

# 目 录

|                    |         |
|--------------------|---------|
| 1 制图基本规定           |         |
| 1.1 国家标准《机械制图》基本规定 | ( 1 )   |
| 1.2 机械制图中尺寸注法的基本规定 | ( 6 )   |
| 2 制图基本技能           |         |
| 2.1 常用绘图工具及使用      | ( 11 )  |
| 2.2 几何作图和平面图形的画法   | ( 15 )  |
| 2.3 制图的基本方法        | ( 24 )  |
| 3 正投影法             |         |
| 3.1 投影法的基本概念       | ( 29 )  |
| 3.2 正投影的投影特性       | ( 30 )  |
| 3.3 正投影法的投影规律      | ( 31 )  |
| 4 点、直线、平面和立体的投影    |         |
| 4.1 点的投影           | ( 36 )  |
| 4.2 直线的投影          | ( 38 )  |
| 4.3 平面的投影          | ( 45 )  |
| 4.4 立体的投影          | ( 51 )  |
| 5 视图的绘制、阅读和尺寸标注    |         |
| 5.1 视图的绘制          | ( 59 )  |
| 5.2 视图的阅读          | ( 65 )  |
| 5.3 构形制图           | ( 69 )  |
| 5.4 视图上的尺寸标注       | ( 72 )  |
| 6 变换投影面            |         |
| 6.1 概述             | ( 77 )  |
| 6.2 变换投影面的基本原理     | ( 78 )  |
| 6.3 变换投影面的基本问题     | ( 80 )  |
| 7 直线与平面、平面与平面的相对位置 |         |
| 7.1 平行关系           | ( 88 )  |
| 7.2 相交关系           | ( 90 )  |
| 7.3 垂直关系           | ( 94 )  |
| 8 立体表面的交线          |         |
| 8.1 平面与曲面立体相交的交线   | ( 98 )  |
| 8.2 两曲面立体相交的交线     | ( 105 ) |
| 9 机件形状常用的表达方法      |         |

|      |                  |         |
|------|------------------|---------|
| 9.1  | 视图               | ( 116 ) |
| 9.2  | 剖视图              | ( 120 ) |
| 9.3  | 剖面图              | ( 132 ) |
| 9.4  | 局部放大图            | ( 135 ) |
| 9.5  | 简化画法及其他规定画法      | ( 136 ) |
| 9.6  | 机件表达方法综合举例       | ( 138 ) |
| 10   | 轴测投影图            |         |
| 10.1 | 轴测图的基本知识         | ( 142 ) |
| 10.2 | 正等轴测图            | ( 144 ) |
| 10.3 | 斜二等轴测图           | ( 150 ) |
| 10.4 | 轴测剖视图的画法         | ( 153 ) |
| 11   | 标准件和常用件          |         |
| 11.1 | 螺纹和螺纹紧固件         | ( 156 ) |
| 11.2 | 键连接              | ( 168 ) |
| 11.3 | 销连接              | ( 170 ) |
| 11.4 | 齿轮               | ( 170 ) |
| 11.5 | 弹簧               | ( 177 ) |
| 11.6 | 滚动轴承             | ( 179 ) |
| 12   | 表面粗糙度、尺寸公差和形位公差  |         |
| 12.1 | 表面粗糙度            | ( 183 ) |
| 12.2 | 公差与配合            | ( 187 ) |
| 12.3 | 形状及位置公差          | ( 196 ) |
| 13   | 零件图              |         |
| 13.1 | 概述               | ( 200 ) |
| 13.2 | 零件图的视图表达         | ( 200 ) |
| 13.3 | 零件图上的尺寸标注        | ( 207 ) |
| 13.4 | 零件上常见的工艺结构及其尺寸标注 | ( 212 ) |
| 13.5 | 零件测绘             | ( 216 ) |
| 13.6 | 阅读零件图            | ( 222 ) |
| 14   | 装配图              |         |
| 14.1 | 装配图的内容           | ( 227 ) |
| 14.2 | 装配图的表达方法         | ( 229 ) |
| 14.3 | 装配图中的尺寸标注        | ( 231 ) |
| 14.4 | 装配图中的序号、明细表和技术要求 | ( 232 ) |
| 14.5 | 常用装配结构的合理性简介     | ( 234 ) |
| 14.6 | 装配图的绘制           | ( 235 ) |
| 14.7 | 装配图的阅读           | ( 238 ) |
| 15   | 国外机械图样的画法与规定简介   |         |

|      |                                  |         |
|------|----------------------------------|---------|
| 15.1 | 概述                               | ( 246 ) |
| 15.2 | 第三角投影法                           | ( 246 ) |
| 15.3 | 采用 ISO 标准 ( ISO 128—1982 ) 的图样示例 | ( 251 ) |
| 15.4 | 美国机械图样示例                         | ( 251 ) |
| 15.5 | 日本机械图样示例                         | ( 256 ) |
| 16   | 立体的表面展开图                         |         |
| 16.1 | 表面展开的基本知识                        | ( 262 ) |
| 16.2 | 可展面的展开                           | ( 264 ) |
| 16.3 | 不可展面的近似展开                        | ( 267 ) |
| 16.4 | 展开时应考虑的工艺因素                      | ( 270 ) |
| 17   | 金属焊接件图                           |         |
| 17.1 | 概述                               | ( 273 ) |
| 17.2 | 焊缝表示法                            | ( 275 ) |
| 17.3 | 焊接件图举例                           | ( 282 ) |
| 18   | 化工工艺图                            |         |
| 18.1 | 工艺管路流程图                          | ( 285 ) |
| 18.2 | 设备布置图                            | ( 292 ) |
| 18.3 | 管路布置图                            | ( 295 ) |
| 18.4 | 管段轴测图                            | ( 299 ) |
| 19   | 化工设备图                            |         |
| 19.1 | 概述                               | ( 303 ) |
| 19.2 | 化工设备通用零部件简介                      | ( 306 ) |
| 19.3 | 化工设备图的视图表达                       | ( 311 ) |
| 19.4 | 尺寸标注                             | ( 316 ) |
| 19.5 | 标题栏、明细表、管口表、技术特性表和技术要求           | ( 318 ) |
| 19.6 | 化工设备图的绘制                         | ( 324 ) |
| 19.7 | 化工设备图的阅读                         | ( 326 ) |
| 20   | 计算机绘图                            |         |
| 20.1 | 计算机绘图基本知识                        | ( 330 ) |
| 20.2 | 计算机绘图系统                          | ( 331 ) |
| 20.3 | 绘图机的绘图原理                         | ( 333 ) |
| 20.4 | 绘图程序编制简介                         | ( 334 ) |
| 20.5 | 计算机绘图的应用                         | ( 336 ) |
| 附录   |                                  |         |
| 附 1  | 公差与配合                            | ( 340 ) |
| 附 2  | 螺纹                               | ( 342 ) |
| 附 3  | 常用的标准件                           | ( 346 ) |
| 附 4  | 化工设备常用零部件                        | ( 355 ) |
| 附 5  | 图面技术要求                           | ( 367 ) |

# 1 制图基本规定

图样是设计和制造机器、设备等重要技术文件。设计者用图样来表达设计意图，制造者按图样进行施工，因此图样是交流技术思想的一种“语言”。为了便于生产和技术交流，必须对图样的内容、格式和表达方法等建立统一的标准。我国始于1959年颁布了国家标准（简称国标，代号为“GB”）《机械制图》。随着生产的不断发展以及国际间技术交流的日益扩展，我国在1974、1984年对国标《机械制图》两次进行修订。本章将对标准中制图基本规定的部分内容作简单介绍，其他有关内容将在以后章节中陆续介绍。

## 1.1 国家标准《机械制图》基本规定

### 1.1.1 图纸幅面及格式（参见GB4457.1-84）

国家标准规定，绘制图样应优先采用表1-1中规定的幅面尺寸。A0至A5号图纸幅面尺寸的关系如图1-1所示。

表 1-1 图纸幅面尺寸

| 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 |
| $a$          | 25         |           |           |           |           |           |
| $c$          | 10         |           | 5         |           |           |           |
| $e$          | 20         |           | 10        |           |           |           |

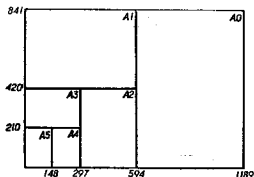


图 1-1 图纸幅面尺寸关系

必要时图幅可以沿长边加长。对A0、A2、A4幅面的加长量应按A0幅面长边1/8（即“148”）的倍数增加；对于A1、A3幅面的加长量应按A0幅面短边1/4（即“210”）的倍数增加；A0、A1幅面也允许同时加长两边。

无论图样是否装订，均应画出血框线（粗实线）。需要装订的图样，一般采用A4幅面竖装，或A3幅面横装，其图框格式如图1-2所示。不留装订边的图样，其图框格式如图1-3所示，尺寸均按表1-1中的规定。

每一张图样必须有一个标题栏。标题栏的位置应按图1-2所示的方式配置，必要时也可按图1-4所示的方式配置。标题栏中的文字方向为看图方向。

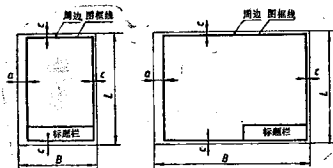


图 1-2 图纸幅面和边距格式

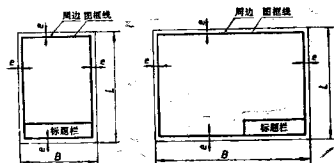


图 1-3 不留装订边的图框格式

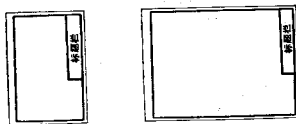


图 1-4 必要时采用的标题栏配置方式

国家标准对标题栏格式未作统一规定，在学习本课程中建议采用图 1-5 所示的格式（化工图除外）。

| 50<br>A<br>B<br>C<br>D | (图名)    |    |    |    | (图号)    |    |
|------------------------|---------|----|----|----|---------|----|
|                        | 制图 (姓名) | 日期 | 比例 |    | 共张      | 第张 |
|                        | 审核      |    | 件数 |    | (校名、班级) |    |
|                        | 审核      |    | 重量 |    |         |    |
|                        | 10      | 20 | 20 | 10 | 20      | 35 |
|                        | 150     |    |    |    |         |    |

图 1-5 标题栏的格式和尺寸

### 1.1.2 比例 (参见 GB 4457.2-84)

绘制图样时采用的比例，为图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸

之比，一般应采用表 1-2 中规定的比例。

表 1-2 绘图比例

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

图样无论采用缩小或放大比例，所注尺寸应是机件的实际大小。图 1-6 为同一机件用不同比例绘制的图形。

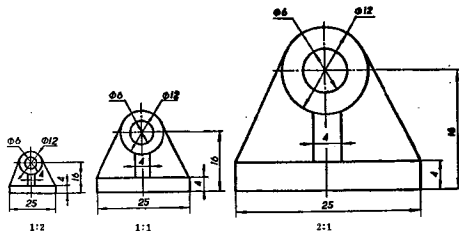


图 1-6 用不同比例画出的图形

绘制同一机件的各个视图，应采用相同的比例，并在标题栏的比例一栏中填写。当某个视图需要采用不同的比例时，必须另行标注。

### 1.1.3 字体 (参见 GB 4457.3—84)

图样和技术文件中书写的汉字、数字和字母必须做到：字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。字体的大小分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5 七种号数，分别表示不同的字体高度（单位为毫米）。汉字字高不宜采用 2.5。字体的宽度约等于字体高度的 2/3，数字和字母的笔划宽度约为字体高度的 1/10。

#### A 汉字

应写成长仿宋体，并应采用国家正式公布推行的简化字。长仿宋体字的基本笔画及写法如表 1-3 所示。

书写仿宋体字的要领是：横平竖直、注意起落、结构匀称、高宽足格。书写时特别注意汉字结构的安排，应使各部分结构比例得当、疏密相宜、合理缩放、大小一致。只有这样才能端正而美观地写好仿宋体字。在整体布局上，字与字间的横向距离约为字高的 1/3，行与行间的距离约为字高的 1/3。长仿宋体汉字书写示例见图 1-7。

#### B 数字和字母

数字和字母有正体和斜体两种书写形式，并有大写和小写之分。斜体字字头向右倾斜

表 1-3 仿宋字的基本笔画

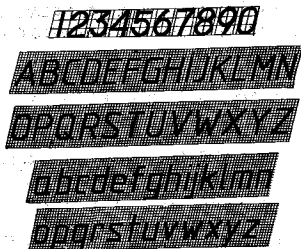
| 名称   | 横              | 直     | 撇              | 捺              | 点              | 挑            | 勾      | 折      |
|------|----------------|-------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------|--------|
| 基本笔法 | 一<br>一         | 丨     | ノ<br>ノ         | ㇏<br>㇏         | 丶<br>丶         | ㇀<br>㇀       | 乛<br>乛 | ㇔<br>㇔ |
| 字例   | 丁 七 上<br>寸 代 甲 | 十 日 中 | 千 归 月<br>人 月 建 | 尺 主 江<br>變 心 我 | 线 子 子<br>威 无 力 | 子 母 國<br>如 乃 | 國 國    |        |



字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀  
 装配时作斜度深沉最大小球厚直网纹均布水平镜抛光研视图  
 向旋转前后表面展开两端中心孔锥销键

图 1-7 汉字书写示例

与水平线约成  $75^\circ$  角。在同一张图样上用作指数、分数、注脚、极限偏差等的数字一般采用小一号的字体。数字和字母的斜体书写形式见图 1-8。



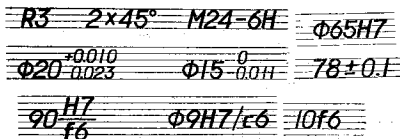


图 1-8 数字和字母书写示例

#### 1.1.4 图线型式及应用

绘制图样时应采用国标所规定的各种图线（例见表 1-4）。图线分为粗、细两种，粗线宽度  $b$  在 0.5—2 毫米之间选择，细线宽度约为  $b/3$ 。图线宽度的推荐系列为 0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2 毫米。绘图时具体可根据清晰、醒目的原则，按图形大小和复杂程度选择。

表 1-4 图线的种类和用途

| 图线名称 | 图线型式及代号 | 图线宽度    | 一 般 应 用                                           |
|------|---------|---------|---------------------------------------------------|
| 粗实线  | A       | $b$     | $A_1$ 可见轮廓线                                       |
| 细实线  | B       | 约 $b/3$ | $B_1$ 尺寸线及尺寸界线<br>$B_2$ 剖面线                       |
| 波浪线  | C       | 约 $b/3$ | $C_1$ 断裂处的边界线<br>$C_2$ 视图和剖视图的分界线                 |
| 双折线  | D       | 约 $b/3$ | $D_1$ 断裂处的边界线                                     |
| 虚线   | F       | 约 $b/3$ | $F_1$ 不可见轮廓线                                      |
| 细点划线 | G       | 约 $b/3$ | $G_1$ 轴线<br>$G_2$ 对称中心线                           |
| 粗点划线 | J       | $b$     | $J_1$ 有特殊要求的线或表面的表示线                              |
| 双点划线 | K       | 约 $b/3$ | $K_1$ 相邻辅助零件轮廓线<br>$K_2$ 极限位置轮廓线<br>$K_3$ 假想投影轮廓线 |

图 1-9 为图线的应用示例。

绘制图线时应注意以下各点（见图 1-9）：

- （1）同一图样中同类图线的宽度应基本保持一致；
- （2）虚线、点划线和双点划线的线段长度及间隔应各自大致相等，表 1-4 中所示的图线长度和间隔距离可供参考；

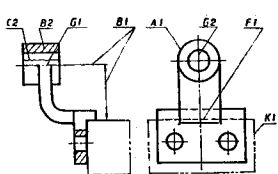


图 1-9 图线应用示例

(3) 绘制圆的对称中心线时，圆心应为线段的交点，且两端应超出圆轮廓线 2—5 毫米；

(4) 点划线和双点划线的首末两端应是线段而不是短划；

(5) 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。

## 1.2 机械制图中尺寸注法的基本规定

图样中的图形只能表达机件的结构形状，而机件的大小必须由尺寸来确定。标注尺寸是一项极为重要而细致的工作，必须力求做到完整、清晰、正确。国标《机械制图》(GB 4458.4—84) 对尺寸标注的基本规则 and 具体标注方法作了统一规定，应该严格遵守。本节简要介绍其中的基本内容。

### 1.2.1 基本规则

(1) 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据，与图形的大小及绘图准确度无关。

(2) 机械图样中的尺寸一般以毫米为单位，在图上不需标注计量单位的代号或名称，如采用其他单位则必须注明。

(3) 图样中所标注的尺寸，为该图样所示机件的最后完工尺寸，否则应另加说明。

(4) 机件的每一尺寸一般只标注一次，并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

### 1.2.2 尺寸要素

完整的尺寸一般由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字三个要素组成。

#### A 尺寸界线

尺寸界线表示所注尺寸的界限，用细实线绘制，并应自图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。尺寸界线必须超越尺寸线 2—5 毫米如图 1-10 所示。

#### B 尺寸线

尺寸线表示所注尺寸的范围，用细实线绘制，不能用其他图线代替，也不得与其他图线重合或画在其延长线上。应尽量避免尺寸线与尺寸线或尺寸界线相交，图 1-11 示出了正确与错误的注法。

尺寸线终端有两种形式：

(1) 箭头 箭头指向尺寸界线并与其接触，且不得超出尺寸界线或留空隙。箭头形式如图 1-12(a) 所示，其中宽度  $b$  为粗实线的宽度。在同一张图样上箭头的大小应基本一致。

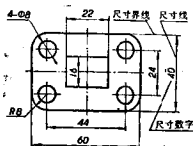
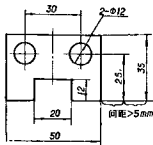
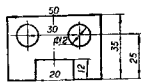


图 1-10 尺寸要素



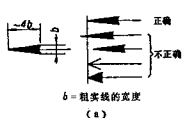
(a) 正确



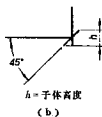
(b) 错误

图 1-11 尺寸线的画法

(2) 45°斜线 斜线用细实线绘制，其方向和画法如图1-12(b)所示。当尺寸线的终端采用斜线形式时，尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。



(a)



(b)

图 1-12 尺寸线终端形式

同一张图上的尺寸线终端，一般采用一种形式。

### C 尺寸数字

尺寸数字表示所注尺寸的数值，一般注写在尺寸线的上方如图1-13所示。也允许注写在尺寸线的中断处如图1-13中的 $\phi 18$ 。尺寸数字不可被任何图线所通过，否则必须将该图线断开，如图1-14中所示10、16、 $\phi 22$ 、 $\phi 44$ 处分别将剖面线、中心线和轮廓线断开。

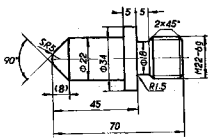


图 1-13 尺寸数字的注法

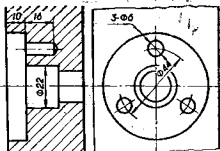


图 1-14 穿过尺寸数字的图线要中断

## 1.2.3 尺寸注法

### A 线性尺寸

线性尺寸数字方向一般应按图1-15(a)所示方向注写，并尽量避免在图示30°范围内标注尺寸。当无法避免时，可按图1-15(b)的形式标注。

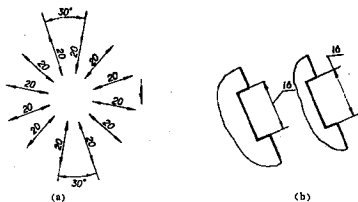


图 1-15 线性尺寸数字方向

尺寸线必须与所标注的线段平行。当有几条平行的尺寸线时，大尺寸要注在小尺寸的外侧，以避免尺寸线与尺寸界线相交，如图 1-16(a) 所示。尺寸线一般应与尺寸界线垂直，必要时才允许倾斜，如图 1-16(b) 所示。

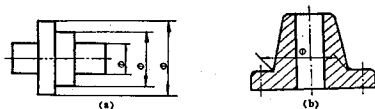


图 1-16 线性尺寸的注法

#### B 圆及圆弧

圆或大于半圆的圆弧应标注其直径，并在数字前加注符号“ $\phi$ ”，其尺寸线必须过圆心。等于或小于半圆的圆弧应标注其半径，并在数字前加注符号“ $R$ ”，其尺寸线从圆心开始，箭头指向轮廓，按图 1-17(a) 形式标注。当圆弧半径过大，或在图纸范围内无法标出其圆心位置时，可按图 1-17(b) 形式标注；不需标出圆心位置时，可按图 1-17(c) 形式标注。

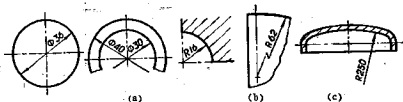


图 1-17 圆及圆弧尺寸的注法

#### C 球面尺寸

标注球面直径或半径时应加符号“ $S$ ”，如图 1-18(a) 所示。在不引起误解的情况下可省略符号“ $S$ ”，例如图 1-18(b) 螺钉头部的球面尺寸。

#### D 小尺寸

没有足够位置画箭头或标注尺寸数字时，可按图 1-19 的形式标注。

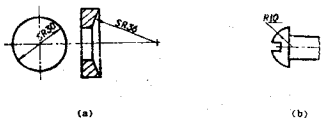


图 1-18 球面尺寸的注法

### E 角度

标注角度的尺寸界线应沿径向引出，尺寸线应画成圆弧，圆心是角的顶点。标注角度的数字一律写成水平方向，一般注写在尺寸线的中断处，必要时也可写在尺寸线的上方或外侧，也可引出标注，如图 1-20 所示。

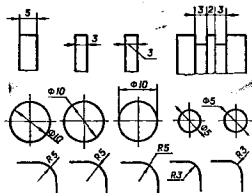


图 1-19 小尺寸的注法

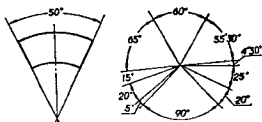


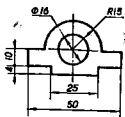
图 1-20 角度尺寸的注法

### 复习思考题

- 1-1 图纸幅面共有几种？彼此尺寸关系如何？图纸可以按幅面要求适当加长吗？加长量如何考虑？
- 1-2 根据 题1-2 图示形式，用 4:1 的比例，按线型规定要求，抄画所示图线。
- 1-3 分别用粗实线、细实线、虚线、细点划线，画出长为 80 的直线段和  $\phi 50$  的圆。



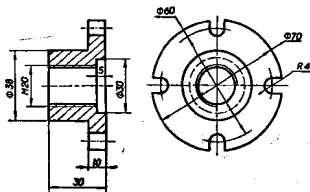
题 1-3 图



题 1-4 图

1-4 根据题 1-4 图示尺寸，用 2:1 和 1:2 的比例，分别画出图示图形。

1-5 根据题 1-5 图示尺寸，按比例 1:1 抄绘平面图形，并标注尺寸。



题 1-5 图

## 2 制图基本技能

在学习工程制图的过程中，必须重视制图基本技能的训练。正确使用各种绘图工具，熟练掌握几何图形的画法和制图基本方法，是保证绘图质量和提高绘图速度的一个重要方面。

### 2.1 常用绘图工具及使用

图 2-1 所示是绘图时常用的绘图工具，其中绘图仪器有多种，图 2-2 所示是最简单、常用的一种盒装绘图仪器。

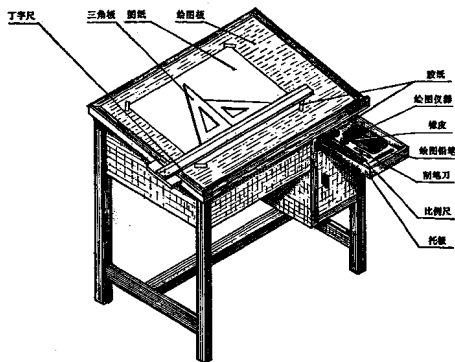


图 2-1 常用绘图工具

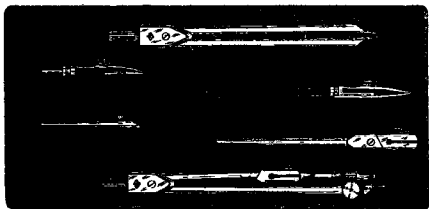
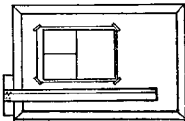
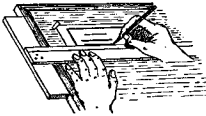
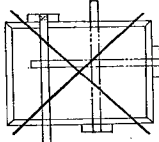
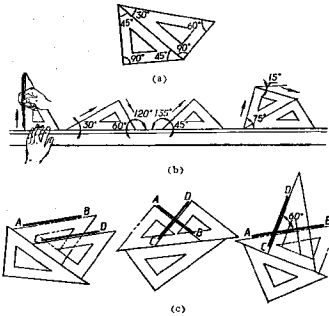
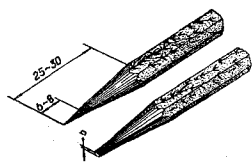
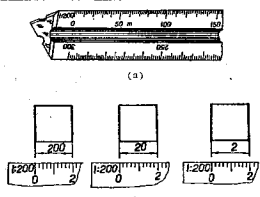


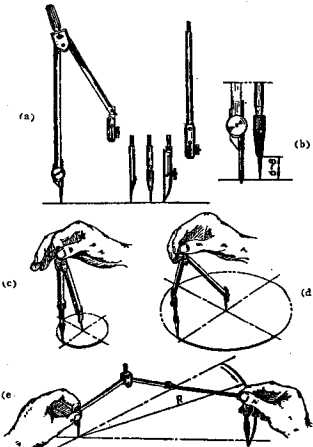
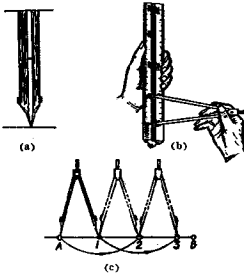
图 2-2 绘图仪器

各种常用绘图工具的使用方法见表 2-1。

表 2-1 常用绘图工具的使用

| 名称                         | 图 例                                                                                           | 说 明                                                                                                                                          |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 图<br>板<br>及<br>丁<br>字<br>尺 |  <p>(a)</p>  | <p>绘图板用以铺放、固定图纸。表面应平坦、光滑。工作导边(左边)要求平直。见图(a)。</p> <p>丁字尺用以画水平线。使用时尺寸紧靠图板左侧工作导边。左手按住尺身，右手执笔，自左向右画水平线。见图(b)。左手推动尺头沿图板导边上、下滑动，可画一系列相互平行的水平线。</p> |
|                            |  <p>(b)</p>  |                                                                                                                                              |
|                            |  <p>(c)</p> | <p>图(c)所示使用丁字尺的方法是错误的(因为图板的相邻边不一定互相垂直)</p>                                                                                                   |

| 名称  | 图                                                                                                                  | 说 明                                                                                                                                                               |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 三角板 |  <p>(a)</p> <p>(b)</p> <p>(c)</p> | <p>一副三角板有两块, 见图 (a), 与丁字尺配合使用, 可画垂直线和 <math>15^\circ</math> 倍数的倾斜线以及它们的平行线, 见图 (b)。</p> <p>用一副三角板配合使用, 也可作已知线的平行线、垂直线和成 <math>15^\circ</math> 倍数的相交线, 见图 (c)。</p> |
| 铅笔  |                                   | <p>绘图铅笔芯的硬、软度分别用符号“H”、“B”表示。符号“HB”为硬软适中铅笔。绘图时一般用“H”或“2H”画底稿, 用“B”或“2B”加深, “H”用以书写字体。铅笔削成圆锥形。加深用也有削成铲状的, 见左图。</p>                                                  |
| 比例尺 |  <p>(a)</p> <p>(b)</p>           | <p>常见比例尺一般为刻有 8 种不同比例刻度的三棱尺, 如图 (a)。画图时可按比例需要, 直接由比例尺上量取相应的尺寸, 如图 (b) 所示。</p>                                                                                     |

| 名称     | 图                                                                                  | 例                                                                                                                                                                                                                           | 说 明 |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 圆规及其附件 |   | <p>圆规用以画圆及圆弧。大圆规一般有四个附件，如图(a)所示：钢针圆脚、铅笔圆脚、直线条（鸭嘴笔）圆脚及接长杆。分别用作分规、画圆、上墨和画大圆时接长。圆规的针尖有短针尖和长针尖之分，画圆时要以短针尖为圆心支点，并使针尖略长于铅芯。如图(b)所示。长针尖作分规量取尺寸用。</p> <p>用圆规画圆时，应向前进方向（顺时针）稍倾。如图(c)所示；画较大圆时应使两脚均与纸面垂直如图(d)所示；画大圆时可接加长杆，如图(e)所示。</p> |     |
| 分规     |  | <p>分规又称两脚规，用以量取和等分线段，两针尖应平齐如图(a)。用分规量取尺寸时，应如图(b)所示，不应把针尖扎入尺面。</p> <p>图(c)为试分法三等分线段AB。先目测估计，使两针尖距离约为1/3 AB进行试分。如剩余（或不足）3B段，可微调针尖，使增加（或减少）3B的1/3再试分，直至准确三等分线段AB。同理可等分圆弧。</p>                                                  |     |