

DIYA SANXIANGDIANDONGJI KONGZHI DIANLU YUANLI YU PEIJIEXIAN

低压三相电动机 控制电路原理与配接线

黄北刚 编著



电动机控制电路工作原理 ☒

控制回路实际配接线步骤 ☒

分线、查线的方法与技巧 ☒

开关的位置、线把的走向 ☒



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

DIYA SANXIANGDIANDONGJI KONGZHI DIANLU YUANLI YU PEIJIEXIAN

低压三相电动机 控制电路原理与配接线

黄北刚 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

为满足当前青年电工对低压电动机控制电路识图、实际配线、接线等知识的学习需要,编者总结多年工作经验与体会编写了本书。

通过本书的阅读,初级电工不仅能理解低压电动机控制回路的工作原理,还能够掌握控制回路的实际配接线步骤,了解分线、查线、穿上端子号的方法与技巧;结合开关的实际位置,确定线把的走向等,学会与现场操作、维修密切相关的技能,这也是本书最大的特点。

本书主要介绍了部分通用低压电动机的实用控制电路工作原理,电气设备安装过程中的校线、配线、接线的注意事项,以及试车时常见的故障现象的判断和处理方法。

本书图文并茂、通俗易懂,便于自学,可供具有初中以上文化水平的初级电工学习参考,也可作为维修电工、安装电工的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

低压三相电动机控制电路原理与配接线/黄北刚编著.
北京:中国电力出版社,2009
ISBN 978-7-5083-7511-3

I. 低… II. 黄… III. 三相电机—控制电路 IV. TM34

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 195582 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 4 月第一版 2009 年 4 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 32 开本 7.25 印张 159 千字
印数 0001—3000 册 定价 18.00 元

敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

考虑到当前青年电工识图，配线、接线，经验不足，希望尽快地提高识图电动机控制电路图的能力，配线、接线的技能，渴望得到关于电动机实际配线、接线操作方面的、通俗易懂的书籍。为满足学习的实际需要，编者总结从电工学徒到退休几十年工作经验与体会，并进行系统整理，编写了本书。本书通俗易懂，便于自学，是青年电工提高现场操作技能的理想读物。

当前，各行业中刚刚开始从事电气工作的青年人数不断增加，刚参加工作的大多数青工对电动机控制回路的配线是没有经验的，对于电动机的主电路接线（即一次接线）只要按照系统图给出的顺序进行配、接线就可以了，但对于电动机控制回路的接线却没那么容易。将热继电器直接串入主电路中的接线方式称为一次保护，将热继电器串入电流互感器二次回路中的接线方式称为二次保护。通常机械设备需要的保护越多，控制电路就越复杂，因此青年电工对电动机二次回路的配线更会感到不知从何处着手。

看电路图能讲出电路工作原理，这是维修电工的基本功，但如果能达到根据控制电路（展开）图，画出实际接线图，确实有难度。这就需要了解：开关设备结构，如交流接触器的组成部分，线圈与接触器主触点、辅助触点用途与连接关系；为什么启动按钮的动合触点要与接触器的动合触点并联，停止按钮要把动断触点串入接触器线圈电路中。



通过本书阅读，读者能真正理解电动机控制电路的工作原理，了解配电盘、柜、板上的电气开关设备之间的连接特点。而且掌握配线的步骤，了解分线、查线、穿端子号，打把线的方法与技巧。能够根据安装在配电盘、柜、板上的电动机回路所用的电气开关设备位置，确定二次线把的走向、线把的固定与其接线要求。

本书电路的分类没有像一般图书那样，按功能或按设备的种类来划分，而是按控制电路的元件特点进行分类的，目的是使读者通过电路的分析，能起到举一反三、触类旁通的作用。

本书在编写过程中，李庆海、祝传海、刘涛、黄义峰、鲍晓峰、刘世红、黄义嫚、姚琴同志进行了部分文字的录入、画图等工作，在此表示衷心的感谢，由于本人水平有限，书中难免有不足之处，恳请广大读者批评指正。

编著者

目 录

前言

第一章 没有信号灯的电动机控制电路	1
第一节 没有信号灯的电动机 380V 控制电路	1
第二节 没有信号灯的电动机 220V 控制电路	9
第二章 采用二次保护的电动机控制电路	20
第一节 采用二次保护的电动机 380V 控制电路	20
第二节 采用二次保护的电动机 220V 控制电路	29
第三章 二次保护有信号指示的电动机控制电路	36
第一节 二次保护有信号指示的电动机 220V 控制电路	36
第二节 二次保护有信号指示的电动机 380V 控制电路	46
第三节 操作电源与信号不同电压的电动机 控制电路	54
第四章 二次保护有电流表的电动机控制电路	63
第一节 二次保护有电流表的电动机 380V 控制电路	63
第二节 二次保护有电流表的电动机 220V 控制电路	71
第三节 有三只电流互感器的电动机安装配 线与接线	80
第五章 电动机延时自启动控制电路	91
第一节 电动机延时自启动 220V 控制电路	91



第二节	电动机延时自启动可立即停止的 220V 控制电路	98
第三节	电动机延时自启动可手动停止的 380V 控制电路	105
第四节	有状态信号的电动机延时自启动 380V 控制电路	112
第五节	JA7-1A 时间继电器延时时间的调节方法	121
第六章	行程开关自动启停电动机控制电路	124
第一节	行程开关直接启停电动机 380V 控制电路	124
第二节	行程开关直接启停电动机 220V 控制电路	132
第三节	有状态信号的行程开关启停电动机 220V 控制电路	139
第四节	有状态信号的行程开关启停电动机 380V 控制电路	147
第五节	手动操作与行程开关启停电动机控制电路	154
第七章	两处操作加有信号的电动机控制电路	169
第一节	两处操作加有信号的电动机 380V 控制电路	171
第二节	两处操作加有信号的电动机 220V 控制电路	179
第八章	一处启动两处可停止的电动机控制电路	186
第一节	一处启动两处可停止的电动机 220V 控制电路	186
第二节	一处启动两处可停止的电动机 380V 控制电路	192
第九章	加有缺相保护的电动机控制电路	199
第一节	加有缺相保护的电动机 380V 控制电路	199
第二节	加有缺相保护的电动机 220V 控制电路	209
第十章	一次保护有信号指示的电动机 380V 控制电路	217

第一章

没有信号灯的电动机控制电路

第一节 没有信号灯的电动机 380V 控制电路

本节介绍没有信号灯的电动机 380V 控制电路工作原理，电动机安装配线，接线的过程。其控制电路如图 1-1 所示。电路中的设备有三相刀开关 QK、断路器 QF、交流接触器 KM、热继电器 KR 发热元件，它们接入主电路中，安

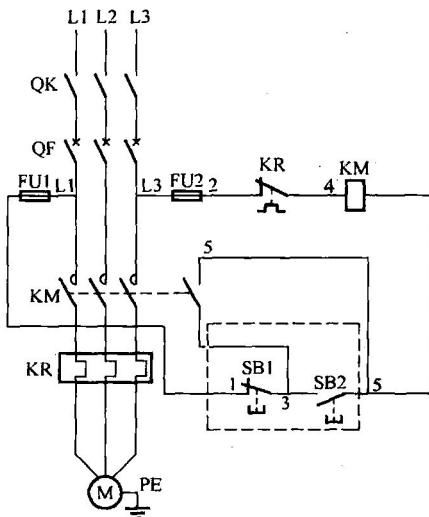


图 1-1 没有信号灯的电动机 380V 控制电路

注：接触器 KM 线圈工作电压为 $\sim 380V$ 。

装在低压配电盘上，主回路设备之间的连接采用铜母线。控制回路的断路器或熔断器、端子排，一般固定在方便布线、接线的位置，电动机启停用控制按钮 SB1、SB2 安装在机前方便操作的地方，交流接触器 KM 线圈工作电压为 $\sim 380\text{V}$ 。

一、回路送电操作顺序

电动机主回路与控制电路送电操作顺序如下：

- (1) 合上三相刀开关 QK。
- (2) 合上主回路断路器 QF。
- (3) 合上控制回路熔断器 FU1、FU2。

二、启动运转电路工作原理

按下启动按钮 SB2，电源 L1 相→控制回路熔断器 FU1→1 号线→停止按钮 SB1 动断触点→3 号线→启动按钮 SB2 动合触点（按下时闭合）→5 号线→接触器 KM 线圈→4 号线→热继电器 KR 的动断触点→2 号线→控制回路熔断器 FU2→电源 L3 相，构成 380V 电路。

接触器 KM 线圈得到交流 380V 的工作电压动作，接触器 KM 动合触点闭合（将启动按钮 SB2 动合触点短接）自保，接触器 KM 三个主触点同时闭合，通过热继电器 KR 的三相发热元件，电动机 M 绕组获得三相 380V 交流电源，电动机 M 得电启动运转，所驱动的机械设备工作。

当松开启动按钮 SB2 后，自保电路工作过程是：电源 L1 相→控制回路熔断器 FU1→1 号线→停止按钮 SB1 动断触点→3 号线→接触器 KM 动合触点（闭合中）→5 号线→接触器 KM 线圈→4 号线→热继电器 KR 的动断触点→2 号线→控制回路熔断器 FU2→电源 L3 相，构成 380V 电路。这样依靠自身的触点，维持接触器 KM 的工作状态。

三、正常停机与过负荷停机

1. 停机操作

按下停止按钮 SB1，动断触点 SB1 断开，切断接触器 KM 线圈电路，接触器 KM 线圈断电释放，接触器 KM 三个主触点同时断开，电动机 M 绕组脱离三相 380V 交流电源，停止转动，驱动的机械设备停止运行。

2. 电动机过负荷停机

电动机 M 过负荷时，主回路中的热继电器 KR 动作，热继电器 KR 的动断触点断开，切断接触器 KM 线圈电路，接触器 KM 线圈断电释放，接触器 KM 的三个主触点同时断开，电动机 M 绕组脱离三相 380V 交流电源，停止转动，所拖动的机械设备停止工作。

四、电动机回路安装配线概述

接线前，首先要弄清哪些导线是低压配电盘内设备器件之间的连线，哪些导线需要经过端子排后与盘外部设备相连接。

将盘内设备器件之间控制的线连接好后，凡是要与盘外部设备进行连接的线，都要先引至端子排 XT 上，如图 1-2 所示，然后通过电缆再与盘外部设备连接。

图 1-1 中用虚线框起来的设备是配电盘外部设备。图 1-2 的端子排 XT 中给出的 1、3、5 就是与外部控制按钮进行连接的线号。

五、看图分线、配线与连接

为能清楚看出设备器件之间的连接关系，根据图 1-1 画出的实际接线图如图 1-2 所示，实物接线图如图 1-3 所示。

1. 盘内设备器件相互连接的线

(1) 盘内设备器件相互连接的线有 L1、1、3、5、4、

2、L3 号线。

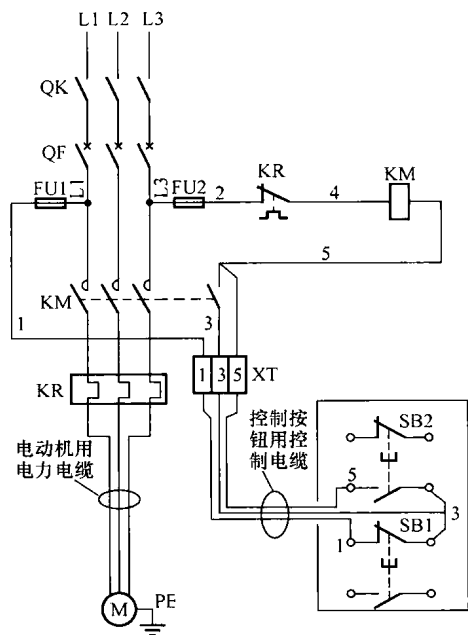


图 1-2 没有信号灯的电动机
380V 控制电路接线图

(2) 接触器 KM 电源侧端子引出的一根线 (L3 号线) 与控制回路熔断器 FU2 上端连接。这根线一般称为 C 相或 T 相电源线。

(3) 控制回路熔断器 FU2 下端引出的一根线 (2 号线) 与热继电器 KR 的动断触点端子 2 相连接, 这根线是 2 号线。

(4) 热继电器 KR 动断触点端子 4 引出一根线与接触器 KM 线圈端子 4 连接, 这根线是 4 号线。

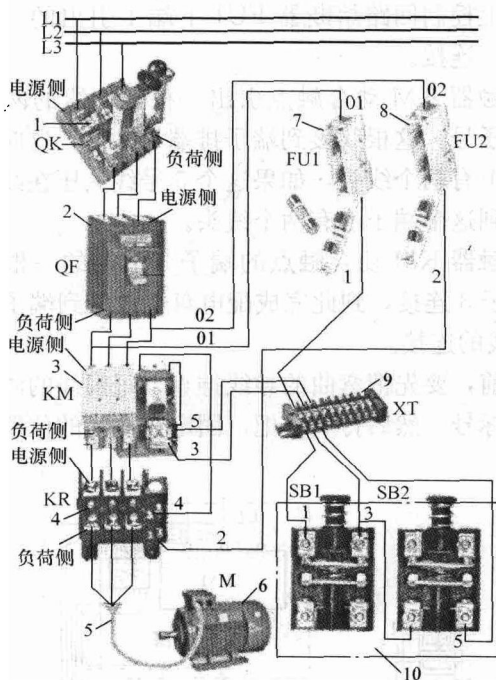


图 1-3 电动机主电路和控制回路实物接线图

- 1—刀开关；2—空气断路器；3—接触器；
4—热继电器；5—电缆；6—电动机；
7、8—控制回路熔断器；9—端子排；
10—按钮开关

(5) 接触器 KM 线圈的端子 5 引出的一根线与接触器 KM 动合触点的端子 5 相连接，这根线是 5 号线。

(6) 接触器 KM 电源侧端子 L1 引出的一根线与控制回路熔断器 FU1 的上端 L1 连接，这根线是 L1 号线。这根线一般称为 A 相、R 相或 L1 电源线。

2. 引至端子排上的线

(1) 盘上控制回路熔断器 FU1 下端 1 引出的一根线与端子排上的 1 连接。

(2) 接触器 KM 动合触点引出一根线，线的两头穿上写有 5 的端子号。这根线接到端子排端子 5 上，这时看到动合触点端子上有两个线头，如果这个 5 号线头压在线圈端子上，同样看到这个端子上有两个线头。

(3) 接触器 KM 动合触点的端子 3 引出的一根线与端子排 XT 端子 3 连接，到此完成配电盘上设备到端子排上的 1、3、5 号线的连接。

在接线前，要先把弯曲的导线抻直，每根线的两头穿上相同的导线标号。然后打成线把，固定在适当的位置上，如图 1-4 所示。

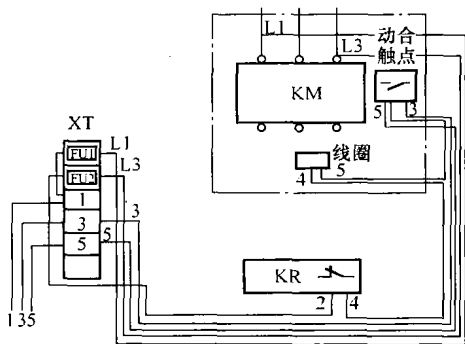


图 1-4 380V 控制电路配电盘内
配线线把布置示意图

六、外部设备的连接

1. 主回路电缆的连接

接线前，对电力电缆（三芯）进行相间、对地的绝缘检

测合格。

图 1-2 中，低压配电盘到电动机前敷设一条 3 芯的电力电缆。电缆一端的三根线分别与配电盘上的热继电器 KR 负载侧的三相端子连接，电缆另一端的三根线分别与电动机三相绕组的引出线端子连接。

2. 控制按钮的接线

低压配电盘到机前按钮，敷设一条 4 芯的控制电缆，校线后，同一根线的两端穿上相同的端子号，打开控制按钮的盖，穿进电缆。

(1) 穿有 1 的端子号的线头接到停止按钮 SB1 的动断触点一侧端子 1 上。

(2) 穿有 5 的端子号的线头接到启动按钮 SB2 的动合触点一侧端子 5 上。

(3) 将停止按钮的另一侧端子 3 和启动按钮的另一侧端子 3，用导线并联后，把控制电缆中穿有端子号 3 的线头，接到其中任意一个端子 3 上。

(4) 控制电缆的另一头，穿有端子号 1、3、5 的线头与端子排 XT 上的端子 1、3、5 连接。

到此，这台电动机的接线全部完成。

七、电动机试运行前的检查

电动机安装与接线已完成，试运行前的检查应符合下列要求：

(1) 现场清归整理完毕。

(2) 电动机本体安装检查结束，启动前应进行的试验项目已按 GB 50150—2006《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》试验合格。

(3) 冷却、调速、润滑、水、氢、密封油等附属系统安

装完毕，验收合格，水质、油质或氢气质量符合要求，分部试运行情况良好。

(4) 电动机的保护、控制、测量、信号、接线正确。

(5) 测定电动机定子绕组的绝缘电阻，应符合要求。有绝缘的轴承座的绝缘板、轴承座及台板的接触面应清洁干燥，使用 500V 或 1000V 绝缘电阻表测量，绝缘电阻值不得小于 $0.5\text{M}\Omega$ 。

(6) 盘动电动机转子时，应转动灵活。

(7) 控制电路接线正确，电动机引出线、相序正确。固定牢固，连接紧密。

(8) 电动机外壳油漆应完好，接地良好。

以下各章省略这一内容。

八、试车步骤与要求

在完成上述工作后，对接触器动作情况进行校验，确认接线是否有误，对电动机进行空载试运行，以检查电动机的旋转方向是否和机械设备旋转方向一致。

将配电盘去电动机的电力电缆从热继电器 KR 发热元件端子上拆下，放在一边并固定。检查回路具备空载试车条件。在送电后，用万用表检查电路接线是否正确。

万用表置于交流电压 500V 挡位，万用表的正、负表笔分别接触端子排上的 3 号线和 5 号线，万用表的表针所指示的数值为 380V，说明控制电路接线是对的，可以对接触器 KM 进行空载试车。

(1) 接触器动作的验证。按启动按钮 SB2，接触器 KM 得电动作，并能保持在工作状态。按停止按钮 SB1，接触器 KM 断电释放，证明这一电路接线是正确的。如果异常，说明接线有误，重新校线、改正。

(2) 空载试车。这里指单独试验电动机运转情况。将电动机与机械连接的对轮拆开。接上电动机负荷电缆。按启动按钮 SB2, 接触器 KM 动作, 并能保持在工作状态, 电动机运转。按停止按钮 SB1, 接触器 KM 断电释放, 电动机停止运转。

(3) 电动机试运行中的检查。电动机宜在空载 (未与机械设备连接, 如泵、风机等) 情况下作第一次启动。空载运行时间宜为 2h, 并记录电动机的空载电流。电动机试运行中的检查应符合下列要求:

- 1) 电动机的旋转方向符合要求, 无异声。
- 2) 检查电动机各部温度不应超过产品技术条件的规定。
- 3) 滑动轴承温度不应超过 80°C , 滚动轴承温度不应超过 95°C 。
- 4) 电动机振动的双倍振幅值不应大于表 1-1 的规定。

表 1-1 电动机振动的双倍振幅值

同步转速 (r/min)	3000	1500	1000	750 以下
双倍振幅值 (mm)	0.05	0.085	0.10	0.12

5) 将电动机与机械泵连接对轮 (皮带) 重新接好后, 上述工作结束, 电工便完成电动机安装、接线任务。

第二节 没有信号灯的电动机 220V 控制电路

没有信号灯的电动机 220V 控制电路如图 1-5 所示。它也是电动机的基本控制电路, 电路中的设备有三相刀开关 QK、断路器 QF、交流接触器 KM, 控制回路中用了一只熔断器 FU, 交流接触器 KM 线圈工作电压为 $\sim 220\text{V}$ 。图 1-5

中的 N 表示是从变压器二次 (0.4kV) 绕组中性点引出的线, 也称中性线或工作零线。

一、回路送电操作顺序

电动机主回路与控制电路送电操作顺序如下:

- (1) 合上三相刀开关 QK。
- (2) 合上主回路断路器 QF。
- (3) 合上控制回路熔断器 FU。

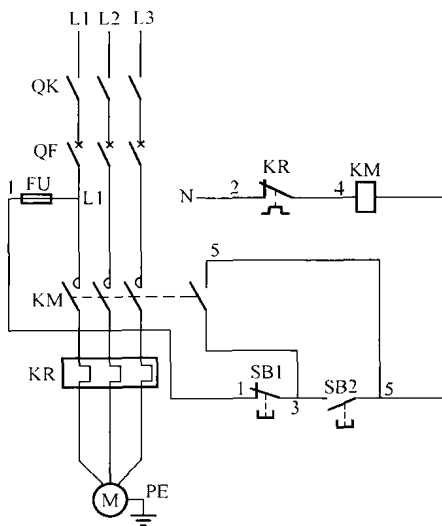


图 1-5 没有信号灯的电动机 220V 控制电路

注: 图中的断路器 QF 也可用熔断器。

二、启动运转电路工作原理

按下启动按钮 SB2, 电源 L1 相→控制回路熔断器 FU→1 号线→停止按钮 SB1 动断触点→3 号线→启动按钮 SB2 动合触点 (按下时闭合)→5 号线→接触器 KM 线圈→4 号线→