

目 录

第一章 制图的基本知识	1
§1-1 国家标准《机械制图》摘录	1
§1-2 制图工具的使用	9
§1-3 几何作图	16
§1-4 平面图形的画法	21
第二章 投影基本原理	24
§2-1 投影的基本知识	24
§2-2 点的投影	26
§2-3 直线的投影	32
§2-4 平面的投影	43
§2-5 直线与平面、平面与平面的相对位置	54
§2-6 立体	62
§2-7 平面与立体相交	72
§2-8 两曲面立体相交	81
思考题	89
第三章 物体的三视图及尺寸标注	91
§3-1 三视图的形成及其投影规律	91
§3-2 物体的组合形式及分析	93
§3-3 组合体视图的画法及尺寸注法	94
§3-4 看组合体视图的方法	104
§3-5 由两视图画第三视图的方法	108
思考题	111
第四章 视图、剖视、剖面	112
§4-1 视图	112
§4-2 剖视图	117
§4-3 剖面图	127
§4-4 其它表达方法简介	130
思考题	134
第五章 轴测投影图	135
§5-1 基本概念	135
§5-2 正等轴测图	137
§5-3 斜二轴测图	144
§5-4 轴测剖视图的画法	147
思考题	151

第六章 连接件及常用件	152
§6-1 螺纹及螺纹连接件	152
§6-2 键、销连接	167
§6-3 齿轮的画法	170
§6-4 弹簧的画法	178
§6-5 滚动轴承的画法	180
§6-6 不可拆连接	182
思考题	191
第七章 零件的技术要求	192
§7-1 表面粗糙度 (GB131-83)	192
§7-2 表面涂覆及热处理知识	196
§7-3 公差与配合 (GB1800~1804-79)	199
§7-4 形状和位置公差 (GB1182~1184-80)	210
思考题	213
第八章 零件图	214
§8-1 零件的视图	215
§8-2 零件图的尺寸	217
§8-3 几种典型零件分析	221
§8-4 零件的测绘和零件草图	244
§8-5 看零件图	248
思考题	249
第九章 装配图	251
§9-1 装配图的基本内容和要求	251
§9-2 装配体测绘和装配图的画法	257
§9-3 装配工艺结构简介	264
§9-4 看装配图及由装配图拆绘零件图	265
思考题	272
第十章 电子专业图	273
§10-1 电子产品的装配图、外形图、线扎图	273
§10-2 印制板工作图	280
§10-3 电气制图	288
第十一章 投影变换	299
§11-1 投影变换的目的	299
§11-2 变换投影面法(简称换面法)	299
第十二章 展开图	305
§12-1 平面体制作表面展开	305
§12-2 曲面体制作表面展开	306
第十三章 计算机制图	309
§13-1 计算机制图的工作原理和工作过程	309
§13-2 TP803微型计算机与SR-6602绘图机系统简介	310

第十四章 房屋建筑图简介	320
§14-1 房屋建筑图概述	320
§14-2 看房屋建筑图	324
附 录	326
一、表面粗糙度 (附录表 1~4)	326
二、表面涂覆与热处理 (附录表 5~6)	328
三、公差与配合 (附录表 7~14)	330
四、标准结构要素 (附录表 15~18)	342
五、常用材料 (附录表 19)	346
六、螺纹 (附录表 20~27)	350
七、连接件 (附录表 28~36)	359
八、电气图用图形符号 (附录表 37)	389

第一章 制图的基本知识

图样是现代化工业生产和技术交流的重要文件。为适应我国科学、生产发展与国际技术交流的需要,国家标准局1984年对原国家标准《机械制图》进行了修订,使其尽可能与国际标准ISO取得一致,据此分门制订了17个标准,其中16个属于机械制图,汇集成新的国家标准《机械制图》。新标准于1985年7月1日公布与执行。

新国家标准《机械制图》对图样的表达、尺寸注法、采用的字体、线型、符号等都作了明确的规定,这是绘制机械图样的依据。本章对新国家标准《机械制图》中,有关的几个基本标准如:“图纸幅面及格式”、“比例”、“字体”、“图线”、“尺寸注法”等主要内容加以介绍,其它标准内容将在有关章节中说明。

制图是一门理论与实践并重的课程,在学习本课程中,要掌握制图的基本知识与基本理论,还应重视基本技能的训练。因此本章将对绘图工具的使用,基本绘图方法作简单介绍。

§1-1 国家标准《机械制图》摘录

一、图纸幅面及格式 (GB4457.1—84) ①

1. 图纸幅面尺寸

为了便于图纸的装订和保存,绘制图样时优先采用表1-1中规定的幅面尺寸,必要时可沿长边加长。对于A0、A2、A4幅面的加长量应按A0幅面长边的八分之一的倍数增加;对于A1、A3幅面的加长量应按A0幅面短边的四分之一的倍数增加。A0及A1幅面则允许同时加长两边。

图 纸 幅 面 尺 寸						单位 mm
幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4	A5
B × L	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297	148 × 210
a	25					
c	10			5		
e	20		10			

注①GB为国家标准的代号,4457.1为该标准号,84为该标准制订的年份。

2. 图框格式

(1) 需要装订的图样, 其图框格式如图1-1所示, 尺寸按表1-1中规定。一般采用A4幅面竖装或A3幅面横装。

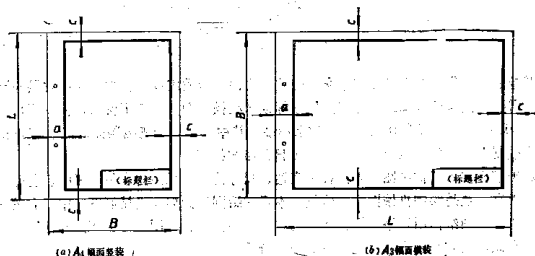


图 1-1 需装订图样的图框格式

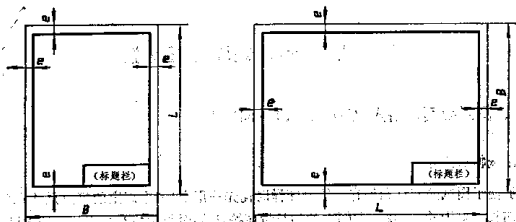


图 1-2 不需要装订图样的图框格式

(2) 不留装订边的图样, 其图框格式如图1-2所示, 尺寸按表1-1中的规定。

(3) 图框用粗实线绘制。

3. 标题栏的方位

标题栏的位置应按图1-1和图1-2所示的方式配置。必要时, 也可按图1-3所示的方式配置。

标题栏中的文字方向为看图方向。标题栏的格式, 国标中未作规定, 学校的制图作业建议采用图1-4格式。

格式中包括标题栏和明细栏两部分。画零件图时只画下面的标题栏, 并将“重量”改为“材料”。画装配图时, 应画出格式中的全部内容, 即除标题栏外, 在其上要画出零件明细栏。

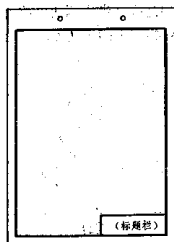
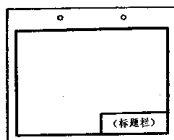


图 1-3 标题栏位置的另一种方式

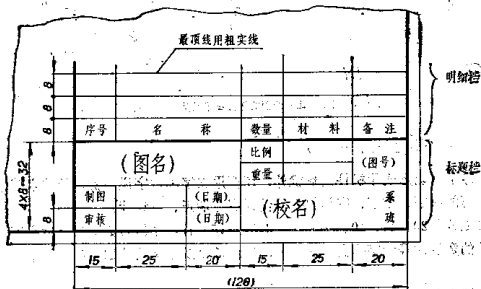


图 1-4 标题栏、明标注的格式和尺寸

二、比例 (GB4457.2—84)

绘制图样时所采用的比例为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

表 1-2

比 例

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*	1 : 1.5 × 10*	1 : 2 × 10*	1 : 2.5 × 10*	1 : 5 × 10*	
放大的比例	2 : 1	2.5 : 1	4 : 1	5 : 1	(10 × n) : 1	

注: n 为正整数。

之比。其值一般应按表1-2中的规定选用。

绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例,并在标题栏比例一栏中填写。当某个视图需要采用不同比例时,必须另行标注。

为了在图样上能直接获得实物大小的真实概念,应尽量采用比例1 : 1绘图。如不宜采用比例1 : 1绘图时,可从表1-2中选择适当比例加以放大和缩小。但不论是放大或缩小,在注尺寸时必须标注机件的实际尺寸,如图1-5所示。

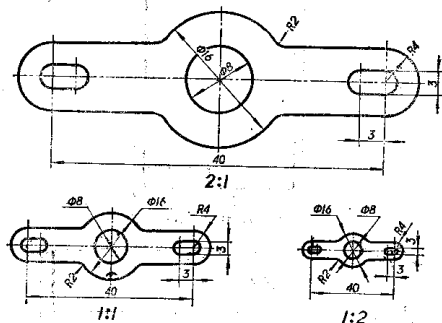


图 1-5 用不同比例绘制的零件图形及其尺寸标注

三、字体 (GB4457.3—84)

图样中除了用图形表示机件的形状外,还要用文字和数字说明机件的技术要求和大小。在图样上书写的汉字、数字、字母都必须做到字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。

字体号数分为20、14、10、7、5、3.5、2.5七种。字体号数即为字体高度(单位为毫米)。字体的宽度约等于字体高度的三分之二。数字及字母的笔划粗细约为字体高度的十分之一。

汉字应写成仿宋体,并采用国家正式公布的简化字。

为了保证字体大小一致和排列整齐,写字前可先打上格子。书写长仿宋字的要求是:横平竖直,注意起、落,结构匀称,填满方格,如图1-6所示。

仿宋字基本笔划为横、竖、撇、捺、挑、点、拐、钩。其起、落笔处都为三角形,如表1-3所示。

中文字体采用长仿宋体

写仿宋体要领

横平竖直注意起落结构匀称填满方格

图 1-6 汉字示例

表 1-3

长 仿 宋 字 基 本 笔 划

名 称	横	竖	撇	捺	挑	点	折	钩
形 状	—		ノ	ㄨ	ㄟ	丶	ㄥ	乚
笔 法	→	↓	↙	↘	↗	↙	↗	↘

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

A B C D E F G H I J K L M N O P

Q R S T U V W X Y Z

a b c d e f g h i j k l m n o p

q r s t u v w x y z

α β γ δ ϕ I II III

2×45° $\Phi 100^{+0.045}_{-0.070}$ R3

图 1-7 数字、字母及其组合示例

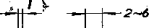
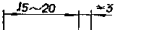
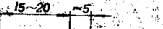
数字和字母分直体和斜体两种, 常用斜体。斜体与水平倾斜 75° , 如图1-7所示。

四、图线 (GB4457.4—84)

1. 图线型式及应用

各种图线的名称、型式、宽度及在图上的一般应用见表1-4

表 1-4 图线画法及其在图上的一般应用

图线名称	图 线 型 式	图线宽度	在图上的一般应用
粗实线		b	可见轮廓线
细实线		约 $\frac{b}{3}$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线等
虚线		约 $\frac{b}{3}$	不可见轮廓线
点划线		约 $\frac{b}{3}$	轴线、对称中心线
双点划线		约 $\frac{b}{3}$	假想投影轮廓线 极限位置的轮廓线
波浪线		约 $\frac{b}{3}$	断裂处边界线
双折线		约 $\frac{b}{3}$	较长断裂处边界线
粗点划线		b	有特殊要求的线或表面的表示线

图线的宽度。图线分为粗细二种。粗线的宽度 b 应按图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 $\frac{b}{3}$ 。

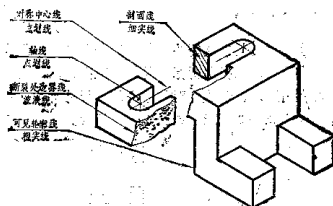
2. 图线的画法

(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。

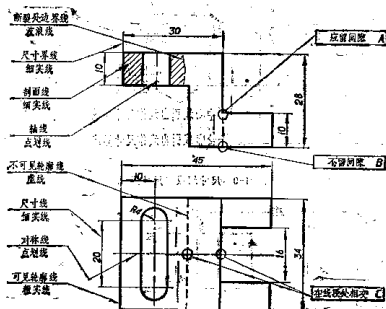
(2) 点划线和双点划线的首尾两端应是线段而不是点。在较小的图形上绘制点划线或双点划线有困难时, 可用细实线代替。

(3) 点划线、双点划线、虚线与图线相交时, 应在线段处, 而不是间隔处, 如图1-8 C处。

(4) 虚线若是其它线延长线时, 应在连接处留有间隙, 如图1-8中A处所示, 否则如B处所示, 不留间隔。



(a) 支架立体图



(b) 正交投影图

图 1-8 主要图线画法及应用

常用图线的画法和应用如图1-8 (a)、(b) 支架立体图和投影图所示。

五、尺寸注法 (GB4458.4—84)

图形只表示机件的形状，而其大小用尺寸表示。因此尺寸是图样不可缺少的重要部分。

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，与图形大小及绘图的准确度无关。

(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，如采用其它单位，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。

2. 尺寸数字、尺寸线、尺寸界线

尺寸由尺寸界线、尺寸线（包括末端箭头或斜线）与尺寸数字组成。

(1) 尺寸界线。尺寸界线用来指明所标注的尺寸范围,用细实线从图的轮廓线、轴线或对称中心线引出,也可用轮廓线、轴线、对称中心线作尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直,且应超出尺寸线末端 2—3 毫米,如图 1-9 所示。

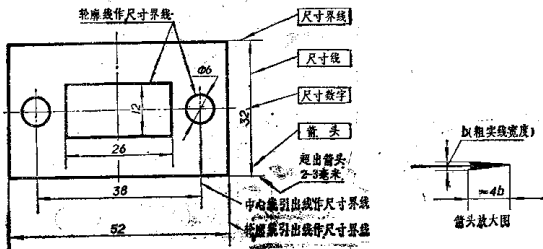


图 1-9 尺寸组成与尺寸界线

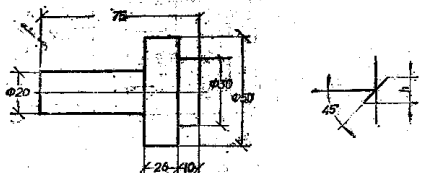


图 1-10 尺寸线终端与尺寸数字填写的另一种形式

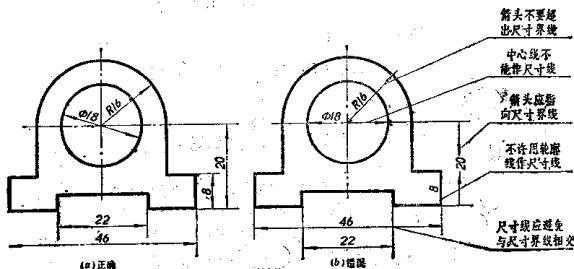


图 1-11 尺寸线画法

(2) 尺寸线。尺寸线需用细实线单独画出，两端用箭头指向尺寸界线或终端采用45°细实线，如图1-10所示。终端采用斜线时，尺寸线必须与尺寸界线垂直，因此圆弧的直径、半径与角度尺寸的终端不宜采用斜线方式，而只能用箭头表示。

当尺寸线与尺寸界线相互垂直时，同一张图样中只能采用一种尺寸终端形式。

标注线性尺寸的尺寸线必须与所标注的线段平行。角度、圆、圆弧的尺寸线画法见表1-5所示。

尺寸线不能用其它图线代替，一般也不得与其它图线重合或画在其延长线上，同时尽量避免与其它图线相交，如图1-11所示。

(3) 尺寸数字。线性尺寸数字一般注写在尺寸线的上方，如图1-9所示；也允许写在尺寸线的中断处，如图1-10所示。

线性尺寸数字一般应以标题栏为准，水平填写的数字头向上；铅垂填写的数字头向左；其它倾斜方向的尺寸数字应有头向上的趋势，如图1-12(a)所示。应尽量避免在图示30°范围内标注尺寸，当无法避免时可按图1-12(b)的形式标注。

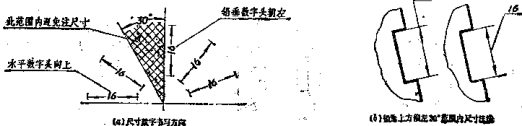


图 1-12 线性尺寸数字方向

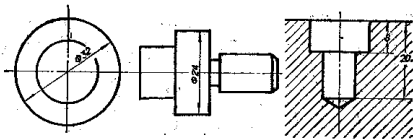


图 1-13 尺寸数字标注

线性尺寸数字在不致引起误解时，也允许采用图1-10方式填写，即对非水平方向的尺寸数字，水平地注写在尺寸线的中断处。但在一张图样中，应尽可能采用一种方式。

尺寸数字不允许有任何图线通过，如有通过数字的图线也必须断开，如图1-13所示。

3. 常用尺寸注法见表1-5

§1-2 制图工具的使用

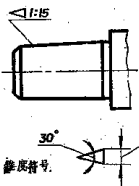
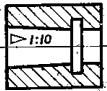
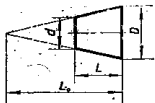
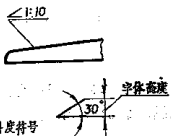
正确使用制图工具是保证图样质量和提高绘图速度的重要一环。常用的绘图工具和仪器有铅笔、图板、丁字尺、三角板、圆规、分规、鸭咀笔、曲线板、比例尺等，还有绘图机等

表 1-5

常用的几种尺寸注法

标注内容	图	例	说 明
角度			角度的尺寸界线沿径向引出, 尺寸线是以角顶为圆心的圆弧, 尺寸数字一律水平标注。
圆与圆弧			圆或大于半圆的圆弧, 标注直径尺寸, 并在数字前加注符号 ϕ ; 等于半圆或小于半圆的圆弧应注半径尺寸, 并在数字前加注符号 R 。半径尺寸的 尺寸线由圆心引出, 另一端用箭头指向圆弧。
球面			标注球面的直径或半径时, 应在 ϕ 或 R 前加写 S , 在不致引起误解时, S 可省略。
小尺寸与小圆弧			在没有足够地方画箭头和标注数字时, 箭头可画在外面, 或用圆点代替。尺寸数字也可写在外面或引出标注。
片状零件厚度			仅用一个图形表示片状零件, 其厚度可引出标注, 在厚度尺寸前加符号“ δ ”表示。

续表

标注内容	图	例	说 明
锥度			 $\text{锥度} = \frac{D}{L_0} - \frac{d}{L}$ 标注锥度时, 可用符号“$\triangle$”表示。符号所示方向应与锥度方向一致。
斜度			 $\text{斜度} = \frac{h}{L}$ 标注斜度时, 可用符号“$\angle$”表示。符号所示方向应与斜度方向一致。

设备, 另外, 计算机制图将在本书第十四章介绍。

一、常用制图工具

1. 铅笔

制图常用的是 2H、H、HB、B、2B 等铅笔。H 表示硬铅, 前面数字越大其铅芯越硬。硬铅用于打底稿和写字。铅芯修成如图 1-14 (a) 所示圆锥形。B 表示软铅, 前面数字越大其铅芯越软。软铅用于加深图线。铅芯修成扁平状, 如图 1-14 (b) 所示。加深圆弧时, 应采用比加深直线软一号的铅芯。

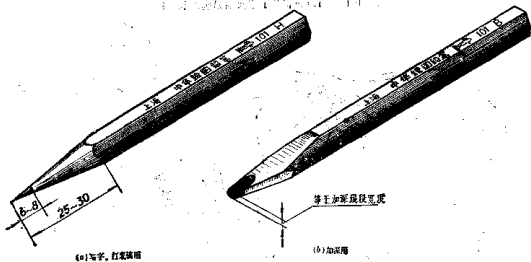


图 1-14 铅笔的削法

2. 图板与丁字尺

图板是画图时用作辅放图纸的垫板，板面要求平滑。图板左边作为丁字尺的导向边要求平直。图纸可用胶带固定在图板的左上方，如图1-15所示。

丁字尺是用来画水平线的长尺，其使用方法如图1-16所示。

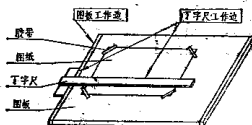


图 1-15 图板、图纸和丁字尺的配置

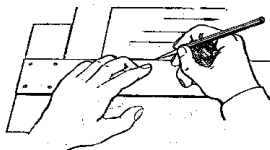
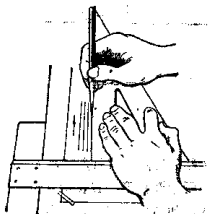


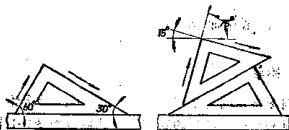
图 1-16 画水平线

3. 三角板

一副三角板有 $30^\circ \times 60^\circ \times 90^\circ$ 和 $45^\circ \times 45^\circ \times 90^\circ$ 两块。它与丁字尺配合使用可画铅垂线和特殊角度（ 45° 、 30° 、 60° 、 75° 、 15° ）的斜线，如图1-17所示。

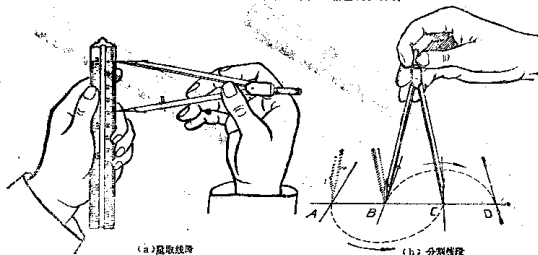


(a) 画铅垂线



(b) 画斜线

图 1-17 用三角板及丁字尺画铅垂线和斜线



(a) 画线

(b) 分线

图 1-18 分规的用法

4. 分规

分规是等分和量取线段的工具。用分规分割线段时，可先从尺面上量取所需的长度，然后再按该长度分割线段。分规的使用方法如图1-18所示。

5. 圆规

圆规是画圆及圆弧的工具。画圆时圆规的针腿调整如图1-19(a)所示。画圆应顺时针方向旋转圆规，一次完成，并注意使圆规的两腿（针尖和铅芯）都垂直纸面，如图1-19(b)所示。

画小圆（半径小于2毫米）时，用点圆规较方便，如图1-19(c)所示。画大圆时，需在圆规上加延伸杆，其使用方法如图1-19(d)所示。

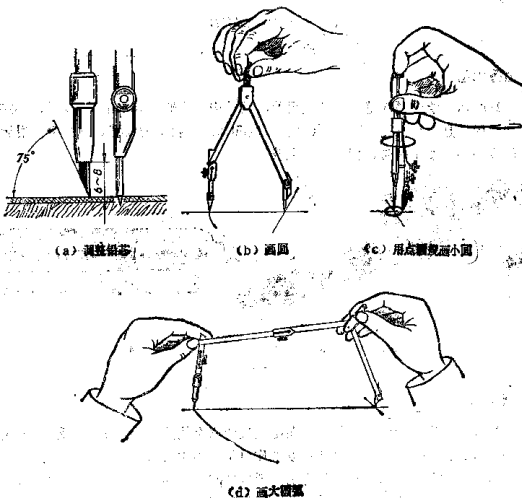


图 1-19 圆规的用法

6. 鸭咀笔

鸭咀笔又称直线笔，是上墨画线的工具。画线前，先把鸭咀笔的两钢片调到要画线型的宽度，然后装入墨汁，其高度6毫米适宜。鸭咀笔的使用方法如图1-20所示。注意用鸭咀笔画线时，笔杆不要内外倾斜，内倾会使所画线条外面不光滑，外倾会使笔内墨水渗入尺底而弄脏图纸。另外画线时速度要均匀，否则画出的图线粗细不一致。

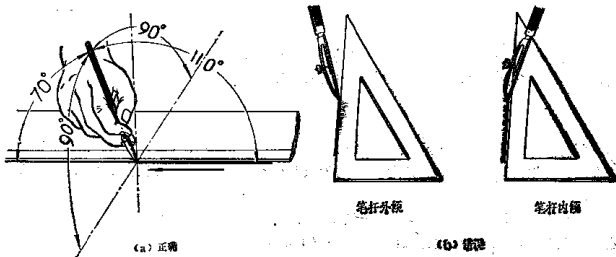


图 1-20 鸭嘴笔的用法

7. 绘图墨水笔

如图1-21所示，绘图墨水笔是上墨线用的，其结构和普通自来水笔类似，只是笔尖是管状的。现在常用的是一套三支，可以画0.3、0.6和0.9三种粗细的线型。这种笔须用发素墨水。此笔画线均匀，便于携带，因此应用也较广泛。

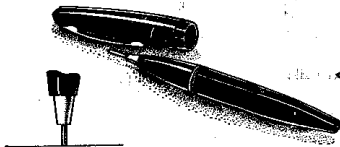


图 1-21 绘图墨水笔



图 1-22 比例尺

8. 比例尺

比例尺又称三棱尺，如图1-22所示。在比例尺的三个棱面上分别刻有六种不同比例刻度：1:1000；1:2000……1:6000。比例尺以米作单位，如改为毫米为单位，则1:1000；1:2000就可作1:1；1:2用。如以十小格作毫米，则1:1000；1:2000就成了1:0.1（即10:1）；1:0.2（即5:1）。因此只要改变计算单位，比例尺既可用于缩小，也可用于放大。

比例尺刻度准确，又不受冷热变化的影响，故绘图时应以比例尺的刻度作尺寸度量的依据。

9. 曲线板

曲线板又称云形尺，用于绘制非圆曲线。绘图时，应先徒手用铅笔把要描的非圆曲线各点用细线轻轻地依次光滑地连接起来，然后选用曲线板上曲率合适的部分，分几段逐步加深。每画一段曲线，曲线板至少要通过曲线上三个点，且与前段有一小段重合，所画的部分