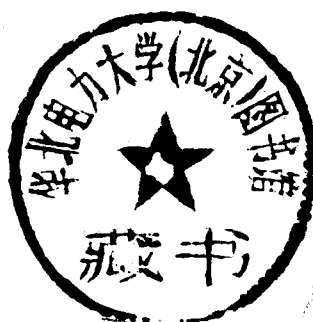


TM02-0.
1061

161136

电气制图与读图手册

王国君 主编



京电力大 00193035

科学普及出版社

· 北 京 ·

(京)新登字 026 号

图书在版编目(CIP)数据

电气制图与读图手册/王国君主编. -北京:科学普及出版社,1995. 4
ISBN7-110-03798-3

I. 电… II. 王… III. ①电路图-制图-手册②电路图-识图-手册 IV. TM02-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(94)第 06089 号



科学普及出版社出版

北京海淀区白石桥路 32 号 邮政编码:100081

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京昌平长城印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 印张:19.125 字数:457 千字

1995 年 4 月第 1 版 1995 年 4 月第 1 次印刷

印数:1—1 0000 册 定价:16.00 元

内 容 提 要

本手册是遵照现行最新国家标准的规定,为绘制和识读电气图样而编写的。主要内容有:电气制图的一般规定、电气图的画法规则、电气图用图形符号的使用规则、电气技术中各种文字代号的编制与标记方法,以及各种电气图的分类、用途与画法特点等。附录内还辑录了大量的常用图形符号和文字代号。

本书主要特点:语言通俗易懂;图例典型规范;读绘融于一体;紧密联系实际。特别是在体例和叙述上将绘图和读图有机地结合在一起,这在同类书中尚不多见。

本手册可供各行业的电气专业人员用于设计制造、施工安装、运行维修和教学参考,也可供电气类与相关专业的大、中专院校或企业单位举办的技术培训班作教材使用。

前 言

电气图样是电气专业广泛使用的一种很重要的技术文件,几乎涉及国民经济领域的每一个行业和部门。它的作用可以被誉为电气专业范围内一种共同的技术语言。

然而,与同属技术制图的机械制图相比,电气制图方面的标准化工作一直处于相对落后的状态。具体反映在相应标准的制订起步晚、不完善,首批 5 个供电气制图用的图形符号和文字符号国家标准直至 1964 年方才问世,之后在 1975 年和 1978 年两年又各增订了 1 个文字符号标准。这些标准虽曾起过一定作用,但是历经 20 多年未作修订,内容已显得陈旧过时,根本无法与同期内电气行业在设备、技术、工艺、材料等方面所取得的巨大进展相适应。由于标准不配套,无法形成系列,甚至连图的分类都没有统一的规范,以致表达同一个具体内容的电路图在不同的行业内被取以不同的名称,如原理图、电原理图、电气连接图等。这种状况显然也不利于改革开放后的我国与其他各国间的技术交流和贸易往来。

为解决这一矛盾,我国在 1983 年组织了 17 个部、局的有关人员,专门成立了全国电气符号标准化委员会,以积极采用国际标准为原则,全面地开展了电气制图与图形符号国家标准的修订、制订工作。经过几年的努力,共新订和修订了 1427 千字的 27 个标准,自 1985 年起陆续发布并组织实施。这套标准既自成系列,填补了国家标准中一个重要方面的空白,又注意与其他相关基础标准(如机械制图标准)间的协调与配套,在通用性、应用性、科学性、先进性方面体现了较强的特色。特别是与国际标准(ISO 与 IEC)已基本趋于一致,某些方面还有所超前。可以期望,这套新标准将会对我国电气行业的进一步发展产生重大的影响。

本手册是编者在安徽省电力局科技处和淮北市电机工程学会组织的多届新标准宣传、推广学习班自编讲义和备课笔记的基础上,应多方面的要求,补充修改而成的,旨在为电气制图和读图的规范化尽一份力。

本手册不是上述国家标准的缩编本。虽然从整体上看,所涉内容大体与标准相同,但无论是体例还是实质性的内容,增删变化均较大。以电气图中的主体——图形符号为例,手册中以较大篇幅从 11 个方面对图形符号的使用规则作了归纳和介绍,其中不少内容是编者从事技术制图工作(包括制图教学工作)多年积累的心得和体会,在与标准原则不相违的前提下,择要编入的,希望有助于广大读者提高绘图、读图的速度和效率。

按照通常的说法,绘图和读图是反映两种不同目的的两个不同过程。但是,绘图是为了给人读,能否读懂读通又不仅仅取决于其中的某一方,所以它们本质上是统一的,统一的物质基础就是按标准要求画成的规范化图样。基于这一认识,手册的编写就应该兼顾绘图和读图两个方面的需要,也就是在文字叙述、图例选用、结合实际、体现规范等方面应有相应的突破。因此,若本手册能为广大读者所接受,这一尝试就是有所裨益的了。必须指出的是,不应该也不可能让这本工具书涉及较多的电气专业知识,这是使用中要注意的问题。

本手册由安徽省淮北电力技校王国君主编,夏敏亭、江华参加编写。初稿完成后,曾请安徽省电力局科技处苏诚廉、淮北市电机工程学会朱春炎审阅,在此谨表谢意。

热诚欢迎广大读者,特别是使用本手册的各位同仁,对书中出现的错误与不妥之处提出宝贵意见。

编者

1994 年 1 月

目 录

第一章 电气制图的一般规定	(1)
第一节 图幅	(1)
第二节 图线、箭头与字体	(5)
第三节 比例	(8)
第二章 电气图用图形符号	(10)
第一节 电气图用图形符号的使用规则	(11)
第二节 常用的电气图用图形符号	(25)
第三章 电气图的画法规则	(27)
第一节 电气图的布图	(27)
第二节 连接线	(33)
第三节 围框	(35)
第四节 电路的简化	(38)
第五节 接线图中的端子和连接线	(41)
第四章 电气技术中的代号与标注	(47)
第一节 文字符号的制订通则	(47)
第二节 项目代号	(49)
第三节 导线和端子的规定标记	(55)
第四节 电力设备的标注方法	(58)
第五章 电气图的分类	(61)
第一节 系统图和框图	(61)
第二节 电路图	(63)
第三节 接线图和接线表	(67)
第四节 功能表图	(72)
第五节 逻辑图	(75)
第六节 其它电气图	(77)
附录一 与电气制图、读图有关的主要国家标准索引	(81)
附录二 电气设备常用文字符号	(83)
附录三 电气图用图形符号	(89)
一 符号要素、限定符号和常用的其它符号	(89)
二 导线和连接器件	(100)
三 无源元件	(106)
四 半导体管和电子管	(113)
五 电能的发生与转换	(144)
六 开关、控制和保护装置	(163)
七 测量仪表、灯和信号器件	(185)

八 电信:交换和外围设备	(194)
九 电信:传输	(206)
十 电力、照明和电信布置	(239)
十一 二进制逻辑单元.....	(266)
十二 模拟单元.....	(291)

第一章 电气制图的一般规定

电气图是一种简图,主要用图形符号、线框或简化外形表示电气设备或系统中各有关组成部分的连接关系,虽然在表达形式上带有鲜明的示意性特点,但是因为这种图的通用性强,涉及面广,在图样的管理与使用上必须有一定的规范化要求。对此,国家标准 GB6988 系列明确规定,在图纸幅面、比例、字体、图线等几个基本方面,电气制图应按机械制图的相应国家标准 GB4728 系列执行。这是因为两者同属技术制图范畴,而且,机械制图国家标准是更为重要的基础标准。

本章根据电气图的特点,从电气制图的角度对以上有关的一般规定作介绍。

第一节 图 幅

绘制电气图时,应根据图的复杂程度和图线的密集程度选定图纸幅面。

一、基本幅面与加长幅面

电气图的基本幅面有 5 种,其幅面代号和幅面尺寸见表 1-1。基本幅面应该优先选用。

表 1-1 电气图的基本幅面和周边尺寸 (mm)

基本幅面代号	$B \times L$	a	c	e
A0	841×1189	25	10	20
A1	594×841			
A2	420×594			
A3	297×420		5	10
A4	210×297			

注:表中各尺寸代号 B 、 L 、 a 、 c 、 e 见图 1-2。

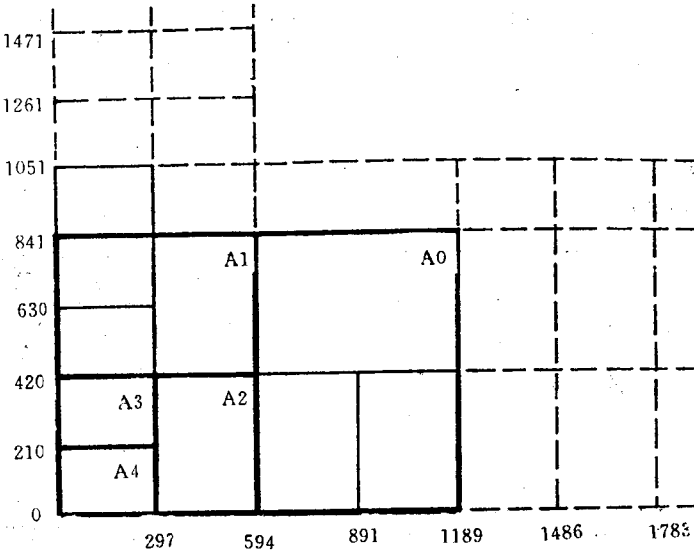


图 1-1 基本幅面与加长幅面

由图 1-1 可知,A0 幅面的长边恰为 A1 幅面短边的 2 倍,A0 幅面的短边又恰与 A1

幅面的长边相等(余类推),所以,将 A0 幅面沿长边对折,可以得到 2 张 A1 幅面(余类推)。

如果需要加长图纸的幅面,可按图 1-1 中细线所示的线格加长。其中,细实线画成的线格在加长时应予优先考虑采用,必要时才按虚线线格加长。

二、图框格式

根据布图需要,图纸能横放,也能竖放。图纸四周都要画出图框,以留出周边。图框线为较粗的实线。图框格式分两种。

需要装订成册的图样,其图框格式见图 1-2(a),图中尺寸 a 、 c 见表 1-1。一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装的形式,装订边都留在左边。不需要装订的图样,其图框格式见图 1-2(b),图中尺寸 e 见表 1-1。

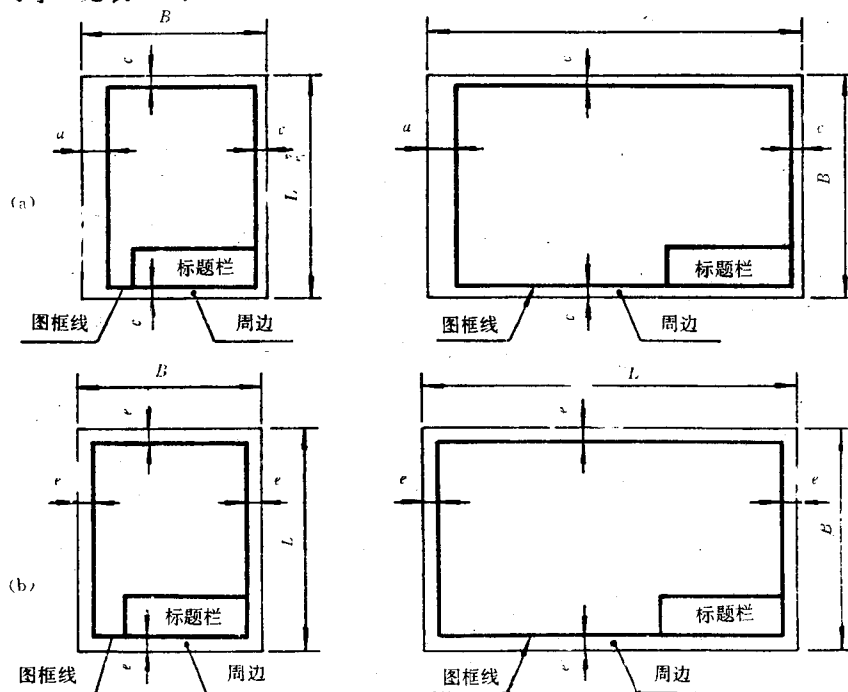


图 1-2 图框格式
(a)需要装订的图样 (b)不需要装订的图样

三、图幅分区

为便于读图和检索,各种幅面的图样都可以分区。分区方法有两种:

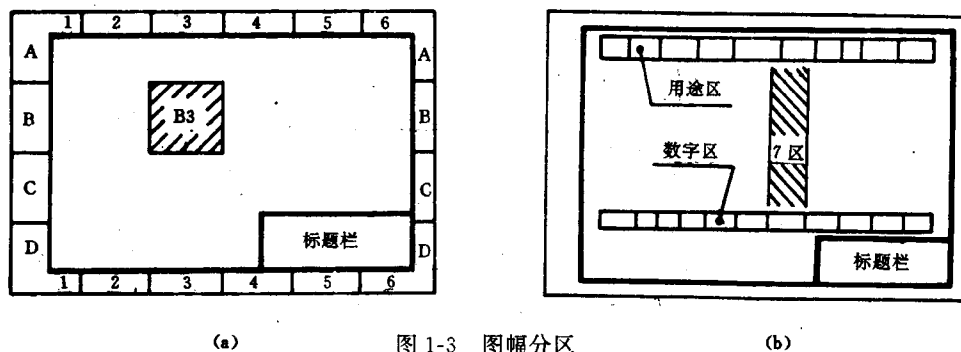


图 1-3 图幅分区
(a)通用方式 (b)机床电气设备电路图专用

通用的分区方法见图 1-3(a)。分区在图的周边内划定,分区数必须是偶数,每一分区的

长在 25~75mm 间选定,横、竖两个方向可以不一。竖边所分为“行”,用大写拉丁字母作为代号,横边所分为“列”,用阿拉伯数字作代号,都从图的左上角开始顺序编号,两边注写。分区的代号用分区所在“行”与“列”的两个代号组合表示。例如“B3”、“C5”等。

在某些电路图上,例如机床电气设备电路图,由于控制电路内的支路多,而且各支路元、器件布置与功能又不同,图幅分区可采用图 1-3(b)所示的方法。

这种方法只对图的一个方向分区,根据电路的布置方式选定。例如 电路垂直布置时,只作横向分区。分区数不限,各个分区的长度也可以不等,视支路内元、器件多少而定,一般是一个支路一个分区。分区顺序编号方式不变,但只需要单边注写,其对边则另行划区,改注主要设备或支电路的名称、用途等,称为用途区。两对边的分区长度也可以不一。由于这种方法不影响分区检索,还能直接反映用途,所以更有利于读图。采用这种分区方法的实用图例见图 5-4。

四、标题栏

标题栏一般由名称及代号区、签字区、更改区、其它区等组成,用于说明图的名称、图的编号、责任者的签名,以及图中局部内容的修改记录等。各区的布置形式有两种,见图 1-4。当采用其中的(a)图形式配置标题栏时,各区的具体格式可参照图 1-5。

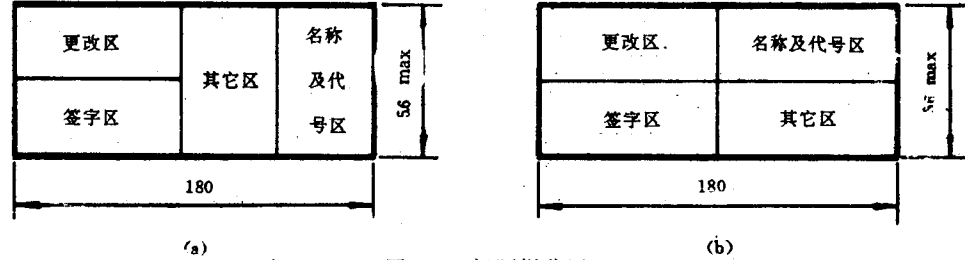


图 1-4 标题栏分区

标题栏应配置在图框内的右下角,见图 1-2。标题栏中的文字方向为看图的方向。

图 1-5 所示例的标题栏是一种参考格式。不论是否采用这种格式(例如按图 1-4(b)重新组合),栏内有关项目的填写应按下述规定。

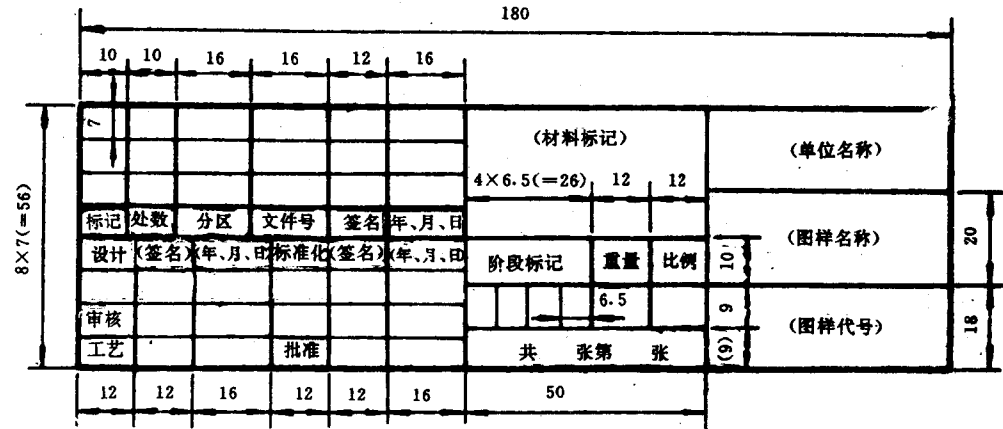


图 1-5 标题栏的参考格式

更改区——按自下而上的顺序在每次对图样内容作局部修改时填写,修改次数超过 3

次时可顺延接续,或者在图中另行制表,但应加表头。

年、月、日——供责任者签署的年、月、日,要按 GB2808《全数字式日期表示法》所规定的形式填写,如“1994 08 12”、“1994-08-12”或“19940812”等。

材料标记——按照相应标准或规定填写所使用材料的牌号,电气图通常不需该项目。

阶段标记——按有关规定从左至右逐格填写图样的各生产阶段代号,如样机试制为“S”,小批量生产为“A”,正式生产为“B”等。

比例——仅在绘制位置图、印制板图等与尺寸有密切关系的电气图时,按规定选用、填写。

共 张,第 张——指同一图样代号中图样的总张数及该张图样所在的张次。

单位名称——指绘制图样单位的名称或代号,必要时也可不予填写。

图样代号——简称图号,可按有关标准(例如 JB/Z158 等)或规定编制后填写。

栏内其它项目的意义比较明确,也没有相应的规定,这里就不一一列举了。

五、明细栏

装配图或其它带装配性质的图样一般要有明细栏,以填写图样中各组成部分的序号、代号、名称、数量、材料、重量等项内容。其中,代号是指该组成部分的图样代号或标准号。

180							
8	40	44	8	38	10	12	(20)
3							
2							
1							
7							
14	序号	代 号	名 称	数 量	材 料	单件 重 量	总 计 备 注
(标 题 栏)							

(a)

100					
8	30	38	8		(16)
3					
2					
1					
7					
14	序号	代 号	名 称	数 量	备 注
(标 题 栏)					

(b)

图 1-6 明细栏的参考格式

(a)当需要详细说明时用 (b)简化格式

明细栏应配置在标题栏的上方,表头紧接标题栏,各组成部分按自下而上的顺序逐行填写。明细栏格式可按图 1-6 选用,行格数按实际需要而定。当自下而上延伸位置不够时,可紧贴标题栏的左边再自下而上延续。也可以另用 A4 幅面竖式专门列出明细表,作为图的续页,此时仍须画出图框、标题栏,使用同一图号,但表头置上方,按自上而下顺序填写。1 页不够,可连续加页。常见的各类电气图一般选用图 1-6(b)所示的简化格式已能满足说明的需要。普通电路图中,虽然各种元、器件数量较多,型号规格各异,但也并不是非用图 1-6 格式不可。例如,在国家标准的示例中有采用在图的上方另列简表的方式来代替明细栏的实例,见图 1-7。这种简表称为项目简表。

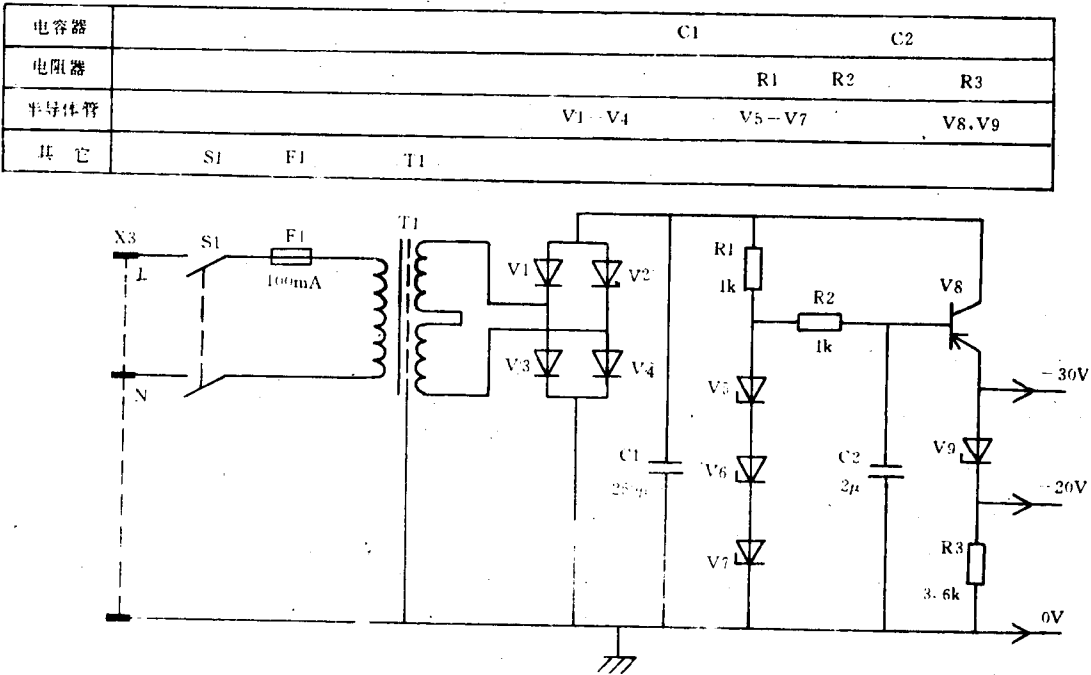


图 1-7 电路图示例——项目简表

项目简表内,表示元、器件种类的代号如 C1、R2、V8 等的注写位置应与它们在图中的实际位置相对应,元、器件的主要规格则可以直接注写在其图形符号边。

第二节 图线、箭头与字体

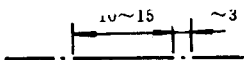
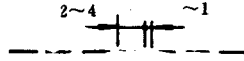
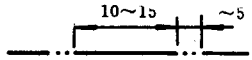
电气图的内容是用图线、箭头和各种字母、数字表达的,它们的画法和书写必须规范,才能正确、清楚地表达。

一、图线

电气图用图线的型式(简称线型)共 4 种,见表 1-2。图线的宽度可以从以下系列中选定,公比为 $\sqrt{2}$: 0.25、0.35、0.5、0.7、1.0、1.4(mm)

表 1-2

图线型式及用途

图线名称	线型与画法	意 义
实线		基本线, 简图主要内容(图形符号及连接)用线, 可见轮廓线, 可见导线 导线、导线组、电线、电缆、电路、传输、通路(如微波技术)、线路、母线(总线)等的一般符号
点划线		边界线、分界线(表示结构、功能分组用的)、围框线 控制及信号线路(电力及照明用)
虚线		辅助线、不可见轮廓线、不可见导线、计划扩展内容用线 屏蔽线、护罩线、机械(液压、气动等)连接线, 事故照明线
双点划线		辅助围框线 50V 及以下电力及照明线路

1 张电气图内通常只选用两种宽度的图线。粗线的宽度为细线的 2 倍。当需要用两种以上宽度的图线时, 线宽应以 2 的倍数依次递增。

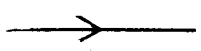
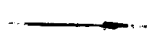
为确保图样缩微复制时的清晰度, 平行图线的间距不应小于粗线宽度的 2 倍, 同时不小于 0.7mm。但是, 图线附注有文字、字母或数字等标记时不在此例, 另有专门规定。

二、箭头

电气图用箭头的型式共三种, 见表 1-3。

表 1-3

箭头型式及用途

箭头名称	箭头型式	意 义
空心箭头		用于信号线、信息线、连接线, 表示信号、信息、能量的传输方向
实心箭头		用于说明非电过程中材料或介质的流向
普通箭头		用于说明运动或力的方向 指引线和尺寸线的一种末端型式

三、指引线

指引线用于将文字或符号引注至被注释的部位, 用细的实线画成, 必要时可以弯折一次。指引线的末端有三种标记型式, 应该根据被注释对象在图中的不同表示方法选定, 见图 1-8。

当指引线末端须伸入被注释对象的轮廓线内时, 指引线的末端应画一个小的黑圆点, 如图 1-8(a); 当指引线末端恰好指在被注释对象的轮廓线上时, 指引线末端应画成普通箭头, 指向轮廓线, 如图 1-8(b); 当指引线末端指在不用轮廓图形表示的对象上时, 例如导线、各种连接线、线组等, 指引线末端应该用一短斜线示出, 如图 1-8(c)。

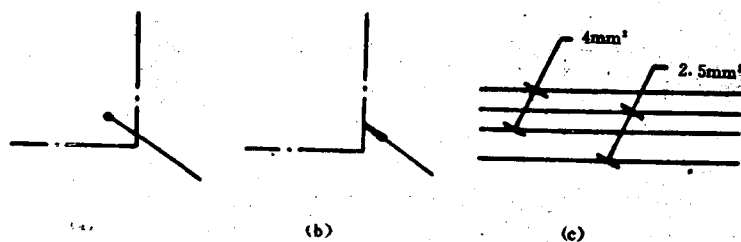


图 1-8 指引线的末端型式

(a) 小的黑圆点 (b) 普通箭头 (c) 短斜线

当需要表示电缆中的一根或几根缆芯是在某一电缆中时,可以用专门的图形符号来表达,见图 3-34,不过这种方式已不属指引线范畴。

四、字体

图样中的字体,包括汉字、字母和数字等,如图 1-9。

除责任者本人的签字外,图样中的所有汉字都应写成长仿宋体,并应采用国家正式公布推行的简化字。

字体的大小用号数表示,字号就是字的高度,单位为 mm,按 $\sqrt{2}$ 公比共分 7 种字号:

20, 14, 10, 7, 5, 3.5, 2.5。

字宽约等于字高的 $2/3$ 。

字母和数字分直体、斜体两种,同一张图内应只用其中的一种。斜体字的字头向右倾斜,与水平线约成 75° 。它们与汉字采用相同的字号,但字宽根据实际情况确定,要求匀称。字母和数字的笔划宽度约为字高的 $1/10$ 。

图样中书写的字体必须做到:字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。这是国家标准明确指出的,其目的主要是为有利于读图,同时也考虑到规范、美观等因素。

为适应缩微复制的需要,各种基本幅面图纸的最小字号是有规定的,A0 幅面为 5 号,A1 幅面为 3.5 号,A2 及以下幅面为 2.5 号。

字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

电气图用形符号要素限定和其它常用的导线连接器件无
源元半导体管子能发生转换开关控制保护装置测量仪表灯
信号交换外围设备传输力照明布二进制逻辑单模拟总则

A B C D E F G H I J K L M N

O P Q R S T U V W X Y Z

a b c d e f g h i j k l m n

o p q r s t u v w x y z

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

$\Delta \Sigma \phi \Omega \alpha / \beta \gamma \delta \theta \pi \varphi$

图 1-9 字体示例

第三节 比 例

绝大多数电气图都是示意性的简图,所以不涉及电气设备与元、器件的尺寸,也就不存在按比例绘图的问题。

某些接线图(如单元接线图)为清楚地表示各端子的连接情况,需要画出元、器件的简单

外形。在这种情况下,所画外形也只起示意作用,相当于一个图形符号,因此也不必按实际尺寸及比例画出。例如,图 1-10 中一个小型微调电容、一个电位器和一个双刀双位切换开关,尽管它们的实际大小可能相差较大,但在接线图中画成的外形符号轮廓差不多大,只需分清端子位置即可。

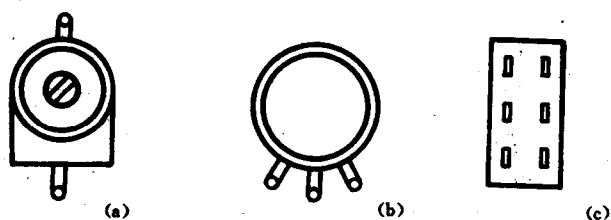


图 1-10 接线图用元、器件的简化外形符号

在电气图的分类上,通常需要标注尺寸的只有两种:一种是位置图,另一种是印制板零件图与装配图(见第五章)。通常都按缩小的比例来绘制,推荐的各种比例如下:

1:10 1:20 1:50 1:100 1:200 1:500

标题栏内应将绘图时采用的比例填写在规定的位罝。

第二章 电气图用图形符号

电气技术领域内,经常用到的图形符号分为两个大类:一类是专供电气设备上用的,称为电气设备用图形符号;另一类是供电气图和有关各种技术文件用的,称电气图用图形符号。习惯上通常将后者简称为图形符号。

电气设备用图形符号是一种简单易懂的可视图形,可以用普通技术如腐蚀、雕刻、印刷、照相等方法,直接从国家标准给出的图例中复制到各种电气设备或其部件、零件上,以帮助操作人员了解其特征、功能 and 操作方法,也可以用于安装或移动的设备场合,以指示诸如禁止、警告、规定或限制等应注意的事项。目前国家标准发布的电气设备用图形符号共 364 个,标准号为 GB5465,本书只示例其中的 4 个,见图 2-1,供与电气图用图形符号对比识别。标准规定图中尺寸 $a = 50\text{mm}$,符号线宽为 2mm,复制后的最小极限尺寸为 $a \leq 3\text{mm}$ 。

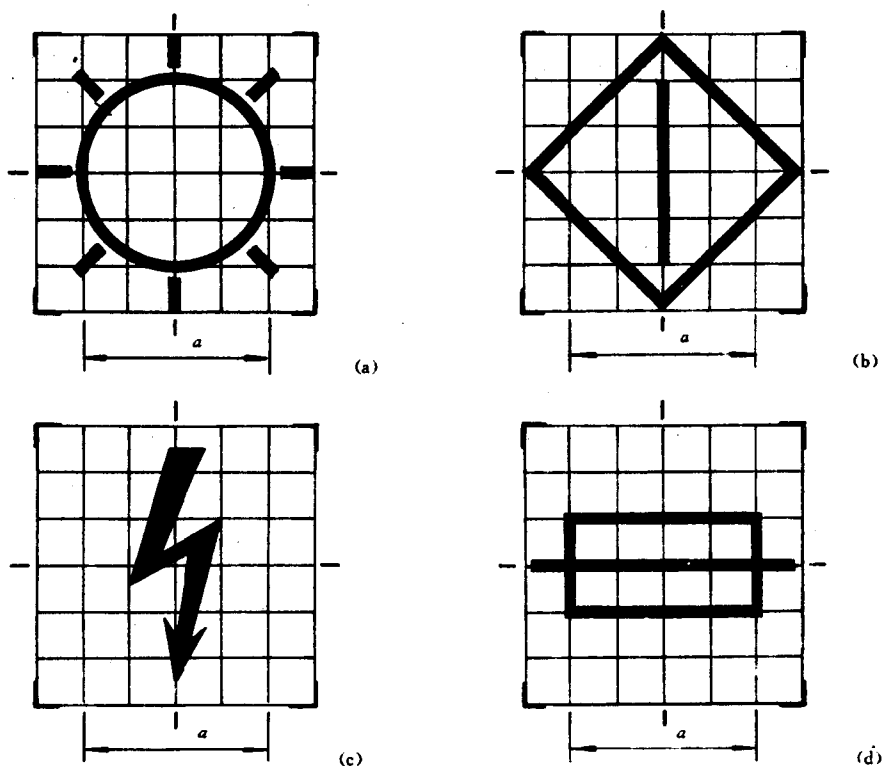


图 2-1 电气设备用图形符号示例

- (a)表示亮度、辉度控制 (b)表示启动、开始
(c)表示危险电压 (d)表示熔断器盒或位置

电气图用图形符号是电气图的主体。目前已发布的电气图用图形符号国家标准共 13 个,标准编号为 GB4728 系列。本章专门介绍这类图形符号的用法规则,以及与之密切相关的文字符号使用方法。标准示例有总数 1800 多个图形符号,本手册已全部做了辑录,仍按标准的分类方法和形式列表,详见附录三中的各表,供制图和读图参考。

第一节 电气图用图形符号的使用规则

电气图用图形符号的种类繁多,涉及面广,使用灵活,应用性强,通过不同的组合、派生,还能形成更多更新的符号,因此,必须了解和熟悉符号的使用规则,以利较快较好地正确选用、组合和理解符号的意义。

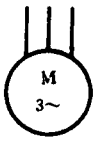
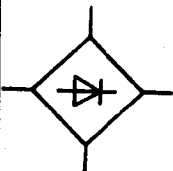
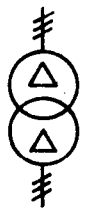
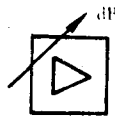
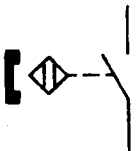
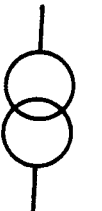
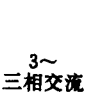
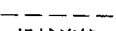
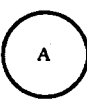
一、符号的术语

电气图用图形符号是一个总的概念,标准对符号按其在电气图上使用时本身所具有的不同表达功能作了以下分类。

图形符号——在图样或者其它文件中,用来表示一个设备或概念的图形、标记或字符。实际用于电气图中的图形符号,通常是由一般符号、限定符号、符号要素等组成的,见表 2-1 示例。

表 2-1

图形符号的组合示例

符号术语	符号及其所表示的意义					
图形符号	 三相鼠笼式异步电动机	 桥式全波整流器	 双绕组、三相三角形连接的变压器	 自动增益控制放大器	 无功电流表	 磁铁接近时动作的接近开关(动合触点)
符号要素	 装置	 功能单元	 元件	 功能单元	 功能单元	 功能单元
一般符号	 电动机	 变换器  半导体二极管	 双绕组变压器	 放大器	 指示式电流表	 开关(动合触点)
限定符号	 3~ 三相交流	 交流  直流	 三角形连接的三相绕组	 自动控制(内在的)	 $I_{\text{sin}\varphi}$ 无功电流	 永久磁铁  机械连接
方框符号	 电动机	 整流器	 变压器	 放大器	 电流表	 接近传感器