



电气控制及PLC应用

——项目化教程

厚德力行

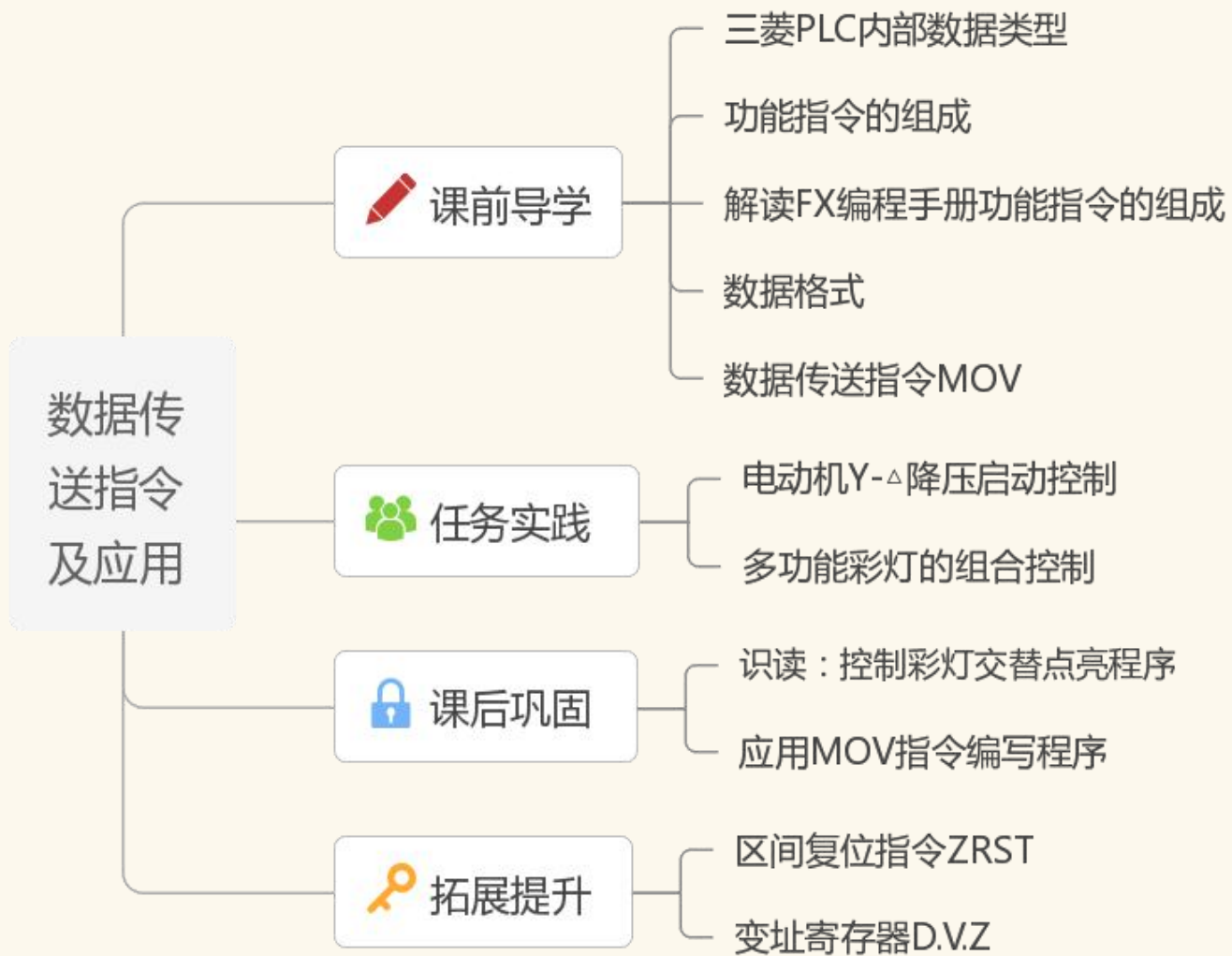
博道通术



授课人:







十六进制数用于指定应用指令中的操作数或指定动作。三菱Q系列PLC中, 输入、输出软元件采用十六进制编码格式进行编号。

进制互换案例:

二进制转换成十进制

$$B11011 = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = K27$$

十六进制转换成十进制

$$HC3E8 = 12 \times 16^3 + 3 \times 16^2 + 14 \times 16^1 + 8 \times 16^0 = K50152$$

十进制转换成二进制: $K50 = B110010$

十进制转换成十六进制: $K8000 = H1F40$

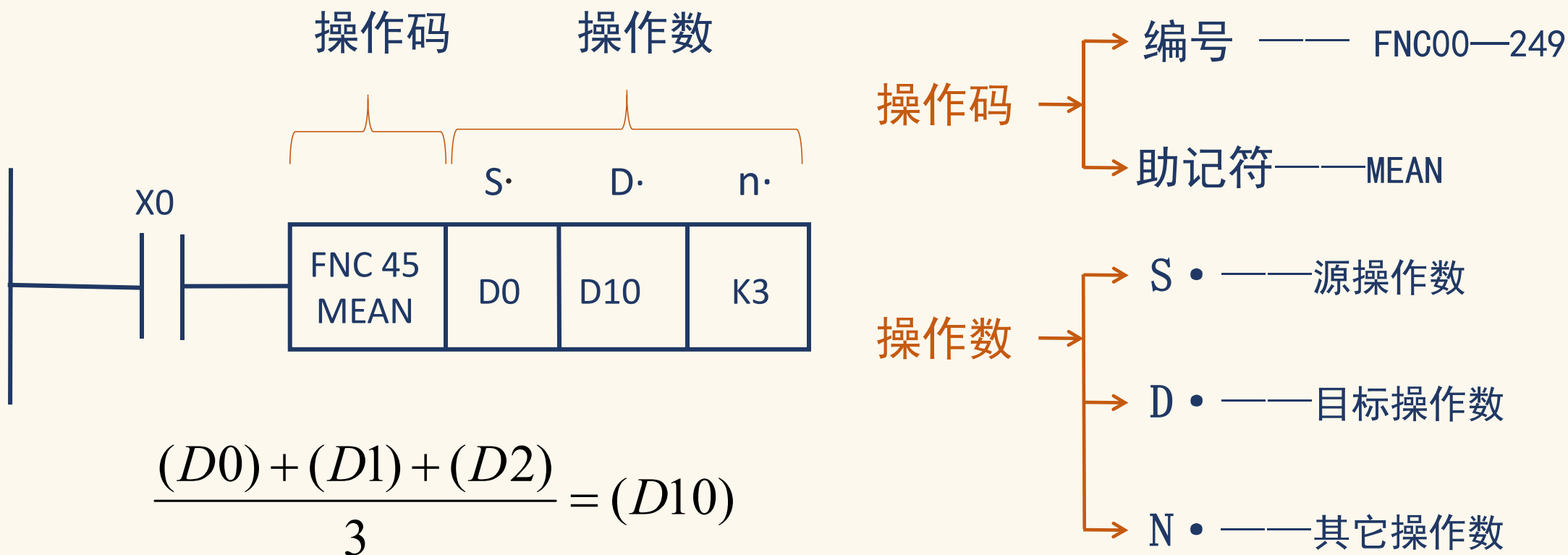
十进制转换成二进制:

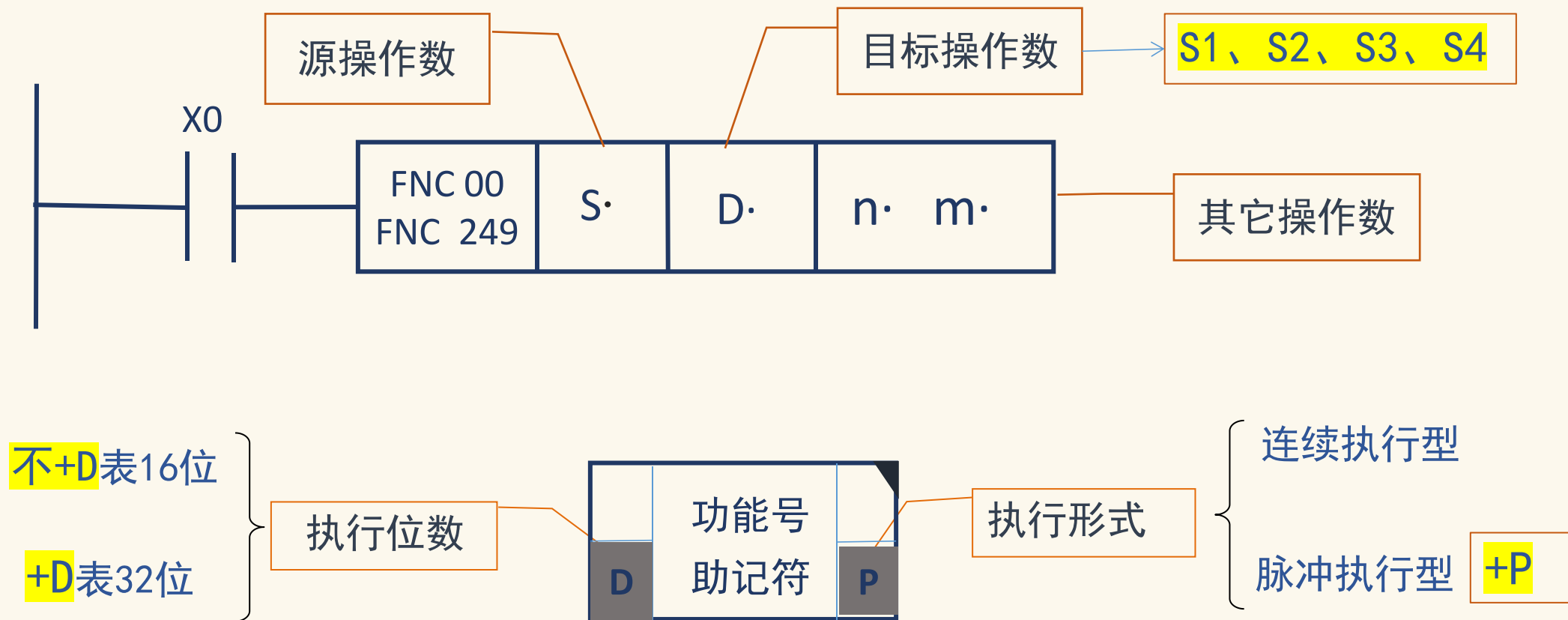
$$\begin{array}{l} 50/2=25\cdots 0 \\ 25/2=12\cdots 1 \\ 12/2=6\cdots 0 \\ 6/2=3\cdots 0 \\ 3/2=1\cdots 1 \\ 1/2=0\cdots 1 \end{array} \quad \begin{array}{c} \boxed{\text{低位}} \\ \boxed{\text{高位}} \end{array} \quad \left. \begin{array}{c} \uparrow \\ \uparrow \\ \uparrow \\ \uparrow \\ \uparrow \\ \uparrow \end{array} \right\} \text{自下而上}$$

十进制转换成十六进制:

$$\begin{array}{l} 8000/16=500\cdots 0 \\ 500/16=31\cdots 4 \\ 31/16=1\cdots 15(F) \\ 1/16=0\cdots 1 \end{array} \quad \begin{array}{c} \boxed{\text{低位}} \\ \boxed{\text{高位}} \end{array} \quad \left. \begin{array}{c} \uparrow \\ \uparrow \\ \uparrow \\ \uparrow \end{array} \right\} \text{自下而上}$$

操作码又称指令助记符，用来表示指令的功能。**操作数**是用来指明参与操作的对象。





数据表示方法有三种

字软元件

字元件是位元件的有序集合。FX系列的字元件最少4位，最多32位。

K.H

Kn.X

Kn.Y

Kn.M

Kn.S

T

C

D

V.Z

位软元件

只具有接通（ON或1）或断开（OFF或0）两种状态的元件称为位元件。

X

Y

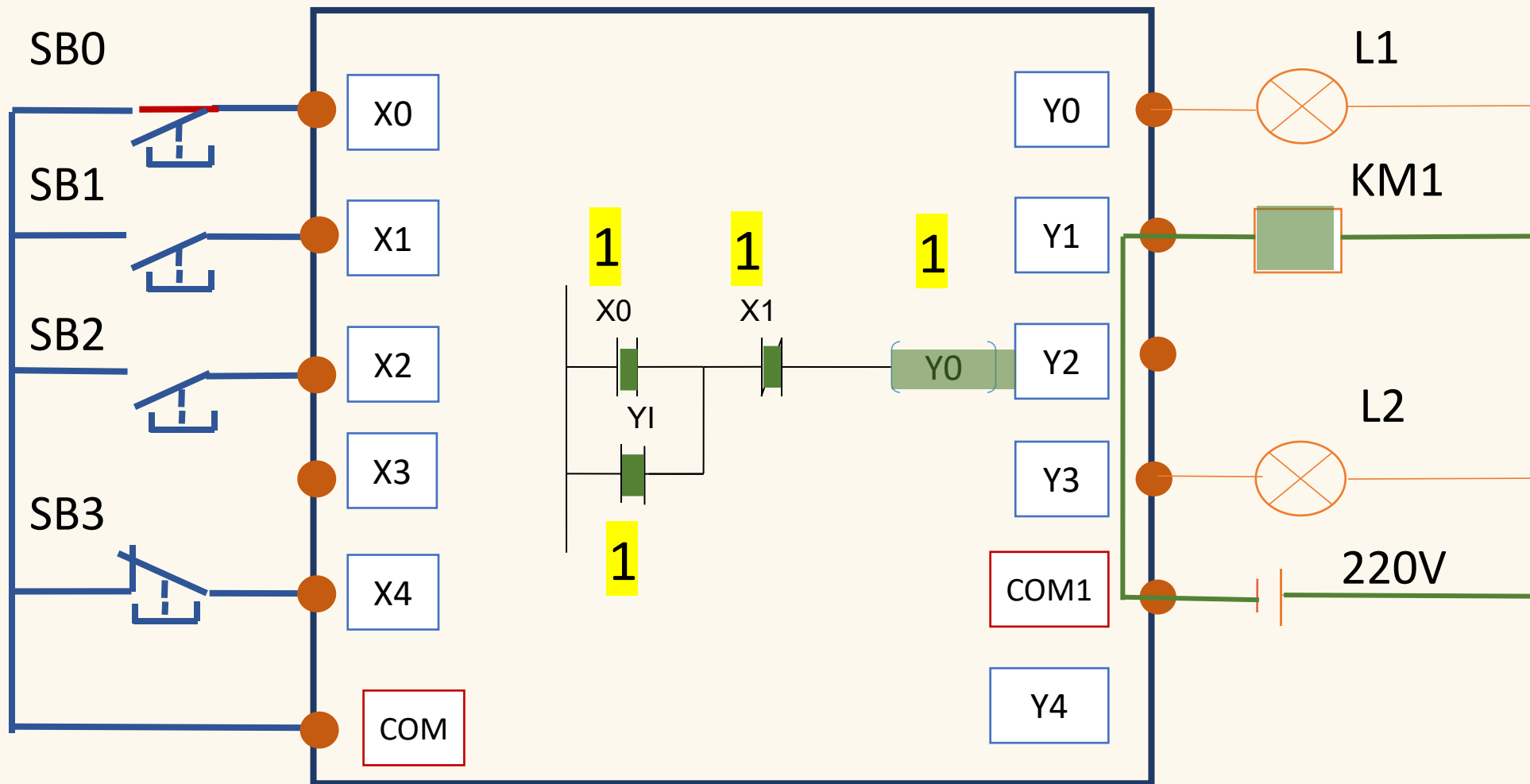
M

S

位组件

多个位元件按一定规律的组合叫位组件

Kn + 起始软元件

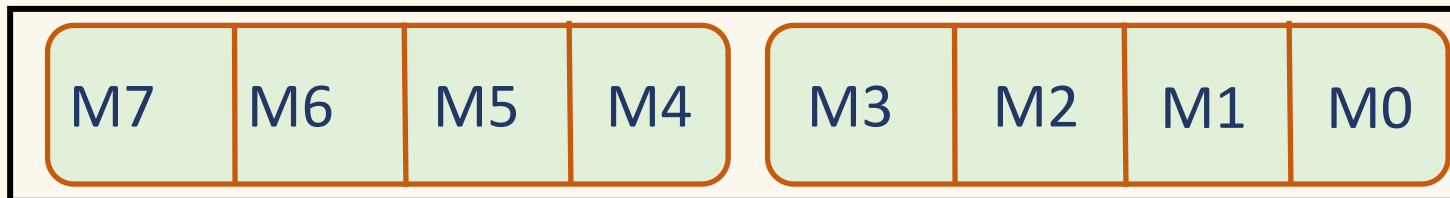


例：

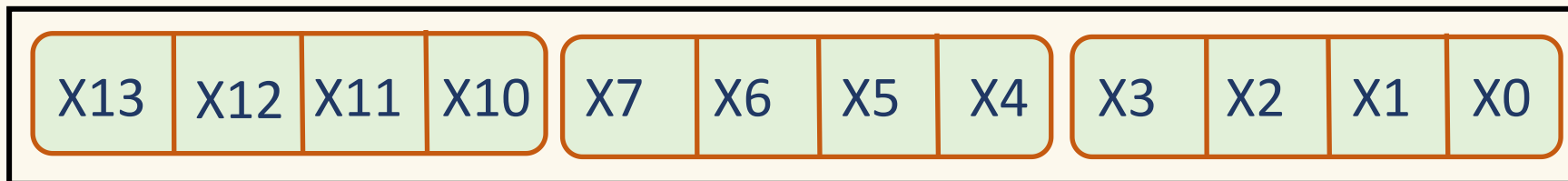
Kn + 起始软元件

组数

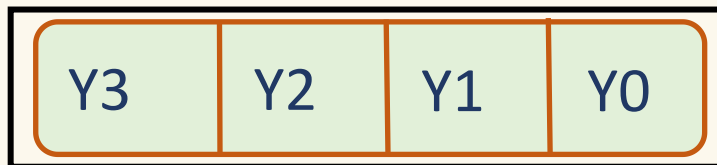
K2M0



K3X0



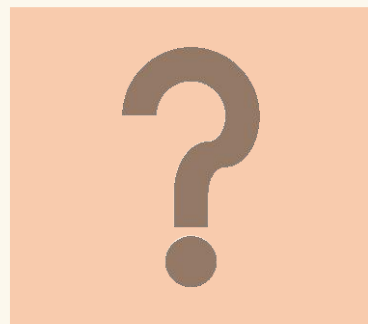
K1Y0

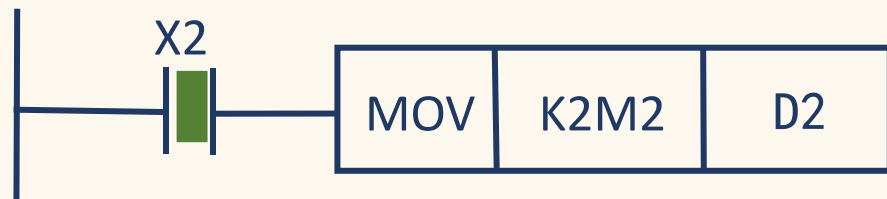


K2M2



K4X10





K2M2



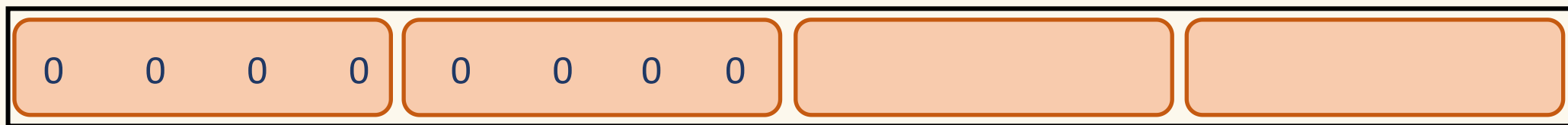
K2M0原来存放的数据



0 0 0 1 0 1 1 1

不发生改变

D2



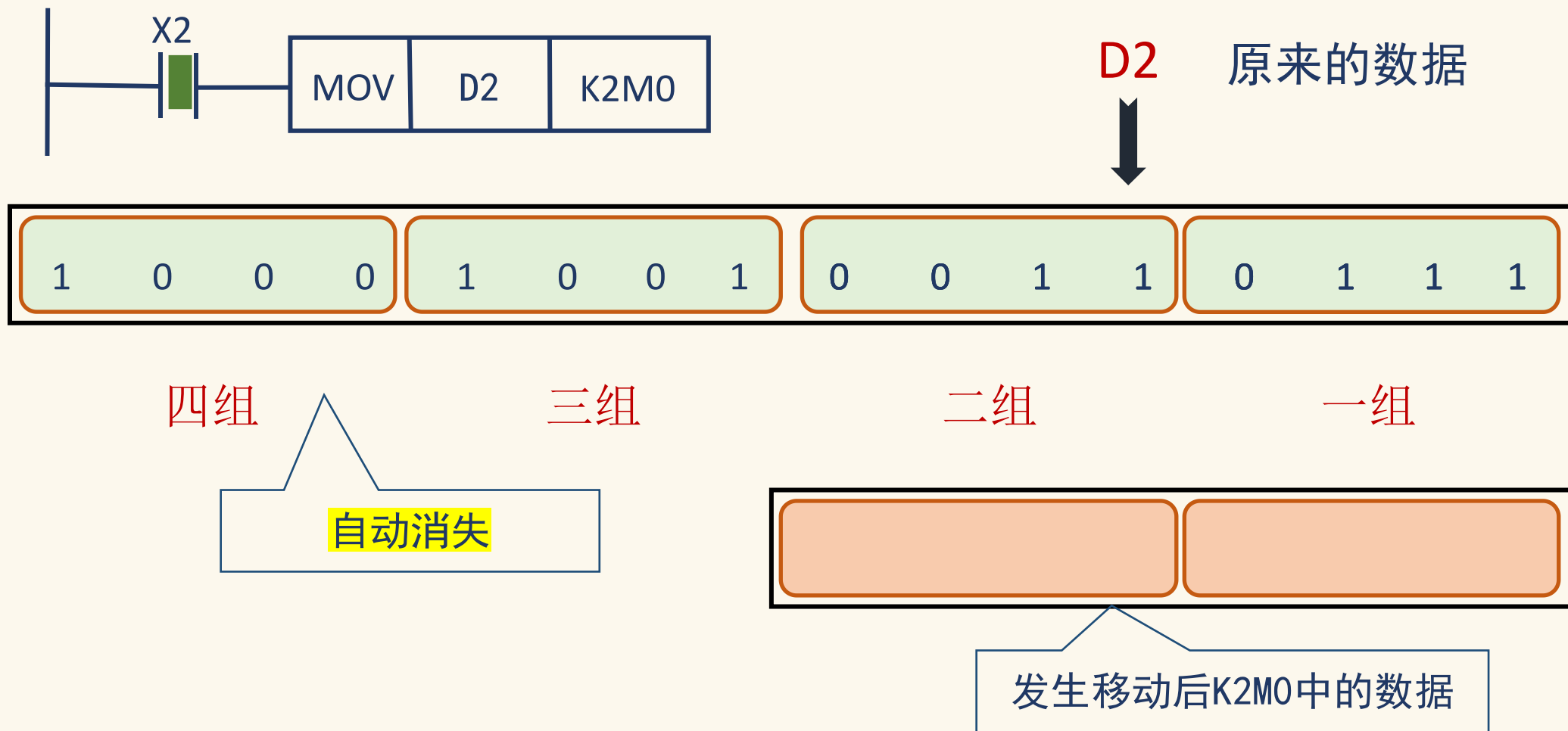
四组

三组

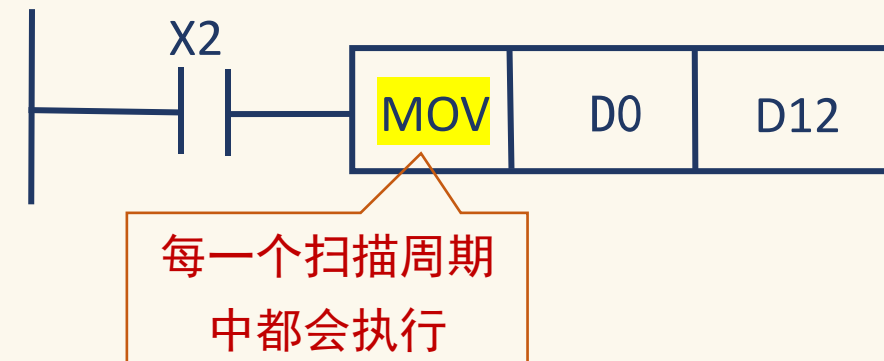
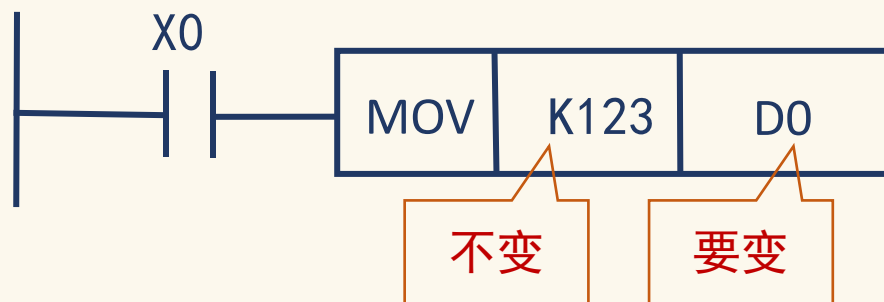
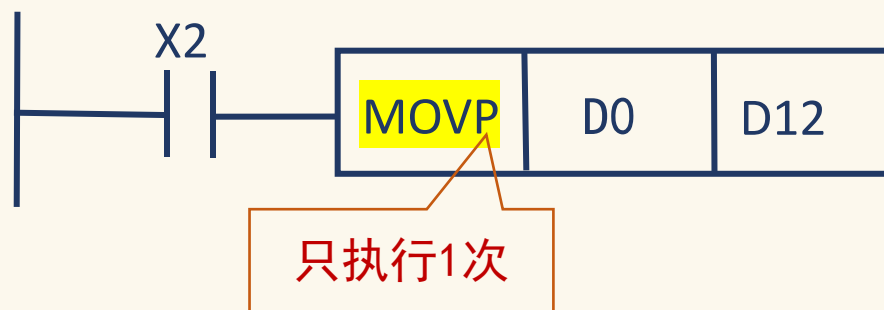
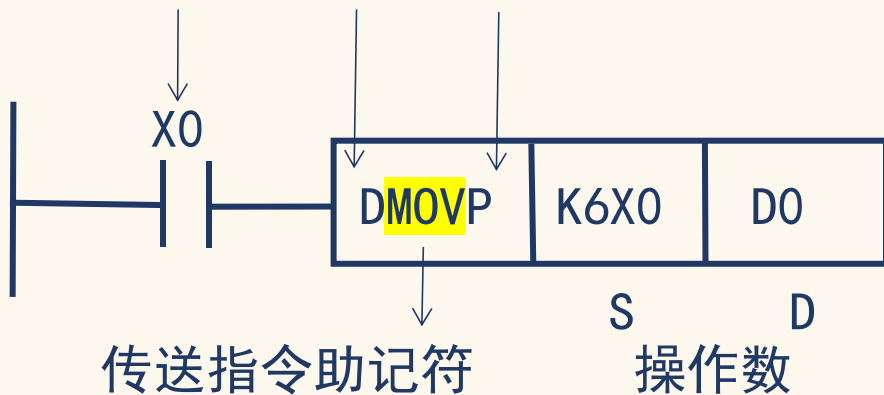
二组

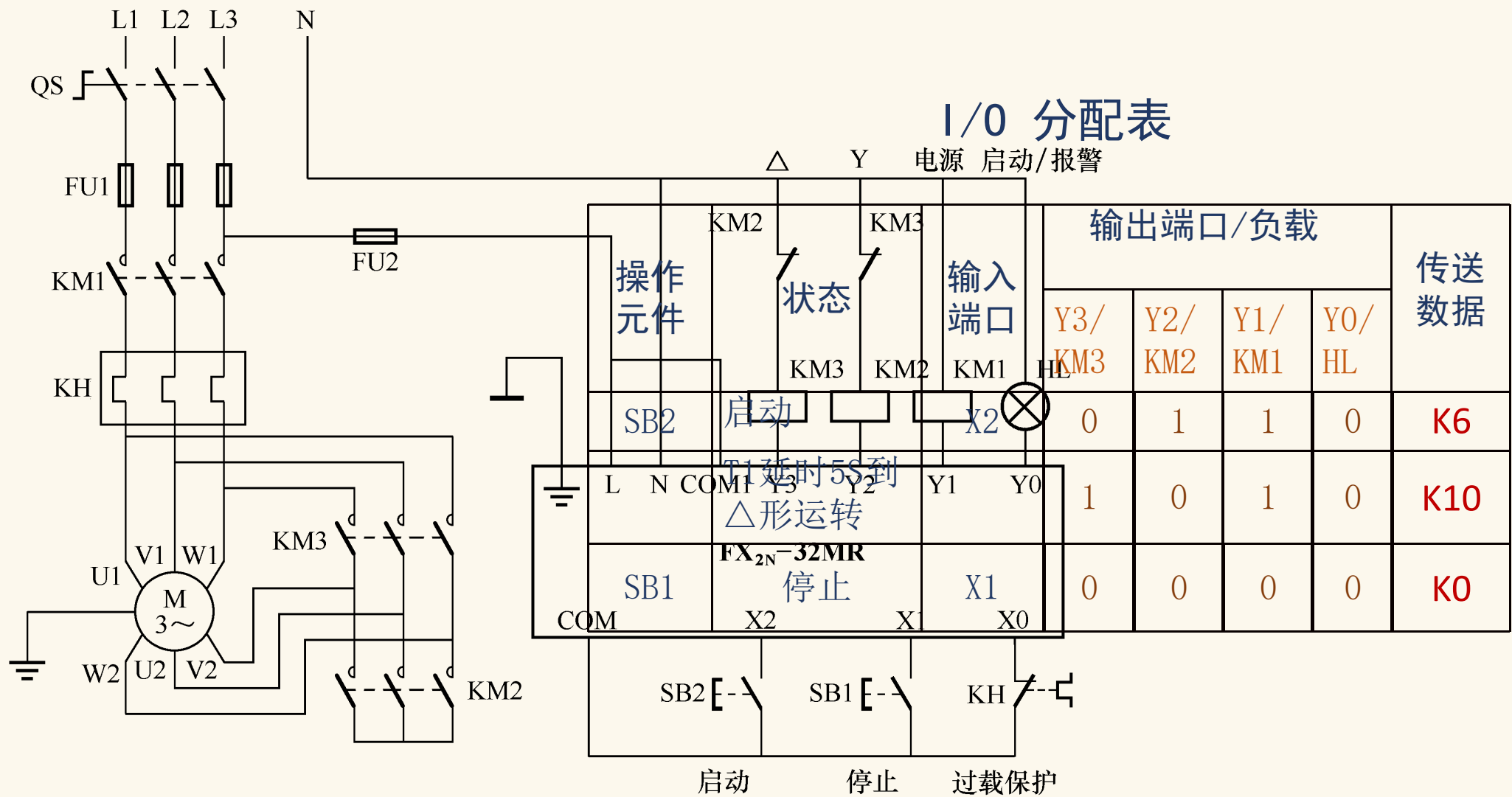
一组

自动补零



执行条件 32位 脉冲执行性

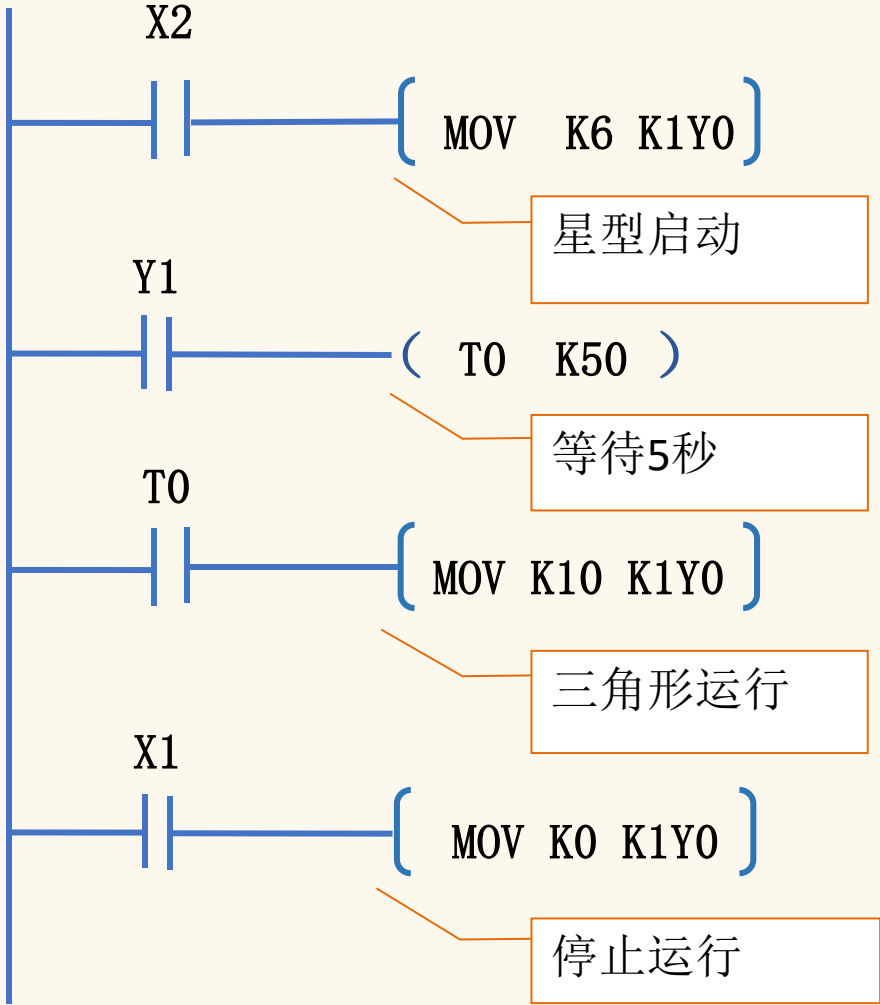




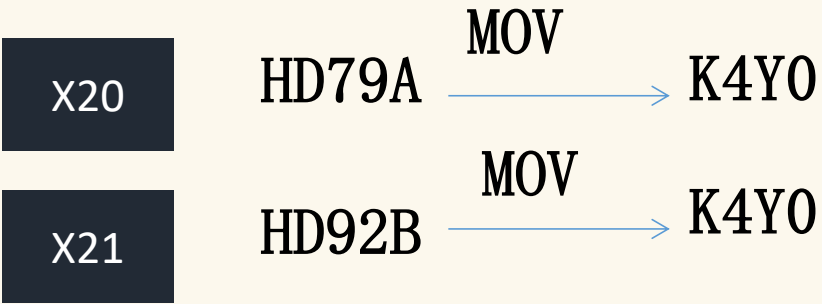
I/O 分配表

操作 元件	状态	输入 端口	输出端口/负载				传送 数据
			Y3/ KM3	Y2/ KM2	Y1/ KM1	Y0/ HL	
SB2	启动	X2	0	1	1	0	K6
	T1延时5S到 △形运转		1	0	1	0	K10
SB1	停止	X1	0	0	0	0	K0

根据I/O写出程序



按下按钮X20,Y0——Y17按照1101011110011010状态点亮。
按下按钮X21,Y0——Y17按照1101100100101011状态点亮。
按下X23所有灯均熄灭。用MOV指令实现。



	Y17	16	Y15	Y14	Y13	Y12	Y11	Y10	Y7	Y6	Y5	Y4	Y3	Y2	Y1	Y0
X20	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0
X21	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1
	8	4	2	1	8	4	2	1	8	4	2	1	8	4	2	1

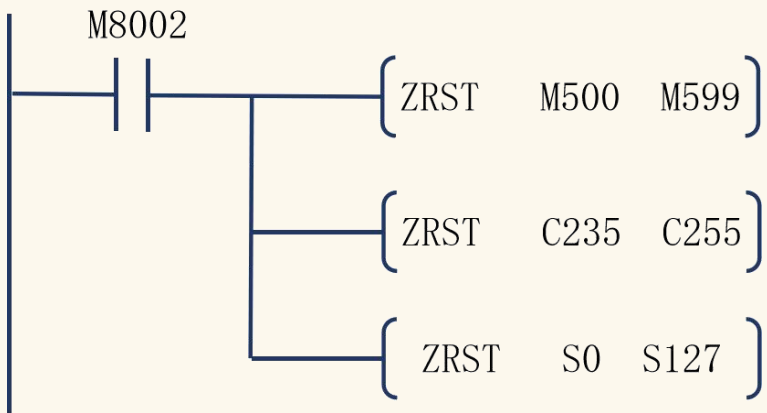


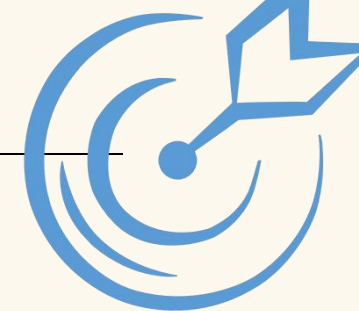
区间复位指令ZRST要素：

区间复位指令		操作数	操作数范围
P	FNC40 ZRST	D1、D2	Y、M、S、T、C、 D

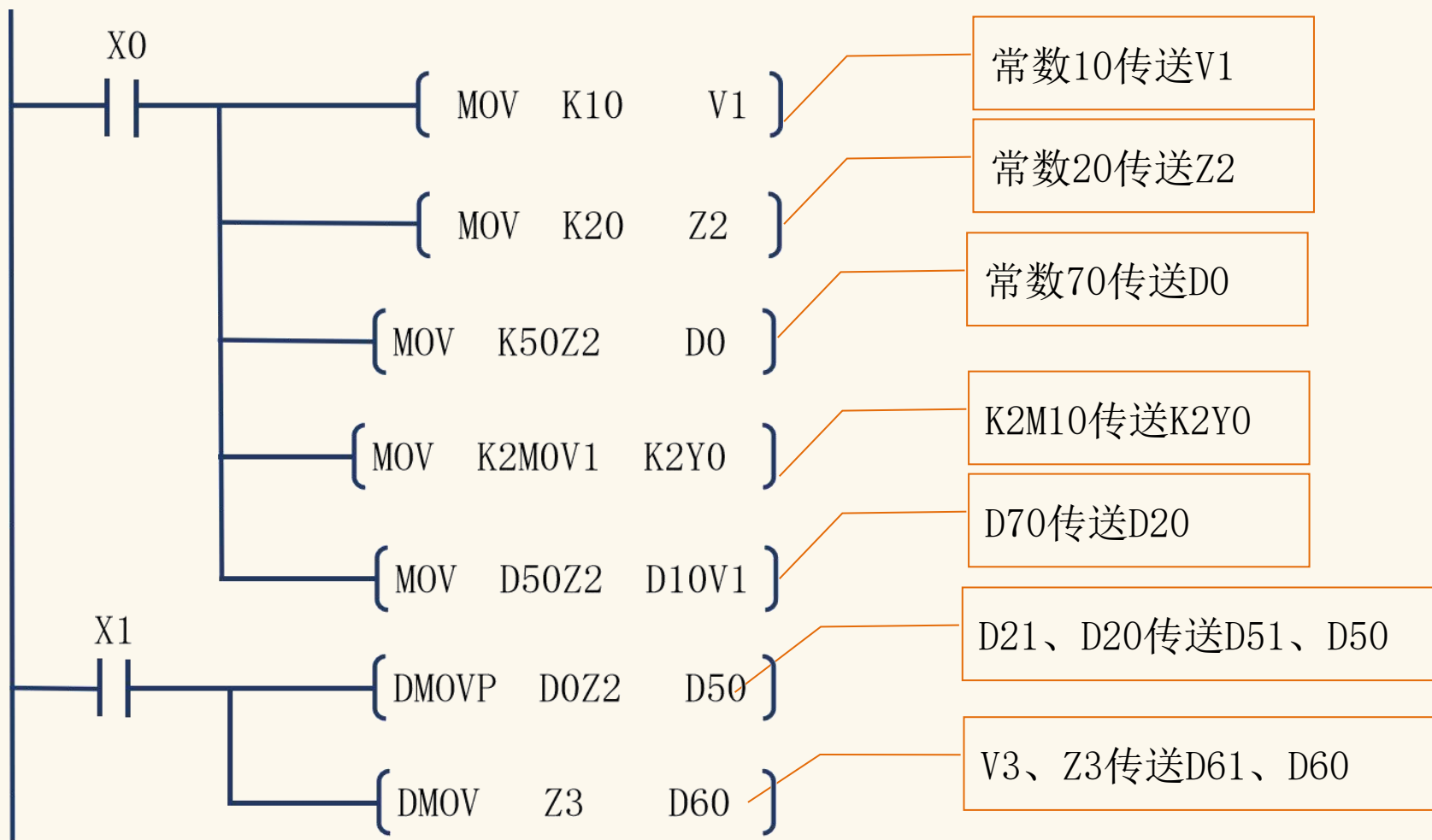


区间复位指令ZRST案例

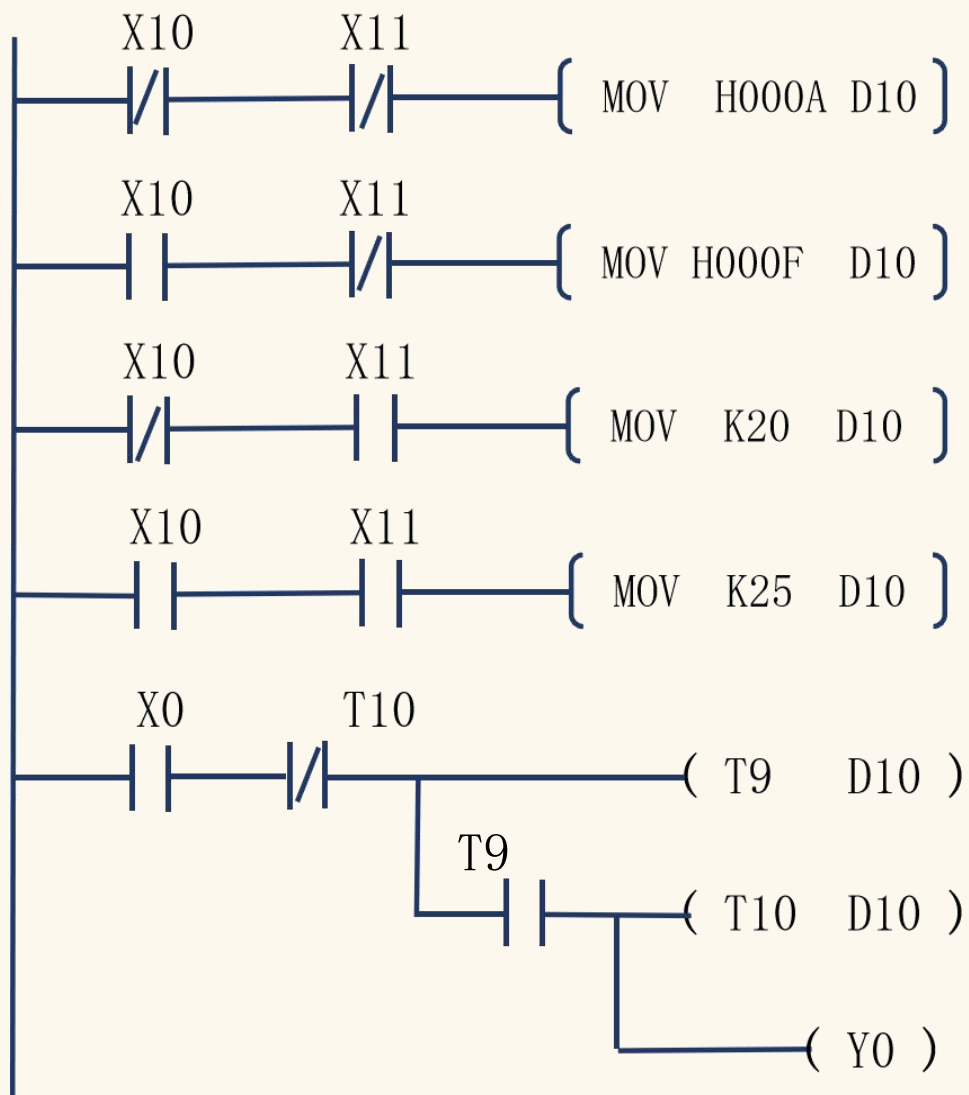




变址寄存器V、Z的应用及解读：

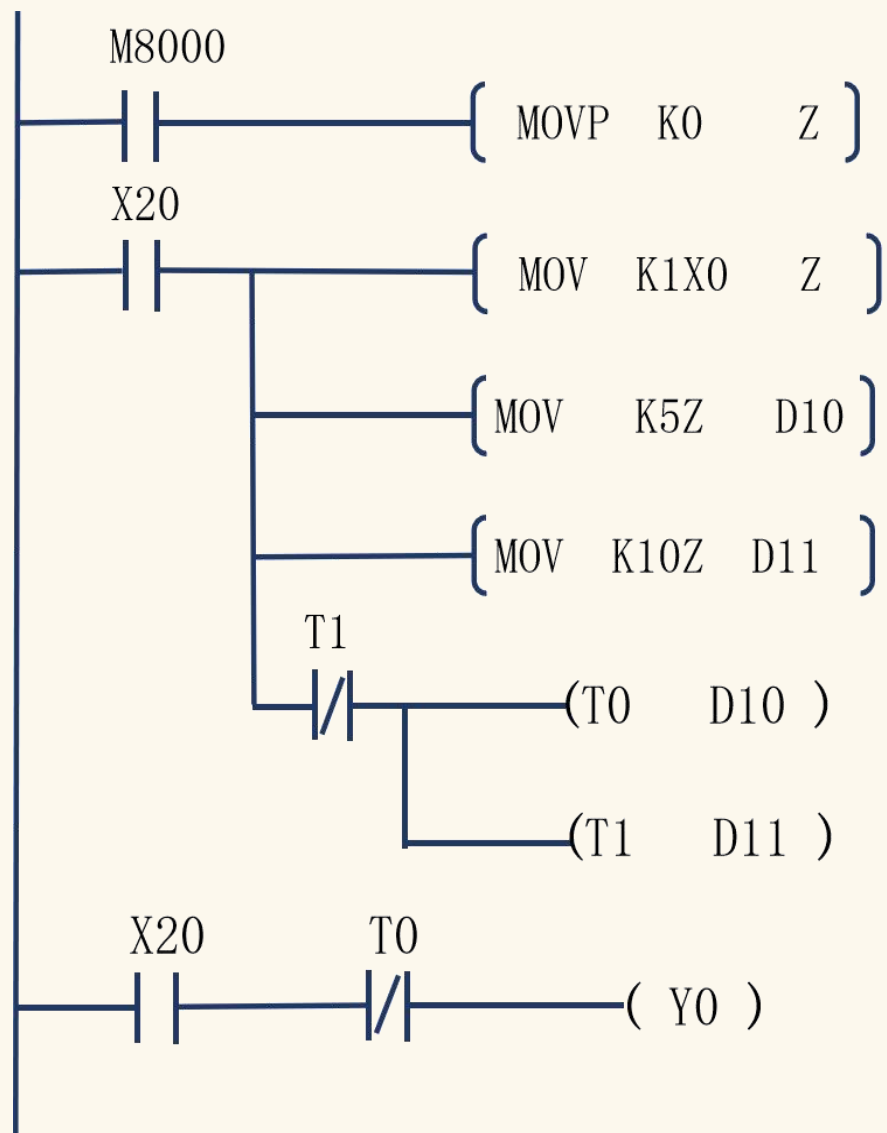


多种闪光频率：



解读图：

解读光是如何闪烁的？



解读图：



$O(n_n)o$

谢谢！

虚心听取您宝贵的意见！



电气控制及PLC应用

——项目化教程

厚德力行

博道通术



授课人:



1

组件比较指令

- CMP
- 指令格式
- 指令应用
- 案例学习

2

区间比较指令

- ZCP
- 指令格式
- 指令应用
- 案例学习

3

点接触比较指令

- 加载/串/并
- 指令格式
- 指令应用
- 案例学习



ZONE COMP ARE

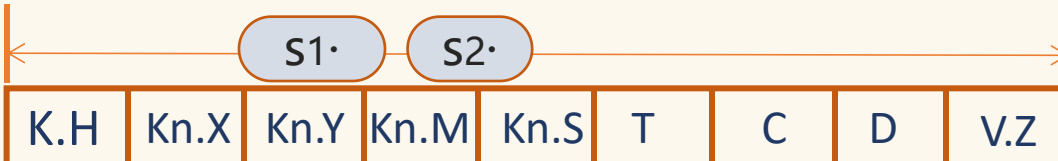
组件比较

16位指令 7步
CMP 连续执行型
CMP P 脉冲执行型

32位指令 13步
D CMP 连续执行型
D CMP P 脉冲执行型

适用软元件

字软元件



(D·) 占3点
D、D+1、D+2

位软元件





D可以是Y、M、S.

VECTOR epsio
INFOGRAPHICS
Add your texts here
Add your texts here

01

$S1 > S2$ — —

D

VECTOR epsio
INFOGRAPHICS
Add your texts here
Add your texts here

02

$S1 = S2$ — —

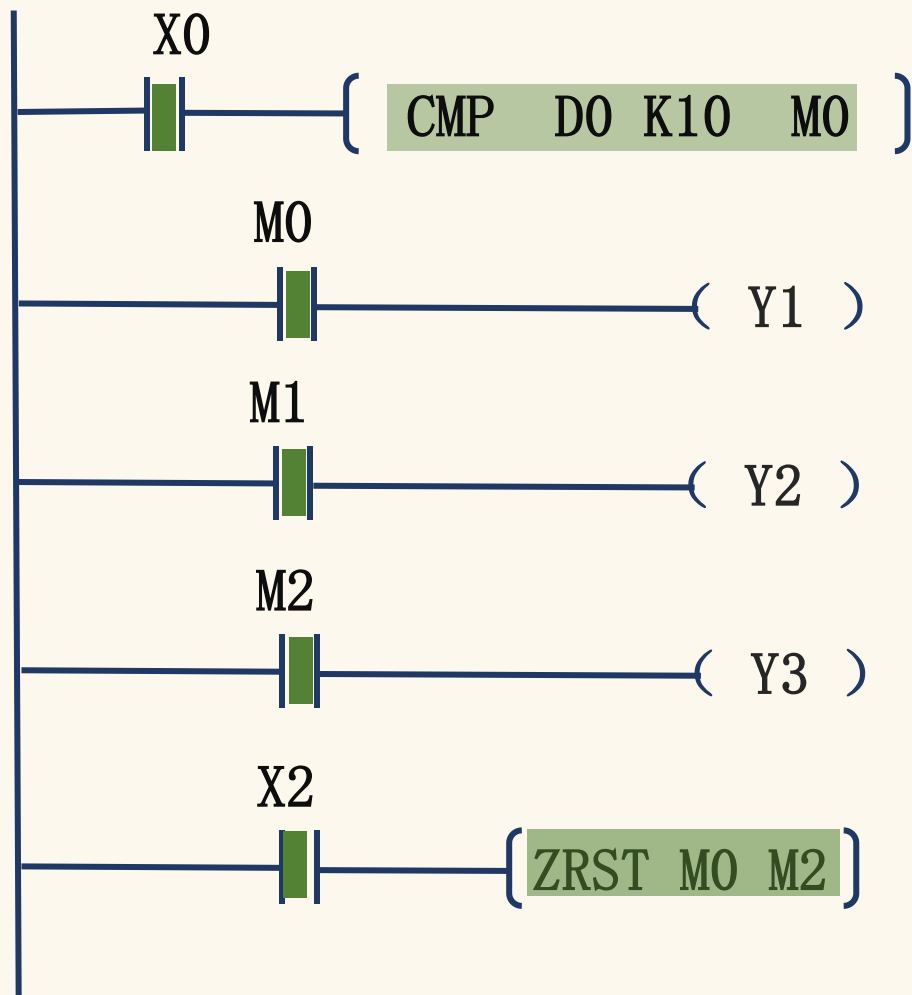
D+1

VECTOR epsio
INFOGRAPHICS
Add your texts here
Add your texts here

03

$S1 < S2$ — —

D+2



组件比较指令CMP的说明：

标志位的规则：

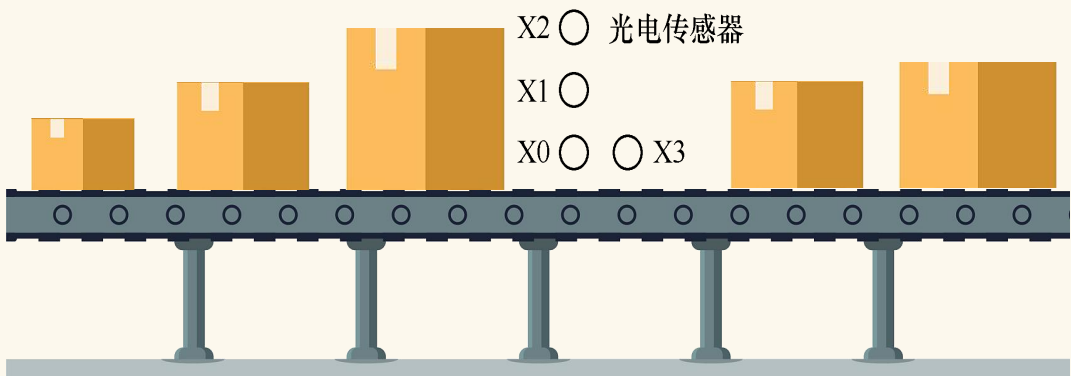
若 $(D0) > K10$ ，则M0置1；

若 $(D0) = K10$ ，则M1置1；

若 $(D0) < K10$ ，则M2置1；

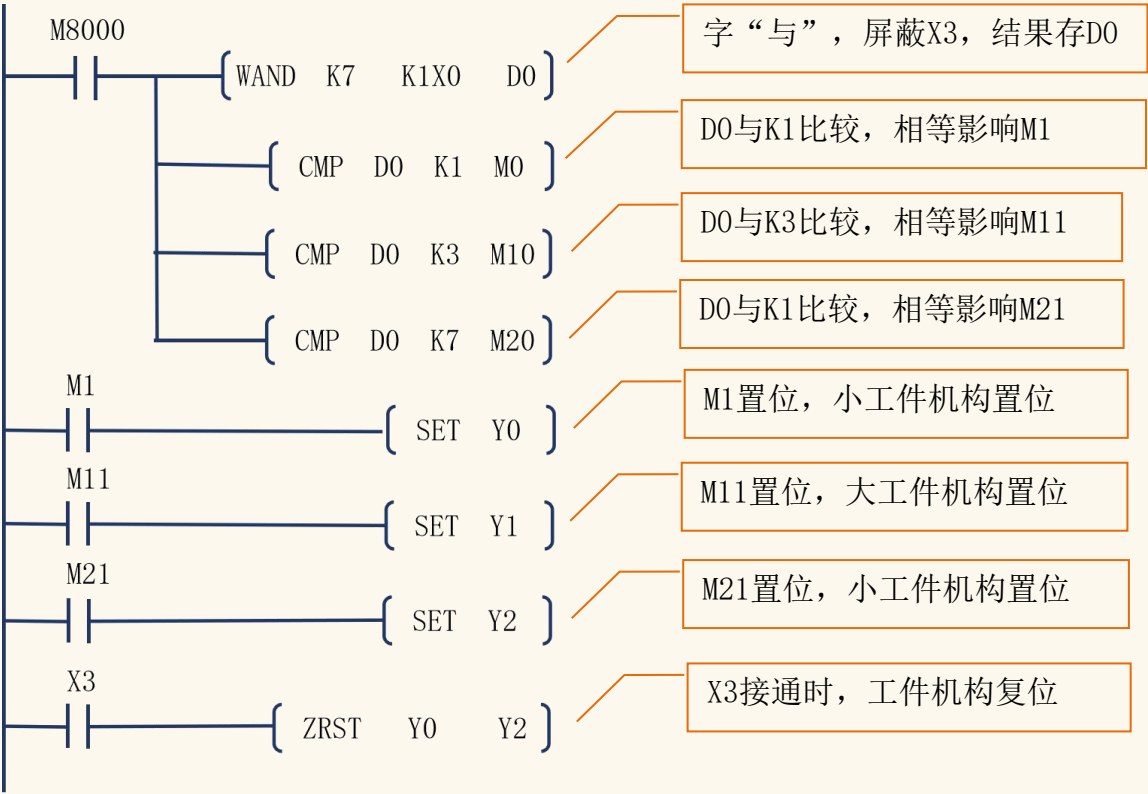
物件检测的控制要求：

如图所示的传送带输送大、中、小三种规格的工件，用连接X0、X1、X2端子的光电传感器判别工件规格，然后启动分别连接Y0、Y1、Y2端子的相应操作机构；连接X3的光电传感器用于复位操作机构。用比较指令CMP编写工件规格判别程序。



传送带的工作台

工件规格	光电信号输入控制字K1X0				光电转换数据
	X3	X2	X1	X0	
小	0	0	0	1	K1
中	0	0	1	1	K3
大	0	1	1	1	K7





ZONE COMP ARE

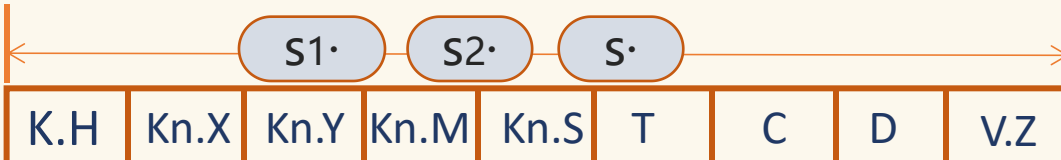
区域比较

16位指令 ZCP 连续执行型
7步 ZCP P 脉冲执行型

32位指令 D ZCP 连续执行型
17步 D ZCP P 脉冲执行型

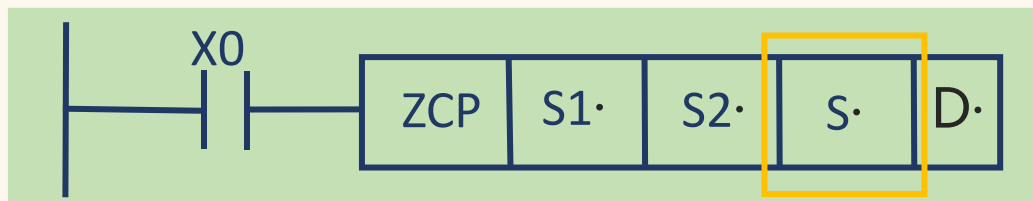
通用软元件

字软元件



(D·) 占3点
D、D+1、D+2

位软元件



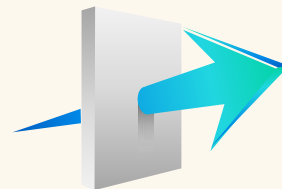


怎么办?

没办法，就是优秀。



厉害了，我的哥。



0

0-59分

59/60

60-80分

79/80

81-100分

100

$S < S1$

$S1$

$S1 \leq S \leq S2$

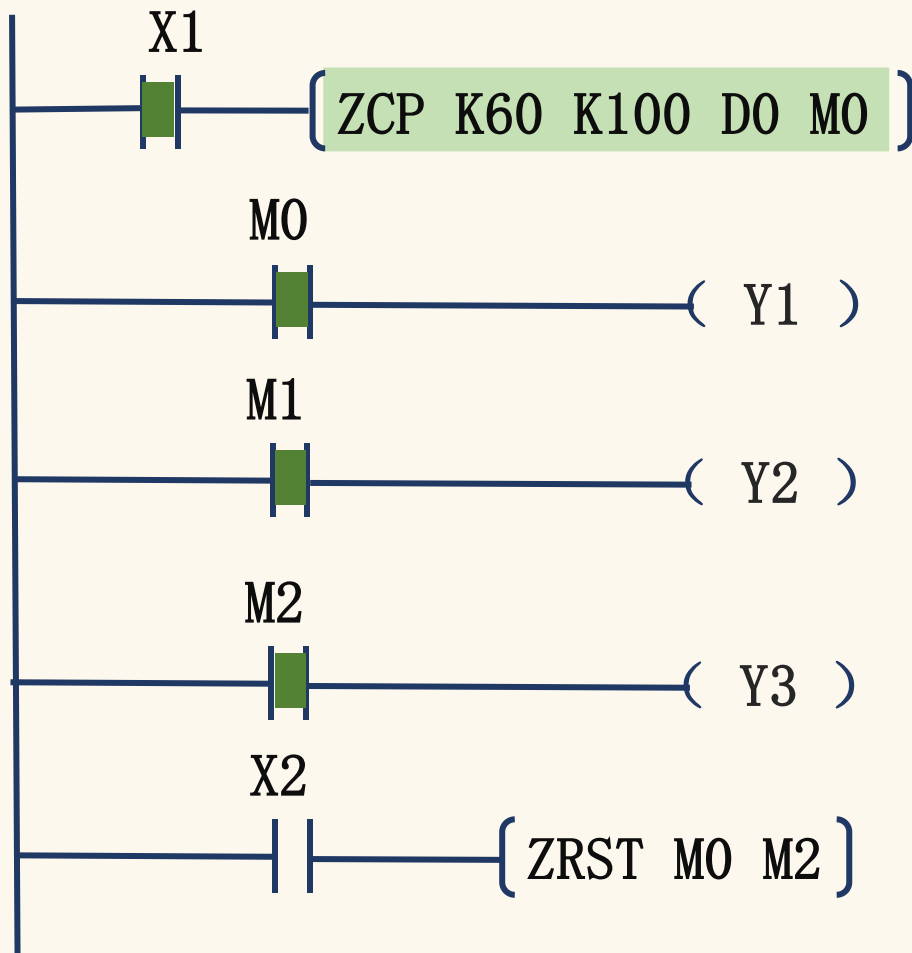
$S2$

$S > S2$

D

D+1

D+2



区间比较指令ZCP的说明：

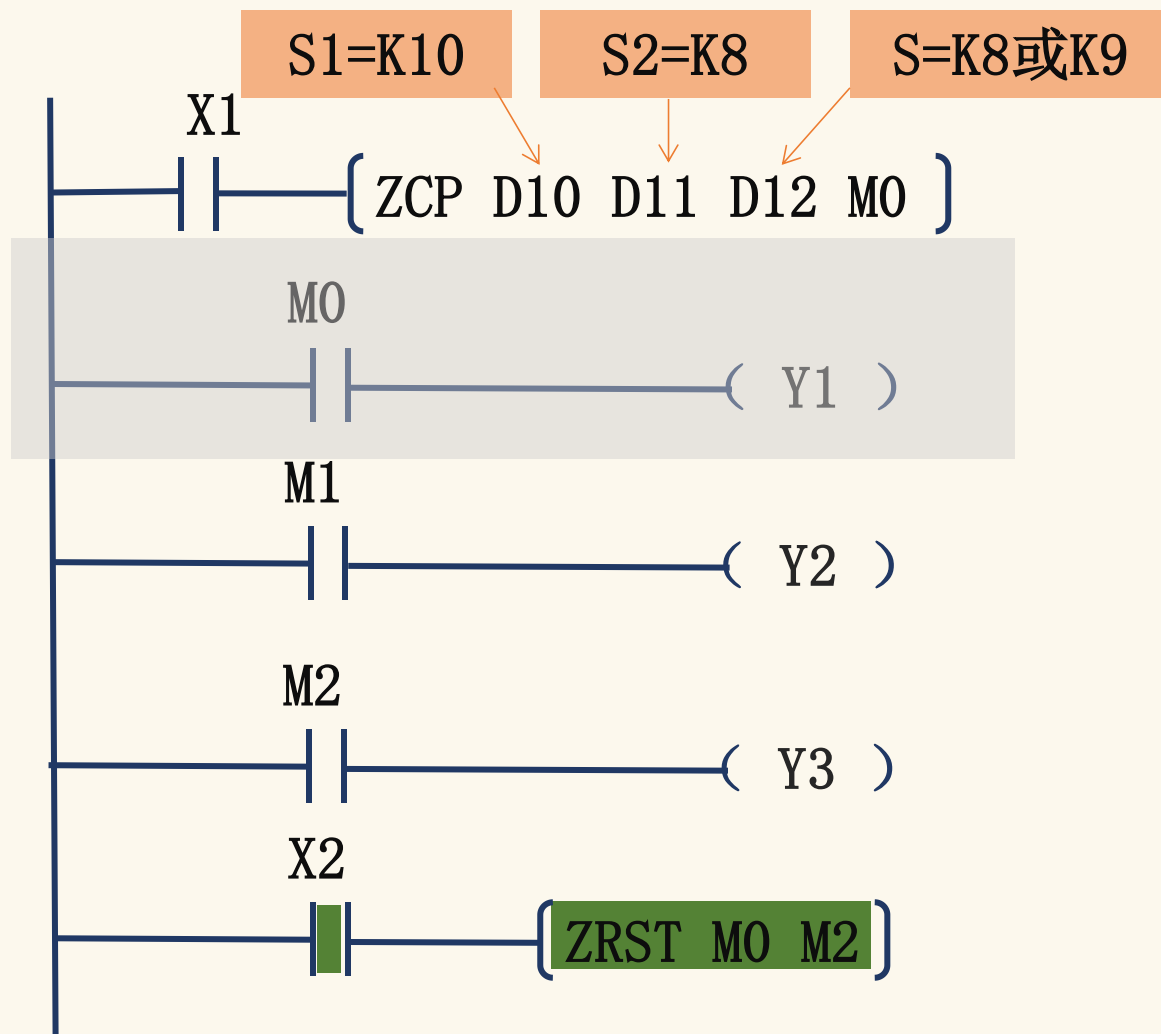
标志位的规则：

若 $K60 > (D0)$ ，则M0置1；

若 $K60 \leq (D0) \leq K100$ ，则

M1置1；

若 $K100 < (D0)$ ，则M2置1；



要求： $S1 < S2$

区间比较指令ZCP的说明：

标志位的规则：

D10内存的数据为D10，D11
所存的数据为K8，此时若
D12所存的数据为K8或K9，
D12都是M0接通。

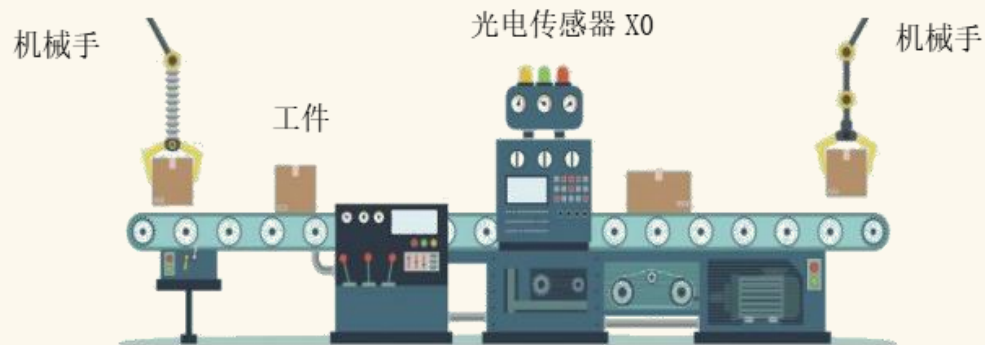
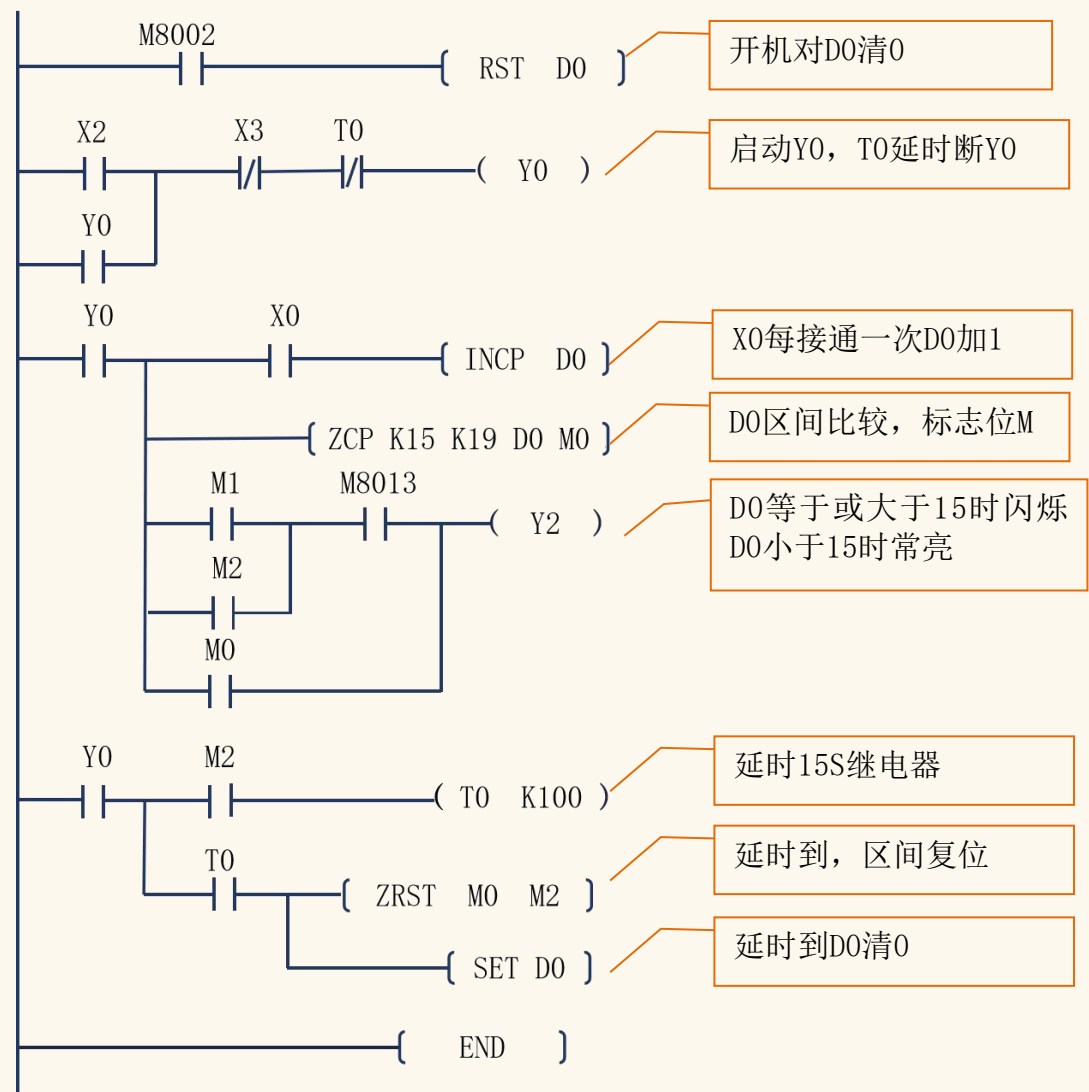


图 5-2-7 工件输送示意图

工件检测计数控制要求：用如图所示的传送带输送工件，数量为20个。连接X0端子的光电传感器对工件进行计数。当计件数量小于15时，指示灯常亮；当计件数量等于或大于15以上时，指示灯闪烁；当计件数量为20时，10s后传送带停机，同时指示灯熄灭。设计PLC控制线路并用区间比较指令ZCP编写程序。



	FNC 224	
D	~246	

=、>、<、<>、
<=、>=

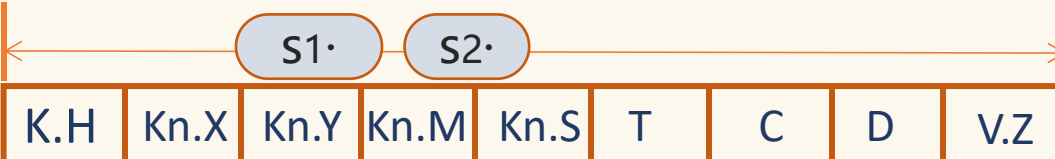
触点比较

16位指令 下述 连续执行型
5步

32位指令 下述 连续执行型
9步

通用软元件

字软元件



位软元件



LD/AND/OR

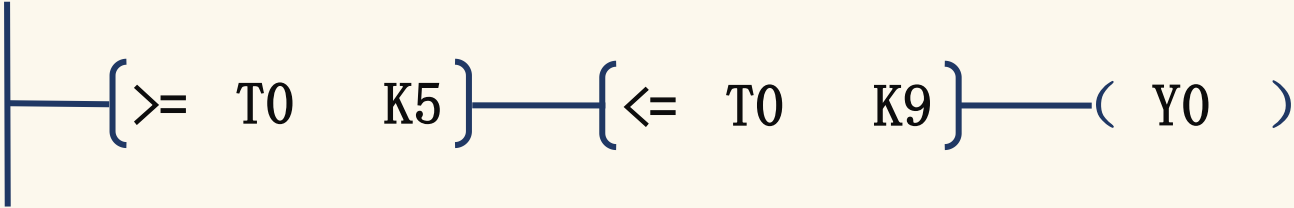
- ① 起始触点比较
- ② 串联触点比较
- ③ 并联触点比较



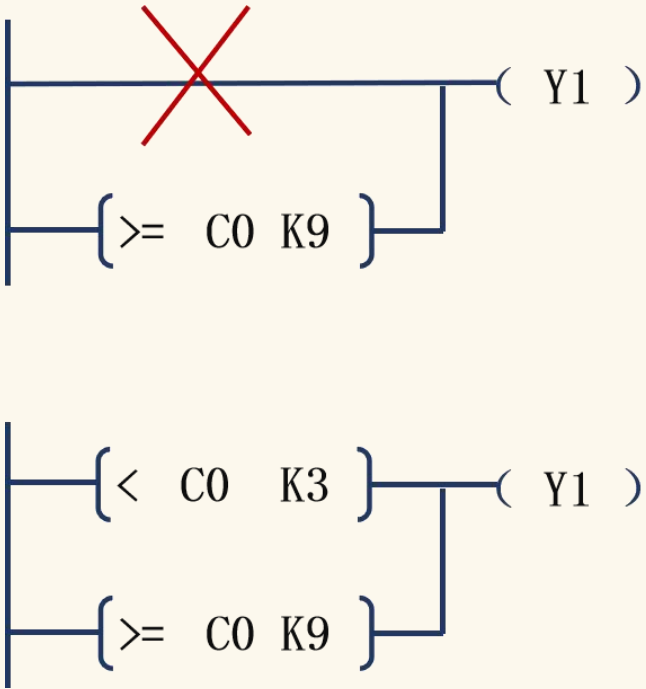
	FNC编号	助记符	比较条件	逻辑功能
起始接点比较	224	LD=	S1=S2	S1与S2相等
	225	LD>	S1>S2	S1大于S2
	226	LD<	S1<S2	S1小于S2
	228	LD<>	S1 ≠ S2	S1与S2不相等
	229	LD<=	S1 ≤ S2	S1小于等于S2
	230	LD>=	S1 ≥ S2	S1大于于等于S2

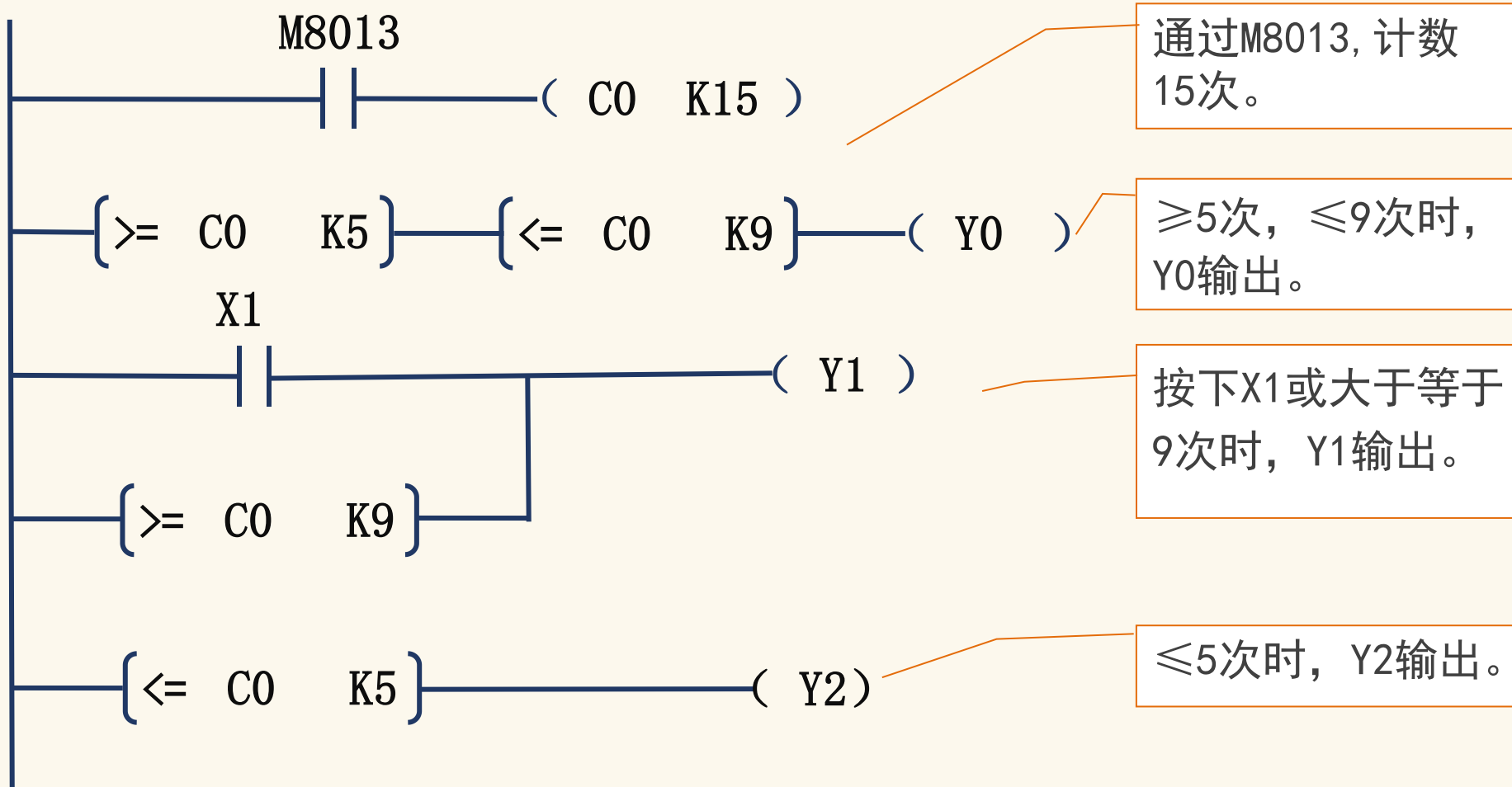
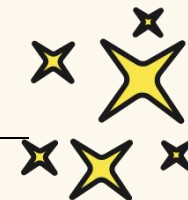


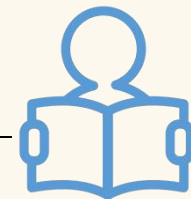
	FNC编号	助记符	比较条件	逻辑功能
串联比较接点	232	AND=	S1=S2	S1与S2相等
	233	AND>	S1>S2	S1大于S2
	234	AND<	S1<S2	S1小于S2
	236	AND<>	S1≠S2	S1与S2不相等
	237	AND<=	S1≤S2	S1小于等于S2
	238	AND>=	S1≥S2	S1大于等于S2



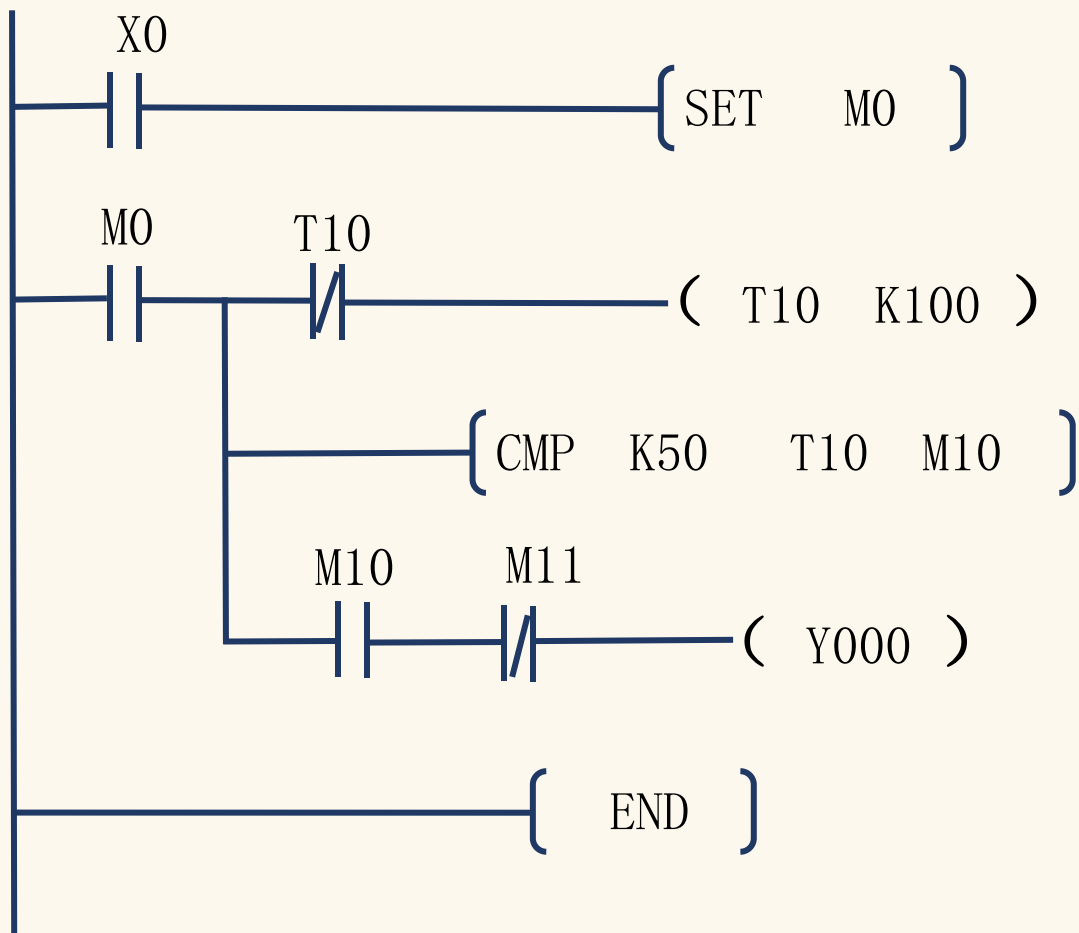
	FNC编号	助记符	比较条件	逻辑功能
并联比较接点	240	OR=	S1=S2	S1与S2相等
	241	OR>	S1>S2	S1大于S2
	242	OR<	S1<S2	S1小于S2
	244	OR<>	S1≠ S2	S1与S2不相等
	245	OR<=	S1≤ S2	S1小于等于S2
	246	OR>=	S1≥ S2	S1大于于等于S2



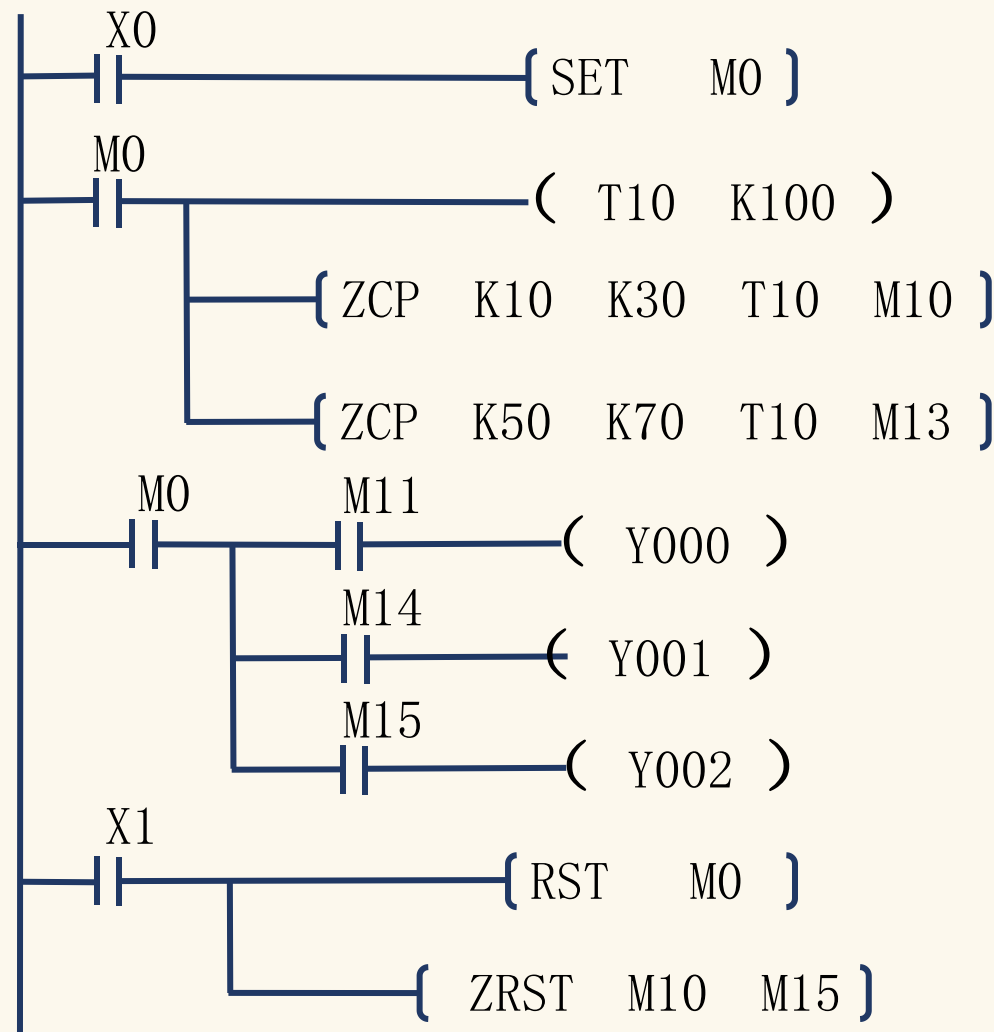


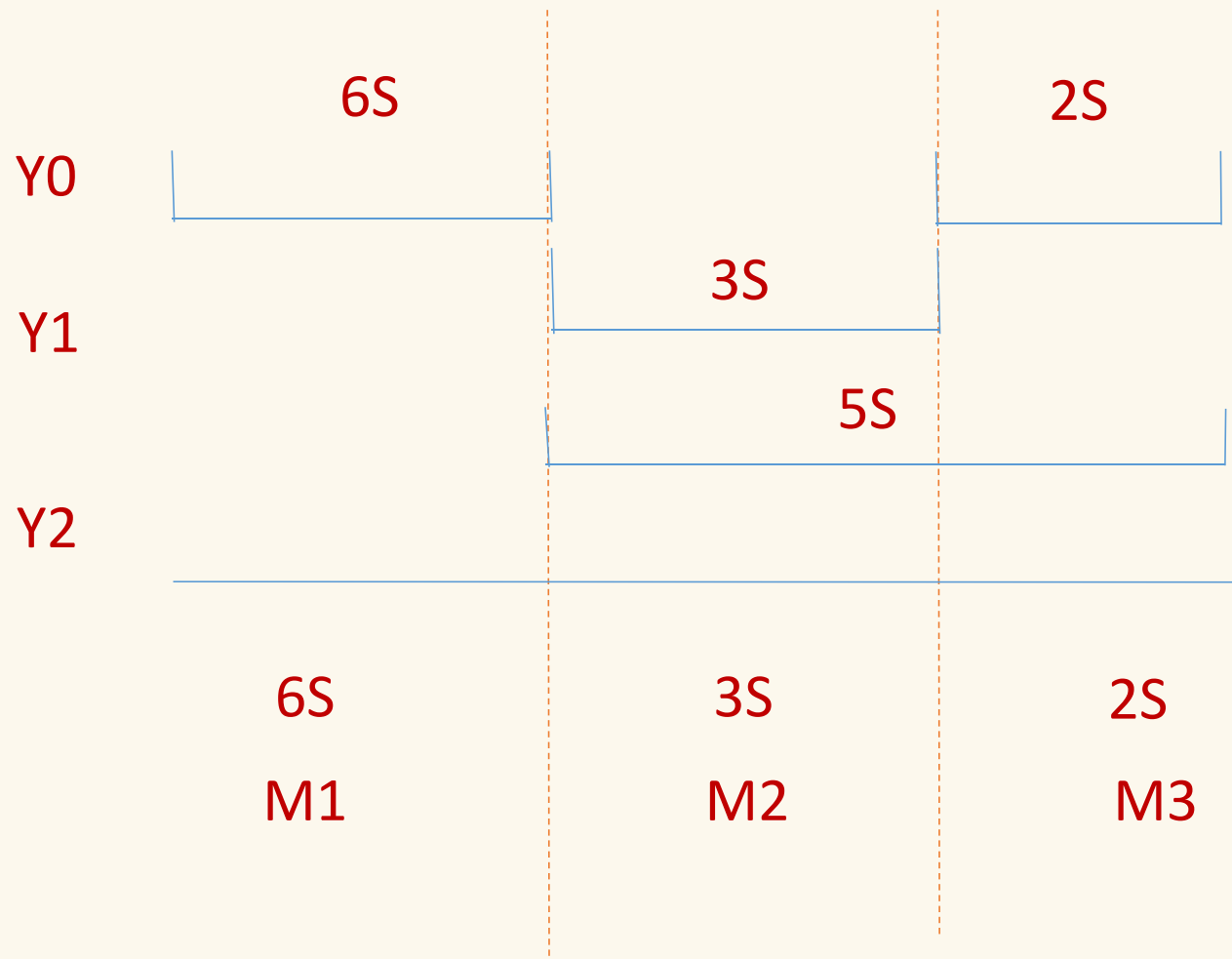


分析Y0什么时候接通？



分析Y0、Y1、Y2什么时候接通？





厚德力行

博道通术

$O(n_n)o$

谢谢！

虚心听取您宝贵的意见！



电气控制及PLC应用

——项目化教程

厚德力行

博道通术



授课人:



01

OPTIONS

加法指令——ADD



02

OPTIONS

减法指令——SUB



03

OPTIONS

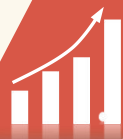
乘法指令——MUL



04

OPTIONS

除法指令——DIV



05

OPTIONS

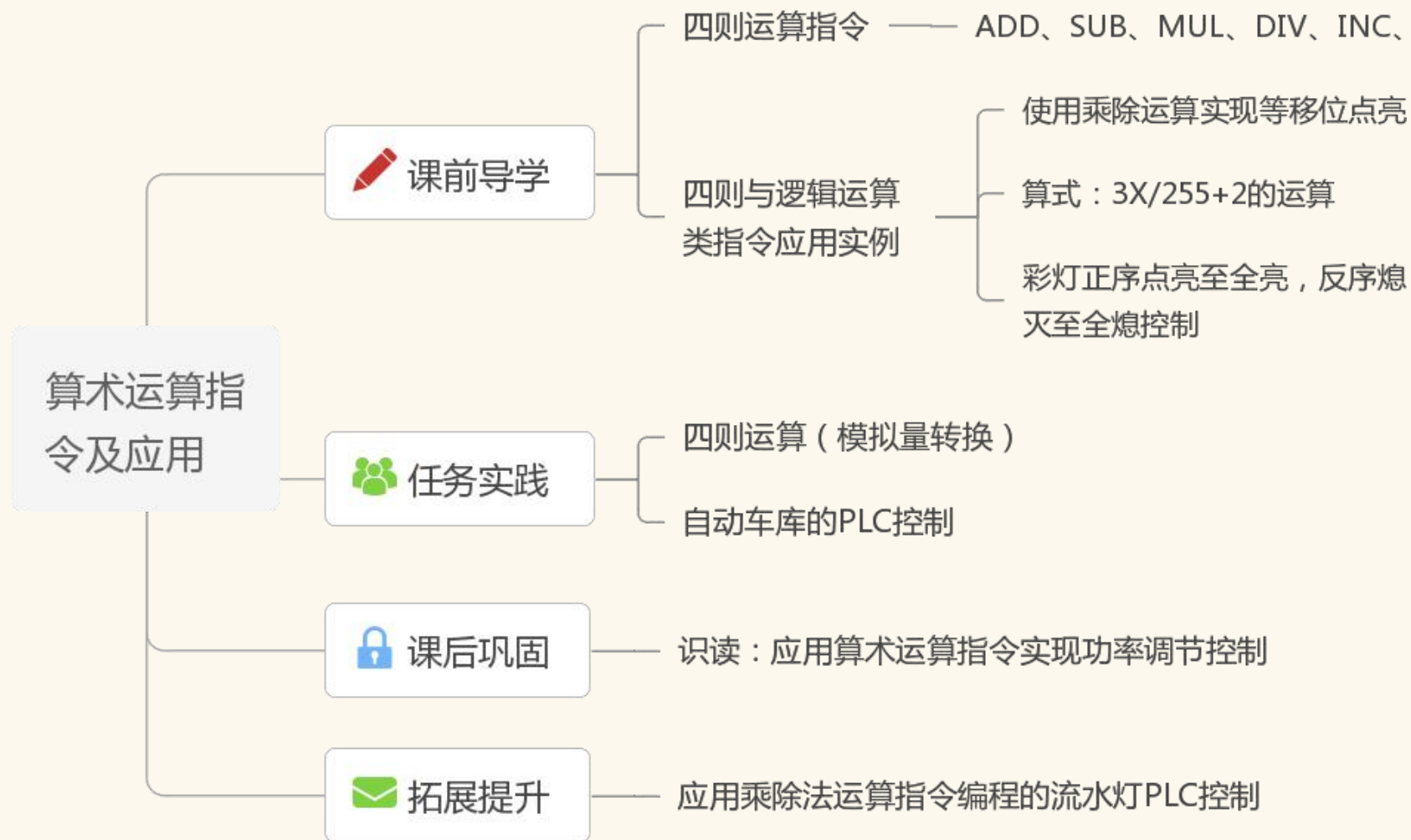
加1指令——INC



06

OPTIONS

减1指令——DEC



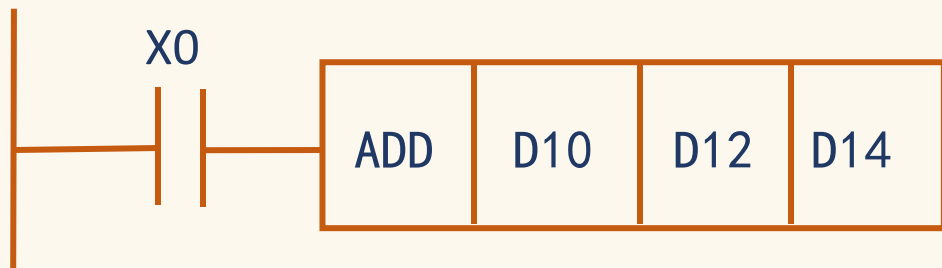
加法和减法		操作数范围			程序步 脉冲执行型和连续 执行型
指令名称	指令码位	[S1 ·]	[S2 ·]	[D ·]	
加法 ADD	FNC20 (16/32)	K、H、KnX、 KnY、KnM、KnS、 T、C、D、V、Z	KnY、KnM、 KnS、T、C、 D、V、Z		ADD、ADDP…7步 DADD、DADDP…13步
减法 SUB	FNC20 (16/32)				SUB、SUBP…7步 DSUB、DSUBP…13步

1
加 法

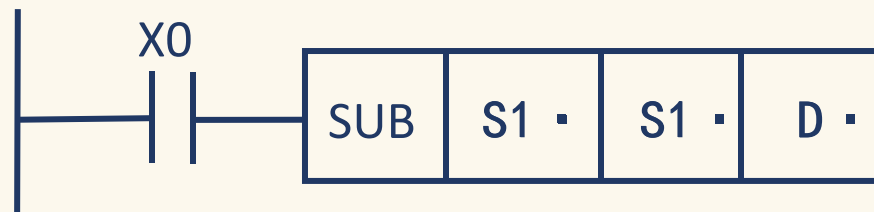


含义： $\quad + \quad =$

例：

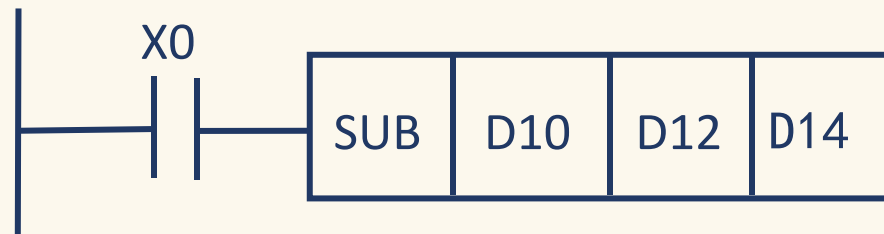


2
减 法



含义： $\quad - \quad =$

例：



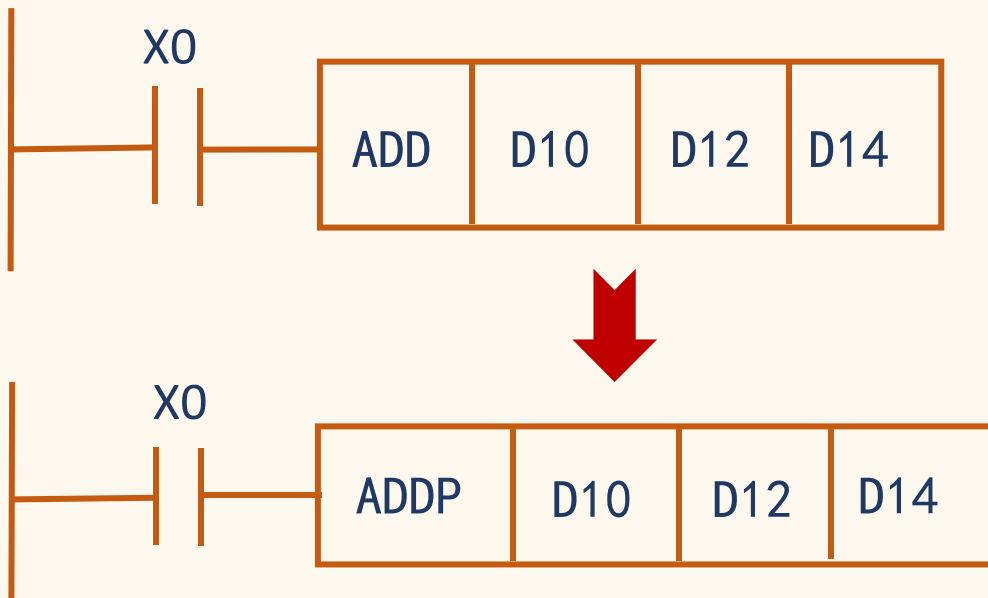
继电器编号	名称	功能和用途
M8020	零标志位	ON:运算结果为0
M8021	借位标志位	ON:当运算结果小于-32768 (16位)或-2147483648 (32位)时，负数溢出标志
M8022	进位标志位	ON:当运算结果大于32768 (16位)或2147483648 (32位)时，正数溢出标志



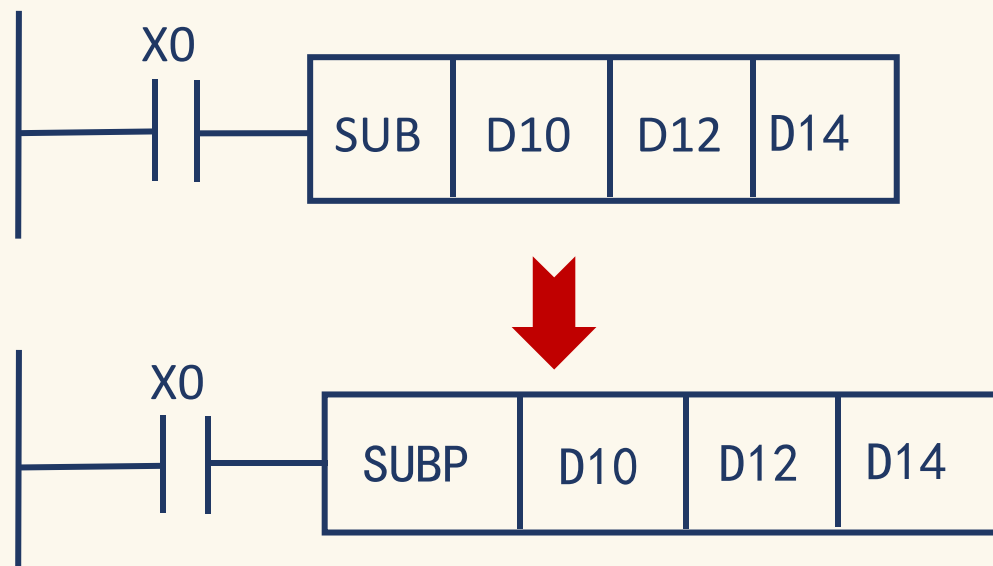
注意：

选用连续执行型，PLC每扫描一个周期，指令就执行一次，此时，重复执行加、减运算可能不是我们需要的，所以应该选择脉冲执行型指令**ADD**加上字母**P**、**SUB**也加上字母**P**或**边沿触发型**驱动条件。

例：



例：



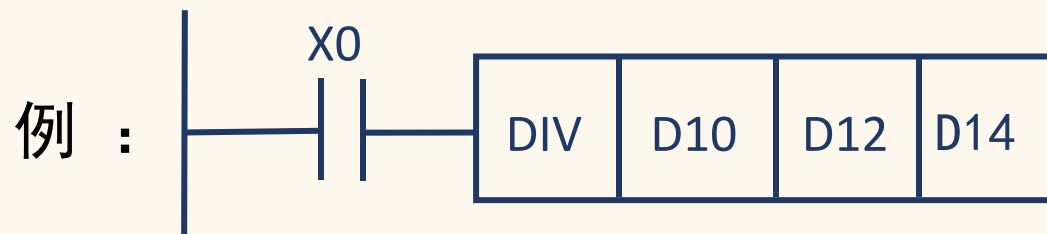
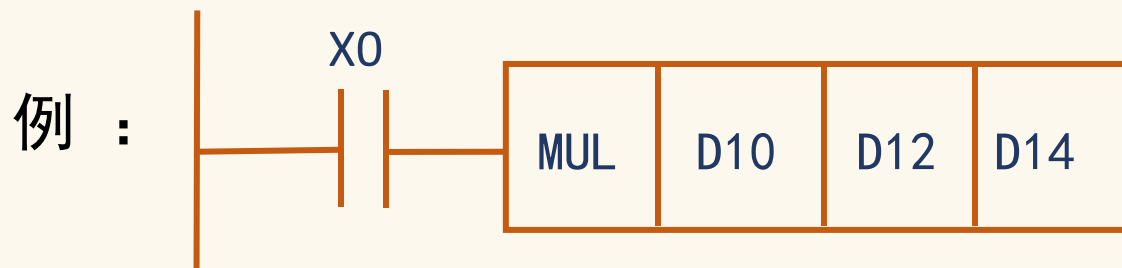
乘法和除法					
指令名称	指令码位	操作数范围			程序步 脉冲执行型和连续 执行型
		[S1 ·]	[S2 ·]	[D ·]	
乘法 MUL	FNC22 (16/32)	KnX、KnY、 KnM、KnS、T、 C、D、V、Z		KnY、KnM、 KnS、T、 C、D	MUL、MULP…7步 DMUL、DMULP…13步
除法 DIV	FNC23 (16/32)				DIV、DIVP…7步 DDIV、DDIVP…13步



含义： $\times =$



含义： $\div =$



16位 $(S1) \times (S2) = (D) \text{ 商 } D, (D+1) \text{ 余数}$

32位 $(S1+1, S1) \times (S2+1, S2) = (D+1, D+2) \text{ 商 } D+1, (D+3, D+2) \text{ 余数}$



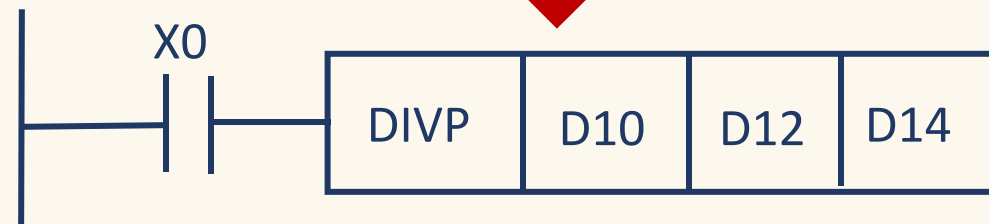
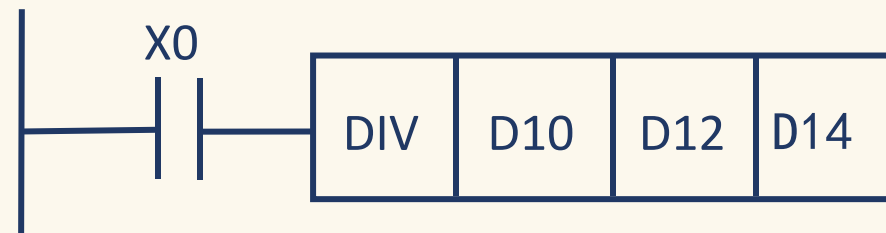
注意：

和加、减指令一样，PLC每扫描一个周期，指令就执行一次，此时，重复执行乘、除运算可能不是我们需要的，所以应该选择脉冲执行型指令**MUL加上字母P**、**DIV加上字母P**或边沿触发型驱动条件。

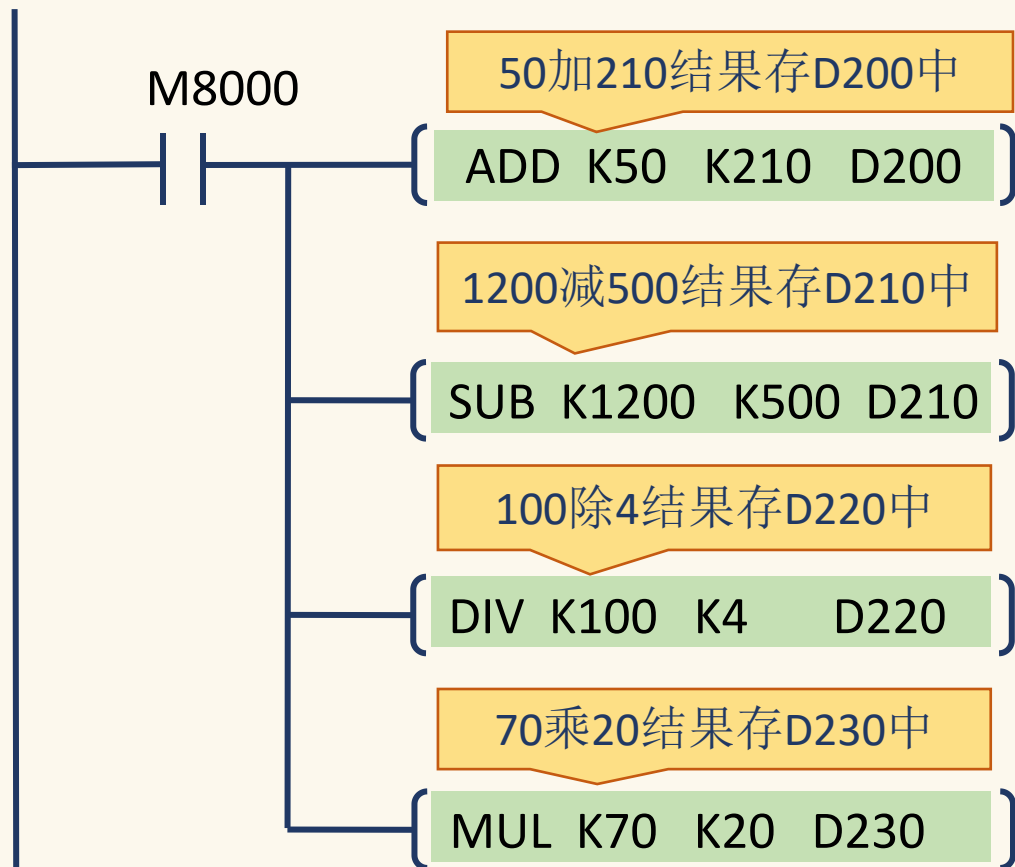
例：



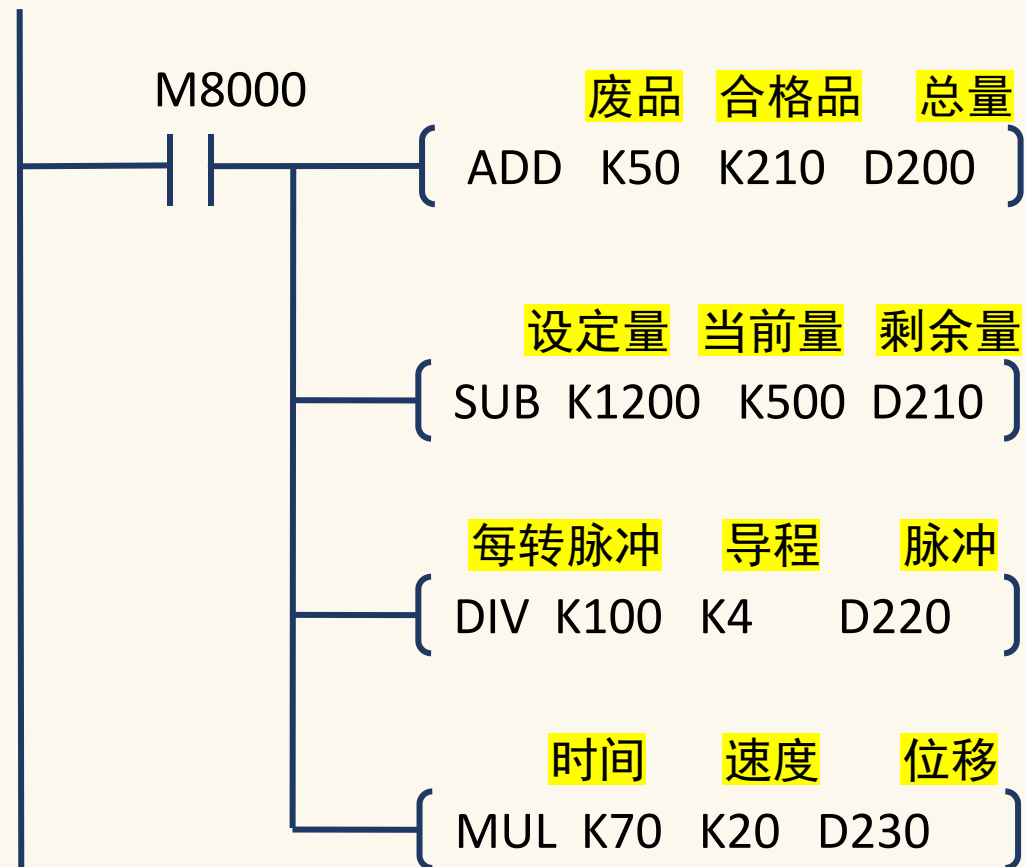
例：



指令前加D为32位，指令后加P则执行一次。



解决的问题



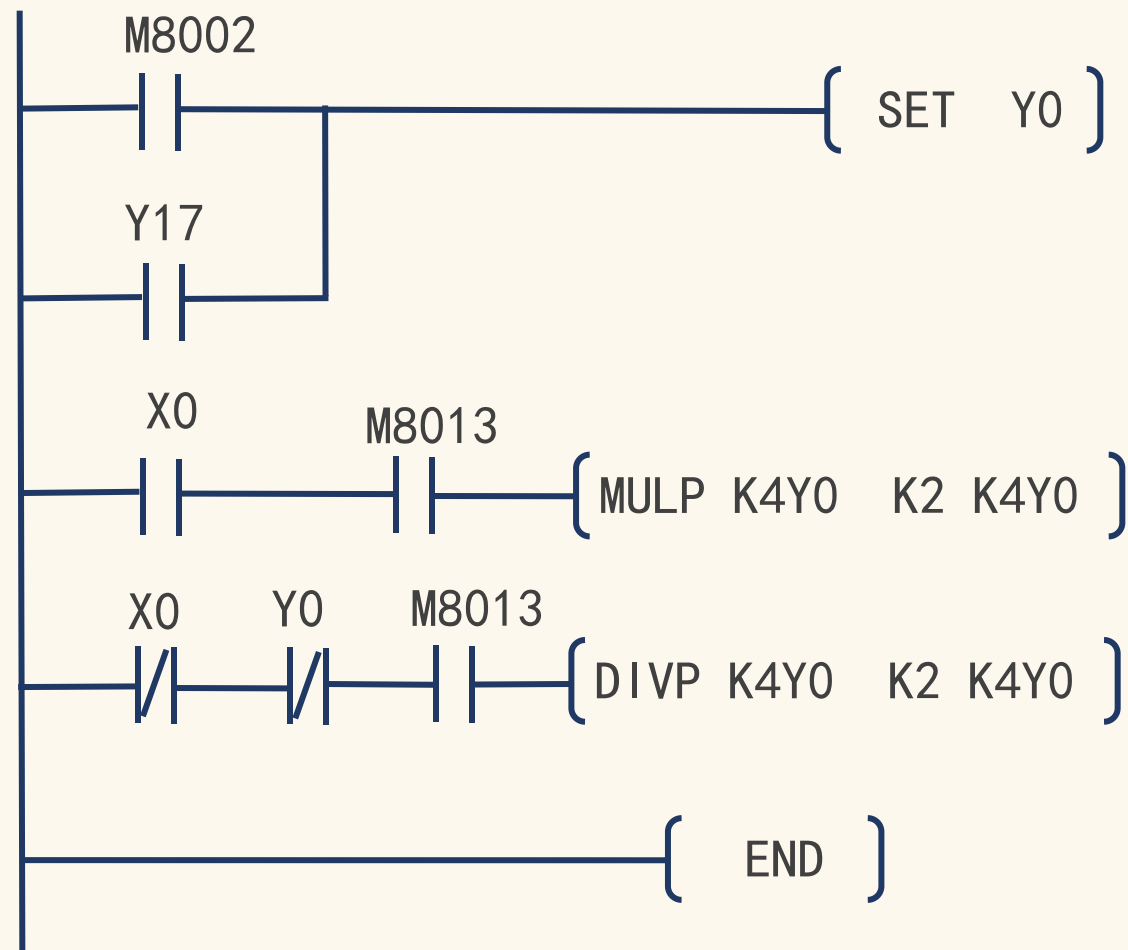
控 制要求：

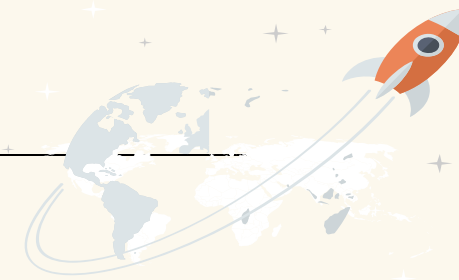
有一组灯 16个灯，接于 Y000～Y017。当 X000为 ON时,灯正序每隔1s单个移位，并循环；当 X000为 OFF时，灯反序每隔1s单个移位，至 Y000为 ON，停止。

置初值：

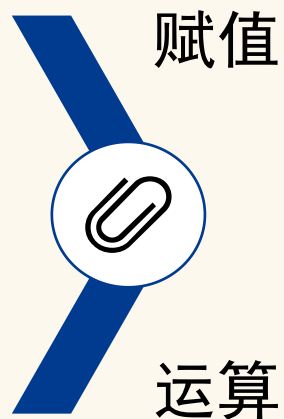
$1 \times 2 = 2; 2 \times 2 = 4; 4 \times 2 = 8; \dots$ 形成正序移位

$8 \div 2 = 4; 4 \div 2 = 2; 2 \div 2 = 1$ 形成反序移位





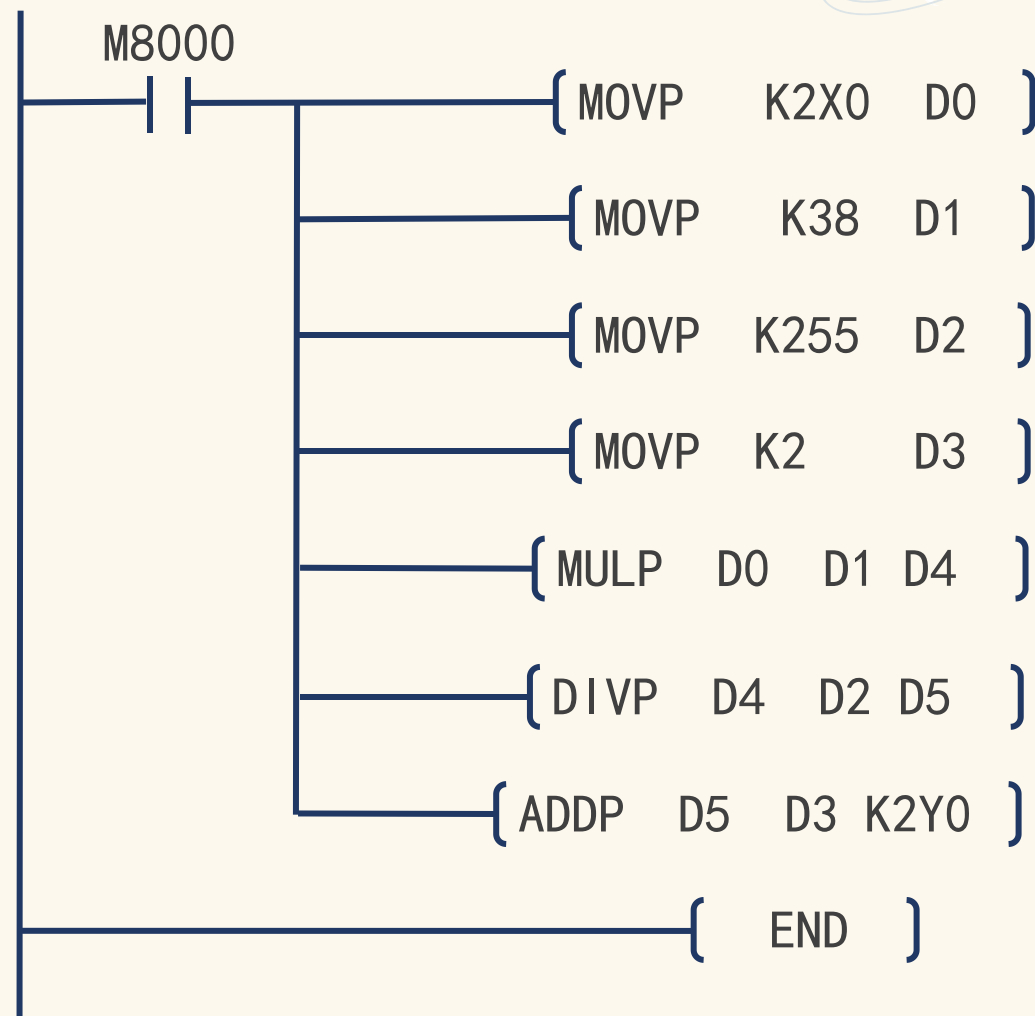
➤ 算式的运算：38X/255+2



38 * X / 255 + 2

$Y=38X/255+2$

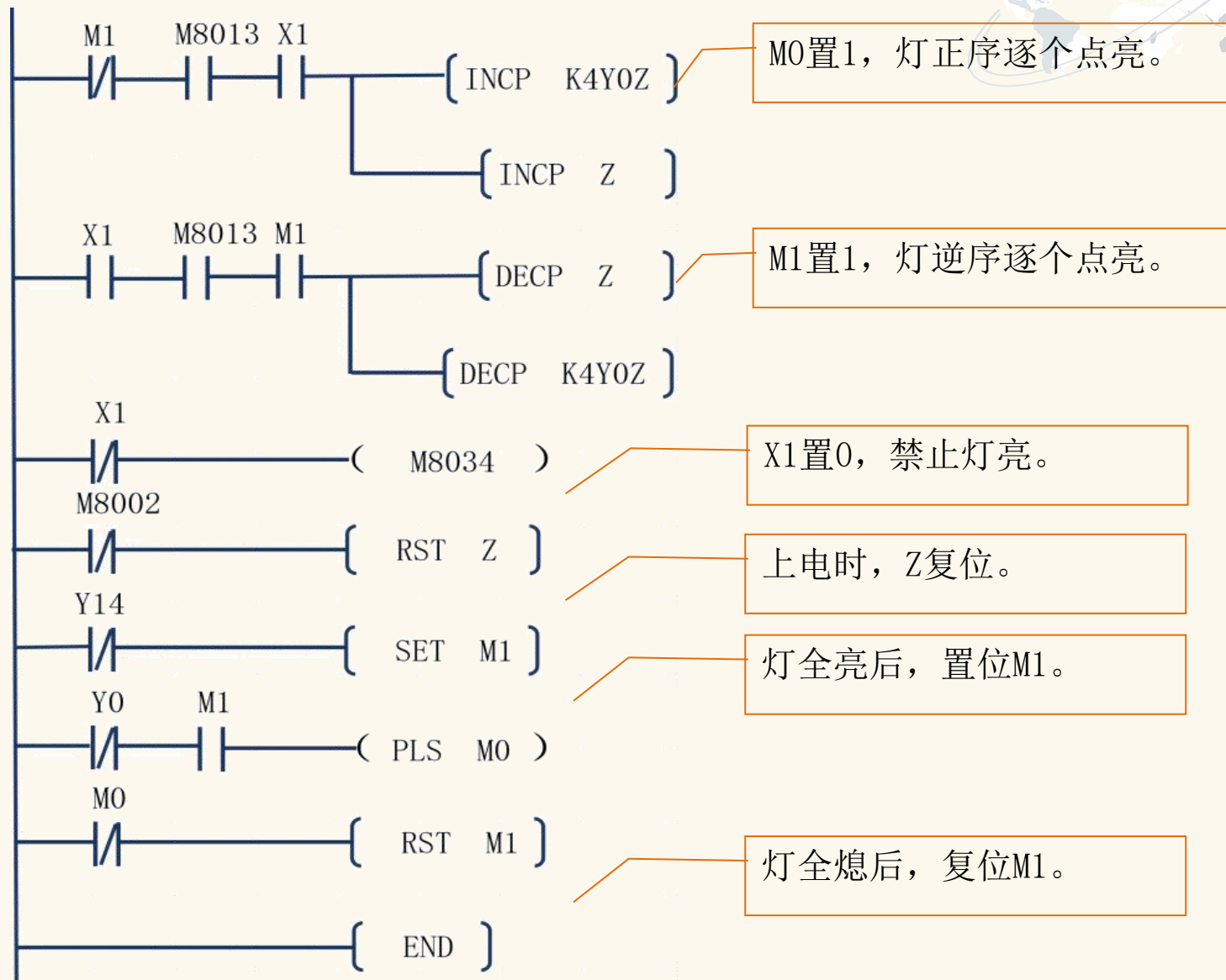
式中“X”代表输入端口 K2X0采集到的数，运算结果需送输出口 K2Y0；X020为起停开关。

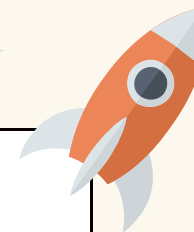




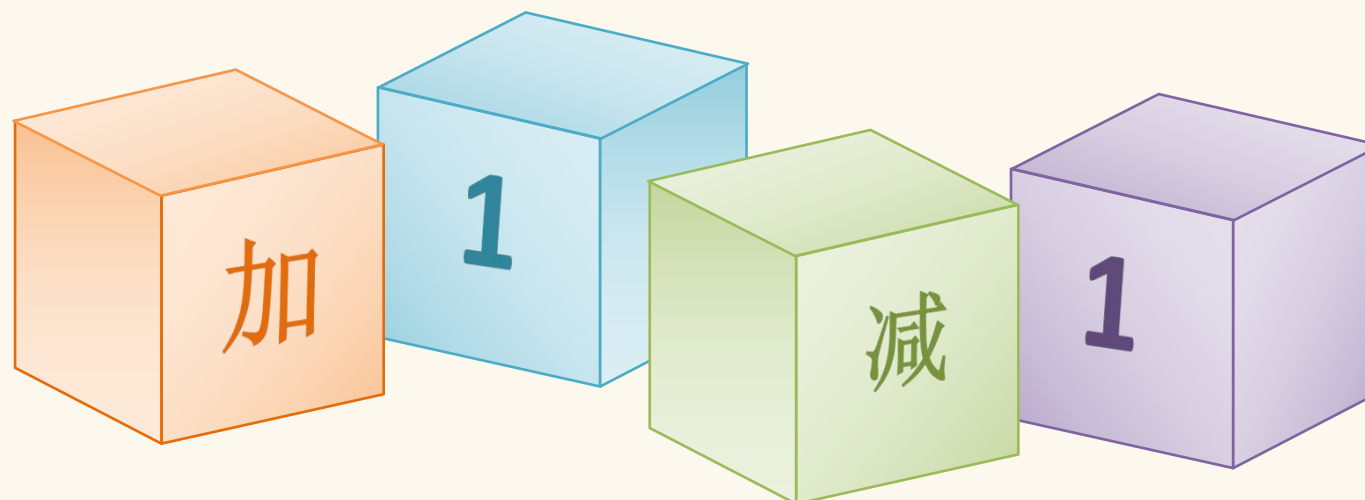
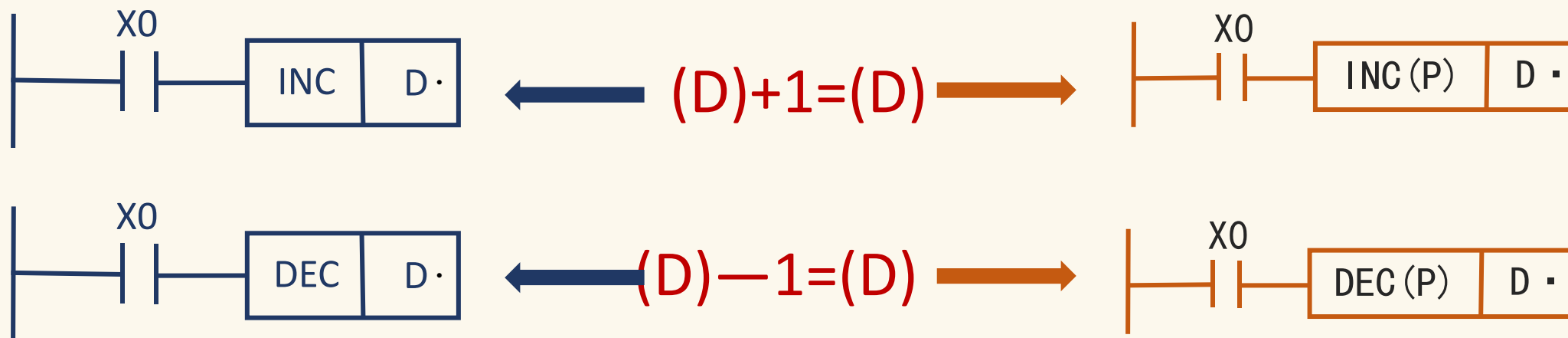
彩灯正序亮至全亮、
反序熄至全熄再循环控制

彩灯12盏，接于
Y000~Y013用加1、减1
指令及变址寄存器实现
正序亮至全亮、反序熄
至全熄再循环控制，彩
灯状态变化的时间单位
为s秒），用秒脉冲
M8013实现。





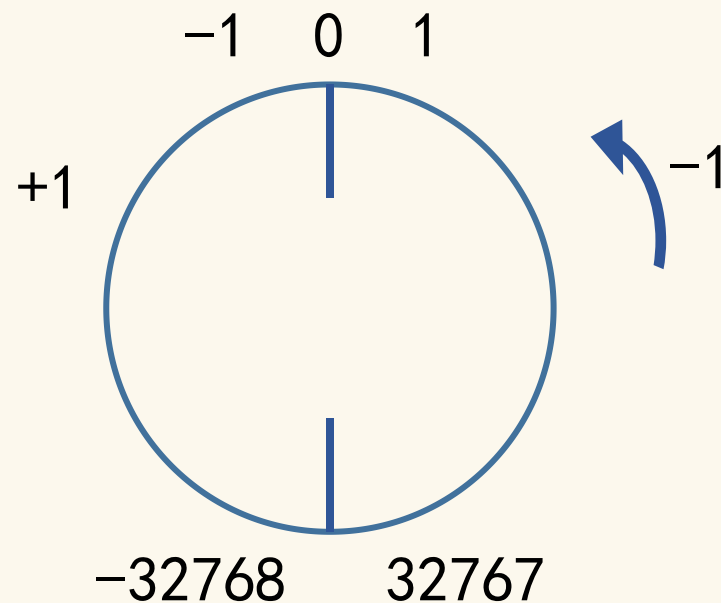
指令名称	指令码位	只有一个操作元件	程序步 脉冲执行型和连续执行型
		[D ·]	
加法 INC	FNC24 (16/32)	KnY、KnM、 KnS T、C、D、Z	INC、INCP…3步 DINC、DINCP…5步
减法 DEC	FNC25 (16/32)		DEC、DECP…3步 DDEC、DDECP…5步



INC指令



DEC指令



INC和DEC指令在执行过程中不会影响到标志位，

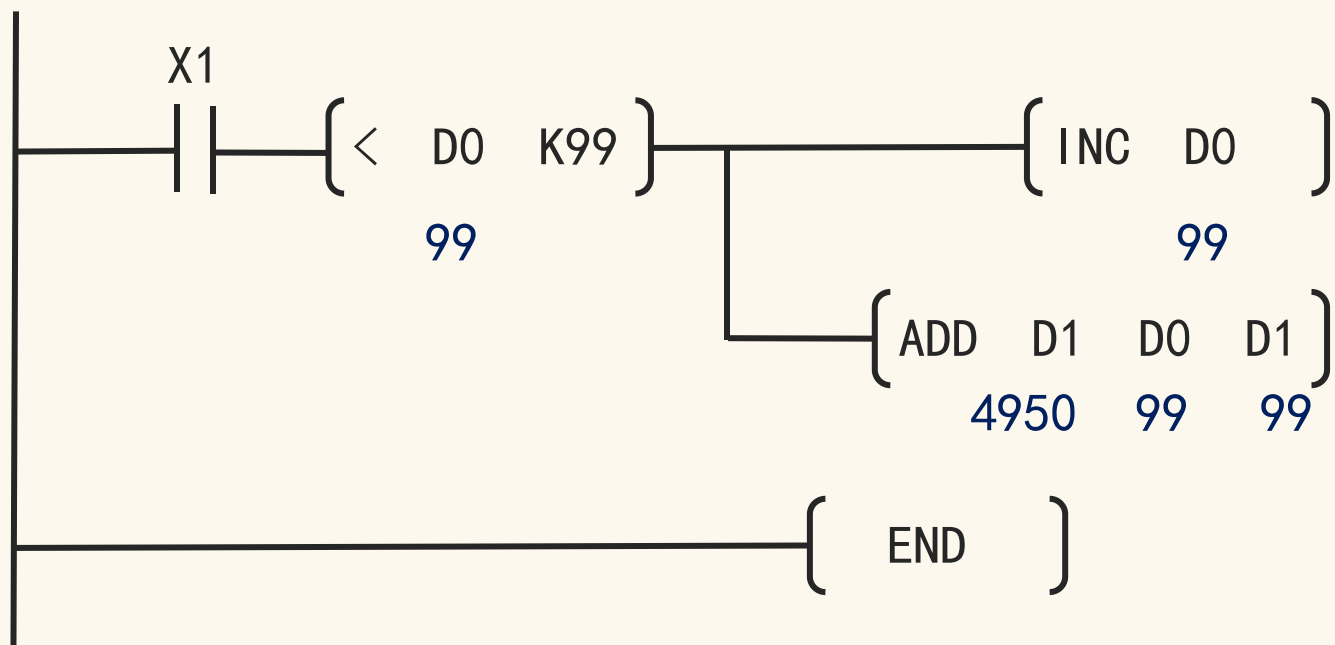
M8020/M8021/M8022

?



解
OPTIONS

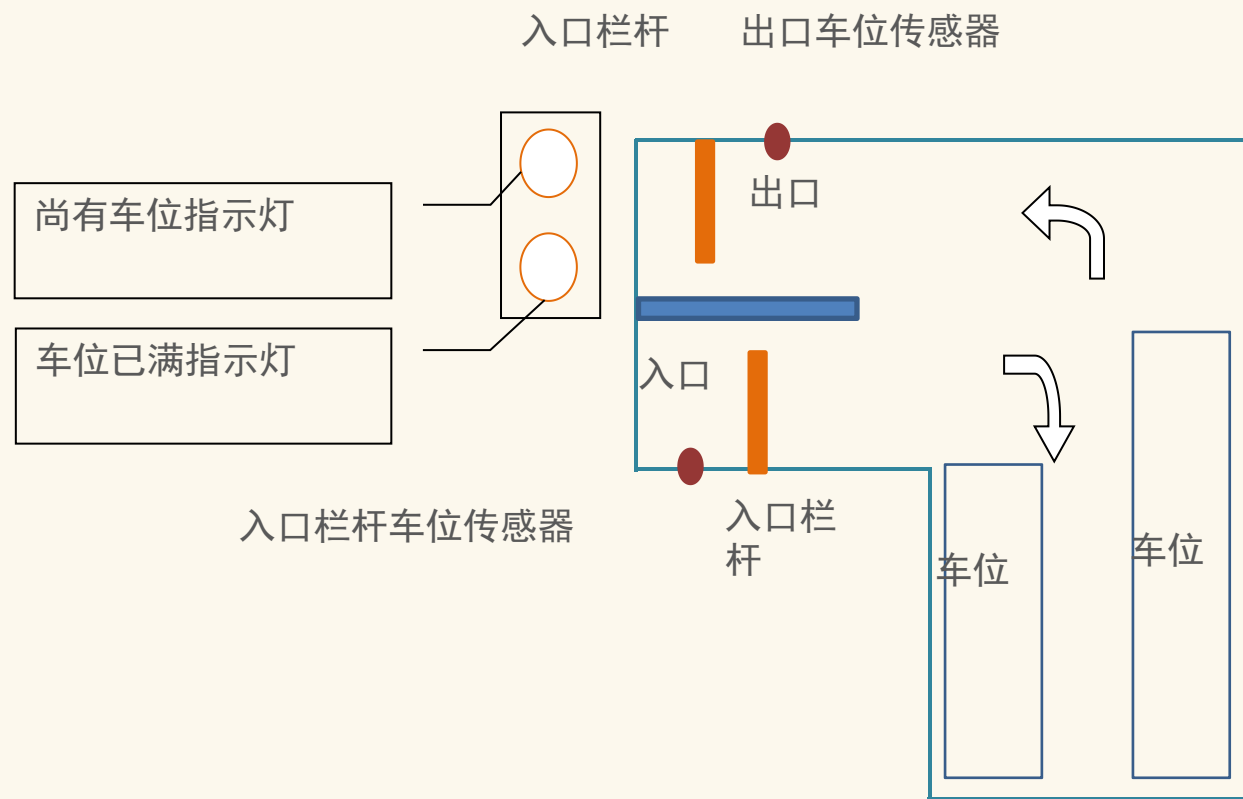
求 $1+2+3+\dots+99$ 的和。





控制要求：

车库总共有100个车位，车进入各自使用的通道时，通道口设有自动栏杆机，有进车或有车出时栏杆抬起，且能自动放下。车辆进出分别由入口车检传感器和出口车检传感器判断，当车库内有空车位时，尚有车位指示灯亮表示可以继续停放，当车库内没有空车位时，则车位已满指示灯亮，表示已满，不再允许车辆驶入。



自动车库示意图

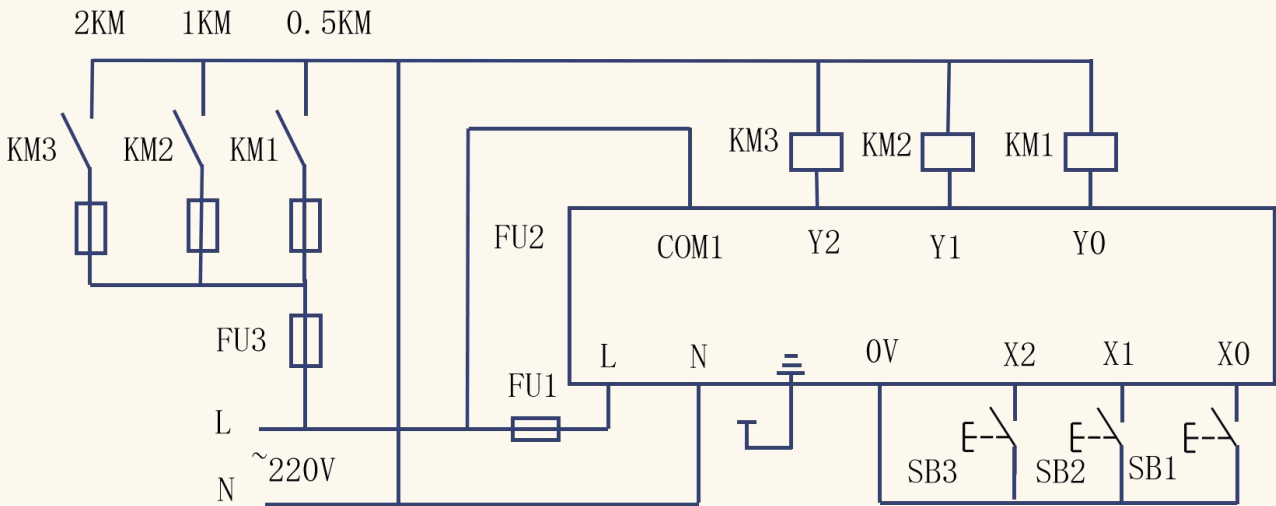
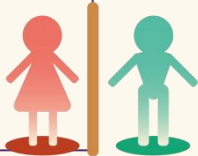


控制要求:

1. 控制要求

某加热器的功率调节有6个挡位，分别是0.5kW、1kW、1.5kW、2kW、2.5kW和3kW。每按一次功率增加按钮SB2，功率上升1挡；每按一次功率减少按钮SB3，功率下降1挡；按停止按钮SB1，停止加热。

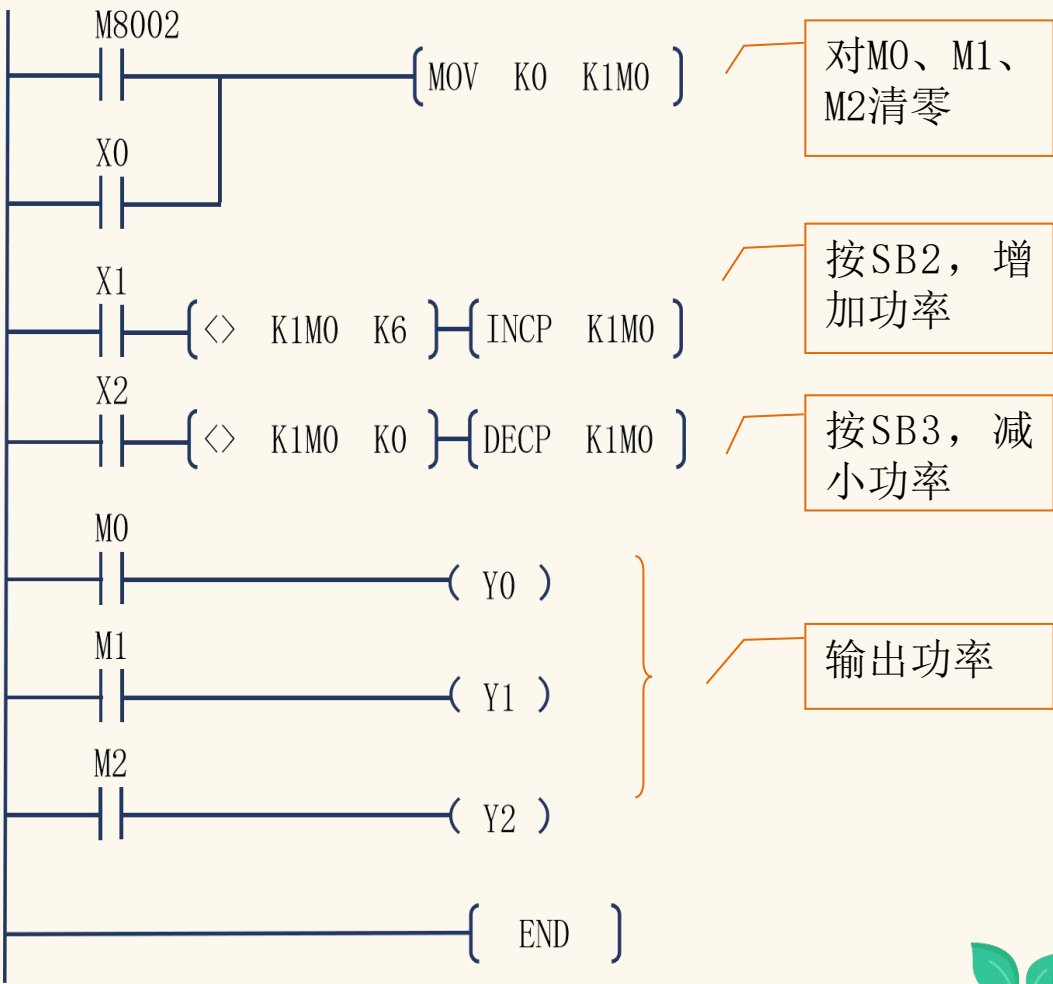
按图5-3-19所示连接功率控制线路。由于负载电流较大，每个接触器的3个主触点可并直接使用。在实践中，发热元件R1、R2、R3可用白炽灯代替。



输出功率KM	字元件K1M0/输出端Y				字元件数据
	M3	M2/Y2	M1/Y1	M0/Y0	
0	0	0	0	0	0
0.5	0	0	0	1	1
1	0	0	1	0	2
1.5		0	1	1	3
2	0	1	0	0	4
2.5	0	1	0	1	5
3	0	1	1	0	6

每按一次功率增加按钮SB2，功率增加0.5kW，最大达到3.5kW；每按一次功率减少按钮SB3，功率减少0.5kW，最终为停止加热；随时按停止按钮SB1，则停止加热。

输出功率KM	字元件K1M0/输出端Y				字元件数据
	M3	M2/Y2	M1/YI	M0/Y0	
0	0	0	0	0	0
0.5	0	0	0	1	1
1	0	0	1	0	2
1.5		0	1	1	3
2	0	1	0	0	4
2.5	0	1	0	1	5
3	0	1	1	0	6



$O(n_n)o$

谢谢！

虚心听取您宝贵的意见！

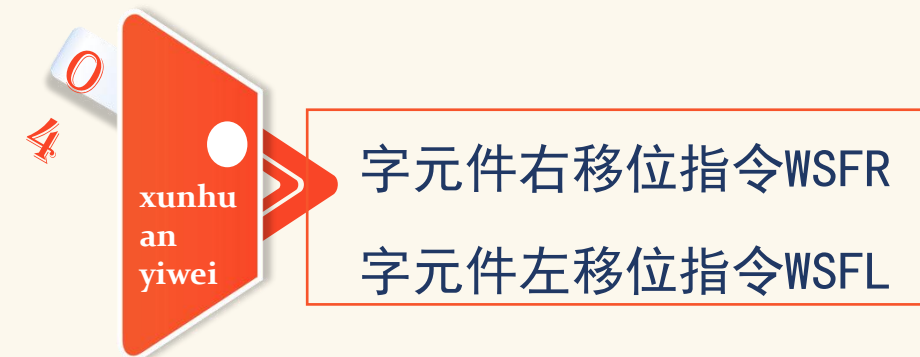
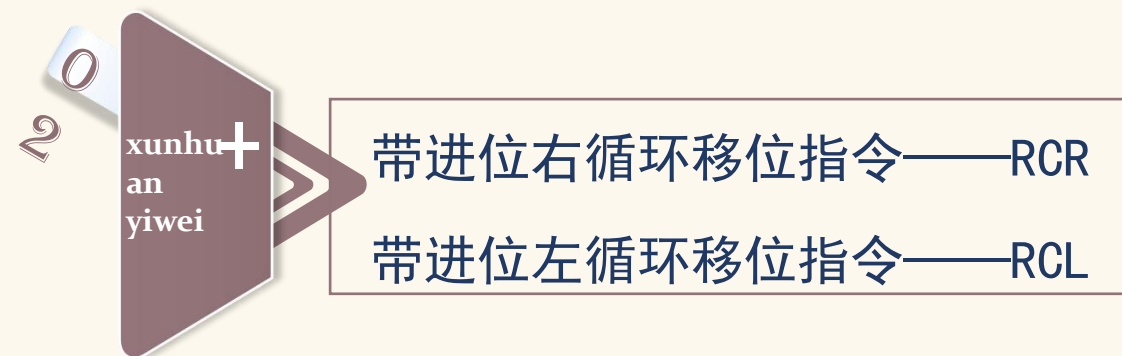
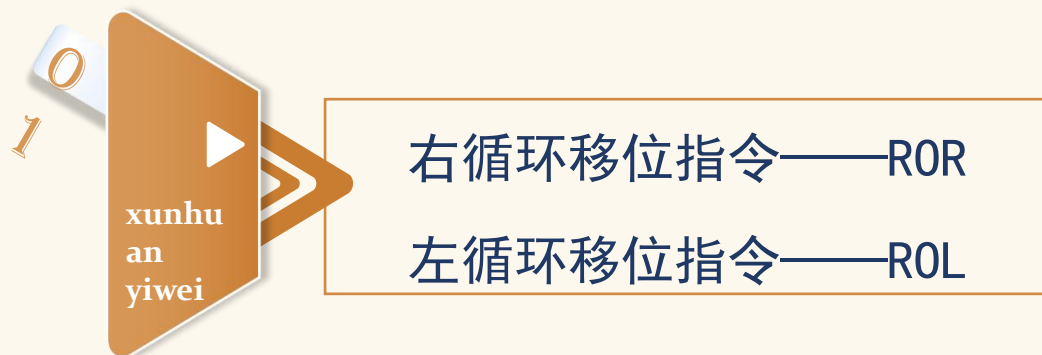
厚德力行

博
道
通
術

授课人：









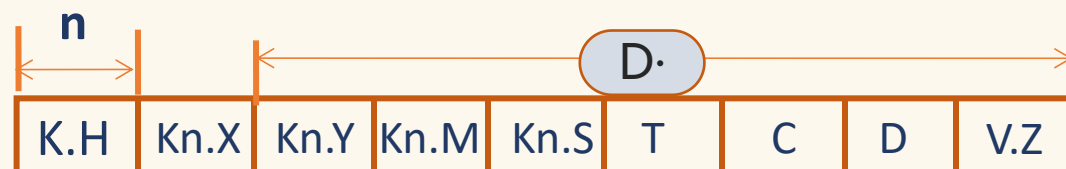
右循环

16位指令 ROR 连续执行型
5步 ROR P 脉冲执行型

32位指令 D ROR 连续执行型
9步 D ROR P 脉冲执行型

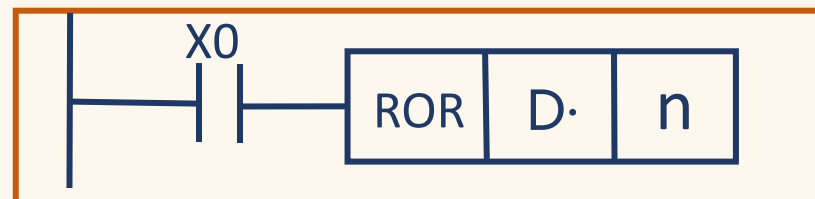
适用软元件

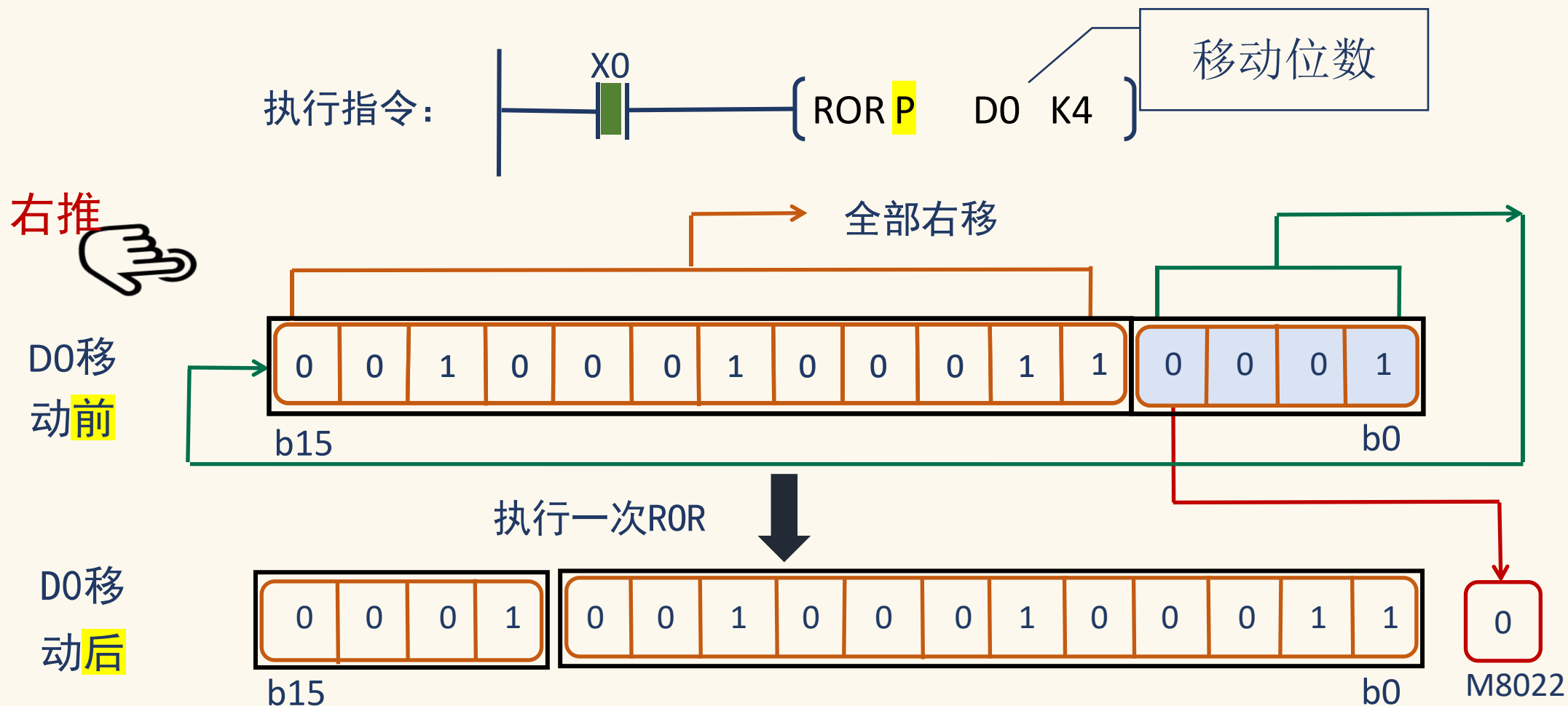
字软元件



$n < 16$ (16位指令)
 $n < 32$ (32位指令)

位软元件





最后移出的1位二进制数同时被传送到进位标志位M8022.



左循环

16位指令 ROL 连续执行型
5步 ROL P 脉冲执行型

32位指令 D ROL 连续执行型
9步 D ROL P 脉冲执行型

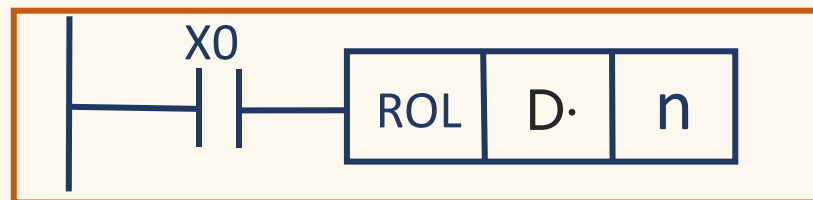
适用软元件

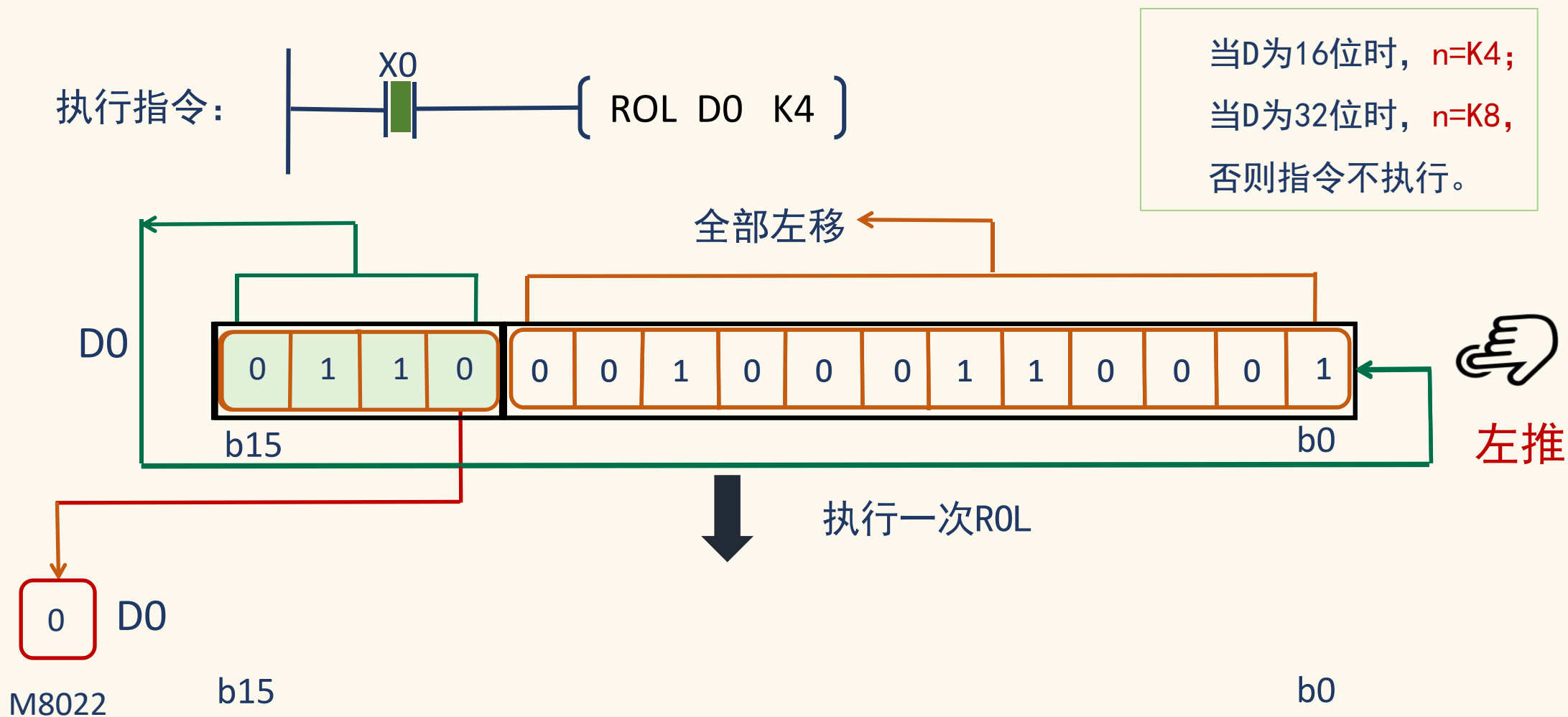
字软元件



$n < 16$ (16位指令)
 $n < 32$ (32位指令)

位软元件

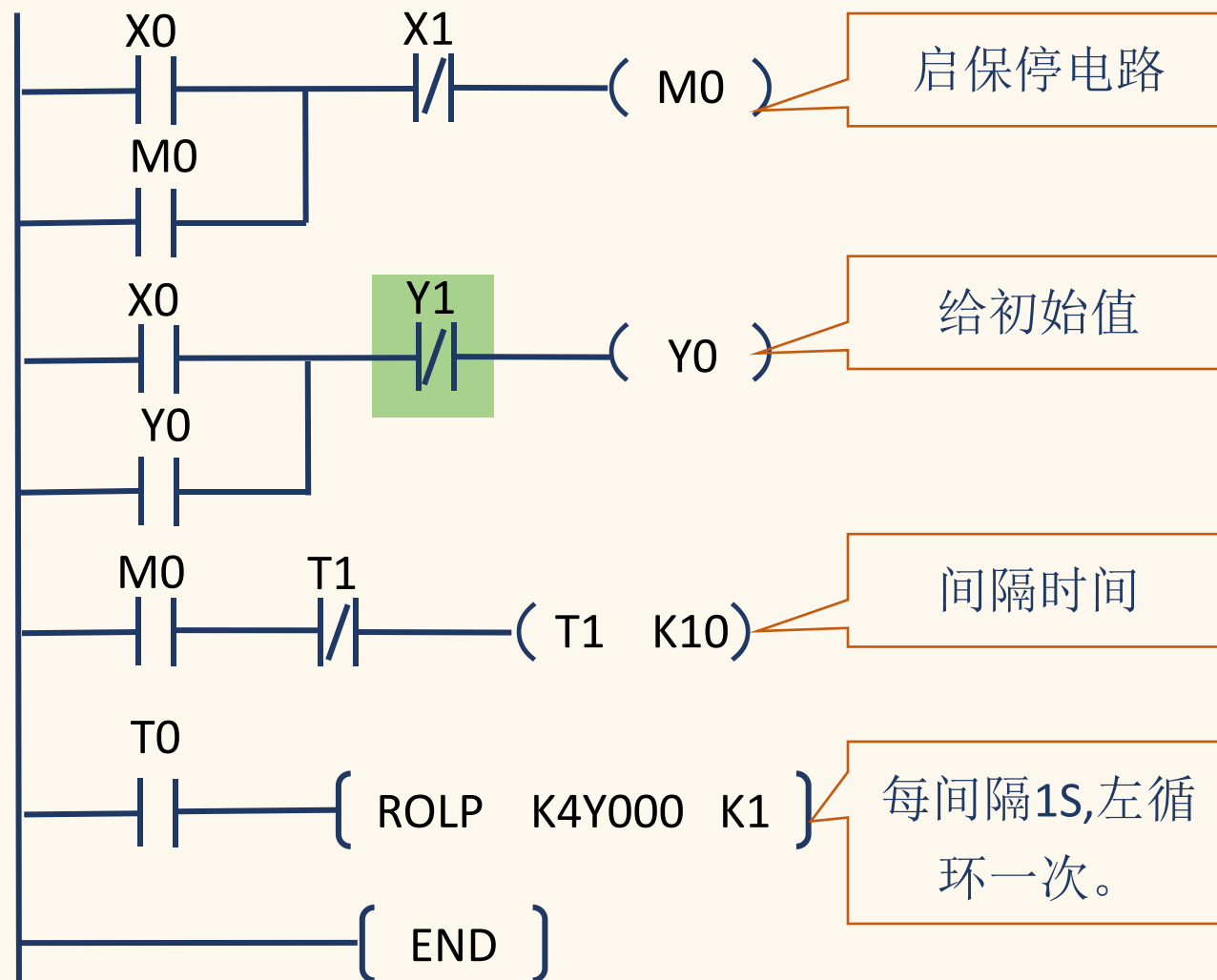
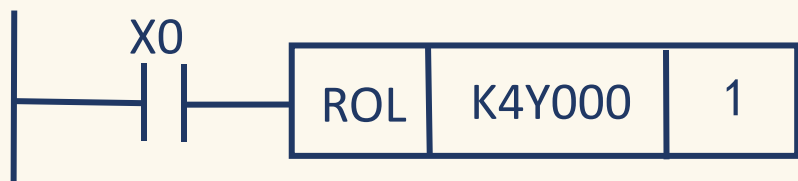




最后移出的1位二进制数同时被传送到进位标志位M8022.

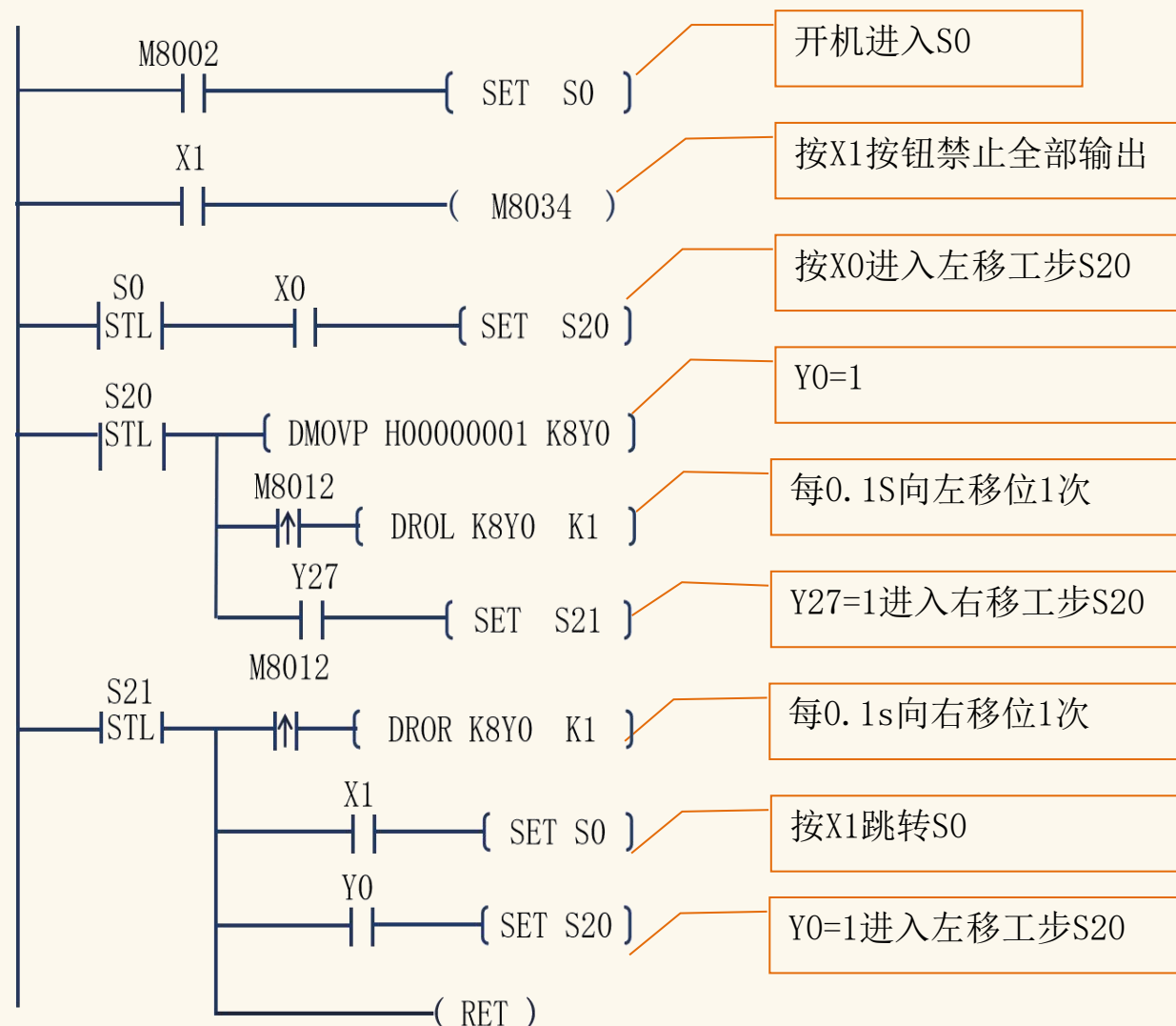
控制要求：

有16个彩灯Y0-Y17，按下启动按钮X0后，每隔1秒轮流点亮一盏，循环运行，至到按下停止按钮X1，停止运行。试用循环移位指令设计出运行程序。



流水灯控制：

要求：利用PLC实现流水灯控制。某灯光招牌有24个灯，要求按下启动按钮X0时，灯以正、反序每0.1s间隔轮流点亮；按下停止按钮X1时，停止工作。





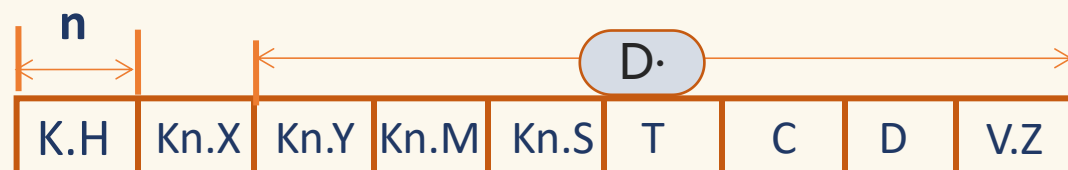
带进位右循环

16位指令 RCR 连续执行型
5步 RCR P 脉冲执行型

32位指令 D RCR 连续执行型
9步 D RCR P 脉冲执行型

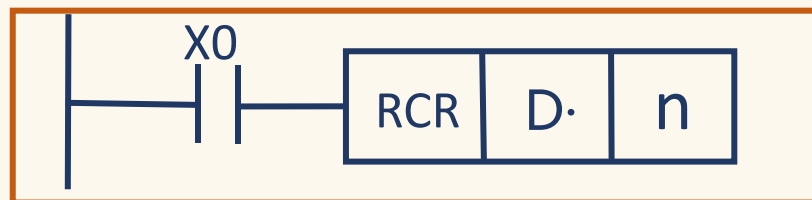
适用软元件

字软元件

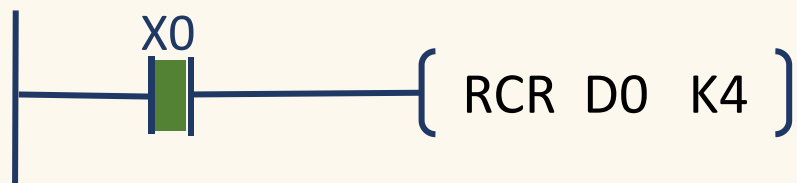


$n < 16$ (16位指令)
 $n < 32$ (32位指令)

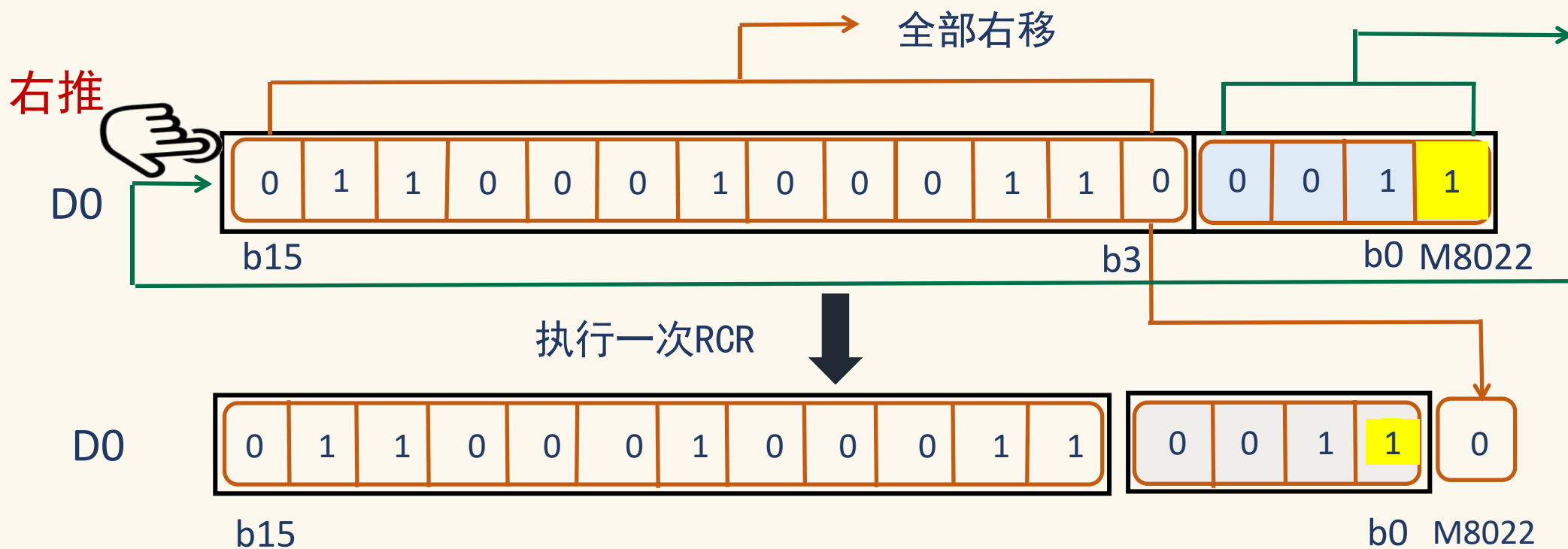
位软元件



执行指令：




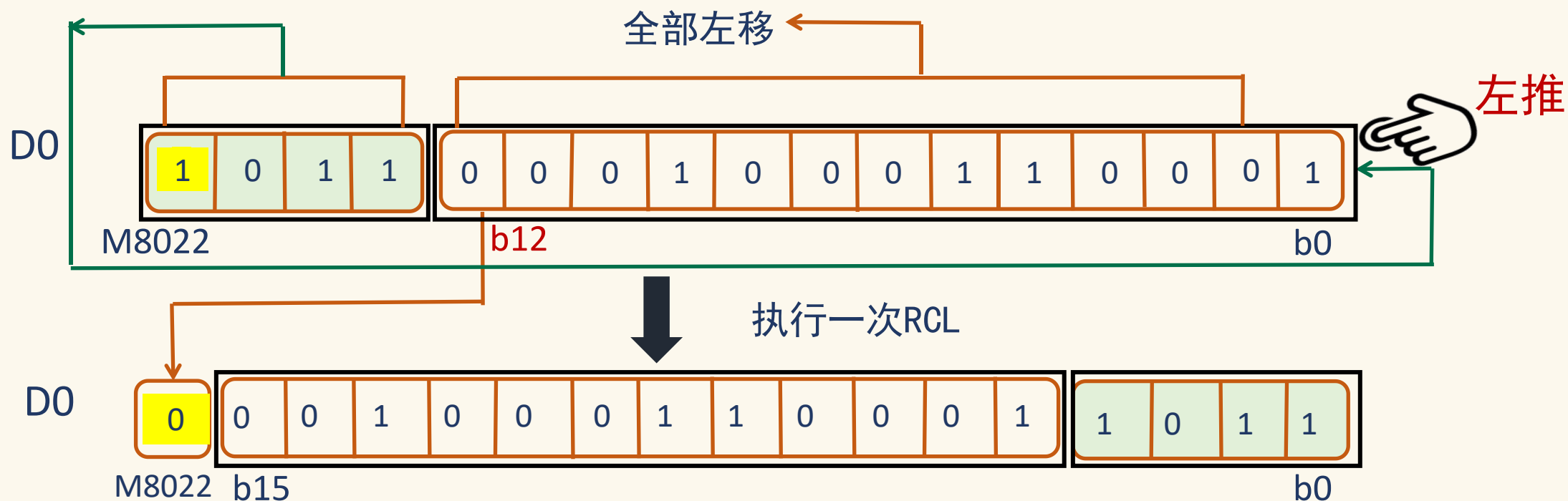
RCR与ROR区别在于标志位！



最后移出的1位二进制数同时被传送到进位标志位M8022.

执行指令：|—|X0|—| [RCL D0 K4]

 **RCL**与ROL区别在于标志位！

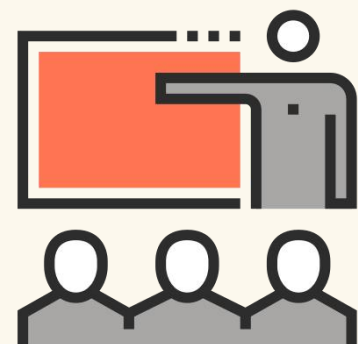
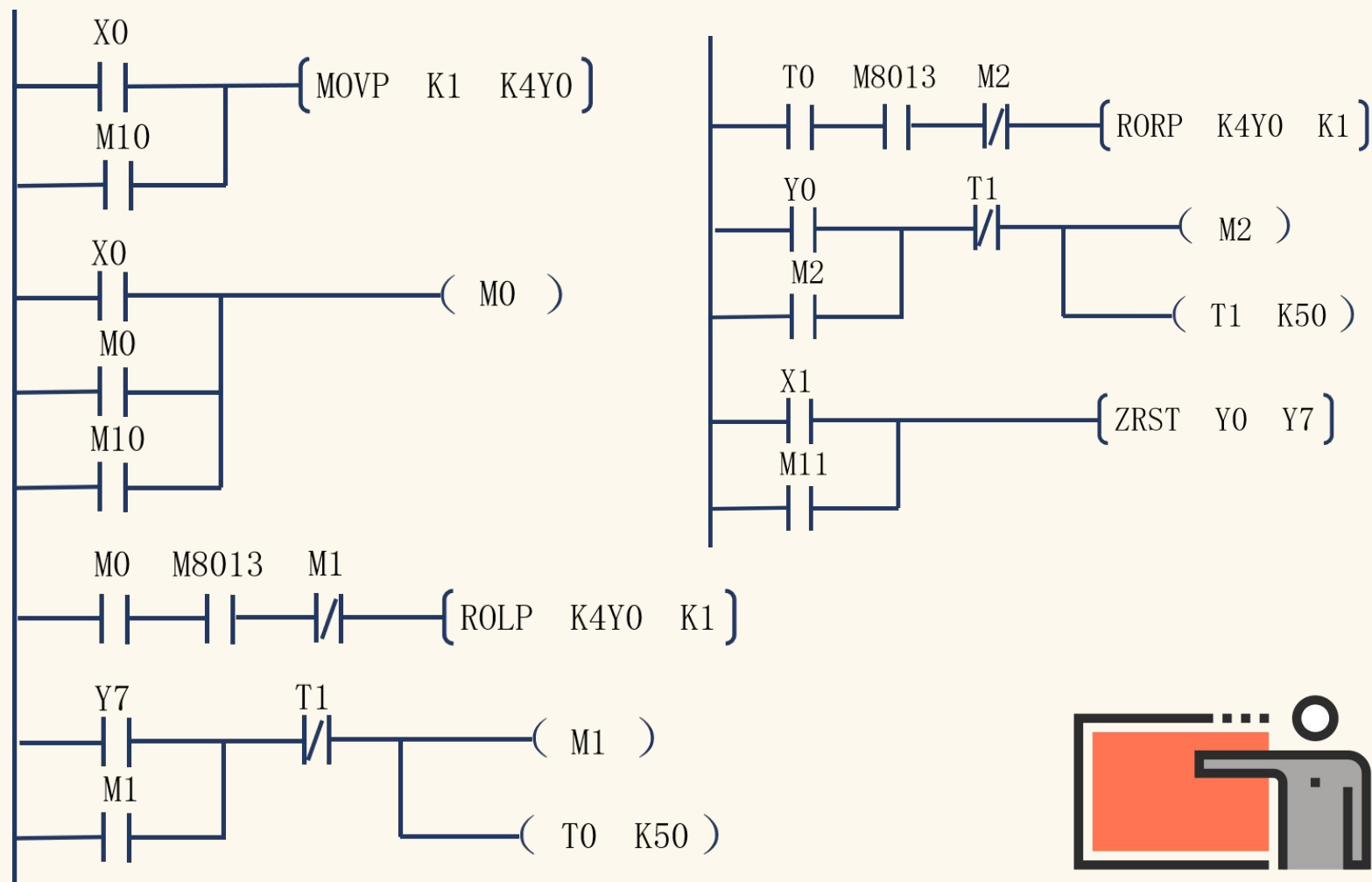


当D为16位时， $n=K4$ ；当D为32位时， $n=K8$ ，否则指令不执行。

方法一

控制要求：

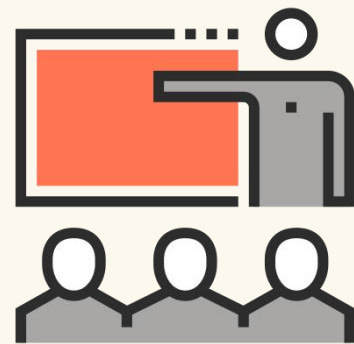
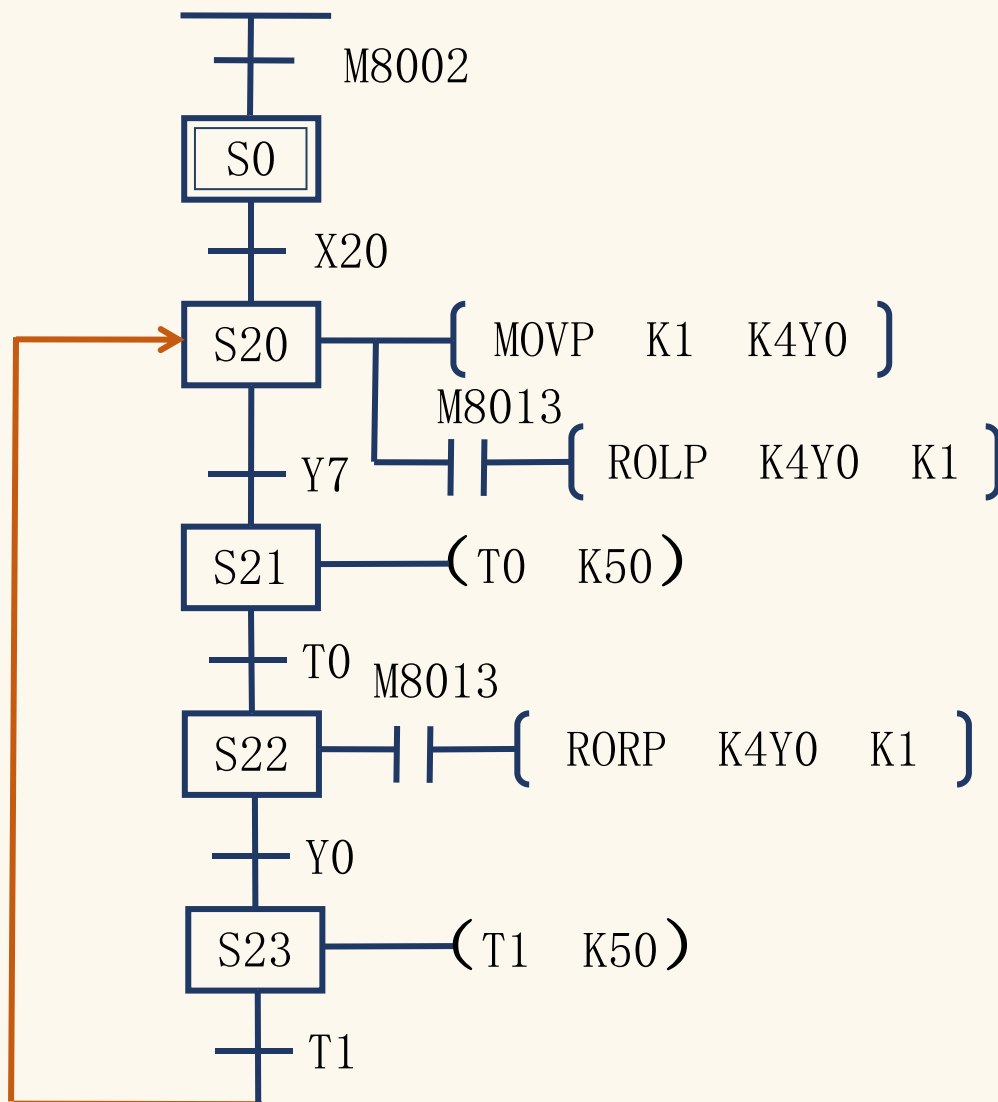
现有8个广告灯管（HL1~HL8）接于PLC的K4Y0，要求X0为ON时，广告灯HL1~HL8以正序每隔1s轮流点亮，当HL8（Y7）亮后，停10s；然后，反序每隔1s轮流点亮，当HL1（Y0）再亮后，停10s，重复上述过程。当X1为ON时，广告灯停止工作。注意：每次只点亮一个。



方法二

控制要求：

现有8个广告灯管（HL1~HL8）接于PLC的K4Y0，要求X0为0N时，广告灯HL1~HL8以正序每隔1s轮流点亮，当HL8（Y7）亮后，停10s；然后，反序每隔1s轮流点亮，当HL1（Y0）再亮后，停10s，重复上述过程。当X1为0N时，广告灯停止工作。注意：每次只点亮一个。





ZONE COMP ARE

位元件的右移

16位指令 SFTR 连续执行型
7步 SFTR P 脉冲执行型

没有32位操作

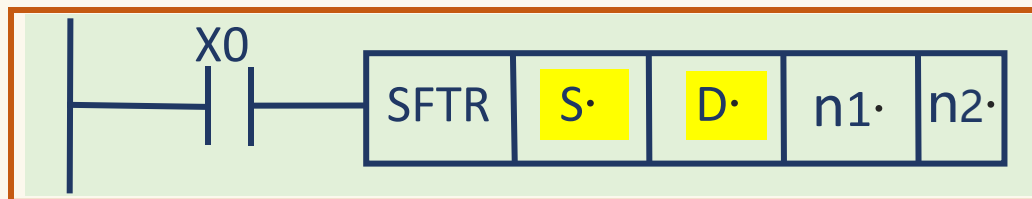
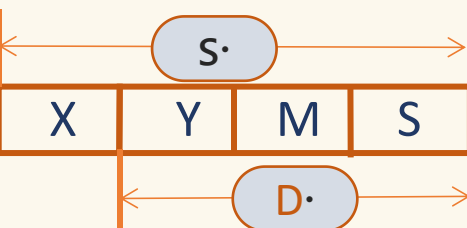
通用软元件

字软元件

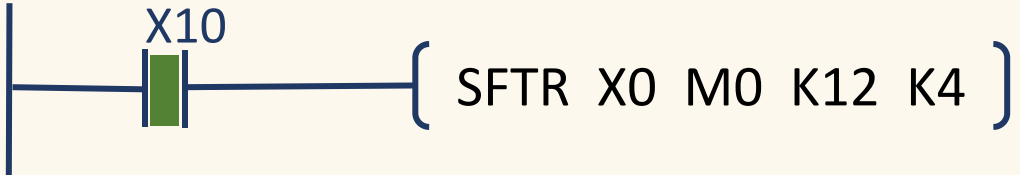


$n2 < n1 < 1024$

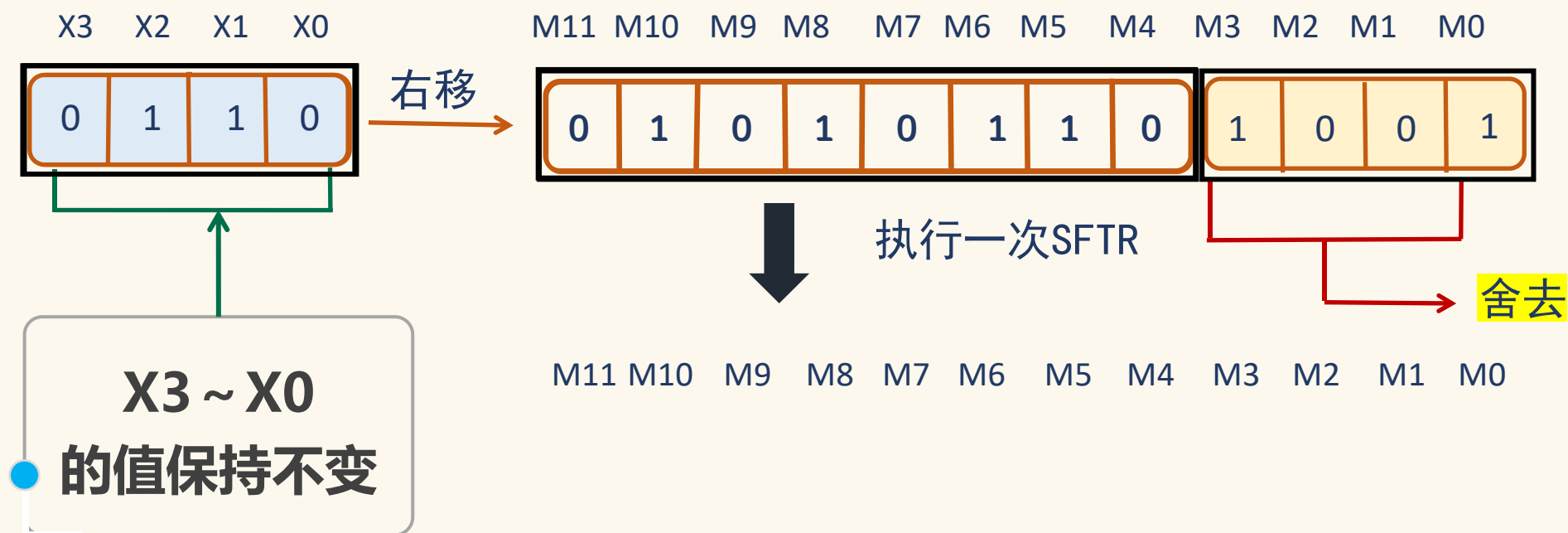
位软元件




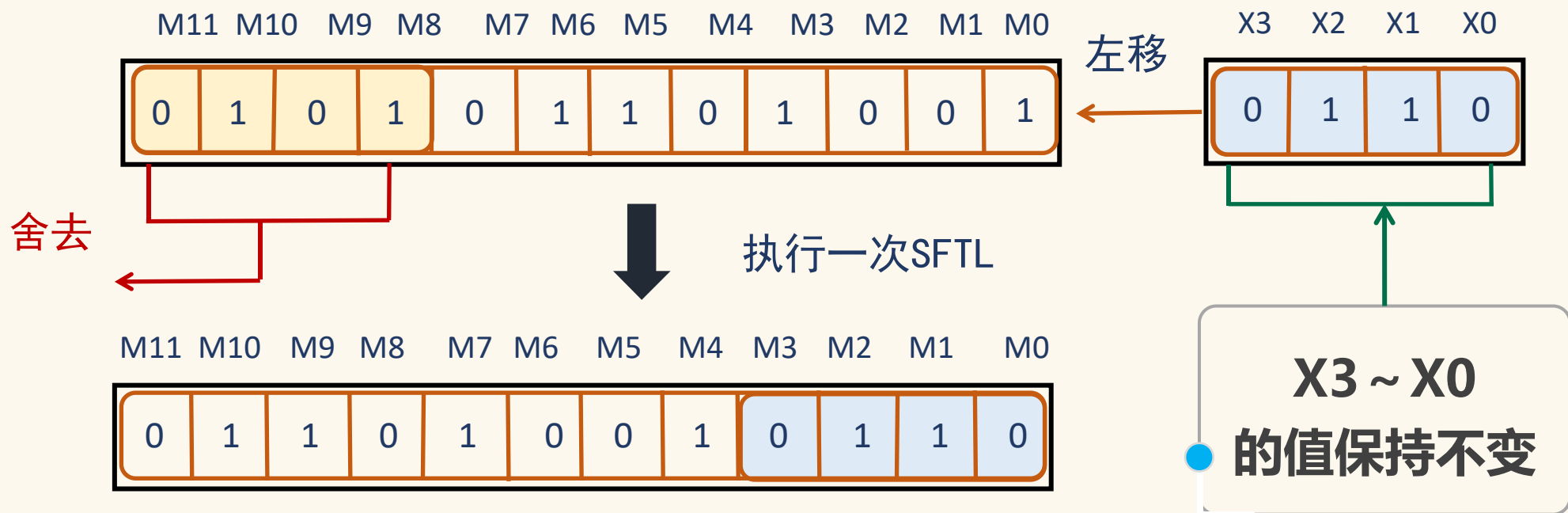
执行指令：

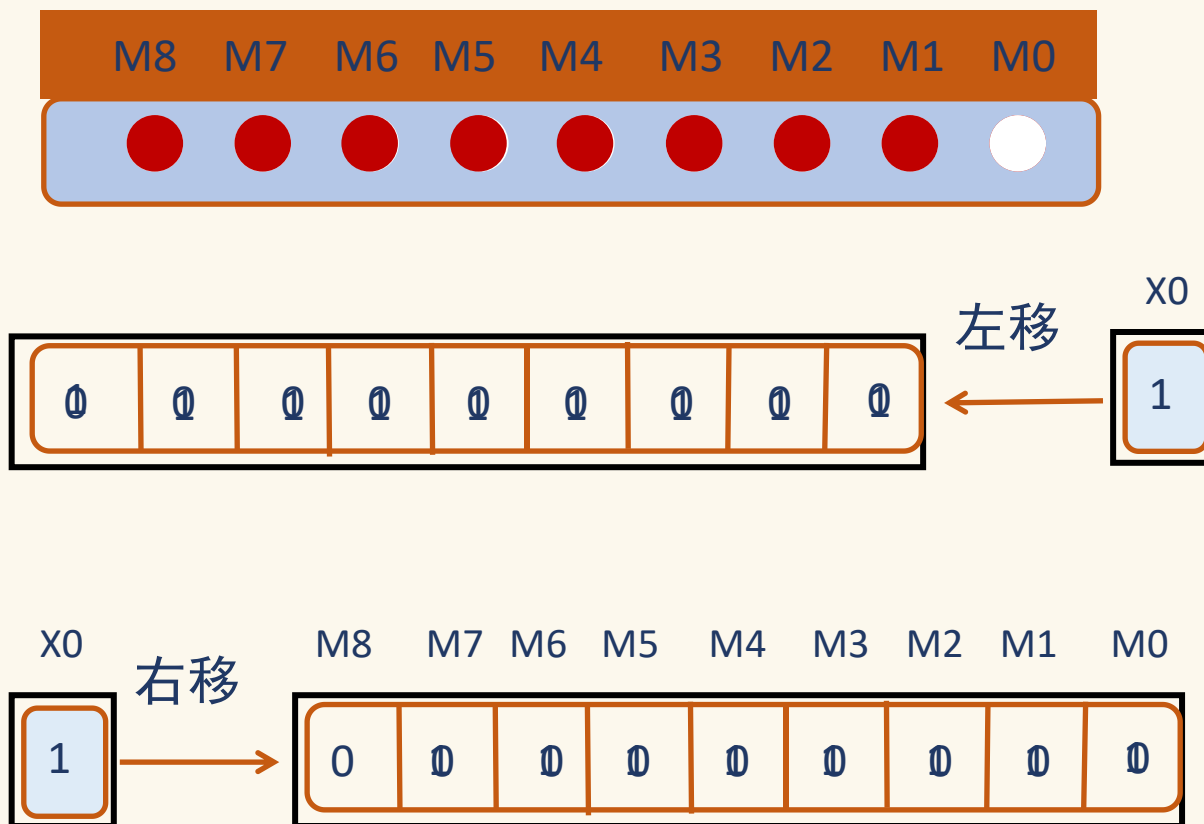
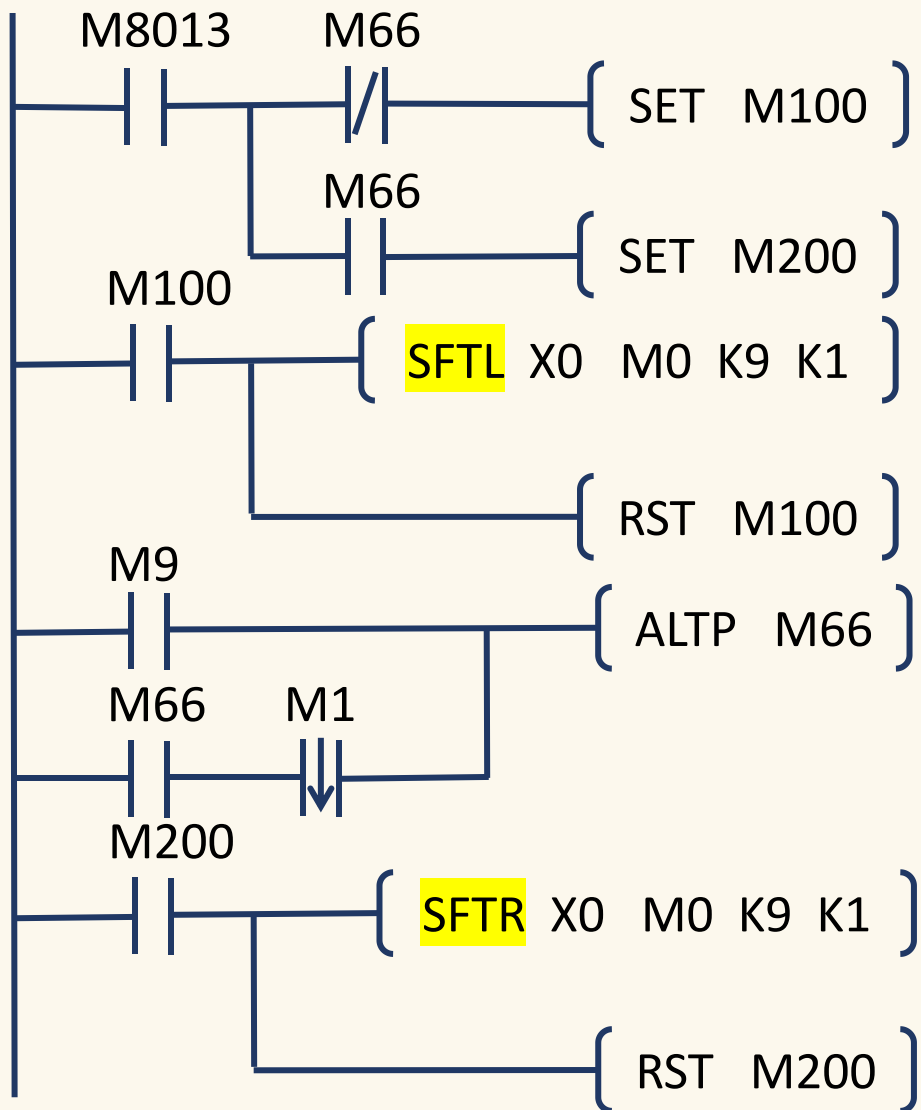


[SFTR X0 M0 K12 K4]



执行指令：





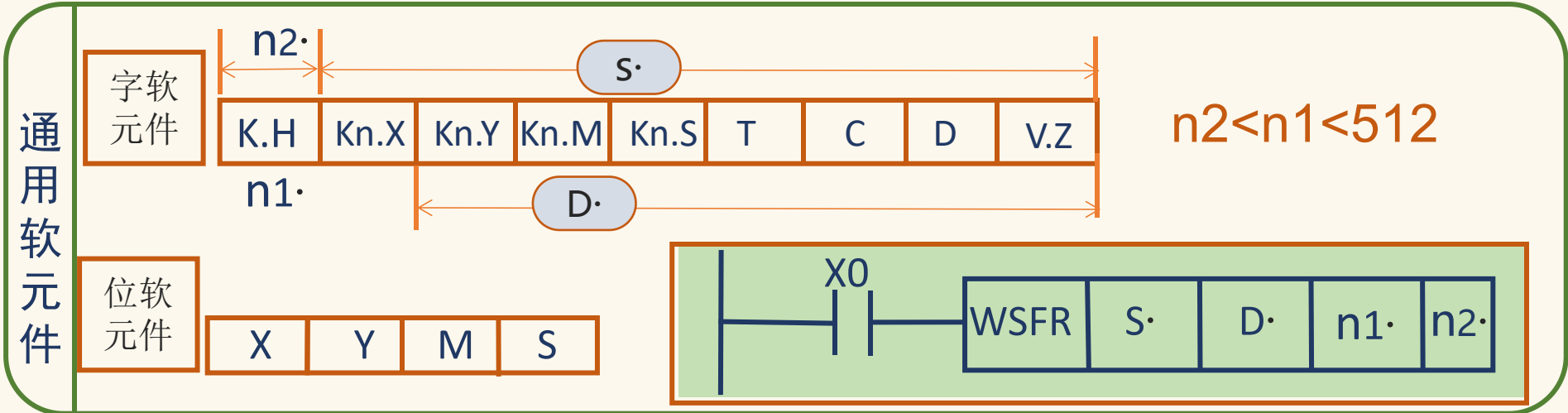


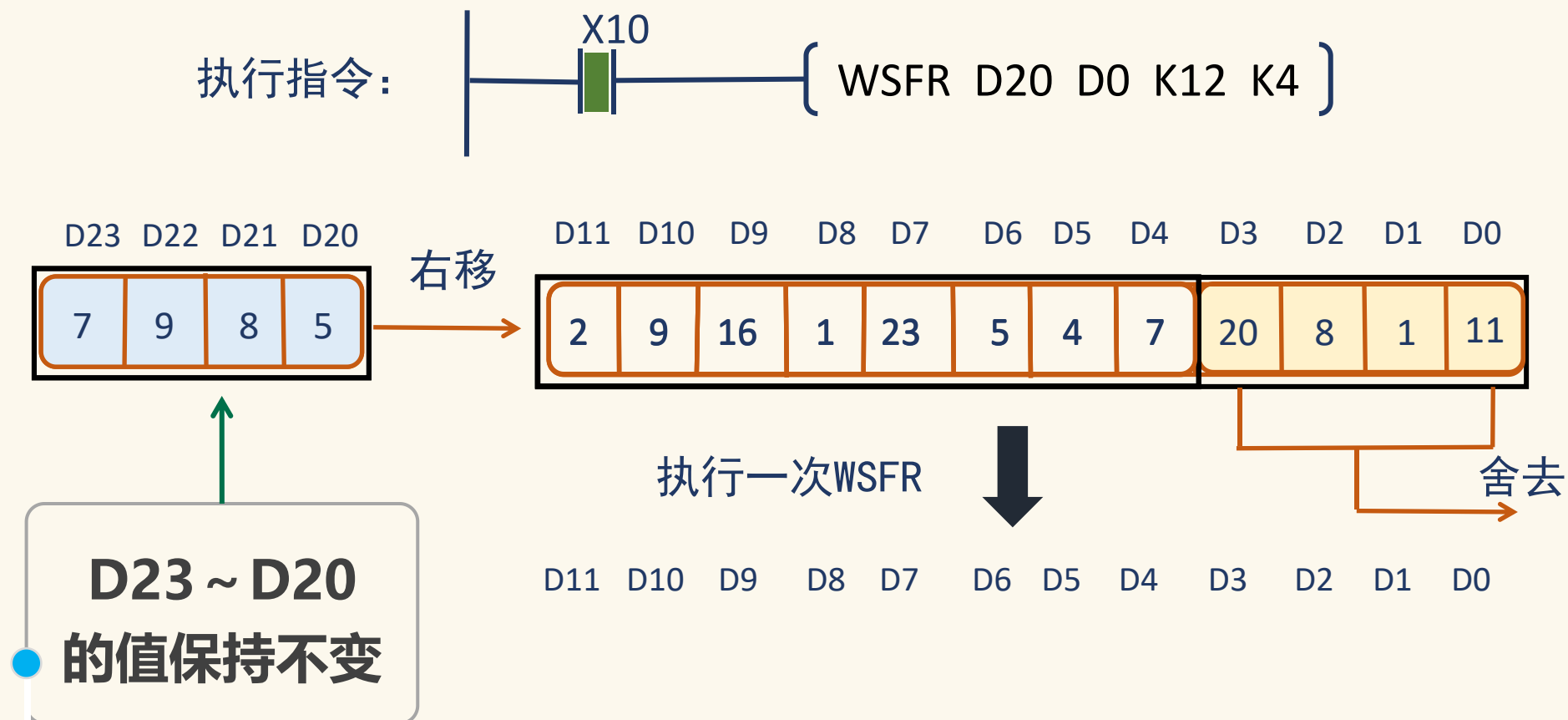
ZONE COMP ARE

字右移

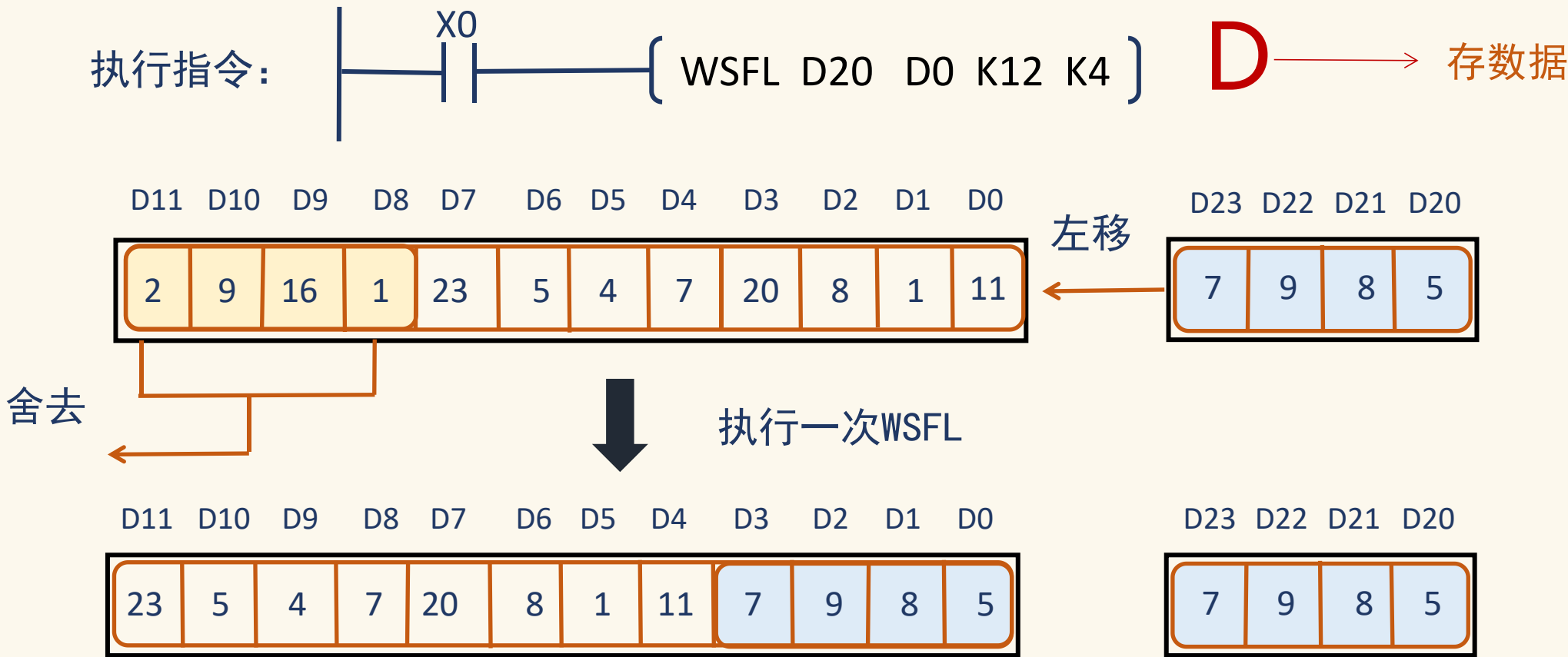
16位指令 WFTR 连续执行型
9步 WFTR **P** 脉冲执行型

没有32位操作





位元件（WSFR）的右移指令和字元件（SFTR）的右移指令很相似！



位元件（**WSFR**）的左移指令和字元件（**SFTR**）的左移指令很相似！

$O(n_n)o$

谢谢！

虚心听取您宝贵的意见！