

安全操作技术

3.1 交流接触器、电流表和电流互感器、熔断器

3.1.1 交流接触器概述

交流接触器是通过电磁机构动作,频繁地接通和分断主电路的远距离操纵电器。其优点是动作迅速、操作方便和便于远距离控制,所以广泛应用于电动机、电热设备、小型发电机、电焊机和机床电路上。其缺点是噪声大、寿命短。由于它只能接通和分断负荷电流,不具备短路保护作用,故必须与熔断器、热继电器等保护电器配合使用。

交流接触器的主要部分是电磁系统、触头系统和灭弧装置,其结构和外形如图 3-1 和图 3-2 所示。

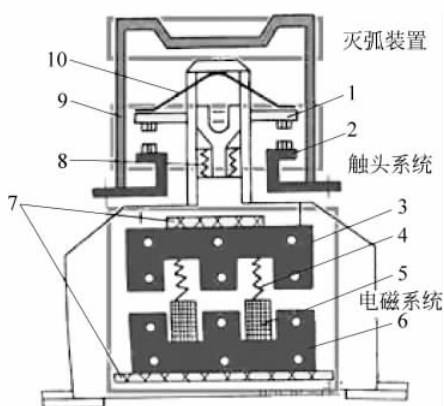


图 3-1 交流接触器结构(CJ10-20 型)

1—动触头；2—静触头；3—衔铁；4—弹簧；5—线圈；6—铁芯；7—垫毡；8—触头弹簧；9—灭弧罩；10—触头压力弹簧



图 3-2 交流接触器结构(CJX2 型)

3.1.2 交流接触器的检查

(1) 交流接触器的外观检查。

(2) 灭弧罩与外壳：是否完整，有没有破裂。

(3) 触头系统：主触头是否平滑、有没有氧化层或凹凸不平，线圈通电后主触头触点接触压力是否足够；用一纸条放在静触头、动触头之间，将动触头压下，拉动纸条应有适当阻力，检查弹簧压力、辅助常开与常闭触点接触是否良好。

(4) 电磁系统：用万用表检查线圈有否断路和短路；动铁芯、静铁芯之间有无锈蚀、尘垢造成间隙过大，或者衔铁歪斜，使线圈通电后产生振动噪声和线圈发热，并会导致烧毁。上下两个 E 形铁芯的中柱铁芯间隙正常距离是 $0.1 \sim 0.2\text{mm}$ ，线圈的电压有 36V、110V、127V、220V、380V 等，应与控制回路电压相符。

(5) 短路环：安装在静铁芯两端，短路环开路或脱落时，会产生振动噪声和线圈发热。

3.1.3 交流接触器的作用和选用

1. 交流接触器的作用

可以用低电压、小电流控制高电压、大电流。主要作远距离控制的操作开关。

2. 交流接触器的选用

主触头的额定电流大于 1.3 倍电动机的额定电流，线圈的额定电压必须符合控制线路供给的电压。

3.1.4 电流表

1. 电流表的作用

电流表用于显示被测物体的电流读数。

2. 电流表的外形

直流电流表如图 3-3 所示；交流电流表如图 3-4 所示。



图 3-3 直流电流表



图 3-4 交流电流表

3. 直流电流测量

测量直流电流时,电流表应与负载串联在直流电路中。接线时需要注意仪表的极性和量程。必须用电流表的正端钮接被测电路的高电位端,负端钮接被测电路的低电位端,在仪表允许的量程范围内测量。

4. 交流电流测量

用交流电流表测量交流电流时,同样应与负荷串联在电路中;与直流电流表不同,交流电流表不分极性。因交流电流表线圈的线径和游丝截面很小,不能测量较大电流,如需扩大量程,可加接电流互感器。

5. 使用注意事项

(1) 使用直流交流表测量电流时极性不能接反,否则会使电流表的指针反向偏转;交流电流表如果测量高压电路的电路时,电流表应串接在被测电路中的低电位端。

(2) 要根据被测电流的大小来选择适当的仪表,使被测电流处于电流表的量程之内;测量电流时,当不知被测电流的大致数值时,先使用较大量程的电流表测试,然后根据指针偏转的情况,最好使指针在量程的 $2/3$ 附近的范围,读数较为准确,再转换适当量程的仪表。

3.1.5 电流互感器

在电工测量中用来按比例变换交流电流的仪器称为电流互感器。

常用电流互感器如图 3-5 和图 3-6 所示,与交流电流表相接如图 3-7 所示。三只电流互感器与三只电流表作星形(三相异步电动机)接线的测量原理图如图 3-8 所示。



图 3-5 环氧树脂浇注式电流互感器



图 3-6 塑壳式电流互感器

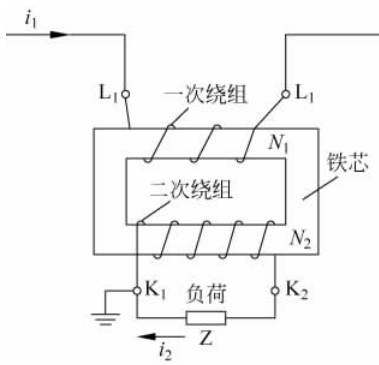


图 3-7 与交流电表相接的电路原理图

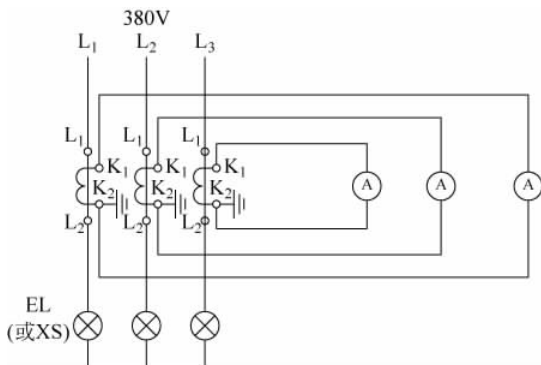


图 3-8 作星形接线的测量原理图

电流互感器的选用原则：电流互感器额定一次工作电流按运行电流 120%~150% 的范围内选择；额定一次工作电压应与运行电压相符。

3.1.6 电流互感器使用注意事项

- (1) 电流互感器二次回路在任何情况下不得开路,并不应装设开关和熔断器保护。
- (2) 电流互感器连接时,要注意其第一、二次线圈接线端子上的极性。
- (3) 互感器的二次线圈一端和铁心都要接地。
- (4) 接到电流互感器端子的母线,不应使电流互感器受到拉力。
- (5) 电流互感器的二次线圈绝缘电阻低于 10~120M Ω 时,必须干燥恢复绝缘。

3.1.7 熔断器

熔断器在低压配电网络和电力拖动系统中主要用作短路保护。使用时串联在被保护的电路中,当电路发生短路故障,通过熔断器的电流达到或超过某一规定值时,以其自身产生的热量使熔体熔断,从而自动分断电路,起到保护作用,相关介绍见本书 2.4 节。

3.2 带熔断器(断路器)、仪表、电流互感器的电动机运行控制电路接线

3.2.1 三相异步电动机概述

三相异步电动机是感应电动机的一种,其结构如图 3-9 所示,是靠同时接入 380V 三相交流电流(相位差 120°)供电的一类电动机。由于三相异步电动机的转子与定子旋转磁场以相同的方向、不同的转速旋转,存在转差率,所以称三相异步电动机。



图 3-9 三相异步电动机

三相异步电动机定子三相绕组是电路部分,在异步电动机的运行中起着很重要的作用,是把电能转换为机械能的关键部件。定子三相绕组的结构是对称的,一般有 6 个出线端 U_1 、 U_2 、 V_1 、 V_2 、 W_1 、 W_2 ,置于机座外侧的接线盒内,根据需要接成星形(Y)或三角形(Δ),如图 3-10 所示。

三相异步电动机的铭牌如图 3-11 所示,数据包括以下几项。

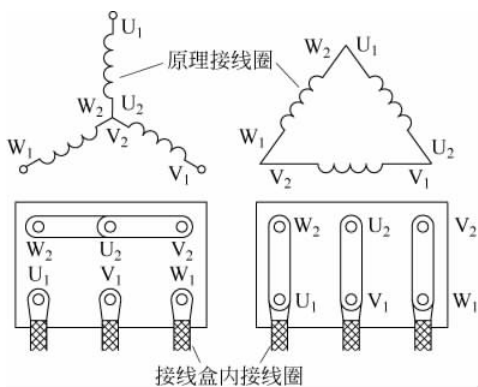


图 3-10 三相笼形异步电动机出线端

三相异步电动机						
型 号	Y132M-4	功 率	7.5kW	频 率	50Hz	
电 压	380V	电 流	15.4A	接 法	△	
转 速	1440r/min	绝缘等级	E	工作方式	连续	
温 升	80℃	防护等级	IP44	重 量	55kg	

图 3-11 三相异步电动机的铭牌

- (1) 型号：Y132M-4 中“Y”表示 Y 系列笼形异步电动机，“132”表示电动机的中心高为 132mm，“M”表示中型机座(L 表示长型机座,S 表示短型机座)，“4”表示四极电动机。
- (2) (额定)功率：电动机在额定状态下运行时,其轴上所能输出的机械功率称为额定功率,单位：kW。
- (3) 频率：电动机电源电压标准频率。我国工业电网标准频率为 50Hz。
- (4) (额定)电压：额定运行状态下加在定子绕组上的线电压,单位：V 或 kV。
- (5) (额定)电流：额定电压下电动机输出额定功率时定子绕组的线电流,单位：A。
- (6) 接法：表示电动机在额定电压下,定子绕组的连接方式为星形(Υ)或三角形(△)。
- (7) (额定)转速：电动机在额定输出功率、额定电压和额定频率下的转速,单位：r/min。
- (8) 绝缘等级：按电动机绕组所用的绝缘材料在使用时容许的极限温度来分级。极限温度是指电动机绝缘结构中最热点的最高容许温度。绝缘等级分为 A、E、B、F、H 级,对应极限温度分别为 105℃、120℃、130℃、155℃、180℃。
- (9) 工作方式：是指电动机的运行方式。一般分为“连续”(代号为 S1)、“短时”(代号为 S2)、“断续”(代号为 S3)。
- (10) 温升：是指电动机的温度与周围环境温度相比升高的限度。
- (11) 防护等级：是指防止人体接触电动机转动部分、电动机内带电体和防止固体异物进入电动机内的防护等级。防护标志 IP44 含义：IP——特征字母,为“国际防护”的缩写；44——4 级防固体(防止大于 1mm 固体进入电动机),4 级防水(任何方向溅水都无害无影响)。
- (12) 重量：电动机的净重。

3.2.2 三相异步电动机连续运转电气原理

三相异步电动机连续运转电气原理图如图 3-12 所示。

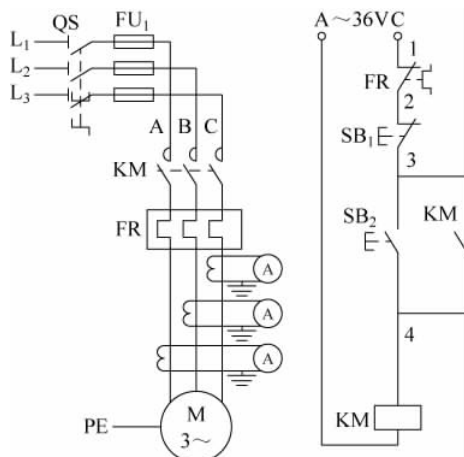


图 3-12 三相异步电动机连续运转电气原理图

3.2.3 考核要点

考核带熔断器(断路器)、仪表、电流互感器的电动机运行控制电路接线。

3.2.4 操作过程

- (1) 检查元器件。
- (2) 按图 3-12 所示接线,先接主回路,再接控制回路。
- (3) 使用电阻分析法,用万用表进行自检。
- (4) 交验,经教师确认后通电试验。

3.2.5 安全注意事项

- (1) 通电前正确使用仪表检查线路,规范操作,工位整洁,确保不存在安全隐患。
- (2) 三只电流互感器、电流表作星形接线的测量。
- (3) 通电后各项控制功能正常,电流表正常显示。
- (4) 电动机铁壳要接地;电动机接黄绿双色线作地线,不能接错颜色线。

3.2.6 短路保护与过载保护的区别

短路保护是当电路发生短路时要瞬时切断短路电流,如熔断器、自动开关的瞬时脱扣均可作短路保护。过载保护是当电路发生过载时,根据过载电流的大小经一定时间才做出的保

护,例如电动机的过载保护应采用热继电器、定时限过流继电器、自动开关长延时脱扣器等。

3.2.7 带熔断器(断路器)、仪表、电流互感器的电动机运行控制电路接线考核

根据本小节学习内容进行带熔断器(断路器)、仪表、电流互感器的电动机运行控制电路接线考核训练;考核准备及教学流程如表 3-1 所示。

表 3-1 考核准备及教学流程

序号	考核准备及教学流程
1	准备本次考核所需要的器材、工具、电工仪表等
2	检查学生出勤情况;检查工作服、帽、鞋等是否符合安全操作要求
3	集中讲课,现场示范,讲述考核情况,布置本次实操考核作业
4	学生分组考核练习,教师巡回指导
5	教师逐一对学生进行考核评分
6	回顾考核情况,集中点评

1) 考核地点及考核器材

在“低压电工科目二《安全操作技术》”模拟考室进行考核;考核所需器材、工具、仪表等见“附录 D 实操考试卡及考核室设备零件配置——科目二”。

2) 考核评分

带熔断器(断路器)、仪表、电流互感器的电动机运行控制电路接线考核评分表如表 3-2 所示。

表 3-2 带熔断器(断路器)、仪表、电流互感器的电动机运行控制电路接线考核评分表

科目二:安全操作技术(时间:30 分钟,配分 40 分)

K24 带熔断器(断路器)、仪表、电流互感器的电动机运行控制电路接线

序号	考评项目	考评内容	配分	扣分原因	得分
3	安全操作技术	运行操作	24	1. 电路少一半功能或不能停止□ 扣 12 分 2. 接线松动、露铜超标□ 每处扣 2 分 3. 接地线少接□ 每处扣 4 分 4. 元器件或导线选用不规范□ 每处扣 4 分	
		安全作业环境	8	1. 操作不文明、不规范□ 扣 4 分 2. 工位不整洁□ 扣 2 分 3. 不正确使用仪表或工具□ 扣 2 分	
		问答	8	1. 回答不正确□ 每个扣 4 分 2. 回答不完整□ 每个扣 1~3 分	
		否定项		1. 接线不正确,无功能□ 2. 跳闸或熔断器烧毁或损坏设备□ 3. 违反安全操作规范□ 4. 带电接线或拆线□	
		合计	40	违反安全穿着、通电不成功、跳闸、熔断器烧毁、损坏设备、违反安全操作规范,本项目为 0 分并终止本项目考试	

3.3 电动机单向连续带点动运转线路接线

3.3.1 概述

连续运转是指电动机启动后处于连续工作状态。点动控制电路工作特点是：一点就动，不点不动。机床设备在正常工作时，一般需要电动机处在连续工作状态。但在试车或调整刀具与工件的相对位置时，又需要电动机能点动控制。

电动机单向连续带点动运转电气原理图如图 3-13 所示。

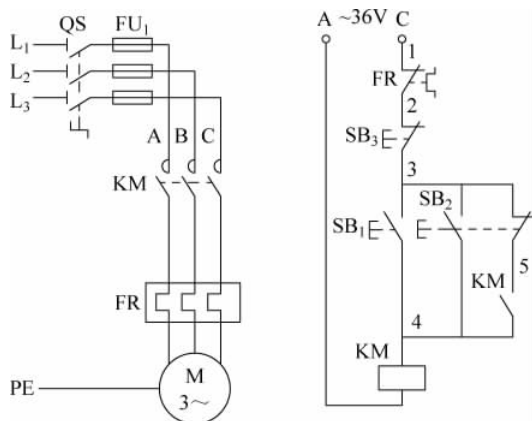


图 3-13 电动机单向连续带点动运转电气原理图

3.3.2 考核要点

考核电动机单向连续带点动运转线路接线。

3.3.3 操作过程

- (1) 检查元器件。
- (2) 按图 3-13 所示接线，先接主回路，再接控制回路。
- (3) 使用电阻分析法，用万用表进行自检。
- (4) 交验，经教师确认后通电试验。

3.3.4 安全注意事项

- (1) 通电前正确使用仪表检查线路，规范操作，工位整洁，确保不存在安全隐患。

- (2) 注意掌握 SB₂ 常开触头与常闭触头之间的连接。
- (3) 电动机铁壳要接地；电动机接黄绿双色线作地线，不能接错颜色线。

3.3.5 刀开关、接触器、熔断器、热继电器在回路上的作用和选用原则

- (1) 胶壳开关：作电源隔离开关， $I_{\text{开}}=1.3I_{\text{额}}$ （电动机的额定电流）。
- (2) 交流接触器：作操作开关， $I_{\text{接}}=1.3I_{\text{额}}$ （电动机的额定电流）。
- (3) 熔断器：作短路保护，熔体选择 $I_{\text{熔}}=KI_{\text{启}}$ ；电动机的启动电流一般为 $I_{\text{启}}=4\sim7I_{\text{额}}$ （电动机的额定电流）， K 一般取 0.5；一般电动机熔丝也可按 $I_{\text{熔}}=2\sim3.5I_{\text{额}}$ （电动机的额定电流）来选择，对于小容量电动机启动时间短，熔丝的额定电流可选小些。
- (4) 热继电器：作电动机的过载保护，型号有 D 字的还可作断相保护。
热继电器的额定电流应大于电动机的额定电流。
热继电器的整定电流值应等于 100% 电动机的额定电流。

3.3.6 电动机单向连续带点动运转线路接线考核

根据本小节学习内容进行电动机单向连续带点动运转线路接线考核训练；考核准备及教学流程如表 3-3 所示。

表 3-3 考核准备及教学流程

序号	考核准备及教学流程
1	准备本次考核所需要的器材、工具、电工仪表等
2	检查学生出勤情况；检查工作服、帽、鞋等是否符合安全操作要求
3	集中讲课，现场示范，讲述考核情况，布置本次实操考核作业
4	学生分组考核练习，教师巡回指导
5	教师逐一对学生进行考核评分
6	回顾考核情况，集中点评

1) 考核地点及考核器材

在“低压电工科目二《安全操作技术》”模拟考室进行考核；考核所需器材、工具、仪表等见“附录 D 实操考试卡及考核室设备零件配置——科目二”。

2) 考核评分

电动机单向连续带点动运转线路接线考核评分表如表 3-4 所示。

表 3-4 电动机单向连续带点动运转线路接线考核评分表

科目二：安全操作技术(时间：30 分钟,配分 40 分)

K21 电动机单向连续带点动运转线路接线

序号	考评项目	考评内容	配分	扣分原因	得分
3	安全操作技术	运行操作	24	1. 电路少一半功能或不能停止□ 扣 12 分 2. 接线松动、露铜超标□ 每处扣 2 分 3. 接地线少接□ 每处扣 4 分 4. 元器件或导线选用不规范□ 每处扣 4 分	
		安全作业环境	8	1. 操作不文明、不规范□ 扣 4 分 2. 工位不整洁□ 扣 2 分 3. 不正确使用仪表或工具□ 扣 2 分	
		问答	8	1. 回答不正确□ 每个扣 4 分 2. 回答不完整□ 每个扣 1~3 分	
		否定项		1. 接线不正确,无功能□ 2. 跳闸或熔断器烧毁或损坏设备□ 3. 违反安全操作规范□ 4. 带电接线或拆线□	
		合计	40	违反安全穿着、通电不成功、跳闸、熔断器烧毁、损坏设备、违反安全操作规范,本项目为 0 分并终止本项目考试	

3.4 三相异步电动机正反转线路接线

3.4.1 正反转线路概述

电动机正反转是指电动机顺时针转动和逆时针转动,电动机顺时针转动是电动机正转,电动机逆时针转动是电动机反转。电动机的正反转有着广泛的使用,例如行车、木工用的电刨床、台钻、刻丝机、甩干机和车床等。

要实现电动机的正反转只要将接至电动机三相电源进线中的任意两相对调接线即可达到反转的目的。三相异步电动机正反转电气原理图如图 3-14 所示。

3.4.2 考核要点

考核三相异步电动机正反转线路接线。