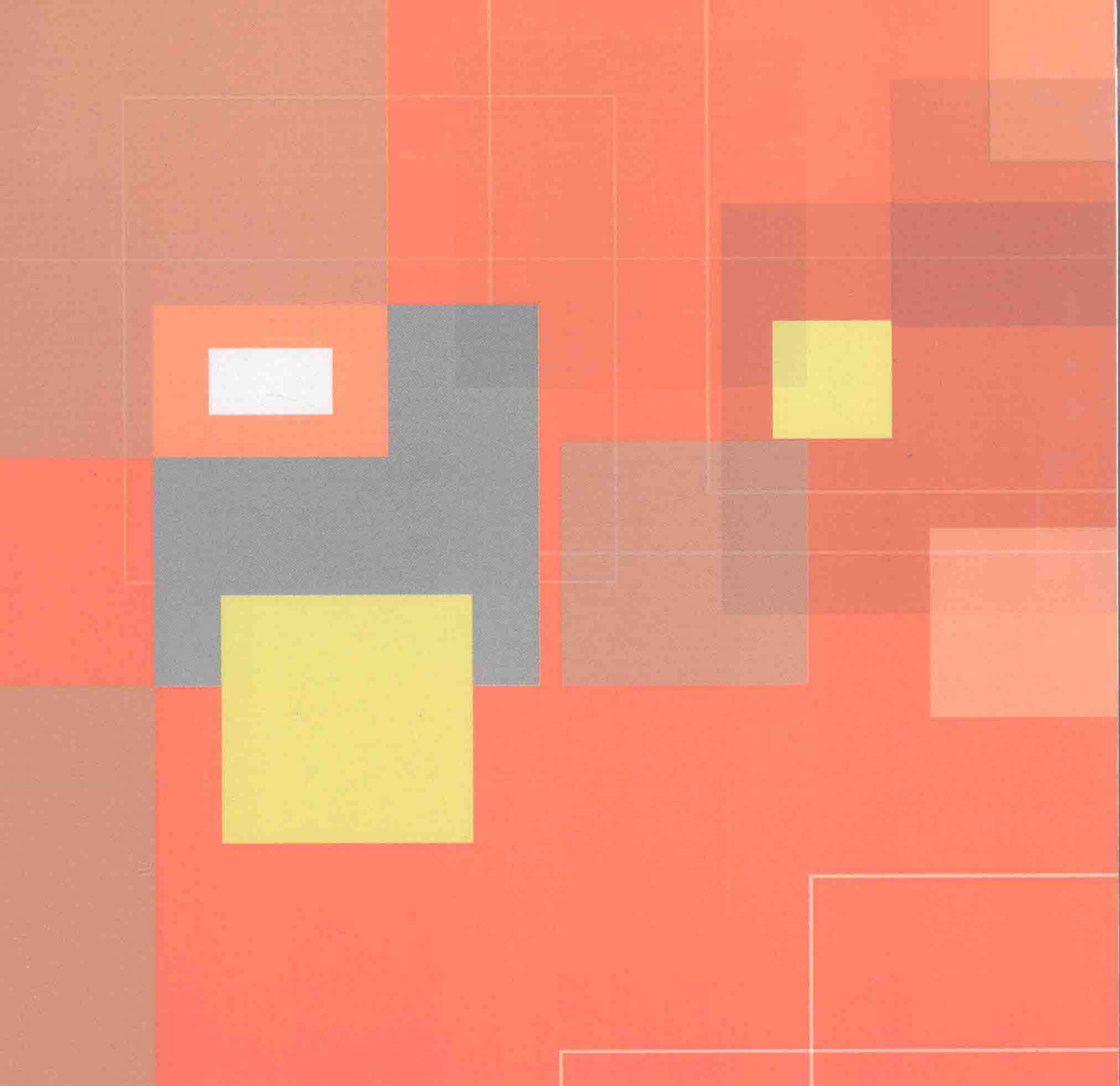




# 工程制图

● 主编 徐文俊 林钰珍 任建平



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

# 工 程 制 图

主 编：徐文俊 林钰珍 任建平  
副主编：郑丽文 赵容彬 张玉贤 饶楚楚  
参 编：周建锋 王晶晶 郑志富  
主 审：巫少龙

## 内 容 简 介

本教材是根据高等教育培养人才的规格要求及对工程制图教学的基本要求而编写的。主要目的在于培养学生的空间思维能力、扎实的读图技能和绘图技能。主要介绍制图的基本知识,点、直线、平面的投影,基本几何体的投影,截交线和相贯线,组合体视图,机件的表达方法,标准件和常用件,零件图,装配图等内容。

本教材可作为高等院校机械类和近机械类专业的教材,也可作为有关专业岗位的培训用书及相关工程技术人员参考用书。

版权专有 侵权必究

---

### 图书在版编目(CIP)数据

工程制图/徐文俊,林钰珍,任建平主编. —北京:北京理工大学出版社,2016.6  
ISBN 978-7-5682-3154-1

I. ①工… II. ①徐… ②林… ③任… III. ①工程制图-高等学校-教材  
IV. ①TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第228273号

---

---

出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(总编室)  
(010)82562903(教材售后服务热线)  
(010)68948351(其他图书服务热线)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/保定市中华美凯印刷有限公司

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/14.5

字 数/338千字

版 次/2016年6月第1版 2016年6月第1次印刷

定 价/49.80元

责任编辑/赵 岩

文案编辑/党选丽

责任校对/周瑞红

责任印制/马振武

---

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

# 前 言

本教材是根据高等教育培养人才的规格要求及对工程制图教学的基本要求而编写的。主要目的在于培养学生的空间思维能力、扎实的读图技能和绘图技能。

本教材反映了高等教育特色，以加强实践性与应用性、培养能力与素质为指导，以项目与任务形式编写，内容深入浅出、翔实具体、通俗易懂，理论联系实际，注重解决实际问题能力的培养，加强绘制和阅读机械图样基本能力的训练。

本教材由徐文俊、林钰珍和任建平担任主编，郑丽文、赵容彬、张玉贤、饶楚楚担任副主编。各章节的编写情况如下：赵容彬（项目一），徐文俊（项目二、四、五、七、八、九），林钰珍（项目六），任建平（项目三），郑丽文、张玉贤、饶楚楚（附录），周建锋、王晶晶、郑志富参与教材的编写、图形绘制与修改工作。全书由徐文俊统稿，巫少龙教授主审。

本教材可作为高等院校机械类和近机械类专业的教材，也可作为有关专业岗位的培训用书及相关工程技术人员的参考用书。

本教材在编写过程中引用了一些图形和资料，在此谨向有关单位和作者表示感谢。由于时间仓促，书中难免存在疏漏和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

# 目 录

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 绪论                     | 1   |
| 项目一 制图基本知识             | 2   |
| 任务一 《机械制图》国家标准规定       | 2   |
| 任务二 几何作图               | 12  |
| 任务三 平面图形的分析和画法         | 18  |
| 项目二 点、直线、平面的投影         | 21  |
| 任务一 投影的基本知识            | 21  |
| 任务二 点的投影               | 25  |
| 任务三 直线的投影              | 32  |
| 任务四 平面的投影              | 43  |
| 任务五 直线与平面、平面与平面之间的相对位置 | 50  |
| 项目三 基本几何体的投影           | 60  |
| 任务一 三面投影与三视图           | 60  |
| 任务二 平面几何体的投影           | 62  |
| 任务三 回转体的投影             | 65  |
| 任务四 几何体轴测图             | 71  |
| 项目四 截交线和相贯线            | 74  |
| 任务一 平面立体被截切            | 74  |
| 任务二 平面与回转体相交           | 79  |
| 任务三 两回转体表面的相贯线         | 92  |
| 项目五 组合体视图              | 99  |
| 任务一 组合体的组合形式及形体分析      | 99  |
| 任务二 组合体视图的画法           | 103 |
| 任务三 读组合体视图             | 108 |
| 任务四 组合体视图的尺寸标注         | 115 |
| 项目六 机件的表达方法            | 122 |
| 任务一 视图                 | 122 |
| 任务二 剖视图                | 125 |
| 任务三 断面图                | 134 |
| 任务四 其他表达方法             | 136 |
| 项目七 标准件和常用件            | 142 |
| 任务一 螺纹及螺纹紧固件           | 142 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 任务二 销连接 .....           | 154 |
| 任务三 键连接 .....           | 155 |
| 任务四 滚动轴承 .....          | 157 |
| 任务五 齿轮 .....            | 160 |
| 任务六 弹簧 .....            | 166 |
| <b>项目八 零件图</b> .....    | 169 |
| 任务一 零件图的作用和内容 .....     | 169 |
| 任务二 零件图的视图选择和尺寸标注 ..... | 170 |
| 任务三 零件图中的技术要求 .....     | 177 |
| 任务四 读零件图 .....          | 191 |
| 任务五 零件测绘 .....          | 193 |
| <b>项目九 装配图</b> .....    | 198 |
| 任务一 装配图概述 .....         | 198 |
| 任务二 装配图的视图表达方法 .....    | 199 |
| 任务三 装配图的尺寸标注和技术要求 ..... | 202 |
| 任务四 装配图的零部件序号和明细栏 ..... | 205 |
| 任务五 装配结构的合理性简介 .....    | 207 |
| 任务六 由零件图画装配图 .....      | 208 |
| 任务七 读装配图 .....          | 213 |
| <b>附录</b> .....         | 217 |
| <b>参考文献</b> .....       | 225 |

# 绪 论

## 一、课程的任务和目的

### 1. 图样

按一定的投影方法，准确地表达物体的形状、大小及技术要求的图形，称为图样。

### 2. 任务

- (1) 学习正投影法的基本原理及应用。
- (2) 培养绘制和阅读机械图样的基本能力。
- (3) 培养简单的空间几何问题的图解能力。
- (4) 培养空间想象能力和空间分析能力。
- (5) 培养耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。

### 3. 目的

培养学生具有绘制和阅读机械图样的能力。

## 二、课程的特点和学习方法

### 1. 要求

画图应做到投影正确，视图选择和配置恰当，尺寸完整，字体工整，图面整洁，符合国家标准。

### 2. 学习方法

- (1) 掌握正投影的基本概念，提高空间想象能力和空间分析问题的能力。
- (2) 多绘图，多画图。
- (3) 重视制图的基本规格和基本知识的学习。
- (4) 正确地使用绘图仪器和工具，掌握正确的作图方法和步骤。

# 项目一 制图基本知识



## 学习目标

- 1. 了解国家标准的有关规定。
- 2. 掌握绘图工具的使用方法。
- 3. 正多边形、斜度、锥度的作图方法。
- 4. 圆弧连接的作图，分清已知弧、中间弧和连接弧。
- 5. 正确标注平面图形的尺寸。

## 任务一 《机械制图》国家标准规定

### 一、图纸幅面和图框格式（GB/T 14689—2008）

#### 1. 基本幅面及图框尺寸

为了合理利用图纸，便于装订、保管，国家标准规定了五种基本图纸幅面，具体尺寸规格如表 1-1 所示。

表 1-1 基本幅面及图框尺寸 mm

| 幅面代号         | A0          | A1        | A2        | A3        | A4        |
|--------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| $B \times L$ | 841 × 1 189 | 594 × 841 | 420 × 594 | 297 × 420 | 210 × 297 |
| $a$          | 25          |           |           |           |           |
| $c$          | 10          |           |           | 5         |           |
| $e$          | 20          |           | 10        |           |           |

#### 2. 图框格式

##### 1) 留有装订边的图框格式

每一张图样都需要用粗实线绘制图框。需要装订的图样，按图 1-1 所示格式绘出图框，边框有  $a$ （装订边）和  $c$  两种尺寸。

##### 2) 不留装订边的图框格式

不需要装订的图样，其边框只有一种  $e$  尺寸，如图 1-2 所示。



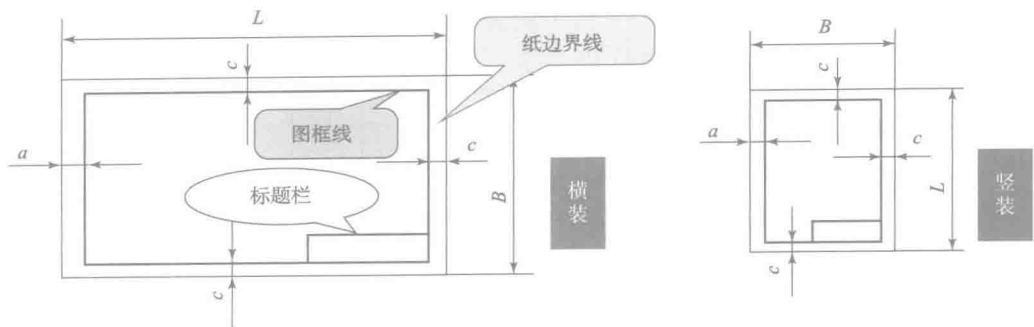


图 1-1 留有装订边的图框格式

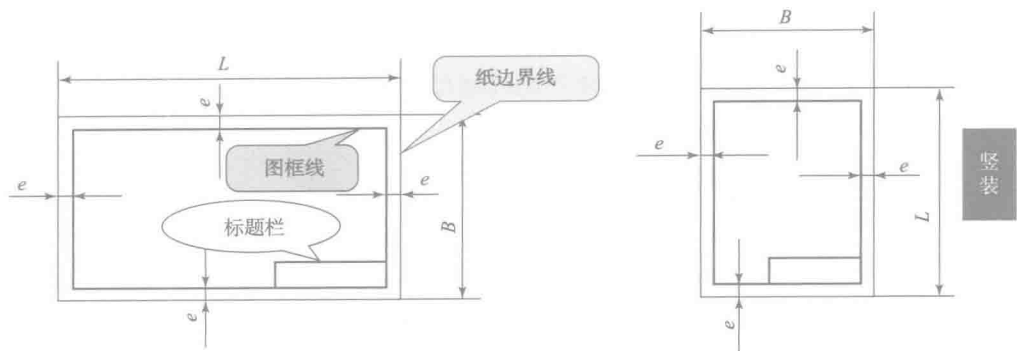


图 1-2 不留装订边的图框格式

$a$ 、 $c$ 、 $e$  的具体尺寸见表 1-1。装订时，一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。

二、标题栏

标题栏位于图纸的右下方，如图 1-1、图 1-2 中所示。标题栏中文字的方向为看图的方向。

国家标准《技术制图 标题栏》(GB/T 10609.1—2008) 规定，标题栏的格式如图 1-3 所示。

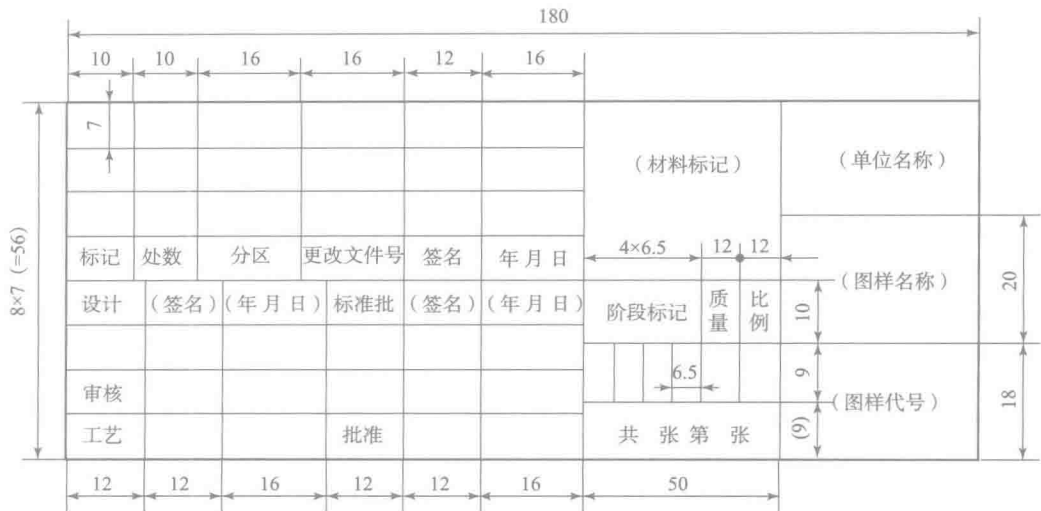


图 1-3 标题栏

在制图作业中，推荐采用如图 1-4 所示的简化标题栏。标题栏外框用粗实线、内格用细实线绘制。标题栏内的图名和校名用 10 号字，其余用 5 号字。



图 1-4 简化的零件图标题栏

三、比例

比例是指图中的图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。绘图时，应优先选用表 1-2 规定的比例，并尽量采用原值比例。

表 1-2 比例

| 原值比例 | 1 : 1                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 缩小比例 | (1 : 1.5) 1 : 2 (1 : 2.5) (1 : 3) (1 : 4) 1 : 5 (1 : 6) 1 : 1 × 10 <sup>n</sup><br>(1 : 1.5 × 10 <sup>n</sup> ) 1 : 2 × 10 <sup>n</sup> (1 : 2.5 × 10 <sup>n</sup> ) (1 : 3 × 10 <sup>n</sup> )<br>(1 : 4 × 10 <sup>n</sup> ) 1 : 5 × 10 <sup>n</sup> (1 : 6 × 10 <sup>n</sup> ) |
| 放大比例 | 2 : 1 (2.5 : 1) (4 : 1) 5 : 1 1 × 10 <sup>n</sup> : 1 2 × 10 <sup>n</sup> : 1 (2.5 × 10 <sup>n</sup> : 1)<br>(4 × 10 <sup>n</sup> : 1) 5 × 10 <sup>n</sup> : 1                                                                                                                   |

不论图形采用何种比例，在标注尺寸时，一律标注机件的真实尺寸，与图样的准确程度、比例大小无关，如图 1-5 所示。

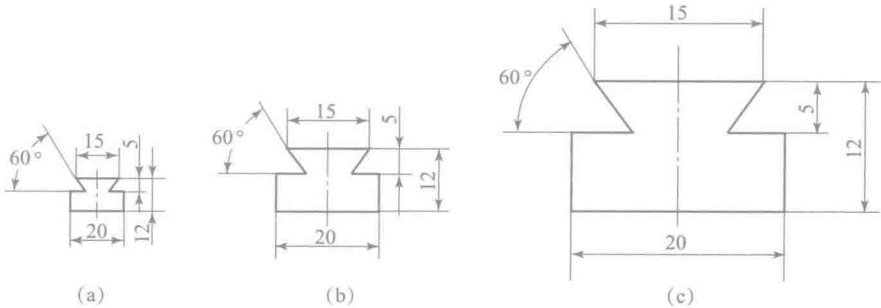


图 1-5 图形比例与尺寸标注  
(a) 1 : 2; (b) 1 : 1; (c) 2 : 1

四、字体

字体应写成长仿宋体，并采用我国国务院正式公布的简化字。字体的高度称为号数，公称尺寸系列为 1.8 mm、2.5 mm、3.5 mm、5 mm、7 mm、10 mm、14 mm、20 mm。如需更大的字，其字高应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。汉字字高不应小于 3.5。汉字示例如图 1-6 所示。

10号字 字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

7号字 横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

5号字 技术制图 机械电子 汽车船舶 土木建筑

3.5号字 螺纹齿轮 航空工业 施工排水 供暖通风 矿山港口

图 1-6 汉字示例

数字和字母分为 A 型和 B 型, A 型字体的笔画宽度为字高的 1/14, B 型字体的笔画宽度为字高的 1/10。在同一张图上, 只允许选用一种型式的字体。数字和字母示例如图 1-7 所示。



图 1-7 数字和字母示例

五、图线及其画法

1. 图线型式

图线分为粗、细两种, 粗线的宽度  $d$  推荐系列为 0.18 mm、0.25 mm、0.35 mm、0.5 mm、0.7 mm、1 mm、1.4 mm、2 mm。细实线的宽度为粗实线宽度的 1/2。机械图样中的线型及其应用如表 1-3 所示。

表 1-3 机械图样中的线型及其应用 (GB/T 4457.4—2002)

| 图线名称 | 图线型式 | 代码 No. | 图线宽度  | 一般应用                                                                                                       |
|------|------|--------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 细实线  |      | 01.1   | $d/2$ | 过渡线<br>尺寸线<br>尺寸界线<br>指引线和基准线<br>剖面线<br>重合断面的轮廓线<br>短中心线<br>螺纹牙底线<br>范围线及分界线<br>不连续同一表面的连线<br>成规律分布的相同要素连线 |

| 图线名称  | 图线型式                                                                                | 代码 No. | 图线宽度  | 一般应用                                                               |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|--------------------------------------------------------------------|
| 波浪线   |    | 01.1   | $d/2$ | 断裂处的边界线<br>视图与剖视图的分界线                                              |
| 双折线   |    | 01.1   | $d/2$ | 断裂处的边界线<br>视图与剖视图的分界线                                              |
| 粗实线   |    | 01.2   | $d$   | 可见棱边线<br>可见轮廓线<br>相贯线<br>螺纹牙顶线<br>螺纹长度终止线<br>齿顶圆(线)                |
| 细虚线   |    | 02.1   | $d/2$ | 不可见棱边线<br>不可见轮廓线                                                   |
| 粗虚线   |    | 02.2   | $d$   | 允许表面处理表示线                                                          |
| 细点画线  |    | 04.1   | $d/2$ | 轴线<br>对称中心线<br>分度圆(线)<br>剖切线                                       |
| 粗点画线  |  | 04.2   | $d$   | 限定范围表示线                                                            |
| 双细点画线 |  | 05.1   | $d/2$ | 相邻辅助零件的轮廓线<br>可动零件的极限位置的轮廓线<br>成型前轮廓线<br>轨迹线<br>毛坯图中制成品的轮廓线<br>中断线 |

图 1-8 所示为图线的应用示例。

## 2. 图线的画法 (见图 1-9)

(1) 同一图样中同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线、双点画线的线段长度和间隙应大致相等。

(2) 两条平行线之间的距离应不小于粗实线宽度的两倍, 其最小距离不得小于 0.7 mm。

(3) 绘制圆的对称中心线时, 圆心应为线段的交点。点画线的首末两端应是长画, 而不应是短画, 且应超出圆外 2~5 mm。在较小的图形上绘制点画线有困难时, 可用细实线代替。

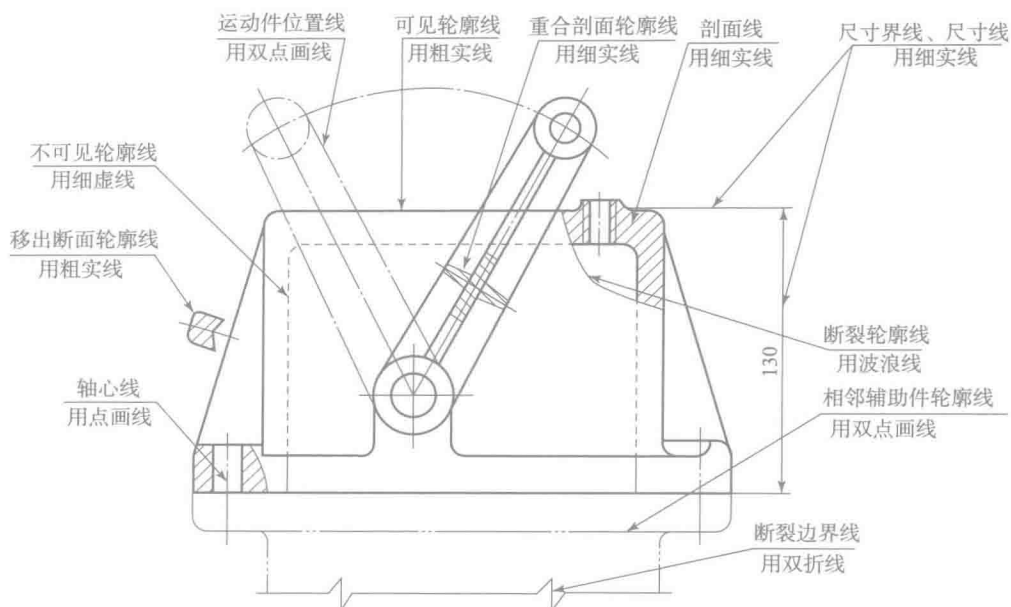


图 1-8 图线的应用示例

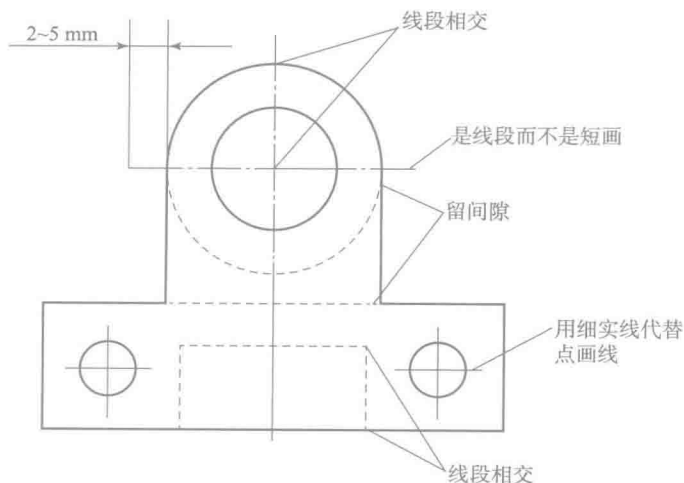


图 1-9 图线的画法

(4) 虚线与各图线相交时，应以线段相交；虚线作为粗实线的延长线时，实虚变换处要空开留间隙。

## 六、尺寸标注

### 1. 基本规则

机件的真实大小应以图样上所标注的尺寸数值为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关。

图样中的尺寸以 mm 为单位的不需标注计量单位的代号和名称，采用其他单位时则必须注明计量单位的代号和名称，如 50 cm、60°等。

图样中的尺寸为该图样所示机件最后完工的尺寸, 否则应另加说明。  
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。

## 2. 尺寸的组成

一个完整的尺寸应由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字组成, 如图 1-10 所示。

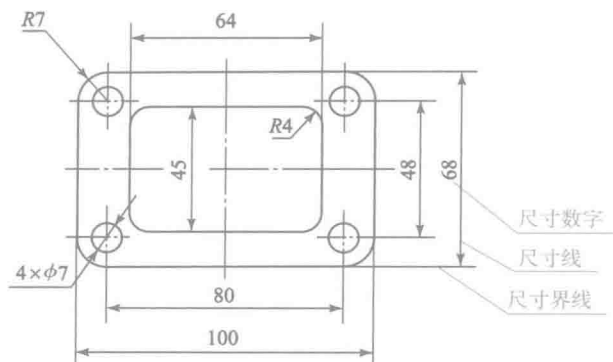


图 1-10 尺寸的组成

### 1) 尺寸界线

尺寸界线表示尺寸度量的范围。一般用细实线表示, 并应由图形的轮廓线、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, 如图 1-10 中所示。尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 并略超过尺寸线 2~5 mm。必要时才允许倾斜, 但两尺寸界线必须平行, 如图 1-11 所示。

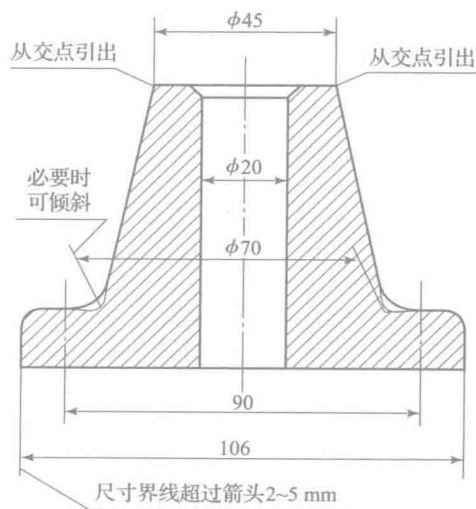


图 1-11 倾斜的尺寸界线

### 2) 尺寸线

尺寸线表示所注尺寸的量度方向。尺寸线用细实线单独绘制, 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; 标注线性尺寸时, 尺寸线必须与所标注的线段平行; 不得与尺寸界线相交, 尺寸线、轮廓线间距为 7~10 mm, 如图 1-12 所示。

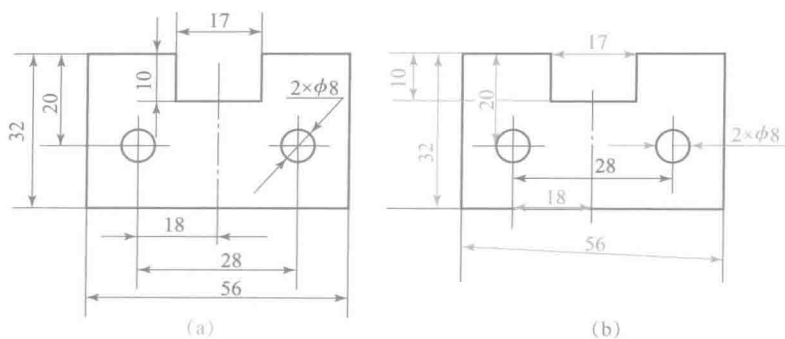


图 1-12 尺寸线

(a) 正确; (b) 错误

## 3) 尺寸数字

尺寸数字表示尺寸的大小。

(1) 线性尺寸标注：水平尺寸字头朝上；铅垂尺寸字头朝左，倾斜尺寸字头有朝上的趋势，如图 1-13 所示。应尽可能避免在  $30^\circ$  内标注尺寸。当无法避免时，可按图 1-14 所示的形式标注。

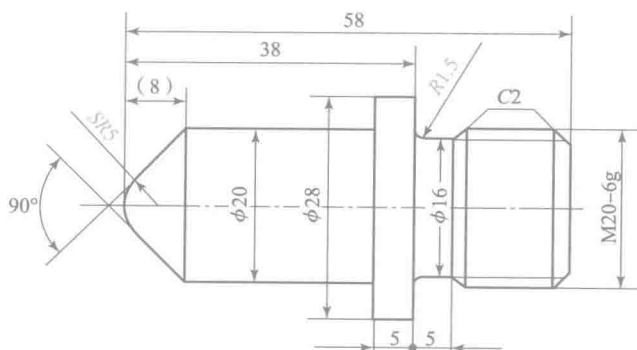
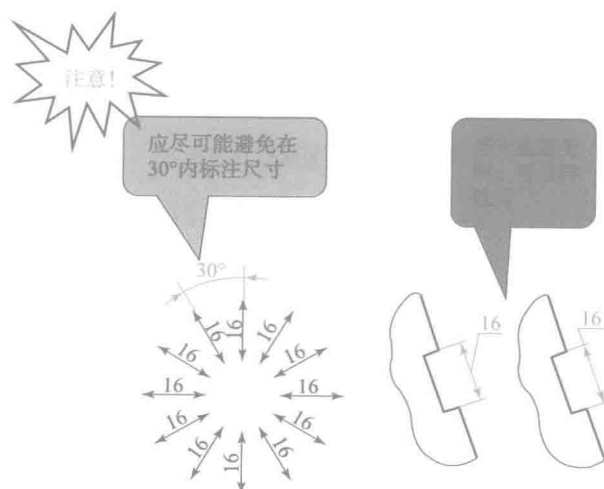


图 1-13 线性尺寸标注

图 1-14  $30^\circ$  内线性尺寸标注

(2) 角度尺寸标注：一律水平书写，即数字铅直向上。一般注写在尺寸线的中断处；必要时，也可注写在尺寸线的附近或引出线的上方，如图 1-15 所示。

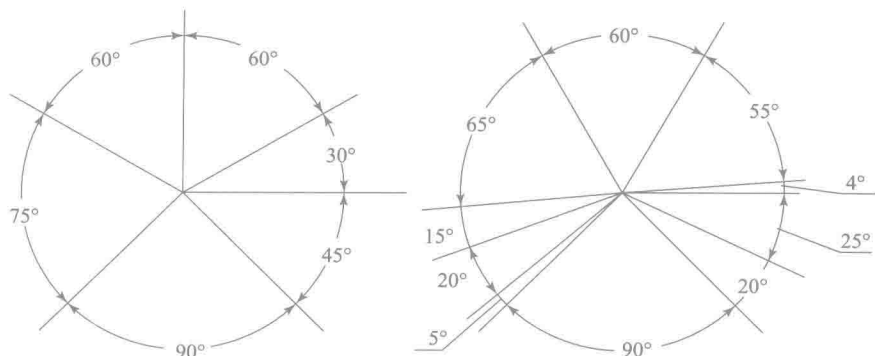


图 1-15 角度尺寸标注

(3) 直径尺寸标注：标注直径尺寸时，应在尺寸数字前加注符号“ $\phi$ ”，如图 1-16 所示。标注球面直径时，应在符号“ $\phi$ ”前加注符号“S”，如图 1-17 所示。

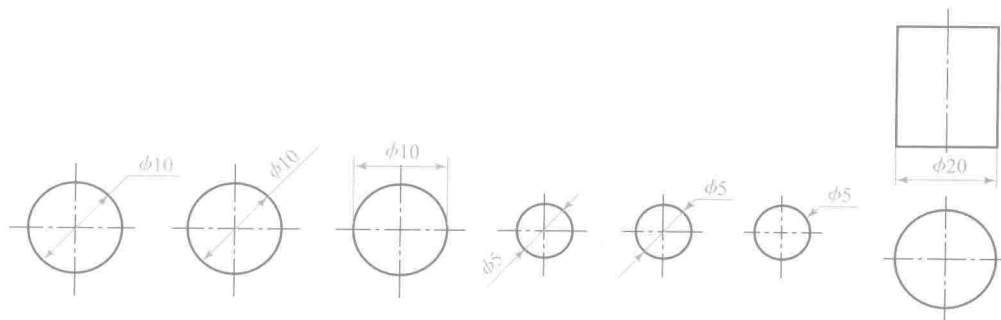


图 1-16 直径尺寸标注

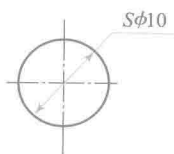


图 1-17 球面直径尺寸标注

(4) 半径尺寸标注：标注半径尺寸时，应在尺寸数字前加注符号“R”，如图 1-18 所示。



图 1-18 半径尺寸标注



(5) 狭小部位尺寸标注, 如图 1-19 所示。

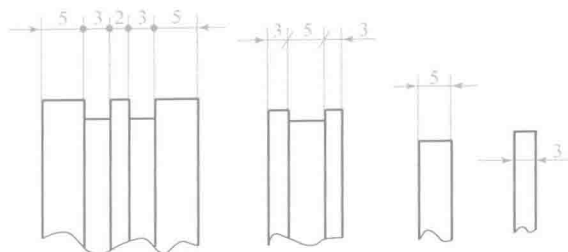


图 1-19 狭小部位尺寸标注

(6) 均匀分布的孔标注: 沿直线均匀分布的孔标注如图 1-20 所示; 沿圆周均匀分布的孔标注如图 1-21 所示。

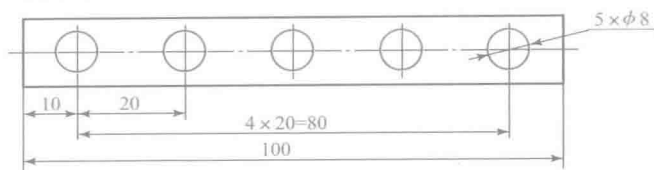


图 1-20 沿直线均匀分布的孔标注

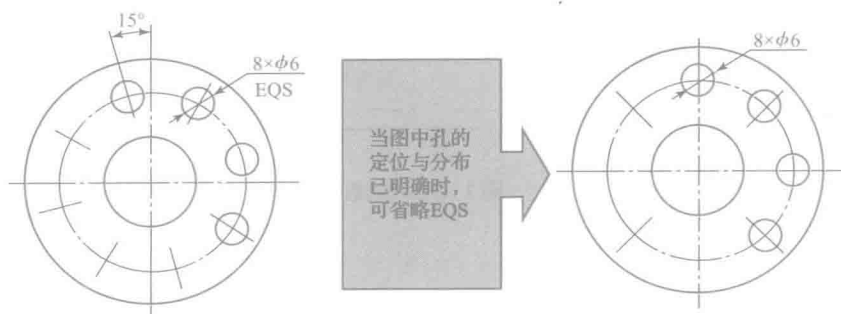


图 1-21 沿圆周均匀分布的孔标注

标注尺寸时, 根据国标规定应尽可能使用符号和缩写词。常用的符号和缩写词如表 1-4 所示。

表 1-4 标注尺寸常用的符号和缩写词

| 名称    | 符号或缩写词  | 名称    | 符号或缩写词                                                                                |
|-------|---------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 直径    | $\phi$  | 均布    | EQS                                                                                   |
| 半径    | $R$     | 正方形   |  |
| 圆球直径  | $S\phi$ | 深度    |  |
| 圆球半径  | $SR$    | 深孔或锪平 |   |
| 厚度    | $t$     | 埋头孔   |  |
| 45°倒角 | $C$     |       |                                                                                       |