



国家示范性高职高专规划教材·机械基础系列

# 机械制图

宋金虎 主编  
钟宝华 主审

- 国家最新标准，符合设计规范
- 突出机械现代设计的新方法
- 内容简洁、实用，侧重应用
- 配备有电子教案和习题解答



清华大学出版社  
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



北京交通大学出版社  
<http://press.bjtu.edu.cn>



国家示范性高职高专规划教材·机械基础系列

# 机械制图

宋金虎 主编  
钟宝华 主审

清华大学出版社  
北京交通大学出版社

·北京·

## 内容简介

本书是高职高专院校机械类专业规划教材。全书共分9个单元。内容包括：机械制图的基本知识与技能，点、直线、平面的投影，立体及其表面交线，组合体，轴测投影图，机件的基本表示法，标准件和常用件，零件图及装配图。

本书编者有多年丰富的教学经验，按照全国示范性高职高专全新教学理念，将知识模块融入每个单元，并且与企业生产实践相结合，使学生能够“学中做”和“做中学”。

本书采用最新国家标准，符合高职教育特点，对传统教材进行了优化和重新整合。重视学生识读和测绘能力的培养，强化轴测草图和徒手绘图的训练。

本书可作为高职高专机械类专业教材，也可作为中职院校和继续教育学院相关专业的教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13501256678 13801310933

### 图书在版编目(CIP)数据

机械制图/宋金虎主编. —北京：清华大学出版社；北京交通大学出版社，2010.7

(国家示范性高职高专规划教材·机械基础系列)

ISBN 978-7-5121-0145-6

I. ①机… II. ①宋… III. ①机械制图-高等学校：技术学校-教材  
IV. ①TH126

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第110578号

责任编辑：韩素华

出版发行：清华大学出版社 邮编：100084 电话：010-62776969

北京交通大学出版社 邮编：100044 电话：010-51686414

印刷者：北京交大印刷厂

经销：全国新华书店

开本：185×260 印张：15.25 字数：376千字

版次：2010年7月第1版 2010年7月第1次印刷

书号：ISBN 978-7-5121-0145-6/TH·26

印数：1~4 000册 定价：28.00元

本书如有质量问题，请向北京交通大学出版社质监局反映。对您的意见和批评，我们表示欢迎和感谢。

投诉电话：010-51686043, 51686008；传真：010-62225406；E-mail:press@bjtu.edu.cn。

# 前 言

本书是根据教育部制定的《高职高专教育工程制图课程教学基本要求(机械类专业适用)》,汲取近几年机械制图课程教学改革的成功经验编写而成的。

本书内容包括:机械制图的基本知识与技能,点、直线、平面的投影,立体及其表面交线,组合体,轴测投影图,机件的基本表示法,标准件和常用件,零件图及装配图共9个单元。每个单元开始部分安排有“学习目标”,按照“综合知识模块”、“能力知识点”的层次编写。全书采用了我国最新颁布的《技术制图》与《机械制图》国家标准及与制图有关的其他国家标准。

在编写本教材时,我们从职业教育的实际出发,以培养学生阅读和绘制工程图样为目的,从工科学生就业岗位的实际出发,力求突出高职高专教育特色,全面提升学生的识图制图能力。

本书既可作为高等职业技术学院机械类和近机类各专业的教材,也可作为其他专业及相关专业岗位培训教材,还可供从事机械工程的科技人员参考。

本教材按总课时60~80学时编写,在实际教学中,教师可适当增减。

本书由宋金虎担任主编,绪论、第2单元由宋金虎编写,第1单元由赵洪光编写,第3单元由孙丽萍编写,第4单元、第5单元由白西平编写,第6单元由卢洪德编写,第7单元由鲍梅莲编写,第8单元由孙春静编写,第9单元由侯文志编写,全书由宋金虎负责统稿、定稿。全书由钟宝华主审,他仔细地审阅了全稿并提出许多宝贵的修改意见,在此表示衷心感谢!

本书编写过程中参考了许多文献资料,编者谨向这些文献资料的编著者和支持编写工作的单位和个人表示衷心的感谢。由于编者水平有限,书中难免有谬误和欠妥之处,恳切希望使用本书的广大师生与读者批评指正,以求改进。

编 者

2010年6月

(101)	.....	图例	.....	机械制图综合	.....
(111)	.....	图例	.....	机械制图综合	.....
(151)	.....	图大郑希科	.....	机械制图综合	.....
(150)	.....	图例	.....	机械制图综合	.....
(153)	.....	图例	.....	机械制图综合	.....
(152)	.....	图例	.....	机械制图综合	.....
<b>绪论</b>	.....				(1)
<b>第1单元 机械制图的基本知识与技能</b>	.....				(2)
综合知识模块1 国家标准的基本规定	.....				(2)
综合知识模块2 常用绘图工具及其使用方法	.....				(11)
综合知识模块3 几何作图	.....				(14)
综合知识模块4 平面图形的画法	.....				(20)
综合知识模块5 绘图的基本方法与步骤	.....				(24)
<b>第2单元 点、直线、平面的投影</b>	.....				(27)
综合知识模块1 投影法的基本知识	.....				(27)
综合知识模块2 点的投影	.....				(30)
综合知识模块3 直线的投影	.....				(32)
综合知识模块4 平面的投影	.....				(39)
综合知识模块5 求直线的实长和平面的实形	.....				(44)
<b>第3单元 立体及其表面交线</b>	.....				(50)
综合知识模块1 基本体的投影及其表面取点	.....				(50)
综合知识模块2 平面与立体表面的交线——截交线	.....				(54)
综合知识模块3 两回转体表面的交线——相贯线	.....				(60)
<b>第4单元 组合体</b>	.....				(64)
综合知识模块1 组合体的组成方式	.....				(64)
综合知识模块2 组合体视图的画法	.....				(67)
综合知识模块3 组合体视图的尺寸标注	.....				(73)
综合知识模块4 读组合体视图	.....				(79)
<b>第5单元 轴测投影图</b>	.....				(86)
综合知识模块1 轴测图的基本知识	.....				(86)
综合知识模块2 正等轴测图	.....				(88)
综合知识模块3 斜二等轴测图	.....				(94)
综合知识模块4 轴测剖视图的画法	.....				(96)
综合知识模块5 轴测草图的画法	.....				(98)
<b>第6单元 机件的基本表示法</b>	.....				(100)
综合知识模块1 视图	.....				(100)

综合知识模块 2	剖视图	(105)
综合知识模块 3	断面图	(117)
综合知识模块 4	局部放大图	(120)
综合知识模块 5	简化画图	(120)
综合知识模块 6	综合实例	(123)
综合知识模块 7	第三角投影法	(125)
<b>第 7 单元</b>	<b>标准件和常用件</b>	<b>(128)</b>
综合知识模块 1	螺纹及螺纹紧固件的画法	(128)
综合知识模块 2	齿轮的画法	(143)
综合知识模块 3	键联接及销联接的画法	(151)
综合知识模块 4	滚动轴承的画法	(157)
综合知识模块 5	弹簧的画法	(161)
<b>第 8 单元</b>	<b>零件图</b>	<b>(165)</b>
综合知识模块 1	零件图的内容	(165)
综合知识模块 2	零件图的视图表达方案	(166)
综合知识模块 3	零件上常见的工艺结构	(170)
综合知识模块 4	零件图的尺寸标注	(174)
综合知识模块 5	零件图的技术要求	(181)
综合知识模块 6	阅读零件图的一般步骤	(194)
综合知识模块 7	零件测绘	(197)
<b>第 9 单元</b>	<b>装配图</b>	<b>(201)</b>
综合知识模块 1	装配图的作用和内容	(201)
综合知识模块 2	装配图的视图表示法	(203)
综合知识模块 3	装配图中的尺寸标注与零、部件编号及明细栏	(205)
综合知识模块 4	常见的装配工艺结构	(207)
综合知识模块 5	部件测绘和装配图画法	(210)
综合知识模块 6	读装配图和拆画零件图	(215)
<b>附录 A</b>	<b>机械制图相关标准</b>	<b>(219)</b>
<b>参考文献</b>		<b>(235)</b>
(88)		
(88)		
(40)		
(89)		
(89)		
(001)		
(001)		



# 绪 论

单元 1 第

## 1. 本课程的研究内容及地位

在工程技术中,为了准确地表达工程对象的形状、大小、相对位置及技术要求,通常用一定的投影绘图方法和有关技术规定将工程对象表达在图纸上,得到图样。图样是表达机器零、部件或整台机器的形状、结构及制造要求的图纸,是加工和检测零件,装配、安装、检验和调试机器的依据。

图样是工程技术界共同的技术语言,在机械设计与制造过程中,设计者通过图样来表达设计思想,生产者通过图样及技术文件来了解设计要求并组织生产或施工,即“按图施工”,图样还是交流技术思想的重要工具。所以,每一个从事工程技术的人员都要掌握绘制和阅读工程图样的基本理论知识和技能。

机械制图是一门研究如何绘制和阅读机械图样的职业技术基础课程,主要讲述正投影法的基本原理和形体的表达方法,介绍国家标准《技术制图》、《机械制图》的基本内容,讲述绘制和阅读机械图样的基本方法。通过本课程的学习,为学习和掌握后续专业技术课程、职业技能及将来参加实际技术工作打下基础。

## 2. 本课程的主要任务和要求

本课程作为职业技术基础课程,其主要任务如下。

- (1) 掌握用正投影方法表达空间物体形状、结构的基本理论和方法。
- (2) 培养较强的空间想象能力。
- (3) 掌握绘制和阅读机械图样的基本技能。
- (4) 培养认真负责的工作态度和耐心细致的职业习惯。

## 3. 本课程的学习方法和注意事项

本课程理论与实践结合紧密,应用技能要求高,在学习过程中应注意做到以下几点。

- (1) 重点掌握正投影法的基本原理和作图方法,注意图形和它所表达的物体之间的对应关系,由物画图,由图想物,认真观察,分析不同形体的投影特点和投影规律。
- (2) 正确掌握绘图仪器和工具的使用方法,努力提高面图质量并加快绘图速度。
- (3) 认真完成一定数量的练习或作业,通过读图、绘图训练,培养一丝不苟的工作态度和严谨细致的工作作风。
- (4) 学习和严格遵守国家标准,同时逐步培养查阅有关标准的能力。

# 第 1 单元

## 机械制图的基本知识与技能

**【学习目标】** 本单元主要介绍国家标准（简称国标）《技术制图》与《机械制图》的基本规定及绘图方法等方面的基本知识。通过本单元的学习，掌握国家标准对图纸、字体、比例、图线和尺寸标注的规定；熟悉机械制图常用工具的使用，如铅笔、图板、丁字尺及三角板等；熟练掌握等分线段、等分圆周、斜度、锥度及光滑连接两曲线等作图方法；熟练掌握平面图形的分析过程、绘图步骤和尺寸注法。

### 综合知识模块 1 国家标准的基本规定

#### 能力知识点 1 图纸幅面、格式和标题栏

为便于图样的保管和使用，国家标准对图纸幅面尺寸和格式及有关的附加符号作了统一规定。

##### 1. 图纸幅面

绘图时，应优先采用表 1-1 中所规定的 5 种基本幅面。必要时，可按基本幅面的短边整数倍加长。

表 1-1 图纸基本幅面尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	120 × 297
$e$	20		10		
$c$	10			5	
$a$	25				

图纸的 5 种基本幅面中，A0 为全张，自 A1 开始依次是前一种幅面大小的一半。如图 1-1 所示。

##### 2. 图框格式

在图纸上图框必须用粗实线画出。图框有两种格式：不留装订边（见图 1-2（a））和



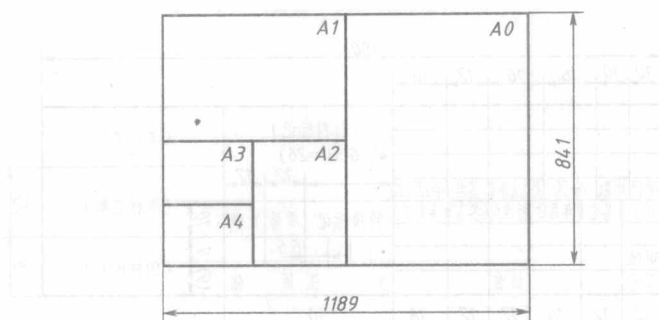


图 1-1 图纸幅面

留有装订边（见图 1-2（b））。同一产品中所有图样均应采用同一种格式。两种格式的图框尺寸按表 1-1 的规定画出。需要加长幅面时，图框的尺寸按所用的基本幅面大一号的周边尺寸确定。

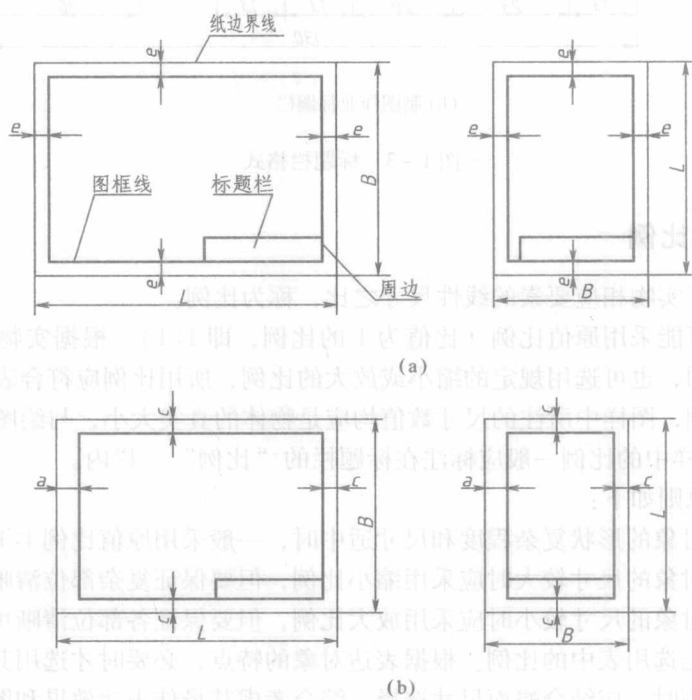


图 1-2 图框格式

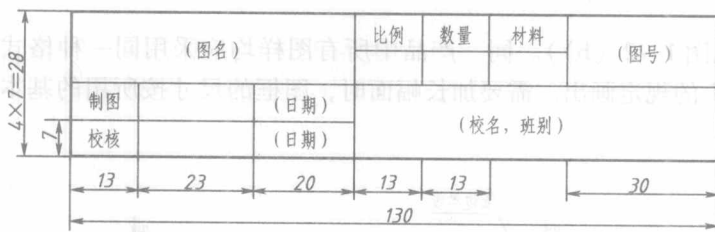
### 3. 标题栏

一般情况下，标题栏位于图框的右下角，国标规定和制图作业格式的尺寸如图 1-3

所示。



(a) 国标规定的标题栏格式



(b) 制图作业标题栏

图 1-3 标题栏格式

## 能力知识点 2 比例

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比，称为比例。

绘图时，尽可能采用原值比例（比值为 1 的比例，即 1:1）。根据实物的形状、大小及结构复杂程度不同，也可选用规定的缩小或放大的比例，所用比例应符合表 1-2 中的规定。无论采用何种比例，图样中所注的尺寸数值均应是物体的真实大小，与绘图的比例无关，如图 1-4 所示。图样中的比例一般应标注在标题栏的“比例”一栏内。

选择比例的原则如下：

- (1) 当表达对象的形状复杂程度和尺寸适中时，一般采用原值比例 1:1 绘制。
- (2) 当表达对象的尺寸较大时应采用缩小比例，但要保证复杂部位清晰可读。
- (3) 当表达对象的尺寸较小时应采用放大比例，但要保证各部位清晰可读。
- (4) 尽量优先选用表中的比例。根据表达对象的特点，必要时才选用其他比例。
- (5) 选择比例时，应结合幅面尺寸选择，综合考虑其最佳表达效果和图画的审美价值。

表 1-2 比例

原值比例	1:1
缩小比例	1:2 1:5 1:10 1:2×10 <sup>n</sup> 1:5×10 <sup>n</sup> 1:1×10 <sup>n</sup>
放大比例	5:1 2:1 5×10 <sup>n</sup> :1 2×10 <sup>n</sup> :1 1×10 <sup>n</sup> :1

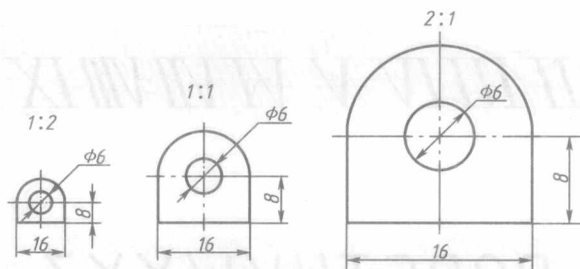


图 1-4 尺寸数值与绘图比例无关

### 能力知识点 3 字体

#### 1. 国家标准《技术制图 字体》对字体作了如下规定

- (1) 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。
- (2) 字体高度 (用  $h$  表示) 的公称尺寸系列为 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20 mm。字体的高度代表字体的号数。

(3) 汉字应写成仿宋体字, 并应采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度一般不应小于 3.5 mm, 其字宽一般为  $h/\sqrt{2}$ 。

(4) 阿拉伯数字、罗马数字和拉丁字母等数字和字母, 根据其笔画宽度  $d$  分为 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 ( $d$ ) 为字高的  $1/10$ 。一般采用 B 型字体。在同一图样上, 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, 与水平基准线成  $75^\circ$ 。

(6) 用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母, 一般应采用小一号的字体。

#### 2. 字体示例

10 号字

**字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐**

7 号字

**字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐**

5 号字

**字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐**

#### 3. 阿拉伯数字示例

0123456789

1234567890

## 4. 罗马数字示例



## 5. 大写拉丁字母



## 6. 小写拉丁字母



## 能力知识点 4 图线及其画法

国标规定了 15 种基本线型，用于机械工程图样的有 4 种线素、9 种线型。




## 1. 图线的型式及应用

机件的图形是用各种不同粗细和型式的图线绘制而成的，表 1-3 所示为机械工程图样中所用的 9 种线型及其示例（其中细波浪线、细双折线是由基本线型变形得到的）。



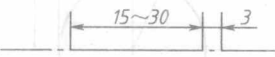
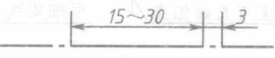
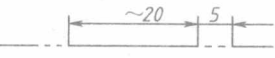
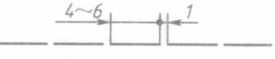
图线的宽度应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选取。

0.13 mm, 0.18 mm, 0.25 mm, 0.35 mm, 0.5 mm, 0.7 mm, 1 mm, 1.4 mm, 2 mm  
粗线、中粗线和细线的宽度比例为 4:2:1。

表 1-3 图线及应用举例

图线名称	图线型式	图线宽度	图线应用举例（见图 1-5）
粗实线		$d = 0.13 \sim 2$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 可见的棱边</li> <li>2. 可见轮廓线</li> <li>3. 视图上的铸件分型线</li> </ol>
细虚线		约 $d/2$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 不可见的棱边</li> <li>2. 不可见的轮廓线</li> </ol>
细实线		约 $d/2$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 相贯线</li> <li>2. 尺寸线和尺寸界线</li> <li>3. 剖面线</li> <li>4. 重合断面的轮廓线</li> <li>5. 投射射线</li> </ol>

续表

图线名称	图线型式	图线宽度	图线应用举例 (见图1-5)
波浪线		约 $d/2$	1. 断裂处的边界线 2. 视图与剖视的分界线
双折线		约 $d/2$	1. 断裂处的边界线 2. 视图与剖视的分界线
细点画线		约 $d/2$	1. 中心线 2. 对称中心线 3. 轨迹线
粗点画线		$d$	1. 限定范围的表示 2. 剖切平面线 3. 剖视图中铸件分型线
细双点画线		约 $d/2$	1. 相邻零件的轮廓线 2. 移动件的限位线 3. 先期成型的初始轮廓线 4. 剖切平面之前的零件结构状况
粗虚线		约 $d$	允许表面处理的表示线

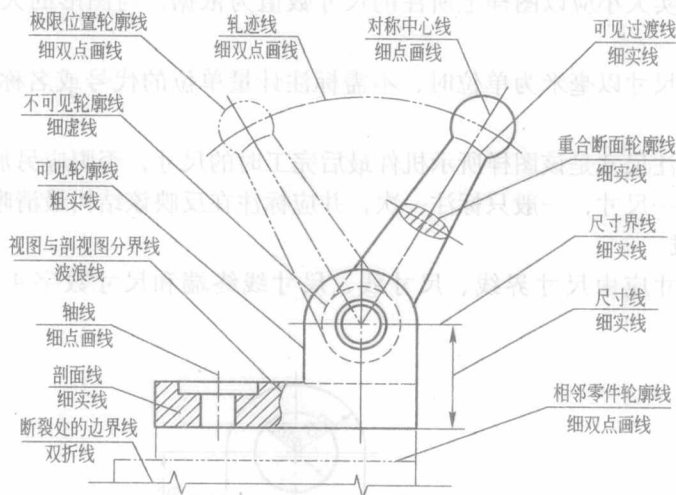


图1-5 图线应用示例

## 2. 图线画法及需要注意的问题

(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距应各自大致相等。

(2) 点画线、双点画线的首末两端应是线段, 而不是短画。点画线、双点画线的点不是点, 而是一个约 1 mm 的短画。

(3) 绘制圆的中心线, 圆心应为线段的交点。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。

此外,画图时还应注意图线的交、接、切处的一些规定画法,如图1-6所示。

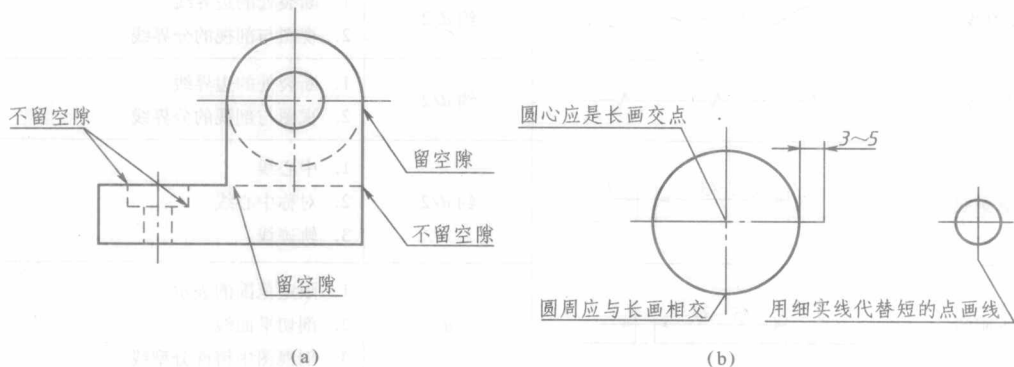


图1-6 图线连接处的画法

## 能力知识点5 尺寸标注

图形只能表达机件的形状,而机件的大小则由标注的尺寸确定。国标中对尺寸标注的基本方法作了一系列规定,必须严格遵守。

### 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) 图样中的尺寸以毫米为单位时,不需标注计量单位的代号或名称,如采用其他单位,则必须注明。

(3) 图样中所注尺寸是该图样所示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,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、尺寸线终端和尺寸数字4个要素组成,如图1-7所示。

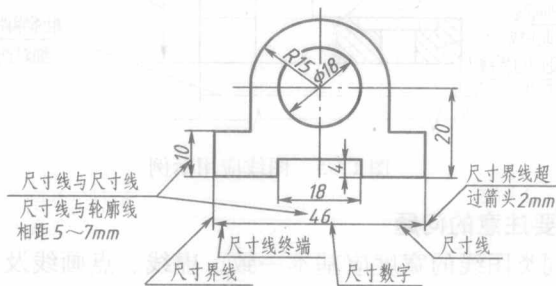


图1-7 尺寸要素

(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。轮廓线、轴线或对称中心线也可作尺寸界线。尺寸界线一般与尺寸线垂直，并超出尺寸线终端 2 mm 左右。

(2) 尺寸线。尺寸线用细实线绘制。尺寸线必须单独画出，不能与图线重合或在其延长线上。

(3) 尺寸线终端有多种形式，如图 1-8 所示。箭头适用于各种类型的图样，箭头尖端与尺寸界线接触，不得超出也不得离开。斜线用细实线绘制，图中  $h$  为字体高度。当尺寸线终端采用斜线形式时，尺寸线与尺寸界线必须相互垂直，并且同一图样中只能采用一种尺寸线终端形式。

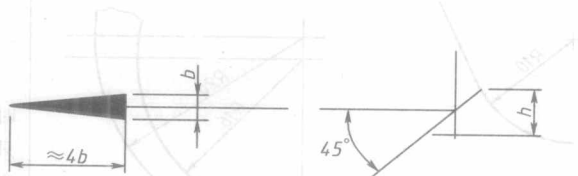


图 1-8 尺寸线终端形式

(4) 尺寸数字。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，同一图样内大小一致，位置不够可引出标注。尺寸数字不可被任何图线所通过，否则必须把图线断开，参见图 1-7 中的尺寸  $R15$  和  $\phi 18$ 。国标还规定了一些注写在尺寸数字周围的标注尺寸的符号，用以区分不同类型的尺寸，见表 1-4。

表 1-4 标注尺寸常用的符号或缩写词

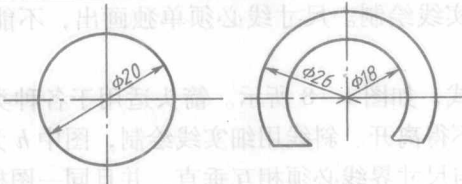
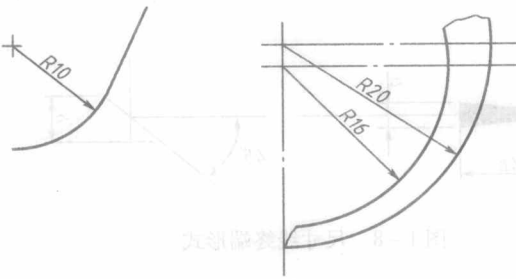
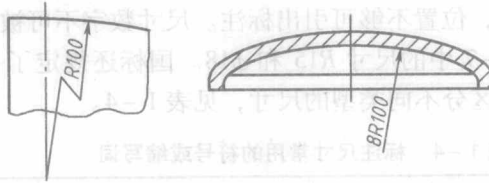
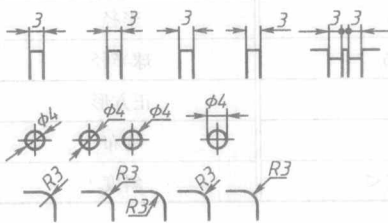
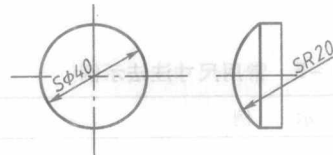

名称	符号或缩写词	名称	符号或缩写词
直径	$\phi$	半径	$R$
球直径	$S\phi$	球半径	$SR$
厚度	$t$	正方形	$\square$
45°倒角	$C$	均布	$EQS$
锥度	$\triangleright$ 或 $\triangleleft$	斜度	$\sphericalangle$ 或 $\sphericalright$

### 3. 尺寸注法

尺寸注法的基本规则见表 1-5。

表 1-5 常用尺寸注法示例

标注内容	示 例	说 明
线性尺寸		尺寸线必须与所标注的线段平行，大尺寸要注在小尺寸外面，尺寸数字应按图 (a) 中所示的方向注写，图示 30° 范围内，应按图 (b) 形式标注。在不致引起误解时，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 (c) 所示

标注内容	示例	说明
直径尺寸		标注圆或大于半圆的圆弧时, 尺寸线通过圆心, 以圆周为尺寸界线, 尺寸数字前加注直径符号 $\phi$
圆弧 半径尺寸		标注小于或等于半圆的圆弧时, 尺寸线自圆心引向圆弧, 只画一个箭头, 尺寸数字前加注半径符号 $R$
大圆弧		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, 可采用折线形式, 若圆心位置不需注明, 则尺寸线可只画靠近箭头的一段
小尺寸		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
球面		标注球面的直径或半径时, 应在尺寸数字前分别加注符号 $S\phi$ 或 $SR$
角度		尺寸界线应沿径向引出, 尺寸线画成圆弧, 圆心是角的顶点。尺寸数字一律水平书写, 一般注写在尺寸线的中断处, 必要时也可按右图的形式标注

续表

标注内容	示 例	说 明
弦长和弧长		标注弦长和弧长时, 尺寸界线应平行于弦的垂直平分线。弧长的尺寸线为同心弧, 并在尺寸数字上方加注符号 $\frown$
只画一半或大于一半时的对称机件		尺寸线应略超过对称中心线或断裂处的边界线, 仅在尺寸线的一端画出箭头
板状零件		标注板状零件的尺寸时, 在厚度的尺寸数字前加注符号 $\delta$
光滑过渡处的尺寸		在光滑过渡处, 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
允许尺寸界线倾斜		尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 必要时允许倾斜
正方形结构		标注机件的剖面为正方形结构的尺寸时, 可在边长尺寸数字前加注符号 $\square$ , 或用 $12 \times 12$ 代替 $\square 12$ 。图中相交的两条细实线是平面符号

## 综合知识模块 2 常用绘图工具及其使用方法

### 能力知识点 1 铅笔

绘图铅笔的铅芯有软硬之分, 分别用字母 B 和 H 表示。B 前的数字愈大表示铅芯愈软, H 前的数字愈大表示铅芯愈硬, HB 表示铅芯软硬适中。绘图时, 应根据不同的用途选不同软硬的铅芯, 并将其研磨成一定的形状。

B 或 HB——画粗实线用;

HB 或 H——画箭头和写字用;

H 或 2H——画各种细线和画底稿用。

其中用于画粗实线的铅笔磨成矩形, 其余的磨成圆锥形, 如图 1-9 所示。