

画法几何及土建制图

北京建筑工程学院土建制图组 编写

中国建材工业出版社

前 言

为了满足教学的需要，我们在总结多年教学经验的基础上，编写了这本“画法几何及土建工程制图”。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”近年来的有关指导，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，同时编写了《画法几何与建筑制图习题集》，将另册出版。本教材由北京建筑工程学院土建制图教研室集体编写，参加编写的有曹宝新（第四章、第五章、第六章、第十一章）、齐群（第九章、第十二章、第十三章）、孟格热勒（第七章、第八章、第十章）、潘海东（第一章、第二章、第三章、附录）。该书由张宝贵和叶圣仪主审。

《画法几何及土建工程制图》编写组

1997年1月

(京) 新登字 177 号

图书在版编目 (CIP) 数据

画法几何及土建工程制图/北京建筑工程学院土建制图组编写, --北京: 中国建材工业出版社, 1997. 8

ISBN 7-80090-509-8

I. 画… II. 北… 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 (97) 第 06169 号

内 容 摘 要

本书是为高等工业学校土建类: 工业与民用建筑、城市道路与公路、桥梁等专业本科生学习《画法几何及土建制图》课程而编写的教材, 其主要内容包括画法几何、投影制图、房屋建筑图、道路桥梁工程图等。

本书除供给本科生使用外, 还可做为业余大学、电大及成人教育等同类专业大专学生和自学成材者使用及参考。

画法几何及土建制图

北京建筑工程学院土建制图组编写

*

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

北京密云红光印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 22 字数: 528 千字

1997 年 8 月第 1 版 1997 年 8 月第 1 次印刷

印数: 1—5000 册 定价: 28.00 元

ISBN 7—80090—509—8/TU·120

目 录

绪论	1
第一章 制图基础	5
§ 1-1 制图工具	5
§ 1-2 制图的基本规格	12
§ 1-3 几何作图	28
§ 1-4 平面图形画法	38
§ 1-5 绘图的步骤方法	40
§ 1-6 徒手画草图的基本方法	41
第二章 投影的基本知识	46
§ 2-1 投影的概念及分类	46
§ 2-2 平行投影的基本性质	47
§ 2-3 土建工程中常用的几种投影图	48
§ 2-4 形体的三面正投影	51
§ 2-5 第三角投影	53
第三章 立体的投影	56
§ 3-1 平面立体的投影	56
§ 3-2 曲面立体的投影	58
§ 3-3 基本形体的尺寸注法	61
§ 3-4 组合体的三面正投影	62
§ 3-5 组合体的读图	65
§ 3-6 由模型（或立体图）画三面投影草图	71
第四章 点、直线、平面的投影	74
§ 4-1 点的投影	74
§ 4-2 直线的投影	81
§ 4-3 直线上的点及实长、倾角	84
§ 4-4 两直线的相对位置	87
§ 4-5 平面的投影	93
§ 4-6 平面上的直线和点	97
第五章 点、直线、平面的相对位置	102
§ 5-1 平行关系	102
§ 5-2 相交关系	105
§ 5-3 垂直关系	109

§ 5-4	综合题	113
§ 5-5	换面法	116
§ 5-6	旋转法	125
第六章	曲线、曲面	131
§ 6-1	曲线	131
§ 6-2	曲面	133
§ 6-3	平螺旋面	144
第七章	形体表面交线	148
§ 7-1	平面体截交线	149
§ 7-2	曲面立体的截交线	154
§ 7-3	直线与立体表面相交	168
§ 7-4	两个平面体相贯及屋面交线	173
§ 7-5	平面立体与曲面立体相贯	180
§ 7-6	曲面立体与曲面立体相贯	183
第八章	形体的表达法	193
§ 8-1	基本投影及辅助投影	193
§ 8-2	投影图选择	197
§ 8-3	尺寸标注	197
§ 8-4	剖面图	201
§ 8-5	断面图	209
§ 8-6	简化画法	212
§ 8-7	读图	213
第九章	轴测投影图	219
§ 9-1	轴测投影图的基本知识	220
§ 9-2	正轴测投影图	221
§ 9-3	斜轴侧投影图	231
§ 9-4	轴测剖面图	234
第十章	房屋建筑施工图	236
§ 10-1	概述	236
§ 10-2	建筑总平面图	238
§ 10-3	建筑平面图	241
§ 10-4	建筑立面图	252
§ 10-5	建筑剖面图	256
§ 10-6	建筑详图	260
第十一章	结构施工图	275
§ 11-1	概述	275

§ 11-2	钢筋混凝土结构图简介	275
§ 11-3	基础图	278
§ 11-4	楼层结构平面图	281
§ 11-5	钢筋混凝土构件详图	284
第十二章	道路工程图	287
§ 12-1	公路路线工程图	287
§ 12-2	城市道路路线工程图	295
第十三章	桥涵工程图	302
§ 13-1	桥梁的基本组成及分类	302
§ 13-2	钢筋混凝土梁桥工程图	303
§ 13-3	涵洞工程图	317
附录一~十四		321

绪 论

一、工程图样是工程技术界的语言

在建筑工程中无论是外形巍峨壮丽、内部管理先进的智能大厦，还是造型简单的普通房屋，都需要根据设计完善、绘图精美的图纸进行施工。人们借助于图纸将设计师的设计思想变为现实。在这里人类的思想和语言要借助于图纸来发挥其作用。所以，从事工程技术的人员都要掌握制图技术，否则将是既不会“看”也不会“写”的睁眼瞎，无法和其他技术人员进行交流。随着改革开放的深入，国际间的交往日益频繁，工程图作为“工程师的国际语言”更是不可缺少。交流经验、引进项目、劳务输出、走出国门、无一不需要图纸、“没有图纸就没有任何工业建设”这句话一点也不为过。

图 1-1 是一张建筑施工图。它的平面图能表示出建筑物的平面形状、大小和房间布置、墙柱的位置、厚度及材料、门窗的位置及类型等等。它的立面图能够表示出建筑物的主要出入口和房间的外貌特征。它的剖面图能够表示出房屋的内部构造。这些表示建筑物及其构、配件的位置、大小和功能的图称为图样。一般图样都是根据正投影原理作出的。在绘图纸上按照国家规定的制图标准，把已经建成的或计划建造的建筑物和构筑物的图样画出，并加上图标和说明，用于指导施工，这就是图纸。图纸是工程设计人员和工程施工人员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。人们将它们誉为“工程界的语言”。

二、“画法几何及工程制图”课的地位、性质和任务

在高等学校土建类各专业的教学计划中都设置了“画法几何及工程制图”课，它是一门重要的技术基础课。该课程是研究用投影法绘制工程图样和解决空间几何问题的理论和方法的一门学科。它的主要任务是：

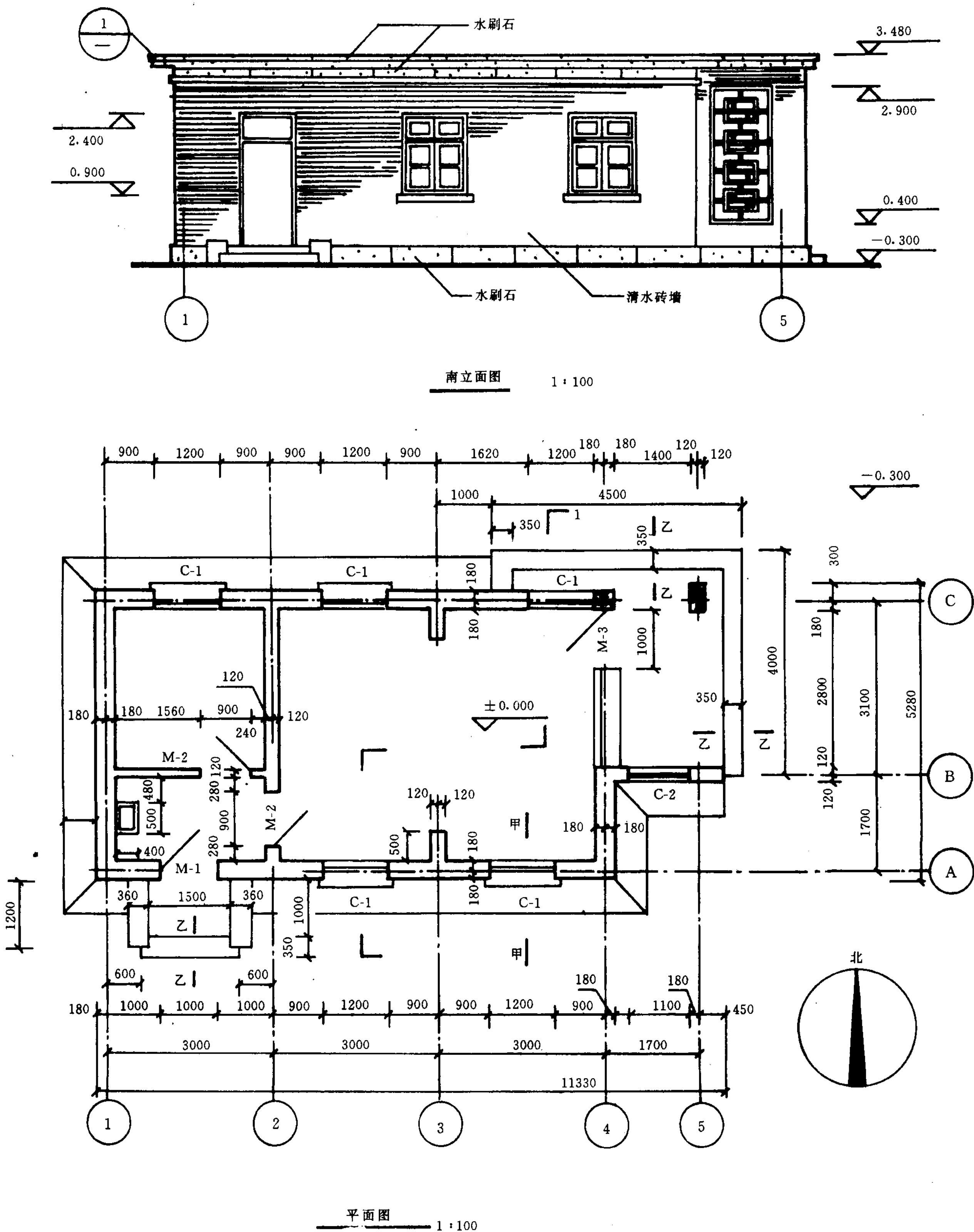
1. 学习投影法（主要是正投影法）的基本理论及其应用。
2. 培养学生的三维形状与相关位置的空间逻辑思维和形象思维能力。
3. 培养学生空间几何问题的图解能力。
4. 培养学生绘制和阅读土建工程图样的能力。
5. 培养学生利用计算机生成图形的初步能力。

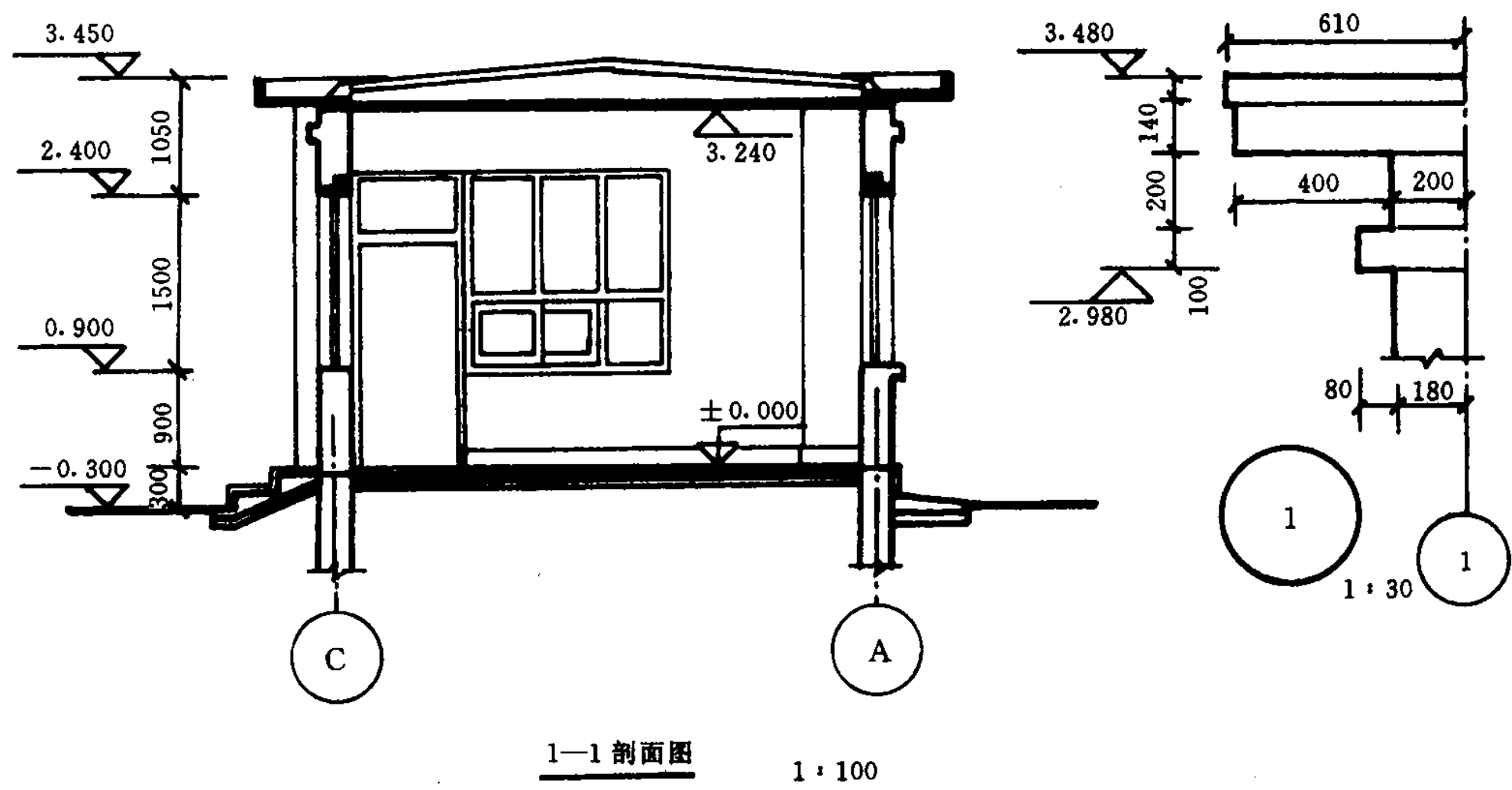
在本课程的教学中还要有意识地注意加强对学生的素质教育，培养学生的自学能力；创造能力以及认真负责、严谨细致的工作作风。

三、本课程的内容与要求

本课程内容包括：画法几何、制图基础、投影制图、土建工程图和计算机绘图简介等五部分。上述五部分的具体内容与要求如下：

1. 画法几何是研究投影理论和方法并解决空间问题的学科，是制图的理论基础。通过画法几何的学习使学生学会用正投影法表达空间形体的基本理论以及图解空间几何问题的方法。





门窗号	洞口尺寸	门(窗)框尺寸	数量	备注
	宽×高	宽×高		
M-1	100 × 2400	980 × 2390	1	
M-2	900 × 2100	880 × 2090	2	
M-3	2800 × 2700	2770 × 2690	1	
C-1	1200 × 1500	1180 × 1480	5	
C-2	1100 × 2500	1090 × 2490	1	

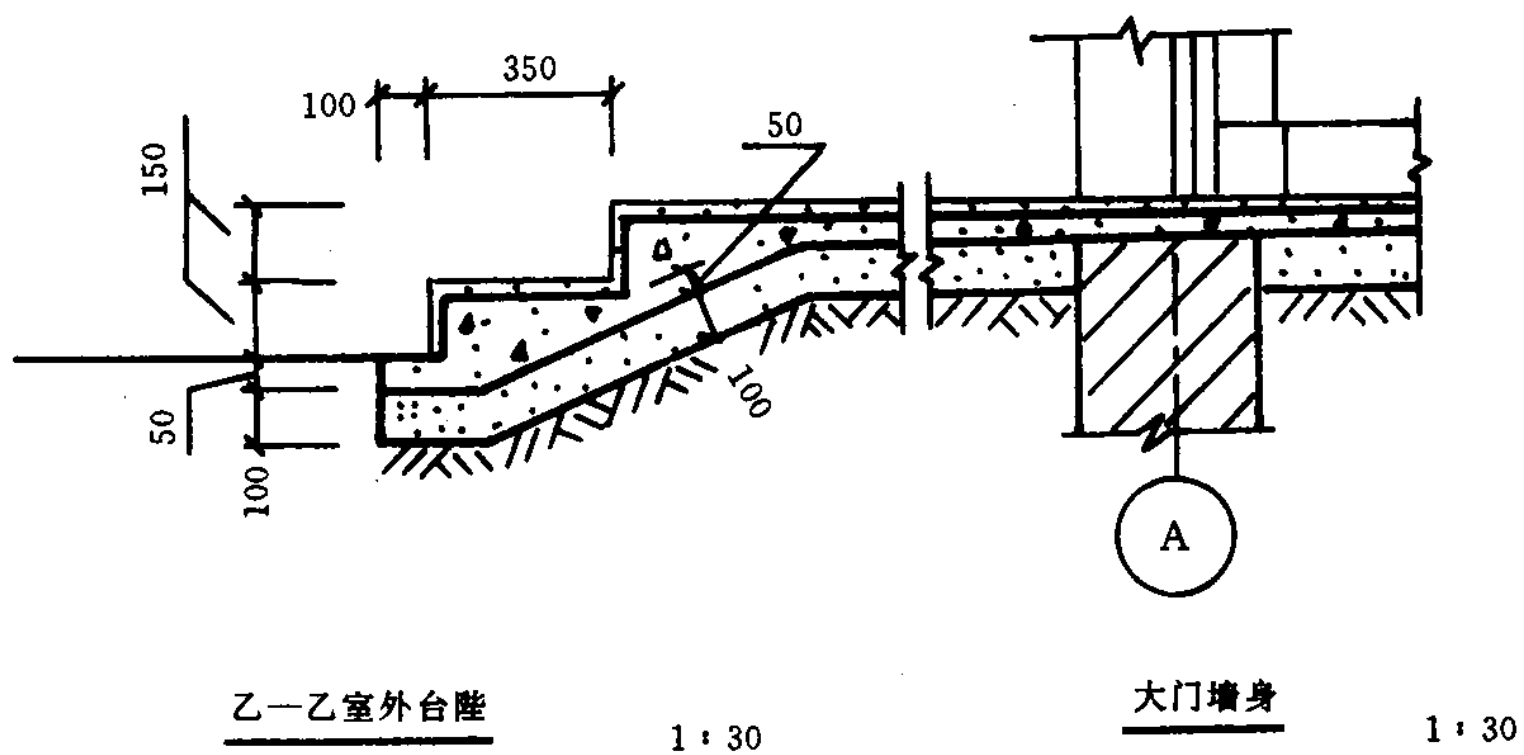


图 1-1 房屋平、立、剖面图 (二)

2. 通过学习制图基础使学生了解国家所规定的制图标准，学会正确使用绘图工具和仪器。掌握一定的绘图技能。

3. 通过投影制图的学习使学生了解和贯彻制图标准中有关符号、图样画法、尺寸标注等规定，掌握物体的投影图画法，尺寸注法和读法，并初步掌握轴测图的基本概念和画法，了解第三角投影法的基本概念。

4. 通过土建图的学习使学生了解和掌握有关专业土建工程图的内容和特点，初步掌握绘制和阅读土建图的方法，能正确绘制和阅读中等复杂程度的建筑施工图和结构施工图。

5. 计算机绘图作为一种现代化的绘图手段在工程技术领域得到越来越普遍的应用，通过计算机绘图的学习，使学生能够在信息时代跟上科学技术的发展，对计算机绘图技术有初步的了解，并能进行简单图形的编程和上机输出图形。

四、本课程的学习方法

画法几何与工程制图是既互相联系又各有特点的两部分，画法几何是工程制图的理论基础，工程制图是投影理论的具体应用。前者比较系统抽象，后者比较实际具体。学好画法几何能为学习工程制图打下坚实的理论基础，而学好工程制图也就达到了学习画法几何的主要目的。

这门课将学生领进了图学领域，这一新的领域许多同学可能还很陌生，初学时往往不得要领，学起来感到很吃力，很被动，为了使同学能够主动、有效的学习，下面就本门课的特点及学习方法提出几点意见，供同学参考。

1. “热爱是最好的老师”（爱因斯坦），对专业的热爱和对知识的渴求是推动你学习的动力，跨世纪人才的使命感和责任感能激发你学习的热情，端正学习态度，自觉刻苦的钻研是学好本课程的基本条件。

2. 画法几何是一门理论性、系统性、抽象性较强的学科，在学习时要注意连续性，头几节课很重要，只有尽快找到“感觉”很快进入“角色”有个良好的开端才能学好它。而不少同学在考入大学之后往往有松懈情绪，若忽视了前面的基本概念则意味着后面的被动，所以“稳扎稳打，步步为营”学好每一个概念非常重要。

3. 要注意培养想象能力（即从二维的平面图形想象出三维形体的形状）这一能力又称直观能力，初学时可借助于模型或立体图加强图、物对照的感性认识，但要逐步减少对模型和立体图的依赖，直至练就出一双工程师的识图“慧眼”。

4. 踏踏实实地进行制图技能的基本训练，养成严肃认真一丝不苟的工作作风。培养自己的国标意识，制图操作要规范。要独立完成教师指定的作业，没有一定量的练习是掌握不了制图与识图的。

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 1-2）等绘图工具。

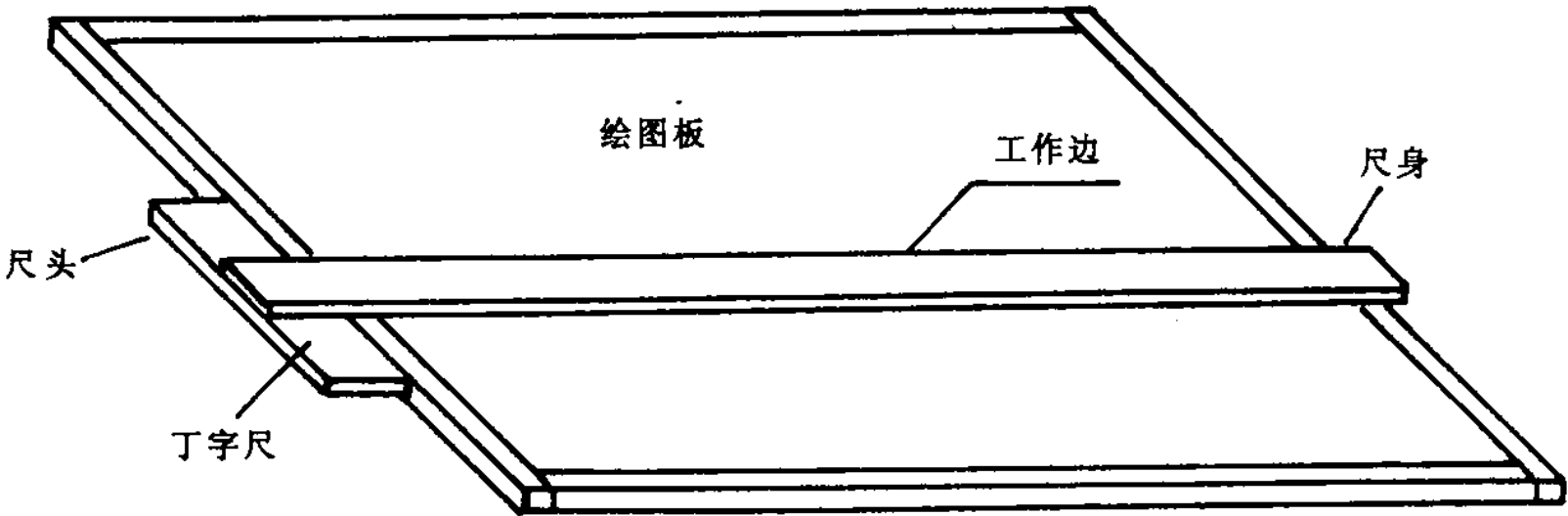


图 1-2 绘图板与丁字尺

(1) 图板 板面要光滑，图板框要平直。图板的大小有各种不同规格，一般绘图教室可配置 0 号（900×1200 毫米）或 1 号（600×900 毫米）图板。一年级学生自备或借用的图板可以是 2 号（400×600 毫米）。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 1-3）。

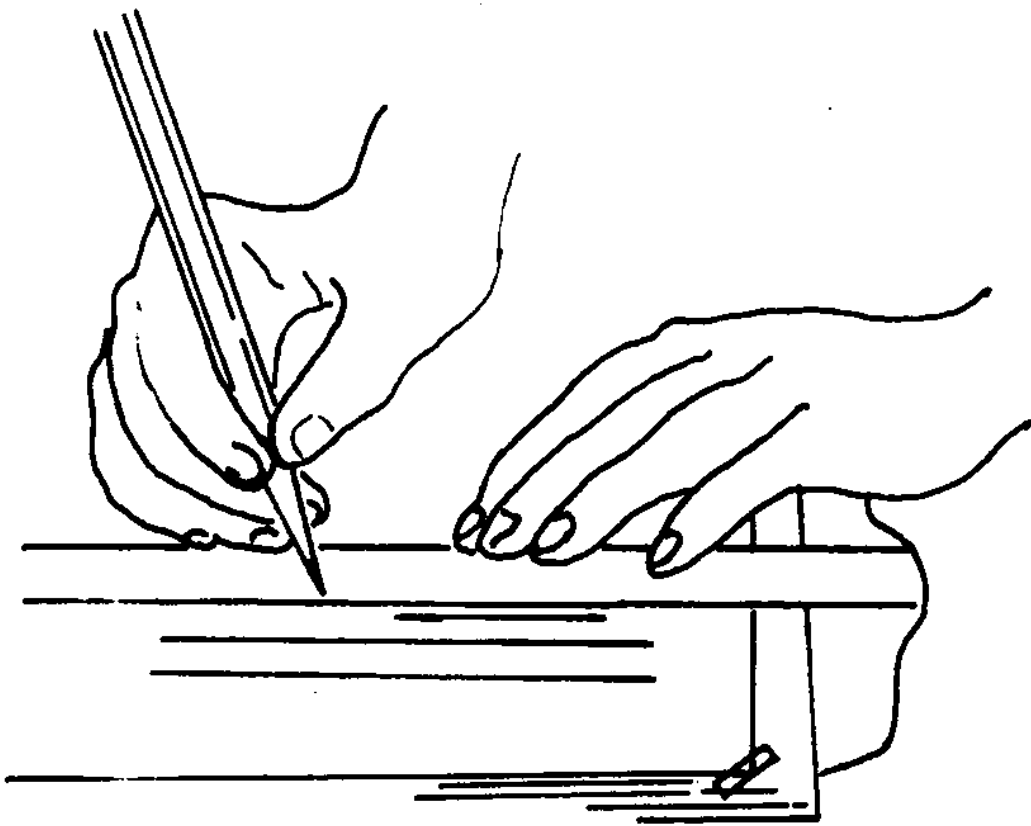


图 1-3 用丁字尺画水平线

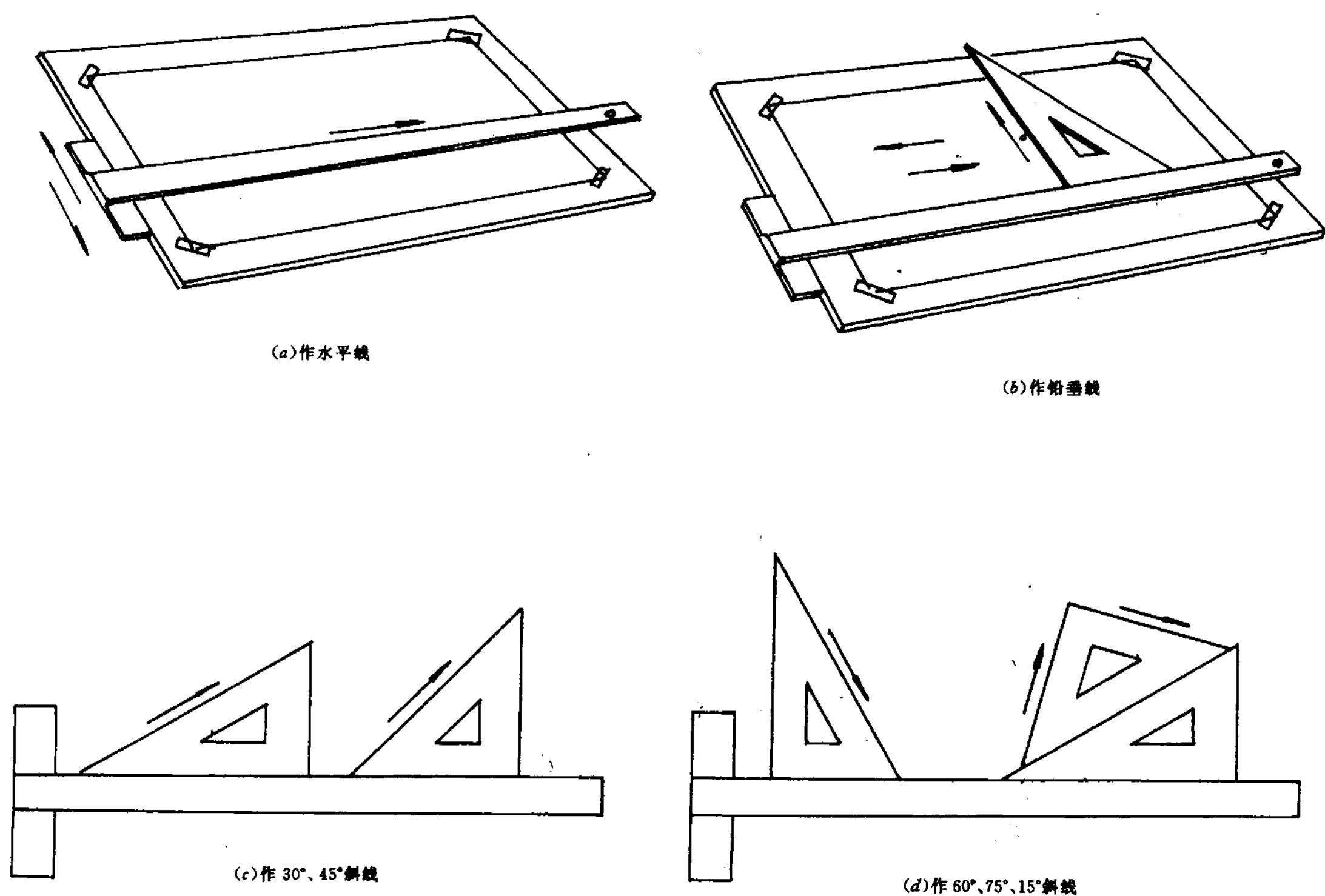


图 1-4 丁字尺、三角板的用法

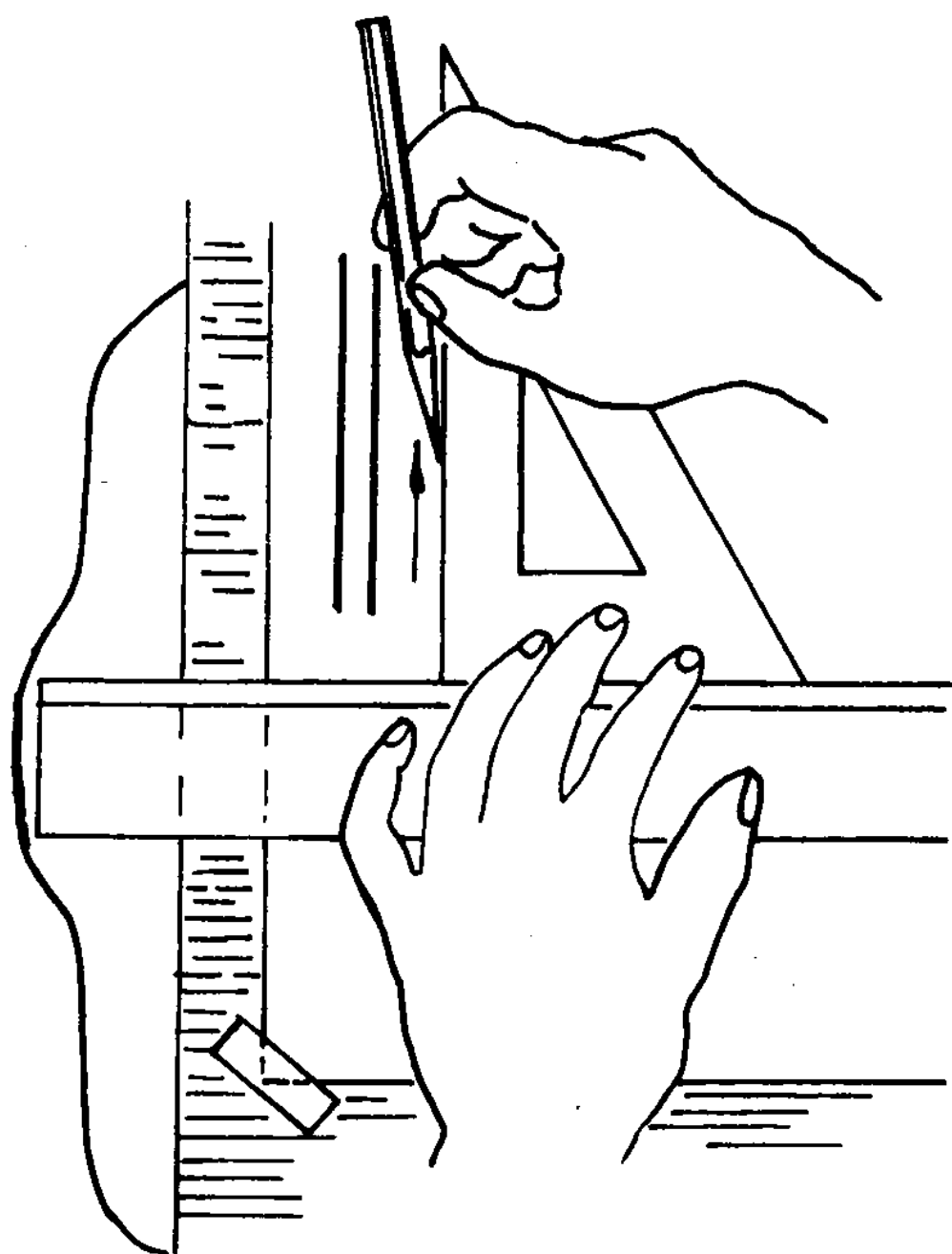


图 1-5 用三角板画铅直线

(3) 三角板 一副三角板有 $30^\circ \times 60^\circ \times 90^\circ$ 和 $45^\circ \times 45^\circ \times 90^\circ$ 两块, 绘图用的三角板规格要大一些, 25 公分以上的为好。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° 的斜线也可方便的画出。(图 1-4) 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 1-5)

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 1-6)。因有的比例尺做成三棱柱状, 所以又称三棱尺 (图 1-6)。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, 不用再进行计算, 直接按尺面上所刻的读数截取或读出该线段的长度。

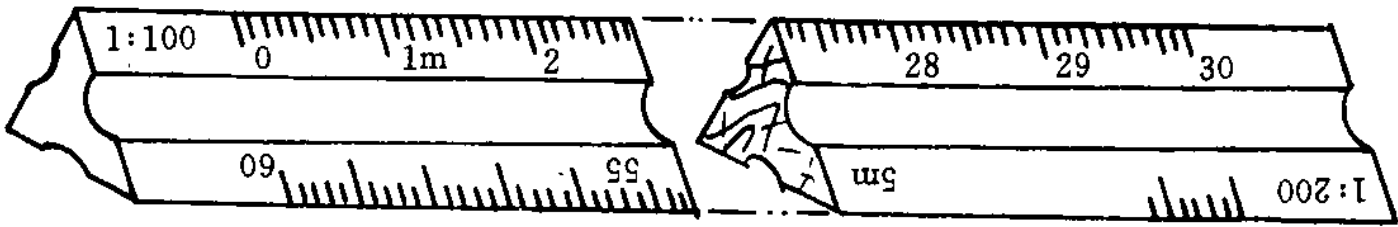


图 1-6 比例尺

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 1-7) 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是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, 然后用右手大姆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 1-8a)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 1-8c))。

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 +△ 则微调两针尖间距增大两针尖的距后再进试分, 如此试分几次即可成功, 见图 1-9。

3. 小圆规 (点圆规) 小圆规是用来画直径小于 5mm 小圆的工具。使用时以大母指和中指提起套管, 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, 再用大母指

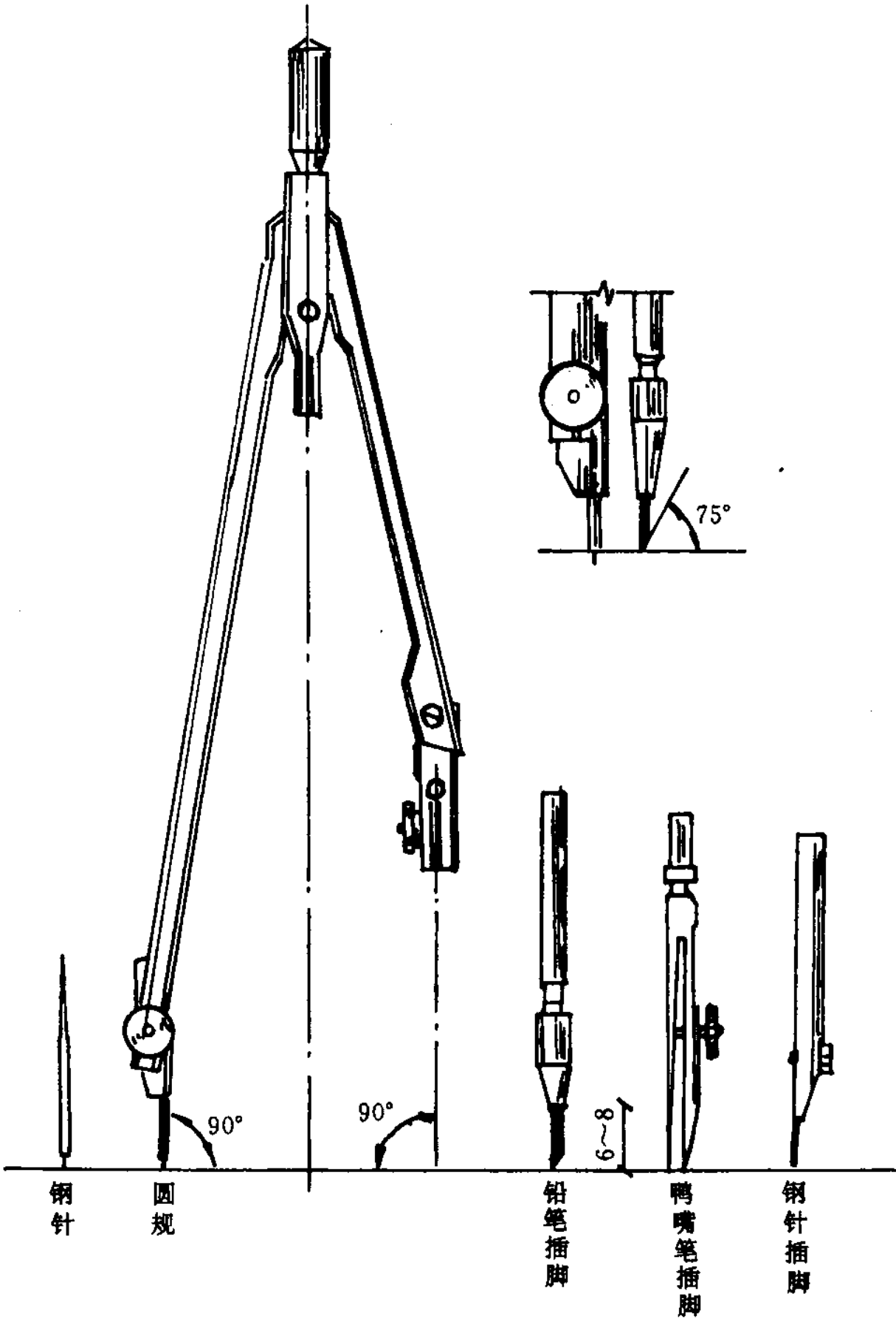


图 1-7 圆规及其插脚

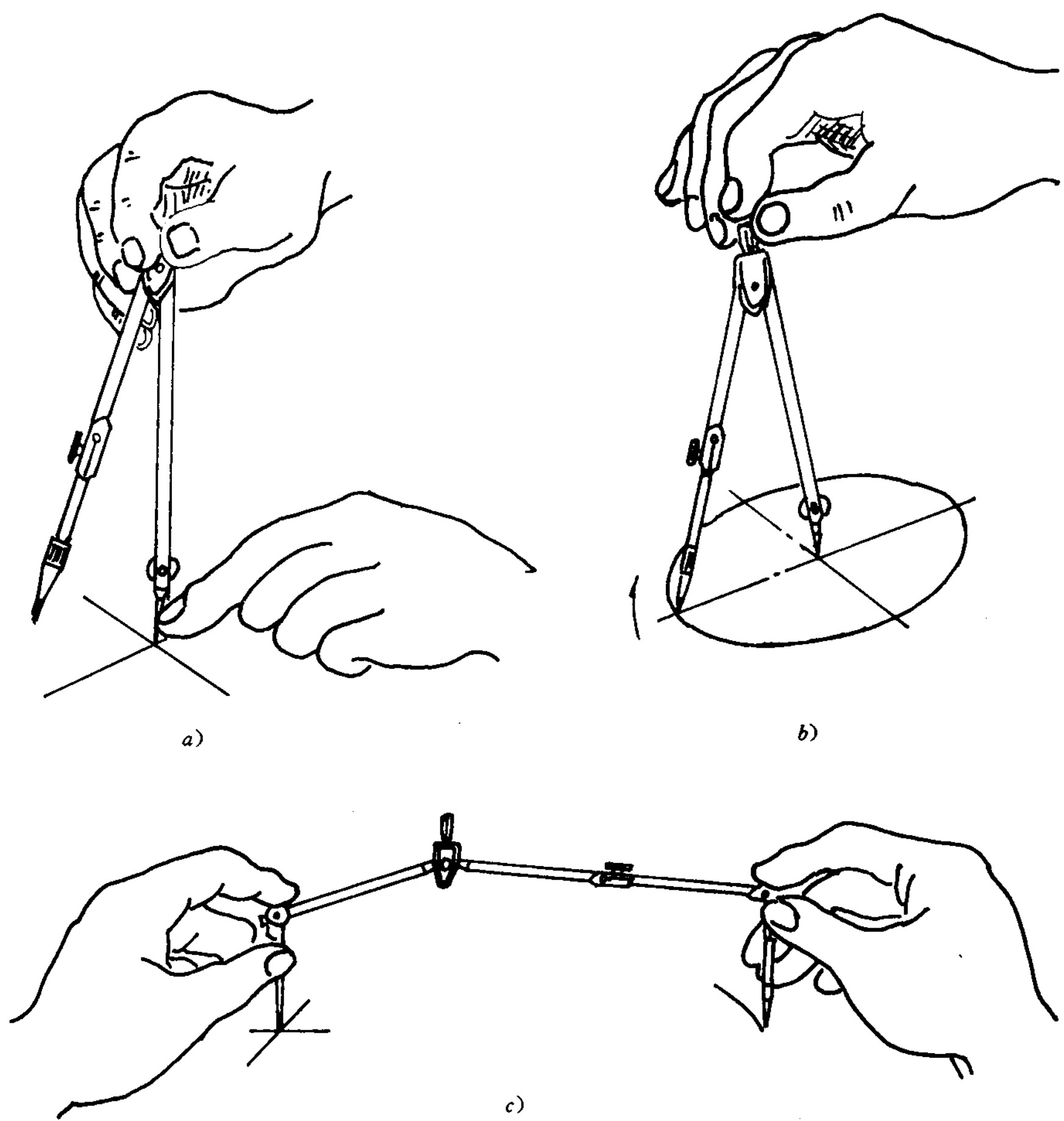


图 1-8 圆规用法

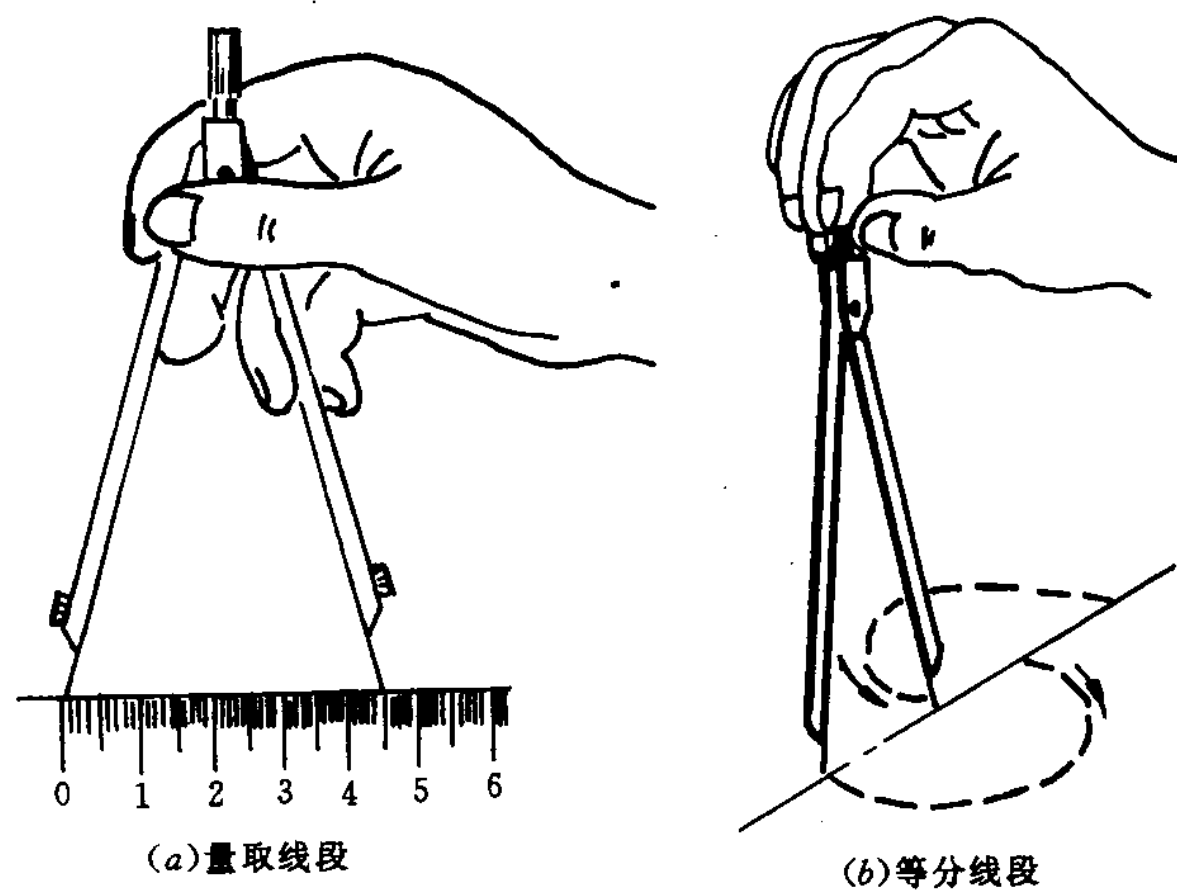


图 1-9 分规的用法

及中指轻轻转动套管即可画出小圆(图 1-10)。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。使用时拧螺针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—6 毫米。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 1-11),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。

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 毫米等规格。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。

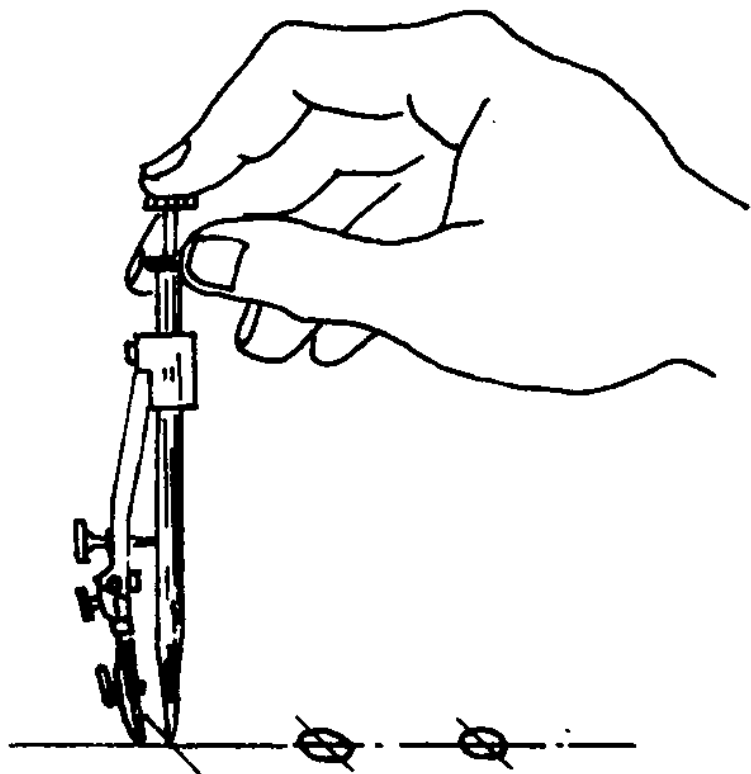


图 1-10 点圆规用法

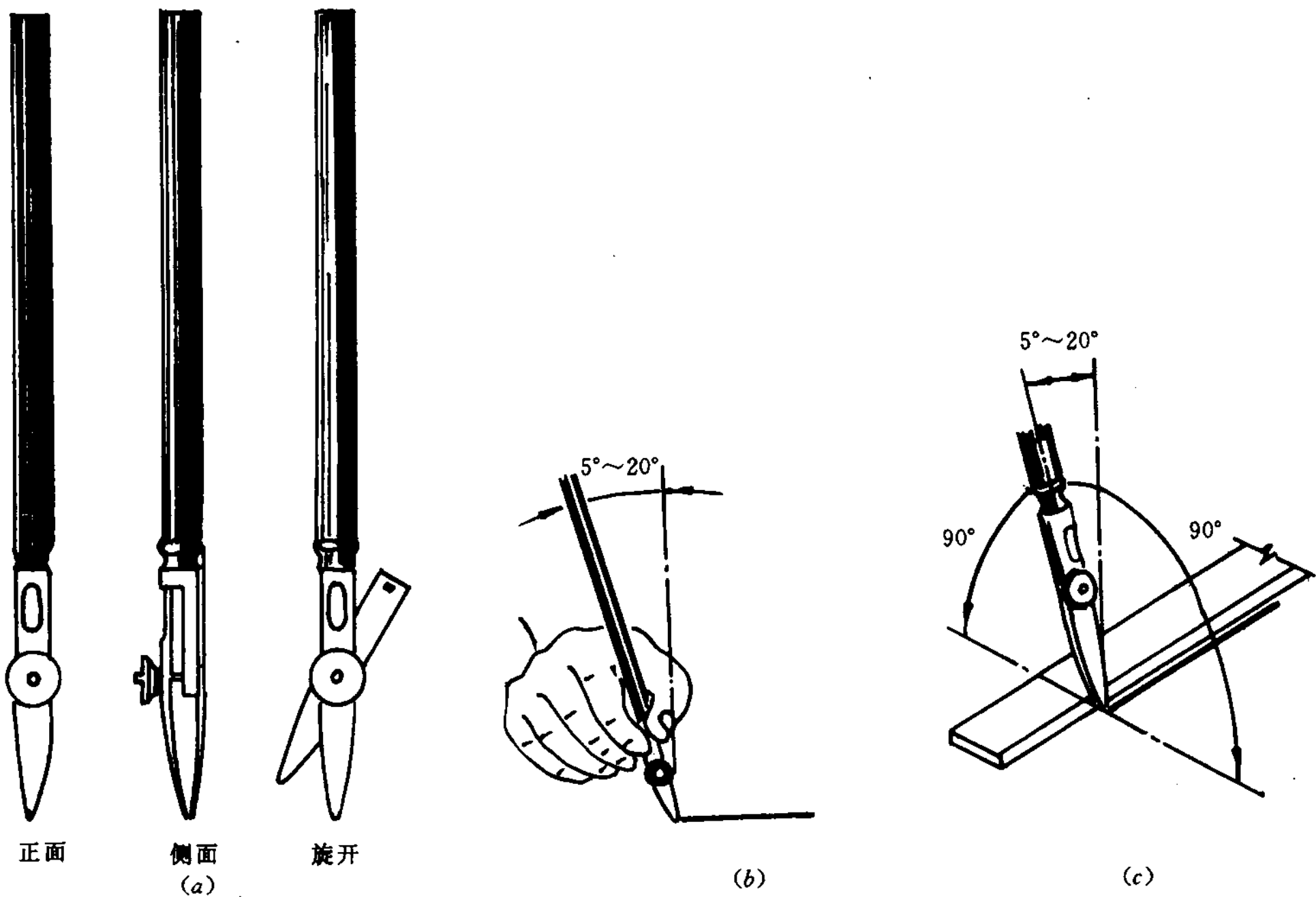


图 1-11 鸭嘴笔及其执笔方法

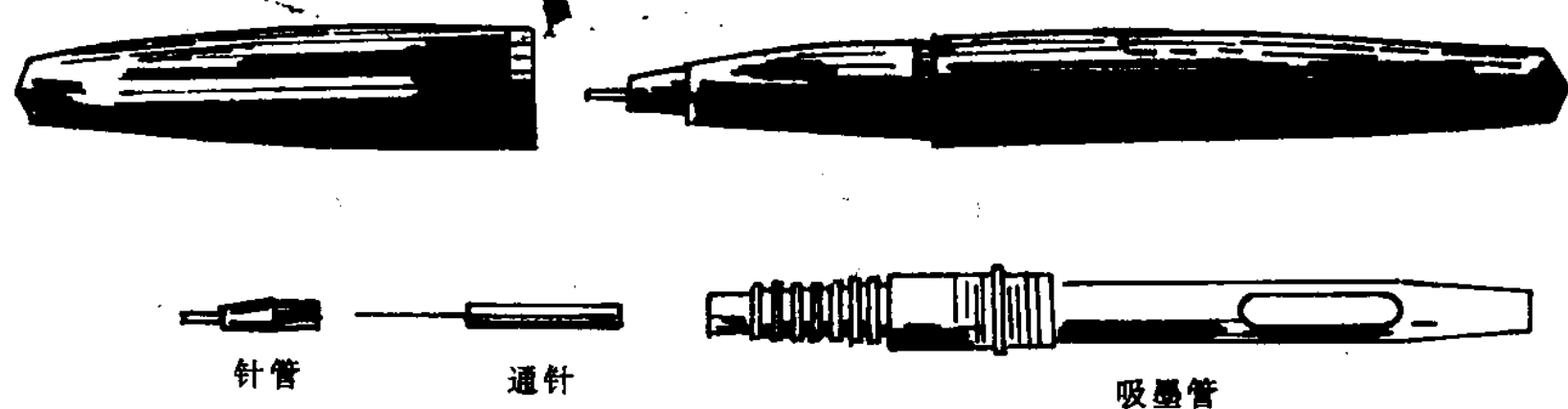


图 1-12 绘图墨水笔的构造

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、0.9 毫米几种，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 1-13 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。绘图用纸要求质地密实，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。

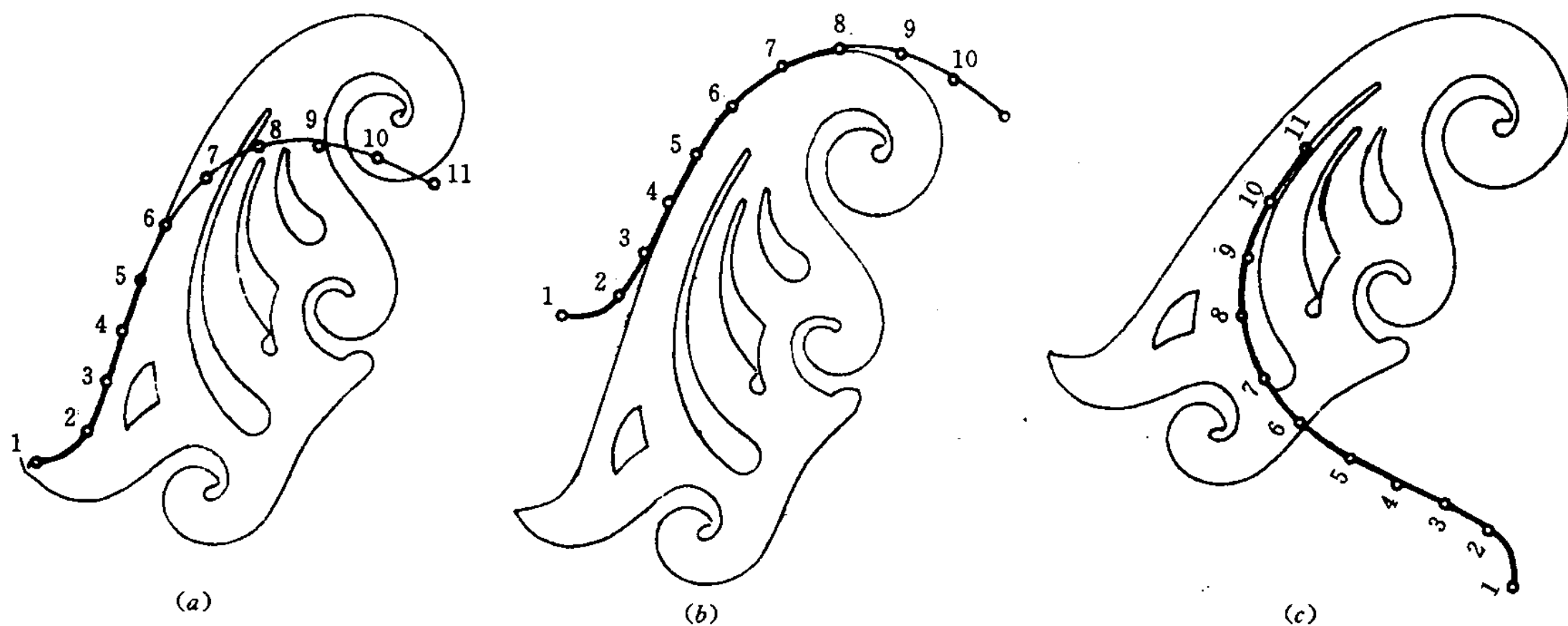


图 1-14 曲线板的使用方法

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 1-14）。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 1-15）。

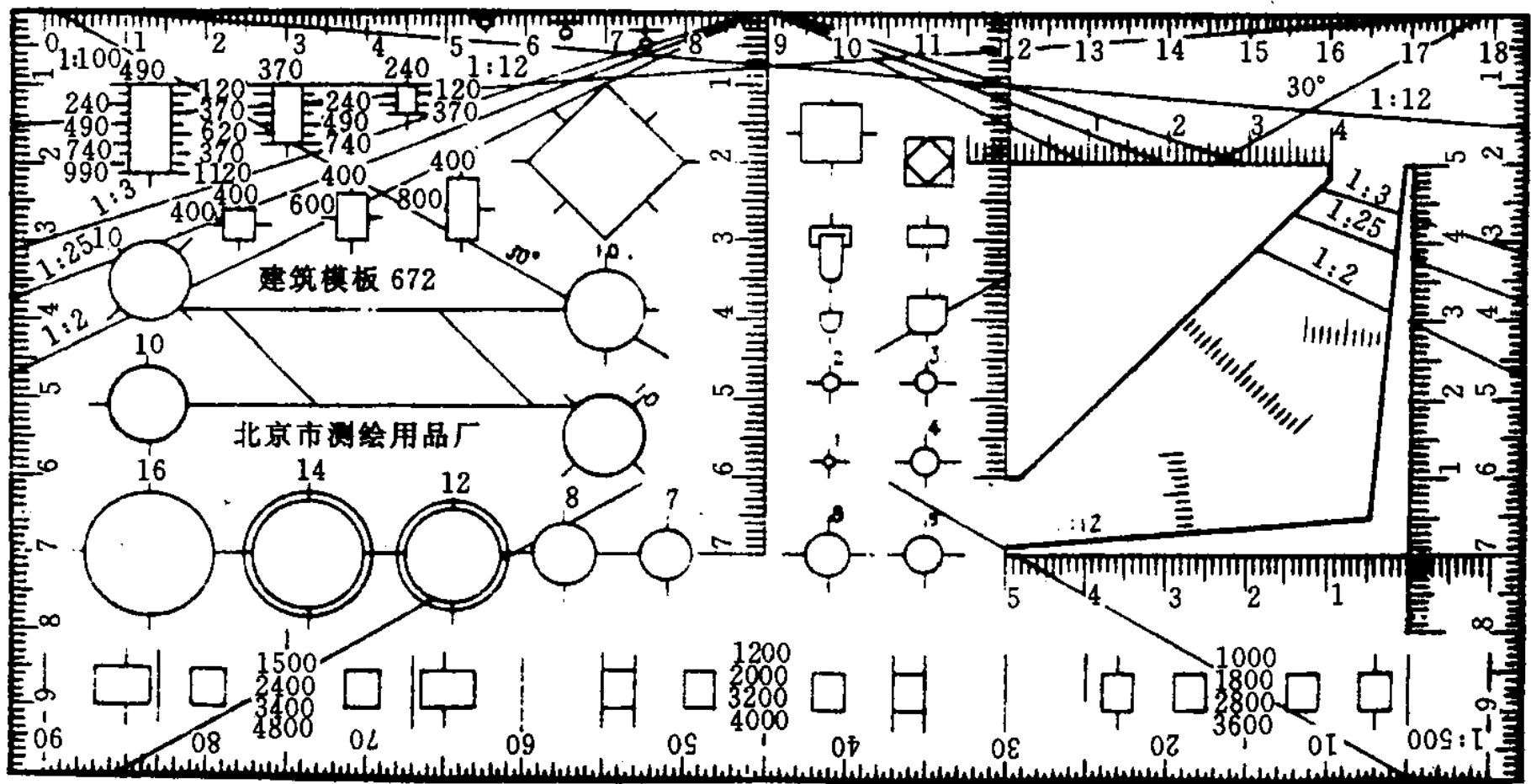


图 1-15 建筑模板

5. 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 1-16 所示。

6. 绘图机 绘图机的构造有多种，图 1-17 所使用的是采用平行连杆机构的绘图机，机头上有两把互相垂直的刻有比例的直尺，机头可以随意移动，使用起来很方便，可以提高绘图速度。

7. 自动绘图机 在计算机绘图系统中，可按需要配置各种形式的自动绘图机。其中主要类型是平板式和滚筒式，此外还有精度更高的平面电机式绘图机，在微机绘图系统中使用较多的是前两种（图 1-18）。

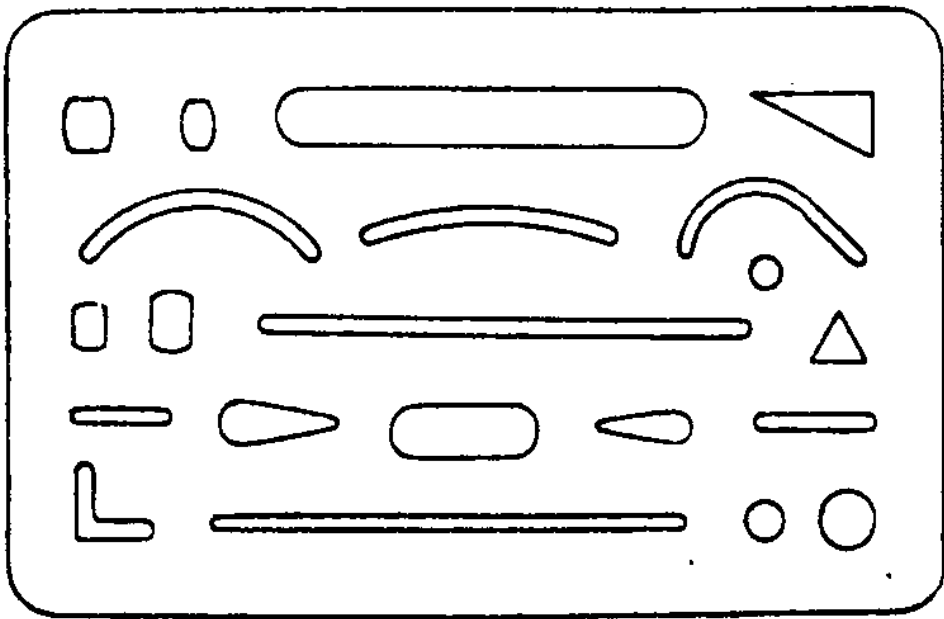


图 1-16 擦线板

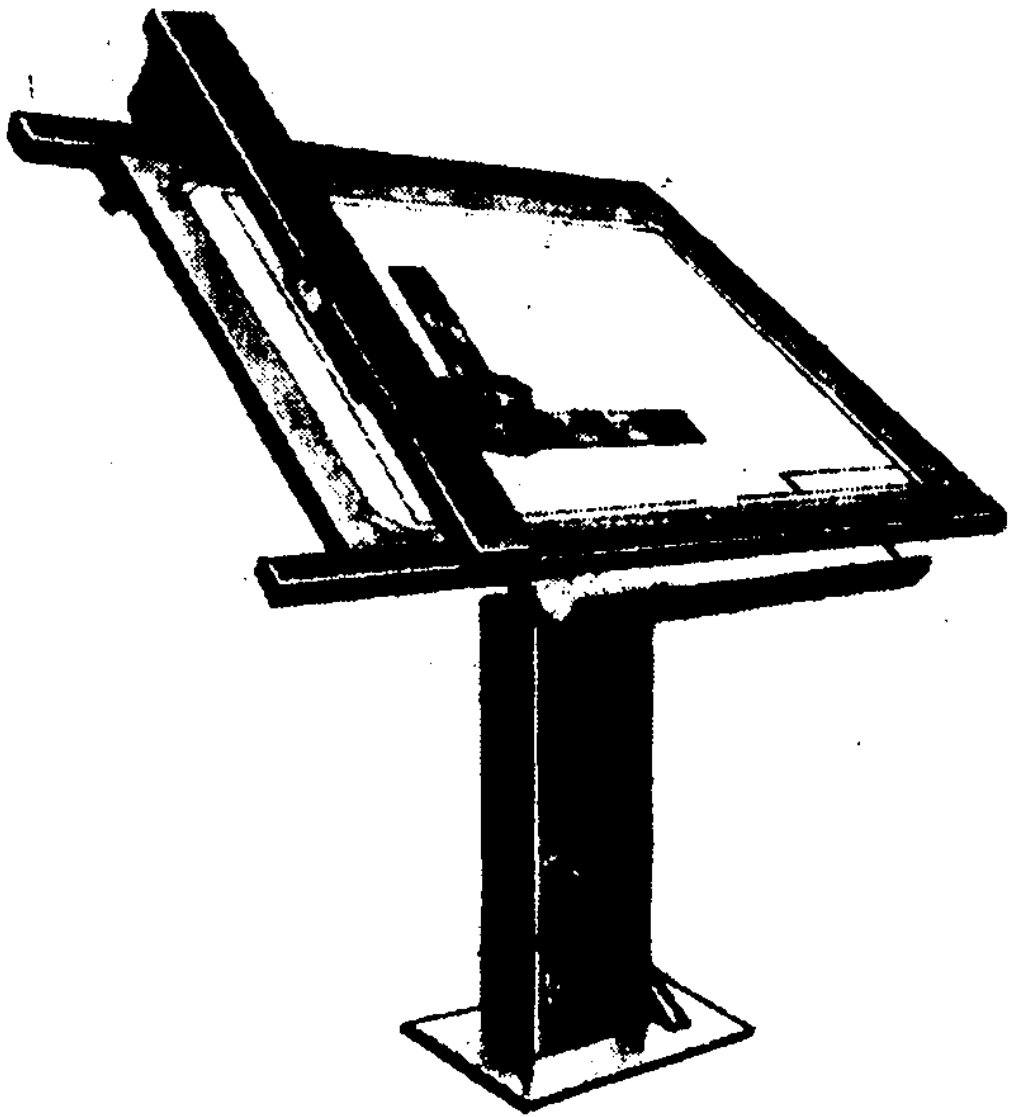


图 1-17 绘图机