



高等学校教材

工程制图

(附习题集)

● 赵惠清 主编
● 冯连勋 主审



化学工业出版社
教材出版中心

23
05

高等学校教材

工程制图

(附习题集)

赵惠清 主编

冯连勋 主审

化学工业出版社

教材出版中心

• 北 京 •

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

工程制图/赵惠清主编. —北京: 化学工业出版社,
2003.7

高等学校教材

ISBN 7-5025-4553-0

I. 工… II. 赵… III. 工程制图-高等学校-教材
IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 043885 号

高等学校教材

工程制图

(附习题集)

赵惠清 主编

冯连勋 主审

责任编辑: 程树珍

文字编辑: 张燕文

责任校对: 蒋 宇

封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社

教材出版中心 出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

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

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 18½ 插页 1 字数 360 千字

2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4553-0/G · 1222

定 价: 27.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

随着教育教学改革的不断深入开展,课程内容体系也应与现代工程教育特征和教学改革思想相适应,符合面向 21 世纪的人才培养模式。目前,各工科院校非机类各专业的工程制图课程学时一般安排在 30~50 学时。为此,本书的编写旨在,坚持以整体优化为原则,对课程的内容体系进行较大的调整,对教学内容进行优化整合,以利于学生对相关知识的掌握和综合能力的培养。本书除了作为高等工科院校非机类各专业工程制图课程的教材外,也可用作职大、函大、电大、夜大等同类专业的教材。

本教材的特点有如下几点:

- ① 直接引入平面立体,将点、线、面的相关知识融入其中;
- ② 平面立体内容重点在组合体以及工程零件中常见结构;
- ③ 结合工程实际,突出曲面立体截交线、相贯线形成的原理,简化其作图;
- ④ 尺寸标注贯穿整个认知过程,将尺寸标注的内容及难点分散到各章之中,从而有利于学生的理解和掌握;
- ⑤ 强化学生零件图、装配图绘制和阅读的训练,以利于学生相关知识的掌握以及绘图和读图综合能力的提高;
- ⑥ 全书采用最新国家标准;
- ⑦ 本书附有与之配套的《工程制图习题集》。

本书由赵惠清主编并统稿。参加编写的有:赵惠清(第一章、第二章)、王琳(第三章、第四章)、刘新卫(第五章)、安瑛(第六章、第七章)。由北京化工大学冯连勋教授主审。原北京化工大学工程图学教研室主任丁国强副教授对本书进行了审阅,提出了许多宝贵的意见和建议。在此一并表示衷心地感谢。

本书的编写和试用,得到了本单位领导和教研室全体教师的大力支持。对此深表谢意。

本书的出版得到了“北京化工大学教材建设基金”的大力资助。

我们希望,本书能够成为一本适应教育教学改革、满足工科院校非机类各专业教学要求、有利于工程制图课程教学的教材。由于我们的水平有限,书中难免会存在一些缺点或错误。在此,敬请使用本书的教师、学生以及有关人士批评指正。

编者

2002 年 3 月

目 录

第一章 制图的基本知识	1
第一节 国家标准《机械制图》的基本规定.....	1
第二节 制图的基本技能.....	8
第三节 投影方法的基本概念.....	10
第四节 投影面体系的建立及视图的形成.....	11
第二章 基本立体的视图和尺寸标注	14
第一节 平面立体的视图和尺寸标注.....	14
第二节 曲面立体的视图及尺寸标注.....	17
第三节 具有缺口的曲面立体的视图及尺寸标注.....	21
第四节 相贯体的视图和尺寸标注.....	26
第三章 组合体	32
第一节 组合体的基本知识.....	32
第二节 组合体的画图方法.....	35
第三节 组合体视图阅读方法.....	38
第四节 组合体的尺寸标注方法.....	45
第四章 机件常用的表达方法	48
第一节 视图.....	48
第二节 剖视图.....	50
第三节 断面图.....	59
第四节 规定画法、简化画法和局部放大画法.....	62
第五章 标准件和常用件	65
第一节 螺纹.....	65
第二节 螺纹紧固件.....	71
第三节 键和销.....	76
第四节 滚动轴承.....	78
第五节 齿轮.....	80
第六节 弹簧.....	84
第6章 零件图	87
第一节 零件图的作用和内容.....	87
第二节 零件的加工方法及常见的工艺结构.....	88
第三节 零件的视图选择.....	91
第四节 零件图的尺寸标注.....	94
第五节 零件图的技术要求.....	97
第六节 典型零件分析.....	107
第七节 零件草图的绘制和测量方法.....	113

第八节 读零件图.....	117
第七章 装配图	119
第一节 装配图的作用和内容.....	119
第二节 装配图的表达方法.....	121
第三节 装配图的尺寸标注和技术要求.....	123
第四节 装配图的零部件编号及明细表.....	124
第五节 装配图结构的合理性.....	125
第六节 由零件拼画装配图.....	126
第七节 读装配图及装配图拆画零件图.....	131
附录	136
一、常用螺纹及螺纹紧固件.....	136
二、常用键与销.....	147
三、常用滚动轴承.....	151
四、极限与配合.....	157

第一章 制图的基本知识

第一节 国家标准《机械制图》的基本规定

图样是现代工业生产中必不可少的技术资料，是进行技术交流的重要工具。因此对图样及其绘制的各个方面都需要有统一的规定，这些规定就是标准，是国家相关标准之一。它自1959年首次颁布实施以后，已经做过多次的修订，随着科学技术和国民经济的发展还将有所变动。

国家标准简称“国标”，代号为“GB”。例如《机械制图》国家标准 GB/T 14689—1993，其中“T”表示推荐性标准，“14689”表示标准顺序，“1993”表示标准颁布的年代号。本节仅介绍其中图幅、比例、字体、线型、剖面符号、尺寸标注等规定，其他规定将在后续章节中介绍。

一、图纸幅面和格式 (GB/T 14689—1993)

绘制图样时应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。图样要有图框及标题栏。需要装订的图样的图框格式见图 1-1，不要装订的图样的图框格式见图 1-2，图框线型为粗实线，尺寸按表 1-1 规定。

表 1-1 图纸幅面尺寸

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				

国家标准 GB/T 10609.1—1989 规定了标题栏格式，内容及尺寸，如图 1-3 所示。学生作业可采用图 1-4 的简单格式。标题栏在图中的位置如图 1-1 和图 1-2 所示。

图纸幅面必要时可加长，具体规定可详见 GB/T 14689—1993。

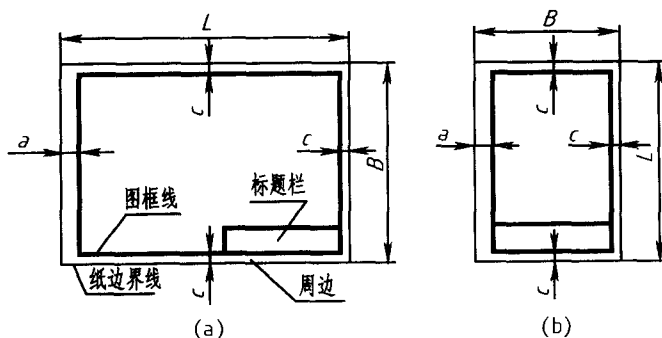


图 1-1 需装订的图框格式

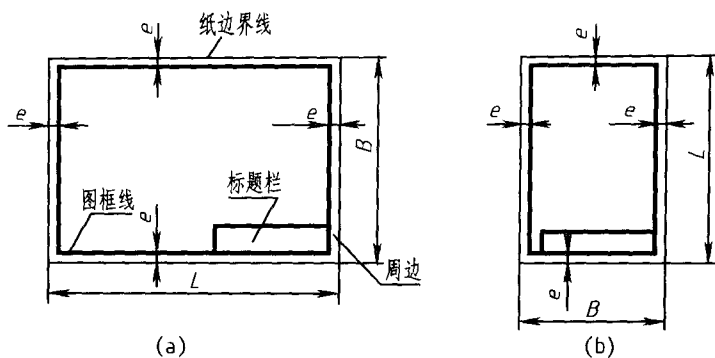


图 1-2 不需装订的图框格式

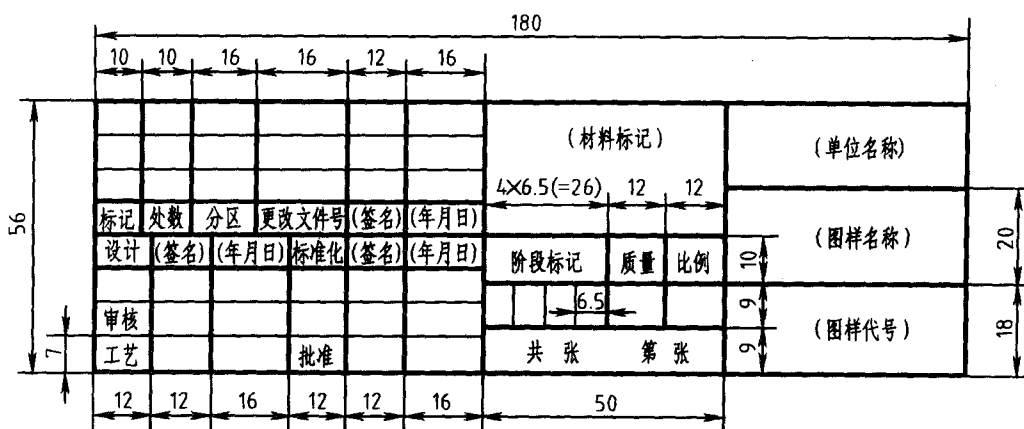


图 1-3 标题栏的内容及格式

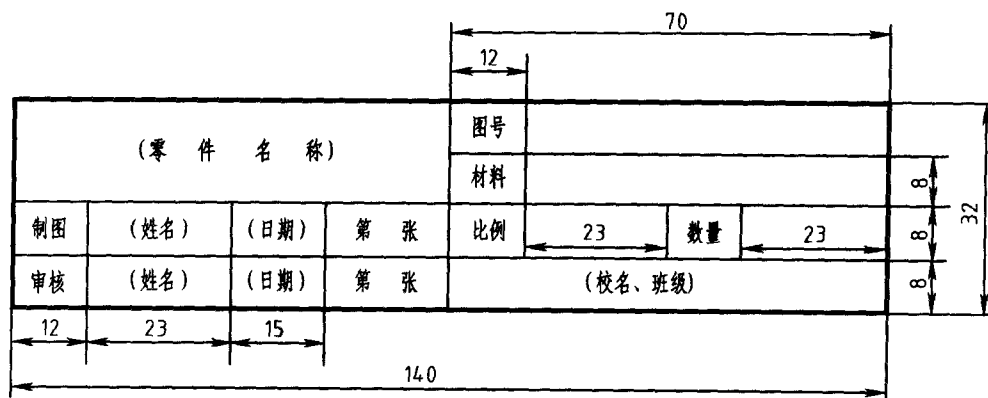


图 1-4 制图作业中标题栏的简单格式

二、比例 (GB/T 14690—1993)

图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比，称为比例。

图形尺寸与实物尺寸一样大，比例为 1 : 1；图形尺寸是实物尺寸的一半，比例为 1 : 2；图形尺寸是实物尺寸的两倍，比例为 2 : 1。

绘图时应尽量采用 1:1 的比例,以便能直接从图样上看出机件的真实大小。需采用其

他比例时，应优先选取表 1-2 中所规定的比例。必要时也允许采用表 1-3 中的比例。

表 1-2 比例系列一

种 类	比 例
原值比例(比值为 1 的比例)	1 : 1
放大比例(比值>1 的比例)	5 : 1 2 : 1 5×10 ⁿ : 1 2×10 ⁿ : 1 1×10 ⁿ : 1
缩小比例(比值<1 的比例)	1 : 2 1 : 5 1 : 10 1 : 2×10 ⁿ 1 : 5×10 ⁿ 1 : 1×10 ⁿ

注：n 为正整数。

表 1-3 比例系列二

种 类	比 例
放大比例	4 : 1 2.5 : 1 4×10 ⁿ : 1 2.5×10 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。

三、字体（GB/T 14691—1993）

标准规定，图样字体书写必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体高度的公称尺寸系列为 1.8，2.5，3.5，5，7，10，14，20，单位为 mm。字体的高度代表字体的号数。字体的宽度一般为字体的高度的 $h/\sqrt{2}$ （约 0.7h）。

1. 汉字

图样中的汉字应写成长仿宋字，汉字的高度不应小于 3.5mm。长仿宋字的运笔方法及示例如图 1-5 所示。

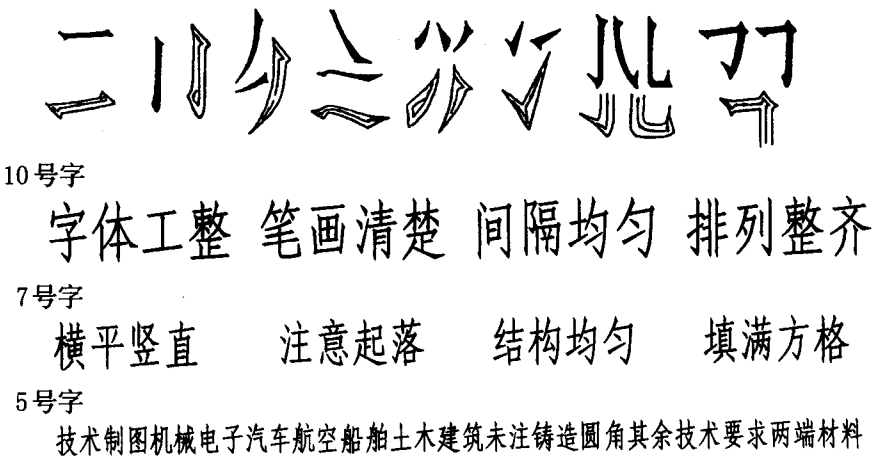


图 1-5 汉字示例

2. 字母和数字

字母和数字分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度（d）为字高（h）的 1/14，B 型字体的笔画宽度为字高的 1/10。字母和数字可写成斜体或直体，斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75°。在同一张图上，只允许选用同一型式的字体，A 型斜体字母和数字示例见图 1-6。

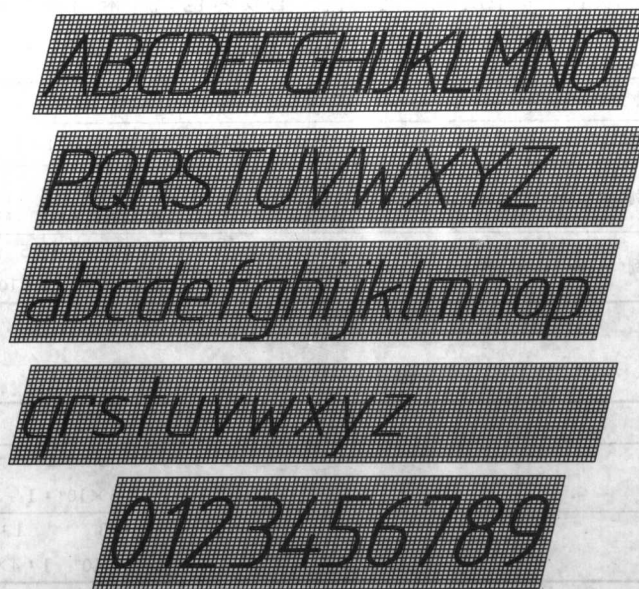


图 1-6 A 型斜体字母和数字示例

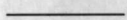
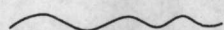
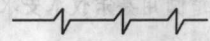
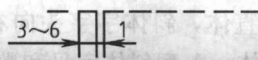
四、图线 (GB/T 17450—1998)

国家标准规定了技术图样中的 15 种基本线型 (详见 GB/T 17450—1998)。所有线型的图线宽度 (d) 应按图样的类型和尺寸大小在 0.14, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2(mm) 中选择, 该系数的公比为 1:1.4。

图样中, 粗线、中粗线和细线的宽度比率为 4:2:1。在同一图样中, 同类图线的宽度应一致。在机械工程图样中一般采用两种线宽为 2:1。粗线宽度一般取 0.5~2mm, 视图幅大小而定。

表 1-4 为机械工程图样中常用的 8 种线型名称、图线型式及主要用途。各种图线的应用举例如图 1-7 所示。

表 1-4 图线及应用

图线名称	图线型式	主要应用	图线宽度
细实线		① 尺寸线和尺寸界线 ② 剖面线 ③ 重合断面的轮廓线 ④ 投射线	约 $b/2$
细波浪线		① 断裂处的边界线 ② 视图与剖视图的分界线	约 $b/2$
细双折线		断裂处的边界线	约 $b/2$
粗实线		① 可见轮廓线 ② 视图上的铸件分型线 ③ 相贯线	b
细虚线		不可见轮廓线	约 $b/2$

续表

图线名称	图线型式	主要应用	图线宽度
粗点画线		限定范围的表示,例如热处理	b
细点画线		① 中心线 ② 对称中心线 ③ 轨迹线 ④ 剖切线	约 $b/2$
细双点画线		① 相邻零件的轮廓线 ② 移动件的限位线 ③ 先期成型的初始轮廓线 ④ 剖切平面之前的零件结构状况	约 $b/2$

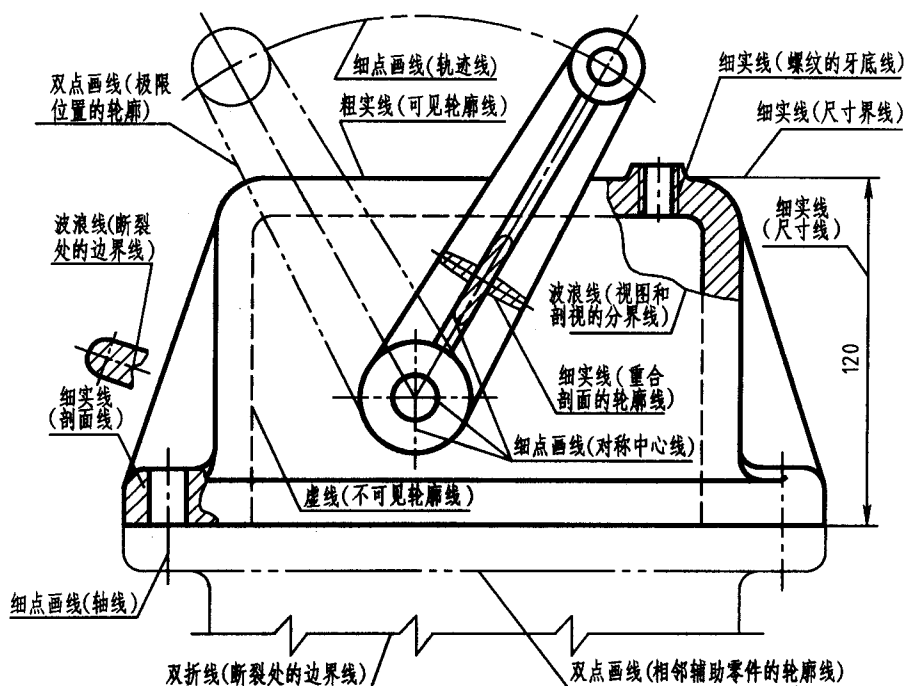


图 1-7 图线应用举例

五、尺寸注法 (GB/T 4458.4—1984、GB/T 16675.2—1996)

在图样中,除需表达零件的结构外,还需要标注尺寸,确定零件的大小。因此,国家标准对尺寸标注的基本方法做了一系列的规定,在绘图过程中必须严格遵守。

1. 基本规则

- ① 图样中所标注尺寸为机件的真实大小,与绘图比例及绘图准确性无关。
- ② 尺寸数字以毫米为单位,且不需标注计量单位的名称或代号。如采用其他单位,则必须注明相应的计量单位或代号。
- ③ 图样中所标注尺寸为机件的成品尺寸,否则应另加说明。
- ④ 机件的每一个尺寸,在图样中只标注一次,且标注在能清晰反映该结构的图形中。

2. 尺寸的基本要素

一个完整的尺寸应包括尺寸界线、尺寸线和尺寸数字三个基本要素,如图 1-8 所示。

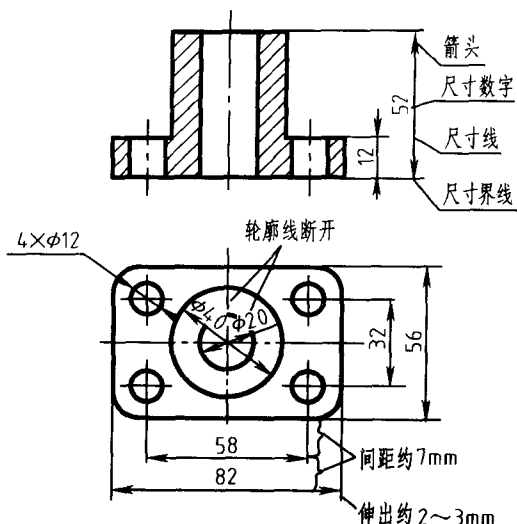


图 1-8 尺寸的组成及标注示例

处。同一图中，应采用同一种标注形式。尺寸数字不可被任何图线通过，否则必须将图线断开。参考尺寸的数字需加圆括号。

3. 基本标注方法

(1) 直线尺寸的标注 水平直线尺寸的数字一般应写在尺寸线的上方或中断处，字头向上，垂直方向的尺寸数字写在尺寸线左方，字头向左，如图 1-10(a) 所示。写在中断处时，字头向上，如图 1-10(b) 所示。应尽量避免在图示 30° 范围内标注尺寸，如图 1-10(c) 所示，无法避免时，可按图 1-10(d) 的形式标注。同一张图样中应采用同一注法。

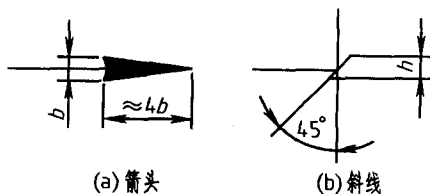


图 1-9 尺寸线终端形式

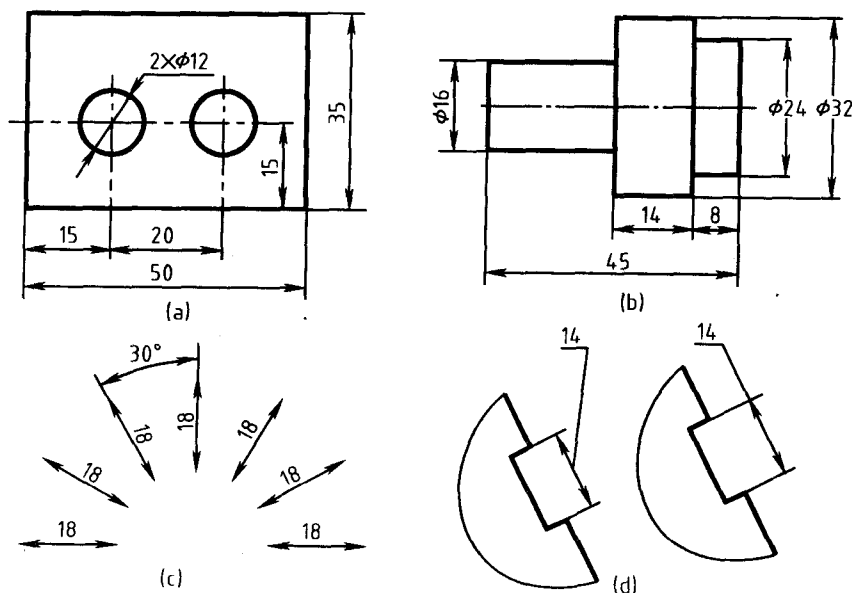


图 1-10 直线尺寸注法

① 尺寸界线用细实线绘制，并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出，也可以不引出，直接利用它们作为尺寸界线。尺寸界线一般与尺寸线垂直，必要时才允许倾斜。光滑过渡处标注尺寸时，须用细实线将轮廓线沿长，从交点处引出尺寸界线。

② 尺寸线用细实线绘制，且不能和任何其他图线重合或画在其延长线上。尺寸线终端有两种形式：箭头和斜线，如图 1-9 所示。同一图样只能采用一种尺寸线终端。机械工程图样上的尺寸终端一般为箭头。

③ 尺寸数字的书写应符合 GB/T 14691—1993 中对数字的规定。图样上的尺寸数字一般为 3.5 号，对 A0、A1 幅面的图可用 5 号字。尺寸数字一般写在尺寸线的上方或中断

(2) 直径与半径尺寸的标注 标注整圆或大于半圆的圆弧尺寸时, 应标注其直径尺寸, 尺寸数字前加注符号“ ϕ ”。直径尺寸可标注在其特征圆上或其非圆直径上, 标注形式见图 1-11。标注球体的直径尺寸时, 应在尺寸数字前加注符号“S”。

标注半圆或小于半圆的圆弧尺寸时, 应标注其半径尺寸, 尺寸数字前加注符号“R”。半径尺寸必须标在其特征圆弧上, 标注形式见图 1-12。标注球体的半径尺寸时, 应在尺寸数字前加注符号“SR”。

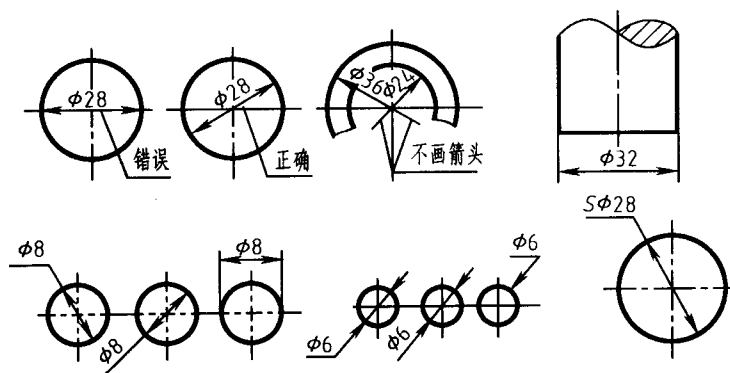


图 1-11 直径尺寸标注法

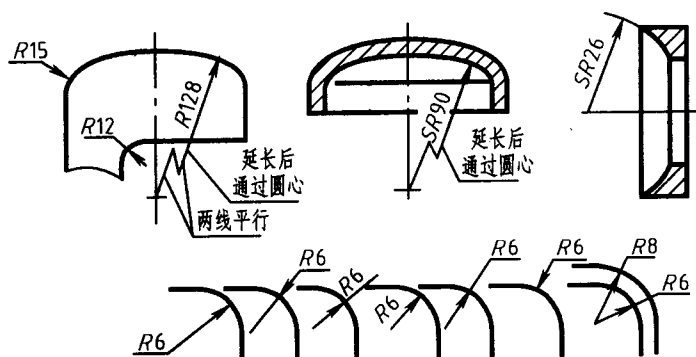


图 1-12 半径尺寸标注法

(3) 角度、弦长、弧长的尺寸标注 标注角度的尺寸界线应从径向引出, 尺寸线是以该角顶点为圆心的圆弧, 角度数字一律水平书写, 如图 1-13(a) 所示。标注弦长或弧长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线。如图 1-13(b) 所示。弧长尺寸数字上方须加注符号“ $\widehat{\quad}$ ”, 如图 1-13(b) 所示。

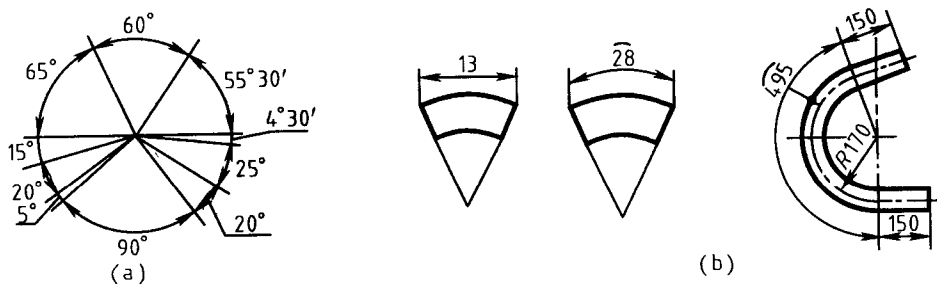


图 1-13 角度、弦长、弧长尺寸标注法

(4) 其他标注方法

① 狭小结构。在没有足够位置画箭头或注写数字时,可按图 1-14(a) 的形式标注。

② 对称机件。当对称机件的图形只画出一半或略大于一半时,尺寸线应略超过对称中心线或断裂处的边界线,并仅在尺寸线一端画出箭头,见图 1-14(b)。

③ 在同一图形中相同结构的孔、槽等可只注出一个结构的尺寸,并标出相同要素的数量,如图 1-14(c)。相同要素均布时,可注出均布符号“EQS”,明显时也可省略。

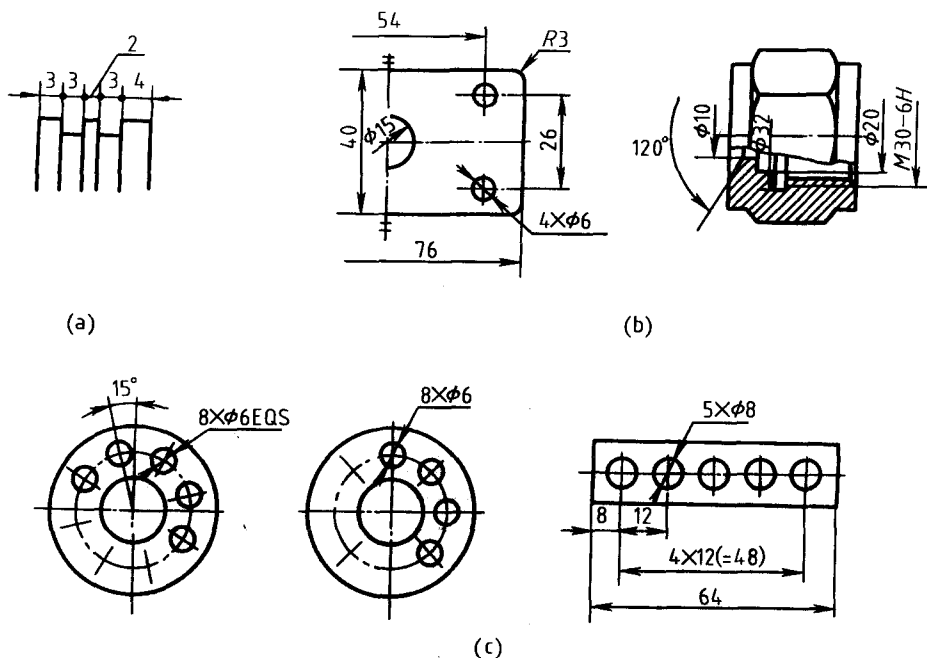


图 1-14 其他标注方法

第二节 制图的基本技能

工程图样的绘制方法主要有三种:仪器绘图、徒手绘图和计算机绘图。各种方法都具有各自的特点和适用场合。仪器绘图是传统的绘图方法。徒手绘图是在不使用绘图仪器的情况下,凭目测按大概比例徒手绘制图样的方法。这是在现场测绘和设计方案讨论中经常采用的一种快速的绘图方法。计算机绘图是利用计算机完成图形的绘制、存储、输出的方法,相关内容将在计算机绘图教材中介绍。

一、仪器绘图

1. 绘图工具的使用

正确使用绘图工具可以提高绘图速度和图面质量。常用的绘图工具有图板、丁字尺、三角板、圆规、分规、铅笔等。下面分别介绍其使用方法。

(1) 图板、丁字尺 图板使用时长边应该水平放置,图板的两短边为导边。使用时,丁字尺头部要紧靠图板左边,上下移动画水平线,如图 1-15 所示。

(2) 三角板 绘图时,三角板与丁字尺配合使用,可画出垂直线和 30° 、 45° 、 60° 及 75° 等斜线,如图 1-16 所示。

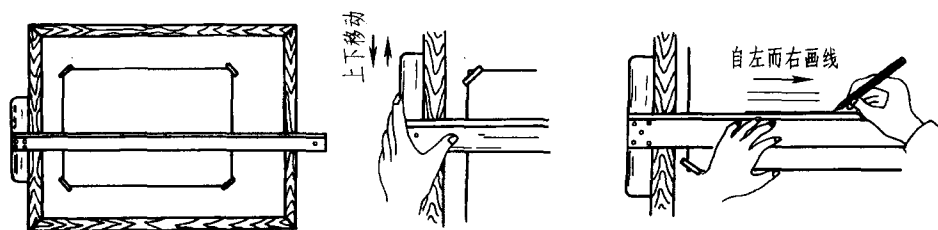


图 1-15 图板、丁字尺的使用

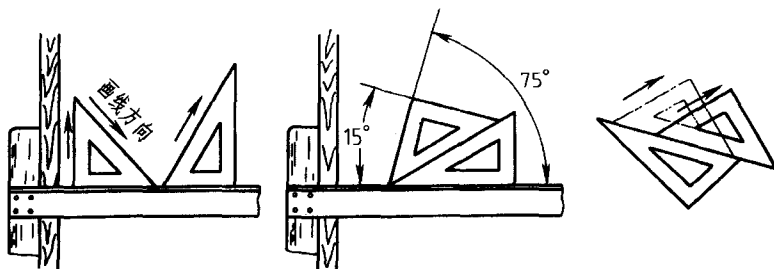


图 1-16 三角板的使用

(3) 圆规、分规 圆规主要用于画圆或圆弧，画图时，尽量使定心针尖和铅芯尖同时垂直纸面，定心针尖要比铅芯尖稍长些。当画较大圆时，可接上加长杆，如图 1-17 所示。

分规主要用于等分线段、量取尺寸等，如图 1-18 所示。

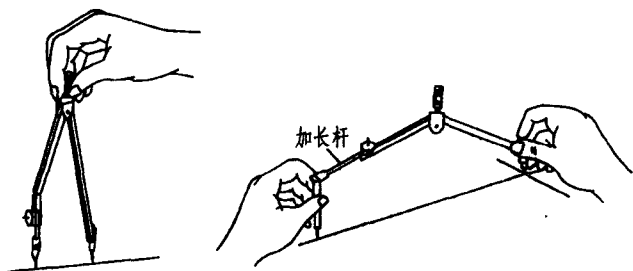


图 1-17 圆规的使用

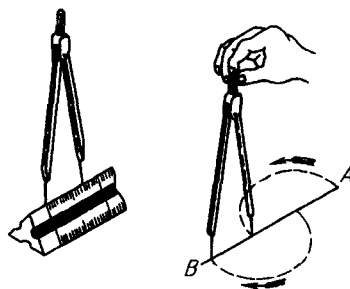


图 1-18 分规的使用

(4) 铅笔、擦图片 常用的绘图铅笔有 H、HB、B 几种，其中 H 铅笔铅芯较硬，常用于画底图或细线，B 或 HB 铅笔铅芯较软，常用于画粗线。圆规的铅芯可较铅笔的软一级。画细线和写字用的铅笔应磨成锥状，加粗时应削成扁状，如图 1-19 所示。

擦图片用于图形的修改。使用时，把擦图片放在图形上，并使欲擦除的线段从擦图片上的孔处露出，再用橡皮将此线段擦除，不会影响其他线段。

2. 仪器绘图的步骤

① 准备好绘图工具。

② 使图纸的水平边与图板的水平边平行，

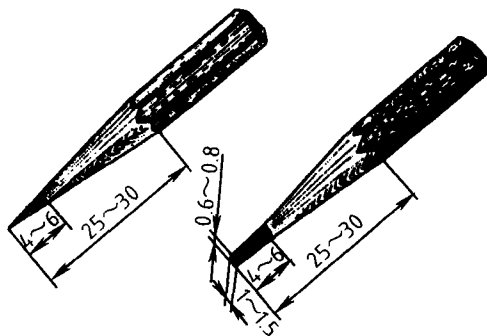


图 1-19 铅笔削法

并用胶带纸或其他材料将图纸固定在图板上。

③ 确定图形在图纸上的位置，画出中心线或基准线。

④ 用细实线画图形底稿。

⑤ 检查，擦去多余的线，并加深图形。加深时，先画粗圆弧，再画粗直线，先水平由上往下，再竖直由左往右。

⑥ 标注尺寸，填写标题栏。

二、徒手绘图

徒手绘图是指不使用仪器，仅用铅笔以徒手目测的方法绘制的图样，也称为草图。徒手绘图是机械工程师必备的基本技能之一。草图一般绘制在坐标纸上，通过目测实物的形状和大小，同时把握住各形体之间的比例关系。草图的绘制方法如下。

1. 画直线

水平线应自左向右，铅垂线应自上而下，要充分利用坐标纸的方格线。画 45° 斜线时，应充分利用坐标纸的对角线。

2. 画圆

画小圆时，应先画中心线，再在中心线上截取四个半径点，画圆即可，如图 1-20(a) 所示。画大圆时，再增加两条对角线，截取八个点画圆，如图 1-20(b) 所示。

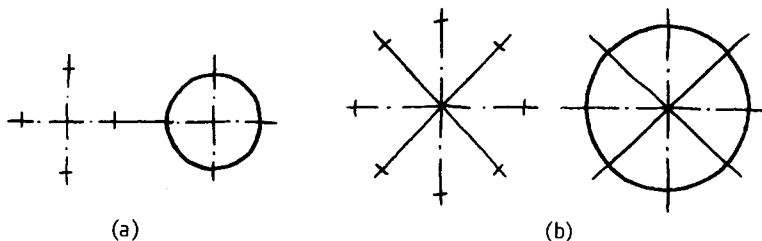


图 1-20 圆的徒手画法

第三节 投影方法的基本概念

当灯光从上方照在物体上时，在桌面上就会产生该物体的影子，称为投影。根据这种现象，经过科学总结，找出了影子与物体之间的对应规律，进而形成了投影理论。投影法是在平面上表示空间物体的方法，投影法分为中心投影法和平行投影法。

一、中心投影法

空间一平面 ABC 在光源 S 的照射下，在平面 P 上得到它的影子 abc ，如图 1-21 所示。

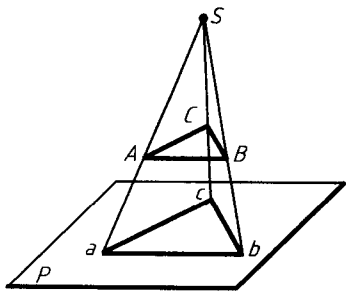


图 1-21 中心投影法

其中光源 S 抽象为投影中心，光线称为投影线，平面 P 称为投影平面，平面 ABC 在平面 P 上的影子 abc 就称为该平面的投影。这种投影线汇聚于一点的投影方法称为中心投影法。

中心投影法具有如下投影特性：当平面 ABC 向光源方向移动时，其投影 abc 变大；当平面 ABC 向投影平面 P 方向移动时，其投影 abc 变小。总之，无论平面 ABC 是否与投影平面平行，其投影 abc 均不能反映平面 ABC 的实形。但用中心投影法画出的图形立体感强，常用于绘制透视图。

二、平行投影法

如果将光源 S 移至无穷远处, 这时投影线就可以看成是互相平行, 这种投影方法叫做平行投影法。根据投影线与投影面是否垂直, 平行投影又分成斜投影 (见图 1-22) 和正投影 (见图 1-23) 两种。斜投影用于绘制轴测投影图。从图 1-23~图 1-26 可以发现正投影具有如下特性:

- ① 当空间平面与投影面平行时, 其投影反映空间平面的实形 (图 1-23 中 $abc \cong ABC$);
- ② 当空间线段与投影面平行时, 其投影反映空间线段的实长 (图 1-24 中 $ab = AB$);
- ③ 当空间平面与投影面垂直时, 其投影积聚为一线段 (图 1-24 中 $ABCD$ 平面);
- ④ 当空间线段与投影面垂直时, 其投影积聚为一点 (图 1-24 中 AC 线段);
- ⑤ 两空间平行的线段, 它们的投影仍平行 (图 1-25 中 $AB \parallel CD, ab \parallel cd$);
- ⑥ 当空间平面与投影面倾斜时, 其投影为类似形 (图 1-26 中 ABC 平面);
- ⑦ 当空间线段与投影面倾斜时, 其投影为缩短的线段 (图 1-26 中 AC 线段)。

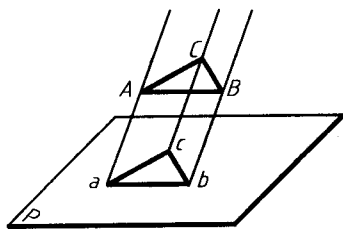


图 1-22 斜投影法

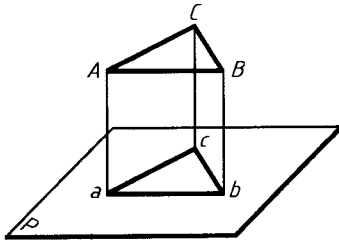


图 1-23 正投影特性一

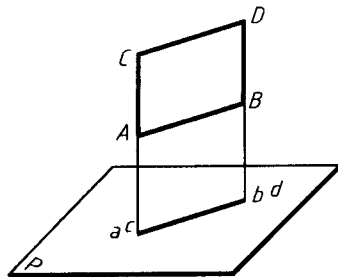


图 1-24 正投影特性二

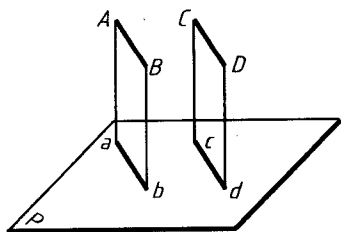


图 1-25 正投影特性三

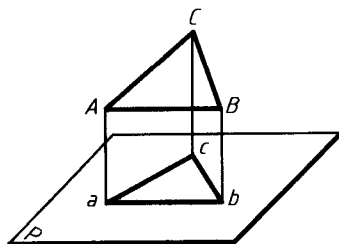


图 1-26 正投影特性四

由于正投影法具有上述特点, 因此工程图样的绘制均采用此种投影法, 但其缺点是立体感差。

第四节 投影面体系的建立及视图的形成

一、三投影面体系的建立

为了用投影图确定空间体的形状, 引入三个互相垂直的投影面 V 、 H 和 W 。通常把 V 面称为正立投影面, H 面称为水平投影面, W 面称为侧立投影面, V 、 H 相交于 OX 轴, H 、 W 相交于 OY 轴, V 、 W 相交于 OZ 轴。整个空间划分成了 8 个区域, 根据《机械制图》的国家标准规定, 工程图采用第一角画法, 如图 1-27(a) 所示。空间点 A 在 V 面上投影点用 a' 表示, 在 H 面上投影点用 a 表示, 在 W 面上投影点用 a'' 表示。