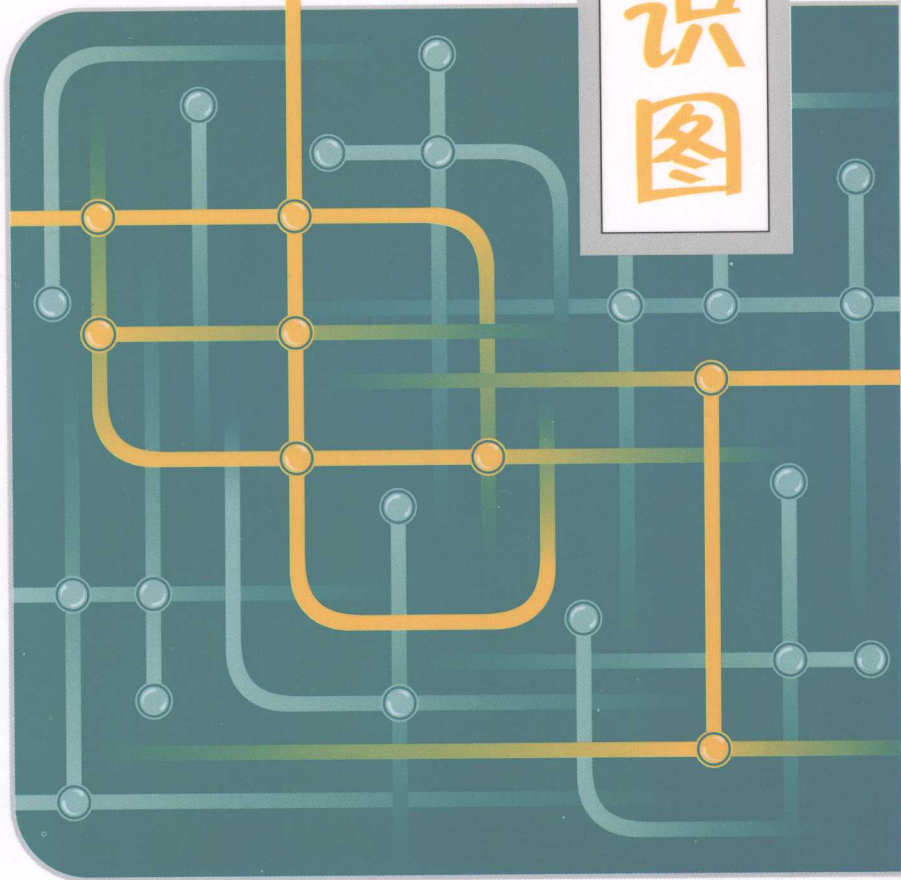


电工基础丛书

电工识图

DIANGONG
SHITU

郑凤翼 主编
耿立文 副主编



 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

电工基础丛书

电工识图

郑凤翼 主 编

耿立文 副主编

人民邮电出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

电工识图/郑凤翼主编. —北京: 人民邮电出版社,
2008. 5
(电工基础丛书)
ISBN 978-7-115-17418-5

I. 电… II. 郑… III. 电路图—识图法 IV. TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 204020 号

电工基础丛书

电 工 识 图

◆ 主 编 郑凤翼

副 主 编 耿立文

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>

北京华正印刷有限公司印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/32

印张: 10.125

字数: 348 千字

2008 年 5 月第 1 版

印数: 1-6 000 册

2008 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17418-5/TN

定价: 18.00 元

读者服务热线: (010) 67129258 印装质量热线: (010) 67129223

反盗版热线: (010) 67171154

内 容 提 要

本书选取初、中级电工人员常用的电气电路图，通过图解的方式说明图中元器件的功能、作用和电路的工作过程，帮助广大电工人员熟悉和掌握识读这些基本电路图的方法和技巧。

本书内容注重实用，电路图分析过程清晰，文字精练，易于理解，适合初、中级电工人员参考使用。

前 言

本书从识图的角度出发，以常用的电气图为实例，详细地介绍了识读电气图的方法和技巧，以帮助广大电工人员掌握识读电气图的方法和技巧。本书的识图示例，其实用性强，覆盖面广。通过识图示例的引导，力求达到举一反三、触类旁通的目的，使读者能够读懂更多更新的电气图。

本书主要内容有：识读电气图的基本知识、电动机控制电路图的识读、常用机电设备电气控制电路的识读、电子控制电路图的识读、厂矿供配电系统电气图的识读、照明和动力电气电路图的识读、PLC 梯形图和指令语句表的识读。

由于在电气控制电路中，电器元件的动作互相制约、互相联系，因此为了叙述方便，采用电器元件的动作过程顺序表来描述电路的工作原理，不但比较直观简洁，而且更加清楚易懂。电器元件的动作过程顺序表中，对时间继电器，采用前缀符号来区分通电延时时间继电器和断电延时时间继电器以及瞬动触点和延时触点。例如“#KT”表示断电延时时间继电器，以与通电延时时间继电器“KT”相区别；“* #KT (3-4)”表示断电延时时间继电器的瞬动触点，以与断电延时时间继电器的延时触点“#KT (3-4)”相区别。

本书文字精练、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，通俗易懂，适合广大初、中级电工人员阅读。

本书主要由郑凤翼、耿立文编写，参加编写的还有郑丹丹、

孟庆涛、齐宝霞、郑晞晖、刘菊善、苏阿莹、傅丛俏、冯静、徐占国、温水库、王晓琳、杨洪升等。

在本书写作过程中，编者参考了一些相关资料，在此向其作者表示衷心的感谢。

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	5
三、项目代号	7
四、回路标号 (回路线号)	10
第二节 电气图的分类	11
一、电气系统图或框图	11
二、电路图	11
三、位置图 (布置图)	13
四、接线图或接线表	13
第三节 电气图的特点和电气制图的一般规则	13
一、电气图的组成	13
二、电气图的布局	14
三、图上位置的表示方法	17
四、电器元件的表示方法	18
五、电路的多线表示法、单线表示法和 混合表示法	22
六、连接线的表示方法	24
七、连接线的连续表示法和中断表示法	25
八、电气设备特定接线端子和特定导线端的 识别	26
第四节 识读电气图的基本要求和步骤	26
一、识图的基本要求	27

二、识图的一般步骤·····	29
第二章 电动机控制电路图的识读 ·····	30
第一节 三相笼型感应电动机直接启动控制电路 ·····	30
一、单向运行控制电路·····	30
二、直接启动正、反转运行控制电路·····	36
三、电动机的顺序控制电路·····	45
四、继电器、接触器控制电路组成规律·····	52
第二节 三相笼型感应电动机减压启动控制电路 ·····	53
一、定子绕组串接电阻减压启动控制电路·····	53
二、Y- Δ 减压启动控制电路·····	55
三、自耦变压器减压启动控制电路·····	59
第三节 三相笼型感应电动机的制动和保护电路 ·····	62
一、电磁抱闸断电制动控制电路·····	62
二、反接制动控制电路·····	63
三、能耗制动控制电路·····	66
第四节 三相交流绕线型感应电动机控制电路 ·····	69
一、转子回路串电阻启动控制电路·····	69
二、转子回路串频敏变阻器启动控制电路·····	75
第三章 常用机电设备电气控制电路的识读 ·····	77
第一节 识读复杂电气控制电路图的方法和步骤 ·····	77
一、了解生产工艺与执行电器的关系·····	77
二、通过主电路了解电动机（或其他电器）的 配置情况及其控制·····	77
三、化整为零，采用逆读溯源法将电路进行分解·····	78
四、集零为整，综合分析·····	80

第二节	C650 型卧式车床电气控制电路	80
一、	电路组成	82
二、	电路工作过程	86
第三节	Z3040 型摇臂钻床电气控制电路	90
一、	电路组成	90
二、	电路工作过程	94
第四节	排水泵和消防泵电气控制电路	100
一、	两台排水泵一用一备的电气控制电路	100
二、	两台补压泵一用一备自动轮换工作的消防泵 电气控制电路	106
第四章	电子控制电路图的识读	114
第一节	识读电子控制电路图的方法和步骤	114
一、	识读电子控制电路图应具备的基础知识	114
二、	识读电子控制电路图的一般方法和步骤	117
第二节	晶闸管触发电路	120
一、	晶闸管的导通、关断条件	121
二、	单相晶闸管触发电路	124
三、	双向晶闸管触发电路	132
第三节	识读电子电器电路图	136
一、	JS20 型单结晶体管阻容式时间继电器电路	136
二、	集成运放 FC52 组成的光电继电器电路	139
三、	高频振荡型接近开关电路	141
四、	单向晶闸管交流开关电路	144
五、	双向晶闸管交流开关—交流固态 继电器电路	146
六、	电流型漏电保护电器电路	157

第四节	识读机械设备电子控制电路图	160
一、	采用双向晶闸管无触点开关的三相感应电动机控制电路	160
二、	三相电动机的 Y- Δ 减压启动控制电路	163
三、	线电流为零的三相电动机断相保护电路	166
第五章	厂矿变配电系统电气图的识读	169
第一节	电力系统和配电系统	169
一、	电力系统	169
二、	配电系统	170
三、	变电所与配电所	171
第二节	厂矿变配电系统主电路	172
一、	厂矿变配电系统的主要电气设备	172
二、	厂矿变配电所电气主接线的的作用及类型	173
三、	一般民用建筑变电所的主接线	183
四、	电气主电路图的绘制特点及识读方法	186
五、	识读电气主电路图的示例	193
第三节	识读变配电系统二次电路图	200
一、	二次设备的种类	200
二、	二次设备电路图及其特点	201
三、	集中式(整体式)二次电路图和分开式(展开式)二次电路图	202
四、	识读二次电路图的方法和步骤	205
五、	识图示例	207
第六章	照明和动力电气电路图的识读	217
第一节	照明电气电路图	217

一、照明供电·····	217
二、照明配电网络·····	219
三、电气照明供电系统图·····	223
四、电气照明平面图·····	226
第二节 动力电气电路图·····	235
一、动力工程平面图·····	235
二、动力系统图·····	238
第三节 识读动力、照明电气图的一般方法和步骤·····	241
一、动力及照明平面图的绘制特点·····	241
二、识读动力、照明平面图的一般方法和步骤·····	242
第四节 识读动力、照明电气图示例·····	244
一、某建筑物第6层电气照明平面图·····	244
二、某锅炉房的动力供电系统图和平面图·····	248
第七章 PLC 梯形图和指令语句表的识读·····	252
第一节 PLC 的基本原理·····	252
一、PLC 的组成·····	252
二、PLC 的等效电路·····	258
三、PLC 的工作方式·····	260
第二节 三菱 FX ₂ 系列 PLC·····	263
一、FX ₂ 系列 PLC 的编程元件 (软器件)·····	263
二、FX ₂ 的指令系统·····	271
第三节 识读 PLC 梯形图和指令语句表的 方法和步骤·····	284
一、总体分析·····	284
二、梯形图和指令语句表的结构分析·····	285
三、梯形图和指令语句表的分解·····	285

四、集零为整, 综合分析	287
五、识读梯形图的具体方法	287
六、识读指令语句表的具体方法	289
第四节 识读 PLC 梯形图和指令语句表示例	290
一、PLC 控制系统梯形图和语句表的特点	291
二、三相感应电动机正、反转运行及停止的 PLC 控制	292
三、三相感应电动机 Y- Δ 减压启动的 PLC 控制	296
四、Z3040 型摇臂钻床的 PLC 控制	301
参考文献	309

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。

要做到会识图和识懂图，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、种类特点以及在工程中的作用，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。

掌握了这些基本知识，也就掌握了识图的一般原则和规律，为识图打下了基础。

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、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,指一种具有确定意义的简单图形,通常表示电器元件的轮廓或外壳。符号要素必须同其他图形符号组合,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点的符号,就由接触器的触点功能符号和动合触点(常开)符号组合而成,如图 1-1 所示。

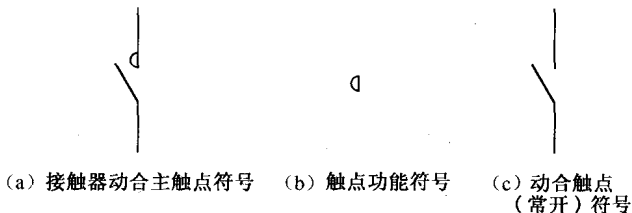


图 1-1 接触器动合主触点符号组成

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。

② 一般符号,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。

③ 限定符号,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。

由于限定符号的应用,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,则可得到可

变阻器、滑线变阻器、压敏电阻器、热敏电阻器、光敏电阻器、碳堆电阻器等。

电气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应为正方形，如图 1-2 所示。

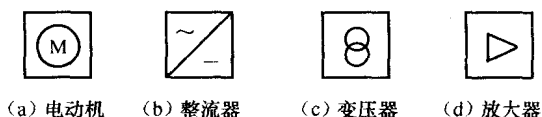


图 1-2 方框符号

2. 图形符号的使用

① 图形符号表示的状态。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。

② 尽可能采用优选型符号。某些设备或电器元件有几个图形符号，在选用时应尽可能采用优选型，尽量采用最简单的形式，在同类图中应使用同一种形式。

③ 突出主次。为了突出主次和区别不同用途，对相同的图形符号，其符号尺寸大小、线条粗细依国家标准可放大与缩小。例如，电力变压器与电压互感器、发电机与励磁机、主电路与副电路、母线与一般导线等的表示。但在同一张图样中，同一符号的尺寸应保持一致，各符号间及符号本身比例应保持不变。

④ 符号方位。标准中示出的符号方位，在不改变符号含义的前提下，可根据图面布置的需要旋转或成镜像位置，但文字和指示方向不得倒置。

有方位规定的图形符号为数很少，但其中在电气图中占重要位置的各类开关、触点，当符号呈水平形式布置时，应下开上闭；当符号呈垂直布置时，应左开右闭，如图 1-3 所示。

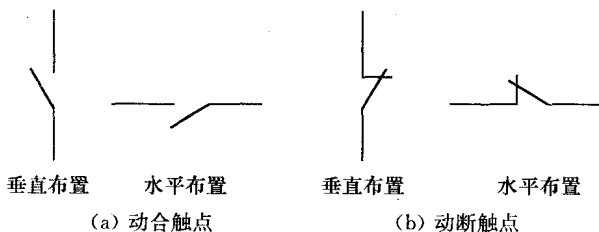


图 1-3 开关、触点符号的方位

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，引线可取不同的方向。如图 1-4 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。

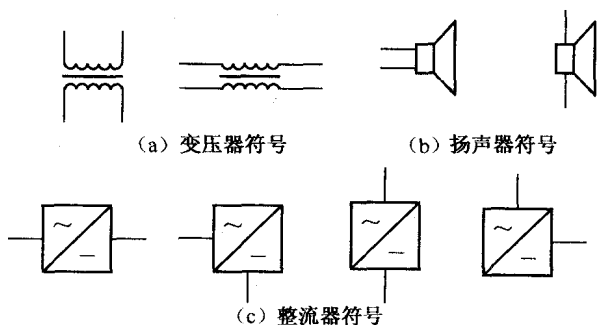


图 1-4 符号引线方向改变示例

⑥ 大多数符号都可以加上补充说明标记。

⑦ 有些具体电器元件的符号由设计者根据国家标准的规定，采用符号要素、一般符号和限定符号组合而成。

⑧ 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。

二、文字符号

文字符号是表示电气设备、装置、电器元件的名称、状态和特征的字符代码。

1. 文字符号的用途

① 为项目代号提供电气设备、装置和电器元件种类字符代码和功能代码。

② 作为限定符号与一般图形符号组合使用，以派生新的图形符号。

③ 在技术文件或电气设备中表示电气设备及电路的功能、状态和特征。

2. 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类。文字符号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、装置和电器元件的种类名称，分为单字母符号和双字母符号。

单字母符号用拉丁字母将各种电气设备、装置、电器元件划分为 23 个大类，每大类用一个大写字母表示。如“R”表示电阻器类，“S”表示开关选择器类。对于标准中未列入大类分类的各种电器元件、设备，可以用字母“E”来表示。

双字母符号由一个表示大类的单字母符号与另一个字母组成，组合形式以单字母符号在前，另一字母在后的次序标出。例如，“G”表示电源类，“GB”表示蓄电池，“B”为蓄电池的英文