

966396

GAODENG

ZHUANKE

TM02
7713

XUEXIAO

JIAOXUE

YONGSHU



高等专科学校教学用书

电气工程制图



02
13

冶金工业出版社

高等专科学校教学用书

电气工程制图

沈阳工业高等专科学校 周平之 主编

冶金工业出版社

(京)新登字036号

高等专科学校教学用书

电气工程制图

沈阳工业高等专科学校 周平之 主编

*

冶金工业出版社出版

(北京北河沿大街嵩祝院北巷99号)

新华书店总店科技发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 印张 5.5 字数 126 千字

1993年 4 月第一版 1993年 4 月第一次印刷

印数00,001~6,000册

ISBN 7-5024-1152-6

TM·15 (课) 定价1.60元

序

新中国成立以来，我国的电气工程制图经历了三个阶段：50年代至60年代初主要采用苏联国家标准来指导制图；直到1964年我国才制订出有关电气图形符号和文字符号等五个标准，但是对于电气图的具体绘制规则则没有任何说法，设计者往往是根据约定俗成的习惯和个人的理解来制图，画出的图样很不规范。为了适应科学技术的发展和对外开放的需要，我国在1983年成立了《全国电气图形符号标准化委员会》，经过几年的努力，已制定出与电气制图有关的国家标准八个。此外，机械工业部还制定了两个有关标准。以上这些标准的特点是基本上采用了国际电工委员会（IEC）发布的有关标准，这就使中国的电气图纸在国际上具有通用性，有利于国际交往。

根据国家标准局1987年发布的79号文件精神，要求从1991年1月1日起，旧的国家标准全部作废。但实际情况并非如此，很多电气工程技术人员还很不熟悉和不习惯新国家标准，还有很多部门在使用旧国家标准。宣传贯彻新标准还是一项艰巨的任务。

电气图是电气工程界通用的技术语言，是指导工业生产、施工的重要技术文件，也是进行技术交流的重要工具。每一名电气工作者都应该学会制定、阅读电气制图。长期以来，电气工程专业的学生只学习机械制图，而电气制图有关知识则是通过专业课程的学习和课程设计、毕业设计等教学环节零星积累起来的。由于没有系统的学习和训练，学生的绘图能力、读图能力都很差。为了突出专科办学特色，有利于培养应用性人才，我们编写了本教材。

本课程是一门实践性较强的技术基础课，应在学完机械制图和有关电气课程之后再开设本课程。本课程大约需要30学时，通过课堂讲解与课外练习，学生应逐步掌握电气图的常用图形符号、文字符号和有关绘图基本规则和制图能力。

本书由电气制图基本知识和专业制图两大部分组成。由于电气制图有关的八个标准内容庞杂，比较枯燥，不够具体，故将其主要内容分散在各章讲述。各部门各行业均有自身的特点和行业习惯，图纸的表达重点和表达方式也有差异，为此，本书专门编写了四章专业制图，以便读者有一个大概的了解。

本书第二、三、六章由周平之执笔，第一、四、五章由黄晓光执笔。本教材在编写过程中得到朱维治副教授、秦丁生高级工程师的大力支持，并提出宝贵意见。

参加本教材审稿会议的有东北工学院张秀艳副教授、沈阳黄金学院周大森高级工程师、本溪冶金专科学校方一元讲师。他们对书稿提出了许多宝贵的修改意见，在此表示衷心感谢。

由于我们业务水平不高，编写时间短促，因此，本书一定存在不少缺点和错误，诚恳欢迎读者批评指正。

编者

1992年3月

EAC98/12

目 录

第一章 电气制图的基本知识与一般规则	1
第一节 电气图的表达形式及种类	1
第二节 图纸的幅面与格式	2
第三节 图线、字体及尺寸标注	5
第四节 绘制电气图的一般规则	9
习题	11
第二章 图形符号与项目代号	12
第一节 电气图用图形符号	12
第二节 项目代号	14
第三节 电气图的辅助文字符号	20
习题	21
第三章 电气传动制图	22
第一节 系统图和框图	22
第二节 电路图	26
第三节 接线图	33
习题	40
第四章 电力制图	41
第一节 工厂供电系统图	41
第二节 变电所主接线图	43
第三节 变电所二次接线原理图	44
第四节 变电所二次接线展开图	45
第五节 变电所二次接线安装图	46
习题	48
第五章 建筑电气施工图	49
第一节 建筑电气施工图的一般概念	49
第二节 电气外线总平面图	52
第三节 房屋电气平面图	53
第四节 车间电气平面图	56
第五节 电气系统图	58
习题	60
第六章 电子制图	61
第一节 电子设备的方框图	61
第二节 电子设备的电路图	63
第三节 印制电路板图	66
习题	70
附录 常用电气图用图形符号	71
参考文献	82

第一章 电气制图的基本知识与一般规则

在电气工程领域中，图样的种类很多，但在绘制这些图样时，还会遇到一些共性问题，如图幅尺寸、图线、字体以及连接线的表示等。本章就这些共性问题予以介绍，旨在为后续内容的学习与实践奠定基础。

第一节 电气图的表达形式及种类

一、电气图的表达形式

在绘制电气图时，首先要明确图样的使用场合和表达的对象，然后就需考虑采用何种形式进行表达。电气图的表达形式有以下几种。

1. 简图 简图是用图形符号、带注释的围框或简化外型表示电气系统或设备的组成及其连接关系的一种图。简图是电气图的主要表达形式，系统图、电路图、接线图等都属于简图。

2. 表图 表图是表示两个或两个以上变量之间关系的一种图。表图的表达形式主要是图而不是表。表图不同于图表。例如模拟电路各点的波形图、数字电路的时序图、凸轮控制器手柄位置与触点闭合的示意图等。

3. 表格 表格是把数据按纵横排列的一种表达形式，主要用于说明电气系统、设备的组成或连接关系，提供工作参数以及技术数据等有关内容。接线表、设备元件表、技术文件清单等都属于表格。

此外，在电气工程中，有时还采用按投影法绘制的图，如电控柜的箱体结构图。这类图属于机械制图。

二、电气图的种类

电气图的种类很多，下面仅从生产实施的角度，介绍一下常用的电气图。

1. 系统图和框图 系统图和框图是用方框符号或带注释的框，概略表示电气系统或设备的基本组成、相互关系及其主要特征的一种简图。

2. 电路图 电路图是用图形符号并按工作顺序排列，详细表示电路、设备或成套装置的全部基本组成和连接关系，而不考虑其实际位置的一种简图。电路图即通常所说的电气原理图。采用电路图这一名称是为了与国际标准相一致。

3. 接线图或接线表 接线图或接线表是表示电气设备中各单元之间连接关系的简图或表格。

4. 位置图 位置图是表示电气设备中各电气单元相对位置的一种简图。

5. 安装图 安装图是表示某生产设备中各电气单元的布局 and 安装施工所需数据的简图。

6. 设备元件表 把电气设备中各个电气元件的名称、型号、规格、数量等内容列成的表格称为设备元件表。

三、编制电气技术文件应注意的几个问题

为制造、施工和维修而绘制、编制成的成套图纸和文字说明，称为技术文件。用于电

电气工程的技术文件称之为电气技术文件。电气技术文件根据实际情况可简可繁。在编制电气技术文件时，应注意以下三点：

1. 技术文件的正确性 正确性是指电气技术文件提供的图纸、说明及其他资料必须正确无误，能满足设计要求达到的性能指标。另外，电气图中所采用的图形符号、文字说明、格式、画法等，均必须符合国家标准及有关规定。

2. 技术文件的完整性 完整性是指文件中的图纸、说明及其他资料，要满足制造、施工、维修的需要，应该提供的图样等有关资料不能精减。

3. 技术文件的统一性 统一性是指文件中的各种图样、文字说明要前后一致，符号、名称、数据等不能中途更改或丢失。

第二节 图纸的幅面与格式

一、图纸的幅面

为了合理使用图纸，便于图纸的管理和装订，国家标准对图幅的尺寸做了明确规定。绘制图样时，应优先采用表1-1规定的图幅尺寸，必要时可采用表1-2中规定的加长幅面尺寸。如果表1-2中规定的幅面仍不能满足要求，可参照GB4457《机械制图》规定，适当加长幅面。

表 1-1 图 纸 幅 面 尺 寸 (mm)

幅 面 代 号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

表 1-2 加 长 幅 面 尺 寸 (mm)

幅 面 代 号	尺 寸
A3 × 3	420 × 891
A3 × 4	420 × 1189
A4 × 3	297 × 630
A4 × 4	297 × 841
A4 × 5	297 × 1051

图1-1是按表1-1绘制的图纸的幅面尺寸及代号，它形象的反映了各号图纸的比例关系。

二、图框格式

正式的图样须用粗实线绘制图框。需要装订的图样其图框格式如图1-2所示。图框的各部分尺寸应符合表1-1规定。装订时一般采用A4幅面竖装或A3幅面横装，也就是说用297mm那条边作装订线。不需要装订的图样只要将图1-2中的尺寸 a 和 c 均改为表1-1中的

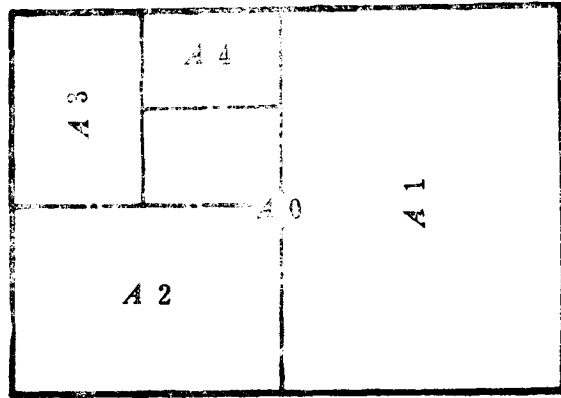


图 1-1 各种幅面的尺寸比例及图号

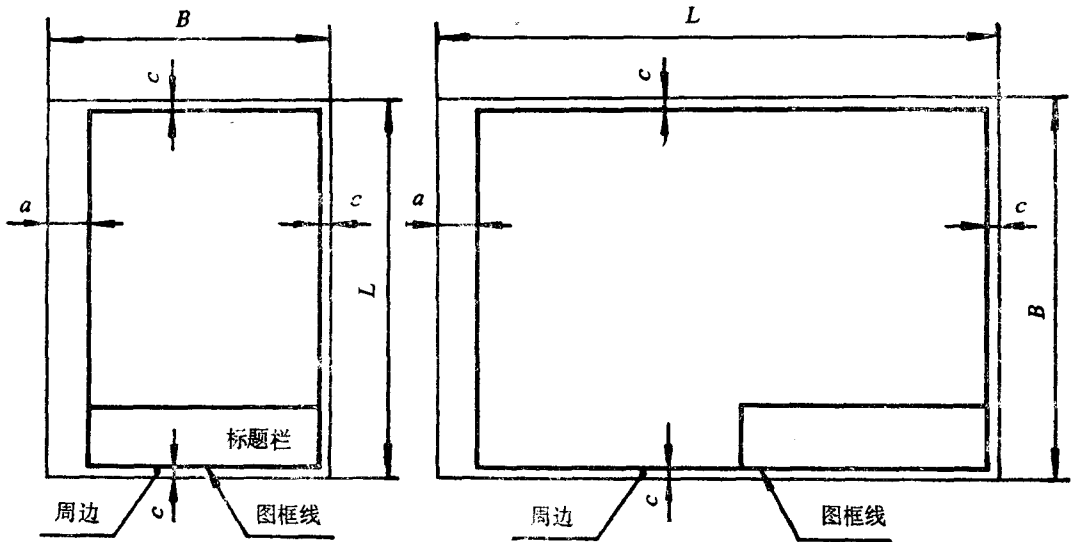


图 1-2 需要装订的图框格式

尺寸 e 即可。其图框格式如图1-3所示。

三、标题栏

正式的图样必须有标题栏，它通常画在图框的右下角。标题栏的配置方向应与看图方向相一致。国家标准尚未对标题栏格式做出统一规定，图1-4为某设计院的电气图标题栏格式，可供参考。

四、对中符号与图幅分区

为了复制和缩微方便，可在图纸的中间画出对中符号。对中符号是画入图框内约5mm的一段粗实线，见图1-5。

为了查找图上的某一内容，需要有一种确定图上位置的方法，而图幅分区法就是最常用的方法。分区法是将图纸的四周按行、按列分成等分、分区的数目应是偶数，每一分区的长度应在25至75mm之间。每个分区内竖边方向用大写拉丁字母、横边方向用阿拉伯数字分别编号。编号的顺序应从标题栏相对的左上角开始，如图1-5所示。分区代号用字母

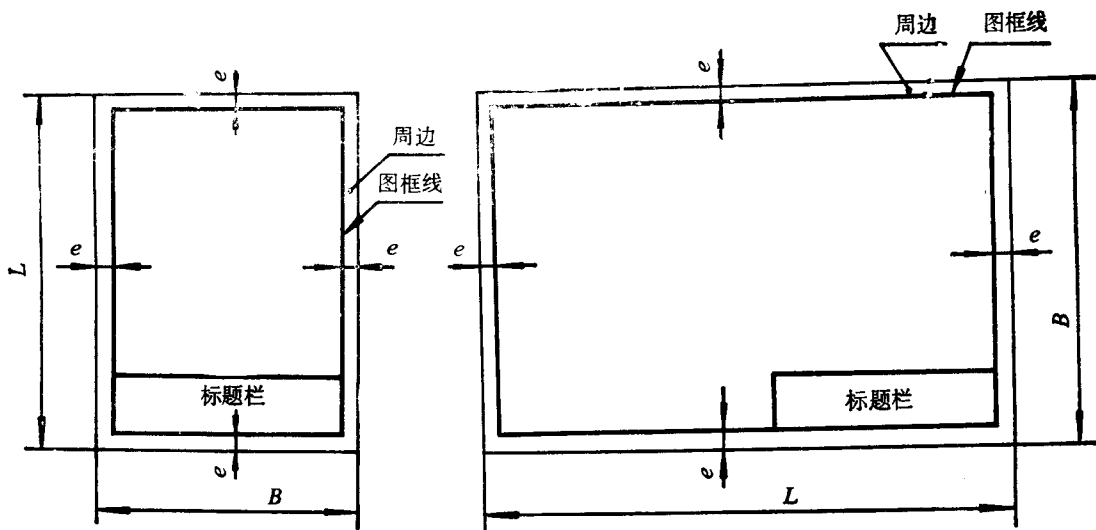


图 1-3 不需装订的图框格式

8 40 7	序号	名 称	代 号	数 量	备 注
	(设计单位名称)			使用单位名称	
	总工程师	主要设计人	(图 名)		
	设计总工程师	校 核			
	专业工程师	设计制图			
	组 长	描 图			
日 期	比 例	图号			
180					

图 1-4 标题栏的格式及尺寸

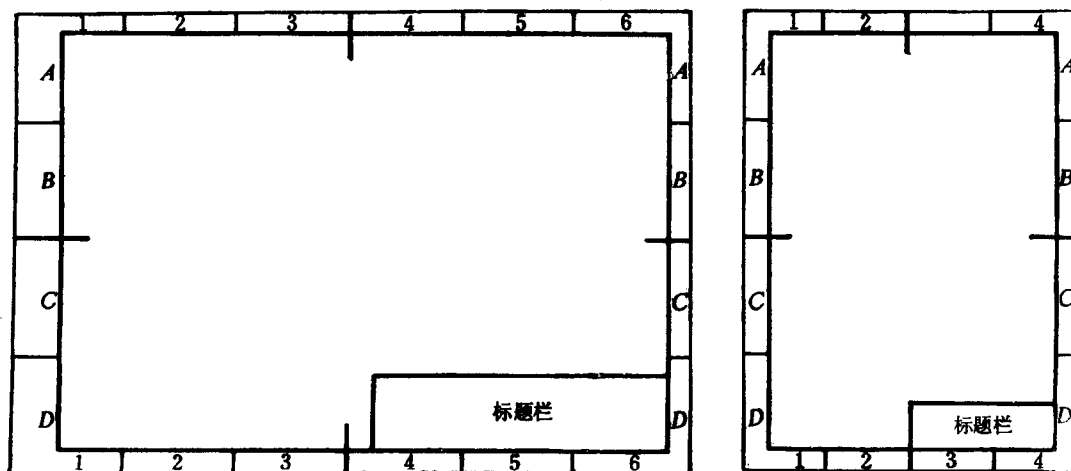


图 1-5 对中符号和图幅分区

和数字表示，如B2区表示的是B行与2列相交的那块区域。绘制图幅分区的边框，增加了绘图工作量，有时只保留最下边的边框，省去上、左、右边框，这样图幅分区只剩下数字列了，此时分区可用1区、2区……来称呼。

五、图纸幅面的选择

在保证幅面布局紧凑、清晰和使用方便的前提下，图纸幅面的选择应注意以下几点：

- (1) 图幅尺寸要符合国家标准；
- (2) 尽量选用较小的幅面；
- (3) 便于图纸的装订和管理；
- (4) 便于复印和缩微；
- (5) 便于计算机辅助绘图。

六、图纸的折叠与保管

为了便于图纸的保管，一般将大小不同的图纸统一折叠成A4幅面大小。折叠的方法是将画有图形的一面折向外方，使主标题栏露在外面。具体折叠顺序如图1-6所示。

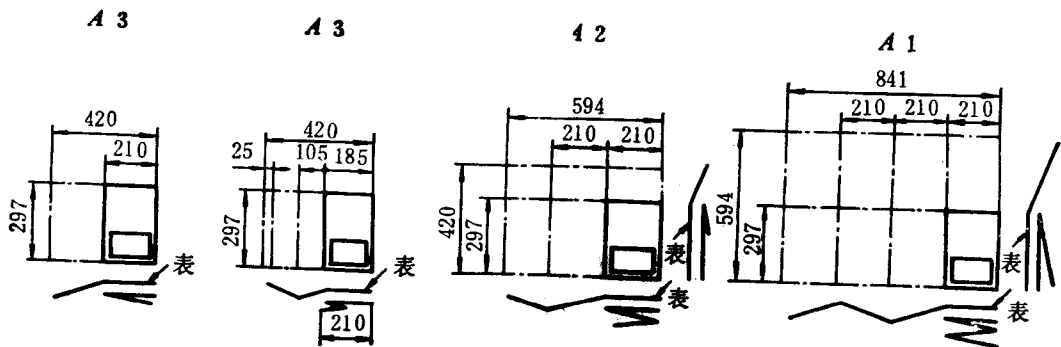


图 1-6 图纸的折叠方法

第三节 图线、字体及尺寸标注

一、图线的型式及画法

绘制电气图所用的各种线条统称为图线。国家标准GB6988对图线的型式及应用范围做了明确规定，使用时可参见表1-3。

表 1-3 图线的型式及应用范围

图线名称	图线型式	一般应用
实线	—————	基本线、简图主要内容用线、可见轮廓线、可见导线
虚线	-----	辅助线、屏蔽线、机械连接线、不可见轮廓线、不可见导线、计划扩展内容用线
点划线	— · — · —	分界线、结构围框线、功能围框线、分组围框线
双点划线	— · · — · · —	辅助围框线

图线的宽度，可根据图幅的大小及表达的对象，从以下系列中选取：

0.25、0.35、0.5、0.7、1.0、1.4(mm)

通常在一张图上只选用两种宽度的图线，并且粗线是细线的两倍。在特殊情况下，可能需用两种以上宽度的图线，此时图线的宽度应以2的倍数依次递增。例如0.25、0.5、1.0三种图线。

绘制图线时应注意以下几点：

(1) 当虚线与虚线、点划线与点划线相交；虚线、点划线与其他图线相交时，都应相交在线段处，而不应相交在空隙处，如图1-7所示。

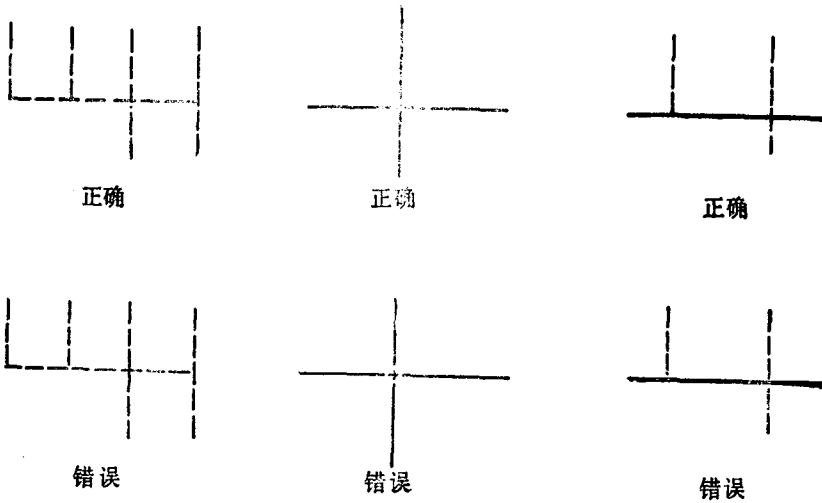


图 1-7 线型画法之一

(2) 当虚线处于实线的延长线上时，实线应画到分界点，而虚线应留有空隙。当虚线圆弧和虚线直线相切时，虚线圆弧的线段应画到切点，而虚线直线段应留有空隙，如图

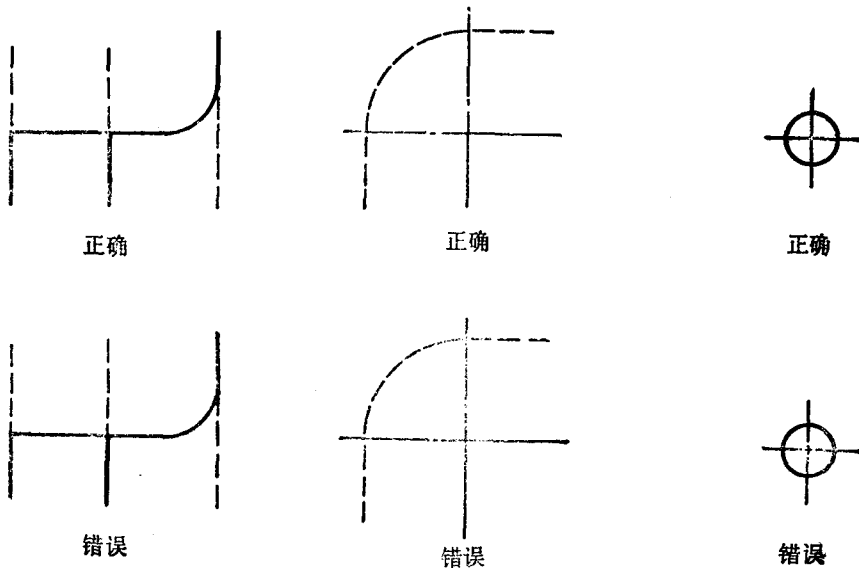


图 1-8 线型画法之二

1-8所示。

(3) 点划线或双点划线的首末端应是线段，而不是短划；画圆或圆弧的中心线时，圆心应为线段的交点，且中心线的两端应超出圆弧2至5mm，如图1-8所示。

(4) 两平行线之间的距离不应小于粗实线宽度的两倍，最小距离也不应小于0.7mm。间距较近的二平行虚线的线段应将空隙错开，如图1-9所示。



图 1-9 线型画法之三

二、字体

图样中书写的字体应做到字体端正，笔划清楚，排列整齐，间隔均匀。字体的号数，即字体的高度分为20、14、10、7、5、3.5、2.5mm七种，字体的宽度约等于字体高度的三分之二。

字体的高度与图纸的幅面及表达的对象有关。为了适应缩微的要求，字体不要写的过小。

至于书写汉字、外文字母、数字的一些注意事项，请参考GB4457《机械制图》。

三、尺寸标注

图样中的图形只能表示物体的结构和形状，尺寸才能表示其大小。标注尺寸时应注意以下几点：

(1) 图样中的尺寸以mm为单位时，不需标注单位。如采用其他单位时，必须注明相应计量单位；

(2) 图样中所标注的尺寸为最后完工尺寸，否则应另加说明；

(3) 图样中的每一尺寸，一般只标注一次，应标注在图样中最清晰的图形上；

一个完整的尺寸应由尺寸界线、尺寸线、箭头和尺寸数字四部分组成，如图1-10所示。

尺寸界线是表示尺寸度量范围的，要用细实线绘制。尺寸界线应由图形的轮廓线或对称中心线引出，也可用轮廓线或中心线代替。尺寸界线应与尺寸线垂直，并超出2~3mm。

尺寸线是表示尺寸度量方向的，用细实线绘制。标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行。在圆和圆弧上标注直径或半径尺寸时，尺寸线应通过圆心或延长线通过圆心。

尺寸箭头的尖端应与尺寸界线相接触；当位置很小时可用小圆点代替。

尺寸数字一般写在尺寸线的上方，也允许写在尺寸线的中断处。对于非水平方向尺寸，可按图1-11的方向标注。尺寸数字不能被任何图线穿过。

四、箭头和指引线

在电气图中使用两种形状的箭头，一种是开口箭头，另一种为实心箭头，如图1-12所示。表示连接线上的信号或传递方向时，用开口箭头；表示尺寸、可变性、力和运动方向时用实心箭头。

指引线用来指示注释的对象，采用细实线，并在其末端应加注相应标记。如末端在轮廓线内，用一实心圆点，如图1-13(a)所示；如末端在轮廓线上，用一实心箭头，如图1-13(b)所示；如末端在电路的连接线上，用一短斜线，见图1-13(c)。

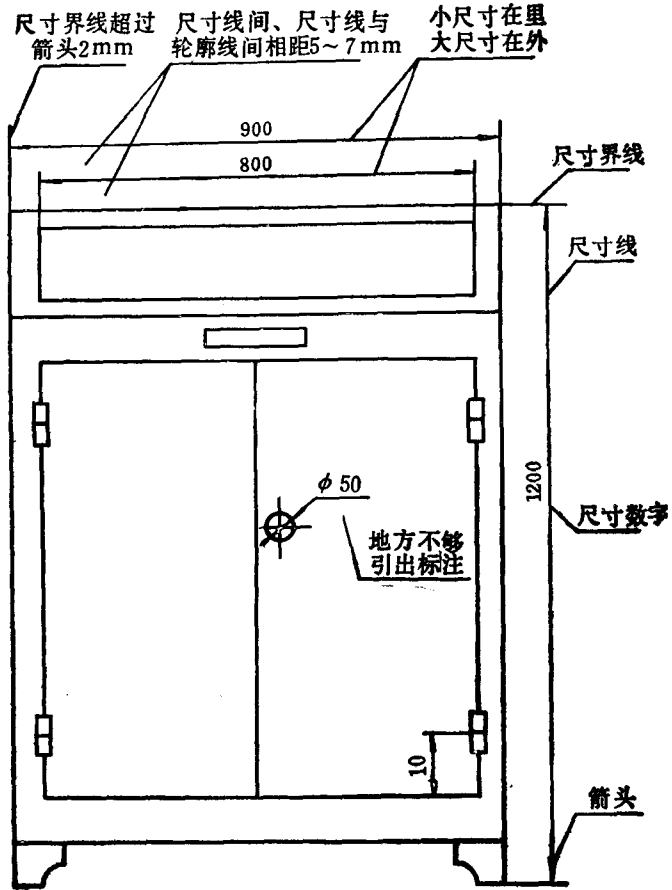


图 1-10 尺寸的组成及标注示例

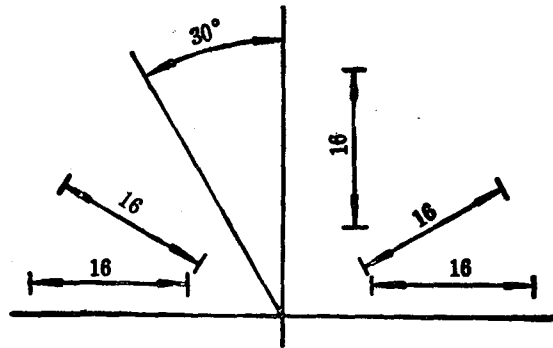


图 1-11 线性尺寸数字的标注方向



图 1-12 箭头的画法

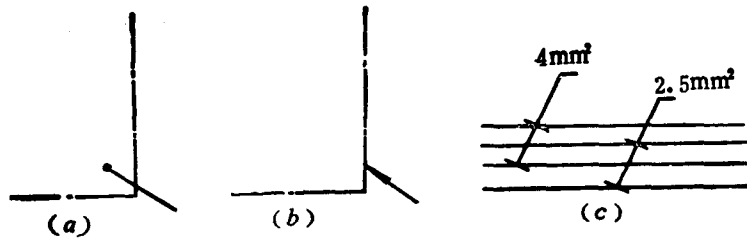


图 1-13 指引线末端的指示标记

五、比例

电气图中大部分图样是采用图形符号绘制的，不必考虑比例问题。但在绘制安装图、电气平面布置图等与尺寸有关的图样时，就要考虑比例问题了。此时可从以下比例系列中选取：

1:10、1:20、1:50、1:100、1:200、1:500

第四节 绘制电气图的一般规则

一、简图的布局

绘图首先要考虑的问题是布局问题。简图布局的总原则是布局合理，排列均匀，图面清晰，便于识图。其具体要求如下：

(1) 对于表示设备功能和工作原理的简图，电路应按功能来组合。同一功能的电气相关元件应画在一起，而不受电器结构的约束；

(2) 电路图应按因果关系或动作顺序，从左而右或从上而下布置。若不符合这一规定，或信息流向不明显，则应在信息线上画出开口箭头，如图1-14所示；

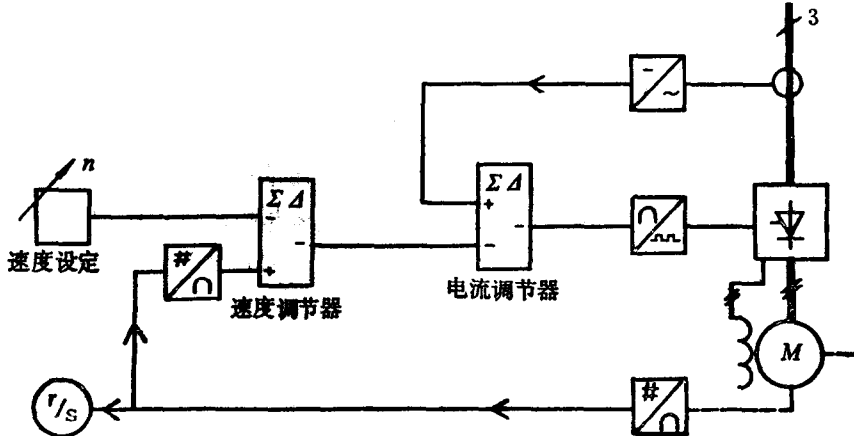


图 1-14 信息流向的标示

(3) 连接线等图线应尽量减少交叉和折弯；

(4) 图中的引入线或引出线，应画在图纸的边框附近，这将为读图提供方便；

(5) 图中的电路或符号应分布匀称，图纸上应避免出现大面积空白。

二、连接线

连接线在电气图中使用最多，绘制连接线应注意以下几点：

(1) 连接线要用实线表示。只有看不见的导线或计划扩展的电路才用虚线；

(2) 为了突出或区分某些电路，连接线可采用不同粗细的图线表示；

(3) 连接线不应穿过与本身无连接关系的交叉点，以免引起误解；

(4) 为了看图方便，可将多条平行导线按功能分组或任意分组，每组间距应大于线间距离。

三、中断线

为了防止连接线横穿图面稠密区域，连接线可以中断，但中断处要加相应标记，以便迅速查到中断点。中断点可用相同文字标注，如中断处都标注相同字母 *A*；也可按图幅分区标记，指明远端中断点所在的图幅区域。如果连接线是连到另一张图纸上去，应在各张的中断处注明远端的图号、张次与图区等标记，如 2/C3 表示远端中断点在第 2 张图的 C3 区。图 1-15 是中断线标记的一个实例。

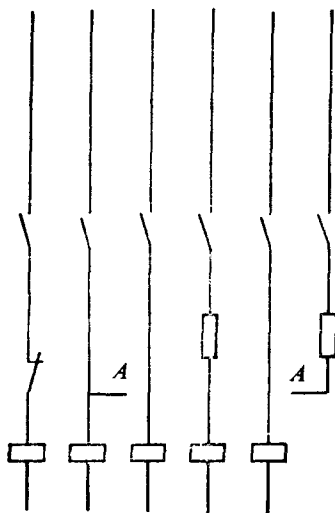


图 1-15 中断线的标记

四、单线表示法

把多条平行导线用一根线条表示叫单线表示法。采用单线表示法可减少简图中的平行线条，使图面保持清晰。在绘制电路图和接线图时，经常采用单线表示法，其具体应用如下：

(1) 在一组导线中，如导线两端处于不同位置时，应在导线两端实际位置标以相同

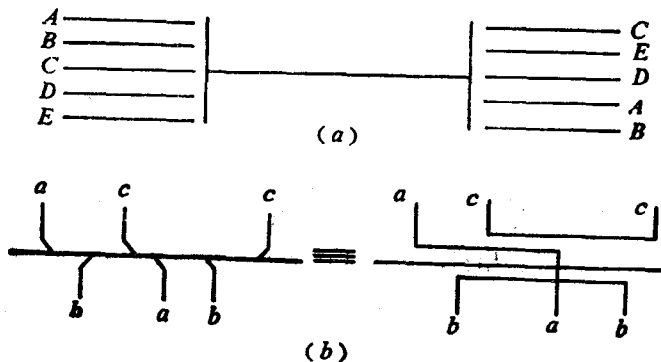


图 1-16 单线表示法示例

(a) 线组两端编号顺序不同时的单线表示；(b) 导线汇入线组时的单线表示的标记。如图 1-16(a) 所示；

(2) 当多根导线汇成一组导线时, 汇接处要用斜线表示, 其方向应能表示出汇入或离开汇总线的方向, 并且每根导线的两端还要标注相同的编号, 以免引起误解, 如图1-16(b)所示;

(3) 用单线表示多根导线时, 往往还要标注导线的根数。如图1-17所示。

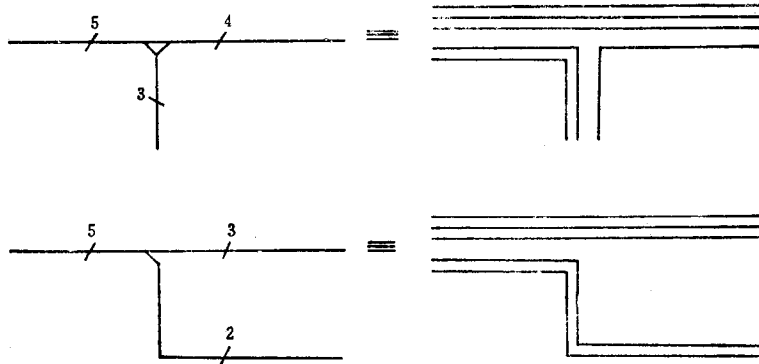


图 1-17 单线图中导线根数的表示方法

单线表示法不但能表示多根导线, 也可表示多相对称电路。在三相对称电路中, 有时只画出一相电路, 另外两相电路则予以简化。

习 题

1. 电气图的表达形式有几种?
2. 选择图纸幅面时应注意些什么?
3. 电气图使用的图线型式有几种? 并指出其应用范围。
4. 绘制连接线时应注意些什么?
5. 什么是单线表示法?

第二章 图形符号与项目代号

为突出电路组成和减轻绘图工作量，在电气图中普遍使用了图形符号。图形符号是用于电气图或其他技术文件中表示设备、元器件或某种含义的图形、标记或字符。对于图形符号，我们既要十分熟悉还要正确使用。

为了便于查找、区分和描述图形符号所表示的对象，在图形符号旁还须标注项目代号。项目代号是一种特殊的文字符号，它可表明元件、器件、装置和设备的电器种类、安装地点、从属关系和端子位置等信息。图形符号与项目代号是构成电气图的主要要素。

第一节 电气图用图形符号

一、图形符号的类别

绘制电气图必须按照GB4728《电气图用图形符号》来选用图形符号。该标准的正文部分共列有1737个符号，附录部分列有62个符号。这些图形符号可分为以下四类：

1. 符号要素 它是一种具有确定意义的简单图形，只有在同其他图形相组合才能构成一个完整符号。如表示电子管的管壳、灯丝、阳极、阴极的一些符号即属于符号要素。符号要素不能单独使用。

2. 一般符号 它是用以表示某一类产品和此类产品特征的一种通用的符号（即某一大类别的通用符号）。如电动机、电阻、刀开关等类别符号即属于一般符号，而步进电动机、热敏电阻、隔离开关则不是一般符号。一般符号可以单独使用，并可在一般符号上再附着其他符号以派生新的符号。

3. 限定符号 它是一种加在其他符号之上用以提供附加内容的符号。例如，在动断触点符号上附着一个热效应限定符号，就形成了热继电器动断触点符号。限定符号不能单独使用。

4. 方框符号 它是在方框内加上一般符号或限定符号所构成的一种简单符号，主要用以表示某一设备或功能单元，但不提供内部细节和连接关系的符号。方框符号在方框图中使用最多。电路图中的外购件、不可修理件也可用方框符号表示。

二、图形符号的使用规则

(1) 如果某些特定装置或概念的符号在《电气图用图形符号》中找不到时，允许设计者采用已公布的符号组合派生新符号。但在图上要加注说明，以免引起误解。

(2) 为了适应不同用途和要求，可以改变彼此有关符号的尺寸比例。例如当一个符号用作限定符号时，该符号常常要缩小绘制，但符号本身的结构比例应保持不变。有时为了突出某一元器件的地位和作用，其符号尺寸也可适当加大。

(3) 由于绘图需要，允许将符号旋转90°或画成镜像，但文字的指示方向不得倒置。

(4) 有的图形符号分“优选型”和“其他型”两种形式，绘图时应优先采用“优选型”。在同一张图上只能选用一种型，以防误解。

三、图形符号的绘制