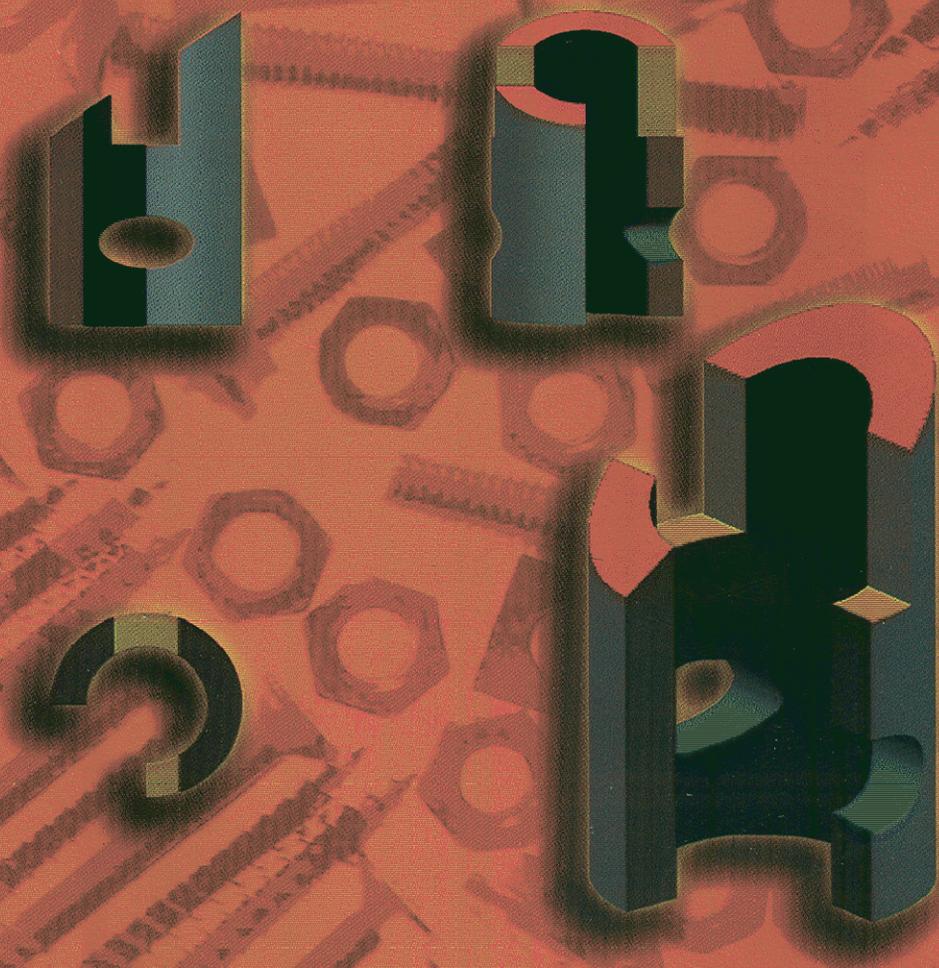


高职高专规划教材

# 机械制图

主 编 盛艳君 孙幸瑛



天津科学技术出版社

高职高专规划教材

# 机械制图

主 编 盛艳君 孙幸瑛  
副主编 阎铁福 郑海生 徐 凯  
参 编 张咸华 刘 超 张黎燕  
        孙春莲 张慧玲  
主 审 邵明仓

天津科学技术出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图 / 盛艳君, 孙幸瑛主编. ——天津: 天津科学技术出版社, 2011. 8  
ISBN 978-7-5308-6602-3

I. ①机… II. ①盛… ②孙… III. ①机械制图  
IV. TH126  
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 175060 号

---

责任编辑: 曹 阳  
责任印制: 张军利

---

天津科学技术出版社  
出版人: 蔡颢  
天津市和平区西康路 35 号 邮编 300051  
电话 (022) 23332392 (发行部) 23332394 (编辑部)  
网址: [www.tjkjcs.com.cn](http://www.tjkjcs.com.cn)  
新华书店经销  
天津市宝坻区第十印刷厂印刷

---

开本 787×1092 1/16 印张 15.25 字数 355 000  
2011 年 8 月第 1 版第 1 次印刷  
定价: 25.00 元

# 前 言

为了更好地适应机械类职业教育教学要求,本书作者根据职业教育机械类专业人才知识结构对本门课程的教学基本要求和新近颁布的有关国家标准,以及劳动和社会保障部培训司颁发的机械类课程教学大纲的要求编写了本教材。

由于市场对人才技能的需求不断提高以及《机械制图》新国家标准规定的日益国际化,现有的《机械制图》教材已不能满足目前学生的使用要求,特别是大多数教材同时编入的Auto CAD的教学,已滞后于科学技术的快速发展。原有的教材中采用的国家标准有很多已被新的标准代替,所以必须进行相应的修改。通过对比多套职业院校教材,本书具有以下一些特点。

1. 教材内容编排合理,难易过渡合理,达到了由易到难、主次过渡,以理论为基础与工程实际紧密联系的目的。

2. 在标准件、常用件和零件技术要求章节全部采用了近几年发布的最新国家标准,并在附录中增加了常用标准件供学习者查阅。

3. 为扩大学生的知识面,引入了一些加深的内容,这部分可根据实际需要选用。

4. 把《机械制图》和《Auto CAD》分开编排,有利于适应计算机绘图(Auto CAD)更新快的特点。

由于时间仓促和水平有限,书中难免存有疏漏,恳请有关专家和使用书本的师生批评指正,谢谢!

本书在编写过程中,得到了学校有关领导和同行的关心和支持,在此表示衷心感谢。

编 者  
2011年6月

# 目 录

绪 论 .....	1
<b>第 1 章 机械制图的基本知识与技能 .....</b>	<b>3</b>
1.1 国家标准《机械制图》与《技术制图》的基本规定 .....	3
1.2 绘图工具及其使用 .....	16
1.3 几何作图 .....	17
<b>第 2 章 正投影法 .....</b>	<b>26</b>
2.1 投影法的基本知识 .....	26
2.2 点的投影 .....	27
2.3 直线的投影 .....	33
2.4 平面的投影 .....	40
2.5 投影变换 .....	47
<b>第 3 章 立体的投影 .....</b>	<b>52</b>
3.1 基本立体的投影 .....	52
3.2 切割体的投影 .....	58
3.3 相贯体的投影 .....	68
<b>第 4 章 组合体 .....</b>	<b>76</b>
4.1 组合体视图的基本知识 .....	76
4.2 组合体视图的画法 .....	77
4.3 组合体的尺寸标注 .....	81
4.4 读组合体视图 .....	86
<b>第 5 章 轴测图 .....</b>	<b>93</b>
5.1 轴测图的基本知识 .....	93
5.2 正等轴测图 .....	94
5.3 斜二等轴测图的画法 .....	99
5.4 轴测剖视图的画法 .....	100
5.5 轴测草图的画法 .....	101
<b>第 6 章 机件的常用表示法 .....</b>	<b>104</b>
6.1 视图 .....	104
6.2 剖视图 (GB/T17452-1998、GB/T 4458.6-2002) .....	108
6.3 断面图 (GB/T17452-1998、GB/T 4458.6-2002) .....	120
6.4 简化画法和其他表达方式 .....	123

---

6.5	表达方法综合应用举例 .....	125
6.6	第三角画法简介 .....	127
<b>第7章</b>	<b>标准件及常用件的规定画法 .....</b>	<b>129</b>
7.1	螺纹及螺纹紧固件 (GB/T 4495.1 - 1995) .....	129
7.2	键、花键及其连接的表示法 .....	138
7.3	齿轮表示法 (GB/T 4459.2 - 2003) .....	142
7.4	滚动轴承表示法 (GB/T 4459.7 - 1997) .....	148
7.5	弹簧表示法 (GB/T 4459.4 - 2003) .....	153
<b>第8章</b>	<b>零件图 .....</b>	<b>156</b>
8.1	零件图的作用和内容 .....	156
8.2	零件图的画法 .....	158
8.3	零件上常见的工艺结构 .....	162
8.4	零件图的尺寸标注 .....	165
8.5	零件图的技术要求 .....	171
8.6	识读零件图 .....	186
8.7	零件的测绘 .....	191
<b>第9章</b>	<b>装配图 .....</b>	<b>194</b>
9.1	装配图的作用及内容 .....	194
9.2	装配图的规定画法和特殊表达方式 .....	194
9.3	装配图的尺寸标注及序号和明细栏 .....	198
9.4	常见的装配结构和装置 .....	200
9.5	画装配图 .....	202
9.6	读装配图 .....	206
9.7	由装配图拆画零件图 .....	208
<b>附录</b>	<b>.....</b>	<b>219</b>

# 绪 论

## 一、本课程的作用和重要性

在现代工业生产中，生产者要根据图样进行制造与施工，设计者要通过图样表达设计意图，图样和语言、文字、数字一样，是人们用于表达思想意图、分析解决问题互相交流的一种工具。

所以，“图样被喻为工程界技术交流的的语言”。

## 二、本课程的研究对象和主要任务

在工程技术中，为了准确的表达机器、仪器、建筑物等结构形状的大小及技术要求，根据投影原理和有关规定画出的图形，称为图样。

建筑工程中使用的图样，称为建筑图样；水利工程中使用的图样，称为水利工程图样；机械制造业中使用的图样，称为“机械图样”。

本课程主要研究“机械图样”。它是利用投影原理和国家标准及有关规定，将空间物体画成平面图形，用于表达物体结构形状、大小及技术要求的图样。

## 三、本课程的主要内容

### 1. 机械制图的基本知识与技能

主要介绍国家标准关于《机械制图》与《技术制图》的基本规定和几何作图有关内容。

### 2. 投影作图

介绍投影法的基本原理，视图与物体的对应关系。

### 3. 图样的基本表示法

介绍机械图样的基本画法。

### 4. 规定画法和特殊表示法

介绍机械图样中标准件及常用件的规定画法和特殊表示法。

### 5. 读、画零件图和装配图。

## 三、本课程的目的和任务

1. 培养空间想象力和分析解决问题的能力。

2. 培养耐心细致的工作作风，严肃认真的工作态度。

3. 掌握正投影的基本理论及其应用。

4. 熟练掌握绘图、读图的基本知识、基本技能和方法。

5. 掌握常用件和标准件的规定画法和特殊表示法。

## 四、本课程的学习方法

1. 严格遵守国家标准《技术制图》、《机械制图》的有关规定。

制图标准是《机械制图》的魂，对于图样的幅面、比例、字体、图线和标注方法等，国家标准《技术制图》、《机械制图》都作了统一的规定。对图样中的各种技术要求国家标

准也作了规定。因此，要逐步熟悉国家标准《技术制图》、《机械制图》和有关的技术要求，并严格遵守。

### 2. 掌握正确的看图和画图的方法

形体分析和线面分析是本课程绘图、看图及尺寸标注的基本方法，这两种方法的基础是正投影原理和三视图的对应关系。一定要深刻领会和熟练掌握，为以后的读、画零件图和装配图打下良好基础。

### 3. 提高画图和读图的技能

本课程是一门即有抽象的投影理论知识，又有很强实践性的专业技术理论基础课程。

学习本课程一定要理论联系实际，运用正投影原理把空间物体的结构形状表达在平面上，因此必须认真学习正投影原理的基本知识和有关规定。掌握基本概念，由浅入深，由简到繁地多画、多看、多想，不断由物到图，由图到物，反复联系空间物体和平面图形的对应关系，逐步提高空间想象力和空间分析问题的能力。

本课程的实践性很强，一定要学与练结合起来，及时完成一定数量的作业和练习，巩固所学知识。做作业时，必须按照国家标准和有关规定，按照正确的方法完成。

## 五、我国工程图样的发展简史

工程图样是劳动人民在长期的生产实践中创造和发展起来的。它是伴随着劳动人民生活水平的提高不断完善和规范的。

从出土文物中考证，我国古代由于水利工程、房屋施工和官廷建筑的需要，就已出现用平面图形来表达空间物体形状的方法。宋代李诫在《营造法式》一书中记载的图样，与近代的正投影十分相近，明代宋应星所著《开工开物》，就有很多表示机械形状和构造的图形。

从很多历史资料看出，我国古代在工程图样方面有着光辉的成就。但是由于我国解放前处于半封建半殖民地的地位，在制图方面采用的制图标准十分混乱，机械工业处于十分落后的境地。

解放后，在中国共产党的领导下，国家制图标准也逐渐统一，1956年原第一机械工业部颁布了第一部部颁标准《机械制图》，1959年国家科学委员会颁布了第一部《机械制图》国家标准，使全部工程图样得到了统一。随着科学技术的发展和工业水平的不断提高，对技术规定在不断的修改和完善，先后于1970、1974、1984年修订了《技术制图》、《机械制图》国家标准。

1989年至今：1989年“全国技术制图标准化技术委员会”成立；1996年第二届，“全国技术产品文件标准化技术委员会”；2001年第三届；2009年第四届。全名为“中国标准化管理委员会/技术产品文件标准化技术委员会”，英文缩写为“SAC/TC146”，主管中国的“技术产品文件标准化”，并直接主持一大批“技术产品文件标准”制修订工作。

随着世界各国综合国力的激烈竞争，越来越表现为标准之争，“得标准者得天下”已成真理。目前，中国近年来积极参与了国际标准化竞争，竞争策略是“重点突破”，暂时是国际标准中国化，争取是中国标准国际化，且已初见成效，于2008年成为ISO的常任理事国。

为了与世界标准接轨，近年来我国“SAC/TC146”又制订、修订和废除了多项《技术制图》、《机械制图》有关标准。随着我国综合实力的增强，我国《技术制图》、《机械制图》国家标准定能得到广泛的应用和迅速的发展。

# 第1章 机械制图的基本知识与技能

## 1.1 国家标准《机械制图》与《技术制图》的基本规定

图样是工程界用以表达设计意图和技术交流的重要工具。为了科学的进行生产和管理,对图纸的各个方面都需要做统一规定,统一规定是《技术制图》及《机械制图》国家标准,国家标准(简称“GB”),是由“国标”两字的汉语拼音字母的第一个字母“G”和“B”组成的,例如“GB/T4458.5-2003”。后面的字母“T”表示推荐标准,两组数字分别表示标准的序号和标准颁布的年份。

在本书有关章节中编入一些常用的制图标准。本节仅介绍国家标准中有关“图纸幅面及格式”、“比例”、“字体”、“图线”和尺寸注法等基本规定,供读者查阅。

### 1.1.1 图纸幅面及格式 (GB/T 14689-2008)

#### 1. 图纸幅面

标准幅面共有五种,其尺寸如表1-1所示。绘制技术图样时,应优先采用表1-1规定的基本幅面尺寸。基本幅面代号有A0、A1、A2、A3、A4五种。必要时也可以按规定加长幅面,但应按基本幅面的短边整数倍增加。各种加长幅面参见图1-1,其中:粗实线部分为基本幅面;细实线部分为第一选择的加长幅面;虚线为第二选择的加长幅面。加长后幅面代号记作:基本幅面代号×倍数。如A3×3,表示按A3图幅短边297加的长3倍,即加长后图纸尺寸为420×891。

表1-1 图纸基本幅面及图框尺寸 mm

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

基本幅面图纸中,A0幅面为 $1\text{ m}^2$ ,长边是短边的 $\sqrt{2}$ 倍,因此A0图纸长边 $L=1189\text{ mm}$ ,短边 $B=841\text{ mm}$ ,A1图纸的面积是A0的一半,A2图纸的面积是A1的一半,其余以此类推,其关系如图1-1所示。

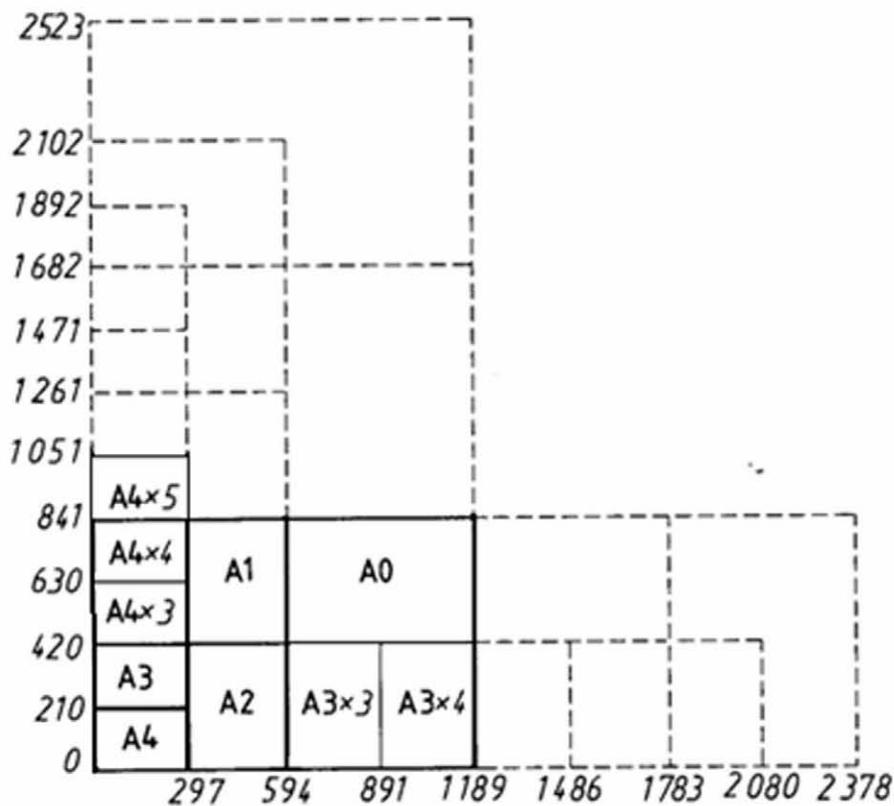


图 1-1 图纸幅面及加长边

## 2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框，图框有两种格式：留有装订边和不留装订边两种。同一产品中所有图样均采用同一格式。两种格式如图，前者如图 1-2a 所示，后者如图 1-2b 所示。尺寸按表 1-1 的规定画出。

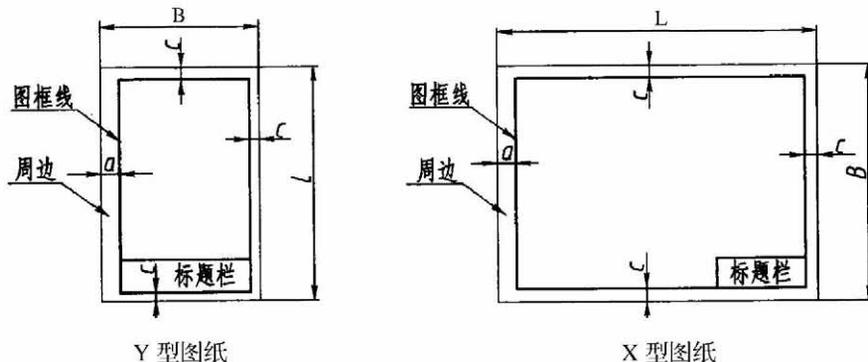


图 1-2a 留有装订边的图框格式

加长幅面的图框尺寸，按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸定，例如 A2 × 3 的图框尺寸，按 A1 的图框尺寸确定，即 e 为 20（或 c 为 10）。

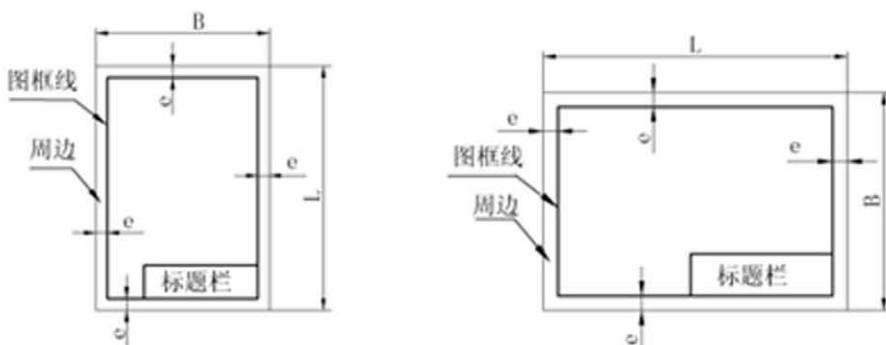


图 1-2b 不留装订边的图框格式

为了利用预先印制好的图纸,允许将 X 型图纸的短边置于水平位置;或将 Y 型图纸的长边置于水平位置。此时,为了明确绘图与看图时的图纸方向,应在图纸下边对中符号处加画一个方向符号,如图 1-3b 所示。方向符号是一个用细实线绘制的等边三角形,其大小及所在位置如图 1-3c 所示。

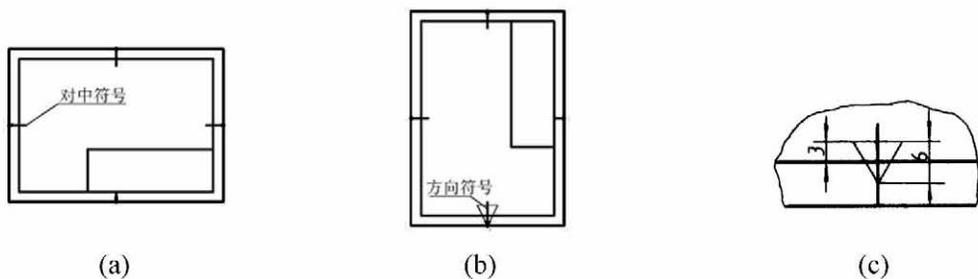


图 1-3 对中、方向符号

### 3. 标题栏 (GB/T 10609.1)

为方便图样的管理及查阅,每张图纸上必须有标题栏。通常标题栏应位于图框的右下角。看图方向应与标题栏的方向一致。GB/T 10609.1《技术制图标题栏》规定了两种标题栏的格式,如图 1-4、图 1-5 所示,推荐使用前一种格式,教学时建议采用图 1-5 所示的格式。



图 1-4 标题栏的格式及组成部分的尺寸

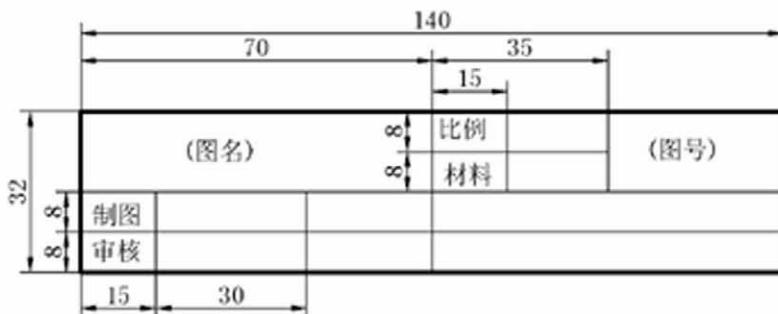


图 1-5 标题栏的格式

### 1.1.2 比例 (GB/T 14690 - 1993)

比例是指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。绘制图样时,应尽可能按机件实际大小采用 1:1 的比例画出,以方便看图。当需要按比例绘制图样时,应由表 1-2 规定的系列中选取适当的比例,必要时也可选用表 1-3 所示的比例。无论缩小或放大,在图样中标注的尺寸均为机件的实际大小,而与比例无关,如图 1-6 所示。

绘制图样时,对于选用的比例应在标题栏比例一栏中注明。

表 1-2 比例系数

种 类	比 例
原值比例 (比值为 1)	1:1
放大比例 (比值大于 1)	5:1 2:1 $5 \times 10^n:1$ $2 \times 10^n:1$ $1 \times 10^n:1$
缩小比例 (比值大于 1)	1:2 1:5 1:10 $1:2 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$ $1:10 \times 10^n$

注:  $n$  为正整数

表 1-3 必要时选用的比例

种 类	比 例
放大比例	4:1 2.5:1 $4 \times 10^n:1$ $2.5 \times 10^n:1$
缩小比例	1:1.5 1:2.5 1:3 $1:1.5 \times 10^n$ $1:2.5 \times 10^n$ $1:3 \times 10^n$ $1:4 \times 10^n$ $1:6 \times 10^n$

注:  $n$  为正整数

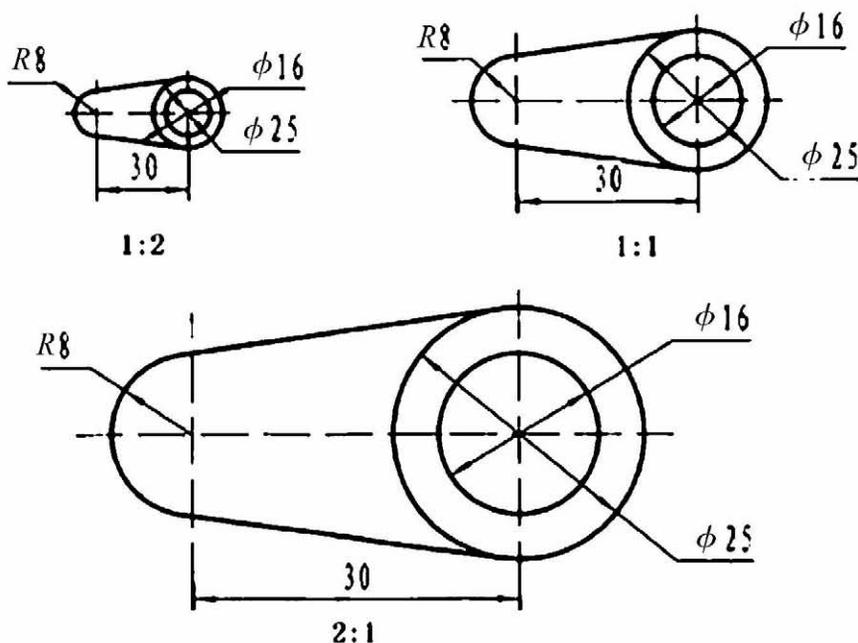


图 1-6 用不同比例画出的图形

### 1.1.3 字体 (GB/T 14691)

在图样上除了表示机件形状的图形外，还要用文字、数字和字母来说明机件的大小、技术要求和其他内容。

图样中书写的汉字、数字、字母必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的号数即为字体的高度  $h$ ，分为：1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20 八种，单位为毫米 (mm)。

如需要书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

#### 1. 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋体字，并应采用国家正式公布的简化字。长仿宋体字的特点是：字形长方、笔画挺直、粗细一致、起落分明、撇挑锋利、结构均匀。汉字高度  $h$  不应小于 3.5 mm，字宽一般为  $h/\sqrt{2}$ 。如图 1-7 所示。

#### 2. 字母和数字

字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 ( $d$ ) 为字高 ( $h$ ) 的十四分之一，B 型字体的笔画宽度 ( $d$ ) 为字高 ( $h$ ) 的十分之一。

在同一图样上，只允许选用一种型式的字体。

数字和字母可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜，与水平线成  $75^\circ$ ，当与汉字混合书写时可采用直体，如图 1-8 所示。

#### 3. 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。

字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐

横平竖直注意起落结构均匀填满方格  
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

图 1-7 长仿宋体汉字示例

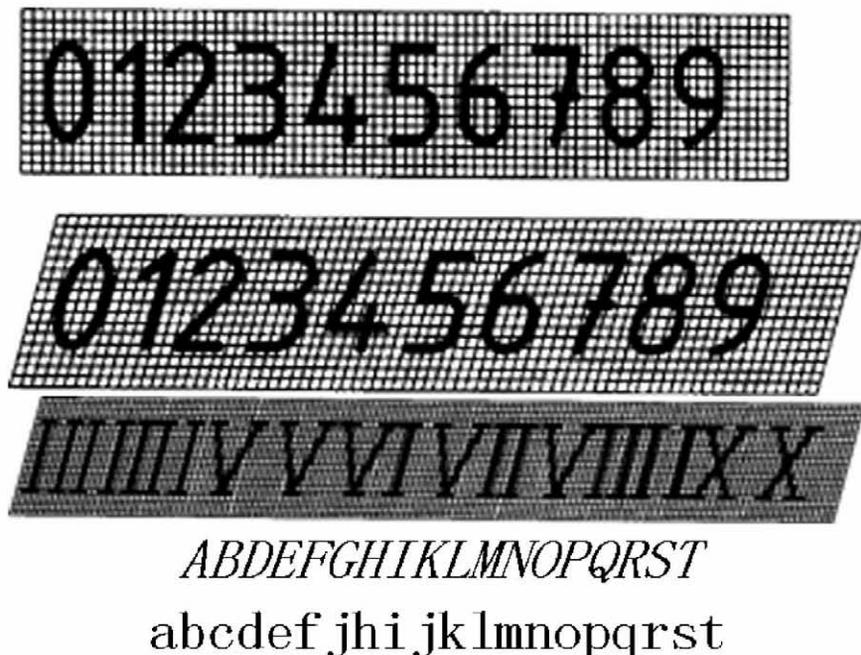


图 1-8 数字和字母实例

#### 1.1.4 图线 (GB/T 4457.4 - 2002)

##### 1. 图线的线型及其应用

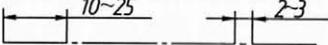
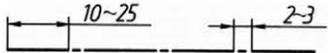
绘制图样时,应采用国家《机械制图》(GB/T 4457.4 - 2002)所规定的图线,如表 1-4 所示。

所有线型的图线宽度应按图样的线型和尺寸大小按公式比为  $1:\sqrt{2}$  ( $\approx 1:1.4$ ) 的数系选择。数系具体分为 0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2 共八个规格,单位为 mm。机械图样上常用的线型为:粗实线、细实线、(细)波浪线、(细)双折线、(细)虚线、粗点画线、细点画线。一般情况下粗实线的线宽  $b$  应在 0.5 ~ 2 mm 中选择。图线的具体应用实例见图 1-9。

表 1-4 图线 (摘自 GB/T 4457.4)

代 码	线 型	图线宽度	应用举例
01.2	粗实线 	$b$	可见轮廓线、相贯线、螺纹牙顶线、螺纹长度终止线、剖切符号用线、齿顶圆(线)等

(续表)

代 码	线 型	图线宽度	应用举例
01.1	细实线 	b/2	尺寸线、尺寸界限、剖面线、重合断面的轮廓线、引出线和基准线、短中心线、螺纹牙底线、过渡线等
01.1	波浪线 		断裂处的边界线、视图和剖视的分界线
01.1	双折线 		断裂处的边界线
02.1	虚线 		不可见轮廓线
04.1	细点画线 	b	轴线、对称中心线、分度圆(线)、孔系分布的中心线等
04.2	粗点画线 		有特殊要求的线或表面的表示线
05.1	双点画线 		b/2

注：代码中的前两位表示线型，最后一位表示线宽种类，其中“1”表示“细”，“2”表示粗。

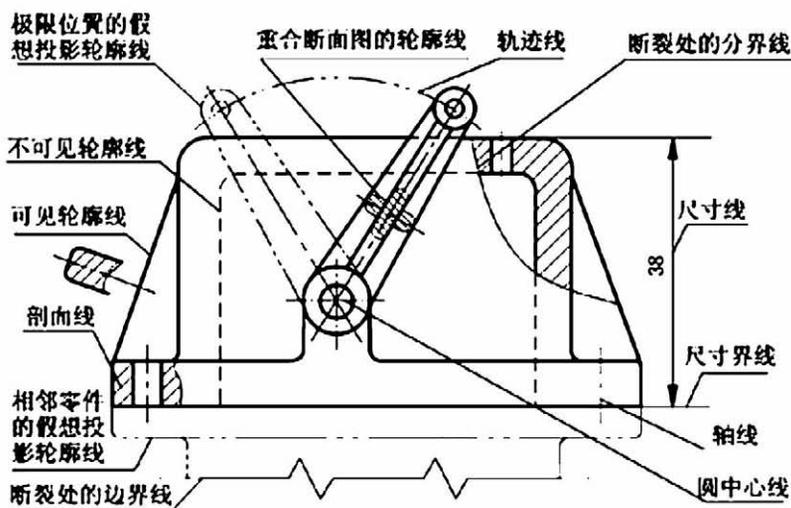


图 1-9 图线应用举例

## 2. 图线的画法

绘图时，图线的画法要注意以下事项。

(1) 同一图样中，同类图线的宽度应基本保持一致。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。点画线和双点画线中的“点”应画成长约 1 mm 的短画，点画线和双点画线的首尾两端应是线段而不是短画。

(2) 绘制圆的对称中心线时，圆心应为线段的交点，且对称中心线的两端应超出圆弧 2 - 5 mm。

(3) 在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时，可用细实线代替。

(4) 当图线相交时，必须是线段相交。当虚线成为粗实线的延长线时，在虚线、实线的连接处虚线应留有空隙。如图 1 - 10 所示为图线正确画法图例。

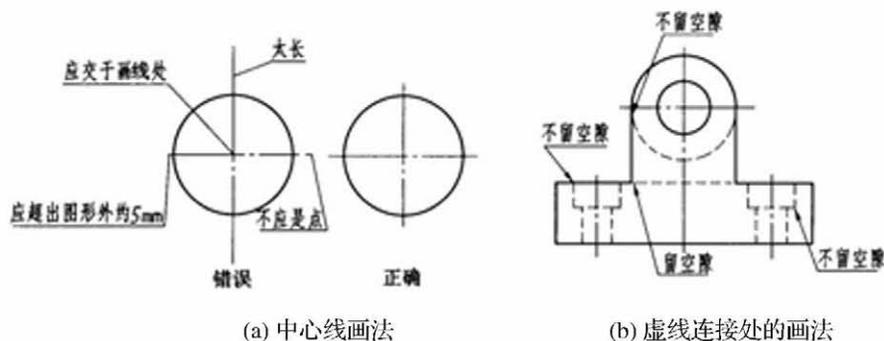


图 1-10 图线画法举例

### 1.1.5 尺寸注法的基本规则 (GB/T 4458.4 - 2003)

机械图样中图形只能反映机件的结构形状，而尺寸才能反映机件的真实大小。国家标准规定了标注尺寸的规则和方法。

## 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,以毫米为单位时,不需标注单位的代号(或名称),如采用其他单位,则必须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。

## 2. 尺寸组成

一个完整的尺寸应由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字三部分组成,如图1-11所示。

### (1) 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制,一般应从图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出,也可直接用轮廓线、轴线或对称中心线代替。尺寸界线应超出尺寸线约3 mm左右,如图1-11所示。

尺寸界线一般应与尺寸线垂直,必要时才允许倾斜,如图1-12所示。

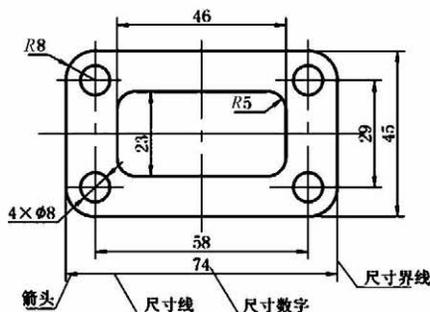


图1-11 尺寸的组成及标注示例

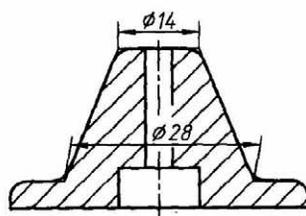


图1-12 尺寸界线与尺寸线倾斜

### (2) 尺寸线

尺寸线用细实线绘制,其终端可以有两种形式:

**箭头** 适用于各种类型的图样。箭头的尖端与尺寸界线接触,如图1-14a所示。图中的**b**为粗实线的宽度。

**斜线** 斜线用细实线绘制,方向和画法如图1-14b所示,图中**h**为字体高度。当采用该尺寸线终端形式时,尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。

机械图样中一般采用箭头作为尺寸线的终端。

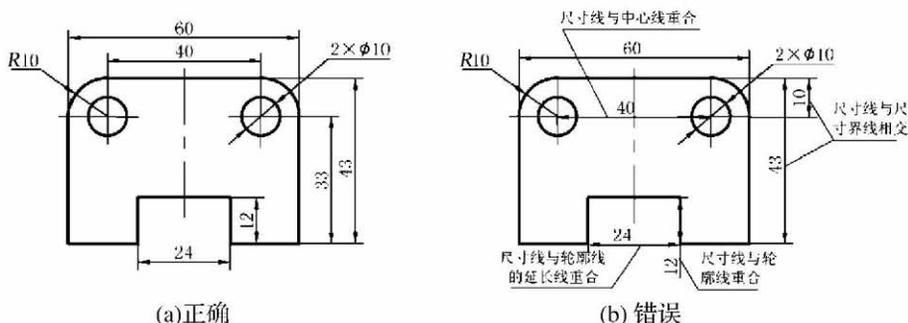


图1-13 尺寸线的绘制