

单元7 三相异步电动机基本控制电路

- ◎ 起动、停止控制路
- ◎ 正、反转控制电路
- ◎ 电动机制动控制电路

一. 起动、停止控制电路、

- ◎ 直接起动——全压启动、点动、多地控制
- ◎ 减压起动

1. 直接起动

供电变压器容量足够大

小容量笼型电动机

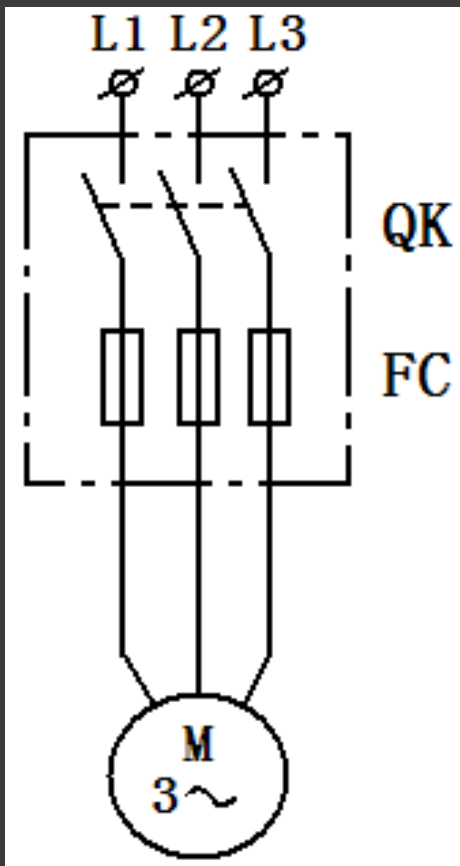


直接起动

优点: 电气设备少, 线路简单

缺点: 起动电流大, 引起供电系统电压波动

刀开关直接启动

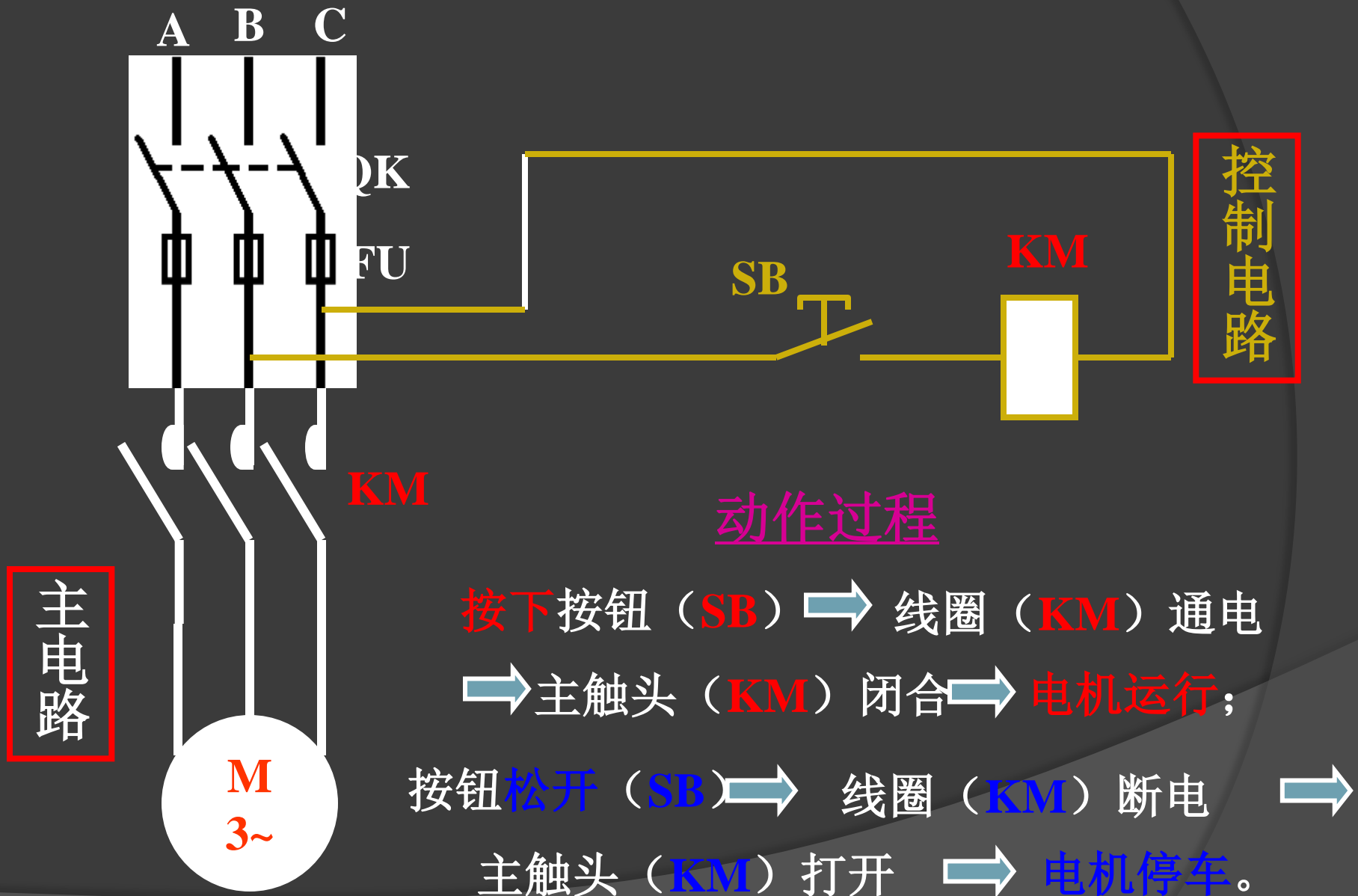


适用：

小容量

启动不频繁的笼型电动机

异步机的直接起动——点动控制

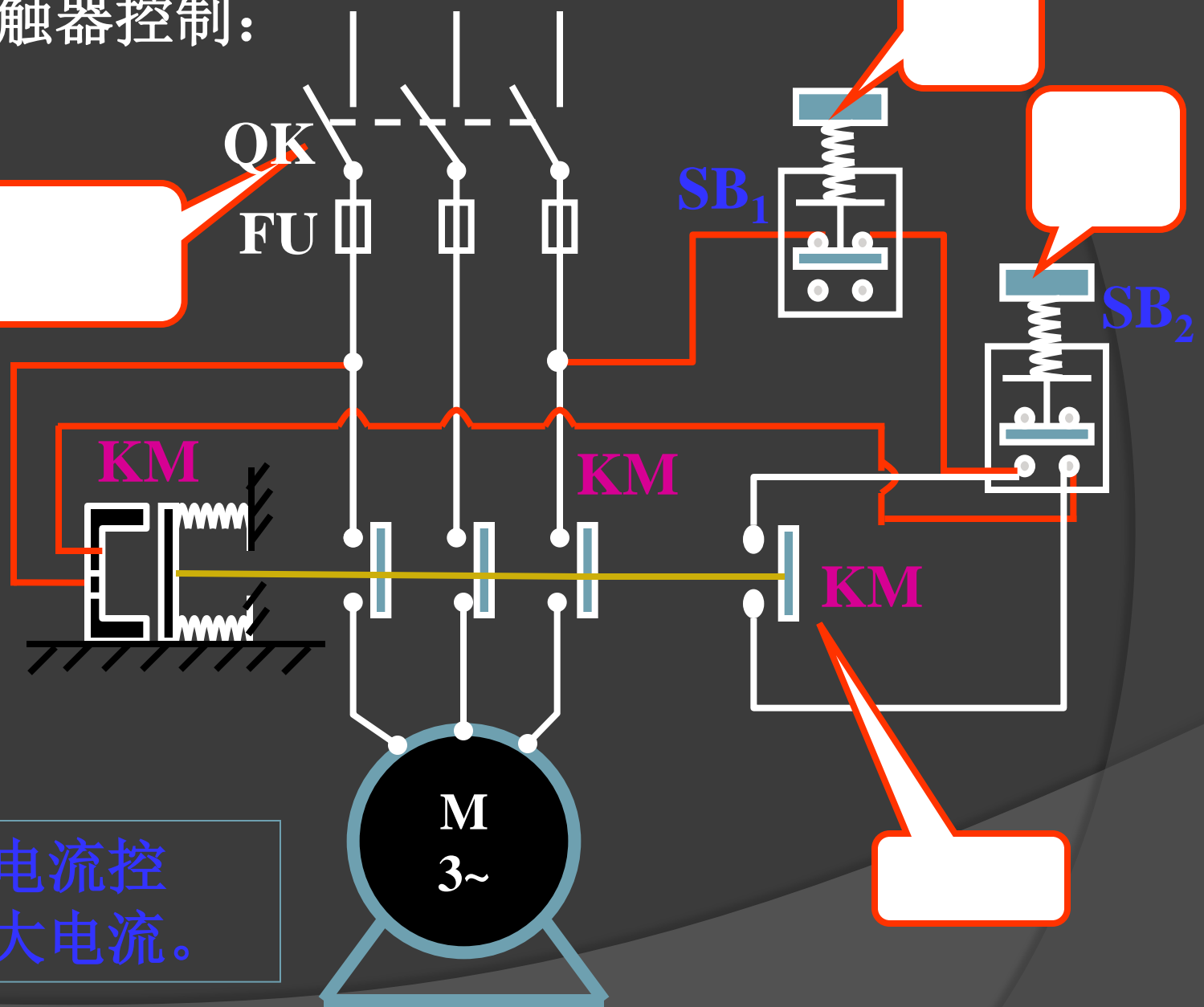


点动的作用：

电动机短时转动，常用于机床的
对刀调整和电动葫芦

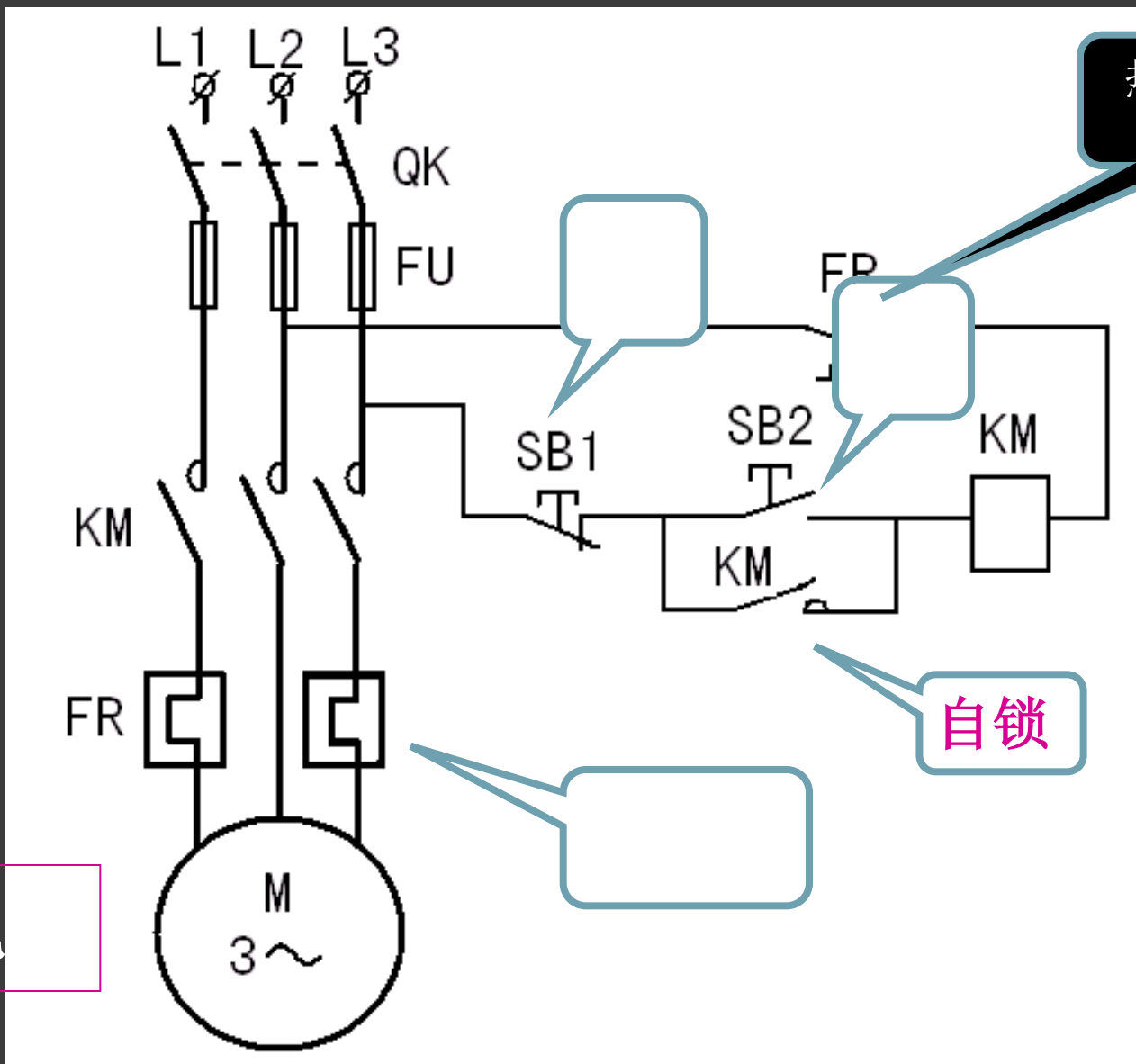
简单的接触器控制：

A B C



特点：小电流控制大电流。

异步机的直接起动——连续运行控制（长动）



异步机的直接起动——连续运行控制

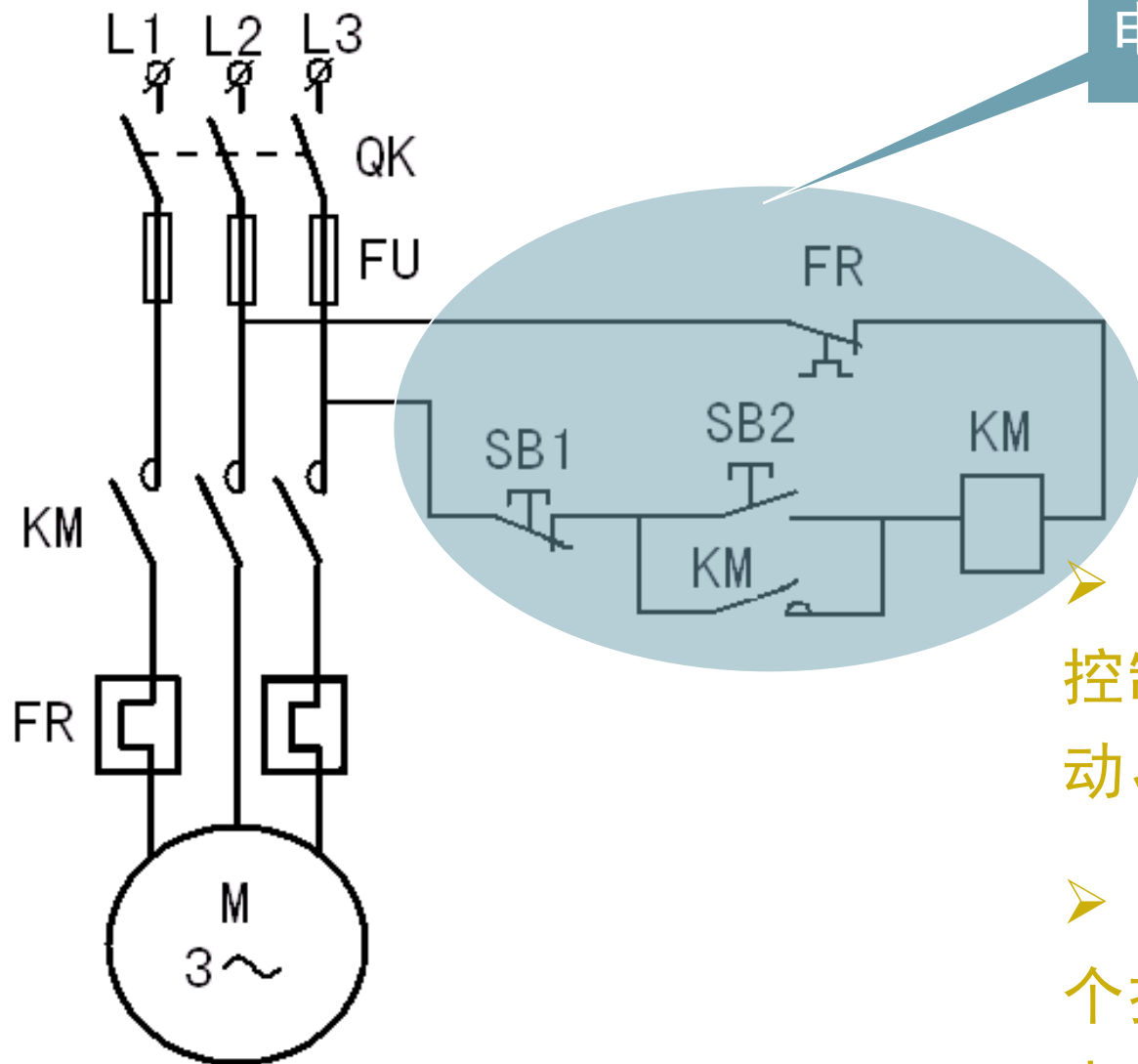
自锁(自保): 依靠接触器自身辅助常开触头而使线圈保持通电的控制方式

自锁触头: 起自锁作用的辅助常开触头

工作原理:

按下按钮 (SB_1)，线圈 (KM) 通电，电机起动；同时，辅助触头 (KM) 闭合，即使按钮松开，线圈保持通电状态，电机连续运行。

异步机的直接起动——连续运行控制

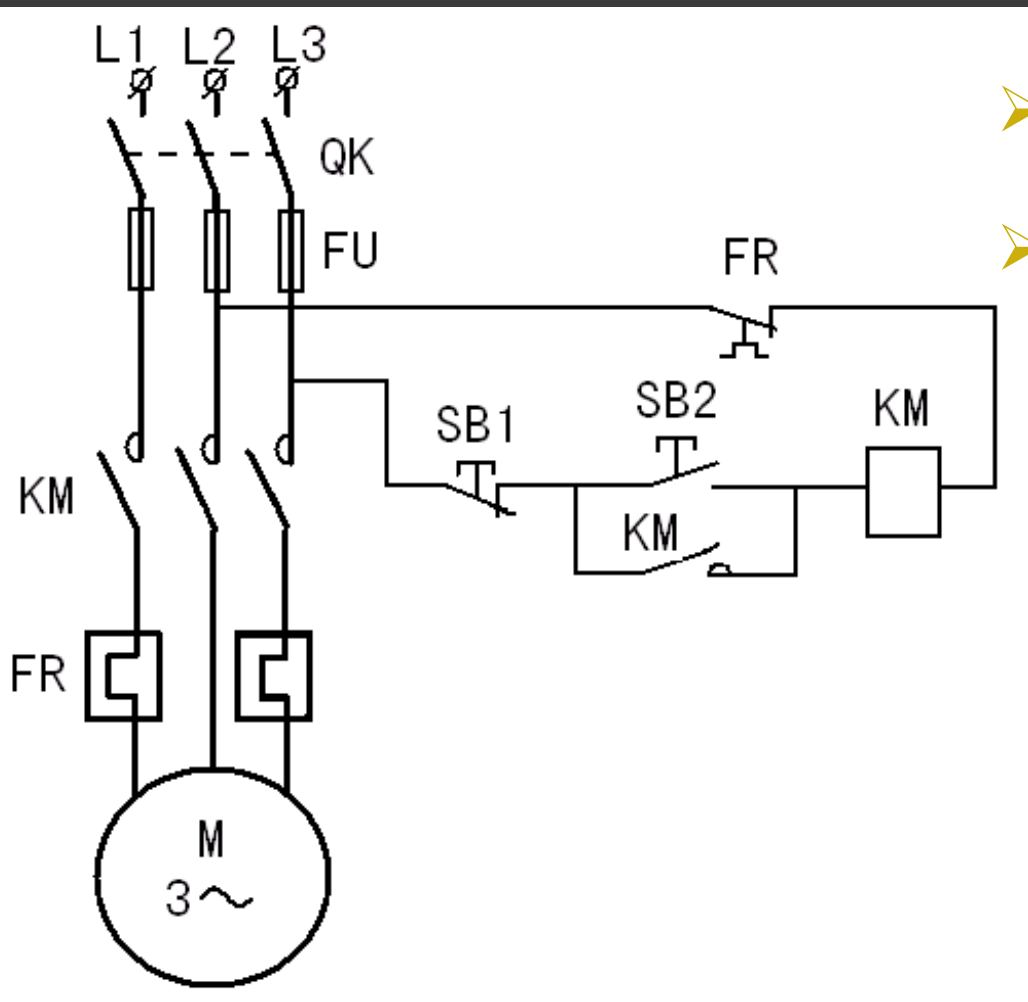


电磁起动器

➤ 不可逆电磁起动器可控制电动机单向直接起动、停止

➤ 可逆电磁起动器由两个接触器组成，可控制电动机的正、反转。

保护环节:



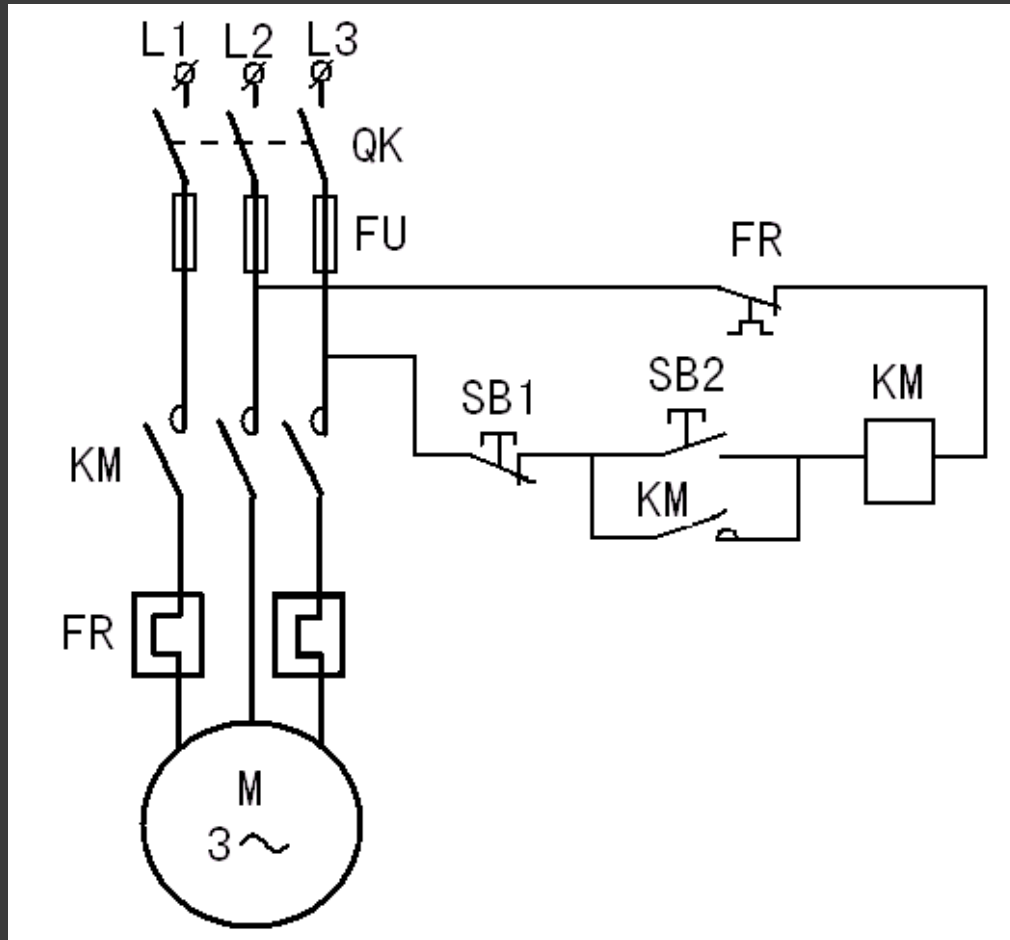
➤ 短路保护 熔断器FU

➤ 过载保护 热继电器FR

➤ 欠电压、失电压保护

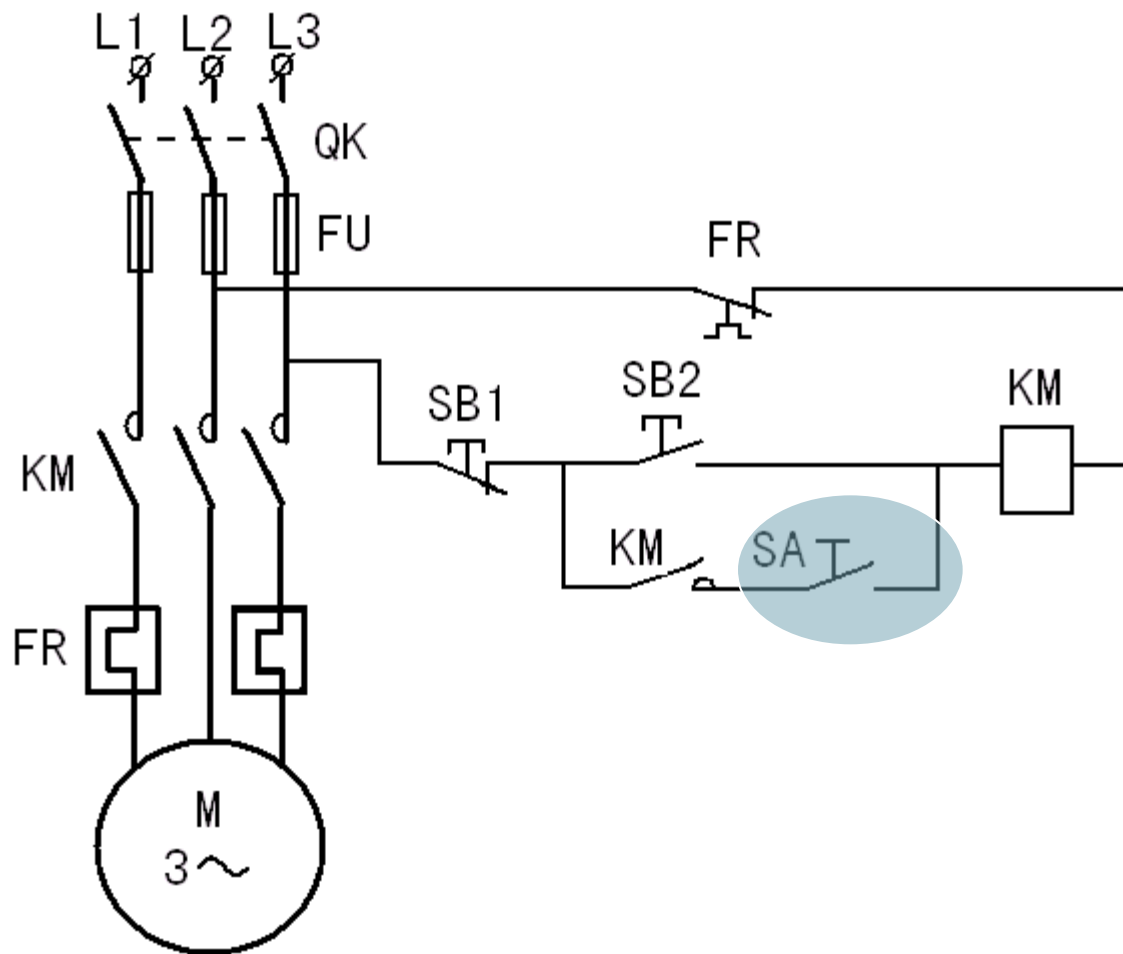
通过接触器KM的自锁环节来实现。---当电源电压恢复正常时,接触器线圈不会自行通电而起动电动机,只有在操作人员重新按下起动按钮后,电动机才能起动。

控制线路的优点：



1. 防止电源电压严重下降时电动机欠电压运行。
2. 防止电源电压恢复时，电动机自行起动而造成设备和人身事故
3. 避免多台电动机同时起动造成电网电压的严重下降。

异步机的直接起动---点动+连续运行控制



方法一：

用钮子开关SA

- ✓ 断开：点动控制
- ✓ 合上：长动控制

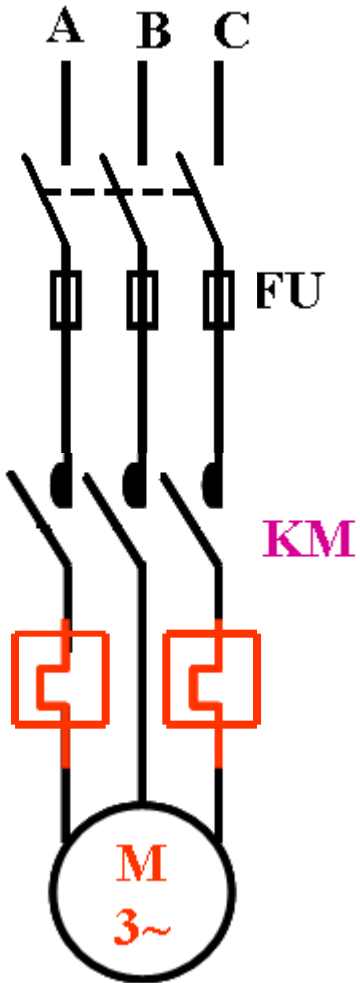
异步机的直接起动——点动+连续运行控制

方法二：用复合按钮。

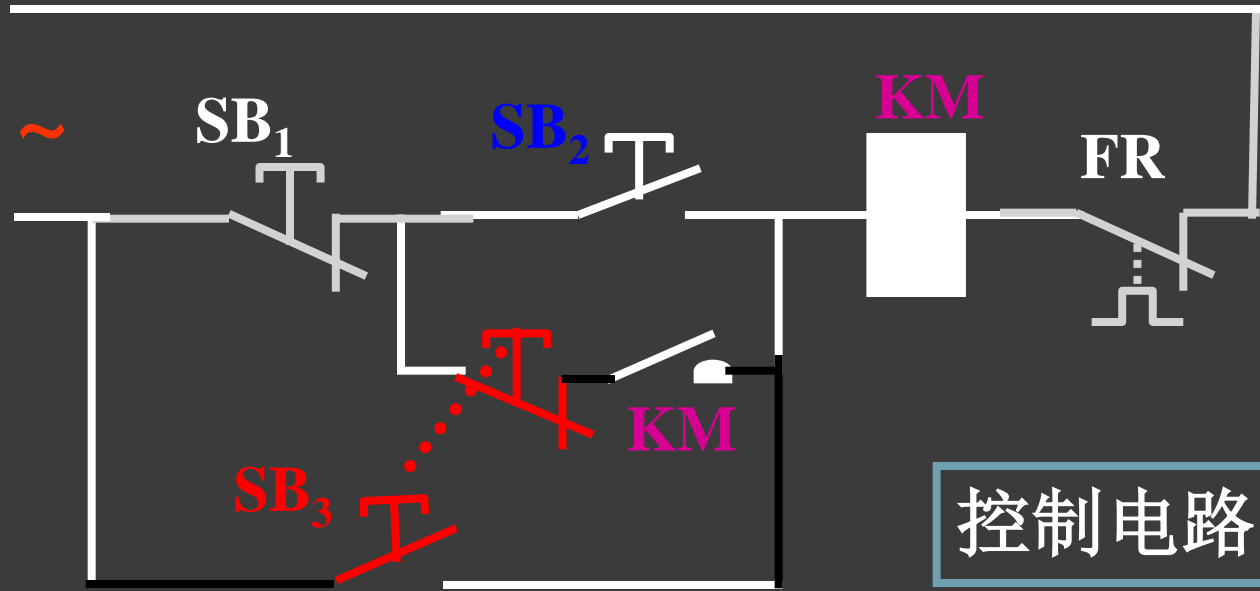
控制
关系

SB₃: 点动

SB₂: 连续运行



主电路

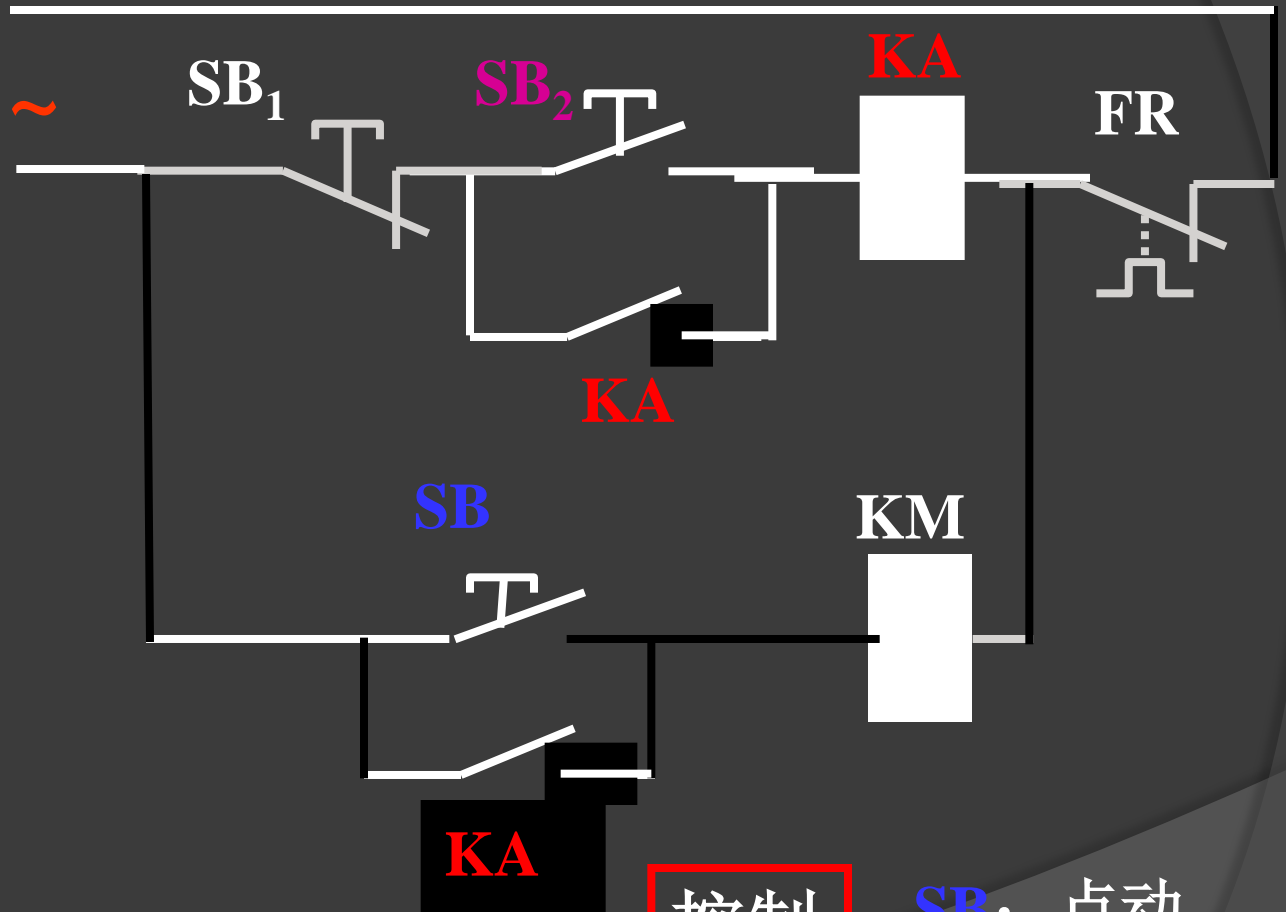
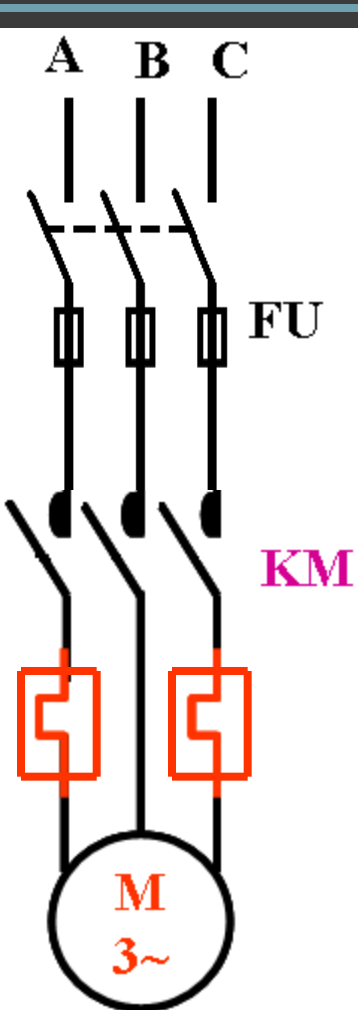


控制电路

电路的缺点:KM释放时间 > SB3复位时间时, 动作不够可靠, 此时接触器尚未释放, 即衔铁仍在吸合状态时, 若SB3已复位, 会导致接触器线圈再次通电, 起不到点动的作用。

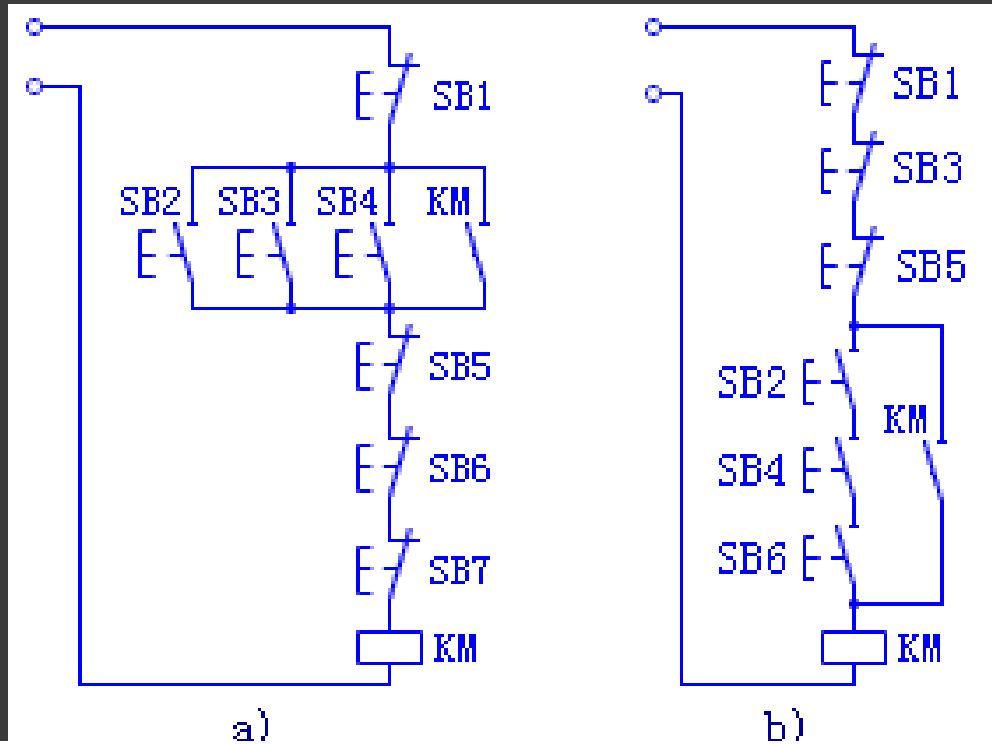
异步机的直接起动——点动+连续运行控制

方法三：加中间继电器（KA）（较②可靠）

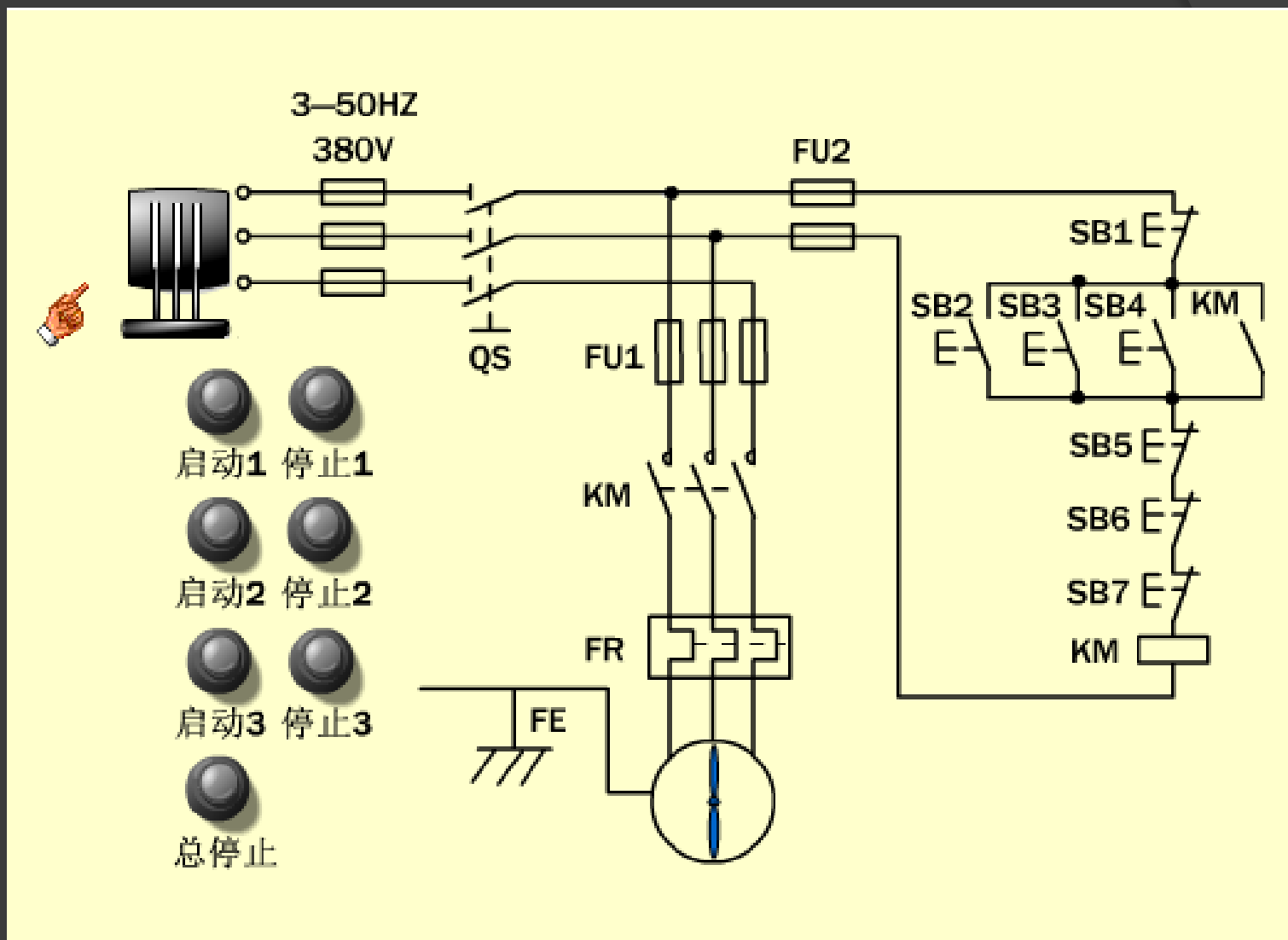


控制关系
SB: 点动
SB₂: 连续运行

异步机的直接起动——多地控制之控制电路



异步机的直接起动—多地控制电路与主电路的配合



2. 三相笼型电动机减压启动

三相笼型电动机减压启动



限制启动电流

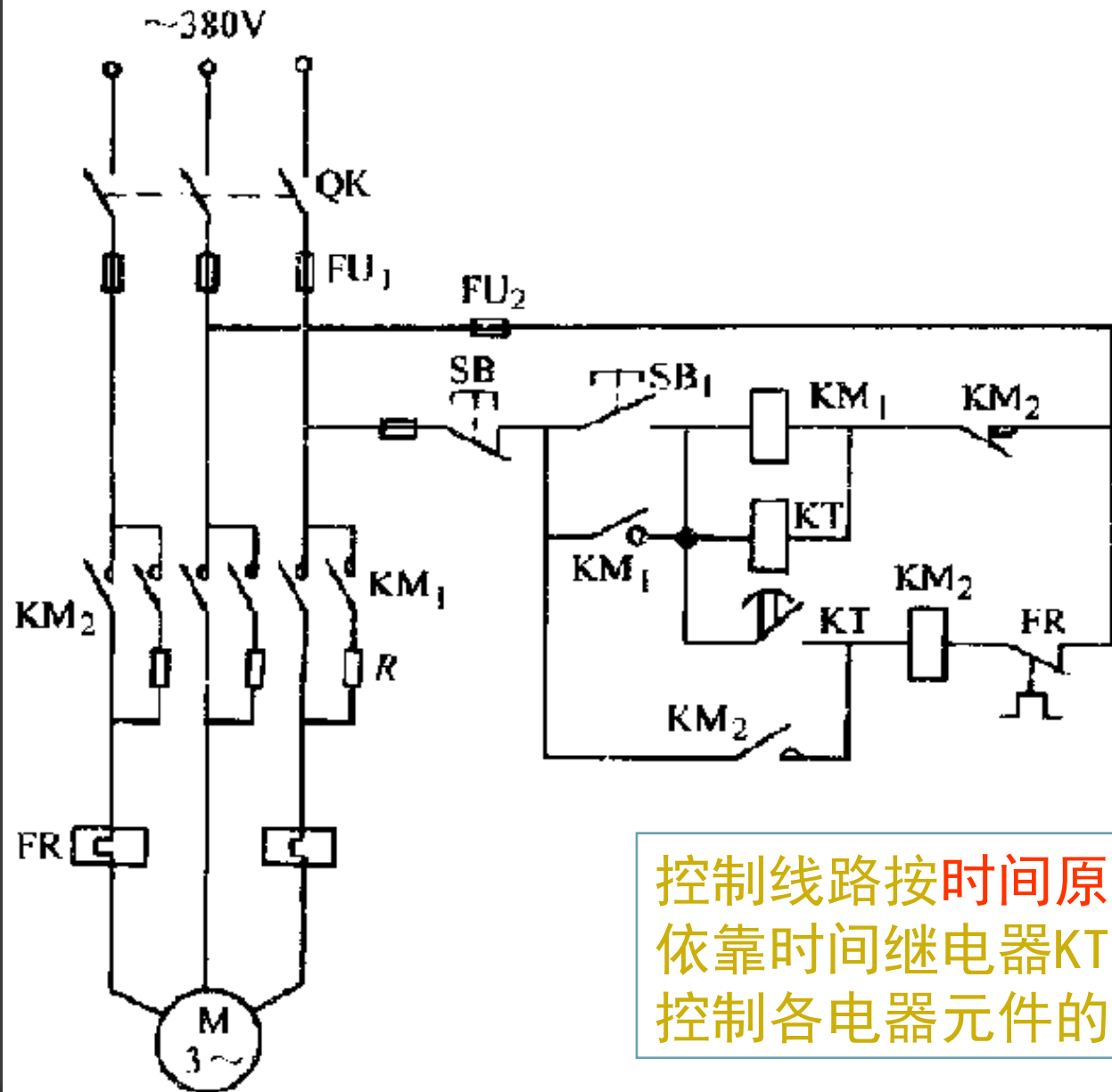
缺点：虽可减小启动电流，但降低了启动转矩

适用：空载或轻载启动

三相笼型电动机的减压起动方法

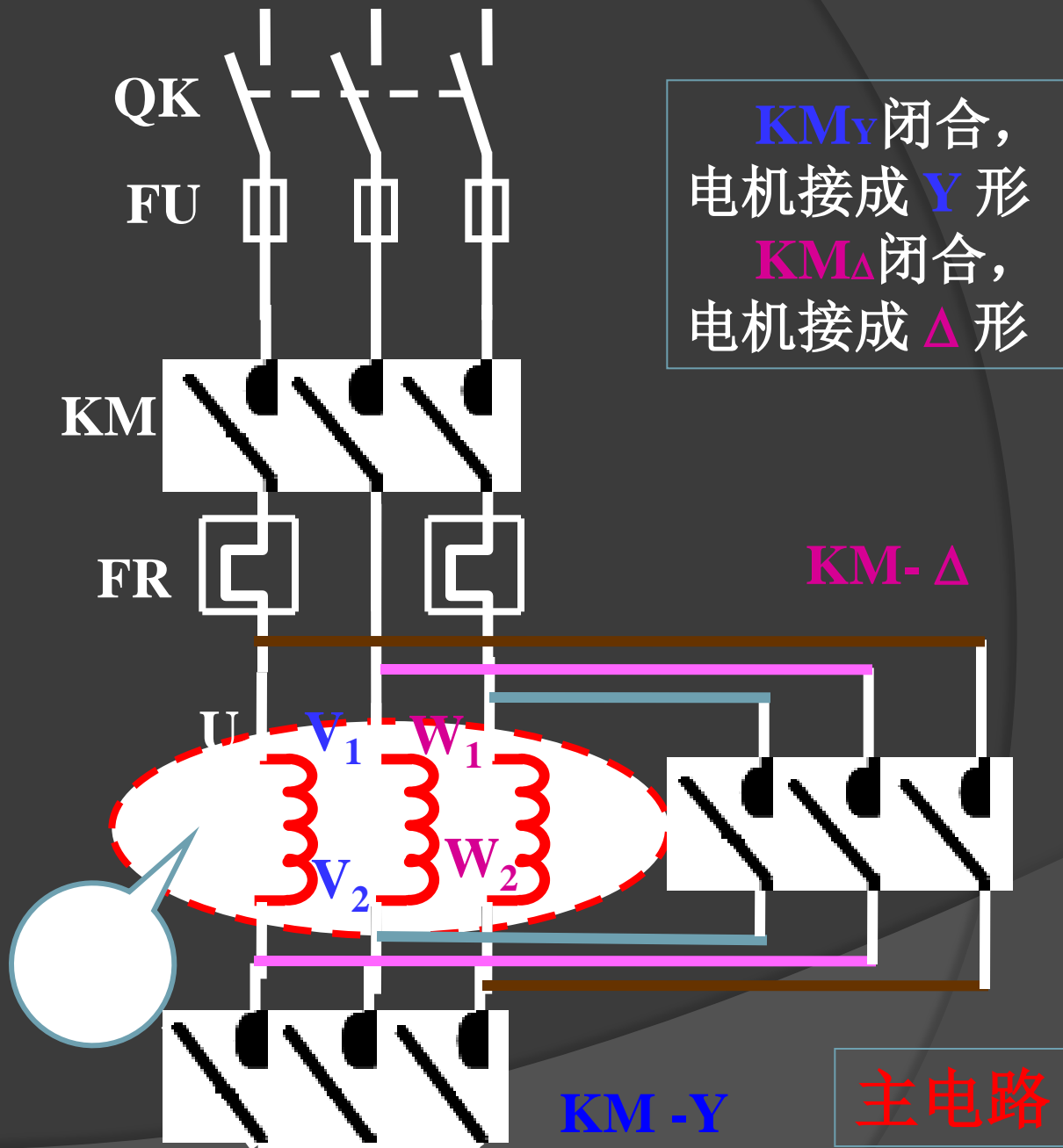
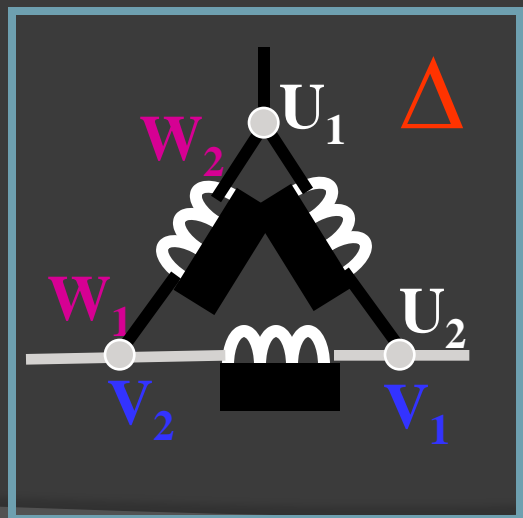
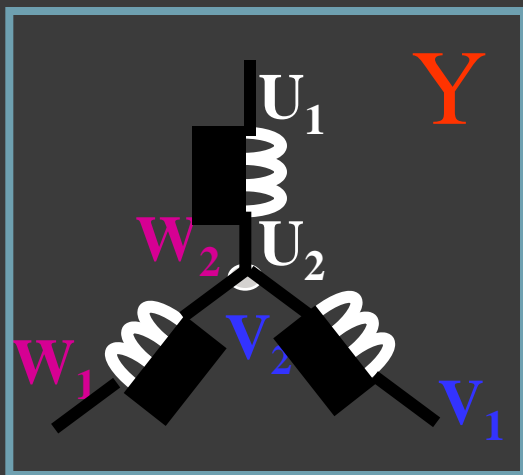
- 定子绕组串电阻(或电抗器)起动
- 星—三角形减压起动
- 自耦变压器减压起动
- 延边三角形起动

定子绕组串电阻减压启动

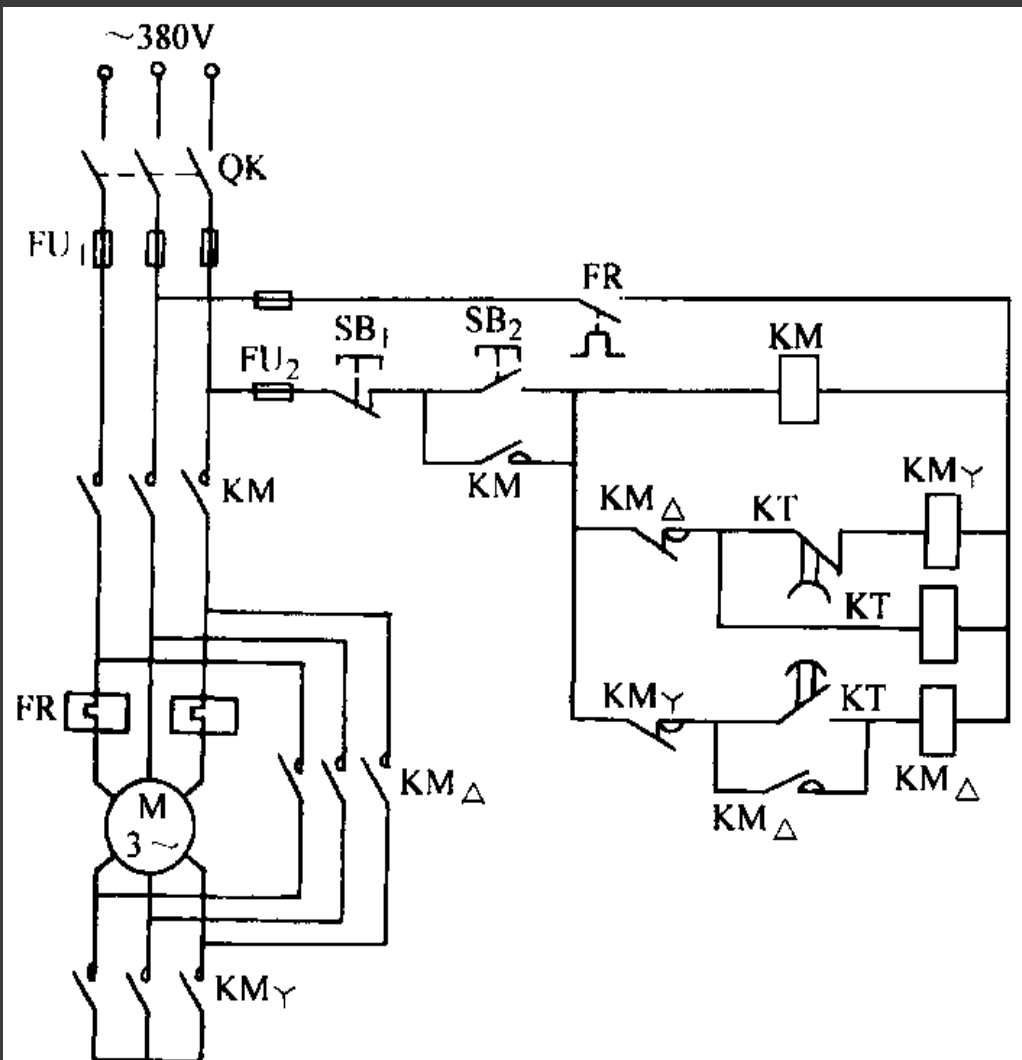


控制线路按**时间原则**实现控制，
依靠时间继电器KT延时动作来
控制各电器元件的先后顺序动作

Y-Δ减压启动



Y-Δ减压启动



星-三角形减压启动控制线路

(相压低) → Δ连接
(限制启动电流)

KT: 延时控制

KMY (启动时)



KMΔ (启动结束)

(KMY、KMΔ互锁)

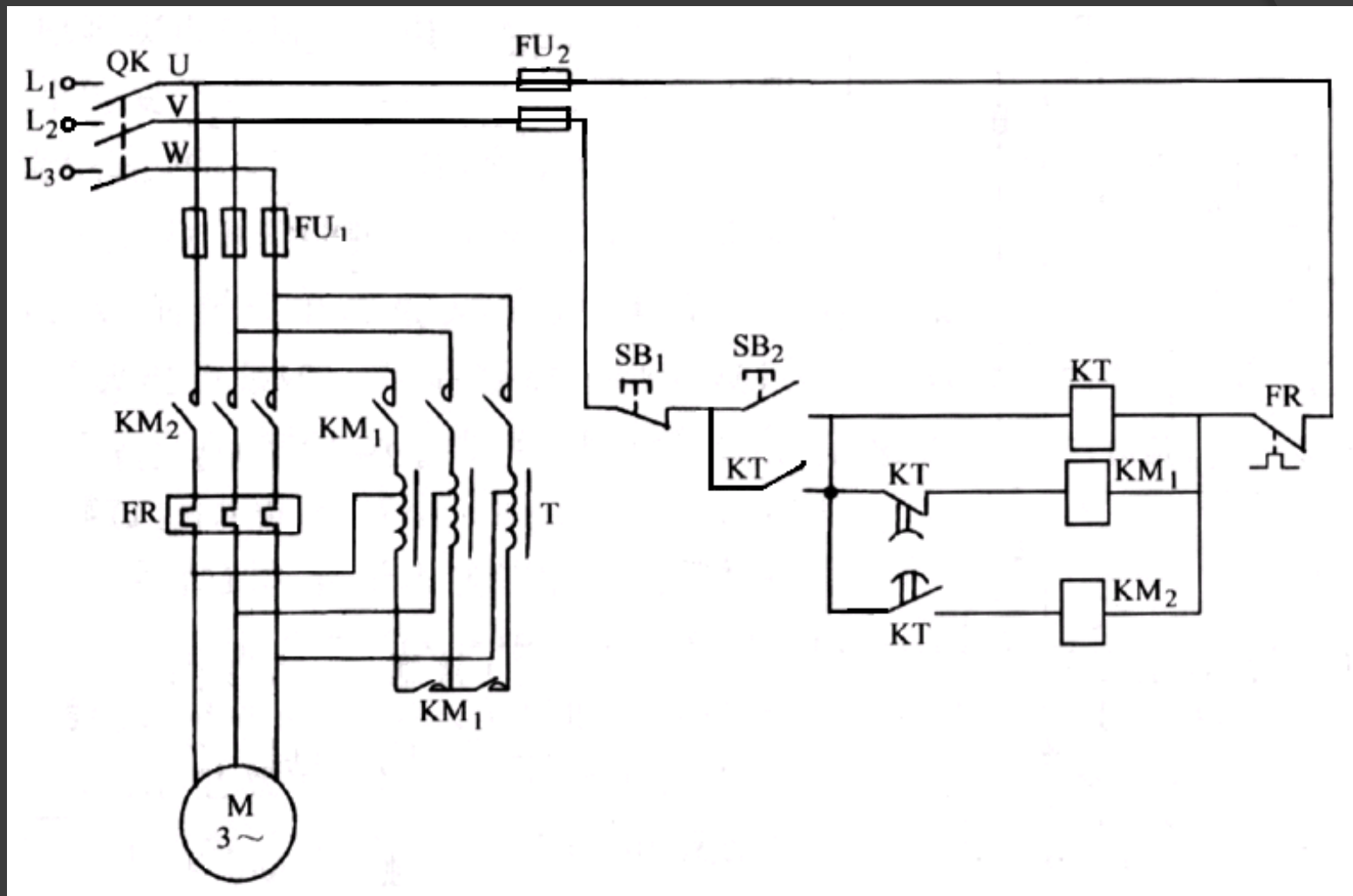
缺点： 起动转矩相应下降为 Δ 联结的 $1 / 3$

转矩特性差

适用： 电网电压380v、额定电压660 / 380v

星-三角形联结的电动机轻载起动的场合

自耦变压器减压启动



优点：对电网的电流冲击小，损耗功率也小

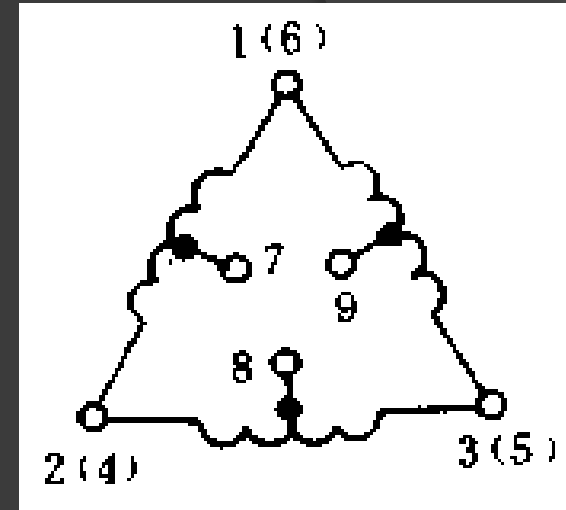
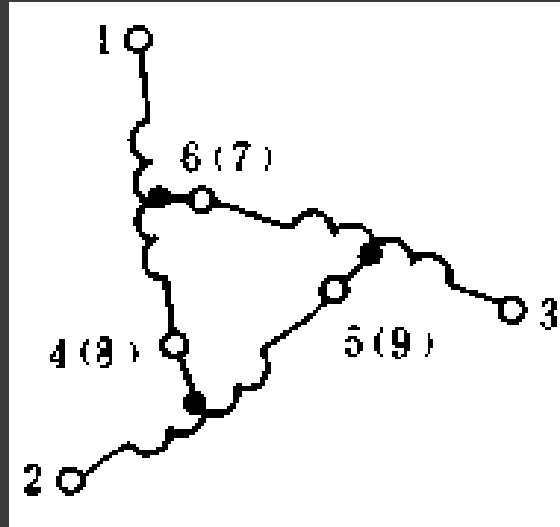
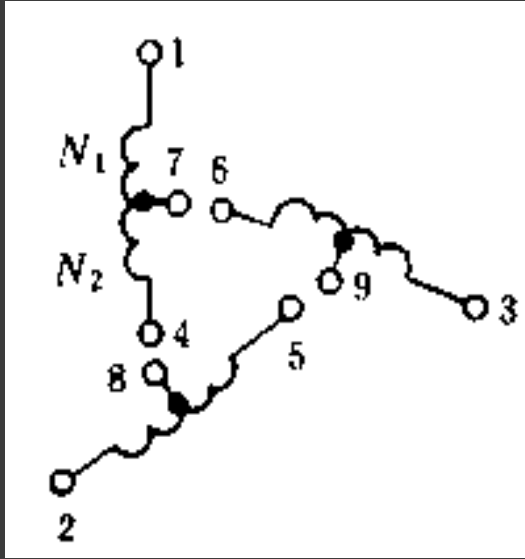
缺点：自耦变压器价格贵，用于较大容量电动机的启动

延边三角形减压启动控制

延边三角形减压启动：

兼取星形联结启动电流小，
三角形联结启动转矩大的优点

要求：电动机定子绕组特别设计(九个出线头)

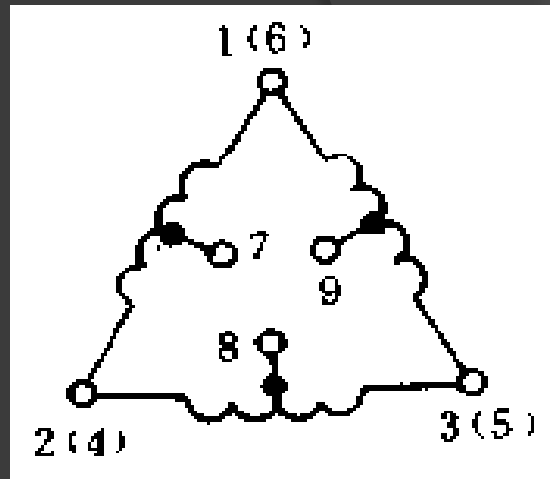
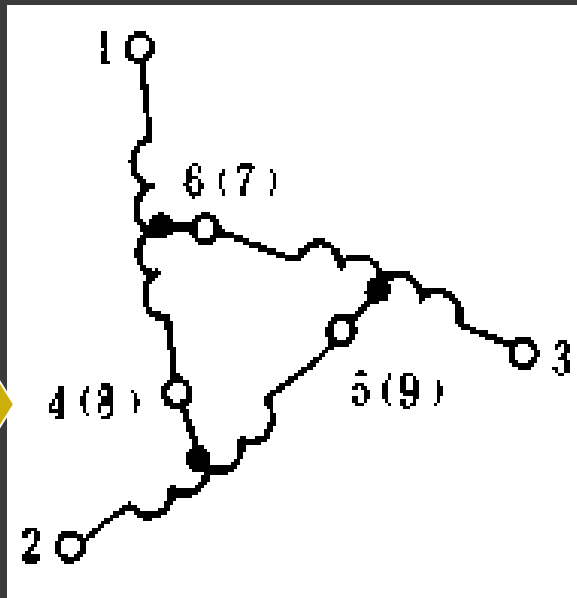
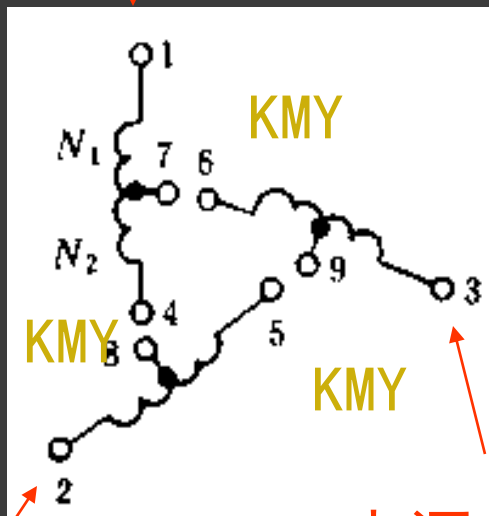


起动时定子绕组
 一部分接成星形，
 一部分接成三角形

原始状态

起动结束后
 换成三角形联结法
 投入全电压

电源



电源

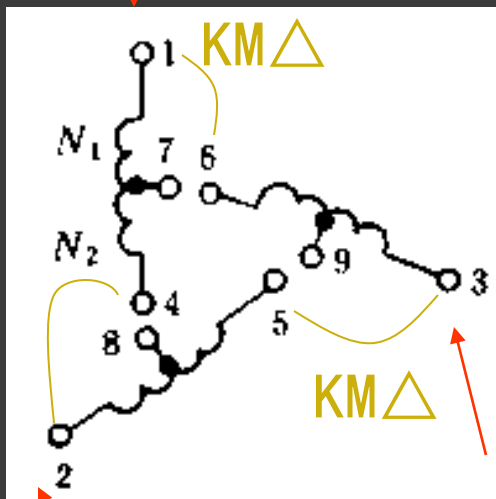
电源

原始状态

启动时定子绕组
一部分接成星形，
一部分接成三角形

启动结束后
换成三角形联结法
投入全电压

电源

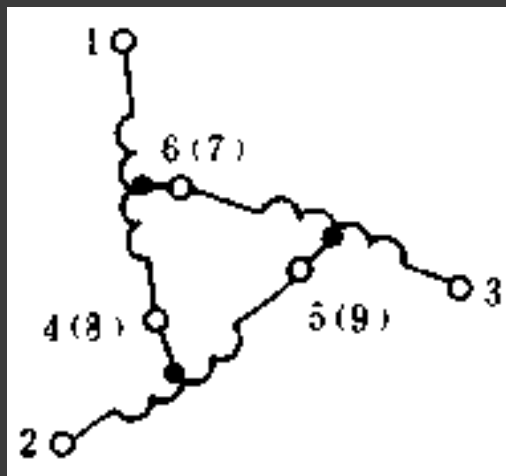


KM Δ

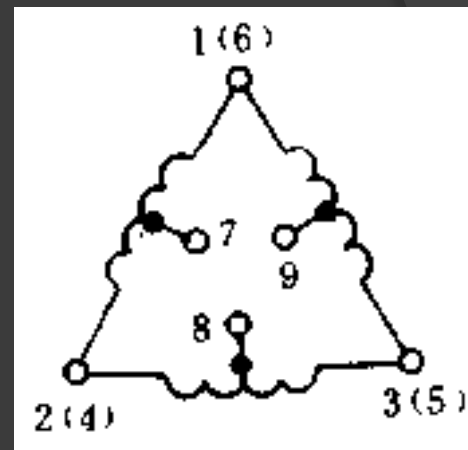
电源

电源

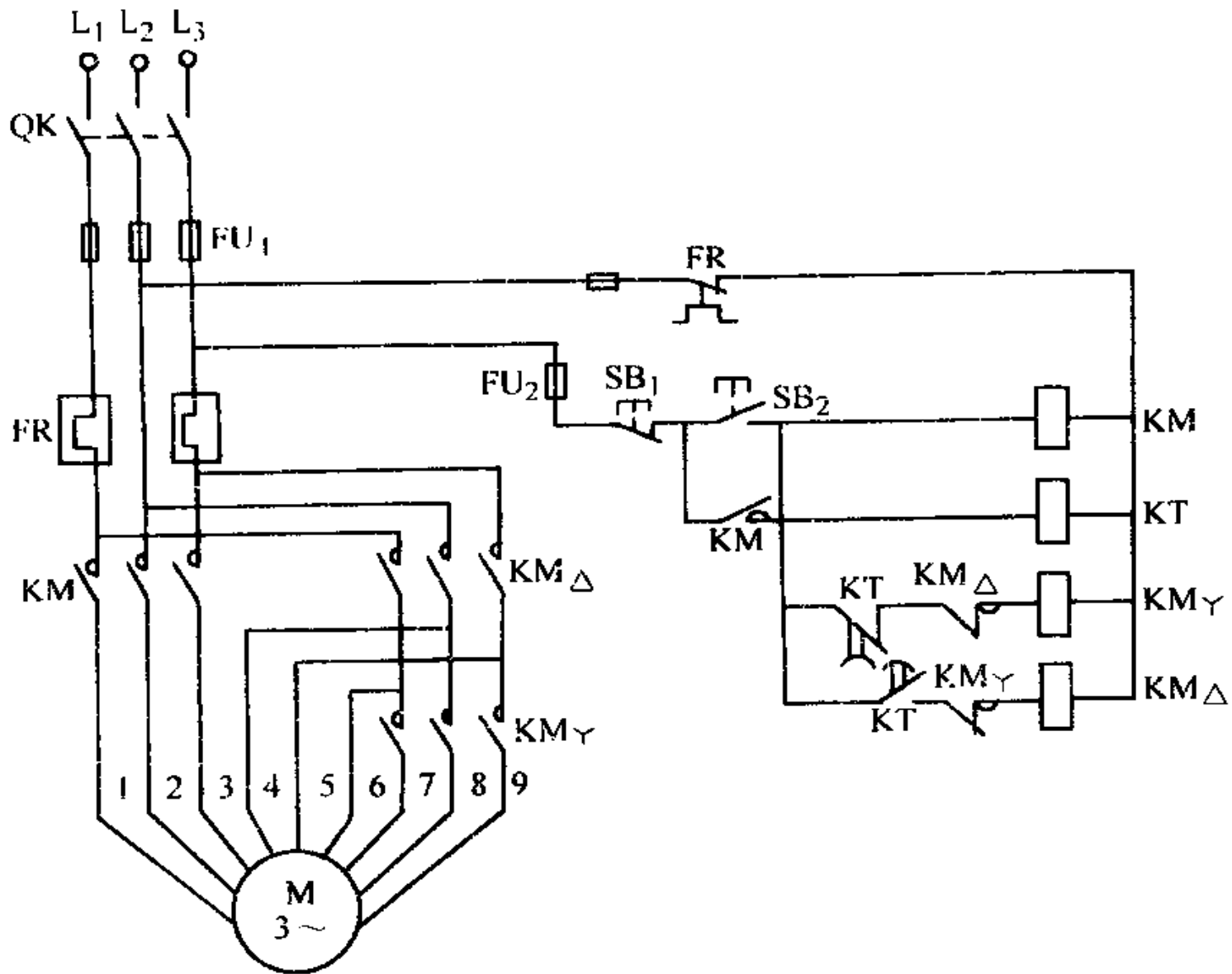
原始状态



起动时定子绕组
一部分接成星形，
一部分接成三角形



起动结束后
换成三角形联结法
投入全电压



延边三角形减压起动控制线路

3. 三相绕线转子电动机的起动控制

- 转子电路中串接电阻
- 转子电路中串接频敏变阻器

转子绕组串接电阻启动

优点:减小启动电流、提高启动转矩

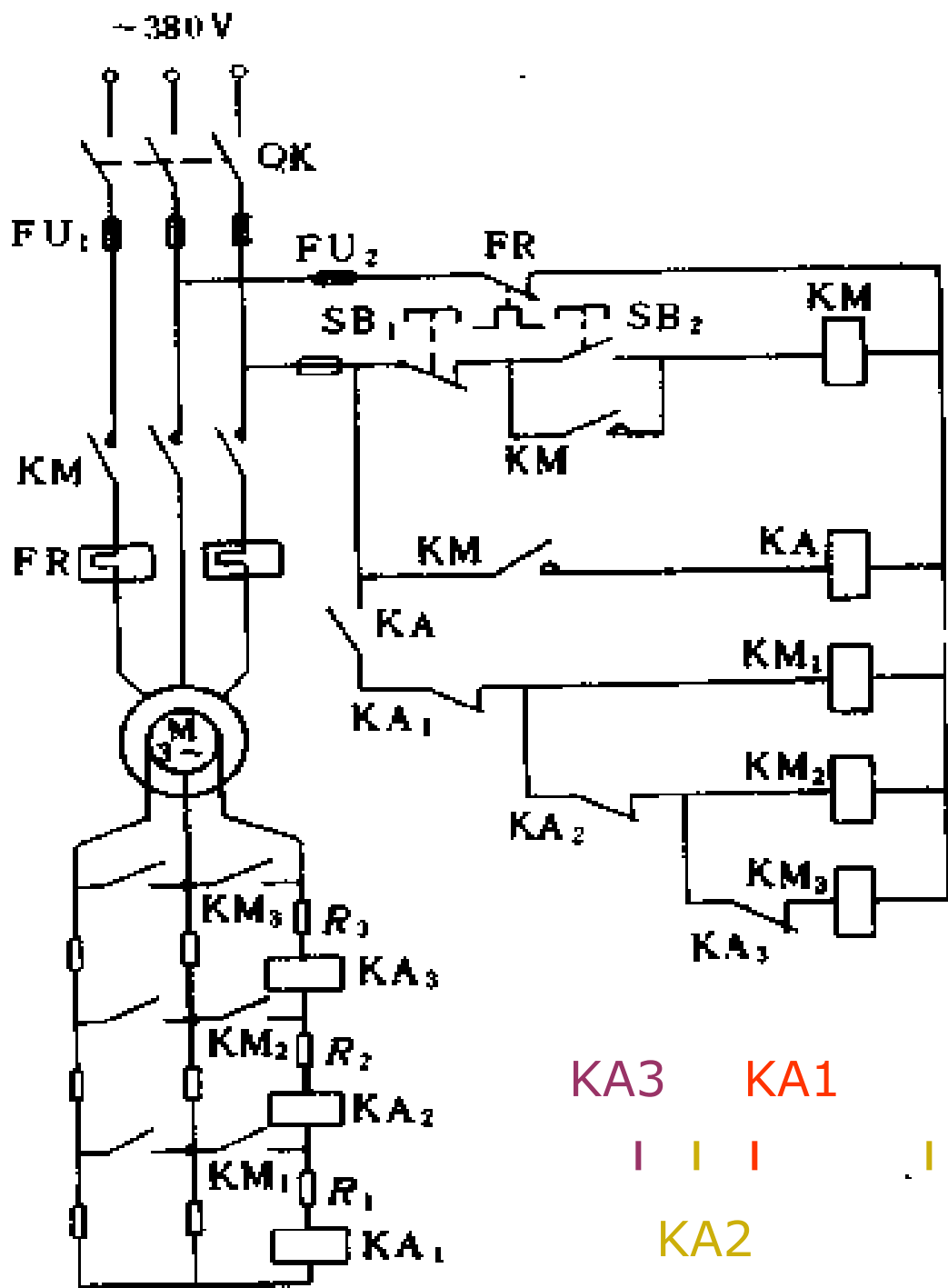
适用:要求启动转矩较大的场合

启动时, 电阻被短接的方式:

三相电阻不平衡短接法(用凸轮控制器)

三相电阻平衡短接法(用接触器)

介绍用接触器控制的平衡短接法启动控制



□ KA1~3为欠电流继电器

□ 起动时，根据电流的大小短接电阻

□ KA1~KA3的吸合电流值相同，但释放电流值不同，KA1的释放电流最大，首先释放，KA2次之，KA3的释放电流最小，最后释放

□ 设置中间继电器

KA以保证转子串入全部电阻后，电动机才能起动

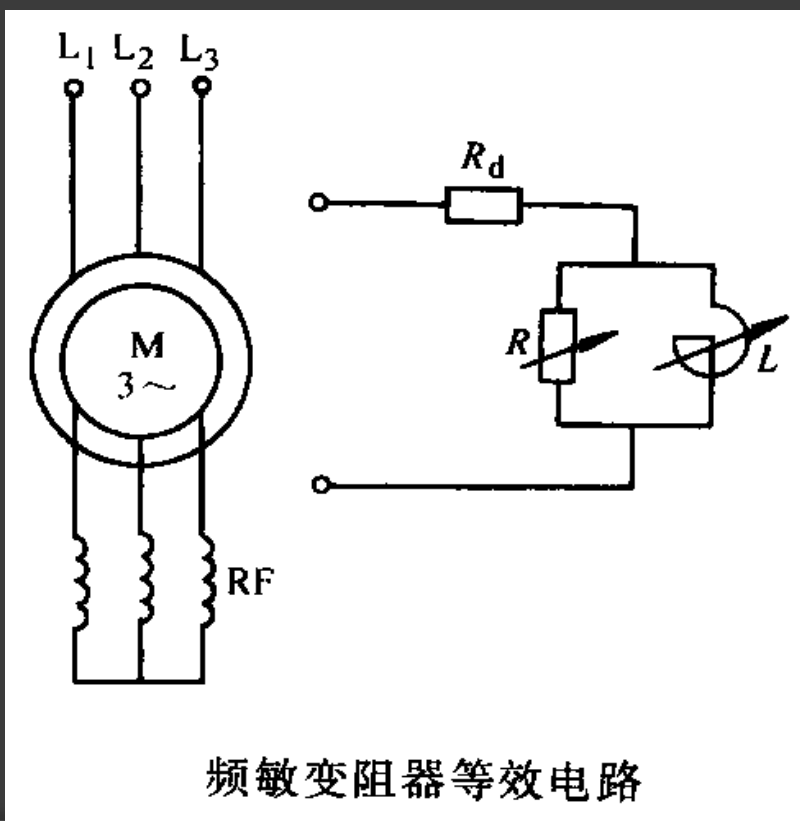
KA3 KA1
| | | |
KA2

转子绕组串接频敏变阻器启动(无级启动)

频敏变阻器的特性：

阻抗随着转子电流频率的下降自动减小

适用：较大容量的绕线式异步电动机的启动



R_d -绕组的直流电阻
 R -铁损等效电阻
 L -等效电抗
 $f_2 = sf_1$

二、正、反转控制电路

◎ 正、反转控制电路

◎ 正、反转自动循环电路

正反转引入

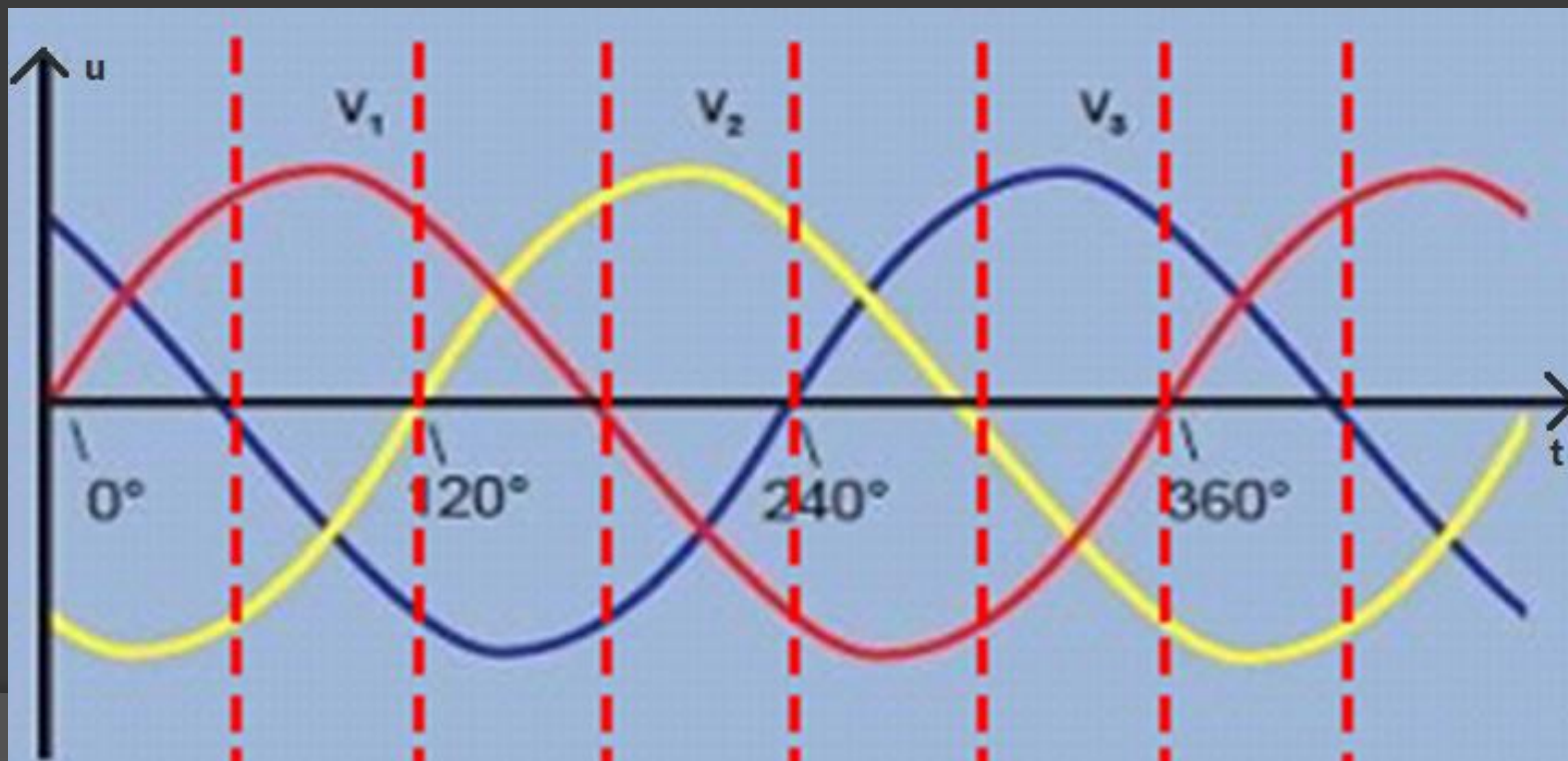
◎ 正反转的含义

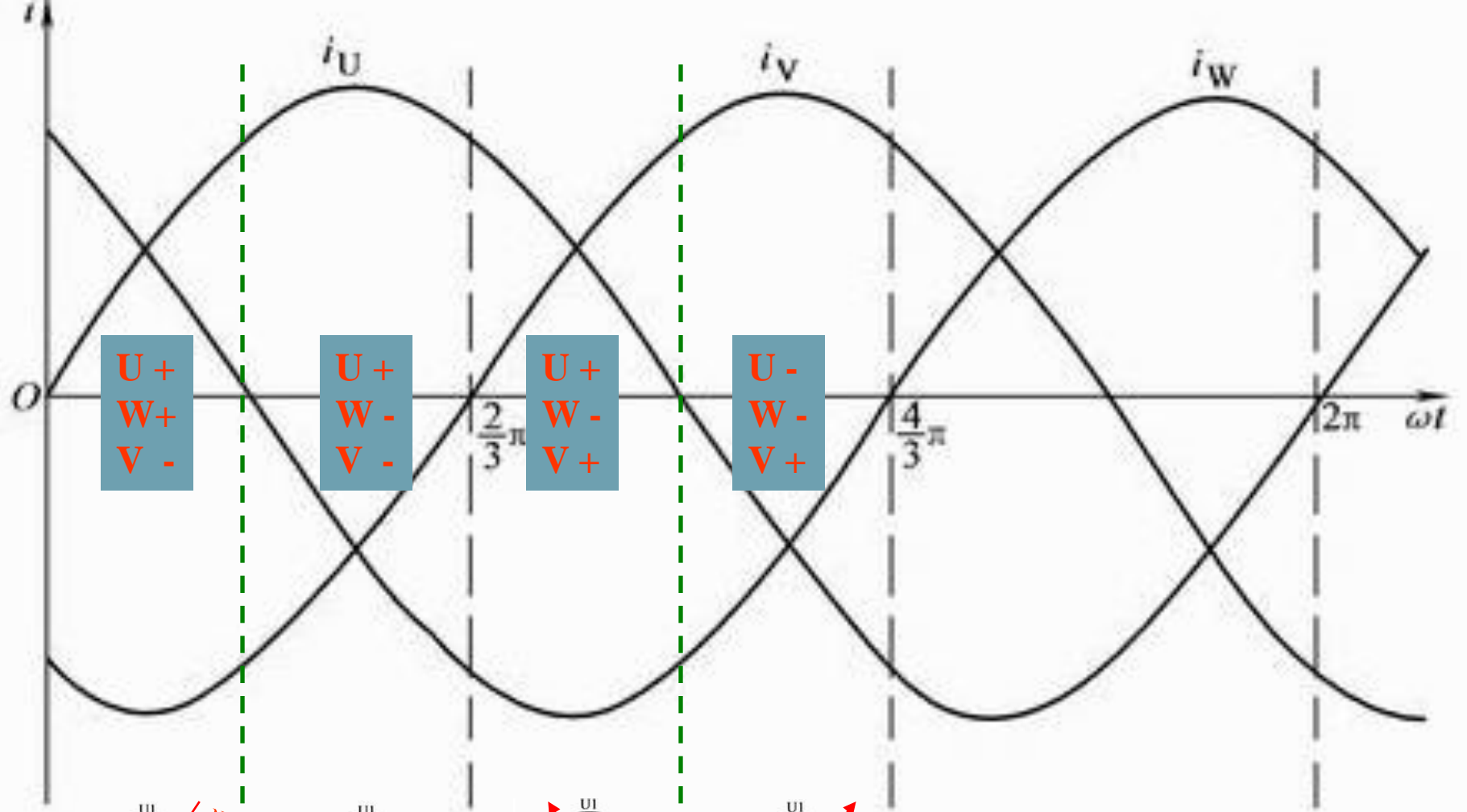
——顾名思义，顺时针和逆时针

◎ 如何才能实现三相异步电动机的正反转？

如何才能实现三相异步电动机的正反转？

- ◎ 异步电机是如何转起来的？
- ◎ 定子线圈通电—旋转磁场—电枢（转子）切割磁力线（转子不动，磁场旋转就相当于磁场不转，电枢旋转都能够切割磁力线）—电枢上产生感应电流，变成通电导体—通电导体在磁场中运动会产生力矩—这个力矩就带动了电枢旋转—电机就转起来了



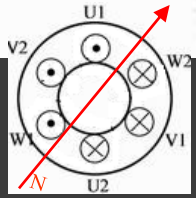
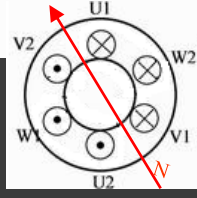
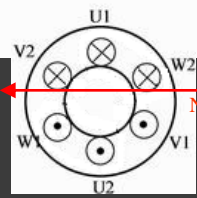
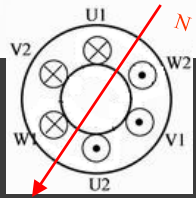


U +
W +
V -

U +
W -
V -

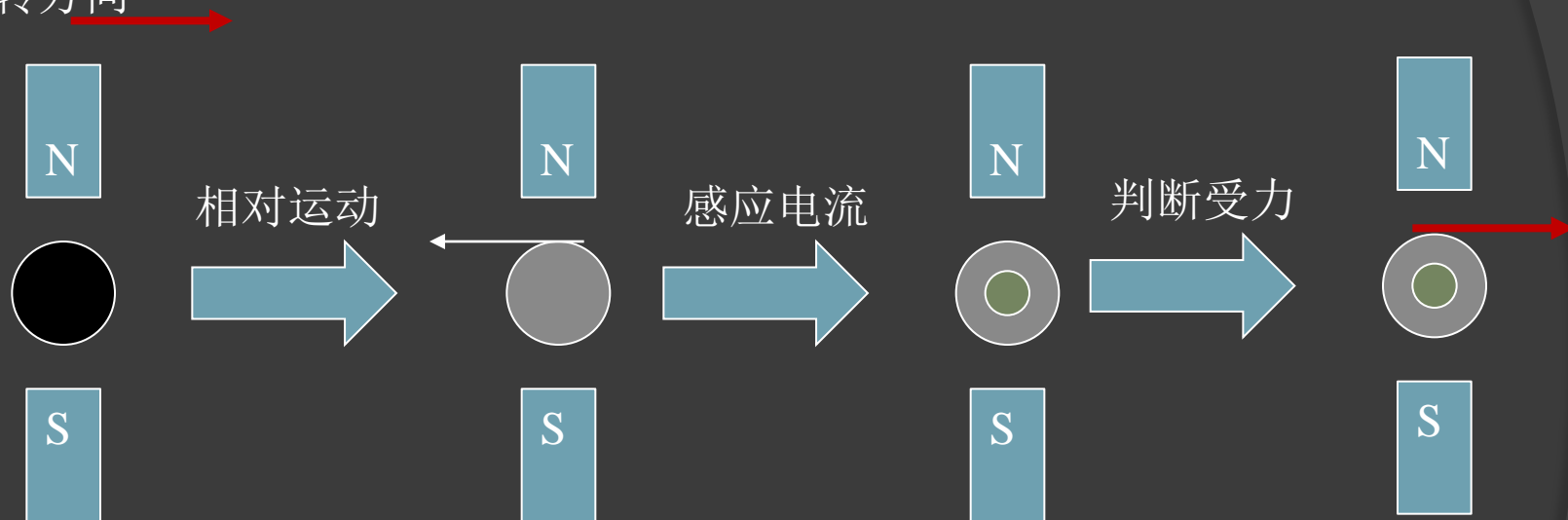
U +
W -
V +

U -
W -
V +

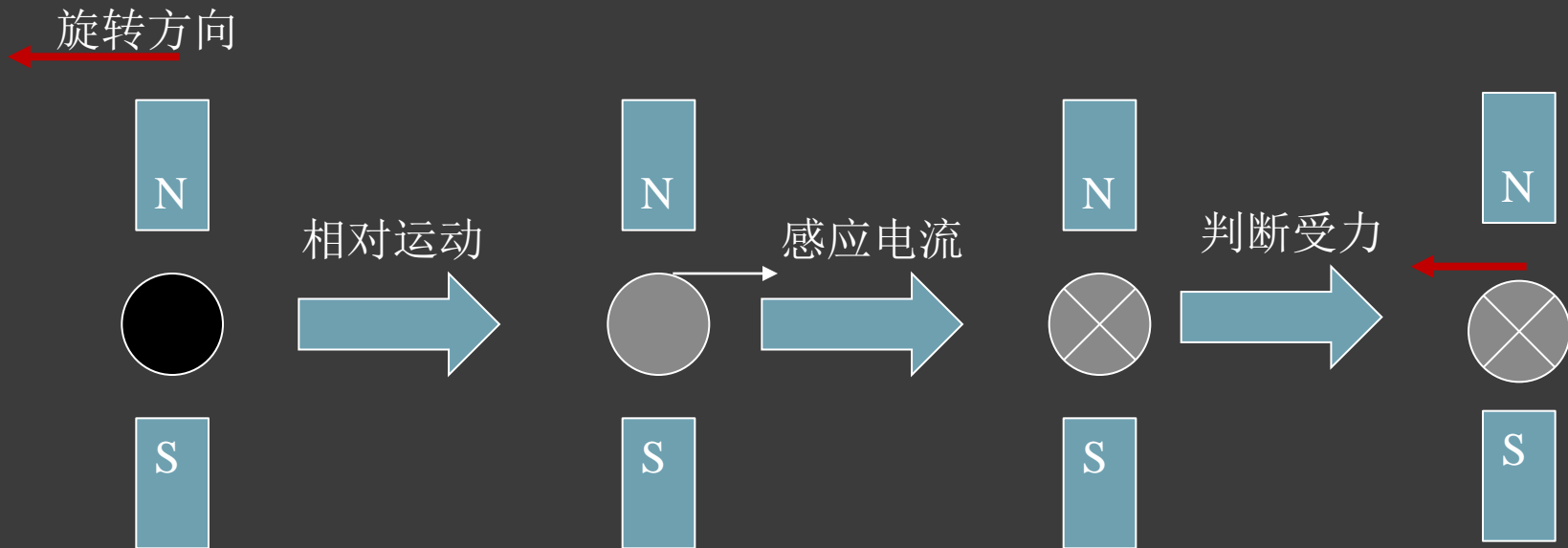


磁场顺时针旋转时

旋转方向



磁场逆时针旋转时



结论

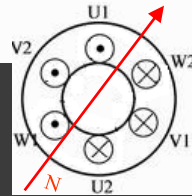
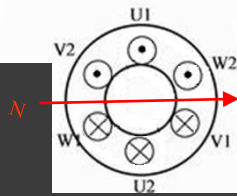
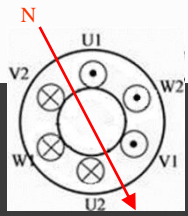
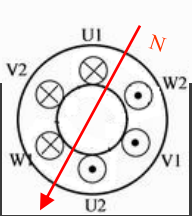
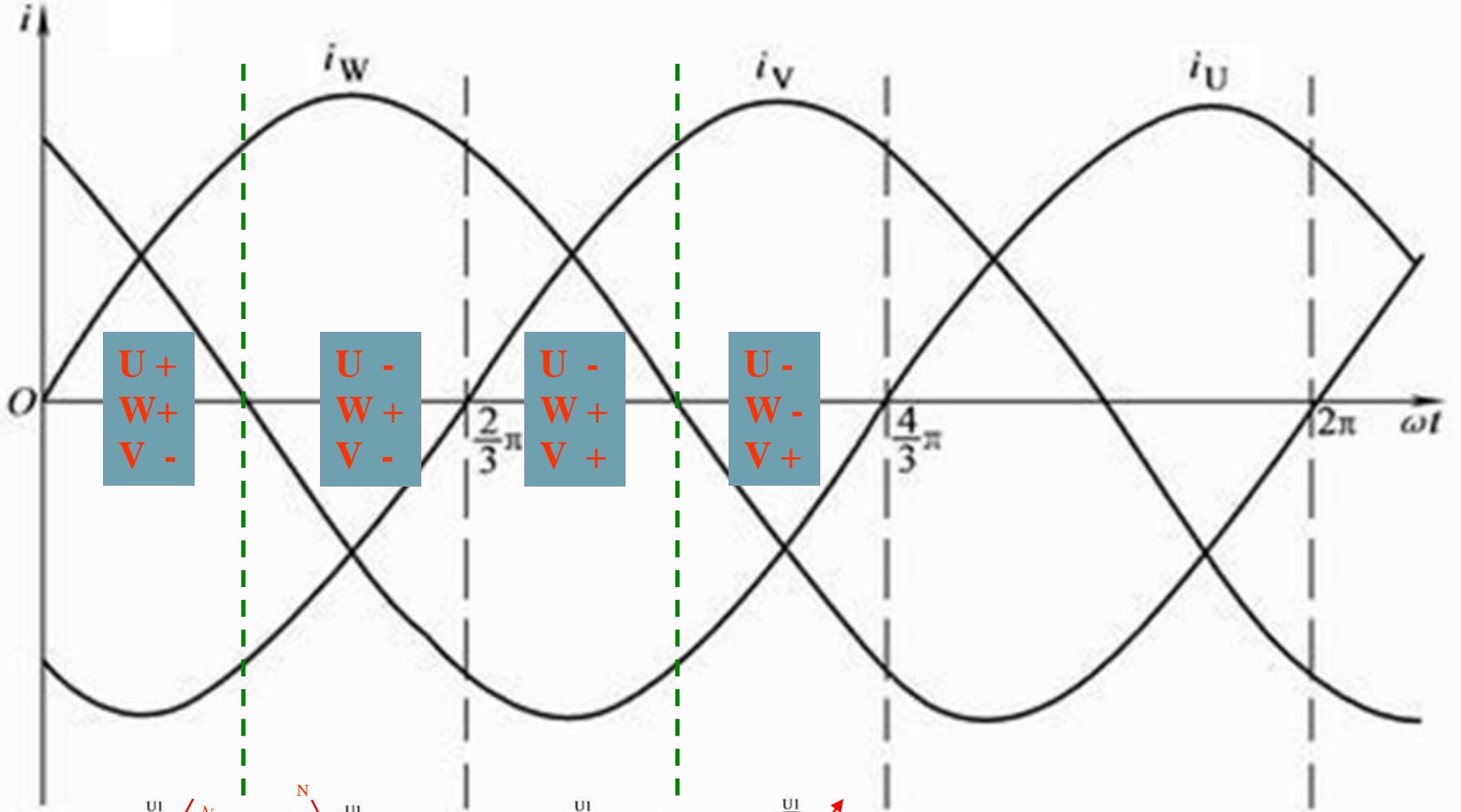
- ◎ 三相电机转子的转动源于磁场的旋转，磁场的方向改变将改变电枢（转子）的受力方向，从而改变其旋转方向。

提问

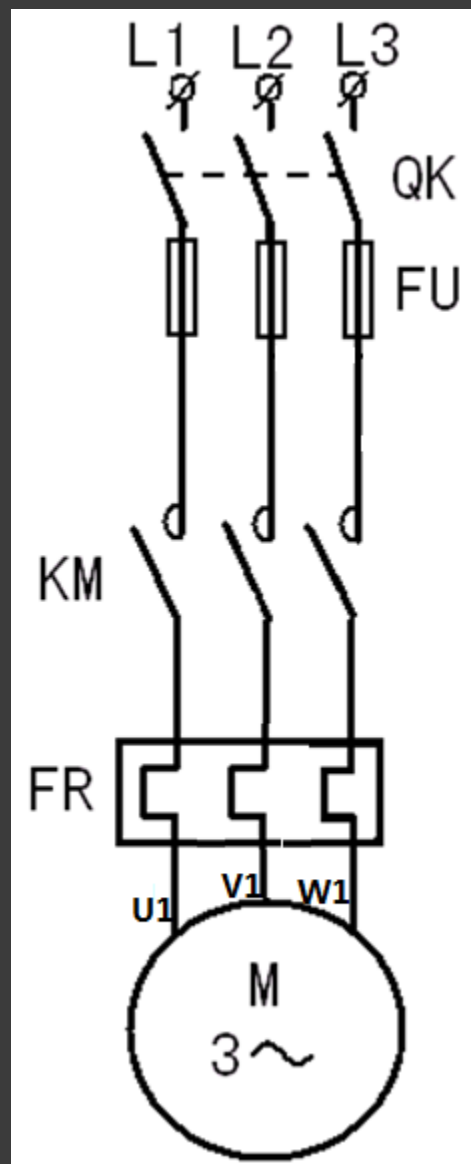
- ◎ 你知道该如何改变转子的转动方向了吗？
- ◎ ——改变磁场的旋转方向，旋转磁场的产生源于三相电随时间的方向变化
- ◎ 如何改变三相电随时间的变化，具体如何操作呢？
- ◎ ——将供给定子绕组的三相电中的两相对调即可使旋转磁场方向改变，从而改变电机的旋转方向

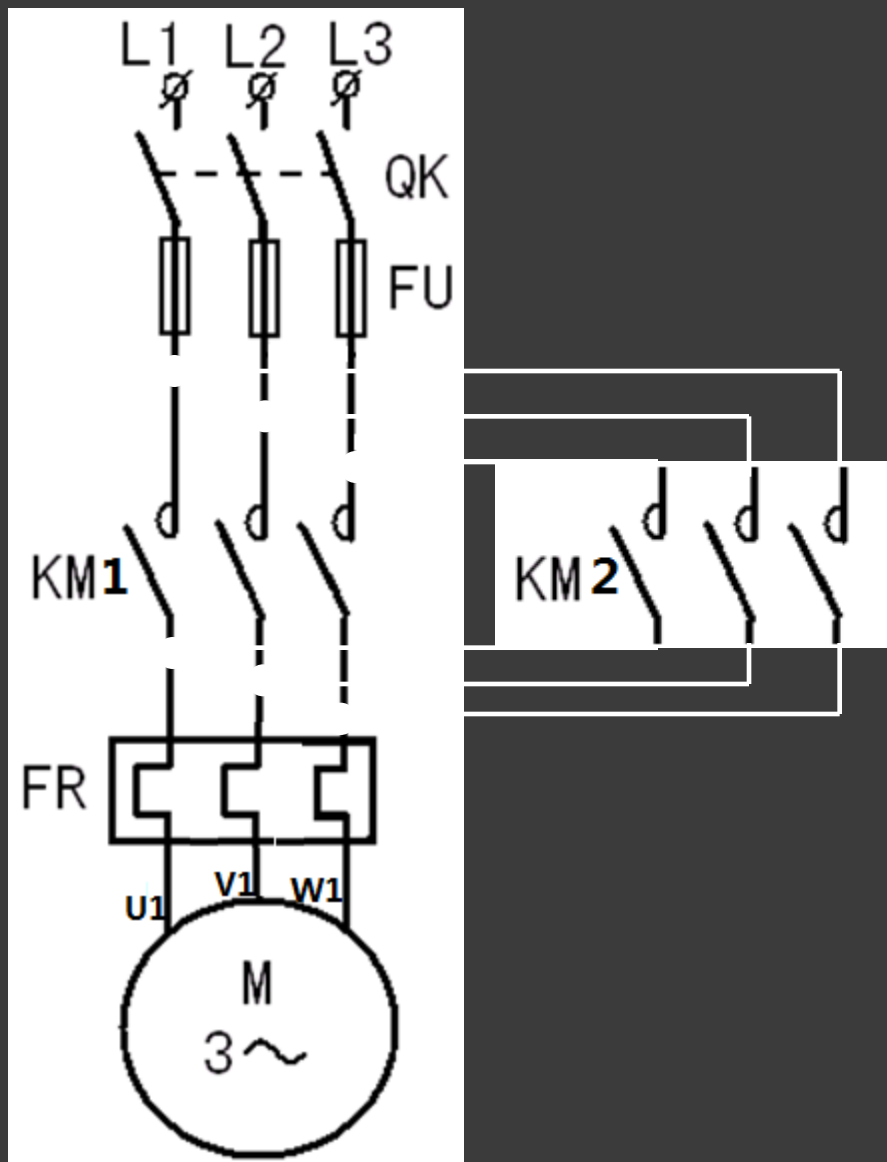
操作

- ◎ 来看U、W两相对调后的情况

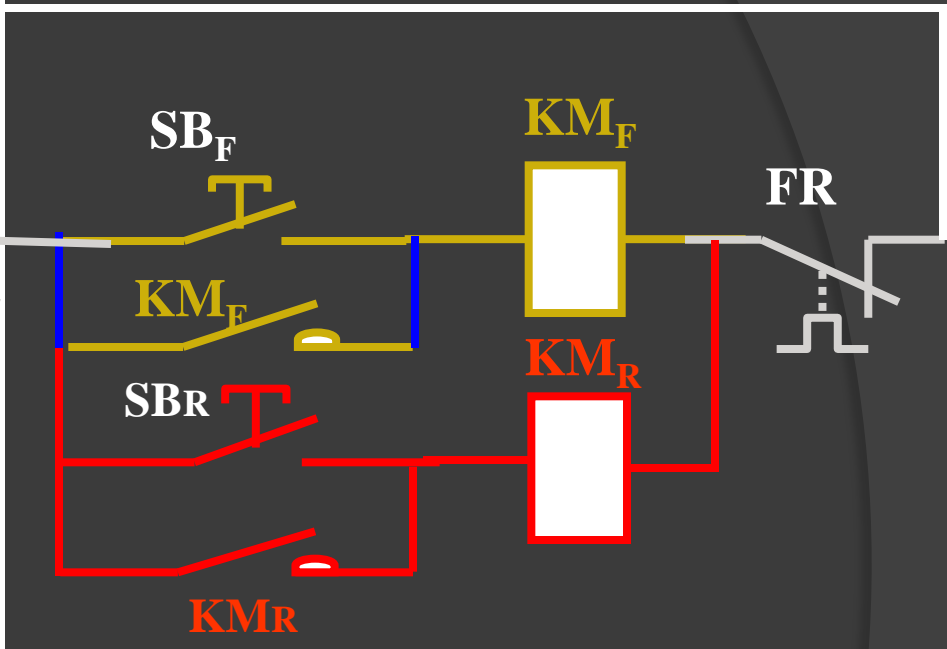
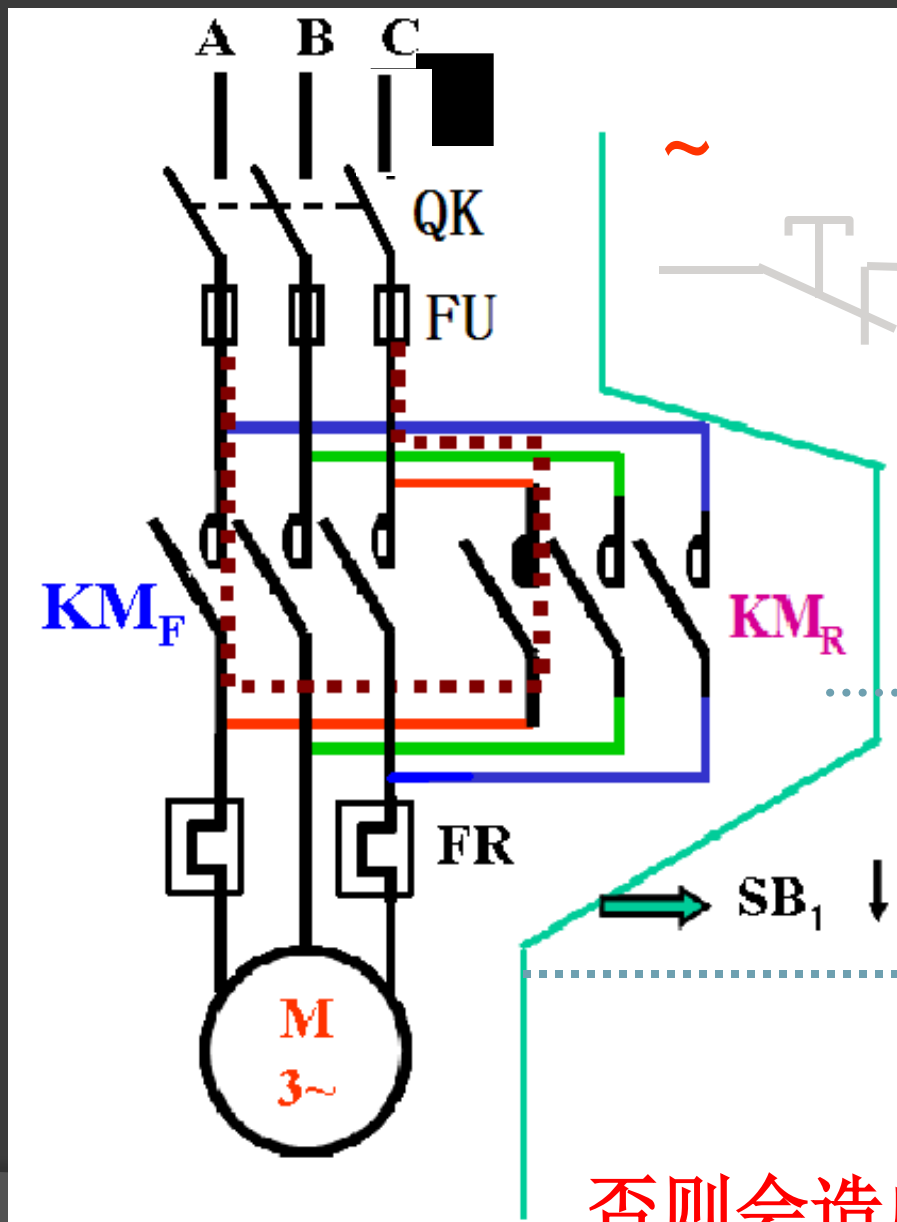


你能在该单向旋转的主电路上进行改造，让他承担正反转的功能吗？





1. 鼠笼式电机的正反转控制 (1)

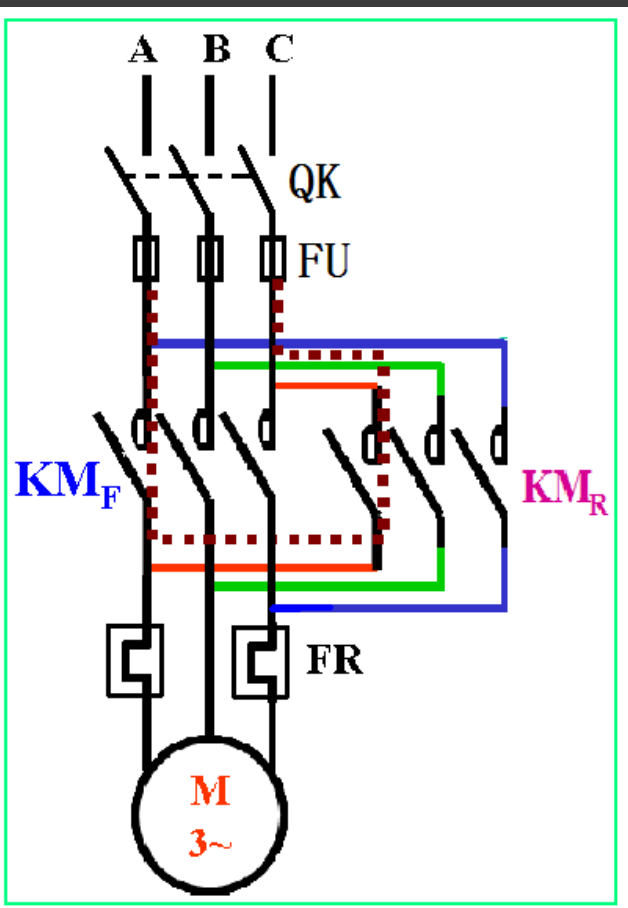
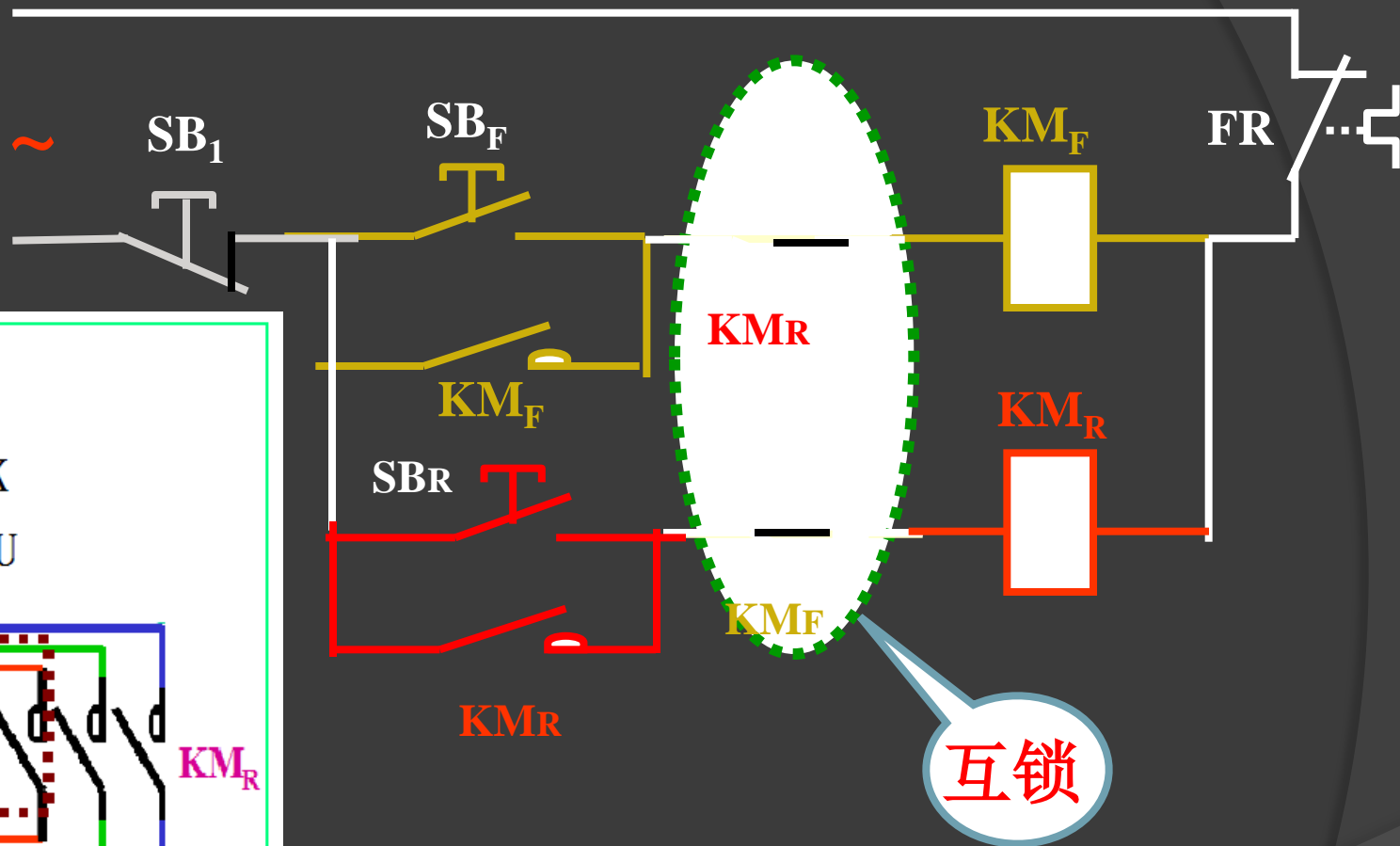


操作过程: SB_F ↓ → 正转
→ 停车 → SB_R ↓ → 反转

必须先停车才能由正转到反转或由
。 SB_F 和 SB_R 不能同时按下,

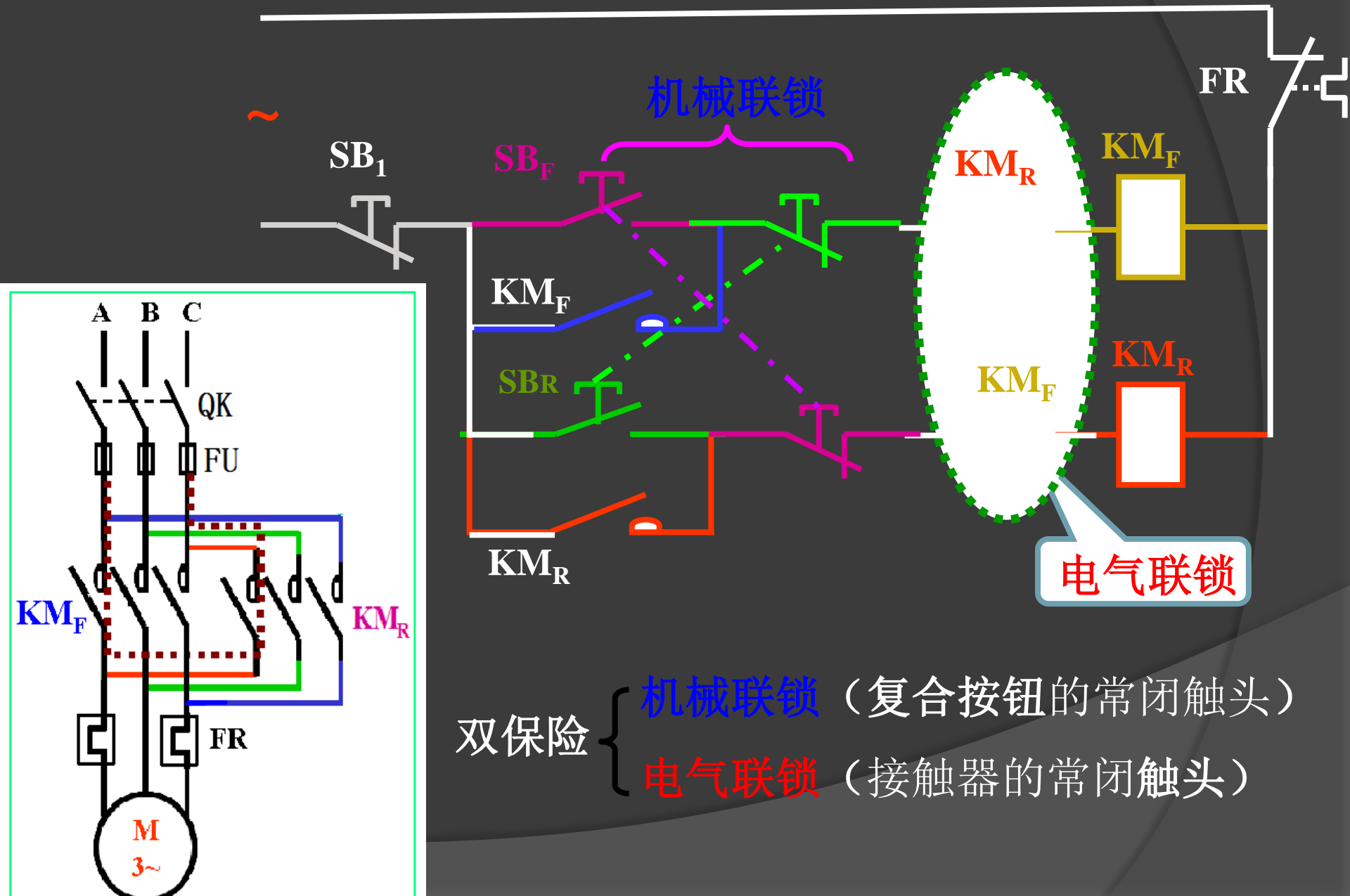
否则会造成短路!

1. 鼠笼式电机的正反转控制(2) -- 加联锁



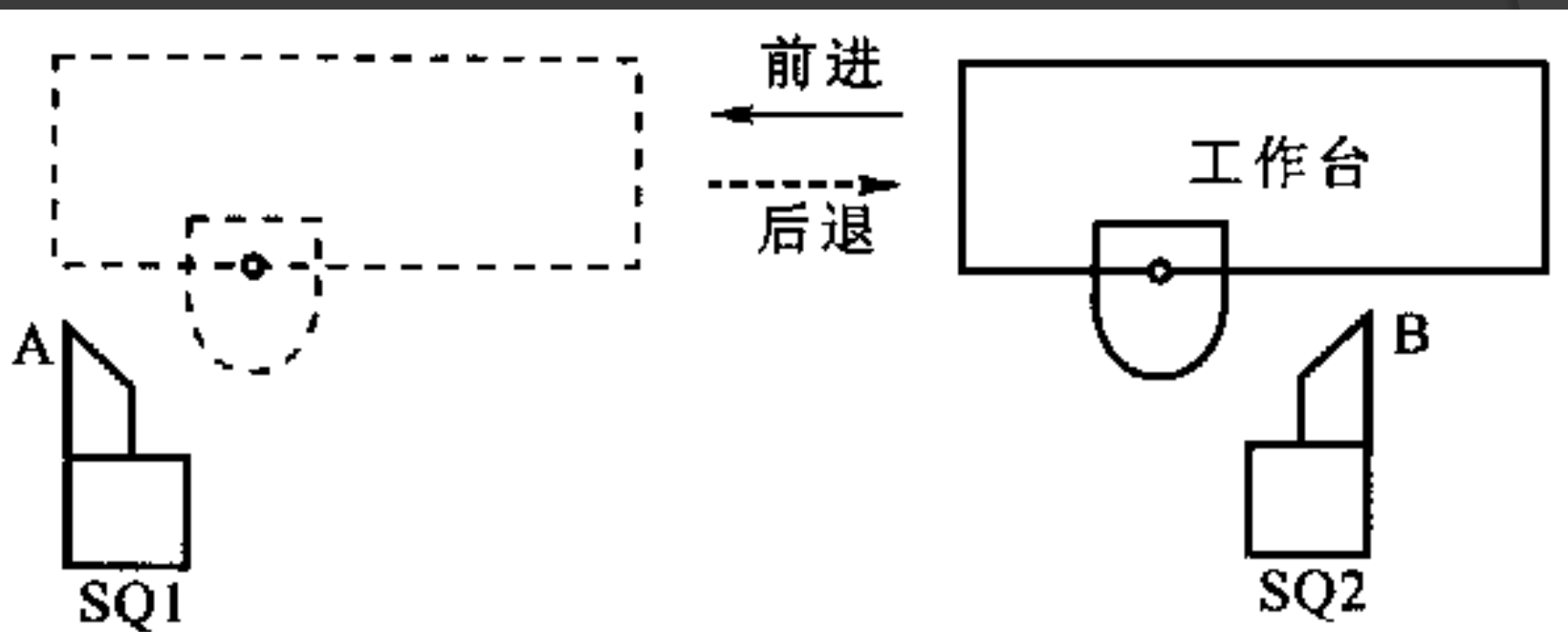
电器联锁(互锁)作用: 两个接触器的辅助常闭触头互相控制。正转时, SB_R 不起作用; 反转时, SB_F 不起作用。从而避免两接触器同时工作造成主回路短路。

1. 鼠笼式电机的正反转控制(3)——双重联锁



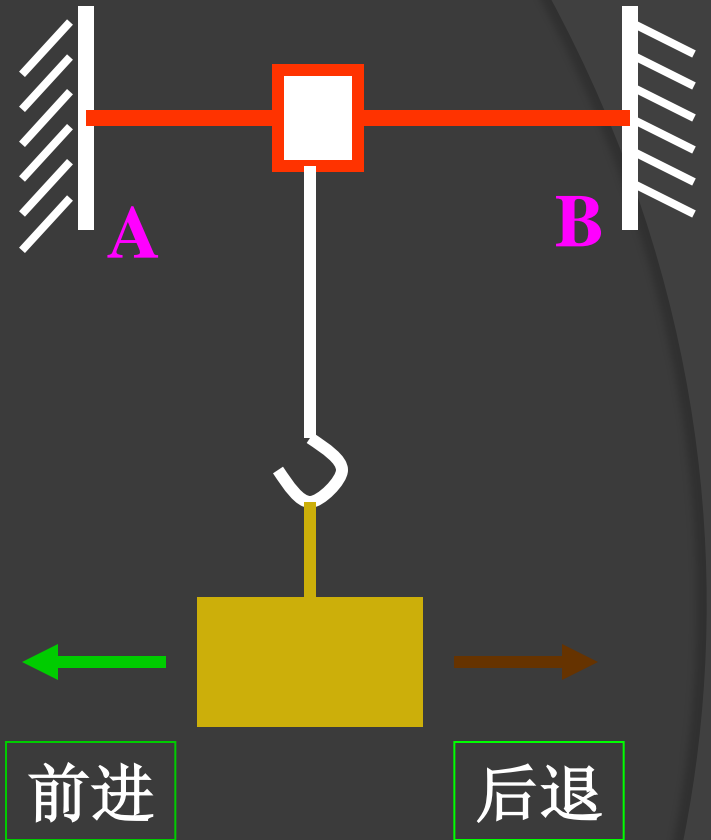
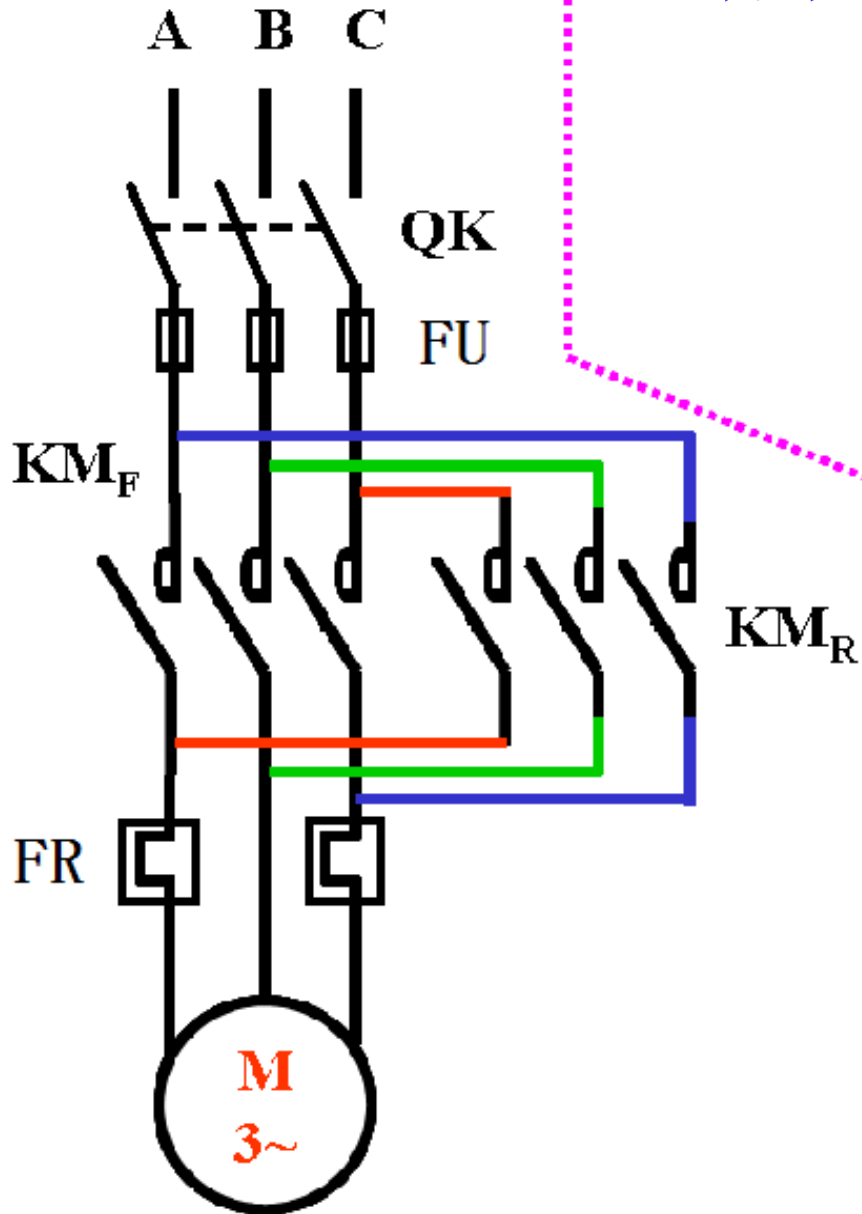
2. 正反转自动循环电路

◎ 可逆行程



自动往返工作示意图

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)

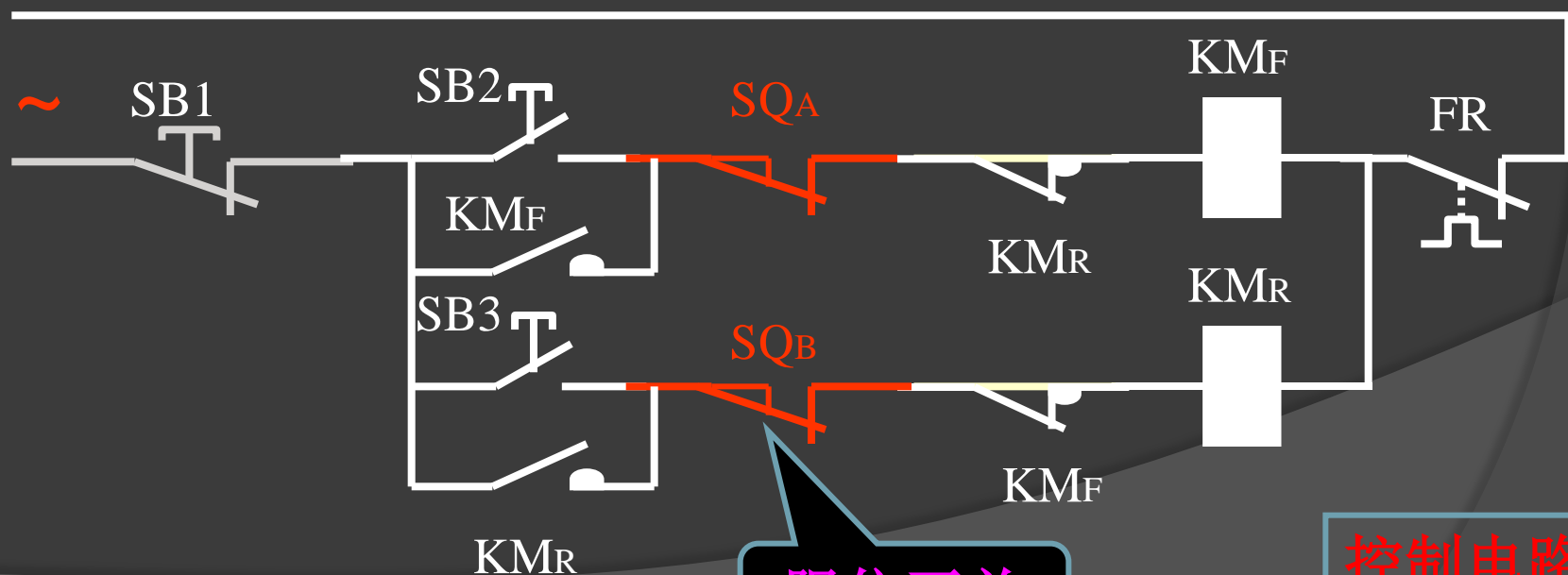
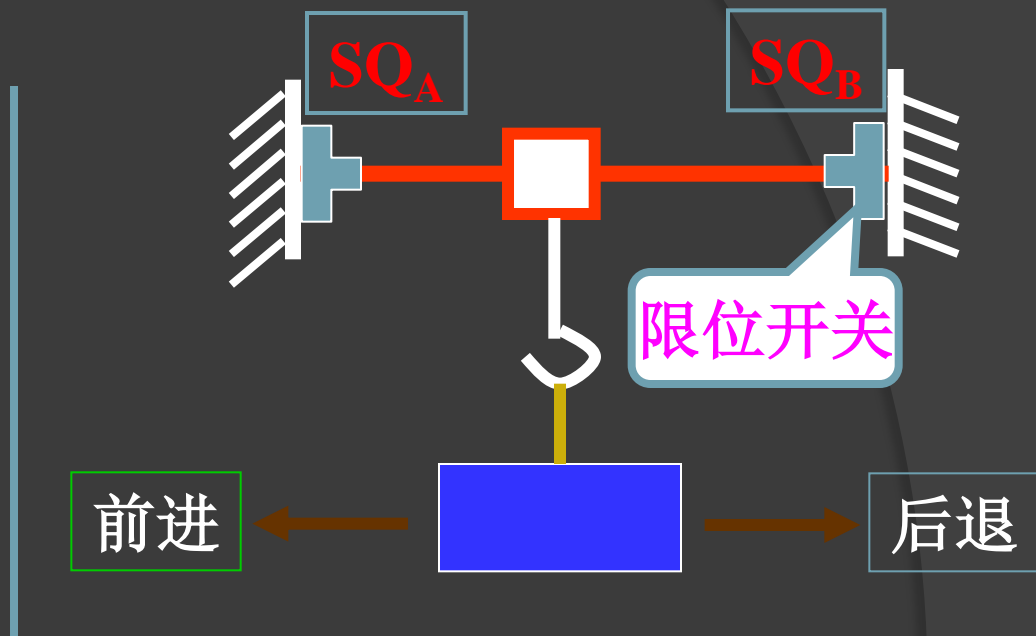
动作过程

SB₂↓ → 正向运行 →

至左极端位置撞开SQ_A

→ 电机停车

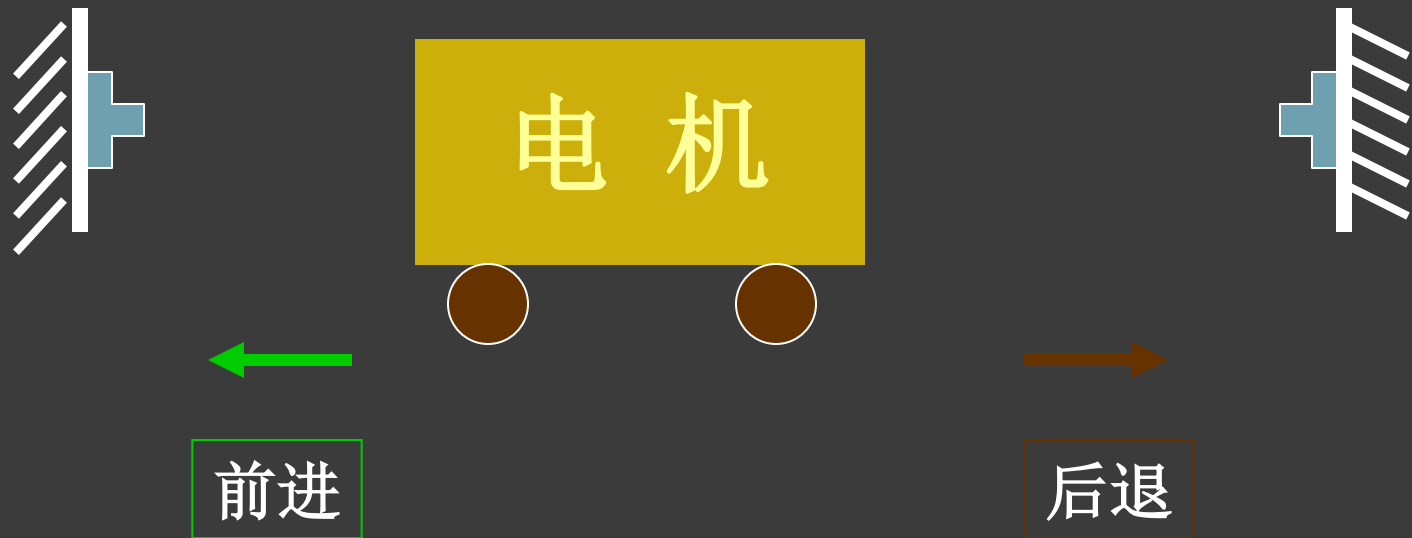
(反向运行同样分析)



限位开关

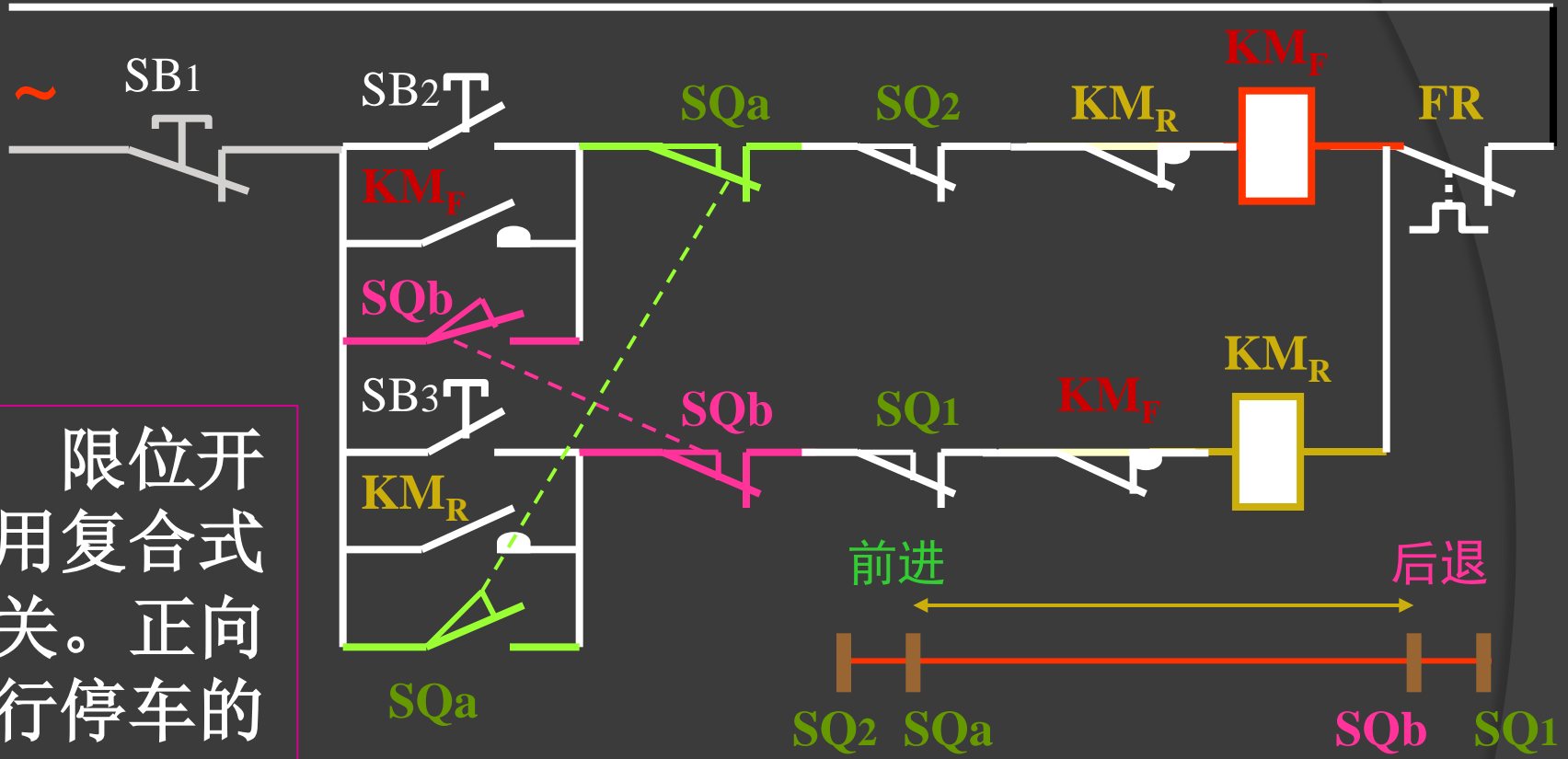
控制电路

行程控制(2) ——自动往复运动

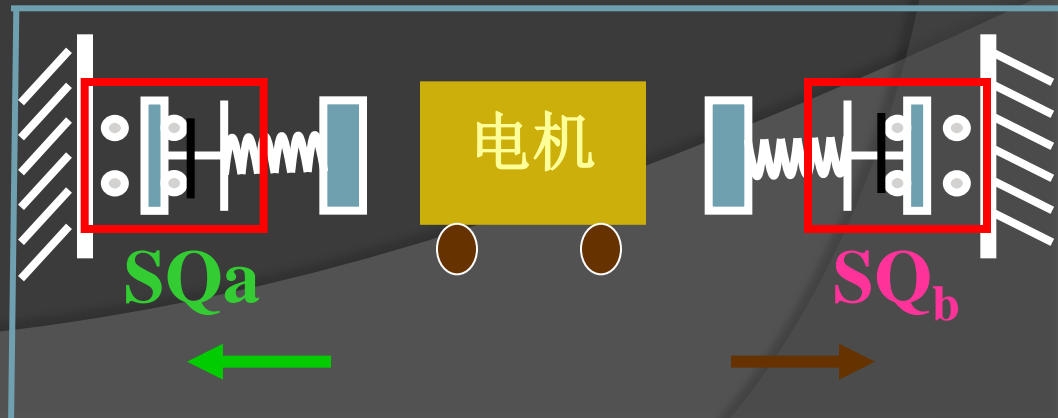


- 工作要求:**
1. 能正向运行也能反向运行
 2. 到位后能自动返回

行程控制(2)——自动往复运动控制电路



限位开关用复合式开关。正向运行停车的同时，自动起动反向运行；反之亦然。



三. 三相异步电动机的制动控制电路

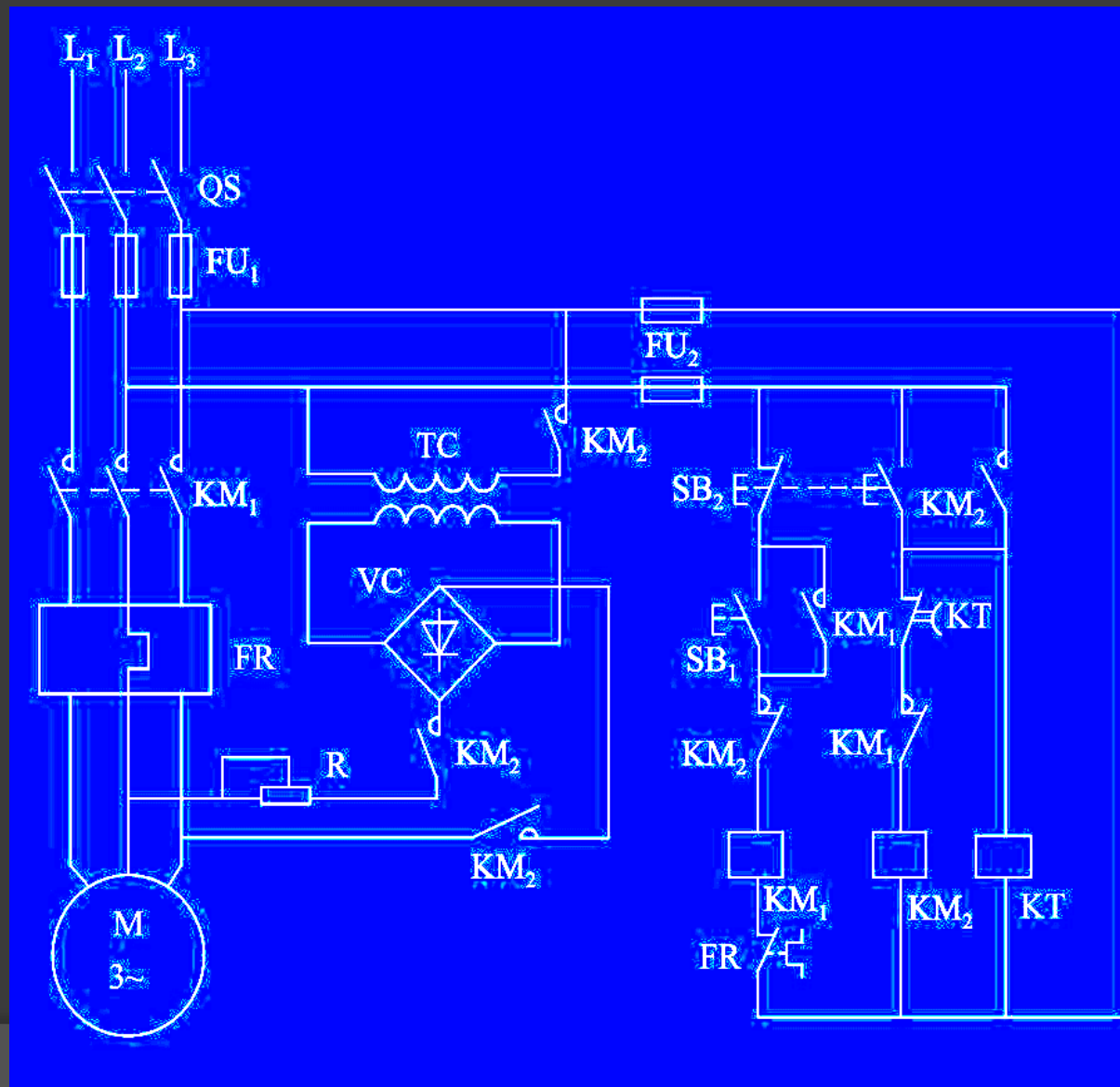
- 机械制动：
 - 电磁抱闸
 - 分通电制动和断电制动

- 电气制动
 - 能耗制动
 - 反接制动
 - 发电制动
 - 电容制动



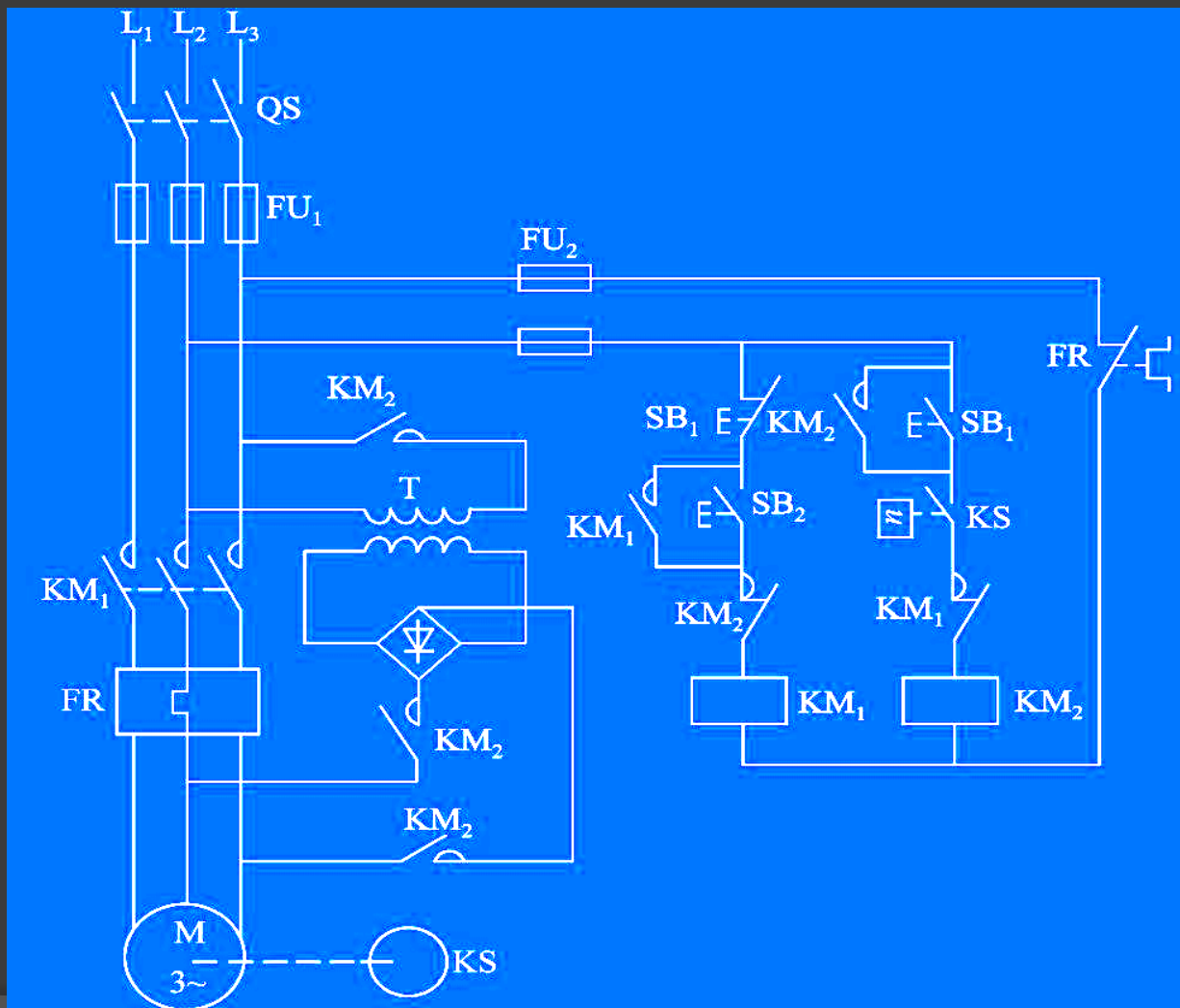
1. 三相异步电动机能耗制动控制

(1) 按时间原则控制的单向能耗制动控制线路



1. 三相异步电动机能耗制动控制

(2) 按速度原则控制的单向能耗制动控制线路，速度继电器KS取代了时间继电器KT, 其它基本相同.



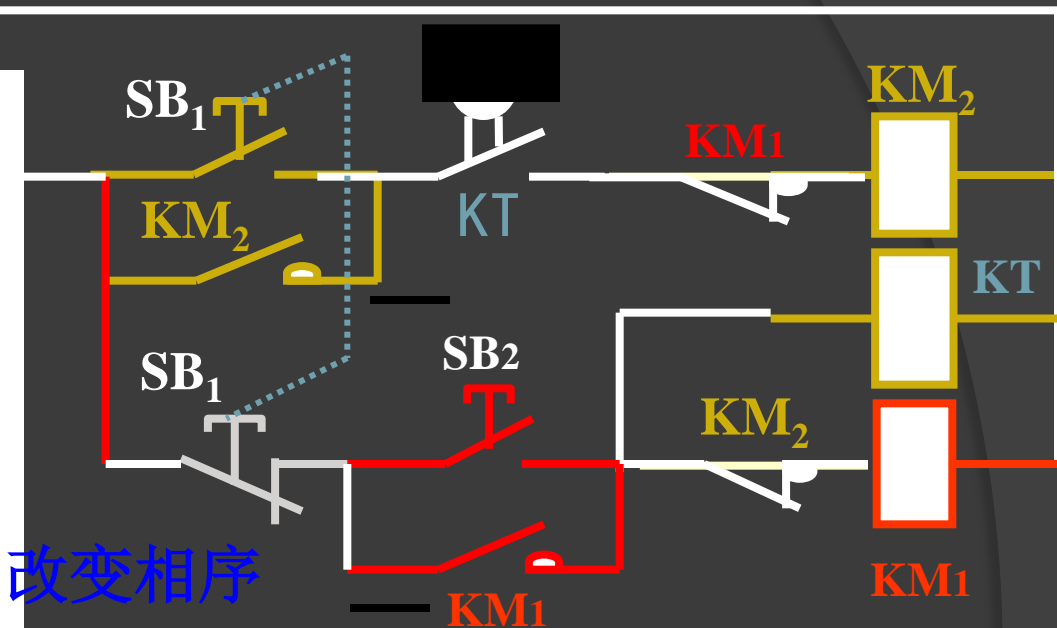
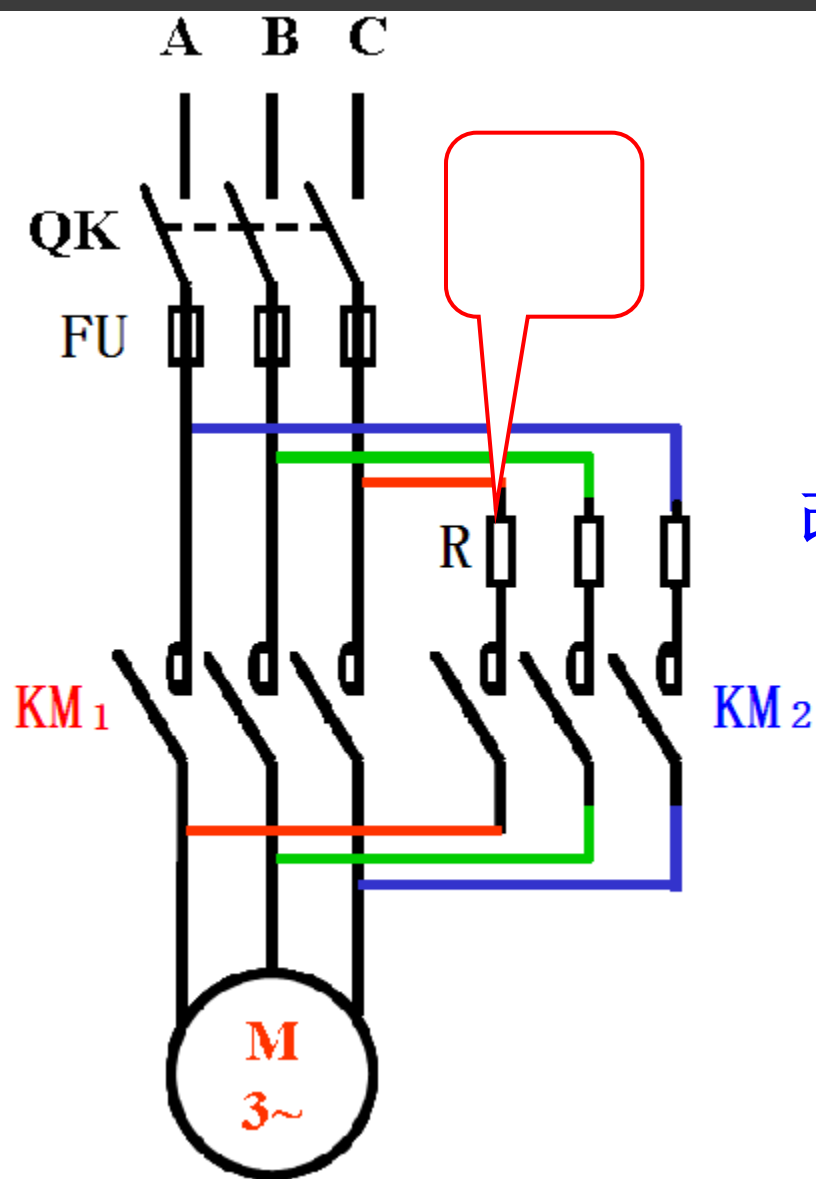
KS: 120~3000r/min

触点合

低于100r/min

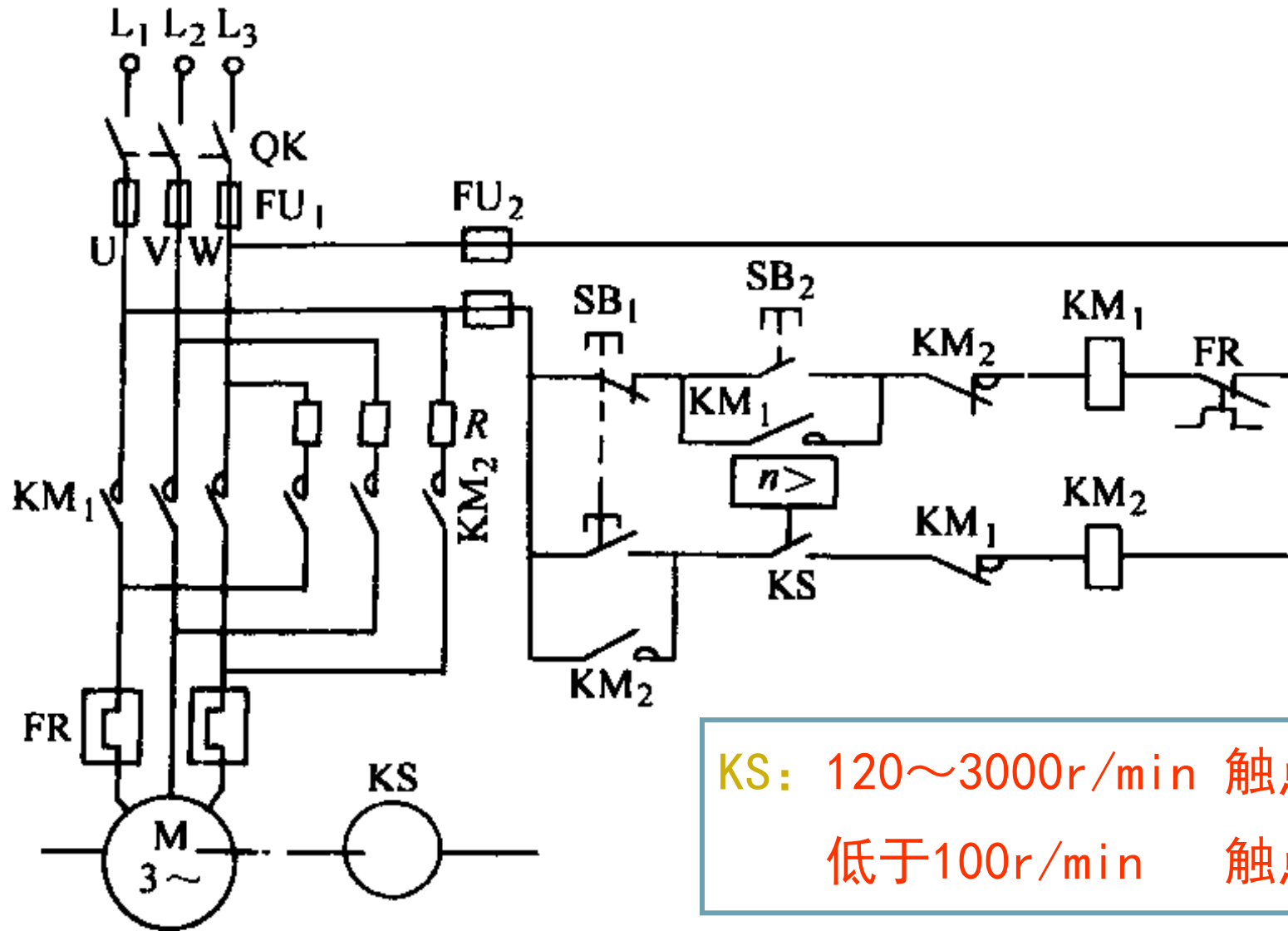
触点断

2. 三相异步电动机反接制动控制(时间继电器)

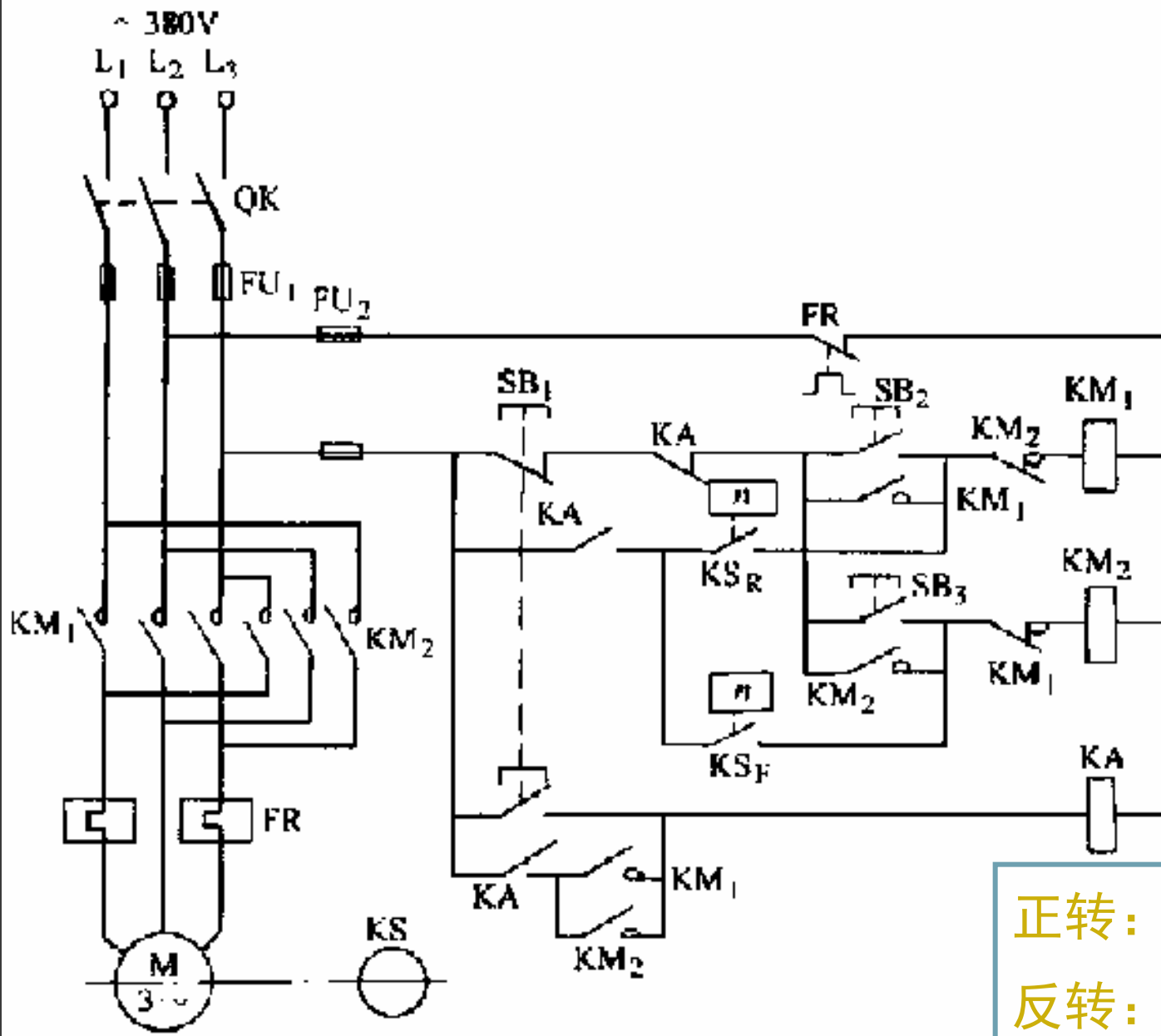


正常工作时， KM_1 通电，电机正向运转，断电延时型时间继电器（ KT ）常开延时触头闭合。停车时，按 SB_1 ， KM_1 断电， KM_2 通电， KT 断电延时，开始反接制动。延时时间到， KT 延时触头断开，电机停止运转，反接制动结束。

2. 三相异步电动机反接制动控制(速度继电器)



单向运行的三相异步电动机反接制动控制线路



正转：KS_F合
 反转：KS_R合

电动机可逆运行的反接制动控制线路