

21世纪高等学校规划教材 | 电子信息



电气CAD基础教程

陈冠玲 主编
张卫刚 曹菁 副主编

清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 电子信息



电气CAD基础教程

陈冠玲 主编
张卫刚 曹菁 副主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书依据有关电气文件编制的国家标准,结合 AutoCAD 软件开发技术,系统地介绍了电气工程制图的标准、规范以及计算机辅助设计实现方法。本书具有很强的针对性,把已经在实际当中广泛应用的 AutoCAD 软件应用于电类专业教学,以满足电气行业对人才的需求。本书层次清晰、实例丰富,把电气技术文件国家标准与实际应用紧密结合,使学生通过本课程学习能够正确理解和贯彻电气技术文件国家标准,能够用 AutoCAD 软件进行电气 CAD 设计,能够使用 AutoCAD VBA 技术进行电气 CAD 二次开发。

本书可作为电类专业、电气技术、自动化等工科应用型本科学生的教材,也可作为工程技术人员的参考用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

电气 CAD 基础教程/陈冠玲主编.--北京:清华大学出版社,2011.12

(21 世纪高等学校规划教材·电子信息)

ISBN 978-7-302-26242-8

I. ①电… II. ①陈… III. ①电气设备—计算机辅助设计—AutoCAD 软件 IV. ①TM02-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 137756 号

责任编辑:闫红梅 李玮琪

责任校对:时翠兰

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62795954, jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:11 字 数:273 千字

版 次:2011 年 12 月第 1 版 印 次:2011 年 12 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:19.50 元

产品编号:041200-01

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和教学方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”(简称“质量工程”),通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上。精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版

社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

(1) 21 世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 21 世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 21 世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 21 世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。

(6) 21 世纪高等学校规划教材·财经管理与应用。

(7) 21 世纪高等学校规划教材·电子商务。

(8) 21 世纪高等学校规划教材·物联网。

清华大学出版社经过三十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人:魏江江

E-mail:weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前言

计算机辅助设计(CAD)以其所具有的绘图效率高、速度快、精度高、易于修改、便于管理和交流的特点发展极为迅速。广为流行的软件 AutoCAD,伴随着整个 PC 基础工业的突飞猛进,正迅速而深刻地影响着人们从事设计和绘图的基本方式。

由于电气技术的复杂性、广泛性和特殊性,电气图也逐渐形成了一种独特的专业技术图种。电气 CAD 在我国电气工程设计领域已经占据了主导地位,电气 CAD 的影响力可以说无所不在。

根据应用型本科人才培养目标的要求以及电类专业特点,教材编排以“系统化、模块化、实例化”为指导思想,在内容选择上,以“实、广、新”为原则,通过对电气技术设计国家标准和 CAD 技术基本知识的有机整合,形成教材的基本框架,主要目的是使学生形成完整的电气 CAD 的概念,培养学生掌握设计方法和相关的国家标准规程,提高实际设计和 CAD 操作能力。本书在编写过程中,精心组织有关内容,加强其针对性、实用性和可读性,使学生通过本课程学习能够系统地掌握电气技术文件国家标准,能够用 AutoCAD 软件进行电气 CAD 设计。

本书主要特点是:

- ① 注重引用图例来阐述电气图的国家标准,便于读者理解;
- ② 精心选择电气设计中的具有代表性的典型实例,采用图示方法表达操作步骤,阐述电气 CAD 的设计过程和操作技巧;
- ③ 把面向工程项目的电气 CAD 课程研究性教学策略与方法融入教材中,以强化学生对电气设计和 CAD 基础理论和基本技能的掌握;
- ④ 介绍 AutoCAD VBA 技术,阐述 AutoCAD 二次开发过程。

本书共 7 章,第 1~3 章为电气制图的基本规则和要求,包括电气 CAD 基础、电气图的基本表示方法和基本电气图。第 4 章介绍印刷板电气图,包括印制板零件图、印制板装配图、印制板图连接线的表示方法、印制板图元器件的表示方法等。第 5 章为 AutoCAD 基本绘图概要,提纲挈领地介绍用 AutoCAD 绘图的基本操作。第 6 章为电气 CAD 应用实践,包括概略图、电气概略图、接线图、电路图和位置图等 CAD 实现。第 7 章介绍 AutoCAD VBA 开发技术,包括开发 VBA 的一般过程、使用 VBA 制作工程样板、创建电气元件等。

本书第 1~4 章内容是基于电气制图国家标准而编写的,第 5~7 章内容是基于 AutoCAD 的软件来介绍。

本书由陈冠玲负责组织,曹菁编写第 1~3 章,张卫刚编写第 4 章、第 7 章,陈冠玲编写其余各章并统稿。翟宇佳、王亚飞和刘雁参与了 AutoCAD 图形绘制和校对工作。本书由周正新教授审阅,他提出了许多指导性意见,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平和时间有限,书中难免存在不足之处,恳请有关专家、读者批评指正,以便改进。

编者

2011 年 7 月于上海

目 录

第 1 章 电气 CAD 基础	1
1.1 电气制图的一般规则	1
1.1.1 图纸的幅面与分区	1
1.1.2 图线、字体及其他	3
1.1.3 简图布局方法	7
1.2 电气图形符号	9
1.2.1 电气图用图形符号	9
1.2.2 电气设备用图形符号	17
1.2.3 标志用图形符号和标注用图形符号	19
1.3 电气技术中的文字符号和项目代号	21
1.3.1 文字符号	21
1.3.2 项目代号	27
第 2 章 电气图的基本表示方法	31
2.1 电气线路的表示方法	31
2.1.1 多线表示法	31
2.1.2 单线表示法	31
2.1.3 混合表示法	33
2.2 电气元件的表示方法	35
2.2.1 集中表示法	35
2.2.2 半集中表示法	37
2.2.3 分开表示法	38
2.2.4 重复表示法	40
2.2.5 组合表示法	40
2.2.6 分立表示法	40
2.3 电气元件触点位置、工作状态和技术数据的表示方法	41
2.3.1 电气元件触点位置的表示方法	41
2.3.2 元器件工作状态的表示方法	43
2.3.3 元器件技术数据、技术条件和说明的标志	43
2.4 元件接线端子的表示方法	44
2.4.1 端子的图形符号	44
2.4.2 电器接线端子的标志	44

2.4.3	以字母数字符号标志端子的原则和方法	44
2.5	连接线的一般表示方法	46
2.5.1	导线的一般表示法	46
2.5.2	图线的粗细	47
2.5.3	连接线的分组和标记	48
2.5.4	导线连接点的表示	48
2.6	连接的连续线表示法和中断线表示法	49
2.6.1	连续线表示法	49
2.6.2	中断线表示法	50
2.7	导线的识别标记及其标注方法	51
2.7.1	导线标记的分类	51
2.7.2	主标记	51
2.7.3	补充标记	53
第3章	基本电气图	54
3.1	功能性简图	54
3.1.1	概略图	54
3.1.2	功能图	55
3.1.3	电路图	56
3.2	接线图和接线表	61
3.2.1	接线图和接线表的特点、分类和表示方法	61
3.2.2	单元接线图和单元接线表	62
3.2.3	互连接线图和互连接线表	63
3.2.4	端子接线图和端子接线表	64
3.2.5	电缆配置图和电缆配置表	65
3.3	控制系统功能表图的绘制	66
3.3.1	控制系统功能表图简述	66
3.3.2	功能表图的一般规定和表示方法	67
3.3.3	功能表图示例	68
3.4	电气位置图	70
3.4.1	电气位置图的表示方法和种类	70
3.4.2	室外场地电气设备配置位置图	71
3.4.3	室内电气设备配置位置图	75
3.4.4	装置和设备内电气元器件配置位置图	78
第4章	印制板电气图	82
4.1	印制板电气图的种类及其特点	82
4.2	印制板零件图	83
4.2.1	印制板结构要素图	83

4.2.2 印制板导电图形图	83
4.2.3 印制板标记符号图	85
4.3 印制板装配图	86
4.4 印制板图连接线的表示方法	87
4.5 印制板图元器件的表示方法	87
4.6 端子接线孔的表示方法	89
4.7 单片机小系统印刷板电路图示例	90
第 5 章 AutoCAD 基本绘图概要	93
5.1 AutoCAD 操作界面	93
5.1.1 标题栏	94
5.1.2 菜单栏	94
5.1.3 工具栏	94
5.1.4 绘图窗口	94
5.1.5 命令窗口	94
5.1.6 状态栏	94
5.2 AutoCAD 命令执行方法	96
5.2.1 命令执行方式	96
5.2.2 坐标输入方法	96
5.2.3 输入坐标的方式	96
5.3 AutoCAD 基本的绘图命令	97
5.4 AutoCAD 基本的编辑命令	100
5.5 使用图块	104
5.5.1 图块的特点	104
5.5.2 定义图块	104
5.5.3 插入图块	105
5.6 绘图设置	106
5.7 文本标注	107
5.8 尺寸标注	108
5.9 图形的布局与打印输出	109
5.9.1 模型空间和图纸空间	109
5.9.2 布局空间打印输出	110
5.10 AutoCAD 软件基本操作一览表	110
练习题	112
第 6 章 电气 CAD 应用实践	113
6.1 电气制图 CAD 应遵守的基本原则	113
6.2 电气制图 CAD 应用实践	114
6.2.1 概略图的 CAD 实现	114

6.2.2 电气概略图的 CAD 实现	118
6.2.3 接线图的 CAD 实现	123
6.2.4 电路图的 CAD 实现	127
6.2.5 位置图的 CAD 实现	139
第 7 章 AutoCAD VBA 开发技术	145
7.1 VBA 简介	145
7.2 开发 VBA 的一般过程	147
7.3 使用 VBA 制作工程样板	151
7.4 创建电气元件	156
练习题	161
参考文献	162

本章以国家标准局颁布的有关标准为基础,简要介绍电气工程制图规则,主要讲述电气制图的一般规则、电气图形符号和电气技术中的文字符号和项目代号等。

1.1 电气制图的一般规则

电气图是一种特殊的专业技术图,也是工程技术界的共同语言,它必须遵守国家标准局颁布的《电气制图》(GB6988)、《电气图用图形符号》(GB4728)、《电气技术中的项目代号》(GB5094)、《电气技术中的文字符号制订通则》(GB7159)等标准的有关规定,所以电气制图人员有必要掌握这些规则或标准。由于国家标准局所颁布的标准很多,这里主要简单介绍和电气图有关的制图规则和标准。

1.1.1 图纸的幅面与分区

1. 图面构成

完整的电气图图面通常由边框线、图框线、标题栏、会签栏组成,其格式如图 1.1 所示。

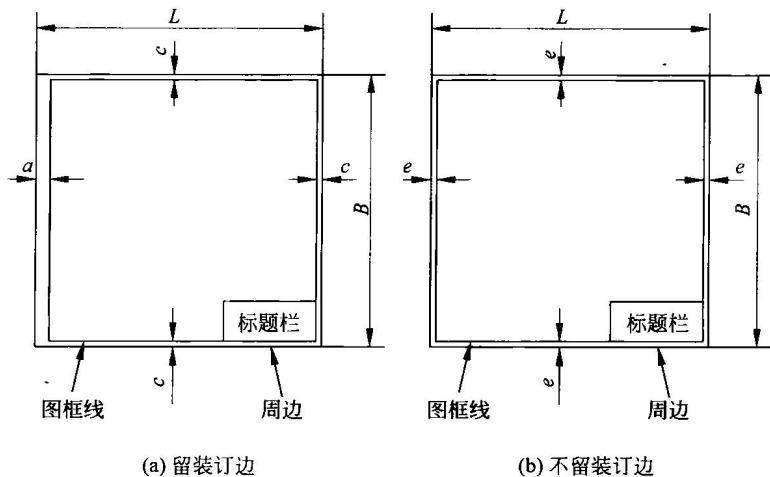


图 1.1 图面的构成

图 1.1 中的标题栏是用于确定图样名称、图号、制图者、审核者等信息的栏目,相当于一个设备的铭牌,其一般式样见表 1.1。标题栏一般由更改区、签字区、其他区、名称及代号区

组成,也可按实际需要增加和减少。标题栏通常放在右下角位置,也可根据实际需要放在其他位置,但必须在本张图纸上。标题栏的文字方向与看图方向要一致,图样中的尺寸标注、符号及说明均应以标题栏的文字方向为准。会签栏是留给相关的水、暖、建筑、工艺等专业设计人员会审图纸时签名用的。

表 1.1 标题栏的一般格式

× × 电力设计院				× × 工程	施工图
总工程师		校核			
主任工程师		设计			
专业组长		CAD 制图			
项目经理		会签			
日期	年 月 日	比例		图号	

2. 幅面尺寸

由边框线所围成的图面称为图纸的幅面。幅面尺寸共分 5 类: A0~A4,其尺寸见表 1.2。装订成册时,一般 A4 幅面采用竖装,A3 幅面采用横装。

表 1.2 基本幅面尺寸及代号

(单位: mm)

基本幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
宽×长(B×L)	841×1198	594×841	420×594	297×420	210×497
留装订边宽(c)	10	10	10	5	5
不留装订边宽(e)	20	20	10	10	10
装订侧边宽(a)	25	25	25	25	25

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,加长幅面尺寸见表 1.3。

表 1.3 加长幅面尺寸及代号

(单位: mm)

加长幅面代号	A3×3	A3×4	A4×3	A4×4	A4×5
幅面尺寸(B×L)	420×891	420×1189	297×630	297×841	297×1051

3. 图幅分区

为了确定图中内容的位置及其他用途,往往需要将一些幅面较大的内容复杂的电气图进行分区,如图 1.2 所示。

图幅分区的方法是:将图纸相互垂直的两边各自加以等分,竖边方向用大写拉丁字母编号,横边方向用阿拉伯数字编号,编号的顺序应从标题栏相对的左上角开始,分区数应为偶数;每一分区的长度一般为 25~75mm。对分区中符号应以粗实线绘出,其线宽不宜小于 0.5mm。

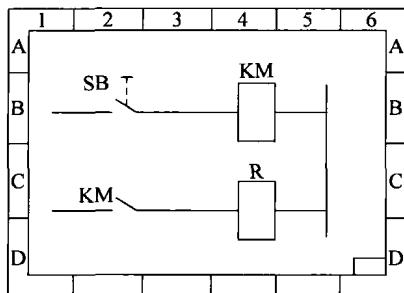


图 1.2 图幅分区示例

图幅分区后,相当于在图样上建立了一个坐标。电气图上的元件和连接线的位罝可由此“坐标”而唯一地确定下来。

表示方法如下:

① 用行号(大写拉丁字母)表示;

② 用列号(阿拉伯数字)表示;

③ 用区号表示。区号为字母和数字的组合,先写字母,后写数字。这样,在说明工作元件时,可以很方便地在图中找到所指元件。

在图 1.2 中,将图幅分成 4 行(A~D)、6 列(1~6),图幅内绘制的项目元件 KM、SB、R 的位置被唯一地确定在图上了,其位置表示方法见表 1.4。

表 1.4 元件位置标记示例

序号	元件名称	元件符号	标记写法		
			行号	列号	区号
1	继电器线圈	KM	B	4	B4
2	继电器触点	KM	C	2	C2
3	开关(按钮)	SB	B	2	B2
4	电阻器	R	C	4	C4

有些情况下,还可注明图号、张次,也可引用项目代号,例如:在图号为 3128 的第 18 张图 A5 区内,标记为“图 3128/18/A5”;在=S1 系统第 35 张图上的 D3 区内,标记为“=S1/35/D3”。

1.1.2 图线、字体及其他

1. 图线

(1) 图线形式

根据电气图的需要,一般只使用表 1.5 中的 4 种图线:实线、虚线、点划线、双点划线。若在特殊领域使用其他形式图线时,按惯例必须在有关图上用注释加以说明。

表 1.5 电气图用图线的形式和应用范围

序号	图线名称	图线形式	代号	图线宽度/mm	应用范围
1	实线	————	A	$b=0.5\sim 2$	基本线、简图主要内容用线、可见轮廓线、可见导线
2	虚线	-----	F	约 $b/3$	辅助线、屏蔽线、机械连接线、不可见轮廓线、不可见导线、计划扩展用线
3	点划线	- · - · - ·	G	约 $b/3$	分界线、结构围框线、功能围框线、分组围框线
4	双点划线	- · - · - · - ·	K	约 $b/3$	辅助围框线

(2) 图线的宽度

在图纸或其他相当媒体上的任何正式文件的图线宽度不应小于 0.18mm,线宽应从下列范围选取:0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1.0、1.4、2.0(单位为 mm)。图线如果采用两种或两种以上宽度,粗线对细线宽度之比应不小于 2:1,或者说,任何两种宽度的比例至少为 2:1。

(3) 图线间距

平行图线的边缘间距应至少为两条图线中较粗一条图线宽的两倍。当两条平行图线宽度相等时,其中心间距应至少为每条图线宽度的 3 倍。最小不少于 0.7mm。

对简图中的平行连接线,其中心间距至少为字体的高度。

2. 字体和字体取向

图中的文字,如汉字、字母和数字,是电气图的重要部分,是读图的重要内容。按 GB4457.3—1984《机械制图的文件》规定,图中书写的汉字、字母、数字的字体号数分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5 七种,汉字可采用长仿宋体;字母和数字可用直体、斜体;字体号数即字体的宽度(单位为 mm)约等于字体高度的 $\frac{2}{3}$,而数字和字母的笔划宽度约为字体高度的 $\frac{1}{10}$ 。因汉字笔划较多,所以不宜用 2.5 号字。国家标准推荐的电气图中字体的最小高度如表 1.6 所示。

表 1.6 电气图中字体的最小高度

(单位: mm)

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

3. 箭头和指引线

电气图中有两种形式的箭头。

(1) 开口箭头

开口箭头主要用于电气能量、电气信号的传递方向(能量流、信息流流向),见图 1.3(a)。

(2) 实心箭头

实心箭头主要表示力、运动或可变性方向,见图 1.3(b)。

图 1.3(c)为箭头应用实例。其中,电流 I 方向用开口箭头,可变电容的可变性限定符号用实心箭头,电压 U 指示方向用实心箭头。

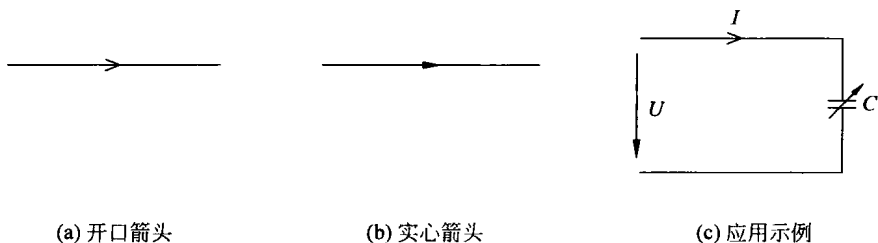


图 1.3 电气图中的箭头

指引线用于指示注释的对象,它应为细实线,并在其末端加如下标记。

- ① 若指向轮廓线内,用一黑点表示,见图 1.4(a)。
- ② 若指在轮廓线上,用一实心箭头表示,见图 1.4(b)。
- ③ 若指在电气连接线上,用一短线表示,见图 1.4(c)。

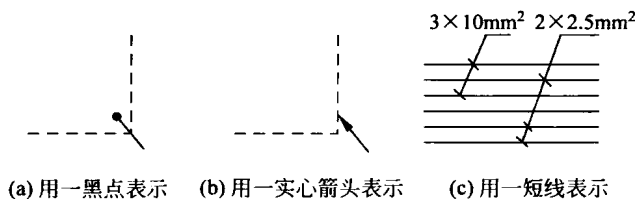


图 1.4 指引线

4. 围框

当需要在图上显示出图的一部分所表示的是功能单元、结构单元、项目组(电器组、继电器装置)时,可以用点划线围框表示。围框应有规则的形状,并且围框线不应与任何元件符号相交,必要时,为了图面清楚,也可以采用不规则的围框形状。

如图 1.5 所示,围框内有两个继电器 KM1、KM2,每个继电器分别有三对触点,用一个围框表示这两个继电器的作用关系会更加清楚,且具有互锁和自锁功能。

如果在表示一个单元的围框内的图上包含有不属于此单元的元件符号,则这些符号应表示在第二个套装的围框中,这个围框必须用双点划线绘制并加代号或注解。

如图 1.6 所示,一 A 单元内包含有熔断器 FU、按钮 SB、接触器 KM 和功能单元一 B 等,它们在一个框内。而一 B 单元在功能上与一 A 单元有关,但不装在一 A 单元内,所以用双点划线围起来,并且加了注释,表明 B 单元在图 1.6(a)中给出详细资料,这里将其内部连接线省略。

如果要表示出该单元不可少的端子板的符号,应把符号放在框里边。

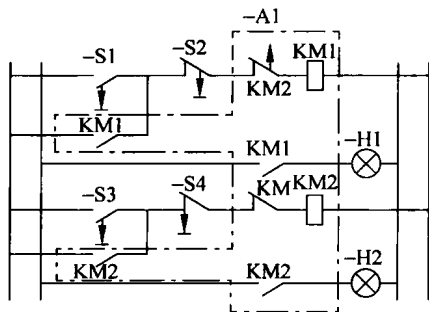


图 1.5 围框示例

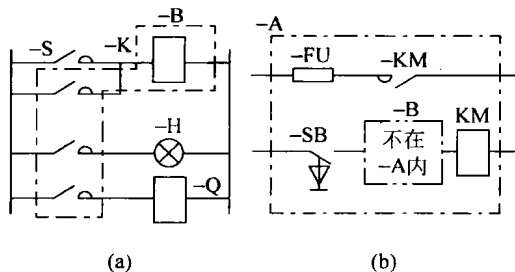


图 1.6 含双点划线围框

连接器符号的位置应表示出一对连接器的哪一部分属于该单元。围框内所示作为一个单元整体部分的连接器或端子板符号可以省略。

5. 比例

图上所画图形符号的大小与物体实际大小的比值,称为比例。大部分的电气线路图都是不按比例绘制的,但位置平面图等一般按比例绘制或部分按比例绘制,这样,在平面图上测出两点距离就可按比例值计算出两者间的距离(如线长度、设备间距等),对于导线的放线、设备机座、控制设备等安装都有利。

电气图采用的比例一般为: 1:10, 1:20, 1:50, 1:100, 1:200, 1:500。



技术制图中推荐采用的比例规定如表 1.7 所示。

表 1.7 技术制图推荐的比例种类

类 别	推荐的比例		
放大的比例	50 : 1	20 : 1	10 : 1
	5 : 1	2 : 1	10 : 1
原尺寸	1 : 1	1 : 1	1 : 1
缩小比例	1 : 2	1 : 5	1 : 10
	1 : 20	1 : 50	1 : 100
	1 : 200	1 : 500	1 : 1000
	1 : 2000	1 : 5000	1 : 10000

说明：推荐的比例范围可以在两个方向加以扩展，但所需比例应是推荐比例的 10 的整数倍；由于功能原因不能采用推荐比例的特殊情况下，可选用中间比例。

6. 尺寸标准

电气图上标注的尺寸数据是有关电气工程施工和构件加工的重要依据。

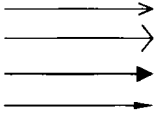
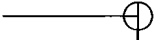
尺寸由尺寸线、尺寸界线、尺寸起止点(实心箭头和 45°斜短划线)、尺寸数字四个要素组成。

尺寸标注的基本规则包括如下 5 个方面。

- ① 物件的真实大小应以图样上的尺寸数字为依据，与图形大小及绘图的准确度无关。
- ② 图样中的尺寸数字，如没有明确说明，一律以 mm 为单位。
- ③ 图样中所标注的尺寸，为该图样所示机件的最后完工尺寸。
- ④ 物件的尺寸一般只标注一次，并应标注在反映该结构最清晰的图形上。
- ⑤ 一些特定尺寸必须标注符号，如：直径符号用 Φ 、半径符号用 R 、球符号用 S 、球直径符号用 $S\Phi$ 、球半径符号用 SR 、厚度符号用 δ 等表示；参考尺寸用 () 表示；正方形符号用“口”表示；等等。

尺寸线终点和起点标记如表 1.8 所示。

表 1.8 尺寸线终点和起点表示

表 示 方 法	要 求
用箭头表示终点 	用短线在 15°和 90°之间以方便的角度画成的箭头。箭头可以是开口的、封闭涂黑的。在一张图上只能采用一种形式的箭头。但是，在空间太小或不宜画箭头的地方，可用斜画线或圆点代替
用斜画线表示终点 	用短线倾斜 45°角画的斜画线
用空心圆表示起点 	用一个直径为 3mm 的小空心圆作起点标记

尺寸表示的基本规则包括如下4个方面。

① 大写字母的高度被作为尺寸表示的基础。

② 字母写法的标准高度 h 的范围为: 2.5、3.5、5.0、7.0、10.0、14.0、20.0(单位为mm)。

③ h 和 c (h 为大写字母和数字的高度, c 为没有头和尾的小写字母的高度)应不小于2.5mm。

④ 标注字母可向右倾斜 15° ,也可竖直(垂直)。

7. 注释和详图

(1) 注释

用图形符号表达不清楚或某些含义不便于用图形符号表达时,可在图上加注释。注释可采用两种方式:一是直接放在所要说明的对象附近;二是在所要说明的对象附近加标记,而将注释放在图中其他位置或另一页。当图中出现多个注释时,应把这些注释按编号顺序放在图纸边框附近。如果是多张图纸,一般性注释放在第一张图上,其他注释则应放在与其内容相关的图上,注释方法采用文字、图形、表格等形式,其目的就是把对象表达清楚。

(2) 详图

详图实质上是用图形来注释,这相当于机械制图的剖面图,就是把电气装置中某些零部件和连接点等结构、做法及安装工艺要求放大并详细表示出来。详图位置可放在要详细表示对象的图上,也可放在另一张图上,但必须要用一标志将它们联系起来。标注在总图上的标志称为详图索引标志,标注在详图位置上的标志称为详图标志。

1.1.3 简图布局方法

简图绘制应布局合理、图面清晰、排列均匀、便于理解。

1. 图线的布局

电气图的图线一般用于表示导线、信号通路、连接线等,要求用直线,即横平竖直,尽可能减少交叉和弯折,图线的布局方法通常有以下3种。

(1) 水平布局

水平布局是将元件和设备按行布置,使其连接线处于水平布置,如图1.7所示。水平布置是电气图中图线的主要布置形式。

(2) 垂直布局

垂直布局是将元件和设备按列排列,使其连接线处于垂直布置,如图1.8所示。

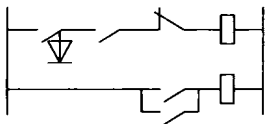


图 1.7 图线水平布置

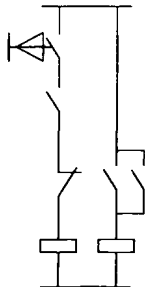


图 1.8 图线垂直布置