

电机与电气控制技术教案

项目一 三相笼型异步电动机启动控制

教学 目标	知识目标： 1. 了解全压启动及降压启动的概念； 2. 掌握降压启动的方法； 3. 掌握各种启动控制过程的分析； 4. 熟悉启动过程中各种低压电器的工作原理及选用 能力目标： 1. 能正确的识别各种低压电器； 2. 能正确的进行线路的装接； 3. 能进行简单的运行故障分析 4. 能读懂电气控制原理图 素质目标： 1. 使学生具有辩证思维的能力，实事求是、严肃认真的科学态度与工作作风； 2. 具有较强的与人交流和沟通能力； 3. 具备健康的人生观与价值观； 4. 具有较强的组织和团队协作能力。
教学 重点	各种电气原理图的工作原理及线路装接及调试
教学 难点	电气原理图的工作原理
教学 手段	启发式讲授、讨论发言、多媒体、板书
教学 学时	24
教 学 内 容 与 教 学 过 程 设 计	
注 释	

项目一 三相笼型异步电动机启动控制

【知识准备】

一、刀开关

又称闸刀开关，是一种结构最简单且应用最广泛的低压电器。是低压开关的一种类型，低压开关主要用于隔离、转换以及接通和分断电路，多数也可作为机床电路的电源开关、局部照明电路的控制，有时也可用来直接控制小容量电动机的起动、停止和正反转。

二、控制按钮

控制按钮是一种手动操作接通或分断小电流控制电路的主令电器。主要利用其远距离手动指令或信号，去控制接触器、继电器等电磁装置，实现主电路的分合、功能转换或实现电气联锁。

控制按钮一般由按钮帽、复位弹簧、桥式动触点、静触点、外壳及支柱连杆等组成。按静态时的触点分合状态，可分为动断按钮、动合按钮和复合按钮。

三、熔断器

熔断器在电力拖动系统中是用来作短路保护的器件。使用时，熔断器应串联在所保护的电路中。当电路发生短路故障时，通过熔断器的电流达到或超过某一规定值，以其自身产生的热量使熔体熔断而自动切断电路，起到保护作用。

熔断器的种类很多，按结构形式可分为插入式熔断器、螺旋式熔断器、封闭式熔断器、快速熔断器和自复式熔断器等类型。

四、接触器

接触器是机床电路及自动控制电路中的一种自动切换电器，可用于远距离频繁地接通和断开交、直流主电路及大容量控制电路。其主要控制对象是电动机，也可用于控制其他电力负载，如电热设备、电焊机、电容器组等。接触器不仅能遥控通断电路，还具有欠电压、零电压释放保护功能，操作频率高，使用寿命长，工作可靠，结构简单经济，因此在电气控制中应用十分广泛。

接触器分为交流接触器和直流接触器两种，其中交流接触器应用最为广泛，直流接触器则应用范围较小。

五、热继电器

在电路中主要就是对三相交流电动机进行过载保护、断相保护、电流不平衡保护及其他电气设备发热状态的控制。

六、三相异步电动机

三相异步电动机是由三相交流电源供电，把交流电能转换为机械能输出的设备。它具有结构简单，价格低廉，使用、维护方便，效率高等优点。在机械工业上可用于拖动中、小型轧钢设备，金属切削机械，起重运输机械等，是目前使用最广泛的电动机。按电动机转子的结构可分为笼型和绕线型两类。

七、组合开关

组合开关又称转换开关，它实质也是一种特殊的刀开关，只不过一般刀开关的操作手柄是在垂直于安装面的平面内向上或向下转动，而组合开关的操纵手柄则是在平行于其安装面的平面内向左或向右转动。它具有多触点、多位置、体积小、性能可靠、操作方便、安装灵活等优点，多用在机床电气控制线路中作为电源引入开关，也可以用作不频繁的接通和断开电路、换接电源、负载以及控制 5KW 及以下容量异步电动机的正反转和星—三角起动。组合开关按操作机构可分为无限位型和有限位型两种，其结构略有不同。

八、低压断路器

又称自动空气断路器，它的应用十分广泛，可用来保护电网的各种电气设备，在现代机床控制中被广泛作为电源的引入开关，也可用来控制不频繁起动的电动机。它不但能带负载接通和分断电路，而且对所控制的电路有短路、过载、欠压和漏电保护等作用。

九、万能转换开关

万能转换开关是具有更多操作位置和触点的开关，且能够变换多个电路的一种手动控制电器。由于它能控制多个回路，适应复杂线路的要求，故有“万能”转换开关之称。

十、主令控制器

主令控制器是用来较为频繁地转换复杂的多路控制电路的主令电器。它一般由触点、凸轮、定位机构、转轴、面板及其支撑件等部分组成。其操作轻便，允许每小时通断次数较多，触点为双断点的桥式结构，适用于按顺序操作多个控制回路。

十一、时间继电器

从得到信号开始经过一定延时才输出信号的继电器称为时间继电器。它被广泛用来控制生产过程中按时间原则制定的工艺程序。

时间继电器的种类很多，按其工作原理可分为空气阻尼式、电动式、电子式、电磁式等；按延时方式可分为通电延时型和断电延时型两种。

十二、电流继电器

根据电流大小而动作的继电器称为电流继电器。电流继电器的线圈串联在负载电路中，为使串入电流继电器线圈后不影响电路正常工作，所以电流继电器的线圈匝数要少，导线要粗，阻抗要小。电流继电器分过电流继电器和欠电流继电器两种。

十三、电压继电器

根据电压大小而动作的继电器称为电压继电器。电压继电器的线圈并联在负载两端，以反映负载两端电压的变化，所以线圈匝数多，导线细，阻抗大。根据实际应用的要求，电压继电器有过电压继电器和欠电压继电器之分。常用的电压继电器是 JT4 系列。

十四、启动控制

电动机接通电源后由静止状态逐渐加速到稳定运行状态的过程，称为电动机的起动。电动机的起动有两种方式，分别为全压起动和降压起动。

额定电压直接加到电动机的定子绕组上而使电动机起动的过程称为直接起动或全压起动。直接起动：简单、经济、可靠 起动电流大，影响电网电压显著 一般规定，功率小于 10KW 的电动机可以采用直接起动的方式。

降压起动是降低加在三相异步电动机的定子绕组上的电压，起动后再将电压恢复到额定值，使之在正常电压下运行。

- 1、电动机的点动控制：所谓点动，即按下按钮时电动机起动工作，松开按钮时电动机停止工作。点动控制多用于机床刀架、横梁、立柱等快速移动和机床对刀等场合。

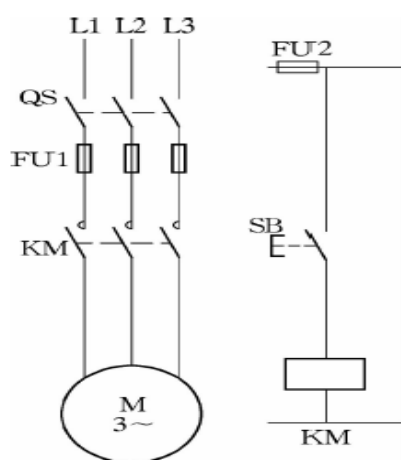


图 1-36 电动机点动控制电路

1. 主电路

由电源开关 QS、熔断器 FU1、接触器 KM 的主触点及电动机 M 组成。

2. 控制电路

由熔断器 FU2、点动按钮 SB、接触器 KM 的线圈组成。

3. 工作原理

(1) 合上电源开关 QS，按下点动按钮 SB，接触器 KM 的线圈得电，其动合主触点闭合，电动机 M 通电起动旋转。

(2) 松开点动按钮 SB，点动按钮 SB 即在反力弹簧的作用下复位断开，接触器 KM 的线圈失电，点动控制电路的动合主触点断开，电动机 M 断电停止转动。

2、电动机的长动控制

所谓长动，即按下按钮时电动机起动工作，松开按钮时电动机依然继续工作，直至按下停止按钮，电动机才停止工作。

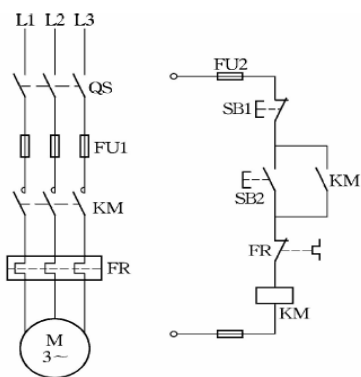


图 1-37 电动机长动控制电路

工作原理

(1) 合上电源开关 QS，按下起动按钮 SB2，交流接触器 KM 的线圈得电，其动合主触点闭合，电动机 M 通电起动旋转。同时与起动按钮 SB2 并联的自锁触点 KM 也闭合。

(2) 松开起动按钮 SB2 后，SB2 复位断开，接触器 KM 的线圈通过其自锁触点继续保持得电，从而保证电动机 M 能连续长时间的运转。

(3) 当电动机需要停车时，可以按下停止按钮 SB1，使得接触器 KM 线圈失电，其动合主触点和自锁触点也都复位断开，电动机 M 断电停止运转。

3、降压启动

Y-Δ 降压启动

当电动机容量较大(10KW 以上)时，为减小起动电流，一般采用降压启动的方式来起动，适用于在空载或轻载状态下的起动。常用的降压启动方式有星形—三角形降压启动、串电阻降压启动、自耦变压器降压启动、延边三角形降压启动等

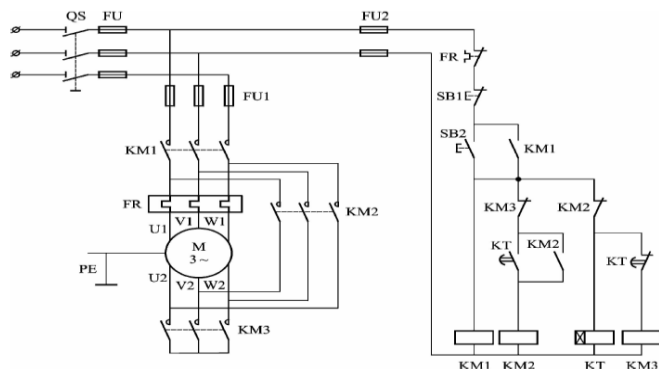


图 1-55 Y-Δ 启动控制电路

➤ 工作原理

- ◆ 合上电源开关 QS，按动起动按钮 SB2，接触器 KM1 线圈通电自锁，接触器 KM3 线圈通电，主电路电动机 M 作 Y 接起动，同时时间继电器 KT 线圈通电延时。

- ◆ 延时时间到，接触器 KM3 线圈断电，接触器 KM2 线圈通电自锁，主电路电动机 M 作 Δ 接全压运行。同时时间继电器 KT 线圈断电复位。控制回路中 KM2、KM3 动断触点的另一个重要作用是实现互锁，以防止 KM2、KM3 主触点同时闭合造成电动机主电路短路，保证电路的可靠工作。电路还具有短路、过载和零压、欠压等保护功能。
- ◆ 需停止时，按下停止按钮 SB1，接触器失电，电动机 M 停止运行。

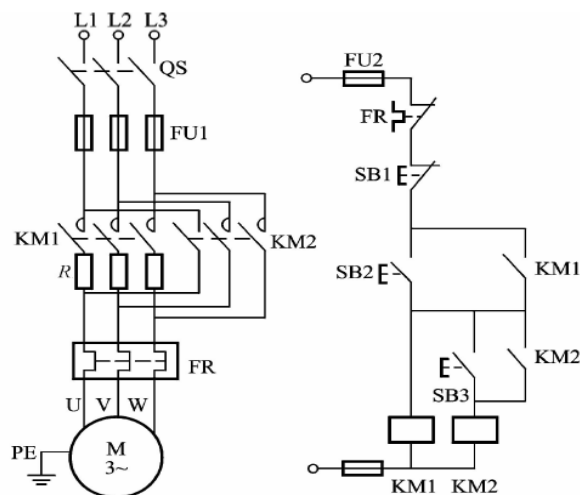
电动机串电阻降压起动

是在电动机定子绕组回路中串入电阻或电抗器，起动时利用串入的电阻或电抗器分压，降低电动机的端电压，从而限制其起动电流。当电动机转速上升到一定值时，就将所串入的电阻或电抗器切除，使电动机在额定电压下运行。

优点：不受定子绕组接线方式的限制，起动设备简单。

缺点：只适用于对起动转矩要求不高的生产机械，由于存在起动电阻，将使控制柜体积增大，电能损耗增大。如果起动很频繁，电阻的温度很高，对精密机床等电气设备将产生不良影响。如果改用电抗器进行降压起动，则体积和成本会很大。

趋势：降压起动的方法在实际生产中的应用正逐步减少。



(a) 按钮控制的手动控制电路

自耦变压器降压起动

采用时间继电器控制的自耦变压器降压起动控制。其控制过程为：合上电源开关 QS，引入电源，HL1 灯亮，表明电源正常。按下起动按钮 SB2，KT 线圈通电，KM1 线圈通电并自锁，同时保证 KT 继续通电，自耦变压器被接入，电动机定子绕组经自耦变压器供电降压起动，同时指示灯 HL1 灭，HL2 亮，显示电动机正在降压起动。当电动机转速接近额定转速时，时间继电器 KT 动作，其延时动合触点闭合，使 KA 线圈通电自锁，KA 动断触点断开，使 KM1 线圈断电释放。KA 另一动断触点断开，使 HL2 断电熄灭。KA 动合触点闭合，使 KM2 线圈通电，将自耦变压器切除，电动机在额定电压下正常运转，同时 HL3 亮，指示电动机进入正常运转。

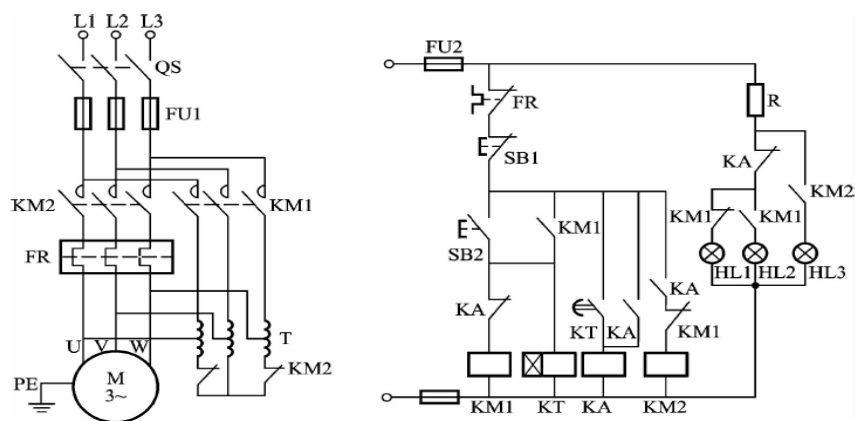


图 1-65 电动机利用自耦变压器降压起动

延边三角形

- 延边三角形的起动方法是在每相定子绕组中引出一个抽头，起动时将一部分定子绕组接成 Δ 形，另一部分接成 Y 形，称为延边三角形连结；起动结束时，再将定子绕组接成三角形运行。
- 作延边三角形连结时，每相定子绕组承受的电压介于相、线电压之间，具体数值与抽头位置有关。
- 延边三角形降压起动方法仅适用于定子绕组有抽头的特殊三相交流异步电动机。延边三角形降压起动控制电路中 KM3 为延边三角形联结接触器，KM1 为线路接触器，KM2 为三角形联结接触器，KT 为起动时间继电器。

电路控制过程为：合上电源开关 QS，按下起动按钮 SB2，KM1、KM3、KT 线圈同时通电，并通过 KM1 的自锁触点保证继续通电，电动机定子绕组为延边三角形连结降压起动。当电动机转速接近额定转速时，时间继电器 KT 动作，使 KM3 线圈断电释放，KM2 线圈通电自锁，电动机定子绕组为三角形连结正常运转。

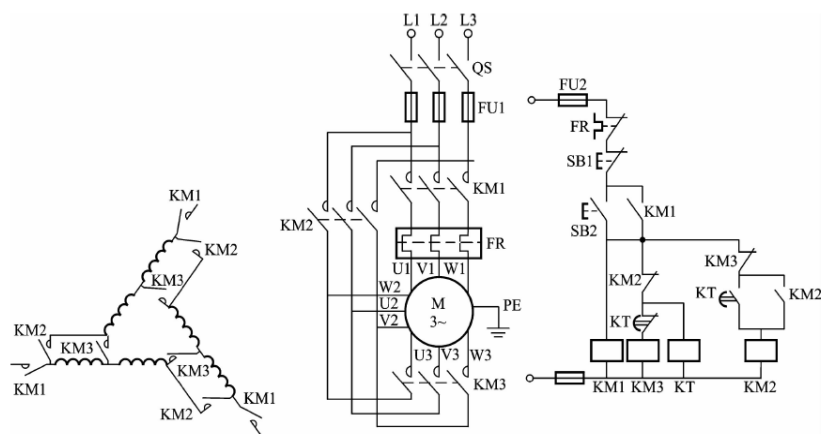


图 1-67 延边三角形降压起动控制电路

教学 反思	本章节是对三相笼型异步电动机启动控制进行介绍分析，主要讲述了各种低压电器，结合实训室中的设备让学生学会各种低压电器的使用;通过多媒体课件向学生展示电动机起动的控制过程;通过板书讲授电气控制原理图的分析，通过实训让学生掌握电机起动控制的装接、调试及故障排查从而提高课堂教学质量，从整体课堂授课情况分析，大部分学生基本能掌握相关知识点，教学效果良好。
------------------	--