

第7章 继电接触控制系统

第7章 继电接触器控制系统

- 1 常用低压电器
- 2 电气系统的基本控制环节
- 3 时间控制

第7章 继电接触器控制系统

应用电动机拖动生产机械，称为电力拖动。利用继电器、接触器实现对电动机和生产设备的控制和保护，称为继电接触控制。

本章主要介绍几种常用的低压电器，基本的控制环节和保护环节的典型线路。

实现继电接触控制的电气设备，统称为控制电器，如刀闸、按钮、继电器、接触器等。下面介绍常用控制电器的用途及电工表示符号。

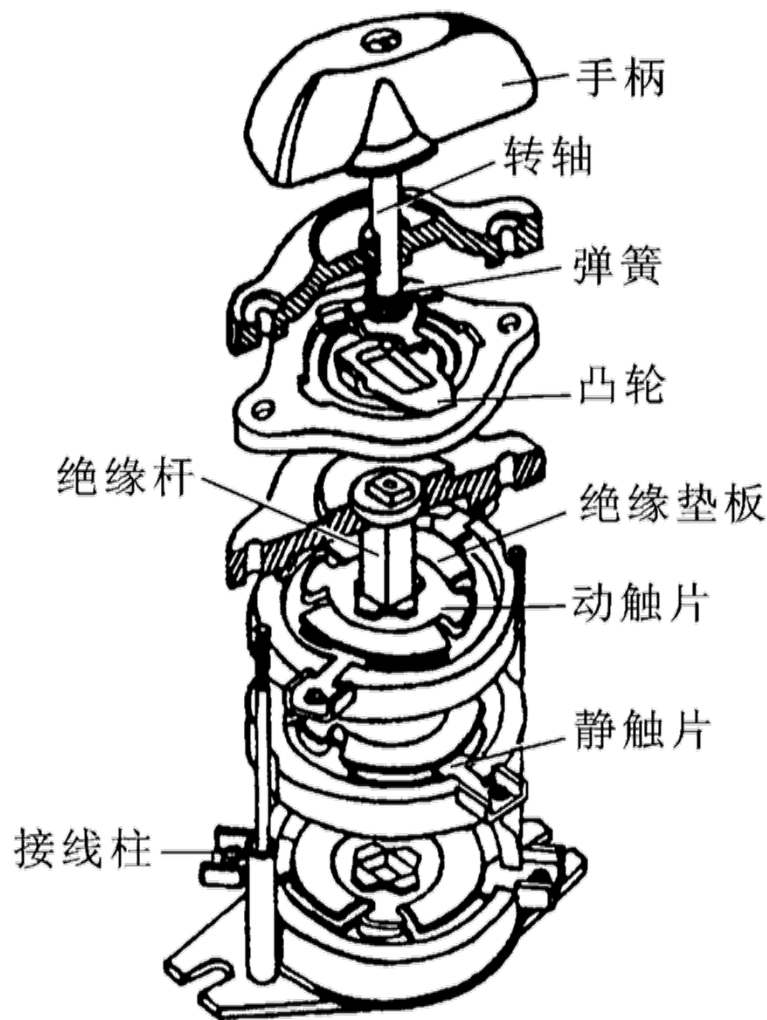
3.1 常用低压电器

1.1 组合开关

组合开关也称转换开关。

1. 用途：一般用于电气设备电源引入开关，也用于小容量电动机的起/停控制。

2. 结构：对常用的三极开关来说，每一极有一对静触片与盒外接线柱相接，动触片受手柄控制可以转动，以达到线路的通 / 断控制。

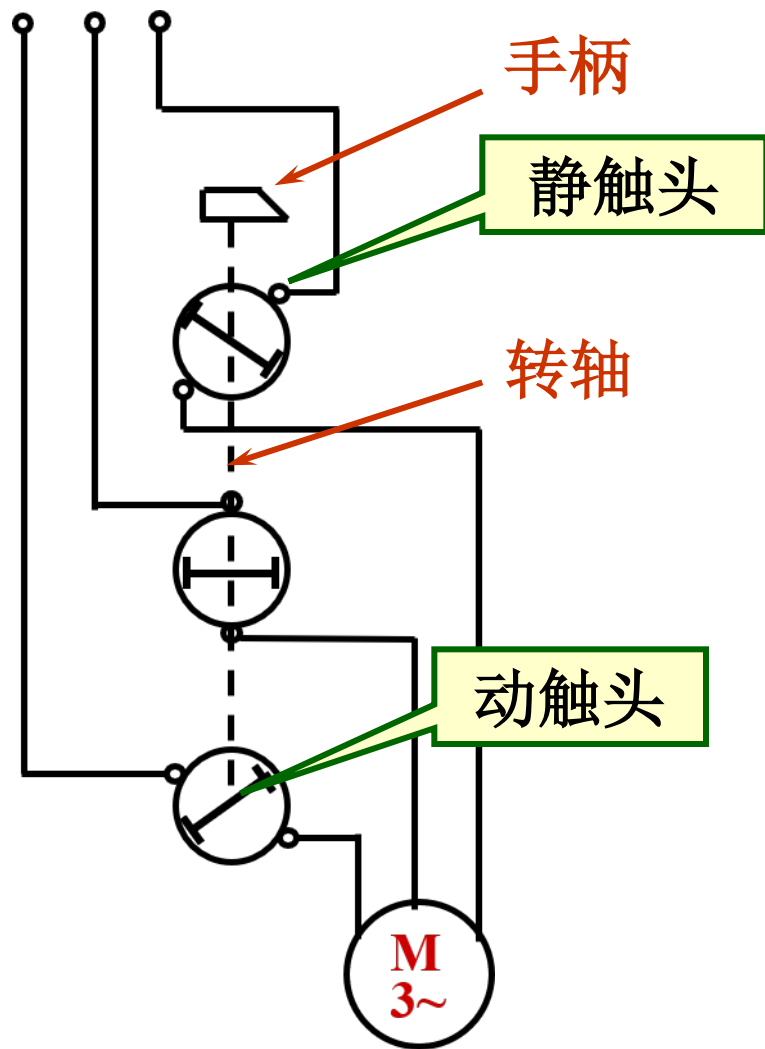
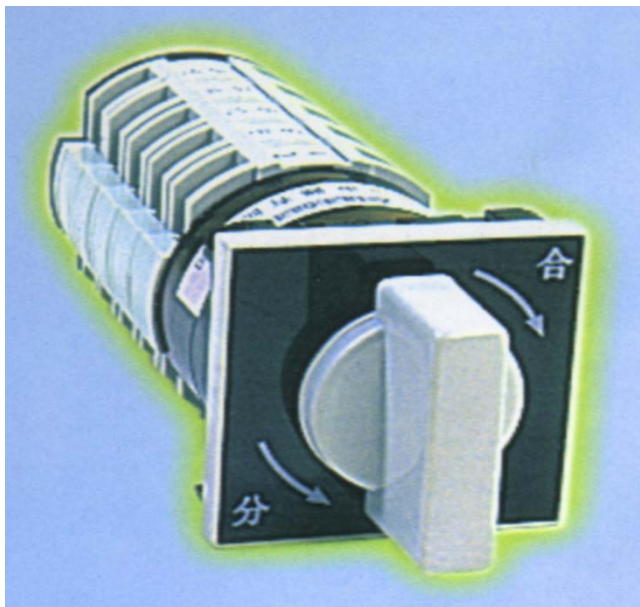


1.1 组合开关

(3) 种类：有单极、双极、三极和四极等，额定电流有 10、25、60 和 100 A 等多种。



用手柄转动转轴时，就可将三个触点同时接通或断开。

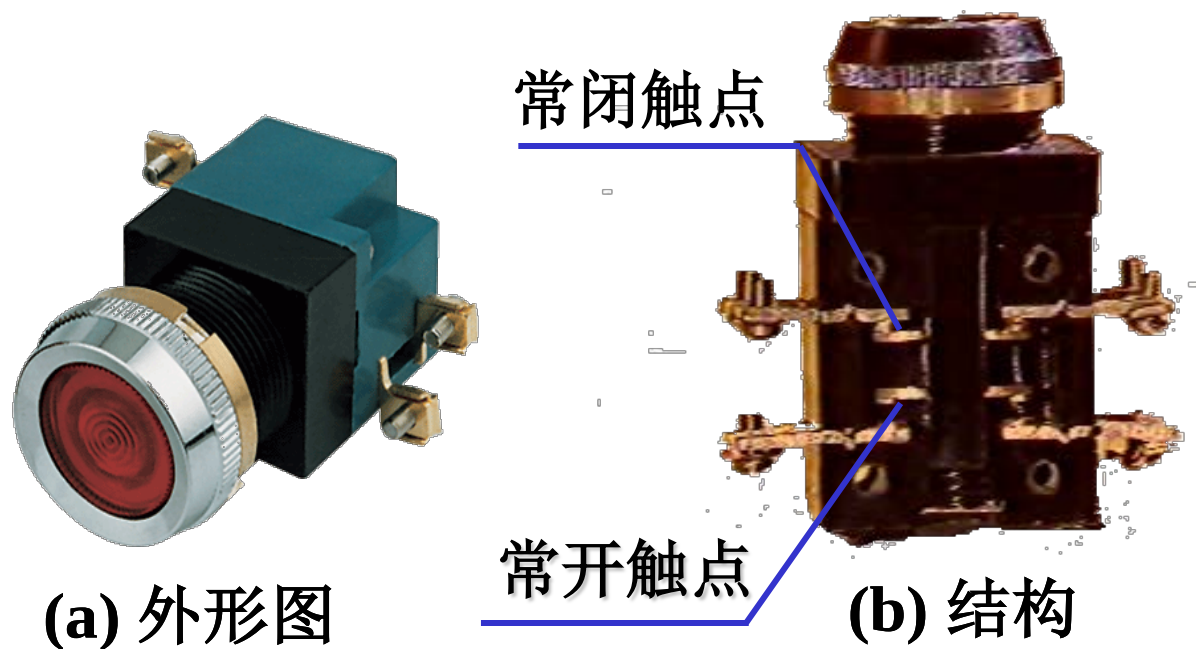


用组合开关起停电动机的接线图

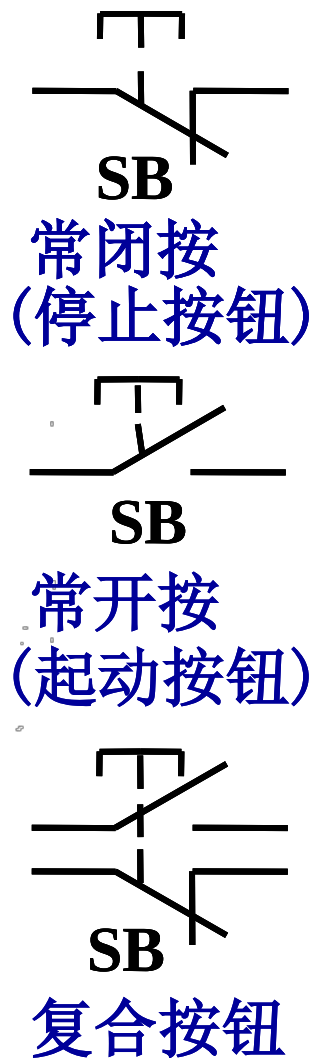
1.2 按钮(手动切换电器)

按钮常用于接通和断开控制电路。

按钮的外形图和结构如图所示。

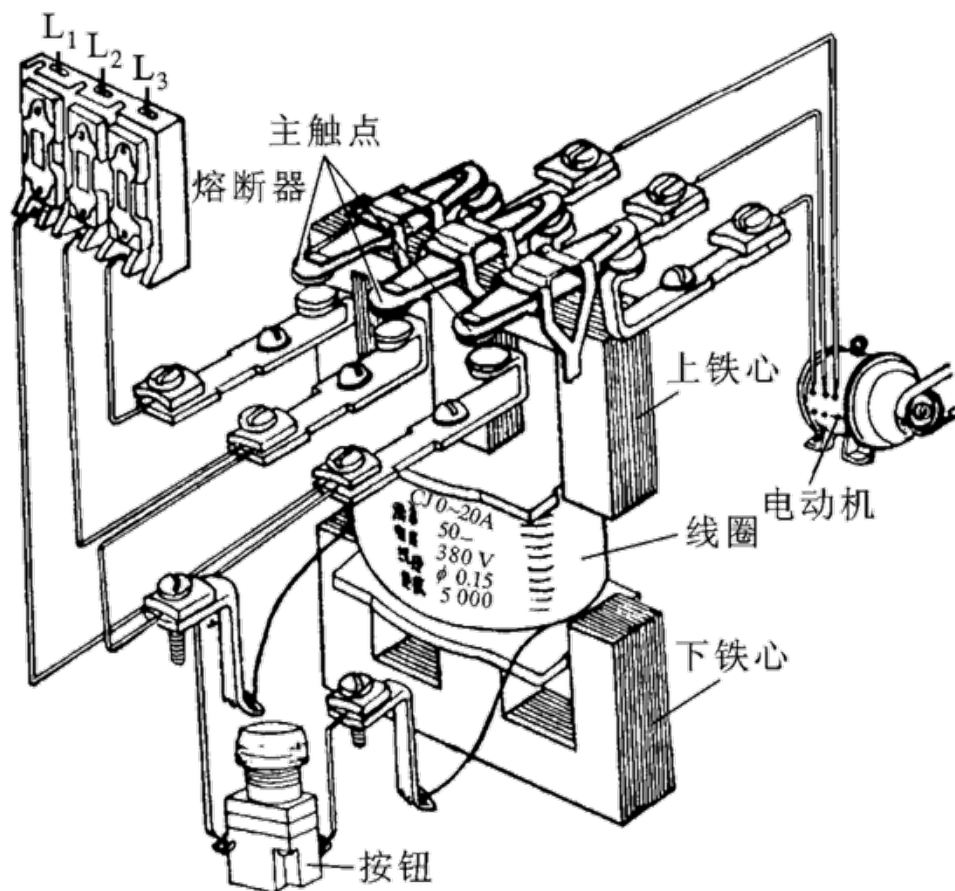


按钮开关的外形和符号

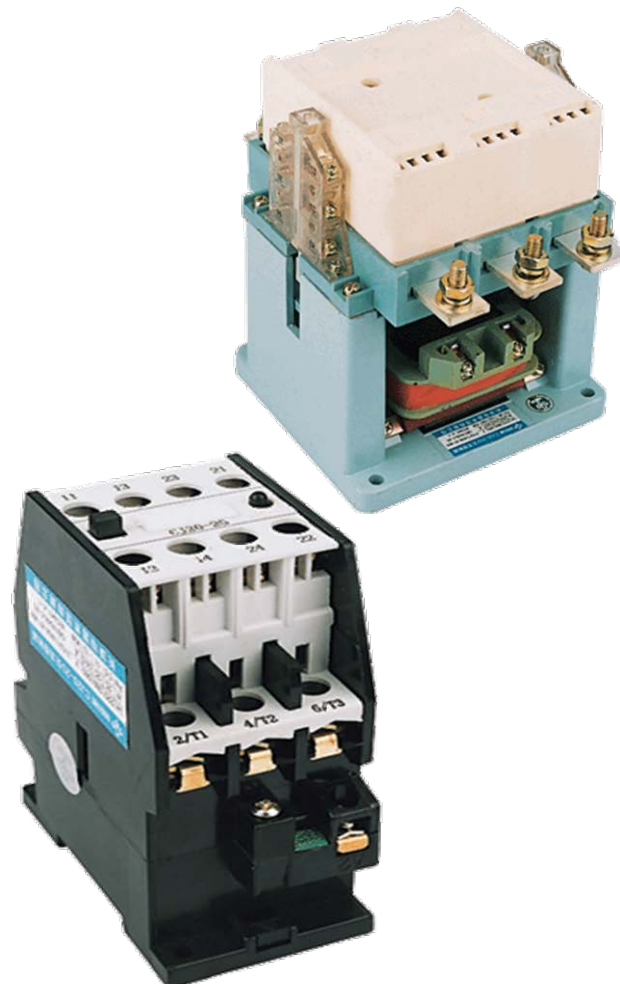


1.3 交流接触器

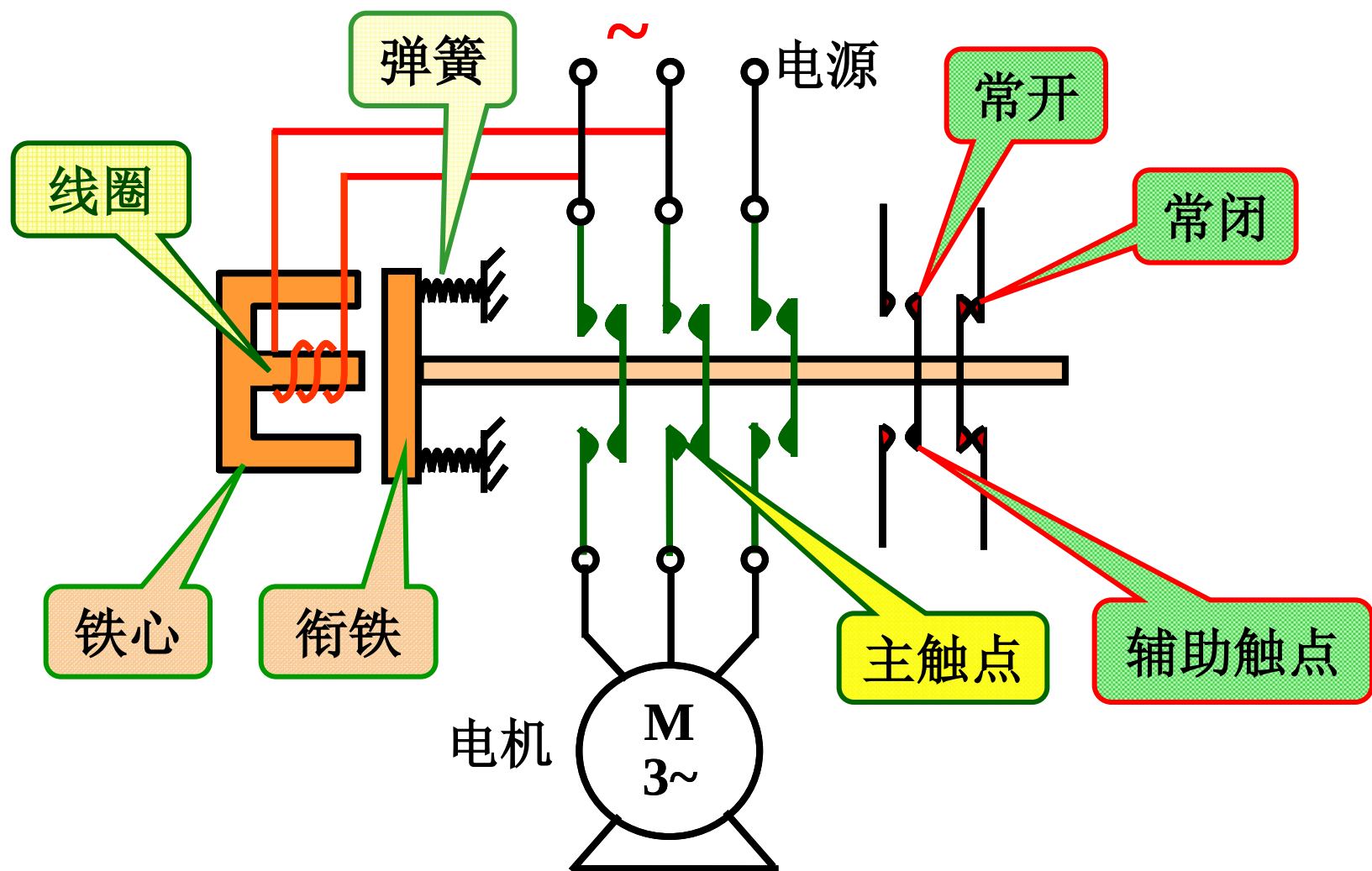
用于频繁地接通和断开大电流电路的开关电器。



交流接触器主要结构图

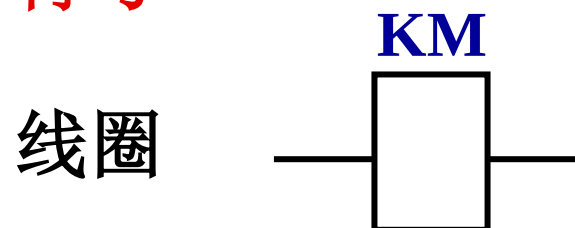


1.3 交流接触器

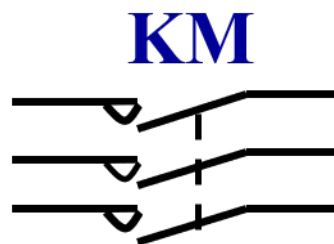


1.3 交流接触器

符号



动合(常开)主触点



用于主电路 流过的大电流(需加灭弧装置)

动合(常开)辅助触点



用于控制电路流
过的小电流(无需
加灭弧装置)

动断(常闭)辅助触点



1.3 交流接触器

属于同一器件的线圈和触点用相同的文字表示。

常用的交流接触器有CJ10、CJ12、CJ20和3TB等系列。

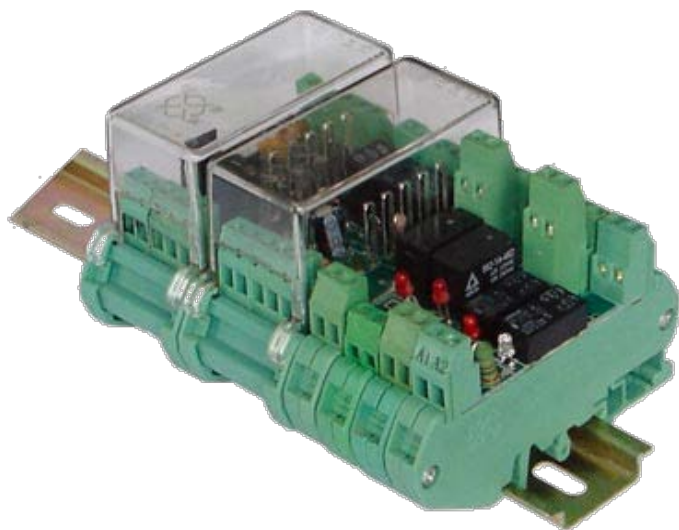
接触器技术指标： 额定工作电压、电流、触点数等。

如 CJ10系列主触点额定电流 5、10、20、40、75、120A 等数种；额定工作电压通常是 220V 或 380V。

1.4 中间继电器

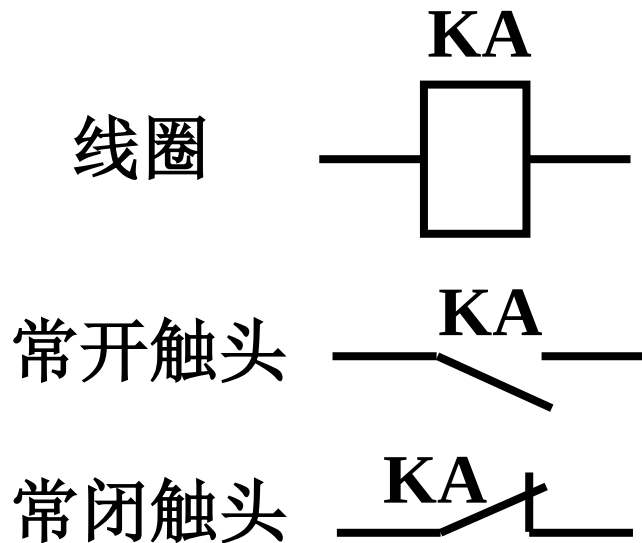
通常用于传递信号和同时控制多个电路，也可直接用它来控制小容量电动机或其他电气执行元件。

中间继电器触头容量小，触点多，用于控制线路。



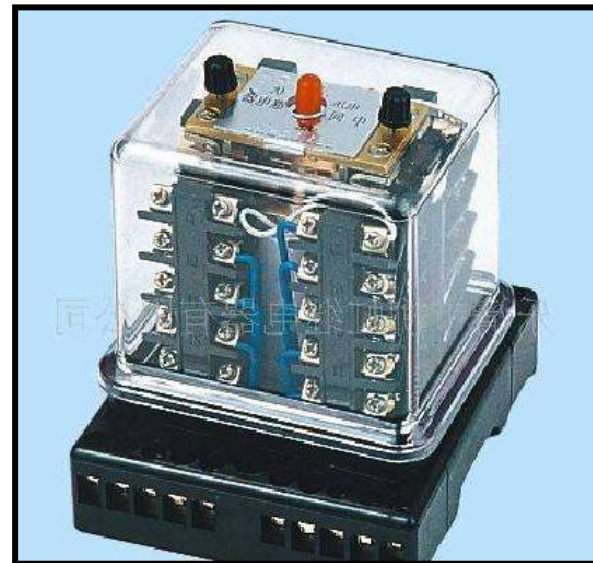
(a) 外形

(2) 中间继电器



(b) 符号

中间继电器外形与符号

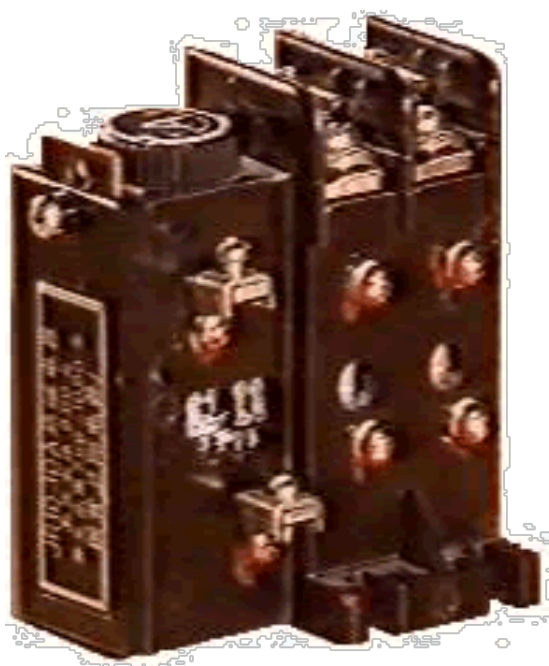


(a) 外形

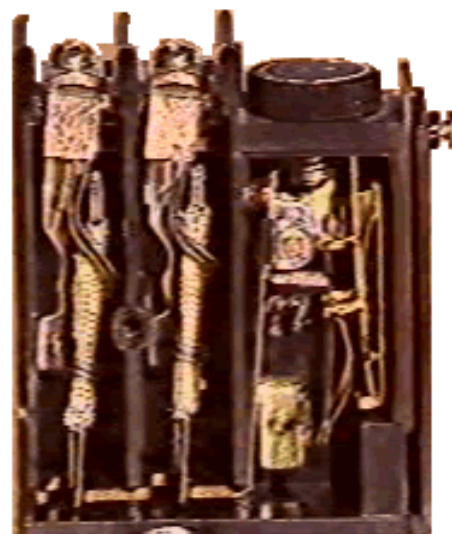
常用的有JZ7系列和JZ8系列(交直流两用)以及 JTX系列小型通用继电器(用于自动装置以接通和断开电路。

1.5 热继电器

用于电动机的过载保护。



(a) 外形

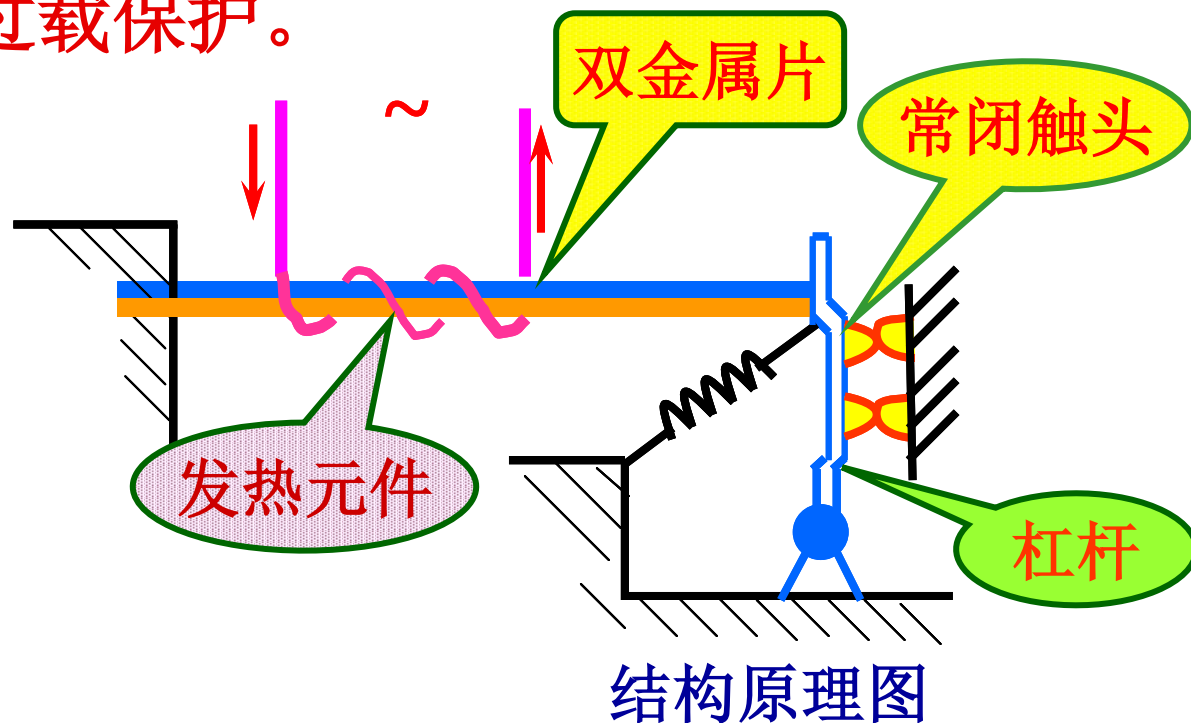
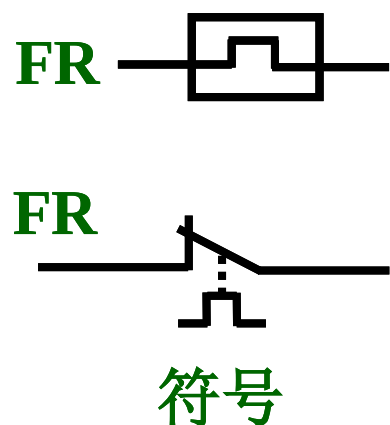


(b) 结构

热继电器外形与结构

1.5 热继电器

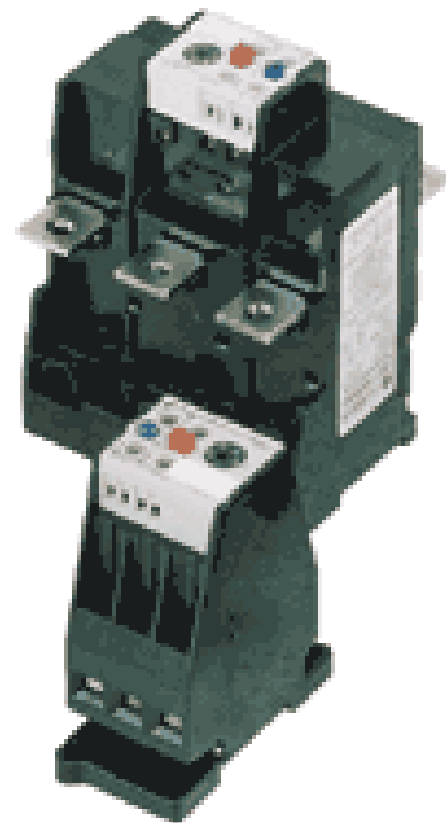
用于电动机的过载保护。



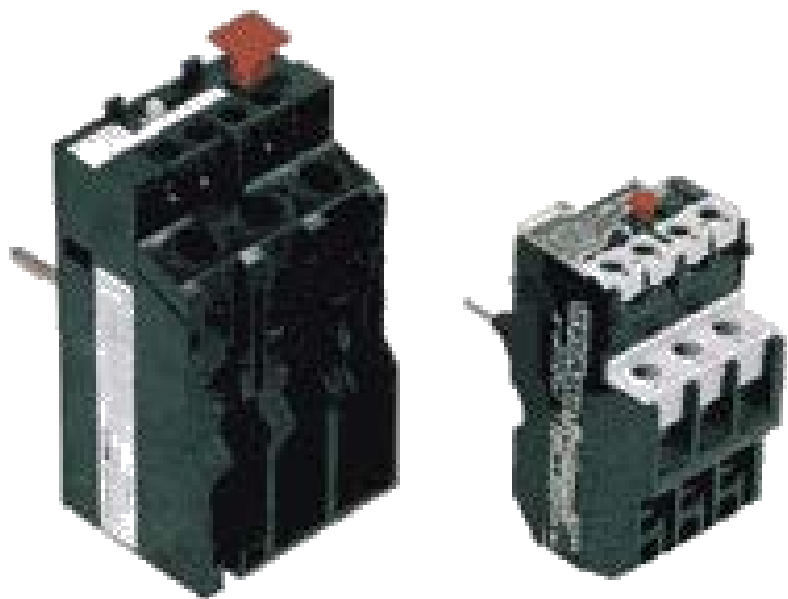
工作原理

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。

热继电器
JRS2(3UA5)系列-4



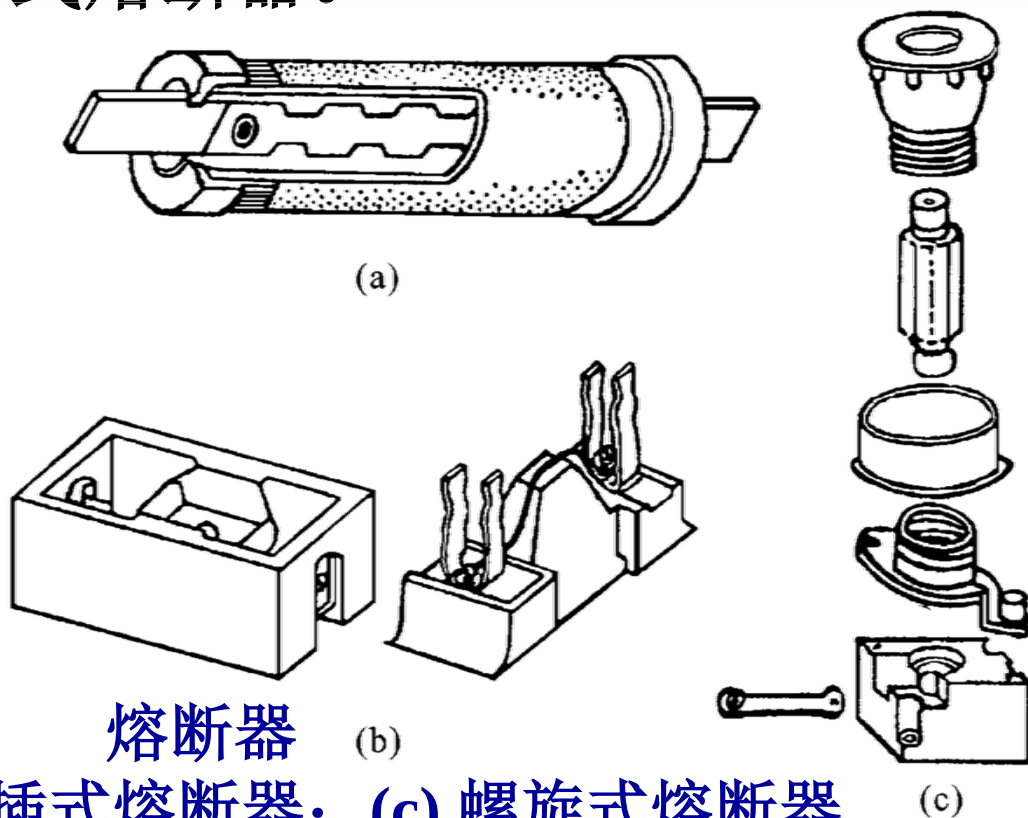
热继电器
JRS1(LR1-D)系列-1



1.6 熔断器

用于低压线路中的短路保护。

常用的继电器有插入式熔断器、螺旋式熔断器、管式熔断器和有填料式熔断器。

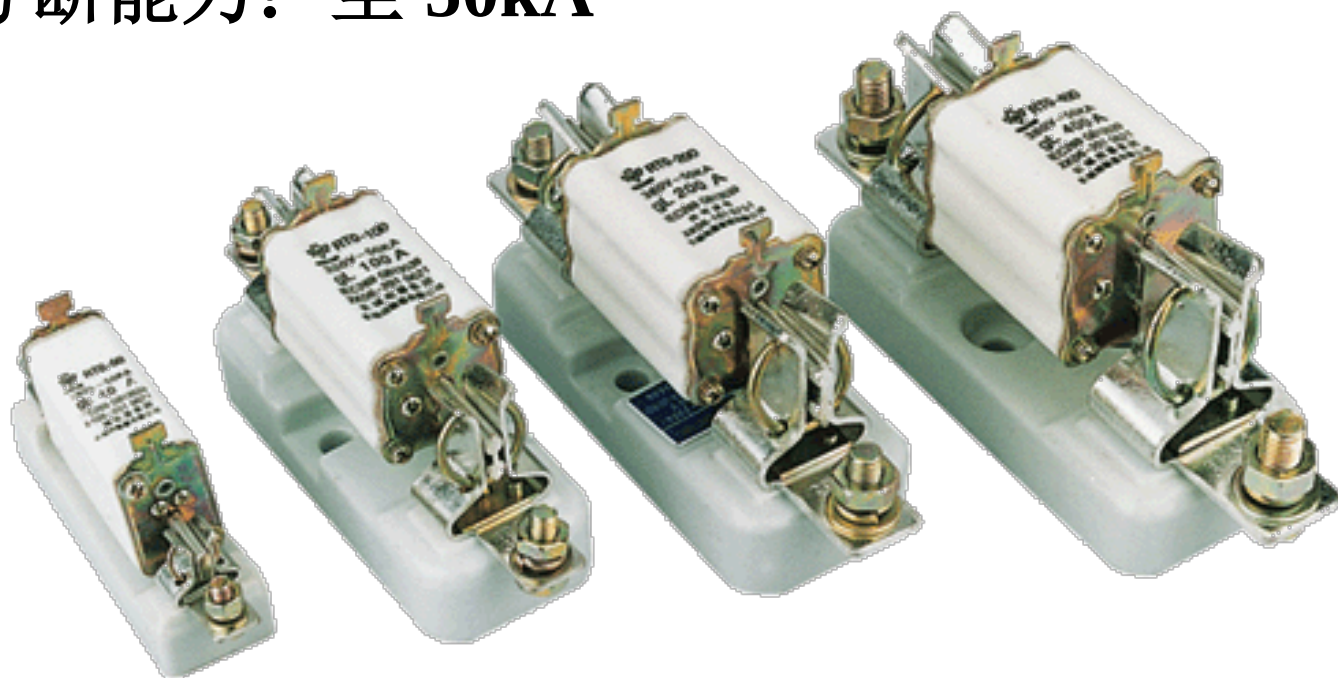


(a) 管式熔断器； (b) 插式熔断器； (c) 螺旋式熔断器

RT0系列有填料封闭管式熔断器

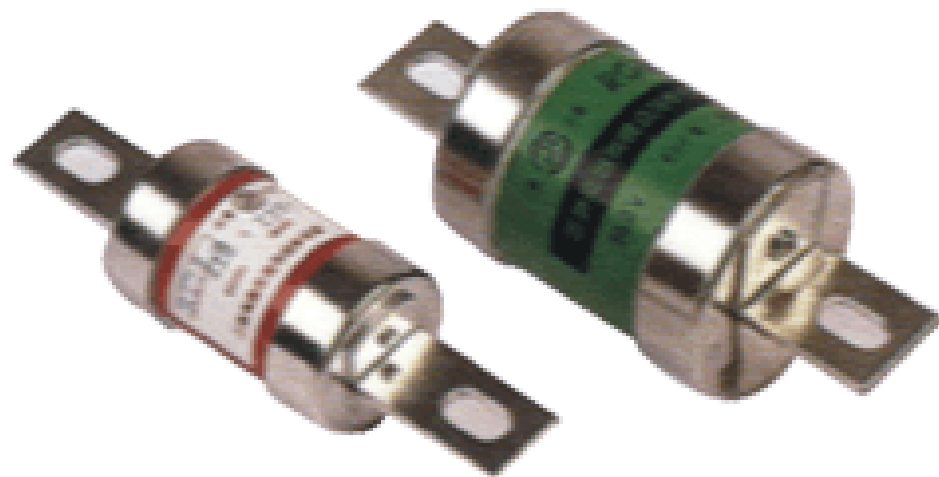
适用于交流 50Hz，额定电压交流 380V，额定电流至1000A 的配电线路中，作过载和短路保护。

额定分断能力：至 50kA



熔断器RT15系列

RT15 型螺栓连接熔断器适用于额定电压至 415V，额定电流至 400A 的电路中，主要作为工厂企业及电厂等低压配电系统中线路的过载和系统的短路保护之用。



1.6 熔断器

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

$$\text{熔丝额定电流} \geq \frac{\text{电动机的起动电流}}{2.5}$$

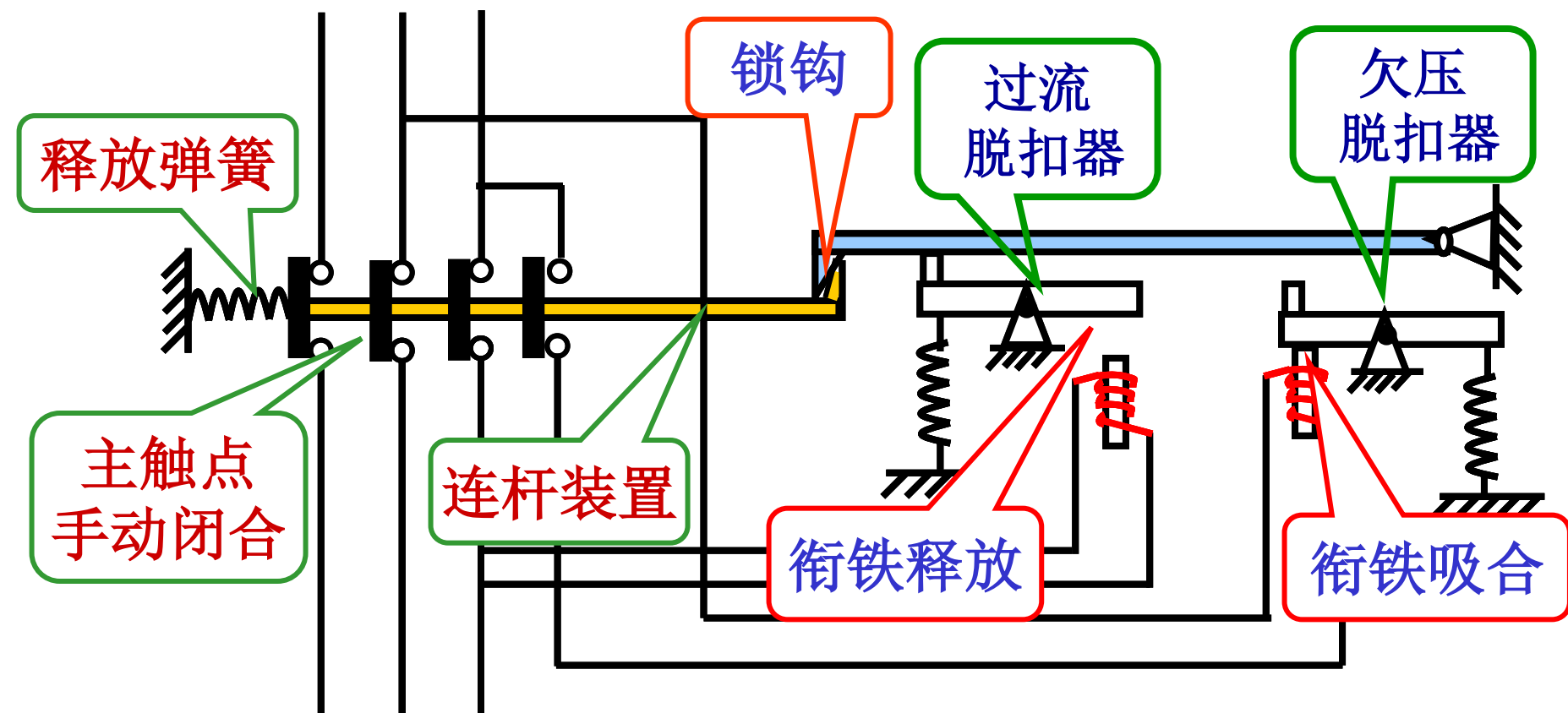
(3) 频繁起动的电机

$$\text{熔丝额定电流} \geq \frac{\text{电动机的起动电流}}{1.6 \sim 2}$$



1.7 自动空气断路器(自动开关)

可实现短路、过载、失压保护。



自动空气断路器原理图

1.7 自动空气断路器(自动开关)



7.2 电气系统的基本控制环节

继电接触控制线路由一些基本控制环节组成，下面介绍继电接触控制线路的绘制。

在电工技术中所绘制的控制线路图为原理图，它不考虑电器的结构和实际位置，突出的是电气原理。

电器自动控制原理图的绘制原则及读图方法：

1. 按国家规定的电工图形符号和文字符号画图。
2. 控制线路由主电路(被控制负载所在电路)和控制电路 (控制主电路状态)组成。

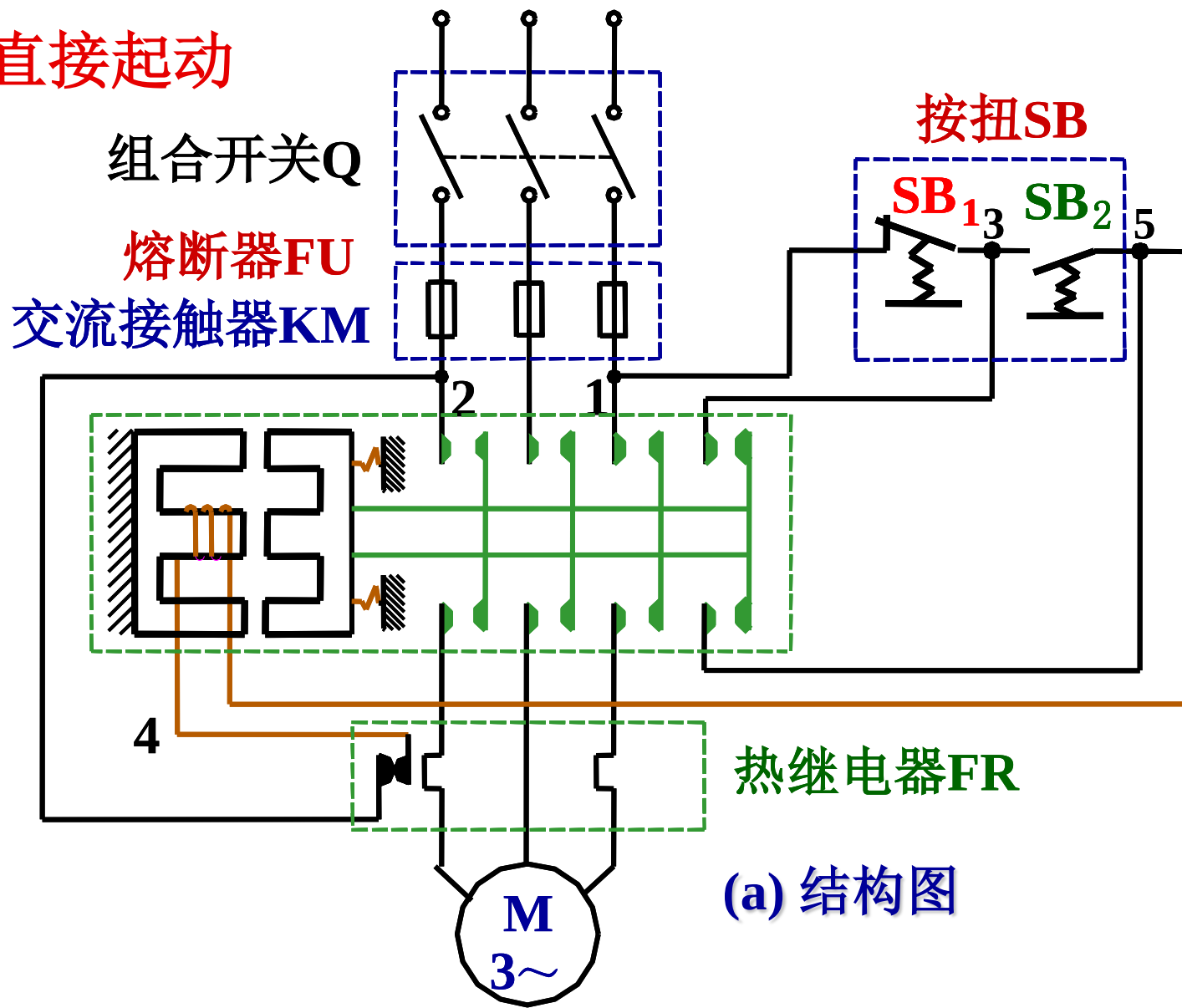
3. 属同一电器元件的不同部分 (如接触器的线圈和触点) 按其功能和所接电路的不同分别画在不同的电路中, 但必须标注相同的文字符号。
4. 所有电器的图形符号均按无电压、无外力作用下的正常状态画出, 即按通电前的状态绘制。
5. 与电路无关的部件(如铁心、支架、弹簧等) 在控制电路中不画出。

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，而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才能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。

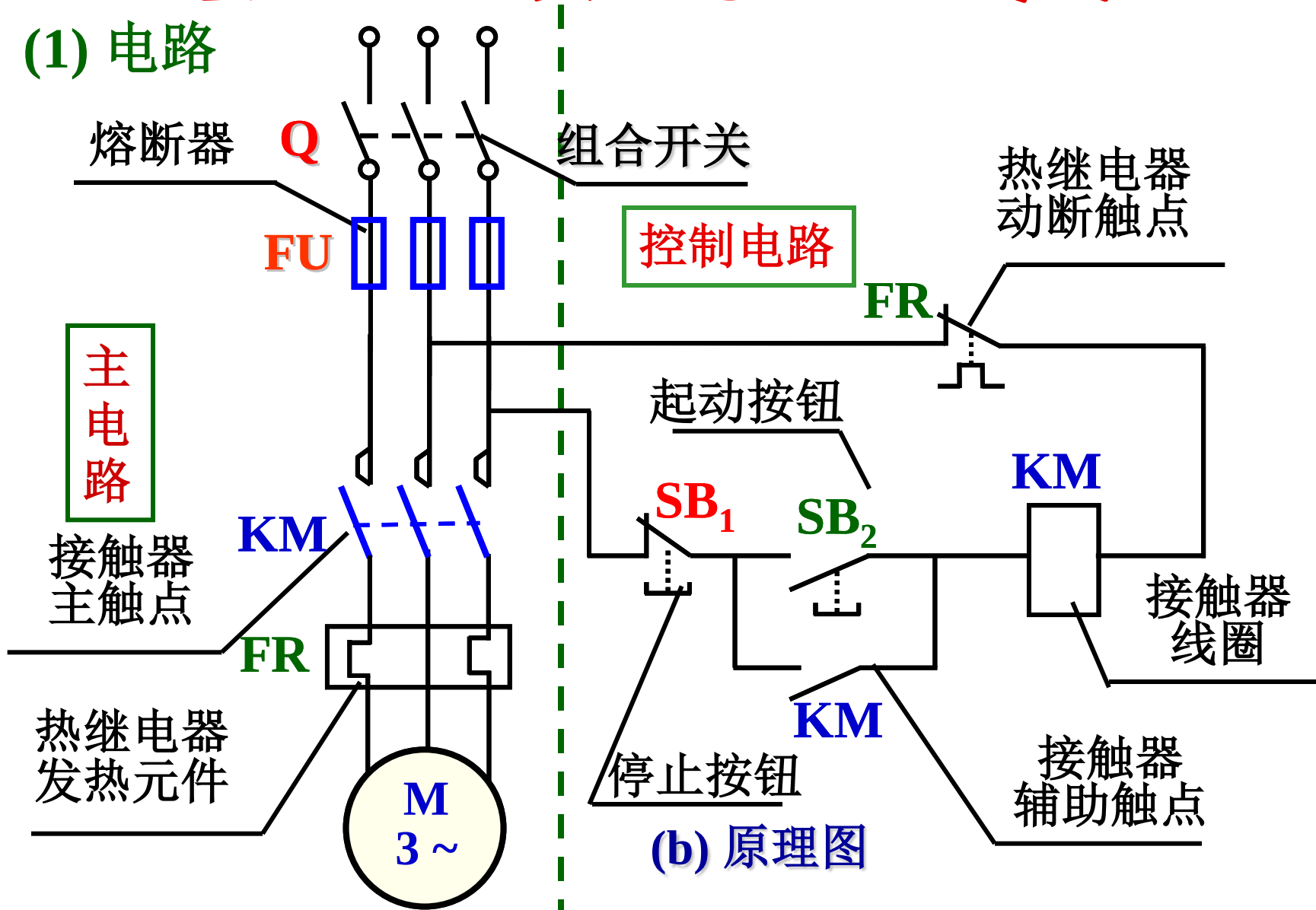
笼型电动机直接起动的控制线路

1. 直接起动



笼型电动机直接起动的控制线路

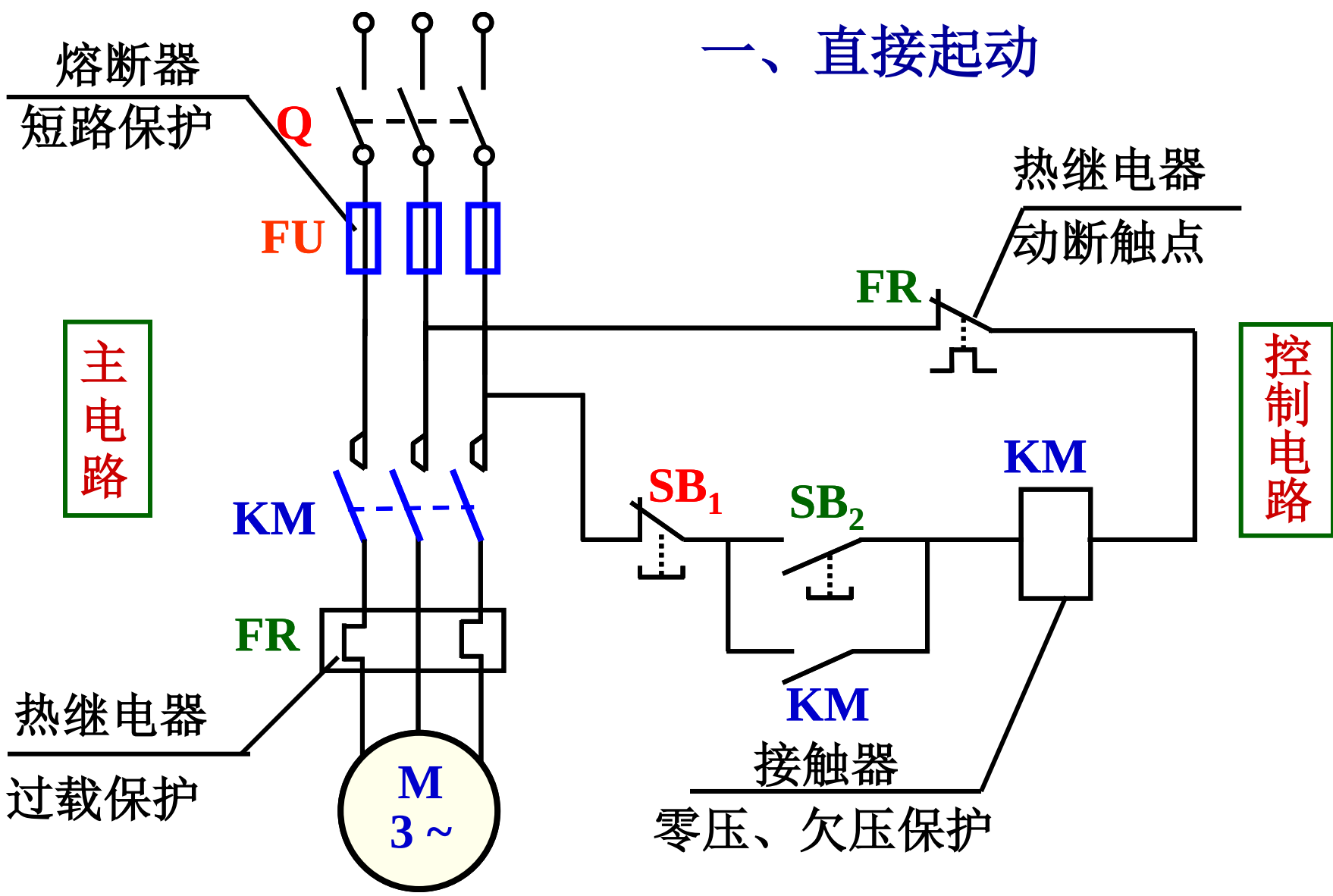
(1) 电路



(b) 原理图

电动机的保护

一、直接起动



电动机的保护

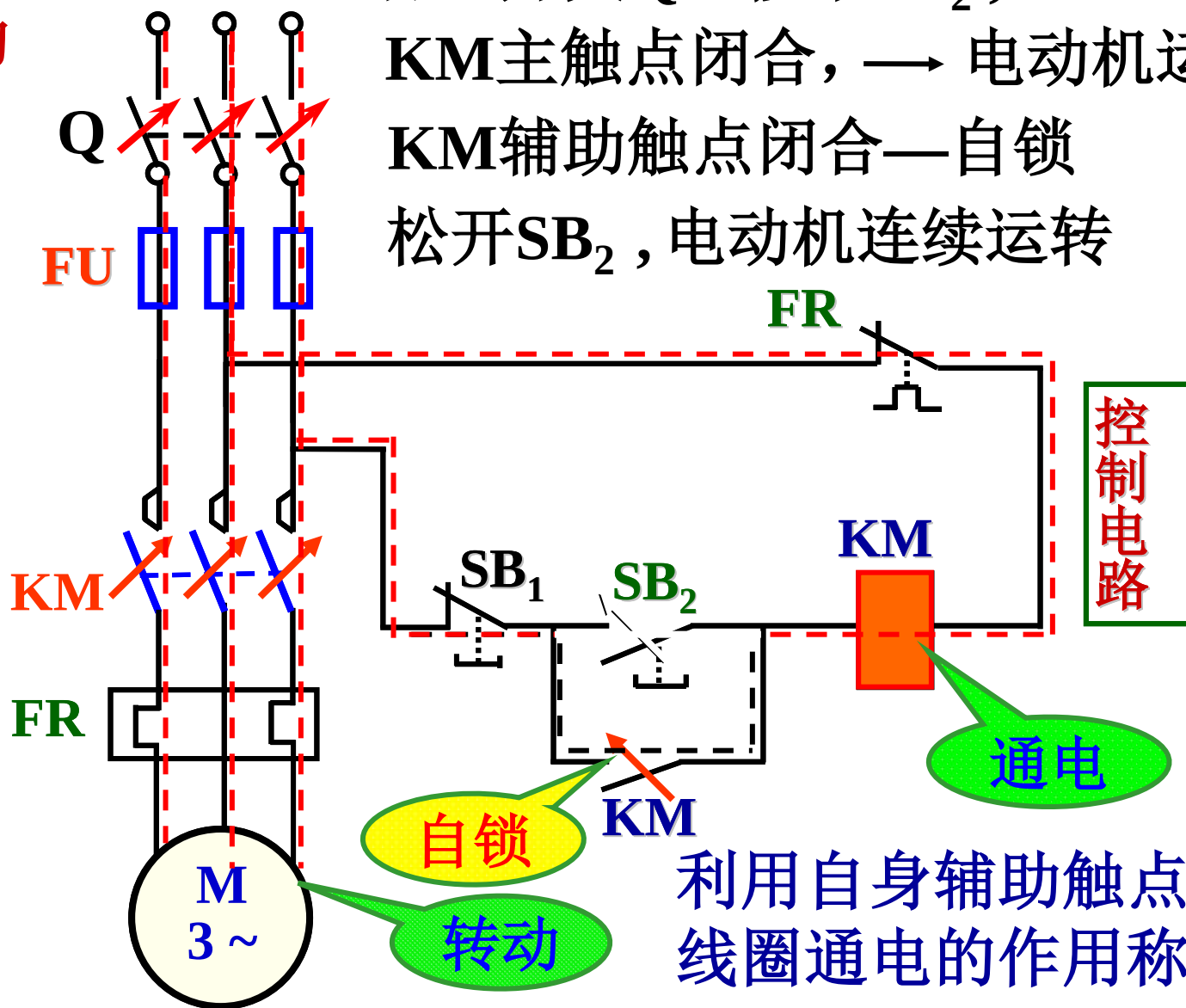
FU：短路保护。当电路发生短路事故时，迅速、可靠切断电源。

接触器：零压(或欠压)保护。是当电源暂时断电或电压严重下降时，电动机即自动从电源切除。

FR：过载保护。是为防止三相电动机在运行中电流超过额定值而设置的保护。

(2) 控制原理

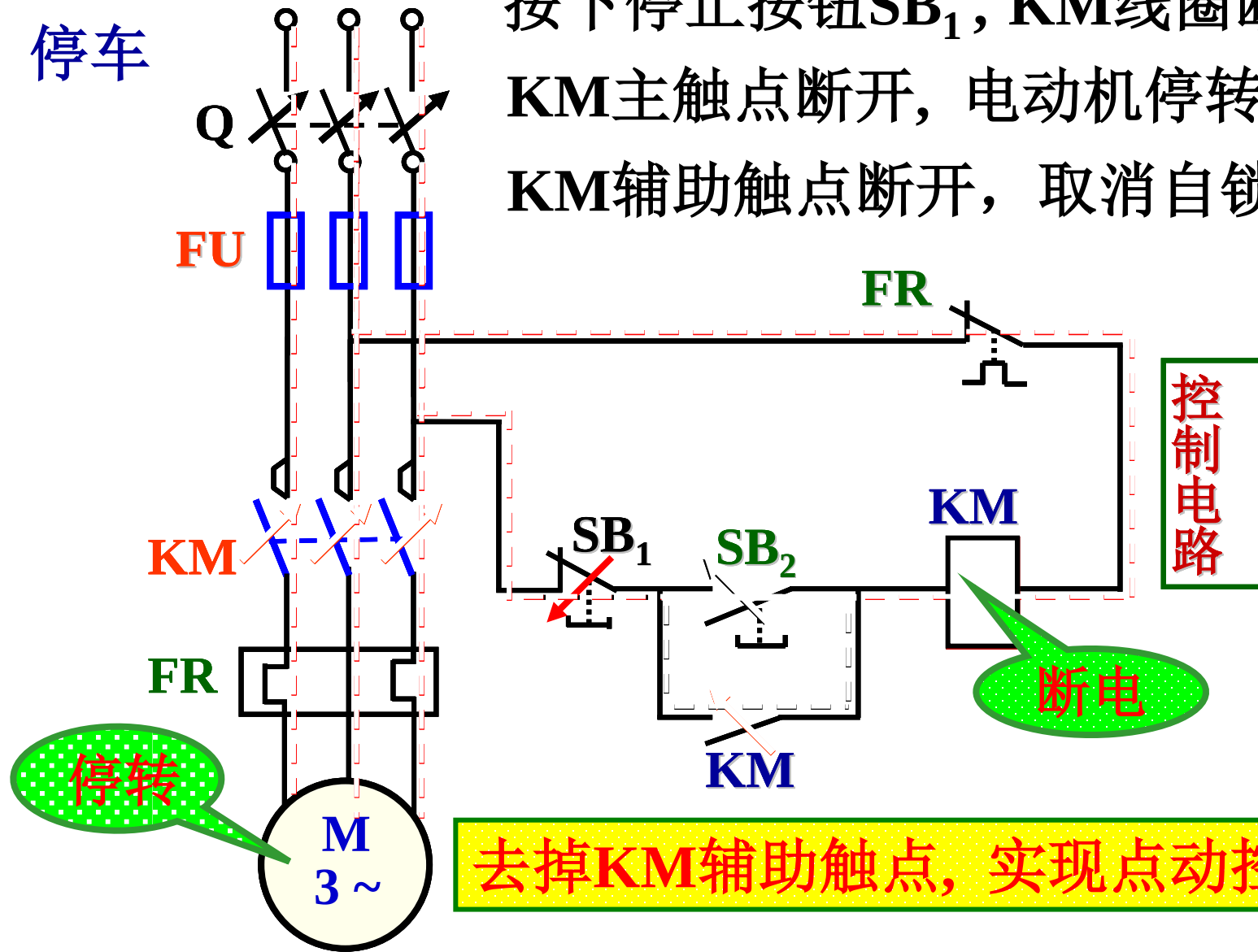
起动



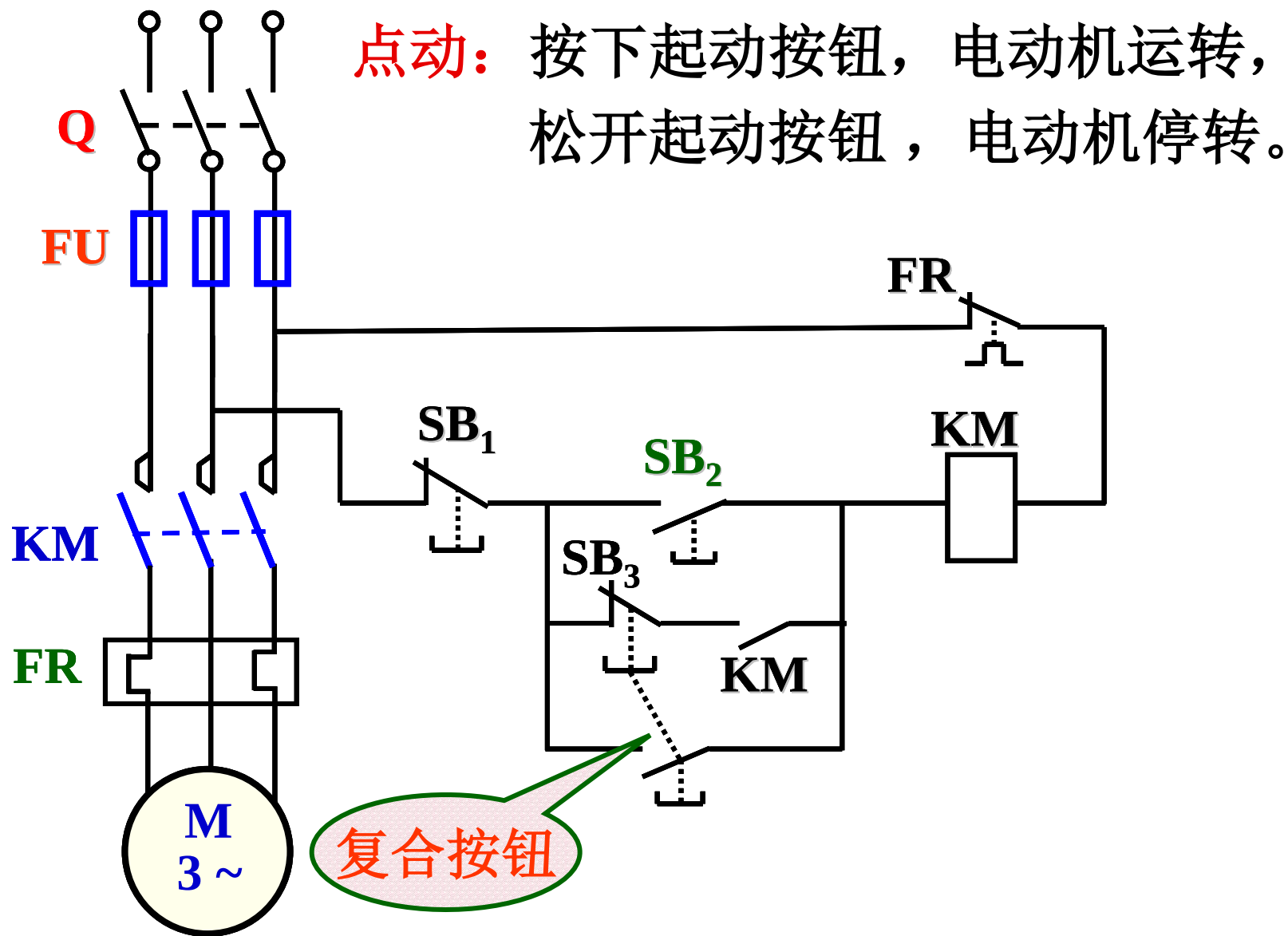
(2) 控制原理

停车

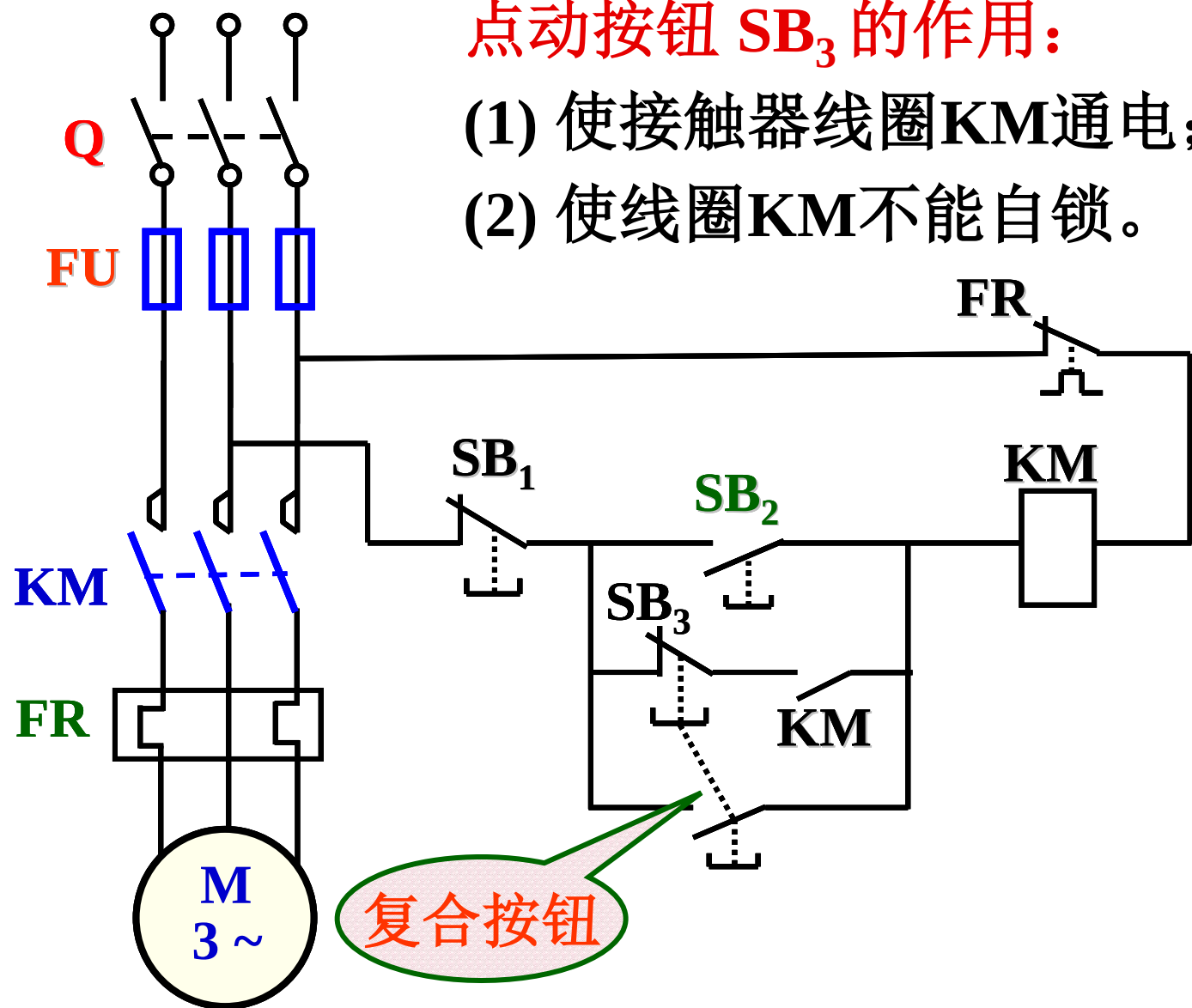
按下停止按钮 SB_1 ，KM线圈断电
KM主触点断开，电动机停转。
KM辅助触点断开，取消自锁。



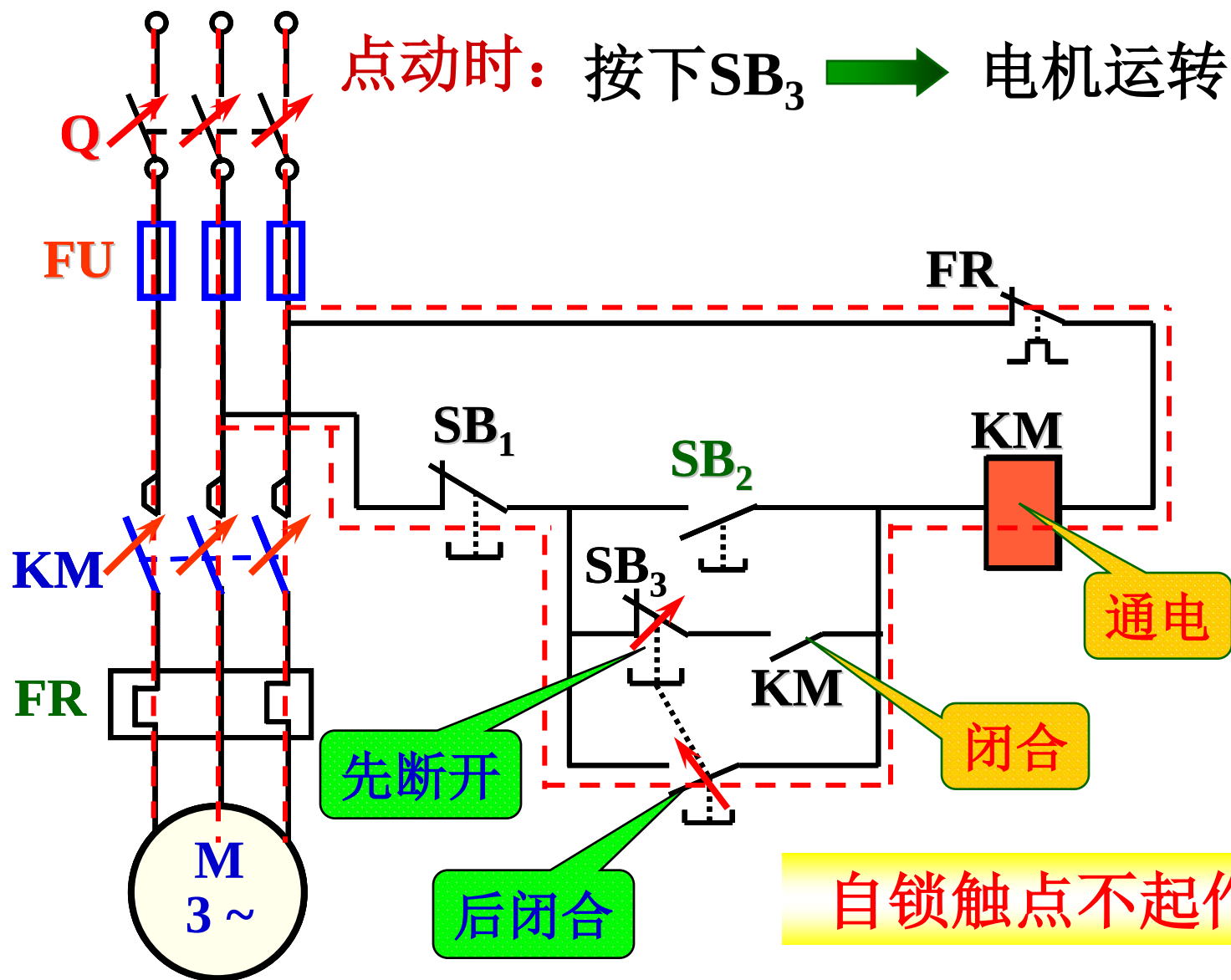
2. 既能长期工作又能点动的控制电路



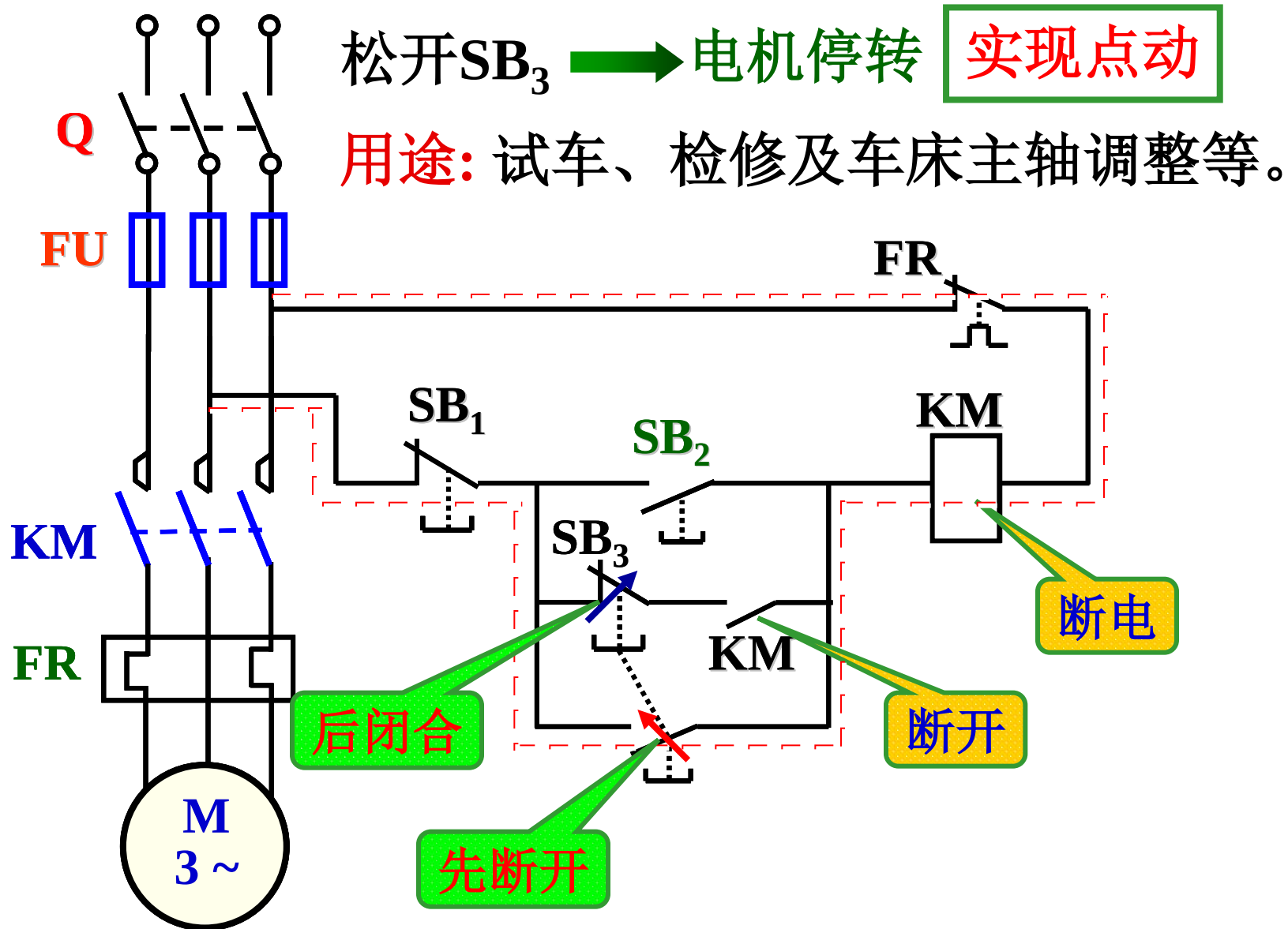
2. 既能长期工作又能点动的控制电路



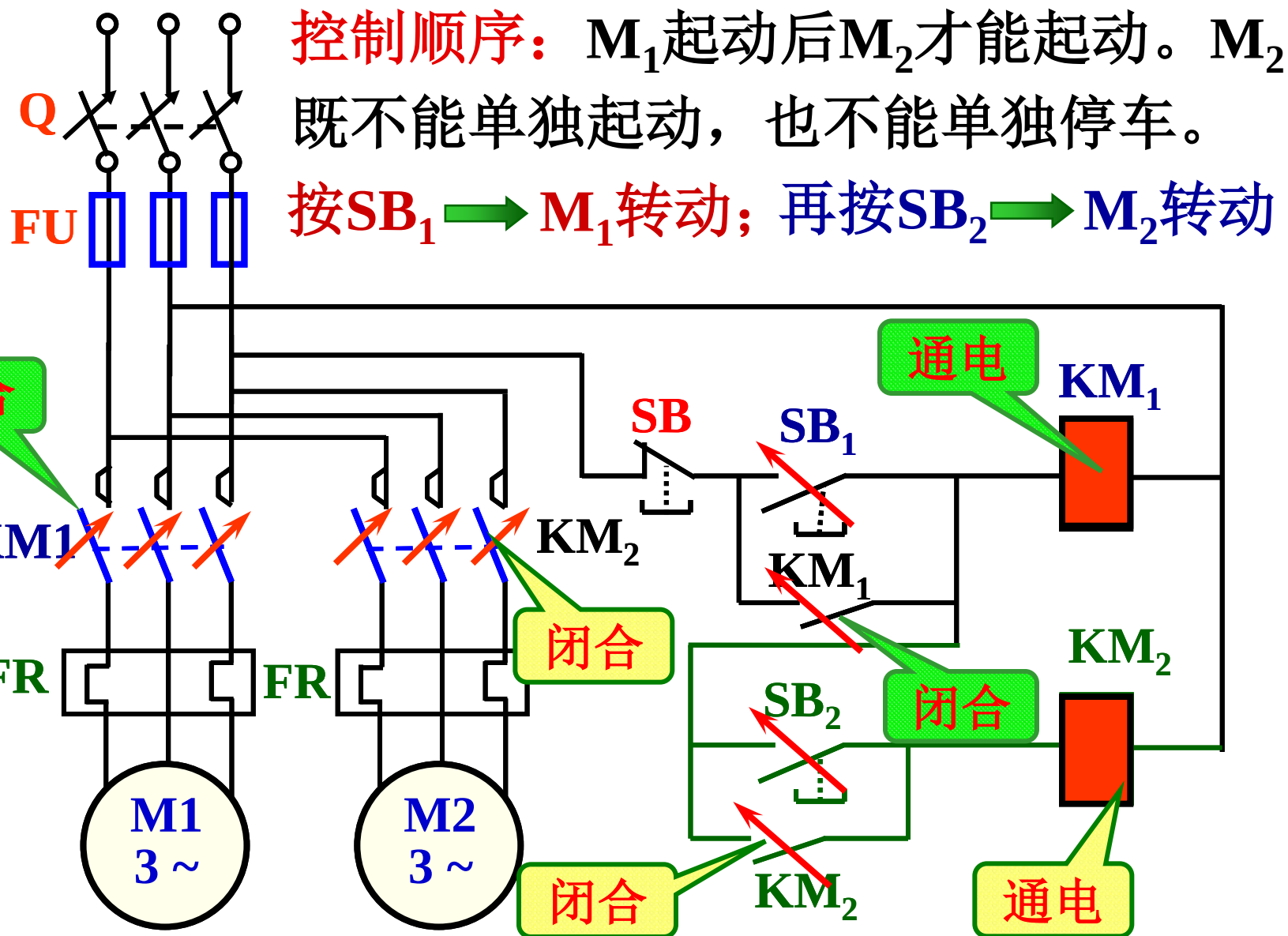
2. 既能长期工作又能点动的控制电路

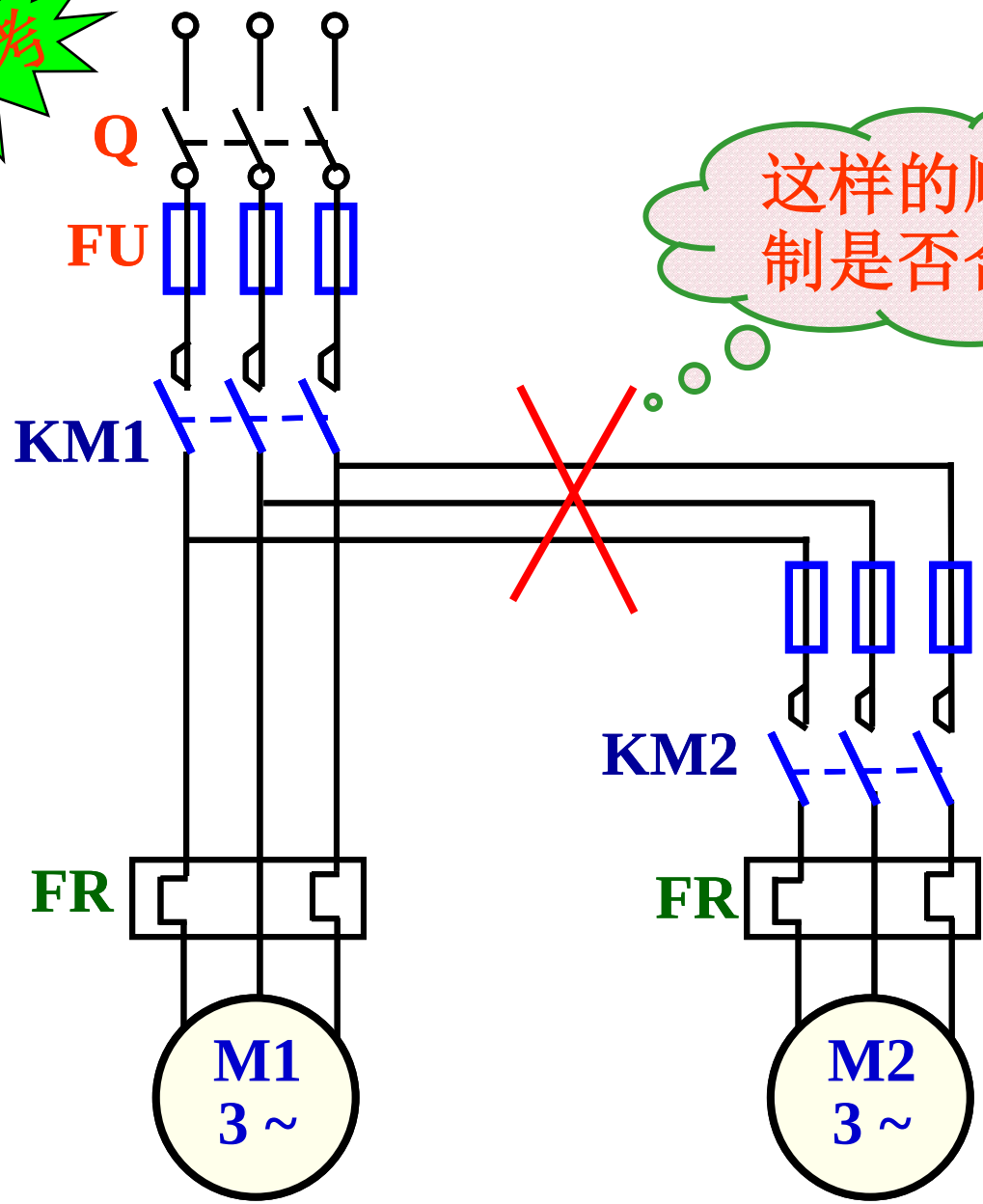


2. 既能长期工作又能点动的控制电路



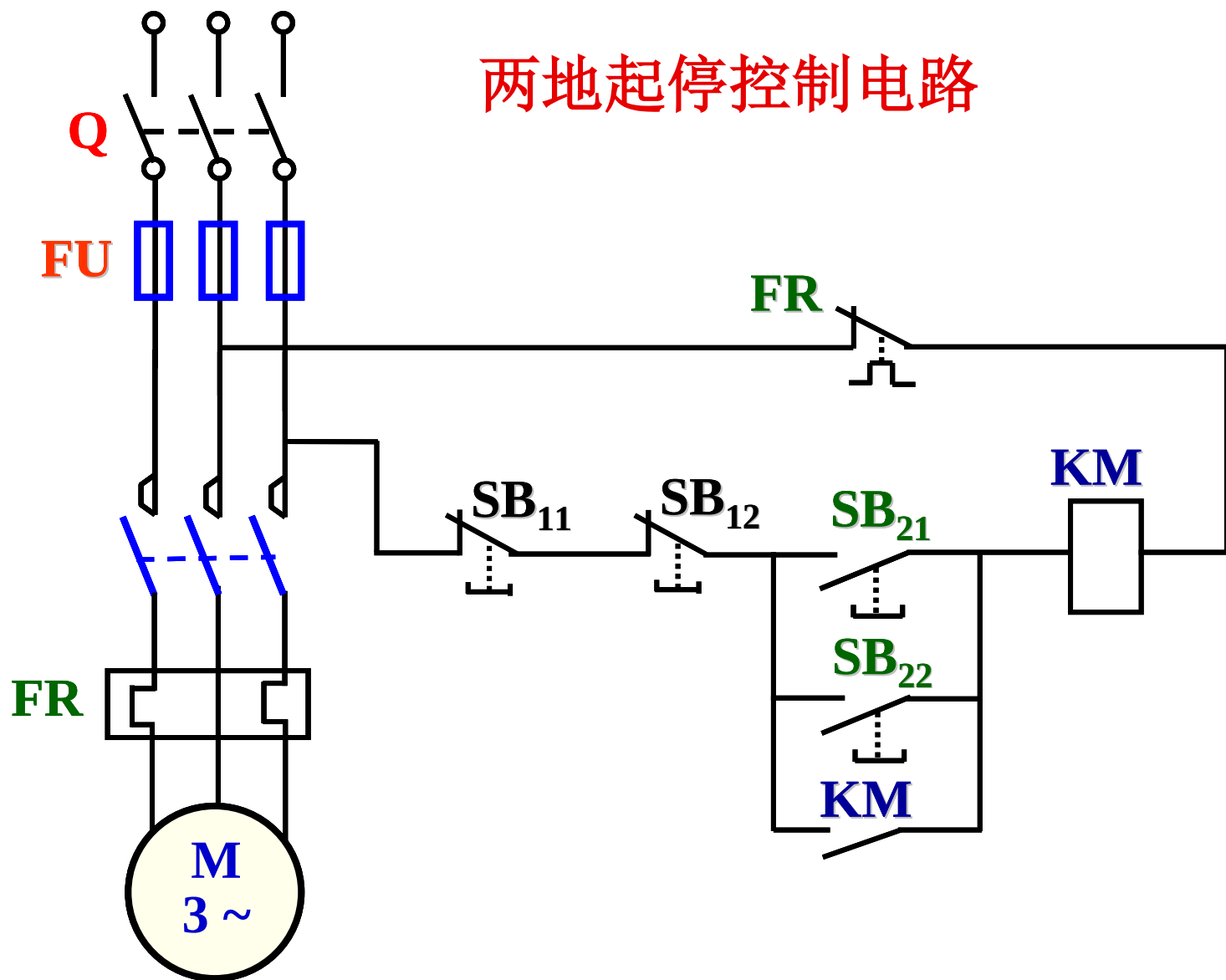
3. 电机的顺序控制





这样的顺序控制是否合理？

两电机各自要有独立的电源；这样接，主触头(KM1)的负荷过重。



笼型电动机正反转的控制线路

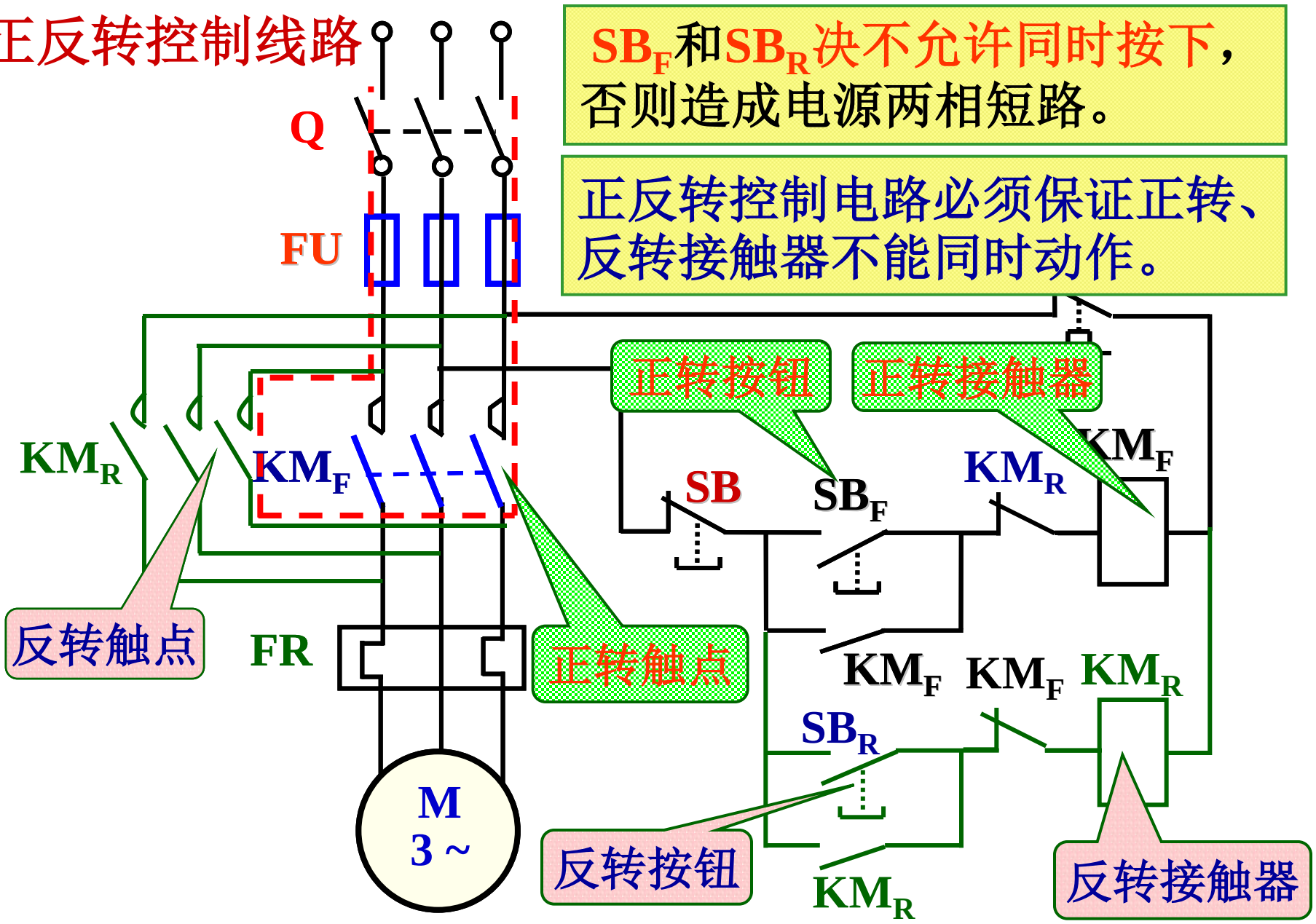
将电动机接到电源的任意两根线对调一下，即可使电动机反转。

需要用两个接触器来实现这一要求。

当正转接触器工作时，电动机正转；

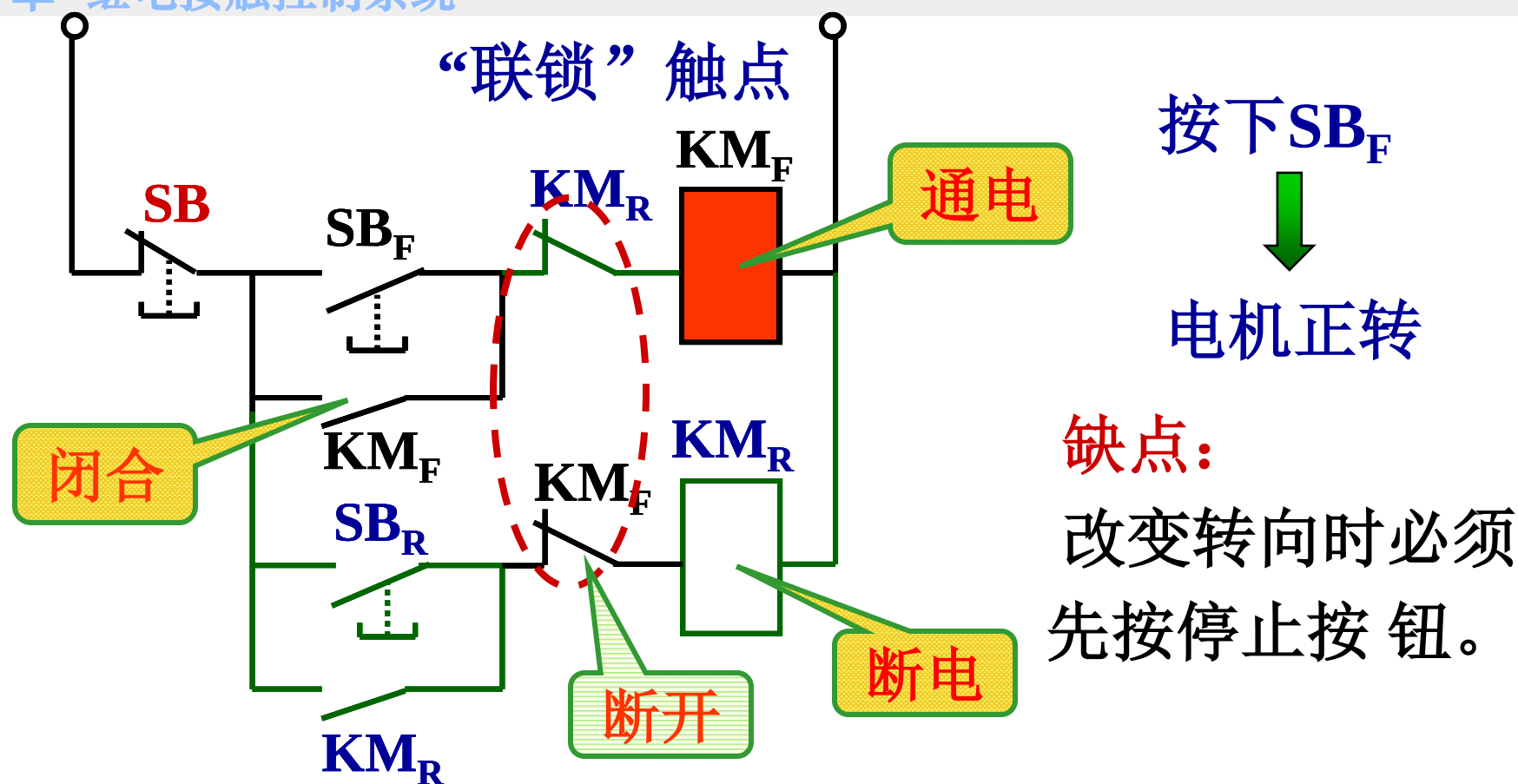
当反转接触器工作时，将电动机接到电源的任意两根联线对调一下，电动机反转。

正反转控制线路



SB_F 和 SB_R 决不允许同时按下，
否则造成电源两相短路。

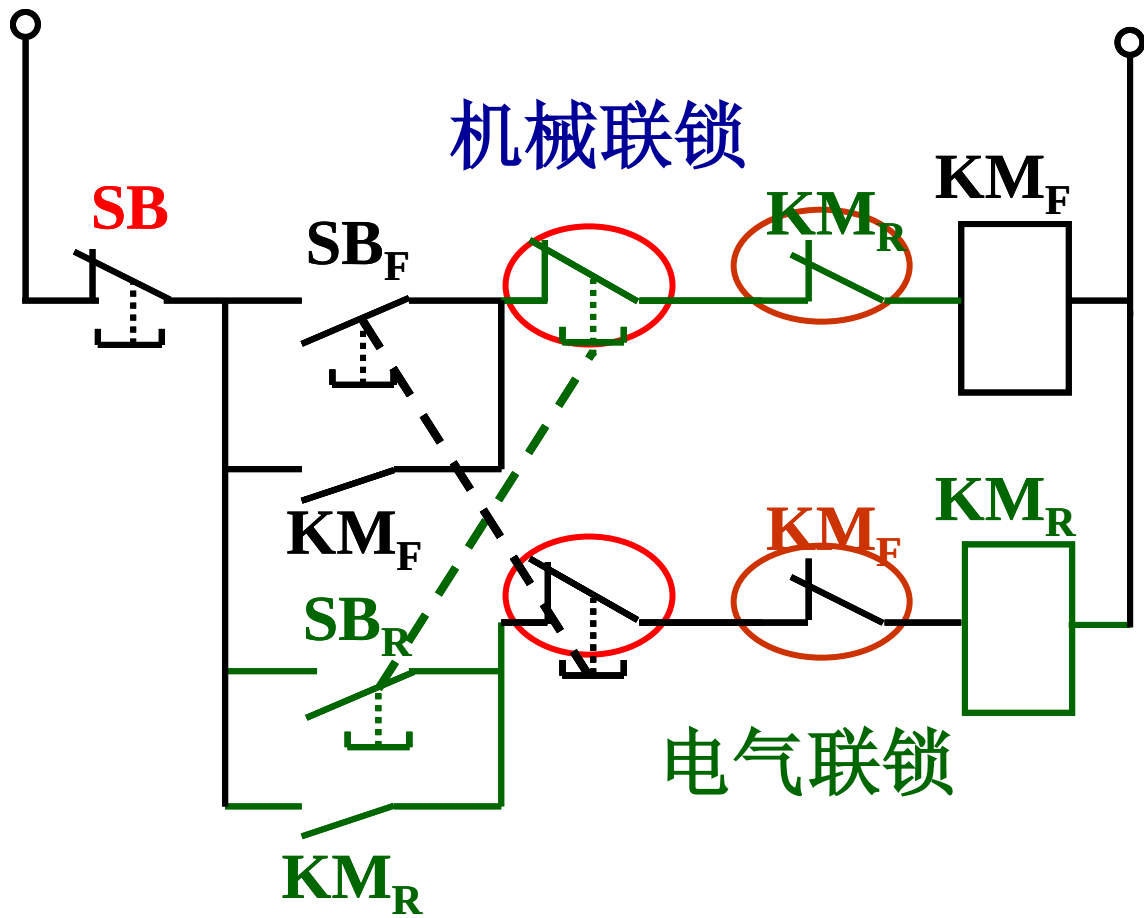
正反转控制电路必须保证正转、
反转接触器不能同时动作。



在同一时间内，两个接触器只允许一个通电工作的控制作用，称为“联锁”。

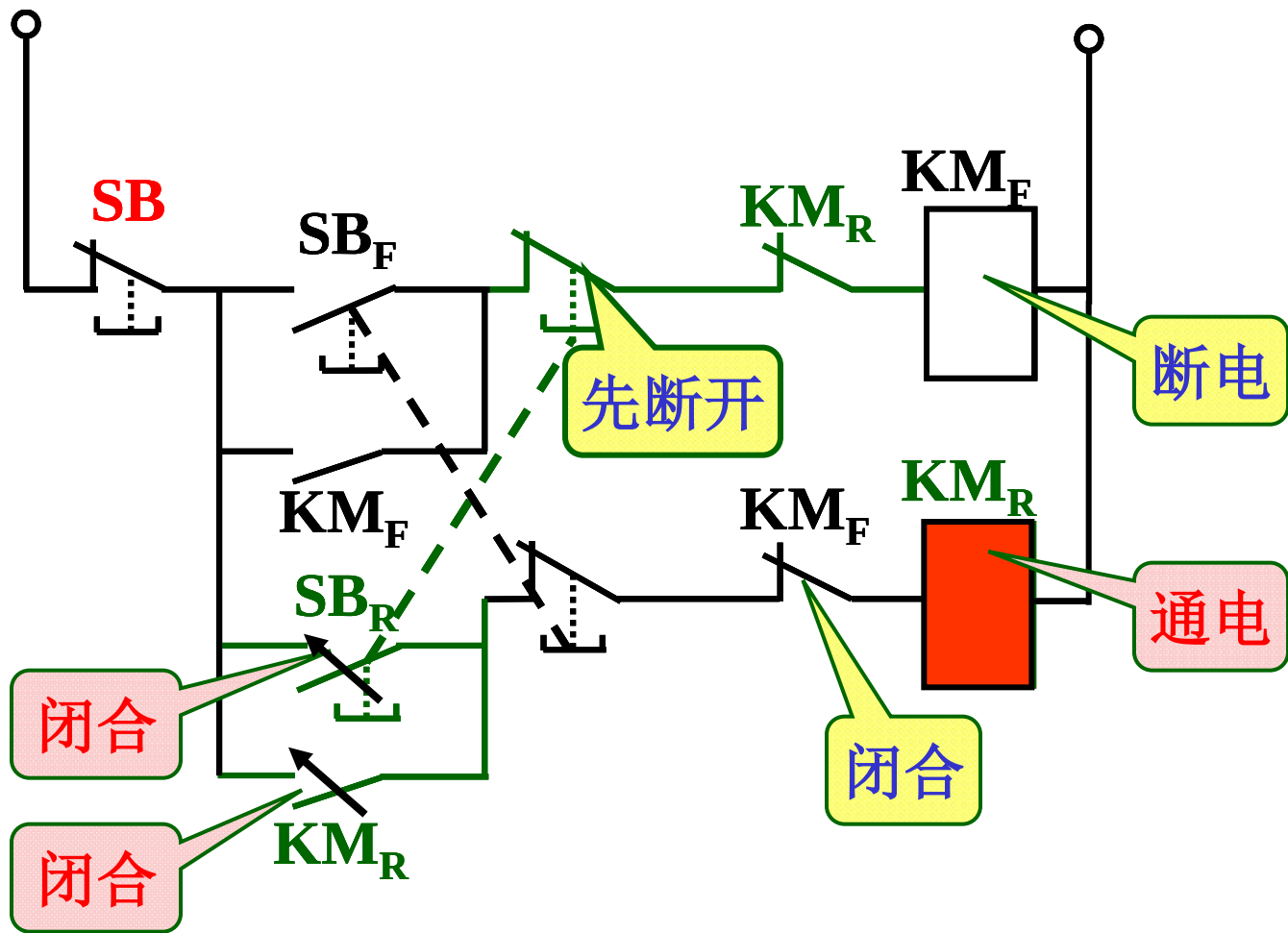
利用接触器的触点实现联锁控制称电气联锁。

解决措施： 在控制电路中加入机械连锁。



利用复合按钮的触点实现联锁控制称机械联锁。

鼠笼式电动机正反转的控制线路



当电机正转时，
按下反转按钮 SB_R $\left\{ \begin{array}{l} \text{停止正转} \\ \text{电机反转} \end{array} \right.$

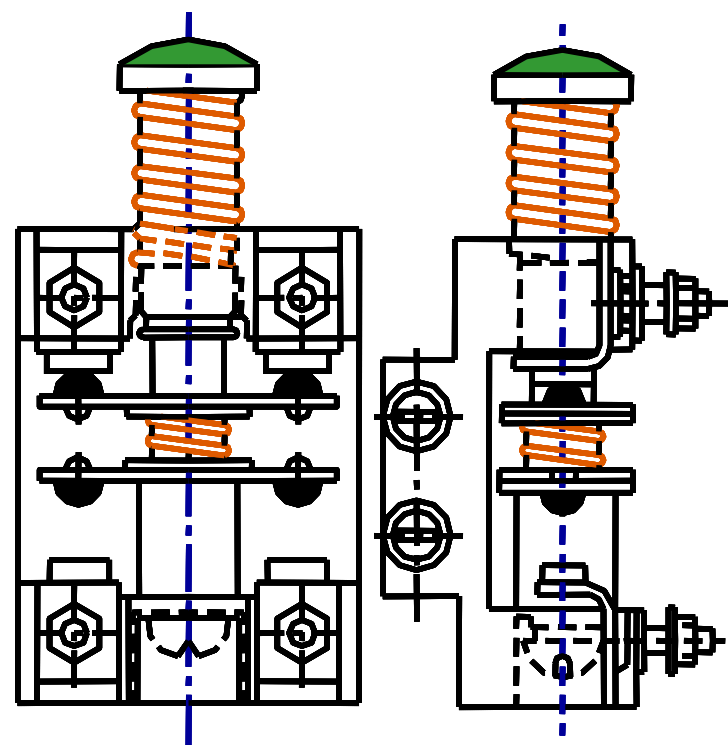
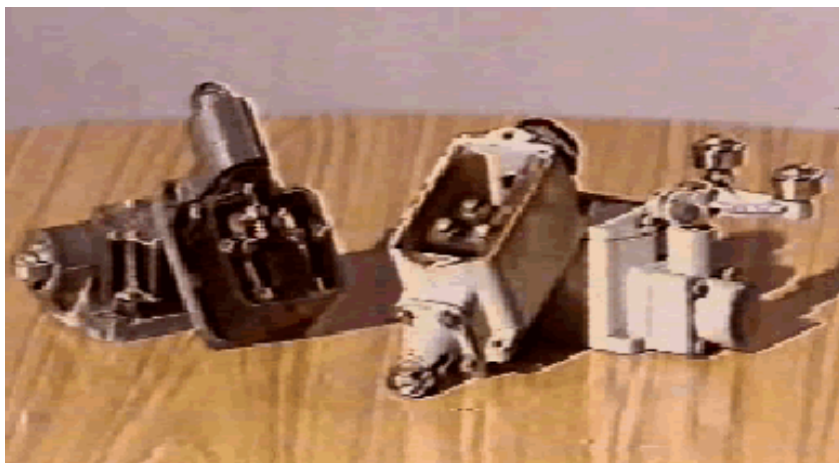
行程控制

行程控制：

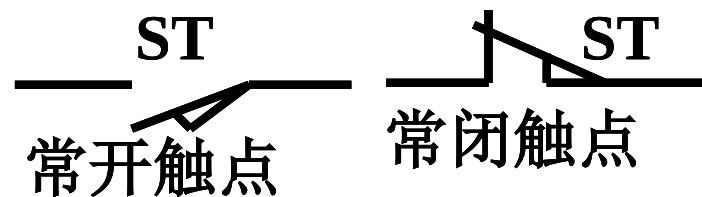
控制某些机械的行程，当运动部件到达一定行程位置时利用行程开关进行控制。

行程开关(限位开关)

用于自动往复控制或限位控制。

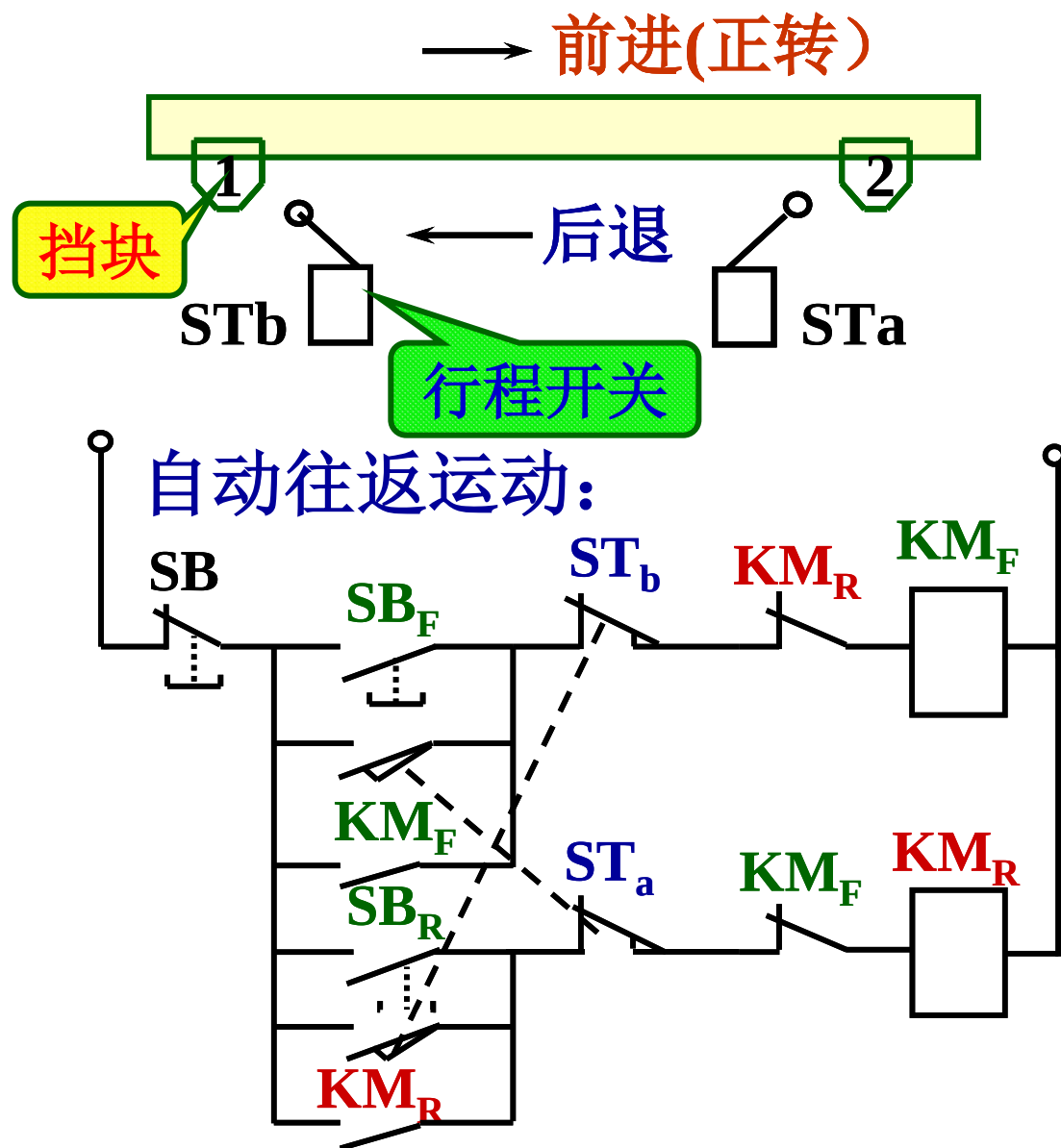


行程开关



行程开关的外形符号

用行程控制工作台的前进与后退



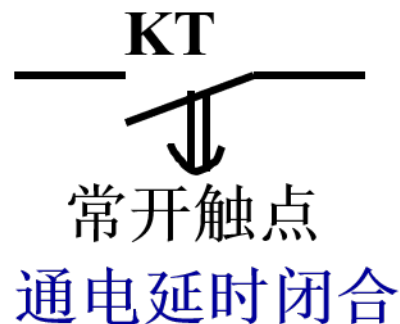
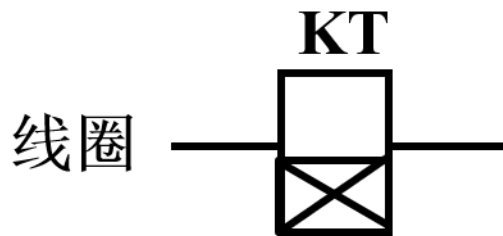
按SB_F时

- KM_F通电
- 电机正转
- 工作台前进
- 到达预定位置, 挡块1撞击ST_b (其常闭断开, 常开闭合)
- KM_F断电
- 停止正转
- KM_R通电
- 电机反转 (工作台后退)

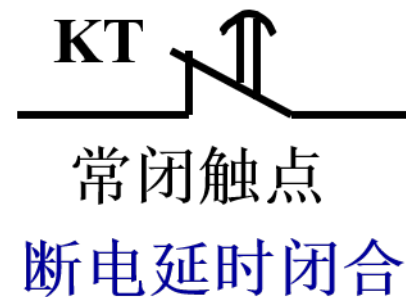
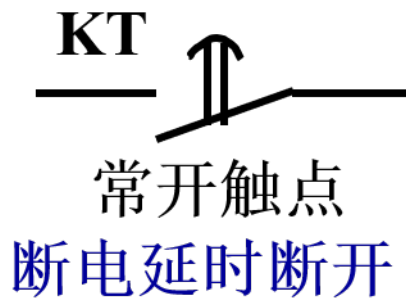
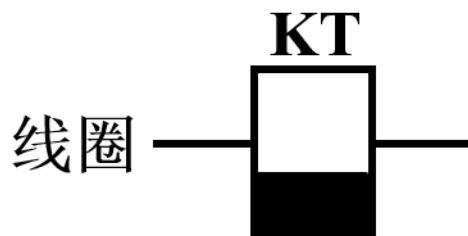
3 时间控制

1. 空气式时间继电器

(1) 通电延时继电器



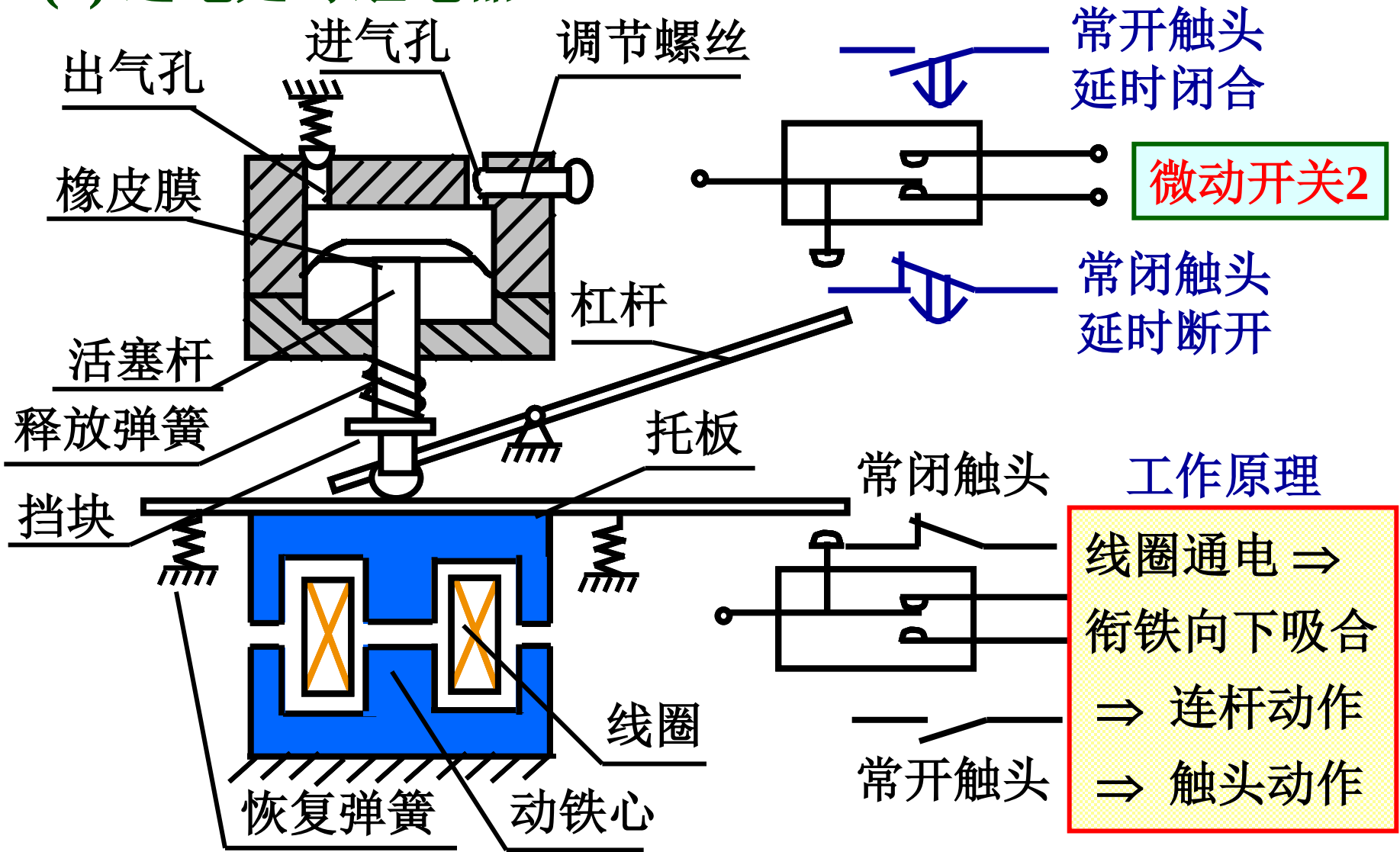
(2) 断电延时继电器



时间控制：采用时间继电器进行延时控制。

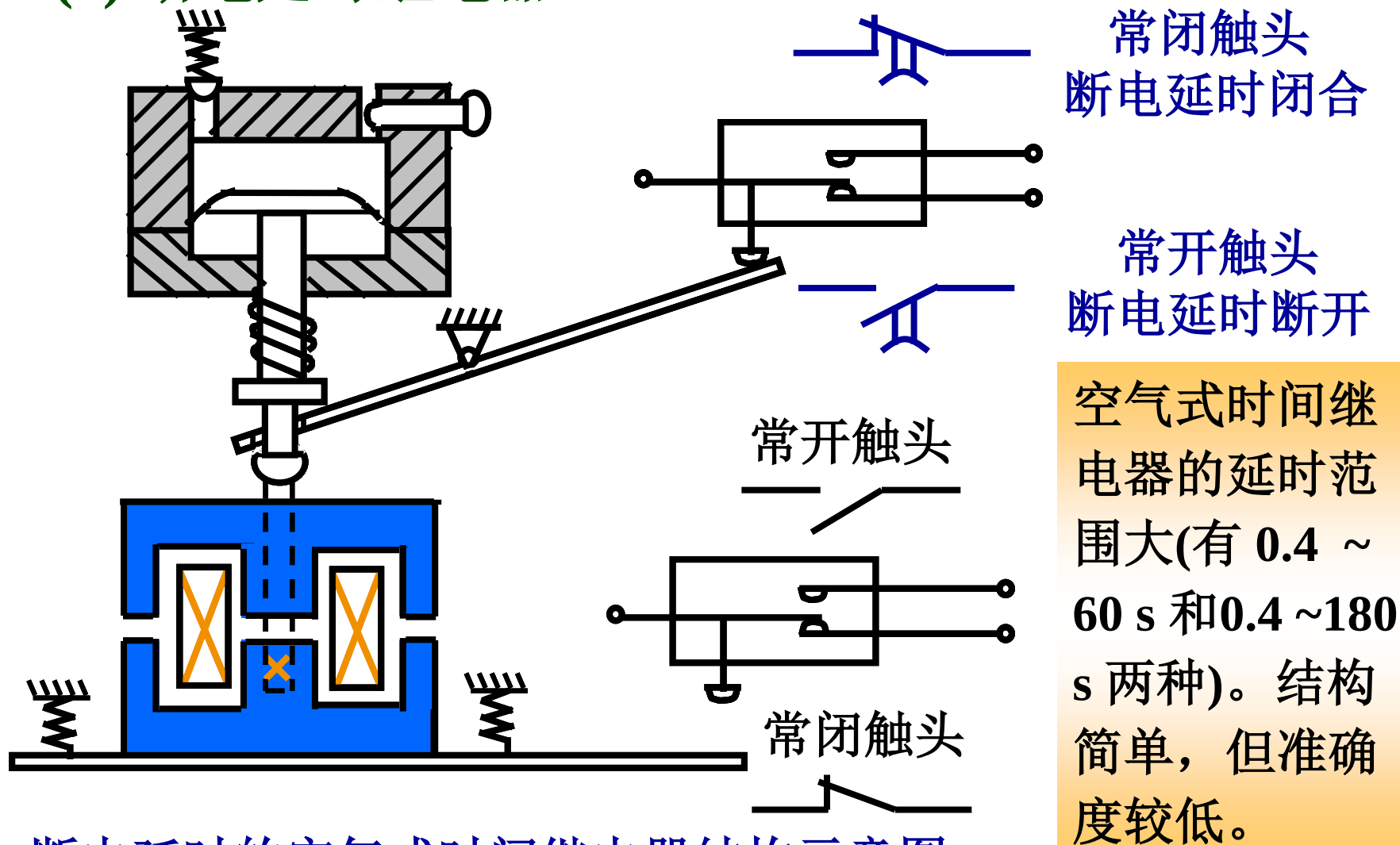
延时继电器的外形与结构

(1) 通电延时继电器



通电延时的空气式时间继电器结构示意图

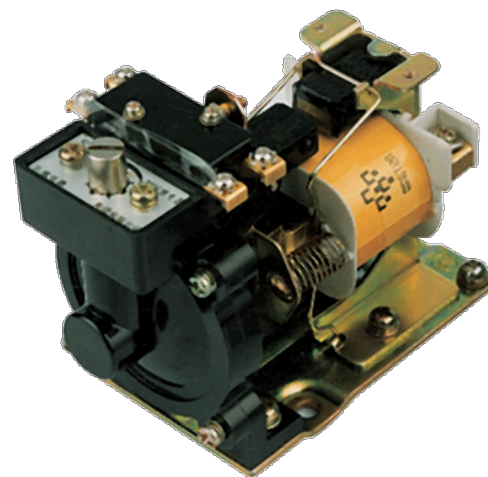
(2) 断电延时继电器



断电延时的空气式时间继电器结构示意图

时间继电器的型号有JS7-A和JJSK2等多种类型。

JS7-A空气式时间继电器

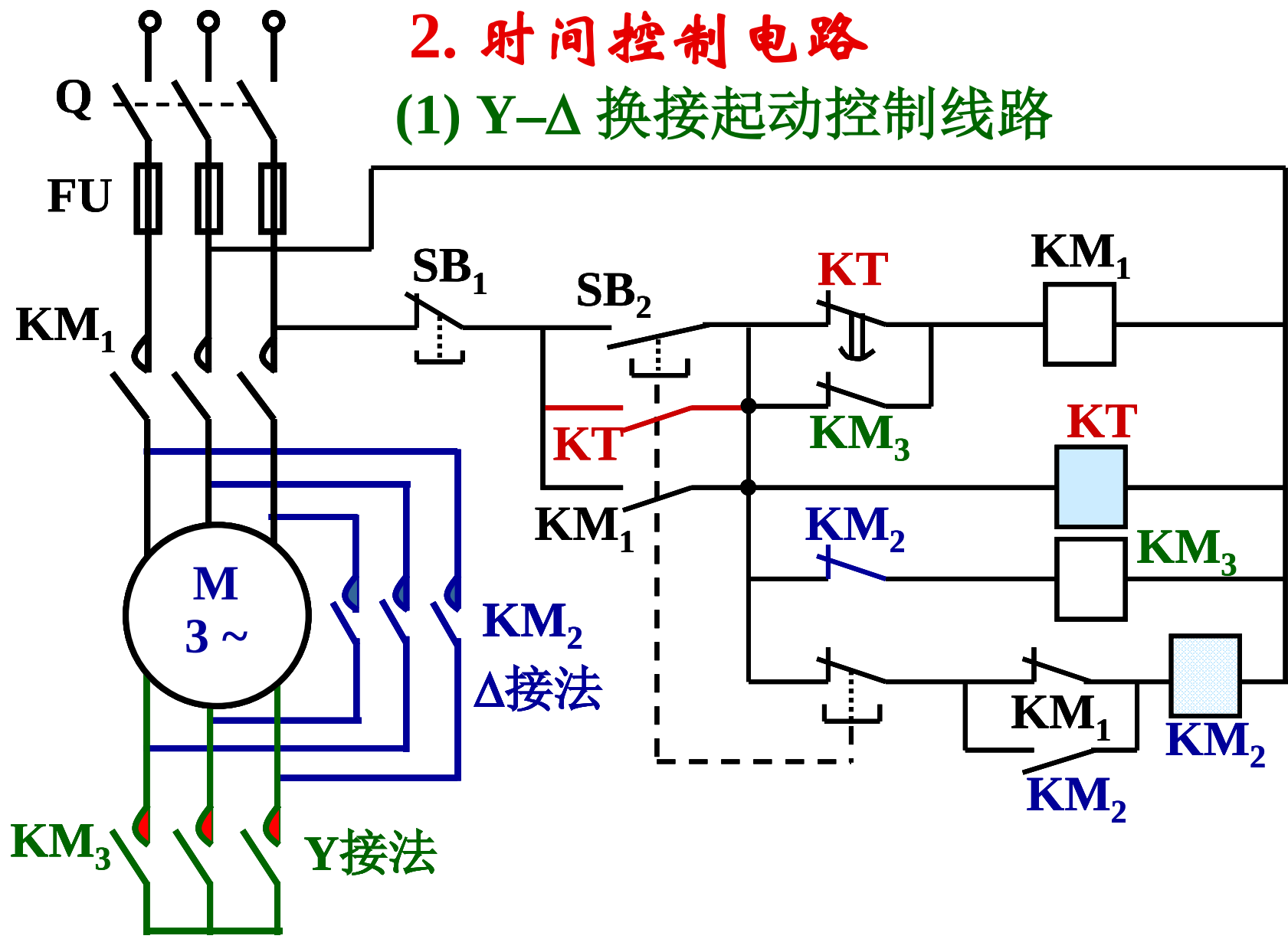


JS11系列时间继电器

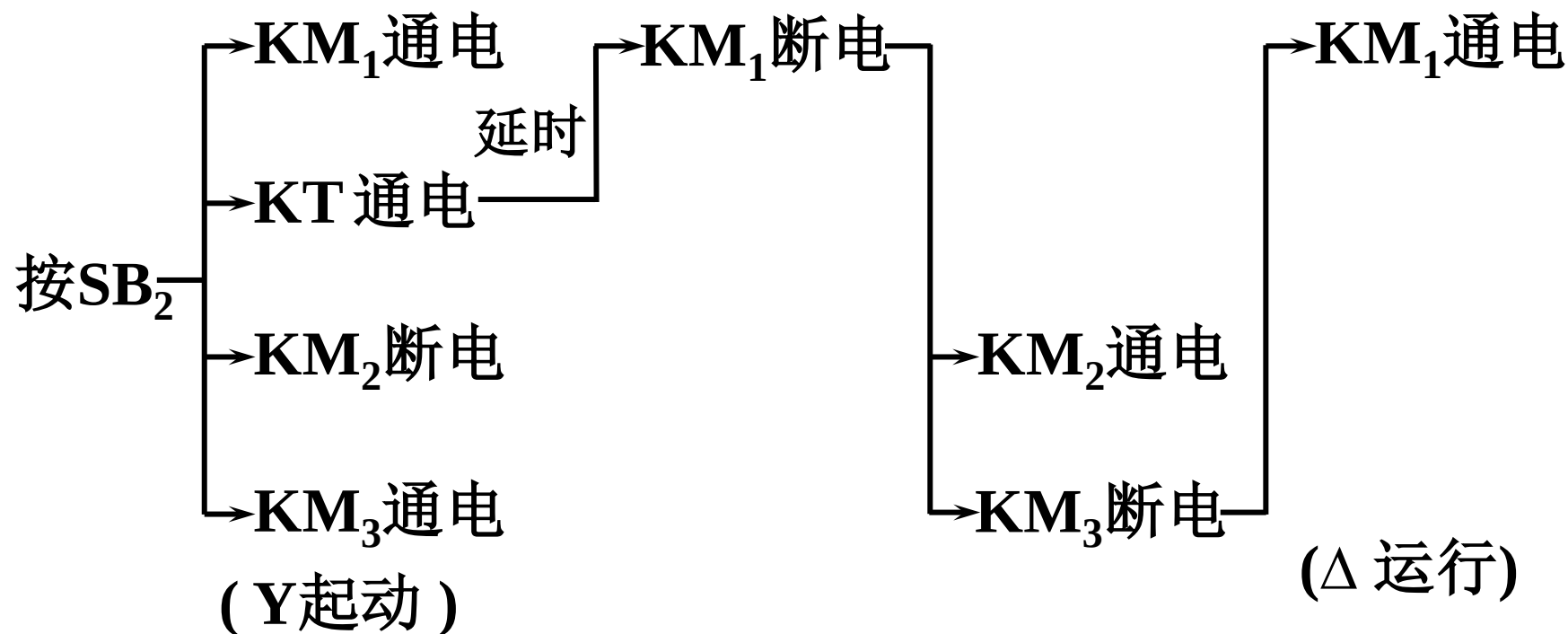


2. 时间控制电路

(1) Y-Δ 换接起动控制线路

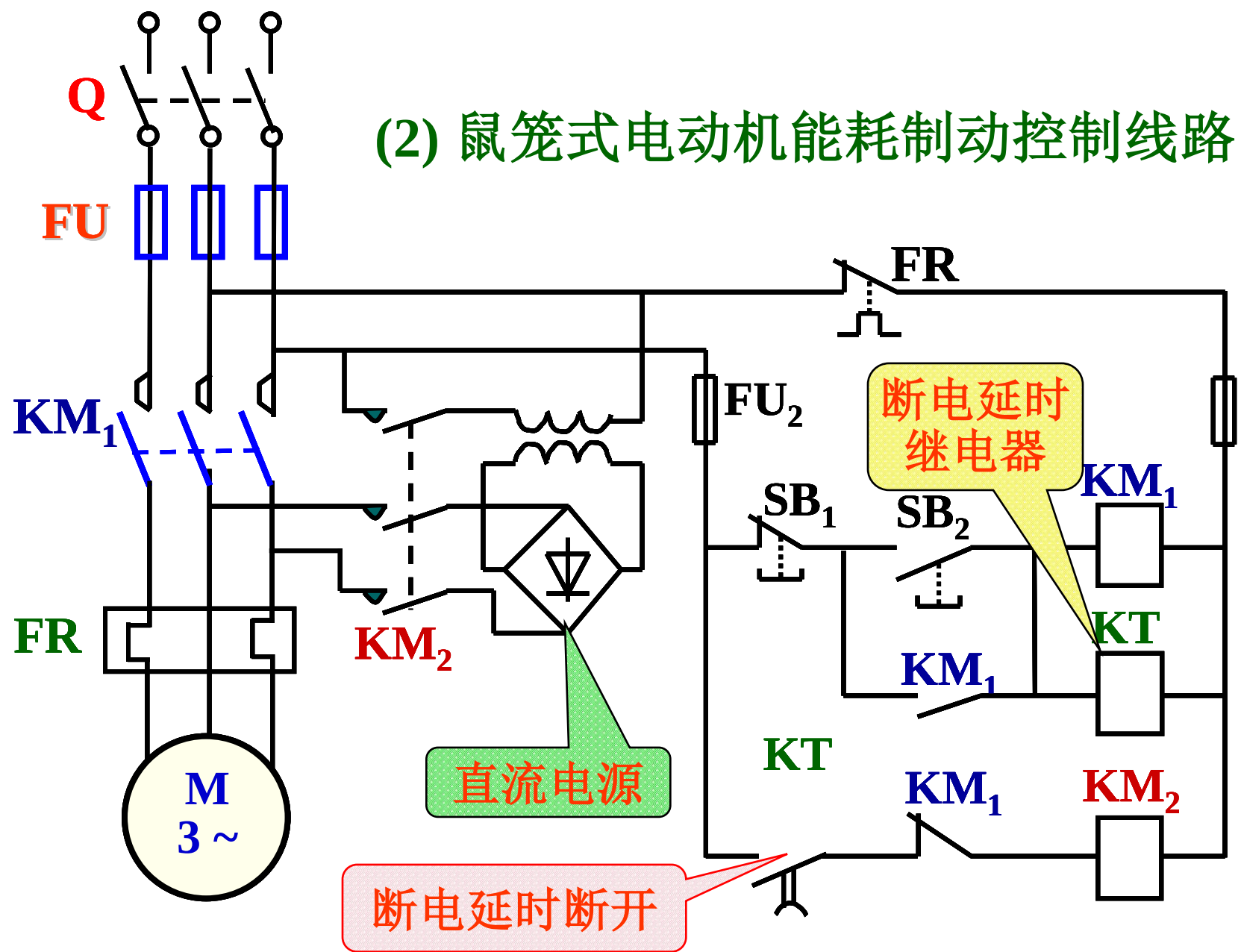


工作原理



电路特点：在接触器 KM_1 断电的情况下进行Y- Δ 换接，这样可以避免当 KM_3 的动合触点尚未断开时 KM_2 已吸合而造成电源短路；同时接触器 KM_3 的动合触点在无电下断开，不发生电弧，可延长使用寿命。

(2) 鼠笼式电动机能耗制动控制线路



工作原理

