


普通高等教育规划教材

面向21世纪山东省教育委员会“九五”立项教材

# 机械制图与 AutoCAD 2000

朱泽平 王喜仓 主编

 机械工业出版社  
China Machine Press

普通高等教育规划教材

面向 21 世纪山东省教育委员会“九五”立项教材

# 机械制图与 AutoCAD 2000

主 编 朱泽平 王喜仓  
副主编 于利民 刘小健 何冰清  
参 编 谭 姝 王韵琴 冯衍霞  
刘 勇  
主 审 阎金铭



机械工业出版社

本书是山东省高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革立项教材。

为了适应当前工业生产中计算机绘图逐步取代手工绘图的实际需要,本教材除了系统地介绍传统工程制图理论点、线、面、体的投影,截交线与相贯线,机件的常用表达方法,零件图与装配图等以外,还介绍了目前广为流行的 Auto CAD2000 绘图软件的基本知识。为了体现制图与设计的紧密结合,教材中增设了设计制图一章。本书采用我国最新颁布的《技术制图》国家标准。

与本书配套使用的《机械制图与 AutoCAD 2000 习题集》,由机械工业出版社同时出版。

本书可用作高等工科院校工程制图教材,也可供有关工程技术人员参考。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图与 AutoCAD 2000/朱泽平,王喜仓主编. —北京:机械工业出版社, 2001.8

普通高等教育规划教材. 面向 21 世纪山东省教育委员会“九五”立项教材

ISBN 7-111-09059-4

I. 机… II. ①朱… ②王… III. 机械制图: 自动绘图—应用软件, AUTO CAD 2000—高等学校—教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 041916 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:王霄飞 王世刚 版式设计:张世琴 责任校对:韩晶

封面设计:姚毅 责任印制:付方敏

三河市宏达印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2001 年 9 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ ·17.25 印张·423 千字

0 001—8 000 册

定价:24.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

# 前 言

本书是山东省高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革立项教材。

当前，“工程制图”课程教学改革的方向是将计算机绘图的知识融入传统的工程制图理论之中，施行一体化教学。教学模式是从过去的以手工仪器绘图为主，逐步过渡到手工仪器绘图与计算机绘图并存，最终以计算机绘图为主的新教学模式。我们正是为顺应这种教学改革趋势，在汇集了编者多年来教学改革经验的基础上，编写了这本《机械制图与 AutoCAD 2000》教材，以及与之配套的《机械制图与 AutoCAD 2000 习题集》。该套教材适应 70~100 学时的教学安排。

本教材主要有以下几个特点：

1) 在教材内容的结构体系上，我们注意将传统工程制图与 Auto CAD 绘图的相关内容编排在一起，既兼顾传统工程制图的系统性，又突出 Auto CAD 的实用性。

2) 由于各校对“工程制图”教学课时都作了不同程度的压缩，因此本教材对传统工程制图的内容作了一定的删减（尤其对画法几何的内容，仅选用了最基本也是最必要的部分）。教材其他内容的选择，也力求作到少而精，针对性强，简练实用。

3) 为了体现制图与设计的紧密结合，本教材中增设了“设计制图”一章。

4) 计算机绘图部分选用了目前的最新版本——AutoCAD 2000，并主要介绍了它的基本操作、绘画与编辑功能。学完本书，能用该软件绘制各种机械图样。

5) 本教材的插图全部由 AutoCAD 2000 绘出，图形清晰，图例典型。本书的全部插图均制作成光盘，上课时可用作电子挂图。

6) 本书采用了我国最新颁布的《技术制图》国家标准。

本教材由山东轻工业学院和济南交通高等专科学校工程图学教研室的教师共同编写。

本书由朱泽平、王喜仓任主编。参加编写的有何冰清（第一章）、于利民（第二章、第十二章）、刘小健（第三章、第九章）、王韵琴（第四章）、冯衍霞（第五章）、刘勇（第六章）、朱泽平（第七章、第八章）、谭姝（第十章）、王喜仓（第十一章、第十三章）。本书由阎金铭教授主审。

本书在编写过程中，得到了所在单位有关领导及工程图学教师的支持与帮助，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，书中难免有错误与不当之处，敬请读者给予批评指正。

编 者  
2001 年 4 月

# 目 录

前 言			
<b>第一章 制图的基本知识</b> .....	1		
第一节 制图基本规定 .....	1		
第二节 绘图工具及其使用 .....	11		
第三节 几何作图 .....	12		
第四节 平面图形的分析和画法 .....	15		
第五节 徒手绘制草图 .....	16		
<b>第二章 Auto CAD 绘图系统</b> .....	19		
第一节 Auto CAD 概述 .....	19		
第二节 Auto CAD 的基本操作 .....	20		
第三节 绘图入门 .....	24		
<b>第三章 点、直线及平面的投影</b> .....	31		
第一节 投影法 (GB/T14692—1993) 的 基本知识 .....	31		
第二节 点的投影 .....	32		
第三节 直线的投影 .....	35		
第四节 平面的投影 .....	39		
第五节 直线与平面、平面与平面的 相对位置 .....	43		
第六节 换面法 .....	46		
<b>第四章 立体的投影</b> .....	50		
第一节 平面立体 .....	50		
第二节 平面与平面立体表面相交 .....	53		
第三节 曲面立体 .....	56		
<b>第五章 截交线和相贯线</b> .....	61		
第一节 平面与曲面立体相交的截交线 .....	61		
第二节 曲面立体与曲面立体相交的 相贯线 .....	68		
<b>第六章 Auto CAD 绘图基础</b> .....	75		
第一节 基本绘图命令 .....	75		
第二节 编辑命令 .....	83		
第三节 图形显示与查询 .....	91		
第四节 图层、线型和图块命令 .....	92		
<b>第七章 组合体</b> .....	96		
第一节 三视图的形成及其投影特性 .....	96		
第二节 组合体的形体分析与视图的 画法 .....	97		
第三节 组合体的尺寸标注 .....	100		
第四节 看组合体的视图 .....	104		
第五节 Auto CAD 尺寸标注 .....	107		
<b>第八章 轴测图</b> .....	117		
第一节 轴测图的基本知识 .....	117		
第二节 正等测图 .....	118		
第三节 斜二等轴测图 .....	121		
第四节 Auto CAD 三维绘图 .....	123		
<b>第九章 机件的常用表达方法</b> .....	131		
第一节 视图 .....	131		
第二节 剖视图 .....	134		
第三节 断面图 .....	140		
第四节 其他表达方法 .....	142		
第五节 机件表达方法的综合举例 .....	144		
第六节 Auto CAD 的图案填充 .....	147		
<b>第十章 标准件和常用件</b> .....	151		
第一节 螺纹 .....	151		
第二节 螺纹紧固件及其联接 .....	160		
第三节 齿轮 .....	165		
第四节 键、销、滚动轴承与弹簧 .....	173		
<b>第十一章 零件图</b> .....	181		
第一节 零件图的基本内容 .....	181		
第二节 零件图的视图选择 .....	182		
第三节 零件图的尺寸标注 .....	183		
第四节 零件上常见的工艺结构 .....	186		
第五节 零件工作图上的技术要求 .....	189		
第六节 典型零件图的绘制与分析 .....	199		
第七节 看零件图的方法 .....	206		
<b>第十二章 装配图</b> .....	209		
第一节 装配图的作用和内容 .....	209		
第二节 部件的表达方法 .....	211		
第三节 装配图的视图选择 .....	213		
第四节 装配图中的尺寸和技术要求 .....	216		
第五节 装配图中的零、部件序号和 明细栏 .....	216		
第六节 装配结构的合理性简介 .....	218		

第七节	部件测绘 .....	220	第三节	读装配图并由装配图拆画	
第八节	读装配图和拆画零件图 .....	226		零件图(一) .....	241
<b>第十三章</b>	<b>设计制图</b> .....	<b>233</b>	第四节	读装配图并由装配图拆画	
第一节	复杂零件设计绘图 .....	233		零件图(二) .....	243
第二节	轴系装配结构关系设计与绘图 ..	236	<b>附表</b>	.....	<b>248</b>

# 第一章 制图基本知识

## 第一节 制图基本规定

机械图样是机械设计和机械制造过程中的重要技术文件，被称为工程界的共同语言。为了便于生产和技术交流，图样的格式和表示方法必须有统一的规定。我国于1959年首次颁布了《机械制图》国家标准，后来经过几次修订。目前使用的是最近修订的《技术制图》国家标准。

国家标准简称国标，其代号为“GB”。字母后面的两组数字，分别表示标准顺序号和标准批准的年份。本节就图纸幅面和格式、比例、字体、图线、尺寸注法等制图国标的有关规定作简要介绍。其他标准将在有关章节中叙述。

### 一、图纸幅面及格式 (GB/T14689—1993)

#### 1. 图纸幅面

绘制图样时，应优先采用表1-1中规定的图纸基本幅面，必要时，也允许选用所规定的加长幅面。加长幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

表 1-1 图纸基本幅面尺寸 (mm)

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

表中幅面代号意义见图1-1、图1-2。

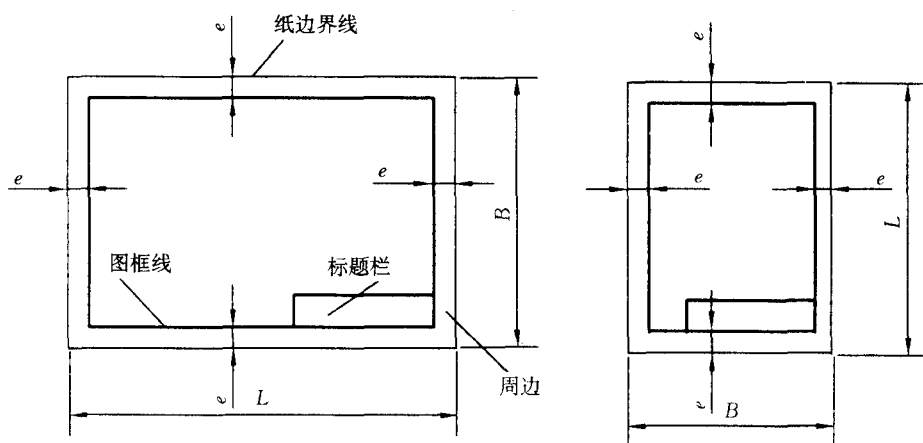


图 1-1 不留装订边的图框格式

## 2. 图框格式

在图纸上，图框线必须用粗实线画出，其格式分为不留装订边和留有装订边两种，分别如图 1-1 和图 1-2 所示，但同一产品的图样只能采用一种格式。

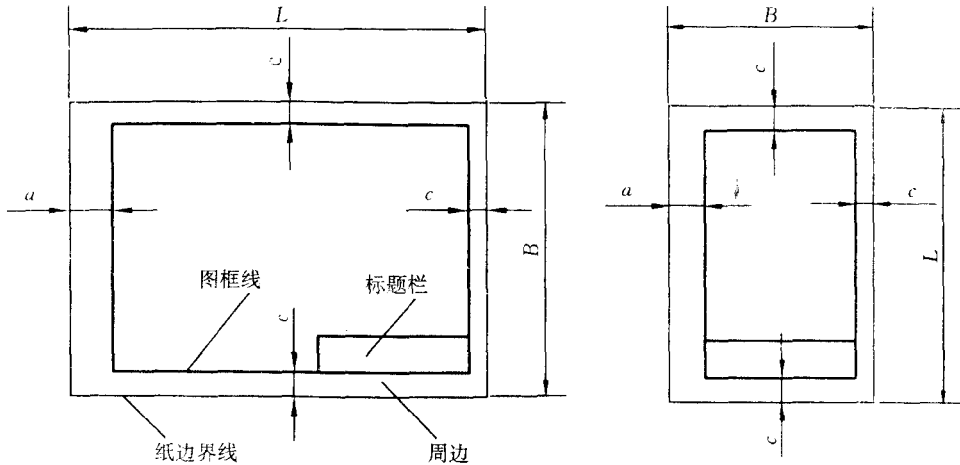


图 1-2 留有装订边的图框格式

## 3. 标题栏

GB/T10609.1—1989 对标题栏的内容、格式和尺寸作了规定，如图 1-3 所示。其位置一般如图 1-1、图 1-2 所示。标题栏的文字方向应为看图方向，标题栏的外框为粗实线，里边是细实线，其右边线和底边线应与图框线重合。学生制图课建议采用图 1-4 的格式。

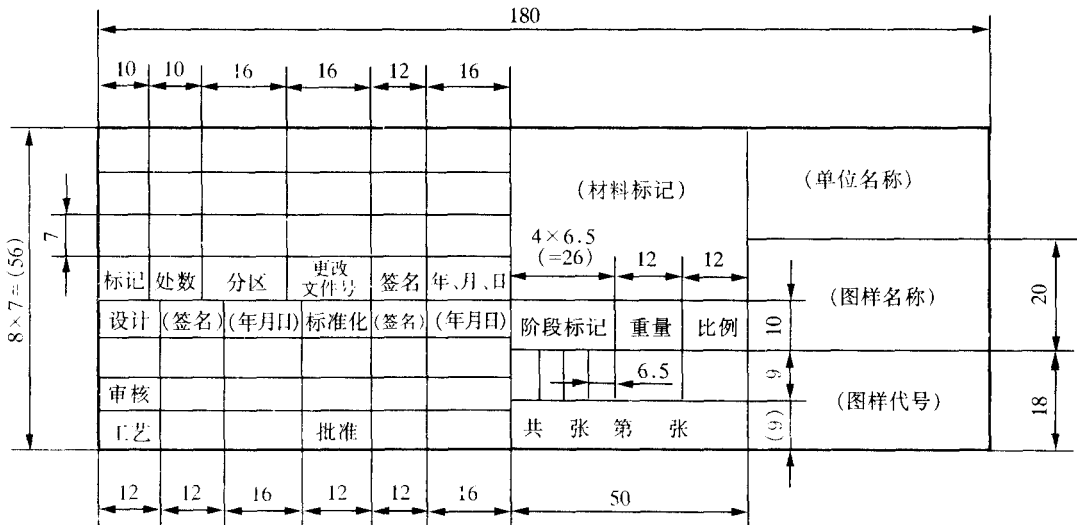


图 1-3 标题栏的尺寸与格式

## 二、比例 (GB/T14690—1993)

比例是图中图形与实物相应要素的线性尺寸之比。需要按比例绘制图样时，应按表 1-2 规定的系列中选取适当的比例。

表 1-2 绘图比例

种 类	比 例				
原值比例	1:1				
放大比例	2:1	5:1	$1 \times 10^n:1$	$2 \times 10^n:1$	$5 \times 10^n:1$
	(2.5:1)	(4:1)	( $2.5 \times 10^n:1$ )	( $4 \times 10^n:1$ )	
缩小比例	1:2	1:5 1:10	$1:1 \times 10^n$	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$
	(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。应优先选择无括号比例。

为了能从图样上得到实物大小的真实感，应尽量采用原值比例（1:1），当机件过大或过小时，可选用表 1-2 中规定的缩小或放大比例绘制，但尺寸标注时必须注实际尺寸。一般来说，绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例，并在标题栏中填写。当某个视图需要采用不同比例时，可在视图名称的下方或右侧标注比例，例如：

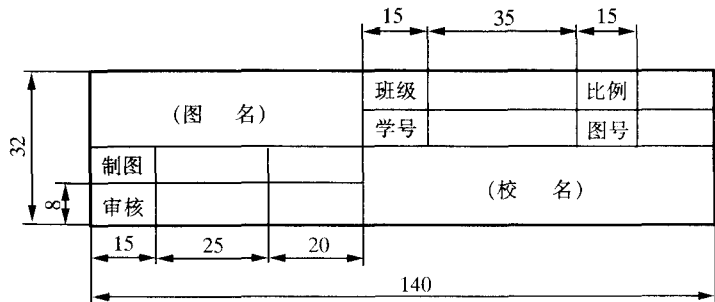


图 1-4 标题栏格式（作业中使用）

$$\frac{I}{2:1} \quad \frac{A}{1:100} \quad \frac{B-B}{2.5:1} \quad \text{平面图 } 1:10$$

### 三、字体（GB/T14691—1993）

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。

字体的高度（用  $h$  表示）的公称尺寸系列为 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20mm。字体高度代表字体的号数。

#### 1. 汉字

汉字应写成长仿宋体，并应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，其字宽一般为字高的 2/3。长仿宋体的书写要领是：横平竖直，注意起落，结构匀称，填满方格。

长仿宋体的汉字示例

10 号字

字体工整 笔画清楚 排列整齐 间隔均匀

7 号字

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

5号字

字体工整 笔画清楚 排列整齐 间隔均匀

## 2. 数字和字母

数字和字母有直体和斜体两种。一般采用斜体，斜体字字头向右倾斜，与水平线约成 $75^\circ$ 角。在同一图样上，只允许选用一种形式的字体。

### (1) 斜体拉丁字母示例

A B C D E F G H I J K L M N O

P Q R S T U V W X Y Z

a b c d e f g h i j k l m n o p q

r s t u v w x y z

### (2) 斜体数字示例

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

I II III IV V VI VII VIII IX X

## 四、图线 (GB/T17450—1998)





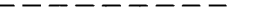



### 1. 图线线型及其应用

GB/T17450—1998《技术制图 图线》中规定了15种基本线型，每种基本线型的变形有四种。图线的宽度（用 $d$ 表示）分为粗线、中粗线、细线三种，其比例关系是4:2:1。机械图样上多采用两种线宽。建筑图样上可以采用三种线宽。所有线型的图线宽度应按图样的类

型和尺寸大小在下列数系中选择：0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2mm。宽度为 0.18mm 的图线在图样复制中往往不清晰，尽量不采用。

目前，在机械图样中常采用 8 种线型：粗实线、细实线、波浪线、双折线、虚线、粗点画线、细点画线、双点画线。如表 1-3 所示。

表 1-3 图线型式及应用

图线名称	图线形式	图线宽度	主要用处
粗实线		$b$	可见轮廓线
细实线		约 $b/2$	尺寸线，尺寸界线，剖面线，重合剖面的轮廓线
波浪线		约 $b/2$	断裂处的边界线，视图与剖视的分界线
双折线		约 $b/2$	断裂处的边界线
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，轨迹线
粗点画线		$b$	有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线		约 $b/2$	相邻辅助零件的轮廓线，极限位置的轮廓线

## 2. 图线的画法

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隔应各自大致相等，在图样中要显得匀称协调，建议采用图 1-5 的图线规格。

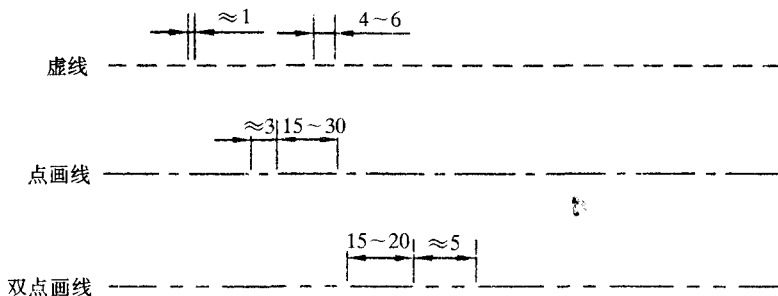


图 1-5 图线规格

2) 绘制点画线时，首末两端及相交处应是线段而不是短划，超出图形轮廓 2~5mm。在较小的图形上绘制点画线和双点画线有困难时，可用细实线代替。

3) 虚线与虚线相交，或与其他图线相交时，应以线段相交。当虚线为实线的延长线时，应留有间隙，以示两种不同线型的分界线。

绘制图线应注意的问题见图 1-6。图线应用示例如图 1-7 所示。

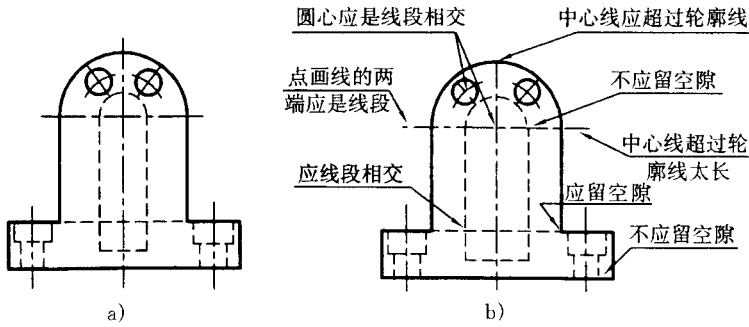


图 1-6 画点画线和虚线应遵守的画法

a) 正确 b) 错误

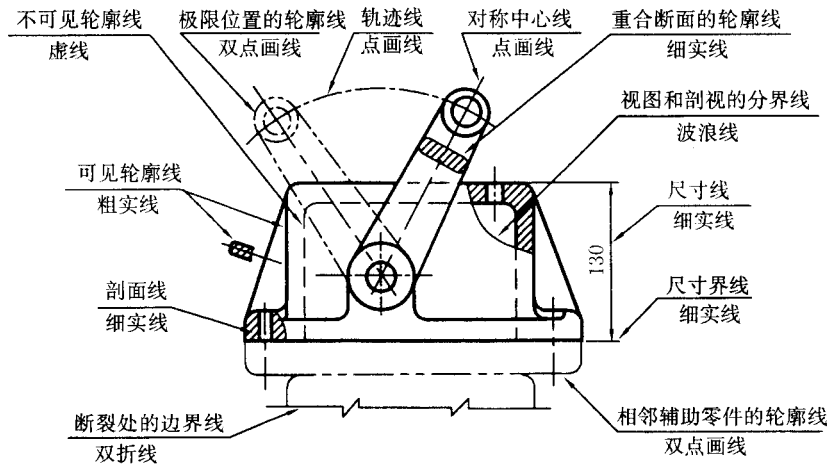


图 1-7 图线应用实例

## 五、尺寸标注 (GB4458.4—1984)

### 1. 基本规则

- 1) 图样中的尺寸，以 mm 为单位时，不需注明计量单位代号或名称。若采用其他单位则必须注明相应计量单位或名称。
- 2) 图样上所注的尺寸数值是机件的真实大小，与图形大小及绘图的准确度无关。
- 3) 机件的每一尺寸，在图样上一般只标注一次，并应标注在反映该结构最清楚的视图上。
- 4) 图样中所注尺寸是该机件最后完工时的尺寸，否则应另加说明。

### 2. 尺寸要素

一个完整的尺寸，由尺寸界线、尺寸线、尺寸线终端和尺寸数字四个要素所组成，如图 1-8 所示。

(1) 尺寸界线 尺寸界线用细实线绘制，一般是图形的轮廓线、轴线或对称中心线的延长线，超出尺寸线约 2~3mm。也可直接用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。尺寸界线一般与尺寸线垂直，必要时允许倾斜。

(2) 尺寸线 尺寸线用细实线绘制，必须单独画出，不能用其他图线代替，一般也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之间相

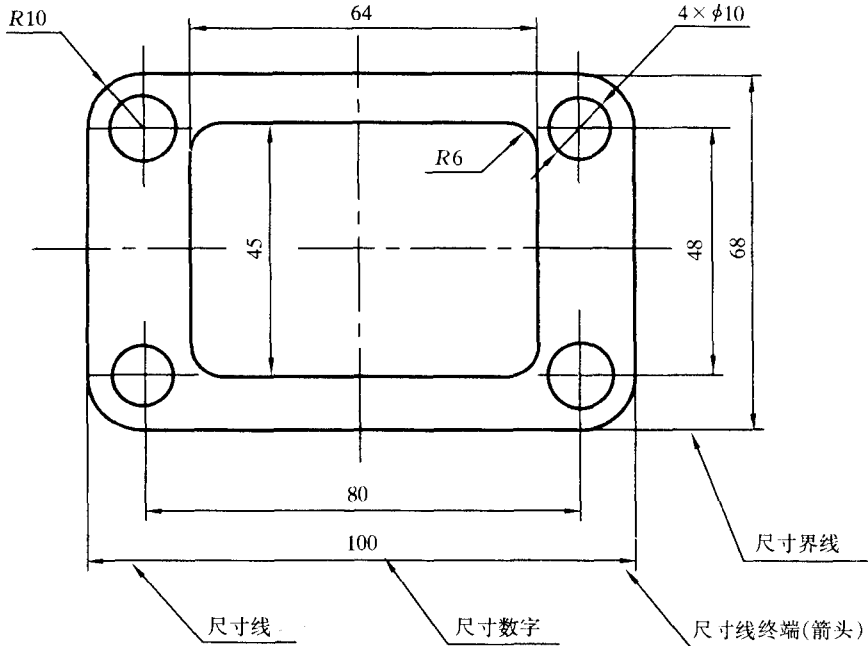


图 1-8 尺寸的组成

交。尺寸线应与所标注的线段平行，平行标注的各尺寸线的间距要均匀，间隔应大于 5mm，同一张图纸的尺寸线间距应相等。

标注角度时，尺寸线应画成圆弧，其圆心是该角的顶点。

(3) 尺寸线终端 尺寸线终端有两种形式，即箭头或细斜线，如图 1-9 所示。箭头适用于各种类型的图样。当尺寸线终端采用细斜线形式时，尺寸线与尺寸界线必须垂直。同一张图样中，只能采用一种尺寸线终端形式。采用箭头形式时，在位置不够的情况下，允许用圆点或斜线代替。

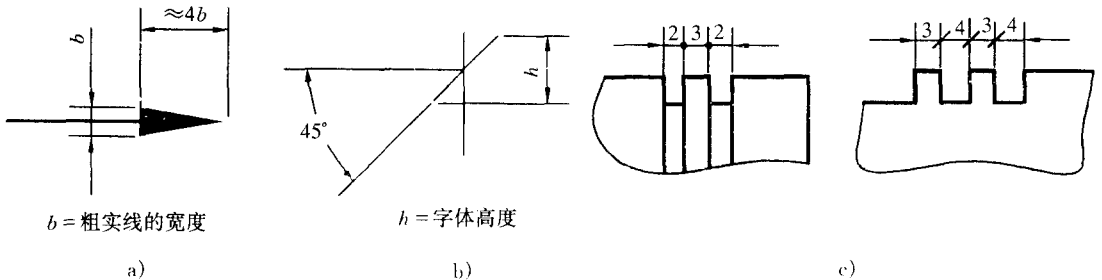


图 1-9 尺寸线终端的形式

a) 箭头示例 b) 细斜线示例 c) 其他

(4) 尺寸数字 线性尺寸的数字一般注写在尺寸线上方或尺寸线中断处。尺寸数字不能被任何图线通过，否则应将该图线断开，如图 1-10 所示。

尺寸数字前的符号区分不同类型的尺寸：

$\phi$ ——直径； $R$ ——半径； $S$ ——球面； $t$ ——板状零件厚度； $\square$ ——正方形； $\nabla$ （或 $\triangleright$ ）——锥度； $\angle$ （或 $\sphericalangle$ ）——斜度。

### 3. 各类尺寸标注示例

(1) 线性尺寸的注法 线性尺寸的数字应按图 1-11a 中所示的方向注写，即以标题栏方向为准，水平方向字头朝上，垂直方向字头朝左，倾斜方向字头有朝上趋势。应尽量避免在图 1-11a 所示的  $30^\circ$  范围内标注尺寸，当无法避免时，可按图 1-11b 的形式标注。

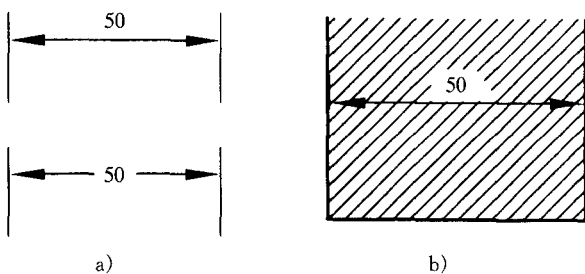


图 1-10 尺寸数字的标注方法

(2) 角度尺寸注法 标注角度时，尺寸数字一律水平书写，即字头永远朝上，一般注在尺寸线的中断处，如图 1-12a 所示。必要时也可按图 1-12b 的形式标注。

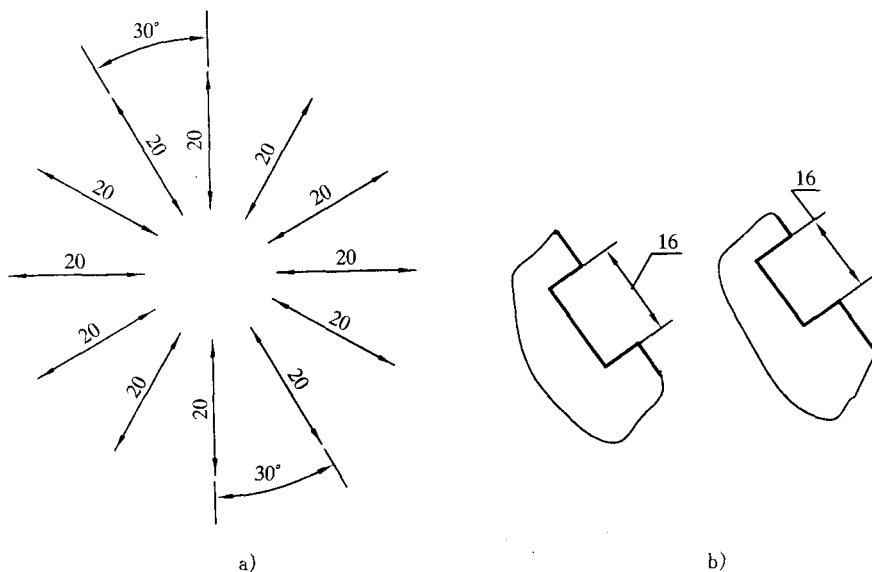


图 1-11 线性尺寸的数字注法

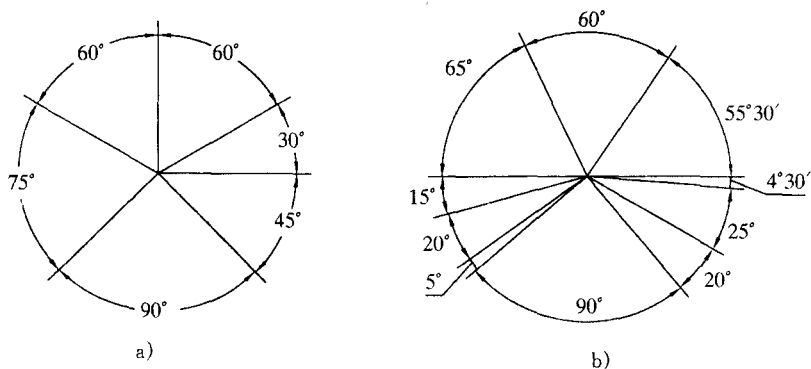


图 1-12 角度尺寸的注法

### (3) 圆、圆弧及球面尺寸的注法

1) 标注圆或大于半圆的弧时，应在尺寸数字前加注符号“ $\phi$ ”；标注圆弧半径时，应在尺寸数字前加注符号“ $R$ ”。尺寸线应通过圆心，终端为箭头。如图 1-13 所示。

2) 当圆弧的半径过大，图纸范围内无法注出圆心位置时，可按图 1-14b 标注。

3) 标注球面的直径或半径时，应在符号“ $\phi$ ”或“ $R$ ”前加注“ $S$ ”。在不易引起误解时，可省略，如图 1-15 所示。

(4) 小尺寸的注法 对于小尺寸，在没有足够的位置画箭头或注写数字时，箭头可画在外面，或用小圆点代替两个箭头，尺寸数字也可采用旁注或引出标注，如图 1-16 所示。

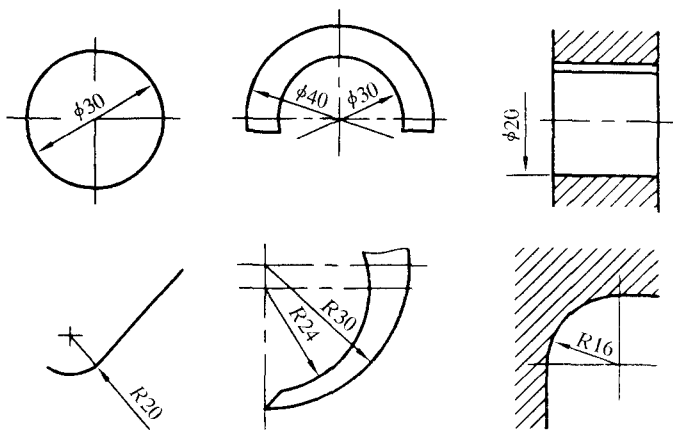


图 1-13 圆及圆弧尺寸的注法

(5) 弦长和弧长的标注 弦长和弧长的尺寸界线应垂直于弦的垂直平分线。标注弧长尺寸时，尺寸线用圆弧，并应在尺寸数字上方加注符号“ $\frown$ ”，如图 1-17 所示。

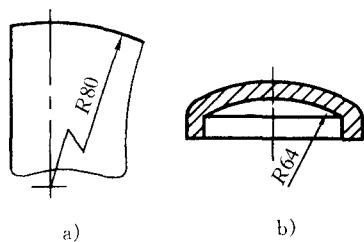


图 1-14 大圆弧尺寸的注法

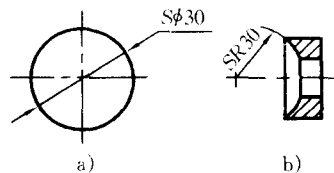


图 1-15 球面的尺寸注法

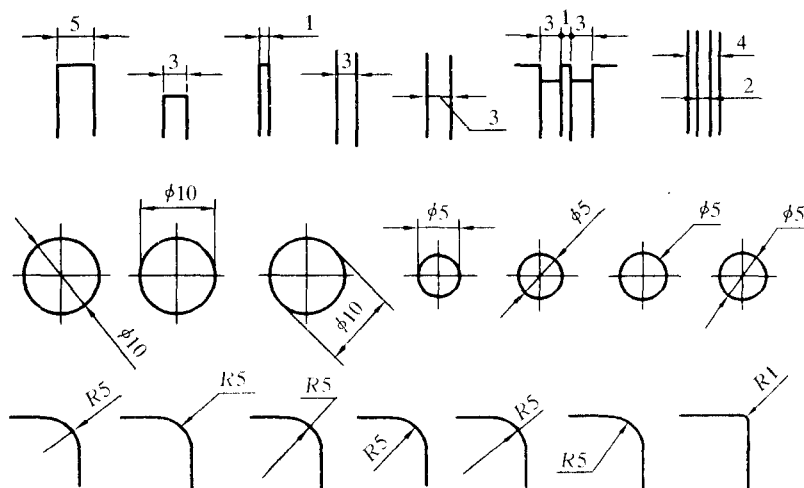


图 1-16 小尺寸的注法

## (6) 其他结构尺寸的注法

1) 光滑过渡处的尺寸注法。在光滑过渡处注尺寸，必须用细实线将轮廓线延长，从交点处引尺寸界线。尺寸线应平行于两交点的连线，如图 1-18 所示。

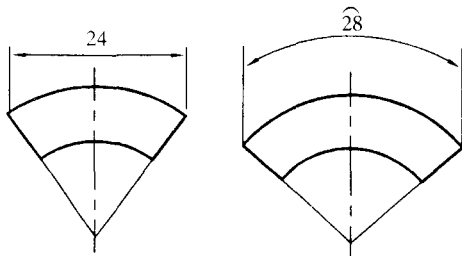


图 1-17 弦长、弧长的标注

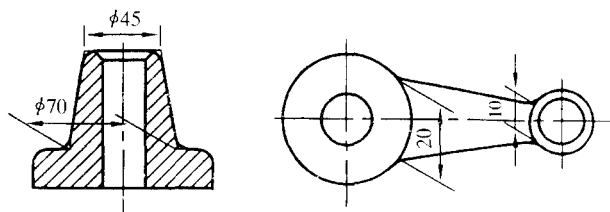


图 1-18 光滑过渡处的尺寸标注

2) 板状零件和正方形结构的注法。板状零件的厚度可在尺寸数字前加注符号“ $t$ ”，如图 1-19 所示。标注机件的断面为正方形结构的尺寸时，可在边长尺寸数字前加注符号“ $\square$ ”或注“边长 $\times$ 边长”，如图 1-20 所示。图中相交的两条细实线是平面符号。

3) 均匀分布成组结构的注法。均匀分布的成组结构，可按图 1-21a 标注。当成组结构的定位和分布情况明确时，可不标注其角度并省略“均布”二字。见图 1-21b。

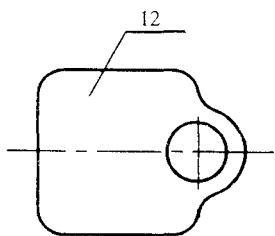


图 1-19 板状零件厚度的标注

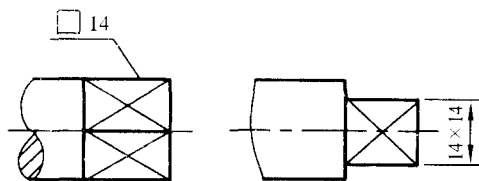


图 1-20 正方形结构的尺寸标注

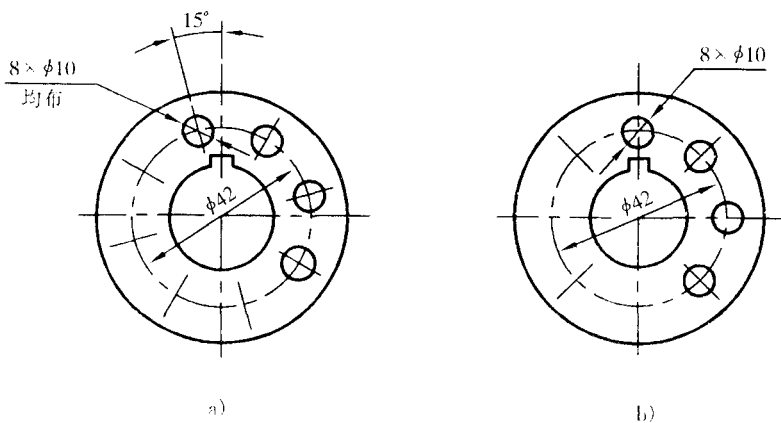


图 1-21 均匀分布成组结构的注法

## 第二节 绘图工具及其使用

正确使用绘图工具和仪器，是保证绘图质量、提高绘图效率的一个重要方面。为此，必须养成正确使用绘图工具及仪器的好习惯。

常用的绘图工具及仪器有图板、丁字尺、三角板、圆规、分规、曲线板、铅笔等。下面分别介绍其使用方法。

### 一、图板和丁字尺

图板用作画图时的垫板以铺放、固定图纸，其板面必须平整、光滑，周边应平直，绘图时用胶带纸将图纸固定在图板上。丁字尺由尺头和尺身组成，与图板配合使用，主要用来画水平线。使用时左手握尺头，使内侧边紧靠图板的左边上下滑动，沿尺身工作边由左向右画水平线，如图 1-22 所示。

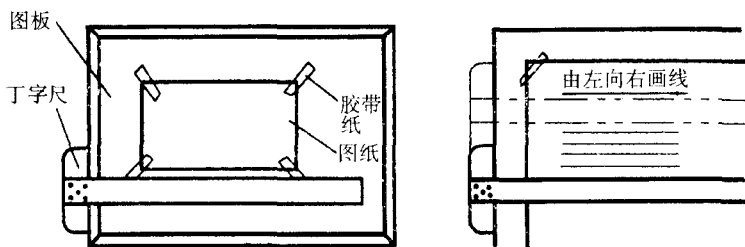


图 1-22 图板与丁字尺的用法

### 二、三角板

一副三角板有两块，一块是  $45^\circ$  等腰直角三角形，另一块是  $30^\circ$  和  $60^\circ$  直角三角形。三角板与丁字尺配合使用，可画竖直线和  $15^\circ$ 、 $30^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $75^\circ$  的倾斜线，如图 1-23 所示。此外，利用一副三角板，还可以画出已知直线的平行线和垂直线。

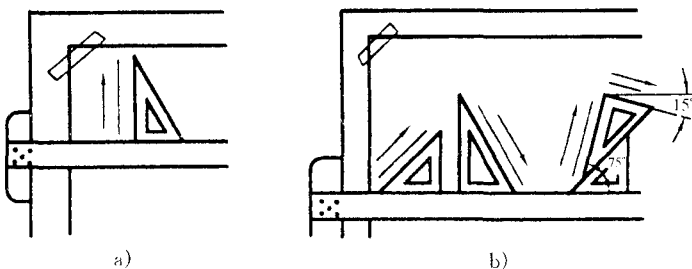


图 1-23 三角板的用法

### 三、圆规

圆规主要用于画圆和圆弧。圆规的一条腿上装有铅芯，另一条腿上装有钢针。钢针两端的形状

不同，一端为台阶状，一端为锥状，常用台阶状的那端做圆规用，锥状针尖做分规用。画大圆时需装延伸杆。使用时，针尖应比铅芯略长，钢针和铅芯垂直于纸面，特别在画大圆时更应如此。

### 四、分规

分规用来量取线段、等分线段和截取尺寸。分规两腿均装有锥形钢针。为了量取尺寸准确，分规的两针尖应平齐。

### 五、铅笔

绘图用铅笔的铅芯分别用 B 和 H 表示软、硬程度，B 前的数字越大表示铅芯越软，H 前