

项目 3

三相异步电动机Y- Δ 降压起动控制电路的安装与调试

在工业生产中,当电动机容量较大时,不能直接起动,应采用降压起动。降压起动的目的是减小较大的起动电流,减少对电网电压的影响。但起动转矩也会跟着降低,所以,降压起动只适于空载或轻载下起动。

Y- Δ 降压起动控制电路是在电动机起动时将定子绕组接成Y,每相绕组承受的电压为电源的相电压(220V)。随着电动机转速的升高,待起动结束后,当电动机转速达到额定转速时,再将定子绕组换接成 Δ 接法,每相绕组承受的电压为电源线电压(380V),此时电动机进入额定电压下正常运转,完成降压起动。



项目目标

理解三相异步电动机按钮切换和自动切换Y- Δ 降压起动控制电路工作原理;了解三相异步电动机全压起动条件及确定方法;能识读三相异步电动机按钮切换Y- Δ 降压起动控制电路、自动切换Y- Δ 降压起动控制电路原理图,根据电路图及控制要求对电路进行安装、调试与一般故障排除。

任务 3.1 三相异步电动机按钮切换Y- Δ 降压起动控制电路的安装与调试



任务引入

对于容量大于7.5kW的电动机,在起动时要求对电动机采取降压起动控制,一般情况下,采用图3-1所示的控制方式。这是一种Y- Δ 降压起动控制电路。本任务将完成

Y- Δ 降压起动控制电路的安装与调试,并学习Y- Δ 降压起动控制电路的工作原理。



任务分析

一、电路构成

根据电气控制电路原理图的绘图原则,识读三相异步电动机Y- Δ 降压起动控制电路电气原理图,明确电路所用元器件及它们之间的关系。

图 3-1 所示为三相异步电动机按钮切换Y- Δ 降压起动控制电路原理图。电路中采用应用最广泛的接触器、按钮手动控制方式,电路中除有熔断器、热继电器外,还有三个接触器 KM、 KM_Y 和 KM_{Δ} 。其中 KM 为电源接触器,用于通断主电路, KM_Y 和 KM_{Δ} 分别为起动接触器和运行接触器。当 KM_Y 吸合时电动机为Y形接线,实现降压起动, KM_{Δ} 在起动结束后吸合,电动机为 Δ 形接线,实现正常运行。

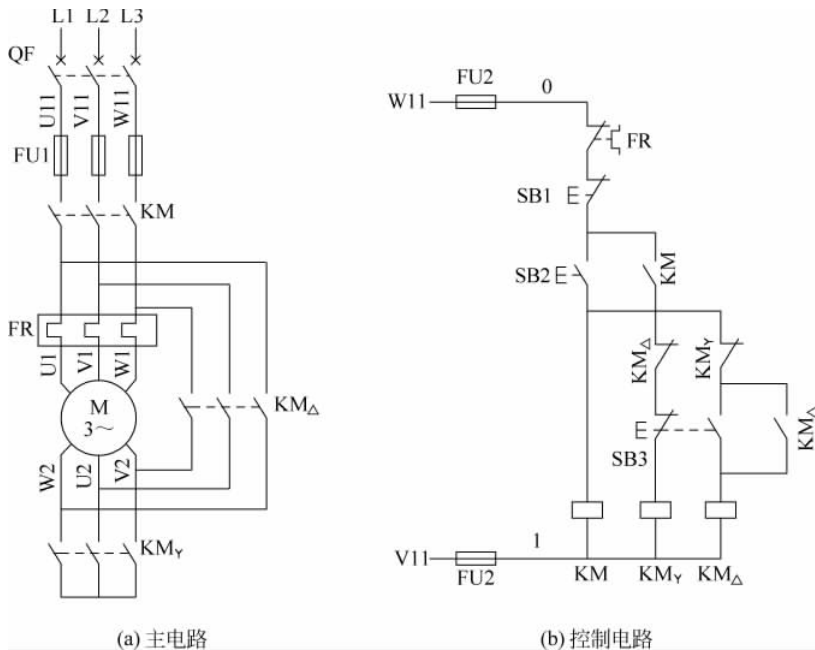


图 3-1 三相异步电动机按钮切换Y- Δ 降压起动控制电路

二、工作原理分析

1. 起动

按下起动按钮 SB2,接触器 KM 和 KM_Y 线圈得电, KM_Y 主触点闭合,KM 线圈得电自锁,KM 主触点闭合,使电动机 M 绕组接成星形降压起动。同时, KM_Y 动断触点断开,使 KM_{Δ} 线圈不能得电, KM_{Δ} 不能吸合。当电动机转速达到额定转速时,按下 SB3, KM_Y 线圈失电, KM_{Δ} 线圈得电并自锁, KM_{Δ} 主触点闭合,电动机绕组三角形连接,电动机全电

压运行。

2. 制动

按下 SB1 停止按钮, KM、KM Δ 线圈失电, KM、KM Δ 主触点断开, 切断电动机 M 电源, M 停转。



知识链接 1 元器件安装、电路布线及检查方法

一、元器件的安装步骤及工艺要求

1. 元器件安装前检查

根据元器件质量检测的一般原则对各个元器件进行检查。

2. 元器件安装

(1) 组合开关、熔断器的受电端应安装在控制板的外侧, 注意熔断器的受电端应为底座的中心端。

(2) 各元器件的安装位置应整齐、匀称, 间距合理, 便于元器件的更换。

(3) 紧固各元器件时用力要均匀, 紧固程度适当。在紧固熔断器、接触器等易碎裂元器件时, 应当用手按住元器件, 一边轻轻摇动, 一边用旋具轮换旋紧对角线上的螺钉, 直到手摇不动后再适当旋紧些即可。

二、机床电气线路板前明线布线的工艺要求

(1) 布线顺序一般以接触器为中心, 由里到外、由低至高, 先控制电路、后主电路进行, 以不妨碍后续布线为原则。

(2) 布线时应横平竖直, 分布均匀, 同一平面应高低一至, 尽量不交叉, 变换走向时应垂直。

(3) 同一元器件、同一回路的不同接点的导线间距离应保持一致。

(4) 剥线时严禁损伤线心和导线绝缘层, 导线与接线柱连接时不得压绝缘层, 不允许反圈, 铜线头不允许露出过长。

(5) 一个元器件接线端子上的连接导线不得多于两根, 每节接线端子板上的连接导线一般只允许连接一根。

(6) 布线通道尽可能少, 同路并行导线按主、控电路分类集中, 单层密排, 紧贴安装面布线。

(7) 同一平面的导线应高低一致, 不能交叉。非交叉不可时, 该根导线应在接线端子引出时, 就水平架空跨越, 但必须走线合理。

(8) 所有从一个接线端子(或接线柱)到另一个接线端子(或接线柱)的导线必须连续, 中间无接头。

(9) 所有与板外电器连接的导线均应通过板下的端子排对应连接。

三、机床电气线路板前线槽配线的工艺要求

(1) 所有导线的截面积在等于或大于 0.5mm^2 时,必须采用软线。考虑机械强度的原因,所用导线的最小截面积,在控制箱外为 1mm^2 ,在控制箱内为 0.75mm^2 。

(2) 布线时,严禁损伤线心和导线绝缘。

(3) 各电气元器件接线端子引出导线的走向,以元器件的水平中心线为界线,在水平中心线以上的接线端子引出的导线,必须进入元器件上面的走线槽;在水平中心线以下的接线端子引出的导线,必须进入元器件下面的走线槽。任何导线都不允许从水平方向进入走线槽内。

(4) 各电气元器件接线端子上引出或引入的导线,除间距很小和元器件机械强度很差时允许直接架空敷设外,其他导线必须经过走线槽进行连接。

(5) 进入走线槽内的导线要完全置于走线槽内,并应尽可能避免交叉,装线不要超过走线槽容量的 70%,以便于能盖上线槽盖和装配及维修。

(6) 各电气元器件与走线槽之间的外露导线,应走线合理,并尽可能做到横平竖直,变换走向要垂直。同一个元器件上位置一致的端子和同型号电气元器件中位置一致的端子上引出或引入的导线,要敷设在同一平面上,并应做到高低一致或前后一致,不得交叉。

(7) 所有接线端子、导线线头上都应套有与电路图上相应接点线号一致的编码套管,按接线号进行连接,连接必须牢靠,不得松动。

(8) 在任何情况下,导线不得于走线槽内连接,必须通过接线端子连接,接线端子必须与导线截面积和材料性质相适应。当接线端子不适合连接或使用较小截面积的软线时,可以在导线端头穿上针形或叉形轧头并压紧,也可以把导线端头打成羊眼圈在垫片下压紧。

(9) 一般一个接线端子只能连接一根导线,如果采用专门设计的端子,则可以连接两根导线。但导线的连接方式,必须是在工艺上成熟的各种方式,如夹紧、压接、焊接等,并应严格按照连接工艺的工序要求进行。

四、控制板的外部配线

控制板外部配线时,必须使导线有适当的机械保护,需以能确保安全为条件,如对电动机或可调整部件上电气设备的配线,可以采用多芯橡皮线或塑料护套软线。



知识链接 2 三相异步电动机全压起动的条件及确定方法

一、三相异步电动机全压起动的条件

三相异步电动机的全压起动是指起动时将电动机的额定电压直接加在电动机定子绕组上使电动机起动。

通常规定:当电源容量在 $180\text{kV}\cdot\text{A}$ 以上,电动机容量在 7kW 以下的三相异步电动机可采用直接起动。

判断一台电动机能否直接起动,可以用下面的经验公式来确定:

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

式中: I_{st} ——电动机全压起动电流(A);

I_N ——电动机额定电流(A);

S ——电源变压器容量(kV·A);

P ——电动机功率(kW)。

凡是不能满足直接起动条件的电动机,均须采用降压起动。

二、三相异步电动机的降压起动及其方法

降压起动是利用降压起动设备,使电压适当降低后再加到电动机定子绕组上进行起动,待电动机起动运转,转速达到一定值时,再使电动机上的电压恢复到额定值正常运转。

由于电动机上的电流随电压的降低而减小,所以降压起动达到了减小起动电流的目的,能将起动电流控制在额定电流的2~3倍。但是,由于电动机的转矩与电压的平方成正比,所以降压起动必将导致电动机的起动转矩大为降低。因此,降压起动只能在电动机空载或轻载下起动。

常见的三相异步电动机降压起动方法:定子绕组串接电阻降压起动、自耦变压器降压起动、Y-△降压起动和延边三角形降压起动等。

本项目重点介绍三相异步电动机Y-△降压起动控制电路。

任务实施

一、准备工具

安装调试所需工具为验电笔、螺钉旋具(一字形和十字形)、钢丝钳、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、电工刀、万用表等。

二、元器件及导线的选用

所需材料明细见表3-1。

表3-1 所需材料明细表

序号	名称	文字符号	型号与规格	功能	单位	数量
1	三相四线制电源		~3×380/220V,20A	提供电源	处	1
2	三相异步电动机	M	Y112M-4,4kW,380V, △连接	负载	台	1
3	低压断路器	QF	DZ47-60D/3P,C10	接通或断开 电路	只	1
4	熔断器	FU	RL98-16,2A	短路保护	只	5
5	控制按钮	SB	LA-18	接通或断开 控制电路	只	3

续表

序号	名称	文字符号	型号与规格	功能	单位	数量
6	交流接触器	KM	CJX1-9/22,380V	实现电路的自动控制	只	3
7	热继电器	FR	JR20	过载保护	只	1
8	连接导线	黄、绿、红三色线, 控制线黑色或蓝色	BVR-1.5mm ² , 1.0mm ² 塑料软铜导线	连接电路	m	若干
9	接线端子排	XT	TB2510	板内外导线对接	条	1

三、电路装接

- (1) 根据图 3-1 所示原理图, 选取所用元器件, 并进行检测。
- (2) 在网孔板上按位置图安装元器件, 如图 3-2 所示。要求: 各元器件的安装位置应整齐、匀称、牢固、间距合理, 便于元器件的更换。
- (3) 按照主电路接线图(见图 3-3)、控制电路接线图(见图 3-4)所示进行接线。

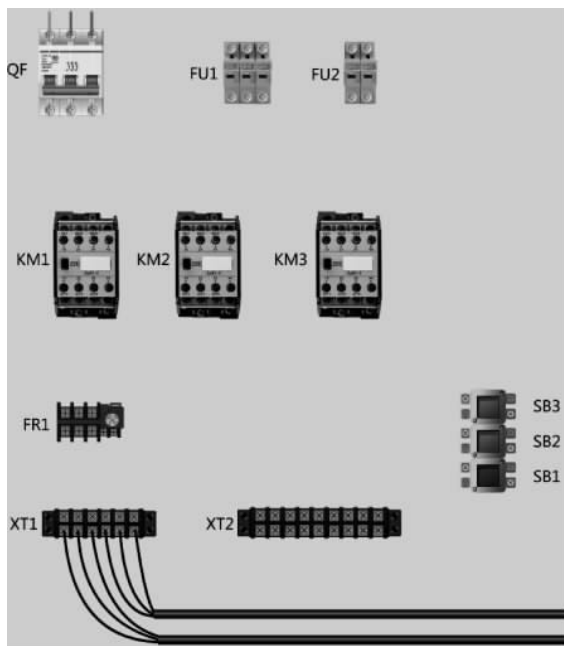
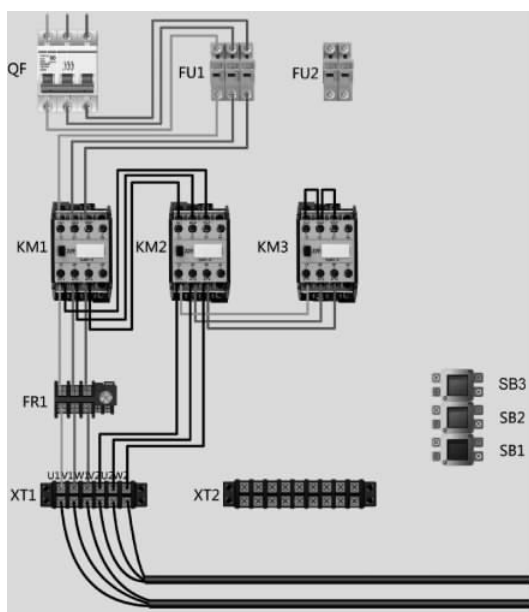
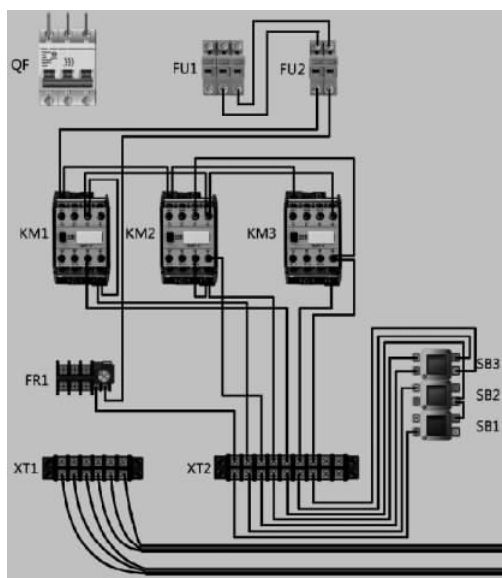


图 3-2 三相异步电动机按钮切换Y-Δ降压起动控制电路元器件位置图

图 3-3 三相异步电动机按钮切换Y- Δ 降压起动控制电路(主电路)接线图图 3-4 三相异步电动机按钮切换Y- Δ 降压起动控制电路接线图

四、线路检修

1. 检查主电路

(1) 检查主电路接触器 KM_Y 和 KM_{Δ} 主触点之间的换相线,若接错可能造成电动机无法起动,或使定子绕组无法从星形连接转换成三角形连接,甚至造成短路。

(2) 取下 FU2 熔体,装好 FU1 熔体,断开控制电路。

(3) 用万用表分别测量开关 QF 下端子 U11 与 V11、U11 与 W11、V11 与 W11 之间的电阻,应均为开路($R \rightarrow \infty$)。若某次测量结果为短路($R=0$),说明所测量两相之间的接线有短路现象,应仔细检查,排除故障。

(4) Y 起动控制电路。同时按下接触器 KM 和 KM_Y 的测试按钮,重复上述测量,用万用表分别测量开关 QF 下端子 U11 与 V11、U11 与 W11、V11 与 W11 之间的电阻,应分别为电动机两相间的电阻值。松开接触器 KM 和 KM_Y 的测试按钮,万用表应显示由通到断。若某次测量结果为开路($R \rightarrow \infty$),说明所测量两相之间的接线有断开现象,应仔细检查,找出断路点,排除故障。若某次测量结果为短路($R=0$),说明所测量两相之间的接线有短路现象,应仔细检查,排除故障。

(5) Δ 运行控制电路。将万用表两表笔分别接在 U11 与 V11、U11 与 W11、V11 与 W11 的接线端子上,同时按下接触器 KM 和 KM_{Δ} 的测试按钮,用万用表分别测得电动机两相绕组串联后与第三相绕组并联的电阻值。若某次测量结果为开路($R \rightarrow \infty$),说明所测量两相之间的接线有断开现象,应仔细检查,找出断路点,排除故障。若某次测量结果为短路($R=0$),说明所测量两相之间的接线有短路现象,应仔细检查,排除故障。

2. 检查控制电路

(1) 检查控制电路中按钮、接触器辅助触点之间的连线有无错接、漏接、虚接等现象,起动按钮的动合触点上下接线端子所接的连线,应接到这个按钮所控制的接触器的自锁触点端子上,Y、 Δ 连接的连接线及控制电路的自锁线有无错接、漏接、虚接等现象。尤其要注意每一对触点的上下端子接线不可颠倒,同一根导线两端线号应相同。

(2) 取下 FU1 熔体,装好 FU2 熔体,断开主电路。将万用表的表笔分别接到 QF 下端子 U11~V11 上。

(3) 检查起动、停止控制电路。按下起动按钮 SB1,测得 KM 和 KM_Y 线圈的并联电阻值;再按下停止按钮 SB3,万用表应显示电路由通到断。

(4) 检查自锁电路。按下接触器 KM 的测试按钮,测得接触器 KM 和 KM_Y 线圈的并联电阻值。松开接触器 KM 的测试按钮,万用表应显示电路由通到断。若发现异常,重点检查接触器自锁线、触点上下端子的连线及线圈有无断线和接触不良。

(5) 检查辅助触点联锁电路。按下按钮 SB1,测得 KM 和 KM_Y 线圈的并联电阻值;再按下接触器 KM_Y 的测试按钮,测得 KM 和 KM_Y 线圈的并联电阻值;再按下接触器 KM_{Δ} 的测试按钮,万用表应显示 KM 和 KM_{Δ} 线圈的并联电阻值;再按下 SB3,万用表应显示由通到断。如发现异常现象,重点检查接触器动断触点与另一接法的接触器线圈的连线。常见联锁线路的错误接线:将动合辅助触点错接成联锁线路中的动断辅助触点;把接触器的联锁线错接成同一接触器的线圈端子上,引起联锁控制电路动作不正常。

五、电路通电调试

为确保人身安全,在通电试车时,要认真执行安全操作规程的有关规定,一人监护,一人操作。检查三相电源,将热继电器按电动机的额定电流整定好。试车前应检查与通电试车有关的电气设备是否有不安全的因素存在,若查出应立即整改,然后方能试车。

1. 功能试验

拆掉电动机绕组的连线,合上电源开关 QF。

(1) Y- Δ 起动调试

按下起动按钮 SB1, KM 吸合, KM_Y 吸合;再按下 SB2, KM_Y 释放, KM_Δ 吸合。重复操作几次检查线路动作的可靠性。

(2) 制动调试

若轻按 SB3 停止按钮, KM、 KM_Δ 释放。

2. 通电调试

断开电源,恢复电动机连接线,并做好停车准备。合上 QF,接通电源。

(1) Y- Δ 起动调试

按 SB1 起动按钮, KM 吸合, KM_Y 吸合,电动机星形降压起动。电动机转速达到额定转速后,按下 SB2, KM_Y 释放, KM_Δ 吸合自锁,电动机三角形全电压运行。应注意电动机运行的声音和线路转换情况,观察电动机是否全电压运行且转速是否达到额定值。如电动机运行时发现有异常现象,应立即停车检查,检查无误后,再投入运行。

应注意电动机运行的声音,如电动机运行时发现有异响,应立即停车检查后,再投入运行。

当电动机运行平稳后,用钳形电流表测量三相电流是否平衡。

(2) 制动调试

若按下停止按钮 SB3, KM、 KM_Δ 释放,电动机断电后惯性旋转至停转。

六、电路的一般故障排除

该电路的主要故障现象是主电路Y起动缺相、 Δ 运转正常,Y起动正常、 Δ 运转缺相,Y起动及 Δ 运行均缺相等。控制电路故障现象主要表现为电动机无法起动,电动机能Y起动而不能转换成 Δ 运转等故障。

1. Y起动缺相

电动机Y起动缺相而 Δ 运转时正常,说明电动机三相电源正常,故障点应该在接触器 KM_Y 上,或在连接导线上。

检查步骤为:用万用表电阻挡检查 KM_Y 主触点是否良好。W2、U2、V2 连接导线端有无断线或松脱。作Y连接的连线端有无断线或松脱。

2. Δ 运转缺相

电动机Y起动正常、 Δ 运转时缺相,说明电动机三相电源正常,故障点应该在 Δ 形接法的接触器 KM_{Δ} 上,或连接导线上。

检查步骤为:用万用表电阻挡检查 KM_{Δ} 主触点是否良好。W1、U1、V1、W2、U2、V2连接导线端有无断线或松脱。

3. Y起动及 Δ 运行均缺相

Y起动及 Δ 运行均缺相时,故障范围较大,有以下几种可能:电源W相缺相,FU1熔体烧断, KM_1 主触点接触不良或烧断,FR热元器件烧断,连接导线有断线或松脱,电动机绕组断线等情况。

检查步骤为:用万用表交流电压挡500V测量接线端子上W1、U1、V1、W2、U2、V2的线电压,如电压正常,故障在电动机绕组上,用万用表电阻挡检查电动机绕组是否有断开。如果测量的线电压不正常,则故障点在配电板上。用万用表交流电压挡500V测量主电路,三相电源中W相电压是否正常。检查到哪一级电压不正常,则断开电源用万用表电阻挡检查FU1熔体、 KM_1 主触点、FR热元器件或连接导线有无断线或松脱。

4. 电动机M不能起动的故障

对主电路而言,可能的原因是熔断器FU1断路、接触器KM主触点接触不良、热继电器主电路有断点及电动机M绕组有故障。对控制电路而言,可能的原因是熔断器FU2断路、热继电器FR辅助动断触点接触不良、按钮SB3动断触点接触不良、接触器 KM_Y 的动合触点压合接触不良。

检查步骤为:按下按钮SB1,观察接触器KM线圈是否吸合。如果吸合,则是主电路的问题,可重点检查电动机M绕组;若接触器KM线圈未吸合,则为控制电路的问题,重点检查熔断器FU2、热继电器FR动断触点、按钮SB2动断触点以及 KM_Y 相关触点。

5. 电动机M只能Y接运行,不能 Δ 接运行的故障

对主电路而言,可能的原因是接触器 KM_{Δ} 主触点闭合接触不良。对控制电路而言,可能的原因是接触器 KM_Y 的动断触点接触不良及接触器 KM_{Δ} 线圈损坏等。

检查步骤为:按下起动按钮SB1后,再按下SB2,观察接触器 KM_{Δ} 线圈是否吸合。如果接触器 KM_{Δ} 吸合,则重点检查接触器 KM_{Δ} 主触点;若接触器 KM_{Δ} 线圈未吸合,重点检查SB2触点是否动作、接触器 KM_Y 的动断触点。



检查评价

按照工作任务的训练要求完成工作任务,技能训练评价见表3-2。