

电气控制

电路识图

自学通

◆ 郑凤翼 编著



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

电气控制电路识图自学通

郑凤翼 编著

電子工業出版社·

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书在介绍识读电气控制电路基本单元电路的基础上,结合具体的电气控制电路,详细讲述机电设备电气控制电路、电动机保护器和软启动器电气控制电路、建筑电气控制电路及液压机床电气控制电路的识图方法、步骤、技巧等,通过识图示例的引导,使读者达到举一反三、触类旁通的效果。

本书文字精练,通俗易懂,适合广大初、中级电工人员阅读。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制电路识图自学通/郑凤翼编著. —北京:电子工业出版社,2015.5

ISBN 978-7-121-25732-2

I. ①电… II. ①郑… III. ①电气控制-控制电路-电路图-识图法 IV. ①TM571.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第055812号

策划编辑:富 军

责任编辑:李 蕊

印 刷:涿州市京南印刷厂

装 订:涿州市京南印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编:100036

开 本:787×1092 1/16 印张:14.5 字数:371.2千字

版 次:2015年5月第1版

印 次:2015年5月第1次印刷

印 数:3 000册 定价:39.80元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

在生产实践中,广大电工人员都要接触到各种各样的电气图,这些电气图有的比较简单,有的很复杂,给电工人员识图增添了难度。本书从识图的角度出发,以常用的电气图为实例,介绍识读电气图的方法和技巧,以帮助广大电工人员提高识读电气图的能力。

本书的主要内容有电气控制电路的基本单元电路、机电设备电气控制电路、电动机保护器和软启动器电气控制电路、建筑电气控制电路及液压机床电气控制电路的识读。

低压电动机的保护器和软启动器是近几年新兴的电动机控制装置,它们具有优良的性能,可靠的质量,深受各行各业的青睐。

本书详细地介绍了识读电气图的方法和技巧,这是本书的重点。本书的识图示例实用性强、覆盖面宽。通过识图示例的引导,达到举一反三、触类旁通的目的,使读者通过识图练习,能够读懂更多更新的电气图。

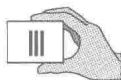
本书所有电气图均采用新的国家标准绘制。本书文字精练、通俗易懂、内容丰富,分析详细、清晰。在编写过程中,在内容上力求简明实用,并采用深入浅出、图文并茂的表达方式,适合广大初、中级电工人员阅读。

对全书电路的工作过程都采用电气元件动作顺序来描述,使叙述更加清晰,文字更加精练;对电路图的每个电气元件都添加注解说明,解释和说明该电气元件的作用;电气元件动作顺序用小5号字排版,使得版面清晰,避免发生错乱;书中采用了3个助记符“◎”、“#”、“[]”,其中“◎”表示动合触点、“#”表示动断触点、“[]”表示电气元件所在的图区。例如,◎KM₁(1-3)[8]表示动合触点在图区8,#KM₂(7-9)[10]表示动断触点在图区10。

本书由郑凤翼编著,参加编写的有郑凤翼、徐占国、郑丹丹、孟庆涛、苏明政、郑晞晖、韩松、耿立文、温永库、王晓琳、苏阿莹、冯建辉、杨洪升、张萍、李红霞等。

在本书编写过程中,编者参考了一些书刊杂志,并引用了其中的一些资料,难以一一列举,在此一并向有关书刊杂志的作者表示衷心的感谢。

编著者



目 录

第1章 电气控制电路的基本单元电路的识读	1
1.1 电气控制电路的基本单元电路的识读方法与技巧	1
1.1.1 识读电气图的基本要求和步骤	1
1.1.2 电气控制电路的基本单元电路的识读方法和步骤	2
1.2 三相鼠笼型异步电动机点动、长动(连续)控制电路	6
1.2.1 三相鼠笼型异步电动机最基本的单向运行点动控制电路	6
1.2.2 三相鼠笼型异步电动机长动(连续)控制电路	7
1.2.3 三相鼠笼型异步电动机点动、长动(连续)复合控制电路	8
1.3 三相鼠笼型异步电动机单向运行控制电路	10
1.3.1 三相鼠笼型异步电动机单向运行直接启动控制电路	10
1.3.2 三相鼠笼型异步电动机定子串电阻减压启动控制电路	11
1.3.3 三相鼠笼型电动机星—三角(Y— Δ)减压启动控制电路	12
1.3.4 自耦变压器减压启动控制电路	19
1.4 多台三相鼠笼型异步电动机顺序运行控制电路	24
1.4.1 三台电动机顺序启动、顺序停止控制电路	24
1.4.2 两台电动机延时顺序启动、延时逆序停止控制电路	27
1.5 三相鼠笼型异步电动机正、反转运行控制电路	29
1.5.1 电路组成原则及识读方法	29
1.5.2 接触器、按钮双重互锁的电动机正、反转运行自动控制电路	30
1.5.3 用中间继电器延长转换时间的防飞弧的正、反转运行控制电路	32
1.5.4 正、反转间歇运行控制电路	34
1.5.5 按行程原则组成的电动机正、反转运行限位控制电路	35
1.5.6 自动往返循环控制电路	36
1.6 三相鼠笼型异步电动机制动控制电路	39
1.6.1 电路组成原则和识图方法	39
1.6.2 电磁抱闸断电制动控制电路	40
1.6.3 速度继电器控制的正、反转运行的反接制动控制电路	41
1.6.4 时间继电器控制的正、反转运行的半波整流能耗制动控制电路	43
1.6.5 速度继电器控制的正、反转运行的全波整流能耗制动控制电路	44
1.7 三相绕线型异步电动机控制电路	46
1.7.1 电路的组成原则和识读方法	46
1.7.2 电流继电器控制转子绕组串电阻启动电路	47





1.7.3	时间继电器控制转子绕组串电阻启动电路	49
1.7.4	三相绕线型感应电动机转子回路串频敏变阻器控制电路	51
第2章	机电设备电气控制电路	54
2.1	机电设备电气控制电路图的识读方法及步骤	54
2.1.1	复杂机电设备电气电路的组成	54
2.1.2	机床电气控制电路图的识读方法和步骤	54
2.2	卧式车床电气控制电路	57
2.2.1	卧式车床的运动形式	57
2.2.2	C650 型卧式车床电气控制电路	58
2.3	摇臂钻床电气控制电路	64
2.3.1	摇臂钻床的运行形式	64
2.3.2	Z3040 型摇臂钻床电气控制电路	64
2.4	磨床电气控制电路	72
2.4.1	平面磨床的运动形式	72
2.4.2	M7130 型平面磨床电气控制电路	72
2.5	铣床电气控制电路	76
2.5.1	铣床的运动形式	76
2.5.2	X62W 型万能升降台铣床电气控制电路	77
2.6	镗床电气控制电路	87
2.6.1	镗床的运动形式	87
2.6.2	T68 型卧式镗床电气控制电路	88
2.7	起重运输机械电气控制电路	96
2.7.1	电动葫芦电气控制电路	97
2.7.2	桥式起重机的主要结构、运动形式与控制要求	99
2.7.3	5t 桥式起重机电气控制电路	102
2.7.4	15t/3t 桥式起重机电气控制电路	105
第3章	电动机保护器和软启动器电气控制电路	115
3.1	电动机保护器的原理与组成	115
3.1.1	低压电动机保护器的保护功能、控制模式	115
3.1.2	低压电动机保护器的工作原理	116
3.2	双华 JBB-YE ⁺ 电动机保护器的介绍	117
3.3	电动机保护器控制电路图的识读	119
3.3.1	双华 JBB-YE ⁺ 电动机保护器具有点动功能的正、反转控制电路	119
3.3.2	双华 JBB-YE ⁺ 电动机保护器的自动往返控制电路	121
3.3.3	双华 JBB-YE ⁺ 电动机保护器的时间继电器三级启动控制电路	123
3.4	软启动器的原理、组成、控制方式及参数	124
3.4.1	软启动器的原理、组成及参数	125
3.4.2	软启动器的控制方式	126



3.4.3 参数设置	129
3.5 软启动器介绍	129
3.5.1 CR1 软启动器	129
3.5.2 STR 软启动器	131
3.6 软启动器控制电路图的识读	134
3.6.1 中间继电器控制启停的 CR1 软启动器带进线接触器的控制电路	134
3.6.2 按钮控制启停的 CR1 软启动器带进线和旁路接触器的控制电路	135
3.6.3 继电器控制启停的 CR1 软启动器带进线和旁路接触器的控制电路	136
3.6.4 继电器接触器控制启停的 CR1 软启动器带进线和旁路接触器的正、 反转控制电路	138
3.6.5 CR1 软启动器—拖三的控制电路	140
3.6.6 一台 STR 软启动器控制两台电动机的控制电路	144
3.6.7 STR 软启动器异地控制电路	146
3.6.8 STR 软启动器—拖三的控制电路	147
3.6.9 STR 软启动器一用一备的控制电路	150
第 4 章 建筑电气控制电路图的识读	153
4.1 电动防火卷帘门及消防泵电气控制电路	153
4.1.1 电气防火卷帘门电气控制电路	153
4.1.2 消火栓用消防泵一用一备的电气控制电路	156
4.1.3 两台补水泵一用一备自动轮换工作的消防泵电气控制电路	161
4.2 给排水泵电气控制电路	167
4.2.1 两台给水泵互为备用水箱的水位控制电路	167
4.2.2 两台排水泵一用一备的电气控制电路	170
4.3 建筑工地用设备电气控制电路	173
4.3.1 混凝土搅拌机电气控制电路	173
4.3.2 建筑工地卷扬机电气控制电路	176
4.3.3 TQ60/80 型塔式起重机电气控制电路	176
第 5 章 液压机床电气控制电路	181
5.1 液压传动的工作原理和组成	181
5.1.1 液压传动的工作原理	181
5.1.2 液压传动系统的组成	183
5.1.3 液压传动系统图及图形符号	184
5.2 液压控制阀	184
5.2.1 方向控制阀	185
5.2.2 压力控制阀	189
5.2.3 流量控制阀	191
5.3 液压基本回路	192
5.3.1 方向控制回路	192



5.3.2	压力控制回路	193
5.3.3	速度控制回路	198
5.4	组合机床的电气控制电路	200
5.4.1	识读电液控制图	201
5.4.2	液压动力滑台的电液控制及其控制电路	202
5.4.3	带定位夹紧的一次进给系统控制电路	207
5.4.4	双面单工位组合机床电气控制电路	209
5.4.5	YB32-200 型万能液压压力机电气控制电路	214

第1章

电气控制电路的基本单元电路的识读

组成电动机电气控制电路的基本规律有按电气联锁进行控制的规律和按控制过程的变化参量进行控制的规律。按电气联锁控制的规律包括：启动与停止控制（自锁电路）、正/反向接触器间的互锁控制、实现按顺序工作时的联锁控制、连续工作与点动工作的联锁控制、多地或条件的联锁控制、自动循环控制等。按控制过程的变化参量进行控制的规律主要包括：按时间、电流、行程、速度等原则控制的规律。



1.1 电气控制电路的基本单元电路的识读方法与技巧

1.1.1 识读电气图的基本要求和步骤

1. 识图的基本要求

(1) 从简单到复杂，循序渐进地识图

初学识图要本着从易到难、从简单到复杂的原则识图。一般来讲，照明电路比电气控制电路简单，单项控制电路比系列控制电路简单。复杂电路都是由简单电路组合的，从识读简单的电路图开始，搞清每一个电气符号的含义，明确每一电气元件的作用，理解电路的工作原理，为识读复杂电气图打下基础。

(2) 应具有电工学、电子技术的基础知识

在实际生产的各个领域，所有电路如输变配电、电力拖动、照明、电子电路、仪器仪表和家电产品等，都是建立在电工、电子技术理论基础之上的。因此，要想准确、迅速地识读电气图，必须具备一定的电工、电子技术基础知识，这样才能运用这些知识，分析电路，理解图纸所含的内容。例如，三相笼型感应电动机的正转和反转控制，就是利用电动机的旋转方向是由三相电源的相序来决定的原理，用倒顺开关或两个接触器进行切换，改变输入电动机的电源相序，以此来改变电动机的旋转方向。

(3) 要熟记、会用电气图形符号和文字符号

图形符号和文字符号很多，要做到熟记、会用，可从个人专业出发，先熟读、背会各专业共用的和本专业的图形符号，然后逐步扩大，掌握更多的符号，就能识读更多的不同专业





的电气图。

(4) 熟悉各类电气图的典型电路

典型电路一般是常见、常用的基本电路，如电力拖动中的启动、制动、正/反转控制电路，联锁电路，行程限位控制电路。

不管多么复杂的电路，总是由典型电路派生而来的，或者由若干典型电路组合而成。因此，掌握、熟悉各种典型电路，在识图时有利于对复杂电路的理解，能较快地分清主次环节及其与其他部分的相互联系，抓住主要矛盾，从而能识懂较复杂的电气图。

(5) 掌握各类电气图的绘制特点

各类电气图都有各自的绘制方法和绘制特点。掌握了电气图的主要特点及绘制电气图的一般规则，如电气图的布局、图形符号及文字符号的含义、图线的粗细、主副电路的位置、电气触点的画法、电气图与其他专业技术图的关系等，并利用这些规律，就能提高识图效率，进而自己也能设计制图。大型的电气图纸往往不止一张，也不仅是一种图，因而识图时应将各种有关的图纸联系起来，对照阅读。例如，通过概略图、电路图找联系，通过接线图、布置图找位置，交错识读会收到事半功倍的效果。

2. 识图的一般步骤

(1) 详细识读图纸说明

拿到图纸后，首先要仔细阅读图纸的主标题栏和有关说明，如图纸目录、技术说明、电气元件明细表、施工说明书等，结合已有的电工、电子技术知识，对该电气图的类型、性质、作用有一个明确的认识，从整体上理解图纸的概况和所要表述的重点。

(2) 识读概略图和框图

由于概略图和框图只是概略表示系统或分系统的基本组成、相互关系及其主要特征，因此紧接着就要详细识读电路图，这样才能搞清它们的工作原理。概略图和框图多采用单线图，只有某些 380/220V 低压配电系统概略图才部分地采用多线图表示。

(3) 识读电路图是识图的重点和难点

电路图是电气图的核心，也是内容最丰富、最难读懂的电气图纸。

识读电路图首先要识读有哪些图形符号和文字符号，了解电路图各组成部分的作用，分清主电路和辅助电路、交流回路和直流回路；其次，按照先识读主电路，再识读辅助电路的顺序进行识图。

1.1.2 电气控制电路的基本单元电路的识读方法和步骤

电气控制电路的主电路和辅助电路为其主要部分。主电路一般为执行元件及其附加元件所在电路；辅助电路为控制元件和信号元件所组成的电路，主要用来控制主电路工作。

看电路图的一般方法是先看主电路，再看辅助电路，并用辅助电路的各分支路去研究主电路的控制程序。

阅读和分析电气控制电路图的方法主要有两种：查线看图法（直接看图法或跟踪追击法）和逻辑代数法（间接读图法）。这里重点介绍查线看图法，通过对某个具体电气控制电路的剖析，学习阅读和分析电气控制电路的方法。



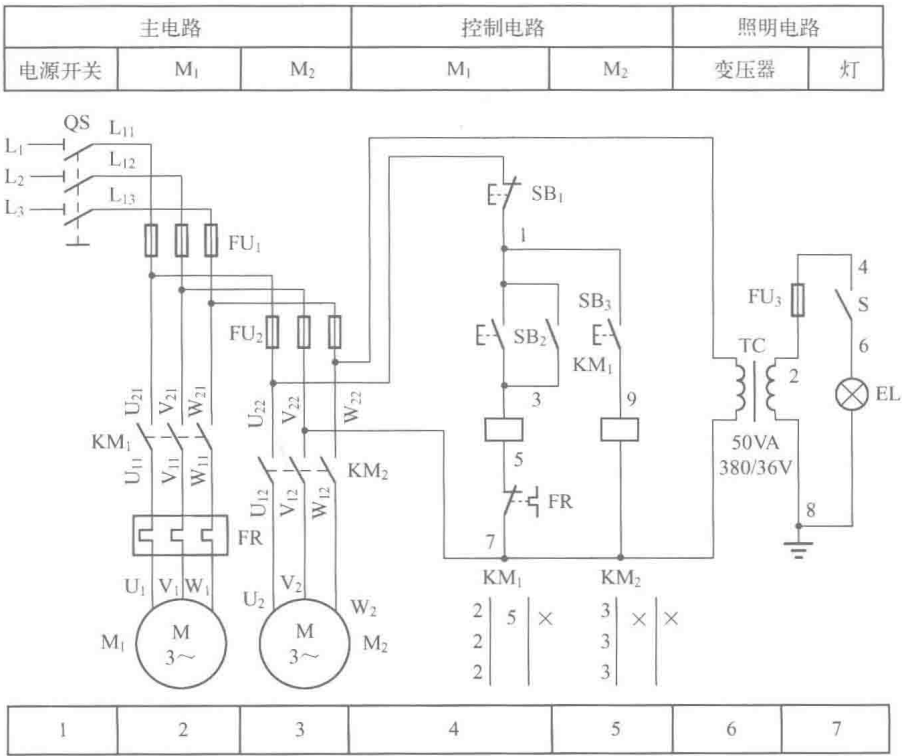
1. 看主电路的步骤

(1) 看清主电路中用电设备

用电设备是指消耗电能的用电器具或电气设备，如电动机、电弧炉等。看图首先要看清楚有几个用电器，它们的类别、用途、接线方式及一些不同要求等。

图 1-1-1 中的用电器就是两台电动机 M_1 和 M_2 ，以电动机为例，应了解下列内容：

- ① 类别。有交流电动机、直流电动机、感应电动机、同步电动机等。一般生产机械中所用的电动机以交流笼型感应电动机为主。图 1-1-1 中的 M_1 是油泵电动机，通过它带动高压油泵，再经液压传动使主轴做功； M_2 是工作台快速电动机。
- ② 用途。有的电动机是带动油泵或水泵的，有的是带动塔轮再传到机械上，如传动脱谷机、碾米机、铡草机等。
- ③ 接线。有的电动机是Y（星）形接线或YY（双星）形接线，有的电动机是 Δ （三角）形接线，有的电动机是Y— Δ （星—三角）形即Y形启动、 Δ 形运行。图 1-1-1 中的 M_1 、 M_2 均为Y形接线。



M_1 —油泵电动机； M_2 —工作台快速电动机； KM_1 、 KM_2 —交流接触器； SB_1 —停止按钮； SB_2 、 SB_3 —启动按钮；
QS—电源开关；FR—热继电器； FU_1 、 FU_2 、 FU_3 —熔断器；TC—照明变压器；EL—照明灯；S—照明灯开关

图 1-1-1 电气控制电路

④ 运行要求。有的电动机要求始终一个速度，有的电动机则要求具有两种速度（低速和高速），还有的电动机是多速运转的，也有的电动机有几种顺向转速和一种反向转速，顺





向做功,反向走空车等。

对启动方式、正/反转、调速及制动的要求,各台电动机之间是否相互有制约的关系可通过控制电路来分析。

(2) 要弄清楚用电设备是用什么电气元件控制的

控制电气设备的方法很多,有的直接用开关控制,有的用各种启动器控制,有的用接触器或继电器控制。图 1-1-1 中的电动机是用接触器控制的。当接触器 KM_1 得电吸合时, M_1 启动;当 KM_2 得电吸合时, M_2 启动。

(3) 了解主电路中所用的控制电器及保护电器

前者是指除常规接触器以外的其他电气元件,如电源开关(转换开关及断路器)、万能转换开关等。后者是指短路保护器件及过载保护器件,如断路器中电磁脱扣器及热过载脱扣器的规格,熔断器、热继电器及过电流继电器等元件的用途及规格。一般来说,对主电路做如上内容的分析以后,即可分析辅助电路。

在图 1-1-1 中,两条主电路中接有电源开关 QS、热继电器 FR 和熔断器 FU_1 , 分别对电动机 M_1 起过载保护和短路保护作用。 FU_2 对电动机 M_2 和控制电路起短路保护作用。

(4) 看电源

要了解电源电压等级,是 380V 还是 220V,是从母线汇流排供电还是配电屏供电,又或者是从发电机组接出来的。

一般生产机械所用电源通常均是三相、380V、50Hz 的交流电源,对需采用直流电源的设备,往往都是采用直流发电机供电或采用整流装置供电。随着电子技术的发展,特别是大功率整流管及晶闸管的出现,一般情况下都由整流装置来获得直流电。

在图 1-1-1 中,电动机 M_1 、 M_2 的电源均为三相 380V。主电路的构成情况是:三相电源 L_1 、 L_2 、 L_3 →电源开关 QS→熔断器 FU_1 →接触器 KM_1 →热继电器 FR→鼠笼型感应电动机 M_1 。另一条支路,熔断器 FU_2 接在熔断器 FU_1 端头 U_{21} 、 V_{21} 、 W_{21} 上→接触器 KM_2 →鼠笼型感应电动机 M_2 。

2. 看辅助电路的步骤

由于存在着各种不同类型的生产机械设备,它们对电力拖动也提出了不同的要求,表现在电路图上有种种不相同的辅助电路。因此,要说明如何分析辅助电路,只能介绍其方法和步骤。辅助电路包含控制电路、信号电路和照明电路。

分析控制电路,根据主电路中各电动机和执行电器的控制要求,逐一找出控制电路中的控制环节,用第 3 章中介绍的基本控制电路的知识,将控制电路“化整为零”,按功能不同划分成若干个局部控制电路来进行分析。如果控制电路较复杂,则可先排除照明、显示等与控制关系不密切的电路,以便集中精力分析控制电路。控制电路一定要分析透彻,分析控制电路的最基本的方法是查线看图法。

① 看电源。首先看清电源的种类,是交流的还是直流的。其次,要看清辅助电路的电源是从什么地方接来的,及其电压等级。一般是从主电路的两条相线上接来的,其电压为单相 380V;也有从主电路的一条相线和一零线上接来的,电压为单相 220V;此外,也可以从专用隔离电源变压器接来的,电压为 127V、110V、36V、6.3V 等。变压器的一端应接地,



各二次线圈的一端也应接在一起然后再接地。辅助电路为直流时,直流电源可从整流器、发电机组或放大器上接来,其电压一般为24V、12V、6V、4.5V、3V等。辅助电路中的一切电气元件的线圈额定电压必须与辅助电路电源电压一致。否则,电压低时电气元件不动作;电压高时,则会把电气元件线圈烧坏。在图1-1-1中,辅助电路的电源是从主电路的两条相线上接来的,电压为单相380V。

② 了解控制电路中各种继电器、接触器的用途,如采用了一些特殊结构的继电器,应了解它们的动作原理,只有这样,才能理解它们在电路中如何动作和具有何种用途。

③ 根据控制电路来研究主电路的动作情况。

在分析了上面这些内容再结合主电路中的要求,就可以分析控制电路的动作过程了。

控制电路总是按动作顺序画在两条水平线或两条垂直线之间的。因此,可从左到右或从上到下来进行分析。在电路中整个辅助电路构成一条大支路,在这条大支路中又分成几条独立的小支路,每条小支路控制一个用电器或一个动作。当某条小支路形成的闭合回路有电流流过时,在支路中的电气元件(接触器或继电器)会动作,接入用电设备或切除电源。在控制电路中一般是靠按钮或转换开关把电路接通的。对于控制电路的分析,必须随时结合主电路的动作要求来进行,只有全面了解主电路对控制电路的要求以后,才能真正掌握控制电路的动作原理。不可孤立地看待各部分的动作原理,应注意各个动作之间是否有互相制约的关系,如电动机正、反转之间应设有联锁等。在图1-1-1中,控制电路有两条支路,即接触器 KM_1 和 KM_2 支路,其动作过程如下。

a. 合上电源开关QS,主电路和辅助电路均有电压,辅助电路由 U_{22} 、 V_{22} 和 W_{22} 、 V_{22} 引出。

b. 当按下停止按钮 SB_1 时,即形成一条支路,电流经 U_{22} →停止按钮 SB_1 →启动按钮 SB_2 →接触器 KM_1 线圈→热继电器 FR → V_{22} 形成回路,使接触器 KM_1 得电吸合。 KM_1 得电吸合后,其主电路中的主触点闭合,使电动机 M_1 得电,开始运转。同理,按下启动按钮 SB_3 ,电动机 M_2 开始运转。

在启动按钮 SB_2 两端并接了一个接触器 KM_1 的 $\odot KM_1(1-3)$ 。其作用是:在松开启动按钮 SB_2 时, SB_2 触点断开,由于此时 KM_1 已启动,其 $\odot KM_1(1-3)$ 已闭合,电流经 $\odot KM_1(1-3)$ 流过,电路不会因启动按钮 SB_2 的松开而失电, $\odot KM_1(1-3)$ 起自保持作用。对于接触器 KM_2 ,由于工作的要求,不需自保持,当 SB_3 松开后,电动机 M_2 即停转。

c. 停车只要按下停止按钮 SB_1 即可。 SB_1 串联在 KM_1 和 KM_2 电路中。按下停止按钮 SB_1 时,电路开路,接触器 KM_1 、 KM_2 失电释放,使主电路中的接触器主触点 KM_1 断开,使电动机失电。当再次启动时,必须重新按下启动按钮 SB_2 、 SB_3 。

综上所述,电动机的启动由接触器或继电器控制,而接触器或继电器的吸合或释放则由开关或按钮控制。这种开关或按钮→接触器或继电器→电动机的控制形式,就是机械自动化的基本形式。

④ 研究电气元件之间的相互关系。电路中的一切电气元件都不是孤立存在的,而是相互联系、相互制约的。这种互相控制的关系有时表现在一条支路中,有时表现在几条支路中。图1-1-1的电路比较简单,没有相互控制的电气元件,看图时可省略这一步。

⑤ 研究其他电气设备和电气元件,如整流设备、照明灯等。对于这些电气设备和电气元件,只要知道它们的电路走向,电路的来龙去脉就可以了。图1-1-1中EL是局部照明灯,



TC 是 380/36V 照明变压器, 供 36V 安全电压。照明灯开关 S 闭合时, 照明灯 EL 点亮。

上面所介绍的读图方法和步骤只是一般的通用方法, 需通过具体电路的分析逐步掌握, 不断总结, 才能提高看图能力。

3. 查线看图法的要点

综上所述, 电路图的查线看图法的要点如下。

① 分析主电路。从主电路入手, 根据每台电动机和执行电器的控制要求分析各电动机和执行电器的控制内容, 包括在本章中介绍的电动机启动、转向控制、调速、制动等基本控制电路。

② 分析控制电路。根据主电路中各电动机和执行电器的控制要求, 逐一找出控制电路中的控制环节, 将控制电路“化整为零”, 按功能不同划分成若干个局部控制电路来进行分析。如果控制电路较复杂, 则可先排除照明、显示等与控制关系不密切的电路, 以便集中精力进行分析。

③ 分析信号、显示电路与照明电路。控制电路中执行元件的工作状态显示、电源显示、参数测定故障报警及照明电路等部分, 大多是由控制电路中的元件来控制的, 因此要回过头来对照控制电路对这部分电路进行分析。

④ 分析联锁与保护环节。生产机械对于安全性、可靠性有很高的要求, 实现这些要求, 除了合理地选择拖动、控制方案以外, 在控制电路中还设置了一系列电气保护和必要的电气联锁。在电气控制电路图的分析过程中, 电气联锁与电气保护环节是一个重要内容, 不能遗漏。

⑤ 分析特殊控制环节。在某些控制电路中, 还设置了一些与主电路、控制电路关系不密切、相对独立的某些特殊环节, 如产品计数装置、自动检测系统、晶闸管触发电路、自动调温装置等。这些部分往往自成一个小系统, 其看图分析的方法可参照上述分析过程, 并灵活运用所学过的电子技术、变流技术、自控系统、检测与转换等知识逐一分析。

⑥ 总体检查。经过“化整为零”, 逐步分析每一局部电路的工作原理, 以及各部分之间的控制关系后, 还必须用“集零为整”的方法, 检查整个控制电路, 看是否有遗漏。特别要从整体角度进一步检查和理解各控制环节之间的联系, 以达到清楚地理解电路图中每一个电气元件的作用、工作过程及主要参数。

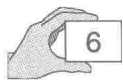


1.2 三相鼠笼型异步电动机点动、长动（连续）控制电路

1.2.1 三相鼠笼型异步电动机最基本的单向运行点动控制电路

在生产实践中, 有的机电设备在加工定位或进行调整工作中, 必须使用点动控制。所谓点动控制, 即按下按钮时电动机启动运行, 松开按钮时电动机停止运行。

图 1-2-1 是最基本的电动机控制电路。该电路由组合开关 QS、熔断器 FU、接触器 KM、热继电器 FR、按钮 SB 和三相鼠笼型异步电动机 M 组成。当按下按钮 SB 时, KM 线圈得电, 其主触点闭合, 电动机 M 接通电源启动运行; 当松开 SB 时, KM 线圈失电, 其主触点分断, 电动机 M 停止运行。



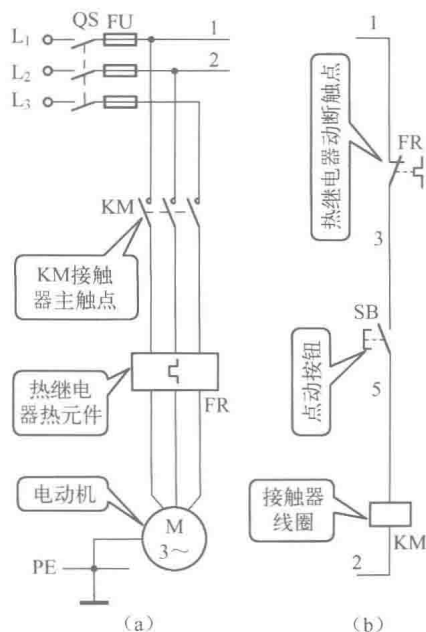


图 1-2-1 三相鼠笼型异步电动机点动控制电路

1.2.2 三相鼠笼型异步电动机长动（连续）控制电路

如图 1-2-2 所示为三相鼠笼型异步电动机长动（连续）控制电路。该电路由组合开关

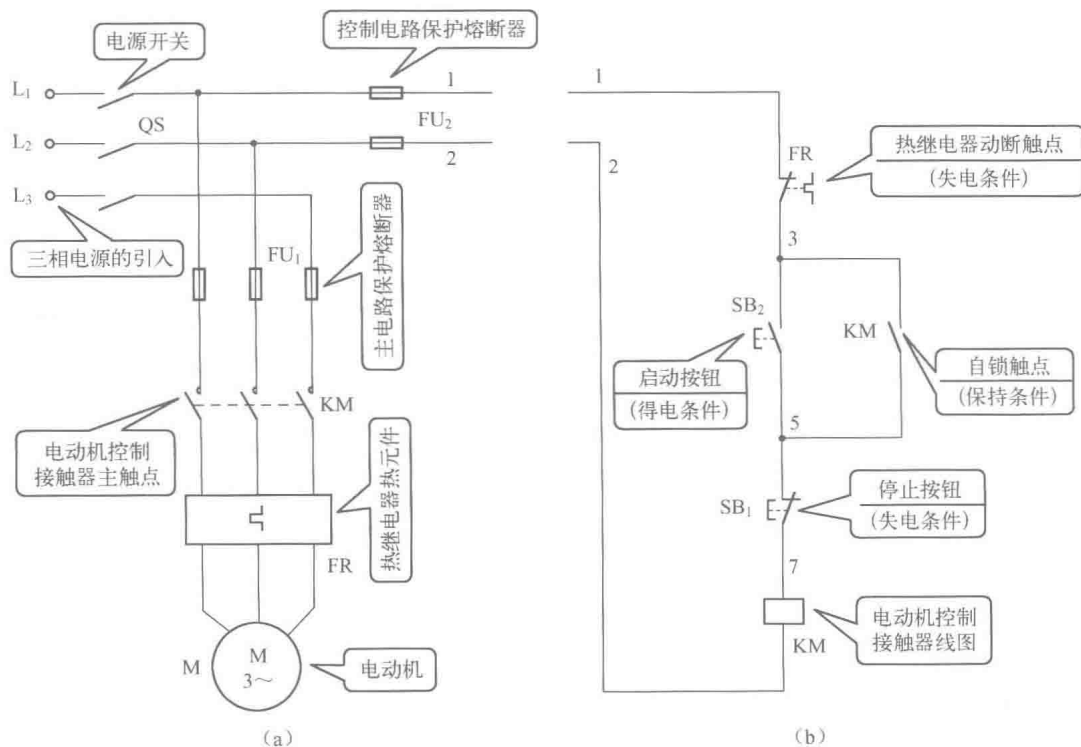


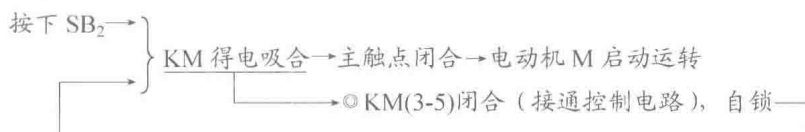
图 1-2-2 三相鼠笼型异步电动机长动（连续）控制电路



QS、熔断器 FU_1 和 FU_2 、接触器 KM、热继电器 FR、按钮 SB_1 和 SB_2 ，以及三相鼠笼型异步电动机 M 组成。

1. 电路工作过程

(1) 启动



(2) 停止



其中自锁是指, 当 SB_2 复位时, 接触器 KM 依靠自身已闭合的、与启动按钮 SB_2 并联的 $\odot KM(3-5)$ 继续保持得电状态。由于 $\odot KM(3-5)$ 起到自锁的作用, 因此称其为自锁触点。

2. 电路中的保护环节

① 短路保护: 主要由熔断器 FU 实现, 防止由短路事故对电源造成损坏。

② 过载保护: 由热继电器实现, 避免电动机因过载而产生过热造成的损坏。

③ 欠(失或零)电压保护: 是由接触器 KM 自身的电磁机构实现的, 阻止电动机低压运行时可能造成的损坏; 也避免了在电源瞬间断电后, 恢复供电后而使电动机突然启动, 可能造成的人身伤亡或设备损坏事故的发生。

由上述三相鼠笼型异步电动机点动、长动(连续)控制电路的分析可看出, 点动、长动(连续)控制电路的区别在于有无自锁触点。无自锁的电路为点动控制电路; 有自锁的电路为长动(连续)控制电路。

1.2.3 三相鼠笼型异步电动机点动、长动(连续)复合控制电路

电动机连续不断的工作, 称为长动(连续运行)。所谓点动, 即按下按钮时, 电动机启动工作; 当松开按钮时, 电动机停止工作。

在生产实际中, 有的生产机械需要点动控制, 有的生产机械既需要长动(连续运行)控制, 又需要点动控制。点动与长动的主要区别在于是否接入自锁触点, 点动控制加入自锁后可以连续运行。当需要在连续状态和点动状态两者间进行选择时, 必须选择联锁电路。

电动机单向运行的点动/长动控制电路如图 1-2-3 所示, 其中图 1-2-3 (a) 为主电路。

(1) 带手动开关的点动/长动控制电路 (见图 1-2-3 (b))

用选择开关 SA 选择点动控制或者长动控制。当需要点动时将开关 SA 打开 → 自锁回路断开, 按下 SB_2 即可实现点动控制。当需要连续工作时, 合上 SA, 将自锁触点接入, 操作 SB_2 即可实现连续控制, 停机时需按停止按钮 SB_1 。

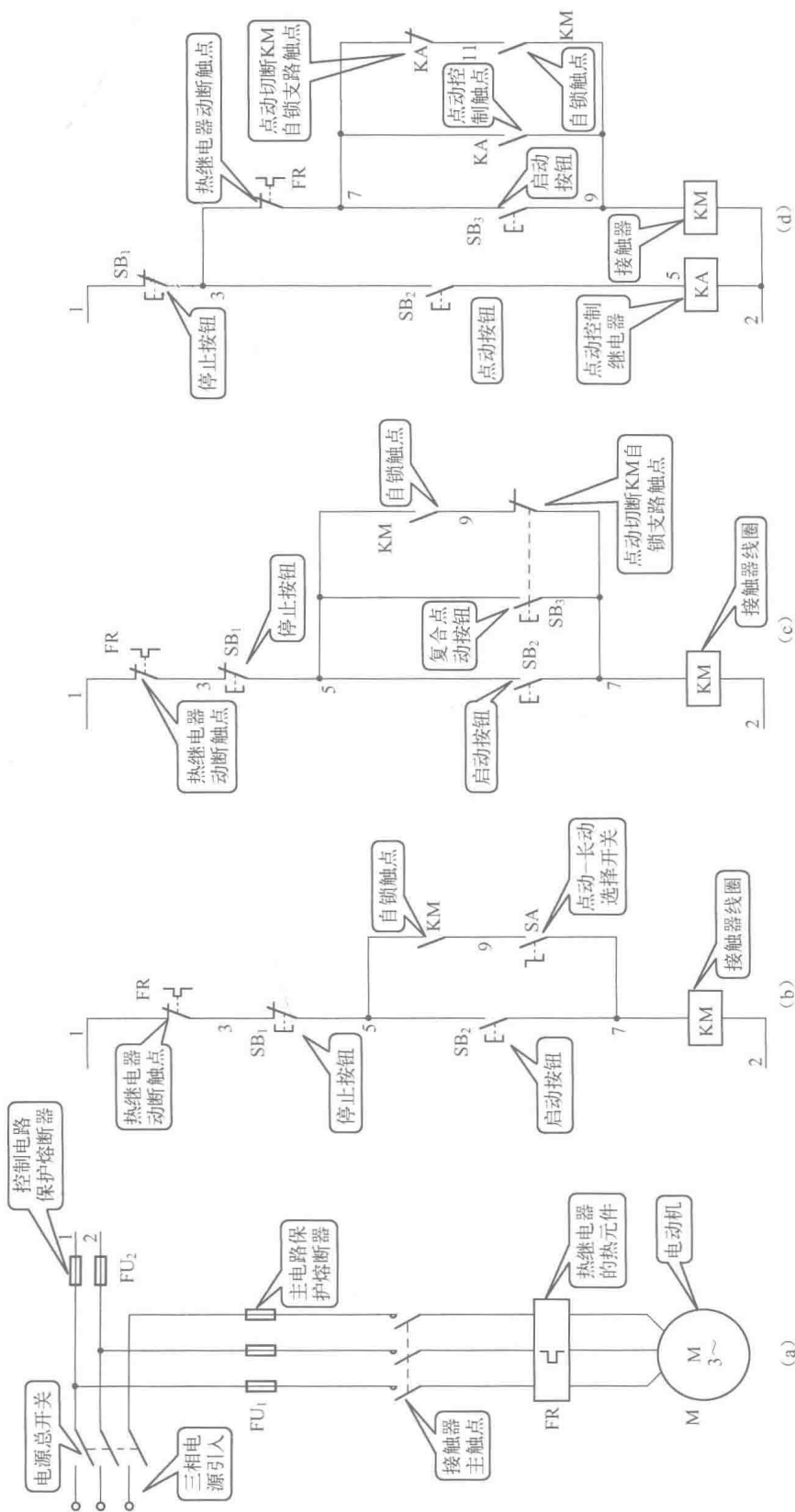


图 1-2-3 电动机单向运行的点动 / 长动控制电路