

全国高职高专“十二五”规划教材

电气CAD与工程识图

主 编 李晓华

副主编 黄俊蓉 黄小霞 梁毅娟

主 审 尧有平 姚旭明



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

全国高职高专“十二五”规划教材

电气 CAD 与工程识图

主 编 李晓华

副主编 黄俊蓉 黄小霞 梁毅娟

参编人员 李 燕 贾卫华 纪政科

主 审 尧有平 姚旭明



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书采用项目化教学,通过具体实例将内容分为绘图基础,制图规范与机械制图,电气识图与制图三大模块,教学内容循序渐进。绘图基础部分知识面宽,增加图解内容,图文并茂,力求通俗易懂易教。机械制图部分及电气识图与制图部分选用了与后续专业课程、职业技能鉴定和电气实习内容紧密结合的内容,增强了针对性,突出体现对学生识图能力的培养。

本书适合作为高职高专电类相关专业的教材,也可作为高等院校相关专业教师教学和学生自学的参考书,同样适合从事电力工程的设计人员、电力系统在职职工岗位培训、社会培训或自学使用。

本书中项目任务中的素材文件可以从中国水利水电出版社网站以及万水书苑免费下载,网址为: <http://www.waterpub.com.cn/softdown/>或 <http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目(CIP)数据

电气CAD与工程识图 / 李晓华主编. -- 北京: 中国水利水电出版社, 2012.8
全国高职高专“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5170-0009-9

I. ①电… II. ①李… III. ①电气设备—计算机辅助设计—AutoCAD软件—高等职业教育—教材②电气制图—识别—高等职业教育—教材 IV. ①TM02-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第173775号

策划编辑: 张未梅 责任编辑: 宋俊娥 封面设计: 李 佳

书 名	全国高职高专“十二五”规划教材 电气 CAD 与工程识图
作 者	主 编 李晓华 副主编 黄俊蓉 黄小霞 梁毅娟 主 审 尧有平 姚旭明
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市铭浩彩色印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 13.25 印张 334 千字
版 次	2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 1 次印刷
印 数	0001—2000 册
定 价	26.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

“电气工程 CAD 及工程识图”课程是高职高专电类相关专业的专业必修课程。目前市场上现有电气 CAD 教材存在的问题,最突出的是学科综合性不强,并且缺乏相关工程制图规范和工程制图基础知识,不能较好地满足学生拓展学习的需要。针对 CAD 课程学科交叉、实践性强等特点,希望改变现有专业教材将各类知识点分开的现状,结合职业院校办学特色,面向实际就业需求,课程内容与职业标准内容相衔接,以岗位为导向,以能力为目标,以任务为载体,以技能训练为主线,项目化教学,编写容简易理论教材及方式方法实训教材于一体的综合性较强的实用教材,更好地为教学服务。

笔者通过多年的教学,积累了大量的“任务+项目”的实训经验,积累了较多的优秀案例、教学成果。由于教学方法的更新,目前该课程在进行中无合适的教材选用,教师主要通过整理和挑选专业相关知识点,结合教学改革和课程要求自编讲义和课件来讲授课程,本教材将对已有的教学总结进行修改和完善,其最终的编定将完善现有教材的缺陷,更加符合现有高职教学要求。本教材学科交叉、实践性强,面向实际就业需求,课程内容与职业标准内容相衔接,以岗位为导向,以能力为目标,以任务为载体,以技能训练为主线,采用项目化教学,将简易理论教材及方式方法实训教材集于一体,是一本综合性较强的实用教材。

本教材分绘图基础(项目一)、制图规范与机械制图(项目二)、电气识图与制图(项目三、四)三大模块,教学内容循序渐进。绘图基础部分知识面宽,增加图解内容,图文并茂,力求通俗易懂易学易教。机械制图部分及电气识图与制图部分选用了与后续专业课程、职业技能鉴定和电气实习内容紧密结合的内容,增强了针对性,突出体现对学生识图能力的培训。

本教材适合作为高职高专电类相关专业的教材,也可作为高等院校相关专业教师教学和学生自学的参考书,同样适合从事电力工程的设计人员、电力系统在职职工岗位培训、社会培训或自学使用。

本教材由李晓华主编,尧有平、姚旭明主审。项目一由黄小霞、纪政科编写,项目二由梁毅娟编写,项目三由李燕、贾卫华编写,项目四由黄俊蓉、李晓华编写。本教材在编写过程中得到了各方面的支持和协助,特别感谢本书主审尧有平、姚旭明两位领导提供的技术支持,同事李勇提供的大量图纸资料,湛年远、李士丹对本书提纲的编写提供的宝贵意见。这里向支持和协助本书编写和出版的全体工作人员表示衷心的感谢。

由于水平有限,资料收集的渠道不同,涉及的专业门类较多,校对及审核的误贻等原因,难免有不足之处,恳请读者指正。

编 者

2012 年 6 月

目 录

前言

项目 1 主动轴零件图的抄画	1	一、工作任务分析	120
工作任务 1 主动轴零件图的抄画	1	二、学习目标	120
一、项目任务分析	1	三、知识准备	121
二、学习目标	1	四、工作过程导向	121
三、知识准备	1	工作任务 3.5 主变压器保护测控屏屏面	
四、工作过程导向	29	布置图	123
【拓展项目】	32	一、工作任务分析	123
项目 2 主动轴零件图的绘制(机绘)	34	二、学习目标	123
工作任务 2 主动轴零件图的绘制(机绘)	34	三、知识准备	124
一、工作任务分析	34	四、工作过程导向	125
二、学习目标	34	工作任务 3.6 35kV 配电装置图的绘制	128
三、知识准备	35	一、工作任务分析	128
四、工作过程导向	76	二、学习目标	129
【拓展项目】	91	三、知识准备	129
项目 3 110kV 变电站电气工程图的绘制	92	四、工作过程导向	130
工作任务 3.1 110kV 变电站电气主接线图		工作任务 3.7 高压侧保护交流回路图	131
的绘制	92	一、工作任务分析	131
一、工作任务分析	92	二、学习目标	131
二、学习目标	92	三、知识准备	132
三、知识准备	92	四、工作过程导向	133
四、工作过程导向	94	【拓展项目】	137
工作任务 3.2 110kV 电气总平面布置图		项目 4 某学生宿舍楼建筑施工图的绘制	140
的绘制	107	工作任务 4.1 某学生宿舍楼建筑平面图	
一、工作任务分析	107	的绘制	140
二、学习目标	107	一、工作任务分析	140
三、知识准备	107	二、学习目标	140
四、工作过程导向	108	三、知识准备	141
工作任务 3.3 变电所断面图的绘制	112	四、工作过程导向	141
一、工作任务分析	112	工作任务 4.2 某学生宿舍楼建筑立面图	
二、学习目标	113	的绘制	156
三、知识准备	113	一、工作任务分析	156
四、工作过程导向	113	二、学习目标	157
工作任务 3.4 配电房配电装置图的绘制	120	三、知识准备	157

四、工作过程导向	158
工作任务 4.3 某学生宿舍楼建筑剖面图 的绘制	164
一、工作任务分析	164
二、学习目标	164
三、知识准备	165
四、工作过程导向	165
工作任务 4.4 某学生宿舍楼一层照明 平面图的绘制	169
一、工作任务分析	169
二、学习目标	169
三、知识准备	169
四、工作过程导向	171
工作任务 4.5 某学生宿舍楼配电箱接线图 的绘制	178
一、工作任务分析	178
二、学习目标	178
三、知识准备	178

四、工作过程导向	183
工作任务 4.6 某学生宿舍楼屋面防雷 平面图的绘制	186
一、工作任务分析	186
二、学习目标	186
三、知识准备	186
四、工作过程导向	187
工作任务 4.7 某学生宿舍楼一层电话、 电视平面图的绘制	191
一、工作任务分析	191
二、学习目标	191
三、知识准备	192
四、工作过程导向	192
【拓展项目】	196
附录 A 项目考评表	199
附录 B 学生用简易 A3 样板的制作	201
附录 C AutoCAD 中特殊符号的输入	204
参考文献	205

项目 1 主动轴零件图的抄画

工作任务 1 主动轴零件图的抄画

一、项目任务分析

零件图是表达零件的结构形状、大小及技术要求的图样。它是制造、检验零件的依据，也是指导生产的重要技术文件。一张零件图通常包括一组视图、尺寸标注、技术要求和标题栏这四部分内容。本项目通过 3 个工作子任务完成主动轴零件图样的抄画，学习制图的国家标准、投影法、视图的表达方法和尺寸标注的要求，初步具备识图的基础。

二、学习目标

【能力目标】

- 会查阅制图的国家标准；
- 能正确抄画零件图样；
- 能识读简单零件的图样。

【知识目标】

- 了解制图国家标准的一般规定；
- 了解组合体和视图的表达方法；
- 熟悉抄画平面图形的方法和步骤；
- 掌握正投影法和三视图。

【素质目标】

- 培养查阅资料、独立思考的能力；
- 培养团队合作精神；
- 培养与人交流能力；
- 培养认真负责的工作态度；
- 培养遵守标准的良好习惯。

三、知识准备

1 制图国家标准的基本规定

图样是进行产品设计、制造、安装和检测等过程中的重要资料，是工程技术人员交流信息的重要工具。为便于生产、管理和交流，国家颁布了统一的制图国家标准，简称国标（GB）。国标中对图样的画法、尺寸标注等做了专门的规定。熟悉制图国家标准的有关规定，可以更快、更准确地绘制图形。

1.1 图纸幅面和格式、标题栏

在开始正式绘图之前，要先按照制图的国家标准设置图纸幅面和标题栏。

1.1.1 图纸幅面和格式

由图纸的长边和短边尺寸所确定的图纸大小称为图纸幅面。绘制图样时,应优先采用如表 1-1 所规定的 5 种基本幅面。必要时,也可选用国家标准所规定的加长幅面,其尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得到。

表 1-1 图纸幅面和图框尺寸

幅面代号	幅面尺寸 B×L	周边尺寸		
		a	c	e
A0	841×1189	25	10	20
A1	594×841			
A2	420×594			
A3	297×420		5	10
A4	210×297			

在图纸上必须用粗实线画出图框线,图纸的边界用细实线绘制,图框线与纸边界之间的区域称为周边。图框的格式分为有装订边和无装订边两种格式,但同一产品的图样,只能采用一种格式。

留装订边的图纸格式如图 1-1 (一) 所示,尺寸按表 1-1 的规定选取。

不留装订边的图纸,其图框如图 1-1 (二) 所示,宽度 e 可依幅面代号从表 1-1 查出。

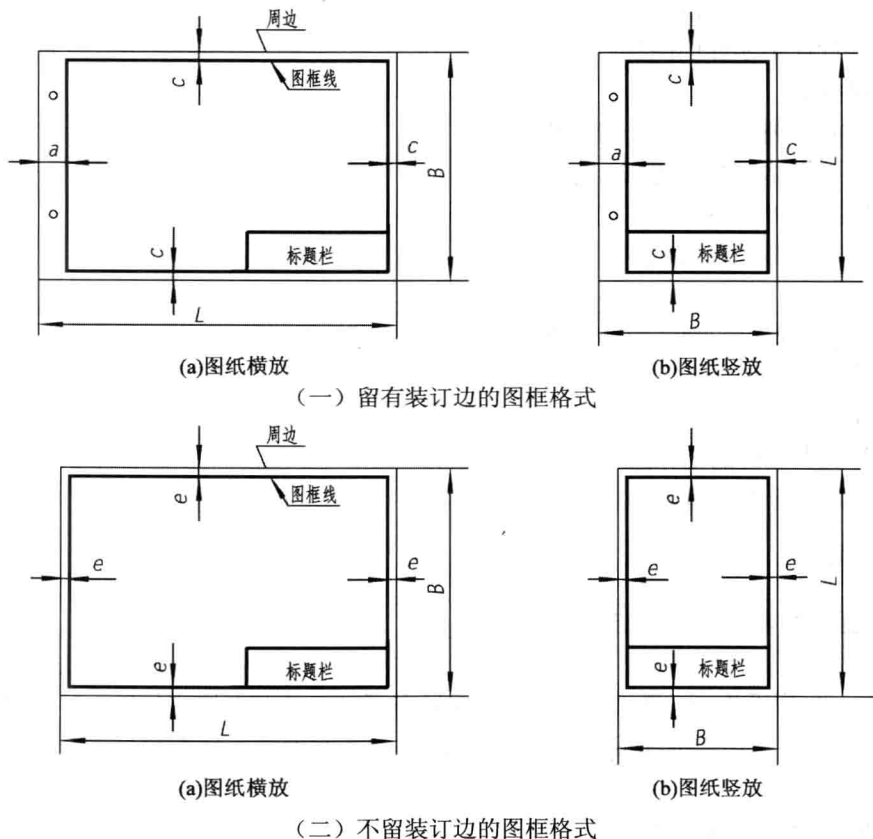


图 1-1 图框格式

1.1.2 标题栏

标题栏的位置一般应在图纸的右下角,如图 1-1 所示。标题栏的文字方向应为读图方向。国家标准对标题栏的内容、格式、尺寸做了详细规定,制图作业的标题栏可参考图 1-2。

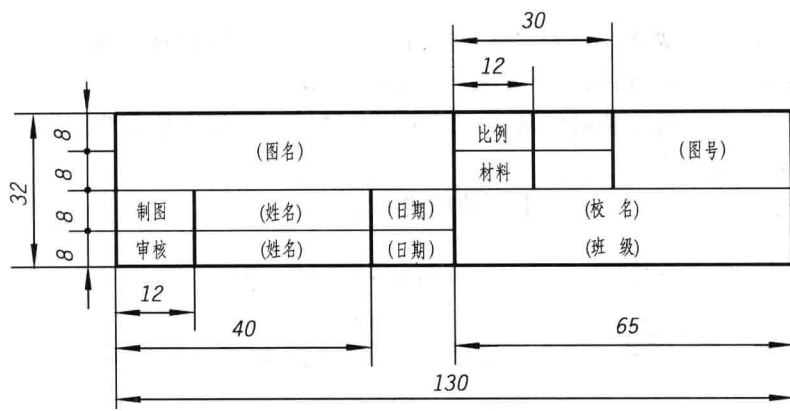


图 1-2 制图作业的标题栏

1.2 比例

图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比,称为比例。绘图时,为看图方便,应尽量按机件的实际大小画出。如果机件太大或太小,则应由表 1-2 规定的比例系列中选取适当的比例(优先选用第 1 系列),采用缩小或放大比例画图,以便清晰地表达出机件的结构形状。

表 1-2 绘图的比例

种类		比例
原值比例		1:1
放大比例	第 1 系列	2:1, 5:1, $1 \times 10^n:1$, $2 \times 10^n:1$, $5 \times 10^n:1$
	第 2 系列	$2.5:1$, $4:1$, $2.5 \times 10^n:1$, $4 \times 10^n:1$
缩小比例	第 1 系列	$1:2$, $1:5$, $1:1 \times 10^n$, $1:2 \times 10^n$, $1:5 \times 10^n$
	第 2 系列	$1:1.5$, $1:2.5$, $1:3$, $1:4$, $1:6$, $1:1.5 \times 10^n$, $1:2.5 \times 10^n$, $1:3 \times 10^n$, $1:4 \times 10^n$, $1:6 \times 10^n$

注: n 为正整数。

比例一般应标注在标题栏的“比例”一栏内;必要时,可标注在视图名称的下方或右侧。不论采用何种比例,图形中所标注的尺寸数值必须是实物的实际大小,与图形的大小无关。

同一机件的各个视图一般采用相同的比例,并需在标题栏中的比例栏写明采用的比例,如 1:1。当同一机件的某个视图采用了不同比例绘制时,必须另行标明所用比例。

1.3 字体

字体是图样和技术文件中的一个重要组成部分,它包括汉字、数字和字母。图样中的字体有如下几点基本要求:

(1) 图样中书写的汉字、数字和字母,必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

(2) 字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为: 1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、

10mm、14mm、20mm, 若需书写更大的字, 其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 倍比率递增。

(3) 汉字应写成长仿宋字体, 并采取国家正式公布的简化字。汉字的高度不应小于 3.5mm, 其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。书写长仿宋字体的基本要领是: 横平竖直, 注意起落, 结构匀称, 填满方格, 如图 1-3 所示。

(4) 字母与数字的宽度大约为字高 (h) 的 $2/3$, 分为 A 型和 B 型两种。A 型字体的笔画宽度为字高的 $1/14$, B 型字体的笔画宽度为字高的 $1/10$ 。

(5) 字母和数字有直体和斜体两种, 常采用斜体字。斜体字的字头向右倾斜, 与水平基准线成 75° 角, 如图 1-3 所示。

(6) 同一张图样上, 只允许采用一种形式的字体。

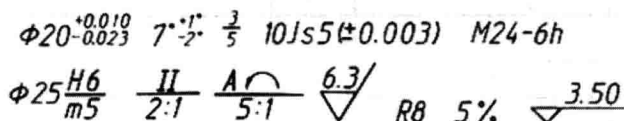


图 1-3 字体示例

1.4 图线及画法

技术制图标准对图线规定了 15 种基本线型, 机械制图中常用的图线见表 1-3。

表 1-3 图线的名称、型式、宽度及用途

图线名称	图线型式	图线宽度	图线应用举例 (见图 1-4)
粗实线		b, 约 0.5~2mm	1. 可见轮廓线 2. 可见过渡线
细实线		约 b/3	尺寸线、尺寸界线、剖面线、重合断面的轮廓线及指引线等
波浪线		约 b/3	断裂处的边界线等
虚线		约 b/3	不可见轮廓线、不可见过渡线
双折线		约 b/3	断裂处的边界线
细点画线		约 b/3	轴线、对称中心线等
粗点画线		b	有特殊要求的线或表面的表示线
细双点画线		约 b/3	1. 极限位置的轮廓线 2. 相邻辅助零件的轮廓线等

在机械图样中, 图线分粗、细两种, 它们之间的比例为 2:1。图线的宽度 b 通常在 0.5~2mm 之间选取, 推荐系列为: 0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm。

绘制图线时, 应注意以下几点:

(1) 同一图样中, 同类图线的宽度应基本一致, 虚线、点画线、双点画线、双折线的线段长短间隔应各自大致相等。

(2) 图样上两条平行线之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度, 其最小距离不得小于 0.7mm。

(3) 虚线及点画线与其他图线相交时, 都应以线段相交, 不应在空隙或短画处相交; 当

虚线是粗实线的延长线时,粗实线应画到分界点,而虚线应留有空隙,如图1-4所示。

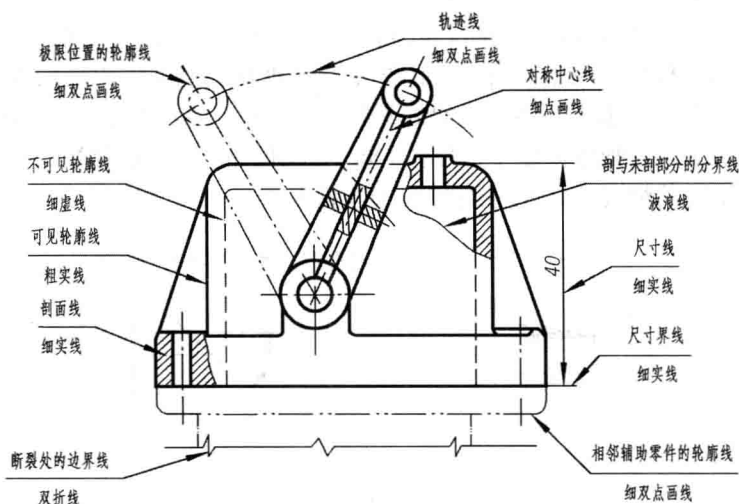


图 1-4 图线应用示例

(4) 绘制圆的对称中心线(细点画线)时,圆心应为线段的交点;点画线和双点画线的首末两端应是线段而不是短画,其两端应超出图形的轮廓线3~5mm;在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替。

1.5 尺寸标注

图样中的尺寸是确定物体大小的依据,尺寸标注应严格遵守国家标准中的相关规定。

1.5.1 基本规则

(1) 图样上标注的尺寸数值就是机件实际大小的数值,与图形大小、绘图比例以及绘图精度无关。

(2) 图样上的尺寸(包括技术要求和其他说明)以毫米(mm)为计量单位时,不需标注单位代号或名称。若应用其他计量单位时,必须注明相应计量单位的代号或名称。

(3) 机件的每一个尺寸,一般只标注一次,并标注在反映该结构最清楚的图形上。

(4) 图样上标注的尺寸,是该图样所示机件的最后完工尺寸,否则,须另外加以说明。

1.5.2 尺寸组成

一个完整的尺寸,由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字三部分组成,如图1-5所示。

(1) 尺寸数字用于表明机件实际尺寸的大小,与图形的大小无关。尺寸数字采用阿拉伯数字书写,且同一张图上的字高要一致。尺寸数字在图中遇到图线时,须将图线断开。如图线断开影响图形表达时,须调整尺寸标注的位置。

①线性尺寸数字的位置,应注写在尺寸线的中间部位的上方(水平和倾斜方向尺寸)、左方(竖直方向尺寸)或中断处。

②线性尺寸数字方向,尺寸线是水平方向时字头朝上,尺寸线是竖直方向时字头朝左,

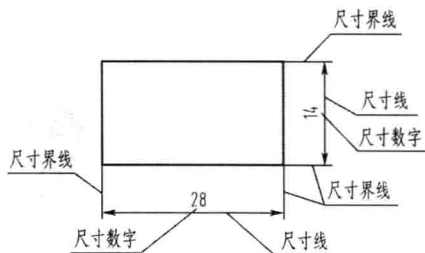


图 1-5 尺寸的三要素

其他倾斜方向字头要有朝上的趋势。

③角度的尺寸数字一律写成水平方向。

(2) 尺寸线用于表明所注尺寸的度量方向, 尺寸线只能用细实线绘制。一般情况下, 尺寸线不能用其他图线代替, 也不得与其他图线重合或画在其他图线的延长线上。

尺寸线的终端有三种形式: 箭头、斜线和圆点, 在同一张图中箭头和斜线只能采用一种, 机械制图多采用箭头, 其画法如图 1-6 所示。同一张图上箭头(或斜线)大小要一致。当采用箭头时, 在地方不够的情况下, 允许用圆点代替箭头。

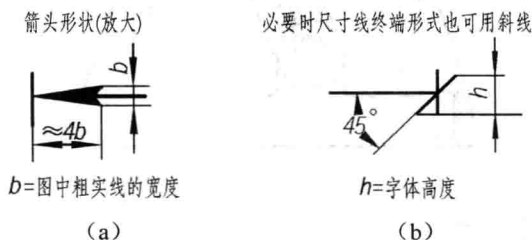


图 1-6 尺寸线的终端形式

(3) 尺寸界线应自图形的轮廓线、轴线、对称中心线引出。

(4) 尺寸线与尺寸界线用细实线绘制。

其他常见的尺寸标注方法可查阅国家标准。

1.6 常用绘图工具及使用方法

为保证绘图质量和加快绘图速度, 必须选择正确的绘图方法和绘图工具。下面介绍几种常用的绘图工具及其使用方法。

(1) 铅笔。绘制图样时, 应使用绘图铅笔。绘图铅笔铅芯的软硬不同, 分为 H~6H、HB、B~6B 共 13 种规格, H 前的数字越大表示铅芯越硬, B 前的数字越大表示铅芯越软。画图时, 通常用 H 或 2H 铅笔画底稿, 用 B 或 HB 铅笔加深描粗, 写字、标注时用 HB 铅笔。

铅笔可修磨成圆锥形或楔形, 圆锥形用于画细线及书写文字, 楔形铅芯用于描深粗实线, 铅笔削法如图 1-7 所示。

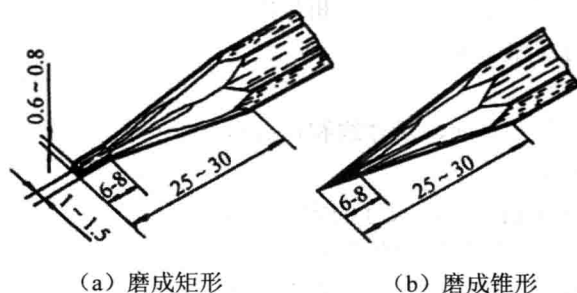


图 1-7 铅笔的削法

(2) 图板、丁字尺和三角板。图板主要用来固定图纸。要求板面光滑平整, 四边由平直的硬木镶边, 左侧边称为丁字尺的导边。常用的图板规格有 0 号、1 号和 2 号。

丁字尺由互相垂直的尺头和尺身两部分组成, 主要用于绘制水平线, 也可与三角板配合绘制一些特殊角度的斜线, 如图 1-8 所示。

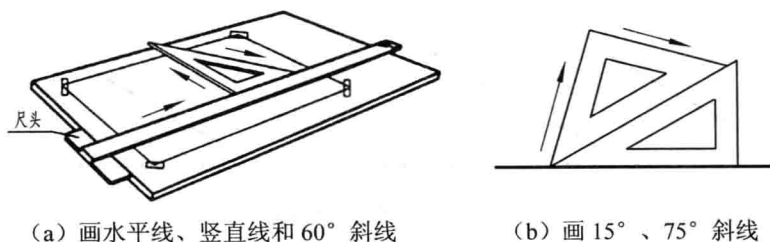


图 1-8 图板、丁字尺和三角板

三角板一般由有机玻璃制成,分为 45° 和 30° 、 60° 两块,可与丁字尺配合使用以画垂直线和与水平线成 15° 倍角的斜线。

(3) 圆规和分规。圆规用来画圆和圆弧,用圆规画圆时,应使针脚稍长于笔脚,当针尖插入图板后,钢针的台阶应与铅芯尖端平齐,其使用方法如图 1-9 所示。

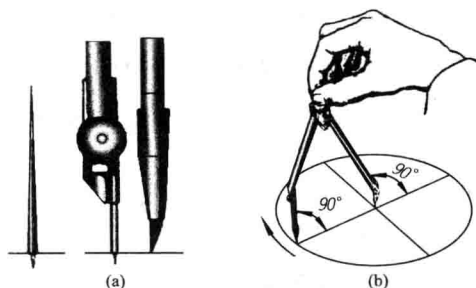


图 1-9 圆规及其用法

分规是用来量取和等分线段的,如图 1-10 所示。分规两腿均装钢针。分规的针尖在并拢后,应能对齐,否则应调整。

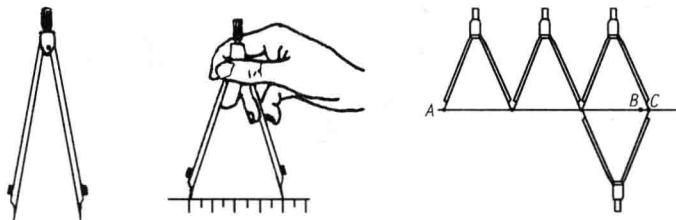


图 1-10 分规及其用法

2 平面图形的画法

2.1 几种几何图形的画法

虽然机件的轮廓形状是多种多样的,但它们的图样基本上都是由直线、圆弧和其他一些曲线组成的几何图形。因此,为了正确地画出图样,必须掌握各种几何图形的作图方法。

(1) 等分直线段。等分直线段为几等份的方法如图 1-11 所示。步骤如下:

①过已知直线段 AB 的一个端点 A 任作一射线 AC ,由此端点起在射线上以任意长度截取几等份。

②将射线上的等分终点与已知直线段的另一端点连线,并过射线上各等分点作此连线的平行线与已知直线段相交,交点即为所求。

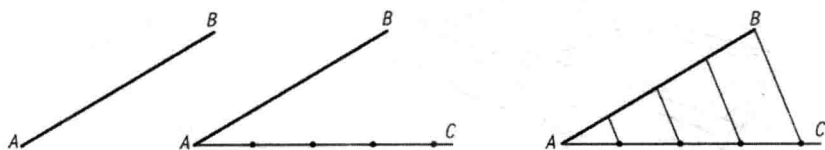


图 1-11 等分直线段

(2) 圆的内接正六边形。用绘图工具作圆的内接正六边形的方法有两种, 如图 1-12 所示。

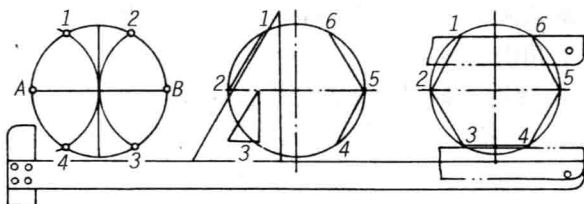


图 1-12 圆的内接正六边形的画法

第一种方法: 以点 A、B 为圆心, 以原圆的半径为半径画圆弧, 截圆于 1、2、3、4, 即为圆周六等分点。

第二种方法: 用 60° 三角板自 2 作弦 21, 右移至 5 作弦 45, 旋转三角板作弦 23、65。用丁字尺连接 16 和 34, 即得正六边形。

(3) 圆弧连接。用一个已知半径的圆弧来光滑连接 (即相切) 两个已知线段 (直线段或曲线段), 称为圆弧连接。为保证连接光滑, 关键是要正确找出连接圆弧的圆心和切点位置。

1) 用圆弧连接两已知直线。步骤如下 (见图 1-13):

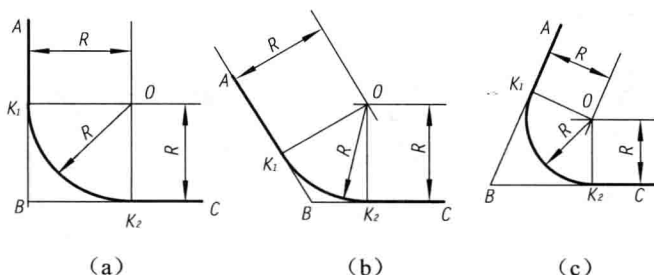


图 1-13 用圆弧连接两已知直线

①求圆心: 分别作与已知直线 AB、BC 相距为 R 的平行线, 其交点 O 即为连接弧 (半径 R) 的圆心。

②求切点: 自点 O 分别向直线 AB 及 BC 作垂线, 得到的垂足 K_1 和 K_2 即为切点。

③画连接弧: 以 O 为圆心, R 为半径, 自点 K_1 至 K_2 画圆弧, 即完成作图。

2) 用圆弧连接两已知圆弧。步骤如下 (见图 1-14):

①求圆心: 分别以 O_1 、 O_2 为圆心, $R_1 + R$ 和 $R_2 + R$ (外切时, 如图 1-14 (a) 所示)、或 $R - R_1$ 和 $R - R_2$ (内切时, 如图 1-14 (b) 所示)、或 $R_1 - R$ 和 $R_2 + R$ (内、外切, 如图 1-14 (c) 所示) 为半径画弧, 得交点 O , 即为连接弧 (半径 R) 的圆心。

②求切点: 作两圆心连线 O_1O 、 O_2O 或 O_1O 、 O_2O 的延长线, 与两已知圆弧 (半径 R_1 、

R_2) 相交于点 K_1 、 K_2 , 则 K_1 、 K_2 即为切点。

③画连接弧: 以 O 为圆心, R 为半径, 自点 K_1 至 K_2 画圆弧, 即完成作图。

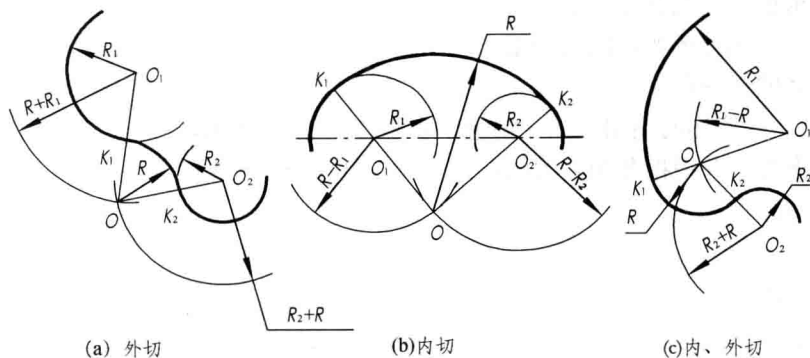


图 1-14 用圆弧连接两已知圆弧

2.2 平面图形的画法

平面图形由许多线段连接而成, 在画图之前, 要先对这些线段之间的相对位置和连接关系分析清楚, 然后通过分析尺寸和线段间的关系, 确定画图的先后顺序。

(1) 尺寸分析。根据尺寸在平面图形中所起的作用, 可分为定形尺寸与定位尺寸两大类。

①定形尺寸。用于确定线段的长度、圆弧的半径(圆的直径)和角度等大小的尺寸称为定形尺寸, 如图 1-15 中的 $\phi 5$ 、 $\phi 20$ 、 $R12$ 、 $R50$ 等。

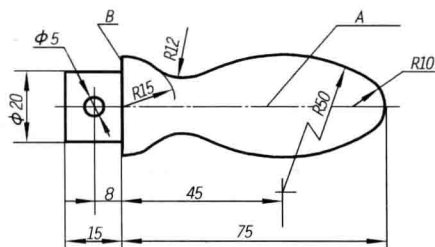


图 1-15 手柄的平面图形

②定位尺寸。用于确定线段在平面图形中所处位置的尺寸, 称为定位尺寸, 如图 1-15 中的尺寸 8、45 等。定位尺寸应从尺寸基准出发标注, 平面图形中常用的尺寸基准多为图形的对称线、较大圆的中心线或图形的轮廓线等, 如图 1-15 中水平方向的尺寸基准为 B , 垂直方向的尺寸基准为 A 。

(2) 线段分析。平面图形中的线段通常由直线和圆弧组成, 根据尺寸是否完整, 可分为三类。

①已知线段: 定形尺寸和定位尺寸都齐全的线段, 如图 1-15 中尺寸 $R15$ 。

②中间线段: 只有定形尺寸和一个定位尺寸, 而缺少一个定位尺寸的线段, 如图 1-15 中的尺寸 $R50$ 。

③连接线段: 只有定形尺寸而无定位尺寸的线段, 如图 1-15 中尺寸 $R12$ 。作图时必须先画出与其相邻的两线段, 才能通过作图方法确定其圆心位置。

画图时应先画已知线段, 再画中间线段, 最后画连接线段。

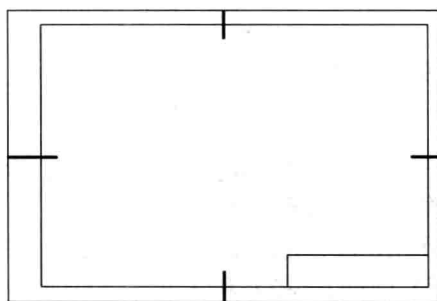
(3) 画图步骤。

1) 画图准备。

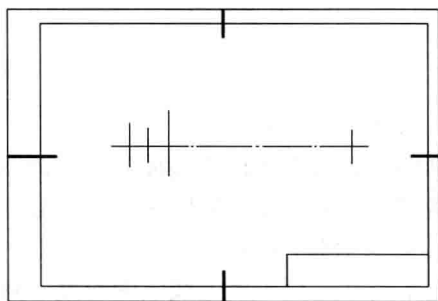
- ①分析图形的尺寸及其线段。
- ②确定比例, 选择图幅, 固定图纸。
- ③拟定具体的作图顺序。

2) 画底图。画底图时用 H 或 2H 铅笔, 步骤如图 1-16 所示。

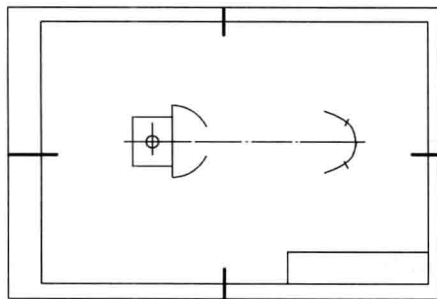
- ①画出基准线, 并根据各个封闭图形的定位尺寸画出定位线。
- ②画出已知线段。
- ③画出中间线段。
- ④画出连接线段。



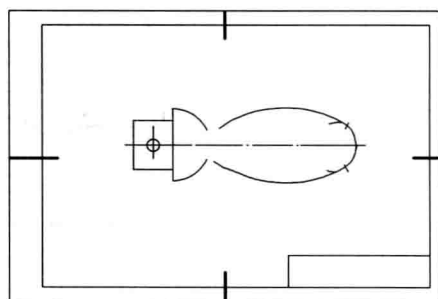
(a) 画图框和标题栏



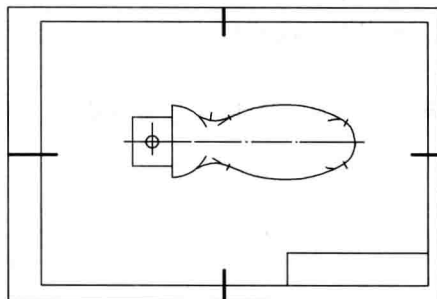
(b) 合理、匀称地布图, 画出基准线



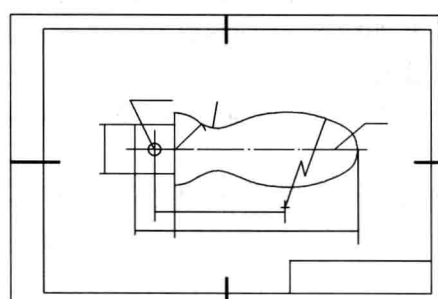
(c) 画出已知线段



(d) 画出中间线段



(e) 画出连接线段



(f) 校对修改图形, 画尺寸界线、尺寸线

图 1-16 画底图步骤

3) 描深图线, 完成作图。在用铅笔描深以前, 必须检查底稿, 把画错的线条及作图辅助线用软橡皮轻轻擦净。加深后的图纸应整洁、没有错误, 线型层次清晰, 线条光滑、均匀并浓淡一致。

加深步骤: 应先曲后直、先粗后细; 先用丁字尺画水平线, 后用三角板画竖、斜的直线; 最后画箭头, 填写尺寸数字、标题栏等。

注意: 轮廓线用 2B 铅笔描深, 文字和其他图线用 HB 铅笔描深。

4) 尺寸标注。平面图形的尺寸标注要求是: 完整、清晰、准确, 如图 1-15 所示。

3 投影法和三视图

3.1 投影法

(1) 投影法的概念。日常生活中, 物体在光线照射下就会在地面或墙壁上产生影子。影子在某些方面反映出物体的形状特征, 这就是常见的投影现象。人们根据生产活动的需要, 对这种现象加以抽象和总结, 逐步形成了投影法。

所谓投影法, 就是一组投射射线通过物体射向投影平面得到图形的方法。投影平面 P 称为投影面, 在 P 面上所得到的图形称为投影, 如图 1-17 所示。

(2) 投影法的分类。工程上常见的投影法有中心投影法和平行投影法。

①中心投影法。投射射线汇交于一点的投影法称为中心投影法, 如图 1-17 所示。由图可见, 中心投影法所得投影不能反映物体的真实形状和大小, 因此在机械图样中很少使用。

②平行投影法。若将图 1-17 的投射中心 S 移至无穷远处, 则投射射线互相平行, 如图 1-18 所示。这种投射射线互相平行的投影法称为平行投影法。

斜投影法: 投射射线与投影面斜交, 见图 1-18 (a)。斜投影法常用于绘制几何体的轴测投影图。

正投影法: 投射射线与投影面垂直, 见图 1-18 (b)。正投影法的投射射线相互平行且垂直于投影面, 在投影图上容易如实表达空间物体的形状和大小, 作图比较方便, 因此绘制机械图样主要采用正投影法。

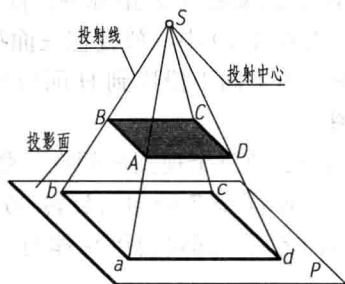
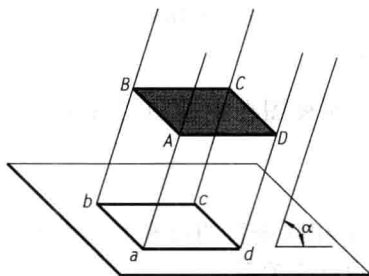
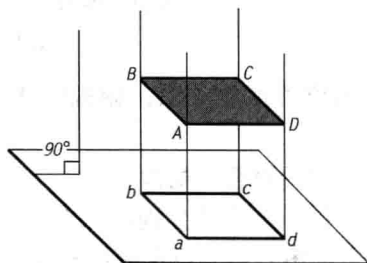


图 1-17 中心投影法



(a) 斜投影法



(b) 正投影法

图 1-18 平行投影法

③正投影特点。

真实性: 当直线或平面与投影面平行时, 直线的投影为反映空间直线实长的直线段, 平