

项目

1

典型低压电气控制电路

任务1 电动机的正反转联锁控制

技能目标

1. 熟悉绘制和识读电路图、布置图及接线图的原则。
2. 熟悉常用低压电器的功能、基本结构、工作原理,熟记其图形符号和文字符号,并能正确安装、使用低压电器。
3. 熟知接触器自锁及按钮接触器双重联锁正反转控制线路的构成、工作原理,并能正确熟练地进行安装、调试与维修。

任务描述

在生产实践中,机床电气控制常常需要控制交流电动机做两个相反方向的运动,如机床主轴的正反转等。通过交流电动机的正反转联锁控制可实现两个相反方向的运动。

按下正转启动按钮,机床主轴正转。按下反转启动按钮,机床主轴能够反转。按下停止按钮,机床主轴立刻停止转动。

对于交流电动机,主要通过改变三相定子绕组上任意两相之间的电源相序的方法改变电动机转向。

知识链接

一、电气控制线路图的绘制、识读原则

生产机械电气控制线路常用电路图、布置图和接线图表示。

1. 电路图

电路图是根据生产机械运动形式对电气控制系统的要求,采用国家统一规定的电气图形符号和文字符号,按照电气设备和电器的工作顺序,详细表示电路、设备或成套装置的全

部基本组成和连接关系,而不涉及其结构尺寸、实际位置、实际配线的一种简图。

电路图能充分表达电气设备和电器的用途、作用及电路的工作原理,是电气线路安装、调试和维修的理论依据。

绘制、识读电路图时应遵循以下原则。

(1) 电路图一般包括电源电路、主电路和辅助电路三部分。

电源电路用水平线表示,三相交流电源的相序 U、V、W 自上而下依次画出,中线 N 和保护地线 PE 依次画在相线之下。直流电源的“+”端画在上边,“-”端画在下边。电源开关要水平画出。

主电路是指受电的动力装置及其控制、保护电器的支路,是电源向负载提供电能的电路。它主要由主熔断器、接触器的主触点、热继电器的热元件、电动机等组成。主电路通过的电流是电动机的工作电流,电流较大,因此主电路用粗实线表示,画在电路图的左侧并垂直于电源电路。

辅助电路一般包括控制主电路工作状态的电路,显示主电路工作状态的指示电路,提供机床设备局部照明的照明电路等。它主要由主令电器的触点、接触器的线圈及辅助触点、继电器的线圈及触点、指示灯和照明灯等组成。辅助电路通过的电流比较小,一般不超过 5A。辅助电路跨接在两相电源线之间,按照控制电路、指示电路和照明电路的顺序依次垂直画在主电路图的右侧,耗能元件(如接触器的线圈、继电器的线圈、指示灯等)在电路图的下方,与下边电源线相连。而各种电器的触点则在耗能元件与上边电源线之间。为识图方便,一般应按照从左到右、从上到下的操作顺序来表示。

(2) 电路图中,各电器的触点状态都按电路未通电或电器未受外力作用时的常态位置表示。

(3) 电路图中,各电气元件不画其实际的外形图,而采用国家统一规定的电气图形符号表示。

电路图中,同一电器的各元件不按它们的实际位置画在一起,而是按其在线路中所起的作用分画在不同电路中,但它们的动作是相互关联的。因此,必须标注相同的文字符号。图中相同的电器较多时,需要在电气文字符号后面加注不同的数字以示区别,如 KM1、KM2 等。

(4) 画电路图时,应尽可能减少或避免线条交叉。有直接电联系的交叉导线连接点要用小黑圆点表示;无直接电联系的交叉导线则不用小黑圆点表示。

(5) 电路图采用电路编号法,即对电路中的各个接点用字母或数字编号表示。

1) 主电路在电源开关的出线端,按相序依次编号为 U11、V11、W11。然后按从上到下、从左到右的顺序,每经过一个电气元件后,编号要递增,如 U12、V12、W12, U13、V13、W13……单台三相交流电动机(或设备)的三根引出线按相序依次编号为 U、V、W。对于多台电动机引出线的编号,为了不引起误解和混淆,在字母前用不同的数字加以区别,如 1U、1V、1W, 2U、2V、2W, …

2) 辅助电路编号按“等电位”原则,从上到下、从左到右的顺序用数字依次编号,每增加一个电气元件,编号依次递增。控制电路编号的起始数字是 1,其他辅助电路编号的起始数字依次递增 100,如照明电路编号从 101 开始,指示电路编号从 201 开始等。

2. 布置图

布置图是根据电气元件在控制板上的实际安装位置,采用简化的外形符号(如正方形、矩形、圆形等)而绘制的一种简图。它不用于表达各电器的具体结构、作用、接线情况及工作原理,主要用于电气元件的布置和安装。图中各电器的文字符号必须与电路图和接线图的标注一致。

3. 接线图

接线图是根据电气设备和电气元件的实际位置和安装情况绘制,只用来表示电气设备和电气元件的位置、配线方式和接线方式,而不表示电气动作原理。它是电气施工的主要图样,用于安装接线、线路的检查维修和故障处理等。绘制、识读接线图应遵循以下原则。

(1)接线图中一般表示的内容有电气设备和电气元件的相对位置、文字符号、端子号、导线号、导线类型、导线截面积、屏蔽和导线绞合等。

(2)所有的电气设备和电气元件都按其所在的实际位置绘制,且同一电器的各元件根据其实际结构,用与电路图相同的图形符号表示,并用点画线框上,其文字符号及其接线端子的编号也应与电路图中的标注一致,以便对照检查接线。

(3)接线图中的导线有单根导线、导线组(或线扎)、电缆等之分,可用连续线或中断线表示。走向相同的导线可以合并,用“线束”表示,到达接线端子板或电气元件的连接点时再分别画出。在用线束来表示导线组、电缆等时可用加粗的线条表示,在不引起误解的情况下也可部分加粗。另外,导线及管子的型号、根数和规格应标注清楚。

在实际工作中,电路图、接线图和布置图要结合使用。

二、低压电器

在交流 1200V、直流 1500V 额定电压及以下的电路中工作时,根据外界信号(机械力、电动力和其他物理量)自动或手动接通和断开电路的电器称为“低压电器”,其作用是实现对电路或非电对象的切换、控制、保护、检测和调节等。

1. 低压断路器

低压断路器不仅可以接通和分断正常负载电流、电动机工作电流和过载电流,而且可以接通和分断短路电流。其主要用于在不频繁操作的低压配电线路或开关控制柜(箱)中作为电源开关使用,具有过载、过电流、短路、断相、漏电等保护作用。常见的低压断路器外形如图 1-1 所示。

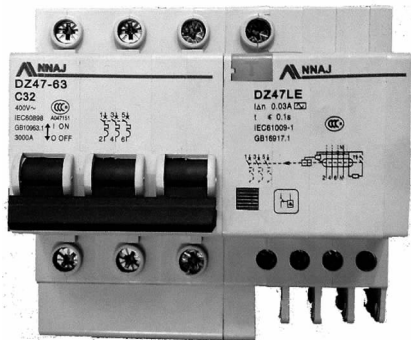


图 1-1 常用低压断路器的外形图

低压断路器主要由触点系统、操作机构、保护元件(各种脱扣器)和灭弧系统四部分组成。断路器合闸或分断操作是靠操作机构手动进行的,合闸后自由脱扣机构将触点锁在合闸位置上,使触点闭合。当电路发生故障时,通过各自的脱扣器使自由脱扣机构动作,以实现自动分断的保护作用。

低压断路器的型号及符号分别如图 1-2 和图 1-3 所示。

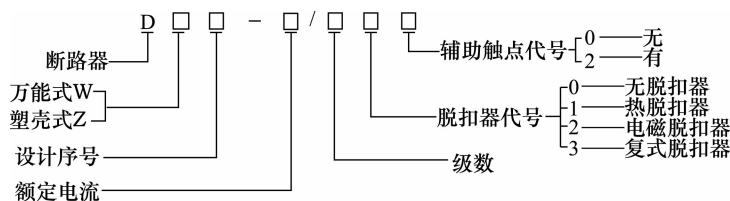


图 1-2 低压断路器的型号

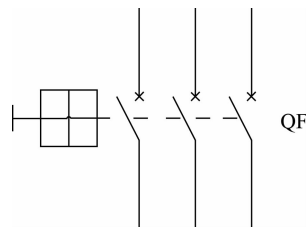


图 1-3 低压断路器的符号

2. 熔断器

熔断器由熔体(俗称保险丝)和安装熔体的熔管(或熔座)两部分组成。其中熔体是关键部分,熔体由低熔点的金属材料(如铅、锡、锌、铜、银及其合金等)制成,其形状有丝状、带状、片状等;熔管的作用是安装熔体及在熔体熔断时熄灭电弧,多由陶瓷、绝缘钢纸或玻璃纤维材料制成。常见熔断器的外形及符号分别如图 1-4 和图 1-5 所示。



图 1-4 常见熔断器的外形

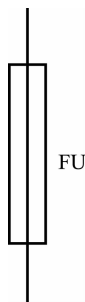


图 1-5 熔断器的符号

熔断器的型号如图 1-6 所示。

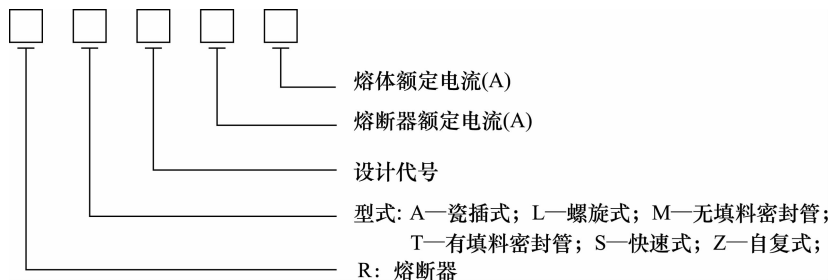


图 1-6 熔断器的型号

3. 主令电器

在控制系统中,主令电器是一种专门发布指令、直接或间接作用于控制电路的电器,常用来控制电力拖动系统中电动机的启动、停车、调速及制动等。常用的主令电器有按钮、行程开关、接近开关、主令控制器和其他主令电器,如倒顺开关、紧急开关等。

(1)按钮。按钮是一种用人力(一般为手指或手掌)操作并具有储能(弹簧)复位的一种控制开关。按钮的触点允许通过的电流较小,一般不超过5A,因此一般情况下它不直接控制主电路的通断,而是在控制电路中发出指令或信号去控制接触器、继电器等电器,再由它们去控制主电路的通断、功能转换或电气连锁等。

按钮由按钮帽、动触点、静触点和复位弹簧等构成。按钮通常做成复合式,即同时有一对动断触点和一对动合触点,如图1-7所示。常用的按钮外形如图1-8所示。

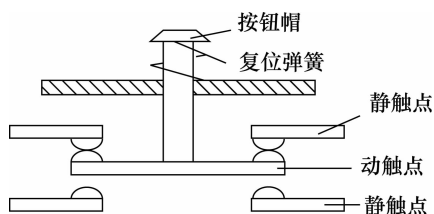


图 1-7 按钮的结构图



图 1-8 常用的按钮外形

操作时,按下按钮帽,桥式动触点向下运动,先与动断静触点分断,再与动合静触点接通,一旦操作人员的手指离开按钮帽,在复位弹簧的作用下,动触点向上运动,回复到初始位置。在复位的过程中,先是动合触点分断,然后是动断触点闭合。

按钮的型号及符号如图1-9和图1-10所示。

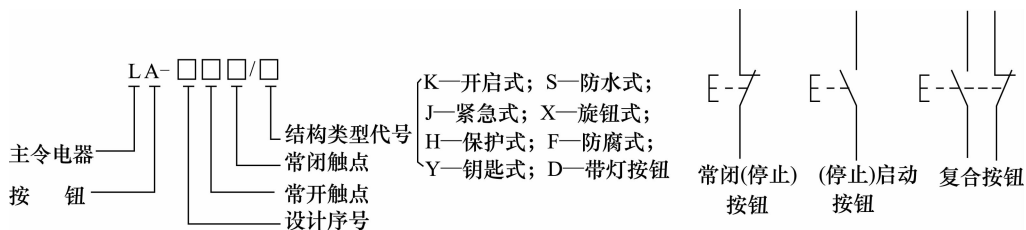


图 1-9 按钮的型号

图 1-10 按钮的符号

(2)行程开关。行程开关是利用生产机械运动部件的碰撞来发出控制指令,控制其运动方向、速度、行程或位置的一种主令电器。它主要用于机床、自动生产线和其他机械的限位自动停止、反向运动或自动往返等。

各系列行程开关的基本结构大体相同,都是由触点系统、操作机构和外壳组成的。根据操作机构的不同,常见的行程开关有按钮式、旋转式。JLXK1 系列行程开关的外形如图1-11所示。

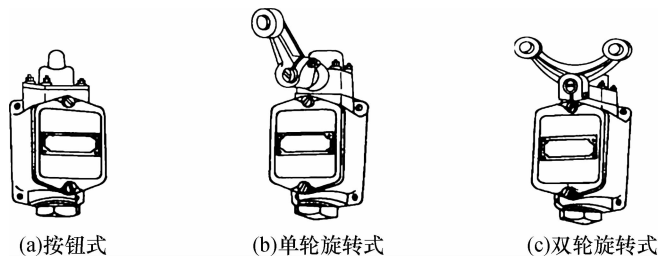


图 1-11 JLXK1 系列行程开关的外形

JLXK1 系列行程开关的动作原理如图 1-12 所示。当运动部件的挡铁碰压行程开关的滚轮时,杠杆连同转轴一起转动,使凸轮推动撞块。当撞块被压到一定位置时,推动微动开关快速动作,使其动断触点断开,动合触点闭合。

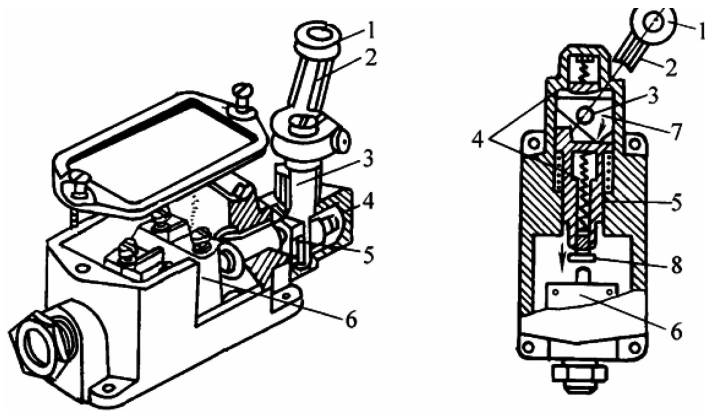


图 1-12 JLXK1-111 型行程开关的结构和动作原理图

1—滚轮;2—杠杆;3—转轴;4—复位弹簧;5—撞块;6—微动开关;7—凸轮;8—调节螺钉

常用的行程开关有 LX19 和 JLXK1 等系列,其型号及符号分别如图 1-13 和图 1-14 所示。

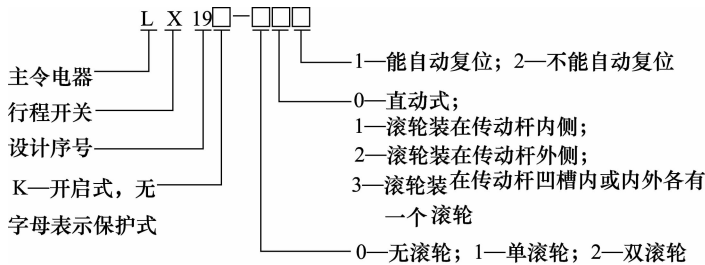


图 1-13 行程开关的型号

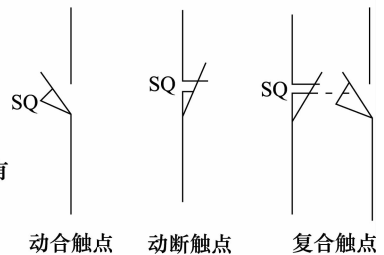


图 1-14 行程开关的符号

4. 接触器

接触器是一种自动的电磁式开关,适用于远距离频繁地接通或断开交、直流主电路及控制电路,其主要控制对象是电动机。接触器不仅能实现自动操作和欠电压、零电压释放保护功能,而且具有控制容量大、工作可靠、操作频率高、使用寿命长等优点。

接触器按主触点通过的电流分类,可分为交流接触器和直流接触器两种。在电气控制

线路中,主要采用的是交流接触器。交流接触器主要由电磁系统、触点系统、灭弧装置及辅助部件等组成。CJ10-20型交流接触器的结构如图1-15所示。

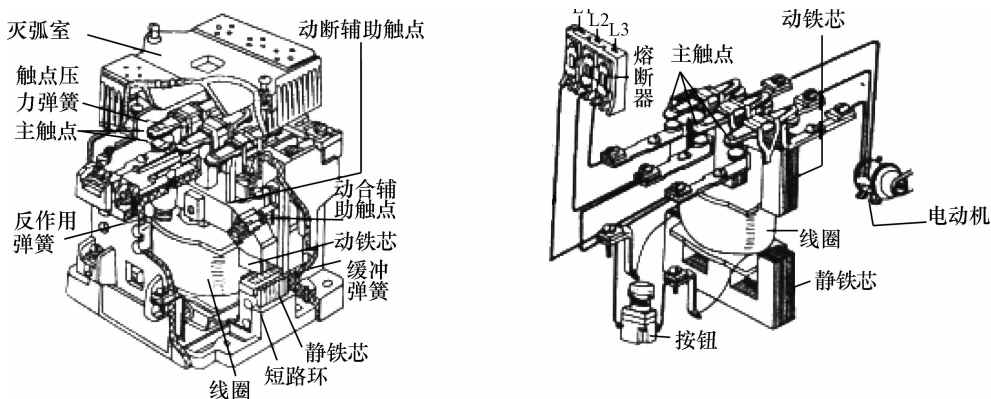


图 1-15 交流接触器的结构

(1)电磁系统。由线圈、动铁芯(衔铁)和静铁芯三部分组成。工作时,给线圈通电,线圈中流过的电流产生磁场,使静铁芯产生足够大的吸力,克服反作用弹簧的作用力,将动铁芯吸合带动触点系统断开或接通受控电路。当接触器线圈断电或电压显著下降时,由于电磁吸力消失或过小,动铁芯在反作用弹簧力的作用下复位,带动各触点恢复到原始状态。常用的CJ0、CJ10等系列的交流接触器在0.88~1.08倍的额定电压下,能保证可靠吸合。CJ10系列交流接触器的动铁芯运动方式有两种:动铁芯直线运动的螺管式和动铁芯绕轴转动的拍合式,如图1-16所示。

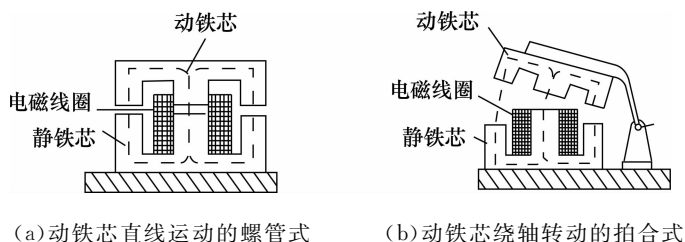


图 1-16 交流接触器电磁系统结构图

(2)触点系统。触点按接触情况可分为点接触式、线接触式和面接触式三种,如图1-17所示。按通断能力划分,交流接触器的触点分为主触点和辅助触点。其中,主触点用以通断电流较大的主电路,一般由三对接触面较大的动合触点组成;辅助触点用以通断电流较小的控制电路,一般由两对动合触点和两对动断触点组成。CJ10系列交流接触器的触点一般采用双断点桥式触点。触点是电器的执行机构,在动铁芯的带动下起接通和分断电路的作用,触点通常用铜银合金制成。

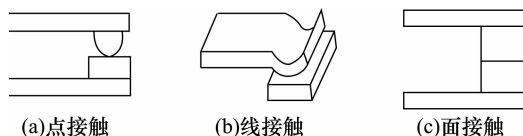


图 1-17 触点的三种接触形式

(3)灭弧装置。交流接触器在断开大电流或高电压电路时,会在动、静触点间产生很强的电弧。它一方面会灼伤触点,缩短触点的使用寿命;另一方面会使电路切断时间延长,造成短路或引起火灾。所以,电流在 10A 以上的接触器中都装有灭弧装置。交流接触器在电路中的符号如图 1-18 所示。

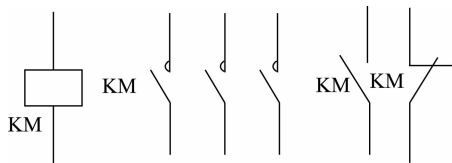


图 1-18 交流接触器在电路中的符号

交流接触器在电路图中的型号如图 1-19 所示。选用交流接触器时,它的工作电压应高于被控电路的最高电压,主触点的额定电流应大于被控电路的最大工作电流,吸引线圈的额定电压应与被控辅助电路的电源电压一致,一般为 380V 或 220V,在线路复杂或较低电源及有特殊要求时可选 127V、36V 等。

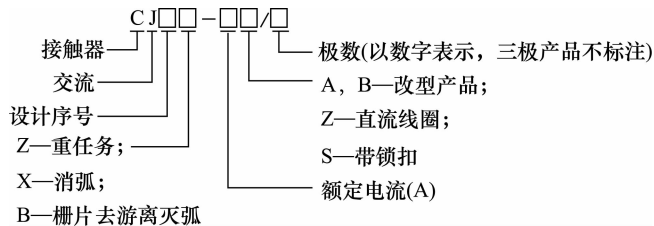


图 1-19 交流接触器在电路中的型号

(4)辅助部件。交流接触器的辅助部件有反作用弹簧、缓冲弹簧、触点压力弹簧、传动机构及底座、接线柱等,如图 1-15 所示。其中,反作用弹簧安装在衔铁和线圈之间,其作用是线圈断电后,推动衔铁使其被释放,带动触点复位。缓冲弹簧安装在静铁芯和线圈之间,其作用是缓冲衔铁在吸合时对静铁芯和外壳的冲击力,保护外壳。触点压力弹簧安装在动触点上面,其作用是增加动、静触点间的压力,从而增加接触面积,减小接触电阻,防止触点过热灼伤。传动机构的作用是在衔铁或反作用弹簧的作用下,带动动触点,使其与静触点接通或分断。

5. 热继电器

继电器是一种通过输入信号接通或断开小电流电路来实现远距离自动控制和保护电气装置的控制电器。其输入量可以是电流、电压等电量,也可以是温度、时间、速度、压力等非电量。而输出则是触点的动作或电路参数的变化。继电器不直接控制电流较大的主电路,而通过接触器或其他电器对主电路进行控制。

热继电器是由流过继电器的电流所产生的热效应而触发动作的自动保护电器,主要用于电动机的过载保护、断相保护、三相电流不平衡运行的保护及其他电气设备发热状态的控制。热继电器的形式有多种,其中双金属片式热继电器应用最多。按极数划分,热继电器可分为单极、两极和三相三种,其中三相热继电器又包括带断相保护装置的和不带断相保护装置的热继电器。

JR18 系列热继电器的外形和结构如图 1-20 所示。它主要由热元件、动作机构、触点系统、电流整定装置、复位机构和温度补偿元件等部分组成。



(a) 外形图

(b) 结构图

图 1-20 JR18 系列热继电器的外形图和结构图

(1) 热元件。热元件是热继电器的主要组成部分,由主双金属片和绕在外面的电阻丝组成。主双金属片是由两种热膨胀系数不同的金属片复合而成,金属片材料多为铁镍铬合金和铁镍合金。电阻丝一般用康铜或镍铬合金等材料制成。

(2) 动作机构。动作机构利用杠杆传递及弓簧式瞬跳机构来保证触点动作的迅速、可靠。触点为单断点弓簧跳跃式动作,一般为一个动合触点、一个动断触点。

(3) 电流整定装置。通过旋钮和电流调节凸轮来调节推杆间隙,改变推杆的移动距离,从而调节整定电流值。

(4) 复位机构。复位机构有手动和自动两种形式,可根据使用要求通过复位调节螺钉自由调整选择。一般自动复位的时间不大于 8min,手动复位时间不大于 2min。

(5) 温度补偿元件。温度补偿元件也称双金属片,其受热弯曲的方向为主双金属片一致,它能保证热继电器的动作特性在 $-30\sim+40^{\circ}\text{C}$ 的环境温度范围内基本上不受周围介质温度的影响。

使用时,将热继电器的三相热元件分别串接在电动机的三相主电路中,动断触点串接在控制电路的接触器线圈回路中。当电动机过载时,流过电阻丝的电流超过热继电器的整定电流,电阻丝发热。主双金属片向右弯曲,推动导板向右移动,通过温度补偿双金属片推动推杆绕轴转动,从而推动触点系统动作。动触点与动断静触点分开,使接触器线圈断电,接触器触点断开,将电源切除起保护作用。电源被切除后,主双金属片逐渐冷却回复原位,于是动触点失去作用力的情况下,靠弹簧的弹性自动复位。

热继电器整定电流的大小可通过旋转电流整定旋钮调节,旋钮上刻有整定电流值标尺。所谓热继电器的整定电流,是指热继电器连续工作而不动作的最大电流。

由于热继电器主双金属片受热膨胀的热惯性及动作机构传递信号的惰性原因,热继电器从电动机过载到触点动作需要一定的时间,因此热继电器不能作短路保护。但也正是这种热惯性和机械惰性,保证了热继电器在电动机启动或短时过载时不会动作,从而满足了电动机的运行要求。热继电器的型号和符号如图 1-21 和图 1-22 所示。

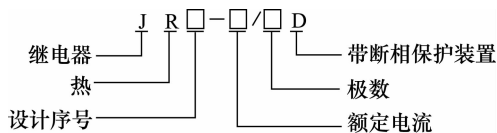


图 1-21 热继电器的型号

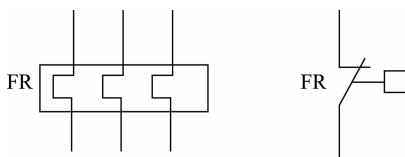


图 1-22 热继电器的符号

根据电动机的额定电流选择热继电器的规格,一般使热继电器的额定电流大于电动机的额定电流,发热元件的整定电流为电动机额定电流的 0.95~1.05 倍。根据电动机定子绕组连接方式选择热继电器的结构形式。定子绕组为 Y 形连接方式的选用普通的三相结构的热继电器,为△形连接方式的选用三相结构带断相保护器的热继电器。

任务实施

在松开启动按钮后,接触器通过自身的辅助常开触点使其线圈保持得电的作用称为自锁。与启动按钮并联起自锁作用的辅助常开触点称为自锁触点。

当一个接触器得电动作时,通过其辅助常闭触点使另一个接触器不能得电动作,接触器之间这种相互制约的作用称为接触器联锁(或互锁)。实现联锁作用的辅助常闭触点称为联锁触点(或互锁触点)。联锁用符号“▽”表示。

如图 1-23(a)所示,当主电路中 KM1 主触点闭合、KM2 主触点断开时,三相电源线 L1、L2、L3 分别接到定子绕组的 U、V、W 接线端子上,电动机正转;而当 KM1 主触点断开、KM2 主触点闭合时,三相电源线中 L1、L3 换接到定子绕组的 W、U 接线端子上,电动机反转。

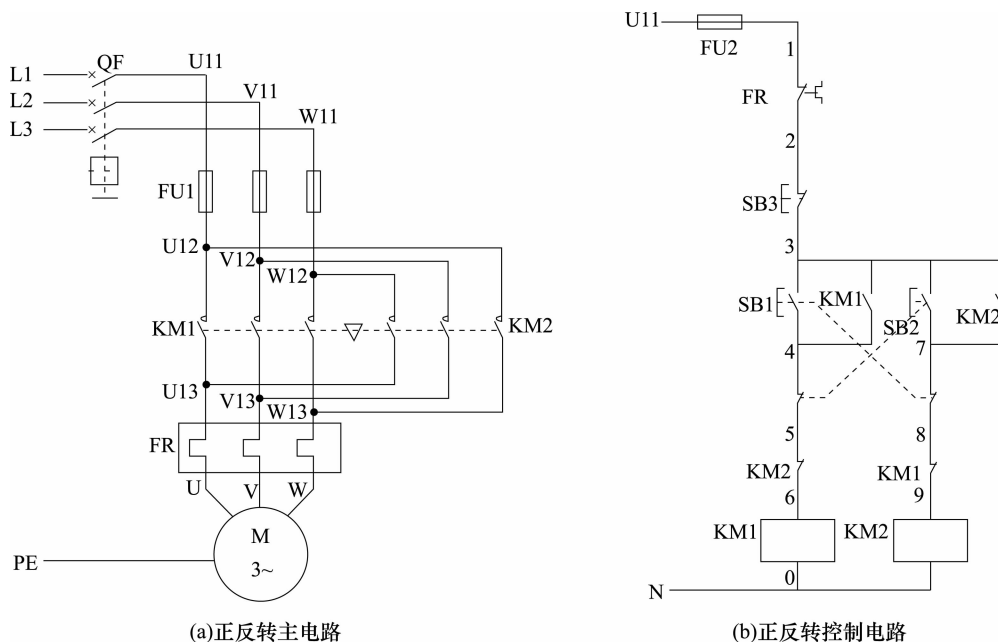


图 1-23 电动机正反转控制线路

问:接触器 KM1 和 KM2 的主触点能同时闭合吗?

答:操作时如图 1-23(b)所示,先合上电源开关 QF。按下正转按钮 SB1, KM1 线圈通电,并通过 KM1 动合辅助触点自锁。主电路中 KM1 主触点闭合、KM2 主触点断开,电动机正转。

由于 SB1、SB2 是两个复合按钮,而且复合按钮的常闭触点串接在对方的控制电路中,构成了按钮和接触器双重联锁正反转电路。反转操作时,只需按下复合按钮 SB2, SB2 的动断触点先使 KM1 线圈断电,切断对接触器 KM2 的联锁,随后 SB2 的动合触点使 KM2 线圈通电,并通过 KM2 动合辅助触点自锁,主电路中形成 KM1 主触点断开、KM2 主触点闭合的状态,电动机反转。在控制电路中, KM2 动断触点对 KM1 线圈实现联锁控制,有效地避免了接触器 KM1、KM2 主触点同时闭合而造成电源短路事故。

同样,当电动机需要正转时,按下按钮 SB1 即可。

当按下 SB3 时控制线路中各线圈均断电,电动机停转。KM1 线圈与 KM2 线圈所在支路中既有电气互锁,又有机械互锁,比较安全可靠,是机电设备中最常用的电气控制环节。

电动机的双重联锁正反转电路的应用比较广泛,凡是需要连续、反复工作的地方都会用到这种电路。以钻床为例,在钻孔加工过程中,钻头正转钻孔至预设位置后,反转收回钻头,到第二个位置后重复上述动作。

任务小结

本任务通过电动机正反转连锁控制线路引出常用电气控制元件,讲述了低压断路器、熔断器、主令电器、接触器、热继电器,介绍了这些低压电器的结构、动作原理、常用型号、符号及选择方法,讲述了三相异步电动机的正反转等基本控制环节。熟悉掌握这些电气控制元件是阅读、分析、设计较复杂生产机械控制线路的基础。

任务 2 电动机的降压启动控制

技能目标

1. 熟悉时间继电器的功能、基本结构、工作原理,熟记其图形符号和文字符号,并能正确安装、使用。
2. 熟悉 Y- Δ 降压启动控制线路的构成、工作原理并能正确熟练地进行安装、调试与维修。

任务描述

按钮、接触器双重联锁正反转控制线路加在电动机定子绕组上的电压为电动机额定电

压,属于全压启动,也叫“直接启动”。直接启动的优点是所用电气设备少,线路简单,维修量小。缺点是直接启动的启动电流大。在电源变压器容量不够大而电动机功率较大时,直接启动将导致电源变压器的输出电压下降,不仅减小电动机本身的启动转矩,而且会影响统一供电线路中其他电气设备的正常工作。因此,较大容量的电动机启动时,需要采用“降压启动”。

凡不满足下面经验公式的,均需采用降压启动。

$$\frac{I_{st}}{I_N} \leq \frac{3}{4} + \frac{S}{4P}$$

式中 I_{st} ——电动机的全压启动电流,A;

I_N ——电动机的额定电流,A;

S ——电源变压器的容量,kVA;

P ——电动机的功率,kW。

降压启动是指利用启动设备将电压降低后,加到电动机的定子绕组上进行启动,待电动机启动运转后,再使其电压恢复到额定电压正常运转。由于电流随电压的降低而减小,因而降压启动达到了减小启动电流的目的。常见的降压启动方法有定子绕组串接电阻降压启动、自耦变压器降压启动、Y- Δ 降压启动、延边三角形降压启动等。

知识链接

时间继电器是一种利用电磁原理和机械动作实现触点延时接通和断开的自动控制电器。它广泛用于需要按时间顺序进行控制的电气控制线路中。常用的时间继电器主要有电磁式、空气阻尼式、晶体管等类型。延时方式有通电延时和断电延时两种。目前,在电气控制线路中应用较多的是“空气阻尼式时间继电器”。图 1-24 所示的是 JS7-A 空气阻尼式时间继电器的外形及结构。

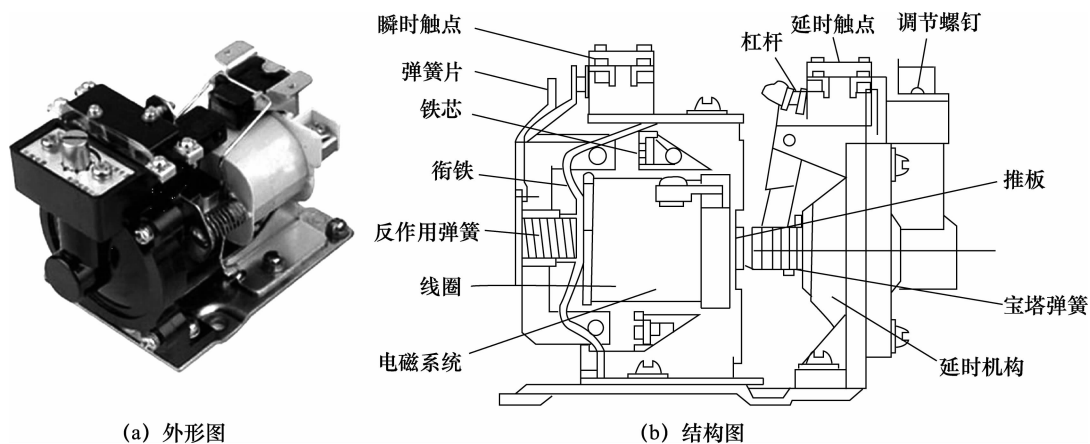
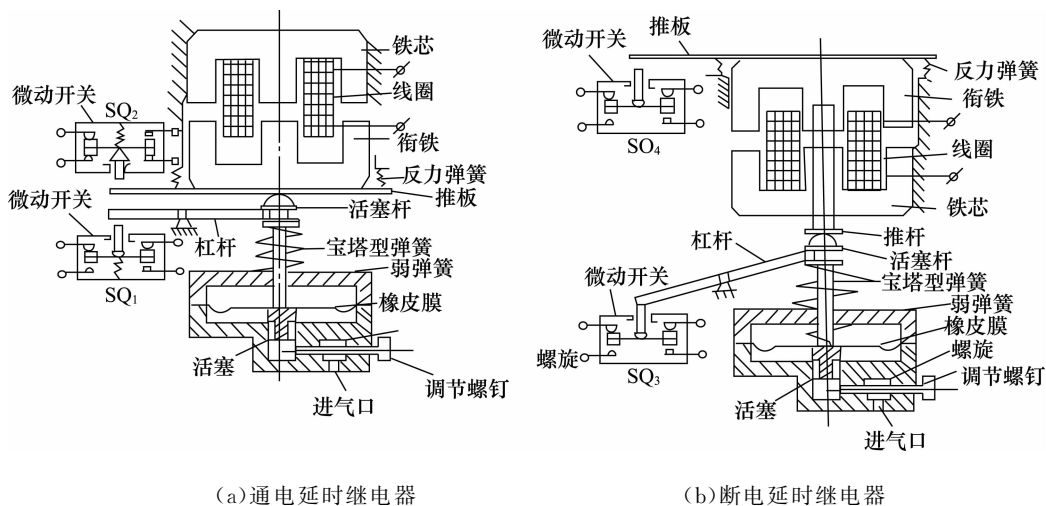


图 1-24 JS7-A 空气阻尼式时间继电器的外形及结构

空气阻尼式时间继电器又称“气囊式继电器”，主要由电磁系统、延时机构、触点系统三部分组成。其中，电磁系统为双 E 形电磁铁，延时机构采用气囊式阻尼器，触点系统由微动开关组成两对瞬时触点和两对延时触点（都分别是一对常开触点、一对常闭触点）。根据触点延时特点分为通电延时继电器和断电延时继电器。

空气阻尼式时间继电器是利用气囊中的空气通过小孔节流的原理来获得延时动作的，其原理示意图如图 1-25 所示。其中，图(a)是通电延时继电器。当电磁系统的线圈通电时，微动开关 SQ2 的触点瞬时动作，而 SQ1 的触点由于气囊中空气阻尼的作用延时动作。其延时的长短取决于进气的快慢，可通过旋动调节螺钉进行调节。当线圈断电时，微动开关的触点均瞬时动作。断电延时继电器的工作过程与其相反。



(a) 通电延时继电器

(b) 断电延时继电器

图 1-25 时间继电器的原理示意图

通电延时继电器和断电延时继电器的组成元件是通用的，将通电延时继电器的电磁机构翻转 180° 安装即成为断电延时继电器。

时间继电器在电路图中的符号和型号分别如图 1-26 和图 1-27 所示。

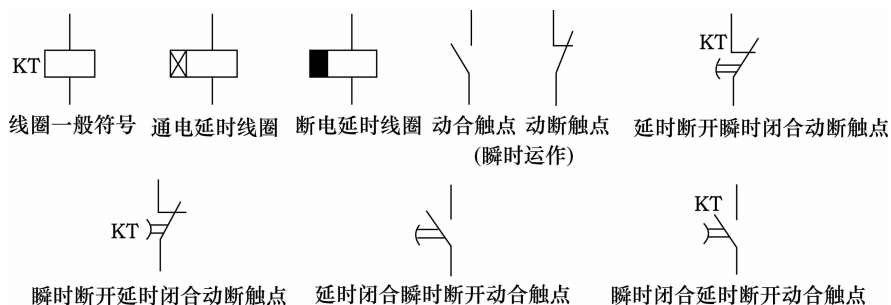


图 1-26 时间继电器的符号

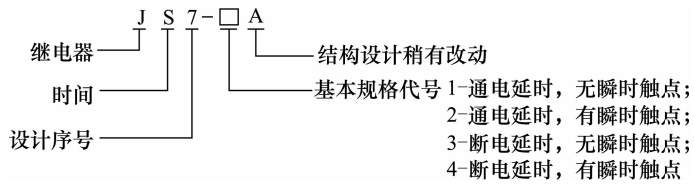


图 1-27 时间继电器的型号

任务实施

三相笼型异步电动机的容量较大时,一般采用降压启动。降压启动的实质是,在启动时减小加在电动机定子绕组上的电压,以限制启动电流,而在启动后再将电压回复至额定值,电动机进入正常运行。降压启动可以减小启动电流,减小线路压降,也就减小了启动时对线路的影响。但电动机的电磁转矩与定子绕组端电压的平方成正比,所以降压启动使电动机的启动转矩相应减小,故降压启动适用于空载或轻载时启动。

正常运行时,定子绕组接成三角形的三相笼型异步电动机可采用 Y- Δ 降压启动的方法,以达到限制启动电流的目的。图 1-28 为 Y- Δ 降压启动控制线路,适用于 125kW 及以下的三相笼型异步电动机作 Y- Δ 降压启动和停止控制。

工作原理如下。

首先合上电源开关 QF。

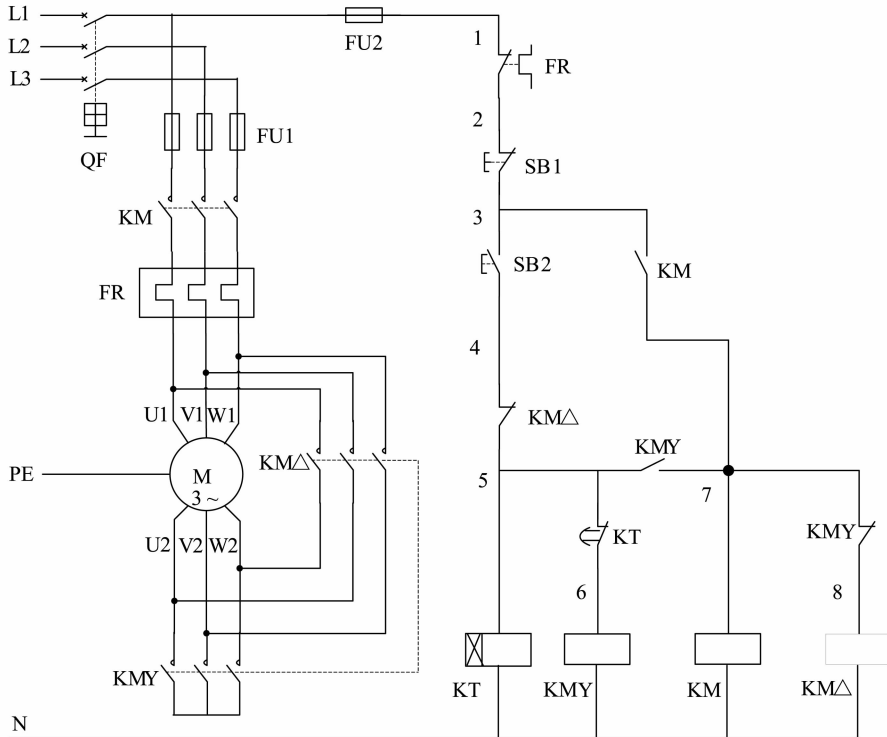


图 1-28 Y- Δ 形降压启动控制线路

然后按下启动按钮 SB2,时间继电器 KT、交流接触器 KMY、KM 的线圈同时通电,交流接触器 KMY、KM 的辅助常开触点闭合自锁,电动机的三相定子绕组通过 KMY 的主触点闭合连接成星形,KM 主触点闭合接入三相交流电源进行降压启动。KMY 的动断触点分断对 KM Δ 的联锁。

当电动机的转速接近额定转速时,通电延时型时间继电器 KT 延时结束。KT 的动断触点分断,KMY 线圈断电释放,主触点分断,解除 Y 形连接;同时 KMY 的动断触点恢复闭合,KM Δ 的线圈通电吸合,电动机绕组连接成 Δ 形全压运行。在 KM Δ 通电吸合后,其动断触点断开,使 KT 线圈断电,避免时间继电器长期工作。KMY、KM Δ 触点为互锁触点,以防止同时接成 Y 形和 Δ 形造成电源短路。

停止时,按下 SB1 即可。

控制线路中 FU1、FU2 分别用于主电路、控制电路的短路保护,FR 用于过载保护。

任务小结

本任务通过电动机降压启动控制线路介绍了时间继电器、空气阻尼式时间继电器等,介绍了几种低压电器的结构、动作原理、常用型号、符号及选择方法,讲述了三相异步电动机的降压控制等基本控制环节的设计。熟悉掌握这些电路是阅读、分析、设计较复杂生产机械控制线路的基础。

任务3 电动机的制动控制

技能目标

1. 熟悉速度继电器的功能、基本结构、工作原理,熟记其图形符号和文字符号,并能正确安装、使用。
2. 熟知反接制动启动控制线路的构成、工作原理并能正确熟练地进行安装、调试与维修。

任务描述

在生产过程中,许多机床(如万能铣床、组合机床等)都要求能迅速停车和准确定位,这就要求必须对电动机采取有效的制动措施。制动控制的方法有两大类:机械制动和电气制动。其中,机械制动是采用机械装置(如电磁抱闸制动器、电磁离合器等)产生机械力来强迫电动机迅速停车;电气制动则是在电动机上加入与其旋转方向相反的电磁转矩,起

制动作用。

知识链接

“反接制动”是电气制动常用的方法,其实质是改变三相异步电动机定子绕组中的三相电源相序,使定子绕组产生与转子方向相反的旋转磁场,因而产生制动转矩。

电动机反接制动时,转子与旋转磁场的相对速度接近于两倍的同步转速,所以流过定子绕组的反接制动电流相当于全压启动电流的两倍。因此反接制动方法的制动转矩大,制动迅速,但冲击大,通常适用于 10kW 及以下的小容量电动机。为防止绕组过热、减小冲击电流,通常在笼式异步电动机定子电路中串入反接制动电阻。另外,采用反接制动,当电动机转速即将降至零时,要及时将反接电源切断,防止电动机反向再启动。通常控制电路是用“速度继电器”来检测电动机转速并控制电动机反接电源的断开。

图 1-29 为 JY1 型速度继电器的外形及结构,它主要由转轴、定子、转子和触点等组成。其中,转子由永磁铁制成,固定在转轴上;定子由硅钢片叠成;触点有两组,一组工作在转子正转时,另一组工作在转子反转时。

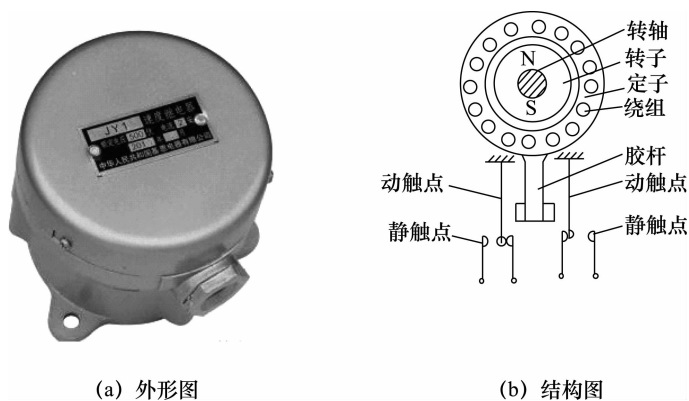


图 1-29 JY1 型速度继电器的外形及结构

使用时,速度继电器的转轴与电动机的转轴连接在一起。电动机旋转时,速度继电器的转子随之旋转形成旋转磁场,旋转磁场在定子绕组上产生感应电动势与感应电流,感应电流又与旋转磁场相互作用产生电磁转矩,使定子与之相连的胶杆偏转。当定子偏转到一定角度时,胶杆推动动触点,进而使继电器触点动作;当转子转速减小到接近零时,定子的电磁转矩减小,胶杆恢复原状,触点也复位。

如图 1-30 所示是速度继电器的符号及型号。速度继电器的动作转速一般为 100~300r/min,复位转速在 100r/min 以下。

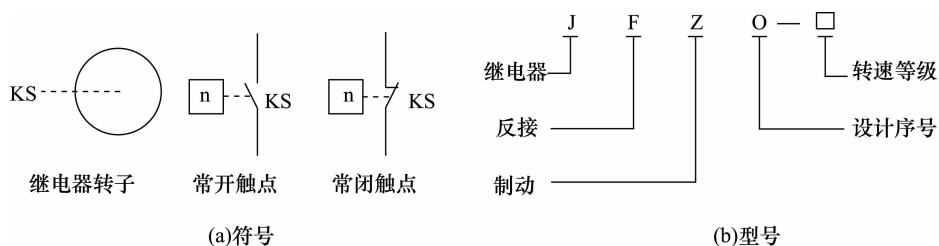


图 1-30 速度继电器的符号及型号

任务实施

如图 1-31 所示为单向启动反接制动控制电路。图中, KM1 为电动机单向运转接触器, KM2 为反接制动接触器; KS 为速度继电器, 其轴与电动机轴相连; R 为反接制动的限流电阻。

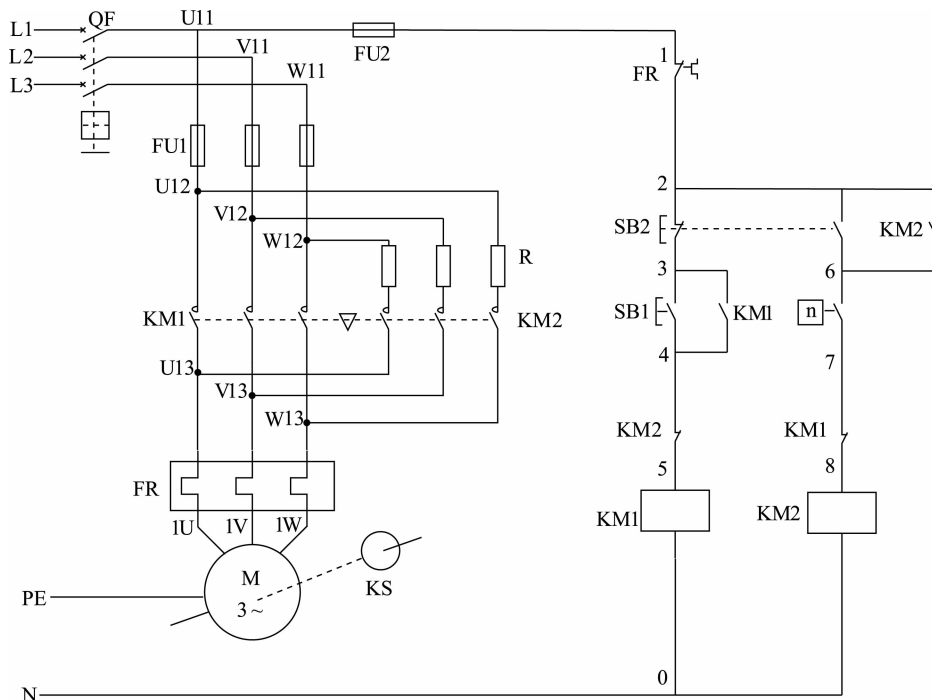


图 1-31 电动机单向启动反接制动控制电路

线路工作原理如下。

首先合上电源开关 QF。

然后按下按钮 SB1, 接触器 KM1 线圈通电并自锁, KM1 主触点闭合电动机全压启动并正常运行。与电动机有机械连接的速度继电器 KS 转速超过其动作值时, 其常开触点闭合, 为反接制动作准备。

需要停车时, 按下按钮 SB2, 其动断触点先分断, KM1 线圈断电释放, KM1 的主触点和

动合辅助触点同时回复原状,切断电动机原相序三相电源,电动机惯性运转。当将 SB2 按到底时,其动合触点闭合,使 KM2 线圈通电并自锁,KM2 动断辅助触点断开,切断 KM1 线圈的控制电路。同时 KM2 的主触点闭合,电动机串接电阻接入反相序三相电源进行反接制动,电动机转速迅速下降。当转速下降到速度继电器 KS 释放转速时,KS 释放,其动合触点复位断开,切断 KM2 线圈控制电路,KM2 线圈断电释放,其主触点断开,切断电动机反相序三相交流电源,反接制动结束,电动机惯性停车。

任务小结

本任务通过电动机制动控制介绍了速度继电器,介绍了这种低压电器的结构、动作原理、常用型号、符号及选择方法,介绍了电动机单向启动反接制动控制的设计。熟练掌握阅读、分析、设计较复杂生产机械控制线路,增强学生独立设计电气控制线路的能力。

项目习题

一、选择题

- 交流接触器的组成部分中()发热是主要的。
 - 线圈
 - 铁芯
 - 触点
 - 绕组
- 时间继电器从结构上看,只要改变()的安装方向,便可获得两种不同的延时方式。
 - 触点系统
 - 电磁系统
 - 气室
 - 绕组
- 低压电器产品全型号中的第一位为()。
 - 设计代号
 - 基本规格代号
 - 类组代号
 - 辅助规格代号
- 按下复合按钮时()。
 - 动合触点先闭合
 - 动断触点先断开
 - 动合、动断触点同时动作
 - 无法确定
- 热继电器中双金属片的弯曲是由于()造成的。
 - 机械强度不同
 - 热膨胀系数不同
 - 温度变化
 - 温差效应
- 一般速度继电器转轴转速低于()以下时,触点复位。
 - 80r/min
 - 100r/min

C. 120r/min

D. 150r/min

二、填空题

1. 时间继电器按延时方式可分为_____和_____。
2. 热继电器在电路中作为_____保护。
3. 电磁系统一般由_____、_____、_____构成。
4. 接触器可用于频繁通断_____电路,又具有_____保护作用。
5. 热继电器的用途是_____,对于 Δ 形负载,应该使用_____热继电器。
6. 行程开关可将_____信号转化为电信号,通过控制其他电器来控制其运动方向、行程或进行限位保护。

三、判断题

1. 分析电气图可按布局顺序从右到左、自上而下地逐级进行。 ()
2. 动断按钮可作为停止按钮使用。 ()
3. 接触器除通断电路外,还具有短路和过载的保护功能。 ()
4. 反接制动是指改变电动机的电源相序来产生制动力矩,迫使电动机迅速停转的方法。 ()
5. 大容量 Y 形连接的电动机可采用 Y- Δ 降压启动。 ()

四、简答题

1. 时间继电器触点有哪几种? 画出其图形符号。
2. 交流接触器工作时为什么会有噪声和振动? 为什么在铁芯端面上安装短路环后可以减少噪声和振动?
3. 额定电压相同的交、直流继电器能否相互代用? 为什么?
4. 交流接触器线圈通电后,若动铁芯因故卡住而不能吸合,将出现什么后果? 为什么?

五、设计题

设计一个断电延时的 Y- Δ 降压电路。