



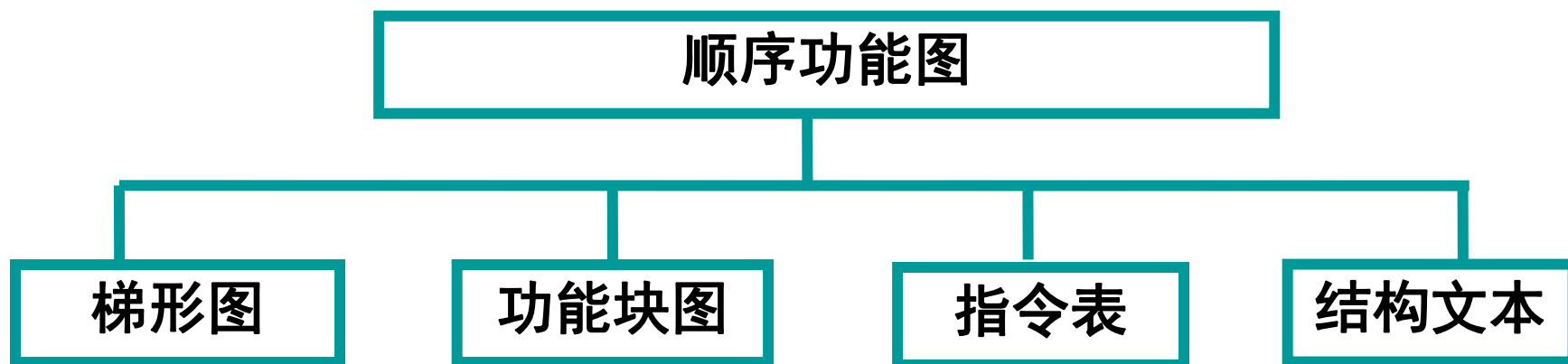
第三章 PLC程序设计基础

教学目标

- 1、了解PLC的编程语言
- 2、掌握FX系列PLC的编程元件
- 3、掌握FX系列PLC的基本指令

3.1 PLC的编程语言

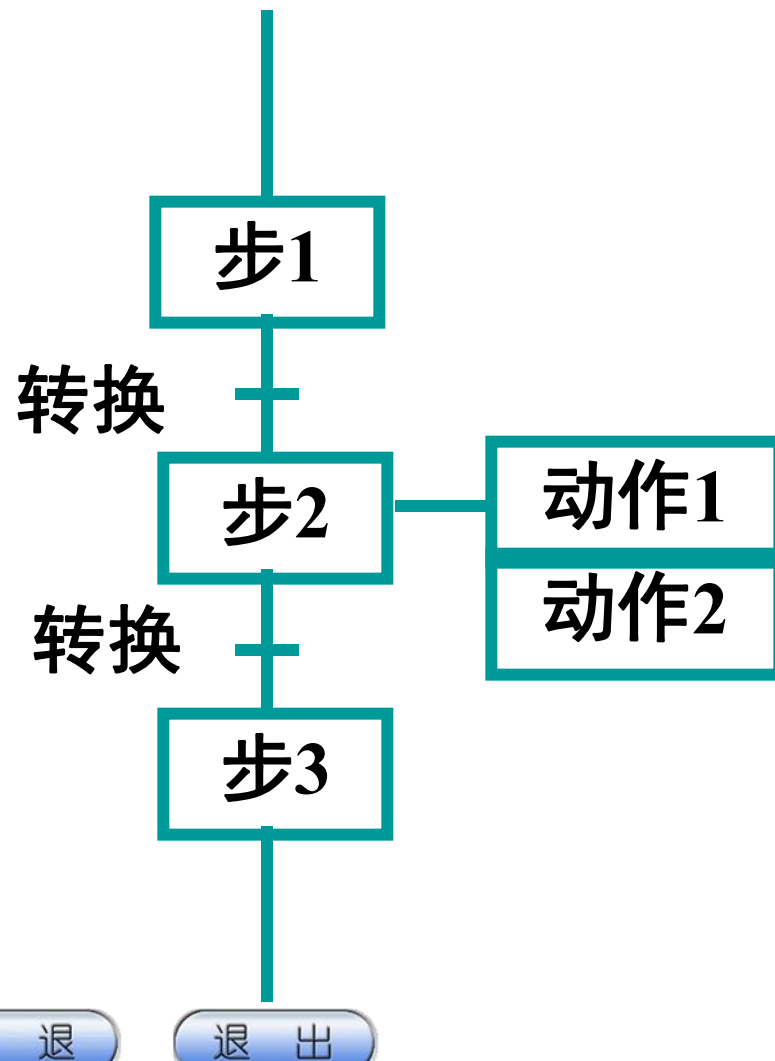
- PLC编程语言的国际标准



PLC的编程语言

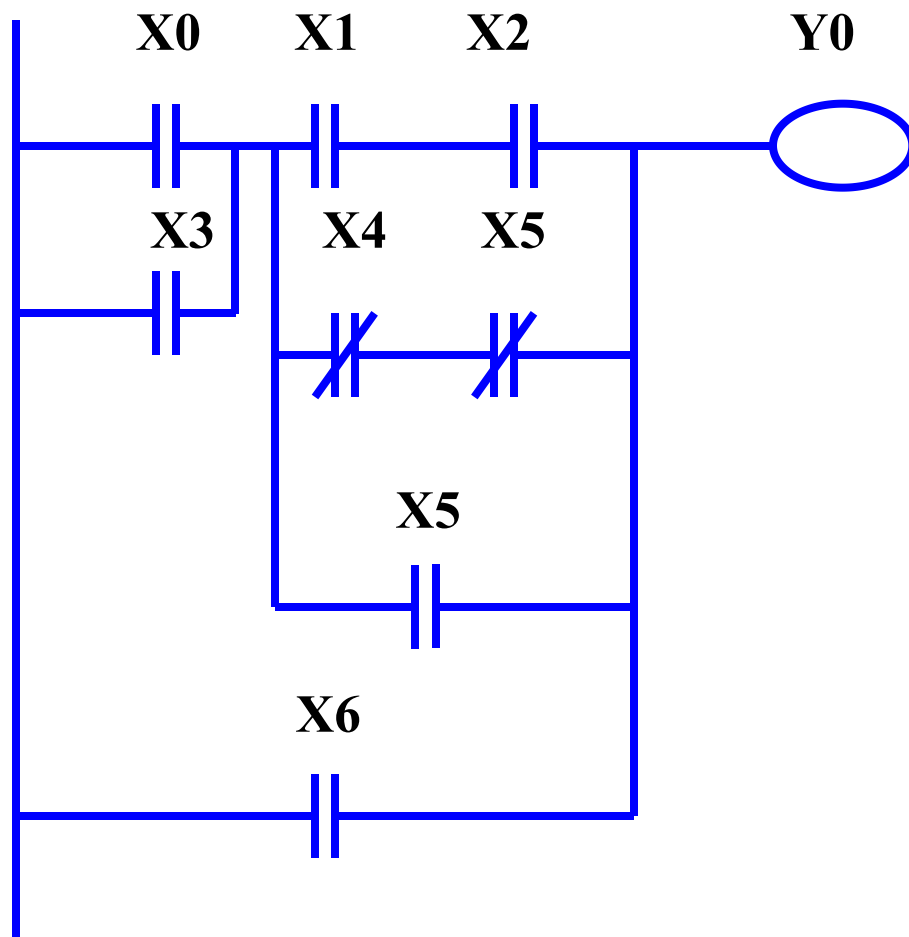
顺序功能图

- 1 相当于应用软件中的逻辑框图；
- 2 是一种位于其它编程语言之上的图形语言；
- 3 用来编制顺序控制程序。



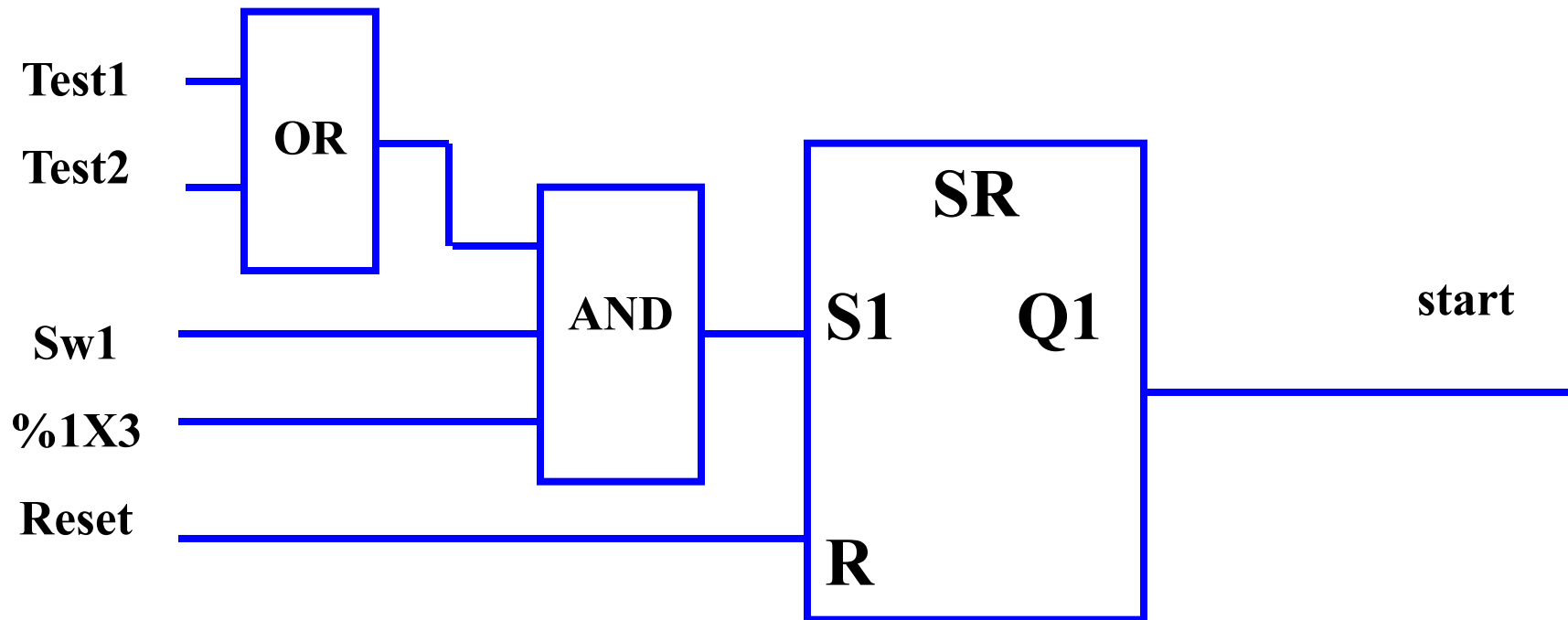
梯形图

- 1 继电接触控制系统
电路图很相似；
- 2 简单直观；
- 3 由触点、线圈和应用指令组成。



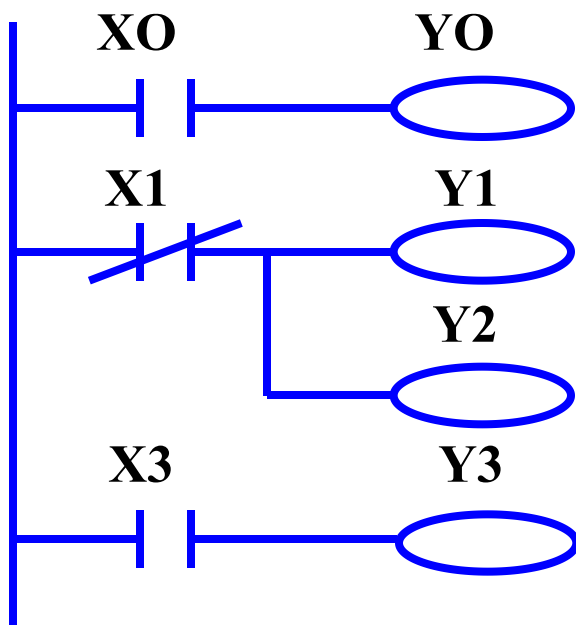
功能块图

类似于数字逻辑电路中编程语言，用类似与门、或门等方框图来表示的逻辑运算关系。



指令表

由若干条指令组成的程序叫指令表程序，在西门子PLC也称之为语句表。



```

LD    X0
OUT   Y0
LDI   X1
OUT   Y1
OUT   Y2
LD    X3
OUT   Y3
    
```

结构文本

PASCAL BASIC C等高级语言

便于实现：

数学运算

数据处理

图形显示

报表打印

梯形图的主要特点

- (1) 编程元件不是真实的硬件继电器,而是软件继电器。
- (2) 梯形图两侧的公共线称为公共母线,分析时,可以假想有一个能流从左向右流动。
- (3) 程序执行是一个逻辑解算的过程。根据梯形图中各触点的状态和逻辑关系,求出各个线圈对应的编程元件的状态。逻辑解算是按梯形图中从上到下、从左到右的顺序进行的,解算结果马上可以被后面的逻辑解算所利用。**逻辑解算是根据输入映象寄存器中的值,而不是根据解算瞬时外部输入触点的状态来进行的。**
- (4) 梯形图中的各编程元件的常开触点和常闭触点,都可以无限次使用。
- (5) 梯形图中的线圈应该放在最右边。

梯形图的编程特点

- ◆ 触点状态有接通和断开两种状态
- ◆ 触点可以任意串联和并联,继电器线圈只能并联,不能串联
- ◆ 输出继电器可以使输出继电器,中间继电器,辅助继电器
- ◆ 每一个梯级从起始母线——触点——输出继电器——母线

3.2 可编程控制器的编程元件

编程元件的基本特征

FX2N系列PLC编程元件分类和编号

编程元件的使用

编程元件的基本特征

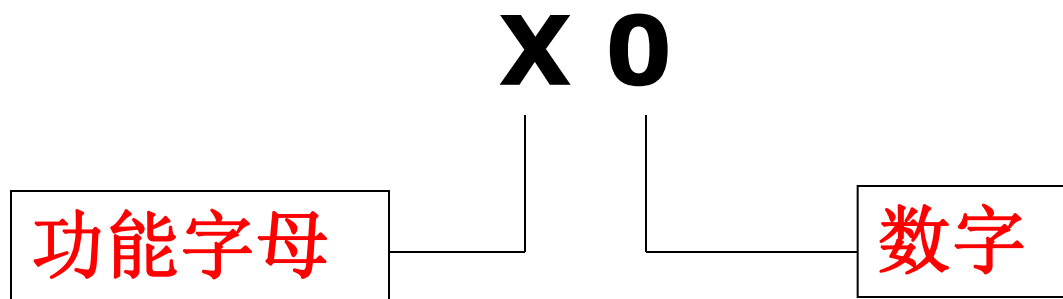
编程元件与继电器元件比较表

相同点	不同点
都具有线圈和常开常闭触点，触点的状态随着线圈的状态而变化，即当线圈被选中（通电）时，常开触点闭合，常闭触点断开，当线圈失去选中条件时，常闭接通，常开断开。	编程元件被选中，只是代表这个元件的存储单元置1，失去选中条件只是这个元件的存储单元置0；编程元件可以无限次地访问，可编程控制器的编程元件可以有无数多个常开、常闭触点。

FX2N系列PLC编程元件分类和编号

- PLC编程元件的物理实质：

电子电路及存储器。称“软继电器”。



FX系列PLC的编程元件

可编程控制器的编程元件列表	
<u>输入继电器X</u>	<u>计数器C</u>
<u>输出继电器Y</u>	<u>数据寄存器D</u>
<u>辅助继电器M</u>	<u>变址寄存器V/Z</u>
<u>状态继电器S</u>	<u>指针P/I</u>
<u>定时器T</u>	<u>常数（K/H）</u>

输入继电器X

可编程控制器输入接口的一个接线点对应一个输入继电器。输入继电器的线圈只能由机外信号驱动，它可提供无数个常开接点、常闭接点供编程时使用。如图3.1。FX2N系列的输入继电器采用八进制地址编号，X0~X267最多可达184点。

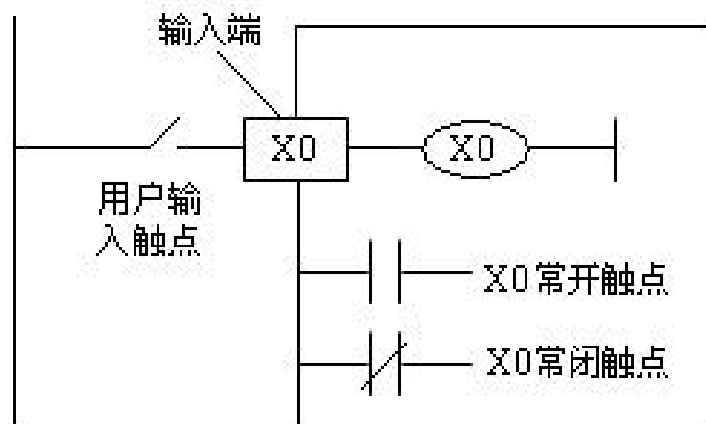


图 3.1 输入继电器示意图

输出继电器Y

PLC输出接口的一个接线点对应一个输出继电器。输出继电器的线圈只能由程序驱动，每个输出继电器除了为内部控制电路提供编程用的常开、常闭触点外，还为输出电路提供一个常开触点与输出接线端连接。驱动外部负载的电源由用户提供。如图所示是输出继电器的等效电路。输出继电器的地址编号也是八进制，Y0~Y267，最多可达184点。

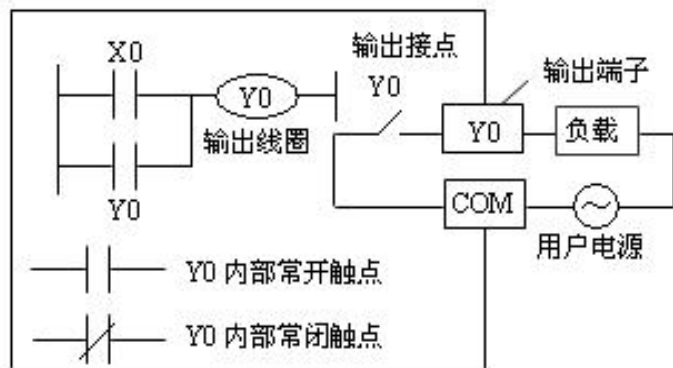


图 3.2 输出继电器示意图

辅助继电器M

PLC内部有很多辅助继电器，和输出继电器一样，只能由程序驱动，每个辅助继电器也有无数对常开、常闭接点供编程使用。其作用相当于继电器控制线路中的中间继电器。辅助继电器的接点在**PLC**内部编程时可以任意使用，但它不能直接驱动负载，外部负载必须由输出继电器的输出接点来驱动。

辅助继电器M分类

辅助继电器分以下三种类型：

通用辅助继电器（无断电保持功能）

M0-M499，共500个点

断电保持辅助继电器（[CLICK HERE](#)）

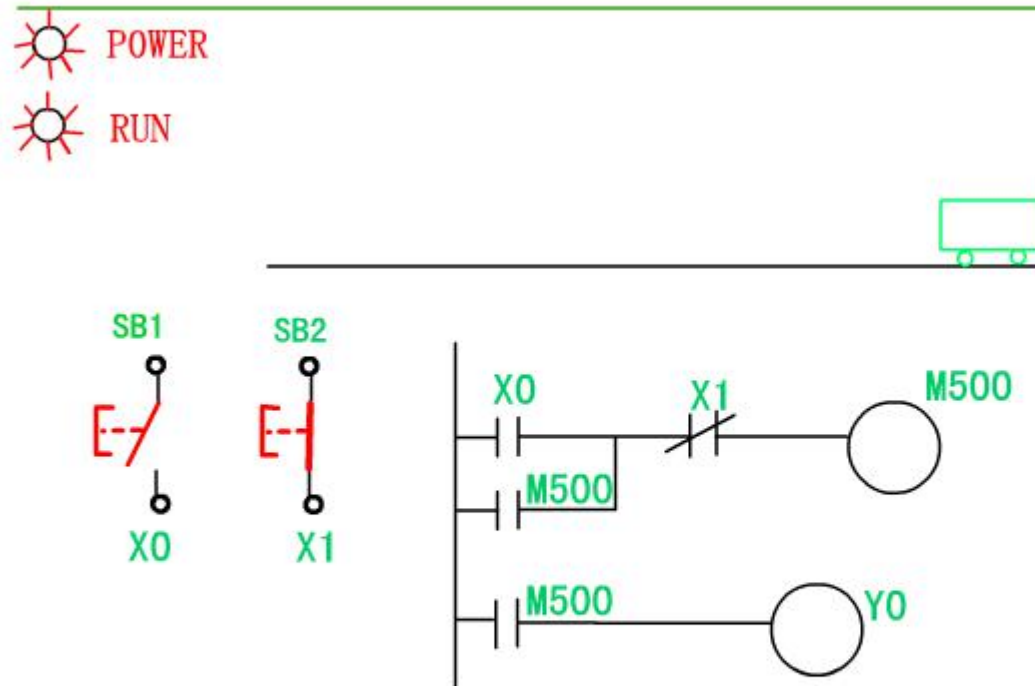
M500-M1023及M1024-M3071共2572点。

特殊辅助继电器

M8000-M8255，共256个点。

断电保持辅助继电器

停电保持辅助继电器的应用实例



说明：只有当按下SB2，X1的常闭触点断开，才使M500自保持消失，Y0无输出。

特殊辅助继电器

① **M8000**:运行监控用，PLC运行时**M8000**接通。

M8002:初始化脉冲，上电时**ON**一个扫描周期。
详见后页波形说明。

② 线圈驱动型特殊辅助继电器。用户激励线圈后，PLC作特定动作。例如：

M8030: 线圈通电后，电池电压降低**LED**灭。

M8033: 为PLC停止时输出保持。

M8034: 为禁止全部输出，但程序正常执行。

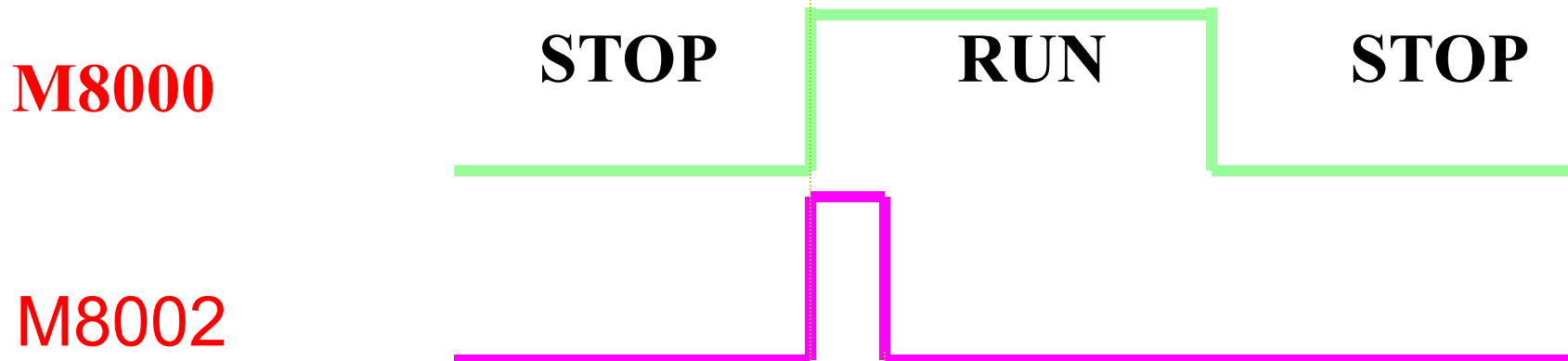
①运行监视 (M8000):

当PLC运行时，M8000接通；PLC停止运行时，M8000断开。



②初始化脉冲 (M8002):

在M8000由OFF变为ON状态时的一个扫描周期ON。

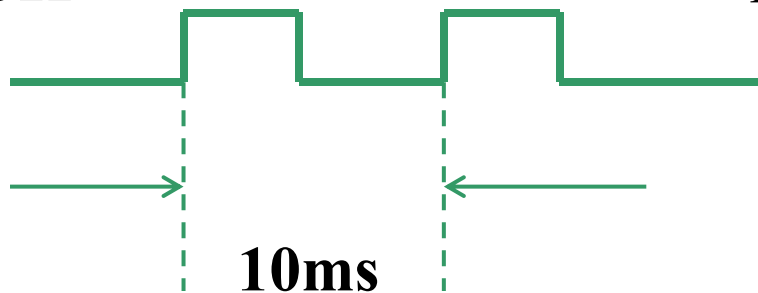


一个扫描周期

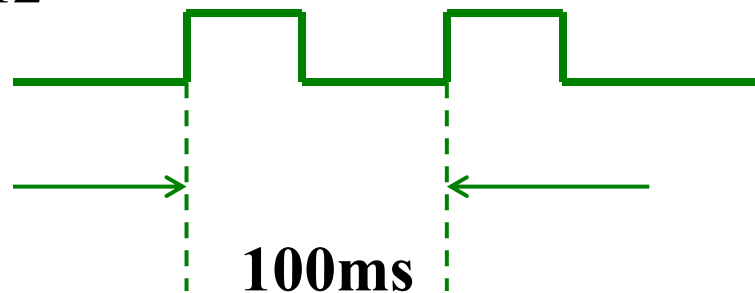
③时钟脉冲（M8011~M8014）：

M8011~M8014分别是10ms、100ms、1s和1min时钟脉冲。

M8011



M8012



④锂电池电压降低（M8005）：

电池电压下降至规定值时M8005变为ON。

状态继电器S

状态继电器S是构成状态转移图的重要软元件，它与后续的步进梯形指令配合使用。通常状态继电器软元件有下面五种类型：

初始状态继电器S0～S9共10点。

回零状态继电器S10～S19共10点。

通用状态继电器S20～S499共480点。

停电保持状态器S500～S899共400点。

报警用状态继电器S900～S999共100点。

定时器T

定时器作为时间元件相当于时间继电器，由设定值寄存器、当前值寄存器和定时器触点组成。在其当前值寄存器的值等于设定值寄存器的值时，定时器触点动作。故设定值、当前值和定时器触点是定时器的三要素。

定时器累计PLC内的1ms，10ms，100ms等的时钟脉冲，当达到所定的设定值时，输出接点动作。定时器可以使用用户程序存储器内的常数K作为设定值，也可以用后述的数据寄存器D的内容作为设定值。这里的数据寄存器应有断电保持功能。

定时器可以分为：
[通用定时器T0～T245](#)
[积算定时器T246～T255](#)

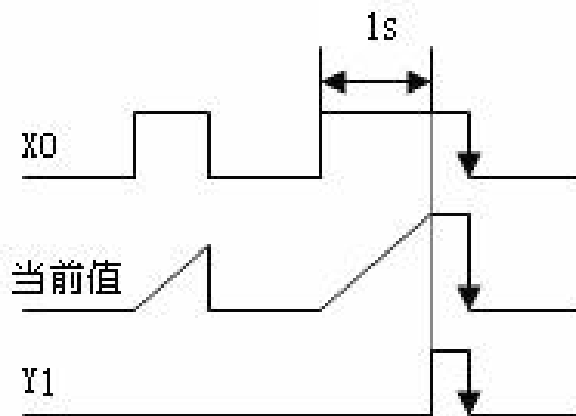
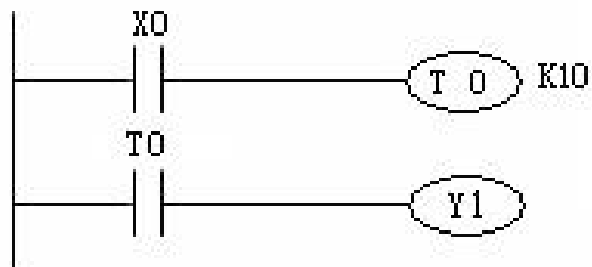
定时器T

定时器 T	T0-T199 200点 100ms 子程序用..... T192-T199	T200-T245 46点 10ms	【T246-T249】 4点 1ms 累积※3	【T250-T255】 6点 100ms 累积※3
----------	---	-----------------------	--------------------------------------	--

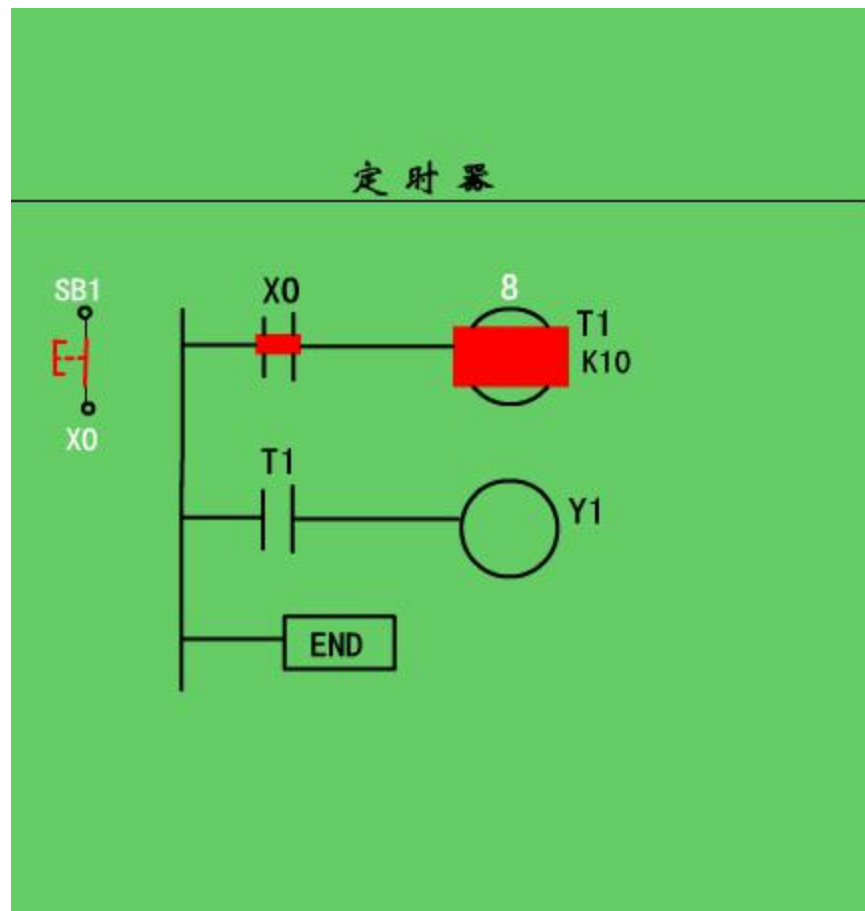
通用定时器T0~T245

100ms定时器T0~T199共200点，每个设定值范围为0.1~3276.7s；10ms定时器T200~T245共46点，每个设定值范围0.01~327.67s。

通用定时器的动作过程



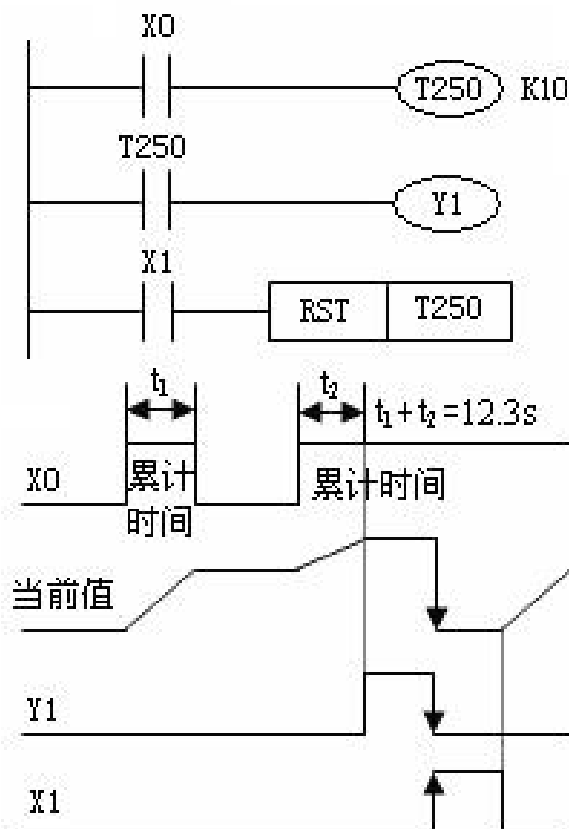
a) 常规定时器的动作过程



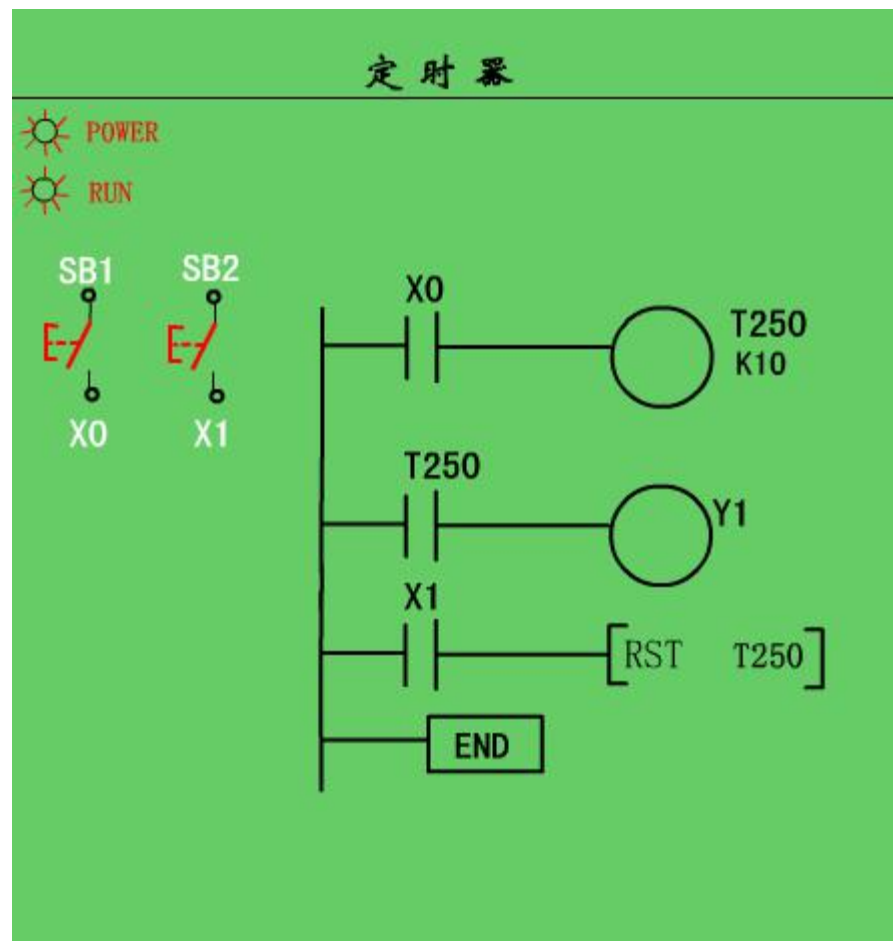
积算定时器T246~T255

1ms积算定时器T246~T249共四点，每点设定值范围0.001s~32.767s；100ms积算定时器T250~T255共6点，每点设定值范围0.1s~3276.7s。

积算定时器的动作过程图



b) 积算定时器的动作过程



计数器C

- 可编程控制器的计数器共有两种：内部信号计数器和高速计数器。内部信号计数器有分为两种：**16**位递加计数器和**32**位增减计数器。

六、计数器（C）

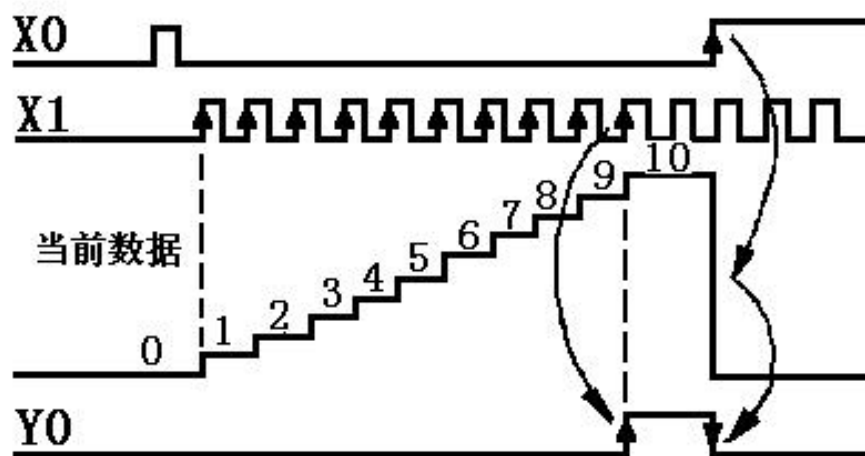
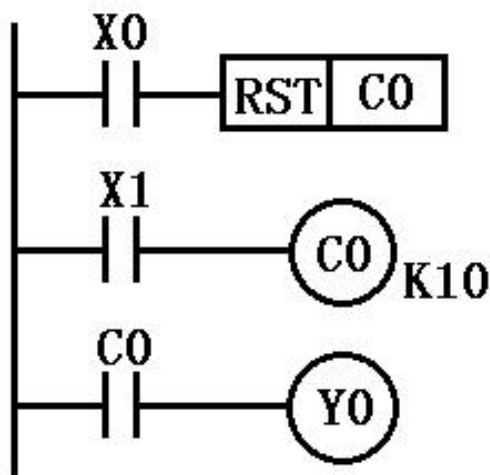
（1）16位递加计数器

特点：设定值1~32767，设定值K0和K1的含义相同。

{ 普通用途
供断电保持用

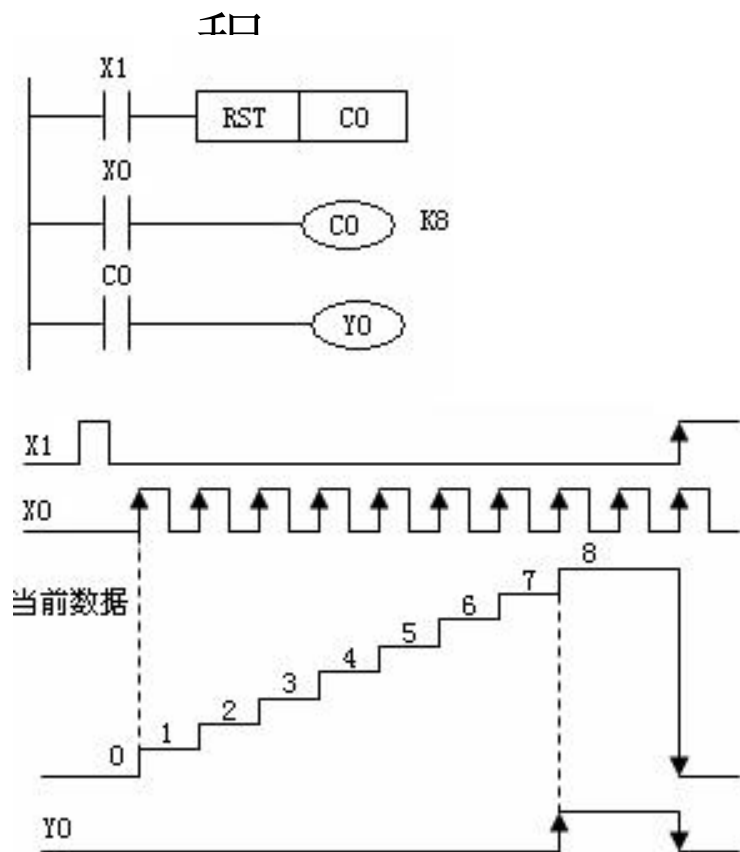
(1) 16位递加计数器

它是在计数信号的上升沿进行计数，每一个计数脉冲上升沿计数器当前值加1。当前值等于设定值时停止计数，同时触点动作。直到复位控制信号的上升沿输入时，计数器复位，设定值又写入，再又进入计数状态。

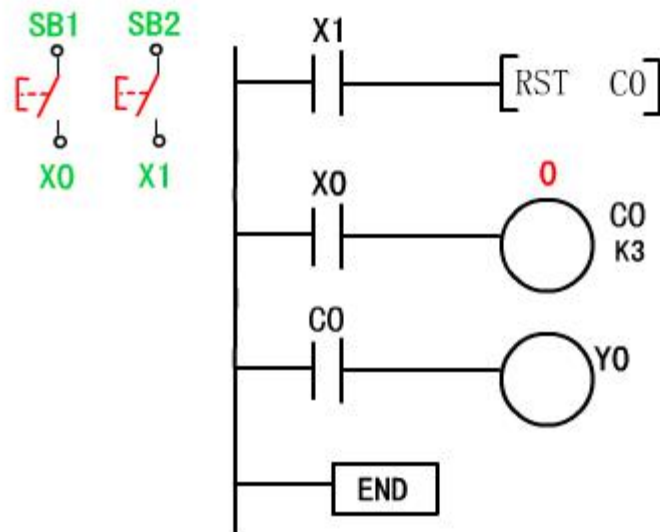


16位递加计数器

设定值位1~32767。其中，C0~C99共100点是通用型，C100~C199共100点是断电保持型。下图表示了递加计数器的动作过程



计数器



(2) 32位增/减计数器

- **32位增/减计数器（C200～C234）** 共有**35点32位加/减计数器**。
- 其中**C200～C219（共20点）**为通用型，**C220～C234（共15点）**为断电保持型。这类计数器与**16位增计数器**除位数不同外，还在于它能够通过控制实现加/减双向计数设定值范围均为**-214783648～+214783647（32位）**。
- 计数器的设定值与**16位计数器**一样，可直接用常数**K**或间接用数据寄存器**D**的内容作为设定值。在间接设定时用编号连在一起的两个数据计数器。

(2) 32位增/减计数器

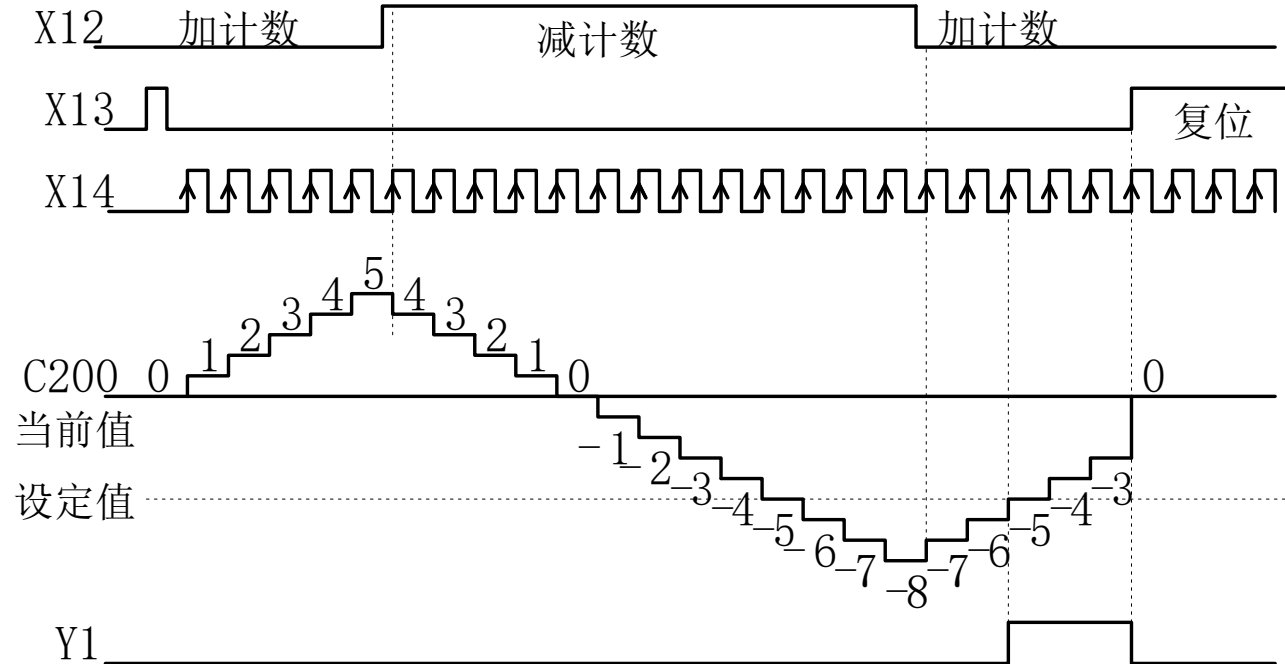
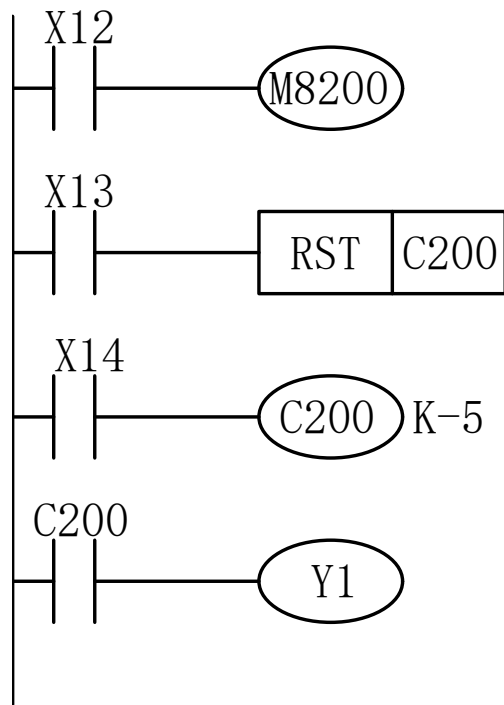
C200～C234是增计数还是减计数，分别由特殊辅助继电器M8200～M8234设定。对应的特殊辅助继电器被置为ON时为减计数，置为OFF时为增计数。

例：C200----- M8200

当M8200为ON时，C200为减计数

当M8200为OFF时，C200为增计数

(2) 32位增/减计数器



计数器典型应用举例

a) 循环计数器

图3-21为循环计数器，计数器C0对X0向上升沿计数，当计数到设定值10时，其计数器C0线圈下面的C0接点闭合，Y0得电，在第二个扫描周期，C0线圈上面的C0接点闭合，将计数器C0复位，计数值为0，C0接点只接通一个扫描周期，之后C0反复重新开始上述计数过程。

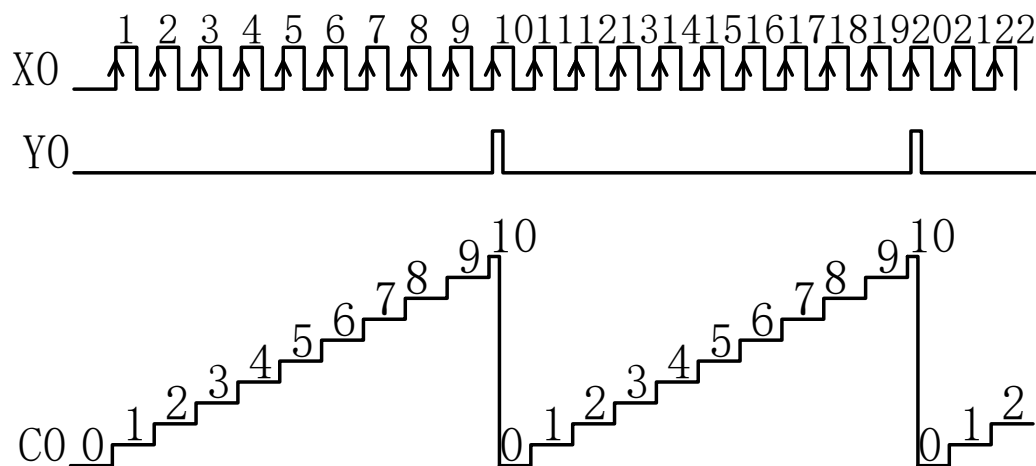
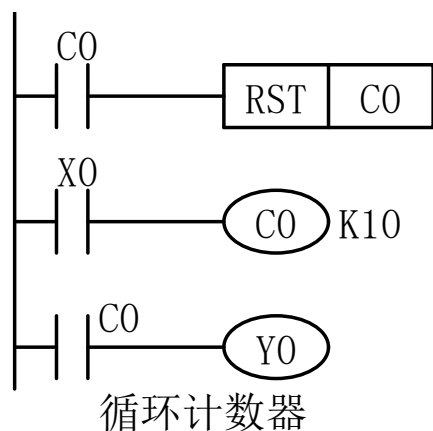
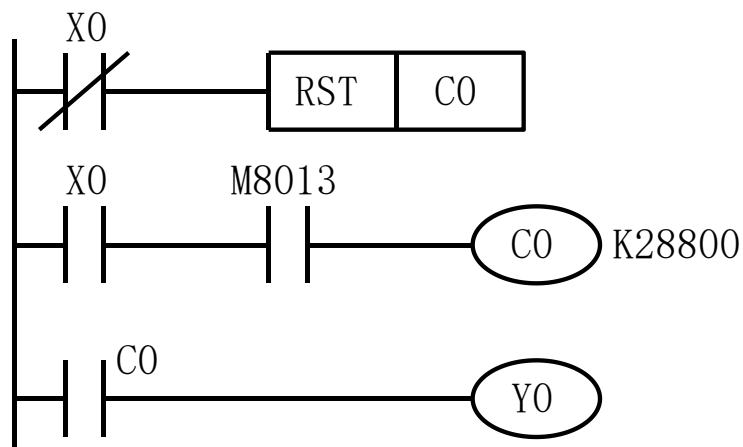


图3- 21循环计数器

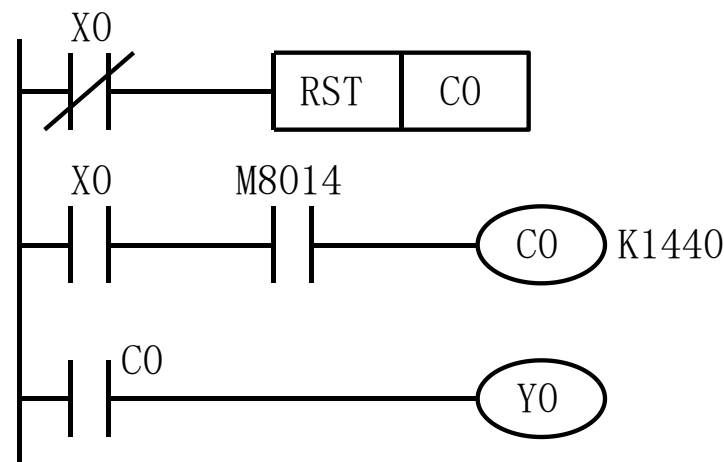
b) 长延时定时器

一个定时器T的最长延时时间为 $32767 \times 0.1\text{S} \approx 0.91$ 小时，如果要取得长延时，可以用计数器C对脉冲计数的方法来实现，如图3-22(a)为8小时长延时定时器，当X0=1时，计数器C0对特殊辅助继电器M8013的秒脉冲计数，当计数值达到28800时(即为8小时)，C0接点闭合，Y0线圈得电。当X0=0时，X0常闭接点闭合，使计数器C0复位。

图3-22(b)为24小时定时器，它对M8014的分脉冲计数。



(a) 8小时定时器



(b) 24小时定时器

图3-22(a)对M8013的秒脉冲计数产生1秒钟的负误差。图3-22(b)对M8014的分脉冲计数产生1分钟的负误差。

(六.3) 高速计数器 (C235~C255)

- 高数计数器是采用中断方式进行高速计数的，与PLC的扫描周期无关
- 高数计数器是对特定的输入进行计数（如FX2N为X0~X5）
- 高速计数器为32位增/减计数型，具有停电保持功能（设定值范围：-2147483648 ~ +2147483647）
- 高数计数器的三种类型：

单相单输入

单相双输入

双相

②高速计数器的分类

详见表格。表中，X0,X2,X3最高输入20HZ。X1，X4，X5最高输入15HZ。

表3-9 高速计数器

	一相一计数输入											一相二计数输入					AB相计数输入				
	C235	C236	C237	C238	C239	C240	C241	C242	C243	C244	C245	C246	C247	C248	C249	C250	C251	C252	C253	C254	C255
X0	U/D						U/D			U/D		U	U		U		A	A		A	
X1		U/D					R			R		D	D		D		B	B		B	
X2			U/D					U/D			U/D		R		R			R		R	
X3				U/D				R			R			U		U			A		A
X4					U/D				U/D					D		D			B		B
X5						U/D			R					R		R			R		R
X6										S					S					S	
X7											S					S					S
	1型						2型				3型	1型	2型		3型		1型	2型		3型	

U: 加计数输入, D: 减计数输入, R: 复位输入, S: 起动输入, A: A相输入, B: B相输入

高速计数器

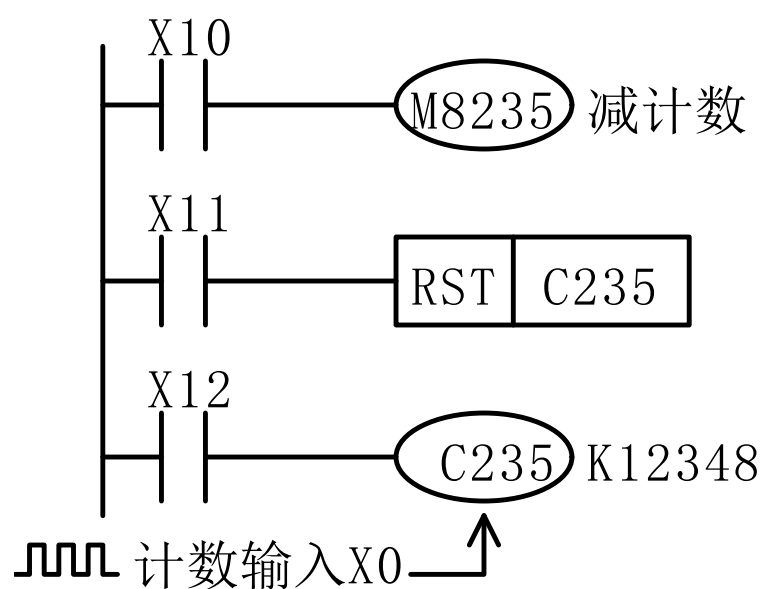
- 高速计数器的输入继电器(X0~X7)不能重复使用。

表3- 10 高速计数器对应的特殊辅助继电器

	一相一计数输入型高速计数器										
计数器编号	C235	C236	C237	C238	C239	C240	C241	C242	C243	C244	C245
指定减计数特殊辅助继电器	M8235	M8236	M8237	M8238	M8239	M8240	M8241	M8242	M8243	M8244	M8245
	一相二计数输入型高速计数器					AB相计数输入型高速计数器					
计数器编号	C246	C247	C248	C249	C250	C251	C252	C253	C254	C255	
减计数特殊辅助继电器接点	M8246	M8247	M8248	M8249	M8250	M8251	M8252	M8253	M8254	M8255	

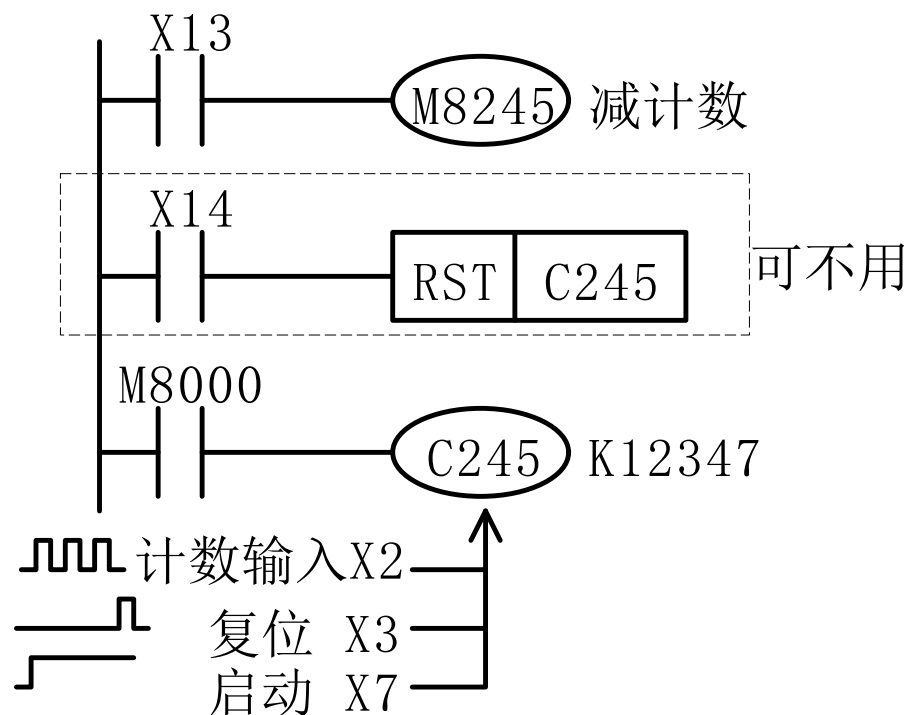
③ 高速计数器的应用

I) 一相一计数输入高速计数器



(a) 1型

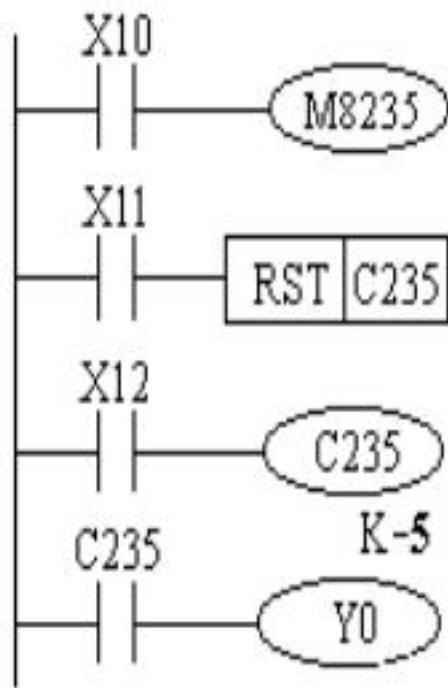
无启动/复位端



(b) 3型

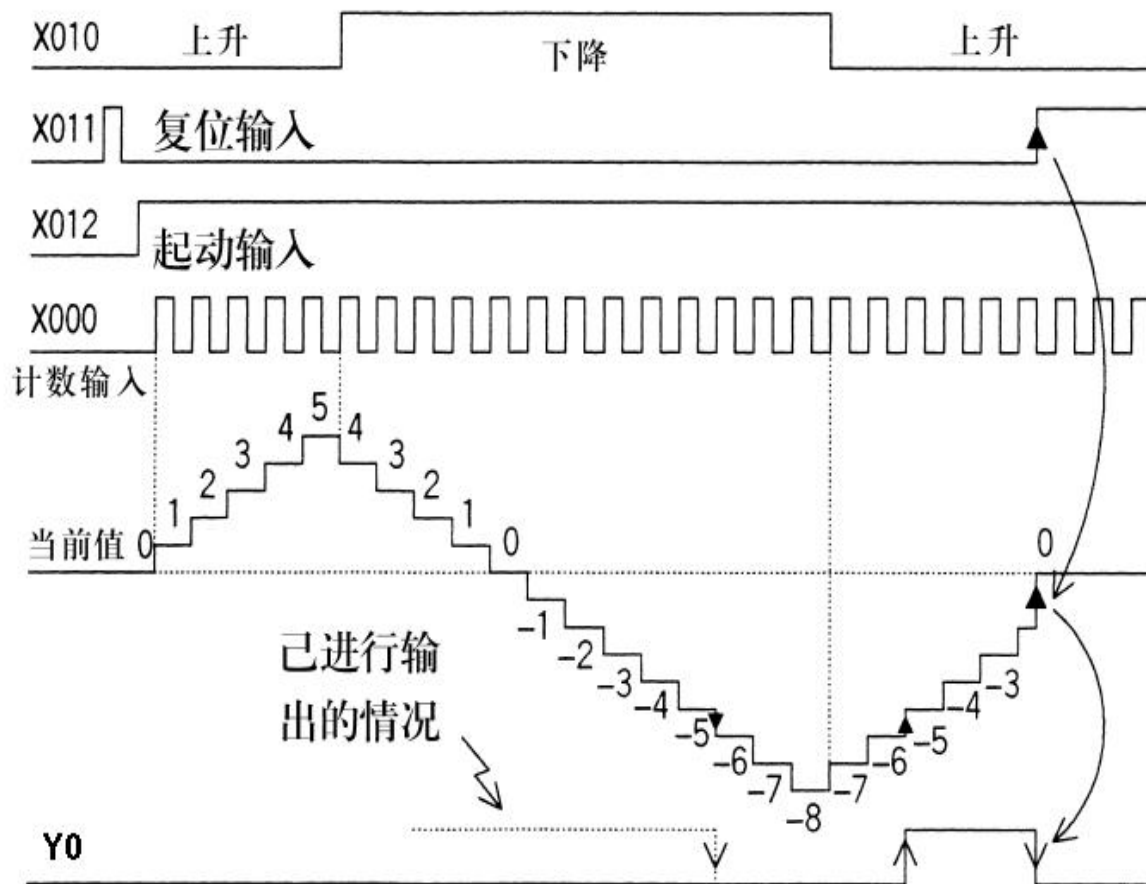
③高速计数器的应用

高速计数器（工作原理分析）

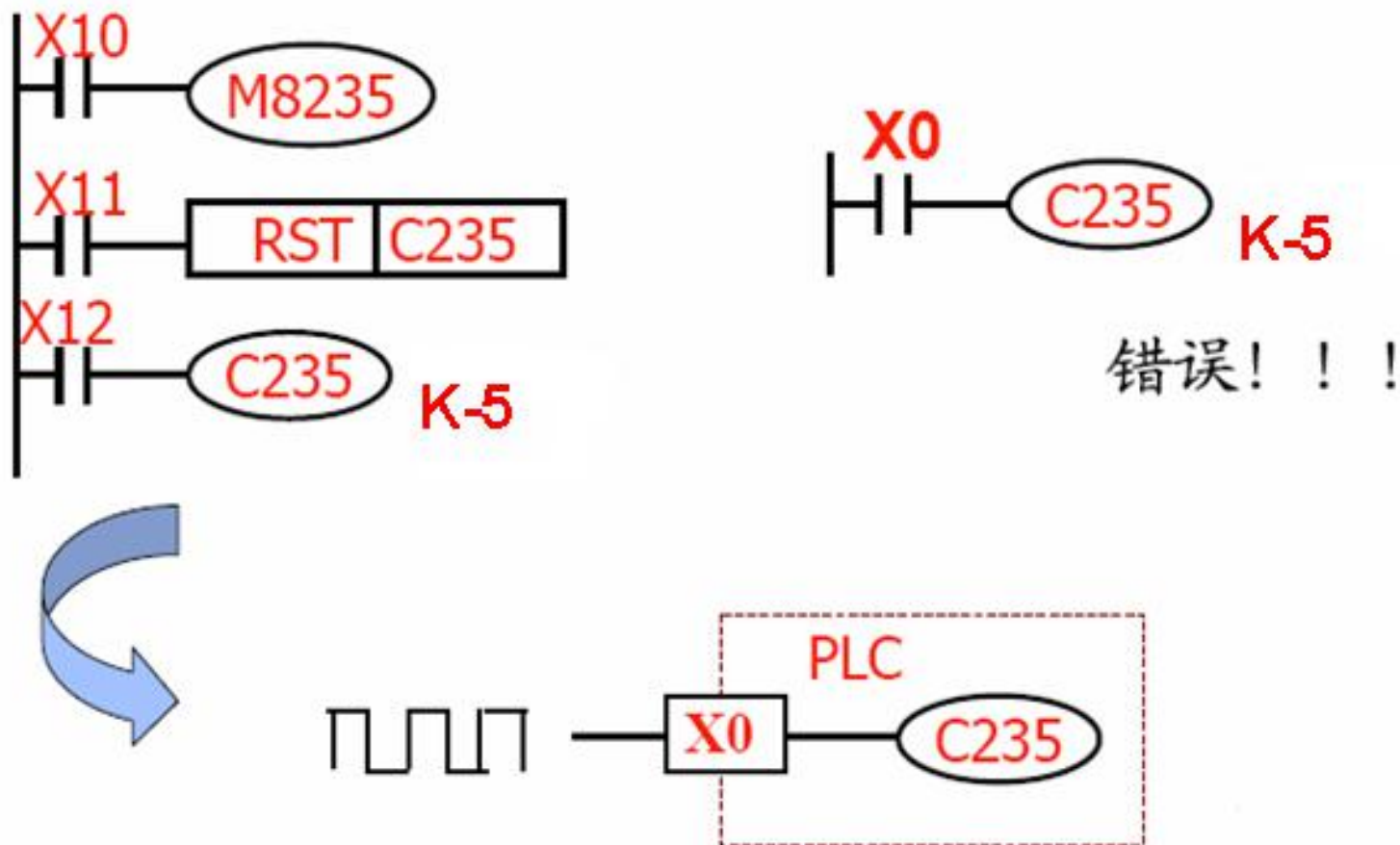


计数输入X0

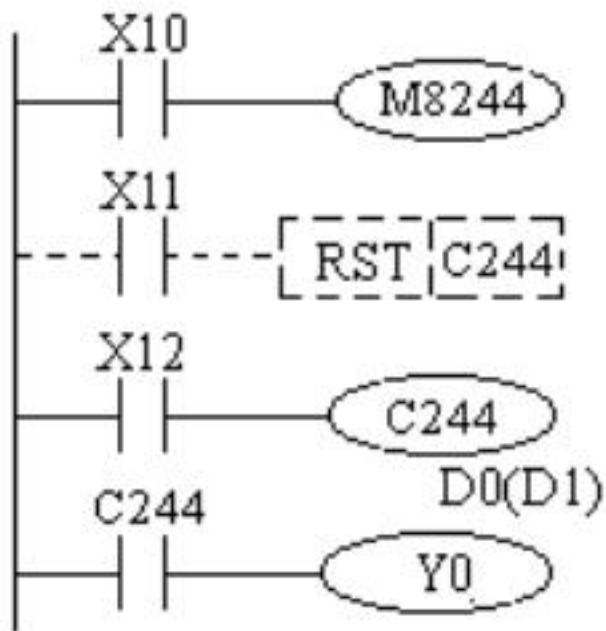
无启动/复位端



计数器（C）——高速计数器（工作原理分析）



⑤ 计数器（C）——高速计数器（工作原理分析）

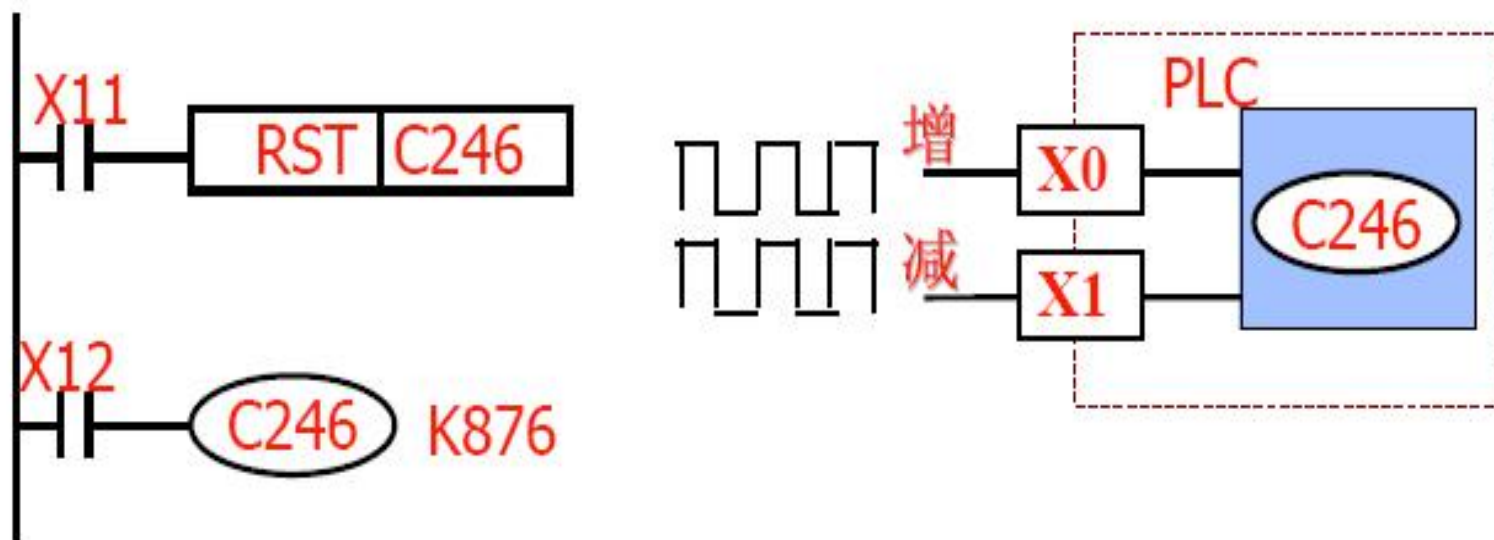


带启动/复位端

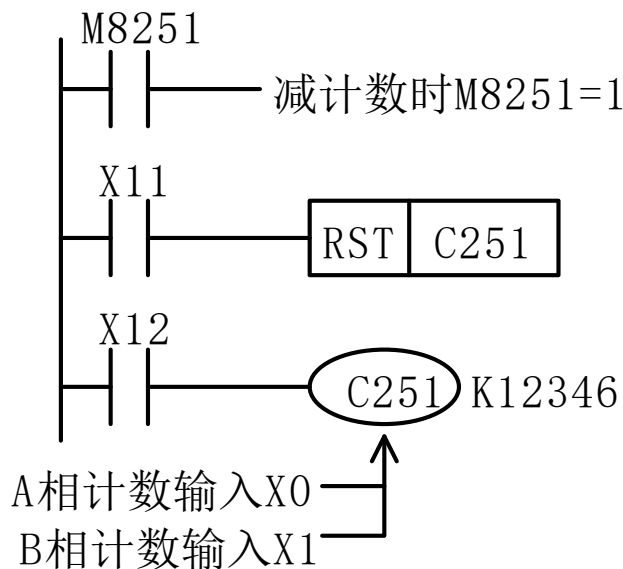
输入	C244
X0	U/D
X1	R
X2	
X3	
X4	
X5	
X6	S
X7	

⑤ 计数器（C）——高速计数器（工作原理分析）

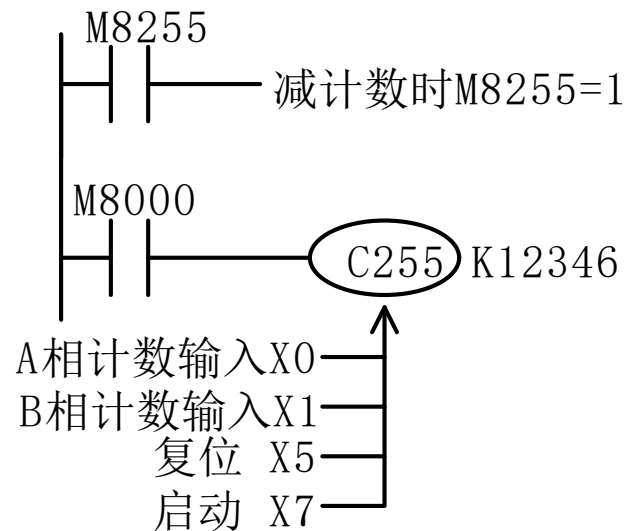
例如**C246**为**2**相计数器，其脉冲输入端子规定为**X0**、**X1**，需在程序中驱动**C246**的线圈。



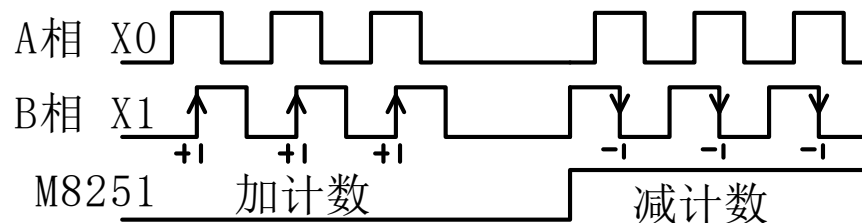
III) AB相计数输入高速计数器



(a) 1型



(b) 3型



(C) AB相计数时序图

⑤ 计数器（C）——高速计数器

项目	单相单计数输入	单相双计数输入	双相双计数输入
计数方向的指定方法	根据 M8235-M8245 的启动与否，C235-C245 作增 / 减计数。	对应于增计数输入或减计数输入的动作，计数器自动地增 / 减计数。	A 相输入处于 ON 同时，B 相输入处于 OFF → ON 时增计数动作，ON → OFF 时减计数动作。
计数方向监控	—	通过监控 M8246-M8255，可以知道增（OFF）减（ON）的情况。	

⑥数据寄存器（D）

PLC在进行输入输出处理、模拟量控制、位置控制时，需要许多数据寄存器以存储数据和参数

- 数据寄存器为16位，最高位为符号位
- 32位数据可用两个数据寄存器来存储（如D1D0）
- 数据寄存器有：

✧ 通用数据寄存器

✧ 保持数据寄存器

✧ 特殊数据寄存器

数据寄存器	D 0-D199 200 点	【D200-D511】 312 点保持用※ 2	【D512-D7999】 7488 点 保持用※ 3 文件用…… D1000 以后可设定作为文件寄存器使用	D8000-D8195 256 点※ 3 特殊用
D、V、Z	一般用※ 1			

(1) 通用寄存器和断电保持寄存器

	普通用途	停电保持用	供停电保持专用	特殊用途	供变址用
数据寄存器	D0~D199 200点	D200~D511 供链路用 主站-从站 D490~D499 从站-主站 D500~D509	D512~ D7999 7488点供滤波用 D1000~D799, 可500点为一组作为文件数据寄存器	D8000~ D8255 256点	V0~V7 Z0~Z7 16点

⑥数据寄存器（D）

特殊数据寄存器用于PLC内各种元件的运行监视。未加定义的特殊数据寄存器，用户不能使用。

例如： **D8000**----**WDT**定时器定时参数（初始值**200ms**）

D8001----**CPU**型号

D8020----**X0~X7**输入滤波时间（初始值**10ms**）

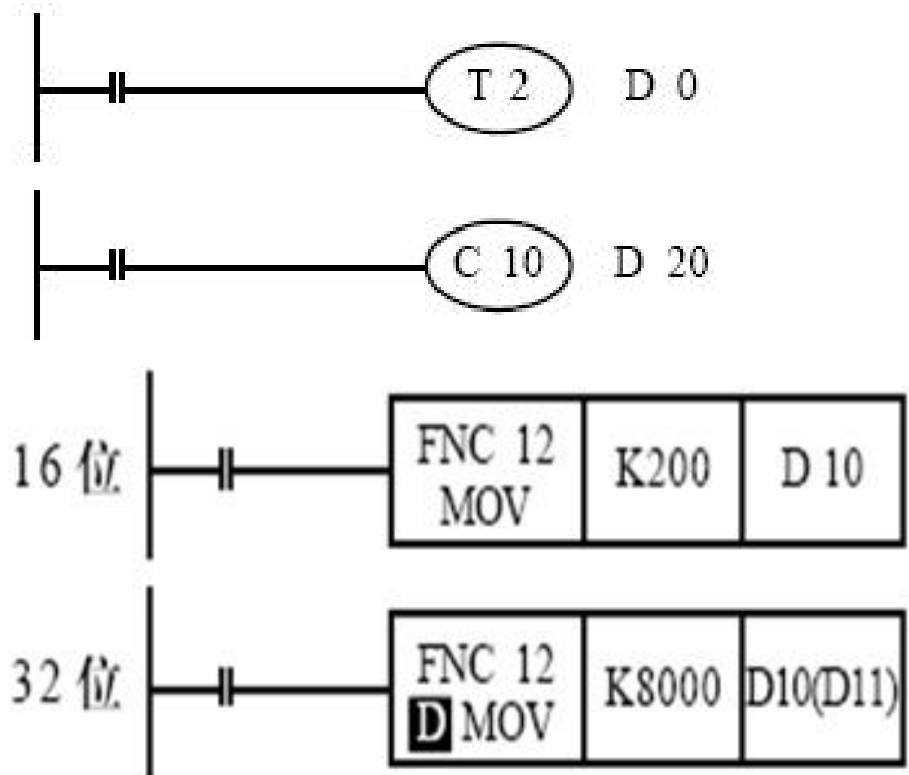
D8030----**1**号模拟电位器的数值

D8031----**2**号模拟电位器的数值

D8039----恒定扫描时间（**ms**）

⑥数据寄存器（D）

● 作为定时器与计数器的设定值被指定。



(2) 数据寄存器的特点

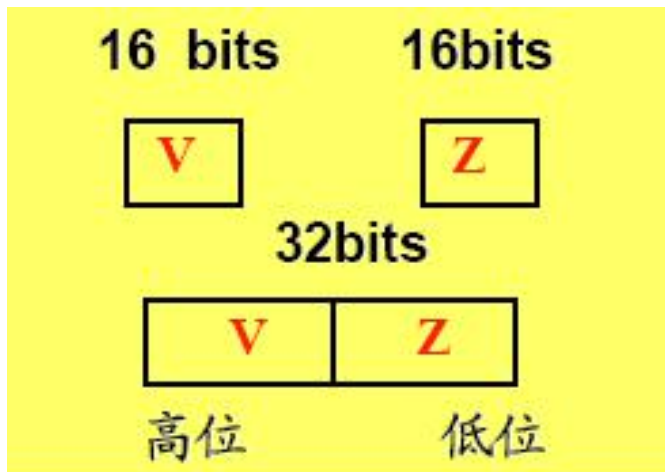
一旦在数据寄存器写入数据，只要不再写入其它数据，就不会变化，但当PLC由RUN-STOP或停电时，普通用途数据寄存器内的数据将被清除为0。 *(通过运行程序说明)*

在使用通信功能时，D490~D509被通信占用。

(3)变址寄存器 (V/Z)

- 功能：主要是用来改变操作数据的地址（通过程序说明）。能够修改的软元件有：X、Y、M、S、P、T、C、D、K、H、KnX、KnY、KnM、KnS；但不能修改V与Z本身以及指定用的Kn本身；如K4M0Z0有效，K0Z0M0无效。

V与**Z**和普通用途的数据寄存器一样，是进行数据的读入和写出的**16位**数据寄存器。进行**32位**运算时，将两者组合使用，指定**Z**变址寄存器，即**V**为高位，**z**为低位。



8、指针（P/I）

	分支用	输入中断用	定时器中断用	计数器中断用	供变址用
指针	P0~P127 128点 其中P63 为结束 跳转	I00□ (X0) I10□ (X1) I20□ (X2) I30□ (X3) I40□ (X4) I50□ (X5)	I6□□ I7□□ I8□□	I010 I020 I030 I040 I050 I060	V0~V7 Z0~Z7 16点

2、中断用指针I

● 输入中断：I□0□

0: 下降沿中断 1: 上升沿中断

输入中断号 (0~5)

注: FX0S/0N为0~3

● 定时中断：I□□□

10~99ms

定时中断号 (6~8)

注: 限FX2N/2NC

● 计数中断：I0□0

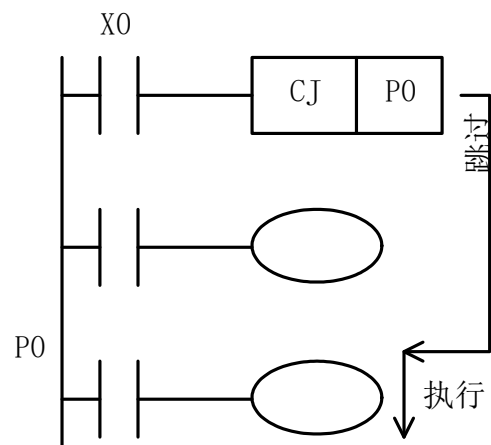
□=1~6

注: 限FX2N/2NC

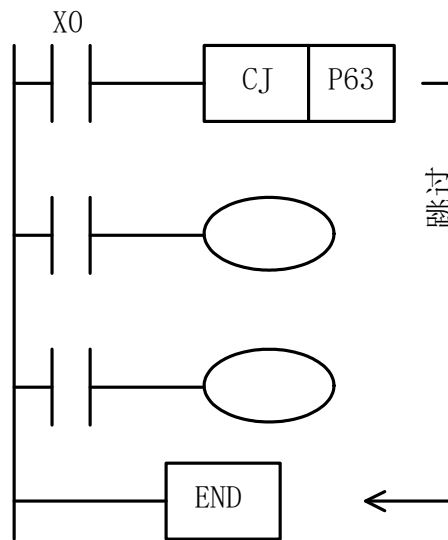
与高速计数器置位指令 (HSCS) 配合使用

例如：I001表示输入X0，从OFF-ON变化起，执行由该指针为标号之后的中断程序，并根据IRET指令返回。

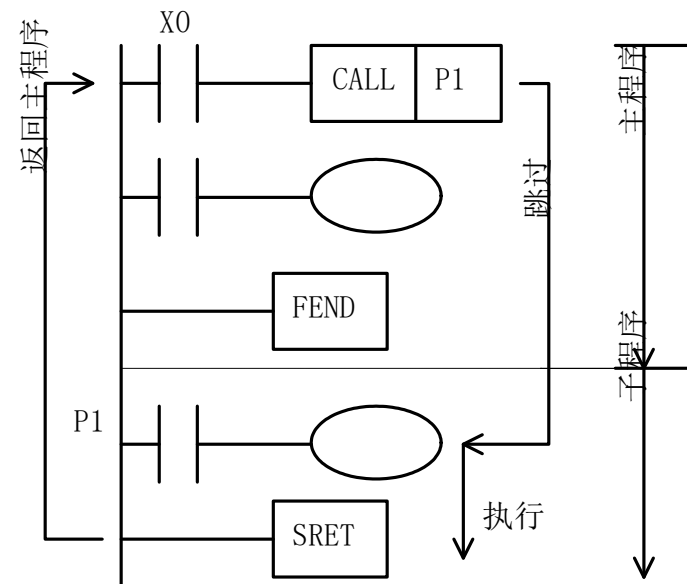
例如：I610，即每隔10ms就执行标号为610之后的中断程序，并根据IRET指令返回。



(a) 条件转移



(b) 跳到END



(c) 子程序调用

9、常数 (K,H)

- 常数也作为器件对待，它在存储器重占有
一定的空间，十进制常数用K表示，如：18
表示为K18;十六进制用H表示，如：18表
示为H12。