

HUAFU JIHE JI TUJIAN ZHITU

画法几何

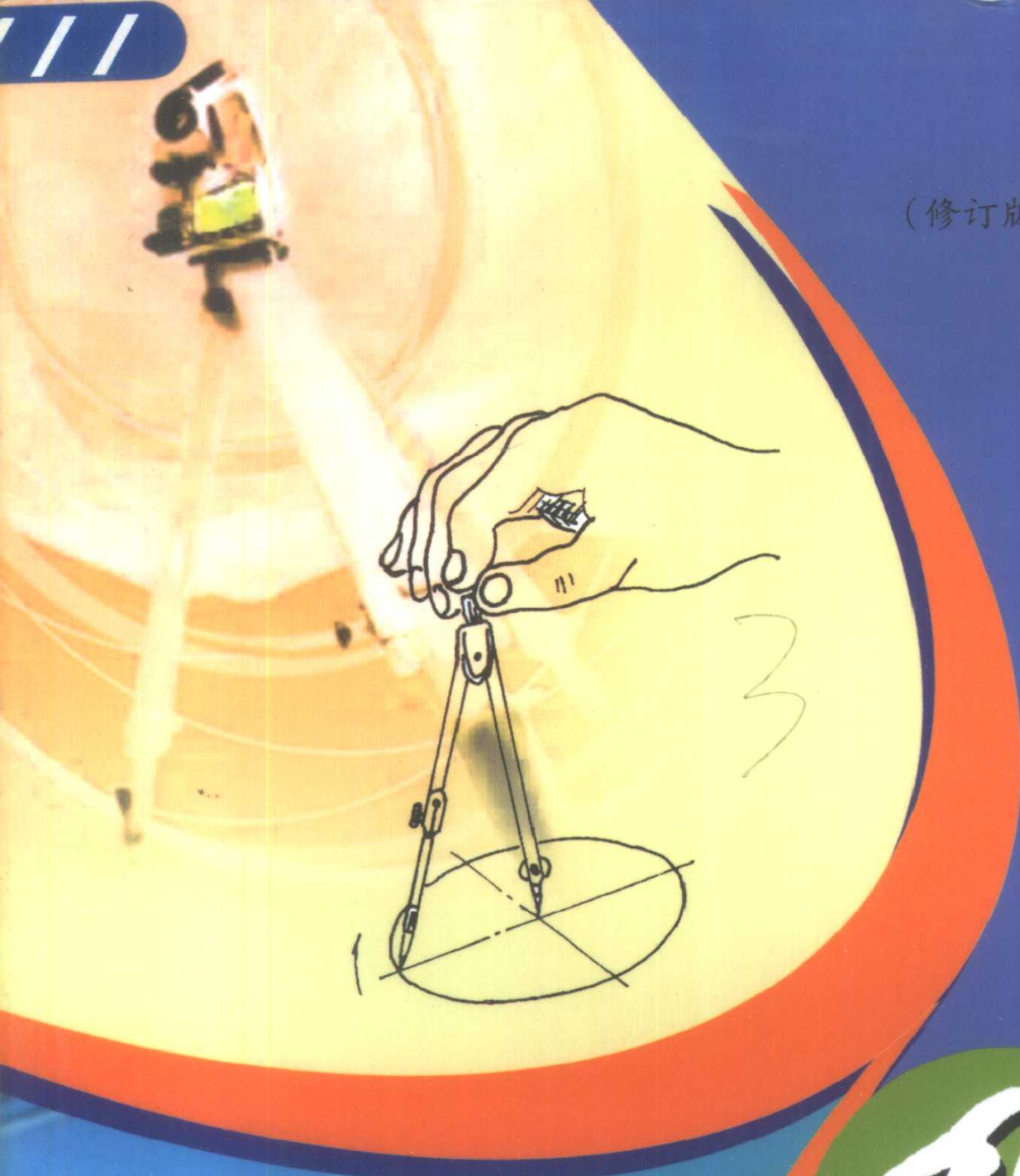
(修订版)

及

曹宝新 齐群 主编

土建制图

中国建材工业出版社



画法几何及土建制图

(修订版)

曹宝新 齐群 主编

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

画法几何及土建制图/曹宝新主编. —修订版. —北京: 中国建材工业出版社, 2001.7
ISBN 7-80159-110-0

I. 画… II. 曹… III. ①画法几何—高等学校—教材②建筑制图—高等学校—教材 IV. TU204

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 046098 号

画法几何及土建制图 (修订版)

曹宝新 齐群 主编

*

中国建材工业出版社出版 (北京海淀区三里河路 11 号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京丽源印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 16 开 印张: 25.5 插页: 10 字数: 600 千字

2001 年 7 月第 2 版 2001 年 7 月第 1 次印刷

印数: 5001—10000 册 定价: 33.00 元

ISBN 7-80159-110-0/TU·063

前 言

为了满足教学的需要，我们在总结多年教学经验和 1997 年出版本书第一版的基础上，经过修订，形成了第二版的《画法几何及土建制图》。在编写过程中，我们参照了 1987 年经国家教育委员会批准的高等工业学校《画法几何及土木建筑工程制图教学基本要求》，并参考了“高等学校工科画法几何及工程制图教学指导委员会”近年来的有关要求，采用了新修订的国家标准：《建筑制图标准》(GBJ 104—87)、《房屋建筑制图统一标准》(GBJ 1—86)、《总图制图标准》(GBJ 103—87)、《建筑结构制图标准》(GBJ 105—87) 和《道路工程制图国家标准》(GBJ—90)。

本教材在文字叙述上力求简明扼要、通俗易懂，书中大量的插图也尽量做到清晰、美观，便于教学和自学。考虑到地区特点，书中所选的土建专业图多数取材于近年来北京的生产图纸（经过提炼、概括和简化制成教学版），具有地方特色，本教材适用于高等院校本科土建类有关专业，如工业与民用建筑、道路工程、桥梁工程、建筑管理工程和给排水等专业，也可以供职工业余大学、电大、成人教育及土建专业部门有关工程技术人员参考或学习。还可作为参加高等教育自学考试者的教材。为了与本教材配合使用，我们还同时编写了《画法几何及土建制图习题集》，将另册出版。本教材由北京建筑工程学院土建制图教研室曹宝新、齐群主编，参加编写的有曹宝新（第三章、第四章、第五章、第十一章）、齐群（第九章、第十二章、第十三章）、孟格热勒（第六章、第八章、第十章）、潘海东（第一章、第二章、第七章、附录）、冯蕴康（第十四章、第十五章）。该书由张宝贵和叶圣仪主审。

《画法几何及土建制图》编写组

2001 年 7 月

目 录

第一章 制图基础	(1)
§ 1-1 制图工具	(1)
§ 1-2 制图的基本规格	(8)
§ 1-3 几何作图	(23)
§ 1-4 平面图形的画法	(32)
§ 1-5 绘图的步骤方法	(34)
§ 1-6 徒手画草图的基本方法	(36)
第二章 投影的基本知识	(40)
§ 2-1 投影的基本概念及其分类	(40)
§ 2-2 平行投影的基本性质	(41)
§ 2-3 土建工程中常用的几种投影图	(43)
§ 2-4 形体的三面正投影	(45)
§ 2-5 第三角投影	48)
第三章 点、直线、平面的投影	(50)
§ 3-1 点的投影	(50)
§ 3-2 直线的投影	(55)
§ 3-3 直线上的点及实长、倾角	(58)
§ 3-4 两直线的相对位置	(61)
§ 3-5 平面的投影	(65)
§ 3-6 平面上的直线和点	(70)
第四章 点、直线、平面的相对位置	(75)
§ 4-1 平行关系	(75)
§ 4-2 相交关系	(78)
§ 4-3 垂直关系	(82)
§ 4-4 综合题	(86)
§ 4-5 换面法	(89)
§ 4-6 旋转法	(99)
第五章 曲线与曲面	(104)
§ 5-1 曲线	(104)
§ 5-2 曲面	(106)
§ 5-3 平螺旋面	(117)
第六章 形体表面交线	(121)
§ 6-1 基本形体的投影	(121)
§ 6-2 平面体截交线	(123)
§ 6-3 曲面立体的截交线	(130)

§ 6-4	直线与立体表面相交	(142)
§ 6-5	两个平面体相贯及屋面交线	(148)
§ 6-6	平面立体与曲面立体相贯	(155)
§ 6-7	曲面立体与曲面立体相贯	(158)
第七章	组合体的投影及尺寸标注	(169)
§ 7-1	基本形体的尺寸标注	(169)
§ 7-2	组合体的三面正投影	(170)
§ 7-3	组合体的读图	(173)
§ 7-4	由模型画三面投影草图	(179)
§ 7-5	基本投影及辅助投影	(182)
§ 7-6	投影图的选择	(186)
§ 7-7	组合体的尺寸标注	(188)
§ 7-8	读图	(191)
第八章	剖面图与断面图	(197)
§ 8-1	剖面图	(197)
§ 8-2	断面图	(204)
§ 8-3	简化画法	(206)
第九章	轴测投影图	(209)
§ 9-1	轴测投影图的基本知识	(210)
§ 9-2	正轴测投影图	(211)
§ 9-3	斜轴测投影图	(221)
§ 9-4	轴测剖面图	(224)
第十章	房屋建筑施工图	(227)
§ 10-1	概述	(227)
§ 10-2	建筑总平面图	(229)
§ 10-3	建筑平面图	(232)
§ 10-4	建筑立面图	(243)
§ 10-5	建筑剖面图	(247)
§ 10-6	建筑详图	(251)
第十一章	结构施工图	(264)
§ 11-1	概述	(264)
§ 11-2	钢筋混凝土结构图简介	(264)
§ 11-3	基础图	(267)
§ 11-4	楼层结构平面图	(270)
§ 11-5	钢筋混凝土构件详图	(273)
第十二章	道路工程图	(276)
§ 12-1	公路路线工程图	(276)
§ 12-2	城市道路路线工程图	(282)
第十三章	桥涵工程图	(287)
§ 13-1	桥梁的基本组成及分类	(287)

§ 13-2 钢筋混凝土梁桥工程图	(288)
§ 13-3 涵洞工程图	(298)
第十四章 室内给水排水工程图	(301)
§ 14-1 概述	(301)
§ 14-2 管道、阀门单、双线图表示方法	(303)
§ 14-3 室内给水排水工程图	(310)
第十五章 机械图	(317)
§ 15-1 概述	(317)
§ 15-2 机械零件图	(317)
§ 15-3 常用零件的规定画法	(335)
§ 15-4 装配图	(341)
附录	(345)

第一章 制图基础

本章介绍制图工具、仪器及其使用方法、制图基本规则（建筑工程制图标准）、绘图的一般方法和步骤、几何作图、徒手作图。通过本章的学习和习题作业的实践应获得一定的制图基础知识，初步掌握绘图的基本技能。

§ 1-1 制图工具

工程制图必须使用绘图工具和仪器。古话说“工欲善其事，必先利其器”，准备一套得心应手的绘图仪器和工具并熟悉它们的性能和用法是提高制图质量和速度的前提条件。

一、绘图工具

1. 图板、丁字尺、三角板 手工绘制工程图离不开图板、丁字尺（图 1-1）等绘图工具。

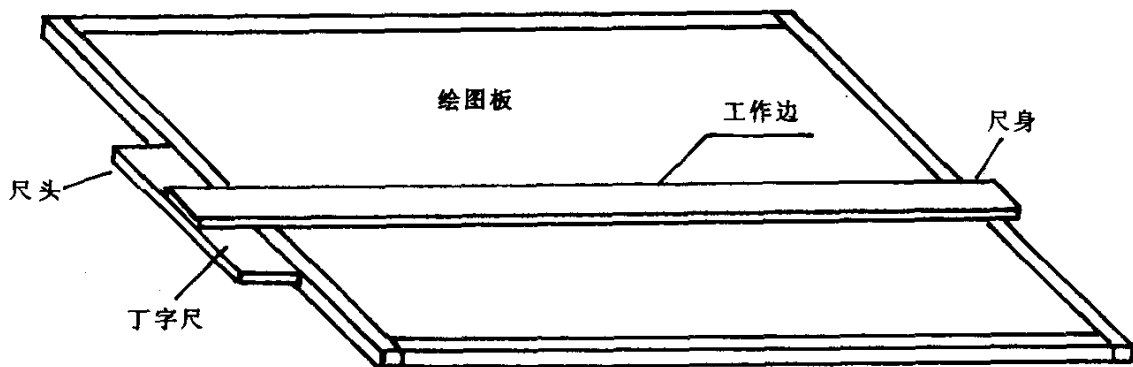


图 1-1 绘图板与丁字尺

(1) 图板 板面要光滑，图板硬木边框要平直。图板的大小有各种不同规格，一般绘图教室可配置 0 号（ $900 \times 1200\text{mm}$ ）或 1 号（ $600 \times 900\text{mm}$ ）图板。一年级学生自备或借用的图板可以是 2 号（ $400 \times 600\text{mm}$ ）。不同规格的图板适用于画不同幅面的图纸。图板不能受潮或暴晒，以防变形，为保持板面平滑，贴图时宜用透明胶纸，不要使用图钉。不画图时可将图板竖立保管，并注意保护工作边。

(2) 丁字尺 丁字尺由相互垂直的尺头和尺身组成，尺头内侧和尺身工作边必须平直。丁字尺主要用于画水平线。画图时左手把住尺头使之始终贴住图板左边并将尺身推移到画线位置后右手自左至右画线。画长线时要用左手按紧尺身以防尺尾摆动影响图线平直。（图 1-2）

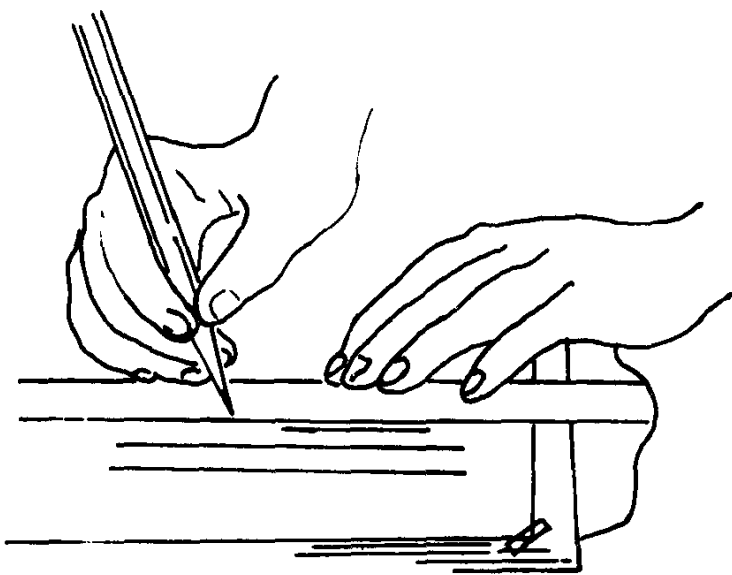
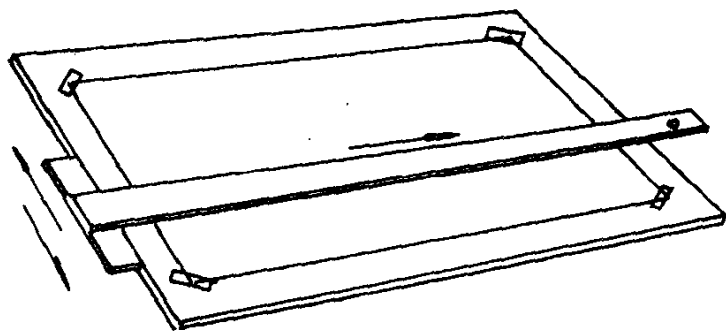
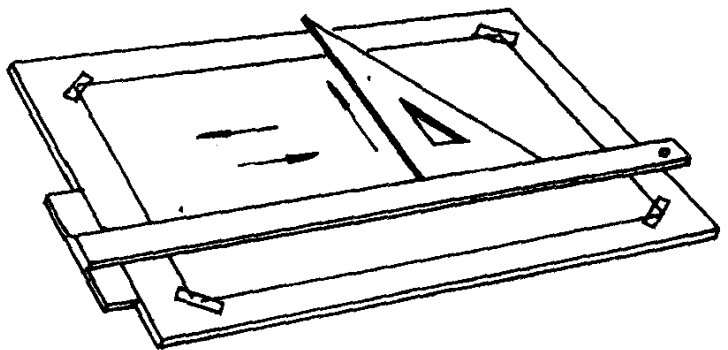


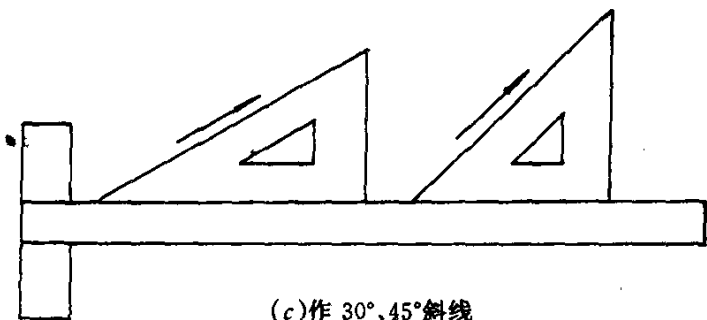
图 1-2 用丁字尺画水平线



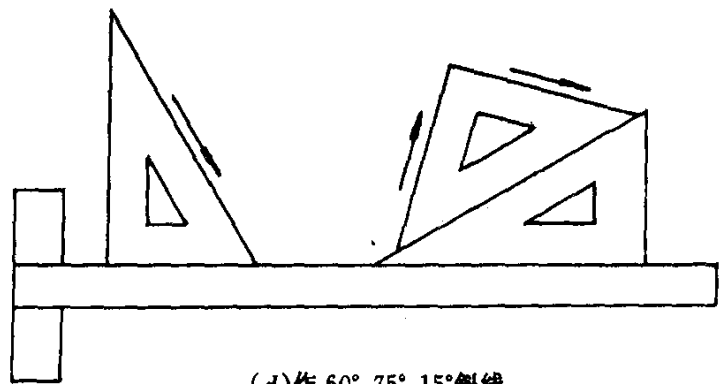
(a) 作水平线



(b) 作铅垂线



(c) 作 30° 、 45° 斜线



(d) 作 60° 、 75° 、 15° 斜线

图 1-3 丁字尺、三角板的用法

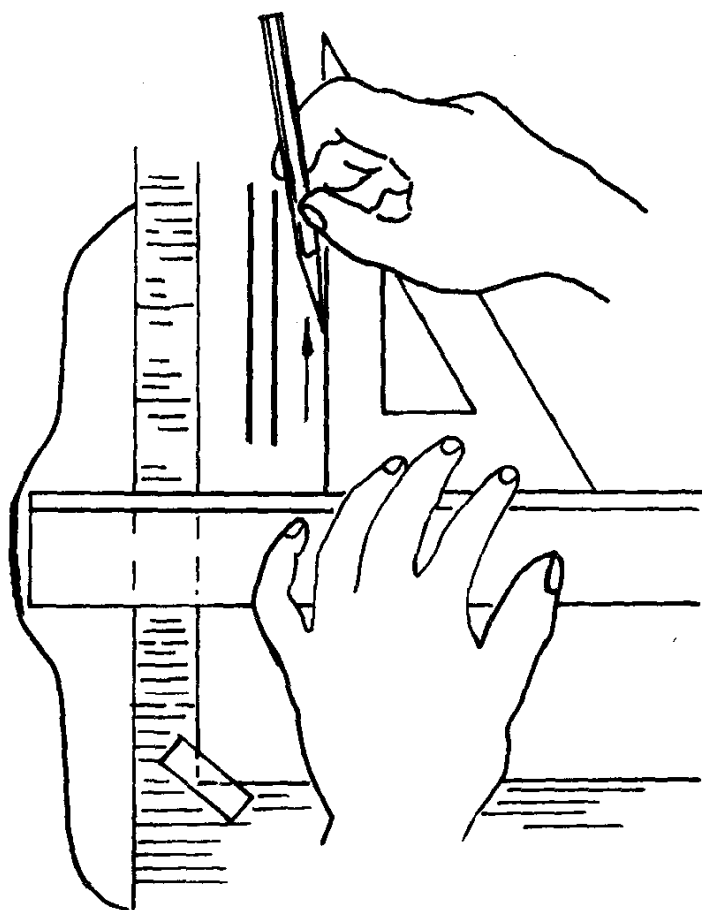


图 1-4 用三角板画铅直线

(3) 三角板 三角板有 $30^\circ \times 60^\circ \times 90^\circ$ 和 $45^\circ \times 45^\circ \times 90^\circ$ 两种，绘图用的三角板规格要大一些，25cm 以上的为好。三角板与丁字尺配合主要用于画铅直线，其它如与水平线成 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° 的斜线也可方便地画出（图 1-3）。所有铅直线不论长短都要用丁字尺与三角板配合画出。画铅直线时将三角板的一直角边放在要画图线的右方，另一直角边贴紧丁字尺的工作边，然后用左手轻轻按住三角板和丁字尺，右手握笔由下而上画出铅直线。（图 1-4）

2. 比例尺 比例尺是用于放大或缩小实际尺寸的一种尺。市场上常见的有百分比例尺和千分比例尺两种。在百分比例尺上有 $1:100$ 、 $1:200$ 、 $1:300$ 、 $1:400$ 、 $1:500$ 、 $1:600$ 六个比例尺刻度；在千分比例尺上有 $1:1000$ 、 $1:1250$ 、 $1:1500$ 、

1:2000、1:2500、1:5000 六个比例尺刻度 (图 1-5)。因有的比例尺做成三棱柱状, 所以又称三棱尺 (图 1-5)。有的比例尺做成直尺形状, 叫作比例直尺, 它只有一行刻度和三行数字, 表示三种比例, 尺身上均有相应标记。当我们使用比例尺上某一比例画图或读图时, 不再进行计算, 直接按尺面上所刻的读数截取或读出该线段的长度。



图 1-5 比例尺

二、绘图仪器

绘制工程图必须使用绘图仪器。在校学习期间可准备规格为 7~13 件的套装绘图仪器。

1. 圆规 圆规的主要用途是画圆和圆弧。常见的是三用圆规。(图 1-6)在圆规的一个脚上换上带钢针的插脚可当分规用, 换上墨线笔插脚可画墨线圆。画大圆时可装上加长杆。画圆或圆弧的铅芯型号要比画同类直线的软一号, 画粗线的铅芯要磨成方头形, 画其它图线的铅芯要磨成圆锥形。画圆的方法, 首先把圆规针尖有台阶的一端准确放在圆心处, 然后用右手大拇指与食指顺时针转动圆规手柄, 圆规转动时要略向前倾, 一次画完, 不清晰的可逆时针转回 [图 1-7(a)(b)]。画大圆时要注意使针尖和铅芯都垂直于纸面, 左手按住针尖, 右手转动另一脚画出 [图 1-7(c)]。

2. 分规 分规的用途: 第一, 在比例尺上用分规量取画图尺寸; 第二, 在直线上截取任意等长线段; 第三, 等分已知线段或圆弧。例如三等分圆弧 AB, 可用试分法先取分规两针尖的间距大小为圆弧段的三分之一, 试分后差距为 $+\Delta$ 则微调两针尖间距, 增大两针尖的间距后再进行试分, 如此试分几次即可成功, 见图 1-8。

3. 小圆规 (点圆规) 小圆规是用来画直径小于 5mm 小圆的工具。使用时以大拇指和中指提起套管, 用食指按下针尖对准圆心, 然后放下套管, 使笔尖与纸面接触, 再用大拇指

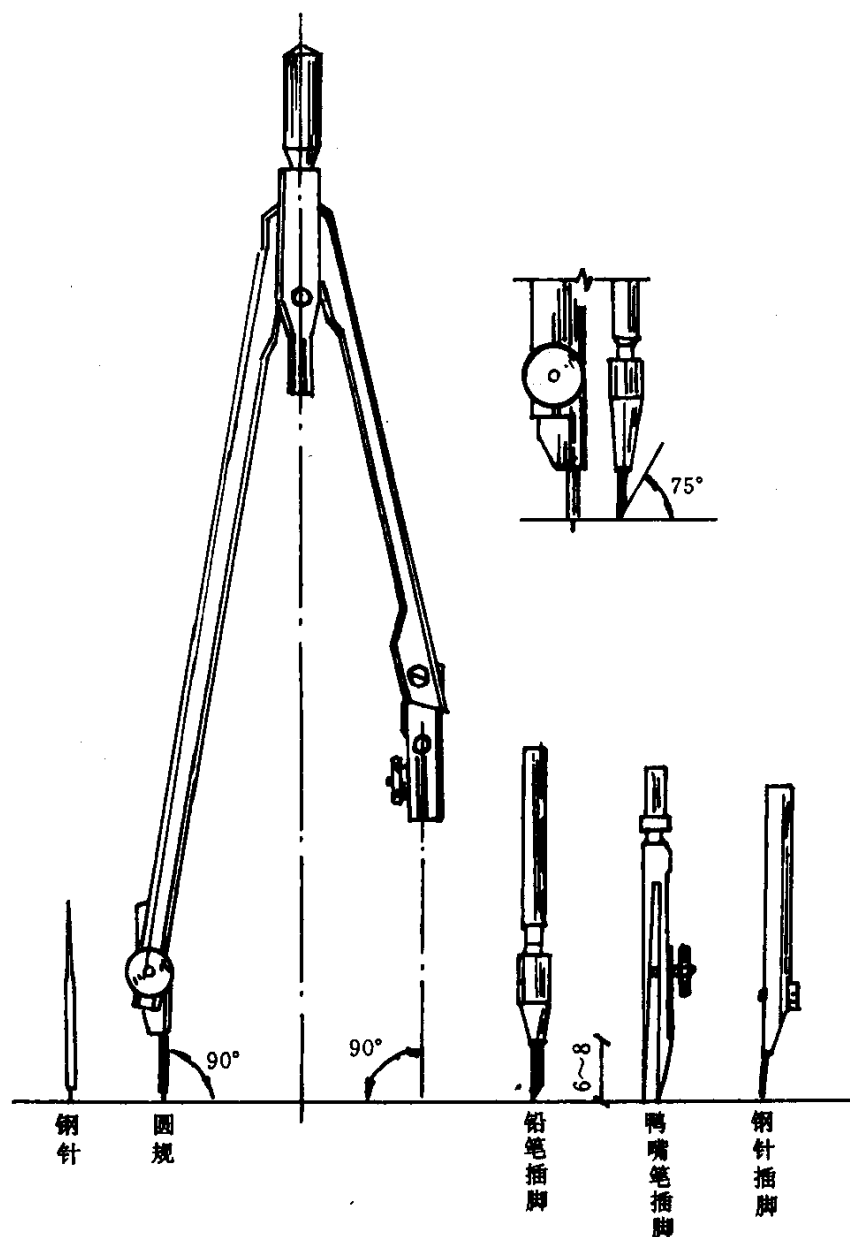


图 1-6 圆规及其插脚

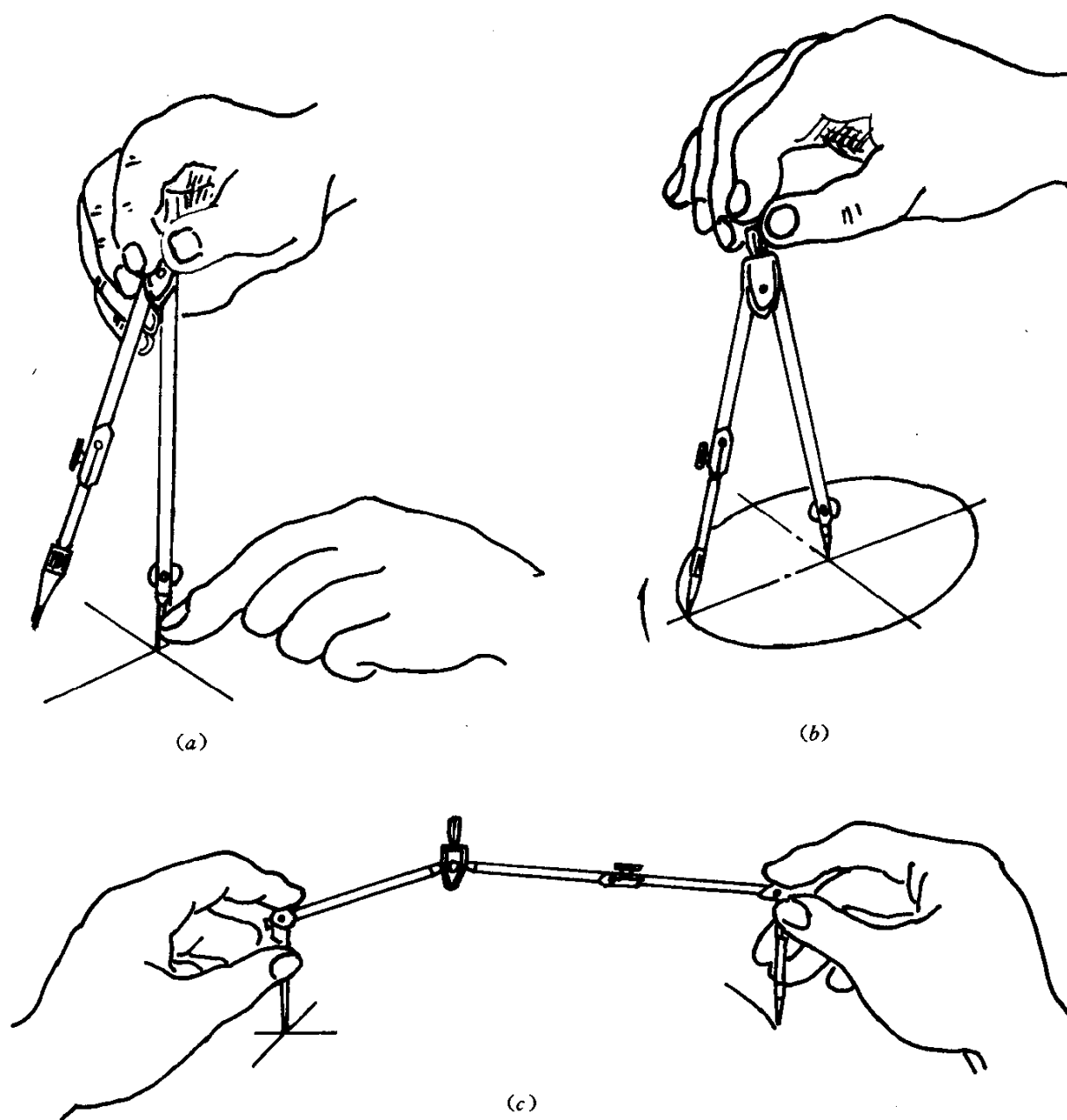


图 1-7 圆规用法

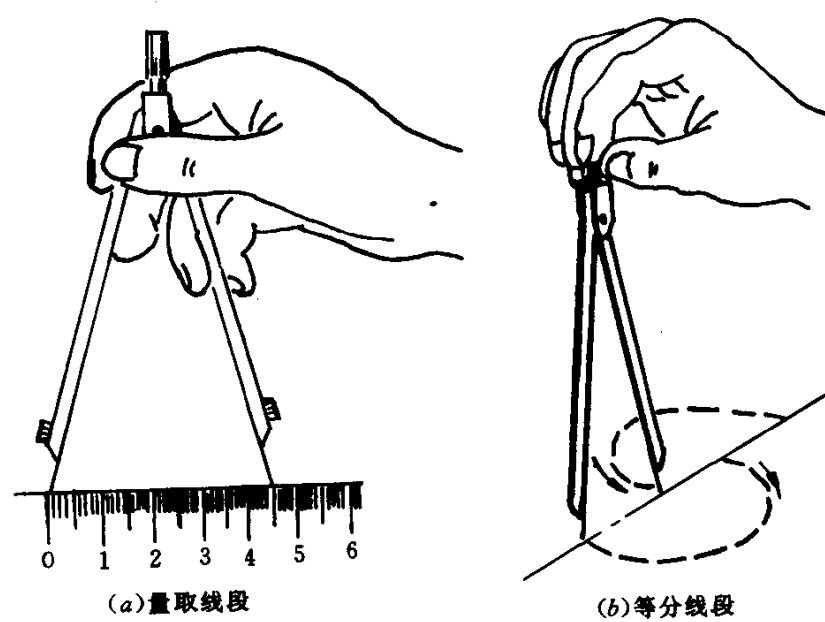


图 1-8 分规的用法

及中指轻轻转动套管即可画出小圆（图 1-9）。画完后，要先提起套管才能拿走小圆规。小圆规也是用低碳钢制成的，不用时应放松弹片，以保护弹性。

4. 直线笔（鸭嘴笔） 直线笔是描图上墨用的画线工具。使用时拧螺钉调好两叶片的间距以决定墨线的粗细，加墨水时要用墨水瓶上的吸管或小钢笔将墨水滴入两叶片之间，墨水的高度约为 5~6mm。画墨线时，两叶片要同时均匀地接触纸面，笔要向前进方向倾斜 $5^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 角（图 1-10），笔尖不要过于靠紧尺身而外倾，也不要内倾，运笔速度要均匀。直线笔用后要及时把叶片内外擦净并松开调整螺母保存。

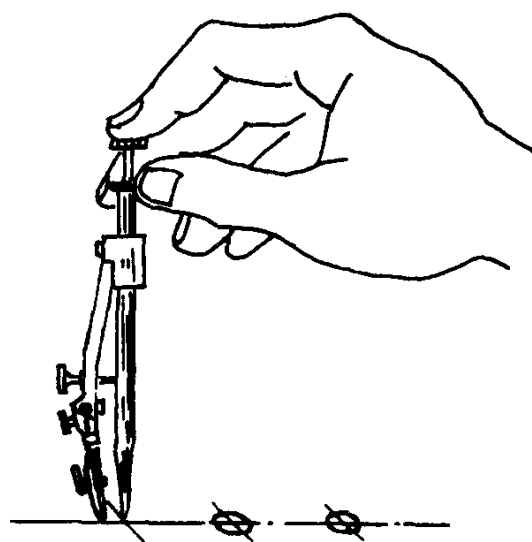


图 1-9 点圆规用法

5. 绘图墨水笔 绘图墨水笔是上墨描图的一种新的专用工具，它的笔尖是一支细针管，所以又名针管笔。其内孔作成了不同规格的直径，目前国内已生产出的直径有 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 1.0 和 1.2 (mm) 等规格。它的吸水方法也在不断改进。为了保证墨水通畅，必须使用碳素墨水。用后要及时将针管清洗干净以防堵塞。画线时笔身应向前进方向倾斜 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ ，速度要适中，不能反向画线，以免针管被纸面粉尘堵塞，画圆时可用专用的圆规夹把笔杆装在圆规上进行操作。

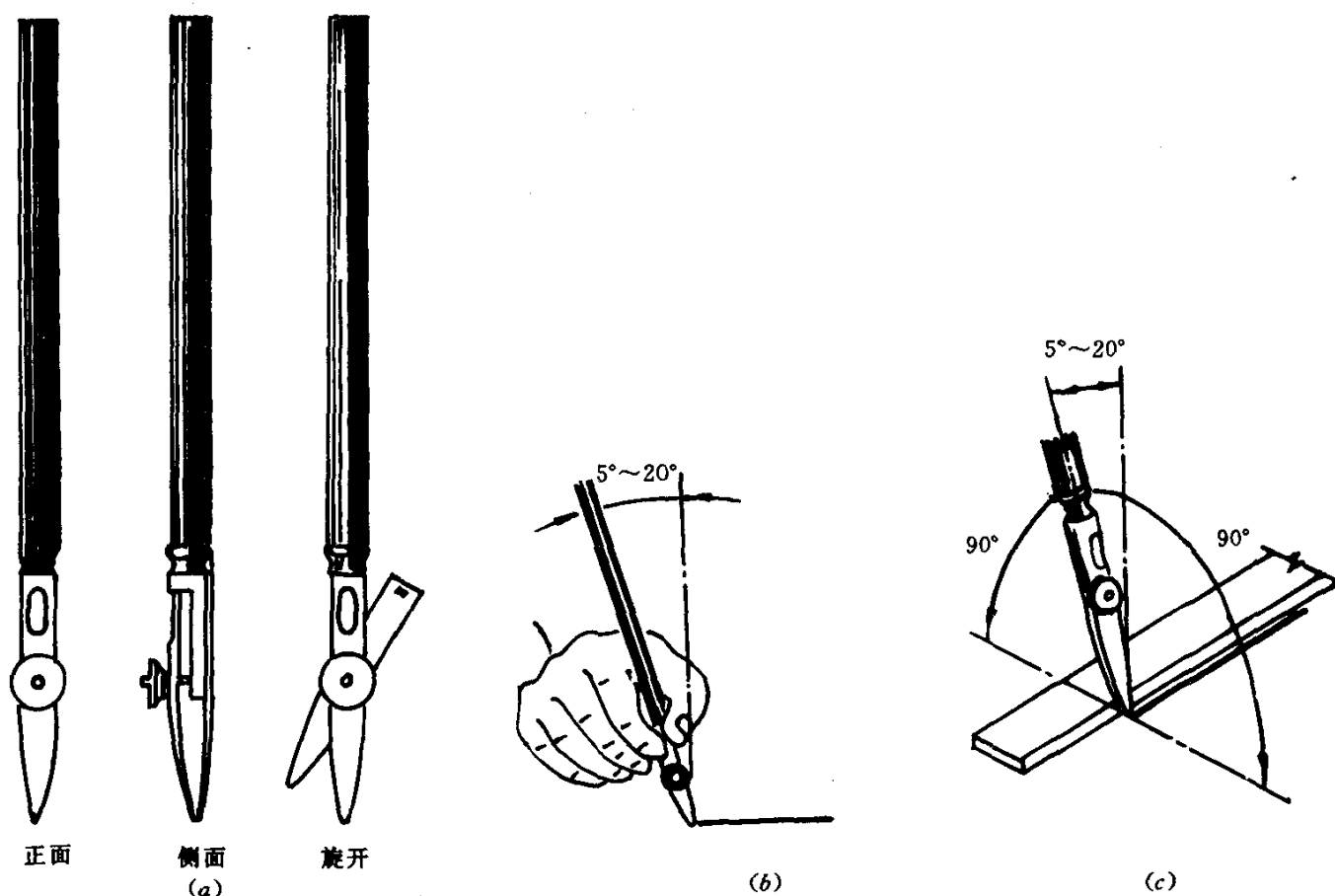


图 1-10 鸭嘴笔及其执笔方法

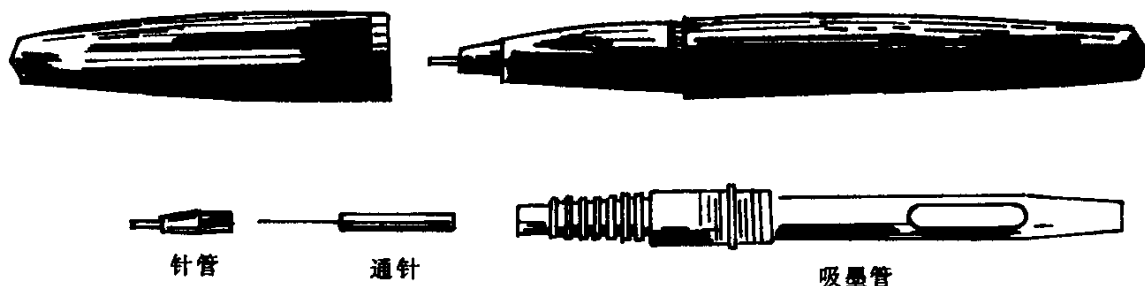


图 1-11 绘图墨水笔的构造

三、文具

1. 铅笔 绘图铅笔有木铅笔和活动铅笔两种。其型号以铅芯的软硬度来划分，“B”表示黑、软，“H”表示硬，“B”或“H”前的数字越大表示铅芯越软或越硬，“F”，“HB”表示软硬适中。画底稿线时一般用 H~3H 的笔，加深图线时用“HB”或“B”。自动铅笔是学生喜爱的文具，笔的金属套管的口径有 0.3、0.5、0.7、0.9mm 几种，学生可根据图线的粗细来选择笔的型号。为了方便作图，建议准备两支笔（即一粗：0.9，一细：0.5）为好，可选用部分质量较好的铅芯。



图 1-12 半自动铅笔

2. 绘图纸 工程制图用的纸称为绘图纸。市场上常见的图纸有道林纸 (drawing paper)、透明的描图纸、铅画纸。铅画纸用于素描和渲染图，制图一般不用。绘图纸要求质地密实，纸面洁白，橡皮擦拭不起毛，画墨线不洇。使用时应注意区分正反面。描图纸又称硫酸纸，是用于描绘图样并以此作为复制兰图用的。注意不能使之受潮。

3. 曲线板 曲线板是用来画非圆曲线的工具，其样式很多，曲率大小各不相同。曲线板板面应平滑，板内外边沿应光滑，曲率变化应自然。

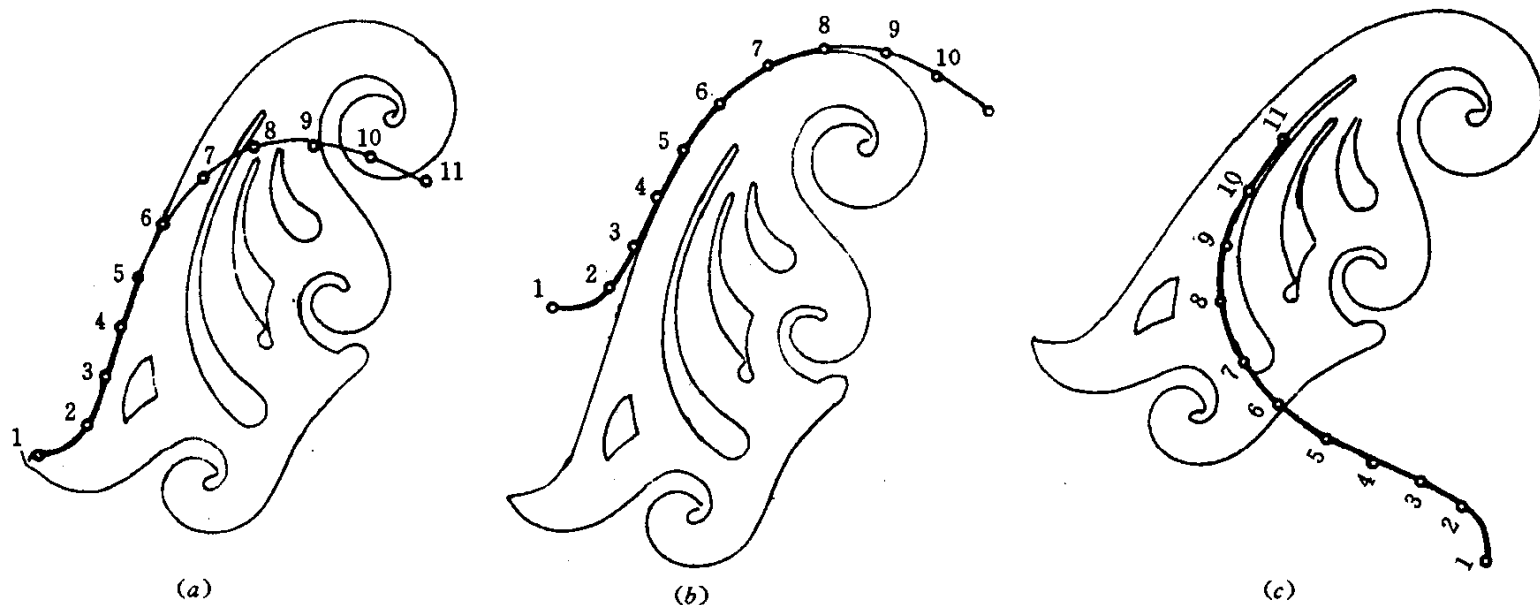
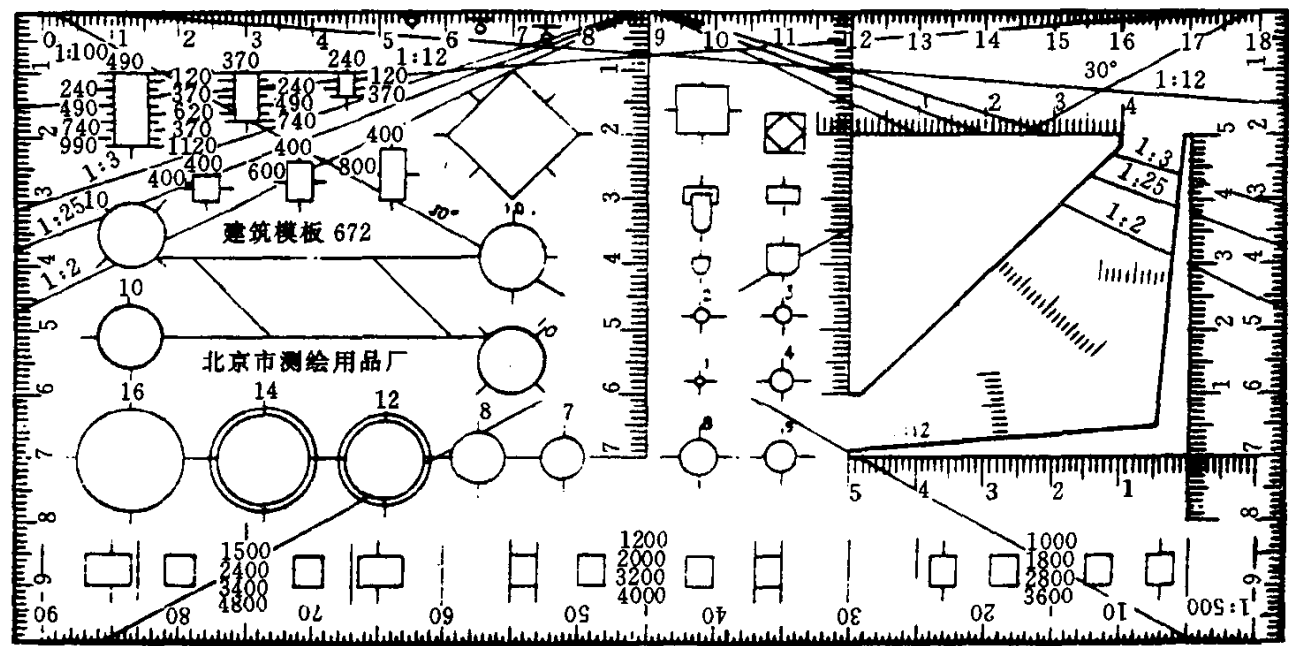


图 1-13 曲线板的使用方法

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，然后选用曲线板上曲率相应的部分，分段画出。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一次连接相邻部分之用，以确保曲线的光顺（图 1-13）。曲线板是用塑料或有机玻璃制成，应防止翘曲。

4. 建筑模板 建筑模板主要用来画各种建筑标准图例和常用符号，各专业有各专业的模板，应注意选用适合本专业用的模板（图 1-14）。



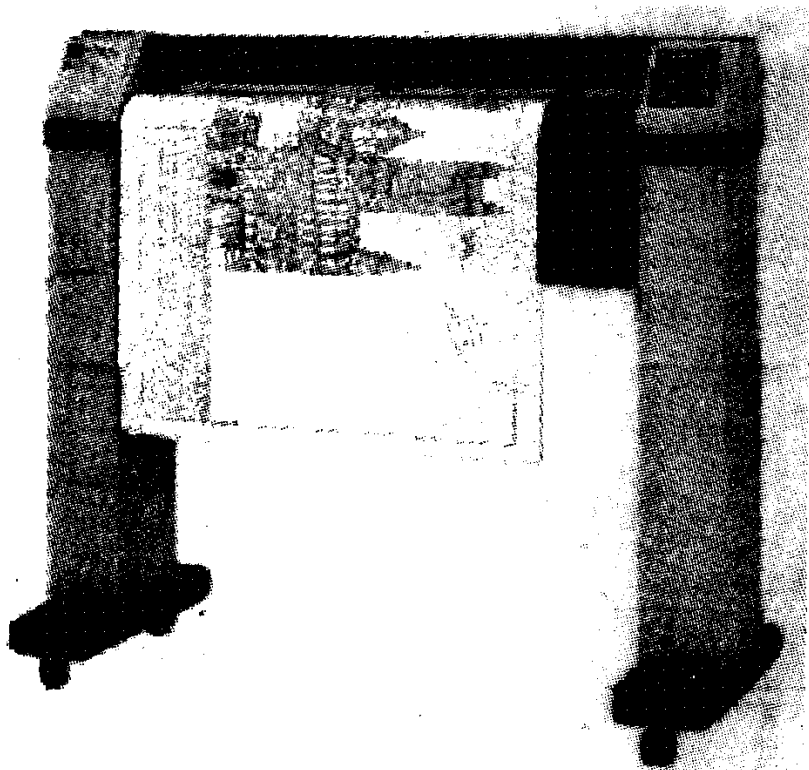


图 1-17 自动绘图机

§ 1-2 制图的基本规格

本节主要介绍国家计划委员会于 1988 年实施的国家标准《房屋建筑制图统一标准》(GBJ 1—86)、《总图制图标准》(GBJ 103—87)、《建筑制图标准》(GBJ 104—87)和 1992 年公布,1993 年实施的国家标准《道路工程制图标准》(GB 50162—92)。本节还参考了自 1989~1998 年逐年实施的 GB/T 系列(即“技术制图”标准)。上述标准是学习工程制图的依据,绘图时必须遵守。

一、图纸幅面和标题栏

1. 图幅 工程制图所用图纸的幅面尺寸(即图幅),应符和表 1-1 的规定及图 1-18 (a) 的格式。

为合理使用图纸和便于装订管理,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。一般 A0~A3 图纸宜横式使用,必要时也可立式使用。

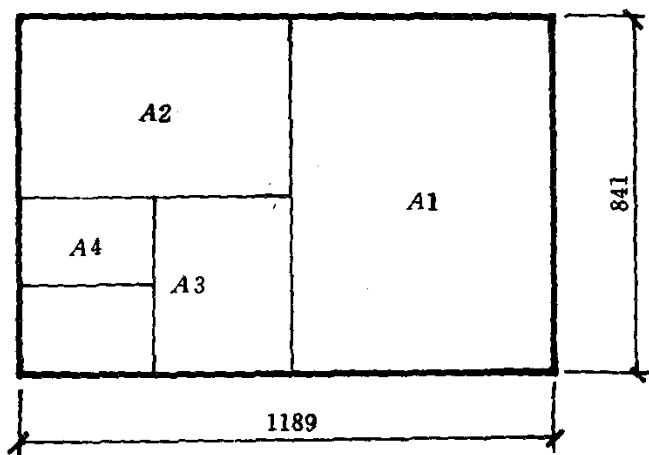


图 1-18 (a) 图纸幅面的划分

图纸幅面边长尺寸相当于 $\sqrt{2}$ 系列,即 $l = \sqrt{2}b$ 。A0 幅面的面积为 1m^2 。A1 幅面是 A0 幅面的对裁(即一开),A2 幅面是 A1 幅面的对裁(即二开),其它幅面类推。根据需要,图纸幅面的长边可以加长(但短边不得加宽)。长边加长的尺寸应符合有关规定,即图幅 A0、A2、A4 应为 150mm 的整数倍;幅面 A1、A3 应为 210mm 的整数倍,具体数值见表 1-2。

2. 图框 图纸不论装订与否均需在图幅以内按表 1-1 的规定尺寸画出图框[图 1-18(b)]。 a 及 c 分别表示图框线到图纸幅面线的距离。其

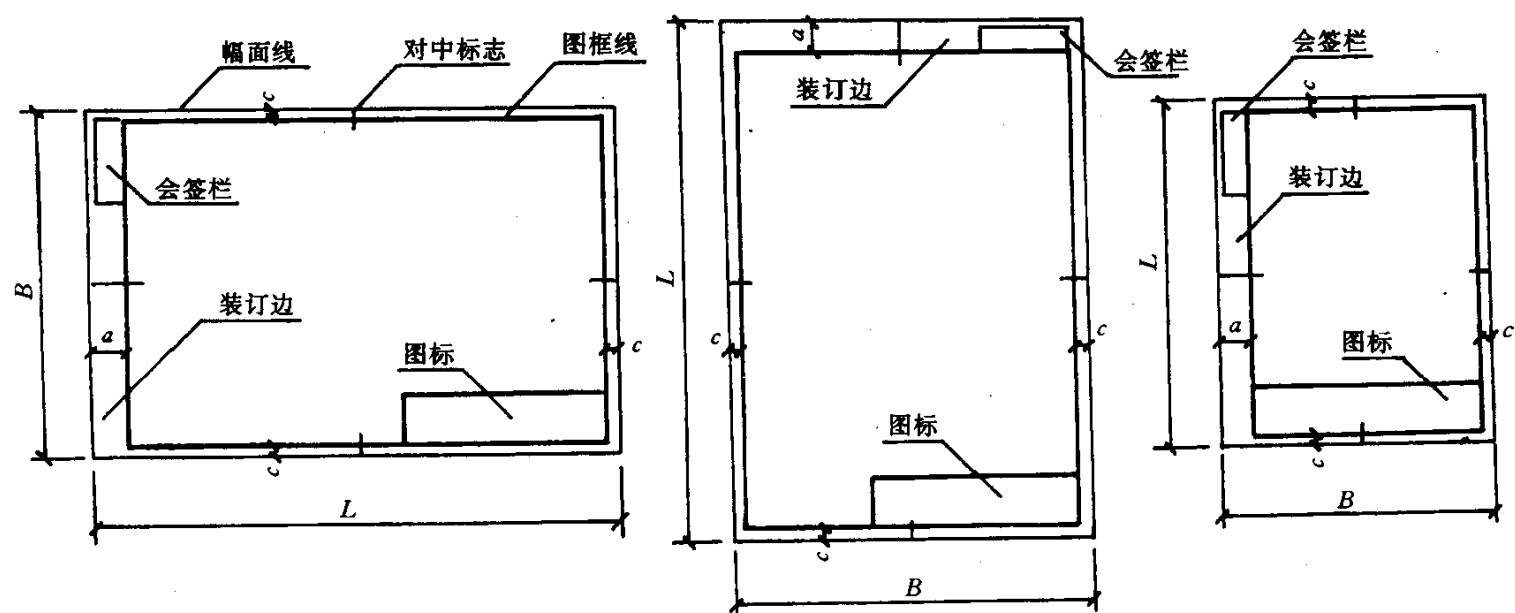


图 1-18 (b) 图框格式

中 a 为装订边的宽度尺寸。画图时如果以图纸的长边作水平边则称为横式,若以图纸短边作为水平边则称为立式(或竖式)。图框线和标题栏线的线宽可采用表 1-3 的线宽。

图纸幅面及图框尺寸

单位: mm

表 1-1

幅面代号 尺寸代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B\times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
c	10			5	
a	25				

图纸长边加长后尺寸

单位: mm

表 1-2

幅面代号	长边尺寸	长边加长后尺寸							
A0	1189	1338	1487	1635	1784	1932	2081	2230	2378
A1	841	1051	1261	1472	1682	1892	2102		
A2	594	743	892	1041	1189	1338	1487	1635	1784
A3	420	631	841	1051	1261	1472	1682	1892	

图框线和标题栏线的宽度

单位: mm

表 1-3

图 纸 幅 面	图 框 线	图 标 外 框 线	图 标 内 格 线
A0、A1	1.4	0.7	0.35
A2、A3、A4	1.0	0.5	0.25

3. 标题栏与会签栏 每一张图纸的右下角必须有标题栏 (简称图标)。标题栏的格式见图 1-19。需要会签的图纸要在图纸规定的位置画出会签栏如图 1-18 所示。在学生的制图作业中可省略。对于学生在校期间的制图作业建议采用图 1-21 所示的标题栏。

二、线宽与线型

1. 工程图样的线宽、线型及用途 工程图样是由不同线型不同线宽的图线所组成, 这

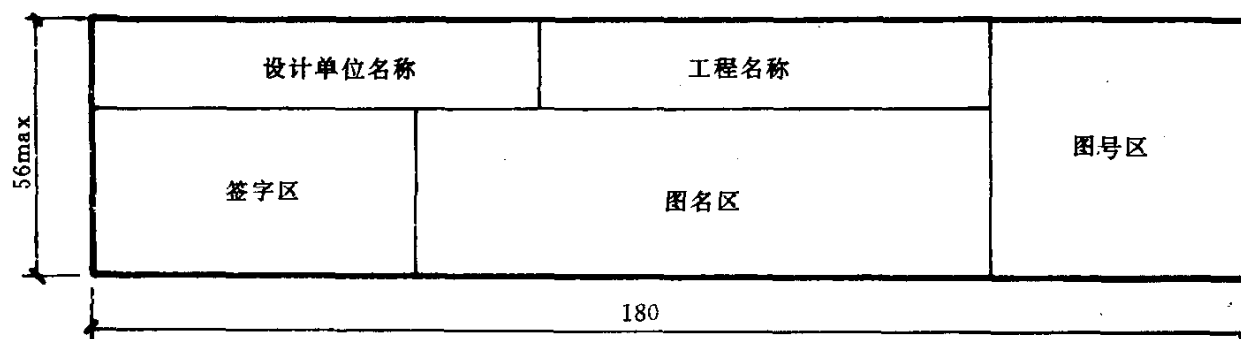


图 1-19 标题栏

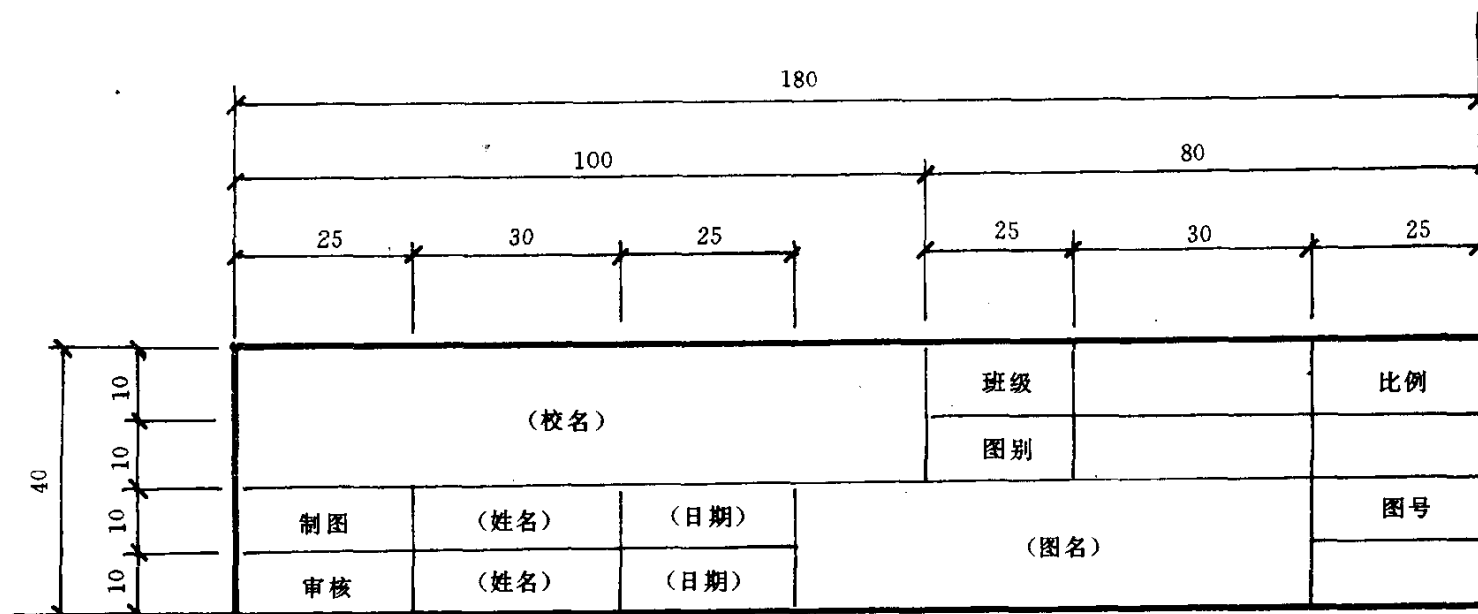


图 1-20 制图作业标题栏

些不同粗细，不同类型的图线表示不同的含义，代表不同的内容。根据国家标准规定，工程图中的线型与用途如表 1-4。

线型、线宽及用途				表 1-4
名 称	线 型	线 宽	一 般 用 途	
实 线	粗	 d	1. 一般作主要可见轮廓线 2. 平、剖面图中主要构、配件断面的轮廓线 3. 建筑立面图中的外轮廓线 4. 详图中主要部分的断面轮廓线和外轮廓线 5. 总平面图中新建建筑物的可见轮廓线	
	中	 $0.5d$	1. 建筑平、立、剖面图中一般构、配件的轮廓线 2. 平、剖面图中次要构、配件断面的轮廓线 3. 总平面图中新建道路、桥涵、围墙等及其它设施的可见轮廓线和区域轮廓线 4. 尺寸起止符号	
	细	 $0.25d$	1. 总平面图中新建人行道、排水沟、花坛等可见轮廓线，原有建筑物、铁路、道路、桥涵、围墙等及其它设施的可见轮廓线 2. 图例线、索引符号、尺寸线、尺寸界线、引出线、标高符号、较小图形的中心线	