

第 6 章 继电器接触器控制系统

6.1 常用控制电器

6.2 三相异步电动机直接起动的控制线路

6.3 三相异步电动机正反转的控制线路

6.4 行程控制

6.6 时间控制

6.6 应用举例

采用继电器、接触器、熔断器按钮及各类开关等控制电器来实现电动机的起动、停止、正反转、调速及制动的控制系统称为**继电接触器控制系统**。

6.1 常用控制电器

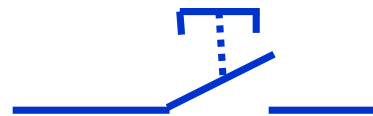
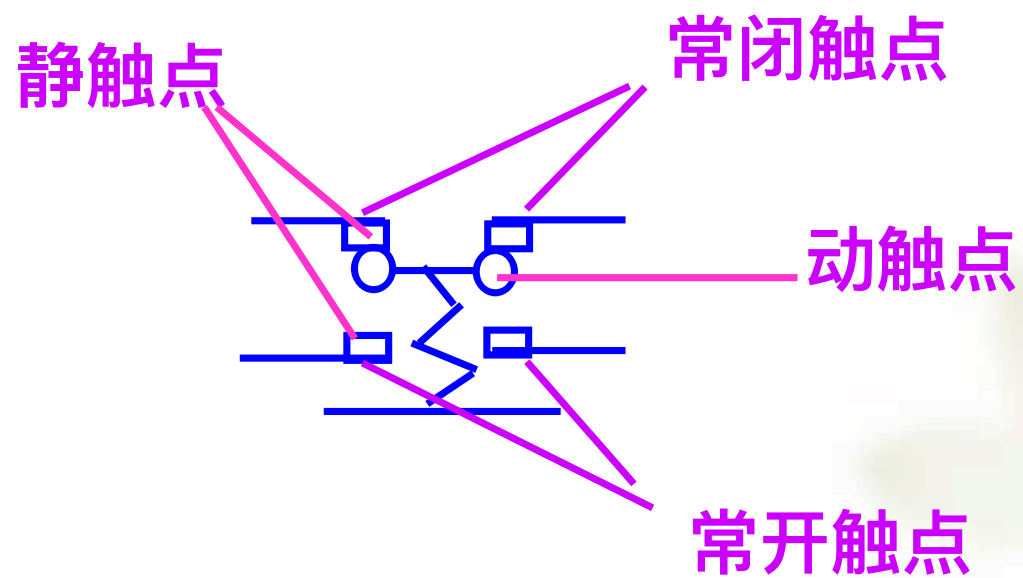
6.1.1 按钮



按钮外型

SB

按钮文字符号



常开触点图形符号



常闭触点图形符号

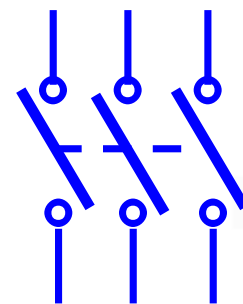
6.1.2 组合开关

组合开关也称转换开关，在机床电气控制线路中常用作电源的引入开关，也可以用来直接起动和停止小容量笼型电动机和对电动机进行正、反转控制。

组合开关
文字符号

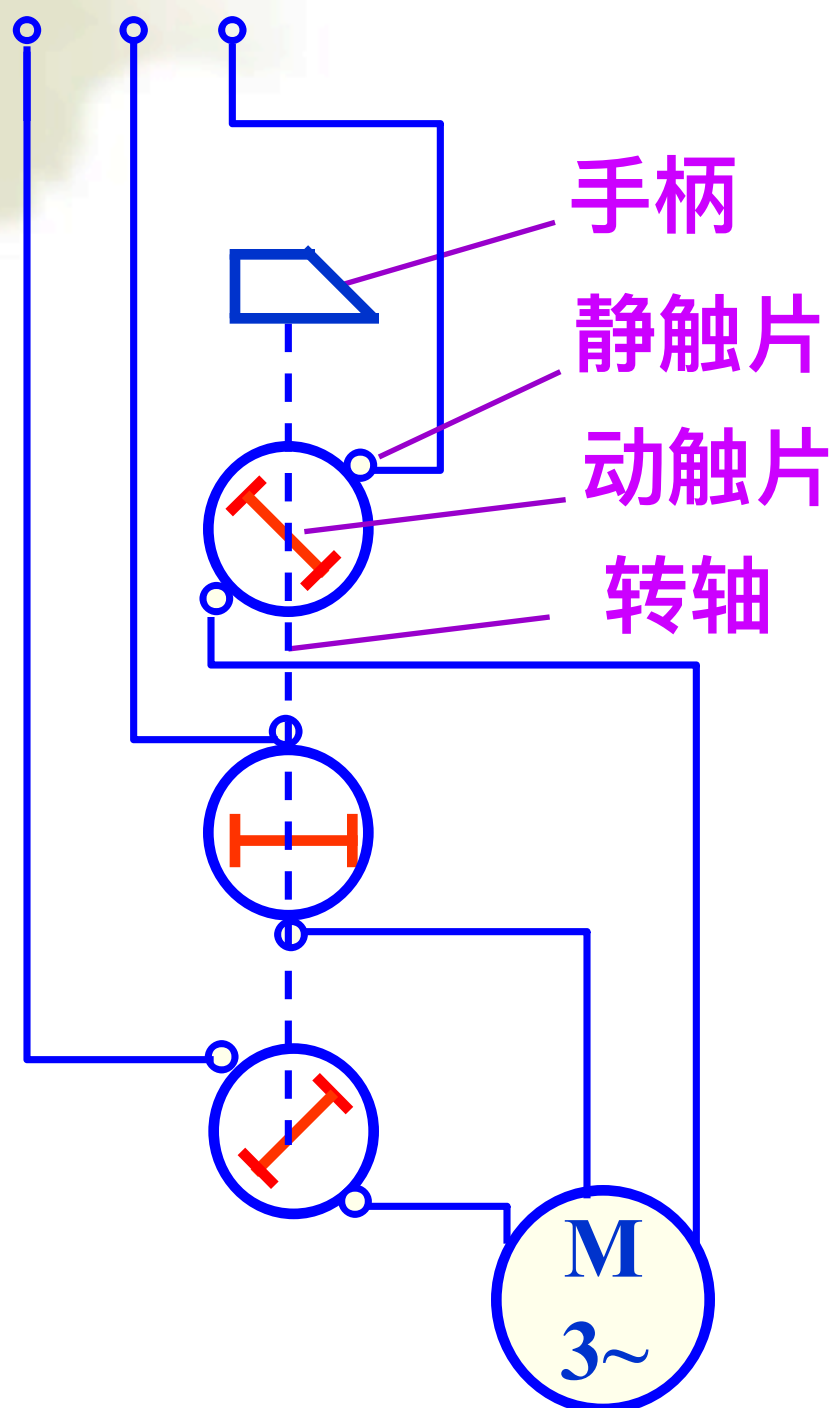
Q

组合开关
图形符号



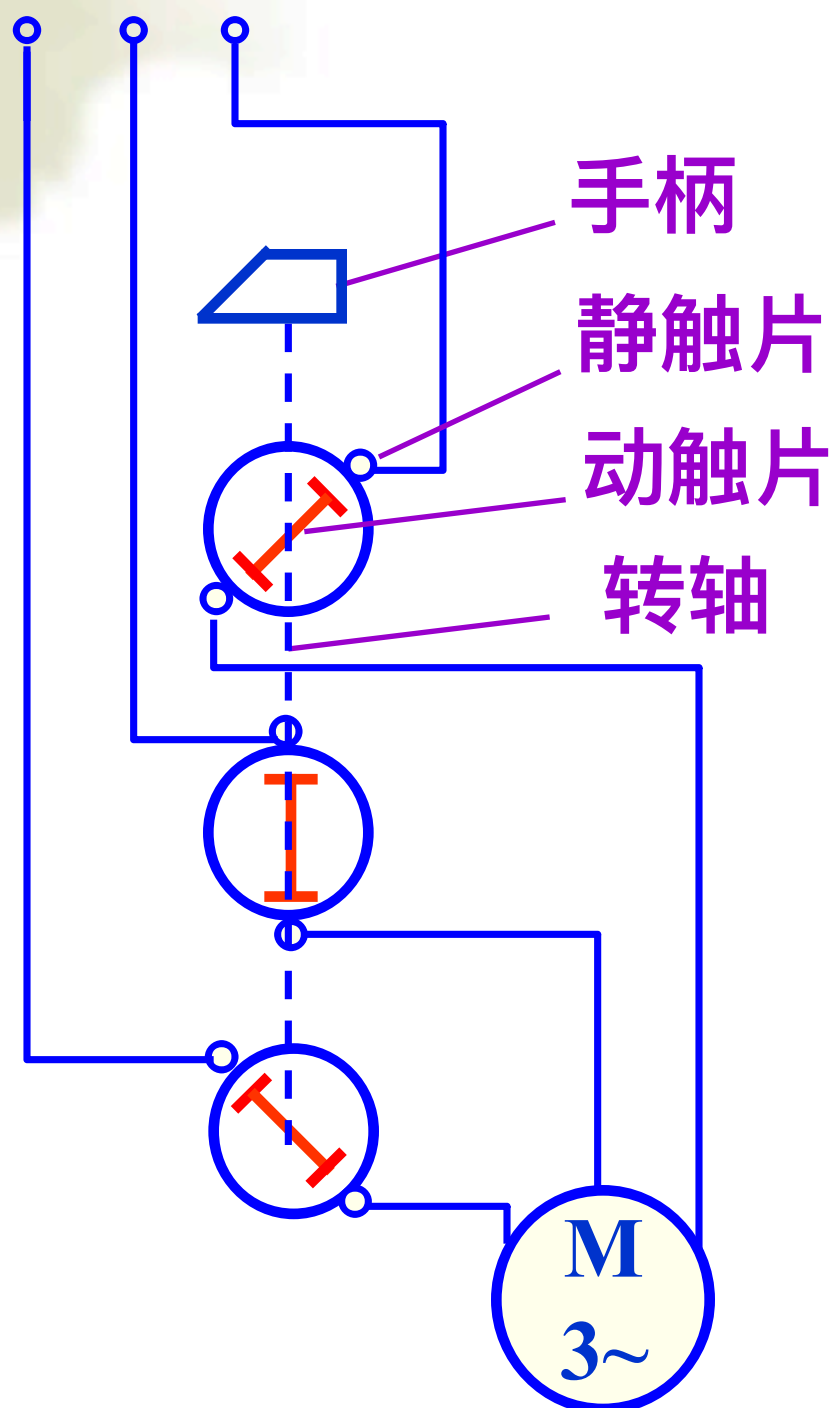
组合开关有单极、双极、多极三大类，根据接线方式的不同分为几种方式：同时接通、交替接通、两位转换、三位转换、四位转换。技术参数有：额定电压、额定电流、操作参数和极数。

用组合开关起停电动机的接线图



转动手柄，转轴就可以带动三个动触片将三对静触片(彼此相差一定角度)同时接通或断开。

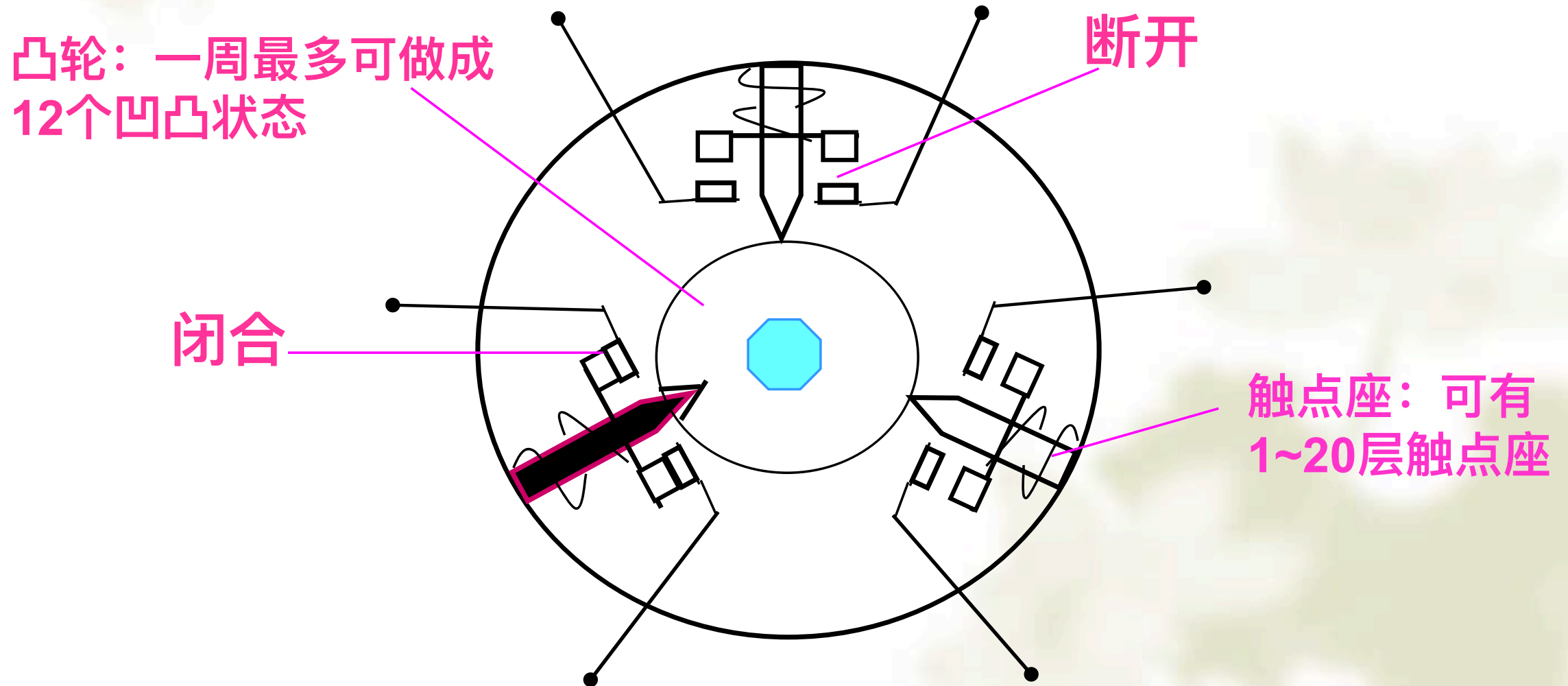
用组合开关起停电动机的接线图



转动手柄，转轴就可将三个触点(彼此相差一个角度)同时接通或断开，从而控制电动机启动或停止。

6.1.3 万能转换开关

具有更多操作位置和触点，能够转换多个电路，能满足复杂控制线路的要求，故有“万能”转换开关之称。





6.1.4 熔断器

熔断器俗称保险丝，是最简便而且最有效的短路保护电器。熔断器中的熔丝或熔片用电阻率较高的易熔合金制成。线路正常工作时，熔体不应熔断，当电路发生短路，熔体立即熔断，以保护电路及用电设备不遭损坏。熔体熔断后可以更换，熔断器可以多次使用。

图形符号



文字符号

FU

常用三种熔断器的结构图 (p140)

熔断器最重要的参数就是额定电流。
选择熔丝的方法：

(1) 电灯支线熔丝

熔丝额定电流 \geq 支线上所有电灯的工作电流

(2) 一台电动机的熔丝

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

如果电动机起动频繁，则为

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

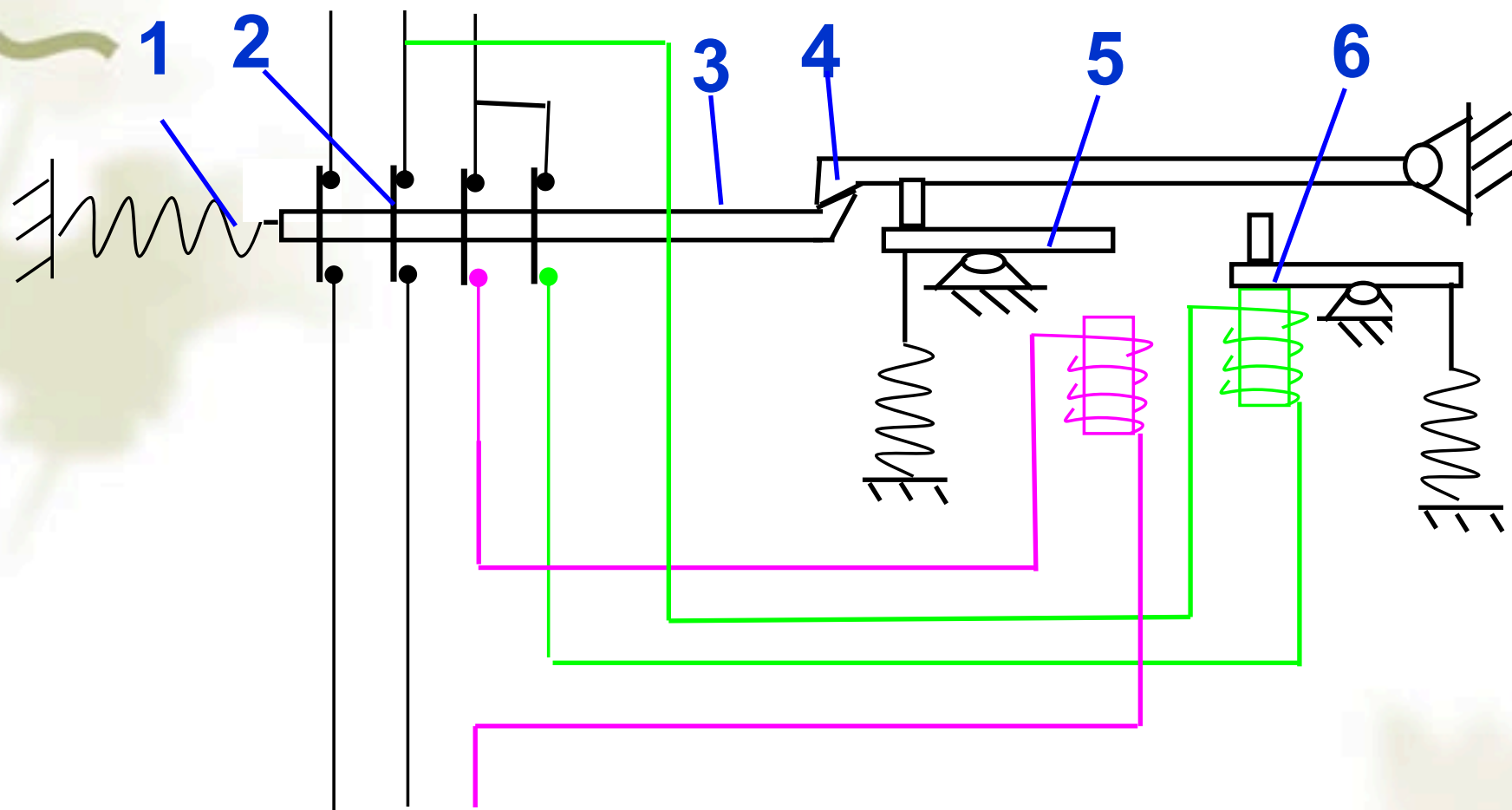
(3) 几台电动机合用的总熔丝

熔丝额定电流 = $(1.5 \sim 2.5) \times$ 容量最大的电动机额定电流
+ 其余电动机额定电流之和

熔丝的额定电流有 4 A； 6 A； 10 A； 15 A； 20 A； 25 A；
35 A； 60 A； 80 A； 100 A； 125 A； 350 A； 600 A 等多种。

5.1.5 自动空气断路器

自动空气断路器相当于刀开关、熔断器、热继电器和欠压继电器的组合。能自动进行欠压、失压、过载和短路保护的控制电器，也能进行手动操作。



- 1、主触点2常由手动闭合，被锁购（4）锁住，正常工作时所有脱钩器都不会动作。
- 2、严重短路或过载时红色线圈吸合5顶开4，使主触点断开。实现短路保护。
- 3、当电压下降或断电时绿色线圈（欠压脱钩器）电磁力很小不吸合衔铁，主触点断开，实现了欠压保护。

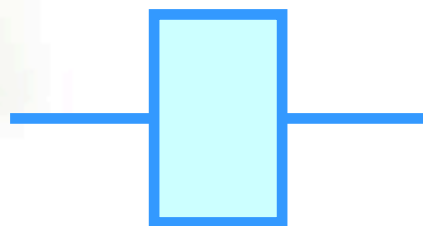
6.1.6 交流接触器

接触器是用来频繁接通或切断主电路的一种自动切换电器。可实现远距离控制，主要控制对象是电动机，也可控制其它电力负载，如电热器，电焊机，电容器等。

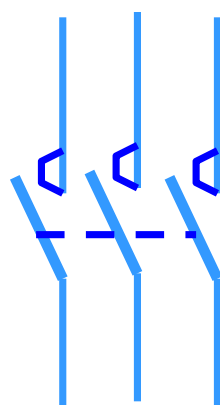
接触器的触头系统可以用电磁铁、压缩空气和液体压力等来驱动。所以可以分为电磁接触器、气动接触器、液压接触器。本章主介绍电磁接触器。电磁接触器又可以分为交流和直流接触器。

接触器的构成一般由主触点、辅助触点、电磁铁、灭弧装置、支架和外壳等构成。

1、线圈



2、主触点



3、辅助触点

常开触点



常闭触点



文字符号

KM

6.1.7 继电器

继电器是根据特定形式的输入信号而动作的电器，广泛应用于自动装置，遥控遥测通风设备及电力系统的继电保护线路中，是继电控制线路中最基本的原件之一。与接触器不同，主要用于反映控制信号，其触头通常在控制电路中。

按反映的信号不同可分为：电流继电器、电压继电器、时间继电器、速度继电器、温度继电器、压力继电器、功率继电器等。按动作原理分为：电磁式、电感式、电动式、电子式继电器和热继电器。

电磁继电器中的感测机构是电磁系统，执行机构是触点。当电磁系统中流过线圈的电流增加到一定数值时，衔铁吸合触头回路被切断或接通。

1、电流继电器

- ①属于电磁式和接触器的原理相同；
- ②反映电流信号；
- ③电流值达到动作值时电磁系统将动铁心吸合，使触点动作；
电流值达不到动作值时，动铁心释放，触点恢复原状；
- ④分为欠电流继电器和过电流继电器，前者在线圈电流低于某值时动作，后者在线圈电流高于某值时动作。
- ⑤继电器的线圈与负载串联，反映负载电流，线圈匝数少，导线粗。

2、电压继电器

上述①~ ④与电流继电器相对应；

- ⑤继电器的线圈与导线并联，反映负载电压，匝数多，导线细。

3、中间继电器

中间继电器常用来传递多个信号和同时控制多个电路或将信号放大，也可以直接控制小容量电动机或其它电气执行元件。

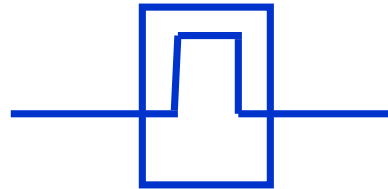
其输入量一般为电压，实质上为电压继电器，中间继电器的结构和交流接触器基本相同，只是电磁系统小些，触点多些。

选用中间继电器主要考虑电压等级和触点数量。

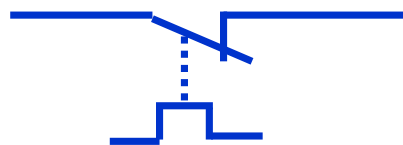
4、热继电器

热继电器是一种能反映发热状况的自动控制电器，主要用来保护电动机和其它负载免于过载及作为三相电动机的断相保护。

1、热元件



2、常闭触点



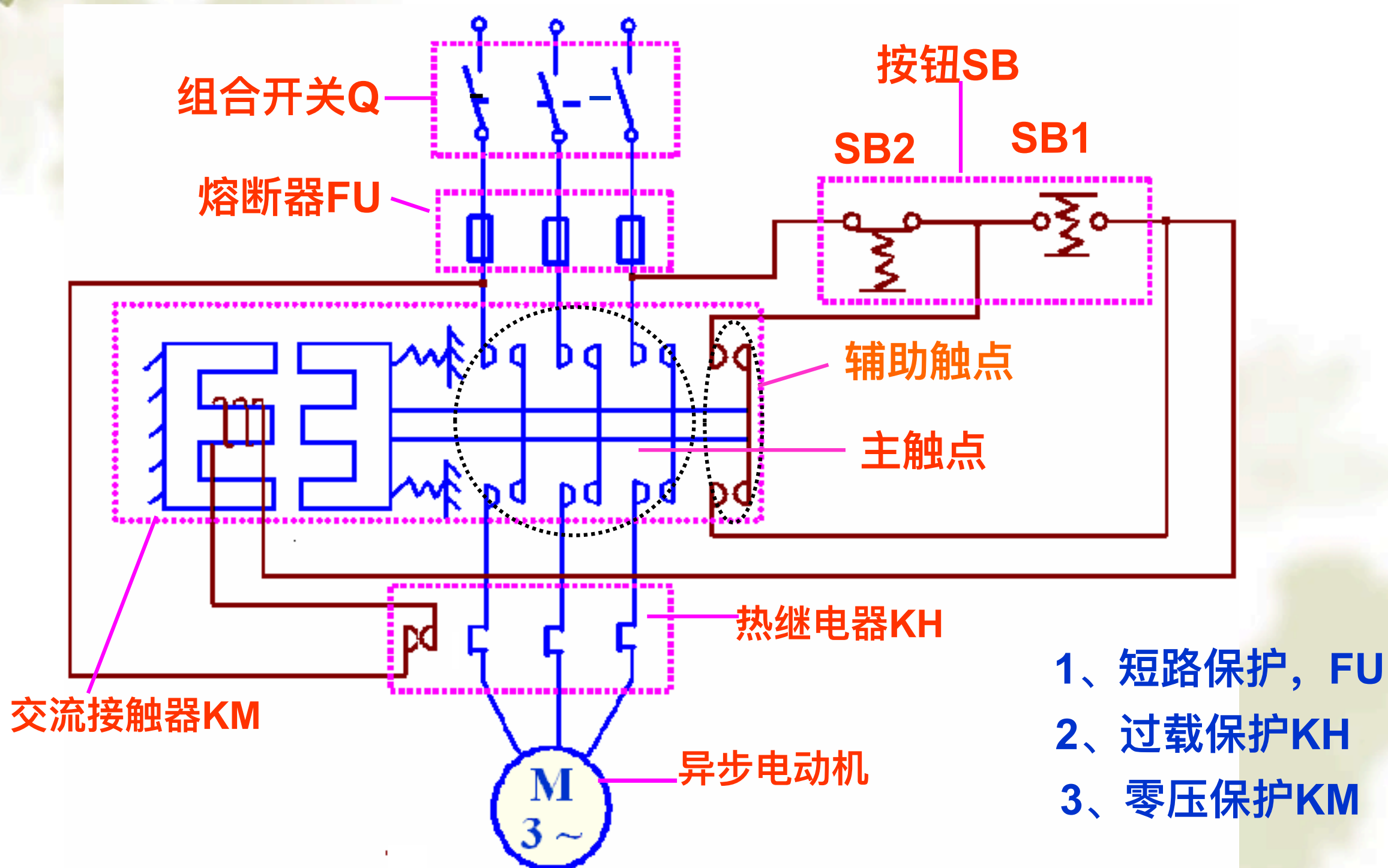
3、文字符号

KH

6.2 三相异步电动机的基本控制线路

采用继电器、接触器及按钮等控制电器来实现电动机的起动、停止、正反转、调速及制动的控制系统称为**继电接触器控制系统**。

6.2.1 三相异步电动机直接起动的控制线路



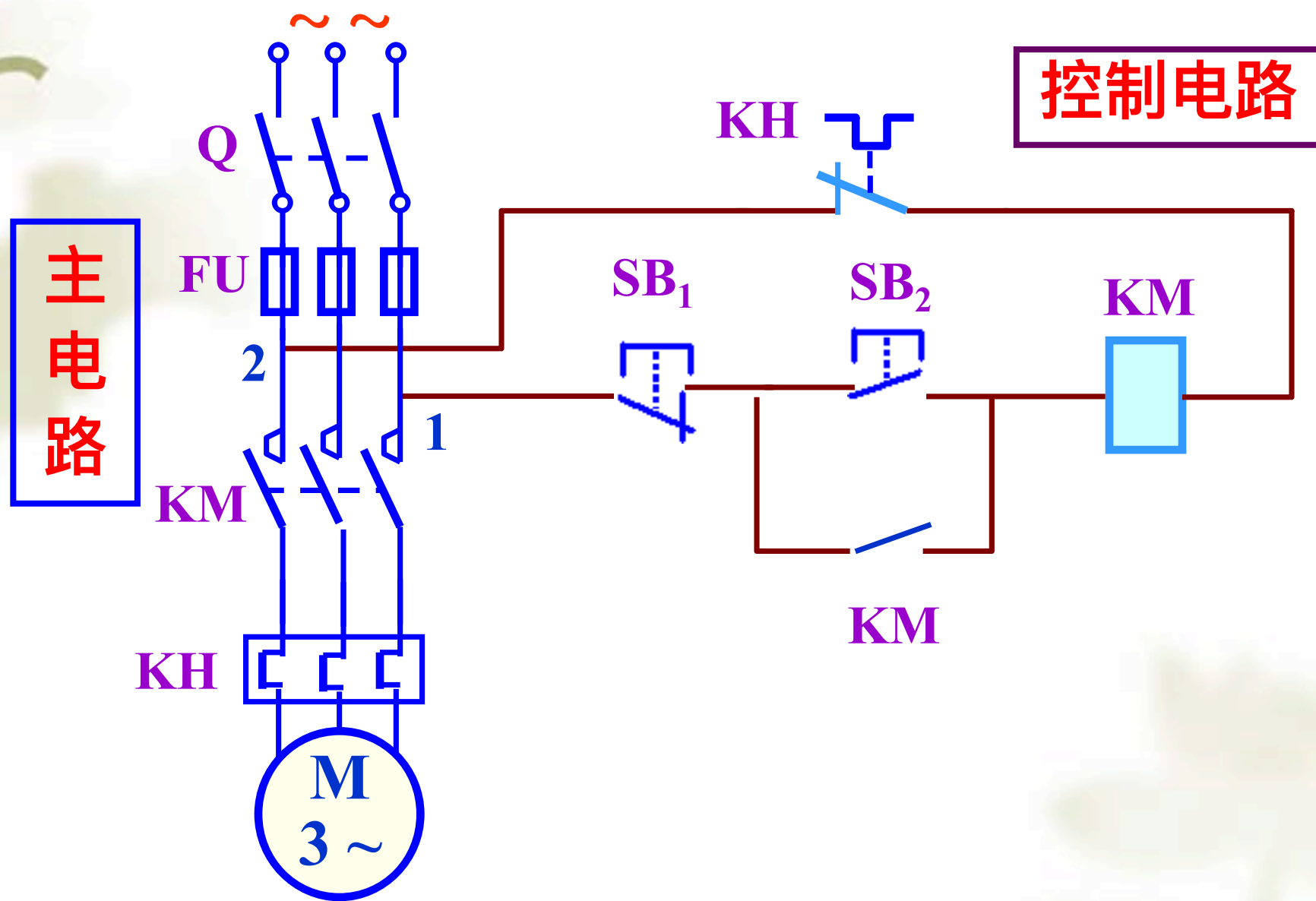
- ❖ 一般来说大容量电动机不允许直接启动因为启动电流为额定电流的4~7倍对设备冲击太大，只有容量小于10kw的小型电动机可以直接启动。
- ❖ 交流接触器中的辅助触点在启动按钮松开后使接触器线圈照常通电，使解除其保持吸合状态电动机持续运行下去，这种作用称为**自锁**。
- ❖ 熔断器起到**短路保护**作用。
- ❖ 热继电器起到**过载保护**作用。当长期过载运行时热元件发热弯曲其常闭触点断开，接触器线圈回路断电，主触点释放，电动机停止。
- ❖ 断电或电压严重下降时接触器吸力减小，使主辅触点断开，进行了**零压或欠压保护**，当电源恢复时需重新按下按钮才能启动，因为自锁触点已经断开。

6.2.2 电器控制原理图的画法

为了读图和设计线路的方便，控制线路常根据其作用原理画出，把控制电路和主电路分开。这样的图称为控制线路原理图。

电器控制原理图的画法：

- 1、各种电器都用统一的标准符号来代表。常用电机、电器图形符号见表6.2.1（p148）
- 2、主电路与控制电路分开画。主电路左，控制电路右，主电路以能量传递为主，控制电路完成信号传递和逻辑控制，按一定规律来控制主电路。
- 3、同一电器的不同部件无电路关联的要分开画，且用各自的图形符号，但必须用同一个文字符号来标明。
- 4、所有电器都要用其常态画出。



主电路：三相电源 \Rightarrow Q、FU \Rightarrow KM（主触点） \Rightarrow KH（热继电器） \Rightarrow M

控制电路：1 \Rightarrow SB₁ \Rightarrow SB₂ \Rightarrow KM（线圈） \Rightarrow KH（常闭触点） \Rightarrow 2

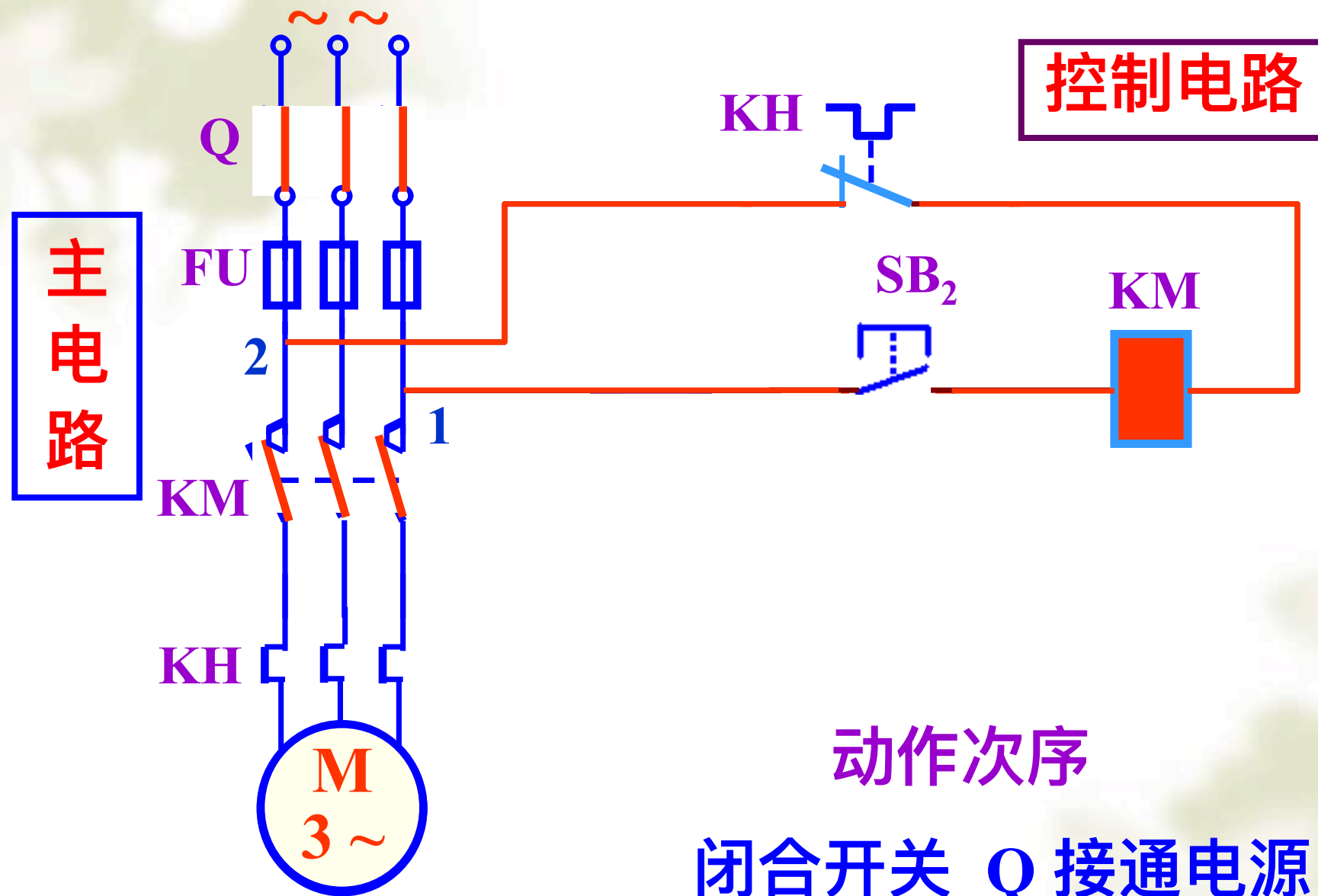
(辅助触点)

6.2.3 点动与长动控制线路

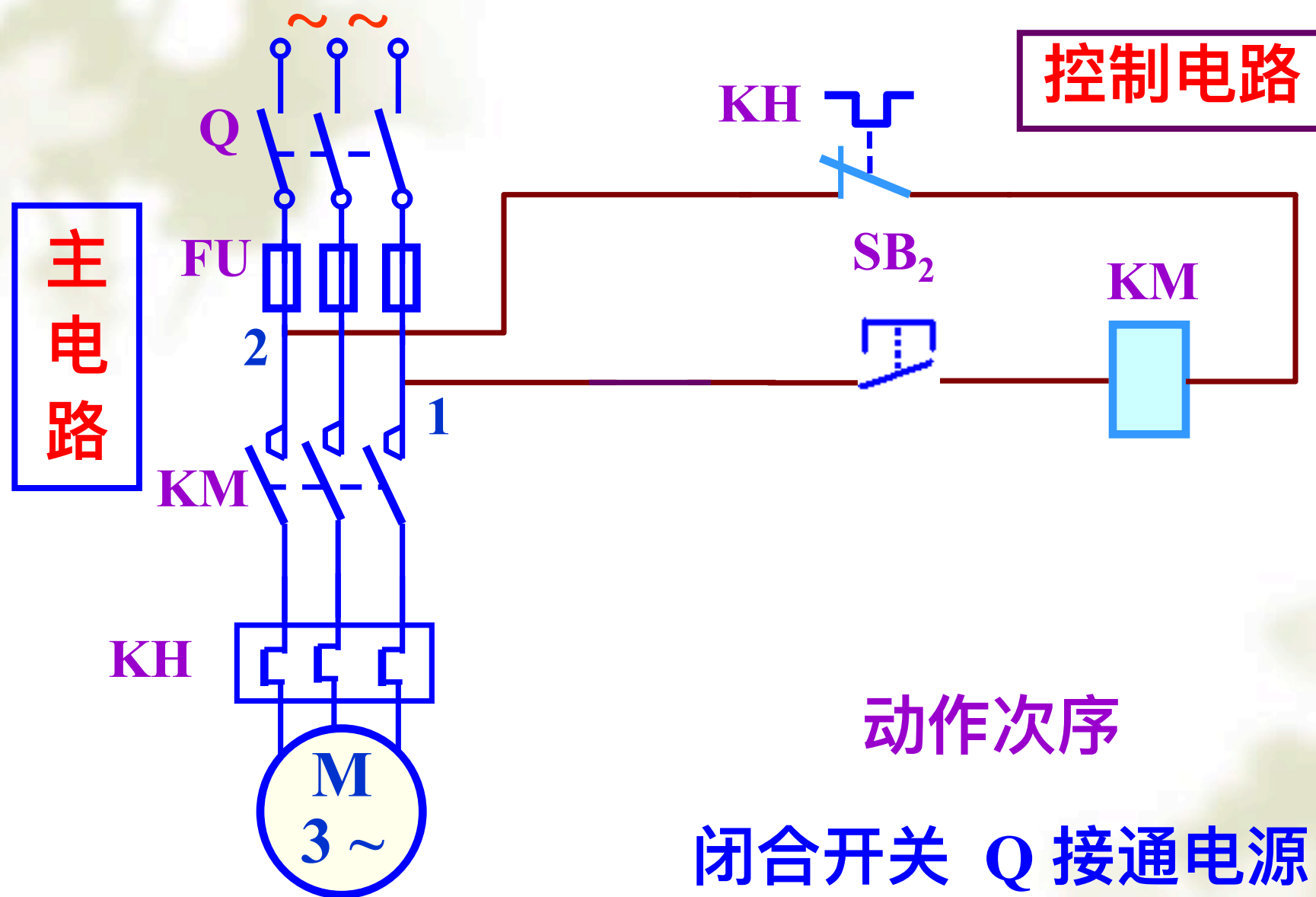
按下起动按钮电动机持续运转下去的称为**长动控制**；若按下起动按钮电动机运转，松开起动按钮电动机停止运转称为**点动控制**。

点动控制和长动控制是一对矛盾，有的控制需要点动，有的需要长动，有的长动控制和点动控制都需要，三相异步电动机直接起动控制线路是长动控制。

鼠笼型电动机点动控制原理图



鼠笼型电动机点动控制原理图

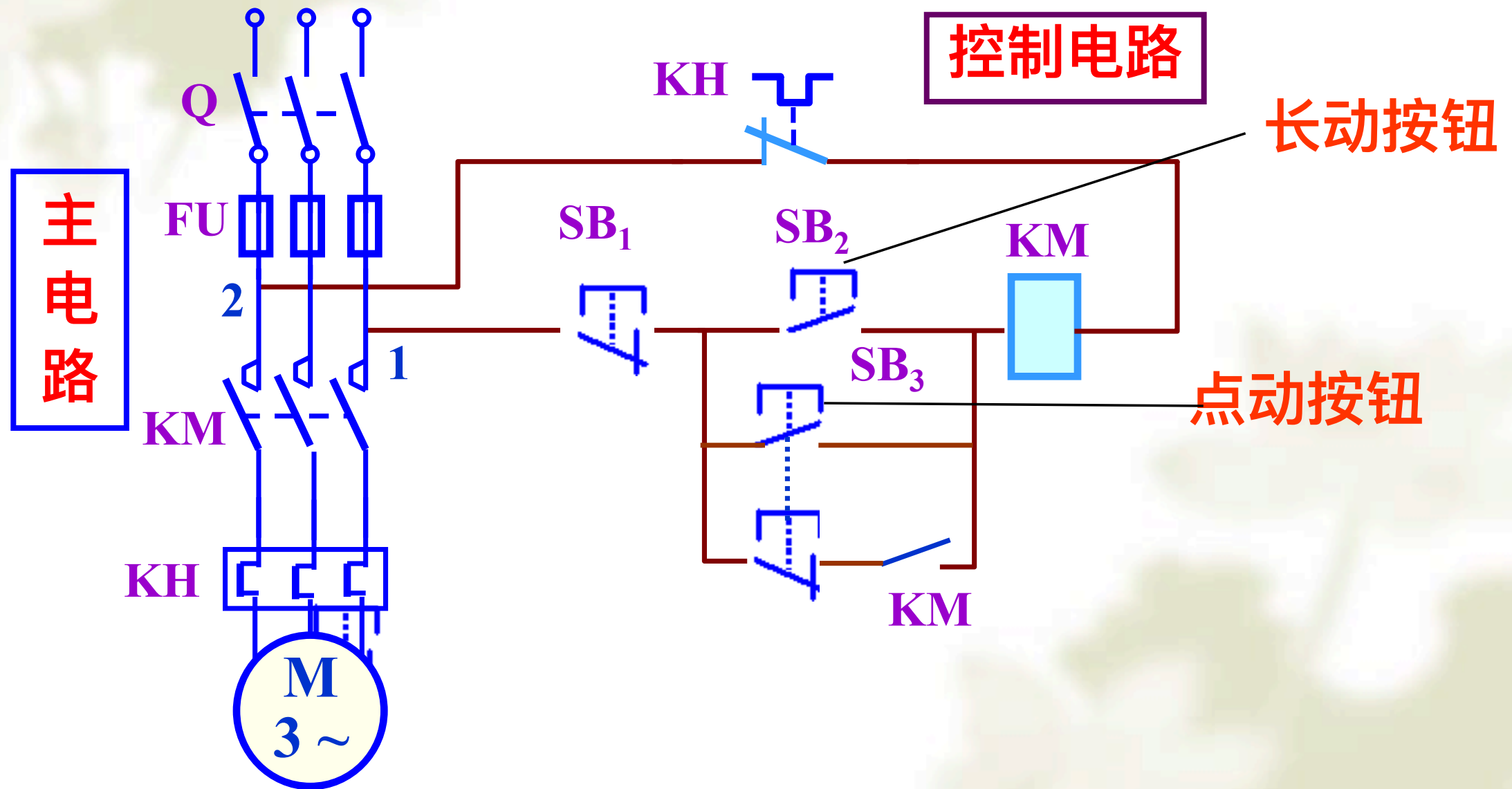


闭合开关 Q 接通电源

按 $SB_2 \rightarrow$ KM 线圈得电 \rightarrow KM 主触头闭合 \rightarrow M 运转

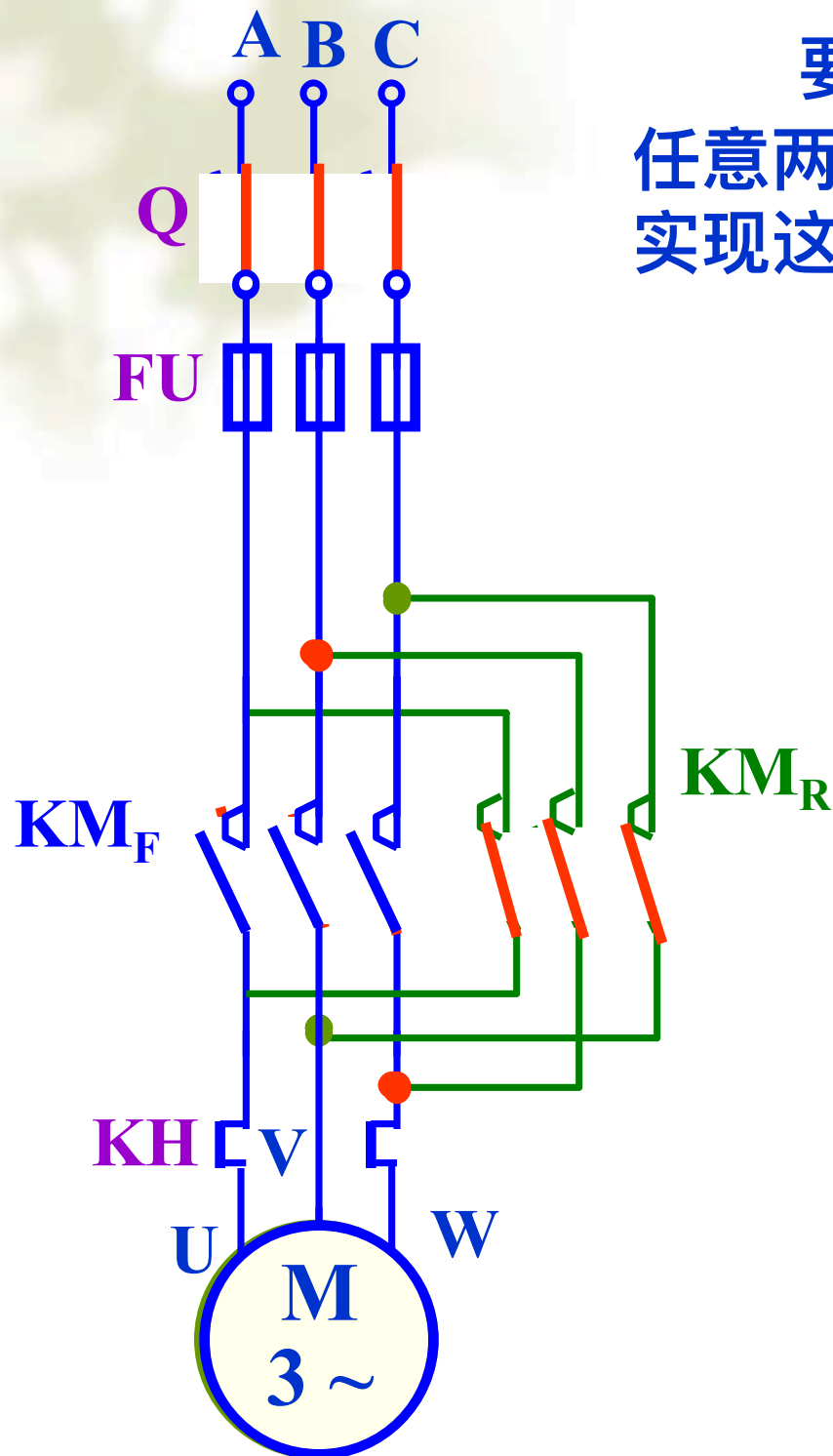
松 $SB_2 \rightarrow$ KM 线圈失电 \rightarrow KM 主触头恢复 \rightarrow M 停转

鼠笼型电动机点动与长动控制线路



6.2.4 三相异步电动机正反转的控制线路

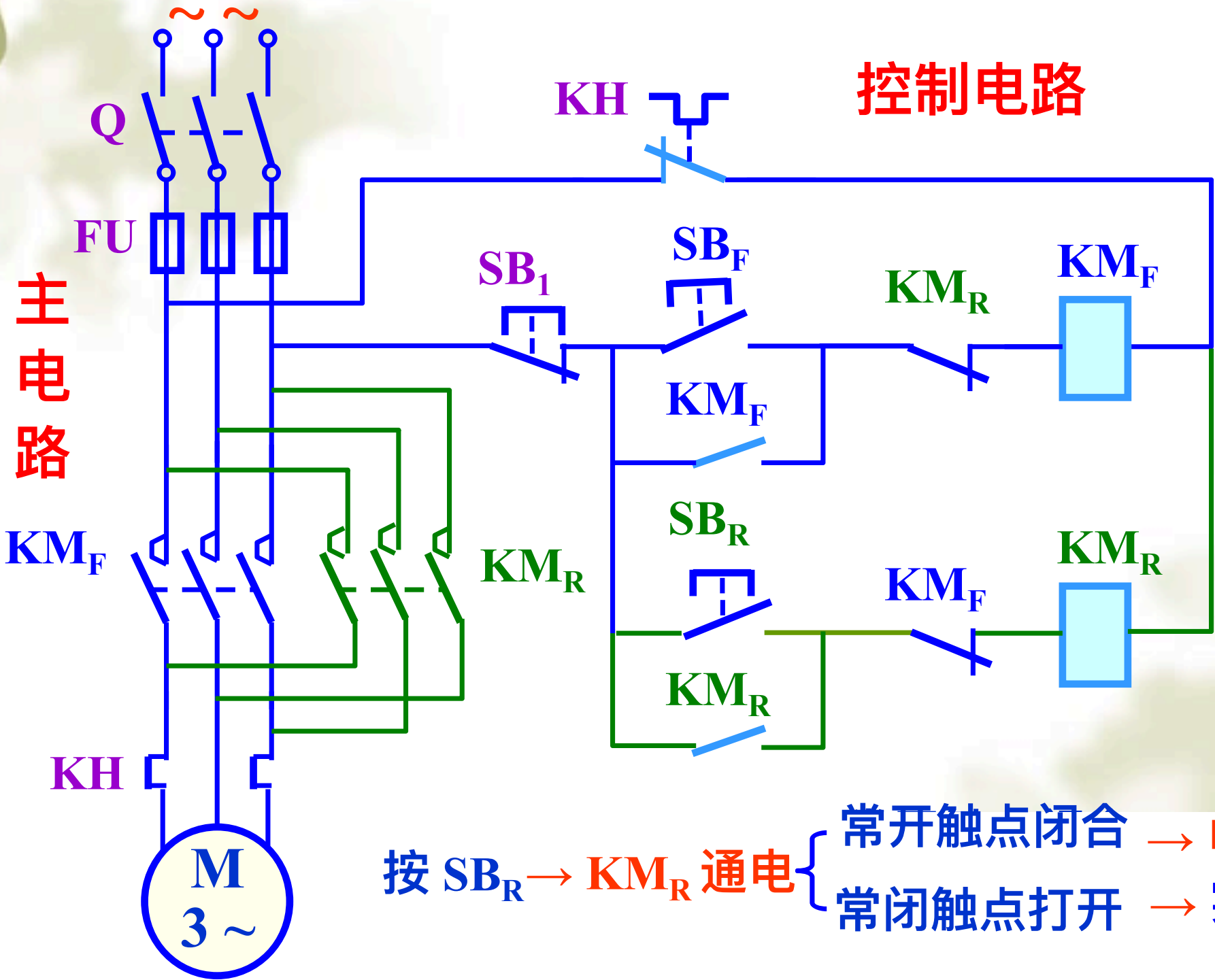
要使电动机能够实现反转，只要把接到电源的任意两根连线对调一下即可。为此用两个接触器来实现这一要求。



- 1、设 KM_F 为实现电机正转的接触器
 KM_R 为实现电机反转的接触器。
- 2、合上 $Q \rightarrow$ 接通电源
- 3、让 KM_F 线圈通电 \rightarrow 其主触点闭合
- 4、三相电源 ABC 分别通入电机三相绕组 UVW，电动机正转。
- 6、 KM_F 线圈断电，主触点打开，电机停。
- 6、让 KM_R 线圈通电 \rightarrow 其主触点闭合
- 7、三相电源 ABC 通入电机三相绕组变为 A—U 未变，但 B—W，C—V。

电动机将反转

笼型电动机正反转的控制线路



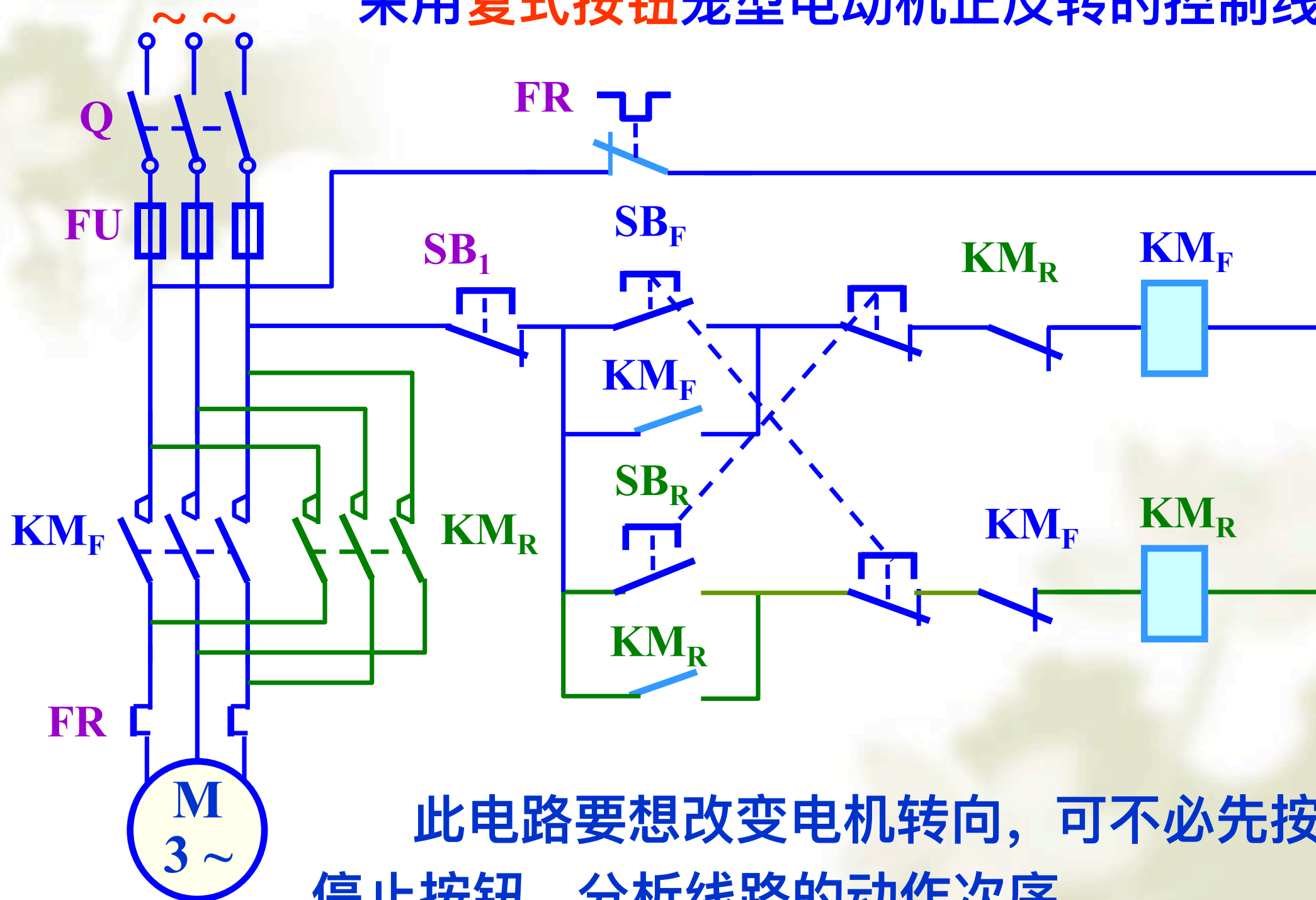
缺点：要想改变电机转向，必须先按停止按钮。

动作次序

合上 Q
接通电源

按 SB_R → KM_R 通电 { 常开触点闭合 → 电机反转并自锁
常闭触点打开 → 实现互锁功能

此电路要想改变电机转向，可不必先按停止按钮。分析线路的动作次序。



总结

- 1、进一步熟悉常用控制电器的功能原理及符号表示
- 2、掌握电气控制原理图的画法
- 3、掌握三相异步电动机的基本控制及常用控制线路

6.3 行程控制

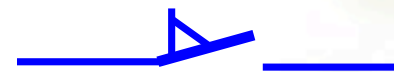
行程控制，就是当运动部件到达一定行程位置时采用行程开关来进行控制。而**行程开关**是行程的检测元件。

行程的种类很多，它有常开触点和常闭触点，由装在运动部件上的挡块来撞动。当运动部件到达一定行程位置时，其上的挡块撞动行程开关，使常开触点闭合，常闭触点断开。

行程开关符号



常闭触点

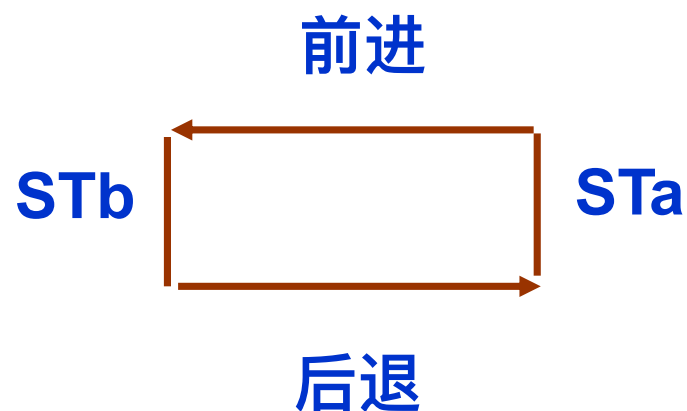


常开触点

限位控制：当运动部件超出其行程范围就会触动限位行程开关，使常闭触点断开，切断电源，运动停止，起到了限位保护。

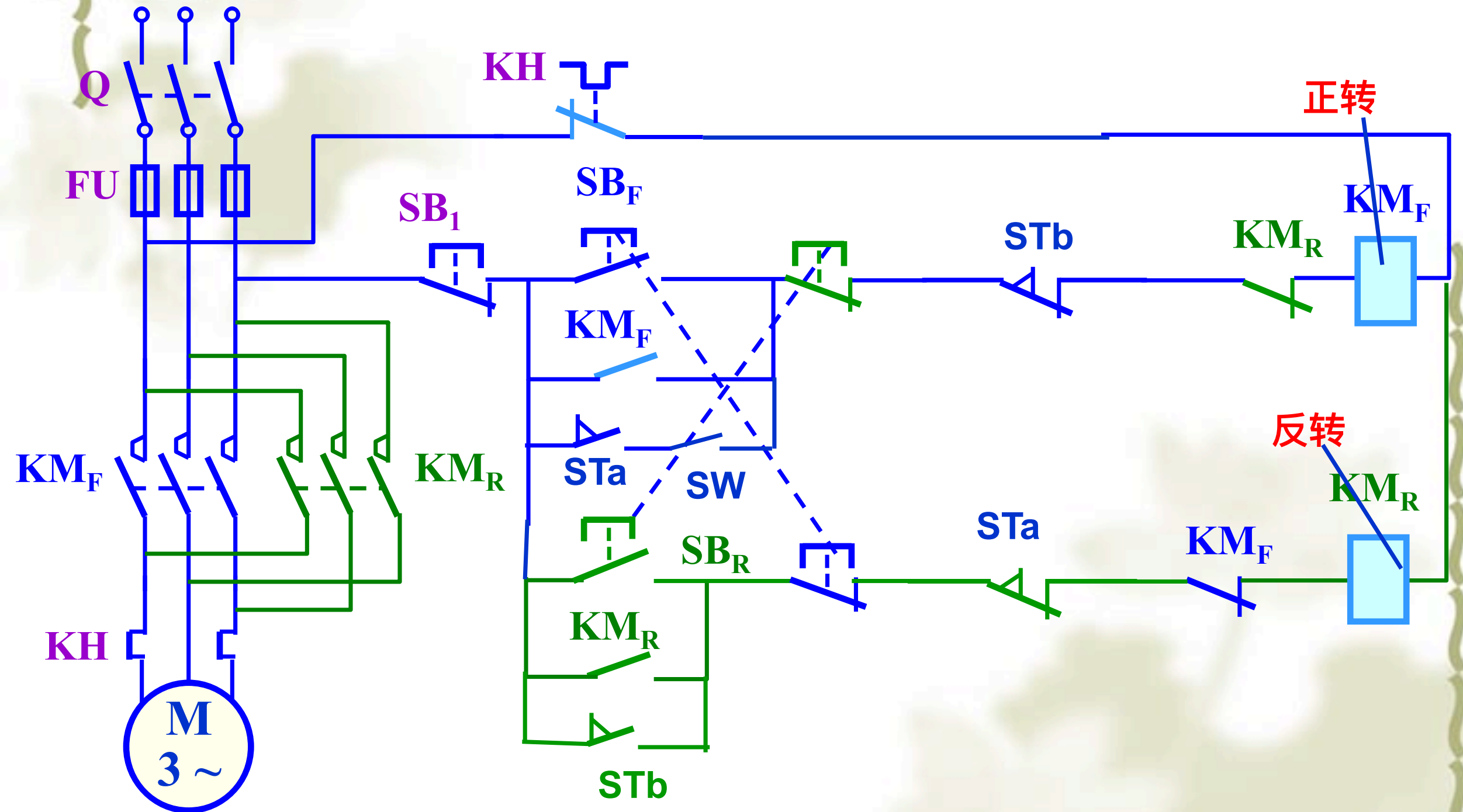
自动往复控制：要求用行程开关来切换正反转控制，实现运动部件往复运动。

举例：工作台自动往复控制，根据行程完成自动正反转切换。
刨床或磨床的工作台必须在一定的行程内往复运动。



- 行程开关STa装在工作台的始点；
- 行程开关STb装在工作台的终点；
- 工作台由电动机拖动，从始点开始前进（正转），到终点时开始后退（反转）

工作台自动往复控制线路



6.4 时间控制

时间控制是指采用时间继电器进行延时控制。例如电动机的 Y — Δ 起动。

时间继电器：用来反映时间间隔的自动控制电器，从控制方式上分为通电延时和断电延时两类。延时范围从0.05秒到几十小时不等。

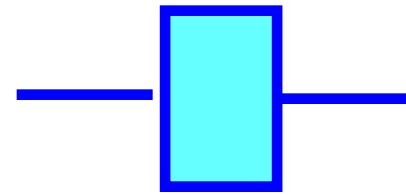
通电延时空气式时间继电器； 断电延时空气式时间继电器。

时间继电器的图形和文字符号

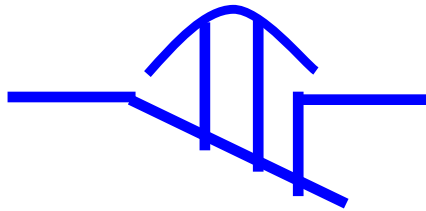
通电延时时间继电器

文字符号 **KT**

图形符号

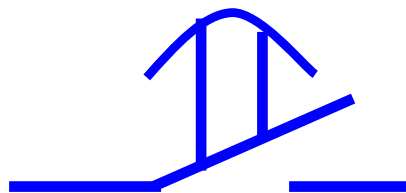


线圈



通电延时打
开常闭触点

线圈通电后，延时一会再断
开，线圈不通电，闭合。



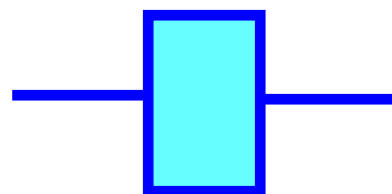
通电延时闭
合常开触点

线圈通电后，延时一会再闭
合，线圈不通电，不闭合。

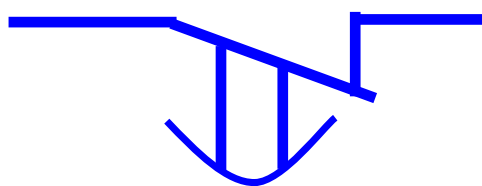
断电延时时间继电器

文字符号 **KT**

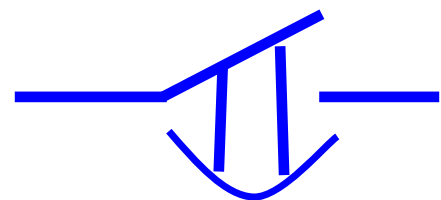
图形符号



线圈



断电延时闭
合常闭触点

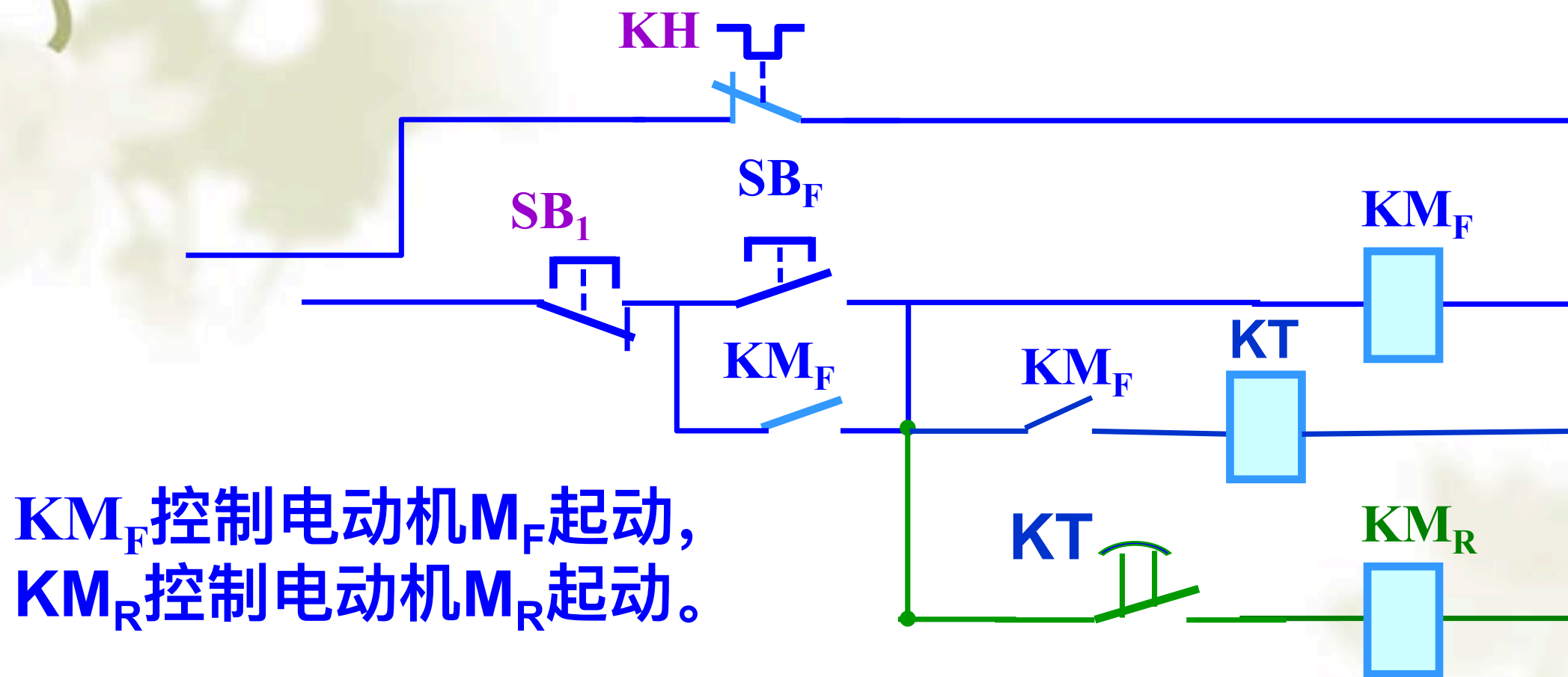


断电延时打
开常开触点

线圈通电后，马上断开，线圈断电后，延时闭合。

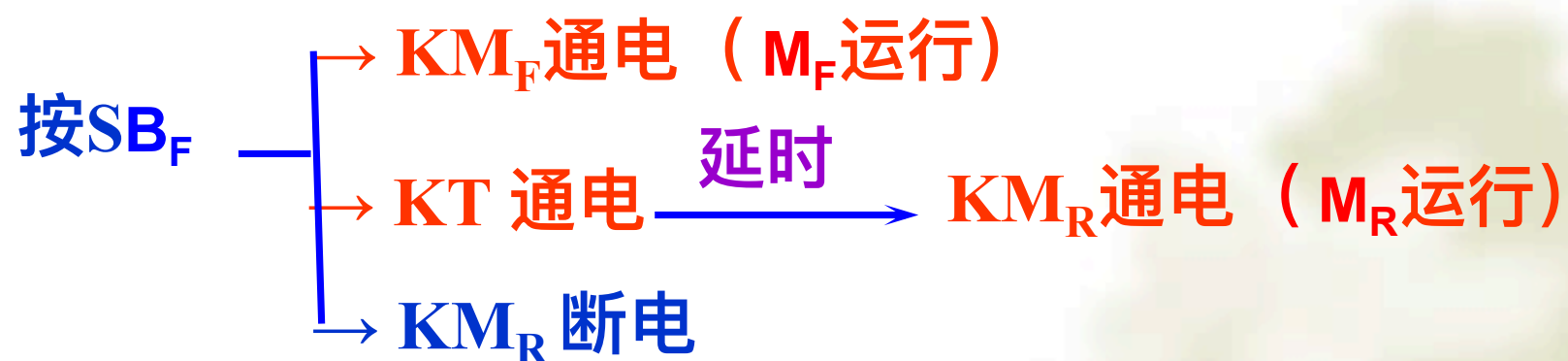
线圈通电后，马上闭合，线圈断电后，延时断开。

自动按时间顺序起动电动机

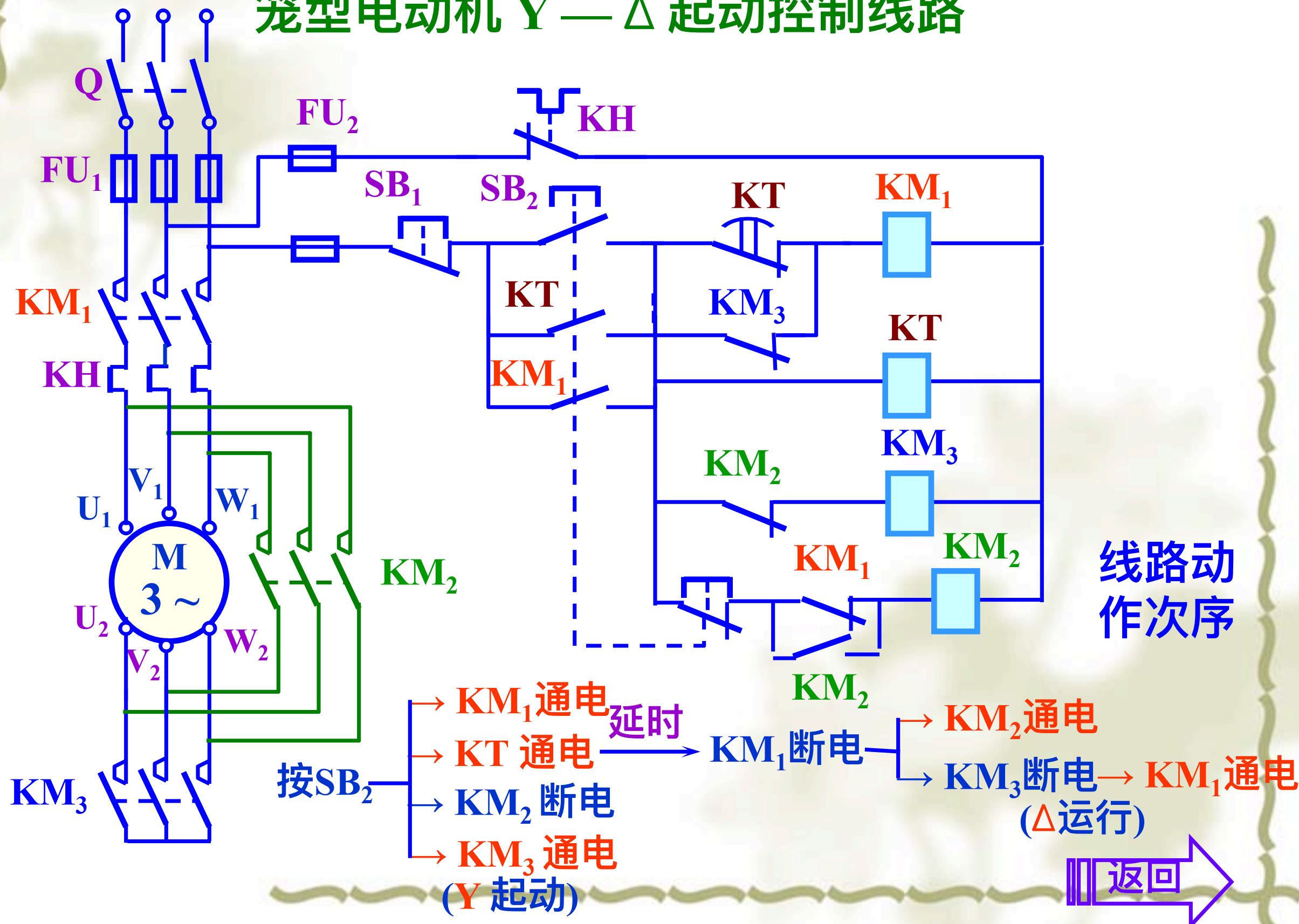


KM_F 控制电动机 M_F 起动,
 KM_R 控制电动机 M_R 起动。

线路动作次序



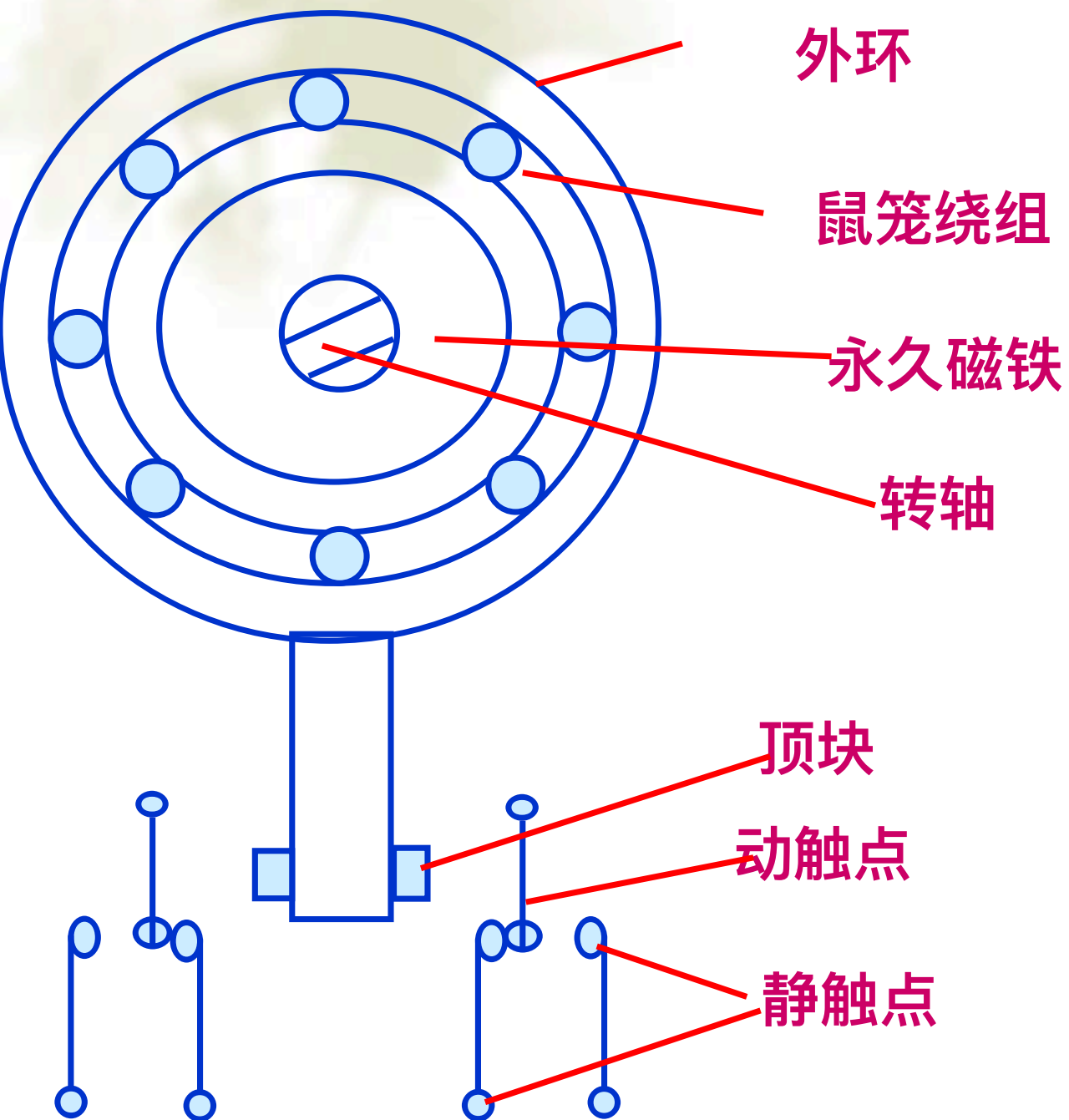
笼型电动机 Y—Δ 起动控制线路



6.5 速度控制

速度控制：根据电动机或主轴转速的变化来自动转换控制动作。比如在电动机反接制动线路中为避免制动后反转当速度下降到一定程度时要自动切除电源，否则容易反转。用来反映转速高低的控制电器称为**速度继电器**。

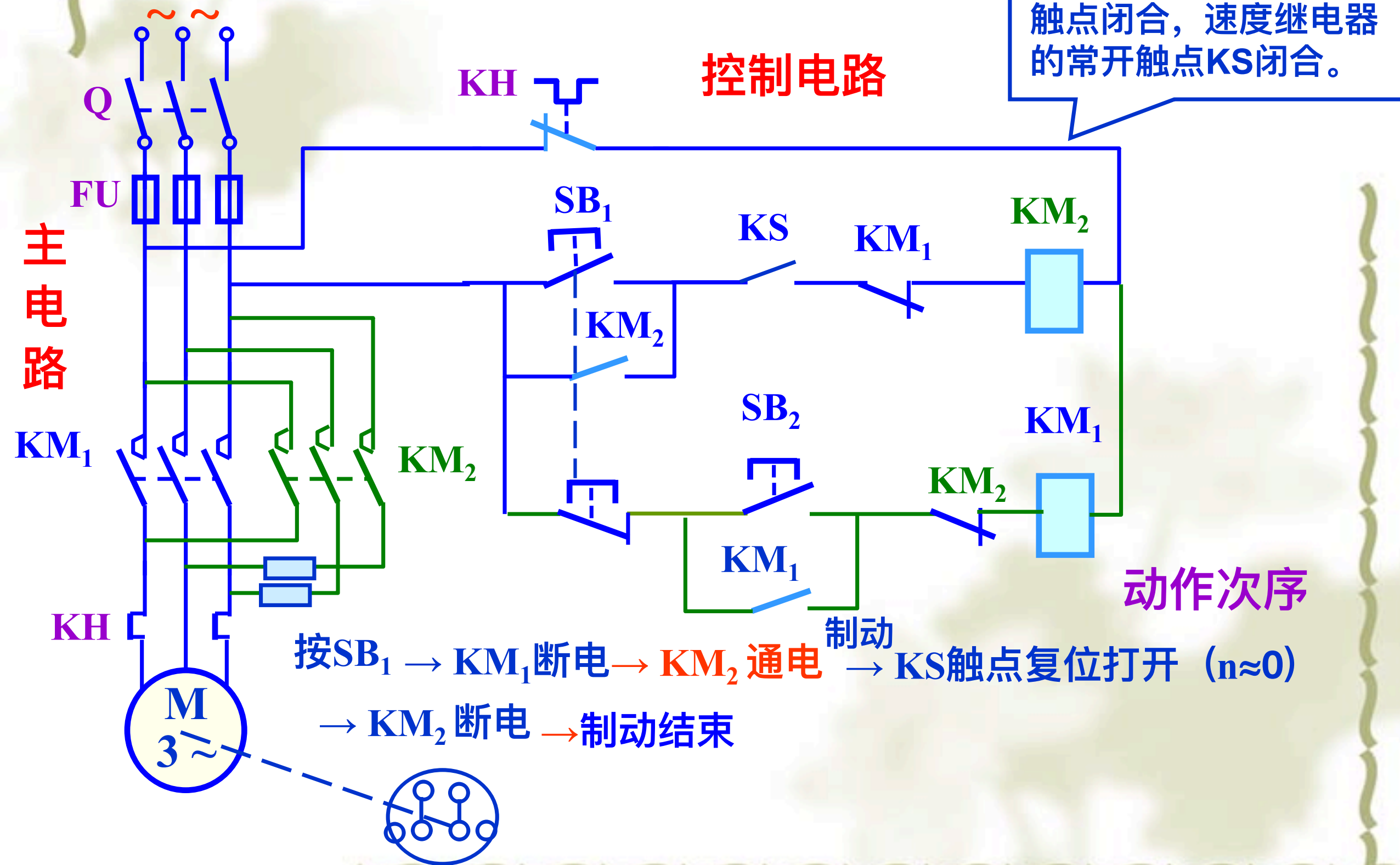
感应式速度继电器结构示意图



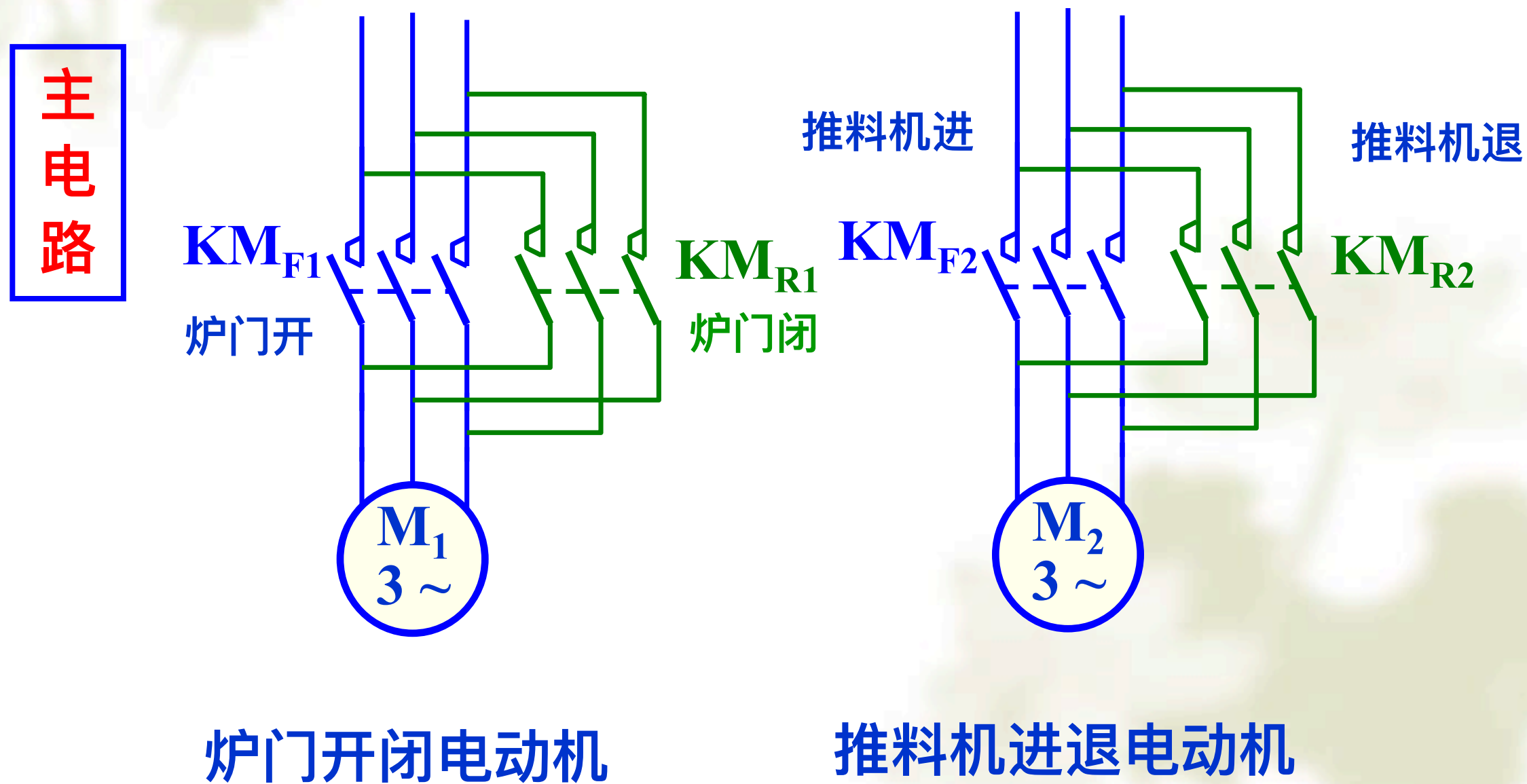
1. 速度继电器：定子、转子及触点组成。
2. 转子为永磁磁铁与电动机转轴相连接，并随之转动。
3. 定子内圈装有鼠笼绕组，当转子转动时即形成一旋转磁场，定子绕组中感应出电流并受到磁力的作用外环就转动一个角度，顶开触点改变控制电路。
4. 触点动作的转子速度可以人为调整。如改变外环的重量、改变加在动触点上的压力来调整继电器的整定速度。

三相异步电动机反接制动控制线路

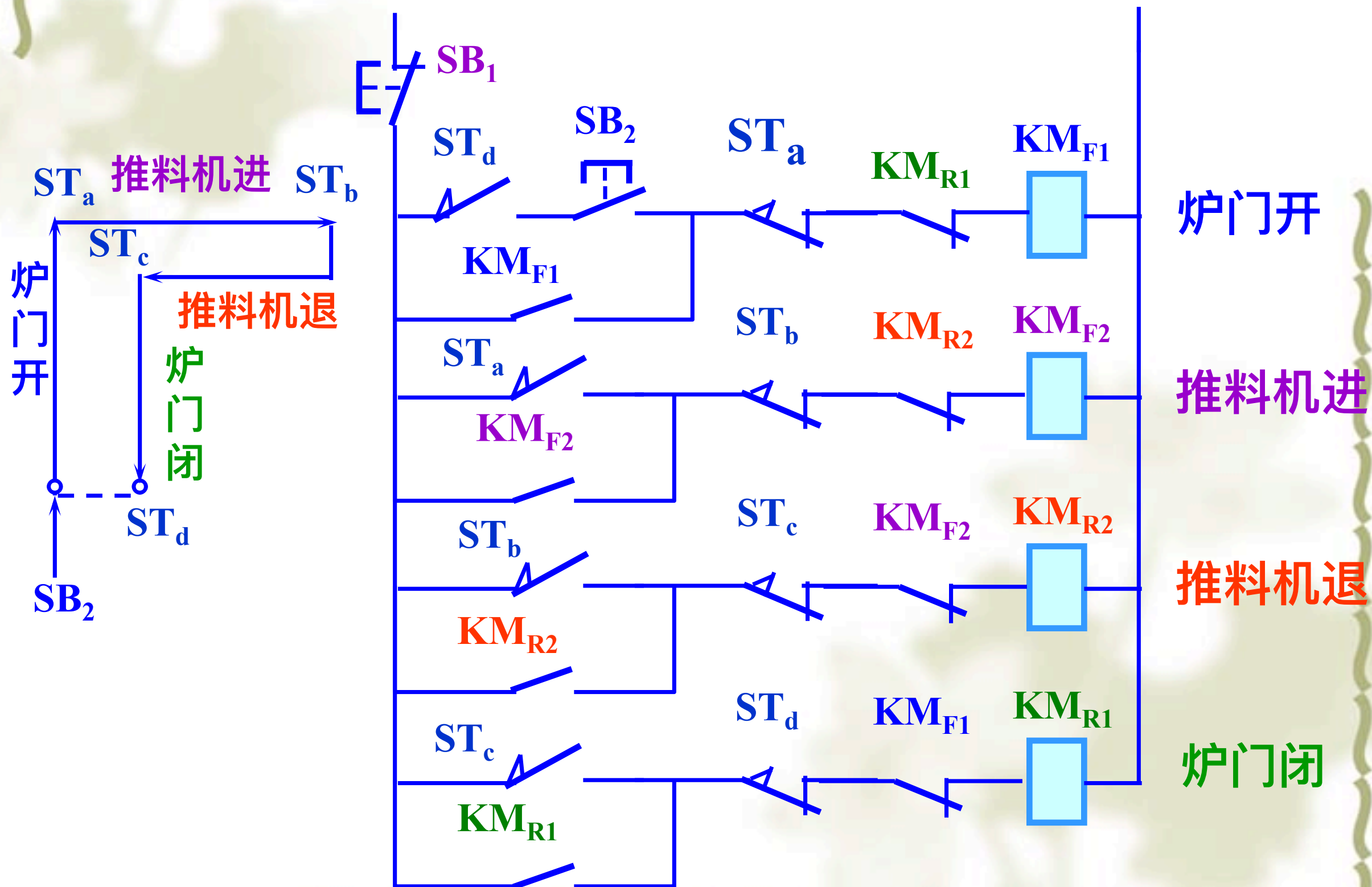
正常工作时KM1通电，其常闭触点断开、常开触点闭合，速度继电器的常开触点KS闭合。



加热炉自动上料控制线路



加热炉自动上料控制线路



加热炉自动上料控制线路动作次序

按 $SB_2 \rightarrow KM_{F1}$ 通电 $\rightarrow M_1$ 正转 \rightarrow 炉门开

压 ST_a — $\begin{cases} \rightarrow KM_{F1} \text{ 断电} \rightarrow M_1 \text{ 停转} \\ \rightarrow KM_{F2} \text{ 通电} \rightarrow M_2 \text{ 正转} \rightarrow \text{推料机进, 送料入炉, 到料位} \end{cases}$

压 ST_b — $\begin{cases} \rightarrow KM_{F2} \text{ 断电} \\ \rightarrow KM_{R2} \text{ 通电} \rightarrow M_2 \text{ 反转} \rightarrow \text{推料机退, 到原位} \end{cases}$

压 ST_c — $\begin{cases} \rightarrow KM_{R1} \text{ 断电} \rightarrow M_1 \text{ 停转} \\ \rightarrow KM_{R1} \text{ 通电} \rightarrow M_1 \text{ 反转} \rightarrow \text{炉门闭} \end{cases}$

压 ST_d — $\begin{cases} \rightarrow KM_{R1} \text{ 断电} \rightarrow M_1 \text{ 停转} \\ \rightarrow ST_d \text{ 动合触点闭合, 为下次循环作准备} \end{cases}$