

高等职业教育教学改革示范教材

# 机械制图与 CAD

葛秀芬 主编  
王桂娟 魏国江 副主编  
卢相中 主审



国防工业出版社  
National Defense Industry Press

高等职业教育教学改革示范教材

# 机械制图与 CAD

葛秀芬 主 编  
王桂娟 魏国江 副主编  
卢相中 主 审

国防工业出版社

·北京·

## 内 容 简 介

本书是根据高等职业教育的基本要求,从高职教育改革的实际出发,并结合编者多年的实践教学经验编写而成。

本书以社会对学生职业要求为主线,以学生能力的培养要求为标准,将课程系统地划分为机械图样绘图环境的设置、用正投影法绘制物体的三视图、机械图样的基本表达方法、轴测图的绘制、标准件与常用件的规定画法、零件图和装配图的绘制六个学习情境。对每一个学习情境中的重点难点内容采用任务驱动和案例分析的教学方法讲授,并配以相应的《机械制图与CAD习题集》。

本书可作为高等专科学校、高等教育院校继续教育学院等机类、近机类专业的机械制图教材,也可作为相近专业及其他技术人员的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

机械制图与CAD / 葛秀芬主编. —北京:国防工业出版社, 2012.7

高等职业教育教学改革示范教材

ISBN 978-7-118-08203-6

I. ①机… II. ①葛… III. ①机械制图—高等职业教育—教材②机械制图—计算机制图—高等职业教育—教材  
IV. ①TH126

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第138806号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100048)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

\*

开本 889 × 1194 1/16 印张 27 字数 668 千字

2012年7月第1版第1次印刷 印数 1—4000册 定价 46.00元(含习题集)

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

# 前 言

本书是根据教育部有关加大课程建设与改革力度,全面提高高职教育的教学质量有关文件的指导思想编写而成。所以本书在内容组织上有以下特点。

(1)本着“工学结合,够用为度”的原则,将内容系统地分为六个学习情境。例题采用任务驱动法和案例分析法讲解,使学习的重点、难点突出,便于学生对知识的理解和掌握。

(2)将“机械制图”、“AutoCAD”、“互换性与技术测量”三门课整合为一门课,并将知识合理衔接。在教材组织上将绘图理论与相应内容的 CAD 绘图技能放在一个学习情境中同步教授,所举案例均用手工绘图和 CAD 绘图对照讲解,使绘图理论和绘图训练结合紧密,能增加学生的学习兴趣。

(3)将公差与配合有关知识融入零件图和装配图的学习情境中,能实现理论学以致用,避免理论知识和绘图实践的脱节。

(4)本书以三视图的绘制为主线,从简单切割体三视图到基本几何体三视图,再到截切体和相贯体的三视图,最后讲授组合体三视图的绘制。内容由浅入深,学起来思路清晰,充分体现了本门课的学习重点和培养目标要求。

(5)为了学生更好地掌握三视图的形体分析法和线面分析法,本书将正投影理论和立体的三视图相结合,从三个视图的角度讲解点、线、面的投影,在三视图的绘制中,自始至终强调形体分析法与线面分析法相结合。对尺寸标注分层次提出,尤其是对用 CAD 标注尺寸的方法,逐步完善它的标注样式。

本书可概括为三大学习模块:学习情境 1 为基础知识模块;学习情境 2、3、4 为投影制图模块;学习情境 5、6 为专业制图模块。

本书由河北能源职业技术学院葛秀芬担任主编,王桂娟、魏国江为副主编。参加编写的人员有:河北能源职业技术学院葛秀芬(学习情境 1、2),秦云(学习情境 3),魏国江(学习情境 4),王亚楠(学习情境 5),王桂娟(学习情境 6)。本书由河北能源职业技术学院卢相中主审。

由于水平有限,书中难免有缺点和错误,恳请使用本书的师生和读者批评指正。

编者

2012 年 5 月

## 《机械制图与 CAD》编委会

主 编 葛秀芬

副主编 王桂娟 魏国江

参 编 秦 云 王亚楠

主 审 卢相中

# 目 录

学习情境一 机械图样绘图环境的设置 .....	1
任务一 正确使用国家标准绘制平面图形并标注尺寸 .....	1
任务二 用 AutoCAD 绘制平面图形 .....	19
任务三 用 CAD 标注平面图形的尺寸 .....	32
实题训练与思考 .....	41
学习情境二 用正投影法绘制物体的三视图 .....	45
任务一 用正投影法绘制简单物体的三视图 .....	45
任务二 作点、直线、平面的三面投影图 .....	52
任务三 绘制基本几何体的三视图并求表面上点的投影 .....	71
任务四 绘制截切体的三视图 .....	79
任务五 绘制相贯体的三视图 .....	90
任务六 用 CAD 绘制物体的三视图 .....	96
实题训练与思考 .....	104
学习情境三 机械图样的基本表达方法 .....	106
任务一 画组合体视图并标注尺寸 .....	106
任务二 读组合体视图 .....	114
任务三 机件的表达方法 .....	120
任务四 用 AutoCAD 绘制组合体的三视图和其他视图 .....	135
实题训练与思考 .....	142
学习情境四 轴测图的绘制 .....	145
任务一 利用形体分析法绘制物体的正等轴测图和斜二等轴测图 .....	145
任务二 利用 AutoCAD 绘制物体的正等轴测图 .....	155
学习情境五 标准件与常用件的规定画法 .....	162
任务一 标准件及其规定画法 .....	162
任务二 常用件及其规定画法 .....	179
实题训练与思考 .....	186
学习情境六 零件图和装配图的绘制 .....	188
任务一 零件图的读图与绘图 .....	188
任务二 装配图的读图与绘图 .....	219
实题训练与思考 .....	234
附录 .....	236
参考文献 .....	265

# 学习情境一 机械图样绘图环境的设置

## 【情境描述及目标】

本学习情境主要学习与机械制图有关的国家标准,如图纸的幅面和规格、比例、字体、图线和进行尺寸标注等内容。通过对平面图形绘图方法的讲授和绘图训练,要求掌握:能按国家标准采用手工绘图仪器正确绘制平面图形和进行尺寸标注;通过计算机绘图 CAD 基本命令的教授,学会建立 AutoCAD 绘图环境,并能绘制各种平面图形及进行各种平面图形的尺寸标注。

## 【重点难点】

重点:用手工绘图仪器和计算机 AutoCAD 绘制平面图形;

平面图形的尺寸标注。

难点:平面图形的尺寸标注。

## 任务一 正确使用国家标准绘制平面图形并标注尺寸

### 【任务知识准备】

#### (一) 机械图样的一般规定

准确地表达物体的形状、尺寸和技术要求的图,称为图样。图样是工厂组织生产、制造零件和装配机器的依据;是表达设计者设计意图的重要手段;是工程技术人员交流技术思想的重要工具,被誉为“工程界技术语言”。

在建筑工程中使用的图样称为建筑图样,在机械工程中使用的图样称为机械图样。机械制图是以机械图样作为研究对象,即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。

为适应生产发展和技术交流的需要,国家对图样的绘制方法、绘图格式及绘图规则等做出了统一的规定。

本学习情境摘要介绍国家标准对图纸幅面和格式、比例、字体、图线、尺寸标注方法以及机械工程 CAD 制图的有关规定,并介绍常用的绘图方式和几何作图方法。

#### 1. 图纸的幅面和标题栏

为了便于图样的绘制、使用和保管,图样均应该画在规定幅面和格式的图纸上。

##### 1) 图纸幅面

绘制图样时,优先采用表 1-1 中规定的基本幅面尺寸,必要时也可加长幅面,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。加长后幅面代号记作:基本幅面代号×倍数。如 A3×3,表示按 A3 图幅的短边 297mm 加长 3 倍,即加长后图纸尺寸为 420mm×891mm。基本幅面图纸中,A0 幅面为 1m<sup>2</sup>,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 1/2,A2 图纸的面积是 A1 的 1/2,其余如此类推,其关系如图 1-1 所示。

##### 2) 图框格式

图纸可横放或竖放,一般采用 A4 竖放或 A3 横放。

表 1-1 基本幅面尺寸

(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	

图样中图框由内、外两框组成。外框用细实线绘制,大小为幅面尺寸;内框用粗实线绘制,内外框周边的尺寸与格式有关。图框有两种格式:留装订边和不留装订边。两种格式图框周边的尺寸  $a$ 、 $c$ 、 $e$  如表 1-1 所列。留装订边的图样,其格式如图 1-2(a) 所示。不留装订边时,如图 1-2(b) 所示,只要将图 1-2(a) 中的尺寸  $a$  和  $c$  都改成表 1-1 中的尺寸  $e$  即可。同一产品中所有图样均应采用同一格式。

3) 标题栏的位置和格式

为使绘制的图样便于管理及查阅,每张图都必须有标题栏。标题栏的位置一般画在图框内的右下角,用粗实线绘制。技术制图标准规定,标题栏一般由更改区、签字区、其他区、名称代号区组成。但也可按实际需要增加或减少。

当标题栏的长边置于水平方向并与图纸长边平行时,构成 X 型图纸;若标题栏的长边垂直于图纸长边时,则构成 Y 型图纸,如图 1-2 所示。看图的方向应与标题栏的方向一致。以下给出了标题栏的两种格式,具体分栏格式及尺寸如图 1-3 所示。图 1-3(b) 的标题栏包括下列内容:零件的名称、制图者姓名、制图日期、制图的比例、图号、审核者姓名、审核日期等,制图作业和 CAD 绘图中建议采用如图 1-3(b) 所示的格式。

2. 比例

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。特别强调以下几点:

- (1) 比例已经规范化,不可随意确定,要按照表 1-2 选取。
- (2) 画图时应尽量采用 1:1 的比例(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尺寸,而与采用的比例无关。如图 1-4 所示。
- (4) 绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例,并将所用比例填写在标题栏的比例栏中。

表 1-2 比例

种类	比 例	
	第一系列	第二系列
原值比例	1:1	
缩小比例	1:2, 1:5, 1:10, 1:10 <sup>n</sup> , 1:2 × 10 <sup>n</sup> , 1:5 × 10 <sup>n</sup>	1:1.5, 1:2.5, 1:3, 1:4, 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>
放大比例	2:1, 5:1, 10 <sup>n</sup> :1, 2 × 10 <sup>n</sup> :1, 5 × 10 <sup>n</sup> :1	2.5:1, 4:1, 2.5 × 10 <sup>n</sup> :1, 4 × 10 <sup>n</sup> :1

注:  $n$  为正整数

如图 1-4 所示是采用不同比例所画的图形。

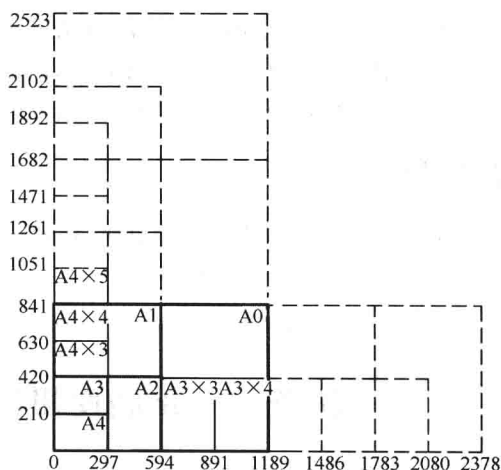


图 1-1 图纸幅面



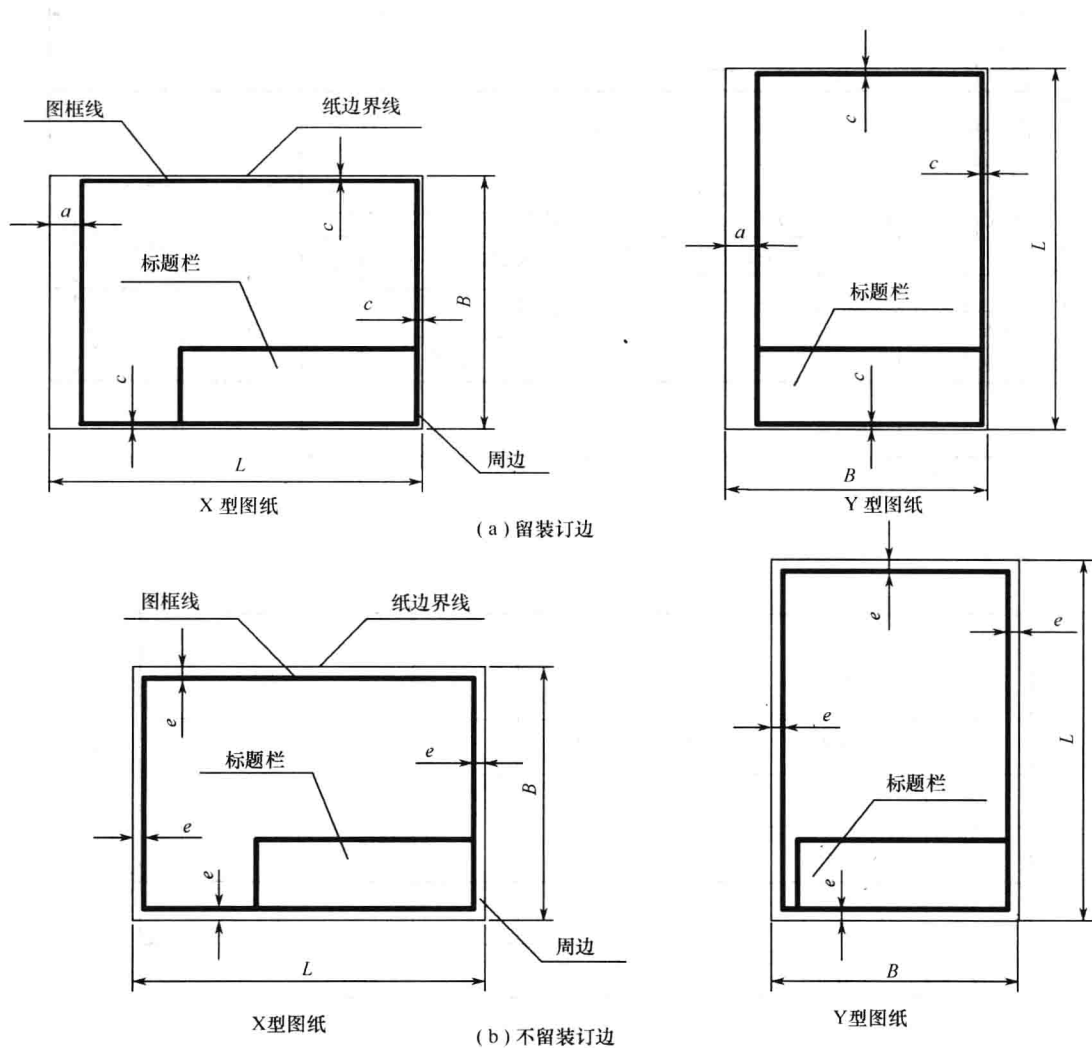


图 1-2 标题栏的位置

### 3. 字体

#### 1) 汉字

图样中的汉字应采用长仿宋体,字的大小应按字号规定选取,字体号数代表字体的高度。高度尺寸为 1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm 和 20mm,字体高度按 $\sqrt{2}$ 的比率递增,写汉字时字号不能小于 3.5mm。字宽一般为  $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋体汉字书写的特点:横平竖直,起落有锋,粗细一致,结构匀称。

如图 1-5 所示是长仿宋体汉字书写示例。

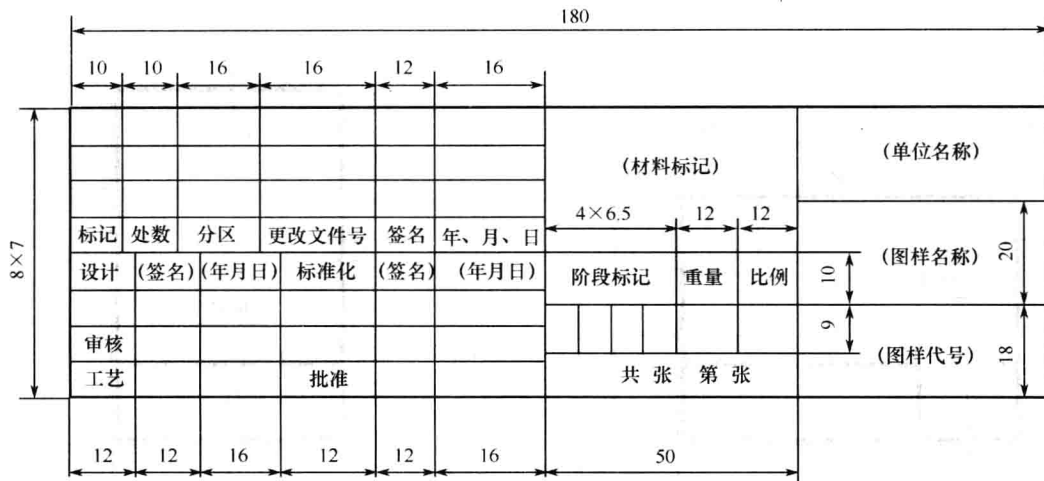
#### 2) 字母和数字

在图样中,字母和数字可写成斜体或直体,斜体字字头向右倾斜,与水平基准线呈  $75^\circ$ 。如图 1-6 所示是字母和数字书写示例。

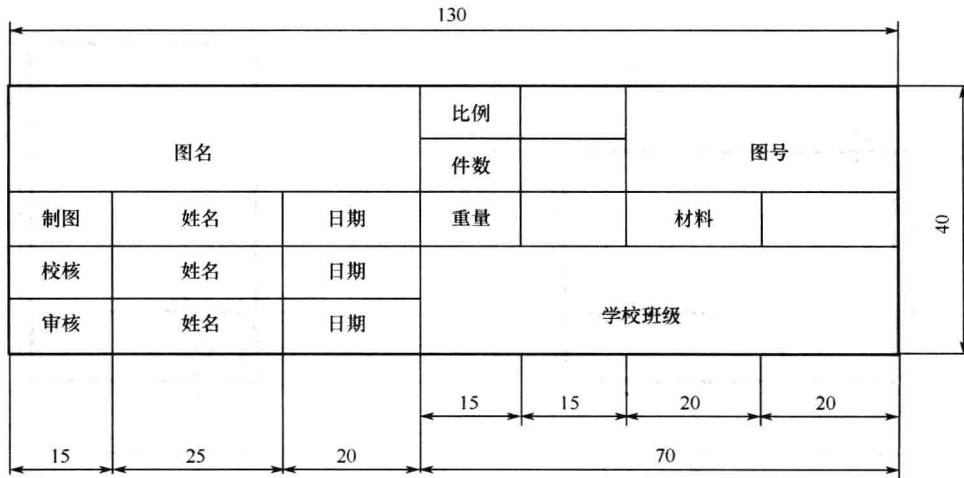
### 4. 图线

#### 1) 线型

绘制图样时,所采用的各种线型及其应用场合应符合国标的规定。机械图样中常用的图线名称、形式、宽度及其应用见表 1-3 和图 1-7。



(a)



(b)

图 1-3 标题栏的格式及尺寸

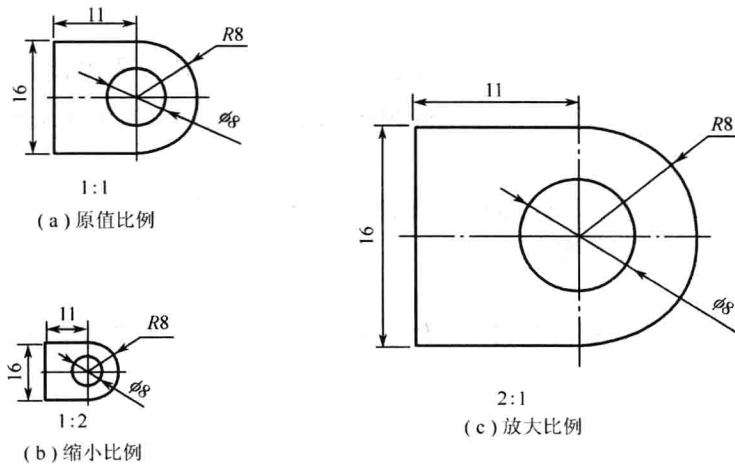


图 1-4 采用不同比例所画的图形

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矿山井坑港口纺织服装

图 1-5 汉字书写示例

**ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ**  
**abcdefghijklmnopq**  
**rstuvwxyz**  
**0123456789**

图 1-6 字母和数字书写示例

表 1-3 线型及应用

名称	形式	宽度	主要用途及线素长度	
粗实线		粗	表示可见轮廓线	
细实线		细	表示尺寸线、尺寸界线、剖面线、指引线、重合断面的轮廓线、过渡线	
波浪线			表示断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线	
双折线			表示断裂处的边界线	
细虚线			表示不可见轮廓线。画长 12d, 短间隔长 3d (d 为粗线宽度)	
细点画线			表示轴线、圆中心线、对称中心线	
粗点画线		粗	限定范围表示线	
细双点画线		细	表示相邻辅助零件的轮廓线、轨迹线	

### 2) 线宽

机械图样中的图线分粗、细两种。粗线的宽度  $d$  应按照图形的大小及复杂程度在  $0.5\text{mm} \sim 2\text{mm}$  之间选择, 细线的宽度约为  $d/2$ 。

图线宽度的推荐系列:  $0.18\text{mm}, 0.25\text{mm}, 0.35\text{mm}, 0.5\text{mm}, 0.7\text{mm}, 1\text{mm}, 1.4\text{mm}, 2\text{mm}$ 。制图中一般常用的粗实线宽度为  $0.5\text{mm} \sim 1\text{mm}$ , 作业中一般选择  $0.5\text{mm}$  为宜。

### 3) 绘图时图线的画法要求

(1) 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应各自大致相等。

(2) 两条平行线(包括剖面线)之间的距离应不小于粗实线的 2 倍宽度, 其最小距离不得小于  $0.7\text{mm}$ 。

(3) 用点画线绘制圆的对称中心线时, 圆心应为线段的交点。

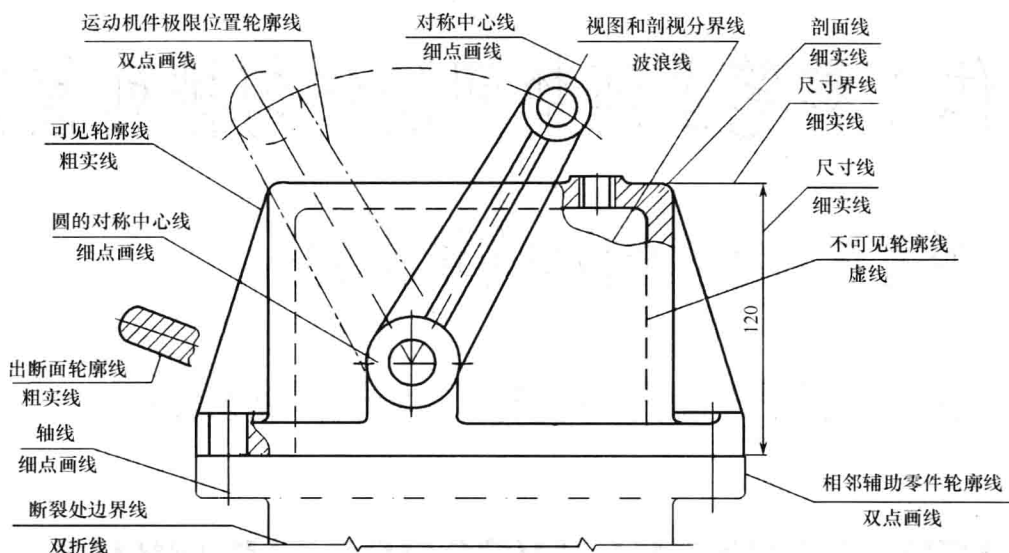


图 1-7 图线应用示例

(4) 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。

(5) 点画线、虚线以及其他图线相交时,都应在线段处相交,不应在空隙处或短处相交。当虚线成为实线的延长线时,在虚、实线的连接处,虚线应留出空隙。

(6) 点画线和双点画线中的“点”应画成约 1mm 的短划,点画线和双点画线的首尾两端应是线段而不是短划。

(7) 轴线、对称中心线、双折线和作为中断处的双点画线,应超出轮廓线 2mm ~ 5 mm。

图 1-8 给出了点画线和虚线应用的正误对比。

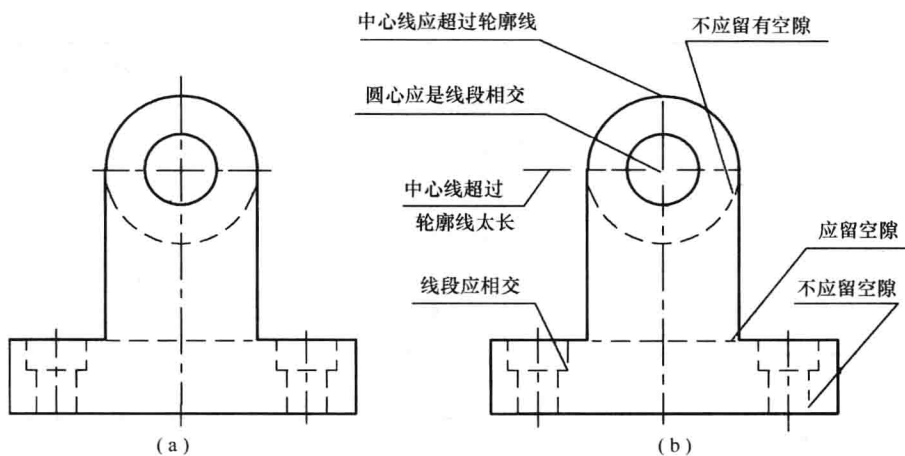


图 1-8 点画线和虚线应用正误对比

### 5. 尺寸标注

图形只能表达机件的结构形状,其真实大小由尺寸确定。一张完整的图样,其尺寸注写应做到正确、完整、清晰、合理。本学习情境只摘要介绍国家标准有关注写尺寸的一些规定,对尺寸注写的其他要求将在后续学习中介绍。

#### 1) 基本规定

(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(包括技术要求和说明)的尺寸,一般以毫米为单位。以毫米为单位时,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。

## 2) 尺寸组成

一个完整的尺寸由尺寸界线、尺寸线、尺寸终端的箭头或斜线和尺寸数字(包括必要的字母和图形符号)组成,如图 1-9(a)所示。

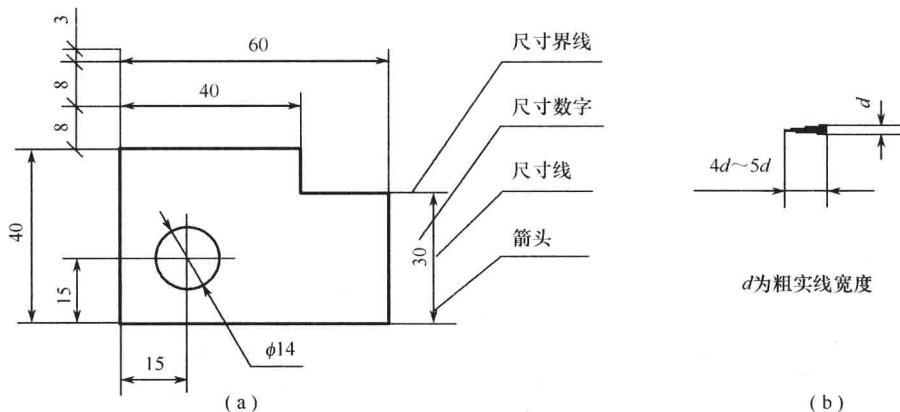


图 1-9 尺寸组成

(1) 尺寸界线用细实线绘制,并应自图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出,也可以用轮廓线、轴线或对称中心线做尺寸界线。尺寸界线应超出尺寸线约 3mm,如图 1-9(a)图所示。若在光滑过渡处标注尺寸时,必须用细实线将轮廓线延长,并从它们的交点引出尺寸界线,如图 1-10 所示。

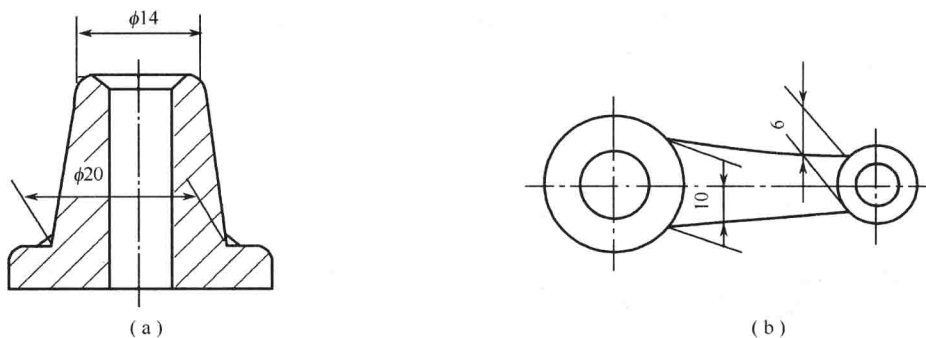


图 1-10 光滑过渡处的尺寸界线

(2) 尺寸线必须用细实线画出,不得用其他图线代替或画成其他图线的延长线,也不能与其他图线重合。尺寸线的终端应画出箭头,并与尺寸界线相接触。通常尺寸线应垂直于尺寸界线。尺寸线终端的箭头如图 1-9(b)所示,箭头最粗处的宽度为  $d$  ( $d$  为粗实线宽度),其长度约为  $4d \sim 5d$ 。同一图样中所有尺寸箭头的大小应大致相同。当尺寸界线内侧没有足够的位置画箭头时,可将箭头画在尺寸界线的外侧;当尺寸界线内、外侧均无法画箭头时,可用圆点或斜线代替,圆点必须画在用细实线引出的尺寸界线上,圆点的直径为粗实线的宽度  $d$ 。标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行。尺寸线与轮廓线以及两平行尺寸线的间距一般取 7mm 左右,如图 1-9(a)所示。

(3) 线性尺寸的尺寸数字一般应注写在尺寸线的上方,如图 1-11 所示。也允许注写在尺寸线的中断处。当没有足够的位置注写尺寸数字时,可引出标注。线性尺寸的尺寸数字应按图 1-11(a)所示的方向注写。水平方向的尺寸数字字头朝上;垂直方向的尺寸数字字头朝左;倾斜方向的尺寸数字字头趋于朝上。当必须在图中所示  $30^\circ$  范围内标注尺寸时,可按图 1-11(b)的形式标注。尺寸数字不允许被任何图线穿过,当不可避免时,必须将图线断开,如图 1-11(c)所示。

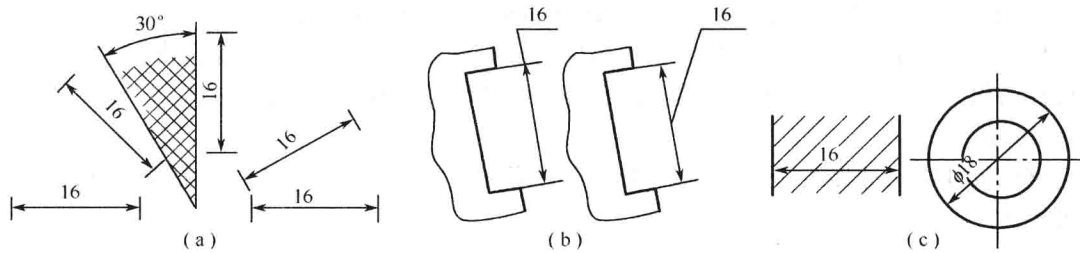


图 1-11 尺寸数字注写示例

表 1-4 列出了常用的尺寸注法。

表 1-4 常用的尺寸注法

内容	示例	说明
角度		<p>角度的尺寸界线应沿径向引出。尺寸线应画成圆弧,其圆心是该角的顶点。角度的尺寸数字,一般应注写在尺寸线的中断处,并一律写成水平方向,必要时也可写在尺寸线的上方、外面或引出标注</p>
直径和半径		<p>直径、半径的尺寸数值前,应分别注出符号“<math>\phi</math>”、“<math>R</math>”。对球面,应在符号“<math>\phi</math>”或“<math>R</math>”前加注符号“<math>S</math>”,在不致引起误解时,也允许省略符号“<math>S</math>”</p> <p>当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标注其圆心位置时,可用折线形式表示尺寸线。若无需表示圆心位置时,可将尺寸线中断</p>
小间隔、小圆和小圆弧		<p>没有足够位置画箭头或注写尺寸数字时,可按左图形式标注</p>
弦长和弧长		<p>标注弦长尺寸时,尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线。标注弧长尺寸时,尺寸线用圆弧,尺寸数字上方应加注符号“<math>\overset{\frown}</math>”,尺寸界线应沿径向引出</p>
对称形及薄板零件的厚度		<p>标注对称尺寸时,尺寸线应略超过对称中心线或断裂线,且只在有尺寸界线的一端画出箭头。</p> <p>薄板零件的厚度可用引线注出,并在尺寸数值前加注符号“<math>t</math>”</p>

(续)

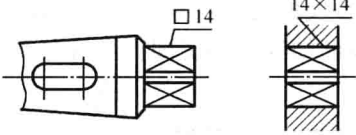
内容	示例	说明
正方形结构		<p>剖面为正方形时,可在正方形边长尺寸数字前加注符号“□”或用“<math>B \times B</math>”代替,<math>B</math>为正方形的边长</p>

图 1-12 给出了尺寸标注的正误对比。

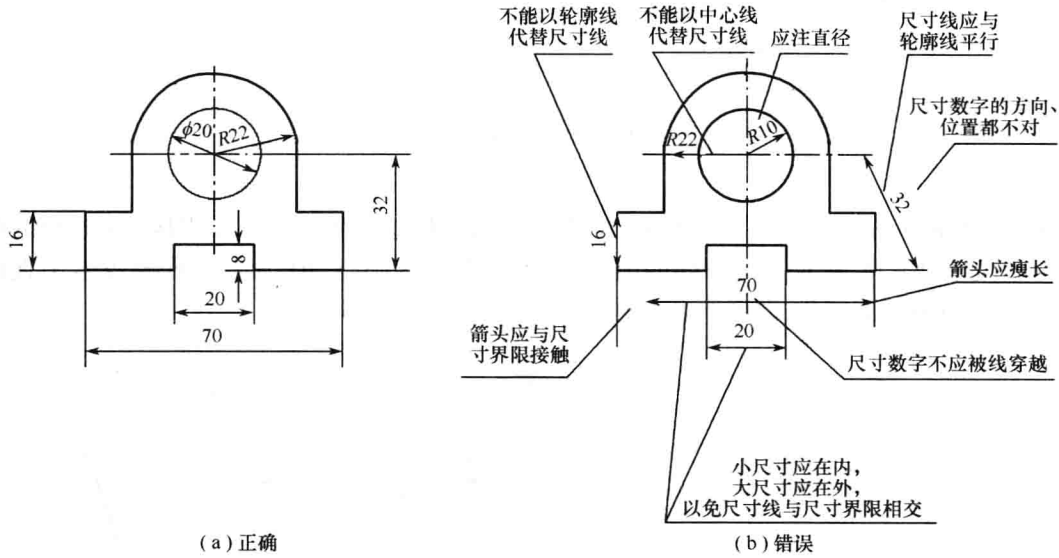


图 1-12 尺寸标注的正误对比

图 1-13 给出了平面图形的尺寸标注示例。

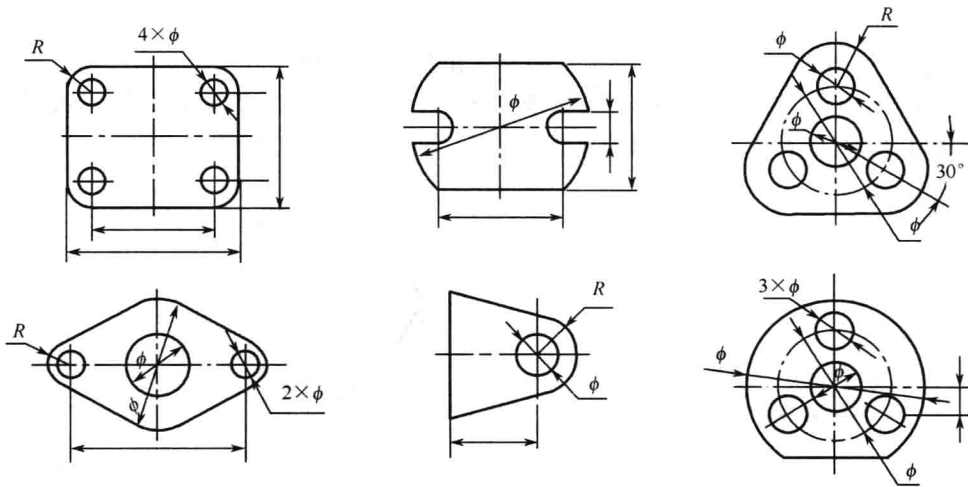


图 1-13 平面图形的尺寸标注示例

## (二) 几何作图

机件的形状虽然多种多样,但都是由各种几何形体组合而成的。它们的图形也是由一些基本的几何图形组成。因此,熟练地掌握基本几何图形的画法是绘制机械图样的基础。常用的几何作图有等分线段、等分圆周、斜度与锥度作图方法、线段连接和平面图形作图方法等。

### 1. 线段和圆周的等分

#### 1) 等分直线段

将  $AB$  线段等分  $n$  等分。

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。将等分的最末点与已知线段的另一端点相连,再过各等分点作该线的平行线与已知线段相交即得到等分点。如图 1-14 所示。

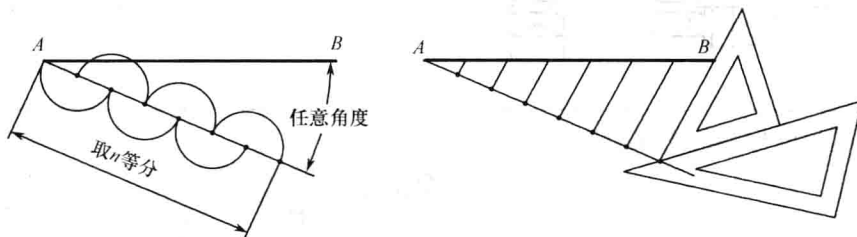


图 1-14 等分直线段

#### 2) 等分圆周

下面介绍圆内接正五边形、正六边形的作图方法;并以正七边形为例,介绍圆内接正  $n$  边形的近似作法。

正五边形,如图 1-15 所示:①作  $OA$  的中点  $M$ ;②以  $M$  点为圆心,  $M1$  为半径画弧,交水平直径于  $K$  点;

③以  $1K$  为边长,将圆周五等分,即可作出圆内接正五边形。

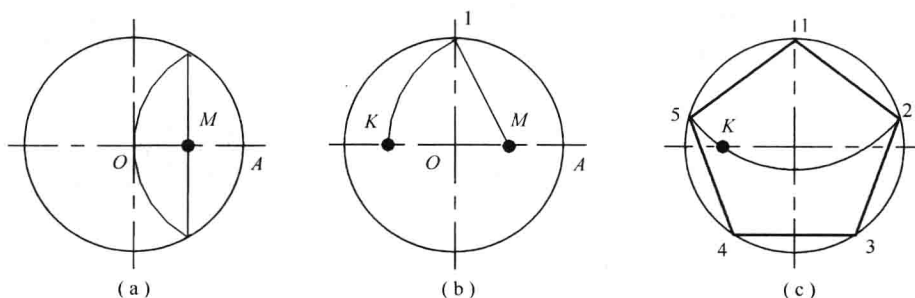


图 1-15 正五边形画法

正六边形,如图 1-16 所示,画法分为圆规作图和三角板作图两种。

用圆规作图:分别以已知圆在水平直径上的两处交点  $A$ 、 $D$  为圆心,以  $R = D/2$  作圆弧,与圆交于  $B$ 、 $C$ 、 $E$ 、 $F$  点,依次连接  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ 、 $E$ 、 $F$  点即得圆内接正六边形,如图 1-16(a) 所示。

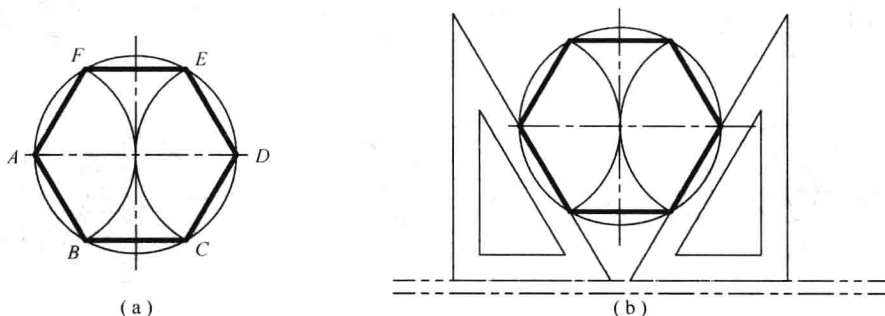


图 1-16 正六边形画法

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 1-16(b) 所示。

正  $n$  边形,如图 1-17 所示: $n$  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  $S_2$ 、 $S_4$ 、 $S_6$ ,与圆周相交得点  $G$ 、 $F$ 、 $E$ ,再作出它们的对称点,即可作出圆内接正  $n$



边形。

## 2. 斜度和锥度

### 1) 斜度

斜度是指一直线(或平面)对另一直线或平面的倾斜程度。斜度的大小就是这两条直线夹角的正切值。斜度的比值要化作 1:n 的形式,并在前面加注斜度符号“∠”,其方向与斜度的方向一致。斜度的画法如图 1-18 所示,斜度的符号如图 1-19(a)所示。

### 2) 锥度

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。锥度的大小也是圆锥素线与轴线夹角的正切值的 2 倍。锥度的比值也要化作 1:n 的形式,并在前面加注锥度符号,其方向与斜度的方向一致。锥度的画法如图 1-20 所示,锥度的符号如图 1-19(b)所示。

图 1-21 所示为锥度为 1:3 的塞规的标注和作图方法。

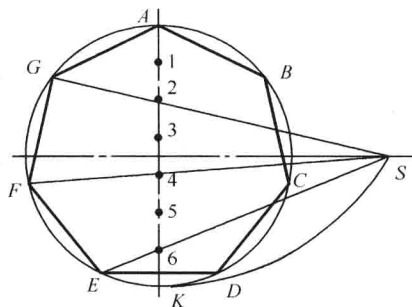


图 1-17 正 n 边形画法

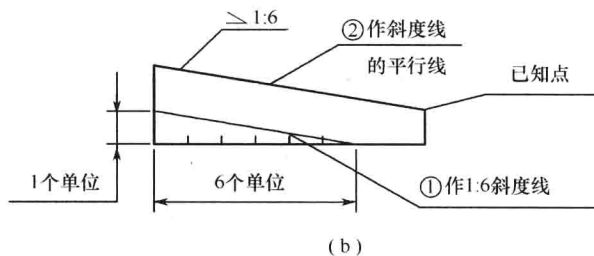
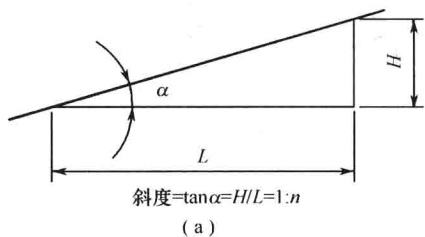
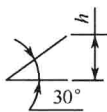
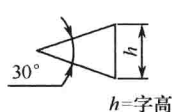


图 1-18 斜度的画法



(a) 斜度符号



(b) 锥度符号

图 1-19 斜度和锥度符号

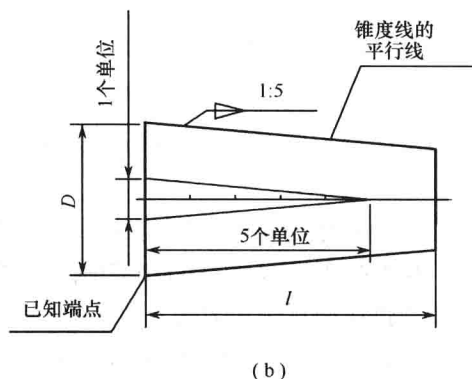
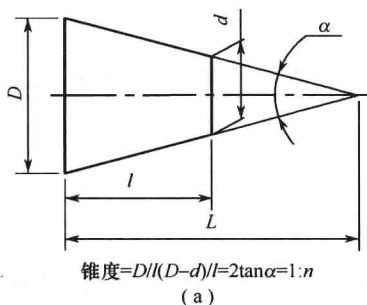


图 1-20 锥度的画法

## 3. 圆弧连接

用已知半径的圆弧光滑连接(相切)两已知线段(直线或圆弧),称为圆弧连接。如图 1-22 所示,为了保证相切,必须准确地求出连接圆弧的圆心和连接圆弧与已知线段的切点。

### 1) 用已知圆弧连接两直线

用已知半径为 R 的圆弧连接两相交直线,有锐角、钝角、直角三种情况。如图 1-23 所示。