

高等学校教材

工程制图

西南交通大学
北方交通大学 合编
长沙铁道学院



中国铁道出版社

高等学校教材

工 程 制 图

西南交通大学

北方交通大学 合编

长沙铁道学院

中国铁道出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092_{1/16} 印张：11.75 字数：264 千

1983年11月第1版 1983年11月第1次印刷

印数：0001—15,000册 定价：1.25元

内 容 简 介

本书是1980年出版的高等学校试用教材《工程制图》的修订本，是根据1980年高等工科学校四年制土建、水利专业“画法几何及工程制图教学大纲”（草案）修订的，内容主要包括制图基本知识、基本理论和方法。全书分九章：第一章制图基本知识；第二章投影制图；第三章钢筋混凝土结构图；第四章钢结构图；第五章桥隧工程图；第六章房屋建筑图；第七章机械图；第八章制图自动化简介；第九章算图。

前 言

在工程建设中，无论是设计还是施工还是制造，都离不开工程图样。工程图样是设计文件的重要组成部分，是施工、制造的主要依据。

工程制图是研究绘制和如何阅读工程图样的一门学科。在工科院校中，它是一门必修的技术基础课。在掌握了画法几何的基本理论和方法的基础上，通过这门课程的学习，应具备以下的技能：

(1) 按制图的基本理论和规格，运用形体分析的方法，以图形来正确表达一般工程物体的形状和大小，并能正确读懂这类图形；

(2) 掌握绘制和阅读一般土木建筑工程图和简单机械图的方法；

(3) 正确使用绘图仪器作图，并具有徒手作图的初步技能。

对工程图样的基本要求是准确、清晰和合乎规定。图纸上一字一线之差不但影响读图，有时还造成生产上的极大浪费。因此在学习过程中要严肃认真，耐心细致，具有刻苦钻研、一丝不苟的学习态度和作风。

本课程所授的有关知识和绘图技能，需要通过一系列的练习和作业来获得，所以要多画、多看，反复实践。

制图的标准规格较多，作图时必须严格遵守，并应熟悉这些规定，使图面符合要求。

本教材是1980年9月出版的高等学校试用教材《工程制图》的修订本，是根据1980年5月高等学校工科制图教材编审委员会审订的高等工业学校四年制土建、水利类专业（120学时）试用的《画法几何及工程制图大纲》（草案）修订的。

本教材与试用教材比较，在内容上主要有下列一些变动：

1. 几何作图部分增加了几种常遇曲线的画法；
2. 随着有关标准的修订，对相应内容作了修改；
3. 根据“大纲”所列基本内容，增加了“算图”一章。

与本教材配套的有中国铁道出版社出版的《画法几何》和《画法几何及工程制图习题集》。

本教材由西南交通大学李睿谟主持修订。参加修订的人员有西南交通大学高法忱（修订第二章）、李睿谟（修订第六、八章，编写第九章）；北方交通大学宋兆全（修订第七章）、朱自珍（修订第一章）；长沙铁道学院甄守仁（修订第三、四、五章）；北方交通大学许华仑参加了第七章的绘图工作。此外，在修订过程中，兰州铁道学院的部分教师也参加了审稿工作。

希望读者对本书提出意见。

一九八三年

目 录

第一章 制图基本知识	1
§ 1—1 绘图仪器、工具及其使用方法	1
§ 1—2 基本制图标准	8
§ 1—3 绘图的方法和步骤	14
§ 1—4 几何作图	16
第二章 投影制图	25
§ 2—1 三视图	25
§ 2—2 组合体三视图的画法	26
§ 2—3 标注尺寸的基本方法	29
§ 2—4 读图和由二已知视图补作第三视图	33
§ 2—5 剖视	39
§ 2—6 剖面	45
§ 2—7 轴测图中相贯线的画法及轴测图中的剖切	47
§ 2—8 六个基本视图和一些规定画法	48
第三章 钢筋混凝土结构图	53
§ 3—1 钢筋的基本知识	53
§ 3—2 钢筋布置图的特点	54
§ 3—3 钢筋布置图的阅读	58
第四章 钢结构图	61
§ 4—1 钢结构中型钢的连接方法	61
§ 4—2 钢屋架结构图	64
§ 4—3 钢梁结构图	68
第五章 桥隧工程图	73
§ 5—1 桥墩图	73
§ 5—2 桥台图	77
§ 5—3 涵洞图	81
§ 5—4 隧道洞门图	85
第六章 房屋建筑图	90
§ 6—1 总平面图	90
§ 6—2 平面图、立面图和剖面图的形成	91
§ 6—3 平面图	92
§ 6—4 立面图	97
§ 6—5 剖面图	100
§ 6—6 建筑施工详图	103

§ 6—7	结构施工图	112
第七章	机械图	118
§ 7—1	概述	118
§ 7—2	零件图	120
§ 7—3	几种常用零件	132
§ 7—4	装配图	143
第八章	制图自动化简介	149
§ 8—1	绘图机的构造和基本动作	149
§ 8—2	绘图机的绘图原理	150
§ 8—3	自动绘图系统	151
§ 8—4	关于程序	152
第九章	算图	156
§ 9—1	函数尺的制作	156
§ 9—2	单线图	159
§ 9—3	平行尺列线图	160
§ 9—4	Z字形列线图	162
§ 9—5	组合图	165
§ 9—6	网络图	167
附录		169
附录一	常用螺纹	169
附录二	螺纹连接件	171
附录三	键和销	174
附录四	轴的极限偏差	176
附录五	孔的极限偏差	177
附录六	常用的金属材料	178

新

第一章 制图基本知识

§ 1—1 绘图仪器、工具及其使用方法

绘图应具备绘图仪器和工具。绘图仪器和工具的质量、使用方法和运用的熟练程度，都将直接影响绘图速度和图面质量。因此，了解各种绘图仪器和工具的特点，掌握正确使用这些仪器和工具的方法是十分必要的。

随着科学技术的现代化，电子仪器的普遍使用，绘图仪器和工具也在日益发展。这里仅就目前常用的及某些已在使用的绘图仪器和工具介绍如下：

一、图板

图板是放置图纸用的矩形木板。板面由质地轻软、富于弹性、平坦无节、不易变形的木材制成。图板要用硬木镶边，保证各边光滑平直。

固定图纸时，最好使用胶带纸或胶水把图纸的四角贴在图板上。为保护板面，不宜用图钉固定图纸。

二、丁字尺

丁字尺主要是用来画水平线的。它由尺头和尺身构成。绘图时，尺头内侧必须紧靠图板的左侧边缘，尺身密贴在图纸上，铅笔沿尺身上边缘自左向右画出水平线，如图 1—1 所示。

尺头紧靠图板左侧边缘上下移动，可画出图纸内任何位置的水平线。

丁字尺用后应挂起，以避免尺身挠曲变形。

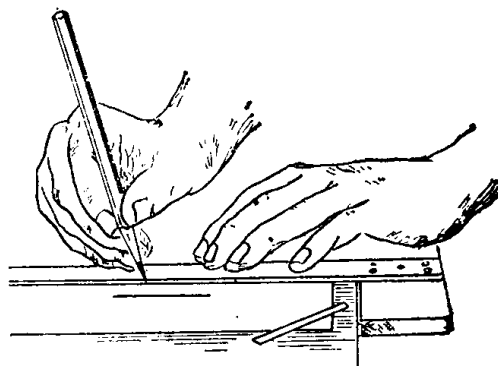


图 1—1 沿丁字尺画水平线

三、三角板

三角板主要用来画竖直线、互相垂直的直线、互相平行的斜线和特殊角度的直线等。

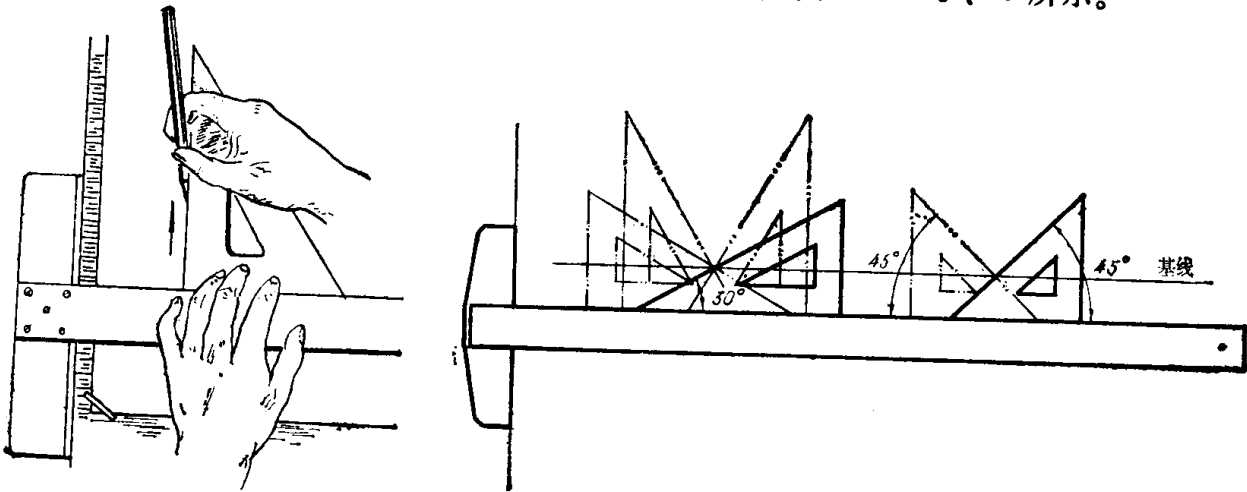
画竖直线时，通常和丁字尺配合使用。将三角板靠在丁字尺尺身的上边缘上，使三角板的一条直角边向着左方，自下而上地画线（图 1—2 a）。

三角板与丁字尺配合使用，可以画出与水平线成 15° 整倍数角度的斜线（图 1—2 b、c）。

四、比例尺

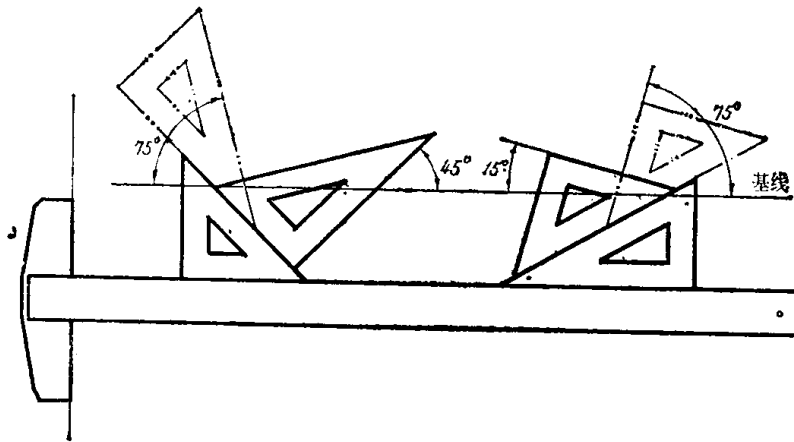
比例尺是用来把实际的尺寸按一定比例缩小或放大成所需要的大小，以便绘制物体的图形。比例尺的样式有多种，常用的三棱尺如图 1—3 a 所示。尺上刻有预先选定的六种缩小比例的刻度。如尺上标记 $1:100$ ，即表示尺上的一个单位长代表实际上的100个单位长。有些比例可用尺上的比例推算出来。比如， $1:100$ 缩小到其十分之一即为 $1:1000$ ，放大十倍即为 $1:10$ 。以此类推就可扩大比例尺的比例种类。

比例尺只能用来量度尺寸，不能用来画线。用比例尺量度尺寸时，要注意姿势，以保证所量尺寸的准确度，并不致损伤尺面。正确的量度方法如图 1—3 b、c 所示。



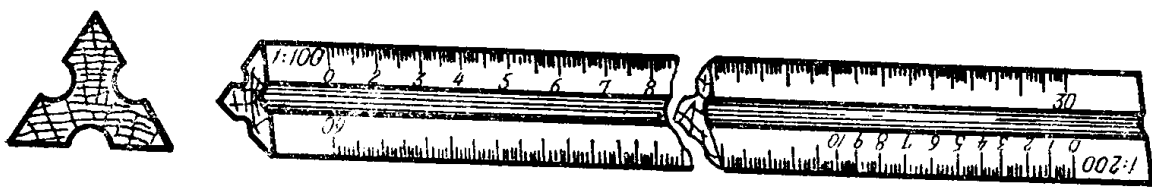
(a) 画竖直线

(b) 一块三角板配合丁字尺画特殊角度的直线

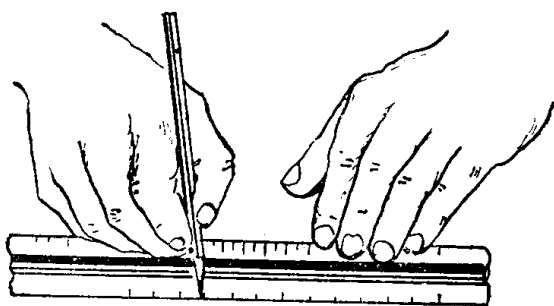


(c) 两块三角板配合丁字尺画特殊角度的直线

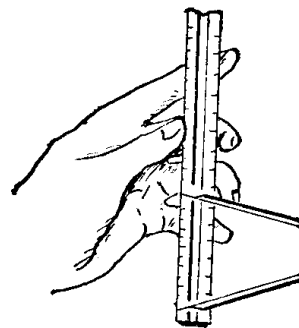
图 1—2 三角板的使用



(a) 比例尺



(b) 直接在图纸上量尺寸



(c) 用分规在比例尺上量尺寸

图 1—3 比例尺及其用法

五、铅笔

绘图应采用绘图铅笔。削铅笔时，应保留铅笔上的硬度符号，以便识别。铅笔的硬度根据字母H和B来辨别，字母H表示硬，字母B表示软。画图时常用的铅笔是3H、2H、HB、B等几种。铅笔的修削形式如图1—4所示，这种形式可使画出的线条清晰、匀整。

六、擦图片

擦图片是擦除图纸上多余的或需修改的线条所用的工具。通常有金属的和胶质的两种，也可以用胶片自行刻制。擦图片的形状如图1—5所示。

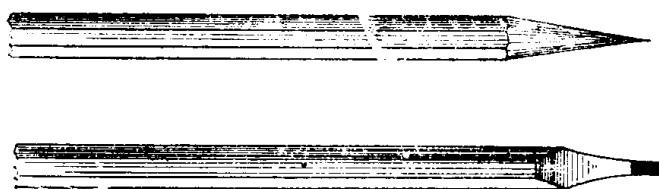


图1—4 铅笔的修削形式

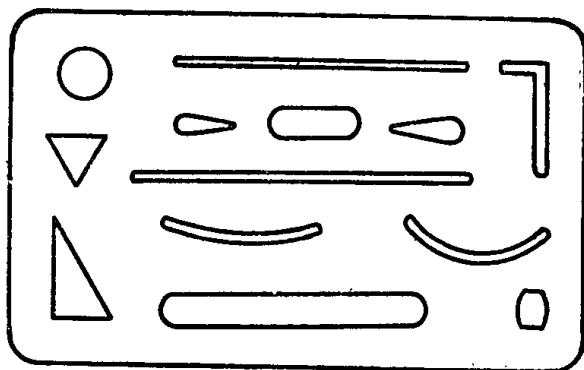


图1—5 擦图片

使用时，将擦图片的孔洞对准要擦去的线条，而把需要保留的线条盖住，然后用橡皮擦拭。

七、曲线板

曲线板是用来画非圆曲线用的，它由透明胶片制成。曲线板上的曲线在不同的部位具有不同的曲率。

在定出了属于曲线的一系列点后，用曲线板来连线，其方法如下（图1—6），

1. 徒手用铅笔轻轻地把各已知点连成曲线（图1—6 a）。
2. 选择曲线板上的曲线段使其与所画的铅笔线密合，并通过三个以上的已知点（图1—6 b）。
3. 沿曲线板画线直到曲线板所通过的最后两点之间为止。
4. 再选择曲线板上另一段曲线，使其通过上次连线时所通过的最后两点及以下各点。按上述方法沿曲线板画线（图1—6 c）。重复这一过程直至把全部曲线画完为止（图1—6 d）。

八、绘图仪器

绘图仪器通常成套装在盒中。一般包括圆规、分规、鸭咀笔、接长杆和点圆规等。

1. 圆规

圆规是用来画圆和圆弧的。使用前先将圆规两腿并拢，调节针尖或铅芯，使针尖的小平台与铅芯或鸭咀笔插腿的尖端对齐（图1—7 a）。

画圆或圆弧时，将圆规两腿分开，使两尖端的距离与所要画的圆或圆弧的半径相等。然后把针尖准确地扎入圆心（图1—7 b），并按顺时针方向转动圆规画圆或圆弧。转动时，应使圆规稍向前进方向倾斜，如图1—7 c所示。

画较大半径的圆时，应使圆规两腿大致与纸面垂直（图1—7 d）。当画大半径的圆或圆弧时，应使用接长杆，如图1—7 e所示。

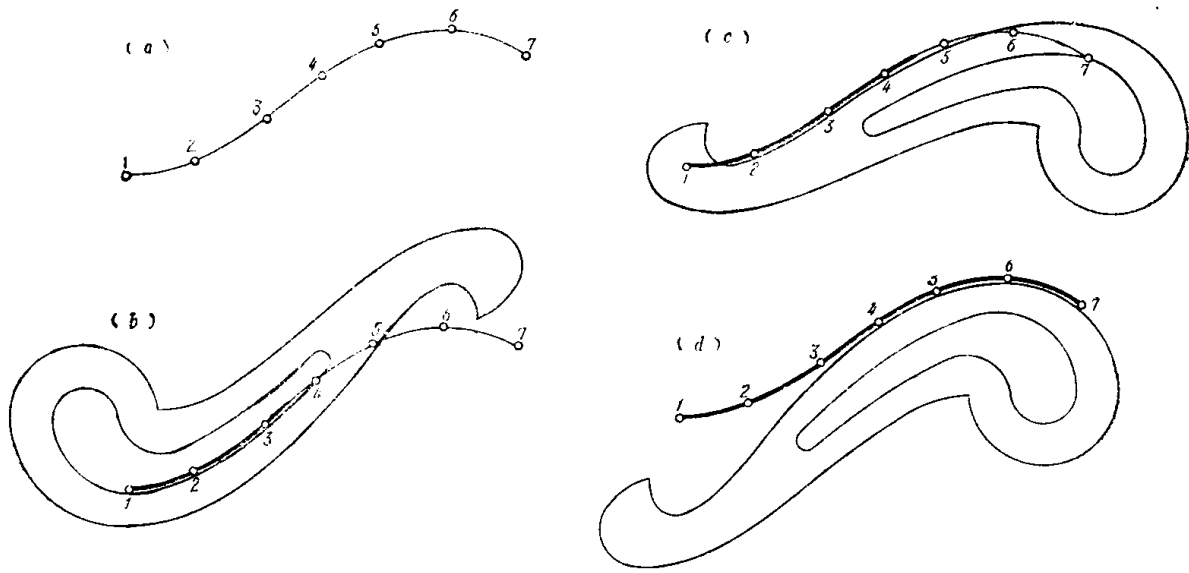
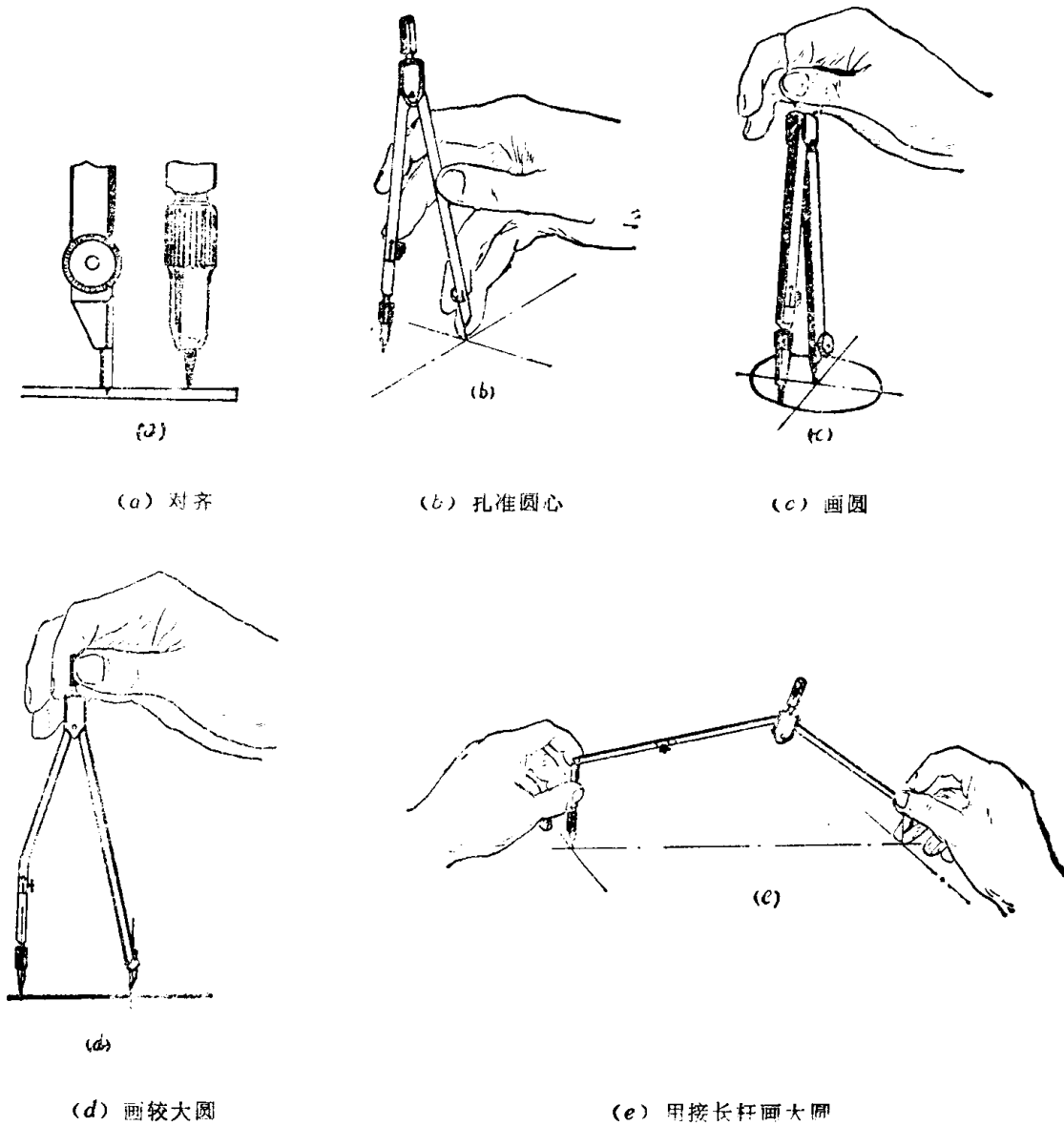


图 1-6 曲线板的用法



(a) 对齐

(b) 找准圆心

(c) 画圆

(d) 画较大圆

(e) 用接长杆画大圆

图 1-7 圆规的用法

2. 分规

分规用于量取线段的长度（图 1—3 c），也可用来用试分法等分线段和圆弧（图 1—8）。使用分规前要注意使两针尖对齐。



图 1—8 用分规等分线段和圆弧

3. 鸭咀笔

鸭咀笔用于绘制墨线图，其使用方法如图 1—9 所示。

鸭咀笔的笔头由两片薄钢片组成。使用时应先将笔头擦拭干净，用小钢笔或绘图墨水瓶盖上的加墨管加墨。一般鸭咀的含墨高度以 3~5 毫米为宜（图 1—9 a、b）。墨量过多，容易滴落污染图纸。墨量过少，在画长线时会中途缺墨。待加墨后再画，容易造成图线接头处粗细不匀，影响图面质量。

画线时，应根据线段的粗细调节好鸭咀笔两钢片间的距离。加墨后应先在质地相同的纸上试画，粗细合适时再在图纸上画线。

画线时应使笔杆位于通过所画直线的铅垂面内并向画线方向倾斜 20° 左右的角。这样才能保证鸭咀笔的两钢片同时与纸面接触（图 1—9 c）。

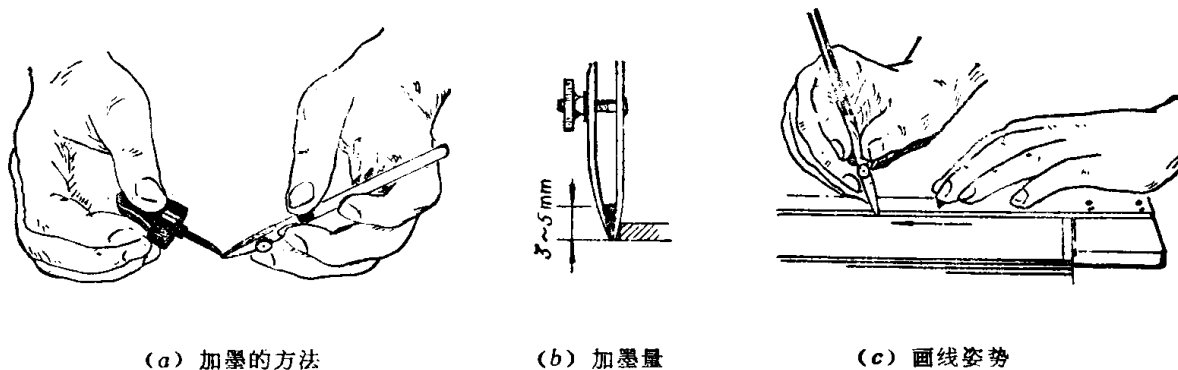


图 1—9 鸭咀笔的用法

鸭咀笔使用完毕后，应擦拭干净，不得留有残余墨斑，还要把调整钢片距离的螺母拧松以延长鸭咀笔的使用寿命。

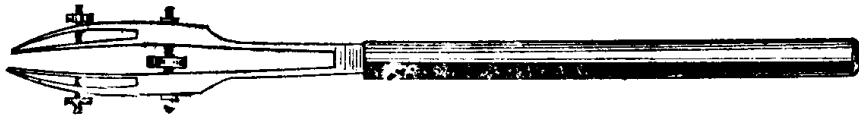
图 1—10 是两种特种鸭咀笔，一种叫等高线笔，专门用于画不规则的曲线（如等高线），另一种叫双线笔，专门用来绘制表示运河，铁路等的双线条。

4. 点圆规

点圆规用于画直径小于 5 毫米的小圆。画小圆时，先调节好圆规两尖端的距离，把针尖插入圆心处，用食指压住针脚顶端，用中指和拇指转动另一腿，即可画出所需的小圆（图 1—11 a）。



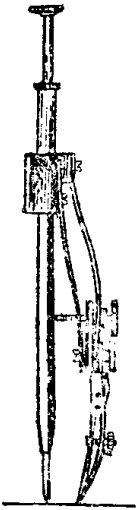
(a) 等高线笔



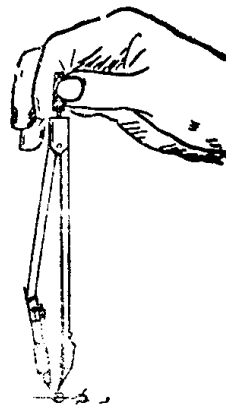
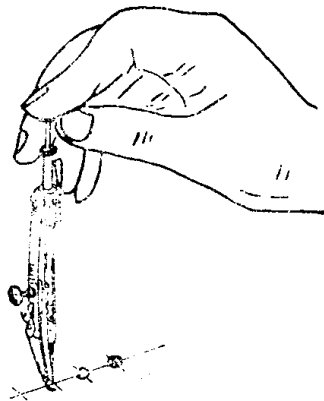
(b) 双线笔

图 1—10 特种鸭咀笔

用普通圆规按图 1—11 b 所示的方法，也可画出小圆。



(a) 用点圆规画小圆



(b) 用普通圆规画小圆

图 1—11 画小圆

九、其他绘图工具

如何提高绘图的速度与质量，一直是绘图工作中需要解决的问题。下面所介绍的就是为解决这一问题而发展起来的绘图工具。

1. 绘图模板

为了提高绘图速度，广大科技人员创造了各种各样的专用模板，如虚线板、剖面线板、六角螺栓头和螺母模板、画各种轴测图的轴测轴模板等。图 1—12 所示为常见的绘图模板。同学也可用薄胶片或废旧照相底片自制模板，其式样及尺寸见图 1—13。

2. 绘图墨水笔

这是一种用来绘制墨线图的工具，也便于与各种模板配合使用。绘图墨水笔不仅可以画直线，也可以和圆规配合，画墨线圆或圆弧。

我国的 71-A 型英雄绘图笔，每套有三支，并附有三个笔头，可以画 0.3、0.45、0.6、0.8、1.0 和 1.2 毫米六种粗细的图线。在笔杆内注入绘图墨水后就可画图，使用比较方便，对提高绘图的速度和质量都有帮助。图 1—14 所示就是 71-A 型绘图墨水笔。

3. 一字尺

一字尺是由水平直尺和导绳组成（图 1—15）。水平直尺能沿图板上下移动，和丁字尺的作用相同。

4. 绘图机

绘图机是一种综合性的绘图工具（图 1—16）。可以代替丁字尺、三角板、比例尺等。

图板的高度和倾斜度可以调整，使用方便，绘图效率高。

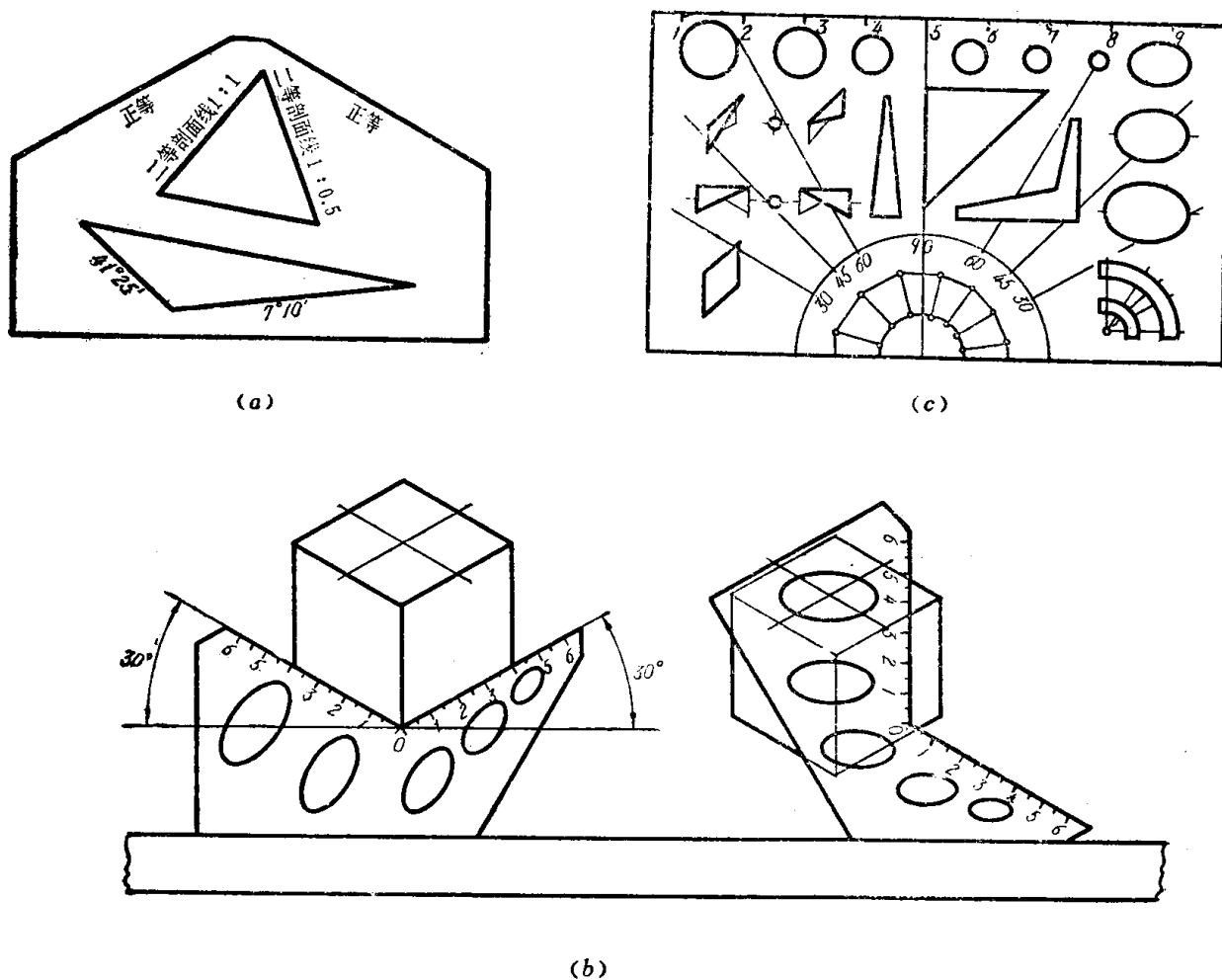


图 1-12 绘图模板

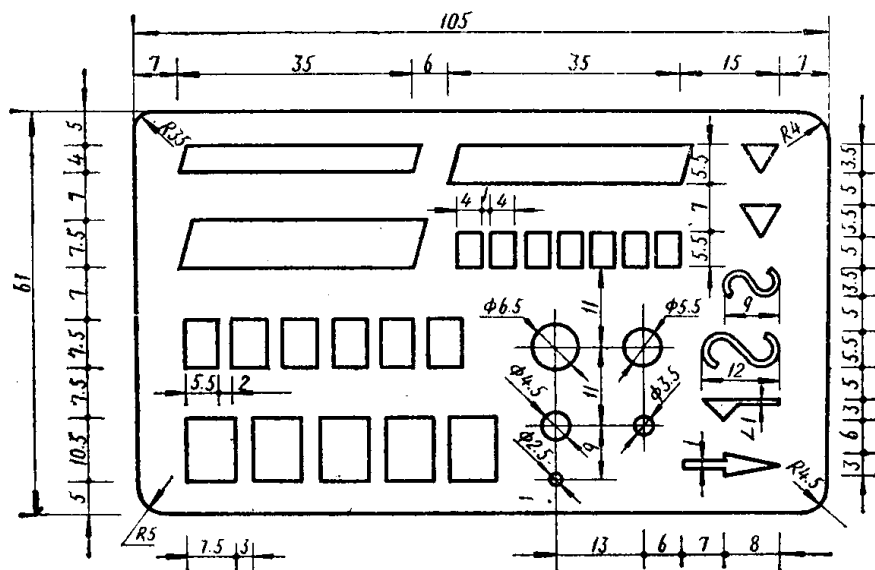


图 1-13 自制模板

5. 电子计算机绘图系统

这是一种先进的绘图工具，它可以根据输入的信息绘制出各种图形，还可以通过一定的输出、输入设备进行人机对话，由自动绘图系统辅助设计。

计算机绘图系统改变了目前的手工操作状态，节省了大量的人力和物力，它使形和数紧密结合，对工业生产将带来深远的影响。

关于电子计算机绘图系统的工作原理和使用方法，将在第八章中作概略介绍。



图 1-14 绘图墨水笔

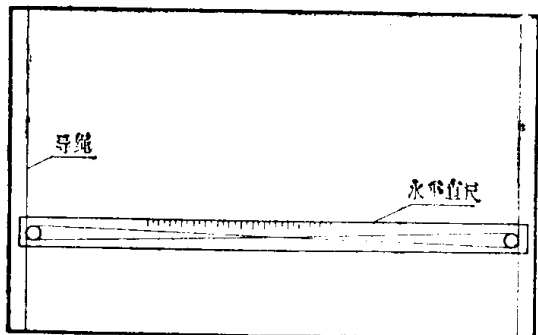


图 1-15 一字尺

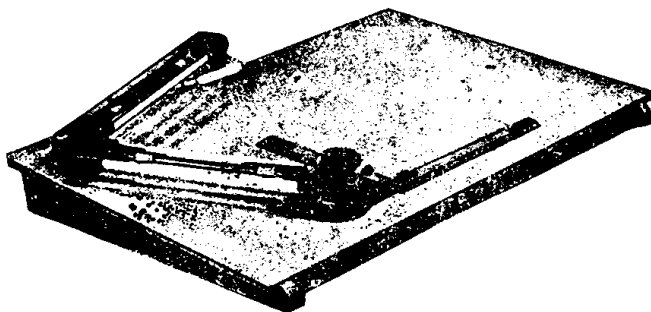


图 1-16 绘图机

§ 1-2 基本制图标准

为了适应生产的需要和便于进行技术交流，作为工程技术语言主要形式的图，必须有一个统一的标准，也就是说，对图的内容、格式和表达方法都应有所规定。现根据建筑制图国家标准和机械制图国家标准，规定了下面几种基本制图标准。

一、图幅

图幅是指绘图所采用的幅面（图 1-17 a），图纸要大于图幅。绘图时选用的幅面，其尺寸应符合表 1-1 中按国家标准所列出的基本幅面尺寸。

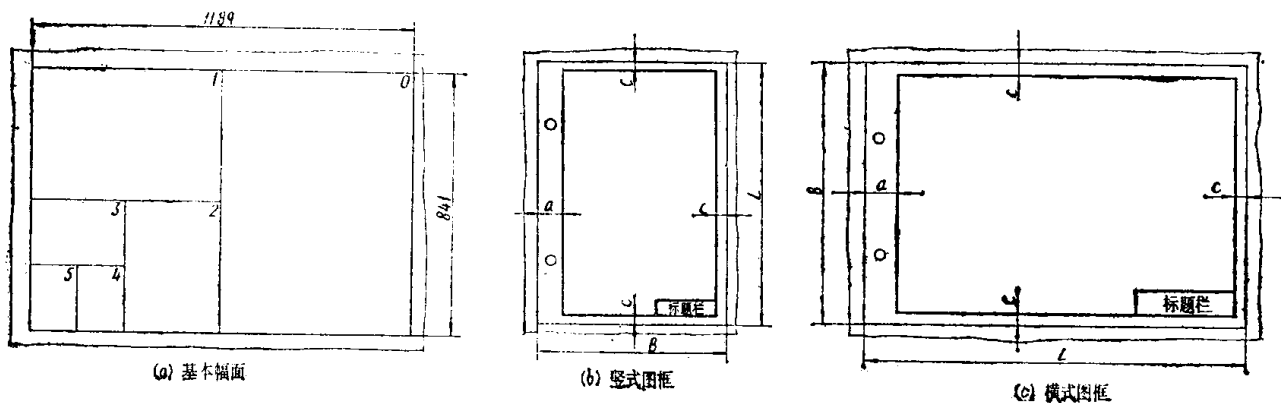


图 1-17 图幅

图 纸 幅 面

表 1-1

幅面代号	0	1	2	3	4	5
B × L	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297	148 × 210
c	10			5		
a	25					

图纸不论是否装订，均需画出边框，其格式如图 1-17 b、c 所示。

二、标题栏和图纸折迭

每张图纸的右下角必须画有标题栏。标题栏的格式没有统一规定。建议采用图 1—18 所示的格式。

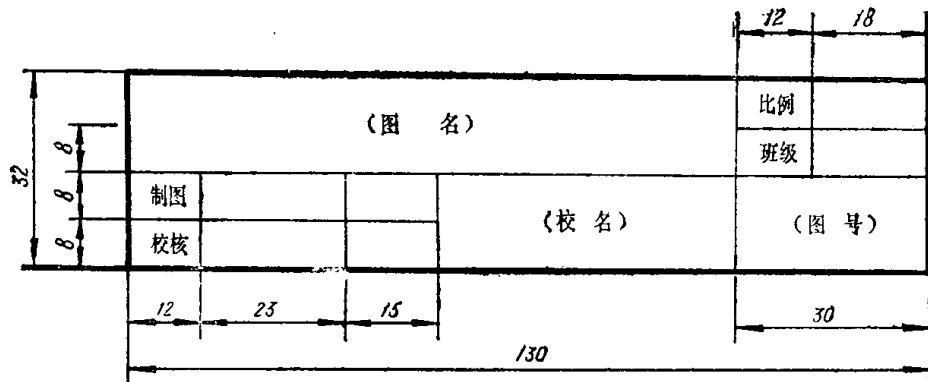


图 1—18 标题栏

图纸如需装订保管，建议按 4 号图幅进行折迭，折迭方法如图 1—19 所示。这种往返式折迭法，便于展开。

三、比例

在大多数情况下，图样不可能画得和实物一样大。如绘制房屋、桥梁等大型建筑物的图样时，需要采用缩小的比例；当绘制较小而复杂的零件图样时，则需要用放大的比例。

用放大或缩小的比例画图时，均应按表 1—2 中所列的比例选用，用比例尺量度尺寸。如画 1:1 的图形，应选用比例尺上标记 1:100 或 1:1000 的刻度，换算单位后量取尺寸；画 1:2 的图形应选用标记 1:200 或 1:2000 的刻度量取尺寸；画比例为 2:1 的图形，则应选用 1:500 或 1:5000 的刻度量取尺寸，因为 2:1 = 1:0.5。其余比例可类推。

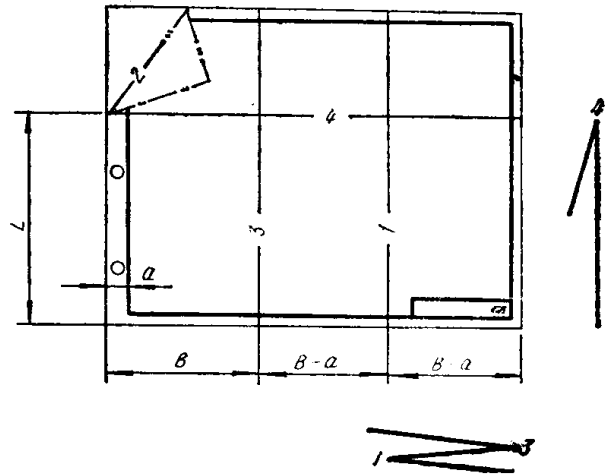


图 1—19 图纸折迭法

四、字体
为了使图样中的字体整齐、美观、清楚、易认，所有文字、数字等书写时都必须做到字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。

图 的 比 例

表 1—2

与实物相同	1:1								
缩小的比例	1:2	1:2.5	1:3	1:4	1:5	1:10 ⁿ	1:2×10 ⁿ	1:2.5×10 ⁿ	1:5×10 ⁿ
放大的比例	2:1 2.5:1 4:1 5:1 10:1 (10×n):1								

图上的汉字要用长仿宋体书写，并应采用国家正式公布的简化字。

字体的号数即字体的高度（单位为毫米），分为 20、14、10、7、5、3.5 和 2.5 七种。字体的宽度约等于字体高度的 2/3。

仿宋体各笔划的书写方法示于表 1—3 中。图 1—20 为长仿宋体字样。

仿宋字笔划书写方法

表 1—3

类型	横	竖	撇	捺	点		挑
形状	—		丿	㇏	丶	丶	㇇
笔序							

10 号

字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

7 号

装配时作斜度深沉最大小球厚直网纹均布德平镀抛光研视图
向旋转前后表面展开图两端中心孔锥销

图 1—20 长仿宋体字样

书写汉字的要领是横平竖直，注意起落、结构匀称，填满方格。结构匀称，指笔划疏密安排要得当，每个字的组成要匀称。填满方格，指主要笔划要顶方格，但切勿笔笔顶格。对于“口”形字如图、国、圆等要略小，笔划少的字要拉开些，照顾总体匀称。

图 1—21 所示为斜体的阿拉伯数字和罗马数字的字样；图 1—22 则为斜体大、小写汉语拼音字母（其形式与拉丁字母一样）和部分小写希腊字母的字样。

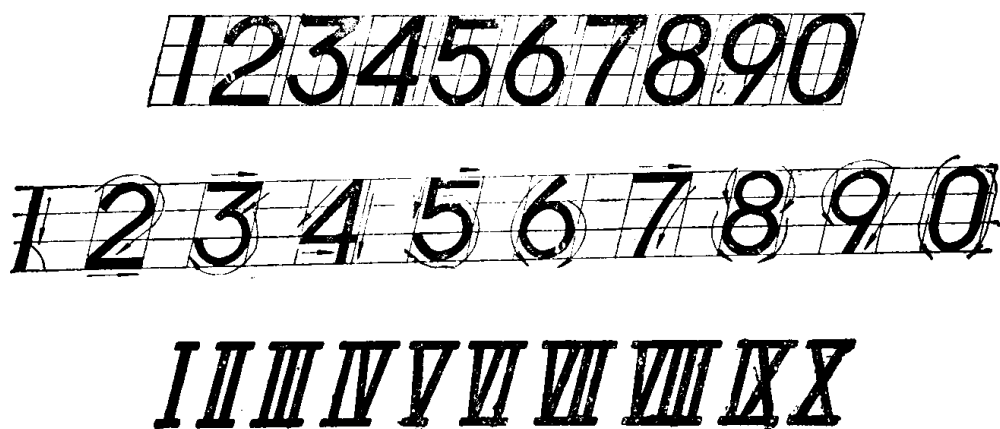


图 1—21 数字字样

五、图线

图样中的线条以不同形式、不同粗细来区分。表 1—4 中列出了几种常用图线的型式、粗度及其应用。

画图线时应注意：

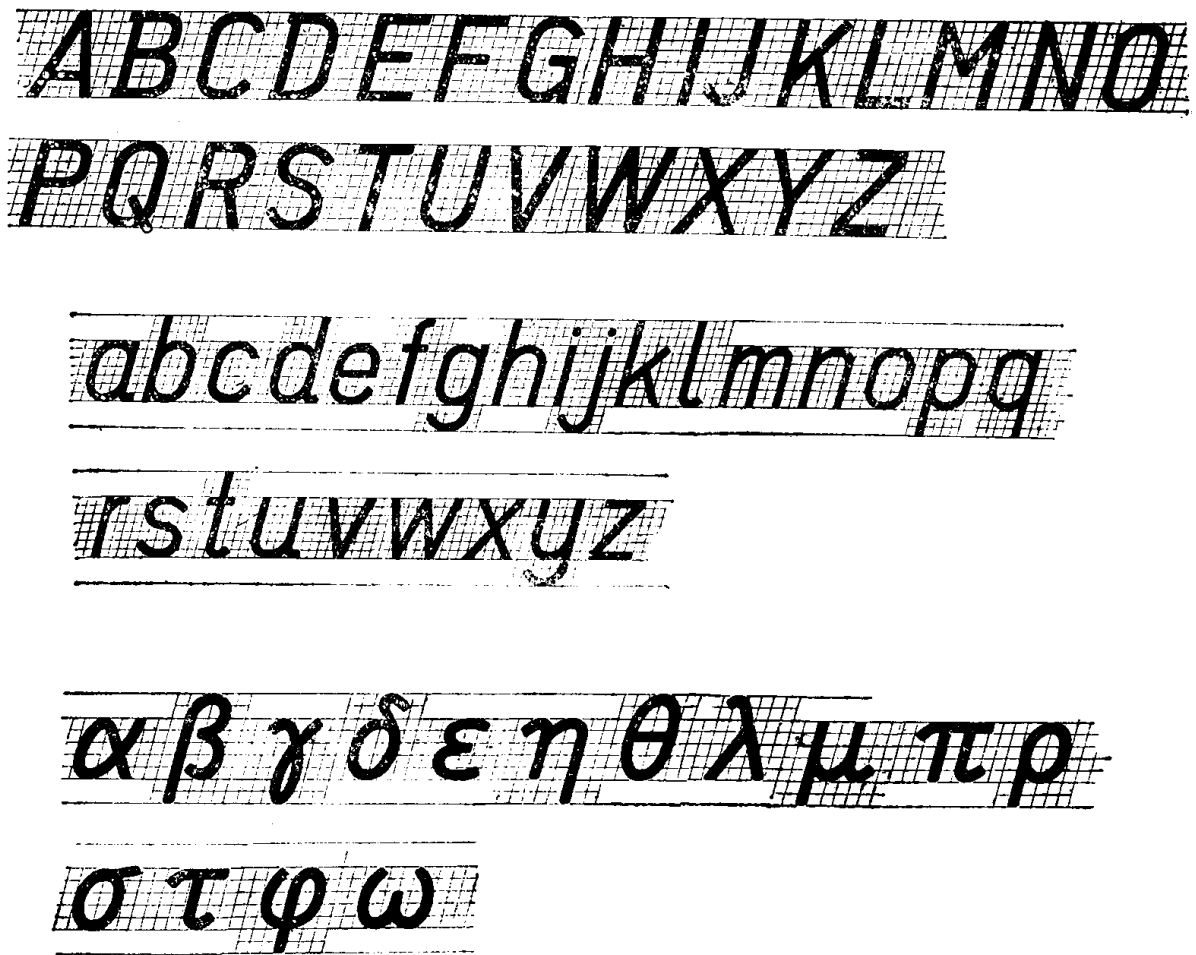


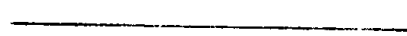

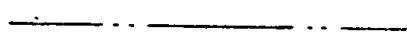
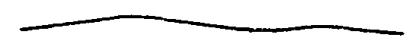


图 1—22 字母字样

图 线

表 1—4

图线名称	线 型	粗 度	应 用
粗实线		b	一般的可见轮廓线
虚 线		$b/2$ 左右	不可见的轮廓线
细实线		$b/3$ 或更细	(1) 尺寸线及尺寸界线 (2) 剖面线 (3) 引出线
点划线		$b/3$ 或更细	(1) 轴线 (2) 中心线
双点划线		$b/3$ 或更细	(1) 假想轮廓线 (2) 表示某一个零件极限位置的轮廓线
波浪线		$b/3$ 或更细	断裂线及机械断裂处的边界线。

注： b 一般采用0.4~1.2毫米

1. 画图线要用力一致，速度均匀，线条要光滑，浓淡要一致。
2. 虚线的线段长度及间距大小在同一张图中应保持一致，首末两端及相交处应为线。