



普通高等教育“十二五”规划教材（高职高专教育）

# 工程制图与机械电气CAD

■ 李富波 贺 勃 毛汝生 贺 勃 邓铭瑶 贺 勃  
主 编 副主编



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）

# 工程制图与机械电气CAD

---

主 编 毛汝生  
副主编 李富波 贺 勃 邓铭瑶  
编 写 安建生  
主 审 杨予勇



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）。本书分为工程制图和机械电气 CAD 两篇，主要内容包括制图基本知识和技能，投影基础，组合体，机件形状常用表达方法，标准件和常用件，零件图，装配图，AutoCAD 基本绘图和编辑命令，图块、尺寸标注和文字输入，快速作图综合演练，电气工程图绘制。本书与李富波主编的《普通高等教育“十二五”规划教材（高职高专教育）工程制图与机械电气 CAD 习题集》配套使用。

本书可作为高职高专院校各专业工程制图课程的教材，也可供相关专业工程技术人员参考。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

工程制图与机械电气 CAD/毛汝生主编. —北京：中国电力出版社，2011.6

普通高等教育“十二五”规划教材. 高职高专教育  
ISBN 978-7-5123-1756-7

I. ①工… II. ①毛… III. ①工程制图-高等职业教育-教材②机械制图：计算机制图- AutoCAD 软件-高等职业教育-教材③电气工程-工程制图：计算机制图- AutoCAD 软件-高等职业教育-教材 IV. ①TB23②TH126③TM02-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 101848 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>）

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2012 年 2 月第一版 2012 年 2 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 19.25 印张 468 千字

定价 35.00 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

本书是编者根据教育部关于面向 21 世纪教学内容和课程体系改革精神, 总结多年的教学经验, 结合高职高专教育教学的特点, 本着培养学生识绘图技能的宗旨编写而成的。

本书具有以下主要特点:

(1) 采用最新的《机械制图》、《技术制图》国家标准。

(2) 突出识绘图的基本能力, 强调必需、够用的原则, 在要求学生掌握基本理论、基本知识的基础上, 内容坚持少而精, 力求做到一步一图。

(3) 计算机绘图部分增加了装配图的绘制、电气图的绘制, 便于机械类专业及电力技术类专业的学生学习使用。

(4) 配套多媒体课件, 有利于学用结合, 指导学生提高分析问题、解决问题的能力。

本书由郑州电力高等专科学校毛汝生任主编, 由郑州电力高等专科学校李富波、贺勃和广西电力职业技术学院邓铭瑶任副主编, 郑州电力高等专科学校安建生参加编写。具体编写分工如下: 李富波(第一、第四章), 贺勃(第二、第七章), 毛汝生(第三、第五、第六、第九章), 邓铭瑶(第八、第十、第十一章)、安建生(附录)。全书由毛汝生统稿。在本书的编写过程中, 得到许多部门的大力支持和帮助, 在此表示衷心的感谢。

本书由河南工业大学杨予勇副教授主审。审稿老师提出了很多宝贵意见, 在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限, 书中难免有不足和错漏之处, 请广大读者批评指正。

编 者

2011 年 4 月

## 目 录

前言

## 上 篇 工 程 制 图

<b>第一章 制图基本知识和技能</b> .....	1
第一节 国家标准《技术制图》和《机械制图》的基本规定 .....	1
第二节 绘图基本技能 .....	11
第三节 几何作图 .....	14
第四节 平面图形的画法 .....	19
<b>第二章 投影基础</b> .....	22
第一节 投影基础知识 .....	22
第二节 几何元素的投影 .....	26
第三节 立体的投影 .....	33
第四节 立体表面交线的投影 .....	39
<b>第三章 组合体</b> .....	50
第一节 组合体的构形分析 .....	50
第二节 组合体三视图的画法 .....	51
第三节 尺寸标注 .....	54
第四节 读组合体的三视图 .....	58
第五节 组合体的轴测图 .....	64
<b>第四章 机件形状常用表达方法</b> .....	71
第一节 视图 .....	71
第二节 剖视图 .....	74
第三节 断面图 .....	85
第四节 图样的其他表达方法 .....	88
<b>第五章 标准件和常用件</b> .....	93
第一节 螺纹及螺纹紧固件 .....	93
第二节 键连接和销连接 .....	102
第三节 齿轮 .....	105
第四节 滚动轴承 .....	109
第五节 弹簧 .....	112
<b>第六章 零件图</b> .....	115
第一节 零件图的作用和内容 .....	115
第二节 零件的表达方案 .....	116

第三节	零件图的尺寸标注	117
第四节	零件的工艺结构	122
第五节	技术要求在零件图上的标注	125
第六节	常见典型零件图例分析	136
第七节	识读零件图	141
第八节	零件测绘	143
<b>第七章</b>	<b>装配图</b>	146
第一节	装配图的作用和内容	146
第二节	装配图的表达方法	147
第三节	装配图的尺寸标注和技术要求	149
第四节	装配图中零、部件的序号和明细栏	149
第五节	装配结构的合理性	151
第六节	装配图的画法	153
第七节	读装配图及拆画零件图	154

## 下篇 机械电气 CAD

<b>第八章</b>	<b>AutoCAD 基本绘图和编辑命令</b>	160
第一节	基本绘图命令	160
第二节	编辑图形对象命令	175
<b>第九章</b>	<b>图块、尺寸标注和文字输入</b>	188
第一节	图块概述	188
第二节	图块的创建和定制属性图块	188
第三节	尺寸标注	194
第四节	文字的输入和编辑	206
<b>第十章</b>	<b>快速作图综合演练</b>	211
第一节	辅助绘图工具按钮的使用	211
第二节	目标捕捉方式及其使用	212
第三节	极轴追踪和对象追踪	213
第四节	快速绘图综合演练	216
第五节	绘制装配图	225
<b>第十一章</b>	<b>电气工程图绘制</b>	237
第一节	电气工程常用基本图形符号	237
第二节	电气接线图的绘制	250
第三节	发电工程图绘制	254
<b>附录</b>		270
<b>参考文献</b>		299

# 上篇 工程制图

## 第一章 制图基本知识和技能

### 第一节 国家标准《技术制图》和《机械制图》的基本规定

图样是工程界表达设计意图和交流技术思想的重要工具,是工程界的“语言”。因此,图样的格式、内容、画法等必须有统一的规定,这个统一的规定就是《技术制图》、《机械制图》国家标准。

国家标准简称国标(代号“GB”),是汉语拼音的首字母,如“GB/T 14690—1993”,其中“T”表示推荐标准,“14690”表示标准序号,“1993”表示标准发布的年号。

#### 一、图纸幅面及格式(GB/T 14689—2008)

##### 1. 图纸幅面尺寸

标准图幅共有五种,分别用A0、A1、…、A4代号表示,见表1-1。

表 1-1 图 纸 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		

绘制技术图样时,应优先选用表1-1中的幅面尺寸。

各幅面间的尺寸关系如图1-1所示。

##### 2. 图框格式

每张图纸在绘图之前均须用粗实线(粗实线规格见表1-3)绘制图框。

(1) 留装订边的图框格式,如图1-2所示,一般按A3幅面横装和A4幅面竖装。尺寸关系见表1-1。

(2) 不留装订边的图框格式,如图1-3所示。尺寸关系见表1-1。

##### 3. 标题栏

标题栏的内容、格式和尺寸在GB/T 10609.1—2008中有明确规定。标题栏一般放在图纸的右下角,如图1-2和图1-3所示,必要时也可放置在其他位置。标题栏中的文字方向为看图方向。在校学生绘图时,建议采用如图1-4所示的格式。

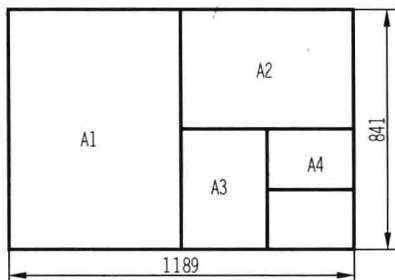


图 1-1 各幅面间的尺寸关系

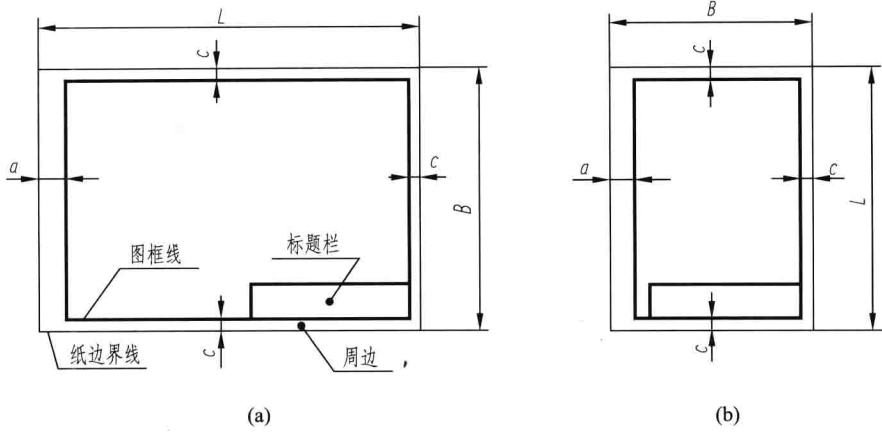


图 1-2 留装订边的图框格式

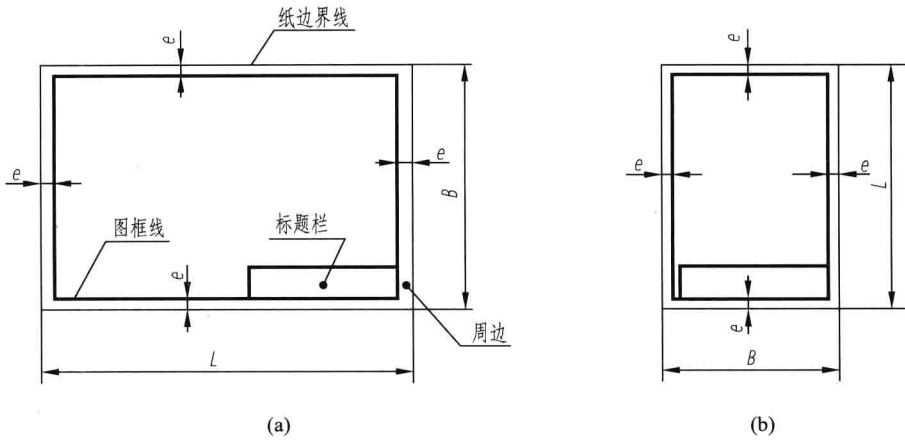


图 1-3 不留装订边的图框格式

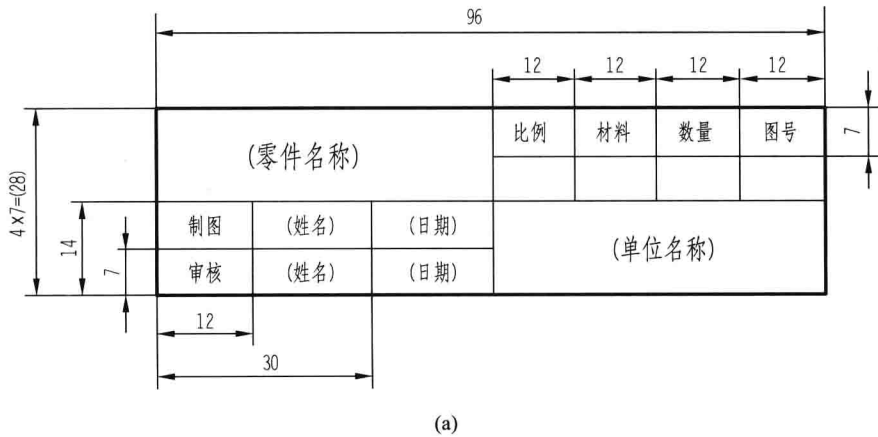


图 1-4 标题栏的格式 (一)



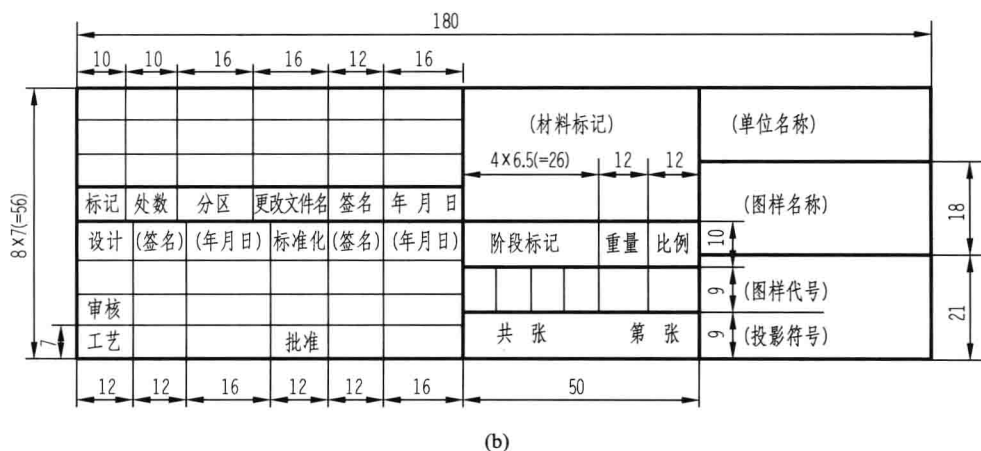


图 1-4 标题栏的格式 (二)

## 二、比例 (GB/T 14690—1993)

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

比例标准有两个系列，一个是优先选用系列，另一个是允许选用系列，见表 1-2。

表 1-2 绘图比例系列

种类	优先选用的比例			允许选用的比例		
原值比例	1 : 1					
放大比例	5 : 1 $5 \times 10^n : 1$	2 : 1 $2 \times 10^n : 1$	1 : 1 $1 \times 10^n : 1$	4 : 1 $4 \times 10^n : 1$	2.5 : 1 $2.5 \times 10^n : 1$	
缩小比例	1 : 2 $1 : 2 \times 10^n$	1 : 5 $1 : 5 \times 10^n$	1 : 10 $1 : 1 \times 10^n$	1 : 1.5 $1 : 1.5 \times 10^n$	1 : 2.5 $1 : 2.5 \times 10^n$	1 : 3 $1 : 3 \times 10^n$
				1 : 3 $1 : 3 \times 10^n$	1 : 4 $1 : 4 \times 10^n$	1 : 6 $1 : 6 \times 10^n$

注  $n$  为正整数。

一般情况下应按物体的实际大小画出，以便看图。但有的物体太大或太小，就要选用放大或缩小的比例。同一张图要采用相同的比例，其大小应填写在标题栏中的“比例”栏内，如 1 : 1、1 : 2 等。

图样中所注的尺寸必须是机件的实际尺寸，与绘图比例无关，如图 1-5 所示。

## 三、字体 (GB/T 14691—1993)

图样上除了用图形表达机件的结构形状外，还必须用文字填写标题栏和书写有关技术要求等内容，用数字表达机件的大小。为此，国家标准规定了汉字、字母、数字的结构形式及基本尺寸。

### 1. 基本要求

- (1) 书写字体必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。
- (2) 字体的号数即字体高度  $h$  (单位: mm)，其公称尺寸系列为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20。如果需要书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。
- (3) 汉字应写成长仿宋体，并采用国家正式公布的简化字。汉字的高度  $h$  不应小于

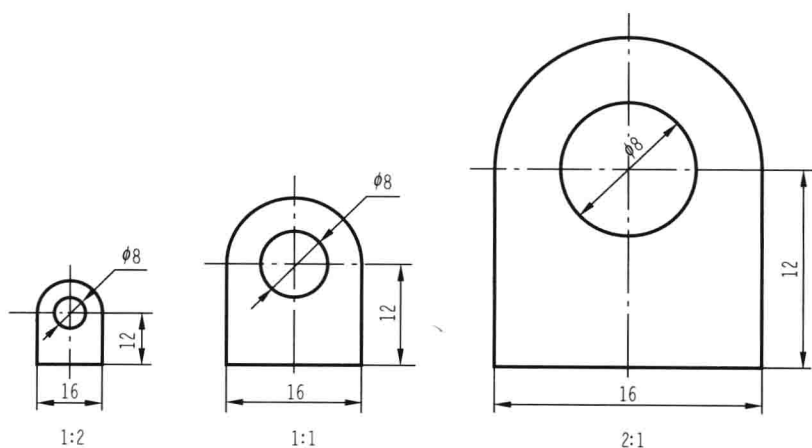


图 1-5 用不同比例画出的图形

3.5mm, 其字宽一般为  $h/\sqrt{2}$ 。

(4) 常用字母为拉丁字母或希腊字母, 数字为阿拉伯数字或罗马数字。

(5) 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  $1/14$ , B 型字体的笔画宽度 ( $d$ ) 为字高 ( $h$ ) 的  $1/10$ 。在同一张图上, 只允许选用一种形式的字体。

(6) 字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜, 与水平基准线呈  $75^\circ$ 。

## 2. 字体示例

(1) 汉字示例:

10 号字

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

5 号字

姓名比例材料数量技术制图机械电子电力水利建筑

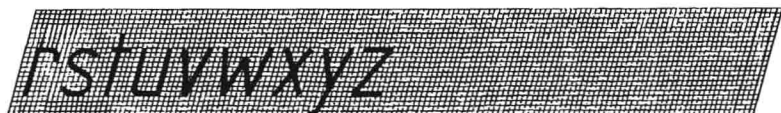
(2) 拉丁字母示例:

大写斜体

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

小写斜体

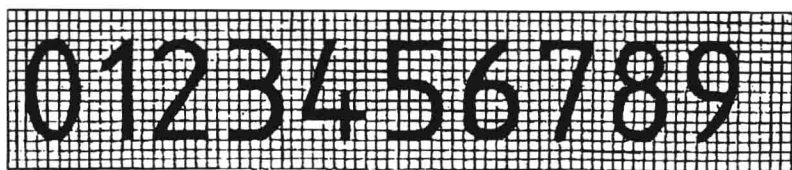



(3) 阿拉伯数字示例:

斜体

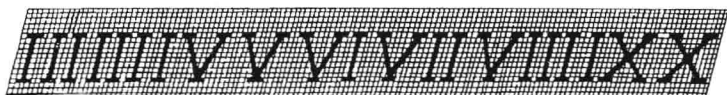


直体



(4) 罗马数字示例:

斜体



直体



(5) 特殊位置的字体示例:

用作指数、分数、注脚、极限偏差的数字和字母,一般应采用小一号的字体。





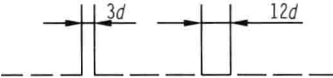
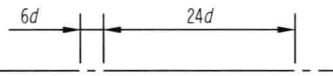

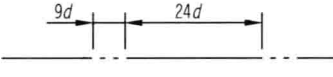
$$10^3 \quad S^{-1} \quad D_1 \quad T_d \quad \phi 20_{-0.023}^{+0.010} \quad 7_{-2}^{+1} \quad \frac{3}{5}$$

#### 四、图线 (GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

##### 1. 图线的代码、名称、尺寸及应用

在图样中,为了使图形清晰,使用不同线型表达不同的内容。图样中常用基本线型及应用见表 1-3,绘制图样时线型的应用情况见图 1-6。

表 1-3 常用基本线型及应用

代码 No.	图线名称	图线形式	线宽	应用举例
01.1	细实线		$d/2$	过渡线、尺寸线、尺寸界线、指引线、基准线、剖面线、重合断面的轮廓线、短中心线、螺纹牙底线、投影线等
	波浪线		$d/2$	断裂处的边界线、局部剖视和局部视图的边界线
	双折线		$d/2$	断裂处的边界线、局部剖视和局部视图的边界线
01.2	粗实线		$d$	可见轮廓线、可见棱边线、相贯线、螺纹牙顶线、齿顶圆(线)、螺纹长度终止线等
02.1	细虚线		$d/2$	不可见轮廓线、不可见过渡线
04.1	细点画线		$d/2$	轴线、中心线、对称线、分度圆(线)
04.2	粗点画线		$d$	有特殊要求的线或表面的表示线
05.1	细双点画线		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件极限位置的轮廓线、坯料的轮廓线、中断线等

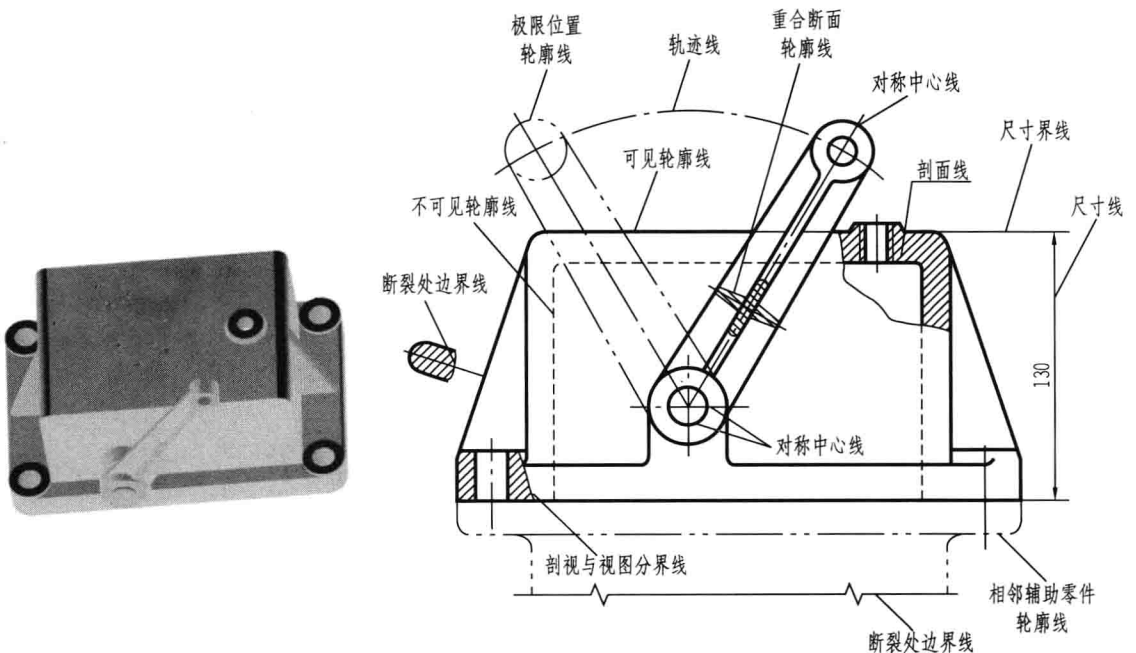


图 1-6 图线的应用示例

## 2. 图线宽度

图线的宽度分粗细两种，其比例为 2:1，可按图样的类型和尺寸大小选用，见表 1-4。其中，0.5mm 和 0.7mm 为优先采用的线型宽度，在制图作业中建议采用 0.7mm 的线宽。

表 1-4 图线宽度 mm

线型名称	线型宽度						
	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2
粗实线、粗虚线、粗点画线	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2
细实线、细点画线、细虚线、波浪线、细双点画线	0.13	0.18	0.25	0.35	0.5	0.7	1

## 3. 绘制图线时的注意事项 (见图 1-7)

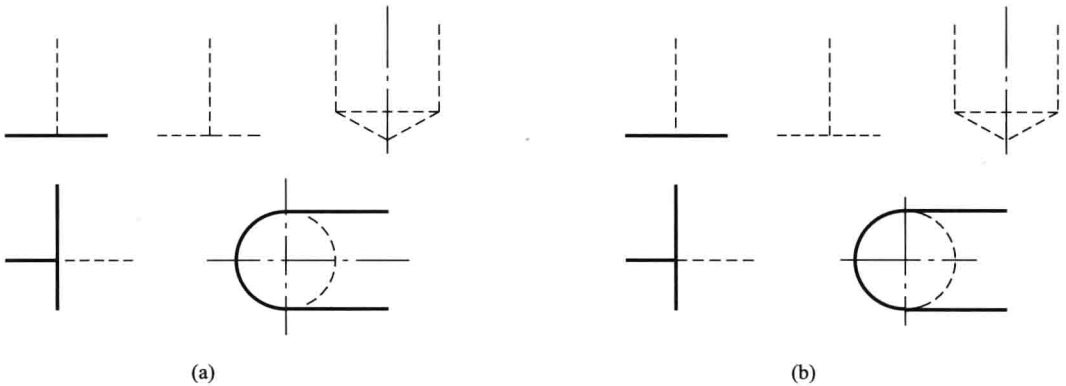


图 1-7 图线注意事项

(a) 正确；(b) 错误

(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各自应大致相等。

(2) 在绘制虚线、点画线时，线和线相交处应为线段相交。

(3) 虚线在粗实线延长线上时，在分界处要留空隙。点画线超出轮廓线长度为 3~5mm。

(4) 当要绘制的点画线长度较小时，可用细实线代替。

(5) 除非另有规定，两条平行线的最小间隙不得小于 0.7mm。

(6) 当虚线处于粗实线的延长线上时，虚线与粗实线间应留有间隙。

## 4. 图线的画法应用举例 (见图 1-8)

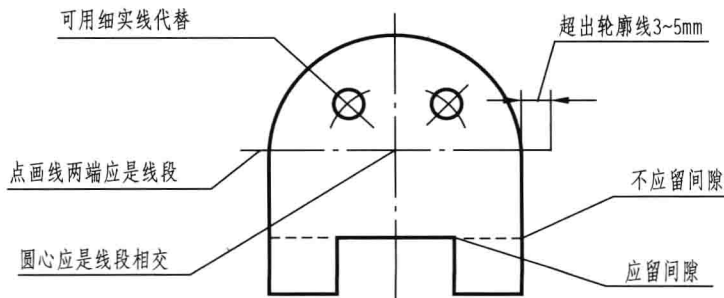


图 1-8 图线画法应用举例

## 五、尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003、GB/T 16675.2—1996)

一张图样不但需要用图形表达物体的形状,还必须用尺寸表达其真实大小。

### 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性无关。

(2) 图样中的尺寸凡以毫米为单位时,不需标注其计量单位的代号或名称,否则需进行标注。

(3) 图样中所标注的尺寸,应为该图样所示机件的最后完工尺寸,否则需另附说明。

(4) 机件的每一尺寸,在图样上一般只标注一次,并应标注在最能清晰反映该结构的图形上。

### 2. 尺寸的组成

图样中所标注的尺寸一般由尺寸线、尺寸数字和尺寸界线组成。尺寸线到轮廓线、尺寸线和尺寸线之间的距离为6~10mm,尺寸线超出尺寸界限2~3mm,尺寸数字一般为3.5号字,箭头长5mm,箭头尾部宽1mm,如图1-9所示。

(1) 尺寸界线。尺寸界线用细实线绘制,并由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线,尺寸界线一般应与尺寸线垂直,如图1-9所示。

在光滑过渡处标注尺寸时,必须用细实线将轮廓线延长,从它的交点处引出尺寸界线,必要时尺寸界线应倾斜,如图1-10所示。

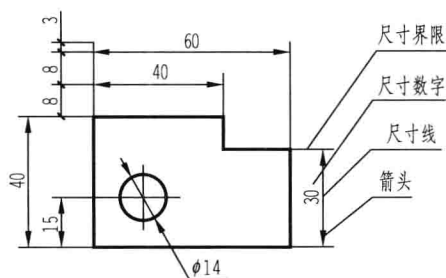


图 1-9 尺寸的组成

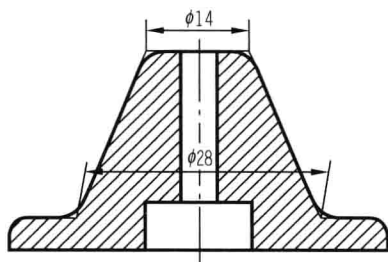


图 1-10 光滑过渡处标注尺寸示例

(2) 尺寸线。尺寸线必须用细实线单独画出,不得用其他图线代替(见图1-11)。

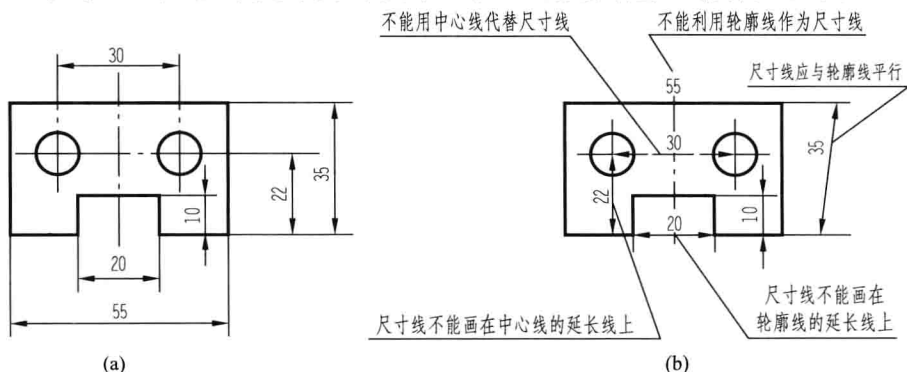


图 1-11 尺寸线的绘制

(a) 正确; (b) 错误

1) 标注线性尺寸时, 尺寸线必须与所标注的线段平行。

2) 尺寸线不能用其他图线代替, 也不允许与其他图线重合或画在其延长线上。

(3) 尺寸终端。尺寸终端有以下两种形式:

1) 箭头。箭头的形式和大小如图 1-12 (a) 所示, 适用于各种类型的图样。

2) 斜线。斜线用细实线, 其方向和画法如图 1-12 (b) 所示。采用这种形式时, 尺寸线与尺寸界线必须垂直。

(4) 尺寸数字。

1) 线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方, 也可以注写在尺寸线的中断处, 如图 1-13 所示。同一张图样中应尽量采用相同的标注方法。

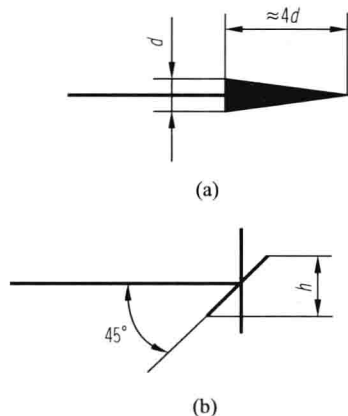


图 1-12 尺寸线终端的形式

(a) 箭头 ( $d$  为粗实线宽度);

(b) 斜线 ( $h$  为尺寸数字高度)

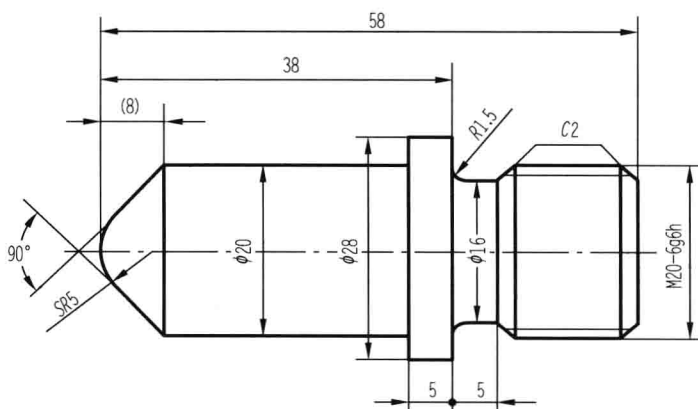


图 1-13 尺寸数字 (一)

2) 线性尺寸数字的方向, 注写方式如图 1-14 所示。

3) 要尽可能避免在图 1-14 所示  $30^\circ$  范围内标注尺寸; 当无法避免时, 可按图 1-15 所示的形式标出。

4) 尺寸数字不可被任何图线所通过, 否则必须将该图线断开, 如图 1-16 所示。

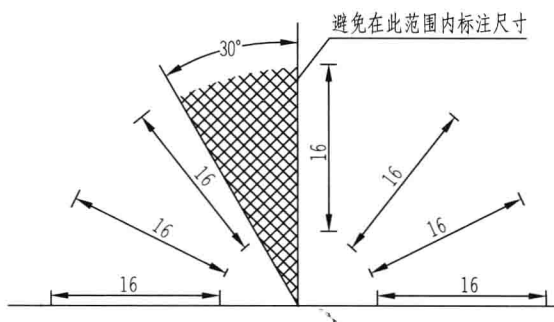


图 1-14 尺寸数字 (二)

### 3. 常用的尺寸注法

(1) 直径与半径。标注直径尺寸时, 应在尺寸数字前加注符号“ $\phi$ ”; 标注半径尺寸时, 应加注符号“ $R$ ”。半径尺寸必须注在投影为圆弧处, 且尺寸线应通过圆心, 如图 1-17 (a) 所示。

标注球面的直径和半径时, 应在“ $\phi$ ”或“ $R$ ”前加注“ $S$ ”, 如图 1-17 (b) 所示。

当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标出其圆心位置时, 可按图 1-17 (c) 所示的形式标出; 若不需要标出其圆心位置时, 可按图 1-17 (d) 所示的形式标出。

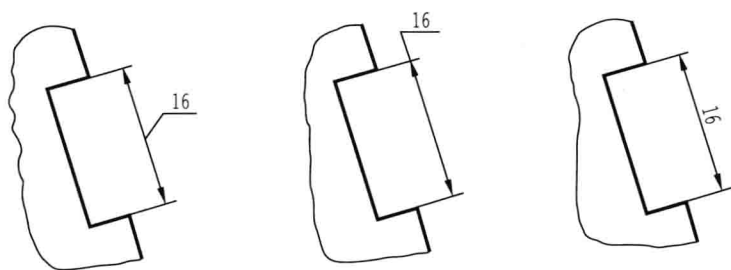


图 1-15 尺寸数字 (三)

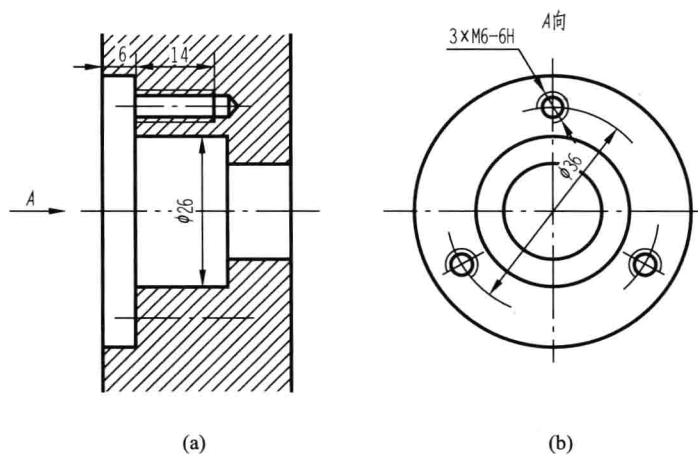


图 1-16 尺寸数字 (四)

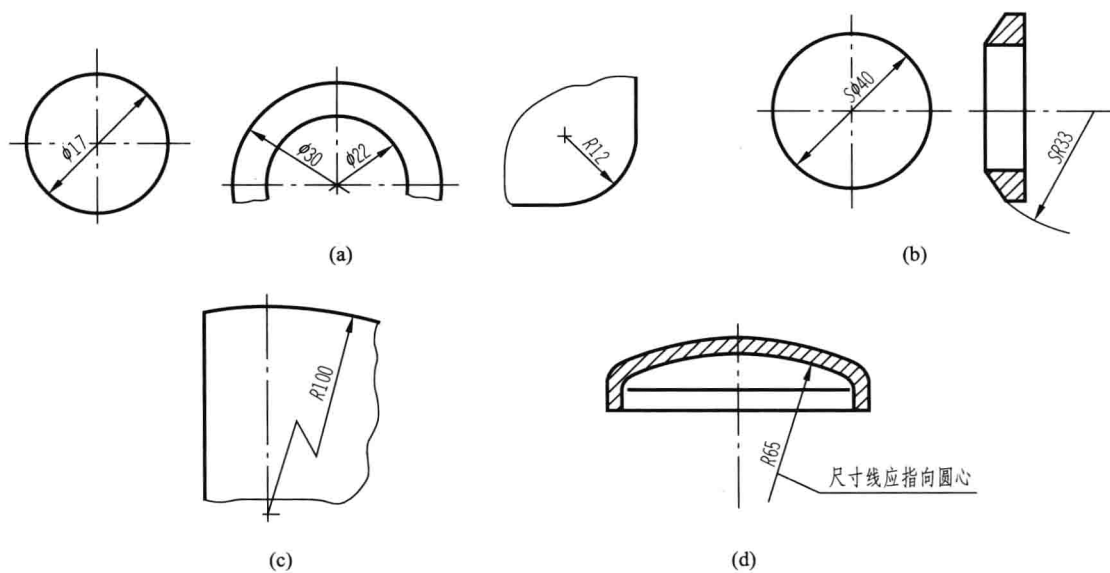


图 1-17 直径与半径的尺寸注法



(2) 小尺寸的注法。在没有足够的位置画箭头或注写尺寸数字时, 允许将箭头或数字布置在图形外面。标注一连串小尺寸时, 可用小圆点代替箭头, 但两端箭头仍须画出, 如图 1-18 所示。

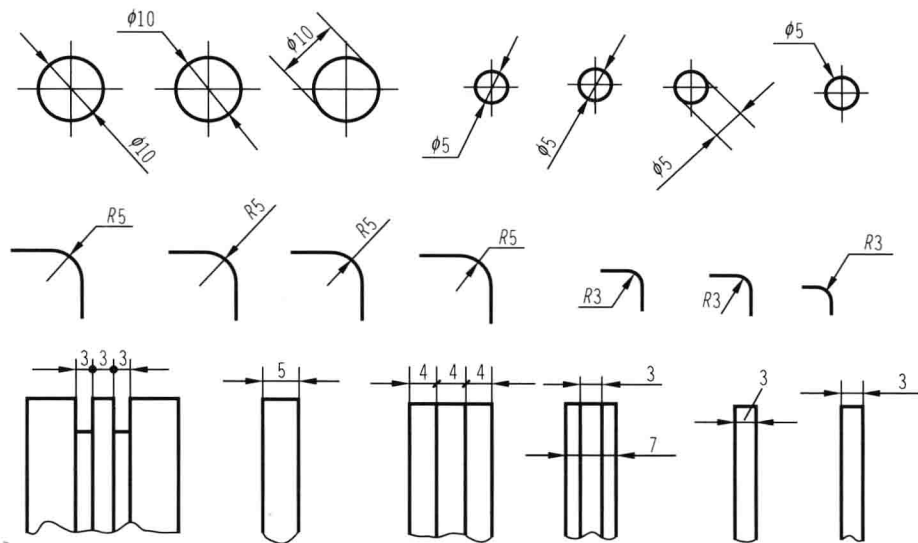


图 1-18 小尺寸的注法

(3) 角度的标注。角度的数字一律水平填写在尺寸线的中断处, 必要时允许写在外面或引出标注; 标注角度的尺寸界线应沿径向引出, 如图 1-19 所示。

(4) 对称图形的标注。当对称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线, 此时仅在尺寸线的一端画出箭头, 如图 1-20 所示。

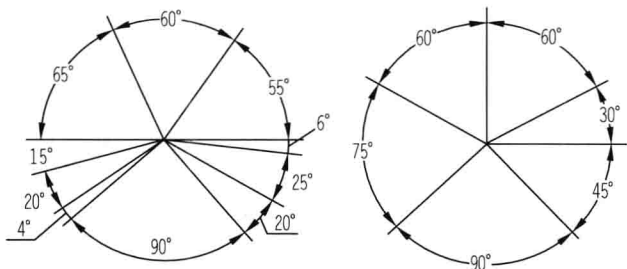


图 1-19 角度的标注

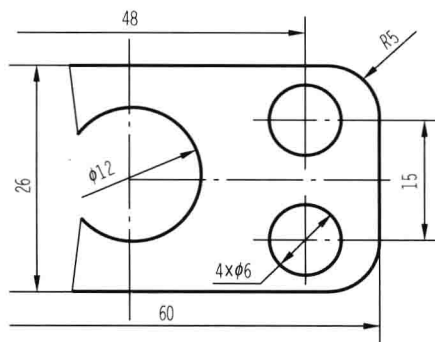


图 1-20 对称图形的标注

## 第二节 绘图基本技能

正确合理地使用绘图工具和仪器, 能够提高绘图者的作图效率, 确保绘图质量。常用的绘图工具有图板、丁字尺、三角板、圆规、分规、绘图铅笔等。