

高等学校试用教材

道路工程制图

(道路与桥隧专业用)

同济大学等五院校

《道路工程制图》编写组 编

人民交通出版社

高等学校试用教材

道路工程制图

(道路与桥隧专业用)

同济大学等五院校

《道路工程制图》编写组 编

人民交通出版社

内 容 提 要

本书主要介绍道路工程制图的一般理论和制图方法，同时，还增编了透视投影在高速公路上的应用、道路工程中的立体交叉和制图自动化等内容。

全书共分十六章。第一章为制图基础，第二至九章和十三章为投影理论，第十至十二章和十四、十五章为专业制图，第十六章为制图自动化。为了配合本教材，还编了《道路工程制图习题集》，另册出版。

本书可作为高等院校道路、桥隧专业的教材，并可作有关中等技校教学及技术人员在生产实践中参考之用。

高等学校试用教材

道路工程制图

(道路与桥隧专业用)

同济大学等五院校

《道路工程制图》编写组 编

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第006号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本：787×1092_{1/16} 印张：21.5 插页：2 字数：429千

1979年8月 第1版

1979年8月 第1版 第1次印刷

印数：0001—12,800册 定价：2.25元

前 言

工程图样是表达和交流技术思想的重要工具，也是生产实践中的主要技术文件之一，人们将它比喻为“工程界的语言”。

“道路工程制图”是一门高等学校道路、桥隧专业必修的技术基础课，其目的主要培养学生绘图、读图和空间想象能力。

随着科学技术的不断发展，制图这门学科的内容和绘图工具也在不断地充实和革新。例如，近年来迅速发展的数控绘图机，涉及面很广，综合性很强，在我国也正在研究和逐步地被广泛应用。

根据1978年8月交通部召开的西安教材会议的精神，总结二十几年来制图教学正反两方面的经验，并在有关院校所用的制图讲义基础上，编写成本教材。

在内容编排上，除了工程制图的一般内容外，同时，还增编了透视投影在高速公路上的应用，道路工程中的立体交叉图和制图自动化等内容。

在编写方法上，按照既要加强必要的理论基础，又要注意结合生产实际的要求，在努力阐明投影原理及其规律的基础上，力求做到理论联系实际，把画法几何和制图结合起来。为了与本教材配合使用，同时，由西安公路学院主持编写了《道路工程制图习题集》，另册出版。

参加本教材审稿的有：西安公路学院蒋敦教、王贞达、何彦博，南京工学院陶诗诏，哈尔滨建筑工程学院连礼芝，北京建筑工程学院左广加，东北林学院李若兰、郭志哲，北京工业大学朱长仁，福州大学王恩典等。

在编写过程中，承有关设计院、研究所、工厂和兄弟院校的大力支持，并提供资料，谨此表示感谢。

参加本教材编写的有：同济大学郑国权、陈玉华、徐志宏，湖南大学朱志仁、谢美森，重庆建筑工程学院洪仁翥、刘荣斗、王宗正，南京工学院林镜洪，河北工学院张兆铨等。由于我们水平所限，编写时间又很匆促，书中一定会存在不少缺点和错误，请批评指正。

目 录

第一章 制图基础	1
§1-1 制图工具及其使用.....	1
§1-2 基本规格.....	9
§1-3 几何作图.....	19
§1-4 制图的步骤与方法.....	27
第二章 投影的基本知识	29
§2-1 投影概念.....	29
§2-2 工程上常用的几种图示法.....	31
§2-3 物体的三面投影.....	33
第三章 立体上的点、直线和平面的投影	36
§3-1 点的投影.....	36
§3-2 直线的投影.....	39
§3-3 两直线的相对位置.....	45
§3-4 平面的投影.....	48
§3-5 直线与平面、平面与平面的相对位置.....	57
第四章 曲面的投影	65
§4-1 概述.....	65
§4-2 回转曲面.....	66
§4-3 几种常用的非回转曲面.....	71
§4-4 圆柱螺旋面.....	75
第五章 立体的投影	78
§5-1 基本几何体及尺寸标注.....	78
§5-2 组合体及尺寸标注.....	79
§5-3 多面投影.....	81
§5-4 投影图的选择.....	82
§5-5 工程构造物的表面交线.....	83
§5-6 画图与读图.....	96
第六章 投影变换	102
§6-1 基本概念.....	102
§6-2 变换投影面法.....	103
§6-3 旋转法.....	109
第七章 剖面图和断面图	113
§7-1 剖面图.....	114
§7-2 断面图.....	119

§7-3	应用实例	121
§7-4	剖面、断面图的规定画法	123
第八章	轴测投影图	125
§8-1	轴测投影的基本知识	125
§8-2	正等轴测投影图	127
§8-3	斜轴测投影图	128
§8-4	圆的轴测投影	129
§8-5	轴测图的画法举例	131
§8-6	轴测图的剖切	132
§8-7	轴测草图	134
§8-8	轴测图的选择	136
第九章	标高投影	138
§9-1	点和直线的标高投影	138
§9-2	平面的标高投影	140
§9-3	曲面的标高投影	145
§9-4	平面与地面的交线	147
第十章	路线工程图	149
§10-1	路线平面图	149
§10-2	路线纵断面图	152
§10-3	公路路基横断面图	156
§10-4	立体交叉工程图	157
第十一章	桥隧工程图	166
§11-1	钢筋结构图	166
§11-2	钢筋混凝土梁桥工程图	170
§11-3	双曲拱桥	182
§11-4	钢结构图	184
§11-5	桥梁图中的一些习惯画法	188
§11-6	桥梁图读图和画图步骤	190
§11-7	隧道工程图	191
第十二章	涵洞工程图	196
§12-1	涵洞的分类	196
§12-2	涵洞工程图的表示法	197
§12-3	工程应用特例	201
第十三章	透视投影与图面的配景画法	206
§13-1	透视投影	206
§13-2	透视在道路工程上的应用	245
§13-3	配景画法	252
第十四章	房屋建筑图	265
§14-1	房屋的基本图示方法	265
§14-2	道班房定型设计图	271

§14-3	某教学楼建筑施工图	274
第十五章	机械图	287
§15-1	零件图	288
§15-2	螺纹、螺纹连接及齿轮	305
§15-3	装配图	315
第十六章	制图自动化	322
§16-1	概述	322
§16-2	数控绘图机的构造及工作原理	322
§16-3	数控绘图机的使用方法	327
§16-4	计算机语言简介	328
§16-5	光笔图形显示器	330
§16-6	制图自动化的应用和发展	333

第一章 制图基础

本章介绍制图工具及其使用、基本规格、几何作图、制图的步骤与方法等内容。

§1-1 制图工具及其使用

制图是通过制图工具来进行的。要使制图速度快、质量好，就必须熟悉制图工具的性能，正确地、熟练地掌握使用方法，并能对制图工具进行挑选和妥善地保管。

制图工具种类繁多，常用的如图 1-1 所示。现将主要工具分述如下。

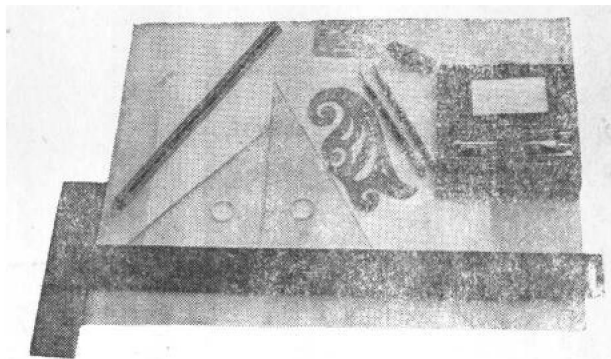


图1-1 常用的制图工具

一、图 板

图板通常用胶合板制成。为防止翘曲，四周镶以硬木条。图板板面应质地轻软、有弹性、平滑无节、两端平整，角边垂直。

图板不能受潮或曝晒，以防变形。为保持板面平滑，贴图纸宜用透明胶纸，不宜使用图钉。不画图时，应将图板竖立保管。

二、铅 笔

“绘图铅笔”的铅芯硬度用 B 和 H 标明，B 表示软，H 表示硬，HB 表示中等软硬。画底稿时常用 H~2H，描粗时常用 HB~2B。铅笔应削成如图 1-2 所示的式样。



图1-2 铅笔

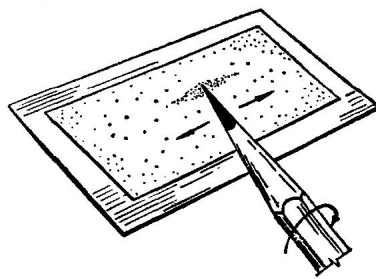


图1-3 磨铅芯

削好的铅笔还要用“0”号砂纸将铅芯磨成圆锥形，以保证所画图线粗细均匀(图 1-3)。

手握铅笔要坚定，运笔要自如，用力要均匀，握笔方法如图 1-4 所示。铅笔尖与工作边之间要保持一定的空隙(图 1-5)，以保证线条位置的准确。画长线时可适当转动铅笔，使图线粗细均匀。

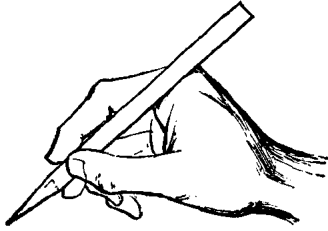


图1-4 握铅笔方法

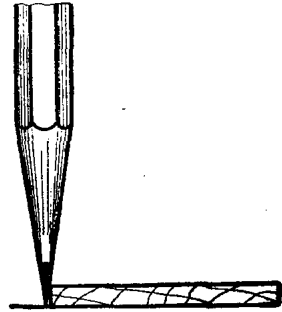


图1-5 铅笔与尺身的相对位置

三、丁字尺

丁字尺主要用来画水平线(图 1-6)。使用时应检查尺身的工作边和尺头内侧是否平直光滑。检查时沿尺身工作边在纸上过 A 、 B 两点画一直线，然后将丁字尺翻转，仍沿尺身工作边过 A 、 B 两点再画直线。如果两次画的直线完全重合，则说明尺身工作边平直。如图 1-7 所示，则是工作边不平直的情况。

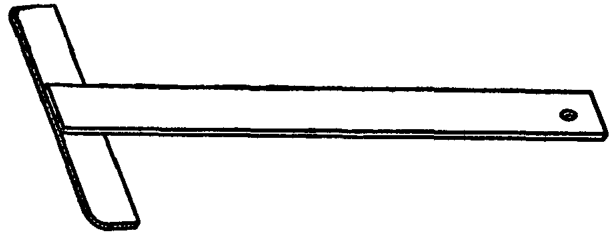


图1-6 丁字尺

图 1-8 为移动丁字尺的手势。

画线时应防止尺身移动。铅笔沿着尺身工作边从左画到右。如水平线较多，则应由上而下逐条画出。每次移动位置都要检查尺头是否紧靠图板。图 1-9 是观察者的对面所看到画水平线的手势。

不许用丁字尺的下边画线，也不许把尺头靠在图板的下边、下边或右边来画铅垂线或水平线，以保证图线的准确。

丁字尺是用胶合板或有机玻璃制成的，必须防止受潮曝晒或弯曲，以免变形。不用时应挂在墙壁上。

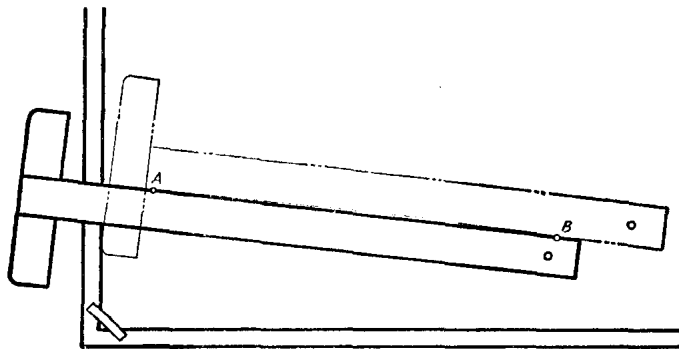


图1-7 检查尺身工作边

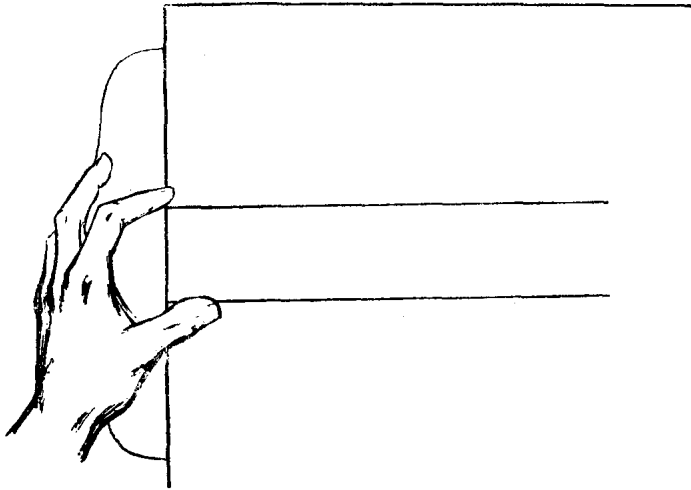


图1-8 丁字尺移动的手势

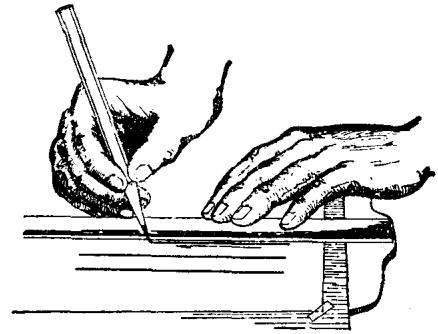


图1-9 用丁字尺画水平线

四、三角板

三角板与丁字尺配合，主要用来画铅垂线和某些角度的斜线。三角板的每一个角都必须十分准确，各边都应平直光滑。检查 90° 角时，先把三角板的一直角边靠紧已校正过的丁字尺工作边，在另一直角边画线，然后翻转三角板，使原直角边仍靠紧丁字尺工作边，检查另一直角边是否与原来所画的线完全重合（图1-10）。

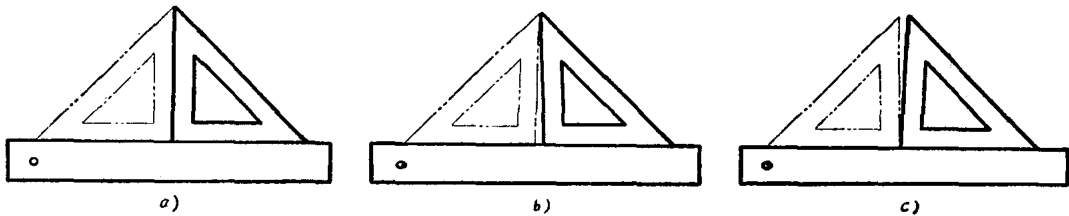


图1-10 检查三角板

a) 90° 角准确；b) 角大于 90° ；c) 角小于 90°

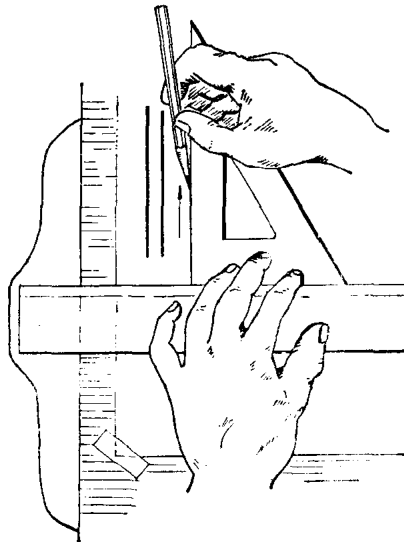


图1-11 用三角板画铅垂线

使用三角板画铅垂线时，应先将丁字尺尺头紧靠图板，画线方向是自下而上，如图1-11所示。三角板和丁字尺配合，不仅能画出 30° 、 45° 和 60° 斜线，还可画出 15° 的其它倍角斜线（图1-12）。

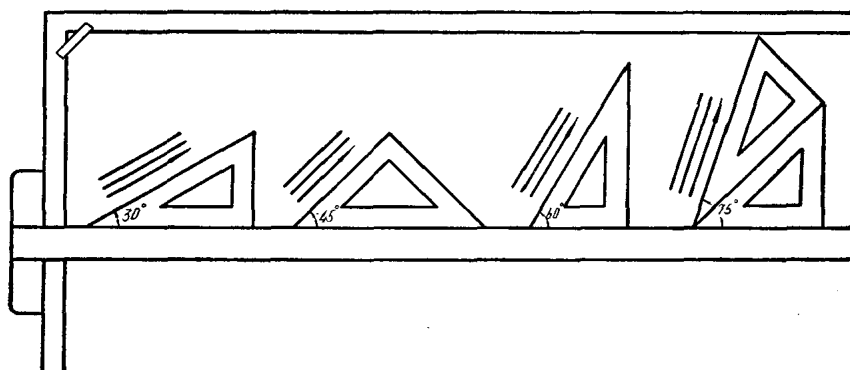


图1-12 30° 、 45° 、 60° 、 75° 和 15° 的其它倍角斜线的画法

三角板一般用有机玻璃制成，需防止曝晒和碰坏。

五、比例尺

比例尺是刻有各种比例的直尺，它的作用能直接定出需要缩放后的长度。比例尺的式样很多，常用的如图1-13所示的三棱尺，其上刻有六种不同的比例，如 $1:100$ 、 $1:200$ ……表示图上一单位分别代表实际长度100、200……单位。至于 $1:10$ 、 $1:20$ ……和 $1:1000$ 、 $1:2000$ ……等，虽然三棱尺上没有这种比例，但仍可将 $1:100$ 、 $1:200$ 变通运用，如图1-14所示。



图1-13 比例尺

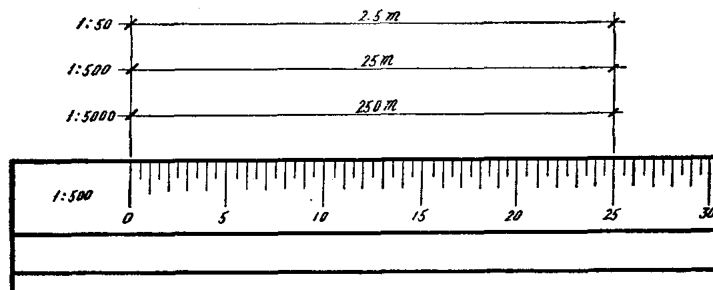


图1-14 比例尺用法

比例尺一般用木料或塑料制成，尺面上的刻度必须保持清晰，因此不能将比例尺作直尺使用，也不能把棱线碰缺而损坏刻度。

六、分规

分规是截量长度和等分线段的工具，使用方法，如图1-15、1-16所示。

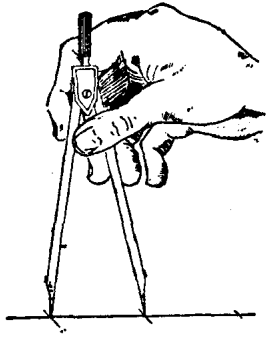


图1-15 分规用法(一)

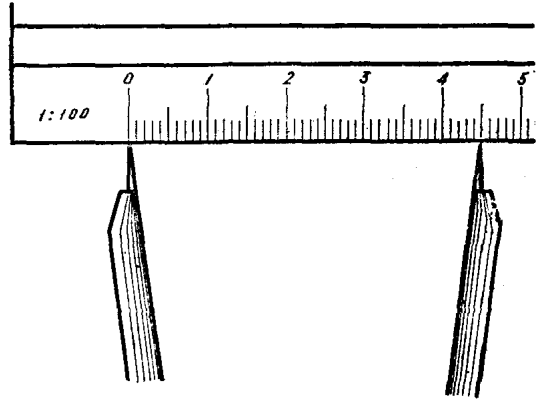


图1-16 分规用法(二)

分规是用低碳钢制成，使用时应保持清洁，防止碰撞，并使两针尖接触对齐。

七、圆 规

圆规是用来画圆或圆弧的仪器，它与分规形状相似。在一腿上附有插脚，换上不同的插脚，可作不同的用途(图1-17)。

圆规的用法见图1-18。画圆时，圆规应稍向前倾斜。画较大的圆弧时，应使圆规两脚与纸面垂直。画更大的圆弧时要接上延长杆(图1-19)。圆规铅芯宜磨成凿形，并使斜面向

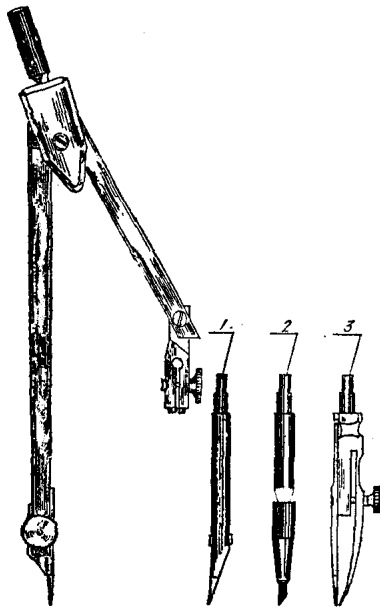


图1-17 圆规及附件
1-钢针插脚；2-铅笔插脚；3-墨水笔插脚

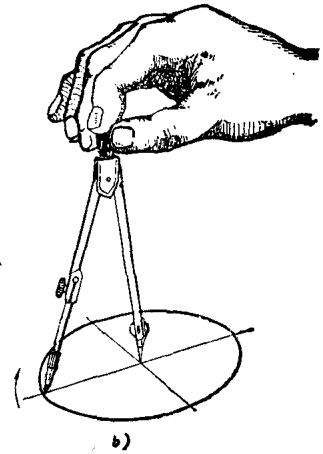
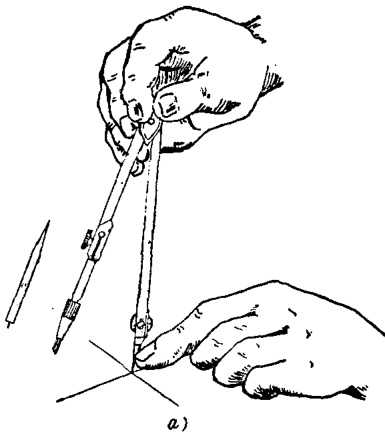


图1-18 圆规用法

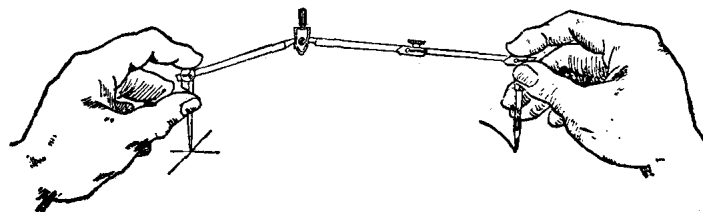


图1-19 接上延长杆画大圆

外，其硬度应比所画同种直线的铅笔软一号，以保证图线深浅一致。

八、点圆规

点圆规用来画直径小于 5 mm 小圆的工具。使用时以大拇指和中指提起套管，以食指按下针尖对正圆心，然后放下套管，使笔尖与纸面接触。再用大拇指及中指轻轻转动套管，即可画出小圆（图1-20）。画完后，要先提起套管才能拿走点圆规。

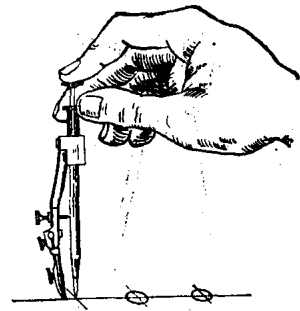


图1-20 点圆规用法

点圆规也是用低碳钢制成的，不用时应放松弹片，以保护弹性。

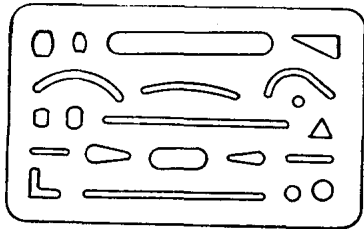


图1-21 擦线板

九、擦线板

擦线板是用来擦去画错的图线的工具，是用明胶片或金属片制成，其上有各种形状的小孔和小槽，如图1-21所示。使用时根据待擦线条的形状选用板上相应的小孔或小槽，对准后压紧擦去。

十、曲线板

曲线板是用来画非圆曲线的工具，其形式很多，曲率大小各不相同。曲线板板面应平滑、板内外边缘应光滑、曲率转变自然。

在使用曲线板之前，必须先定出曲线上的若干控制点。用铅笔徒手顺着各点轻轻地勾画出曲线，所画曲线的曲率转变应很顺畅。然后选择曲线板上曲率相应的部分，分几次画成。每次至少应有三点与曲线板相吻合，并应留出一小段，作为下次连接其相邻部分之用，以保持线段的顺滑（图1-22）。

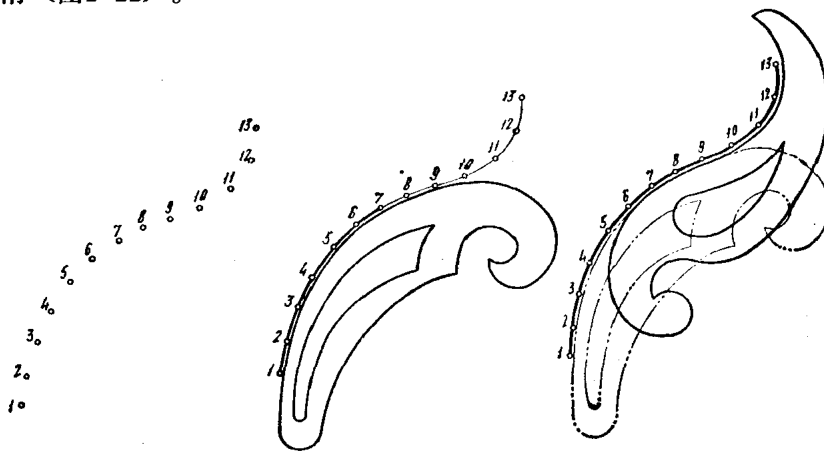


图1-22 曲线板用法

曲线板是用木料、塑料或有机玻璃制成，应防止翘曲。

十一、墨线笔

墨线笔是描图的工具。加墨时用墨水瓶上的吸管或小钢笔蘸取墨水，灌注两叶片中间

(图 1-23)。笔内一次含墨高度约 5 mm 为宜，过多或过少都会造成跑墨或画线时墨水中断。如叶片外侧沾有墨水，必须擦净，以免墨水沿尺边渗入尺底而搞脏图纸。加墨水应在图纸之外进行。

墨线笔上墨水后，根据所画线条粗细，调节叶片间的距离，并在相同的图纸上试画，直至调节到符合要求为止。

画图时，笔杆向右倾斜约 30° ，笔尖与尺应保持一定距离，两叶片要同时接触纸面（图 1-24）。笔杆切不可外倾或内倾，以免造成跑墨或墨线不平滑等现象（图 1-25）。画线速度

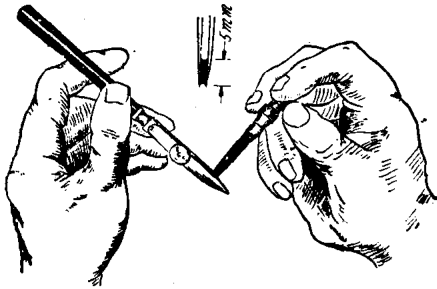


图1-23 墨线笔上墨水方法

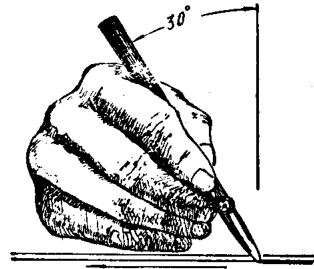


图1-24 持墨线笔的姿势

要均匀，用力不宜过大，中途不能停顿。

墨线笔使用完毕后，应即松开调节螺母，并将叶片上的墨水擦净。如笔尖磨损而不能画细线时，应在 800 粒白油石或 #500 金相砂纸上进行油磨。两叶片要磨齐，笔尖的曲率半径要求为 $0.5 \sim 0.7$ 毫米，磨法如图 1-26 所示。两叶片的厚薄要一致，磨法如图 1-27 所示。

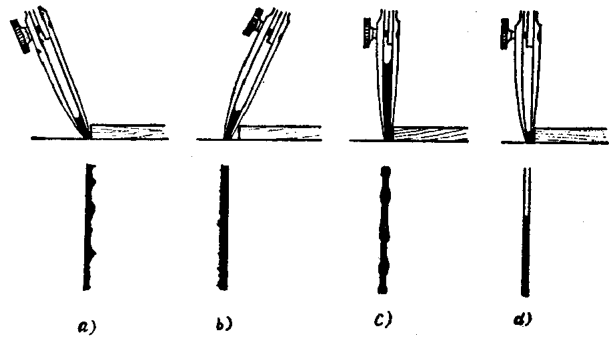


图1-25 笔咀位置的正误

a) 笔杆外倾；b) 笔杆内倾；c) 墨水过多；d) 墨水过少

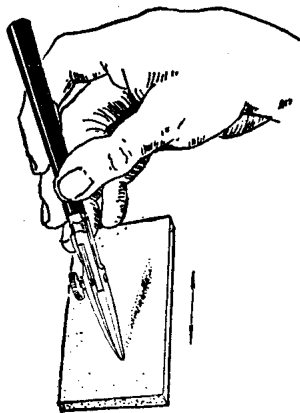


图1-26 油磨二片圆弧齐正

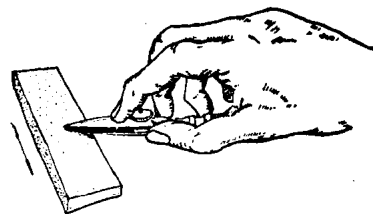


图1-27 油磨二片厚薄相等

除上述普通墨线笔外，还有专用墨线笔，如画不规则曲线用的等高线笔，画公路、铁路或运河的双线笔等。

十二、绘图墨水笔

绘图墨水笔又名针管笔，也是用以描图的工具。它的笔头是用无缝不锈钢针管制成，吸入墨水即可描图（图1-28）。笔尖粗细分为0.30、0.45、0.60、0.80、1.00、1.20毫米六种。画图时笔头可略倾斜 $10\sim 15^\circ$ ，但不能重压笔尖。墨水笔因能吸入墨水，故可提高绘图速度。为保证墨水流畅，必须使用碳素墨水。用毕应用吸水方法洗净针管。

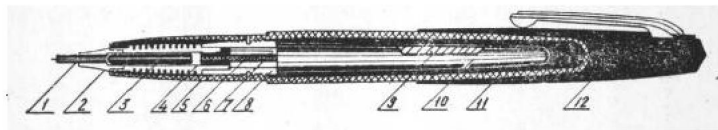


图1-28 绘图墨水笔构造图

1-笔头；2-笔项；3-引水通针；4-储水器；5-尖套；6-排气管；7-插座；8-接螺丝；9-笔胆；10-护胆管；11-笔杆；12-笔套

十三、小钢笔尖

小钢笔用以描图和写字，可描绘短直线、曲线和某些图例。小钢笔尖的形状如图1-29所示，笔尖的正面成尖椭圆形，侧面成“手指尖”状，用毕必须擦去笔上的墨迹。

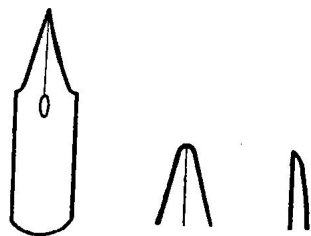


图1-29 小钢笔尖的正确形状

十四、绘图机

绘图机是一种综合的绘图设备，其用途除作图板之用外，还兼有丁字尺、三角板、比例尺和量角器的作用。绘图机的种类很多，图1-30是一种常见的绘图机，其上有两根互成直角的直尺，两直尺通常处于水平和铅垂位置，但也可根据需要进行调整为任意斜度。直尺上刻有不同的比例。绘图机使用方便，可提高绘图速度。

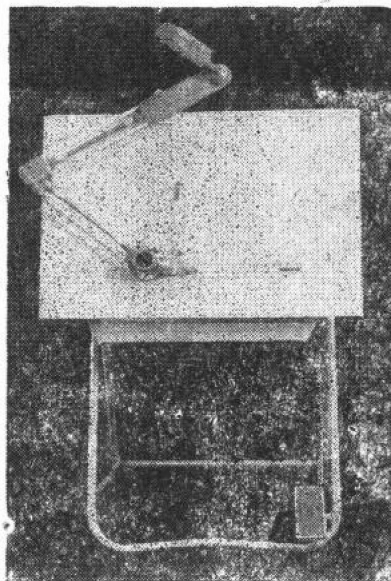


图1-30 绘图机

十五、复印机

复印机是一种复印设备,它能将图样清晰地复印在白纸上。复印机的复印方式有湿法和干法两种。湿法是用氧化锌纸直接复印,干法是用普通白纸转印和静电摄影制版胶印。图1-31是静电复印机,其基本原理是:在经过充电荷的涂硒感光板上拍摄目的物后,硒膜表面即产生静电潜象,由于带电荷的染色微粒使静电潜象进行吸附显影,然后将已显影的象用充电子介质的方法转印到普通白纸的表面,再经过加热定影,便能获得固定纸上的粉末图象。复印机的复印速度很快,一般是1~2分钟出一张图,最快的复印机三秒钟即可出一张图。有的复印机还可根据需要进行放大和缩小。由于复印机的应用,省去描图和晒图工序,这不仅节省了人力,而且大大加快了出图速度。

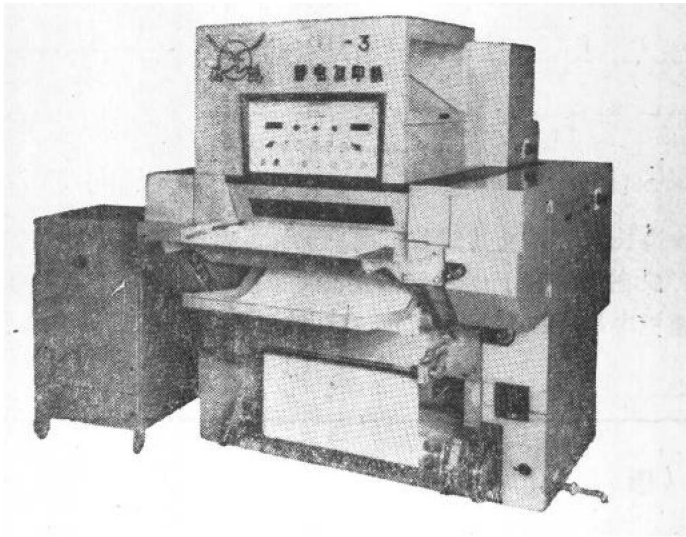


图1-31 静电复印机

§1-2 基本规格

要使工程图样图形准确,图面清晰,符合生产要求和便于技术交流,就要对制图的一些基本规格作统一的规定。在交通部门尚未作出统一标准以前,我们适当采用国家基本建设委员会于1973年颁布的《建筑制图标准》GBJ1-73(以后简称《国标》),对某些不适用于道路工程的标准,则采用目前道路工程中常用的方法。关于机械制图的基本规格应遵守中华人民共和国标准计量局1974年颁布的《国家标准,机械制图》GB126-74的规定,以下简称《国标》。

一、图幅

为合理使用图纸和便于装订管理,图幅大小均应按《国标》规定(表1-1)执行。在选用图幅时,应以一种规格为主,尽量避免大小幅面掺杂使用。

表中尺寸单位均为毫米。代号的含义见图1-32。从表1-1可以看出1号图幅是0号图幅的对裁,其余类推。

如上述图幅不够,需加长时,1~3号图幅可增加长度和宽度,0号图幅只能增加长度。

图 幅

表1-1

基本幅面代号	0	1	2	3	4
$b \times L$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
c	10			5	
a	25				

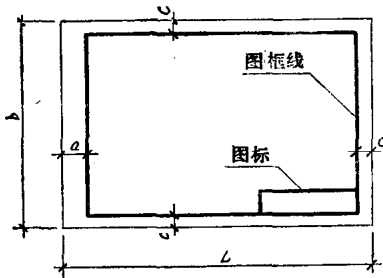


图1-32 基本图幅代号

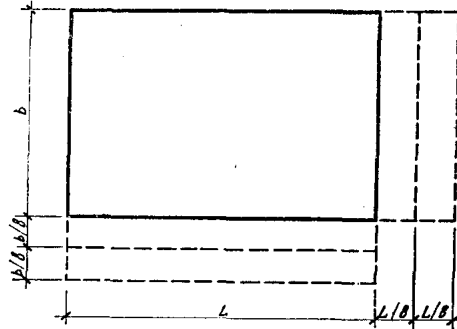


图1-33 图幅加长加宽

加长部分的尺寸应为边长的 $1/8$ 及其倍数 (图1-33)。4号图幅不得加长。

标题栏 (图标) 放在图纸右下角, 其格式根据需要自行决定。在校学习期间, 建议采用图1-34的格式。标题栏中尺寸以毫米为单位。字体大小规定如下: 图名10号字, 校名7号字, 其它为5号字。

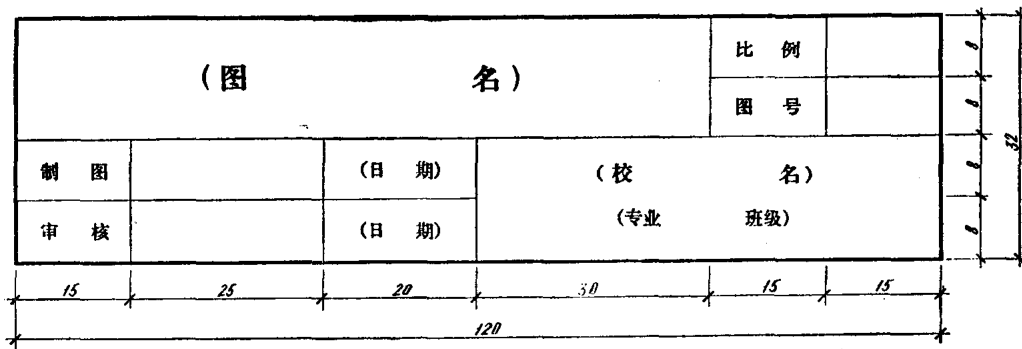


图1-34 标题栏格式和尺寸

二、比 例

比例必须采用阿拉伯数字表示, 例如 $1:1$ 、 $1:2$ 、 $1:50$ 、 $1:100$ 等。

如整张图纸采用同一比例, 则在标题栏内或附注中注出。如各图比例不同, 则应分别标注在各图名的右侧。图名一般放在图形下面, 并在图名下画一粗实线, 例如:

平面图 $1:100$

三、字 体

文字是工程图的重要组成部分。如字体潦草, 各写一套, 容易造成工程事故, 同时也影响图面整洁美观。因此要求图纸上的字体必须书写端正、排列整齐、笔划清晰。