

一招鲜·就业技术速成丛书

电工识图入门

张 军 编 著



安徽科学技术出版社

《一招鲜·就业技术速成丛书》
编写委员会

主 编 石伟平

副主编 刘春玲 汪立亮

委 员 (按姓氏笔画为序)

王新华	艾春平	卢小虎	张志刚	张 军
张能武	李春亮	苏本杰	季明善	杨昌明
杨奉涛	罗中华	夏红民	徐 森	黄 芸
程美玲	程国元	满维龙		

前 言

随着我国经济建设的快速发展,电工成为一种庞大的就业人群。电工技术要求十分精准,其中快速和准确地识读电工图,是一项基本技能。为确保电路设计构思的准确实现,保证工程质量,必须充分重视电路图的识读。

本书以识读各类电气图为主干,主要介绍电气图的识读方法、步骤,并以常用、常见和基本的电气图作为例子,带领大家掌握基本的识图技巧。内容包括电工识图的基本知识、工厂供电系统电气图、电气控制图、电工测量电路图、建筑电气图和电梯控制电路图。本书所采用的每一个图例,其电路新颖,实用性强,覆盖面广,并具有一定的代表性。通过阅读本书,能给广大读者在实践和学习中提供帮助,达到举一反三、触类旁通的目的。

本书可供工矿、农村、企事业单位的初、中级电气技术工人阅读参考,也可作为企事业单位培训电气技术工人的辅助教材,同时也是电气技术职业高中学生和广大电工、电子爱好者学习电工、电子技术知识的参考书。

由于水平有限,书中难免有不足之处,敬请广大读者予以指正。

编者

目 录

第一章 电工识图基础知识.....	1
第一节 电气图的基本构成.....	1
一、电路及电路图	1
二、技术说明	2
三、主要电气设备(元件)明细表	2
四、标题栏	2
第二节 电气符号.....	3
一、图形符号	3
二、文字符号	6
三、项目代号	12
四、回路标号	17
第三节 电气图的分类及其特点	18
一、电气图表达形式	19
二、概略图(也称系统图或框图)	19
三、电路图	21
四、安装接线图和接线表	23
五、逻辑图	24
第四节 电气图的识读方法和步骤	30
一、看电气图的基本方法	30
二、看图的基本步骤	31
第二章 仪表测量电路图	33
第一节 仪表测量电路图	33
一、直流电流和电压的测量	33
二、交流电流和电压的测量	33
三、功率测量电路	38
四、电量测量电路	44

五、电阻测量电路	48
第二节 信号电路图	52
一、断路器的控制、信号系统	52
二、直流电源的控制、信号系统	56
三、直流系统的绝缘监察和电压监察	61
第三节 保护电路图	63
一、中性点不接地系统中单相接地的保护	63
二、变压器保护	66
三、低压漏电保护	69
四、高压线路保护	71
第三章 电动机电气控制接线图	75
第一节 电动机起动控制电路	75
一、鼠笼式电动机的起动电路	75
二、线绕式电动机的起动电路	82
三、直流电动机的起动电路	84
四、发电机—电动机组的起动电路	86
第二节 电动机的正反转控制电路	87
一、鼠笼式电动机的正反转控制电路	87
二、线绕式电动机的正反转控制电路	90
三、直流电动机的正反转控制电路	92
第三节 电动机的制动电路	93
第四节 电动机的调速控制电路	94
一、鼠笼式电动机的高低速控制电路	94
二、绕线式电动机的调速控制电路	96
第五节 电动机的其他常见控制电路	98
一、多点控制电路	98
二、程序控制电路	99
三、联锁控制电路	100
四、自动循环控制电路	101
第六节 电动机电气控制接线图识图举例	102
一、电动葫芦电路	102

二、桥式起重机电路	102
三、钻床电路	108
四、电焊机电路	112
第四章 工厂供电系统电气图	115
第一节 电力系统图的识读	115
一、电力系统和电力网	115
二、电力系统电路图概述	119
三、电力系统一次电路图	119
四、高压配电网一次电路图	121
五、电气系统一次电路图的看图方法和步骤	126
六、电气系统二次回路电路图	132
第二节 工厂变电站一次接线方式	139
一、车间(或小型工厂)变电站的一次接线方案	139
二、工厂总降压变电站	143
三、组合式配套变电站简介	147
第三节 低压配电系统图的识读	148
一、接线方式	149
二、低压二次接线原理图	150
第五章 常用电气控制电路图	153
第一节 电子控制线路图中基本环节的识读	153
一、控制线路原理图	153
二、笼型异步电动机起动控制线路	158
三、笼型异步电动机正反转控制线路	164
四、笼型异步电动机制动控制线路	167
五、调速控制线路	171
六、其他常用典型控制环节线路	173
第二节 常用机床控制线路	176
一、C650 型车床控制线路	176
二、M7120 型磨床电气控制电路	181
三、Z3040 型摇臂钻床电气控制线路	188
四、X62W 型铣床控制线路	192

五、T68 型镗床电气控制线路	201
六、Y3150 滚齿机电气控制线路识读	208
第三节 起重设备电路图	210
一、电动葫芦电路图	211
二、桥式起重机电路图	212
第六章 建筑电气工程图	217
第一节 电气工程识图的基本知识	217
一、图面的一般规定	217
二、电气工程图的分类和常用符号	221
三、识图的基本要求和步骤	224
第二节 动力及照明工程图	227
一、动力及照明工程图的组成	227
二、动力及照明线路在平面图上的表示方法	231
三、照明设备在平面图上的表示方法	234
四、照明控制接线图	235
五、电气动力工程图识图示例	247
第三节 防雷与接地工程图	251
一、防雷工程图	251
二、电气接地工程图	253
第七章 电子电路图	259
第一节 电子电路图识图基础	259
一、电子电路图的构成原则	259
二、电子电路图的几种形式	260
三、电子电路图识图的主要方法及步骤	262
四、电子电路图识图中的常见问题	266
第二节 常用单元电子电路图的识读	271
一、直流电源电路	271
二、模拟放大电路	283
三、振荡电路	291
四、基本逻辑门电路	296
五、集成触发器	300

六、555 定时集成电路	304
第三节 实用电子电路图的识读	307
一、实用小电路的识读与制作	307
二、电源电路实例分析	311
三、放大电路实例分析	316
四、振荡电路实例分析	318
五、日常实用电路的设计与制作	320
附录	333
附录 A 常用电气图用图形符号及新旧符号对照	333
附录 B 常用电气设备用图形符号	353
附录 C 常用符号、术语新旧对照表及颜色标准代码	357

第一章 电工识图基础知识

第一节 电气图的基本构成

电气图一般由电路接线图、技术说明、主要电气设备(或元件)明细表和标题栏四部分组成。

一、电路及电路图

1. 电路

由电源、负载、控制元件和联接导线组成的能实现预定功能的闭合回路,称为电路。

电路通常分为两类:主电路和副电路(又称一次回路和二次回路)。

主电路是电源向负载输送电能的电路,即发、输、变、配、用电能的电路。它通常包括发电机、电力变压器、各种开关、互感器、接触器、母线、导线及电力线缆、熔断器、负载(如电动机、照明及电热设备)等。副电路是为保证主电路安全、正常、经济合理运行而装置的控制、保护、测量、检查、指示电路。它一般包括控制开关、继电器、脱扣器、测量仪表、指示灯、音响灯光信号设备等。

主、副电路中的电气设备分别称作一次设备和二次设备。电流互感器 TA 和电压互感器 TV 的一次侧接在主电路,二次侧接继电器和测量仪表,因此,它们属于一次设备,但在主、副电路图中应分别画出一、二次侧接线。熔断器 FU 在主、副电路中都有应用,按其所装设的电路不同,分别属于一、二次设备。避雷器 F 虽然是保护(防雷)设备,但由于并联在主电路中,因此它属于一次设备。

2. 电路图

用国家统一规定的电气图形符号和文字符号表示电路中电气设备(或元器件)相互联接顺序的图形,称为电路图。

关于电路图的概念将在本章第四节中详细阐述。

二、技术说明

技术说明或技术要求,用以注明电气接线图中有关要点、安装要求及未尽事项等。其书写位置通常是:在主电路(一次回路)图的右下方,标题栏的上方;在副电路(二次回路)图的右上方。

三、主要电气设备(元件)明细表

用以注明电气接线图中电路主要电气设备(或元件)的代号、名称、型号、规格、数量和说明等,它不仅便于识图,而且是订货、安装时的重要依据。

明细表的书写位置通常是:主电路图中,在图面的右上方,由上而下逐项列出;副电路图中,则在图面的右下方,紧接标题栏之上,由下而上逐项列出。

四、标题栏

标题栏在图面的右下角,标注电气工程名称、设计类别、设计单位、图名、图号、比例、尺寸单位及设计人、制图人、描图人、审核人、批准人的签名和日期等。

标题栏是电气设计图的重要技术档案,各栏目中的签名人对图中的技术内容承担相应责任。识图时首先应看标题栏。

此外,有些涉及相关专业的电气图样,紧接在标题栏左侧或图框线以外的左上方,列有签表,由相关专业(如电气、土建、管道等)技术人员会审认可后签名,以使相互统一协调、明确分工及责任。

第二节 电气符号

电气符号包括图形符号、文字符号和回路标号三种。各种电路图都是用这些电气符号表示电路的构成、功能、设备相互联接顺序、相互位置及工作原理的,因此,必须了解(对常用的应掌握)电气符号的含义、标注原则和使用方法,才能看懂电路图。

一、图形符号

通常用于图样或其他文件以表示一个设备或概念的图形、标记或字符,统称为图形符号。

1. 图形符号的含义和组成

图形符号通常由基本符号、一般符号、符号要素和限定符号等组成。

(1)基本符号:基本符号用以说明电路的某些特征,而不表示独立的电路或元件。例如“—”“~”分别表示直流、交流,“+”“-”用以表示直流电的正、负极,“N”表示中性线等。

(2)一般符号:一般符号是用以表示一类产品或此类产品的特征的一种很简单的符号,例如“○”为电机的一般符号,“□”是线圈的一般符号。

(3)符号要素:一种具有确定意义的简单图形,必须同其他图形组合以构成一个设备或概念的完整符号,成为符号要素。

例如,图 1-1(a)是构成电子管的四个符号要素管壳、阳极、阴极和栅极,它们虽有确定的含义,但一般不能单独使用,而通过不同形式组合后,即构成了多种不同的图形符号。

(4)限定符号:用以提供附加信息的一种加在其他符号上的符号,称为限定符号。限定符号一般不能单独使用。

限定符号有电流和电压的种类、可变性(有内在的和非内在的)、力和运动的方向、(能量、信号)流动方向、特性量的动作相关性(指设备、元件与整定值或正常值相比较的动作特性,如“>”“<”等)及材料的类型等。

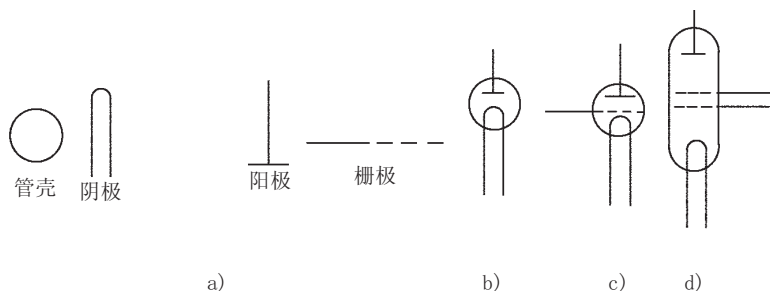


图 1-1 符号要素及其组合示例

a) 符号要素 b) 二极管 c) 三极管 (d) 四极管

限定符号的应用,使图形符号更具有多样性,见图 1-2 和图 1-3。
以上四种符号中,一般符合及限定符号最为常用。

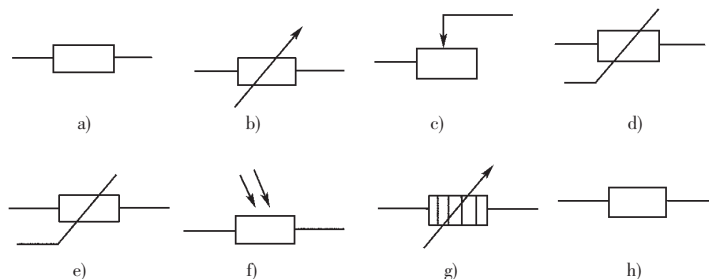


图 1-2 限定符号应用示例(之一)

a) 电阻器一般符号 b) 电阻器 c) 变阻器 d) 电阻器
e) 电阻器 f) 电阻器 g) 电阻器 h) 为 1W 的电阻器

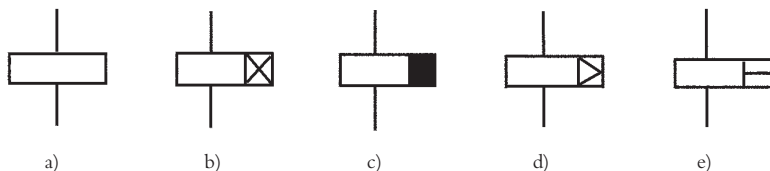


图 1-3 限定符号应用示例(之二)

a) 继电器线圈的一般符号 b) 延时闭合时间继电器线圈符号
c) 延时断开时间继电器线圈符号 d) 信号继电器线圈符号 e) 中间继电器线圈符号

2. 图形符号的分类

按照表示的对象及用途不同,图形符号分为电气图用图形符号及电气设备用图形符号两大类,分别由国家标准 GB4728 和 GB5465 作出规定。

电气图图形符号种类繁多,在 GB4728 中将其分为 11 类,即:①导线和联接器件;②无源元件;③半导体管和电子管;④电能的发生和转换;⑤开关、控制和保护装置;⑥测量仪表、灯和信号器件;⑦电信:交换和外围设备;⑧电信:传输;⑨电力、照明和电信布置;⑩二进制逻辑单元;⑪模拟单元等。附录 A 列出了常用电气图用图形符号及新旧符号对照。

GB5465《电气设备用图形符号》将设备用图形符号发为 6 个部分:①通用符号;②广播电视及音响设备符号;③通信、测量:定位符号;④医用设备符号;⑤电化教育符号;⑥家用电器及其他符号。附录 B 列出了部分常用电气设备用图形符号。

电气图用图形符号是构成电气图的基本单元,是应用最为广泛的图形符号。电气设备用图形符号则主要适用于各种类型的电气设备或电气设备的部件上,使操作人员了解其用途和操作方法,其主要用途为识别、限定、说明、命令、警告和指示等。

电气设备用图形符号与电气图用图形符号大多是不同的,有的虽然符号相同,但含义却大不相同。例如变压器的图形符号,二者在形式上是相同的,但电气图中变压器符号表示电路中的一类变压器设备,担负变压功能,而电气设备用图形符号中的变压器符号,则表示电气设备可通过变压器与电力线相联接的开关、控制器、联接器或端子相接,也可用于变压器包封或外壳上,还有的用于平面布置图上,表示变压器的安装位置。

电气设备用图形符号必须按一定比例绘制,如附录 B 所列“尺寸比例”那样。 h 和 b 分别表示符号的高度及宽度, a 是基本尺寸。在原形符号中, $a=50$ mm,实际应用时,必须按比例放大或缩小。

3. 图形符号的应用

(1)图形符号表示规则:均按未通电、无外力作用的“正常状态”表

示。例如,开关未合闸,继电器、接触器的线图未通电,按钮未按下等。

(2)尽可能采用优选形符号:某些设备或元件有几个图形符号,在选用时应尽可能采用优先形,尽量采用最简单的形式,在同类图中使用同一种形式。如三相电力变压器、DS-110(120)系列时间继电器、GL-11(15、21、25)型电流继电器的图形符号。

(3)突出主次:为了突出主次或区别不同用途,相同的图形符号允许采用不同的符号大小、不同的图线宽度来表示。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。

(4)三相及同类设备、元件的表示:同一电气设备的三相及同类电气设备或元件的图形符号应大小一致、图线等宽、整齐划一、排列匀称。如图3-30中的正反转控制接触器 KM_1 、 KM_2 和按钮 SB_1 、 SB_2 及图5-11中的变压器、高压断路器、隔离开关。

(5)符号的绘制:电气图用图形符号是按网格绘制的,但网格并不与符号同时示出。一般情况下,符号可直接用于绘图,但在计算机辅助绘图系统中使用图形符号时,应符合相应的规定(例如,符号应设计成能用于特定模数 M 的网格系统中,使用的模数 M 为2.5mm)。凡成矩形的符号(如熔断器、避雷器、电阻器等),长宽比以2:1为宜。

二、文字符号

文字符号用于标明电气设备、装置和元器件的名称、功能、状态及特征,一般标注在电气设备、装置和元器件之上或其近旁。

文字符号还有为项目代号提供种类和功能的字母代码、为限定符号与一般图形符号配合使用而派生新图形符号的作用。

1. 文字符号的组成

电气技术中的文字符号分为基本文字符号和辅助文字符号两类,基本文字符号又分为单字母符号和双字母符号。国家标准GB7159—87《电气技术中的文字符号制定通则》对此做了规定。

电气设备常用基本文字符号及辅助文字符号分别见表1-1及

表 1-2。

表 1-1 电气设备常用基本文字符号 (GB7159-87)

设备、装置和 元器件种类	名称	单字母 符号	双字母 符号	设备、装置和 元器件种类	名称	单字母 符号	双字母 符号
组 件 部 件	分离元件放大器	A		二进制元件	磁带记录机	D	
	激光器	A		延迟器件	盘式记录机	D	
	调节器	A		其他元器件	本表其他地方未规定的器件	E	
	本表其他地方未规定的组件、部件	A			发热铸件	E	EH
	电桥	A	AB		照明灯	E	EL
	晶体管放大器	A	AD		空气调节器	E	EV
	集成电路放大器	A	AJ	保护器件	过电压放电器件： 避雷器	F	
	磁放大器	A	AM		具有瞬时动作的限流保护器件	F	FA
	电子管放大器	A	AV		具有延时动作的限流保护器件	F	FR
	印刷电路板	A	AP		具有延时和瞬时动作的限流保护器件	F	FS
抽屉柜	A	AT	熔断器		F	FU	
支架盘	A	AR	限电压保护器件		F	FV	
非电量到电 量变换器或 电量到非电 量变换器	热电传感器	B			发生器 发电机 电源	旋转发电机	G
	热电池	B		振荡器		G	
	光电池	B		发生器		G	
	测功计	B		同步发电机		G	GS
	晶体换能器	B		异步发电机	G	GS	
	送话器	B		蓄电池	G	GA	
	拾音器	B		旋转式或固定式变频器	G	GB	
	电喇叭	B					GF
	耳机	B					
	自整角机	B					
旋转变压器	B						
模拟和多级数字 变换器或传感器	B						

续表

设备、装置和 元器件种类	名称	单字母 符号	双字母 符号	设备、装置和 元器件种类	名称	单字母 符号	双字母 符号
	(用作指示和测量)压力变换器	B	BP	信号器件	声响指示器	H	HA
	位置变换器	B	BQ		光指示器	H	HL
	旋转变换器(测速发电机)	B	BR		指示灯	H	HL
	温度变换器	B	BT	继电器 接触器	瞬时接触继电器	K	KA
	速度变换器	B	BV		瞬时有或无继电器	K	KA
电容器	电容器	C			交流继电器		
					闭锁接触继电器	K	KL
					(机械闭锁或永磁铁式有或无继电器)	K	KL
二进制元件 延迟器件 存储器件	数字集成电路和器件:			双稳态继电器	K	KM	
	延迟线	D		接触器	K	KP	
	双稳态元件	D		极化继电器	K	KR	
	单稳态元件	D		簧片继电器	K	KT	
	磁心存储器	D		延时有或无继电器	K	KR	
	寄存器	D		逆流继电器			
电感器 电抗器	感应线圈	L		变压器	电流互感器	T	TA
	线路陷波器	L			控制电路电源用变压器	T	TC
	电抗器	L			电力变压器	T	TM
电动机	电动机	M			磁稳压器	T	TS
	同步电动机	M	MS	电压互感器	T	TV	
	可做发电机或电动机用的电机	M	MG				
	力矩电动机	M	MT				
模拟元件	运算放大器	N		调制器 变换器	鉴频器	U	
	混合模拟/数字器件	N			解调器	U	
					变频器	U	
					编码器	U	
					变流器	U	

续表

设备、装置和 元器件种类	名称	单字母 符号	双字母 符号	设备、装置和 元器件种类	名称	单字母 符号	双字母 符号
测量设备 试验设备	指示器件	P			逆变器	U	
	记录器件	P			整流器	U	
	计算测量器件	P			电报译码器	U	
	信号发生器	P		电子管 晶体管	气体放电管	V	
	电流表	P	PA		二极管	V	VD
	(脉冲)计数器	P	PC		晶体管	V	VT
	电能表	P	PJ		晶闸管	V	VT
	记录仪器	P	PS		电子管	V	VE
	时钟、操作时间表	P	PT		控制电路用电源的 整流器	V	VC
电压表	P	PV					
电力电路的 开关器件	断路器	Q	QF	传输通信 波导 天线	导线	W	
	电动机保护开关	Q	QM		电缆	W	
	隔离开关	Q	QS		母线	W	
					波导	W	
					波导定向耦合器	W	
					偶极天线	W	
					抛物天线	W	
电阻器	电阻器	R		端子 插头 插座	联接插头和插座	X	
	变阻器	R			接线柱	X	
	电位器	R	RP		电缆封端和接头	X	
	测量分路器	R	RS		焊接端子板	X	
	热敏电阻器	R	RT		联接片	X	XB
	压敏电阻器	R	RV		测试插孔	X	XJ
控制、记忆、 信号电路的 开关器件选 择器	拨号接触器	S		电气操作的 机械器件	插头	X	XP
	联接极	S			插座	X	XS
	控制开关	S	SA		端子板	X	XT
	选择开关	S	SA				
	按钮开关	S	SB		气阀	Y	
	机电式有或无传感 器(单级数字传感器)	S			电磁铁	Y	YA
					电磁制动器	Y	YB