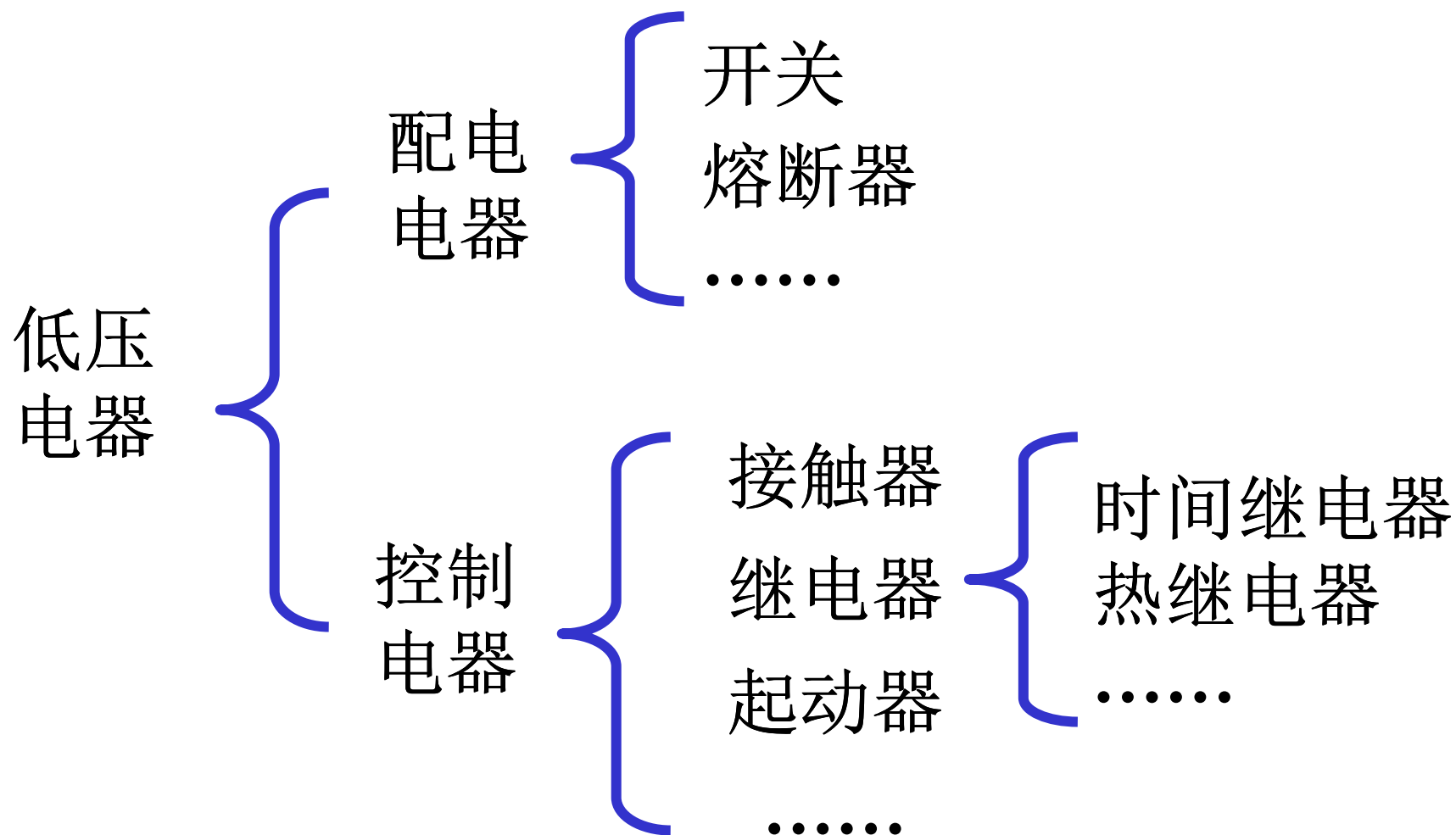
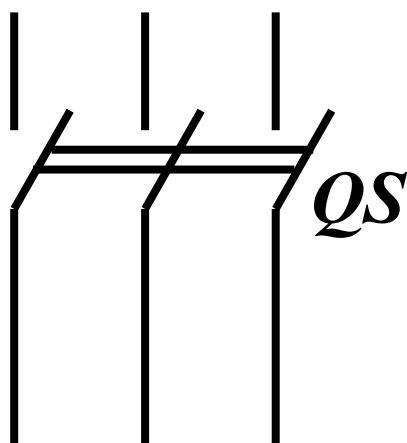


## §.1 低压电器简介



## 1.1 刀闸开关

控制对象: 380V, 5.5kW 以下小电机



电路符号

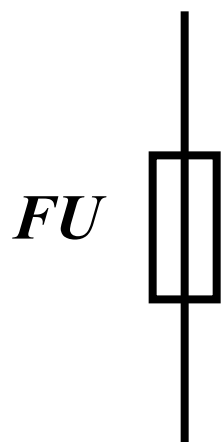
考虑到电机较大的起动电流，刀闸的额定电流值应如下选择：

**(3~5)\*异步电机额定电流**

## 1.2 熔断器

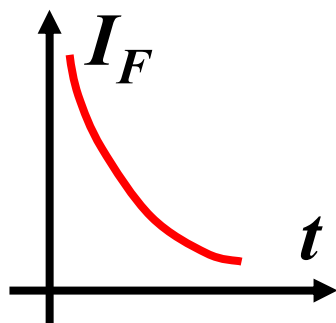
作用：用于短路保护。

熔体额定电流  $I_F$  的选择：



FU

电路符号



安秒特性

1. 无冲击电流的场合  
(如电灯、电炉)

$$I_F \geq I_L$$

(稍大)

2. 空载电机

$$I_F \geq \left( \frac{1}{2.5} \sim \frac{1}{3} \right) I_{st}$$

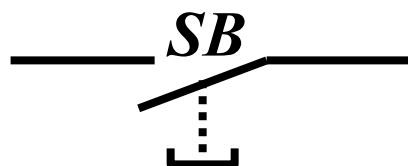
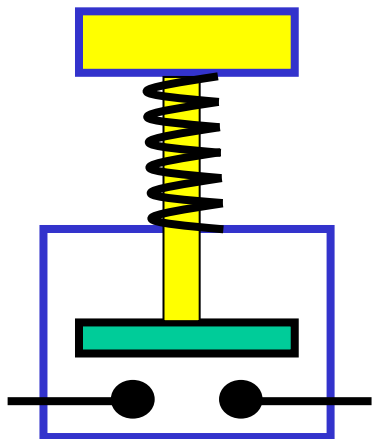
3. 频繁起动的电机

$$I_F \geq \left( \frac{1}{1.6} \sim \frac{1}{2} \right) I_{st}$$

异步电机的起动电流  $I_{st} = (5 \sim 7) \times$  额定电流。

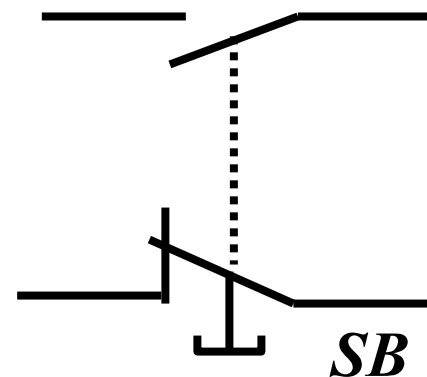
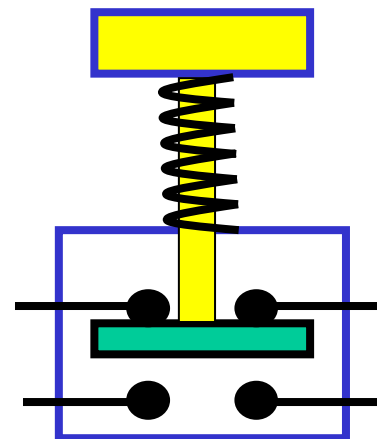
# 1.3 控制按钮

常开(动合)按钮



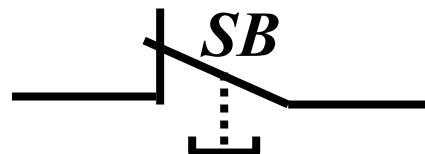
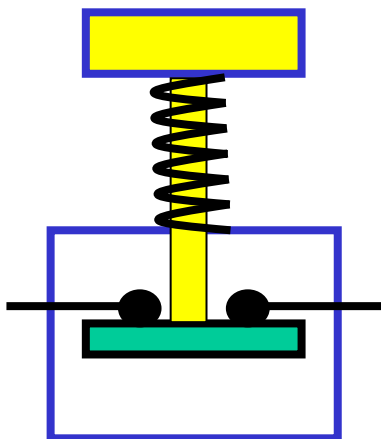
电路符号

复合按钮



电路符号

常闭(动断)按钮

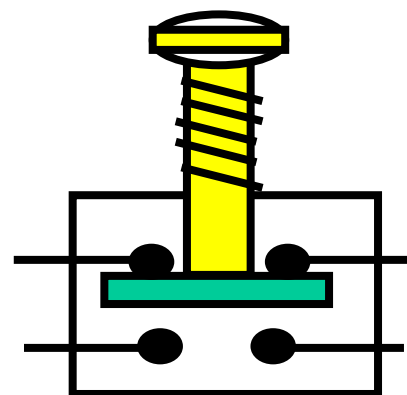


电路符号

## 1.4 行程开关

用作电路的限位保护、行程控制、自动切换等。

结构与按钮类似，但其动作要由机械撞击。



常开（动合）触头



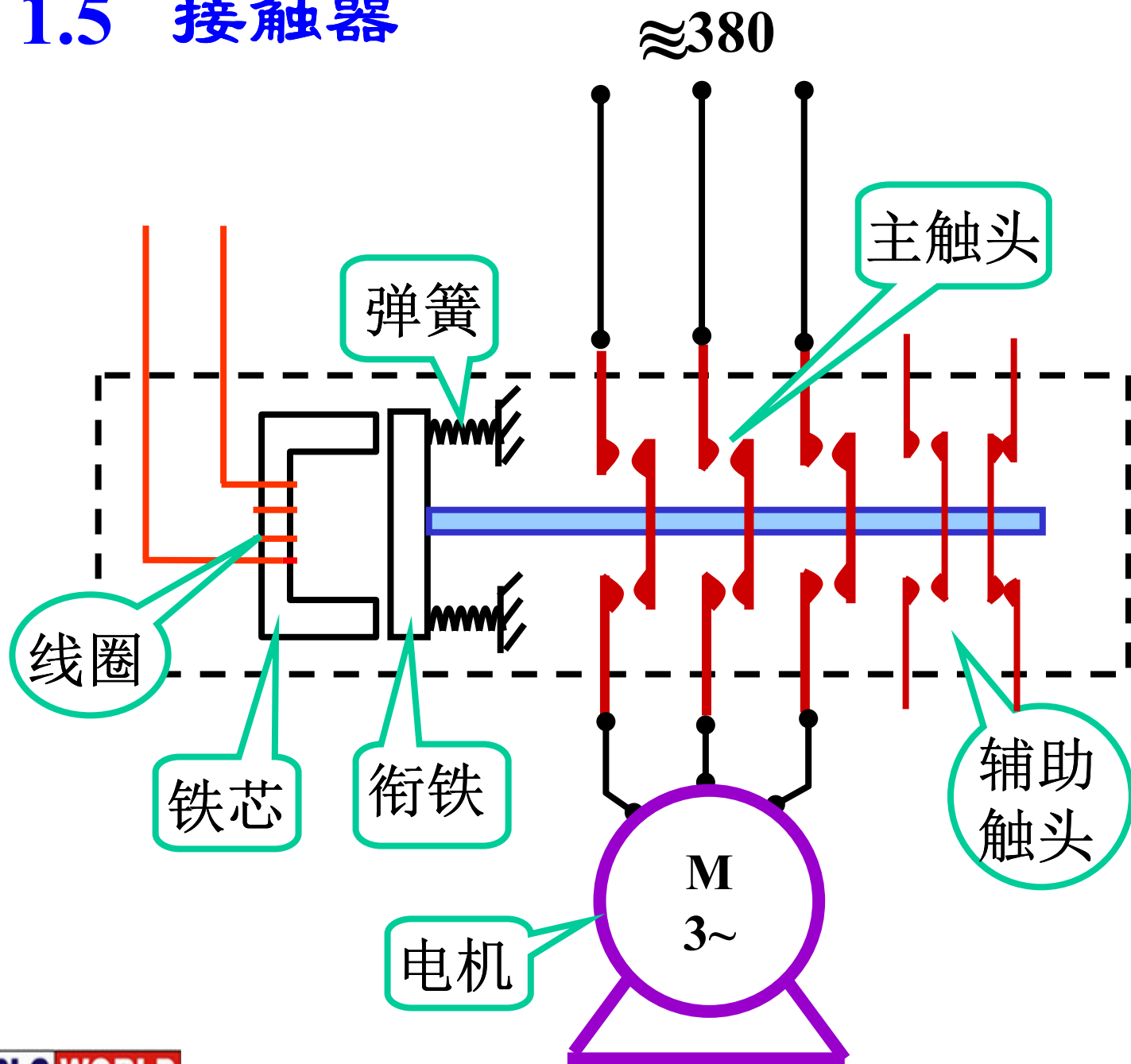
电路符号

常闭（动断）触头



电路符号

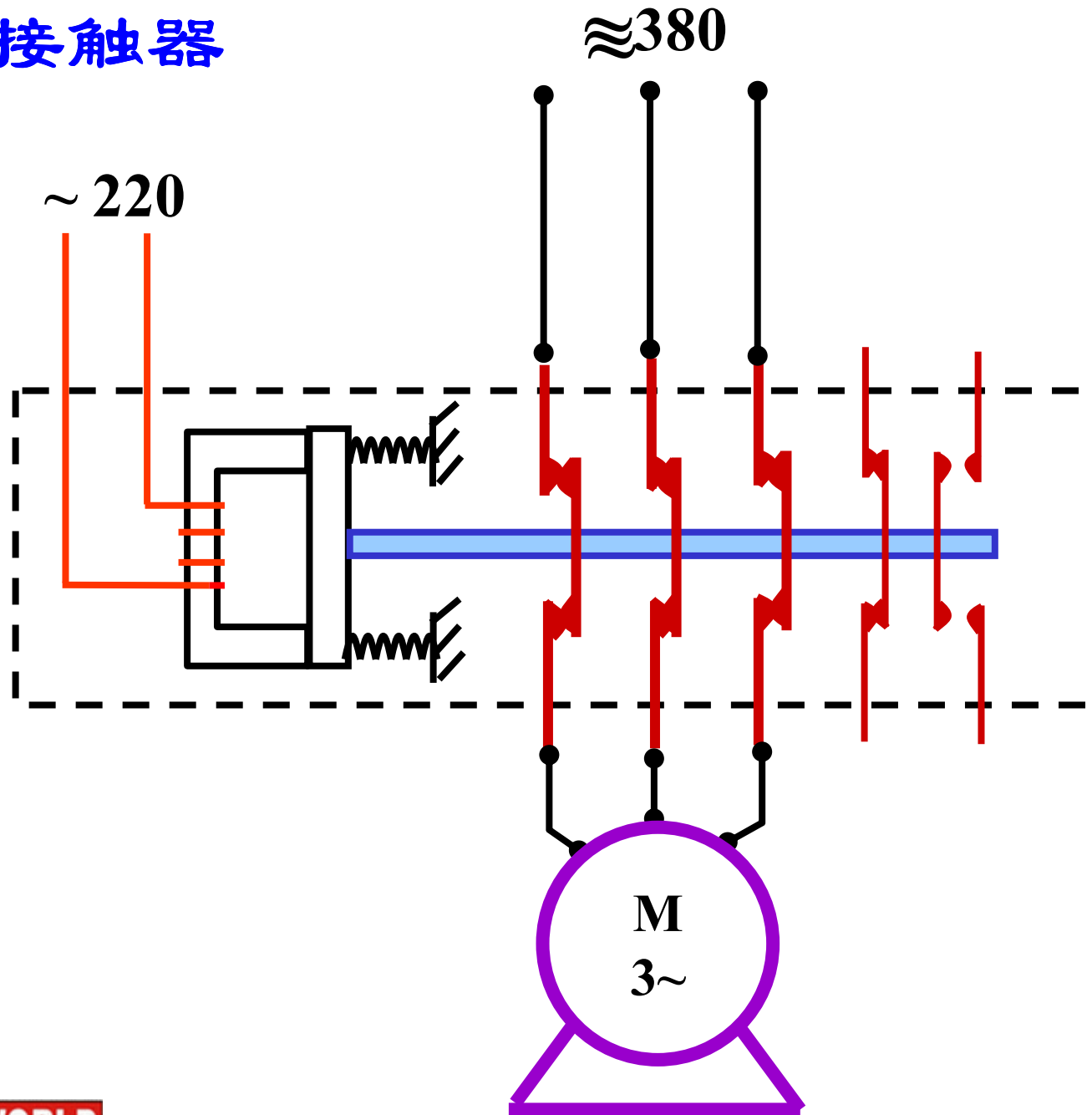
# 1.5 接触器



## 动作过程

- 线圈通电
- ↓
- 衔铁被吸合
- ↓
- 触头闭合
- ↓
- 电机接通电源

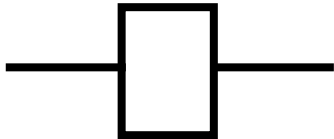
# 接触器

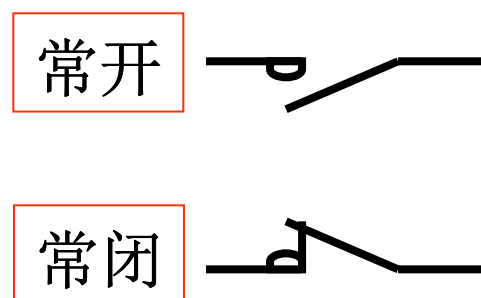
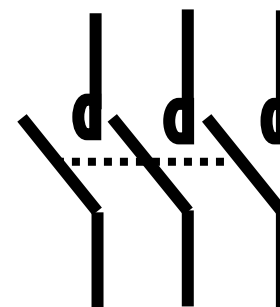


## 动作过程

- 线圈通电
- ↓
- 衔铁被吸合
- ↓
- 触头闭合
- ↓
- 电机接通电源

## 接触器有关符号:

- 接触器线圈 
- 接触器主触头——用于主电路  
(流过的电流大, 需加灭弧装置)
- 接触器辅助触头——用于控制电路  
(流过的电流小, 无需加灭弧装置)

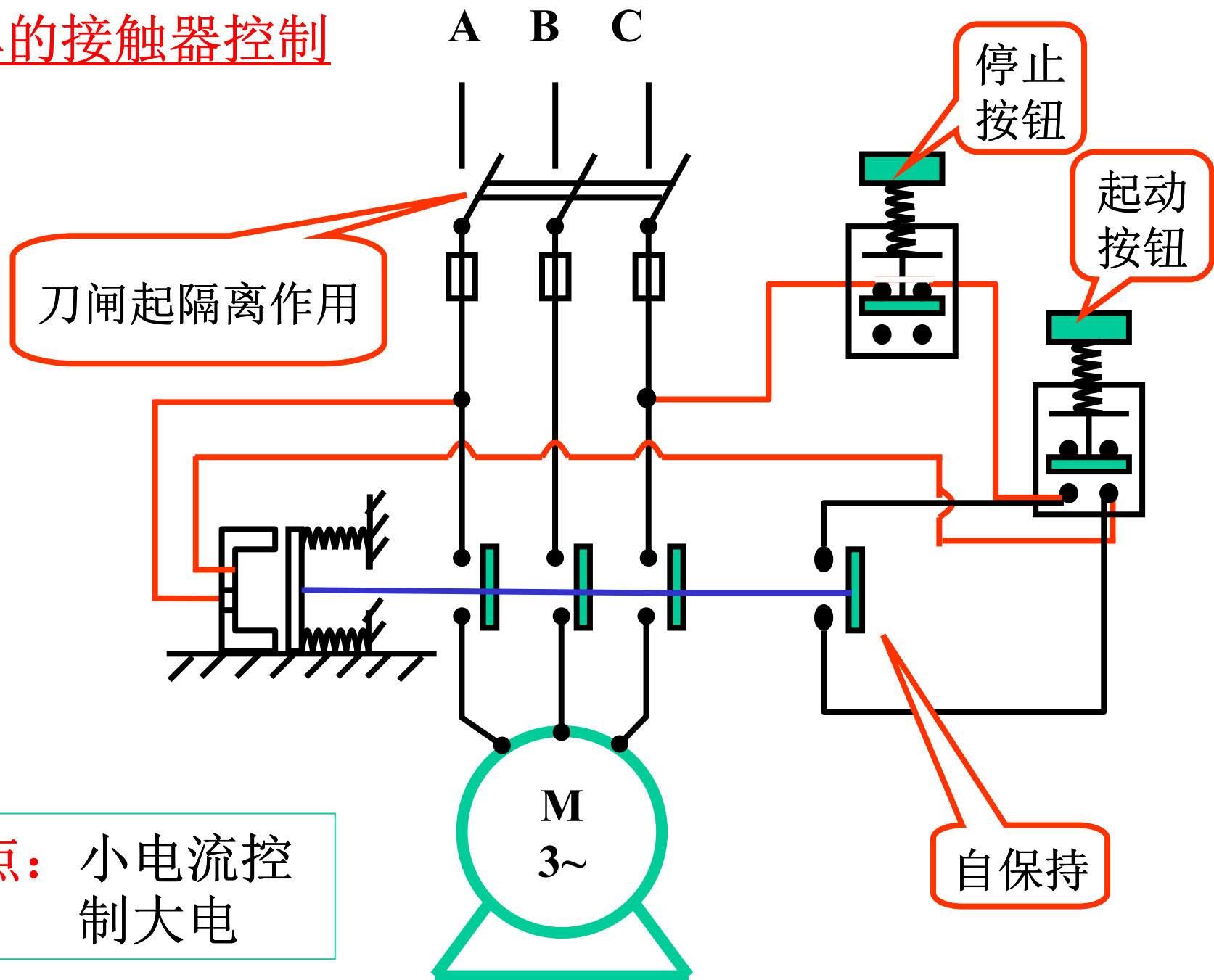


接触器控制对象: 电动机及其它电力负载

接触器技术指标: 额定工作电压、电流、触点数目等。



# 简单的接触器控制



特点：小电流控制大电

## 1.6 继电器

继电器和接触器的工作原理一样。主要区别在于，触发器的主触头可以通过大电流，而继电器的触头只能通过小电流。所以，继电器只能用于控制电路中。

继电器类型：

中间继电器

电压继电器

电流继电器

时间继电器（具有延时功能）

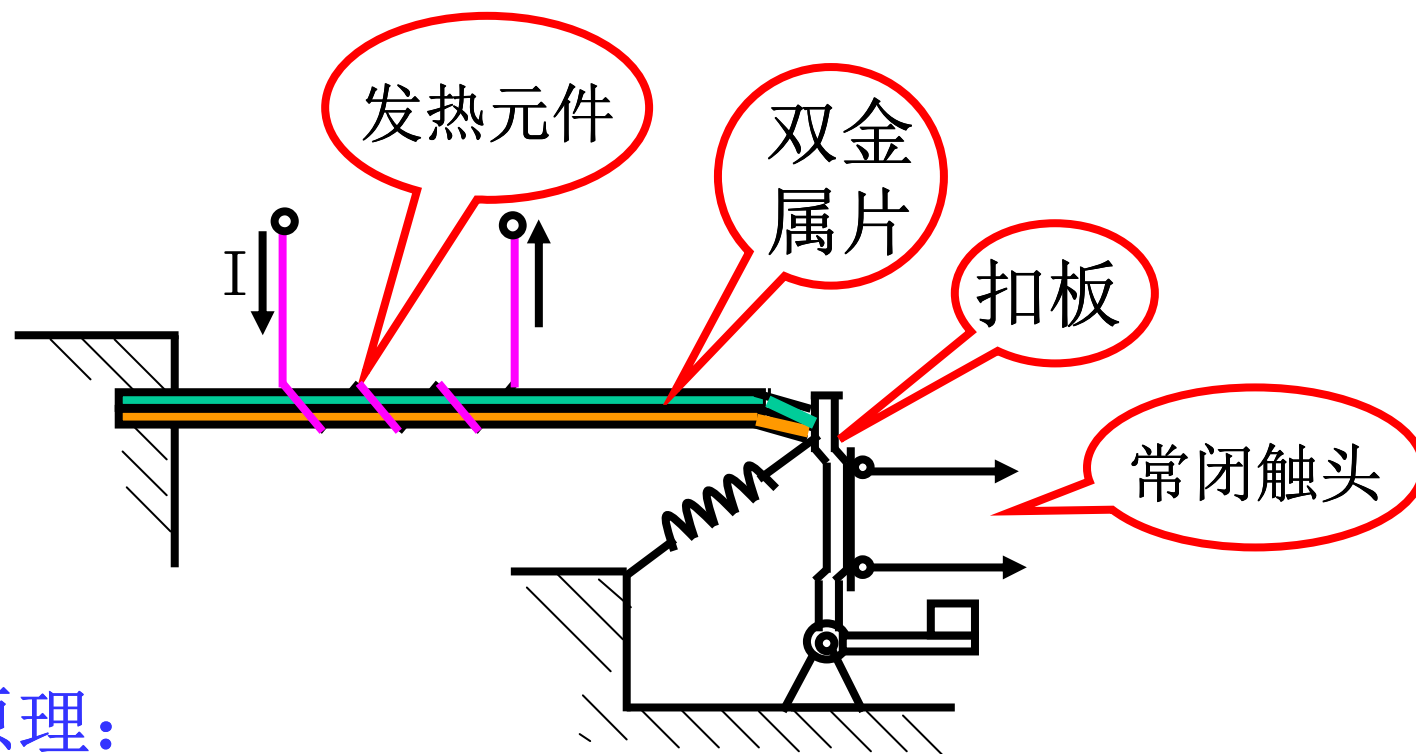
热继电器（做过载保护）

.....

# 热继电器

功能：过载保护

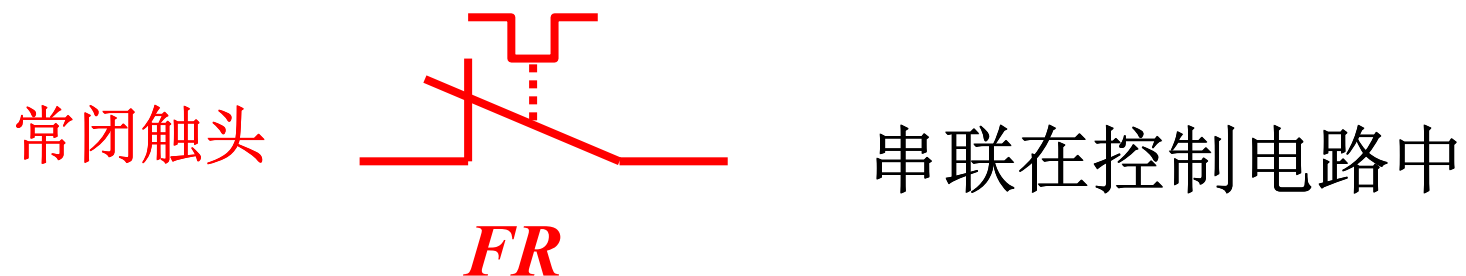
结构：



工作原理：

发热元件接入电机主电路，若长时间过载，双金属片被烤热。因双金属片的下层膨胀系数大，使其向上弯曲，扣板被弹簧拉回，常闭触头断开。

## 热继电器的符号

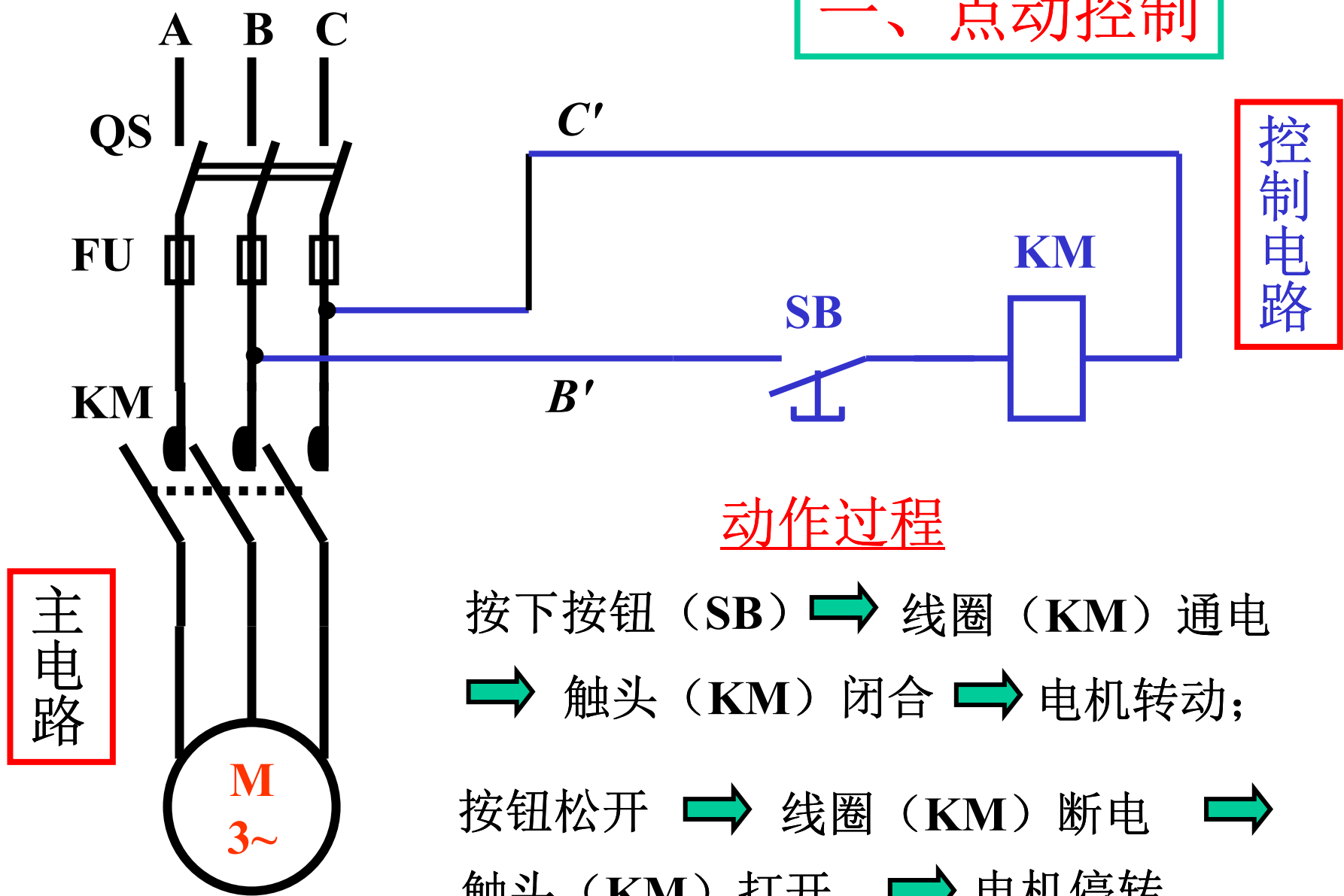


## § .2 基本控制环节

- ♣ 电机起动、停车（点动、连续运行、多地点控制、顺序控制等）
- ♣ 电机正反转控制
- ♣ 行程控制
- ♣ 时间控制
- ♣ 速度控制
- .....

## 2.1 异步机的直接起动

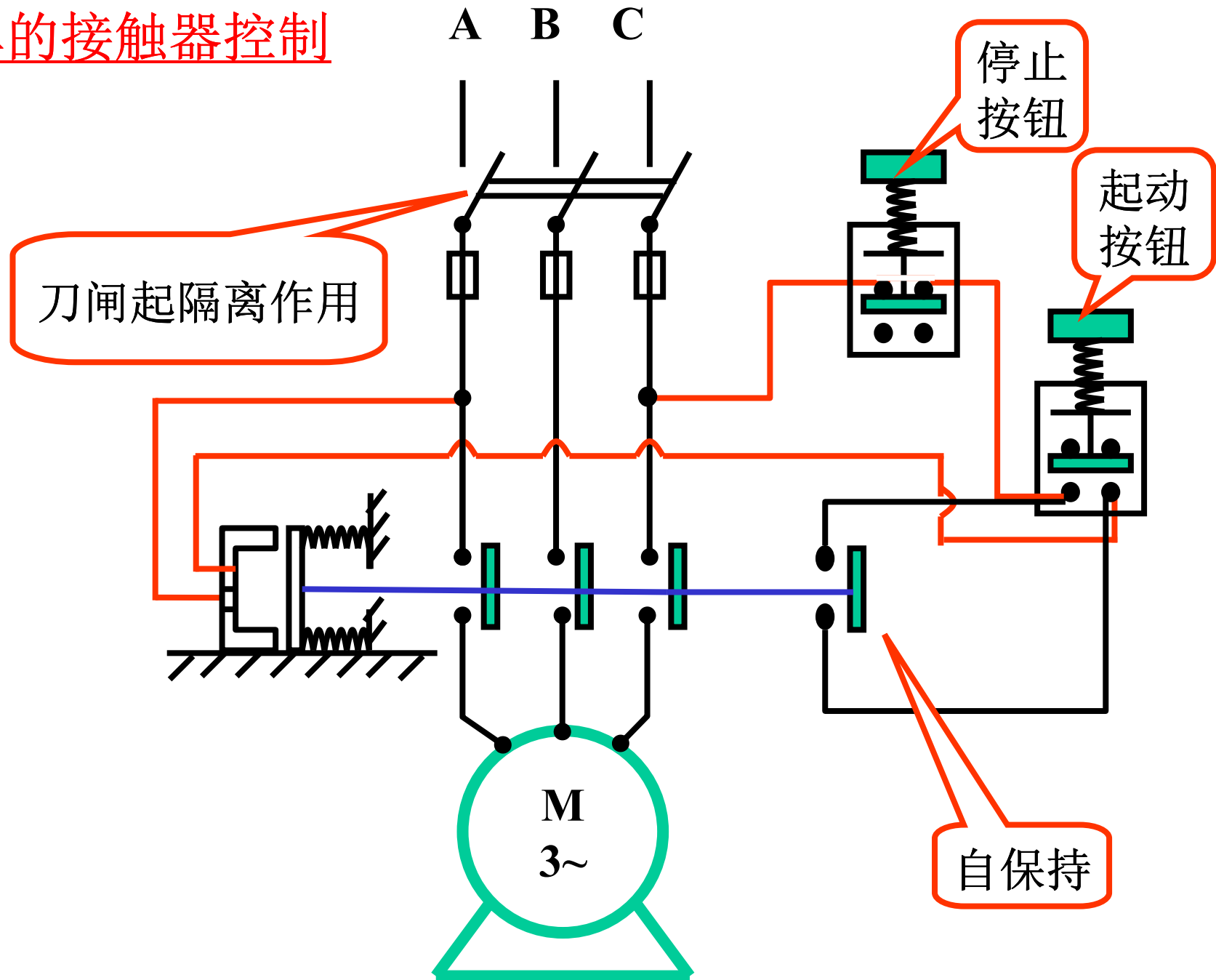
### 一、点动控制



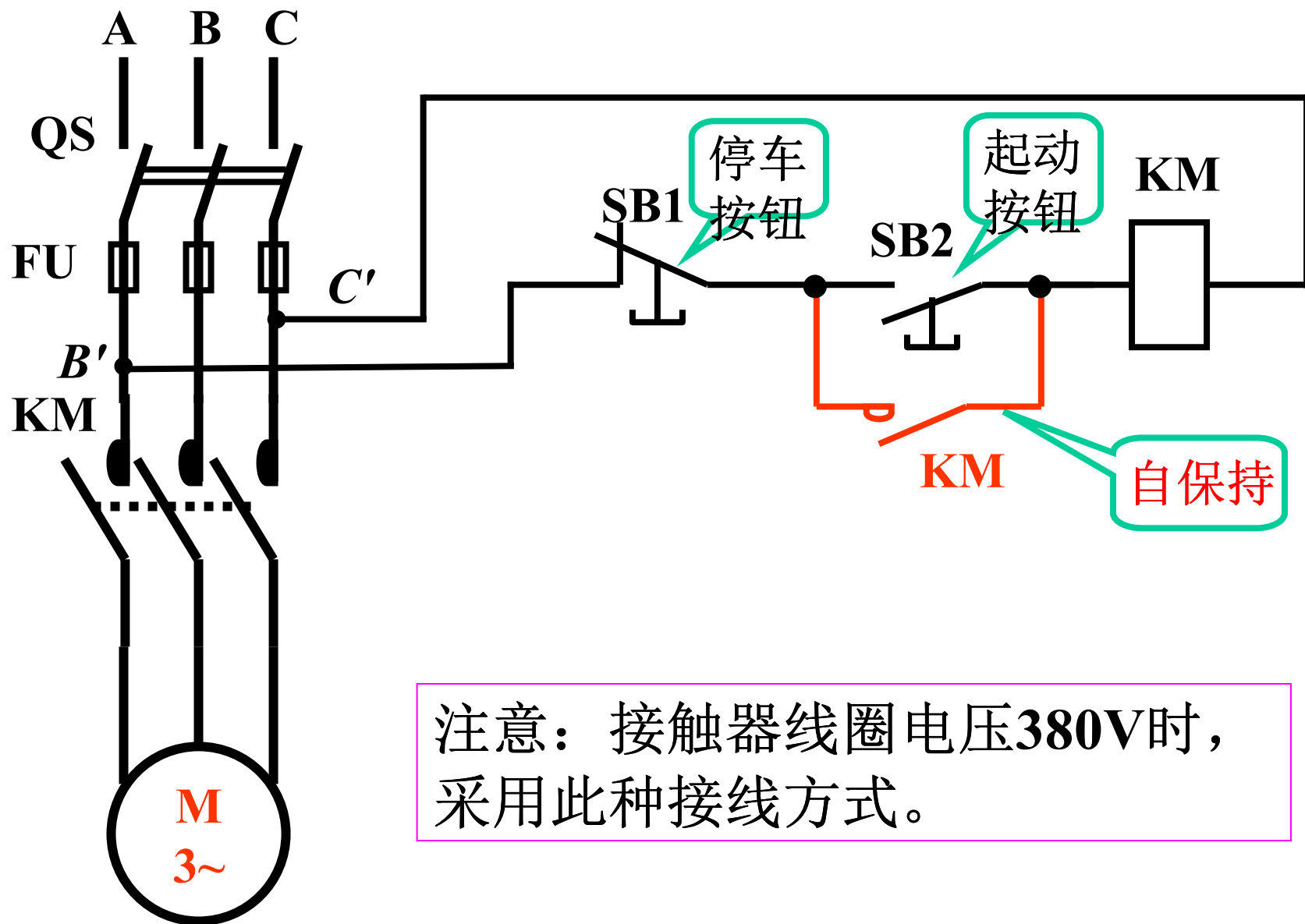
### 动作过程

按下按钮 (SB) → 线圈 (KM) 通电  
→ 触头 (KM) 闭合 → 电机转动;  
按钮松开 → 线圈 (KM) 断电 →  
触头 (KM) 打开 → 电机停转。

# 简单的接触器控制



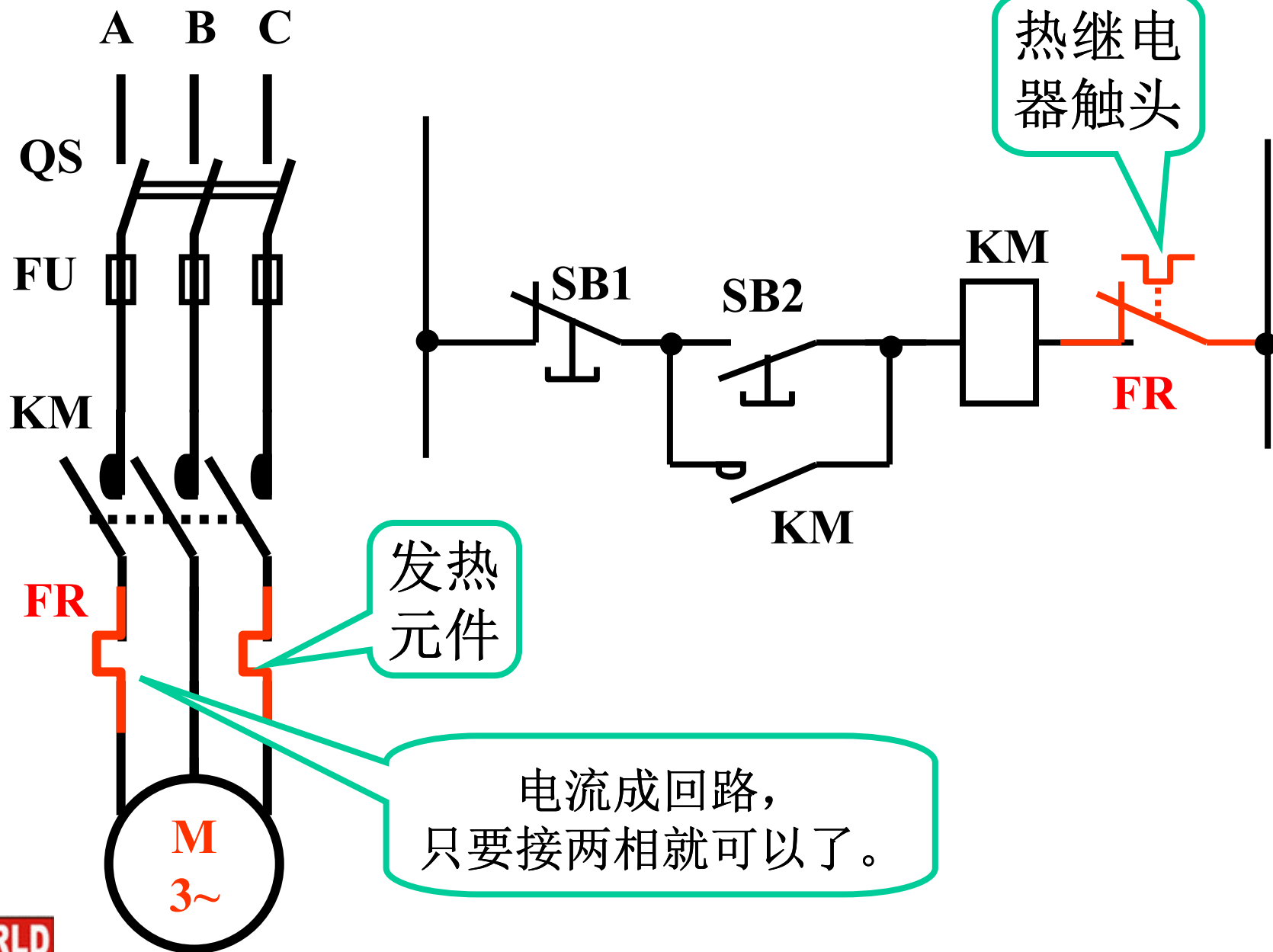
## 二、电动机连续运行



注意：接触器线圈电压380V时，采用此种接线方式。



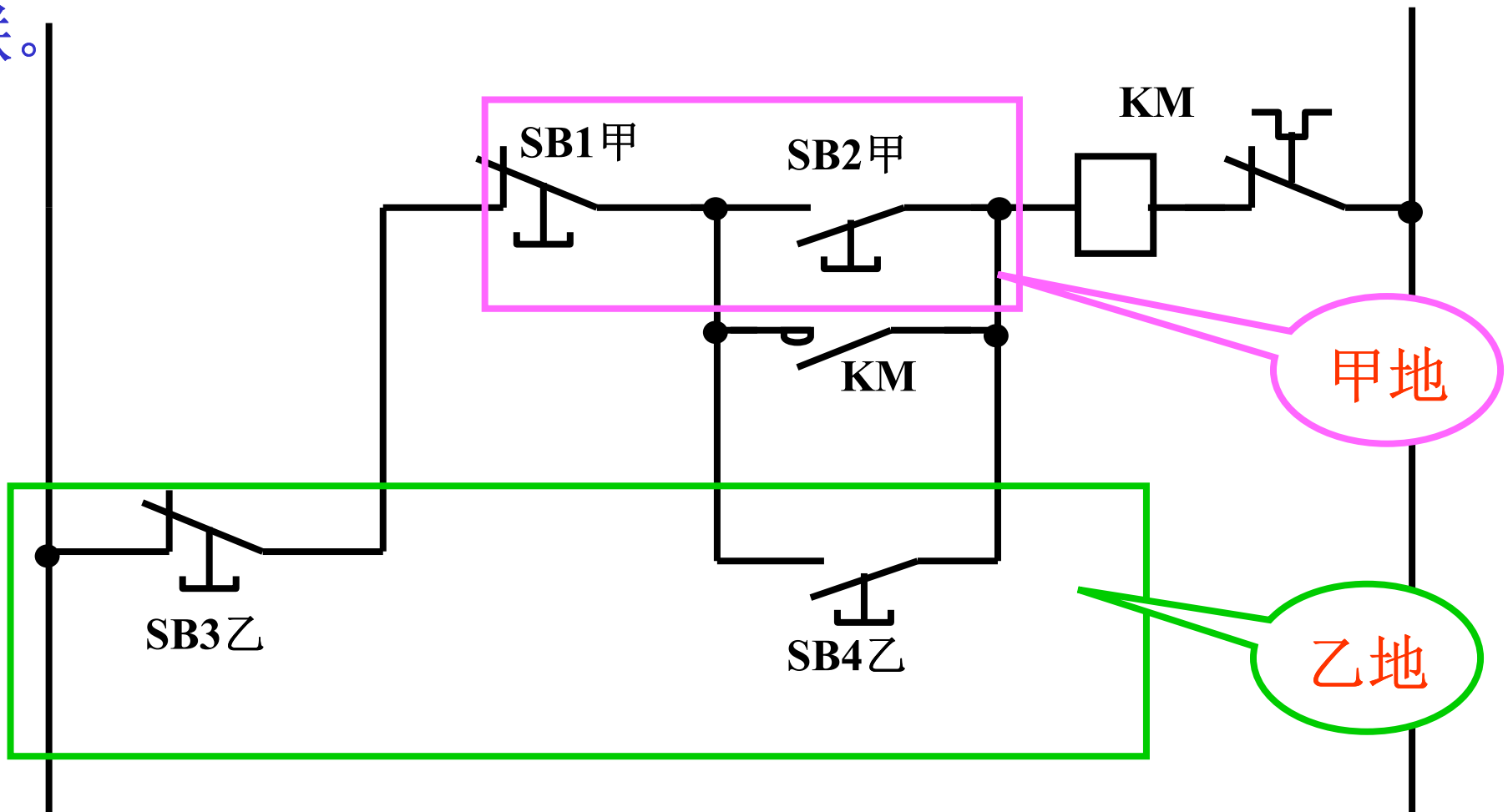
### 三、异步机的直接起动 + 过载保护



## 四、多地点控制

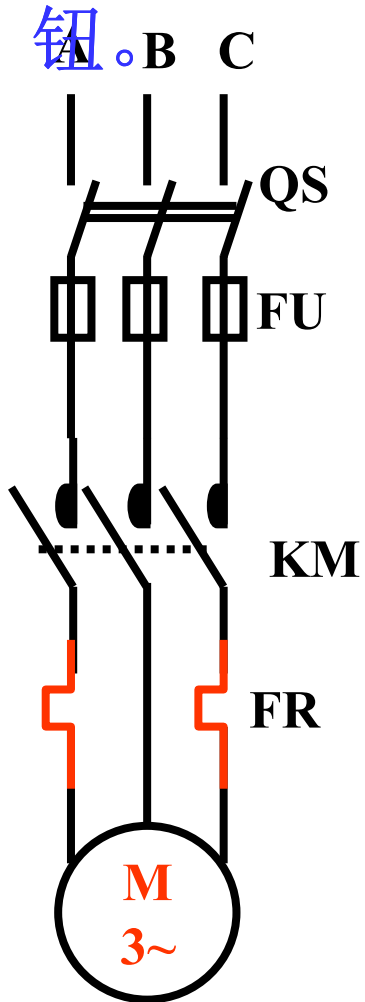
例如：甲、乙两地同时控制一台电机。

方法：两起动按钮并联；两停车按钮串联。



# 五、点动+连续运行

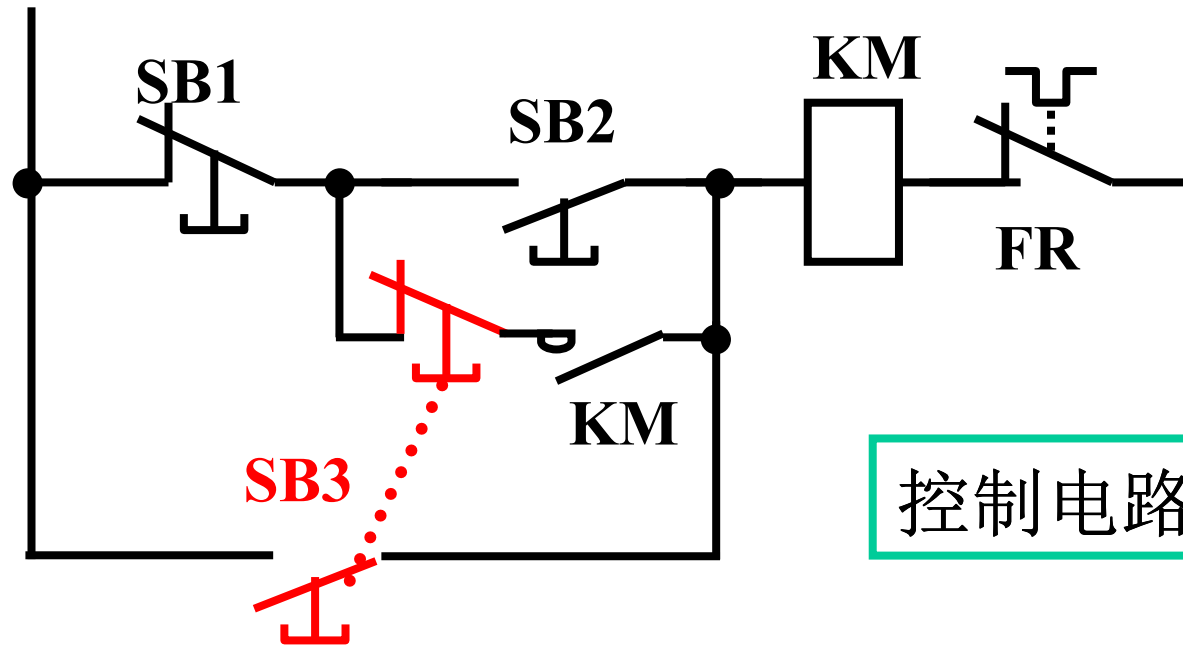
方法一：用复合按钮



控制关系

SB3: 点动

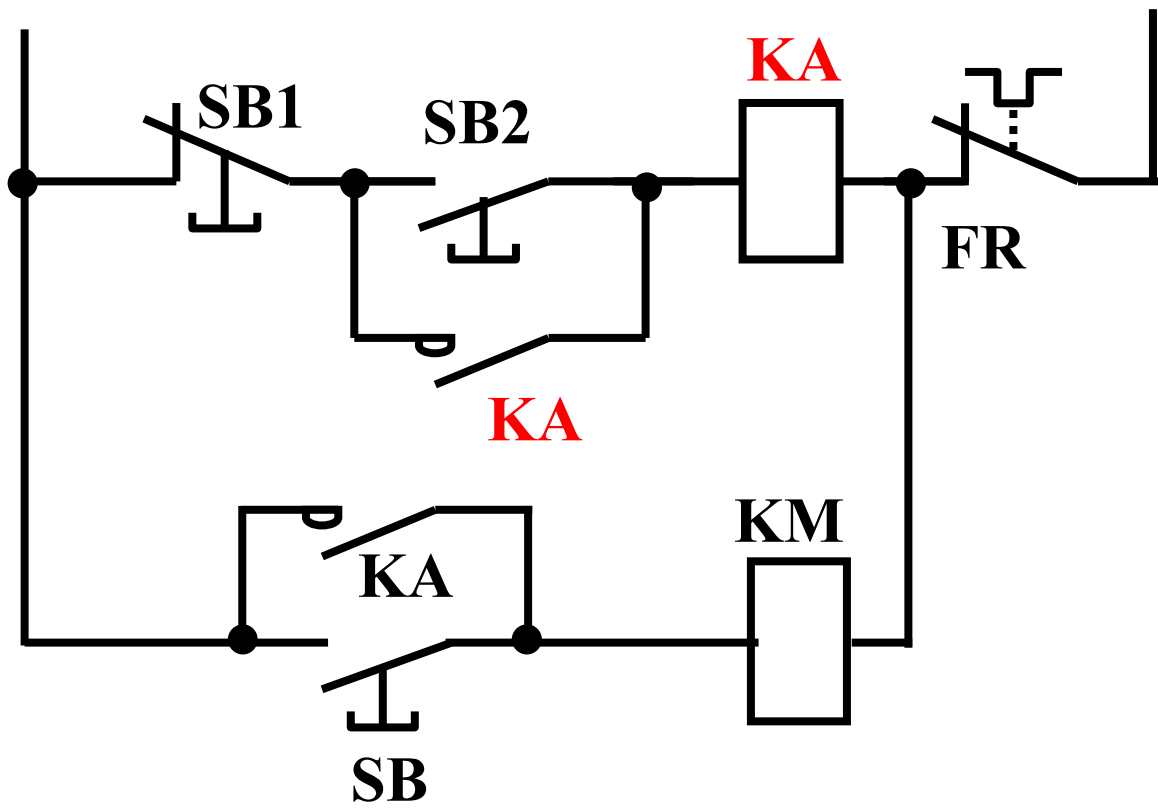
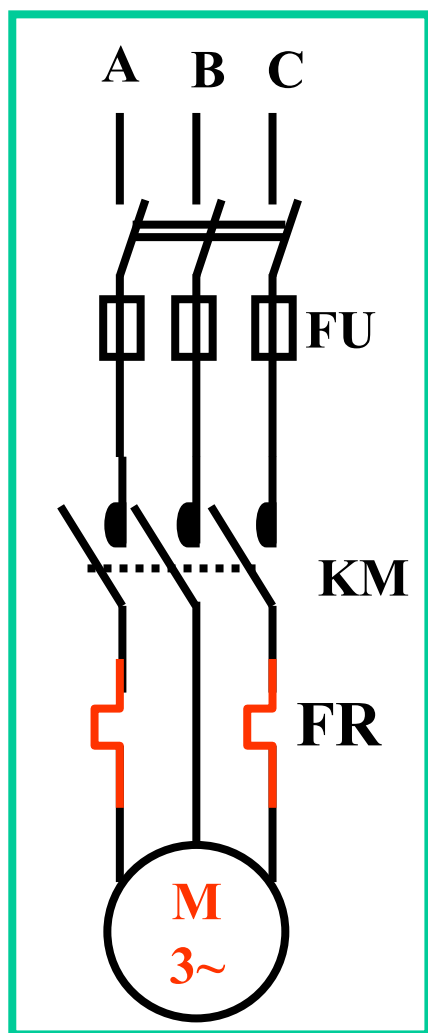
SB2: 连续运行



控制电路

该电路缺点：动作不够可靠。

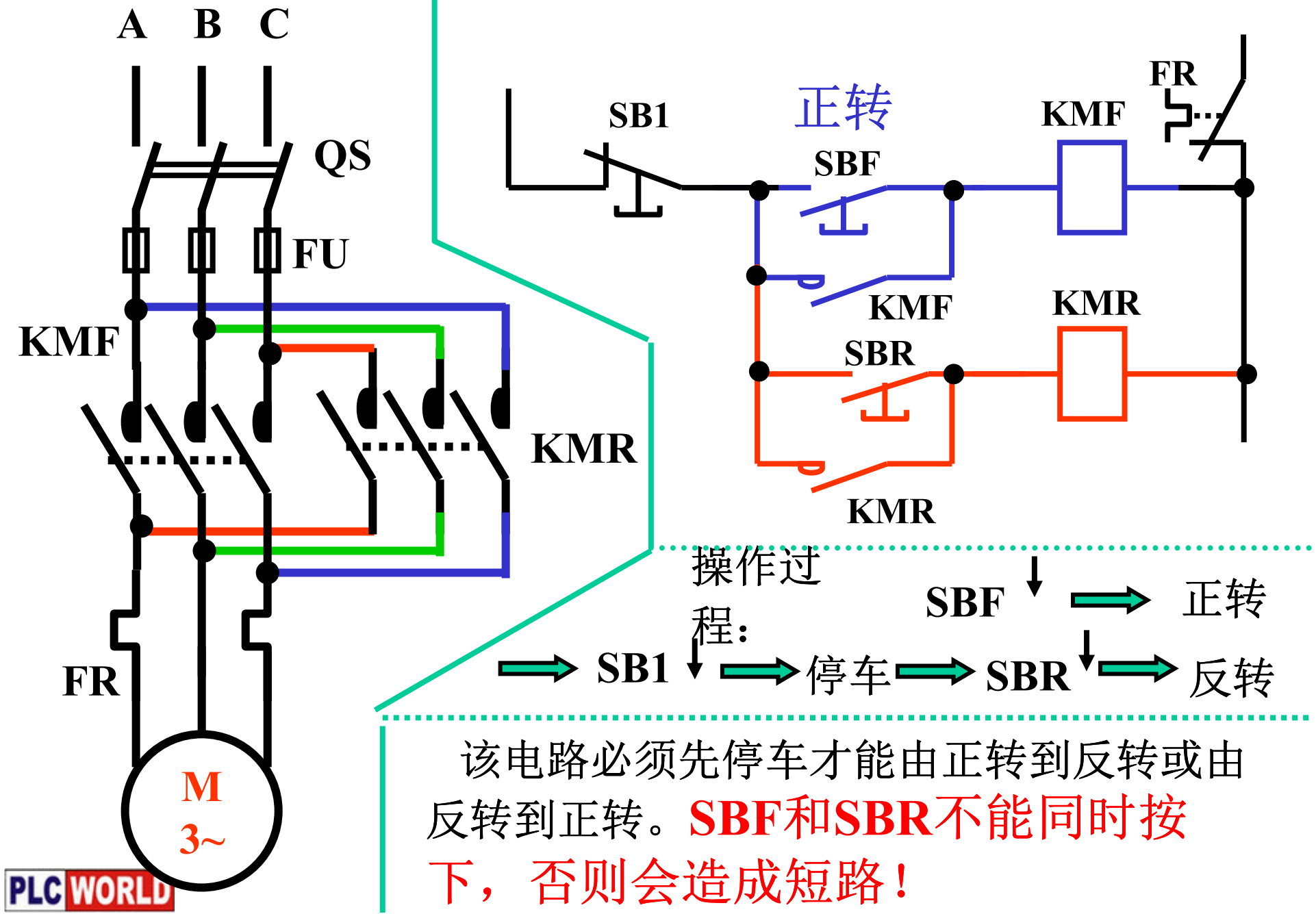
## 方法二：加中间继电器（KA）。



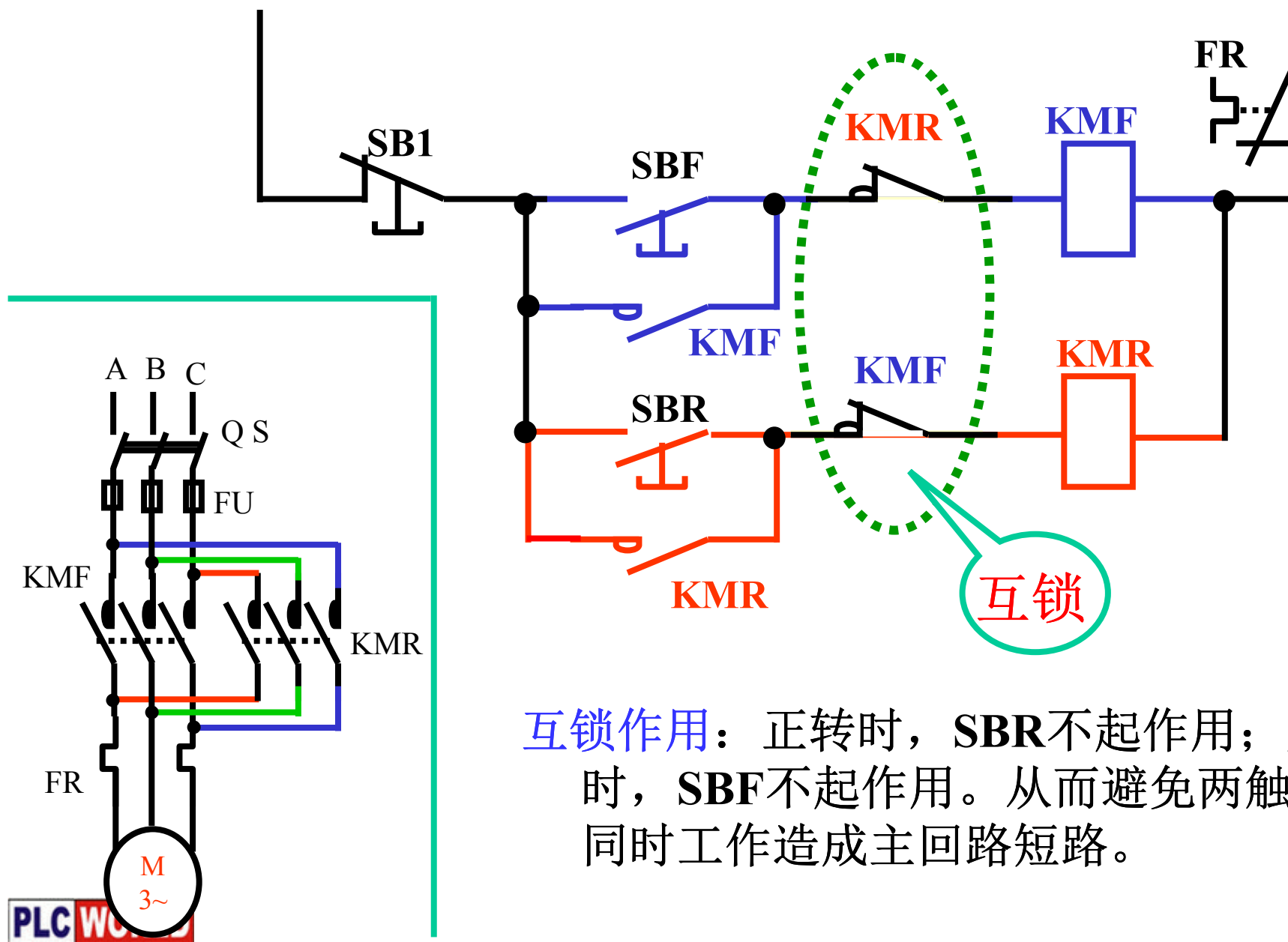
控制  
关系

- SB: 点动
- SB2: 连续运行

## 2.2 电机的正反转控制

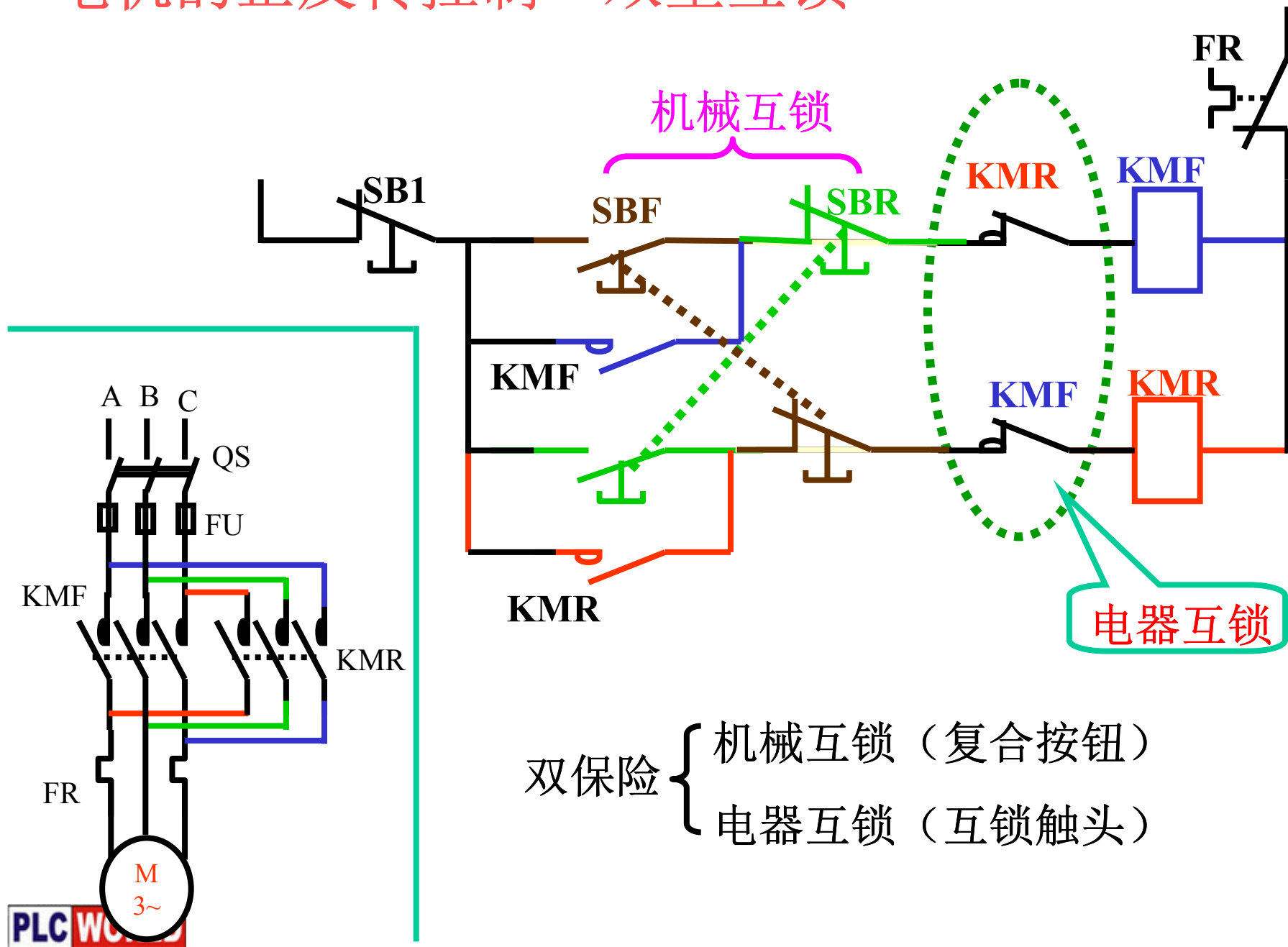


# 电机的正反转控制—加互锁

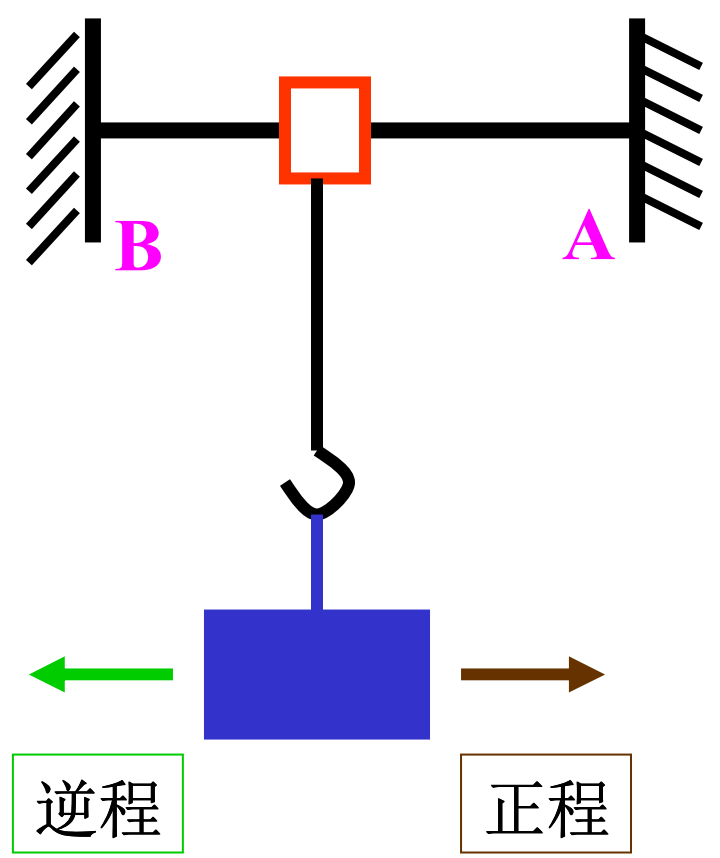
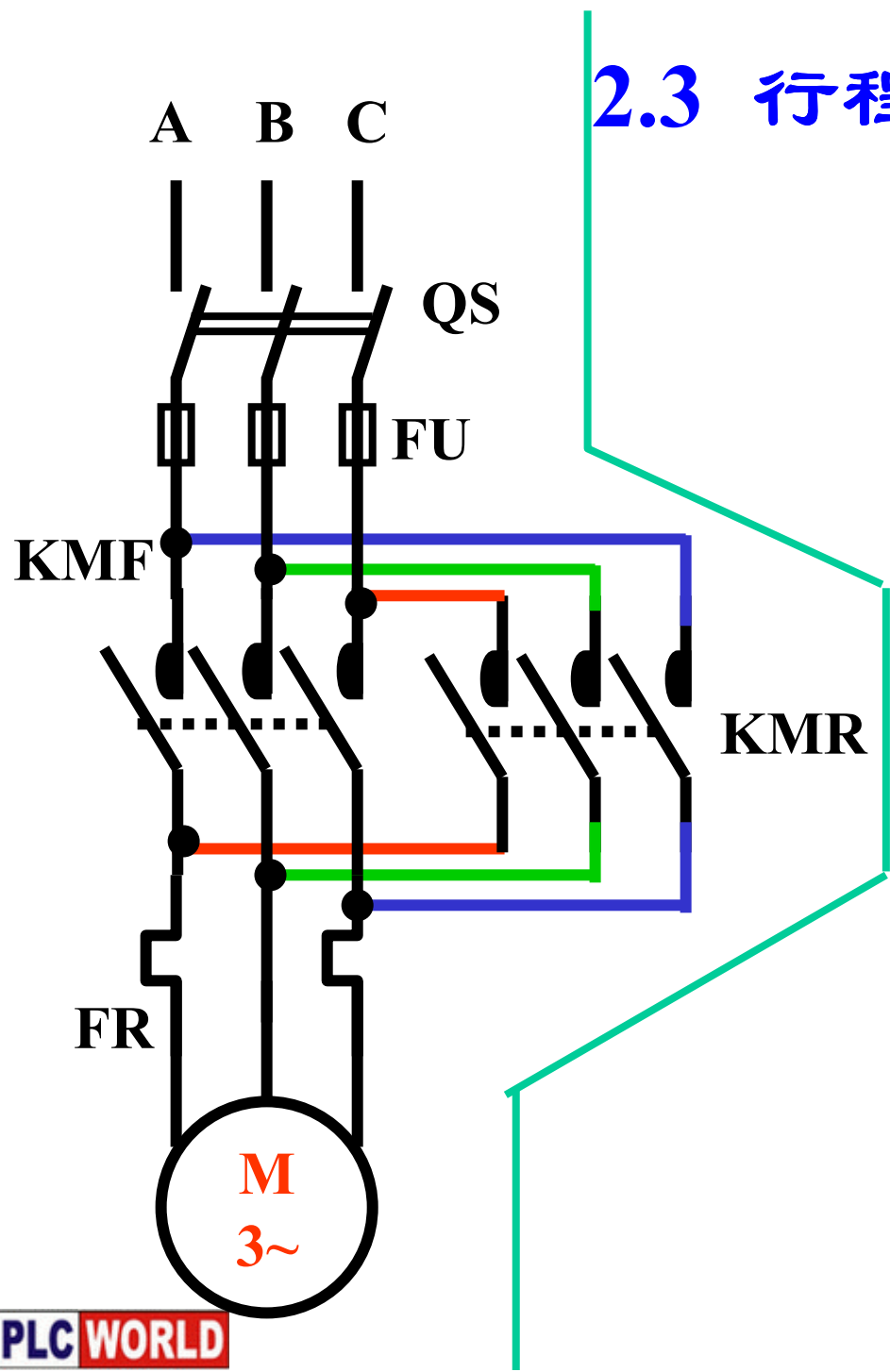


**互锁作用：**正转时，**SBR**不起作用；反转时，**SBF**不起作用。从而避免两触发器同时工作造成主回路短路。

# 电机的正反转控制—双重互锁



## 2.3 行程控制



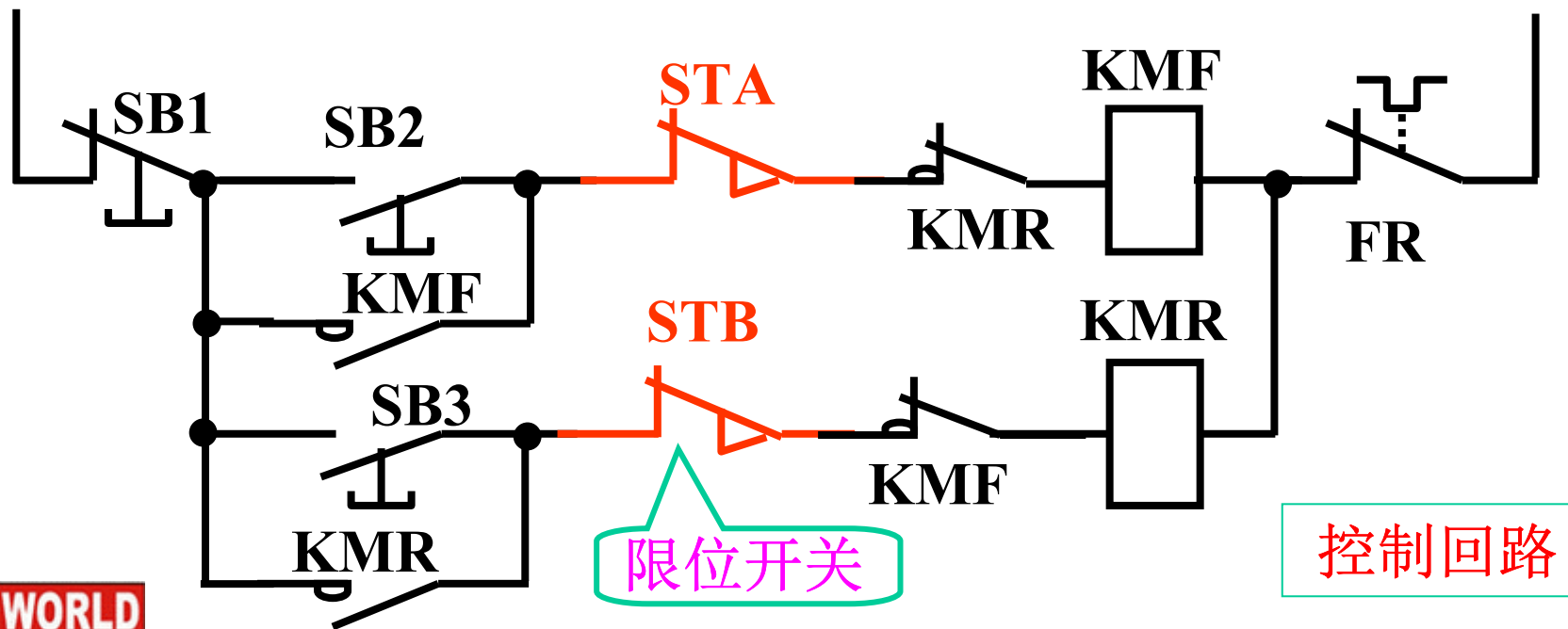
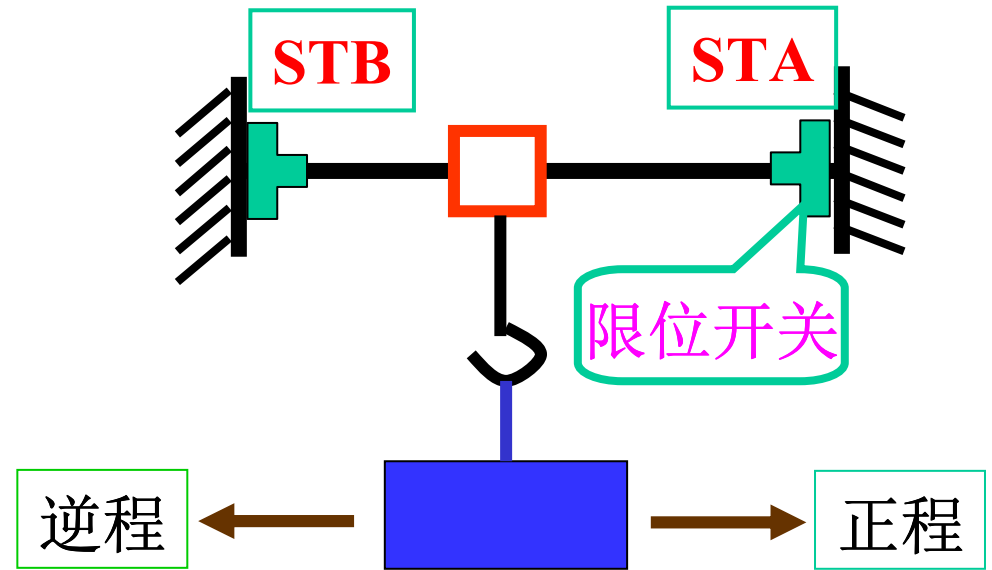
行程控制实质为电机的正反转控制，只是在行程的终端要加限位开关。



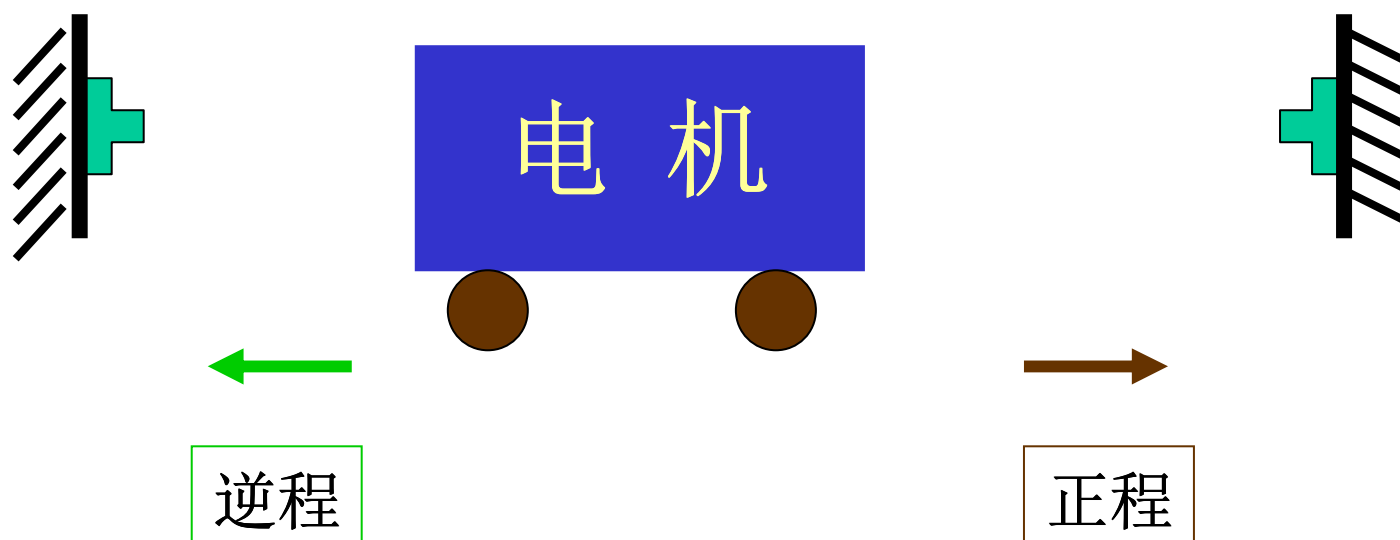
# 行程控制电路 (1)

## 动作过程

SB2↓ → 正向运行 →  
至右极端位置撞开STA  
→ 电机停车  
(反向运行同样分析)

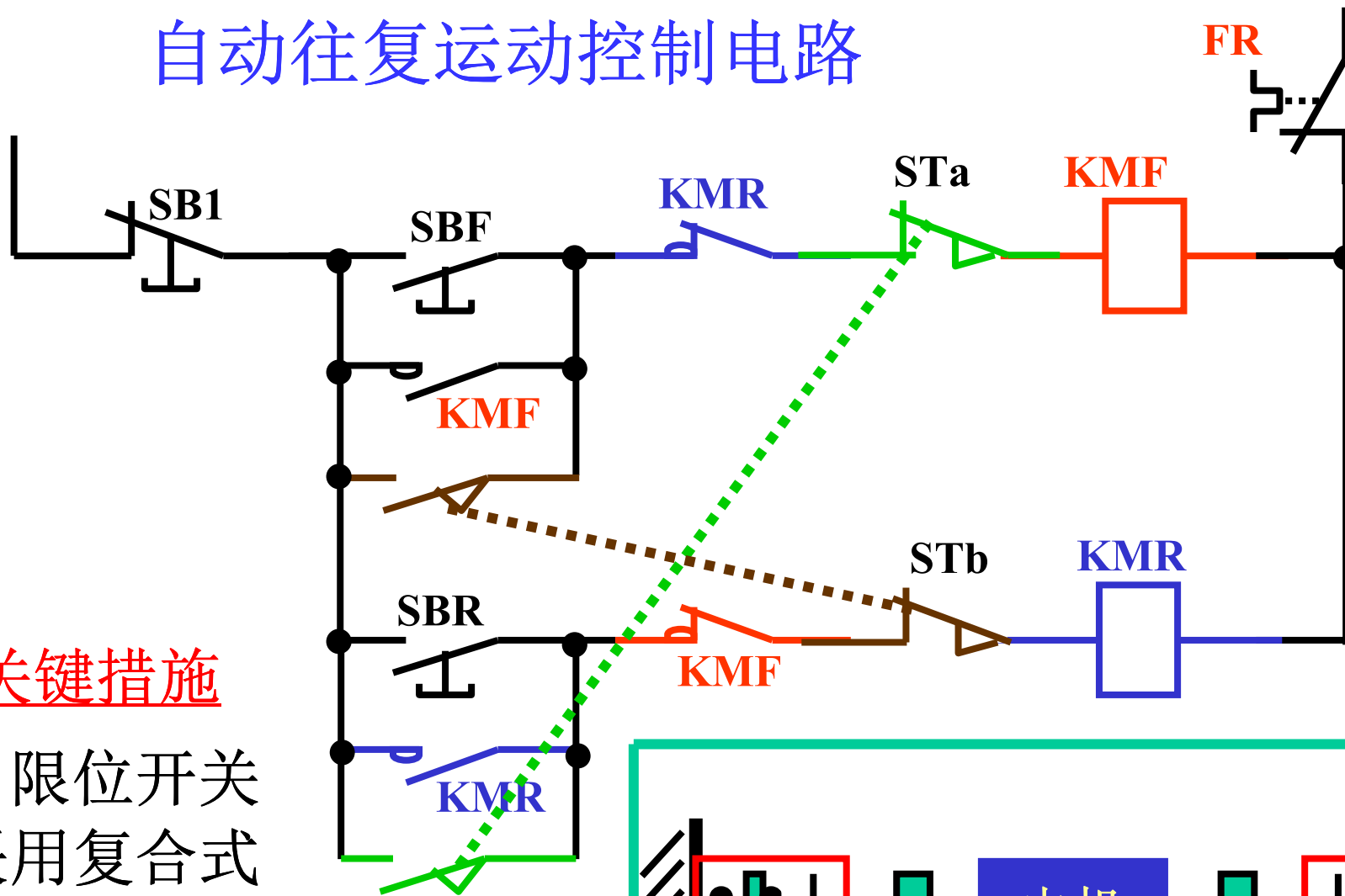


## 行程控制(2) --自动往复运动



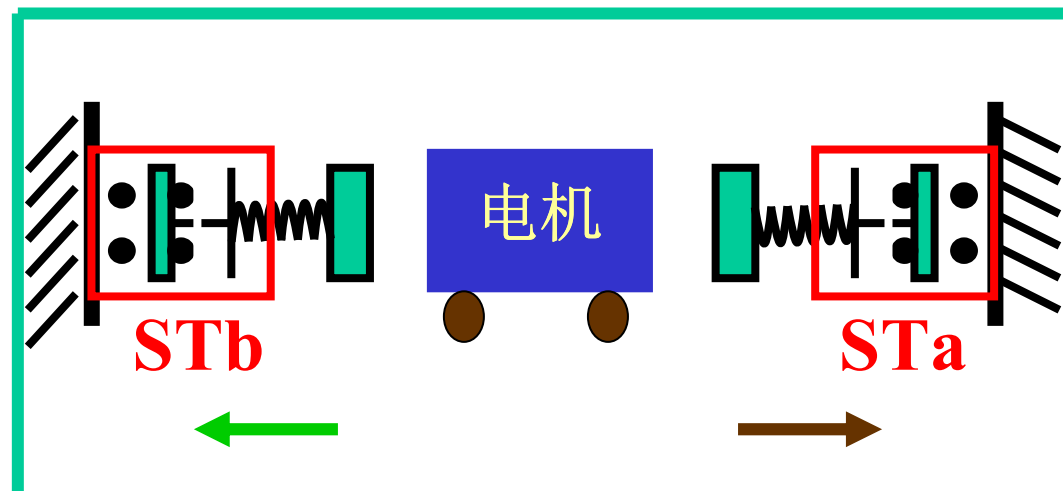
- 工作要求:**
1. 能正向运行也能反向运行
  2. 到位后能自动返回

# 自动往复运动控制电路

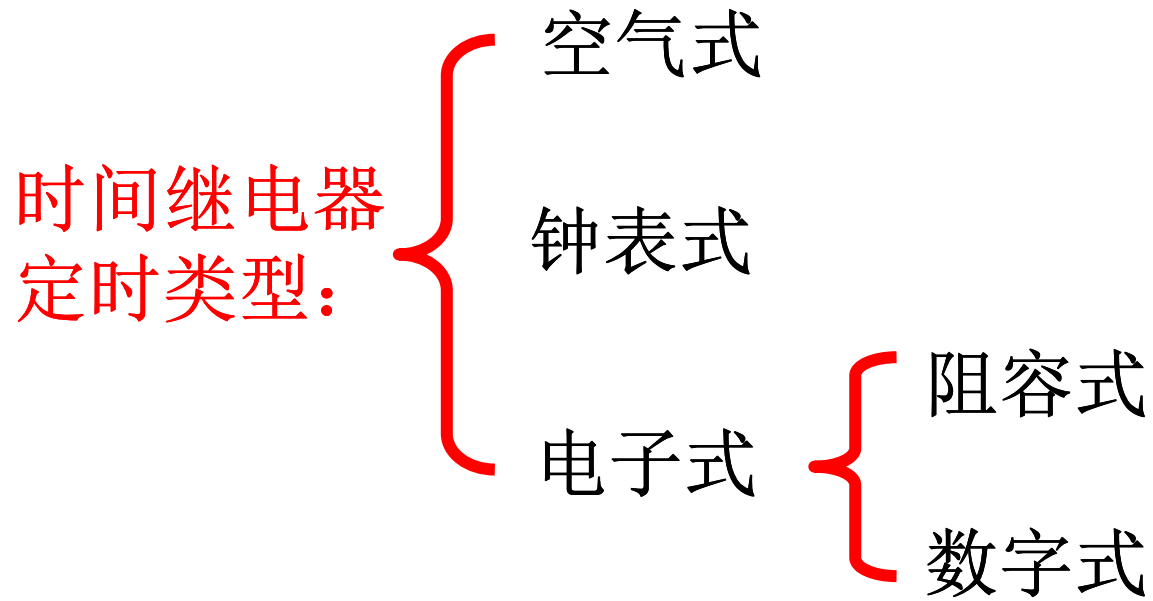


## 关键措施

限位开关采用复合式开关。正向运行停车的同时，自动启动反向运行；反之亦然。

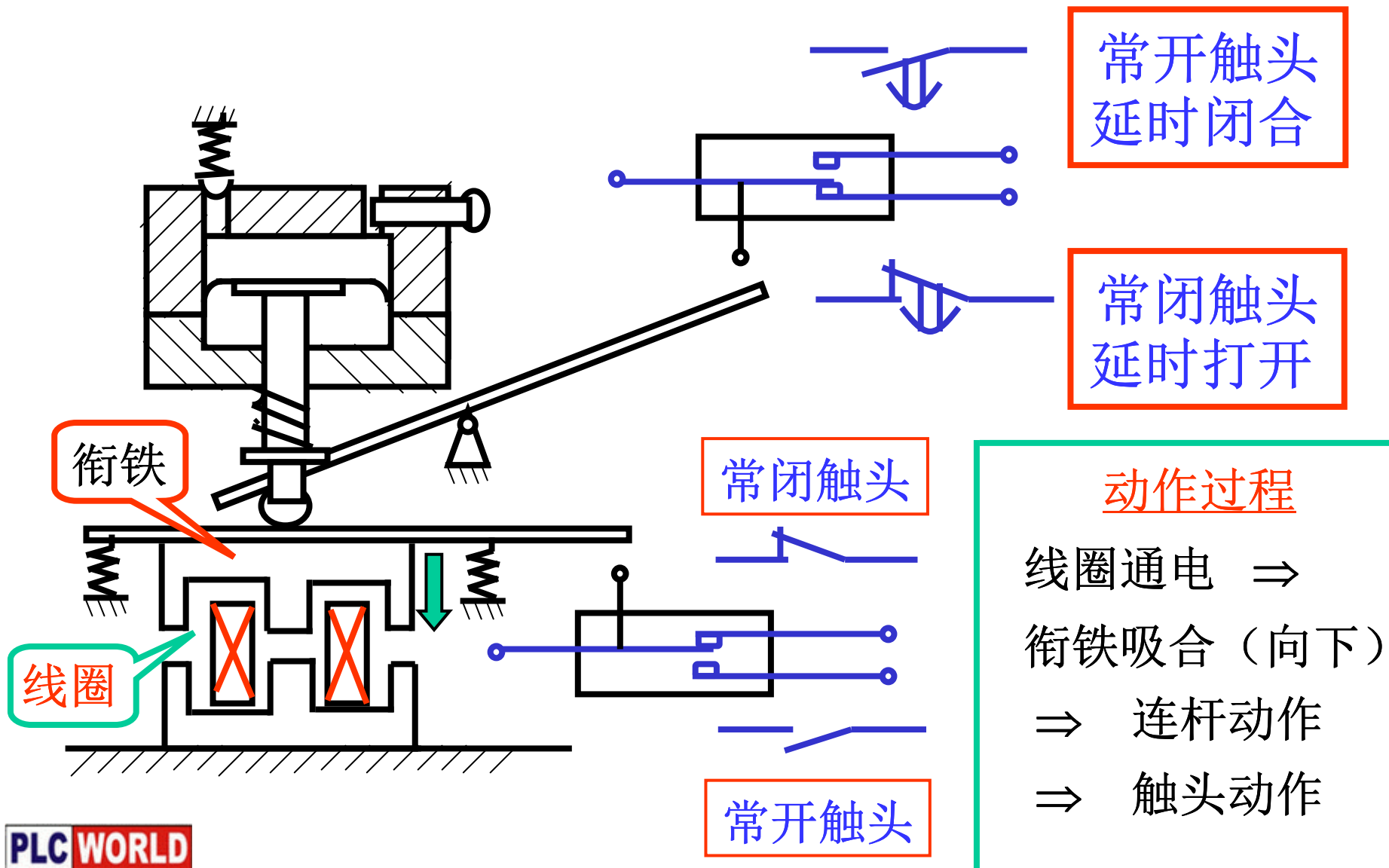


## 2.4 定时控制



○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○


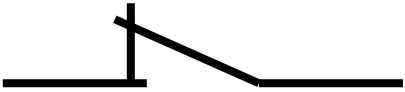


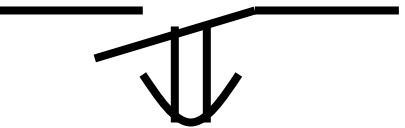
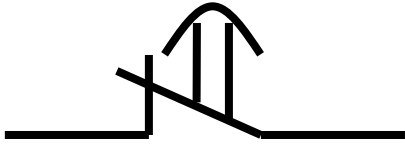
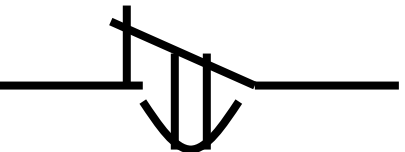
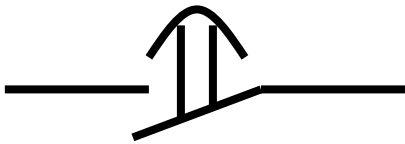
# 空气式时间继电器的工作原理



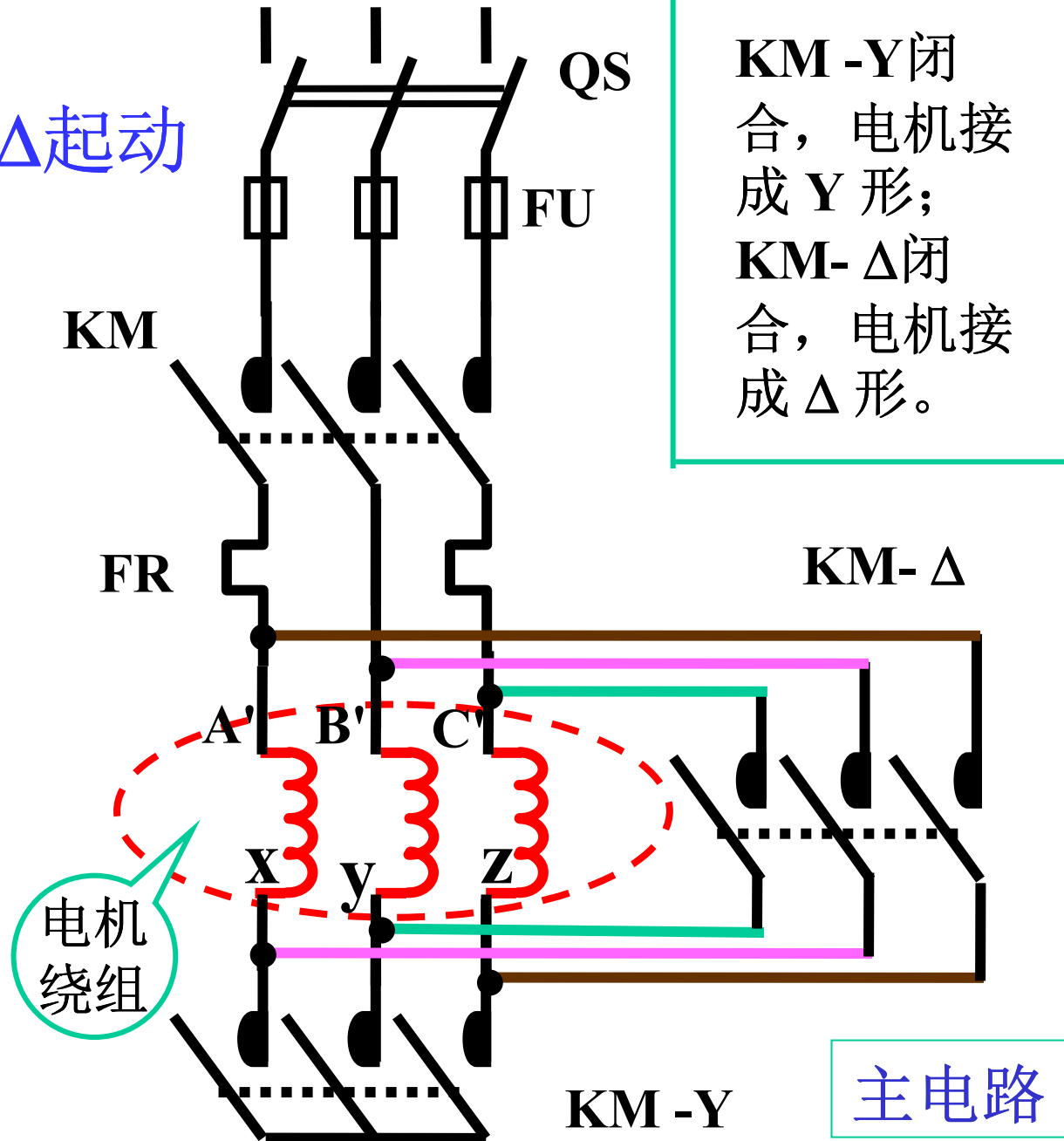
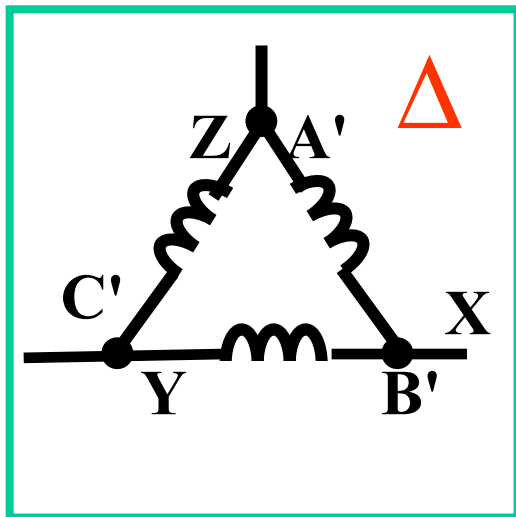
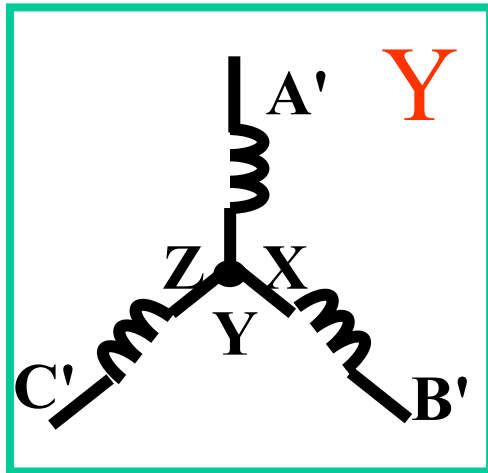
## 动作过程

线圈通电 ⇒  
衔铁吸合（向下）  
⇒ 连杆动作  
⇒ 触头动作

## 时间继电器触头类型

	通 电 式	断 电 式
瞬 时 动 作	常闭触点 	
	常开触点 	
延 时 动 作	常开 通电后 延时闭合 	常闭 断电后 延时闭合 
	常闭 通电后 延时断开 	常开 断电后 延时断开 

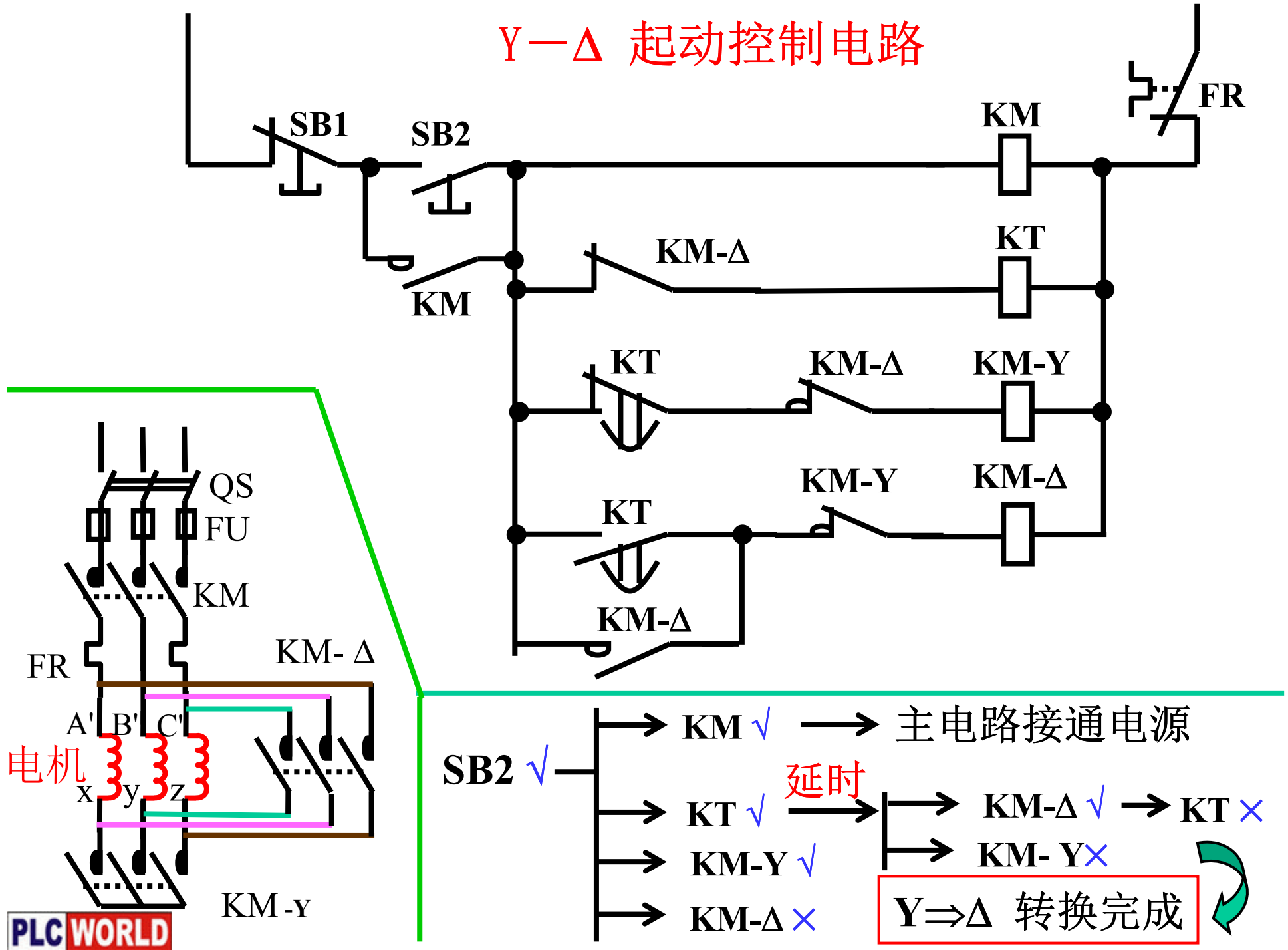
# 定时控制例一： 电机的Y-Δ启动



KM -Y 闭合，电机接成 Y 形；  
KM- Δ 闭合，电机接成 Δ 形。

主电路

## Y-Δ 起动控制电路

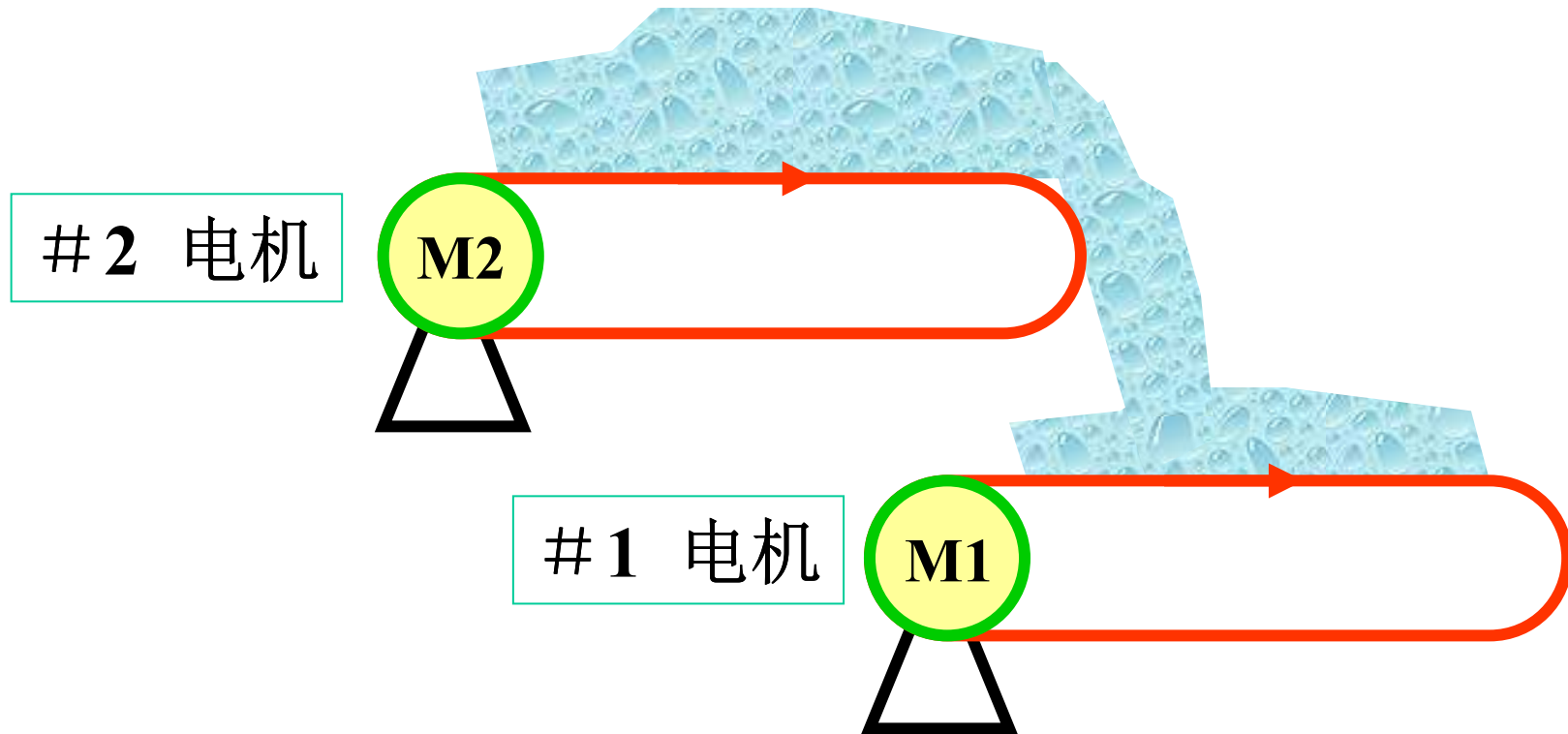




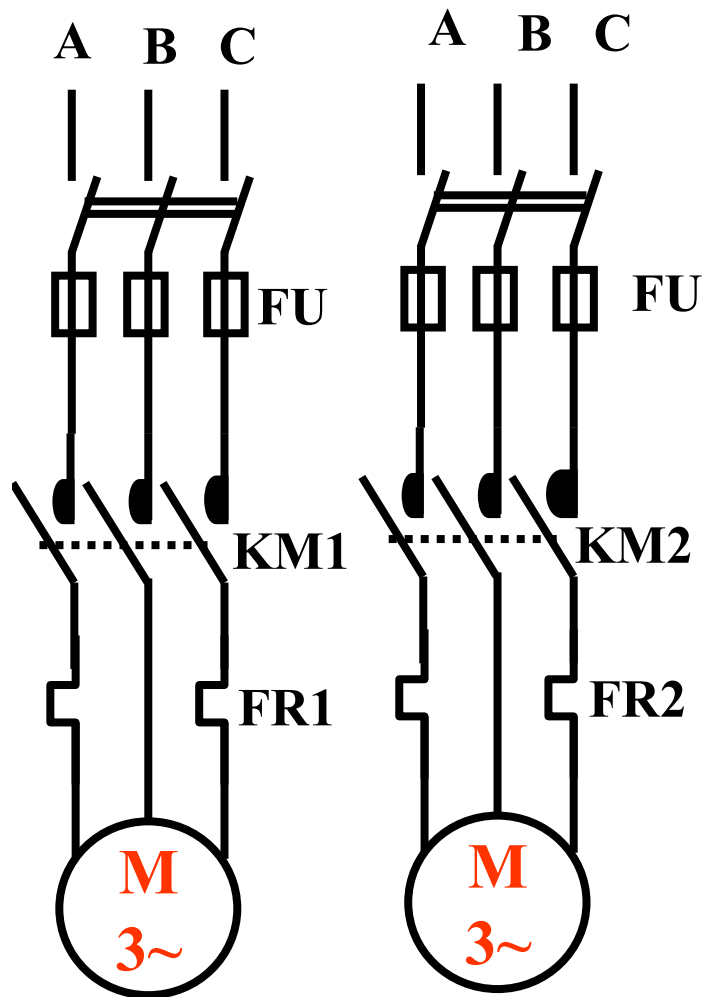
## 定时控制例二：顺序控制

### 控制要求：

1. M1 启动后，M2才能启动
2. M2 可单独停

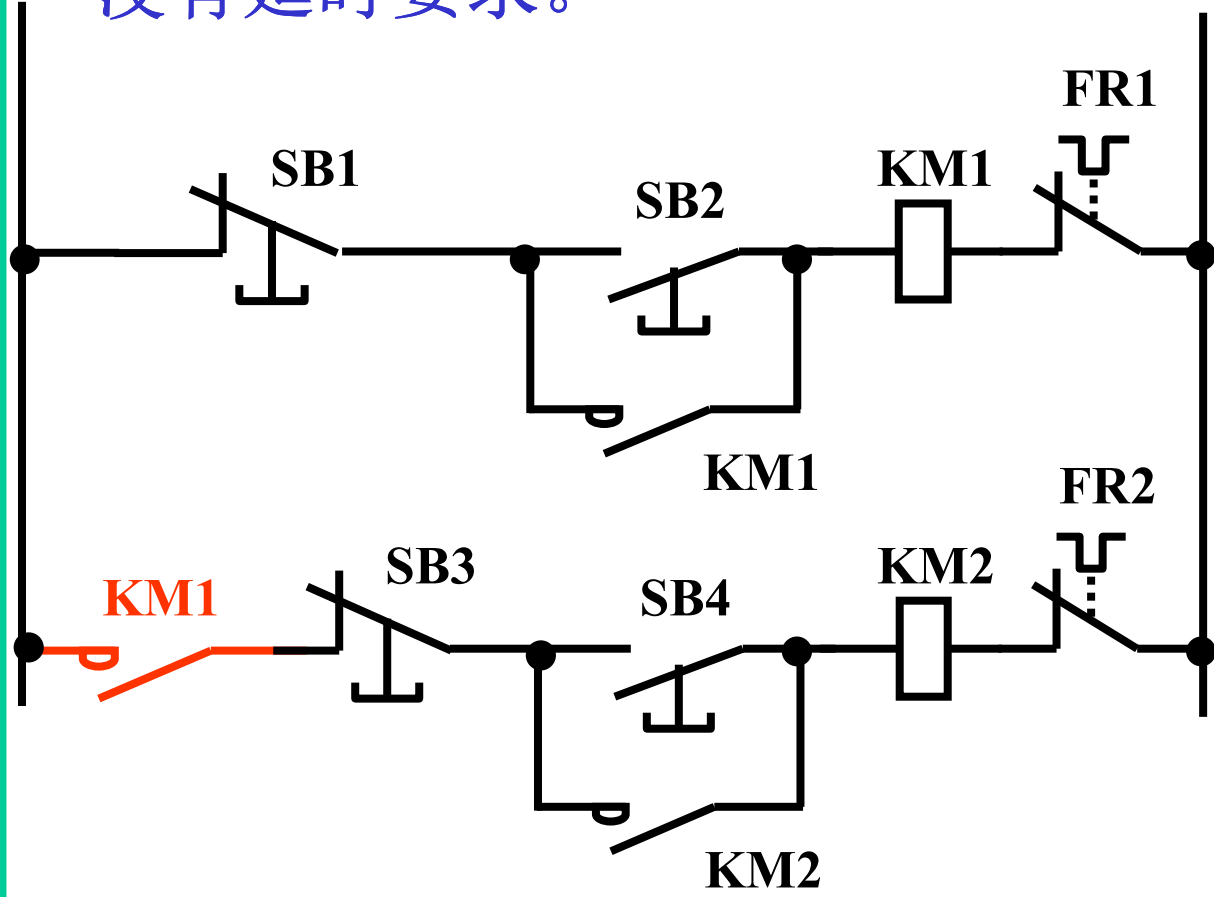


# 顺序控制电路（1）：两电机只保证起动的先后顺序， 没有延时要求。



主电路

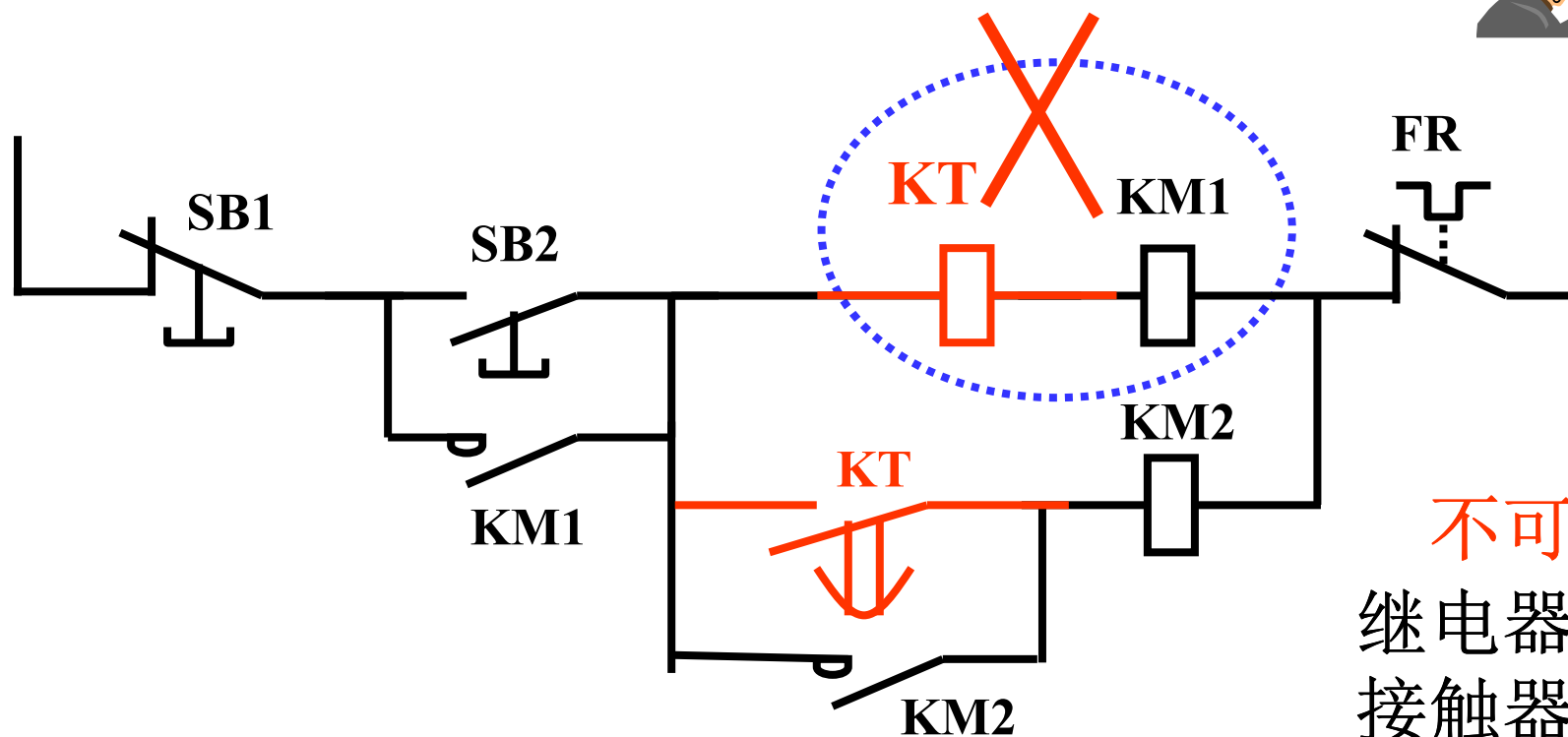
没有延时要求。



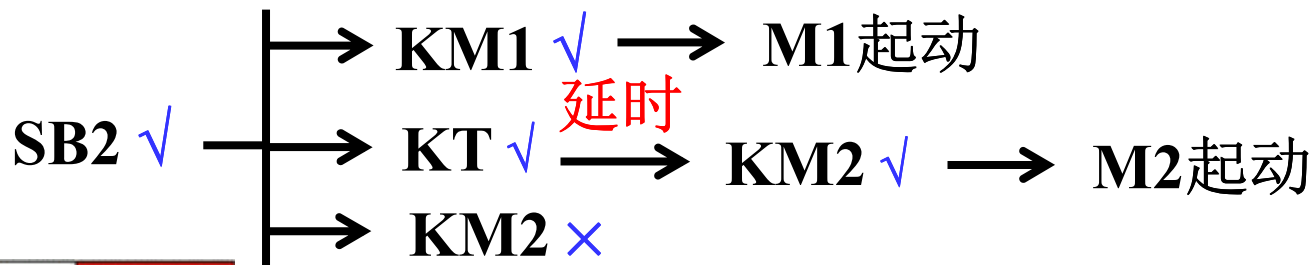
控制电路



# 实现M1启动后M2延时起动的顺序控制，用以下电路可不可以？



**不可以！**  
继电器、接触器的线圈有各自的额定值，线圈不能串联。



## § 3 电动机的保护

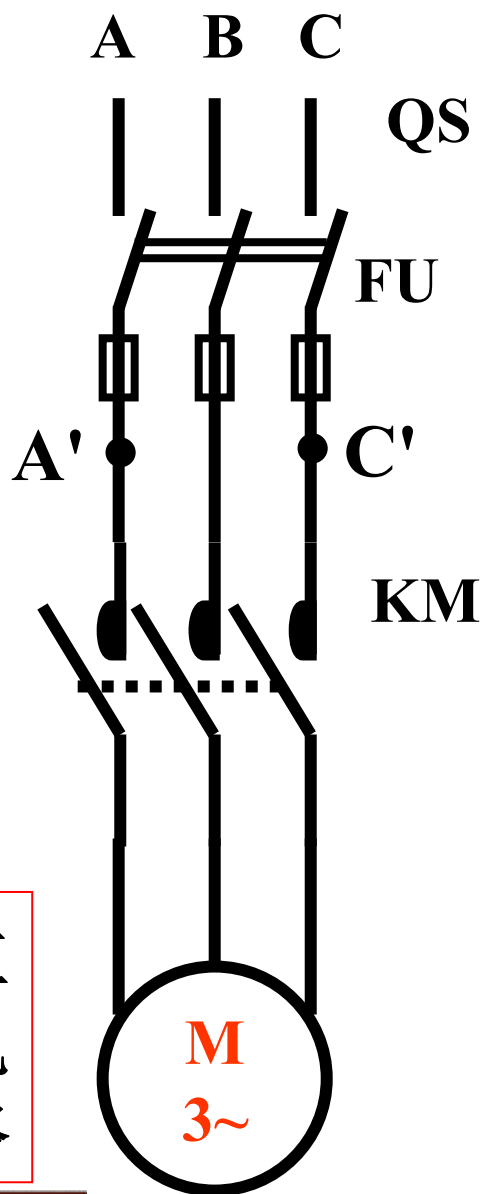
电动机保护的  
类型：

失压保护：采用继电器、接触器控制

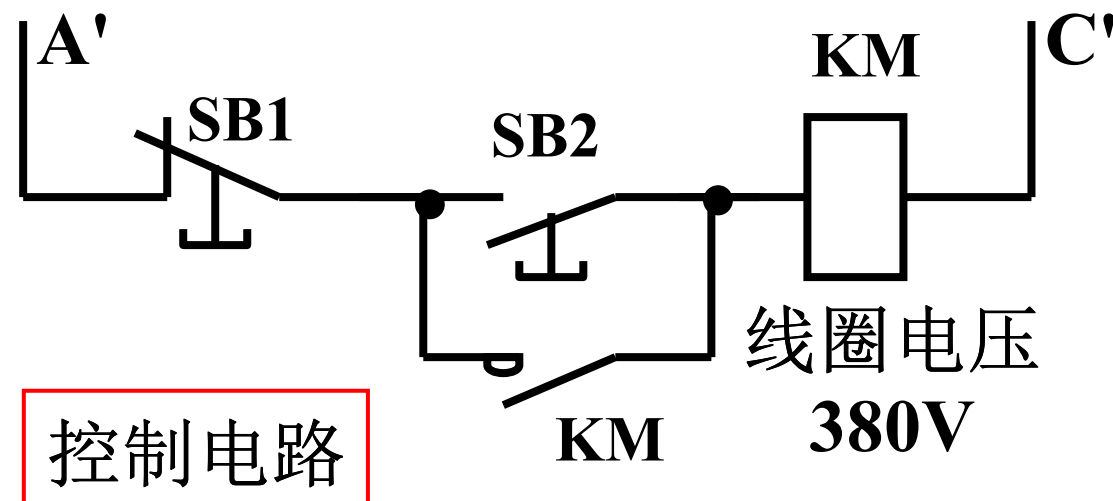
短路保护：加熔断器

过载保护：加热继电器

### 3.1 失压保护



方法：采用继电器、接触器控制。



采用继电器、接触器控制后，电源电压<85%时，接触器触头自动断开，可避免烧坏电机；另外，在电源停电后突然再来电时，可避免电机自动起动而伤人。

## 3.2 短路保护

方法：加熔断器。

异步电动机的起动电流（ $I_{st}$ ）约为额定电流（ $I_N$ ）的（5~7）倍。选择熔体额定电流（ $I_F$ ）时，必须躲开起动电流，但对短路电流仍能起保护作用。通常用以下关系：

一般电机：

$$I_F \geq \left( \frac{1}{2.5} \sim \frac{1}{3} \right) I_{st}$$

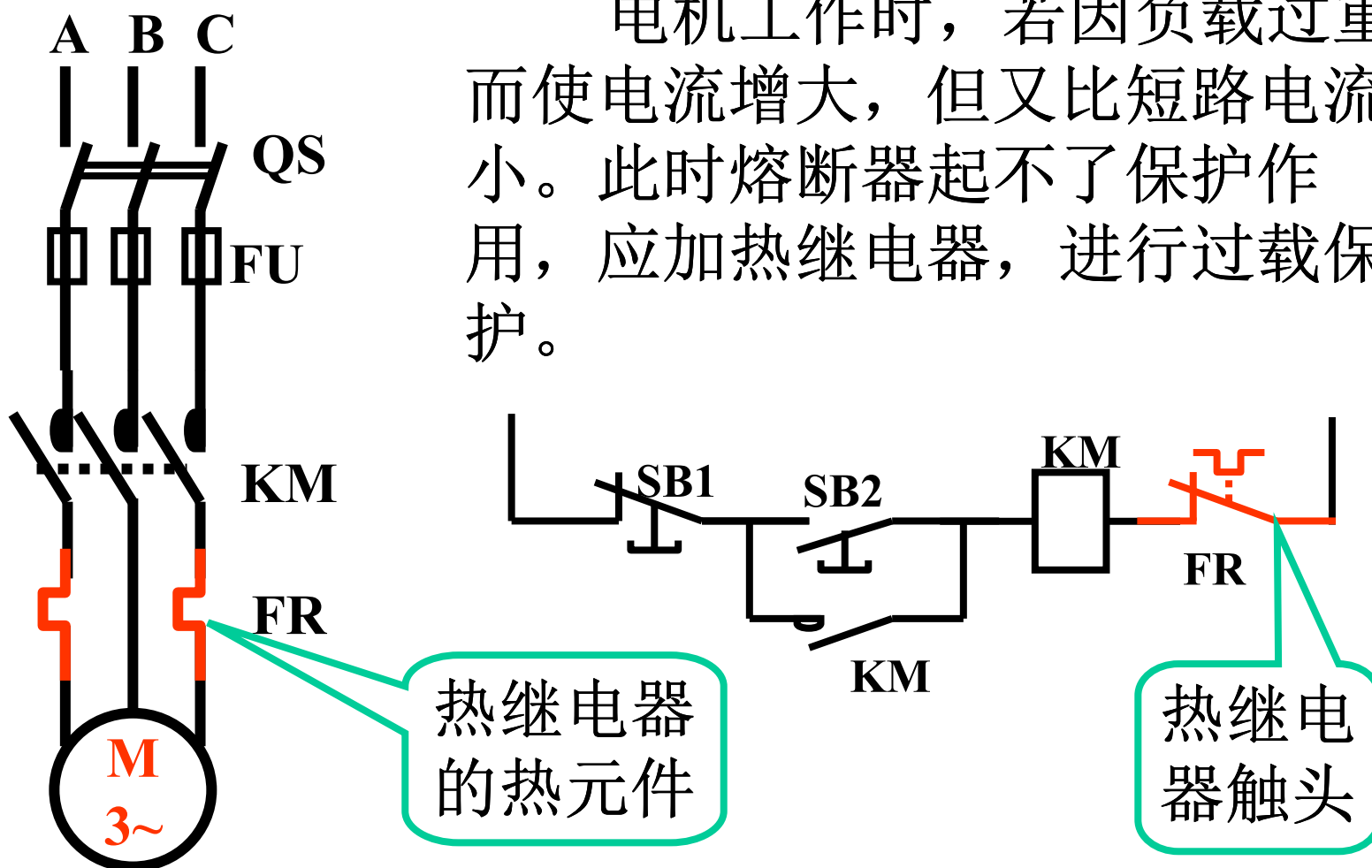
频繁起动的电机：

$$I_F \geq \left( \frac{1}{1.6} \sim \frac{1}{2} \right) I_{st}$$

### 3.3 过载保护

**方法：**加热继电器。

电机工作时，若因负载过重而使电流增大，但又比短路电流小。此时熔断器起不了保护作用，应加热继电器，进行过载保护。

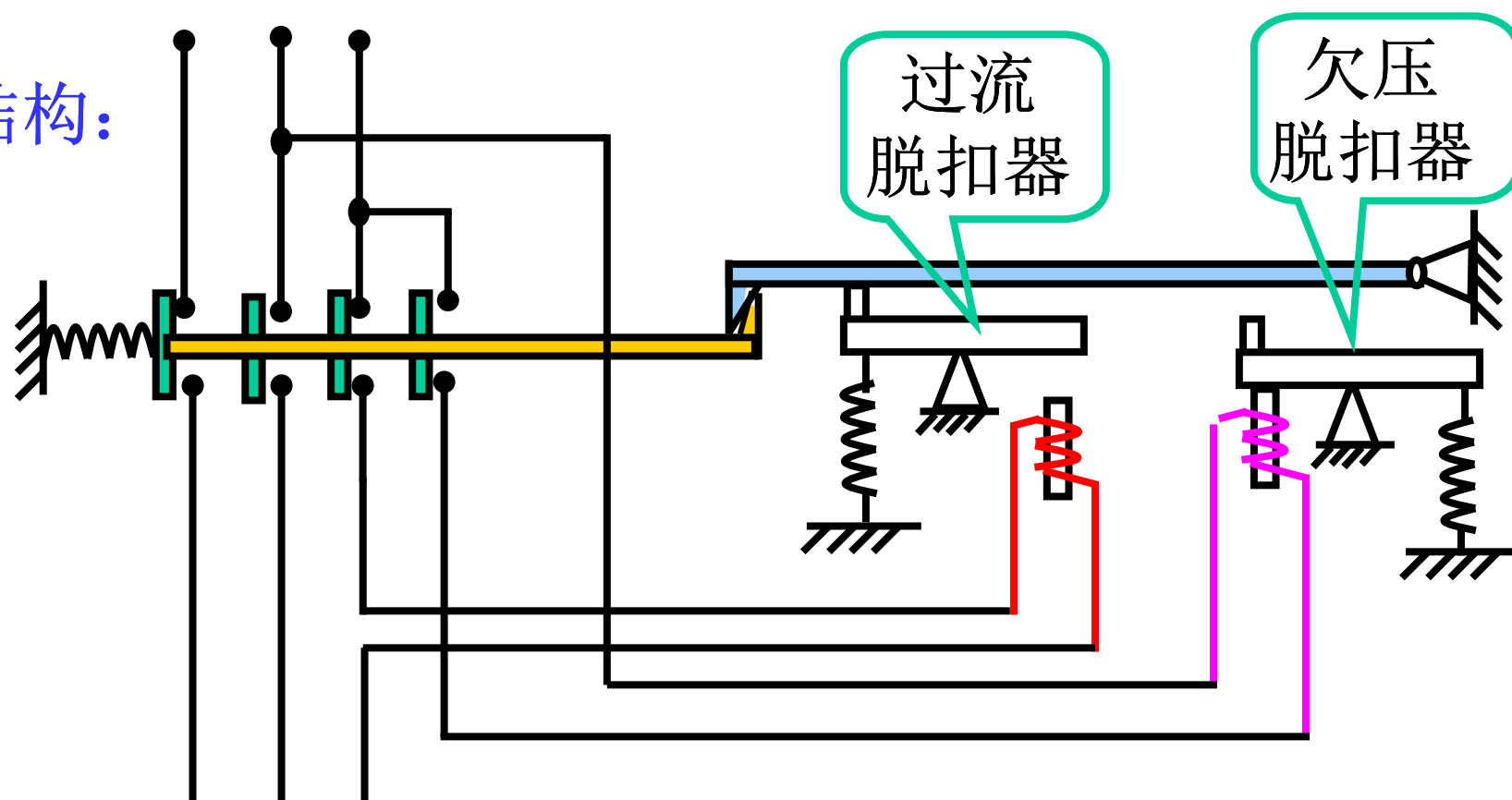




## 自动空气断路器（自动开关）

作用：可实现短路、过载、失压保护。

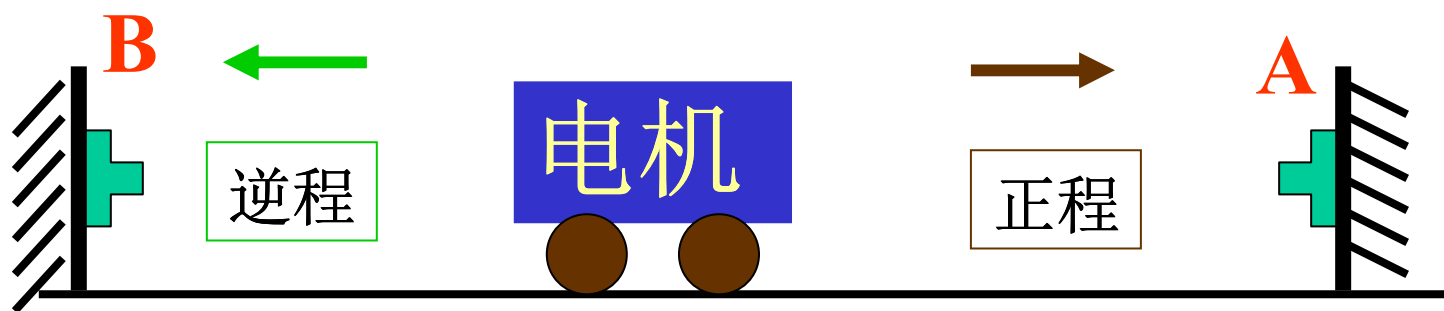
结构：



工作原理：过流时，过流脱扣器将脱钩顶开，断开电源；欠压时，欠压脱扣器将脱钩顶开，断开电源。

## § 4 控制电路综合举例

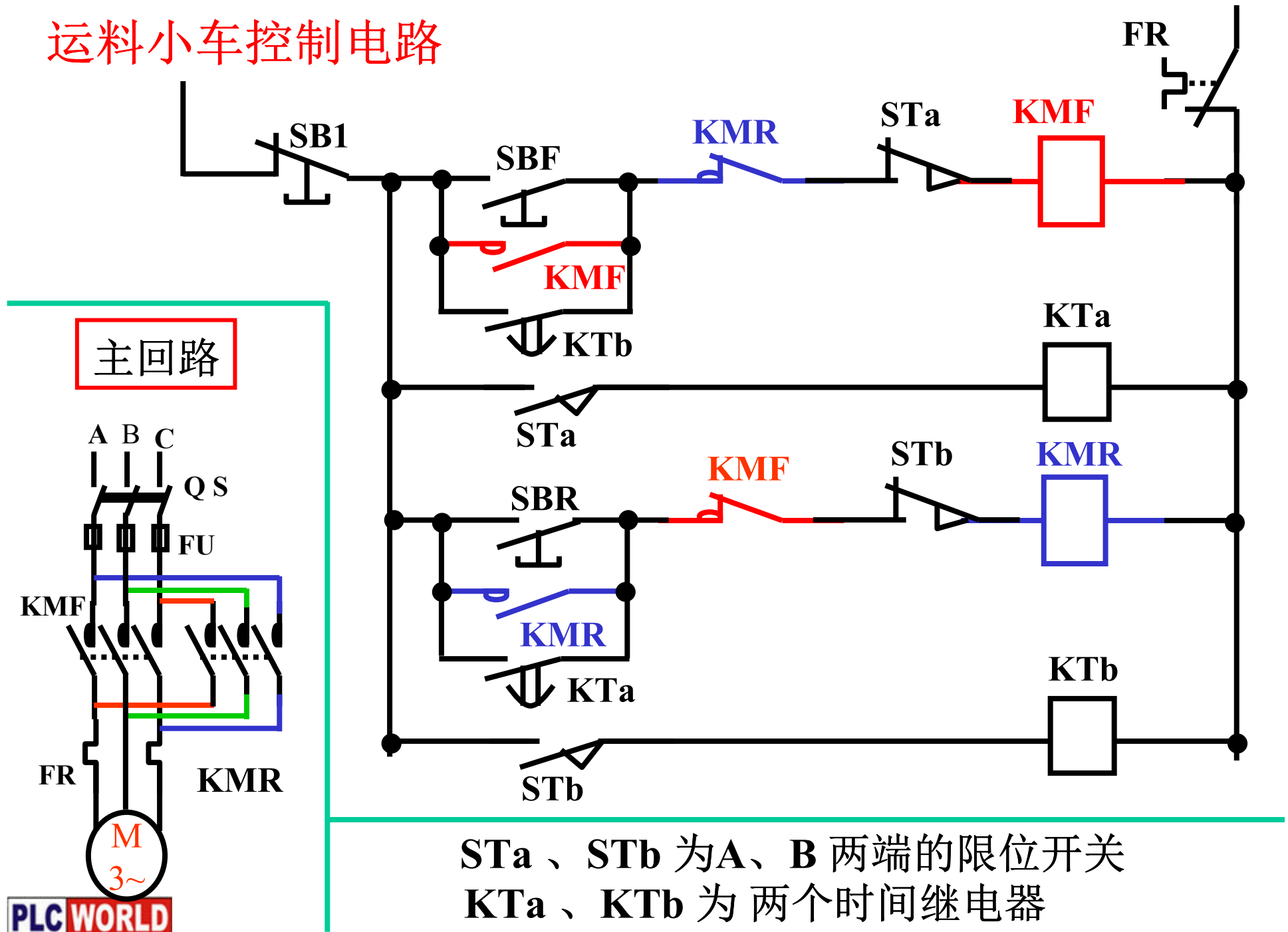
### 例一：运料小车的控制



设计一个运料小车控制电路，同时满足以下要求：

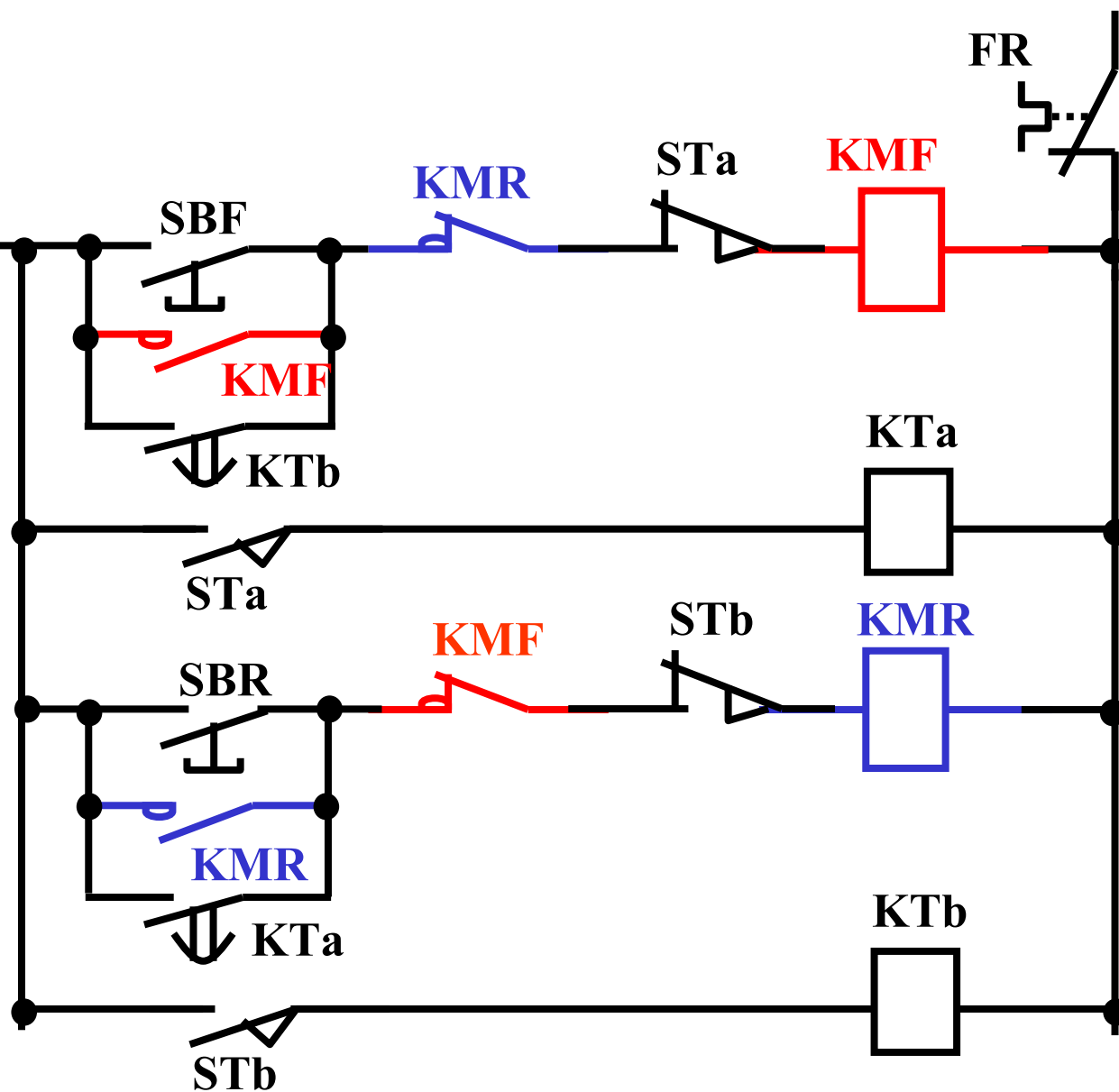
1. 小车启动后，前进到A地。然后做以下往复运动：  
到A地后停2分钟等待装料，然后自动走向B。  
到B地后停2分钟等待卸料，然后自动走向A。
2. 有过载和短路保护。
3. 小车可停在任意位置。

# 运料小车控制电路



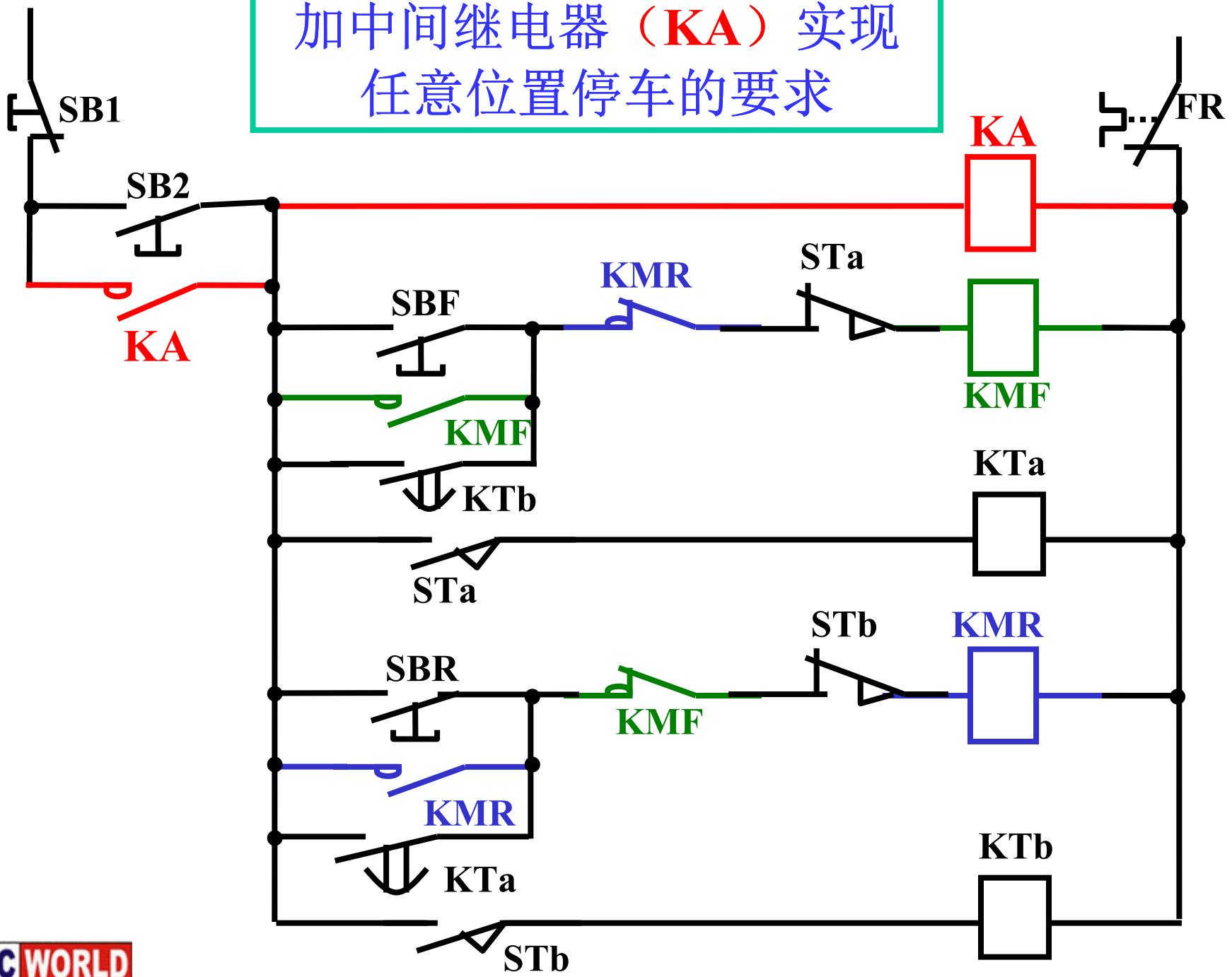
# 动作过程

**SBF** ↓ ⇒ **KMF** √ ⇒  
 小车正向运行 ⇒  
 至A端 ⇒ 撞 **STa** ⇒  
**KTa** √ ⇒ 延时2分钟  
 ⇒ **KMR** √ ⇒ 小车  
 反向运行 ⇒ 至B端  
 ⇒ 撞 **STb** ⇒ **KTb** √  
 ⇒ 延时2分钟 ⇒  
**KMF** √ ⇒ 小车正  
 向运行.....如此往  
 反运行。

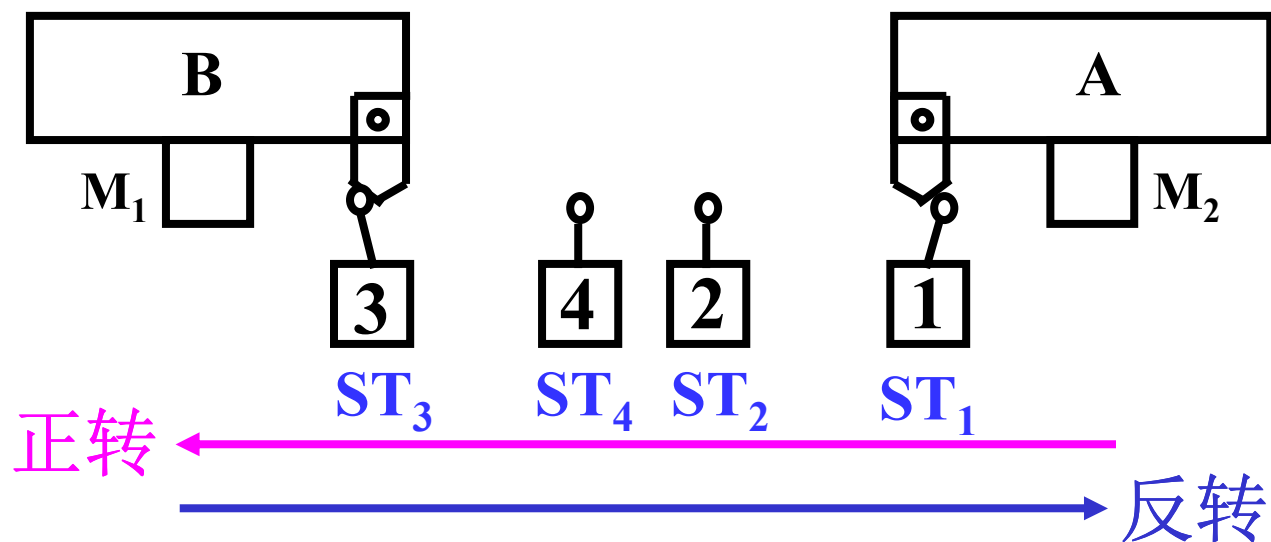


该电路的问题: 小车在两极端位置时, 不能停车。

加中间继电器 (KA) 实现任意位置停车的要求



## 例二：工作台位置控制



起动后工作台控制要求：

(1) 运动部件A从1到2

→ (2) 运动部件B从3到4

→ (3) 运动部件A从2回到1

→ (4) 运动部件B从4回到3

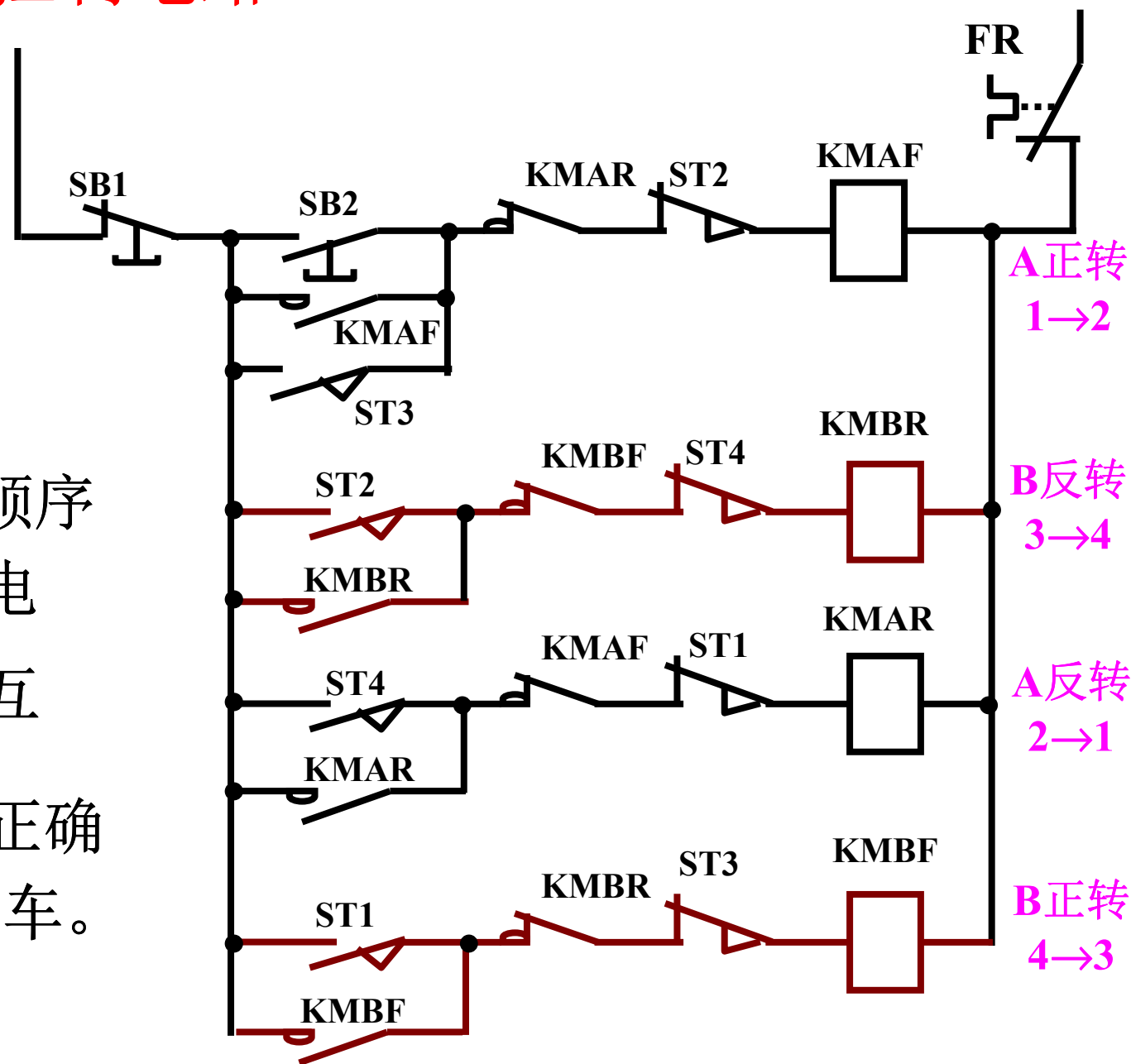
自动循环

# 工作台位置控制电路

## 设计步

### 骤:

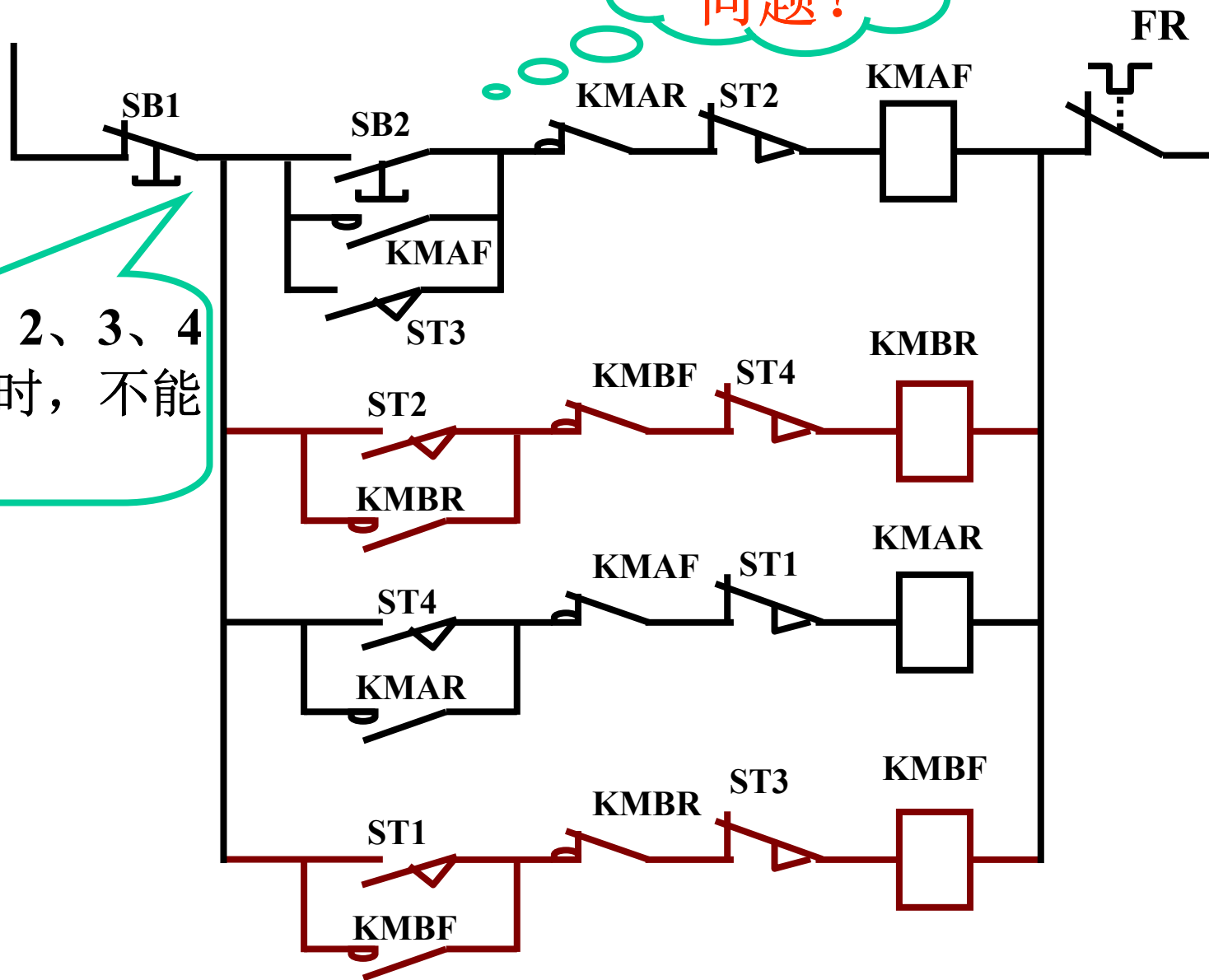
- (1) 根据动作顺序设计控制电路
- (2) 检查有无互锁。
- (3) 检查能否正确启动、停车。



# 工作台位置控制电路

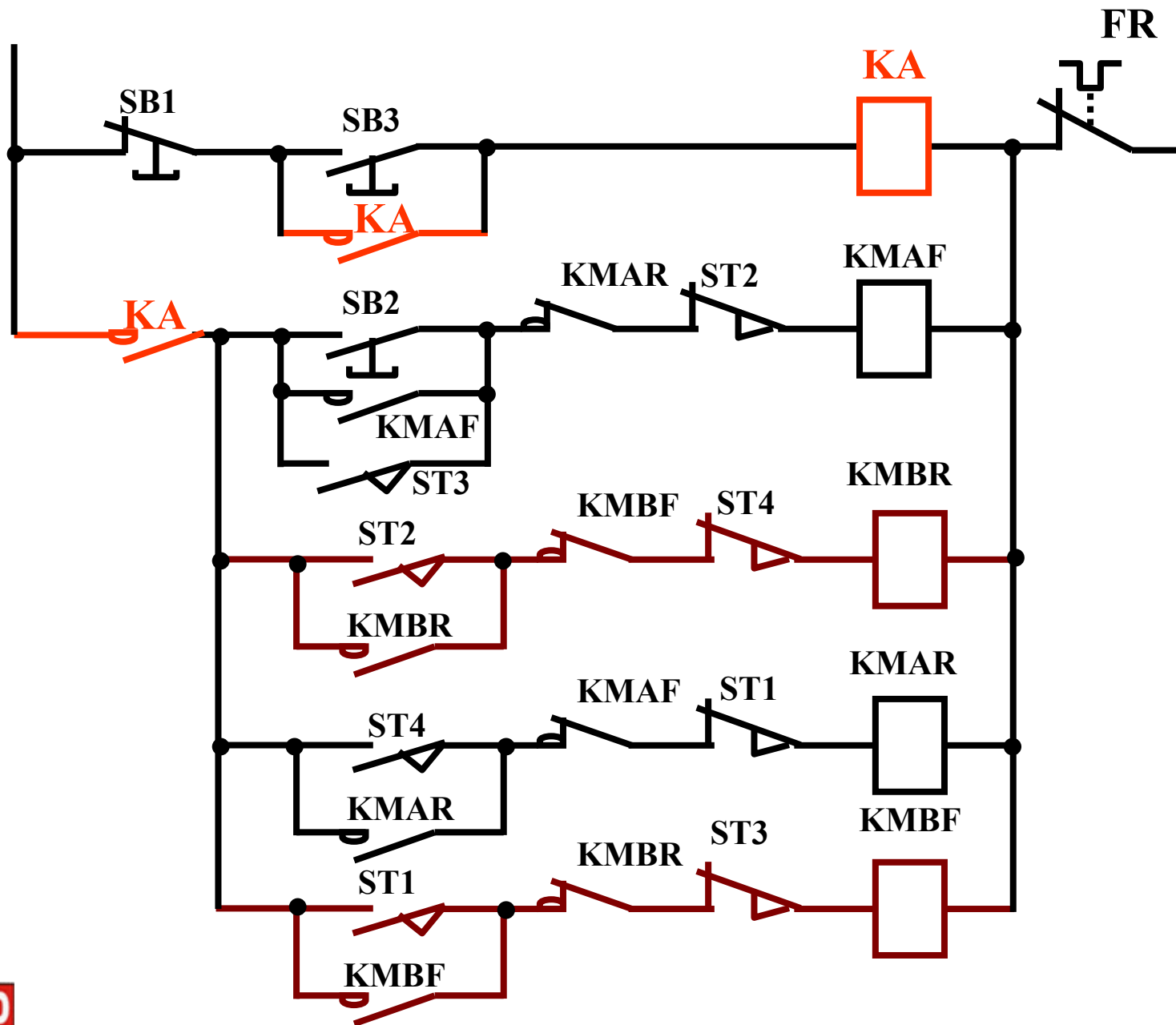
该电路有何问题？

小车若在1、2、3、4规定的位置时，不能正常停车。





# 电路的改进方法同前：加中间继电器（KA）



# 小 结

控制电路读图和设计应注意的问题：

- 1、首先了解工艺过程及控制要求；
- 2、搞清控制系统中各电机、电器的作用以及它们的控制关系；
- 3、主电路、控制电路分开阅读或设计；
- 4、控制电路中，根据控制要求按自上而下、自左而右的顺序进行读图或设计；
- 5、同一个电器的所有线圈、触头不论在什么位置都叫相同的名字；
- 6、原理图上所有电器，必须按国家统一符号标注，且均按未通电状态表示；
- 7、继电器、接触器的线圈只能并联，不能串联；
- 8、控制顺序只能由控制电路实现，不能由主电路实现。

# 电器符号标注

---

刀闸 **QS**

熔断器 **FU**

按钮 **SB**

接触器 **KM**

热继电器 **FR**

行程开关 **ST**

时间继电器 **KT**

中间继电器 **KA**