



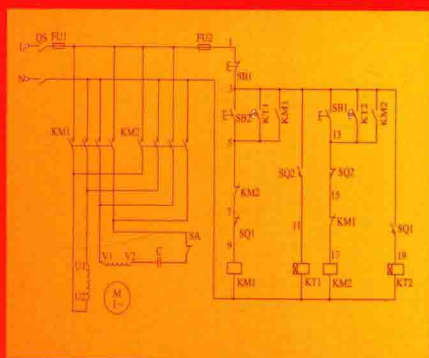
跟着**高手学**，**快速精通**控制电路

我是控制电路识图

WOSHI
KONGZHI
DIANLU
SHITU
GAOSHOU

» **高手** «

黄威 主编



识读电气控制图的
基本要求



典型高低压电气控制线路图的
识读方法和技巧



三相异步电动机
的调速



单相交流异步电动机的
控制电路



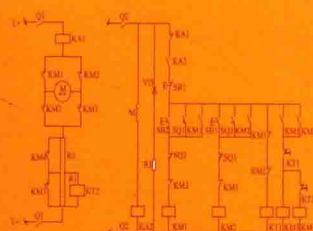
三相绕线转子异步
电动机控制电路



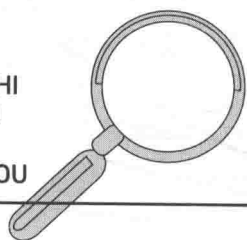
降压启动
控制电路



化学工业出版社



WOSHI
KONGZHI
DIANLU
SHITU
GAOSHOU



我是控制电路识图 » 高手«



黄威 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

我是控制电路识图高手/黄威主编. —北京: 化学工业出版社, 2016. 3

ISBN 978-7-122-26271-4

I. ①我… II. ①黄… III. ①电动机-控制电路-电路图-识别 IV. ①TM320.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 026683 号

责任编辑: 宋 辉

装帧设计: 王晓宇

责任校对: 吴 静

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 13 $\frac{3}{4}$ 字数 360 千字 2016 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 46.00 元

版权所有 违者必究

高、低压电气各种控制线路在工业电气控制方面应用十分广泛,熟悉和掌握各种电气控制电路的工作原理及常见故障的处理方法,是每个从事电气控制、维护和管理电工必须具备的基本技能。基于以上宗旨,我们编写了本书。

本书较详细地介绍了我国目前工业企业高、低压电动机控制方面广泛使用的各类元器件基本知识、识读控制原理图的基本要求和步骤、控制线路图绘制的特点和原则以及典型高低压电气控制线路图的工作原理。同时介绍了一些故障处理、运行维护、抗晃电的知识,具有覆盖面广、通俗易懂的特点,力求帮助读者解决在平时维护管理中遇到的问题。

本书由黄威主编,张荣生、项亮参与编写。其中,黄威编写第1~5章,张荣生编写第6~9章,项亮编写第10~12章,全书由黄禹统稿。另外,本书编写过程中得到黄远松、郑斯瑶、王维昭、陈莉、黄启瑄、黄也嘉的大力支持,在此一并表示感谢。

由于编者的水平有限,书中的疏漏和不妥之处在所难免,再加上电力技术迅速进步、电气设备不断更新,使本书难免疏漏。因此,敬请广大读者批评指正。

编者

第 1 章 电气控制原理图基础

1.1 控制电路的基本概念	1
1.2 对控制电路的基本要求	3
1.3 控制电路中常用文字、图形符号和回路标号	4

第 2 章 直流电动机和单相异步电动机的控制电路

2.1 直流电动机的基本控制电路	14
2.2 单相交流异步电动机的控制线路	27

第 3 章 三相笼形异步电动机的全压启动控制电路

3.1 点动控制电路	31
3.2 单向运行控制电路	33
3.3 正反转运行控制电路	44
3.4 自动往返运行控制电路	47
3.5 顺序控制电路	49

第 4 章 三相笼形异步电动机的降压启动控制电路

4.1 定子串电阻降压启动控制电路	54
4.2 自耦变压器降压启动控制电路	57
4.3 Y- Δ 降压启动控制电路	61
4.4 延边 Δ 降压启动控制电路	64
4.5 采用软启动器启动的控制电路	65

第 5 章 三相绕线转子异步电动机控制电路

5.1 转子绕组串电阻启动控制电路	84
5.2 转子绕组串频敏变阻器启动控制电路	96
5.3 转子串频敏变阻器启动和串电阻分级启动的使用比较	101

第 6 章 三相异步电动机的调速控制电路

6.1 变更磁极对数的调速控制电路	102
6.2 改变转子外加电阻的调速控制电路	109
6.3 电磁调速异步电动机的控制电路	110
6.4 异步电动机变频调速控制电路	113

第7章 三相异步电动机的制动控制电路

- 7.1 机械制动控制电路 121
- 7.2 电气制动控制电路 124

第8章 其他控制电路

- 8.1 异步电动机抗晃电控制电路 132
- 8.2 阀门电动装置控制电路 136

第9章 低压电动机控制电路故障现象及处理实例

- 9.1 三相异步电动机控制电路的故障及处理 144
- 9.2 三相异步电动机变频调速控制电路的故障及处理 149
- 9.3 电动阀门控制电路的故障及处理 152

第10章 常见高压电器控制电路

- 10.1 高压电气控制原理图基础 154
- 10.2 高压开关柜电磁型保护控制电路 159
- 10.3 高压开关柜微机型保护控制电路 167

第11章 同步电动机高压控制电路

- 11.1 同步电动机的基本控制线路 179
- 11.2 同步电动机转子励磁控制电路 181
- 11.3 同步发电机转子励磁控制电路 190
- 11.4 无刷励磁同步电动机控制电路 196

第12章 高压电动机控制电路故障现象及处理实例

- 12.1 电气设备检修的一般要求和常用方法 202
- 12.2 高压电动机常见故障及处理 208
- 12.3 高压真空断路器控制电路故障处理 210
- 12.4 高压真空接触器控制电路故障处理 212
- 12.5 同步电动机转子励磁控制电路故障处理 213

参考文献

第1章

电气控制原理图基础

我是控制电路识图

高手

1.1 控制电路的基本概念

1.1.1 控制电路的作用

欲使电动机能够按照人们的要求运转，就必须设计正确、可靠、合理的控制线路。电动机在连续不断的运转中，有可能产生短路、过载等各种电气故障，所以对控制线路来说，除了承担电动机的供电和断电的重要任务外，还担负着保护电动机的作用。当电动机发生故障时，控制线路应该发出信号或自动切断其电源，以避免事故扩大。在自动化水平较高的生产机械上，是通过电气元件的自动控制来完成各道工序的，操作人员则完全摆脱了沉重、烦琐的体力劳动；这种情况下控制线路不但能够在电动机发生故障时起保护作用，并且在生产机械的某道工序处于异常状态时，还能够发出指示信号，并根据异常状态的严重程度，做出是继续运行还是立刻停机的选择。

随着电子技术的飞跃发展，电动机的控制必将进入一个新的阶段，但是它的基本线路，在任何复杂、先进的控制线路中，将始终占有举足轻重的地位。

1.1.2 控制电路的基本概念

异步电动机的控制线路，一般可以分为主电路和辅助电路两部分，而在高压异步电动机的控制线路中，主电路通常称为一次回路，辅助电路称为二次回路。

凡是流过电气设备负荷电流的电路，称主电路；凡是控制主电路通断或监视和保护主电路正常工作的电路，称辅助电路。主电路上流过的电流一般都比较大大，而辅助电路上流过的电流则都比较小。

主电路的电压等级，通常都采用 380V、220V，高压异步电动机的主电路则常采用

10kV、6kV 等电压。辅助电路的电压等级除了采用上述所说的 380V、220V 以外,也有采用 110V、48V、36V、24V、12V、6.3V 等电压等级的。在采用这些电压等级的时候,必须设置单独的降压变压器。辅助电路的电源通常选用主电路引来的交流电源,但是也有选用直流电源的,直流电源往往通过硅整流或晶闸管整流来获得。

主电路一般由负荷开关、空气自动开关、刀开关、熔断器、磁力启动器或接触器的主触点、自耦变压启动器、减压启动电阻、电抗器、电流互感器一次侧、热继电器发热部件、电流表、频敏变阻器、电磁铁、电动机等电气元件、设备和连接它们的导线组成。

辅助电路一般由转换开关、熔断器、按钮、磁力启动器或接触器线圈及其辅助触点、各种继电器线圈及其触点、信号灯、电铃、电笛、电流互感器二次侧线圈以及串联在电流互感器二次侧线圈电路中的热继电器发热部件、电流表等电气元件和导线组成。如果辅助电路采用的交流电压,不是 380V 或 220V;那么就需要设置降压变压器,若辅助电路采用的是直流电源,则还应该增加二极管或晶闸管等整流元件。

在主电路和辅助电路中,人们往往将那些联合完成某单项工作任务的若干电气元件,称为一个环节,有时也称为回路。

1.1.3 对控制电路的基本要求

为了确保生产机械在提高工作效率的同时能够安全、可靠地长期运行,对控制线路有如下三项基本要求。

(1) 能够满足生产机械的工艺条件

并且在操作上没有不合理的特殊要求。

(2) 结构简单,工作可靠

具体要求有以下 9 点。

- ① 取消一切可有可无的电气元件、触点。
- ② 对供电线路和电气设备可能出现的故障,有可靠的保护装置。
- ③ 线路处于正常的工作状态时,应该尽可能避免中间继电器、时间继电器等继电器线圈长期流过电流。
- ④ 只有在不影响线路可靠性的前提下,才允许线圈的相互串联与并联。
- ⑤ 在自动控制的线路中,要尽可能同时设置相应的手动控制运行方式。
- ⑥ 线路中的任何电气元件,在其完成使命后,应该立刻断开其电路;生产机械处于停机状态时,电气元件尽量避免长期通电的可能。
- ⑦ 凡是采用启动设备的控制线路,必须具有确保发挥启动设备作用的可靠手段。
- ⑧ 具有必要和可靠的联锁,同时线路不得存在产生隐患事故的可能。
- ⑨ 合理选用电气元件,并尽可能减少其品种和规格,以利备品、备件的储存。

(3) 便于施工与维修

1.1.4 电气图的布局

电气图的布局直接影响设计思想的表达。为了清楚地表明电气系统或设备各组成部分之间、各元器件之间的连接关系,并便于使用者了解其原理、功能和动作顺序,电气图要求布局合理、排列均匀、图面清晰、易于识读。本节将介绍图线及元件布置的规范和要求。

电气图的布局要求重点突出信息流及各级之间的功能关系,所以图线的布置应有利于识

别各种过程及信息流向。对于因果关系清楚的电气图，其布局顺序应使信息的基本流向为自左至右或从上到下，例如电子线路图中，输入在左边，输出在右边。如不符合这一规定且流向不明显，应在信息线上加开口箭头。

在闭合电路中，前向通路上信号流的方向也应该是自左至右或从上到下，反馈通路的方向则与之相反。表示导线、信号通路、连接线等的图线一般应为直线，尽可能减少交叉和弯折。图线的布置通常有以下几种方法。

(1) 图线的水平布置

水平布置的基本方法是将表示设备和元件的图形符号按横向布置，使得其连接线一般成水平方向，各类似项目应纵向对齐，如图 1-1 所示。

(2) 图线的垂直布置

垂直布置是将表示设备或元件的图形符号按纵向排列，连接线成垂直方向，类似项目应横向对齐。如图 1-2 所示。

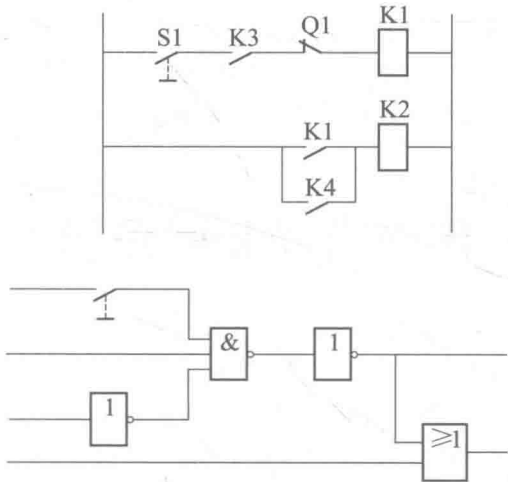


图 1-1 图线的水平布置

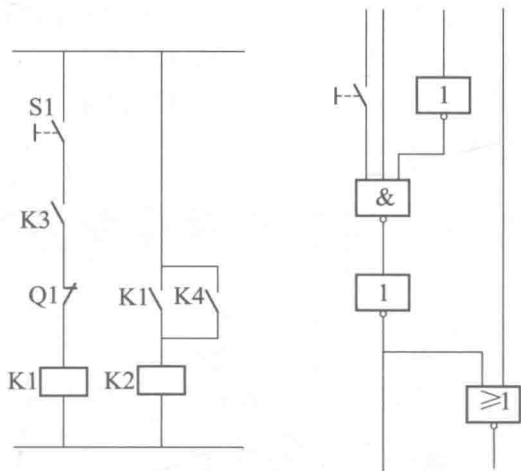


图 1-2 图线的垂直布置

1.2 对控制电路的基本要求

看电路图，应弄清看图的基本要求，掌握好看图步骤，才能提高看图的水平，加快分析电路的速度。

在初步掌握电气图的基本知识和熟悉电气图中常用的图形符号、文字符号、回路标号以及电气图的主要特点的基础上，本节讲述看电气图的基本步骤，为以后看读、绘制各类电路图提供总体思路和引导。

(1) 详看图纸说明

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) 看电路图

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。首先，看电路图要看

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,按照先看主电路、再看辅助电路的顺序进行看图。看主电路时,通常要从下往上看,即先从用电设备开始,经控制电气元件,顺次往电源端看;看辅助电路时,则自上而下、从左至右看,即先看主电源,再顺次看各条支路,分析各条支路电气元件的工作情况及其对主电路的控制关系,注意电气与机械机构的连接关系。通过看主电路,要搞清负载是怎样取得电源的,电源线都经过哪些电气元件到达负载和为什么要通过这些电气元件。通过看辅助电路,则应搞清辅助电路的构成,各电气元件之间的相互联系和控制关系及其动作情况等。同时还要了解辅助电路和主电路之间的相互关系,进而搞清楚整个电路的工作原理和来龙去脉。

(3) 电路图与接线图对照起来看

接线图和电路图互相对照起来看,可帮助搞清楚接线图。读接线图时,要根据端子标志、回路标号从电源端顺次查下去,搞清楚线路走向和电路的连接方法,搞清楚每条支路是怎样通过各个电气元件构成闭合回路的。

配电盘(屏)内、外电路相互连接必须通过接线端子板。一般来说,配电盘(屏)内有几号线,端子板上就有几号线的接点,外部电路的几号线只要在端子板的同号接点上接出即可。因此,看接线图时,要把配电盘(屏)内、外的电路走向搞清楚,就必须注意搞清楚端子板的接线情况。

1.3 控制电路中常用文字、图形符号和回路标号

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

1.3.1 文字符号

所谓文字符号就是表示电气设备、装置、元器件的名称、功能、状态和特征的字母代码。

(1) 文字符号的构成

文字符号分为基本文字符号和辅助文字符号两大部分。它可以用单一的字母代码或数字代码来表达,也可以用字母与数字组合的方式来表达。

① 基本文字符号

基本文字符号主要表示电气设备、装置和元器件的种类名称,包括单字母符号和双字母符号。

a. 单字母符号

在电气系统中,电气设备、装置、元器件种类繁多,国家标准将它们划分为23个大类,每个大类用一个大写拉丁字母表示(“I”、“J”、“O”除外)。如“R”表示电阻器类,包括电阻器、变阻器、电位器、热敏电阻器等;“S”表示开关选择器类,包括控制开关、按钮开关等。由于单字母符号简单、清晰,一般情况下均被优先采用。

b. 双字母符号

由于电气设备、装置、元器件的每一大类又有很多小类,为了更详细、更具体地表示某

个大类中的某个类别,就要使用双字母符号。双字母符号的第二位字母一般来源于以下两个方面。

① 选用该设备、装置、元器件英文名称的首位字母。例如,“G”表示电源类,若要表示蓄电池,则以蓄电池的英文名称“battery”的首位字母大写(“B”)作为双字母符号的第二位字母,因而蓄电池的文字符号为“GB”。

② 采用辅助文字符号中的第一位字母作为双字母符号中的第二位字母。

② 辅助文字符号

电气设备、装置、元器件中的种类名称用基本文字符号表示,而它们的功能、状态和特征则用辅助文字符号表示。

辅助文字符号通常用表示功能、状态和特征的英文单词的前一二位字母构成,也可采用常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”,应采用“START”的前两位字母大写(“ST”)作为文字符号;而表示“停止(STOP)”的辅助文字符号必须在“ST”基础上再加一个字母变为“STP”。辅助文字符号可与单字母符号组合成双字母符号,此时辅助文字符号一般采用表示功能、状态和特征的英文单词的第一个字母。例如,要表示时间继电器,可用表示继电器、接触器大类的“K”和表示时间的“T”二者组合成“KT”的双字母符号。

③ 数字代码

文字符号除有字母符号外,还有数字代码。数字代码的使用方法主要有以下两种。

a. 数字代码单独使用

数字代码单独使用时,表示各种元器件、装置的种类或功能,须按序编号,还要在技术说明中对代码意义加以说明。例如,电气设备中有继电器、电阻器、电容器等,可用数字来代表器件的种类:“1”代表继电器,“2”代表电阻器,“3”代表电容器。再如,开关有“开”和“关”两种功能,可以用“1”表示“开”,用“2”表示“关”。

b. 数字代码与字母符号组合使用

将数字代码与字母符号组合起来使用,可说明同一类电气设备、元器件的不同编号。例如,三个相同的继电器可以表示为“KA1”、“KA2”、“KA3”。

(2) 文字符号的使用

文字符号可在具体的电气设备、装置、元器件附近标注,也可用于编制电气技术文件的项目代号。它在使用中有一定的规则,说明如下。

① 一般情况下,编制电气图及电气技术文件时,应优先选用基本文字符号、辅助文字符号以及它们的组合。而在基本文字符号中,应优先选用单字母符号。只有当单字母符号不能满足要求时方可采用双字母符号。基本文字符号不能超过两位字母,辅助文字符号不能超过三位字母。

② 辅助文字符号可单独使用,也可将首位字母放在表示项目种类的单字母符号后面组成双字母符号。

③ 当基本文字符号和辅助文字符号不够用时,可按有关电气名词术语国家标准或专业标准中规定的英文术语缩写进行补充。

④ 因拉丁字母“I”、“O”易与阿拉伯数字“1”、“0”混淆,所以不允许用这两个字母作文字符号。

⑤ 文字符号可作为限定符号与其他图形符号组合使用,以派生出新的图形符号。

⑥ 电气技术中的文字符号不适用于电气产品的型号编制及命名。

1.3.2 图形符号

文字符号提供了电气设备的种类和功能信息，但电气图中仅有文字符号是不够的，还需要有实物的信息。而在电气图中各种电气设备、装置及元器件不可能以实物表示，只能以一系列符号来表示，这就是图形符号，故图形符号是电气图的又一重要组成部分。尽管图形符号种类繁多，其构成却是有规律的，使用也有一定的规则。只要了解了图形符号的含义、构成规律及使用规则，就能正确识别图形符号，正确识图。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。图形符号是构成电气图的基本单元，是电工技术文件中的“象形文字”，是电气工程语言的“词汇”和“单词”。因此，正确、熟练地理解、绘制和识别各种电气图形符号是绘制和看懂电气制图的基础。

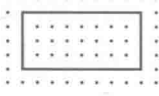
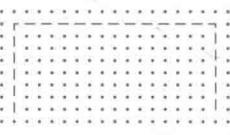
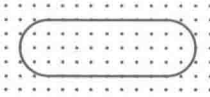
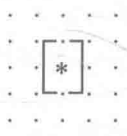
(1) 图形符号的概念

图形符号通常由符号要素、一般符号和限定符号组成。

① 符号要素

符号要素是指一种具有确定意义的简单图形，通常表示电气元件的轮廓或外壳，见表 1-1。符号要素不能单独使用，而通过不同形式组合后，即能构成多种不同的图形符号。

表 1-1 符号要素

图形符号	说明	图形符号	说明
形式1 	物件,例如: —设备 —器件 —功能单元 —元件 —功能 符号轮廓内应填入或加上适当的符号或代号表示物件的类别 如果设计需要,可以采用其他形状的轮廓		
形式2 			边界线 此符号用于表示物理上、机械上或功能上相互关联的对象组的边界 长短线可任意组合
形式3 			
形式1 	外壳(球或箱)罩 如果设计需要,可以采用其他形式的轮廓 如果罩具有特殊的防护功能,可加注以引起注意		屏蔽护罩 例如,为了减弱电场或电磁场的穿透程度,屏蔽符号可以画成任何方便的形状
形式2 	若肯定不会引起混乱,外壳可以省略。如果外壳与其他物件有连接,则必须表示出外壳符号 必要时,外壳可断开画出		防止无意识直接接触通用符号 星号应由具备无意识直接接触防护的设备或器件的符号代替

② 一般符号

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。一般符号可直接应用,也可加上限定符号使用。如“○”为电动机的一般符号,“□”为接触器或继电器线圈的一般符号。图 1-3 所示的为常用元器件的一般符号。

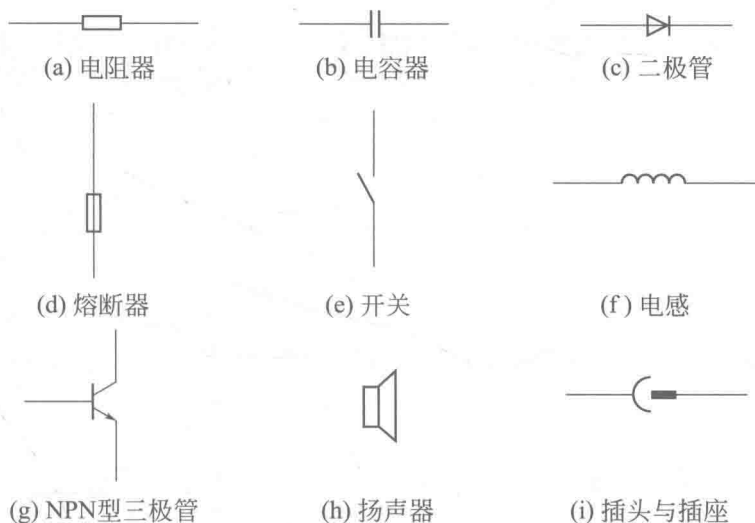


图 1-3 常用元器件的一般符号

③ 限定符号

限定符号是指用来提供附加信息的一种加在其他图形符号上的符号。限定符号一般不能单独使用,但一般符号有时也可用作限定符号,如电容器的一般符号加到扬声器符号上即构成电容式扬声器的符号。

限定符号的应用,使图形符号更具多样性。例如,在电阻器一般符号的基础上,分别加上不同的限定符号,则可得可变电阻器、滑线变阻器、压敏电阻器、热敏电阻器、光敏电阻器和碳堆电阻器等。图 1-4 为延时动作的限定符号,图 1-4(a) 和图 1-4(b) 虽形式不同,但都指从圆弧向圆心方向移动的延时动作。限定符号通常不能单独使用,一般符号、文字符号有时也用作限定符号。



图 1-4 延时动作的限定符号

(2) 图形符号的构成

实际用于电气图中的图形符号,通常由一般符号、限定符号、符号要素等组成,图形符号的构成方式有很多种,低压电动机控制电路中最基本和最常用的有以下几种。

① 一般符号+限定符号

在图 1-5 中,表示开关的一般符号 [图 1-5(a)],分别与接触器功能符号 [图 1-5(b)]、断路器功能符号 [图 1-5(c)]、隔离器功能符号 [图 1-5(d)]、负荷开关功能符号 [图 1-5(e)] 这几个限定符号组成接触器符号 [图 1-5(f)]、断路器符号 [图 1-5(g)]、隔离开关符号 [图 1-5(h)]、负荷开关符号 [图 1-5(i)]。

② 符号要素+一般符号

在图 1-6 中,屏蔽同轴电缆图形符号 [图 1-6(a)],由表示屏蔽的符号要素 [图 1-6(b)] 与同轴电缆的一般符号 [图 1-6(c)] 组成。

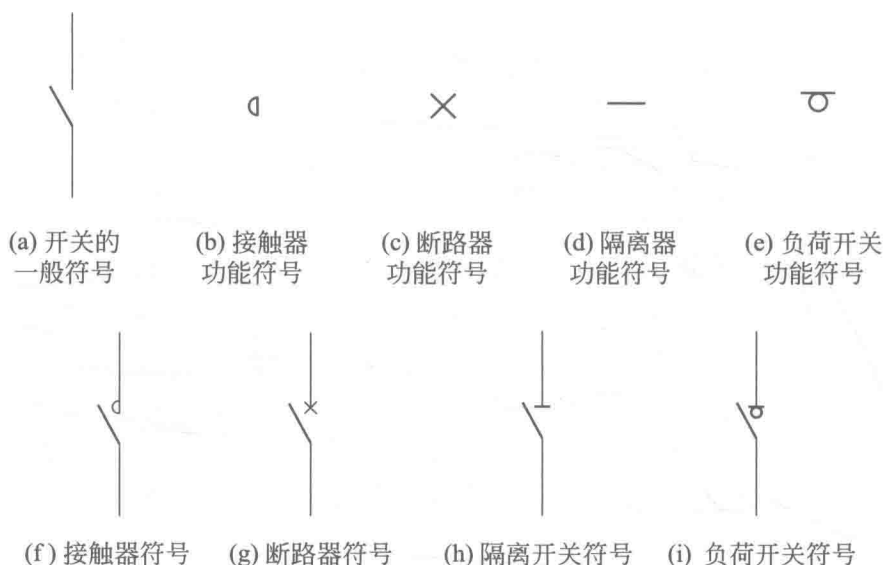


图 1-5 一般符号与限定符号的组合

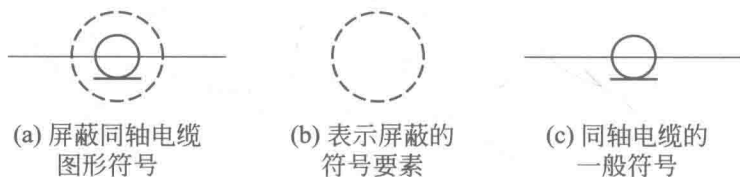


图 1-6 符号要素与限定符号的组合

③ 符号要素+一般符号+限定符号

例如，图 1-7(a) 是表示自动增益控制放大器的图形符号，它由表示功能单元的符号要素 [图 1-7(b)] 与表示放大器的一般符号 [图 1-7(c)]、表示自动控制的限定符号 [图 1-7(d)] 以及文字符号 dB (作为限定符号) 构成。

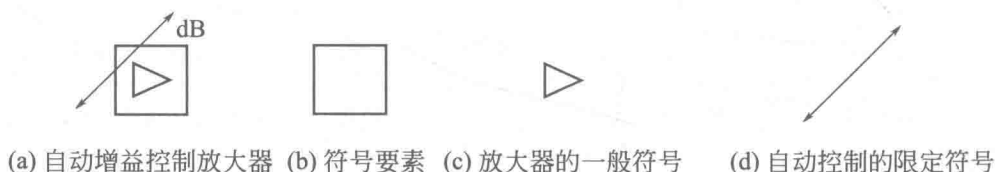


图 1-7 符号要素+一般符号+限定符号组合

以上是图形符号的基本构成方式，在这些构成方式的基础上添加其他符号即可构成电气图常用图形符号。

电气图用图形符号还有一种方框符号，用以表示设备、元件间的组合及功能。它既不给出设备或元件的细节，也不反映它们间的任何连接关系，是一种简单的图形符号，通常只用于概略图。方框符号的外形轮廓一般应为正方形，如图 1-8 所示。

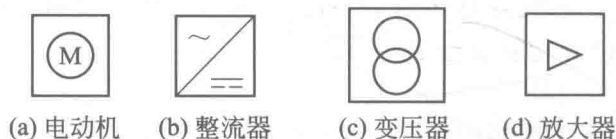


图 1-8 方框符号

(3) 图形符号的使用

图形符号在使用中必须遵守一定的规则。下面从符号表示的状态以及符号的选择、大小、取向、引线几个方面分别加以说明。

① 符号表示的状态

图形符号是按无电压、无外力作用的常态画成的。继电器、接触器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。机械操作开关或触点的工作状态与工作条件或工作位置有关，它们的对应关系应在图形符号的附近加以说明。按开关或触点类型的不同，采用不同的说明方法，对非电或非人工操作的开关或触点可用文字或坐标图形说明这类开关的工作状态。

a. 用文字说明

在各组触点的符号旁用字母代号或数字标注，以表明其运行方式，然后在适当位置用文字来注释字母或数字所代表的运行方式，如图 1-9 中文字说明置于图的右侧。

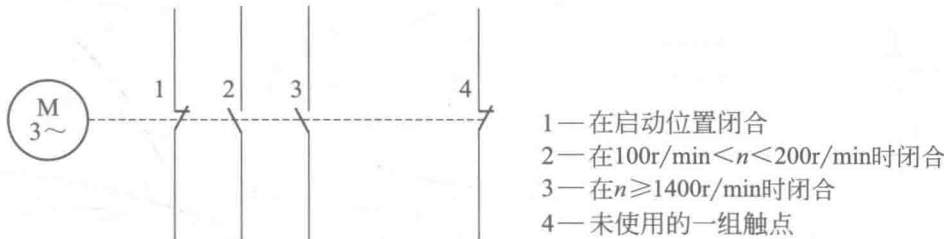


图 1-9 开关或触点运行方式用文字说明

b. 用坐标图形表示

如表 1-2 所示，其中各坐标的垂直轴上，“0”表示触点断开，“1”表示触点闭合；水平轴表示改变运行方式的条件，如温度、速度、时间、角度、位置等。

表 1-2 触点的运行方式用坐标图形表示

坐标图形	说明	坐标图形	说明
	当温度等于或超过 15℃ 时，触点闭合		触点速度在 0m/s 时闭合，在 5.2m/s 或以上时断开，当速度降到 5m/s 闭合
	温度升至 35℃ 时，触点闭合；然后降到 20℃ 时，触点断开		触点在 60°到 180° 和 240°到 330°期间闭合

② 符号的选择

国家标准给定的符号，有的有几种图形形式，如何选择使用，有以下的一些原则。

a. 对于图形符号中的不同形式，可按需要选择使用，在同一套图中表示同一对象，应采用同一种形式。

b. 当同种含义的符号有几种形式时, 应以满足表达需要为原则, 例如在图 1-10 中, 双绕组变压器符号的形式一如图 1-10(a) 所示, 为单线式, 适用于画单线图; 形式二如图 1-10(b) 所示, 为多线式, 适用于需要示出变压器绕组、端子和其他标记的多线画法。

c. 有些结构复杂的图形符号除有普通形以外, 还有简化形, 在满足表达需要的前提下, 应尽量采用最简单的形式。

③ 符号的大小

符号的大小和图线的宽度并不影响符号的含义, 所以可根据实际需要缩小或放大。当符号内部要增加标注内容以表达较多的信息时, 这个符号可以放大。当一个符号用来限定另一个符号时, 则该符号常被缩小绘制, 如图 1-11 所示, 三相同步发电机中的励磁机符号(“G”), 既可以画得与发电机符号(“GS”)一样大, 如图 1-11(a) 所示, 也可以画得较小一些, 如图 1-11(b) 所示。

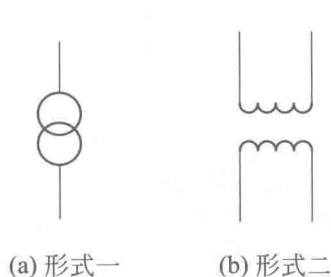


图 1-10 双绕组变压器符号

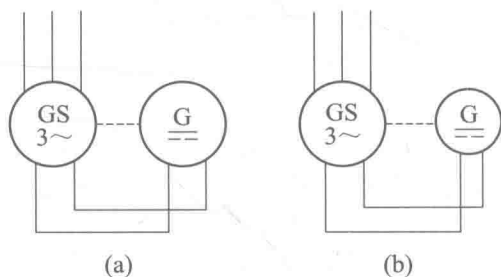


图 1-11 符号的大小

④ 符号的取向

图形符号的方位一般不是强制性的, 在不改变图形符号含义的前提下, 可根据图面布置的需要旋转或镜像放置, 但文字和指示方向不能倒置, 如图 1-12 所示。

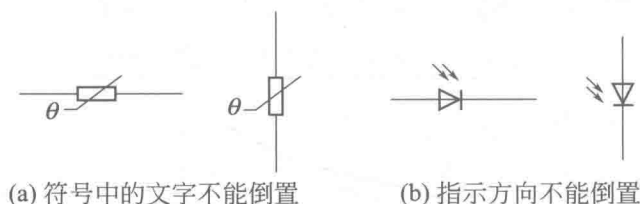


图 1-12 图形符号的方位非强制性

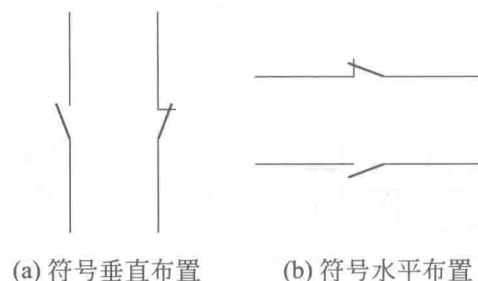
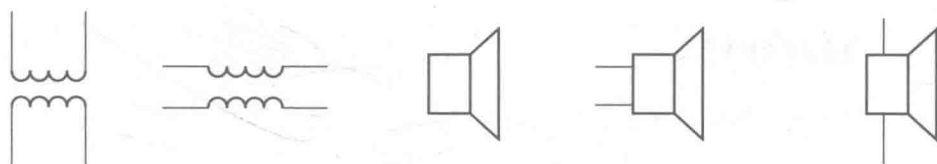


图 1-13 开关、触点符号的方位

对方位有规定要求的符号为数很少, 但其中包括在电气图中占重要地位的各类开关、触点, 当符号呈水平形式布置时, 必须将竖向布置的符号按逆时针方向旋转 90° 后画出, 即必须画出“左开右闭”或“上开下闭”的形式, 如图 1-13 所示。

⑤ 符号的引线

图形符号所带的连接线不是图形符号的组成部分, 在大多数情况下, 引线位置仅用作示例。在不改变符号含义的原则下, 引线可取不同的方向。例如, 图 1-14 所示的变压器和扬声器的引线方式都是允许的。但是, 当改变引线的位置会导致影响符号本身含义时, 引线位置就不能改变, 如图 1-15 所示, 电阻器的引线是从矩形两



(a) 变压器

(b) 扬声器

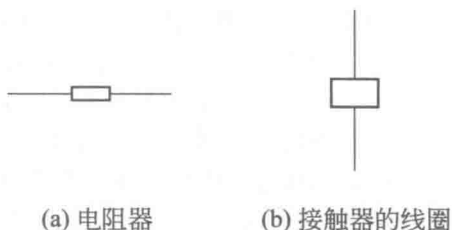
图 1-14 允许在不同位置引出线的符号的示例

短边引出,若改变引线为从矩形两长边引出,这样的图形符号就变成表示接触器线圈了。

(4) 一图多义

有些图形符号由于其使用场合不同而具有不同含义,应注意区别和正确使用。例如,“·”在不同场合有多种含义,如图 1-16 所示。

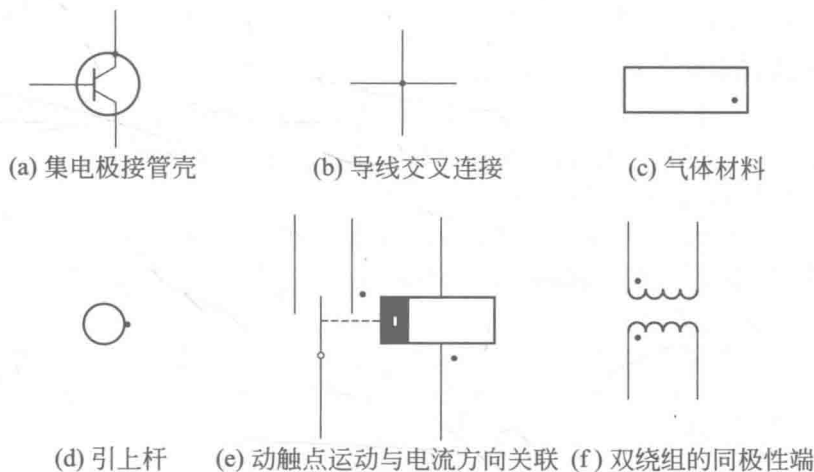
再如,“×”既表示磁场效应符号,也表示消灭符号,还表示断路器功能符号。



(a) 电阻器

(b) 接触器的线圈

图 1-15 符号的引线影响符号含义



(a) 集电极接管壳

(b) 导线交叉连接

(c) 气体材料

(d) 引上杆

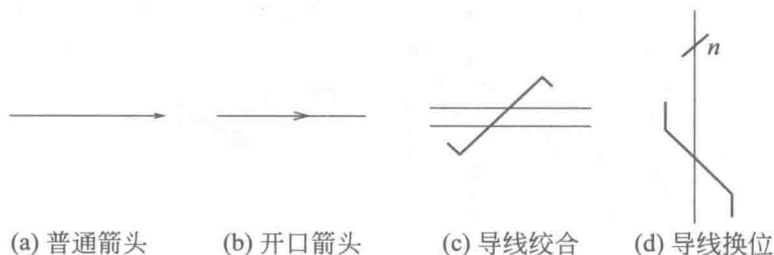
(e) 动触点运动与电流方向关联

(f) 双绕组的同极性端

图 1-16 小黑圆点在不同场合的意义

(5) 易混淆的图形符号

有些图形符号相似,使用时容易混淆,所以应分辨清楚。如图 1-17(a) 中实心箭头在线端,表示力或运动方向;图 1-17(b) 中开口箭头在线中,表示信号与能量流动方向;图 1-17(c) 中的斜线带折,表示两根导线绞合;图 1-17(d) 中斜线带折,表示导线换位。



(a) 普通箭头

(b) 开口箭头

(c) 导线绞合

(d) 导线换位

图 1-17 易混淆的图形符号