

高等院校近机械类、非机械类适用教材

# 新编工程制图

XINBIAN GONGCHENG ZHITU

张兰英 盛尚雄 主编



 **北京理工大学出版社**  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

高等院校近机械类、非机械类适用教材

# 新编工程制图

张兰英 盛尚雄 主编



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

## 内 容 简 介

本教材是根据教育部高等学校工科制图课程教育指导委员会制定的关于《画法几何及工程制图》课程的教学基本要求,结合我校近年来对《工程制图》课程体系、课程内容教学改革成果,贯彻了制图国家最新标准,为高等院校近机械类、非机械类专业学生学习机械制图而编写的教学用书。全书除绪论和附录外,共十章:制图的基本知识与技能,点、直线和平面的投影,立体及其立体表面的交线,组合体视图,轴测图,机件的各种表达方法,零件图,标准件与常用件,装配图,计算机绘图等。

本书配有大量的三维立体图,重视素质教育,加强能力培养,适用面广。编者还编写了与本教材配套的《新编工程制图习题集》,供相关专业使用。

本书可作为高等院校近机械类、非机械类专业的制图课程教材,亦可供相关专业的师生和工程技术人员使用或参考。

版权专有 侵权必究

---

### 图书在版编目(CIP)数据

新编工程制图/张兰英,盛尚雄主编. —北京:北京理工大学出版社,2005.9

ISBN 7-5640-0602-1

I. 新… II. ①张…②盛… III. 工程制图-习题  
IV. TB23-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 089302 号

---

---

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

电子邮箱 / [chiefedit@bitpress.com.cn](mailto:chiefedit@bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京圣瑞伦印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 18

字 数 / 414 千字

版 次 / 2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 5000 册

定 价 / 25.00 元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 李绍英

---

图书出现印装质量问题,本社负责调换

# 前 言

随着新世纪的到来,科学技术的发展日益迅速,全国各高等院校的教学改革也在不断的深入,以便培养出更多的高质量工程技术人才。而“机械制图”是工科类高等院校必修的一门重要技术基础课,它是介于基础课和专业课之间的桥梁,在此方面“机械制图”课程显得尤为重要。本书作者多年来致力于此课程的教学改革,力图寻求一种适应现代化需求的面向 21 世纪的教学模式,并在近年来的教学中,探索和实践这种模式。本书正是为配合这种需求而编写的。

本教材以教育部高等学校工科制图课程教育指导委员会制定的关于《画法几何及工程制图》课程教学基本要求为依据,根据近年来发布的国家新标准,结合我校近年来对《画法几何及工程制图》课程体系、课程内容教学改革的要求编写而成。

在编写过程中,着重考虑了以下几点:

1. 注意阐明基本理论和基本知识,突出重点;既注重理论联系实际,又符合人们的认识规律,以利于培养和提高学生的素质,努力使理论与应用有机地结合起来。
2. 为了便于教学,在教材内容编排上,注意内容的系统性、科学性和实践性。力求对每一个章节概念清楚,深入浅出,通俗易懂,便于阅读。
3. 以图为主,充分体现了二维图形与三维立体图形的有机结合,提高了教材的实用性。
4. 在内容及选题上力求贯彻“少而精”的原则。对于基本概念、基本原理及基本方法尽量讲深讲透。在写法上力求通俗易懂,言简意赅,便于自学。
5. 融入了计算机绘图的内容。

本书适用于高等院校近机械类、非机械类专业,亦可供其他相近专业使用或参考。有些章节可根据不同专业的需要选用。

全书除绪论和附录外,共十章。另外还编写了《新编工程制图习题集》,配合本教材使用。

本书由张兰英副教授、盛尚雄副教授任主编。参加编写的有:张兰英(绪论、第二章、第三章、第四章、第五章、第九章)、盛尚雄(第六章、第七章、第八章、附录)、陈卫华(第一章、第十章)。由章阳生教授审稿。

在编写过程中,得到兰州理工大学有关院系、部门等单位的帮助和支持。对此我们衷心的感谢。

对本书存在的问题,希望广大读者提出宝贵的意见与建议,以便今后继续改进。谨此表示感谢。

编 者  
2005 年 6 月

# 目 录

|                       |         |
|-----------------------|---------|
| 绪论                    | ( 1 )   |
| 第一章 制图的基本知识与技能        | ( 3 )   |
| 第一节 国家标准《机械制图》基本内容简介  | ( 3 )   |
| 第二节 绘图工具及其使用方法        | ( 11 )  |
| 第三节 几何作图方法            | ( 15 )  |
| 第四节 平面图形分析与绘图方法       | ( 21 )  |
| 第五节 绘图的基本方法与步骤        | ( 23 )  |
| 第二章 点、直线和平面的投影        | ( 26 )  |
| 第一节 投影的基本知识           | ( 26 )  |
| 第二节 点的投影              | ( 29 )  |
| 第三节 直线的投影             | ( 33 )  |
| 第四节 平面的投影             | ( 38 )  |
| 第三章 立体及其立体表面的交线       | ( 42 )  |
| 第一节 立体                | ( 42 )  |
| 第二节 平面与立体相交           | ( 49 )  |
| 第三节 两曲面立体相交           | ( 57 )  |
| 第四章 组合体视图             | ( 63 )  |
| 第一节 三视图的形成及投影规律       | ( 63 )  |
| 第二节 组合体的形体分析          | ( 64 )  |
| 第三节 组合体视图的画法          | ( 67 )  |
| 第四节 看组合体视图            | ( 70 )  |
| 第五节 组合体的尺寸标注          | ( 79 )  |
| 第五章 轴测图               | ( 84 )  |
| 第一节 轴测投影的基本概念         | ( 84 )  |
| 第二节 正等轴测图             | ( 86 )  |
| 第三节 斜二轴测图             | ( 92 )  |
| 第四节 轴测剖视图             | ( 94 )  |
| 第六章 机件的各种表达方法         | ( 96 )  |
| 第一节 视图                | ( 96 )  |
| 第二节 剖视图               | ( 99 )  |
| 第三节 断面图               | ( 109 ) |
| 第四节 局部放大图和简化画法        | ( 111 ) |
| 第五节 机件的各表达方法的综合举例及其小结 | ( 116 ) |
| 第六节 第三角投影法介绍          | ( 118 ) |

|                      |       |
|----------------------|-------|
| <b>第七章 零件图</b>       | (121) |
| 第一节 零件图的内容           | (121) |
| 第二节 零件与部件的关系         | (122) |
| 第三节 零件图上的技术要求        | (125) |
| <b>第八章 标准件与常用件</b>   | (147) |
| 第一节 螺纹和螺纹紧固件         | (147) |
| 第二节 螺纹的标注            | (153) |
| 第三节 螺纹紧固件的装配图画法      | (156) |
| 第四节 键、销连接            | (159) |
| 第五节 齿轮的画法            | (162) |
| 第六节 滚动轴承的画法          | (170) |
| 第七节 弹簧               | (173) |
| 第八节 零件的分类和表达方法       | (176) |
| <b>第九章 装配图</b>       | (180) |
| 第一节 装配图的内容           | (180) |
| 第二节 装配图的表达方法         | (182) |
| 第三节 装配图的尺寸标注和技术要求    | (184) |
| 第四节 装配图上的序号和明细栏      | (185) |
| 第五节 装配结构             | (187) |
| 第六节 画装配图的方法和步骤       | (188) |
| 第七节 看装配图的方法和步骤及拆画零件图 | (192) |
| <b>第十章 计算机绘图</b>     | (198) |
| 第一节 AutoCAD 基础知识     | (198) |
| 第二节 创建二维图形对象         | (205) |
| 第三节 图形编辑命令           | (213) |
| 第四节 图形的显示控制          | (220) |
| 第五节 图层、线型及颜色设置       | (222) |
| 第六节 文字的写入与编辑         | (227) |
| 第七节 尺寸标注及图案填充        | (229) |
| 第八节 图块与属性            | (238) |
| <b>附录</b>            | (240) |
| 附录 1 公差与配合           | (240) |
| 附录 2 螺纹              | (248) |
| 附录 3 螺纹紧固件           | (251) |
| 附录 4 常用滚动轴承          | (270) |
| 附录 5 常用材料及热处理名词解释    | (273) |
| 附录 6 常用标准数据和标准结构     | (280) |

# 绪 论

## 一、本课程的性质和内容

图样和文字一样,是人类借以表达、构思、分析和交流思想的基本工具,在工程技术上得到广泛的应用。无论是机器、仪表、设备的设计和制造,都离不开图样,都是以图样为依据的。图样就是能够准确表达物体的形状、尺寸及技术要求的图形。工程图样是工程技术中一种重要的技术资料,是进行技术交流不可缺少的工具,是工程界的“共同语言”。每个工程技术人员都必须能够阅读和绘制工程图样。在机械工程上常用的图样是零件图和装配图。

本课程是一门研究用投影法绘制和阅读工程图样以及解决空间几何问题的理论和方法的技术基础课。它包括画法几何、制图基础、机械制图和计算机绘图等四部分。

画法几何部分研究用投影法图示空间物体和图解空间几何问题的基本理论和方法。

制图基础部分介绍制图的基础知识和基本规定,培养良好的绘图技巧以及绘制和阅读投影图的能力。

机械制图部分培养绘制和阅读机械图样的基本能力和查阅有关的国家标准的能力。

计算机绘图部分介绍计算机绘图的基本知识,培养使用计算机绘制图样的基本能力。

通过这四部分的学习,为工程绘图打下了坚实的基础,经过进一步的专业知识的学习和实践,造就具有现代意识的工程技术人才。

## 二、本课程的学习目的和任务

1. 学习投影法(主要是正投影法)的基本理论,为绘制和应用各种工程图样打下良好的理论基础。

2. 培养绘制和阅读机械零件图和部件装配图的基本能力。

3. 培养学生具有空间想像、分析和造型的能力。

4. 培养学生具有计算机绘制工程图样的能力。

5. 培养学生建立认真、细致、严谨和科学的工作作风。

## 三、本课程的学习方法

1. 本课程是一门实践性较强的课程,因此,学习时必须要认真、及时、独立地完成作业。

2. 本课程是一门研究三维形体的形状与二维平面图形之间关系的学科,也就是“由物画图,由图想物”的过程,学习时要把投影分析与空间想像紧密地结合起来,要重视空间想像能力的培养。

3. 理解和掌握基本概念、基本原理和基本作图方法。

4. 要注意培养自学的能力。在自学中要循序渐进和抓住重点,把基本概念、基本理论和基本知识掌握好,然后深入理解有关理论内容和扩展知识面。

5. 图样是加工、制造的依据,在生产中起着重要的作用。绘图时,一条线一个字都要严格要求,图纸上细小的差错,都会给生产带来影响和损失。因此,在学习过程中要培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。



### 3. 标题栏

在图框的右下角必须绘出标题栏,其格式、内容和尺寸如图 1-2 所示。

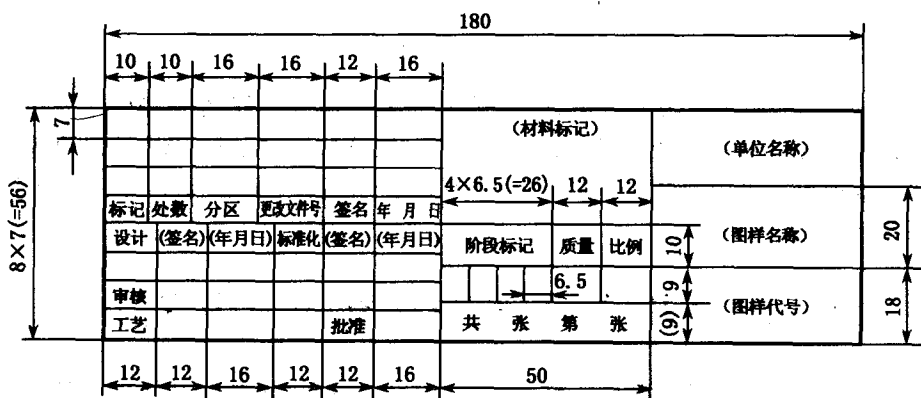


图 1-2 标题栏格式

国家标准规定生产上用的标题栏内容较多,也比较复杂,建议学生在制图作业中采用如图 1-3 所示的简化标题栏。

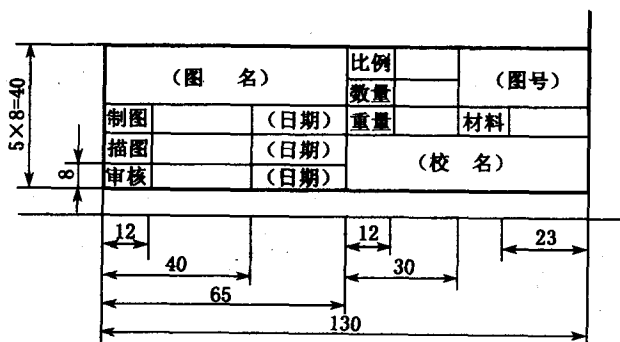


图 1-3 简化标题栏格式

## 二、比例

比例是指图样中图形大小与实物相应要素的线性尺寸之比。图样比例分为原值比例、放大比例和缩小比例三种。根据机件的大小与结构的不同,绘图时可根据情况放大或缩小。为了便于看图,绘图时应尽可能采用 1:1 的比例。图 1-4 为采用不同比例所绘制的图样,分别为 1:1(图(a)), 1:2(图(b))及 2:1(图(c))。

无论采用哪种比例,图形上所标注的尺寸必须是机件的实际大小,与图形的比例无关。因此,在绘制技术图样时,应从表 1-2 规定的系列值中选取适当比例。绘制同一机件的各个视图一般应采用相同的比例,如果某个视图需采用不同的比例时,则应在该视图的上方另行标注。

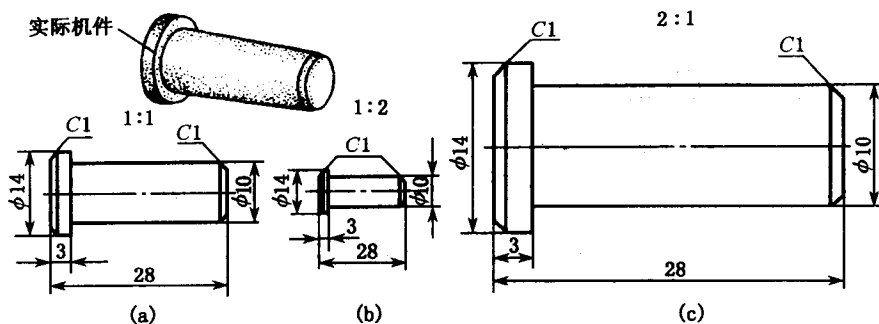


图 1-4 采用不同比例所绘的视图

表 1-2 绘图比例

| 种类          | 比例   |                     |                     |                   |                     |                   |
|-------------|------|---------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| 原值比例        | 1:1  |                     |                     |                   |                     |                   |
| 放大比例        | 优先使用 | 5:1                 | 2:1                 | $5 \times 10^n:1$ | $2 \times 10^n$     | $1 \times 10^n:1$ |
|             | 允许使用 | 4:1                 | 2.5:1               | $4 \times 10^n:1$ | $2.5 \times 10^n:1$ |                   |
| 缩小比例        | 优先使用 | 1:2                 | 1:5                 | 1:10              | $1:2 \times 10^n$   | $1:5 \times 10^n$ |
|             | 允许使用 | $1:1.5$             | $1:2.5$             | 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 |      |                     |                     |                   |                     |                   |

### 三、字体

(1) 字体包括汉字、字母和数字三种,图样中书写的字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

(2) 字体的高度称为字体的号数,字体高度(用  $h$  表示,单位为 mm)的公称尺寸系列为 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20。

(3) 汉字应写成长仿宋体字,并采用国家正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度  $h$  不应小于 3.5 mm,其字宽一般为  $h/2$ ;字母和数字分 A 型(笔画宽  $h/14$ )和 B 型(笔画宽  $h/10$ )两种,可书写成直体和斜体(字头向右斜,与水平方向成  $75^\circ$ ),同一张图纸只允许用一种类型的字体。图 1-5 分别为长仿宋体汉字示例、字母示例和数字示例。

长仿宋体汉字示例:

字体工整 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀  
横平竖直 结构均匀 注意起落 填满方格

图 1-5 长仿宋体汉字、字母和数字示例

字母示例:



数字示例:

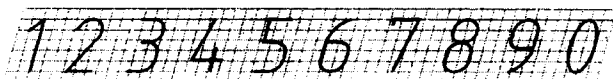


图 1-5 长仿宋体汉字、字母和数字示例(续)

## 四、图线及其画法

### 1. 线型

图线是起点和终点以任意方式连接的一种几何图形,它可以是直线或曲线、连续线或不连续线。表 1-3 为国家标准规定的各种图线的名称、型式、结构、标记及画法规则等,供绘图时选用。

表 1-3 图线型式及应用

| 名称   | 型式                                                                                  | 宽度 | 主要用途及线素长度                                |                                |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------|--------------------------------|
| 粗实线  |  | 粗  | 表示可见轮廓                                   |                                |
| 细实线  |  | 细  | 表示尺寸线、尺寸界线、通用剖面线、引出线、重合断面的轮廓、过渡线         |                                |
| 波浪线  |  |    | 表示断裂处的边界、局部剖视的分界                         |                                |
| 双折线  |  |    | 表示断裂处的边界                                 |                                |
| 虚线   |  |    | 表示不可见轮廓。画长 $12d$ 、短间隔长 $3d$ ( $d$ 为粗线宽度) |                                |
| 细点画线 |  | 粗  | 表示轴线、圆中心线、对称线、轨迹线                        | 长画长 $24d$ 、短间隔长 $3d$ 、短画长 $6d$ |
| 粗点画线 |  |    | 表示有特殊要求的表面的表示线                           |                                |
| 双点画线 |  |    | 表示假想轮廓、断裂处的边界                            |                                |

图线的一般应用示例,如图 1-6 所示。

### 2. 线宽

图样的图线宽度  $d$  分为粗、细两种,粗线宽度应根据图的大小和复杂程度,在  $0.5 \sim 2 \text{ mm}$  之间选择。图线宽度的推荐系列(单位为  $\text{mm}$ )为:  $0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2$ 。制图中一般常用的粗实线宽度为  $0.7 \text{ mm}$  和  $1 \text{ mm}$ 。机械工程图中粗、细线宽度为  $2:1$ 。

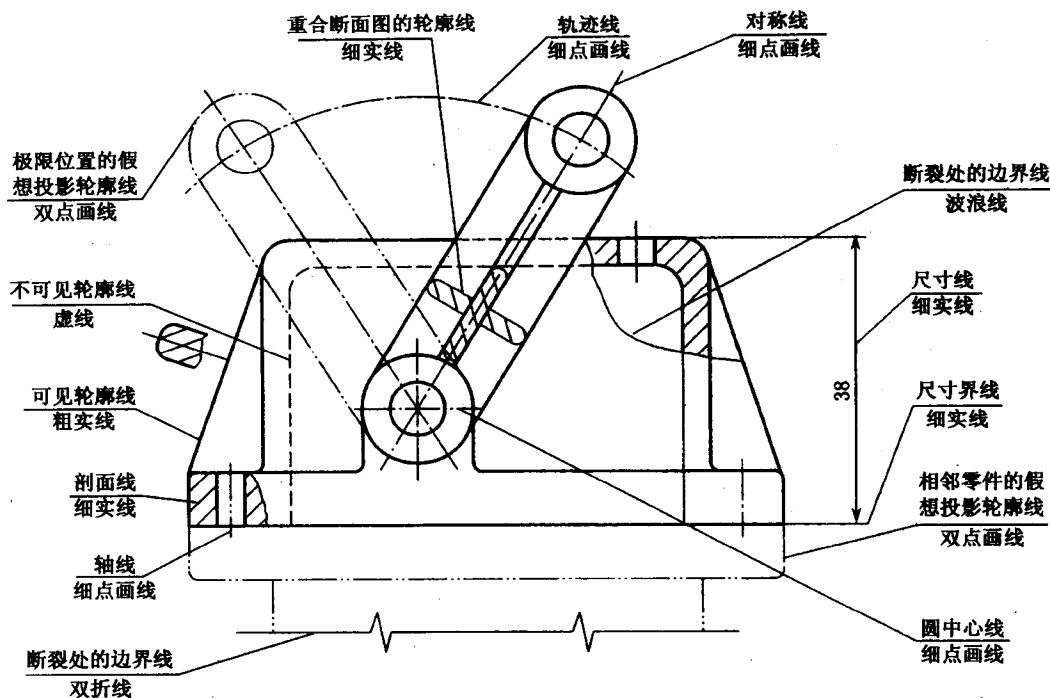


图 1-6 图线及其应用

### 3. 图线画法

画图线时应注意以下几个问题：

(1) 在同一张图样中,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应各自大致相等,其长度可根据图形的大小决定。

(2) 绘制圆的中心线时,圆心应为线段的交点。点画线的首末两端应该是线段而不是短画,且应超出图形外 2~5 mm。点画线、双点画线、虚线与其他线相交或自身相交时,均应交于线段处。

(3) 在较小的图形上画点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替。

(4) 虚线为粗实线的延长线时,虚线在连接处应留有空隙;虚线直线与虚线圆弧相切时,应画相切。

(5) 当图中的线段重合时,其优先次序为粗实线、虚线和点画线。

图线画法如图 1-7 所示。

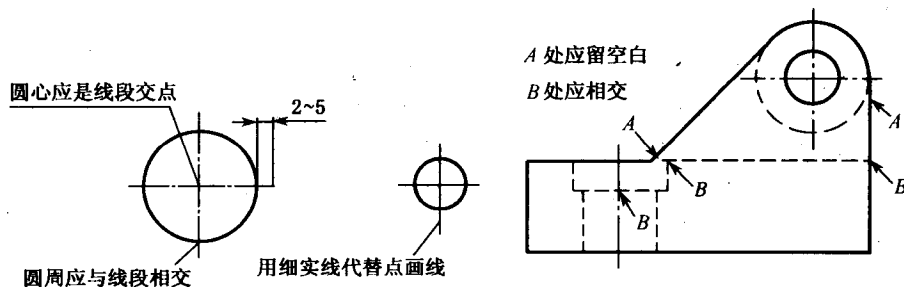


图 1-7 图线画法

## 五、尺寸标注方法

在图样中,除了要表达机件的结构形状以外,还需要标注尺寸,以确定机件的大小。国家标准中对尺寸标注的基本方法有统一规定,绘图时必须严格遵守。

### (一) 基本原则

- (1) 图样中所标注的尺寸为机件的实际尺寸,与图样比例无关,与绘图的准确度也无关。
- (2) 图样中的尺寸以毫米为单位时,不需要标注计量单位的符号或名称,如果采用其他单位,则必须注明。
- (3) 图样中的尺寸为机件的最终加工尺寸,否则应加以说明。
- (4) 机件中的同一尺寸,一般只标注一次,并应标注在反映该结构最清晰的图样上。

### (二) 尺寸的组成

图样中标注的尺寸一般由尺寸线、尺寸界线、尺寸数字和尺寸线终端(箭头或斜线)四部分组成,如图 1-8 所示。

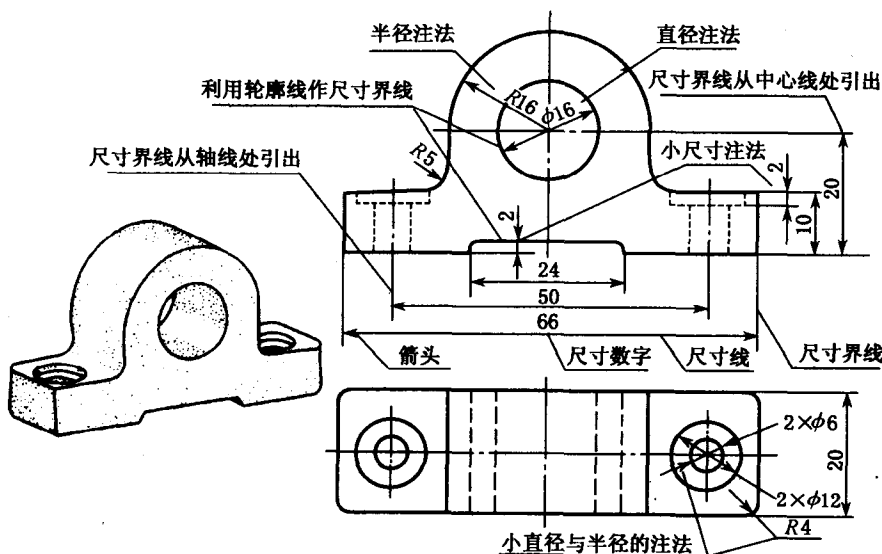


图 1-8 图样上的各种尺寸标注法

#### 1. 尺寸线

尺寸线表示尺寸度量的方向,用细实线绘制,同方向尺寸线之间距离应均匀,间隔约 7~10 mm。尺寸线不能用其他图线代替,也不能与其他图线重合或画在其延长线上。尺寸线不能相互交叉,而且要避免与尺寸界线交叉。标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行。

尺寸线一般应与尺寸界线垂直,必要时才允许倾斜,如图 1-9 所示。

#### 2. 尺寸界线

尺寸界线表示尺寸的起止范围,用细实线绘制,并应由图形的轮廓线、轴线及对称中心线引出或由它们代替。尺寸界线一般与尺寸线垂直,且超出尺寸线 2~5 mm。

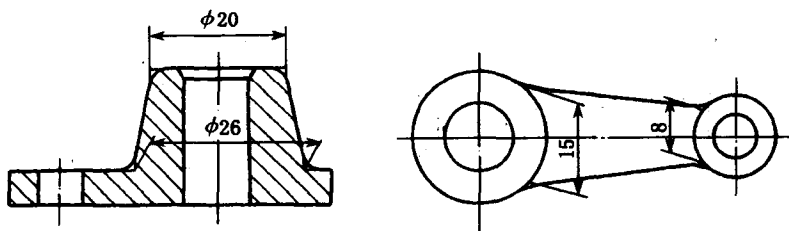


图 1-9 尺寸线倾斜标注示例

### 3. 尺寸数字

尺寸数字表示机件的实际尺寸大小。

(1) 尺寸数字一般注写在尺寸线的上方,也允许注写在尺寸线的中断处。对于垂直方向的尺寸,其数字可水平地注写在尺寸线的终端处,但在同一张图样中必须采用同一种标注形式。

(2) 线性尺寸的数字方向一般应按图 1-10(a)所示的方向注写,并尽可能避免在图示  $30^\circ$  的范围内标注尺寸。无法避免时,应采用图 1-10(b)的引出标注形式。

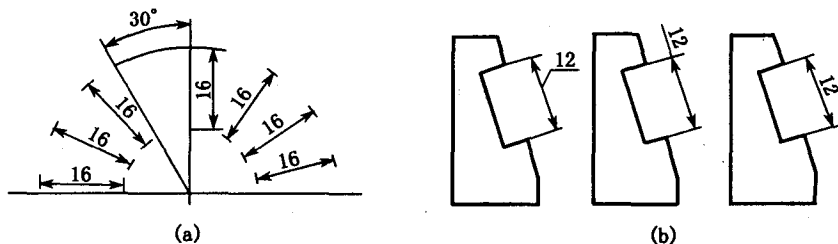


图 1-10 尺寸数字方向注法

(3) 尺寸数字不可被任何图线通过,当无法避免时,必须将该图线断开。如图 1-8 中的  $R16$  处将粗实线圆断开。

### 4. 尺寸线终端

尺寸线的终端可以是箭头或斜线两种形式。机械图上的尺寸线终端一般画成箭头,以表明尺寸的起止,其尖端应与尺寸界线相接触。如图 1-11 所示为尺寸线终端的放大图。

图中尺寸  $b$  为粗实线的宽度,尺寸  $h$  为尺寸数字的高度。箭头应尽量画在尺寸界线的内侧,对于狭小尺寸,如果没有足够的位置画箭头或注写数字时,可将箭头或数字放在尺寸界线的外侧,如图 1-12(a)所示。当遇到标注连续几个较小的尺寸时,允许用圆点或斜线代替箭头,如图 1-12(b)、(c)所示。

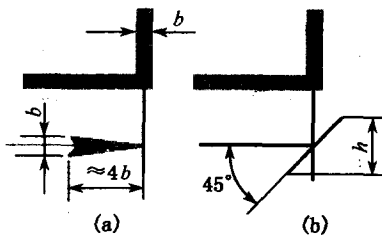


图 1-11 尺寸线终端放大图

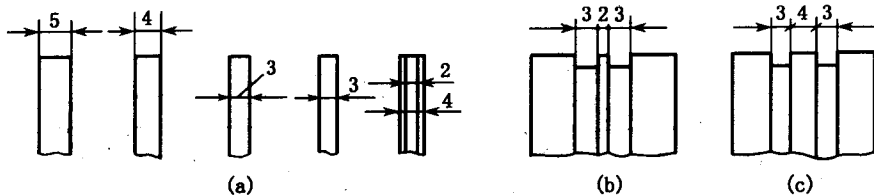


图 1-12 狭小尺寸的注法及箭头的替代

### (三) 圆的直径和圆弧半径的注法

(1) 标注圆的直径时,尺寸线应通过圆心,尺寸线的两个终端应画成箭头,如图 1-13(a)所示,尺寸数字前应加上符号“ $\phi$ ”。当图形中的圆显示大于一半时,尺寸线应略超过圆心,此时仅在尺寸线的一端画出箭头,如图 1-13(b)所示。

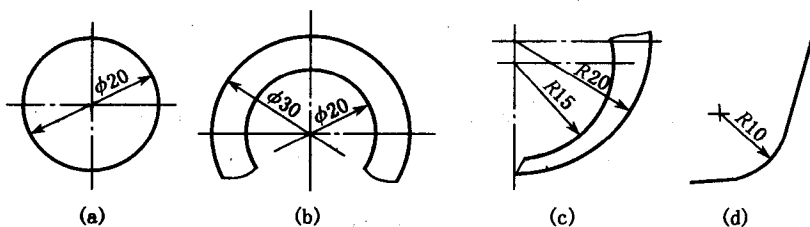


图 1-13 圆和圆弧的尺寸标注法

(2) 标注圆弧的半径时,尺寸线的一端一般应画到圆心,以明确表明其圆心的位置,另一端画成箭头,如图 1-13(c)、(d)所示。在尺寸数字前应加注符号“ $R$ ”。

(3) 当圆弧的半径过大,或在图纸范围内无法标出其圆心位置时,可将尺寸线画成折线形式(只折一次),如图 1-14(a)所示。若不需要标出圆心位置,可按图 1-14(b)所示的形式标注。

(4) 标注球面的直径或半径时,应在符号“ $\phi$ ”或“ $R$ ”前再加注符号“ $S$ ”,如图 1-15(a)、(b)、(c)所示。

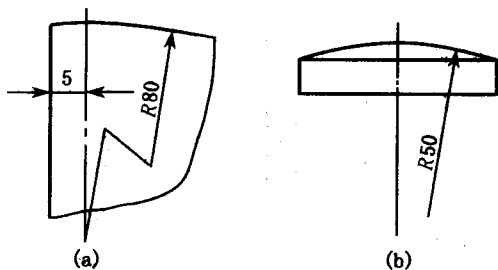


图 1-14 大圆弧半径标注法

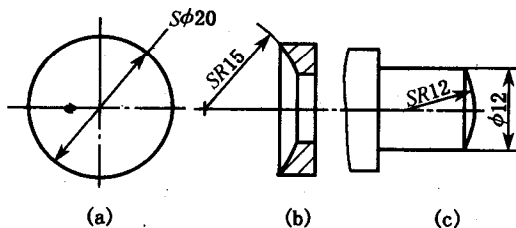


图 1-15 球面直径与半径的注法

(5) 在图形中当圆弧或圆较小时,如果没有足够的位置画箭头或注写数字时,可按图 1-16 所示的形式标注尺寸。标注小圆弧半径的尺寸线,不论其是否画到圆心,但其方向必须指向圆心。

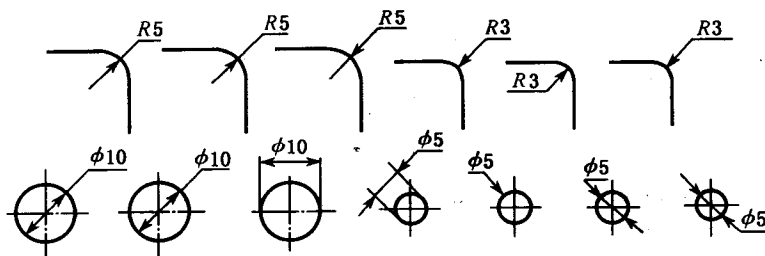


图 1-16 小直径与半径标注法

#### (四) 角度的注法

(1) 标注角度时, 尺寸线应画成圆弧, 其圆心是该角的顶点, 尺寸界线应沿径向引出, 如图 1-17(a) 所示。

(2) 角度标注的数字应一律写成水平方向, 一般注写在尺寸线的中断处, 必要时也可以注写在尺寸线的上方或外面, 也可引出标注, 如图 1-17(b) 所示。

#### (五) 板状零件厚度的注法

当仅用一个视图表示板状零件, 且厚度全部相同时, 其厚度标注可在尺寸数字前加注符号“ $\delta$ ”, 如图 1-18 所示。

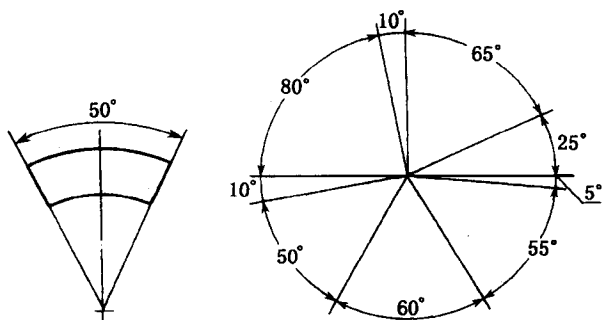


图 1-17 角度及角度数字的标注法

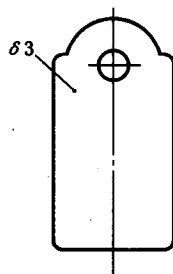


图 1-18 板状零件厚度的标注

## 第二节 绘图工具及其使用方法

为了提高绘图效率, 保证图面质量, 必须正确合理地使用绘图工具和仪器, 从绘图实践中不断总结经验, 才能逐步提高绘图技能。下面简要介绍常用绘图工具的用法。

### 一、图板和丁字尺

图板用来固定图纸, 板面应光滑、边框平直。绘图时将图纸用胶带固定在图板上, 不用时应竖立保管, 保护工作面, 避免受潮或暴晒, 以防变形。

丁字尺用来画水平线, 由尺头和尺身组成, 与图板配合使用, 如图 1-19 所示。使用时尺头的内侧边应紧靠在图板的左侧导边上, 以保证尺身的工作边始终处在正确的水平位置。切忌在尺身下边画线。