



认识电动机控制线路

机床或其他生产机械的运动部件大多是由电动机来带动的,为完成一定的生产顺序,需对电动机的启动、停止、正反转及延时动作等进行控制,这一控制过程是由继电器、接触器等控制电器来实现的,其对应的控制线路可用原理图来描述。在原理图中,各种电器都用统一的符号来表示,且规定所有电器的触点均表示在起始情况下的位置,即在没有通电或没有发生机械动作时的位置。

任务 3.1 电动机常用控制线路的类型与保护



任务目标

- (1) 了解电动机控制线路的主要类型。
- (2) 了解电动机的各种保护方式和工作原理。



任务过程

1. 电动机常用控制线路

三相异步电动机具有效率高、价格低、控制维护方便等优点,在工矿企业生产中应用十分广泛。人们常把用电动机带动生产机械的系统称为电力拖动,其主要任务是对电动机实现各种控制和保护。

三相异步电动机的基本控制线路类型如图 3-1 所示。

在本项目中,选择一些常见的、具有代表性的电路介绍,书中未涉及的相关内容,请大家参阅其他相关书籍。

2. 电动机的各种保护

要使电气控制系统长期无故障地运行,除了要能满足生产机械的具体工艺要求外,还必须要有各种保护环节。保护环节是所有机床电气控制系统不可缺少的组成部分。电气控制系统中的保护环节包括短路保护、过流保护、弱磁保护、过载保护、欠压保护、零压保护。

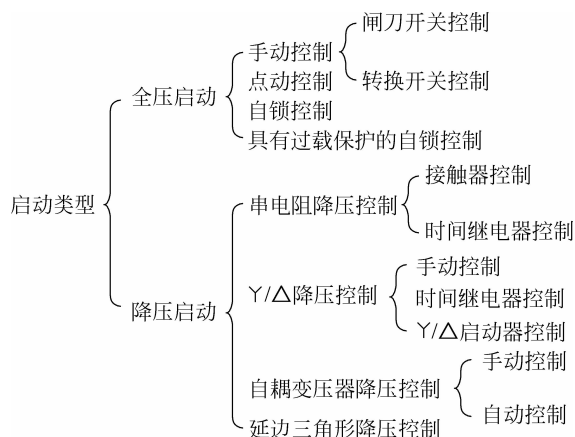


图 3-1 三相异步电动机的基本控制线路类型

图 3-2 所示为具有接触器自锁的控制线路原理图，它具有短路保护、失压保护、欠压保护、过载保护功能。

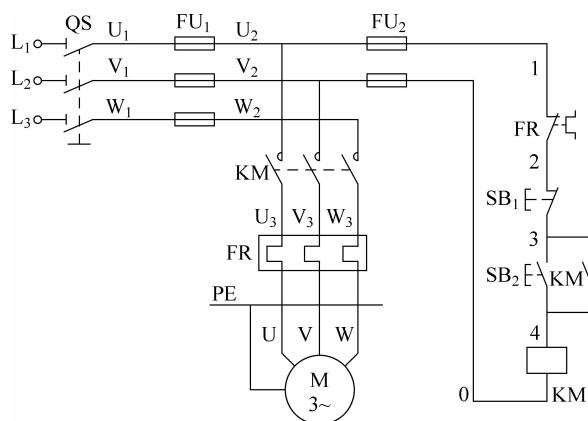


图 3-2 接触器自锁的控制线路原理

(1) 短路保护

电动机绕组、导线的绝缘损坏或线路发生故障时往往会引起短路，巨大的短路电流会导致电气设备损坏。因此发生短路时，必须迅速切断电源。常用的短路保护元件有熔断器和自动开关。

① 熔断器结构简单、价廉，但动作准确性较差，熔体断了后需重新更换，而且若只断了一相还会造成电动机的单相运行，所以只适用于自动化程度和动作准确性要求不高的系统。

② 对于自动开关，只要发生短路就会自动跳闸，将三相电路同时切断。自动开关结构较复杂，操作频率低，广泛用于要求较高的场合。

(2) 失压保护

失压保护也称零压保护。在电动机运行时，由于外界的原因突然断电又重新供电，如果没有失压保护的功能，一旦外界电源断电，电动机停转后又会自行启动运转，这将对人员或电气设备造成危害。在具有自锁的控制线路中，一旦断电，自锁触点就会断开，接触器就会

断电,不重新按下启动按钮,电动机将无法自行启动。只有操作人员再次按下启动按钮后,电动机才会重新启动。从而保护了人身和电气设备的安全。

(3) 欠压保护

“欠压”是指电动机主电路和控制线路的供电电压小于电动机的额定电压,这样的后果会使得电动机的转矩明显下降,并且转速也随之下降,影响电动机的正常工作。在欠压严重时,会烧毁电动机,发生事故。

在具有接触器自锁的控制电路中,控制电路接通后,当电源电压降低到一定值(一般降低到额定电压的 85%以下)时,会因接触器线圈产生的磁通减弱,电磁吸力减弱,动铁芯在反作用力弹簧作用下释放,主触点断开,电动机停转,同时自锁触点断开,失去自锁作用,从而达到欠压保护的目 的。

(4) 过载保护

在图 3-2 所示的主电路中串入了热继电器 FR,其作用是过载保护。电动机在运转过程中若遇到频繁启、停操作,负载过重或缺相运行时,会引起电动机定子绕组中的负载电流长时间地超过额定工作电流,而此时熔断器可能不会熔断,所以要对电动机实行过载保护。

电动机过载时,过载电流将使热继电器中双金属片弯曲动作,使串接在控制线路中的触点断开,从而切断接触器线圈的电路,主触点断开,电动机脱离电源而停转。

任务检测

按表 3-1 所示完成检测任务。

表 3-1 电动机常用控制线路的类型与保护检测表

课题	电动机常用控制线路的类型与保护					
班级		姓名		学号		日期

(1) 电动机控制线路的主要类型有哪些?

(2) 简述电动机的各种保护方式和工作原理。

指导教师(签名)		得分	
----------	--	----	--

任务 3.2 电动机常用控制线路

分任务 3.2.1 电动机直接启动控制线路



任务目标

- (1) 掌握直接启动控制线路的原理。
- (2) 了解直接启动控制线路存在的问题。



任务过程

1. 直接启动控制线路电气原理图

直接启动属于全压启动控制中的一种,对小容量电动机的启动及对控制条件要求不高的场合,可用胶盖闸刀控制,它不需要通过按钮来控制,称为直接启动控制线路,直接启动控制线路电气原理如图 3-3 所示。

2. 工作流程

(1) 电气原理如图 3-3 所示,当合上电源开关 QS 时,三相交流电经闭合的 QS 触点、熔断器直接加到电动机 M 的三相绕组 U、V、W,电动机 M 得电启动。

其电流方向为:三相电源→刀开关→熔断器→电动机。

启动过程可以归纳为:合上 QS→电动机得电转动。

(2) 要让电动机停止工作,只要断开电源开关 QS, QS 触点断开,电动机 M 断电停止。停止过程可以归纳为:断开 QS→电动机失电停转。

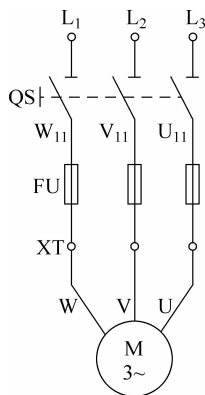


图 3-3 直接启动控制线路电气原理

3. 利弊分析

(1) 电路简单

该控制电路只要两个控制元件,即刀开关和熔断器,因此电路简单,安装、接线、维修都很方便。

(2) 缺少电动机保护

由于在电路中只有熔断器,因此当电路发生短路故障时,可以经熔断器对电动机进行保护。但是当电路发生过载、欠压时,电流的数值没有达到熔断器熔丝的额定电流,会使得电动机在长时间大电流状态下工作而损坏。

该电路也不具备失压保护能力,失压保护也称零压保护,在电动机运行时,由于外界的原因突然断电又重新供电,如果没有失压保护的功能,一旦外界电源供电,电动机停转后又会自行启动运转,这将对人员或电气设备造成危害。

(3) 使用范围窄

由于电机的启动和停止操作,都是由工作人员手动操作刀开关,因此只能在一些电流容

量较小的短路中使用,如小型台钻、砂轮机、机床的主轴电动机和冷却泵电动机的单向运转控制。

在负载重、电压高的电动机电路中,手动频繁操作刀开关时,在开关断开与闭合的瞬间,会产生电弧,存在触电的危险,因此它不适合于需要频繁操作的电路。

 任务检测

按表 3-2 所示完成检测任务。

表 3-2 电动机直接启动控制线路检测表

课题	电动机直接启动控制线路						
班级		姓名		学号		日期	

(1) 简述电动机直接启动控制线路的启动和停止过程。

(2) 电动机直接启动控制线路在实际使用中存在哪些不足?

指导教师(签名)		得分	
----------	--	----	--

分任务 3.2.2 电动机点动控制线路

 任务目标

- (1) 掌握点动控制线路的原理。
- (2) 了解点动控制线路存在的问题。

 任务过程

在电动机控制电路中,如果需要频繁地启动和停止操作,控制开关不能直接在电动机主电路上进行,而是利用一种转换,手动控制小电流电路中的特殊的执行器件,然后利用这种特殊的执行器件来控制电动机主电路的接通与断开,从而达到控制电动机启动和停止。

点动属于全压启动控制的一种。电动控制指需要电动机短时间断续地工作,只要按下

按钮电动机就转动,松开按钮电动机就停止转动的动作控制。如电动葫芦和机床快速移动装置等,常用这种控制方式。

1. 电气原理图

点动控制线路电气原理图如图 3-4 所示,其主电路上在直接启动控制电路原有的基础上,增加了一个特殊的控制器件——KM 主触点,KM 是一种常用的电压电器,称为接触器,在未通电的情况下,该接触器主触点为断开状态。

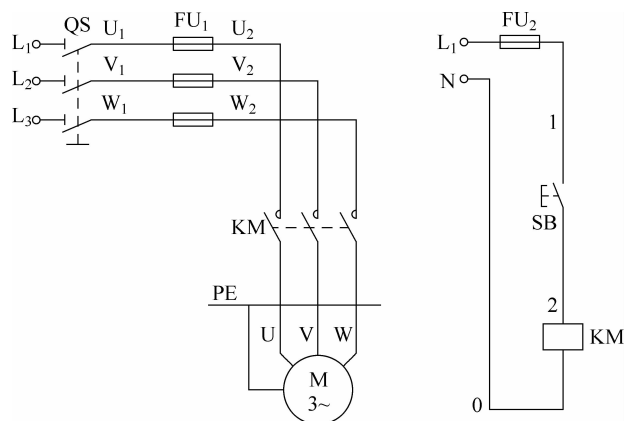


图 3-4 点动控制线路电气原理图

(1) 当合上电源开关 QS 时,电动机是不会启动运转的,因为这时接触器 KM 的线圈未通电,它的主触点处在断开状态,电动机 M 的定子绕组上没有电压。

(2) 要使电动机 M 转动,只要按下按钮 SB,使接触器线圈 KM 得电,主电路中的主触点 KM 闭合,电动机 M 即可得电启动。

控制电路电流方向为: W 相电源→按钮→接触器线圈→V 相电源。

主电路电流方向为: 三相电源→刀开关→熔断器→接触器主触点→电动机。

其过程可以归纳为: 合上 QS→按住 SB→KM 得电→KM 主触点闭合→电动机得电转动。

(3) 要使电动机 M 停转,只要松开按钮 SB 时,使接触器线圈 KM 即失电,从而使接触器主触点断开,切断电动机 M 的电源,电动机即停转。这种只有当按下按钮电动机才会运转,松开按钮即停转的线路,称为点动控制线路。其过程可以归纳为: 松开 SB→KM 失电→KM 主触点断开→电动机失电停转。

2. 利弊分析

与直接启动控制电路相比,具备欠压保护、失压保护。

(1) 欠压保护

电路欠压将使电动机电流增大,温升过高,产生高热甚至烧毁。欠压保护是指电源电压下降到超过允许值时,控制电路动作,分断主电路对电动机实行保护。

电源电压下降到额定电压的 85% 时,接触器线圈电流减小,动铁芯在弹簧作用下释放,分断主电路。

(2) 失压保护

失电时控制电路失去电压,接触器线圈断电,电磁力消失,动铁芯复位,将接触器动合主触点、动合辅助触点全部分断。即使线路重新通电,电动机也不会启动,必须重按启动按钮,才能使电动机恢复工作。

(3) 缺乏过载保护

电动机在运行中负载过重、频繁启动或电源缺相都将使通过电动机绕组的电流增大而使其过热,导致绝缘老化甚至烧毁电动机。

(4) 不能连续工作

由于接触器是靠按钮来控制的,要实现电动机连续工作,必须始终按住按钮,这样会给操作带来不便。

任务检测

按表 3-3 所示完成检测任务。

表 3-3 电动机点动控制线路检测表

课题	电动机点动控制线路						
班级		姓名		学号		日期	

(1) 简述电动机点动控制线路的启动和停止过程。

(2) 电动机点动控制线路在实际使用中存在哪些不足?

指导教师(签名)		得分	
----------	--	----	--

分任务 3.2.3 电动机接触器自锁控制线路

任务目标

- (1) 掌握接触器自锁控制线路的原理。
- (2) 能分析接触器自锁控制线路的工作原理。

任务过程

1. 点动控制线路的改进

在电动机的点动控制线路中,为了使电路具有过载保护能力,在主电路中添加一个低压电器,即热继电器,带过载保护点动控制线路电气原理图如图 3-5 所示。

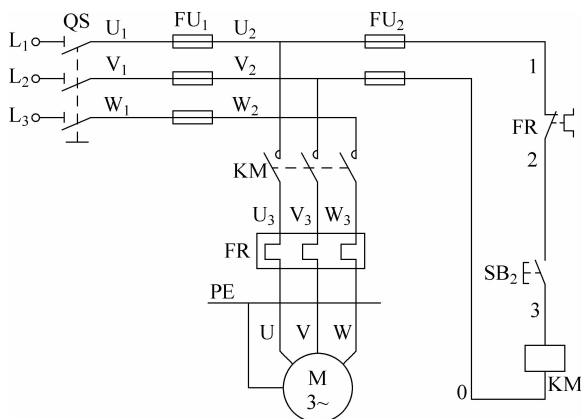


图 3-5 带过载保护点动控制线路电气原理图

与前述点动控制线路比较,主电路增加了一个热继电器 FR 热元件,在控制电路中增加了一个热继电器 FR 的常闭触点,使得电路具有过载保护的能力。

电动机运行过程中,由于过载或其他原因使线路供电电流超过允许值时,热元件因通过大电流而温度升高,烘烤双金属片使其弯曲,将串联在控制电路中的动断触点 FR 分断,使控制电路接触器线圈断电,释放主触点,切断主电路,使电动机断电停转,从而起到过载保护作用。

2. 连续运转电气原理图

在点动控制线路中,由于松开按钮后,接触器线圈被断开,无法实现电动机的连续运转,采用什么方法可以使接触器线圈在松开按钮后不会失去电压呢?

松开按钮后要使接触器线圈的供电回路仍处于接通的状态,一般是在启动按钮上并联一个开关,在未按下按钮前,该开关是断开的;按下按钮后,该开关是闭合的。这个开关称为自锁开关,这样即使松开按钮,由于自锁开关是闭合的,保证了接触器线圈的正常供电,使得电动机连续运转。具备自锁开关功能的是接触器的辅助常开触点,如图 3-6 所示。

虽然在松开按钮后电动机可以连续运转,却无法使电动机停止,为此在控制电路中串入一个停止按钮,如图 3-7 所示。

当电动机需要长时间连续运转时,采用这种控制方式。自锁是指当电动机启动运转后,松开启动按钮,控制电路仍保持接通,电动机继续运转。只有按下停止按钮后,控制电路断电才停止运转。

(1) 当按下启动按钮 SB_2 ,线圈 KM 通电主触点闭合,电动机旋转。当松开按钮时,电动机 M 不会停转,因为这时接触器线圈 KM 可以通过并联在 SB_2 两端已闭合的辅助触点

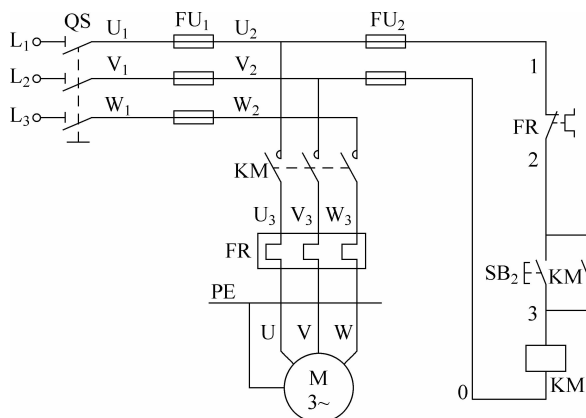


图 3-6 辅助常开触点的自锁电气原理图

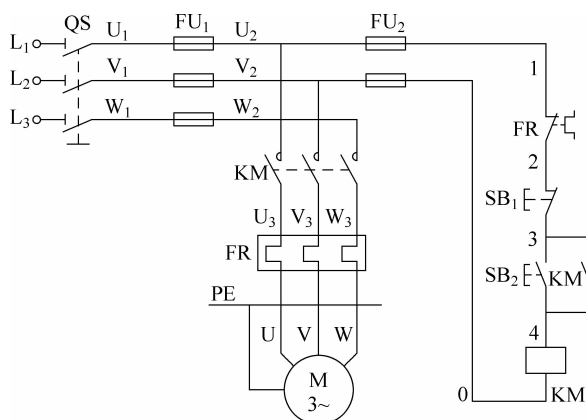


图 3-7 加停止按钮的自锁电气原理图

KM 继续维持通电,保证主触点 KM 仍处在接通状态,电动机 M 就不会失电,也就不会停转。这种松开按钮而仍能自行保持线圈通电的控制线路称为具有自锁(或自保)的接触器控制线路,简称自锁控制线路。与 SB₂ 并联的这一对常开辅助触点 KM 称为自锁(或自保)触点。

控制电路电流方向为: W 相电源→热继电器触点→停止按钮→启动按钮(自锁触点)→V 相电源。

主电路电流方向为: 三相电源→刀开关→熔断器→接触器主触点→热继电器→电动机。

其启动过程如图 3-8 所示。

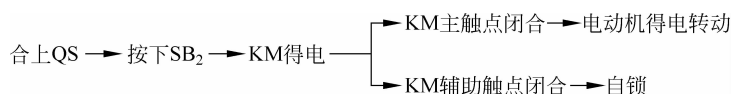


图 3-8 启动过程

(2) 要使电动机停止运转,按下停止按钮 SB_1 ,接触器主触点断开,使电动机失电停转,同时辅助自锁触点断开,解除自锁,其停止过程如图 3-9 所示。



图 3-9 停止过程

任务检测

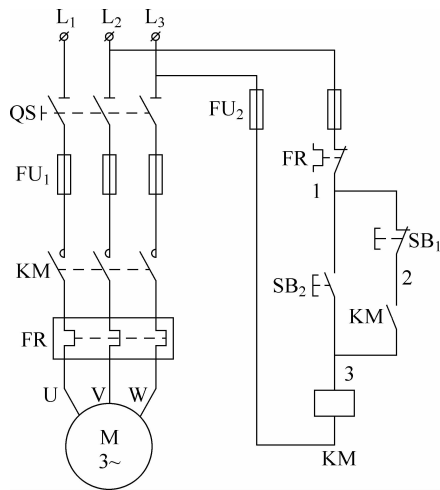
按表 3-4 所示完成检测任务。

表 3-4 电动机接触器自锁控制线路检测表

课题	电动机接触器自锁控制线路					
班级		姓名		学号		日期

(1) 简述电动机接触器自锁控制线路的启动和停止过程。

(2) 分析下图所示启动自锁与停止控制的工作原理。



指导教师(签名)		得分	
----------	--	----	--

分任务 3.2.4 接触器连锁正反转控制线路

任务目标

- (1) 掌握接触器连锁正反转控制线路的原理。
- (2) 能分析接触器连锁正反转控制线路的工作原理。