

- **电弧**：电路电压超过 10~12V，电流超过 80~100mA 时，断开瞬时，在拉开的两个触点之间将出现强烈的电火花，称为电弧。实际上是一种气体放电现象。
- **危害**：1、使本应断开的电路保持导通或延迟断开；2、烧毁触点，氧化，接触不良，降低使用寿命。
- **灭弧原理**：①降低电弧温度②降低电场强度
- **灭弧方法**：①磁吹式灭弧（加一吹弧线圈，产生反向磁场。适于直流器件）②灭弧栅（等电位金属片吸附带电粒子，分割成短电弧，适于交流接触器）③灭弧罩：（陶土和石棉水泥制作，以降温和隔弧）如：纵缝陶土灭弧罩④多断点灭弧（采用桥式触点等增加串联接点，起分压作用）
- **过载保护**：当电动机长时间过载时，切断电源以保护电动机不被烧坏的措施。
热元件串接在电机定子绕组中。当电机正常工作时，产生的热量使双金属片弯曲，但不足以使触点动作，当电机过载时，热元件产生的热量增加，使双金属片弯曲位移增大，经过一定时间，引发触点动作，切断电动机电源，达到保护目的。
*热继电器能够实现电动机的过载保护，由于热惯性（热惰性），双金属片温度升高不会太快，在电机启动或短时过载时不动作。
- **缺相保护**：

缺相保护：（带缺相保护功能）

三角形接法： $I_l = \sqrt{3}I_p$

假定C缺相时： $I_{L1} = I_{L3} = I_p'$
 $I_{L2} = \sqrt{3}I_p'$

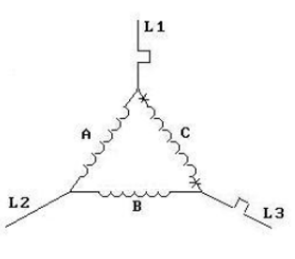
电机继续拖动负载，则 $I_p' > I_p$

而热继电器是按II整定的，需增加到 $I_p' > \sqrt{3}I_p$

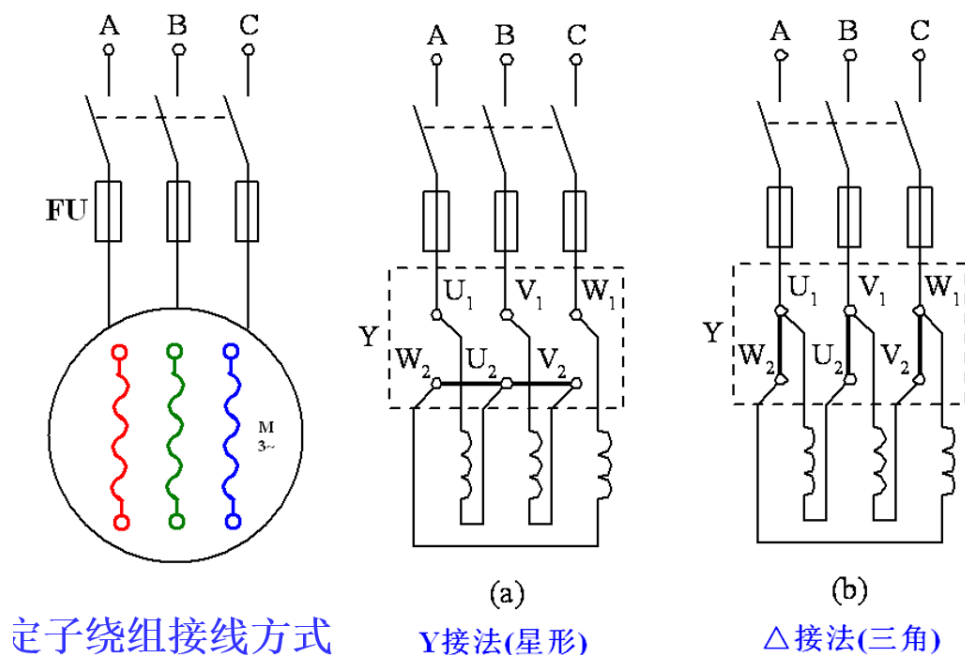
热继电器才能动作，容易烧坏电机。

所以三角形接法的三相交流异步机必须施加缺相保护。

带缺相保护功能的热继电器，三相上都有热元件检测，一旦某相缺相，相应两相线电流突然变小，其双金属片弯曲位移减小，形成扭矩，推动导板，引发触点动作，达到保护目的。

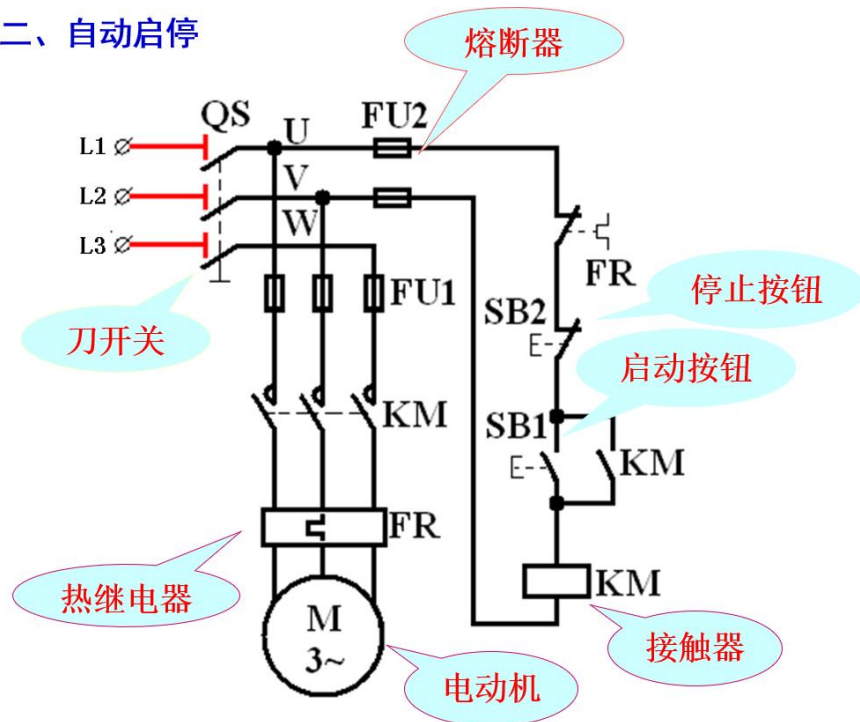


- **定子绕组接线方式：**



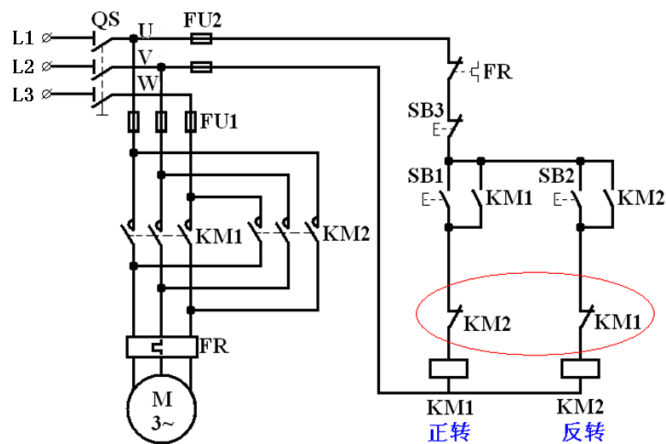
- **自动启停：**

二、自动启停

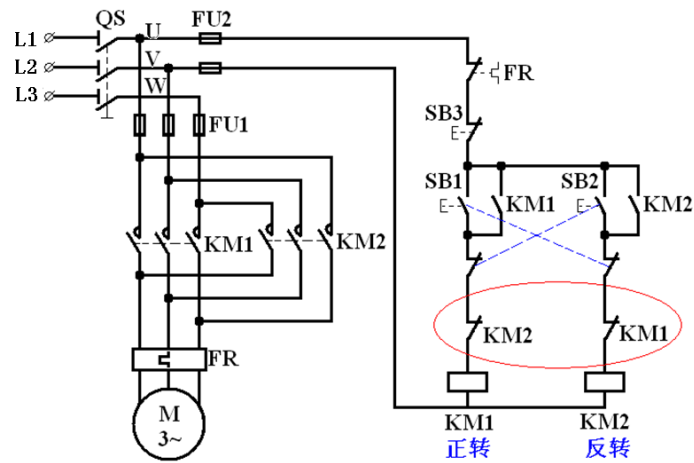


- 过载保护：热继电器 FR，电动机过载保护。手动复位。
- 短路保护：FU1(主电路)，FU2(控制电路)，直接熔断断开电路
- 零压保护：电路失电复上电，电机不会自行起动。

■ 正反转控制：



正→停→反
反→停→正
操作不便



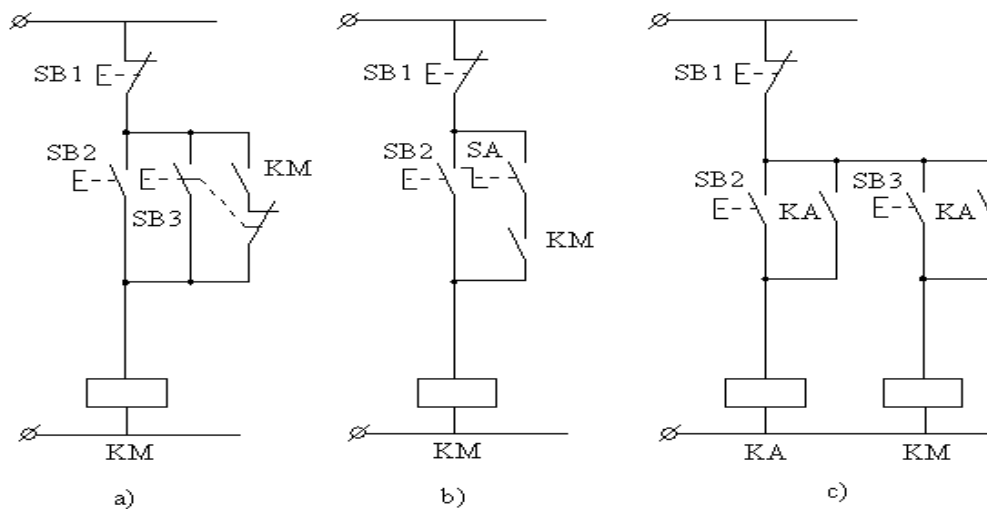
正→反

反→正

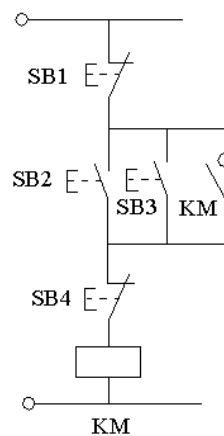
直接正反切换操作

危险，容易损坏设备

■ 点动与长动：

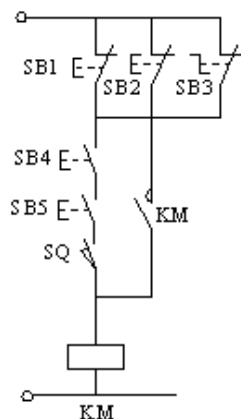


■ 多地控制：



起动按钮的常开触点并联，停止按钮的常闭触点串联。

■ 多条件控制：

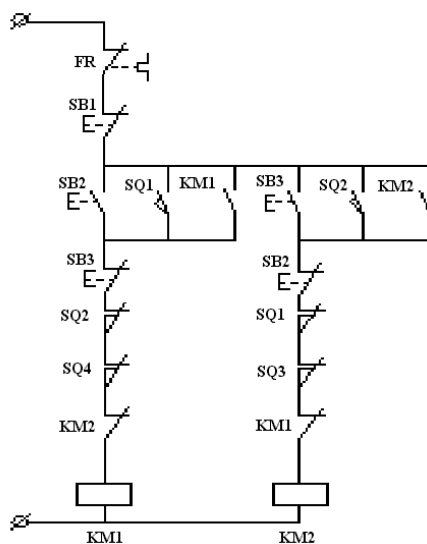


按钮或开关的常开触点串联，常闭触点并联。

■ 工作台自动循环控制：

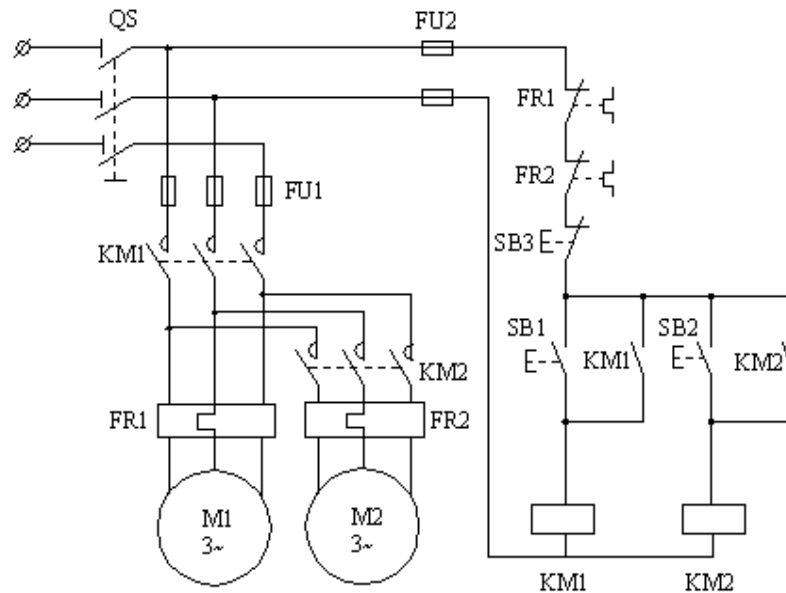
题目：设计一个电动机拖动工作台进给的控制线路，行程开关 SQ1、SQ2 分别装在工作台的原位和终点。

- 1．压下 SB2，使电机 M1 正转，工作台前进，到达终点停一下后再返回,电机 M1 反转，到原点停下；
- 2．压下 SB3，使工作台在前进中能立即返回原点停下；
- 3．用 SQ3、SQ4 作两端限位保护。

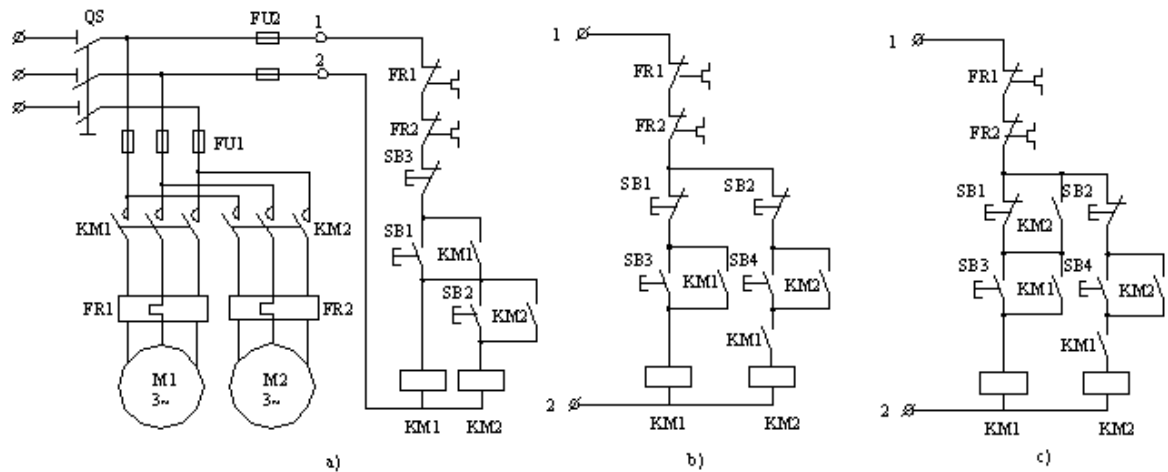


SQ1 用于正转控制，SQ2 用于反转控制，SQ3、SQ4 的常闭触点用于极限位置的保护

■ 顺序控制：



① 主电路顺序控制： KM2 串在 KM1 触点下，故只有 M1 工作后 M2 才有可能工作。

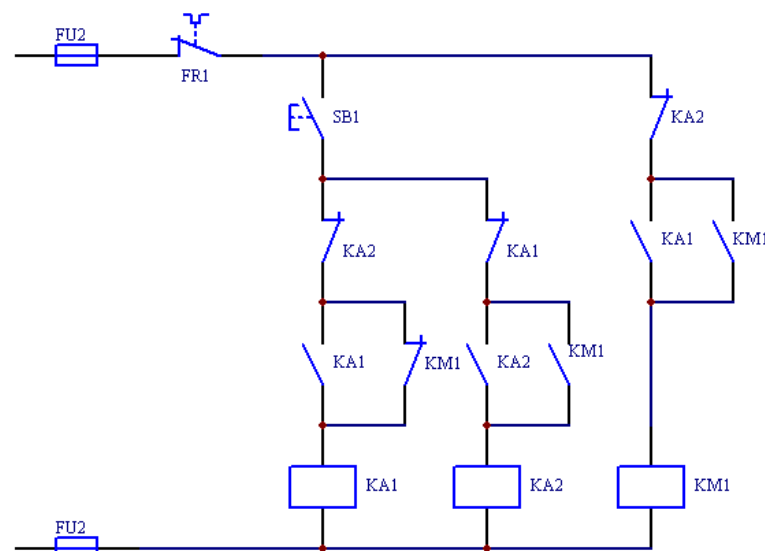


② 控制电路的顺序控制：

- a) KM1 的辅助常开触点起自锁和顺控的双重作用。
- b) 单独用一个 KM1 的辅助常开触点作顺序控制触点。
- c) M1→M2 的顺序起动、M2→M1 的顺序停止控制。

顺序停止控制分析：KM2 线圈断电，SB1 常闭点并联的 KM2 辅助常开触点断开后，SB1 才能起停止控制作用，所以，停止顺序为 M2→M1。

● 一键启停：



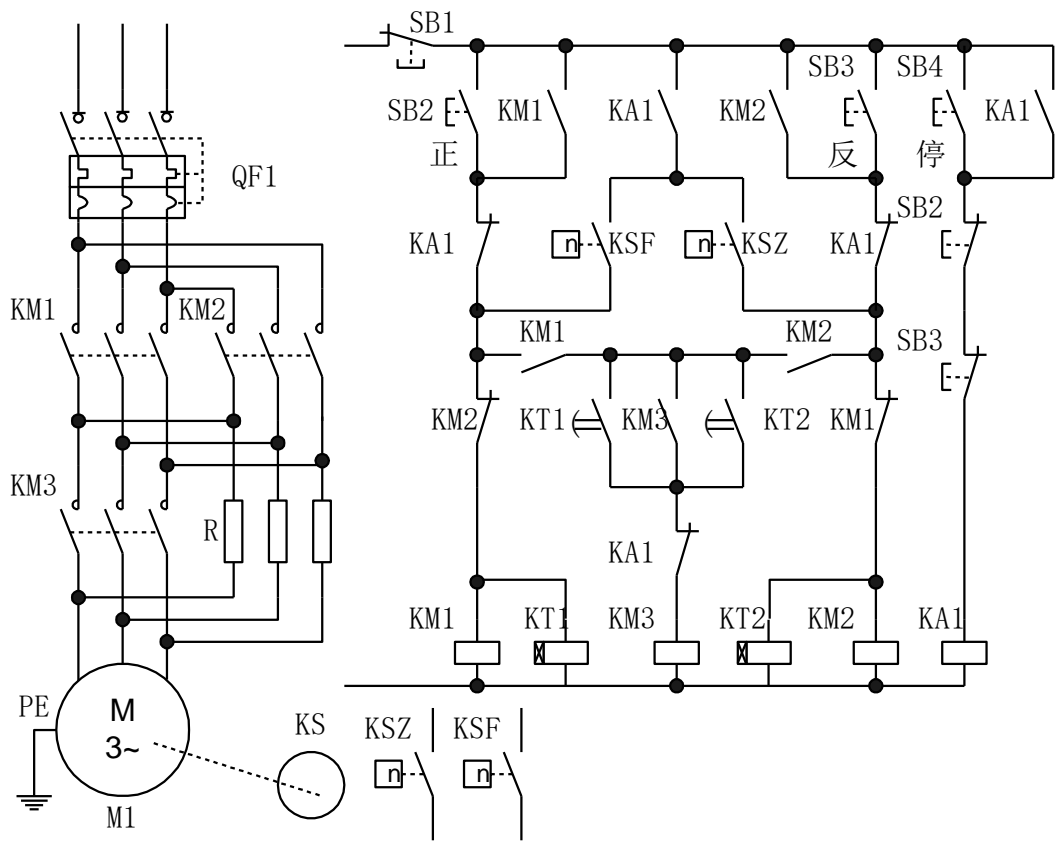
■ **能耗制动：**制动时，在切除交流电源的同时，给三相定子绕组通入直流电流。

停止：按动停车按钮 SB1→KM1 线圈断电复位→KM2 线圈通电自锁，实现反接制动，转速 n 接近零时，

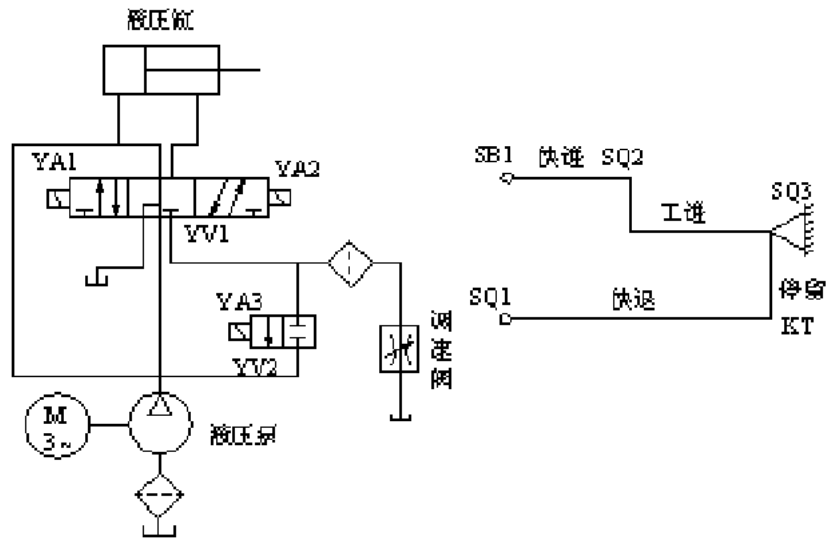
速度继电器 KS 常开触点打开→KM2 线圈断电，反接制动结束。

优点:制动迅速

■ 设计电路满足：①降压启动 ②可逆运行 ③反接制动

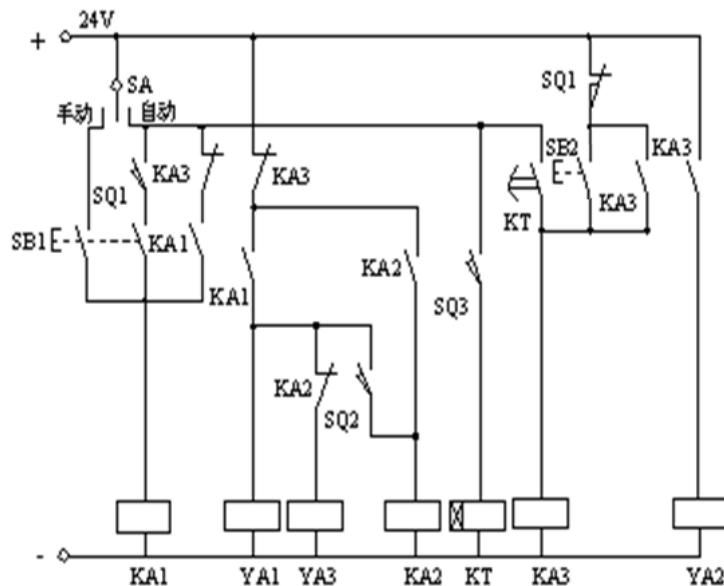


■ 液压动力滑台：



①液压系统工作原理：滑台进给工步图

- 快进：YA1, YA3 通电
- 工进：YA1 通电
- 停止：YA1 维通，溢流阀工作
- 快退：YA2 通电



• 选择开关 SA 合向自动工作位置的自动循环过程：

按动 SB1 → KA1 线圈通电自锁 → YA1、YA3 线圈通电，滑台快进；至压下 SQ2 → KA2 线圈通电自锁 → YA3 线圈断电，滑台工进；压下 SQ3 → 滑台逗留；KT 线圈通电延时 → KA3 线圈通电自锁 → YA1、KA2 线圈断电 → YA2 线圈通电，滑台快退；压下 SQ1 → KA3 线圈断电 → YA2 线圈断电，滑台在原位停止。循环过程结束。

• 手动操作：

SB2 用于工作台手动退回。

SA 在手动位置时，SB1 用于工作台手动进给。

■ 逻辑代数法设计例题：某电机在继电器 KA1、KA2、KA3 中任一个或任两个继电器动作时才能运转。

$$KM1 = K_1 \cdot \bar{K}_2 \cdot \bar{K}_3 + \bar{K}_1 \cdot K_2 \cdot \bar{K}_3 + \bar{K}_1 \cdot \bar{K}_2 \cdot K_3$$

$$KM2 = K_1 \cdot K_2 \cdot \bar{K}_3 + K_1 \cdot \bar{K}_2 \cdot K_3 + \bar{K}_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$KM = KM1 + KM2$$

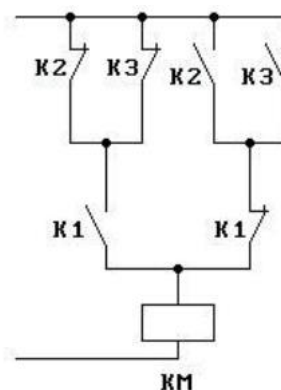
$$= K_1 \cdot \bar{K}_2 \cdot \bar{K}_3 + K_1 \cdot K_2 \cdot \bar{K}_3 + K_1 \cdot \bar{K}_2 \cdot K_3 + \bar{K}_1 \cdot K_2 \cdot \bar{K}_3 + \bar{K}_1 \cdot \bar{K}_2 \cdot K_3 + \bar{K}_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$= K_1 (\bar{K}_2 \cdot \bar{K}_3 + K_2 \cdot \bar{K}_3 + \bar{K}_2 \cdot K_3) + \bar{K}_1 (K_2 \cdot \bar{K}_3 + \bar{K}_2 \cdot K_3 + K_2 \cdot K_3)$$

$$= K_1 (\bar{K}_3 + \bar{K}_2 \cdot K_3) + \bar{K}_1 (K_2 \cdot \bar{K}_3 + K_3)$$

$$= K_1 ((1 + \bar{K}_2) \bar{K}_3 + \bar{K}_2 \cdot K_3) + \bar{K}_1 (K_2 \cdot \bar{K}_3 + K_3 (1 + K_2))$$

$$= K_1 (\bar{K}_3 + \bar{K}_2) + \bar{K}_1 (K_2 + K_3)$$

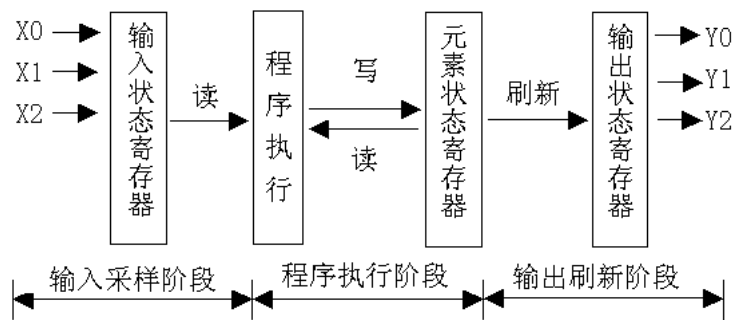


■ PLC 工作过程：

分三个阶段进行：

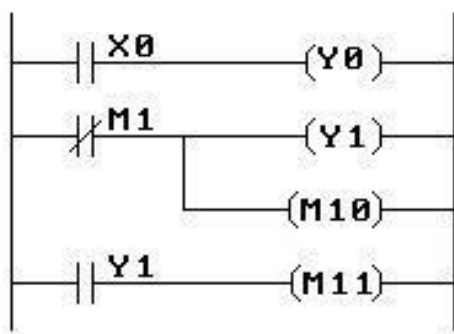
- 输入采样阶段--对输入端口状态进行扫描，并将结果存放在输入状态寄存器中。
- 程序执行阶段--按顺序逐行扫描，解释执行程序，所需数据从输入状态寄存器和元素状态寄存器中读取，执行结果写入相应元素状态寄存器（Y、M、T、C、D……）
- 输出刷新阶段--把输出状态寄存器内容送给锁存电路，通过功率放大电路，驱动相应端口负载，完成实际输出。

工作周期：



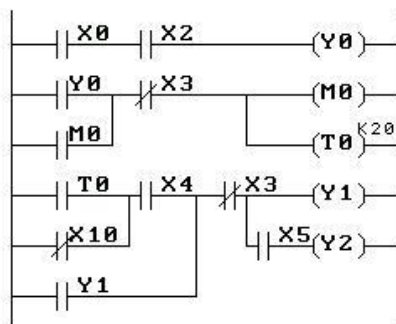
PLC 不断重复上述三个阶段，来完成它的工作过程。每重复一次的时间就是一个工作周期（一般为几十 ms）

■ 输入输出指令：



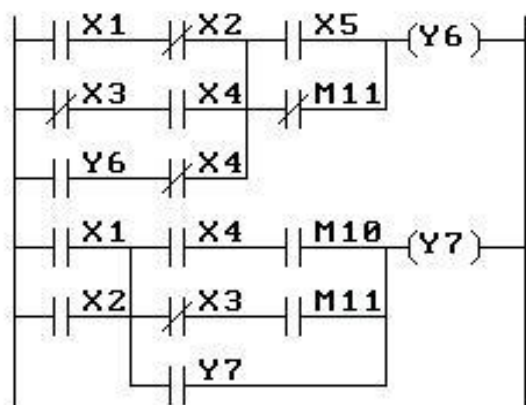
```
LD    X0
OUT   Y0
LDI   M1
OUT   Y1
OUT   M10
LD    Y1
OUT   M11
```

■ 逻辑指令：



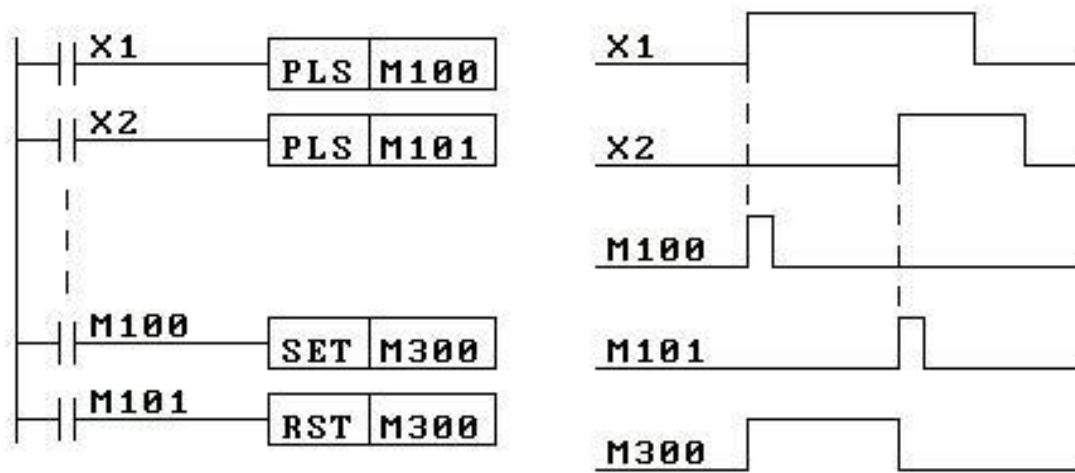
```
LD    X0      LD    T0
AND X2      ORI    X10
OUT Y0      AND    X4
LD    Y0      OR    Y1
OR    M0      ANI    X3
ANI X3      OUT Y1
OUT M0      AND    X5
OUT T0      OUT Y2
K20
```

■ 逻辑指令：

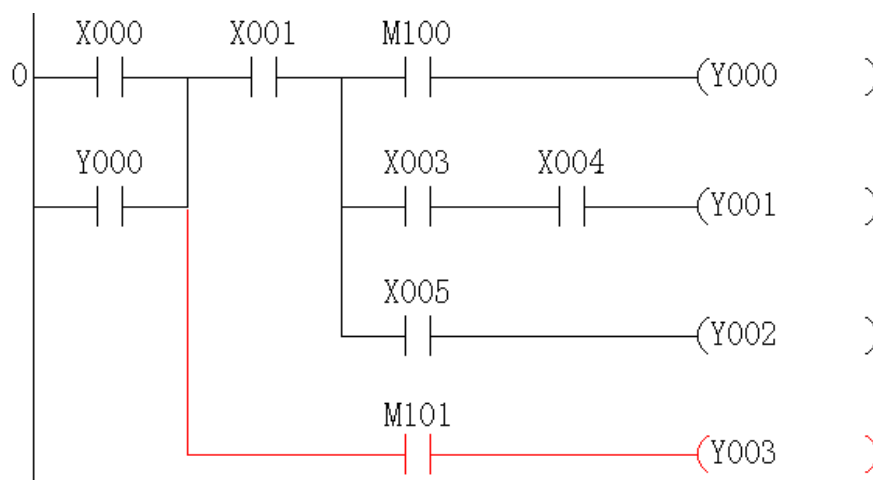


```
LD    X1      OUT Y6
ANI    X2      LD    X1
LDI    X3      OR    X2
AND    X4      LD    X4
ORB          AND    M10
LD    Y6      LDI X3
ANI    X4      AND    M11
ORB          ORB
LD    X5      OR Y7
ORI    M11     ANB
ANB          OUT Y7
```

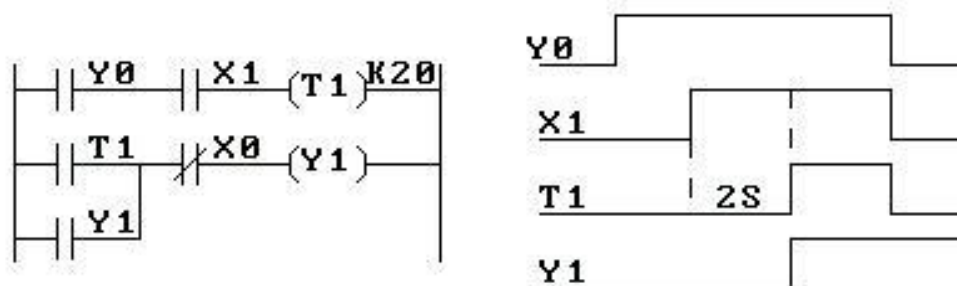
■ 脉冲/复位等指令：



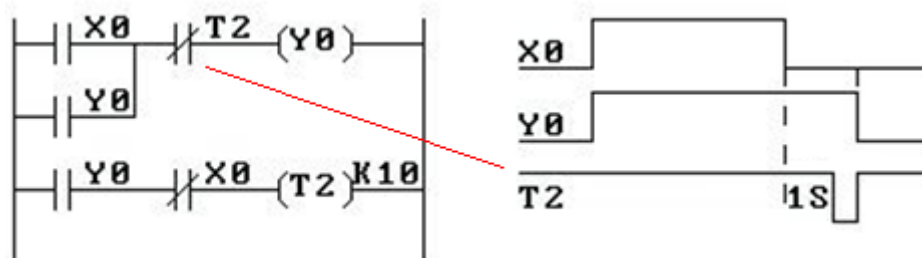
■ 堆栈操作指令：



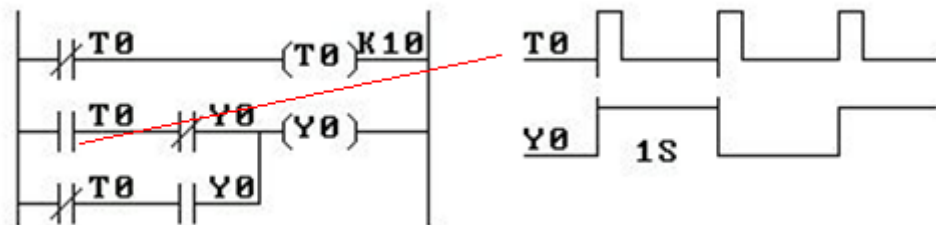
■ 计时指令：延时接通



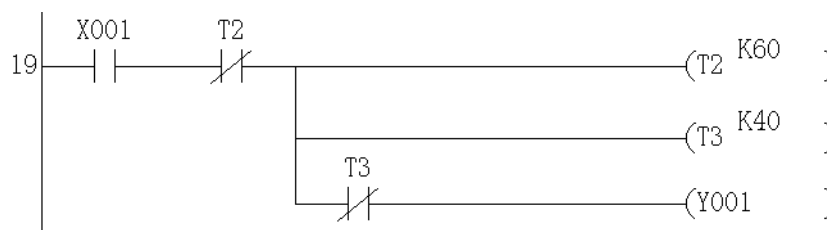
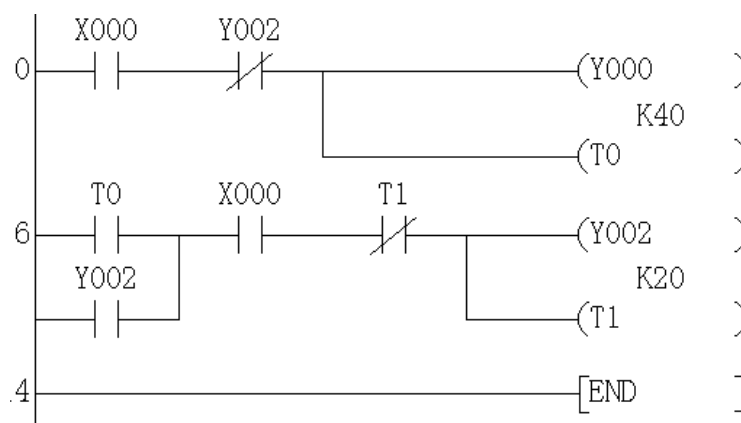
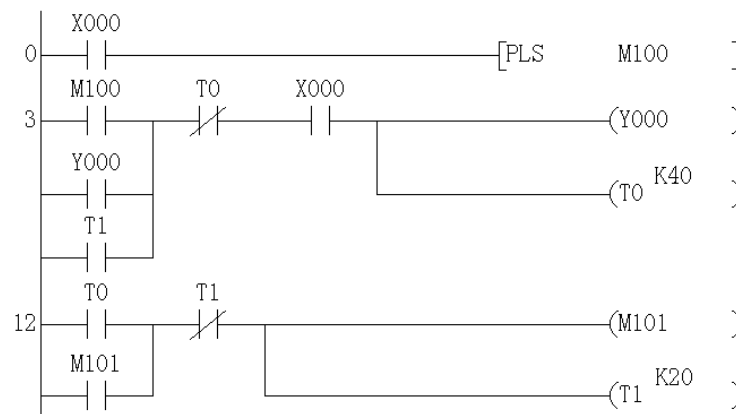
■ 计时指令：延时断开



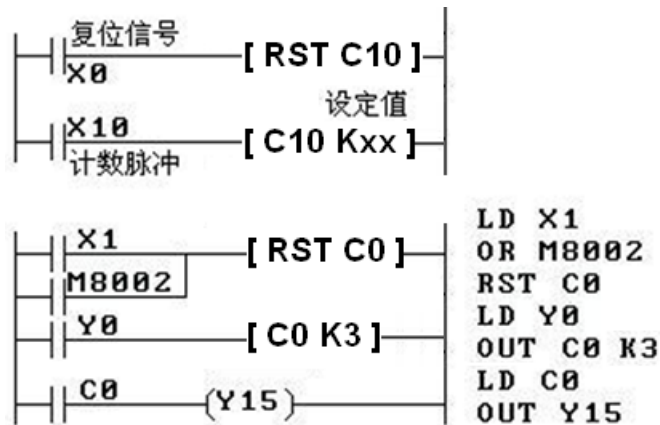
■ 计时指令：方波发生器



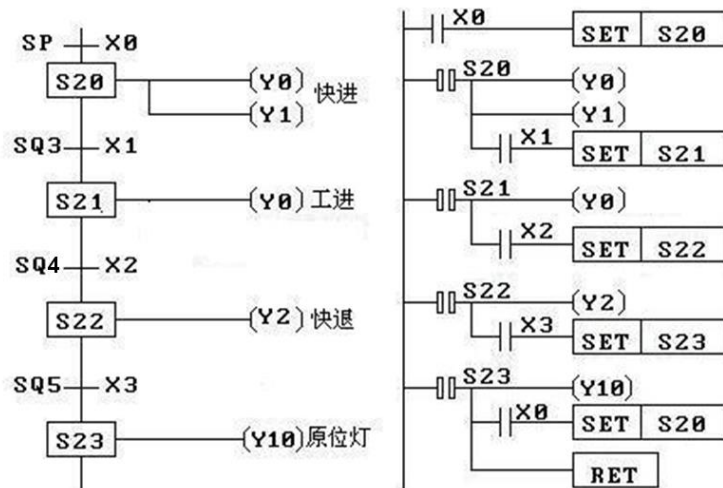
■ 实验：



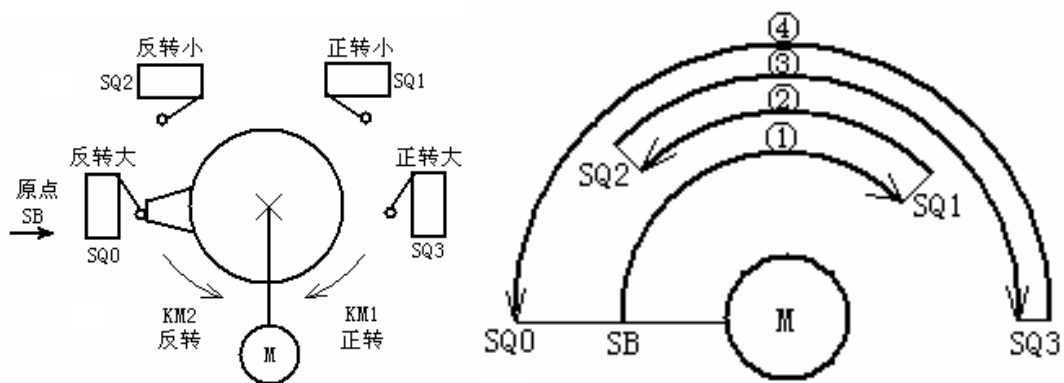
■ 计数指令：



■ 步进指令：液压滑台进给控制



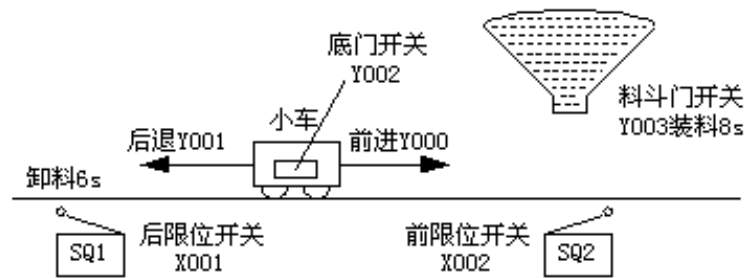
■ 步进指令：转轴转动机构



- 1、接线图
- 2、状态图（几个状态，状态三要素）
- 3、梯形图
- 4、语句表

■ 步进指令：小车运料系统

一小车运行过程如图示。小车原位在后退终端，当小车压下后限位开关 SQ1 时，按下启动按钮 SB1，小车前进。当运行至料斗下方时，前限位开关 SQ2 动作，使料斗门打开给小车加料，延时 8s 后关闭料斗。小车后退返回，碰撞后限位开关 SQ1 动作时，打开小车底门卸料，6s 后结束，完成一次动作。



小车运行过程示意图

■ 步进指令：车库门禁系统

设计一汽车自动门控制系统，控制要求：

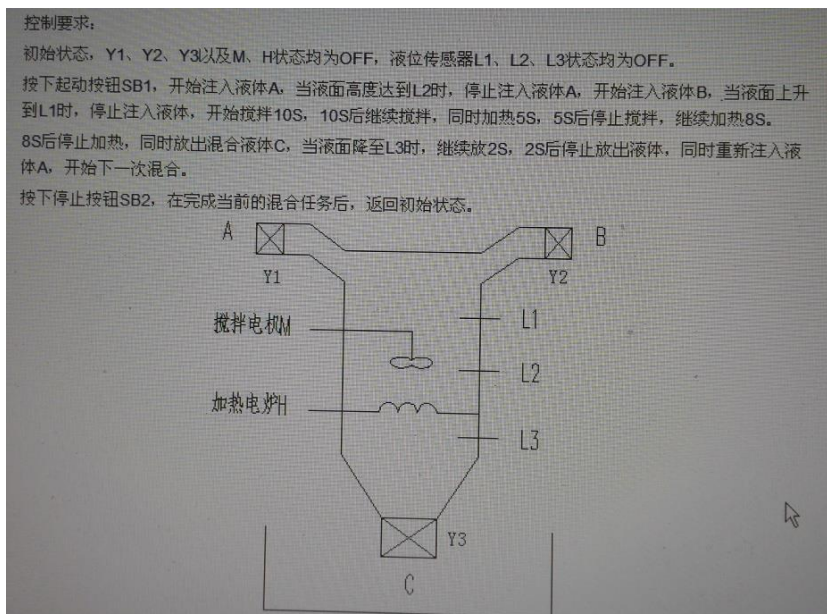
当汽车到达车库门前，超声波开关接收到车来信号（实际要有身份识别），开门上升，当升到顶点碰到上限关，门停止上升，当汽车驶入车库后，光电开关检测到汽车即发出信号，门电动机反转下降，当碰到下限位开关即停止。

■ 步进指令：自动装箱生产线系统

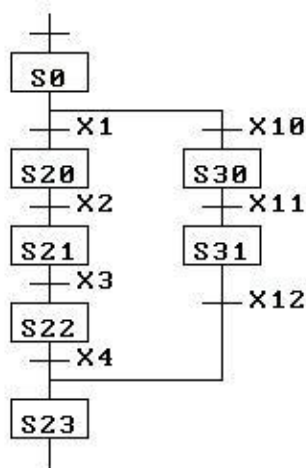
设计自动装箱生产线控制系统，控制要求：

- 1、启动按钮按下，传输带 2 启动，当箱子进入定位位置后，传输带 2 停止；
- 2、等待 1 秒后，传输带 1 启动，物品将逐一落箱，进行计数检测；
- 3、当落入物品达到 10 个，传输带 1 停止，并且传输带 2 启动；
- 4、按下停止按钮，传输带全部停止。

■ 步进指令：液体混合加热



■ 多流程步进顺序控制：选择分支结构

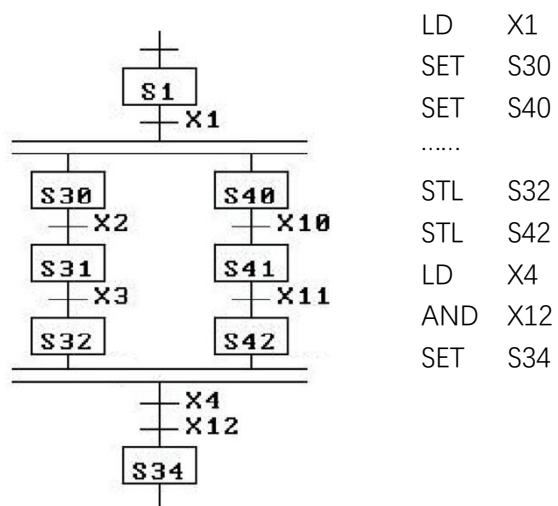


```

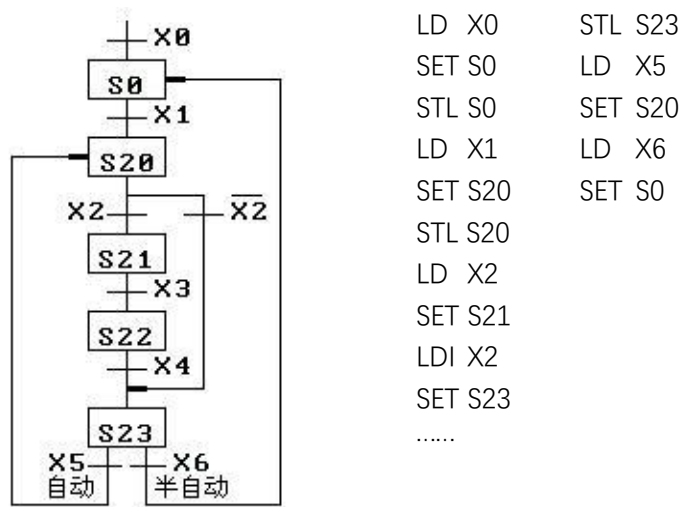
STL S0
LD X1
SET S20
LD X10
SET S30
.....
STL S22
LD X4
SET S23
STL S31
LD X12
SET S23

```

■ 多流程步进顺序控制：并联分支结构



■ 多流程步进顺序控制：跳转与循环



■ 步进指令编程法

