

●理论与实际的衔接教材

●电气电子工程设计的工具书

# 电气制图和技术文件

孝 感 机 床 厂

孝 感 试 验 机 厂

孝感联华激光设备工业公司 合编

孝感农机学校电气教研室

陈 强 华 主编

武汉工业大学出版社

## 内 容 提 要

本书共分七章,先介绍电气制图的基本知识,包括一般规则、文字符号、图形符号、端子代号和项目代号,再介绍系统图、框图、电路图、逻辑图、功能框图和各种装配图的用途、特点、绘制方法。由于印制线路板在电气工程中的重要地位,本书详细介绍了印制线路板的制图和设计方法,为使读者从整体上了解电气工程的技术文件,本书介绍了设计文件和工艺文件的组成、齐套性要求和编制方法。本书第七章简要介绍了电气技术的基础元件和电工材料,最后作为附录,列出了电气设备常用文字符号和常用电气图形符号。

本书从实际应用出发,根据电气制图新的国家标准和有关专业标准编写,可作为大、中专电类专业学生学完理论课走向实际工程设计的衔接性教材,也适于从事电子电气工程的技术人员作为工具书使用。

### 电 气 制 图 和 技 术 文 件

孝 感 机 床 厂

孝 感 试 验 机 厂

孝感联华激光设备工业公司

孝感农机学校电气教研室

陈强华 主编

责任编辑 蔡德明

※

武汉工业大学出版社出版发行

孝感地区报社印刷厂印刷

※

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 14 1/2 字数: 348千字

1990年10月第1版 1990年10月第1次印刷

印数: 1—6000册

ISBN 7—5629—0428—X/TM·4

定价: 4.90元

## 前言

电类各专业的大、中专学生和工程技术人员,在掌握了一定的理论知识后,面对电气技术的具体产品或工程设计时,往往不知道如何绘制电气图,不知道如何编制设计文件和工艺文件。为弥补此项不足,我们编著了《电气制图和技术文件》一书。

本书从实际应用出发,根据电气制图新的国家标准和有关专业标准编著。可作为电类各专业的大学和中专学生从学校到工作岗位的衔接性教材和职业培训教材,也适于从事电子和电气工程的技术人员和管理人员作为工具书使用。

本书由孝感机床厂、孝感试验机厂、孝感联华激光设备工业公司和孝感农机学校电气教研室联合组编。参加编写的有史绍迁、汪全芳、张清友、陈强华等同志,陈强华任主编。

本书承蒙武汉工业大学姜贵泉副教授主审,本书在编写的过程中,还得到邹慰生同志的指导和夏俊纬、李惠萍、袁晓洲等同志的帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,本书一定存在不少缺点和错误,恳切希望读者批评指正。

编者

1990年5月

# 绪 言

## 一、电气制图和机械制图的研究范围

电气工程中的技术文件，大部分是用图示法绘制的，如零件图、装配图等；小部分用文字和表格编制，如技术条件，产品说明书等。它们共同组成了技术文件的整体，缺一不可。图示法的表达形式很多，各种表达形式统称为图。它既指用投影法绘制的图（如各种机械图），也包括用图形符号绘制的图以及其他图示法绘制的图。

用投影法绘制的图称为工程图样或图样，机械图样是工程图样的一种。机械制图专门研究绘制机械图样的理论和方法。

电气技术领域中的各种图，如系统图、框图、电路图、逻辑图、接线图等都是用图形符号绘制的图。用图形符号绘制的图称为简图。电气制图是研究电气技术领域中的各种简图的绘制方法。此外，在电气制图中还规定了“功能表图”的绘制方法，这种表图所表示的内容和方法都不同于简图。应该说明的是，“简图”是一种技术术语，它相对“图样”而言，不要从字义上把它理解为“简单的图”。

## 二、电气制图及电气图用图形符号的国家标准简介

电气图是电气技术领域进行技术交流和指导生产活动的工程语言，为使电气工程语言统一，就必须按国家标准或有关专业标准的规定绘制电气图。

1964年，国家科学技术委员会批准发布了我国第一批电气图形符号方面的国家标准，标准共5项，它们是

- GB 312—64 《电工系统图图形符号》
- GB 313—64 《电力及照明平面图图形符号》
- GB 314—64 《电信平面图图形符号》
- GB 315—64 《电工设备文字符号编制通则》
- GB 316—64 《电力系统图上的回路标号》

在这批标准中，图形符号采用了国际电工委员会（IEC）提出的建议方案，文字符号则根据国内文字改革的要求采用了汉语拼音字母。在此基础上制订的各专业文字符号标准也相应采用了汉语拼音字母。这批国家标准的发布，使我国开始有了统一的电气图形符号标准，对提高我国电气图形符号标准化程度起了很大作用。但当时准备继续制订电气制图标准的计划因各种原因未能进行。

80年代初，随着国家经济建设的发展，随着国内外电气技术的不断提高，原有电气图形符号标准已不能满足使用要求，电气制图的标准也有待于制定。国家标准局从1980年开始，组织了对GB312—316的修订。1983年，又组织了对电气制图标准的制定。到目前为止，已制订的电气制图、电气图用图形符号、电气设备用图形符号和主要的相关国家标准有：

(1) 电气制图标准 7 项:

- GB 6988.1—86 电气制图 术语
- GB 6988.2—86 电气制图 一般规则
- GB 6988.3—86 电气制图 系统图和框图
- GB 6988.4—86 电气制图 电路图
- GB 6988.5—86 电气制图 接线图和接线表
- GB 6988.6—86 电气制图 功能表图
- GB 6988.7—86 电气制图 逻辑图

(2) 电气图用图形符号标准 13 项

- GB 4728.1—85 电气图用图形符号 总则
- GB 4728.2—85 电气图用图形符号 符号要素、限定符号和常用的其他符号
- GB 4728.3—84 电气图用图形符号 导线和连接器件
- GB 4728.4—85 电气图用图形符号 无源元件
- GB 4728.5—85 电气图用图形符号 半导体管和电子管
- GB 4728.6—84 电气图用图形符号 电能的发生和转换
- GB 4728.7—84 电气图用图形符号 开关、控制和保护装置
- GB 4728.8—84 电气图用图形符号 测量仪表、灯和信号器件
- GB 4728.9—85 电气图用图形符号 电信: 交换和外围设备
- GB 4728.10—85 电气图用图形符号 电信: 传输
- GB 4728.11—85 电气图用图形符号 电力、照明和电信布置
- GB 4728.12—85 电气图用图形符号 二进制逻辑单元
- GB 4728.13—85 电气图用图形符号 模拟单元

(3) 电气设备用图形符号标准 2 项

- GB 5465.1—85 电气设备用图形符号绘制原则
- GB 5465.2—85 电气设备用图形符号

(4) 相关标准 5 项

- GB 5094—85 电气技术中的项目代号
- GB 7159—87 电气技术中的文字符号制订通则
- GB 7356—87 电气系统说明书用简图的编制
- GB 4026—83 电器接线端子的识别和用字母数字符号标志接线端子的通则
- GB 4884—85 绝缘导线的标记

这批准标准的特点是,最大限度地采用了国际标准的规定,既适应我国电气技术当前的发展水平,又考虑到将来的进步和发展。这批准标准代替了GB312—316等旧国标。根据国家标准局的规定,从1990年开始,所有电气技术文件和图纸一律使用新国标,不准使用旧国标。

本书将以上述新国家标准为依据,并结合其他国家标准和有关专业标准编著。这些标准是一个有机的整体,要正确理解和使用这些标准,力求全面了解标准的规定和各种绘图及标注的方法,才能正确地绘制电气图和编制技术文件。

### 三、绘图工具和仪器

要绘制符合要求的电气图，必须正确熟练地使用绘图工具和仪器。电气制图与一般机械制图所使用的工具和仪器大致相同，现简单介绍如下：

常用的绘图工具有图板、丁字尺、三角板、曲线板和比例尺。此外，还用到各种模板类工具，如字体模板、各种几何形模板等。在电气制图时，各种型式的绘图机也大量使用，这里不一一介绍。

绘图时一般采用盒装绘图仪器，以便使用和保管。盒装仪器品种很多，件数不一，其中最基本的仪器是圆规、分规和墨线笔。墨线笔也可用绘图墨水笔代替，它具有自来水笔的特点，不需经常加墨水，使用更为方便。

绘图时还要备好图纸、绘图墨水、粘贴图纸的胶纸带、绘图铅笔、削笔刀、橡皮、清洁图纸的软毛刷等。绘图铅笔的铅芯有软硬之分，打底稿常用 2 H 或 3 H 铅笔，写字和徒手画图用 HB 铅笔，最后用 B 或 HB 铅笔加深描粗图线。

底图画好后，需经过描图、晒图和薰图等工序才能变为生产蓝图。关于晒图和薰图的原理和操作方法，本书不作介绍。

# 目 录

## 绪言

|                           |         |
|---------------------------|---------|
| 第一章 电气制图基本知识.....         | ( 1 )   |
| §1.1 国家标准《电气制图》的一般规则..... | ( 1 )   |
| §1.2 电气技术中的文字符号.....      | ( 13 )  |
| §1.3 电气图用图形符号.....        | ( 14 )  |
| §1.4 特定导线和接线端子的标志.....    | ( 19 )  |
| §1.5 电气技术中的项目代号.....      | ( 22 )  |
| 第二章 电气源图.....             | ( 28 )  |
| §2.1 系统图和框图.....          | ( 29 )  |
| §2.2 电路图.....             | ( 31 )  |
| §2.3 逻辑图.....             | ( 48 )  |
| §2.4 功能表图.....            | ( 65 )  |
| 第三章 电气装配图.....            | ( 78 )  |
| §3.1 接线图和接线表.....         | ( 78 )  |
| §3.2 产品装配图.....           | ( 91 )  |
| 第四章 印制线路版图.....           | ( 101 ) |
| §4.1 印制线路板零件图.....        | ( 101 ) |
| §4.2 印制线路板装配图.....        | ( 108 ) |
| §4.3 印制线路板设计.....         | ( 111 ) |
| 第五章 电子产品设计文件的编制.....      | ( 124 ) |
| §5.1 设计文件概述.....          | ( 124 ) |
| §5.2 文字和表格内容设计文件的编制.....  | ( 126 ) |
| 第六章 电子产品工艺文件的编制.....      | ( 133 ) |
| §6.1 工艺文件概述.....          | ( 133 ) |
| §6.2 工艺规程的编制方法.....       | ( 137 ) |
| §6.3 工艺定额的编制方法.....       | ( 144 ) |
| 第七章 基础元器件和电工材料.....       | ( 148 ) |
| §7.1 电阻器和电位器.....         | ( 148 ) |
| §7.2 固定式电容器.....          | ( 155 ) |
| §7.3 半导体器件.....           | ( 157 ) |
| §7.4 电线和电缆.....           | ( 161 ) |
| §7.5 绝缘材料.....            | ( 166 ) |

|                     |         |
|---------------------|---------|
| 附录一 电气设备常用文字符号..... | ( 169 ) |
| 附录二 常用电气图用图形符号..... | ( 174 ) |
| §1 限定符号和常用符号.....   | ( 174 ) |
| §2 导线、端子及连接件符号..... | ( 176 ) |
| §3 电路符号.....        | ( 178 ) |
| §4 半导体元件的图形符号.....  | ( 181 ) |
| §5 电机图形符号.....      | ( 185 ) |
| §6 变压器图形符号.....     | ( 194 ) |
| §7 常用电气元件图形符号.....  | ( 198 ) |
| §8 测量仪表、灯和信号器件..... | ( 207 ) |
| §9 信号传输变换及方框符号..... | ( 212 ) |
| §10 电力和照明图形符号.....  | ( 214 ) |
| §11 逻辑单元和放大器.....   | ( 216 ) |
| 参考文献.....           | ( 223 ) |

# 第一章 电气制图基本知识

## § 1.1 国家标准《电气制图》的一般规则

图纸是工程技术语言,是现代工业生产中最基本的技术文件。为使工程技术语言统一,便于生产组织和技术交流,国家制定和颁布了各种有关图的统一标准。这里介绍国家标准《电气制图》的一般规定。

绪论中已说明,电气制图国家标准共7项,本节主要介绍GB6988.2—86《电气制图一般规则》,其中GB是“国标”二字汉语拼音第一个字母,6988·2为该标准的编号,短划线后面的“86”则表示该标准是86年颁布的。

### 一、图纸幅面

为便于图的绘制、使用和保管,图均应画在具有一定格式和规定幅面大小的图纸上。图纸幅面尺寸及其代号见表1-1。

图纸幅面的尺寸

表 1 - 1

| 幅面代号          | A0       | A1      | A2      | A3      | A4      |
|---------------|----------|---------|---------|---------|---------|
| 宽(B)×长(L)(mm) | 841×1189 | 594×841 | 420×594 | 297×420 | 210×297 |

由表中尺寸可知,用于电气制图的图纸幅面大小有五种,以A<sub>0</sub>~A<sub>4</sub>为其代号。其中A<sub>0</sub>幅面的图纸最大,其面积为1m<sup>2</sup>,宽度B和长度L之比为1:√2。A<sub>1</sub>幅面为A<sub>0</sub>幅面大小的一半(以长边对折裁开);A<sub>2</sub>幅面又是A<sub>1</sub>幅面大小的一半,其余类推(其他幅面的宽度与长度之比均为1:√2)。

绘制电气图时,优先采用表中规定的幅面尺寸,如果需要加长图纸,应采用表1-2所规定的幅面。

加长的图纸幅面

表 1 - 2

| 幅面代号   | A3×3    | A3×4     | A4×3    | A4×4    | A4×5     |
|--------|---------|----------|---------|---------|----------|
| 尺寸(mm) | 420×891 | 420×1189 | 297×630 | 297×841 | 297×1051 |

如果表1-1和表1-2中所列幅面仍不能满足要求,对于A<sub>0</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>4</sub>幅面的加长量应按A<sub>0</sub>幅面长边的八分之一的倍数增加;对于A<sub>1</sub>、A<sub>3</sub>幅面的加长量应按A<sub>0</sub>幅面短边的四分之一的倍数增加。A<sub>0</sub>及A<sub>1</sub>幅面也允许同时加长两边。

### 二、格式

需要装订的图,其图框格式如图1-1、图1-2所示。这时一般采用A<sub>4</sub>竖装,A<sub>3</sub>

横装。

不留装订边的图，其图框格式如图 1-3、图 1-4 所示。

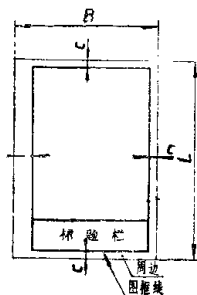


图 1-1

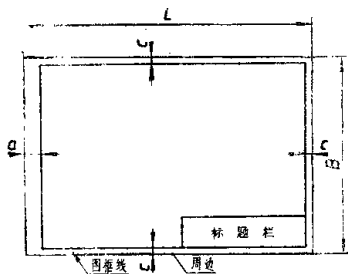


图 1-2

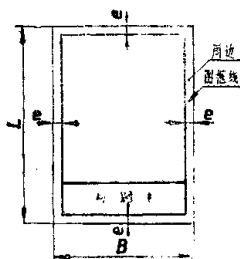


图 1-3

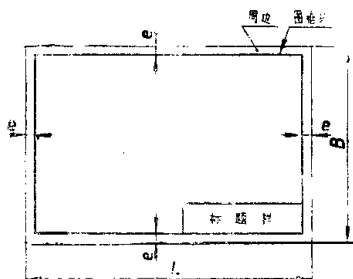


图 1-4

图 1-1~图 1-4 中  $a$ 、 $c$ 、 $e$  的数值根据不同幅面尺寸来定，见表 1-3。

考虑到图样复制以及缩微摄影的需要，可在图上画出对中符号。它是从四个边的中点各画一段粗实线，伸入图框内约 5 mm。

表 1-3

| 幅 面 代 号 | A0 | A1 | A2 | A3 | A4 |
|---------|----|----|----|----|----|
| a       | 25 |    |    |    |    |
| c       | 10 |    |    | 5  |    |
| e       | 20 |    | 10 |    |    |

为了便于查找图上某些项目所在的位置,可将图幅分为若干成偶数的区域。在周边内用细实线画出分界线。每一分区的长度一般不小于25mm,不大于75mm。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。对中符号及图幅分区编号如图1-5所示。

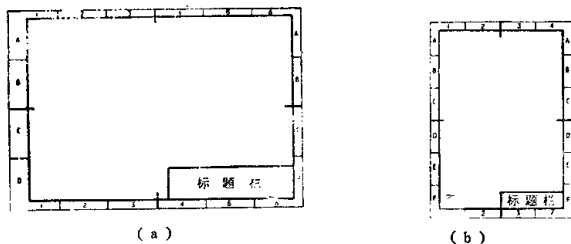


图1-5

### 三、标题栏

标题栏的位置一般应按图1-1、图1-2所示的方式配置。标题栏一般应填写如下项目:机件的名称、材料、比例、图号以及责任者的签名等。标题栏格式由各部门自行制定。

### 四、图线

电气图是用各种不同粗细和型式的图线画成的,绘制电气图时的图线型式如表1-4所示。

绘制电气图的图线型式

表1-4

| 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                               |

图线宽度一般从以下系列中选取:

0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1.0, 1.4 (mm)。

当电气图选用两种宽度的图线时,粗线的宽度为细线的两倍。在某些图中,可能需要两种以上宽度的图线,这时线的宽度应成倍依次递增。

在绘制电气图时,平行线之间的最小间距应不小于粗线宽度的两倍,同时不小于0.7mm,这样可保证图样复制时的清晰度。

## 五、字体

在绘制电气图时,还要填写许多文字和数字,所以文字和数字也是图的重要组成部分。

为了使图中字体清晰美观,汉字应写成仿宋体,并采用国家正式公布的简化汉字。常用的长仿宋体字有20、14、10、7、5、3.5几种号数。字体的号数即为字体的高度(单位为mm),字体的宽度约等于字体高度的三分之二。

电气图上的数字和字母分直体和斜体两种。当与汉字混写时宜用直体。斜体字字头向右倾斜与水平线成75°角。数字和字母除上述几种号数外,还可采用2.5号字。

电气图中用作指数、分数、极限偏差、脚注等的数字和字母一般采用小一号字体。

为了适应缩微的要求,推荐的字体最小高度为:A<sub>0</sub>幅面为5mm,A<sub>1</sub>幅面为3.5mm,A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>、A<sub>4</sub>幅面为2.5mm。

## 六、比例

制图时机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比,称为图形的比例。

在电气图中,如果需要按比例制图,例如位置图等,可以从下列比例系列中选取:

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

当需要选用其他比例时,应采用GB4457.2—84规定的比例,见表1-5。

绘图的比例

表 1-5

| 与 实 物 相 同 | 1:1                                                                                 |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 缩小的比例     | 1:1.5 1:2 1:2.5 1:3 1:4 1:5 1:10 <sup>n</sup>                                       |
|           | 1:1.5×10 <sup>n</sup> 1:2×10 <sup>n</sup> 1:2.5×10 <sup>n</sup> 1:5×10 <sup>n</sup> |
| 放大的比例     | 2:1 2.5:1 4:1 5:1 (10×n):1                                                          |

[注] n为正整数。

图形不论放大或缩小,在标注尺寸时,应按机件的实际尺寸标注。同一张图上,若各图采用的比例相同时,在标题栏的比例一格内注明所用的比例即可。若同一张图上,个别图形(如局部放大图)选用的比例与标题栏中所注的比例不同时,对这个图形必须另行标注所用的比例。

对于用图形符号绘制的图,如电气原理图、方框图、逻辑图等不必标注比例。

## 七、图形符号一般规则

图形符号是用于电气图或其他文件中表示项目或概念的一种图形、记号或符号。是电气技术领域中最基本的工程语言。电气图形符号包括电气图用图形符号和电气设备用图形符号,其中电气图用图形符号将在§1.3中作专门介绍;电气设备用图形符号在电气制图中使用较少,本书不作介绍。这里主要介绍图形符号的一些基本规则和要求。

一般来说,电气图形符号有形状不同或详细程度不同的几种形式。既要尽可能采用优选形式,还要根据绘图所要表达的详细程度来决定选用图形符号的形式,即在满足需要的情况下,尽量采用最简单的形式。例如在图1-6中,三个图形都是三相变压器的图形符号。在系统图或框图等简图中,仅使用图(a)这种简单形式的符号已能满足要求;在较详细的简

图中,简单形式的符号已不能满足要求,则可按规定在简单符号内加入表示绕组连接方法的限定符号和矢量符号,即采用图(b)形式;对于详细的电路图,需要把绕组、端子及其代号详细表示出来,就要用图(c)这种详细的符号。在同一份图中应采用同一形式的符号,图形符号的大小和线条粗细也应基本一致。但在有些情况下,为了强调某些方面,或者某些图形

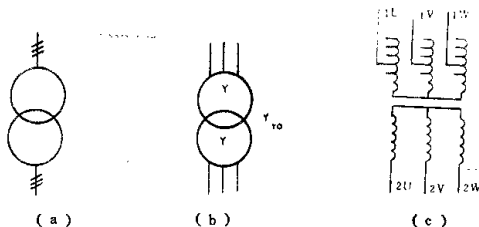


图 1-6 三相变压器符号

需在图形内补充注释和说明,这时允许采用较大的图形符号。

在电气图中,图形符号连接线之间的距离应是2.5mm的整数倍,通常取5mm。在电气图中布置图形符号时,大多数图形符号的取向是任意的,在不改变符号含义的前提下,符号可以根据图面布置的需要取不同方位,但文字和指示方向不得倒置。

在图形符号中,一般都画有引线。在不改变其符号含义的情况下,引线可取不同方向,如图1-7。如引线的位置影响符号的含义,则必须按图形符号的规则绘制,如图1-8。

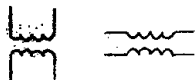


图 1-7 双绕组变压器

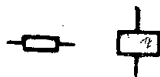


图 1-8 电阻和继电器

表示端子的图形符号是一个小圆圈“○”或黑圆点“·”。一般来说,在元器件的图形符号中,其引出线的末端不必画出端子符号。但是如果端子符号是图形符号的一部分时,则必须画出。例如表示导线直接连接或导线接头中的小圆圈就不能省略。

在电气图中有两种形状的箭头,一种是开口箭头,另一种为实心箭头,如图1-9所示。一般来说,可变性指示、力或运动方向用实心箭头表示;而能量、信号的传播方向用开口箭头表示。由于电气图中连接线上所传送的是信号或能量,因此表示其传播方向应该用开口箭头。

在电气图中还常用到指引线,指引线用来指示注释的对象。指引线为细的实线,在其末端加注标记,如图1-10所示:

如末端在轮廓线内,加一黑点如图(a);

如末端在轮廓线上,加一实心箭头如图(b);

如末端在连接线上，加一短线如图（c）。



图 1-9 开口箭头和实心箭头

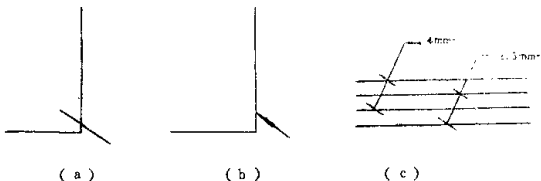


图 1-10 指引线的三种画法

在绘制电气图时，连接线或导线的连接点可以用小圆点表示，也可以不用小圆点表示。在同一份图中，只能采取其中一种方法。需要注意的是，当连接线或导线是十字交叉时，交叉点上加小圆点表示连接，不加小圆点表示不连接，如图 1-11 所示。

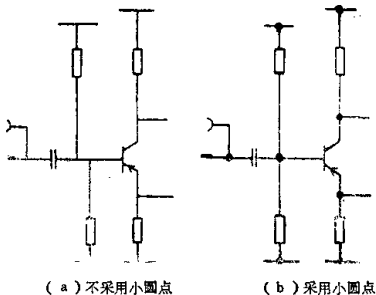


图 1-11 连接点的两种表示方法

在同一张电气图中，导线符号可以用不同宽度的实线表示，以区别主电路和辅助电路，区别母线和子线等。但同类导线符号的线条粗细应一致。

## 八、连接线的画法

各图形符号的连接线应该用实线。一条连接线不应在与另一条线交叉处改变方向，也不应穿过其他连接线的连接点。为了突出或区分某些电路、功能等，导线符号、信号通路和连接线均可采用不同粗细的图线来表示。

### 1. 连接线的分组画法

在电气图中，如果有多条平行连接线，为便于看图，应该按功能进行分组。不能按功能分组时，可以任意分组，每组不多于三条。组间距离应大于线间距离，如图1-12。

### 2. 连接线的标记

无论是单根的或成组的连接线，其识别标记一般注在靠近连接线的上方，也可断开连接线标注，如图1-13。

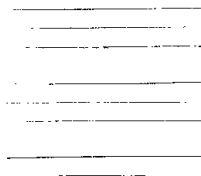


图1-12 连接线的分组画法

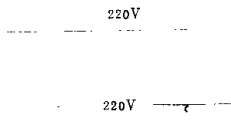


图1-13 连接线标记

对于可供选择的几种连接法，可用序号进行区别。序号应标记在连接线的中断处，如图1-14。



图1-14 可供选择的连接

### 3. 连接线的中断画法

当穿越图面的连接线较长或连接线穿越稠密区域时，允许将连接线中断，并在中断处加相应标记。如图1-15中a线穿过稠密区，采取中断画法并加标记“a”。

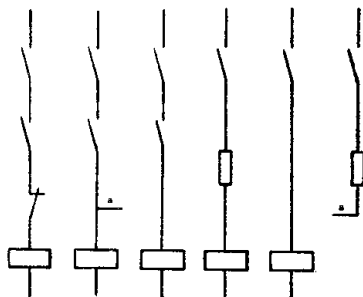


图1-15 连接线的中断画法

去向相同的线组也可以中断，并在图上线组的末端加注适当的标记，如图1-16。从一张图连到另一张图纸的连接线本身就是中断的，在中断处应注明图号、张次、图号分区代号等标记。例如第15张图B区有一根连线中断到第32张图A区，中断线标记定为A，则在第15张图的中断处标上“A，32/A<sub>4</sub>”，而在第32张图的连接处标上“A，15/B<sub>6</sub>”，如图1-17所示。

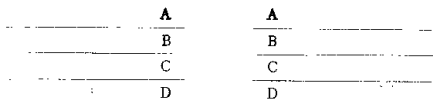


图 1-16 线组的中断画法

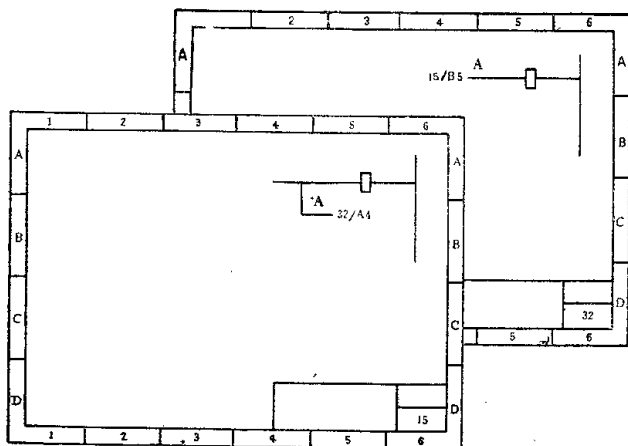


图 1-17 采用张次、图幅分区标记中断线

#### 4. 多根连接线的单线表示法

电路图上多根连接线平行绘制时,可采用单线表示一组导线,以避免平行线太多,如图 1-18 所示。



图 1-18 多根连接线的单线表示法

如果有一组线,其两端各自按顺序编号,如图 1-19 (a) 所示,则可采用图 1-19 (b) 所示的单线表示法。

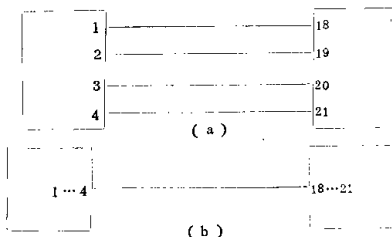


图 1-19

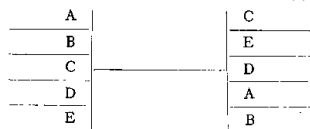


图 1-20

在一组线中，当每一根连接线处于不同位置时，应标以相同编号，以避免交叉线太多而混淆，如图 1-20。当单根导线汇入用单线表示的一组连接线时，应采用图 1-21 所示的方法表示，即每根连接线的末端注上标记符号，汇接处用斜线，其方向使看图者易于识别连接线进入或离开汇总线的方向。

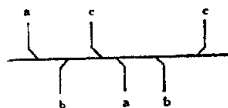


图 1-21

### 5. 功能连接线

在电气图中，当机械功能与电气功能关系密切，则应用虚线表示出符号之间的联系，如图 1-22，该虚线称为功能连接线。

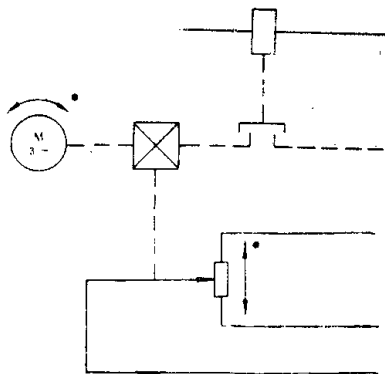


图 1-22