



新世纪

育电气工程及其自动化类课程规划教材

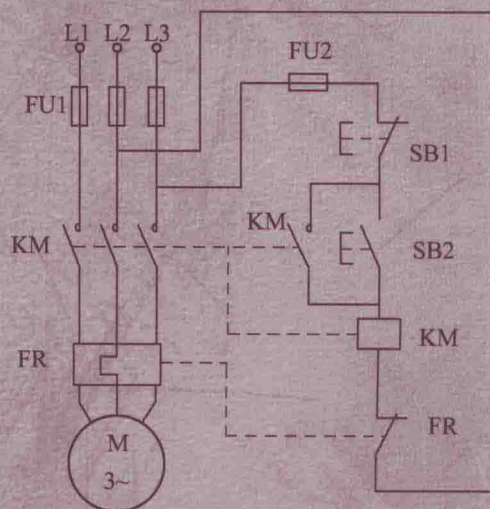
(第二版)

电气CAD

DIANQI CAD

主 编 吴 云 杜明娟

主 审 瓮嘉民



大连理工大学出版社

高等教育电气工程及其自动化类课程规划教材

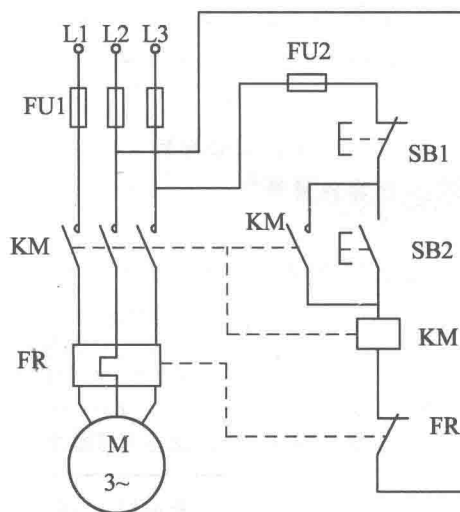
新世纪

(第二版)

电气CAD

DIANQI CAD

主 编 吴 云 杜明娟
副主编 董微微 范振禄 张艳肖
主 审 瓮嘉民



大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电气 CAD / 吴云, 杜明娟主编. — 2 版. — 大连 :
大连理工大学出版社, 2018. 2

新世纪普通高等教育电气工程及其自动化类课程规划
教材

ISBN 978-7-5685-1313-5

I. ①电… II. ①吴… ②杜… III. ①电气设备—计
算机辅助设计—AutoCAD 软件—高等学校—教材 IV.
①TM02-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 018838 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

发行:0411-84708842 邮购:0411-84708943 传真:0411-84701466

E-mail:dutp@dutp.cn URL:http://dutp.dlut.edu.cn

大连永盛印业有限公司印刷

大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm	印张:18.75	字数:456 千字
2013 年 2 月第 1 版		2018 年 2 月第 2 版
	2018 年 2 月第 1 次印刷	

责任编辑:白 璐

责任校对:王晓伟

封面设计:张 莹

ISBN 978-7-5685-1313-5

定 价:45.00 元

本书如有印装质量问题,请与我社发行部联系更换。

《电气 CAD》(第二版)是新世纪普通高等教育电气工程及其自动化类课程规划教材之一。

本教材以 AutoCAD 2015 为工具,介绍电气图纸的设计和绘制方法。本教材在内容安排上,突出案例教学,对具体实例分步骤做出说明;在表现方式上,文字说明和图表并用,图文并茂,简单直观,通俗易懂。有利于读者掌握电气图纸的设计和绘制方法,并为实际工作奠定良好基础。本教材适合高等院校电气工程及其自动化专业的学生使用,也可供科研人员参考。

在修订本教材的过程中,为了能够既保留传统知识的精华,又尽可能地反映电气工程行业新发展,编者基于多年的电气 CAD 基础课程教学实践以及进行的大量调研和改革工作,在充分了解社会需求与人才培养诸多方面的需求后,按照教育部对高等教育发展的指导思想,在充分考虑应用领域对人才需求的同时,结合教学中学时分配、内容分配及教学的学术性、趣味性、易用性等诸多方面的经验和体会对教材内容进行了修订。

与传统教材相比,本教材在体系结构上进行了调整,角度独特,内容新颖,主要有以下几方面特色:

1. 重在介绍基本概念、基本运行原理与基本运行特性,并强调实用性。
2. 为适应当前发展需要,对教材中 AutoCAD 软件进行了升级并实施现行标准。
3. 为满足学生进一步学习及发展的需求,附录部分增加了常用电气符号和电气工程图实例,有利于加深读者对所学内容的体会和理解。

本教材共 10 章。其中第 1~4 章分别介绍了电气工程图的基本知识,AutoCAD 2015 的基本命令和操作,电气图形符号的绘制及简单实用电路的绘制,内容循序渐进,构成入门的基础部分。第 5~8 章针对机床电路、建筑电气、供配电、电力电子等方面分别进行讲授,以案例为先导,按步骤绘制相关图纸,内容丰富、全面。第 9~10 章分别介绍三维实体绘图、图纸打印相关知识。



本教材由辽宁石油化工大学吴云、杜明娟任主编,大连海洋大学应用技术学院董微微、范振禄,西安交通大学城市学院张艳肖任副主编。具体编写分工如下:吴云编写第1章、第3章;杜明娟编写第4章、第6章和第7章;董微微编写第2章;张艳肖编写第5章、第8章;范振禄编写第9章和第10章。河南工程学院瓮嘉民审阅了书稿,并提出了宝贵意见,在此仅致谢忱。

在编写本教材的过程中,我们参考、借鉴了许多专家、学者的相关著作,已列入参考文献,对于引用的段落、文字不能一一列出,谨向各位专家、学者一并表示感谢。

尽管我们在教材特色的建设方面做了许多努力,但由于编者水平有限,教材中难免存在疏漏和不妥之处,恳请教学单位和读者多提宝贵意见,以便下次修订时改进。

编 者

2018年2月

所有意见和建议请发往:dutpbk@163.com

欢迎登录教材服务网站:<http://www.dutpbook.com>

联系电话:0411-84708445 84708462



第 1 章 电气工程图基本知识	1
1.1 电气工程图的种类和特点	1
1.2 电气 CAD 制图规范	5
1.3 电气工程图的基本表示方法	10
1.4 电气技术中的文字符号	16
1.5 电气工程图中的图形符号	17
第 2 章 AutoCAD 2015 基础	22
2.1 操作界面与绘图环境	22
2.2 文件管理	30
2.3 基本输入操作	35
2.4 图层设置	40
2.5 绘图辅助工具	45
2.6 常用二维绘图命令介绍	52
2.7 常用图形编辑命令	70
2.8 文 字	90
2.9 表 格	94
2.10 尺寸标注	100
2.11 特性匹配	114
第 3 章 常用电气简图用图形符号绘制举例	116
3.1 熔断器和常用开关触点	116
3.2 接触器	119
3.3 断电延时时间继电器	122
3.4 常用电气元件符号绘制举例	127
3.5 其他常用电气简图用图形符号举例	134
第 4 章 常用实用电路的绘制	150
4.1 电动机自动往复循环控制电路	150
4.2 电动机星形—三角形换接启动控制电路	161
4.3 双速笼型异步电动机控制电路	163
4.4 绕线型异步电动机转子回路外串电阻启动控制电路	166

第 5 章 工具选项板和常用机床电路的绘制	168
5.1 块、设计中心和工具选项板	168
5.2 摇臂钻床电气控制原理图	174
5.3 X62W 型卧式万能铣床电气控制原理图	181
第 6 章 住宅建筑电气工程图的绘制	184
6.1 某住宅配电系统图	184
6.2 某住宅底层照明平面图	188
第 7 章 工厂供配电电气工程图绘制	196
7.1 工厂变配电所的主接线图	196
7.2 二次回路安装接线图	200
第 8 章 常用电力电子相关电路绘制	217
8.1 三相桥式晶闸管全控整流电路及其波形图	217
8.2 单相桥式 PWM 逆变电路及其波形图	226
第 9 章 三维实体绘图基础	233
9.1 三维绘图常用工具栏	233
9.2 三维坐标系统	233
9.3 动态观察	235
9.4 视图	237
9.5 基本三维建模	237
9.6 编辑三维图形	240
9.7 布尔运算	247
9.8 渲染	249
9.9 显示形式	252
9.10 三维实例——冲压接线片绘制	255
第 10 章 Auto CAD 图纸打印	260
10.1 初始设置	260
10.2 图纸打印	265
参考文献	282
附 录	283

第 1 章

电气工程图基本知识

本章主要介绍电气工程图的基本知识,包括电气工程图的种类及特点;电气 CAD 制图的基本规范;图纸的幅面和分区,标题栏、会签栏和图号,比例、图线、字体等的选用;电气工程图中的连接线和元件的一些表示方法,以及电气技术中的文字符号和常用图形符号等。

1.1 电气工程图的种类和特点

1.1.1 电气工程图的种类

电气工程图是用来阐述电气工程的构成和功能,描述电气装置的工作原理,提供电气系统安装和维护信息的图纸。

电气工程图可以根据功能和使用场合的不同来分类,一般来说,电气系统图、电气原理图、电气安装接线图、电气平面布置图是最主要的电气工程图。电气工程的规模不同,该项工程的电气工程图的种类和数量也不同。

一项工程的电气工程图通常包括以下内容,根据各工程的不同情况,有些内容可以删减,并将它们装订成册。

1. 目录和前言

目录由序号、图样名称、编号、张数等构成,主要是便于检索图样。

前言中包括设计说明、图例、设备材料明细表、工程经费概算等。

设计说明的主要目的在于阐述电气工程设计的依据、基本指导思想与原则,图样中未能清楚表明工程特点、安装方法、工艺要求、特殊设备的安装使用说明,以及有关的注意事项等的补充说明。图例即图形符号,一般只列出本套图样涉及的一些特殊图例。

设备材料明细表列出该项电气工程所需的主要电气设备和材料的名称、型号、规格和数量,可供经费预算和购置设备材料时参考。工程经费概算用于大致统计出电气工程所需的费用,可以作为工程经费预算和决算的重要依据。

2. 电气系统图

电气系统图用于表示整个工程或该工程中某一项目的供电方式和电能输送的关系,也可表示某一装置各主要组成部分的关系。例如,某台电动机的供电关系可采用图 1-1 所示的电气系统图来表示。该电气系统图由电源 L1、L2、L3、熔断器 FU1、交流接触器 KM、热

继电器 FR、电动机 M 构成,并通过连线表示如何连接这些元件。

3. 电气原理图

电气原理图主要表示系统或装置的电气工作原理,又称为电路图。

例如,为了描述图 1-1 所示电动机的控制原理,要使用图 1-2 所示的电气原理图清楚地表示其工作原理。图 1-2 中 SB2 是电动机的启动按钮,按下它可让交流接触器 KM 的电磁线圈通电,交流接触器 KM 的主触头闭合,电动机运转;SB1 是电动机的停止按钮,按下它电动机就停止运转。

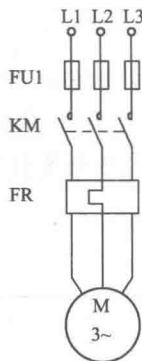


图 1-1 电动机电气系统图

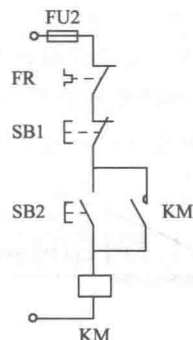


图 1-2 电动机电气原理图

4. 电气安装接线图

电气安装接线图主要用于表示电气装置内部各元件之间及其与外部其他装置之间的连接关系,有单元接线图、互连接线端子接线图、电线电缆配置图等类型。图 1-3 所示电气安装接线图清楚地表示了各元件之间的实际位置和连接关系。图中,电源(L1、L2、L3)由型号为 BX-3×6 的导线,顺序接至端子排 X、熔断器 FU、交流接触器 KM 的主触头,再经热继电器 FR 的热元件,接至电动机 M 的接线端子 U、V、W。电气安装接线图与实际电路是完全对应的。

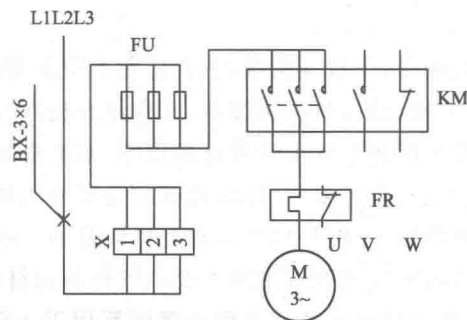


图 1-3 电动机电气安装接线图

5. 电气平面布置图

电气平面布置图表示电气工程中电气设备、装置和线路的平面布置,一般在建筑平面图中绘制出来,根据用途不同,电气平面布置图可分为线路平面布置图、变电所平面布置图、动力平面布置图、照明平面布置图、弱电系统平面布置图、防雷与接地平面布置图等。图 1-4

所示是一个车间的电气平面布置图。图中从配电柜引出导线接到上下两组配电箱,各个配电箱再分别引出导线接至电动机。图中示出了电源经控制箱或配电箱,再分别经导线BX-3×2.5、BX-3×4、BX-3×6 接至电动机 1、2、3 的具体平面布置。

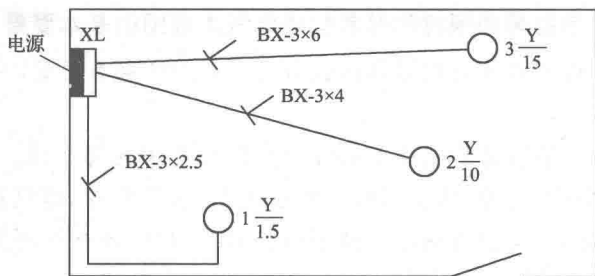


图 1-4 车间电气平面布置图

6. 设备布置图

设备布置图主要表示各种电气设备和装置的布置形式、安装方式及相互位置之间的尺寸关系,通常由平面图、立面图、断面图、剖面图等组成。

7. 大样图

大样图用于表示电气工程某一部件、构件的结构,用于指导加工与安装,部分大样图为国家标准图。

8. 产品使用说明书用电气工程图

厂家往往在产品使用说明书中附上电气工程中选用的设备和装置的电气工程图。

9. 其他电气工程图

除主要的电气工程图外,在一些较复杂的电气工程中,为了补充和详细说明某一局部工程,还需要使用一些特殊的电气工程图,如功能图、逻辑图、印刷板电路图、曲线图、表格等。

10. 设备元件和材料表

设备元件和材料表的作用是把一项电气工程所需的主要设备、元件、材料和有关的数据列成表格,表示其名称、符号、型号、规格、数量等。这种表格主要用于说明电气工程图上符号所对应的元件名称和有关数据,应与电气工程图联系起来阅读。以图 1-1 和图 1-2 所示的电气工程图为例,可列出设备元件表见表 1-1。

表 1-1 设备元件表

序 号	符 号	名 称	型 号	规 格	单 位	数 量	备 注
1	M	电动机	Y	300 V,15 kW	台	1	
2	KM	交流接触器	CJ10	300 V,40 A	个	1	
3	FU1	熔断器	RT0	380 V,40 A	个	3	配熔丝 3 A
4	FU2	熔断器	RC1	250 V,1 A	个	1	配熔丝 1 A
5	FR	热继电器	JR3	40 A	个	1	整定值 25 A
6	SB1 SB2	按钮	LA2	250 V,3 A	个	2	用常闭触点 用常开触点

1.1.2 电气工程图的特点

电气工程图的特点主要包括以下几方面:

1. 图形符号、文字符号和项目代号是构成电气工程图的基本要素

图形符号、文字符号和项目代号是构成电气工程图的基本要素,一些技术数据也是电气工程图的主要内容。

电气系统、设备或装置通常由许多部件、组件、功能单元等组成。一般用图形符号描述和区分这些项目的名称、功能、状态、特征、相互关系、安装位置、电气连接等,而不必画出它们的外形结构。通常,一类设备只用一种图形符号。例如,各种熔断器都用同一个符号 FU 表示。

为了区别同一类设备中不同元件的名称、功能、状态、特征以及安装位置等,还必须在符号旁边标注文字符号。例如,不同功能、不同规格的熔断器分别标注为 FU1、FU2、FU3。

为了更具体地区分,除了标注文字符号、项目代号外,有时还要标注一些技术数据。例如,RL1-15A 表示额定电流为 15 A 的螺旋式熔断器。

2. 简图是电气工程图的主要形式

简图是一种用图形符号、带注释的围框或简化外形表示系统或设备中各组成部分之间相互关系的图。电气工程图绝大多数都采用简图这种形式。

简图并不是指内容“简单”,而是指形式的“简化”,它是相对于严格按几何尺寸、绝对位置等绘制的机械图而言的。电气工程图中的电气系统图、电气原理图、电气安装接线图、电气平面布置图等都是简图。

3. 元件和连接线是电气工程图描述的主要内容

一种电气装置主要由元件和连接线构成,因此,无论是说明电气工作原理的电气原理图、表示供电关系的电气系统图,还是表明安装位置和接线关系的电气平面布置图和电气安装接线图等,都是以元件和连接线作为描述的主要内容。

4. 功能布局法和位置布局法是电气工程图两种基本的布局方法

机械图必须严格按机件的位置进行布局,而简图的布局则可根据具体情况灵活运用,这是一般机械图与简图在布局方法上的一个重要区别。电气工程图基本上都属于简图,因此简图的布局是电气制图中要考虑的一个重要问题,要从便于对图理解和使用的方面出发,做到布局合理、排列均匀、图面清晰、便于看图。电气工程图中两种基本的布局方法为功能布局法和位置布局法。

功能布局法是指电气工程图中元件符号的布置,只考虑便于看出它们所表示的元件之间的功能关系,而不考虑各元件之间实际位置的一种布局方法。电气工程图中的电气系统图、电气原理图都是采用这种布局方法。例如,图 1-1 中,各元件按供电顺序(从电源至负载)排列;图 1-2 中,各元件按动作原理排列。至于这些元件的实际位置怎样布置则不表示。这样的图就是按功能布局法绘制的图。

位置布局法是指电气工程图中元件符号的布置对应于该元件实际位置的布局方法。电气工程图中的电气安装接线图、电气平面布置图通常采用这种布局方法。例如,图 1-3 中,

各元件基本上都是按元件在控制箱内的实际相对位置布置和接线的;图 1-4 中,配电箱、电动机及其连接导线是按实际位置布置的。这样的图就是按位置布局法绘制的图。

5. 对能量流、信息流、逻辑流、功能流的不同描述方法,构成了电气工程图的多样性

在某一个电气系统或电气装置中,各种元件、设备、装置之间,从不同角度、不同侧面去考察,存在着不同的关系,即构成四种物理流:

- 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——表示相互间的逻辑关系;
- 功能流——表示相互间的功能关系。

物理流有的是具体的,如能量流、信息流等;有的则是抽象的,表示的是某种概念,如逻辑流、功能流等。

在电气技术领域内,往往需要从不同的目的出发,对上述四种物理流进行研究和描述,电气工程图作为描述这些物理流的工具之一,当然也需要采用不同的形式。这些不同的形式,从本质上揭示了各种电气工程图内在的特征和规律。实际上是将电气工程图分成若干种类,从而构成了电气工程图的多样性。

例如,描述能量流和信息流的电气工程图有电气系统图、电气原理图、电气安装接线图等;描述逻辑流的电气工程图有逻辑图等;描述功能流的电气工程图有功能表图、程序图、产品使用说明书用电气工程图等。

1.2 电气 CAD 制图规范

电气工程设计部门设计、绘制图样,施工部门按图样组织工程施工,所以图样必须有设计和施工等部门共同遵守的一定的格式和一些基本规定、要求。这些规定包括电气工程图自身的规定和机械制图、建筑制图等方面的有关规定。

1.2.1 图纸的幅面和分区

1. 图纸的幅面

图纸的幅面就是由边框线所围成的图面。基本幅面尺寸共分五种:A0~A4。完整的图纸幅面由边框线、图框线、标题栏、会签栏组成,具体的尺寸要求见表 1-2,图纸的图框格式及幅面代号含义如图 1-5 所示。

表 1-2 图纸幅面及图框尺寸 mm

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

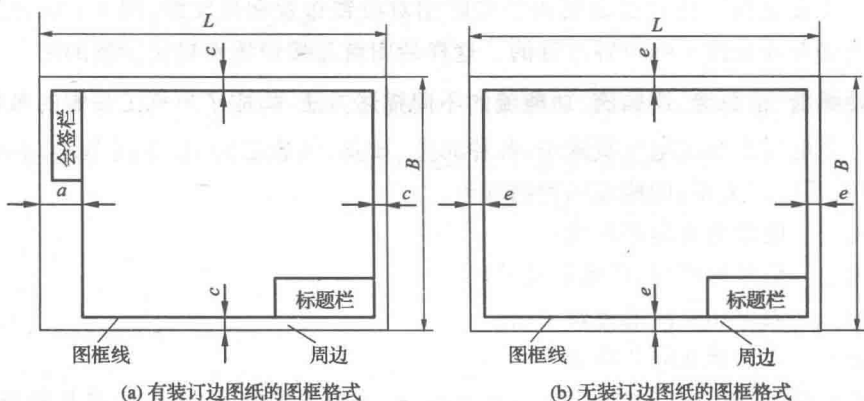


图 1-5 图纸的图框格式

A0~A4 为优先选用的基本幅面,必要时也允许选用加长幅面。A0~A2 号图纸一般不得加长,A3、A4 号图纸可根据需要,沿短边加长。A3×3、A3×4、A4×3、A4×4、A4×5 为第二选择的加长幅面。例如,A4 号图纸的短边长为 210 mm,若加长到 A4×4 号图纸,则该边加长到 $210 \text{ mm} \times 4 \approx 841 \text{ mm}$,故 A4×4 的幅面尺寸为 $297 \text{ mm} \times 841 \text{ mm}$ 。

选择幅面尺寸的基本前提是:保证幅面布局紧凑、清晰和使用方便。主要考虑的因素如下:

- (1) 所设计对象的规模和复杂程度;
- (2) 由简图种类所确定的资料的详细程度;
- (3) 尽量选用较小幅面;
- (4) 便于图纸的装订和管理;
- (5) 复印和缩微的要求;
- (6) 计算机辅助设计 CAD 的要求。

2. 图纸幅面分区

如果电气工程图上的内容很多,尤其是一些图幅面大、内容复杂,就需要对这些图进行分区,以便在看图或更改图的过程中,迅速找到相应的部分。

图纸幅面分区的方法是等分图纸相互垂直的两边。分区的数目视图的复杂程度而定,但要求每边必须为偶数。每一分区的长度为 25~75 mm。分区代号,竖向方向用大写拉丁字母从上到下编号,横向方向用阿拉伯数字从左往右编号,如图 1-6 所示。

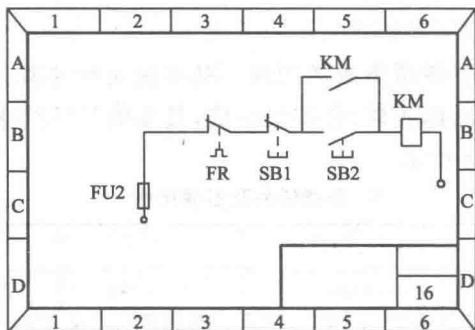


图 1-6 图纸幅面分区

图纸幅面分区以后,相当于在图纸上建立了一个坐标。电气工程图上项目和连接线的位罝由此“坐标”唯一地确定下来了。项目和连接线在图上的位罝可用如下方式表示:

- (1)用行的代号(拉丁字母)表示;
- (2)用列的代号(阿拉伯数字)表示;
- (3)用区的代号表示。

分区代号用字母和数字表示,字母在前,数字在后,如 B2、C3 等。图 1-6 中,图纸幅面分成 4 行(A~D)、6 列(1~6),图纸幅面内绘制的项目元件 KM、SB1、SB2、FR、FU2 等在图上的位置被唯一地确定下来,其位置表示方法见表 1-3。表 1-3 中另一表示方法是将图号 16 也写出来了。

表 1-3 项目位置标记示例

序 号	元件名称	符 号	行 号	列 号	区 号	说 明
1	接触器线圈	KM	B	6	B6	也可标出图号,如接触器线圈 KM 可表示成: 16/B6,16/B, 16/6
2	接触器触点	KM	B	5	B5	
3	按钮 1	SB1	B	5	B5	
4	按钮 2	SB2	B	4	B4	
5	热继电器	FR	B	3	B3	
6	熔断器	FU2	C	2	C2	

一般情况下,有图号、张次、分区代号的组合索引代号的组成如下:图号/张次·分区代号。例如,在图号为 3215 的第 28 张图纸的 B6 区内,标记为 3215/28·B6。

当某一元件相关的各符号元素出现在不同图号的图纸上,而当每个图号仅有一张图纸时,索引代号应简化成:图号/分区代号。例如,在图号为 3215 图纸的 B6 区内,标记为:3215/B6。

当某一元件相关的各符号元素出现在同一图号的图纸上,而该图号有几张图纸时,可省略图号,索引代号应简化成:张次·分区代号。例如,在第 28 张图纸的 B6 区内,标记为 28·B6。

1.2.2 标题栏、会签栏和图号

1. 标题栏

标题栏是用来确定图样的名称、图号、张次、更改和有关人员签署等内容的栏目,位于图样的下方或右下方。标题栏的文字方向为看图方向,即图中的说明、符号均应以标题栏的文字方向为准。

目前,我国尚没有统一规定标题栏的格式,各设计部门标题栏格式不一定相同。通常采用的标题栏格式应有以下内容:设计单位名称、工程名称、项目名称、图名、图号等。图 1-7 所示是一种标题栏格式,可供读者借鉴。在校学生 in 课程设计、毕业设计等环节中,可参考使用如图 1-8 所示的标题栏。

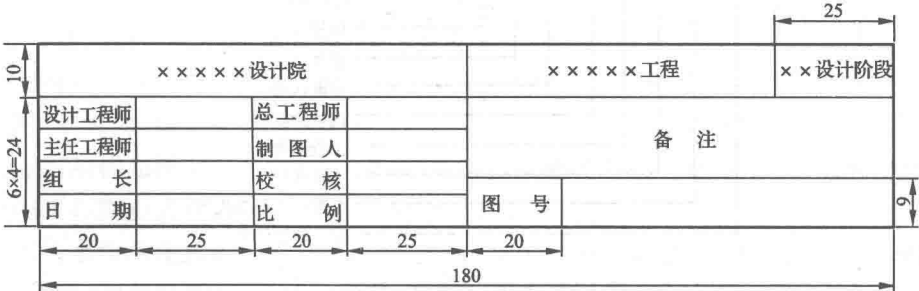


图 1-7 标题栏格式举例

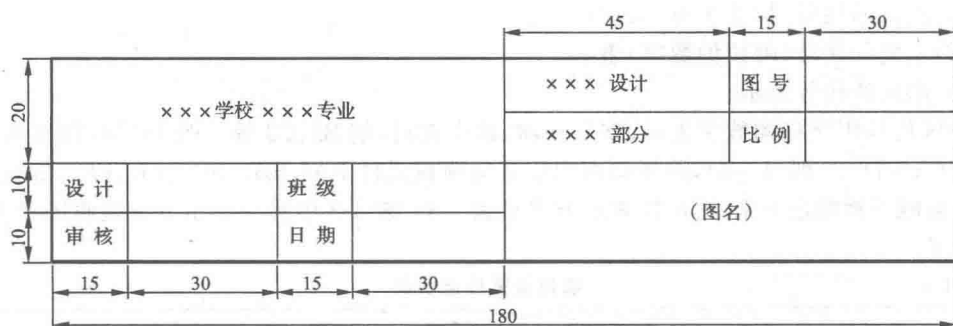


图 1-8 课程设计用简化标题栏

2. 会签栏

会签栏是与设计相关的专业人员的签字栏,是用来表明信息的一种标签栏,栏内应填写会签人员所代表的专业、姓名、签名、日期(年、月、日)等,如图 1-9 所示。一个会签栏不够时,可以另加一个,两个会签栏应该并列,不需要会签的图纸可以不设会签栏。

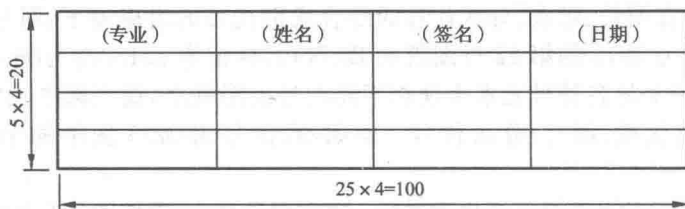


图 1-9 会签栏格式举例

例如,给排水、暖通、设备、工艺等专业要提出条件图,由建筑专业进行相关设计后,这些专业人员都要进行检查,以确定所提供的条件是否都得到满足,然后在会签栏进行签字。

3. 图号

每张图在标题栏中应有一个图号。由多张图组成的一个完整的图,其中每张图都应以与彼此相关的方法编制张次。如果在一张图上有多个不同类型的图,应通过附加图号的方式,使图纸幅面内的每个图都能被清晰地分辨出来。图号暂时没有什么特别的规定,可根据实际情况自行编号。

电气工程图的图号可参考如图 1-10 所示的形式编写。

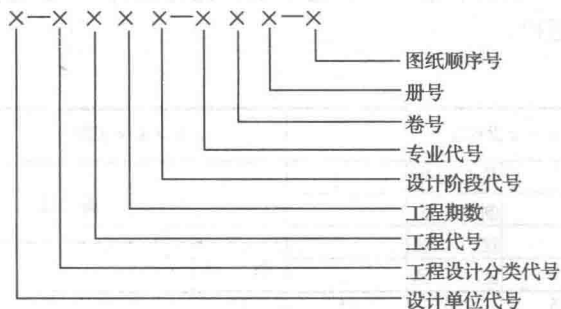


图 1-10 电气工程图的一般编号方法

1.2.3 比例、图线、字体和围框

1. 比 例

图面上图形尺寸与实际尺寸的比值称为比例。由于图纸幅面有限,而实际的设备尺寸大小不同,需要按照不同的比例绘制,才能安置在图中。大部分电气工程图(如电气原理图等)都是不按比例绘制的,但位置图等一般按比例绘制,并且多按缩小比例绘制。

通常采用的缩小比例系列有:1:10、1:20、1:50、1:100、1:200、1:500 等。

例如,图样比例为 1:100,图样上某段线路为 20 cm,则实际长度为 20 cm×100=2000 cm。

如需要选用其他比例,可控制图的有关规定选用。

2. 图 线

(1)电气工程图常用图线样式和应用

图线是绘制电气工程图所用的各种线条的统称,在绘制图样时,应按标准制图规定选用适当的图线。电气工程图中常用的图线有实线、虚线、点画线、双点画线。具体线型和应用范围见表 1-4。

表 1-4 电气工程图常用的线型和应用范围

序号	图线名称	线 型	应用范围
1	粗实线		简图主要用线,可见轮廓线,可见电气线路,一次线路
2	细实线		基本线,简图主要用线,可见轮廓线,二次线路,一般线路
3	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
4	点画线		控制线,信号线,围框线
5	双点画线		辅助围框线,36 V 以下线路

(2)图线的宽度

所有线型的图线宽度,均应按图样的类型和尺寸大小在 0.13 mm、0.18 mm、0.25 mm、0.35 mm、0.5 mm、0.7 mm、1 mm、1.4 mm、2 mm 中选择,该系列的公比为 1:√2。粗线、中粗线和细线的宽度比为 4:2:1。在同一图样中,表达同一结构的线宽应一致。

(3)箭头和指引线

电气工程图中有两种形状的箭头:

①开口箭头。如图 1-11(a)所示,主要用于表示电 气能量、电气信号的传递方向(能量流、信息流向)。

②实心箭头。如图 1-11(b)所示,主要用于表示可 变性、力或运动方向,以及指引线方向。



图 1-11 电气工程图中的箭头

箭头应用示例如图 1-11(c)所示。其中,电流方向用开口箭头表示,可变电容的可变限定符号用实心箭头表示,电压 u 指示方向用实心箭头表示。

指引线用来指示注释的对象,它应为细实线,并在其末端加注如下标记:指向轮廓线内,用一黑点,如图 1-12(a)所示;指向轮廓线上,用一实心箭头,如图 1-12(b)所示;指向电气连

接线上,加一短线,如图 1-12(c)所示。

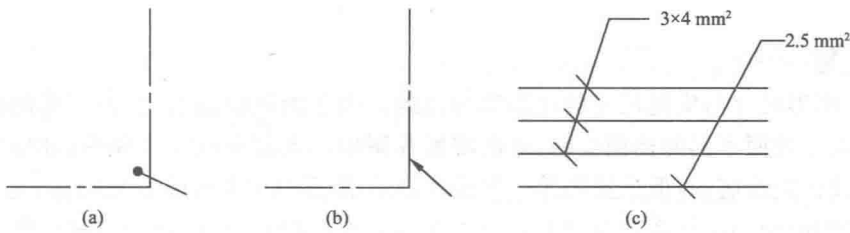


图 1-12 指引线末端指示标记

3. 字 体

图中的文字、字母和数字是电气工程图的重要组成部分。电气工程图中的字体必须符合标准,一般汉字用长仿宋体,字母、数字用正体。图面上字体的大小依图纸幅面而定,国家标准推荐的电气工程图中字体的最小高度见表 1-5。

表 1-5 电气工程图中字体的最小高度

图纸幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
字体最小高度/mm	5	3.5	2.5	2.5	2.5

4. 围 框

当需要在图上显示出图的某一部分,如功能单元、结构单元、项目组(电器组、继电器装置)时,可用点画线围框表示。为了图面的清晰,围框的形状可以是不规则的。如图 1-13 所示,继电器 KM 由线圈和三对触点组成,用一围框表示,其组成关系更加明显。

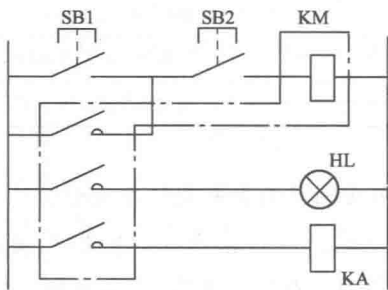


图 1-13 点画线围框示例

1.3 电气工程图的基本表示方法

1.3.1 简图的连接线

在电气安装接线图和某些电气原理图中,通常要求表示连接线的两端各引向何处。表示连接线去向一般有连续线表示法和中断线表示法。如果表示两接线端子或连接点之间导线的线条是连续的,这种方法称为连续线表示法;如果表示两接线端子或连接点之间导线的