

工程制图基础

肖燕玉 编
樊炳雯

西南交通大学出版社

3

工程制图基础
GONGCHENG ZHITU JICHU

肖燕玉 樊炳雯 编

*

西南交通大学出版社出版发行
(四川 峨眉)

西南交通大学出版社印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 12.25
字数: 307千字 印数: 1~3000册
1988年7月第一版 1988年7月第一次印刷
ISBN 7-81022-053-5/TU 005
定价: 2.45元

前 言

工程制图基础是工科院校的一门必修的基础技术课程。虽然，近几年陆续有新教材出版，但适合于大学本科少学时及大专要求的教材仍然较少。为此，根据我们多年来的教学实践和所了解到的情况，特编写了本书。

本教材的内容包括画法几何及制图基础的部分，专业图未安排在内，以适应其通用性。专业图内容宜根据各有关专业的需要，由教师另行安排。

本教材的着眼点是考虑少学时教学之需要，但在某些部分的选材、举例和作业上，有意安排得略多一些，以便教师根据教学需要进行取舍和便于学生自学复习。

本教材的习题分为两类：练习和作业，列于各章之后。为使学生加深对基本理论和基本概念的掌握，在有些章的后面，安排了若干练习题。学生在复习完有关内容后，即可在书上进行正规作图。除第二章外，各章后都安排了作业，学生应按作业规定，在图纸上另行绘图。这样，从画法几何部分开始，就加强了学生制图能力和技巧的训练。

本教材适合于画法几何及制图合并为一门课程的高等及大专工科院校土建类及相近的少学时专业使用，也可作为夜大、函大、业大的教科书或参考书。

本教材第一、六、七、九章和第二、三、四、五、八章分别由西南交通大学土木系制图教研室樊炳雯和肖燕玉同志编写。

朱育万教授担任了本书的主审工作，并对其提出了宝贵意见。在本书编写过程中教研室的领导也给予了大力支持。刘聪敏同志为本书描绘了全部插图。在此，我们一并表示衷心的感谢。

由于我们水平不高，加上时间又比较紧迫，本书一定有不少缺点和错误，热诚欢迎读者批评指正。

编 者

1987年2月

目 录

第一章 制图基本知识

| | |
|----------------|----|
| § 1—1 绘图工具和仪器 | 1 |
| § 1—2 基本制图标准 | 6 |
| § 1—3 绘图的方法和步骤 | 13 |
| § 1—4 几何作图 | 15 |

第二章 投影法的基本知识

| | |
|-------------------|----|
| § 2—1 投影法及其分类 | 25 |
| § 2—2 工程上常用的几种投影图 | 26 |

第三章 点和直线

| | |
|---------------------|----|
| § 3—1 点的投影 | 28 |
| § 3—2 点的三面投影图 | 29 |
| § 3—3 两点的相对位置 | 31 |
| § 3—4 换面法的概念及点的变换 | 33 |
| § 3—5 直线的投影和倾角 | 34 |
| § 3—6 各种位置的直线 | 35 |
| § 3—7 线段的实长和直线倾角的求法 | 38 |
| § 3—8 直线上的点 | 39 |
| § 3—9 两直线的相对位置 | 40 |

第四章 平 面

| | |
|------------------------|----|
| § 4—1 平面的表示法 | 53 |
| § 4—2 平面的投影 | 54 |
| § 4—3 各种位置的平面 | 55 |
| § 4—4 平面的倾角和实形的求法 | 59 |
| § 4—5 特殊位置圆的投影 | 60 |
| § 4—6 平面内的直线和点 | 61 |
| § 4—7 直线与平面、平面与平面的相对位置 | 63 |
| § 4—8 用换面法解点、线、面的综合问题 | 72 |

第五章 基本几何体

| | | |
|-------|----------|----|
| § 5—1 | 概述 | 79 |
| § 5—2 | 物体的三面投影图 | 79 |
| § 5—3 | 棱柱 | 81 |
| § 5—4 | 棱锥 | 84 |
| § 5—5 | 圆柱 | 88 |
| § 5—6 | 圆锥 | 92 |
| § 5—7 | 球 | 97 |

第六章 组 合 体

| | | |
|-------|-----------------|-----|
| § 6—1 | 组合体三面投影图的画法 | 109 |
| § 6—2 | 组合体尺寸的标注 | 112 |
| § 6—3 | 组合体表面的交线 | 116 |
| § 6—4 | 读图和由二已知投影补作第三投影 | 126 |

第七章 轴 测 投 影

| | | |
|-------|----------------|-----|
| § 7—1 | 概述 | 142 |
| § 7—2 | 平面体轴测投影的画法 | 144 |
| § 7—3 | 带曲面的立体轴测投影画法 | 149 |
| § 7—4 | 有相贯线的组合体轴测投影画法 | 152 |

第八章 视图、剖视和剖面

| | | |
|-------|------|-----|
| § 8—1 | 视图 | 161 |
| § 8—2 | 剖视图 | 164 |
| § 8—3 | 剖面图 | 169 |
| § 8—4 | 折断画法 | 171 |

第九章 标 高 投 影

| | | |
|-------|-----------|-----|
| § 9—1 | 标高投影的基本概念 | 175 |
| § 9—2 | 直线的标高投影 | 176 |
| § 9—3 | 平面的标高投影 | 178 |
| § 9—4 | 地面的表示法 | 182 |
| 参考文献 | | 189 |

第一章 制图基本知识

§ 1—1 绘图工具和仪器

熟悉各种绘图工具和仪器,并掌握正确的使用方法,是增快绘图速度和提高图面质量的重要因素。此外还应注意对绘图工具和仪器的妥善保管。下面介绍几种常用的绘图工具和仪器。

一、铅笔

绘图时使用绘图铅笔。铅笔的硬度以字母 B 和 H 标明。B 表示软, H 表示硬。画底图时通常使用较硬的铅笔,如 3 H、2 H 等。描深时一般使用较软的铅笔,如 H、HB、B 等。铅笔的修削形式如图 1—1 所示,为了便于识别铅笔的硬度,应该保留其硬度符号,从另一端修削。



图 1—1 铅笔的修削形式

二、图板

图板为四周镶有硬木条的矩形木板,板面质地轻软、有弹性、平滑无节、两端平整光滑。

图板不能受潮及曝晒,以防止变形。固定图纸时,使用胶带纸或胶水,把图纸的四角贴在图板上,不能使用图钉固定图纸。

三、丁字尺

丁字尺由尺头和尺身构成,尺头内侧及尺身上缘为工作边,如图 1—2 所示。丁字尺主要是用来画水平线的。使用前应检查丁字尺的工作边是否平直、光滑。

绘图时,尺头内侧贴紧图板的左侧边缘,尺身密贴于图纸上,铅笔沿尺身的上边缘自左向右画出水平线(图 1—3)。

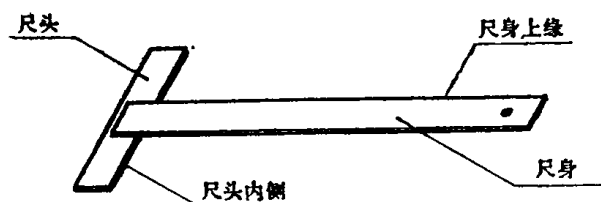


图 1—2 丁字尺

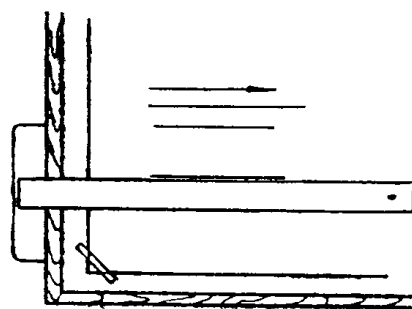


图 1—3 用丁字尺画水平线

尺头紧靠图板左侧边缘，上下滑动，可在图纸内画出任意位置的水平线。不允许用尺身下边缘画线，也不允许把尺头靠在图板的上边、下边或右侧画线。为防止变形，不用时，宜将丁字尺挂在墙壁上。

四、三角板

三角板与丁字尺配合，主要用来画竖直线和某些特殊角度的直线。一对三角板可画出互相垂直的直线和互相平行的斜线等。

使用三角板配合丁字尺画竖直线时(图1—4)，把丁字尺的尺头靠紧图板，画线的方向是自下向上。

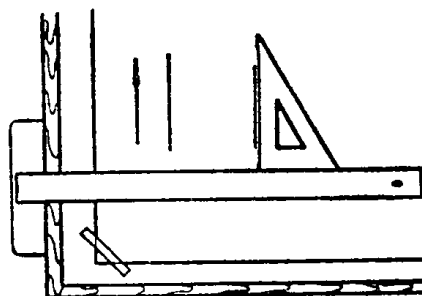


图 1—4 画竖直线

用丁字尺和三角板配合，可以画出一些特殊角的斜线，如图 1—5 所示。同时用一对三角板与丁字尺配合，可以画出与水平方向成 15° 和 75° 的斜线(图 1—5)。

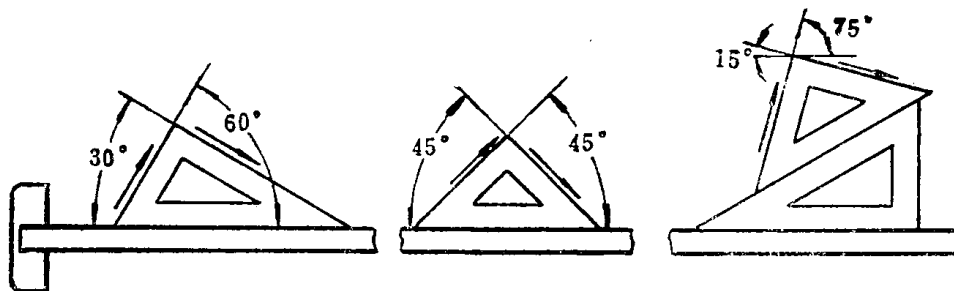
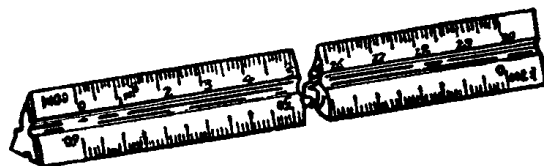


图 1—5 画 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° 角

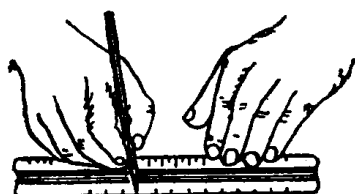
五、比例尺

当把物体画成工程图样时，通常要选用放大或缩小的比例。比例尺是刻有各种比例的直尺，绘图时，按照所选用的比例，可直接在比例尺上截量所需长度。

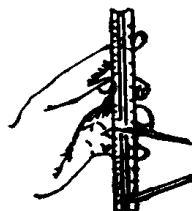
常用的三棱尺，如图 1—6(a) 所示，尺上刻有六种缩小比例的刻度，如尺上标记的



(a) 比例尺



(b) 直接在图纸上量尺寸



(c) 用分规在比例尺上量取尺寸

图 1—6 比例尺及其用法

1:100，即表示尺上的（图上的）1个单位长，代表着实际上的（物体上的）100个单位长。选用比例尺上没有的比例绘图时，可用比例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，而放大十倍则为1:10。由此可以扩大比例尺的比例种类。

用比例尺度量长度时，应掌握正确的方法，以保证度量的准确性，同时注意不要损伤尺面（图1—6b、c）。

六、曲线板

一些非圆曲线，是用曲线板逐段连接起来的。

用曲线板连接曲线的方法和步骤如下：

1. 首先要定出属于曲线的足够数量的点，然后徒手用细线把各点连成曲线（图1—7a）。

2. 选择曲线板上与上面所画曲线最吻合的一段，这一段至少要包括三个已知点（图1—7b）。

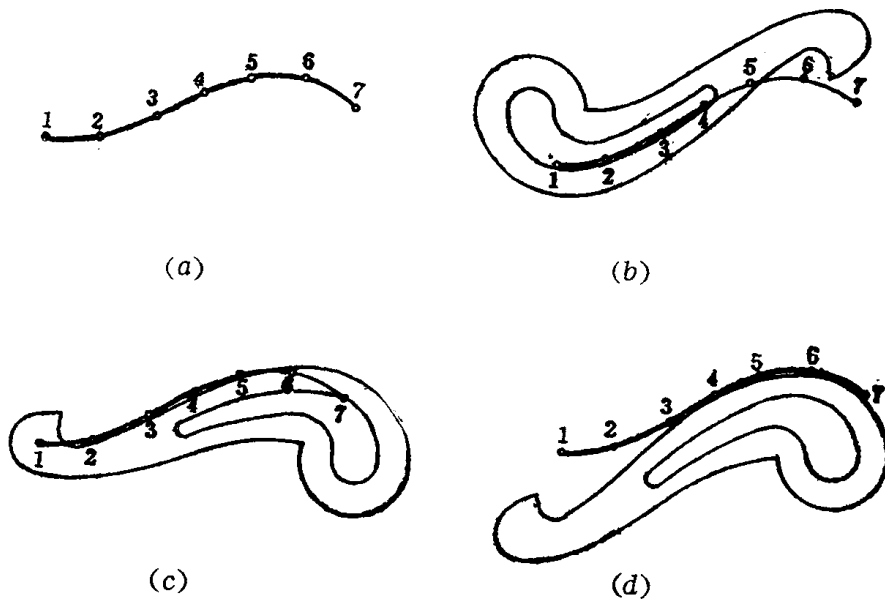


图 1—7 曲线板的用法

3. 沿曲线板画线时，必须注意：连线只能连至最后两点之间，如图1—7(b)中，只连至3~4点之间。

4. 继续选择曲线板上另一段与徒手画细线相吻合的线段，这一段要通过第一段的最后两点，即图1—7(c)中所示的3~4点，也就是连线时前后两段曲线应有一小段相重合，使得所画曲线光滑。重复这一过程直至画完全段曲线为止（图1—7d）。

七、擦图片

擦图片用薄塑料片或金属片制成，形状如图1—8所示。它是擦掉图纸上多余的或需修改的图线所用的工具。

使用时，使所需擦掉的线条在板上的孔洞中露出来，用橡皮擦掉孔中露出的部分，可以保护住邻近的图线。

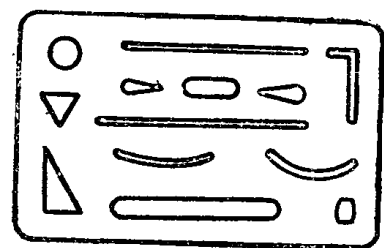


图 1—8 擦图片

八、绘图仪器

一般的绘图仪器都是成套装在盒中的，其中包括圆规、分规、鸭嘴笔、接长杆等。

1. 圆规

圆规是画圆或圆弧的工具，在使用之前必须先调整铅芯和针尖，使它们的顶端在圆规两腿并拢时能够对齐（图 1—9 a）。

画圆或圆弧时，将圆规的两腿分开，使两尖端的距离等于已知半径，然后将针尖准确地扎入圆心（图 1—9 b），使铅芯接触纸面按顺时针方向转动圆规画成圆（图 1—9 c）。

在画圆时要使圆规的两腿大致垂直于纸面（图 1—9 d）。

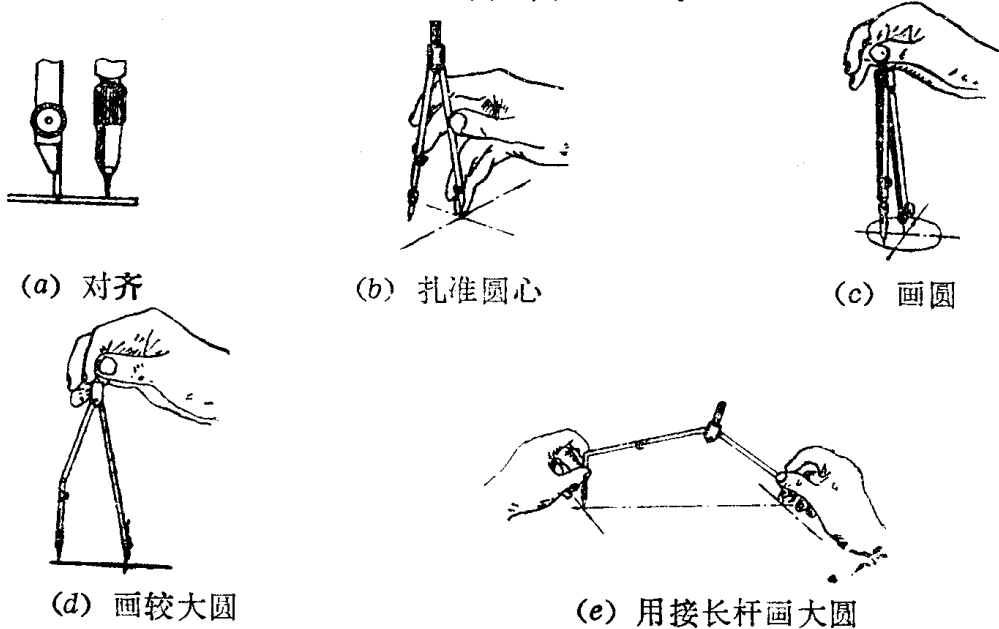


图 1—9 圆规的用法

画大半径的圆或圆弧时，应使用接长杆（图 1—9 e）。

画较小半径的圆时，使用点圆规（图 1—10 a）。画小圆时，先调节好圆规两尖端的距离，将针尖准确地扎入圆心处，用食指压住针脚顶端，用中指和拇指转动有铅芯或鸭嘴笔的另一条腿，可以画成小圆（图 1—10 b）。

2. 分规

分规是量取线段长度的工具参见（图 1—6 c）。也可以用来等分线段或圆弧（图 1—11 a、b）。

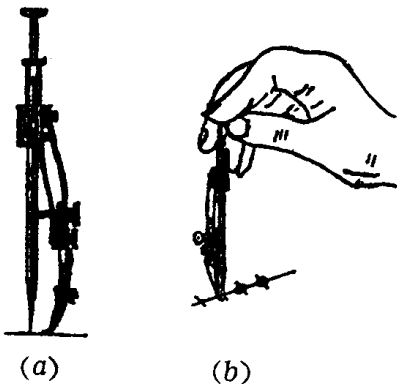


图 1—10 用点圆规画小圆

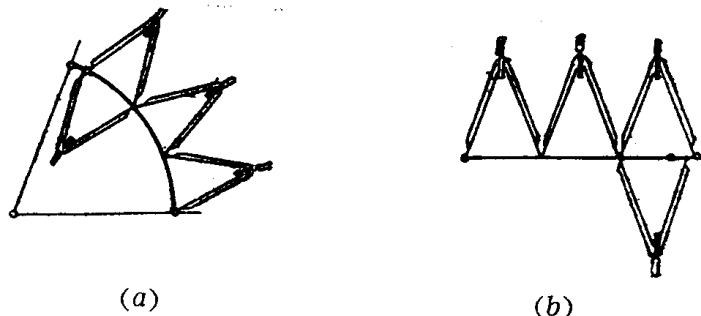


图 1—11 用分规等分线段和圆弧

3. 鸭嘴笔

鸭嘴笔是用墨水描线时使用的工具。它的笔头由两片薄钢片组成，两钢片之间的距离可以用螺母调节，以确定所描墨线的粗细。

使用鸭嘴笔之前，应先将笔头里外擦拭干净。用小钢笔或绘图墨水瓶盖上的鹅毛管加墨，加墨时宜在图纸以外进行，以免墨水滴落在图纸上。鸭嘴笔内的含墨高度一般以3~5毫米为宜。墨量过多容易滴落在图纸上；墨量过少，会使画长线时中途缺墨。所以在落笔前要估计一下鸭嘴笔内含墨量，是否足够画一条图线（图1—12 a、b）。

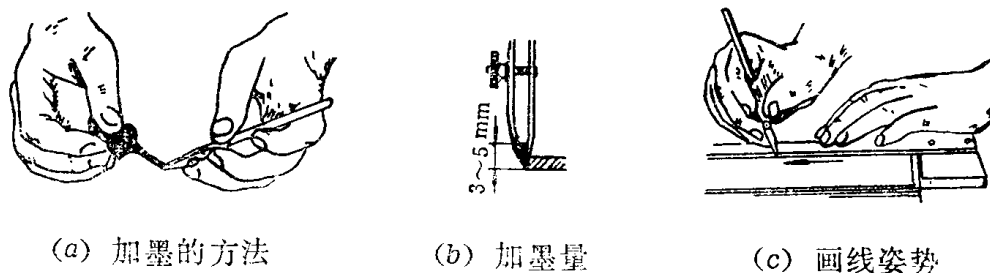


图 1—12 鸭嘴笔的用法

画线时，应注意使鸭嘴笔的两片钢片同时接触纸面，并且画线速度应保持均匀。正确的姿势见图1—12(c)。

鸭嘴笔用完后，应把墨迹擦拭干净，并把螺母放松。

九、一字尺

一字尺与丁字尺的作用相同。它由水平直尺和导绳组成（图1—13）。当上下推动一字尺时，尺身始终保持平行。

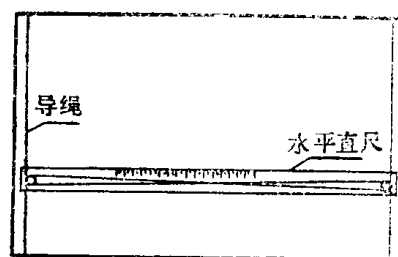


图 1—13 一字尺

十、绘图墨水笔

绘图墨水笔又叫针管笔。它是用来绘制墨线的工具（图1—14）。

目前生产的针管笔笔尖有0.20、0.30、0.40、0.60、0.90、1.20毫米等规格。吸入墨水即可描图。针管笔与各种绘图模板配合使用，可以提高绘图效率。为避免针管堵塞，必须使用碳素墨水。用毕后应将针管洗净。

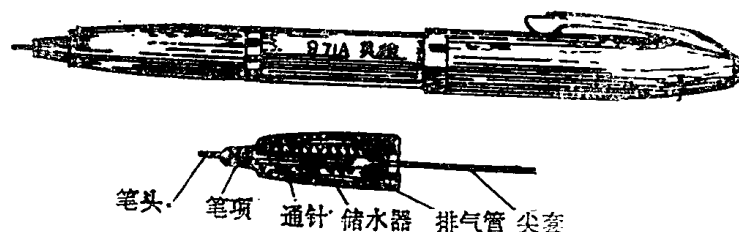


图 1—14 绘图墨水笔

十一、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绘图模板（图 1—15 a、b）。

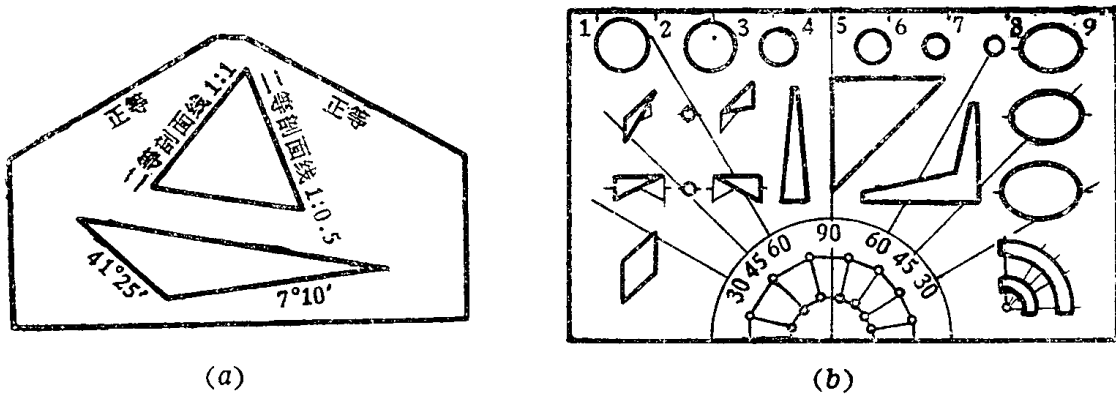


图 1—15 绘图模板

十二、绘图机

绘图机是一种综合的绘图工具(图1—16)。它可以代替丁字尺、三角板及比例尺的作用。

使用时可以调节图板的高低与倾斜度。两直尺除可以用来画水平线和铅垂线外，还可以画任意倾斜角度的斜线。使用方便，绘图效率高。

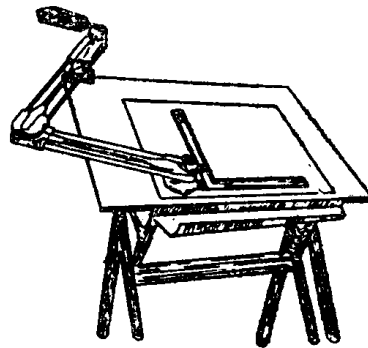


图 1—16 绘图机

§ 1—2 基本制图标准

为了适应生产需要和便于技术交流，对工程图样的内容、格式及表达方法等都必须遵循统一的标准。本节将根据现行的建筑制图国家标准和机械制图国家标准（简称国标），介绍以下基本制图标准。

一、图幅

不允许在任意大小的图纸上作图，国标对于图纸的幅面作了如下规定（表 1—1）。表中尺寸单位为毫米，代号的含义见图 1—17。

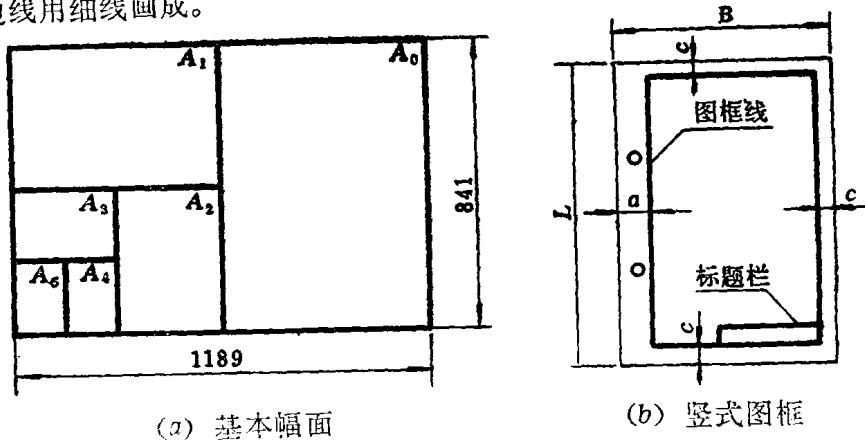
图 纸 幅 面

表 1—1

| 幅面代号 | A0 | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 |
|--------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| $B \times L$ | 841 × 1189 | 594 × 841 | 420 × 594 | 297 × 420 | 210 × 297 | 148 × 210 |
| c | 10 | | | 5 | | |
| a | 25 | | | | | |

由图 1—17(a) 可以看出, 后一号幅面的图纸是由前一号对裁而得到的, 例如一整张 A0 号图纸对裁成两张 A1 号图纸。

图幅的边线用细线画成。



(a) 基本幅面 (b) 竖式图框 (c) 横式图框
图 1—17 图 幅

二、图框和标题栏

图纸不论是否装订, 均需用粗实线 (表 1—4) 画出边框, 这个边框称为图框。其格式详见图 1—17 (b)、(c)。图中代号所表示的尺寸见表 1—1。

标题栏一般设在图纸的右下角, 如图 1—17 (b)、(c) 所示。标题栏的格式没有统一的规定, 建议读者采用图 1—18 所示的格式。

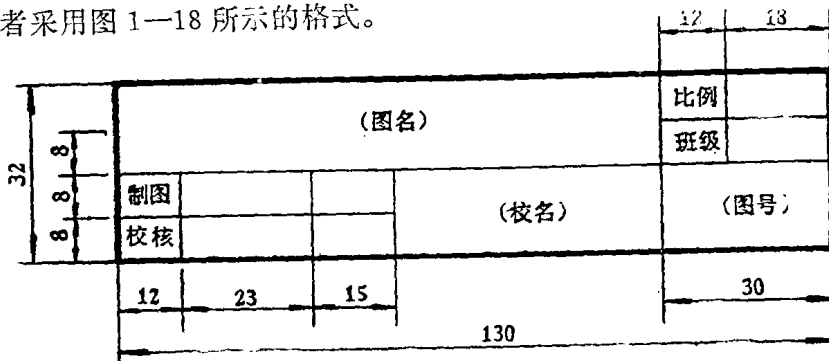


图 1—18 标题栏

三、比例

在多数情况下, 图样不可能画成与实物同样大小。如绘制房屋、桥梁等大型建筑物的图

样时，需选用缩小的比例；反之，对绘制钟表等较小零件的图样时，则需采用放大的比例。
 国标对于工程图样所使用的比例作了具体规定，详见表 1—2。

图 的 比 例 表 1—2

| | | | | | | | |
|-------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| 与实物相同 | 1:1 | | | | | | |
| 缩小的比例 | 1:1.5 | 1:2 | 1:2.5 | 1:3 | 1:4 | 1:5 | 1:10 ⁿ |
| | 1:1.5 × 10 ⁿ | 1:2 × 10 ⁿ | 1:2.5 × 10 ⁿ | 1:3 × 10 ⁿ | 1:4 × 10 ⁿ | 1:5 × 10 ⁿ | 1:10 × 10 ⁿ |
| 放大的比例 | 2:1 | 2.5:1 | 4:1 | 5:1 | (10 × n):1 | | |

表中的 n 为正整数。绘制工程图样时，一般应采用国标所规定的比例。

四、字 体

工程图样中除了表示物体形状的图形外，尺寸数字和文字说明等，也是工程图样中的重要内容。如果字体潦草不易辨认，不但容易引起工程事故，而且也影响图面质量。因此图上的字体应该做到：字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。

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、2.5 七种，字体的宽度约等于字体高度的三分之二。

汉字要使用国家正式公布的简化字，写成长仿宋体。其书写要领是：横平竖直、注意起落、排列匀称、填满方格。

仿宋体基本笔划的书写方法详见表 1—3，图 1—19 为长仿宋体字示例。

仿 宋 字 笔 划 的 写 法 表 1—3

| 类 型 | 横 | 竖 | 撇 | 捺 | 点 | | 挑 |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|
| 形 状 | — | | 丿 | ㇏ | 丶 | 丶 | ㇇ |
| 笔 序 | ↖ | ↓ | ↙ | ↘ | ↙ | ↘ | ↗ |

长仿宋体字例 公 铁 路 工 程 拱 桥 台 墩 隧 道
 平 面 图 填 挖 方 材 料 钢 筋 混 凝 土 砖 木 干 砌
 建 筑 物 梁 板 支 柱 桩 设 计 技 术 细 部 结 构 造
 涵 洞 翼 墙 护 坡 房 屋 仓 库 块 卵 石 灰 砂 浆 沥
 标 高 尺 寸 中 心 轴 线 附 注 青 水 泥

图 1—19 长仿宋体字样

图1—20 为斜体大、小写拉丁字母和部分小写希腊字母的字样。图 1—21 为斜体的阿拉伯数字和罗马数字的字样。



图 1—20 字母字样

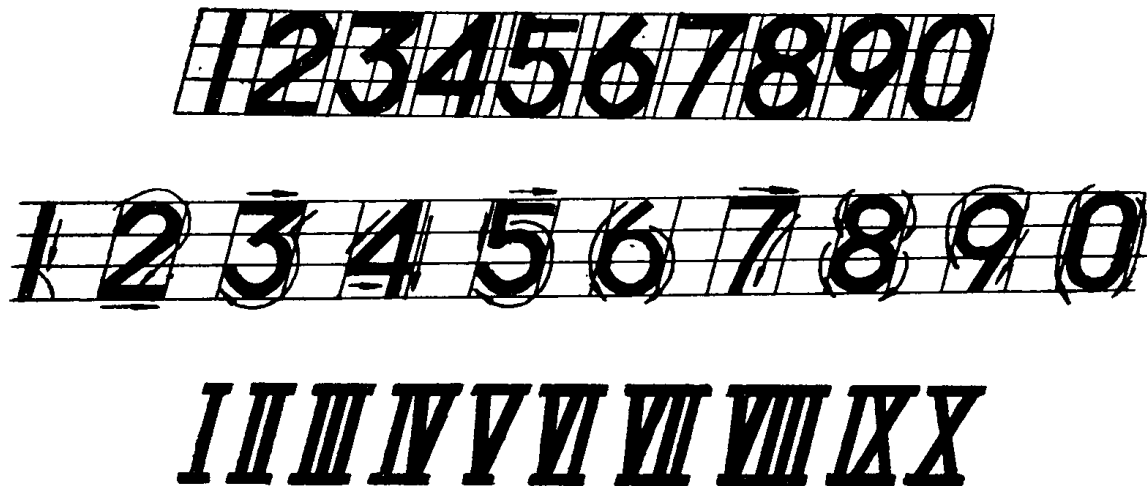


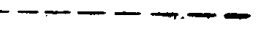

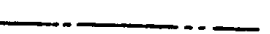



图 1—21 数字字样

五、图 线

图样是由不同形式、不同粗细的线条构成的。每种图线都有不同的用途。表 1—4 中列出了几种常用图线的形式、宽度及其应用。表中所列粗实线的宽度 b 应根据图的大小和复杂程度，在 0.5~2 毫米之间选择，细线的宽度约为 $b/3$ 。

图 线 表 1—4

| 图线名称 | 线 型 | 图线宽度 | 应 用 |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------|
| 粗 实 线 |  | b | 可见轮廓线 |
| 细 实 线 |  | $b/3$ 或更细 | (1) 尺寸线和尺寸界线； (2) 剖面线；(3) 引出线 |
| 虚 线 |  | 约 $b/3$ | 不可见轮廓线 |
| 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) 表示某个零件极限位置轮廓线 |
| 波 浪 线 |  | $b/3$ 或更细 | (1) 断裂处的边界线； (2) 视图和剖视的分界线 |

图线画法：

1. 同一张图中，同类图线的宽度应基本一致。虚线、点划线及双点划线的线段长度和间隔应各自大致相等。首末两端应为线段而不是点（图 1—22 a）。

2. 绘制圆的中心线时，圆心应为线段的交点。点划线作为轴线或中心线时，应适当超出图形的轮廓（图 1—22 b）。

3. 在较小的图形上绘制点划线或双点划线有困难时, 可用细实线代替 (图 1—22 c)。

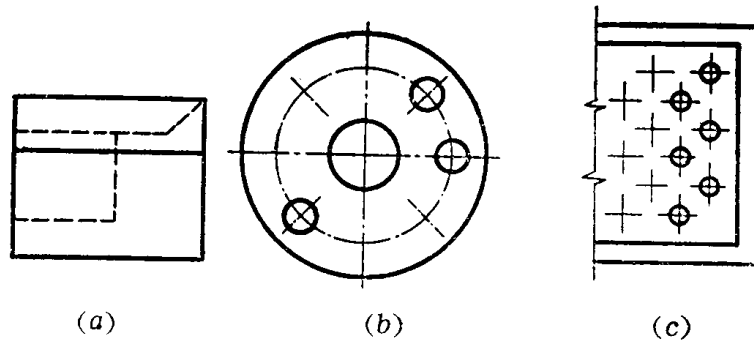


图 1—22 图线画法

六、尺寸注法

1. 尺寸的基本知识

图形只表明物体的形状, 而图形上标注的尺寸, 则可以表明物体的大小。

(1) 图中所注的尺寸数值大小, 表示物体的真实大小, 与绘图时选用的比例, 即图形的大小无关。

(2) 工程图样中的尺寸规定以毫米为单位, 无须在尺寸数字旁加注“毫米”两字或另加说明。房屋图中标高和总平面图中尺寸单位是米, 其余的尺寸单位是毫米。以上这些在国标中都有明确的规定。其他一些土木建筑工程图中的尺寸单位, 应该在图中加以说明。

2. 尺寸的组成

一个完整的尺寸应该包括尺寸界线、尺寸线、箭头 (或 45° 短划)、尺寸数字等项内容 (图 1—23 a)。

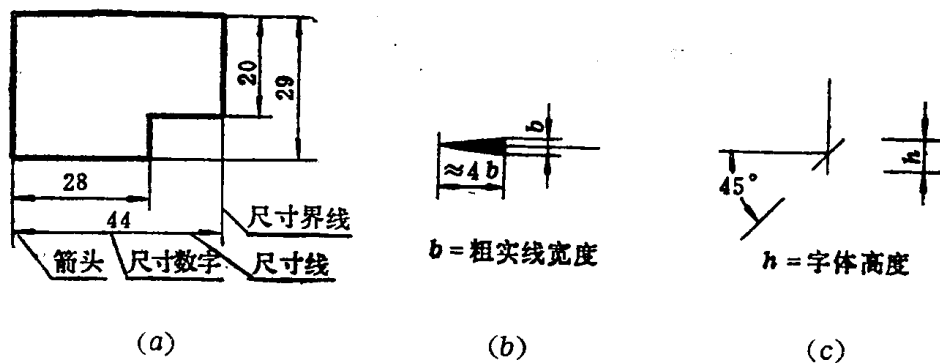


图 1—23 尺寸形式

3. 标注尺寸的基本规定

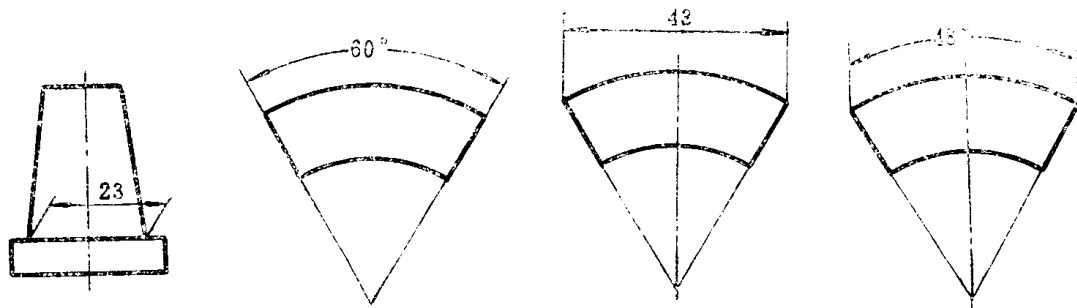
(1) 尺寸界线为细实线, 并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。轮廓线、轴线或对称中心线可作尺寸界线。尺寸界线应超出尺寸线约 2~3 毫米。

尺寸界线应与尺寸线垂直, 在特殊情况下, 才允许画成倾斜的 (图 1—24 a)。

标注角度的尺寸界线应沿径向引出 (图 1—24 b)。

表示弧长和弦长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线 (图 1—24 c)。

(2) 尺寸线



(a) 不与尺寸线垂直 (b) 沿径向引出 (c) 弧长和弦长的尺寸界线

图 1—24 特殊情况下的尺寸界线

尺寸线用细实线画在两尺寸界线之间，其终端可以有以下两种形式：

① 箭头：箭头的形式如图 1—23 (b) 所示，其中 b 为粗实线的宽度。

② 斜线：斜线用 45° 短划表示，其形式与画法如图 1—23 (c) 所示，其中 h 为字体高度。在房屋建筑图和土木工程图中，一般采用 45° 短划的形式。

当尺寸线与尺寸界线相互垂直时，同一张图样中只能采用一种尺寸线终端的形式。当采用箭头时，在地位不够的情况下，允许用圆点或斜线代替箭头 (图 1—25)。

线性尺寸的尺寸线一般与所标注的线段平行。尺寸线不能用轮廓线、轴线、中心线、尺寸界线或相应的延长线来代替。

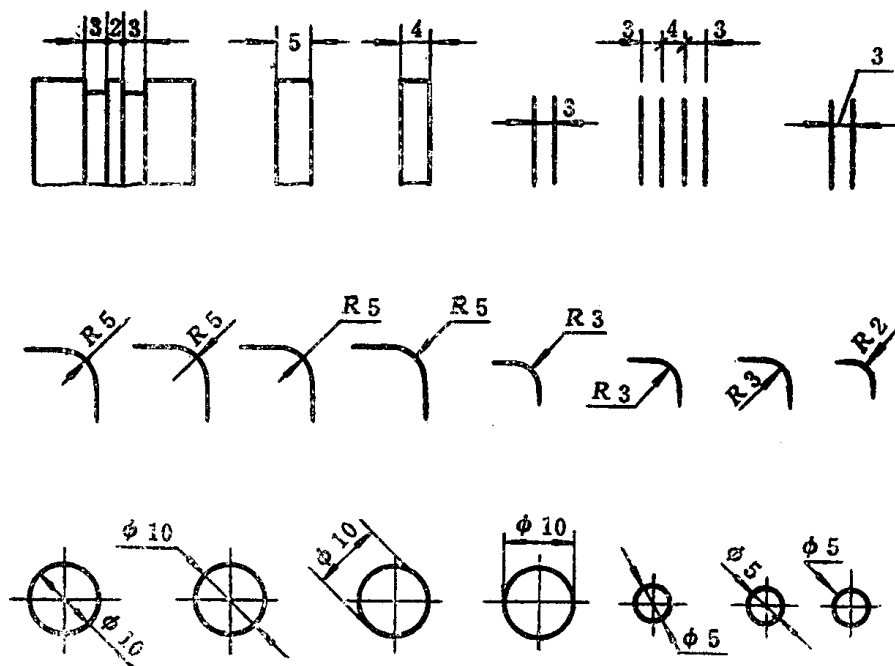


图 1—25 小尺寸的尺寸线

圆的直径和圆弧半径的尺寸线终端应画成箭头的形式，并按图 1—26 所示的方式标注。标注角度及弧长时，尺寸线用圆弧画出 (图 1—24)。

在没有足够的位置画箭头或写数字时，可按图 1—25 所示形式标注。

(3) 尺寸数字

尺寸数字一般应注写在尺寸线的上方或在尺寸线的中断处，但同一张图上只能采用一种形式。