

轻松解图系列

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

电工识图

快速入门



◎ 郑凤翼 主编 ◎



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY



轻松解图系列

电工识图快速入门

郑凤翼 主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书在介绍识读电气图基本知识的基础上,结合具体的电工应用电路,详细讲述电动机控制电路图、机床电气控制电路图、电子控制电路图、PLC 控制电路梯形图、供配电系统电气图的识图方法,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

电工识图快速入门/郑凤翼主编. —北京:电子工业出版社,2013.7

(轻松解图系列)

ISBN 978-7-121-20641-2

I. ①电… II. ①郑… III. ①电路图-识别-图解 IV. ①TM13-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 122886 号

责任编辑:富 军

印 刷:北京天宇星印刷厂

装 订:三河市皇庄路通装订厂

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:16.75 字数:428.8 千字

印 次:2013 年 7 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:45.00 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及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@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,帮助广大电工人员提高识读电气图的能力。

本书的主要内容有识读电气图的基本知识、识读电动机控制电路图、识读机床电气控制电路图、识读电子控制电路图、识读 PLC 梯形图、识读供配电系统电气图。

可编程序控制器通常简称 PLC,是近年来发展迅速的工业控制装置。PLC 是以微处理器为基础,综合现代计算机技术、自动控制技术和通信技术发展起来的一种新型通用工业自动控制装置,具有功能强大、可靠性高、编程简单、使用灵活方便及适合工业环境下应用等一系列优点,在工业自动化、机电一体化、传统产业技术改造等方面的应用越来越广泛。

本书详细介绍了识读电路图的方法和技巧,掌握识读电气图的方法和技巧是本书的重点。本书的识图示例实用性强、覆盖面宽,通过识图示例的引导,可达到举一反三、触类旁通的效果,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。

本书由郑凤翼主编,参加编写的还有徐建国、郑丹丹、孟庆涛、齐宝霞、郑希晖、耿立文、苏明政、温永库、王晓琳、韩松、杨洪升、苏阿莹、冯建辉、李红霞。

在本书的写作过程中,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。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 识读电气图的基本知识	1
第一节 电气符号	1
一、图形符号	1
二、文字符号	13
三、项目代号	18
四、回路标号(也称为回路线号)	20
五、常用新、旧名词术语对照	22
第二节 电气图的分类	22
一、概略图	23
二、电路图	24
三、位置图(布置图)	26
四、接线图或接线表	26
五、逻辑图	26
第三节 电气图的特点和电气制图的一般规则	26
一、电气图的特点	26
二、电气图的组成	27
三、电气控制电路图的绘制规则	28
四、电气图的布局	30
五、图上位置的表示方法	32
六、电气元件的表示方法	32
七、电气元件技术数据及有关注释和标志的表示方法	33
八、电路的多线表示法和单线表示法	34
九、连接线的一般表示方法	34
十、连接线的连续表示法和中断表示法	35
十一、电气设备特定接线端子和特定导线端的识别	36
第四节 识读电气图的基本要求和步骤	36
一、识图的基本要求	36
二、识图的一般步骤	38
第二章 电动机控制电路图的识读	39
第一节 识读电动机控制电路图的基本方法和步骤	39





一、识图的基本方法	39
二、查线读图法	40
第二节 三相笼型感应电动机控制电路图	41
一、三相笼型感应电动机直接启动电路	41
二、三相笼型感应电动机减压启动电路	45
三、电动机正、反转控制电路	56
四、电动机的点动控制电路	67
五、多台电动机按顺序工作时的联锁控制电路	70
六、三相笼型感应电动机的变极调速电路	76
七、三相笼型感应电动机制动电路	79
第三节 三相交流绕线型感应电动机控制电路	87
一、转子回路串启动电阻的控制电路	87
二、三相绕线型感应电动机转子回路串频敏变阻器控制电路	91
第四节 直流电动机控制电路	93
一、直流电动机启动电路	93
二、直流电动机的正、反转控制	95
三、他励直流电动机串电阻启动、能耗制动电路	98
第三章 机床电气控制电路图的识读	101
第一节 识读复杂电气控制电路图的方法和步骤	101
一、了解生产工艺与执行电器的关系	101
二、通过主电路了解电动机(或其他用电器)的配置情况及其控制	101
三、化整为零,采用逆读溯源法将电路进行分解	101
四、集零为整,综合分析	103
第二节 C650 型车床电气控制电路	103
第三节 M7130 型平面磨床电气控制电路	108
第四节 Z3040 型摇臂钻床电气控制电路	112
第五节 电动防火卷帘门、消防泵及排水泵电气控制电路	120
一、电气防火卷帘门控制电路	120
二、两台排水泵一用一备的电气控制电路	123
三、消火栓用消防泵一用一备的电气控制电路	127
第四章 电子控制电路图的识读	133
第一节 电子控制电路图的基本识读方法	133
一、电子控制电路的组成	133
二、识读电子控制电路图的一般方法	134
第二节 晶闸管触发电路图	136
一、晶闸管的导通、关断条件	136
二、单向晶闸管触发电路	138





三、双向晶闸管触发电路	143
第三节 电流型漏电保护电器、自动限电和过欠压电路图	145
一、电流型漏电保护电器	145
二、自动限电电路和欠压、过压保护电路	148
第四节 机械设备电子控制电路图	150
一、以线电流为零为原则的三相电动机断相保护电路	150
二、空压机电动机断相保护电路	152
三、555 时基电路控制的交流电焊机空载自停电路	153
第五节 灯光电子控制电路图	156
一、照明灯光控制电路	156
二、彩灯控制电路	158
三、识读电子镇流器电路图	160
第六节 电子电器电路图	162
一、时间继电器和光电继电器电路图	162
二、接近开关电路	164
三、晶闸管开关电路	168
四、固态继电器	170
第五章 PLC 控制电路梯形图的识读	178
第一节 PLC 的基本工作原理	178
一、可编程控制器的基本组成	178
二、编程语言	179
三、可编程控制器的等效电路	180
四、可编程控制器的工作原理——PLC 的循环扫描工作方式	181
第二节 FX _{2N} 系列 PLC 编程元件的分类、编号及基本特征	182
第三节 EX _{2N} 系列 PLC 的指令系统	184
一、基本指令及其应用	184
二、定时器与计数器指令	188
三、顺控指令及其应用	189
四、常用功能指令及其应用	191
第四节 PLC 控制电路图的识读示例	193
一、梯形图的编程规则及识读梯形图的方法	193
二、电动机的 PLC 控制	194
三、一般机械设备的 PLC 控制	203
第六章 供配电系统电气图的识读	214
第一节 概述	214
一、电力系统	214
二、变电所和配电所	215





三、电力网	216
四、三相交流电网和电力设备的额定电压 U_N	216
五、电力系统的中性点运行方式	217
六、电源中性点直接接地的低压配电系统	218
七、电力负荷的分级和对供电电源的要求	221
第二节 电力用户供电系统及供电要求	222
一、电力用户供电系统的组成	222
二、电气主接线的基本形式	223
三、变电所的主接线	228
四、供配线路的接线方式	231
五、识读电气主电路图的方法	234
六、识图示例	240
第三节 识读供配电系统二次电路图	244
一、二次设备	244
二、二次设备电路图及其特点	245
三、集中式(整体式)二次电路图和分开式(展开式)二次电路图	246
四、识读二次电路图的方法和步骤	249
五、识图示例	250
参考文献	259



第一章 识读电气图的基本知识

电气图是用各种电气符号、带注释的围框、简化的外形表示的系统、设备、装置、元件的相互关系或连接关系的一种简图。“简图”是一技术术语,切不可从字义上去理解为简单的图。应用这一术语的目的是为了把这种图与其他的图相区别。电气图阐述电的工作原理,描述电气产品的构成和功能,用来指导各种电气设备、电气电路的安装接线、运行、维护和管理。它是沟通电气设计人员、安装人员、操作人员的工程语言,是进行技术交流不可缺少的重要手段。

要做到会识图和读懂图,首先必须掌握识读电气图的基本知识,即应该了解电气图的组成、种类特点及其在工程中的作用,了解各种电气图形符号,了解常用的土木建筑图形符号,还应该了解绘制电气图的一些规则,以及识图的基本方法和步骤等。

掌握这些基本知识,也就掌握了识图的一般原则和规律,为识图打下基础。

第一节 电气符号

电气符号包括图形符号、文字符号、项目代号及回路标号等。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各种信息。在绘制电气图时,所有电气设备和电气元件都应使用国家标准符号,当没有国家标准符号时,可采用行业符号。只有弄清楚电气符号的含义、构成及使用方法,才能正确地识图。

一、图形符号

图形符号通常用于图样或其他文件以表示设备(如电动机)或概念(如接地)的图形、标记或字符。正确地、熟练地理解、绘制和识别各种电气图形符号是电气制图与识图的基本功。

1. 图形符号的概念

(1) 符号要素

图形符号通常由符号要素、一般符号和限定符号组成。

符号要素是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。它必须与其他图形符号组合,以构成表示一个设备或概念的完整符号,如接触器的动合主触头的符号(见图 1.1.1(a)),就由接触器的触头功能符号(见图 1.1.1(b))和动合触头(常开)符号(见图 1.1.1(c))组合而成。符号要素不能单独使用,而是通过不同形式的组合后,即构成多种不同的图形符号。

(2) 一般符号

一般符号用以表示某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 1.1.2 为一些常用元器件的一般符号。



图 1.1.1 接触器动合主触头符号组成

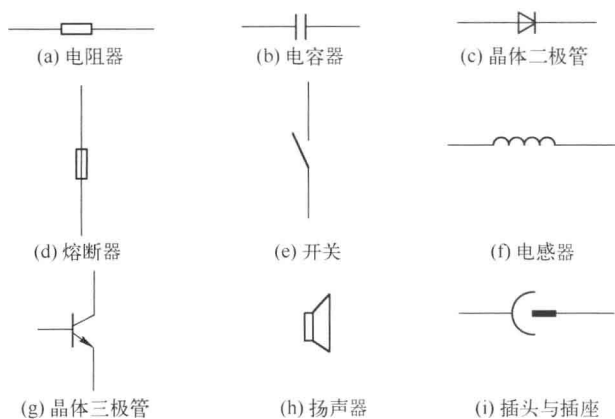


图 1.1.2 常用元器件的一般符号

(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。它可以表示电量的种类、可变性、力和运动的方向、(流量与信号)流动方向等。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。由于限定符号的应用,使得图形符号更具有多样性。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、滑动变阻器、压敏(U)电阻器、热敏(θ)电阻器、光敏电阻器、碳堆电阻器、功率为 1 W 的电阻器等,如图 1.1.3 所示。

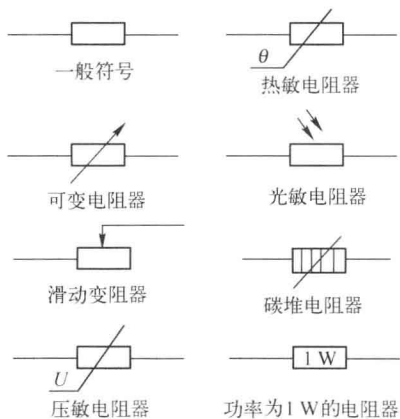


图 1.1.3 限定符号的应用示例





(4) 方框符号

电气图形的符号还有一种方框符号,用以表示设备、元件间的组合及其功能。它既不给出设备或元件的细节,也不反映它们之间的任何关系,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为正方形,如图 1.1.4 所示。

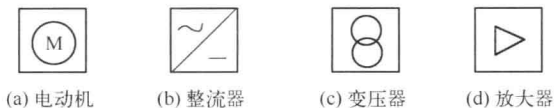


图 1.1.4 方框符号的应用示例

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,最基本和最常用的有以下几种。

(1) 一般符号 + 限定符号

在如图 1.1.5 所示中,表示开关的一般符号(见图(a))分别与接触器的功能符号(见图(b))、断路器的功能符号(见图(c))、隔离器的功能符号(见图(d))、负荷开关的功能符号(见图(e))这几个限定符号组成接触器符号(见图(f))、断路器符号(见图(g))、隔离开关符号(见图(h))、负荷开关符号(见图(i))。

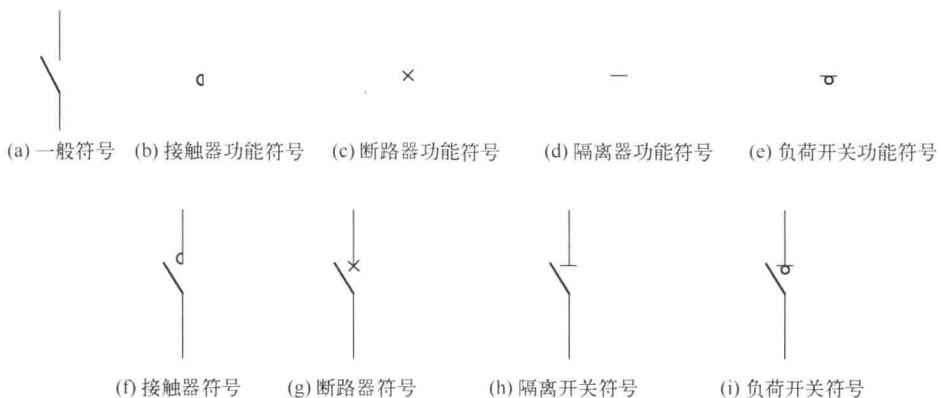


图 1.1.5 一般符号与限定符号的组合

(2) 符号要素 + 一般符号

在如图 1.1.6 所示中,屏蔽同轴电缆图形符号(见图(a))由表示屏蔽的符号要素(见图(b))和同轴电缆的一般符号(见图(c))组成。



图 1.1.6 符号要素与一般符号的组合

(3) 符号要素 + 一般符号 + 限定符号

图 1.1.7(a) 是表示自动增益控制放大器的图形符号,由表示功能单元的符号要素图(b)





与表示放大器的一般符号图(c)、表示自动控制的限定符号图(d)及文字符号 dB(作为限定符号)构成。



图 1.1.7 符号要素、一般符号与限定符号的组合

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加上其他符号即可构成电气图常用图形符号。

3. 图形符号的使用规则

(1) 图形符号表示的状态

图形符号所表示的状态均是在未得电或无外力作用时电气设备和电气元件所处的状态。例如,继电器、接触器的线圈未得电,其被驱动的动合触头处于断开位置,而动断触头处于闭合位置;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。

事故、备用、报警等开关应表示在设备正常使用时的位置,如在特定位置时,应在图上有说明。

机械开关或触头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附近加以说明,以利识图时能较清楚地了解开关和触头在什么条件下动作,进而了解电路的原理和功能,按开关或触头类型的不同,采用不同的表示方法。

① 对非电或非人工操作的开关或触头,可用文字、坐标图形或操作器件的简单符号来说明这类开关的工作状态。

用文字说明:在各组触头的符号旁用字母或数字标注,以表明其运行方式,然后在适当的位置用文字来注释字母或数字所代表的运行方式,如图 1.1.8 所示的文字说明置于图的右侧。采用这种方式时,要注意作为注释的字母或数字代号应与该开关或触头的端子代号相区别,注释的位置也应避免引起误解。如图 1.1.8 所示中的 11—12、13—14、15—16、17—18 为端子代号。

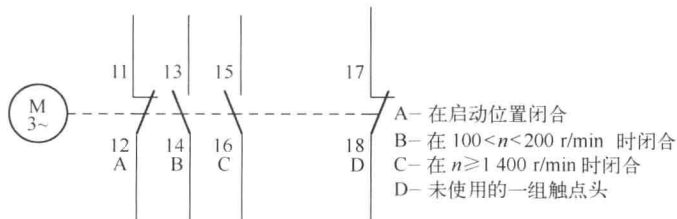


图 1.1.8 开关或触头运行方式用文字说明

用坐标图形表示:其横坐标表示改变运行方式的条件,纵坐标表示触头的工作状态。如图 1.1.9(a)所示,其横坐标表示转轮的位置(也可表示温度、速度、时间、角度),纵坐标上的“0”表示触头断开,“1”表示触头闭合。



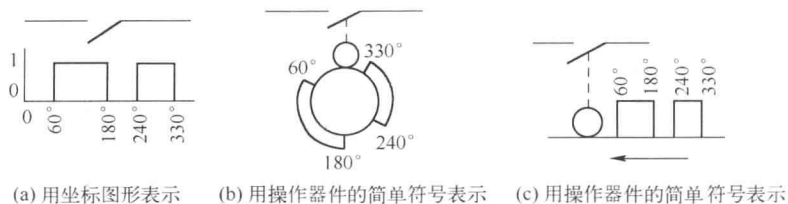


图 1.1.9 某行程开关触头位置的表示方法

用操作器件的简单符号表示:如图 1.1.9(b)所示,当凸轮推动圆球时,触头在 $60^\circ \sim 180^\circ$ 之间闭合, $240^\circ \sim 330^\circ$ 之间也闭合,在其他位置断开。如图 1.1.9(c)所示,把凸轮画成展开式,箭头表示凸轮运行方式。

② 对多位操作开关,如组合开关、转换开关、滑动开关,具有多个操作位置,其内部触头较多,在不同操作位置时,其触头的工作状态不同,开关的工作状态也不同。表示这类开关的图形符号必须反映出它们的工作状态与操作位置的关系,通常有两种表示方法。

第一种是多位开关触头图形符号表示法。如图 1.1.10 所示的 5 位控制器,有 4 对触头,用“—00—”表示;有 5 个位置,用数字表示。其中,“0”表示操作手柄在中间位置,两侧的数字“Ⅰ”、“Ⅱ”表示操作位置数,也可以根据实际情况标示成操作手柄转动位置的角度。数字上也可标注文字表示具体的操作(前、后、手动、自动)。纵向虚线手柄操作时的断合位置线,有“·”表示手柄转向该位置时的触头接通,无“·”表示触头不接通。例如,当手柄在“0”位置时,第一对触头和第四对触头下有“·”,表示这两对触头接

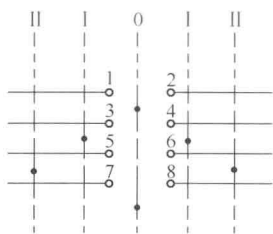


图 1.1.10 多位开关触头工作状态与工作位置的关系

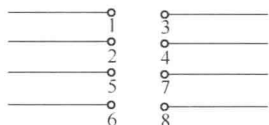


图 1.1.11 多位开关图形符号

通;当手柄在“1”位置时,只有第二对触头下有“·”,表示第二对触头接通。

第二种是图形符号与触头闭合表相结合的表示法。如图 1.1.10 所示的多位开关触头工作状态与工作位置的关系,可用如图 1.1.11 所示的图形符号与表 1.1.1 所示的触头闭合表来表示。表中,“+”表示触头接通,“-”表示触头未接通。

表 1.1.1 触头闭合表

触 头	向后位置		中间位置	向前位置	
	Ⅱ	Ⅰ	0	Ⅰ	Ⅱ
1-2	-	-	+	-	-
3-4	-	+	-	+	-
5-6	+	-	-	-	+
7-8	-	-	+	-	-

(2) 图形符号的选择

① 有些设备或电气元件有几种不同的图形符号,可按需要选用,并应尽可能采用优选图形。但在同一套电气图中表示同一类对象时,应采用同一种形式。

② 当同种含义的图形符号有几种形式时,应以满足表达需要为原则。例如,一个双绕组的





三相电力变压器的图形符号有如图 1.1.12 所示的多种表示方式。其中,图(a)是方框符号;图(b)是一般符号;图(c)和图(d)加有表示相数(线数)的限定符号,它们适用于用单线表示法画成的电气图;图(e)采用多线形式表达,加注了表示绕组连接方法的限定符号和联结组标号,可用于内容比较详细的多线表示的电气图;图(f)在图形符号旁详细地标注出了变压器的各项技术数据,成为图形符号的一个组成部分,为人们识图、了解变压器的规格提供了更多的信息。

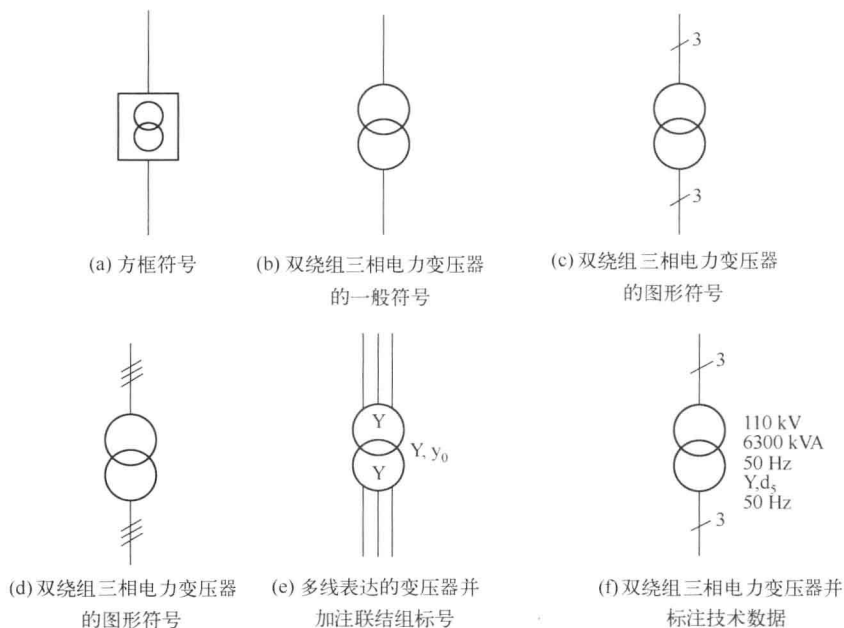


图 1.1.12 双绕组三相电力变压器的图形符号的表示方式

③ 有些结构复杂的图形符号除普通形以外,还有简化形。在满足需要的前提下,应尽量采用最简单的形式。

(3) 图形符号的大小

图形符号的大小和线条的宽度并不影响符号的含义,因此可根据实际需要放大或缩小。当符号内部要增加标注内容以表达较多的信息时,该符号可以放大。当一个符号用来限定另一个符号时,则该符号常被缩小。但在符号放大或缩小时,符号之间及符号本身的比例应保持不变。如图 1.1.13 所示的三相同步发电机(GS)中的励磁机(G)符号,既可画得与发电机一样大,如图 1.1.13(a)所示,也可以画得小一些,如图 1.1.13(b)所示。

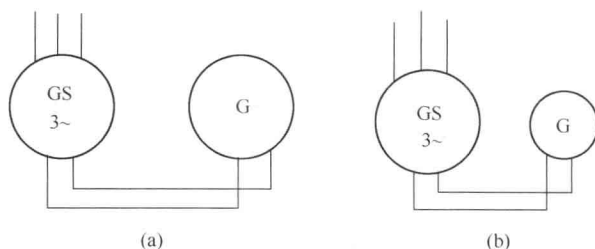


图 1.1.13 图形符号的大小的示例





(4) 图形符号的取向

为保持画面清晰,避免连线弯曲或交叉,在不改变图形符号含义和引起误解的前提下,可根据图面布置的需要旋转或镜像放置,如图 1.1.14 所示,但文字和指示方向不得倒置。如图 1.1.15 所示的热敏电阻和光电二极管符号,图(a)和图(c)是正确的,而图(b)和图(d)则是错误的。因为图(b)中,热敏电阻符号中的“ θ ”倒置了;图(d)中,光电二极管符号中的光指示方向(箭头)错了。图 1.1.16 中的接地符号,既可以正置或倒置,也可以横置,但其文字标记“E”,不论什么情况都必须正写。

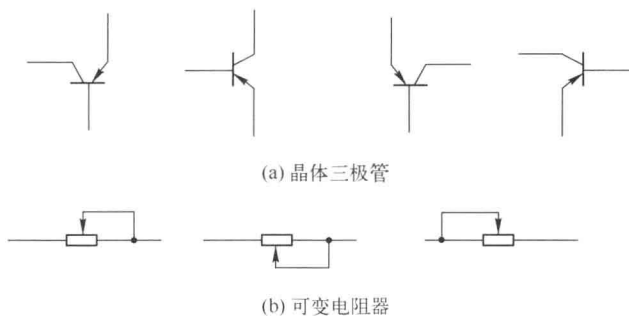


图 1.1.14 符号旋转或镜像放置示例

有方位规定的图形符号为数很少,其中在电气图中占重要位置的各类开关、触头,当符号呈水平布置时,应遵循下开上闭的原则;当符号呈垂直布置时,应遵循左开右闭的原则,如图 1.1.17 所示,并且静触头接电源侧,动触头接负荷侧。

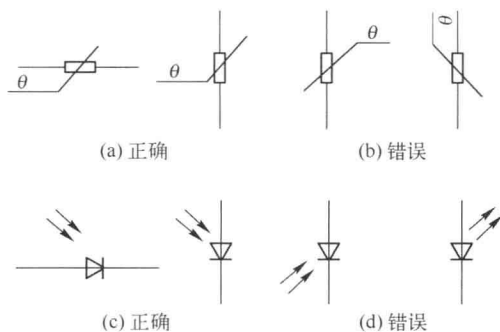


图 1.1.15 文字和指示方向示例

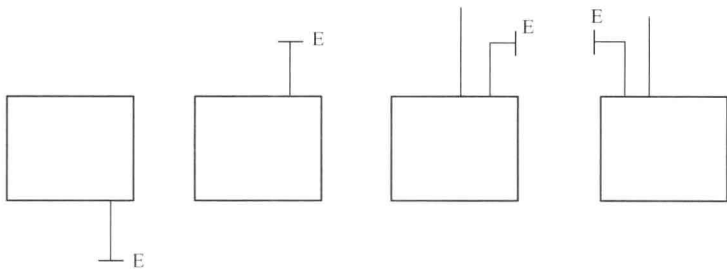


图 1.1.16 接地符号的方位



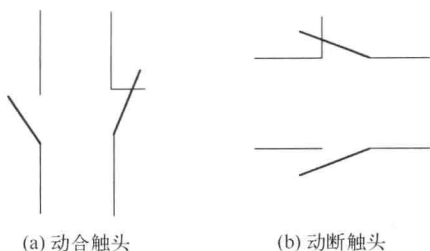


图 1.1.17 开关、触头符号的方位

(5) 图形符号的引线

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,引线的位置仅作为示例。在不改变符号含义的前提下,为绘图方便,引线可取不同的方向。例如,如图 1.1.18 所示的变压器、扬声器和整流器中的引线改变方向,都是允许的。

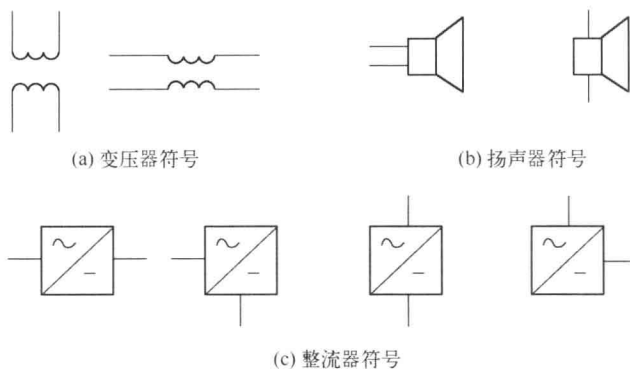


图 1.1.18 图形符号引线方向改变示例

但是在某些情况下,图形符号引线的位置影响到符号的含义,则引线位置就不能随意改变,否则会引起歧义,如图 1.1.19 所示。电阻器图形符号的引线是从矩形两短边引出的,如图 1.1.9(a)所示,若改变引线从矩形两长边引出的,如图 1.1.19(b)所示,就变成接触器的图形符号了,意义完全不同。接触器图形符号的引线是从矩形两长边引出的,如图 1.1.19(c)所示,若改变引线从矩形两短边引出,如图 1.1.19(d)所示,就变成电阻器的图形符号了,意义也完全不同。因此,对容易引起误解、产生歧义的符号引线,不能随意改变其引线方向。

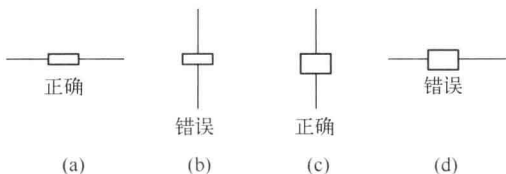


图 1.1.19 引线位置改变引起歧义的示例

(6) 其他

大多数图形符号都可以加上补充说明标记。

有些具体电气元件的图形符号由设计者根据国家标准的符号要素、一般符号和限定符号





组合而成。国家标准未规定的图形符号,可根据实际需要,按突出特征、结构简单、便于识别的原则进行设计,但需要报国家标准局备案。当采用其他来源的符号或代号时,必须在图样和文件上说明其含义。

电气图中常用的图形符号见表 1.1.2。

表 1.1.2 电气图中常用的图形符号

图形符号	说明及应用	图形符号	说明及应用
	发电机		双绕组变压器
	三相笼型感应电动机		三绕组变压器
	单相笼型感应电动机		自耦变压器
	三相绕线转子感应电动机		扼流圈 电抗器
	直流他励电动机		电流互感器 脉冲变压器
	直流串励电动机		电压互感器
	直流并励电动机		断路器

