

模块三

常用生产及施工设备控制电路的识读与调试

在学习了常用低压电器及其拆装与维修和电动机基本控制电路及其安装与调试的基础上,本模块将通过对混凝土振动器、混凝土搅拌机、电动葫芦、施工升降机、塔式起重机等具有代表性的常用施工生产机械的电气控制电路及其安装与调试、设备的运行及维护进行分析和探讨,以提高在实际工作中综合分析和解决问题的能力。

模块目标

- (1)进一步掌握主令控制器、制动器在电路中的应用;
- (2)掌握各设备电气控制电路的工作原理,能正确分析其工作过程,对简单施工设备控制电路能够进行正确的安装和调试。

任务一 建筑施工设备电气控制电路的识读与调试

任务要求

在熟悉混凝土搅拌机的电气控制原理后,对其控制电路进行安装和调试。

知识储备

一、识读生产及施工设备电气控制图的基本方法

(1)熟悉设备的结构、工作特点,了解生产工艺对设备的动作要求和顺序要求,掌握操作规定、安全规定等。

(2)首先阅读主电路电气图,了解电动机数量、型号及各自的作用,熟悉电动机的运行特点、起动方法、制动方式,有无正反转、采用哪些保护措施等。

(3)对应电动机分步阅读控制电路,分清哪些动作是由电气控制或电气机械联动控制。明确每个电气元件的安装位置,特别是行程开关和限位开关的安装位置与动作方式。

(4)弄清电气图中每个元件的作用,对于时间继电器要清楚延时动作的方式和目的。

(5)对于比较复杂的控制电路,可化繁为简,根据设备动作的过程、步骤将电路分解阅读。

(6)从始到终(从起动到运行)读熟之后,再从终到始对每个元件动作过程进行复验。

(7)对每种保护功能进行逐一验证。

二、混凝土振动器控制电路

混凝土振动器是一种机械化捣实混凝土的施工机械。施工时,通过混凝土振动器产生具有一定频率、振幅和激振力的振动能量,并通过某种方式传递给混凝土,使混凝土内的骨料和水泥浆在模板中能得到致密的排列与充分的填充,确保混凝土密实结合,消除混凝土的蜂窝麻面等现象,以提高其强度,保证混凝土构件的质量。

1. 混凝土振动器的分类

混凝土施工中使用的振动器的机械品种有很多,按照不同的方式有不同的分类。

(1)按照振动器对混凝土的作用方式不同,可分为内部振动器、附着振动器、表面振动器和振动台。

①内部振动器是一种可以插入到混凝土中对混凝土进行振动密实的机械。目前,绝大部分采用高频振动。

②附着振动器利用夹具固定在施工模板或振动平台上,通过模板或平台传递振动。

③表面振动器实际上是附着振动器的一种变形,它是在附着振动器下装上一个底板,工作时将底板放在混凝土构件表面,并沿混凝土构件表面缓慢滑移,振动能量从混凝土表面传入。表面振动器又称为平板振动器。

④振动台是一种产生低频振动的大面积工作平台,振动装置安装在台架下部,对制作构件的混凝土拌合料进行振动密实的机械。

(2)按照振动器的驱动方式不同,可以将振动器分为电动振动器、气动振动器、液压驱动振动器和内燃机驱动振动器。

气动和液压驱动振动器受使用条件限制,内燃机驱动振动器只有在缺乏电源的场合使用,而电动振动器则由三相电动机作为动力驱动源。在建筑施工现场,电动插入式振动器、电动平板式振动器使用最为广泛。

2. 电动混凝土振动器的结构和工作原理

1)插入式振动器的结构和工作原理

插入式振动器又称内部振动器,主要由电动机、软轴和振动棒组成,如图 3-1 所示。工作时,将振动棒插入已浇注的混凝土中,依靠振动棒振动时所产生的高频机械振动波(每分钟可达 8 000~10 000 次)将混凝土振捣密实。

插入式振动器一般使用二极三相交流异步电动机,为了提高软轴的转速,在电动机与软轴之间装有增速器。振动器产生振动的主要工作部件是振动棒,它是利用重心不对称的物体转动时产生的离心力来产生振动的,常用的有电动软轴偏心式振动棒和电动软轴行星式振动棒。电动软轴偏心式振动棒如图 3-2 所示。

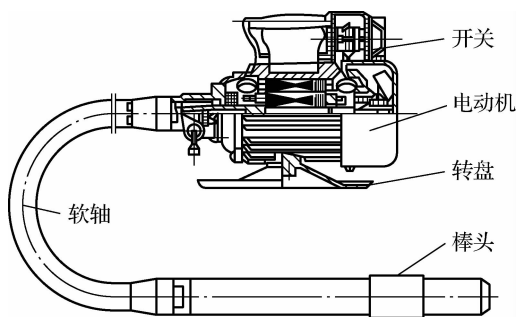


图 3-1 插入式振动器

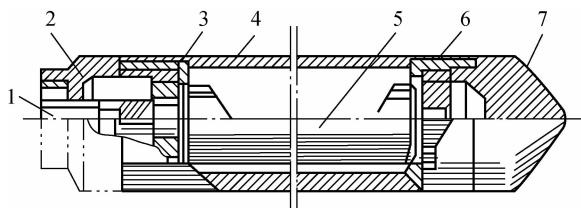


图 3-2 电动软轴偏心式振动棒

1—软轴丝头；2—胶管接头；3—轴承座；4—棒壳；
5—柱形偏心子；6—轴承座；7—棒头

电动软轴行星式振动棒内采用行星式振动子，其工作原理如图 3-3 所示。工作时，电动机通过软轴带动行星振动子自转，振动子在自转的同时沿外滚道做行星式滚动公转，这种复合运动使棒体的振动频率高达每分钟 14 000 次。

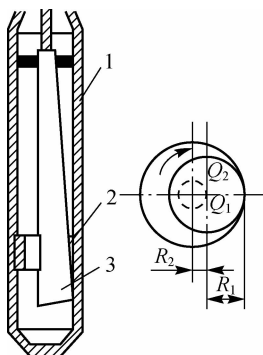


图 3-3 电动软轴行星式振动棒的工作原理

1—棒壳；2—滚道；3—滚锥

R_1 —滚锥自转半径； R_2 —滚锥公转半径； Q_1 —滚锥中心； Q_2 —棒头中心

2) 表面振动器的结构和工作原理

表面振动器是通过振动混凝土外表面将振动传入混凝土内部，使混凝土振捣密实的机械。它由电动机振子与平板或模板组成平板式振动器或附着式振动器，如图 3-4 所示。

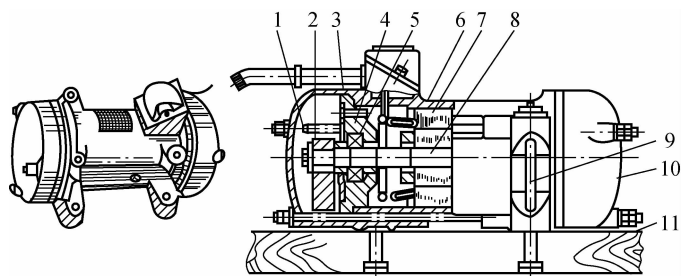


图 3-4 表面振动器

1—螺栓；2—偏心块；3—轴承盖；4—轴承座；5—轴承；6—机壳；
7—定子；8—转子轴；9—底脚螺丝；10—端盖；11—底板

从图 3-4 中可以看出,电动机振子由电动机和转轴两端安装的两块偏心块构成,转子转动带动偏心块转动,从而产生周期变化的离心力,使电动机整体(电动机振子)产生高频振动。

3. 混凝土振动器控制电路

混凝土振动器产生高频振动的方法有两种:一种方法是使用工频电源直接驱动电动机,再由增速装置增速产生频率约 10 000 Hz 的振动;另一种方法就是使用 200 Hz 的变频机组供电。前一种方法的设备内部结构复杂,故障率较高,但施工方便、控制简单,因此在建筑施工企业中得到广泛应用;后一种方法的振动器结构简单,设备故障率低,但施工时需要专门的变频电源。

1) 工频电源驱动振动器控制电路

工频电源驱动振动器控制电路如图 3-5 所示,图中的旋钮开关安装在电动机上部,合上电源开关 QS,然后直接扭动旋钮开关 SA,振动器开始工作。

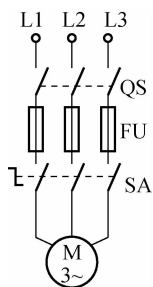


图 3-5 工频电源驱动的振动器控制电路

2) 变频电源驱动的振动器控制电路

图 3-6 所示为变频电源驱动的振动器控制电路, M 为三相交流电动机, G 为频率是 200 Hz 的三相交流发电机。

图 3-6(a)所示的控制电路中,有多台振动器连接于高频电源,工作时合上开关 QS1,电动机 M 起动带动发电机 G 产生 200 Hz 的交流电,合上开关 QS2 接通振动器的电源,扭动振动器上的旋钮开关 SA1,振动器开始工作。

在图 3-6(b)所示的控制电路中,振动器操作手柄上设置有机械自锁式按钮 SB,按一下该按钮,变压器 T 的副边绕组接通,连接在变压器 T 副边的电磁铁 YA 吸合,使开关 Q 闭合,进而使接触器 KM1 通电吸合。随后 KM1 的主触点闭合使电动机 M 起动,带动发电机 G 产生 200 Hz 的交流电,KM1 的辅助常开触点闭合使时间继电器 KT 通电吸合。KT 延时期间,发电机完成起动。KT 的常开延时闭合触点闭合后使接触器 KM2 通电吸合,KM2 的主触点闭合,接通振动器电动机的电源,振动器开始工作。停车时再按一下按钮 SB,电磁铁断电释放,Q 断开,KM1、KT、KM2 相继失电,振动器停止工作。

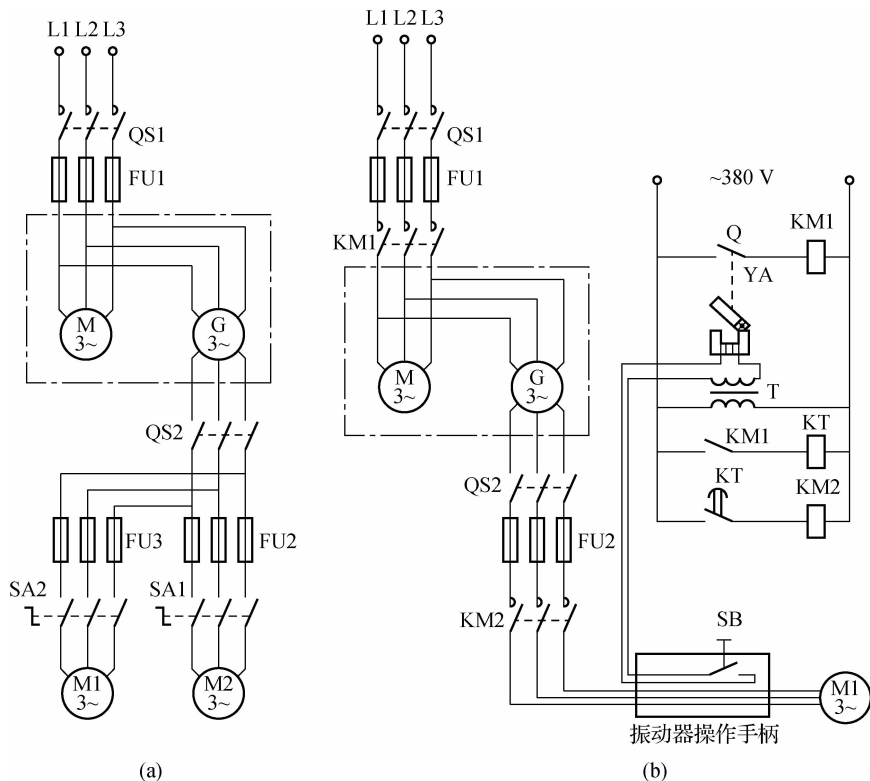


图 3-6 变频电源驱动的振动器控制电路

三、混凝土搅拌机控制电路

混凝土搅拌机是一种将一定比例的水泥、砂、石及添加剂搅拌成混凝土的施工机械,它是建筑工地使用频率最高的施工机械之一。

1. 混凝土搅拌机的分类

混凝土搅拌机的种类较多,通常按搅拌形式、出料方式和搅拌轴的位置对其进行分类。

1) 按搅拌形式分类

(1) 自落式搅拌机。自落式搅拌机的筒体为圆筒,其内壁焊有若干搅拌叶片,通过筒体的旋转使叶片上的物料提升至一定高度后再自由落下来,以达到拌和物料的目的。自落式搅拌机的特点是叶片和筒体没有相对运动,在滚筒转动的过程中,利用原料的自重下落进行

搅拌。

(2)强制式搅拌机。强制式搅拌机是搅拌筒不动,由筒内旋转轴上均置的叶片强制搅拌物料。这种搅拌机搅拌质量好,生产效率高,但动力消耗大,且叶片磨损快。它的特点是叶片和筒体存在相对运动,依靠叶片的搅动完成混凝土的搅拌。

2)按出料方式分类

(1)反转出料式搅拌机。反转出料式搅拌机的筒体两端敞开,筒体正转时进料搅拌,出料时反转。

(2)倾翻出料式搅拌机。倾翻出料式搅拌机搅拌部分的结构、原理与反转出料式相似,不同的是筒体只有一端敞开,物料都由此端进出,进料时口朝上,出料时口朝下,每搅拌一次搅拌筒就要翻转一次。

3)按搅拌轴的位置分类

(1)立轴式(垂直轴式)搅拌机。强制式搅拌机的搅拌轴垂直设置时称为立轴式搅拌机。目前,立轴式搅拌机在小型混凝土搅拌站中使用较为广泛。

(2)卧轴式(水平轴式)搅拌机。强制式搅拌机的搅拌轴水平设置时称为卧轴式搅拌机,它又分为单卧轴式和双卧轴式两种。

2. 混凝土搅拌机的组成

无论何种混凝土搅拌机,其基本构成是相似的,一般由上料系统、搅拌系统、供水系统、电气控制系统和底盘组成。图 3-7 所示为最常见的 JZC350 型混凝土搅拌机。

(1)上料系统。上料系统的作用是将水泥、砂、石等物料投入到搅拌筒中。其上料过程是:首先人工将水泥、砂、石等投入到料斗中;按下料斗控制按钮,料斗在电动机的牵引作用下自动上升,到达预定位置后自动停止并卸下物料;卸料完成后按下料斗下放按钮,料斗自动下降,到达预定位置后自动停止。在上、下运行过程中,如果出现意外断电,料斗将被抱闸锁死,以防发生料斗坠落事故。

(2)搅拌系统。搅拌系统的作用是将混凝土物料搅拌均匀,并送出搅拌筒。JZC350 型混凝土搅拌机的搅拌筒正转时进料和搅拌物料,反转时送出物料,因此搅拌系统的拖动电动机有正、反两个旋转方向。

(3)供水系统。供水系统有两种供水方式:一种是利用外部管网压力供水,另一种是搅拌机自带水泵供水。这两种情况都采用电磁阀控制供水水嘴。

(4)电气控制系统。上料系统、搅拌系统各需要一个电动机作为原动力,电气系统负责对各部分的运行过程进行控制。

(5)底盘。底盘的作用是支撑搅拌机的各部分。

3. 混凝土搅拌机的控制过程分析

图 3-8 所示为 JZC350 型双锥反转自落式搅拌机电气控制电路,它由上料控制系统、搅拌出料控制系统和给水控制系统组成。电动机 M1 为搅拌电动机,电动机 M2 为上料电动机。

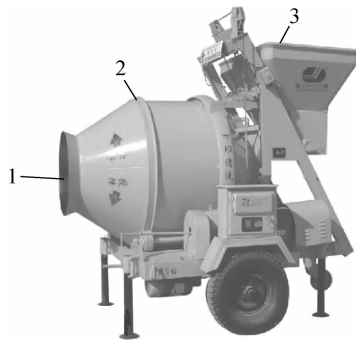


图 3-7 JZC350 型混凝土搅拌机

1—出料口; 2—搅拌筒; 3—料斗

机。M1 正转搅拌、反转出料；M2 正转上料、反转放下料斗。利用外部管网压力供水，电磁阀 YV 控制给水水嘴。SQ1、SQ2 为料斗上、下限位继电器。

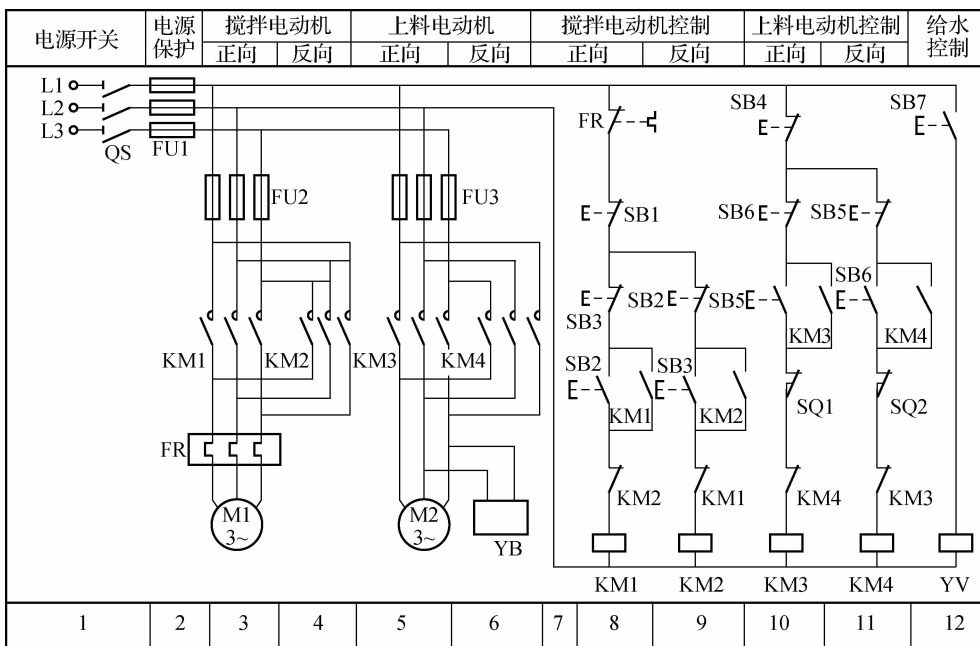


图 3-8 JZC350 型双锥反转自落式搅拌机电气控制电路

1) 上料系统控制过程

(1) 料斗上升过程如图 3-9 所示。

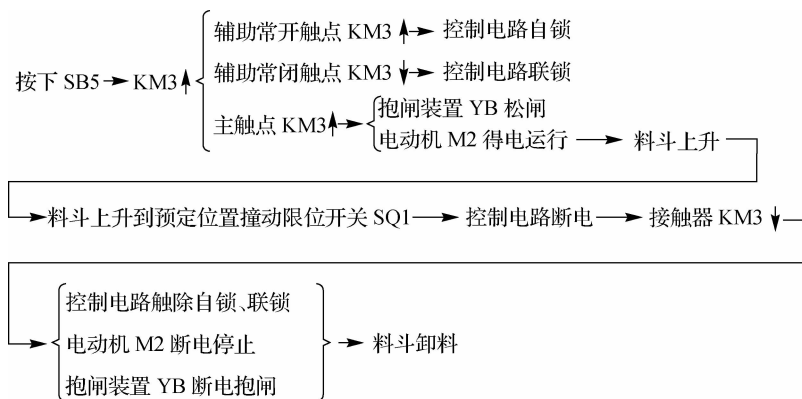


图 3-9 料斗上升过程

(2) 料斗下降过程如图 3-10 所示。

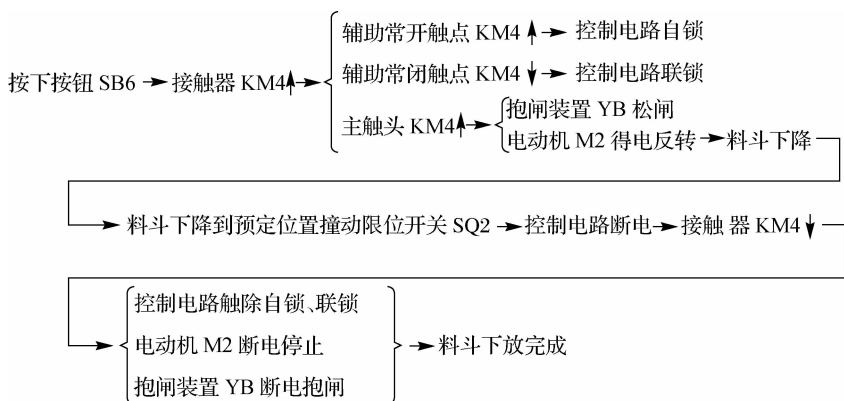


图 3-10 料斗下降过程

2) 搅拌、出料系统控制过程

电动机 M1 正转时搅拌, 反转时出料。

(1) 正转搅拌过程如图 3-11 所示。

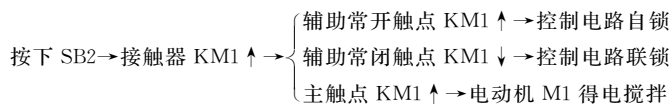


图 3-11 正转搅拌过程

(2) 反转出料过程如图 3-12 所示。当混凝土搅拌完成后, 控制搅拌筒出料有两种操作方式: 一种是先按下停止按钮 SB1, 再按下起动按钮 SB3; 另一种是直接按下反转出料按钮 SB3。图 3-12 所示为后一种方法。

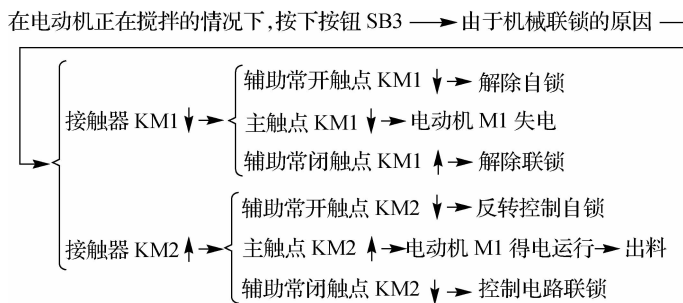


图 3-12 反转出料过程

3) 给水系统控制过程

搅拌机给水系统由具有机械自锁功能的按钮 SB7 控制, 给水时按下按钮 SB7, 电磁阀 YV 通电, 给水系统给水; 在不需要给水时, 再次按下 SB7, 解除自锁, YV 断电, 水阀关闭停止供水。

四、散装水泥装置的电气控制

1. 散装水泥装置的组成

散装水泥存储在水泥罐中,水泥从罐中出灰、运送,往料斗中给料、称量和计数。散装水泥装置电气控制电路如图 3-13 所示,螺旋运输机由电动机 M1 驱动,振动给料器由电动机 M2 驱动。开关 SQ 受控于 M1,给料时 SQ 闭合,否则断开,YA 为电磁铁,G 为计数器。

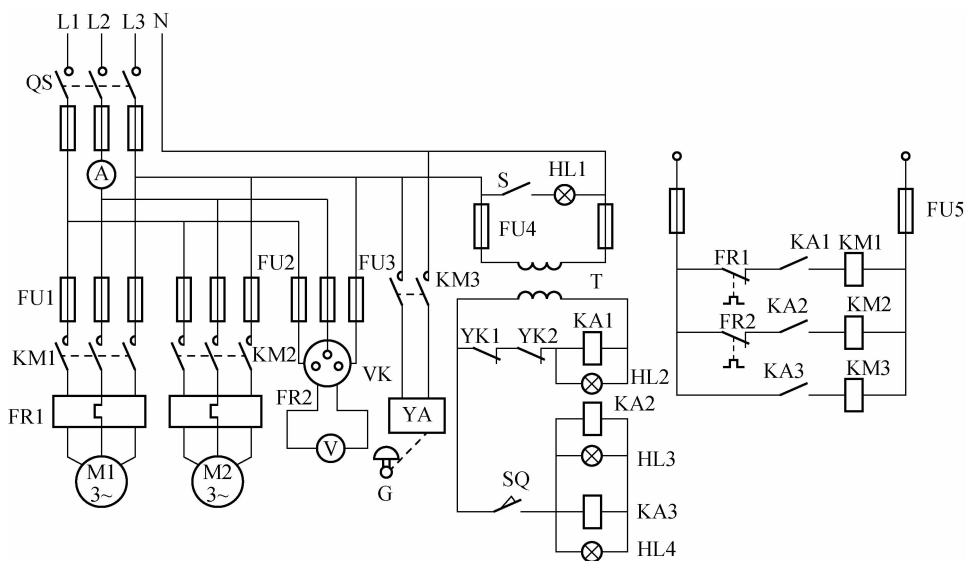


图 3-13 散装水泥装置电气控制电路

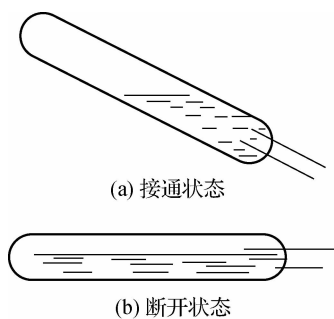


图 3-14 水银开关的通断状态

称量水泥时,在水泥没有达到预定质量时,称量斗两端达不到平衡,水银开关呈倾斜状态。水银开关是导体,把两个电接点即 YK1、YK2 接通呈闭合状态;当水泥达到预定值时,水银开关呈水平状态,两个电接点 YK1、YK2 断开。水银开关的通断状态如图 3-14 所示。

2. 散装水泥装置的工作过程

合上 QS、S,预定好重量,此时 YK1、YK2 闭合,使 KA1 通电,KM1 通电,螺旋运输机 M1 转动,碰撞 SQ 使之闭合,KA2、KA3 同时通电,使 KM2、KM3 通电,电磁铁 YA 通电,做好计数准备,给料器 M2 起动,水泥从水泥罐中给出,并进入螺旋运输机,在 M1 转动时,水泥进入称量斗。当达到预定量程时,YK1、YK2 断开,KA1 失电,使 KM1 也失电,M1 停止,螺旋给料机停止给料,SQ 不受碰撞复位,使 KA2、KA3 释放,KM2、KM3 也释放,M2 停止转动,给料器停止工作;同时 YA 释放,带动计数器计数一次。

任务实施

根据图 3-8 所示 JZC350 型双锥反转自落式搅拌机电气控制电路,在控制板上对其进行

安装和调试。

一、实训器材

- (1)常用电工工具,包括试电笔、钢丝钳、剥线钳、螺丝刀、电工刀、尖嘴钳、斜口钳等。
- (2)万用表。
- (3)绝缘导线。
- (4)三相异步电动机。
- (5)交流接触器、热继电器、行程开关、电磁抱闸等电气元件。

二、实施步骤

- (1)电气元件的选择。根据电动机功率的大小选择所用的电气元件并填入表 3-1 中。

表 3-1 任务一元件清单

代 号	名 称	型 号	规 格	数 量
M1	电动机			
M2	电动机			
QS	刀开关			
FU1	熔断器			
FU2	熔断器			
FU3	熔断器			
KM	交流接触器			
FR	热继电器			
YB	电磁抱闸			
YV	电磁阀			
SQ	行程开关			
SB	按钮			
XT	端子排			

- (2)电气元件的质量检验。配齐所需设备和元器件,并进行质量检查。
- (3)绘制元器件布置图,并据此在控制板上安装相应元器件。要求各元器件安装牢固可靠,并贴上文字符号。
- (4)选择合理的导线走向,按照工艺要求进行布线。
- (5)进行控制板外部布线,安装电动机,并可靠连接电动机金属壳的保护接地线。
- (6)自检。
- (7)检查无误后,经指导教师检查允许后方可通电运行。



三、注意事项

- (1)不要漏接接地线。
- (2)在安装调试过程中,工具、仪表的使用应符合要求。
- (3)通电操作时,必须严格遵守安全操作规程。

四、评分标准

序号	评价指标	分值	评分标准	扣分	得分
1	安装前检查	5	(1)电动机质量漏检或错检,每处扣1分; (2)低压电器质量漏检或错检,每处扣1分		
2	元器件及设备安装	10	(1)元器件布置不整齐、不匀称、不合理,每个扣1分; (2)元器件安装不牢固,安装时漏装螺钉,每个扣1分; (3)损坏元器件,每个扣5分; (4)电动机安装不符合要求,扣10分		
3	布线	25	(1)不按电路图接线,扣15分; (2)布线不美观,每根扣1分; (3)接点松动,露铜过长,反圈、有毛刺,标记线号不清楚、误标或漏标,每处扣0.5分; (4)损伤导线绝缘或线芯,每处扣1分; (5)漏接接地线,扣5分		
4	通电试车	30	(1)热继电器未整定或整定错误,扣5分; (2)熔体选择错误,扣10分; (3)试车不成功,每返工一次扣5分		
5	团结协作	10	小组成员分工协作不明确、不能积极参与,扣10分		
6	安全操作	10	违反安全文明生产规程,扣5~10分		
7	回答问题	10	问题回答不正确,扣10分		

任务拓展

深入施工现场观察混凝土搅拌机的外形,了解各部分的结构和功能,熟悉其操作步骤和安全注意事项,然后将其各部分的结构和在系统中所起的作用填入 3-2 中。

表 3-2 混凝土搅拌机各部分的结构及其作用

序 号	设备名称	在系统中所起的作用

问题与思考

问题一 识读生产及施工设备电气控制图的基本方法是什么？

思考并回答：_____

问题二 在散装水泥装置的电气控制电路中，水银开关起什么作用？

思考并回答：_____

任务二 起重设备电气控制电路的识读与调试

任务要求

在熟悉电动葫芦的结构及电气控制原理后，对其控制电路进行安装和调试。

知识储备

一、起重机械的分类

起重机械是现代化生产不可缺少的设备，被广泛地应用于建筑、冶金、煤炭、电力等各行各业的各种物料的起重、运输、装卸、安装和人员输送等作业中，大大减轻了体力劳动的强度，提高了劳动生产的效率。同时，一些起重机械还能在生产过程中进行某些特殊的工艺操作，使生产过程实现机械化和自动化。



起重机械是以间歇、重复的工作方式,通过起重吊钩或其他吊具升降与运移物料的机械设备。它在搬运物料时,经历上料、运送、卸料及返回原处的过程,工作范围大,危险因素很多,因而要求的安全程度较高。

按构造类型,起重机械可分为轻小型起重设备、起重机和升降机三大类。

1. 轻小型起重设备

轻小型起重设备一般只有一个升降机构,常见的有千斤顶、电动或手拉葫芦、滑车、绞车等,如图 3-15 所示。



图 3-15 轻小型起重设备

2. 起重机

当起重设备除了具有起升机构以外,还有其他运动机构时,其结构组成必然比单机构的轻小型起重设备要复杂得多,称这类起重设备为起重机。根据金属结构的类型不同,起重机可分为桥架类型起重机和臂架类型起重机两大类。

1) 桥架类型起重机

桥架类型起重机的最大特点是以桥形金属结构作为主要承载构件,取物装置悬挂在可以沿主梁运行的起重小车上。桥架类型起重机通过起升机构的升降运动、小车运行机构和 大车运行机构的水平运动,在矩形三维空间内完成对物料的搬运作业。

桥架类型起重机根据结构形式不同,还可以进一步分为桥式起重机(俗称天车、行车)、门式起重机(带支腿的桥式起重机,包括装卸桥和集装箱门式起重机)和缆索起重机(由于跨度太大,用缆索取代了桥形主梁)等,如图 3-16 所示。



图 3-16 桥架类型起重机

2) 臂架类型起重机

臂架类型起重机的结构特点是都有一个悬伸、可旋转的臂架作为主要受力构件。其工

作机构除了起升机构外,通常还有旋转机构和变幅机构,通过起升机构、变幅机构、旋转机构和运行机构四大机构的组合运动,可以实现在圆形或长圆形空间的装卸作业。例如,流动式起重机(汽车起重机、轮胎起重机、履带起重机)、固定式起重机、塔式起重机、门座起重机等,如图 3-17 所示。

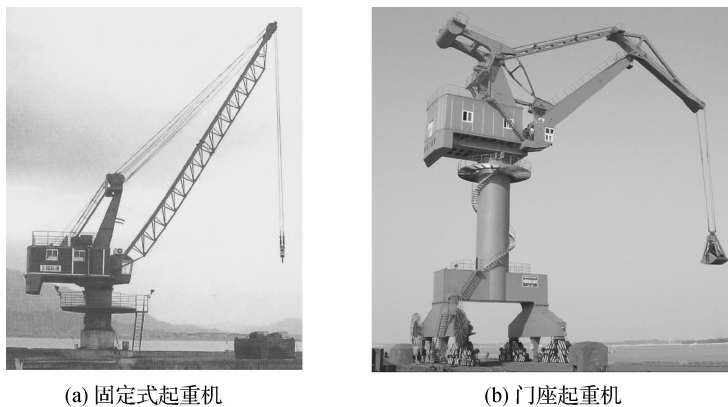


图 3-17 臂架类型起重机

除了按构造类型分类外,起重机还可以按行驶性能分为有轨运行起重机和无轨运行起重机。有轨运行起重机装有车轮,可以在铺设的轨道上的有限范围内工作。例如,各种桥架类型起重机、塔式起重机、门座起重机等。无轨运行起重机的运行装置配备橡胶轮胎或履带,如常见的各种流动式起重机,它们的机动性好,可以在各种路面上长距离行驶,灵活转换作业场地。

3. 升降机

升降机是在垂直上下通道上载运人或货物升降的平台或半封闭平台的提升机械设备或装置,是由平台及操纵平台的设备、电机、电缆和其他辅助设备构成的一个整体。

施工升降机(又称建筑工地升降机)是一种采用齿轮齿条啮合方式或钢丝绳提升方式,使吊笼做垂直或倾斜运动,用以输送人员和物料的机械。其广泛应用于建筑施工等领域,如工业建筑、民用建筑、桥梁施工、井下施工、大型烟囱施工等,尤其在高层建筑施工中已成为不可缺少的关键设备之一。

施工升降机包括齿轮齿条式施工升降机、钢丝绳式施工升降机和混合式施工升降机。施工升降机的主要组成部分包括底笼、导轨架、附墙架、吊笼、对重、传动系统、电气系统等,如图 3-18 所示。

底笼主要用于支撑施工升降机导轨架,防止无关人员进入施工升降机工作区域。其由底架、基础节和防护围栏组成,底笼入口处装有门,吊笼运行时不能开启以保证人员安全。

导轨架的底部与底笼连接并通过附墙架与建筑物固定,作为吊笼上下运行的导轨柱,导轨架通常由无缝钢管焊接成桁架结构并带有齿条的标准节组成。

附墙架按一定间隔将导轨架与建筑物或其他固定结构相互连接,以保证导轨架不断架设升高的稳定性,并可以通过其来调整导轨架的垂直度。附墙架的间隔一般为 3~10 m,导轨架顶部悬臂自由高度要严格控制在允许范围内。

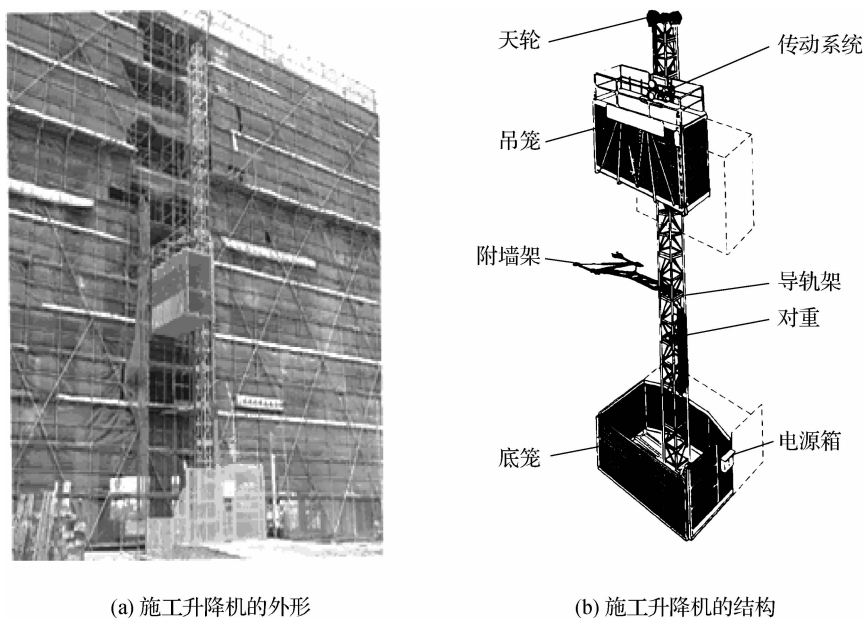


图 3-18 施工升降机

吊笼是施工升降机的核心部分,是运输物料和人员的承载机构,通过传动系统使之沿轨道上下运行。吊笼为焊接结构体,四周为钢丝网或钢板网组成的封闭式结构,由笼架、笼门、天窗盖、安全防护栏、吊杆安装孔、导向滚轮等组成。

对重具有一定质量,悬挂在绕过天轮的钢丝绳上,沿导轨架运行,是对吊笼起平衡作用的重物。

电气系统主要由设置在底笼的电源箱、吊笼内的电控箱、驾驶室的操作箱及系列行程控制开关和电动机等组成,其主要功能是为施工升降机提供动力源并设置过热、短路、断路等保护。

二、电动葫芦控制电路

电动葫芦是将电动机、减速器、卷筒、制动装置和运行小车等紧凑地合为一体的起重设备。它由两台电动机分别拖动提升和移动机构,具有重量小、结构简单、成本低廉和使用方便的特点,主要用于厂矿企业的修理与安装工作。

电动葫芦的控制电路如图 3-19 所示,由主电路和控制电路两部分组成。

1. 主电路

主电路有两台电动机 M1、M2,其中 M1 是提升电动机,用接触器 KM1、KM2 控制它的正反转,用于提起和放下重物;M2 是移动电动机,用接触器 KM3、KM4 控制它的正反转,用于前后移动电动葫芦。

YB 是三相断电型电磁制动器,由制动电磁铁和闸瓦制动器两部分组成。当制动电磁铁线圈通电后,它的闸瓦与闸轮分开,电动机可以转动;当制动电磁铁线圈断电后,在弹簧的作用下,使闸瓦与闸轮压紧,实现电动葫芦的停车制动。

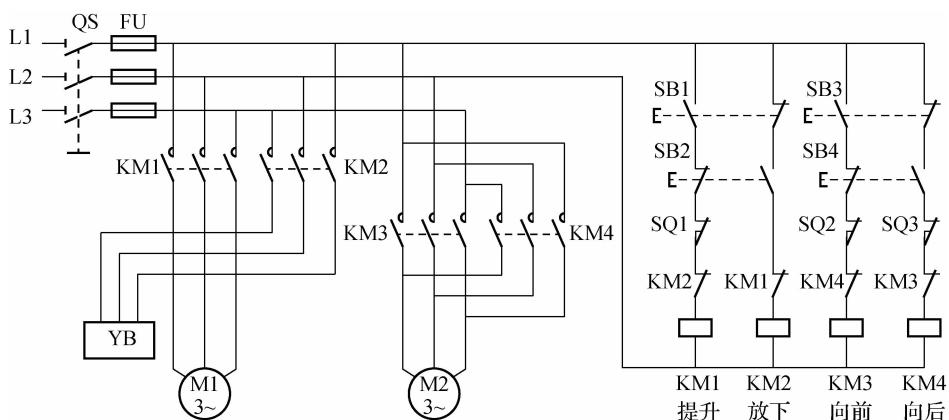


图 3-19 电动葫芦的控制电路

2. 控制电路

SB1 是电动葫芦提升重物的点动控制按钮,SB2 是电动葫芦放下重物的点动控制按钮,SB3 是电动葫芦向前移动的点动控制按钮,SB4 是电动葫芦向后移动的点动控制按钮。

SQ1~SQ3 为行程开关,当电动葫芦提升物体上升到极限位置时,行程开关 SQ1 被压下;电动葫芦前后移动到极限位置时,对应的行程开关 SQ2 或 SQ3 被压下,用于对电动葫芦的安全保护。

3. 工作过程

工作时,合上电源开关 QS,按下按钮 SB1,接触器 KM1 得电,电动机 M1 正转,提起重物,松开按钮 SB1,由于没有采用自锁措施,KM1 失电,M1 制动停车,停止提升;若按下按钮 SB2,则接触器 KM2 得电,电动机 M1 反转,物体被放下,松开按钮 SB2,KM1 失电,M1 制动停车,物体停止向下运动。

如果在提升物体过程中,物体被提至极限位置而没有及时松开按钮 SB1,行程开关 SQ1 被压下,SQ1 的常闭触点断开,KM1 失电,物体不再被提升,实现了电动葫芦的上限保护。

若要使电动葫芦前后移动,则按下按钮 SB3 或 SB4,接触器 KM3 或 KM4 得电,便可以实现电动葫芦的前后移动。SQ2 和 SQ3 为电动葫芦前后移动的行程开关。

SB1~SB4 为复合按钮,与接触器 KM1~KM4 的常闭触点共同构成电动葫芦控制电路的机械-电气联锁,用以防止接触器 KM1 和 KM2、KM3 和 KM4 同时通电,从而避免主电路短路事故的发生。

三、施工升降机控制电路

施工升降机控制电路如图 3-20 所示。

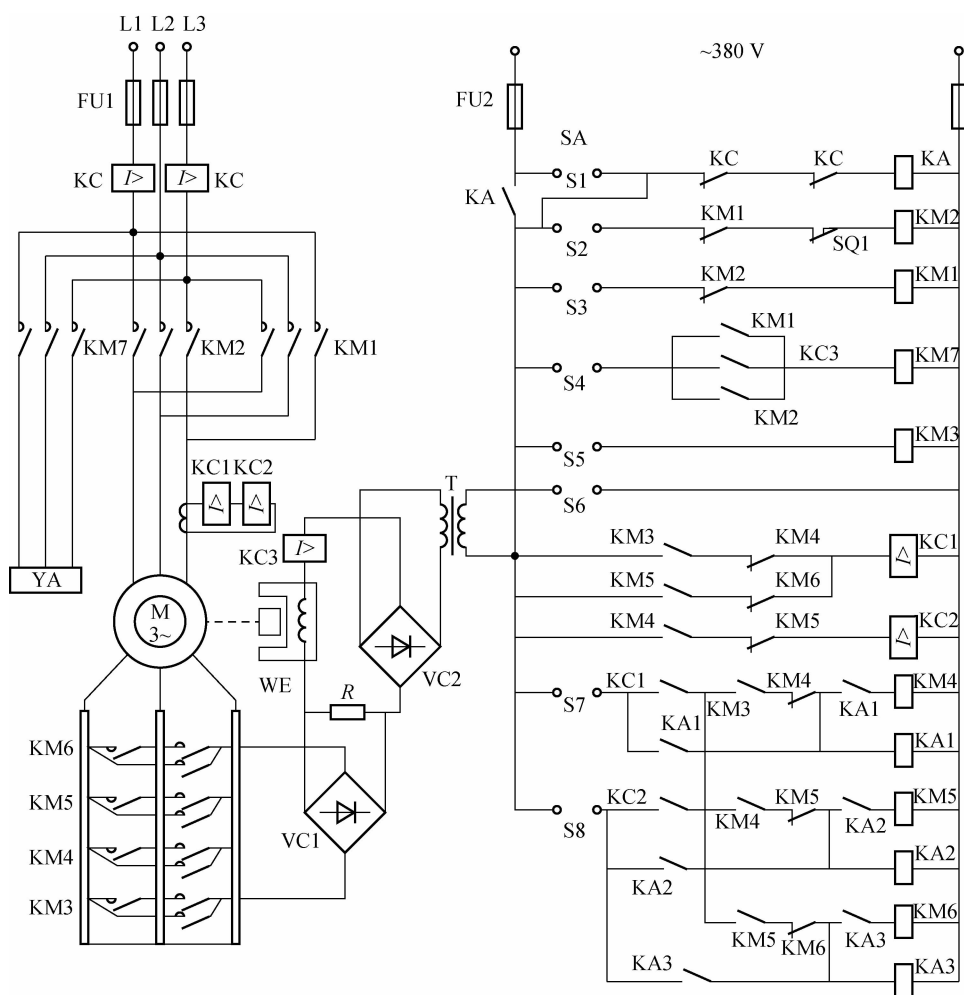


图 3-20 施工升降机控制电路

1. 工作原理

施工升降机控制电路中使用了既有电压线圈又有电流线圈的交流电流继电器 KC1、KC2。KC1、KC2 的动作特点为：当电压线圈无电压时触点断开；当电压线圈有电压但电流线圈电流大于整定值时，触点也断开；只有当电压线圈有电压且电流线圈电流小于整定值时，触点才闭合。在控制电路的工作过程中，将依据通过 KC1、KC2 的电流大小，依次分段切除电阻。

在上升 I、II 挡和下降 I、II、III 挡低速运行中，驱动电动机采用涡流制动调速，转子电流越大，制动转矩越大，转速越低，从而实现电动机转速的平滑变化；在上升 III、IV、V 或 VI 挡和下降 IV、V、VI 挡中，采用转子回路串电阻起动及转子回路串电阻调速，其方法是利用 KC1 和 KC2 交替动作，顺序切除电动机转子回路的电阻，最终根据挡位的不同保留部分电阻运行，实现调速运行。KC1、KC2 的电流线圈连接在主回路中电流互感器 TA 的二次侧，电压线圈和加速接触器辅助触点串接在控制回路中。

2. 工作过程

图中主令开关 SA 的触点闭合表见表 3-3,表中“×”表示触点闭合。

表 3-3 主令开关 SA 的触点闭合表

手柄 触点	下 降						零位	上 升					
	Ⅵ	V	Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ	I	0	I	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	V	Ⅵ
1							×						
2								×	×	×	×	×	×
3	×	×	×	×	×								
4	×	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×	×
5	×	×	×							×	×	×	×
6				×	×	×		×	×				
7	×	×									×	×	×
8	×											×	×

主令开关 SA 置“0”位为停止,左右分别为下降、上升各 6 个挡位。

上升 I 挡与 II 挡的控制结果相同,电动机工作在转子串全部电阻且涡流制动器进行制动的低速运行状态;上升 III 挡,电动机转子串三级电阻运行;上升 IV 挡,通过电流继电器 KC1 分段切除两级电阻,电动机在转子串两级电阻的状态下运行;上升 V 挡与 VI 挡的控制结果相同,通过电流继电器 KC1、KC2 进行控制,分段切除全部电阻,电动机在自然特性下高速运行。

下降 I 挡,电动机依靠重物的重力驱动转子运转,涡流制动器产生制动力矩下放重物;下降 II 挡与 III 挡的控制过程相同,电动机工作在转子串全部电阻且涡流制动器进行制动的低速运行状态;下降 IV 挡,电动机转子串三级电阻运行;下降 V 挡,通过 KC1 分段切除两级电阻,电动机在转子串两级电阻的状态下运行;下降 VI 挡,通过 KC1、KC2 进行控制,分段切除全部电阻,电动机在自然特性下高速运行。

1) 准备状态

主令开关 SA 置于“0”位,触点 S1 闭合,零压保护继电器 KA 得电,控制回路电源接通,为上升或下降做好准备。

2) 上升控制过程

(1)主令开关 SA 置于上升 I 挡或 II 挡,触点 S2、S4、S6 闭合。

触点 S2 闭合,接触器 KM2 通电吸合,KM2 的主触点闭合使电动机通电运转,吊笼开始上升;KM2 的辅助常开触点和触点 S4 闭合,接触器 KM7 通电吸合;KM7 的常开触点闭合,电磁制动器 YA 通电松闸。

触点 S6 闭合,变压器 T 与电源接通,经过变压器 T 变压后将降低的电压作用在涡流制动器 WE 上,涡流制动器 WE 产生制动力矩。

上升 I 挡或 II 挡,电动机工作在转子串入全部电阻、涡流制动器产生制动转矩调速的低

速运行状态。

(2) 主令开关 SA 置于上升Ⅲ挡时,触点 S2、S4、S5 闭合。

触点 S2、S4 闭合的作用与 SA 置于 I 挡或 II 挡的情况相同。

触点 S5 闭合,接触器 KM3 通电吸合,KM3 的主触点闭合,将转子回路的第一级电阻切除,电动机转子绕组串三级电阻开始起动。

(3) 主令开关 SA 置于上升Ⅳ挡时,触点 S2、S4、S5、S7 闭合。

触点 S2、S4 闭合,与 SA 置于 I 挡或 II 挡的情况相同。

触点 S5 闭合,接触器 KM3 通电吸合,KM3 的主触点闭合,将电动机转子绕组的第一级电阻切除,电动机串三级电阻开始起动;KM3 的辅助常开触点闭合,使继电器 KC1 的电压线圈通电,同时起动电流经电流互感器变换后加于电流继电器 KC1、KC2 的电流线圈。尽管 KC2 的电流线圈中有电流接入,但因电压线圈未接通而不能起作用。

KC1 将依据通过的电流的变化情况切除转子回路的第二级电阻。KC1 的具体动作过程分析如下。

在 KC1 接入的起始阶段,流过 KC1 的电流线圈的电流大于整定电流,故 KC1 的触点断开,接触器 KM4 不吸合,随着电动机加速,起动电流逐步减小,当 KC1 的电流线圈的电流降低到整定值以下时,KC1 的触点闭合使 KM4 和 KA1 通电吸合。KA1 通电吸合后,常开触点 KA1 闭合自锁了 KM4 所在的支路。KM4 吸合后,KM4 主触点闭合将第二级电阻切除;串联在 KC1 支路的辅助常闭触点 KM4 断开,使 KC1 失电释放(KM4 通过 KA1 的自锁依然保持吸合状态)。

上升Ⅵ挡,电动机工作在转子回路串两级电阻调速的运行状态。

(4) 主令开关 SA 置于上升Ⅴ挡或Ⅵ挡时,触点 S2、S4、S5、S7、S8 闭合。

触点 S2、S4、S5、S7 闭合,其作用与 SA 置于Ⅳ挡的情况相同。

触点 S8 闭合,电流继电器 KC1、KC2 将会配合动作,在 KC1、KC2 的共同作用下,控制电路将依据定子电流的大小分段自动切除全部串入的转子电阻。KC1 的动作过程与Ⅳ挡相同,KC2 的动作过程分析如下。

当 KC1 动作使 KM4 通电吸合后,由于串联在 KC2 支路的辅助常开触点 KM4 闭合,使 KC2 的电压线圈通电,同时 KM4 的主触点闭合切除第三级电阻。KM4 的主触点切除第三级电阻的瞬间,电动机定子电流增大,此电流大于 KC2 的整定值,KC2 不能动作,电动机定子绕组串最后一级电阻运转,转速将开始升高。随着电动机转速的升高,电动机定子电流逐渐减小,当定子绕组通过的电流小于 KC2 的整定值时,KC2 动作。KC2 的触点闭合接通了 KA2 和 KM5 的支路,使 KA2 和 KM5 吸合。KA2 的吸合自锁了 KA2 所在的支路。KM5 的吸合,其主触点 KM5 切除了第三级电阻;辅助常开触点 KM5 接通了中间继电器 KA3,使 KA3 通电吸合。KA3 吸合后,一是自锁 KA3 所在的支路,二是使接触器 KM6 吸合,切除最后一级电阻,使电动机运行在自然特性状态。

上升Ⅴ挡或Ⅵ挡,控制电路分段依次切除串在转子回路的四级电阻,电动机运行在自然特性状态。

3) 下降控制过程

(1) 主令开关 SA 置于下降 I 挡,触点 S4、S6 闭合。

触点 S6 闭合,使涡流制动器 WE 接通,WE 产生制动力矩调速。电流继电器 KC3 得电

吸合, KC3 的常开触点闭合使接触器 KM7 通电吸合, 抱闸电磁铁 YA 松闸。

下降 I 挡, 电动机工作在定子不接电源, 转子在重力作用下沿重力方向运转, 通过涡流制动器制动减速的低速运行状态。

(2) 主令开关 SA 置于下降 II 挡或 III 挡时, 触点 S3、S4、S6 闭合。

触点 S3、S4 闭合, 使电动机下降, 接触器 KM1 和松闸接触器 KM7 通电, 抱闸装置松闸, 电动机定子接通电源, 电动机开始下降。

触点 S6 闭合, 使变压器 T 连接在电源上, 涡流制动器产生制动力矩调速。

下降 II 挡或 III 挡, 电动机工作在转子串全部电阻, 涡流制动器通电产生制动力矩的低速运行状态。

(3) 主令开关 SA 置于下降 IV 挡时, 触点 S3、S4、S5 闭合。

触点 S3、S4 闭合, 使电动机下降, 接触器 KM1 和松闸接触器 KM7 通电, 作用同 II 挡或 III 挡状态。

触点 S5 闭合, 使接触器 KM3 得电, KM3 的主触点闭合将电动机第一级电阻切除, 电动机在转子串三级电阻的情况下开始起动运行。

(4) 主令开关 SA 置于下降 V 挡时, 触点 S3、S4、S5、S7 闭合。

触点 S3、S4、S5 闭合, 作用同 SA 置于 II 挡或 III 挡的状态。

触点 S7 闭合, 使电流继电器 KC1 的控制起作用。此时, 电流继电器 KC1 将根据电动机定子绕组电流的大小变化切除转子回路的第二级电阻。其控制过程分析如下。

KC1 接入的起始阶段, 流过 KC1 电流线圈的电流大于整定电流, 故 KC1 的触点断开, 接触器 KM4 不吸合。随着电动机加速, 起动电流逐渐减小, 当 KC1 线圈的电流降低到整定值以下时, KC1 的触点闭合, KM4 和中间继电器 KA1 通电吸合。KA1 通电吸合后, 使 KA1 的常开触点闭合, 自锁了 KM4 所在的支路。KM4 吸合后, 闭合的主触点 KM4 将第二级电阻切除; 而串联在电压线圈 KC1 支路的辅助常闭触点 KM4 断开, 使 KC1 失电释放 (KM4 通过 KA1 的自锁依然保持吸合状态)。

下降 V 挡, 电动机工作在分段切除两级转子电阻、转子回路串两级电阻调速的运行状态。

(5) 主令开关 SA 置于下降 VI 挡时, 触点 S3、S4、S5、S7、S8 闭合。

触点 S3、S4、S5、S7 闭合, 作用同 SA 置于 V 挡的状态。

触点 S8 闭合, 使电流继电器 KC2 工作。KC1、KC2 将依次切除四级电阻, KC1 的控制过程与 V 挡的情况相同, KC2 的动作过程分析如下。

当 KC1 动作使 KM4 通电吸合后, 由于串联在 KC2 支路的辅助常开触点 KM4 闭合, 使 KC2 的电压线圈通电, 同时 KM4 的主触点闭合切除了第三级电阻。KM4 的主触点切除第三级电阻的瞬间, 电动机定子电流增大, 此电流大于继电器 KC2 的整定值, KC2 不能动作, 电动机定子绕组串最后一级电阻运转, 转速开始升高。随着电动机转速的升高, 电动机定子电流逐渐减小, 当定子绕组通过的电流小于 KC2 的整定值时, KC2 动作。KC2 的触点闭合, 接通了中间继电器 KA2 和接触器 KM5 的支路, 使 KA2 和 KM5 吸合。KA2 的吸合自锁了 KA2 所在的支路。KM5 的吸合, 其主触点 KM5 切除了第三级电阻; 辅助常开触点 KM5 接通了中间继电器 KA3, 使 KA3 通电吸合。KA3 吸合后, 一是自锁 KA3 所在的支路, 二是使接触器 KM6 吸合, 切除最后一级电阻, 使电动机运行在自然特性上。



下降Ⅵ挡,控制电路分段依次切除串在转子回路的四级电阻,电动机运行在自然特性上。

四、塔式起重机控制电路

塔式起重机又称塔吊,是常用的起重运输机械。由于塔式起重机具有回转半径大、提升高度高、占地面积小、操作简单、拆装容易等优点,在多层、高层建筑的施工中得到了广泛应用。

1. 塔式起重机的分类

1) 按有无行走机构分类

按有无行走机构可分为移动式塔式起重机和固定式塔式起重机。

移动式塔式起重机根据行走装置的不同又可分为轨道式、轮胎式、汽车式和履带式四种。轨道式塔式起重机的塔身固定于行走底架上,可在专设的轨道上运行,稳定性好,能带负荷行走,工作效率高,因而广泛应用于建筑安装工程中。轮胎式、汽车式和履带式塔式起重机无轨道装置,移动方便,但不能带负荷行走、稳定性较差,目前已很少生产。

固定式塔式起重机根据装设位置的不同,又分为附着自升式和内爬式两种。附着自升式塔式起重机能随建筑物升高而升高,适用于高层建筑,建筑结构仅承受由起重机传来的水平载荷,附着方便,但占用结构用钢多;内爬式塔式起重机在建筑物内部(电梯井、楼梯间),借助一套托架和提升系统进行爬升,顶升较烦琐,但占用结构用钢少,不需要装设基础,全部自重及载荷均由建筑物承受。

2) 按起重臂的构造特点分类

按起重臂的构造特点可分为俯仰变幅起重臂(动臂)和小车变幅起重臂(平臂)塔式起重机。

俯仰变幅起重臂塔式起重机是靠起重臂升降来实现变幅的,其优点是能充分发挥起重臂的有效高度,机构简单;缺点是最小幅度被限制在最大幅度的30%左右,不能完全靠近塔身,变幅时负荷随起重臂一起升降,不能带负荷变幅。

小车变幅起重臂塔式起重机是靠水平起重臂轨道上安装的小车移动实现变幅的,其优点是变幅范围大,载重小车可驶近塔身,能带负荷变幅;缺点是起重臂受力情况复杂,对结构要求高,且起重臂和小车必须处于建筑物上部,塔尖安装高度比建筑物要高出15~20 m。

3) 按塔身结构回转方式分类

按塔身结构回转方式可分为下回转(塔身回转)和上回转(塔身不回转)塔式起重机。

下回转塔式起重机将回转支承、平衡重、主要机构等均设置在下端,其优点是塔身所受弯矩较少,重心低,稳定性好,安装维修方便;缺点是对回转支承要求较高,安装高度受到限制。

上回转塔式起重机将回转支承、平衡重、主要机构均设置在上端,其优点是塔身不回转,可简化塔身下部结构;顶升加节方便。其缺点是当建筑物超过塔身高度时,由于平衡臂的影响,限制起重机的回转;同时重心较高,风压增大,压重增加,使整机总重量增加。

目前,在建筑施工现场运用较多的是上回转、自升、固定、平臂式塔吊。

2. 塔式起重机的组成与工作机构

塔式起重机的类型很多,不同类型塔式起重机的组成及工作方式存在一些差异。如图3-21所示,QTZ80型塔式起重机为水平臂架、小车变幅、上回转自升式,其最大工作半径为55 m;独立式起升高度为46 m,附着式起升高度可达150 m。下面以QTZ80型塔式起重机为例,介绍塔式起重机的组成与工作机构。

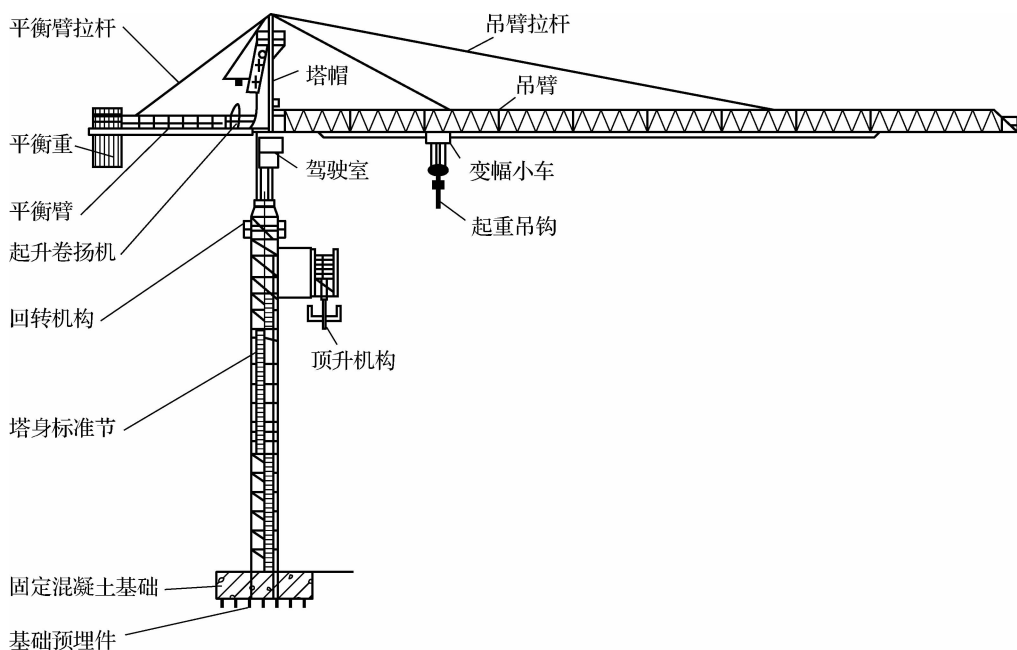


图 3-21 QTZ80 型塔式起重机的主图结构示意图

1) 塔式起重机的组成

塔式起重机由金属结构部分、机械传动部分、电气系统和安全保护装置组成,其中电气系统由电动机、控制系统和照明系统组成。

2) 塔式起重机的工作机构

重物的运输是通过操作控制开关,控制吊钩提升机构、塔臂回转机构和小车行走机构来实现的,塔身的升降是通过液压顶升机构完成的。

(1)提升机构。提升机构负责垂直方向的运输。为了提高生产效率,充分满足施工要求,针对不同的起吊重量,提升机构的运行速度不同。提升机构的驱动电动机 M3 采用 YZR225-4/8 滑环变极($P=2,4$)涡流制动电动机,工作时分别为变极调速、转子回路串电阻调速、液压推杆涡流制动调速和涡流制动调速。

提升机构采用液压推杆制动器制动,其制动器兼具调速功能。起动时液压电动机 M2 由电动机 M3 的转子绕组供电,该电压低于 M2 的额定电压,使制动器处于半制动状态,高速运转时由外接电源供电,制动器处于完全松闸状态,断电时处于制动锁死状态。

涡流制动器在提升机构低速运转时通电制动,实现调速。

提升机构设有力矩超限保护、提升高度限位保护和高速限重保护。当提升机构起吊的负载力矩超过允许值时,力矩超限保护动作,使提升机构断电抱闸。为了防止冲顶事故,当起吊重物上升的高度超过允许范围时,提升高度限位保护动作,使提升机构只能下降,不能上升。重载时,提升机构的运行速度不能太高,否则,高速限重保护将动作,使提升机构自动处于低速状态。

(2)回转机构。回转机构负责在吊臂半径平面范围内运送重物,驱动电动机 M5 型号为 YD132-4/8/16,运行速度有 3 种,分别在 4、8、16 极下运行。

制动方式为液压推杆制动,液压制动电动机为 M4 通电时抱闸锁死进行准确定位。

回转机构设有回转角度限位保护。其保护分为两级,一是临界减速,二是极限断电。当回转机构转动的角度超过临界位置时,临界限位保护装置动作,此时回转机构自动处于低速运转状态。回转机构超过极限位置时,系统将断电停车,以后只能反方向起动,直到离开极限位置后系统才能恢复正常状态。

(3)小车牵引机构。小车牵引机构是载重小车变幅的驱动装置,驱动电动机 M6 的型号为 YD132-4/8/16,经圆柱蜗轮减速器带动卷筒,通过钢丝绳使载重小车分别以 3 种速度在起重臂轨道上来回变幅运动。牵引钢丝绳一端缠绕后固定在卷筒上,另一端则固定在载重小车上。变幅时通过钢丝绳的收、放来保证载重小车正常工作。

小车牵引机构采用直流电磁制动器 YB 断电抱闸制动,小车停止时抱闸锁死。它设有前后临近终点减速保护、前后终点极限保护和力矩超限保护。当小车行走至临近终点时,临近终点减速保护动作,小车自动从高速转换到低速运转;当小车行走到终点极限位置时,小车牵引机构将断电抱闸,小车停止行走,以后小车只能反方向起动。由于起重机的最大允许负载是用最大力矩来描述的,在不同的吊臂位置,同样的重物负载力矩不同。因此,小车在运载重物前进时,可能出现力矩超限,当力矩超限时,力矩超限保护装置动作,系统将自动切断向前支路,小车只能后退运行。

(4)液压顶升机构。液压顶升机构的工作主要靠安装在爬升架内侧面的一套油压系统来完成。当需要顶升时,由起重吊钩吊起标准节,送进引入架,把塔身标准节与下支座的 4 个 M45 连接螺栓松开,开动电动机使液压缸工作,顶起上部机构,操纵爬爪支持上部重量,然后收回活塞,再次顶升,这样两次工作循环可加装一个标准节。

3)塔式起重机的安全保护装置

QTZ80 型塔吊设有吊钩提升高度限位保护、小车幅度限位保护、力矩超限保护、回转角度限位保护、零位保护、过载保护和短路保护等保护环节。

(1)吊钩提升高度限位保护。为了防止吊钩行程超越极限而碰撞吊臂结构和触地乱绳,在提升机构的卷筒的另一端装有提升高度限位器多功能限位开关,高度限位器可根据实际需要进行调整。提升机构运行时,卷筒转动的圈数即吊钩提升的高度,通过一个小变速箱传递给行程开关。当吊钩上升到预定的极限高度时,行程开关动作,切断起升方向的运行。再次起动只能向下降钩。

(2)小车幅度限位保护。为了防止小车前进或后退发生越位和碰撞事故,在小车牵引机构旁设有幅度限位保护装置,内有多功能行程开关,小车运行到臂头或臂尾时,碰撞多功能行程开关,小车将停止运行。再开动时,小车只能往吊臂中央运行。

(3)力矩超限保护。为了保证塔吊的起重力矩不大于额定力矩,塔吊设有力矩超限保护装置,其安装在塔顶结构主弦杆上。塔吊负载时,主弦杆因负载产生变形。当载荷超过额定值时,主弦杆的变形通过放大杆的作用压迫限位器触点,卷扬机的起升及变幅小车的向外运动将停止,这时小车只能向内变幅方向运动,以减小起重力矩,然后再驱动提升方向。

(4)回转角度限位保护。回转机构的回转角度超过限度时,将损坏电缆,因此必须限制吊臂回转角度。其保护分为两级,一级是临界减速,另一级是极限断电。当回转机构转动的角度超过临界位置时,临界限位保护装置动作,此时回转机构自动处于低速运转状态;当超过极限位置时,回转机构断电抱闸,并只能反方向转动。

(5)零位保护。塔吊开始工作时,必须先把控制起升、回转、小车行走用的主令开关操作

手柄置于零位,开启电源后,塔吊各机构才能开始工作,这样可以防止各机构在工作过程中突然断电后再来电引起的误动作。

(6)过载保护和短路保护。各工作机构电源的引入,使低压断路器作为过载保护和短路保护。为了防止提升机构过载,在提升机构中专门设置了限流保护装置,当提升电动机内的电流超过额定值时,保护装置迅速动作。

3. QTZ80 型塔式起重机电气控制电路分析

前面对 QTZ80 型塔吊的各工作机构及保护做了介绍,对其工作过程也有了基本的了解,下面将对其控制电路进行详细分析。

1) 主电路控制过程分析

图 3-22 所示为 QTZ80 型塔式起重机主电路。M1 是塔机自升系统液压顶升电动机; M3 是 YZR225-4/8 型滑环变极涡流制动电动机,用于起升重物; M2、M4 为涡流制动电动机; M5、M6 分别为塔臂回转电动机和小车行走电动机,型号为 YD132-4/8/16; YB 为直流磁力制动器。电源总开关 QF1 为 DZ20-100 型低压断路器,可对主回路进行短路及过载保护。QF2、QF3、QF4、QF5 分别为液压顶升电动机、起升电动机、回转电动机、小车电动机主回路低压断路器,可分别对相应回路进行短路及过载保护。1KM1 为电源控制接触器,控制顶升机构之外各机构的电源和控制电路的电源。FA 为限流保护器,当提升电动机 M3 电流超过额定值时动作,切断提升机构控制电路的电源。

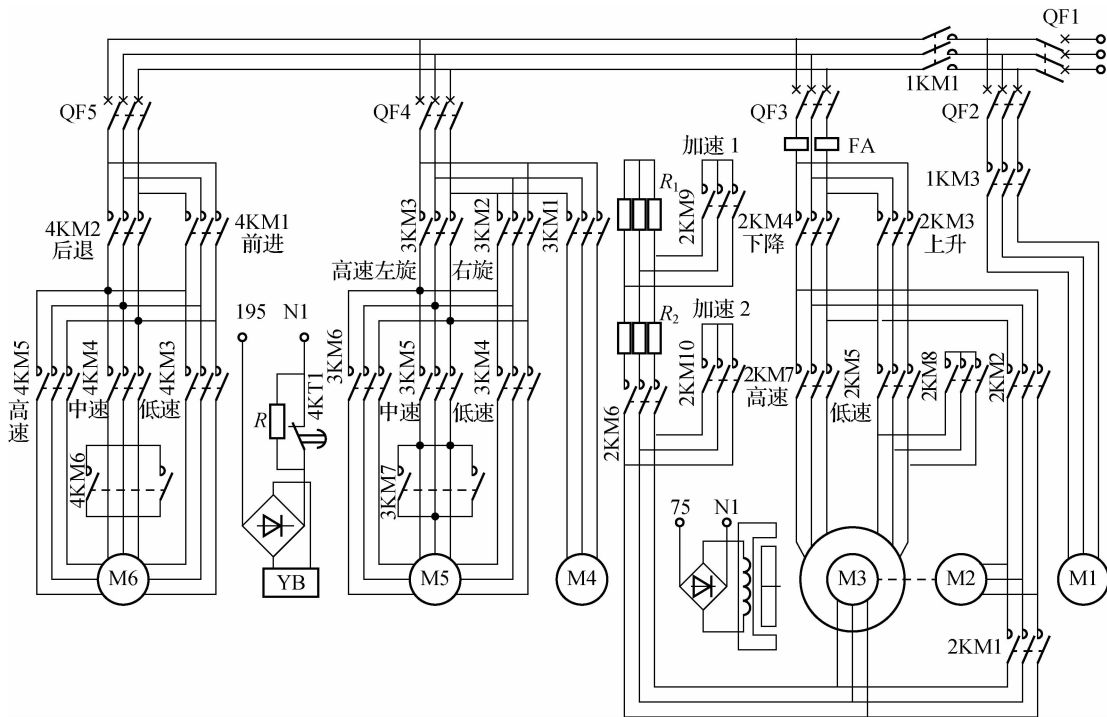


图 3-22 QTZ80 型塔式起重机主电路

(1)提升机构电动机的控制过程。提升机构驱动电动机 M3 和液压制动电动机 M2 使用 10 个接触器控制它们的不同运行状态,其中接触器 2KM3、2KM4 分别控制上升和下降,

运行中必有一个吸合。其余接触器的动作关系如下。

①接触器 2KM1、2KM5、2KM6 吸合,电动机 M3 定子绕组接成 8 极、转子串两级电阻;涡流制动器将接通电源制动;电动机 M2 的电源引自 M3 的转子绕组。此时,作用在 M2 上的实际电压低于额定电压,液压推杆制动器处于半制动状态。电动机 M3 的轴上存在 4 个转矩:一是电磁转矩;二是液压推杆制动器产生的制动转矩;三是涡流制动器产生的制动转矩;四是负载转矩。在 4 个转矩的共同作用下,M3 处于低速运转状态。

②接触器 2KM2、2KM5、2KM6 吸合,电动机 M3 定子绕组接成 8 极、转子串两级电阻;作用在 M2 上的电压为额定电压,液压推杆制动器处于完全松闸状态;涡流制动器有两种情况:一种是接通电源,产生涡流制动;另一种是断开电源,无涡流制动。涡流制动转矩与负载转矩共同作用或只有负载转矩作用在 M3 轴上,使 M3 处于次低速运转状态。

③接触器 2KM2、2KM5、2KM6、2KM9、2KM10 吸合,M3 定子绕组接成 8 极;M2 接外部电源,液压推杆制动器处于完全松闸状态;涡流制动器不工作。只有负载转矩作用在 M3 轴上,使 M3 处于较高速运转状态。

④接触器 2KM2、2KM6、2KM7、2KM8、2KM9、2KM10 吸合,M3 定子绕组接成 4 极;M2 接外部电源,液压推杆制动器处于完全松闸状态;涡流制动器不工作。只有负载转矩作用在 M3 轴上,使 M3 处于高速运转状态。

(2)小车变幅电动机的控制过程。小车变幅机构电动机 M6 和直流电磁抱闸装置由 6 个接触器控制。接触器 4KM1、4KM2 分别控制前进、后退,运行中必有一个吸合,并使电磁制动器 YB 松闸。其余接触器动作关系如下。

①接触器 4KM3 吸合,电动机 M6 接成 Δ 16 极低速运行。

②接触器 4KM4 吸合,电动机 M6 接成 Y 8 极中速运行。

③接触器 4KM6、4KM5 吸合,电动机 M6 按 2Δ 4 极接法高速运转。

(3)液压顶升机构电动机的控制过程。液压顶升机构电动机 M1 工作在塔吊顶升状态,由接触器 1KM3 控制。

2)控制电路控制过程分析

图 3-23 所示为 QTZ80 型塔式起重机的控制电路。图中,1SB1 为塔吊总起动按钮,1SB2 为总停车按钮,1SB3 为紧急停车按钮;1SB4 与 1SB5 分别为顶升机构停、起控制按钮;主令开关 SA1、SA2、SA3 分别控制起升机构、回转机构和小车变幅机构。

(1)总电源的控制过程。合上低压断路器 QF1、QF2、QF3、QF4、QF5,为系统起动做准备。在控制开关 SA1、SA2、SA3 手柄处于零位时,先合上控制线路总开关 QS1,再按下总起动按钮 1SB1,此时,电流从一端经按钮 1SB3、1SB2、1SB1,主令开关 SA1、SA2、SA3,接触器 1KM1 流到另外一端,控制电源的 1KM1 得电吸合并自锁,在力矩限位器 1SQ1 正常的情况下,接触器 1KM2 也通电吸合,主回路和控制回路电源分别接通,塔吊处于待命状态。

电网断电时,1KM1 失电,主回路和控制回路电源被切断。当恢复供电后,必须先将各控制开关返回零位,再按下总起动按钮 1SB1 后方可重新起动,实现了零电压保护。

(2)力矩限位保护装置的控制过程。如果力矩保护开关 1SQ1 处于闭合状态,电源接触器 1KM1 闭合,力矩保护接触器 1KM2 吸合,小车行走(向前)和起升(上升)控制电路接通。当力矩超限时,1SQ1 断开,1KM2 失电,这时增大力矩(小车向前或起吊向上)操作被停止,只能进行减小力矩(小车向后或吊钩向下)操作,实现了力矩超限保护。在力矩减小到额定

值范围以内时,1SQ1 复位。此时,小车变幅机构向前或提升机构向上操作仍不能进行,必须重新按下总起动按钮 1SB1 才能恢复 1KM2 的通电吸合状态。

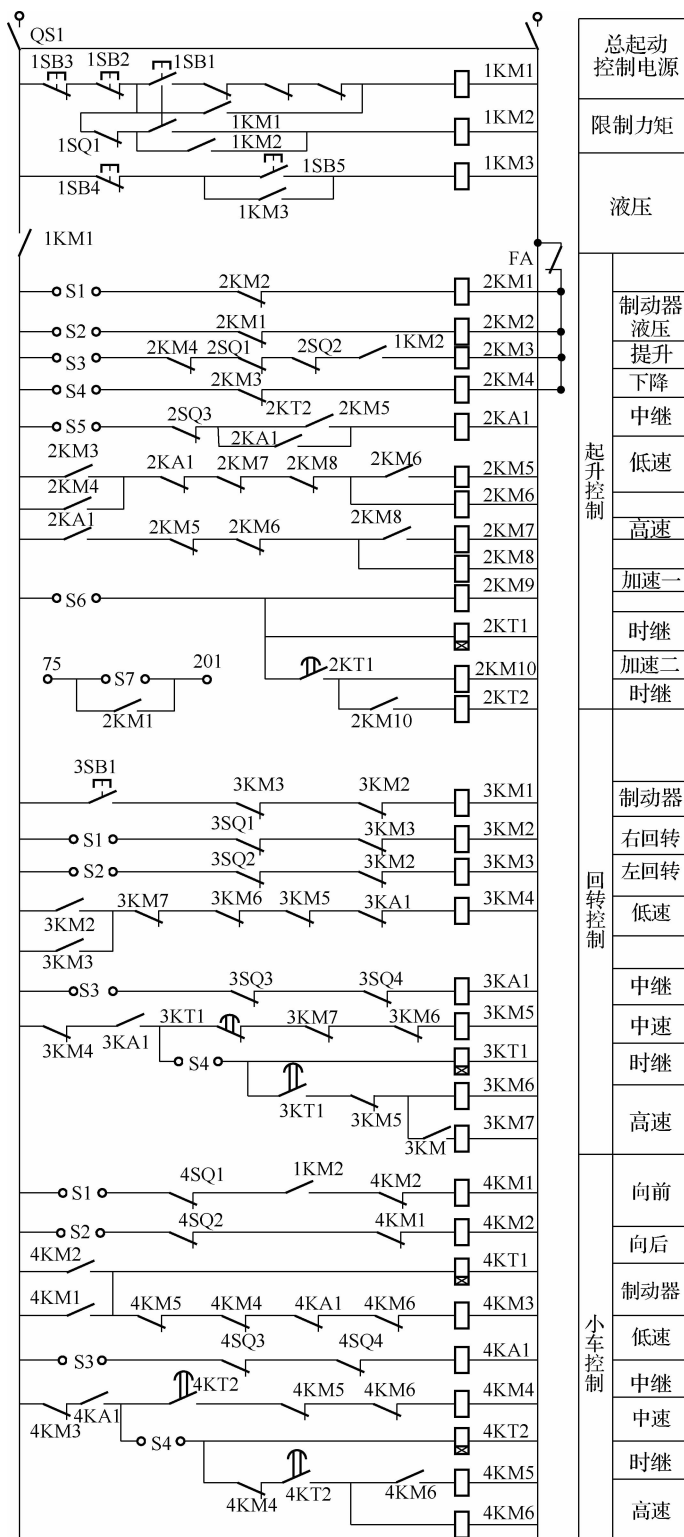


图 3-23 QTZ80 型塔式起重机的控制电路

(3)提升机构的控制过程。提升控制主令开关 SA1 分别置于不同挡位,可用高低不同的速度起吊或下放重物。提升控制主令开关 SA1 触点闭合表见表 3-4。

表 3-4 提升控制主令开关 SA1 触点闭合表

手柄触点	下 降					停 车	上 升				
	V	IV	III	II	I		I	II	III	IV	V
S0						×					
S1					×		×				
S2	×	×	×	×				×	×	×	×
S3							×	×	×	×	×
S4	×	×	×	×	×						
S5	×										×
S6	×	×							×	×	
S7				×				×			

提升控制电路如图 3-24 所示。为了清楚地描述提升控制电路的工作过程,下面将提升状态的 5 个挡位对应的控制电路分解叙述。

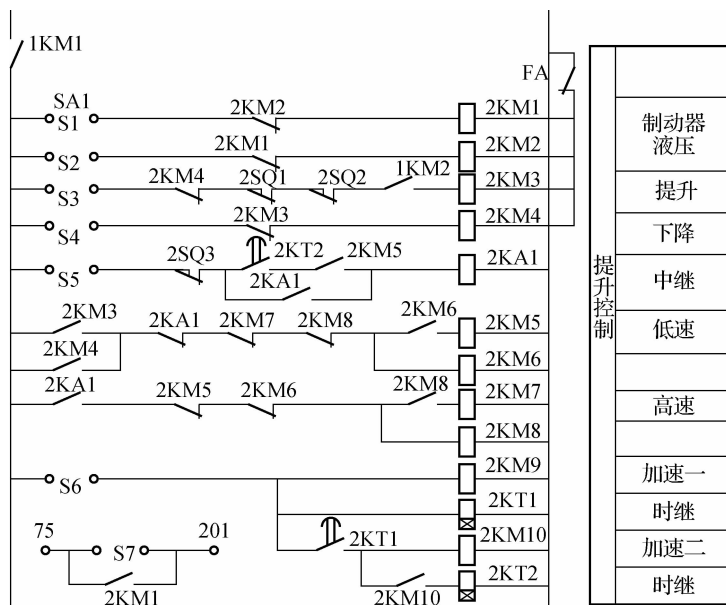


图 3-24 提升控制电路

①控制开关拨至上升 I 挡,触点 S1、S3 闭合,控制电路接通部分如图 3-25 所示。

接触器 2KM1 吸合;力矩限制接触器 1KM2 的触点处于闭合状态,接触器 2KM3 得电;接触器 2KM6、2KM5 先后得电。主电路中触点 2KM6 闭合,M3 转子电阻全部接入;触点 2KM1 闭合,电动机 M3 转子电压加在液压制动器电动机 M2 的定子绕组上,M2 上的电压低于额定电压,M2 处于半制动状态;触点 2KM5 闭合,滑环电动机 M3 定子绕组按 8 极连

接;触点 2KM3 闭合,M3 得电低速正转(上升);触点 2KM1 闭合,75 号线端与 201 号线端接通,110 V 的交流电经桥式整流后供给涡流制动器,产生制动转矩。在负载转矩、液压推杆制动器的半制动力矩、涡流制动器的制动力矩共同作用下,M3 在 I 挡低速起动运转。

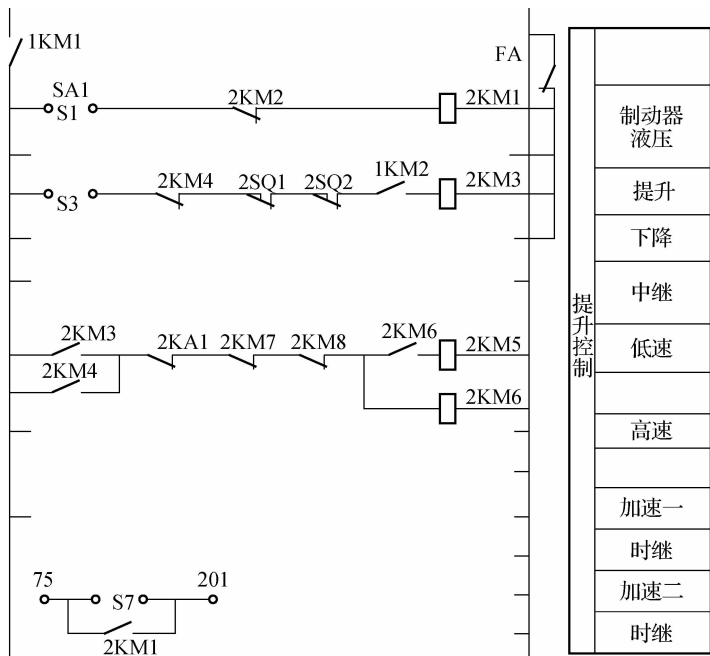


图 3-25 提升 I 挡控制电路分解图

②控制开关拨至上升第 II 挡,触点 S2、S3、S7 闭合,控制电路接通部分如图 3-26 所示。

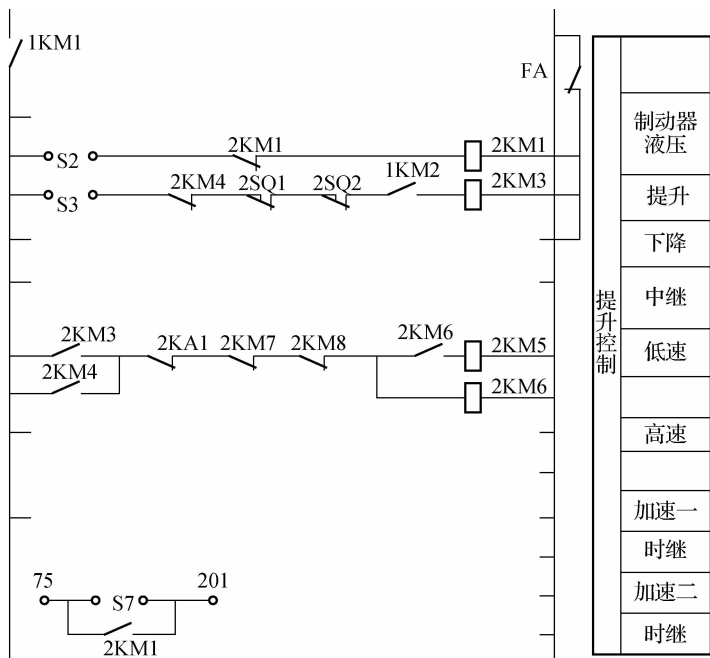


图 3-26 提升 II、III 挡控制电路分解图

当控制开关拨至第Ⅱ挡时,触点 S2、S3、S7 闭合,触点 S1 断开,使接触器 2KM1 断电释放,常闭触点 2KM1 复位;触点 S2 闭合,使接触器 2KM2 通电吸合;触点 S3 闭合,使接触器 2KM3 继续通电吸合。主电路中触点 2KM1 断开、触点 2KM2 闭合,使外部电源直接作用在液压制动器电动机 M2 上,制动器完全松闸;触点 S7 闭合,使涡流制动器继续保持制动状态;触点 2KM5、2KM6 依然闭合,电动机 M3 仍为 8 极接法。在负载力矩和涡流制动器的制动力矩共同作用下,电动机 M3 在Ⅱ挡速度下运转。

③控制开关拨至第Ⅲ挡,触点 S2、S3 依然闭合,只有触点 S7 断开,使涡流制动器断电,涡流制动解除,电动机 M3 仍为 8 极接法。此时,电动机在只有负载转矩的作用下运转。

④控制开关拨至第Ⅳ挡,触点 S2、S3、S6 闭合,此时,控制电路的分解图如图 3-27 所示。

触点 S2、S3 继续闭合,使接触器 2KM2、2KM3、KM5、KM6 依然通电吸合;触点 S6 闭合,使接触器 2KM9、时间继电器 2KT1 通电吸合。经过一段时间延时后,时间继电器的延时闭合触点 2KT1 闭合,使接触器 2KM10 通电吸合,进而使时间继电器 2KT2 得电。电动机 M3 转子串入的电阻 R_1 、 R_2 因 2KM9 和 2KM10 间隔一段时间后依次闭合先后被短接,电动机 M3 得到两次加速。

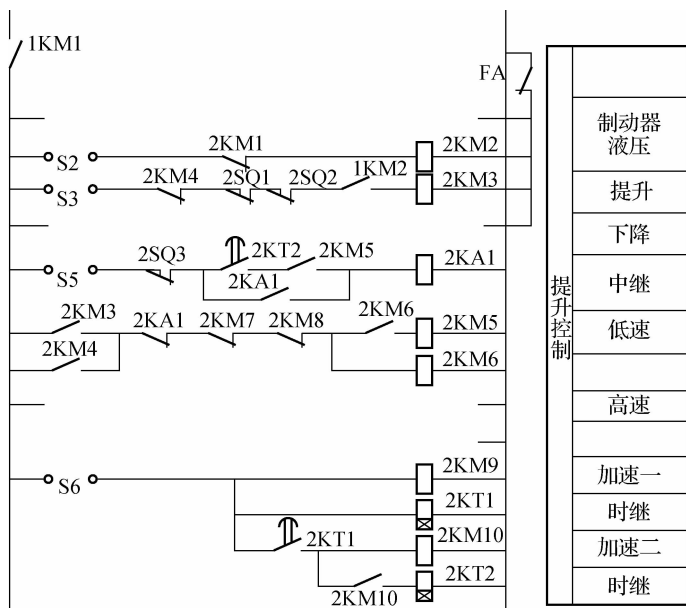


图 3-27 提升Ⅳ挡控制电路分解图

时间继电器 2KT2 的延时闭合触点闭合,接通中间继电器 2KA1 控制支路的一部分电路,由于触点 S5 断开,因此 2KA1 并没有吸合,2KT2 延时触点的闭合只是为下一步改变电动机定子绕组接法实现高速运转做好准备。

⑤控制开关拨至第Ⅴ挡,触点 S2、S3、S5、S6 闭合,图 3-28 所示为该情况下控制电路的分解图。

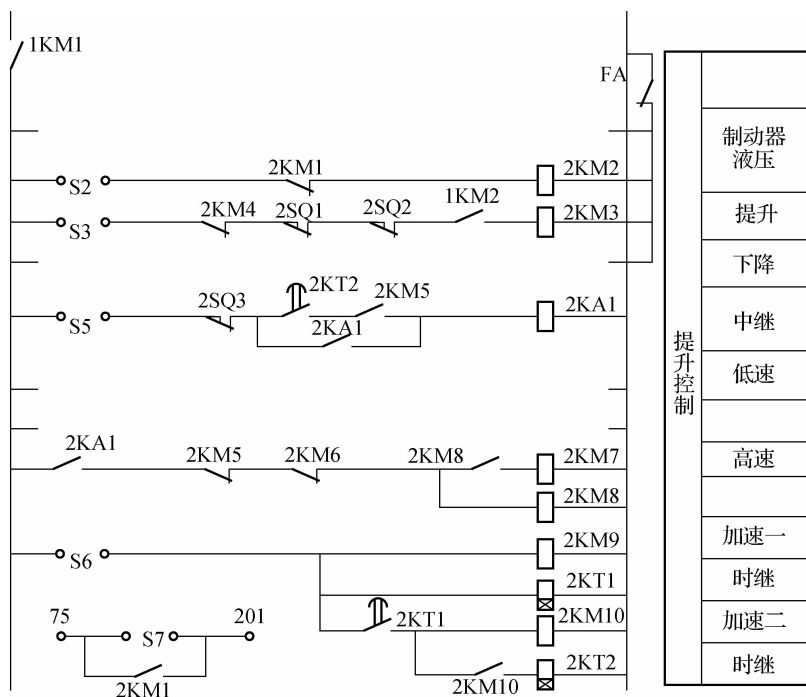


图 3-28 提升至 V 挡控制电路分解图

触点 S2、S3 继续闭合，使接触器 2KM2、2KM3 依然通电吸合，进而使接触器 KM5、KM6 所在的回路依然连通；触点 S6 闭合，使接触器 2KM9、2KM10，时间继电器 2KT1、2KT2 依然通电吸合；但是，触点 S5 的闭合使中间继电器 2KA1 得电自锁，2KA1 的常闭触点动作，切断了 2KM5、2KM6 所在的支路，2KM5、2KM6 断电释放，其常闭触点复位使接触器 2KM8、2KM7 相继通电吸合。

主电路中，触点 2KM6 断开，将 M3 转子电阻从电路中切除；触点 2KM5 断开，触点 2KM8、2KM7 闭合，将电动机定子绕组接为 4 极，电动机高速运转。

⑥ 提升机构的保护环节动作过程。2SQ1、2SQ2、2SQ3 为限位继电器，分别作为力矩超限保护、提升高度限位保护和高速限重保护。

a. 力矩超限保护。当负载力矩超限时 2SQ1 动作，连接接触器 2KM3 的支路断开，上升接触器 2KM3 断电释放，提升动作被禁止。同时，总电源控制电路中单独设置的力矩保护接触器 1KM2 断电，串联在 2KM3 支路的常开触点 1KM2 断开，再次提供了力矩限位保护。此时，提升机构只能下降运行。

b. 提升高度限位保护。当提升高度超限时，高度限位保护开关 2SQ2 动作，提升电路切断，2KM3 失电，提升动作被禁止。此时，提升机构只能下降运行。

c. 高速限重保护。当控制开关在第 V 挡时，定子绕组接为 4 极，转子电阻被短接，电动机高速运转。若起重量超过 1.5 t 时，超重开关 2SQ3 动作，中间继电器 2KA1 断电释放，接触器 2KM7、2KM8 相继断电释放，接触器 2KM6、2KM5 相继通电吸合，电动机定子绕组自动由 4 极接法变为 8 极接法，电动机低速运转。

电动机 M3 过电流保护。提升机构电路中接有瞬间动作限流保护器 FA 的常闭触点，当

电动机定子电流超过额定电流时 FA 动作,切断提升机构控制电路中相关控制器件的电源,电动机 M3 停止运转,液压推杆制动器断电抱闸。

(4)塔臂回转机构的控制过程。图 3-29 所示为塔臂回转机构控制电路。图中,主令开关 SA2 操控回转机构的运动,塔臂可以以高、中、低三种速度向左或向右旋转;3SQ1、3SQ2 为左右旋转角度极限限位保护装置,3SQ3、3SQ4 为临近限位保护装置。主令开关 SA2 触点闭合见表 3-5。

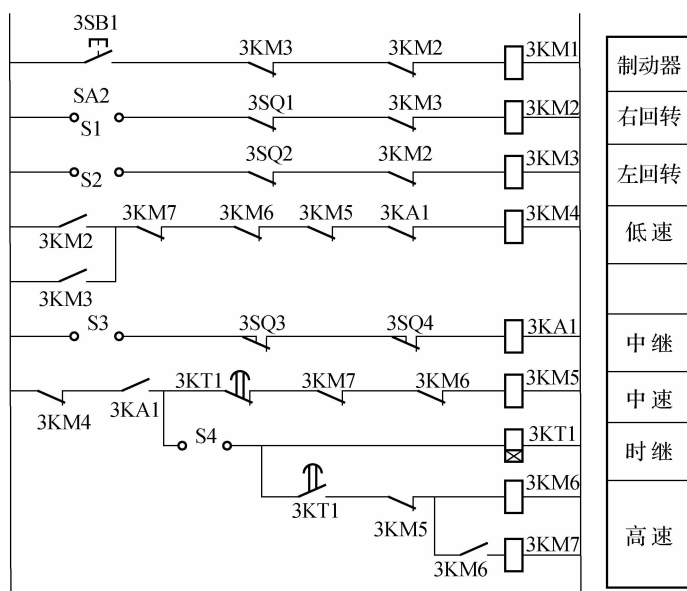


图 3-29 塔臂回转机构控制电路

表 3-5 塔臂回转主令开关 SA2 触点闭合表

手柄 触点	左 回 转			停 车	右 回 转		
	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
S0				×			
S1					×	×	×
S2	×	×	×				
S3	×	×				×	×
S4	×						×

①主令开关 SA2 置于 I 挡。当主令开关 SA2 置于向右回转 I 挡时,触点 S1 闭合,接触器 3KM2 通电吸合。主触点 3KM2 闭合,使电动机 M5 的主电路电源按右转相序接通;串接在接触器 3KM4 支路的辅助常开触点 3KM2 闭合,使 3KM4 通电吸合;串接在接触器 3KM3 支路的辅助常闭触点 3KM2 断开,联锁向左回转运行。

接触器 3KM4 通电吸合后,辅助常闭触点 3KM4 断开,接触器 3KM5、3KM6、3KM7 所在的中、高速回路形成低速与高速联锁;主触点 3KM4 将电动机 M5 的定子绕组接成△16

极, M5 开始低速向右运转。

②主令开关 SA2 置于Ⅱ挡。主令开关 SA2 置于向右回转Ⅱ挡时, 触点 S1、S3 闭合。触点 S1 闭合, 接触器 3KM2 的控制动作过程同主令开关 SA2 置于Ⅰ挡时所述。触点 S3 闭合, 使中间继电器 3KA1 通电吸合。

中间继电器 3KA1 串联在低速接触器 3KM4 支路的常闭触点断开, 3KM4 断电释放。主触点 3KM4 断开, 解除了电动机 M5 定子绕组 Y16 极的接法; 同时, 串联在接触器 3KM5、3KM6、3KM7 回路的辅助常闭触点 3KM4 闭合, 为中、高速连接做准备。中间继电器 3KA1 通电吸合, 使串联在 3KM5 所在的中速支路的常开触点 3AK1 闭合, 3KM5 通电吸合。

3KM5 通电吸合, 其主触点使电动机 M5 的定子绕组接成 Y8 极中速运行; 串接在接触器 3KM5、3KM6 支路的常闭辅助触点 3KM5 断开, 联锁中速与高速; 串接在接触器 3KM4 支路的辅助常闭触点 3KM5 断开, 联锁中速与低速。

③主令开关 SA2 置于Ⅲ挡。当主令开关 SA2 置于Ⅲ挡时, 触点 S1、S3、S4 闭合。触点 S1 闭合, 接触器 3KM2 的控制动作过程同主令开关 SA2 置于Ⅰ挡时所述。触点 S3 闭合, 使中间继电器 3KA1 继续保持通电吸合状态。触点 S4 闭合, 使时间继电器 3KT1 通电吸合。

时间继电器 3KT1 吸合后, 经过一段时间的延时, 串接在接触器 3KM5 支路的常闭延时断开触点 3KT1 断开, 3KM5 断电释放。3KM5 断电释放后, 连接在主电路中的主触点 3KM5 断开, 解除电动机 M5 定子绕组的 Y8 连接; 串联在接触器 KM6、KM7 支路的辅助常闭触点 3KM5 闭合, 解除中速与高速的联锁; 串联在接触器 3KM4 支路的辅助常闭触点 3KM5 闭合, 解除中速与低速的联锁。

时间继电器 3KT1 串联在接触器 3KM5、3KM6 支路的常开延时触点 3KT1 闭合, 使接触器 3KM6、3KM7 依次通电吸合。接触器的主触点 3KM6、3KM7 闭合, 使电动机 M5 的定子绕组按照 2△4 接法高速运转; 接触器 3KM6、3KM7 串接在接触器 3KM5 支路的辅助常闭触点 3KM6、3KM7 断开, 联锁高速与中速; 接触器 3KM6、3KM7 串接在接触器 3KM4 支路的辅助常闭触点 3KM6、3KM7 断开, 联锁高速与低速。

④回转机构左转控制。回转机构左转控制的过程基本与右转控制的相同, 不同的只是连接电源的接触器为 3KM3。

⑤准确停车定位控制。塔臂回转机构的液压推杆制动器只是作为定位使用, 油泵电动机 M4 由接触器 3KM1 控制, 电动机通电时制动, 断电时松闸。当塔臂旋转 to 适当位置时, 控制开关 SA2 回到停车挡, 触点 3KM2、3KM3 恢复常闭。此时, 按下控制按钮 3SB1, 接触器 3KM1 得电, 制动电动机 M4 动作, 使回转机构制动停止。

控制电路中串入接触器 3KM2、3KM3 的常闭触点是为了保证只有在回转电动机停止工作时制动器才能动作。

⑥塔臂回转机构的保护环节。

回转角临界减速保护。当塔臂向右(左)旋转接近极限角度时, 减速限位开关 3SQ3(3SQ4)动作断开, 中间继电器 3KA1 和接触器 3KM5、3KM6、3KM7 失电, 接触器 3KM4 通电吸合, 回转电动机低速运行。

回转角度限位保护。当向右(左)旋转到极限角度时, 限位继电器 3SQ1(3SQ2)动作, 接触器 3KM2(3KM3)断电释放, 回转电动机停转, 此时, 回转机构只能做反向旋转操作。

(5) 小车行走机构的控制过程。图 3-30 所示为小车行走机构控制电路。图中, 主令开

关 SA3 控制行走机构的行走动作,小车可以以高、中、低三种速度向前或向后行走。4SQ1、4SQ2、4SQ3、4SQ4 为小车极限终点、临界终点限位开关。主令开关 SA3 触点闭合见表 3-6。

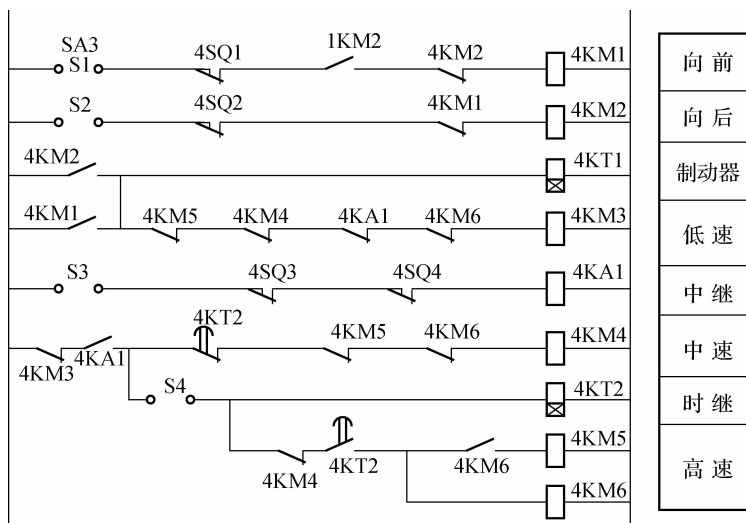


图 3-30 小车行走机构控制电路

表 3-6 小车行走主令开关 SA3 触点闭合表

手柄触点	向 后			停 车	向 前		
	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
S0				×			
S1					×	×	×
S2	×	×	×				
S3	×	×				×	×
S4	×						×

① 小车行走控制。

小车向前行走。当控制开关 SA3 拨至向前 I 挡时, S1 闭合, 若力矩未超限触点 1KM2 闭合, 接触器 4KM1 得电, 联锁向后支路, 低速电路触点 4KM1 闭合, 接触器 4KM3 得电, 主电路触点 4KM1、4KM3 闭合, 电动机按△16 极接法低速运转。

当对小车进行控制时, 直流电磁制动器 YB 通过 195 号线从线间变压器加 48 V 交流电, 制动器松闸, 4KM1 吸合后时间继电器 4KT1 得电, 常闭触点延时断开, 电阻 R 串入分压, 直流电磁制动器保持工作电压 20 V。

当控制开关 SA3 拨至向前 II 挡时, 触点 S1、S3 闭合, 中间继电器 4KA1 得电, 中速支路 4KA1 闭合, 接触器 4KM4 得电, 联锁高、低速支路, 主电路 4KM3 触点断开, 4KM4 触点闭合, 4KM1 触点继续闭合, 电动机按 Y 8 极接法中速运转。

当控制开关 SA3 拨至向前 III 挡时, 触点 S1、S3、S4 闭合, 中间继电器 4KA1 继续得电, 时间继电器 4KT2 得电, 延时后切断中速支路并接通高速支路, 接触器 4KM6、4KM5 相结

得电,主回路 4KM4 触点断开,4KM6、4KM5 触点相继闭合,电动机按 2△4 极接法高速运转。

当小车需向后行走时,控制开关手柄先回零位,线路恢复原态,再将控制开关拨至向后支路相应挡位,其控制原理同向前相似。

②线路保护。

a. 终点极限断电保护。当小车前进(后退)到终点时,终点极限开关 4SQ1(4SQ2)断开,控制电路中前进(后退)支路被切断,小车停止行进。

b. 临近终点减速保护。当小车行走至临近终点时,限位开关 4SQ3、4SQ4 断开,中间继电器 4KA1 失电,中速支路、高速支路同时被切断,低速支路接通,电动机低速运转。

c. 力矩超限保护。力矩超限保护接触器 1KM2 常开触点接入向前支路,当力矩超限时,1KM2 失电,向前支路被切断,小车只能向后行进。

任务实施

深入车间观察电动葫芦的外形,了解各部分的结构和功能,熟悉其操作步骤和安全隐患事项;然后根据图 3-19 所示电动葫芦控制电路,在控制板上进行安装和调试。

一、实训器材

- (1)常用电工工具,包括试电笔、钢丝钳、剥线钳、螺丝刀、电工刀、尖嘴钳、斜口钳等。
- (2)万用表。
- (3)绝缘导线。
- (4)三相异步电动机。
- (5)交流接触器、热继电器、电磁抱闸、行程开关等电气元件。

二、实施步骤

- (1)电气元件的选择。根据电动机功率的大小选择所用电气元件并填入表 3-7 中。

表 3-7 任务二元件清单

代 号	名 称	型 号	规 格	数 量
M1	电动机			
M2	电动机			
QS	刀开关			
FU	熔断器			
KM	交流接触器			
YB	电磁抱闸			
SQ	行程开关			
SB	按钮			
XT	端子排			



(2) 电气元件的质量检验。配齐所需设备和元器件,并进行质量检查。

(3) 根据电气原理图绘制电气安装接线图,并据此在控制板上安装相应元器件。要求各元器件安装牢固可靠,并贴上醒目的文字符号。

(4) 按照电气安装接线图连接导线。先连接主电路、后连接控制电路,先串联连接、后并联连接,布线符合工艺要求。

(5) 进行控制板外部布线,安装电动机、制动器,并可靠连接保护接地线。

(6) 检查线路。仍旧按照先主电路、后控制电路,先串联、后并联的顺序进行检查。

(7) 检查无误后,经指导教师检查允许后方可通电运行。

三、注意事项

(1) 不要漏接接地线。

(2) 在安装调试过程中,工具、仪表的使用应符合要求。

(3) 通电操作时,必须严格遵守安全操作规程。

四、评分标准

序号	评价指标	分值	评分标准	扣分	得分
1	安装前检查	5	(1)电动机质量漏检或错检,每处扣1分; (2)低压电器质量漏检或错检,每处扣1分		
2	元器件及设备安装	10	(1)元器件布置不整齐、不均匀、不合理,每个扣1分; (2)元器件安装不牢固,安装时漏装螺钉,每个扣1分; (3)损坏元器件,每个扣5分; (4)电动机安装不符合要求,扣10分		
3	布线	25	(1)不按电路图接线,扣15分; (2)布线不美观,每根扣1分; (3)接点松动,露铜过长,反圈、有毛刺,标记线号不清楚、误标或漏标,每处扣0.5分; (4)损伤导线绝缘或线芯,每处扣1分; (5)漏接接地线,扣5分		
4	通电试车	30	(1)热继电器未整定或整定错误,扣5分; (2)熔体选择错误,扣10分; (3)试车不成功,每返工一次扣5分		
5	团结协作	10	小组成员分工协作不明确、不能积极参与,扣10分		
6	安全操作	10	违反安全文明生产规程,扣5~10分		
7	回答问题	10	问题回答不正确,扣10分		



- _____和振动台。
2. 插入式振动器又称内部振动器,主要由_____、_____和_____组成。
3. 混凝土搅拌机按搅拌形式可分为_____和_____。
4. 混凝土搅拌机一般由上料系统、_____、_____、_____和_____组成。
5. 按构造类型,起重机械可分为_____、_____和_____三大类。
6. 塔式起重机由金属结构部分、_____、_____和_____组成。

二、简答题

1. 什么是混凝土振动器? 其作用是什么?
2. 在图 3-8 所示 JZC350 型双锥反转自落式搅拌机电气控制电路中,用到了哪些基本控制电路?
3. 在图 3-13 所示散装水泥装置电气控制电路中,YK1、YK2 起何作用?
4. 指出塔式起重机控制电路中所采用的保护措施。