

《机床电气控制》



◆ 一、本课程的性质、任务和要求

- ◆ 1) 性质 机床电气控制是一门应用科学，是机电专业的主干课程。它是综合了继电接触控制、直流调速、交流调速、PLC控制技术、机床数控技术等而形成的一门专业课程。
- ◆ 2) 任务 介绍机床电气控制相关技术的基本理论，使用、调试和维护方法；提供学习者掌握该领域基本技能的有效途径。
- ◆ 3) 要求 通过本课程的学习，要求了解上述相关技术的基本原理。掌握使用、调试和维护方法；掌握该领域必备的基本技能。



二、课时分配估算（供参考）

项目	授课内容	课时
项目一	常用低压电器基础（含技能训练）	16
项目二	继电器--接触器控制系统（含技能训练）	20
项目三	典型机械设备的电气控制线路（含技能训练）	20
项目四	可编程序控制技术（含技能训练）	12
项目五	机床数控技术（含技能训练）	4

在教学过程中，各学校可以根据自己的专业特点以及学生基础对教材的部分内容进行选学。



项目一 常用低压电器基础

单元1 低压电器的介绍

单元2熔断器

单元3交流接触器

单元4继电器

单元5主令电器

单元1 低压电器的介绍



◎ 1 电器分类

- ◎ 通常，凡是对电能的生产、输送、分配和使用起控制、调节、检测、转换及保护作用的电工器械均可称为电器。
- ◎ 1.按工作电压等级分类
- ◎ (1) 低压电器。在交流50 Hz或60 Hz额定电压1200 V以下，直流额定电压1500 V以下的电路内起通断保护、控制或调节作用的电器称为低压电器。
- ◎ (2) 高压电器。在交流50 Hz或60 Hz额定电压1200 V以上，直流额定电压1500 V以上的电路内起通断保护、控制或调节作用的电器称为高压电器。

单元1 低压电器的介绍



- ◎ 2.按操作方式的原理分类
- ◎ (1) 手动电器。由人工直接操作才能完成任务的电器称为手动电器，如刀开关、按钮和转换开关等。



控制按钮





万能转换开关



单元1 低压电器的介绍



◎ 2.按操作方式的原理分类

(2) 自动电器。不需要人工直接操作，按照电的或非电的信号自动完成接通、分断电路任务的电器称为自动电器，如低压断路器、接触器和继电器等。

接触器



各种接触器的实物图



电流继电器



过电流继电器
实物图



欠电流继电器
实物图

单元1 低压电器的结构与选择



○ 低压电器的结构

- **电磁式电器**在低压电器中占有十分重要的地位，在数控机床电气控制系统中应用最为普遍。电磁式电器主要由**电磁机构、触头系统和灭弧装置**等组成。

○ 1. 电磁机构

电磁机构的主要作用是将电能量转换成机械能量，将电磁机构中吸引线圈的电流转换成电磁力，带动触头动作，完成通断电路的控制作用。

○ **结构组成：**

- 电磁机构由**铁芯、衔铁和线圈**等几部分组成

作用原理：

当线圈中有工作电流通过时，电磁吸力克服弹簧的反作用力，使得衔铁与铁芯闭合，由连接机构带动相应的触头动作。



如何消除交流铁芯的抖动

在交流电流产生的交变磁场中，为避免因磁通过，零点衔铁的抖动，需在交流电器铁芯的端部开槽，嵌入一铜短路环，使环内感应电流产生的磁通与环外磁通不同时过零，使电磁吸力总是大于弹簧的反作用力，因而可以消除交流铁芯的抖动

◎ 2. 触头系统

- ◎ 触头的作用是接通或分断电路，因此要求触头要具有良好的接触性能，电流容量较小的电器常采用银质材料作触头，这是因为银的氧化膜电阻率与纯银相似，可以避免触头表面氧化膜电阻率增加而造成接触不良。



◎ 3. 灭弧装置

◎ 电弧

电器的动静触点在断开电路的瞬间，由于气体中少量正、负离子在电场强度作用下加速运动，与中性气体分子碰撞，使其发生游离。同时，触点金属内部的自由电子从阴极表面逸出奔向阳极，也撞击中性气体分子，使其激励和游离，这些离子在电场中定向运动时伴随着强烈的热过程，致使在电流通道的内形成等离子体，并伴有强烈的声、光和热效应的弧光现象，即为电弧。

◎ 电弧危害

◎ 由于电弧的高温能将触头烧损，并可能造成其他事故，因此应采用适当措施迅速熄灭电弧。



- 灭弧其主要措施有：
 - ① 迅速增加电弧长度（拉长电弧），使得单位长度内维持电弧燃烧的电场强度不够而使电弧熄灭。
 - ② 使电弧与流体介质或固体介质相接触，加强冷却和去游离作用，使电弧加快熄灭。电弧有直流电弧和交流电弧两类，交流电流有自然过零点，故其电弧较易熄灭。
- 低压控制电器常用的具体灭弧方法有：
 - （1）机械灭弧。

机械灭弧是通过机械装置将电弧迅速拉长。这种方法多用于开关电器中。
 - （2）磁吹灭弧。



(4) 栅片灭弧。

由灭弧栅片（由多片镀铜薄钢片组成）、绝缘夹板等组成。当触点断开时，电弧在吹弧电动力的作用下被推向栅片，它们彼此间是相互绝缘的。电弧进入栅片后，被分成一段段串联短电弧，而栅片变成短弧的电极。栅片的作用还在于能导出电弧的热量，使电弧迅速冷却，同时每两片灭弧栅片可以看成一对电极，而每对电极间都有 $150 \sim 250 \text{ V}$ 的绝缘强度，使整个灭弧栅的绝缘强度大大加强，而每个栅片间的电压却不足以达到电弧燃烧的电压。所以，电弧进入灭弧栅后就很快地熄灭。

单元2、熔断器

- 1、功能 在电路发生短路或严重过载时，其熔体自动迅速熔断，从而切断电路，保护导线和电气设备不致损坏。
- 2、结构 熔体（保险丝）、熔管（熔座）
- 3、类型及常用产品 瓷插式、螺旋式、密封管式
- 4、图形及文字符号



◎ 3. 灭弧装置

- ◎ 电器的动静触点在断开电路的瞬间，由于气体中少量正、负离子在电场强度作用下加速运动，与中性气体分子碰撞，使其发生游离。同时，触点金属内部的自由电子从阴极表面逸出奔向阳极，也撞击中性气体分子，使其激励和游离，这些离子在电场中定向运动时伴随着强烈的热过程，致使在电流通道的内形成等离子体，并伴有强烈的声、光和热效应的弧光现象，即为电弧。
- ◎ 由于电弧的高温能将触头烧损，并可能造成其他事故，因此应采用适当措施迅速熄灭电弧。

○5、选用—类型、额定电压、额定电流、及熔体的额度电流

○熔断器的额定电流应大于或等于熔体的额定电流

○熔断器的额定电压应大于或等于线路的工作电压。

○熔体额定电流的选择方法

○（1）照明类无冲击电流的负载

$$I_{fu} \geq I$$

○（2）电机类负载

$$I_{fu} \geq (1.5 \sim 2.5)I_N$$

○（3）多台电机

$$I_{fu} \geq (1.5 \sim 2.5)I_{N \max} + \sum I_N$$

○6、在电路中的使用

单元3、交流接触器



交流接触器的作用是
么？

—频繁通断主电路的
自动切换器件





如何实现通断主电路的功能？

1. 什么是主电路？
2. 了解接触器的结构



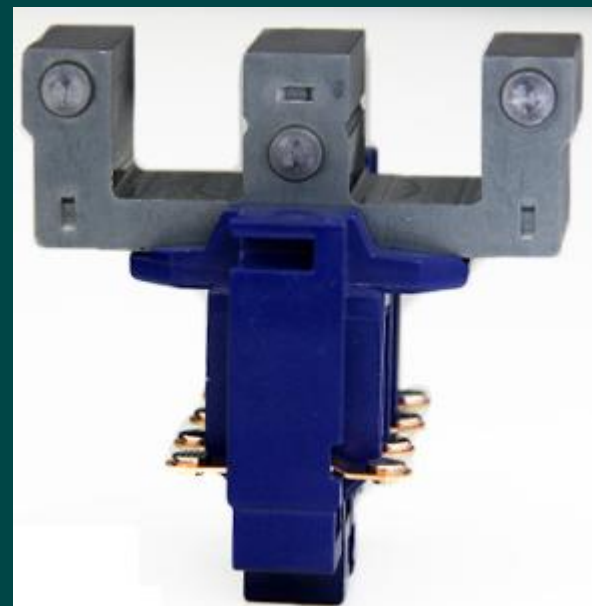
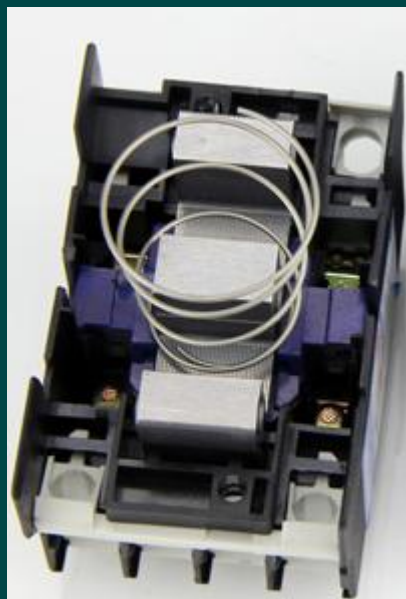
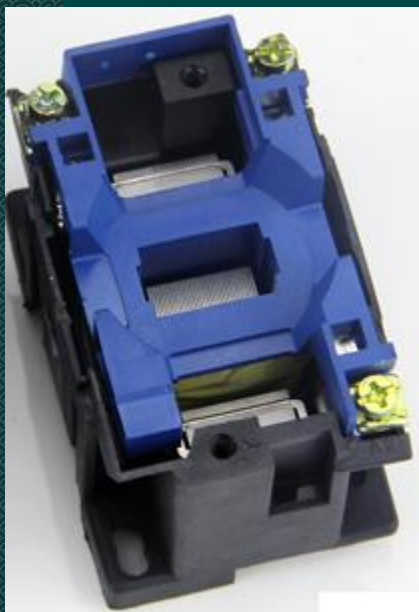
接触器类型



各种接触器的实物图



接触器的结构——典型的电磁式结构



○ 铁芯及线圈
及动触点

弹簧、衔铁及触点机构

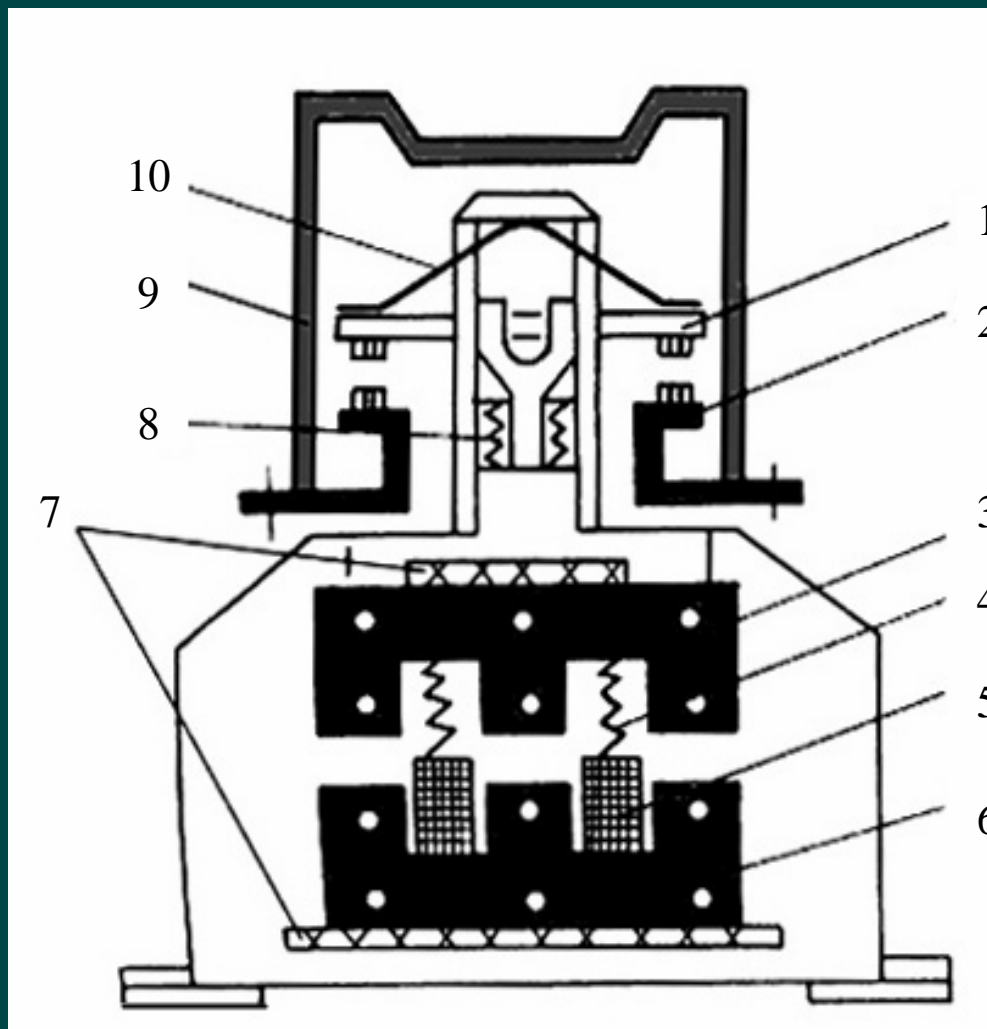
衔铁

交流接触器的结构——电磁系统、触头系统、灭弧装置及辅助部件等组成。



接触器的结构——典型的电磁式结构

1. 工作原理介绍
2. 结论：线圈通电，触点动作

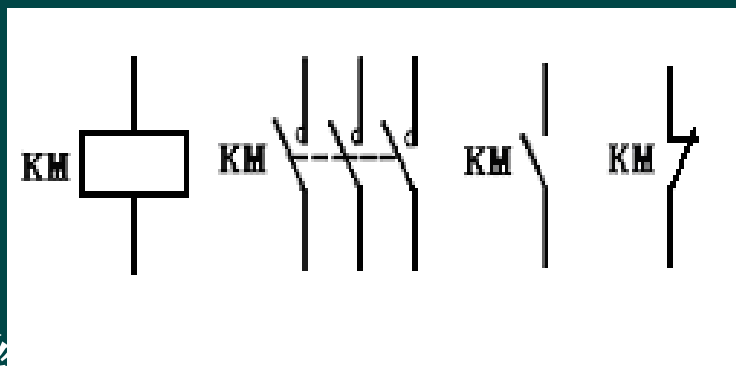




如何实现通断主电路的功能？

了解了接触器的结构，那么具体是如何在电路中实现其通断功能的呢？

1. 主触点接在三相交流主电路中用于通断电机
2. 线圈在控制电路中受主令信号的控制



具体在黑板上绘制，使用图形文字符号



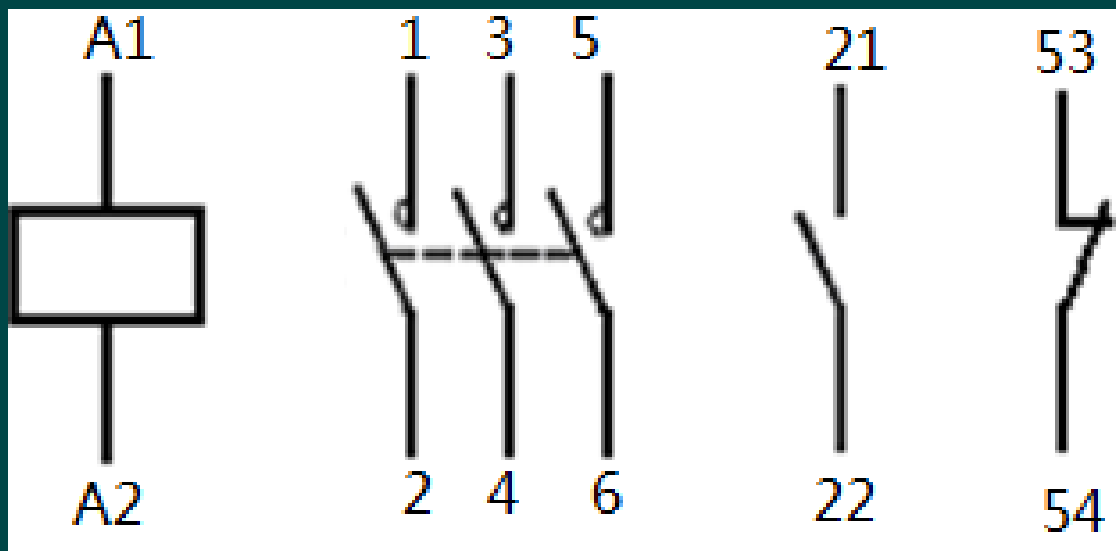
如何实现通断主电路的功能？

- ◆ 现在给你一个接触器你能用它对电机实现控制吗？
- ◆ 还需要知道什么？
- ◆ —线圈的接线端、主触点的接线端



接触器的使用

铭牌给出的信息



从下页实物图中找一下线圈和主触点的接线柱吧！

找线圈接线柱



找到线圈
的接线柱
A1、A2
了吗？
是否可以
接线了？



接触器的使用



是否可以接线了？
还需要知道该线圈的额定电压





找主触点的接线柱





接触器的选用

1. 依据：主触头的额定电压、额定电流、辅助触点的数量与种类、线圈的电压等级、操作频率
2. 接触器的额定电压即主触点的额定电压
3. 接触器的额定电流即主触点的额定电流应大于或等于被控电路的额定电流，
4. 线圈的额定电压从安全角度应选低一些，因为操作人员要对控制电路进行操作，但当控制电路简单，所用电器不多时为节省变压器可选380V

区分两个额定电压

接触器的额定电压——主触点的额定电压

接触器线圈的额定电压



单元4、继电器

继电器是一种根据某种输入信号的变化，实现控制目的的电器。继电器的输入信号可以是电流、电压信号，也可是速度、温度时间、压力等信号，输出通常是触点动作。



◆1、电流继电器

◆其线圈串接在电路中反映电路电流的变化，分欠电流继电器和过电流继电器。

◆欠电流继电器的吸引电流为线圈额定电流的30%~65% 释放电流为额定电流的10%~20% ；过电流继电器当电流超过某一整定值时动作，整定范围为在1.1~4倍的额定电流。



◆2、电压继电器

◆其线圈并联在电路中，分过电压继电器、欠电压继电器和零压继电器。

◆过电压继电器在额定电压的110%~115%以上动作，；欠压继电器在额定电压的40%~70%时有保护动作；零压继电器当电压降至额定电压的5%~25%时有保护动作。

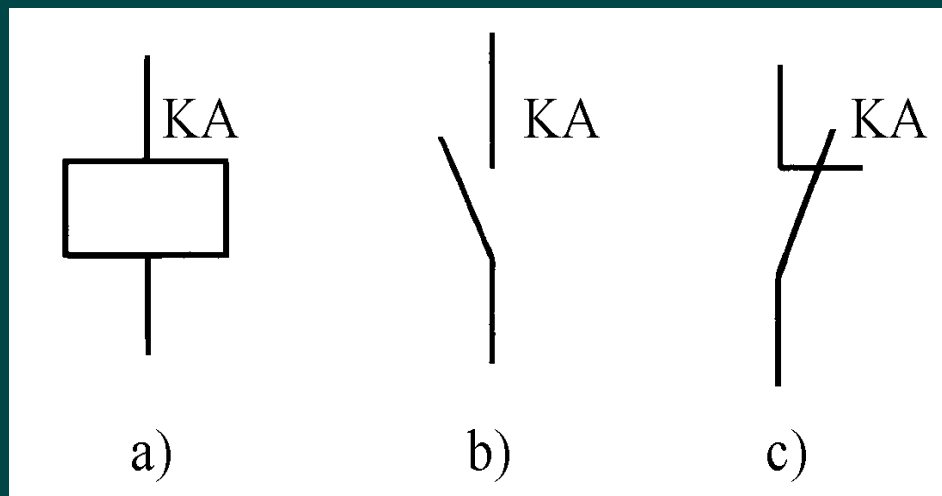


◎3.中间继电器

◎用途：当其他电器触点容量、触头数不够时，借助中间继电器扩大它们的触点和容量，起中间转换的作用。

◎选用：被控电路的电压等级，触头数量、种类及容量

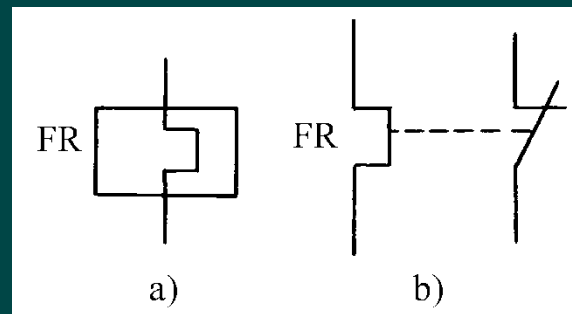
◎电磁式继电器的图形文字符号：





(二) 热继电器

- 1.用途：电动机过载保护、断相保护、其他电器设备发热状态的控制。
- 2.结构：热元件、双金属片和触头
- 3.选用：依据电动机额定电流确定热继电器型号及热元件的额定电流等级。
- 4.符号：





◇ (三) 时间继电器

◇ 分类：电磁式、空气阻尼式、电动式和晶体管式。

◇ 1. 空气阻尼式

◇ 分类：通电延时、断电延时

◇ 结构：电磁系统、延时机构、工作触头

◇ 特点：结构简单、寿命长、价格低，附有瞬时触点；缺点：延时误差大，准确度低。

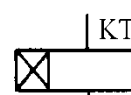
◇ 2. 晶体管式时间继电器

◇ 特点：延时范围广、体积小、精度高、调节方便、寿命长

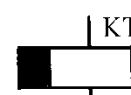
◇ 3. 时间继电器符号：



a)



b)



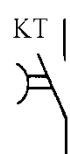
c)



d)



e)



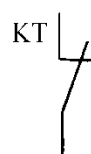
f)



g)



h)



i)

(思考一个问题，电机正常运转时，速度继电器的触点处于什么样的状态?)

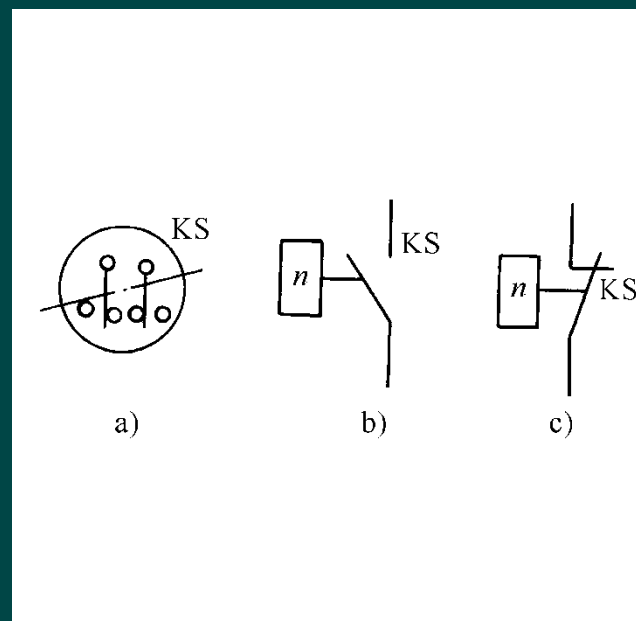
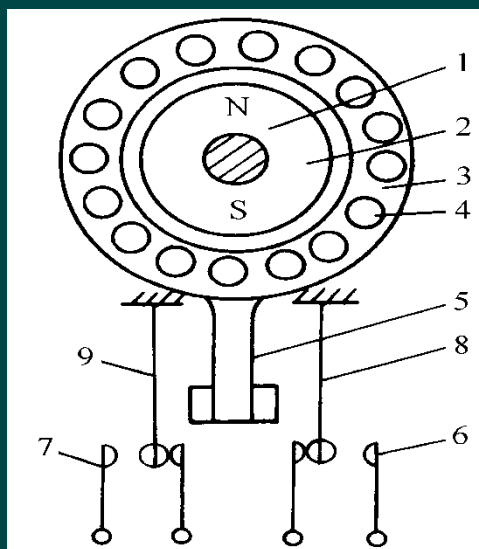
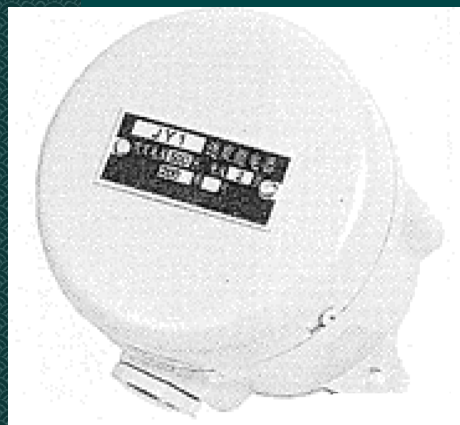
◇ (四) 速度继电器

◇ 1.用途 笼型电机反接制动

◇ 2.结构 转子、定子、触头

◇ 3.选用 JY1型和JFZO型 一般动作转速120r/min，触点复位转速100r/min

◇ 4.符号



单元5 主令电器



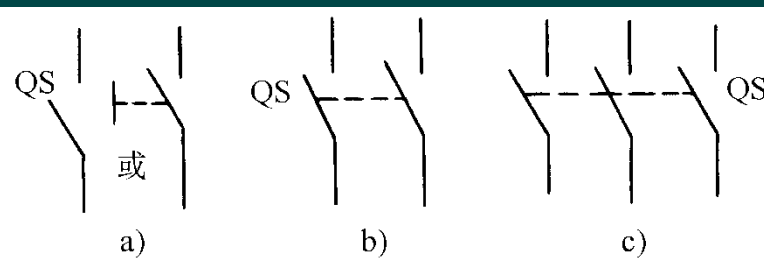
1. 刀开关

作用:用于接通断开长期工作设备的电源

结构: 操作手柄、刀片、触头座和底板

分类: 单极、双极和三极

刀开关图形和文字符号如图





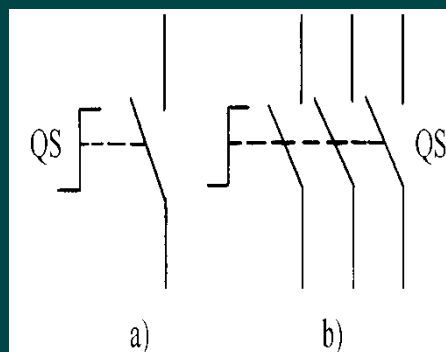
- ◆ 负荷开关常用来控制小容量异步电动机不频繁起停
- ◆ 选用：依据电源种类、电压等级、电机容量、所需极数及使用场合
- ◆ 安装：手柄向上，不得倒装或平装；接线时注意电源线在上端，负载线在下端。





◆2、组合开关

- ◆（1）用途：用作电源引入，也可起停5KW以下的不频繁起停的异步电机。
- ◆（2）分类：单极、双极和多极
- ◆（3）结构及符号：如图所示
- ◆（4）选用：依据电源种类，电压等级、所需触头数及电动机容量

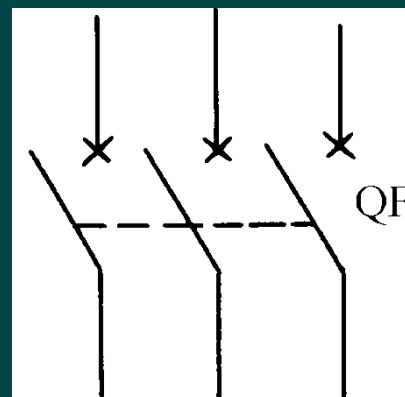




◎3、 低压断路器

◎ (1) 功能：不频繁通断电路，过载、断路失压保护

◎ (2) 结构及图形符号





◆ (3) 选用型号 机床上常用DZ10、DZ20、DZ50系列，选用时其额定电压和额定电流不小于电路正常工作的电压电流。热脱扣的整定电流与所控制的电机的额定电流或负载额定电流一致。

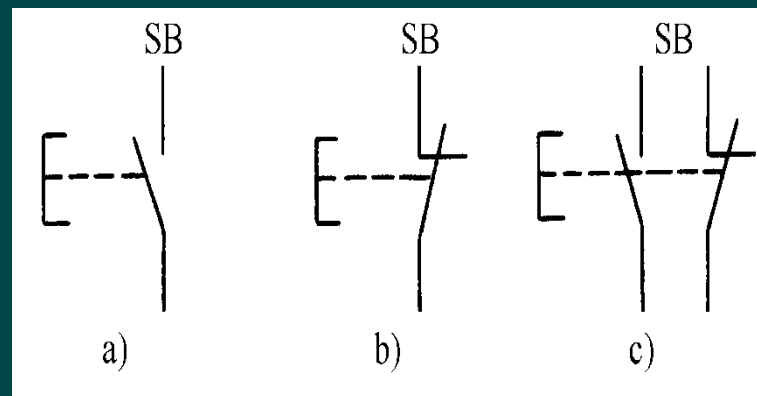


◆4、按钮

◆（1）用途：用于短时断开小电流控制电路

◆（2）结构和图形符号

◆（3）常见种类 指示灯式，急停蘑菇形按钮，旋钮式按钮，一般红色为停止按钮，绿色为启动按钮，使用时一举触头数，使用场合及颜色来选用



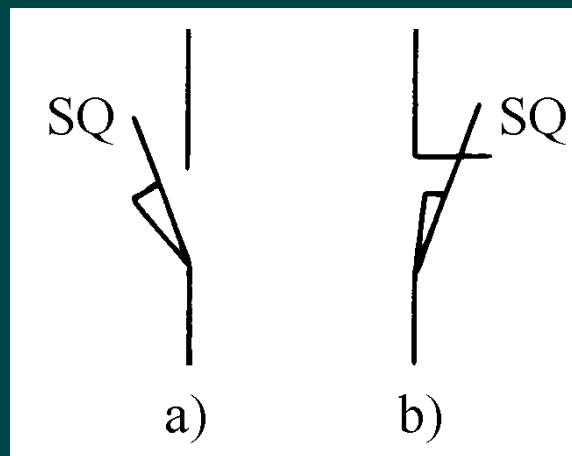


◇5、行程开关

◇（1）用于位置控制和限位保护

◇（2）结构和图形符号

◇（3）种类 按钮式和滑轮式。一般有一常开一常闭，并有自动复位和不能自动复位两种





◎6、接近开关

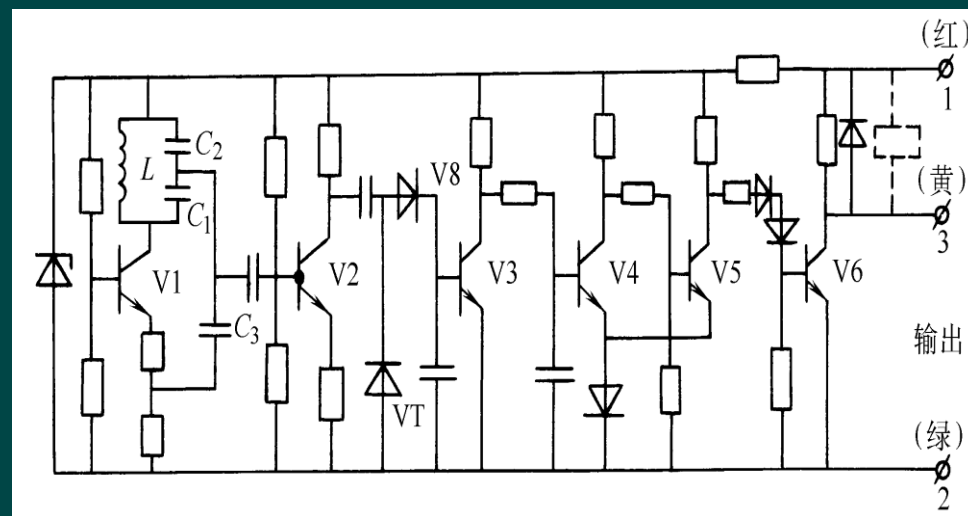
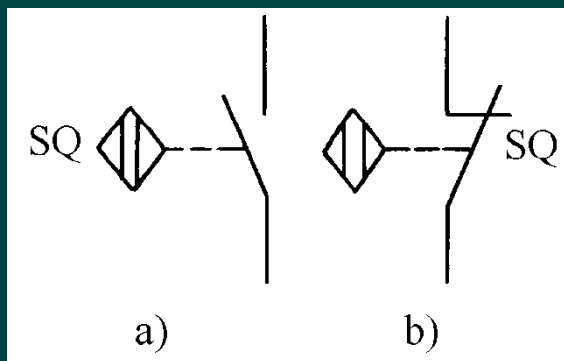
◎为无触点开关。

◎（1）分类：高频震荡型、电容型、感应电桥型、永久磁铁型、霍尔效应型

◎（2）优点：工作稳定可靠，使用寿命长、重复定位精度高、操作频率高、动作迅速。

◎（3）LJ2系列晶体管接近开关电路原理图

◎（4）图形及文字符号





◇7、万能转换开关

◇是一种多档式控制多回路的主令电器。

◇结构：参看实际的凸轮控制器。

◇示意图

