

高等学校教材

道路 工程制图

(公路与城市道路工程、桥梁工程专业用)

第三版

郑国权 主编



人民交通出版社

高等学校教材

DAOLU GONGCHENG ZHITU

道路工程制图

(公路与城市道路工程、桥梁工程专业用)

第三版

郑国权

人民交通出版社

(京)新登字091号

高等学校教材
道路工程制图
(公路与城市道路工程、桥梁工程专业用)
第三版
郑国权 主编

插图设计: 裘琳、王惠茹 正文设计: 周圆 责任校对: 杨杰

人民交通出版社出版
(100013 北京和平里东街10号)

新华书店北京发行所发行
各地新华书店经销
人民交通出版社印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 23.5 字数: 561千

1979年8月 第1版

1991年12月 第8版 第7次印刷

印数: 105,801—131350册 定价: 6.10元

ISBN7-114-01164-4

U·00765

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，具有较强的专业特色，同时还编写了城市道路、道路的立体交叉和透视投影在高速公路上的应用等。

全书共分为二十章。第一章为制图基础，第二至第十三章和第十七章为投影理论，第十四章至第十六章和第十八、十九章为专业制图，第二十章为数控绘图。为了与本教材配合使用，还编写了《道路工程制图习题集》（第三版），另册出版。

本书为高等院校公路与城市道路工程、桥梁工程专业的教材，也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。

前 言

1979年8月由同济大学主编,湖南大学、重庆建筑工程学院、南京工学院和河北工学院共同执笔,由西安公路学院主审,编成《道路工程制图》(试用教材)第一版。

1983年6月在第一版教材的基础上,又汲取各兄弟院校数年来的教学经验,仍由上述院校执笔编写成《道路工程制图》(高等学校教材)(第二版)。

本教材是在《道路工程制图》第二版的基础上,汲取各兄弟院校六年来的教学经验并参照新修订的国家标准《房屋建筑制图统一标准》GBJ1—86、《总图制图标准》GBJ103—87、《建筑制图标准》GBJ104—87、《机械制图标准》(1984—07—11发布)和《道路工程制图国家标准》(GBJ—90)进行修订。

本教材除了加强投影理论和系统性外,还丰富了一些必修内容,注意理论与实际结合,精简了某些烦琐内容。把原第八章立体的投影分写成两章(即第八章立体的投影及直线、平面与立体相交和第九章两立体相交);原第九章组合体的投影及尺寸注法改为第十章并加强了组合体的形体分析和尺寸注法分析;原第十一章轴测投影改为第十二章,内容作了较大的变动;原第十三章路线工作图改成第十四章,并增加了城市道路内容,原第十四章桥隧工程图改为第十五章;把双曲拱桥改为斜拉桥内容;原第十六章透视投影改为第十七章,保留原来的配景内容并按画法几何系统重新编写;原第十七章房屋建筑图改为第十八章,按新的房屋建筑制图国家标准作了修改;原第十八章机械制图改为第十九章,按新的机械制图国家标准修改;原第十九章数控绘图改为第二十章,改用BASIC算法语言、IBM微机编程。

为了紧密配合本教材教学,由同济大学徐志宏主编、东南大学陶诗诏主审的《道路工程制图习题集》(第三版)另册出版。

本教材由同济大学郑国权主编、西安公路学院蒋敦教主审,参加本教材修订编写人按章次顺序有:

湖南大学 朱志仁(第一、二十章)、谢美森(第二、三、四、五、七章)

北京建筑工程学院 潘海东(第六章)

西安公路学院 何彦博(第八章)

广东工学院 王玛珊(第九、十四章)

同济大学 郑国权(第十、十一、十五、十六章)

福州大学 林国华(第十二章)

同济大学 徐志宏(第十三章、十八章)

东南大学 陶诗诏(第十七章)

东北林业大学 李若兰与同济大学徐志宏合编第十九章。

参加本教材绘图工作的有王秀贞、何卫、沈云跃、黄勤、孙岩等。

在编写过程中,承有关设计单位、科研所及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。

编者 1990.9

目 录

第一章	制图基础	1
§1-1	制图工具及其使用方法.....	1
§1-2	基本规格.....	9
§1-3	几何作图.....	23
§1-4	制图的步骤与方法.....	30
第二章	投影的基本知识	32
§2-1	投影概念.....	32
§2-2	平行投影特性.....	35
§2-3	物体的三面投影图.....	36
第三章	点和直线	40
§3-1	点的投影.....	40
§3-2	直线的投影.....	45
§3-3	两直线的相对位置.....	51
第四章	平面	55
§4-1	平面的表示法.....	55
§4-2	各种位置平面投影特性.....	56
§4-3	平面上的点和直线.....	59
第五章	直线与平面、平面与平面	65
§5-1	直线与平面、平面与平面平行.....	65
§5-2	直线与平面、平面与平面相交.....	66
§5-3	直线与平面、平面与平面垂直.....	71
§5-4	空间几何元素的综合分析.....	73
第六章	投影变换	77
§6-1	投影变换的目的.....	77
§6-2	变换投影面法.....	77
§6-3	旋转法.....	86
第七章	曲线与曲面	92
§7-1	曲线概述.....	92
§7-2	曲面概述.....	94
§7-3	回转曲面.....	95
§7-4	几种常见的非回转曲面.....	99
§7-5	圆柱螺旋面.....	104
第八章	立体的投影及直线、平面与立体相交	107
§8-1	平面立体的投影.....	107

§8-2	平面与平面立体相交	109
§8-3	平面与曲面立体相交	112
§8-4	直线与立体相交	117
第九章	两立体相交	121
§9-1	两平面立体相交	122
§9-2	平面立体与曲面立体相交	126
§9-3	两曲面立体相交	129
第十章	组合体的投影及尺寸注法	136
§10-1	基本几何体及尺寸标注	136
§10-2	组合体的投影	138
§10-3	六面视图和辅助视图	140
§10-4	投影图的选择	141
§10-5	组合体的尺寸注法	143
§10-6	读图	146
§10-7	物体在第三角中的投影	154
第十一章	剖面图和断面图	155
§11-1	剖面图	156
§11-2	断面图	160
§11-3	画剖、断面图的要点和举例	162
§11-4	各种构件的断裂线画法	165
§11-5	剖面、断面图的规定画法	165
第十二章	轴测投影	168
§12-1	轴测投影的基本知识	168
§12-2	正轴测投影	171
§12-3	斜轴测投影	173
§12-4	圆和曲线的轴测投影	174
§12-5	轴测图的画法举例	178
§12-6	轴测图的剖切	181
§12-7	轴测投影的选择	183
§12-8	轴测草图	184
第十三章	标高投影	187
§13-1	点和直线的标高投影	187
§13-2	平面的标高投影	189
§13-3	曲面的标高投影	194
§13-4	平面、曲面与地形面的交线	197
第十四章	道路路线工程图	204
§14-1	公路路线工程图	204
§14-2	城市道路路线工程图	209
§14-3	道路交叉口	214
第十五章	桥隧工程图	223

§15-1	钢筋结构图	223
§15-2	钢筋混凝土梁桥工程图	228
§15-3	斜拉桥	241
§15-4	钢结构图	243
§15-5	桥梁图读图和画图步骤	247
§15-6	隧道工程图	251
第十六章	涵洞工程图	256
§16-1	涵洞的分类	256
§16-2	涵洞工程图的表示法	257
第十七章	透视投影	262
§17-1	透视投影概述	262
§17-2	透视投影的特性	264
§17-3	点、直线、平面的透视作图	266
§17-4	圆周和曲线的透视	272
§17-5	立体的透视图	276
§17-6	透视图的常用方法	281
§17-7	视点和画面位置的选择	285
§17-8	配景画法	287
§17-9	透视在道路工程上的应用	295
第十八章	房屋建筑图	301
§18-1	房屋的基本图示方法	301
§18-2	道班房定型设计图	309
§18-3	某教学楼建筑施工图	312
第十九章	机械图	324
§19-1	零件图	325
§19-2	连接件和常用件	340
§19-3	装配图	349
第二十章	数控绘图	358
§20-1	数控绘图的发展和应用	358
§20-2	数控绘图系统简介	359
§20-3	绘图程序设计	361
§20-4	计算机辅助设计	364

第一章 制图基础

本章介绍制图工具及其使用方法、制图基本规格、几何作图、制图的步骤与方法等内容。

§1-1 制图工具及其使用方法

绘制工程图是通过制图工具来进行的。要使工程图质量好、绘制速度快，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。

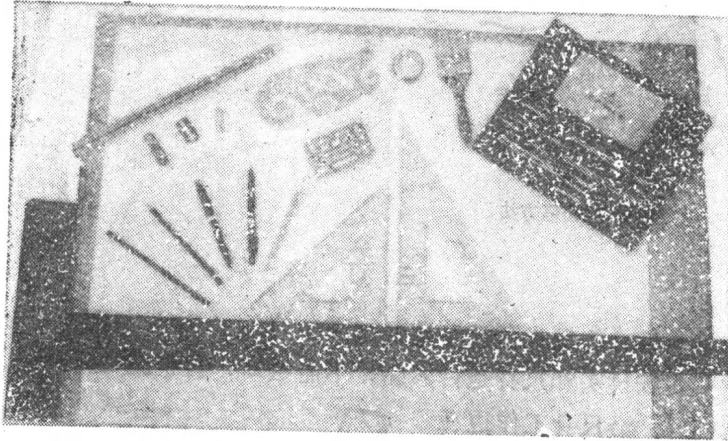


图1-1 常用的制图工具

一、图 板

图板通常用胶合板制成。为防止翘曲，四周镶以硬木边条。图板板面应质地松软、光滑平整、有弹性，图板两端要平整，角边应垂直。图板的大小有 0 号、1 号、2 号等各种不同规格，可根据所画图幅的大小而选定。

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（长边在下面），并随时注意避免碰撞或刻损板面和硬木边条。

二、铅 笔

绘图使用的铅笔的铅芯硬度用 B 和 H 标明，B 表示软而浓，H 表示硬而淡，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（图1-3），以保证所画图线粗细均匀。

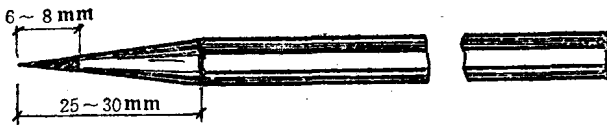


图1-2 绘图铅笔

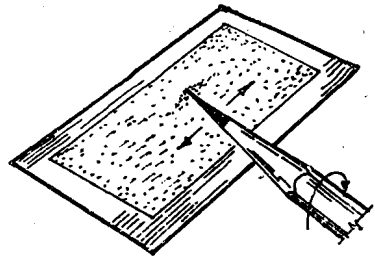


图1-3 磨铅芯

使用铅笔绘图时，握笔要稳，运笔要自如，用力要均匀，握笔的姿势如图1-4所示。同时要使铅笔尖与尺身工作边之间保持一定的空隙（图1-5），以保证线条位置的准确。画长线条时可适当转动铅笔，使图线粗细均匀。

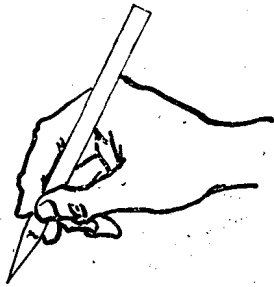


图1-4 握铅笔方法

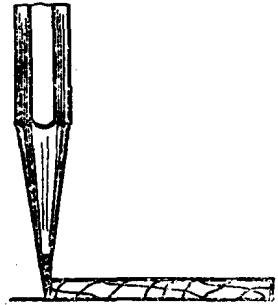


图1-5 铅笔与尺身的相对位置

三、丁字尺

丁字尺由相互垂直的尺头和尺身构成（图1-6）。丁字尺与图板配合主要是用来画水平线，使用时应先检查尺头和尺身是否紧固，不能松动，再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，然后将丁字尺移动，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。否则，工作边不平直。

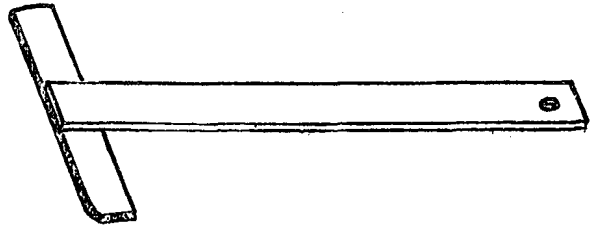


图1-6 丁字尺

用丁字尺画水平线时，铅笔应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。丁字尺每次移动位置都要注意尺头是否紧靠图板，画线时应防止尺身移动。图1-8为移动丁字尺的手势；图1-9是画水平线的手势。

不许用丁字尺的下边画线，也不许把尺头靠在图板的上边、下边或右

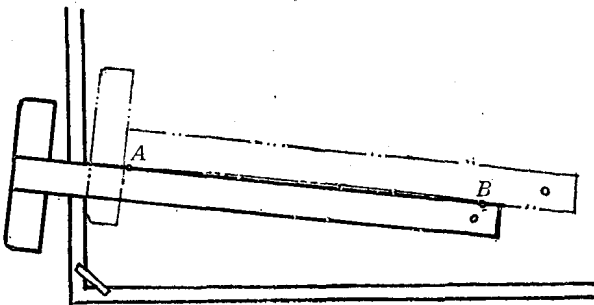


图1-7 检查尺身工作边

边来画铅垂线或水平线，以保证图线的准确。

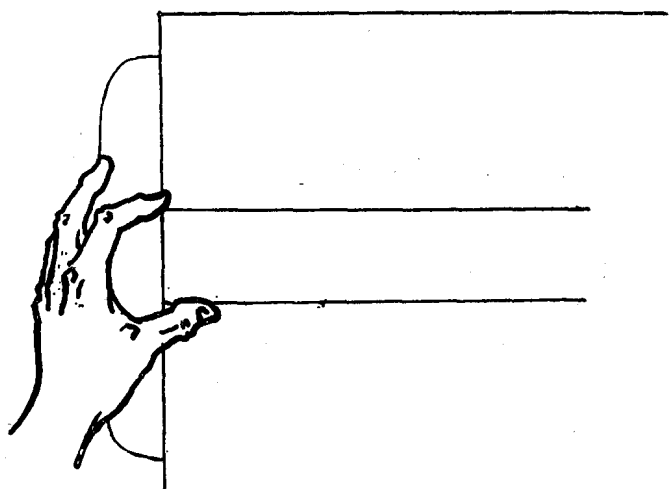


图1-8 丁字尺移动的手势

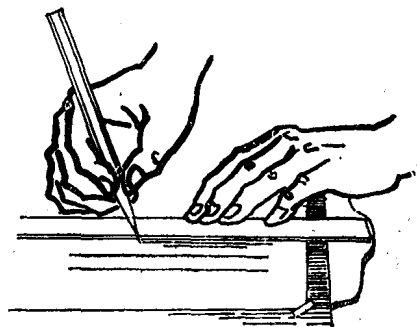


图1-9 用丁字尺画水平线

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。

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。一付三角板由 $30^\circ \times 60^\circ \times 90^\circ$ 和 $45^\circ \times 45^\circ \times 90^\circ$ 两块组成。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，先将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）。

使用三角板画铅垂线时，应使尺头紧靠图板左边硬木边条，三角板的一直角边靠紧在丁字尺的工作边上，再用左手轻轻按住丁字尺和三角板，右手持铅笔，自下而上画出铅垂线，如图1-11所示。

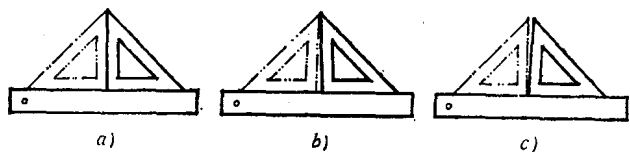


图1-10 检查三角板

a) 90° 角准确；b) 角大于 90° ；c) 角小于 90°

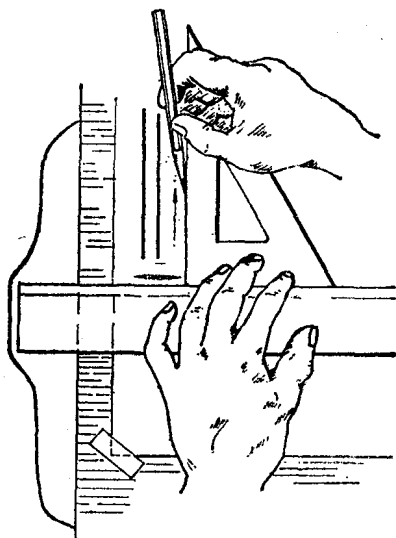


图1-11 用三角板画铅垂线

用一付三角板和丁字尺配合，可画出与水平线成 15° 及其倍数角(30° 、 45° 、 60° 、 75°)

的斜线，如图1-12所示。

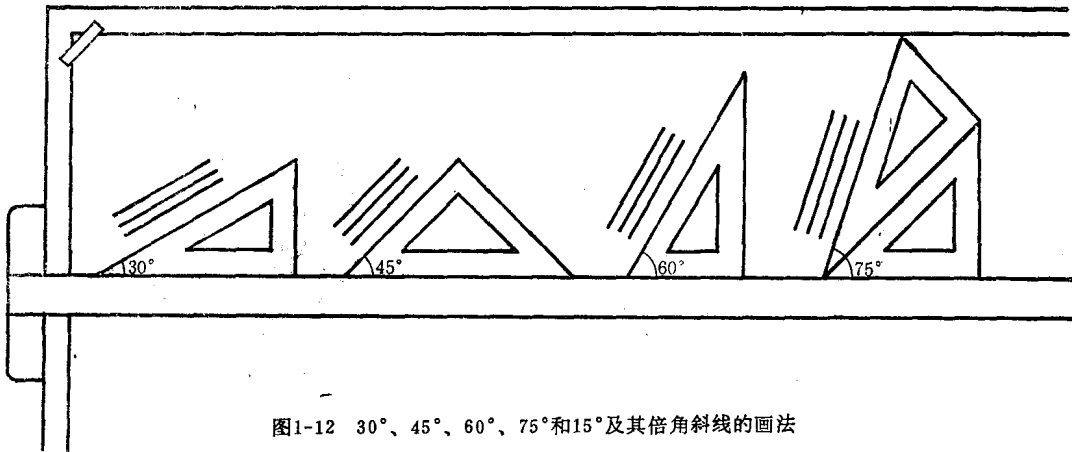


图1-12 30°、45°、60°、75°和15°及其倍角斜线的画法

三角板一般用有机玻璃制成，需防止曝晒和碰坏。

五、比例尺

建筑物形体的实际大小，比图纸上所画的建筑物图形要大得多。在图样中图形与实物相应的线性尺寸之比，称为比例。刻有不同比例的直尺称为比例尺。绘图时不必通过计算，可直接将物体的实际长度，按所选用的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所示三棱尺，它在三个棱面上刻有六种比例，其比例有百分比例尺和千分比例尺两种。百分比例尺如1:100、1:200、1:300、1:400、1:500、1:600；千分比例尺如1:1000、1:1250、1:1500、1:2000、1:2500、1:5000。比例尺上刻度所注数字的单位为米(m)。例如1:100，即图上1单位代表实际长度100单位。至于1:10、1:20、…和1:1000、1:2000、…等虽然在百分比例尺上没有这种比例，但仍可将1:100、1:200变通运用，如图1-14所示。



图1-13 比例尺

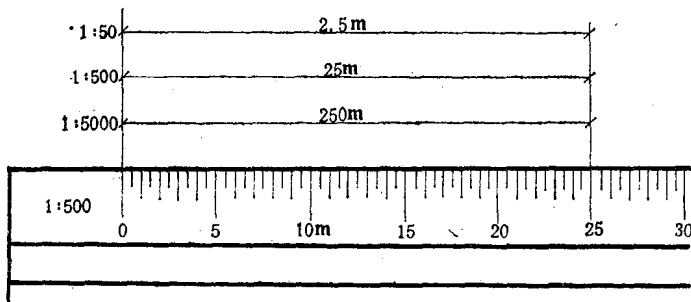


图1-14 比例尺用法

值得注意的是图形上所注的尺寸是指物体实际的大小，它与图形的比例无关。比例尺一般用木料或塑料制成，因此不能将比例尺作直尺使用，也不能将棱线碰触而损坏尺面上的刻度。

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。

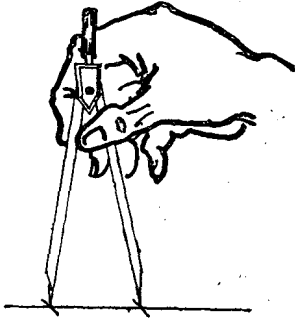


图1-15 分规用法 (一)

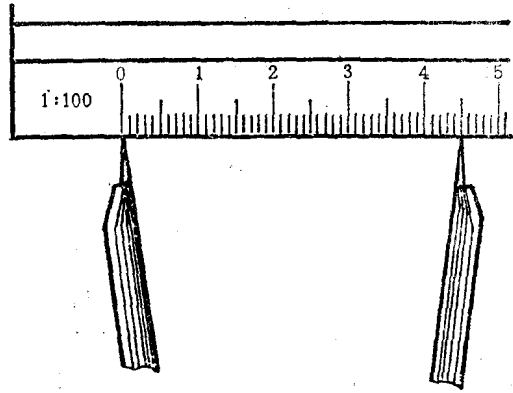


图1-16 分规用法 (二)

分规是用低碳钢制成，使用时应保持清洁，防止碰坏，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)。

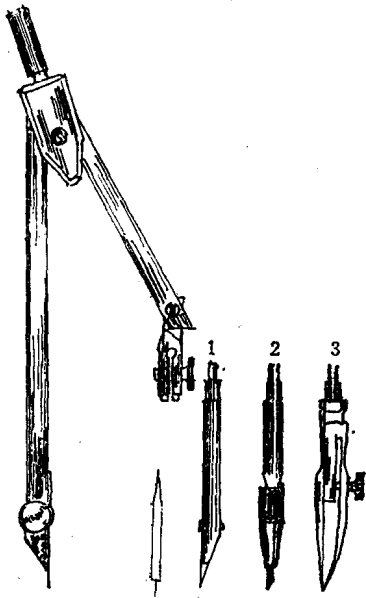


图1-17 圆规及附件

1-钢针插脚；2-铅笔插脚；3-墨水笔插脚

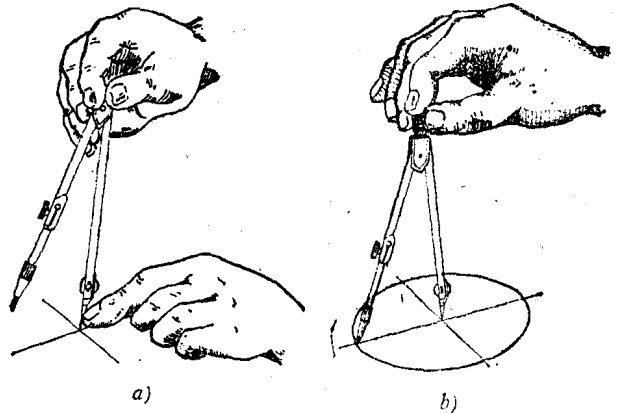


图1-18 圆规用法

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。

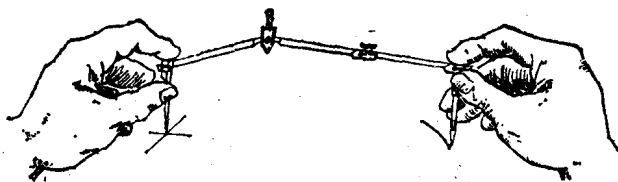


图1-19 接上延长杆画大圆

八、点圆规

点圆规是用来画直径小于5 mm小圆的工具。使用时以大拇指和中指提起套管，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。

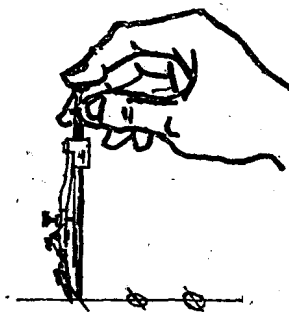


图1-20 点圆规用法

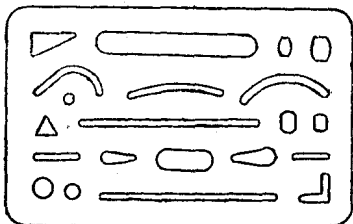


图1-21 擦线板

九、擦线板

擦线板是用来擦去画错图线的工具，是用透明胶片或金属片制成，如图1-21所示。

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)。

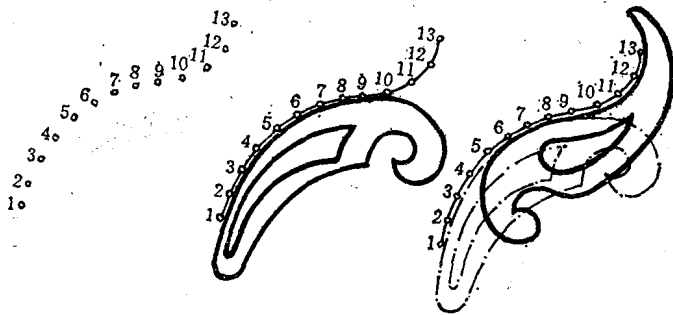


图1-22 曲线板用法

曲线板是用塑料或有机玻璃制成，应防止翘曲。

十一、弧长仪

弧长仪是一种直接度量圆弧长度的工具，在制图中可用于圆弧的几何变换，等分圆周，

截取定量弧长等。弧长仪是用透明胶片制成，上面由刻度曲线、圆心线、读数组成，见图1-23所示。

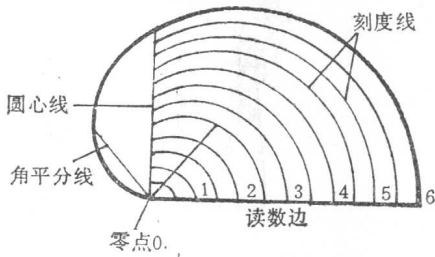


图1-23 弧长仪

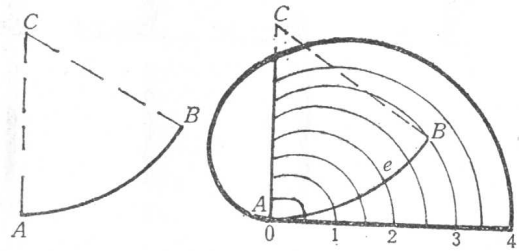


图1-24 量弧长

使用时，置弧长仪的零点于被测圆弧的一个端点上，使弧长仪的圆心线经过被测圆弧的圆心，则与被测圆弧另一个端点相交的刻度线的读数，即为该圆弧的长度，如图1-24所示，测得 \widehat{AB} 的长度为3.0。用弧长仪截取长度为 L 的一段圆弧，只要在圆弧与读数为 L 的刻度线的交点处作上标记，则可得到如图1-24所示， \widehat{Ae} 为 \widehat{AB} 上的一段长度为2.0的圆弧， \widehat{eB} 为 \widehat{AB} 上的一段长度为1.0的圆弧。用弧长仪还可直观地进行圆周的任意分割。如图1-25所示，将圆周分成七等分。弧长仪的刻度线能将圆周分割成若干长度相等的弧段。

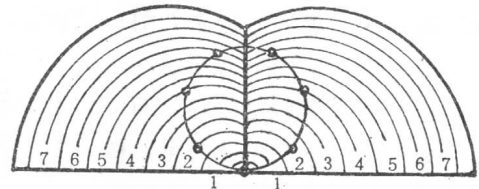


图1-25 圆周的分割

十二、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，灌注在两叶片中间（图1-26）。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1-27）。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1-28）。画线速度要均匀，用力不宜过大，但要平稳，中途不能停顿。

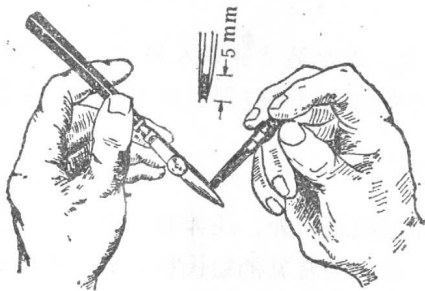


图1-26 墨线笔上墨水方法

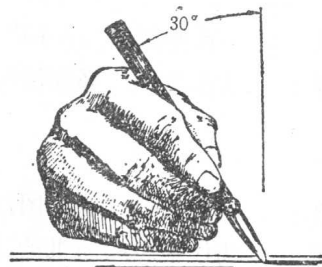


图1-27 持墨线笔的手势

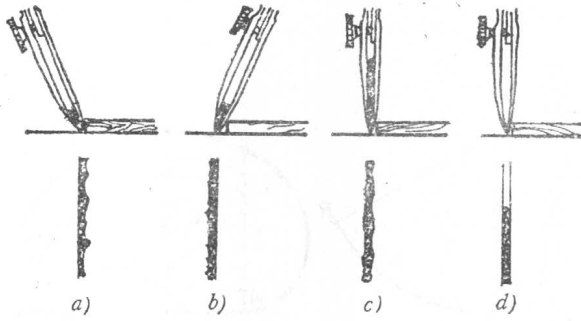


图1-28 笔咀位置的正误

a) 笔杆外倾; b) 笔杆内倾; c) 墨水过多; d) 墨水过少

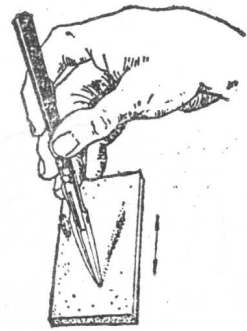


图1-29 油磨二片圆弧齐正

墨线笔使用完毕后, 应立即松开调节螺母, 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 号金相砂纸上进行油磨。两叶片要磨齐, 磨法如图1-29所示。两叶片的厚薄要一致, 磨法如图1-30所示。

除上述普通墨线笔外, 还有专用墨线笔, 如画不规则曲线如等高线用的单曲线笔, 画公路、铁路或运河用的双曲线笔等。

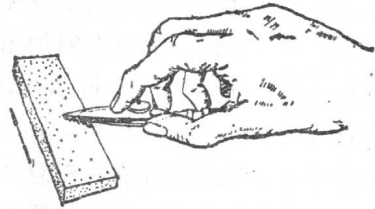


图1-30 油磨二片厚薄相等

十三、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1-31)。笔尖粗细共分十二种, 从0.1到1.2mm, 间隔为0.1mm。

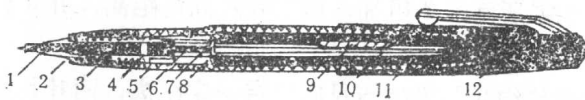


图1-31 绘图墨水笔构造图

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-接螺丝; 9-笔胆; 10-护胆管; 11-笔杆; 12-笔套

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, 必须使用碳素墨水或特种墨水。用毕应用吸水方法洗净针管。

十四、绘图机

绘图机是一种综合性的绘图设备, 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1-32是一种常见的绘图机, 其上有两根相交成直角的直尺, 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。

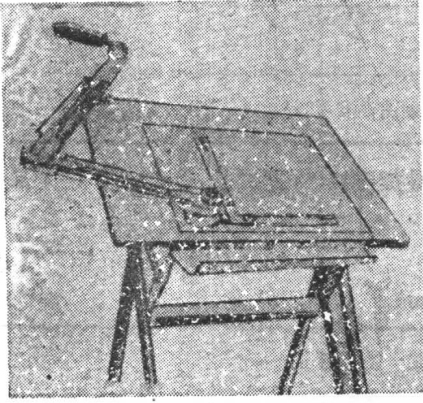


图1-32 绘图机

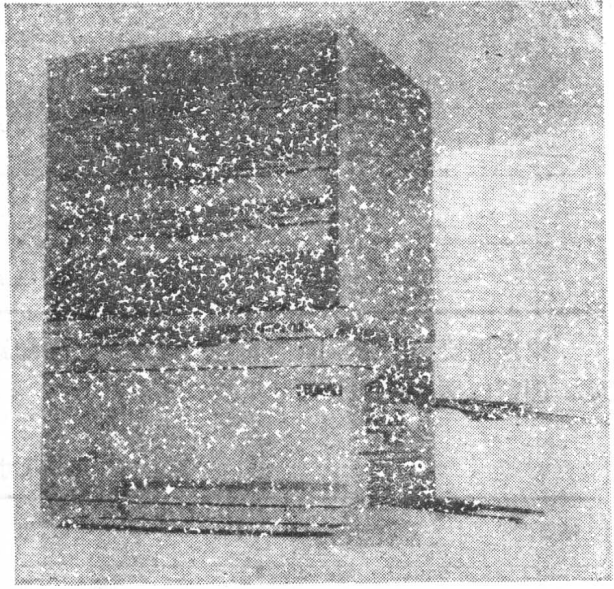


图1-33 静电复印机

十五、复印机

图1-33是静电复印机，它能把图样清晰地复印在白纸上，它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。

§1-2 基本规格

工程图是重要的技术资料，是施工的依据，为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，就要做到工程图样基本统一，对图幅大小、图线的线型、尺寸标注、图例、字体等都必须有统一的规定。

我们采用国家计划委员会1988年颁布施行的国家标准《房屋建筑制图统一标准》GBJ 1—86、《总图制图标准》GBJ103—87、《建筑制图标准》GBJ104—87和1991年颁布施行的国家标准《道路工程制图标准》(GBJ—90)，关于机械制图则遵守国家标准《机械制图标准》(1984—07—11发布)。

一、图幅

为合理使用图纸和便于装订管理，图幅大小均应按国家标准规定(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，尺寸代号的涵义见图1-34(横式幅面)和图1-35(竖式幅面)。

从表1-1中可知，图纸幅面边长尺寸相当于 $\sqrt{2}$ 系列，即 $l = \sqrt{2}b$ 。A0号幅面的面积为 1m^2 ，A1号幅面是A0号幅面的对裁，其他幅面类推。