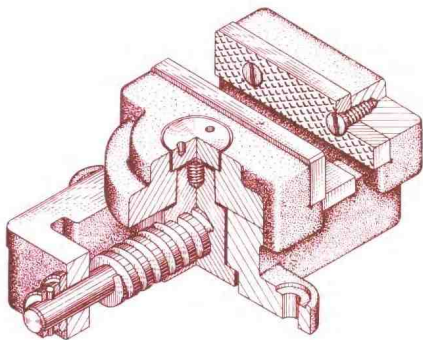


高等学校教材

工程制图

张春元 主编

ENGINEERING DRAWING



中南工业大学出版社

内 容 简 介

本书按照高等工业学校非机械类《画法几何及工程制图课程教学基本要求》并参考国内、外同类教材编写而成。书中各项技术标准均采用国家颁发的最新标准。与本书配套,还出版了《工程制图习题集》。

本书共分十四章,包括绘图的基本知识,点、直线和平面的投影,投影变换,基本立体的视图,立体表面的交线,组合体的视图,轴测图,机件的表达方法,标准件和常用件,零件图,装配图,展开图,计算机绘图,房屋建筑图及附录。

本书可作为高等工业学校非机械类各专业的教材,也可作为函大、电大、职大有关专业的教材,并可供工程技术人员参考。

参加本书编写工作的有:黄竹青(第十章、第十一章),左超凤(第一章、第十三章),易德安(第七章、第十四章),李玉立(第八章、第十二章),朱泗芳(第九章、第十章和附录),张春元(其余各章兼主编),韩晓路(插图)。

工 程 制 图

张春元 主编

责任编辑:文 刀

插图编辑:刘措英

中南工业大学出版社出版发行
国营望城湘江印刷厂印装
湖南省新华书店经销

开本: 787×1092/16 印张: 15.5 字数: 396千字
1993年9月第1版 1990年9月第1次印刷
印数: 6001—8000

IS BN 7—81020—309—5/TH·007

定价: 3.10元

目 录

| | |
|------------------------|-------|
| 绪论 | (1) |
| 第一章 制图基本知识和技能 | |
| § 1-1 国家标准《机械制图》的部分规定 | (1) |
| § 1-2 绘图工具、仪器及其使用方法 | (11) |
| § 1-3 几何作图 | (14) |
| § 1-4 绘图的一般方法 | (22) |
| 第二章 点、直线和平面的投影 | |
| § 2-1 点的投影 | (24) |
| § 2-2 直线的投影 | (28) |
| § 2-3 两直线的相对位置 | (33) |
| § 2-4 平面的投影 | (36) |
| § 2-5 平面上的直线和点 | (40) |
| § 2-6 直线与平面、平面与平面的相对位置 | (43) |
| 第三章 投影变换 | |
| § 3-1 投影变换的目的和方法 | (46) |
| § 3-2 换面法 | (47) |
| § 3-3 换面法的应用 | (52) |
| § 3-4 旋转法 | (56) |
| 第四章 基本立体的视图 | |
| § 4-1 平面立体的视图 | (59) |
| § 4-2 曲面立体的视图 | (61) |
| 第五章 立体表面的交线 | |
| § 5-1 截交线 | (67) |
| § 5-2 相贯线 | (73) |
| 第六章 组合体的视图 | |
| § 6-1 组合体的形体分析 | (81) |
| § 6-2 组合体视图的画法 | (83) |
| § 6-3 组合体的尺寸标注 | (86) |
| § 6-4 组合体视图的看图方法 | (89) |
| 第七章 轴测图 | |
| § 7-1 基本知识 | (95) |
| § 7-2 正等轴测图 | (96) |
| § 7-3 斜二等轴测图 | (103) |
| § 7-4 轴测剖视图的画法 | (104) |
| 第八章 机件的表达方法 | |
| § 8-1 视图 | (106) |

| | | |
|---------------------|-----------------------|-------|
| § 8-2 | 剖视图 | (108) |
| § 8-3 | 剖面 | (117) |
| § 8-4 | 其它表达方法 | (120) |
| § 8-5 | 视图、剖视、剖面应用举例 | (122) |
| § 8-6 | 第三角画法简介 | (123) |
| 第九章 标准件和常用件 | | |
| § 9-1 | 螺纹及螺纹连接件 | (125) |
| § 9-2 | 键、销连接 | (134) |
| § 9-3 | 滚动轴承 | (138) |
| § 9-4 | 齿轮 | (139) |
| § 9-5 | 弹簧 | (146) |
| 第十章 零件图 | | |
| § 10-1 | 概述 | (149) |
| § 10-2 | 零件的视图选择 | (152) |
| § 10-3 | 零件图的尺寸标注 | (157) |
| § 10-4 | 零件表面的粗糙度 | (162) |
| § 10-5 | 公差与配合 | (167) |
| § 10-6 | 零件结构的工艺性 | (173) |
| § 10-7 | 看零件图 | (176) |
| 第十一章 装配图 | | |
| § 11-1 | 装配图的内容 | (179) |
| § 11-2 | 部件的表达方法 | (179) |
| § 11-3 | 装配图的尺寸标注、序号和明细表 | (182) |
| § 11-4 | 零件结构的装配工艺性 | (184) |
| § 11-5 | 部件测绘和装配图画法 | (185) |
| § 11-6 | 看装配图和由装配图拆画零件图 | (192) |
| 第十二章 展开图 | | |
| § 12-1 | 圆管制件的展开 | (198) |
| § 12-2 | 锥管制件的展开 | (201) |
| 第十三章 计算机绘图简介 | | |
| § 13-1 | 概述 | (205) |
| § 13-2 | 计算机绘图系统 | (205) |
| § 13-3 | 基本图形编程 | (208) |
| 第十四章 厂房建筑图简介 | | |
| § 14-1 | 厂房建筑图的图示特点和表达方法 | (213) |
| § 14-2 | 厂房建筑图图例 | (215) |
| § 14-3 | 看厂房建筑图 | (217) |
| 附录 | | (222) |

第一章 制图基本知识和技能

§ 1-1 国家标准《机械制图》的部分规定

为了便于用图样来指导生产和技术交流，国家标准《机械制图》对图样的画法、尺寸注法、图线等都作了统一的规定，绘图时必须严格遵守。

一、图纸幅面和标题栏 (GB4457.1-84)*

1. 图纸幅面及格式

绘图时，应优先采用表1-1中规定的幅面尺寸。必要时可将规定尺寸加长 (图1-1)。

表1-1 图纸幅面尺寸 (单位: mm)

| 幅面代号 | A0 | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 |
|--------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| $B \times L$ | 841 × 1189 | 594 × 841 | 420 × 594 | 297 × 420 | 210 × 297 | 148 × 210 |
| a | 25 | | | | | |
| c | 10 | | | 5 | | |
| e | 20 | | | 10 | | |

* “GB” 是国家标准的代号，读作“国际”；“4457” 为标准的编号；“84” 表示1984年颁布的。

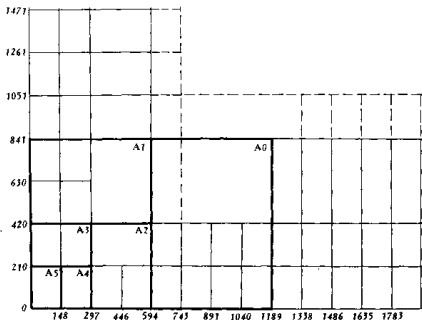


图1-1 图纸幅面加长

无论图样是否装订，均应用粗实线画出图框线，图框格式如图1-2所示。

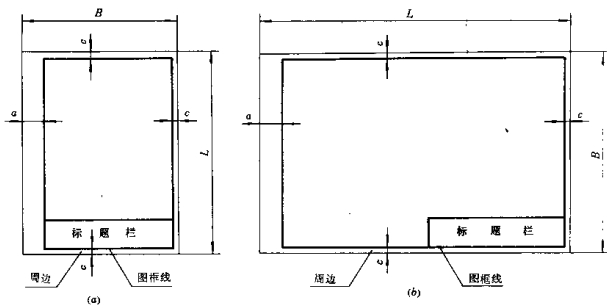


图1-2 需要装订的图框格式

2. 标题栏

每张图样的右下角均应画出标题栏。标题栏应按图1-2所示的方式配置。必要时也可按图1-3的方式配置。标题栏中的文字方向为看图的方向。在制图作业中建议采用图1-4的格式。

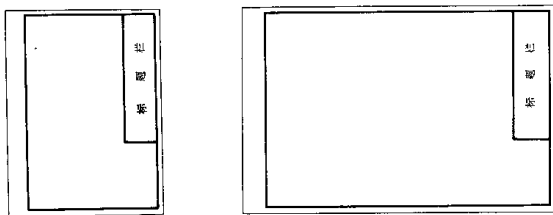


图1-3 标题栏位置

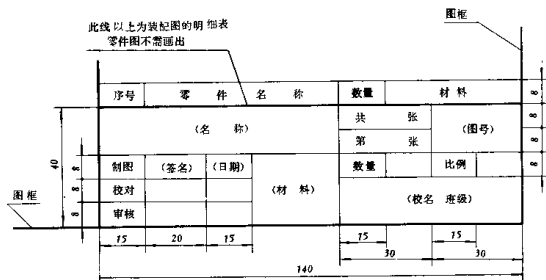


图1-4 标题栏格式及尺寸

二、比例 (GB4457.2-84)

比例是指图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比。画图时，应

| 与实物相同 | 1:1 |
|-------|---|
| 缩小的比例 | 1:1.5 1:2 1:2.5 1:3 1:4 1:5 1:10 ⁿ 1:1.5×10 ⁿ 1:2×10 ⁿ |
| | 1:2.5×10 ⁿ 1:5×10 ⁿ |
| 放大的比例 | 2:1 2.5:1 4:1 5:1 (10×n):1 |

注: n 为正整数

尽量用 1:1 的比例画图，以便从图样上得到机件的真实大小。当机件太小或太大则采用放大或缩小的比例画图，所用比例应符合表 1-2 中的规定。不论放大或缩小，在标注尺寸时必须注机件的实际尺寸。图 1-5 表示同一机件采用不同比例所画出的图形。

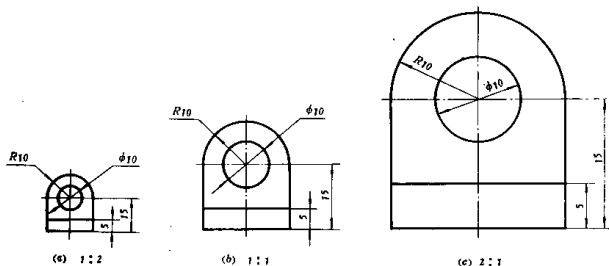


图1-5 用不同比例画出的零件图形

图形所用比例，应填写在标题栏的“比例”栏中，如 1:1。同一张图内，若某个图形所用比例与标题栏内比例不符时，应在该图上方注明（图 1-6）。

三、字体 (GB4457.3-84)

图样中书写的汉字、数字、字母必须做到“字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀”（图 1-7）。

1. 汉字 汉字应写成长仿宋体，采用国家正式公布推行的简化字。长仿宋字的基本笔画如图 1-8 所示。

字体的号数，即字体的高度（单位为 mm），分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5 七种号数（汉字字高不宜采用 2.5 号）。

字体的宽度约等于字体高度的 2/3。数字及字母的笔划宽度约为字体高度的 1/10。

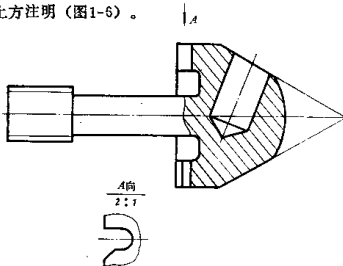


图1-6 采用不同比例的视图应加标注

2. 数字和字母 数字和字母分直体和斜体两种。常用的是斜体，斜体字字头向右倾斜，与水平线约成75°角。

字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

装配时作斜度深沉最大小球厚直网纹均布水平镀铬光研视图

汉字尽可能写成长仿宋体并应采用国家正式公布的简化字



图1-7 汉字、数字、字母及其组合示例

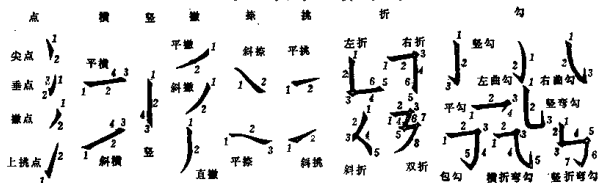










图1-8 基本笔法

四、图线及其画法 (GB4457.4-84)

1. 图线型式及应用 绘图时,应采用表1-3中规定的图线。图线的应用实例,如图1-9所示。

表1-3

图线的型式和主要用途

| 图线名称 | 型式及代号 | 图线宽度 | 应用 |
|------|---|---------|-------------------------------|
| 粗实线 |  \ | b | 可见轮廓线、可见过渡线 |
| 细实线 |  B | 约 $b/3$ | 尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线 |
| 波浪线 |  c | 约 $b/3$ | 断裂边界线、视图和剖视图的分界线 |
| 双折线 |  D | 约 $b/3$ | 断裂处的边界线 |
| 虚线 |  F | 约 $b/3$ | 不可见轮廓线、不可见过渡线 |
| 细点划线 |  G | 约 $b/3$ | 轴线、对称中心线 |
| 粗点划线 |  J | b | 有特殊要求的线或表面的表示线 |
| 双点划线 |  H | 约 $b/3$ | 相邻零件的轮廓线、极限位置的轮廓线、中断线、假想投影轮廓线 |

图线分为粗细两种。粗线的宽度 b 应按图形的大小和复杂程度,在 $0.5\sim 2\text{mm}$ 之间选择,细线的宽度约为 $b/3$ 。

图线宽度的推荐系列为,0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2mm。

2. 图线画法 (图1-11)

(1) 同一图样中同类图线的宽度应基本一致。虚线、点划线及双点划线的线段长度和间隔应各自大致相等。建议在图1-10所列范围内选取。

(2) 绘制圆的对称中心线时,圆心应为线段的交点。点划线和双点划线的首末两端应是线段,而不是短划,且超出圆弧轮廓线外约 $2\sim 5\text{mm}$ 。

(3) 在较小的图形上,绘制点划线或双点划线有困难时,可用细实线代替,如图1-11, a所示的小圆中心线。

(4) 虚线处在粗实线延长线上时,粗实线应画到分界点,而虚线应留有空隙。

(5) 点划线、虚线和其它图线相交时,应在线段处相交,不应在空隙处相交。

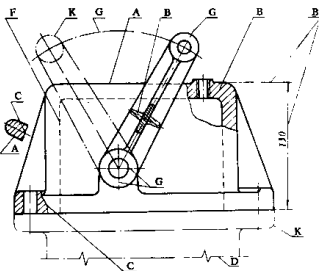


图1-9 图线示例

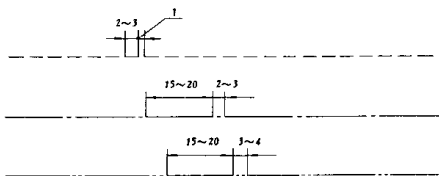


图1-10 虚线、点划线、双点划线的画法

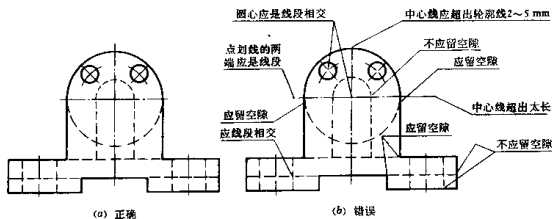


图1-11 线段在相交、相切处的画法

五、剖面符号 (GB4457.5-84)

在剖视和剖面图中,应采用表1-4所规定的剖面符号。

表1-4

剖面符号

| | | | | | |
|---------------------|-----|----------------------|--|--------------|--|
| 金属材料 (已有规定剖面符号者除外) | | 线圈绕组元件 | | 混凝土 | |
| 非金属材料 (已有规定剖面符号者除外) | | 转子、电枢、变压器和电抗器的迭钢片 | | 钢筋混凝土 | |
| 玻璃及其他透明材料 | | 胶合板 (不分层数) | | 格网 (筛网、过滤网等) | |
| 木材 | 纵剖面 | 型砂、填砂、砂轮、陶瓷及硬合金、粉末冶金 | | 砖 | |
| | 横剖面 | 液体 | | | |
| 材 | | 基础属弱泥土 | | | |

六、尺寸注法 (GB4458.4-84)

图形只能表达机件的形状,其大小则必须通过标注尺寸来确定。标注尺寸极为重要,必须认真细致。

1. 基本规则

(1) 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据,与图形的大小及绘图准确

度无关,如图1-5所示。

(2) 图样中(包括技术要求和其它说明)的尺寸,以毫米为单位时,不需标注计量单位的代号或名称,否则必须注明。

(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。

2. 尺寸的组成和注法示例(表1-5)

表1-5

尺寸的组成和注法示例

| 项目 | 图 例 | 说 明 |
|------|---|--|
| 尺寸组成 | <p>尺寸界线 尺寸线 尺寸数字 箭头</p> | <p>一个完整的尺寸,一般应由尺寸界线、尺寸线、尺寸数字和箭头(或斜线)组成。</p> |
| 尺寸界线 | <p>尺寸界线用细实线绘制,并由图形的轮廓线、轴线、或对称中心线处引出,亦可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。</p> <p>尺寸界线超出箭头2mm 尺寸线间、尺寸线与轮廓线间相距5~7mm</p> <p>从交点引出尺寸界线</p> | <p>尺寸界线一般应与尺寸线垂直,必要时才允许斜倾。在光滑过渡处标注尺寸时,必须用细实线将轮廓线延长,从它们的交点处引出尺寸界线。</p> <p>尺寸界线应超出尺寸线的终端2mm左右。</p> |
| 尺寸 | <p>尺寸线用细实线绘制,不能用其它图线代替(图a)。也不得与其他图线重合或画在其延长线上(图b)。</p> <p>(a) 正确 (b) 错误</p> | <p>尺寸线用细实线绘制,不能用其它图线代替(图a)。也不得与其他图线重合或画在其延长线上(图b)。</p> |

| 项目 | 图 例 | 说 明 |
|---------|--------------------|--|
| 圆、圆弧和球面 | <p>(a) (b) (c)</p> | <p>圆和大于半圆的圆弧应标注直径尺寸，并在尺寸数字前加注符号“ϕ”；等于或小于半圆的圆弧应标注半径尺寸，并在尺寸数字前加注符号“R”。尺寸线或其延长线一般应通过圆心，如图 (a)、(b)、(c)、(d) 所示。</p> |
| | <p>(d) (e) (f)</p> | <p>当圆弧半径过大或在图纸范围内无法标出其圆心位置，可按图 (e) 形式标注；若不需要标出其圆心位置时，可按图 (f) 形式标注。</p> |
| | | <p>标注球面的直径或半径时，应在符号“ϕ”或“R”前加注球面代号“S”。</p> <p>对于螺钉、铆钉的头部，轴、手柄（包括螺杆）的端部等，在不致引起误解的情况下，可省略“S”。</p> |
| 小尺寸 | | <p>如没有足够位置标注时，允许用下面方式标注：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 箭头可放在尺寸界线外侧。 (2) 用小圆点或 45° 斜线代替尺寸间的箭头。 (3) 尺寸数字可引出标注。 |

| 项目 | 图 例 | 说 明 |
|--------|-----|--|
| 角 度 | | <p>角度的尺寸界线沿径向引出。尺寸线应画成圆弧，圆心是角的顶点。</p> <p>角度的数字一律水平填写在尺寸线的中断处，必要时也可写在尺寸线上方或外面，也可引出标注。</p> |
| 弧长与弦长 | | <p>弧长或弦长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线。</p> <p>弧长的尺寸线用圆弧，尺寸数字上应加注符号“\frown”。</p> |
| 薄板厚度尺寸 | | <p>标注薄板零件的厚度时，可在尺寸数字前加注符号“δ”。</p> |
| 均布的孔、槽 | | <p>均匀分布的孔，可按图(a)及(b)所示标注。当孔的定位和分布情况在图中已明确时，允许省略其定位尺寸和“均布”两字(如图c)。</p> |

§ 1-2 绘图工具、仪器及其使用方法

正确地使用绘图工具及仪器是提高绘图速度，保证绘图质量的一个重要因素。

一、图板、丁字尺和三角板

图板的表面要求平整光洁，它的左侧边作为丁字尺导向边必须光滑平直。

丁字尺用来画水平线，尺身的上边为工作边，绘图时如图1-12所示。

三角板有 45° 和 $30^\circ-60^\circ$ 各一块，与丁字尺配合使用可画垂直线及与水平线成 15° 倍角的各种倾斜线，如图1-13，a、b。

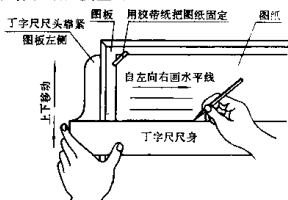


图1-12 上下移动丁字尺画水平线

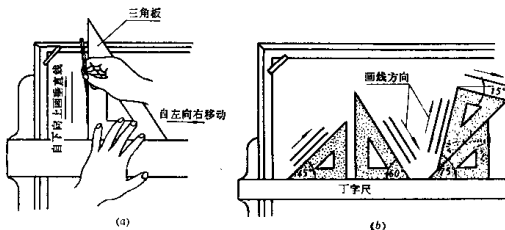


图1-13 用三角板和丁字尺配合画垂直线和各种倾斜线

二、比例尺

比例尺又称三棱尺，如图1-14。三棱尺的三个棱面刻有六种不同比例如 $1:100$ 、 $1:200$ 、 $1:300$ 、 $1:400$ 、 $1:500$ 、 $1:600$ 。比例尺的用法如下：

1. 棱面标记 $1:100$ 的比例，可作 $1:1$ 使用，即每一小刻度为 $\frac{1}{2}mm$ 。量 $20mm$ 的长度，由于 $1:100$ 是缩小100倍，作 $1:1$ 使用时，需放大100倍，尺面上 $2m$ 即可作为 $20mm$ 使用，如图1-15，a所示。

2. 棱面上 $1:200$ 的比例可作 $1:2$ 使用。若量 $20mm$ 的长度，在尺面上量取 $2m$ 即可，如图1-15，b所示。

其它尺标的用法与此类似，如图1-15，c、d所示。

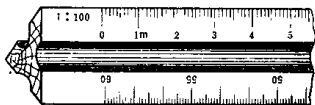


图1-14 比例尺

三、圆规

圆规用来画圆和圆弧。使用前应调整针脚，使针尖略长于铅芯，即以针尖台阶端插入图板后与铅芯平齐为宜，如图1-16，a所示。

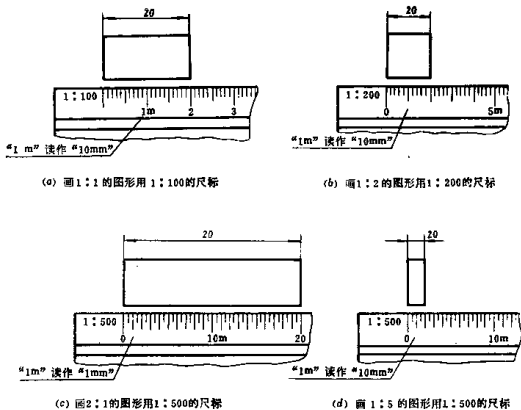


图1-15 比例尺用法示例

画圆时针尖和铅芯尽可能与纸面垂直,转动时用力 and 速度都要均匀,并使圆规略向转动方向倾斜,如图1-16, *b*所示。当画大圆时要接上加长杆,并使圆规脚都垂直于纸面,如图1-16, *c*。

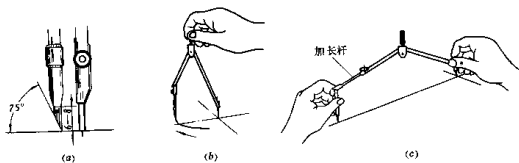


图1-16 圆规及其用法

圆规里使用的铅芯,建议在画细实线时用 H ,并磨成铲形;画粗实线时用 B 或 $2B$ (比画粗直线的铅芯软一级),并磨成矩形,如图1-17所示。

四、分规

分规是用来量取尺寸和等分线段的。分规两脚的针尖在并拢后应能对齐,如图1-18, *a*。用分规在比例尺上量取长度时,应先将一针尖对准所要的刻度,再张开两腿,使另一针尖对准“0”(图1-18, *b*)。

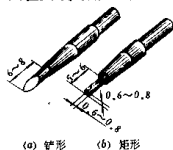


图1-17 圆规的铅芯削法

用分规等分线段时,采用试分法,例如四等分线段 AB 。先凭目测估计,使两针尖间的距离大致等于 $AB/4$,然后在线段 AB 上试分,如果第四个试分点落在线段 AB 内,距点 B

为 e ，则将两针尖再增大 $e/4$ （反之，则减少 $e/4$ ），再进行试分，直至准确等分为止，如图1-19。

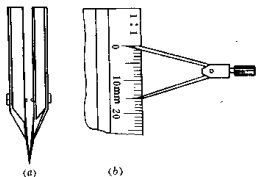


图1-18 分规及其用法

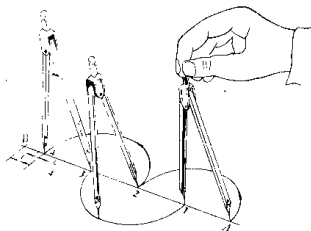


图1-19 用分规等分线段

五、曲线板

曲线板是用来画非圆曲线的。在画曲线时，首先用铅笔徒手将各点轻轻地连接成曲线，然后选用曲线板上与所画曲线相吻合的一段进行描绘。每段曲线至少通过四个点，描深时，只把中间一段曲线描出，前端一小段与上次所描的曲线重叠，后端一小段留待下次再描，如图1-20所示。

六、铅笔

铅笔铅芯的软硬分别用 B 和 H 表示。绘图时，一般使用 H 或 $2H$ 画底稿图线； H 或 HB 画虚线、细实线、点划线及写字； HB 或 B 画粗实线，如图1-21。

画粗实线的铅笔，其铅芯应磨成矩形，如图1-22， a 。其余则磨成锥形，如图1-22， b 。

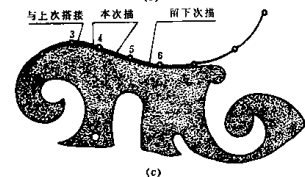
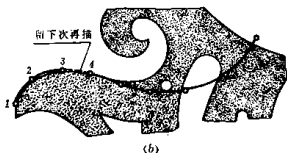
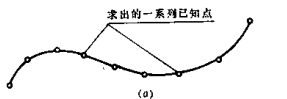


图1-20 曲线板用法



图1-21 铅笔

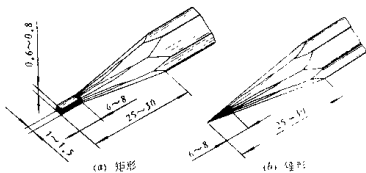


图1-22 铅笔的削法