

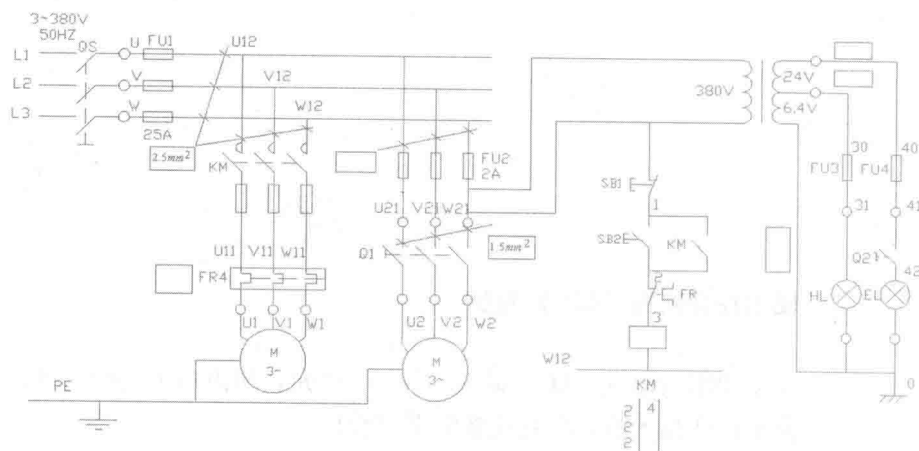
[illegible]

工程

Engineering Drawings Reading And Electric CAD



华南理工大学出版社
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS



高等职业技术教育项目化教学系列教材

工程识图与电气CAD

Engineering Drawings Reading And Electric CAD

主 编: 陈 忠

副主编: 罗 欢 李慧荣



华南理工大学出版社
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

· 广州 ·

326008

图书在版编目 (CIP) 数据

工程识图与电气 CAD / 陈忠主编. —广州: 华南理工大学出版社, 2012. 8
高等职业技术教育项目化教学系列教材
ISBN 978-7-5623-3732-4

I. ①工… II. ①陈… III. ①工程制图-识别 ②电气设备-计算机辅助设计-AutoCAD
软件 IV. ①TB23②TM02-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 193660 号

工程识图与电气 CAD

陈 忠 主编

出版发行: 华南理工大学出版社

(广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

<http://www.scutpress.com.cn> E-mail: scutc13@scut.edu.cn

营销部电话: 020-22236378 22236185 87111048 (传真)

策划编辑: 王魁葵

责任编辑: 张京亭 王魁葵

印刷者: 佛山市浩文彩色印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 14 插页: 2 字数: 365 千

版 次: 2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 1~2000 册

定 价: 30.00 元

版权所有 盗版必究 印装差错 负责调换

前言

“工程识图与电气 CAD”是高职高专学校水利、电力、电气、机电类等专业的通用专业课程。电力工程识图与电气 CAD 是电气工程技术人员、自动控制系统设计人员、电力工程技术人员必须具备的基本技能。本书以培养学生的电力工程识图与电气 CAD 制图技能为目标,详细介绍 AutoCAD 系统操作方法,电气工程涉及的常用电气图的基础知识、典型电气图的绘制方法(主要包括基于二维平面设计的常用绘图、修改、标注命令,以及常用绘图工具操作等内容)。

本书以电气图的实际绘制过程为导向,采用项目教学的方式组织内容。主要内容涵盖了 6 类典型电气工程图,都来源于典型电气工程实例,将绘图技巧分散在项目具体操作中。使读者在学习应用 AutoCAD 进行二维平面的电气设计的同时,掌握典型电气工程图的知识,具备识读的能力。大部分项目由项目导入、基本知识、项目实施、拓展知识、小结、自测题几部分组成。在项目导入部分,给出制图任务,即需要绘制的图形符号及必须掌握的绘图方法;在基本知识部分,给出完成该项目必须的知识与技能,包括项目识读、相关绘图命令、图形对象操作、绘图技巧等;在项目实施部分,介绍完整设计图绘制过程,即项目文档的建立、绘图环境设置、绘图分析、制图详细步骤等;在拓展知识部分,介绍一些与电气工程制图相关的知识、AutoCAD 制图技巧与辅助知识等,为读者进一步自学提供知识的延伸;在自测题部分,围绕项目需要掌握的重点绘图知识和技巧,精心筛选了适量的习题,供读者检测学习效果。所选实例是按照电气图实际绘制过程设计的,便于读者在学习过程中跟随项目的展开,边做边学,并通过后面设置的自测题进行练习,来巩固每个项目需要掌握的重点绘图知识和技巧。

通过 CAD 软件系统操作概述及绘图实例的学习和训练,读者不仅能够掌握 AutoCAD 二维平面设计知识,而且能够掌握电气图识读和绘制方法,具备电气工程技术人员、电力工程技术人员、自动控制系统设计人员应有的电气图识读与绘制的基本技能。

书后的附录包括了一些电气制图的信息,以方便读者在绘制电气图时查询。

本书的参考学时为 48~64 学时。建议采用理论实践一体化教学模式,各项目的参考学时见下面的学时分配表。

学时分配表

项目	课程内容	学时
项目一	电气图简介	4 ~ 6
项目二	机械某零件图绘制与识图	6 ~ 8
项目三	高频功率放大器电路图绘制与识图	6 ~ 8
项目四	电气控制电路图绘制与识图	6 ~ 8
项目五	电气接线图的绘制与识图	6 ~ 8
项目六	电气平面布置图的绘制与识图	8 ~ 10
项目七	电气 CAD 工程实践实例	10 ~ 14
	课程考评	2
学时总计		48 ~ 64

本书由广东水利电力职业技术学院的陈忠担任主编,罗欢、李慧荣担任副主编。陈忠编写了项目一、项目二、项目五,并承担全书的统稿;罗欢编写了项目三、项目七;李慧荣(南方电网广东电力设计研究院)负责全书电力工程图的审核工作;黎安军编写了项目四;胡钦志编写了项目六;陈虹(广州市城市规划勘测设计研究院)编写了附录部分内容并负责建筑平面图的审核。

由于编者水平和经验有限,书中难免有欠妥和错误之处,恳请读者批评指正。

编 者

2012 年 6 月

目 录

项目一 电气图简介	1
1.1 电气制图软件——AutoCAD 简介	1
1.2 电气图基础知识	2
1.3 电气识图基本知识	11
小 结	20
自测题	20
项目二 机械零件图绘制与识图	21
能力目标	21
知识目标	21
项目导入	21
基本知识	22
2.1 中文版 AutoCAD 2008 操作界面	22
2.2 AutoCAD 绘图常用工具及命令	32
2.3 对象捕捉追踪	36
2.4 图形对象的常用操作	37
项目实施	38
2.5 绘图实例	38
扩展知识	53
2.6 轴类零件图的绘制	53
小 结	57
自测题	57
项目三 高频功率放大器电路图绘制与识图	59
能力目标	59
知识目标	59
项目导入	59
基本知识	60
3.1 AutoCAD 的图层	60
3.2 图块的创建、分解与插入	66
3.3 对图形对象的常用操作	72
3.4 文字工具栏	77
3.5 电路原理图常用元器件图形符号	78
项目实施	81
3.6 绘图实例	81
小 结	95



自测题	95
项目四 电气控制电路图绘制与识图	97
能力目标	97
知识目标	97
项目导入	97
基本知识	99
4.1 电气图图幅的绘制	99
4.2 图层的创建	99
4.3 绘制图框	100
4.4 捕捉和栅格	102
4.5 电气原理图的绘制规则	103
4.6 接触器控制系统介绍	105
4.7 电气控制图识图	106
项目实施	111
4.8 绘图实例	111
扩展知识	118
4.9 图形界限	118
小 结	120
自测题	120
项目五 电气接线图的绘制与识图	121
能力目标	121
知识目标	121
项目导入	121
基本知识	121
5.1 电气接线图介绍	121
5.2 电气接线图实例识图	123
项目实施	125
5.3 绘图实例	125
拓展知识	146
5.4 添加表格	146
小 结	147
自测题	148
项目六 电气平面布置图的绘制与识图	150
能力目标	150
知识目标	150
项目导入	150
基本知识	150
6.1 建筑平面图、电气照明平面图的识图	150
6.2 建筑平面图纸的一般规定	153



项目实施	155
6.3 绘图实例	155
拓展知识	168
6.4 户外配电装置平面图的基本知识	168
小 结	169
自测题	170
项目七 电气 CAD 工程实践实例	172
能力目标	172
知识目标	172
项目导入	172
7.1 实例一 35 kV 变电站的设计	172
7.2 实例二 摇臂钻床控制系统	195
小 结	203
自测题	205
附 录	208
参考文献	213

项目一 电气图简介

1.1 电气制图软件——AutoCAD 简介

计算机辅助设计 (Computer Aided Design), 简称 CAD, 是设计人员借助计算机软、硬件进行设计的方法。通过 CAD 技术, 设计人员将人的创造力和计算机的高速运算能力、巨大存储能力、逻辑判断能力充分结合, 减轻了设计劳动强度, 缩短了设计周期, 更重要的是极大地提高了设计质量。

第一台计算机绘图系统诞生于 20 世纪 50 年代的美国, 其只具有简单绘图输出功能。70 年代, 完整的 CAD 系统开始形成, 70 年代后期出现了能产生逼真图形的光栅扫描显示器, 并推出了手动游标、图形输入板等多种形式的图形输入设备。80 年代起, 随着超大规模集成电路技术的出现, 工程工作站问世, CAD 技术在中小型企业逐步普及, 并逐步向标准化、集成化、智能化方向发展, 现已广泛应用于电子和电气、科学研究、机械设计、软件开发、工厂自动化、土木建筑等各个领域。AutoCAD 是美国 Autodesk 公司于 20 世纪 80 年代初开发的绘图程序软件包, 是电气工程领域中常用的工程设计及绘图软件, 也是目前国际上较流行的绘图工具。

图 1-1 即为采用 AutoCAD 绘制的电气原理图。

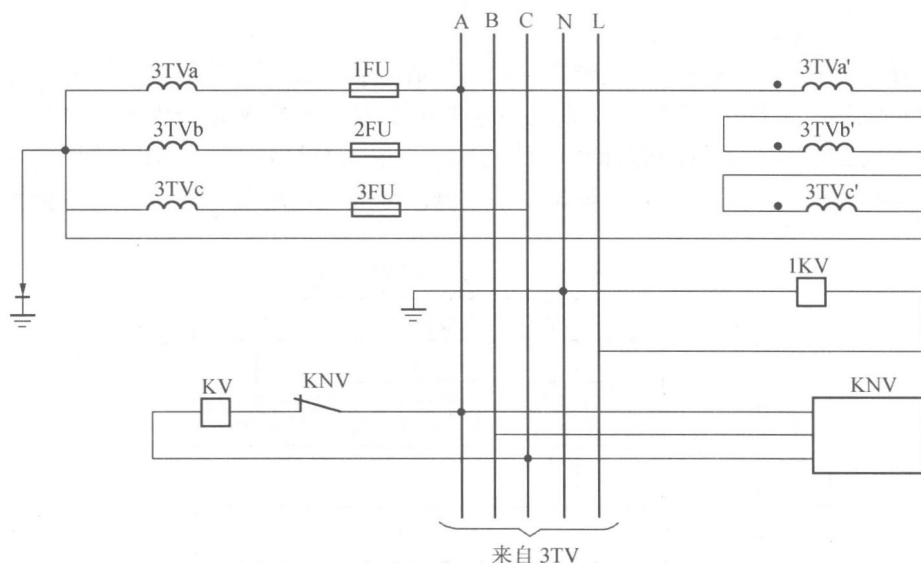


图 1-1 用 AutoCAD 绘制的电气原理图

AutoCAD 具有良好的用户界面,通过交互菜单或命令行方式便可以进行各种操作,让非计算机专业人员也能很快地学会使用;AutoCAD 具有广泛的适应性,可以在各种操作系统支持的微型计算机和工作站上运行,并支持分辨率由 320×200 到 2048×1024 的 40 多种图形显示设备、30 多种数字仪和鼠标器、数十种绘图仪和打印机;AutoCAD 二维平面的精准设计能力能够快速完成各类电气工程图、建筑平面设计图、模具及产品制造图的设计和绘制;AutoCAD 还具有良好的拓展性,它允许用户添加一些专业软件,从而更好地满足各专业领域的设计需求。

Autodesk 公司一直不断完善 AutoCAD 系统,从 1982 年 11 月首次推出的 AutoCAD 1.0 版本到 AutoCAD 2008,先后推出了近 20 个版本。AutoCAD 2008 支持微软 Vista 操作系统,它的图形文档仍然为 DWG 格式,并可以开启任何早期 AutoCAD 版本的 DWG 文档。

1.2 电气图基础知识

电气图是用电气图形符号、带注释的围框或简化外形来表示电气系统或设备中组成部分之间相互关系及其连接关系的一种工程图,是电气工程领域信息交流的最主要方式,提供的信息内容可以是功能、位置、设备制造及接线等,也可以是工作参数表格、文字等。

一个工程项目的电气图通常包括图册目录和前言、电气系统图、电路图、接线图、位置图、项目表、说明文件等,有时还要使用一些特殊的电气图,如逻辑图、功能表图、程序图、印制电路图等,以对必要的局部工程做细节补充和说明。

1.2.1 电气图分类

电气图根据其所表达信息类型和表达方式,主要有以下几类:系统图或框图、电路图、接线图或接线表、位置图、逻辑图、功能表图等。

1. 系统图或框图

系统图或框图是一种用符号或带注释的框,概略表示系统的基本组成、相互关系及其主要特征的简图,如图 1-2 所示。系统图通常用于表示系统或成套装置,而框图通常用于表示分系统或设备;系统图若标注项目代号,一般为高层代号,框图若标注项目代号,一般为种类代号。电气系统图是根据国家电气制图标准规定的图形符号、文字符号以及规

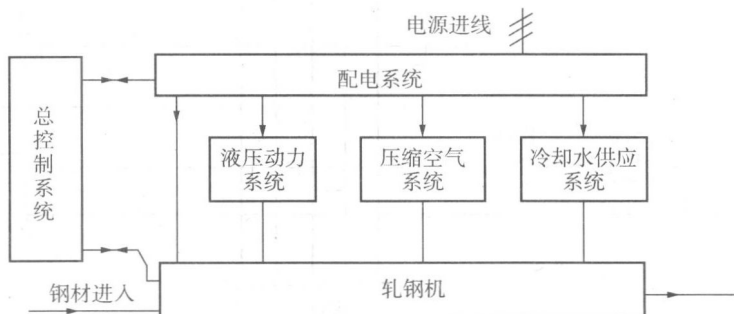


图 1-2 系统图示例

定的画法,用工程图的形式,将电气设备及电器元件按照一定的控制要求连接,以表达设备电气控制系统的组成结构、工作原理及安装、调试、维修等技术要求,便于电气设计人员进行电气设计,也是现场技术人员进行安装、维修、调试等操作的依据。

2. 电路图

电路图也叫电气原理图,是用图形符号按照电路工作原理顺序排列,详细表示电路、设备或成套装置的全部组成和连接关系,采用展开形式绘制的一种简图,如图 1-1 所示。它不按电器元件、设备的实际位置绘制,而是根据电器元件、设备在电路中所起的作用画在不同的部位上。电路图主要用于分析研究系统的组成和工作原理,为寻找电气故障提供帮助,同时也是编制电气接线图/表的依据。

3. 接线图或接线表

接线图或接线表是表示成套装置、设备或装置的连接关系的一种简图或表格,包含电气设备和电器元件的相对位置、项目代号、端子号、导线号、导线类型、导线截面积、屏蔽和导线绞合等情况,用于电气设备安装接线、电路检查、电路维修和故障处理,如后面项目中的图 5-4 所示。

4. 位置图

位置图表示成套装置、设备或装置中各个项目的具体位置的一种简图。常见的是电气平面图、设备布置图、电器元件布置图。电气平面图是在建筑平面图上绘制而成的,表示电气设备、装置及线路的平面布置情况,提供建筑物施工时预留管线、设备安装的位置。设备布置图是表示工程项目中各类电气设备及装置的布置、安装方式和相互位置关系的示意图,尺寸数据是主要信息。电器元件布置图用图形符号绘制,表明成套电气设备中一个区域内所有电器元件和用电设备的实际位置及其连接布线,是电气控制设备制造、装配、调试和维护必不可少的技术文件,如电气控制柜与操作台(箱)内部布置图,电气控制柜与操作台(箱)面板布置图。

5. 逻辑图

逻辑图是用线条把二进制逻辑(与、或、异或等)单元图形符号按逻辑关系连接起来而绘制成的一种简图,用来说明各个逻辑单元之间的逻辑关系和逻辑功能,如图 1-3 所示。

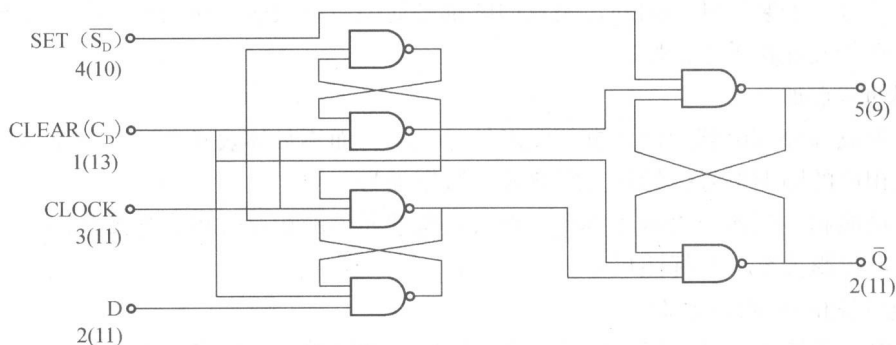


图 1-3 逻辑图示例

6. 功能表图

功能表图是表示控制系统的作用和状态的一种图,如图 1-4 所示。

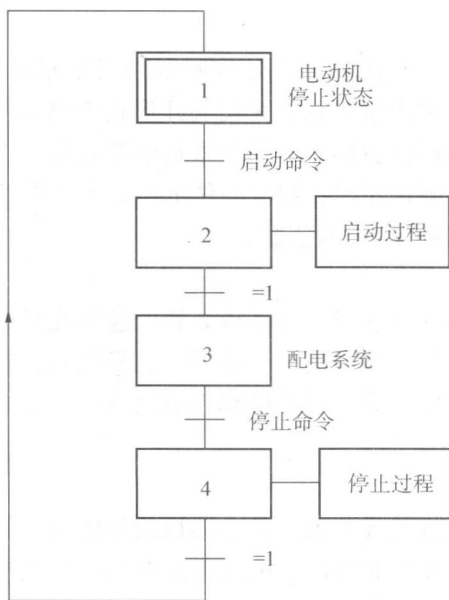


图 1-4 功能表图示例

1.2.2 电气图的特点

1. 电气图的主要表达方式

简图是电气图的主要表达方式,是用图形符号、带注释的框或简化外形表示包括连接线在内的一个系统或设备中各组成部分之间相互关系的一种图示形式。简图这个概念是相对于严格按几何尺寸、绝对位置而绘制的机械图而言的,是图形表达形式上的“简”,而非内容上的“简”。

电气系统图、电路图、接线图等绝大多数的电气图都采用这种形式,除了必须标明实物形状、位置、安装尺寸的图外,大量的图都是简图,即仅表示电路中各设备、装置、电器元件等功能及连接关系的图。

简图的特点如下。

- ①各组成部分或电器元件用电气图形符号表示,而不具体表示其外形及结构等特征。
- ②在相应的图形符号旁标注文字符号、数字编号。
- ③按功能和电流流向表示各装置、设备及电器元件的相互位置和连接顺序。
- ④没有投影关系,不标注尺寸。

2. 电气图的主要组成部分

一个电气系统或一种电气装置是由许多器件和功能单元组成的,在电气工程图中并不按比例绘出它们的外形尺寸,而是通过各种图形符号、文字符号、项目代号来说明电气装置、设备和线路的安装位置、相互关系和敷设方法等,有时还要添加一些注释、技术数据

等详细信息。

3. 电气图的主要元素

构成电气图的主要元素是元件和连接线,即电气图中的电气设备或装置可以通过电气元件和连接线进行描述。这里的元件在电路原理图中可以是电源、开关、指示灯等电路元件,也可以是继电器、按钮等控制器件;在系统图中可以是电动机等用电设备,也可以是接触器等开关设备;在接线图中可以是各类触点、接线柱等;在位置图中可以代表开关柜、变压器等各类电气设备。

(1) 电气元件的表示方法

电气元件有3种表示方法,分别为集中表示法、分开表示法和半集中表示法。

集中表示法也叫整体表示法,如图1-5a所示,是把一个元件的各个部分集中在一起绘制,并用虚线连接起来,优点是整体性较强,任一元件的所有部件及其关系一目了然,但不利于对电路功能原理的理解,一般用于简单的电气图。

分开表示法也称为展开表示法,是把同一元件的不同部分在图中按作用、功能分开布置,而它们之间的关系用同一个元件项目代号来表示。用分开表示法能得到一个清晰的电路布局图面,易于阅读,便于了解整套装置的动作顺序和工作原理,适用于复杂的电气图,如图1-5b所示。

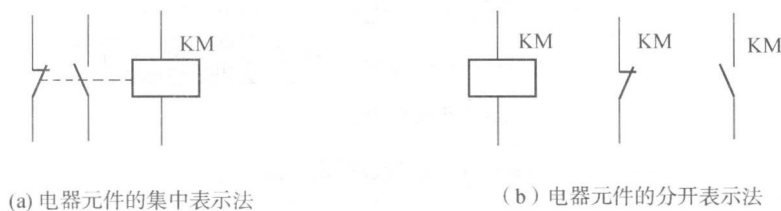


图1-5 电器元件表示法

半集中表示法则是介于集中表示法和分开表示法之间的一种表示方法,是把一电器中的某些元件的图形符号在简图上分开布置,并用机械连接线符号表示它们之间关系的方法,目的是使设备和装置的电路布局清晰,易于识别。

(2) 连接线的表示方法

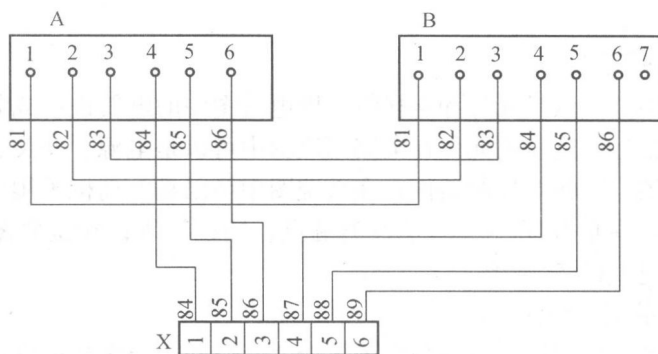
在电路图中,连接线有单线表示法和多线表示法,如图1-6a和图1-6b所示。如果将各元件之间走向一致的连接导线用一条线表示,即用一根线来代表一束线,就是单线表示法。如果元件之间的连线是按照导线的实际走向一根一根地分别画出的,就是多线表示法。

在接线图及其他图中,连接线有连续线表示法和中断线表示法两种方式。连续线表示两端子之间导线的线条是连续的。中断线表示两端子之间导线的线条是中断的。在中断处必须标明导线的去向,如图1-6c所示。

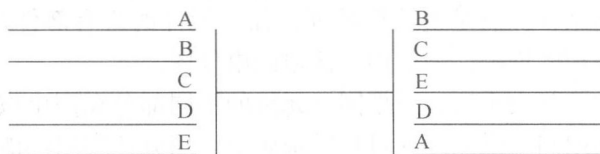
4. 电气图的基本布局方法

(1) 功能布局法

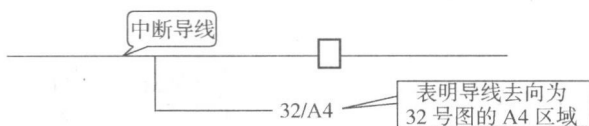
功能布局法是指在图中,元件符号的位置只考虑元件之间的功能关系,而不考虑实际位置的一种布局方法。在此布局中,将表示对象划分为若干功能组,按照工作关系从左到



(a) 多线表示法



(b) 单线表示法



(c) 中断线表示法

图 1-6 连接线的表示法

右或从上到下布置；每个功能组的元件集中布置在一起。大部分电气图采用功能布局法，如系统图、电路图等。

(2) 位置布局法

位置布局法是指在图中，元件符号的位置按该元件的实际位置在图中布局，清晰反映元件的相对位置和导线的走向。平面图、安装接线图就是采用这种布局法，以利于装配接线时的读图。

5. 电气图的多样性

一个电气系统中，各种电气设备和装置之间，不同角度、不同侧面存在着不同的关系，构成了电气图的多样性，并通过对能量流、信息流、逻辑流、功能流的不同描述来反映。

能量流——电能的流向和传递。

信息流——信号的流向、传递和反馈。

逻辑流——相互间的逻辑关系。

功能流——相互间的功能关系。

在电气图中，对能量流和信息流进行描述的有系统图、框图、电路图、接线图、位置图等；对逻辑流进行描述的有逻辑图；对功能流进行描述的有功能表图、程序图、系统说明书等。

1.2.3 电气图规范

1. 图幅尺寸

为了图纸的规范统一，便于装订和管理，应优先选择表 1-1 中所列的基本幅面，并在满足设计规模和复杂程度的前提下，尽量选用较小的幅面。

表 1-1 基本幅面

mm

幅面	A0	A1	A2	A3	A4
长	1189	841	594	420	297
宽	841	594	420	297	210

如有特殊要求，也可以选择表 1-2 中列出的加长幅面。加长幅面的尺寸是由基本幅面的短边或整数倍增加后得出的。

表 1-2 加长幅面

mm

幅面	A3 × 3	A3 × 4	A4 × 4	A4 × 4	A4 × 5
长	891	1189	630	841	1051
宽	420	420	297	297	297

2. 图框线

图框线表示绘图区域，必须用粗实线画出，其格式分为留装订线边和不留装订线边两种，如图 1-7 所示。外框线为 0.25 的实线，内框线根据图幅由小到大可以选择 0.5、0.7、1.0 的实线。

留装订线边的图框格式如图 1-7a 所示，边线距离 a （包含装订尺寸）为 25 mm， c 的尺寸在 A0、A1、A2 图纸中为 10 mm，在其他尺寸图纸中为 5 mm。不留装订线边的图框格式如图 1-7b 所示，四边边线距离一样，在 A0、A1 图纸中 e 为 20 mm，其他尺寸图纸中 e 为 10 mm。

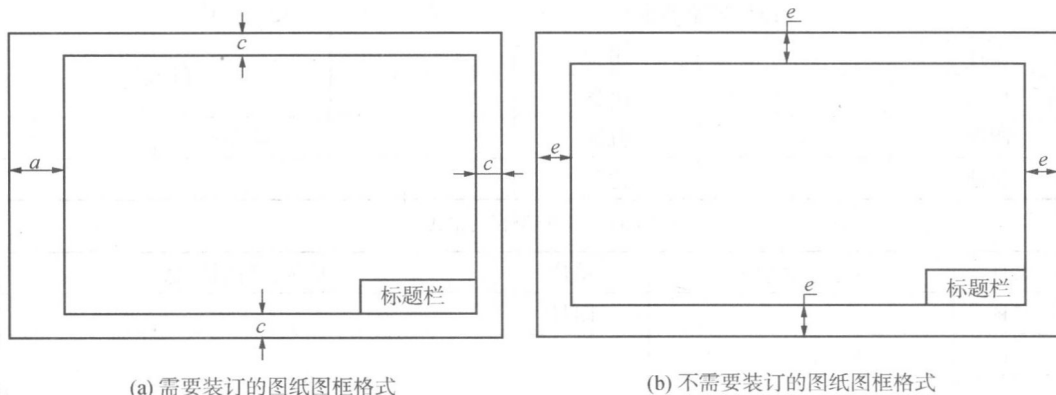


图 1-7 图框线格式示意图

3. 图幅分区

图幅分区是为了快速查找图纸信息而为图纸建立索引的方法,在地图、建筑图等的绘制中常见。图幅分区用分区代号的方法来表示,采用行与列两个编号组合而成,编号从图纸的左上角开始,如图 1-8 所示。分区数一般为偶数,每一分区的长度为 25 ~ 75 mm。分区在水平和垂直两个方向的长度可以不同;分区的编号,水平方向用阿拉伯数字,垂直方向用大写英文字母。区代号表示方法为字母 + 数字,如 B3 表示 B 行和第 3 列所形成的矩形区域,结合图纸编号信息则可以表示某图中的制定区域信息,如 22/C6 表示图纸编号为 22 的单张图中 C6 区域。

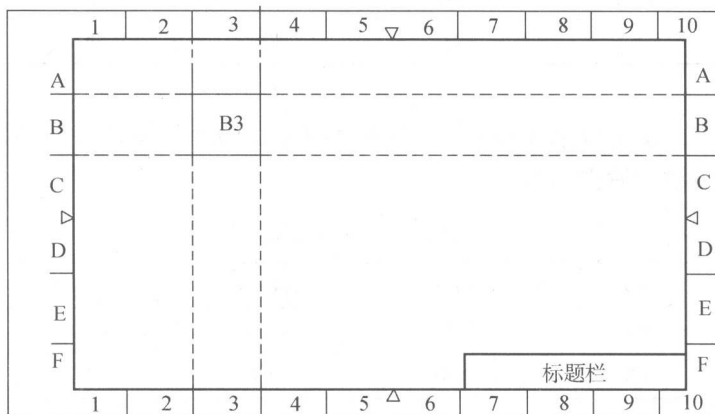


图 1-8 带有分区的图幅

4. 标题栏

一张完整的图纸还应包括标题栏项。标题栏是用来反映设计名称、图号、张次、设计者等相关设计信息的,位于内框的右下角,方向与看图方向一致,格式没有统一的规定,一般长 120 ~ 180 mm,宽 30 ~ 40 mm。通常包括设计单位名称、用户单位名称、设计阶段、比例尺、设计人、审核人、图纸名称、图纸编号、日期、页次等。图 1-9 提供两种标题栏供读者参考。

(设计单位名称)				使用单位	
设计		组长		(图名)	
校对		审核			
制图		批准		图号	
日期		比例			

(a) 一般标题栏的格式

设计	(学生姓名)	单位	(专业、班级信息)
审核		图号	
日期		图名	
比例			

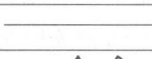
(b) 简单标题栏格式 (可用于学生课程/毕业设计)

图 1-9 标题栏格式

5. 图线

电气图中绘图所用的各种线条统称为图线，图线的宽度按照图样的类型和尺寸大小在 0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2 中选择，同一图样中粗线、中粗线、细线的比例为 4 : 2 : 1。根据 GB/T 17450—1998 技术制图图线标准，有实线、虚线、点画线等 16 种基本线型，波浪线、锯齿线等 4 种变形，使用时依据图样的需要，对基本图线进行变形或组合，具体规则详见国标，表 1-3 仅列出了电气制图中常用的图线形式及应用说明。

表 1-3 常用图线形式和应用说明

序号	图线名称	图线形式	图线宽度	应用说明
1	粗实线		$b = 0.5 \sim 2 \text{ mm}$	电气线路（主回路干线）
2	细实线		约 $b/3$	一般线路、控制线
3	虚线		约 $b/3$	屏蔽线、机械连线、电气暗敷线、事故照明线等
4	点画线		约 $b/3$	控制线、信号线、边界线等
5	双点线		约 $b/3$	辅助边界线、36V 以下线路等
6	加粗实线		$2 \sim 3b$	汇流排（母线）
7	较细实线		约 $b/4$	轮廓线、尺寸线等
8	波浪线		约 $b/3$	视图与剖视的分界线等
9	双折线		约 $b/3$	断开处的边界线

6. 字体

汉字应采用长仿宋体简化汉字，高度不小于 3.5 mm；字母和数字应采用罗马体单线字体，高度不小于 2.5 mm。汉字和数字通常写成正体，也可写成斜体。斜体字字头向右倾斜，与水平线成 75°角。字体大小视图纸幅面大小而定，其最小高度详见表 1-4 的规定。

表 1-4 最小字符高度

mm

字符高度	图 幅				
	A0	A1	A2	A3	A4
汉字	5	5	3.5	3.5	3.5
数字和字母	3.5	3.5	2.5	2.5	2.5

7. 比例

比例是指所绘图形与实物大小的比值，通常使用缩小比例系列，前面的数字为 1，后面的数字为实物尺寸与图形尺寸的比例倍数，电气工程图常用比例有 1 : 10、1 : 20、1 : 50、1 : 100、1 : 200、1 : 500 等。需要注意的是，不论采用何种比例，图样所标注的