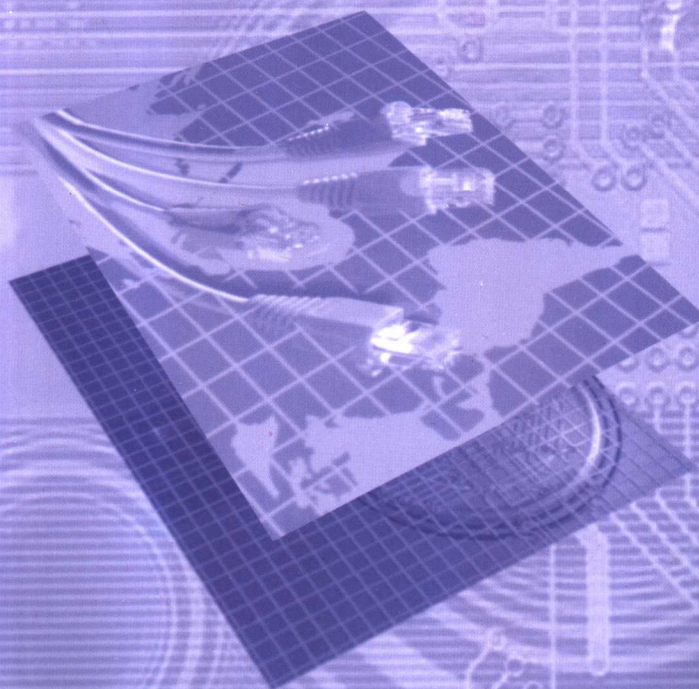


高等学校规划教材
普通高等教育电气工程实践技术系列教材

电气CAD工程实践技术

付家才 主编



化学工业出版社

《电气CAD工程实践技术》是普通高等学校工科专业的“十一五”规划教材，主要介绍AutoCAD在电气领域中的应用。结合大量的实例，系统详尽地介绍了AutoCAD 2006的使用方法和应用技巧。以工厂电气控制、电力系统接线、电子线路等的绘图为主线，结合实例介绍工厂电气控制、电力系统接线、电子线路等原理与识图技巧、方法。

本书的主要特点是：识图与绘图相结合，使读者在掌握使用AutoCAD绘制电气图形的同时，能够识别各类电气图形；提供典型电气工程的设计思路，充分体现AutoCAD的设计技巧；涵盖电气设计各个专业学科，读者可有针对性地学习相关章节，做到有的放矢；不同专业的学生可以选做本专业相关的实践题目；书中全部电气图形符号均采用最新国标，所有实例均经过实践检验；实例讲解，深入浅出，读者只需按书中实例操作，即可在最短时间内掌握AutoCAD在电气领域的应用；精选大量实践题目，为读者提供提高AutoCAD应用水平的实践平台。

本书可作为高等学校电气、电子、自动化、数控及机电一体化等电类各专业本科教材，也可作为以上专业的高职高专、中等专业学校、成人教育等电气CAD课程的教材，又可作为相关技术人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

电气CAD工程实践技术/付家才主编. —北京: 化学工业出版社, 2006.12
高等学校规划教材
普通高等教育电气工程实践技术系列教材
ISBN 978-7-5025-9846-4

I. 电… II. 付… III. 电气工程-工程制图-计算机制图-应用软件, AutoCAD-高等学校-教材 IV. TW02-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第161415号

责任编辑: 唐旭华
责任校对: 李 林

文字编辑: 吴开亮
装帧设计: 潘 峰

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装: 化学工业出版社印刷厂
787mm×1092mm 1/16 印张13½ 字数326千字 2007年3月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 22.00 元

版权所有 违者必究

前 言

根据教育部本科应用型人才培养目标的精神,为满足本科电类相关专业实践能力培养的需要,我们组织编写了一套电气工程实践技术系列教材,涵盖电子、电机、电气控制、工业控制、单片机、DSP、应用电子、EDA等内容。

本套教材立足于本科教育人才培养目标,遵循主动适应社会发展需要,突出应用性和针对性、着重加强工程实践能力、工程设计能力的培养原则,与专业基础课、专业课的理论教材相配套,作为理论教材的扩展和延伸。这套教材集设计、制作、工程实践操作、工程应用、工程训练等能力培养为一体,体系新颖,内容可选择性强。本套书的特点可归纳为:内容先进性、教学适用性、灵活选择性、突出实用性、强调实践性。本套教材取材上充分考虑了内容的先进性,以新技术、新元件、新材料充实到各门实践教材中;在整体规划上尽力保证与专业基础课、专业课内容的衔接,与理论教材的配套,体现了专业的系统性和完整性,利于课程的整合;为适应电类各专业的需要,对选用实践教材进行多种方案组合;为便于学生学习,本套教材中既注意到一般设计方法和过程介绍,同时对工业设计和过程也进行了具体的介绍,作为通向现场的一座桥梁。本套教材很多内容来源于科研和生产实践,通过对科研和生产单位的广泛调研,搜集了大量有实用意义的资料,使内容更加贴近现场,贴近实践。本套教材既注重工程设计能力的传授,以动手能力、工程实践能力为培养主线,重点放在电气操作技能的训练上,培养学生分析和解决实际问题的能力,又遵循循序渐进的原则,由基础实践技能到综合实践技能,采用由浅入深、深入浅出的培养方法。

本套系列教材有《工业控制工程实践技术》、《电子工程实践技术》、《电机工程实践技术》、《电气控制工程实践技术》、《单片机控制工程实践技术》、《DSP控制工程实践技术》、《EDA工程实践技术》、《应用电子工程实践技术》等8本。随着电气工程实践领域不断扩大,电气工程实践技术系列教材的种类和涵盖面将不断增加,《电气CAD工程实践技术》是系列教材新增加的第一本。

《电气CAD工程实践技术》主要介绍AutoCAD在电气领域中的应用。结合大量的实例,系统详尽地介绍了AutoCAD 2006的使用方法和应用技巧。以工厂电气控制、电力系统接线、电子线路等绘图为主线,结合实例掌握工厂电气控制、电力系统接线、电子线路等原理与识图技巧、方法。

本书的主要特点是:

- ① 识图与绘图相结合,使读者在掌握使用AutoCAD绘制电气图形的同时,能够识别各类电气图形;
- ② 提供典型电气工程的设计思路,充分体现AutoCAD的设计技巧;
- ③ 涵盖电气设计各个专业学科,读者可有针对性地学习相关章节,做到有的放矢;不同专业的学生可以选做本专业相关的实践题目;
- ④ 书中全部电气图形符号均采用最新国标,所有实例均经过实践检验;
- ⑤ 实例讲解,深入浅出,读者只需按书中实例操作,即可在最短时间掌握AutoCAD在电气领域的应用;

⑥ 精选了大量实践题目，为读者提供提高 AutoCAD 应用水平的实践平台。

本书共分 6 章，第 1 章介绍电气 CAD 绘图基础，第 2 章介绍 AutoCAD 2006 基础，第 3 章介绍工厂电气控制识图与绘图，第 4 章介绍发变电一次工程图识图与绘图，第 5 章介绍电子线路识图与绘图，第 6 章介绍电气 CAD 工程实践方法。

本书由付家才教授主编，李忠勤、王艳杰任副主编。第 1 章由衣涛编写，第 2 章由李忠勤编写，第 3 章由林海鹏编写，第 4 章由王艳杰编写，第 5 章由刘宏洋编写，第 6 章由任思璟编写。全书由付家才策划和统稿。

本书由郭松林主审，在审阅中提出了许多宝贵意见和建议，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和不足之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2006 年 10 月

目 录

1 电气 CAD 绘图基础	1
1.1 电气制图的一般规定	1
1.1.1 图纸幅面及格式 (GB/T 14690—1993《技术制图 图纸幅面及格式》)	1
1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993《技术制图 比例》)	5
1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993《技术制图 字体》)	5
1.1.4 图线 (GB/T 17450—1998《技术制图 图线》、GB 4457.4—1984)	6
1.1.5 尺寸标注 (GB/T 16675—1996、GB 4458.4—1984)	8
1.2 电气制图的分类及其表示法	8
1.2.1 电气图的分类	8
1.2.2 电气简图中元件的表示法	8
1.2.3 信号流的方向和符号的布局	11
1.2.4 电气简图图形符号	12
1.2.5 简图的连接线	14
1.2.6 围框和机壳	16
1.2.7 项目代号和端子代号	17
1.2.8 位置标记、技术数据和说明性标记	18
本章小结	20
思考题与习题	20
2 AutoCAD 2006 基础	21
2.1 AutoCAD 2006 的基本操作	21
2.1.1 安装、启动和退出	21
2.1.2 初始绘图环境设置	22
2.1.3 工件界面介绍	24
2.1.4 文件操作	27
2.1.5 命令输入方式	28
2.1.6 命令的终止、重复、撤消与重做	29
2.1.7 透明命令及常用快捷键、临时替代键	29
2.1.8 坐标系与点的输入方法	30
2.1.9 设置绘图环境	32
2.1.10 设置系统参数	34
2.1.11 使用帮助	36
2.2 二维图形绘制	37
2.2.1 绘制直线	38
2.2.2 绘制射线	38
2.2.3 绘制构造线	39

2.2.4	绘制多线	39
2.2.5	绘制多段线	42
2.2.6	绘制正多边形	43
2.2.7	绘制矩形	44
2.2.8	绘制圆弧	44
2.2.9	绘制圆	45
2.2.10	绘制圆环	45
2.2.11	绘制椭圆	46
2.2.12	绘制点	46
2.2.13	图案填充	47
2.2.14	表格	49
2.2.15	块	53
2.3	二维图形编辑	55
2.3.1	选择对象	56
2.3.2	删除命令	57
2.3.3	复制命令	58
2.3.4	镜像命令	58
2.3.5	偏移命令	58
2.3.6	阵列命令	59
2.3.7	移动命令	60
2.3.8	旋转命令	60
2.3.9	缩放命令	61
2.3.10	拉伸对象	61
2.3.11	拉长命令	62
2.3.12	修剪命令	62
2.3.13	延伸命令	63
2.3.14	打断命令	63
2.3.15	倒角命令	63
2.3.16	圆角命令	64
2.3.17	分解命令	64
2.4	文字与编辑文字	65
2.4.1	文字样式	65
2.4.2	单行文字	66
2.4.3	文字控制符	66
2.4.4	多行文字	67
2.5	尺寸标注	68
2.5.1	基本概念	68
2.5.2	标注样式	70
2.5.3	常用尺寸标注	71
2.5.4	综合实例	72

2.6 图形输出.....	78
2.6.1 模型空间与图纸空间.....	78
2.6.2 创建和管理布局.....	78
2.6.3 布局的页面设置.....	79
2.6.4 打印图形.....	82
本章小结.....	83
思考题与习题.....	83
3 工厂电气控制识图与绘图.....	84
3.1 电气控制图阅读及绘制基础.....	84
3.1.1 电气控制图的阅读分析.....	84
3.1.2 电气控制图的绘制.....	87
3.2 电气控制图常用的图形符号及绘制方法.....	90
3.2.1 电气控制图常用的图形符号.....	90
3.2.2 电气控制图常用图形符号的绘制.....	92
3.3 双速异步电动机控制原理图的识图与绘图.....	102
3.3.1 工作原理及绕组接线形式.....	102
3.3.2 电气控制线路分析.....	103
3.3.3 电气控制线路的 CAD 绘制.....	104
3.3.4 双速电动机定子绕组的绘制.....	107
3.4 平面磨床电气控制原理图的识图与绘图.....	111
3.4.1 平面磨床电力拖动特点与工作原理.....	111
3.4.2 磨床电气控制原理图分析.....	111
3.4.3 平面磨床电气控制原理图的绘制.....	114
3.5 钻床电气控制原理图识图与绘图.....	117
3.5.1 摇臂钻床电力拖动特点与工作原理.....	117
3.5.2 摇臂钻床电气控制原理图分析.....	118
3.5.3 摇臂钻床电气控制原理图的绘制.....	120
3.6 交流提升机电气控制原理图的识图与绘图.....	122
3.6.1 提升系统的拖动特点与工作原理.....	122
3.6.2 提升机电气控制原理图分析.....	123
3.6.3 提升机电气控制原理图的绘制.....	125
本章小结.....	129
思考题与习题.....	129
4 发变电一次工程图识图与绘图.....	130
4.1 电气主接线图常用的图形符号及绘制方法.....	130
4.1.1 常用的图形符号.....	130
4.1.2 符号的绘制方法.....	131
4.2 电气主接线图的识图与绘图.....	136
4.2.1 电气主接线图的识图.....	136
4.2.2 发电厂电气主接线的基本形式及其绘制.....	138

4.2.3 电气主接线图的绘制	140
4.3 配电装置断面图的识图与绘图	144
4.3.1 配电装置图的识读方法	144
4.3.2 配电装置图的绘制	146
本章小结	151
思考题与习题	151
5 电子线路识图与绘图	152
5.1 电子线路常用图形符号及绘制方法	152
5.1.1 常用的图形符号	152
5.1.2 符号的绘制方法	152
5.2 三极管结构示意图识图与绘图	158
5.2.1 三极管结构示意图识图	158
5.2.2 CAD 绘图操作步骤	158
5.3 单相桥式全波整流电路识图与绘图	160
5.3.1 单相桥式全波整流电路识图	160
5.3.2 单相桥式全波整流电路绘图	160
5.4 共射放大电路	163
5.4.1 共射放大电路识图	163
5.4.2 CAD 绘图操作步骤	163
5.5 JK 触发器内部逻辑图	165
5.5.1 JK 触发器内部逻辑图识图	165
5.5.2 CAD 制图操作步骤	165
5.6 四运放端子排列图	167
5.6.1 四运放端子排列图识图	167
5.6.2 CAD 绘图操作步骤	167
5.7 击鼓传花游戏电路	169
5.7.1 击鼓传花游戏电路识图	169
5.7.2 击鼓传花游戏电路绘图步骤	169
5.8 简易探穴仪电路	173
5.8.1 简易探穴仪电路识图	173
5.8.2 简易探穴仪电路绘图步骤	173
5.9 金属探测器电路	177
5.9.1 金属探测器电路识图	177
5.9.2 金属探测器电路绘图步骤	177
本章小结	180
思考题与习题	180
6 电气工程实践方法	181
6.1 电气 CAD 工程实践的内容	181
6.1.1 电气 CAD 工程实践的目的与要求	181
6.1.2 电气 CAD 工程实践的教学过程	181

6.2 工厂电气控制绘图题选	181
6.2.1 桥式起重机电气控制图	181
6.2.2 电梯电气控制系统	183
6.2.3 工厂恒压供水+软启动系统	185
6.2.4 CA6140 型普通车床电气控制原理图	189
6.2.5 X62W 型卧式万能铣床电气控制原理图	190
6.3 发变电一次工程绘图题选	192
6.3.1 火力发电厂电气主接线图	192
6.3.2 中型热电厂主接线图	193
6.3.3 区域性火力发电厂主接线图	194
6.3.4 220kV 双母线进出线断面图	195
6.4 电子电路题选	196
6.4.1 耳机低频增强电路	196
6.4.2 交流自动稳压器	197
6.4.3 家用瓦斯报警器	198
6.4.4 触摸式报警器电路	199
6.4.5 低频功率放大器	200
本章小结	203
参考文献	204

1 电气CAD绘图基础

1.1 电气制图的一般规定

1.1.1 图纸幅面及格式 (GB/T 14690—1993《技术制图 图纸幅面及格式》)

(1) 图纸的幅面尺寸

为了图纸规范统一, 便于使用和保管, 绘制技术图样时, 应优先选用表 1.1 中规定的基本幅面。

表 1.1 图纸的基本幅面尺寸

单位: mm×mm

代 号	尺 寸	代 号	尺 寸
A0	841×1189	A3	297×420
A1	594×841	A4	210×297
A2	420×594		

必要时, 也允许选用加长幅面, 这些加长幅面的尺寸是由基本幅面的短边按整数倍增加后得出的, 如图 1.1 所示。图 1.1 中 A0、A1、A2、A3、A4 为优先选用的基本幅面; A3×3、A3×4、A4×3、A4×4、A4×5 为第二选择的加长幅面; 虚线所示为第三选择的加长幅面。

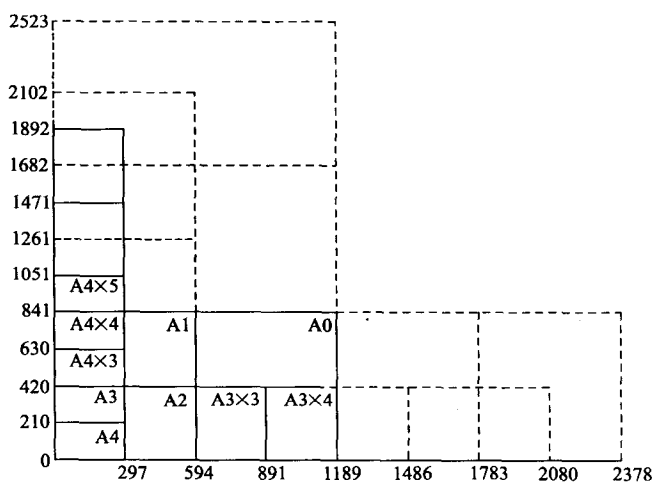


图 1.1 基本幅面和加长幅面

(2) 图框格式

① 在图纸上必须用粗实线画出图框, 其格式分为不留装订线边和留装订线边两种, 但同一产品的图样只能选用一种格式。

② 留有装订边的图纸, 其图框格式如图 1.2(a) 所示。图中尺寸 a 为 25mm, 尺寸 c 分

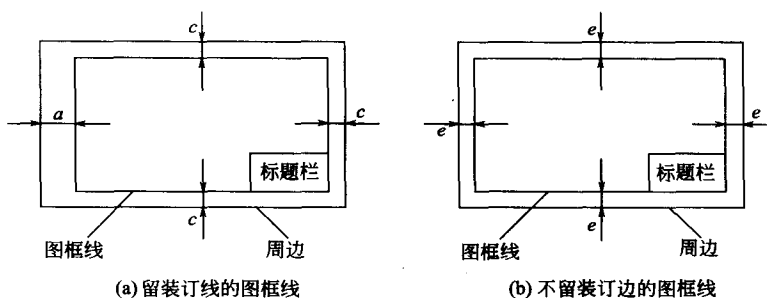


图 1.2 图纸的图框线

为两类：对 A0、A1、A2 三种幅面， c 为 10mm；对 A3、A4 两种幅面， c 为 5mm。装订成册时，一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。

③ 当图纸张数较少或用其他方法保管而不需要装订时，其图框格式为不留装订边方式，如图 1.2(b) 所示。图纸的四个周边尺寸相同，对 A0、A1 两种幅面， e 为 20mm；其余三种幅面 e 为 10mm。

④ 图框的线宽。图框分为内框和外框，两者的线宽不同。图框的内框线，根据不同的幅面，不同的输出设备宜采用不同的线宽，内框的线宽设置如表 1.2 所示。各种幅面的外框线均为 0.25mm 的实线。

表 1.2 图框内框线宽

单位：mm

幅 面	绘图机类型	
	喷墨绘图机	笔式绘图机
A0、A1 及加长图	1.0	0.7
A2、A3、A4 及加长图	0.7	0.5

⑤ 图框外框尺寸如表 1.1 规定的尺寸。

(3) 标题栏 (GB/T 10609.1—1989)

① 每张图纸都必须画出标题栏。标题栏的格式和尺寸应按 GB/T 10609.1—1989《技术制图 标题栏》的规定。标题栏的位置应位于图纸的右下角，国内工程通用标题栏的基本信息及尺寸如图 1.3 所示。

② 标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时，则构成 X 型图纸，如图 1.4(a) 所示。若标题栏的长边与图纸的长边垂直时，则构成 Y 型图纸，如图 1.4(b) 所示。

③ 为了利用预先印刷的图纸，允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用，如图 1.5(a) 所示。

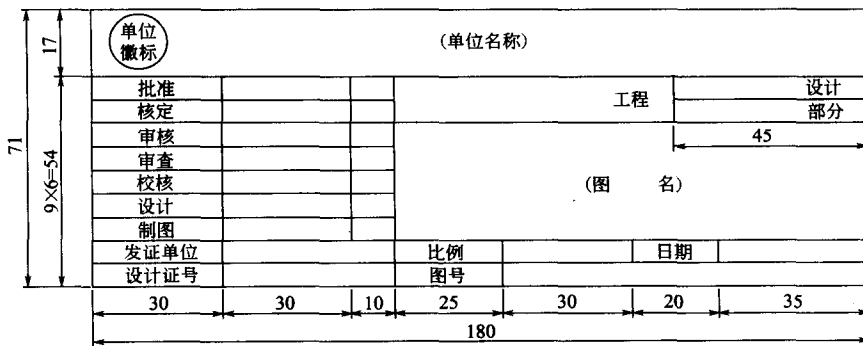
④ 课程（毕业）设计可参考用如图 1.6 所示简化的标题栏。

(4) 附加符号

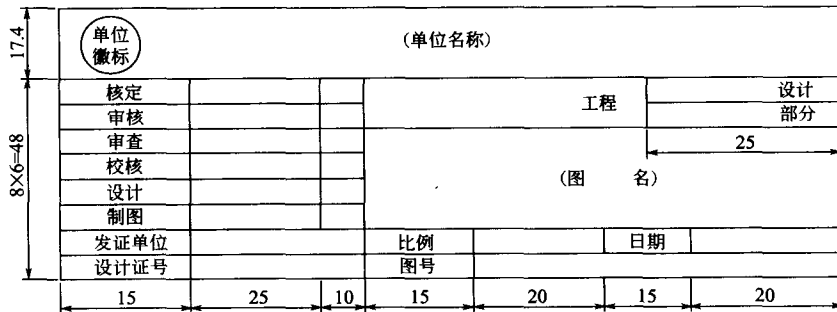
① 对中符号 为了使图样复制和缩微摄影时定位方便，对表 1.1 中及部分加长幅面的各号图纸，均应在图纸各边的中点处分别画出对中符号。

对中符号用粗实线绘制，线宽不小于 0.5mm，长度从纸边开始至伸入图框均约 5mm，如图 1.5(a) 所示。

对中符号的位置误差应不大于 0.5mm。当对中符号处于标题栏范围内时，则伸入标题栏部分省略不画，如图 1.5(b) 所示。

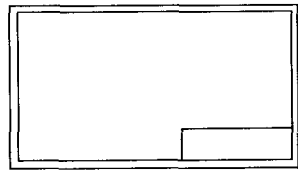


(a) 设计通用标题栏(A0~A1)

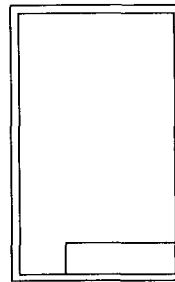


(b) 设计通用标题栏(A2~A4)

图 1.3 标题栏的格式

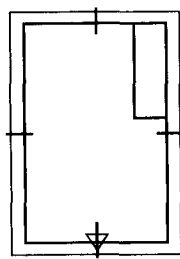


(a) X型图纸

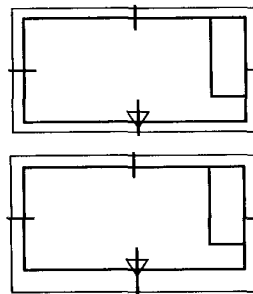
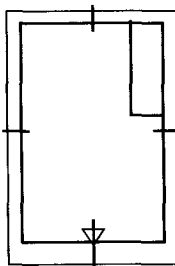


(b) Y型图纸

图 1.4 X型、Y型图纸



(a) X型图纸竖放



(b) Y型图纸横放

图 1.5 X型、Y型图纸的对中符号

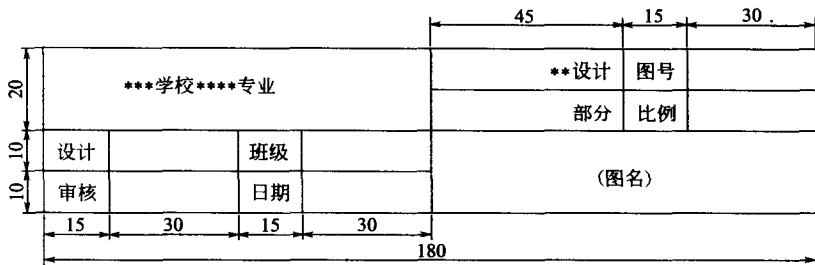


图 1.6 课程设计用简化标题栏

② 方向符号 对于 1.1.1 (3) 中③的规定, 使用预先印制的图纸时, 为了明确绘图与看图时的图纸方向, 应在图纸各边的对中符号处画出一个方向符号, 如图 1.5 所示。

方向符号是用细实线绘制的等边三角形, 其大小和所处的位置如图 1.7 所示。

③ 剪切符号 为了使复制图样时便于自动切剪, 可在图纸 (如供复制用的底图) 的四个角上分别绘出剪切符号。

剪切符号可采用直角边长为 10mm 的黑色等腰直角三角形, 如图 1.8(a) 所示, 当使用这种符号对某些自动切纸机不合适时, 也可以将剪切符号画成两条粗实线, 线段宽为 2mm, 线长为 10mm, 如图 1.8(b) 所示。

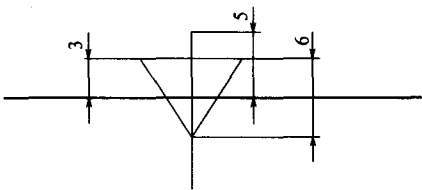


图 1.7 方向符号的大小和位置

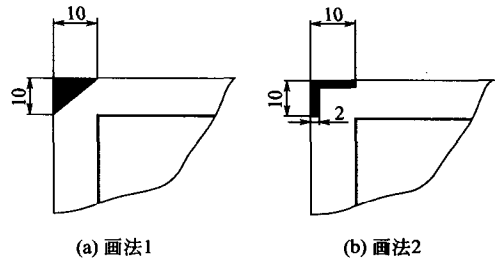


图 1.8 剪切符号画法

(5) 图幅分区

① 当图上的内容很多时, 为了能迅速找到图上某内容, 可采用图幅分区的方法。图幅分区可采用细实线在图纸周边画出分区, 如图 1.9 所示。

② 图幅分格数应为偶数, 并按图的复杂性选取。每个分区长度不大于 75mm, 不小于 25mm。

③ 分区的编号, 沿上下方向 (按看图方向确定图纸的上下和左右) 用大写字母从上到下顺序编写; 沿水平方向用阿拉伯数字从左到右顺序编写。当分区数超过拉丁字母的总数时, 超过的各区可用双重字母依次编写, 例如: AA、BB、CC 等。拉丁字母和阿拉伯数字应尽量靠近图框线。

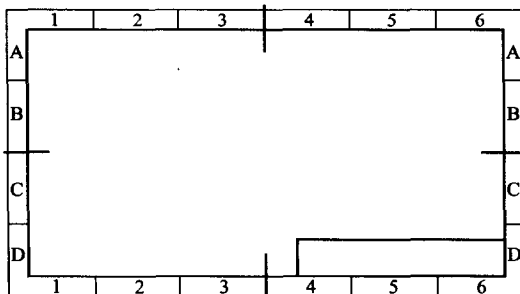


图 1.9 图幅分区

④ 在图样中标注分区代号时, 如分区代号由拉丁字母和阿拉伯数字组合而成, 应字母在前、数字在后并排地书写, 如 B3、C5 等。当分区代号与图形名称同时标注时,

则分区代号写在图形名称的后边，中间空出一个字母的宽度。

1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993 《技术制图 比例》)

(1) 比例概念

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比，称为比例。

原值比例：比值为 1 的比例，即 1 : 1。

放大比例：比值大于 1 的比例，如 2 : 1 等。

缩小比例：比值小于 1 的比例，如 1 : 2 等。

(2) 比例系列

① 电气工程图中的设备布置图、安装图最好能按比例绘制。技术制图中推荐采用的比例规定如表 1.3 所示。

表 1.3 比例系列 1

种 类	比 例		
原值比例	1 : 1		
放大比例	5 : 1	2 : 1	1 : 10
	$(5 \times 10n) : 1$	$(2 \times 10n) : 1$	$(1 \times 10n) : 1$
缩小比例	1 : 2	1 : 5	1 : 10
	1 : $(2 \times 10n)$	1 : $(5 \times 10n)$	1 : $(1 \times 10n)$

注：n 为正整数。

② 如果为特殊应用需要，也允许选取表 1.4 中的比例。

表 1.4 比例系列 2

种 类	比 例				
放大比例	4 : 1		2.5 : 1		
	$(4 \times 10^n) : 1$		$(2.5 \times 10^n) : 1$		
缩小比例	1 : 1.5	1 : 2.5	1 : 3	1 : 4	1 : 6
	1 : (1.5×10^n)	1 : (2.5×10^n)	1 : (3×10^n)	1 : (4×10^n)	1 : (6×10^n)

注：n 为正整数。

(3) 标注方法

① 比例符号应以“:”表示，其标注方法如 1 : 1、1 : 500、20 : 1 等。

② 比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。标注方法示例如：

$$\frac{I}{2 : 1} \quad \frac{A \text{ 向}}{1 : 100} \quad \frac{B-B}{2.5 : 1} \quad \frac{\text{墙极位置图}}{1 : 200} \quad \frac{\text{平面图}}{1 : 100}$$

(4) 比例的特殊情况

当图形中孔的直径或薄片的厚度等于或小于 2mm 以及斜度和锥度较小时，可不按比例而夸大画出。

(5) 采用一定比例时图样中的尺寸数值

不论采用何种比例，图样中所标注的尺寸数值必须是实物的实际大小，与图形比例无关，如图 1.10 所示。

1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993 《技术制图 字体》)

(1) 书写方法

图样中书写的汉字、字母和数字，都必须做到“字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列

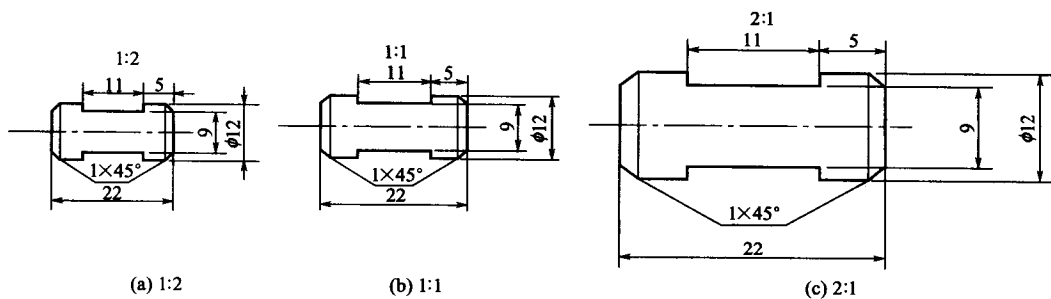


图 1.10 用不同比例画出的图形

整齐”。

(2) 字体的选择

汉字字体应为仿宋简体，拉丁字母、数字字体应为 ROMANS. SHX (罗马体)，希腊字母字体为 GREEKS. SHX。

(3) 字号

常用的字号(字高)共有 20mm、14mm、10mm、7mm、5mm、3.5mm、2.5mm 七种。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm，数字、字母的高度 h 不应小于 2.5mm；字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ ；如需要书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增；表示指数、分数、极限偏差、注脚等的数字和字母，应采用小一号的字体。不同情况字符高度如表 1.5 和表 1.6 所示。

表 1.5 最小字符高度

单位：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

表 1.6 图样中各种文本尺寸

单位：mm

文本类型	中 文		字母或数字	
	字高	字宽	字高	字宽
标题栏图名	7~10	5~7	5~7	3.5~5
图形图名	7	5	5	3.5
说明抬头	7	5	5	3.5
说明条文	5	3.5	3.5	2.5
图形文字标注	5	3.5	3.5	2.5
图号和日期	5	3.5	3.5	2.5

字体的高度代表字体的号数。

(4) 表格中的数字

带小数的数值，按小数点对齐；不带小数的数值，按个位数对齐。表格中的文本书写按正文左对齐。

1.1.4 图线 (GB/T 17450—1998《技术制图 图线》、GB 4457.4—1984)

(1) 图线、线条、线段的定义

① 图线 起点和终点间以任意方式连接的一种几何图形，形状可以是直线或曲线、连

续线或下连续线，称为图线。

② 线素 不连续线的独立部分，如点、长度不同的划和间隔，称为线素。

③ 线段 一个或一个以上不同线素组成一段连续的或不连续的图线，称为线段。如实线的线段或由“长划、短间隔、点、短间隔、点、短间隔”组成的双点划线的线段等。

(2) 样式

GB/T 17450—1998 中规定有 15 种基本线型如表 1.7 所示。除此之外，还可以对基本线型进行变化，例如可将 1 号线型变化为规则波浪连续线、规则螺旋连续线、规则锯齿连续线、波浪线等。1 号基本线型的变化样例如表 1.8 所示。

表 1.7 GB/T 17450—1998 中规定的 15 种基本线型


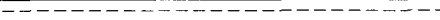


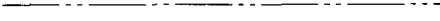
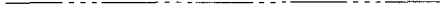





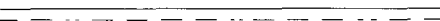





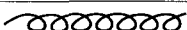

序号	线 型	名 称
1		实线
2		虚线
3		间隔划线
4		点划线
5		双点划线
6		三点划线
7		点线
8		长划短划线
9		长划双短划线
10		划点线
11		双划单点线
12		划双点线
13		双划双点线
14		划三点线
15		双划三点线

表 1.8 基本线型的变形

基本线型的变形	名 称	基本线型的变形	名 称
	规则波浪连续线		规则锯齿连续线
	规则螺旋连续线		波浪线

(3) 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 0.13mm、0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm 中选择，该系列的公比为 $1:\sqrt{2}$ 。粗线、中粗线和细线的宽度比率为 4:2:1。在同一图样中，表达同一结构的线宽应一致。

(4) 图线的画法

① 间隙 除非另有规定，两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7mm。

② 相交

a. 类型 基本线型代码为 02~06 和代码为 08~15 的线应恰当地相交于画线处，如图 1.11(a)、(b)、(c) 所示；代码为 07 的线应准确地相交于点上，如图 1.11(d) 所示。

b. 第二条图线的位置 绘制两条平行线的两种方法，如图 1.12 所示。推荐采用如图 1.12(a) 所示的画法。

③ 圆的中心线画法 圆的中心线画法如图 1.13 所示。中心线超出轮廓线的长度，一般

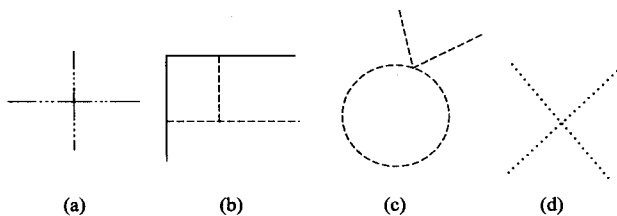


图 1.11 几种基本线型相交绘制方法示例

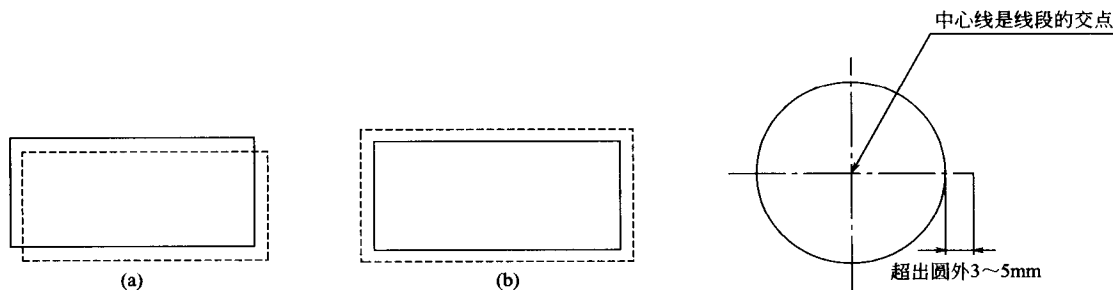


图 1.12 绘制平行线的两种方法

图 1.13 圆的中心线画法

习惯规定其超出的长度为 3~5mm，且同一图中应基本一致。

1.1.5 尺寸标注 (GB/T 16675—1996、GB 4458.4—1984)

在图样中，图形表达机件的形状，尺寸表示机件的大小。因此，标注尺寸应该严格遵守国家标准的有关规定。

① 机件的真实大小应以图样上所注尺寸数值为依据，与图形大小及绘图的准确度无关。

② 图样中（包括技术要求和其他说明）标注的尺寸，以毫米（mm）为单位时，不需要标注计量单位的代号或名称；如采用其他单位标注尺寸时，则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

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，否则应另加说明。

④ 机件的每一尺寸，一般只标注一次，并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

1.2 电气制图的分及其表示法

1.2.1 电气图的分类

电气图的分类，如表 1.9 所示。

1.2.2 电气简图中元件的表示法

(1) 元件中功能相关各部分的表示方法

① 集中表示法 这是一种把一个复合符号的各部分列在一起的表示法，如图 1.14(a) 所示。为了能表明不同的部件属于同一个元件，每一个元件的不同部件都集中画在一起，并用虚线把它们连接起来。这种画法的优点是能一目了然地了解电气图中任何一个元件的所有部件。但与半集中表示法和分开表示法相比，这种表示法不易理解电路的功能原理。所以在绘制以表示功能为主的电路图等电气图时，除非原理很简单，否则很少采用集中表示法。