



普通高等教育“十二五”规划教材（高职高专教育）

机械制图与CAD

■ 李高建 李 轩 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



普通高等教育“十二五”规划教材（高职高专教育）

机械制图与CAD

主 编 李高建 李 轩
编 写 刘文玲 赵菲菲
主 审 山 颖



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十二五”规划教材（高职高专教育）。

本书改变了传统的机械制图和 AutoCAD 分离教学的模式，将项目教学法引入实际教学过程中，在讲授制图理论知识的同时，穿插对 AutoCAD 软件的讲解，丰富了机械制图的教学内容，让计算机绘图和经典的机械制图内容有机地融为一体，使教与学变得更直观、更简洁。

本书针对高职高专教学的要求，根据学生的特点，注重理论联系实际，对实用性不大的内容进行了删减，增加了具有实用价值的内容，对实践教学具有指导性和可操作性。全书共分四个学习项目，包括平面图形吊钩的绘制、组合体轴承座三视图的绘制、零件图与装配图的绘制和零部件测绘。

本书可作为高职高专院校公共基础课程“机械 CAD 制图”、“工程 CAD 制图”的教材，也可供相关工程技术人员学习参考。

图书在版编目（CIP）数据

机械制图与 CAD / 李高建, 李轩主编. —北京: 中国电力出版社, 2011.7

· 普通高等教育“十二五”规划教材. 高职高专教育
ISBN 978-7-5123-1982-0

I. ①机… II. ①李… ②李… 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（2011）第 156999 号

中国电力出版社出版、发行

（北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>）

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2011 年 11 月第一版 2011 年 11 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 15 印张 363 千字

定价 26.50 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

为了适应高等职业教育的发展，我们在多年来课程改革实践的基础上，编写了机械制图课程项目式教学教材，旨在以就业为导向，培养学生的实际运用能力，以达到学以致用目的。

本书包括平面图形吊钩的绘制、组合体轴承座三视图的绘制、零件图与装配图的绘制和零部件测绘四个项目，并将 AutoCAD 2007 的学习贯穿到每个任务中，使制图理论教学和 CAD 的实践操作结合到一起，提高了学生的动手能力，满足了高等职业教育培养高级技术型应用人才的需要。

参加本书编写的人员有淄博职业学院李轩、李高建、赵菲菲和刘文玲。具体分工为：项目一由李轩编写，项目二由李高建编写，项目三由赵菲菲编写，项目四由刘文玲编写，李轩负责统稿和定稿。黑龙江农业工程职业学院山颖教授对本书进行了认真的审阅，并提出了宝贵的修改意见。在本书编写过程中还得到了我院马飞、张德迪等同行专家的大力支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，书中难免存在不足和疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2011年9月

目 录

前言

学习项目一 平面图形吊钩的绘制	1
任务一 国家制图标准的基本规定.....	1
任务二 常用绘图工具的使用及几何作图.....	16
任务三 平面图形的尺寸分析及画法.....	22
任务四 应用 AutoCAD 2007 绘制平面图形.....	24
学习项目二 组合体轴承座三视图的绘制	51
任务一 点、直线和平面的投影.....	52
任务二 立体的投影.....	72
任务三 组合体视图.....	94
任务四 轴测图.....	113
任务五 应用 AutoCAD 2007 绘制组合体三视图.....	124
学习项目三 零件图与装配图的绘制	143
任务一 机件形状的常用表达方法.....	144
任务二 标准件及常用件.....	165
任务三 零件图.....	179
任务四 装配图.....	202
任务五 AutoCAD 2007 绘制零件图.....	210
学习项目四 零部件测绘	224
任务一 零件测绘的基础知识.....	224
任务二 常用测量工具的使用方法.....	228
参考文献	232

学习项目一 平面图形吊钩的绘制

要绘制出图 1 所示的吊钩，需要掌握国家制图标准的相关规定，熟悉常用绘图工具的使用方法和平面几何作图的相关知识，在此基础上进一步了解平面图形的尺寸组成和绘制方法，并借助 AutoCAD 2007 软件完成平面图形的绘制。

现将任务分解如下：

- ↘ 任务一 国家机械制图标准的基本规定
- ↘ 任务二 常用绘图工具的使用及几何作图
- ↘ 任务三 平面图形的尺寸分析及画法
- ↘ 任务四 应用 AutoCAD 2007 绘制平面图形

相关学习重点如下：

- (1) 国家机械制图标准的基本规定。
- (2) 常用绘图工具的正确使用。
- (3) 平面几何作图。
- (4) 平面图形的分析和作图步骤。
- (5) AutoCAD 2007 的基本操作和常用的绘图、编辑命令。

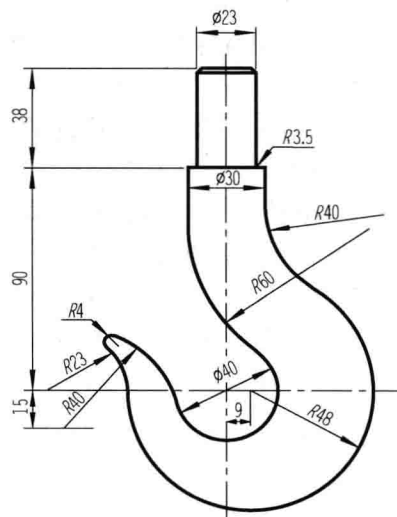


图 1 吊钩

任务一 国家制图标准的基本规定

学习要点

- (1) 图纸幅面的选择。
- (2) 比例的选取。
- (3) 文字的书写。
- (4) 图线的绘制。
- (5) 尺寸的标注。

能力目标

- (1) 学会图纸的选择。
- (2) 掌握比例的选取和文字的书写方法。
- (3) 熟练掌握图线的绘制。
- (4) 掌握尺寸标注的方法。

机械制图是机械制造、房屋建筑等工程一个的必须过程。图纸是机械制造、房屋建筑制

造全过程的技术语言，为了便于生产管理、技术管理、技术交流、保证产品的品质，国内及国际上的众多标准组织制定了许多的标准，我国于 1959 年首次颁布了国家机械制图标准，随着社会经济的发展和对外交流的不断加强，又发布了多次修订的标准。这就要求每一个工程技术人员都必须严格地遵守。

本书主要对标准中有关图纸幅面及格式、比例、字体、图线和尺寸标注的规定作一简单介绍。

一、图纸幅面及格式

1. 图纸幅面尺寸

目前我国执行的图纸幅面标准代号为 GB/T 14689—2008。其中：

“GB”——国家标准中“国”与“标”的第一个汉语拼音字母的组合。

“T”——“推荐”中推的第一个汉语拼音字母。

“GB/T”——推荐性国家标准。

“14689”——国家标准的编号。

“—”——分隔号。

“2008”——发布该标准的公元年号。

图纸幅面是指图纸宽度与长度组成的图面。绘制图样时，应采用表 1-1-1 中规定的图纸基本幅面尺寸，尺寸单位为 mm。基本幅面代号有 A0、A1、A2、A3、A4 五种。

表 1-1-1 图纸的基本幅面代号及尺寸 (mm)

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

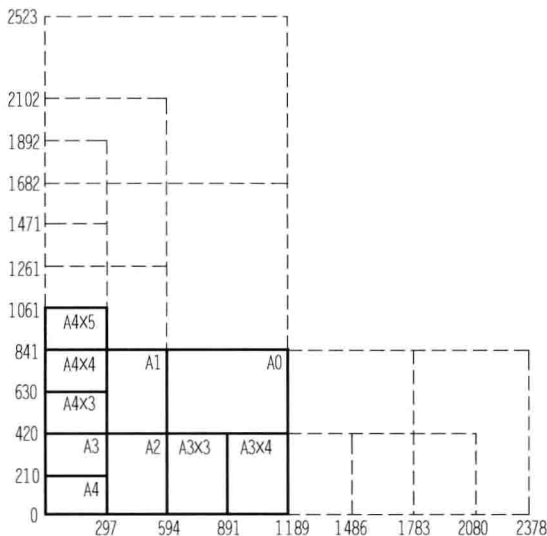


图 1-1-1 图纸加长幅面

必要时，也可以加长图纸的幅面，但必须按图 1-1-1 所示的形式加长。其中粗实线所示为第一选择的基本幅面；细实线所示为第二选择的加长幅面；虚线所示为第三选择的加长幅面。

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框，图样必须绘制在图框内。其格式分为留有装订边和不留装订边两种，而同一种产品的图样只能用一种图框格式，见图 1-1-2。

3. 标题栏

每张图纸都必须画出标题栏。标题栏的位置应位于图纸的右下角，其外框线用粗实线绘制，内部分格线用细实线绘制，见图 1-1-3。

GB/T 10609.1—2008《技术制图 标题栏》中规定的标题栏格式见图 1-1-4。

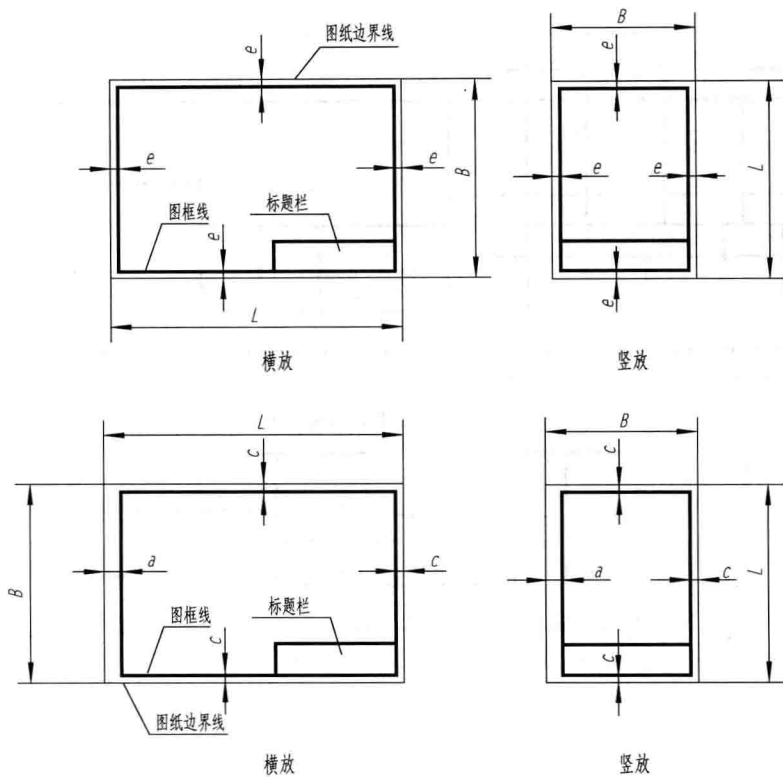


图 1-1-2 图框

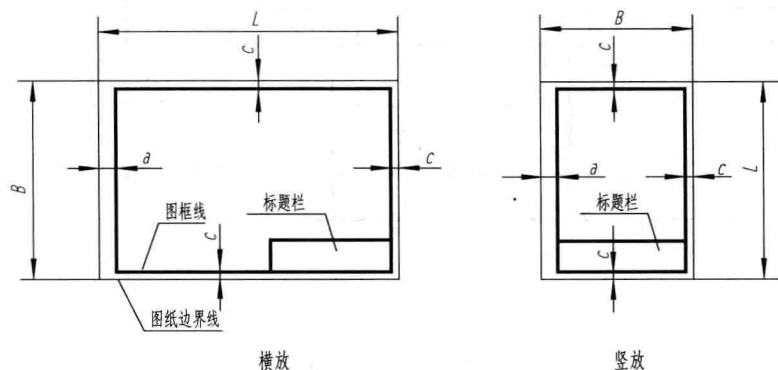


图 1-1-3 标题栏

在一般情况下，看图的方向与看标题栏的方向一致。在学习零件图、装配图之前，一般采用简易标题栏，见图 1-1-5。

二、比例

1. 比例的定义及比例系列

图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。绘制图样时，应尽量采用原值比例。若机件太大或太小需按比例绘制图样时，应由表 1-1-2 规定的第一系列中选取适当比例，必要时允许采用第二系列比例。

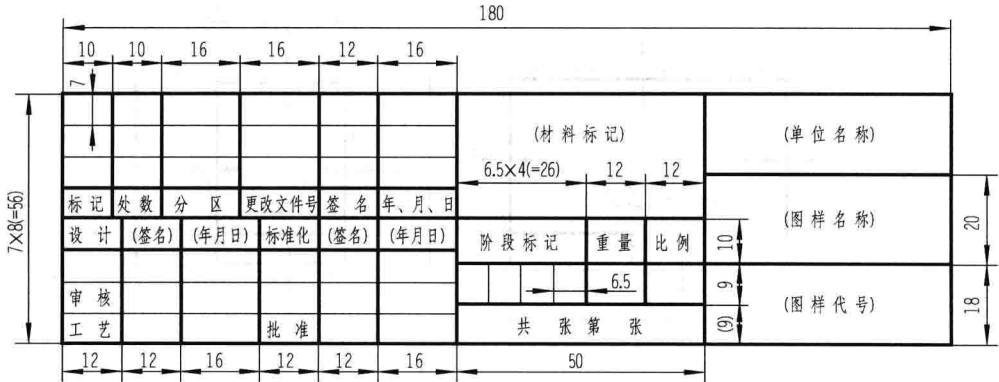
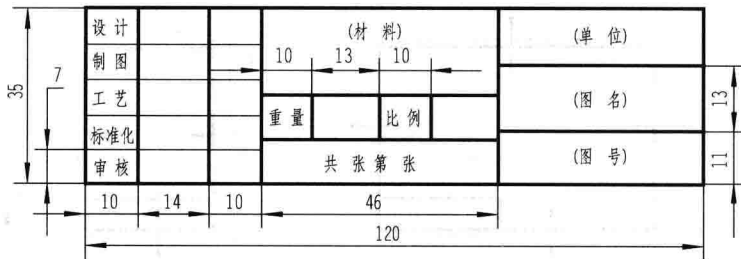
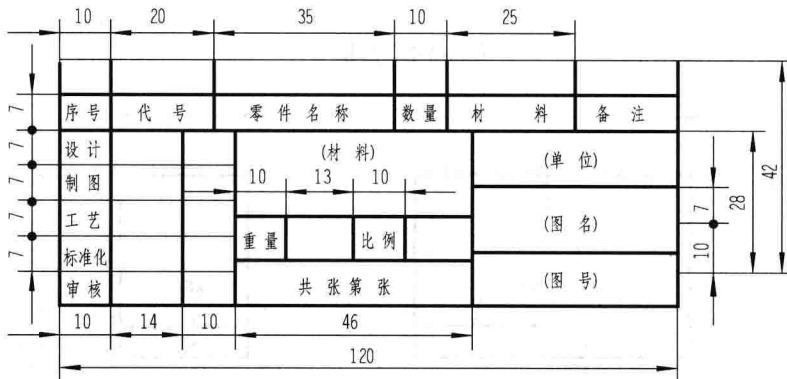


图 1-1-4 国标规定的标题栏



(a)



(b)

图 1-1-5 简易标题栏

(a) 教学使用的零件图标题栏; (b) 教学使用的装配图标题栏

表 1-1-2

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 1:1×10 ⁿ 1:2×10 ⁿ 1:5×10 ⁿ	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:6 1:1.5×10 ⁿ 1:2.5×10 ⁿ 1:3×10 ⁿ 1:4×10 ⁿ 1:6×10 ⁿ
放大比例	2:1 5:1 1×10 ⁿ :1 2×10 ⁿ :1 5×10 ⁿ :1	2.5:1 4:1 2.5×10 ⁿ :1 4×10 ⁿ :1

注 n 为正整数。

2. 比例的标注方法

比例符号为“:”，表示方法有 1:1、1:500、20:1 等，一般应标注在标题栏中的比例栏内。无论图形是缩小还是放大画出，在标注尺寸时，都必须标注机件的设计尺寸。具体示例见图 1-1-6。

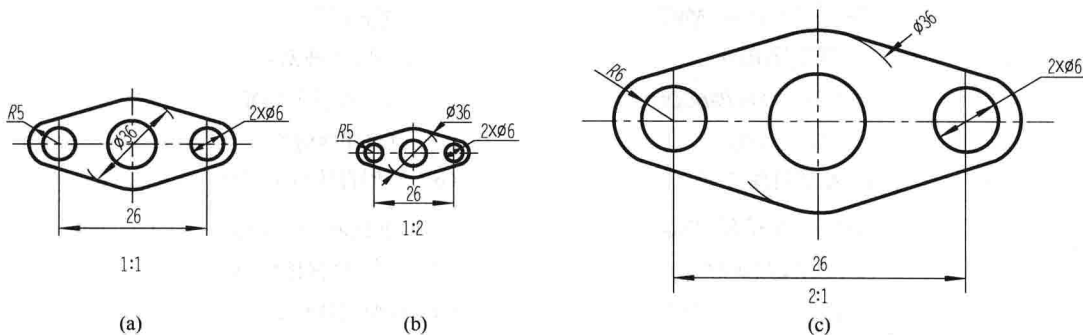


图 1-1-6 比例示例

(a) 原值比例；(b) 缩小比例；(c) 放大比例

三、字体

图样上除了表达机件形状的图形外，还要用文字和数字说明机件的大小、技术要求和其他内容。在图样中书写字体必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

1. 字体高度

字体的高度（符号为 h ，单位为 mm）系列为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20。字高称为“字号”，如 7 号字即字高为 7mm。若要书写更大的字，则字高应按相应比例递增。

2. 汉字

汉字应写成长仿宋体字，并采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字方案》中规定的简化字。汉字的高度不应小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ ，书写要点是“横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格”。汉字的书写示例如下：

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航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

3.5号字

建筑齿轮端子接线飞行驾驶舱位挖填施工饮水通风闸坝坝体麻化纤

3. 字母和数字

常用字母为拉丁字母，数字为阿拉伯数字。

(1) 字体分为 A 型（机器书写）、B 型（手工书写）。A 型字体的笔画宽度为字高的 1/14；

B型字体的笔画宽度为字高的1/10。在同一图样中只允许选用同一种字体。

(2) 字体分为直体和斜体,斜体字字头向右倾斜,与水平线约成75°角。

字母与数字的书写示例如下:

<i>ABCDEFGHIJKLMNO</i>	ABCDEFGHIJKLMNO
<i>PQRSTUVWXYZ</i>	PQRSTUVWXYZ
<i>abcdefghijklmnopq</i>	abcdefghijklmnopq
<i>rstuvwxyz</i>	rstuvwxyz
(a) A型斜体拉丁字母	(b) A型直体拉丁字母
<i>ABCDEFGHIJKLMNO</i>	ABCDEFGHIJKLMNO
<i>abcdefghijklmnop</i>	abcdefghijklmnop
(c) B型斜体拉丁字母	(d) B型直体拉丁字母
<i>1234567890</i>	1234567890
<i>1234567890</i>	1234567890
(e) A型阿拉伯数字	(f) B型阿拉伯数字
<i>I II III IV V VI VII</i>	$\alpha \beta \gamma \delta \varepsilon \eta \theta \lambda$
<i>VIII IX X XII</i>	$\mu \nu \xi \pi \tau \phi \psi \omega$
<i>I II III IV V VI VII</i>	$\alpha \beta \gamma \delta \varepsilon \eta \theta \lambda$
<i>VIII IX X XII</i>	$\mu \nu \xi \pi \tau \phi \psi \omega$
(g) A型罗马数字	(h) A型希腊字母






四、图线

国家标准中规定了15种基本线型、基本线型的变形和图线的组合。

1. 基本线型及应用

绘制机械工程图样时常用的线型、线宽、主要用途见表1-1-3。

表 1-1-3 机械图的常见图线形式、宽度和主要用途

图线名称	图线形式	图线宽度	一般应用
粗实线		d	可见轮廓线 可见过渡线
细实线		$0.5d$	尺寸线及尺寸界线 剖面线 重合断面的轮廓线 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 引出线 分界线及范围线 弯折线 辅助线 不连续的同—表面的连线 成规律分布的相同要素的连线
波浪线		$0.5d$	断裂处的边界线 视图和剖视的分界线
双折线		$0.5d$	断裂处的边界线 视图和剖视的分界线
虚线		$0.5d$	不可见轮廓线 不可见过渡线

续表

图线名称	图线形式	图线宽度	一般应用
细点画线	— · — · — ·	0.5d	轴线 对称中心线 轨迹线 节圆及节线
粗点画线	— · — — — ·	d	有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线	— · — · — ·	0.5d	相邻辅助零件的轮廓线 极限位置的轮廓线 坯料的轮廓线或毛坯图中制成品的轮廓线 假想投影轮廓线 试验或工艺用结构（成品上不存在）的轮廓线 中断线

图 1-1-7 为图线应用示例。

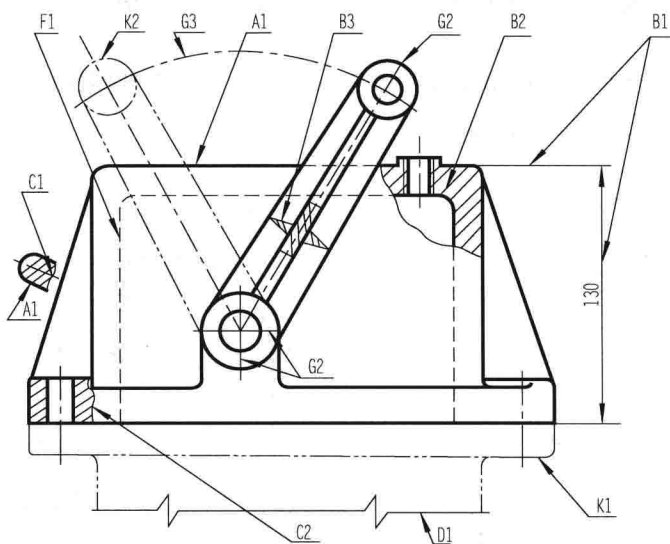


图 1-1-7 图线应用示例

A1—可见轮廓线；B1—尺寸线及尺寸界线；B2—剖面线；B3—重合断面的轮廓线；C1—断裂处的边界线；

C2—视图和剖视的分界线；D1—断裂处的边界线；F1—不可见轮廓线；G2—对称中心线；

G3—轨迹线；K1—相邻辅助零件的轮廓线；K2—极限位置的轮廓线

2. 图线宽度

标准规定所有线型的图线宽度 (d) 均应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择, 即 0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2mm, 共九种。图线的宽度分为粗线、中粗线、细线, 三种线的宽度比例为 4:2:1。在机械图中采用粗细两种线宽, 它们之间的比例为 2:1。在同一图样中, 同类图线的宽度应一致。机械图样中粗线线宽优先采用 0.5、0.7mm。

3. 线素长度

绘图时, 各线素的长度应符合表 1-1-4 中的规定。

表 1-1-4

线 素 长 度

线 素	线型 No.	长 度	线 素	线型 No.	长 度
点	04-07, 10-15	$\leq 0.5d$	画	02, 03, 10-15	$12d$
短间隔	02, 04-15	$3d$	长画	04-06, 08, 09	$24d$
短画	08, 09	$6d$	间隔	03	$18d$

4. 图线画法

(1) 同一图样中, 同类型的图线宽度应一致。虚线、点画线及双点画线各自的画长和间隔应尽量一致。

(2) 点画线、双点画线的首尾应长画, 不应画成点, 且应超出轮廓线 $2\sim 5\text{mm}$ 。

(3) 点画线、双点画线中的点是很短的一横, 不能画成圆点, 且应点线一起绘制。

(4) 当在较小的圆形中绘制点画线或双点画线有困难时, 可用细实线代替。

(5) 虚线、点画线、双点画线相交时, 应是线段相交, 当虚线是实线的延长线时, 在连接处要离开。

(6) 当各种线重合时, 应按粗实线、虚线、点画线的优先顺序画出。

图线在相切、相交处的画法见图 1-1-8。

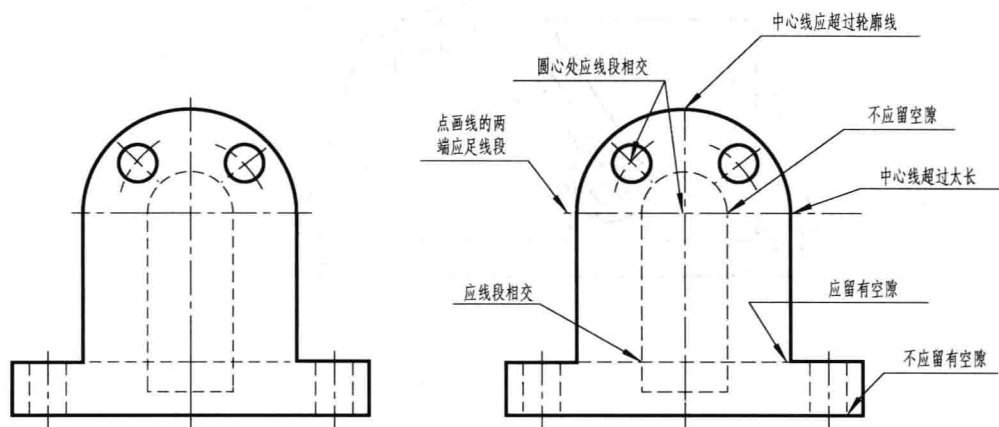


图 1-1-8 图线在相切、相交处画法

五、尺寸标注

图样中的视图只能表示物体的形状, 物体各部分的真实大小及相对位置则要靠标注尺寸来确定。

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) 图样中的尺寸以 mm 为单位时, 不需注明计量单位的代号或名称, 如采用其他单位, 则必须注明相应的单位代号或名称。

(3) 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。

(4) 机件的每一尺寸在图样中一般只标注一次, 并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸的组成

一个完整的尺寸应由尺寸界线、尺寸线、尺寸箭头和尺寸数字四个要素组成,如图 1-1-9 所示。

(1) 尺寸界线。尺寸界线用来限定尺寸度量的范围。尺寸界线应符合以下规定:

1) 尺寸界线用细实线绘制,并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出,也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线。尺寸界线一般要超出尺寸线终端 2~3mm,如图 1-1-10 所示。

2) 尺寸界线一般应与尺寸线垂直,必要时才允许尺寸界线倾斜,见图 1-1-11。

3) 在光滑过渡处标注尺寸时,必须用细实线将轮廓线延长,从它们的交点处引出尺寸界线,见图 1-1-12。

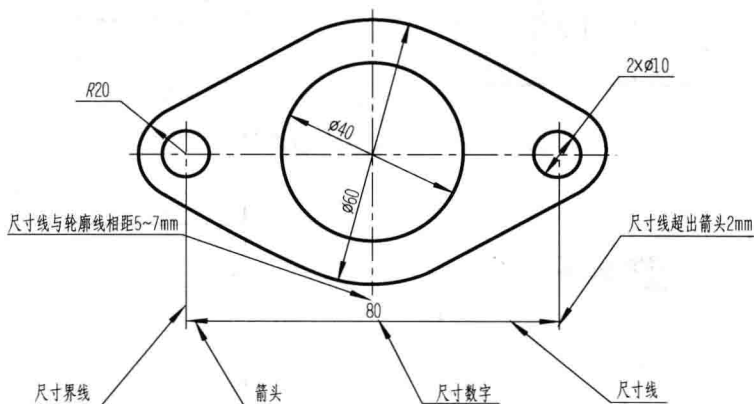


图 1-1-9 尺寸的组成

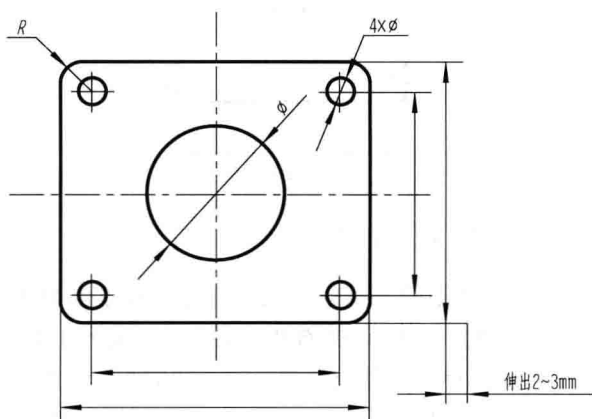


图 1-1-10 尺寸界线

(2) 尺寸线。

1) 尺寸线用来表示所注尺寸的度量方向。尺寸线用细实线绘制,其终端有箭头和斜线两种形式,见图 1-1-13。

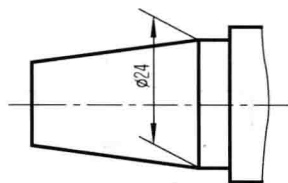


图 1-1-11 尺寸界线与尺寸线倾斜

斜线终端只有在尺寸线与尺寸界线相互垂直时才能使用。斜线终端用细实线绘制,方向以尺寸线为准,逆时针旋转 45°画出。

在同一机件的图样中,一般只能采用一种终端形式。但当采用斜线终端形式时,若图中遇有圆弧的半径尺寸、投影为圆的直径尺寸及尺寸线与尺寸界线成倾斜的尺寸,则这些尺寸线的终端应画成箭头,见图 1-1-14。

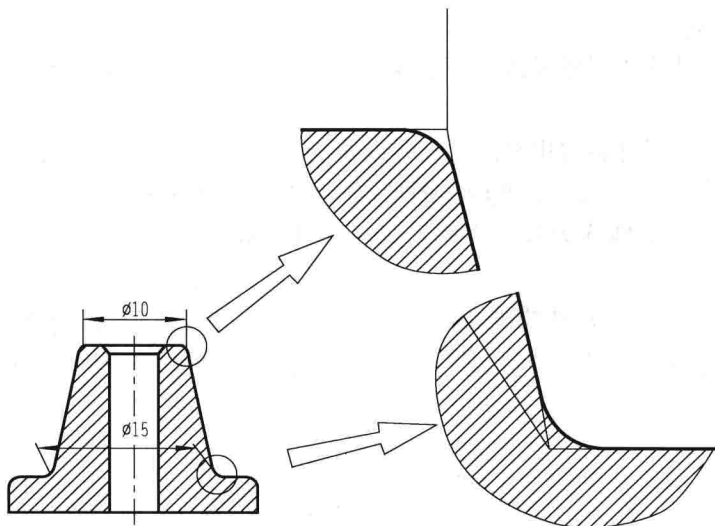


图 1-1-12 光滑过渡处标注尺寸

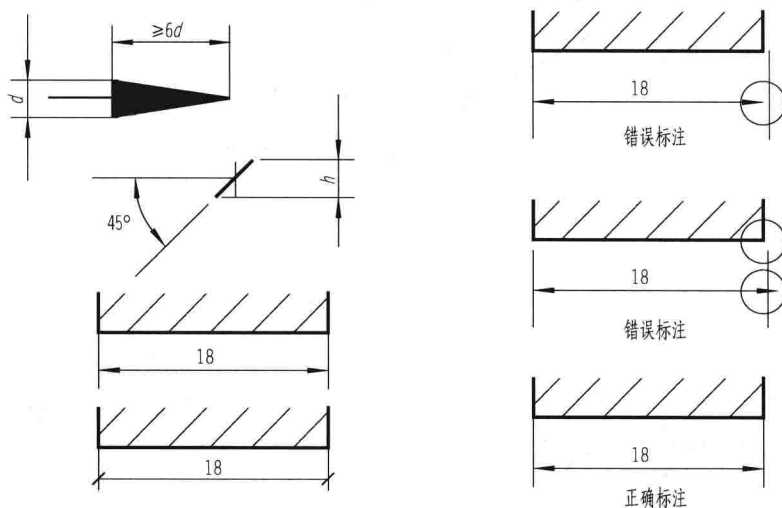
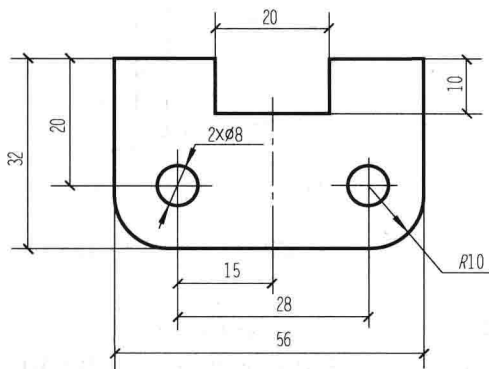
图 1-1-13 尺寸终端 (d 为粗线宽度, h 为尺寸数字高)

图 1-1-14 同一图样中的尺寸终端

当采用箭头终端形式, 遇到位置不够画出箭头时, 允许用圆点或斜线代替箭头, 见图 1-1-15。

2) 标注线性尺寸时, 尺寸线应与所标注的线段平行 (见图 1-1-16), 通常也不得与其他图线重合或画在其延长线上。尺寸线不能用其他图线代替。

3) 标注角度时, 尺寸线应画成圆弧, 其圆心是该角的顶点, 尺寸线的终端应画成箭头, 见图 1-1-17。

4) 当对称机件的图形只画出一半或略大于一半时, 尺寸线应略超过对称中心线或断裂处的边界,

此时仅在尺寸线的一端画出箭头，见图 1-1-18。

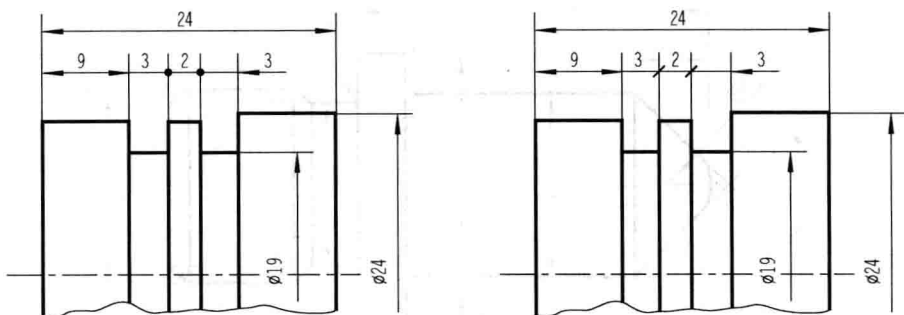


图 1-1-15 圆点或斜线代替箭头

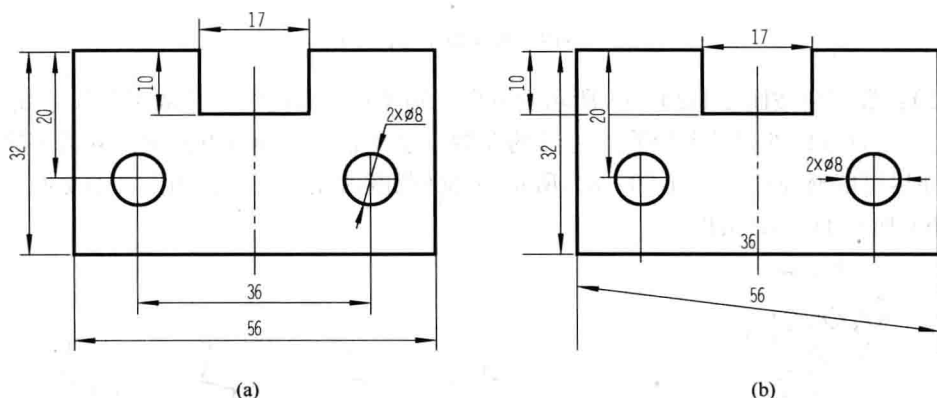


图 1-1-16 线性尺寸标注

(a) 正确；(b) 错误

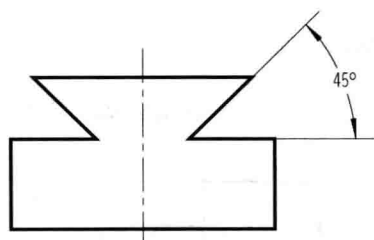


图 1-1-17 角度标注

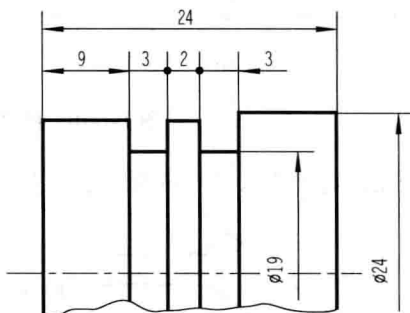


图 1-1-18 对称机件标注尺寸

(3) 尺寸数字。尺寸数字用来表示所注尺寸的数值。尺寸数字的数值表示机件的真实大小，与绘图的比例和绘图精度无关，是图样中指令性最强的部分。因此，要求注写尺寸时一定要认真、仔细，字迹要清楚，使其容易辨认，并应避免可能造成误解的一切因素。一般尺寸数字用斜体字。

注写尺寸数字时应符合下列规定：

1) 线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方，也允许注写在尺寸线的中断处。当地方不够时，也可以引出标注，见图 1-1-19。

2) 线性尺寸数字的注写方向有两种注写方法。

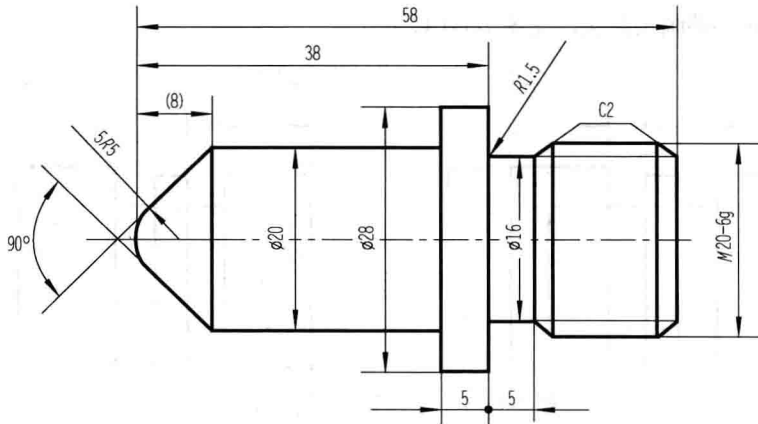


图 1-1-19 尺寸数字标注示例

方法 1: 数字应按图 1-1-20 (a) 所示的方向注写 (水平方向的尺寸数字在尺寸线的上方, 字头朝上; 垂直方向的尺寸数字在尺寸线的左侧, 字头朝左; 倾斜方向的尺寸数字字头趋于朝上), 并尽可能避免在图 1-1-20 (a) 所示的 30° 范围内注写尺寸。当无法避免时, 可按图 1-1-20 (b) 所示的形式标注。

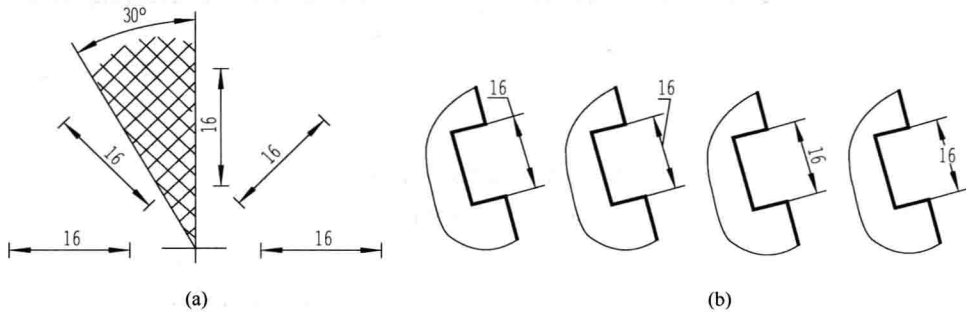


图 1-1-20 线性尺寸的尺寸数字标注示例一

方法 2: 对于非水平方向的尺寸, 其数字可水平地注写在尺寸线的中断处, 如图 1-1-21 所示。

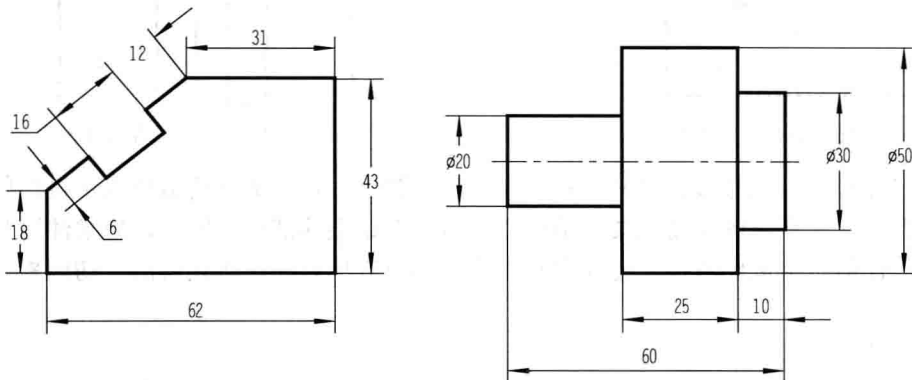


图 1-1-21 非水平方向线性尺寸的尺寸数字标注

一般应采用方法 1 注写; 在不致引起误解时, 也允许采用方法 2 注写。但在一张图样中,