

高 等 学 校 教 材

道路工程制图

(道路与桥隧专业用)

第 二 版

同济大学 湖南大学 重庆交通学院 编
南京工学院 河北工学院
西安公路学院 审

人 民 交 通 出 版 社

高等学校教材

道路工程制图

(道路与桥隧专业用)

第二版

同济大学 湖南大学 重庆交通学院
南京工学院 河北工学院
西安公路学院 审 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,还编写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。

全书分为十九章。第一章为制图基础,第二至十二章和十六章为投影理论,第十三至十五章和十七、十八章为专业制图,第十九章为数控绘图。为了与本教材配合使用,还编写了《道路工程制图习题集》(第二版),另册出版。

本书为高等院校公路工程、桥梁与隧道专业的教材,并可供有关中等专业学校教学及技术人员在生产实践中参考。

高等学校教材

道路工程制图

(道路与桥隧专业用)

第 二 版

同济大学 湖南大学 重庆交通学院 编

南京工学院 河北工学院

西安公路学院 审

人民交通出版社出版

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 1/32 印张: 22.75 字数: 466千

1979年 8月 第1版

1983年 6月 第2版 第3次印刷

印数: 25,201—46,200册 定价: 2.35元

前 言

本书是在同济大学等五院校编写的“道路工程制图”(试用教材)基础上并吸取三年来各兄弟院校的教学经验进行修订的。本书除了加强投影理论和系统性、增加了一些必修的内容外,还精简了某些烦琐的内容,并将内容庞杂的原第三章(立体上的点、直线和平面的投影)分写成三章(即第三章点和直线,第四章平面,第五章直线与平面、平面与平面),原第五章立体的投影分写成二章(即第八章立体的投影和第九章组合体投影及尺寸注法),较原书增加了三章,改写成十九章。

为了与本教材配合教学,由西安公路学院主持编写的《道路工程制图习题集》(第二版)另册出版。

参加本教材修订编写的有:同济大学(主编单位)郑国权(第9、10、14、15章)、陈玉华(第8章)、徐志宏(第17、18章),湖南大学朱志仁(第1、19章)、谢美森(第2、3、4、5、7章),重庆交通学院洪仁翥(第13章)、王宗正(第11、12章)、刘荣斗(第6章),南京工学院陶诗诏和河北工学院张兆铨合编第16章。

本教材由西安公路学院蒋敦教主审。参加本教材审稿的还有:西安公路学院何彦博,南京工学院林镜洪,东北林学院李若兰,北京建筑工程学院左广加,福州大学郭汉伟,长沙交通学院王玛琍等。

在编写修订过程中,承有关设计院、科研所、工厂和兄弟院校大力支持并提供资料,谨此表示感谢。

本教材虽然作了修订,但由于我们水平所限,还一定存在不少缺点和错误,恳请读者批评指正。

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	26
第二章 投影的基本知识	29
§2-1 投影概念	29
§2-2 平行投影特性	31
§2-3 工程上常用的几种图示法	32
§2-4 物体的三面投影	33
第三章 点和直线	37
§3-1 点的投影	37
§3-2 直线的投影	43
§3-3 两直线的相对位置	49
第四章 平面	53
§4-1 平面的表示法	53
§4-2 各种位置平面投影特性	54
§4-3 平面上的点和直线	57
第五章 直线与平面、平面与平面	63
§5-1 直线与平面、平面与平面平行	63
§5-2 直线与平面、平面与平面相交	64
§5-3 直线与平面、平面与平面垂直	68
§5-4 空间几何元素的综合分析	71
第六章 投影变换	73
§6-1 投影变换的目的	73
§6-2 变换投影面法	73
§6-3 旋转法	81
第七章 曲线与曲面	86
§7-1 曲线概述	86
§7-2 曲面概述	88
§7-3 回转曲面	89
§7-4 几种常用的非回转曲面	94
§7-5 圆柱螺旋面	98
第八章 立体的投影	101

§8-1	平面立体的投影	101
§8-2	平面与平面立体相交	102
§8-3	平面与曲面立体相交	106
§8-4	直线与立体相交	112
§8-5	平面立体与平面立体相交	113
§8-6	平面立体与曲面立体相交	116
§8-7	曲面立体与曲面立体相交	119
第九章	组合体投影及尺寸注法	124
§9-1	基本几何体及尺寸标注	124
§9-2	组合体的投影及尺寸标注	125
§9-3	六面视图和斜视图	128
§9-4	投影图的选择	129
§9-5	读图与画图	131
§9-6	物体在第三角中的投影	137
第十章	剖面图和断面图	139
§10-1	剖面图	140
§10-2	断面图	144
§10-3	画剖、断面图的要点和举例	145
§10-4	各种构件的断裂线画法	148
§10-5	剖面、断面图的规定画法	149
第十一章	轴测投影图	151
§11-1	轴测投影的基本知识	151
§11-2	正轴测投影图	153
§11-3	斜轴测投影图	156
§11-4	圆的轴测投影	157
§11-5	轴测图的画法举例	159
§11-6	轴测图的剖切	161
§11-7	轴测草图	163
§11-8	轴测图的选择	165
第十二章	标高投影	167
§12-1	点和直线的标高投影	167
§12-2	平面的标高投影	170
§12-3	曲面的标高投影	174
§12-4	平面、曲面与地面的交线	177
第十三章	路线工程图	181
§13-1	路线平面图	181
§13-2	路线纵断面图	184
§13-3	公路路基横断面图	187
§13-4	立体交叉工程图	189
第十四章	桥隧工程图	197

§14-1	钢筋结构图	197
§14-2	钢筋混凝土梁桥工程图	202
§14-3	双曲拱桥	214
§14-4	钢结构图	215
§14-5	桥梁图读图和画图步骤	219
§14-6	隧道工程图	224
第十五章	涵洞工程图	229
§15-1	涵洞的分类	229
§15-2	涵洞工程图的表示法	230
第十六章	透视投影	236
§16-1	透视投影的概述	236
§16-2	点、直线和平面的透视	238
§16-3	圆和曲线的透视	246
§16-4	透视图的常用方法	252
§16-5	视点与画面位置的选择	259
§16-6	透视在道路工程上的应用	264
§16-7	配景画法	268
第十七章	房屋建筑图	277
§17-1	房屋的基本图示方法	277
§17-2	道班房定型设计图	285
§17-3	某教学楼建筑施工图	287
第十八章	机械图	300
§18-1	零件图	300
§18-2	螺纹、螺纹连接及齿轮	318
§18-3	装配图	329
第十九章	数控绘图	342
§19-1	数控绘图的发展和应用	342
§19-2	数控绘图机的构造及工作原理	343
§19-3	绘图程序编制	350
§19-4	计算机辅助设计	353

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。

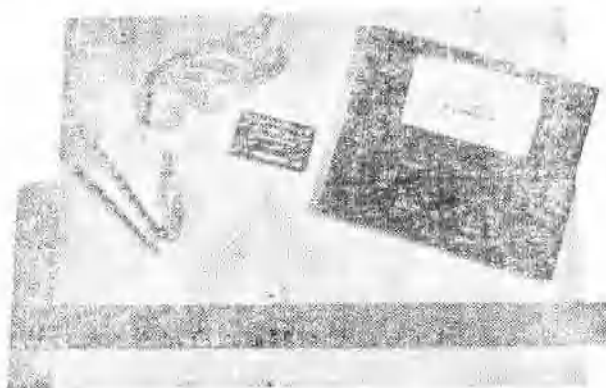


图1-1 常用的制图工具

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,并随时注意避免碰撞或刻损板面和硬木边。

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表示软硬适中,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。

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)。

手握铅笔要稳,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。

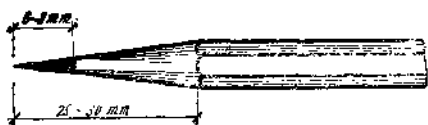


图1-2 铅笔

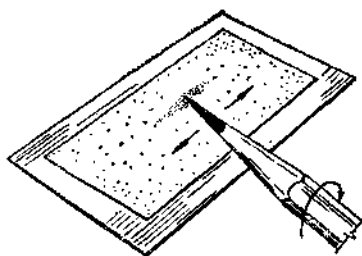


图1-3 磨铅芯

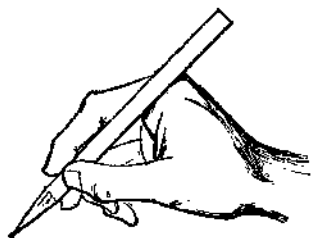


图1-4 握铅笔方法

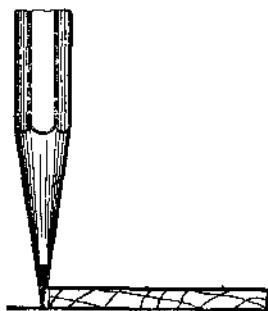


图1-5 铅笔与尺身的相对位置

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是画水平线的手势。

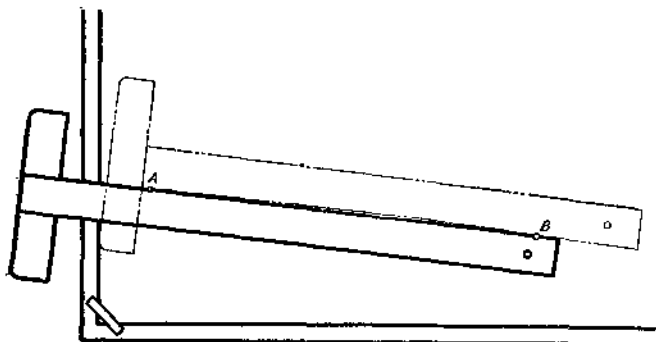


图1-7 检查尺身工作边

不许用丁字尺的下边画线，也不许把尺头靠在图板的上边、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。

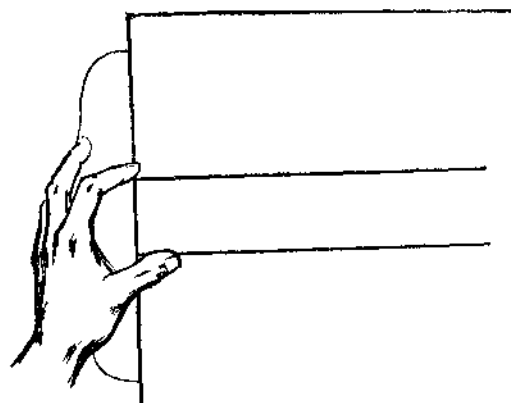


图1-8 丁字尺移动的手势

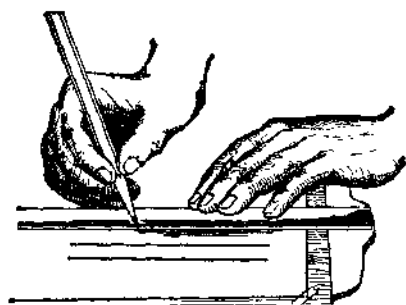


图1-9 用丁字尺画水平线

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。三角板由 30° 、 60° 和 45° 两块组成一付，它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）。

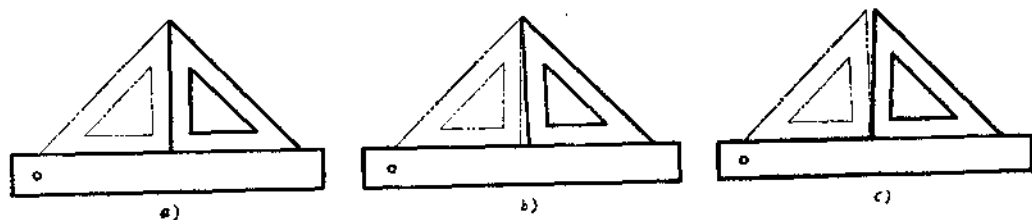


图1-10 检查三角板
a) 90° 角准确；b) 角大于 90° ；c) 角小于 90°

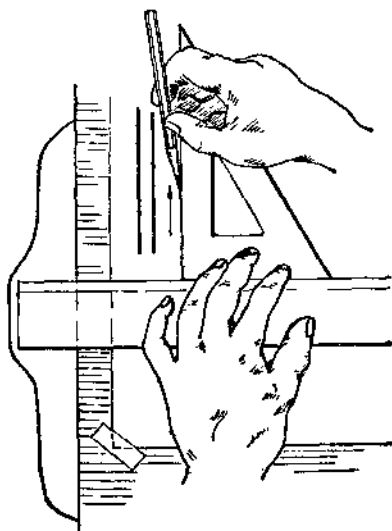
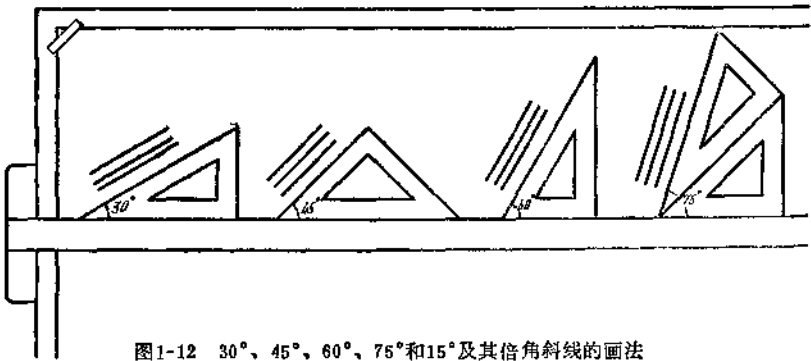


图1-11 用三角板画铅垂线

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°及其倍角斜线（图1-12）。



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，它的作用在于能直接将物体的实际长度按一定比例缩小或放大画在图纸上。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

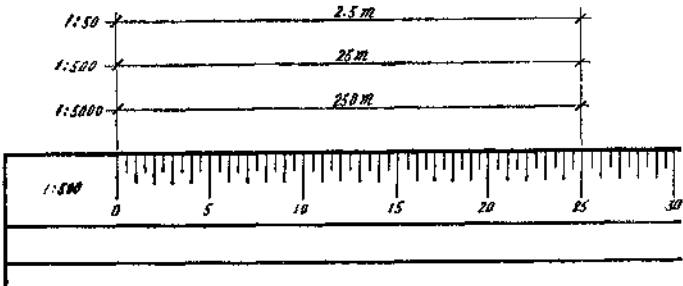


图1-14 比例尺用法

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。

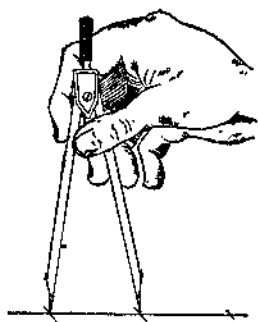


图1-15 分规用法(一)

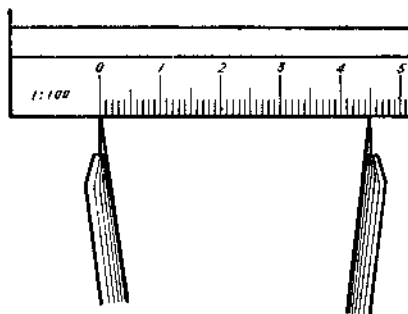


图1-16 分规用法(二)

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。

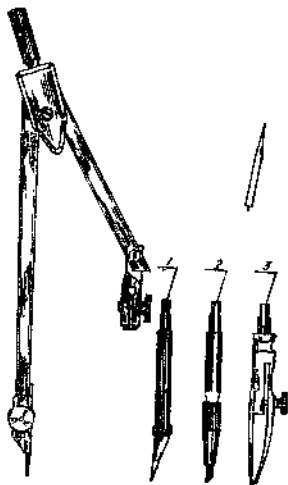


图1-17 圆规及附件
1-钢针插脚；2-铅笔插脚；3-墨水笔插脚

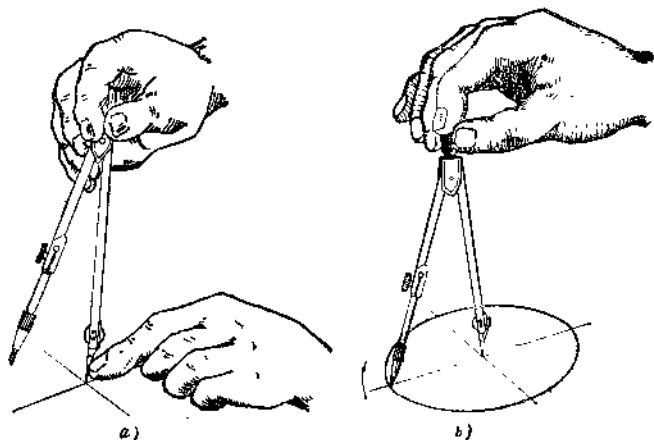


图1-18 圆规用法

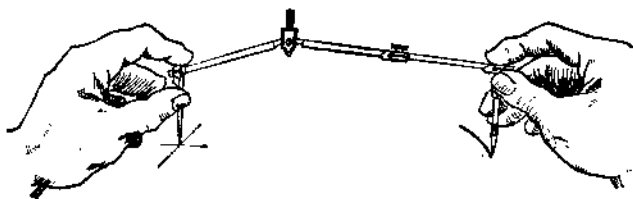


图1-19 接上延长杆画大圆

八、点圆规

点圆规用来画直径小于5mm小圆的工具。使用时以大拇指和中指提起套管，用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。

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。

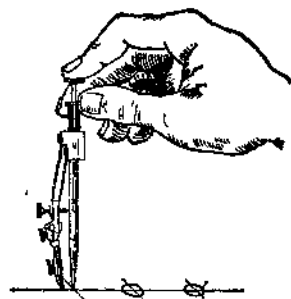


图1-20 点圆规用法

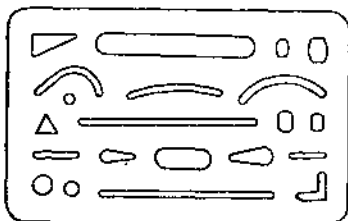


图1-21 擦线板

九、擦线板

擦线板是用来擦去画错的图线的工具，是用透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，然后对准待擦线条，将擦线板压紧，再用橡皮将线条擦掉。

十、曲线板

曲线板是用来画非圆曲线的工具，其式样很多，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）。

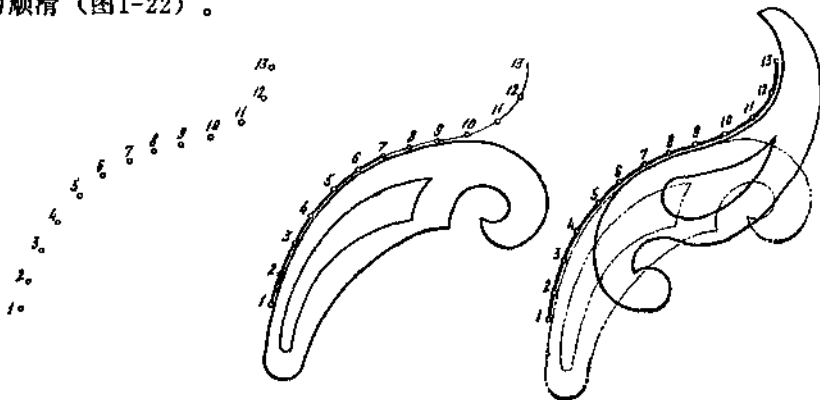


图1-22 曲线板用法

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5mm为宜。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)。画线速度要均匀,用力不宜过大,中途不能停顿。

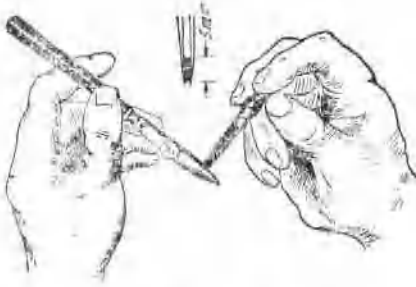


图1-23 墨线笔上墨水方法

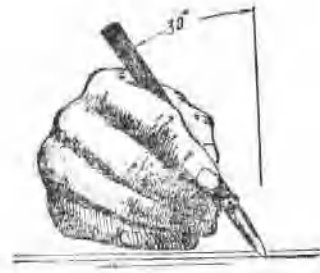


图1-24 持墨线笔的手势

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,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。

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。

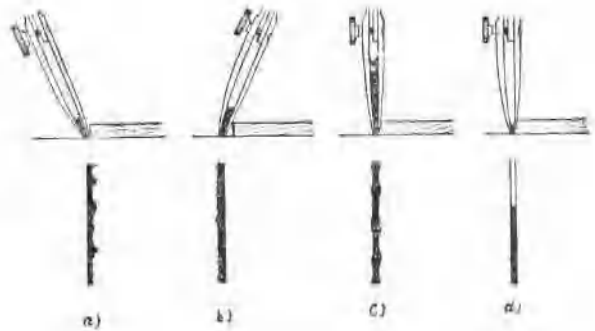


图1-25 笔咀位置的正误

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

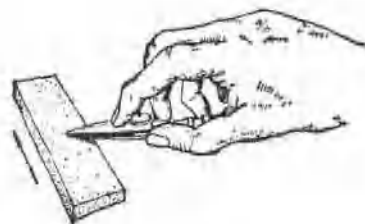


图1-27 油磨二片厚薄相等

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）。笔尖粗细共分十二种，从0.1到1.2毫米，间隔为0.1毫米。

画图时笔头可略倾斜 $10\sim15^\circ$ ，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-笔颈；3-引水通针；4-储水器；5-尖套；6-排气管；7-插座；8-按螺丝；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。

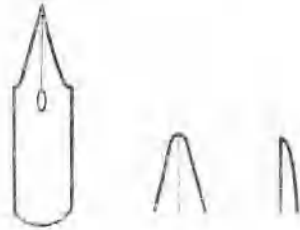


图1-29 小钢笔尖的正确形状

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。

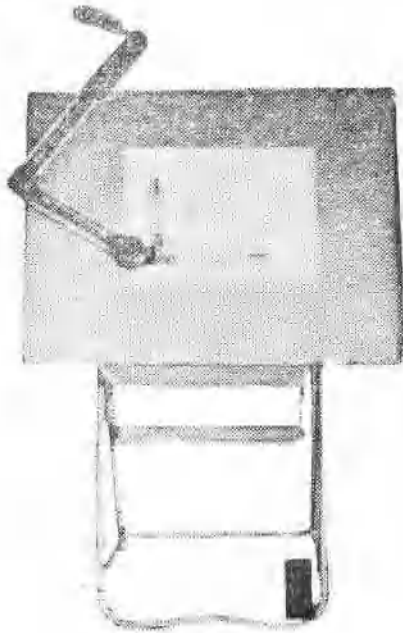


图1-30 绘图机

十五、复 印 机

复印机是一种复印设备，它能把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：在经过充电荷的涂晒感光板上拍摄目的物后，晒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于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。

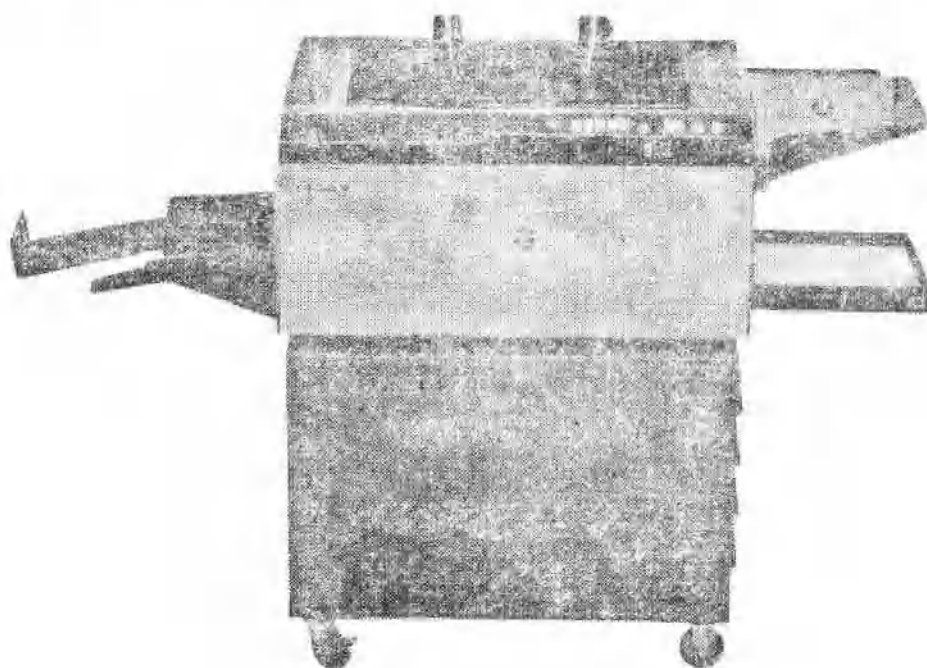


图1-31 静电复印机

§ 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颁布的《建筑制图标准》（以下简称《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则应遵守中华人民共和国标准计量局颁布的《国家标准，机械制图》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。代号的意义见图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。

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				

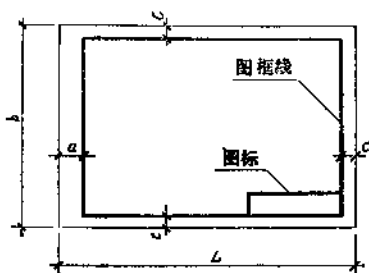


图1-32 基本图幅代号

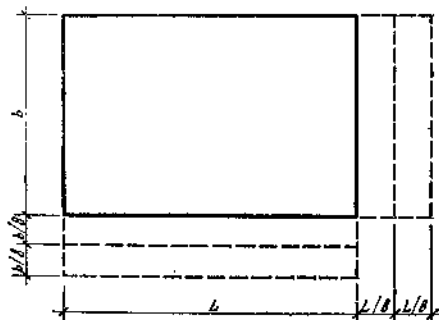


图1-33 图幅加长加宽

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。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。

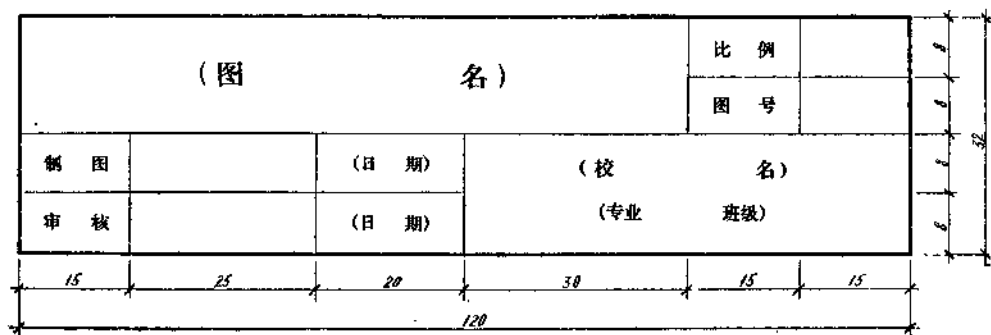


图1-34 标题栏格式和尺寸

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。

加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