

【就业·创业·立业技能培训丛书】

电工识图

快速入门

张军 主编



就业指导 创业帮手 立业之本



国防工业出版社

National Defense Industry Press

就业·创业·立业技能培训丛书

电工识图快速入门

张 军 主编

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

电工识图快速入门/张军主编. —北京:国防工业出版社, 2009.3

(就业·创业·立业技能培训丛书)

ISBN 978-7-118-06140-6

I. 电... II. 张... III. 电路图 - 识图法 - 技术培训 - 教材 IV. TM02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 000345 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 850×1168 1/32 印张 9 $\frac{1}{8}$ 字数 256 千字

2009 年 3 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 25.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

《就业·创业·立业技能培训丛书》

编 委 会

编委会主任

长三角国家高技能人才培养中心主任
德国职业教育培训中国项目总监

马库斯·卡曼

编委会委员

长三角国家高技能人才培养中心
长三角国家高技能人才培养中心
长三角国家高技能人才培养中心
长三角国家高技能人才培养中心
长三角国家高技能人才培养中心
上海涂料研究所
江南大学机械学院
江苏华富电子有限公司
复芯微电子技术咨询公司
上海申宏制冷设备有限公司
上海旭菱电梯有限责任公司
南京航空航天大学
上海市政服务公司
上海第九建筑设计院

夏祖印
刘春玲
郝友军
康志威
宋智斌
李群英
张能武
张 军
王吉华
王亚龙
徐 峰
刘淑芳
潘旺林
高 霞

序

随着我国工业化进程的加速、产业结构的调整和升级,经济发展对高质量技能人才的需求不断扩大。然而,技能人才短缺已是不争的事实,并日益严重,这已引起中央领导和社会各界广泛关注。

面对技能人才短缺现象,政府及各职能部门快速做出反应,采取措施加大培养力度,鼓励各种社会力量倾力投入技能人才培养领域。同时,社会上掀起尊重技能人才的热潮,营造出一个有利于技能人才培养与成长的轻松、和谐的社会环境。

为认真贯彻《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》,适应全面建设小康社会对高素质劳动者和技能型人才的迫切要求,促进社会主义和谐社会建设,国防工业出版社特邀请长三角国家高技能人才培养中心组织有关专家编写了《就业·创业·立业技能培训丛书》。

该套丛书 2007 年出版了《车工快速入门》、《钳工快速入门》、《焊工快速入门》、《铣工快速入门》、《钣金工快速入门》、《模具工快速入门》、《涂装工快速入门》、《电工快速入门》、《维修电工快速入门》、《电机维修快速入门》、《电梯维修快速入门》、《制冷工快速入门》共 12 本,根据市场的需求本次出版《数控车工快速入门》、《水电工快速入门》、《电工识图快速入门》、《机械识图快速入门》、《建筑识图快速入门》共 5 本,以飨读者。

本套丛书的编写以企业对人才需求为导向,以岗位职业技能要求为标准,以与企业无缝接轨为原则,以企业技术发展方向为依据,以知识单元体系为模块,结合职业教育和技能培训实际情况,注重

学员职业能力的培养,体现内容的科学性和前瞻性。同时,在编写过程中力求体现“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理、叙述通俗”的特色,为此在编写中从实际出发,简明扼要,没有过于追求系统及理论的深度,突出“入门”的特点,使读者能读懂学会,稍加训练就可掌握基本操作技能,从而达到实用速成、快速上岗的目的。

本套丛书便于广大技术工人自学,掌握基础理论知识和实际操作技能;同时,也可作为职业院校、培训中心、企业内部的技能培训教材。我们真诚地希望本套丛书的出版对我国高技能人才的培养起到积极的推动作用,能成为广大读者的“就业指导、创业帮手、立业之本”,同时衷心希望广大读者对这套丛书提出宝贵意见和建议。

丛书编写委员会
2008年10月于上海

前 言

随着国民经济和现代科学技术的迅猛发展,我国电工的设计、制造、运行和控制技术发生了深刻的变革,一大批新原理、新材料、新结构、新工艺、新技术、新性能的产品得到广泛开发和应用,新的应用和新的需求同时也推动着电工技术本身的迅速发展。面对新的形势,广大电工人员迫切需要知识更新,特别是学习和掌握与新的应用领域有关的新技能。而熟练识读电气图纸成了电工人员必须掌握的基本技能。因此,为了帮助广大电工人员,尤其是刚参加工作的电工人员在较短的时间内快速了解和掌握识读电气图纸的方法,我们组织有关工程技术人员编写了《电工识图快速入门》。

本书共分6个单元,从电工识图基础知识开始,以“读图”为主,由浅入深,通俗易懂地介绍了电工测量电路图、电动机控制电路图、电气控制图、电子电路图、建筑电气工程图的识读方法与技巧。本书可供广大电工自学,也可作为电工技术培训的教材。

限于作者水平,书中难免有错误和不当之处,恳请读者给予不吝指正。我们诚挚地希望本书能为广大电工朋友学习识图知识带来更多的帮助。

编 者

2008年10月

目 录

第一单元 电工识图基础知识	1
课题一 电气符号	1
一、图形符号	1
二、文字符号	6
三、项目代号	9
四、回路标号	12
课题二 电气图的分类及特点	13
一、电气图的表达形式	13
二、概略图	14
三、电路图	16
四、安装接线图和接线表	18
五、电气图的主要特点	18
课题三 电气制图的一般规则	19
一、电气图的组成	19
二、电气图的布局	21
课题四 电工图的识读步骤及方法	25
一、电工图的识读步骤	25
二、电工图的识读方法	26
第二单元 电工测量电路图的识读	29
课题一 仪表测量电路	29
一、电流测量电路	29
二、电压测量电路	31
三、功率测量电路	33

四、电阻测量电路	37
课题二 保护电路	41
一、电气设备的保护接地和保护接零	41
二、触电保护器电路	44
三、低压漏电保护电路	46
第三单元 电动机控制电路图的识读	49
课题一 电动机启动控制电路	49
一、鼠笼式电动机启动电路	49
二、绕线式电动机的启动电路	53
三、直流电动机启动电路	55
课题二 电动机正反转控制电路	57
一、鼠笼式电动机正反转控制电路	57
二、绕线式电动机正反转控制电路	61
三、直流电动机正反转控制电路	64
课题三 电动机制动电路	66
一、电源反接制动控制电路	67
二、能耗制动控制电路	71
课题四 电动机的调速控制电路	74
一、鼠笼式电动机调速控制电路	74
二、绕线式电动机调速控制电路	78
课题五 其他电动机控制电路	80
一、自动往复循环控制电路	80
二、多台电动机同时启动控制电路	81
三、间歇运行控制电路	82
第四单元 常用电气控制电路图的识读	84
课题一 电气控制图的识读基础	84
一、电气控制图的分类及其特点	84
二、识读电气控制电路图的方法和步骤	90
三、识读电气控制电路接线图的方法和步骤	94

课题二 常用机床控制线路	95
一、C650 型车床控制线路	95
二、M7120 型磨床电气控制电路	100
三、Z3040 型摇臂钻床电气控制线路	107
四、X62W 型铣床控制线路	111
五、T68 型镗床电气控制线路	121
六、Y3150 滚齿机电气控制线路	127
课题三 起重设备电路图	130
一、电动葫芦电路图	130
二、桥式起重机电路图	131
第五单元 建筑电气工程图的识读	136
课题一 建筑电气工程图识读基础	136
一、建筑电气施工图的组成	136
二、建筑电气工程图的一般特点	138
三、建筑电气工程图的阅读方法	145
四、建筑电气工程图的一般规定	151
课题二 动力及照明工程图	172
一、动力及照明工程图的组成	172
二、动力及照明线路在平面图上的表示方法	176
三、照明设备在平面图上的表示方法	179
四、照明控制接线图	180
五、电气动力工程图读图示例	192
课题三 防雷与接地工程图	197
一、防雷工程图	197
二、电气接地工程图	199
第六单元 电子电路图的识读	205
课题一 电子电路图识读基础	205
一、电子电路识图的基本概念	205
二、电子电路图的识读方法	211

三、电子电路识图步骤	226
四、电子电路识图要求	229
五、常用电子元器件在电路中的图形符号及文字符号 ...	234
课题二 常用单元电子电路图的识读	244
一、直流电源电路	244
二、模拟放大电路	257
三、振荡电路	264
四、基本逻辑门电路	269
五、集成触发器	273
六、555 定时集成电路	275
课题三 实用电子电路图的识读	278
一、实用小电路的识读与制作	278
二、电源电路实例分析	283
三、放大电路实例分析	287
四、振荡电路实例分析	290
五、日常实用电路的设计与制作	292
参考文献	304

第一单元 电工识图基础知识

电工图是用各种电气符号、带注释的围框、简化的外形来表示系统、设备、装置、元件等之间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图相区别。电工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。

要做到会看图和看懂图,首先必须掌握有关电气图的基本知识,即应该了解电气图的构成、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定,以及看图的基本方法和步骤等。

掌握了这些基本知识,也就掌握了看图的一般原则和规律,为看图打下了基础。

课题一 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,才能正确地看图。

一、图形符号

图形符号通常用于图纸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电气制图与看图的基本功。

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。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头的符号(图 1-1(f)),就由接触器的触头功能符号(图 1-1(b))和动合触头(常开)符号(图 1-1(a))组合而成,图 1-1 为一般符号与限定符号的组合。

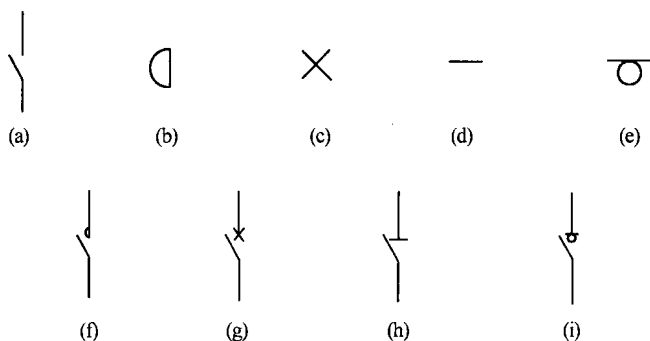


图 1-1 一般符号与限定符号的组合

- (a) 一般符号; (b) 接触器功能符号; (c) 断路器功能符号;
(d) 隔离器功能符号; (e) 负荷开关功能符号; (f) 接触器符号;
(g) 断路器符号; (h) 隔离开关符号; (i) 负荷开关符号。

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

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。

3) 限定符号

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做限定符号,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,则可得到可变电阻器、滑线变阻器、压敏(U)电阻器、热敏(θ)电阻器、光敏电阻器、碳堆电阻器等。

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多种,最基本和最常用的有以下几种。

1) 一般符号 + 限定符号

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

2) 符号要素 + 一般符号

例如图 1-2 中,屏蔽同轴电缆图形符号图(a),由表示屏蔽的符号要素图(b)与同轴电缆的一般符号图(c)组成。

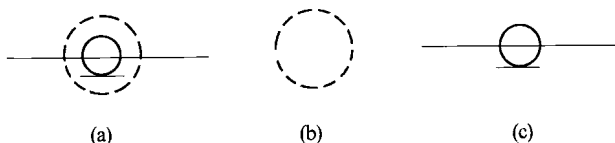


图 1-2 符号要素与一般符号的组合

3) 符号要素 + 一般符号 + 限定符号

例如图 1-3 中的图(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)、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)以及文字符号 dB(作为限定

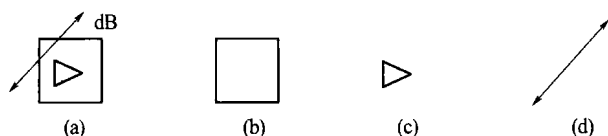


图 1-3 符号要素、一般符号与限定符号的组合

(a) 自动增益控制放大器；(b) 符号要素；
(c) 放大器的一般符号；(d) 自动控制的限定符号。

符号)构成。

以上是图形符号的基本构成方式,在这些构成方式基础上加上其他符号即可构成电气图常用图形符号。

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 1-4 所示。

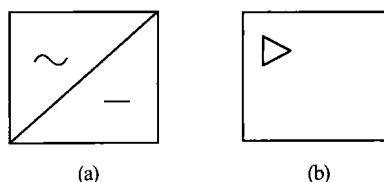


图 1-4 方框符号
(a) 整流器；(b) 放大器。

3. 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。

(2) 尽可能采用优选形符号。某些设备或电气元件有几个图形符号,在选用时应尽可能采用优选形,尽量采用最简单的形式,在同类图中应使用同一种形式。有国家标准的应按标准符号画。

(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。但在同一张图纸中,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、触头,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,即可逆时针旋转 90° ,如图 1-5 所示。

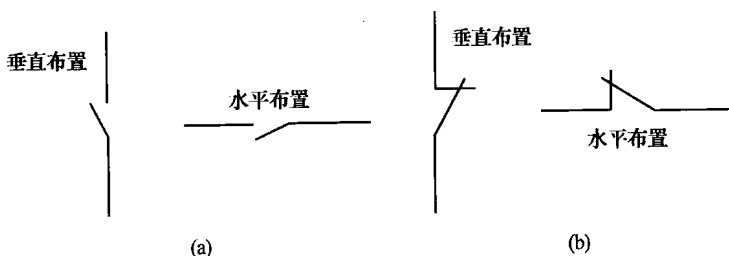


图 1-5 开关、触头符号的方位

(a) 动合触头; (b) 动断触头。

(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。例如,图 1-6 所示的变压器、扬声器、倍频器和整流器中的引线改变方向,都是允许的。

(6) 大多数符号都可以加上补充说明标记。

(7) 有些具体电气元件的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。

(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,必须在图纸和文件上说明其含义。

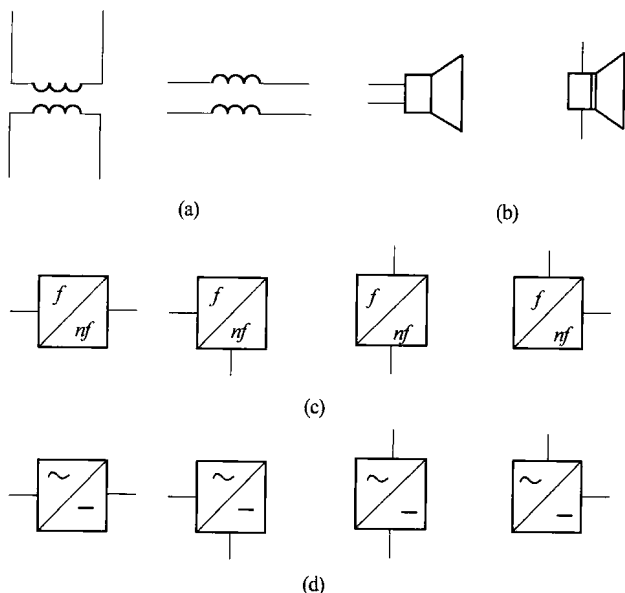


图 1-6 符号引线方向改变示例

(a) 变压器符号；(b) 扬声器符号；(c) 倍频器符号；(d) 整流器符号。

二、文字符号

文字符号是表示和说明电气设备、装置、元器件的名称、功能、状态和特征的字符代码。文字符号可为电气技术中的项目代号提供电气设备、装置和元器件种类字母代码和功能字母代码；可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。另外，还可以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。为此，广大电工和电气技术人员在绘制或阅读各种电气图形符号的同时，必须熟悉电气设备、装置和元器件种类的字母代码和功能字母代码的文字符号；正确使用电气技术中的文字符号。电气技术中的文字符号必须符合标准，为此本节介绍国标 GB 7159—1987《电气技术中的文字符号制订通则》、GB 5094—1985《电气技术中的项目代号》、GB 4026—1983《电器接线端子的识别