

### 第 3 章 基本指令

FX<sub>2N</sub> 系列的 PLC 共有基本指令 27 条, 本章主要介绍这些基本指令的功能, 并掌握由梯形图转化成指令表, 指令表转化成梯形图的方法; 然后通过一些编程的示例理解基本指令的应用和一些编程的规则。

#### 3.1 基本指令

##### 3.1.1 LD、LDI、OUT 指令

LD, 取指令, 表示每一行程序中第一个与母线相连的常开触点。另外, 与后面讲到的 ANB、ORB 指令组合, 在分支起点处也可使用。

LDI, 取反指令, 与 LD 的用法相同, 只是 LDI 是对常闭触点。

LD、LDI 两条指令的目标元件是 X、Y、M、S、T、C。

OUT, 线圈驱动指令, 是对输出继电器 (Y)、辅助继电器 (M)、状态器 (S)、定时器 (T)、计数器 (C) 的线圈驱动, 对输入继电器 (X) 不能使用。

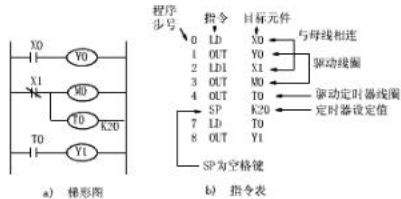


图 3-1 LD、LDI、OUT 指令的使用说明

当 OUT 指令驱动的目标元件是定时器 T 和计数器 C 时, 如设定值是常数 K 时, 则 K 的设定范围如表 3-1 所示; 程序步号是自动生成, 在输入程序时不用输入程序步号, 不同的指令, 程序步号是有所不同的。

表 3-1 K 值设定范围:

定时器、计数器	K 的设定范围	实际的设定值	步数
1ms 定时器		0.001~32.767s	3
10ms 定时器		0.01~327.67s	3

100ms 定时器	1~32767	0.1~3276.7	3
16 位计数器		1~32767	3
32 计数器	-2147483648~+2147483647	-2147483648~+2147483647	3

##### 3.1.2 触点串联指令 AND、ANI

用于单个常开接点的串联。

ANI, 与非指令。用于单个常闭接点的串联。

AND 与 ANI 都是一个程序步指令, 串联触点的个数没有限制, 该指令可以多次重复使用。使用说明如图 3-2 所示。这两条指令的目标元件为 X、Y、M、S、T、C。

OUT 指令后, 通过接点对其他线圈使用 OUT 指令称为纵接输出或连续输出, 如图 3-2 中的 OUT Y3。这种连续输出如果顺序不错, 可以多次重复。但是如果驱动顺序换成图 3-3 的形式, 则必须用后述的 MPS 指令和 MPR 指令。

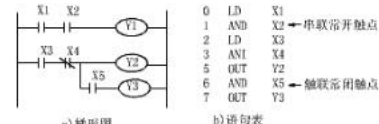


图 3-2 AND、ANI 指令使用说明

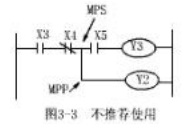


图 3-3 不推荐使用

##### 3.1.3 接点并联指令 OR、ORI

OR, 或指令。

ORI, 或非指令。

这两条指令都用于单个的常开触点并联, 操作的对象是 X、Y、M、S、T、C。OR 是用于常开触点, ORI 用于常闭触点, 并联的次数可以是无限次。使用说明如图 3-4 所示。

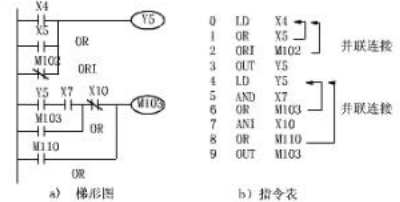


图 3-4 OR、ORI 使用说明

## 3.1.4 取脉冲指令 LDP、LDF、ANDP、ANDF、ORP、ORF

LDP、ANDP、ORP 指令是进行上升沿检测的触点指令，仅在指定的位元件上升沿（OFF→ON 变化时）时，接通一个扫描周期，操作的目标元件是 X、Y、M、S、T、C。应用如图 3-5 所示。

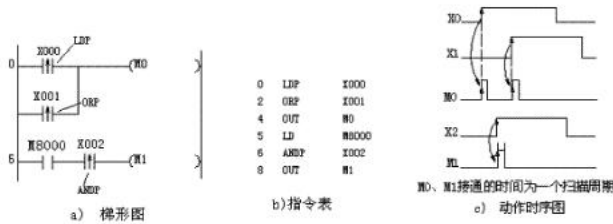


图 3-5 LDP、ORP、ANDP 使用说明

LDF、ANDF、ORF 指令是进行下降沿检测的触点指令，仅在指定位元件下降时（即由 ON→OFF 变化时）接通 1 个扫描周期，操作的目标元件是 X、Y、M、S、T、C。使用说明如图 3-6 所示。



图 3-6 LDF、ORF、ANDF 使用说明

## 3.1.5 串联电路块并连指令 ORB

两个或两个以上的触点串联的电路称为串联电路块；当串联电路块和其它电路并联时连接时，分支开始用 LD、LDI。分支结束用 ORB。ORB 指令和后面的 ANB 指令是不带操作数的独立指令。电路中有多个串联电路块就用多少次 ORB，ORB 使用的次数不受限制。

ORB 指令也可成批使用，但是由于 LD、LDI 指令的重复使用次数受限制在 8 次以下，

请务必注意，ORB 指令使用说明见图 3-7 所示。



图 3-7 ORB 指令使用说明

## 3.1.6 并联电路块的串联连接指令 ANB

两个或两个以上接点并联的电路称为并联电路块。并联电路块和其它接点串联连接时，使用 ANB。电路块的起点用 LD、LDI 指令，并联电路块结束后，使用 ANB 指令与前面串联。ANB 指令是无操作目标元件的指令。ANB 指令的使用说明见图 3-8 所示。

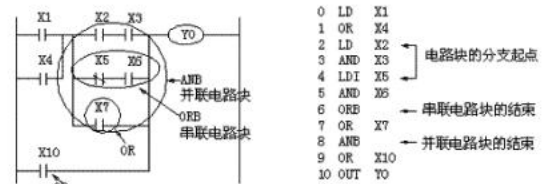


图 3-8 ANB 指令使用说明

## 3.1.7 多重输出指令 MPS、MRD、MPP

MPS，进栈指令。

MRD，读栈指令。

MPP，出栈指令。

在 PLC 中有 11 个存储器，它们用来存储运算的中间结果，被称为栈存储器。使用 1 次 MPS 指令就将此时的运算结果送入栈存储器的第 1 段。再使用 MPS 指令，又将此时此刻的运算结果送入栈存储器的第 1 段，而将原先存入的数据依此移到栈存储器的下一段。

使用 MPP 指令，各数据按顺序向上移动，将最上段的数据读出，同时该数据就从栈存储器中消失。MRD 是读出最上段所存的最新数据的专用指令，栈存储器内的数据不发

生移动。

这些指令都是不带操作数的独立指令。MPS、MRD、MPP 的使用见下列各图（图 3-9、3-10、3-11）所示。

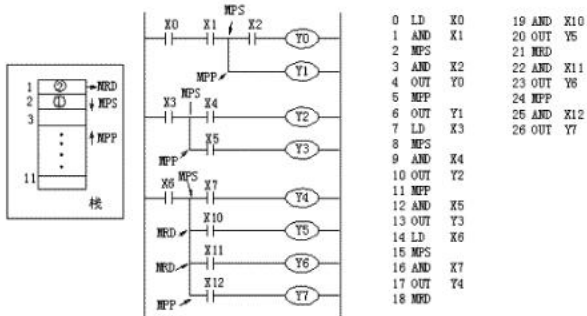


图 3-9 栈存储器与一段堆栈使用示例

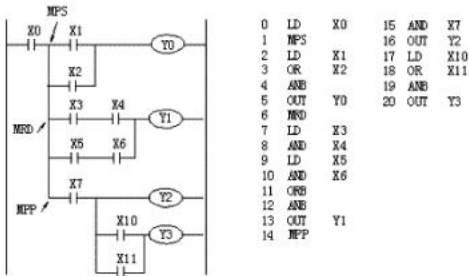


图 3-10 一段堆栈并用 AND、ORB 指令示例

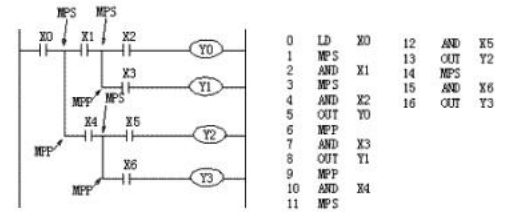


图 3-11 2级堆栈应用示例

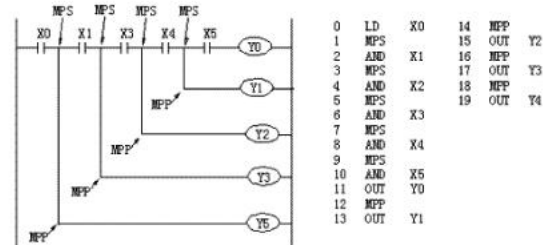


图 3-12 4级堆栈应用示例

### 3.1.8 主控及主控复位指令 MC、MCR

MC，主控指令，用于公共串联触点的连接。

MCR，主控复位指令，用于公共串联触点的消除。

主控 (MC) 指令后，母线 (LD、LDI 点) 移到主控触点后，MCR 为将其返回原母线的指令。通过更改软件元件地址号 Y、M，可多次使用主控指令，但不同的主控指令不能使用同一软件号，否则就双线圈输出。MC、MCR 指令的应用如图 3-13 的程序示例中，当输入 X0 为接通时，直接执行从 MC 到 MCR 的指令。输入 X0 为断开时，成为如下形式：

保持当前状态：积算定时器、计数器、用置位/复位指令驱动的软件元件。

变为 OFF 的软件元件：非积算定时器，用 OUT 指令驱动的软件元件。

在没有嵌套结构时，通用 NO 编程。NO 的使用次数没有限制。有嵌套结构时，嵌套级 N 的地址号增大，即 NO→N1→N2→N3→N4→N5... N7。在将指令返回时，采用 MCR 指令，则从大的嵌套级开始消除。如图 3-14 所示。

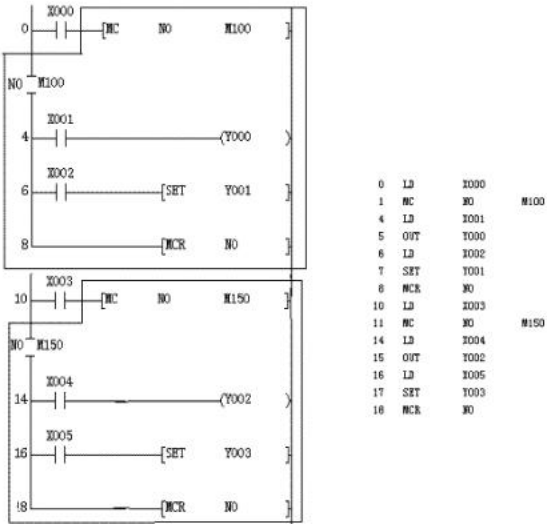


图 3-13 MC、MCR 指令的应用

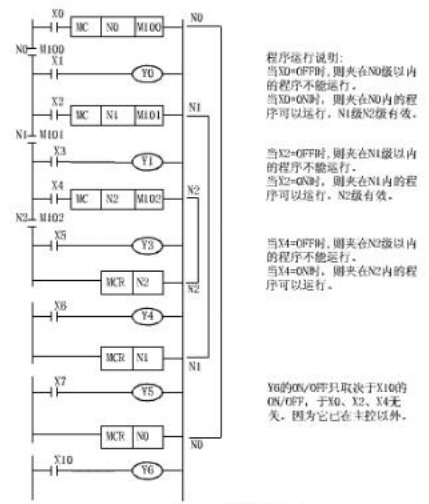


图 3-14 主控嵌套应用示例

### 3.1.9 取反 INV 指令

INV 指令是在将执行 INV 指令之前的运算结果反转的指令, 是不带操作数的独立指令。使用如图 3-15 所示。当 X0 断开, 则 Y0 接通, 如果 X0 接通则 Y0 断开。



图 3-15 取反指令 INV

### 3.1.10 置位与复位指令 SET、RST。

SET 为置位指令, 使动作保持; RST 复位指令, 使操作保持复位。SET、RST 指令的使用说明如图 3-16 所示。由波形图可见, 当 X0 接通, 即使再变成断开, Y0 也保持接通。X1 接通后, 即使再断开, Y0 也将保持断开。SET 指令的操作目标元件为 Y、M、S。而 RST

指令的操作元件是 Y、M、S、D、V、Z、T、C。

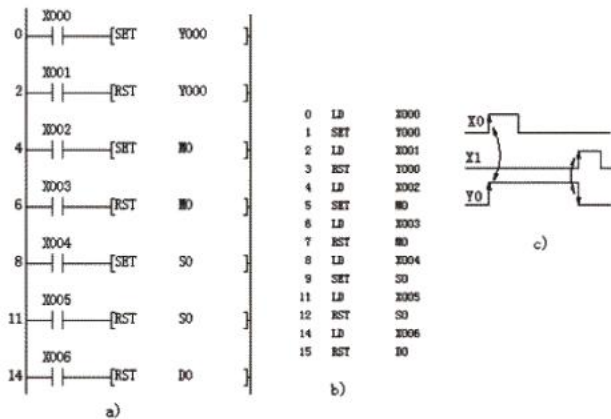


图3-16 SET、RST指令的使用说明  
a) 梯形图 b) 语句表 c) 波形图

3.1.11 微分输出指令 PLS、PLF

PLS—上升沿微分输出。当输入条件为 ON 时（上升沿），相应的输出位元件 Y 或 M 接通一个扫描周期。

PLF—下降沿微分输出。当输入条件为 OFF 时（下降沿），相应的输出位元件 Y 或 M 接通一个扫描周期。

这两条指令都是 2 个程序步，它们的目标元件是 Y 和 M，但特殊辅助继电器不能作为目标元件。其动作过程如图 3-17 所示。

使用这两条指令时，要特别注意目标元件。例如，在驱动输入接通时，PLC 由运行→停止→运行，此时 PLS M0 动作，但 PLS M600（断电保持辅助继电器）不动作。这是因为 M600 在断电停机时其动作也能保持。

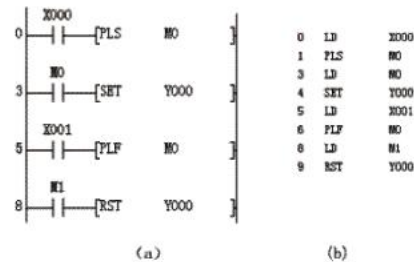


图3-17 PLS PLF使用说明  
(a) 梯形图 (b) 指令表 (c) 波形图

3.1.12 NOP、END 指令

NOP—空操作指令。

END—程序结束指令。

NOP 指令是不带操作数，在普通指令之间插入 NOP 指令，对程序执行结果没有影响，但是将已写入的指令换成 NOP，则被换的程序被删除，程序发生变化。所以用 NOP 指令可以对程序进行编辑。如图 3-18，当把 AND X1 换成 NOP，则触点 X1 被消除，ANI X2 换成 NOP，触点 X2 被消除。

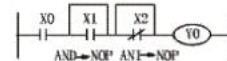


图3-18 NOP指令使用说明

END 是程序结束指令，当一个程序结束时，后面用 END，写在 END 后的程序不能被执

行。如果程序结束不用 END，在程序执行时会扫描完整个用户存储器，延长程序的执行时间，有的 PLC 还会提示程序出错，程序不能运行。

例 3-1：根据下例梯形图写出指令表。

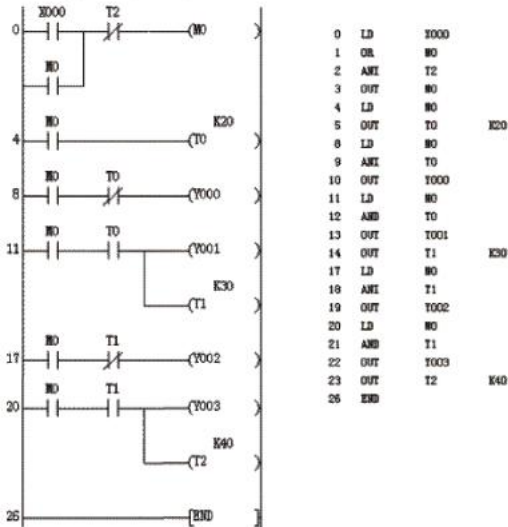


图 3-19 例 1 梯形图和指令表

### 3.2 基本指令的应用

了解了 PLC 的基本指令后，我们学习利用基本指令进行编程，用基本指令能完成大部分逻辑控制的编程。

#### 3.2.1 可编程控制器梯形图编程规则。

1、水平不垂直。

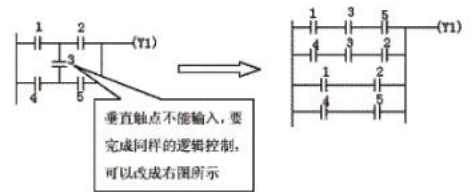


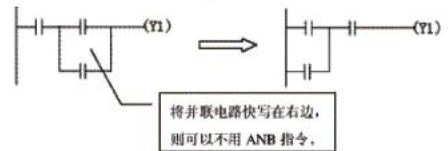
图 3-20 触点水平不垂直

2、多上串右。



触点多的写在上方，如右图，则可以用 ORB 指令

(a) 多上



(b) 串右

图 3-21 多上串右

3、线圈右边无接点

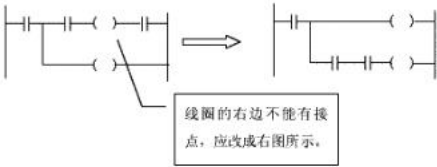


图 3-22 线圈右边无触点

4、不能有双线圈输出

Y3 是双线圈输出, 当出现双线圈输出时, 前面的输出不起作用, 只有最后的一条输出才起作用。避免双线圈的方法是把触点并联。如图 3-23。



图 3-23 不能有双线圈输出

3.2.2 程序举例

当我们要进行一个程序设计时, 一般要按照这么几个过程进行: (1)、理解控制过程。这是写程序非常关键的一步, 不了解控制过程, 也就无法写出正确的程序, 这一过程可以是客户提出, 如果不能准确理解, 可以到现场进行观测。(2)、选择所需的硬件, 并分配 I/O 地址, 画出 I/O 图。(3)、进行程序设计, 画出梯形图。(4)、对程序进行调试。下面我们通过一些简单例子来说明如何进行编程。

例 3-2: 电动机正反转的控制。控制要求: 当按下正转按钮时, 电动机正转; 按下反转按钮, 电动机反转; 按下停止按钮, 电动机马上停止, 当电动机发生过热时, 也能自动停止。

分析: 要控制电动机正反转, 必须要两个交流接触器,

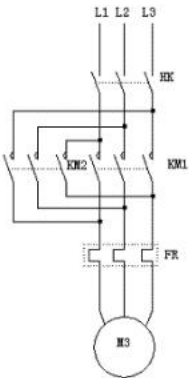


图 3-24 (a) 正反转控制主电路

其主电路如图 3-24 (a)。所以 PLC 有两个输出信号; 有四个输入信号, 其 I/O 图如图 3-24 (b)。另外, 由于电动机控制正反转的接触器不能同时接通, 所以必须进行互锁。根据控制要求写出梯形图和指令表如图 3-25。

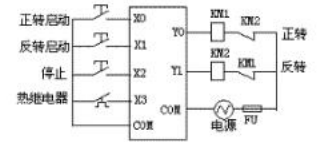


图 3-24 (b) 电动机正反转控制 I/O 图

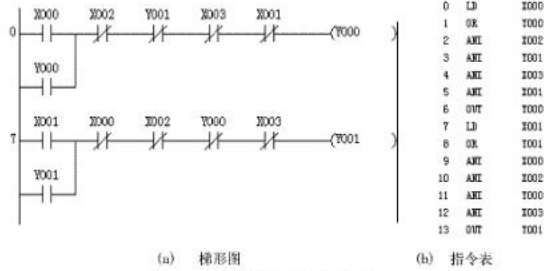


图 3-25 正反转控制梯形图和指令表

例 3-3: 有两台电动机: 按下启动按钮, 第一台电动机运行 10 分钟后停止, 切换到第二台运转, 20 分钟后, 第二台自动停止。试输出 PLC 控制程序。

分析: 输入信号可以用一个启动按钮。每个电动机用一个交流接触器控制, 所以有两个输出信号。控制 I/O 图如图 3-26。程序中要计时, 所以要用到定时器。其地址分配和梯形图、指令表如下。

X0—启动按钮 Y1—电动机 1 Y2—电动机 2

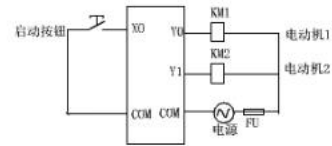


图 3-26 两台电动机控制的 I/O 图

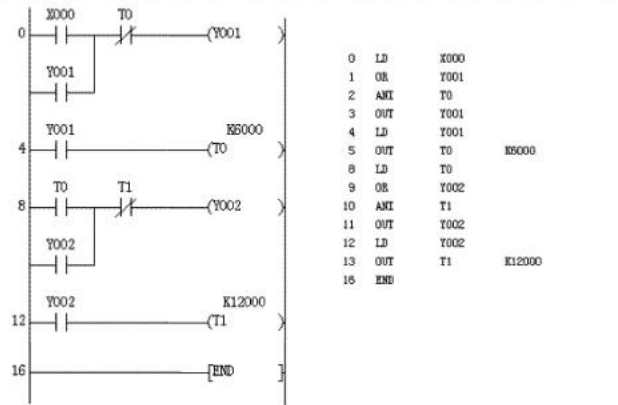


图 3-27 例 3 梯形图和指令表

**讨论：**将上题改成两台电机按上述规律运行 5 个周期后自动停止，另外要求在程序中添加一个急停按钮，应如何修改程序？

**例 3-4：**喷泉控制设计：有 A、B、C 三组喷头，要求启动后 A 组先喷 5s，之后 B、C 同时喷，5s 后 B 停止，再过 5s，C 停止而 A、B 同时喷，再过半 2s C 也喷；A、B、C 同时喷 5s 后全部停止，再过 3s 重复前面过程；当按下停止按钮后，马上停止。时序图如 3-28。试编出 PLC 的控制程序。

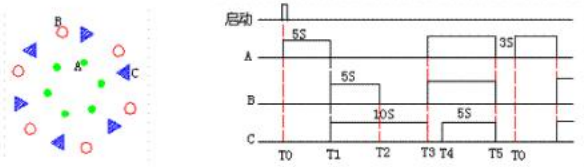


图 3-28 喷泉控制时序图

**分析：**这是一个关于时序循环的问题，这一类的问题编程有一定的规律，掌握这个规律，编程是一件很容易的事。

第一步，根据时序图中各负载发生的变化，定下要用定时器的编号和各定时器要延时的时间，如图 3-28。

第二，由于各定时器是按先后顺序接通的，所以要用前一个定时器的触点接通后一个定时器的线圈，再用最后一个定时器的触点去断开前一个定时器的线圈，这样就能

完成了定时器的循环计时。

第三，写驱动负载的程序，根据时序图中各负载上升沿和下降沿的变化，上升沿表示负载要接通，用相应的常开触点，下降沿表示负载断开，用相应的常闭触点。在一个周期中负载有多次接通的，用各路触点并联。其程序和 I/O 地址分配如下。

X0—启动按钮 X1—停止按钮 Y0—A 组喷头 Y1—B 组喷头 Y2—C 组喷头

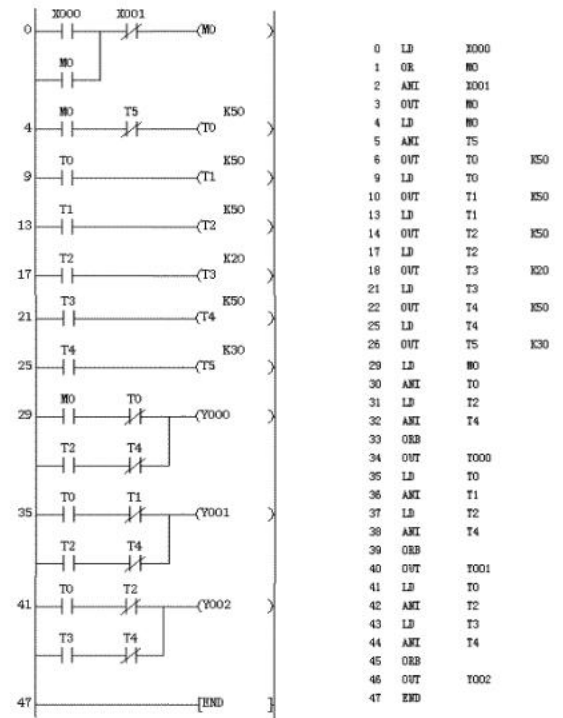


图 3-29 喷泉控制程序梯形图和指令表

例 3-5：交通灯的控制



假设有一个十字路口的交通信号灯控制要求时序图如图 3-30。南北方向：红灯亮 25 秒，转到绿灯亮 25 秒，再按 1 秒钟一次的规律闪烁 3 次，然后转到黄灯亮 2 秒。东西方向：绿灯亮 20 秒，再闪烁 3 次，转到黄灯亮 2 秒，然后红灯亮 30 秒，完成一个周期，如此循环运行。试编写 PLC 控制程序。

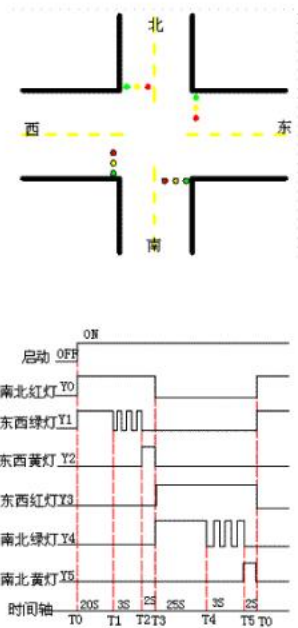


图 3-30 交通灯的平面示意图和控制时序图

分析：这也是有关时序循环的问题，所以编程方法和例 3 是一样的。一秒种的闪烁可用 M8013。

X0—启动按钮 X1—停止按钮 各信号灯的地址如控制时序图所示。控制程序如下。

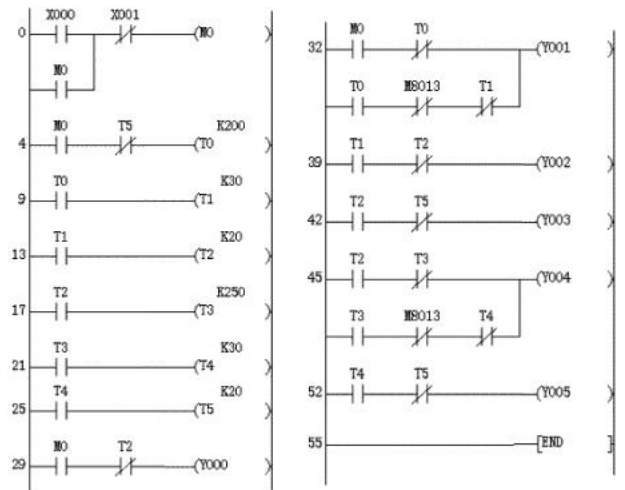


图 3-31 交通灯控制梯形图

习 题

3-1 根据题 3-32 图 (a)、(b) 的梯形图写出指令表

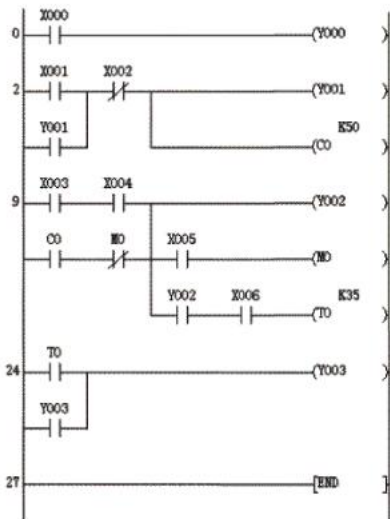


图 3-32 (a)

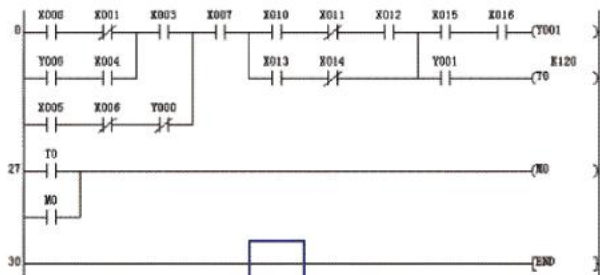


图 3-32 (b)

3-2 根据题 3-33 图的指令表写出梯形图。

0	LD	X000	17	OR	T001
1	OR	T000	18	MPS	
2	ANI	X001	19	ANI	X003
3	MPS		20	OUT	T001
4	ANI	C0	21	MPP	
5	OUT	T000	22	MOV	K100 D0
6	MPP		27	AND	T001
7	AND	T000	28	OUT	T0 D0
8	PLS	M1	31	LD	M012
10	MPP		32	AND	T0
11	AND	M1	33	OUT	C0 M5
12	RST	C0	36	LD	C0
14	RST	T0	37	OUT	T002
16	LD	X002	38	END	

图 3-33 图

3-3 有三台电动机, 要求启动时每隔 10min 依次启动一台, 每台运转 2 小时后自动停机。运行中还可以用停止按钮将三台电动机同时停机; 试编出 PLC 的控制程序。

3-4 某皮带运输机由 M1、M2、M3、M4 四台电动机拖动, 要求: (1)、启动时, 按 M1→M2→M3→M4 顺序启动, 间隔均为 3 秒。(2)、停止时, 按 M4→M3→M2→M1 顺序停止, 间隔也为 3 秒。试编写 PLC 的控制程序。

3-5 一台电动机运转 20s 后停止 5s, 重复如此动作 5 次, 试编写 PLC 控制程序。

3-6 某广告招牌有四个灯, 要求动作如图 3-34 时序图所示, 循环进行, 当按下停止按钮时能马上停止。试编出 PLC 控制程序。

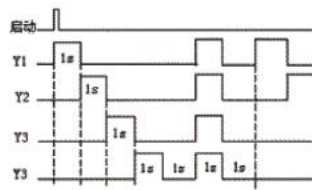


图 3-34

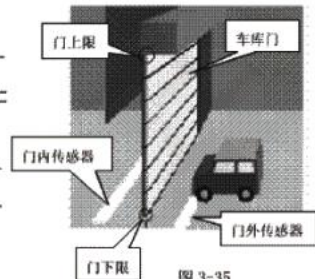


图 3-35

3-7 某一车库门要求自动控制, 如图 3-35 所示, 车库的门内外各有一传感器, 用来检测是否有车通过, 当有车要进车库时, 门外传感器检测到有车来, 门自动打开, 车开进车库, 开到上限时, 开门过程结束, 当门内传感器测到车已通过时, 开始关门, 碰到下