

# 第七章 FX2N系列PLC的指令系统

- ➡ 7.1 FX系列PLC简介
- ➡ 7.2 FX系列PLC的基本逻辑指令与步进指令
- ➡ 7.3 FX2N系列PLC的步进指令
- ➡ 7.4 FX2N系列PLC的功能指令
- ➡ 7.5 FX2N系列PLC的PID指令
- ➡ 7.6 FX2N型PLC的编程举例
- ➡ 7.7 FX系列PLC编程软件的安装与使用

# 7.1 FX系列PLC简介

## 7.1.1 FX 系列系统配置

### 1.FX系列PLC性能比

PLC的性能指标有很多，但主要指以下几个方面。

#### (1)输入 / 输出点数

输入 / 输出点数是PLC组成控制系统时所能接入的输入 / 输出信号的最大数量，表示PLC组成系统时可能的最大规模。在I/O总点数中，输入点数与输出点数是按一定比例设置的，往往是输入点数大于输出点数，也可能是输入点数和输出点数相等。

#### (2)应用程序的存储容量

应用程序的存储容量是存放用户程序的存储容量，通常用K字表示，1K字也叫1024步。一般小型PLC的应用程序存储容量为1K到几K字。

#### (3)扫描速度

通常PLC的扫描速度是以执行1000条基本逻辑指令所需的时间来衡量的单位是ms/千步。也有的以执行一步指令的时间来衡量。一般PLC的逻辑指令与功能指令的执行时间有较大差别。

# 7.1 FX系列PLC简介

三菱小型PLC分为F、F<sub>1</sub>/F<sub>2</sub>、FX<sub>0</sub>、FX<sub>2</sub>、FX<sub>0N</sub>、FX<sub>2C</sub>几个系列，其中F系列是早期产品。

FX系列PLC是三菱公司近年来推出的高性能小型PLC，以逐步替代三菱公司原F、F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>系列PLC产品。其中，FX<sub>2</sub>是1991年推出的产品，FX<sub>0</sub>是在FX<sub>2</sub>之后推出的超小型PLC。此后，三菱公司又连续推出了将众多功能凝集在超小型机壳内的FX<sub>0S</sub>、FX<sub>1S</sub>、FX<sub>0N</sub>、FX<sub>1N</sub>、FX<sub>2N</sub>、FX<sub>2NC</sub>等系列PLC，这些PLC具有较高的性价比，所以应用广泛。它们采用整体式和模块式相结合的叠装式结构。

尽管FX系列PLC中FX<sub>0S</sub>、FX<sub>1S</sub>、FX<sub>1N</sub>、FX<sub>2N</sub>等在外形上相差不大，但在性能上有较大的差别，其中FX<sub>2N</sub>和FX<sub>2NC</sub>子系列在FX系列PLC中功能最强、性能最好，FX系列PLC主要产品的性能比较见表7-1。

# 7.1 FX系列PLC简介

表 7-1 FX 系列 PLC 性能比较

型号	I/O 点数	基本指令执行时间	功能指令	模拟模块量	通信
FX <sub>0S</sub>	10~30	1.6~3.6 μs	50	无	无
FX <sub>0N</sub>	24~128	1.6~3.6 μs	55	有	较强
FX <sub>1N</sub>	14~128	0.55~0.7 μs	177	有	较强
FX <sub>2N</sub>	16~256	0.08 μs	298	有	强

# 7.1 FX系列PLC简介

## 1) 三菱FX系列PLC的环境指标

三菱FX系列PLC的环境指标要求见表7-2。

表 7-2 FX 系列 PLC 的环境指标

项目	环境要求
环境温度	使用温度 0~55℃，储存温度-20~70℃
环境湿度	使用时 RH35%~85%（无凝露）
防振性能	JISC0911 标准，10~55Hz，0.5mm（最大 2GHz），3 轴方向各 2 次（但用 DIN 导轨安装时为 0.5GHz）
抗冲击性能	JISC0912 标准，10GHz，3 轴方向各 3 次
抗噪声能力	用噪声模拟器产生电压为 1000V（峰-峰值）、脉宽 1 μs、30~100Hz 的噪声
绝缘耐压	AC1500V、1min（接触端与其他端子间）
绝缘电阻	5MΩ 以上，(DC 500V 兆欧表测量，接地端于其他端子间)
接地电阻	第三种接地，如接地有困难，可以不接
使用环境	无腐蚀性气体，无尘埃



# 7.1 FX系列PLC简介

## 2) 三菱FX系列PLC的输入技术指标

FX系列PLC对输入信号的技术要求见表7-3。

表 7-3FX 系列 PLC 的输入技术指标

输入端项目	X0~X3 (FX <sub>0S</sub> )	X4~X17(FX <sub>0S</sub> ) X0~X7 (FX <sub>0N</sub> 、 FX <sub>1S</sub> 、 FX <sub>1N</sub> 、 FX <sub>2N</sub> )	X10~(FX <sub>0N</sub> 、 FX <sub>1S</sub> 、 FX <sub>1N</sub> 、 FX <sub>2N</sub> )	X0~X3 (FX <sub>0S</sub> )	X4~X17 (FX <sub>0S</sub> )
输入电压	DC24V ± 10%			DC12V ± 10%	
输入电流	8.5mA	7mA	5mA	9mA	10mA
输入阻抗	2.7kΩ	3.3kΩ	4.3kΩ	1kΩ	1.2kΩ
输入 ON 电流	4.5mA 以上	4.5mA 以上	3.5mA 以上	4.5mA 以上	4.5mA 以上
输入 OFF 电流	1.5mA 以下	1.5mA 以下	1.5mA 以下	1.5mA 以下	1.5mA 以下
输入响应时间	约 10ms, 其中: FX <sub>0S</sub> 、FX <sub>1N</sub> 的 X0~X17 和 FX <sub>0N</sub> 的 X0~X7 为 0~15ms 可变, FX <sub>2N</sub> 的 X0~X17 为 0~60ms 可变				
输入信号形式	无电压触点, 或 NPN 集电极开路晶体管				
电路隔离	光电隔离				
输入状态显示	输入 ON 时 LED 灯亮				

# 7.1 FX系列PLC简介

## 3) FX系列PLC的输出技术指标

FX系列PLC对输出信号的技术要求见表7-4。

表 7-4 FX 系列 PLC 的输出技术指标

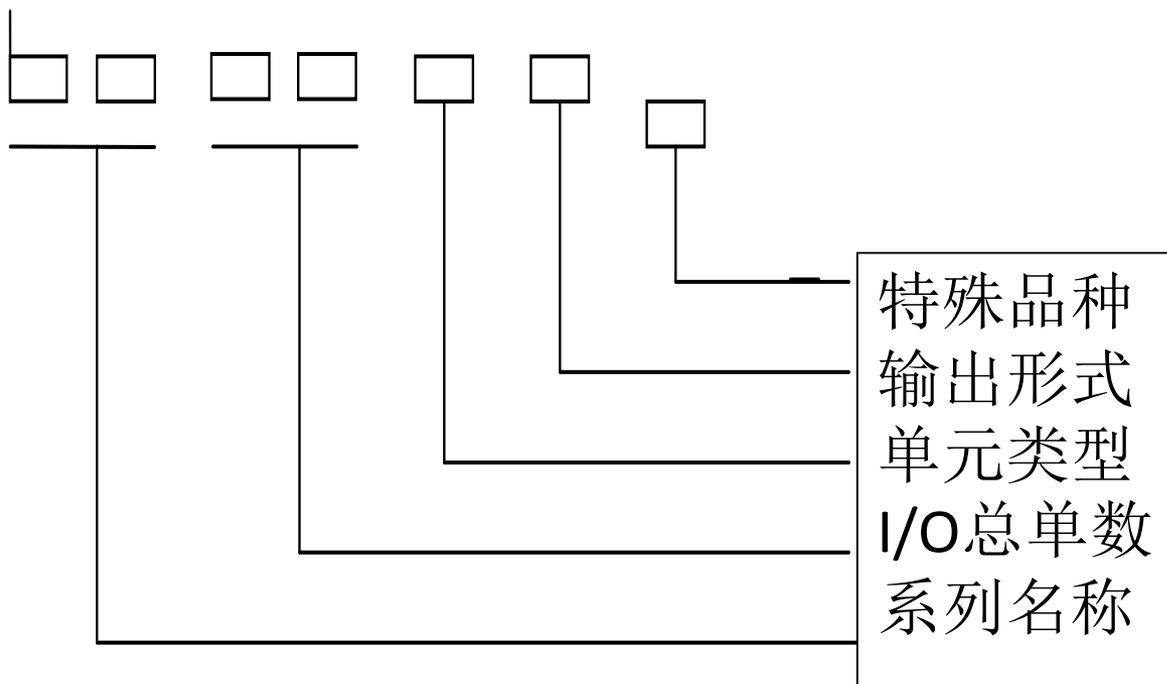
项目	继电器输出	晶闸管输出	晶体管输出
外部电源	AC250V 或 DC 30V 以下	AC 85~240V	DC 5~30V
最大电阻负载	2A/1 点、8A/4 点、8A/8 点	0.3A/点、0.8A/4 点 (1A/1 点、2A/4 点)	0.5A/1 点、0.8A/4 点 0.1A/1 点、0.4A/4 点 1A/1 点、2A/4 点 0.3A/1 点、1.6A/16 点
最大感性负载	80V · A	15VA/AC 100V、 30VA/AC 200V	12W/DC 24V
最大灯负载	100W	30W	1.5W/DC 24V
开路漏电流	—	1mA/AC 100V 2mA/AC 200V	0.1mA 以下
响应时间	约 10ms	ON: 1ms, OFF: 10ms	ON:<0.2ms、 OFF:<0.2ms 大电流 OFF 为 0.4ms 以下
电路隔离	继电器隔离	光电晶闸管隔离	光电隔离
输出动作显示	输出 ON 时 LED 亮		



# 7.1 FX系列PLC简介

## 2.FX系列PLC的系统配置

FX系列PLC由基本单元、扩展单元、扩展模块及特殊功能模块构成,属于叠装式。FX系列(功能模块除外)型号名称的含义如下:



# 7.1 FX系列PLC简介

- 1) 系列名称:如**0S**、**0N**、**2N**等。
- 2) 输出形式: 输入/输出的总点数 (**4~128**) 。
- 3) 单元类型: **M**为单元单位, **E**为输入/输出扩展单元模块, **EX**为输入专用扩展模块, **EY**为输出专用扩展模块。
- 4) 输出形式: **R**为继电器输出, **T**为晶体管输出, **S**为双向晶闸管输出。
- 5) 特殊品种: **D**为**DC** (直流) 电源,**DC**输出的模块;**A1**为**AC** (**100~120V**) 输入或**AC**输出的模块;**H**为大电流输出扩展模块 (**1A/1**点); **V**为采用立式端子排的扩展模块; **C**为采用接插口输入/输出方式的模块; **F**为输入滤波时间常数为**1ms**的扩展模块; **L**为**TTL**输入扩展模块; **S**为采用独立端子 (无公共端) 的扩展模块。

若特殊品种一项无符号, 为**AC**电源 (**100~240V**)、**DC**输入、横式端子排、标准输出 (继电器输出为**2A/1**点; 晶体管输出为**0.5/1**点; 双向晶闸管输出为**0.3A/1**点) 。

例如, **FX2N-40MR-D**属于**FX**的**2N**系列, 是有**40**个**I/O**点数的基本单元, 继电器输出型, 使用**DC 24V**电源。



# 7.1 FX系列PLC简介

## 1) FX系列的基本单元

基本单元可独立构成控制系统，内有**CPU**、**I/O**模块、储存器和供给扩展模块及传感器的标准电源。**FX0S**系列**PLC**是用于及小规模系统的小型**PLC**，这种型号的**PLC**只有**4**种基本单元，**0~30**个**I/O**点数。**FX<sub>0N</sub>**系列的有**12**种基本单元；**FX2N**系列的有**16**种基本单元。其规格分别见表**7-5**、表**7-6**和表**7-7**。

# 7.1 FX系列PLC简介

表 7-5 FXos 系列 PLC 基本单元

型号				输入点数	输出点数
AC 电源		DC 电源			
继电器输出	晶体管输出	继电器输出	晶体管输出		
FX0S-10MR-001	FX0S-10MT	FX0S-10MR-D	FX0S-10MT-D	6	4
FX0S-14MR-001	FX0S-14MT	FX0S-14MR-D	FX0S-14MT-D	8	6
FX0S-20MR-001	FX0S-20MT	FX0S-20MR-D	FX0S-20MT-D	12	8
FX0S-30MR-001	FX0S-30MT	FX0S-30MR-D	FX0S-30MT-D	16	14
-	-	FX0S-14MR-D12	-	8	6
-	-	FX0S-30MR-D12	-	16	14



# 7.1 FX系列PLC简介

表 7-6 FX0N 系列 PLC 基本单元

AC 电源		DC 电源		输入 点数	输出点 数	扩展模块 可用点数
继电器输出	晶体管输出	继电器输出	晶体管输出			
FX0N-24MR-001	FX0N-24MT	FX0N-24MR-D	FX0N-24MT-D	14	10	32
FX0N-40MR-001	FX0N-40MT	FX0N-40MR-D	FX0N-40MT-D	24	16	32
FX0N-60MR-001	FX0N-60MT	FX0N-60MR-D	FX0N-60MT-D	36	24	32

# 7.1 FX系列PLC简介

表 7-7 FX2N 系列 PLC 基本单元

型号			输入 点数	输出 点数	扩展模块 可用点数
继电器输出	晶体管输出	晶体管输出			
FX2N-16MR-001	FX2N-16MS	FX2N-16MT	8	8	24-32
FX2N-32MR-001	FX2N-32MS	FX2N-32MT	16	16	24-32
FX2N-48MR-001	FX2N-48MS	FX2N-48MT	24	24	48-64
FX2N-64MR-001	FX2N-64MS	FX2N-64MT	32	32	48-64
FX2N-80MR-001	FX2N-80MS	FX2N-80MT	40	40	48-64
FX2N-128MR-001	-	FX2N-128MT	64	64	48-64

# 7.1 FX系列PLC简介

## 2) FX系列的扩展单元和模块

扩展单元和扩展模块必须与基本单元连接才能使用。扩展单元用于扩展I/O点数，内设可供扩展模块使用的标准电源，以便进一步扩展。扩展模块用于进一步增加I/O点数以及改变I/O特性，其电源从基本单元或扩展单元取得。扩展单元含CPU，而扩展模块不含。

**FX<sub>0S</sub>**不能扩展，所以无扩展单元，**FX<sub>0S</sub>**有3种扩展单元，7种扩展模块，可组成24

~128个I/O点数的系统。**FX<sub>2N</sub>**系列PLC的扩展单元有5种，扩展模块有7种。

**FX<sub>2N</sub>**系列的基本单元可扩展连接的最大输入 / 输出点数为：输入点数在128点数以内，输出点数也在128点以内，合计256点以内。

表7-8和表7-9为**FX<sub>0N</sub>**系列的扩展单元和扩展模块规格，表7-10和表7-11为**FX<sub>2N</sub>**的扩展单元和扩展模块规格。



# 7.1 FX系列PLC简介

表 7-8 FX<sub>0N</sub> 系列的扩展单元

型号				输入 点数	输出 点数	扩展模块 可用点数
AC 电源		DC 电源				
继电器输出	晶体管输出	继电器输出	晶体管输出			
FX <sub>0N</sub> -40ER	FX <sub>0N</sub> -40ET	FX <sub>0N</sub> -40ER-D	—	24	16	32

表 7-9 FX<sub>0N</sub> 系列的扩展模块

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



# 7.1 FX系列PLC简介

表 7-10FX<sub>2N</sub>的扩展单元

型号			输入点数	输出点数	扩展模块 可用点数
继电器输出	晶闸管输出	晶体管输出			
FX <sub>2N</sub> -32ER	FX <sub>2N</sub> -32ES	FX <sub>2N</sub> -32ET	16	16	24~32
FX <sub>2N</sub> -48ER	—	FX <sub>2N</sub> -48ET	24	24	48~64

表 7-11FX<sub>2N</sub>的扩展模块

型号				输入点数	输出点数
输入	继电器输出	晶闸管输出	晶体管输出		
FX <sub>2N</sub> -16EX	—	—	—	16	—
FX <sub>2N</sub> -16EX-C	—	—	—	16	—
FX <sub>2N</sub> -16EXL-C	—	—	—	16	—
—	FX <sub>2N</sub> -16EYR	FX <sub>2N</sub> -16EYS	—	—	16
—	—	—	FX <sub>2N</sub> -16EYT	—	16
—	—	—	FX <sub>2N</sub> -16EYT-C	—	16



## 7.1 FX系列PLC简介

### 3) FX系列的常用的功能模块

**FX系列PLC**的特殊功能模块用来实现一些特殊功能，主要有模拟量输入模块(AD)、模拟量输出模块(DA)、高速计算器模块、定位控制器模块、通信模块等，表7-12列出了FX<sub>2N</sub>系列PLC常用的特殊功能模块。

# 7.1 FX系列PLC简介

表 7-12 FX2N 系列 PLC 常用特殊功能模块

分类	型号	名称	占有点数	耗电量 /DC5V
模拟量控制模块	FX <sub>2N</sub> -4AD	4CH 模拟量输入 (4 路)	8	30mA
	FX <sub>2N</sub> -4DA	4CH 模拟量输出 (4 路)	8	30mA
	FX <sub>2N</sub> -4AD-PT	4CH 温度传感器输入	8	30mA
	FX <sub>2N</sub> -4AD-TC	4CH 热电偶温度传感器输入	8	30mA
位置控制模块	FX <sub>2N</sub> -1HC	50Hz 二相高速计数器	8	90mA
	FX <sub>2N</sub> -1PG	100kHz 高速脉冲输出	8	55mA
计算机通信模块	FX <sub>2N</sub> -232-IF	RS-232C 通信接口模块	8	40mA
	FX <sub>2N</sub> -232-BD	RS-232C 通信接板	—	20mA
	FX <sub>2N</sub> -422-BD	RS-422A 通信接板	—	60mA
	FX <sub>2N</sub> -485-BD	RS-485 通信接板	—	60mA
特殊功能模块	FX <sub>2N</sub> -CNV-BD	与 FX <sub>0N</sub> 用适配器接板	—	—
	FX <sub>2N</sub> -8AV-BD	容量适配器接板	—	20mA
	FX <sub>2N</sub> -CNV-IF	与 FX <sub>0N</sub> 用接口模块	8	15mA



# 7.1 FX系列PLC简介

## 7.1.2 FX系列编程元件

可编程控制器的程序，必须借助机内器件来表达，这就要求在可编程控制器内部设置能代表控制过程中各种事物的、具有各种各样功能的元器件，即编程元件。

编程元件是由电子电路和存储器组成的。例如，输入继电器X由输入电路和输入映像寄存器组成；输出继电器Y是由输出电路和输出映像寄存器组成；定时器T、计数器C、辅助继电器M、状态继电器S、数据寄存器D、变址寄存器V/Z等都是由存储器组成的。为了把它们与通常的硬元件区分开，通常把这些元件成为软元件。

软元件是等效概念抽象模拟的元件，并非实际的物理元件。在工作过程中，只注重元件的功能，按元件的功能起名称，而且每个元件都有确定的地址编号，对编程十分重要。

# 7.1 FX系列PLC简介

## 1.FX系列PLC编程元件的地址编号

**FX系列PLC**编程元件的地址编号由字母和数字两大部分组成，如**X101**、**Y064**。字母表示元件的类型，共有输入继电器**X**、输出继电器**Y**、辅助继电器**M**、状态继电器**S**、定时器**T**、计数器**C**、数据存储器**D**和指针（**PI**）**8**大类。数字表示元件的分配地址，即该类编程元件的序号。输入继电器、输出继电器的序号为八进制，其余器件的序号的序号为十进制。

# 7.1 FX系列PLC简介

## 2. 输入继电器和输出继电器

**PLC**的存储器中有一个用来存储**PLC**信号输入 / 输出(I/O)状态的存储区，称为I/O状态表。表上的输入部分表示现场的输入信号，称为输入继电器。表上的输出部分表示所控制的执行单元的状态，称为输出继电器。表4.8所示为FX<sub>2N</sub>系列**PLC**的输入 / 输出继电器元件编号。

### 1) 输入继电器(X)

输入继电器是**PLC**接收外部输入的开关量信号的窗口，与**PLC**的输入端子相连，**PLC**通过光电耦合器将外部信号的状态读入并存储在输入映像区中。输入端可外接控制开关、按钮、限位开关、传感器、常开触点或常闭触点，也可接多个触点组成的串并联电路。在梯形图中，可无限次使用输入继电器的常开触点和常闭触点。每个输入继电器线圈与**PLC**的一个输入端子相连。



# 7.1 FX系列PLC简介

表 7-13 FX<sub>2n</sub>系列 PLC 的输入/输出继电器元件编号

输入	X0~X7 8 点	X0~X17 16 点	X0~X27 24 点	X0~X37 32 点	X0~X47 40 点	X0~X77 64 点	X0~X267 184 点
输出	Y0~Y7 8 点	Y0~Y7 16 点	Y0~Y27 24 点	Y0~Y37 32 点	Y0~Y47 40 点	Y0~Y77 64 点	Y0~Y267 184 点

图7.1所示为PLC控制系统示意图。图中X0端子外接的输入电路接通时，它对应的输入映像区的状态为“1”，断开时状态为“0”。输入继电器的状态唯一地取决于外部输入信号的状态，不受用户程序的控制，因此，梯形图中只出现输入继电器的触点，不能出现输入继电器的线圈。

值得注意的是，因为PLC只在每一扫描周期开始时读取输入信号，所以输入信号为ON和OFF的持续时间应大于其扫描周期。若不满足这一条件，没有脉冲捕捉功能的PLC会丢失此输入信号。

**FX<sub>2N</sub>系列PLC输入继电器编号范围为X0~X267，共184点。**



# 7.1 FX系列PLC简介

## 2) 输出继电器(Y)

输出继电器是PLC向外部负载发送信号的窗口，与PLC的输出端子相连，用来将PLC的输出信号传送给输出模块，再由后者驱动外部负载。输出继电器的通断状态由程序执行结果决定。在PLC内部，它有一个线圈和许多对的常开触点、常闭触点，触点可无限次使用。

如图7.1所示的梯形图中，Y4的线圈“通电”，继电器型输出模块中对应的硬件继电器的常开触点闭合，使外部负载工作。

**FX<sub>2N</sub>**系列PLC输出继电器编号范围为Y0~Y267（184点）。但输入 / 输出总点数不能超过256。

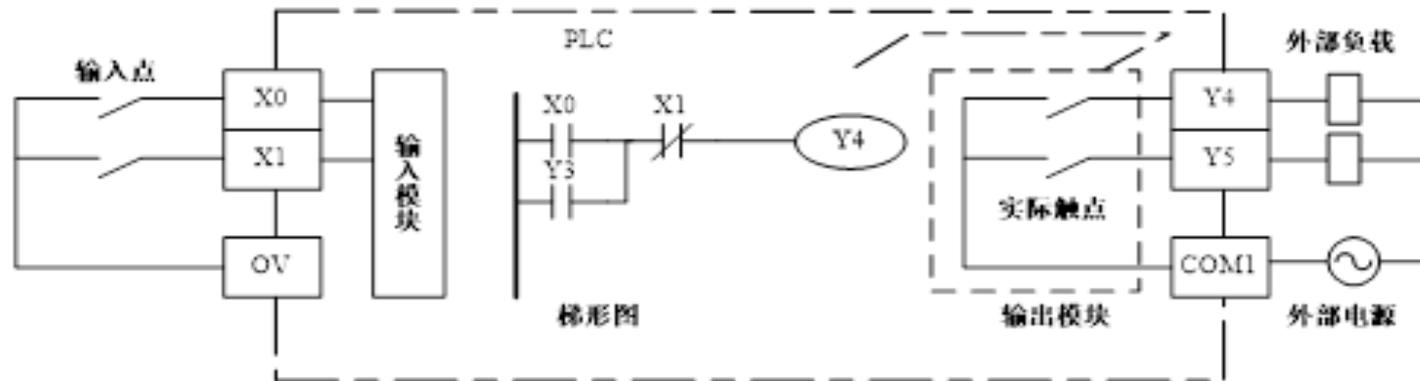


图 7.1 PLC 控制系统示意图

# 7.1 FX系列PLC简介

## 3. 辅助继电器

**PLC**中设有许多辅助继电器(**M**)，其作用类似于继电器控制系统中的中间继电器，常用于逻辑运算中间状态的存储及信号类型的变换。它们不能接收外部的输入信号，也不能直接驱动外部负载，只供内部编程使用。其线圈只能由程序驱动：除某些特殊辅助继电器线圈由系统程序驱动外，绝大多数继电器线圈由用户程序驱动。每一个辅助继电器的线圈也有许多常开触点和常闭触点，供用户编程时使用。由于辅助继电器的存在，使**PLC**的功能大为增强，编程变得十分灵活。

**FX<sub>2N</sub>**系列**PLC**的辅助继电器分为通用辅助继电器、断电保持辅助继电器和特殊辅助继电器**3**种。



# 7.1 FX系列PLC简介

## 1) 通用型辅助继电器

**FX2N系列PLC**的通用辅助继电器的元件编号为**Y0~Y499**，共**500**点，没有断电保持功能。

如果在**PLC**运行时电源突然中断，输出继电器和通用辅助继电器将全部变为**OFF**。若电源再次接通，除了因外部输入信号而变为**ON**的以外，其余的仍将保持为**OFF**状态。

## 2) 断电保持型辅助继电器

**FX2N系列PLC**的断电保持辅助继电器的元件编号为**M500~M3071**，共**2572**点，其中的**M500~M1023**可用软件来设定使其成为非断电保持辅助继电器。断电保持辅助继电器具有记忆功能，在系统断电时可保持断电前的状态，当系统重新通电后的第**1**个扫描周期将保持其断电瞬间的状态。

对于某些要求记忆电源中断瞬间状态的控制系统，重新通电后再现其状态，就可使用断电保持辅助继电器。



# 7.1 FX系列PLC简介

图7.2中所示X0和X1分别是启动按钮和停止按钮，M600通过Y0控制外部的电动机，如果电源中断时，M600为“1”状态，由于电路的记忆作用，当PLC重新通电后，M600将保持为“1”状态，使Y0继续为ON，电动机重新开始运行。

应注意，断电保持辅助继电器只在PLC重新通电后的第1个扫描周期保持断电瞬间的状态。

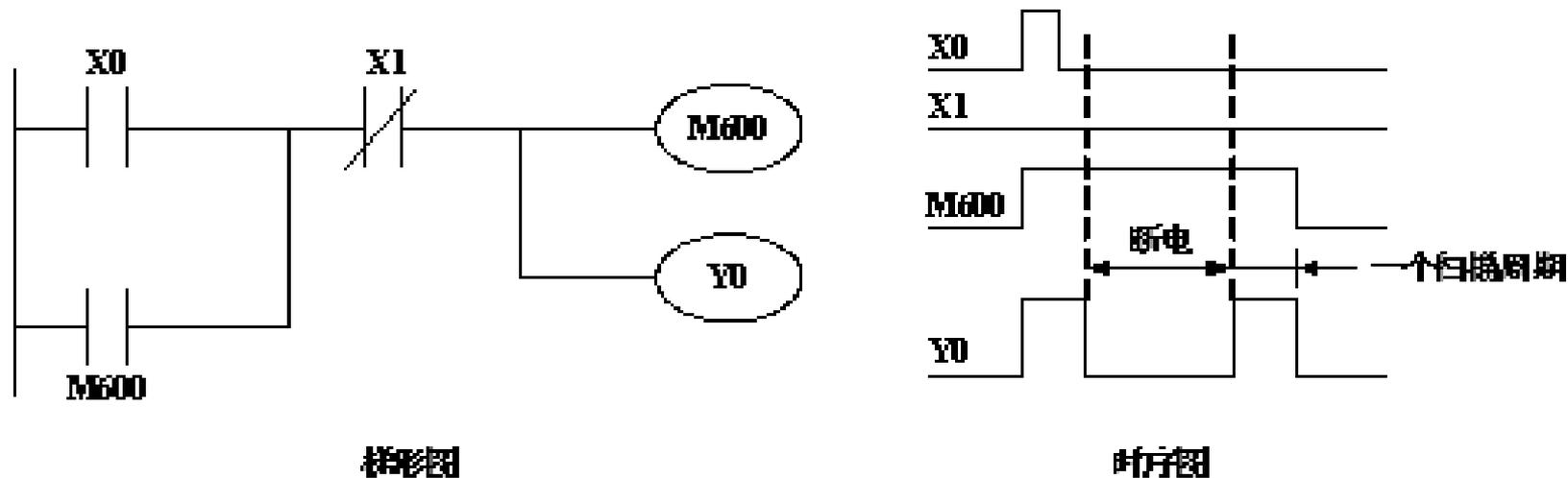


图7.2 断电保持功能

## 7.1 FX系列PLC简介

### 3) 特殊辅助继电器

**FX2N系列PLC**的特殊辅助继电器的元件编号为**M8000~M8255**，共**256**点。它们用来表示**PLC**的某些状态，起着特殊的专用内部继电器的作用，如提供时钟脉冲和标志（如进位、借位标志），设定**PLC**的运行方式，或者用于步进顺控、禁止中断、计数器的加、减计数设定等。特殊辅助继电器分为触点利用型和线圈驱动器型两类。



# 7.1 FX系列PLC简介

## (1)触点利用型

触点利用型特殊辅助继电器的线圈由PLC的系统程序驱动，用户程序直接使用其触点，不出现它们的线圈。触点利用型特殊辅助继电器的举例如下。

# 7.1 FX系列PLC简介

**M8000**-运行监视继电器，如图7.3所示。当PLC执行用户程序时，**M8000**状态为“ON”；停止执行时，**M8000**状态为“OFF”。

**M8002**-初始化脉冲继电器。**M8.002**仅在**M8000**由OFF变为ON状态时的一个扫描周期内为“ON”。可用**M8002**的常开触点对有断电保持功能的元件进行初始化、复位或置初始值。

**M8005**-锂电池电压降低报警继电器。当锂电池电压下降至规定值时变为“ON”，可用它的触点驱动输出继电器和外部指示灯提醒工作人员更换锂电池。

**M8011~M8014**-分别为10ms、100ms、1s和1min时钟脉冲继电器。如图7.3所示，以10ms时钟脉冲继电器为例说明它们的功能。10ms时钟脉冲继电器的功能是：其触点以10ms为周期重复通 / 断动作，即ON:5 ms，OFF:5 ms。

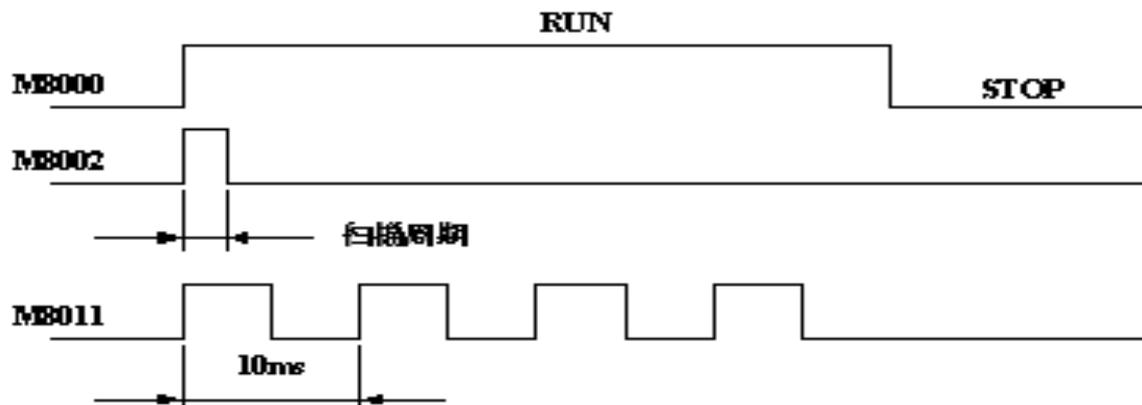


图7.3 特殊辅助继电器状态时序图

# 7.1 FX系列PLC简介

## (2)线圈驱动型

线圈驱动型特殊辅助继电器的线圈由用户程序驱动，使PLC执行特定操作，用户并不使用它们的触点。线圈驱动型特殊辅助继电器的举例如下。

**M8030-锂电池电压指示特殊辅助继电器。**线圈“通电”后，“电池电压降低”发光二极管熄灭。

**M8033-PLC停止时输出保持特殊辅助继电器。**线圈“通电”时PLC进入STOP状态后，所有输出继电器的状态保持不变。

**M8034-禁止输出特殊辅助继电器。**线圈“通电”时，禁止所有的输出，其应用如图7.4所示。

**M8039-定时扫描特殊辅助继电器。**线圈“通电”时，PLC以D8039中指定的扫描时间工作。

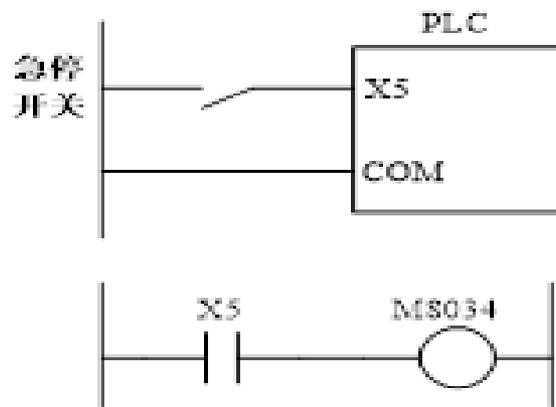


图7.4 M8034应用举例

# 7.1 FX系列PLC简介

## 4. 状态继电器

状态继电器(**S**)是用于编制顺序控制程序的一种编程元件(状态标志),它与**STL**指令(步进梯形指令)一起使用。状态继电器的常开和常闭触点在**PLC**内部可自由使用,且使用次数不限。在不对状态继电器使用步进梯形指令时,也可把它们作为通用的辅助继电器(**M**)在程序中使用。**FX2N**系列**PLC**的状态继电器的元件编号为**S0~S999**,共**1000**点。分为通用状态继电器、锁存状态继电器和报警器用状态继电器**3**种类型。

# 7.1 FX系列PLC简介

## 1) 通用状态继电器

通用状态继电器没有断点保持功能。其元件编号为**S0~S499**，共**500**点。在使用**IST**（初始化状态功能）指令时，其中的**S0~S9**供初始状态使用；**S10~S19**供返回原点使用。

## 2) 锁存状态继电器

锁存状态继电器具有断电保持功能，在**PLC**断电时用带锂电池的**RAM**或**EEPROM**保存其**ON/OFF**状态。其元件编号为**S500~S899**，共**400**点。

## 3) 报警器用状态继电器

使用应用指令**ANS**（信号报警器置位）和**ANR**（信号报警器复位）时，状态继电器可用作外部故障诊断的输出，称为信号报警器。报警器用状态继电器的元件编号为**S900~S999**，共**100**点。



# 7.1 FX系列PLC简介

## 5. 定时器

**PLC的定时器(T)**是通过累积时钟脉冲达到延时作用的编程元件，相当于继电控制系统中的通电延时型时间继电器。它包括一个设定值寄存器（一个字长）、一个当前值寄存器（一个字长）和一个用来存储其输出触点状态的映像区（占二进制的一位），这**3**个存储单元使用同一个元件号。

**PLC的定时器**内部结构是一个时间寄存器，是根据时钟脉冲累计计时的，时钟脉冲宽度有**1ms、10ms、100ms** 3挡。在编程时，应给出一个时间常数即设定值，时间寄存器预置一个设定值（时间常数）后，在时钟脉冲作用下，进行加一操作。当时间寄存器的内容等于设定值时，表示定时时间到，定时器有输出。常数**K**和数据存储器(**D**)的内容都可作为定时器的设定值。

# 7.1 FX系列PLC简介

**FX2N系列PLC的定时器分为通用定时器和积算定时器两种。  
FX2N系列PLC各系列的定时器个数和元件编号如表7-14所示。**

表 7-14

FX<sub>2n</sub> 系列 PLC 的定时器

定时器	脉冲宽度(时间基数)	元件编号	元件个数	定时范围
100ms 通用定时器	100ms	T0~T199	200	0.1s~3276.7s
10ms 通用定时器	10ms	T200~T245	46	0.01s~327.67s
1ms 积算定时器	1ms	T246~T249	4	0.001s~32.767s
100ms 积算定时器	100ms	T250~T255	6	0.1s~3276.7s

# 7.1 FX系列PLC简介

## 1) 通用定时器

通用定时器没有断电保持功能，在控制条件为断开或停电时将复位。图7.5所示为通用定时器的工作原理图。当控制触点XI接通时，T120的当前值寄存器从0开始，对100ms的时钟脉冲进行累加计数。当计数值等于设定值268时，定时器的常开触点接通，常闭触点断开，即T120的输出触点在其线圈被驱动 $100\text{ms} \times 268 = 26.8\text{s}$ 后动作。XI的常开触点断开后，定时器T120复位，当前值恢复为0，它的常开触点断开。

其逻辑功能是控制触点XI接通时，T120开始定时，26.8s后，Y5输出为1。

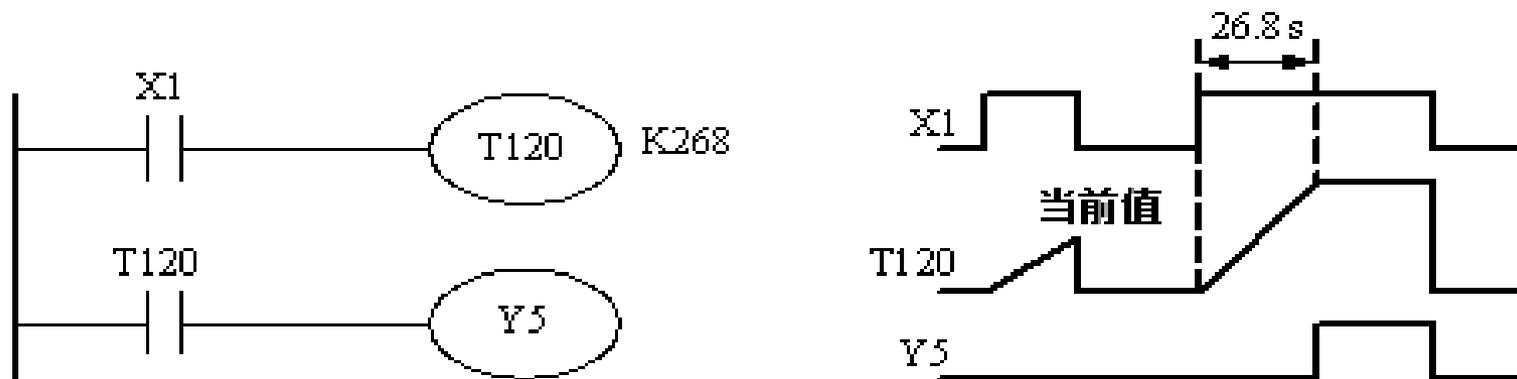


图7.5 通用定时器的工作原理及动作时序图

# 7.1 FX系列PLC简介

## 2) 积算定时器

积算型定时器有断电保持功能。图7.6所示为积算型定时器的工作原理图。当X1的常开触点接通时，T250的当前值寄存器对100ms时钟脉冲进行累加计数，X1的常开触点断开或停电时停止定时，当前值保持不变。当X1的常开触点再次接通或重新上电时继续定时，累计时间为 $855 \times 100\text{ms} = 85.5\text{s}$ 时，T250的触点动作。因为积算定时器的线圈断电时不复位，需要用X2的常开触点使T250强制复位。

其逻辑功能是控制触点X1接通时，T250开始定时，85.5s到后，Y5输出为1。当控制触点X2接通时，复位指令RST使T250复位。

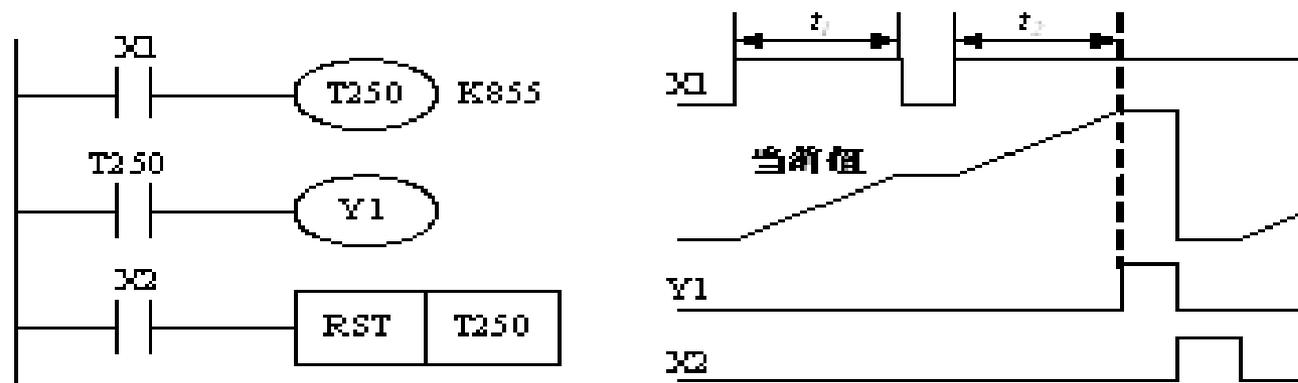


图7.6 积算定时器工作原理及动作时序器

# 7.1 FX系列PLC简介

## 6.计数器

计数器(C)在程序中用于计数控制，计数的次数由编程时设定的系数K决定。包括内部计数器和高速计数器两类。FX2N系列PLC的计数器如表7-15所示。

表 7-15 FX<sub>2n</sub>系列 PLC 的的计数器

PLC	名称	元件编号	元件个数	设定值范围
内部计数器	16 位普通加计数器	C0~C99	100	1~32 767
	16 位保持加计数器	C100~C199	100	
	32 位普通加/减计数器	C200~C219	20	0.214 748 364 8~
	32 位保持加/减计数器	C220~C234	15	+2 147 483 647
外部高速计数器	高速计数器	C235~C255	21	



# 7.1 FX系列PLC简介

## 1) 内部计数器

内部计数器用于对**PLC**的内部映像区**X**、**Y**、**M**、**S**信号进行记数，记数脉冲为“**ON**”或“**OFF**”的持续时间，且持续时间应大于**PLC**的扫描周期，其响应速度通常小于几十赫兹。**FX2N**系列**PLC**的内部计数器有**16**位加计数器和**32**位双向计数器两种。

# 7.1 FX系列PLC简介

## 7. 数据寄存器

数据寄存器(D)用于存放各种数据。在进行输入 / 输出处理、模拟量检测与控制以及位置控制时，需要数据寄存器存储数据和参数。数据寄存器为**16**位，可存储**16**位二进制数或一个字，也可用两个数据寄存器合并起来存放**32**位数据（双字）。**FX2N**系列**PLC**数据寄存器可分为以下**4**种。

# 7.1 FX系列PLC简介

## 1) 通用数据寄存器(D0~D199)

将数据写入通用数据寄存器后，其值将保持不变，直到下一次被改写。PLC从“RUN”状态进入“STOP”状态时，所有的通用数据寄存器的值均被改写为“0”。但是，如果特殊辅助继电器M8033为“ON”，PLC从“RUN”状态进入“STOP”状态时，通用数据寄存器的值将保持不变。

## 2) 断电保持数据寄存器(D200~D511)

断电保持数据寄存器具有断电保持功能，PLC从“RUN”状态进入“STOP”状态时，断电保持数据寄存器的值保持不变。通过程控参数设定，可改变断电保持数据寄存器的范围。



# 7.1 FX系列PLC简介

## 3) 特殊数据寄存器( D8000~D8255)

特殊寄存器是具有特殊用途的寄存器，用来控制和监视**PLC**内部的各种工作方式和元件，如电池电压、扫描时间、正在动作的状态的元件编号等。**PLC**通电时，这些数据寄存器被写入默认值。

## 4) 文件数据寄存器( D1000~D7999)

文件数据寄存器以**500**点为单位，外部设备可对其进行文件的存取。文件寄存器实际上被设置为**PLC**的参数区。文件数据寄存器与断电保持数据寄存器是重叠的，以保证数据不会丢失。应注意的是，**FXIS**的文件寄存器只能用外部设备（如手持式编程器或运行编程软件的计算机）来改写，其他系列的文件寄存器可通过**BMOV**（块传送）指令改写。



# 7.1 FX系列PLC简介

## 8. 变址寄存器

**FX2N系列PLC有V0~V7和Z0~27共16个变址寄存器，在32位操作时将v、z合并使用，z为低位，V为高位，变址寄存器用来改变编程元件的元件号、操作数、修改常数等。**

**例如，当V0=11时，数据寄存器的元件号D5V0相当于D16，即 $11+5=16$ 。通过修改变址寄存器的值，可改变实际的操作数。变址寄存器也可用来修改常数，如当Z0=23时，K35Z0相当于常数58，即 $23+35=58$ 。**



# 7.1 FX系列PLC简介

## 9.指针

指针(**P/I**)包括分支和子程序用的指针(**P**)及中断用的指针(**I**)。在梯形图中，指针放在左侧母线的左边。

分支和子程序用的指针以**P0~P63**共**64**点作为标号，用来指定跳转指令**CJ**的跳步目标或子程序调用指令**CALL**所调用的子程序的标号。

中断用指针以**I0—I8**共**9**点为标号，用于指出某一中断源的中断入口地址，执行到**IRET**指令返回到中断指令的下一条指令。例如，当定时器中断指令**I610**为每隔**10ms**就执行标号为**1610**后面的中断程序，并根据**IRET**指令返回。



# 7.1 FX系列PLC简介

## 10. 常数

**FX2N系列PLC还具有两个常数(K / H)。**

常数**K**用来表示十进制常数，**16位常数的范围**为**0.327 68~+32 767**，**32位常数的范围**为**0.214 748 364 8~+2 147 483 647**。

常数**H**用来表示十六进制常数，十六进制包括**0~9和A~F这16个数字**，**16位常数的范围**为**0~FFFF**，**32位常数的范围**为**0~FFFFFFFF**。

刘美俊4.3.1



# 7.2 FX系列PLC的基本逻辑指令与步进指令

## 1.FX系列PLC的基本逻辑指令

**FX2N系列PLC**有基本指令**27**条，步进指令**2**条，功能指令**128**种**298**条。本节介绍基本指令。

### 1) LD、LDI、OUT指令

**LD (Load)**，取指令：常开触点与母线连接的指令，每一个以常开触点开始的逻辑行都用此指令。

**LDI (Load Inverse)**，取反指令：常闭触点与母线连接的指令，每一个以常闭触点开始的逻辑行都用此指令。

**OUT(out)**，线圈驱动指令：驱动线圈的输出指令。

**LD**与**LDI**指令可以用于**X、Y、M、T、C**和**S**，它们还可以与**ANB、ORB**指令配合，用于分支电路的起点。**OUT**指令可以用于**Y、M、T、C**和**S**，但是不能用于输入继电器。

**OUT**指令可以连续使用若干次，相当于线圈的并联。定时器和计时器的**OUT**指令之后应设置常数**K**，作为定时器和计时器的设定值，常数占一个步序，也可以指定数据寄存器的元件号，用它里面的数作为设定值。



## 7.2 FX系列PLC的基本逻辑指令与步进指令

LD、LDI、OUT指令的使用如图7.9所示。

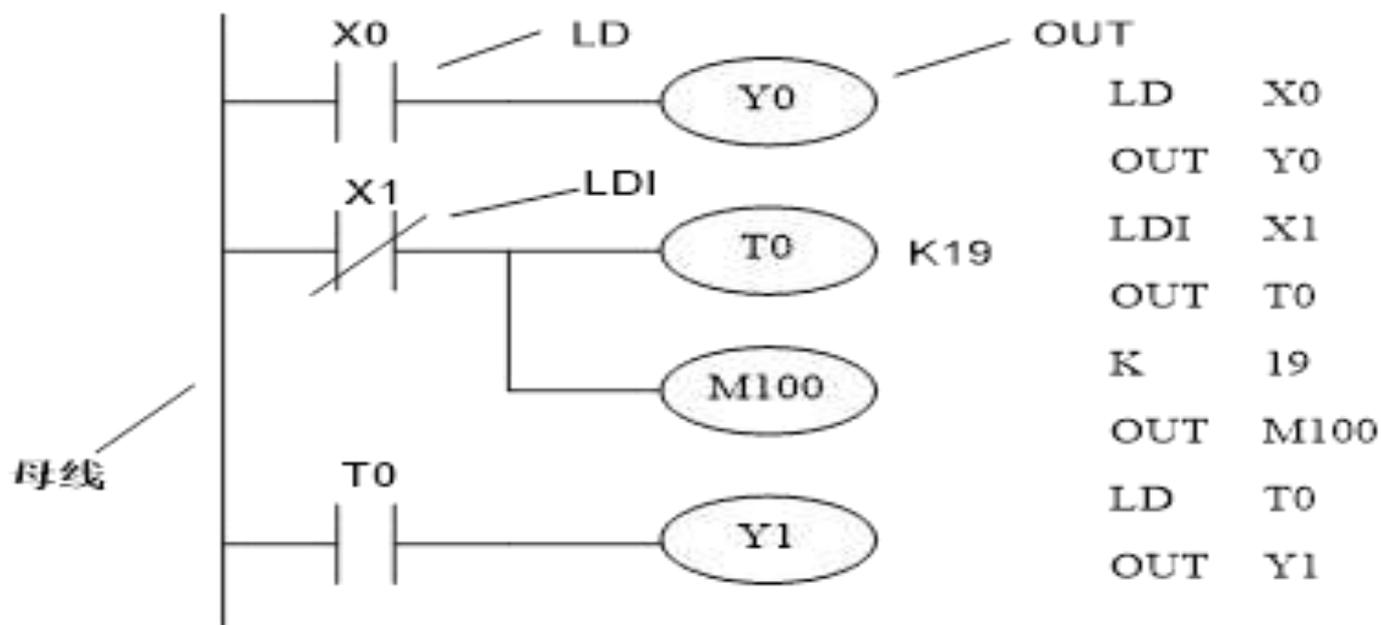


图7.9 LD、LDI、OUT的使用

## 7.2 FX系列PLC的基本逻辑指令与步进指令

### 2) AND与ANI指令

**AND (And)**，与指令：一个常开触点串联连接指令，完成逻辑“与”运算。

**ANI (And Inverse)**，与非指令：一个常闭触点串联连接指令，完成逻辑“与非”运算。

**AND和ANI指令可以用于X、Y、M、T、C和S。**

单个触点（而不是电路块）与左边的电路串联时使用**AND**和**ANI**指令，串联触点的个数没有限制。在图7.10中，“**OUT MI01**”指令之后通过**TI**的触点去驱动**Y4**，称为连续输出。只要按正确的次序设计电路，可以连续多次使用连续输出。



## 7.2 FX系列PLC的基本逻辑指令与步进指令

### 3) OR与ORI指令

**OR (Or)**, 或指令: 用于单个常开触点的并联, 实现逻辑“或”运算。

**ORI (Or Inverse)**, 或非指令: 用于单个常闭触点的并联, 实现逻辑“或非”运算。

**OR、ORI**指令可以用于X、Y、M、T、C和S, 是从该指令的当前步开始, 对前面的LD、LDI指令并联连接。并联的次数无限制。

## 7.2 FX系列PLC的基本逻辑指令与步进指令

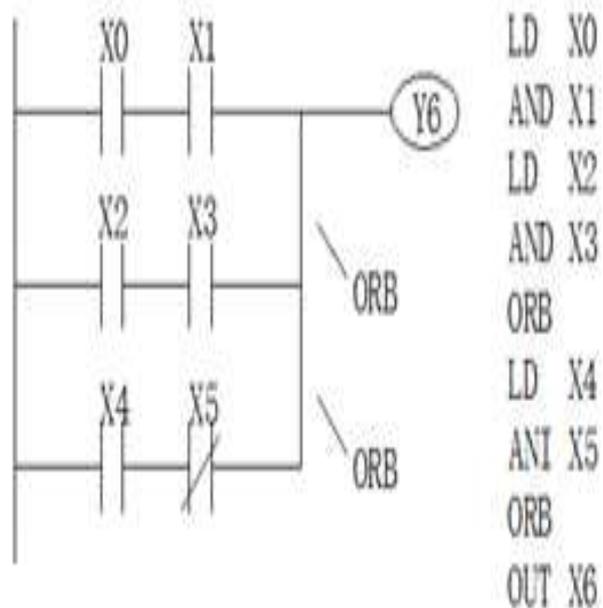


图7.10 AND与ANI的指令

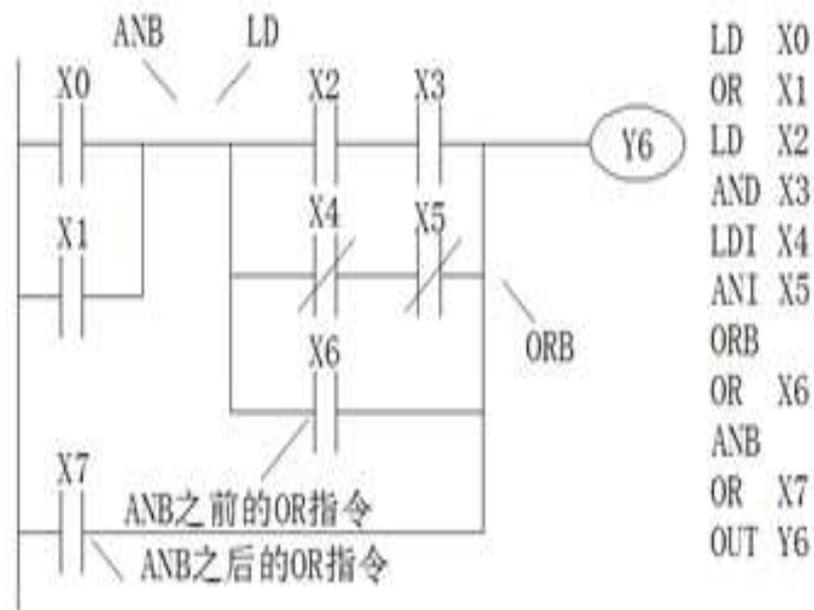


图7.11 OR与ORI指令

## 7.2 FX系列PLC的基本逻辑指令与步进指令

### 4) ORB与ANB指令

**ORB (Or Block)**, 串联电路块的并联连接指令。两个以上的触点串联连接而成的电路块称为“串联电路块”，将串联电路块与上面的电路并联时用**ORB**指令。**ORB**指令不带元件号，它相当于两个触点间的一条垂直边线。每个串联电路块的起点都要用**LD**或**LDI**指令，在整个串联电路块的指令的后面用**ORB**指令，如图7.12所示。

**ANB (And Block)**, 并联电路块的串联连接指令。**ANB**指令将一个并联电路块与前面的电路串联。在使用**ANB**指令之前，应先完成并联电路块的内部连接。并联电路块中各支路的起始触点使用**LD**或**LDI**指令。在整个并联电路块的指令的后面用**ORB**指令，如图7.13所示。



# 7.2 FX系列PLC的基本逻辑指令与步进指令

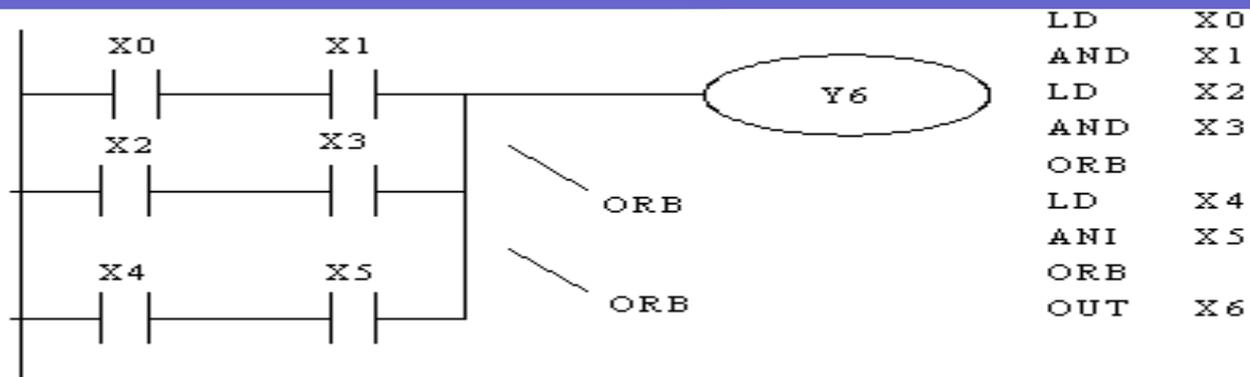


图7.12 ORB指令

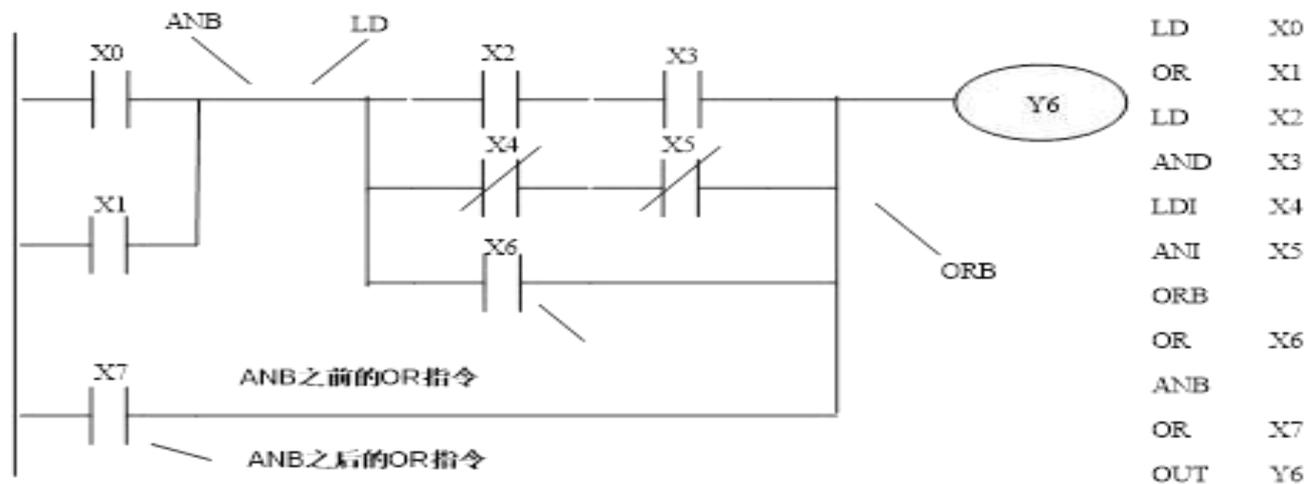


图7.13 ANB指令

## 7.2 FX系列PLC的基本逻辑指令与步进指令

### 5) LDP、LDF、ANDP、ANDF、ORP和ORF指令

**LDP、ANDP、ORP指令：**这些是进行上升沿检测的触点指令，仅在指定位元件由**OFF**→**ON**上升沿变化时，使驱动的线圈接通一个扫描周期。

**LDF、ANDF、ORF指令：**这些是进行下降沿检测的触点指令，仅在指定位元件由**ON**→**OFF**下降沿变化时，使驱动的线圈接通一个扫描周期。

## 7.2 FX系列PLC的基本逻辑指令与步进指令

### 6) 堆栈指令(MPS、MRD、MPP)

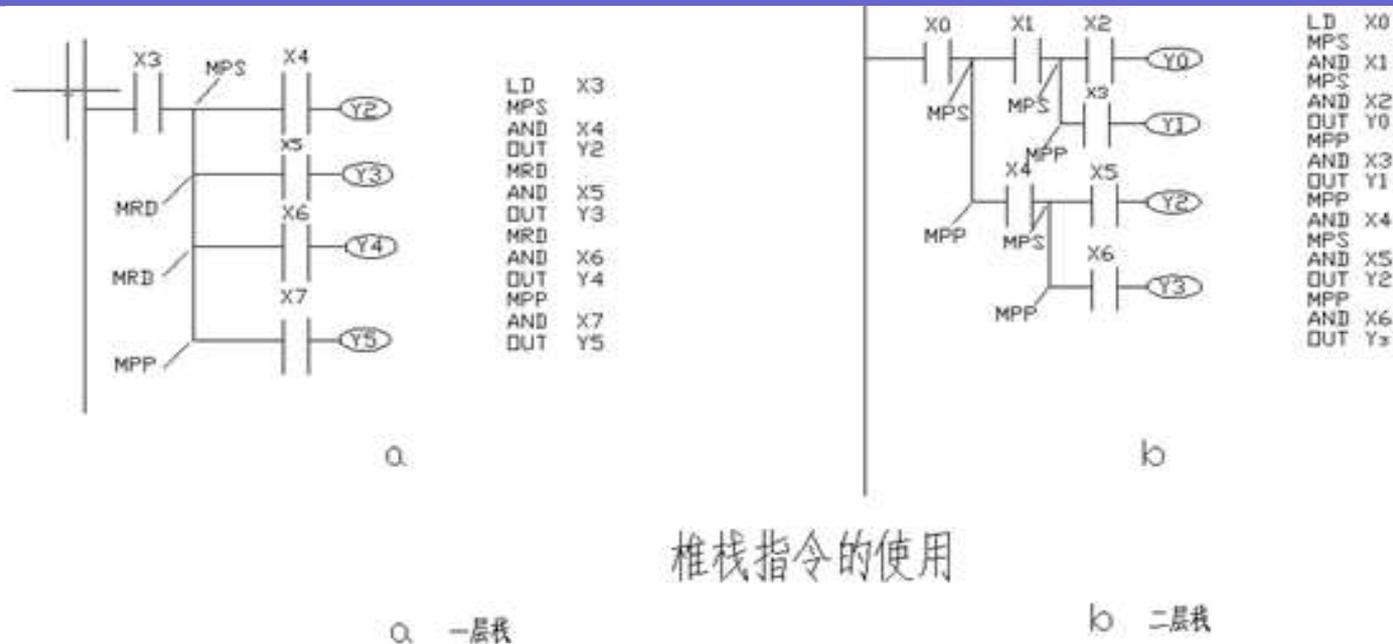
在FX系列PLC中有11个存储单元，它们专门用来存储程序运算的中间结果，称为栈存储器。

**MPS**，进栈指令：将运算结果送入栈存储器的第一段，同时将先前送入的数据依次移到栈的下一段。

**MRD**，读栈指令：将栈存储器的第一段数据（最后进栈的数据）读出，栈内所有数据不因此发生移动。

**MPP**，出栈指令：将栈存储器的第一段数据（最后进栈的数据）读出且该数据从栈中消失，同时将栈中其他数据依次上移。

## 7.2 FX系列PLC的基本逻辑指令与步进指令



堆栈指令的使用

图7.15a为一层栈，进栈后的信息可使用无数次，最后一次使用**MPP**指令弹出信号；图7.15b为二层栈，它使用了两个栈单元。

使用堆栈指令时应注意以下问题：

- 1) 堆栈指令没有目标元件。
- 2) **MPS**和**MPP**必须配对使用。
- 3) 由于栈存储单元只有11个，所以栈的层次最多11层。

## 7.2 FX系列PLC的基本逻辑指令与步进指令

### 7) 主控与主控复位指令(MC、MCR)

**MC (Master Control)**, 主控指令: 用于公共触点的连接, 执行MC后, 左母线移到MC触点的后面。

**MCR (Master Control Reset)**, 主控复位指令: 利用MCR指令恢复原左母线的位置。

在编程时, 经常会碰到许多线圈同时受一个或一组触点控制的情况, 如果在每个线圈的控制电路中都串入同样的触点, 将占用很多存储单元, 使用主控指令就可以解决这一问题。**MC、MCR**指令的使用如图7.16所示。

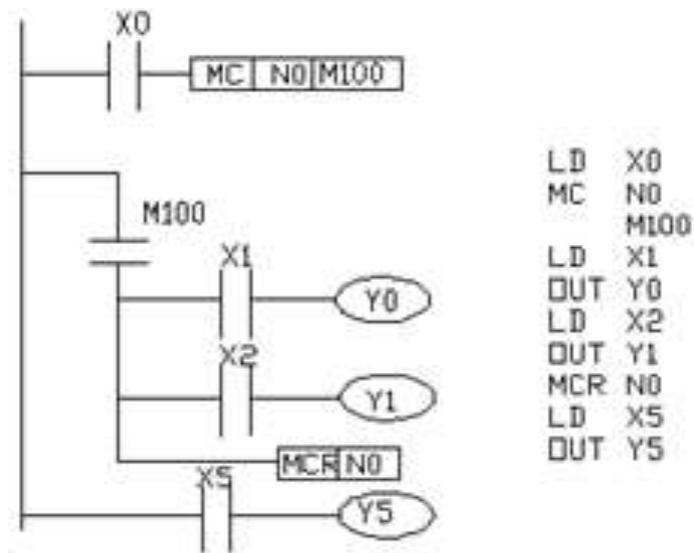


图7.16 主控指令使用

## 7.2 FX系列PLC的基本逻辑指令与步进指令

图中利用“**MC N0 M100**”实现左母线右移，使**Y0**、**Y1**都在**X0**的控制之下。其中**N0**表示嵌套等级，在无嵌套结构中，**N0**的使用次数无限制。利用**MCR N0**恢复到原左母线状态，如果**X0**断开，则会跳过**MC**、**MCR**之间的指令向下执行。

在一个**MC**指令区内若再次使用**MC**指令称为嵌套。嵌套级数最多为**8**级，编号应该按**N0**到**N7**的顺序增加，每级的返回用对应的**MCR**指令，从编号大的嵌套级开始复位，不可越级复位。图7.17是多重嵌套主控指令的一个应用例子。

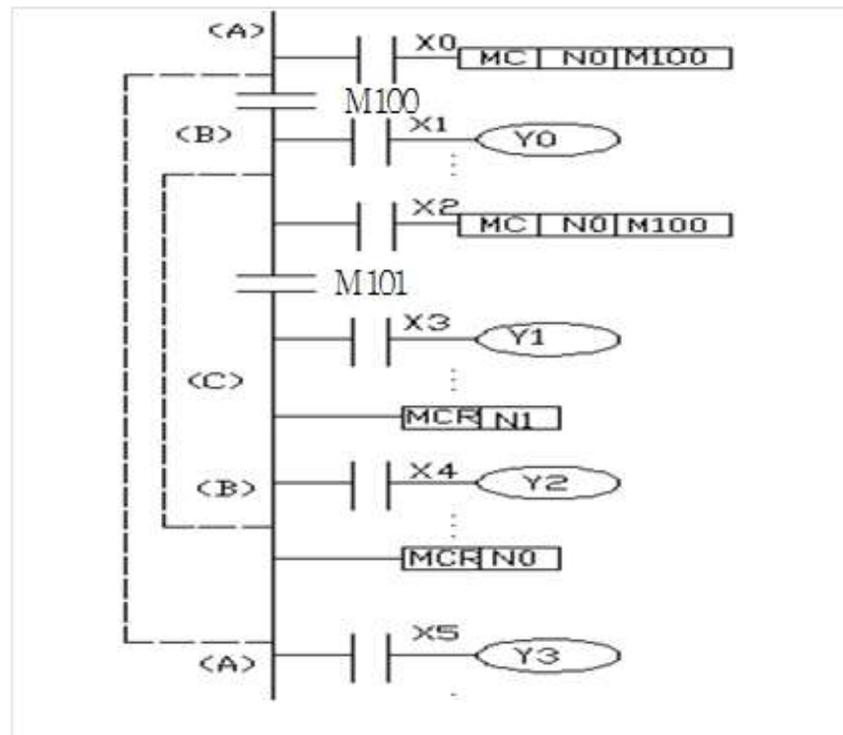


图7.17 多重嵌套主控指令

## 7.2 FX系列PLC的基本逻辑指令与步进指令

使用**MC**、**MCR**指令时，应注意以下问题：

1) **MC**、**MCR**指令的目标元件为**Y**和**M**，不能用特殊辅助继电器。**MC**占3个程序步，**MCR**占2个程序步。

2) 主控触点在梯形图中与一般触点垂直（如图7.17中的**M100**）。主控触点是与左母线相连的常开触点。

3) **MC**指令的输入触点断开时，在**MC**和**MCR**之内的积算定时器、计数器、用复位 / 置位指令驱动的元件保持其先前状态不变；非积算定时器和计数器，用**OUT**指令驱动的元件将复位，如图7.16所示，当**X0**断开，**Y0**和**Y1**即变为**OFF**。



## 7.2 FX系列PLC的基本逻辑指令与步进指令

### 8) 置位与复位指令( SET、RST)

**SET.** 置位指令：当SET的执行条件满足时，所指定的元件接通。此时，即使SET的执行条件断开，所接通的软元件仍然保持接通状态，直到遇到复位信号为止。**SET**的目标软元件可为Y、M、S。

**RST**，复位指令：其目标软元件可为Y、M、S、T、C、D、Z、V。当RST的执行条件满足时，所指定的软元件复位。

**SET、RST**指令的使用如图7.18所示。

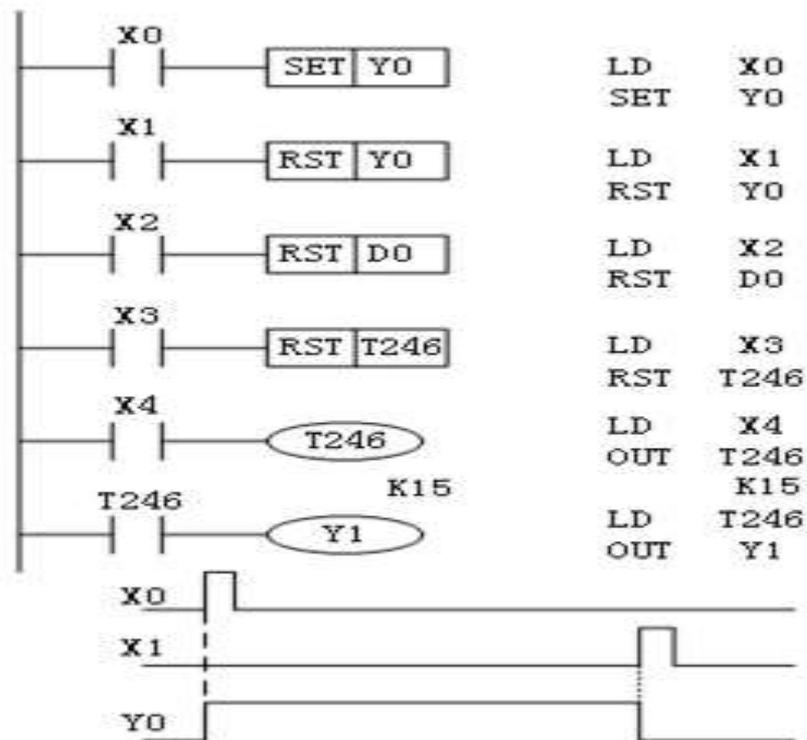


图7.18 SET、RST指令的使用

## 7.2 FX系列PLC的基本逻辑指令与步进指令

图7.18中，当X0常开触点接通时，Y0变为ON状态并一直保持该状态，即使X0断开，Y0的ON状态仍维持不变。只有当X1的常开触点闭合时，Y0才变为OFF状态并保持，此后即使X1常开触点断开，Y0也仍为OFF状态。

在一个梯形图中，SET和RST指令的编程次序可以SET，但当两条指令的执行条件同时有效时，后编程的指令将优先执行。对于同一目标元件，SET、RST可多次使用。RST指令常被用来对D、Z、V、的内容清“0”，还用来复位积算定时器和计数器。

## 7.2 FX系列PLC的基本逻辑指令与步进指令

### 9) 微分指令( PLS、PLF)

**PLS**，上升沿微分输出指令：在输入信号上升沿产生一个扫描周期的脉冲输出。

**PLF**，下降沿微分输出指令：在输入信号下降沿产生一个扫描周期的脉冲输出。

微分指令的使用方法如图4-25所示。

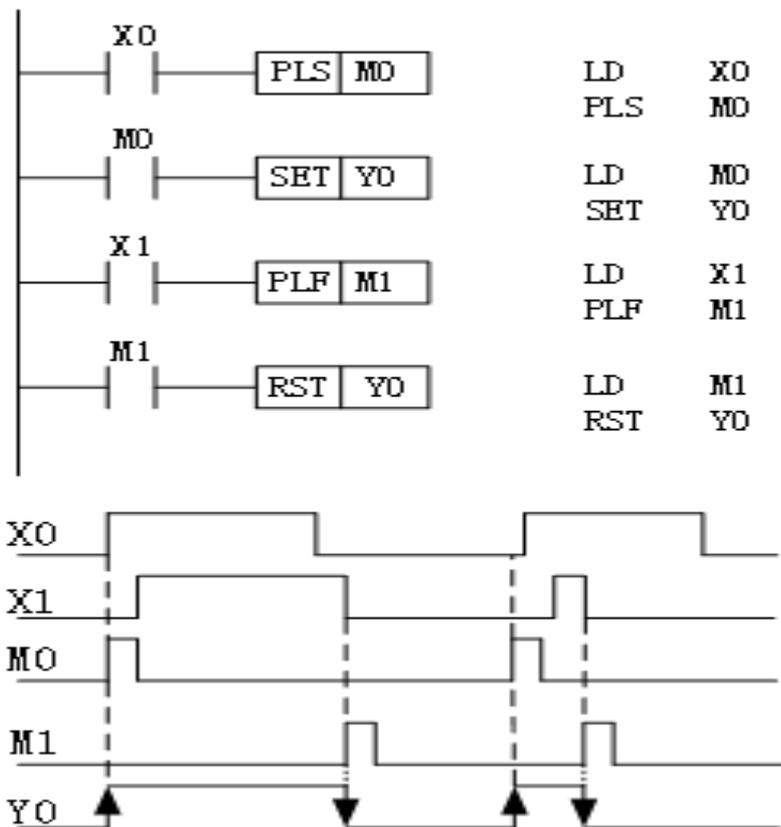


图7.19微分指令的使用方法

## 7.2 FX系列PLC的基本逻辑指令与步进指令

利用微分指令检测到信号的边沿，通过置位和复位指令控制Y0的状态。PLS和PLF指令只能用于输出继电器和辅助继电器。图7.19中的M0仅在X0的常开触点由断开变为接通（即X0的上升沿）时的一个扫描周期内为ON，M1仅在X1的常开触点由接通变为断开（即X1的下降沿）时的一个扫描周期内为ON。

### 10) 取反、空操作和结束指令(INV、NOP、END)

**INV**，取反指令：执行该指令后将原来的运算结果取反。取反指令的使用如图7.20所示。

图7.20中，如果X0断开，则Y0为ON，否则Y0为OFF。使用时应注意INV不能像指令表中的LD、LDI、LDP、LDF那样与母线连接，也不能像指令表中的OR、ORI、ORP、ORF指令那样单独使用。



图7.20取反指令使用

# 7.2 FX系列PLC的基本逻辑指令与步进指令

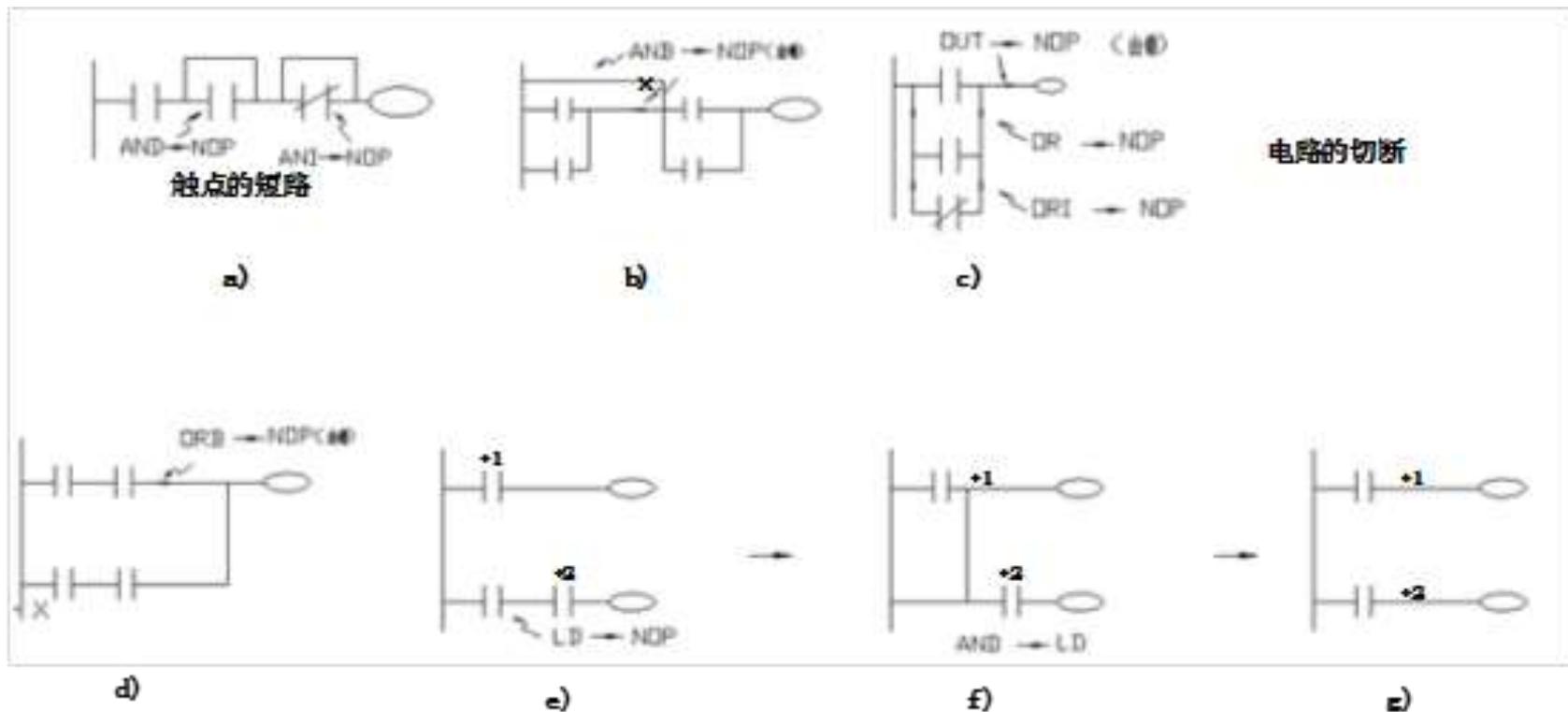


图7.21 用NOP指令修改电路

## 7.2 FX系列PLC的基本逻辑指令与步进指令

**NOP**，空操作指令：使该步无操作。在程序中加入空操作指令，在变更程序或增加指令时可以使步序号不变化。用**NOP**指令也可以替换一些已写入的指令来修改梯形图程序。但需要注意，若将**LD**、**LDI**、**ANB**、**ORB**等指令换成**NOP**指令后，会引起梯形图程序对应的电路结构发生很大的变化，导致出错。用**NOP**指令修改电路的结果如图7.21所示。

- 1) **AND**、**ANI**指令改为**NOP**指令时，会使相关触点短路，如图7.21 a所示。
- 2) **ANB**指令改为**NOP**指令时，使前面的电路全部短路，如图7.21 b所示。
- 3) **OR**指令改为**NOP**指令时使相关电路切断，如图7.21 c所示。
- 4) **ORB**指令改为**NOP**指令时，前面的电路全部切断，如图7.21 d所示。
- 5)图7.21 e中**LD**指令改为**NOP**指令时，则与上面的**OUT**电路纵接，电路如图7.21 f所示。若图7.21 f中**AND**指令改为**LD**指令，电路就变成了图7.21 g所示。
- 6)当执行程序全部清“0”操作时，所有指令均变成**NOP**指令。

## 7.3 FX2N系列PLC的步进指令

步进指令又称**STL**指令。在**FX2N**系列**PLC**中，步进指令有两条：步进接点指令**STL**和步进返回指令**RET**。

(1) 步进接点指令**STL**用于激活某个状态**S**，从主母线上引出状态**S**接点（始终为常开接点），建立子母线，以使该状态下的所有操作均在子母线上进行，其梯形图符号为-**STL**-

(2) 步进返回指令**RET**用于使步进控制程序返回主母线，步进控制程序的结尾必须使用**RET**指令，其梯形图符号为-**RET**-。

(3) 步进指令必须配合状态继电器**S**才具有步进功能。



## 7.3 FX2N系列PLC的步进指令

(4) 步进指令必须配合使用**SET**指令，以使步进接点激活。

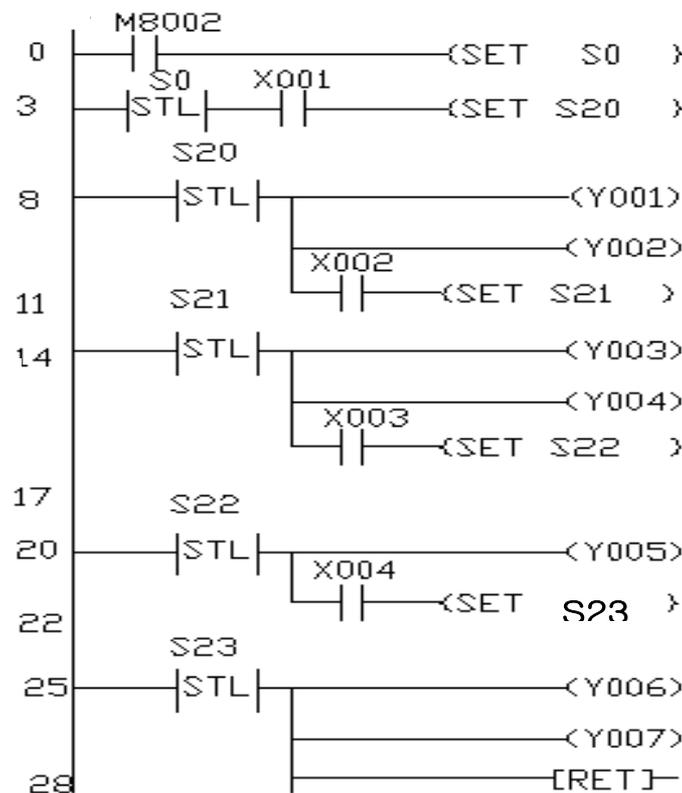
(5) 步进指令使用的状态继电器**S**一般应具有由小到大的连续性。下一个状态继电器被激活（置位、接通）时，上一个状态继电器复位（断开），此所谓“步进”。

(6) 步进指令梯形图须由**SFC**图（称作状态转移图或功能图）转化而来，且二者可以相互转化。在安装了相应软件的编程器上可以直接输入**SFC**图。

# 7.3 FX2N系列PLC的步进指令

**例7-1** 某机械进给控制系统梯形图如图7.22所示。该图使用了步进指令，**PLC**运行的第一个扫描周期，**M8002**接通，激活初始状态**S0**，当**X001**接通时，**S20**接点接通，**Y001**和**Y002**输出，**S0**断开；当**X002**接通时，**S21**接点接通，**Y003**和**Y004**输出，**S20**断开；当**X003**接通时，**S22**接点接通，**Y005**输出，**S21**断开，如此下去直到见到**RET**时步进程序结束。

7.22 某机械进给控制系统梯形图



# 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

## 1. 功能指令的梯形图表示形式

功能指令采用梯形图和助记符相结合的形式。功能图在梯形图中用功能框表示。在功能框中，用功能指令代码或通用的助记符形式表示该功能指令。图7.23所示的功能指令**MEAN**的梯形图，这是一条“求平均值”的功能指令，指令的代码是**45**。当**X0**为**ON**时，可以求出**D0**、**D1**、**D2**中数据的平均值，并将结果送到**D10**中。

图中动合触点**X0=ON**是该条功能指令的执行条件，其后的方框即为功能指令的梯形图形式。由图可见，功能指令同一般的汇编指令相似，也是由助记符和操作数两部分组成的。



# 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

## 2. 功能指令的通用表达形式及执行方式。

功能指令的通用表达形式如图7.24所示。

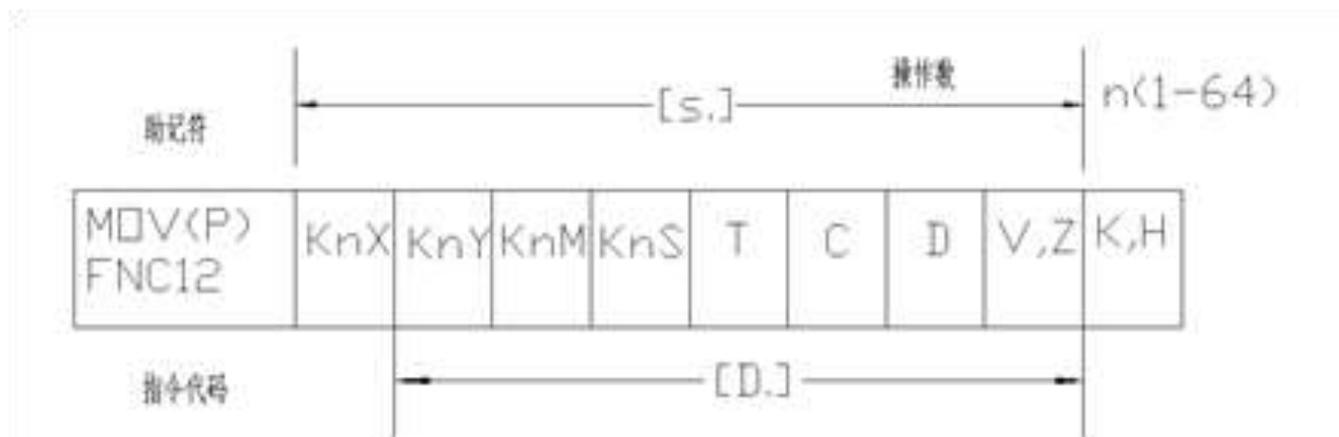


图7.24 功能指令的通用表达式

## 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

图中的前一部分表示指令的代码和助记符，如图中所示的数据传送指令；指令的代码为**12**，**MOV**为指令的助记符；图中**(P)**表示采用脉冲执行方式(**Pulse**)，在执行条件满足时仅在一个扫描周期内执行（默认状态为连续执行方式）。功能指令可以处理**16**位数据和**32**位数据，默认状态为**16**位数据。图中若有符号**(D)**，则表示指令的数据为**32**位(**Double**)，如图7.25所示。

在图的后一部分中**[S. ]**表示源操作数(**Source**)，当源操作数不止一个时，可以用**[S1. ]**、**[S2. ]**表示；**[D. ]**表示目标操作数(**Destination**)，当目标操作数不止一个时，用**[D1. ]**、**[D2. ]**表示。当补充说明**n**不止一个时，用**n1, n2, ……**或**m1, m2, ……**表示。这里要注意的是**X**不能作为目标操作数使用。



## 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

[S.]和[D.]中的符号“.”表示操作数可以使用变址方式。当n表示常数时，用K表示十进制数，用H表示十六进制数。

图7.25中的第一个梯级执行的是数据传送功能，在满足执行条件X1为ON时，将D10中的数据送到D12中，处理的是16位数据。

图7.25中第二个梯级执行的是将D21和D20中的数据送到D23和D22中，处理的是32位数据。处理32位数据时，用元件号相邻的两个元件组成元件对。元件对的首位地址用奇数和偶数均可以。建议元件对的首位地址统一用偶数编号，例如D10、D12；D20、D22等。

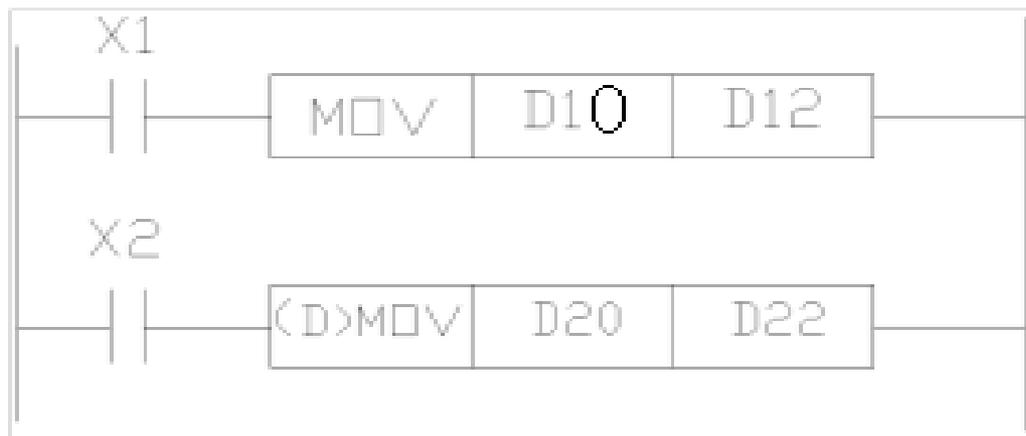


图7.25 32 位数据处理说明

# 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

## 3. 功能指令的操作数及变址操作

### 1) 功能指令的操作数

可编程控制器的编程元件根据内部位数的不同，可分为位元件和字元件。

位元件指用于处理**ON/OFF**状态的继电器，其内部只能存一位数据**0**或**1**，例如输出继电器**Y**和一般辅助继电器**M**。而字元件是由**16**位寄存器组成，用于处理**16**位数据，如数据寄存器**D**和变址寄存器**V**和**Z**都是**16**位数据寄存器。常数**K**、**H**和指针**P**用于在**PLC**内存中存放的都是**16**位数据，所以都是字元件。计数器**C**和定时器**T**也是字元件，用于处理**16**位数据。

若要处理**32**位数据，用两个相邻的数据寄存器就可以组成**32**位数据寄存器。一个位元件虽然只能表示一位数据，但是可以采用**16**个位元件组合在一起，作为一个字元件使用，即用位元件组成字元件。

功能指令的助记符后面可以有**0~4**个操作数，这些操作数主要有以下几种形式：

- (1)位元件。如**X**、**Y**、**M**和**S**。
- (2)常数**K**、**H**或指针**P**。
- (3)字元件。如**T**、**C**和**D**等。
- (4)位元件组合。由位元件**X**、**Y**、**M**和**S**组合成的位元件组合，作为字元件用于数据处理。



# 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

## 2) 用位元件组成字元件的方法

在FX系列PLC中，使用4位BCD码表示一位十进制数据，这样采用4个位元件，就可以表示一个十进制数据，所以在功能指令中，是将多个位元件按4位一组的原则来组合的，例如KnMi:

KnMi中n表示组数，规定一组有4个位元件， $4 \times n$ 为用位元件组成字元件的位数。K1表示有4位，K2表示8位，K4表示16位；进行16位数据处理时，其数据可以是4~16位，即用k1~K4表示。32位数据操作时，数据可以是4~32位，则用K1~K8表示。

KnMi中i为首位元件号，即存放数据最低位的元件。

例如：**K2 M0**表示存放的数据为8位，即由**M7~M0**组成的8位数据，**M0**是最低位。**K4M10**表示由**M25到M10**组成的16位数据，**M10**是最低位。**K1Y0**表示数据为4位，由输出继电器**Y3~Y0**存放，**Y0**是最低位。**K3 Y0**表示数据为12位，由输出继电器**Y13~Y10 Y7~ Y0**存放。



## 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

### 3) 变址操作

变址寄存器**V**和**Z**是**16位**寄存器，**V**和**Z**一共有**16个**，分别为**V0~ V7**和**Z0~ Z7**。

**V**和**Z**除了和通用数据寄存器一样用作数据的读、写之外，主要还用于运算操作数地址的修改。在传送、比较等指令中用来改变操作对象的组件地址，变址方法是将**V**、**Z**放在各种寄存器的后面，充当操作数地址的偏移量。操作数的实际地址就是寄存器的元件号和**V**或**Z**内容相加的和。当源地址或目标地址寄存器用**[S·]**或**[D·]**表示时，可以进行变址操作。当进行**32位**数据操作时，要将**V**、**Z**组合成**32位(V、Z)**来使用，这时**Z**为低**16位**，**V**为高**16位**。**32位**指令中用到变址寄存器时只需指定**Z**，这时**Z**就代表了**V**和**Z**。在**32位**指令中，**V**、**Z**自动组对使用。



## 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

在图7.26所示的梯形图中，MOV指令将K10送到V，K20送到Z，所以V、Z的内容分别为10、20。



图7.26 变址操作说明

第三个梯级为  $(D5V)+(D15Z) \rightarrow (D40Z)$ ，即  $(D15)+(D35) \rightarrow (D60)$ 。

又如：若  $Z=4$ ，则  $D5Z=D9$ ， $T6Z=T10$ ， $K1Y0Z=K1Y4$ ， $K1S2Z=K1S6$ ，可见V和Z变址寄存器的使用将使编程简单化。

# 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

## 4) 标志位

功能指令在操作过程中，其运算结果可以通过某些特殊辅助继电器或寄存器表示出来，通常称其为标志位。标志位可以分为一般标志位，运算出错位和功能扩展用标志位。

(1) 一般标志位在功能指令操作中，其结果将影响下列标志位：

**M8020:**零标志，如运算结果为零时动作。

**M8021:**借位标志，如做减法运算时出现借位时动作。

**M8022:**进位标志位，如运算结果出现进位时动作。

**M8029:**指令执行结束标志。

## 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

**(2)运算出错标志** 如果在功能指令的结构、继电器元件及编号方面有错误，或在运算过程中出现错误时，下列标志位会动作，并同时记录出错信息：

**M8067**：运算出错标志。

**M8068**：运算错误代码编号存储。

**M8069**：错误发生的步序号记录存储。

PLC由**STOP**→**RUN**时都是瞬间清除，若出现运算错误则**M8068**保持动作，而**D8068**中存储发生错误的步序号。

**(3)功能扩展用标志** 在部分功能指令中，同时使用由功能指令确定的固有特殊辅助继电器，可进行功能扩展。例如：**M8160**为**XCH**交换；**M8161**为**8**位处理模式。

# 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

## 4.程序流程控制指令

**FX2N系列PLC的功能指令中程序流程控制指令共有10条，功能号是FNC00~FNC09。在通常情况下，PLC的控制程序是顺序逐条执行的，但是在许多场合下却要按控制要求改变程序的执行流程，则可采用流程控制指令来实现。**

### 1) 条件跳转指令CJ

条件跳转指令的操作功能：当跳转条件成立时跳过一段程序，跳转至指令中所标明的标号处执行，被跳过的程序段中不执行的指令，即使输入元件状态发生改变，输出元件的状态也维持不变。若跳转条件不成立则按顺序执行。



# 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

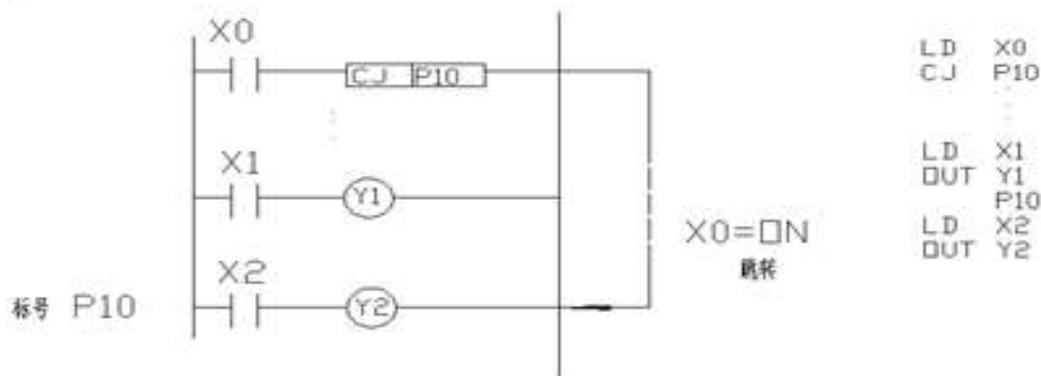


图7.27 跳转指令的使用说明1

程序中两条跳转指令可以跳转到相同的标号处，如图7.27所示。图中如果X10为ON，第一条跳转指令生效，从这一步跳转到标号P9处。如果X10为OFF，而X12为ON，则第二条跳转指令生效，程序由此处开始跳到标号P9处。

跳转指令使用注意：

- (1)在同一程序中，一个标号在只能使用一次，不能在两处或多处使用同一标号。
- (2)**CJ P63**指令专门用于程序跳转到**END**语句，编程时标号不用输入。
- (3)跳转指令的执行条件若是**M8000**，则为无条件跳转，因为PLC运行时**M8000**为ON。
- (4)使用**CJ(P)**指令时，跳转只执行一个扫描周期。

# 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

## 2) 中断指令

中断返回指令**IRET**(**Interruption Return**)

允许中断指令**EI**(**Interruption Enable**)

禁止中断指令**DI**(**Interruption Disable**)

中断是**CPU**与外设之间进行数据传送的一种方式。数据传送时低速的外设远远跟不上高速**CPU**的节拍，为此可以采用数据传送的中断方式来匹配两者之间的传送速度，以提高**CPU**的工作效率。采用中断方式后，**CPU**与外设是并行工作的，平时**CPU**在执行主程序，当外设需要数据传送服务时，才去向**CPU**发出中断请求。在允许中断的情况下，**CPU**可以响应外设的中断请求，从主程序中被拉出来，去执行一段中断服务子程序，比如给外设传送一组数据后，就不再与外设联系，而返回主程序。以后每当外设需要数据传送服务时，又会向**CPU**发中断请求。可见**CPU**只有在执行中断服务子程序时才与外设打交道，所以**CPU**的工作效率就大大提高了。

**FX**系列**PLC**有两类中断，即外部中断和内部定时器中断。外部中断信号从输入端子输入，可用于机外突发随机事件引起的中断。定时中断是内部中断，是定时器定时时间到引起的中断。



## 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

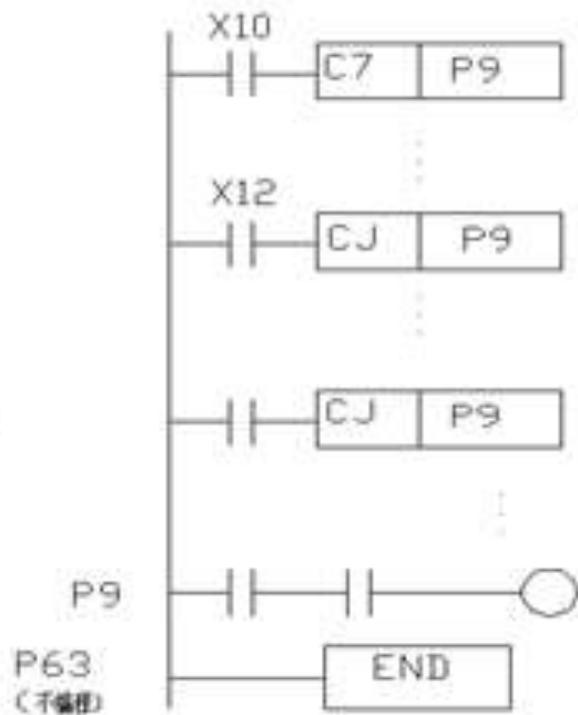


图7.27 跳转指令的使用说明

**FX系列PLC**设置有**9**个中断源，**9**个中断源可以同时向**CPU**发中断请求信号，这时**CPU**响应优先级较高的中断源的中断请求。**9**个中断源的优先级由中断号决定，中断号小的优先级较高。每个中断源的中断子程序有中断标号，中断标号的含义如图7.28所示。

中断标号以**I**开头，又称为**I**指针。外部中断的**I**指针格式如图7.28a所示，共**6**点，对应的外部中断信号的输入口为**X0~X5**。例如**1001**的含义是：当输入**X0**从**OFF**变为**ON**时（上升沿），执行由该指针作为标号的中断服务程序，并在执行**IRET**时返回。内部中断的**I**指针格式如图7.28b所示，共**3**点。内部中断即定时中断，由指定编号为**6~8**的专用定时器控制。设定时间为**10~99 ms**，每隔设定时间**PLC**就会自动中断一次。

# 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

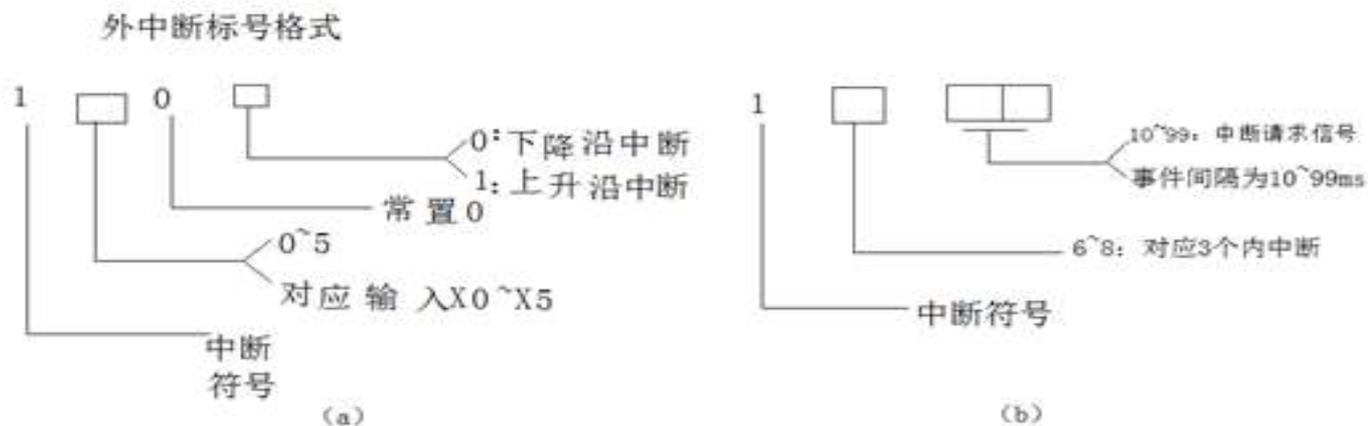


图7.28 中断信号格式说明

**PLC** 一般处在禁止中断状态。指令**EI~DI**之间的程序段为允许中断区间，而**DI~EI**之间为禁止中断区间，如图7.29所示。当程序执行到允许中断区间并且出现中断请求信号时，**PLC**执行相应的中断子程序，遇到中断返回指令**IRET**时返回断点处继续执行主程序。在此区间之外，即使有中断请求，**CPU**也不会立即相应，而是将这个中断信号存储下来，并在**EI**指令之后被执行。

# 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

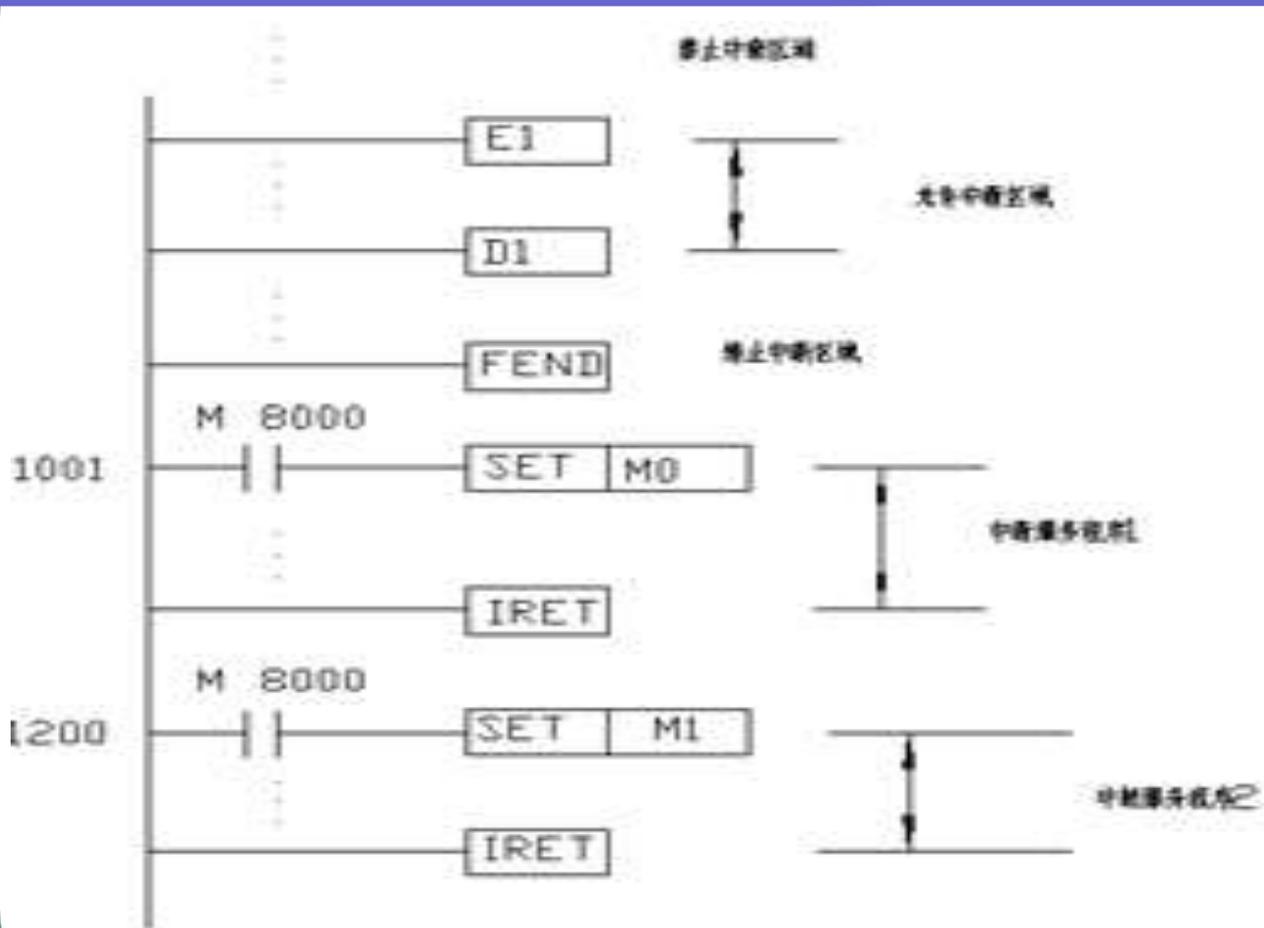


图7.29 中断指令使用说明

中断指令使用注意:  
(1)当多个中断信号同时出现时, 中断指针号小的具有优先权。

(2)中断子程序可以进行嵌套, 最多可以进行二级。

(3)中断请求信号的宽度必须大于  $200\mu\text{s}$ 。

(4) M8050~M8058 为中断屏蔽寄存器, 当其为ON时, 相应的中断源0~8被屏蔽。

## 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

### 3) 主程序结束指令

**FEND**指令表示主程序的结束，子程序的开始。

**FEND**指令的操作功能：在程序执行到**FEND**时，进行输出处理、输入处理、监视定时器刷新，完成后返回第**0**步。

主程序结束指令使用注意：

(1)子程序和中断服务程序都必须写在主程序结束指令**FEND**之后，子程序以**SRET**指令结束，中断服务程序以**IRET**指令结束，两者不能混淆。

(2)当程序中没有子程序或中断服务程序时，也可以没有**FEND**指令。但是程序的最后必须用**END**指令结尾。所以子程序及中断服务程序必须写在**FEND**指令与**END**指令之间。

### 4) 监视定时器指令



## 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

**PLC**在循环扫描执行程序时，利用内部定时器（监视定时器）监视执行用户程序的循环扫描时间，如果扫描的时间（从程序的第**0**步到**END**或**FEND**指令之间）超过了规定的时间（**FX2 PLC**为**100ms**；**FX2N PLC**为**200 ms**]时，**PLC**将停止工作，此时**CPU**的出错指示灯亮。**WDT**指令可以用于循环扫描执行程序中，刷新监视定时器。

为防止执行用户程序超时的情况发生，可以将**WDT**指令插到合适的程序步中及时刷新监视定时器，使顺序程序得以继续执行到**END**或**FEND**。如图7.30a所示，将一个**240 ms**的程序分成两个扫描时间为**120 ms**的程序，在两个程序之间插入一条**WDT**指令。



# 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

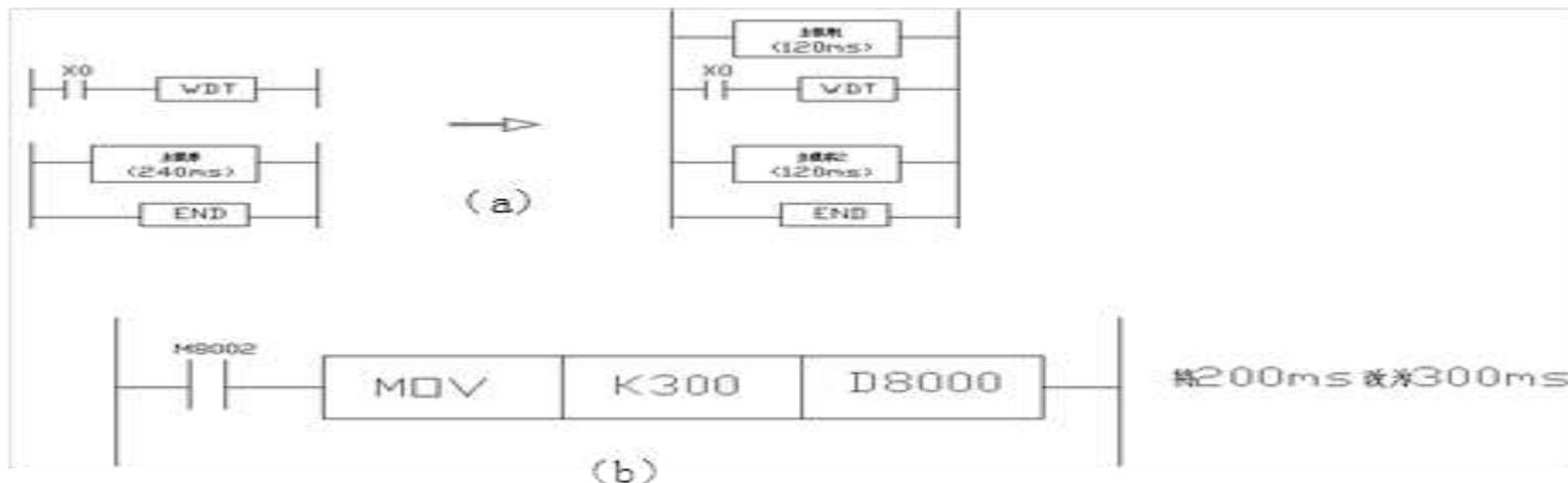


图7.30 WDT指令的使用

监视定时器的报警值200 ms存储在特殊数据寄存器D8000中，它由PLC的监控程序写入，同时也允许用户改写D8000的内容。可以用功能指令MOV来改写D8000的内容，如图7.30b所示。在这之后的PLC程序将采用新的监视定时器时间执行监视。图7.30b中将监视定时器的报警数值改变为300 ms。

## 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

### 5) 循环指令

循环指令包括：循环开始指令**FOR**和循环结束指令**NEXT**。

循环指令的操作功能：控制**PLC**反复执行某一段程序，只要将这段程序放在**FOR - NEXT**之间，待执行完指定的循环次数后（由操作数指定），才能执行**NEXT**指令后的程序。循环指令的使用说明如图7.31所示，图中一共有三层循环嵌套，内层循环次数由**M3~M10**的状态决定，中间循环次数由数据寄存器**D6**中的数据决定，外层循环为**4**次。

# 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

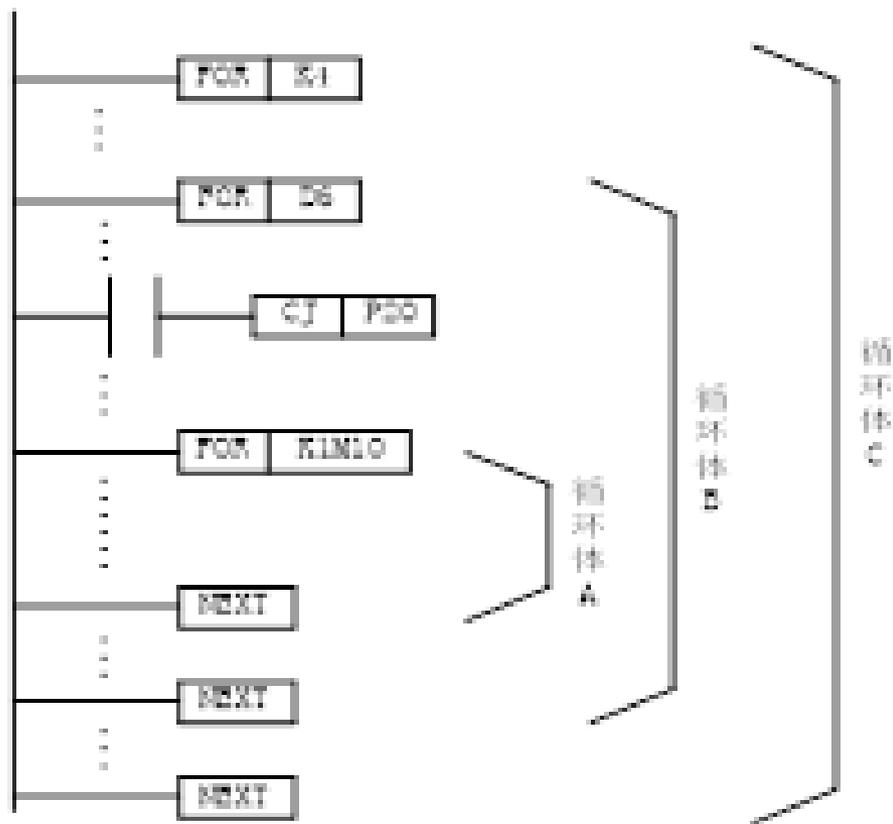


图7.31 循环使用的使用说明

循环指令使用注意：  
**(1) FOR与NEXT指令要求成对使用，FOR在前，NEXT在后。**  
**(2) FOR - NEXT循环指令最多可以嵌套5层，图7.31所示为三重循环。**  
**(3) 利用CJ指令可以跳出FOR - NEXT循环体。**

## 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

### 5.数据比较指令

#### 1) 比较指令CMP( Compare)

比较指令**CMP**的操作功能：将两个源操作数[S1. ]、[S2. ]的数据进行比较，并将比较结果送到目标操作数[ D. ]中。

## 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

图7.32所示为比较指令的使用说明。在X0为OFF时，不执行CMP指令，M0、M1、M2的状态保持不变；当X0为ON时，将两个源操作数[S1.]、[S2.]中的数据进行比较，即K100（十进制数100）与C20计数器的当前值比较。若C20的当前值小于100，则M0为ON，Y0得电；若C20的当前值等于100，则M1为ON，Y1得电；若C20的当前值大于100，则M2为ON，Y2得电。

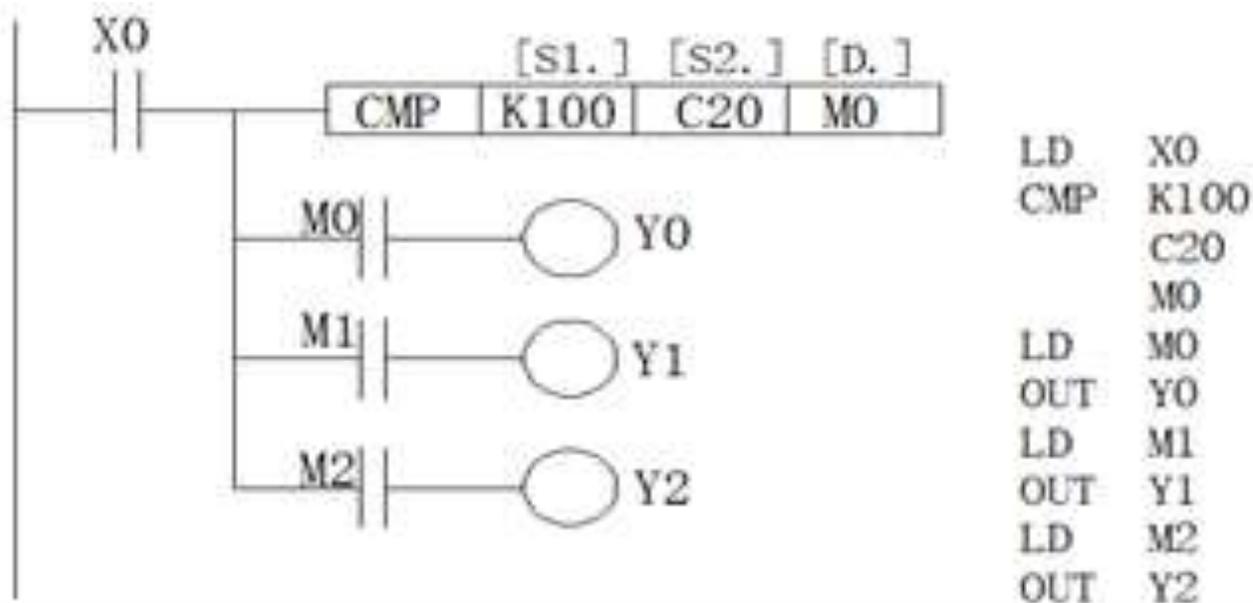


图7.32 比较指令的使用说明

## 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

### 比较指令使用注意：

- (1)比较的数据均为二进制数，且带符号位比较。
- (2)要清除比较结果时，需采用**RST**和**ZRST**指令。

比较指令的应用示例如图7.33所示。图7.33所示梯形图采用比较指令实现监视计数值的功能。**Y10**按照**1 s**脉冲频率作**ON/OFF**交替变化，为秒脉冲输出指示，同时还给计数器**C0**提供计数脉冲信号。

# 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

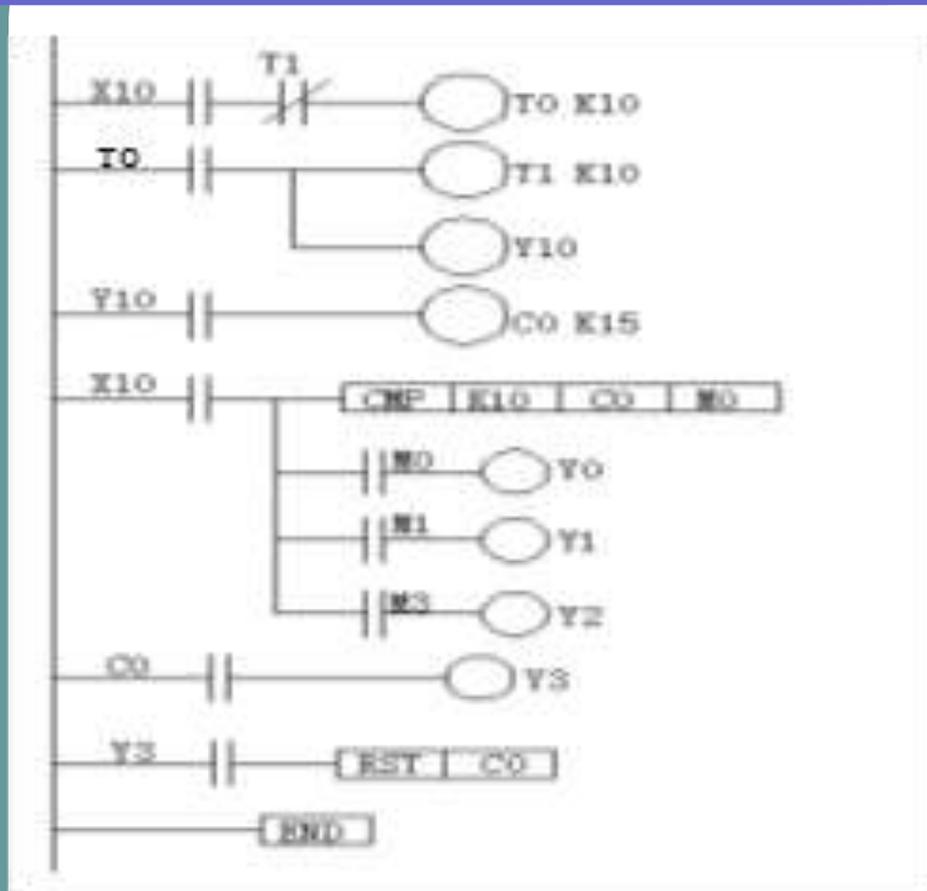


图7.33 比较指令的应用示例

当X10为ON时，若计数器的当前值小于10时，Y0有输出；当计数器的当前值等于10时，Y1有输出；当计数器的当前值大小10时，Y2有输出；当计数器的当前值为15时，Y3和Y2均有输出，由于采用Y3给计数器复位，所以Y3的闭合时间仅为一个扫描周期。

## 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

### 2) 区间比较指令ZCP

区间比较指令的操作功能：  
将一个操作数[S.]与两个  
操作数[S1.]、[S2.]形成  
的区间比较，并将比较结果  
送到[D.]中。

# 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

图7.34所示为区间比较指令的使用说明。当X0为ON时，C30计数器的当前值与K100和K120比较，若C30的当前值小于100，则M1为ON，Y1得电；若C30的当前值大于等于100并小于等于120时，则M2为ON，Y2得电；若C30的当前值大于120，则M3为ON，Y3得电。

区间比较指令使用注意：

- (1) 区间比较指令比较的数据均为二进制数，且带符号位。
- (2) 设置比较区间时，要求[S1.] 不得大于[S2.]。

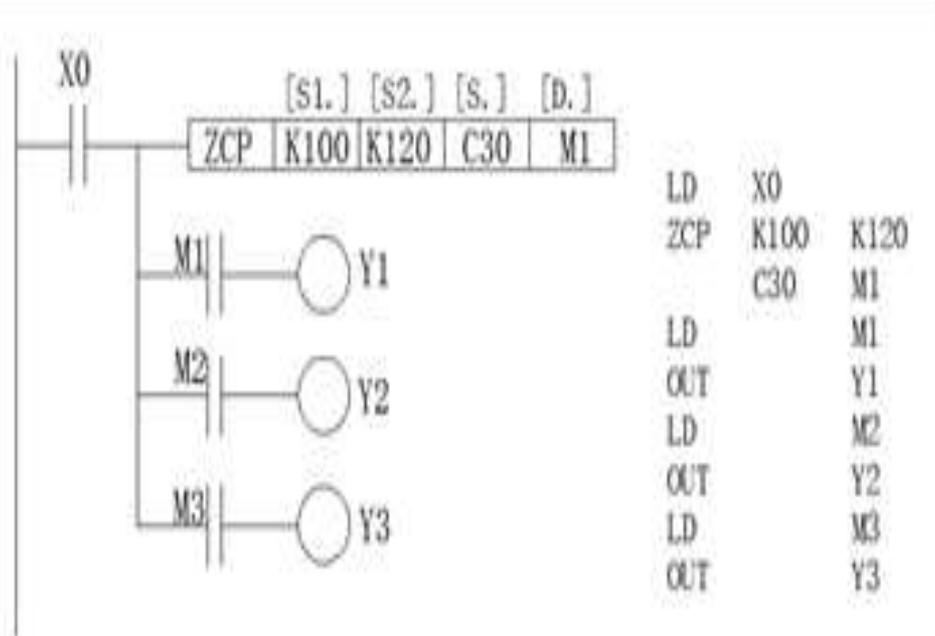
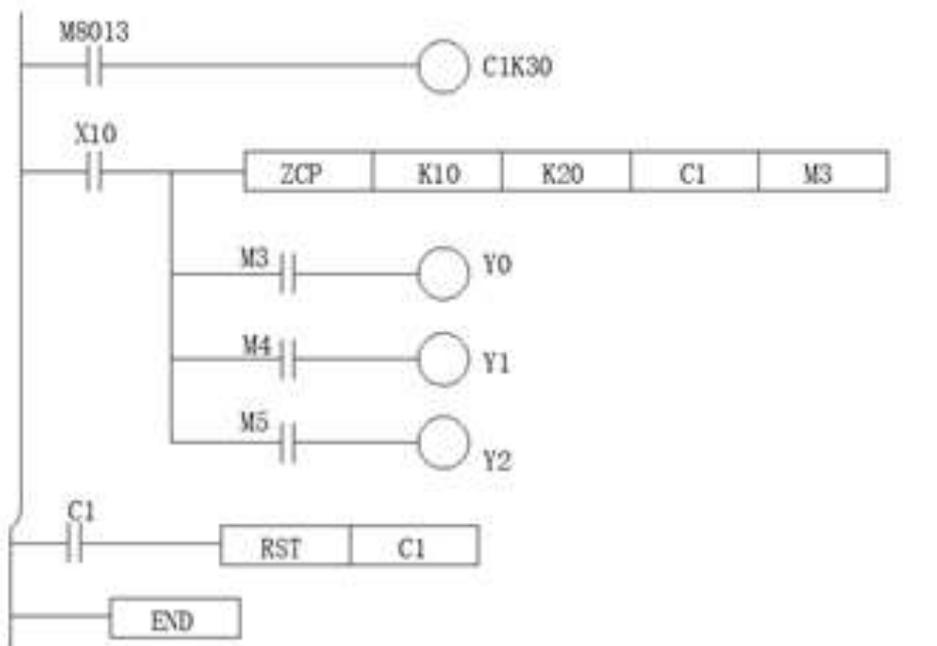


图7.34 区间比较指令的使用说明

# 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

区间比较指令应用示例如图7.35所示。图7.35中梯形图采用区间比较指令实现监视计数

数值的功能。特殊辅助继电器M8013为1秒时钟继电器，给计数器提供计数脉冲信号。当X10为ON时，计数器C1的当前值和输出端Y的关系为：



①C1的当前值小于10时，Y0有输出：

②C1的当前值大于等于10小于等于20时，Y1有输出：

③C1的当前值大于20时，Y2有输出。

当计数器的当前值为30时，C1复位。在下一个扫描周期，PLC又开始循环工作。Y0\Y1、Y2为ON的状态均为10 s。

图7.35 区间比较指令应用示例

# 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

## 6. 数据传送指令

### 1) 传送指令MOV

**MOV指令的操作功能：**将源地址中的数据传送到目的地址中。  
图7.35所示为MOV指令的使用说明。

**MOV指令的使用举例**

**例7-2** 图7.37所示用MOV指令将定时器的当前值输出。在图7.37a中当X10=ON时，将T10的当前值由Y17~Y0输出。在图7.37b中，当X11=ON时，将K500送到D10中，用于设定定时器的时间常数。这两种方法同样也可以使用于计数器。



## 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

### 2)块传送指令**BMOV( Block Move)**

块传送指令**BMOV**的操作功能：将数据块（由源地址指定元件开始的n个数据组成）传送到指定的目的地址中，n只能取常数K.H。如果地址超出允许的范围，数据仅传送到允许范围的目的地址中。

## 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

### 3) 多点传送指令FMOV(Fill Move)

多点传送指令**FMOV**的操作功能：  
将源地址中的数据传送到指定目标开始的n个元件中。这n个元件中的数据完全相同，指令中给出的是目标元件的首地址。如果元件号超出允许的范围，数据仅送到允许范围的元件中。常用于对某一段数据寄存器的清零或置相同的初始值。

# 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

## 7.数据变换指令

### 1)BCD变换指令

**BCD变换指令的操作功能：**将源地址中的二进制数转换为BCD码并送到目标地址中。

图7.44所示为**BCD变换指令**的使用说明，对应的指令为**BCD D10 K2Y0**。当**X10**为**ON**时，执行**BCD变换指令**，将**D10**中的二进制数转换为**BCD码**，然后将其低**8位**（由**K2**指明）的内容送到**Y7~Y0**中去。

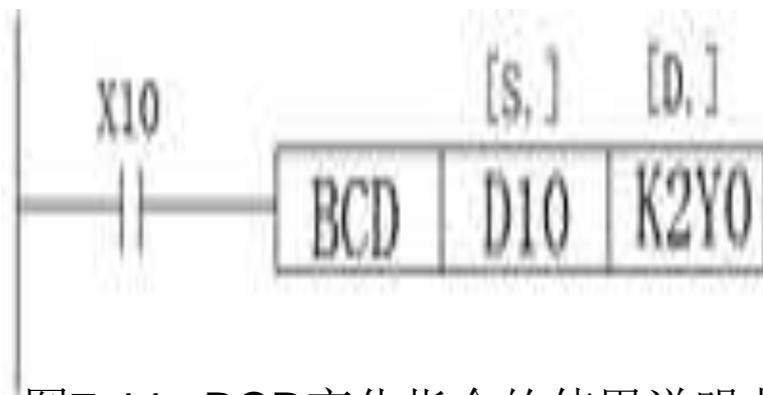


图7.44 BCD变化指令的使用说明书

# 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

## 2)BIN变换指令

**BIN**变换指令的操作功能：将源地址中的**BCD**码转换为二进制数并送到目的地址中。此指令的功能与**BCD**交换指令相反。

图7.45所示为**BIN**变换指令使用说明，对应的指令为**BIN K2X0 D10**。这条指令可以将**BCD**拨盘的设定值通过**X7~X0**输入到**PLC**中去。当**X10**为**ON**时，执行**BIN**变换指令，将**X7~X0**端口上输入的两位**BCD**码转换成二进制数，传送到**D10**的低8位中。

图7.46所示为**BIN**、**BCD**指令和变址寄存器的应用示例。图中利用特殊辅助继电器

**M8000**，在**PLC**通电后首先将输入端**X3~X0**输入的**BCD**码转换成二进制数据送到变址寄存器**Z0**，采用**Z0**对定时器**T0**实现变址功能(**T0Z0**)。当改变输入端**X3~X0**的状态从**0000~1001(0~9)**变化时，可以将**T0~T9**的当前值转换成**BCD**码后由**Y17~Y0**输出如图(b)所示。

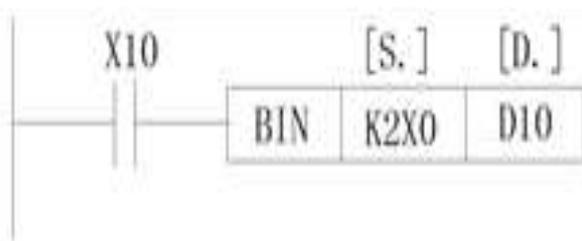


图7.45 BIN变换指令的使用说明

# 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

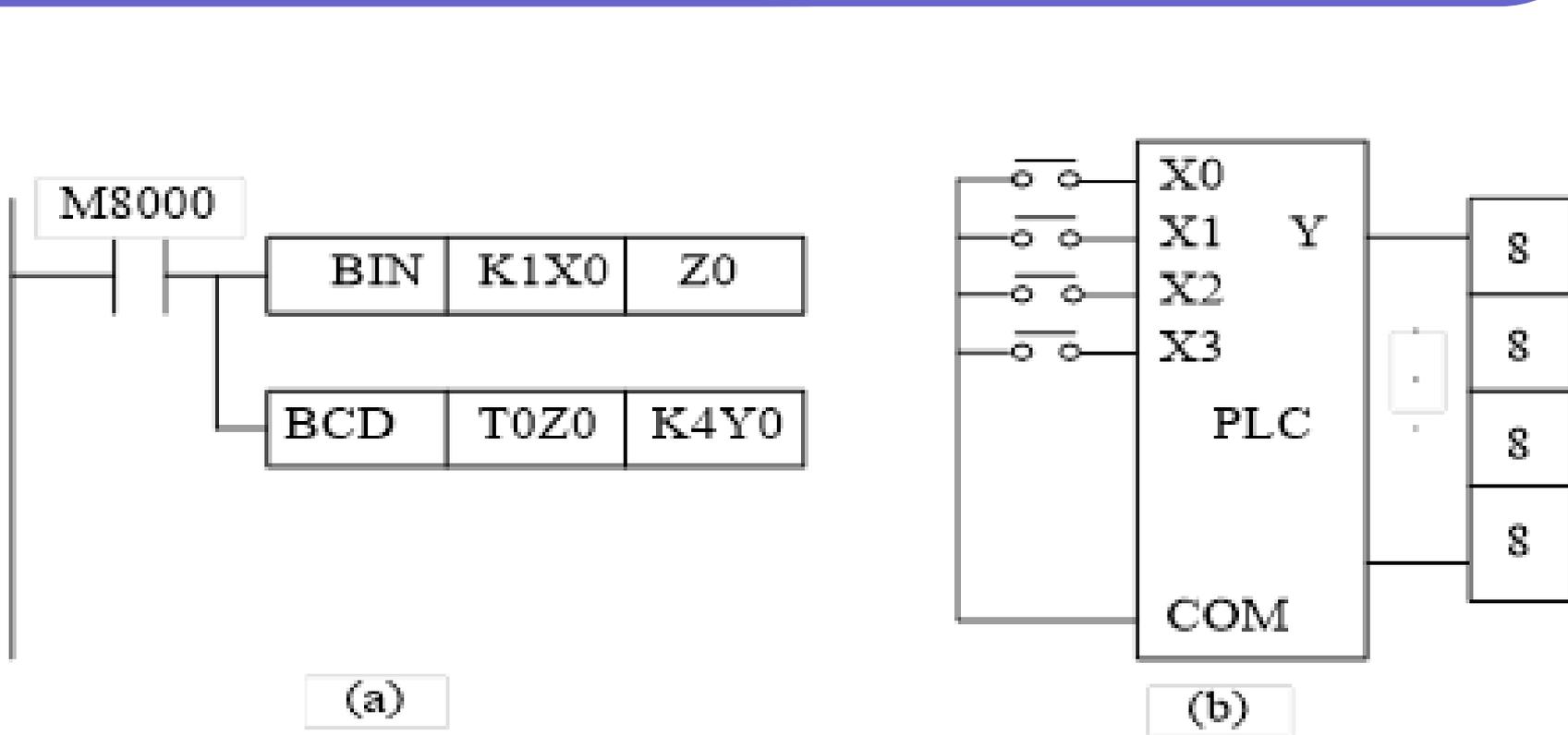


图7.46 BIN BCD 指令和变址存储器的应用示例

# 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

## 8. 算术运算指令

FX系列PLC设置了10条算术和逻辑运算指令，其功能号是FNC20~FNC29。在这些指令中，源操作数可以取所有的数据类型，目标操作数可以取KnY、KnM、KnS、T、C、D、V和Z。

每个数据的最高位为符号位（0表示为正，1表示为负）。在32位运算中被指定的字编程元件为低位字，紧挨着的下一个字编程元件为高位字。为了避免错误，建议指定操作元件时采用偶数元件号。

若运算结果为0，零标志M8020置1；16位运算结果超过32767或32位运算结果超过2147483647时，进位标志M8022置1；16位运算结果小于-32768或32位运算结果小于-2147483648时，借位标志M8021置1。

如果目标操作数（例如KnM）的位数小于运算结果，将只保存运算结果的低位。

算术运算指令包括ADD、SUB、MUL、DIV（二进制加、减、乘、除）指令。

### 1) 加法指令ADD(Addition)

二进制加法指令的操作功能：将两个源地址中的二进制数相加，结果送到指定的目的地中。



# 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

图7.47所示为算术运算指令的使用说明，图中的X1=ON时，执行(D10)+(D12)→(D14)。

## 2)减法指令SUB( Subtraction)

二进制减法指令的操作功能：将两个源地址中的二进制数相减，结果送到指定的目的地址中。图7.47中SUB采用脉冲执行方式，在X2为ON时，执行一次(D0) - K22（十进制数22）→(D10)。

## 3)乘法指令MUL( Multiplication)

二进制乘法指令的操作功能：将两个源地址中的二进制数相乘，结果（32位）图7.47 算术运算指令的使用说明书送到指定的目的地址中。图7.47中的X3=ON时执行(D10)×(D11)→(D15、D14)，乘积的低16位数据送到D14中，高16位数据送到D15。

如果该条指令为：(D) MUL D10D12 D14;

其操作功能为：(D11, D10)×(D13,

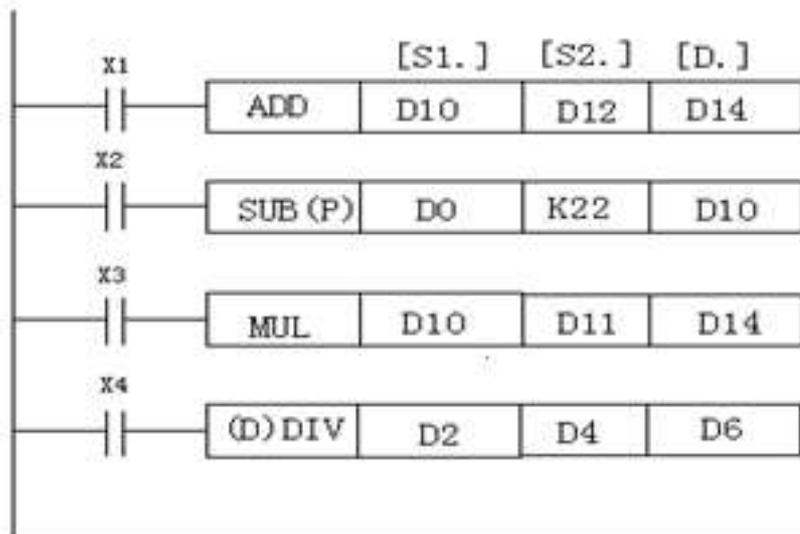


图7.47 算术运算指令的使用说明书



## 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

### 4) 除法指令( **DIV**)( **Division**)

二进制除法指令的操作功能：将[S1. ]除以[S2. ]，商送到指定的目标地址中，余数送到[ D. ]的下一个元件。图7.47中的X4=ON时，执行32位除法运算功能， $(D3、D2) \div (D5、D4)$ ，商送到(D7、D6)，余数送到(D9、D8)。如果该条指令不是32位操作，其指令的形式为：**DIV D2 D4 D6**，执行16位二进制数的除法操作，即 $(D2) \div (D4)$ ，并将商送到D6、余数送到D7中。

# 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

## 9.加1、减1指令

**INC加1(Increment)指令**，**DEC减1(Decrement)指令**的操作功能为：满足执行条件时，(D)中的内容自动加1/减1。这两条指令的运算结果不影响零标志、借位标志和进位标志。

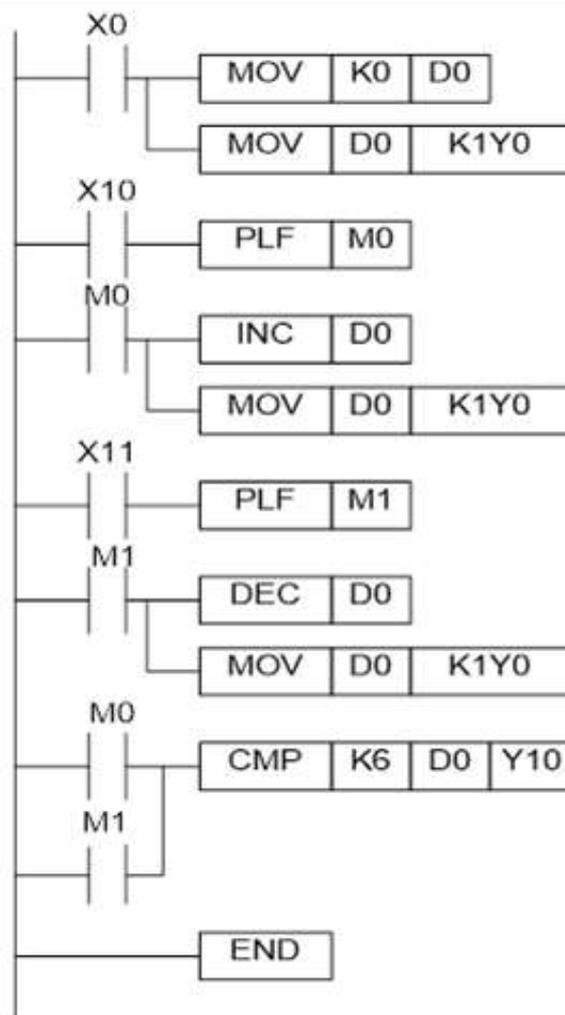
图7.49所示为二进制加1减1指令的使用说明。图中加1减1指令均采用脉冲执行方式，当X4每次由OFF变为ON一次，DI0中的数增加1。当X1每次由OFF变为ON一次时，DI1中的数减1。如果不用脉冲指令，则每一个扫描周期都要执行一次加1减1指令。



# 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

## 加1减1指令的应用举例

例7-7加1减1和比较指令的应用如图7.50所示。图中通过分别手动控制X10和X11执行加1、减1操作时，并采用比较指令将加1或减1过程中D0的内容与K6比较，实现对数据寄存器D0中的内容进行监视。参考图4-81所示梯形图程序的原理可以设计一个停车场车位的控制。首先对进入停车场的车辆进行加1操作，对出停车场的车辆进行减1操作，再采用减法指令，将已进入的车辆数与停车场总的车位数相减，可随时得知停车场现有的空车位，即可对进出停车场的车辆进行控制。



当X=0时，对D0和Y3~Y0进行清零；

闭合X10，在X10=ON的上升沿，对D0中的内容执行一次加1操作，并同时由Y3~Y0输出；

闭合X11，在X11=ON的上升沿，对D0中的内容执行一次减1操作，并同时由Y3~Y0输出；

在加1或减1操作过程中，当(D0) < 6时，Y10=ON；当(D0) = 6时，Y11=ON；当(D0) > 6时，Y12=ON。

# 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

## 10. 区间复位指令

区间复位指令**ZRST**(**Zone Reset**)的操作功能：将[D1.]~[D2.]指定的元件号范围内的同类元件成批复位，图7.52所示为区间复位指令**ZRST**的使用说明。图中，在PLC通电后的第一个扫描周期内，**M8002**接通，给**M0~M499**间的辅助继电器全部复位为零状态。

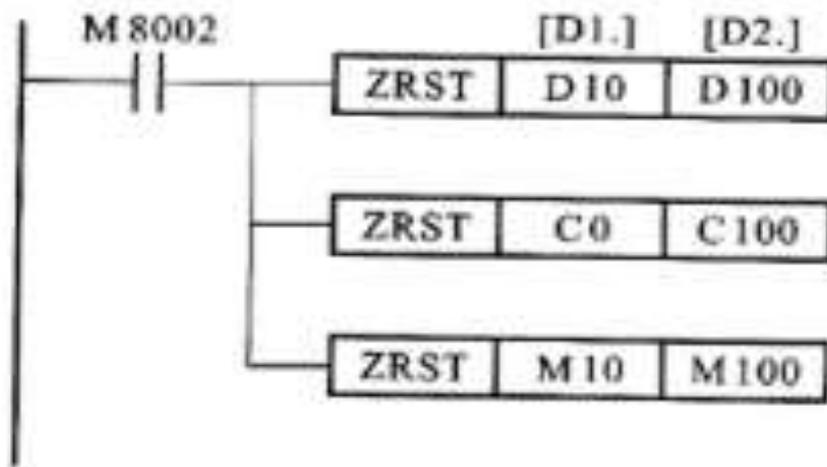


图7.52 区间复位指令ZRST的使用说明

# 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

## ZRST指令使用注意:

(1)[D1. ]的元件号应小于[D2. ]的元件号。如果[D1. ]的元件号大于[D2. ]的元件号, 则只有[D1. ]指定的元件被复位。

(2)目标操作数可以取T、C和D. 或Y、M和S。[D1. ]和[D2. ]应为同一类型的元件。

(3)虽然ZRST指令是16位数据处理指令, 但[D1. ]和[D2. ]也可以指定32位计数器。

(4)可用于元件复位或清零的指令, 还有FMOV,RST指令, 其使用方法如图7.53所示。

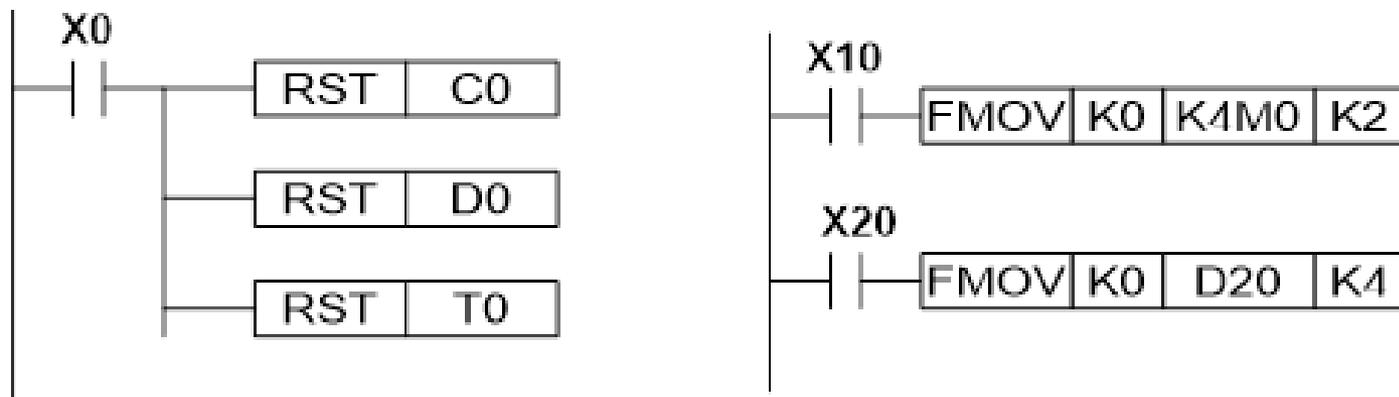


图7.53 其他复位指令的应用说明

# 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

## 11. 置初始状态指令IST( Initial State)

置初始状态指令**IST**与**STL**指令一起使用，用于自动设置多种工作方式的顺序控制编程。

**IST**指令的应用说明如图7.54所示。图中程序表明在**PLC**通电后，**M8000**接通，执行**IST**指令。指令指定在自动方式中，所用状态继电器的最小编号应为[D1. ]，最大状态继电器的编号应为[D2. ]，本例中指定为**S20~S40**。同时指明：从[s. ]开始的连续8个输入继电器的功能是固定的，本例中是从**X20**开始的8个连号元件。其8个元件**X20~ X27**被自动定义为如下功能：

**X20**:手动控制

**X21**:回原点

**X22**:单步运行

**X23**:单周期运行

**X24**: 连续运行（自动）

**X25**: 回原点启动

**X26**:启动

**X27**:停止

**X20~ X27**为选择开关或按钮，其中**X20~X24**不能同时接通，可以使用选择开关或其他编码开关**X25~X27**为按钮开关。



## 7.4 FX2N系列PLC的功能指令

### IST指令使用注意:

(1)实际设计程序时根据需要确定步状态继电器的使用范围。对于x的编号，只要首位元件号确定，则首元件和其后面的7个连续的元件功能也就确定了。

(2)IST指令必须写在第一个STL指令出现之前，且该指令在一个程序中只能使用一次。IST指令的应用示例参见机械手的控制程序。

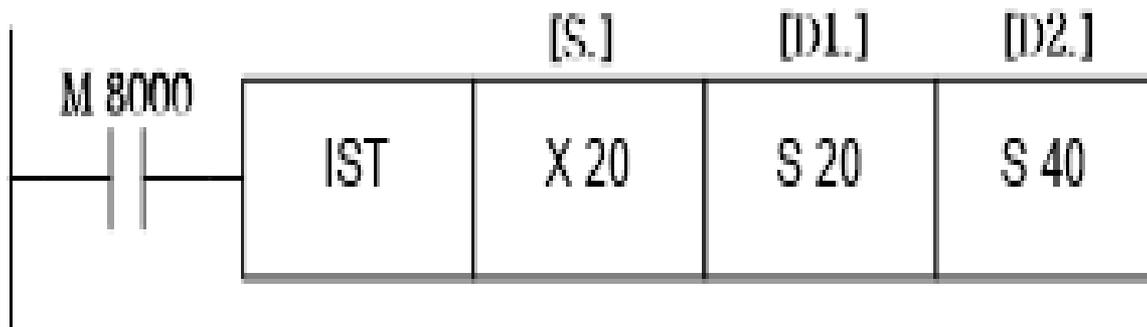


图7.54 置初始状态指令IST的应用说明

# 7.5 FX2N系列PLC的PID指令

PID控制算法在PLC编程中有专用的编程指令。该指令的功能编号是FNC88，源操作数[S1]、[S2]、[S3]和目标操作数均为D，16位运算占9个程序步，

[S1]和[S2]分别用来存放给定值SV和当前测量到的反馈值Pv，

([S1]~[S3])+6

用来存放控制参数的值，运算结果（控制器的输出）Mv存放在[D]中，源操作数

[S3]占用从[S3]开始的25个数据寄存器，格式如图7.55所示。

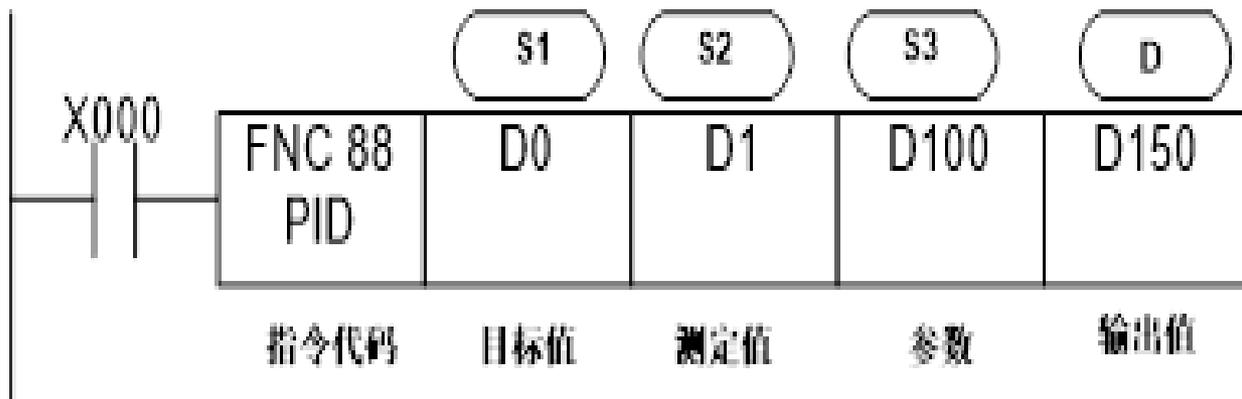


图7.55PID指令格式

# 7.5 FX2N系列PLC的PID指令

**PID**指令用于闭环模拟量控制，在**PID**控制开始之前，应使用**MOV**指令将参数设定值预先写入数据寄存器中，如果使用有断电保持功能的数据寄存器，不需重复写入。如果目标操作数[D]有断电保持功能，应使用初始化脉冲M8002的常开触点将它复位。

**PID**指令可以在定时中断、子程序、步进梯形指令区和转移指令中使用，但是在执行**PID**指令之前应使用脉冲执行的**MOV**指令将**PID**内部处理器[S3]+7清零。

**FX1S**、**FX1N**、**FX2NC**与2.0以上版本的**FX2N**系列**CPU**的**PID**指令有预调整和输出值上下限设置功能，预调整功能可以快速地确定**PID**控制器参数的初始值。

通过设置上下限参数，可以保证**PID**控制设备的安全。在设置**PID**的设定值[S1]之前，为了保证系统的安全，建议暂时关闭**PID**指令，设置好以后再运行**PID**指令。

建议在**PID**指令执行前读取**PV**的输入值。否则，在第一次**PID**运算时将出现一个从0到第一个输入值之间的很大的变化量，并产生一个很大的误差。

# 7.5 FX2N系列PLC的PID指令

**PID**指令不是用中断方式来处理的，它依赖于扫描工作方式，所以采样周期 **T<sub>s</sub>**不能小于**PLC**的扫描周期。可以将它设置为扫描周期的整数倍。为了减小定时误差，可以使用固定扫描方式。为了提高采样速率，可以把**PID**指令放在定时中断程序中。

**PID**功能指令参数如表7-16所示。

偏移地址	参数功能	参数说明
0	采样时间	1~32767ms，小于计算周期则无意义
1	动作方向	Bit0:0: 正动作，1: 逆动作 Bit1:0: 禁止输入变化量过大报警，1: 使能该报警 Bit2:0: 禁止输出变化量过大报警，1: 使能该报警 Bit3: 禁用 Bit4:0: 禁止参数自调整功能，1: 使能该功能 Bit5:0: 禁止输出量限幅功能，1: 使能该功能 Bit6~15: 禁用



# 7.6 FX2N型PLC的编程举例

**例7-9** 三相异步电动机正反转控制。当按下正转启动按钮**SB2 (X1)**时，电动机的正转控制接触器**KMI (Y1)**接通，电动机正向启动运行；当按下反转启动按钮**SB3 (X2)**时，电动机的反转控制接触器**KM2 (Y2)**接通，电动机反向启动运行。不论电动机是在正转还是在反转，只要按下停止按钮**SB1(X0)**，电动机都会立即停止运行，而且要求程序具有正反转互锁功能。

完成上述控制要求的梯形图和语句表程序如图7.56所示。

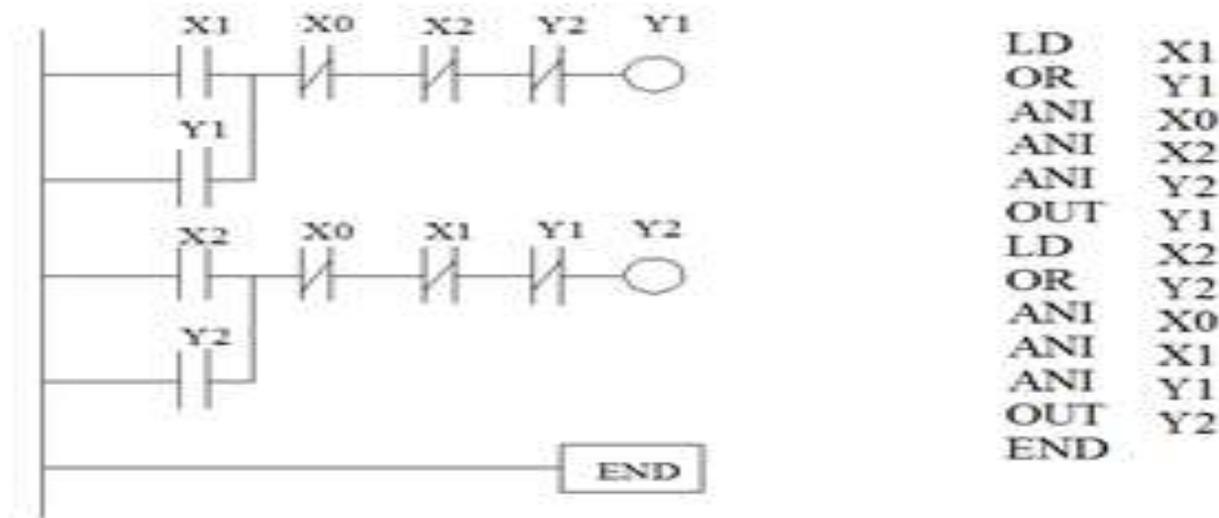


图7.56 三相异步电动机正反转控制程序

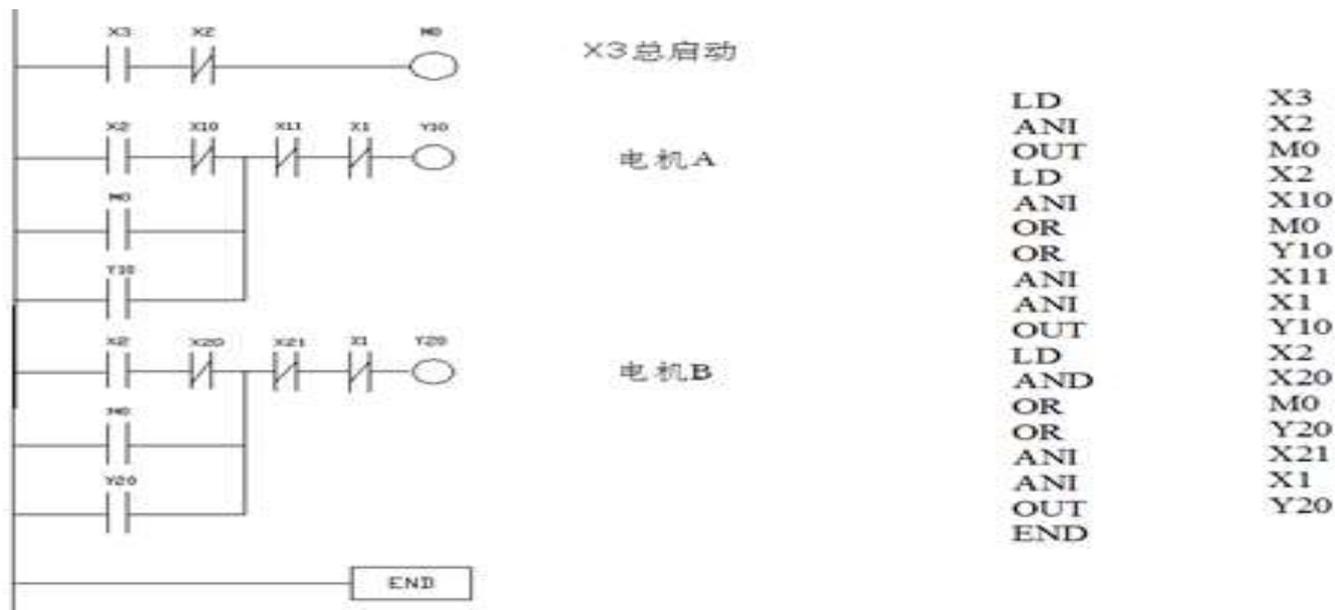
# 7.6 FX2N型PLC的编程举例

例7-10在多台电机组成的自动生产线上，有在总操作台上的集中控制和在电机操作台上分散控制的联锁。X2为选择开关，以其触头为集中控制与分散控制的联锁触头。当X2

为ON时，为电机分散启动控制；当X2为OFF时，为集中总启动控制。在两种情况下，电机和总操作台都可以发出停止命令。

完成上述控制要求的梯形图和语句表程序如图7.57所示。

完成上述控制要求的梯形图和语句表程序如图7.57所示。



# 7.6 FX2N型PLC的编程举例

例7-11 定时器的定时范围扩展程序。FX系列的PLC的定时器的最长定时时间为3276.7 s，编程延长定时时间。

完成上述控制要求的PLC程序和时序图分别如图7.58和图7.59所示。

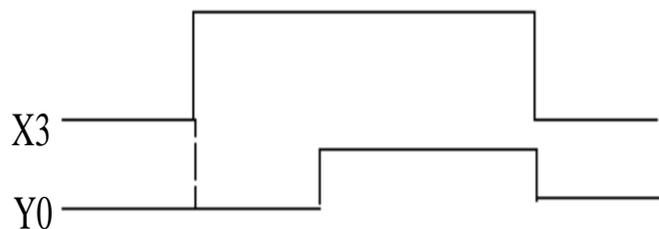
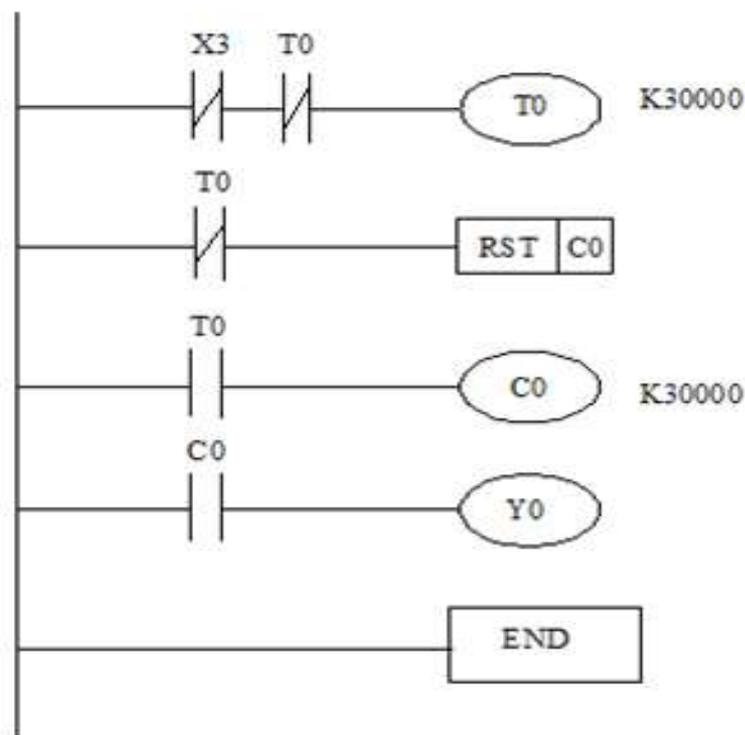


图7.58 多个定时器组合的定时扩展程序

图7.59 定时器和计数器组合的定时时序图

# 7.6 FX2N型PLC的编程举例

**例7-12** 自动门控制程序。如图7-60所示为自动门控制系统的顺序功能图。人靠近自动门时，感应器X0为ON，Y0驱动电动机高速开门，碰到开门减速开关X1时，变为减速开门。碰到开门极限开关X2时电动机停转，开始延时。若在0.5 s内感应器检测到无人，Y2启动电动机高速关门。碰到关门减速开关X4时，改为减速关门。碰到关门极限开关X5时电动机停转。在关门期间若感应器检测到有人，停止关门，T1延时0.5 s后自动转换为高速开门。完成上述控制要求的PLC程序如图7.60所示。

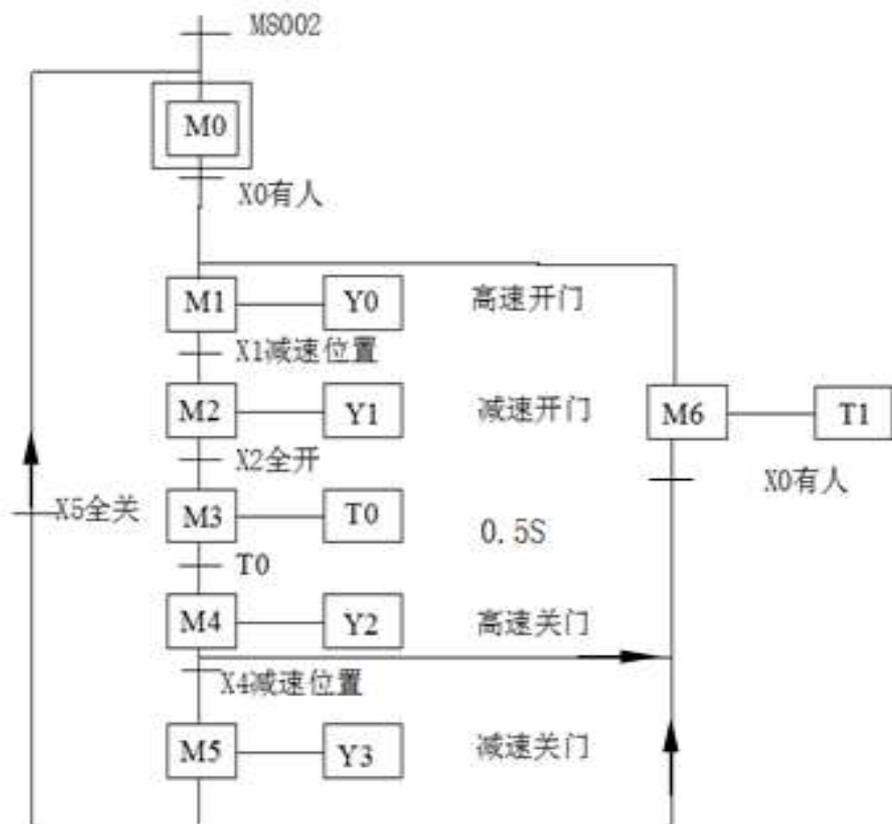


图7.60 自动门控制系统的顺序功能图

# 7.7 FX系列PLC编程软件的安装与使用

PLC编程的设备通常采用手持编程器和个人计算机(PC)。手持编程器携带方便，适合于控制现场；安装有专用编程软件的PC，具有简单容易，便于修改、监控等优点，适合于固定场所。

本节介绍FX系列PLC常用编程软件SWOPC-FXGP/WIN(汉化版)的安装与使用。

## 1 .FX系列PLC编程软件的安装

(1)将编程软件安装光盘插入光驱，从“我的电脑”中打开光盘驱动器，其文件如图7.61所示。



图7.61 SWOPC-FXGP/WIN安装文件夹窗口

## 7.7 FX系列PLC编程软件的安装与使用

(2)双击图标“**SETUP32.EXE**”，弹出安装准备进行对话框，如图7.62所示。计算机准备完毕后自动弹出程序设置对话框。



图7.62程序设置对话框

## 7.7 FX系列PLC编程软件的安装与使用

(3)单击“程序设置”对话框中的“下一个”按钮，弹出“用户信息”对话框，填入相关内容，如图7.63所示。



图7.63用户信息对话框

## 7.7 FX系列PLC编程软件的安装与使用

(4)单击“用户信息”对话框中的“下一个”按钮，弹出“选择目标位置”对话框，如图7.64所示。



图7.64 “选择目标位置”对话框

## 7.7 FX系列PLC编程软件的安装与使用

(5)单击“选择目标位置”对话框中的“浏览”按钮，弹出“选择目录”对话框，如图7.65所示。选择安装路径后单击“确定”按钮，回到“选择目标位置”对话框。



图7.65 “选择目录”对话框

## 7.7 FX系列PLC编程软件的安装与使用

**(6)**计算机开始安装软件，如图7.66所示。



图7.66安装进程对话框

## 7.7 FX系列PLC编程软件的安装与使用

(7)安装完成后，弹出“信息”对话框，如图7.67所示。单击“确定”按钮，安装完成。



图7.67 “信息”对话框

# 7.7 FX系列PLC编程软件的安装与使用

## 2 .FX系列PLC编程软件的使用

安装了**SWOPC-FXGP/WIN**编程软件之后，即可用它进行梯形图和指令表等程序的输入、编辑、传送、监控等操作了。

### 1) 启动**SWOPC-FXGP/WIN**编程软件

双击桌面上的图标，弹出编程软件**SWOPC-FXGP/WIN**窗口，如图7.68所示。

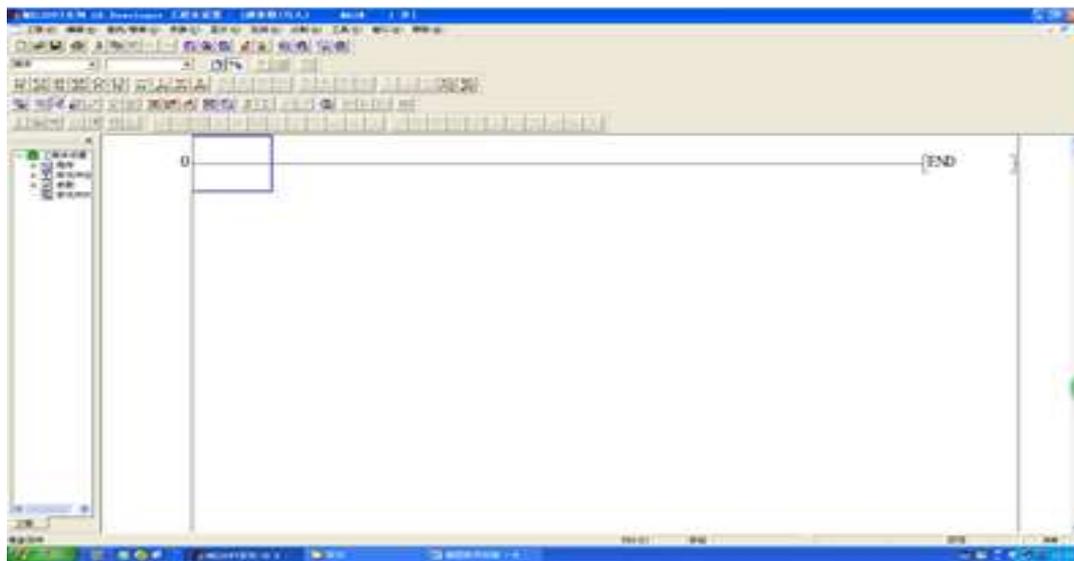


图7.68 GX Develop窗口

# 7.7 FX系列PLC编程软件的安装与使用

## 2) 创建新文件

单击图7.68左上角的“文件”菜单，如图7.69所示。

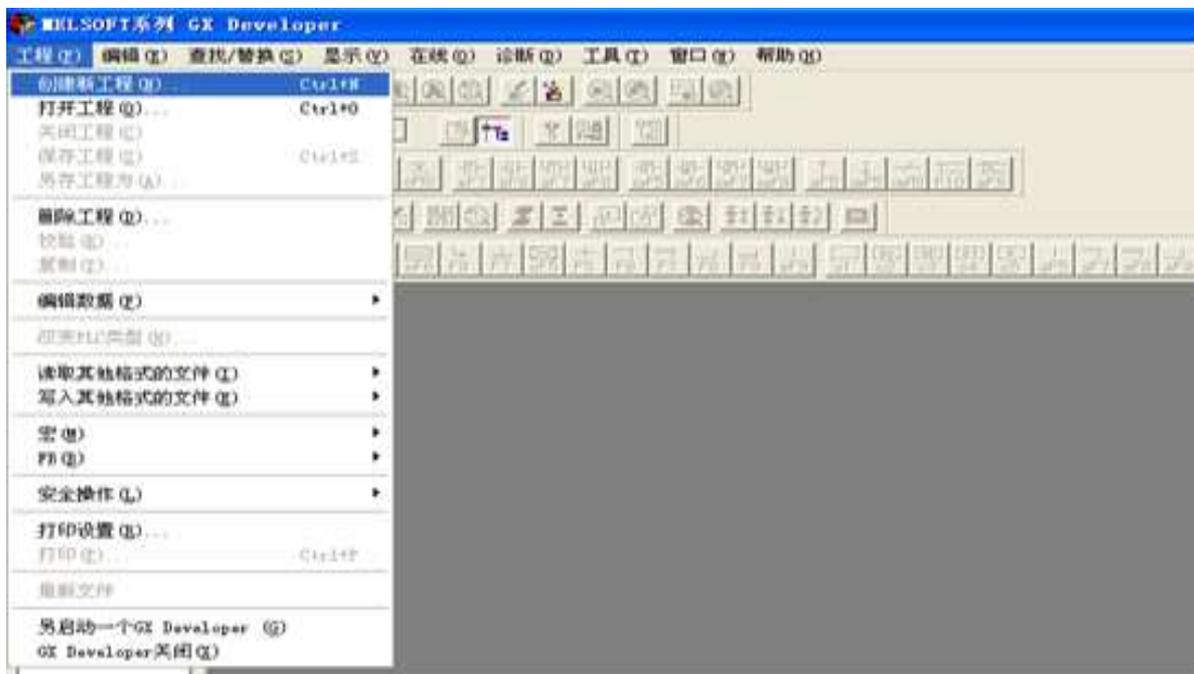


图7.69 创建新文件窗口

# 7.7 FX系列PLC编程软件的安装与使用

单击“新文件”命令，弹出如图7.70所示的“PLC类型设置”对话框。选择PLC类型，本书选择“FX2N”，然后单击“确认”按钮，随后弹出梯形图程序编辑界面，如图7.71所示。图中“按钮窗口”可按鼠标左键拖动至所需位置，“光标”可单击鼠标左键在编辑区移动。

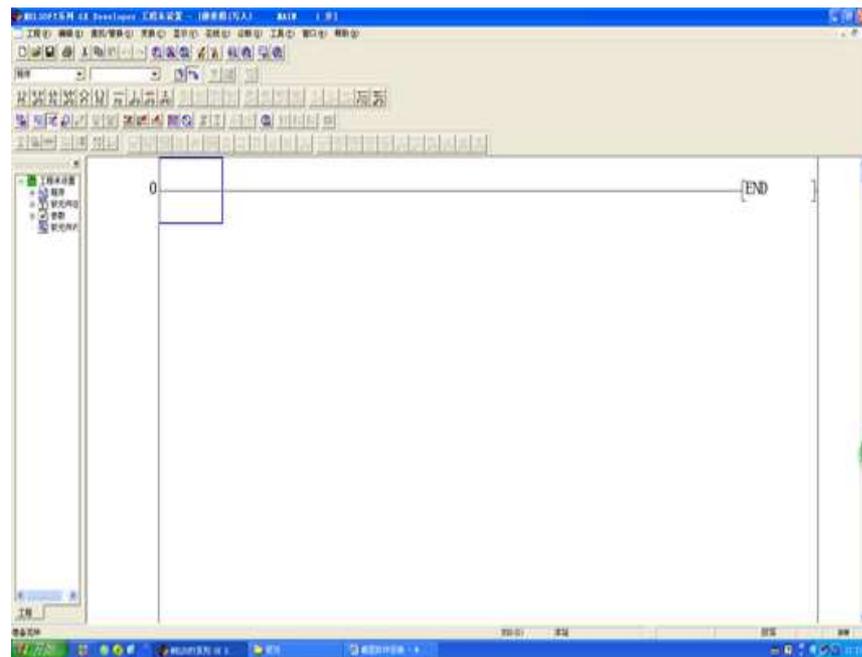


图7.70 “PLC类型设置”对话框

图7.71 梯形图程序编辑界面

# 7.7 FX系列PLC编程软件的安装与使用

## 3) 输入梯形图程序

下面以几个短小梯形图程序为例，简单说明梯形图元件的输入方法。

例7-13 输入图7.72所示梯形图程序。

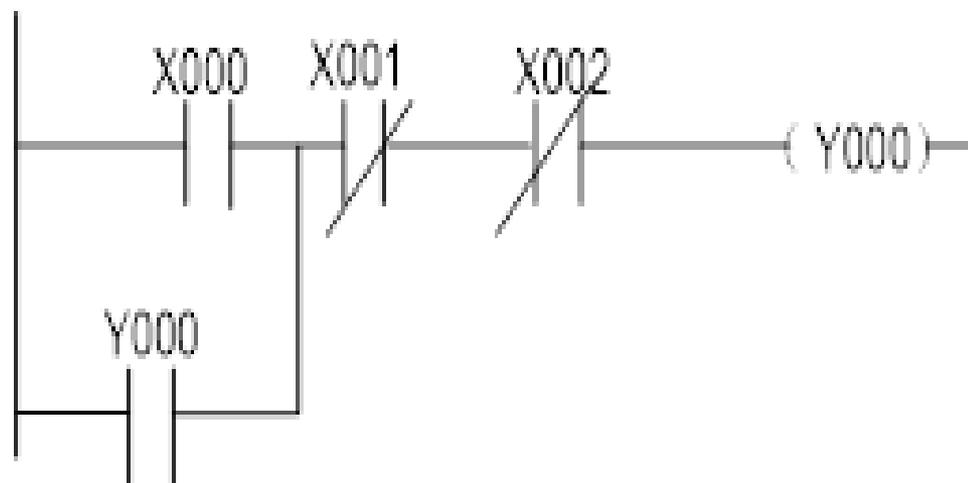


图7.72 梯形图程序

# 7.7 FX系列PLC编程软件的安装与使用

(1)输入常开触点X000。单击“按钮窗口”中的“常开触点”按钮，弹出如图7.73所示的“输入元件”对话框。将光标定在空白条左端，用键盘输入X000（大小写均可），按回车键或单击“确认”按钮后完成常开触点X000的输入，如图7.74所示。



图7.73“输入元件”对话框

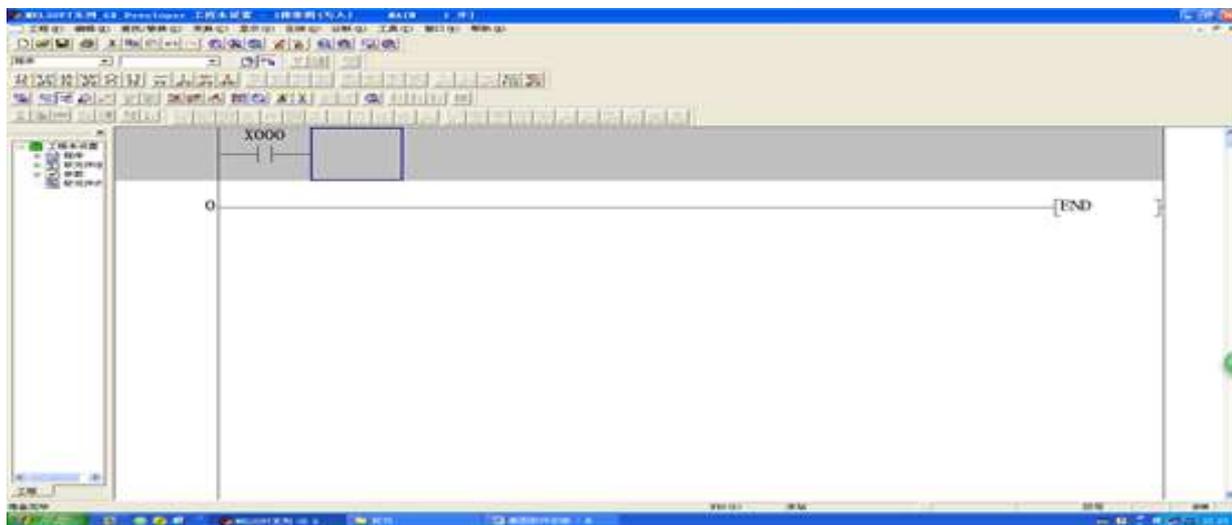


图7.74输入X000后的窗口

## 7.7 FX系列PLC编程软件的安装与使用

(2)串联常闭触点X001和X002的输入。与常开触点输入方法一样，单击“按钮窗口”中的“常闭触点”按钮，同样弹出“输入元件”对话框。将光标定在空白条左端，用键盘输入X001，按回车键或单击“确认”按钮后完成常闭触点X001的输入；X002的输入不再赘述。输入X001和X002后的窗口如图7.75所示。

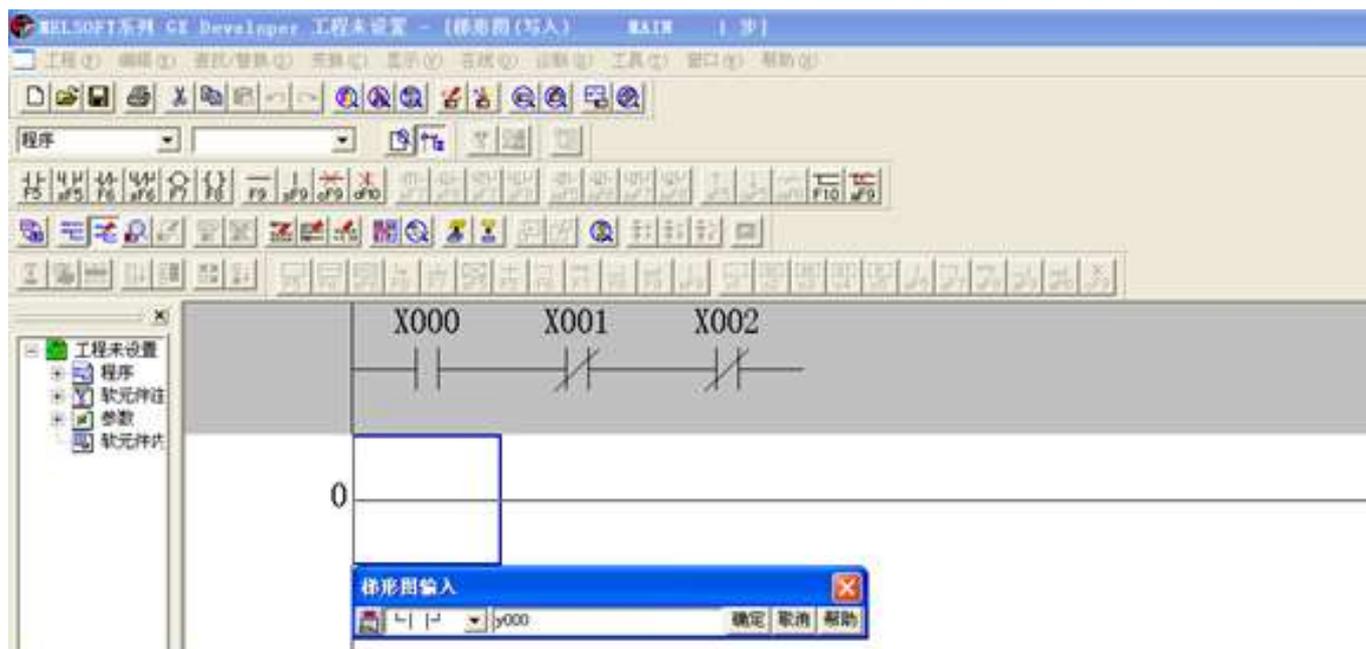


图7.75 输入X001和X002后的窗口及触点Y000输入对话框

# 7.7 FX系列PLC编程软件的安装与使用

(3) 并联常开触点Y000的输入。单击“按钮窗口”中的“并联常开触点”按钮，弹出“输入元件”对话框，如图7.75所示。用键盘输入Y000，按回车键或单击“确认”按钮后完成并联常开触点Y000的输入，如图7.76所示。

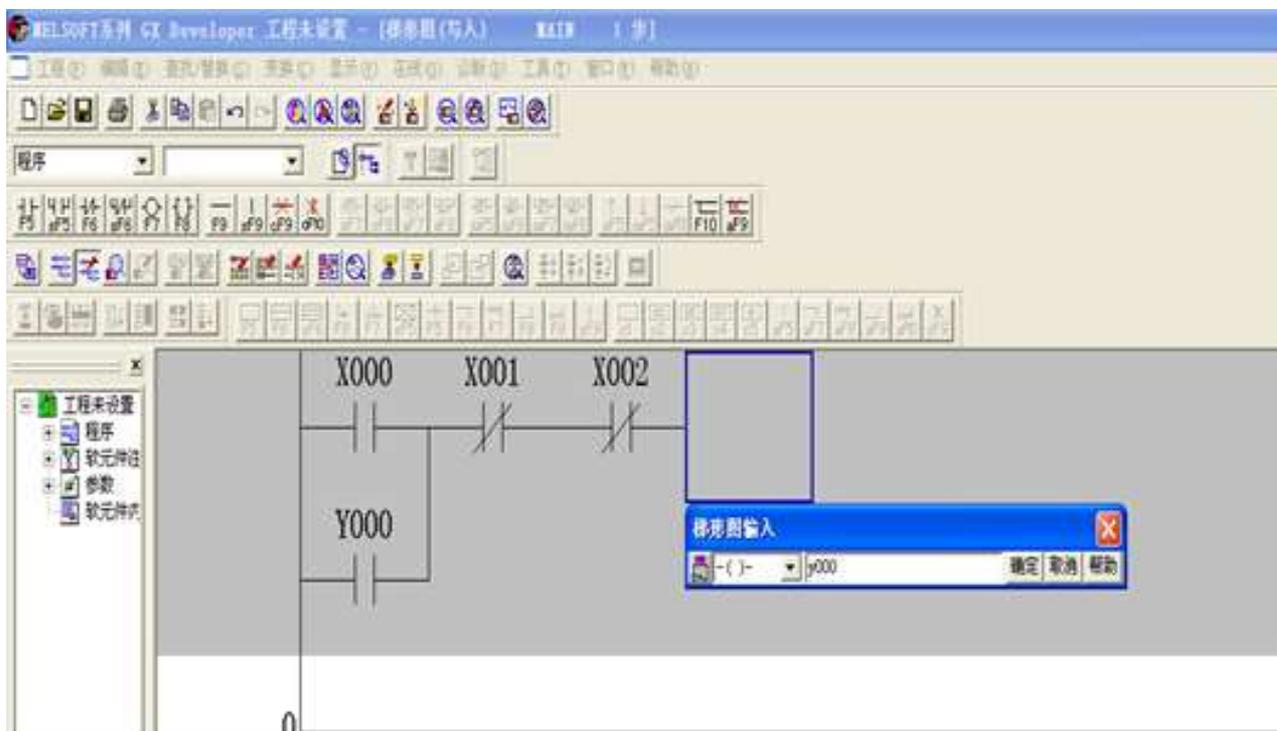


图7.76 输入Y000并联触点后的窗口及线圈Y000输入对话框

## 7.7 FX系列PLC编程软件的安装与使用

(4)线圈Y000的输入。单击“按钮窗口”中的“线圈”按钮，弹出“输入元件”对话框，如图7.76所示。用键盘输入Y000，按回车键或单击“确认”按钮后完成线圈Y000的输入，如图7.77所示。

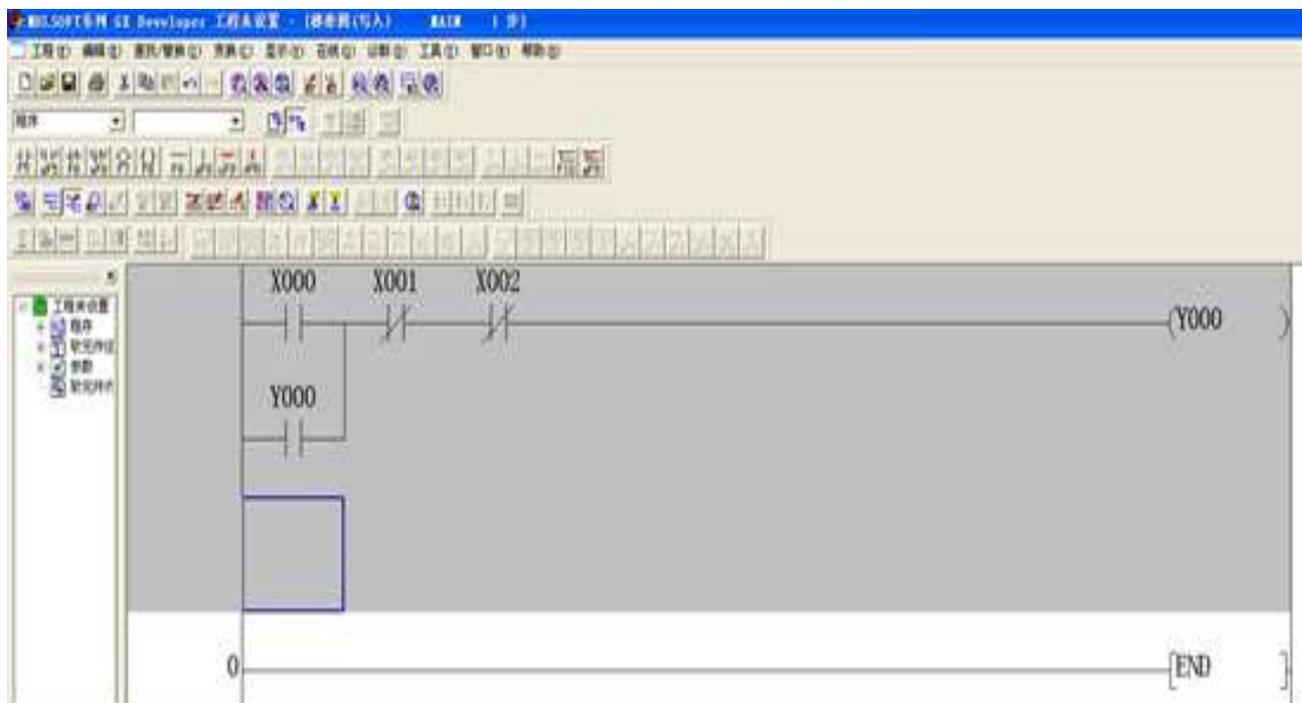


图7.77 单击“确认”按钮后窗口

# 7.7 FX系列PLC编程软件的安装与使用

例7-16 输入图7.84所示梯形图程序。

(1)输入常开触点X000。方法与例7-13常开触点X000的输入完全相同。

(2)传送功能指令MOVP K3 K1Y000的输入。单击“按钮窗口”中的“功能指令”按钮，弹出“输入指令”对话框，如图7.85所示。用键盘输入“MOVP空格键K3空格键K1Y000”，按回车键或单击“确认”按钮后完成传送功能指令MOVP K3 K1Y000的输入，如图7.86所示。

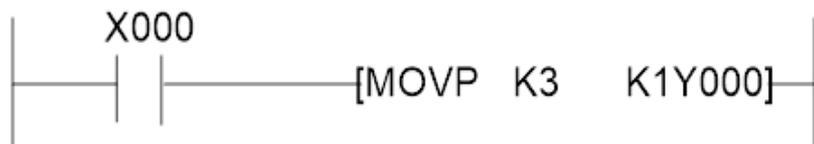


图7.84 梯形图程序



图7.85 “输入指令”对话框

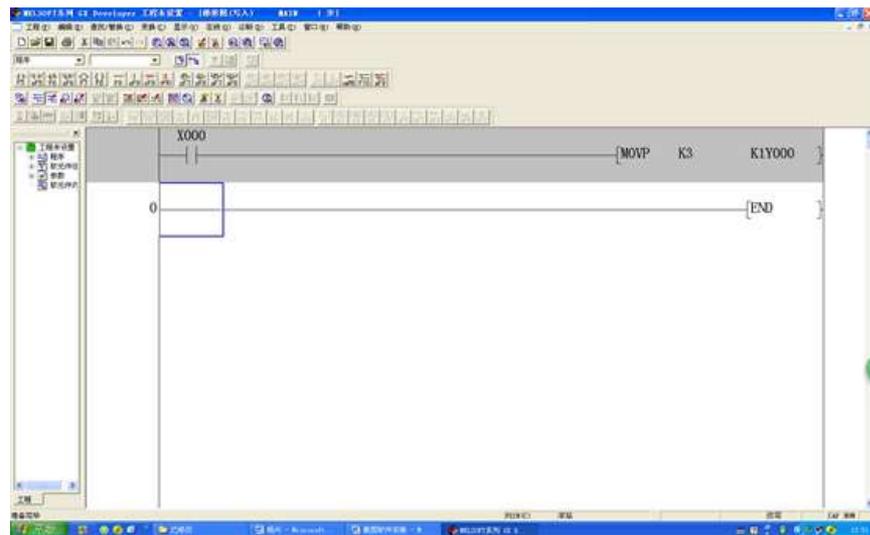


图7.86 传送指令MOVP K3 K1Y000输入后的窗口

# 7.7 FX系列PLC编程软件的安装与使用

## 4) 修改、删除、插入程序

### (1) 梯形图元件修改

将梯形图中的某个元件修改为另一个元件的方法是，在梯形图编辑状态下，双击需要修改的元件，在弹出的“输入元件”对话框中，重新输入正确的元件。注意，这种方法只适用于同类型元件的修改，即修改“按钮窗口”中相同的按钮。例如X0常开触点可修改为MI常开触点或Y2常开触点，Y0线圈修改为MI线圈等。对于修改“按钮窗口”中不相同的按钮，例如将修改为或将修改为，可采用将光标覆盖需要修改的元件，然后单击“按钮窗口”中正确元件的按钮，在弹出的“输入元件”对话框中，重新输入正确的元件。

例7-17 将图7.84所示梯形图程序中的传送功能指令**MOVP K3 K1Y000**修改为**Y000**线圈。

- ①将光标覆盖**MOVP K3 K1Y000**。
- ②单击“按钮窗口”中的按钮，弹出“输入元件”对话框
- ③输入**Y000**，按回车键。

# 7.7 FX系列PLC编程软件的安装与使用

## (2)删除编辑

将光标移至需要删除元件的右侧，按下键盘上的退格键 **BackSpace**。即可删除该元

件。但是，删除后的地方将无任何元件，包括横线。如果此时需要输入其他元件，单击

“按钮窗口”中需要输入元件的按钮，在弹出的“输入元件”对话框中，输入正确的元件，按回车键即可；如果不需要输入元件，代之以横线，则单击“按钮窗口”中的按钮，原来的元件就变为横线了。

如果需要删除梯形图中的竖线，应将光标移至删除竖线的右上方，单击“按钮窗口”中的删除按钮即可。

# 7.7 FX系列PLC编程软件的安装与使用

## (3)插入编辑

如果需要插入元件，只要将光标移至需要插入位置的横线上，单击“按钮窗口”中需要插入元件的按钮，在弹出的“输入元件”对话框中，输入正确的元件，按回车键即可。

如果需要新插入一行，只要将光标移至插入行的下一行首端元件上，执行“编辑”|“行插入”命令，即可产生一个新的空行，在此空行上即可编辑新的梯形图程序。编辑状态下的空行，在转换过程中自动消除。

# 7.7 FX系列PLC编程软件的安装与使用

## 5) 转换梯形圈

执行“工具”|“转换”命令，如图7.87所示，或直接单击“转换”按钮即可将创建的梯形图转换格式后存入计算机。图7.88所示为转换后的梯形图窗口，转换前的灰色部分变为白色，说明转换成功。梯形图有问题的，将不能被转换。

# 7.7 FX系列PLC编程软件的安装与使用

## 6) 保存文件

如图7.89所示，梯形图在执行“文件”|“保存”命令后，弹出如图7.90所示的“文件保存”对话框，在该对话框中选择文件保存地址并命名，单击“确定”按钮后，在该对话框中输入文件题头名，单击“确认”按钮后完成文件保存操作。



图7.89 文件保存命令窗口