

21世纪
电工识图丛书



图解

TUJIE DIANDONGJI KONGZHI DIANLU

电动机 控制电路

郑凤翼 孟庆涛 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

21 世纪电工识图丛书

图解电动机控制电路

郑凤翼 孟庆涛 编著

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

图解电动机控制电路/郑凤翼, 孟庆涛编著. —北京: 人民邮电出版社, 2006. 1

(21 世纪电工识图丛书)

ISBN 7-115-14093-6

I. 图... II. ①郑... ②孟... III. 电动机—控制电路—图解 IV. TM321.2-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 119110 号

内 容 提 要

本书用添加注解说明的电路工作过程图和电气元件动作顺序表来介绍怎样识读电动机控制电路图。书中图例丰富, 讲解方法独特, 力图帮助广大电工人员以轻松易读的方式掌握看电动机控制电路图的方法和技巧。

本书主要供从事电气工作的人员和职业学校相关专业的师生阅读参考。

21 世纪电工识图丛书

图解电动机控制电路

-
- ◆ 编 著 郑凤翼 孟庆涛
责任编辑 张 鹏
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京精彩雅恒印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 13
字数: 322 千字
印数: 1-6 000 册

2006 年 1 月第 1 版

2006 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-14093-6/TN · 2620

定价: 25.00 元

读者服务热线: (010) 67129264 印装质量热线: (010) 67129223

■ ■ ■ ■ 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路图,这些电路图有的比较简单,有的很复杂,给电工人员识图增添了难度。本书着重介绍“怎样识读”电动机控制电路图,从识图的角度出发,采用图解的方法,以常用的电动机控制电路为实例,介绍识读电路图的方法和技巧,以帮助广大电工人员提高识读电路图的能力。

本书主要内容有:导读,图解三相笼型感应电动机、三相绕线型感应电动机、单相感应电动机、直流电动机电气控制电路。

本书详细地介绍了识读电路图的方法和技巧,掌握识读电路图的方法和技巧是本书的重点。本书的识图示例实用性强、覆盖面广,可帮助读者在识图示例的引导下,举一反三、触类旁通,读懂更多更新的电路图。

本书在采用图解的方法,以图为主,以文为辅,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;并且采用图解的方法说明电路的工作过程。

本书所有电路图均采用新的国家标准绘制。在编写过程中,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,通俗易懂。本书适合广大初、中级电工人员阅读;可作为电工培训班的培训教材;也可供技工学校、中等专业学校、职业技术学院师生参考。

本书主要由郑凤翼、孟庆涛编写,参加编写的还有黄海平、傅丛俏、郑丹丹、齐宝霞、郑晞晖、苏阿莹、李红霞、王德明、温永库、王晓琳、严海若等。

在本书编写过程中,参考了一些书刊杂志,并引用其中的一些资料,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 者

第一章 导读	1
第一节 本书的写作方法和特点	1
一、在电气控制电路图上添加注解说明	1
二、电气元件的工作状态及其表示方法	2
三、描述电路工作原理的两个层次和两种方法	3
四、电气元件动作顺序表和电路工作过程图的关系	5
第二节 识图应具备的基本知识	6
一、电气控制电路中常用的低压电器	6
二、电气符号（图形符号、文字符号、项目代号和回路标号）	8
三、电气控制电路图的绘制规则	9
第三节 识图的基本方法和步骤	11
一、识图的基本方法	11
二、识图的查线读图法	12
第二章 三相笼型感应电动机启动电路	14
第一节 三相笼型感应电动机直接启动控制电路	14
一、单向运行直接启动电路	14
二、接触器、按钮联锁的电动机正反转控制电路	28
三、按行程原则组成的电动机正反转控制电路	41
四、电动机的点动控制电路	48
五、多地点控制电路	55
六、多台电动机按顺序工作时的联锁控制电路	56
第二节 三相笼形感应电动机减压启动控制电路	67
一、定子绕组串接电阻减压启动控制电路	67
二、Y- Δ 换接减压启动控制电路	71
三、自耦变压器减压启动控制电路	96
第三章 三相笼形感应电动机的调速电路和制动电路	110
第一节 三相笼形感应电动机的调速电路	110
一、三相感应电动机的变极调速	110
二、按钮控制的单绕组双速电动机 Δ -YY 连接方法控制电路	111
三、通电延时时间继电器控制的单绕组双速电动机 Δ -YY 连接方法控制电路	114
四、接触器控制单绕组双速电动机 Y-YY 接法电路	117

五、手动、自动控制绕组双速电动机 Δ -YY连接方法控制电路	120
第二节 三相笼型感应电动机的制动电路	125
一、机械制动	125
二、电源反接制动控制电路	129
三、能耗制动控制电路	146
第四章 三相绕线型感应电动机控制电路	161
第一节 转子回路串电阻启动	161
一、电流继电器控制转子绕组串电阻启动电路	162
二、时间继电器控制转子绕组串电阻启动电路	165
第二节 三相绕线型感应电动机转子回路串频敏变阻器启动电路	169
第三节 凸轮控制器控制转子绕组串电阻启动电路	172
第五章 单相感应电动机和直流电动机控制电路	175
第一节 单相分相式感应电动机控制电路	175
一、单相电容启动感应电动机自动往返运行控制电路	175
二、单相感应电动机能耗制动电路	178
第二节 直流电动机控制电路	181
一、直流电动机串电阻启动控制电路	181
二、直流电动机的正、反转控制电路	185
三、直流电动机调速与制动控制电路	195

第一章

导 读

电气控制电路就是把工作电源、控制装置（如开关电器等）和负载（用电设备或器具）等用导线连接起来，且形成从电源的一端到另一端的闭合回路，这个闭合回路称为电气控制电路。

根据电气设备的工作原理，按照一定的技术规则，用特定的图形符号、文字符号以及数字标号来表达电气装置中各电气元件间的工作关系和作用的图，称为电气控制电路图。

识图就是认识并确定电路图上所画电气设备和电气元件的名称、型号和规格，再以图中的电气图形符号、文字符号及回路标号为依据，了解图样所表达的电气控制电路中的电气设备、装置或元件的工作原理、电气功能、状态、特性以及接线方向、顺序和规则，从而应用图样完成安装接线、检修和运行管理。

第一节 本书的写作方法和特点

一、在电气控制电路图上添加注解说明

在不改变原电气控制电路图的基础上，对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，如图 1.1.1 所示。由于已在电气控制电路图中，对每个电气元件都添加了

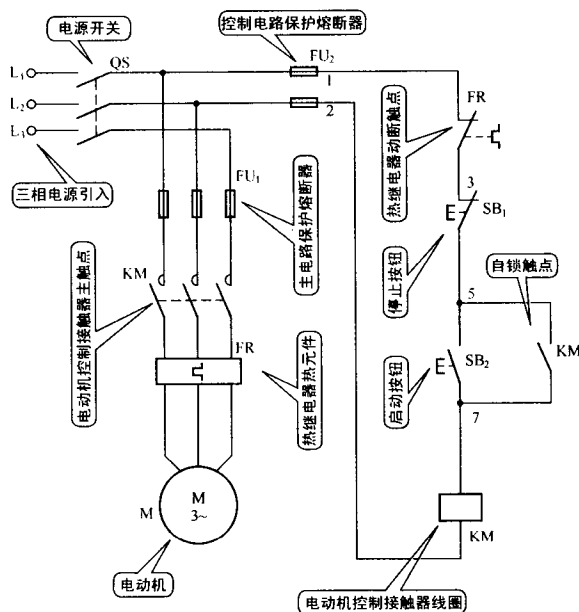


图 1.1.1 在电气控制电路图上添加的注解说明

注解说明，因此一般来讲，在文字叙述中就不再介绍该电气元件的作用。另外，对电动机、电源开关、熔断器、热继电器，其在电气控制电路中的作用都是相同的，因此只在第二章前面的几个电路添加了注解说明，其后的电路就不再添加注解说明。

二、电气元件的工作状态及其表示方法

在电气控制电路的不同工作阶段，各个控制电器的工作状态是不同的，例如控制电器的众多触点有时断开，有时闭合，而在电气控制电路图中只能表示一种情况。为了不造成混乱，将控制电器的工作状态分为自然状态和现时状态。

1. 自然状态

在电气控制电路中用图形符号表示电气元件和设备，通常对应在非激励、未受外力或不工作状态或位置，即电气元件和设备的可动部分处于非激励、未受外力或不工作状态或位置，也称为自然状态。

2. 现时状态

现时状态即电气元件可动部分动作后的状态。现时状态有动作状态和复位状态之分。

① 动作状态。电气元件在加电或操纵力作用下所处的状态为动作状态，在电器图上的表示方法如表 1.1.1 所示。

表 1.1.1 电气元件的动作状态在电路图上的表示方法

类 别	文 字 说 明	电 路 图 上 表 示 示 例
动合触点闭合	接触器、继电器、按钮、行程开关的动合触点闭合	
	通电延时时间继电器得电吸合，经延时，其动合触点闭合	
	断电延时时间继电器得电吸合后，其延时断开的动合触点立即闭合	
	时间继电器得电吸合后，其瞬动的动合触点立即闭合	
动断触点断开	接触器、继电器、按钮、行程开关的动断触点断开	
	通电延时时间继电器得电吸合，经延时，其动断触点断开	
	断电延时时间继电器得电吸合后，其延时闭合的动断触点立即断开	
	时间继电器得电吸合后，其瞬动的动断触点立即断开	

② 复位状态。电气元件在失电或操纵力撤消时所处的状态为复位状态，在电路图上的表示方法如表 1.1.2 所示。

表 1.1.2 电气元件的复位状态在电路图上的表示方法

类 别	文 字 说 明	在 电 路 图 上 的 表 示
动断触点复位闭合	接触器、继电器、按钮、行程开关的动断触点复位闭合	
	通电延时时间继电器失电释放后，其动断触点立即复位闭合	
	断电延时时间继电器失电释放后，经延时，其延时闭合的动断触点复位闭合	

续表

类 别	文 字 说 明	在电路图上的表示
动断触点复位闭合	时间继电器失电释放后, 其瞬动的动断触点立即复位闭合	
动合触点复位断开	接触器、继电器、按钮、行程开关的动合触点复位断开	
	通电延时时间继电器失电释放后, 其动合触点复位断开	
	断电延时时间继电器失电释放后, 其延时闭合的动断触点立即断开	
	时间继电器失电释放后, 其瞬动的动合触点立即断开	

三、描述电路工作原理的两个层次和两种方法

以图 1.1.1 所示的三相感应电动机的直接启动控制电路为例进行说明。

1. 用文字叙述来描述电路工作原理

启动时, 合上开关 QS, 引入三相电源。按下启动按钮 SB_2 , 则接触器 KM 线圈得电吸合, 其主触点闭合, 电动机接通电源开始全压启动运转, 同时与启动按钮 SB_2 并联的 KM 的辅助动合触点 KM(5-7) 也闭合, 使 KM 的吸引线圈经两条路径得电。这样当松开 SB_2 时, SB_2 自动复位断开, KM 线圈通过其自身辅助动合触点 KM(5-7) 和停止按钮 SB_1 的串联支路继续保持得电, 从而保证电动机 M 连续运转。

要使电动机停止转动, 只要按下停止按钮 SB_1 , 切断 KM 线圈电路, 使 KM 线圈失电释放, 则其动合主触点复位断开, 将三相电源断开, 电动机停转; 同时其辅助动合触点 KM(5-7) 也复位断开, 控制电路解除自锁。松开 SB_1 后, 在复位弹簧的作用下虽然 SB_1 恢复到原来的闭合状态, 但 KM 线圈已不能再依靠自锁触点得电了, 因为原先闭合的自锁触点已在 SB_1 复位之前断开。若使电动机重新运转, 必须进行第二次启动才能完成。

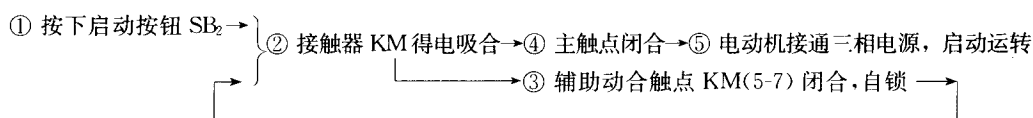
2. 用电气元件动作顺序表和电路工作过程图来描述电路工作原理

(1) 电气元件动作顺序表

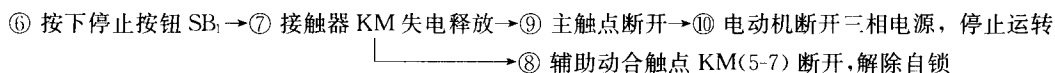
用文字来描述电气控制电路的动作过程, 存在着文字量大、描述不清、主次关系不突出、图文对照困难等问题, 严重影响读者对电路的理解。为了表述方便、层次突出, 采用“电气元件动作顺序表”的方法来描述电路的工作原理, 它是分析较复杂的电气控制电路的最好的方法之一。

电气元件动作顺序表就是用带箭头线条和圆圈内的阿拉伯数字, 并配以少量的文字说明来表示电气元件的状态以及由该电气元件的状态而引发的其他电气元件的动作过程。文字说明表示电气元件的动作内容; 带箭头线条的起始端表示引起动作原因, 带箭头线条的箭头端表示动作结果; 圆圈内的阿拉伯数字表示说明动作的序号。它具有书写简单、表述清楚、层次突出、便于分析等优点。

启动:



停止:



(2) 电路工作过程图 (见图 1.1.2)

电路工作过程图就是用圆角长方形框内的文字说明、指引线和圆圈内的阿拉伯数字, 来表示电气元件的状态以及由该电气元件的状态而引发的其他电气元件的动作过程, 进而表示电路的工作过程。

① 指引线表示电气元件间的动作关系

如图 1.1.2 所示。指引线包括三部分: 起始箭头、终止箭头, 中间箭头; 圆圈内的阿拉伯数字; 圆角长方形框内的文字说明。

起始箭头表示引起动作的原因; 终止箭头表示动作的结果; 中间箭头指向圆角长方形框; 圆角长方形框内的文字说明表示动作内容; 圆圈内的阿拉伯数字表示说明动作的序号。

② 在同一张电路图中, 同一个触点, 先前状态与现时状态的表示

对于同一个动合触点、动断触点, 在同一张电路图中, 首先处于动作状态, 而后又处于复位状态, 其表示方法如表 1.1.3 的第一、第二行所示; 对于同一个动断触点, 在同一张电路图中, 首先处于自然状态, 并且起作用, 而后又处于动作状态, 其表示方法如表 1.1.3 的第三行所示。

表 1.1.3 在同一张电路图中, 同一个触点, 前一状态与现时状态的表示方法

触点类别	先前状态	现时状态	综合表示
动合触点	动作状态 	复位状态 	
动断触点	动作状态 	复位状态 	
动断触点	自然状态 	动作状态 	

③ 在同一张电路工作过程图中，引起同一个电气元件的先前状态与现时状态的表示

在同一张电路工作过程图中，引起同一个电气元件的先前状态的指引线用实线表示、现时状态的指引线用虚线表示，如图 1.1.3 所示。

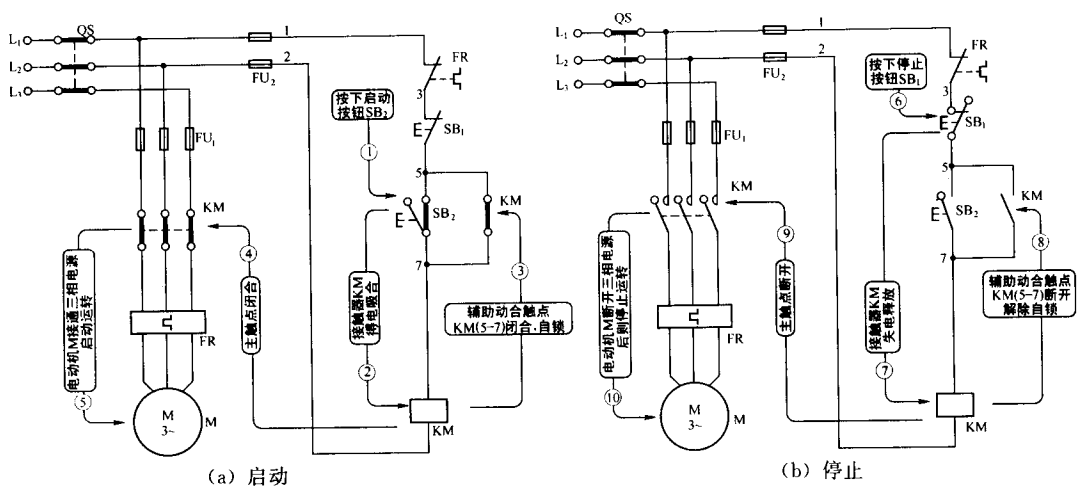
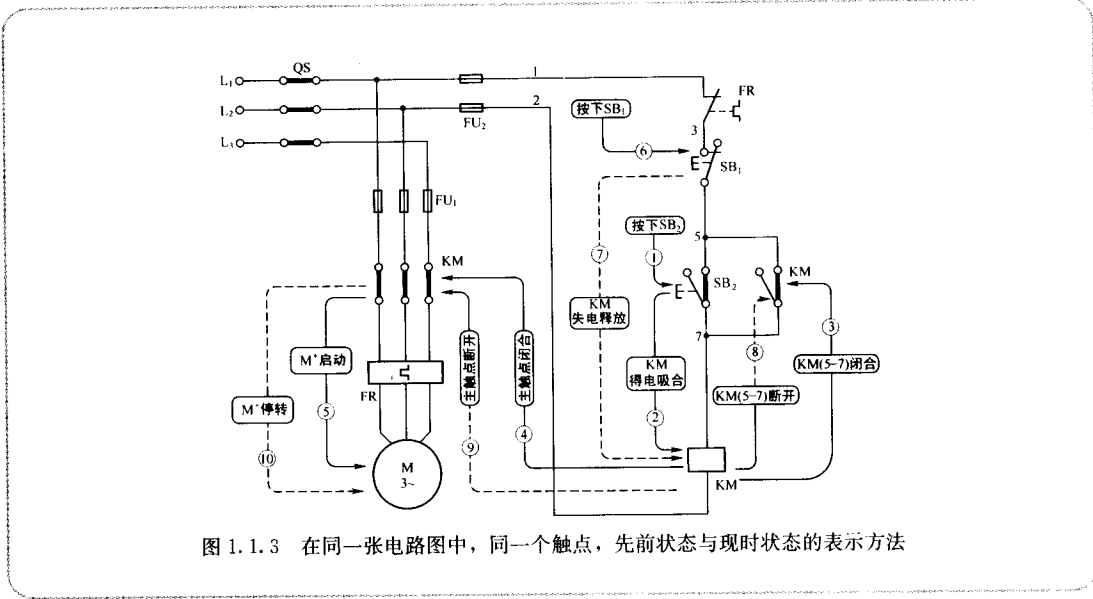


图 1.1.2 三相感应电动机的直接启动控制电路的工作过程（文字叙述）



四、电气元件动作顺序表和电路工作过程图的关系

电气元件动作顺序表和电路工作过程图是描述同一电路工作原理的两种方法，其圆圈内的阿拉伯数字表示说明动作的序号也是相同的。两种方法相辅相成，互为补充，使电路工作过程的描述更为清楚。

第二节 识图应具备的基本知识

一、电气控制电路中常用的低压电器

电器是一种能够根据外界的信号和要求,手动或自动地接通或断开电路,断续或连续地改变电路参数,以实现对电路或非电对象的切换、控制、保护、检测、变换和调节的电气设备(元件)。低压电器通常是指工作在交流额定电压 1200V、直流额定电压 1500V 及以下的电器。采用电磁原理完成上述功能的低压电器称为电磁式低压电器。

电气控制电路就是利用控制装置,对被控对象的运行方式或工作状态实施自动控制,使被控对象完成规定目标的所有单元电路的组合。电器是组成控制装置的重要部分,一般把这种电器称为控制电器,常用的控制电器有开关、按钮、接触器、继电器等。如果电气控制电路的控制装置是由开关、按钮、接触器、继电器等控制电器组成,则称该电路为继电器—接触器控制电路。

在电气控制电路中所使用的低压电气元件主要有:开关电器(包括刀开关、转换开关、低压断路器)、熔断器、接触器、各类继电器和主令电器。我们仅对继电器以及同一电器触点间的动作关系作简单介绍。

1. 电流继电器和电压继电器

电流继电器具有电流型电磁机构,是以电流为输入信号的继电器;电压继电器具有电压型电磁机构,是以电压为输入信号的继电器。具体可分为表 1.2.1 所示的四种类型。

表 1.2.1 电流继电器、电压继电器的类型

继电器类型	动作特征	图形符号	文字符号
过电流继电器	正常电流不吸合,电流高于某一整定值时吸合,触点给出控制信号		KIU
过电压继电器	正常电压不吸合,电压高于某一整定值时吸合,触点给出控制信号		KUU
欠电流继电器	正常电流吸合,电流低于某一整定值时释放,触点给出控制信号		KID
欠电压继电器	正常电压吸合,电压低于某一整定值时释放,触点给出控制信号		KUD

2. 中间继电器

中间继电器是用于增加其他继电器、接触器的触点数量和扩大其他继电器的触点容量的继电器。其特征是:①触点数量多,当需要给出多路控制信号而所用继电器的触点数量不够时,可利用中间继电器帮助它增加触点数量,即实现所谓扩点。②触点容量大,当所用继电器触点控制容量不够时,可利用中间继电器帮助它增加触点容量,即实现所谓扩容。

3. 时间继电器

在电气控制电路中,不仅需要迅速动作的继电器,而且需要从得到输入信号(吸引线圈

的得电或断电)开始,经过一定延时后才输出信号(触点的闭合或断开)的继电器。这种延时后才输出信号的继电器称为时间继电器。时间继电器的种类很多,常用的有电磁式、空气阻尼式、半导体式等。

根据计时起点的不同,可将电气控制电路分为通电延时控制和断电延时控制两大类。通电延时见图 1.2.1 (a),是指时间继电器得电的瞬间开始计时,而此时的延时触点不动作并保持原状,等到计时过程一结束,其延时触点就立刻动作,即延时动断触点断开,延时动合触点闭合。此后,只要时间继电器的线圈保持得电,其延时触点也就一直保持动作后的状态。当时间继电器失电时,延时触点立刻恢复原来最初的状态,即延时动断触点复位闭合,延时动合触点复位断开。总之,通电延时:接受输入信号后延迟一定的时间,输出信号才发生变化;当输入信号消失后,输出瞬时复原,即触点复位。

断电延时见图 1.2.1 (b),是指时间继电器一旦得电后,其延时触点就立刻动作,即断电延时断开的动合触点立即闭合、断电延时闭合的动断触点立即断开,并保持。时间继电器在失电的一瞬间开始计时,此时延时触点仍保持动作后的状态,等到计时过程一结束,延时触点立刻恢复原来最初的状态,即动断触点复位闭合,动合触点复位断开。总之,断电延时:接受输入信号时,瞬时产生相应的输出信号;当输入信号消失后,延迟一定时间,输出才复原,即触点复位。

另外,时间继电器还有瞬动的动合、动断触点,其闭合、断开情况与普通继电器相同。

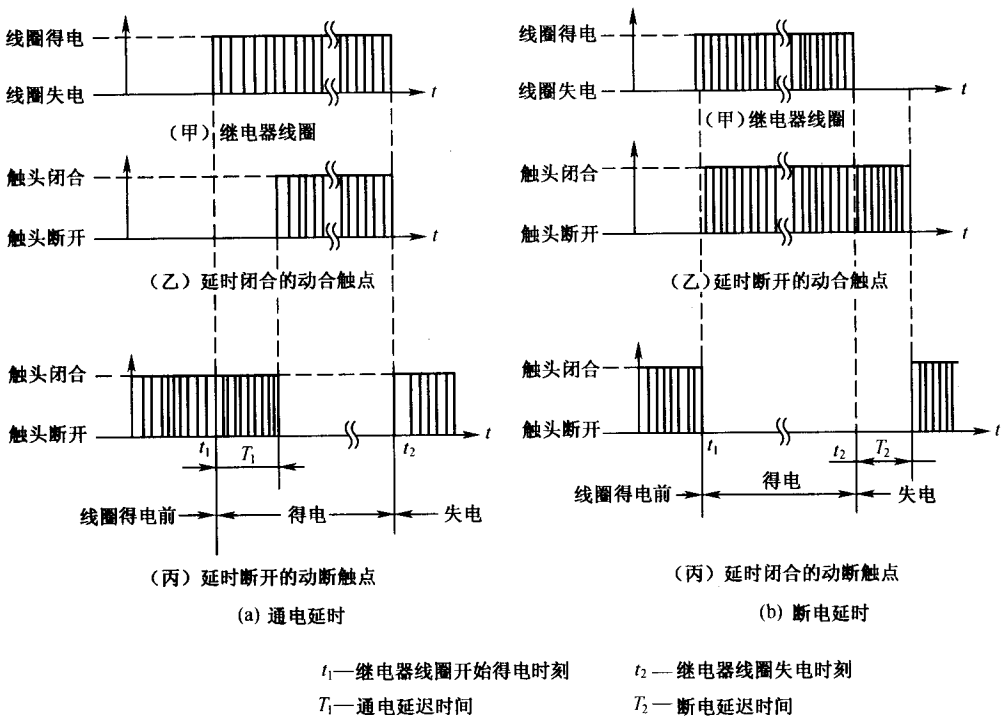


图 1.2.1 时间继电器的工作方式

4. 同一电器触点间的动作关系

一般来讲,在接触器或继电器得电吸合时,其动断触点先断开,动合触点后闭合;在接触器或继电器失电释放时,其已闭合的动合触点先复位断开,已断开的动断触点后复位闭合。

二、电气符号（图形符号、文字符号、项目代号和回路标号）

电气符号包括图形符号、文字符号、项目代号和回路标号等，他们相互关联、互为补充，以图形和文字的形式从不同角度为电路图提供了各种信息。只有弄清楚电气符号的含义、构成及使用方法，才能正确地看懂电路图。

电路图中的元件、部件、组件、设备、装置等一般采用图形符号、文字符号和项目代号来表示。识读电路图，首先要了解和熟悉这些符号的形式、内容、含义，以及它们相互之间的关系。

1. 图形符号

图形符号通常用于图样或其他文件以表示一个设备（如电动机）或概念（如接地）的图形、标记或字符。电路图中的图形符号主要是一般符号和方框符号。

一般符号是用以表示一类产品或此类产品特征的一种简单符号。

方框符号用以表示设备、元件间的组合及功能的一种简单符号。方框符号既不给出设备或元件的细节，也不反映他们间的任何联系关系，只是一种简单的图形符号，通常只用于系统图或框图。方框符号的外形轮廓一般应为正方形。

图形符号是按未得电、无外力作用的“自然状态”画成的。例如，开关未合闸；继电器、接触器的线圈未得电，其被驱动的动合触点处于断开位置，而动断触点处于闭合位置；断路器和隔离开关处于断开位置；带零位的手动开关处于零位位置，不带零位的手动开关处于图中规定的位置等。

2. 文字符号

文字符号是表示电气设备、装置、电气元件的名称、状态和特征的字符代码。

在电路图中，除了用图形符号来表示各种设备、元件外，还要在图形符号的旁边标注相应的文字符号，以区分不同的设备、元件，及同类设备、元件中不同功能的设备、元件。

文字符号分为基本文字符号和辅助文字符号。基本文字符号主要表示电气设备、装置和电气元件的种类名称，分为单字母符号和双字母符号。

单字母符号表示电气设备、装置、电气元件的大类，例如 K 为继电器类的大类元件；双字母符号由一个表示大类的单字母与另一个表示器件某些特征的字母组成，例如 KT 即表示继电器类中的时间继电器。

辅助文字符号用来进一步表示电气设备、装置和电气元件的功能、状态和特征。通常用表示功能、状态和特征的英文单词的前一、二位字母构成，也可采用缩略语或约定俗成的习惯用法构成，一般不能超过三位字母。例如，表示“启动”，采用“START”的前两位字母“ST”作为辅助文字符号；而表示“停止（STOP）”的辅助文字符号必须再加一个字母，为“STP”。

3. 项目代号

在电路图上，通常用一个图形符号表示的基本件、部件、组件、功能单元、设备、系统等，称为项目。项目有大有小，可能相差很多，大至电力系统、成套配电装置，以及发电机、变压器等，小至电阻器、端子、连接片等，都可以称为项目。

项目代号是用以识别图、图表、表格中和设备上的项目种类，并提供项目的层次关系、种类、实际位置等信息的一种特定的代码。通过项目代号可以将图、图表、表格、技术文件

中的项目与实际设备中的该项目一一对应和联系起来。

一个完整的项目代号由 4 个相关信息的代号段（高层代号、位置代号、种类代号、端子代号）组成。一个项目代号可以由一个代号段组成，也可以由几个代号段组成。通常，种类代号可单独表示一个项目，而其余大多应与种类代号组合起来，才能较完整地表示一个项目。

种类代号是用于识别项目种类的代号，是项目代号中的核心部分。种类代号一般由字母代码和数字组成，其中的字母代码必须是规定的文字符号。例如 KM_2 表示第二个接触器。

在集中表示法和半集中表示法的图中，项目代号只在图形符号旁标注一次，并用机械连接线连接起来。在分开表示法的图中，项目代号应在项目每一部分旁都要标注出来。

4. 电气控制电路的回路标号

电路图中用来表示各回路种类、特征的文字和数字标号统称回路标号。其用途为便于接线和查线。

(1) 主电路各接点常用标号

三相交流电源引入线采用 L_1 、 L_2 、 L_3 标记。

电源开关之后的三相交流电源主电路分别用 U、V、W 加阿拉伯数字 1、2、3 标记。

分级的三相交流电源主电路采用三相文字代号的前边加上阿拉伯数字 1、2、3 等标记，如 $1U$ 、 $1V$ 、 $1W$ 和 $2U$ 、 $2V$ 、 $2W$ 等。

各电动机分支电路各接点采用分级的三相交流电源的三相文字代号后面加数字表示，其个位数表示电动机代号，十位数表示该支路各接点的代号，如 $1U_{21}$ 表示第 1 级三相电源的 U 相，第一台电动机的第二个接点，依此类推。

电动机的三相绕组首端分别用 U_1 、 V_1 、 W_1 标记，尾端用 U_2 、 V_2 、 W_2 标记，双绕组的中点则用 U_3 、 V_3 、 W_3 标记。

(2) 控制电路各接点标号

控制电路采用阿拉伯数字编号，一般由 3 位或 3 位以下数字组成。标注方法按“等电位”原则进行。在垂直绘制的电路中，标号顺序一般由上而下，凡是被线圈、绕组、触点和电阻、电容等电气元件分间隔的线段，都应标以为不同的回路标号。

三、电气控制电路图的绘制规则

1. 电路图的绘制

① 电气控制电路图一般分为主电路和辅助电路两部分。主电路是电气控制电路中通过大电流的部分，包括从电源到电动机之间相连的电气元件，一般由组合开关、熔断器、接触器主触点、热继电器的热元件和电动机等组成。辅助电路是控制电路中除主电路以外的电路，其流过的电流比较小。辅助电路包括控制电路、信号电路、保护电路和照明电路，由继电器和接触器的线圈、继电器的触点、接触器的辅助触点、热继电器的触点、按钮、照明灯、信号灯、控制变压器等电气元件组成。

② 电路图中应将电源电路、主电路、控制电路和信号电路分开绘制。电路图中主电路一般垂直绘制，电源电路绘成水平线，相序 L_1 、 L_2 、 L_3 由上而下排列，中线 N 和保护线 PE 放在相线之下。

③ 主电路用垂直线绘制在图的左侧，辅助电路绘制在图的右侧，辅助电路中的耗能元

件画在电路的最下端。绘制应布置合理、排列均匀。

④ 电气控制电路中的全部电动机、电器和其他器械的带电部件，都应在电气控制电路图中表示出来。

⑤ 电气元件应按功能布置，并尽可能按工作顺序排列，其布局顺序应该是从上到下、从左到右。垂直布置时，类似项目应横向对齐；水平布置时，类似项目应纵向对齐。

⑥ 电气控制电路图中，应尽量减少线条和避免交叉。各导线之间有电联系时，在导线交叉处画实心圆点。根据图面布置的需要，可以将图形符号旋转绘制，一般逆时针方向旋转 90° ，但文字符号不可倒置。

2. 元器件的绘制

① 电气控制电路中的所有电气元件不画实际的外形图而采用国家标准中统一规定的图形符号和文字符号表示。

② 电气控制电路图中，各个电气元件在控制电路中的位置，应根据便于阅读的原则安排。当同一电气元件的不同部件（如接触器、继电器的线圈、触点）分散在不同位置时，为了表示是同一电气元件，要在电气元件的不同部件处标注同一文字符号。对于同类的多个电气元件，要在文字符号后面加数字序号来区别，如两个接触器，可用 KM_1 、 KM_2 文字符号区别。

③ 电气控制电气元件、器件和设备的可动部分，都按没有得电和没有外力作用时的开闭状态画出。例如，继电器、接触器的触点，按吸引线圈不得电的状态画；主令控制器、万能转换开关按开关手柄处于零位时的状态画；按钮、行程开关的触点按不受外力作用时的状态画等。

④ 电路图中占重要位置的各类开关和触点，当其符号呈水平形式布置时，应下开上闭；当符号垂直布置时，应左开右闭，如图 1.2.2 所示。

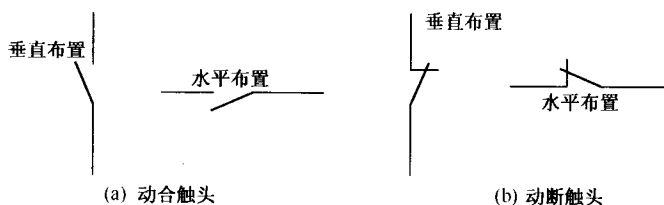


图 1.2.2 开关、触点符号的方位

3. 图幅分区及符号位置的索引

为了便于确定图上的内容，也为了在识图时查找图中各项目的位置，往往需要将图幅分区。图幅分区的方法是：在图的边框处，竖的方向按行用大写拉丁字母，横的方向按列用阿拉伯数字，编号顺序从左上角开始。

在机床电气控制电路图中，由于控制电路内的支路多，且支路元件布置与功能也不相同，图幅分区可采用图 1.2.3 的形式，只对一个方向分区。这种方式既不影响分区检索，又可反映支路的用途，有例于识图。

图纸下方的 1、2、3……等数字是图区的编号，它是为了检索电气控制电路、方便阅读分析、避免遗漏而设置的。图区编号也可设置在图的上方。

图区编号上方的“电源开关及保护……”等文字，表明它对应的下方元器件或电路的功能，使读者能清楚地知道某个元件或某个电路的功能，以利于理解全部电路的工

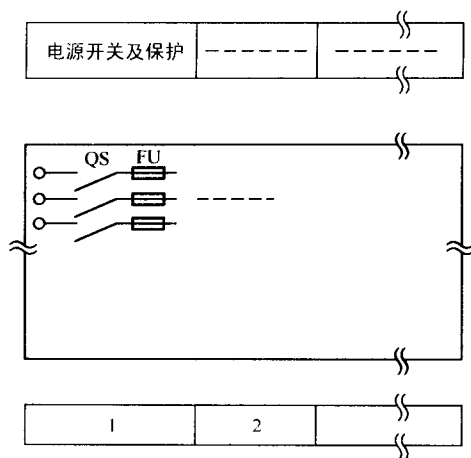


图 1.2.3 图幅分区

作原理。

电气控制电路图中的接触器、继电器的线圈与受其控制的触点的从属关系（即触点位置）应按下述方法标志：

在每个接触器线圈的文字符号 KM 的下面画两条竖直线，分成左、中、右三栏，把受其控制而动作的触点所处的图区号数字，按表 1.2.2 规定的内容填上。对备而未用的触点，在相应的栏中用记号“X”标出。

在每个继电器线圈的文字符号（如 KT）的下面画一条竖直线，分成左、右两栏，把受其控制而动作的触点所处的图区号数字，按表 1.2.3 规定的内容填上，同样，对备而未用的触点在相应的栏中用记号“X”标出。

表 1.2.2 接触器线圈符号下的数字标志

左 栏	中 栏	右 栏
主触点所处的图区号	辅助常开（动合）触点所处的图区号	辅助常闭（动断）触点所处的图区号

表 1.2.3 继电器线圈符号下的数字标志

左 栏	右 栏
动合（常开）触点所处的图区号	动断（常闭）触点所处的图区号

第三节 识图的基本方法和步骤

一、识图的基本方法

电气控制电路图识图的基本方法是“先机后电、先主后辅、化整为零、集零为整、统观全局、总结特点”。

1. 先机后电

首先应了解生产机械的基本结构、运行情况、工艺要求、操作方法，以期对生产机械的结构及其运行有个总体的了解，进而明确对电力拖动的要求，为分析电路作好前期准备。