

# 继电器接触器控制系统

- 8. 1 常用控制电器与执行电器
- 8. 2 继电器-接触器控制的常用基本线路
- 8. 3 继电器接触器控制电路的分析与设计
- 8. 4 继电器-接触器控制线路举例

# 继电器接触器控制系统

## ❖ 学习要求

通过学习，熟悉各种电器的工作原理、作用、特点、应用场所和表示符号；

掌握继电器-接触器控制电路中基本控制环节和常用的几种自动控制方式；

学会设计一些较简单的继电器接触器控制电路。

# 继电器接触器控制系统

## ❖ 重点与难点

### 1. 重点

- ① 掌握三相异步电动机启动的控制电路及保护装置，特别是长期过载保护装置；
- ② 掌握互锁与连锁的控制方式；
- ③ 掌握按行程和时间与原则控制的控制方法。

### 2. 难点

- ① 时间继电器的图形符号；
- ② 连锁控制的方法与技巧；
- ③ 控制电路的设计。

# 继电器接触器控制系统

## ❖ 控制系统：

生产机械的运动需要电动机的拖动，即电动机是拖动生产机械的主体。

电动机的启动、调速、正反转、制动等动作的控制，需要一套控制装置，即控制系统；

## ❖ 继电器—接触器控制系统：

控制系统的形式多种多样，继电器-接触器控制系统是其中一种。

继电器-接触器控制系统是用继电器、接触器、按钮、行程开关等电器元件，按一定的接线方式组成的机电传动（电力拖动）控制系统。

# 继电器接触器控制系统

## ❖ 目的和任务：

实现机电传动系统的起动、调速、反转、制动等运行性能的控制和保护，从而实现生产机械各种生产工艺的要求。

## ❖ 继电器—接触器控制系统的优点：

结构简单，价格便宜，能满足一般生产工艺要求。

# 8. 1 常用控制电器

## 8. 1 常用控制电器

### 一、常用电器分类

#### 1. 电器

用来接通或断开电路，以及用来控制、调节和保护用电设备的电气器件。

#### 2. 分类

电器可按其动作的性质和用途分类。

# 8. 1 常用控制电器

电器元件	按工作电压分类	<div>高压电器 — 用于交流1200 V, 直流1500 V以上电压电路中的电器；</div> <div>低压电器 — 用于交流1200 V, 直流1500 V以下电压电路中的电器。</div>
	按动作性质分类	<div>非自动电器 — 没有动力机构，靠人力或其它外力来进行操作，从而切断或接通工作电路的电器；</div> <div>自动电器 — 有电磁铁等动力机构，按照指令、信号或参数变化等自动动作，从而断开或接通工作电路的电器。</div>
	按用途分类	<div>控制电器 — 用来控制电动机的启动、换向、调速、制动等动作；如接触器、继电器、磁力启动器</div> <div>保护电器 — 用来保护电动机和生产设备使其安全运行和不受损坏。如熔断器、电流继电器、热继电器等；</div> <div>执行电器 — 用来操纵、带动生产机械和支撑与保持机械装置在固定位置上的一种电器。如电磁铁、电磁离合器等。</div>

## 8. 1 常用控制电器

大多数电器既可作控制电器，亦可作保护电器，它们之间没有明显的界线。

如：电流继电器既可按“电流”参量来控制电动机，又可用作为电动机的过载保护；

又如：行程开关既可用来控制工作台的加、减速及行程长度，又可作为终端开关保护工作台不至于闯到导轨外面去，即作为工作台的极限保护。



# 8. 1 常用控制电器

## 二、常用非自动电器

### 1. 刀开关

刀开关又称闸刀，一般用于不需要经常切断与接通的交、直流低压电路中。

在机床中，刀开关主要用作电源开关，它一般不用来开断电动机的工作电流。

# 8. 1 常用控制电器

一般刀开关结构如图所示

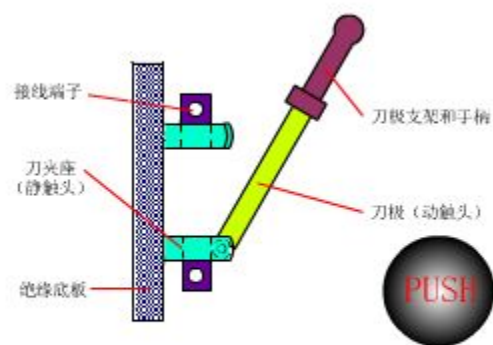
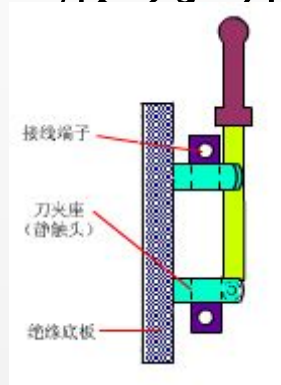


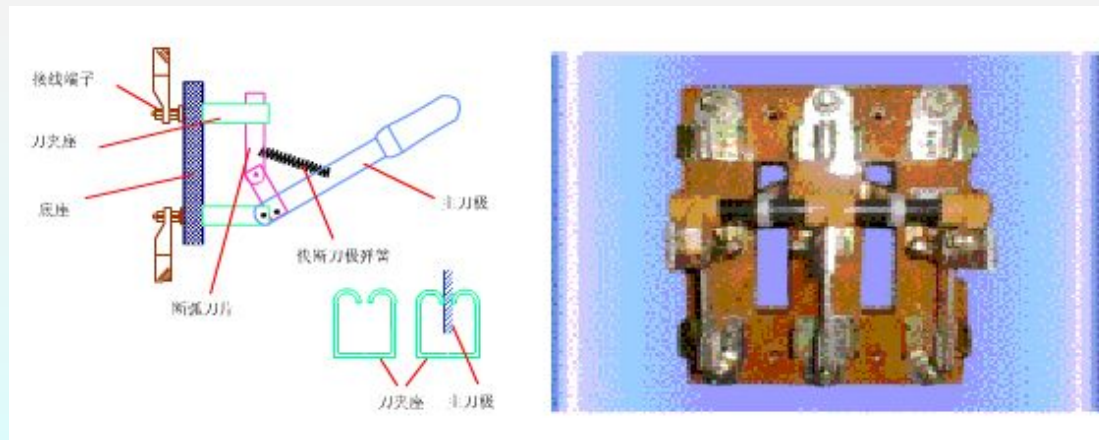
图6.1 一般刀开关结构图

# 8. 1 常用控制电器

刀开关由于分断速度慢，灭弧困难，仅用于切断小电流电路。

若用刀开关切断较大电流的电路，特别是切断直流电路时，为了使电弧迅速熄灭以保护开关，可采用带有快速断弧刀片的刀开关。

图中：主刀极用弹簧与断弧刀片相连，在切断电路时，主刀极首先从刀夹座脱出，这时断弧刀片仍留在刀夹座内，电路尚未断开，无电弧产生。当主刀极拉到足够远时，在弹簧的作用下，断弧刀片与刀夹座迅速脱离，使电弧很快拉长而熄灭。



## 8. 1 常用控制电器

刀开关分单极、双极和三极，常用的三极刀开关长期允许通过电流有100A、200A、400A、600A和1000A五种。

目前生产的产品有HD（单极）和HS（双投）等系列。

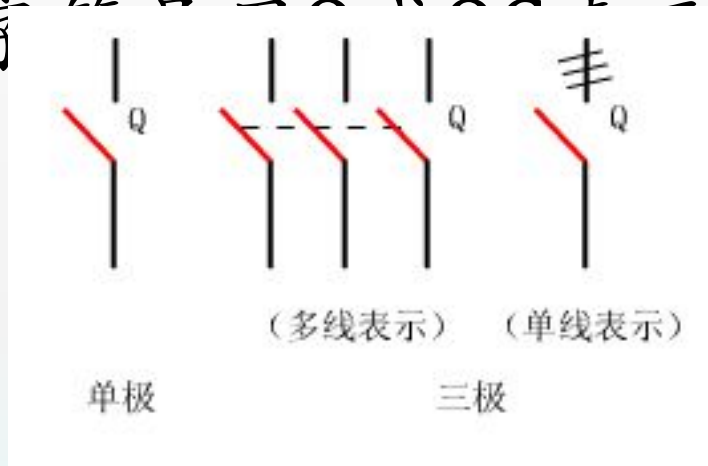
负荷开关是由有快断刀极的刀开关与熔断器组成的铁壳开关，常用来控制小容量的电动机的不频繁启动和停止。

常用型号有HH4系列。

刀开关的选择应根据工作电流和电压来选择。

## 8. 1 常用控制电器

在电气系统中，刀开关用如图所示符号表示，其文字符号为Q。



# 8. 1 常用控制电器

## 二、常用非自动电器

### 2. 转换开关

刀开关作为隔电用的配电电器是恰当的。

可以在小电流的情况下用来作为线路的接通、断开和换接控制开关，但此时就显得不太灵巧和方便，所以，在机床上广泛地用转换开关（又称组合开关）代替刀开关。

转换开关的特点：

(1)结构紧凑，占用面积小；

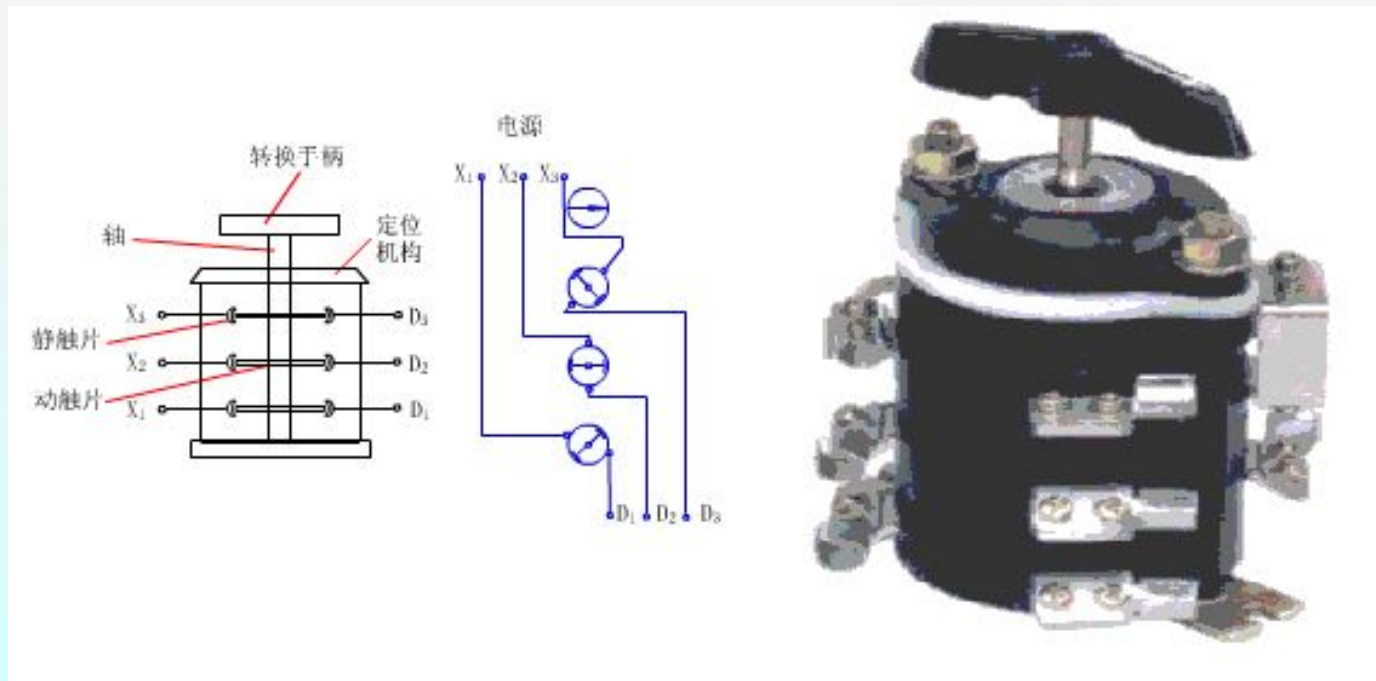
(2)操作时不是用手扳动而是用手拧转，故操作方便、省力。

# 8. 1 常用控制电器

如图所示是一种盒式转换开关结构示意图，它有许多对动触片，中间以绝缘材料隔开，装在胶木盒里，故称盒式转换开关。

常用型号有HZ5、HZ10系列。

它是由一个或数个单线旋转开关叠成的，用公共轴的转动控制。



## 8. 1 常用控制电器

转换开关既起断路器的作用，又起转换器的作用。

盒式转换开关除了作电源的引入开关外，还可用来控制启动次数不多（每小时不超过20次）、7.5kW以下的三相鼠笼式感应电动机，有时也作控制线路及信号线路的转换开关。

HZ5型有单极、双极、三极的，额定电流有10A、20A、40A和60A四种。

转换开关的图形符号，如用在主电路中则同刀开关，用在控制电路中则同万能转换开关。

转换开关的文字符号用QB表示。



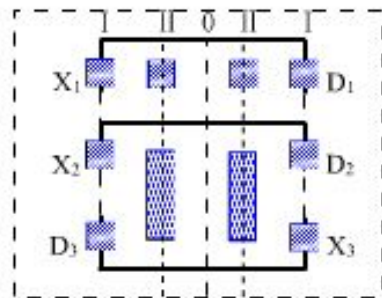
# 8. 1 常用控制电器

用来控制电动机正反转的转换开关亦称倒顺开关。

电源线接到触点X1、X2、X3上，电动机定子绕组的三根线接到触点D1、D2、D3上。

当转换开关转到位置I时，触点X1、X2、X3相应地和D1、D3、D2接通，于是电动机正转。

电



(a)

转换位置 接触点	I 正转	0 停止	II 反转
X <sub>1</sub> -D <sub>1</sub>	X		X
X <sub>2</sub> -D <sub>2</sub>	X		
X <sub>3</sub> -D <sub>3</sub>	X		
X <sub>2</sub> -D <sub>3</sub>			X
X <sub>1</sub> -D <sub>2</sub>			X

(b)



# 8. 1 常用控制电器

## 三、常用自动控制电器

手控电器的通性：

每小时的关合次数有限；操作较笨重、工作不太安全；保护性能差。

例如，当电网电压突然消失时，因为这些开关不能自动复原，故它不能自动把电动机从电源切断，如果不另加保护设备则可能发生意外。

自动电器的作用：

随着生产的发展，使得控制对象的容量、运动速度、动作频率等不断增大，运动部件不断增多，要求各运动部件间实现连锁控制和远距离集中控制，显然手控电器不能适应这些要求，因此，就要用到自动控制电器。

如：接触器、反映各种信号的继电器和其他完成各种不同任务的控制电器。

## 1. 接触器

**接触器**是一种在电磁力的作用下，能够自动地接通或断开带有负载的主电路（如电动机）的自动控制电器。

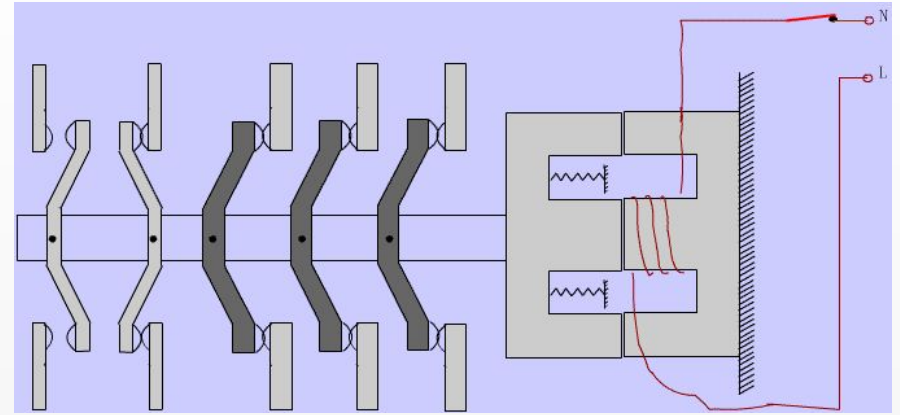
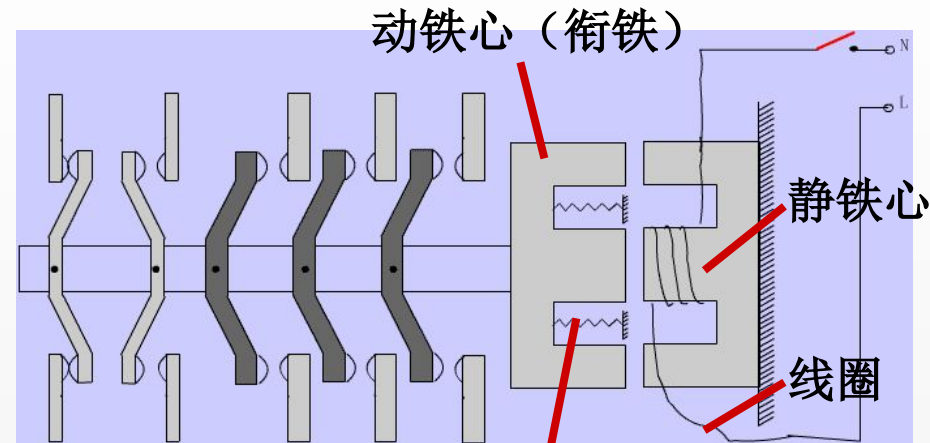
接触器是继电器-接触器控制系统中最重要和常用的元件之一，它的工作原理如图所示。

当按钮按下时，线圈通电，静铁心被磁化，并把动铁心（衔铁）吸上，带动转轴使触头闭合，从而接通电路。

当放开按钮时，过程与上述相反，使电路断开。

接触器的结构和工作原理如下：

# 接触器的结构接触器工作原理[接触器.swf](#)



触头系统

释放弹簧

传感部分：线圈+静铁心；

执行部分：触头。

触头按通过的电流的大小分主触头和辅助触头两种。

主、辅触点内部结构不一样，主触点连接到主电路中，能通以大电流，用来接通或切断电机和供电电源的连接；线圈所需电压较低，接在控制电路，用来控制触头的闭合与打开，辅助触点则用在控制回路中。

触头按状态的不同分动断（常闭）触头和动合（常开）触头两种。

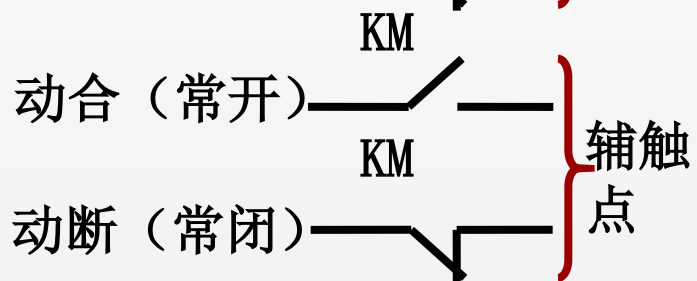
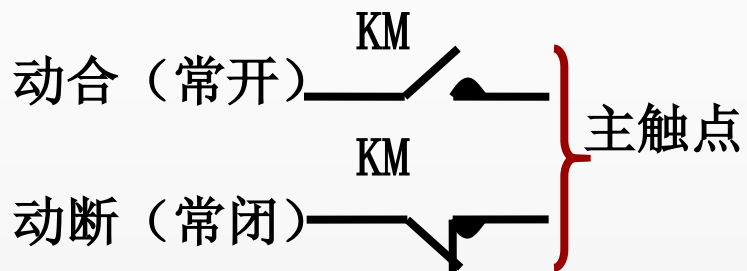
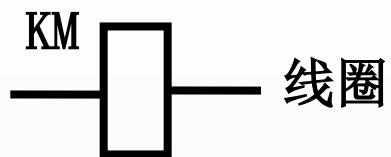
线圈得电，衔铁吸合→触点动作

{	常开触点—合
	常闭触点—断

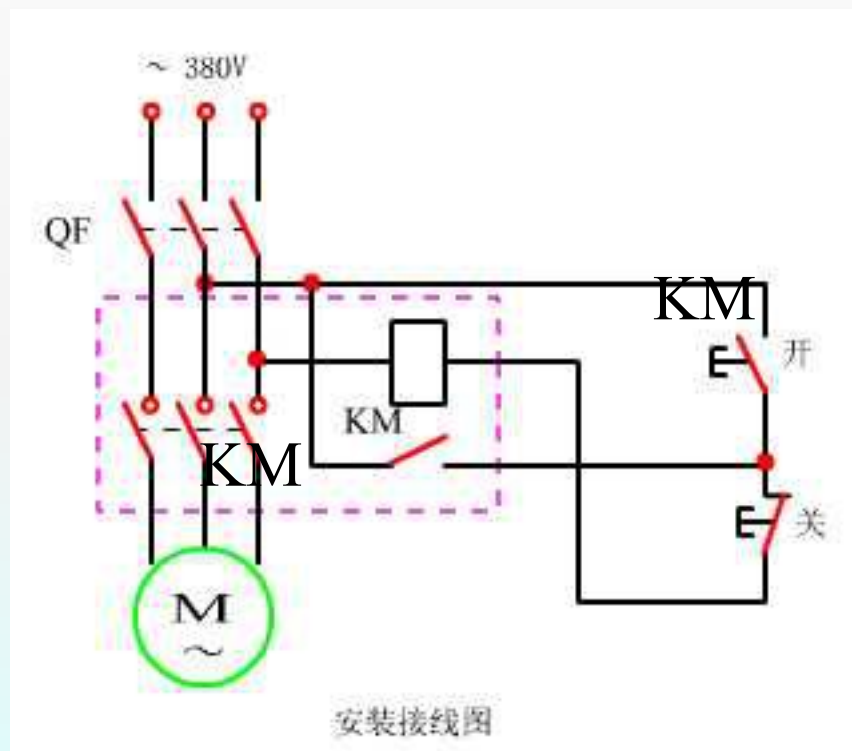
线圈失电，衔铁释放→触点复位

{	常开触点—断
	常闭触点—合

表示符号：



# 主电路(回路)、控制电路(回路)



接触器的种类：按主触头所接回路的电流种类分为：

- 交流接触器：主要用以控制交流电路（主电路、控制电路、激磁电路）
- 直流接触器：主要用以控制直流电路（主电路、控制电路、激磁电路）

接触器的参数主要有：额定电压、额定电流、常开主辅触头个数、额定操作频率等

常见交流接触器：



CJX1系列交流接触

器



CJT1系列交流接触器



CJX2系列交流接触器

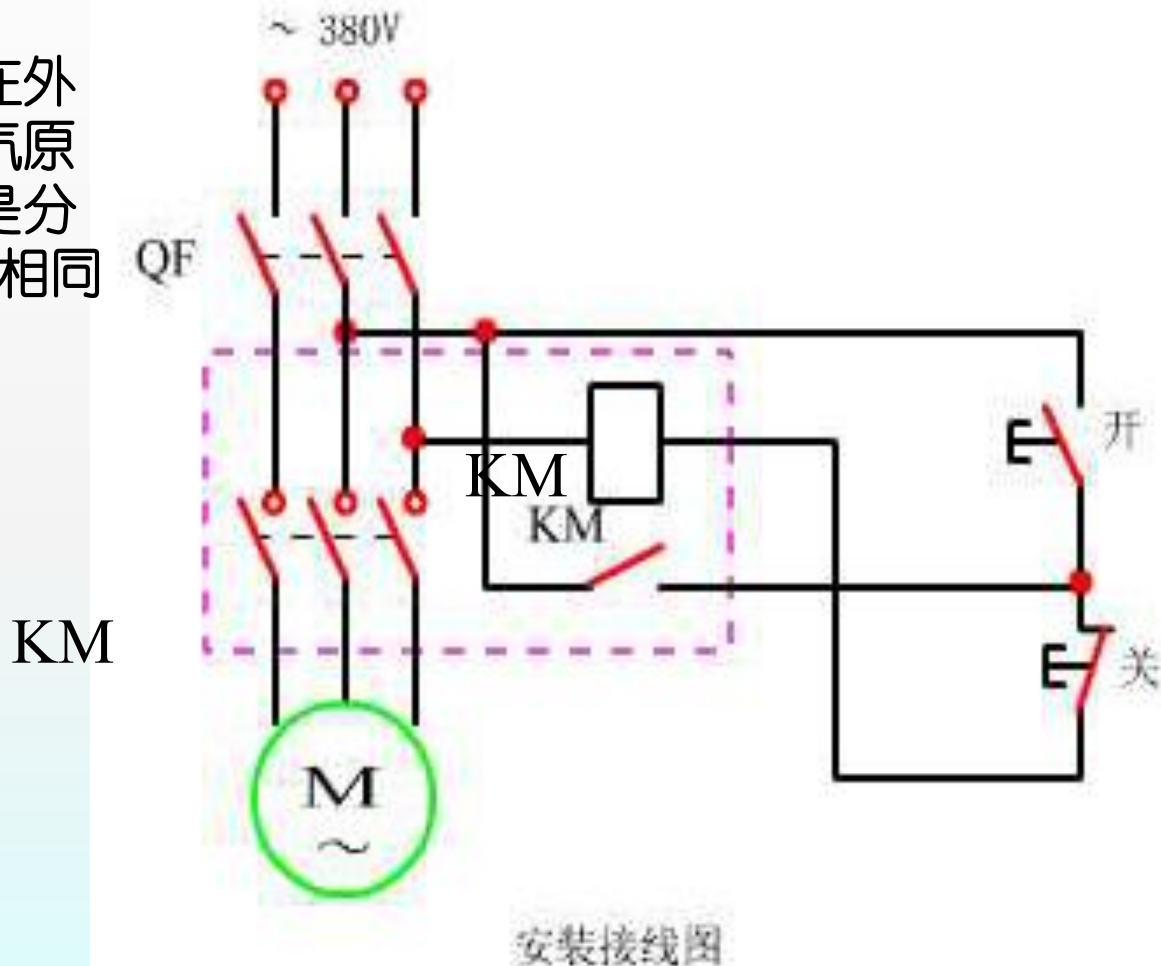
常见直流接触器：



CZ0系列直流接触器

# 主电路(回路)、控制电路(回路)

**注：**电器元件的各部分，在外观上看是一个整体，但电气原理图中同一电器的各部分是分散的，分散的各部分都用相同的文字符号表示。

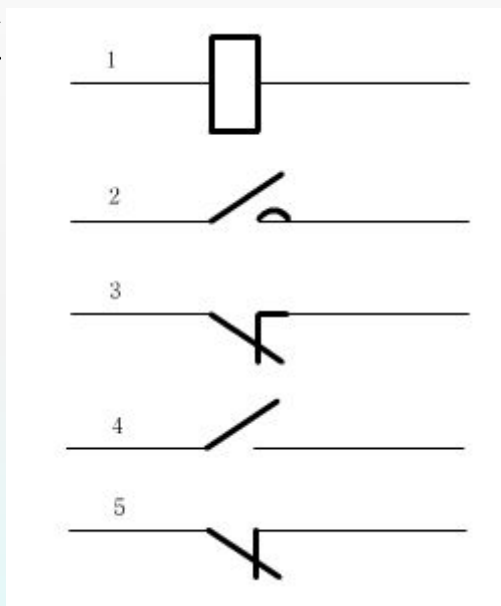




## 8. 1 常用控制电器

接触器的文字符号用KM表示

接触器的图形



## 2. 继电器

是一种根据某种输入信号的变化，接通或断开**控制电路**，实现控制目的的自动控制电器。

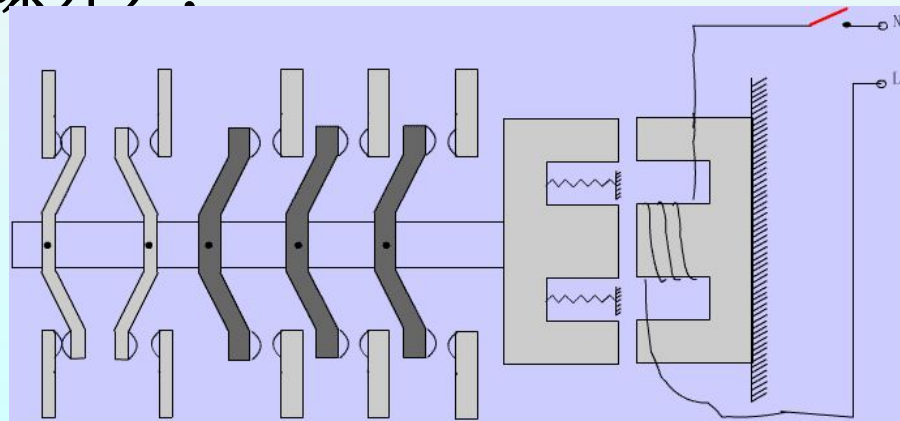
### 结构特点：

传感部分：感测输入量的高低。

输入信号 { 电量：电流、电压、功率等  
非电量：热、光、声、速度等

执行部分：触头。

无主辅之分，一般较小（5A以下），绝大多数线圈与触头都用于控制回路（热继电器除外）：



## 继电器的分类：

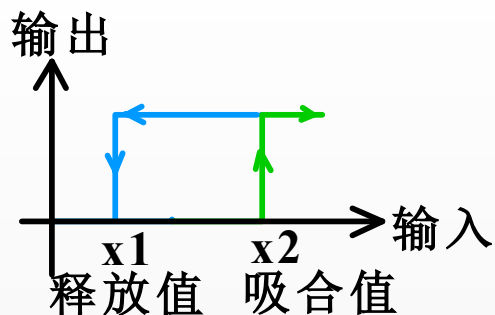
按它反应信号的种类分：电流、电压、速度、压力、热继电器等

按动作时间分：瞬时动作和延时动作继电器等

按作用原理分：电磁式、感应式、电动式、电子式、机械式等

应用最广（90%以上继电器为电磁式）

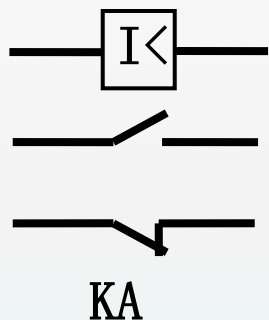
## 1). 电磁式继电器：结构及工作原理与接触器大体相似



跳跃式的输入输出特性

**a. 电流继电器：**根据电流信号而动作，具有保护作用。一般串于电路中。

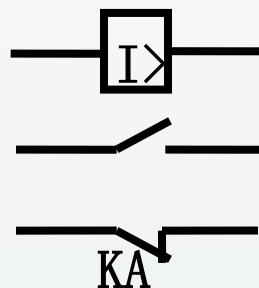
欠电流继电器



当电流小于某值时，衔铁释放。用于电流过小时切断电路。

KA

过电流继电器

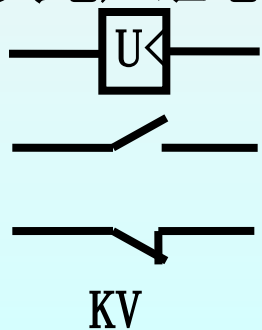


当电流大于某值时，衔铁吸合。用于电流过大时切断电路。

KA

**b. 电压继电器：**根据电压信号而动作，具有保护作用。一般并于电路中。

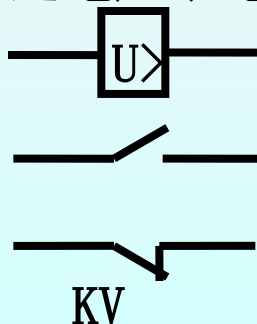
欠电压继电器



当电压小于某值时，衔铁释放。用于电压过小时切断电路。

KV

过电压继电器

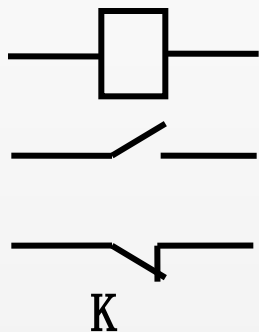


当电压大于某值时，衔铁吸合。用于电压过大时切断电路。

KV

**c. 中间继电器：**本质上是电压继电器，但还具有触头多，触头承受电流大（5—10A）、动作灵敏（动作时间小于0.05S）

中间继电器的作用



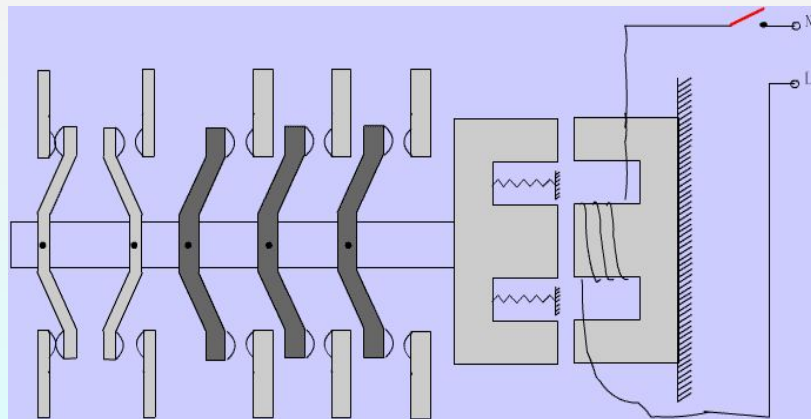
第一，用作中间传递信号（放大），当接触器线圈的额定电流超过电压或电流继电器触头所允许通过的电流时，可用中间继电器作为中间放大器再来控制接触器；

第二，用作同时控制多条线路。

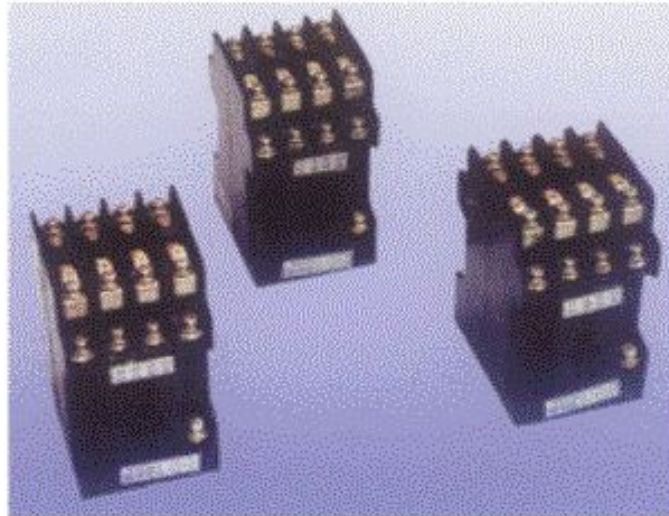
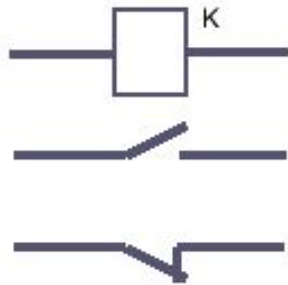
选用中间继电器时，主要根据是控制线路所需触头的多少和电源电压等级。

继电器的三大功能：

- 放大；线圈通以较小电流
- 电气隔离；线圈励磁电路与触头所在电路。
- 逻辑运算；



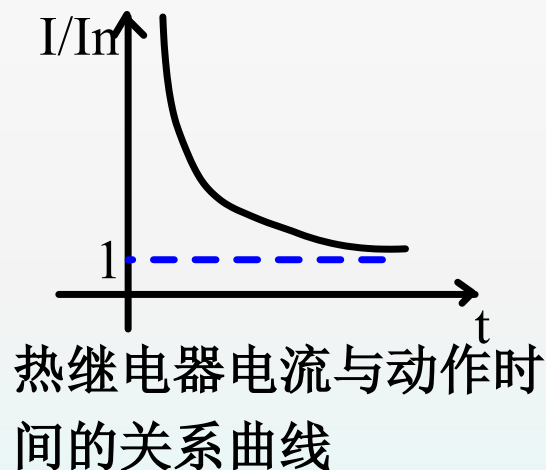
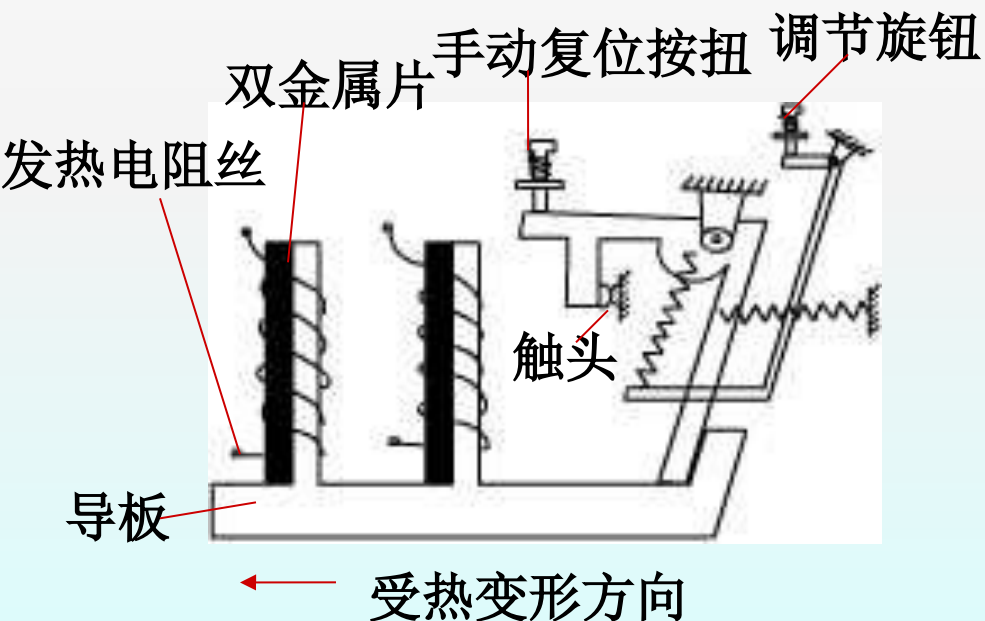
## 8. 1 常用控制电器



**JZ7**系列中间继电器适用于交流**50Hz**，电压至**380V**及直流电压**220V**的控制电器中，用来控制各种电磁线圈，以使讯号得到放大，或将讯号同时传给数个有关的控制元件

**2). 热继电器：**是一种常见的保护电器。利用电流的热效应而动作，主要用来对连续运行的电动机进行热过载保护。双金属片是由两种膨胀系数不同的材料制成，右侧比左侧膨胀系数大。

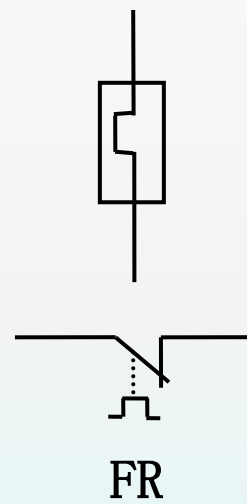
工作原理：





JR36

表示符号:

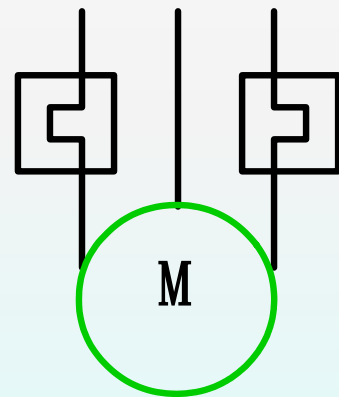




**热继电器的主要参数：**热元件的额定电流指热元件能够长期通过而不致于引起热继电器动作的最大电流值。（有一定的整定范围，如 $I_N=5A$ , 整定范围3.2-5A）。同一种热继电器有多种规模的热元件系列。热元件的额定电流与电动机的额定电流相等时，热继电器能准确地反映电动机发热。

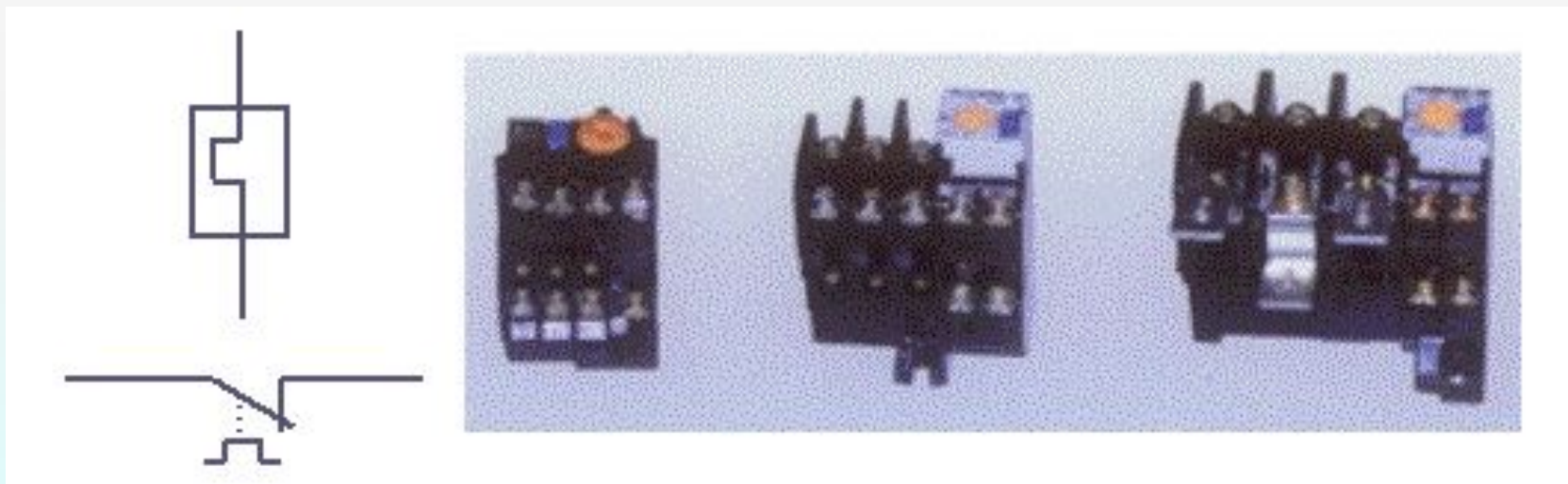
### 使用热继电器时注意几个问题：

- 动作时间不应过分小于电动机的允许发热时间，应充分发挥电动机的过载能力
- 热继电器不能作短路保护（瞬时），热继电器是控制电动机温升（一段时间）
- 用热继电器保护三相异步电动机时，至少要有两相接热元件，一般三相都有。
- 注意热继电器所处的周围环境温度，应保证它与电动机有相同的散热条件。



## 8. 1 常用控制电器

热继电器表示符号和实物如图所示



# 8. 1 常用控制电器

## 四、主令电器

除接触器、继电器外，自动控制线路中还有一类主令电器。

主令电器主要用来切换控制线路，操作人员或机床的运动部件操纵这类电器，就能改变系统的工作状态。

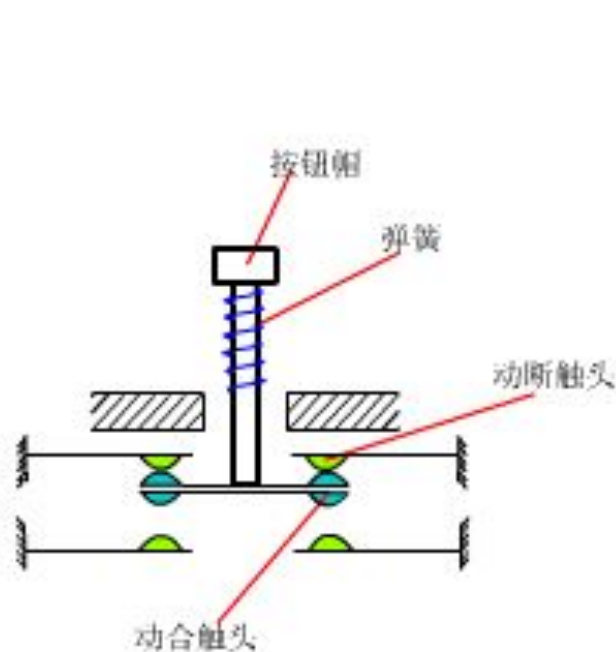
机床上最常见的主令电器为：按钮开关、万能转换开关、主令控制器、行程开关等。

### 1. 按钮

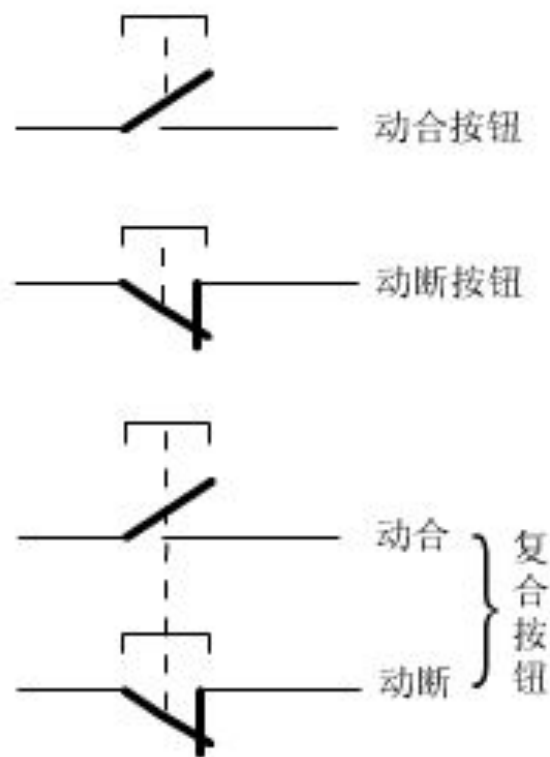
按钮是一种专门发号施令的电器，操作者用以接通或断开控制回路中的电流。

## 8. 1 常用控制电器

### 按钮开关的结构示意图与图形符号



(a)



(b)

# 8. 1 常用控制电器

常用的按钮有LA18，LA19，LA20，LAY3等型号。

各种按钮的实物如图所示

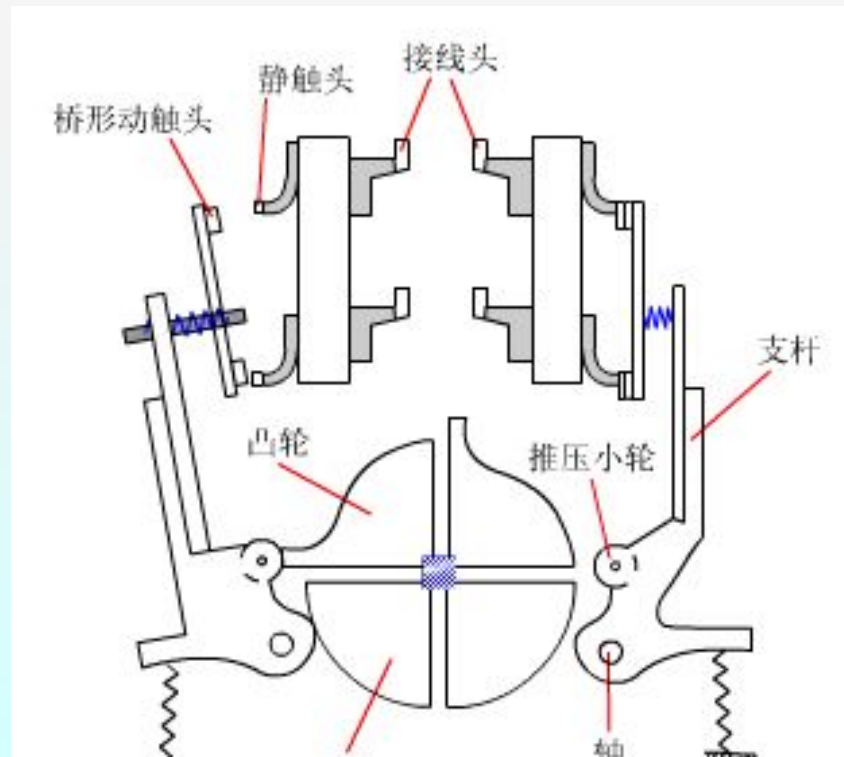


# 8. 1 常用控制电器

## 2. 主令控制器与万能转换开关

主令控制器与万能转换开关广泛应用于控制线路中，以满足需要多联锁的电力拖动系统的要求，实现转换线路的远程控制。

主令控制器又名主令开关，它的主要部件是一套接触元件，其中的一组如图所示。



# 8. 1 常用控制电器

主令控制器图形符号 触点合断表 外观图

在电气传动系统图中主令控制器的文字符号是SL

F				SL	R			
III	II	I		0	I	II	III	
				1				
				2				
				3				
				4				
				5				
				6				

LK5/613							
线路号	F			O	R		
	III	II	I		I	II	III
1				X			
2	X	X	X		X	X	
3					X	X	
4	X	X	X				
5	X	X				X	
6	X						



# 8. 1 常用控制电器

## 五、执行电器

在电力拖动控制系统中，除了用到接触器、继电器和主令电器等控制电器外，还常用到可执行任务的电磁铁、电磁离合器、电磁工作台等执行电器。

### 1. 电磁铁

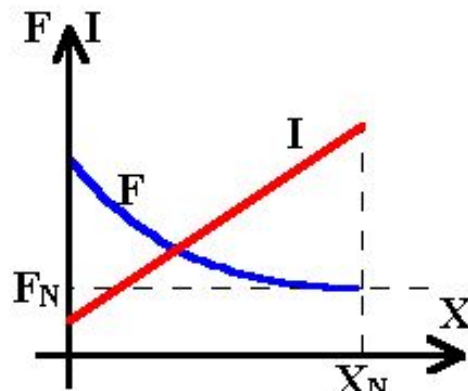
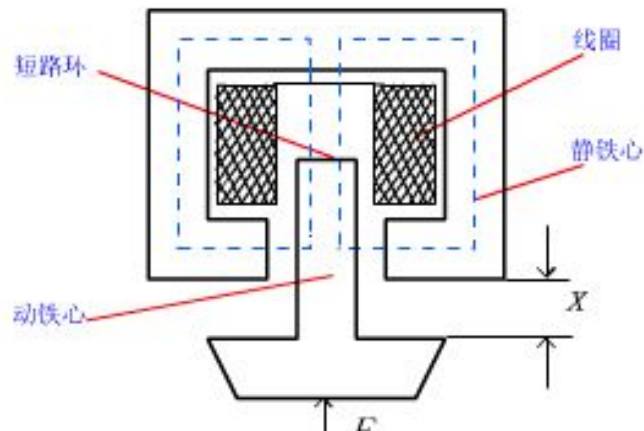
广义而言，电磁铁是一种通电以后，对铁磁物质产生引力，把电磁能转换为机械能的电器。

这里介绍的电磁铁是指将电流信号转换成机械位移的执行电器。



## 8. 1 常用控制电器

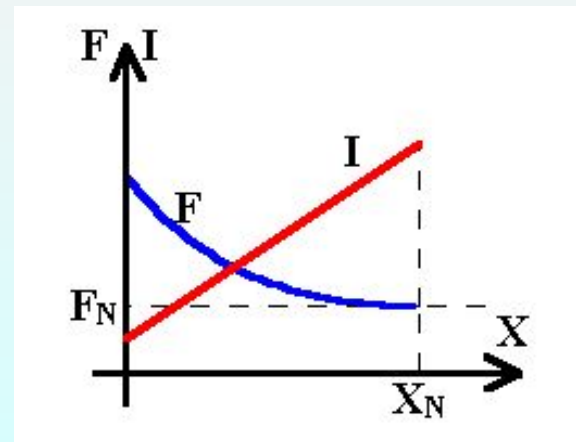
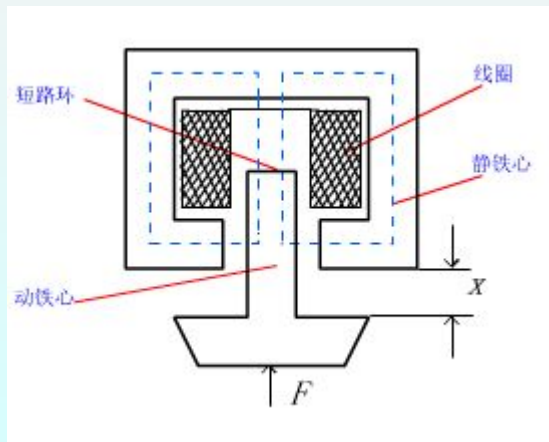
它的工作原理与接触器相同。电磁铁只有铁心和线圈，图示为单相交流电磁铁的结构示意图。



$$I = f(x)$$
$$F = f(x)$$

## 8. 1 常用控制电器

交流电磁铁在线圈通电，吸引衔铁而减少气隙时，由于磁阻减小，线圈内自感电势和感抗增大，因此，电流逐渐减小，但与此同时气隙、漏磁通减小，主磁通增加，其吸力将逐步增大，最后将达到1.5倍~2倍的初始吸力。



$$I = f(x)$$

$$F = f(x)$$

## 8. 1 常用控制电器

直流电磁铁的线圈电流与衔铁位置无关，但电磁吸力与气隙长度关系很大，所以，衔铁工作行程不能很大；

由于线圈电感大，线圈断时会产生过高的自感电势，故使用时要采取措施消除自感电势（常在线圈两端并联一个二极管或电阻）。

直流电磁铁的工作可靠性好、动作平衡、寿命比交流电磁铁长，它适用于运用频繁或工作平衡可靠的执行机构。

选用电磁铁时，应根据机械所要求的牵引力、工作行程、通电持续率、操作频率等来选。

# 8. 1 常用控制电器

## 2. 电磁离合器

电磁离合器是利用表面摩擦或电磁感应来传递两个转动体间转矩的执行电器。

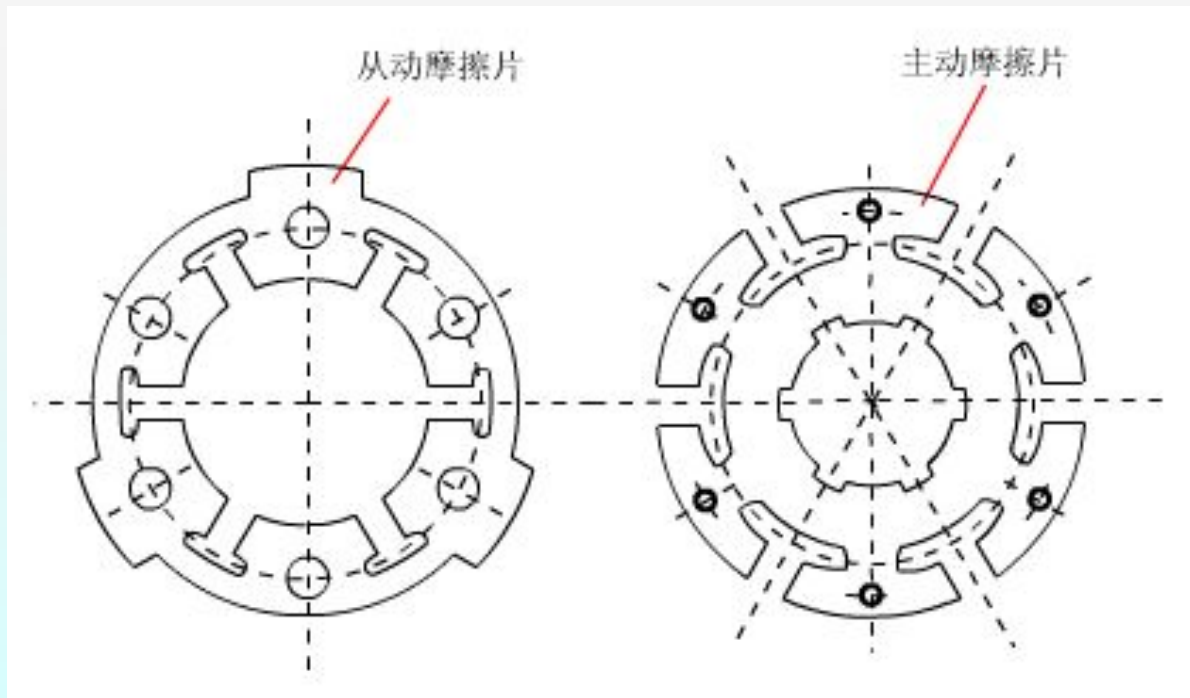
由于能够实现远距离操纵，控制能量小，便于实现机床自动化，同时动作快，结构简单，因此，获得了广泛的应用。

常用的电磁离合器有摩擦片式电磁离合器，摩擦粉末离合器，电磁转差离合器。

## 8. 1 常用控制电器

在机床上广泛采用多片式的摩擦片式电磁离合器，摩擦片作成如图所示的特殊形状，摩擦片数在2~12之间。

多片式电磁离合器的缺点是制造工艺复杂，其次是不能满足迅速动作的要求，因它在接合过程中必须具有机械移动过程。



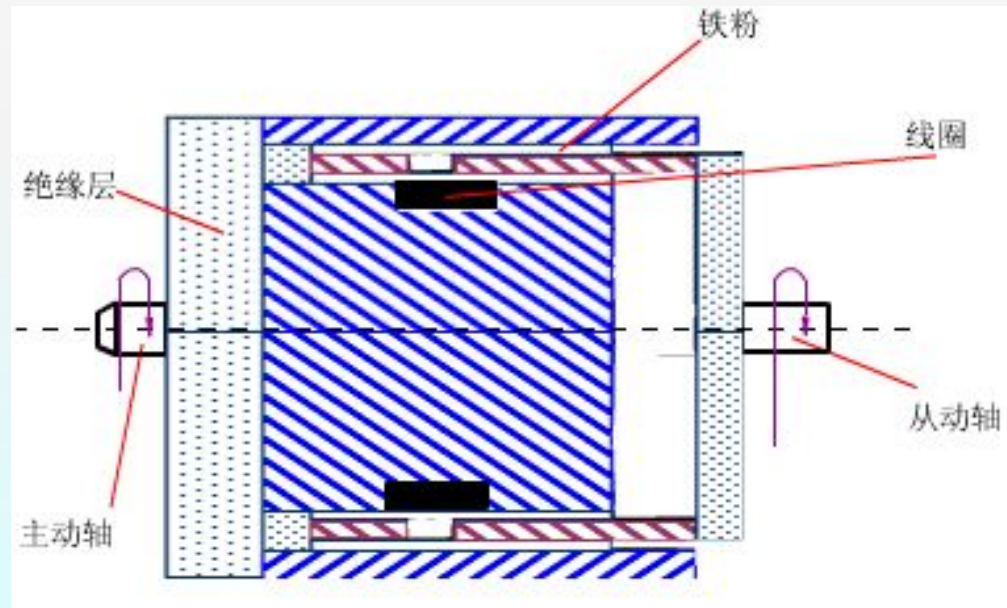
## 8. 1 常用控制电器

电磁粉末离合器的工作原理：在铁心气隙间安放铁粉，当线圈通电产生磁通后，粉末就沿磁力线紧紧排列，主动轴和从动轴发生对移动时，在铁磁粉末层间就产生抗剪力，这样就带动从动轴转动，传递转矩。

它的优点是动作快，因为没有如摩擦片的机械位移过程，其次是制造简单。

缺点是工作性能不够稳定。

见P144 图8.26

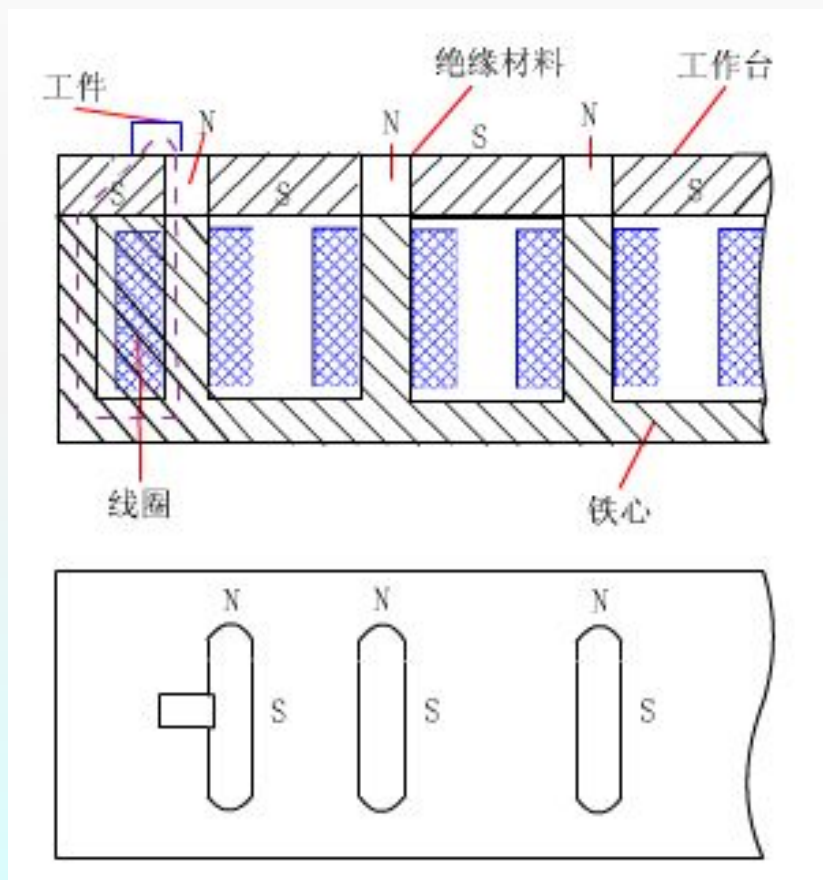


# 8. 1 常用控制电器

## 3. 电磁夹具

电磁夹具在机床上的应用很多，尤其是电磁工作台（或电磁吸盘）在平面磨床上广为采用。

电磁铁、电磁离合器和电磁夹具的文字符号分别用YA、YC和YH表示，它们的图形符号与接触器线圈的符号相同，仅是线条稍粗一些。





## 8. 1 常用控制电器

电磁工作台较之机械夹紧装置具有许多优点；

(1) 夹紧简单、迅速、缩短辅助时间，夹紧工件时只需动作一次，而机械夹紧需要固定许多点；

(2) 能同时夹紧许多工件，而且可以是很小的工件，既方便又提高生产率；

(3) 加工精度高，工件在加工过程中由于发热变形时可以自由伸缩，不会产生弯曲。



## 8. 1 常用控制电器

它的缺点是：只能固定铁磁材料，且夹紧力不大，断电时易将工件摔出，造成事故，为了防止事故，常采用励磁保护，使线圈断电时，工作台即停止工作；

此外，工件加工后有剩磁，使工件不易取下，尤其对某些不允许有剩磁的工件如轴承，必须进行去磁。

去磁的方法常有两种：

(1) 为了容易取下工件，常在线圈中通一反方向的去磁电流；

(2) 为了比较彻底地除去工件的剩磁，需另用退磁器，常用的退磁器为TC-1型。

## 8.2 继电器接触器控制的基本线路

### 一、电器控制线路的构成和基本保护

#### 1. 继电器-接触器控制电路的表示方法

继电器-接触器控制电路一般有安装接线图和工作原理图两种表示方法。

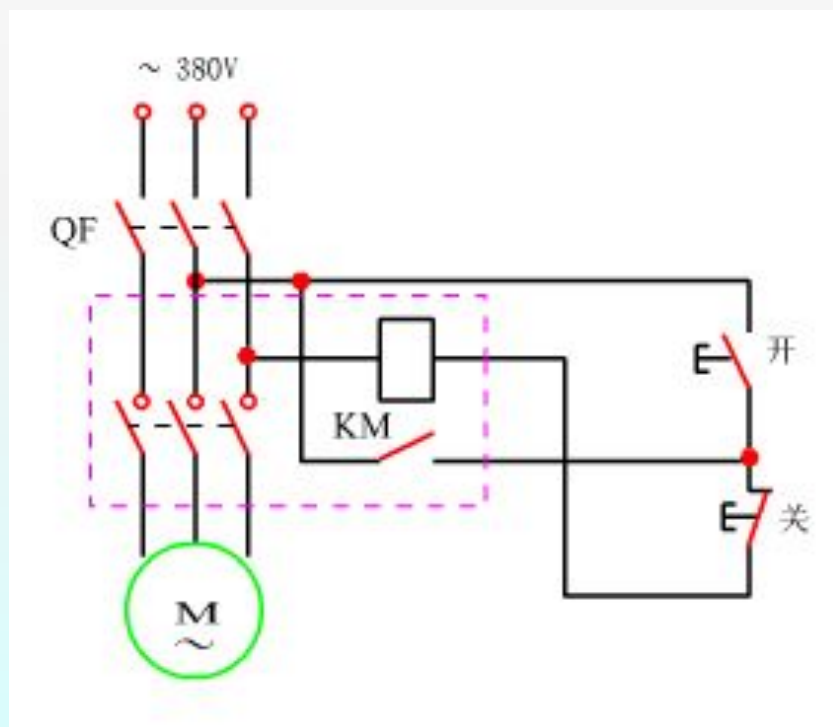
安装接线图：这种表示方法能形象地表示出控制电路中各电器的安装情况及相互之间的连线。

## 8.2 继电器接触器控制的基本线路

如图所示是接触器控制异步电动机启、停的控制电路的安装接线图。

特点：

- 初看电路者比较合适；
- 绘制难度大；
- 电器施工的依据。

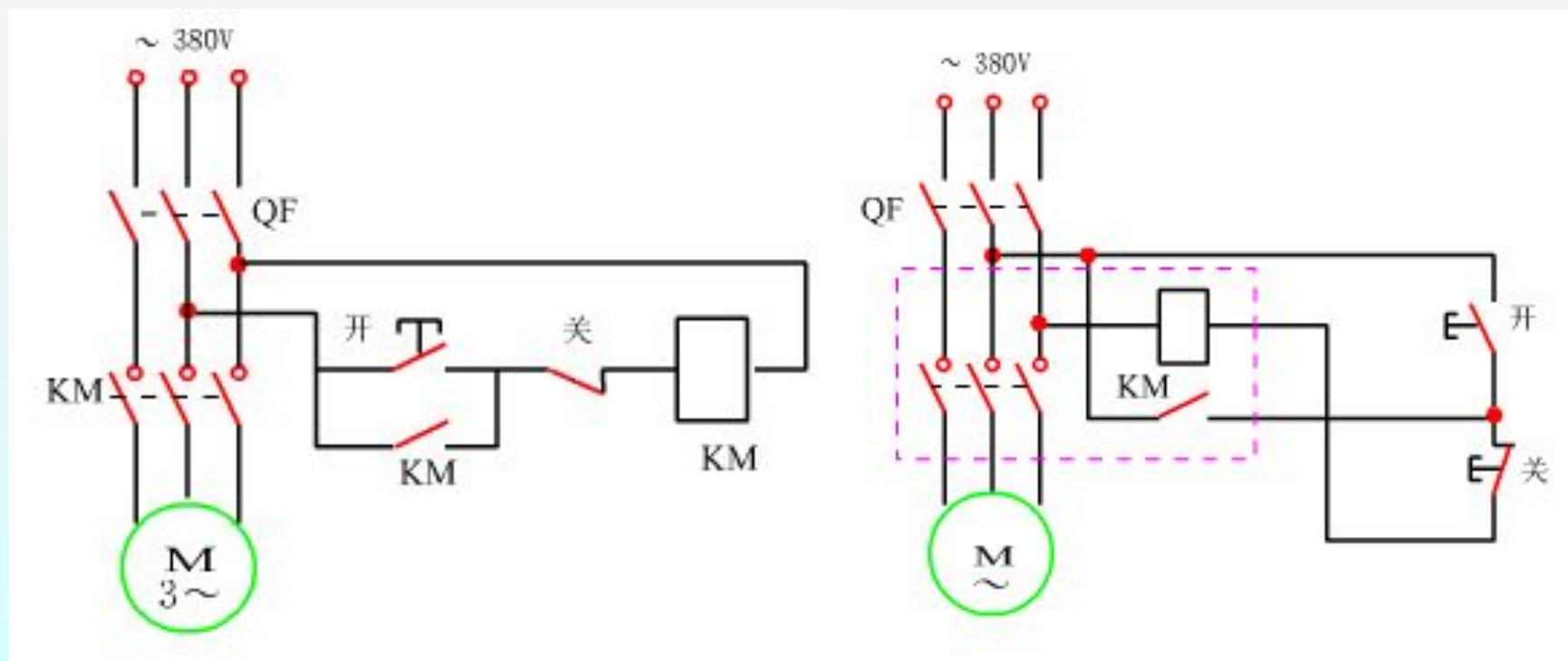


## 8.2 继电器接触器控制的基本线路

接触器控制异步电动机启、停控制电路的工作原理图

特点：

- 这种表示方法便于阅读和设计较复杂的控制电路。
- 它是生产机械电气设备设计的基本和重要的技术资料。



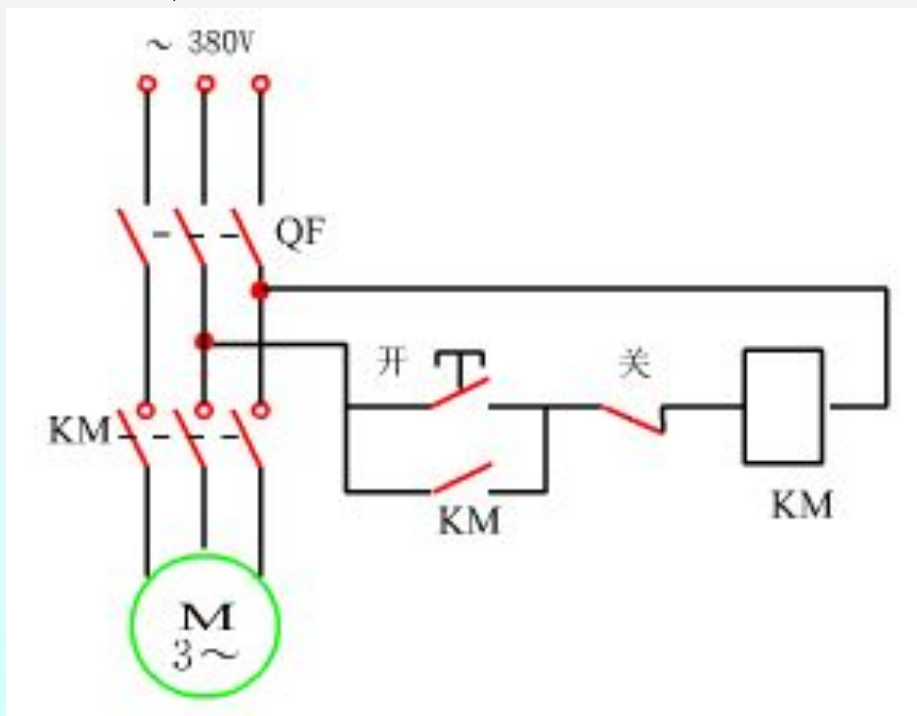
## 8.2 继电器接触器控制的基本线路

### 2. 电器控制系统的组成与绘制方法

电器控制系统一般由主回路和控制回路两部分组成。

主回路：由电动机以及与电动机相连接的电器、连线等组成的电路。

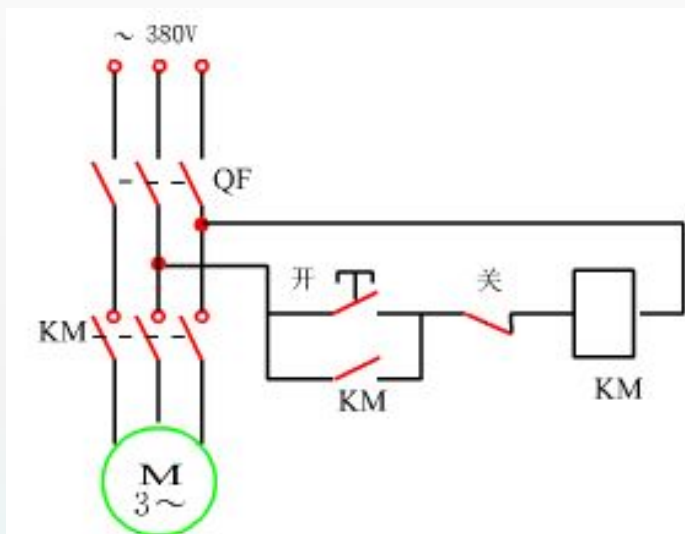
控制回路：由操作按钮、电器等组成的电路。



## 8.2 继电器接触器控制的基本线路

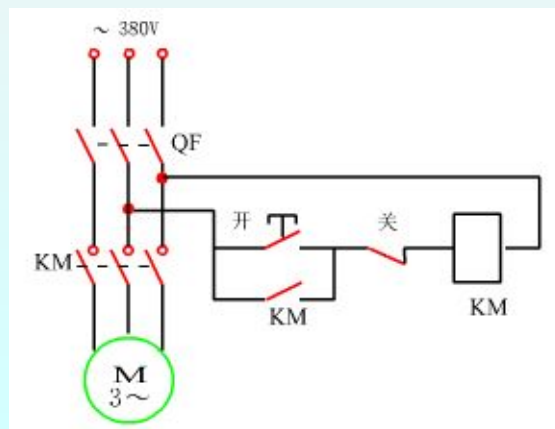
电器电路的绘制方法如下：

1. 通常将主回路和控制回路分开绘制；
2. 控制回路的电源线可分列两边或上、下，各控制支路基本上按照电器元件的动作顺序由上而下或从左至右地绘制；
3. 各个电器的不同部分（如接触器的线圈和触头等）并不按照它的实际布置情况绘制在电路中，而是采用同一电器的各个部分分别绘制在它们完成作用的地方；



## 8.2 继电器接触器控制的基本线路

4. 在原理图中，各种电器的图形符号、文字符号均按规定绘制和标写，同一电器的不同部分用同一符号表示。如果在一个控制系统中，同一种电器（如接触器）同时使用多个，其文字符号的表示方法为在规定文字符号前或后加字母或数字以示区别；
5. 规定在原理图中所有电器的触头均表示正常位置，即各种电器在线圈没有通电或没有使用外力时的位置；
6. 为了查线方便，在原理图中，两条以上导线的电气连接处要打一圆点。



## 8.2 继电器接触器控制的基本线路

### 3. 电气系统中的基本保护

#### 1) 电流保护

(1) 短路保护：防止用电设备（电动机、接触器等）短路而产生大电流冲击电网，损坏电源设备或保护用电设备突然流过短路电流而引起用电设备、导线和机械上的严重损坏。

采用的电器：熔断器、自动断路器。

保护原理：熔断器或自动断路器串入被保护的电路中，当电路发生短路或严重过载时，熔断器的熔体部分自动迅速熔断，自动断路器的过电流脱钩器脱开，从而切断电路，使导线和电器设备不受损坏。



## 8.2 继电器接触器控制的基本线路

(2) 过载保护：防止用电设备（如电动机等）长期过载而损坏用电设备。

采用的电器：热继电器、自动断路器。

保护原理：

热继电器—热继电器的发热元件接在电动机的回路中，而触头接在控制回路中。

当电动机过载时，长时间的过电流使发热元件升温，双金属片变形动作，从而触头动作，断开控制回路，使电动机脱离电网。

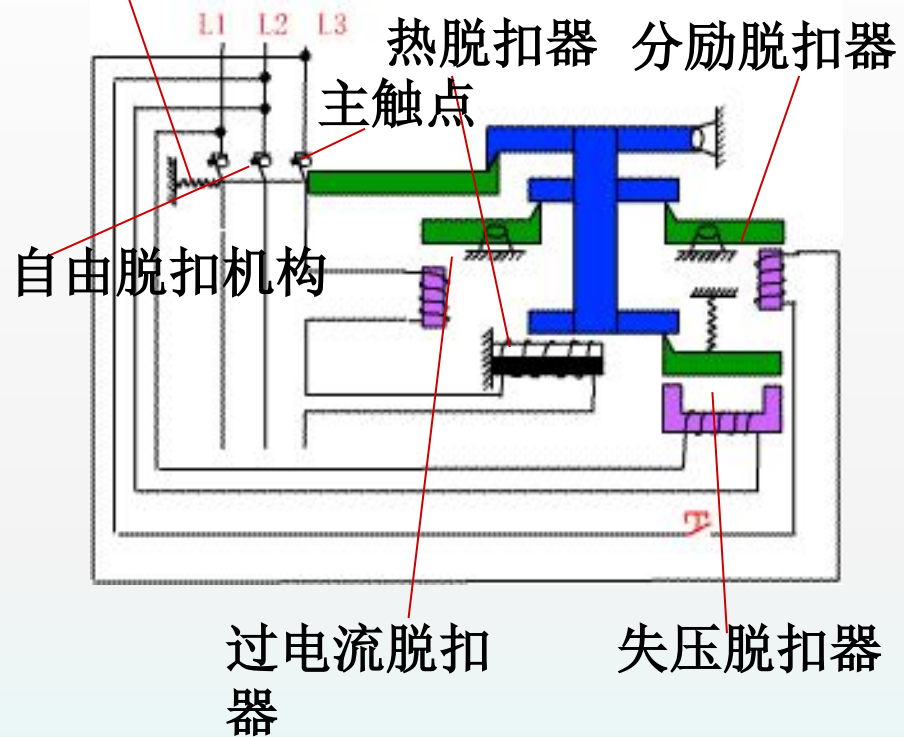
自动断路器—自动断路器接入被保护的电路中，长期的过电流使热脱钩器脱开，从而切断电路。

### (3) 自动开关（自动空气断路器）

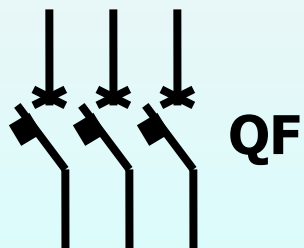
不但能用于正常工作时手动通、断电路，而且当电路发生过载、短路或失压等故障时，能自动切断电路。有效地保护串接在后的电器设备。

**特点：**具有过载、短路、失压保护作用。跳闸后，不需更换元件

释放弹簧



DZ47高分断小型断路器

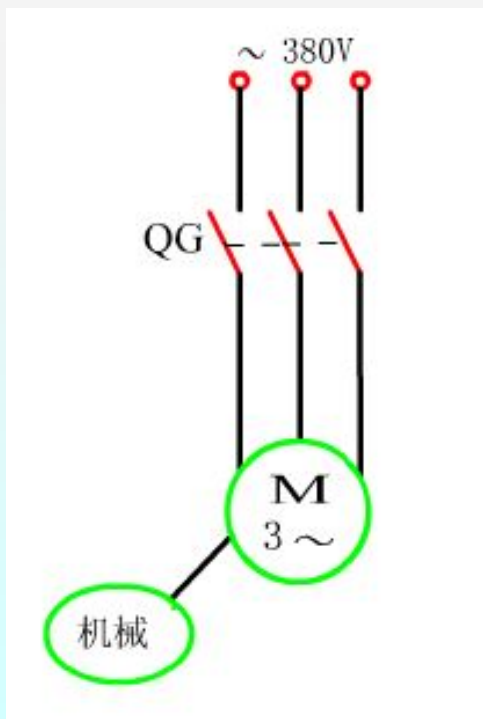


## 8.2 继电器接触器控制的基本线路

### 2) 零压（或欠压）保护

作用：防止因电源电压的消失或降低引起机械设备停止运行，当故障消失后，在没有人工操作的情况下，设备自动启动运行而可能造成的机械或人身事故。

如图所示电路是一个没有零压（欠压）保护的电路。



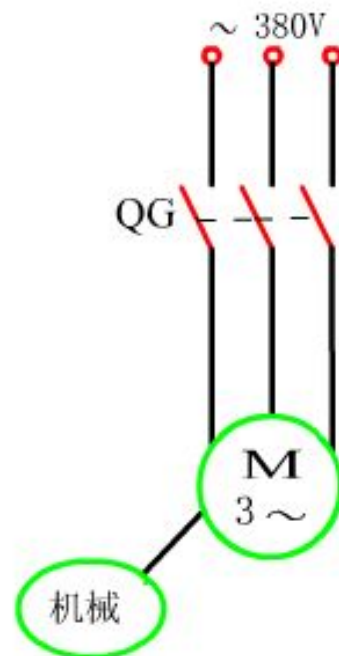
## 8.2 继电器接触器控制的基本线路

在上述电路中，QG合上后，电动机通电旋转，机械运动；

工作中，电源停电，电动机停止，机械停止运动；

当电源来电时，电动机可自动启动运行，即机械突然运动，可能造成机械或人身事故。

在自动控制系统中，要保证在失电后，没有人工操作，电动机不能自动启动的保护称为零压（欠压）保护。

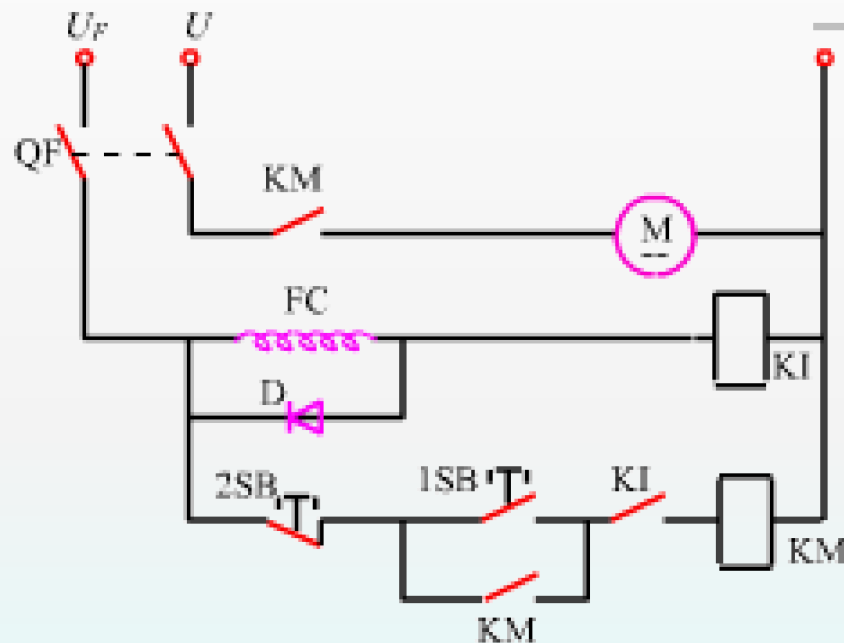


## 8.2 继电器接触器控制的基本线路

原理：当QF合上后，直流电动机的励磁绕组首先通电，且当励磁电流上升到额定值时，电流继电器KI线圈得电，其动合触头合上，才能使接触器KM线圈具备得电条件。

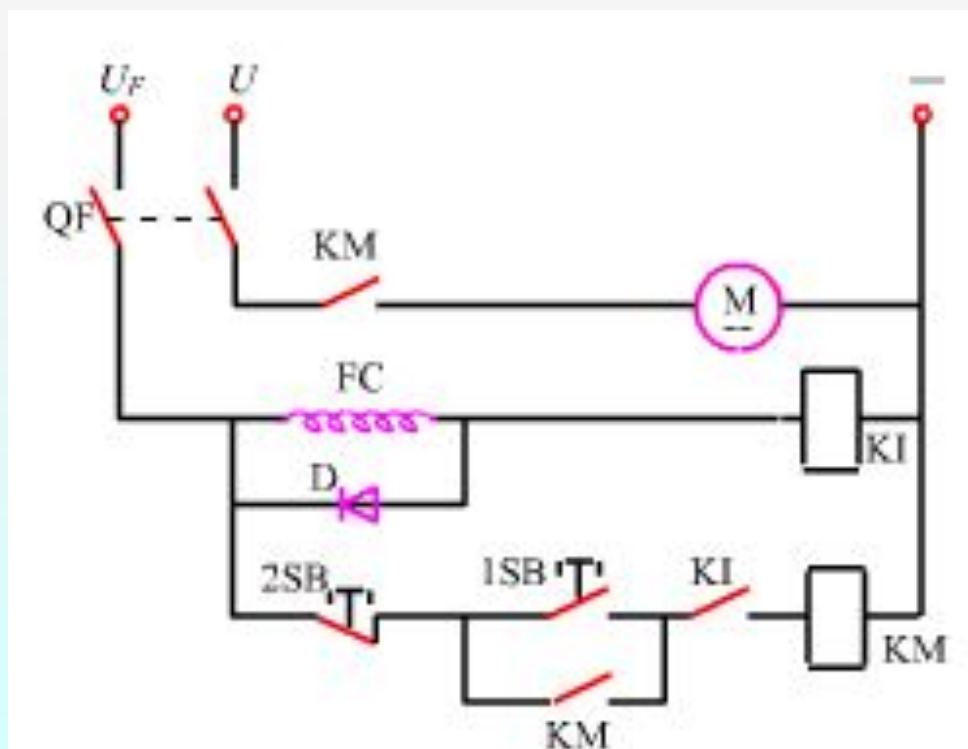
当按下启动按钮后，KM的线圈得电，其动合触头是电枢通电，电动机开始运转。

因此，上述电路可以保证励磁电流上升到额定值时，电枢电压再加上，即保证直流电动机不发生零励磁的情况。



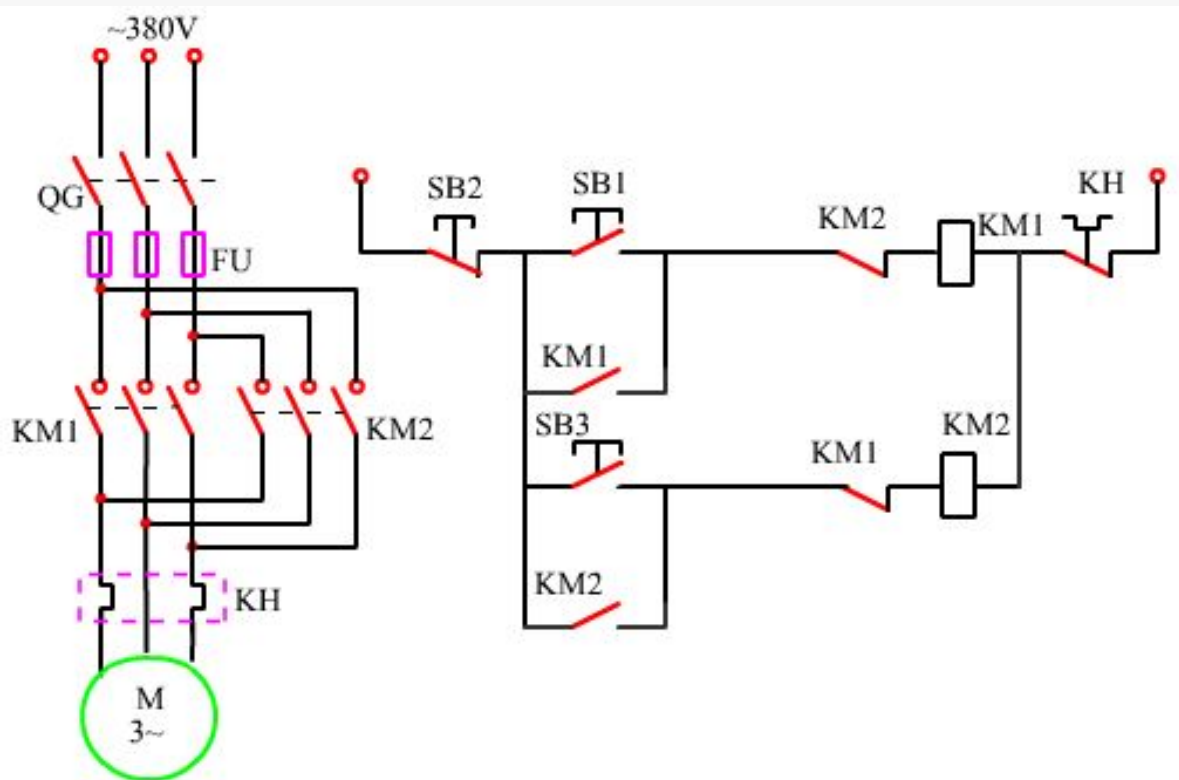
## 8.2 继电器接触器控制的基本线路

3) 零励磁保护：防止直流电动机在没有加上励磁电压时，就加上电枢电压而造成机械“飞车”或电动机电枢绕组烧坏的一种保护。



## 8.2 继电器接触器控制的基本线路

4) 互锁与自锁保护：互锁保护是指一个电器通电时，另一个电器不能通电，若需后者通电，则前者必须先断电的一种保护。自锁是用接触器或继电器的辅助触头保持其主线圈的通电状态。



(a) 主回路

(b) 控制回路

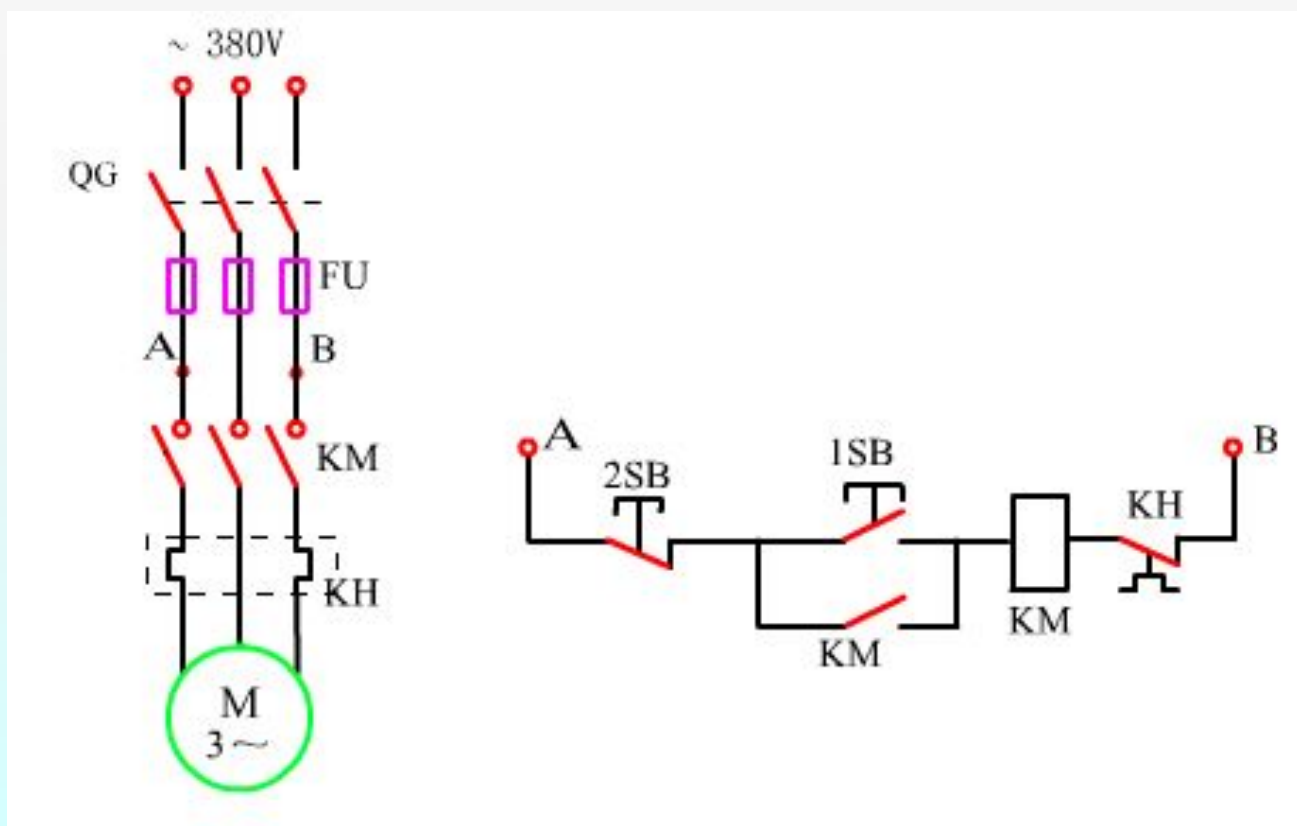


## 8.2 继电器接触器控制的基本线路

### 二、基本的控制线路

#### 1. 异步电动机的启动控制电路

##### 1) 直接启动控制电路



## 8.2 继电器接触器控制的基本线路

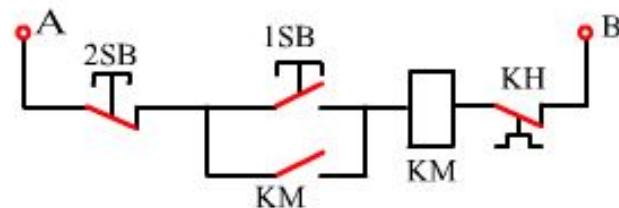
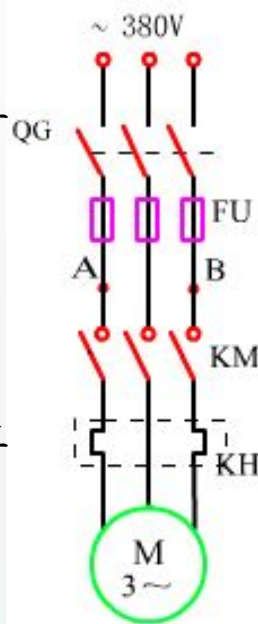
(1) 主回路：当QG合上后，只有控制接触器KM的触头合上或断开时，才能控制电动机接通或断开电源而启动或停止，即要求控制回路能控制KM的动合主触头合上或断开。

(2) 控制回路：当QG合上后，A、B两端有电压。

① 初始状态时，接触器KM的线圈失电，其动合主触头和动合辅助触头均为断开状态；

② 当按下启动按钮1SB时，接触器KM的线圈通电，其辅助动合触头自锁（松开按钮1SB后，接触器KM的线圈能维持通电状态），动合主触头合上使电动机接通电源而运转；

③ 当按下停止按钮2SB后，接触器KM的线圈失电，其动合主触头断开使电动机脱离电网而停止运转。



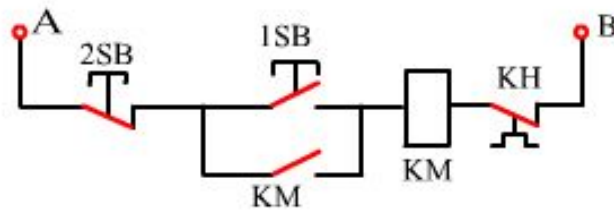
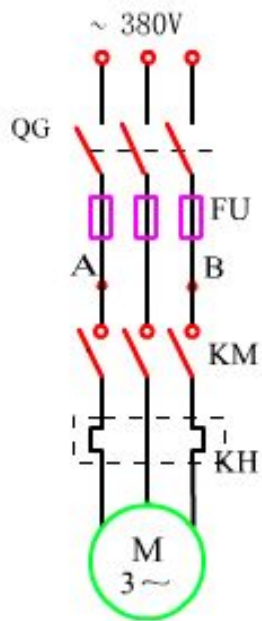
[c61.swf](#)

## 8.2 继电器接触器控制的基本线路

### (3) 保护

**短路保护：**熔断器FU，当主回路或控制回路短路时，短路电流使熔断器的熔体部分烧断，使主回路和控制回路都脱离电网而停止工作。

**过载保护：**热继电器KH，KH的发热元件串接在主回路中，当电动机工作在超载的情况下，过载电流使KH发热动作，串接在控制回路中的动断触头断开控制回路，接触器KM的线圈失电，动合主触头断开电源使电动机停止运转而保护电动机不被烧坏。



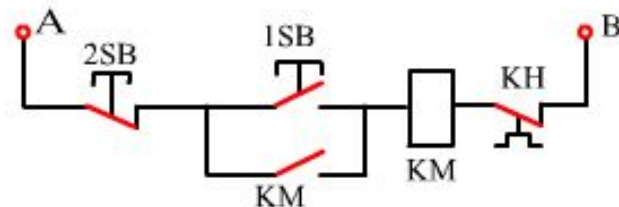
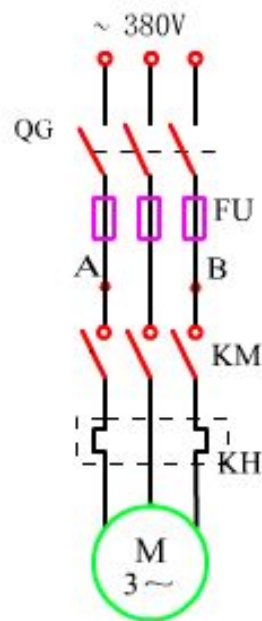
## 8.2 继电器接触器控制的基本线路

### (3) 保护

零压（欠压）保护：当电动机在运转时，电源突然停电时，电动机停止运转，接触器KM的线圈失电。

但当电源突然来电时，由于接触器KM的线圈不能通电，电动机不能自动启动运行。

只有当操作者按下启动按钮1SB时才能使电动机启动运行，即该电路具有零压（欠压）保护。



## 8.2 继电器接触器控制的基本线路

### 2. 异步电动机的正反转控制电路

1) 基本的正反转控制电路:

(1) 主回路

KM1的动合主触头闭合, 电动机正转;

KM2的动合主触头闭合, 电动机反转;

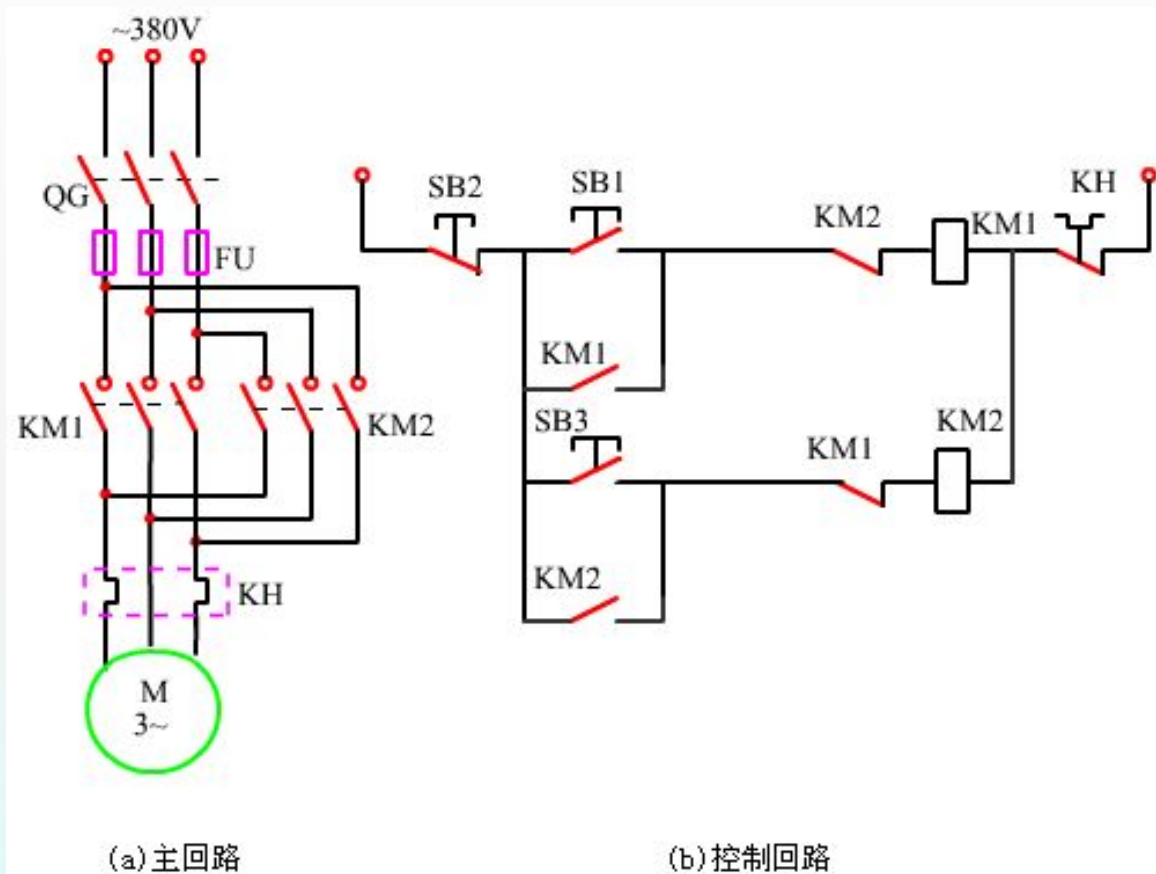
当KM1、KM2同时闭合时, 电源短路。

因此, 主回路要求:

正转时, KM1的线圈得电;

反转时, KM2的线圈得电;

任何时候都保证KM1、KM2的线圈不能同时得电。



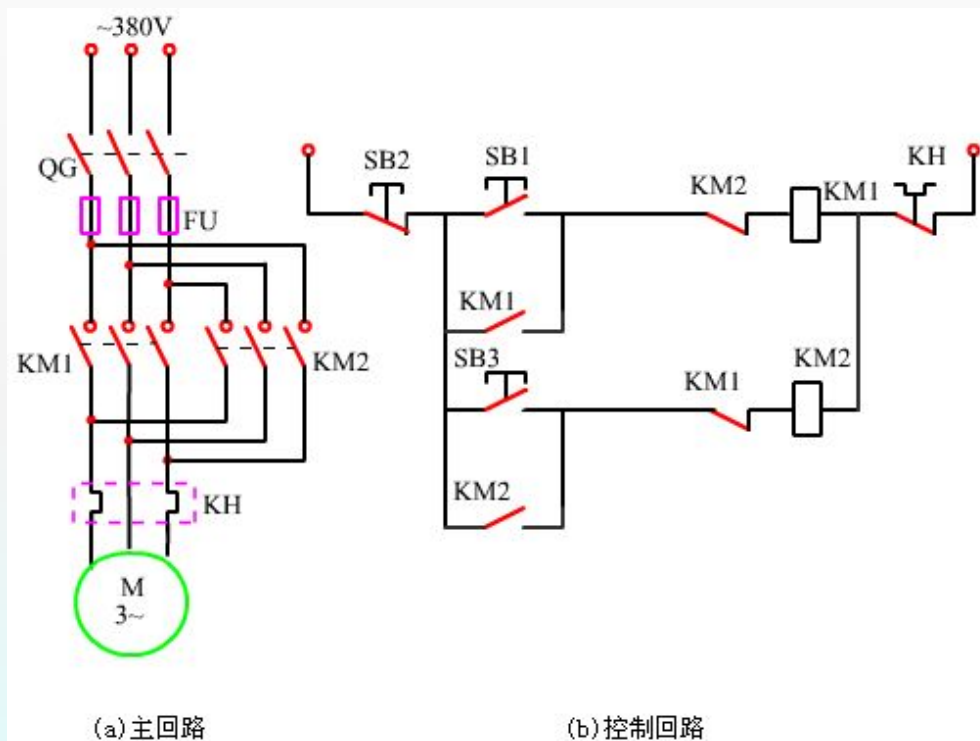
## 8.2 继电器接触器控制的基本线路

### (2) 控制回路

按下按钮SB1时，接触器KM1的线圈得电，其动合主触头闭合，电动机正向启动运行；

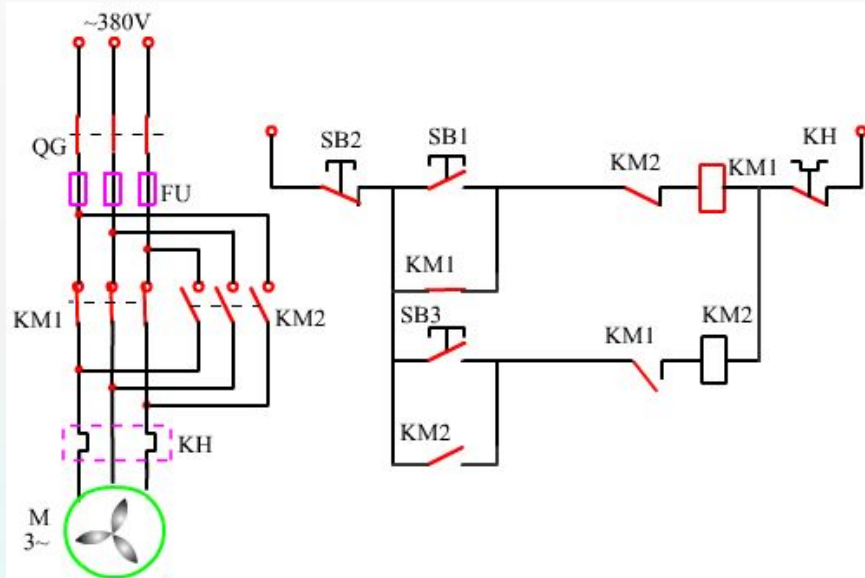
或按下按钮SB3时，接触器KM2的线圈得电，其主触头闭合，电动机反向启动运行。

如果电动机已经在正转（或反转），要使电动机改为反转（或正转），必须先按停止按钮SB2，再按反向（或正向）按钮。

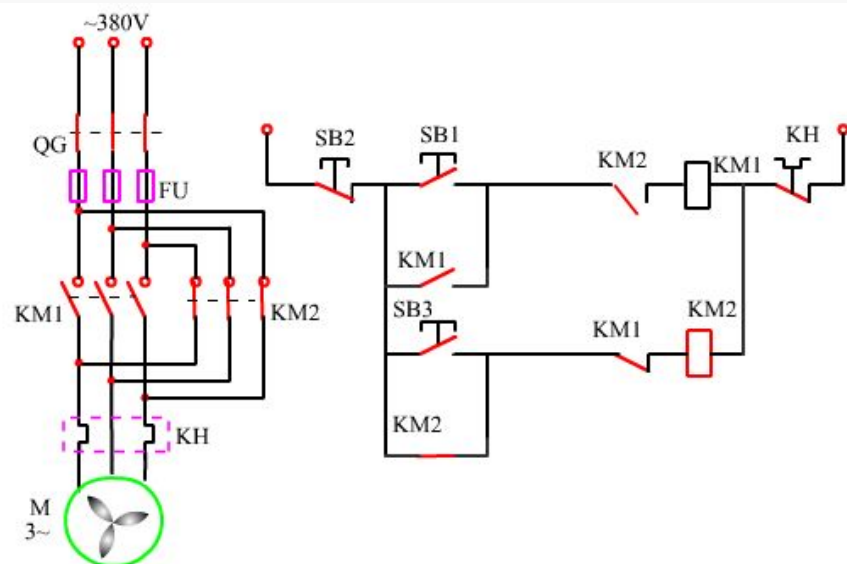


## 8.2 继电器接触器控制的基本线路

正转



反转



## 8.2 继电器接触器控制的基本线路

### (3) 保护

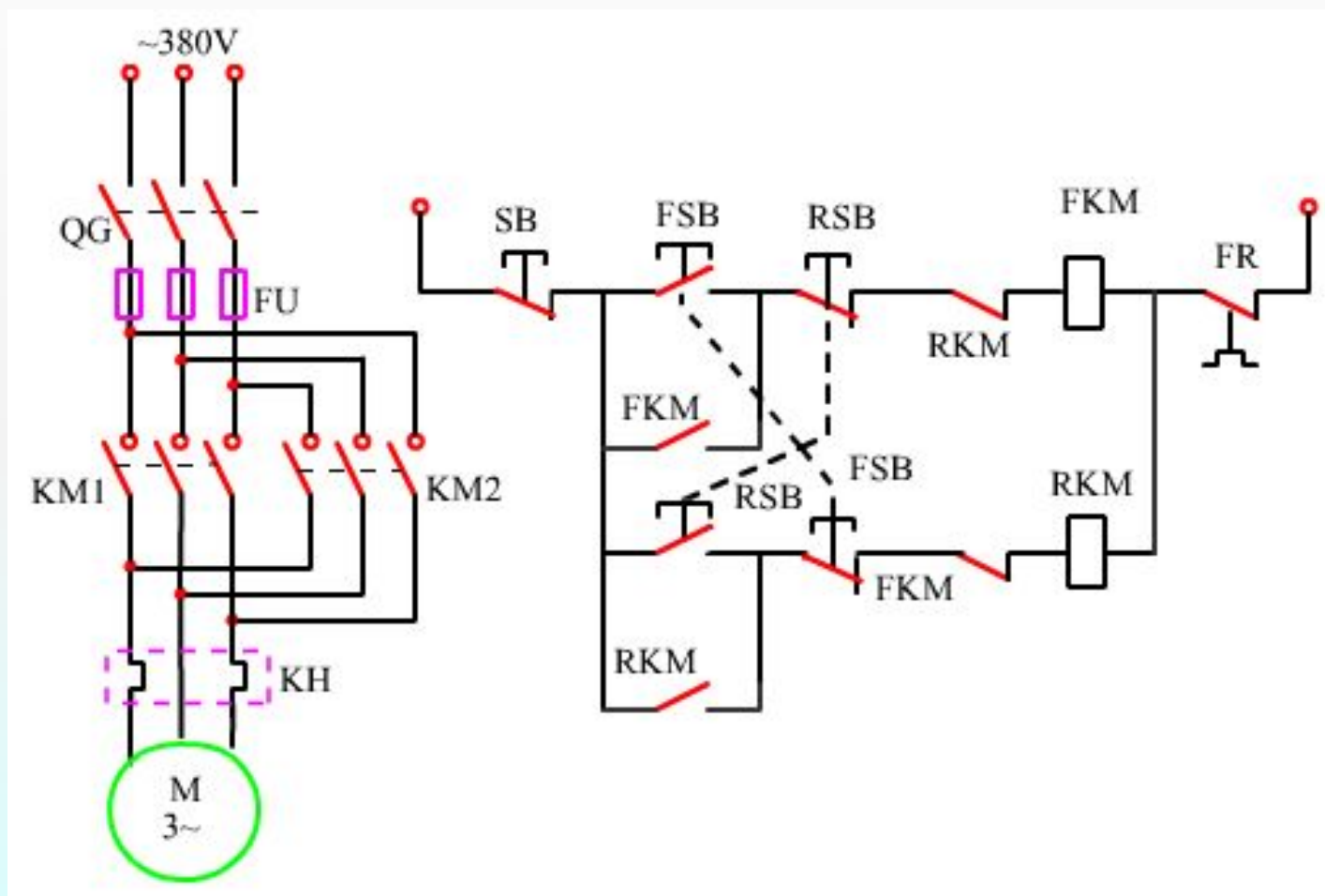
电流保护； KH、FU，同前。

互锁保护：接触器KM1、KM2支路中的动断触头KM2、KM1保证KM1、KM2两电器在任何时候都只能有一个得电。



## 8.2 继电器接触器控制的基本线路

2)



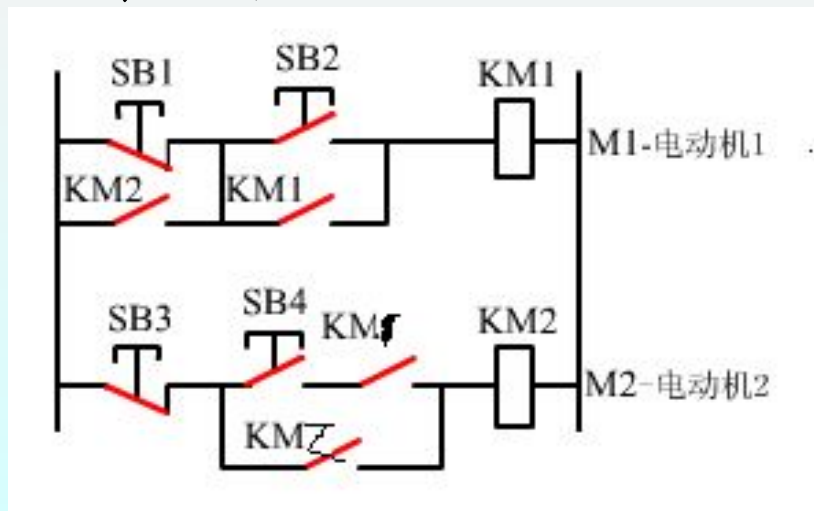
## 8.2 继电器接触器控制的基本线路

### 3. 顺序启停控制

两个以上运动部件的启动、停止需按一定顺序进行的控制，称为顺序控制。

如：切削前需先开冷却系统，工作机械运动前，需先开润滑等。

例1：有两台电动机M1和M2，要求M1启动后，M2才能启动，而M2停止后，M1才能停止。



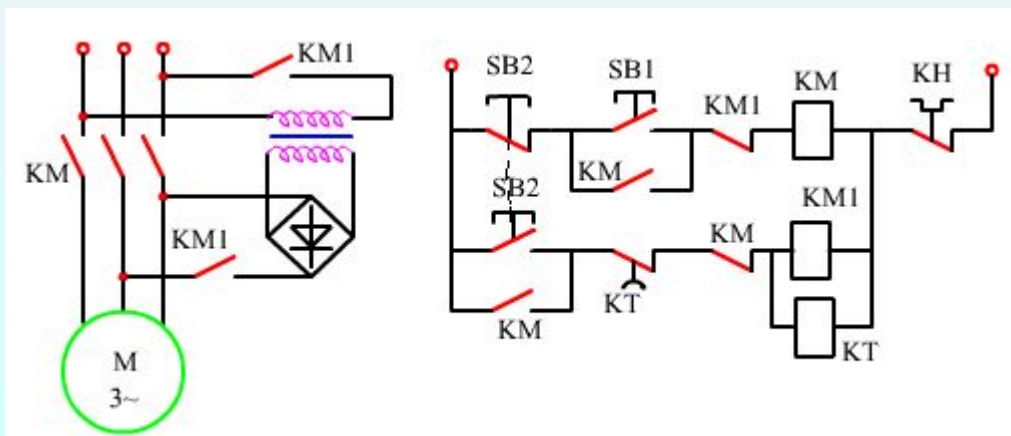
## 8.2 继电器接触器控制的基本线路

### 4. 异步电动机的制动控制电路

#### 1) 能耗制动控制电路

(1) 主回路：当接触器KM1的动合主触头闭合，接触器KM的动合主触头断开时，电动机的定子绕组接上直流电源进行能耗制动。

因此，主回路要求：按下启动按钮时，控制电路控制接触器KM的线圈得电、接触器的KM1失电；而按下停止按钮时，控制电路控制接触器KM1的线圈得电、接触器KM的线圈失电。同时要保证KM、KM1的线圈不能同时得电。

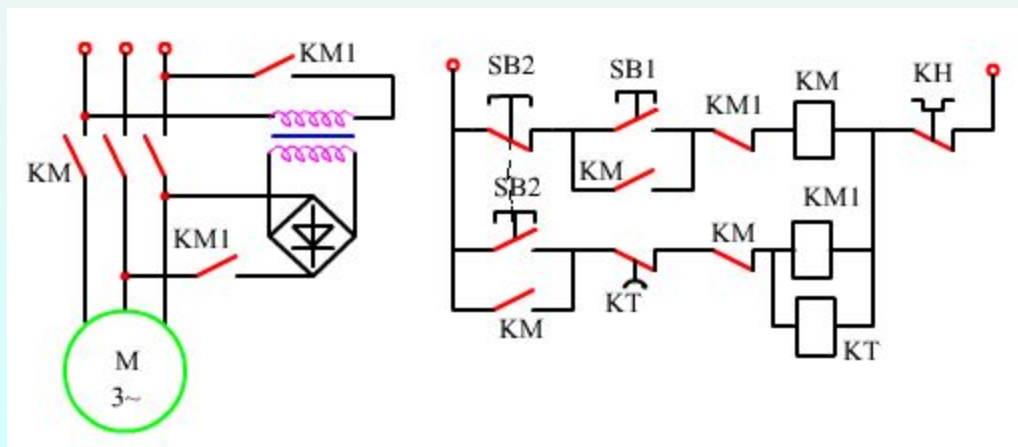


## 8.2 继电器接触器控制的基本线路

### (2) 控制回路

按下启动按钮SB1时，接触器KM首先得电并自锁，其动合主触头闭合使电动机接入电网而启动运行；

在运行的过程中，按下停止按钮SB2，SB2动断触头使KM的线圈失电，SB2的动合触头和KM的动断触头使接触器KM1和时间继电器KT的线圈同时得电并由KM1的动合触头自锁，KM1的主触头使电动机的定子接上直流电源进行能耗制动，时间继电器同时开始延时。



## 8.2 继电器接触器控制的基本线路

制动一段时间（电动机的速度已经为0）后，时间继电器的延时时间到，时继电器KT的动断触头使接触器KM1和时间继电器KT的线圈同时失电，电动机脱离直流电网而静止。

电路又重新回到初始状态。

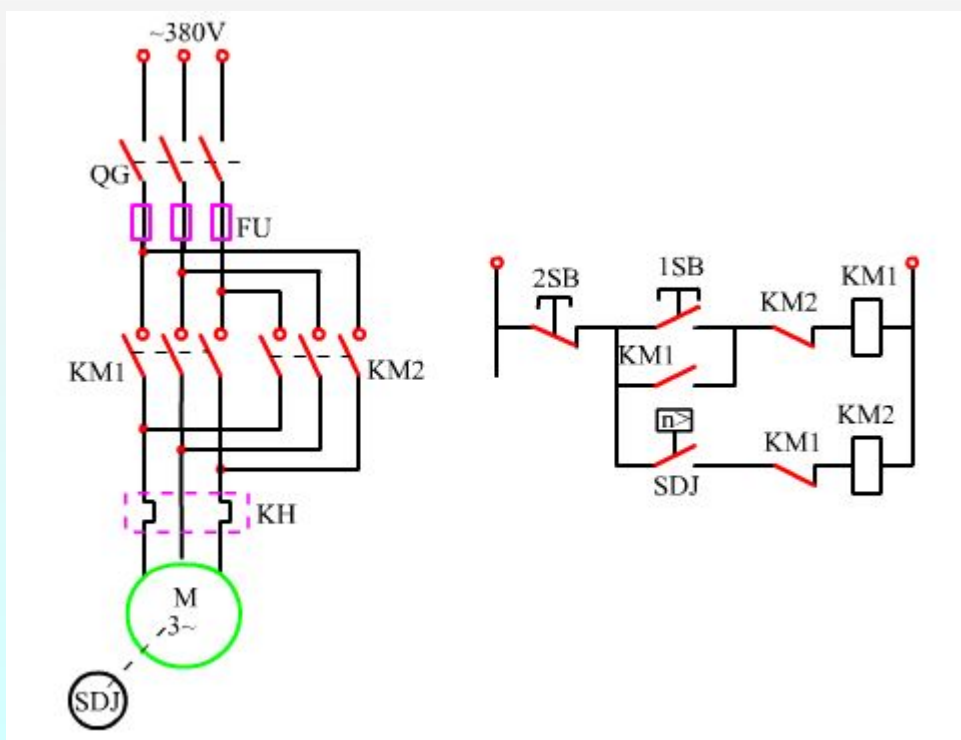
（3）保护：与其它电路基本相同。

## 8.2 继电器接触器控制的基本线路

### 2) 反接制动控制电路

#### (1) 主回路

与异步电动机正反转控制电路基本相同。只是电动机轴上连接一个速度继电器，用来测量电动机的转速，当速度接近0时，速度继电器的动合触头断开，动断触头闭合。



## 8.2 继电器接触器控制的基本线路

### (2) 控制回路

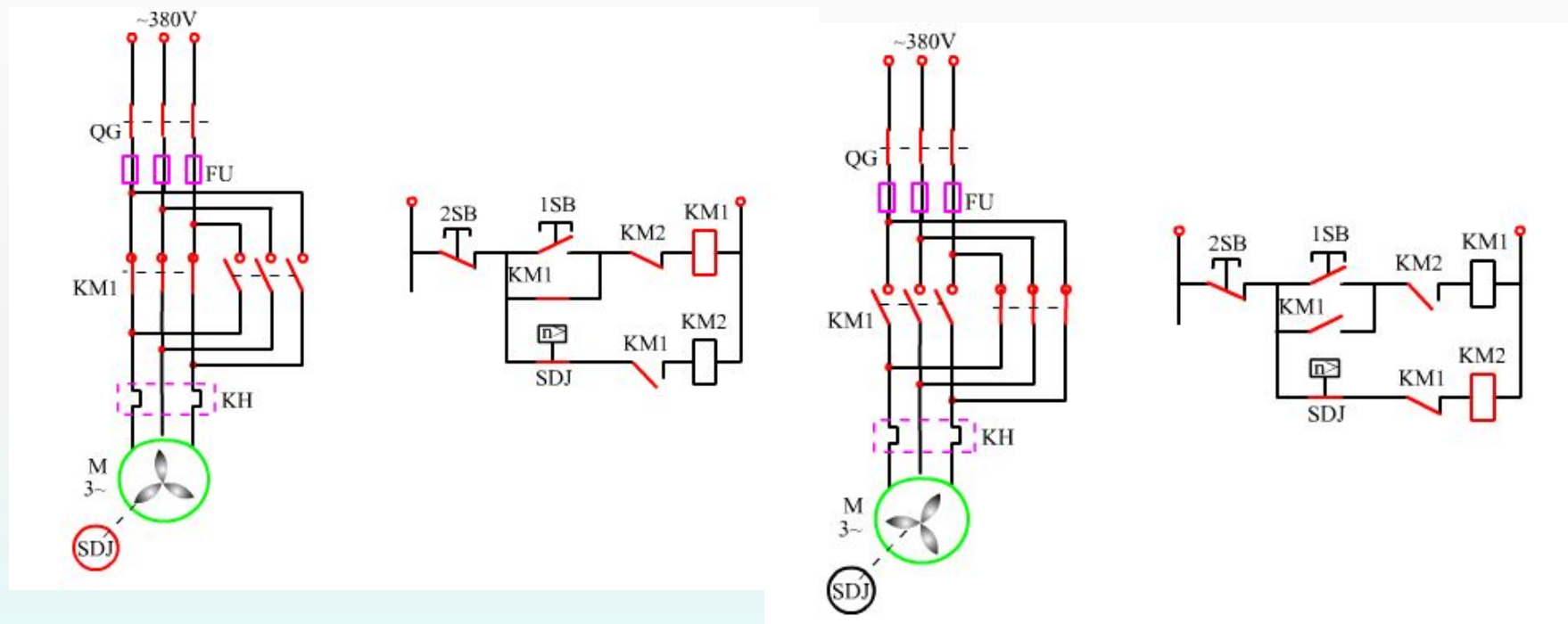
按下启动按钮1SB时，接触器KM首先得电且自锁，其动合触头闭合，电动机接入电网直接启动运行；

当电动机的速度上升到某一定值时，速度继电器SDJ的动合触头闭合，但由于接触器KM的动合辅助触头的作用，接触器KM1的线圈不能得电；

当按下停止按钮2SB后，由于电动机的转速不能突变，速度继电器SDJ的动合触头继续闭合，此时，接触器KM1的线圈得电，其动合主触头使电动机的定子绕组电源反接，电动机反接制动，当电动机的转速迅速下降到接近到0时，速度继电器SDJ的动合触头断开，电动机断开电源自然停车到速度为0而静止，反接制动结束。

电路又重新回到初始状态。

## 8.2 继电器接触器控制的基本线路





## 8.3 生产机械中常用的几种自动控制方法

常用的机电传动自动控制的基本方法有以下几种：

利用电动机主电路的电流来控制，利用电动机的速度来控制，根据一定时间间隔来控制，根据工作机械的运动行程来控制

- (1) 按行程的自动控制
- (2) 按工步顺序的自动控制
- (3) 按时间的自动控制
- (4) 按速度的自动控制
- (5) 按电流的自动控制

## 8.3 生产机械中常用的几种自动控制方法

(1) 按行程的自动控制  
发讯装置 行程开关

行程开关

分类：机械式：接触式

电子式：非接触式

✓ 按钮式、碰块按下

✓ 滑轮式、行程开关

✓ 微动式、行程开关的芯

✓ 接近开关、电子式

寿命长、可靠、贵、频率高

原理：电感L变化、电容式、霍尔元件

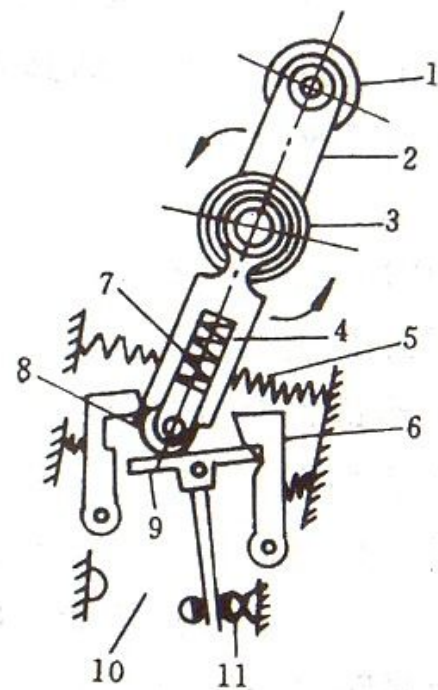


图 8.50 滑轮式行程开关

1—滑轮 2—上转臂 3—盘形弹簧


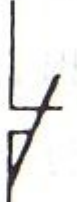


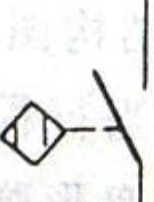
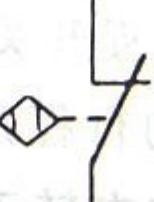
4—杠杆 5—恢复弹簧 6—爪钩

7—弹簧 8—钢球 9—横板

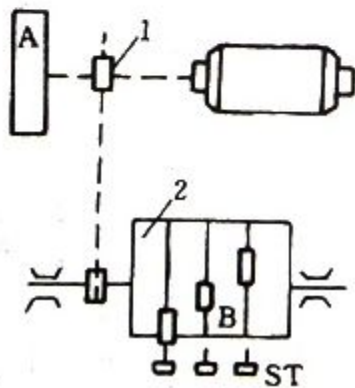
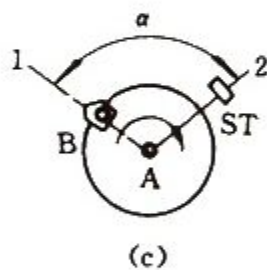
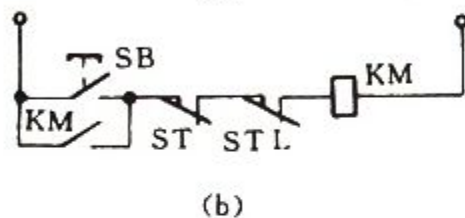
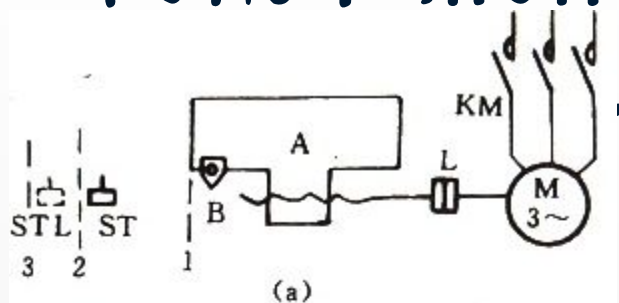
10—动合触点 11—动断触点

# 8.3 生产机械中常用的几种自动控制

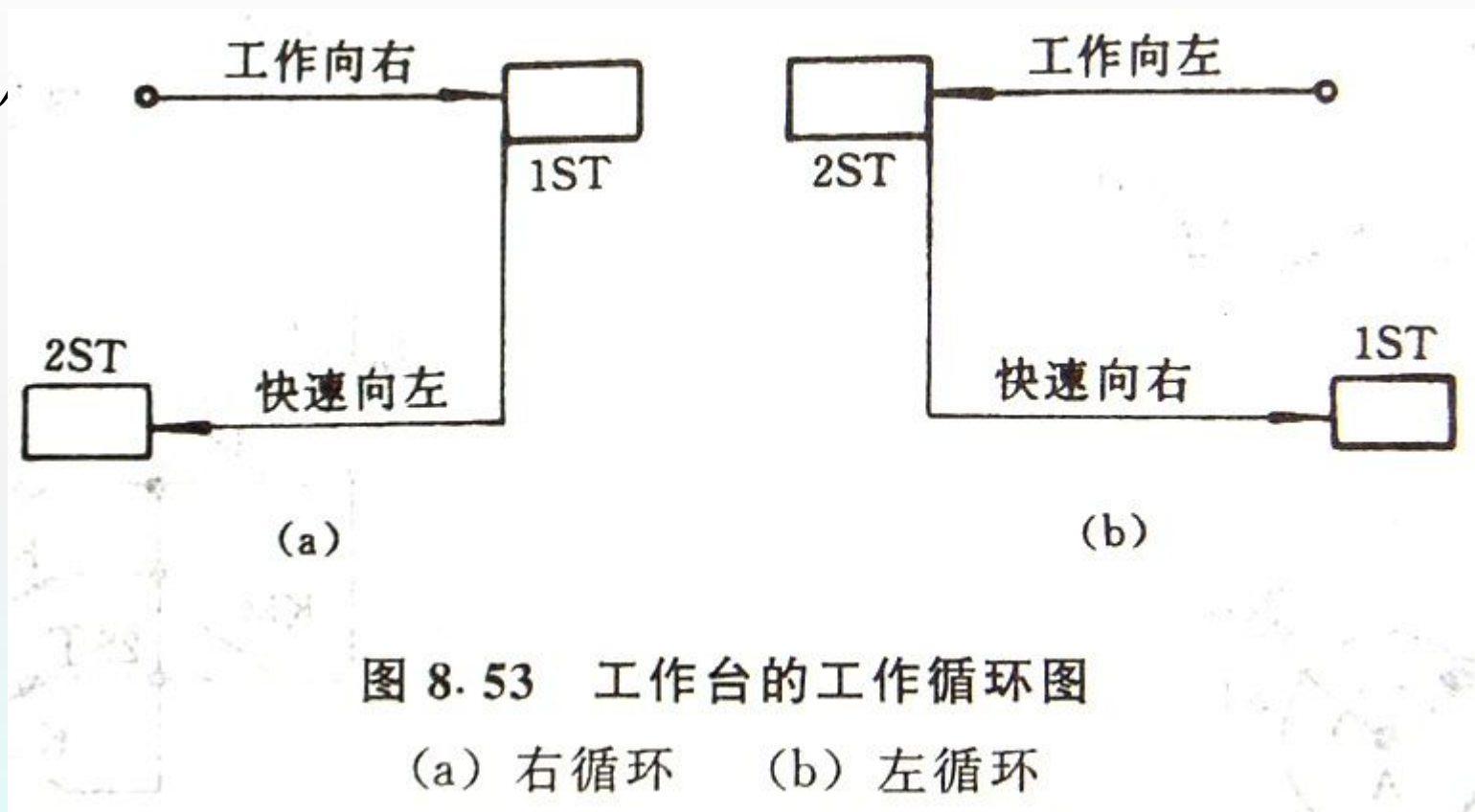
表 8.2 行程开关等的符号

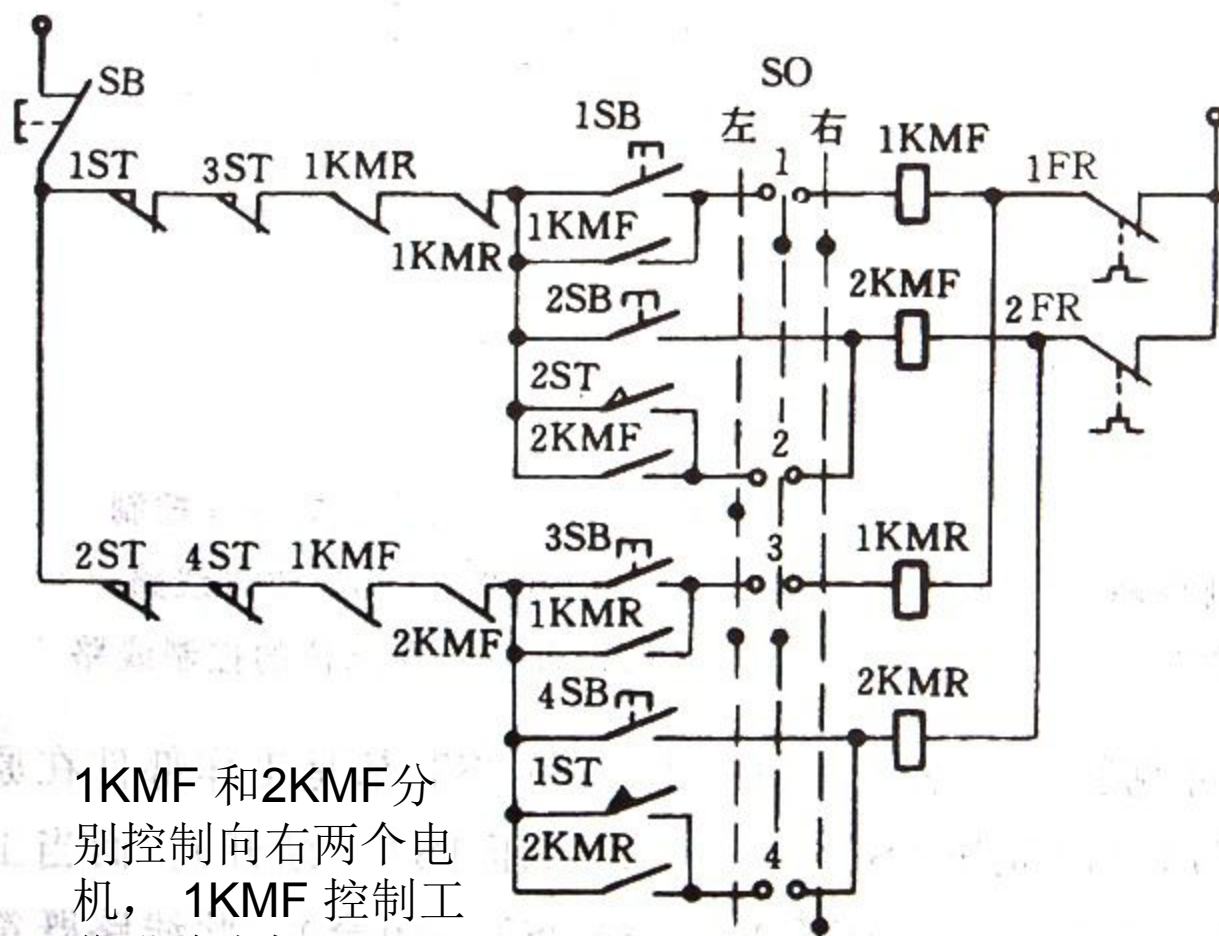
名 称	图形符号		文字符号
	动合触点	动断触点	
行程开关			ST
微动开关			SM
接近开关			SQ

## 8.3 生产机械中常用的几种自动控制



## 8.4 生产机械中常用的几种自动控制方法





1KMF 和2KMF 分别控制向右两个电机，1KMF 控制工作进给电机，2KMF 控制快速返回电机。

(a)

图 8.54 工作台循环的自动控制线路

线路号	左循环	手动	右循环
1		×	×
2	×		
3	×	×	
4			×

(b)

1KMR 和2KMR 分别控制向左两个电机，

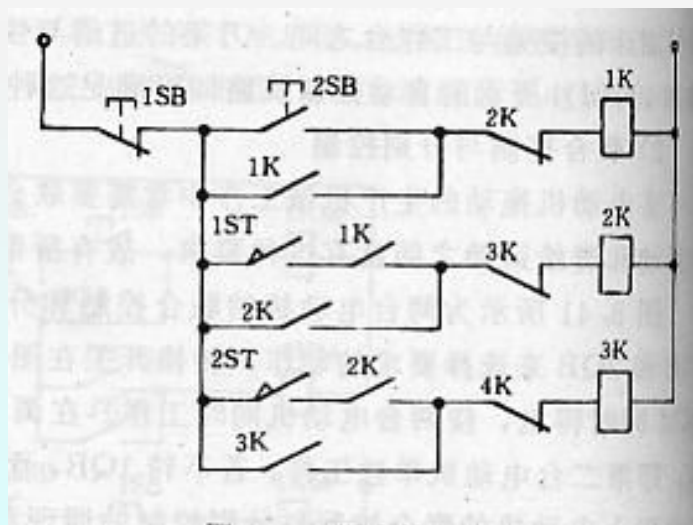
(a) 控制线路

(b) 万能转换开关 SO 触点分合的顺序表

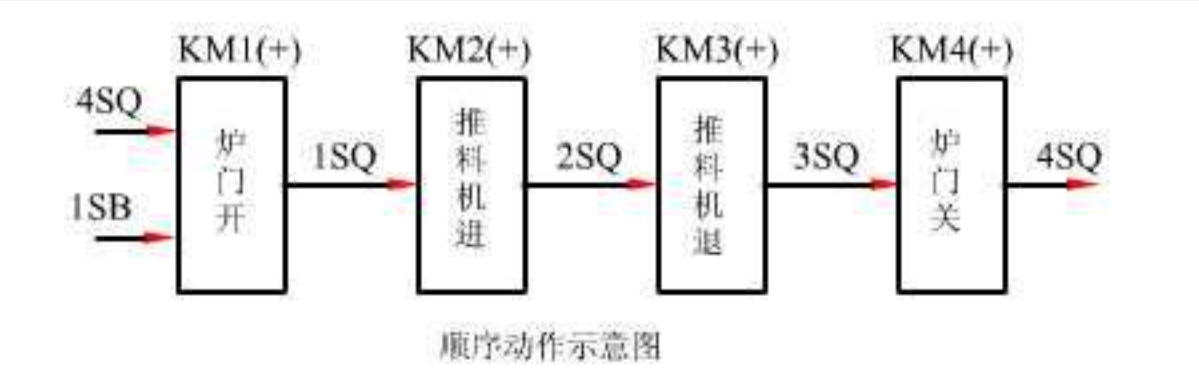


## (2) 按工步的顺序控制

在自动化的生产中，根据加工工艺的要求，加工需按一定的程序进行，即工步要依次转换，一个工步完成后，能自动转换到下一个工步。经常使用行程开关和继电器接触器的互锁来完成。

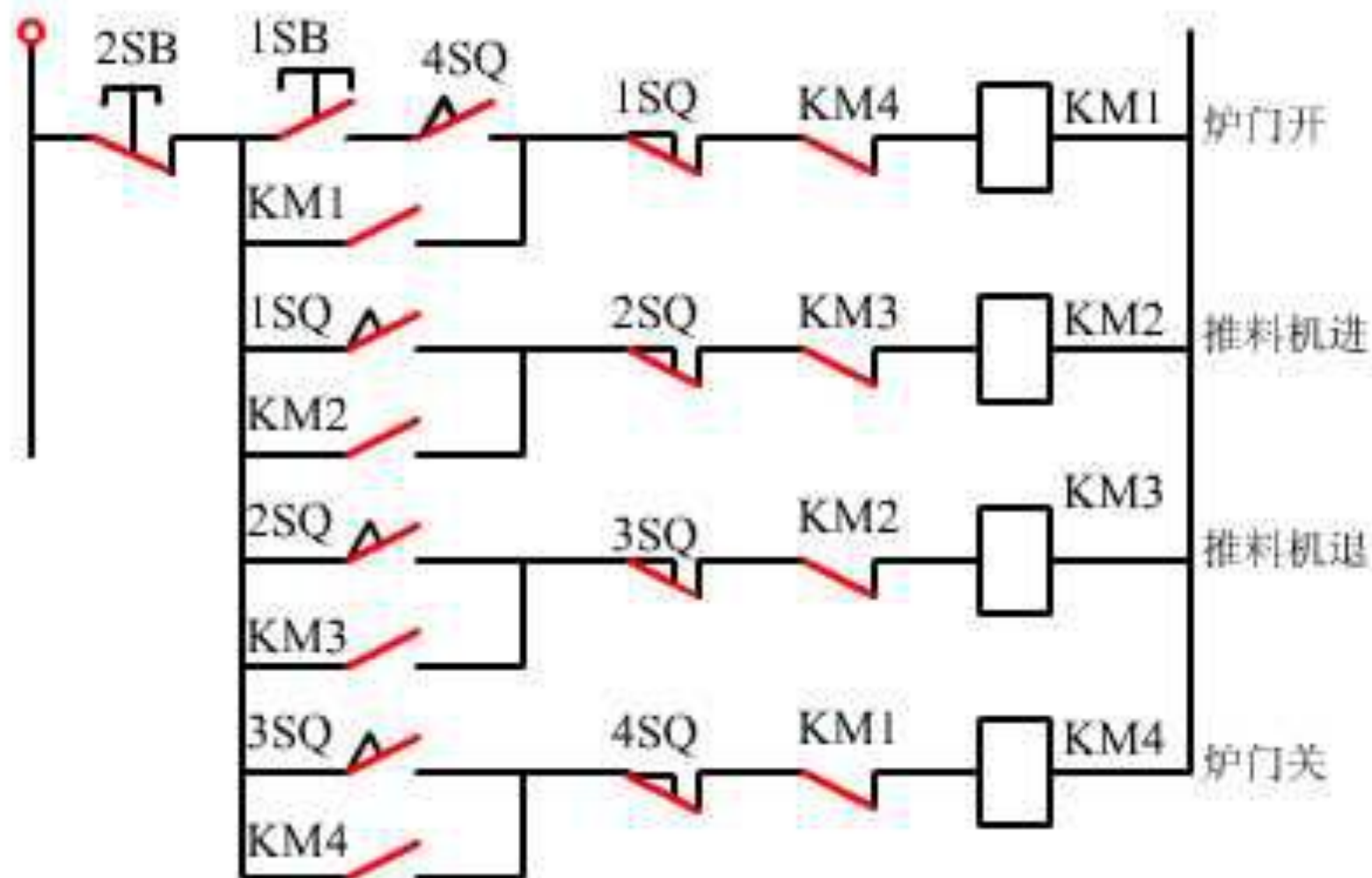


某一生产机械有炉门和推料机构两个运动部件，炉门由交流电动机**M1**来控制，推料机构由交流电动机**M2**来控制。



设定由接触器**KM1**、**KM4**分别控制电动机**M1**正转（炉门开）和反转（炉门关），接触器**KM2**、**KM3**分别控制电动机**M2**正转（推料机进）和反转（推料机退）





## 8.3 生产机械中常用的几种自动控制方法

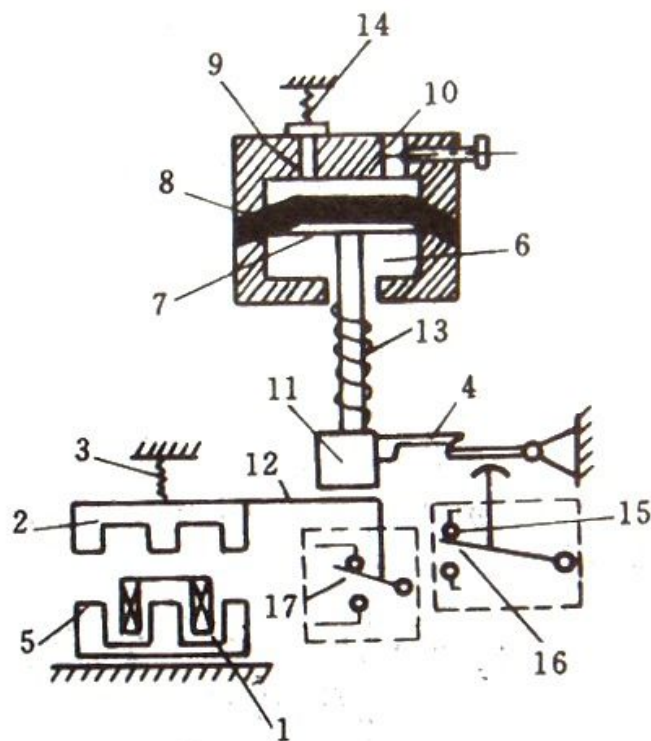
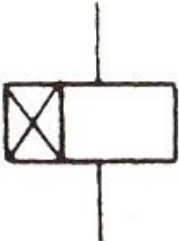
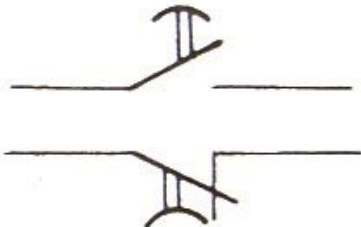
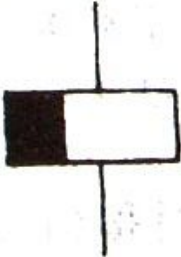
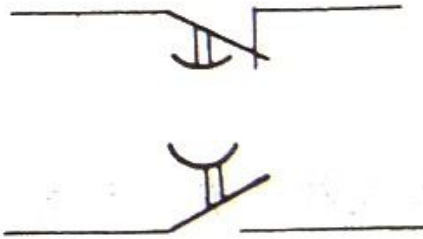


图 8.56 JS7-A 系列空气式时间继电器原理结构图

1—吸引线圈 2—衔铁 3, 13, 14—弹簧 4—挡块 5—铁心 6—气室 7—伞形活塞  
8—橡皮膜 9—出气孔 10—进气孔 11—胶木块 12—挡架 15—延时断开的常闭触点  
16—延时闭合的常开触点 17—瞬时触点

# 8.4 生产机械中常用的几种自动控制方法

表 8.3 时间继电器的图形符号

线圈	触点
延时吸合 (得电延时) 	延时闭合的动合触点 延时断开的动断触点 
延时释放 (失电延时) 	延时闭合的动断触点 延时断开的动合触点 

时间继电器的文字符号为KT

说明：得电延时的时间继电器失电时不延时，失电延时的时间继电器得电时不延时

## 8.4 生产机械中常用的几种自动控制

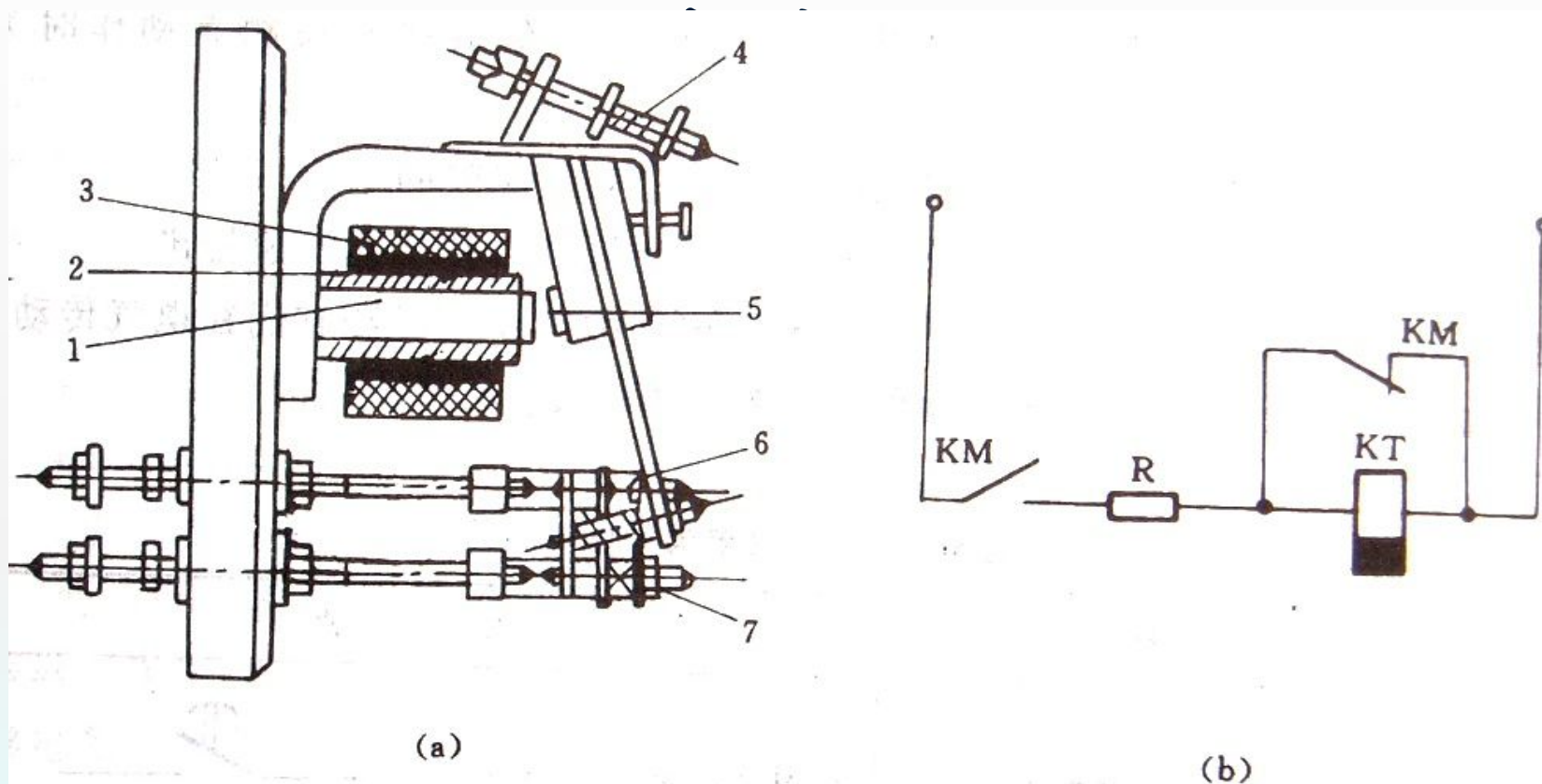


图 8.57 电磁式时间继电器

(a) 结构图 (b) 获得延时的方法之一

1—铁心 2—铜套 3—线圈 4—调整弹簧  
5—垫片 6—动合触点 7—动断触点

## 8.4 生产机械中常用的几种自动控制方法

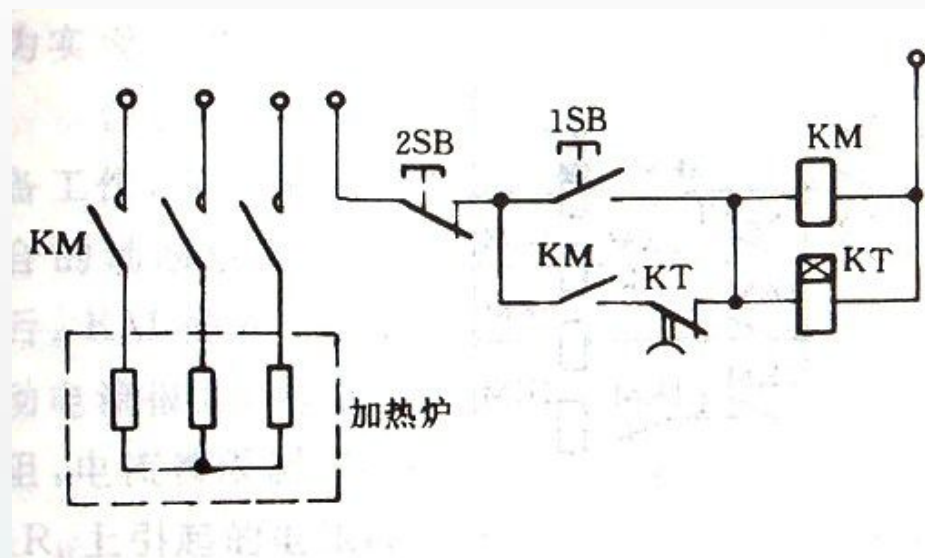


图 8.58 加热炉定时加热控制线路

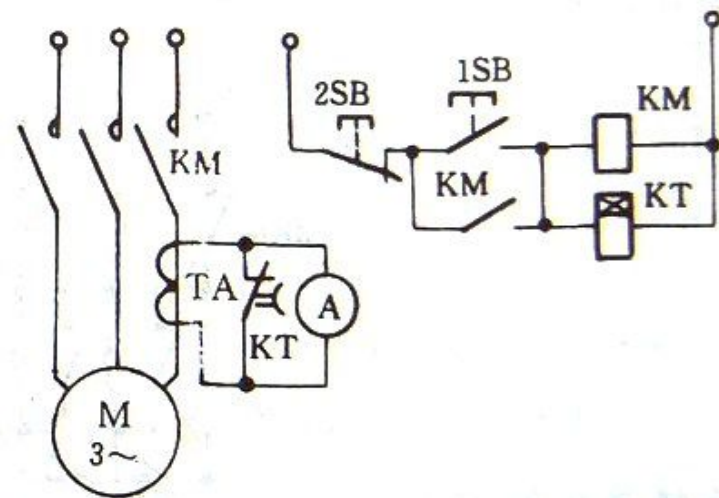


图 8.59 电流表延时接入的控制线路



## 8.4 生产机械中常用的几种自动控制方法

表 8.4 几种时间继电器的比较

型式	线圈的电流种类	延时范围	延时的准确度	触点延时的种类
空气式	交 流	0.4s~180s	一般, $\pm(8\% \sim 15\%)$	得电延时 失电延时
电磁式	直 流	0.3s~16s	一般, $\pm 10\%$	失电延时
电动式	交 流	0.5s~几十 h	准确, $\pm 1\%$	同空气式
晶体管式	直 流	0.1s~1h	准确, $\pm 3\%$	同空气式

## 8.4 生产机械中常用的几种自动控制方法

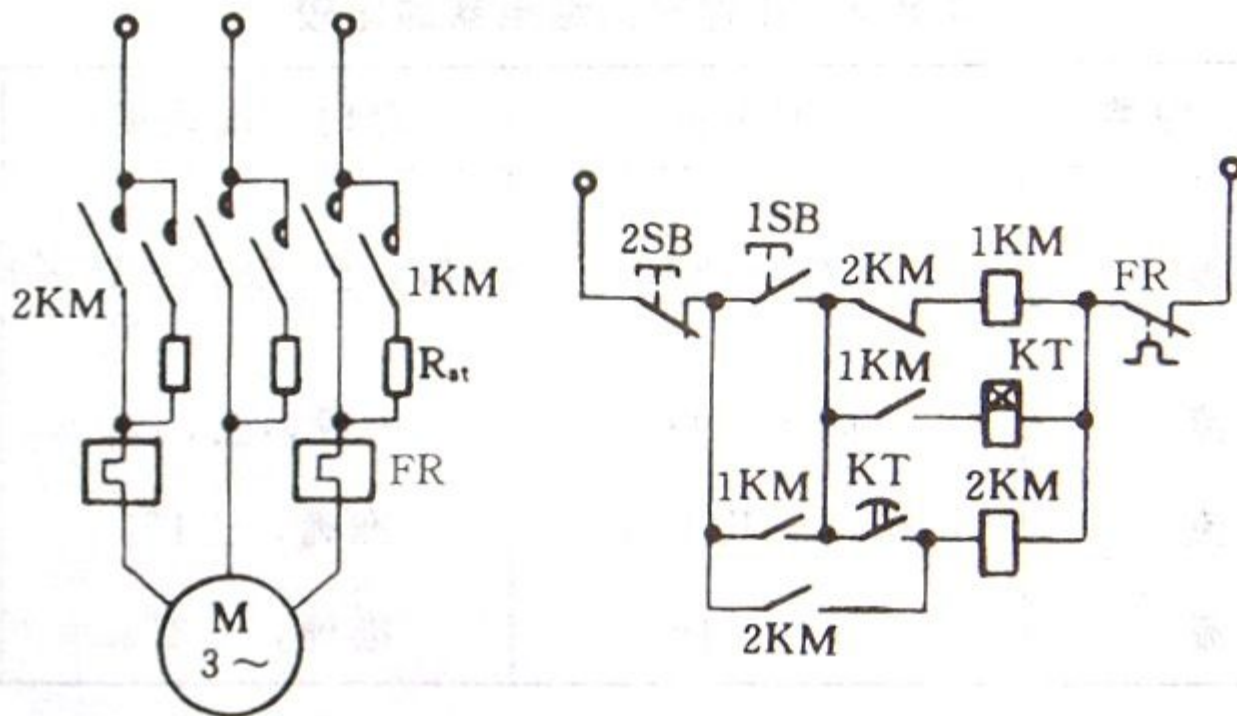
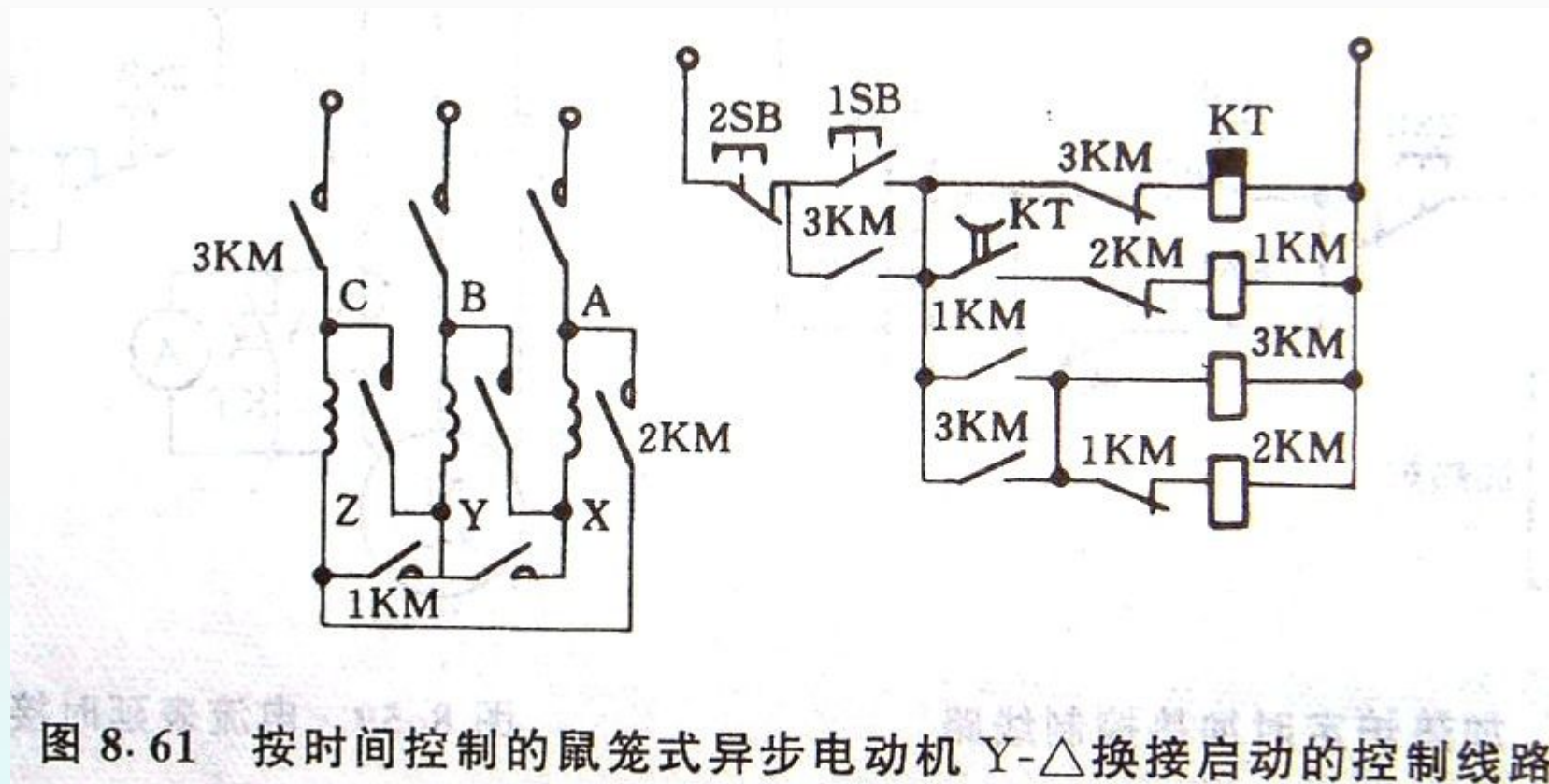


图 8.60 按时间控制的鼠笼式异步电动机定子串电阻降压启动的控制线路

## 8.4 生产机械中常用的几种自动控制方法





## 8.4 生产机械中常用的几种自动控制

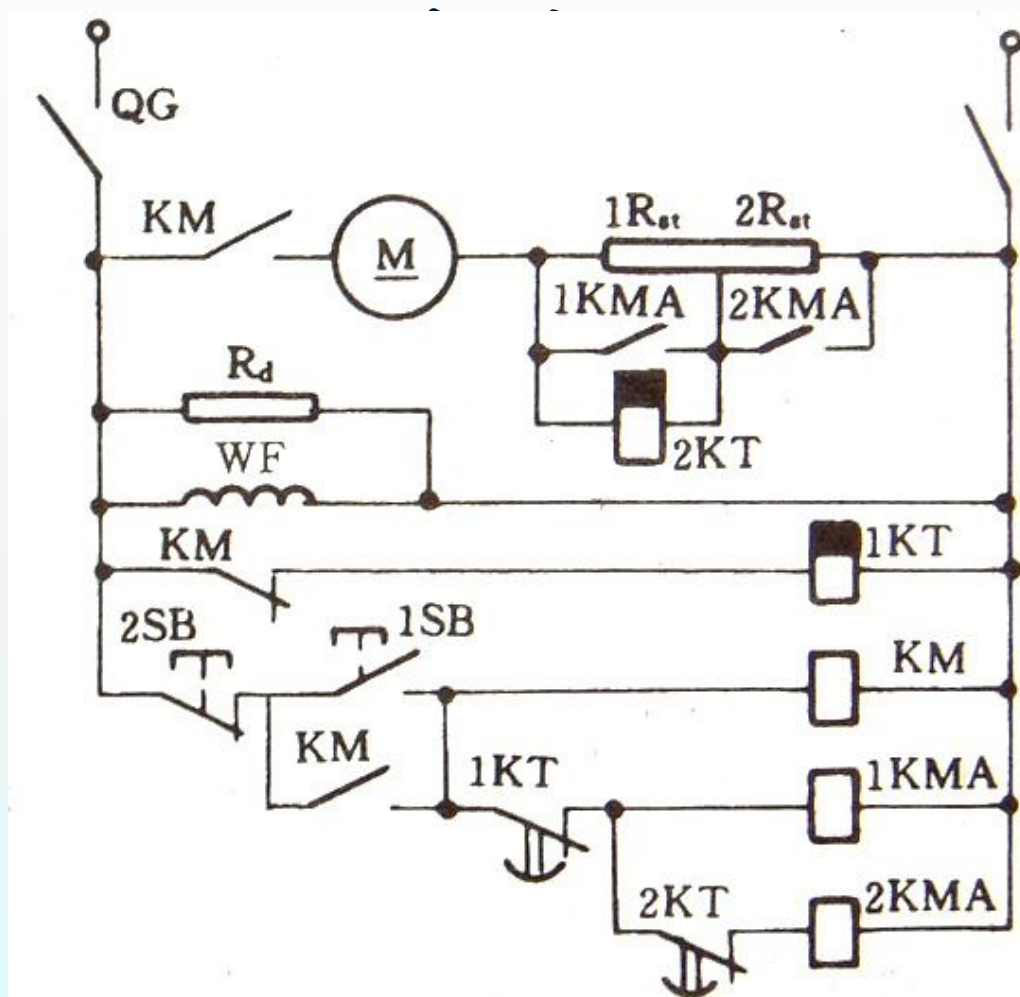


图 8.62 按时间控制的他励直流电动机启动的自动控制线路

## 8.3 生产机械中常用的几种自动控制方法

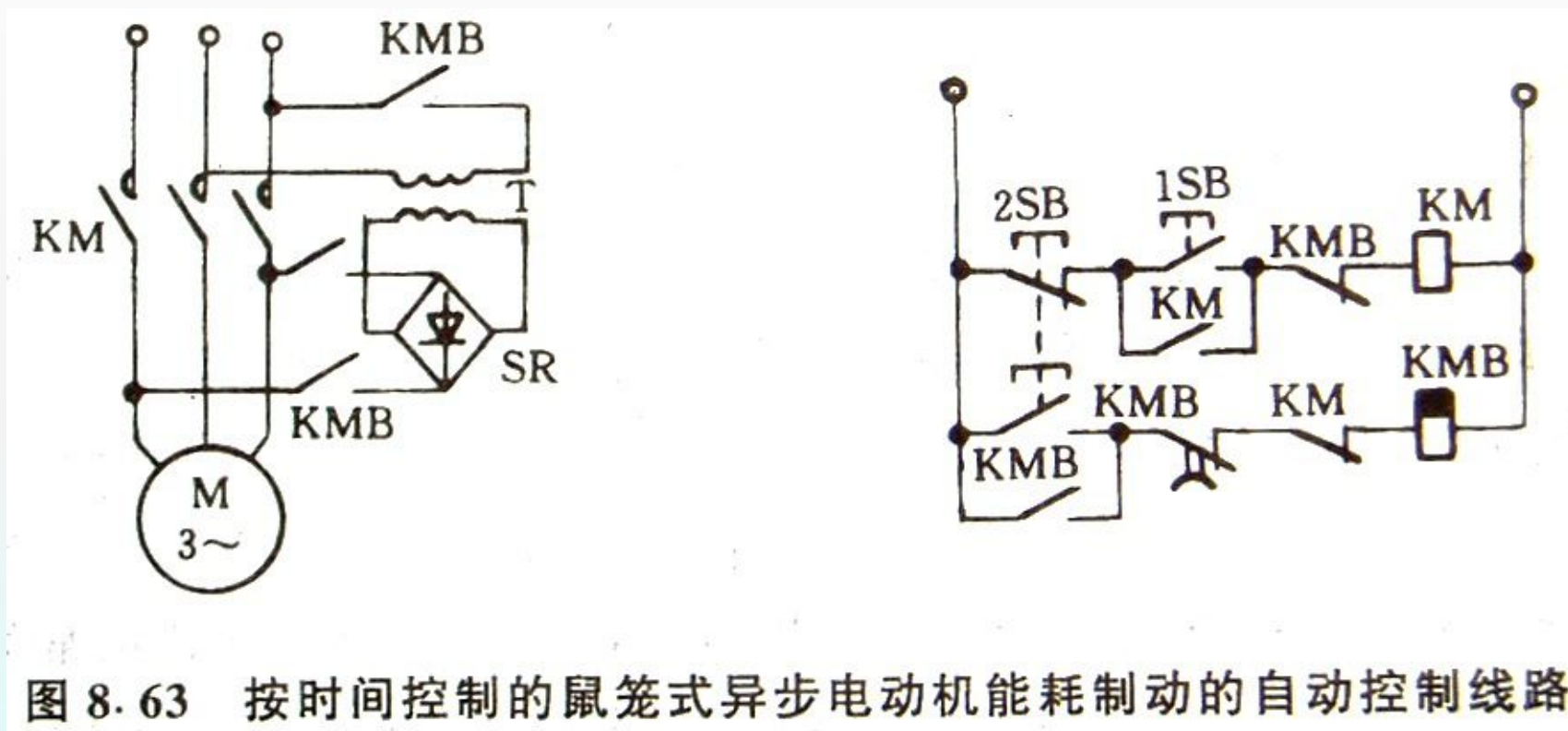
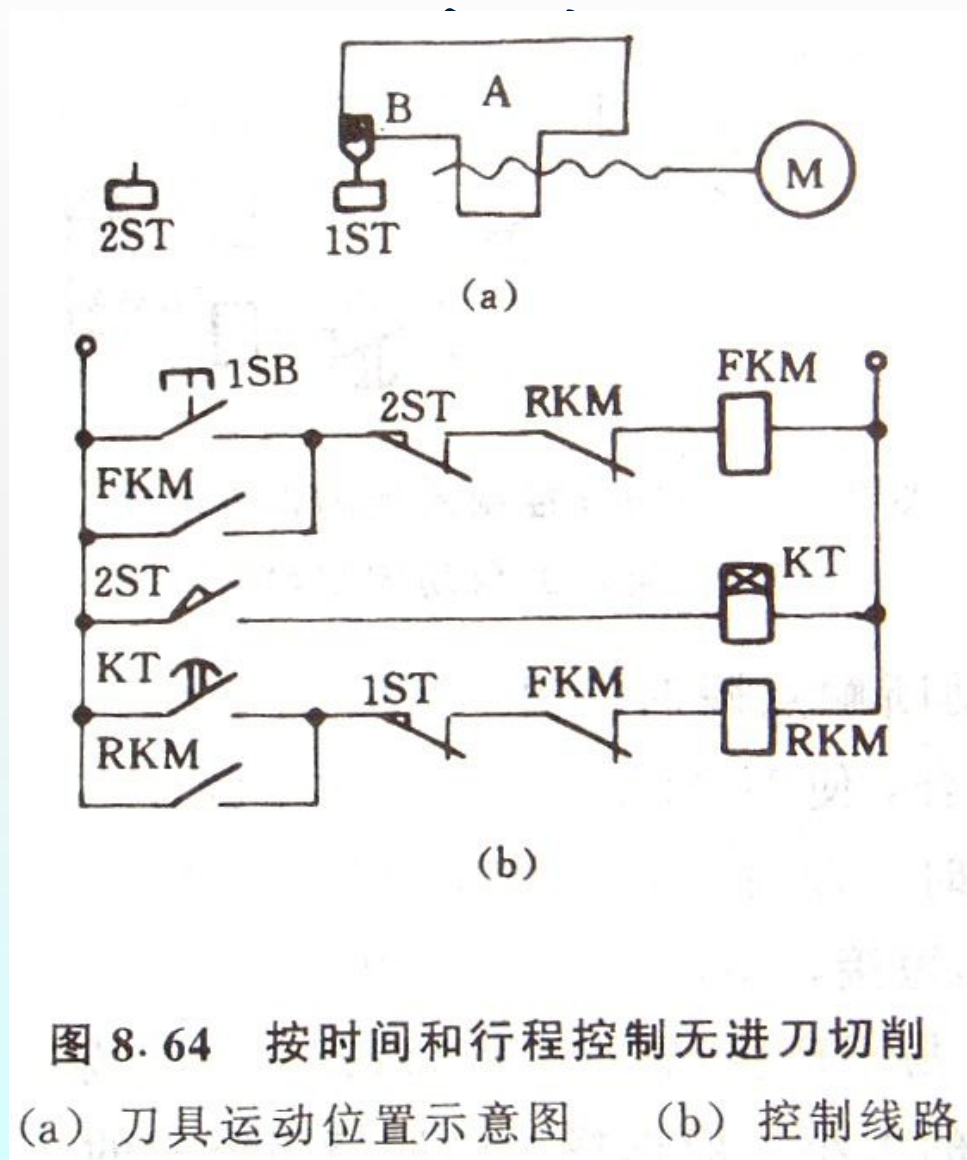


图 8.63 按时间控制的鼠笼式异步电动机能耗制动的自动控制线路

## 8.4 生产机械中常用的几种自动控制

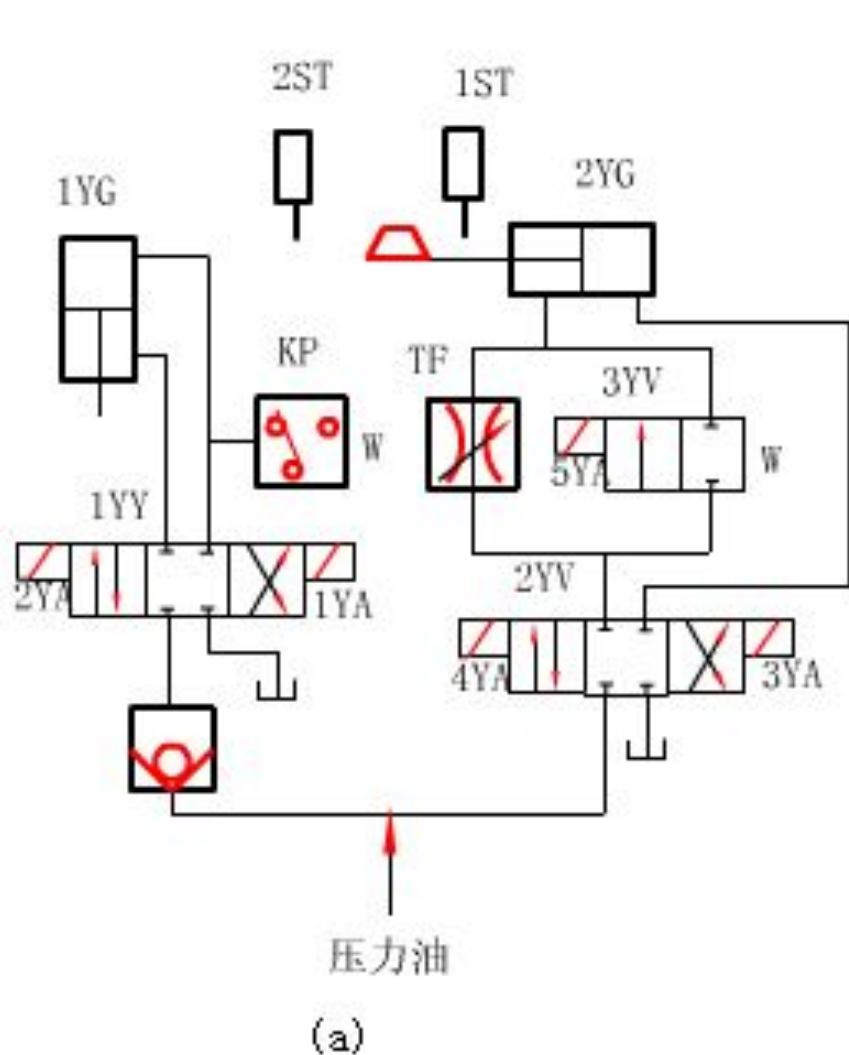


## 8.5 举例

例：试设计一电液控制系统，其工艺要求的动作顺序为：

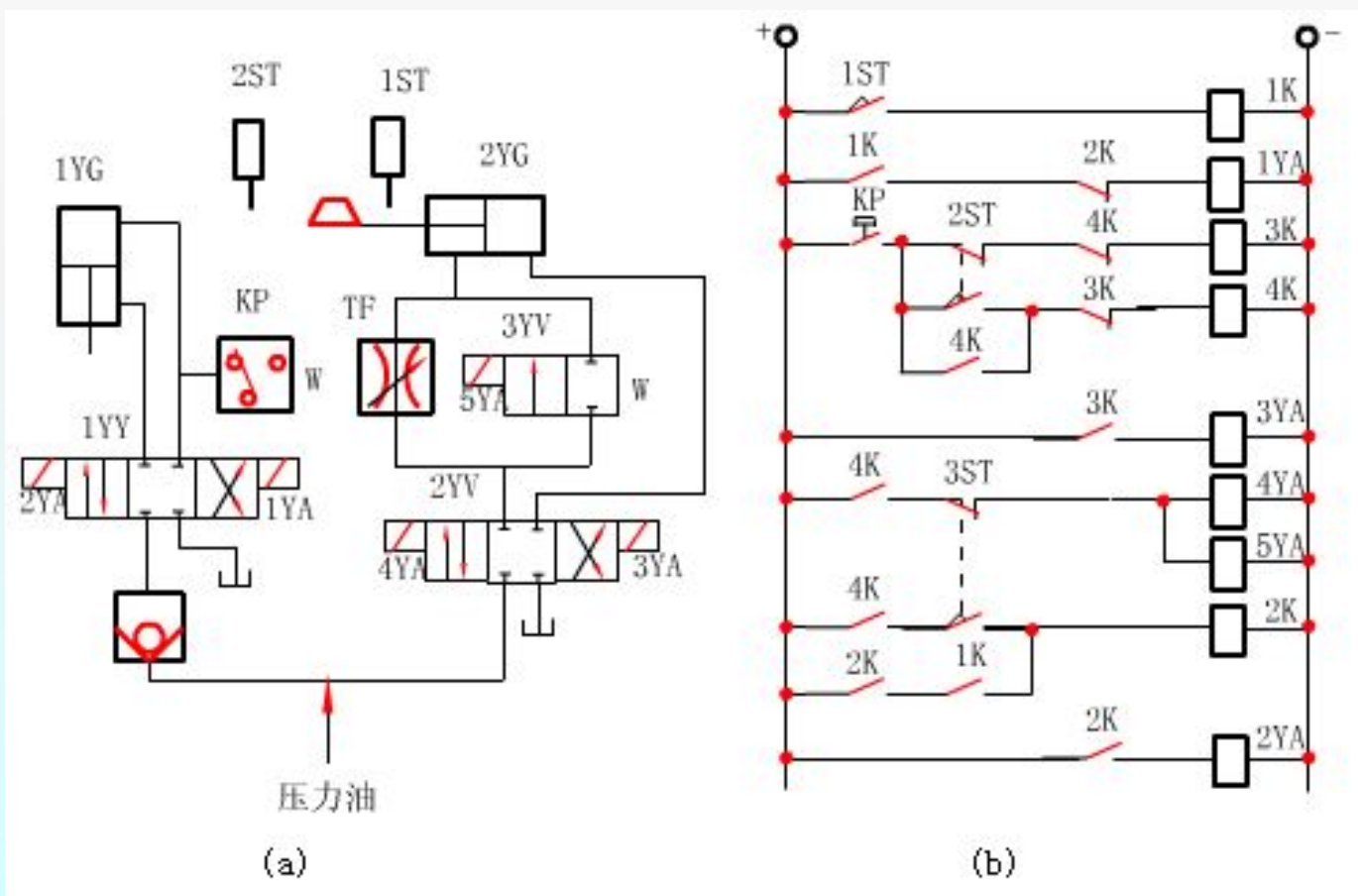
当工件放到加工位置时，先将工件用液压缸①夹紧，然后刀架②进给，进给到位后刀架③自动退回，退到原位时自动将④工件放松，最后⑤取走工件，一个循环结束。

以后不断重复此循环。



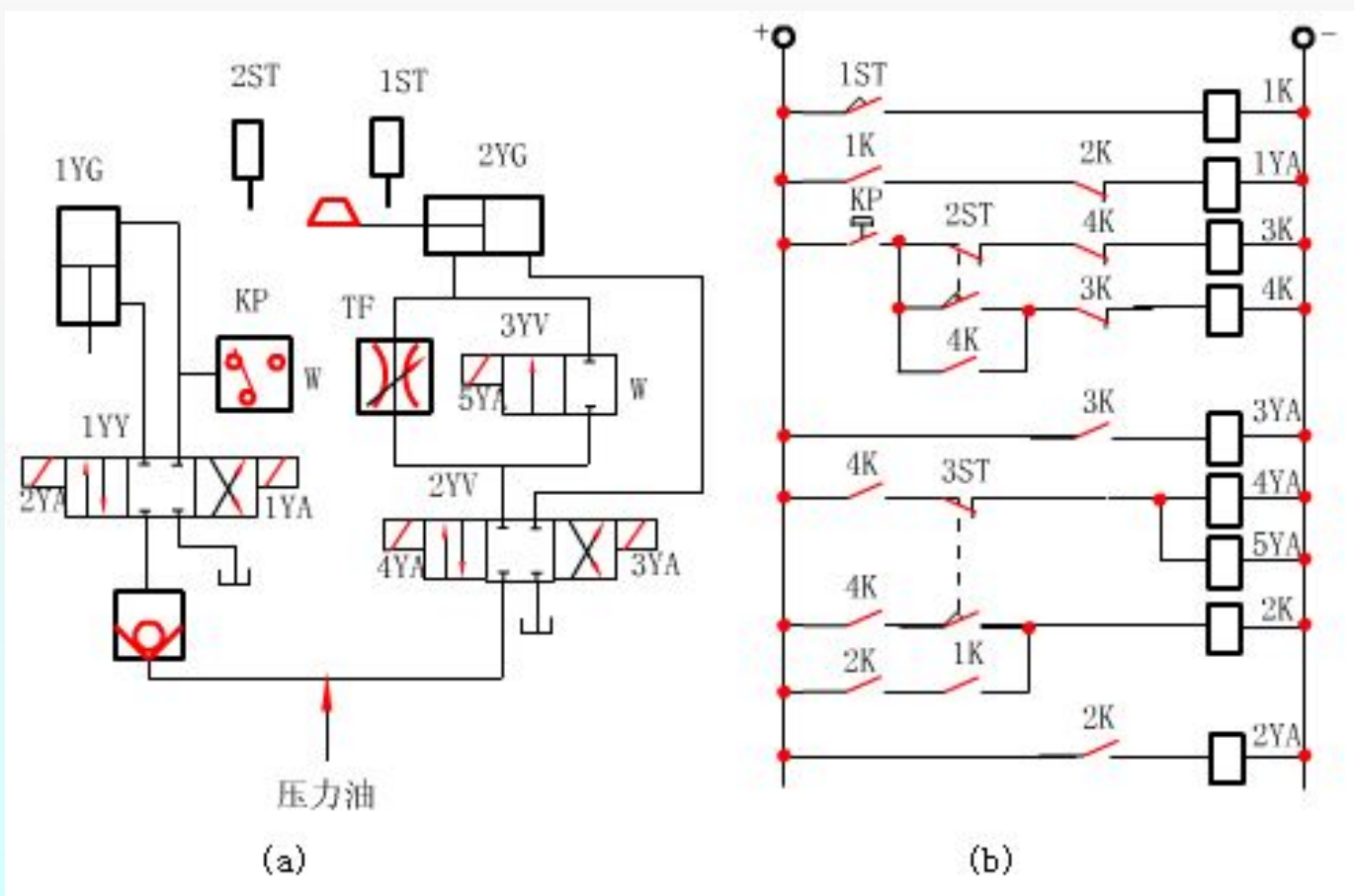
## 8.5 举例

解：工件的夹紧与放松用压力继电器发出信号，下图示出了采用压力继电器的电液控制系统



## 8.5 举例

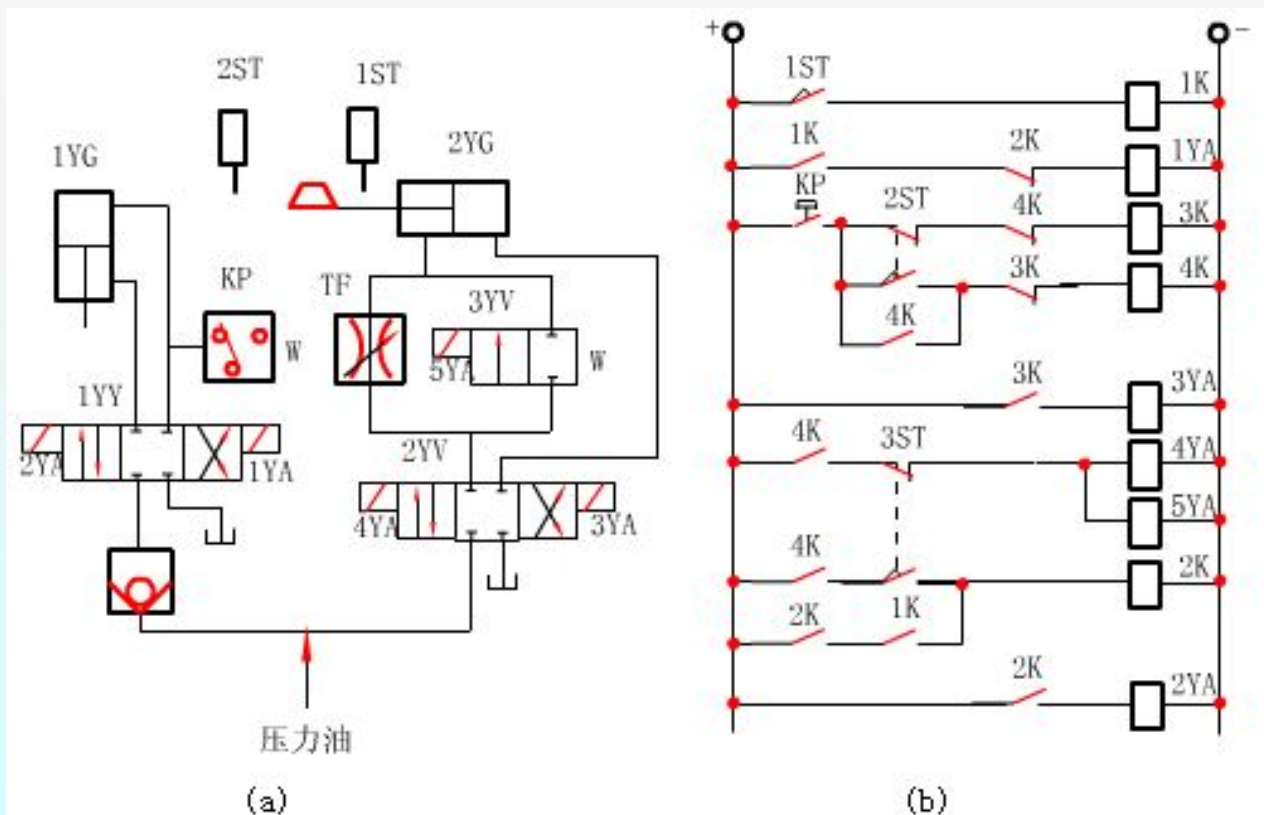
其工作过程如下：启动油泵电动机后在循环动作开始前，各电磁阀处于如图所示的常态位置；





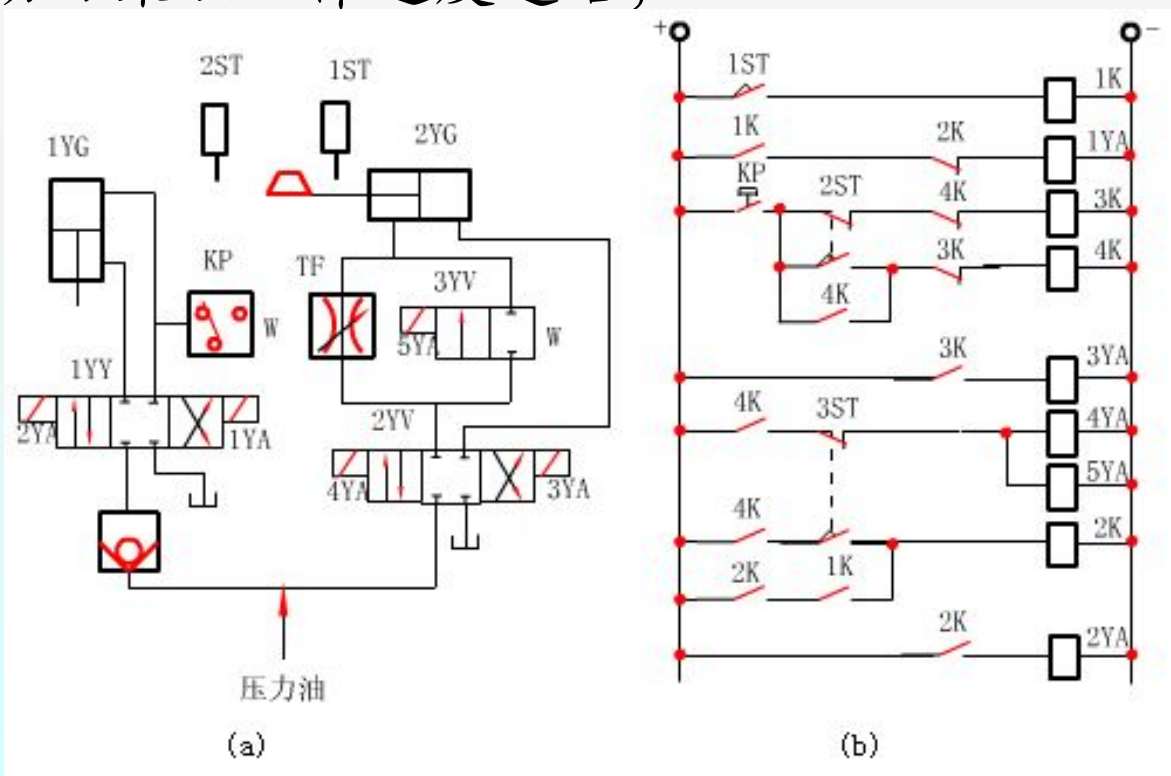
## 8.5 举例

①当工件放到加工位置时，行程开关1ST常开触头被压合，给出按程序自动加工的启动信号，继电器1K通电，1K常开触头闭合，电磁铁1YA通电，使三位四通阀1YV右位通，夹紧液压缸1YG活塞下行，将工件夹紧；



## 8.5 举例

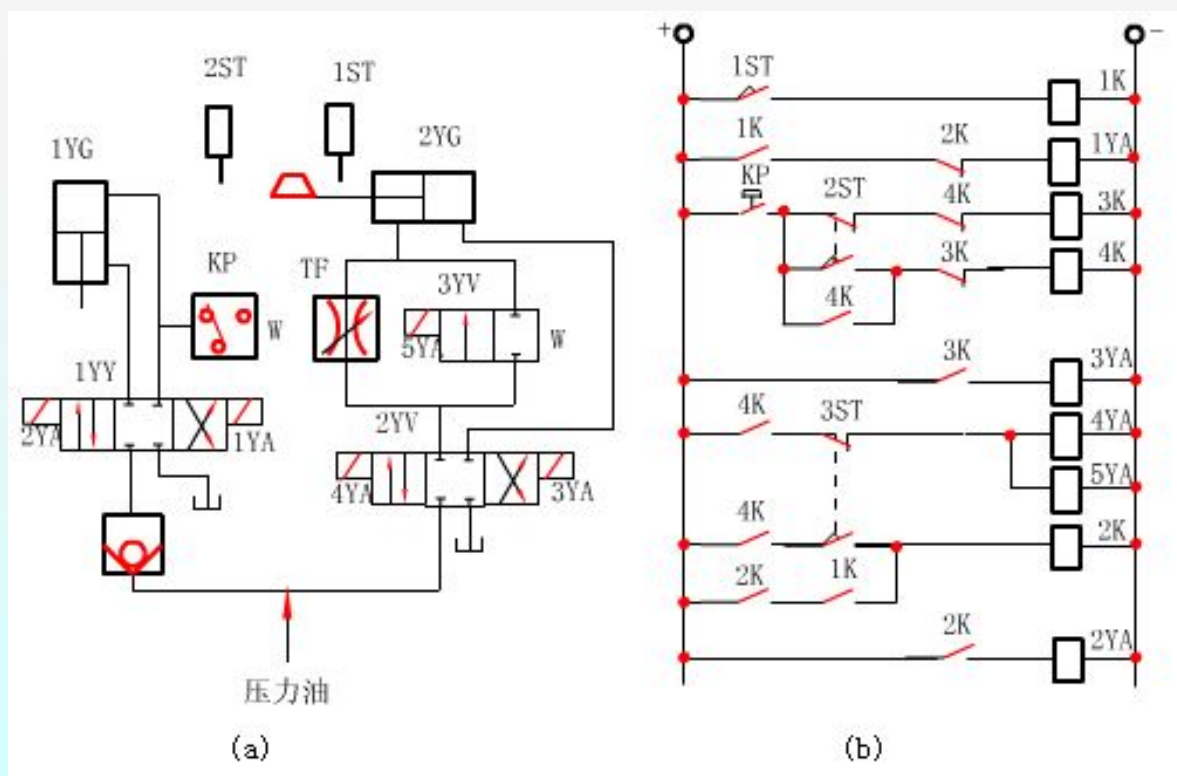
②工件夹紧后，油缸上腔油压增大，当油压超过压力继电器KP的动作压力值时，KP的常开触头闭合，继电器3K通电，电磁铁3YA通电，使三位四通阀2YV右位通，压力油进入液压缸2YG右腔，2YG左腔内的油经调速阀TF回到油箱，2YG的活塞左行，带动刀架以工作速度进给；





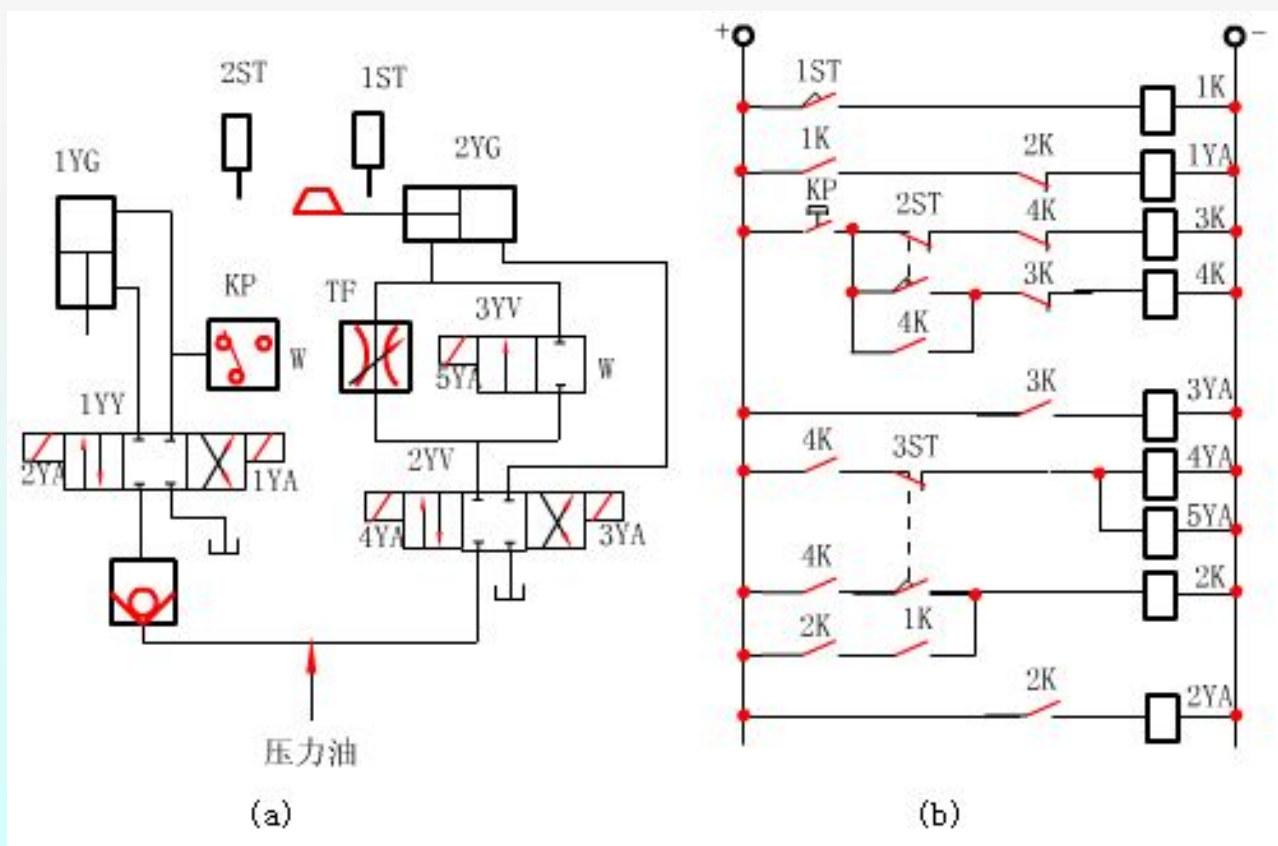
## 8.5 举例

③进给到位时，行程开关2ST动作，2ST的常闭触头断开，3K失电，3YA失电，同时2ST的常开触头闭合，4K通电其常开触头闭合，电磁铁4YA、5YA通电，4YA三位四通阀2YV左位通，5YA使二位二通阀左位通将调速阀TF旁路，所以液压缸2YG活塞快速右行，刀架快退；



## 8.5 举例

④当刀架退到原位时，行程开关3ST动作，其常闭触头断开，4YA、5YA失电，快退停止；3ST常开触头闭合，2K通电，电磁铁1YA失电，2YA通电，使三位四通阀左位通，液压缸1YG活塞上升放松工件；



## 8.5 举例

⑤ 工件放松后油压下降，压力继电器KP复位，当工件取走后，行程开关1ST常开触头复位断开，1K、2K失电，2YA失电，各电磁阀都回到常态位置，一个工作循环结束。当第二个工件又来到时，又按此工件循环顺序工作。

