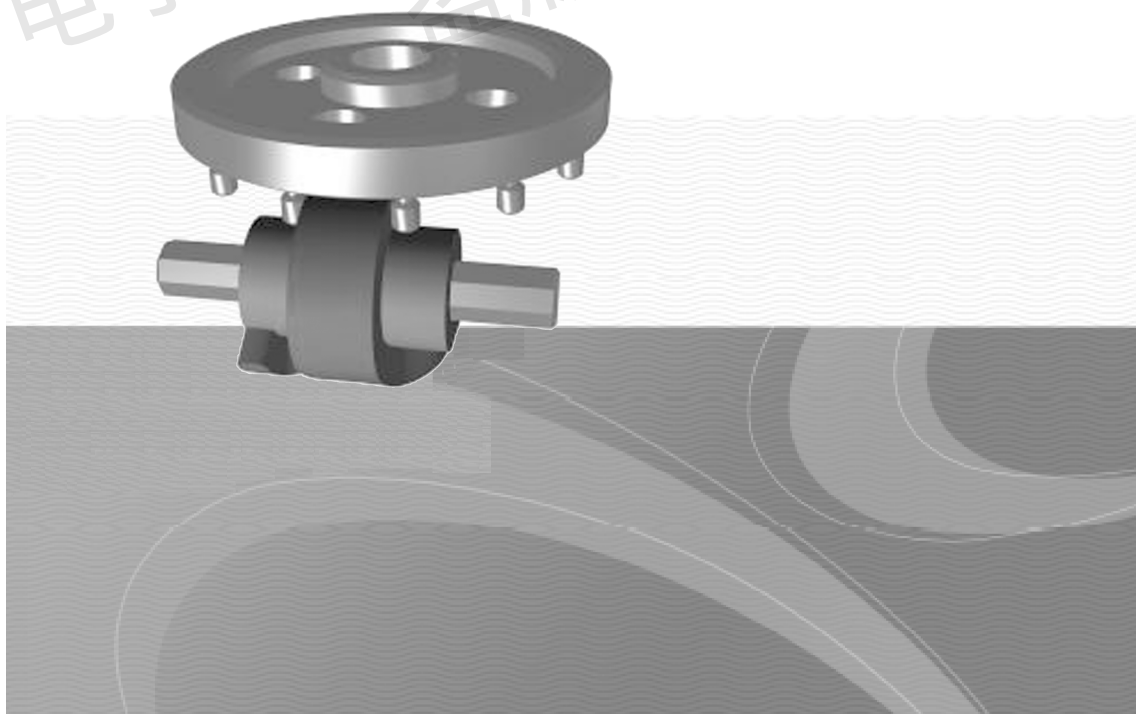


# 第一篇

## 工程制图基础

医疗器械产品结构设计有别于普通工业产品的结构设计。首先，医疗器械产品面对的操作和使用对象都是人，因此应首要考虑安全性问题；其次，医疗器械产品的负载一般不大，速度一般也不高，但对产品的稳定性和平稳性要求较高；最后，对于一些诊断、检验类设备，对产品的重复准确度要求较高，因此就要求这类医疗器械产品具有很高的设计和加工精度。而工程制图则是进行医疗器械产品结构设计和保证产品安全性、稳定性和精密性的基础，这一部分将根据医疗器械产品的结构特点，有针对性地对制图国家标准、三视图的投影规律、图样的表达方法、基本几何体的构成、零件图、装配图、工程图的标注等内容进行介绍。



# 第 1 章

## 制图基本知识

### 1.1 制图国家标准

我国于 1959 年首次发布了国家标准《机械制图》，对图样做了统一规定。为适应经济和科学技术发展的需要，又多次重新修订国家标准《机械制图》。为了与国际接轨，国家质量技术监督局依据国际标准化组织制定的国际标准，制定并发布了国家标准《技术制图》和《机械制图》，简称“国标”，用 GB 或 GB/T（GB 为强制性国家标准，GB/T 为推荐性国家标准）表示。在绘制工程图样时必须严格遵守国家标准。

#### 1.1.1 图纸幅面及格式

##### 1. 图纸幅面

图纸的基本幅面共五种，分别用 A0、A1、A2、A3、A4 表示，必要时可依规定加长幅面，如图 1-1 所示。应优先采用表 1-1 规定的基本幅面。

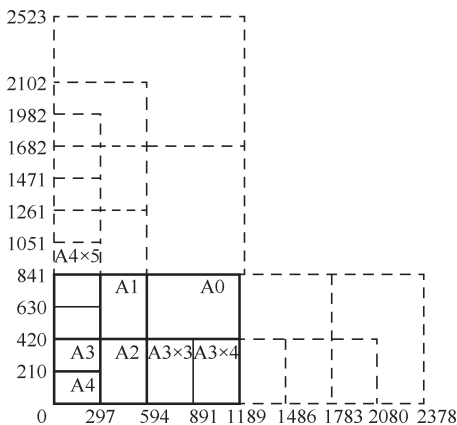


图 1-1 图纸幅面及加长幅面

表 1-1 图纸基本幅面代号及尺寸 (mm)

| 幅面代号         | A0       | A1      | A2      | A3      | A4      |
|--------------|----------|---------|---------|---------|---------|
| $B \times L$ | 841×1189 | 594×841 | 420×594 | 297×420 | 210×297 |
| $a$          | 25       |         |         |         |         |
| $c$          | 10       |         |         | 5       |         |
| $e$          | 20       |         | 10      |         |         |

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为留装订边和不留装订边两种，如图 1-2、图 1-3 所示，其尺寸见表 1-1。同一产品的图样只能采用一种图框格式。

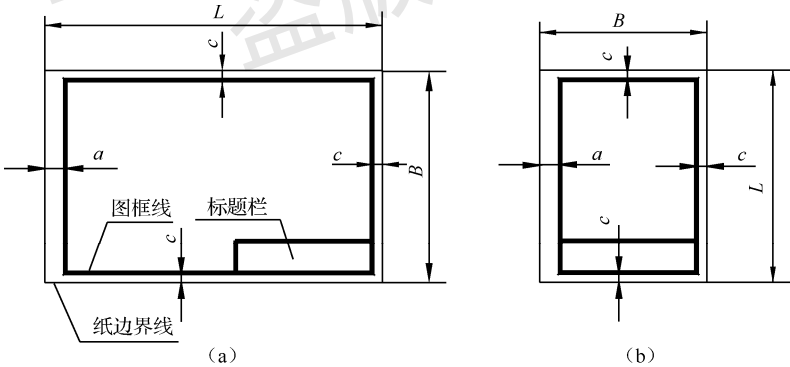


图 1-2 留装订边的图框格式

3. 标题栏

标题栏用来填写零部件名称、所用材料、图形比例、图号、单位名称及设计、审核、批准等有关人员的签字。每张图纸的右下角都应有标题栏，方向一般为看图的方向。在正规的图纸上，标题栏的格式和尺寸应按 GB 10609.1—1989 的规定绘制，如图 1-4 所示。

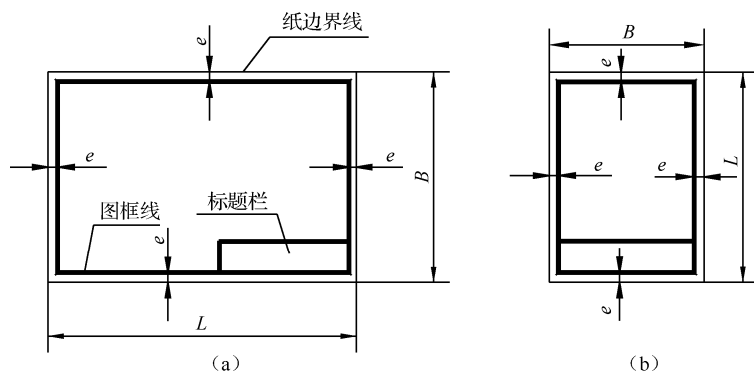


图 1-3 不留装订边的图框格式

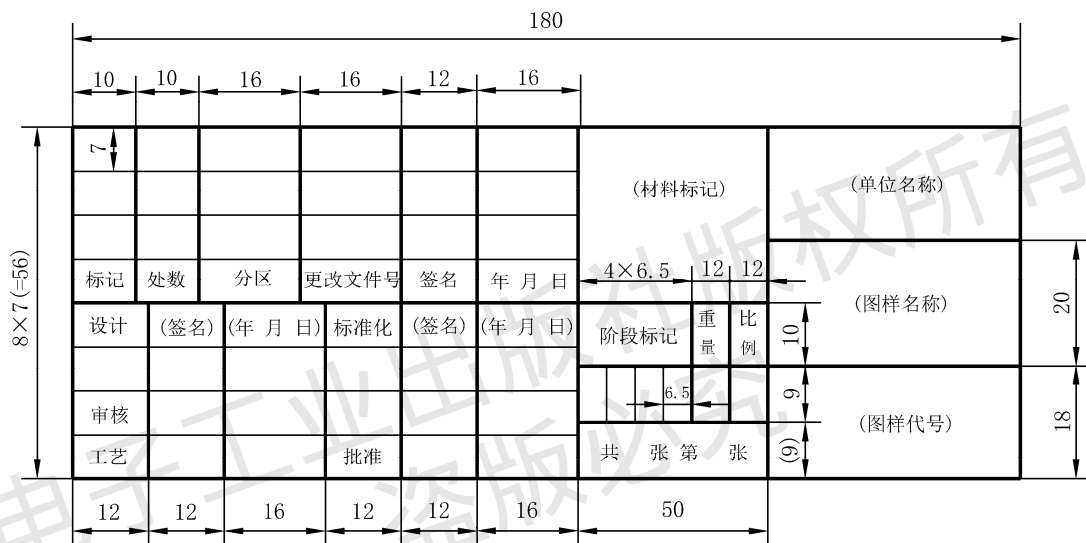


图 1-4 标题栏

### 1.1.2 比例

图样的比例是指图形要素的线性尺寸与实物相应要素的线性尺寸之比。图样比例分为原值比例、放大比例、缩小比例三种。绘图时，应在表 1-2 规定的系列中选取适当比例，优先选取第一系列，必要时可选第二系列。不论采用何种比例绘图，尺寸数值均按原值注出，如图 1-5 所示。

表 1-2 比例系列

| 种 类  | 比例系列一               | 比例系列二                 |
|------|---------------------|-----------------------|
| 原值比例 | 1 : 1               |                       |
| 放大比例 | 2 : 1               | 2.5 : 1               |
|      | 5 : 1               | 4 : 1                 |
|      | $1 \times 10^n : 1$ | $2.5 \times 10^n : 1$ |
|      | $2 \times 10^n : 1$ | $4 \times 10^n : 1$   |
|      | $5 \times 10^n : 1$ |                       |

续表

| 种 类  | 比例系列一                 | 比例系列二                   |
|------|-----------------------|-------------------------|
| 缩小比例 |                       | 1 : 1.5                 |
|      |                       | 1 : 2.5                 |
|      | 1 : 2                 | 1 : 3                   |
|      | 1 : 5                 | 1 : 4                   |
|      | 1 : 10                | 1 : 6                   |
|      | 1 : 2×10 <sup>n</sup> | 1 : 1.5×10 <sup>n</sup> |
|      | 1 : 5×10 <sup>n</sup> | 1 : 2.5×10 <sup>n</sup> |
|      | 1 : 1×10 <sup>n</sup> | 1 : 3×10 <sup>n</sup>   |
|      |                       | 1 : 4×10 <sup>n</sup>   |
|      |                       | 1 : 6×10 <sup>n</sup>   |

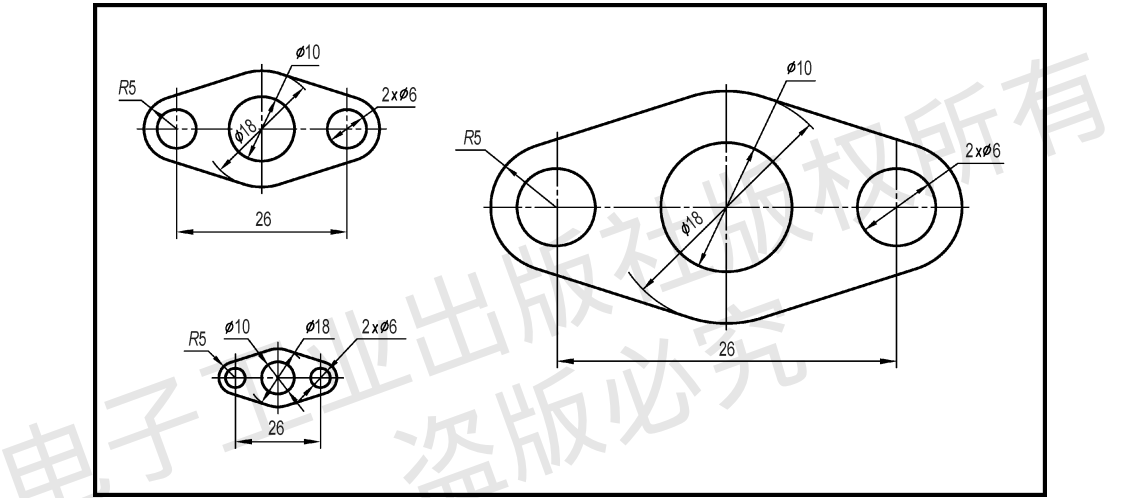


图 1-5 不同比例绘图 的尺寸标注

1.1.3 字体

图样中除了用视图表示机件的结构形状外，还要用文字和数字说明机件的技术要求和大小。

1. 基本要求

国家标准对图样中的汉字、拉丁字母、希腊字母、阿拉伯数字、罗马数字的形式做了规定。

(1) 图样上所注写的汉字、数字、字母必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。这样要求的目的是使图样清晰，文字准确，便于识读，便于交流，给生产和科研带来方便。

(2) 字体的字号规定了八种：20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8。字体号数即是字体高度。如 10 号字，它的字高为 10mm。

(3) 汉字应写成长仿宋体字，并应采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度  $h$  不应小于 3.5mm，如图 1-6 所示。

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

图 1-6 汉字书写样式

(4) 字母和数字分斜体和直体两种。斜体字的字体头部向右倾斜  $15^\circ$ 。字母和数字各分 A 型和 B 型两种字体。A 型字体的笔画宽度为字高的  $1/14$ ，B 型为  $1/10$ ，如图 1-7 所示。



图 1-7 字母、数字书写样式

## 2. 图样中书写规定与示例

(1) 用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母一般应采用小一号的字体，如图 1-8 所示。

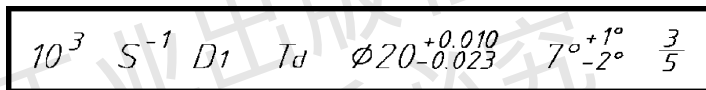


图 1-8 书写示例

(2) 图样中的数学符号、物理量符号、计量单位符号及其他符号、代号，应分别符合国家的有关法令和标准的规定，如图 1-9 所示。

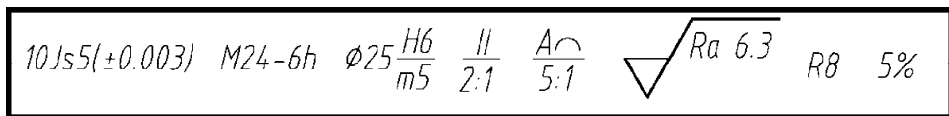


图 1-9 书写示例

## 1.1.4 图线

### 1. 线型

国家标准规定了技术制图所用图线的名称、形式、结构、标记及画法规则，适用于各种技术图样。GB/T 17450—1998 中规定了绘制各种技术图样的 15 种基本线型。医疗器械常用线型有 8 种，如表 1-3 所示。

表 1-3 医疗器械常用线型

| 图 线 名 称 | 图 线 形 式 | 主 要 用 途      |
|---------|---------|--------------|
| 粗实线     |         | 可见轮廓线、可见棱边   |
| 细实线     |         | 尺寸线、尺寸界线、剖面线 |
| 波浪线     |         | 断裂的边界线       |
| 双折线     |         | 断裂处的分界线      |
| 虚线      |         | 不可见轮廓线、不可见棱边 |
| 细点画线    |         | 对称线、中心线      |
| 粗点画线    |         | 有特殊要求的表面的表示线 |
| 双点画线    |         | 假想投影轮廓线、中断线  |

2. 线宽

所有线型的图线宽度（ $d$ ）应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择（单位为 mm）：0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1.0、1.4、2。在同一图样中，同类图线的宽度应一致。机械工程图样上采用两类线宽，称为粗线和细线，其宽度比例关系为 2 : 1。

3. 图线的应用

工程图中各部分的图线要求是不同的，具体各部分图线要求如图 1-10 所示。

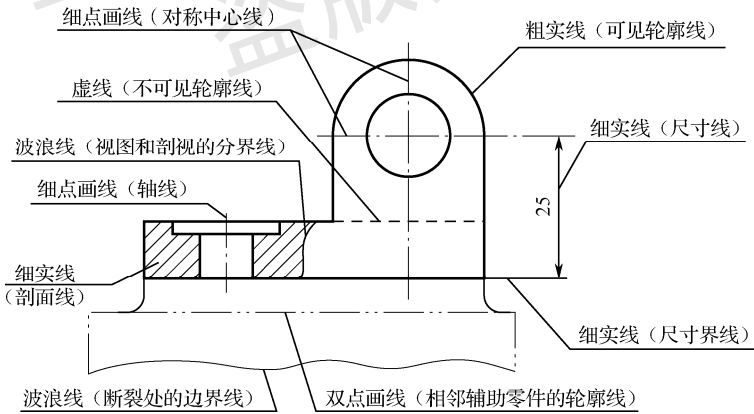


图 1-10 图线应用示例

1.2 尺寸标注

图形只能反映物体的结构形状，物体的真实大小要靠所标注的尺寸来决定。

### 1.2.1 尺寸标注基本规则

(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（即所采用的比例）及绘图的准确度无关。

(2) 图样中（包括技术要求和其他说明）的尺寸以毫米为单位时，不需标注单位的符号（或名称）；如采用其他单位，则应注明相应的单位符号。

(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 尺寸组成

标注一个尺寸，一般应包括尺寸界线、尺寸线和尺寸数字三个部分，如图 1-11 所示。

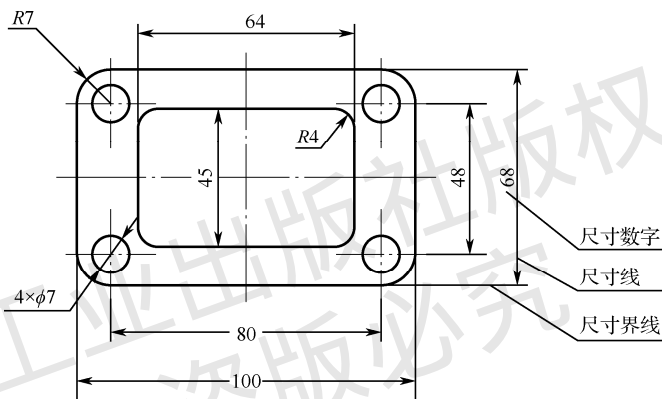


图 1-11 尺寸标注示例

#### 1. 尺寸界线

(1) 尺寸界线用细实线绘制，并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出。也可利用图形的轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线。

(2) 尺寸界线一般应与尺寸线垂直，必要时才允许倾斜。

(3) 在光滑过渡处标注尺寸时，应用细实线将轮廓线延长，从它们的交点处引出尺寸界线。

(4) 标注角度的尺寸界线应沿径向引出，标注弦长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线，标注弧长的尺寸界线应平行于该弧所对的圆心角的角平分线。

#### 2. 尺寸线

(1) 尺寸线为细实线，一端或两端带有终端符号（箭头或斜线）。

(2) 尺寸线不能用其他图线代替，也不得与其他图线重合。

(3) 标注线性尺寸时尺寸线必须与所标注的线段平行。

#### 3. 尺寸数字

尺寸数字用来表示所注尺寸的数值，是图样中指令性最强的部分。要求注写尺寸时一定要

认真仔细、字迹清楚，应避免可能造成误解的一切因素。

注写尺寸数字时应符合下列规定：

### 1) 线性尺寸数字的注写位置

水平方向的尺寸一般应注写在尺寸线的上方；铅垂方向的尺寸一般应注写在尺寸线的左方；倾斜方向的尺寸一般应在尺寸线靠上的一方。也允许注写在尺寸线的中断处。

### 2) 线性尺寸数字的注写方向

水平尺寸的数字字头向上；铅垂尺寸的数字字头朝左；倾斜尺寸的数字字头应有朝上的趋势。

## 1.2.3 标注示例

### 1. 角度尺寸

角度尺寸界线沿径向引出，角度尺寸线应画成圆弧，其圆心是该角的顶点，角度尺寸数字一律水平注写，如图 1-12 所示。

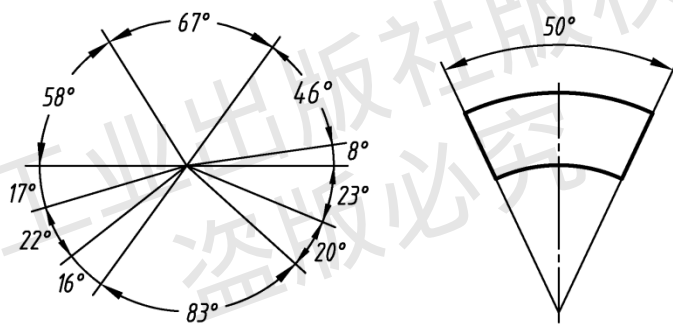


图 1-12 角度尺寸标注示例

### 2. 圆的直径

直径尺寸应在尺寸数字前加注符号“ $\phi$ ”，尺寸线通过圆心，尺寸线终端画成箭头，整圆或大于半圆标注直径，如图 1-13 所示。

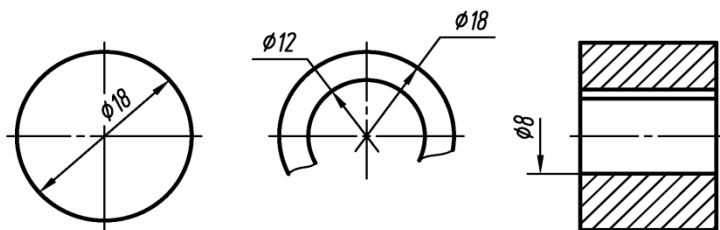


图 1-13 圆的直径标注示例

### 3. 圆的半径

半径尺寸数字前加注符号“ $R$ ”，半径尺寸必须注在投影为圆弧的图形上，且尺寸线应通过圆心，半圆或小于半圆的圆弧标注半径尺寸，如图 1-14 所示。

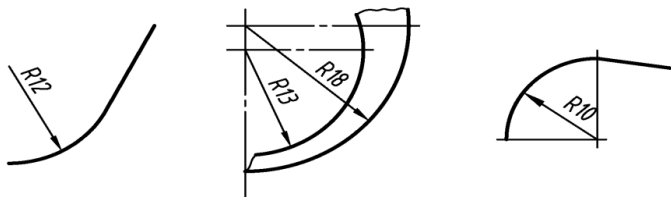


图 1-14 圆的半径标注示例

### 4. 大圆弧

当圆弧半经过大，在图纸范围内无法标出圆心位置，按图 1-15 (a) 所示标注，若不需要标出圆心位置，则按如图 1-15 (b) 所示标注，如图 1-15 所示。

### 5. 对称件

当对称机件的图形只画一半或略大于一半时，尺寸线应略超过对称中心或断裂处的边界线，并在尺寸线一端画出箭头，如图 1-16 所示。

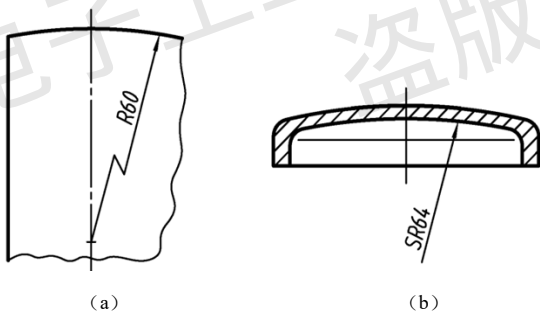


图 1-15 大圆弧标注示例

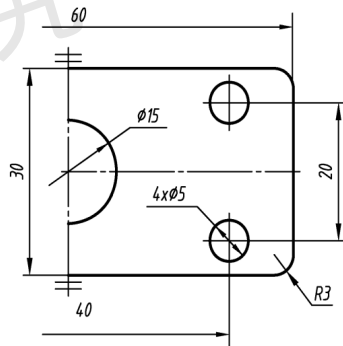


图 1-16 对称件标注示例

### 6. 弦长与弧长

标注弧长时，应在尺寸数字左面加注符号“ $\frown$ ”。弦长及弧长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线，当弧较大时，尺寸界线可沿径向引出，如图 1-17 所示。

### 7. 斜度和锥度

斜度和锥度的标注符号应与斜度和锥度的方向一致，符号的线宽为  $h/10$ ，如图 1-18 所示。

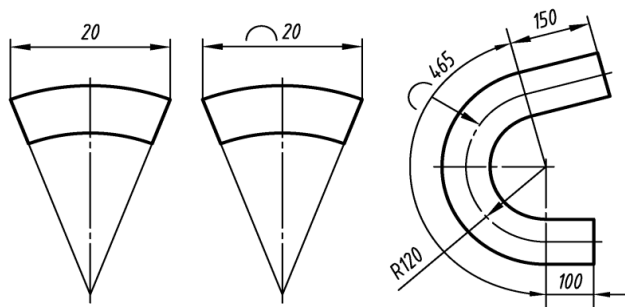


图 1-17 弦长与弧长标注示例

## 8. 球面

标注球面直径或半径时，应在“ $\phi$ ”或“ $R$ ”前面加注符号“ $S$ ”。对标准件，轴或手柄的前端，在不引起误解的情况下，可以省略符号“ $S$ ”，如图 1-19 所示。

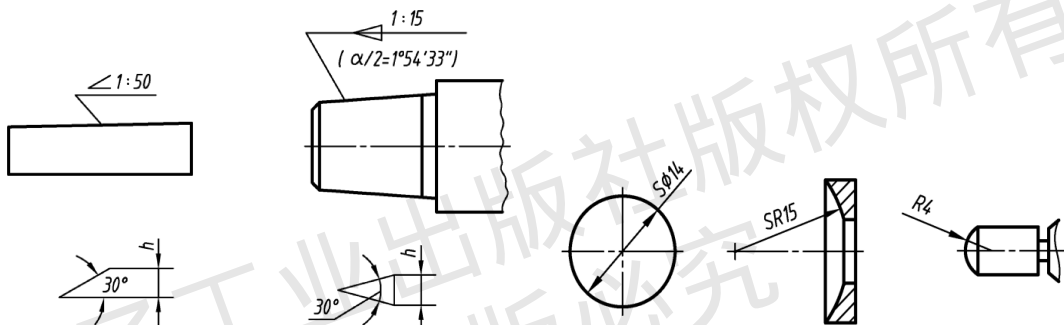


图 1-18 斜度和锥度标注示例

图 1-19 球面标注示例

## 9. 光滑过渡处

在光滑过渡处标注尺寸时，须用细实线将轮廓线延长，从交点处引出尺寸界线。当尺寸界线过于靠近轮廓线时，允许倾斜画出，如图 1-20 所示。

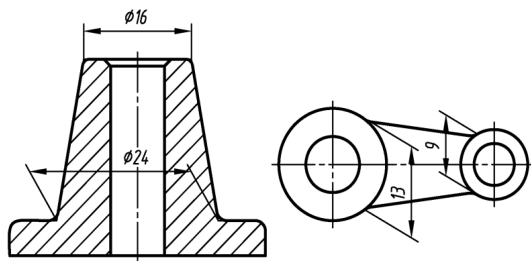


图 1-20 光滑过渡处标注示例

## 10. 狭小部位尺寸标注

狭小部位尺寸标注示例如图 1-21 所示。

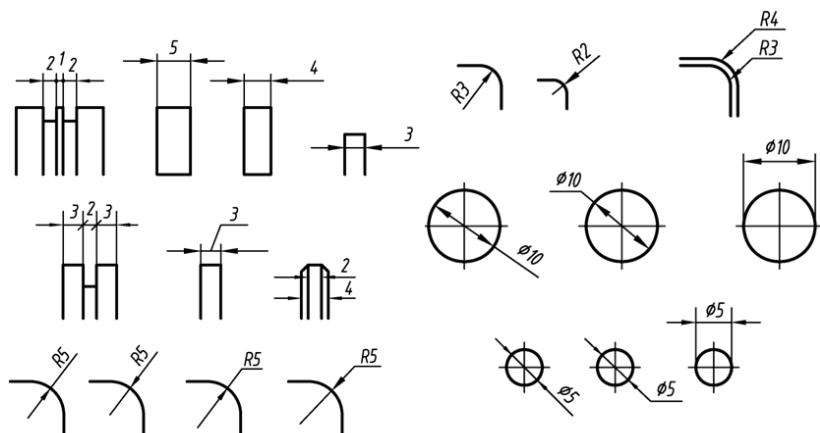


图 1-21 狭小部位尺寸标注示例

## 1.3 平面图形分析与作图步骤

在平面图形中，有些线段可以根据所给定的尺寸直接画出；而有些线段则需利用线段连接关系，找出潜在的补充条件才能画出。要处理好这方面问题，就必须首先对平面图形中各尺寸的作用、各线段的性质及它们间的相互关系进行分析，只有在此基础上才能确定正确的画图步骤及正确、完整地标注尺寸。

### 1.3.1 平面图形尺寸分析与线段分析

#### 1. 尺寸分析

(1) 定形尺寸：用于确定平面图形中各线段形状大小的尺寸。如用以确定图形中直线段的长度、圆弧的直径和半径、角度的大小等尺寸，如图 1-22 所示。

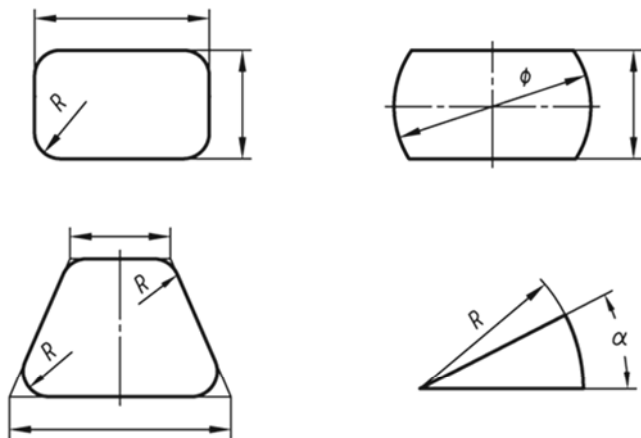


图 1-22 定形尺寸示例

(2) 定位尺寸：用于确定平面图形中各线段或线框间相对位置的尺寸，如图 1-23 所示。

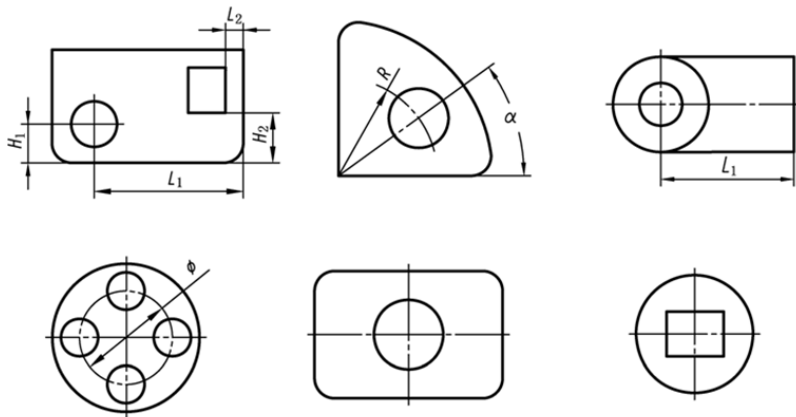


图 1-23 定位尺寸示例

(3) 尺寸基准：尺寸基准是指注写尺寸或计量尺寸的起点。通常是对称线、中心线和基准线，如图 1-24 所示。

## 2. 线段分析

平面图形的线段分为已知线段、中间线段和连接线段。凡定形和定位尺寸齐全，作图时可直接画出的线段，称为已知线段；给出的定位尺寸不全，必须依靠附加的一个几何条件才能画出的线段，称为中间线段；只给出定形尺寸，作图时要利用两线相切的几何条件才能画出的线段，称为连接线段。如图 1-25 所示，已知线段为 22、92、52、 $\phi 25$  和  $\phi 14$ ，中间线段为  $R50$ 、 $R32$ 、6 和  $45^\circ$ ，连接线段为  $R18$ 、 $R12$ 、 $R8$  和  $R10$ 。

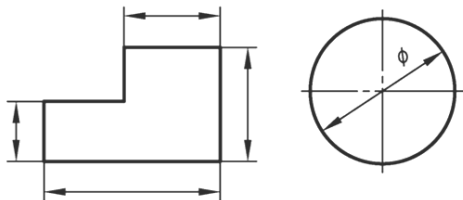


图 1-24 尺寸基准示例

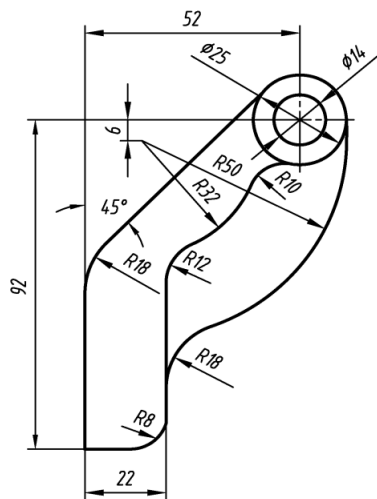


图 1-25 线段分析示例

### 1.3.2 平面图形作图步骤

#### 1. 平面绘图一般步骤

(1) 准备工作;

① 阅读有关参考资料, 了解所画图形的内容和要求。

② 熟练使用绘图软件。

(2) 选定图幅和比例, 估计图形大小, 确定图纸幅面。

(3) 选定图纸。

(4) 绘制草图, 先画图形的基准线、对称线、中心线及主要轮廓线, 然后由大到小、由整体到局部, 画出其他所有图线。

(5) 标注尺寸。

#### 2. 平面图形尺寸标注方法

(1) 将平面图形分解为一个基本图形和几个子图形。

(2) 确定基本图形的尺寸基准。

(3) 标注定形尺寸。

(4) 确定各子图形的基准, 标注定位尺寸。

平面图形标注示例如图 1-26、图 1-27 所示。

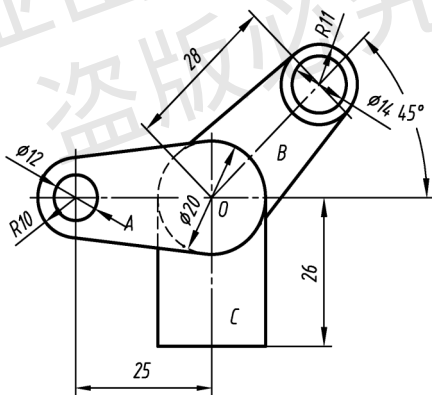


图 1-26 平面图形标注示例 1

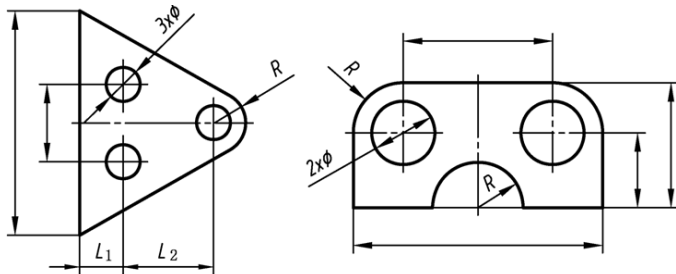


图 1-27 平面图形标注示例 2

## 复习与思考

1. 图纸幅面的代号有哪几种？其尺寸分别有什么规定？不同幅面代号的图纸之间有什么关系？
2. 什么是比例？图样上标注的尺寸与画图比例有无关系？
3. 工程图样对字体有哪些要求？长仿宋体的特点是什么？字体的号数说明什么？
4. 一个完整的尺寸由哪些要素组成？各有哪些基本规定？

电子工业出版社版权所有  
盗版必究