

电工职业技能培训

第一章 安全培训

第一节 电流对人体的危害

电流作用机理

电流通过人体时破坏人体内部细胞组织的正常工作，主要表现为生物学效应

。电流作用还包括热效应、化学效应、机械效应

电流对人体作用因素

1. 电流的大小

人体电阻主要由表皮电阻和体内电阻构成，体内电阻一般较为稳定，约在 500Ω 左右，表皮电阻则与表皮湿度、粗糙程度、触电面积等有关，一般人体电阻在 $1k\Omega \sim 2k\Omega$ 之间

2. 持续时间

3. 电流频率 (50Hz ~ 60Hz时电流对人体伤害最严重)

1. 电流途径

2. 人体健康状况

第二节 触电事故种类、方式与规律

电流对人体伤害的类型

1、电击

电击是电流对人体内部组织造成的伤害

(50mA即可致命)

按通过人体的电流大小而使人体呈现不同的状态，可将电流划分为三级：

➤ **感知电流**（成年男性1.1mA；女性 0.7mA）

是指在一定的概率下通过人体引起人有任何感觉的最小电流

➤ **摆脱电流**（成年男性16mA；女性 10.5mA）

在一定概率下人触电后能自行摆脱带电体的最大电流

➤ **致命电流**（30mA以上有生命危险；50mA以上可引起心室颤动；100mA足可致死）

2、电伤

电伤是电流的热效应、化学效应、机械效应对人体造成的伤害

主要特征

- 灼伤
- 电烙印
- 皮肤金属化
- 机械性损伤
- 电光眼

触电事故方式

按人体触及带电体的方式和电流通过人体的途径，触电可分为三种情况：

- 单相触电
- 两相触电
- 跨步电压触电

触电事故规律

- 1、触电事故季节性明显，6~9月事故最多；
- 2、低压触电事故多；
- 3、携带式设备和移动式设备触电事故多；
- 4、电气连接部位触电事故多；
- 5、错误操作和违章作业造成的触电事故多；
- 6、不同行业、不同年龄、不同地域触电事故各不相同

第三节 电工安全操作

1、施工现场电动建筑机械或手持电动工具的载荷线，必须按其容量选用无接头的铜芯橡皮护套软电缆。其性能应符合现行国家标准的要求。其中绿/黄双色线在任何情况下只可用做保护零线或重复接地线。

2、各种熔断器的额定电流必须按规定合理选用。严禁在现场用铁丝、铝丝等非专用熔丝替代。

3、施工现场的各种配电箱、开关箱必须有防雨（水）设施，并应装设端正、牢固。固定式配电箱、开关箱的底部与地面的垂直距离应为1.3 ~ 1.5m；移动式配电箱、开关箱的底部与地面的垂直距离应为0.6 ~ 1.5 m。

4、每台电动建筑机械应有各自专用的开关箱，必须实行“**一机一闸**”制。开关箱应设在机械设备附近。配电箱电力容量在15KW以上的电源开关严禁采用瓷底胶木刀型开关。4.5KW以上的电动机不得用刀型开关直接启动。

5、各种**电源导线**严禁直接绑扎在金属架上。

6、严禁利用**大地作工作零线**，不得借用**机械本身金属结构作工作零线**。

严禁**在一个接地（零）线中串联几个接地（零）点**。

7、电气装置遇跳闸时，不得**强行合闸**。应**查明原因**，排除故障后方可再行合闸。

8、**严禁带电作业或预约停送电时间**的方式进行电气检修。
检修前必须先**切断电源**并在电源开关上挂“**禁止合闸，有人工作**”的警告牌。
警告牌的挂、取应有**专人负责**。

9、各种配电箱、开关箱应配备安全锁，每班工作完毕后，切断电源，锁好箱门。

10、发生人身触电，应**切断电源**，方可救护。

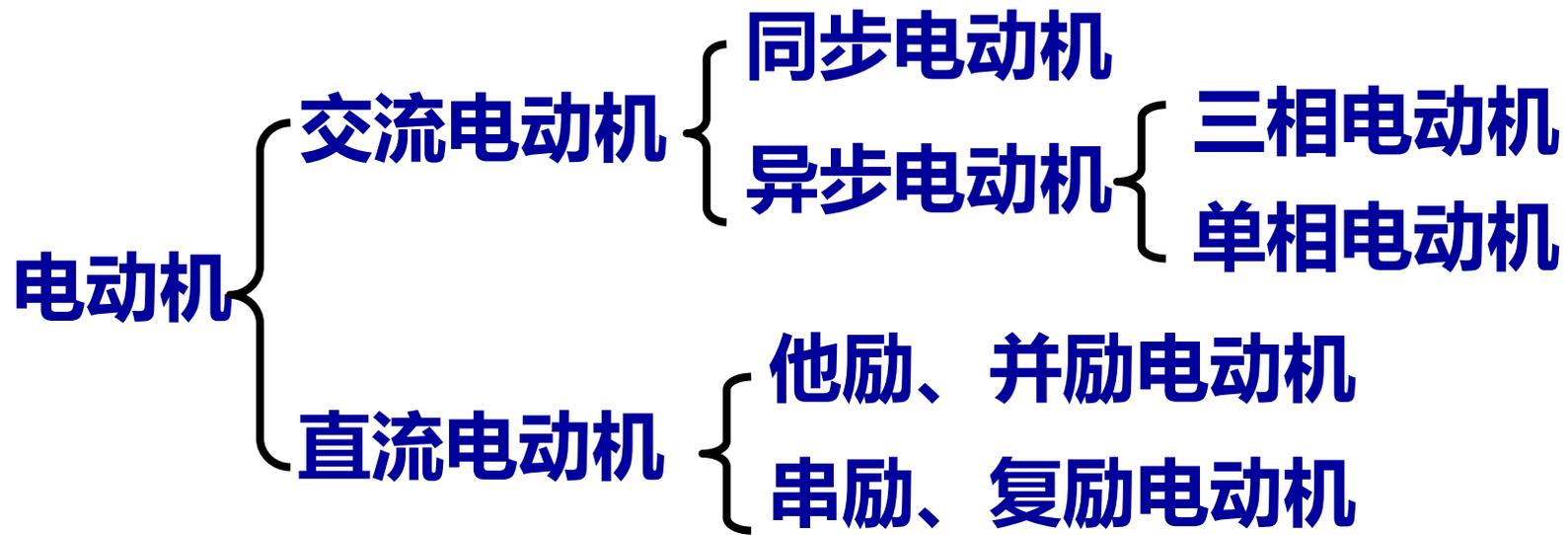
11、电气设备或线路发生火警时，应先**切断电源**，断电前不得用**水或泡沫灭火器**进行灭火。

12、电工人员必须持证上岗。上班必须**穿绝缘鞋**，并保证工具**性能完好**。禁止**酒后作业**

第二章

三相异步电动机原理及控制

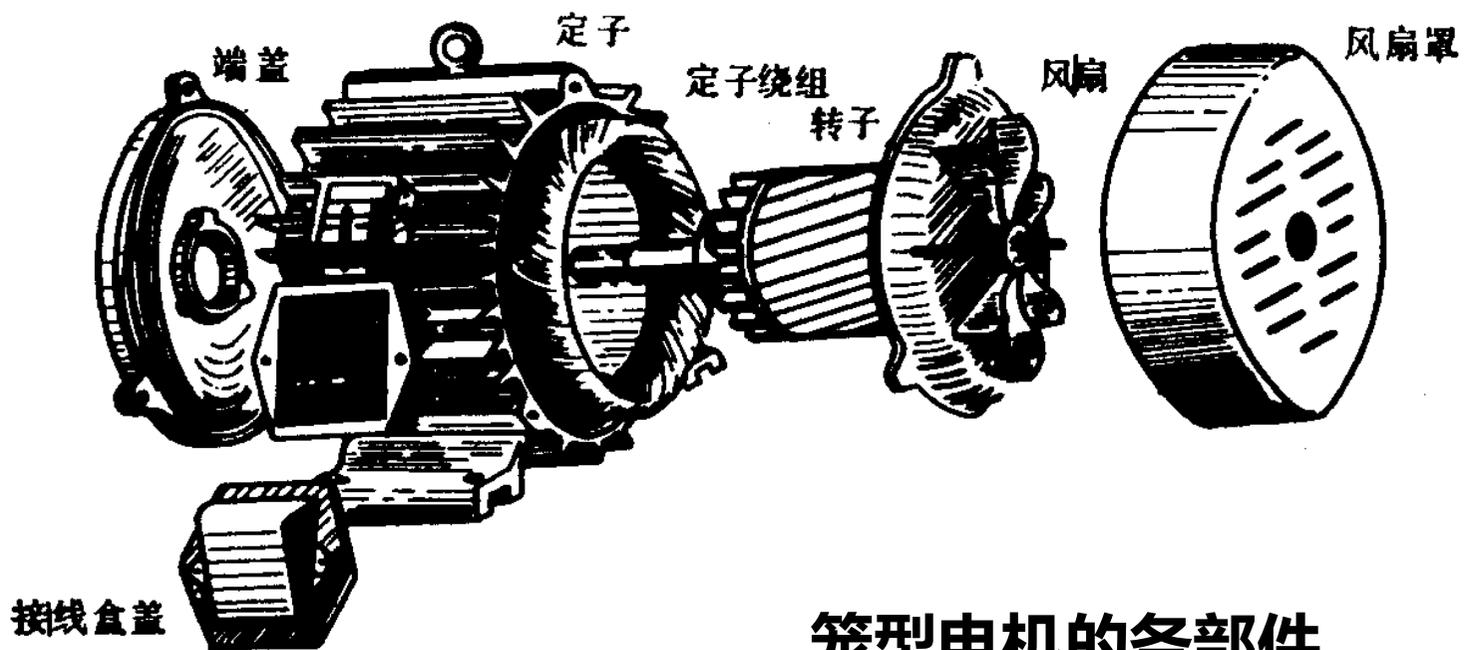
电动机的分类：



异步电动机的优点

结构简单、价格便宜、工作可靠、使用维护方便
在全国电动机总容量中有85%以上是三相异步电动机。

三相异步电动机的构造



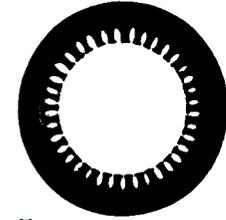
笼型电机的各部件

1、定子

铁心：由内周有槽的0.5mm厚硅钢片叠成。磁路的一部分

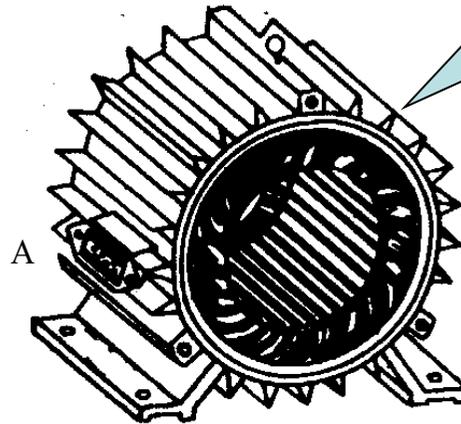
三相绕组 {
A ---- X
B ---- Y
C ---- Z

机座：铸铁或钢板焊接
支撑铁心和固定电机



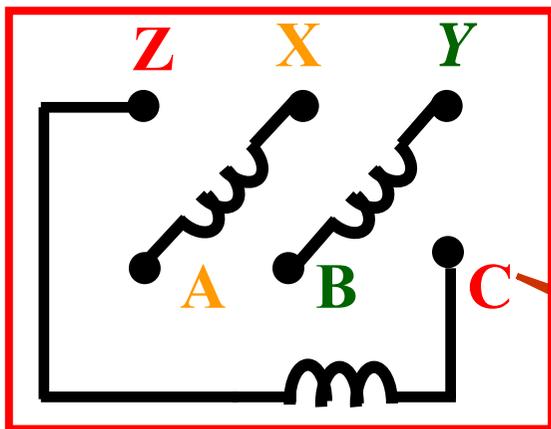
硅钢片

装有三相绕组的定子



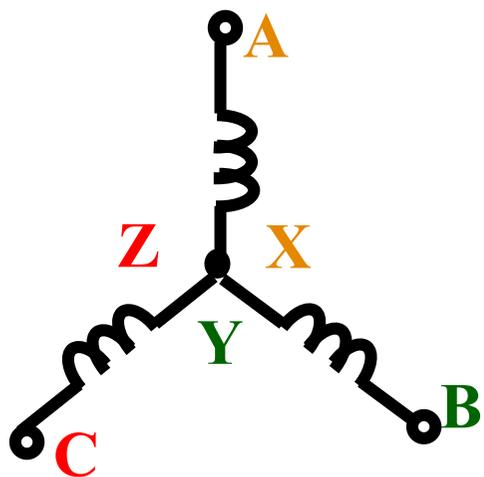
定子绕组

定子三相绕组的联接方法。通常

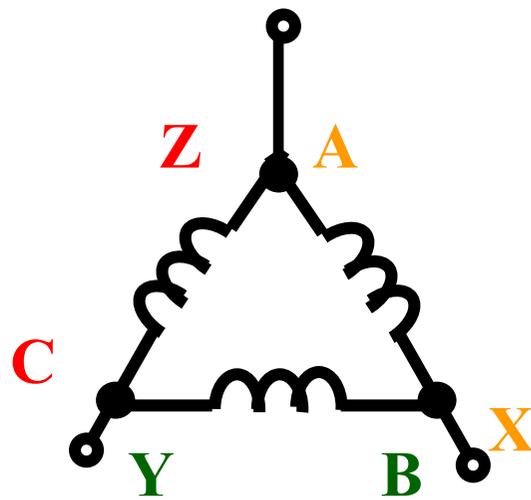
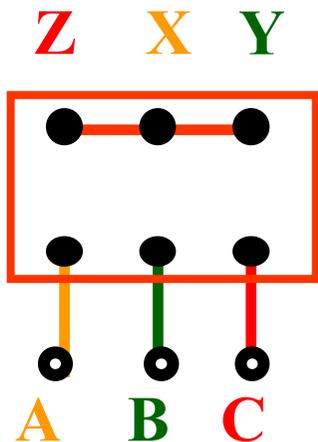


电机容量 $< 3\text{kW}$ \rightarrow Y联结
电机容量 $> 4\text{kW}$ \rightarrow Δ 联结

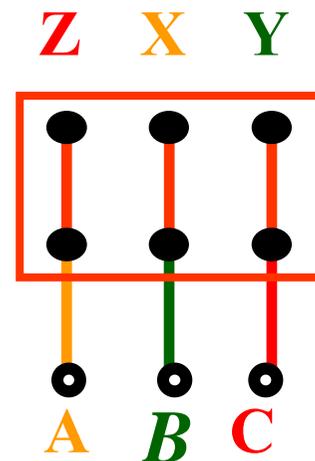
接线盒



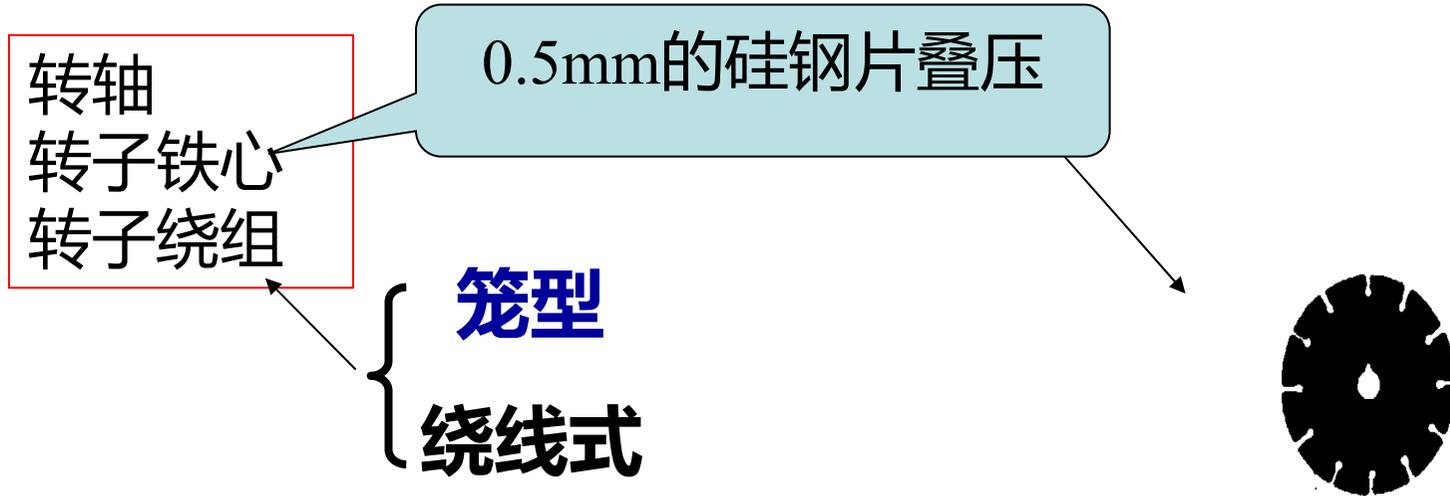
Y 联结



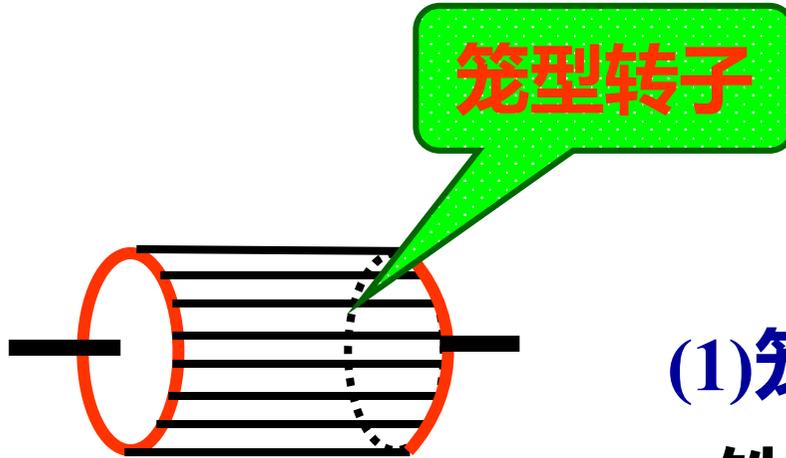
Δ 联结



2、转子



转子：在旋转磁场作用下，产生感应电动势或电流，产生旋转力矩



(1) 笼型转子

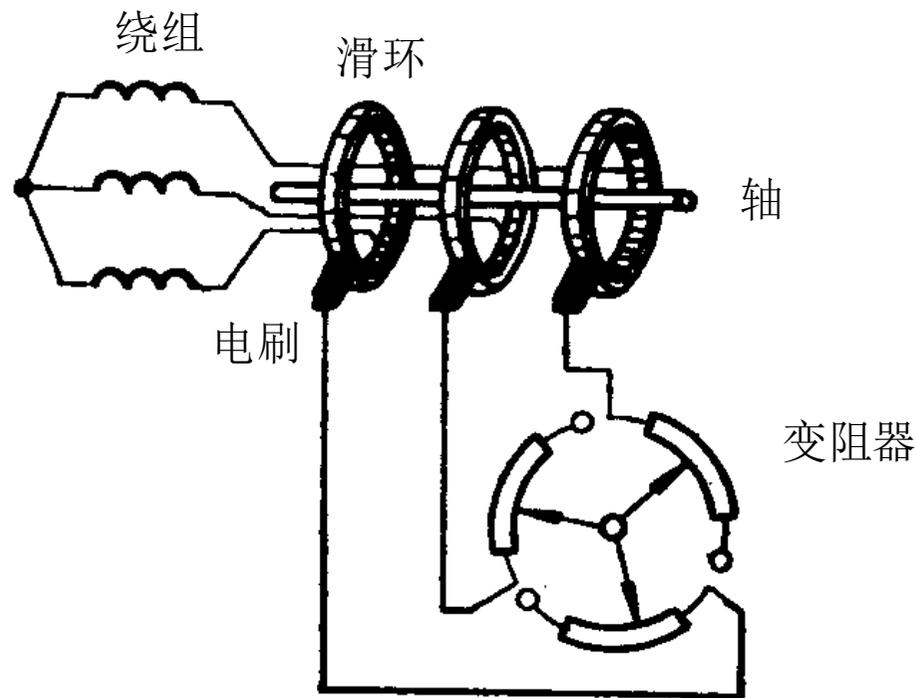
铁芯槽内放铜条，端部用短路环形成一体。或铸铝形成转子绕组。

(2) 绕线式转子

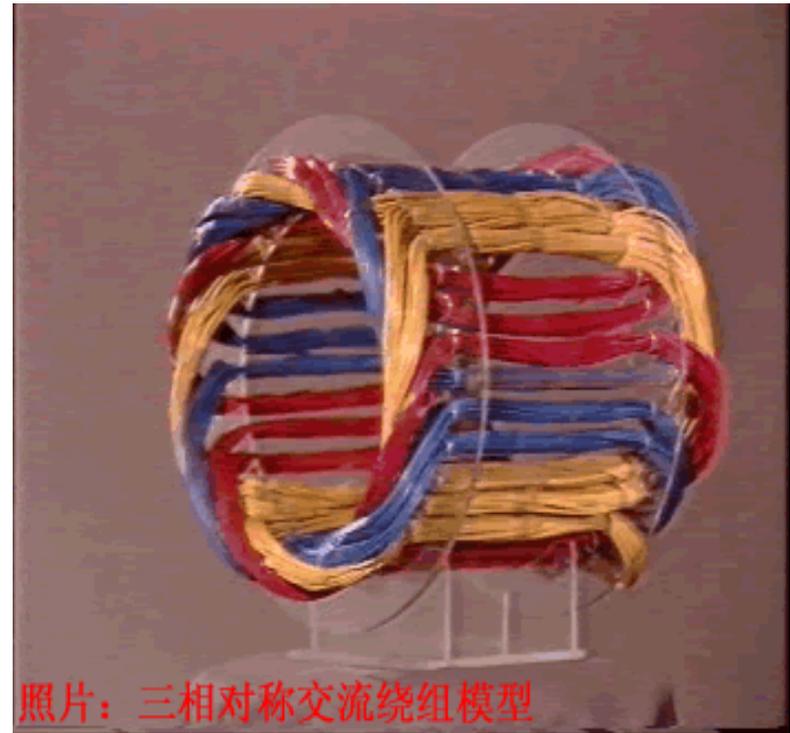
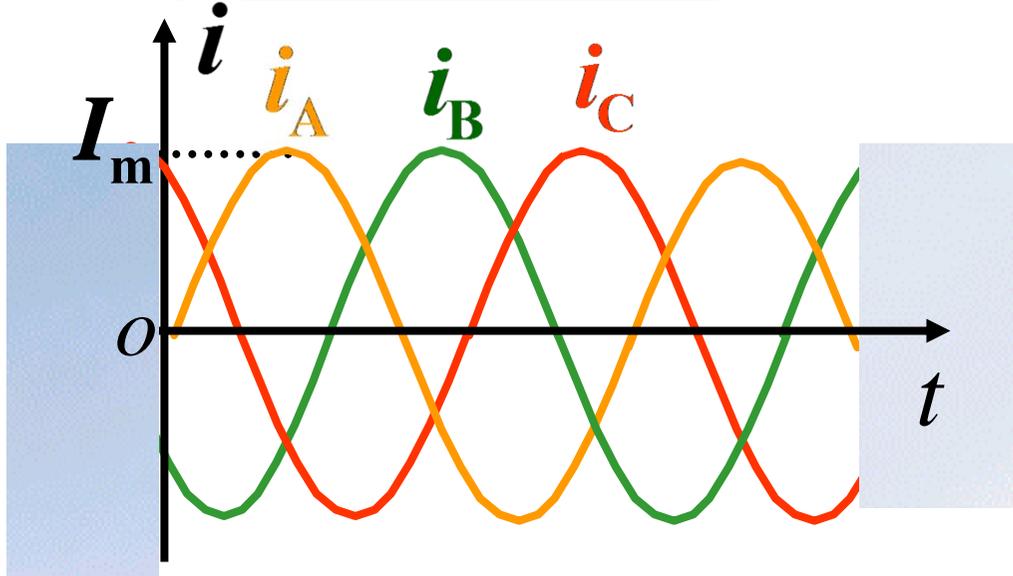
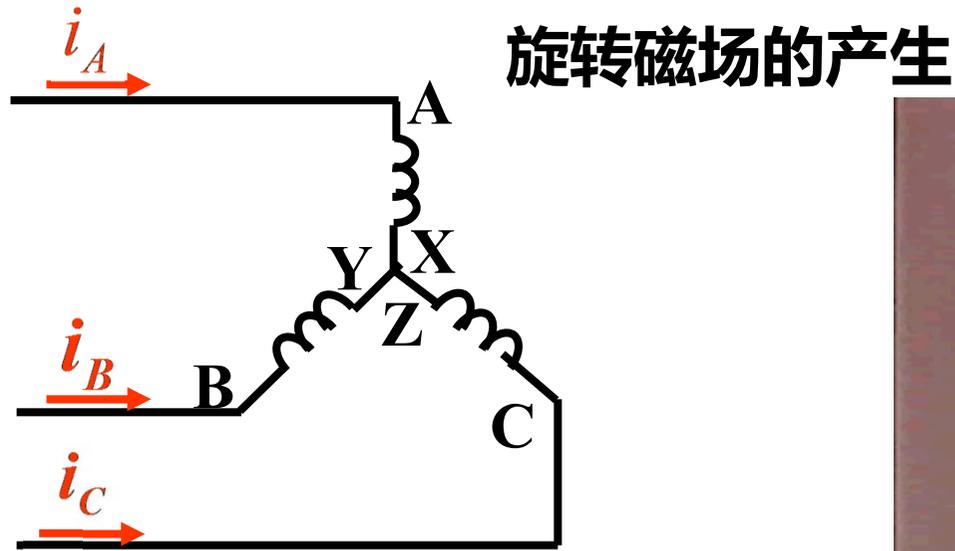
同定子绕组一样，也分为三相，并且接成星形。

三相转子绕组通常连接成星形，即三个末端连在一起，三个首端分别与转轴上的三个滑环（滑环与轴绝缘且滑环间相互绝缘）相连，通过滑环和电刷接到外部的变阻器上，以便改善电机的起动和调速性能。

绕线式转子绕组与外接变阻器的连接

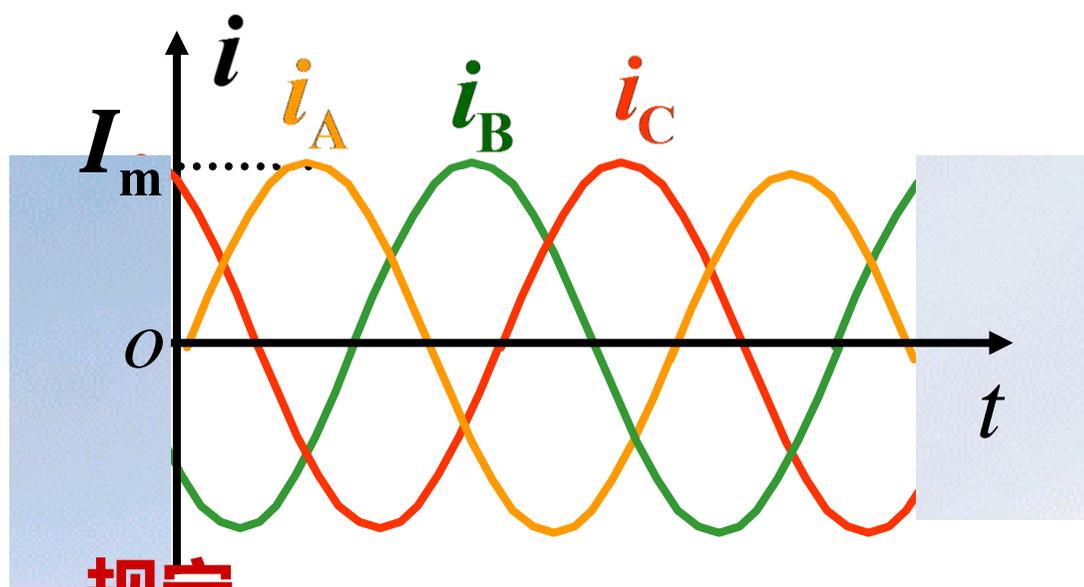


三相异步电动机工作原理



照片：三相对称交流绕组模型

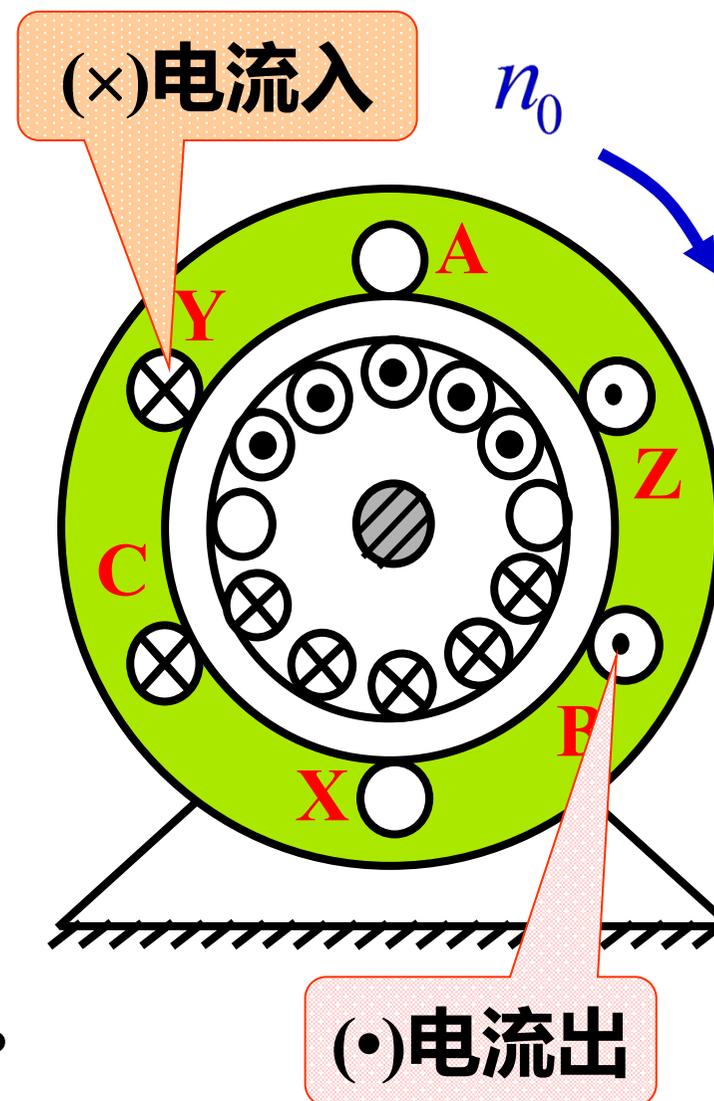
•三相对称交流绕组通入三相对称交流电流时，将在电机气隙空间产生旋转磁场；



规定

i ：“+” → 首端流入，尾端流出。

i ：“-” → 尾端流入，首端流出。



分析可知：三相电流产生的合成磁场是一旋转的磁场

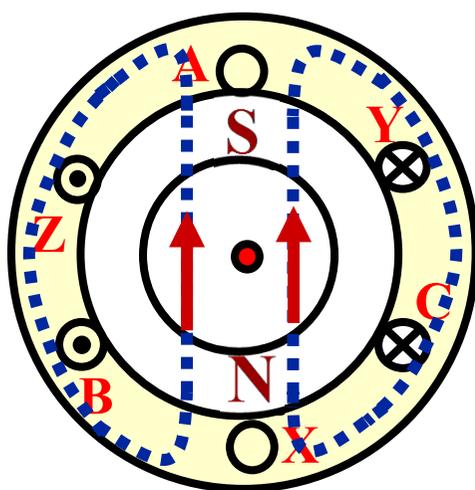
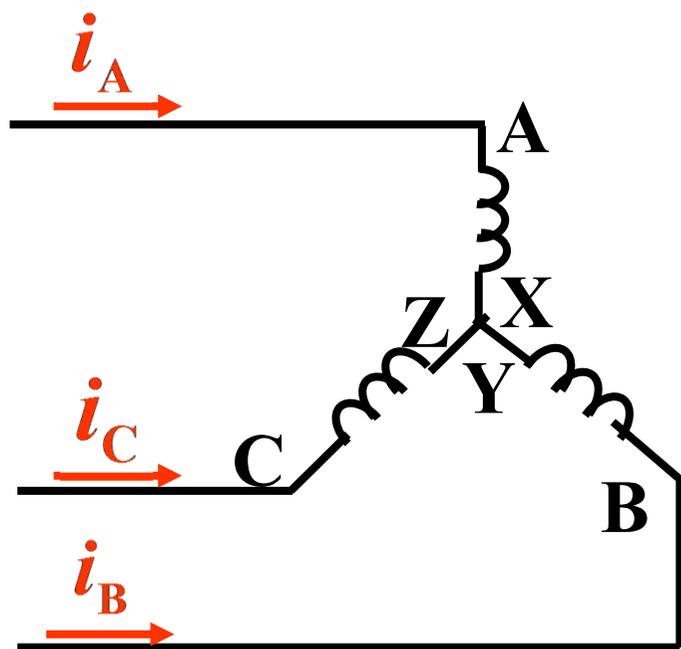
即：一个电流周期，旋转磁场在空间转过 360°

旋转磁场的旋转方向

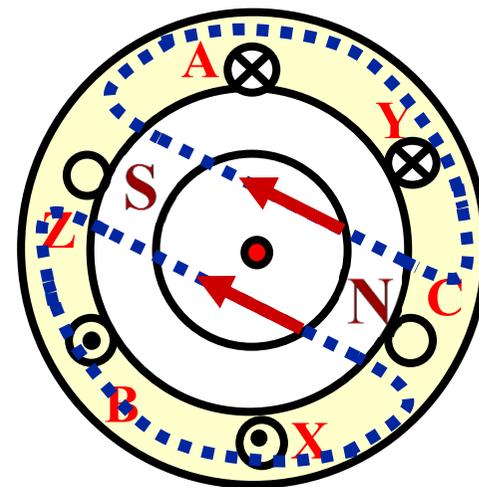
任意调换两根电源进线

取决于三相电流的相序

结论：任意调换两根电源进线，则旋转磁场反转。



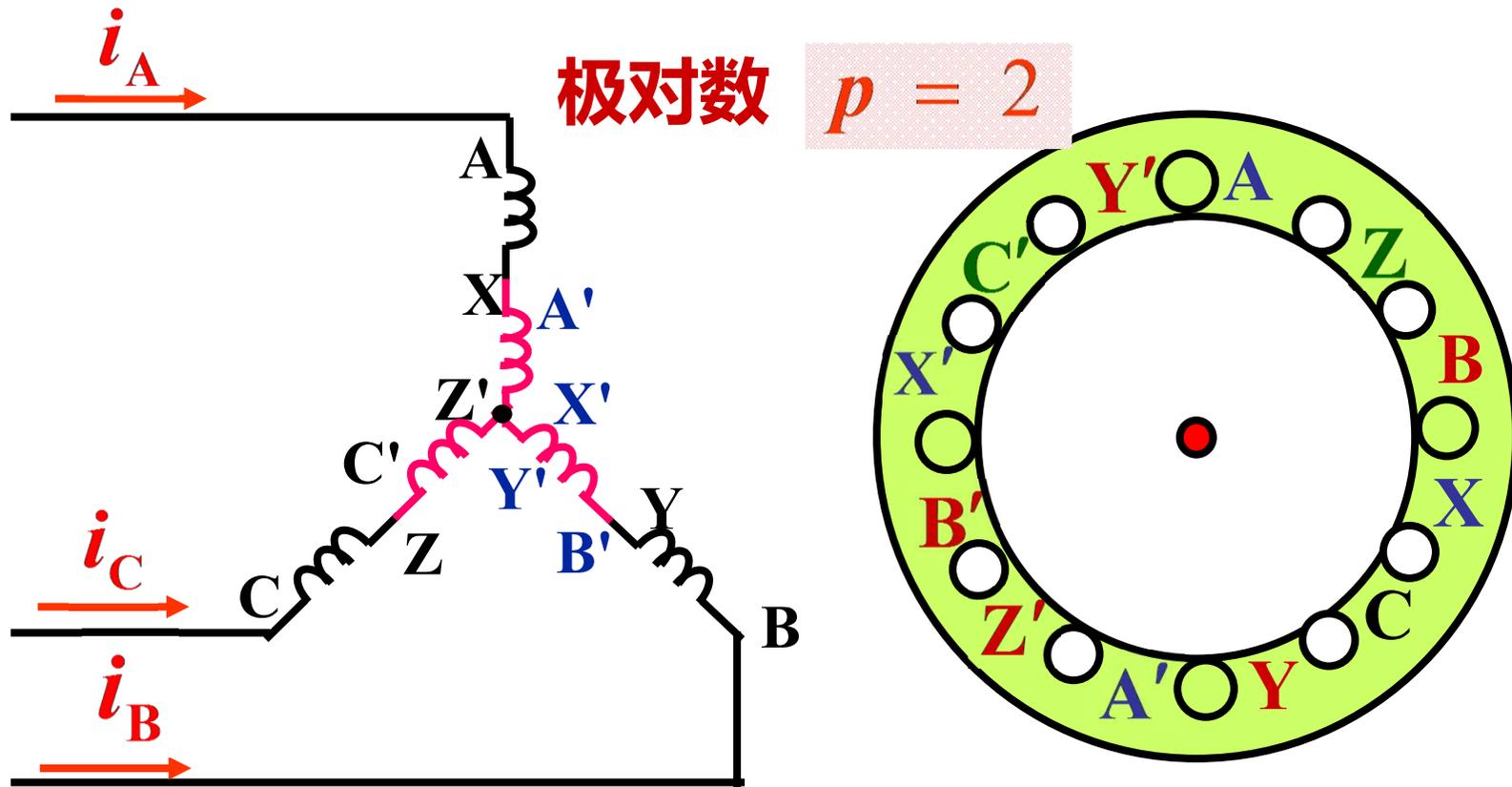
$\omega t = 0$



$\omega t = 60^\circ$

旋转磁场的极对数P

若定子每相绕组由两个线圈串联，绕组的始端之间互差 60° ，将形成两对磁极的旋转磁场。



小常识

$P=1$ ，表示二极电机， $P=2$ ，表示四极电机

旋转磁场转速 n_1 与极对数 p 的关系

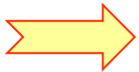
$$n_1 = \frac{60 f_1}{p} \quad (\text{转/分})$$

极对数	每个电流周期 磁场转过的空间角度	同步转速 ($f_1 = 50 \text{ Hz}$)
$p = 1$	360°	3000 (转/分)
$p = 2$	180°	1500 (转/分)
$p = 3$	120°	1000 (转/分)
$p = 4$	90°	750 (转/分)

可见: 旋转磁场转速 n_1 与频率 f_1 和极对数 p 有关。

电动机转子转动方向与磁场旋转的方向是一致的，旋转磁场的同步转速和电动机转子转速会有一定停滞。根据转子转速 n 与旋转磁场的转速 n_1 之间的关系，可分为

$n < n_1$  **异步电动机**

$n = n_1$  **同步电动机**

电动机的Y/Δ联结

电动机在额定运行时定子绕组上应加的线电压值。

例如：380/220V、Y/Δ 是指线电压为 380V 时采用 Y 联结；线电压为 220V 时采用 Δ 联结。

电动机在额定运行时定子绕组的线电流值。

例如：Y / Δ 6.73 / 11.64 A 表示星形联结下电机的线电流为 6.73A；三角形联结下线电流为 11.64A。两种接法下相电流均为 6.73A

。

异步电动机的运行与控制

直接启动：

启动问题：启动电流大，启动转矩小。

一般中小型鼠笼式电机启动电流为额定电流的4 ~ 7 倍；电动机的启动转矩为额定转矩的(1.0~2.2)倍。

后果：

{ 频繁启动时造成热量积累，使电机过热
大电流使电网电压降低，影响邻近负载的工作

起动方法

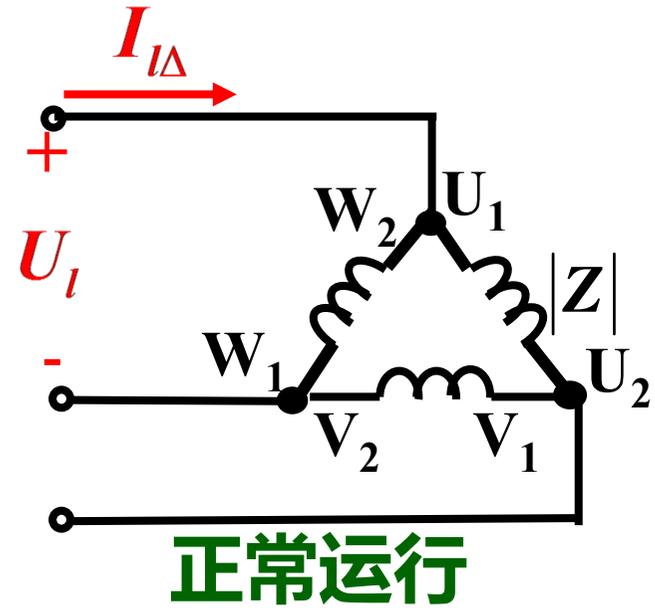
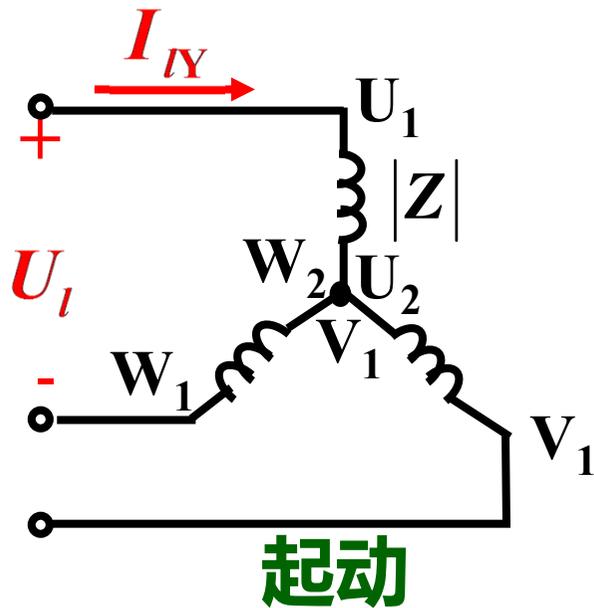
直接起动

7.5千瓦以下的异步电动机一般都采用直接起动。

降压起动：
 { 星形-三角形(Y - Δ) 换接起动
 { 自耦降压起动
 (适用于笼型电动机)

降压启动

Y - Δ 换接启动

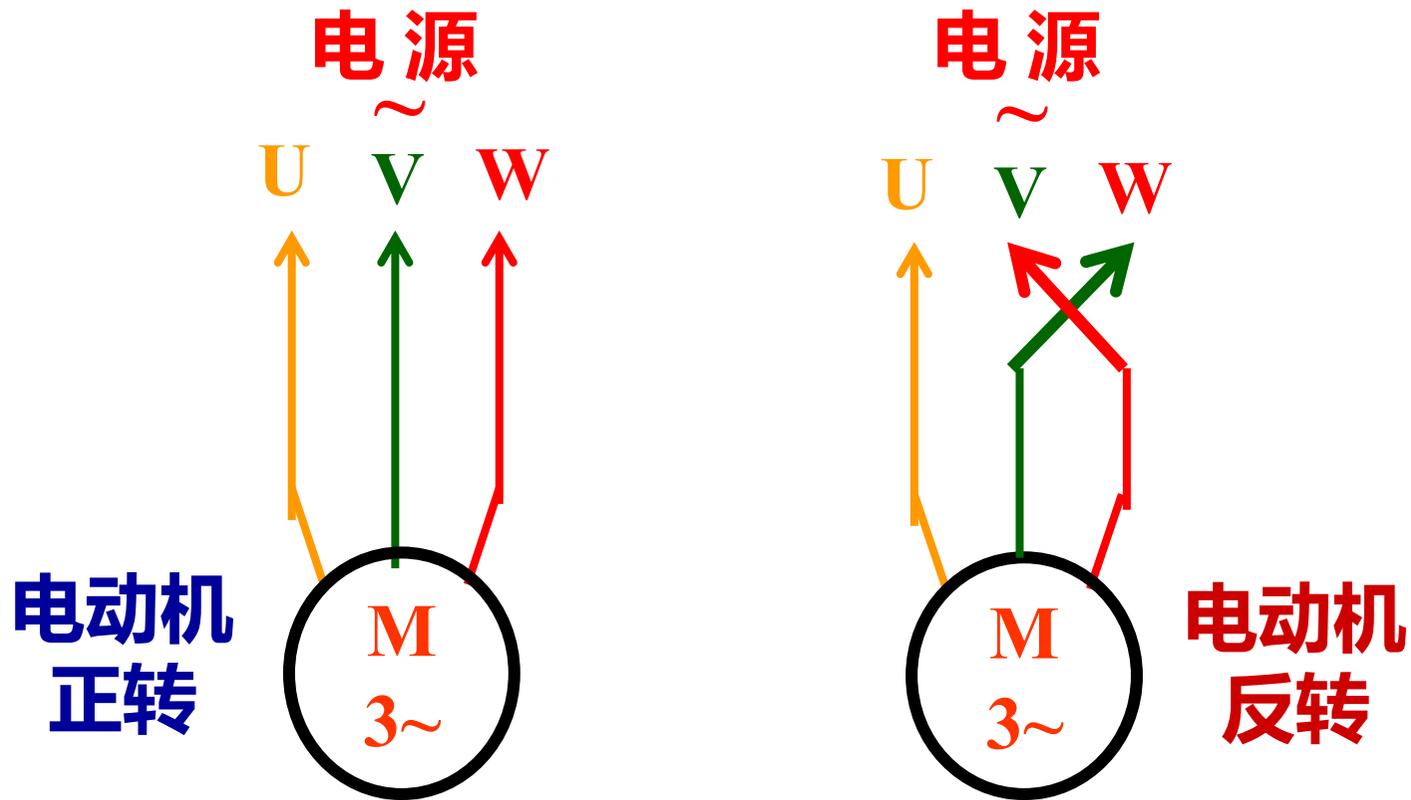


\therefore 降压启动时的电流
为直接启动时的 $\frac{1}{3}$

注：仅适用于正常运行为三角形联结的电机。

三相异步电动机的正、反转

方法：任意调换电源的两根进线，电动机反转。



重点

继电控制电路

系统组成：

主电路：由电动机、（接通、断开、控制电动机的）
接触器主触点等电器元件组成。（电流大）

控制电路：由接触器线圈、继电器等电器元件组成（电流小）

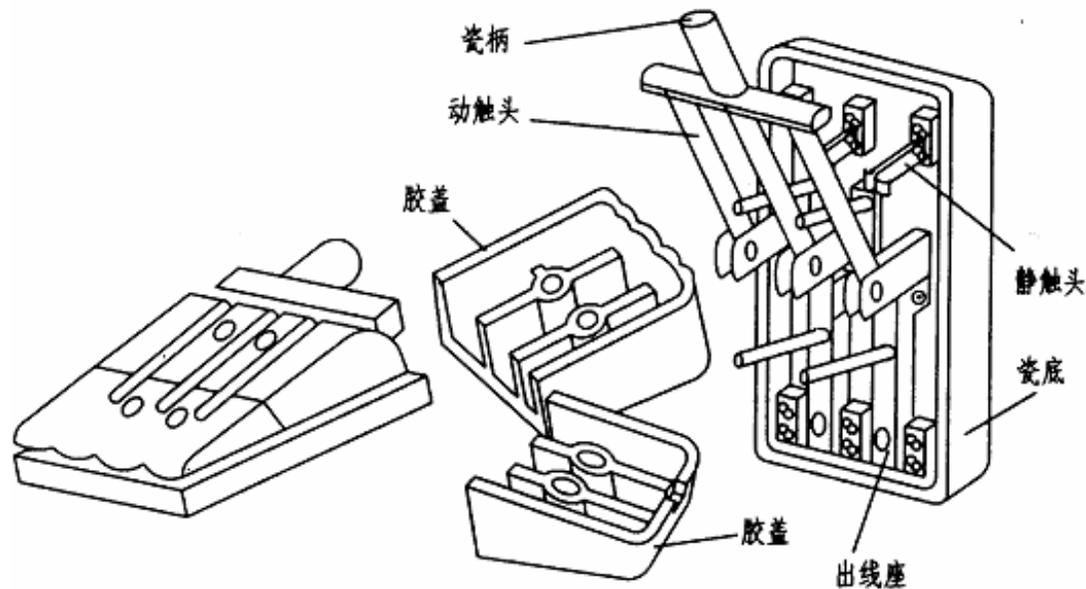
任务：根据给定的指令，依照自动控制系统的规律和具体的
工艺要求对主电路进行控制。

常用控制电器

1、刀闸开关

控制对象：

380V，5.5kW 以下小电机



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)倍异步电机额
定电流**

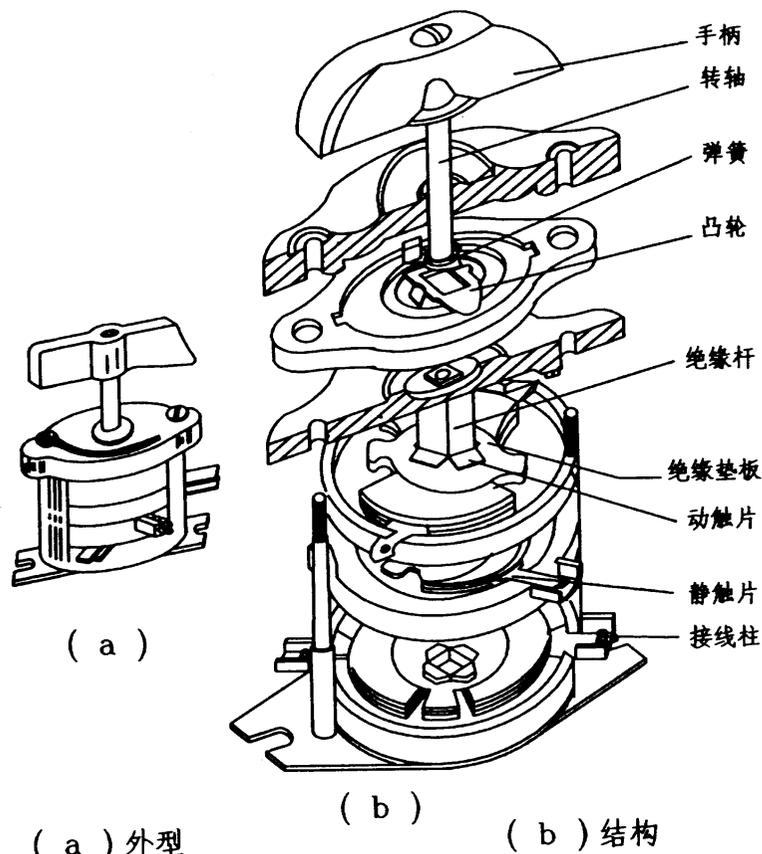
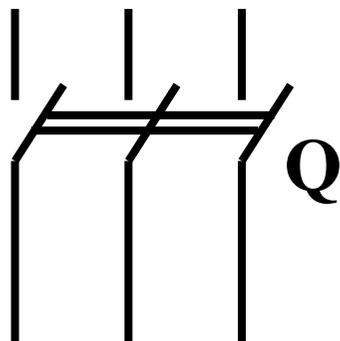
2、组合开关

又称**转换开关**,是一种转动式的闸刀开关

作用：用作电源引入开关

控制对象：380V、
5.5kW

电路符号：以下小电机



短片

3、按钮

按钮常用于接通和断开**控制电路**。

按钮开关的外形和符号

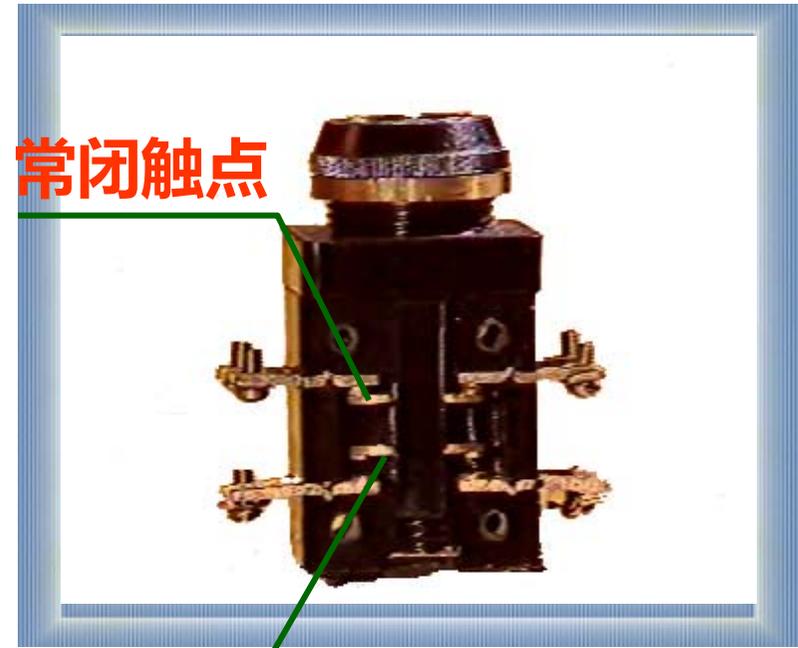
常闭按钮

常开按钮

复合按钮



(a) 外形图



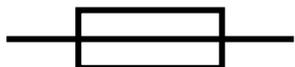
常开触点

(b) 结构

<p>结 构</p>				<p>按钮帽 复位弹簧 支柱连杆 常闭静触头 桥式动触头 常开静触头 外壳</p>
<p>符 号</p>				<p>动画</p>
<p>名 称</p>	<p>常闭按钮 (停止按钮)</p>	<p>常开按钮 (起动按钮)</p>	<p>复合按钮</p>	

4、熔断器

用于低压线路中的短路保护。

符号：FU 

熔断器额定电流 I_F 的选择：

(1) 电灯、电炉等电阻性负载

$$I_F > I_L$$

(2) 单台电机

$$I_F \geq \frac{\text{电动机的起动电流}}{2.5}$$

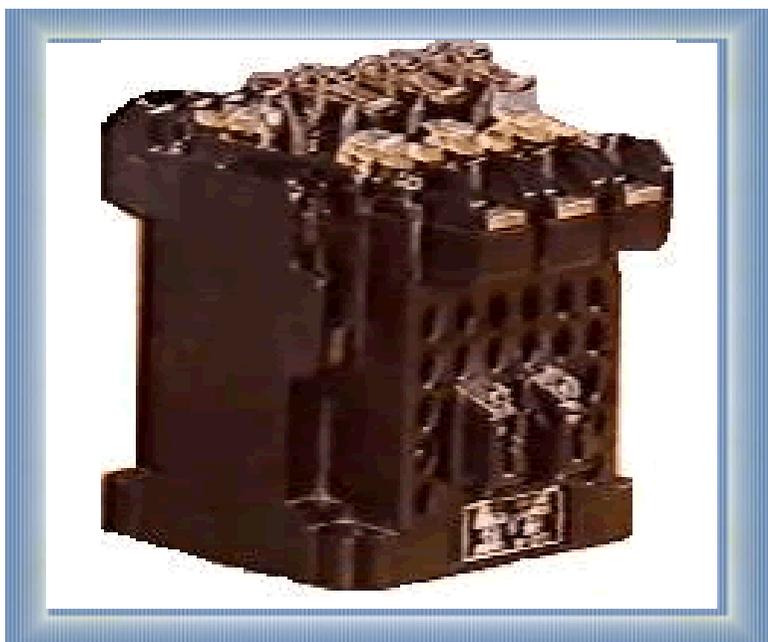
(3) 频繁起动的电机

$$I_F \geq \frac{\text{电动机的起动电流}}{1.6 \sim 2}$$



5、交流接触器

用于频繁地接通和断开大电流电路的开关电器。

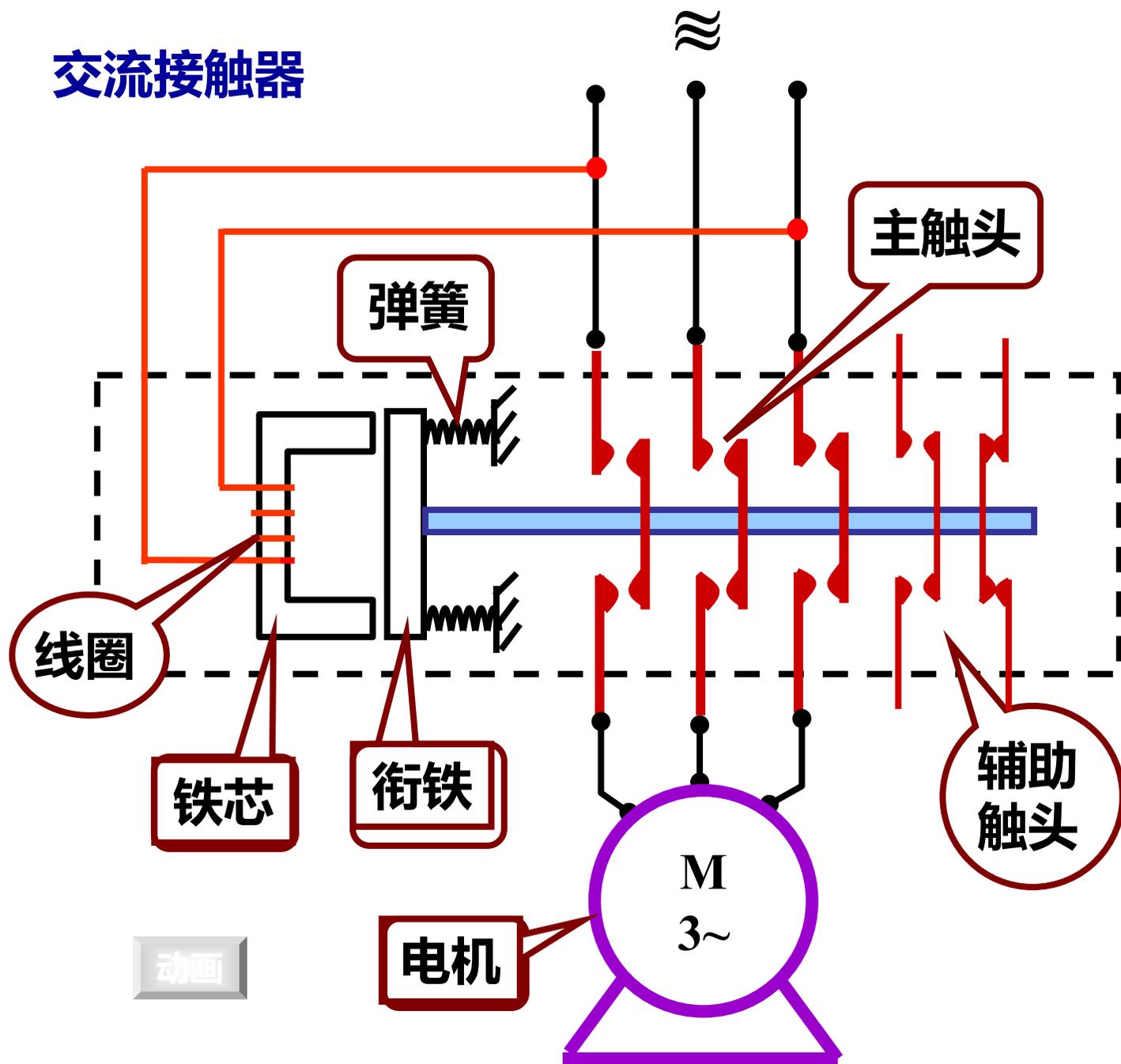


(a) 外形



(b) 结构

交流接触器



动作过程

线圈通电



衔铁吸合



触点闭合



电机接通
电源

动画

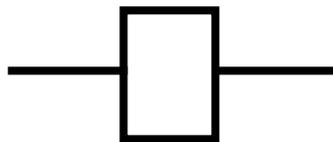
交流接触器

构成：主要由电磁铁和触点两部分组成；

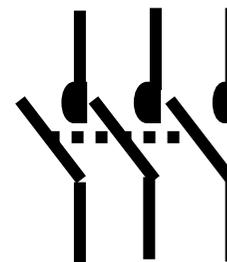
触点又可分为主触点和辅助触点。

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)

常开



常闭



简单的接触器控制

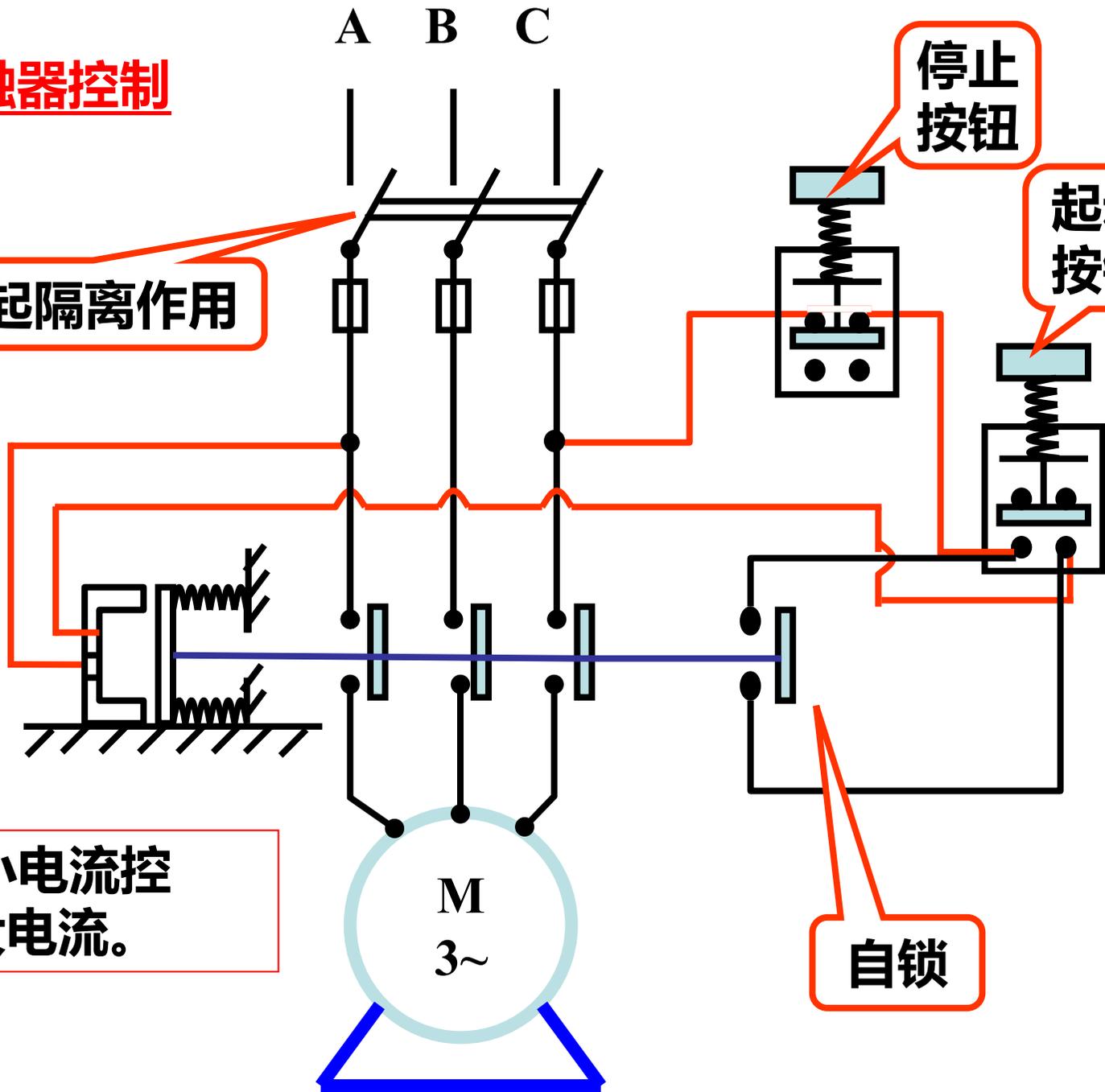
刀闸起隔离作用

停止按钮

起动按钮

特点：小电流控制大电流。

自锁



6、继电器

继电器和接触器的结构和工作原理大致相同。

主要区别在于：

接触器的主触点可以通过大电流；

继电器只能通过小电流。所以继电器一般用于控制电路中

继电器类型：

中间继电器

时间继电器（具有延时功能）

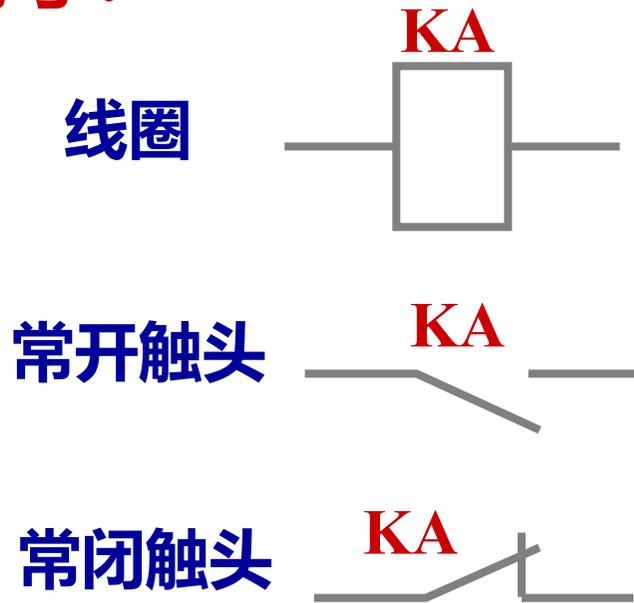
热继电器（做过载保护）

.....

(1) 中间继电器

通常用于传递信号和同时控制多个电路。

符号：



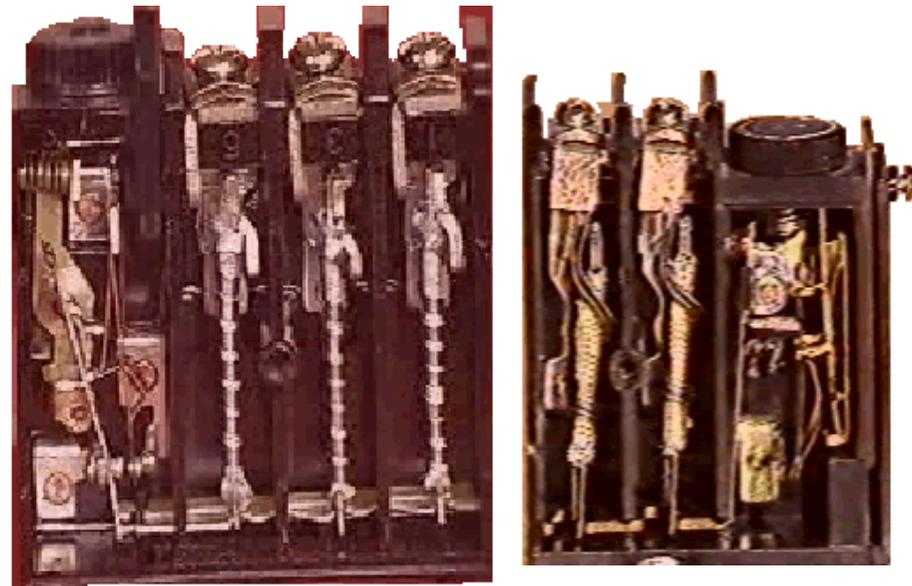
外形

(2) 热继电器

用于电动机的过载保护。



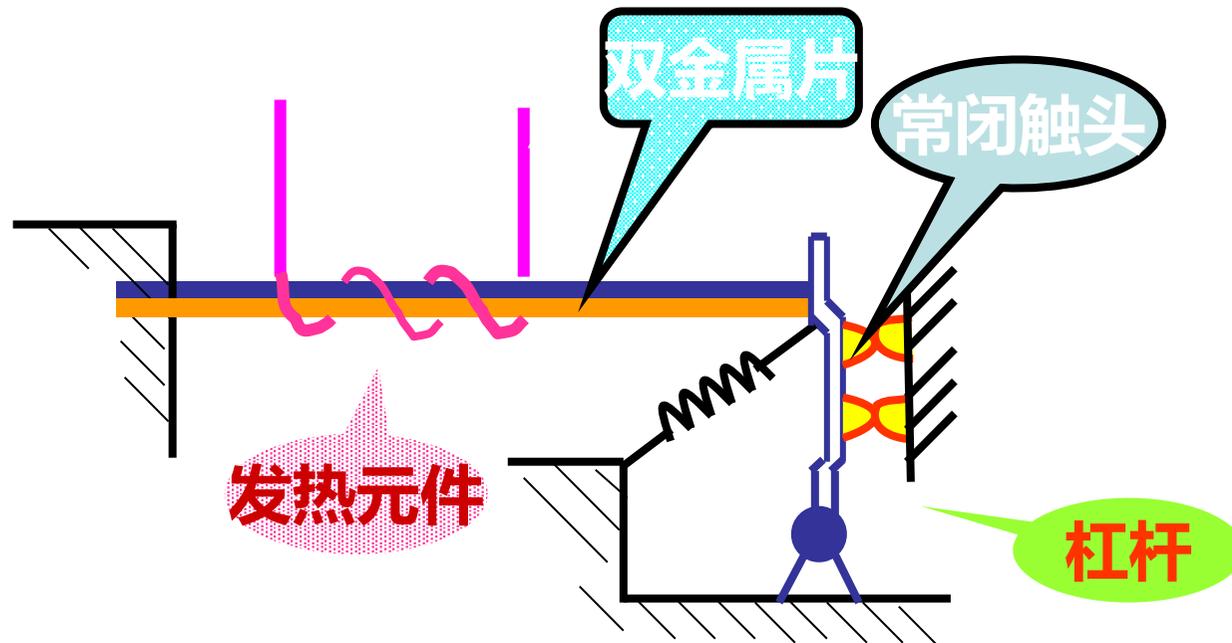
(a) 外形



(b) 结构

热继电器

结构：



工作原理：

发热元件接入电机主电路，若长时间过载，双金属片被加热。因双金属片的下层膨胀系数大，使其向上弯曲，杠杆被弹簧拉回，常闭触点断开。

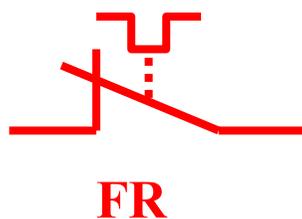
符号：

发热元件



串联在主电路中

常闭触头



串联在控制电路中

电气自动控制原理图的绘制原则：

- 1.控制线路由主电路和控制电路组成。**
- 2.属同一电器元件的不同部分，可按其功能和所接电路的不同分别画在不同的电路中，但必须标注相同的文字符号。**
- 3.所有电器的图形符号均按通电前的状态绘制。**
- 4.与电路无关的部件(如铁心、支架、弹簧等) 在控制电路中不画出。**

分析和设计控制电路时应注意以下几点：

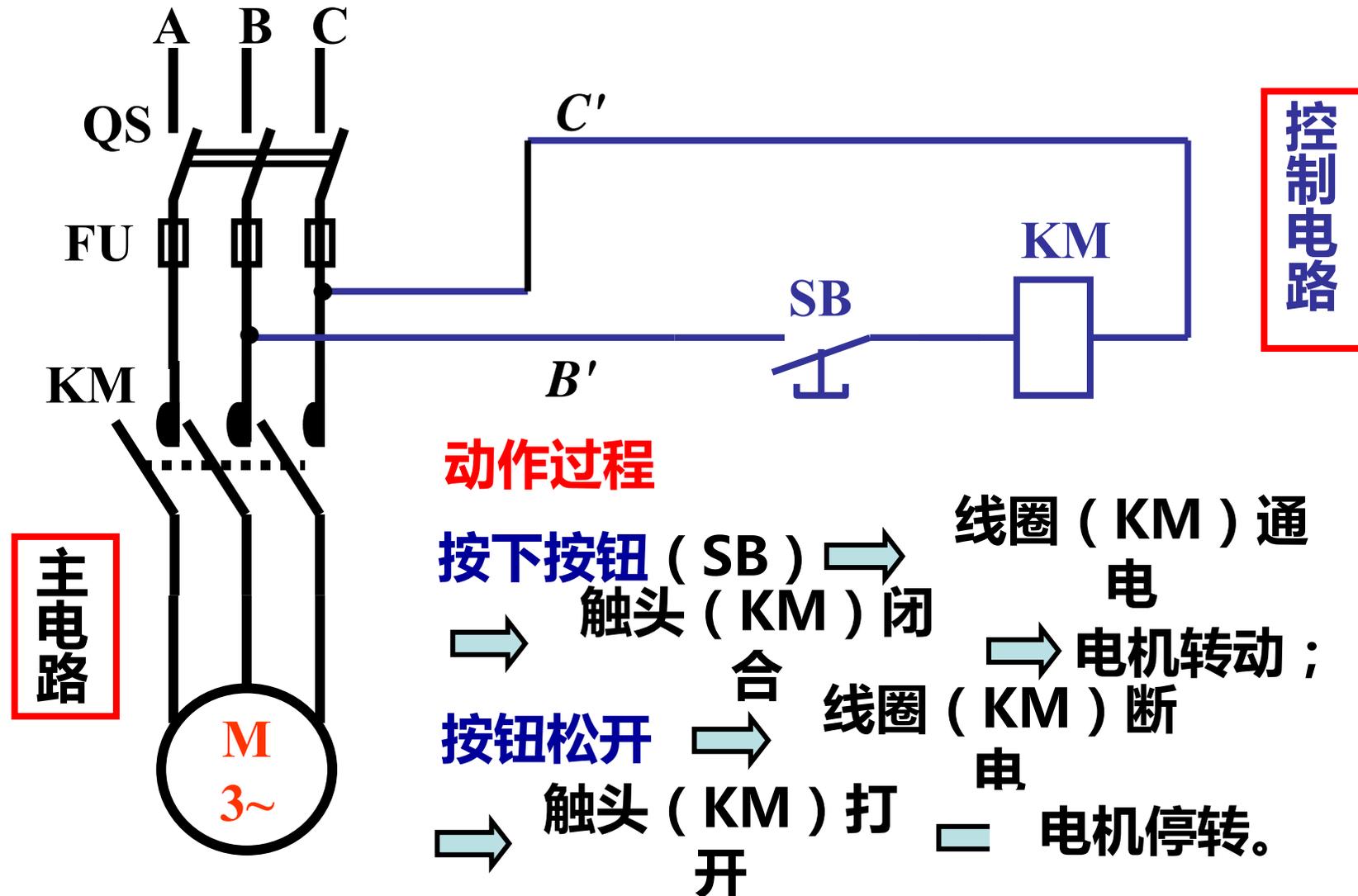
- (1)使控制电路简单，电器元件少，且工作又要准确可靠**
- (2)尽可能避免多个电器元件依次动作接通另一个电器的控制电路**
- (3)必须保证每个线圈的额定电压，不能将两个线圈串联。**

常见的控制电路

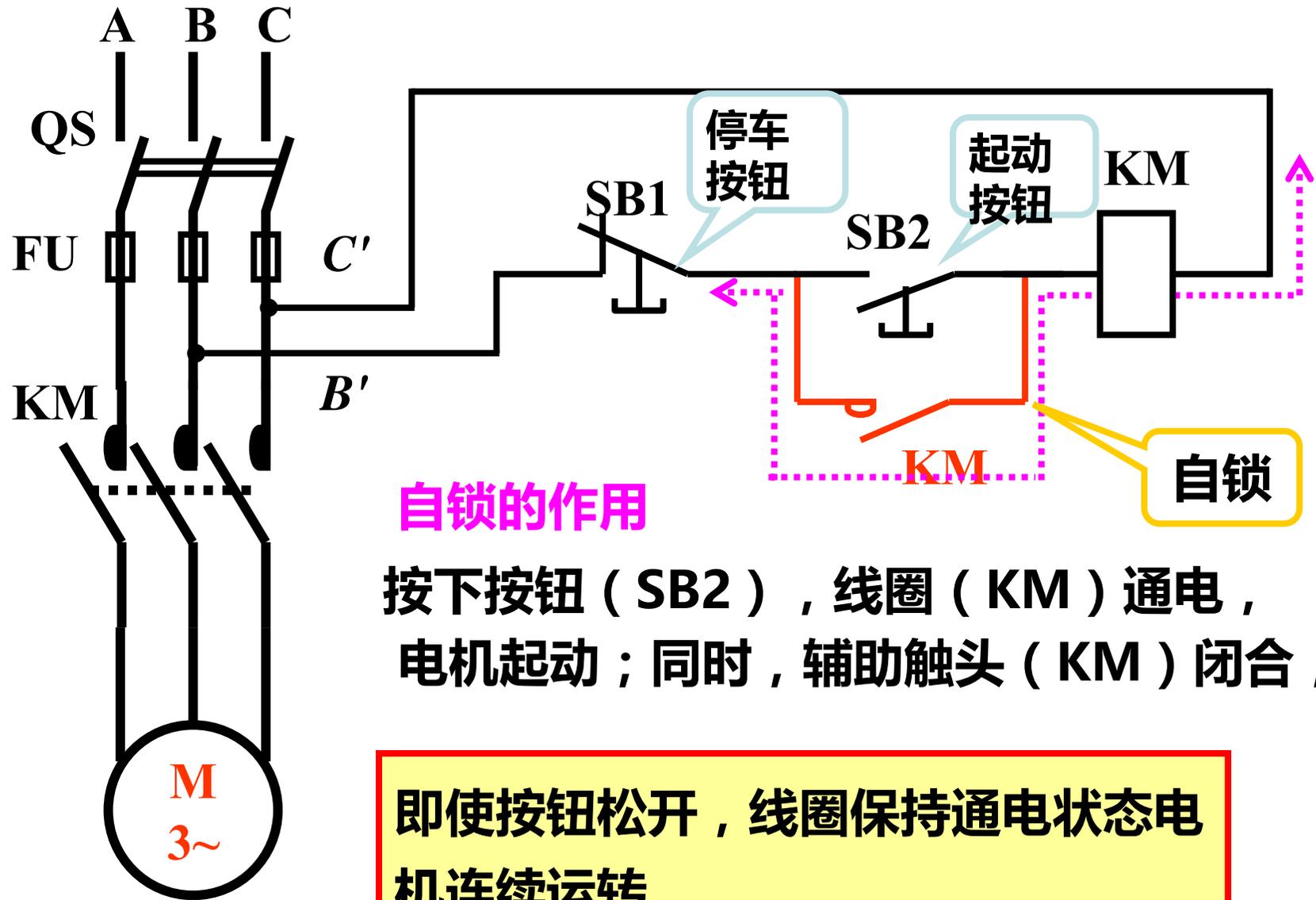
- ♣ 电机起动、停车
(点动、连续运行、多地点控制、顺序控制等)
- ♣ 电机正反转控制
- ♣ 行程控制
- ♣ 时间控制

电动机直接起动的控制线路

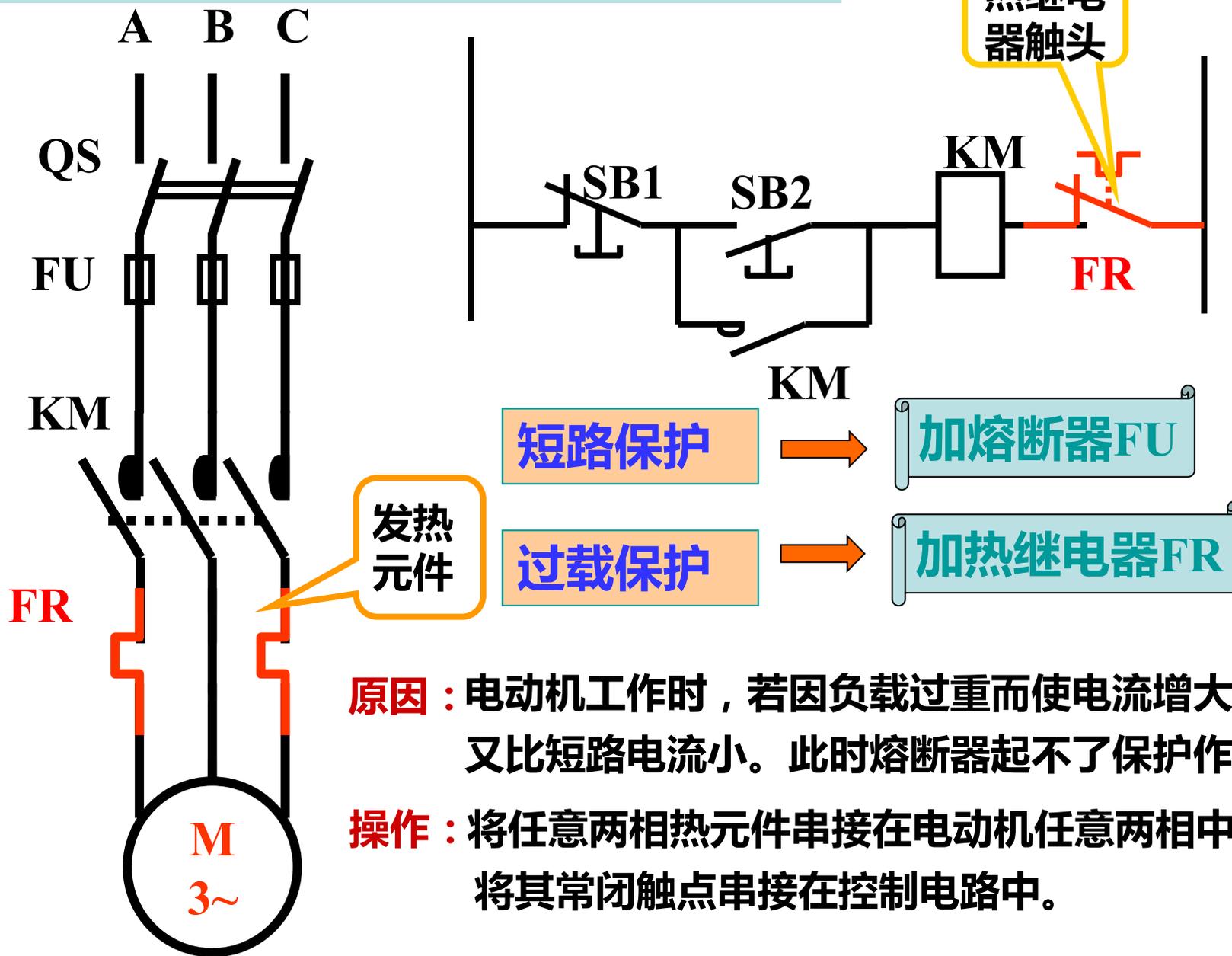
一、点动控制



二、电动机连续运行



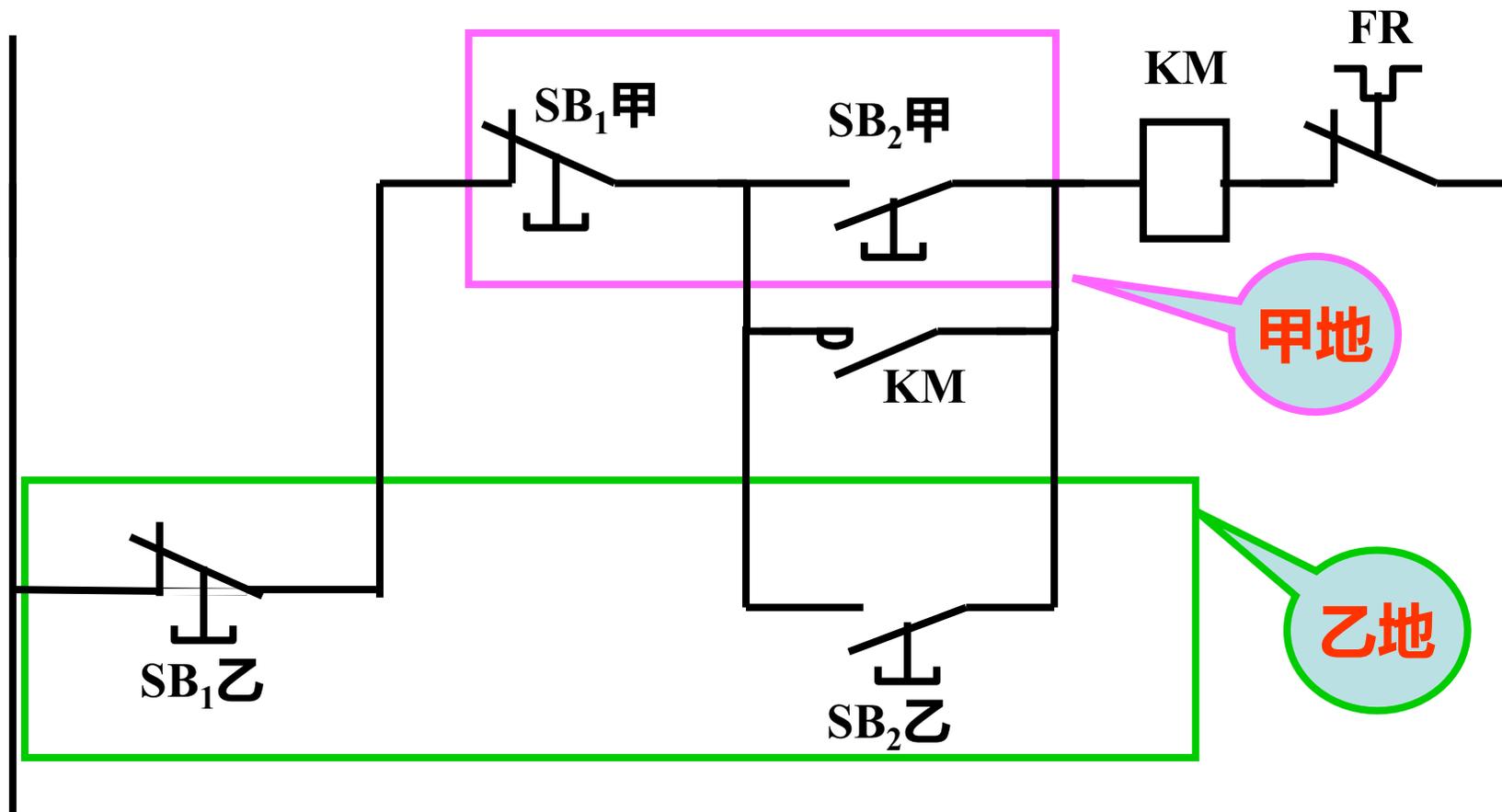
三、异步机的直接起动 + 过载保护



五、两地控制一台电动机

例如：甲、乙两地同时控制一台电机。

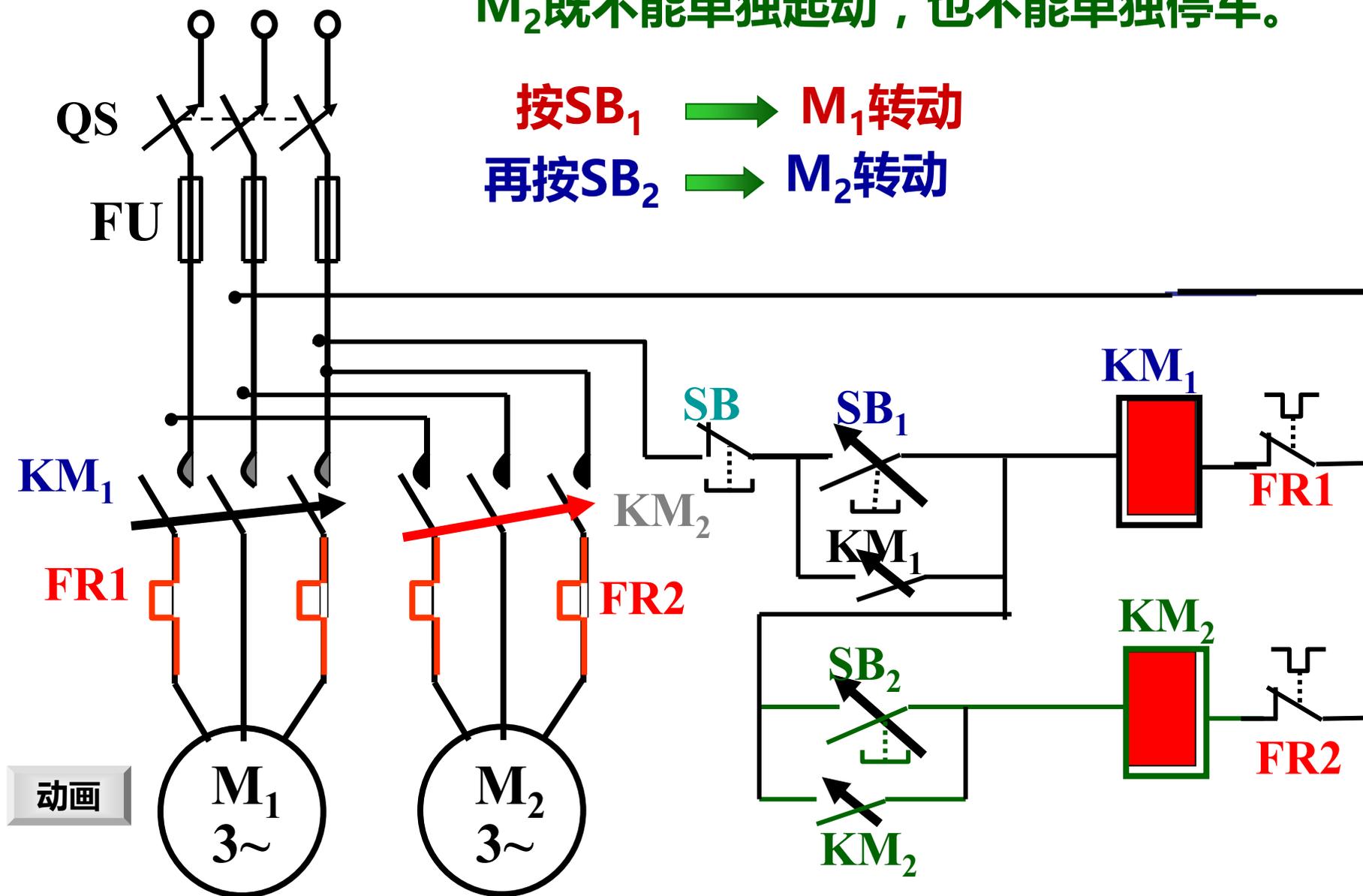
方法：起动按钮并联；停止按钮串联



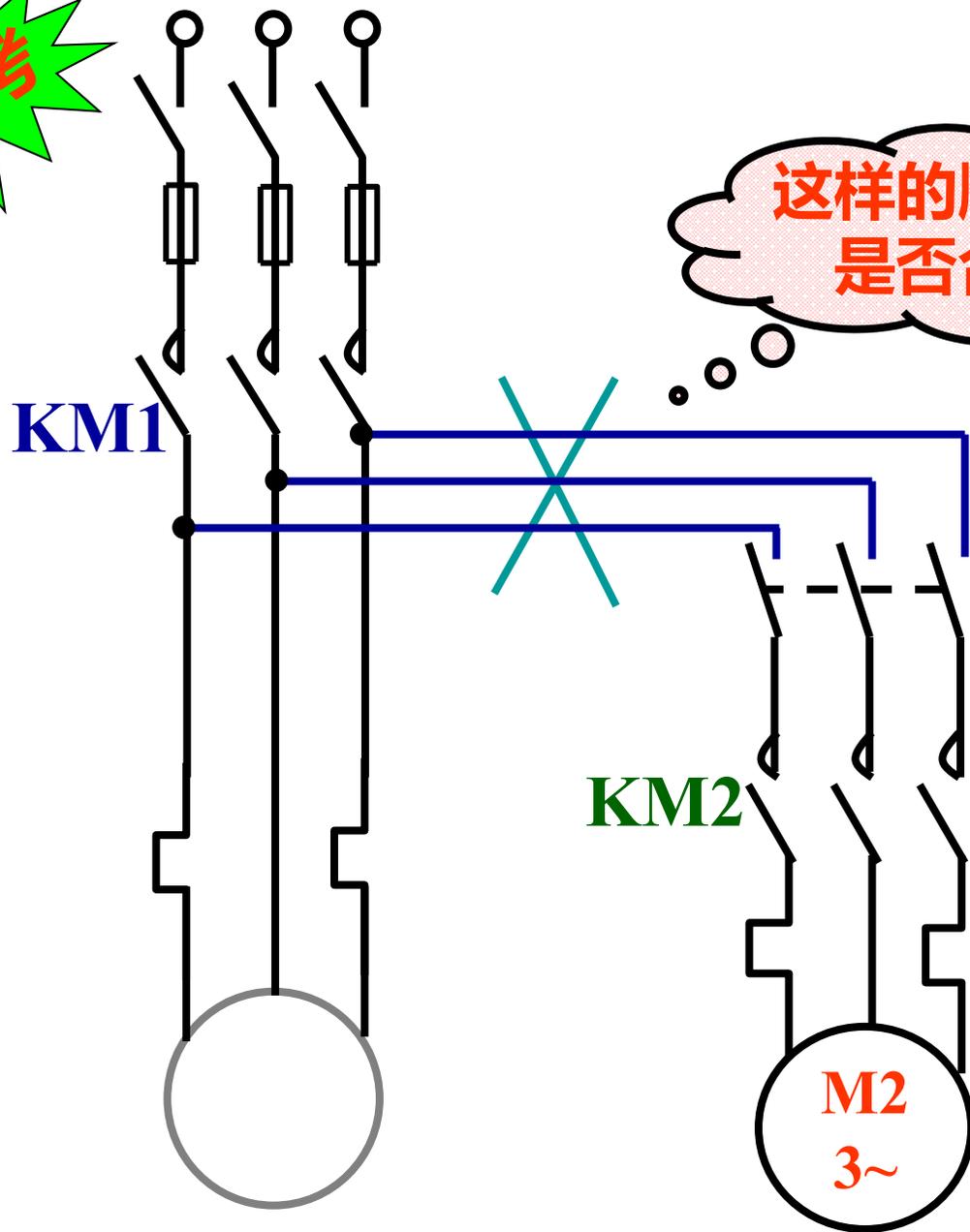
六、电机的顺序控制

控制顺序要求： M_1 启动后 M_2 才能启动。
 M_2 既不能单独启动，也不能单独停车。

按 SB_1 → M_1 转动
再按 SB_2 → M_2 转动



思考



这样的顺序控制是否合理？

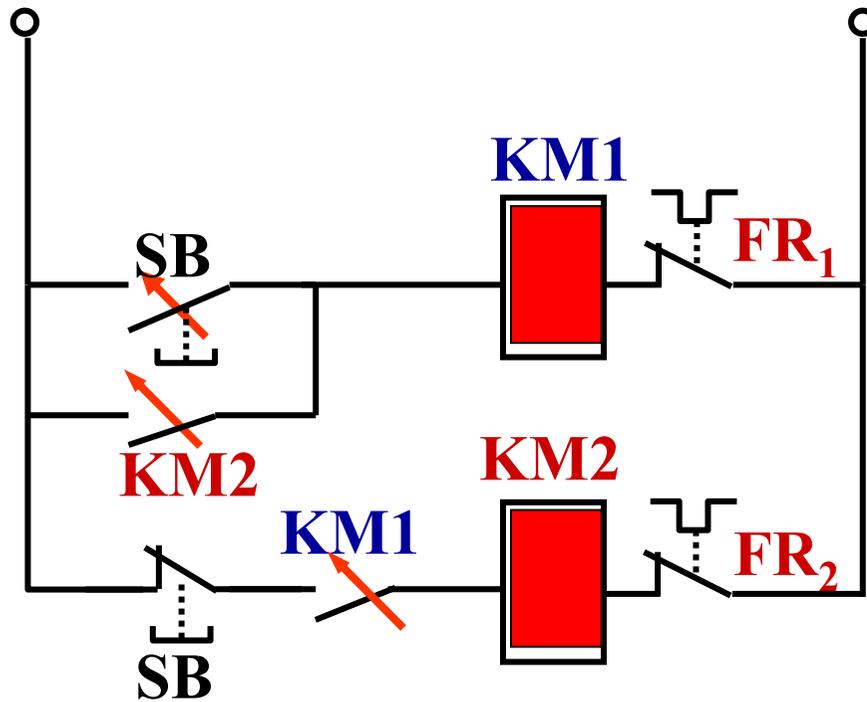
这样接，主触头(KM1)的负荷过重

例1：两条皮带运输机分别由两台鼠笼异步电动机拖动，由一套起停按钮控制它们的起停。为避免物体堆积在运输机上，要求电动机按下述顺序启动和停止：

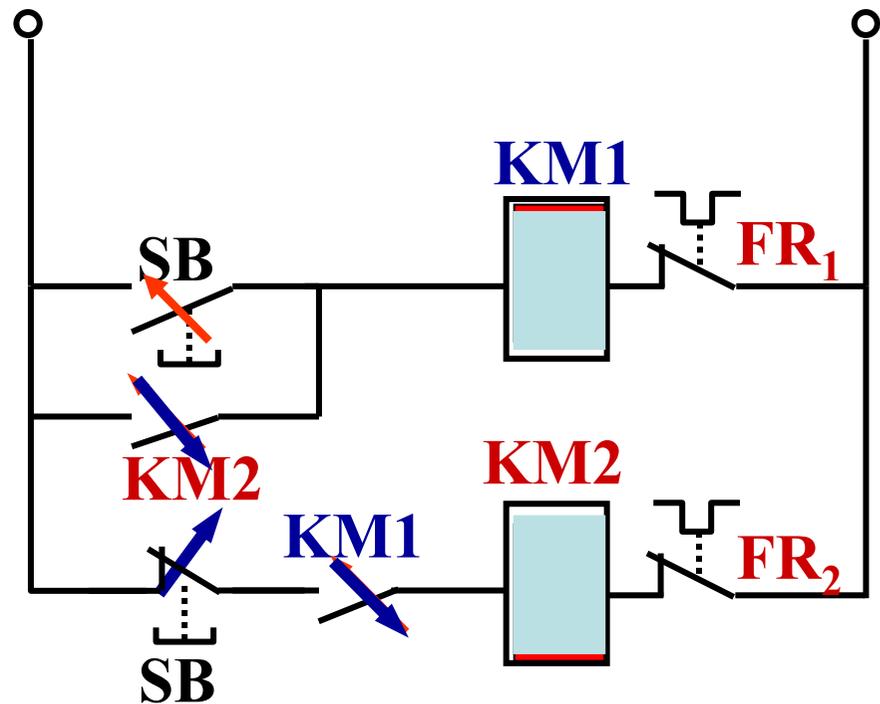
启动时： M_1 启动后 M_2 才能启动；

停车时： M_2 停车后 M_1 才能停车。应如何实现控制？

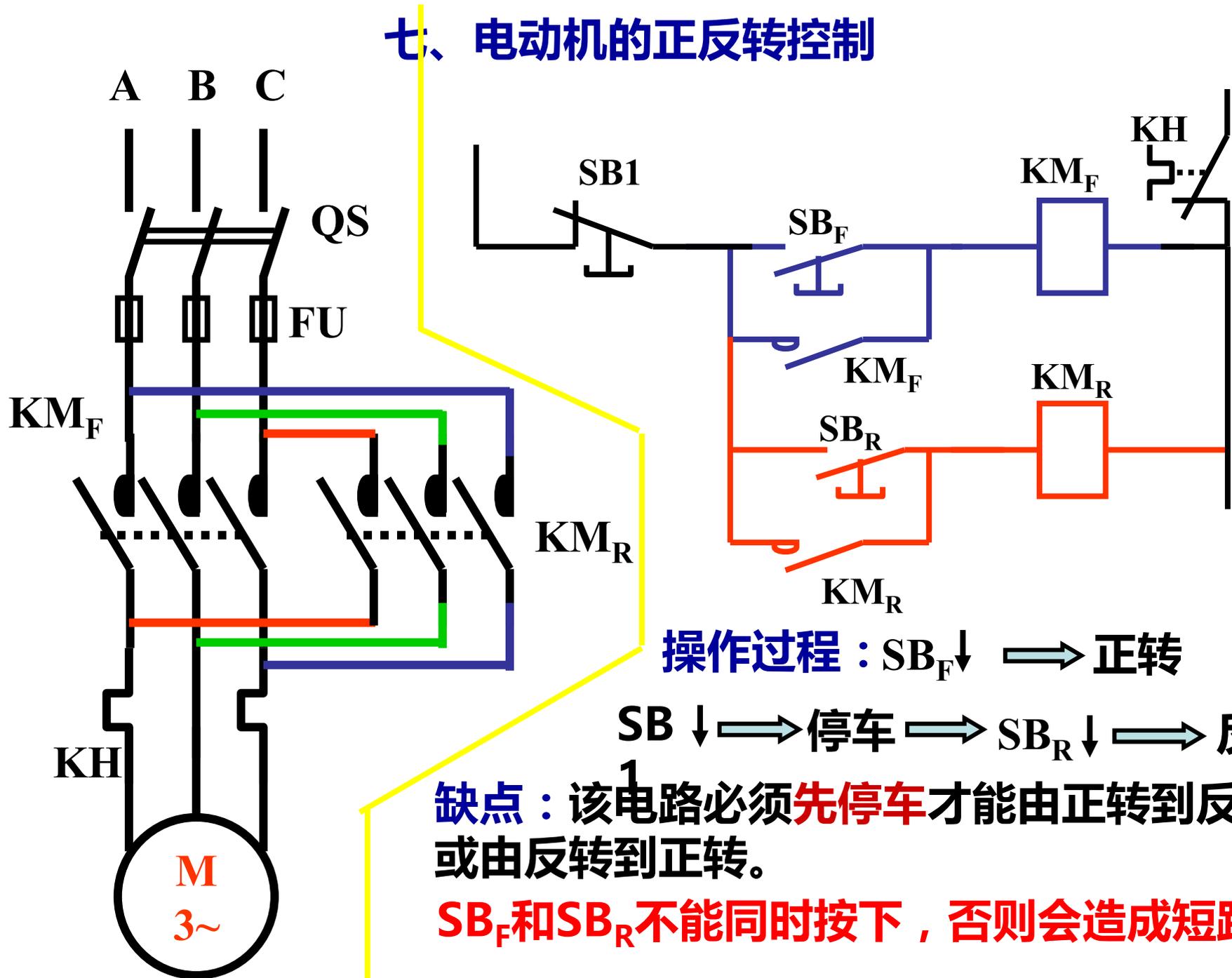
启动：



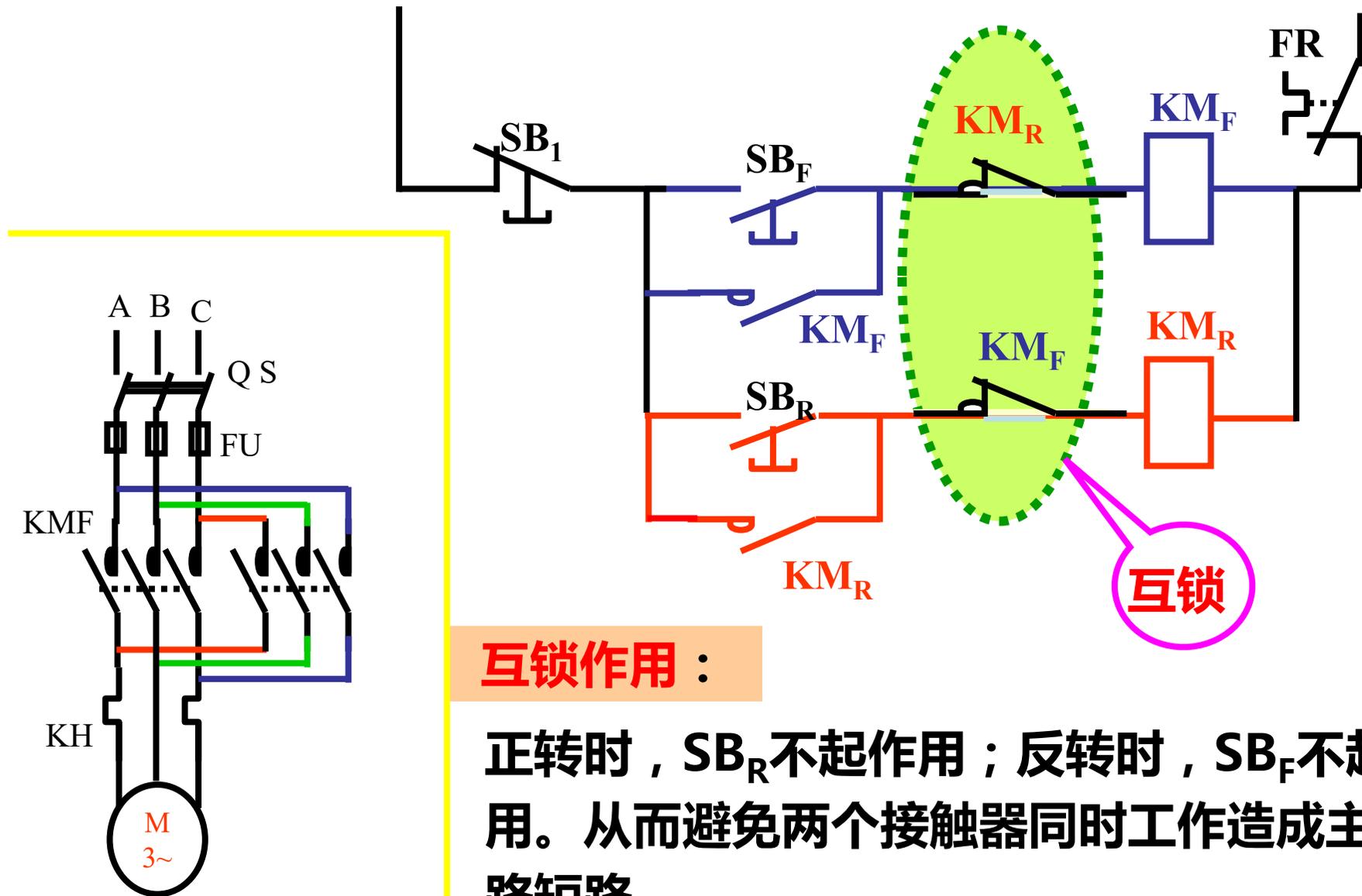
停止：



七、电动机的正反转控制



加互锁的正反转控制



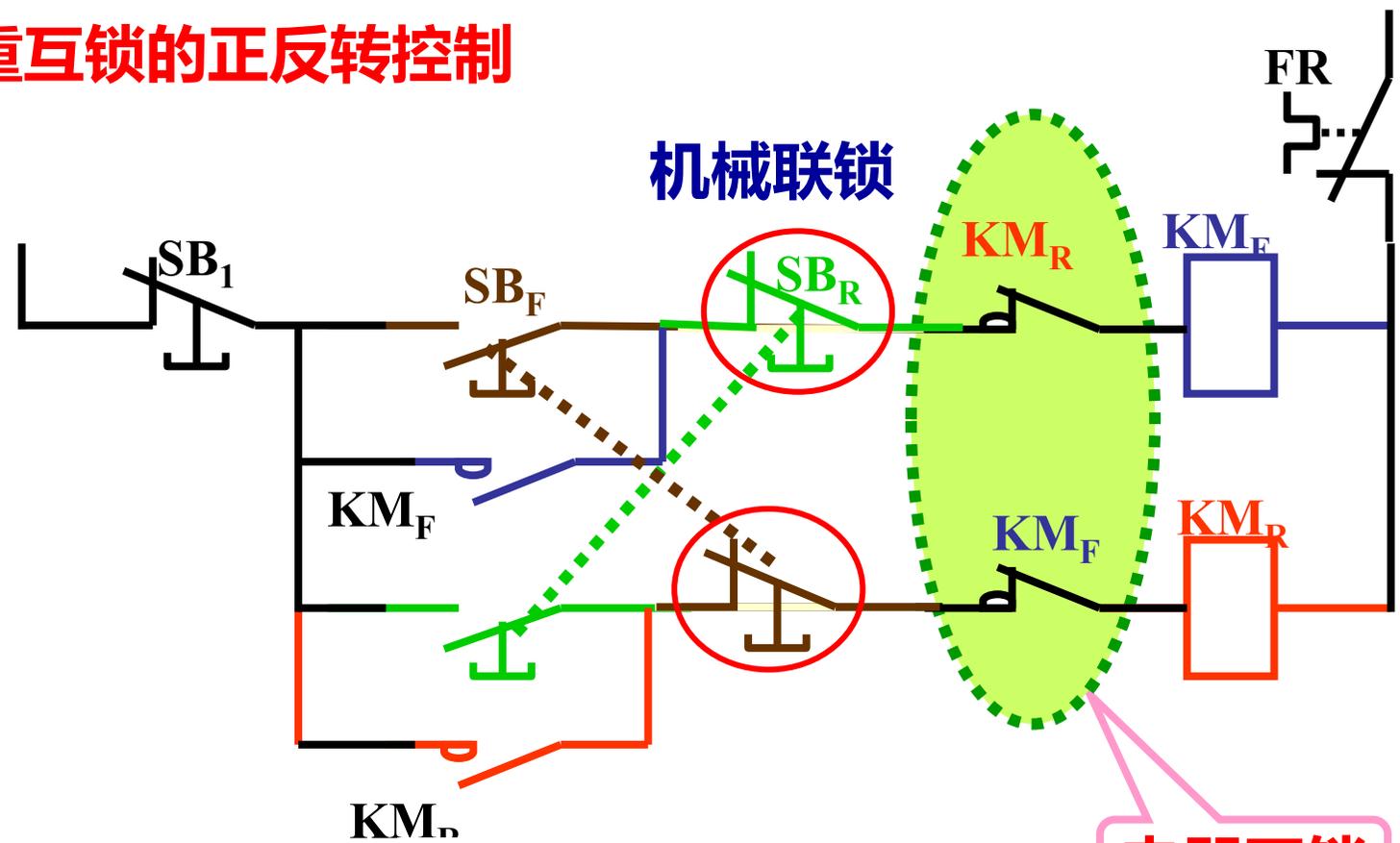
互锁作用：

正转时，SB_R不起作用；反转时，SB_F不起作用。从而避免两个接触器同时工作造成主回路短路。

缺点：正转过程中要求反转，必须先按停止按钮，然后才能按反转按钮。

解决措施：在控制电路中加入机械连锁。

双重互锁的正反转控制



双保险 { 机械互锁 (复合按钮)
 { 电器互锁 (互锁触头)

电器互锁

行程控制

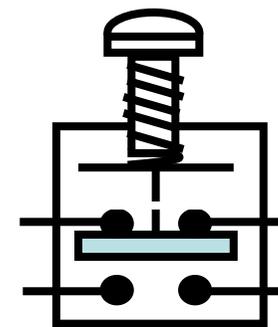
一、行程开关

作用 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

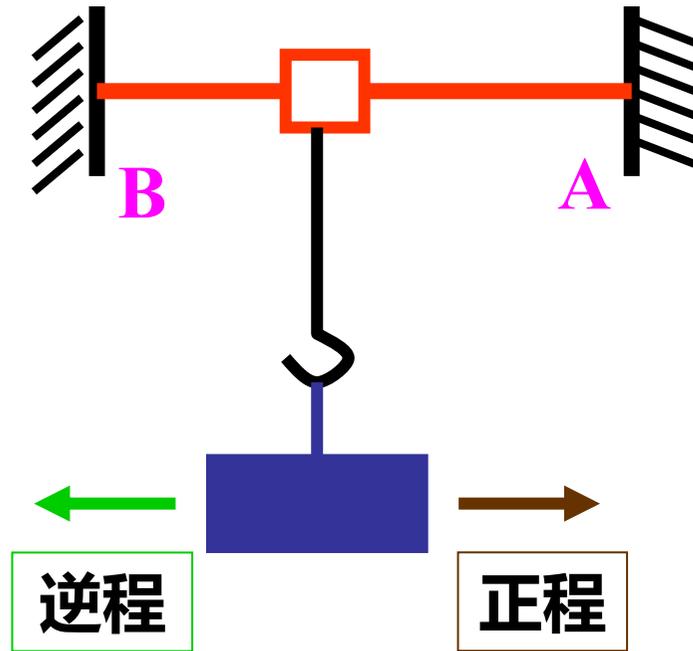
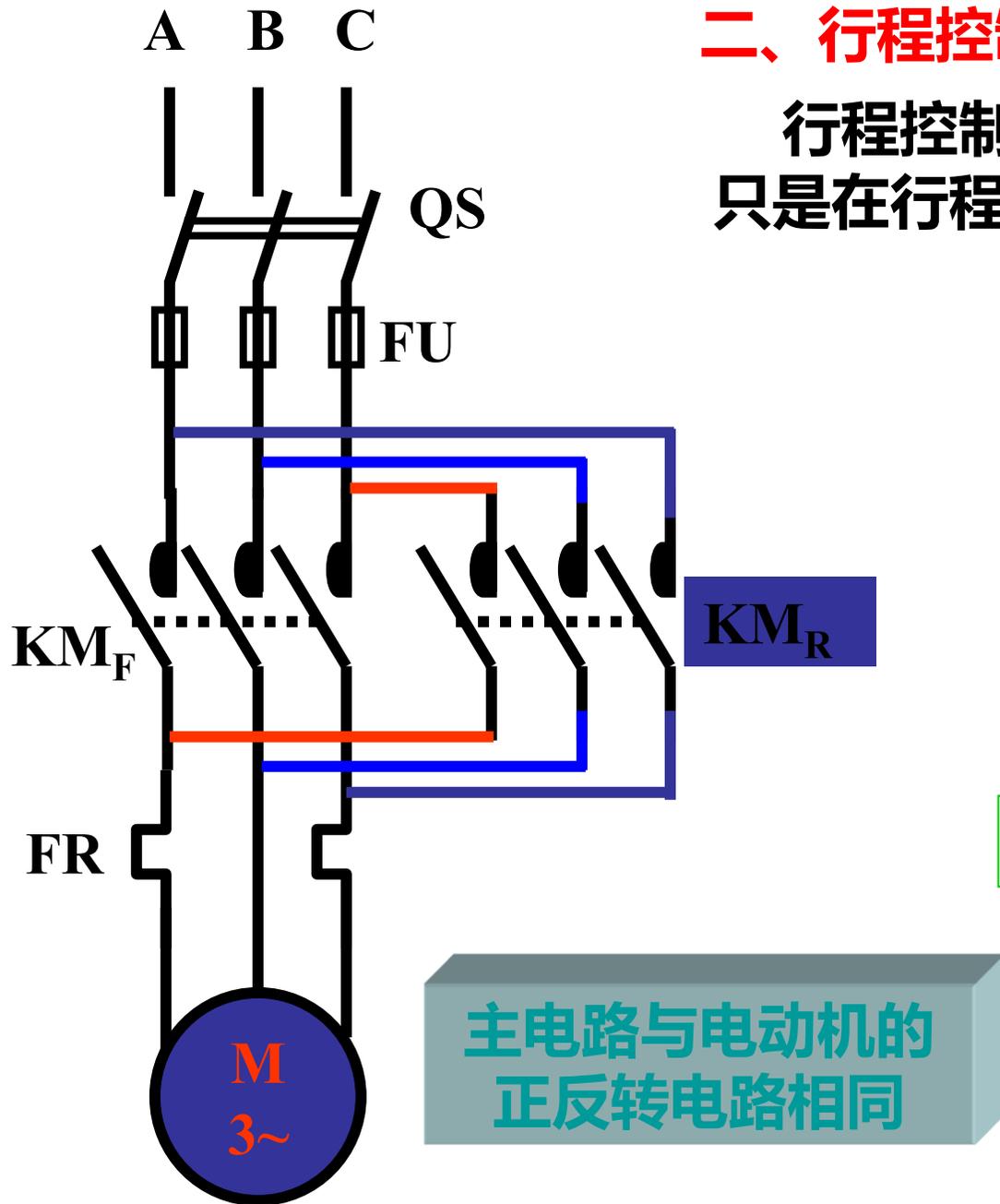
符号 常开（动合）触头

常闭（动断）触头



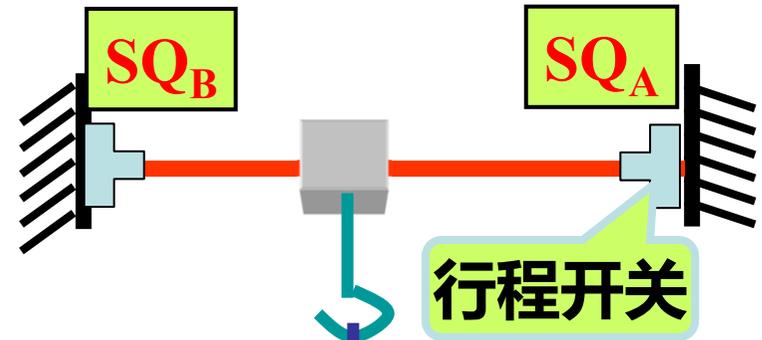
二、行程控制

行程控制实质为电机的正反转制，只是在行程的终端要加限位开关。

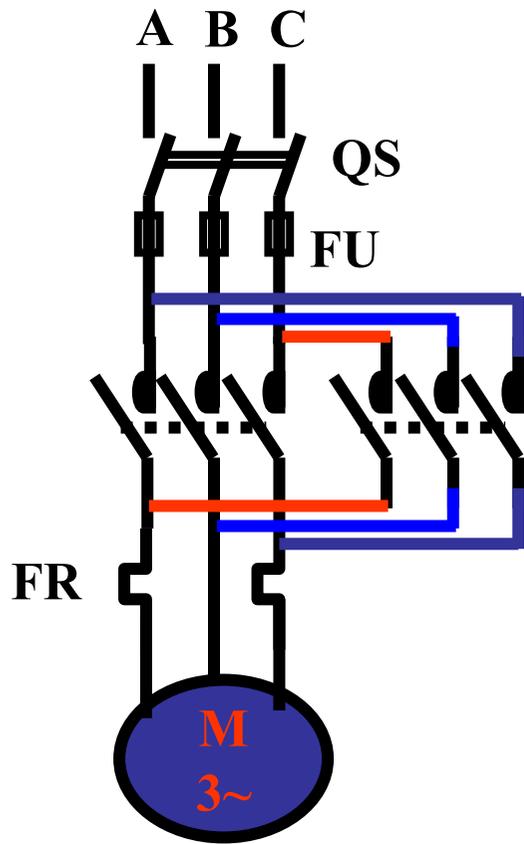


1.行程控制的基本原理

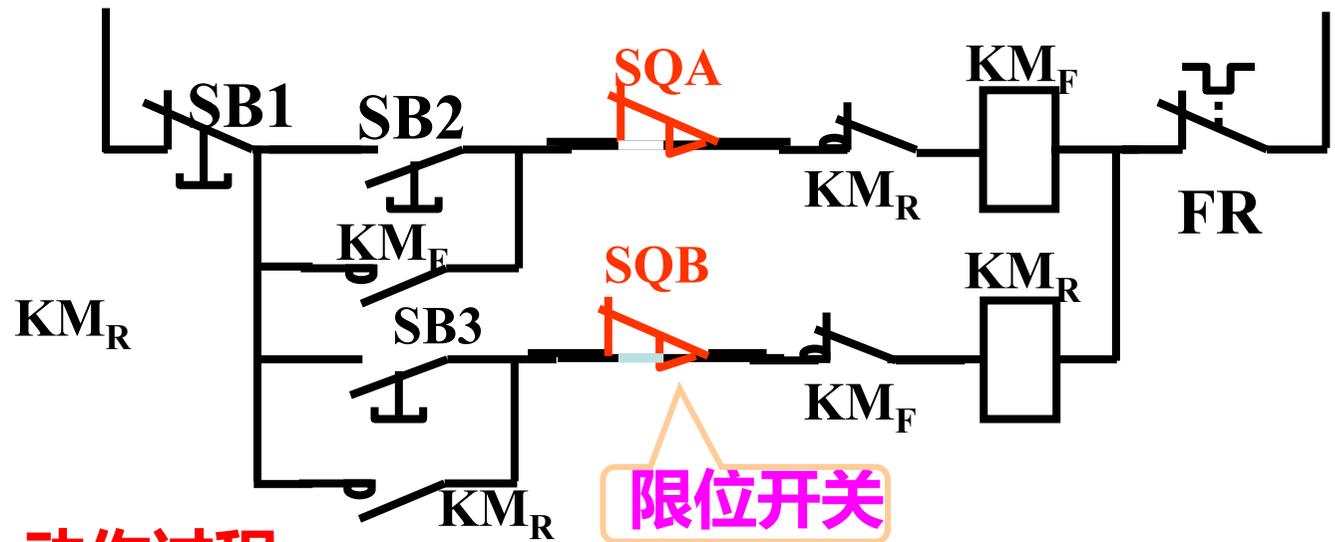
例：要求下图中的行车运动到A、B两处时能够自动停车。



主回路



控制回路



反向

正向

动作过程

SB₂ ↓ → 正向运行 → 至右端位置撞开SQ_A
 → 电动机停车

限位开关

时间控制

时间控制:采用时间继电器进行延时控制



一、时间继电器

时间继电器 {
空气式
钟表式
电子式

时间继电器有**通电延时**和**断电延时**两种

符号：

线圈



常开触头
延时闭合

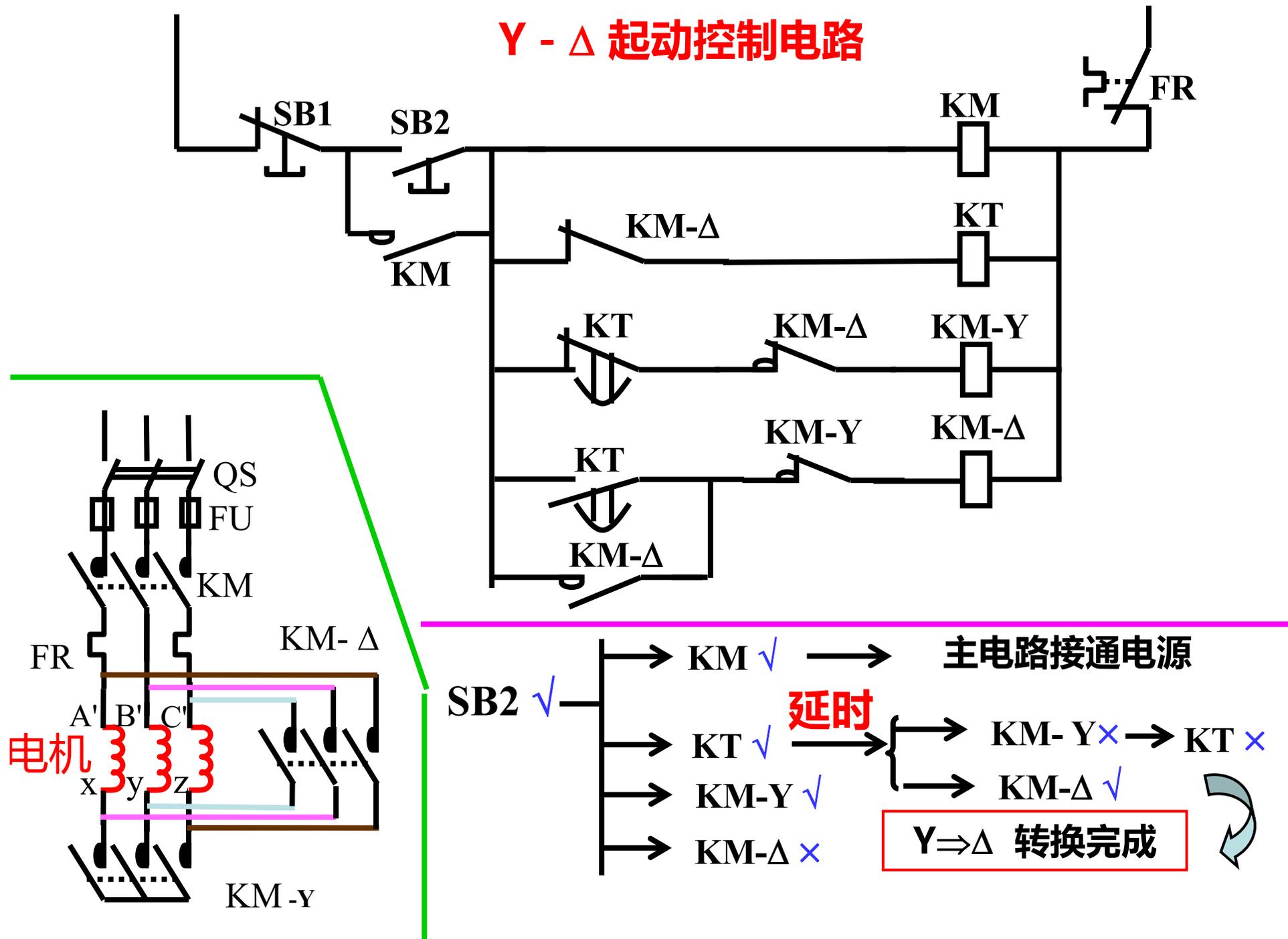


常闭触头
延时打开

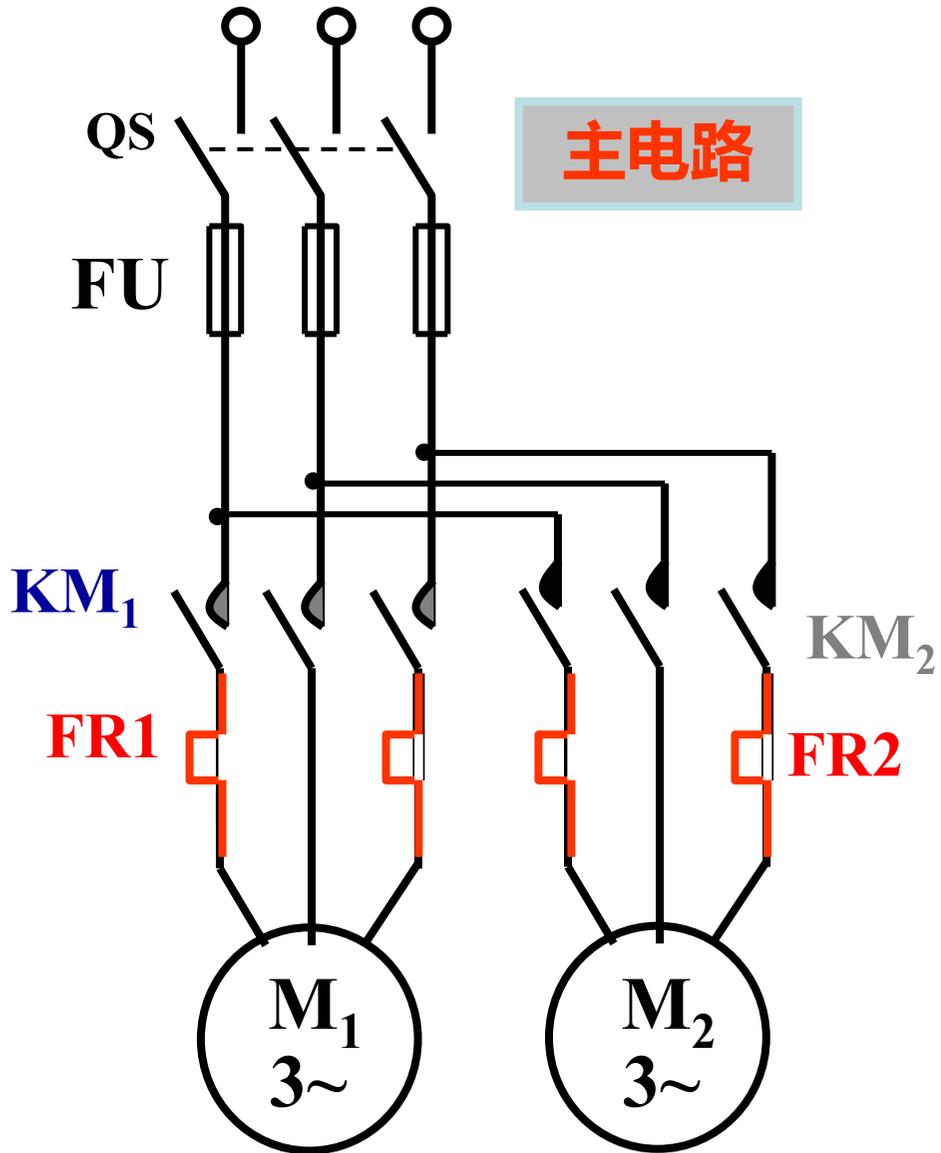
时间继电器触点类型

	通 电 式		断 电 式	
瞬时动作	常闭触点		常闭触点	
	常开触点		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	

Y - Δ 起动控制电路



顺序控制电路



要求

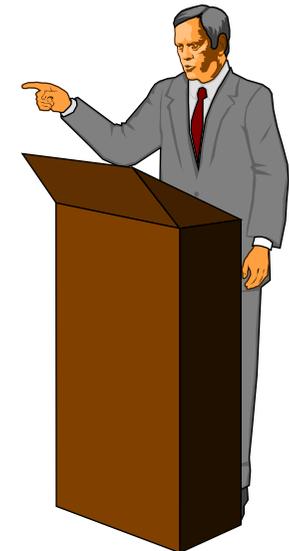
M1启动后
M2再启动

控制问题1

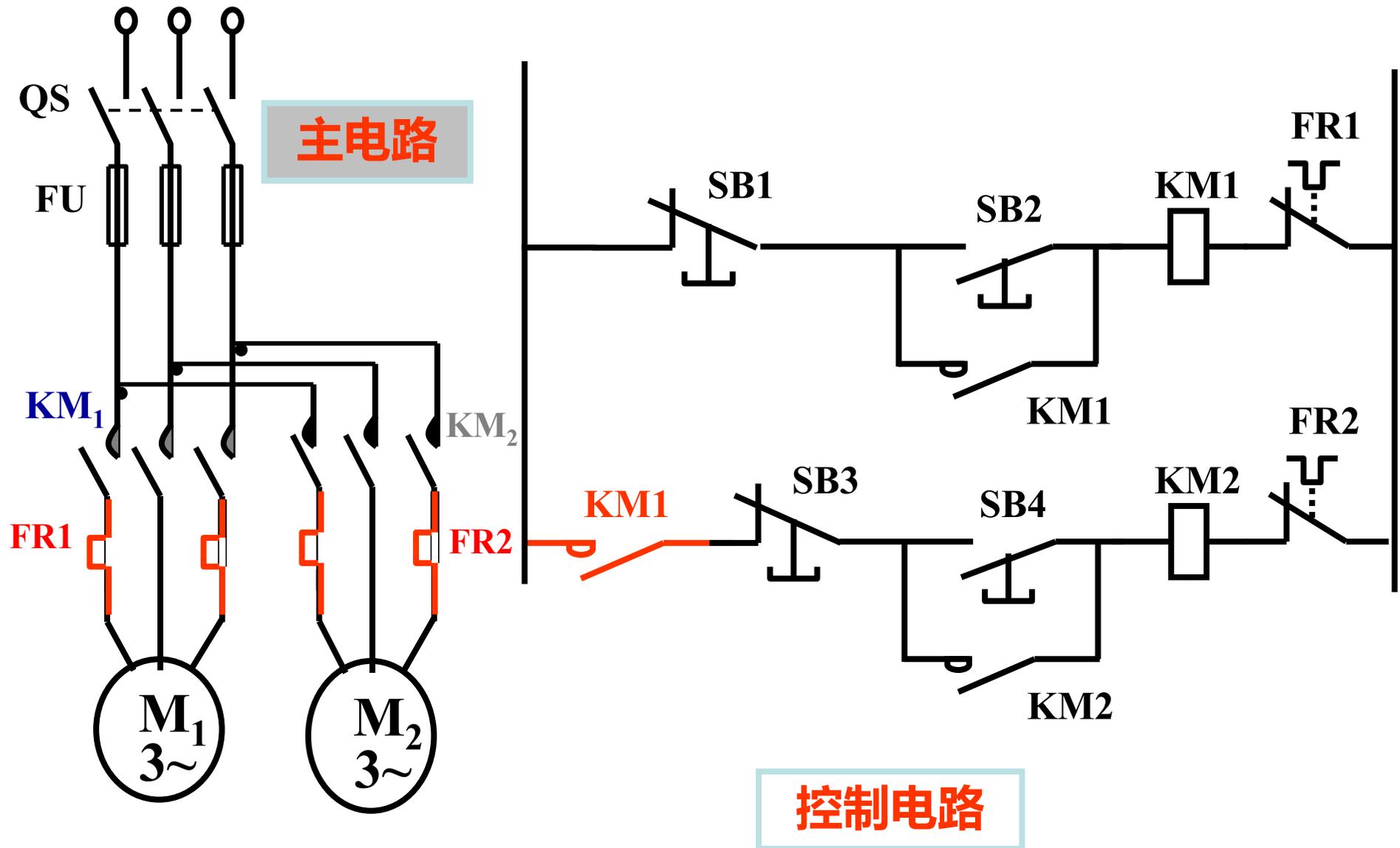
两电机只保证起动的先后顺序，没有延时要求。

控制问题2

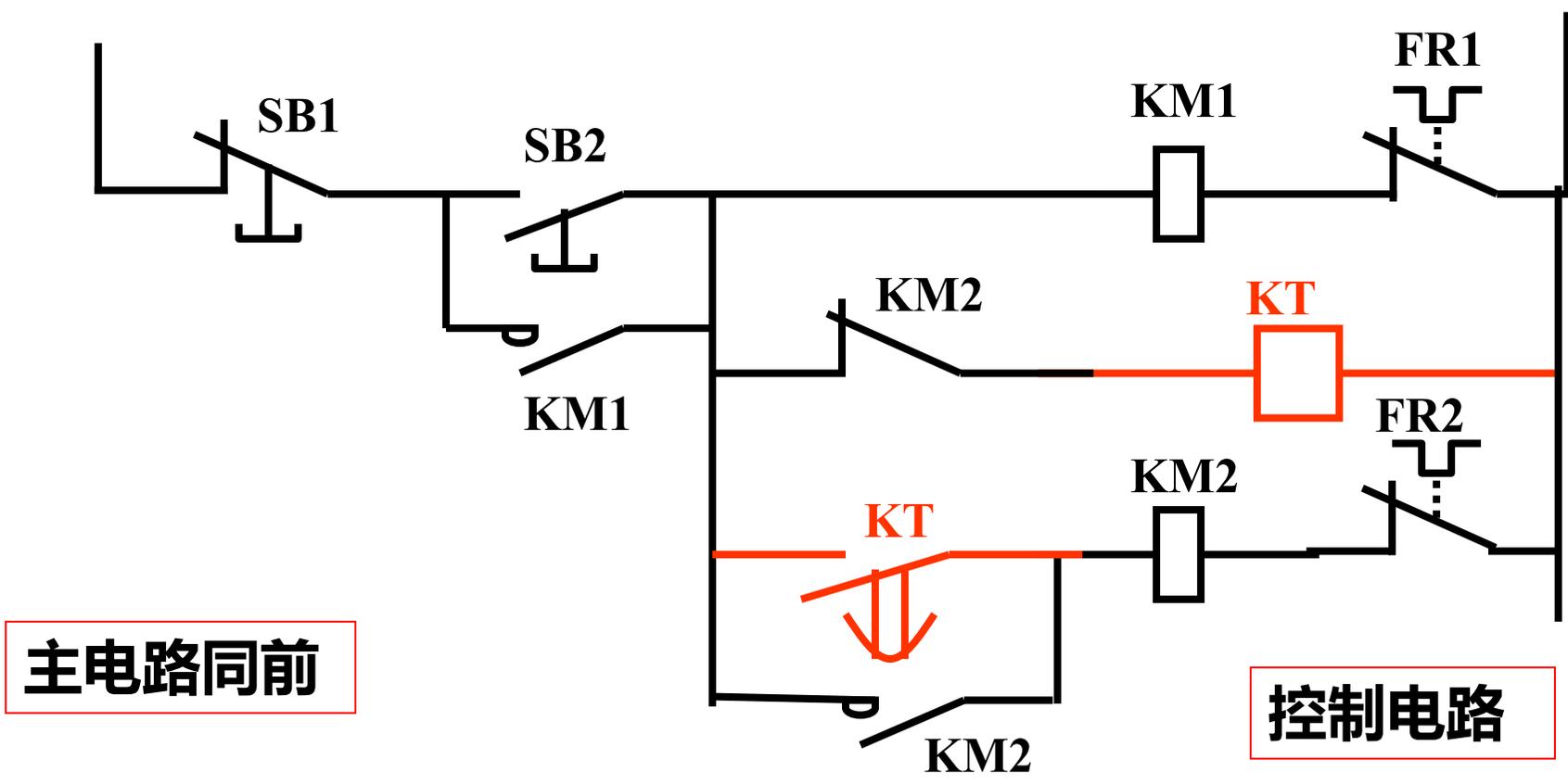
M1启动后，M2延时启动。



**顺序控制电路1：M1启动后，M2启动 没有延时要求。
M2可单独停车，且有总停止按钮**

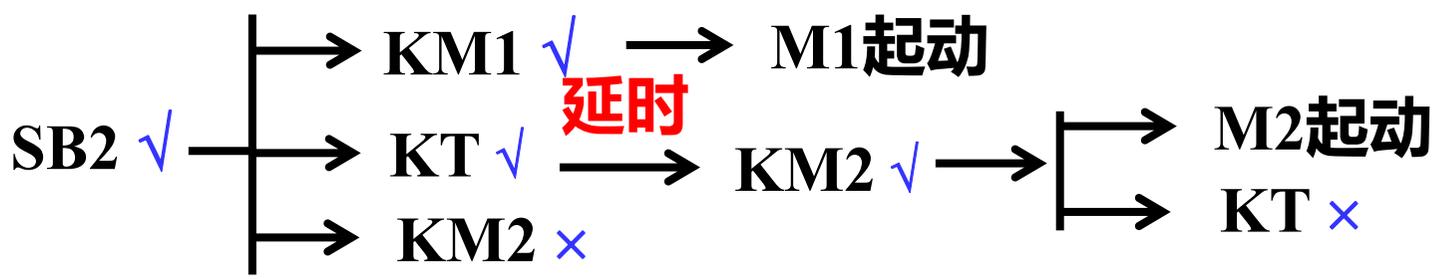


顺序控制电路2：M1启动后，M2延时启动。

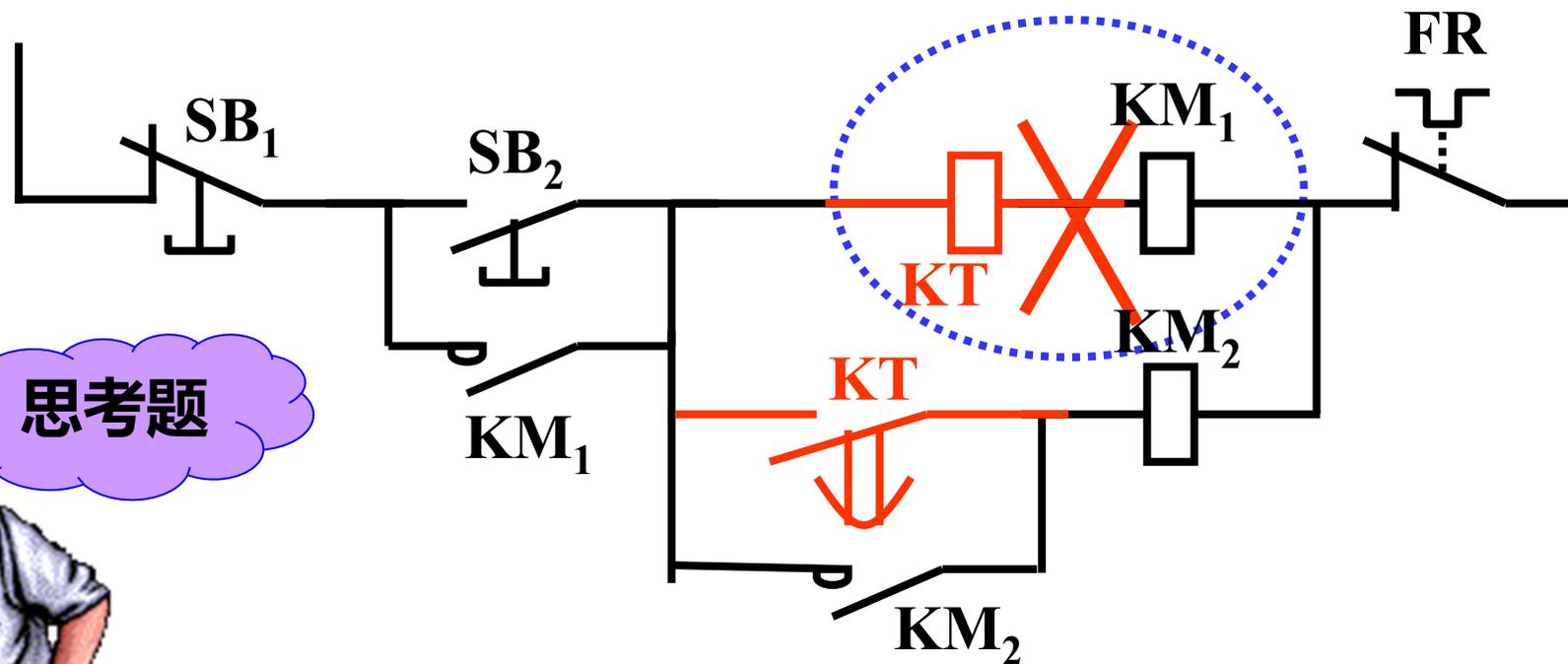


主电路同前

控制电路



用以下电路可不可以？



思考题



继电器、接触器的线圈有各自的额定值，线圈不能串联。

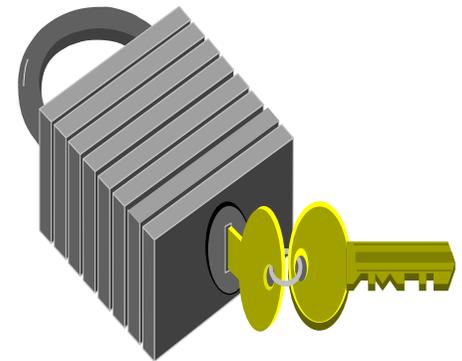
不可以

应用举例

例题1：

设计一个运料小车控制电路，同时满足以下要求：

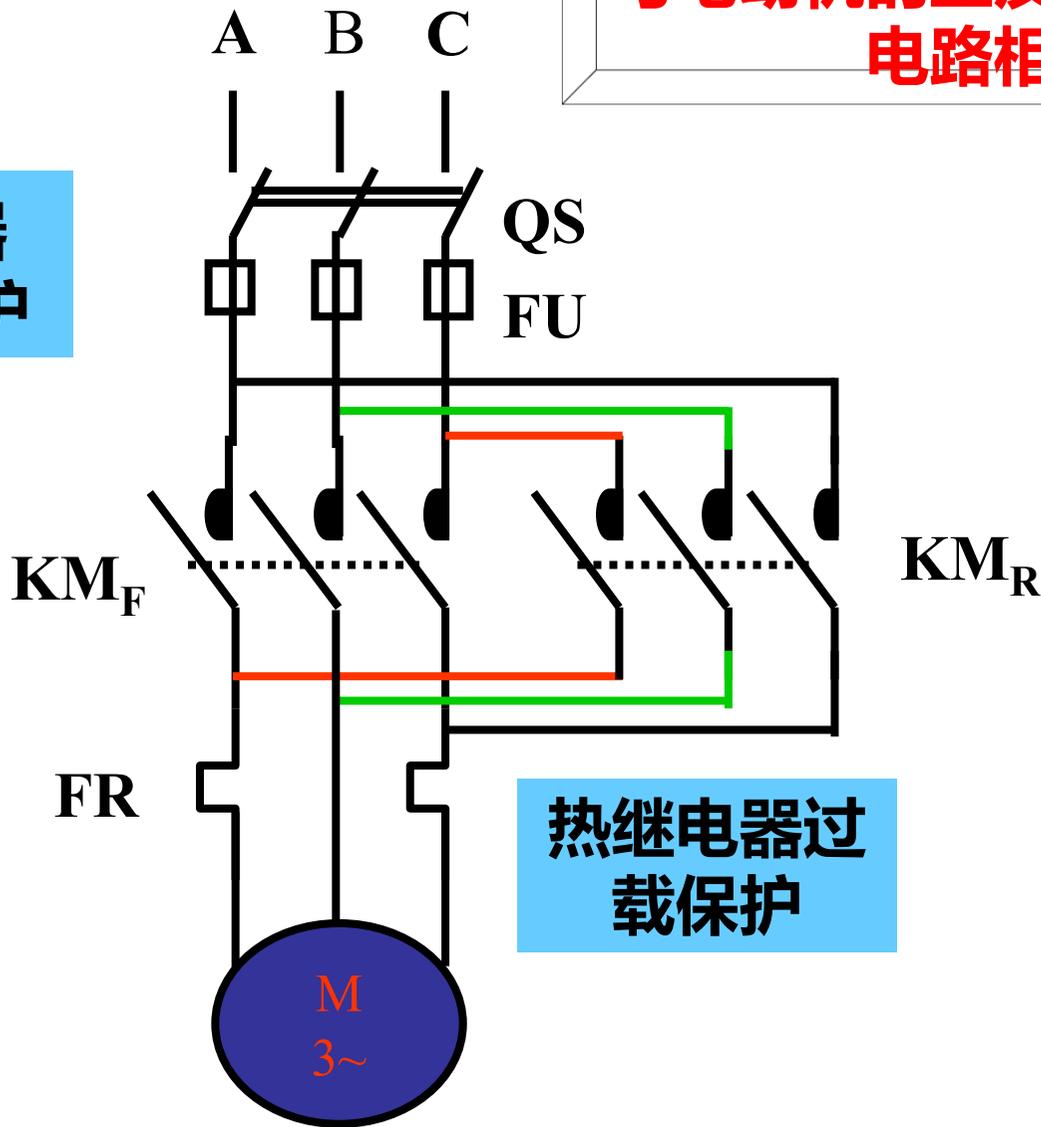
1. 小车启动后，前进到A地。然后做以下往复运动：
到A地后停1分钟等待装料，然后自动返回B地。
到B地后停1分钟等待卸料，然后自动返回A地。
2. 有过载和短路保护。



主电路

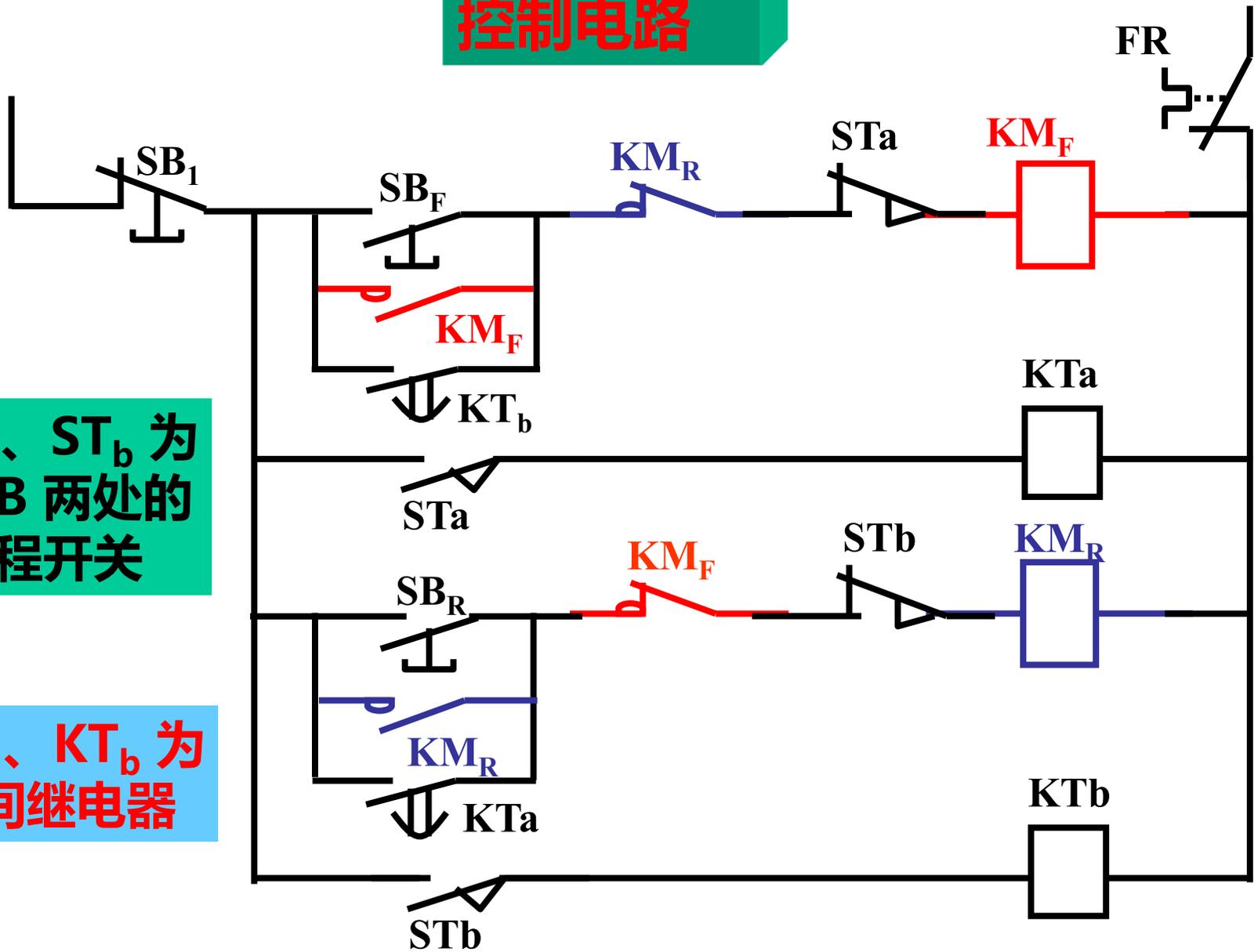
熔断器
短路保护

与电动机的正反转控制的主
电路相同



热继电器过
载保护

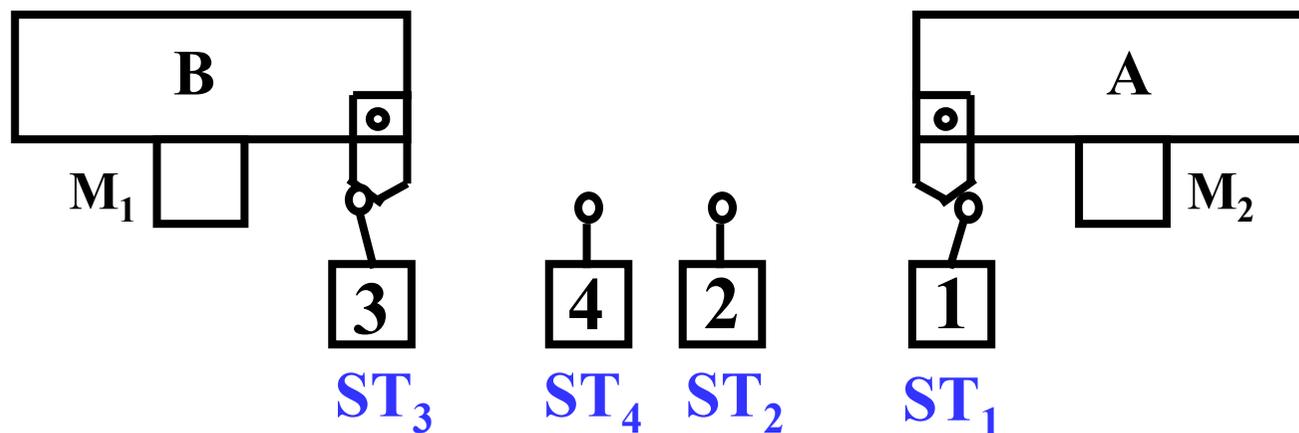
控制电路



ST_a 、 ST_b 为
A、B 两处的
行程开关

KT_a 、 KT_b 为
时间继电器

例题2：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

第三章

安全常识、口决估算、工具表的使用

安全常识

安全电压36V

安全电流30mA

10KV的高压电 有效安全距离为0.7米

保护接零

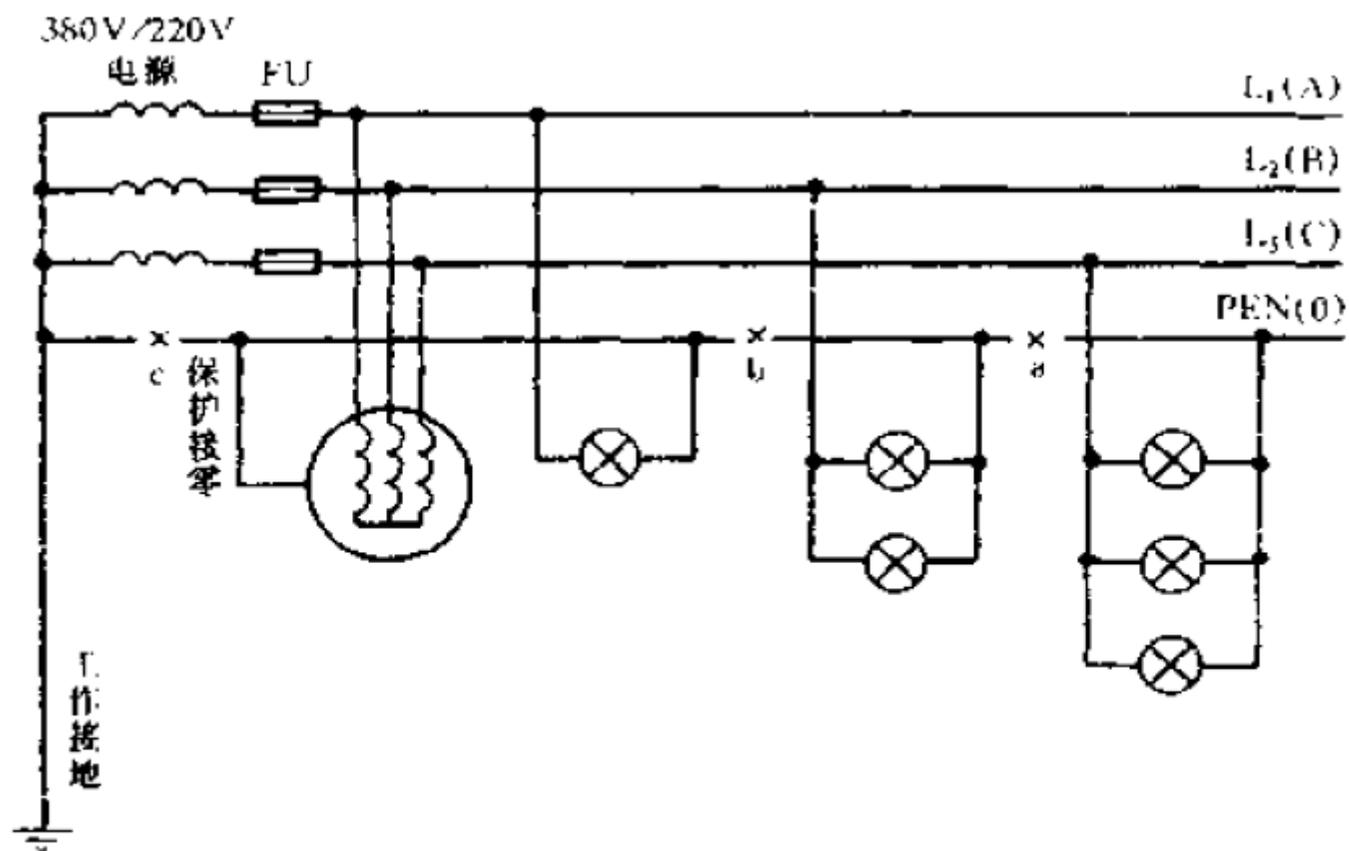
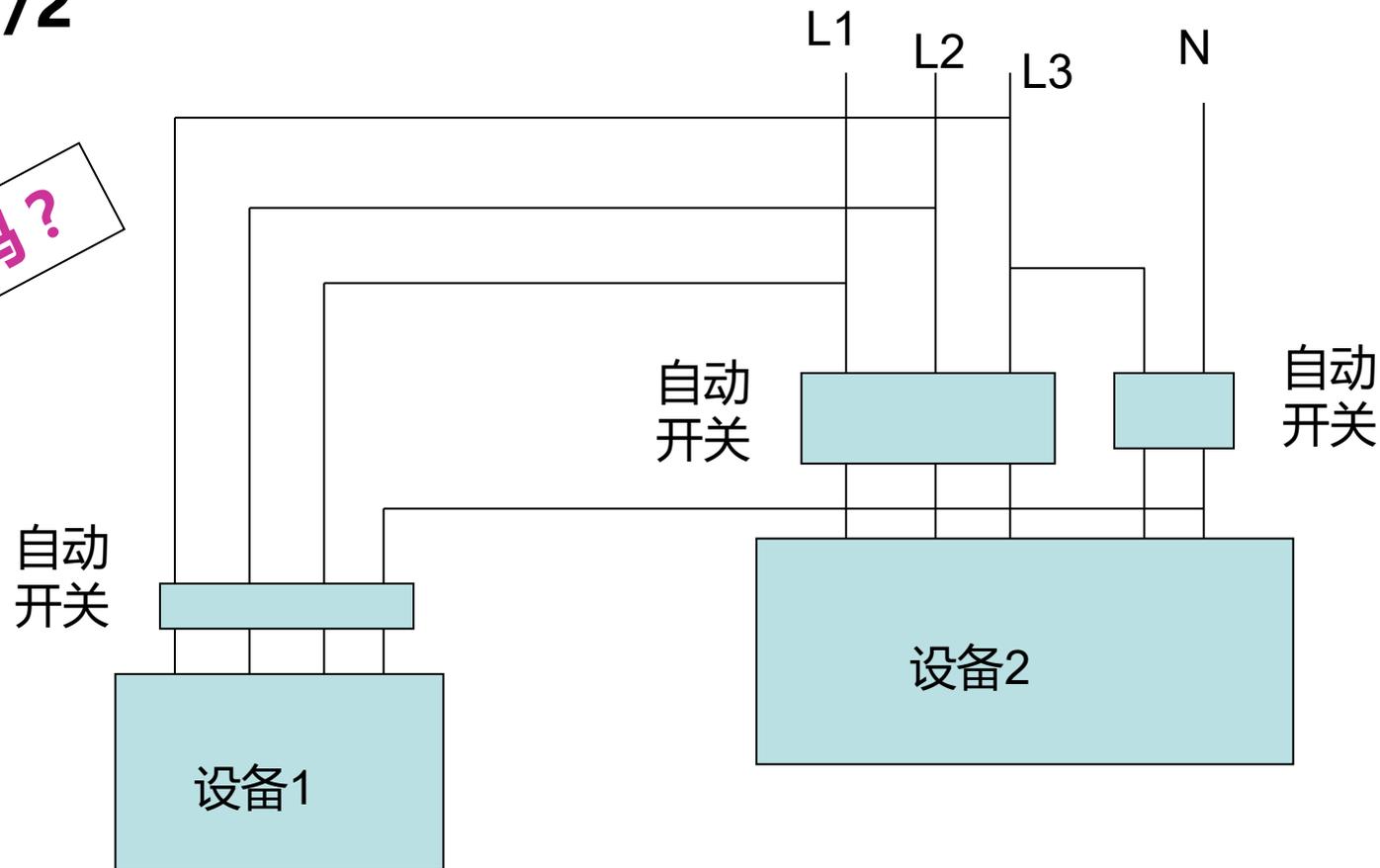


图 1-19 三相负载不平衡时零线断线示意图

在三相四线制供电系统中，规定零线中的电流不得超过相线电流的25%，在主干线上不得安装任何开关或熔断器，零线截面积不得小于相线截面积的1/2

这样使用行吗？



电机熔断体选择：

$$I_{\text{熔体电流}} \geq I_q / K$$

式中 I_q -电动机起动电流
一般为(4 ~ 8)电动机额定电流的4 ~ 8倍。

K-比例系数。一般为1.5 ~ 2.5
对不经常起动的电动机，取2.5
对频繁起动的电动机应取1.5

已知三相电动机容量，求其额定电流

口诀：容量除以千伏数，商乘系数点七六。

$$10\text{KW}=10000\text{W} \quad 10000\text{W}/380\text{V}*0.76=20\text{A}$$

三相二百二电机，千瓦三点五安培。

常用三百八电机，一个千瓦两安培。

判断交流与直流电口诀↓

电笔判断交直流，交流明亮直流暗，
交流氖管通身亮，直流氖管亮一端。

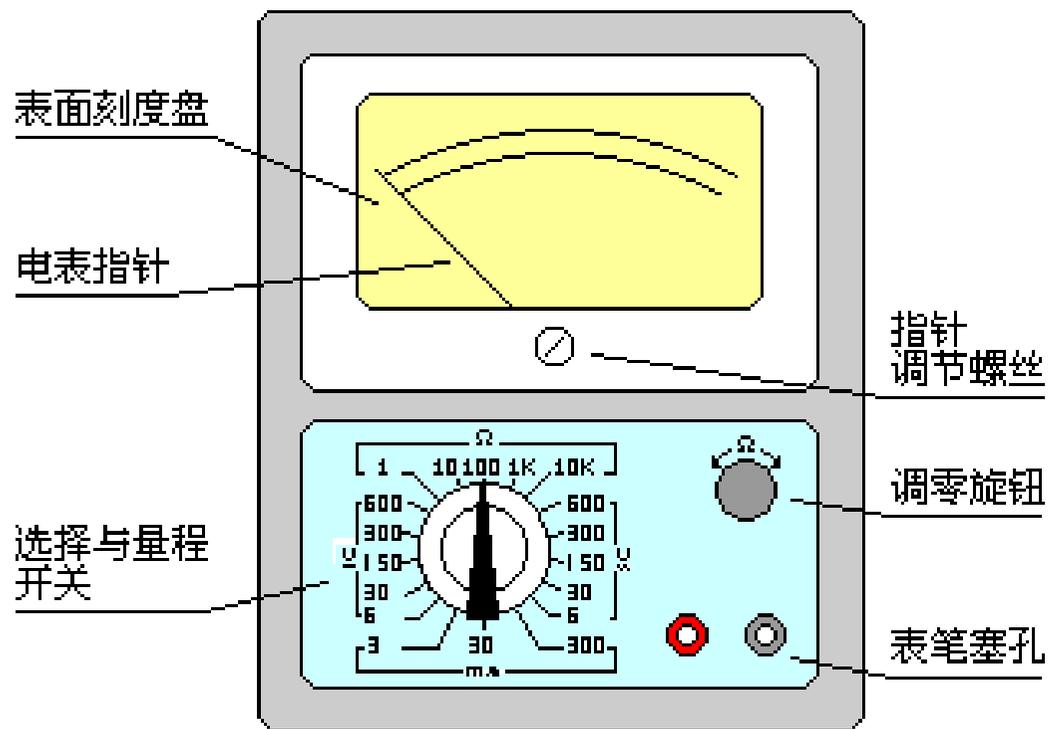
判断直流电正负极口诀：↓

电笔判断正负极，观察氖管要心细，
前端明亮是负极，后端明亮为正极。↓

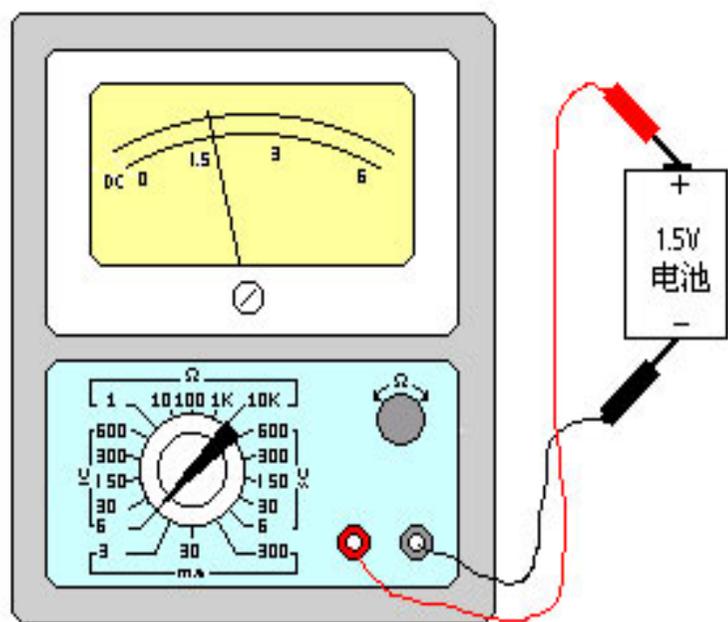
常用电工工具表

万用表：

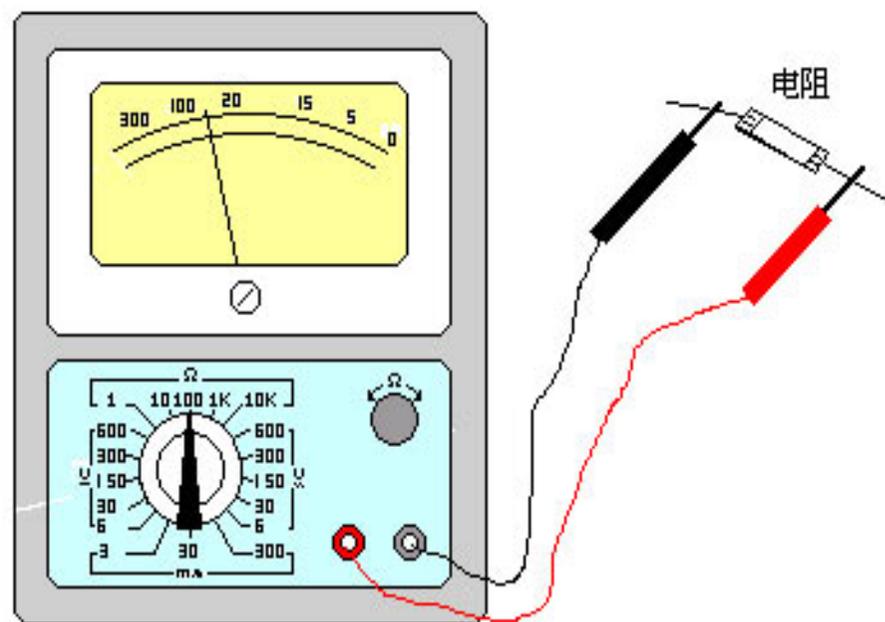
可以测量电阻、交直电流、交直电压等。



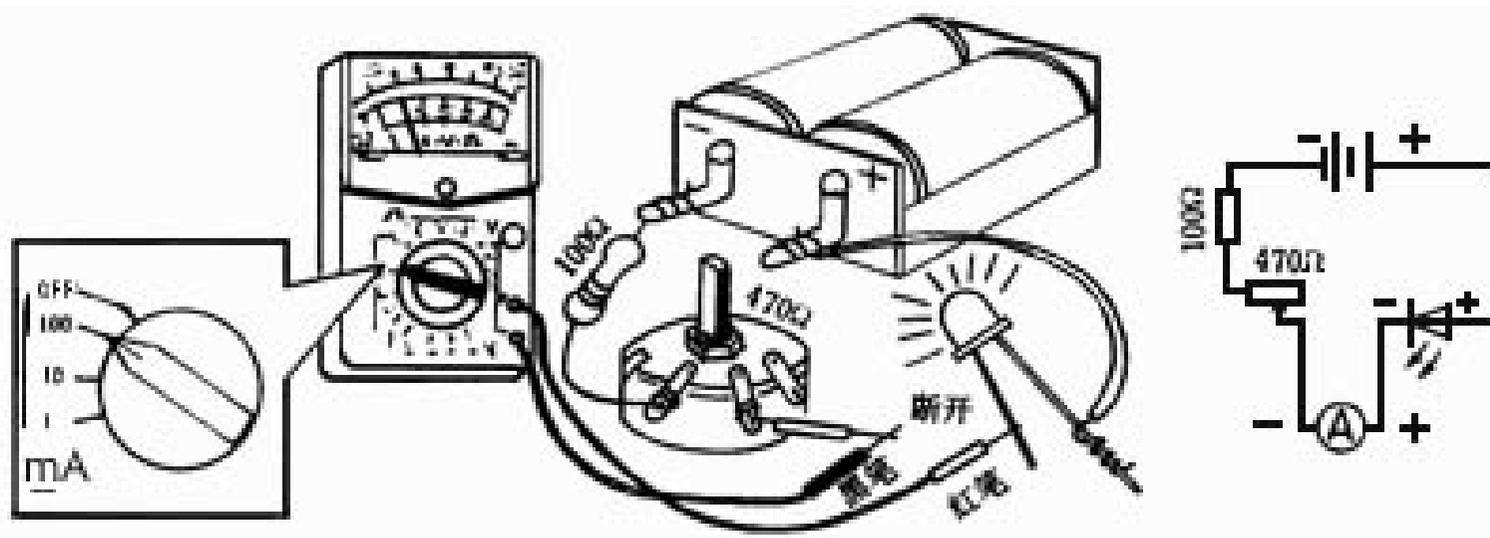
用万能表并联测电压



用万能表测电阻



用万能表串联测电流



钳形电流表：
可以方便的测量导线中的电流。



注意：量程的选择

兆欧表（俗称摇表）：
可以测量较大的电阻值。
一般常用于测电动机等电器设备的绝缘。



小常识

一般环境下使用的电动机的绝缘电阻要求达到0.5兆欧以上

第四章

PLC的简单介绍

一、PLC的产生

1968年美国通用汽车公司（GE），为了适应汽车型号的不断更新，生产工艺不断变化的需要，实现小批量、多品种生产，希望能有一种新型工业控制器，它能做到尽可能减少重新设计和更换电器控制系统及接线，以降低成本，缩短周期。

1969年由美国数字设备公司（DEC）根据美国通用汽车公司（GE）的要求研制成功。

二、PLC的特点

吸取继电器和计算机两者的优点

☆ 继电器控制系统体积大、可靠性低、接线复杂、不易更改、查找和排除故障困难，对生产工艺变化的适应性差，但简单易懂、价格便宜；

☆ 计算机功能强大、灵活（可编程）、通用性好，但编程困难；

☆ 采用面向控制过程、面向问题的“自然语言”进行编程，使不熟悉计算机的人也能很快掌握使用。（梯形图）

三、 PLC的定义及主要品牌

PLC称为可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller)

各大品牌：

德国的西门子(SIEMENS)、

美国A-B (Allen-Bradly) GE (General Electric)

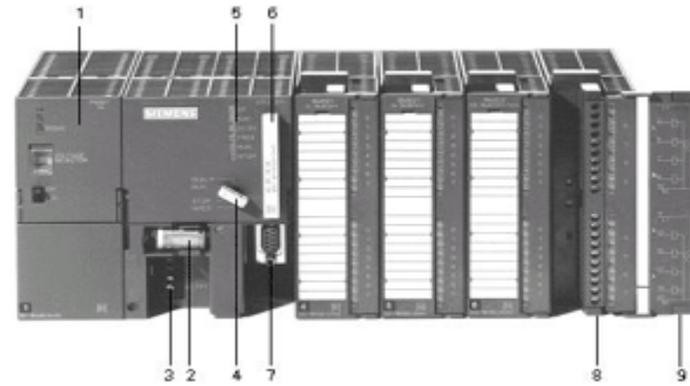
日本三菱电机 (Mitsubishi Electric)、 欧姆龙 (OMRON)、

日本主要发展中小型PLC，在世界小型PLC市场上，
日本产品约占有70%的份额。在中国，OMRON产品的销量居首位

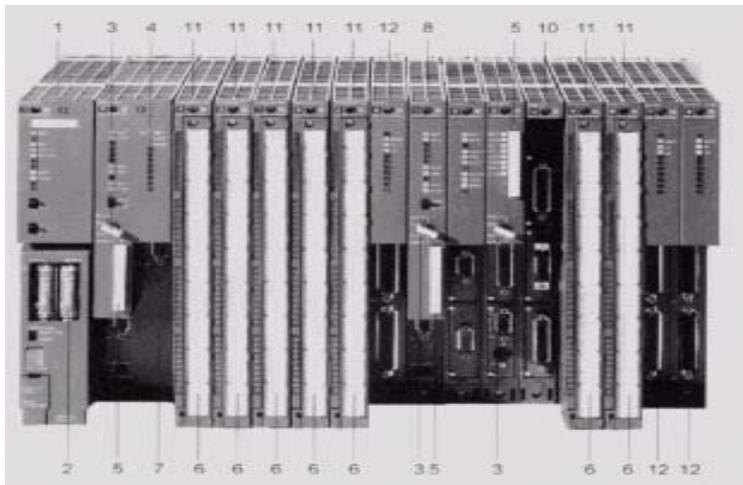
西门子PLC外形图



S7-200系列PLC



S7-300系列PLC



S7-400系列PLC

三菱PLC外形图



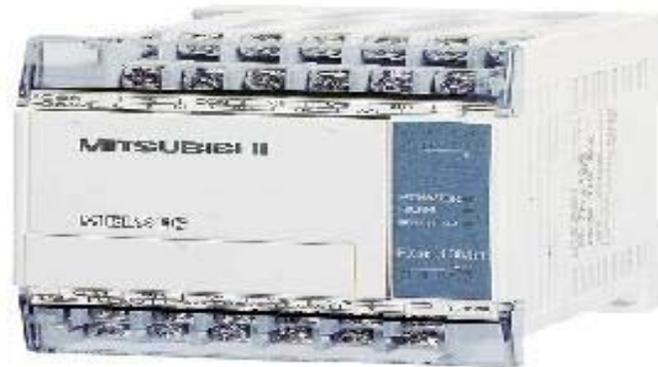
Q系列PLC



FX_{2N}系列PLC

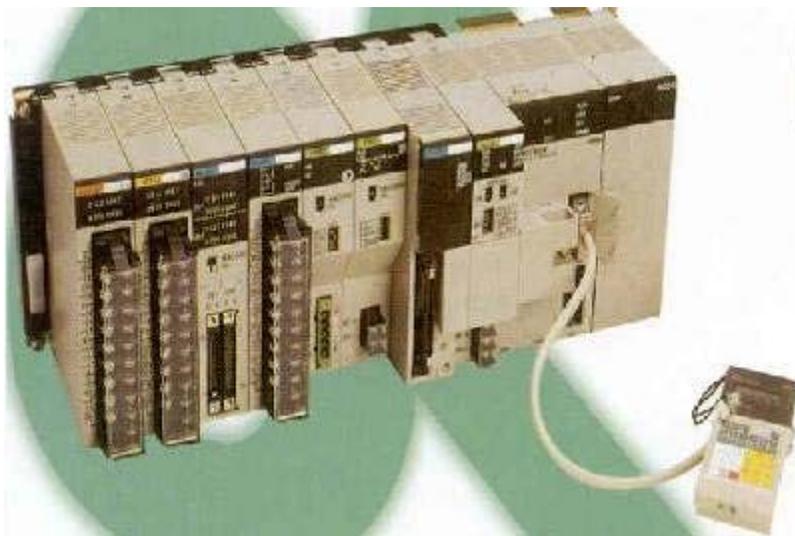


FX_{1N}系列PLC

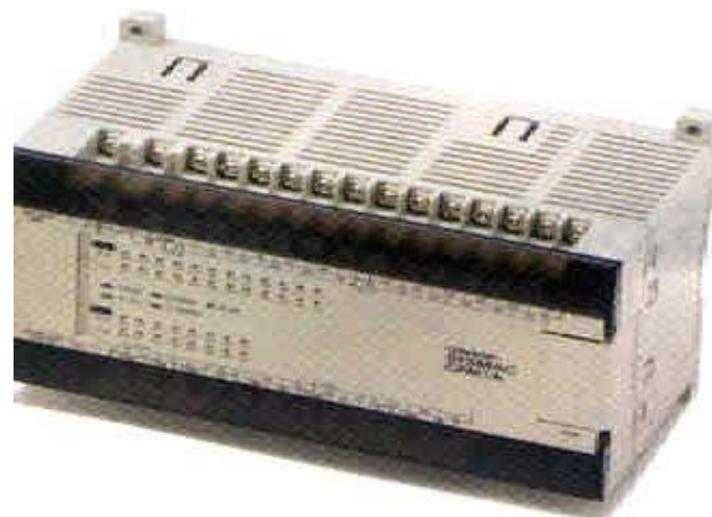


FX_{1S}系列PLC

欧姆龙PLC外形图



C200H系列PLC

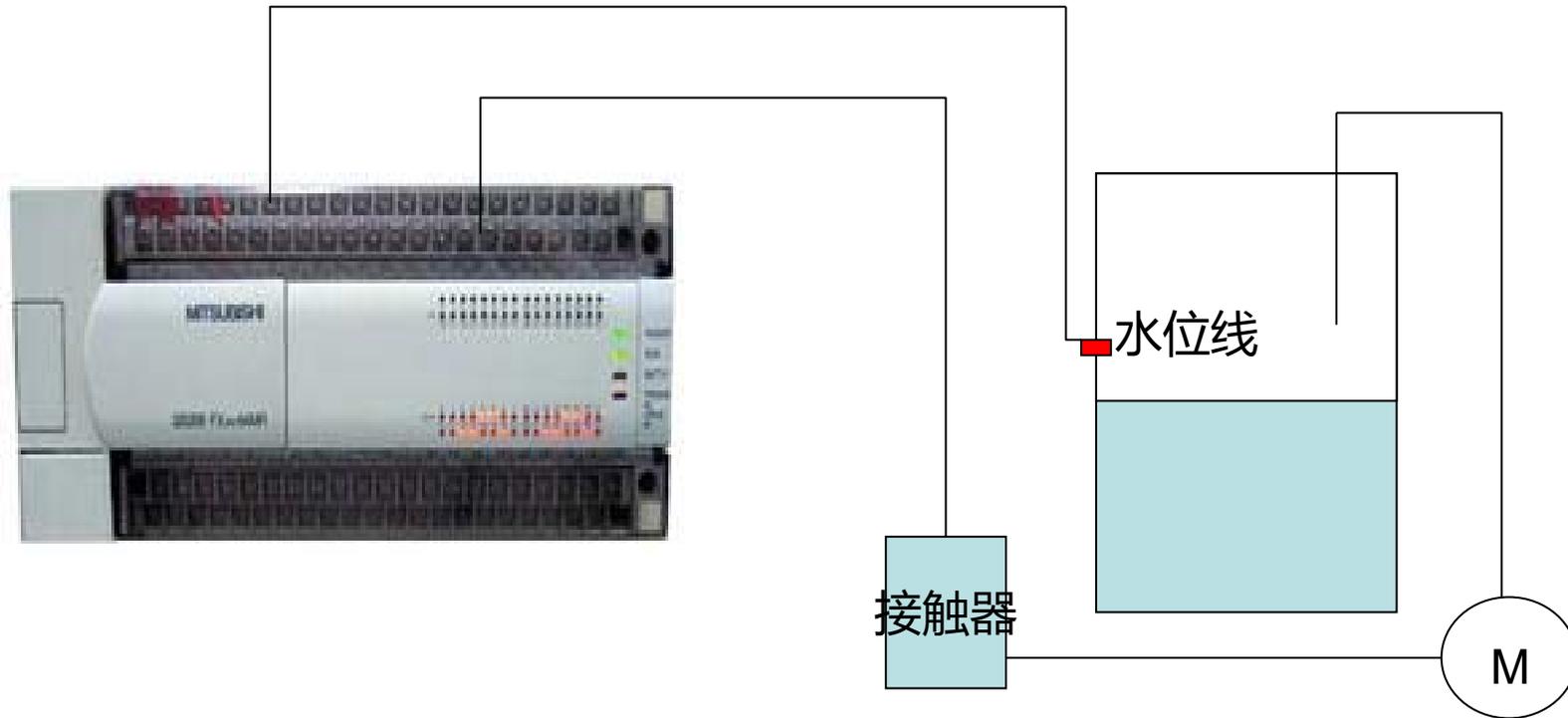


CPM1A、CPM2A系列PLC

四、PLC常用功能介绍

- 1 逻辑控制功能
- 2 定时控制功能
- 3 计数控制功能
- 4 步进控制功能
- 5 数据处理功能
- 6 回路控制功能
- 7 通讯联网功能
- 8 监控功能
- 9 停电记忆功能
- 10 故障诊断功能

逻辑控制功能



定时控制功能

定时控制功能是PLC的最基本功能之一。

PLC中有许多可供用户使用的定时器，功能类似于继电器线路中的时间继电器。

定时器的设定值(定时时间)可以在编程时设定，也可以在运动过程中根据需要进行修改，使用方便灵活。

同时PLC还提供了高精度的时钟脉冲，用于准确实时控制

计数控制功能

计数控制功能是PLC的最基本功能之一。

PLC为用户提供许多计数器，计数器计数到某一数值时，产生一个状态信号(计数值到)，利用该状态信号实现对某个操作的计数控制。计数器的设定值可以在编程时设定，也可以在运行过程中根据需要进行修改。

监控功能

PLC设置了较强的监控功能。

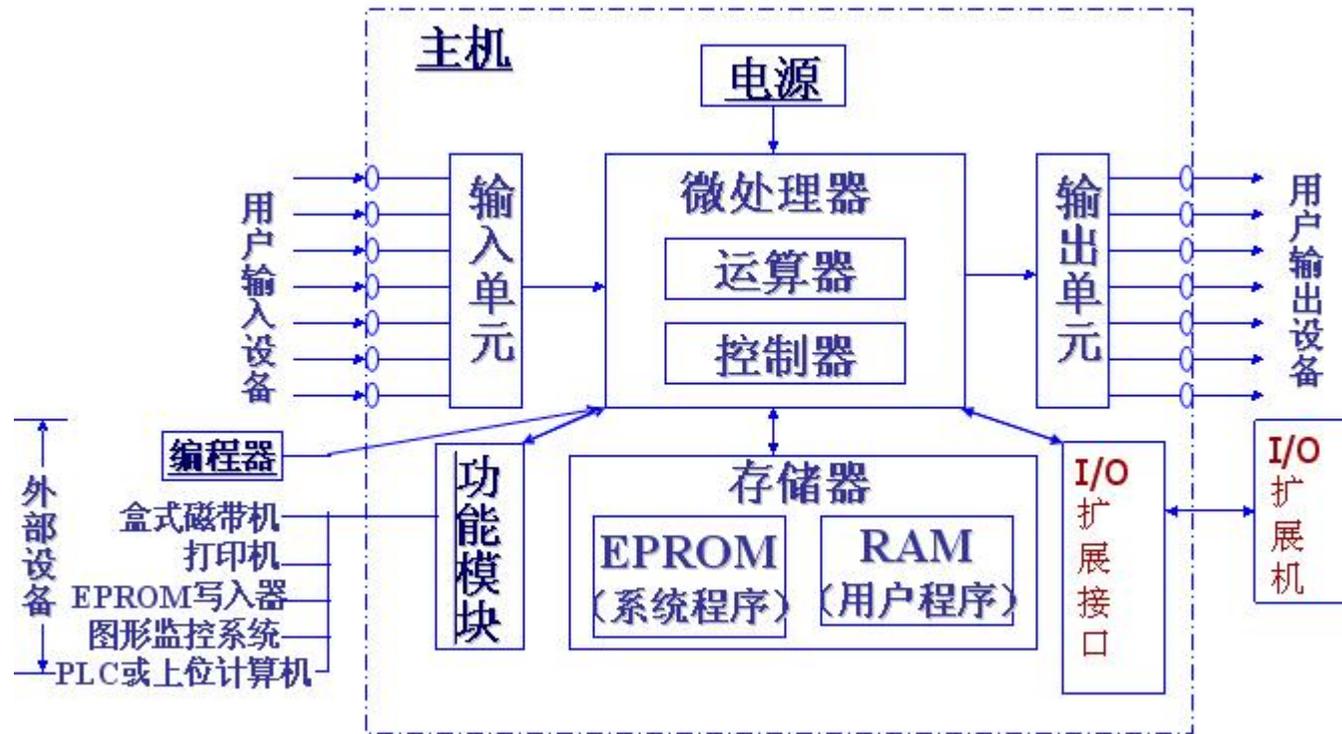
利用编程器或监视器，操作人员可以对PLC有关部分的运行状态进行监视。

利用编程器，可以调整定时器、计数器的设定值和当前值，并可以根据需要改变PLC内部逻辑信号的状态及数据区的数据内容，为调整和维护提供了极大的方便。

五、 PLC基本组成及应用

PLC内部硬件框图及各部分作用

PLC由四部分组成：中央处理单元（CPU板）、输入输出（I/O）部件和电源部件



PLC系统软件

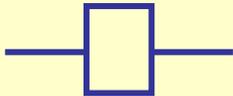
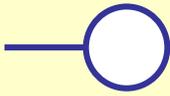
用户程序可以在PLC系统软件上完成，并下载到PLC中应用，每种PLC都有不同的系统编程软件，如OMRON的编程软件有CX-Pro7.0、西门子有step 7，这些软件可以运行在个人计算机上。

PLC编程语言

程序的表达方式基本有四种：梯形图、指令表、逻辑功能图和高级语言。梯形图是当前使用最广泛的一种编程方法。

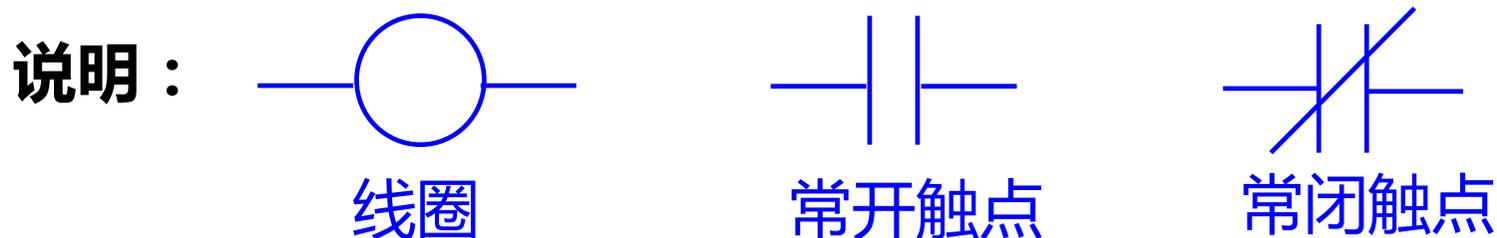
1. 梯形图编程语言

梯形图（Ladder diagram）编程语言是一种图形语言，类似于继电器控制线路图的一种编程语言，它面向控制过程，直观易懂，是PLC编程语言中应用最多的一种语言。

		物理继电器	PLC继电器
线圈			
触点	常开		
	常闭		

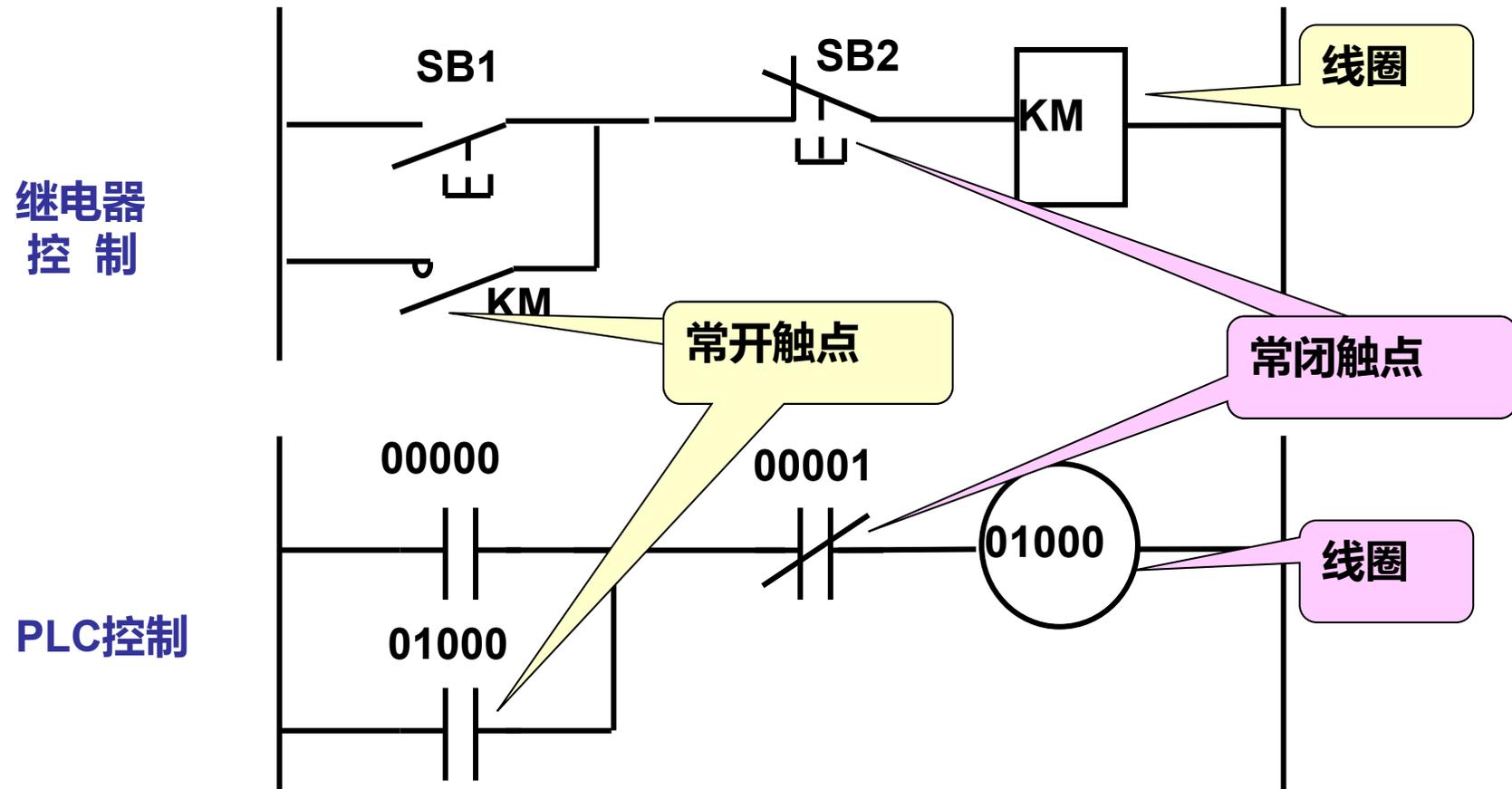
两种梯形图的继电器符号图对照

PC的继电器不是物理的电器，它是PC内部的寄存器位，因为它具有与物理继电器相似的功能，常称之为“软继电器”。

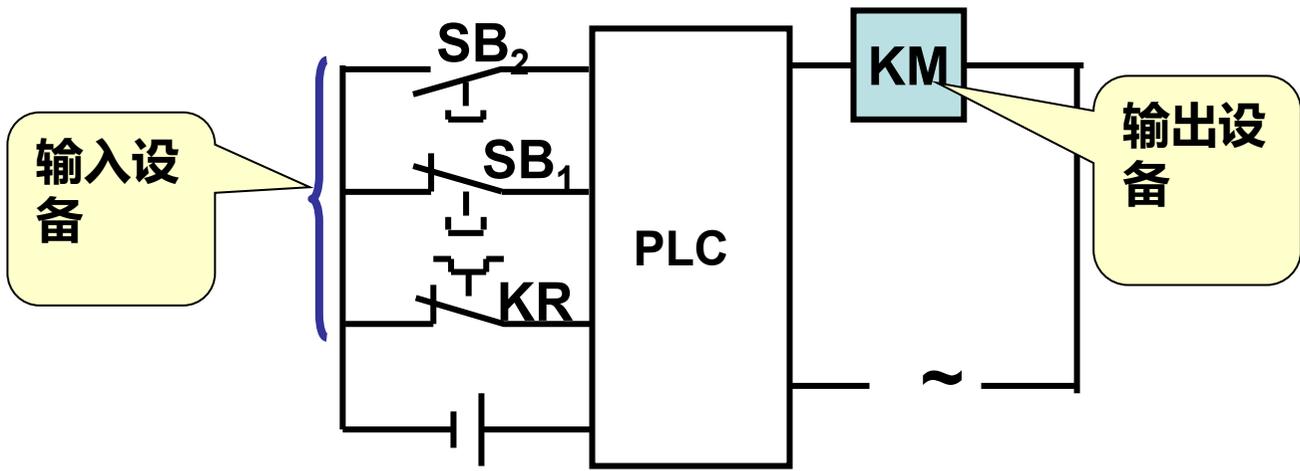
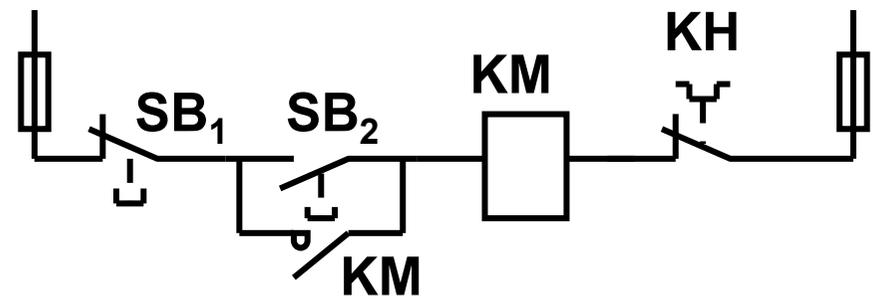
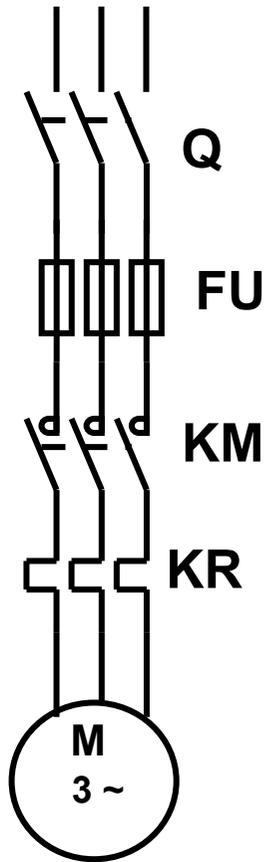


PLC每一个继电器都对应着内部的一个寄存器位，该位为“1”态时，相当于继电器接通；为“0”态时，则相当于继电器断开。

两种控制的梯形图对比



一个简单的实际电路



谢谢！