

中等专业学校教材·工科土建类专业用

工程制图

福建建筑工程专科学校、四川省建筑工程学校等六校合编

颜金樵 主编



高等教育出版社

内 容 提 要

本教材是根据中等专业学校土建类《工程制图教学大纲》编写而成。内容分制图基本知识、投影作图、土建工程图三部分,土建工程图包括房屋建筑工程图、道路桥梁工程图、给水排水工程图、供暖通风工程图及水利工程图等专业图。

本教材全部采用了新发布的建筑制图国家标准及其它有关国家标准。在每章末,还编入了复习思考题,便于在复习时参考。

本教材可供土建类工业与民用建筑、道路桥梁、给水排水、供暖通风、水利等专业选用,也可供其它有关工程技术人员参考。

与本教材配套的《工程制图习题集》同时出版,供选用。

中等专业学校教材

工 程 制 图

(工科土建类专业用)

福建建筑工程专科学校、四川省建筑工程学校等六校合编

颜金樵 主编

*

高等教育出版社出版

新华书店上海发行所发行

商务印书馆上海印刷厂印装

*

开本 737×1092 1/16 印张 23.75 插页 3 字数 543,000

1991年4月第1版 1991年5月第1次印刷

印数 0001—4600

ISBN 7-04-005268-6/TH·252

定价 6.70 元

前 言

本教材是根据国家教育委员会审订的中等专业学校工科土建类《工程制图教学大纲》编写的。主要适用于工业与民用建筑、道路桥梁、给水排水、供暖通风和水利工程等专业,而且对其它土建类专业,如城市规划、村镇建设和建筑设备安装等专业,也可选用。

本教材内容的深广度,力求做到从中等专业学校的教学特点和中等专业学校学生的实际出发,并照顾到不同专业的特殊需要。在保证工程制图基本知识、基础理论和基本技能的学习与训练的前提下,按照教学大纲的要求和“少而精”的原则来选编内容,其中打*号的章节供不同专业选用。

为培养、巩固和发展学生的空间思维能力,在讲述投影原理时,先借助直观图深入地分析形体的空间状况,再分析其投影,以建立起空间与平面(投影图)的对应关系。投影的概念建立之后,又运用投影规律去分析图形,判断形体在空间的状况,以解决一些作图问题,做到由具体到抽象,再由抽象到具体,反复练习,逐步推进。

为适应制图课的教学特点和便于学生阅读,对一些作图问题,采用了分步图的方法,这样不但减少了繁琐的文字叙述,又能培养学生掌握合理的作图步骤。

在编写过程中,全部采用新发布的建筑制图国家标准,以及其它有关国家标准和部标准。

为满足水利工程图的需要,并保持教材的系统性,在§9-2 曲面体的投影中,增加斜圆柱体、斜圆锥体和扭面体的投影。

土建工程图部分,多数专业需要钢筋混凝土结构图的内容,但由于规范和构件类型的不同,又各有特点,因此对完全相同的部分——钢筋混凝土结构的基本知识的内容,编入第十六章房屋建筑工程图,其它各章只叙述与专业有关的构件配筋的阅读与绘制,以适应不同专业选学的需要。

在介绍计算机绘图的内容时,可结合播放高等教育出版社出版的《计算机绘图简介》录像带进行。

为适应教学需要,另编有《工程制图习题集》,同时由高等教育出版社出版,与本书配套使用。

本教材由福建建筑工程专科学校颜金樵主编。参加编写工作的有:福建建筑工程专科学校颜金樵(绪论及第一章至第十五章)、四川省建筑工程学校倪福兴(第十六章)、吉林省交通学校张文英(第十七章)、天津市政工程学校崔秀茹(第十八章)、长春建筑专科学校何丽娥(第十九章)、成都水力发电学校刘永宗(第二十章)等。绪论及第一章至第十五章的插图,由福建建筑工程专科学校曾晓红绘制。

本教材由天津铁路工程学校周日昇主审。参加审稿的有黑龙江建筑工程学校梁玉成,以

及福建建筑工程专科学校、四川省建筑工程学校、天津市政工程学校、长春建筑专科学校、成都水力发电学校的有关同志。

限于我们的业务水平和教学经验，不妥之处恳切希望使用本教材的教师和读者提出批评指正。

编者

1990年4月

目 录

绪论	1
----	---

第一篇 制图基本知识

第一章 制图工具、仪器和用品	3
§ 1-1 制图工具	3
§ 1-2 制图仪器	6
§ 1-3 制图用品	10
§ 1-4 绘图机和计算机制图	12
复习思考题	13
第二章 基本制图标准	15
§ 2-1 图纸幅面	15
§ 2-2 图线	17
§ 2-3 字体	19
§ 2-4 比例	23
§ 2-5 尺寸注法	25
复习思考题	28
第三章 几何作图	29
§ 3-1 等分直线	29
§ 3-2 坡度、斜度和锥度	30
§ 3-3 等分圆周作正多边形	31
§ 3-4 圆弧连接	35
§ 3-5 曲线的画法	39
§ 3-6 绘图步骤	43
复习思考题	44

第二篇 投影作图

第四章 投影的基本知识	45
§ 4-1 投影的基本概念和分类	45
§ 4-2 正投影的基本特性	46
§ 4-3 三面投影图	47
复习思考题	52
第五章 点的投影	53
§ 5-1 点的三面投影	53
§ 5-2 点的坐标	54
§ 5-3 两点的相对位置	56
复习思考题	58

第六章 直线的投影	59
§ 6-1 各种位置直线的投影特性	59
§ 6-2 用直角三角形法求线段的实长 及对投影面的倾角	62
§ 6-3 直线上的点	63
§ 6-4 两直线的相对位置	65
§ 6-5 一边平行于投影面的直角的投影	69
复习思考题	70
第七章 平面的投影	71
§ 7-1 平面的表示法	71
§ 7-2 各种位置平面的投影特性	72
§ 7-3 平面上的直线和点	76
§ 7-4 直线与平面及两平面的相对位置	79
复习思考题	90
第八章 投影变换	91
§ 8-1 投影变换的目的和方法	91
§ 8-2 变换投影面法	92
§ 8-3 旋转法	99
复习思考题	100
第九章 立体的投影	101
§ 9-1 平面体的投影	101
§ 9-2 曲面体的投影	106
§ 9-3 组合体的投影	118
复习思考题	126
第十章 轴测投影	127
§ 10-1 轴测投影的基本知识</	

复习思考题	164
第十二章 剖面与断面	165
§ 12-1 剖面图	165
§ 12-2 断面图	172
复习思考题	175
*第十三章 立体表面的展开	176
§ 13-1 平面立体表面的展开	176
§ 13-2 曲面立体表面的展开	179
§ 13-3 变形接头表面的展开	182
复习思考题	183
*第十四章 阴影与透视	184
§ 14-1 阴影的基本知识	184
§ 14-2 求阴影的基本方法	186
§ 14-3 房屋及其细部在立面图上的阴影	190
§ 14-4 透视投影的基本知识	193
§ 14-5 透视图的画法	195
§ 14-6 透视图的简捷作图法	210
复习思考题	214
*第十五章 标高投影	215
§ 15-1 标高投影的基本知识	215
§ 15-2 点、直线和平面的标高投影	215
§ 15-3 曲线和曲面的标高投影	220
复习思考题	226

***第三篇 土 建 工 程 图**

第十六章 房屋建筑工程图	227
---------------------------	------------

§ 16-1 概述	227
§ 16-2 建筑施工图	228
§ 16-3 结构施工图	245
§ 16-4 房屋建筑工程图的阅读与绘制	258
§ 16-5 房屋建筑工程图示例	265
复习思考题	265
第十七章 道路桥梁工程图	281
§ 17-1 路线工程图	281
§ 17-2 桥涵工程图	289
§ 17-3 隧道工程图	300
复习思考题	305
第十八章 给水排水工程图	306
§ 18-1 概述	306
§ 18-2 室内给排水工程图	306
§ 18-3 室外给排水工程图	313
复习思考题	329
第十九章 供暖通风工程图	330
§ 19-1 供暖工程图	330

绪 论

一、本课程的性质和任务

工程图样是工程界的技术语言,是进行工程规划、设计和施工不可缺少的工具之一。工程制图是研究工程图样绘制和阅读规律的一门学科,是工程技术人员表达设计意图、交流技术思想,指导生产施工等必须具备的基本知识和技能。本课程是工科土建类专业的一门实践性很强的技术基础课,其主要任务是培养学生的图示、图解、读图能力和空间想象能力,并掌握一定的绘图技能。

二、本课程的内容和学习方法

本课程内容包括下列四部分:

(一) 制图基本知识——介绍制图工具、仪器、用品的使用和维护方法,基本制图标准和几何作图等基本知识。

(二) 投影作图——介绍绘制和阅读土建工程图样的基本原理和方法。

(三) 土建工程图——介绍土建工程图(包括房屋建筑工程图、道路桥梁工程图、给水排水工程图、供暖通风工程图和水利工程图)的种类、特点及绘制与阅读的方法。

由于本教材适用的专业面较广,因而有些章节内容应根据不同专业、不同要求进行选用。

通过本课程的学习,应达到下列基本要求:

(一) 掌握正投影的基本理论和作图方法,了解轴测投影的基本知识和画法。

(二) 能正确使用绘图仪器和工具,掌握用仪器绘图的方法和技能。

(三) 能绘制和阅读一般土建工程图,所绘图样应符合制图国家标准,并具有较好的图面质量。

(四) 养成严肃认真、一丝不苟的工作作风。

本课程是一门既有理论又有实践的技术基础课,而要学好这一门课,首先要有为把祖国建设成为四个现代化的社会主义强国而刻苦钻研的学习态度。在学习过程中,要坚持理论联系实际的学风,不但要认真钻研理论,还必须联系制图的实践,在理论指导下多画图、多读图。由于工程图样是施工的依据,图样上的一点差错,都会给工程造成损失。因此在学习时特别是做习题、作业时,就应注意培养自己严肃认真、一丝不苟的工作作风。

三、工程制图的发展概况

工程制图同其他学科一样,是人们在长期的生产实践活动中创造、总结和发展起来的。

我国古代劳动人民根据建筑方面的需要,在营造技术上早已广泛使用了类似现在所采用的正投影或轴测投影原理来绘制图样。1977年冬,在河北省平山县一座古墓(公元前四世纪战国时期中山王墓)中发掘的建筑平面图,不仅采用了接近于现在人们所采用的正投影原理绘图,而且还以当时中山国尺寸长度为单位,选用1:500的缩小比例,并注有尺寸。这是世界上

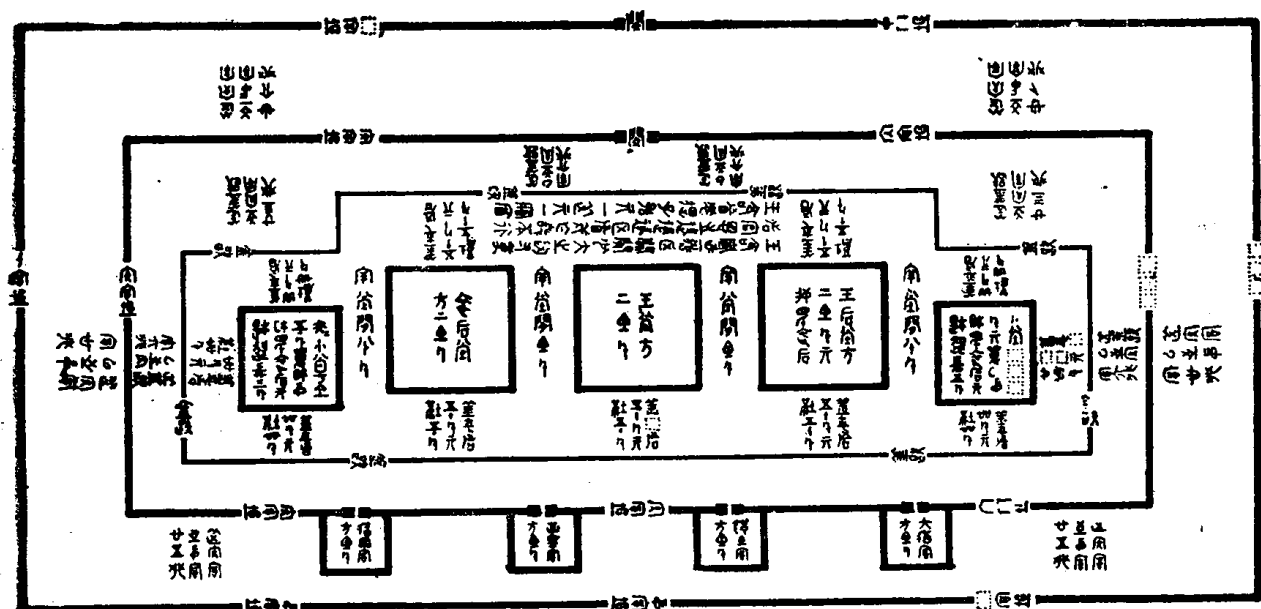


图 0-1 战国时期中山王墓出土的建筑平面图

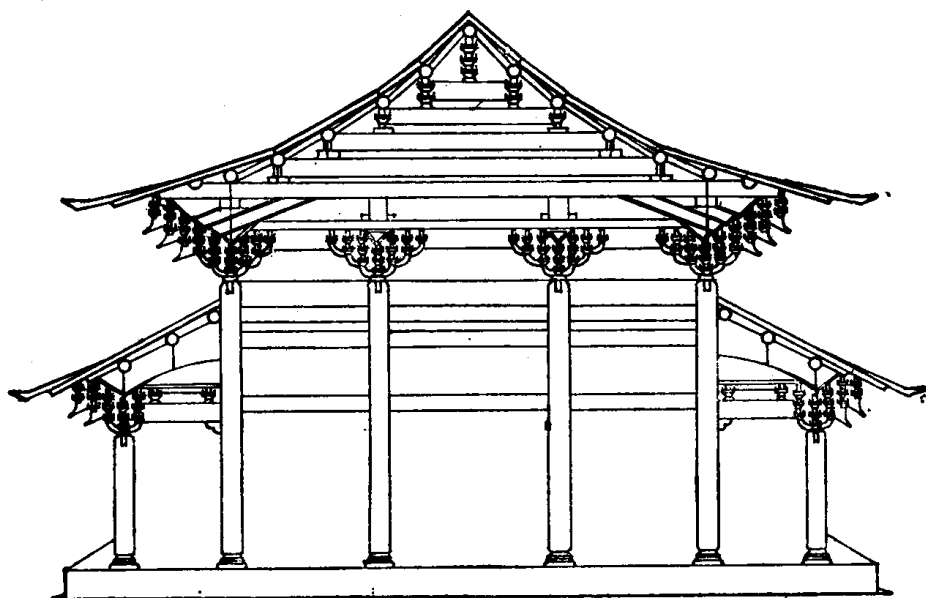


图 0-2 《营造法式》中关于建筑物的图

目前罕见的、古代早期名副其实的图样(图 0-1)。又如宋代李诫所著的《营造法式》中,也有大量类似的图例(图 0-2)。这说明我国在工程技术上使用图样已有悠久的历史 and 传统。

1795 年法国数学家加斯帕拉·蒙日,创造了按多面正投影法绘制工程图并发表了《画法几何》著作,使制图的投影理论和方法系统化,为制图奠定了理论基础。

随着科学技术的不断发展,在现代化生产中,工程制图技术正朝着机械化、自动化的方向发展。尤其是近年来计算机科学的普及和发展,更进一步的促进了制图理论和技术的新发展。因此,我们不仅要学好前人积累的知识和经验,还要在此基础上有所创造、有所前进,把工程制图这门科学提高到更高的水平。

第一篇 制图基本知识

第一章 制图工具、仪器和用品

“工欲善其事，必先利其器”。为了保证制图质量，提高制图速度，对各种制图工具、仪器和用品，必须了解它们的构造和性能，熟练掌握它们的正确使用方法，并经常注意维护保养。本章主要介绍常用制图工具、仪器和用品的使用和维护方法。

§ 1-1 制 图 工 具

一、绘图板

绘图板是固定图纸用的。板面一般是用胶合板制作的，四周镶以较硬的木制边框。图板的板面要平整，左右两个工作边要平直，否则将影响画图时的准确性(图 1-1)。图板应防止受潮、暴晒和烘烤，以免翘裂变形。也不应将图板用作裁切纸张的垫板或垫放其他物品。图板有各种不同大小规格。在学习时多用 A2 号或 A1 号图板。

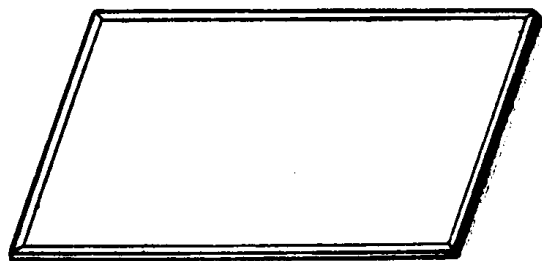


图 1-1 绘图板

二、丁字尺

丁字尺主要是用于画水平线，它是由尺头和尺身两部分组成。丁字尺有固定尺头的，即尺头和尺身固定成 90° 角(图 1-2a)；也有活动尺头的，尺头与尺身用螺栓连接，尺头可变换各种角度，因此可以画倾斜的平行线(图 1-2b)。尺身的工作边必须保持其平直光滑，不要用小刀靠在工作边裁纸。不用时最好挂起来，不要随便斜靠在桌边或墙边，以防止尺身变形和尺头松动。

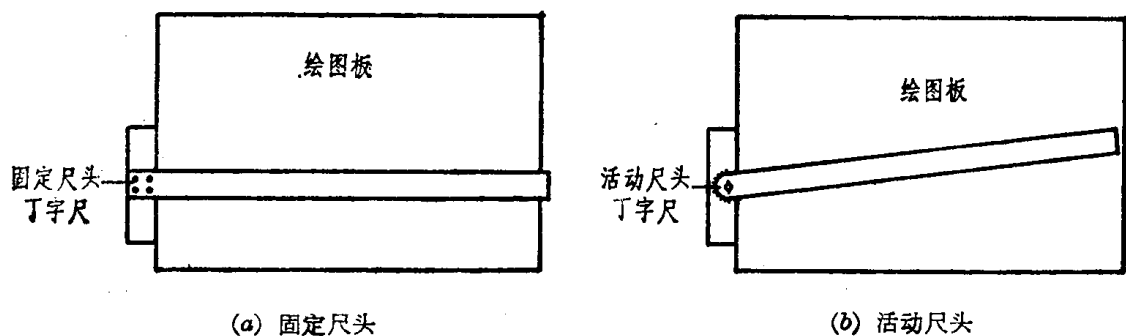


图 1-2 丁字尺

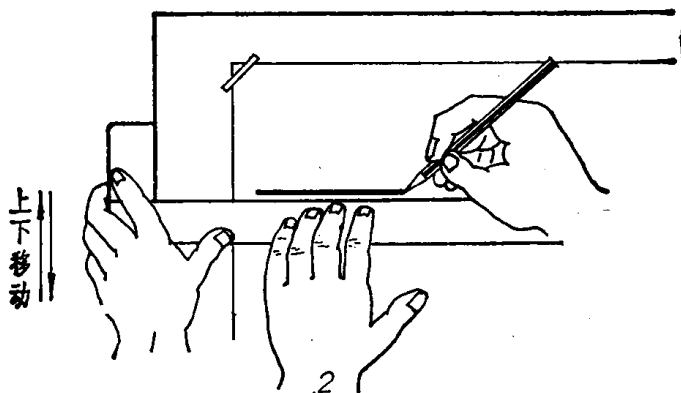


图 1-3 丁字尺的用法

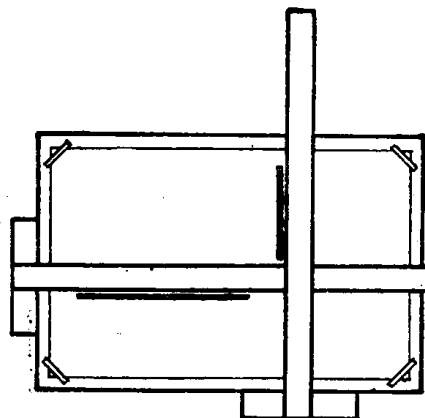


图 1-4 丁字尺的错误用法

画线时以左手扶尺头,紧靠在图板的工作边上下推移,对准所要画的位置时,先用右手压住尺身,然后将左手移至右手处压紧尺身,再沿尺身上的工作边从左到右画线(图 1-3)。使用丁字尺时,只能将尺头靠在图板左方工作边,尺头不能靠在图板的右边或上、下边使用,也不能在尺身的下边画线(图 1-4)。如要画铅垂线,应与三角板配合使用。

三、三角板

三角板由两块组成一副。一块是 45° 等腰直角三角形,另一块是 30° 、 60° 直角三角形。 45° 等腰直角三角形的斜边长等于 30° 、 60° 直角三角形较长的垂直边的长度(图 1-5),此处的长度即为表示三角板规格的长度。三角板一般用透明的有机玻璃制成,上有刻度,也有的在中

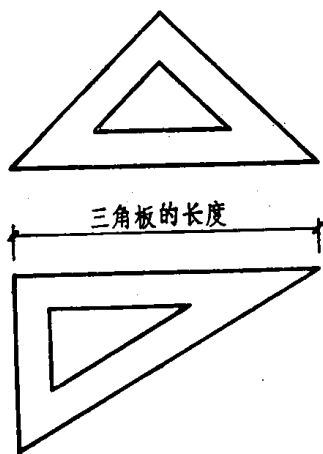


图 1-5 三角板

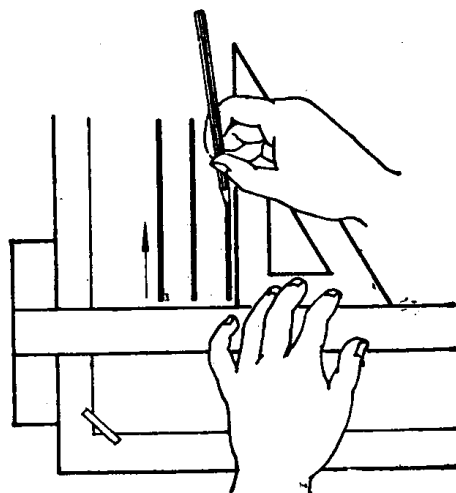


图 1-6 画铅垂线

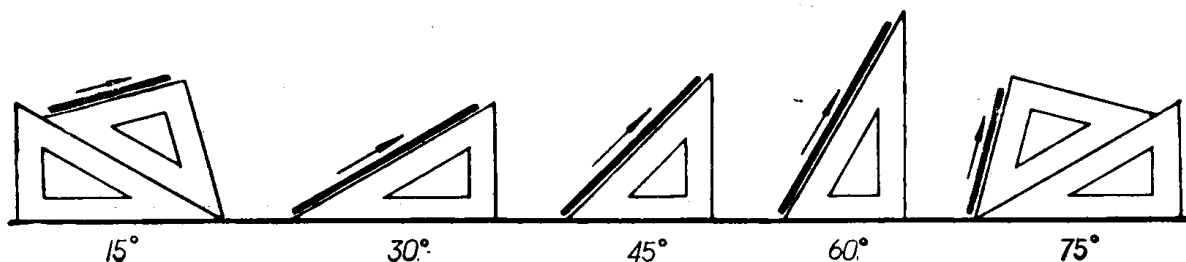


图 1-7 三角板与丁字尺配合画各种不同角度的倾斜线

间刻有常用的几何图形等孔洞,可作为模板直接套在图纸上作图。三角板应避免摔碰,并保持各边的平直。

三角板与丁字尺配合可画铅垂线(图 1-6)及 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° 的倾斜线和它们的平行线(图 1-7)。也可以用两块三角板配合,画出任意倾斜直线的平行线或垂直线(图 1-8)。

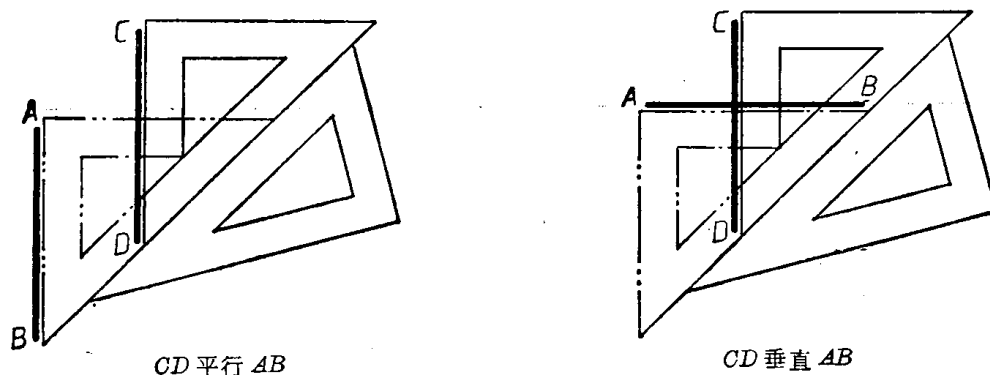


图 1-8 画任意直线的平行线和垂直线

四、曲线板

曲线板是绘制非圆曲线的工具。单式曲线板一套有十二块,每块都是由许多不同曲率的曲线组成的。画一般较简单的曲线,可用复式曲线板(一块),基本上能满足要求。

画曲线时,首先要定出曲线上足够的点并用徒手方法将各点轻轻连成曲线,然后在曲线板上,找出相应的线段,从起点到终点按顺序分段描绘。描绘时每段至少要通过曲线上的三个点,而且画后一段时,曲线板必须与前一段中的两个点或一定的长度相吻合(图 1-9)。

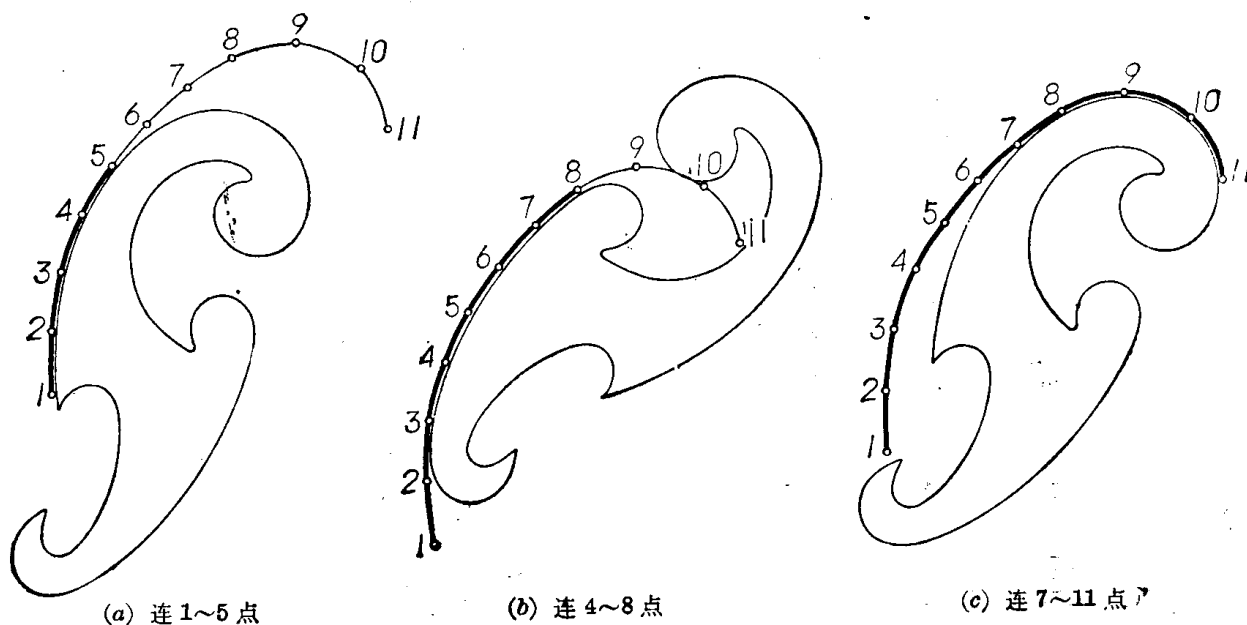
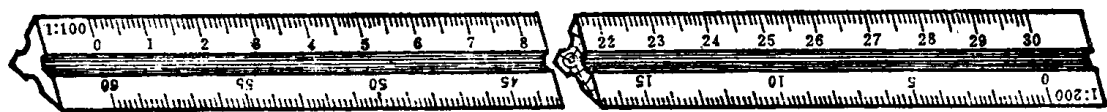


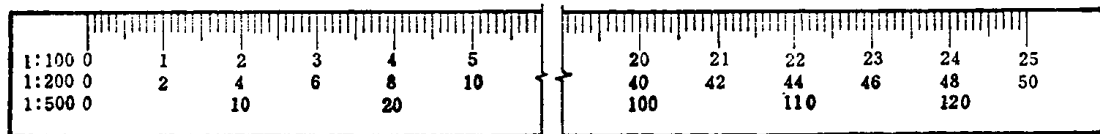
图 1-9 曲线板的使用方法

五、比例尺

用图来表示物体,大部分不能按实足的尺寸画出,只能选用适当的比例,将图形缩小或放



(a) 三棱尺



(b) 比例直尺

图 1-10 比例尺

大。比例尺就是直接用来缩小(或放大)图形的。目前常用的比例尺有两种,一种是木制或硬塑制的,外形成三棱柱体,上面有六种不同比例的刻度,称为三棱尺(图 1-10a)。另一种是有机玻璃直尺,上面有三种不同比例的刻度,称为比例直尺(图 1-10b)。

§ 1-2 制图仪器

制图仪器一般是盒装成套的,一盒仪器较简单的只有三、五件,配备较齐全的有二十多件。绘图仪器有直线笔、分规、圆规及其它配件。

一、直线笔

直线笔是画墨线图的仪器,它的笔尖由两钢片组成,用螺栓调整钢片之间的距离,确定墨线的粗细(图 1-11)。用直线笔画线的方法如图 1-12 及图 1-13 所示。使用时应使螺母朝外,后面钢片靠在尺的边缘,笔杆与纸面前后保持 90° ,使两钢片的尖端都能接触纸面,并稍向右

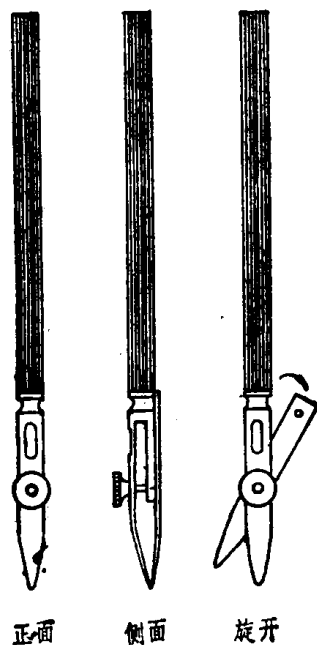


图 1-11 直线笔

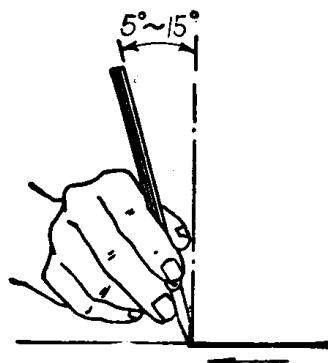


图 1-12 直线笔用法

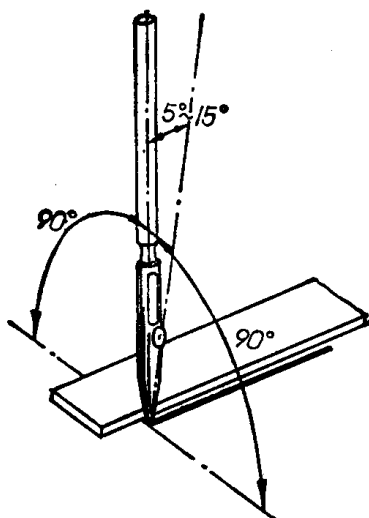


图 1-13 用直线笔画线时与纸面的角度

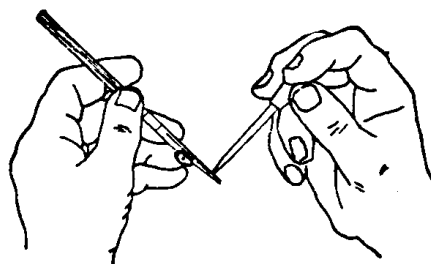


图 1-14 直线笔注墨方法

边倾斜 $5^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 。画线时速度要均匀，用力不可过大。画水平线从左到右，画铅垂线从下到上。

直线笔注墨时要用加墨管或绘图小钢笔注入(图 1-14)，不能将直线笔直接插入墨水瓶内沾墨。注墨的高度一般 $4 \sim 6 \text{ mm}$ (视线的长短和粗细而定)。注墨时钢片外面如沾上墨水，要擦干净才能开始画图(图 1-15)。

为了使墨线能画得粗细均匀、边缘整齐，在画图过程中要经常擦拭钢片，把结块的墨垢清

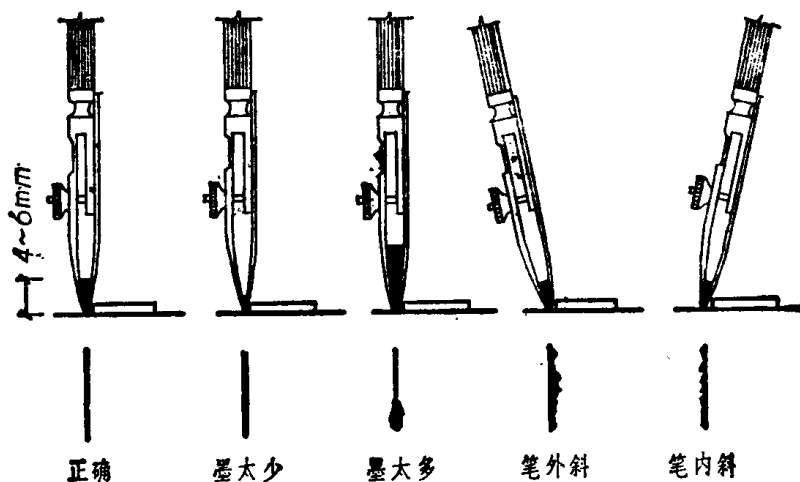


图 1-15 直线笔画墨线时的一些问题

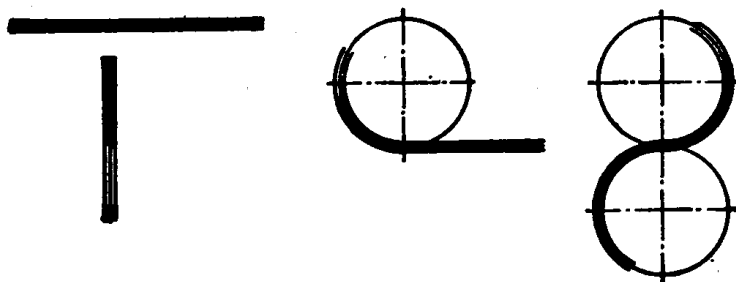


图 1-16 墨线的中心线应与铅笔底稿线重合

除干净。在画线后擦拭时,应旋松螺母,使两钢片距离扩大或旋转活动钢片,便于擦拭。擦拭后,若继续画图,应先试一试线的粗细是否合适。不用时也应将墨线笔擦拭干净,并旋松螺母,以保持钢片的弹性。

画粗墨线时,应使墨线的中心线与铅笔底稿线重合(图 1-16)。

二、绘图墨水笔

绘图墨水笔也是画墨线图的仪器,它的优点是能象普通钢笔一样吸墨水,不要经常注墨。绘图墨水笔的笔尖,是一支细的钢管,内有通针。其它部分的构造,同普通钢笔相似(图 1-17)。绘图墨水笔要用碳素墨水,用一般的绘图墨水会堵塞针管。画线时笔尖与纸面应保持垂直。如发现墨水不畅通,应上下晃动笔杆,使通针将针管内的堵塞物穿通。针管的口径有 0.2~1.2 mm 等多种,可根据图线的粗细而选用。目前较常见的绘图墨水笔有 0.3、0.6 及 0.9 mm 三种一套盒装的,也有单支的。

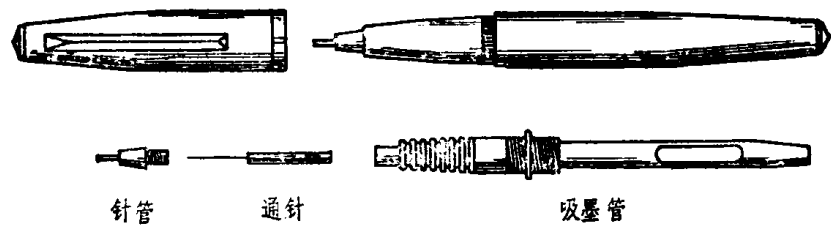


图 1-17 绘图墨水笔

三、分规

分规的两腿端部均为固定的钢针(图 1-18),它的用途有两种:一是量取线段的长度;二是等分直线段或圆弧(图 1-19)。

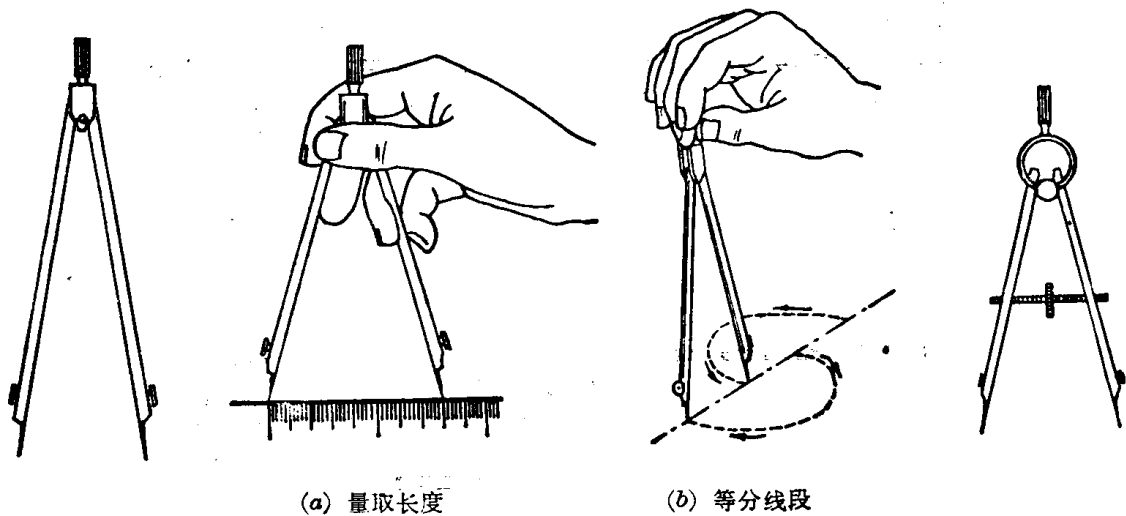


图 1-18 分规

图 1-19 分规的用途

图 1-20 弹簧分规

还有一种弹簧分规,两腿之间用一较长的螺栓联在一起,可以用螺栓较准确的调整两尖的距离(图 1-20)。分规的两针尖合拢在一起时,应能对齐。

四、圆规

圆规是画圆及圆弧的仪器。圆规有三种插腿(图 1-21): 铅笔插腿(画铅笔线用); 直线笔插腿(画墨线用); 钢针插腿(代替分规量取尺寸用)。圆规固定腿上的钢针, 一端的针尖为锥状, 另一端的针尖带有台阶(图 1-22)。画圆时宜用带台阶的一端, 代替分规时宜用锥状的一端。

用圆规画圆时, 应先调整针尖和插腿的长度, 使针尖稍长于铅芯或直线笔的笔尖(图 1-23), 调整后再取好半径, 以右手拇指和食指捏住圆规旋柄, 左手食指协助将针尖对准圆心(图 1-24), 钢针和插腿均垂直于纸面。作图时圆规应稍向前倾斜, 从右下角开始画圆(图 1-25)。如圆的半径较大, 可另加延伸杆(图 1-26)。

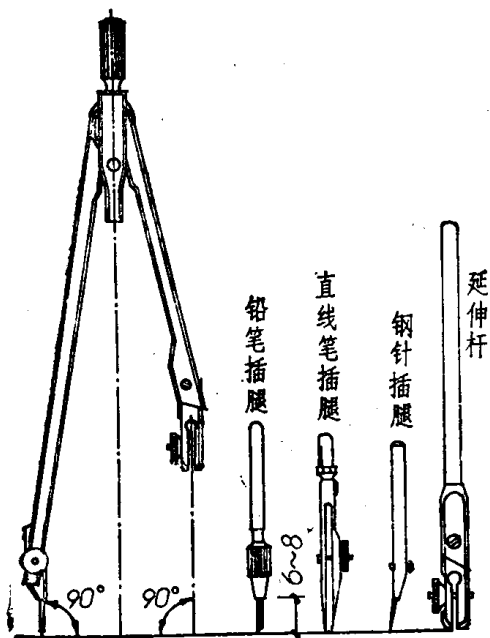


图 1-21 圆规及其插腿

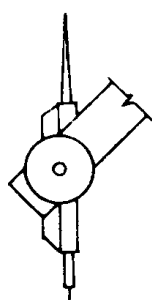


图 1-22 圆规上的钢针

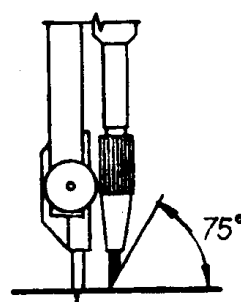


图 1-23 圆心钢尖略长于铅芯

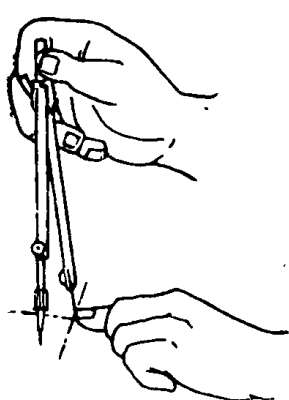


图 1-24 将针尖对准圆心

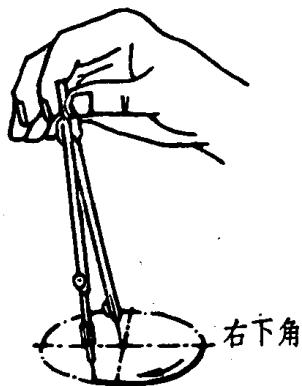


图 1-25 从右下角开始画圆

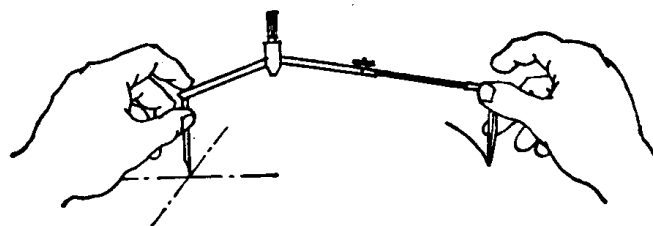


图 1-26 画大圆时加延伸杆

五、小圆规

小圆规是画小圆的工具, 也叫做点圆规(图 1-27)。画小圆时, 先调整好半径, 以右手中指和拇指捏住套管, 食指按住钢针顶部。用左手协助把针尖对准圆心, 使钢针垂直纸面。然后轻轻



图 1-27 小圆规

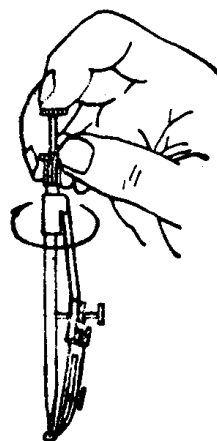


图 1-28 小圆规用法

放下套管,使笔尖与纸面接触,用食指按住钢针,中指和拇指顺时针方向将套管旋转一周,即可画出小圆(图 1-28)。画完时应先提起套管,使笔尖离开纸面,最后把钢针提起。

§ 1-3 制 图 用 品

一、图纸

图纸有绘图纸和描图纸两种。

绘图纸要求质地坚实、纸面洁白,橡皮擦拭不易起毛,画墨线不洇。

描图纸是描绘图样用的,描绘的图样即为复制蓝图的底图。

图纸应根据需要,按国家标准规定的规格裁切成一定的大小。裁切时图纸的边缘要整齐,各边应互相垂直。平时图纸要保存好,不要折叠压皱。特别是描图纸不能受潮。

二、绘图铅笔

绘图铅笔是画底稿、描深图线用的。它的外形一般为六棱柱体,放在图板上不易滚动。绘图铅笔的铅芯有各种不同的硬度,分别用 B、2B、…、6B 及 H、2H、…、6H 的标志来表示。B 表示软铅芯,数字愈大表示铅芯愈软;H 表示硬铅芯,数字愈大表示铅芯愈硬。HB 表示中等软硬。通常画底稿用 H 至 3H,描深图线用 B 或 HB。

铅笔应从没有标志的一端开始使用,以便保留标志易于辨认软硬。铅笔要削成圆锥形,长度 20~25 mm。铅芯露出 6~8 mm,用细砂纸磨成锥形或楔形(图 1-29),楔形的铅芯用于描

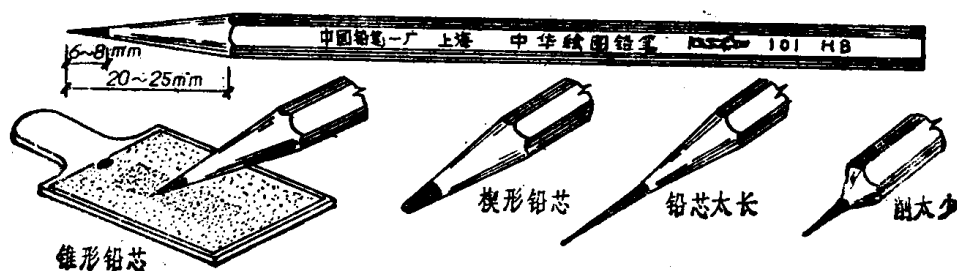


图 1-29 绘图铅笔

较粗的图线。画线时持笔要自然，用力要均匀。用锥形铅芯画较长的线段，应边前进边缓慢地旋转，且始终与尺的边缘保持一定的角度。

三、绘图墨水

用于绘图的墨水有两种：普通绘图墨水和碳素绘图墨水。绘图墨水快干易结块，适用于直线笔。碳素墨水不易结块，适用于绘图墨水笔。直线笔也可以用碳素墨水，但绘图墨水笔一定要用碳素墨水，否则针管会被堵塞。一般写毛笔字的墨汁不宜用于绘图。

四、绘图小钢笔

绘图小钢笔主要是写字用的。它是由笔尖和笔杆组成(图 1-30)。写字时每次沾墨水应适量，不宜过多，并应经常保持笔杆等部分的整洁。

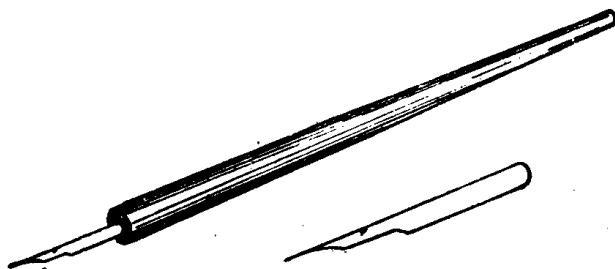


图 1-30 绘图小钢笔

五、其它制图用品

擦图片 擦图片是修改图线用的，形状如图 1-31 所示，其材料有不锈钢的，也有透明胶片的。如某一部分图线画错了，必须擦掉，可选择擦图片上适宜的孔洞，盖在图线上，使要擦去的部分从孔洞中露出，再用橡皮擦拭，以免擦坏其它部分的图线。

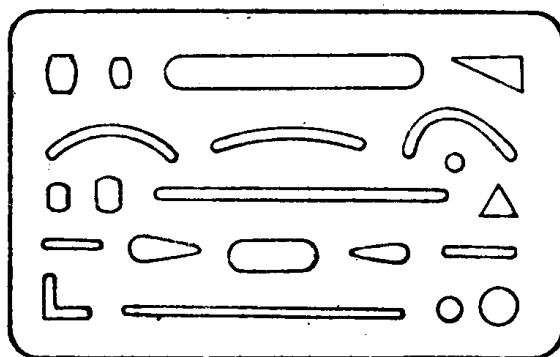


图 1-31 擦图片

制图模板 为了提高制图的速度和质量，把图样上常用的一些符号、图形及比例等，刻在有机玻璃薄板上，作为模板使用。目前有许多专业的模板，如建筑模板(图 1-32)、结构模板、

机械模板、剖面线板、虚线板、轴测轴模板等。有些三角板内也刻有各种图形模板。

橡皮 橡皮有软的和硬的两种。修整铅笔图线用软的，修整墨线则应使用硬的(图 1-33)。修整墨线要先用硬橡皮擦拭或刀片刮去，再用软橡皮在修整处擦拭，并用光滑的硬物磨平，重画墨线时即不会洇。

砂纸 铅笔用小刀削去木头，然后，再用细砂纸将铅芯磨成所需形状。砂纸板可用一块三夹板或厚纸板作成如图 1-34 所示的形状，上贴细砂纸一片即可使用。砂纸板用完后，应将上的铅芯粉末抖在废纸内包起来。以免影响图面的整洁和其它仪器、工具的清洁。