

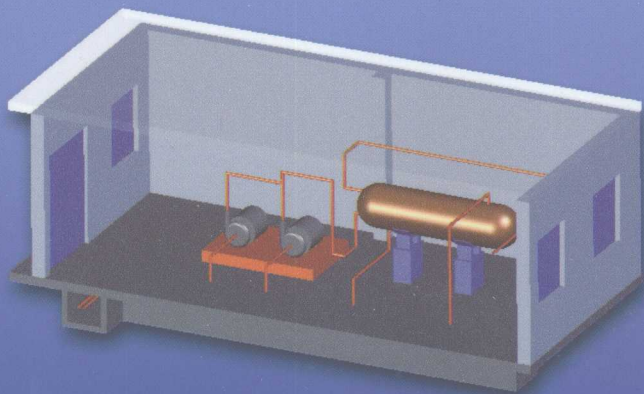


高职高专“十一五”规划教材

# 化工制图

胡建生 主编

李卫民 主审




化学工业出版社

高职高专“十一五”规划教材

# 化工制图

胡建生 主编  
李卫民 主审

图书在版编目(CIP)数据  
化工制图/胡建生主编. —北京:化学工业出版社, 2008  
高职高专“十一五”规划教材  
ISBN 978-7-122-02402-3  
I. 化… II. 胡… III. 化工制图—高等学校—教材—技术  
学院—教材—T(052)  
中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第030703号

 化学工业出版社

· 北京 ·

本书是根据化工行业对化工类专业高职高专学生制图基础理论和技能的要求编写的。前三章简要介绍机械制图的基本原理和方法,后三章突出介绍化工设备图和化工工艺图的常用表达方法,以及《化工工艺设计施工图内容和深度统一规定》的主要内容。对一些重点、难点或需提示的内容,给出了必要的图示或文字说明,并采用套红的方式绘制、印刷。

本书按 30~60 学时编写,可作为高职高专院校化学和化工工艺类专业及轻化工、环境与食品工程、制药工程等相关专业的制图教材。

# 化工制图

主编 胡建生

审主 关飞

## 图书在版编目 (CIP) 数据

化工制图/胡建生主编. —北京: 化学工业出版社, 2008. 4  
高职高专“十一五”规划教材  
ISBN 978-7-122-02405-3

I. 化… II. 胡… III. 化工机械-机械制图-高等学校: 技术学院-教材 IV. TQ050.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 036763 号

责任编辑: 张建茹  
责任校对: 徐贞珍

装帧设计: 关飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)  
印 装: 北京云浩印刷有限责任公司  
787mm×1092mm 1/16 印张 9½ 字数 228 千字 2008 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 18.00 元

版权所有 违者必究

# 前 言

本书主要参考高职高专《机械制图教学基本要求》，根据化工行业对化工类专业高职高专毕业生制图基础理论的要求编写的。同时还编写了《化工制图习题集》，与本书同时出版配套使用。

本书按 30~60 学时编写。可作为高职高专院校化学和化工工艺类专业及轻化工、环境与食品工程、制药工程等相关专业的制图教材。

本书前三章简要介绍机械制图的基本原理和方法，以及《技术制图》和《机械制图》国家标准的常用内容；后三章突出介绍化工设备图和化工工艺图的常用表达方法，以及《化工工艺设计施工图内容和深度统一规定》的主要内容，以满足化工类专业学生和相关工程技术人员与管理人员系统学习化工制图知识的要求。

制图教材以“图”为主。本套教材的插图全部用计算机绘制完成，以确保图例正确、清晰，使人一目了然。同时，根据编者的教学体会，对一些重点、难点或需提示的内容，给出了必要的图示或文字说明，并采用套红的方式绘制、印刷。

密切跟踪制图国家标准和行业标准的变动情况，并在教材中及时贯彻。无论是正文还是插图，全部按新国家标准和行业标准进行编写、绘制。节前标有 \* 号的为选学内容，用小字号排版，可由任课教师掌握选取。

参加编写的有：胡建生（绪论、第 1 章~第 4 章及附录），邵娟琴（第 5 章、第 6 章）。全书由胡建生统稿。

本书由辽宁工业大学李卫民教授主审。参加审稿的还有史彦敏、曾红、汪正俊、王苏东、陈清胜、张玉成、李瑞福。参加审稿的各位老师对书稿进行了认真、细致的审阅，提出了许多宝贵意见和修改建议，在此表示衷心感谢。

由于编者水平所限，书中难免仍有不妥之处，欢迎广大读者特别是任课教师提出批评意见和建议，并望及时反馈（E-mail: zjru68@163.com）。

编者

2008 年 3 月

# 目 录

绪论	1
<b>第一章 制图的基本知识和技能</b>	<b>2</b>
第一节 制图国家标准简介	2
第二节 标注尺寸的基本规则	8
第三节 几何作图	11
* 第四节 手工绘图技术	15
<b>第二章 投影基础</b>	<b>20</b>
第一节 投影法和视图的基本概念	20
第二节 几何体的投影	24
第三节 组合体	30
第四节 正等轴测图画法	44
<b>第三章 物体的表达方法</b>	<b>50</b>
第一节 视图	50
第二节 剖视图	53
第三节 断面图	63
第四节 局部放大图和简化画法	65
* 第五节 第三角画法简介	67
<b>第四章 化工设备装配图</b>	<b>72</b>
第一节 化工设备装配图的内容和表达方法	72
第二节 化工设备装配图中焊缝的表示法	78
第三节 化工设备常用的标准零部件	82
第四节 化工设备图的尺寸标注及其他	88
第五节 阅读化工设备图	91
<b>第五章 化工工艺图</b>	<b>95</b>
第一节 化工工艺流程图	95
第二节 房屋建筑图简介	103
第三节 设备布置图	111
第四节 管道布置图	114

# 目 录

第六章 化工单元测绘.....	124
第一节 了解测绘对象.....	124
第二节 绘制草图和工作图.....	126
附录.....	134
参考文献.....	143
1.....	.....
2.....	.....
3.....	.....
4.....	.....
5.....	.....
6.....	.....
7.....	.....
8.....	.....
9.....	.....
10.....	.....
11.....	.....
12.....	.....
13.....	.....
14.....	.....
15.....	.....
16.....	.....
17.....	.....
18.....	.....
19.....	.....
20.....	.....
21.....	.....
22.....	.....
23.....	.....
24.....	.....
25.....	.....
26.....	.....
27.....	.....
28.....	.....
29.....	.....
30.....	.....
31.....	.....
32.....	.....
33.....	.....
34.....	.....
35.....	.....
36.....	.....
37.....	.....
38.....	.....
39.....	.....
40.....	.....
41.....	.....
42.....	.....
43.....	.....
44.....	.....
45.....	.....
46.....	.....
47.....	.....
48.....	.....
49.....	.....
50.....	.....
51.....	.....
52.....	.....
53.....	.....
54.....	.....
55.....	.....
56.....	.....
57.....	.....
58.....	.....
59.....	.....
60.....	.....
61.....	.....
62.....	.....
63.....	.....
64.....	.....
65.....	.....
66.....	.....
67.....	.....
68.....	.....
69.....	.....
70.....	.....
71.....	.....
72.....	.....
73.....	.....
74.....	.....
75.....	.....
76.....	.....
77.....	.....
78.....	.....
79.....	.....
80.....	.....
81.....	.....
82.....	.....
83.....	.....
84.....	.....
85.....	.....
86.....	.....
87.....	.....
88.....	.....
89.....	.....
90.....	.....
91.....	.....
92.....	.....
93.....	.....
94.....	.....
95.....	.....
96.....	.....
97.....	.....
98.....	.....
99.....	.....
100.....	.....
101.....	.....
102.....	.....
103.....	.....
104.....	.....
105.....	.....
106.....	.....
107.....	.....
108.....	.....
109.....	.....
110.....	.....
111.....	.....
112.....	.....
113.....	.....
114.....	.....
115.....	.....

## 一、图样及其在生产中的作用

根据投影原理、制图标准或有关规定,表示工程对象并有必要技术说明的图,称为图样。化工行业常见的工程图样包括化工机器图、化工设备图和化工工艺图三大类,其中化工机器图基本上是采用机械制图的标准与规范,属于机械制图的范畴。化工设备图和化工工艺图虽然与机械制图有着紧密的联系,但却有十分明显的专业特征,同时也有自己相对独立的制图规范与绘图体系,属于化工工艺制图范畴。化工制图是在机械制图的基础上形成和发展起来的,既包括机械制图的内容,又包括化工工艺制图的内容,但主要是研究化工生产装置工程图样的绘制与阅读。

化工产品与化工生产过程的科研开发,化工生产装置的设计与建设,化工生产装置的开停车、设备检修、技术改造以及生产过程的组织与调度,都离不开化工制图。因此化工制图是化工工艺工程技术人员表达设计意图和交流技术思想的语言和工具。

## 二、本课程的主要任务

化工制图是一门专门研究化工生产装置工程图样的绘制与阅读的技术基础课。本课程的主要任务是:

- ① 掌握正投影法的基本原理及其应用,培养学生的空间想象和思维能力;
- ② 培养学生具有绘制和阅读化工图样的基本能力;
- ③ 学习制图国家标准及行业标准,初步具有查阅标准和技术资料的能力;
- ④ 使学生能够正确、熟练地使用常用的绘图工具,具有较强的徒手画图能力;
- ⑤ 培养认真负责的工作态度和一丝不苟的工作作风。

## 三、学习本课程的注意事项

本课程是一门既有理论又注重实践的课程,学习时应注意以下几点。

① 在听课和复习过程中,要重点掌握正投影法的基本理论和基本方法,学习时不能死记硬背,要通过由空间到平面、由平面到空间的一系列循序渐进的练习,不断提高空间思维能力和表达能力。

② 本课程的特点是实践性较强,其主要内容需要通过一系列的练习和作业才能掌握。因此,及时完成规定的练习和作业,是学好本课程的重要环节。只有通过反复实践,才能不断提高画图与读图的能力。

③ 要重视学习和严格遵守制图方面的国家标准和行业标准,对常用的标准应该牢记并能熟练地运用。

# 第一章 制图的基本知识和技能

## 教学提示

本章主要介绍国家标准《技术制图》与《机械制图》中的一些基本规定；常用的几何作图方法；平面图形尺寸分析、线段分析和基本作图步骤。通过本章学习，应达到如下基本要求。

① 熟悉国家标准《技术制图》与《机械制图》中有关图纸幅面和格式、比例、字体、图线及尺寸标注等规定。

② 掌握常用的几何作图方法。在绘制平面图形的过程中，能正确地进行线段分析，掌握正确的绘图步骤。基本做到绘制出的图样布局合理、线型均匀、字体工整、图面整洁，各项内容基本符合国家标准的要求。

## 第一节 制图国家标准简介

图样作为技术交流的共同语言，必须具有统一的规范，否则会带来生产过程和技术交流中的混乱和障碍。国家质量监督检验检疫总局发布了《技术制图》和《机械制图》、《建筑制图》、《电气制图》等一系列制图国家标准。国家标准《技术制图》是一项基础技术标准，在技术内容上具有统一性、通用性和通则性，在制图标准体系中处于最高层次。国家标准《机械制图》、《建筑制图》、《电气制图》等是专业制图标准，是按照专业要求进行补充，其技术内容是专业性和具体性的。它们都是绘制与使用工程图样的准绳。

在标准代号“GB/T 4457.4—2002”中，GB/T 为推荐性国家标准代号，一般简称“国标”。G 是“国家”一词汉语拼音的第一个字母，B 是“标准”一词汉语拼音的第一个字母，T 是“推”字汉语拼音的第一个字母。4457.4 表示标准编号，2002 表示该标准发布的年号。

### 一、图纸幅面和格式 (GB/T 14689)

#### 1. 图纸幅面

为了使图纸幅面统一，便于装订和保管以及符合缩微复制原件的要求，绘制工程图样时，应优先采用基本幅面（表 1-1）。基本幅面共有五种，其尺寸关系如图 1-1 所示。

幅面代号的几何含义，实际上就是对 0 号幅面的对开次数。如 A1 中的“1”，表示将全张纸（A0 幅面）长边对折裁切一次所得的幅面；A4 中的“4”，表示将全张纸长边对折裁切四次所得的幅面。

必要时，允许选用加长幅面，但加长后幅面的尺寸，必须是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。



表 1-1 图纸幅面/mm

图纸代号	幅面尺寸 B×L	留边宽度		
		a	c	e
A0	841×1189	25	10	20
A1	594×841			
A2	420×594	5	10	10
A3	297×420			
A4	210×297			

注：a、c、e 为留边宽度，参见图 1-2、图 1-3。

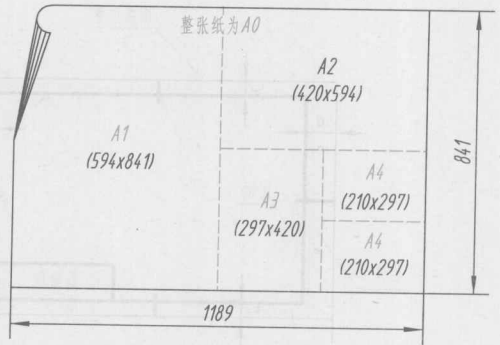


图 1-1 基本幅画的尺寸关系

【提示】 国家标准规定，机械图样中的尺寸以毫米为单位时，不需标注单位符号（或名称）。如采用其他单位，则必须注明相应的单位符号。本书的文字叙述和图例中凡未标注尺寸单位的，均为毫米。

## 2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为不留装订边和留装订边两种，但同一产品的图样只能采用一种格式。

不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-2 所示（尺寸按表 1-1 的规定）。

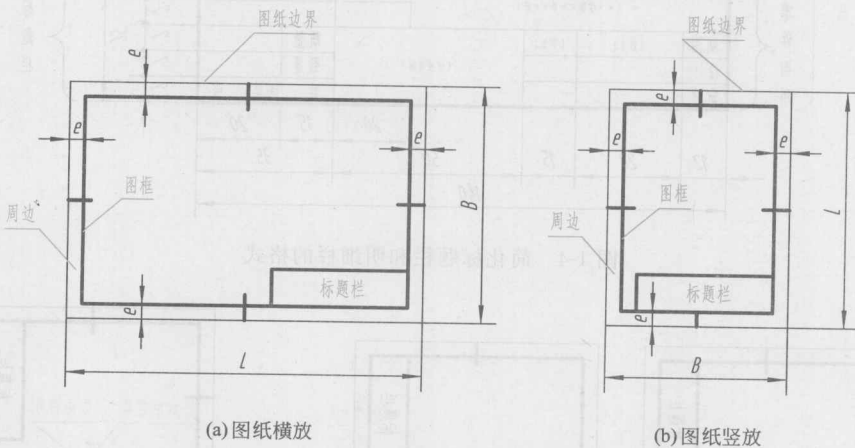


图 1-2 不留装订边的图框格式

留有装订边的图纸，其图框格式如图 1-3 所示（尺寸按表 1-1 的规定）。

## 3. 标题栏的方位

每张图样都必须画出标题栏。绘制工程图样时，国家标准规定的标题栏格式和尺寸应按 GB/T 10609.1 中的规定绘制。在学校的制图作业中，可采用图 1-4 的简化格式。

标题栏的位置应位于图纸的右下角，如图 1-2、图 1-3 所示。

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，如图 1-2(a)、图 1-3(a) 所示；若标题栏的长边与图纸的长边垂直时，则构成 Y 型图纸，如图 1-2(b)、图 1-3(b) 所示。在此情况下，看图的方向与看标题栏中的文字方向一致。

为了利用预先印制的图纸，允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用；或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用，如图 1-5 所示。

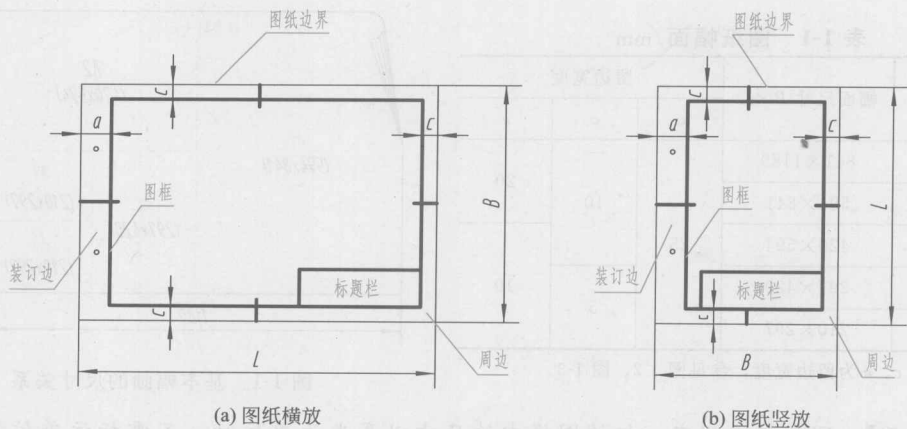


图 1-3 留有装订边的图框格式

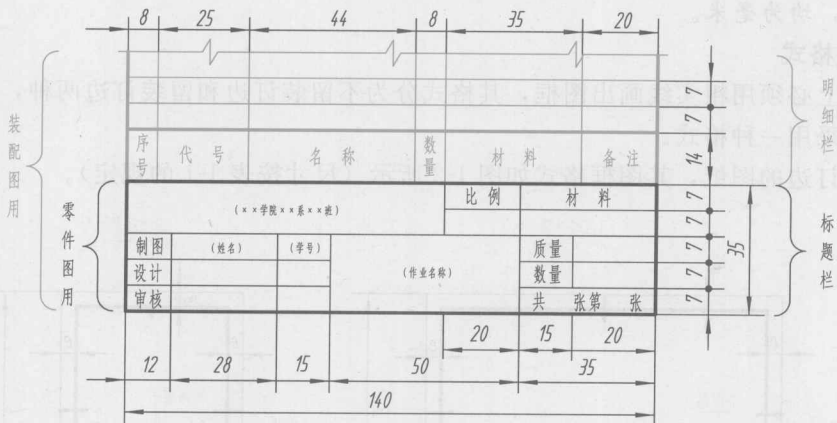


图 1-4 简化标题栏和明细栏的格式

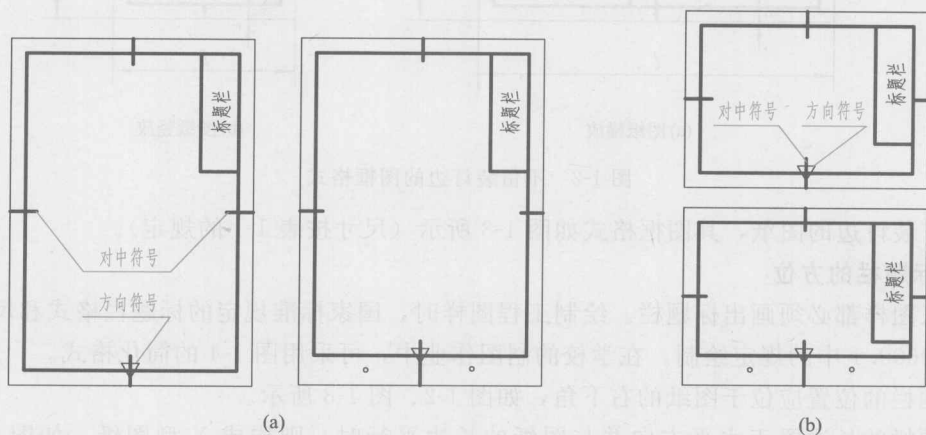


图 1-5 预先印制图纸的摆放方法

#### 4. 附加符号

(1) 对中符号 为了使图样复制和缩微摄影时定位方便,对基本幅面的各号图纸,均应在图纸各边长的中点处,分别画出对中符号。对中符号用粗实线绘制,线宽不小于 0.5,长

度从纸边界开始伸入图框内约 5，如图 1-5 所示。当对中符号处在标题栏范围内时，则伸入标题栏部分省略不画。

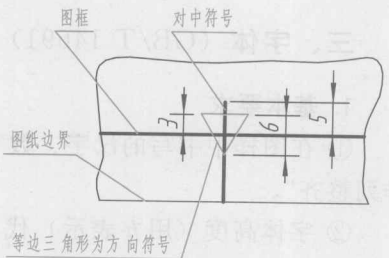


图 1-6 方向符号的画法

(2) 方向符号 当 X 型图纸竖放或 Y 型图纸横放时，为了明确绘图与看图时的方向，应在图纸的下边对中心符号处画出一个方向符号，如图 1-5 所示。

方向符号是用细实线绘制的等边三角形，其大小和所处的位置如图 1-6 所示。

## 二、比例 (GB/T 14690)

图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，应由表 1-2 “优先选择系列”中选取适当的绘图比例。必要时，从表 1-2 “允许选择系列”中选取。为了从图样上直接反映出实物的大小，绘图时应尽量采用原值比例。

表 1-2 比例系列

种类	定义	优先选择系列	允许选择系列
原值比例	比值为 1 的比例	1 : 1	—
放大比例	比值大于 1 的比例	5 : 1 2 : 1	4 : 1 2.5 : 1
		$5 \times 10^n : 1$ $2 \times 10^n : 1$ $1 \times 10^n : 1$	$4 \times 10^n : 1$ $2.5 \times 10^n : 1$
缩小比例	比值小于 1 的比例	1 : 2 1 : 5 1 : 10	1 : 1.5 1 : 2.5 1 : 3 1 : 4 1 : 6
		$1 : 2 \times 10^n$ $1 : 5 \times 10^n$ $1 : 1 \times 10^n$	$1 : 1.5 \times 10^n$ $1 : 2.5 \times 10^n$ $1 : 3 \times 10^n$ $1 : 4 \times 10^n$ $1 : 6 \times 10^n$

注：n 为正整数。

比例符号用“:”表示，其表示方法为 1 : 1、1 : 2、5 : 1 等。比例一般应标注在标题栏中的“比例”栏内。不论采用何种比例，图中所标注的尺寸数值必须是实物的实际大小，与图形的绘图比例无关，如图 1-7 所示。

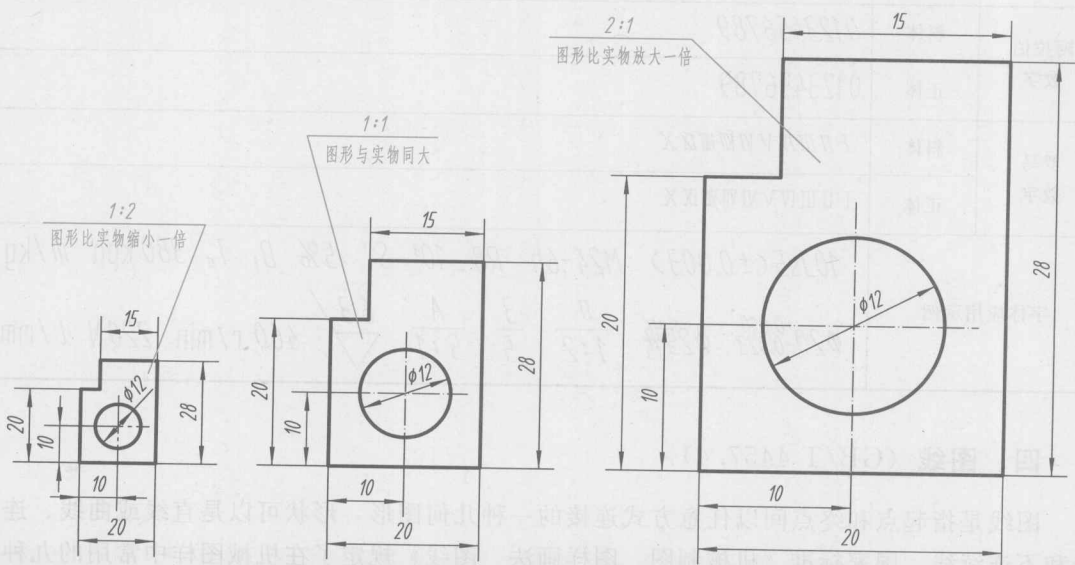


图 1-7 图形比例与尺寸的关系

### 三、字体 (GB/T 14691)

#### 1. 基本要求

① 在图样中书写的汉字、数字和字母，要尽量做到“字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐”。

② 字体高度（用  $h$  表示）代表字体的号数。字体高度的公称尺寸系列为：1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20。如需要书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

③ 汉字应写成长仿宋体字，并应采用国家正式公布的简化字。汉字的高度  $h$  不应小于 3.5，其字宽一般为  $h/\sqrt{2}$ 。

书写长仿宋体字的要领是：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。

④ 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  $1/10$ 。

在同一张图样上，只允许选用一种型式的字体。

⑤ 字母和数字可写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜，与水平线成  $75^\circ$ 。

#### 2. 字体示例

汉字、数字和字母的示例，见表 1-3。



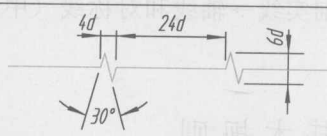


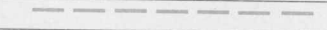
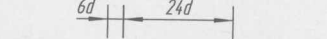
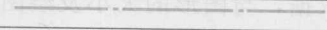
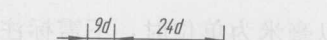
表 1-3 字体示例

字体		示 例
长仿宋体汉字	5 号	学好化工制图，为掌握专业技能奠定坚实的基础
	3.5 号	计算机绘图是工程技术人员必须具备的绘图技能
拉丁字母	大写斜体	<i>ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ</i>
	小写斜体	<i>abcdefghijklmnopqrstuvwxyz</i>
阿拉伯数字	斜体	<i>0123456789</i>
	正体	0123456789
罗马数字	斜体	<i>I II III IV V VI VII VIII IX X</i>
	正体	I II III IV V VI VII VIII IX X
字体应用示例	$10\text{Js}5(\pm 0.003)$ $M24-6h$ $R8$ $10^3$ $\text{S}^{-1}$ $5\%$ $D_1$ $T_d$ $380\text{ kPa}$ $\text{m}/\text{kg}$ $\phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ $\phi 25^{H6}_{f5}$ $\frac{II}{1:2}$ $\frac{3}{5}$ $\frac{A}{5:1}$ $\frac{6.3}{\nabla}$ $460\text{ r}/\text{min}$ $220\text{ V}$ $1/\text{mm}$	

### 四、图线 (GB/T 4457.4)

图线是指起点和终点间以任意方式连接的一种几何图形，形状可以是直线或曲线、连续线和不连续线。国家标准《机械制图 图样画法 图线》规定了在机械图样中常用的九种图线，其代码、型式、名称、宽度以及应用示例，见表 1-4 和图 1-8。

表 1-4 常用的九种图线 (摘自 GB/T 4457.4)

代码 No	线 型	名称	线宽	一般应用
01.1		细实线	$d/2$	过渡线、尺寸线、尺寸界线、指引线和基准线、剖面线、重合断面的轮廓线、短中心线、螺纹牙底线、尺寸线的起止线、表示平面的对角线、零件成形前的弯折线、范围线及分界线、重复要素表示线、锥形结构的基面位置线、叠片结构位置线、辅助线、不连续同一表面连线、成规律分布的相同要素连线、投射线、网格线
		波浪线	$d/2$	
		双折线	$d/2$	
01.2		粗实线	$d$	可见棱边线、可见轮廓线、相贯线、螺纹牙顶线、螺纹长度终止线、齿顶圆(线)、表格图和流程图中的主要表示线、系统结构线(金属结构工程)、模样分型线、剖切符号用线
02.1		细虚线	$d/2$	不可见棱边线、不可见轮廓线
02.2		粗虚线	$d$	允许表面处理的表示线
04.1		细点画线	$d/2$	轴线、中心线、对称线、分度圆(线)、孔系分布的中心线、剖切线
04.2		粗点画线	$d$	限定范围表示线
05.1		细双点画线	$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件的极限位置的轮廓线、重心线、成形前轮廓线、剖切面前的结构轮廓线、轨迹线、毛坯图中制成品的轮廓线、特定区域线、延伸公差带表示线、工艺用结构的轮廓线、中断线

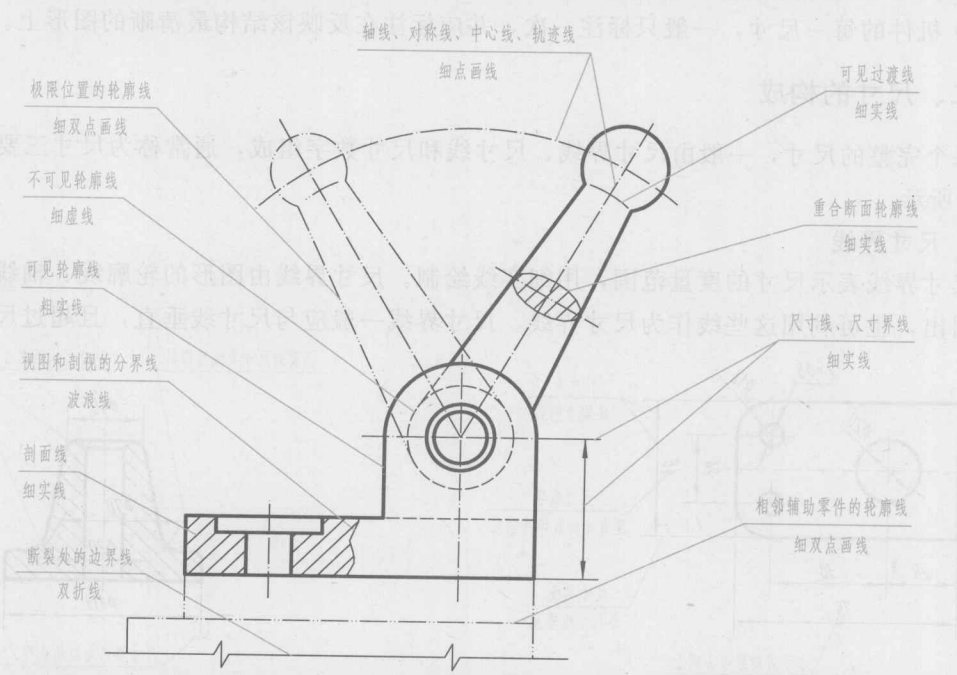


图 1-8 图线的应用示例

在机械图样中采用粗、细两种线宽，它们之间的比例为 2 : 1。即粗实线（包括粗虚线、粗点画线）线宽为 0.7 时，细实线、波浪线、双折线、细虚线、细点画线、细双点画线的线宽为 0.35，这也是优先采用的图线组别。

在同一图样中，同类图线的宽度应基本一致。细虚线、粗虚线、细点画线、粗点画线及细双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。

当有两种或更多种的图线重合时，通常应按照图线所表达对象的重要程度，优先选择绘制顺序：

可见轮廓线 → 不可见轮廓线 → 尺寸线 → 各种用途的细实线 → 轴线和对称线（中心线） → 假想线。

## 第二节 标注尺寸的基本规则

图形及图样中的尺寸，是加工制造零件的主要依据。如果尺寸标注错误、不完整或不合理，将给生产带来困难，甚至生产出废品而造成浪费。本节只介绍国家标准关于尺寸注法中的基本要求，其他内容将在后续章节中逐步介绍。

### 一、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（包括技术要求和其他说明）的尺寸，以毫米为单位时，不需标注单位符号（或名称）。如采用其他单位，则必须注明相应的单位符号。

③ 图样中所标注的尺寸，为该图样所示零件的最后完工尺寸，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。

### 二、尺寸的构成

每个完整的尺寸，一般由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字组成，通常称为尺寸三要素，如图 1-9 所示。

#### 1. 尺寸界线

尺寸界线表示尺寸的度量范围，用细实线绘制。尺寸界线由图形的轮廓线、轴线或中心线处引出，也可利用这些线作为尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直，且超过尺寸线箭头

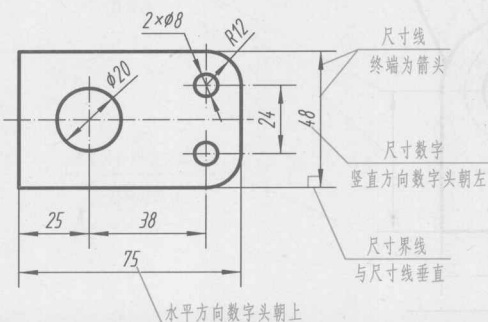


图 1-9 尺寸三要素

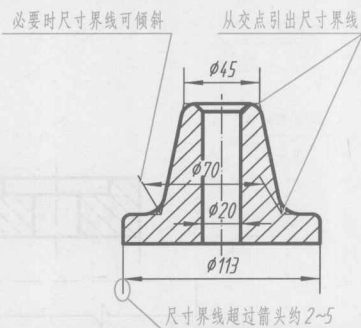


图 1-10 尺寸界线的画法

头 2~5, 必要时也允许倾斜, 如图 1-10 所示。

## 2. 尺寸线

尺寸线表示尺寸的度量方向, 必须用细实线单独绘制, 而不能用图中的任何图线来代替, 也不得画在其他图线的延长线上。

线性尺寸的尺寸线应与所标注的线段平行; 尺寸线与尺寸线之间、尺寸线与尺寸界线之间应尽量避免相交。因此, 在标注尺寸时, 应将小尺寸放在里面, 大尺寸放在外面, 如图 1-11 所示。

尺寸线终端有箭头和斜线两种形式, 其画法如图 1-12 所示。同一图样上只能采用一种形式。机械图样一般采用箭头表示尺寸的起、止, 其尖端应与尺寸界线接触。建筑图样一般采用斜线。

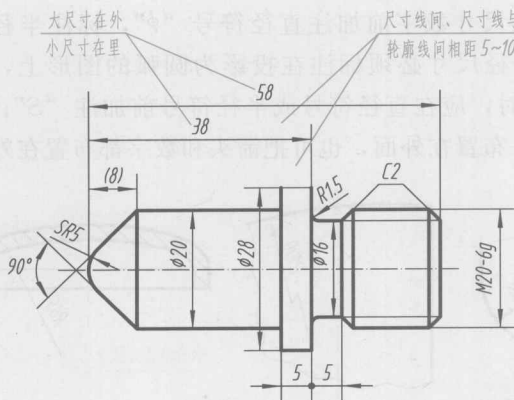
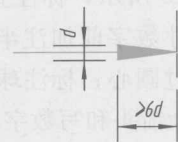
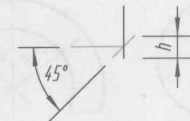


图 1-11 尺寸线的画法



箭头的画法



斜线的画法

图 1-12 尺寸线终端的两种形式

## 3. 尺寸数字

尺寸数字表示机件的实际大小, 一般用 3.5 号标准字体书写。如图 1-13 所示, 线性尺寸的尺寸数字, 一般应填写在尺寸线的上方或中断处; 线性尺寸数字的水平书写方向字头朝上、竖直方向字头朝左 (倾斜方向要有向上的趋势), 并应尽量避免在  $30^\circ$  (网格线) 范围内标注尺寸; 当无法避免时, 可采用引出线的形式标注。

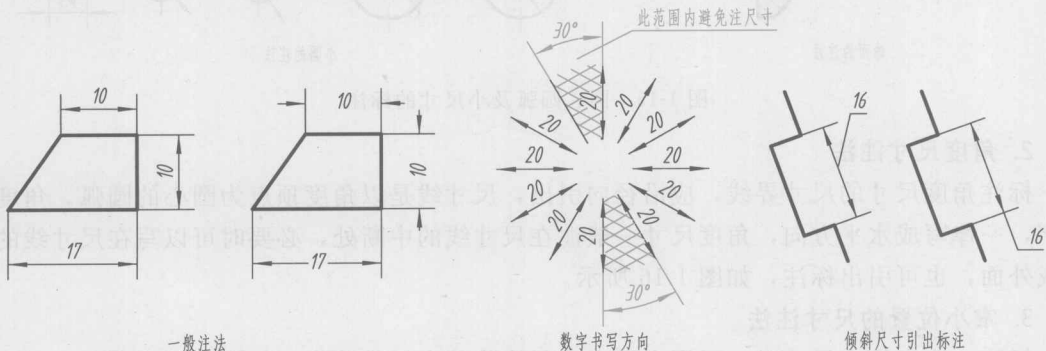


图 1-13 线性尺寸的注写方向

尺寸数字不允许被任何图线所通过, 当不可避免时, 必须把图线断开, 如图 1-14 所示。

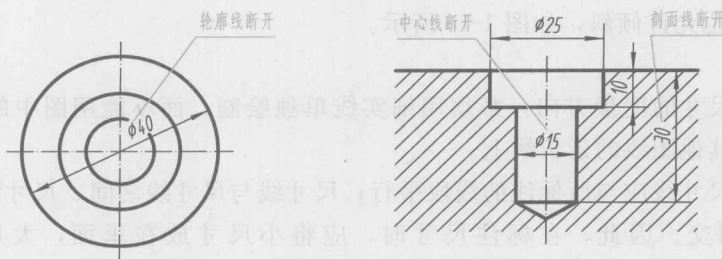


图 1-14 任何图线不能通过尺寸数字

### 三、常用的尺寸注法

#### 1. 圆、圆弧及小尺寸注法

如图 1-15 所示,标注直径尺寸时,应在尺寸数字前加注直径符号“ $\phi$ ”,标注半径尺寸时,应在尺寸数字前加注半径符号“R”。半径尺寸必须标注在投影为圆弧的图形上,且尺寸线必须通过圆心;标注球面的直径或半径时,应在直径符号或半径符号前加注“S”;当没有足够位置画箭头和写数字时,可将其中之一布置在外面,也可把箭头和数字都布置在外面。

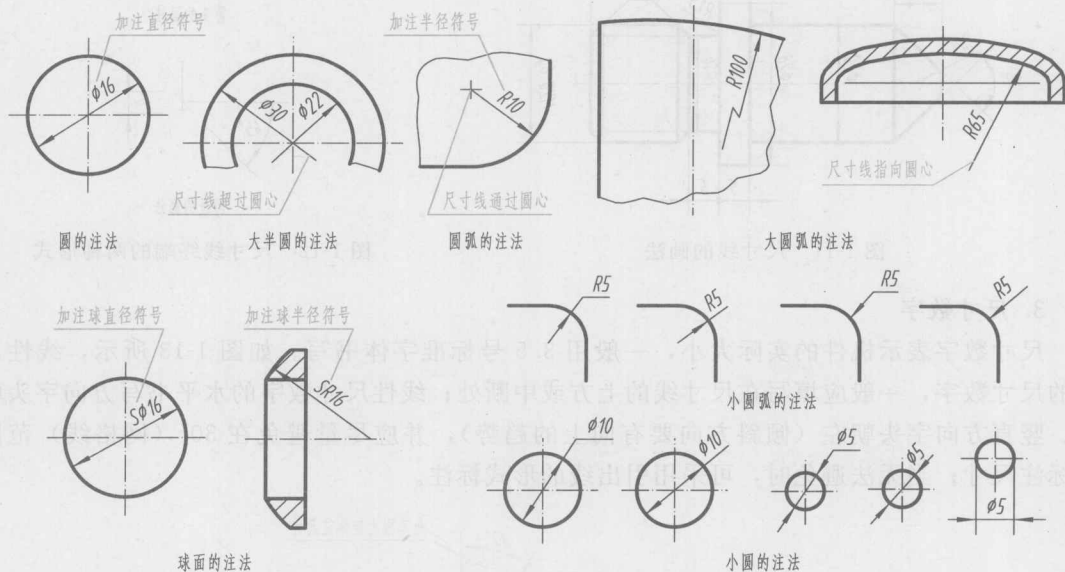


图 1-15 圆、圆弧及小尺寸的标注

#### 2. 角度尺寸注法

标注角度尺寸的尺寸界线,应沿径向引出,尺寸线是以角度顶点为圆心的圆弧。角度的数字,一律写成水平方向,角度尺寸一般注在尺寸线的中断处,必要时可以写在尺寸线的上方或外面,也可引出标注,如图 1-16 所示。

#### 3. 窄小位置的尺寸注法

标注一连串的小尺寸时,可用小圆点或斜线代替中间的箭头,如图 1-17 所示。

#### 4. 对称图形的尺寸注法

对于对称图形,应把尺寸标注为对称分布;当对称图形只画出一半或略大于一半时,尺寸线应略超过对称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 1-18 所示。



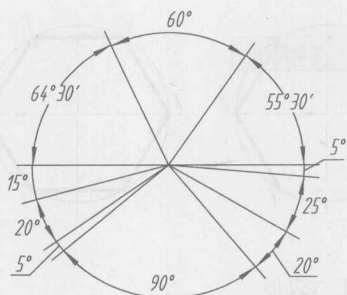


图 1-16 角度尺寸的标注

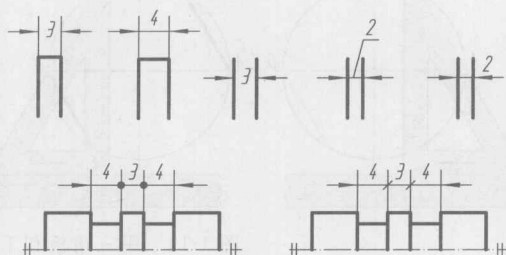


图 1-17 窄小位置的尺寸标注

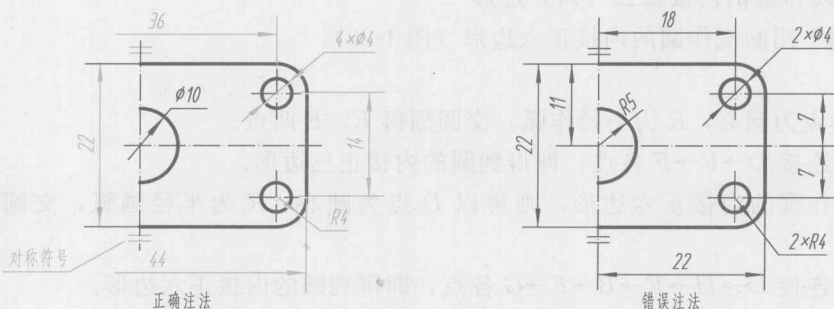


图 1-18 对称图形的尺寸标注

## 5. 常用的符号和缩写词

标注尺寸时，应尽可能使用符号和缩写词。常用的符号和缩写词见表 1-5。

表 1-5 常用的符号和缩写词

名称	符号和缩写词	名称	符号和缩写词	名称	符号和缩写词
直径	$\phi$	厚度	$t$	沉孔或锪平	$\perp$
半径	$R$	正方形	$\square$	埋头孔	$\nabla$
球直径	$S\phi$	45°倒角	$C$	均布	EQS
球半径	$SR$	深度	$\nabla$	—	—

## 第三节 几何作图

物体的轮廓形状是多种多样的，但它们基本上是由直线、圆、圆弧及其他平面曲线所组成的几何图形。掌握几何图形的作图方法，是手工绘制工程图样的重要技能之一。

### 一、等分圆周及作正多边形

#### 1. 三角板与丁字尺配合作正六边形

【例 1-1】用 30°~60°三角板和丁字尺配合，作圆的内接正六边形（图 1-19）。

作图

① 过 A 点，用 60°三角板画斜边 AB；过 D 点，画斜边 DE。

② 翻转三角板，过 D 点画斜边 CD；过 A 点画斜边 AF。