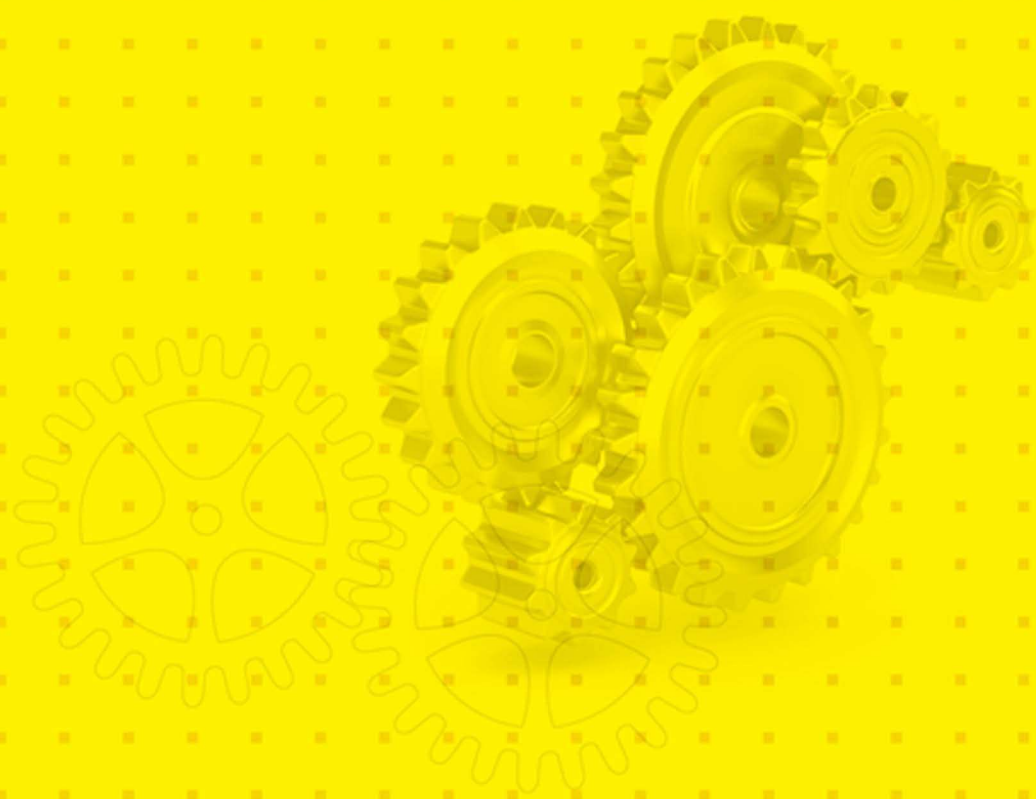




# 机械制图

● 主 编 冯志辉 程一凡 温够萍



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

# 机 械 制 图

主 编 冯志辉 程一凡 温够萍

副主编 曾泽恩

参 编 童 敏 梅宇航 史道敏 陈 杰

主 审 吕小艳

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图/冯志辉, 程一凡, 温够萍主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2018. 9  
(2018. 10 重印)

ISBN 978 - 7 - 5682 - 6077 - 0

I. ①机… II. ①冯… ②程… ③温… III. ①机械制图 - 高等学校 - 教材  
IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 219768 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 /

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 16.5

字 数 / 388 千字

版 次 / 2018 年 9 月第 1 版 2018 年 10 月第 2 次印刷

定 价 / 43.00 元

责任编辑 / 李玉昌

文案编辑 / 李玉昌

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李 洋

# 前 言

机械制图是机械类、机电类专业必修的一门重要技术基础课，是研究如何利用正投影的原理来进行绘制和识读工程图样的课程，既有系统的理论又有较强的实践性，主要培养学生读图、绘图，运用各种作图手段来构思、分析和表达工程问题的能力，为后续专业课程的学习及今后的就业打下坚实的基础。

本书根据教育部制定的《高职高专教育工程制图基本规定》和专业培养要求，在听取多所高职院校教师及企业专家的意见和建议，总结作者长期教学实践经验的基础上编写而成。在编写时力图体现以下特点。

(1) 将专业（特别是电梯方向）所需的制图知识与技能训练融为一体，实现机电绘图和识图的“教、学、做”合一，让学生在“做中学”，让老师在“做中教”，调动学生的学习积极性，培养学生解决工程实际问题的能力。

(2) 以培养学生空间想象、空间构形能力为主线，围绕专业行业企业实际产品实例，图形由简单到复杂，按项目工作任务讲述方法步骤。

(3) 从感性到理性，以“实用、会做、够用”为原则，选取教学内容，如将投影理论部分的内容恰当压缩，把识读零件图、装配图结合在一起等。

(4) 重识图，轻绘图，本书重在如何看懂零件图及装配图而不是绘制。

本书由湖南电气职业技术学院冯志辉、程一凡、温够萍担任主编，由曾泽恩担任副主编，参与编写的有童敏、梅宇航、史道敏、陈杰。具体编写分工为：冯志辉、程一凡编写学习情境一、二；曾泽恩编写学习情境三；温够萍编写学习情境四；童敏、梅宇航编写学习情境五；史道敏、陈杰编写学习情境六。本书由冯志辉负责统稿，吕小艳负责审稿。由于编者水平有限，本书虽经多次修改，但难免存在不妥之处，诚请读者批评指正。

编 者

# 目 录

|        |                  |     |
|--------|------------------|-----|
| 学习情境一  | 制图基本规定的学习        | 1   |
| 任务一    | 绘制平面图形           | 1   |
| 学习情境二  | 组合体三视图的绘制        | 22  |
| 任务二    | 绘制三视图            | 22  |
| 任务三    | 基本体表面上求点         | 30  |
| 任务四    | 绘制立体表面交线         | 53  |
| 任务五    | 绘制组合体视图          | 65  |
| 任务六    | 绘制机件的轴测图         | 82  |
| 学习情境三  | 机件的表达方法          | 92  |
| 任务七    | 用视图综合表达机件        | 92  |
| 任务八    | 绘制机件的剖视图         | 98  |
| 任务九    | 绘制机件的断面图         | 109 |
| 任务十    | 综合表达机件           | 113 |
| 学习情境四  | 标准件与常用件          | 122 |
| 任务十一   | 绘制螺纹 键 销连接图      | 122 |
| 任务十二   | 绘制齿轮 滚动轴承 弹簧     | 137 |
| 学习情境五  | 零件图、装配图绘制与识读     | 149 |
| 任务十三   | 识读产品几何技术规范 (GPS) | 149 |
| 任务十四   | 绘制与识读零件图         | 163 |
| 任务十五   | 绘制与识读装配图         | 187 |
| 任务十六   | 绘制与识读电梯装配图       | 205 |
| 学习情境六  | 识读电梯土建布置图        | 215 |
| 任务十七   | 识读电梯土建布置图        | 215 |
| 任务十八   | 电梯土建勘察           | 220 |
| 附    录 |                  | 222 |
| 参考文献   |                  | 255 |

## 学习情境一

# 制图基本规定的学习

机器及零部件在生产、装配、安装过程中使用的图形均是机械图，而平面图形是构成机械图的基础，因此画好平面图是学习机械制图的首要条件。

## 任务一 绘制平面图形

### 学习目标

熟悉国家标准《技术制图》和《机械制图》中有关图纸幅面、图框格式、比例、字体、图线类型与应用等规定；正确理解和使用国家标准中有关尺寸注法；学会平面图形的线段分析与绘制方法；正确使用绘图仪器；掌握绘图技巧以提高绘图技能。

### 任务设计

机件的轮廓由一些平面与曲面组成，根据机械强度与使用要求，机件轮廓均应圆滑过渡，通常用圆弧将轮廓光滑连接。如图 1-1 所示为手柄立体图，可以看出该手柄的轮廓是由直线圆弧组成的，绘制平面图就需要圆弧连接的相关知识，通过绘制手柄平面图，就能达到基本的平面作图能力。

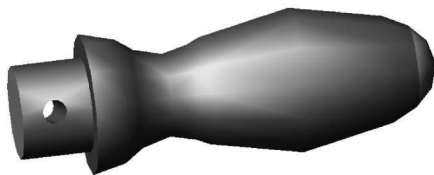


图 1-1 手柄立体图

### 相关知识

#### 一、《技术制图》《机械制图》国家标准的有关规定

要正确绘制和阅读图样，必须熟悉国家标准的有关规定。

##### (一) 图纸幅面和格式、标题栏

为了便于图样的绘制、使用和保管，图样均应画在规定的幅面和格式的图纸上。

##### 1. 图纸幅面和格式 (GB/T 14689—2008)

GB/T 推荐性标准

国家标准代码如图 1-2 所示。

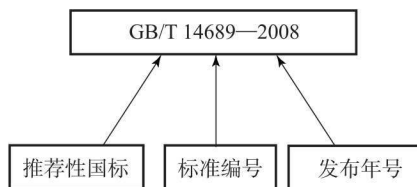


图 1-2 国家标准代码

图样中的内外两框：外框表示图纸边界，用细实线绘制，尺寸为： $B \times L$ ；内框表示绘图区域，用粗实线绘制；尺寸见表 1 - 1。留装订边图纸和不留装订边图纸见图 1 - 3、图1 - 4。

表 1 - 1 图框尺寸 单位：mm

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

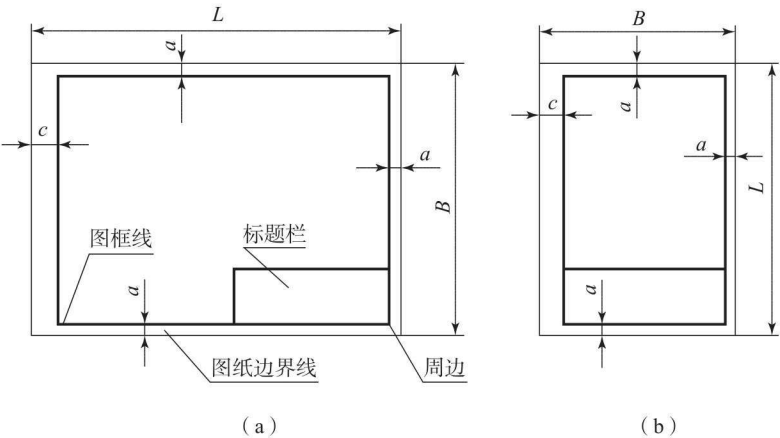


图 1 - 3 留装订边图纸

(a) 图纸横放；(b) 图纸竖放

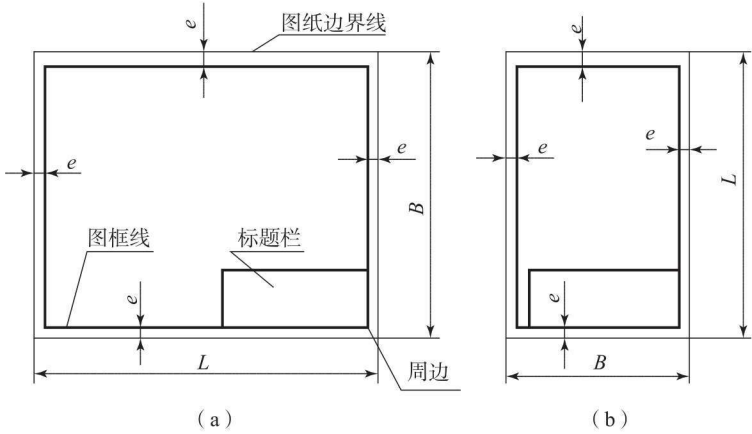


图 1 - 4 不留装订边图纸

(a) 图纸横放；(b) 图纸竖放

对中符号和方向符号：标题栏的文字方向为看图方向。为了使图样复制和微缩时定位方便，应在图纸的各边长中点处分别画出对中符号。对中符号是从周边画入图框内约 5 mm 的一段粗实线，如图 1 - 5 所示。

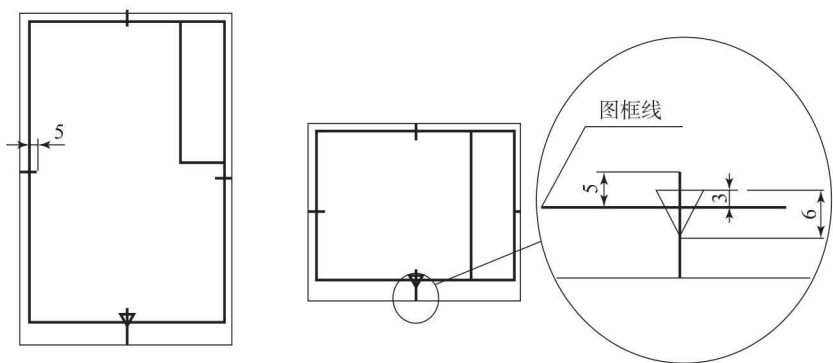


图 1-5 对中符号和方向符号

2. 标题栏 (GB/T 10609.1—2008)

标题栏的位置一般在图框的右下角。看图的方向应与标题栏的方向一致。如图 1-6、图 1-7 所示。

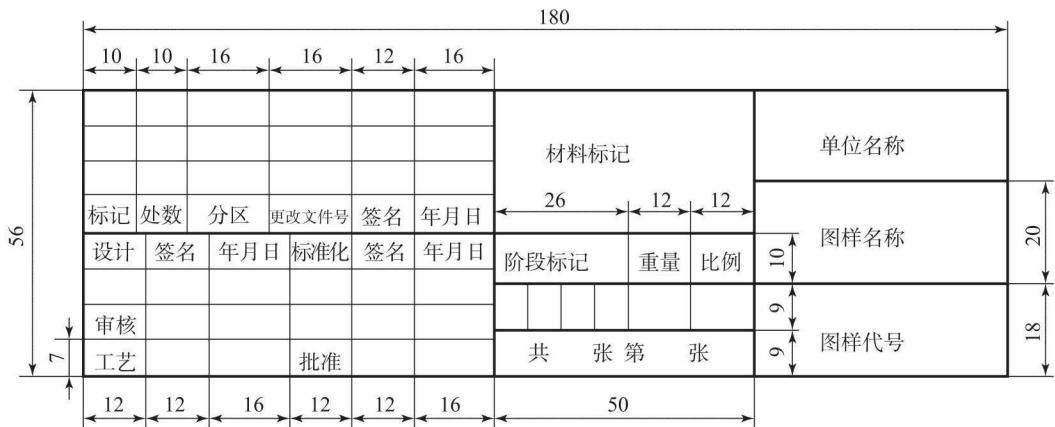


图 1-6 标题栏格式

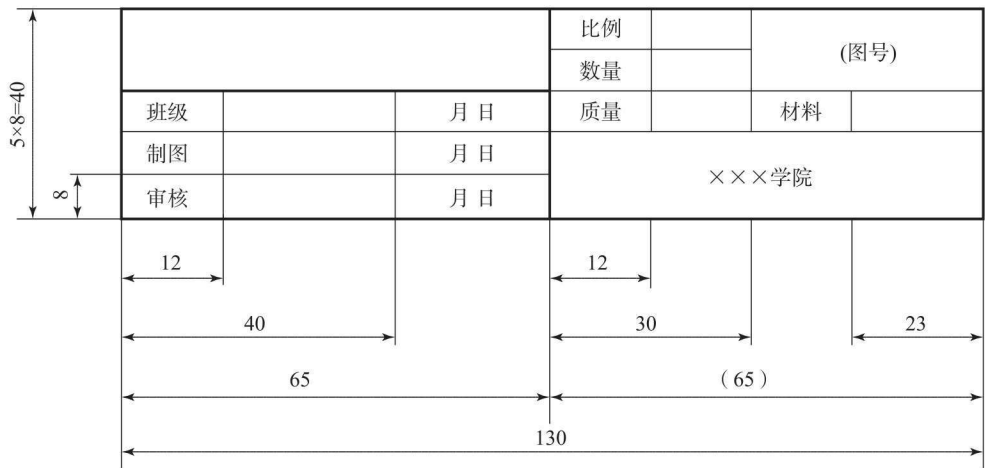


图 1-7 学生用标题栏



(二) 比例（GB/T 14690—1993）

比例是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。

(1) 比例规范化，不可随意确定，按照表 1-2、表 1-3 选取。

表 1-2 比例（一）

| 种类   | 比 例               |                   |                   |
|------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 原值比例 | 1:1               |                   |                   |
| 放大比例 | 5:1               | 2:1               |                   |
|      | $5 \times 10^n:1$ | $2 \times 10^n:1$ | $1 \times 10^n:1$ |
| 缩小比例 | 1:2               | 1:5               | 1:10              |
|      | $1:2 \times 10^n$ | $1:5 \times 10^n$ | $1:1 \times 10^n$ |

注：n 为正整数。

表 1-3 比例（二）

| 种类   | 比 例                 |                     |                     |                   |                   |
|------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| 放大比例 | 4:1                 |                     | 25:1                |                   |                   |
|      | $4 \times 10^n:1$   |                     | $2.5 \times 10^n:1$ |                   |                   |
| 缩小比例 | 1:15                | 1:25                | 1:3                 | 1:4               | 1:6               |
|      | $1:1.5 \times 10^n$ | $1:2.5 \times 10^n$ | $1:3 \times 10^n$   | $1:4 \times 10^n$ | $1:6 \times 10^n$ |

注：n 为正整数。

(2) 画图时应尽量采用 1:1 的比例（即原值比例）画图，以便直接从图样中看出机件的真实大小。

(3) 图样不论放大或缩小，图样上标注的尺寸均为机件的实际大小，而与采用的比例无关。

(4) 绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例，并在标题栏的比例栏中填写。

(三) 字体（GB/T 14691—1993）

(1) 汉字要写成长仿宋体，要求做到：字体工整，笔画清楚，间隔均匀排列整齐。

(2) 字体的号数就是以 mm 为单位的字体的高度，其取值为：1.8，2.5，3.5，5，7，10，14，20（mm），见表 1-4。

(3) 高: 宽 = 3:2；字与字间隔约为字高的 1/4，行与行的间隔约为字高的 1/3，笔画宽度约为字高的 1/10。

表 1-4 字体号数

单位：mm

| 字体的代号  | 20 号 | 14 号 | 10 号 | 7 号 | 5 号 | 3.5 号 | 2.5 号 | 1.8 号 |
|--------|------|------|------|-----|-----|-------|-------|-------|
| 字高 (h) | 20   | 14   | 10   | 7   | 5   | 3.5   | 2.5   | 1.8   |
| 字宽 (d) | 14   | 10   | 7    | 5   | 3.5 | 2.5   | 1.8   | 1.3   |

书写示例如下：

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航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

- (4) 数字和字母均可写成斜体字，向右倾斜，与水平线成 75°角。注意 3 与 8 的区别，9 与 6 的区别，0 的写法。具体示例如图 1-8 所示。
- (5) 规定用铅笔书写。纯数字书写格式，如图 1-9 所示。

$$\phi 20^{+0.010}_{-0.023} 7^{\circ+1^{\circ}}_{-2^{\circ}} \frac{3}{5}$$
$$10\text{Js}5(\pm 0.003) \text{ M}24\text{--}6\text{h}$$
$$\phi 25 \frac{\text{H}6}{\text{m}5} \frac{\text{II}}{2:1} \frac{\text{A}}{5:1}$$
$$\frac{6.3}{\surd} R8 \ 5\% \ \surd \frac{3.50}{\surd}$$

图 1-8 数字和字母的书写

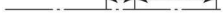
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

图 1-9 数字书写格式

(四) 图线（GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002）

- (1) 图线分粗、细两种。粗线的宽度  $b$  应按照图的大小及复杂程度，在 0.5 ~ 2 mm 选择，细线的宽度约为  $b/2$ 。
- (2) 图线宽度的推荐系列为：0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2（mm）。制图作业中一般选择 0.7 mm 为宜。同一图样中，同类图线的宽度应基本一致。图线的型式及画法参照表 1-5。

表 1-5 图线线型与应用

| 名称代号 | 线型                                                                                  | 宽度                         | 主要用途              |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------|
| 粗实线  |  | $b(0.5 \sim 2 \text{ mm})$ | 可见轮廓线             |
| 细实线  |  | 约 $b/2$                    | 尺寸线、尺寸界线、剖面线引出线等  |
| 虚线   |  | 约 $b/2$                    | 不可见轮廓线            |
| 细点画线 |  | 约 $b/2$                    | 轴线、对称中心线          |
| 粗点画线 |  | $b$                        | 有特殊要求的表面的表示线      |
| 双点画线 |  | 约 $b/2$                    | 假想投影轮廓线、极限位置轮廓线   |
| 双折线  |  | 约 $b/2$                    | 断裂处的边界线           |
| 波浪线  |  | 约 $b/2$                    | 断裂处的边界线、视图和剖视的分界线 |

## (3) 图线画法。

①在同一图样中,同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔各自相等。

②两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画圆的中心线时,点画线的两端应超出轮廓线 2~5 mm;首末两端应是线段而不是短划;圆心应是线段的交点,较小圆的中心线可用细实线代替。

④虚线或点画线与其图线相交时,应在线段处相交,而不是在间隙处相交。见图 1-10、图 1-11。

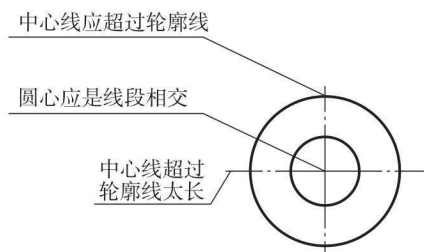


图 1-10 点画线画法

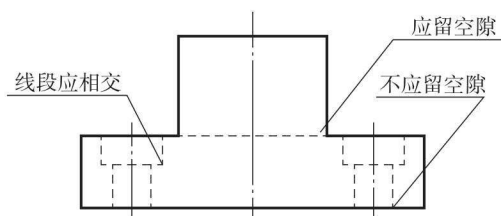


图 1-11 虚线画法

⑤虚线在实线的延长线上时,虚线与实线之间应留出间隙,当有两种或更多的图线重合时,通常按图线所表达对象的重要程度优先选择绘制顺序:可见轮廓线——不可见轮廓线——尺寸线——各种用途的细实线——轴线和对称中心线——假想线。图线的应用示例见图 1-12。

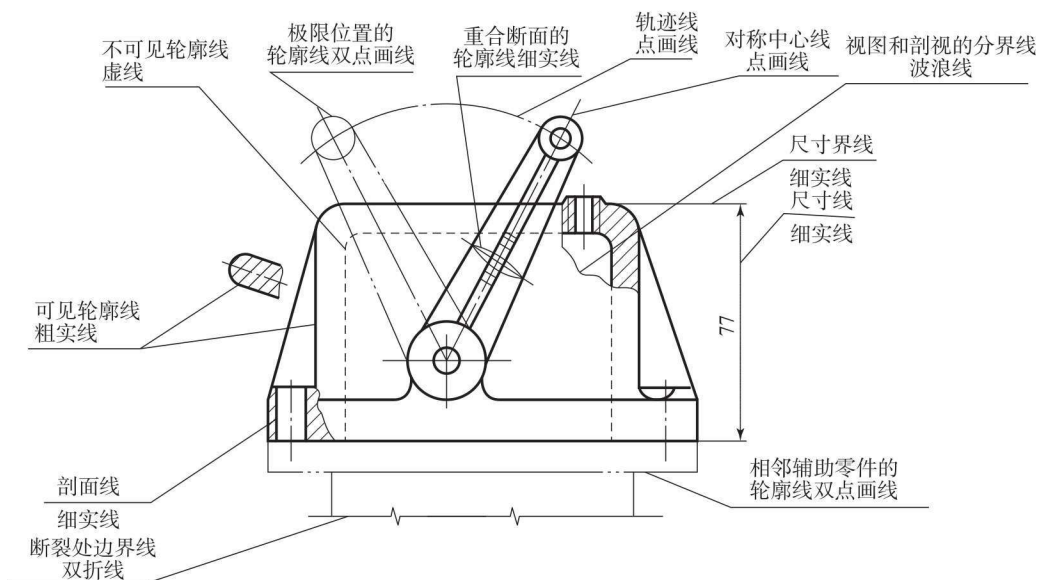


图 1-12 图线的应用示例

## (五) 尺寸标注方法 (GB/T 4458.4—2003、GB/T 16675.2—2012)

在图样中,除需要表达机件的结构形状外,还需要标尺寸,以确定机件的大小。

## 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的准确度无关。

(2) 图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸,一般以 mm(毫米)为单位。以 mm 为单位时,不注计量单位的代号或名称,如采用其他单位,则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

(3) 图样中所标注的尺寸,为该图样所表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。为了便于图样的绘制、使用和保管,图样均应画在规定的幅面和规格。

## 2. 尺寸的组成

完整的尺寸标注包含下列四个要素:尺寸界线、尺寸线、尺寸数字和终端(箭头或斜线)。

### (1) 尺寸界线。

作用:表示所注尺寸的起始和终止位置,用细实线绘制。尺寸界线由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。也可利用轮廓线、轴线或对称中心线本身作尺寸界线。

强调:尺寸界线一般应与尺寸线垂直,必要时允许与尺寸线成适当的角度;尺寸界线超出尺寸线 2 mm 左右。参照图 1-13 说明。

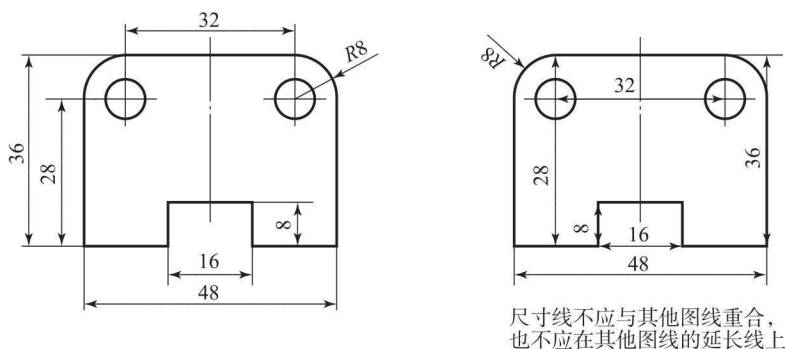


图 1-13 尺寸界线示例

### (2) 尺寸线。

作用:表示所注尺寸的范围,用细实线绘制。尺寸线不能用其他图线代替,不得与其他图线重合或画在其延长线上,并应尽量避免尺寸线之间及尺寸线与尺寸界线相交。

标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行,相互平行的尺寸线小尺寸在内,大尺寸在外,依次排列整齐。并且各尺寸线的间距要均匀,间隔应大于 5 mm,以便注写尺寸数字和有关符号。尺寸线参照图 1-14 说明。

### (3) 尺寸线终端。

尺寸线终端有两种形式:箭头和细斜线。机械图样一般用箭头形式,箭头尖端与尺寸界线接触,不得超出也不得离开,如图 1-15(a)所示。

当尺寸线太短,没有足够的位置画箭头时,允许将箭头画在尺寸线外边;标注连续的小尺寸时可用圆点代替箭头,如图 1-15(b)所示。

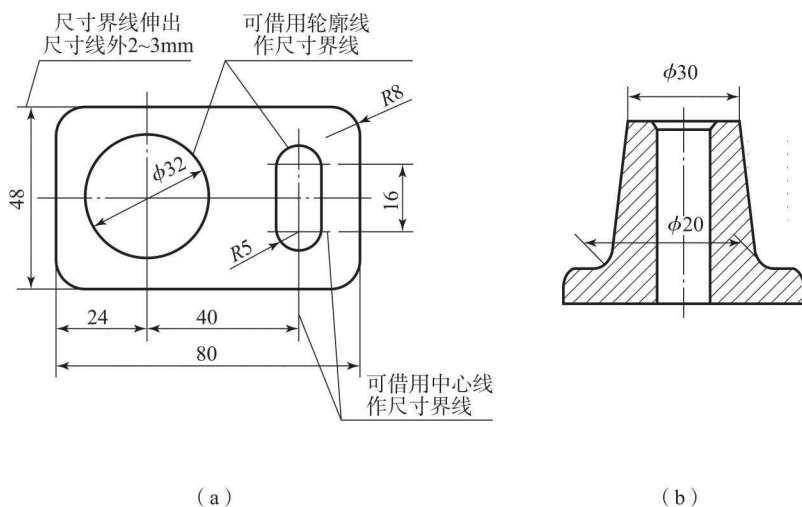


图 1-14 尺寸线示例

(a) 正确; (b) 错误

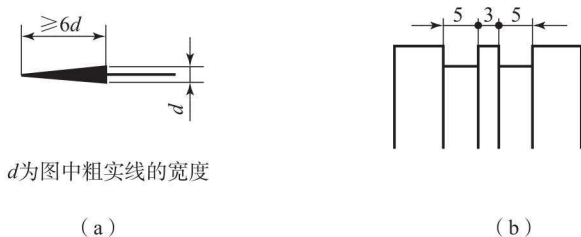
 $d$ 为图中粗实线的宽度

图 1-15 尺寸线箭头

#### (4) 尺寸数字。

作用：尺寸数字表示所注尺寸的数值。

强调：①线性尺寸的数字一般应写在尺寸线的上方、左方或尺寸线的中断处，位置不够时，也可以引出标注。

②尺寸数字不能被任何图线通过，否则必须将该图线断开。

③在同一张图上基本尺寸的字高要一致，一般采用 3.5 号字，不能根据数值的大小而改变。

### (六) 常用尺寸的标注方法

#### 1. 线性尺寸的标注

线性尺寸的数字应按图 1-16 (a) 所示的方向填写，图示  $30^\circ$  范围内，应按图 1-16 (b) 形式标注。尺寸数字一般应写在尺寸线的上方，当尺寸线为垂直方向时，应注写在尺寸线的左方，也允许注写在尺寸线的中断处，如图 1-16 (c) 所示。狭小部位的尺寸数字按图 1-16 (d) 所示方式注写。

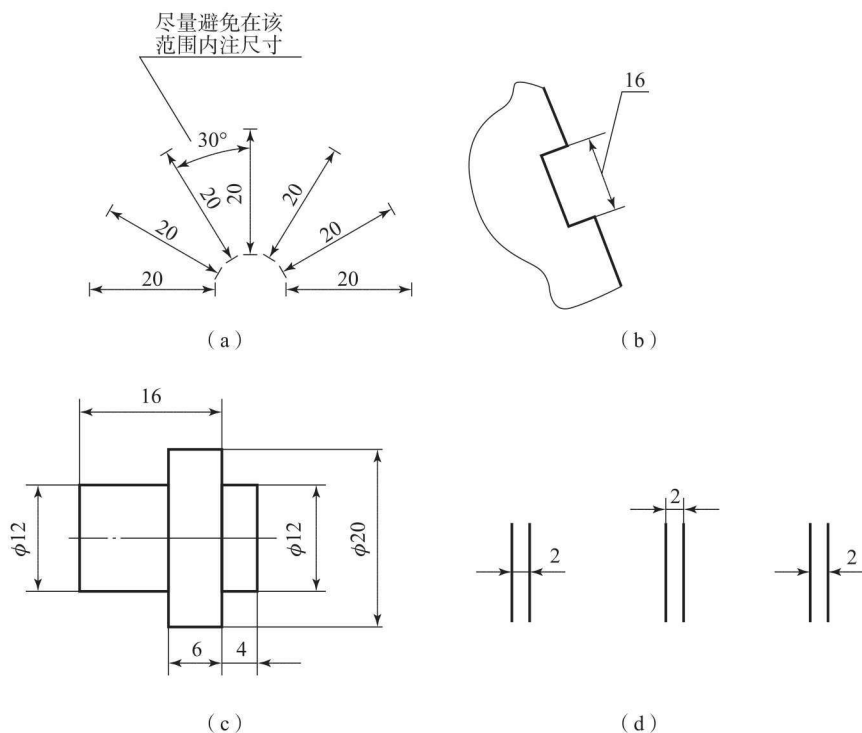


图 1-16 线性尺寸标注示例

## 2. 角度尺寸的标注

角度的尺寸界线应沿径向引出，尺寸线是以角的顶点为圆心画出的圆弧线。角度的数字应水平书写，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。角度较小时也可以用指引线引出标注。角度尺寸必须注出单位，如图 1-17 所示。

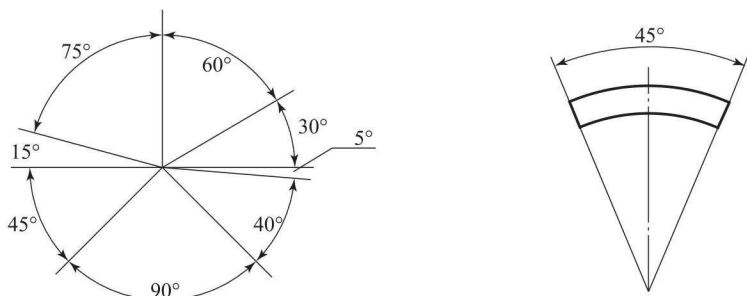


图 1-17 角度尺寸标注示例

## 3. 圆和圆弧尺寸的标注

标注圆及圆弧的尺寸时，一般可将轮廓线作为尺寸界线，尺寸线或其延长线要通过圆心。大于半圆的圆弧标注直径，在尺寸数字前加注符号“ $\phi$ ”，小于和等于半圆的圆弧标注半径，在尺寸数字前加注符号“ $R$ ”。没有足够的空位时，尺寸数字也可写在尺寸界线的外侧或引出标注。圆和圆弧的小尺寸的标注如图 1-18 所示。

#### 4. 球体尺寸的标注

圆球在尺寸数字前加注符号“ $S\phi$ ”，半球在尺寸数字前加注符号“ $SR$ ”。标注如图 1-19 所示。

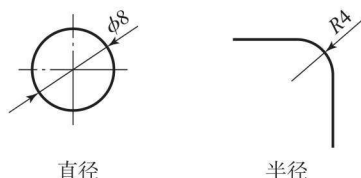


图 1-18 圆和圆弧小尺寸标注示例

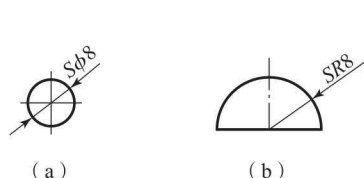


图 1-19 球体尺寸标注示例

(a) 球直径 (b) 球半径

## 二、几何作图

### (一) 线段和圆周的等分

#### 1. 等分直线段

(1) 过已知线段的一个端点，画任意角度的直线，并用分规自线段的起点量取  $n$  个线段。

(2) 将等分的最末点与已知线段的另一端点相连。

(3) 过各等分点作该线的平行线与已知线段相交得到等分点，即推画平行线法。如图 1-20 所示。

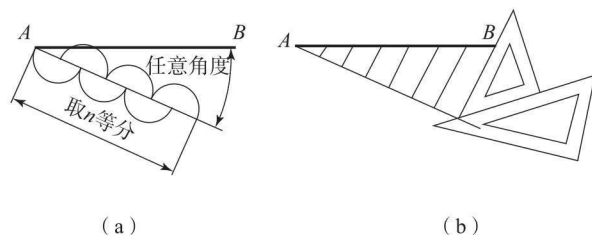


图 1-20 等分直线段

#### 2. 等分圆周

##### (1) 正五边形。

方法：①作  $OA$  的中点  $M$ ，见图 1-21 (a)。

②以  $M$  点为圆心， $M1$  为半径作弧，交水平直径于  $K$  点，见图 1-21 (b)。

③以  $1K$  为边长，将圆周五等分，即可作出圆内接正五边形，见图 1-21 (c)。

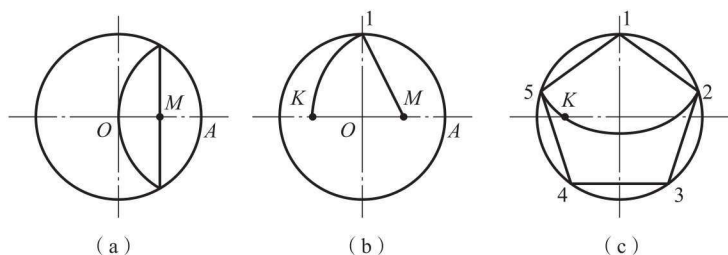


图 1-21 正五边形画法

## (2) 正六边形。

方法一：用圆规作图。分别以已知圆在水平直径上的两处交点  $A$ 、 $B$  为圆心，以  $R = D/2$  作圆弧，与圆交于  $C$ 、 $D$ 、 $E$ 、 $F$  点，依次连接  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ 、 $E$ 、 $F$  点即得圆内接正六边形，如图 1-22 (a) 所示。

方法二：用三角板作图。以  $60^\circ$  三角板配合丁字尺作平行线，画出四条边斜边，再以丁字尺作上、下水平边，即得圆内接正六边形，如图 1-22 (b) 所示。

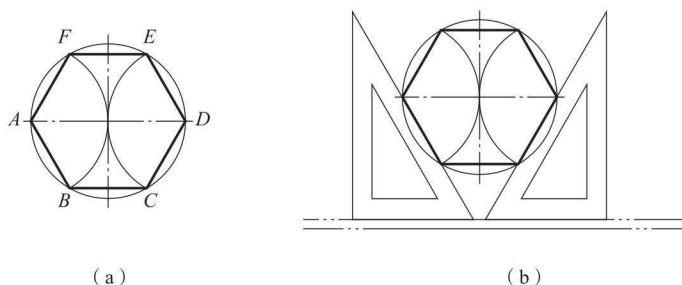


图 1-22 正六边形画法

## (3) 正 $n$ 边形 (以正七边形为例)。

$n$  等分铅垂直径  $AK$  (在图中  $n=7$ )，以  $A$  点为圆心， $AK$  为半径作弧，交水平中心线于点  $S$ ，延长连线  $S2$ 、 $S4$ 、 $S6$ ，与圆周交得点  $G$ 、 $F$ 、 $E$ ，再作出它们的对称点，即可作出圆内接正  $n$  边形。如图 1-23 所示。

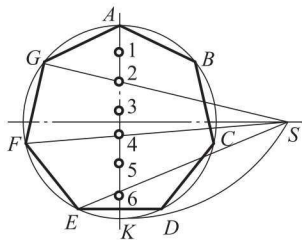


图 1-23 正  $n$  边形画法

## (二) 斜度和锥度

### 1. 概念

斜度是指一直线 (或平面) 对另一直线 (或平面) 的倾斜程度。它的特点是单向分布。

锥度是指正圆锥底圆直径与其高度之比，或正圆台的两底圆直径差与其高度之比。它的特点是双向分布。

### 2. 计算

斜度：高度差与长度之比  $\text{斜度} = H/L = 1:n$

锥度：直径差与长度之比

$\text{锥度} = D/L = D-d/l = 1:n$

注意：计算时，均把比例前项化为 1，在图中以  $1:n$  的形式标注。

如图 1-24 所示。

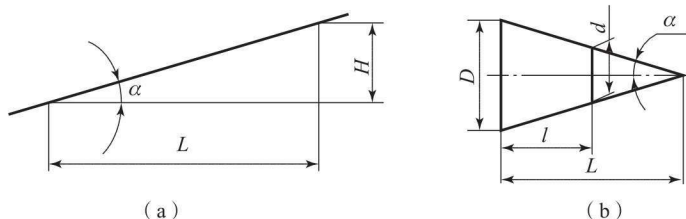


图 1-24 斜度和锥度

(a) 斜度及斜度符号；(b) 锥度及锥度符号



### 3. 画法

以图为例讲解，如图 1-25 所示。

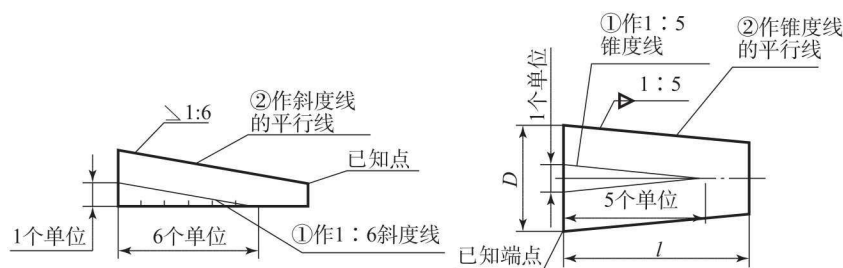


图 1-25 斜度和锥度的画法

### (三) 圆弧的连接

#### 1. 圆弧连接作图的基本步骤

首先求作连接圆弧的圆心，它应满足到两被连接线段的距离均为连接圆弧的半径的条件。

然后找出连接点，即连接圆弧与被连接线段的切点。

最后在两连接点之间画连接圆弧。

已知条件：已知连接圆弧的半径。

实质：就是使连接圆弧和被连接的直线或被连接的圆弧相切。

关键：找出连接圆弧的圆心和连接点（即切点）。

#### 2. 直线间的圆弧连接

作图法归纳为三点：

(1) 定距：作与两已知直线分别相距为  $R$ （连接圆弧的半径）的平行线。两平行线的交点  $O$  即为圆心。

(2) 定连接点（切点）。从圆心  $O$  向两已知直线作垂线，垂足即为连接点（切点）。

(3) 以  $O$  为圆心，以  $R$  为半径，在两连接点（切点）之间画弧。如图 1-26 所示。

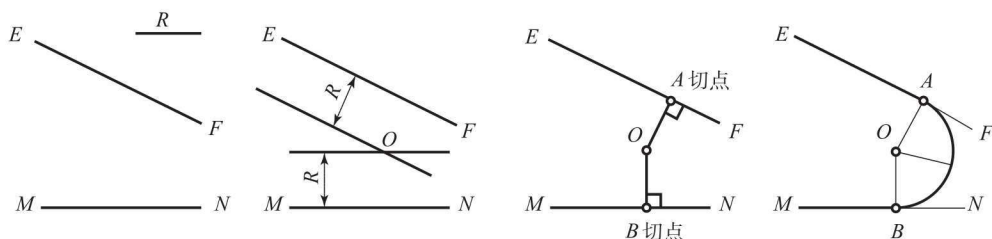


图 1-26 直线间圆弧连接

#### 3. 圆弧间的圆弧连接

(1) 连接圆弧的圆心和连接点的求法，如图 1-27 所示。

作图法归纳为三点：

①用算术法求圆心：根据已知圆弧的半径  $R_1$  或  $R_2$  和连接圆弧的半径  $R$  计算出连接圆弧的圆心轨迹线圆弧的半径  $R'$ ：

外切时： $R' = R + R_1$