

模块二 电气控制基本电路



继电器-接触器控制系统是一种常规的电力拖动自动控制系统,这种系统原理是通过按钮(或主令控制器)使继电器动作,再由继电器控制接触器动作,接通和分断电动机的电源。目前,在港口电气设备中,大中型机械设备的电气控制采用以可编程控制器(PLC)为中心的自动控制系统,但继电器-接触器控制系统由于结构简单、维护调整简便、价格低廉等优点,仍被一些机械设备所应用。无论电力拖动系统的自动控制多么复杂,总是遵循一定的基本原则和控制环节,都是由一些比较简单的基本控制环节组成。所以本模块以三相笼型异步电动机、绕线转子电动机、直流电动机为控制对象,着重阐述组成电气控制线路的基本环节及基本原理。掌握这些基本的原则和控制环节,是学习电气控制必备的基础,也是掌握PLC编程方法的基础。

用电器的图形符号并按工作顺序排列,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,而不考虑实际位置的简图,称为电路图或电气原理图又称为线路原理图。在电力拖动系统中,常用大量的电器元件,各电器元件之间相互联系比较复杂,为了清楚地说明线路的设计意图,理解电气控制的原理,电力拖动电气原理图根据通过的电流大小分为主电路和辅助电路(控制电路)两部分。主电路是电气线路中强电流通过的部分,即流过电气设备负荷电流的动力电路。根据主电路中电动机和执行电器的控制要求,对主电路通断以及监视和保护主电路正常工作的控制电路,称为辅助电路(控制电路)。

课题一 三相笼型异步电动机基本控制电路

知识点

- ☆三相笼型异步电动机直接起动正反向控制电路
- ☆三相笼型异步电动机降压起动控制电路
- ☆三相笼型异步电动机各种调速控制电路
- ☆三相笼型异步电动机制动控制电路

技能点

- ☆分析三相笼型异步电动机基本控制电路原理
- ☆正确安装与调试三相笼型异步电动机基本控制电路



一、课题引入

随着能源利用和环保要求的不断提高,三相异步电动机成为港口机械的唯一原动力。变频技术的发展与应用,使三相笼型异步电动机的变频调速成为最理想、最有发展前途的调速方式之一。学习三相笼型异步电动机的基本控制电路是深入研究港口机械电气控制设备的基础。

二、课题分析

为了适应港口机械不同生产特性,要求三相笼型异步电动机工作在不同状态。三相笼型异步电动机的起动、换向、调速及制动的控制是本课题学习主要内容。

三、相关知识

(一)三相笼型异步电动机直接起动控制

1. 直接起动的条件

笼型异步电动机因具有结构简单、价格便宜、坚固耐用及维护方便等优点被广泛使用。根据电动机原理可知,异步电动机在起动时的起动电流可达额定电流的5倍~7倍。由于异步电动机直接起动的电流很大,会引起电网电压的突然波动,影响其他用电设备的正常工作,因此允许采用直接起动的电动机主要取决于电动机本身的功率与变压器的容量。一般在有独立变压器供电(即为动力用电专用变压器)情况下,若电动机起动频繁,则电动机功率不大于变压器容量的20%时允许直接起动;若电动机不经常起动,电动机功率小于变压器容量的30%时可允许直接起动。如果没有独立变压器(动力与照明用电合用一台变压器)的情况下,电动机起动比较频繁,则可用经验下列公式来估算,如能满足下列关系则可直接起动。

$$\frac{\text{起动电流 } I_s(A)}{\text{额定电流 } I_n(A)} \leq \frac{3}{4} + \frac{\text{供电电力变压器容量(KVA)}}{4 \times \text{起动电动机功率(KW)}}$$

所以电动机的起动方式分全压起动(直接起动)和降压起动两种。

2. 单向直接起动控制

(1) 点动控制线路

图2-1所示为单向点动线路图。其控制原理是:在主电路中合上电源隔离开关QS,按下辅助电路中的常开启动按钮SB,接触器KM线圈获得电压而将衔铁吸合,其主电路中的三个常开主触头闭合,电动机M获得对称的三相电源而直接起动运转。当放开按钮SB后,KM线圈失电,接触器衔铁在复位弹簧的作用而复位,三对主触头恢复断开,电动机失电停转。从上述分析可知,此线路按下按钮时电动机转动,而松开按钮时电动机停止,这种控制称为点动控制。多用于控制电动机的短时运行,如机床的对刀调整、行车移动、车床床鞍快速短程移动等都采用这种控制线路,在该线路中用FU1、FU2分别作电路总短路保护和辅助电路短路保护。

(2) 连续控制线路

控制电动机长时间连续运行的电路,称为连续控制或长动控制。线路原理图见图2-2,

其工作原理是:起动时,在主电路中合上电源开关 QS 准备给电动机供电,按下起动按钮 SB₁,接触器 KM 得电,KM 的三个主触头闭合,电动机获得三相电压起动;同时接触器的一对与起动按钮 SB₁相并联的常开辅助触点也闭合,这样当放开起动按钮 SB₁时,接触器 KM 线圈仍保持通电,使电动机运转,这种依靠接触器自身的辅助触点保持线圈通电的电路称为自保或自锁电路。按下停止按钮 SB₂,接触器 KM 线圈失去电压,主触头和辅助触头均断开,电动机停转,放开停止按钮 SB₂后不可能使 KM 的线圈再获得电压。

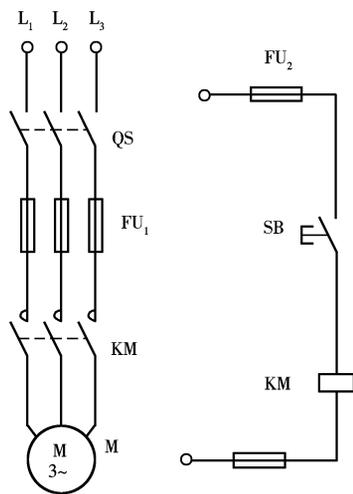


图 2-1 单向点动线路图

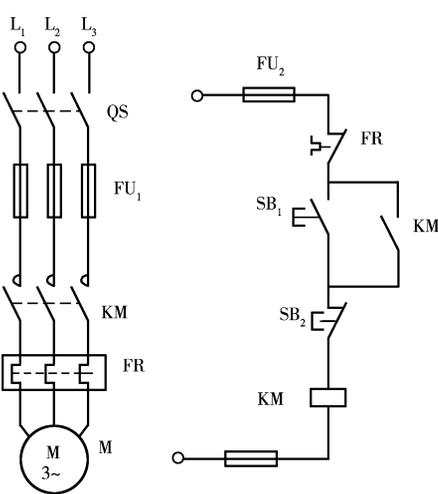


图 2-2 连续控制电路

为了表明电动机的工作状态,利用接触器的辅助触点来控制相应的指示灯,通过指示灯说明电动机的运行情况,如图 2-3 所示,指示灯 HL₁亮表示电源已供电,电动机可以起动;指示灯 HL₂亮表示电动机正在运转。

电路的保护环节有:

- ①短路保护:主电路中的熔断器 FU₁和控制电路中的熔断器 FU₂,保证电路有短路现象时,切断电源,起短路保护。
- ②过载保护:当电动机长期过载时,串在主电路中热继电器 FR 的发热元件因过热而变形,将它串接在辅助电路接触器线圈回路中的常闭触头断开,使接触器线圈 KM 失电,电动机停止运行。

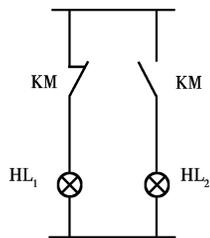


图 2-3 指示灯控制电路

③欠压、失压保护:接触器 KM 与自保电路能实现欠压、失压保护,当电源电压由于某种原因而严重下降或失压(如停电)时,接触器 KM 失电释放,电动机停止运行;当电源电压恢复正常后,接触器线圈不能自行得电,电动机也就不能自行运行。仅当操作人员在按下起动按钮时才能使电路重新工作,这样就能避免电动机自行起动而造成设备和人身事故。

3. 正反转控制线路

在生产过程中,常要求通过电动机的正反转,来实现上下、左右、前进和后退等相反方向的运动,如起重机吊钩的上升与下降;吊机小车的前进与后退等。根据电动机原理可知,改变电动机的转向只要对调三相电源中的任意两相即可,因此通常是利用二个接触器来实现正反转控制。