

第3章

基本逻辑指令

PLC 的编程语言与普通计算机语言相比具有明显的特点,它既不同于高级语言也和汇编语言有一定的差异,既需要满足方便编写也需要保证便于调试。目前,各大生产厂商的 PLC 产品其语言很难相互兼容,不同品牌的 PLC 产品使用的编程语言不兼容,需要掌握不同的技能。PLC 编程语言不断发展和完善,注重可读性、可维护性和可重用性等方面,为工业自动化带来更加智能、高效、可靠、安全的应用。

3.1 线圈驱动指令

3.1.1 指令符与功能

线圈驱动指令的指令符与功能如表 3-1 所示。

表 3-1 线圈驱动指令的指令符与功能

指令符(名称)	功 能	可作用的软元件	电路表示
LD(取)	动合触点逻辑运算开始	X、Y、M、S、T、C	
LDI(取反)	动断触点逻辑运算开始	X、Y、M、S、T、C	
OUT(输出)	线圈驱动	M、S、T、C	

3.1.2 指令应用注意事项

指令应用注意事项如下:

(1) LD 是将动合触点连到左侧母线上。LDI 是将动断触点连到左侧母线上,OUT 是线圈驱动指令,连接于右侧母线。

(2) LD 与 LDI 指令对应的出点一般与左母线相连,若与 ANB 和 ORB 指令组合,则可用于串、并联电路块的起始触点。

(3) 线圈驱动指令可以并行多次输出,它相当于线圈的并联;对于定时器和计数器的线圈,在使用 OUT 指令后,必须设定常数 K 或指定相应的数据寄存器。图 3-1 所示梯形图中的 OUT M100,OUT T1 K19。

(4) 输入继电器 X 不能使用 OUT 指令。

图 3-1 为 LD、LDI、OUT 指令的应用。



(a) 梯形图

0	LD	X000	4	OUT	T0K30
1	OUT	Y001	5	LD	TO
2	LDI	X001	6	OUT	Y2
3	OUT	M10			

(b) 指令表

图 3-1 LD、LDI、OUT 指令的应用

3.2 触点串联和并联指令

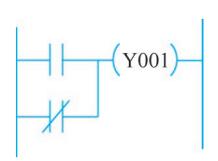
3.2.1 指令符与功能

触点串联、并联指令符与功能如表 3-2 所示。

表 3-2 触点串联、并联指令符与功能

指令符(名称)	功能	可作用的软元件	电路表示
AND(与)	相串联动合触点	X、Y、M、S、T、C	
ANI(与非)	相串联动断触点	X、Y、M、S、T、C	
OR(或)	相并联动合触点	X、Y、M、S、T、C	

续表

指令符(名称)	功能	可作用的软元件	电路表示
ORI(或非)	相并联动断触点	X、Y、M、S、T、C	

3.2.2 指令应用注意事项

指令应用注意事项如下。

(1) AND 指令用于单个动合触点的串联,完成逻辑“与”运算。ANI 指令用于单个动断触点的串联,完成逻辑“与非”运算。OR 指令用于单个动合触点的并联,完成逻辑“或”运算。ORI 指令用于单个动断触点的并联,完成逻辑“或非”运算。

(2) AND 和 ANI 指令均用于单个触点的串联,串联触点数目没有限制,该指令可以重复多次使用,如图 3-2 所示。



(a) 梯形图

0	LD	X001	8	LD	X004
1	AND	X002	9	AND	M101
2	OUT	Y001	10	ANI	Y001
3	LD	Y001	11	ANI	Y002
4	ANI	X003	12	OUT	Y003
5	OUT	M101			
6	AND	M101			
7	OUT	Y002			

(b) 指令表

图 3-2 AND、ANI 指令的应用

(3) OR 和 ORI 指令从该指令的当前步开始,对前面的 LD、LDI 指令并联连接,并联连接的次数没有限制。

(4) OR 和 ORI 指令用于单个触点与前面电路的并联,并联触点的左端接到该指令所在的电路块的起始点(LD 点)上,右端与前一条指令对应的触点的右端相连,即单个触点并联到它前面已经连接好的电路的两端,如图 3-3 所示。



(a) 梯形图

0	LD	X000	6	OR	M002
1	OR	X001	7	AND	X004
2	ORI	M001	8	ORI	M003
3	OUT	Y001	9	OUT	M002
4	LDI	Y001			
5	AND	X003			

(b) 指令表

图 3-3 OR、ORI 指令的应用

PLC 执行程序的顺序是从上到下,从左到右。因此指令表的顺序也按这一原则排列。OUT 指令之后,通过串联触点再对其他线圈使用 OUT 指令,称为纵接输出。

3.3 电路块连接指令

3.3.1 指令符与功能

电路块并联与串联指令符与功能如表 3-3 所示。

表 3-3 电路块并联与串联指令符与功能

指令符(名称)	功能	可作用的软元件	电路表示
ORB(电路块或)	并联电路块	无	
ANB(电路块与)	串联电路块	无	

3.3.2 指令应用注意事项

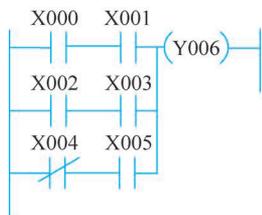
指令应用注意事项如下。

(1) ORB 是串联电路块的并联连接指令(如图 3-4 所示),ANB 是并联电路块的串联连接指令,它们都没有操作元件,可以多次重复使用。

(2) ORB 指令是将串联电路块与前面的电路并联(如图 3-5 所示),相当于电路块右侧的一段垂直连线。串联电路块的起始触点要使用 LD 或 LDI 指令,完成了电路块的内部连接后,用 ORB 指令将它与前面的电路并联。

(3) ANB 指令是将并联电路块与前面的电路串联,相当于两个电路之间的串联连线。并联电路块的起始触点要使用 LD 或 LDI 指令,完成了电路块的内部连接后,用 ANB 指令将它与并联的电路串联。

(4) ORB、ANB 指令可以多次重复使用,但是连续使用 ORB 时,使用应限制在 8 次以下。

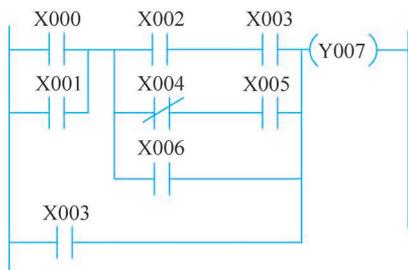


(a) 梯形图

0	LD	X000	5	LDI	X004
1	AND	X001	6	AND	X005
2	LD	X002	7	ORB	
3	AND	X003	8	OUT	Y006
4	ORB				

(b) 指令表

图 3-4 串联电路块并联指令的应用



(a) 梯形图

0	LD	X000	6	ORB	
1	OR	X001	7	OR	X006
2	LD	X002	8	ANB	
3	AND	X003	9	OR	X003
4	LDI	X004	10	OUT	Y007
5	AND	X005			

(b) 指令表

图 3-5 并联电路块串联指令的应用

3.4 多重电路连接指令

多重输出是指从某一点经串联触点驱动线圈之后,再由这一点驱动另一线圈,或再经串联触点驱动另一线圈的输出方式。

3.4.1 指令符与功能

多重电路连接指令符与功能如表 3-4 所示。

表 3-4 多重电路连接指令符与功能

指令符(名称)	功 能	可作用的软元件	电路表示
MPS(进栈)	记忆到 MPS 指令为止的状态	无	
MRD(读栈)	读到 MPS 指令为止的状态,从这点输出	无	
MPP(出栈)	读到 MPS 指令为止的状态,从这点输出并清除状态	无	

3.4.2 指令应用注意事项

指令应用注意事项如下。

- (1) MPS 指令将此时刻的运算结果送入堆栈存储。
- (2) MPP 指令将各数据按顺序向上移动,将最上端的数据读出,同时该数据就从堆栈中消失。
- (3) MRD 指令是读出最上端所存数据的专用指令,堆栈内的数据不发生移动。
- (4) MPS 指令与 MPP 指令必须成对使用,连续使用应小于 11 次,如图 3-6 所示。

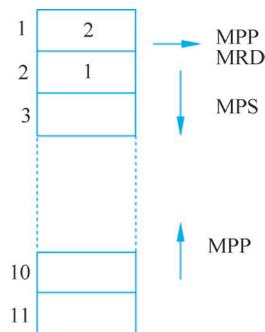
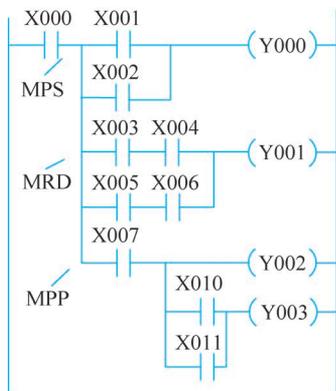


图 3-6 MPS、MPP、MRD 指令

MPS、MRD、MPP 指令的应用如图 3-7 所示。



(a) 梯形图

0	LD	X000	11	ORB
1	MPS		12	ANB
2	LD	X001	13	OUT Y001
3	OR	X002	14	MPP
4	ANB		15	AND X007
5	OUT	Y000	16	OUT Y002
6	MRD		17	LD X010
7	LD	X003	18	OR X011
8	AND	X004	19	ANB
9	LD	X005	20	OUT Y003
10	AND	X006		

(b) 指令表

图 3-7 MPS、MRD、MPP 指令的应用

MPS、MRD、MPP 与 ANB、ORB 相结合的应用如图 3-8 所示。

2 段及以上堆栈与 MPS、MRD、MPP 指令的应用如图 3-9 所示。



(a) 梯形图

0	LD	X000	11	ANI	X004
1	OR	Y001	12	LDI	X005
2	MPS		13	AND	X006
3	LD	X001	14	ORB	
4	ANI	X002	15	ANB	
5	OR	M0	16	AND	X007
6	ANB		17	OUT	Y001
7	ANI	M0	18	MPP	
8	OUT	Y000	19	AND	X010
9	MRD		20	OUT	Y002
10	LD	X003			

(b) 指令表

图 3-8 MPS、MRD、MPP 与 ANB、ORB 相结合的应用



(a) 梯形图

0	LD	X000	12	MPP	
1	MPS		13	AND	X006
2	AND	X002	14	MPS	
3	MPS		15	AND	X007
4	AND	X003	16	OUT	Y003
5	OUT	Y000	17	MPP	
6	MRD		18	AND	X010
7	AND	X004	19	MPS	
8	OUT	Y001	20	AND	X011
9	MPP		21	OUT	Y004
10	AND	X005	22	MPP	
11	OUT	Y002	23	OUT	Y005

(b) 指令表

图 3-9 2 段及以上堆栈与 MPS、MRD、MPP 指令的应用

3.5 置位与复位指令

3.5.1 指令符与功能

置位与复位指令如表 3-5 所示。

表 3-5 置位与复位指令

指令符(名称)	功 能	可作用的软元件	电路表示
SET(置位)	置位元件为 ON 输出	Y、M、S	
RST(复位)	置位元件为 OFF 输出	Y、M、S、C、D、V、Z	

3.5.2 指令应用注意事项

指令应用注意事项如下。

(1) 图 3-10 中的 X0 一旦接通,即使再变成断开状态,Y0 也保持有电;X1 接通后,即使再变成断开状态,Y0 也保持无电。对于 M、S 也同样如此。

(2) 对同一元件可以多次使用 SET、RST 指令,如图 3-10 所示,顺序可任意选择,但对于输出结果,只有驱动条件满足的指令才有效。

(3) 要使数据寄存器 D、计数器 C、积算定时器 T 及变址寄存器 V、Z 的内容清零也可用 RST 指令。



图 3-10 置位与复位指令的应用

3.6 主控移位和复位指令

3.6.1 指令符与功能

主控移位与复位指令如表 3-6 所示。

表 3-6 主控移位与复位指令

指令符(名称)	功 能	可作用的软元件	电路表示
MC(主控移位)	驱动后,执行从 MC 到 MCR 之间的程序段	N	
MCR(主控复位)	主控程序段结束	N	

3.6.2 指令应用注意事项

指令应用注意事项如下。

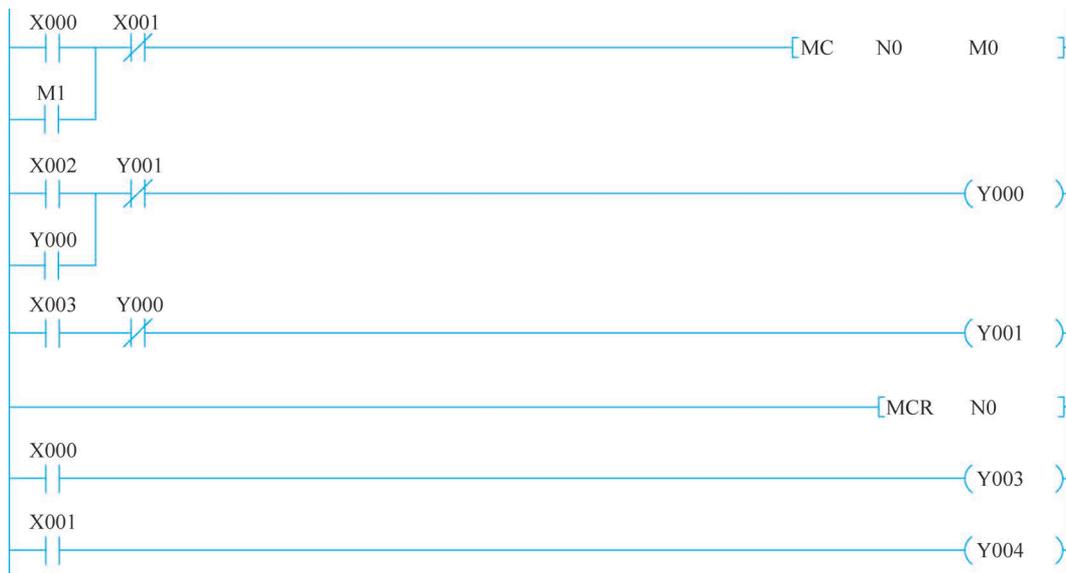
(1) 用于公共串联触点的连接是控制一组梯形图电路的总开关。主控指令控制的操作组件的动合触点要与主控指令后的母线垂直串联连接。

(2) MC 是主控起点,操作数 $N(0\sim7)$ 为嵌套层数,操作元件为 M, Y 特殊辅助继电器不能用作 MC 的操作元件。MCR 是主控结束,主控电路块的终点,操作数 N 为 $0\sim7$ 。MC 指令与 MCR 指令必须成对使用。

(3) 与主控触点相连的触点必须用 LD 或 LDI 指令,即执行 MC 指令后,母线移到主控触点的后面,MCR 指令使母线回到原来的位置。

(4) 在 MC 指令内再使用 MC 指令时,称为嵌套,嵌套层数 N 的编号就顺次增大;主控返回时用 MCR 指令,嵌套层数 N 的编号就顺次减小。

MC、MCR 的基本用法如图 3-11 所示。



(a) 梯形图

图 3-11 MC、MCR 的基本用法

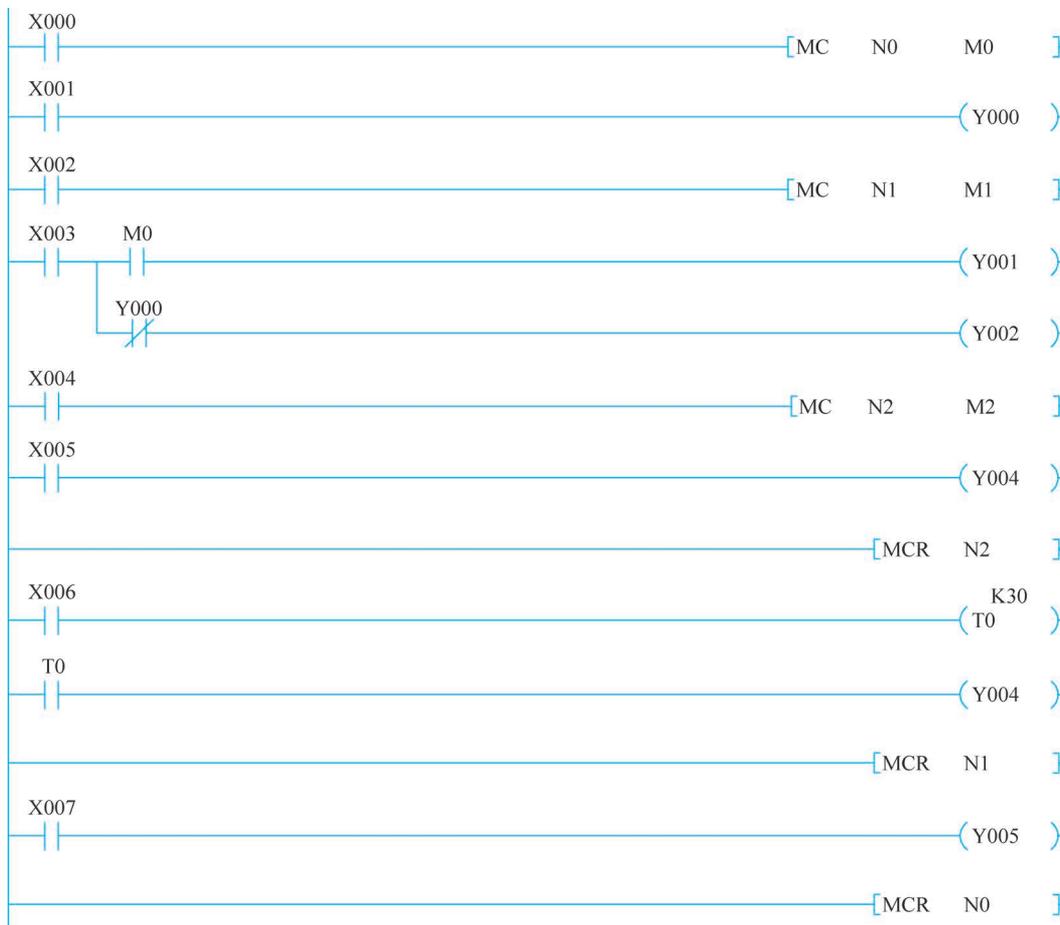
0	LD	X000	8	LD	X003
1	OR	M1	9	ORI	Y001
2	AND	X001	10	MCR	N0
3	MC	N0	11	LD	Y000
4	LD	X002	12	OUT	Y003
5	OR	Y000	13	LD	Y001
6	ANI	Y001	14	OUT	Y004
7	OUT	Y000			

(b) 指令表

图 3-11 (续)

MC、MCR 指令可以嵌套,应用如图 3-12 所示。

通过上面梯形图的应用不难发现,主控指令相当于应用电路中等电位点的位置。主控指令等效梯形图及指令表形式如图 3-13 所示。图 3-13(a)梯形图可以采用主控指令改为图 3-13(b)梯形图的形式。



(a) 梯形图

图 3-12 MC、MCR 指令的应用

0	LD	X000	13	LD	X004
1	MC	N0 M0	14	MC	N2 M2
2	LD	X001	15	LD	X005
3	OUT	Y000	16	OUT	Y004
4	LD	X002	17	MCR	N2
5	MC	NI M1	18	LD	X006
6	LD	X003	19	OUT	T0 K30
7	MPS		20	LD	T0
8	LD	M0	21	OUT	Y004
9	OUT	Y001	22	MCR	N1
10	MPP		23	LD	X007
11	ANI	Y000	24	OUT	Y005
12	OUT	Y2	25	MCRN0	

(b) 指令表

图 3-12 (续)



(a) 梯形图



(b) 梯形图

0	LD	X000	5	OUT	Y002
1	MC	N0 M0	6	LDI	X003
2	LD	X001	7	OUT	Y003
3	OUT	Y000	8	MCR	N0
4	LD	X002			

(c) 指令表

图 3-13 主控指令等效梯形图及指令表

3.7 脉冲输出指令

3.7.1 指令符与功能

脉冲输出指令如表 3-7 所示。

表 3-7 脉冲输出指令

指令符(名称)	功 能	可作用的软元件	电路表示
PLS(上升沿脉冲)	上升沿后操作元件输出一个扫描周期	Y、M	X000
PLF(下降沿脉冲)	下降沿后操作元件输入一个扫描周期	Y、M	X001

3.7.2 指令应用注意事项

脉冲输出指令的应用如图 3-14 所示。指令应用注意事项如下。

(1) 使用 PLS 指令时,仅在驱动输入 ON 后一个扫描周期内,软元件 Y、M 动作;使用 PLF 指令时,仅在驱动输入 OFF 后一个扫描周期内,软元件 Y、M 动作。

(2) 使用计数器时,为了保证驱动输入 ON 后立即清零,使用 PLS 指令。



(a) 梯形图

```

0 LD X000    5 LD X001
1 PLS M0    6 PLF M1
3 LD M0     7 LD M1
4 SET Y000  8 RST Y000
    
```

(b) 指令表

图 3-14 脉冲输出指令的应用

3.8 脉冲检测指令

3.8.1 指令符与功能

脉冲检测指令如表 3-8 所示。

表 3-8 脉冲检测指令

指令符(名称)	功 能	可作用的软元件	电路表示
LDP(取脉冲)	与母线相连动合触点(上升沿)	X、Y、M、S、T、C	
LDF(取脉冲)	与母线相连动断触点(下降沿)	X、Y、M、S、T、C	
ANDP(与脉冲)	相串联动合触点(上升沿)	X、Y、M、S、T、C	
ANDF(与脉冲)	相串联动合触点(下降沿)	X、Y、M、S、T、C	
ORP(或脉冲)	相并联动合触点(上升沿)	X、Y、M、S、T、C	
ORF(或脉冲)	相并联动合触点(下降沿)	X、Y、M、S、T、C	

3.8.2 指令应用注意事项

脉冲检测指令应用如图 3-15 所示。指令应用注意事项如下。

(1) LDP、ANDP 和 ORP 指令为上升沿检测的触点指令,触点的中间有一个向上的箭头,对应的触点仅在指定位置元件的上升沿(由 OFF 变为 ON)时接通一个扫描周期。

(2) LDF、ANDF 和 ORE 用作下降沿检测的触点指令,触点的中间有个向下的箭头,对应的触点仅在指定位置元件的下降沿(由 ON 变为 OFF)时接通一个扫描周期。



(a) 梯形图

0	LDP	X002	4	LDF	X000
1	ORF	X003	5	ANDP	X001
2	ANI	M0	6	OUT	M1
3	OUT	Y000			

(b) 指令表

图 3-15 脉冲检测指令的应用

3.9 空操作和程序结束指令

3.9.1 指令符与功能

空操作和程序结束指令如表 3-9 所示。

表 3-9 空操作和程序结束指令

指令符(名称)	功 能	可作用的软元件	电路表示
NOP(空操作)	无任何操作, 占用一个程序步	无	
END(结束)	梯形图程序结束	无	

3.9.2 指令应用注意事项

1. NOP 指令

- (1) 若在程序中加入 NOP 指令, 则改动或追加程序时可以减少步序号的变化。
- (2) 若将 LD、LDI、ANB、ORB 等指令换成 NOP 指令, 电路构成将有较大幅度的变化。
- (3) 程序清除操作后, 全部指令都变成 NOP。

2. END 指令

PLC 按照循环扫描的工作方式, 首先进行输入处理, 然后进行程序处理, 当处理到 END 指令时, 即进行输出处理。若在程序中写入 END 指令, 则 END 指令以后的程序不再执行, 直接进行输出处理; 若不写入 END 指令, 则从用户程序存储器的第 0 步执行到最后一步。因此, 若将 END 指令放在程序结束处, 则只执行第 0 步至 END 之间的程序, 可以缩短扫描周期。在调试程序时, 可以将 END 指令插入各段程序之后, 从第一段开始分段调试, 调试好后必须删去程序中间的 END 指令。这种方法对程序的查错也很有用处, 执行 END 指令的同时也会刷新警戒时钟。

3.10 运算结果取反操作指令

3.10.1 指令符与功能

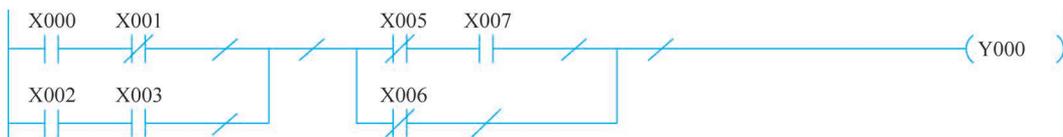
运算结果取反操作指令如表 3-10 所示。

表 3-10 运算结果取反操作指令

指令符(名称)	功 能	可作用的软元件	电路表示
INV(取反)	将逻辑运算结果取反	无	

3.10.2 指令应用注意事项

如图 3-16 为 INV 指令用法示例, INV 指令在梯形图中用一条 45° 的短斜线来表示, 它将执行该指令之前的运算结果取反, 如运算结果为 0, 则将它变为 1, 如运算结果为 1, 则将它变为 0。图 3-16 为逻辑运算结果取反指令应用, 如果 X0 为 ON, 则 Y0 为 OFF; 反之, 则 Y0 为 ON。



(a) 梯形图

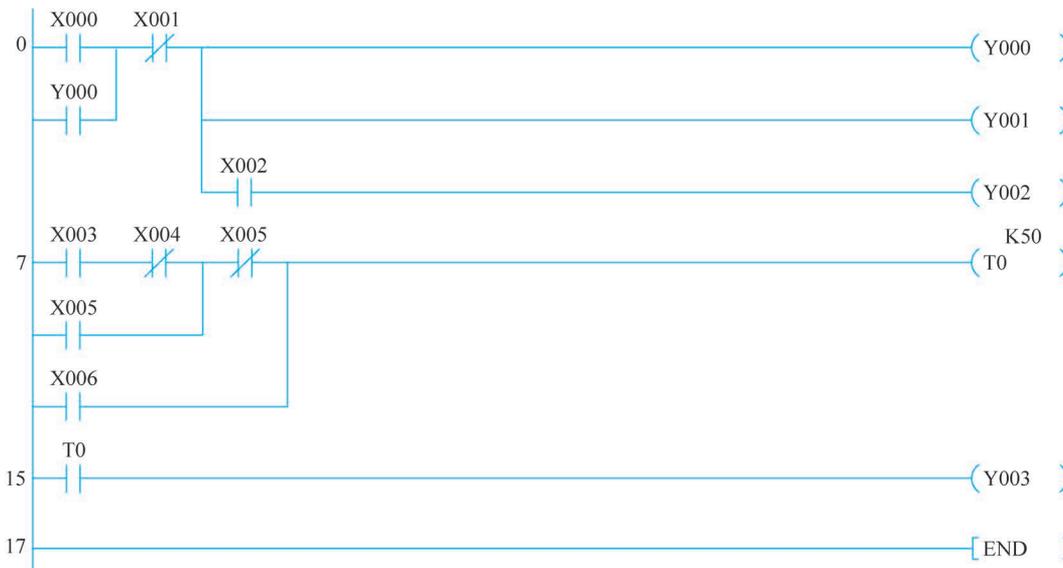
0	LD	X000	9	AND	X007
1	ANI	X001	10	INV	
2	INV		11	LDI	X006
3	LD	X002	12	INV	
4	AND	X003	13	ORB	
5	INV		14	ANB	
6	ORB		15	INV	
7	INV		16	OUT	Y000
8	LDI	X005			

(b) 指令表

图 3-16 INV 指令的应用

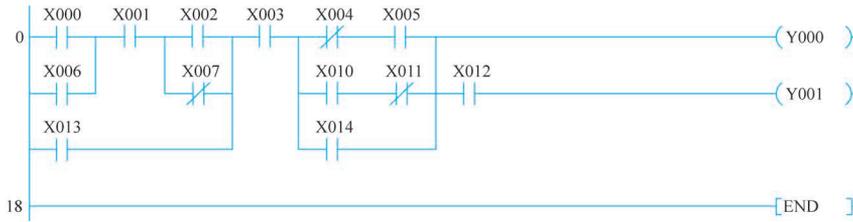
习题

1. 列出梯形图 3-1 所示的指令表。



题图 3-1

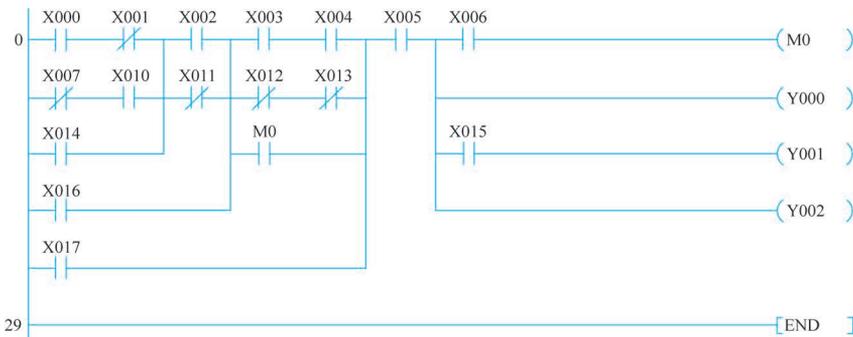
- 列出梯形图 3-2 所示的指令表。
- 列出梯形图 3-3 所示的指令表。
- 列出梯形图 3-4 所示的指令表。
- 列出梯形图 3-5 所示的指令表。



题图 3-2



题图 3-3



题图 3-4

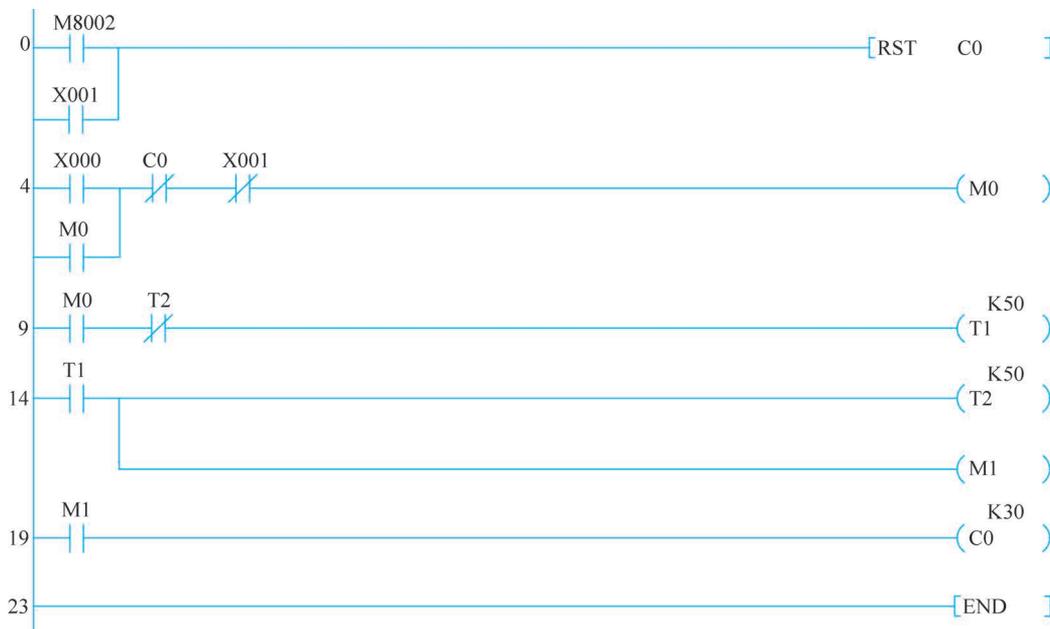


题图 3-5

6. 画出下列指令表的梯形图。

0	LD	X000	11	ORB
1	MPS		12	ANB
2	LD	X001	13	OUT Y001
3	OR	X002	14	MPP
4	ANB		15	AND X007
5	OUT	Y000	16	OUT Y002
6	MRD		17	LD X010
7	LD	X003	18	OR X011
8	AND	X004	19	ANB
9	LD	X005	20	ANI X012
10	AND	X006	21	OUT Y003

7. 列出梯形图 3-6 所示的指令表。

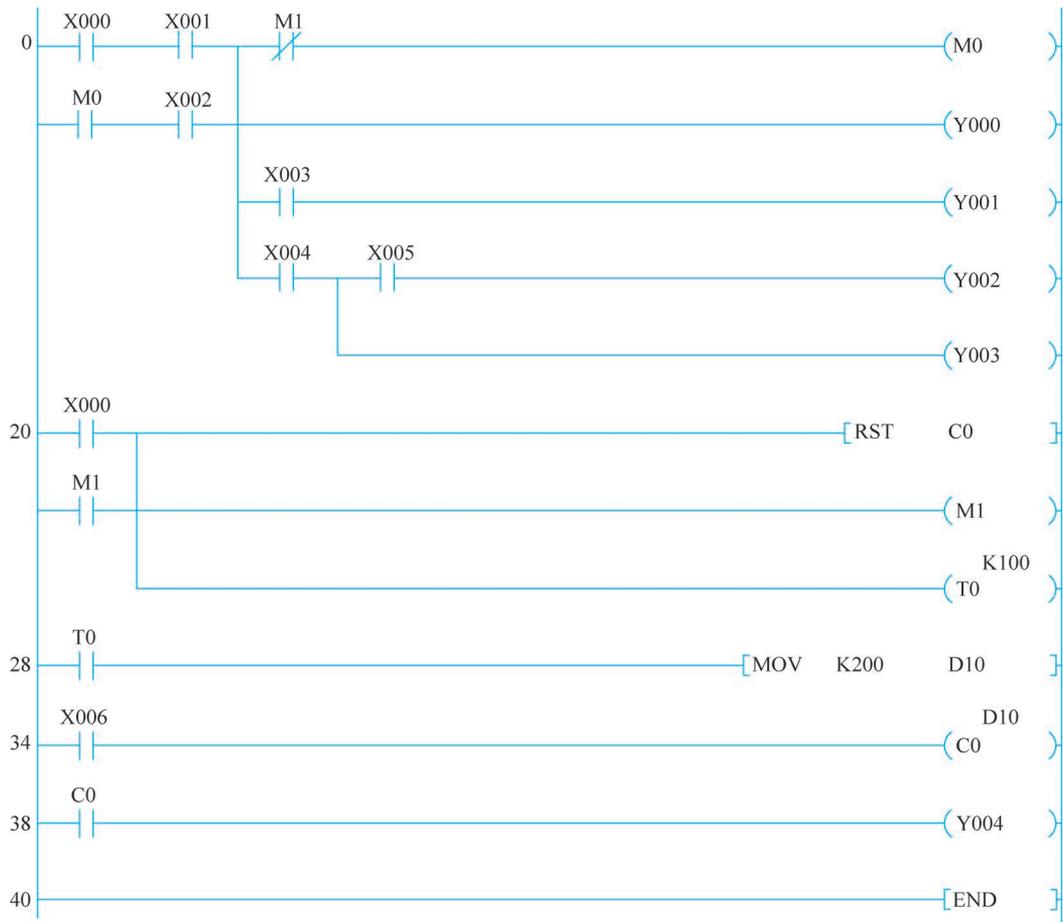


题图 3-6

8. 列出梯形图 3-7 所示的指令表。

9. 列出梯形图 3-8 所示的指令表。

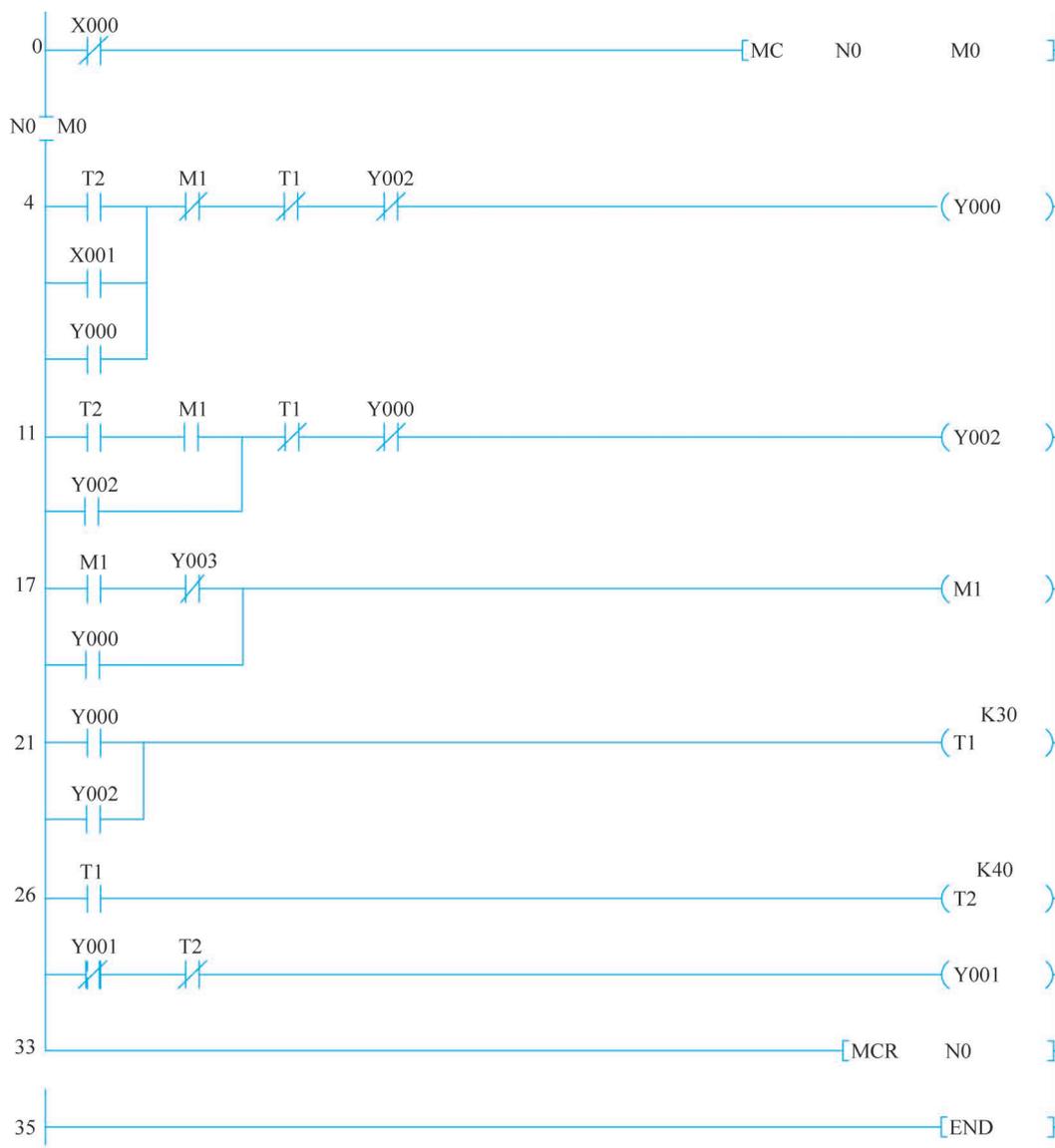
10. 梯形图 3-9 中, X0 为停止按钮, X1 为启动按钮, Y0、Y1、Y2 为指示灯。按下启动按钮 X1, 说明指示灯的动作过程, 并分析动作原理。



题图 3-7



题图 3-8



题图 3-9