8245是增计数。

【例题10.1】 接线图如图10.1（a）所示，分析图10.1（b）所示的程序。

【解】 在图10.1（b）所示的PLC程序中，M8000接通是定义使用高速计数器C235，达到设定值K100时，C235动作，输出Y0状态ON。系统自动分配X0为C235的计数信号输入端。X1断开是增计数，接通是减计数。X2接通C235复位。



(a) 接线图

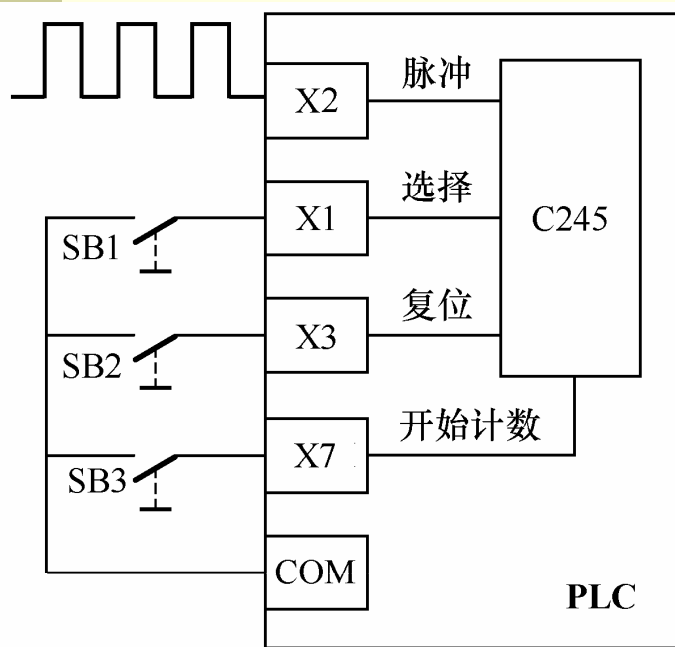


(b) 程序梯形图

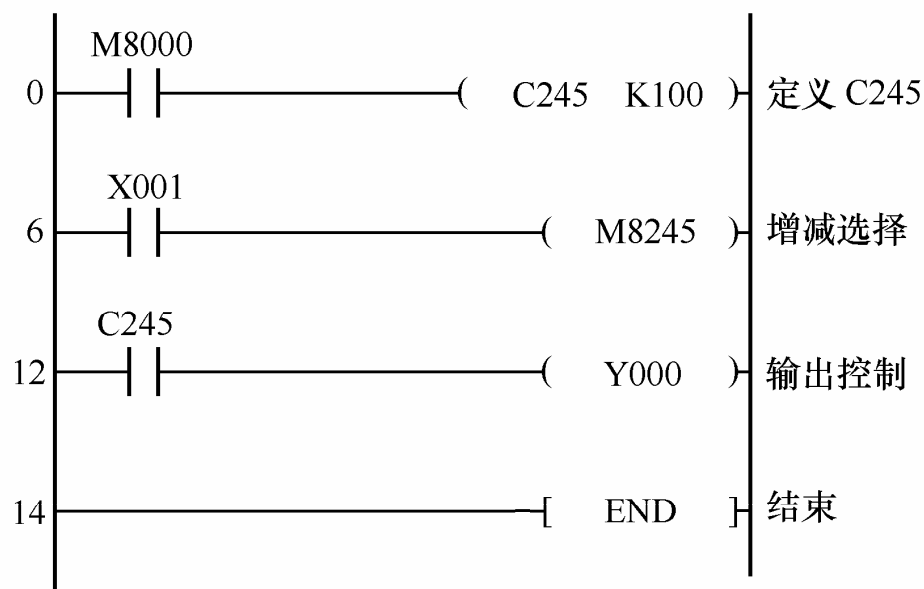
图10.1 使用高速计数器C235

【例题10.2】 接线图如图10.2（a）所示，分析图10.2（b）所示的程序。

【解】 在图10.2（b）所示的PLC程序中，M8000接通是定义使用高速计数器C245，达到设定值K100时，C245动作，输出Y0状态ON。系统自动分配X2为C245的计数信号输入端，X3为C245复位端，X7为C245开始计数控制端。X1断开是增计数，接通是减计数。



(a) 接线图



(b) 程序梯形图

图10.2 使用高速计数器C245

## 2. 单相双计数输入的高速计数器

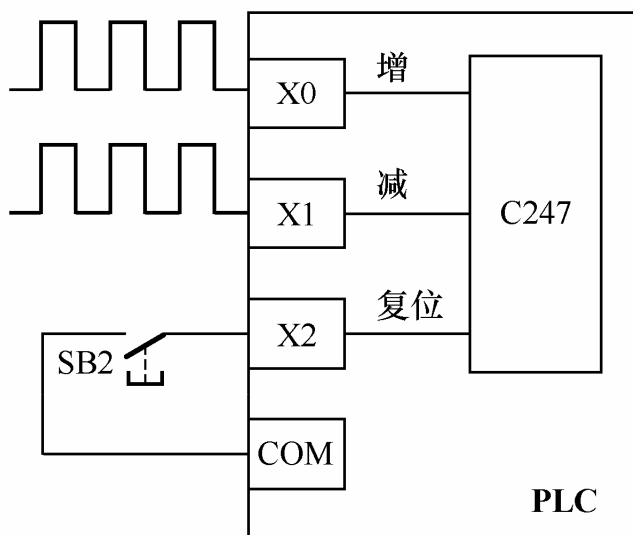
表10.2 单相双计数输入的高速计数器

计数输入	C246	C247	C248	C249	C250
X0	U	U		U	
X1	D	D		D	
X2		R		R	
X3			U		U
X4			D		D
X5			R		R
X6				S	
X7					S

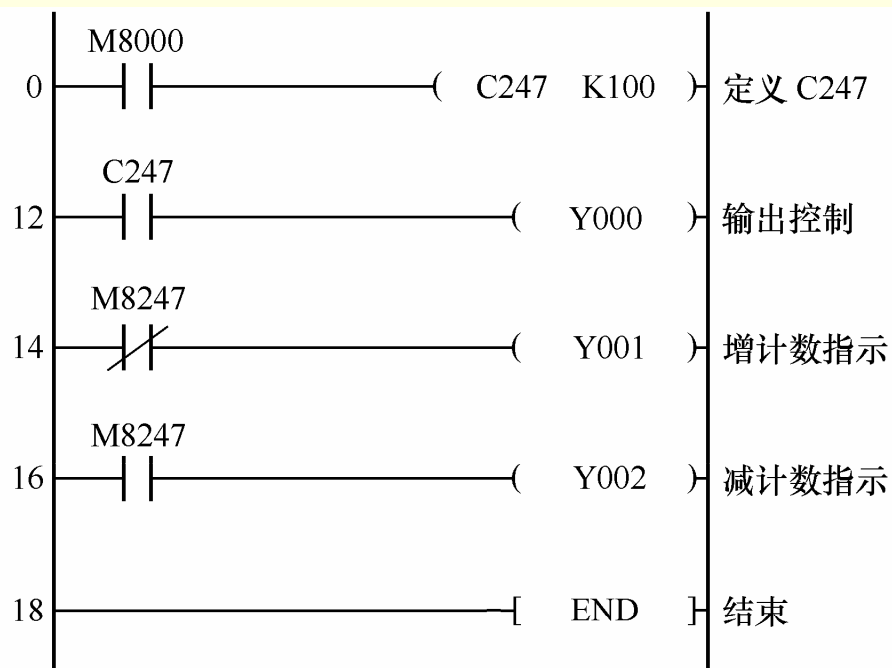
高速计数器C246~C250的说明。特殊辅助继电器M8246~M8250的状态只表明其相应计数器是增计数状态或减计数状态，M8246~M8250状态ON表明是减计数状态，状态OFF是增计数状态。

【例题10.3】 接线图如图10.3 (a) 所示，分析图10.3 (b) 所示的程序。

【解】 在图10.3 (b) 所示的PLC程序中，M8000接通是定义使用高速计数器C247，达到设定值K100时，C247动作，输出Y0状态ON。系统自动分配X0、X1为C247的增、减计数信号输入端，X2为C247的复位端。用M8247的状态表示增、减状态，当C247为增计数时，M8247不动作，其常闭接点闭合，Y1状态ON；当C247为减计数时，M8247动作，其常开接点闭合，Y2状态ON。



(a) 接线图



(b) 程序梯形图

图10.3 使用高速计数器C247

### 3. 双相双计数输入的高速计数器

表10.3 双相双计数输入的高速计数器

计数输入	C251	C252	C253	C254	C255
X0	A	A		A	
X1	B	B		B	
X2		R		R	
X3			A		A
X4			B		B
X5			R		R
X6				S	
X7					S

注：A—A相输入 B—B相输入 R—复位输入 S—开始计数输入。

## 高速计数器C251~C255的说明:

(1) 特殊辅助继电器M8251~M8255的状态只表明其相应计数器是增计数状态或减计数状态。M8251~M8255状态ON表明是减计数状态，状态OFF是增计数状态。

(2) 双相计数器的两个脉冲端子是同时工作的，增、减计数方式由两相脉冲间的相位所决定。如图10.4所示。在A相导通期间，B相从0变成1（即上升沿），此时高速计数器的功能是增计数；在A相导通期间，B相从1变成0（即下降沿），此时高速计数器的功能是减计数。

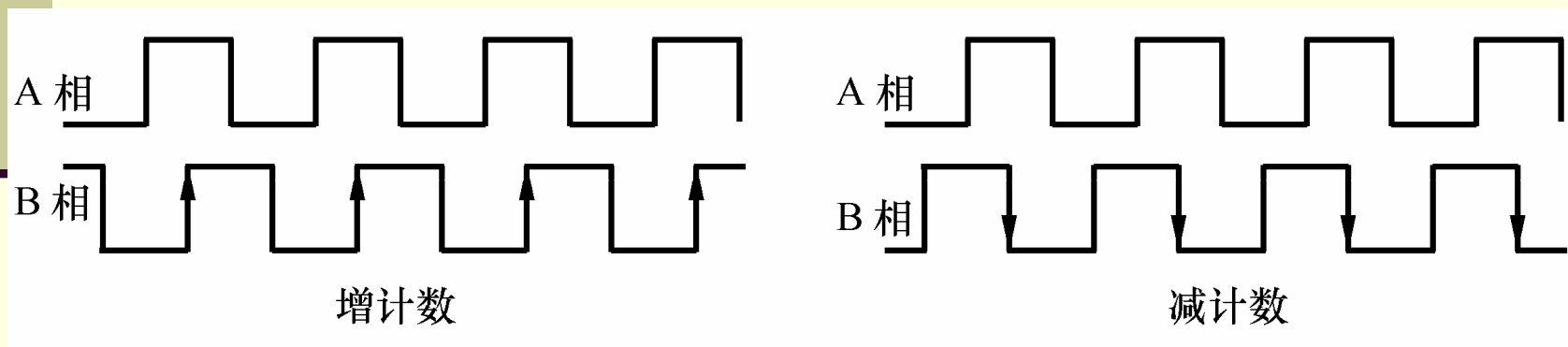
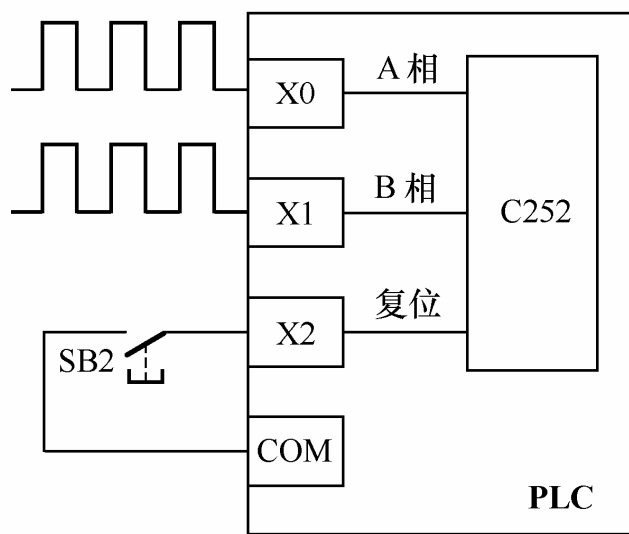


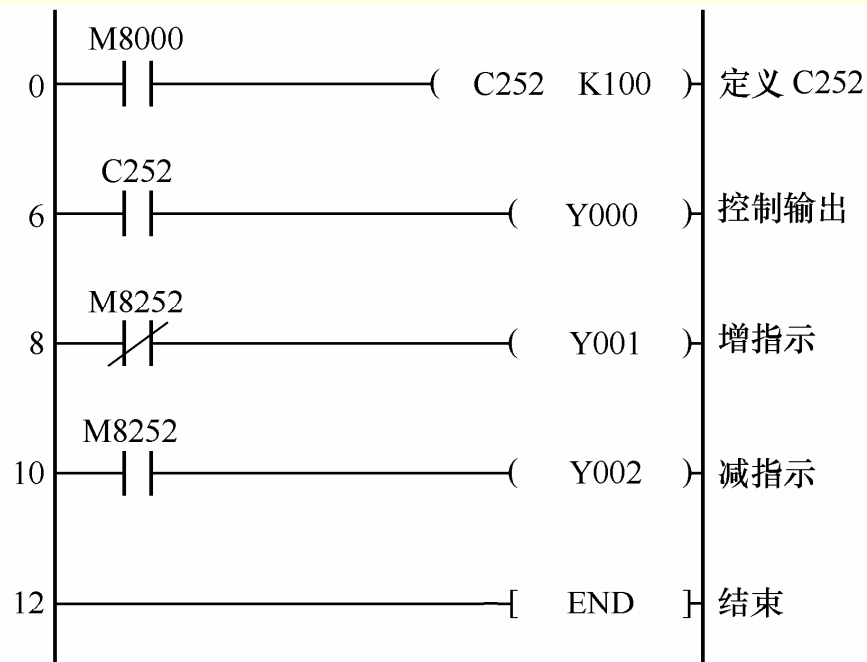
图10.4 双相计数波形图

【例题10.4】 接线图如图10.5（a）所示，分析图10.5（b）所示的程序。

【解】 在图10.5（b）所示的PLC程序中，M8000接通时，定义使用高速计数器C252，达到设定值K100时，C252动作，输出Y0状态ON。系统自动分配X0、X1为C252的A相、B相信号输入端，X2为C252的复位端。用M8252的状态指示增、减状态，当C252为增计数时，Y1状态ON；当C252为减计数时，Y2状态ON。



(a) 接线图



(b) 程序梯形图

图10.5 使用高速计数器C252

#### 4. 高速计数器的响应频率

使用单个高速计数器的响应频率为：

C235, C236, C246 (单相) : 最高60kHz;

C251, (双相) : 最高30kHz;

C237~C245, C247~C250 (单相) : 最高10kHz;

C252~C255 (双相) : 最高5kHz。

使用多个高速计数器时，综合频率不要超过60kHz；程序中使用高速指令FNC53、FNC54时，综合频率不要超过30kHz。双相信号的频率应乘以2。

**【例题10.5】** 在不使用高速指令FNC53~55时，求使用C235输入30kHz，C237输入10kHz，C253输入5kHz时的综合频率。

**【解】** 综合频率为 $30+10+2\times 5 = 50\text{kHz}$ ，小于60kHz，满足系统要求。

## 10.1.2 高速计数与变频器多段调速程序的应用实例

### 1. 控制要求

某纺纱设备电气控制系统使用PLC和变频器，控制要求如下：

(1) 为了防止启动时断纱，要求启动过程平稳。

(2) 纱线到预定长度时停车。使用霍尔传感器将输出纱线机轴的旋转圈数转换成高速脉冲信号，送入PLC进行计数，达到定长值（16 000转）后自动停车。

(3) 在纺纱过程中，随着纱线在纱管上的卷绕，纱管直径逐步增粗。为了保证纱线张力均匀，卷绕电动机将逐步降速。

(4) 中途停车后再次开车，应保持停车前的速度状态。

## 2. 霍尔传感器与输出纱线机轴的安装示意图

霍尔传感器有三个端子，分别是正极（接PLC的24V+）、负极（接PLC的输入公共端COM）和信号端（接PLC的输入端X0）。当机轴旋转时，磁钢经过霍尔传感器时，产生脉冲信号送入X0，由于机轴转速高达上千r/min，所以使用高速计数器C235对X0的脉冲信号计数。

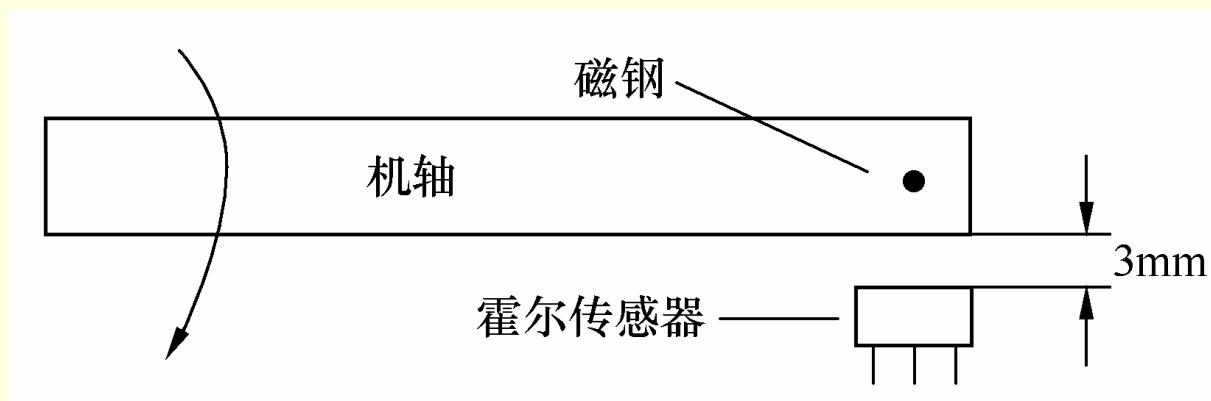


图10.6 霍尔传感器与输出纱线机轴的安装示意图

### 3. 控制线路

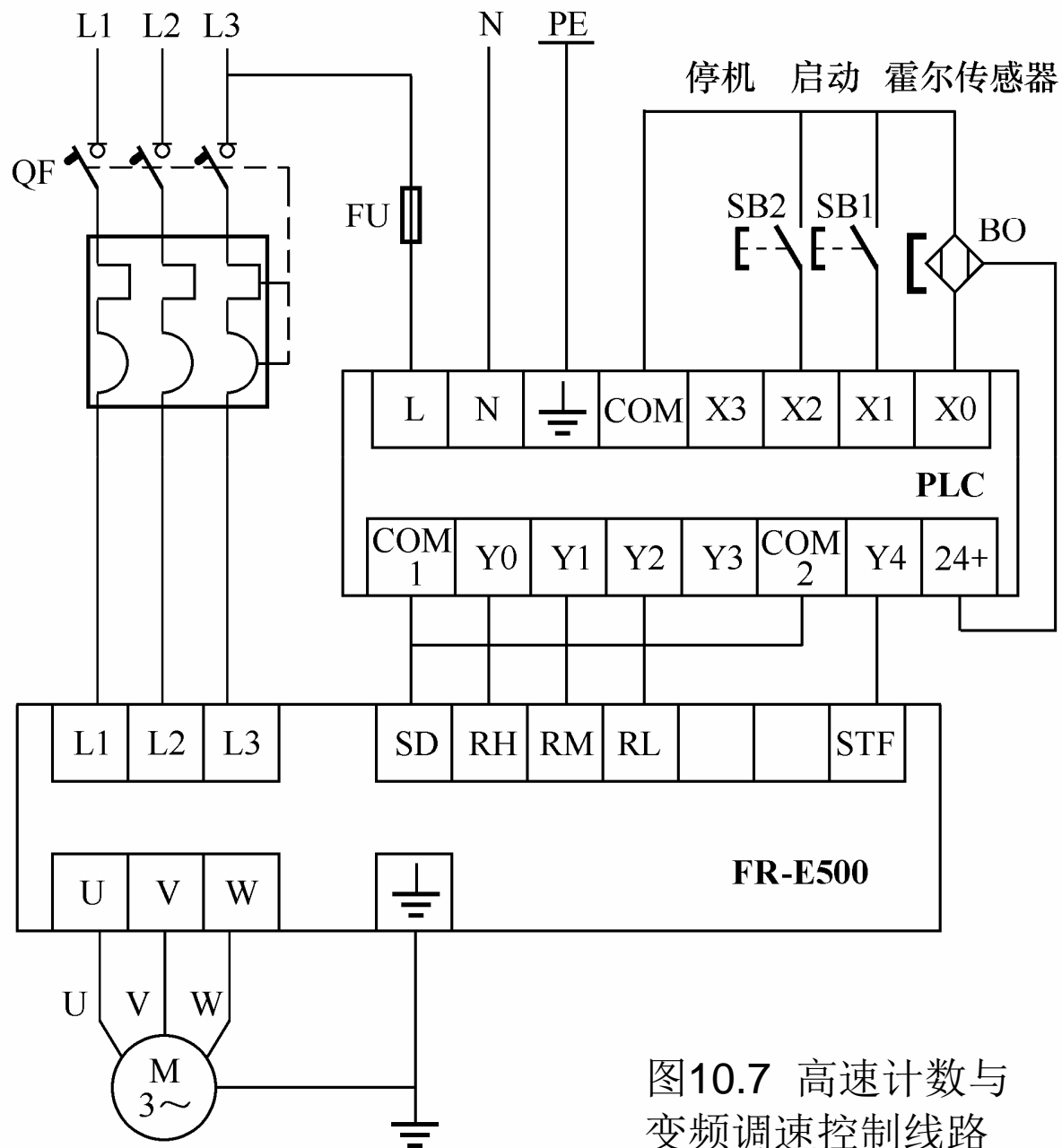


图10.7 高速计数与变频调速控制线路

表10.4 PLC输入/输出端口分配和控制变频器端子

输 入			输出控制变频器	
输入继电器	输入元件	作 用	输出继电器	变 频 器
X0	BO	输入传感器信号	Y0	RH、调速控制1
X1	SB1	启动按钮	Y1	RM、调速控制2
X2	SB2	停止按钮	Y2	RL、调速控制3
			Y4	STF、正转控制

表10.5 变频器多段速的PLC控制

工艺多段速	1	2	3	4	5	6	7
变频器设置的多段速	1	2	6	3	5	4	7
RL-Y2	0	0	0	1	1	1	1
RM-Y1	0	1	1	0	0	1	1
RH-Y0	1	0	1	0	1	0	1
变频器输出频率Hz	50	49	48	47	46	45	44

注：表中“0”表示断开，“1”表示接通。

变频器多段速运行曲线如图10.8所示

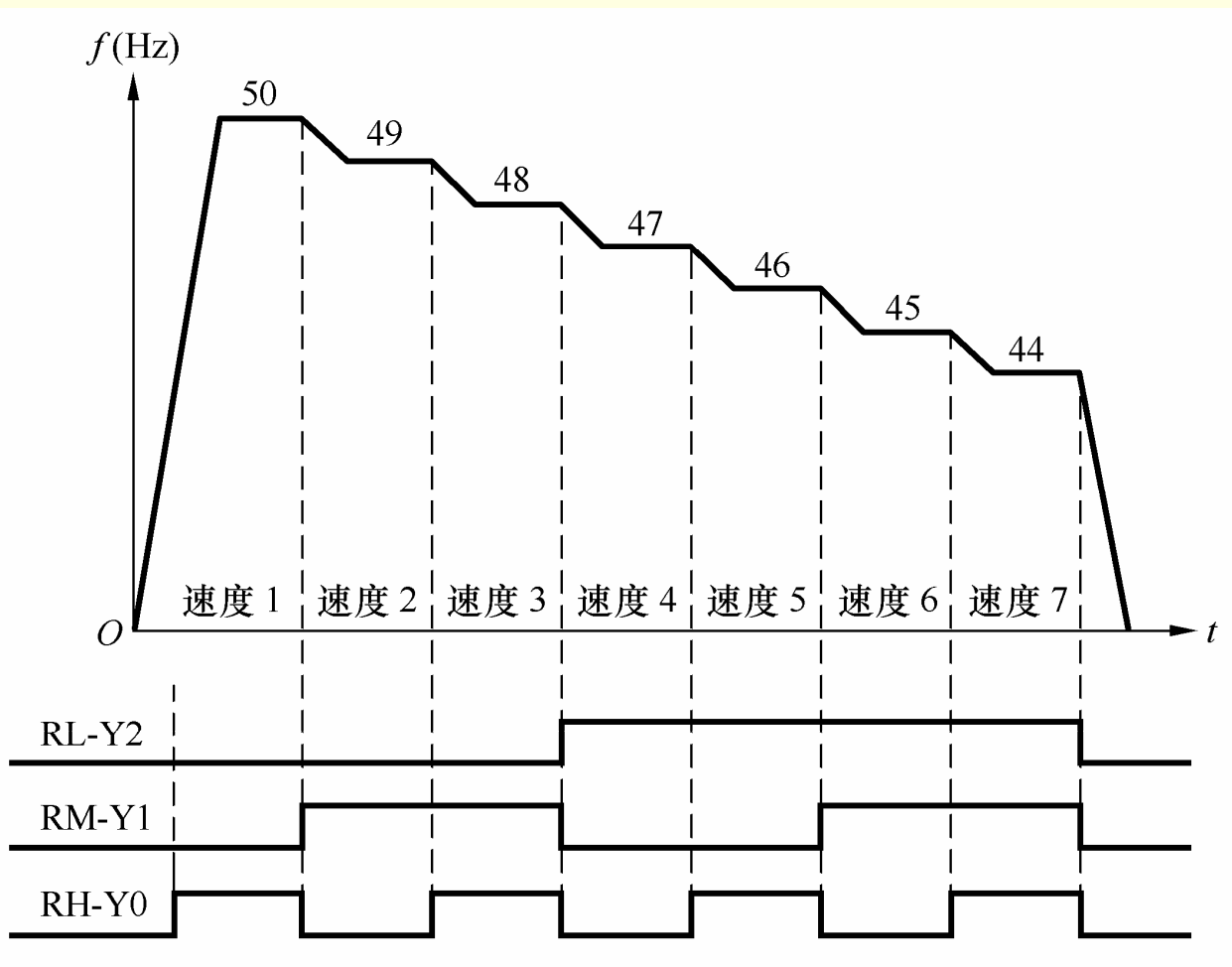


图10.8 变频器多段速运行曲线

## 4. 变频器的参数调节

- (1) 恢复出厂设定值，有关出厂设定值如下：
- 参数【1 = 120】，上限频率为120Hz；
  - 参数【2 = 0】，下限频率为0Hz；
  - 参数【3 = 50】，基准频率为50Hz；
  - 参数【4 = 50】，高速频率为50Hz；
  - 参数【5 = 30】，中速频率为30Hz；
  - 参数【6 = 10】，低速频率为10Hz；
  - 参数【7 = 10】，启动加速时间为10s（型号5.5K为10s）；
  - 参数【8 = 10】，停机减速时间为10s（型号5.5K为10s）；
  - 参数【78 = 0】，电动机可以正反转；
  - 参数【79 = 0】，外部操作模式，【EXT】显示点亮；
  - 参数【251 = 1】，输出欠相保护功能有效。
- (2) 修改参数【79 = 1】，选择面板操作模式，【PU】灯点亮。

(3) 修改不符合控制要求的出厂设定值。

参数【1 = 50】，上限频率改为50Hz，防止误操作后频率超过50Hz；

参数【7 = 20】，启动加速时间改为20s，满足启动过程平稳要求；

参数【9 = 10】，电子过电流保护10A，等于电动机额定电流；

参数【4 = 50】，不修改，工艺1段频率为50Hz；

参数【5 = 49】，工艺2段频率改为49Hz；

参数【26 = 48】，工艺3段频率改为48Hz；

参数【6 = 47】，工艺4段频率改为47Hz；

参数【25 = 46】，工艺5段频率改为46Hz；

参数【24 = 45】，工艺6段频率改为45Hz；

参数【27 = 44】，工艺7段频率改为44Hz；

参数【78 = 1】，电动机不可以反转。

(4) 修改参数【79 = 0】，外部操作模式，【EXT】显示点亮。

## 5. PLC控制程序梯形图

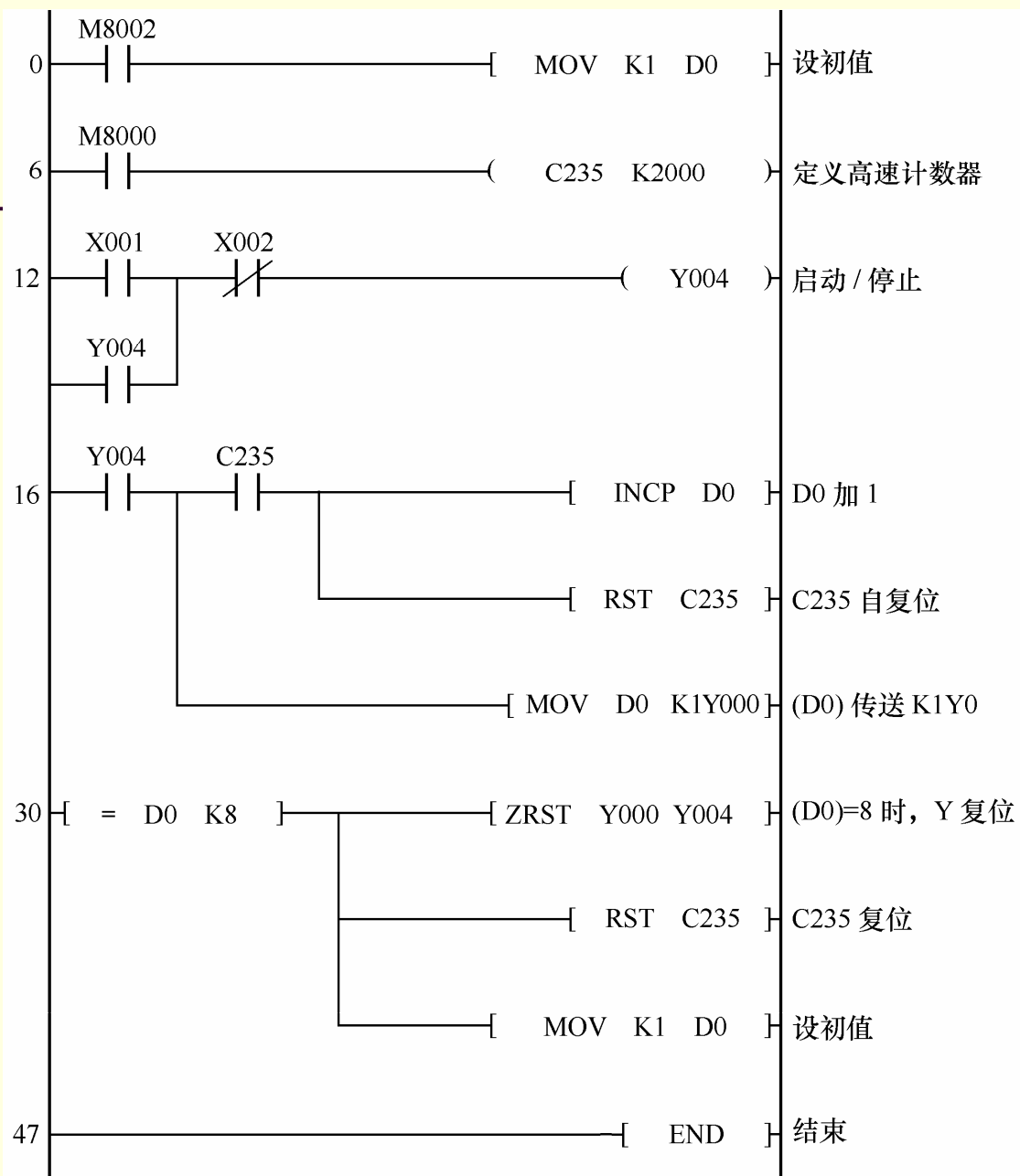


图10.9 高速计数、多段速运行的PLC控制程序

## 工作原理如下：

中途停车后，再次开车时为了保持停车前的速度状态，使用数据寄存器D0保存中途停车时的状态数据，并用D0控制输出位组件K1Y0。

(1) 步0~步5程序，为D0设初值K1，即开机时Y0状态ON，变频器输出50Hz。

(2) 步6~步11程序，定义使用高速计数器C235。程序运行时特殊辅助继电器M8000接点始终闭合，程序自动占用X0为增计数信号输入端，纱线机轴每旋转一圈，输入到X0一个脉冲信号，C235对高速脉冲信号计数。

(3) 步12~步15程序，典型的自锁控制程序。X1接启动按钮，X2接停机按钮，Y4接变频器正转控制端STF。按下启动按钮时，STF接通，变频器按加速时间（20s）启动至50Hz的运转频率。

(4) 步16~步29程序，计数控制程序。C235从0计数到设定值（2000）时，C235接点闭合，D0做加1运算，（D0）传送到K1Y0，使Y2、Y1、Y0分别控制变频器多段速控制端RL、RM、RH接通或断开，变频器按设定的多段输出频率控制电动机逐步降速运行。同时C235自复位，重新从0开始计数。

(5) 步30~步46程序，满定长停机控制程序。当（D0）= 8（总旋转圈数为 $2\ 000 \times 8 = 16\ 000$ 转），Y4~Y0复位断开，变频器（电动机）按减速时间（10s）停机，C235复位，D0设初值K1，为下次开机做好准备。

# 10.1.3 实习操作：计数与变频多段调速控制程序

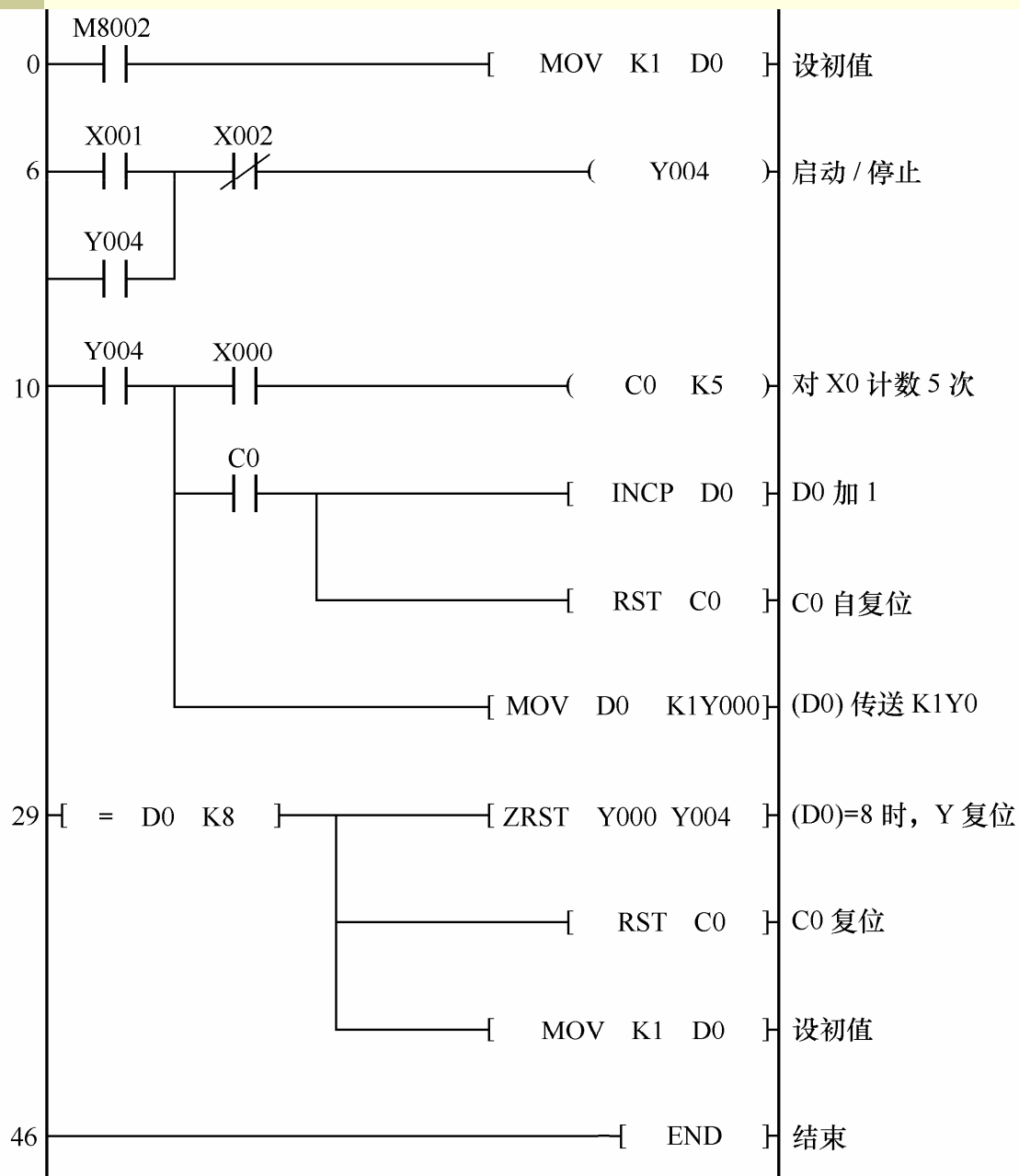


图10.10 计数与多段速运行的PLC控制程序



## 10.2 电位器、拨码开关与变频器直流制动

### 10.2.1 内置电位器

在PLC面板上，有两个模拟电位器VR1、VR2，两个电位器的模拟电压值变成数字信号分别存储于特殊数据寄存器D8030和D8031中，数值范围为0~+255。

**【例题10.6】** 设X0接通0~25s内Y0状态ON，延时时间用电位器VR1进行调节，编写相应的PLC程序。

**【解】** PLC程序如图10.11所示，用数据寄存器D8030的值作为定时器T0的设定值。调节电位器VR1时，设定值变化范围为0~+255。所以T0的延时时间为0~25.5s。

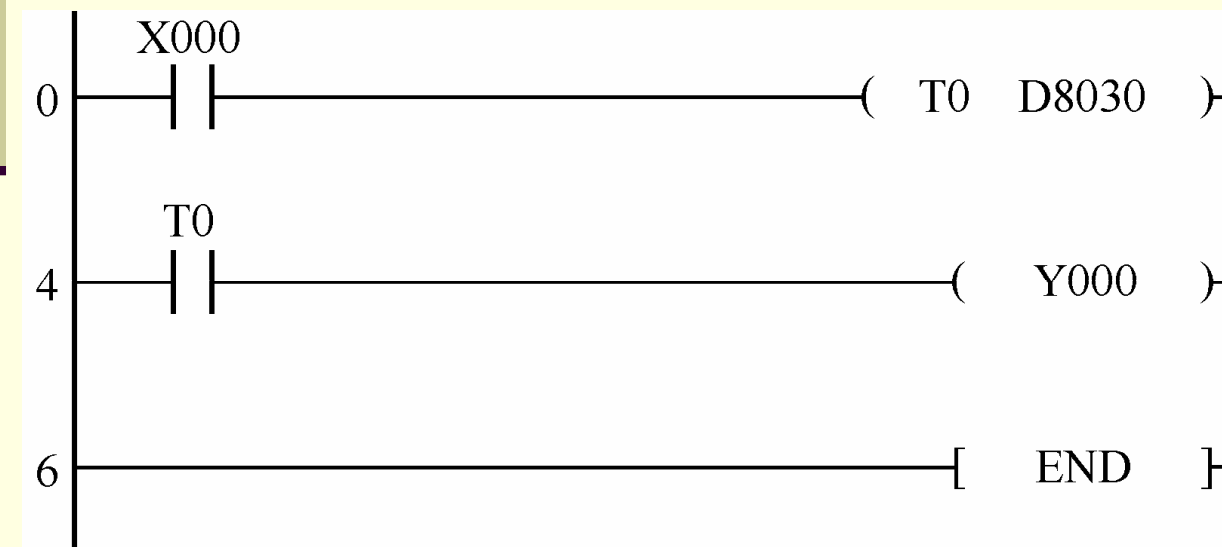


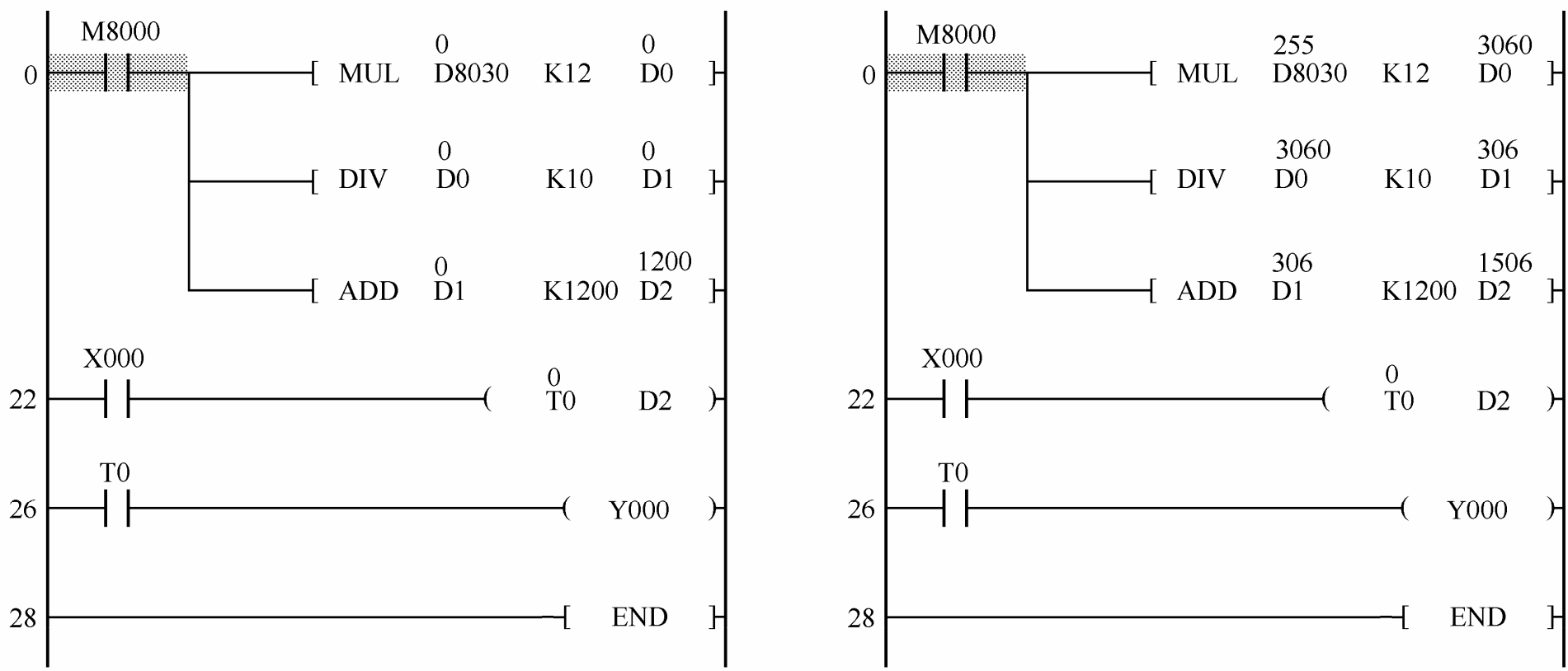
图10.11 使用模拟电位器定时

**【例题10.7】** 要求X0接通120~150s内Y0状态ON，延时时间用电位器VR1进行调节，编写相应的PLC程序。

**【解】** 定时时间为120~150s，T0定时器的设定值应为1200~1500，计算公式为

$$1200 + (D8030) \times 12/10$$

计算结果存储在D2中，作为T0的设定值。电位器逆时针旋转到底时， $(D8030) = 0$ ，设定值为1200，定时时间为120s，监控程序如图10.12 (a)所示。电位器顺时针旋转到底时， $(D8030) = 255$ ，设定值为1506，定时时间为150.6s，监控程序如图10.12 (b)所示。



(a) 最短延时时间 120s

(b) 最长延时时间 150s

图10.12 扩大电位器调节范围

## 10.2.2 模拟电位器板和电位器读取指令VRRD、VRSC

表10.6

VRRD、VRSC指令

电位器读取指令		操作数	数值范围
P	FNC85 VRRD	源操作数 S: K、H (0~7) 目标操作数D: KnY、KnM、KnS、 T、C、D、V、Z	0~255
P	FNC86 VRSC		0~10

### VRRD、VRSC指令的说明:

- (1) S为源操作数，0~7对应VR0~VR7，D为存放二进制数据的目标数。
- (2) VRRD 指令读取数据的范围是0~255。
- (3) VRSC 指令读取数据的范围是0~10。
- (4) VRRD、VRSC指令可以脉冲执行。



图10.13 8个模拟电位器的功能扩展板

在图10.14所示程序中，当X0接通时，第0个电位器的当前数值存储到D0中；当X1接通时，第1个电位器的当前刻度值存储到D10中。

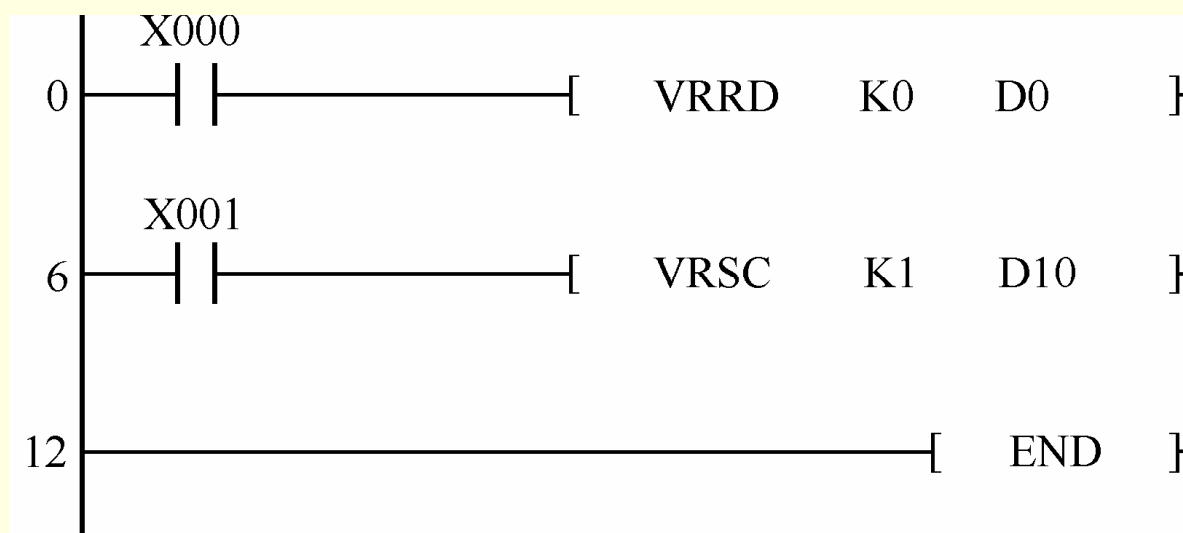


图10.14 VRRD、VRSC指令应用

## 10.2.3 拨码开关与BIN指令

拨码开关的外形与接线如图10.15所示，图中两位拨码开关显示十进制数据53。按动拨码开关的按键可以向PLC输入十进制数码（0~9）。

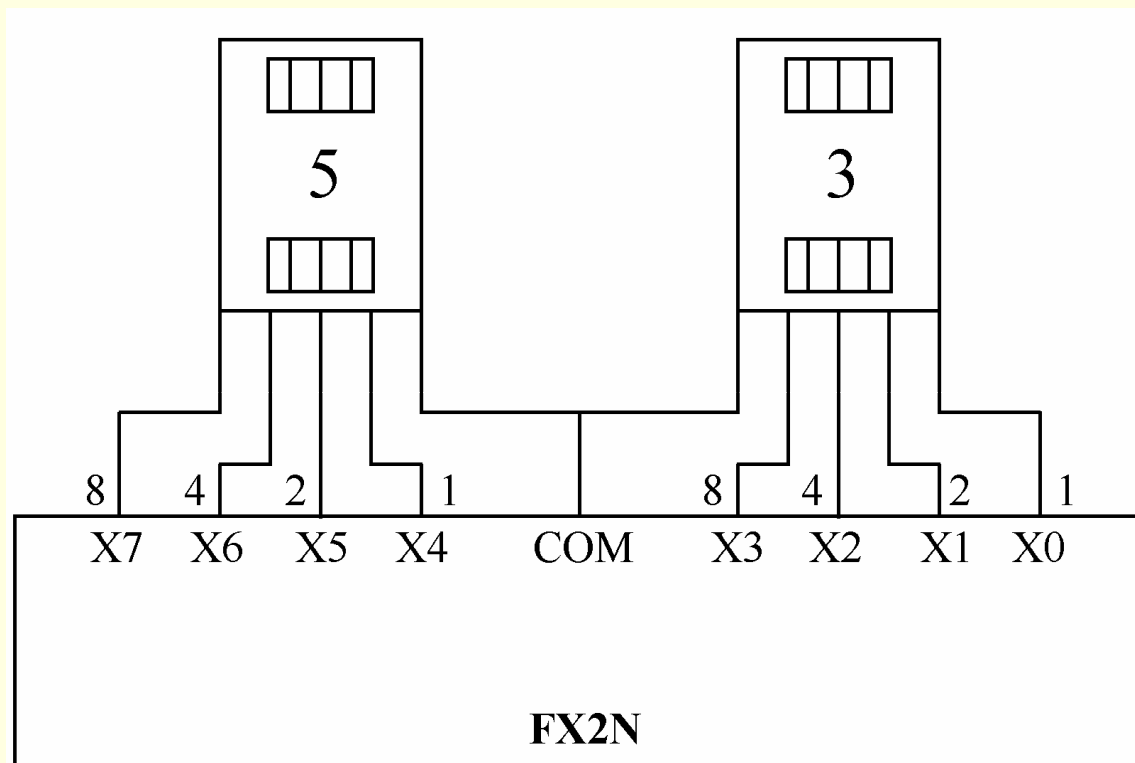


图10.15 两位拨码开关的接线图

拨码开关产生的是BCD码，而在PLC程序中数据的存储和操作都是二进制形式。因此，在输入拨码开关产生的BCD码时要先使用BIN指令变换为二进制形式。

表10.7 BIN指令

BIN变换指令		操作数	
D	FNC19	S	KnX、KnY、KnM、KnS、T、C、D、V、Z
P	BIN	D	KnY、KnM、KnS、T、C、D、V、Z

BIN变换指令的说明：

- (1) S为要变换的源操作数，D为存放二进制数据的目标操作数。
- (2) BIN指令是将源操作数中的BCD码变换成二进制数据，存储在目标操作数中。
- (3) 如果被转换的不是BCD码就会出错。

**【例题10.8】**

- (1) 将图10.15所示的拨码开关数据经BIN变换后存储到数据寄存器D0中。
- (2) 将图10.15所示的拨码开关数据不经BIN变换直接存储到数据寄存器D10中。

**【解】** 在图10.16所示的程序监控中可以看出，经BIN变换后数据寄存器D0中的数据“53”是正确的。而不经BIN变换，直接传送到数据寄存器D10中的数据“83”则是错误的。

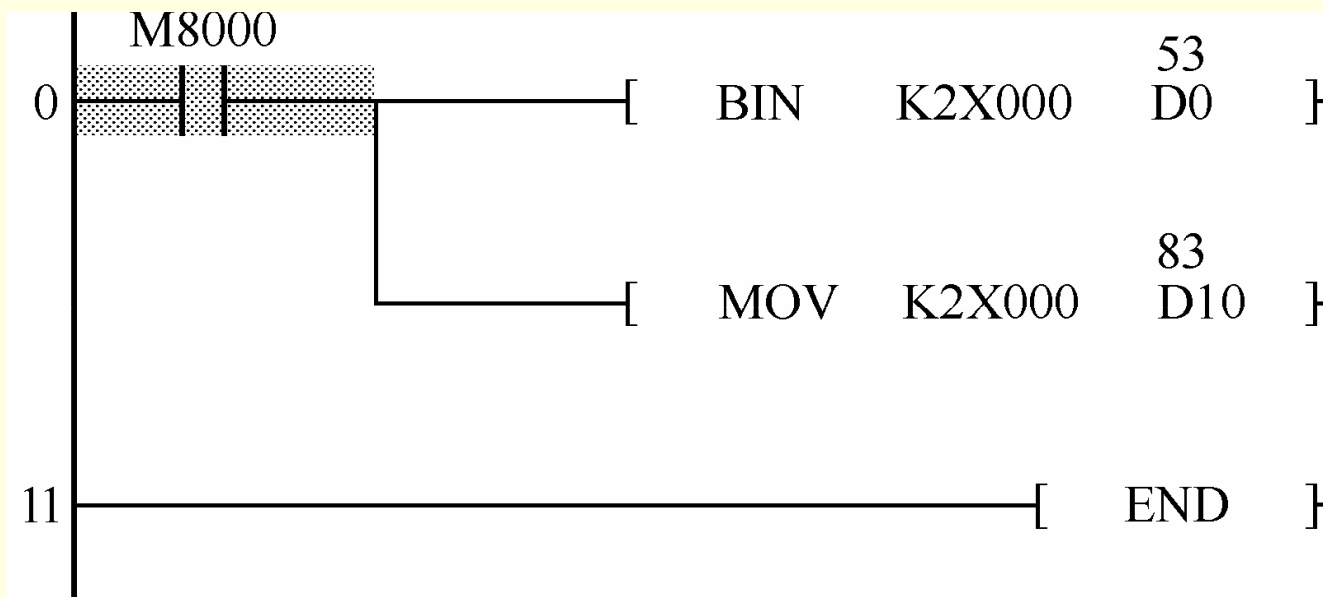


图10.16 拨码开关的数据变换

## 10.2.4 变频器直流制动与定位停车

### 1. 控制要求

某纺纱设备电气控制系统使用PLC和变频器，生产工艺要求主轴能准确定位停车（停止在一定的角度）。定位信号由霍尔传感器检测，霍尔传感器与主轴的安装示意如图10.17所示，主轴每旋转一圈，霍尔传感器发出一个脉冲信号。

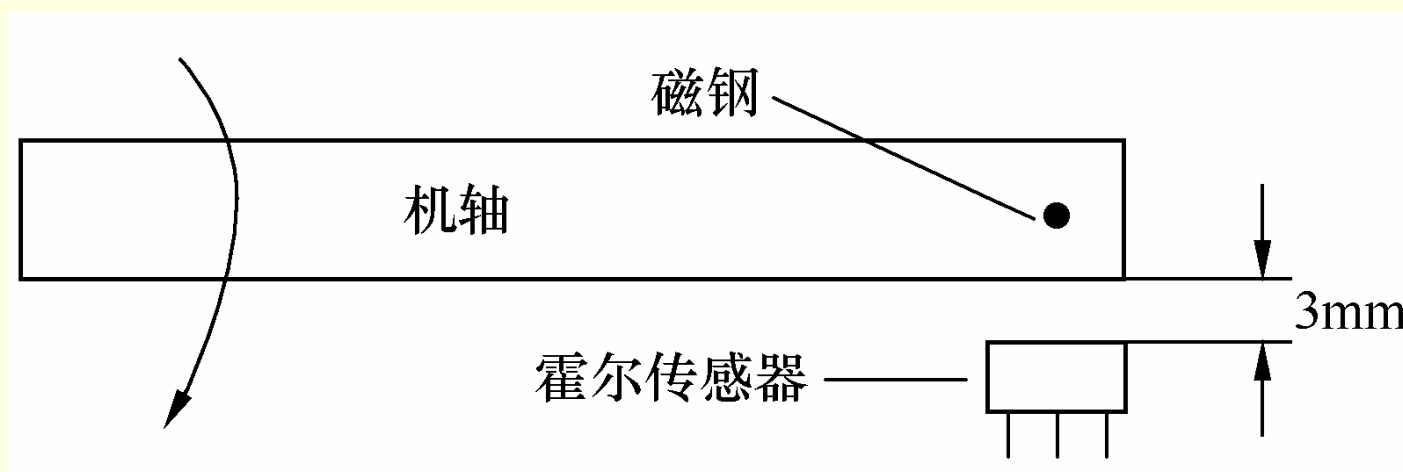


图10.17 霍尔传感器与主轴的安装示意

在PLC程序控制下，变频器的输出频率曲线如图10.18所示。

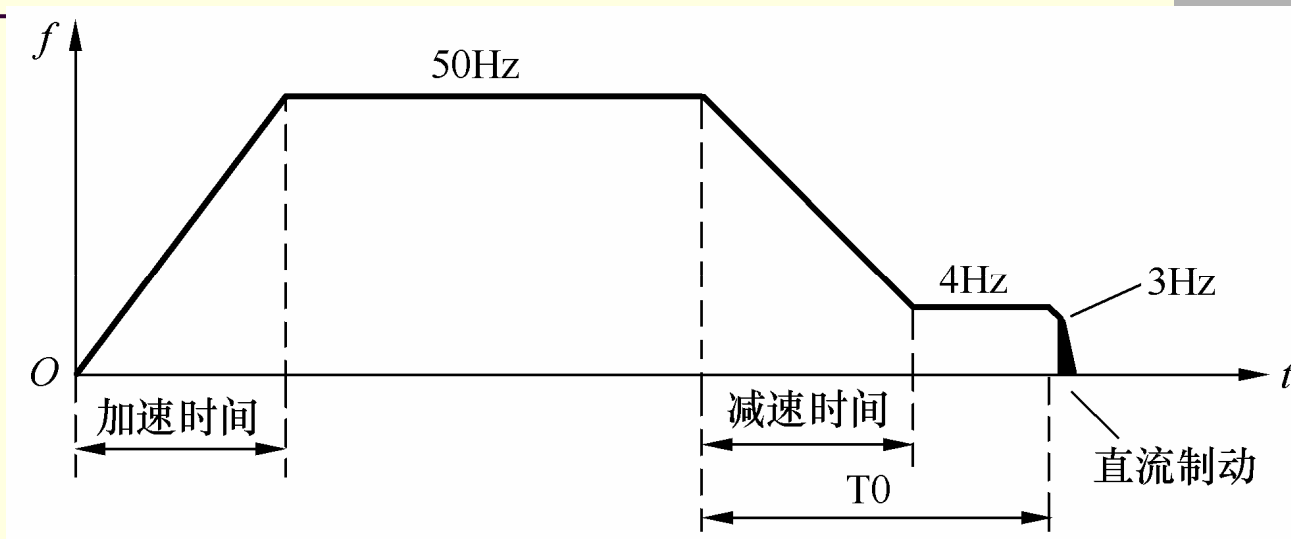


图10.18 变频器的输出频率曲线

生产工艺要求T0定时时间在10~15s之间，本例中使用内置模拟电位器VR1的数值作为T0的设定基础值，T0定时器的设定值应为100~150，计算公式为

$$100 + (D8030) \times 2/10$$

## 2. 控制线路

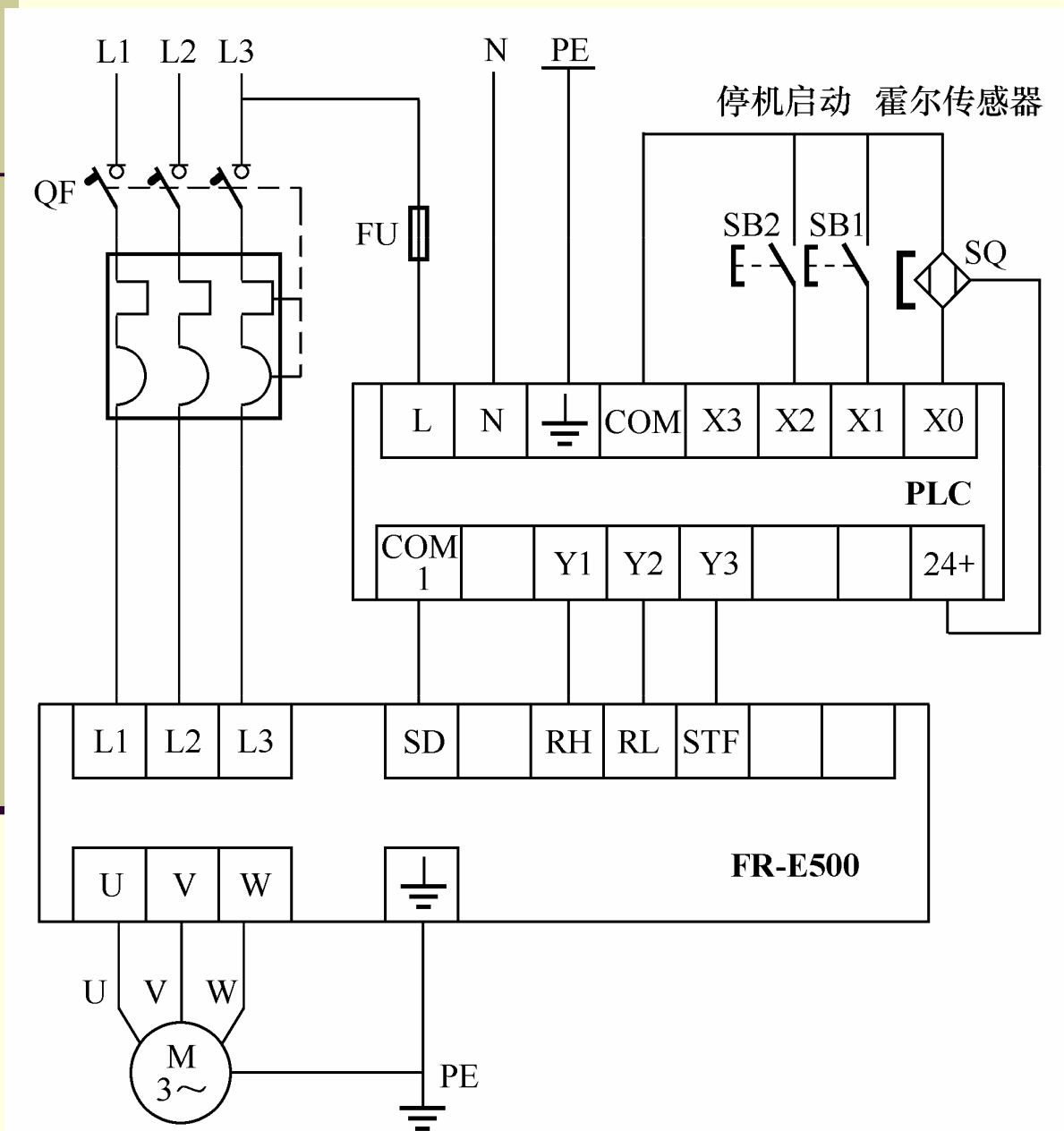


图10.19 变频器  
直流制动与定位  
停车控制线路

### 3. 变频器的参数调节

(1) 恢复出厂设定值，有关出厂设定值如下：

参数【1 = 120】，上限频率为120Hz；

参数【3 = 50】，基准频率为50Hz；

参数【4 = 50】，高速频率为50Hz；

参数【6 = 10】，低速频率为10Hz；

参数【7 = 10】，启动加速时间为10s；

参数【8 = 10】，停机减速时间为10s；

参数【10 = 3】，直流制动动作频率3Hz；

参数【11 = 0.5】，直流制动动作时间为0.5s；

参数【12 = 6%】，直流制动电压6%；

参数【79 = 0】，外部操作模式，【EXT】显示点亮。

(2) 修改参数【79 = 1】，选择面板操作模式，【PU】灯点亮。

(3) 修改不符合控制要求的出厂设定值。

参数【1 = 50】，上限频率改为50Hz，防止误操作后频率超过50Hz；

参数【9 = 10】，电子过电流保护10A，等于电动机额定电流；

参数【4 = 50】，不修改，高速频率为50Hz；

参数【6 = 4】，低速频率改为4Hz。

(4) 修改参数【79 = 0】，外部操作模式，【EXT】显示点亮。

# 4. 监控状态下的PLC控制程序梯形图

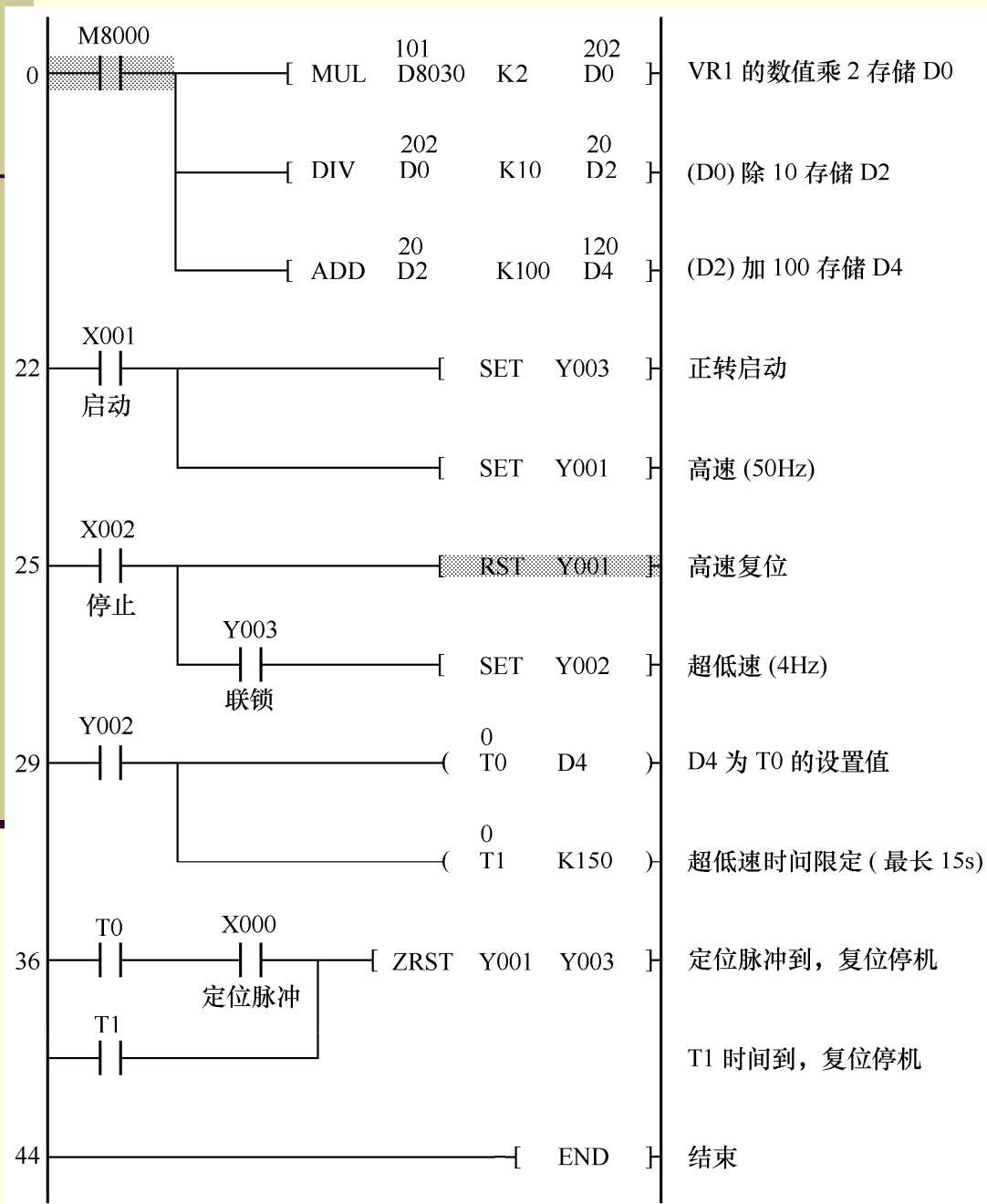


图10.20 直流制动与定位停车的PLC控制程序



**THE END**



**THE END**

