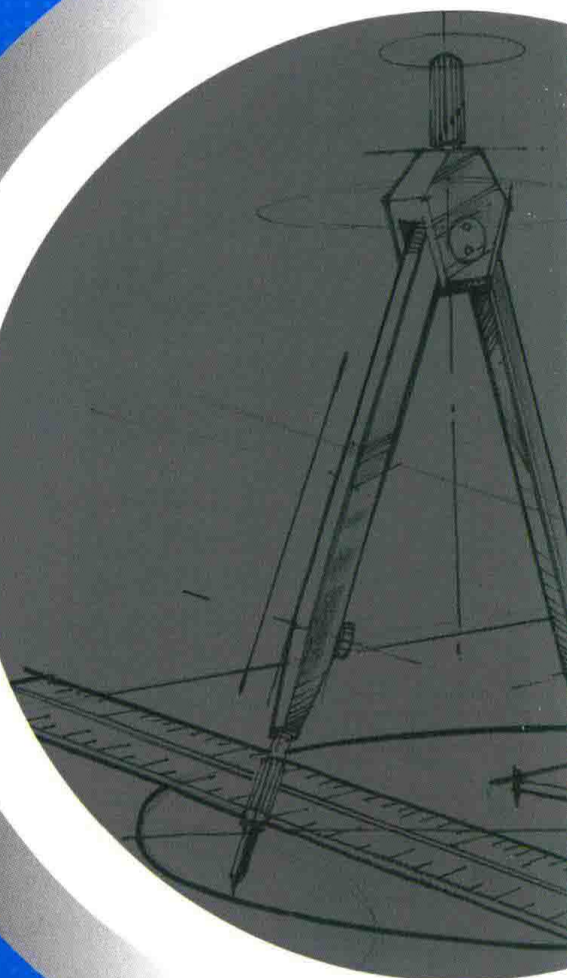
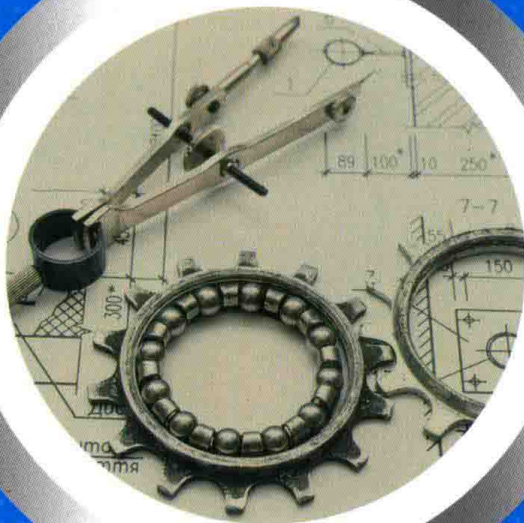


# 机械制图

主编 蒋邵衡 张南峰 付波



湖南师范大学出版社

# 机械制图

主 编 蒋邵衡 张南峰 付 波

湖南师范大学出版社

## 图书在版编目 ( CIP ) 数据

机械制图 / 蒋邵衡, 张南峰, 付波主编. -- 长沙:  
湖南师范大学出版社, 2018.6  
ISBN 978-7-5648-3103-5

I . ①机… II . ①蒋… ②张… ③付… III . ①机械  
制图—高等学校—教材 IV . ① TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 000132 号

## 机械制图

◇主编 蒋邵衡 张南峰 付波

◇责任编辑: 郝纪晓 廖小刚

◇责任校对: 张鸿韬

◇出版发行: 湖南师范大学出版社

地址 / 长沙市岳麓山 邮编 / 410081

电话 / 0731-88863072 88863073 传真 / 0731-88862635

网址 / <http://press.hunnu.edu.cn>

◇印刷: 三河市天功达印刷有限公司

◇开本: 787mm × 1092mm 1/16

◇印张: 18

◇字数: 346 千字

◇版次: 2018 年 6 月第 1 版 2018 年 6 月第 1 次印刷

◇书号: ISBN 978-7-5648-3103-5

◇定价: 69.00 元



# 前言

## Preface

编者针对高等院校开设机械类制图教学的需要,并结合制图教学的改革实践和经验,以及当前制图课程的教学改革实践编写了本书。

本书的编写特点如下。

(1) 注重理论与实践相结合,重在应用。各项目列举了大量实例和实践活动,以加深学生对机械制图的理解,提高学生的实践动手能力和学习兴趣。

(2) 本书在内容的取舍上严格按“必需”“够用”的原则进行,使本书内容做到清楚、准确、简洁。在编写过程中,注重深入浅出、说理清楚,力求通俗易懂、可读性好。

(3) 各项目均设置知识拓展等内容,加深课堂内容或拓展知识,教师可在教学过程中适当将其引入课堂。

本书以项目和任务的形式涵盖了以下内容:绪论、制图的基本知识和技能、投影作图基础、变换投影面法、立体及表面交线、组合体、轴测图、机件的表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图以及计算机辅助绘图与 CAD 软件。

编者借鉴、参考了大量机械制图方面的文献资料,以及近几年出版的机械制图方面的专著和期刊,在此对本书所有参考文献涉及的作者表示诚挚的谢意。

由于时间不足,编者水平有限,书中不妥之处在所难免,恳请广大读者批评与指正。

编者

# 目录

## Contents

绪论 .....	1
----------	---

### 项目一

#### 制图的基本知识和技能

任务一 国家标准关于制图的规定 .....	4
任务二 常用的绘图工具与用品 .....	15
任务三 几何作图 .....	19
任务四 平面图形的绘制 .....	23
项目习题 .....	31

### 项目二

#### 投影作图基础

任务一 投影法的基本概念 .....	34
任务二 点的投影 .....	38
任务三 直线的投影 .....	41
任务四 点与直线以及两直线的相对位置 .....	46
任务五 直角的投影 .....	49
任务六 平面的投影及分类 .....	50
任务七 平面、直线与点的相对位置 .....	55
任务八 圆的投影 .....	58
项目习题 .....	59

### 项目三

#### 变换投影面法

任务一 变换投影面法的概念 .....	62
任务二 点的投影变换 .....	63

任务三 直线的投影变换 .....	65
任务四 平面的投影变换 .....	68
项目习题 .....	71

### 项目四

#### 立体及表面交线

任务一 立体的投影 .....	74
任务二 截交线 .....	83
任务三 相贯线 .....	92
项目习题 .....	96

### 项目五

#### 组合体

任务一 三视图的形成及其投影规律 .....	98
任务二 组合体的组合方式、形体分析及表面间的关系 .....	100
任务三 组合体视图的画法 .....	104
任务四 组合体的尺寸标注方法 .....	107
任务五 组合体视图的识读 .....	116
项目习题 .....	122

### 项目六

#### 轴测图

任务一 轴测图的基本知识 .....	124
任务二 正等轴测图 .....	126
任务三 斜二等轴测图 .....	133

项目习题 .....	136
------------	-----

## 项目七

### 机件的表达方法

任务一 视图 .....	138
任务二 剖视图 .....	143
任务三 断面图 .....	150
任务四 局部放大图与简化画法 .....	153
任务五 机件表达方法的综合应用 .....	156
项目习题 .....	158

## 项目八

### 标准件和常用件

任务一 螺纹 .....	160
任务二 螺纹连接件及连接画法 .....	166
任务三 键及其连接 .....	172
任务四 销及其连接 .....	177
任务五 滚动轴承 .....	178
任务六 齿轮 .....	186
任务七 弹簧 .....	190
项目习题 .....	194

## 项目九

### 零件图

任务一 零件图的作用和内容 .....	196
任务二 零件的工艺结构 .....	197

任务三 零件视图的选择 .....	201
任务四 零件图中的尺寸标注 .....	203
任务五 表面粗糙度及其注法 .....	210
任务六 公差与配合及其注法 .....	215
任务七 几何公差及其注法 .....	221
任务八 零件图的识读 .....	224
项目习题 .....	230

## 项目十

### 装配图

任务一 装配图的作用和内容 .....	232
任务二 装配图的表达方法 .....	233
任务三 装配图的视图选择 .....	237
任务四 装配图中的尺寸和技术要求 .....	239
任务五 装配图中的零、部件序号和标题栏与明细栏 .....	240
任务六 机器上常见的装配结构 .....	243
任务七 装配图的识读 .....	246
项目习题 .....	248

## 项目十一

### 计算机辅助绘图与 CAD 软件

任务一 计算机绘图概述 .....	250
任务二 基于二维绘图的 CAD 软件 .....	251
项目习题 .....	263

附录 机械制图相关知识 .....	265
参考文献 .....	282

# 绪论

## 一、机械制图的重要性

“机械制图”是普通高等学校机械类专业的一门重要的技术基础课,它是研究如何运用正投影基本原理,绘制和阅读机械工程图样的课程。其主要任务是培养学生看图、绘图和空间想象能力,达到教学大纲中对本课程所提出的教学要求。

本课程主要对学生进行绘图能力和读图能力的培养。培养学生的绘图能力和读图能力是高校进行基本工程技术训练的重要组成部分,工程技术人员必须具备这种能力,才能适应社会发展的需要,因此在学习时,要随时进行物体与图形的相互转化训练,以利于提高空间思维能力和空间想象能力。

## 二、工程图样

在设计和生产中,各种机器、设备和工程设施都是通过工程图样来表达设计意图和制造要求的。因此,每个工程技术人员必须具有较强的绘图能力和读图能力,以适应生产和科技发展的需要。

在工程技术上,为了准确表达工程对象的形状、大小、相对位置及技术要求,需要将其按一定的投影方法和有关技术规定表达在图纸上,这样就得到了工程图样。

在现代工业生产中,根据图样所应用的领域不同,可将图样分为机械工程图样、建筑工



程图样、电子工程图样、化工工程图样等。其中机械工程图样是工程图样中应用最多的一种,也是本门课程主要学习的内容。

机械图样是机械制造的依据。例如,设计师通过机械图样表达了他们的设计意图,工艺师根据图样组织生产,工人根据图样进行加工,检验人员根据图样检查鉴定,用户根据图样安装、调试。因此,机械图样是表达设计意图、交流技术思想与指导生产的重要工具,是工业生产中的重要技术文件,是工程界共同的技术语言。

### 三、本课程的研究对象与特点

本课程主要研究绘制和阅读工程图样的基本原理和方法,介绍国家标准《机械制图》的相关内容,培养和发展空间想象能力、思维能力和图形表达能力。本课程是学生学习后续课程、完成课程设计和毕业设计不可缺少的基础课程。

本课程的特点是既有系统理论,又偏重于实践。一般关于理论理解的方面并不难,难的是画图和读图的实际应用。

针对本课程的特点,本书特别注重以下几点。

(1)贯彻最新国家制图标准,基础理论以实用为主,重在培养和发展学生的空间形象思维能力以及分析和解决问题的能力。

(2)以掌握概念、强化应用、培养能力为重点,减少对基本知识的深究,实现了真正意义上的学用结合。

(3)选用大量实例,注重培养学生严谨细致的工作作风和认真负责的工作态度,提高学生阅读工程图样的基本能力。

# 项目一

## 制图的基本知识和技能

### 项目描述

机械制图国家标准有《机械制图》和《技术制图》两项标准,它们是绘制和阅读机械图样的准则与依据,必须认真学习和遵守。其中《机械制图》是一项机械类专业制图标准,适用于机械图样;《技术制图》是一项基础技术标准,适用于工程界各类专业技术图样。我国国家标准(简称国标)的代号是“GB”,它是由“国标”两个字的汉字拼音的第一个字母“G”和“B”组成的。例如,GB/T 17451—1998《技术制图 图样画法 视图》即表示制图标准中图样画法的视图部分,发布顺序编号为17451,发布的时间是1998年。本项目主要介绍制图的基本知识和技能。

具体通过以下4个任务来完成本项目的学习。

- 任务一 国家标准关于制图的规定;
- 任务二 常用的绘图工具与用品;
- 任务三 几何作图;
- 任务四 平面图形的绘制。



## 任务一 国家标准关于制图的规定

### 任务目标

- 了解、遵守国家标准的有关规定；
- 正确使用图线的线型、应用及画法；
- 掌握尺寸的标注方法，并能按规定进行标注。

### 相关知识

#### 一、图纸幅面及格式

##### 1. 图纸幅面

为了便于图纸的装订和保存,GB/T 14689—2008《技术制图 图纸幅面和格式》对图纸幅面作了统一的规定。

绘制技术图样时,图纸的幅面应采用表 1-1 中规定的基本幅面。必要时,允许选用加长幅面,如图 1-1 所示。

表 1-1 基本幅面尺寸和图框尺寸

单位:mm

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

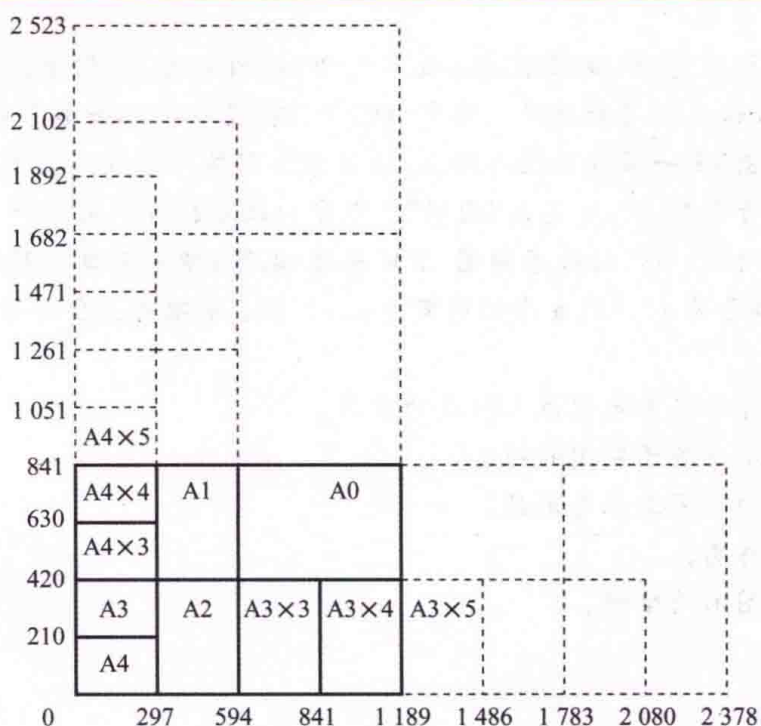


图 1-1 图纸幅面与加长幅面(单位:mm)



## 2. 图框格式

图框格式分为不留装订边和留装订边两种,如图 1-2 所示。

图框在同一种产品的图样中只能采用一种格式。在图纸上必须用粗实线画出图框,两种图框格式的周边尺寸  $a$ 、 $c$ 、 $e$  按表 1-1 中的规定选取。

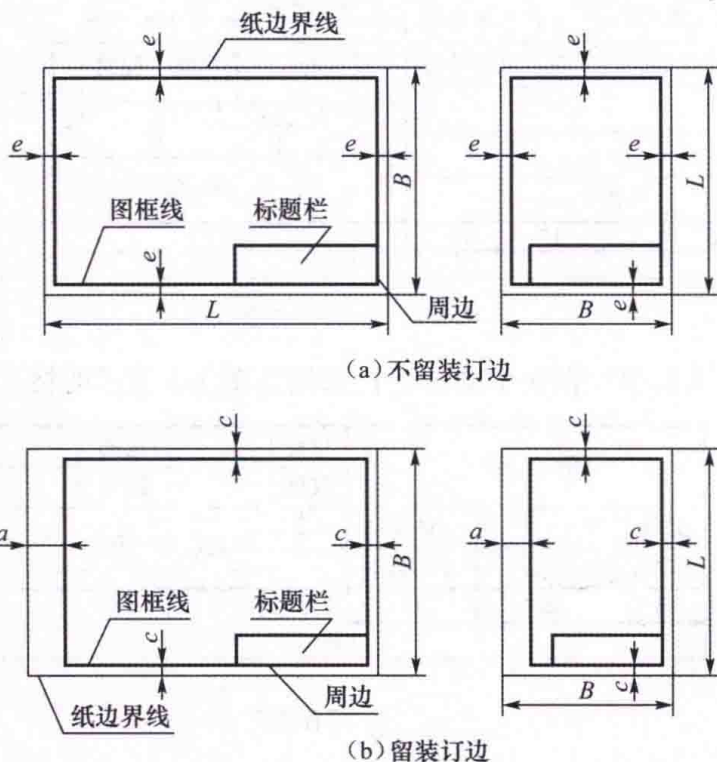


图 1-2 图框格式

## 3. 对中符号

为了使图样复制时定位方便,在各边长的中点处应分别画出对中符号(粗实线),如图 1-3 所示。

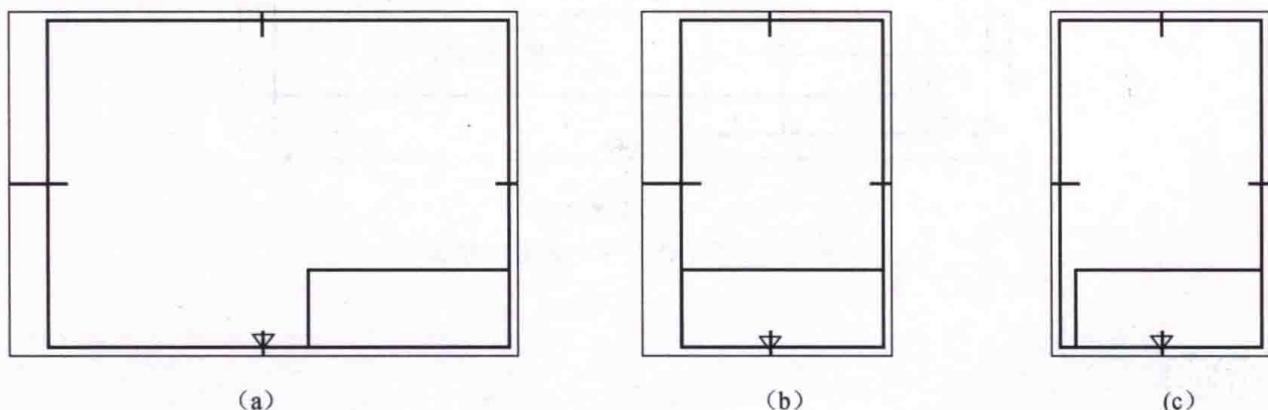


图 1-3 对中符号

## 4. 标题栏

绘图时,必须在每张图纸的右下角画出标题栏,标题栏中的文字方向即看图方向。对于标题栏的格式,GB/T 10609.1—2008《技术制图 标题栏》作了统一规定,如图 1-4 所示。

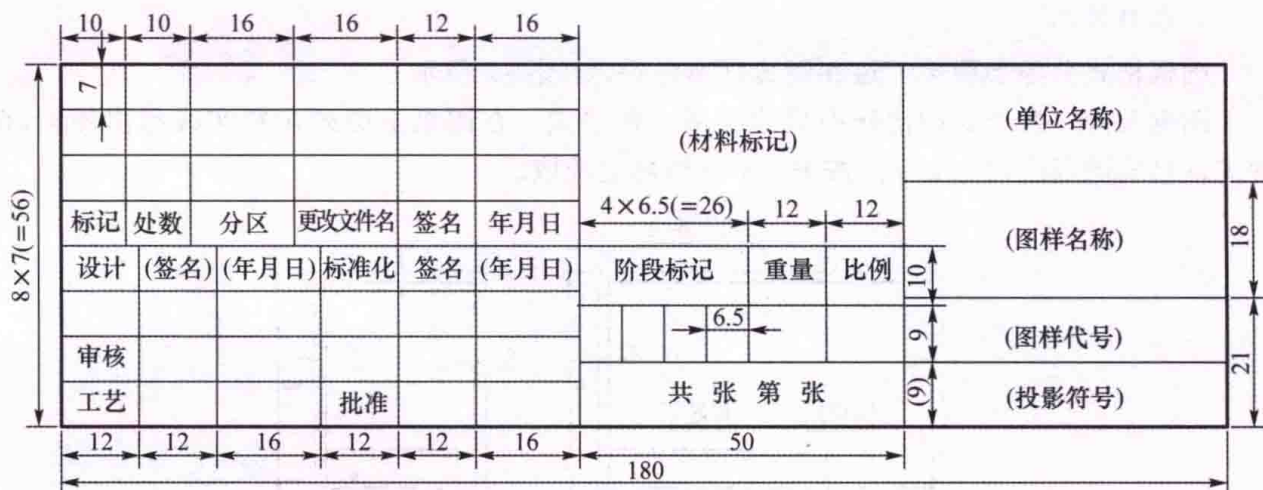
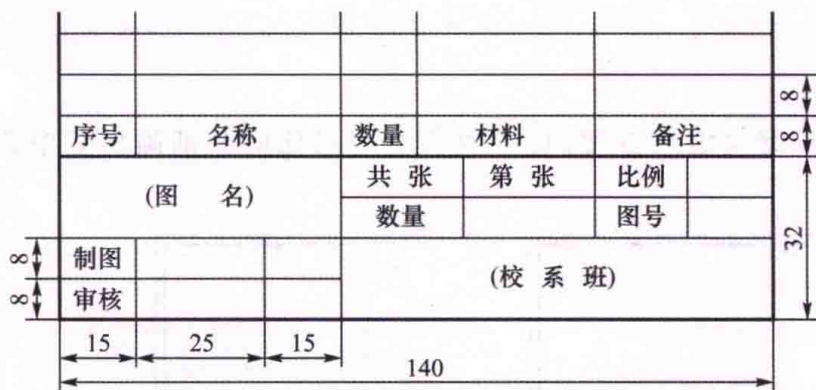


图 1-4 标题栏的格式

为了学习方便,建议学生作业中的标题栏采用如图 1-5 所示的格式。



(a) 零件图用



(b) 装配图用

图 1-5 学生作业中的标题栏格式

## 说明

当标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时,则构成 X 型图纸;当标题栏的长边与图纸的长边垂直时,则构成 Y 型图纸。

## 二、比例

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比,根据 GB/T 14690—1993《技术制图 比例》确定。



比例分为原值比例、放大比例和缩小比例 3 种类型。为了能从图样上得到实物大小的真实概念,应尽量采用原值比例绘图。当不适宜采用 1:1 的原值比例时,可根据实际情况选择适当地放大比例或缩小比例。

绘图时,应优先选用比例系列 1(表 1-2),必要时可选用比例系列 2(表 1-3)。

表 1-2 比例系列 1

种类	比例
原值比例	1:1
放大比例	5:1    2:1 (5×10 <sup>n</sup> ):1    (2×10 <sup>n</sup> ):1    (1×10 <sup>n</sup> ):1
缩小比例	1:5    1:2 1:(5×10 <sup>n</sup> )    1:(2×10 <sup>n</sup> )    1:10 <sup>n</sup>

注: $n$  为正整数。

表 1-3 比例系列 2

种类	比例
放大比例	4:1    2.5:1 4×10 <sup>n</sup> :1    2.5×10 <sup>n</sup> :1
缩小比例	1:1.5    1:2.5    1:3    1:4    1:6 1:(1.5×10 <sup>n</sup> )    1:(2.5×10 <sup>n</sup> )    1:(3×10 <sup>n</sup> )    1:(4×10 <sup>n</sup> )    1:(6×10 <sup>n</sup> )

注: $n$  为正整数。

不论采用放大还是缩小的比例绘图,图样中标注的尺寸均应为机件的实际尺寸。如图 1-6 所示为同一机件采用不同比例所画出的图形。

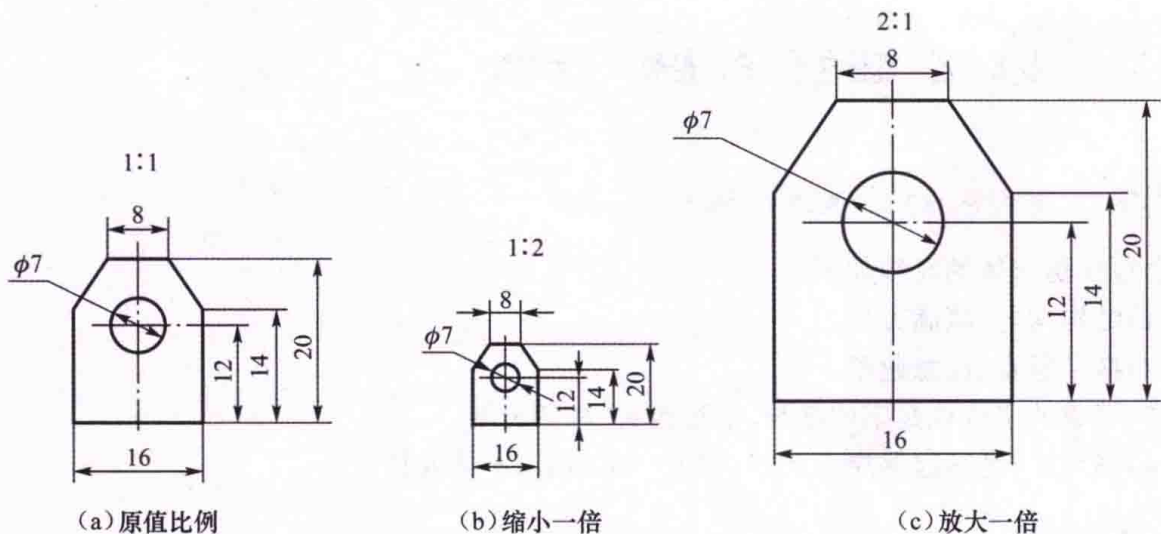


图 1-6 以不同比例画出的同一机件的图形



## 说明

(1) 比例符号应以“:”表示,如 1:1,2:1,1:2 等。

(2) 比例一般应标注在标题栏中的比例栏中。原则上,对于同一张图样上的各个图形应采用相同的比例绘制,但当机件的局部需要放大表达时,可采用不同比例绘制,将比例数值写在相应视图的上方。

(3) 带角度的图形,不论放大还是缩小,均应按实际角度绘制和标注。

## 三、字体

在机械图样中,除了表示机件形状的图形外,还需用汉字、字母和数字来标注尺寸和说明机件在设计、制造及装配时的技术要求,根据 GB/T 14691—1993《技术制图 字体》确定。

### 1. 字体要求

图样中的字体要求为:字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。

字体高度(用  $h$  表示)的公称尺寸系列包括 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20(mm)8 种。字体高度称为字体的号数。若要书写大于 20 号的字,其字体高度应按  $\sqrt{2}$  的比率递增。

### 2. 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度不应小于 3.5mm,其字宽一般为  $\frac{h}{\sqrt{2}}$ 。

汉字书写示例如下:

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

书写长仿宋体的要领如下。

(1) 结构均匀、填满方格。

(2) 横平竖直、注意起落。

(3) 写成的字应该是字体细长、字形挺拔、棱角分明。

(4) 书写时,笔画起落应有笔锋,字要一笔写成,不要勾描。

### 3. 字母和数字

字母和数字可写成斜体或直体(常用斜体)。斜体字的字头向右倾斜,与水平基准线所成夹角约为  $75^\circ$ 。



字母和数字分为 A 型和 B 型两种。A、B 型字体的笔画宽度( $d$ )分别为字高( $h$ )的  $1/14$  和  $1/10$ 。在同一图样上,只允许选用一种形式的字体,一般采用 B 型。

字母和数字实例如图 1-7 所示。

$0\ 1\ 2\ 3\ 4\ 5\ 6\ 7\ 8\ 9$                        $0\ 1\ 2\ 3\ 4\ 5\ 6\ 7\ 8\ 9$   
 $A\ B\ C\ D\ E\ F\ G\ H\ I\ J$                        $A\ B\ C\ D\ E\ F\ G\ H\ I\ J$

图 1-7 字母和数字示例(一)

用作指数、分数、极限偏差和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。

$10^3$        $S^{-1}$        $D_1$        $T_d$        $\phi 20_{-0.023}^{+0.010}$        $7^{\circ+1^{\circ}}_{-2^{\circ}}$        $\frac{3}{5}$

图 1-8 字母和数字示例(二)

### 说明

图样中的数字符号、物理量符号、计量单位符号以及其他符号、代号,应分别符合国家有关标准的规定。一般量的符号采用斜体,单位的符号采用直体。

## 四、图线

图样中的图形是由各种图线组成的。国家标准对图线的名称、线型、尺寸、应用和画法都作了规定,以便进行绘图和技术交流。

### 1. 图线的线型及其应用

GB/T 4457.4—2002《机械制图 图样画法 图线》中规定了技术制图的 15 种基本线型,以及多种基本线型的变形和图线的组合。表 1-4 仅列出了机械制图常用的基本线型、基本线型的变形(波浪线)和图线的组合(双折线)。

表 1-4 图线及其应用

序号	代码	线型	一般应用举例
1	01.1	细实线	尺寸线及尺寸界线、过渡线、剖面线、指引线和基准线、弯折线、牙底线、齿根线、辅助线等
2		波浪线	断裂处的边界线、剖视与视图的分界线等
3		双折线	断裂处的边界线、剖视与视图的分界线等
4	01.2	粗实线	可见轮廓线、剖切符号等
5	02.1	细虚线	不可见轮廓线
6	02.2	粗虚线	允许表面处理的表示线
7	04.1	细点画线	轴线、对称线、分度圆(线)、剖切线等
8	04.2	粗点画线	限定范围表示线
9	05.1	细双点画线	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件的极限位置的轮廓线、成形前轮廓线、剖切面前的结构轮廓线、轨迹线、中断线等

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

②第 2 种和第 3 种线型,即波浪线和双折线,在同一张图样中一般只采用一种。



## 2. 图线宽度

《机械制图 图样画法 图线》中明确规定,在机械图样中采用粗、细两种线宽,它们之间的比率为2:1。这样,当粗线的宽度为 $b$ 时,细线的宽度应为 $\frac{b}{2}$ 。

图线宽度系列为0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2(mm)。该图线宽度系数的公比为 $1:\sqrt{2}$ (1:1.4)。

机械图样中常用粗线的宽度建议采用0.7mm或1mm,应该尽量避免采用0.18mm以下的图线宽度。

各种图线的应用举例,如图1-9所示。

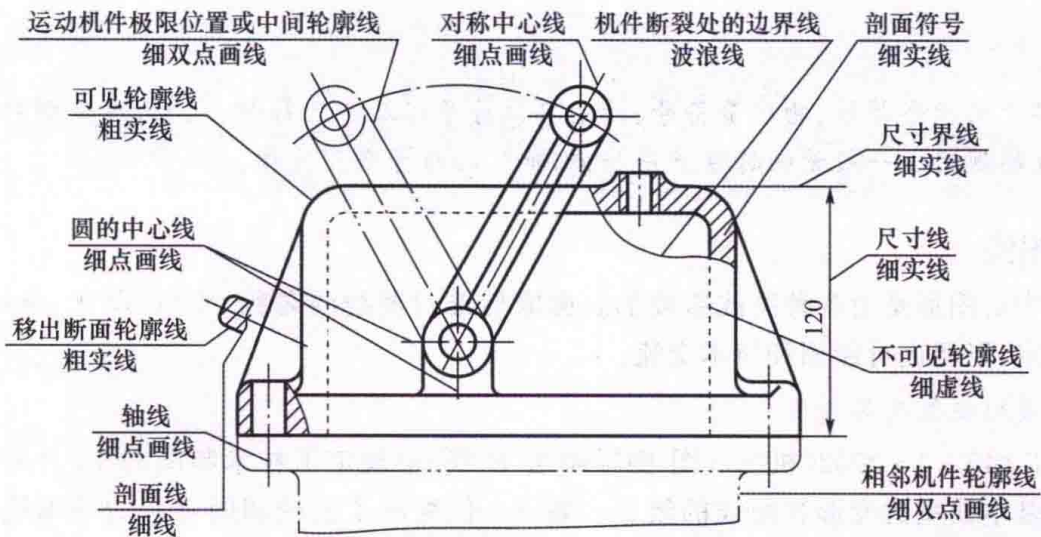


图 1-9 各种图线的应用举例

## 3. 图线画法

绘图时,图线画法通常应遵循以下几个原则。

- (1) 两条平行线(包括剖面线)之间的距离不小于粗实线的两倍宽度,其最小距离不得小于0.7mm。
- (2) 在同一图样中,同类图线的宽度应保持一致。
- (3) 虚线、细点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。
- (4) 在绘制虚线、点画线时,线和线相交处应为线段相交形式。点画线超出轮廓线的长度为3~5mm,如图1-10所示。
- (5) 绘制圆的对称中心线时,圆心应为线段的交点,如图1-10所示。
- (6) 当在较小的图形上绘制点画线、双点画线有困难时,可用细实线代替,如图1-10所示。
- (7) 当虚线处于粗实线的延长线上时,粗实线应画到分界线处,而虚线应留有空隙;当虚线圆弧和虚线直线相切时,虚线圆弧的线段应画到切点,而虚线直线需留有空隙。

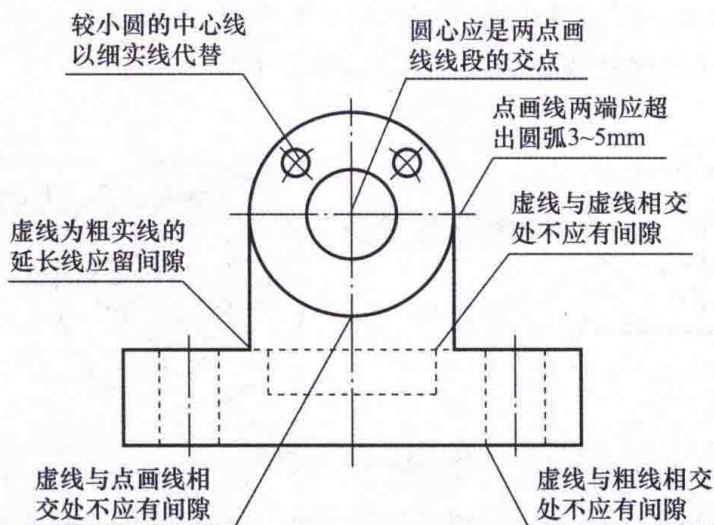


图 1-10 图线的应用

## 五、尺寸标注

尺寸是图样的重要内容之一,是制造机件的直接依据。因此,标注尺寸时,必须严格遵守 GB/T 4458.4—2003《机械制图 尺寸注法》的有关规定,认真细致、一丝不苟,如果尺寸有遗漏或错误,会给生产带来困难,甚至重大损失。

### 1. 基本原则

- (1) 图样中所标注的尺寸是工件最后完工尺寸。
- (2) 图样中所标注的尺寸一般只标注一次,并应标注在能够反映该结构的最清晰的图形上。
- (3) 图样中的尺寸以毫米(mm)为单位时,不需标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。
- (4) 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。

### 2. 尺寸的组成

一个完整的尺寸一般应该包括尺寸界线、尺寸线和尺寸数字(包括符号)3个基本要素,如图 1-11 所示。

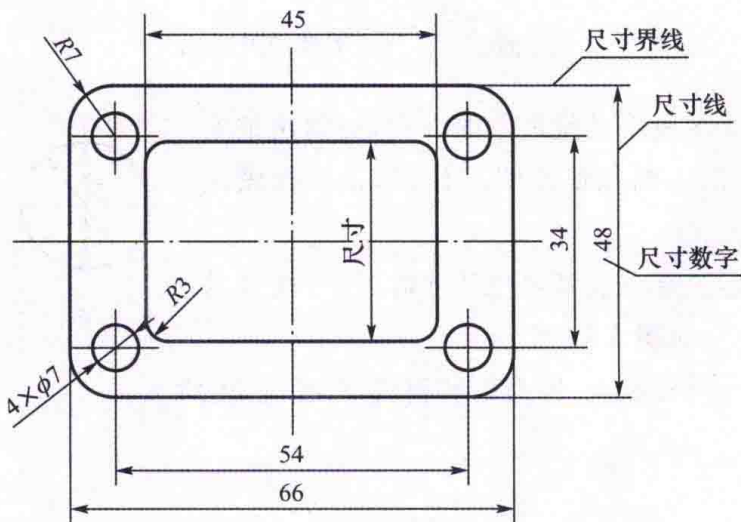


图 1-11 尺寸的组成