

Technology
实用技术

图解

电动机控制电路故障处理

200 例

黄北刚 曹辉 刘洁 编著



科学出版社

图解电动机控制电路 故障处理 200 例

黄北刚 曹 辉 刘 洁 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书重点介绍电动机控制电路的常见故障和排除方法,每一个电路都在图中标出了常见故障点,详细介绍了容易出现的故障现象和解决方法,旨在解决电工技术人员日常工作中遇到的常见问题,帮助大家提高工作效率。本书共计 200 例电路,主要包括机械设备常用电动机控制电路、采用保护器保护的电动机控制电路、多地点操作的电动机控制电路、风机电动机控制电路、电动机延时自启动控制电路、行程开关启停电动机控制电路、降压启动的电动机控制电路、电动机正反转控制电路、化工生产特殊要求的电动机控制电路、皮带运输机电动机控制电路、Y- Δ 启动的电动机控制电路、根据水位及时间启停的电动机控制电路、小型机械设备的电动机控制电路、电动机回路故障快速检测实例。

本书可以作为各大中型院校电工、电子等相关专业师生的参考用书,同时适于具有初中以上文化水平的厂矿维修电工和电工技术业余爱好者学习参考,还可作为电工岗位技能方面的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

图解电动机控制电路故障处理 200 例/黄北刚,曹辉,刘洁编著. —北京:科学出版社,2013. 1

ISBN 978-7-03-036063-2

I. 图… II. ①黄…②曹…③刘… III. 电动机-控制电路-故障修复-图解 IV. TM320. 12-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 277136 号

责任编辑:孙力维 杨 凯 / 责任制作:董立颖 魏 谨

责任印制:赵德静 / 封面设计:王秋实

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京天时彩色印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013 年 1 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2013 年 1 月第一次印刷 印张:23 3/4

印数:1—4 000 字数:540 000

定 价:48.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前

言

Preface

随着社会文明的高速发展和科学技术的不断进步,电工行业也得到不断发展。为了让广大有志于电工行业的初学者、初级电工能在较短时间里真正学习识图和掌握好电工的各类故障处理方面的技能,作者结合实际情况,编写了这两本书。

《图解电动机控制电路 200 例》与《图解电动机控制电路故障处理 200 例》两本书中,采用实物图片与图形符号混合的画图方法,这是目前电工图书中从未见到过的,就是在电路图的基础上,将电路中所用开关设备的实物照片用线条进行连接,并且根据电路需要将表示导线的线条画成双色以便区分,形成电动机控制电路的实物接线图,这是作者独创的电路图画法,是一种用图形符号与实物共同来表达电动机回路接线的新形式。这种控制电路图使初学者先得到感性认识,通过立体直观的实物对照和图文并茂的电路原理表述,使读者在认识一些开关设备的同时,熟悉代表这些开关设备的文字符号和图形符号。有助于读者逐步学会识读电工电路图,这是本书的最大亮点。

《图解电动机控制电路 200 例》、《图解电动机控制电路故障处理 200 例》是姊妹篇,从不同的角度进行编写、侧重点不同。一本介绍电路工作原理,一本介绍电路故障。为了方便初学者学习,两书采用的控制电路有许多是相同的,区别是后者的电路图中用数字和箭头表示了故障点。

《图解电动机控制电路 200 例》主要讲述常用的电动机送电、停电的操作过程,采用循序渐进的方法,讲述每一个控制电路的工作原理,阅读本书的过程实际上就是学习识图的过程,识图是电工进行接线、处理故障的基本功,在短时间内快速提高识读电动机控制电路图的能力,为以后看懂复杂多层次的控制电路打下良好的基础,看懂电路图,再结合自身的实践技能,就可以轻松解决在工作中遇到的实际问题。

在看懂电动机控制电路图的基础上,再来阅读《图解电动机控制电路故障处理 200 例》。《图解电动机控制电路故障处理 200 例》是站在刚刚走向电工岗位的新手角度,主要讲述电动机回路在安装接线中,以及在正常运行中常见的主电路、控制电路、信号电路的故障现象和原因,针对实际情况给出排除故障的方法,如使用万用表、摇表检测出故障点的技巧和窍门。

两本书构思新颖,书中电路没有像一般图书那样,按功能或设备的种类来划分,而是按控制电路的元件特点进行分类,目的是使读者通过学习电路分析,达到举一反三、触类旁通的目的。

读者可以通过阅读这两本书了解到三相交流异步电动机的工作原理,回路操作顺序,故障现象、原因,对故障性质进行分析、判断、处理的全过程,使读者受到启发,在短时间内快速提高分析、判断、处理电动机电路故障的工作能力。希望这两本书能成为电工技术初学者喜

爱的读物,如果这两本书能够帮助大家提高实际能力,更好地为经济建设服务,那么作者将十分高兴。

本书第一章由曹辉同志撰写、第三章由刘洁同志撰写。在两书的编写过程中,获得许多同行的热情支持与帮助,刘洁、刘涛、李忠仁、李辉、刘世红、李庆海、黄义峰、祝传海、杜敏、姚琴、黄义曼等人进行了部分文字的录入工作。

由于本人水平有限,书中难免出现许多不足甚至错误,诚恳希望读者给予批评指正。发现书中的疏漏错误,我将及时地修改过来,在我的 QQ(569242330、1227887693)空间内发表。欢迎大家关注我的 QQ 空间,我会经常更新,和大家保持联系。

黄北刚

2012 年 5 月

《图解电动机控制电路 200 例》(科学出版社, 2012 年 6 月出版)、《图解电动机控制电路故障处理 200 例》是姊妹篇, 两本书合在一起共有 240 例不同的电动机控制电路。通过阅读这两本书, 读者可以了解必要的识图知识, 认识电路图, 看懂电路图, 能够按图正确、灵活接线, 分析处理电路故障, 这些也是电工的基本技能。

两本书中的电动机控制电路是以接触器的吸合、释放为最终目的, 也就是说通过接触器的吸合、释放来启停电动机。电动机回路由主回路与二次回路组成, 即输入、输出回路和执行机构。这两本书中的电动机一次主回路中的开关设备由隔离开关、断路器、熔断器、接触器、热继电器、电动机保护器、电动机组成。根据电动机额定容量的驱动需要选择。二次回路也称操作回路, 连接的导线称二次线。二次回路由指令电器和检测元件组成。指令电器主要有按钮开关、转换开关等, 用于对电动机发出启停指令; 检测元件主要有行程开关、无触点开关、压力开关、时间继电器、计数器等, 用来检测控制电路中的行程、压力、时间、计数等, 在自动运行过程中作为程序的转换信号。为了满足控制电路对触点数量的要求, 一般选择中间继电器来记忆输入信号、转换信号。

为了使初学者能更好地阅读本书, 下面介绍电动机控制电路中开关的结构和动作过程。

1. 交流接触器

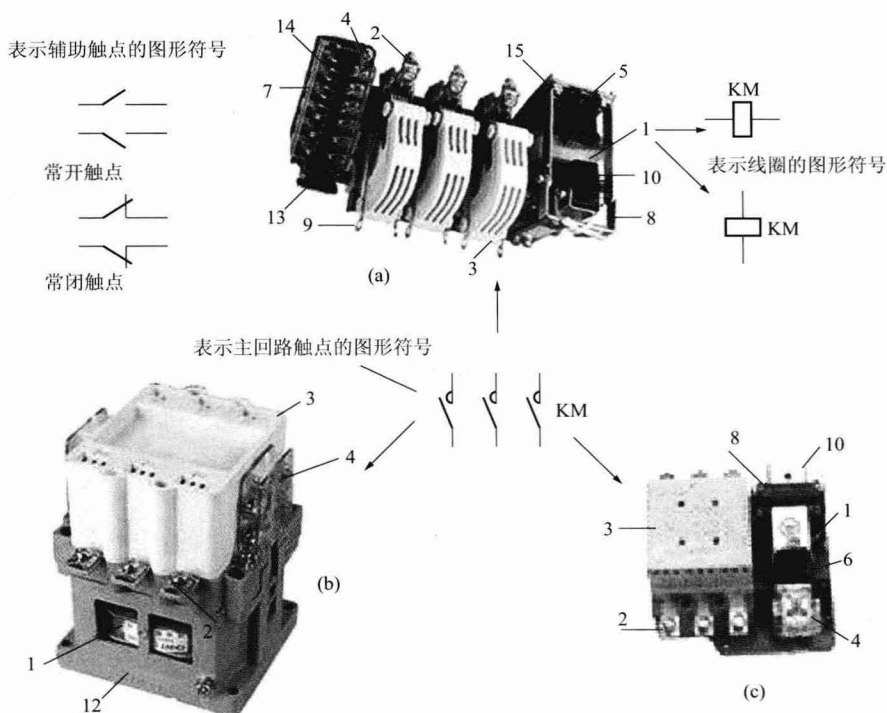
首先介绍交流接触器的基本结构。交流接触器是电动机控制电路中最主要的开关设备之一, 交流接触器根据其结构命名, 如 CJ10、NC1、B、CJX1 等系列。

(1) 交流接触器的结构。图 1(a) 所示的交流接触器为转动式平面布置、条架式结构。主触点居中, 电磁系统居右, 辅助触点居左, 灭弧罩为翻转式。主触点为单断点的拇指形触点, 辅助触点为双断点桥式触点。图 1(b) 所示的交流接触器为开启式、正转直动式结构, 辅助触点安装在主触点两侧。辅助触点、主触点均为双断点结构。电磁系统位于主触点的后面, 灭弧罩在前面。图 1(c) 所示的交流接触器为转动式平面布置、底板结构。主触点居左, 电磁系统居右, 辅助触点为双断点桥式, 在电磁系统的下面。

(2) 条架式接触器的动作原理。如图 2 和图 3 所示, 当线圈两端的线头接通额定工作电压 380V 或 220V 时, 线圈 3 获电, 动铁心 2 受到电磁力作用, 沿箭头的方向向静铁心(线圈内)移动(闭合), 动铁心上附带的传动方轴 4 向箭头方向转动, 带着主动触点 1A、2B、3C 与静触点 A、B、C 接触(紧密接触), 从而使主回路接通。

转换衡铁 4 下固定一块辅助开关撞板 6, 随衡铁转动向上运动, 箭头方向如图 2 所示, 顶压辅助开关动触点框架 5 向箭头方向运动。

当接触器主触点闭合时, 辅助动合触点随之闭合, 动断触点改变为断开的状态, 如图 3 所示, 接触器完成闭合动作。线圈断电后, 动磁铁失去电磁吸力, 在自重与弹簧反作用力下,



- 1—线圈;2—主回路端子;3—灭弧罩;4—辅助触点;5—静铁心;6—底板;
7—辅助开关底板;8—动铁心定位框架;9—卡簧;10—动铁心;11—动触点桥架;12—基座;
13—撞板;14—辅助开关底板;15—静铁心底板

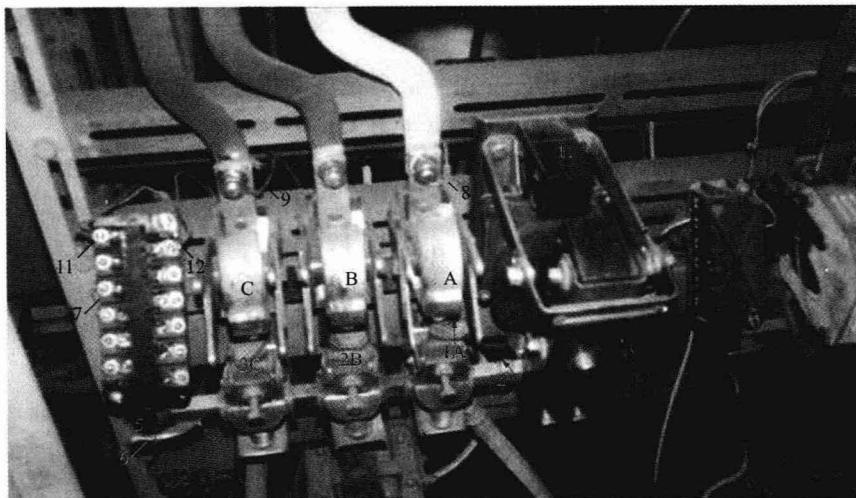


图 2 CJ10-150A 交流接触器三相消弧罩卸下后的实物相片

- 1—静铁心(固定);2—动铁心;3—线圈(无声节电线圈);4—转换衡铁;A、B、C—主静触点;
5—辅助开关动触点框架;6—辅助开关撞板;7—辅助开关;3C、2B、1A—主动触点;
8—控制回路电源 L_3 相;9—控制回路电源 L_1 相;10—电缆;11—去除线圈的 5 号线;12—自锁的 3 号线

动磁铁与静磁铁分开。动触点也随之断开。主动、静触点分离,由此切断主回路。

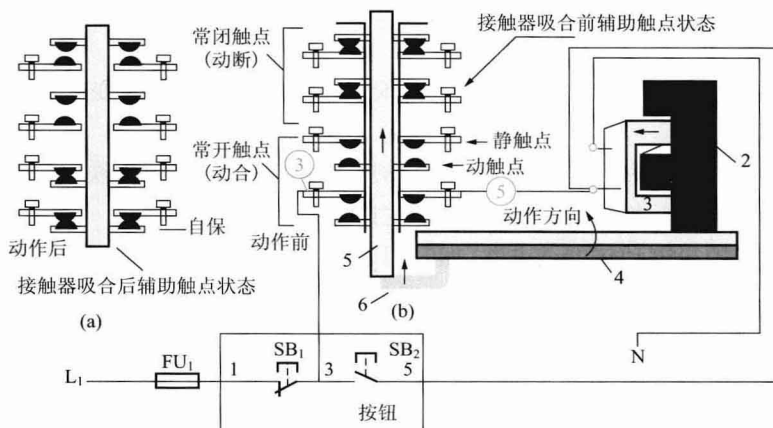


图 3 接触器接线原理与辅助开关触点状态示意图

(3) 直动式交流接触器动作原理。直动式、双断点、立体布置的交流接触器各部分名称如图 4 所示。

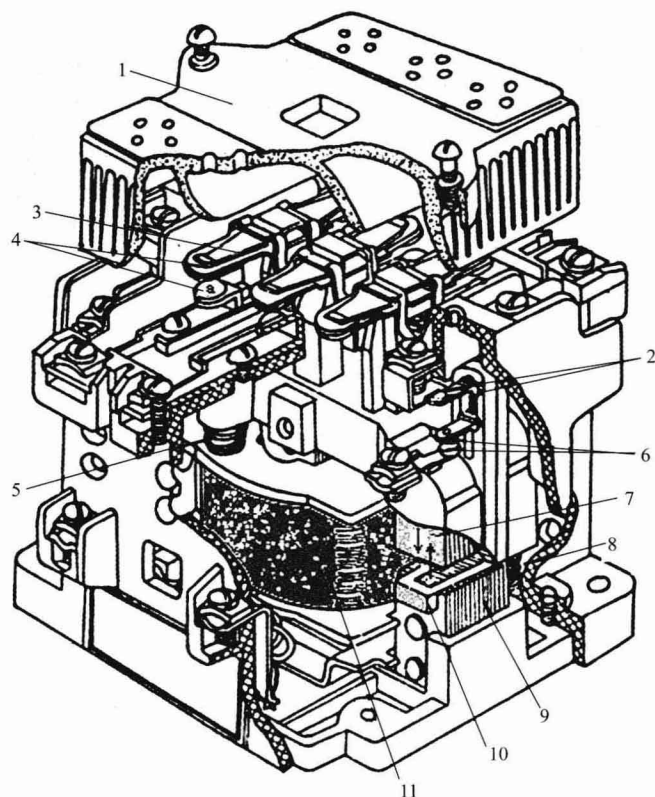


图 4 直动式、双断点、立体布置的交流接触器各部名称

1—灭弧罩; 2—辅助动断触点; 3—主触点压力弹簧片; 4—主触点; 5—反作用弹簧; 6—辅助合触点;
7—动铁心; 8—缓冲弹簧; 9—静铁心触点; 10—短路环; 11—线圈

当线圈的两端接通额定工作电压 380V 或 220V 时,线圈获电,动铁心受到电磁力作用,沿箭头的方向向静铁心(线圈内)移动(闭合),动铁心上附带的主触点与静触点接触(紧密接触),从而接通主回路。

接触器主触点闭合的同时,辅助动合触点随之闭合,动断触点改变为断开的状态,接触器完成闭合动作。

线圈断电后,动磁铁失去电磁吸力,在反作用弹簧的作用下,动磁铁与静磁铁分开,动触点也随之断开。主触点、静触点分离,切断了主回路。

注意:凡是线圈得电动作的继电器,如时间继电器、中间继电器等,与接触器的区别就是触点小,没有主触点与辅助触点之分。继电器触点的额定工作电流最大是 10A;而接触器的额定工作电流最大是 1000A,最小是 5A。

(4) 转动式、平面布置、底板结构的交流接触器动作原理。如图 5 所示,当线圈两端的线头接通额定工作电压 380V 或 220V 时,线圈得电,动铁心受到电磁力作用,沿箭头的方向向静铁心运动。动铁心带动轴转动,轴带动拐臂向里侧运动。拐臂上附带的水平框架及主动触点向下延箭头所示的方向运动到与主、静触点接触(紧密接触),从而使主回路接通。接触器吸合后,水平框架的状态如图 5(c) 所示。

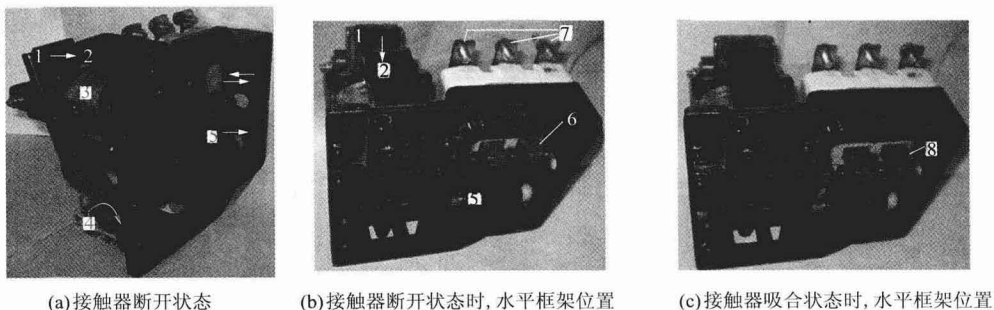


图 5 底板结构的接触器动作原理示意图

接触器主触点闭合的同时,辅助动合触点随之闭合,动断触点改变为断开的状态。接触器完成(吸合)闭合动作。线圈断电后,动磁铁失去电磁吸力,在水平框架内反作用弹簧的作用下,向图 5(a)上白色的箭头所示的方向运动,动磁铁与静磁铁分开,动断触点也随之断开。主触点与静触点分离,从而切断了主回路。接触器释放后,水平框架的状态如图 5(b) 所示。理解接触器的动作过程是分析电动机控制电路的基础。

2. 电气控制电路图中的继电器接触器触点

(1) 电路图中的触点状态。电路图中触点的图形符号都是按电气设备在未接通电源前的状态下的实际位置画出的,书中所示的触点都是静止状态。

(2) 动合触点与动断触点。操作器件(线圈)得电动作时,附属的触点闭合;操作器件(线圈)断电时,附属的触点断开,这样的触点称为动合触点,也称常开触点。

操作器件(线圈)得电动作时,附属的触点断开;操作器件(线圈)断电时,附属的触点闭合(复归原始位置),这样的触点称为动断触点,也称常闭触点。

动合触点与动断触点的图形符号如图 6 和图 7 所示。

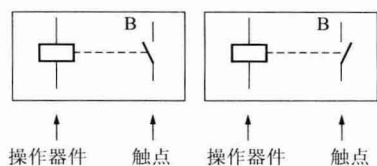


图 6 动合触点

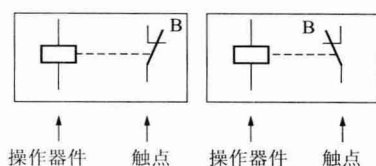


图 7 动断触点

(3) 时间性触点。操作器件(线圈)得电动作时,附属的触点按照设计(整定)的时间闭合或断开,这样的触点称为时间性触点。整定的时间长短可以调节。

① 延时闭合的动合触点。操作器件(线圈)得电吸合时,附属的动合触点不能立即闭合,必须到整定时间触点才能闭合,这样的触点称为延时闭合的动合触点。其图形符号如图 8 所示。电工平时交流时,将其简称为“延合瞬断动合触点”。

② 延时断开的动合触点。操作器件(线圈)得电吸合时,触点“B”立即闭合,但这个触点“B”在操作器件(线圈)断电后不能立即断开,而是达到整定的时间后触点才能断开(复归原始位置),这样的触点称为延时断开的动合触点。图形符号如图 9 所示。电工平时交流时,将其简称为“瞬合延断动合触点”。

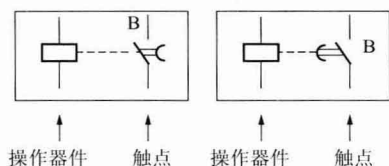


图 8 延时闭合的动合触点

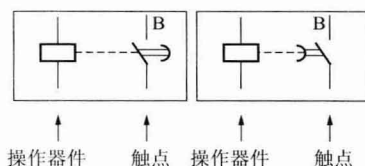


图 9 延时断开的动合触点

③ 延时断开的动断触点。操作器件(线圈)得电后不能立即断开,必须到整定的时间,才由闭合状态断开,这样的触点称为延时断开的动断触点,其图形符号如图 10 所示。电工平时交流时,将其简称为“延断瞬复动断触点”。

④ 延时闭合的动断触点。操作器件(线圈)断电释放时,附属的触点“B”不能立即断开,而是达到整定时间后才能断开,这样的动断触点称为延时闭合的动断触点,其图形符号如图 11 所示。电工平时交流时,将其简称为“瞬合延复动断触点”。

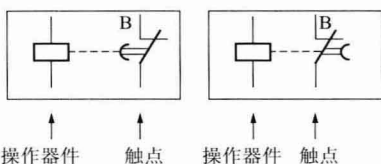


图 10 延时断开的动断触点

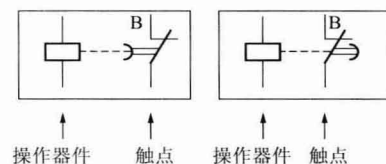


图 11 延时闭合的动断触点

(4) 自锁(自保)触点。接触器线圈得电动作时,附属的动合触点闭合,保证电路接通,使操作器件“线圈”维持闭合状态。换句话说,就是依靠器件自身附属的触点作为辅助电路,维持操作器件(线圈)的吸合状态,所用触点称为自锁(自保)触点。这样的回路称为自锁或自保回路。平时电工之间交流,也称“自保触点”或“自锁触点”,如图 12 所示。

(5) 旁路保持触点。依靠其他操作器件的触点来维持电路的闭合状态,这样的触点称为旁路保持触点,这样的回路称为旁路保持回路,如图 13 所示。旁路保持触点在控制电路

中应用较多。

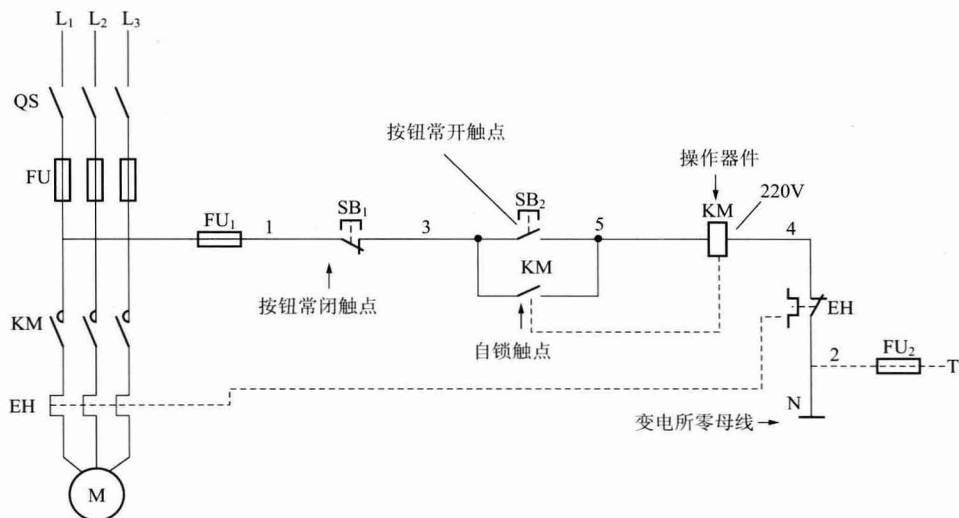


图 12 自锁(自保)触点回路

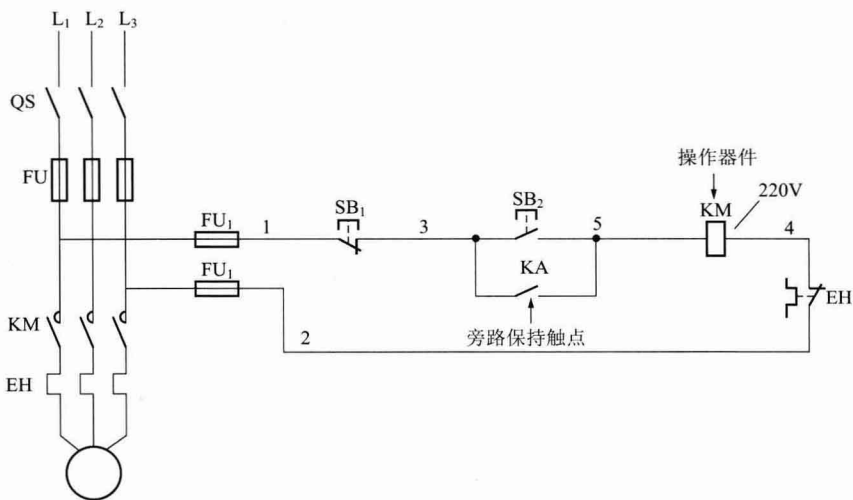


图 13 旁路保持触点回路

(6) 触点的串联。根据电气(机械)控制要求,把一个开关或继电器触点的末端与另一个触点的前一端相连接的方式称为触点的串联回路。在这样的回路中只要有一个触点不闭合,线路的最终设备就不能动作,如图 14 所示。

(7) 触点的并联。根据电气(机械)控制要求,把一个开关或继电器触点的前、末端与另一个触点的前、末端相连接的方式称为触点的并联回路。在这样的回路中只要有一个触点闭合,线路的最终设备就能动作。图 13 和 14 中的按钮 SB_2 动合触点与接触器 KM 动合触点就是并联连接。

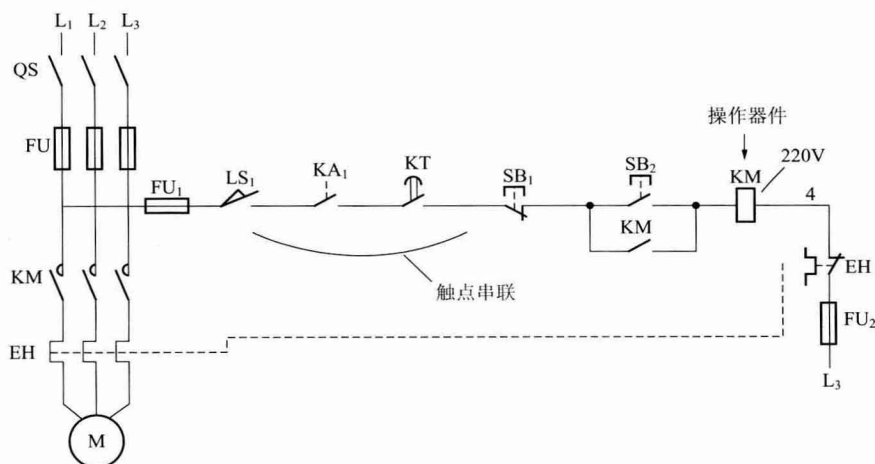


图 14 触点的串联

3. 电气设备(器件)动作的外部条件

电气设备(器件)动作必须要有电或外力的作用。如由于人工触动[图 15(a)],或机械触动[图 15(b)]使电气设备(器件)的触点动作。在线路感应电压及电流作用下[图 15(c)],使器件的线圈得电动作。

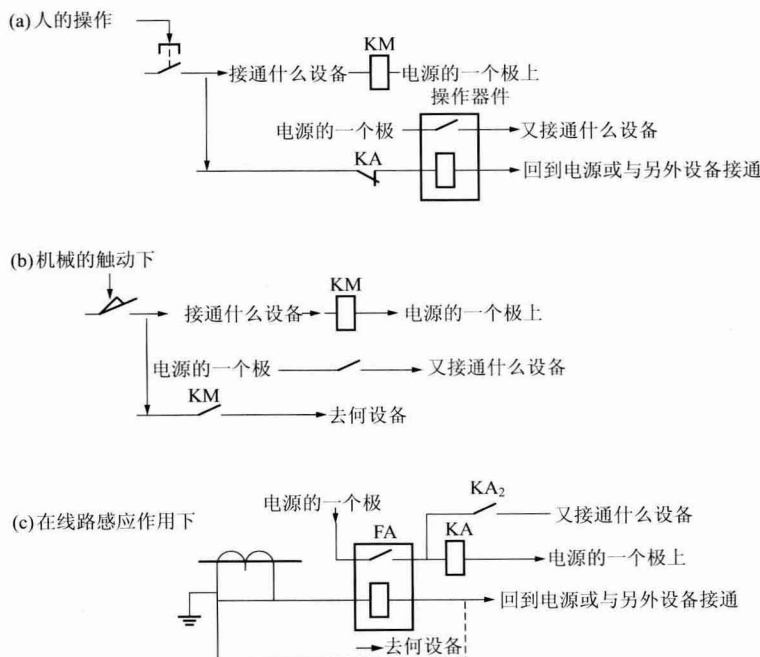


图 15 电气设备(器件)动作的外部条件示意图

目

录

Contents

第1章 机械设备常用电动机控制电路

例 1	按钮操作无电源信号灯的电动机 220V 控制电路控制回路熔断器熔断	2
例 2	按钮操作有电源信号灯的电动机 220V 控制电路中 3 号线误接到 1 号线上	3
例 3	有电源信号灯的电动机 220V 控制电路控制按钮到配电盘端子排的 3 号线与 5 号线接反	4
例 4	有电源信号灯的电动机 220V 控制电路控制按钮到配电盘端子排的 1 号线与 5 号线接反	5
例 5	电动机 220V 控制电路控制按钮到配电盘端子排的 3 号线断线	6
例 6	有电源信号灯的电动机 220V 控制电路控制按钮到配电盘端子排的 5 号线断线	7
例 7	一次保护的电动机 220V 控制电路中接触器 KM 动合触点不自锁	9
例 8	更换 380V 线圈增加一只二极管后有电源信号灯的电动机 220V 控制电路	10
例 9	电动机 220V 控制电路控制按钮到配电盘端子排的 1 号线与 3 号线接反	11
例 10	电动机不启动送电,停止信号灯不亮,电动机运转信号灯不亮	12
例 11	一次保护有电源信号灯按钮操作的电动机 220V/36V 控制电路	13
例 12	单电流表按钮操作的电动机 380V 控制电路	14
例 13	单电流表有电源信号灯按钮操作的电动机 220V 控制电路	15
例 14	有电压表及单电流表,有启动预告信号及运转信号的电动机 380V 控制电路	17
例 15	一次保护单电流表有启停信号按钮操作的电动机 220V 控制电路	18
例 16	一次保护单电流表有启动预告信号按钮操作的电动机 220V 控制电路	19
例 17	一次保护单电流表可断开过载报警信号按钮操作的电动机 220V 控制电路	20
例 18	二次保护单电流表,有电源信号灯及过载报警,按钮操作的电动机 380V 控制电路	21

例 19	二次保护三 TA 单电流表有电源信号灯按钮操作的电动机 380V 控制电路	23
例 20	一次保护按钮操作有电压表的电动机 380V 控制电路	24
例 21	电路中端子排到接触器动合触点的 3 号线与 5 号线接反	25
例 22	一次保护单电流表有启动预告信号及运转信号的电动机 220V 控制电路 ...	26
例 23	有启动前预告信号及过载光字显示的电动机 220V 控制电路	27
例 24	启动前预告信号与过载报警信号共用一只电铃的电动机 220V 控制电路 ...	28
例 25	有启动前预告信号、过载光字显示及启停状态信号的电动机 220V 控制电路	30
例 26	户外配电箱在雨天三相熔断器熔断的电动机控制电路	31
例 27	一次保护单电流表有启停信号和压力保护的电动机 220V 控制电路	32
例 28	二次保护三 TA 三电流表有电源信号灯按钮操作的电动机 380V 控制电路	33
例 29	铁路道口两台滑车栏杆同时启停的电动机 380V 控制电路	35
例 30	铁路道口两台滑车栏杆分别启停的电动机 380V 控制电路	37
例 31	二次保护三 TA 单电流表有电源信号灯按钮操作的电动机 220V 控制电路	40
例 32	二次保护三 TA 双电流表无状态信号按钮操作的电动机 380V 控制电路 ...	41
例 33	二次保护三 TA 单电流表有状态信号按钮操作的电动机 220V 控制电路 ...	42
例 34	二次保护有电源信号灯和运行信号灯按钮操作的电动机 380V 控制电路	44
例 35	一次保护有电压表按钮操作的电动机 380V 控制电路	45
例 36	一次保护单电流表有启动预告及过载报警信号的电动机 220V 控制电路 ...	46
例 37	一次保护有电源信号灯点动与连续运行的电动机 220V 控制电路	47
例 38	有控制电源信号和启停状态信号单电流表按钮操作的电动机 220V/127V 控制电路	49
例 39	按钮操作可点动及连续运行的电动机 380V/127V 控制电路	50
例 40	一次保护有状态信号按钮操作的电动机 220V/127V 控制电路	51
例 41	一次保护有电源信号灯按钮操作的电动机 220V/36V 控制电路	53
例 42	单电流表有运转信号灯按钮操作的电动机 380V/127V 控制电路	54
例 43	一次保护的取水泵电动机远方单线 220V 控制电路	55
例 44	必须按顺序手动操作的两台电动机 220V 控制电路	57

第 2 章 采用保护器保护的电动机控制电路

例 45	采用保护器按钮操作的电动机 380V 控制电路	62
例 46	采用保护器有电源信号灯按钮操作的电动机 380V 控制电路	63
例 47	采用保护器有状态信号灯按钮操作的电动机 380V 控制电路	64

例 48	采用保护器有电源信号灯按钮操作的电动机 220V 控制电路	66
例 49	采用保护器发出启动信号延时自启动的电动机 380V 控制电路	67
例 50	采用保护器两启一停的电动机 380V 控制电路	69
例 51	采用保护器有启动预告信号及状态信号灯按钮操作的电动机 380V 控制电路	70
例 52	采用保护器有状态信号灯一启两停的电动机 380V 控制电路	71
例 53	采用保护器有压力控制的 90kW 以上电动机 380V 控制电路	73
例 54	采用保护器有压力控制的 90kW 以上电动机 220V 控制电路	74

第 3 章 多地点操作的电动机控制电路

例 55	有过载保护一启两停的电动机 220V/127V 控制电路	78
例 56	一次保护两启两停按钮操作的电动机 380V/127V 控制电路	79
例 57	一次保护有状态信号及过载报警两处操作的电动机 380V/36V 控制电路 ...	80
例 58	一次保护有启停信号灯两处操作的电动机 220V/127V 控制电路	82
例 59	二次保护有状态信号及启动前预告信号一启两停的电动机 380V/127V 控制电路	83
例 60	一次保护有电源信号灯双电流表两启一停的电动机 220V 控制电路	85
例 61	一次保护双电流表两处操作的电动机 220V 控制电路	87
例 62	一次保护有过载报警两处启停操作的电动机 220V 控制电路	88
例 63	一次保护有过载报警两处启停按钮操作的电动机 380V 控制电路	90
例 64	一次保护有状态信号及过载报警两处启停操作的电动机 380V 控制电路 ...	91
例 65	一次保护有启动前预告信号一启两停的电动机 220V 控制电路	93
例 66	一次保护单电流表有状态信号及启动前预告信号一启两停的电动机 380V 控制电路	95
例 67	一次保护启动前发出信号延时启动一启两停的电动机 220V 控制电路	96
例 68	二次保护启动前发出信号延时启动两处启停的电动机 220V 控制电路 ...	98

第 4 章 风机电动机控制电路

例 69	一次保护有电压表的通风机 380V 控制电路	102
例 70	二次保护单电流表的通风机 380V 控制电路	103
例 71	二次保护有电源信号按钮操作的通风机 220V 控制电路	105
例 72	两处操作启动前有预告信号的空冷风机 220V 控制电路	106
例 73	一次保护一启两停有状态信号的引风机 220V 控制电路	108
例 74	一次保护两处启停的引风机 220V 控制电路	110
例 75	二次保护有状态信号按钮操作的引风机 380V 控制电路	111

例 76	二次保护有故障报警的引风机 380V 控制电路	113
例 77	15kW 以下的鼓风机 380V 控制电路	115
例 78	一次保护有状态信号的鼓风机 380V 控制电路	117
例 79	二次保护有电源信号灯一启两停的鼓风机 220V 控制电路	118
例 80	二次保护按钮操作的鼓风机 380V 控制电路	120

第 5 章 电动机延时自启动控制电路

例 81	不能立即停机延时自启动的电动机 380V 控制电路	124
例 82	不能立即停机延时自启动的电动机 220V 控制电路	126
例 83	不能立即停机单电流表延时自启动的 380V 控制电路	127
例 84	转换开关控制时间继电器线圈延时自启动的电动机 380V/127V 控制电路	129
例 85	控制开关与延时触点串联延时自启动的电动机 380V 控制电路	131
例 86	按钮操作转换开关控制延时动断触点延时自启动的电动机 380V 控制电路	133
例 87	单电流表转换开关与动断触点延时自启动的电动机 380V 控制电路 ...	135
例 88	采用电动机过载保护器延时自启动的电动机 220V 控制电路	136
例 89	二次保护按钮操作延时自启动的电动机 380V 控制电路	137
例 90	二次保护按钮操作单电流表延时自启动的电动机 380V 控制电路	139
例 91	单电流表有电源信号灯延时自启动的电动机 220V 控制电路	140
例 92	采用电动机保护器转换开关控制延时触点延时自启动的电动机 380V/127V 控制电路	142
例 93	按钮操作控制时间继电器 KT 延时自启动的电动机 380V 控制电路	143
例 94	按钮操作能够延时自启动的电动机 380V/48V 控制电路	145
例 95	按钮操作有二极管整流延时自启动的电动机 220V 控制电路	146
例 96	采用电动机保护器动断触点延时自启动的电动机 220V/127V 控制电路 ...	148

第 6 章 行程开关启停电动机控制电路

例 97	行程开关直接启停的电动机 220V 控制电路	152
例 98	二次保护行程开关直接启停的电动机 220V 控制电路	153
例 99	单电流表行程开关直接启停的电动机 380V/36V 控制电路	155
例 100	一次保护单电流表有状态信号行程开关直接启停的电动机 220V 控制电路	156
例 101	二次保护有状态信号双电流表行程开关直接启停的电动机 380V 控制电路	158

例 102	按钮操作及行程开关控制启停的电动机 220V 控制电路(一)	159
例 103	按钮操作及行程开关控制启停的电动机 220V 控制电路(二)	162
例 104	手动与行程开关启停的电动机 380V/127V 控制电路	163
例 105	采用电动机保护器行程开关直接启停的电动机 380V 控制电路	165
例 106	二次保护自动解除过载报警信号行程开关直接启停的电动机 220V 控制电路	167
例 107	自动解除过载报警信号行程开关直接启停的电动机 380V 控制电路	168
例 108	行程开关通过中间继电器触点启停的电动机 380V 控制电路	170
例 109	行程开关通过中间继电器触点启停的电动机 380V/127V 控制电路	173
例 110	一个浮标两只行程开关控制两台水泵的电动机 380V 控制电路	174
例 111	有自动运转信号、手动/自动控制的电动机 220V 控制电路	177

第 7 章 降压启动的电动机控制电路

例 112	二次保护万能转换控制操作的电动机自耦降压启动控制电路	182
例 113	主令开关直接操作自耦降压启动的电动机 220V 控制电路	184
例 114	两台接触器通过按钮操作与转换自耦降压启动的电动机 380V 控制电路	185
例 115	手动与自动转换自耦降压启动的电动机 220V 控制电路	187
例 116	二次保护手/自动转换自耦降压启动的电动机 380V 控制电路(一)	189
例 117	二次保护手/自动转换自耦降压启动的电动机 380V 控制电路(二)	192
例 118	自动转换自耦降压启动的电动机 380V/36V 控制电路	196
例 119	一次保护双电流表两处启停自动转换自耦降压启动的电动机 380V 控制电路	198
例 120	按时间自动转换自耦降压启动的电动机 380V 控制电路	199
例 121	按钮操作自动转换自耦降压启动的电动机 380V/127V 控制电路	201
例 122	两台接触器万能转换开关操作自耦降压启动的电动机 380V/36V 控制电路	204
例 123	手动切除频敏变阻器降压启动的电动机 220V 控制电路	205
例 124	自动切除频敏变阻器降压启动的电动机 220V 控制电路	207
例 125	二次保护频敏变阻器降压启动的电动机 220V 控制电路	208

第 8 章 电动机正反转控制电路

例 126	点动运转的电动机正反转 380V 控制电路	214
例 127	接触器触点联锁主令开关操作的电动机正反转 380V 控制电路	215
例 128	向前限位的电动机正反转 220V 控制电路	216