

目录

习题一	1
习题二	2
习题三	10
习题四	16
习题五	24
习题六	36
习题七	42
习题八	43

习题一

1-1 闸刀开关在安装时，为什么不得倒装？如果将电源线接在闸刀下端，有什么问题？

解：如果闸刀开关倒装，在闸刀开关拉闸断电时，其动触头有可能因重力下落使闸刀开关合闸造成危险。如果将电源线接在闸刀下端，在闸刀开关拉闸断电时，其动触头上带电，不安全。

1-2 哪些低压电器可以保护线路的短路？

解：保护线路的短路的低压电器主要有熔断器和断路器。

1-3 常用的低压熔断器有哪些类型？

解：常用的低压熔断器有插入式熔断器、螺旋式熔断器、无密封管式熔断器和有密封管式熔断器。

1-4 断路器有哪些保护功能？

解：断路器的过电流脱扣器用于线路的短路和过电流保护，热脱扣器用于线路的过负荷保护，失压(欠电压)脱扣器用于失压保护。

1-5 用一个万能转换开关测量三相电源的线电压如图 1-33 所示，在 1、2、3、4 位，电压表所测得的是什么电压。

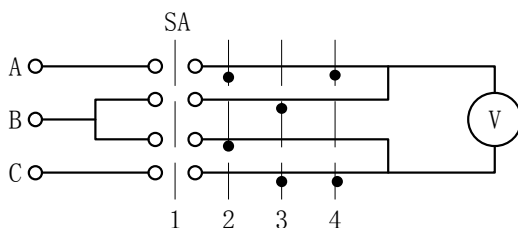


图 1-1 三相电压测量电路

解：在 1 位转换开关断开电压表，所测电压为 0； 2 位所测电压为 AB 相电压； 3 位所测电压为 BC 相电压； 4 位所测电压为 AC 相电压。

1-6 在可编程控制器中常用到 BCD 码数字开关，它有 4 个接点开关，共有 10 个位置，每个位置分别表示一个数字，如图 1-34 所示，试分析它是如何表示 10 个数字的？

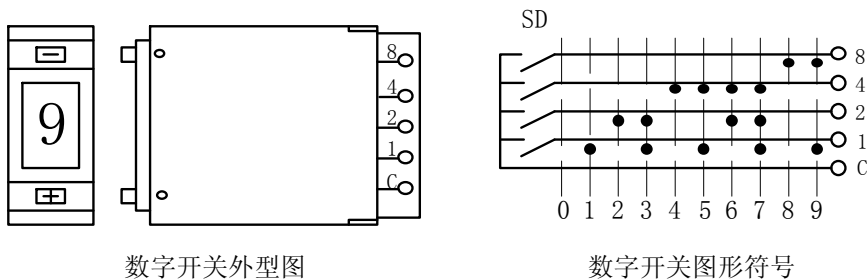


图 1-2 BCD 码数字开关

解：BCD 码数字开关用 4 个接点开关的接通和断开表示 0~9 的 10 个数字，4 个接点开关的权分别为 8、4、2 和 1，为 8 4 2 1 码。例如当数字开关拨在 5 位时，权分别为 4 和 1 的两个接点接通，所表示的 BCD 码为 5。

1-7 一个继电器的返回系数 $K=0.85$ ，吸合值为 100V，释放值为多少？

解：释放值 $X_1 = K \times X_2 = 0.85 \times 100V = 85V$ 。

1-8 空气阻尼式时间继电器的通电延时型电磁机构和断电延时型电磁机构相同吗？通电延时型时间继电器可以改为断电延时型时间继电器吗？

解：JS7 型空气阻尼式时间继电器的通电延时型电磁机构和断电延时型电磁机构相同，只要将电磁机构旋转 180 度安装就可将通电延时型时间继电器改为断电延时型时间继电器。反之亦然。

1-9 热继电器在电路中起什么作用？其工作原理是什么？热继电器接点动作后，能否自动复位？

解：热继电器在电路中起过载保护作用，常用于保护电动机。

热继电器主要由双金属片和热元件组成，热元件串接于电路中，当电动机正常运行时，其工作电流通过热元件产生的热量不足以使双金属片变形，热继电器不会动作。当电动机发生过电流且超过整定值时，双金属片的热量增大而发生弯曲，经过一定时间后，使触点动作，通过控制电路切断电动机的工作电源。

热继电器接点动作后，热元件也因失电而逐渐降温，经过一段时间的冷却，双金属片恢复到原来状态。如将复位螺丝旋出，触点不能自动复位，为手动复位置方式。如将复位螺丝旋入，触点能自动复位，为自动复位置方式。

1-10 按钮和行程开关有什么不同？各起什么作用？

解：按钮和行程开关都是主令电器，结构基本相同，不同的是按钮用手来操作的，行程开关是由机械来操作的。按钮在电路中由操作者向控制电路发布控制命令，行程开关在电路中检测设备的行程，并发出形成信号。

习题二

2-1 行程开关、接近开关、热继电器、电流继电器、速度继电器分别用于检测哪些物理量？这些物理量分别是来之于电路还是来之于电气设备？

解：行程开关和接近开关用于检测电气设备运动的行程距离，热继电器用于检测电气设备的过载，电流继电器用于检测电路的电流，速度继电器用于检测电气设备的旋转速度。

2-2 用三个开关来控制一盏灯，根据题意列出真值表，由真值表写出逻辑表达式，根据逻辑表达式画出控制电路。

解：根据题意列出真值表如图（a）所示。

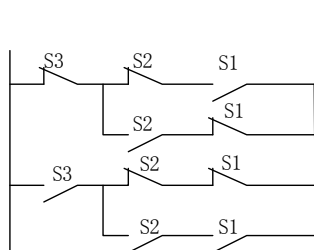
由真值表写出逻辑表达式：

$$\begin{aligned} EL &= \overline{S3} \times \overline{S2} \times S1 + \overline{S3} \times S2 \times \overline{S1} + S3 \times \overline{S2} \times \overline{S1} + S3 \times S2 \times S1 \\ &= \overline{S3} \times (\overline{S2} \times S1 + S2 \times \overline{S1}) + S3 \times (\overline{S2} \times \overline{S1} + S2 \times S1) \end{aligned}$$

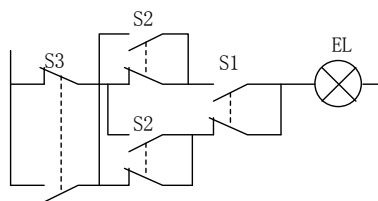
根据逻辑表达式画出控制电路如图（b）所示。图（b）也可化简为图（c）或图（d）。

S3	S2	S1	EL
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

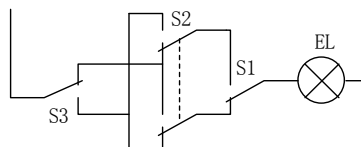
(a) 真值表



(b) 电路图



(c) 电路图



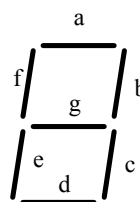
(d) 电路图

2-3 用三个开关控制一个七段数码管显示 0~7，试画出控制电路。

解：根据题意列出真值表如图（a）所示。

S3	S2	S1	数字	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
0	1	0	2	1	1	0	1	1	0	0
0	1	1	3	1	1	1	0	0	1	1
1	0	0	4	0	1	1	0	0	1	1
1	0	1	5	1	0	1	1	0	1	1
1	1	0	6	1	0	1	1	1	1	1
1	1	1	7	1	1	1	0	0	0	0

(a) 真值表



(b) 七段数码管笔画

由真值表写出逻辑表达式,(或画出各笔画的卡诺图,用卡诺图化简,写出逻辑表达式):

$$a = \overline{S3} \overline{S2} S1 + S3 S2 \overline{S1} = (S3 + S2 + \overline{S1}) (\overline{S3} + \overline{S2} + S1)$$

$$b = \overline{S1} \overline{S2} + S1 S2 + (S1 + \overline{S2}) S3$$

$$c = \overline{S3} \overline{S2} \overline{S1} = S1 + \overline{S2} + S3$$

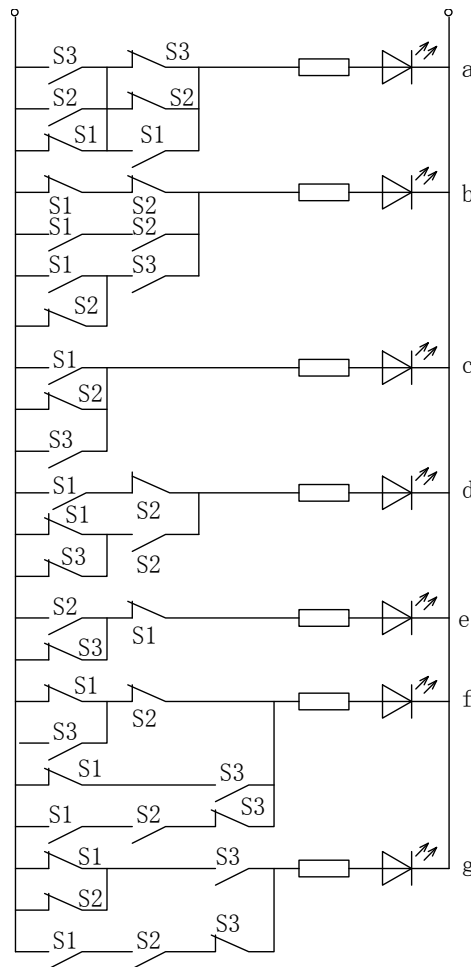
$$d = \overline{S2} S1 + S2 \overline{S1} + S2 \overline{S3} = \overline{S2} S1 + S2 (\overline{S1} + \overline{S3})$$

$$e = \overline{S1} \overline{S3} + \overline{S1} S2 = (\overline{S3} + S2) \overline{S1}$$

$$f = \overline{S1} \overline{S2} + \overline{S2} S3 + \overline{S1} S3 + S1 S2 \overline{S3} = (\overline{S1} + S3) \overline{S2} + \overline{S1} S3 + S1 S2 \overline{S3}$$

$$g = \overline{S2} S3 + \overline{S1} S3 + S1 S2 \overline{S3} = (\overline{S1} + \overline{S2}) S3 + S1 S2 \overline{S3}$$

根据逻辑表达式画出七段数码管控制电路如图(?)所示。



2-4 根据化简下面的逻辑表达式，画出控制电路。

$$Y_0 = A\overline{B} + \overline{A}C + \overline{C}\overline{D} + D$$

$$Y_1 = A\overline{B} + B + \overline{A}B$$

$$Y_2 = A\overline{B}CD + ABD + A\overline{C}D$$

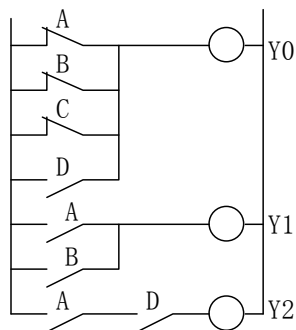
解：化简逻辑表达式

$$Y_0 = A\overline{B} + \overline{A}C + \overline{C}\overline{D} + D = A\overline{B} + \overline{A}C + \overline{C} + D = A\overline{B} + \overline{A} + \overline{C} + D = \overline{A} + \overline{B} + \overline{C} + D$$

$$Y_1 = A\overline{B} + B + \overline{A}B = A\overline{B} + B = A + B$$

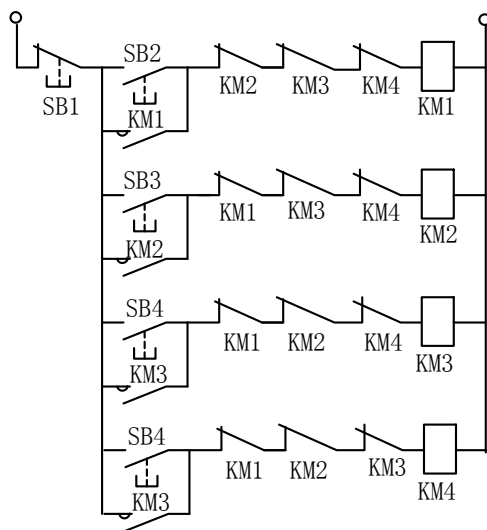
$$Y_2 = A\overline{B}CD + ABD + A\overline{C}D = A D(\overline{B}C + B + \overline{C}) = A D(C + B + \overline{C}) = A D$$

由逻辑表达式画出控制电路

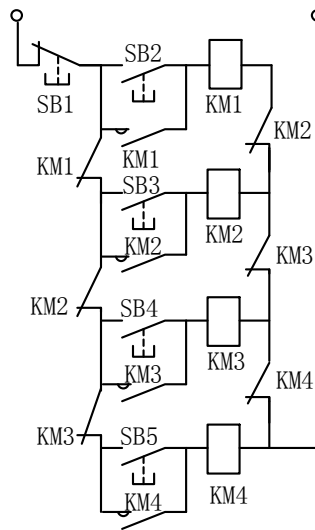


2-5 画出四路输出互锁电路。

解：



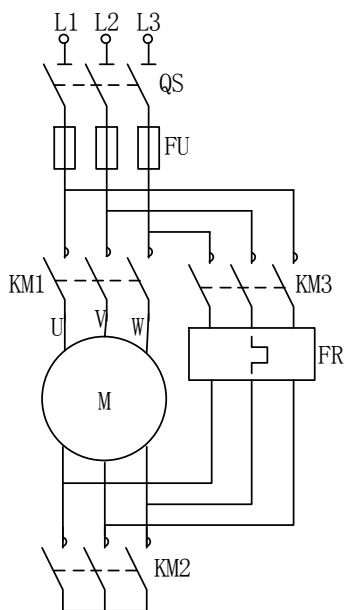
(a) 四互锁电路



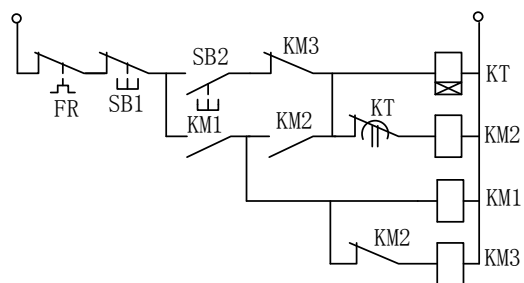
(b) 变形的四互锁电路

2-6 画出星形-三角形降压起动控制的主电路和控制电路。

解：



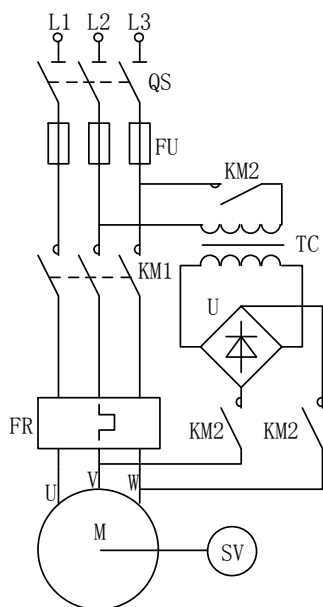
(a) 主电路



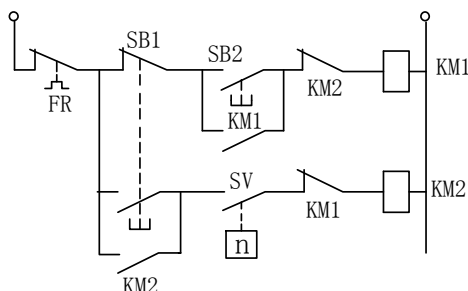
(b) 控制电路

2-7 画出用速度原则控制的单向能耗制动控制电路。

解：

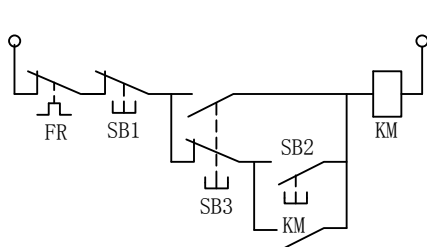


(a) 能耗制动控制主电路

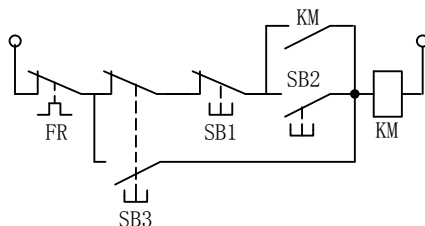


(d) 速度原则能耗制动控制电路

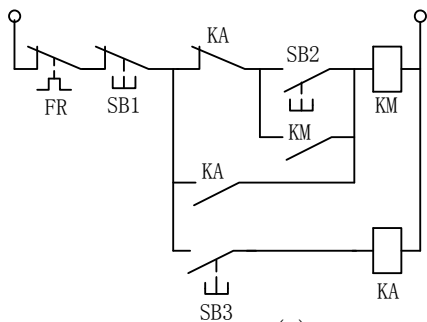
2-8 分析图 2-39(a)~ (d)的电路，是否能进行点动控制，哪些电路有接点竞争现象？哪些电路没有接点竞争现象？



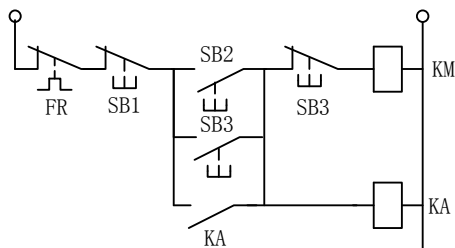
(a)



(b)



(c)



(d)

图 2-1 点动控制电路分析

解：分析图 2-39(a)~(d)的电路，是否能进行点动控制，哪些电路有接点竞争现象？哪些电路没有接点竞争现象？

图 2-39(a)~ (d)的电路均能进行点动控制，图 2-39(a) ~ (c)电路有接点竞争现象。图 2-39(d)电路没有接点竞争现象。

2-9 如何利用图 2-40 实现点动控制？

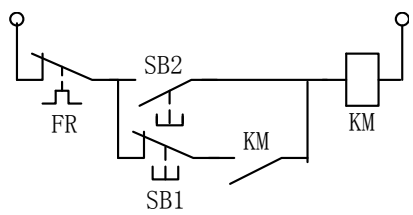


图 2-2

解： 起动时将 SB1 和 SB2 同时按下，停止时先松开 SB2 后再松开 SB1 即可实现点动控制。

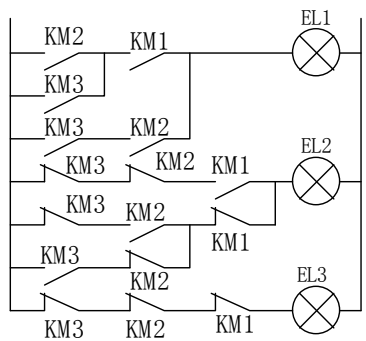
2-10 用信号灯显示三台通风机的运行情况。

- 1、当 2 台及以上通风机运行时绿灯亮，
- 2、当 1 台及以上通风机运行时黄灯亮，
- 3、当无通风机运行时红灯亮。

解： 根据题意列出真值表如图（a）所示。由真值表写出逻辑表达式,画出控制电路如图（b）所示。

电动机			信号灯		
第一台 KM1	第二台 KM2	第三台 KM3	绿 灯 HL1	黄 灯 HL2	红 灯 HL3
0	0	0			1
0	0	1		1	
0	1	0		1	
0	1	1	1		
1	0	0		1	
1	0	1	1		
1	1	0	1		
1	1	1	1		

（a）真值表



（b）电路图

2-11 图 2-41 为控制两台电动机的控制电路，试分析电路有哪些特点？

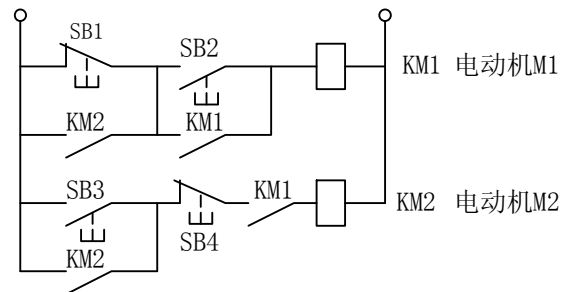


图 2-3 两台电动机的控制电路

解： 电动机 M1 起动后才能起动电动机 M2，电动机M 1 停止后才能停止电动机 M2。

2-12 图 2-42 是用一个按钮控制电动机的星三角降压起动电路，说明控制电路的操作过程和控制原理。

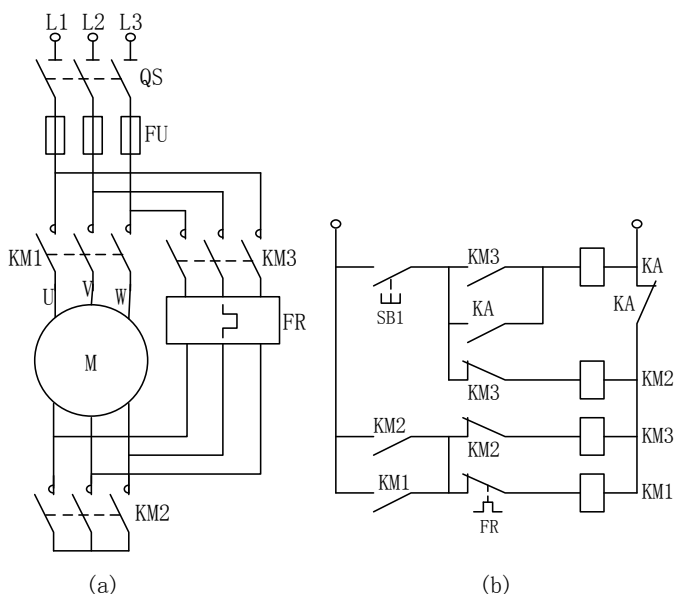


图 2-4 星三角降压起动控制电路

解：按下按钮 S B 1，接触器 K M 2 得电，相继 K M 1 线圈得电并自锁，电动机接成星形降压起动，当电动机转速接近额定转速时，松开按钮，接触器 K M 2 失电，打开星点，K M 3 线圈得电，将电动机接成三角形全压运行。

当再次按下按钮 S B 1，中间继电器 K A 得电并自锁，K A 常闭接点断开接触器 K M 1、K M 2 和 K M 3 线圈，电动机停止运行。松开按钮，全部线圈失电。

2-13 图 2-43 是用一个按钮控制绕线型异步电动机转子回路串频敏变阻器起动的控制电路，说明控制电路的操作过程和控制原理。

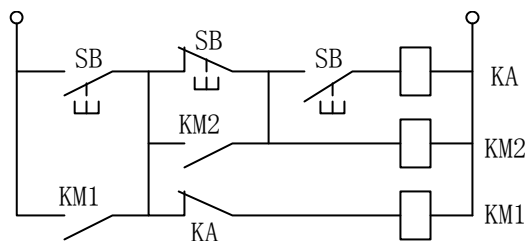


图 2-5 串频敏变阻器起动控制电路

解：按下按钮 S B，K M 1 线圈得电并自锁，电动机转子回路串频敏变阻器起动，当电动机转速接近额定转速时，松开按钮，接触器 K M 2 得电，将电动机转子回路中的频敏变阻器短接，电动机正常运行。

当再次按下按钮 S B，中间继电器 K A 得电，K A 常闭接点断开接触器 K M 1、K M 2 和 K A 全部线圈失电，电动机停止运行。

2-14 在图 2-21 所示的星三角降压、沿边三角起动电路中，如果时间继电器 K T 断线或损坏，按下起动按钮 S B 2 后，电动机将处于什么工作状态？试改进电路，要求当时间继电器断线或损坏时，使电动机不能起动。

解：如果时间继电器 K T 断线或损坏，按下起动按钮 S B 2 后，电动机将在星形接线的工作状态下长期运行，可能会烧坏电动机。为了防止这种情况，可将时间继电器 K T 的常开接点串接在接触器 K M 2 线圈的回路中，当时间继电器断线或损坏时，使接触器 K M 2 线

圈不能得电，电动机不能起动。

2-15 用传送带运送产品（工人在传送带首端放好产品），传送带由三相鼠笼型电动机控制。在传送带末端安装一个限位开关 SQ 如图 2-44 所示。按下起动按钮，传送带开始运行。当产品到达传送带末端并超过限位开关 SQ（即产品全部离开传送带）时，皮带停止。试设计传送带电动机的控制电路。

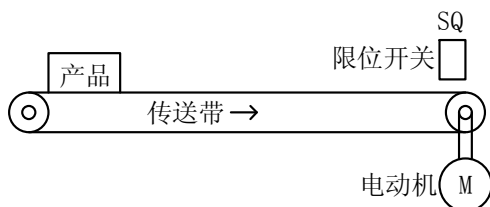
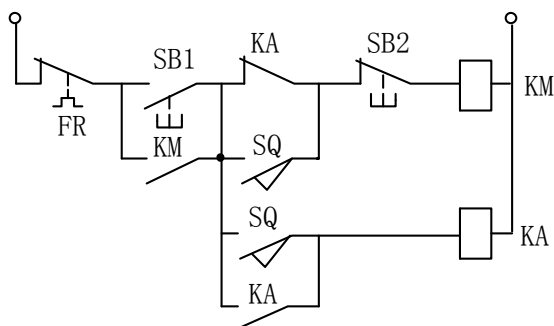


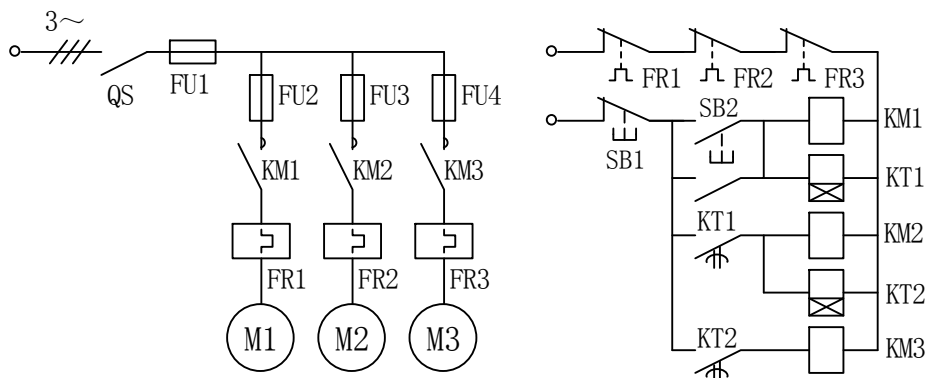
图 2-6 传送带示意图

解：传送带电动机的控制电路如图 所示。按下起动按钮 SB1，接触器 KM 线圈得电自锁，传送带开始运行。当产品到达传送带末端碰到限位开关 SQ 时，接触器 KM 线圈仍得电，同时中间继电器 KA 得电自锁，当产品超过限位开关 SQ（即产品全部离开传送带）时，SQ 接点断开，KM 线圈失电，KM 皮带停止。KM 自锁接点断开，中间继电器 KA 失电，其接点复位，为下次起动做好准备。



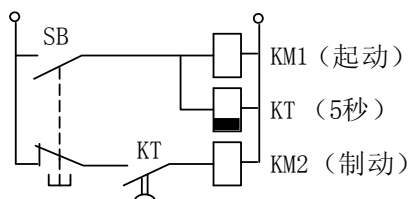
2-16 用按钮控制三台电动机，为了避免三台电动机同时起动，起动电流过大，要求每隔 8 秒起动一台，试设计三台电动机的主电路和控制电路。每台电动机应有短路和过载保护，当一台电动机过载时，全部电动机停止。

解：



2-17 用一个按钮点动起动控制电动机,当按钮松开时,对电动机能耗制动 5 秒钟停止,试画出控制电路。

解:



2-18 图 2-45 为预警延时起动控制电路,试说明其控制原理。

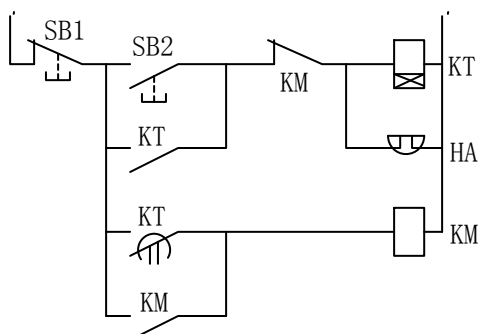


图 2-7 预警延时起动控制电路

解: 按一下起动按钮 SB2,时间继电器 KT 得电并自锁,同时电铃 HA 响,时间继电器 KT 接点延时闭合,接触器 KM 线圈得电自锁, KM 常闭接点断开 KT 线圈和电铃 HA, KM 主接点控制电动机起动。

习题三

3-1 分析下面的梯形图,哪些梯形图有点动控制功能。

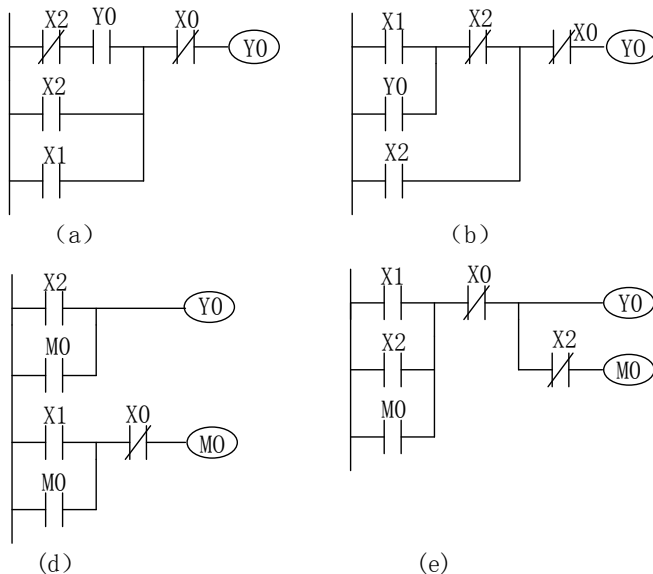


图 3-1 题 3-1 图

解：图中的 X2 为点动按钮，图（a）中的 X2 动作时，Y0 线圈得电，当 X2 复位时，Y0 线圈仍可经过 X2 常闭接点和 Y0 接点得电，所以没有点动控制功能。

图（b）的动作情况和图（a）基本一样，所以也没有点动控制功能。

图（d）中的 X2 控制 Y0 线圈，由于 Y0 没有自锁接点，所以有点动控制功能。

图（e）中的 X2 动作时，Y0 线圈得电，M0 线圈不得电，Y0 不能自锁，所以有点动控制功能。

3—2 比较下面两种互锁电路的特点。

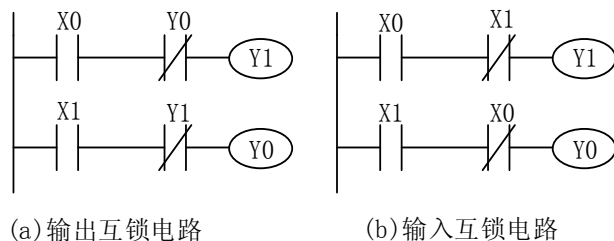


图 3-2 题 3-2 图

解：（a）输入互锁电路，当 X0 和 X1 先动作的输出线圈得电，后动作的输出线圈不得电，当 X0 和 X1 同时动作时，Y1 输出线圈得电，Y0 输出线圈不得电。

（b）输出互锁电路，当 X0 和 X1 先动作的输出线圈得电，当 X0 和 X1 同时动作时，Y1 和 Y0 输出线圈都不得电。

3—3 比较下面两个梯形图有什么区别。

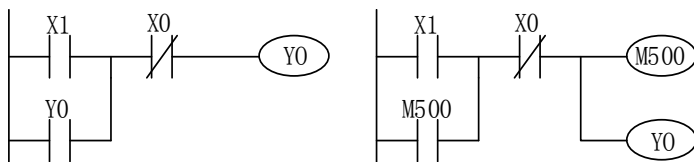


图 3-3 题 3-3 图

解：第一个梯形图当 P L C 停止或停电后再来电时，线圈 Y0 失电，第二个梯形图当 P L C 停止或停电后再来电时，由于 M 5 00 为失电保持型辅助继电器，所以线圈 Y0 仍保持原来的状态不变。

3—4 一水箱如图所示，用两个液位开关（SQ1，SQ2）测量水位，当水位低于 SQ1 时，进水阀 YV 自动打开进水；当水位达到 SQ2 时，进水阀 YV 自动关闭。画出 PLC 接线图和梯形图。

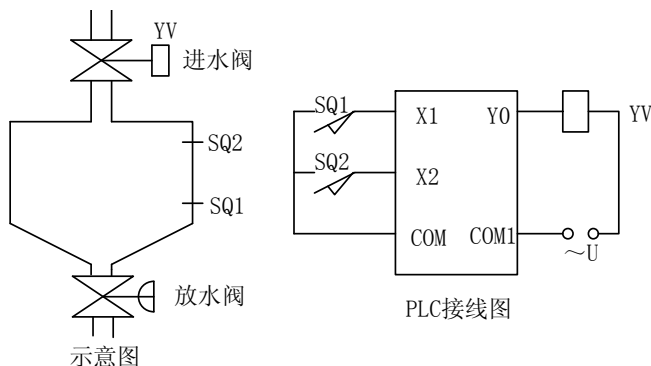
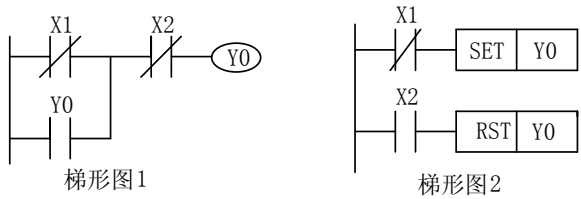


图 3-4 题 3-4 图

解:



3—5 一水箱如图所示，初始状态，水箱无水。当按起动按钮，信号灯亮，进水电磁阀得电，向水箱进水，当水位上升到上限开关，进水阀停止，放水阀得电，将水箱中的水放掉。当水位降到下限水位开关时，放水阀失电，并关闭放水阀，进水电磁阀得电，又重新进水。上述过程反复进行，始终保持水位在上下水位开关之间。画出控制梯形图。

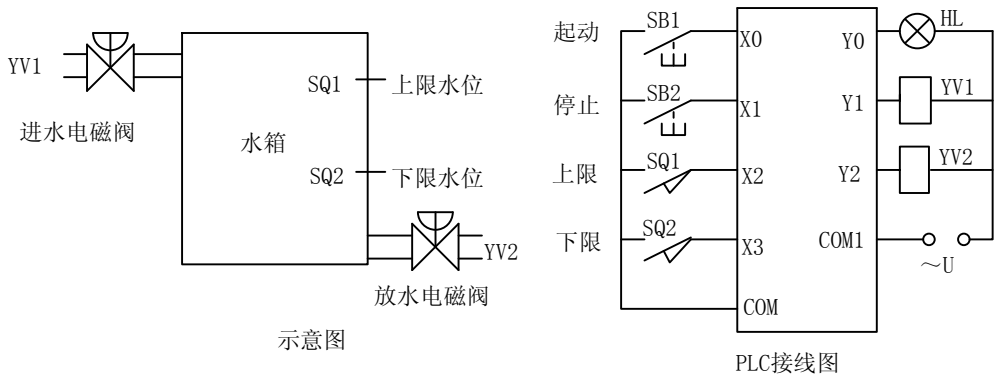
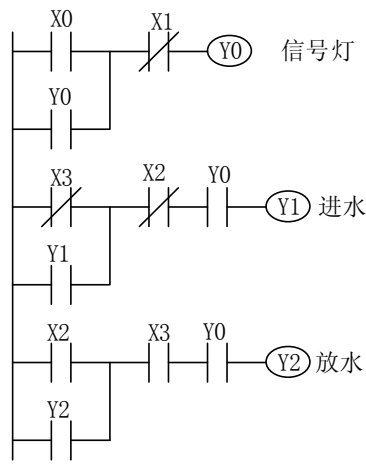


图 3- 5 题 3-5 图

解:



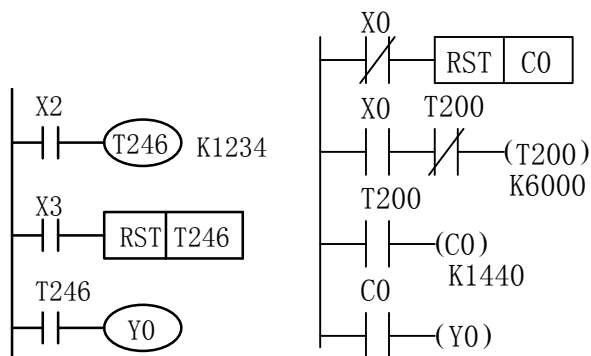
3—6 设计一个每隔 12 秒钟产生一个脉冲的定时脉冲电路。

解:



3-7 设计一个延时 1.234 秒的定时器，设计一个延时 24 小时的定时器。

解：



3-8 比较下面的两个梯形图的控制过程是否一样。

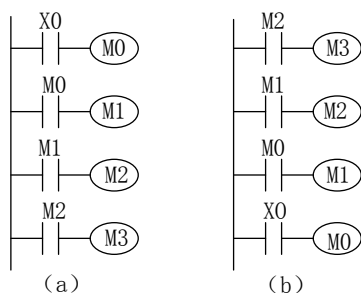


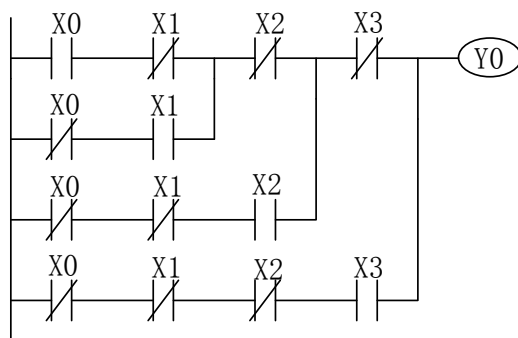
图 3-6 题 3-8 图

解：图（a），当 X0 动作时，M0~M 4 在同一个扫描周期中同时得电。

图（b），当 X0 动作时，M0~M 4 依次滞后一个扫描周期得电。

3-9 用 4 个开关控制一盏灯，当只有一个开关动作时灯亮，二个及以上开关动作时灯不亮。画出控制梯形图。

解：



3-10 根据下面的梯形图画出 M0 的时序图。

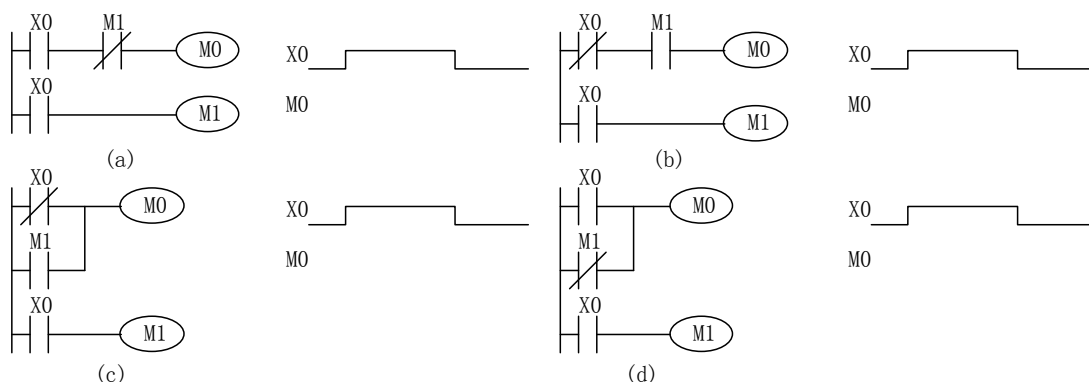
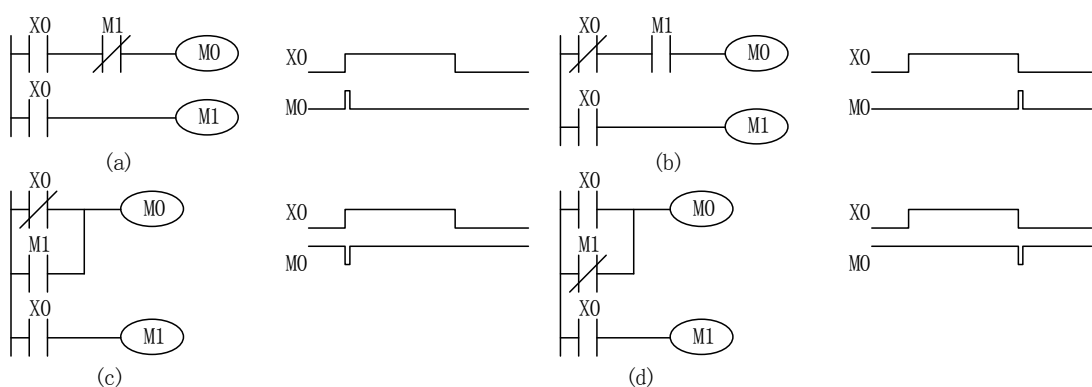


图 3-7 题 3-10 图

解:



3-11 分析下面的梯形图，能否用 X0、X1 控制 Y0，如果能则说明控制原理，如果不能，请给予纠正。

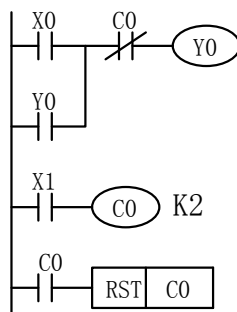
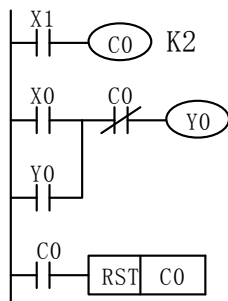


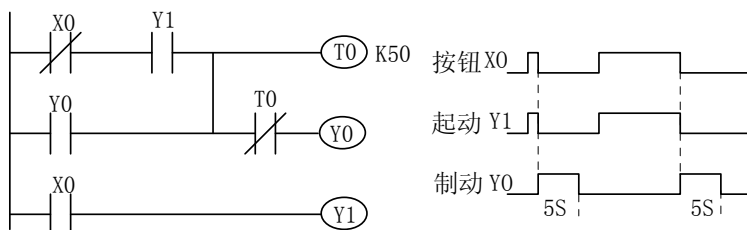
图 3-8 题 3-11 图

解: 当 X0 动作时，Y0 得电自锁，计数器 C0 对 X1 的上升沿计数，当计数值达到设定值 2 时，C0 常开接点立即对计数器 C0 复位，由于 C0 的常闭接点在计数器 C0 线圈的前面，在下一个扫描周期才动作，所以 C0 的常闭接点不起作用，不能控制 Y0 线圈。应将其改为下面所示的梯形图。



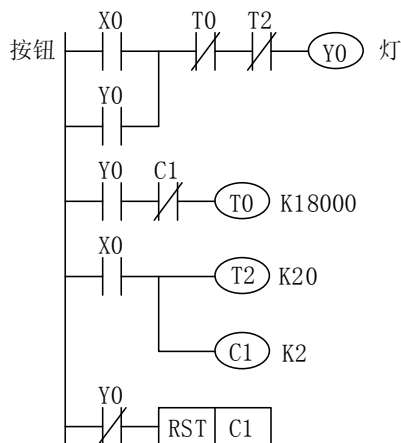
3-12 用一个按钮点动起动控制电动机，当按钮松开时，对电动机能耗制动 5 秒钟停止，试画出控制梯形图。

解：



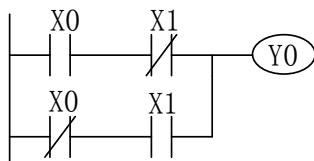
3-13 用一个按钮控制楼梯的照明灯，每按一次按钮，楼梯灯亮 3 分钟熄灭。当连续按两次按钮，灯常亮不灭。当按下时间超过两秒时，灯熄灭。

解：



3-14 设计一个用两个开关都可以控制一个灯的梯形图。

解：



3-15 设计一个满足下面时序图的梯形图。

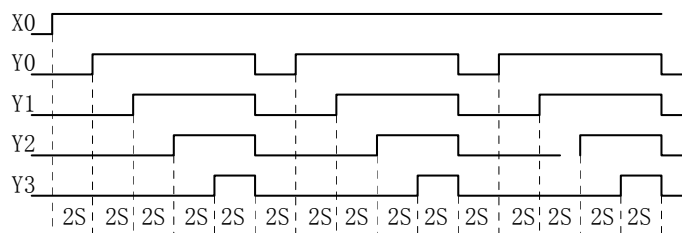
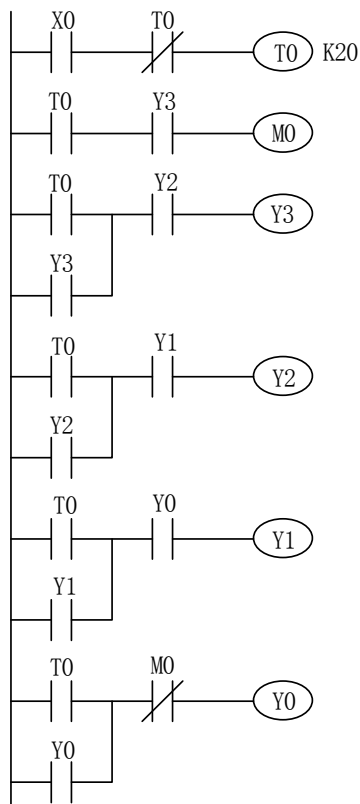


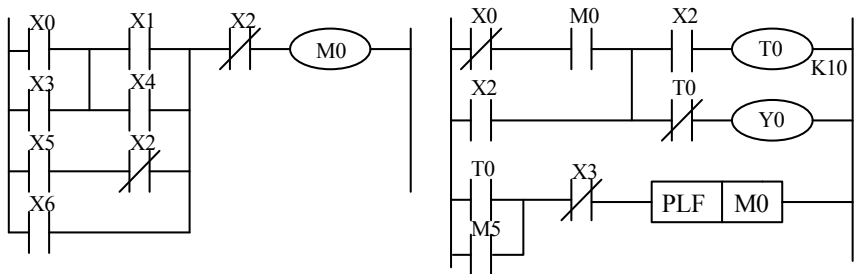
图 3-9 题 3-15 图

解:



习题四

4-1、写出下面梯形图的指令表



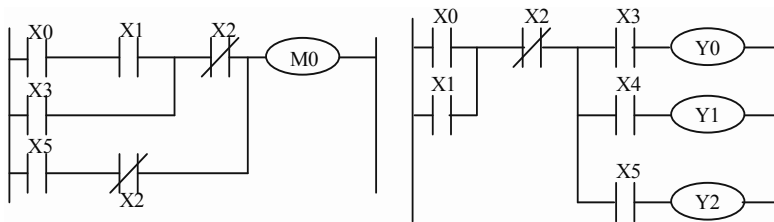


图 4-1 题 4-1 图

解:

0 LD X000 1 OR X003 2 LD X001 3 OR X004 4 ANB 5 LD X005 6 ANI X002 7 ORB 8 OR X006 9 ANI X002 10 OUT M0

0 LD X000 1 AND M0 2 OR X002 3 MPS 4 AND X002 5 OUT T0 K10 8 MPP 9 ANI T0 10 OUT Y000 11 LD T0 12 OR M5 13 ANI X003 14 PLF M0

0 LD X000 1 AND X001 2 OR X003 3 ANI X002 4 LD X005 5 ANI X002 6 ORB 7 OUT M0

0 LD X000 1 OR X001 2 ANI X002 3 MPS 4 AND X003 5 OUT Y000 6 MRD 7 AND X004 8 OUT Y001 9 MPP 10 AND X005 11 OUT Y002

4-2、写出下面梯形图的指令表

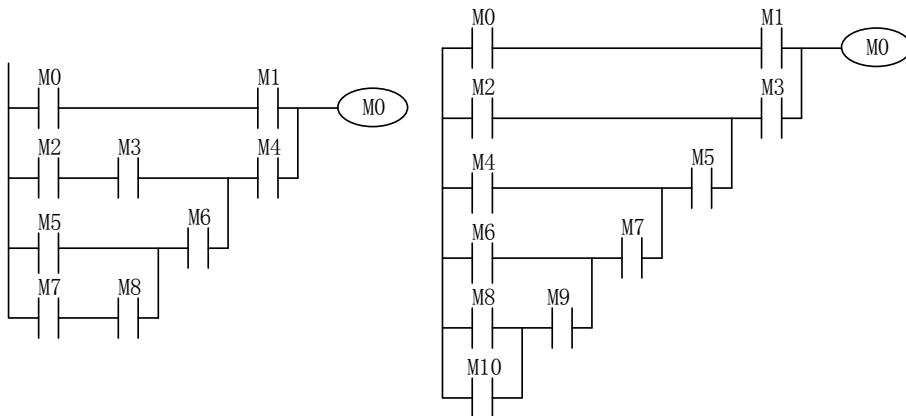


图 4-2 题 4-2 图

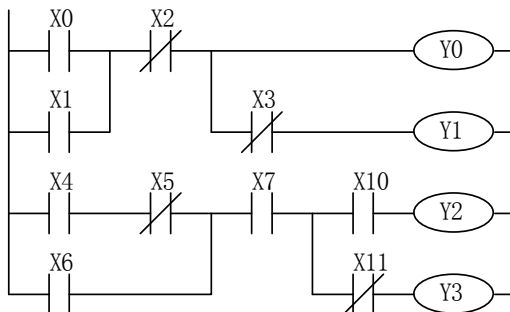
解: 0 LD M0 1 AND M1 2 LD M2 3 AND M3 4 LD M5 5 LD M7 6 AND M8 7 ORB 8 AND M6 9 ORB 10 AND M4 11 ORB 12 OUT M0

0 LD M0 1 AND M1 2 LD M2 3 LD M4 4 LD M6 5 LD M8 6 OR M10 7 AND M9 8 ORB 9 AND M7 10 ORB 11 AND M5 12 ORB 13 AND M3 14 ORB 15 OUT M0

4-3、根据下面的指令表画出梯形图

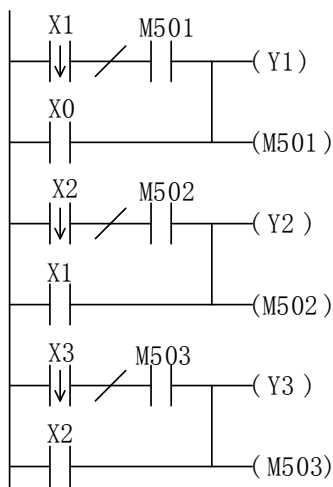
0 LD X0 1 OR X1 2 ANI X2 3 OUT Y0 4 ANI X3 5 OUT Y1 6 LD X4 7
ANI X5 8 ORI X6 9 AND X7 10 MPS 11 AND X10 12 OUT Y2 13 MPP 14 ANI
X11 15 OUT Y3

解:



4-4、将例 4-3 所示的传送带接力传送的 PLC 控制增加失电保持功能，即当停电后再来电时，仍保持停电前传送带的运行状态。

解:



4-5、用 INV 取反指令画出下列逻辑表达式的梯形图，并写出指令表。 $\overline{X0}$ 为下降沿常闭接点)

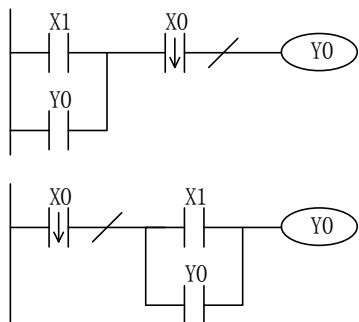
$$Y0 = (X1 + Y0) \overline{X0}$$

$$Y0 = \overline{X0} (X1 + Y0)$$

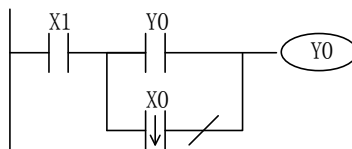
$$Y0 = X1 (\overline{X0} + Y0)$$

$$Y0 = X1 (Y0 + \overline{X0})$$

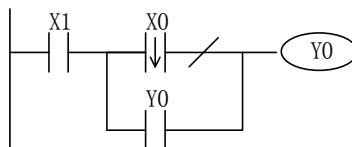
解



LD X1
OR Y0
LDF X0
INV
ANB
OUT Y0



LDF X0
INV
LD X1
OR Y0
ANB
OUT Y0



LD X1
LDF X0
INV
OR Y0
ANB
OUT Y0

LD X1
LD Y0
LDF X0
INV
ORB
ANB
OUT Y0

4-6、将下面的梯形图用 MC、MCR 指令画出梯形图，并写出对应的指令表。

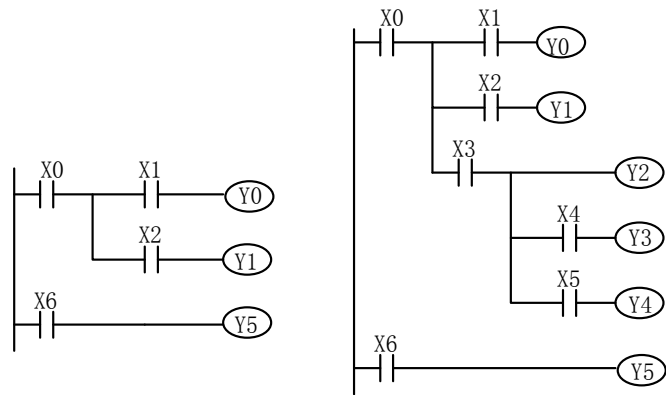
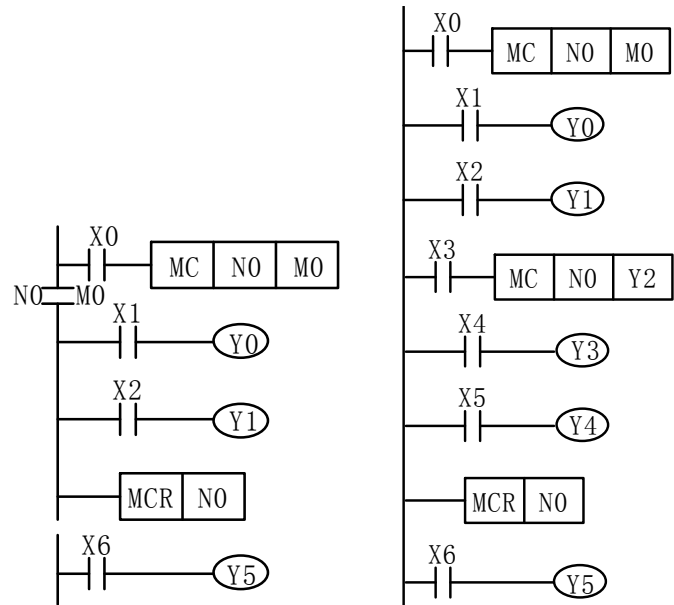


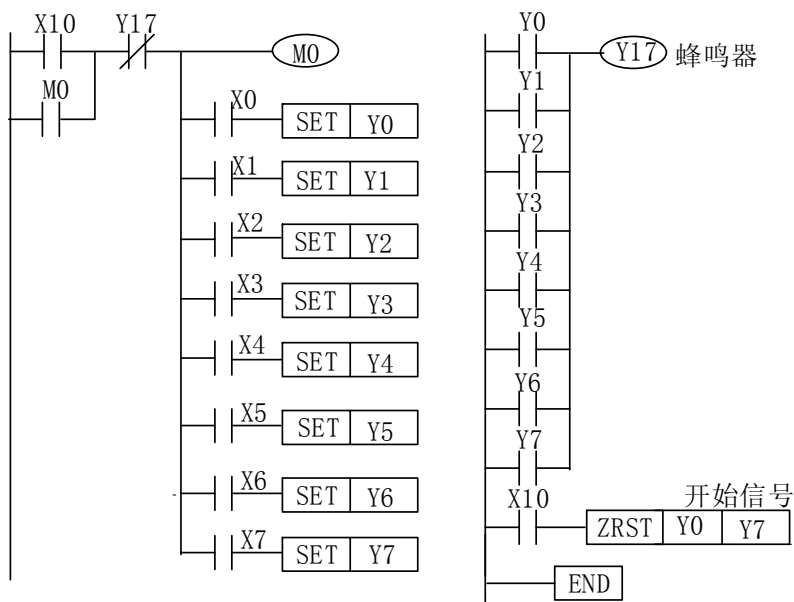
图 4-3 题 4-6 图

解：



4-7、将图 4-36 的梯形图用回路分支导线指令 MPS、MRD、MPP 来编程，画出梯形图并写出指令表。

解：



4-8、试用下面的梯形图作为三人抢答电路，如果两个按钮 X1 和 X2 同时按下时将会出现什么样的结果。

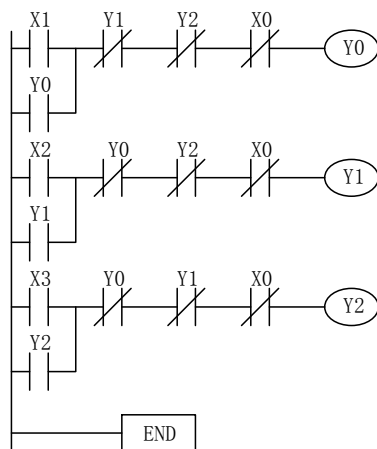


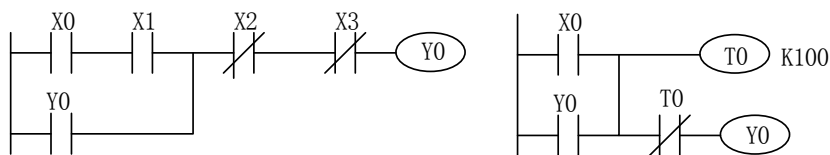
图 4- 4 题 4-8 图

解：如果两个按钮 X1 和 X2 同时按下时,由于 X1 在前面，将会出现 Y0 得电，而 Y2 不得电的现象。

4-9、根据控制要求画梯形图，并写出程序。

- 1 当 X0, X1 同时动作时 Y0 得电并自锁，当 X2, X3 中有一个动作时 Y0 失电。
- 2 当 X0 动作时 Y0 得电并自锁，10 秒后 Y0 失电。

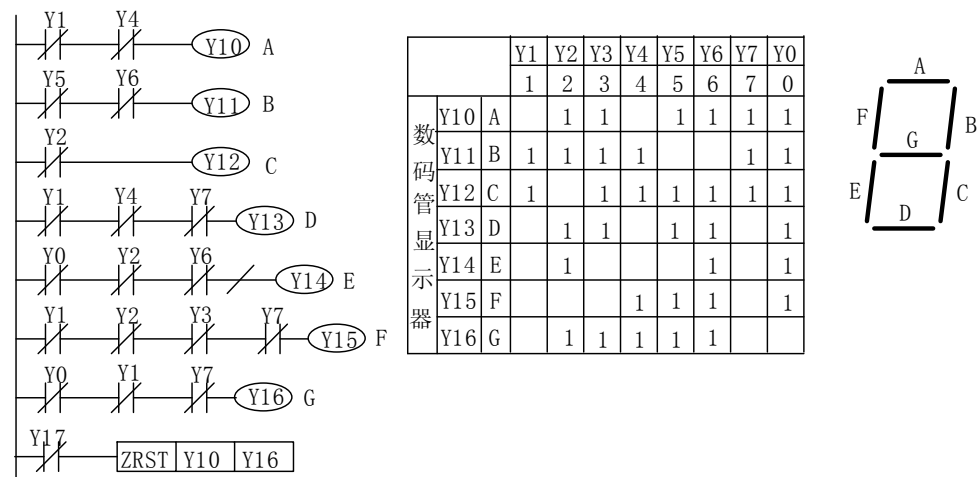
解：



4-10、为图 4- 36 智力竞赛抢答梯形图填加七段数码管显示，以显示抢答者的号码。

当 Y0 灯亮时显示“0”，Y1 灯亮时显示“1”，以此类推，当 Y7 灯亮时显示“7”。七段数码管的七段笔画 a、b、c、d、e、f、g 分别由输出继电器 Y10~Y16 驱动。请设计出控制梯形图，并写出指令表。

解：



4-11、分析下面的梯形图，X1、X2、X3 均为按钮，说明这三个按钮对输出继电器 Y0 的控制作用。

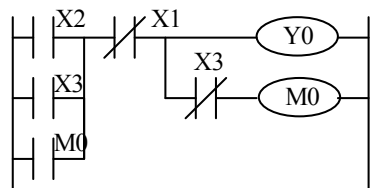


图 4- 5 题 4-11 图

解：X1 为停止按钮，X2 为连动按钮，X3 为点动按钮。

4-12、分析下面两个梯形图，画出 X0 和 Y0 之间关系的时序图，说明控制过程。用边沿线圈指令 PLS 来替换边沿接点指令。

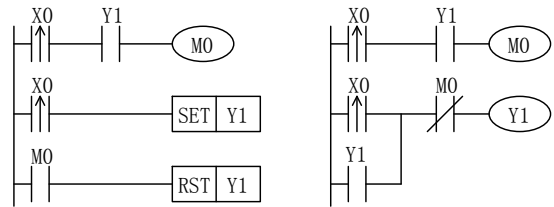
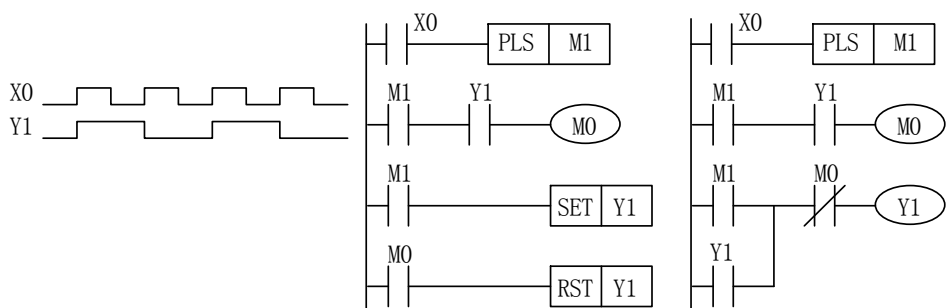


图 4- 6 题 4-12 图

解：两个梯形图的工作原理是一样的。



4-13、分析下面的梯形图，画出 X0 和 Y0 之间关系的时序图，说明控制过程。用边沿接点指令来替换 PLS 边沿线圈指令。

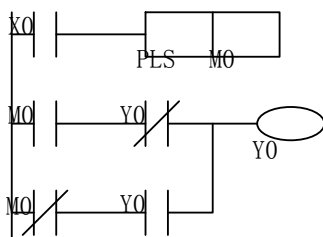
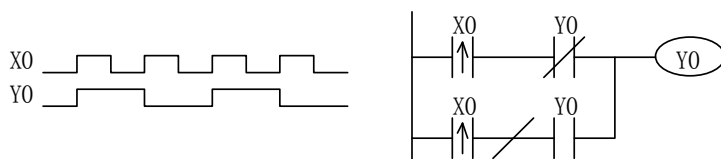


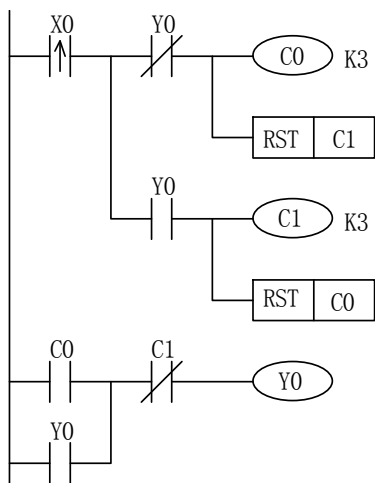
图 4- 7 题 4-13 图

解：



4-14、用一个按钮控制一盏灯，要求按三次灯亮，再按三次灯灭，画出控制梯形图，并写出指令表。

解：



4-15 分析图 4-61 所示梯形图的动作原理，画出 T0、T1 和 T2 的时序图。

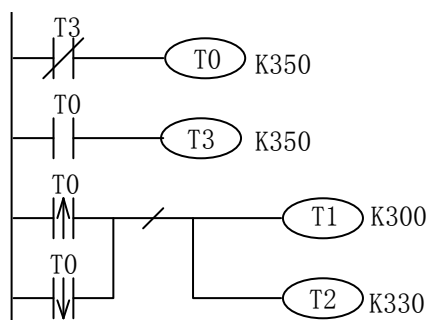
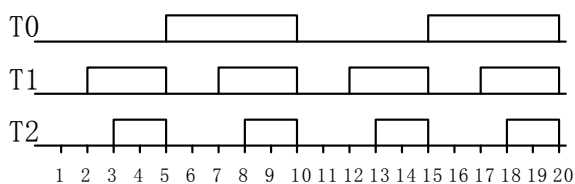


图 4-8 题 4-15 图

解：



4-16 将图 4-62 所示的三互锁控制电路转换成梯形图。

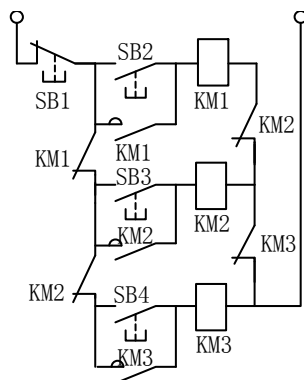
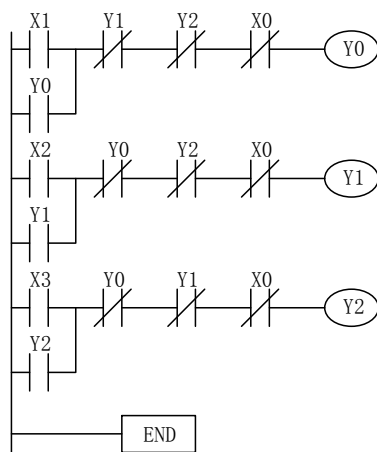


图 4-9 题 4-16 图

解：



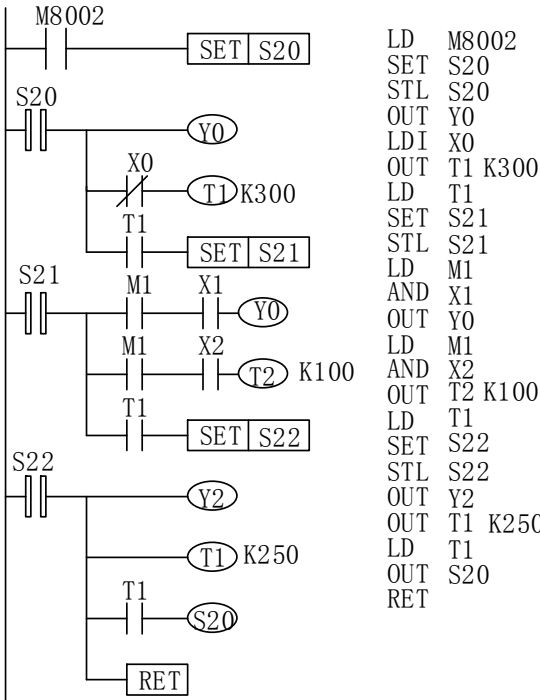
The schematic diagram illustrates a three-phase motor control system. It features a main power supply line connected to a three-phase switch (FR) and a stop button (SB1). The circuit branches into two parallel paths for forward and reverse motor control. The forward path includes a forward stop button (SB2), a forward contactor (KM1), and a thermal relay (KT). The reverse path includes a reverse stop button (SB3), a reverse contactor (KM2), and a thermal relay (KT). Interlocking is achieved through normally closed contacts from the opposite contactor (KM1 and KM2) connected to the start buttons (SB2 and SB3). A manual/automatic selector switch (SA) is used to toggle between manual operation (E) and automatic operation (A). The thermal relay (KT) provides overload protection for the motor.

解：



24

解:



5-2 画出如图 5-28 所示混合分支状态转移图的步进梯形图，写出指令表。

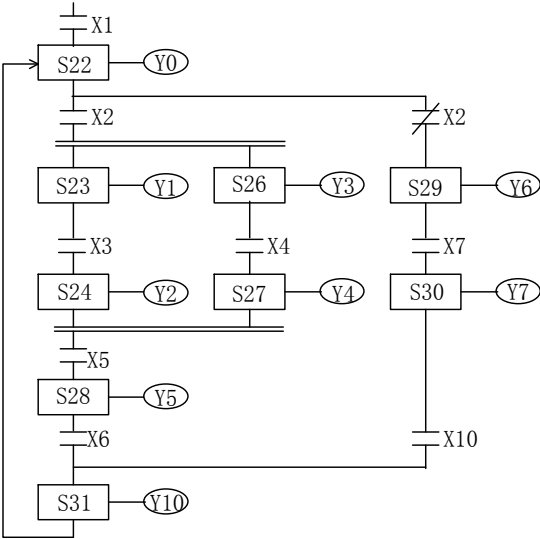
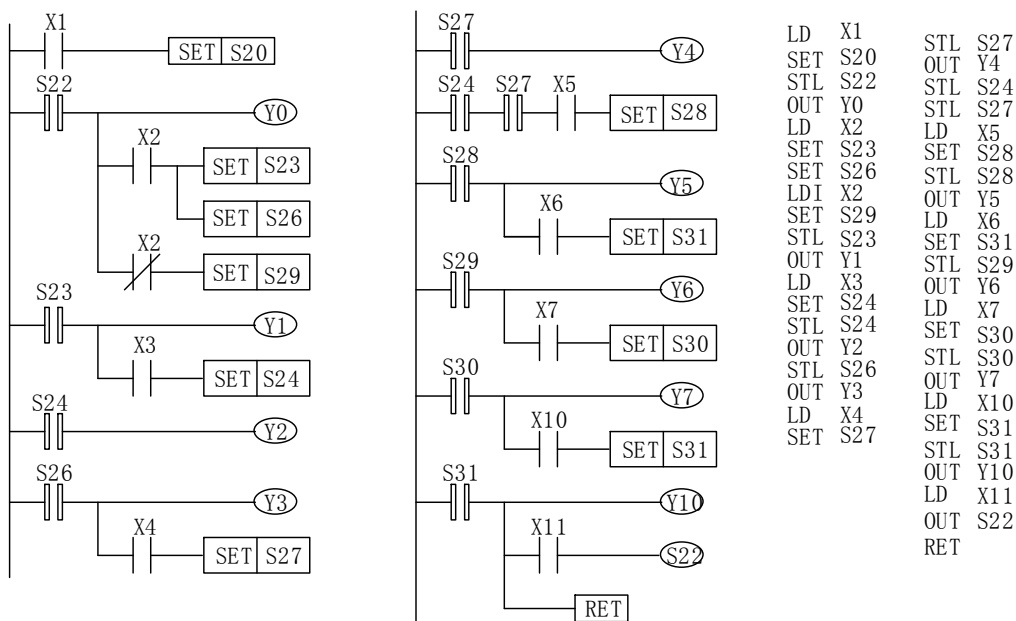


图 5-2 混合分支状态转移图

解:



(a) 步进梯形图

(b) 指令表

5-3 在图 5-24 所示的按钮人行道状态转移图中使用了 T0~T5 共 6 个定时器，由于在状态转移图中一个定时器可以多次使用，那么在图 5-24 中最少可以用几个定时器？

解：最少可以用两个定时器。

5-4 当从一个汇合线直接向另一个分支线转移时，可以插入一个虚设状态步，如图 5-29 所示，试画出对应的步进梯形图，并写出指令表。

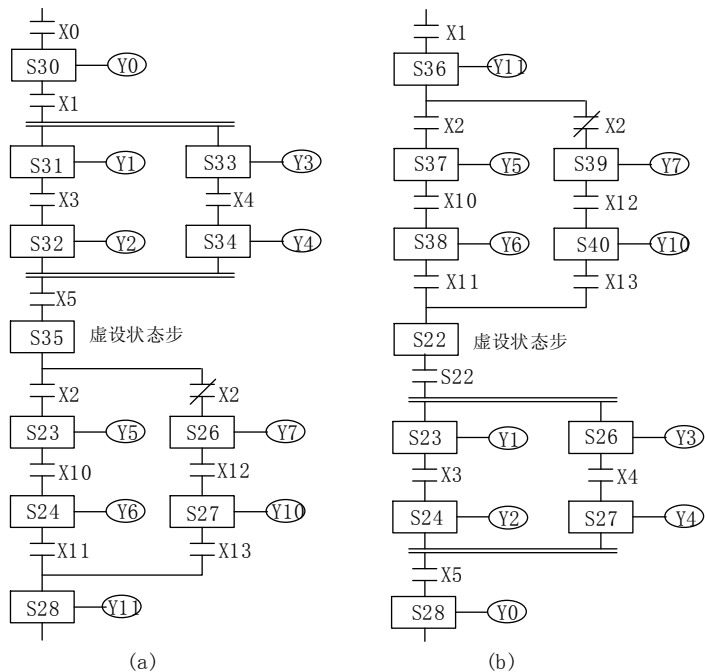
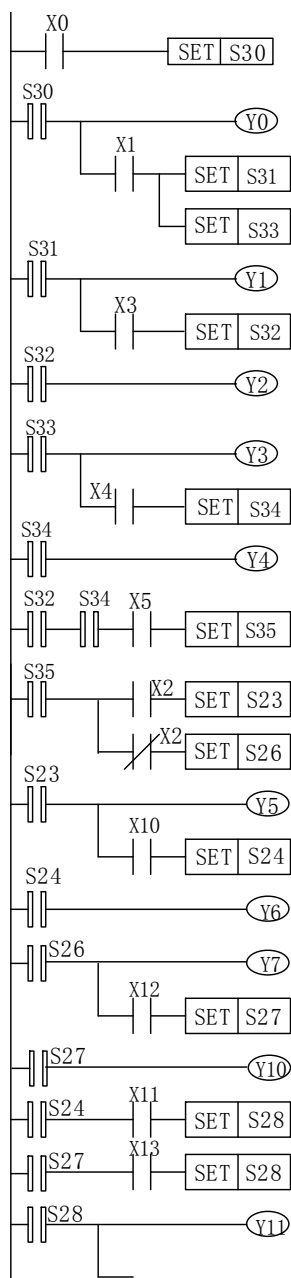


图 5-3 题 5-4 虚设状态步

解：

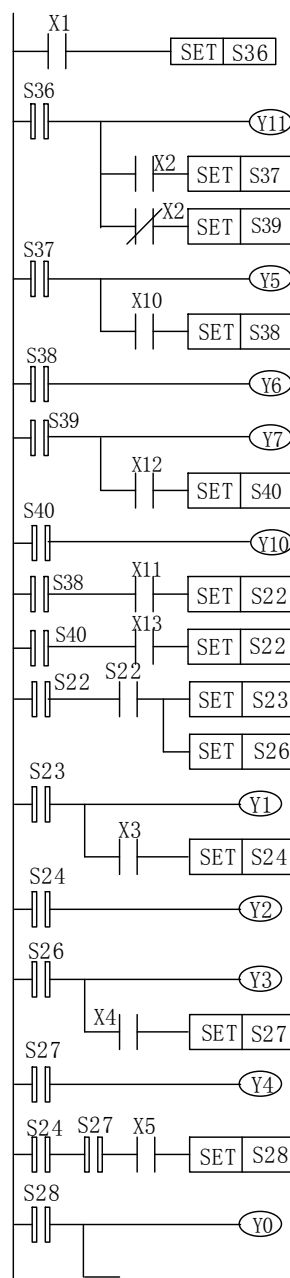


```

STL S22
OUT Y0
LD X1
SET S31
SET S33
STL S33
OUT Y1
LD X3
SET S32
STL S32
OUT Y2
STL S33
OUT Y3
LD X4
SET S34
STL S34
OUT Y4
STL S32
STL S34
LD X5
SET S35
STL S35
LD X2
SET S23
LDI X2
SET S26
STL S23
OUT Y5
LD X10
SET S24
STL S24
OUT Y6
LD X11
SET S28
STL S27
LD X13
SET S28
STL S28
OUT Y11
LD

```

(a)



```

LD X1
SET S36
STL S36
OUT Y11
LD X2
SET S37
LDI X2
SET S39
STL S37
OUT Y5
LD X10
SET S38
STL S38
OUT Y6
LD X12
SET S40
STL S40
OUT Y10
LD X11
SET S22
STL S40
LD X13
SET S22
STL S22
LD S22
SET S23
SET S26
STL S23
OUT Y1
LD X3
SET S24
STL S24
OUT Y2
STL S26
OUT Y3
LD X4
SET S27
STL S27
OUT Y4
STL S24
SET S27
STL S27
LD X5
SET S28
STL S28
OUT Y0
LD

```

(b)

5-5 某一钻床，用于在工作台上钻孔，钻床的工作过程如下：

钻头在原位，限位开关 SQ1 受压。按下起动按钮 SB1，主轴电机 M1 带动钻头转动。同时快进电磁阀得电钻头快进。当碰到限位开关 SQ2 时，YV1 失电。工进电磁阀 YV2 得电，转为工作进给。当碰到限位开关 SQ3 时，YV2 失电，停止工进。5 秒种后，电磁阀 YV3 得电，钻头快退，碰到 SQ1 时，动力电机和电磁阀均失电，停止工作。

按下停止按钮，动力电机和电磁阀均失电。画出状态转移图。

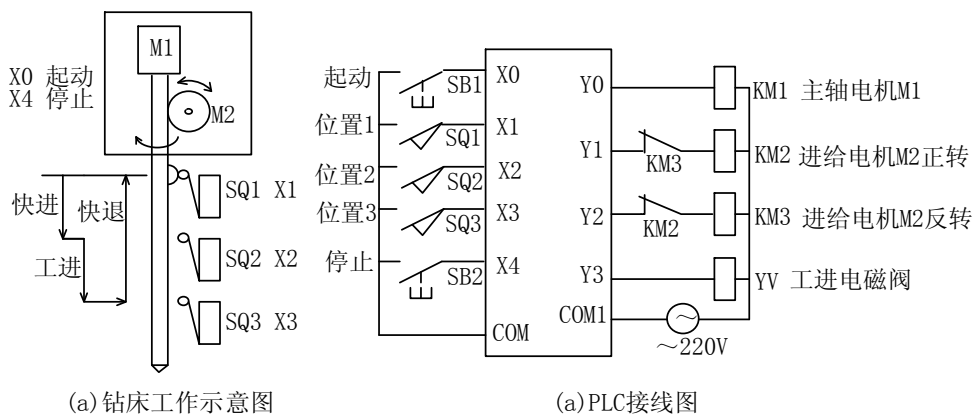
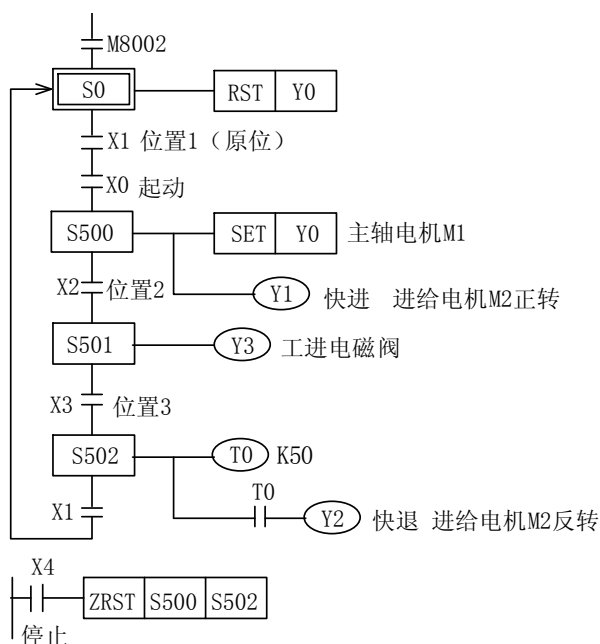


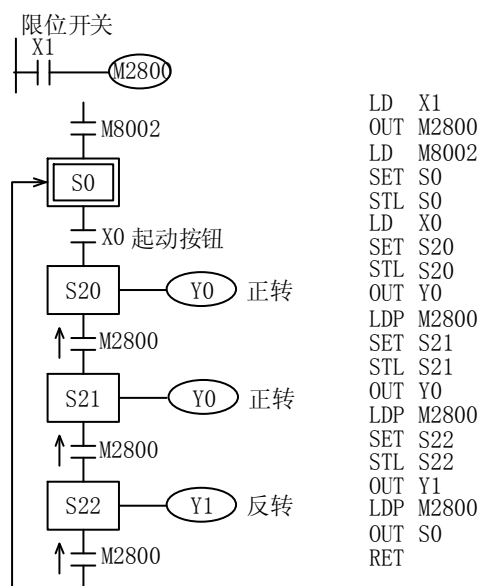
图 5-4 题 5-5 的图

解:



5-6 用 PLC 控制一个圆盘，圆盘的旋转由电动机控制。要求按下启动按钮后正转 2 圈反转 1 圈后停止。画出状态转移图、步进梯形图，写出指令表。

解:



5-7 一台剪板机如图 5-31 所示，其控制要求如下：按起动按钮 X0，开始送料，当板料碰到限位开关 X1 时停止，压钳下行将板料压紧时限位开关 X2 动作，剪刀下行将板料剪断后触及限位开关 X3，压钳和剪刀同时上行分别碰到上限位开关时停止。画出 PLC 接线图和状态转移图。

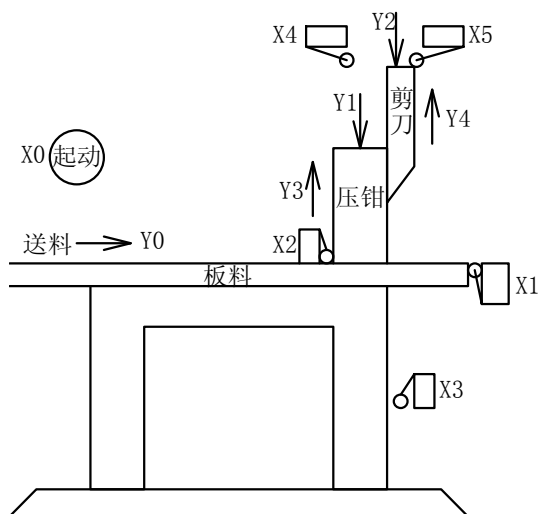
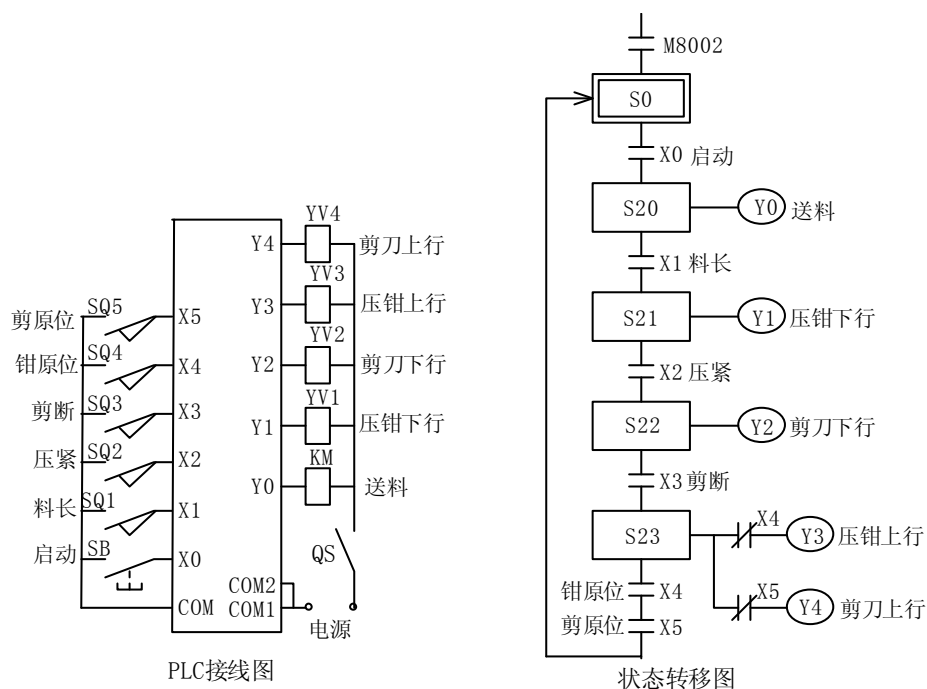


图 5-5 题 5-7 剪板机工作示意图

解：



5-8 某一液料自动混合装置如图 5-32 所示，用于将三种液体按一定的容积比例进行混合搅拌。

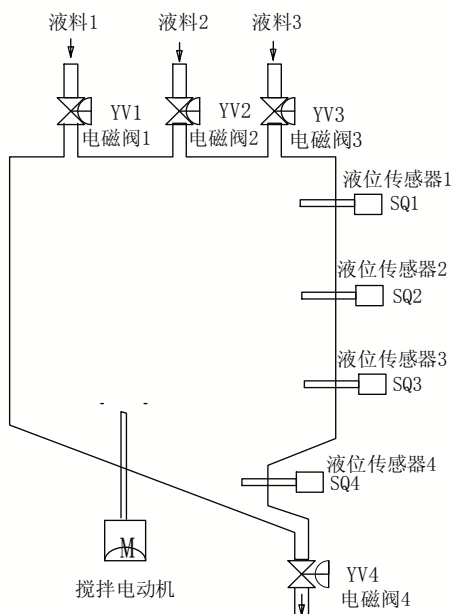


图 5-6 液料自动混合装置工作示意图

初始状态液罐为空的，电磁阀 YV1~4、电动机 M 均为失电状态，液位传感器 SQ1~4 均为不动作状态。

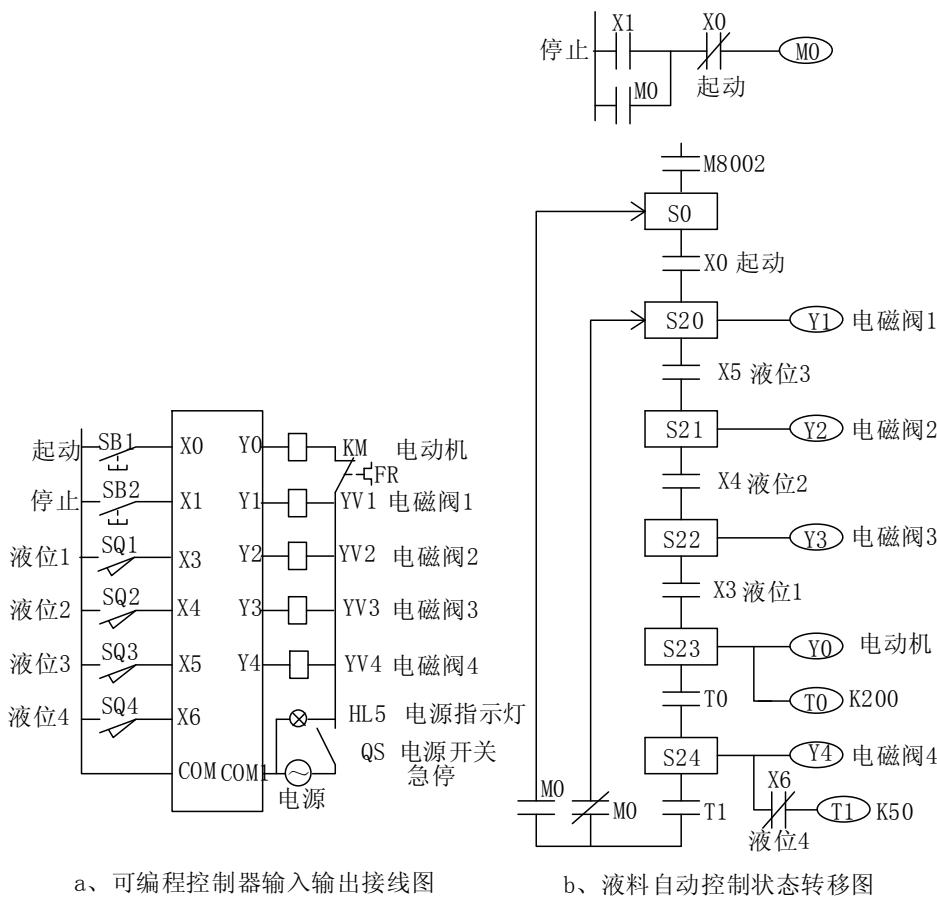
物料自动混合控制过程如下：

按下起动按钮 SB1，电磁阀 YV1 得电，开始注入液料 1，当液料 1 的液位达到液位传

感器 SQ3 时，YV1 阀关，YV2 阀开，注入液料 2，当液位达到液位传感器 SQ2 时，YV2 阀关，YV3 阀开，注入液料 3，当液位达到液位传感器 SQ1 时，YV3 阀关，搅拌电动机 M 起动，搅拌 20 秒后停止，放液电磁阀 YV4 动作，当液位下降到液位传感器 SQ4 以下时，再经过 5 秒钟（放掉剩余液体）后，SQ4 阀关闭，之后，自动循环上述过程。

按下停止按钮 SB2，当完成一个循环过程，即液灌液体放空后再全部停止。

解：



5-9 图 5-33 是例 5-3 用于控制分捡大球和小球的传送机械手装置的 SFC 图。分析比较和图 5-19 所示 SFC 图的不同之处。

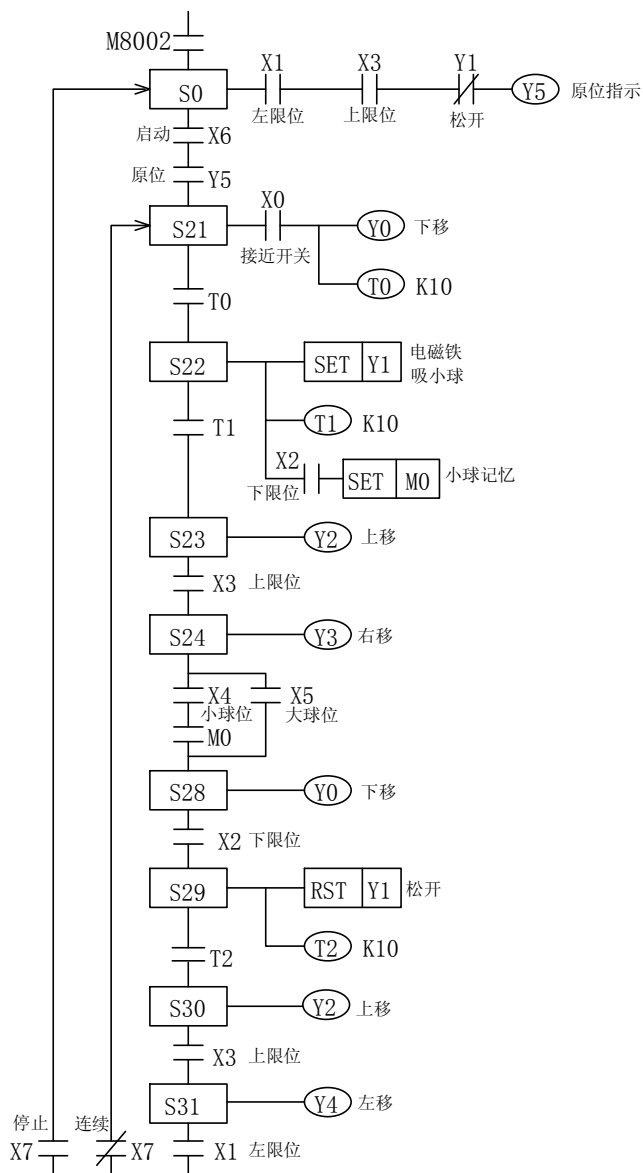


图 5-7 大小球分捡传送 SFC 图

解：图 5-19 图中的状态转移图采用选择分支，选择的转移条件是下限位开关 X2 是否动作。图 5-33 图中的状态转移图是根据下限位开关 X2 是否动作，用一个辅助继电器 M0 作为记忆元件。当机械手吸到小球时，X2 动作，置 M0=1。当机械手没有吸到小球时，X2 不动作，置 M0=0。当机械手到达小球位时，如果 M0=1 则机械手下移，如果 M0=0 则机械手到达大球位时下移。

5-10 用 PLC 控制四盏彩灯按图 5-7 所示的时序图动作，每隔 1 秒变化 1 次，全部熄灭 1 秒后又重复上述过程，分别画出图(a)和(b)的状态转移图，

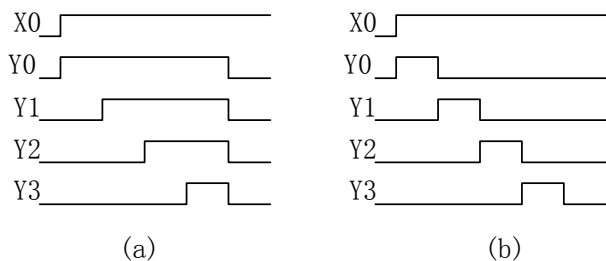
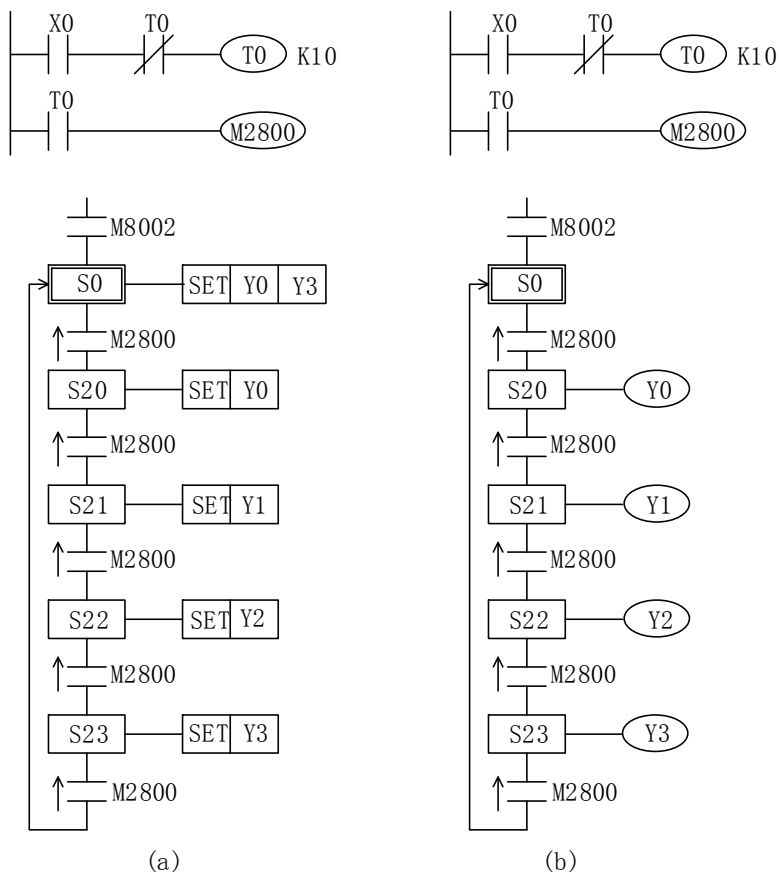


图 5-8 题 5-7 四盏彩灯亮灭时序图

解:



5-11 一辆小车在 A,B 两点之间运行, 在 A,B 两点各设一个限位开关, 如图 5-35 所示, 小车在 A 点时 (后限位开关受压动作), 在车门关好的情况下, 按一下向前运行按钮。小车就从 A 地点运行到 B 地点停下来, 然后料斗门打开装料 10 秒钟, 之后小车自动向后行到 A 地点停止, 车门打开卸料 4 秒钟后, 车门关闭。画出 PLC 接线图和状态转移图。

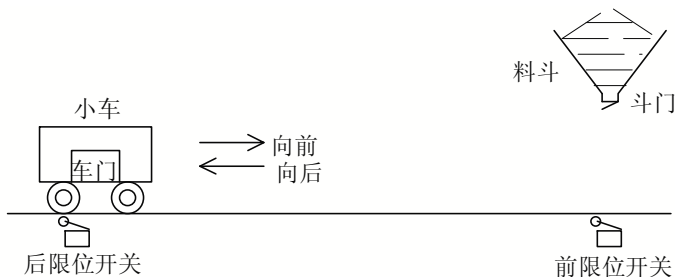
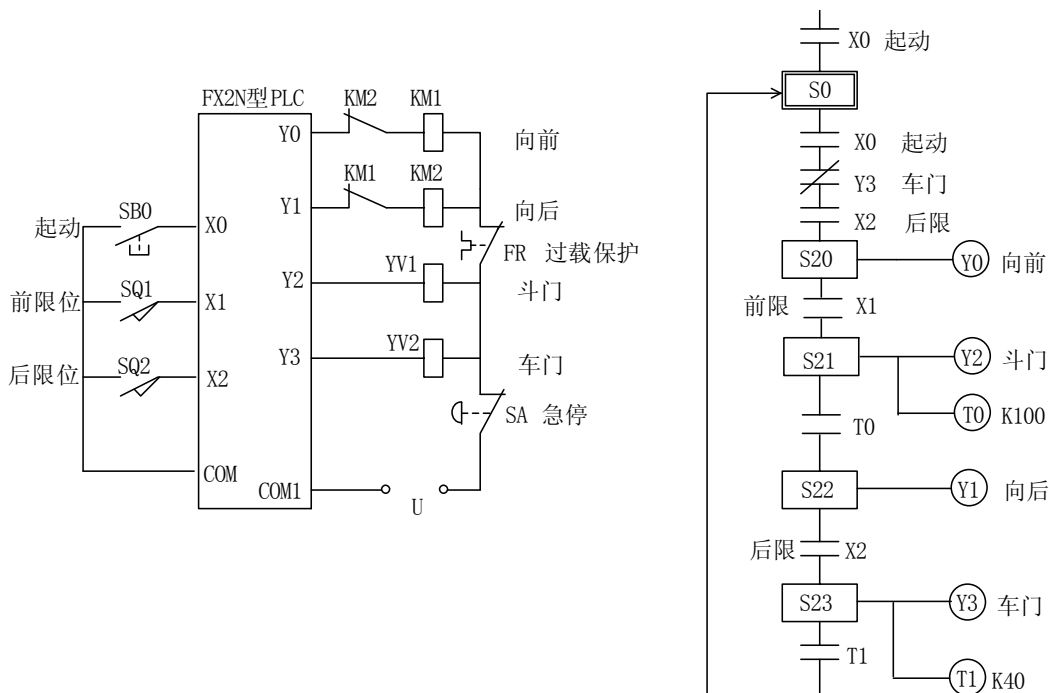


图 5-9 题 5-11 装卸料小车工作示意图

解:



5-12 某生产线，有一小车用电动机拖动。电动机正转小车前进，电动机反转小车后退，在 O、A、B、C 点各设置一个限位开关，如图 5-36 所示。小车停在原位 O 点，用一个控制按钮控制小车。第一次按按钮，小车前进到 A 点退回到原位 O 停止；第二次按按钮，小车前进到 B 点退到原位 O 停止；第三次按按钮，小车前进到 C 点退到原位 O 停止。再次按按钮，又重复上述过程。画出 PLC 接线图和状态转移图。

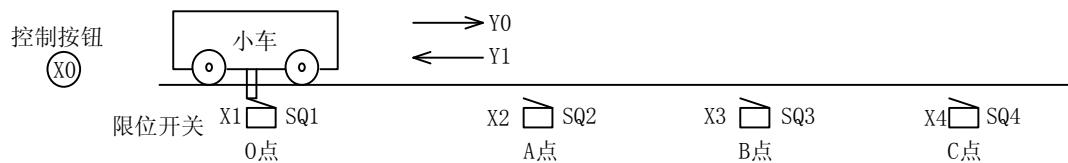
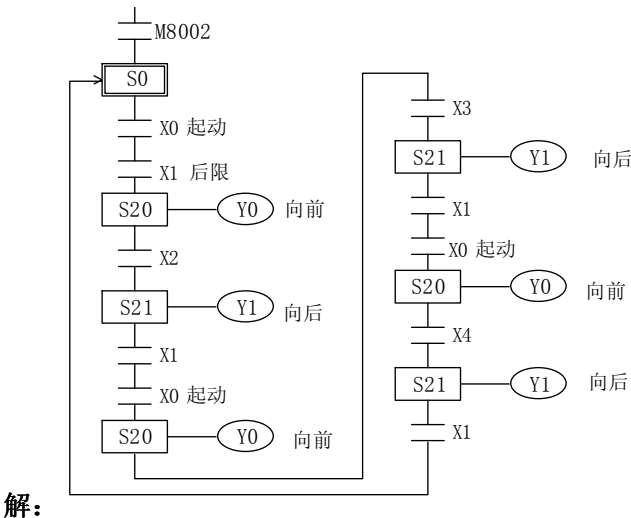


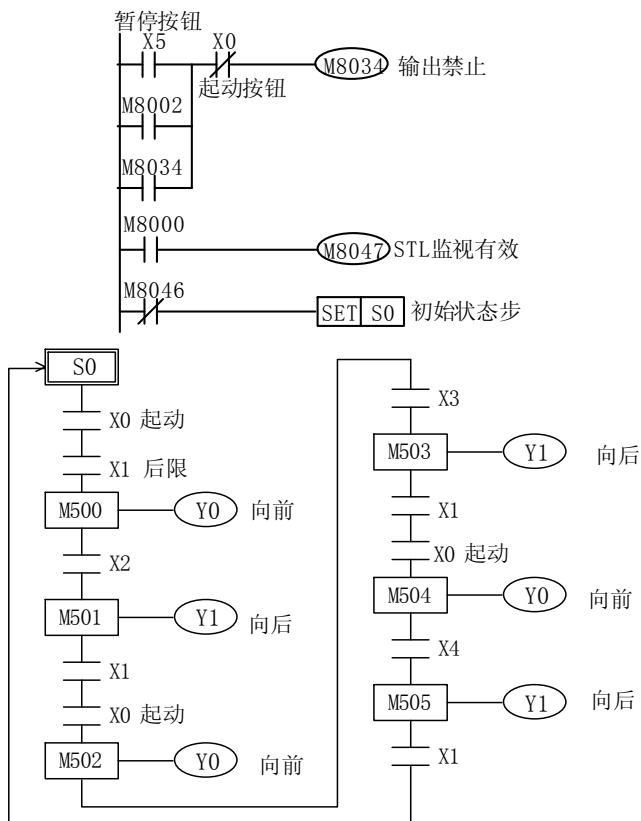
图 5-10 题 5-12 生产线小车工作示意图



解:

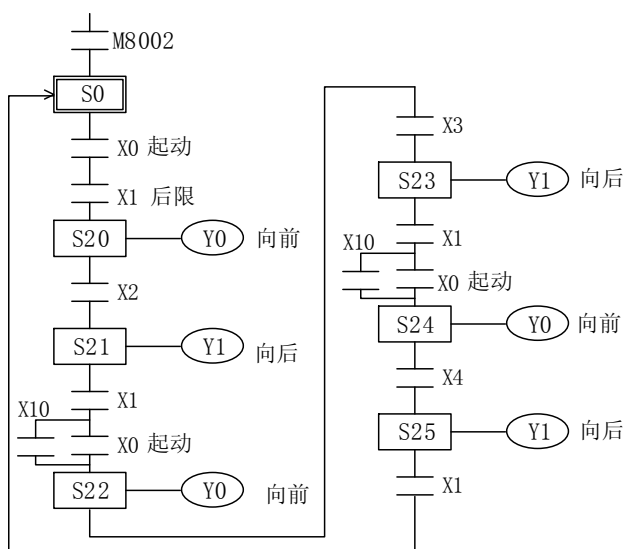
5-13 在题 5-12 的控制中增加暂停按钮，并要求停电后又恢复供电时，再按按钮，小车能按停电前的运行情况继续工作。

解：



5-14 在题 5-12 的控制中增加一个选择开关 X10，当 X10 闭合时，按下控制按钮 X0，小车从 O 点→A 点→O 点→B 点→O 点→C 点→O 点停止。

解：



习题六

6-1 如图 6-190 所示，当 $X0=0$, $X1=1$, $X2=1$, $X12=0$ 时， $Y0$ 、 $Y1$ 的得电情况，当 $X0=1$ 时， $Y0$ 、 $Y1$ 的得电情况如何变化？

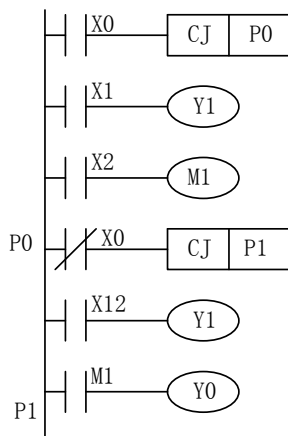


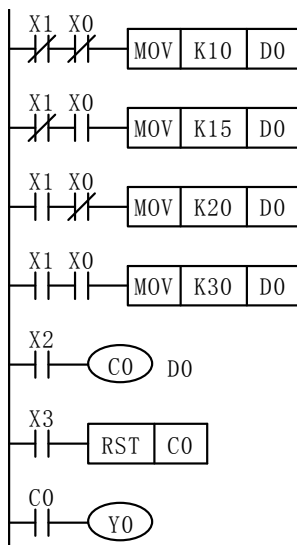
图 6- 1

解：当 $X0=0$, $X1=1$, $X2=1$, $X12=0$ 时， $Y1=1$, $Y0=0$ 。

当 $X0=1$ 时， $Y1$ 由 $X12$ 控制，由于 $X12=0$ ，所以 $Y1=0$ 。由于 $X2=1$ ，所以 $M1=1$ ，执行跳转指令后 $M1=1$ ， $Y0=1$ 。

6-2 用功能指令改变计数器 $C0$ 的设定值，当 $X1$ 、 $X0=00$ 时设定值为 10，当 $X1$ 、 $X0=01$ 时设定值为 15，当 $X1$ 、 $X0=10$ 时设定值为 20，当 $X1$ 、 $X0=11$ 时设定值为 30，当计数器达到设定值时 $Y0$ 得电。

解：



6-1 用 $K4Y0$ 表示 BCD 码 6812。

解： $K4Y0=0110\ 1000\ 0001\ 0010$

6-2 指令 INCP D2 和 INC D2 有什么区别？

解：指令 INCP D2 为脉冲执行型，INC D2 为连续执行型。

6-3 当执行下面梯形图时的结果是什么？用二进制数表示 K2Y0~K2Y20 的值。

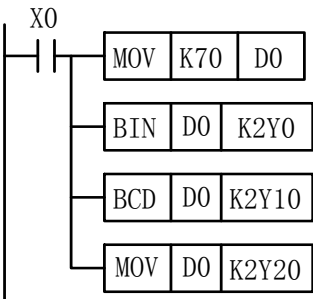


图 6-2

解：K2Y0=0010 1110, K2Y10=0111 0000, K2Y20=0100 0110。

6-4 分析下面梯形图，输入条件如表所示时，Y0、Y1 和 Y2 的结果是什么？

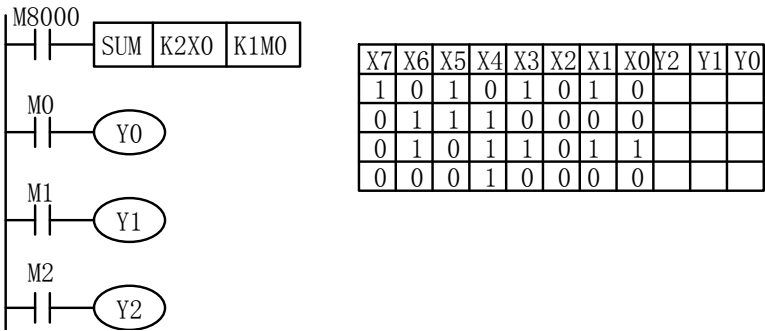


图 6-3

解：Y2、Y0、Y1=100

Y2、Y0、Y1=011

Y2、Y0、Y1=101

Y2、Y0、Y1=001

6-5 分析执行下面梯形图的结果是什么？

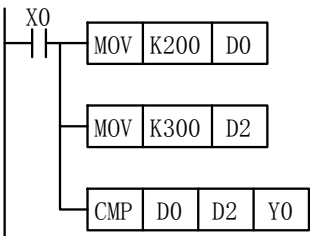


图 6-4

解：Y2=1

6-6 分析下面梯形图的工作原理，并写出指令。

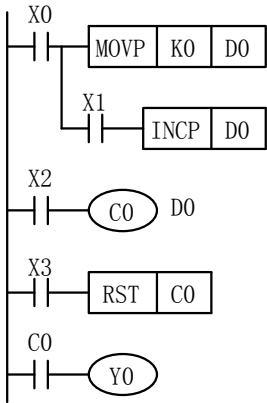


图 6-5

解：当 X0=1 时对 D0 清 0，之后 X1 每闭合一次 D0 加 1，D0 作为计数器 C0 的间接设定值，C0 对 X2 的上升沿计数，当 C0 的计数值等于 D0 时，C0 的接点闭合使 Y0 得电，当 X3=1 时 C0 的计数值为 0，C0 的接点断开，Y0=0。

```
LD X0  MOV P K0 D0  AND X1  INCP D0  LD X2  OUT 0 D0  LD X3  RST C0
LD C0  OUT Y0
```

6-7 分析下面梯形图，如何使 Y0=1

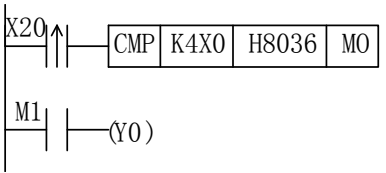


图 6-6

解：当 K4X0=H8036 时 Y0=1。

6-8 分析下面梯形图，当 X0 变化时，Y0 会产生什么样的结果？画出对应 Y0 变化时的时序图。

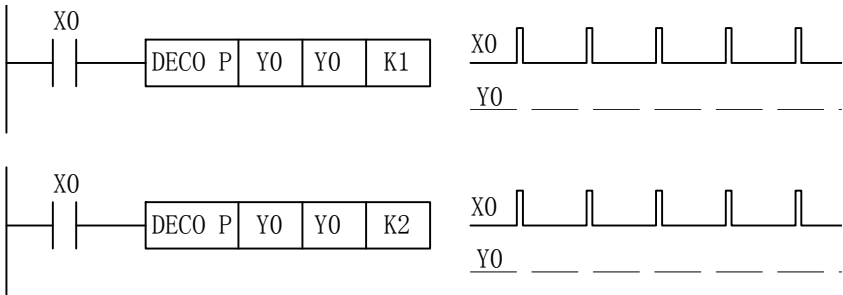
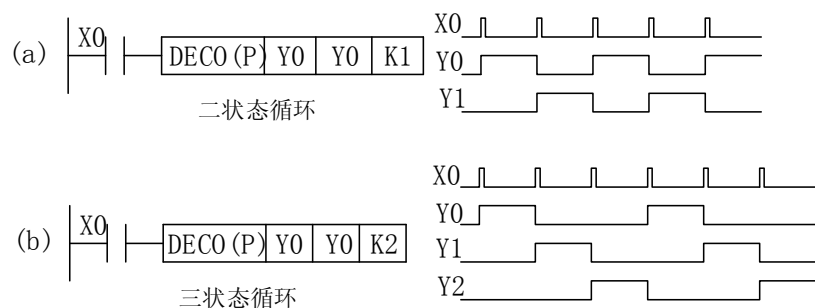


图 6-7

解：



6- 9 分析下面梯形图的控制原理,根据时序图画出 M1、M2、M3、M4、Y0 和 Y1 的波形。

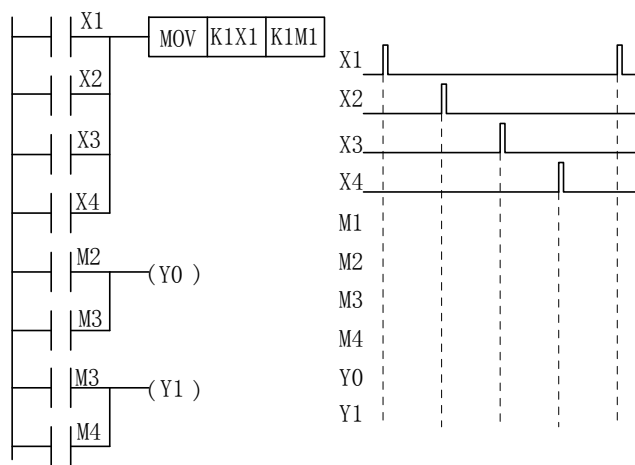
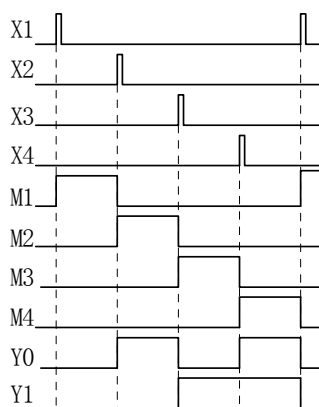


图 6- 8

解:



6- 10 将第三章中的例 3-4(5 个站点的小车)改用传送和比较指令编程, 并用一个七段数码显示器显示小车停留的站点号。

解:

6- 11 下面的梯形图用于电动机的控制与报警, 试分析控制原理。

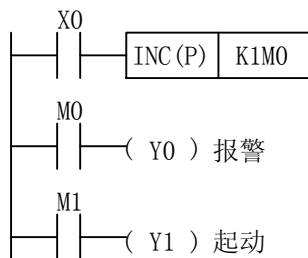
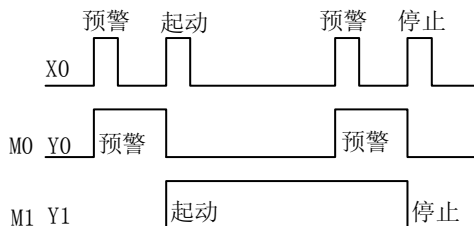


图 6-9

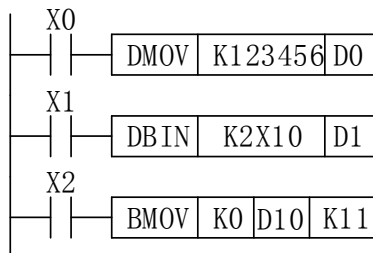
解:



6-12 根据控制要求画梯形图，并写出程序。

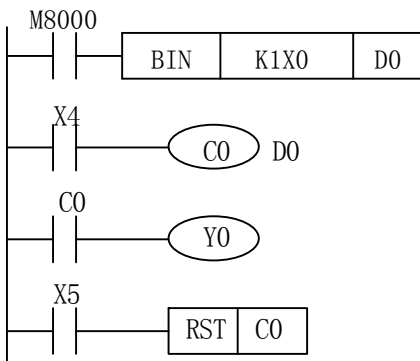
- 1、当 X0=1 时，将一个 BCD 数 123456 存放到数据寄存器中。
- 2、当 X1=1 时，将 K2X10 表示的 BCD 数存放到数据寄存器 D1 中。
- 3、当 X2=1 时，将 K0 传送到数据寄存器 D10~D20 中。

解:



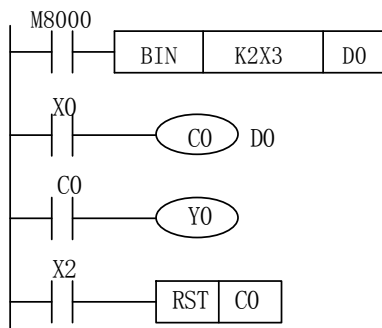
6-13 设计一个计数器，其计数设定值由一位 BCD 码数字开关设定，设定值为 0~9，当达到设定值时 Y0 得电，当 X5 动作时计数器复位，Y0 失电。

解:



6-14 设计一个计数器，对 X0 的接通次数计数，其计数设定值由 2 位 BCD 码数字开关设定，当达到设定值时 Y0 得电，当 X2 动作时计数器复位，Y0 失电。

解：



6-15 用三个开关控制一个灯，其 PLC 接线图和梯形图如图所示，请分析在什么情况下灯亮？

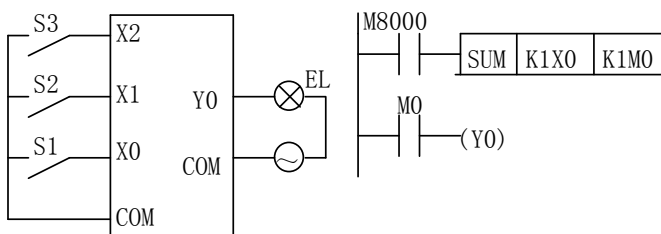
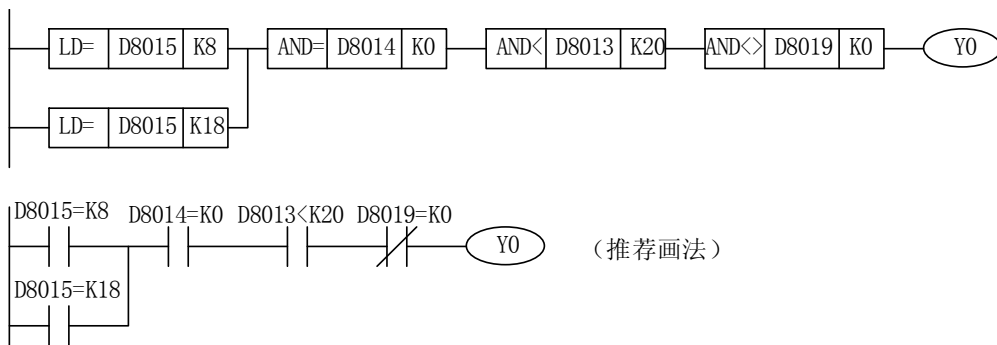


图 6-10

解：当三个开关中有 1 个或 3 个闭合时灯亮（该方法可推广到用多个开关在多个地点控制一个灯）。

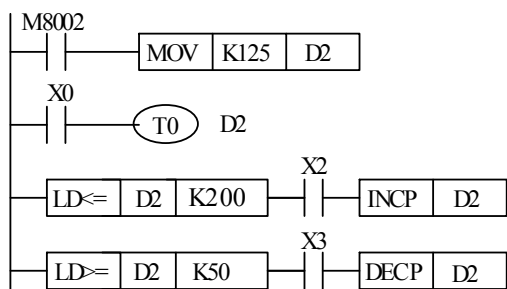
6-16 控制一个电铃，除星期日之外，每天早上 8 时响 20 秒钟，晚上 18 时响 20 秒钟。

解：



6-17 用加 1 和减 1 指令设置定时器 T0 的间接设定值，T0 的初始值为 12.5 秒，但最大值不得超过 20 秒，最小值不得低于 5 秒。

解：



习题七

7- 1、特殊模块和特殊单元有什么不同？一个基本单最多可以连接几个特殊单元和特殊模块？如何确定特殊模块的编号？

解：特殊单元用于输入特殊控制的扩展，内置电源。

特殊模块用于输入特殊控制的扩展，无内置电源。要从基本单元和扩展单元获得电源。

一个基本单最多可以连接 8 个特殊单元和特殊模块。

可编程控制器对连接在基本单元的右侧的特殊单元和特殊模块进行编号，编号不包括输入输出扩展单元，最靠近基本单元的编号为 0 号，并依次为 1 到 7 号。

7- 2、FX—2AD 模拟量输入模块的输入电压值范围是多少？分辨率为多少？FX—2AD 的初始设定值为多少？

解：FX—2AD 的模拟输入电压值范围是 0~+10V，分辨率为 2.5mV。FX—2AD 模拟量输入模块在出厂时的初始值为 0 到 10V 的电压输入，偏置值和增益值调节到数字值为 0 到 4000。

7- 3、如果 FX—2AD 模拟量输入模块的输入为初始设定值，当输入电压为 5V、7.5V、10V 和 11V 时对应的数字值为多少？输入电压最大允许值是多少？

解：FX—2AD 模拟量输入模块的输入为初始设定值 0 到 10V，当输入电压为 5V、7.5V、10V 和 11V 时对应的数字值分别为 2000、3000、4000 和 4095。

输入电压最大允许值是+15V。

7- 4、FX—4AD 模拟量输入模块的输入电压值范围是多少？分辨率为多少？FX—4AD 的初始设定值为多少？

解：FX—4AD 模拟量输入模块的输入电压值范围是-10V~+10V，分辨率为 5mv。

FX—4AD 的 1~4 通道初始设定值为-10V~+10V。

7- 5、如何将 FX—4AD 的 1 通道和 2 通道设定值设定为输入+4~+20mA？

解：将缓冲寄存器 BFM#0 设定为 H3311。

7- 6、当模拟范围为 0~10V，而使用的数字范围为 0~4000 时，1V 对应的数字值为多少？

解：1V 对应的数字值为 400。

7-7、说明功能指令 TOP K1 K1 K10 K2 的含义。

解：设定 1 号模块的 BFM#1，#2 的平均采样次数为 10 次。

习题八

8-1 将图 8-31 所示的电动机正反转控制电路改为 PLC 控制。画出 PLC 接线图和梯形图。

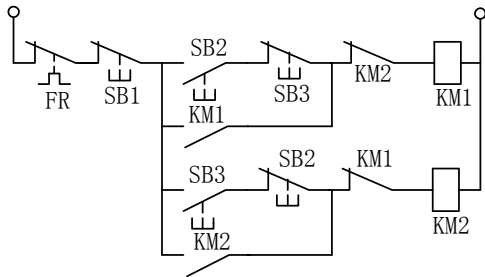
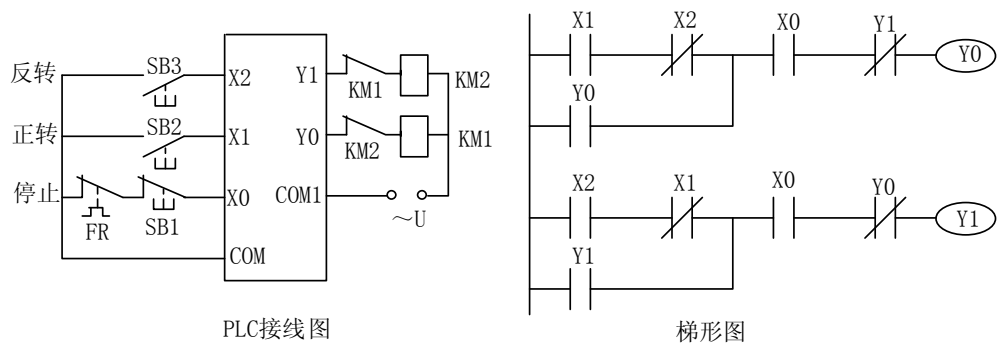


图 8-31 电动机正反转控制电路

解：



8-2、将图 8-32 所示的电动机正反转控制电路改为 PLC 控制。要求用 3 个输入继电器，停止按钮用常闭按钮。画出 PLC 接线图和梯形图。

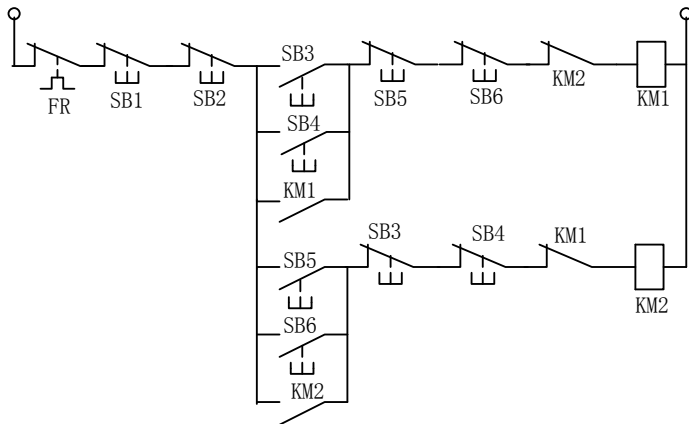
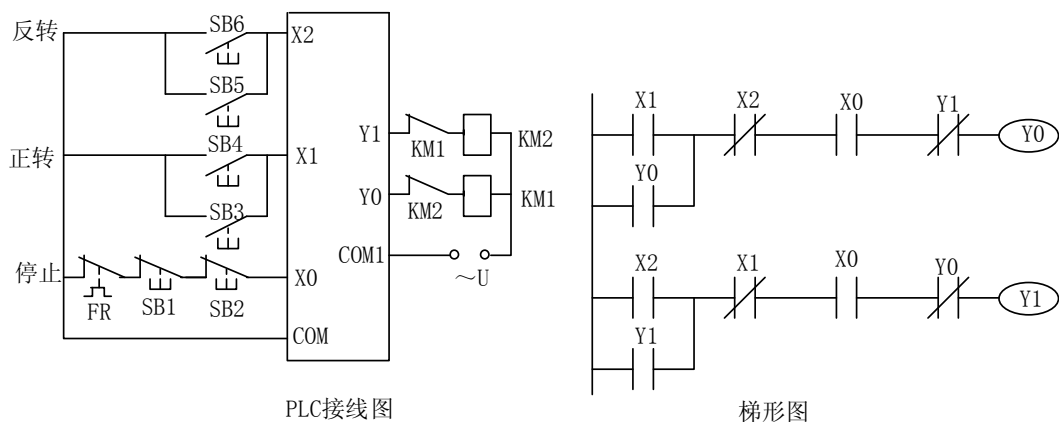


图 8-32 电动机正反转控制电路

解:



8-3、将图 8-33 所示的三互锁控制电路改为 PLC 控制。画出 PLC 接线图和梯形图。

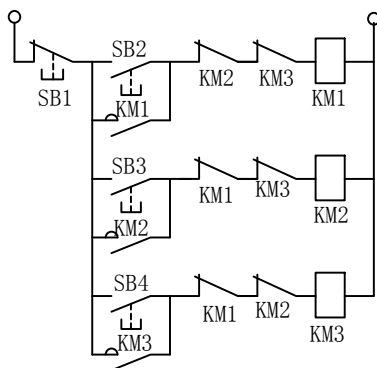
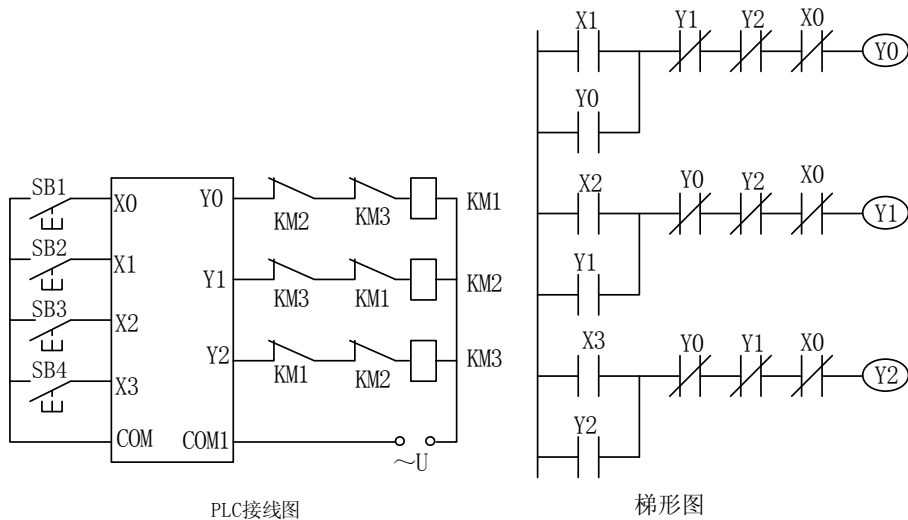


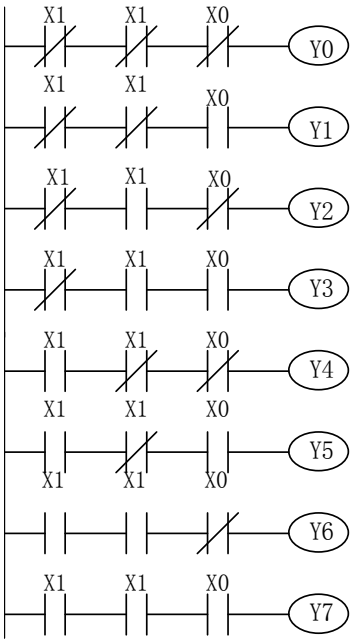
图 8-33 三互锁电路

解:



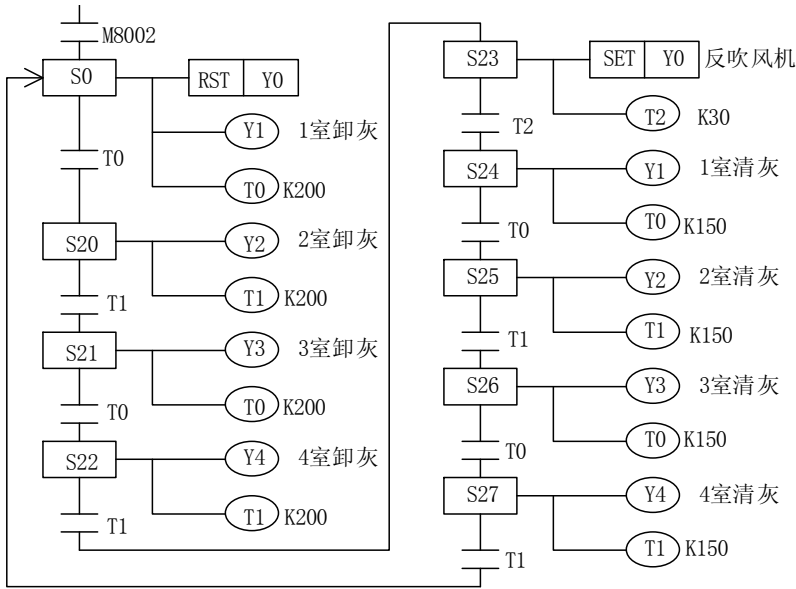
8-4、利用图 8-7 所示的编码输入 PLC 接线图，控制 0#~7#共 8 个灯，每个按钮控制一个灯亮，在无按钮动作时 0#灯亮。

解:



8-5、设计出例 8-5 工业袋式除尘器的 PLC 控制梯形图。

解:



8-6、一辆小车在 A,B 两点之间运行，在 A,B 两点各设一个限位开关，如图 8-34 所示，小车在 A 点时（后限位开关受压动作），操作控制按钮可使小车向前行至料斗下碰到前限位开关，停止，装料后再返回 A 地将料卸下。小车的运行由三相异步电动机控制，小车的车门和料斗的车门由电磁铁控制，当电磁铁得电时，料斗门或斗门打开，失电时关闭。

小车要求有 4 种控制方式。

手动控制方式；单周期运行控制方式；双周期运行控制方式；自动循环运行控制方式。在手动控制方式下，可用 4 个控制按钮点动控制小车的向前、向后运行，以及车门的

打开和料斗门的打开。手动控制应注意小车的限位，如小车只有在料斗下面才能打开斗门。

单周期运行控制要求： 小车在 A 地点，并且在车门关好的情况下，按一下向前运行按钮。小车就从 A 地点运行到 B 地点停下来，然后料斗门打开装料 10 秒钟，之后小车自动向后行到 A 地点停止，车门打开卸料 4 秒钟后，车门关闭。

双周期运行控制要求： 小车在 A 地点时，按一下向前运行按钮，小车将循环两次单周期的运行过程。

自动循环控制方式要求： 小车在 A 地点时，按一下向前运行按钮，小车将自动重复单周期运行过程，断开运行开关时，小车将在完成一个循环之后，结束运行。

设计可编程控制器输入输出接线图，电动机主电路图，控制面板元件布置图和控制梯形图，并写出指令。

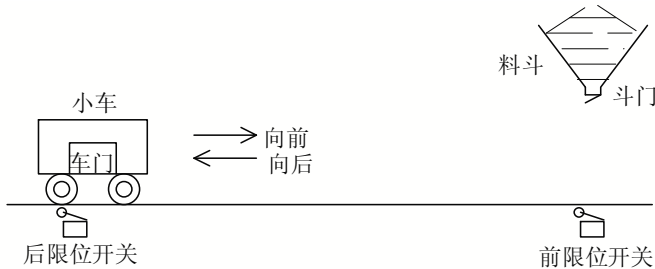
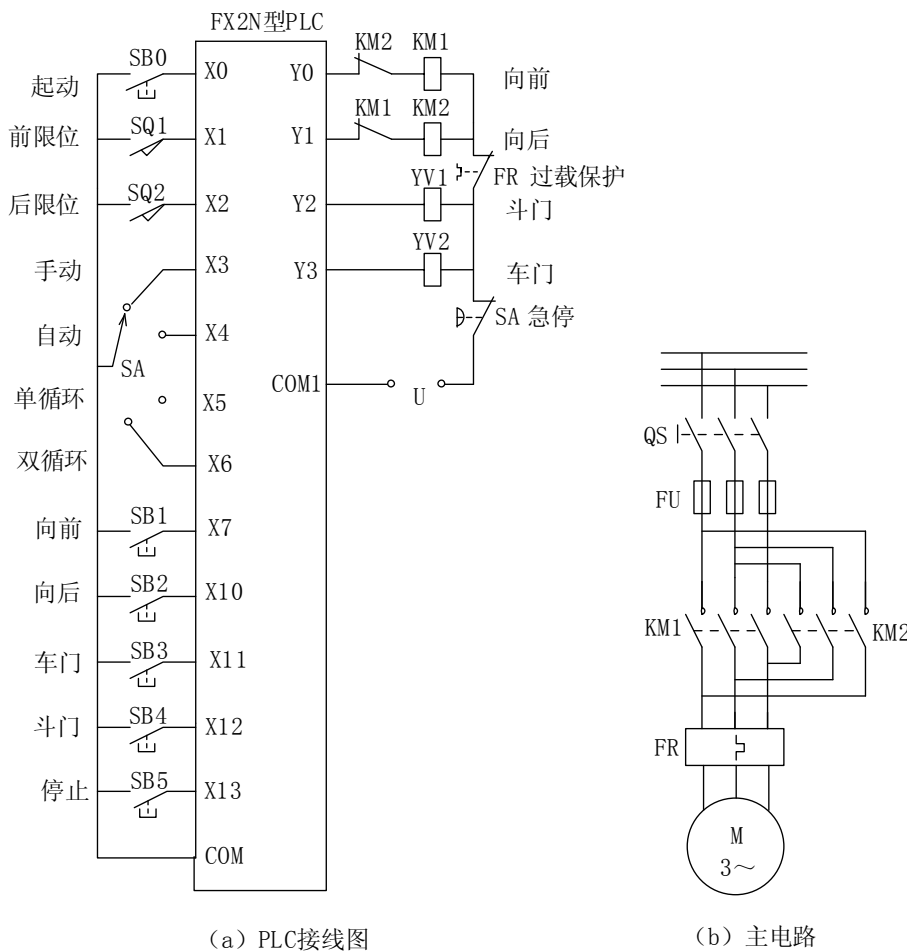
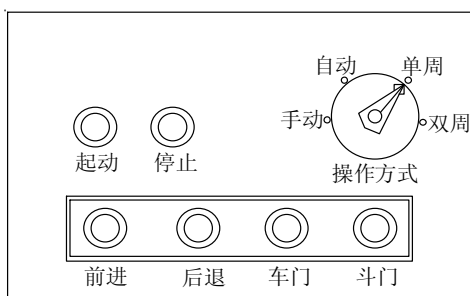
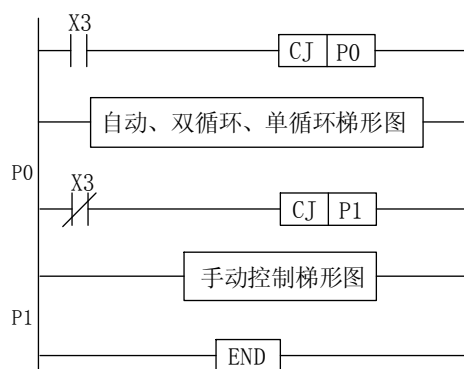
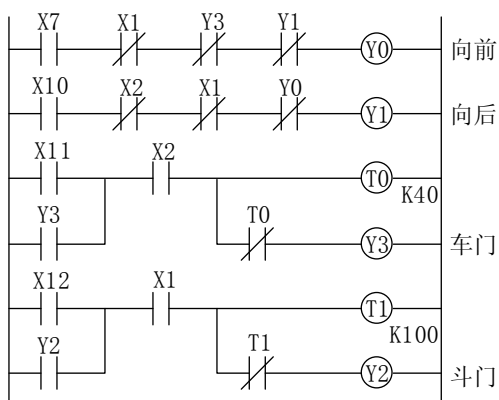
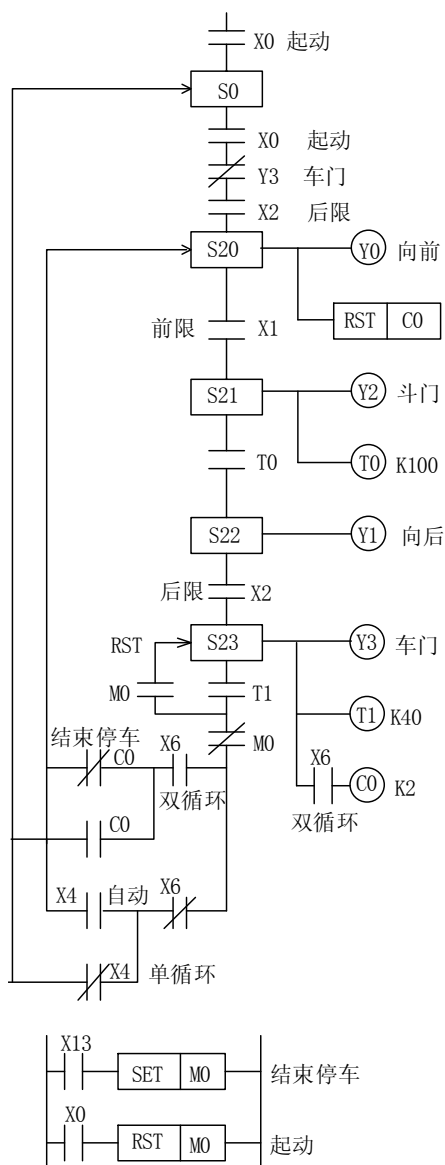


图 8-34 运料小车示意图

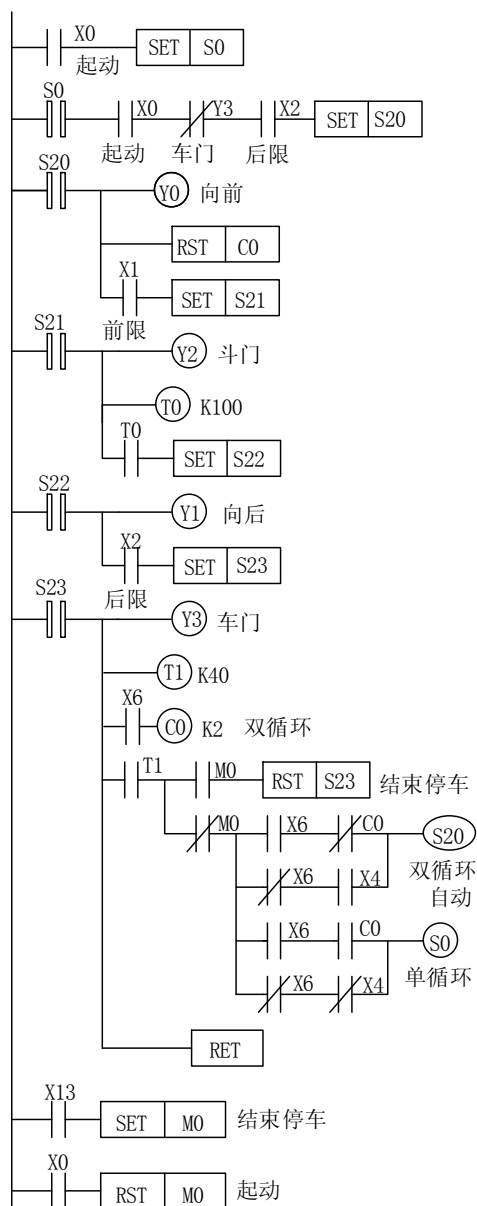
解：





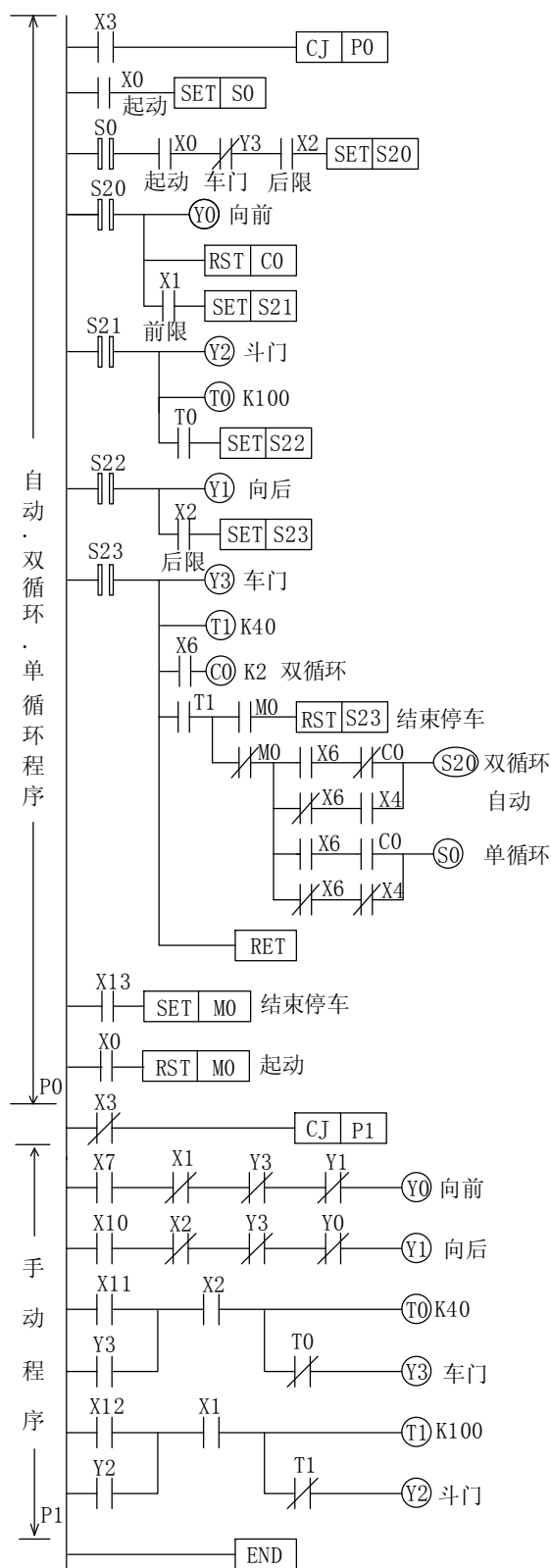


a、状态转移图



b、步进梯形图

自动、单周循环、双周循环控制梯形图



8-7、多级运输皮带控制系统如图 8-35 所示，控制过程如下：

1). 料罐进料放料由电磁阀 YV1 和 YV2 控制, 当料罐中的料位底于下料位监测点时, ($SQ4=0$) 进料阀 YV1 动作, 向料罐中进料, 当料位高于上料位监测点时, ($SQ3=1$) 进料阀 YV1 关闭。

2). 当装料小车到达装车点时, 装车位开关 $SQ1=1$, 此时黄灯亮, 按下起动按钮 SB1 黄灯闪, 2 秒钟后, 黄灯灭, 同时皮带 3 起动。再经过 2 秒钟后皮带 2 起动, 再过 2 秒钟后皮带 1 起动。再过 2 秒后, 放料阀 YV2 动作进行放料。当小车装满后达到规定重量时, $SQ2$ 动作, 放料阀 YV2 关闭 ($YV2=0$)。之后每隔 2 秒依次停皮带 1、皮带 2 和皮带 3。在皮带 1~3 全部停止的情况下, 绿灯亮, 表示可以开车, 而在皮带 1~3 在运行时, 红灯亮表示不能开车。

3). 停止控制: 按下停止按钮 SB2、放料阀 YV2 关阀之后每隔 2 秒依次停皮带 1、皮带 2 和 皮带 3。按下急停按钮 SB3, 放料阀和皮带同时停止。

4). 电路的保护: 电路应设总的短路保护, 每台电动机应设短路保护和过载保护, 当一台电动机发生超载时应逆序停止, 工作停止过程和按停止按钮的作用相同。

设计可编程控制器输入输接线图, 电动机主电路图, 控制面板元件布置图和控制梯形图, 并写出指令。

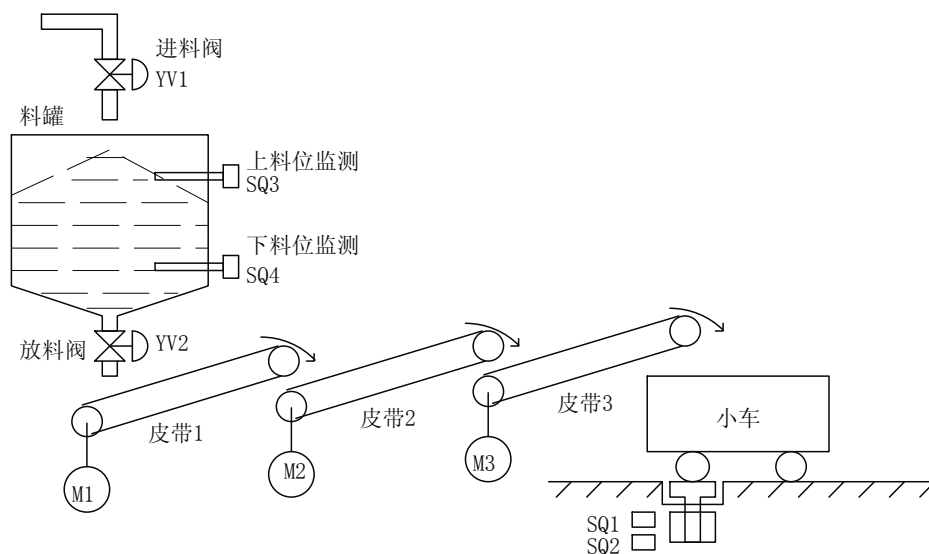
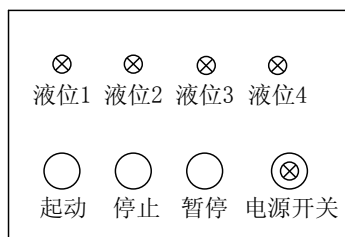
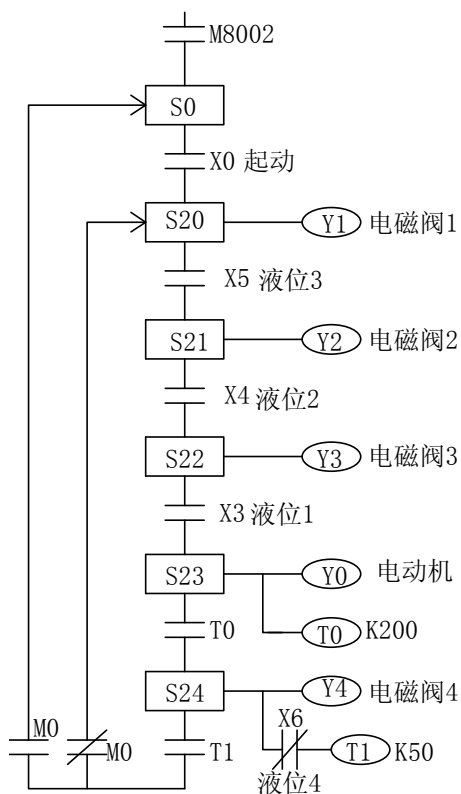


图 8-35 多级运输皮带控制系统示意图

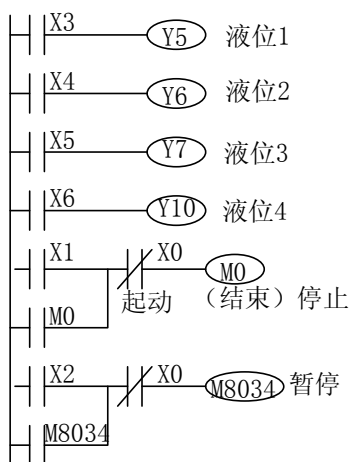
解:



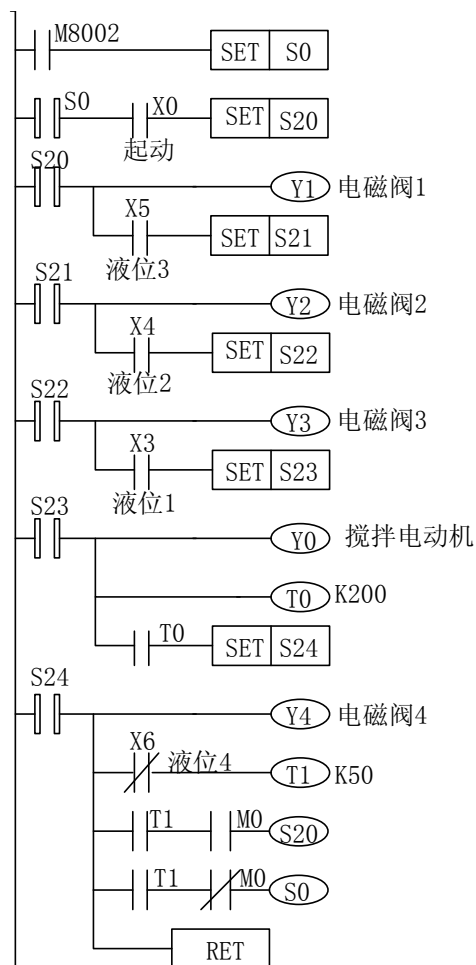
控制面板图



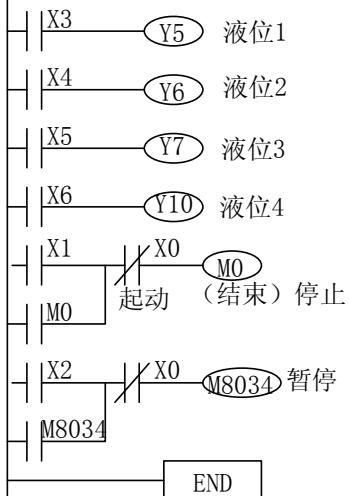
a、液料自动控制状态转移图



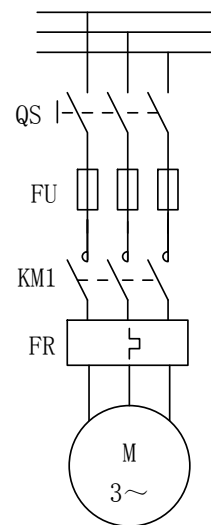
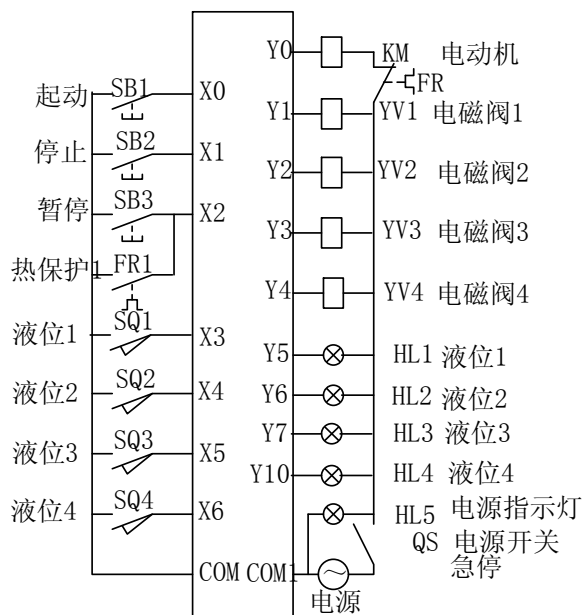
b、液位显示及停止控制梯形图



c、液料自动控制总梯形图



液料自动搅拌控制梯形图



液料自动混合装置 PLC 接线图及电路图