



# 目 录

绪论 .....	1
模块一 制图基本知识与技能 .....	5
任务一 《机械制图》国家标准的基本规定 .....	6
任务二 尺寸注法 .....	16
任务三 尺规绘图 .....	21
任务四 绘制平面图形 .....	26
模块二 投影的基本知识 .....	33
任务一 绘制物体的正投影图 .....	34
任务二 物体三视图的绘制 .....	38
任务三 绘制空间点的三面投影 .....	42
任务四 绘制点的第三面投影 .....	45
任务五 绘制直线的投影 .....	50
任务六 绘制平面的三面投影 .....	54
任务七 绘制平面上点的投影 .....	58
任务八 绘制棱柱体的三视图 .....	60
任务九 绘制棱锥体的三视图 .....	64



**| 模块三 轴测图 ..... 67**

任务一 绘制正六棱柱的正等轴测图 .....	68
任务二 绘制垫块的正等轴测图 .....	72
任务三 绘制圆柱的正等轴测图 .....	75
任务四 绘制圆锥台的斜二轴测图 .....	78

**| 模块四 表面交线 ..... 83**

任务一 绘制正六棱锥的截交线 .....	84
任务二 绘制斜切圆柱的截交线 .....	87
任务三 绘制切口圆柱的截交线 .....	90
任务四 绘制两正交圆柱的相贯线 .....	92

**| 模块五 组合体 ..... 97**

任务一 组合体的组合形式 .....	98
任务二 绘制轴承座的三视图 .....	102
任务三 组合体轴测图的画法 .....	105
任务四 标注轴承座的尺寸 .....	110
任务五 形体分析法读轴承座的三视图 .....	113
任务六 线面分析法读组合体的视图 .....	117
任务七 补画视图中的漏线 .....	119

**| 模块六 机件的表达方法 ..... 123**

任务一 绘制机件的基本视图 .....	124
任务二 绘制机件的向视图 .....	126
任务三 绘制机件的局部视图 .....	128
任务四 绘制机件的斜视图 .....	131
任务五 绘制机件的剖视图 .....	133
任务六 绘制机件的全剖视图 .....	136
任务七 绘制机件的半剖视图 .....	138
任务八 绘制机件的局部剖视图 .....	140
任务九 绘制机件的阶梯剖视图 .....	143



## 目 录

模块七 标准件和常用件的绘制 .....	147
任务一 绘制螺栓、螺母的视图 .....	148
任务二 绘制螺栓连接图 .....	157
任务三 绘制双头螺柱连接图 .....	161
任务四 绘制圆柱齿轮的视图 .....	165
任务五 识读圆锥齿轮的视图 .....	171
任务六 绘制普通平键连接 .....	175
任务七 识读销连接图 .....	180
任务八 识读滚动轴承的视图 .....	182
任务九 识读弹簧的视图 .....	186
模块八 零件图 .....	191
任务一 认识零件图 .....	192
任务二 图样中表面结构要求的标注 .....	194
任务三 图样中尺寸公差的标注 .....	198
任务四 图样中几何公差的标注 .....	206
任务五 绘制轴类零件图 .....	211
任务六 绘制端盖零件图 .....	218
任务七 识读轴套类零件图 .....	222
任务八 识读轮盘类零件图 .....	225
任务九 识读叉架类零件图 .....	227
任务十 识读箱体类零件图 .....	229
参考文献 .....	231







# 绪 论

汽车机械制图是汽车制造类、机械加工类专业研究机械图样的一门课程，在现代化的生产建设中，一台机器的设计、制造、安装，或是一个工程建筑物的规划、设计、施工、管理，都离不开图样。

## 一、图样的内容和作用

图样能表达物体的形状、大小、材料、构造以及有关技术要求等内容，是人们用以表达设计意图、组织生产施工、进行技术交流的重要技术文件。因而，图样被喻为“工程技术语言”。作为工程人员，必须掌握这种语言。本课程就是研究阅读、绘制工程图样的理论和方法的基础课。

## 二、学习机械制图的目的

图样是交流传递技术信息、思想的媒介和工具，是工程界通用的技术语言。学习本课程，可为学习后续的专业课程以及提高自身的职业能力打下必要的基础。

## 三、本课程的主要内容和基本要求

### 1. 主要内容

- (1) 制图基本知识与技能。
- (2) 正投影和轴测图作图基础。
- (3) 机件图样的表示法。
- (4) 机件图和零件图的识读与绘制。

### 2. 基本要求

- (1) 掌握运用正投影法表达空间形体的图示方法，并具备一定的空间想象能力和逻辑思维能力。





(2)理解并掌握视图、剖视图、断面图等的画法和注法规定，以及螺纹紧固件连接、齿轮啮合、键和销连接等画法规定。

(3)了解各种技术要求的符号、代号和标记的含义，具备识读和绘制中等复杂程度的零件图及装配图的基本能力。

(4)熟悉国家标准《机械制图》的基本规定，学会正确使用绘图工具和仪器的方法。通过学习，制图人员应具备以下能力。

①投影能力：投影和空间想象能力。

②表达能力：能正确、完整、清晰、合理地表达机件。

③绘图能力：能熟练、准确地绘制规范、合格的工程图样。

④识读能力：能看懂并正确理解工程图样。

## 四、学习方法

(1)在学习过程中，学生要习惯自始至终把物体的投影与物体的形状紧密联系，不断地“由物画图”和“由图想物”，既要想象物体的形状，又要思考作图的投影规律，逐步提高空间想象能力和逻辑思维能力。

(2)注意学与练相结合，学会规律性的投影作图，掌握规范性的制图标准。

(3)学习时要注意空间形体与投影图形之间的对应关系，重视由物体画投影图、由投影图想象物体形状的练习。图样的表达部分是本课程的主要内容。

(4)要稳扎稳打，循序渐进。本课程的内容由浅入深，环环相扣。

(5)要边看边画。投影作图技能只有通过系统的和一定数量的练习才能获得提高。因此，在学习时不能光看教材，要认真做好每次课后习题。

## 五、中国工程图学的历史

中国在工程图学上有悠久的历史，中国古代人民在工程图学上做出过许多贡献。

### 1. 公元前的几项重要历史记载

《易传·系辞传》中有句名言，“制器者尚其象”。历史记载，公元前21世纪夏初，禹或启曾令远方“图物”，铸物象于九鼎；西周初期，周公在洛阳营建东都，曾遣人将城址图样献给周成王。

### 2. 材料和工具

丝绢、纸、毛笔、墨、规和矩等的发明，为中国设计制图的发展创造了有利条件。据说4000多年前大禹治理洪水时，就使用了规和矩。

### 3. 公元前4世纪的建筑平面图

1977年冬，河北省平山县出土的战国时期的中山王墓中，用青铜板镶嵌金银线条和文字制成的建筑平面图是世界罕见的早期工程图样。此图按正投影法用比例1:500绘制，并注明尺寸，制成于公元前323年至前309年之间。通过铭文可知，它是建筑时依据的实际图样。



#### 4. 中国古代图样的特征

- (1)图样与立体模型、文字说明并用。
- (2)形式多样。
- (3)应用于许多方面。
- (4)多数设计制图的人出身或选拔自工匠，有的世代相传。有些著名的建筑设计师同时是有名的美术家。

应引起注意的是，中国传统的工程制图技术与造纸术于唐代同一时期(公元 751 年后不久)由东向西传播到了当时的阿拉伯帝国。

#### 5.《营造法式》(公元 1100 年)中的图样

今天所能看到的图样，大部分是雕版印刷发达的北宋以后的图样。具有代表性的是李诫《营造法式》中的图样，由此可以看出当时工程图样达到的水平。此书是当时关于建筑的一部国家标准、施工规范，也是培养建筑技术人才的教材。

#### 6. 界面和画透视图

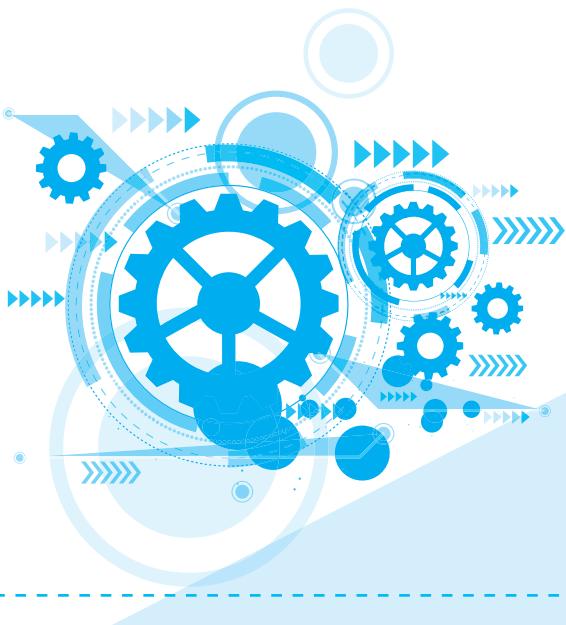
基于工件绘制房屋和用具的画法发展起来的“界面”促进了工程图样中轴测图的发展与推广应用。南朝宋画家宗炳提出远小近大，通过透明画面观察物体、在画面上画出物体形象的透视基本理论即透视图法。

#### 7. 西方工程制图技术的介绍与传播

- (1)清雍正年间，年希尧在意大利人郎世宁的帮助下完成《视学》，使人们了解到西方正投影图的画法，以及根据正投影作透视图的方法。
- (2)清末徐建寅和英国人傅兰雅合译的《运规约指》和《器象显真》，介绍了西方的机械制图技术。







## 模块一

# 制图基本知识与技能

机械图样是现代设计和制造机械零件与设备过程中的重要技术文件。为便于生产管理和进行技术交流，国家质量技术监督局依据国际标准化组织制定的国际标准，制定并颁布了《技术制图》《机械制图》等一系列国家标准，其中对于尺寸注法等都做了统一规定。《技术制图》国家标准是一项基础技术图样内容、画法标准，其内容和建筑、水利、电气等行业的制图标准具有统一性，处于制图标准体系中的最高层次。《机械制图》国家标准则是机械类的专业制图标准。这两个国家标准是机械图样绘制和使用的准则，生产和设计部门的工作人员都必须严格遵守，并牢固树立标准化的观念。

国家标准中的每一个标准都有标准代号，如 GB/T 4457.4—2002，其中，“GB”为国家标准代号，是“国家标准”的汉语拼音缩写，简称“国标”；“T”表示推荐性标准（如果不带“T”，则表示为国家强制性标准）；“4457.4”为该标准的编号；“2002”表示该标准是 2002 年颁布的。



## 任务一 《机械制图》国家标准的基本规定



### 知识目标

掌握国家标准中图纸幅面、图纸格式、作图比例和绘图线型等基本规定。



### 技能目标

学会选择图纸、作图比例和线型并绘图。



### 任务描述

绘制如图 1-1 所示的阶梯轴零件图，要求符合国家标准中的有关规定。

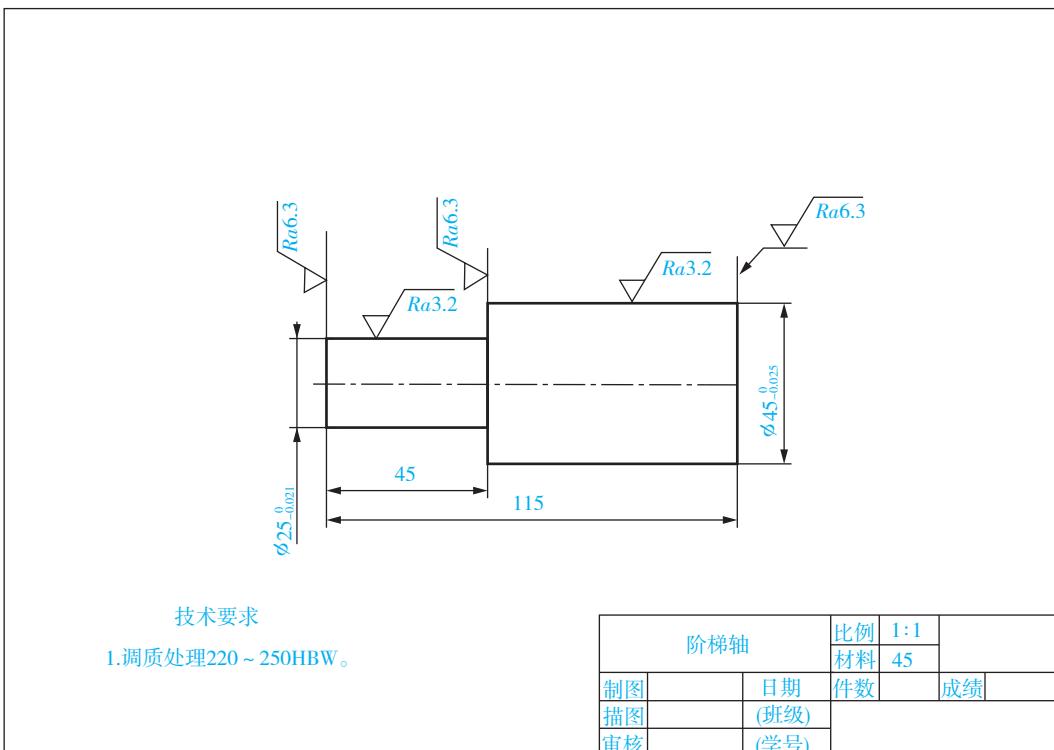


图 1-1 阶梯轴零件图

### 任务分析

一张完整的图纸一般由图幅、标题栏、图形、尺寸、技术要求等几个部分组成。



## 模块一 绘图基本知识与技能

这就必须了解比例、线型、字体和绘图工具的使用等相关知识。

### 一、图纸的幅面

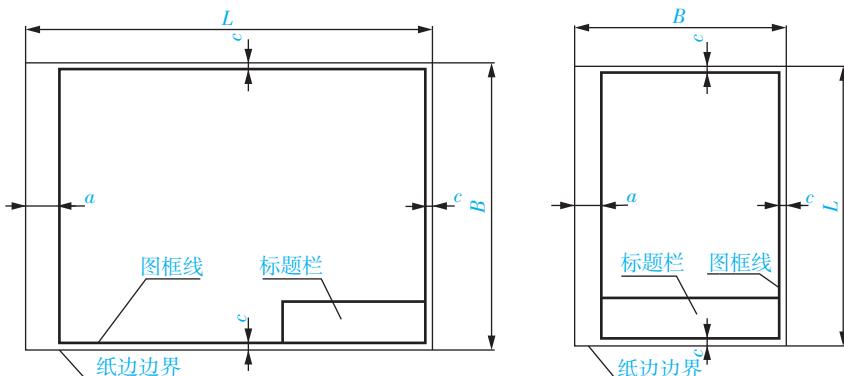
绘制技术图样时，应优先选用基本幅面，见表 1-1。

表 1-1 基本幅面

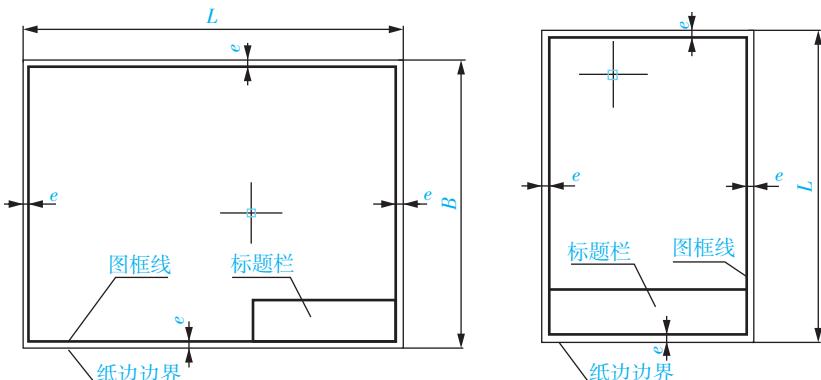
幅面代号	$B \times L / (\text{mm} \times \text{mm})$
A0	$841 \times 1189$
A1	$594 \times 841$
A2	$420 \times 594$
A3	$297 \times 420$
A4	$210 \times 297$

### 二、图框格式

必须用粗实线在图纸上画出图框。图框格式分为留装订边[图 1-2(a)]和不留装订边[图 1-2(b)]两种，图框尺寸要符合表 1-2 的规定。



(a) 留装订边的图框格式



(b) 不留装订边的图框格式

图 1-2 图框格式





表 1-2 图框尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
e	20			10	
c		10			5
a			25		

### 三、标题栏

每张图纸都必须画出标题栏，标题栏位于图纸右下角。看图的方向应与标题栏的方向一致。

标题栏的格式和尺寸应按标准规定画出。在本课程的制图作业中，为了简化作图，可采用图 1-3 所示的简化标题栏。填写标题栏时，小格内容用 3.5 号字(字高 3.5 mm)，大格内容用 7 号字(字高 7 mm)。

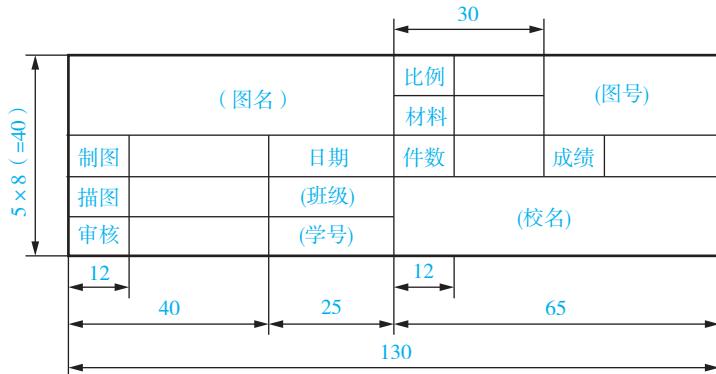


图 1-3 简化标题栏

### 四、比例

#### 1. 定义

比例指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

- (1) 比值为 1 的比例称为原值比例，即  $1:1$ 。
- (2) 比值大于 1 的比例称为放大比例，如  $2:1$  等。
- (3) 比值小于 1 的比例称为缩小比例，如  $1:2$  等。

#### 2. 比例系列

(1) 当需要按比例绘制图样时，从表 1-3 中的“第一系列”选取适当的比例。

(2) 必要时，也允许从表 1-3 中的“第二系列”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。因各种实物的大小与结构千差万别，绘图时应根据实际需要选取放大比例或缩小比例。不论采用



## 模块一 绘图基本知识与技能

何种比例，图形中所标注的尺寸数值应是设计要求的尺寸，以不同比例画出的图形如图 1-4 所示。

表 1-3 图样的比例

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 : 1×10 <sup>n</sup> , 1 : 2×10 <sup>n</sup> , 1 : 5×10 <sup>n</sup>	1 : 1.5, 1 : 2.5, 1 : 4, 1 : 6, 1 : 1.5×10 <sup>n</sup> , 1 : 2.5×10 <sup>n</sup> , 1 : 4×10 <sup>n</sup> , 1 : 6×10 <sup>n</sup>
放大比例	2 : 1, 5 : 1, 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

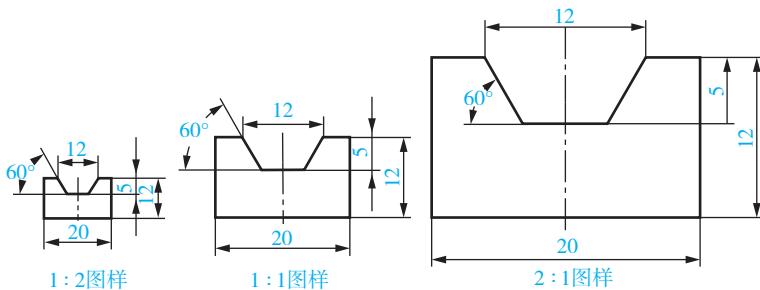


图 1-4 以不同比例画出的图形

## 五、图线

### 1. 常用的种类及用途

我国现行的图线专项标准有两项，即 GB/T 4457.4—2002《机械制图 图样画法 图线》和 GB/T 17450—1998《技术制图 图线》。常用图线的名称、基本线型、宽度及应用见表 1-4。

表 1-4 常用图线的名称、基本线型、宽度及应用

图线名称	基本线型	图线宽度	应用举例
粗实线	——	$d$	可见轮廓线、相贯线
细实线	——	$d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、过渡线
细虚线	· · · · ·	$d/2$	不可见轮廓线
细点画线	— · — · —	$d/2$	轴线、对称中心线
波浪线	~~~~~	$d/2$	断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线
双折线	— V — V — V —	$d/2$	断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线
粗点画线	· · · · ·	$d$	限定范围的表示线
粗虚线	· · · · ·	$d$	允许表面处理的表示线



(续表)

图线名称	基本线型	图线宽度	应用举例
细双点画线	—·—·—·—	$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、可移动零件的轮廓线、极限位置的轮廓线

各种图线的应用示例如图 1-5 所示。

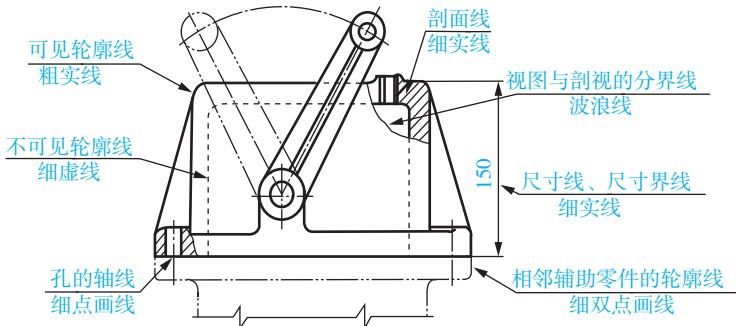


图 1-5 各种图线的应用示例

图线分粗、细两种，粗线是细线宽度的 2 倍。图线的宽度系列为 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。手工绘图时，粗实线的宽度通常为 0.5~1 mm。

## 2. 图线画法规定

(1) 同一图样中，同类图线的宽度应基本一致。

(2) 细点画线应以长画相交。细点画线的起始与终止应为长画，圆的细点画线的画法如图 1-6 所示。



图 1-6 圆的细点画线的画法

(3) 细点画线超出图形轮廓 3~5 mm，如图 1-7(a)所示。较小的圆形的中心线可用细实线代替，超出图形约 3 mm，如图 1-7(b)所示。

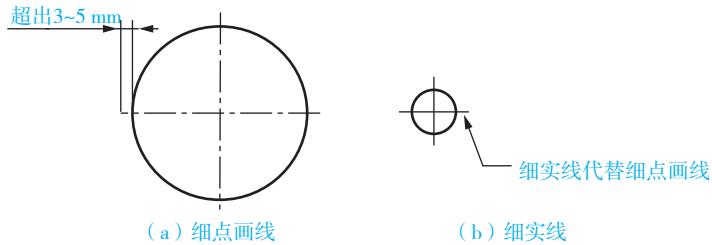


图 1-7 圆的中心线的画法



## 六、字体

### 1. 基本要求

(1) 图样中书写的汉字、数字和字母，都必须做到“字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐”。字体的号数即字体的高度  $h$ ，分别为 20 mm、14 mm、10 mm、7 mm、5 mm、3.5 mm、2.5 mm、1.8 mm 等。

(2) 汉字应写成长仿宋体字，并应采用国家正式公布的简化字。汉字的高度不应小于 3.5 mm，字的宽度一般为  $h/\sqrt{2}$ （约等于字高的 2/3）。

(3) 数字和字母可写成斜体或正体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75°。

### 2. 字体示例

汉字、数字和字母的字体示例见表 1-5。

表 1-5 汉字、数字和字母的字体示例

字 体		示 例
长仿宋 体汉字	5 号	学好机械制图，培养和发展空间想象能力
	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	ABCDEFGHIJKLMNPQRSTUVWXYZ
	小写斜体	abcdefghijklmnoqrstuvwxyz
阿拉伯数字	斜体	0123456789
	直体	0123456789
字体应用示例		20±0.1, M24-6h, R8, 10 <sup>3</sup> , s <sup>-1</sup> , 5%, D <sub>1</sub> , T <sub>d</sub> , 380 kPa, m/kg, φ20 <sup>+0.010</sup> / <sub>-0.010</sub> , φ25 H7/g6, $\frac{3}{5}$ , $\frac{A}{5:1}$ , $\nabla \sqrt{Ra\ 6.3}$ , 600 r/min

## 任务实施

### 一、准备工作

- (1) 根据图形尺寸确定图幅。
- (2) 根据图形尺寸大小及复杂程度确定绘图比例。

### 二、绘制图形

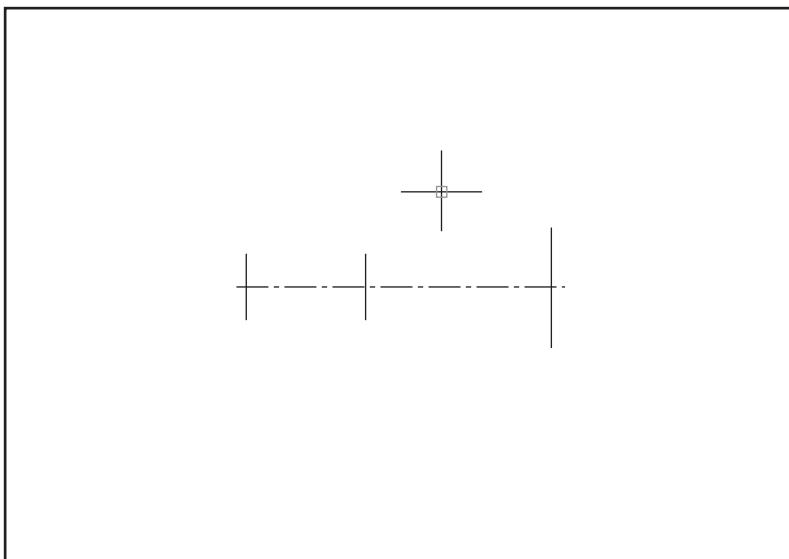
阶梯轴的作图方法与步骤见表 1-6。



表 1-6 阶梯轴的作图方法与步骤

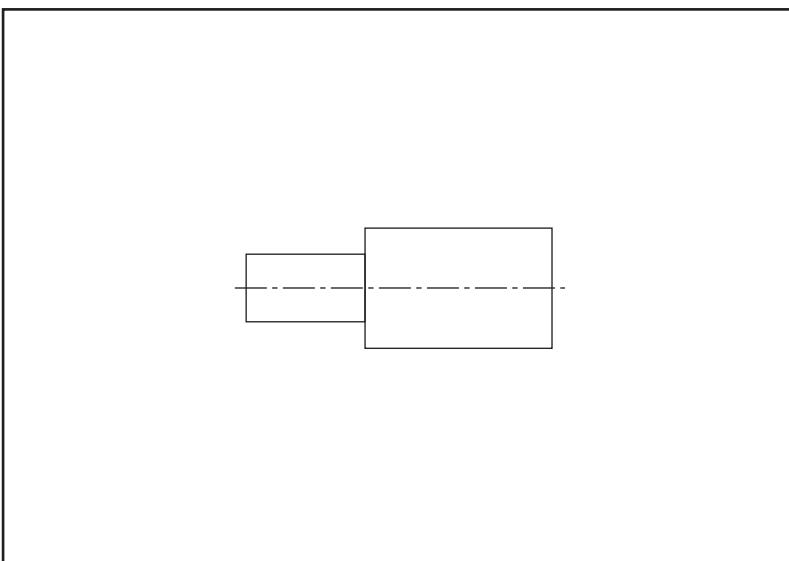
步    骤		作图方法
步骤一	绘制图框和标题栏	选取比例为 1 : 1，先确定图在图纸中的位置，选取左端为基准，作 45 mm 和 115 mm 两条基准线
步骤二	绘制基准线	

图例



步    骤		作图方法
步骤三	先绘制左部分，再绘制右部分	

图例





(续表)

步 骤		作图方法															
步骤四	校核, 加深描粗	描粗前, 先检查各部分图线有无错误, 擦去多余的作图线, 用长仿宋体字填写标题栏															
步骤五	标注尺寸																
步骤六	填写标题栏和技术要求																
图例																	
<p style="text-align: center;"> <b>技术要求</b>          1. 调质处理220~250HBW。       </p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">阶梯轴</td> <td style="text-align: center;">比例 1:1</td> <td style="text-align: center;">(图号)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">制图</td> <td></td> <td style="text-align: center;">日期</td> <td style="text-align: center;">件数</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">描图</td> <td></td> <td style="text-align: center;">(班级)</td> <td style="text-align: center;">成绩</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">审核</td> <td></td> <td style="text-align: center;">(学号)</td> <td style="text-align: center;">(校名)</td> </tr> </table>		阶梯轴		比例 1:1	(图号)	制图		日期	件数	描图		(班级)	成绩	审核		(学号)	(校名)
阶梯轴		比例 1:1	(图号)														
制图		日期	件数														
描图		(班级)	成绩														
审核		(学号)	(校名)														

## 拓 展 知 识

常用的制图工具和用品有图板、丁字尺、三角板、圆规、分规、铅笔等。

### 一、图板、丁字尺

(1) 图板是固定图纸用的矩形木板, 板面及导向边应光滑平直, 如图 1-8 所示。

(2) 丁字尺由尺头和尺身组成, 尺头和尺身的导边应保持互相垂直, 如图 1-8 所示。

(3) 将尺头紧靠图板的左边, 上下滑动, 即可沿尺身的上边画出各种位置的水平线, 也可辅助三角板画出竖直线。用丁字尺画线如图 1-9 所示。

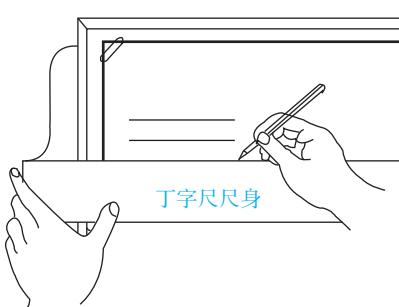


图 1-8 图板和丁字尺

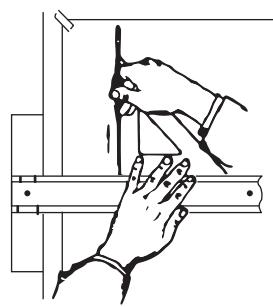


图 1-9 用丁字尺画线





## 二、三角板

三角板为直角三角形的薄板，两块为一副。一块三角板两个锐角都是 $45^\circ$ ，另一块三角板两个锐角分别为 $30^\circ$ 和 $60^\circ$ 。将三角板和丁字尺配合使用，可画出垂直线，如图1-10所示。也可画出斜线和一些常用的 $15^\circ$ 倍数的特殊角度，如图1-10、图1-11所示。

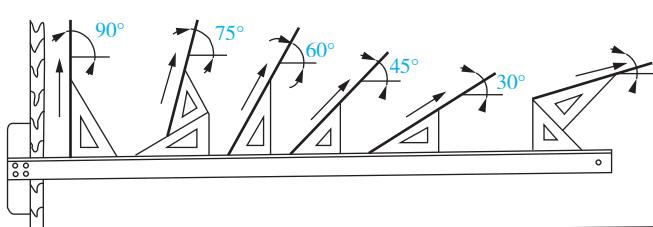


图 1-10 用三角板和丁字尺配合画线

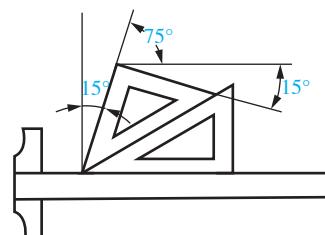


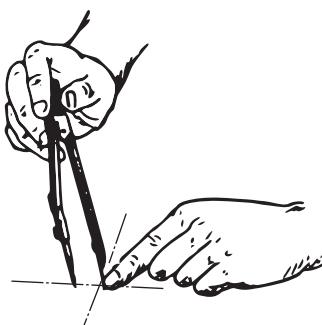
图 1-11 画 $15^\circ$ 倍数的特殊角度

## 三、圆规、分规

(1)圆规主要用来画圆或圆弧。圆规的附件有钢针插脚、铅芯插脚、鸭嘴插脚和延伸插杆等。画圆时，圆规的钢针应使用有肩台的一端，并使肩台与铅芯尖平齐。圆规的使用方法如图1-12所示。



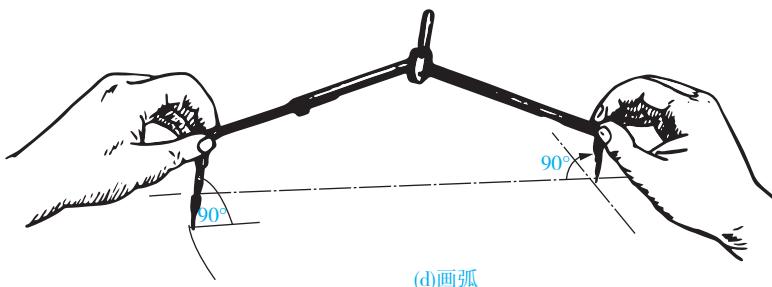
(a)圆规的铅芯与针脚



(b)定圆心



(c)画图



(d)画弧

图 1-12 圆规的使用方法



## 模块一 绘图基本知识与技能

(2) 分规是用来截取尺寸、等分线段和圆周的工具。分规的两个针尖并拢时应对齐，分规及其使用方法如图 1-13 所示。

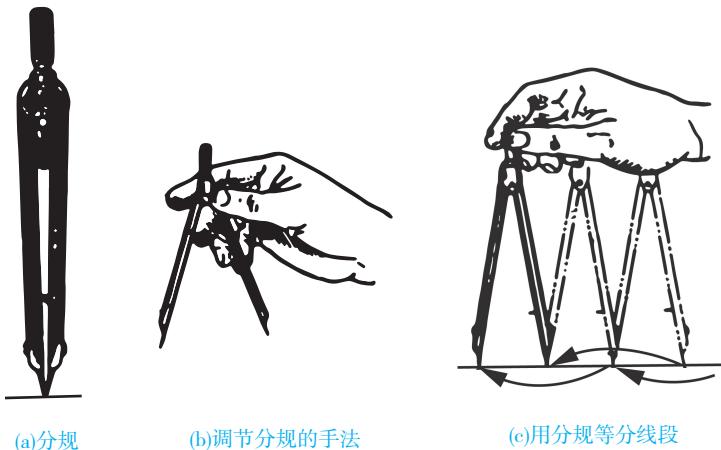


图 1-13 分规及其使用方法

## 四、铅笔

铅笔分硬、中、软 3 种，标号有 6H、5H、4H、3H、2H、H、HB、B、2B、3B、4B、5B 和 6B 共 13 种。6H 最硬，HB 中等硬度，6B 最软。

(1) 绘制图形底稿时，建议采用 H 或 2H 铅笔；写字建议采用 HB 或 H 铅笔，并磨成圆锥形，如图 1-14(a)所示。

(2) 画粗实线时，建议采用 B 或 2B 铅笔，磨成矩形，如图 1-14(b)所示。笔应从没有标号的一端开始使用，以便保留软硬的标号。铅笔的磨法如图 1-14(c)所示。

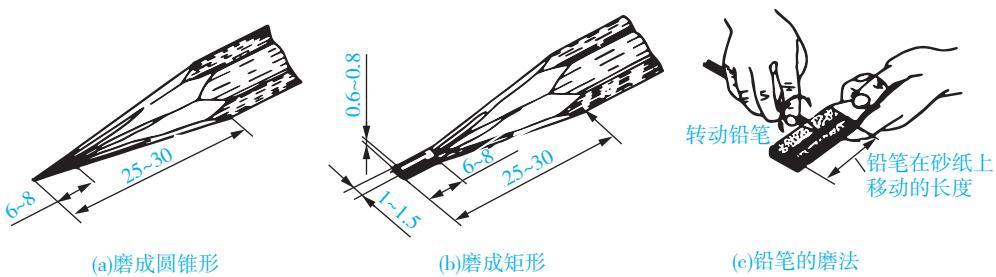


图 1-14 铅笔的磨法及磨后形状

除上述工具和用品外，必备的绘图用品还有橡皮、小刀、磨铅笔的砂纸、固定图纸的胶带纸等。有时为了画非圆曲线，还要用到曲线板。



## 任务二 尺寸注法



### 知识目标

- (1) 掌握尺寸注法的基本原则。
- (2) 掌握尺寸注法的三要素。



### 技能目标

学会正确标注平面图形的尺寸。



### 任务描述

标注图 1-15 所示平面图形的尺寸，要求符合标准的有关规定。

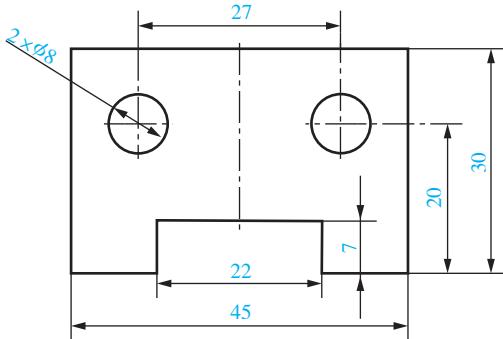


图 1-15 平面图形的尺寸注法

### 任务分析

图形只能表示物体的形状，而其大小由尺寸表示。标注尺寸时，应严格遵照国家标准有关尺寸注法的规定，做到正确、齐全、清晰、合理。

### 相关知识

#### 一、尺寸注法的基本原则

- (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，不需标注单位的符号或名称。如果采用其他单



位，则必须注明相应的单位符号。

(3)机件的每一个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。

(4)图样中所标尺寸为该图样所示机件的最后完工尺寸，否则应另加说明。

## 二、尺寸注法的三要素

尺寸注法的三要素是指尺寸数字、尺寸线和尺寸界线，如图 1-16 所示。

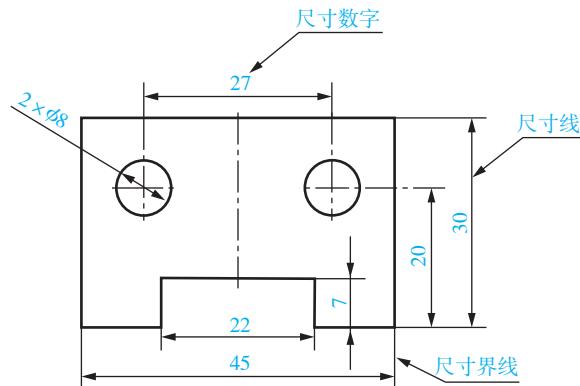


图 1-16 尺寸注法的三要素

(1)尺寸界线和尺寸线画成细实线，尺寸线两端的箭头应与尺寸界线接触，尺寸线与轮廓线的距离不小于 2 mm。

轮廓线或中心线可代替尺寸界线，但尺寸线不可被任何图线或其延长线代替，必须单独画出。

(2)线性尺寸的数字一般应填写在尺寸线的上方，尺寸线终端的画法如图 1-17 所示。

(3)尺寸线终端箭头的长度 $\geqslant 6d$  ( $d$  为粗实线宽度)，箭头形状如图 1-17(a)所示，也可用斜线，如图 1-17(b)所示。

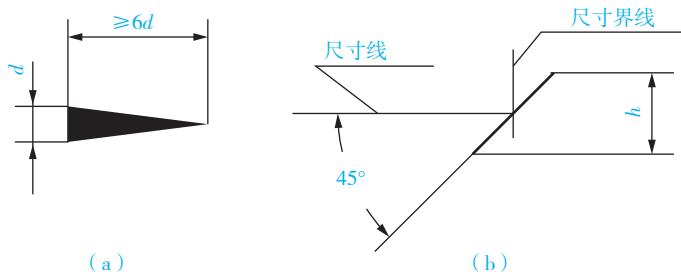


图 1-17 尺寸线终端的画法

(4)尺寸数字的方向应按图 1-18(a)所示的方向注写，并应尽可能避免在 30°范围内标注尺寸。当不可避免时，可按图 1-18(b)所示的形式标注。

尺寸数字不允许被任何图线通过，当不可避免时，必须把图线断开。

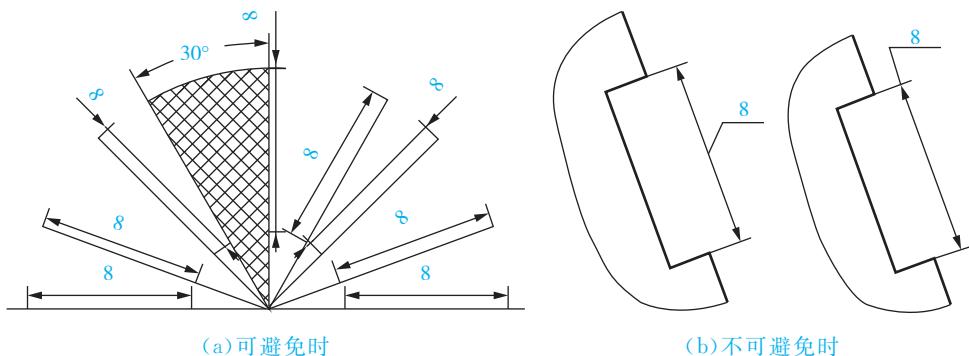


图 1-18 尺寸数字的注写方向

### 三、常见尺寸的注法

#### 1. 线性尺寸的注法

- (1) 标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行。
- (2) 尺寸界线一般应与尺寸线垂直，并超出尺寸线 2~3 mm。
- (3) 尺寸数字应按图 1-18 所示的方向注写。

#### 2. 圆、圆弧及球面尺寸的注法

(1) 圆及大于半圆的圆弧须注出直径，且在尺寸数字前加注符号“ $\phi$ ”，直径的注法如图 1-19(a)所示。

(2) 圆弧须注出半径，且在尺寸数字前加注符号“ $R$ ”，半径的注法如图 1-19(b)所示。

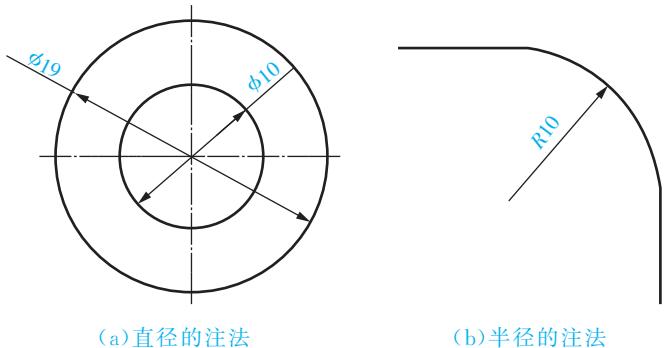


图 1-19 圆和圆弧尺寸的注法

(3) 标注球面的直径或半径时，应在符号“ $\phi$ ”或“ $R$ ”前加注符号“ $S$ ”，球面直径的注法如图 1-20 所示。

#### 3. 小尺寸的注法

当标注的尺寸较小，没有足够的位置画箭头或写尺寸数字时，箭头可画在外面，或用小圆点代替两个箭头；尺寸数字也可写在外面或引出标注。小尺寸的注法如图 1-21 所示。

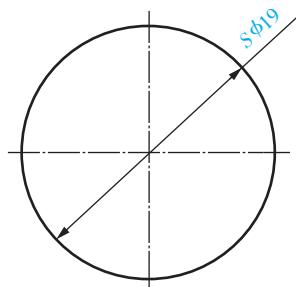


图 1-20 球面直径的注法

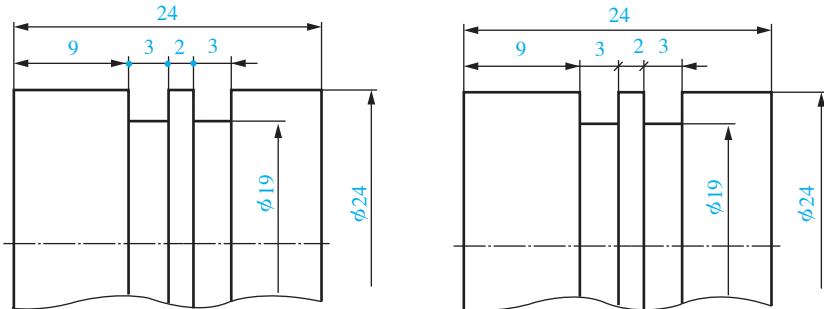


图 1-21 小尺寸的注法

#### 4. 角度尺寸的注法

标注角度尺寸时，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，填写在尺寸线的中断处，必要时可以写在尺寸线的上方或外面，也可引出标注，角度尺寸的标注如图 1-22 所示。

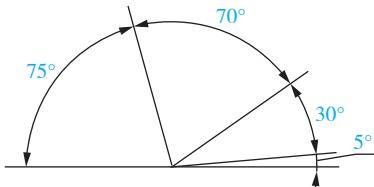


图 1-22 角度尺寸的标注

### 任务实施

标注平面图形尺寸的步骤见表 1-7。

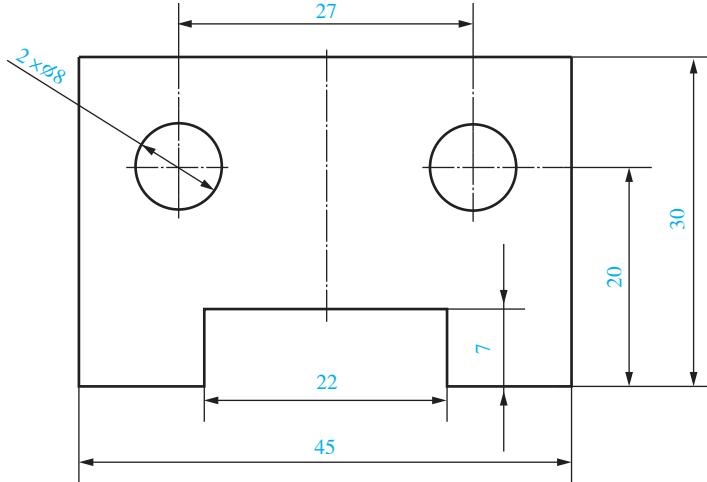
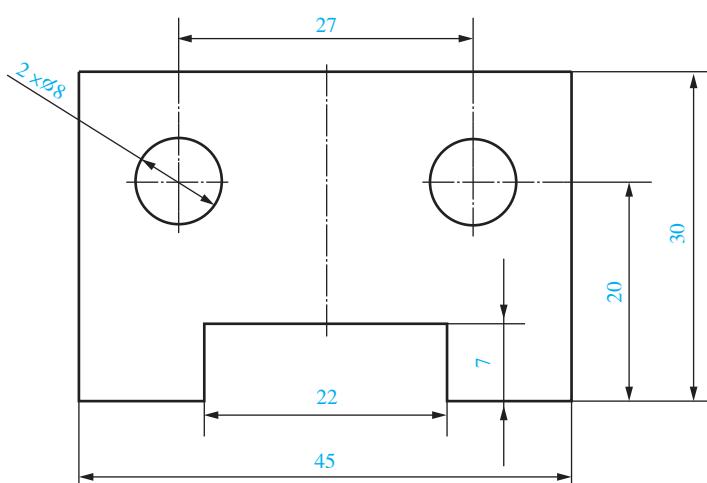
表 1-7 标注平面图形尺寸的步骤

步    骤	
步骤一	画下部槽的长和宽的尺寸界线、尺寸线和尺寸数字
图例	





(续表)

步    骤	
步骤二	画两孔的定位尺寸及孔直径的尺寸界线和尺寸线
图例	
	
步骤三 检查、描深及标注尺寸数字	
图例	
	
作图要求	
<p>(1) 尺寸界线和尺寸线用细实线绘制 (2) 尺寸界线一般由轮廓线、中心线引出，与标注的线段平行，尺寸界线超出尺寸线 2~5 mm，两平行的尺寸线的间隔不小于 5 mm (3) 圆及圆弧的尺寸线要通过圆心 (4) 尺寸数字采用仿宋体，水平方向标注在尺寸线上方，垂直方向标注在尺寸线左方，且一般字头向左</p>	



## 任务三 尺规绘图



### 知识目标

掌握圆周等分的方法。



### 技能目标

学会圆周的等分和正多边形的绘制。



### 任务描述

绘制如图 1-23 所示的六角螺母毛坯，要求符合国家标准的有关规定。

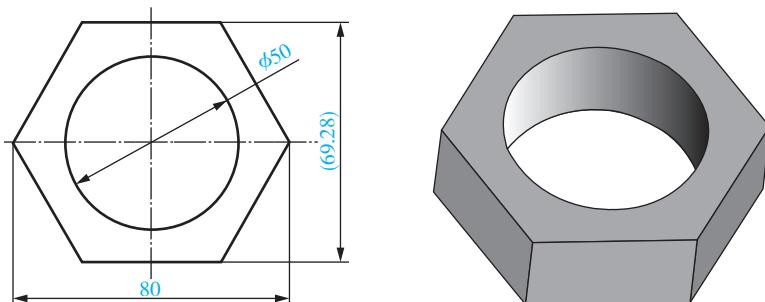


图 1-23 六角螺母毛坯

绘制图 1-24 所示的楔键。

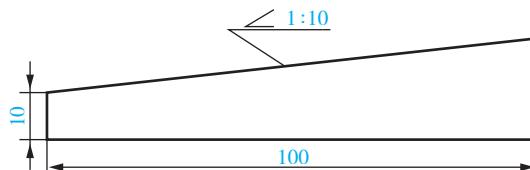


图 1-24 楔键

绘制图 1-25 所示的圆锥台的平面图形。

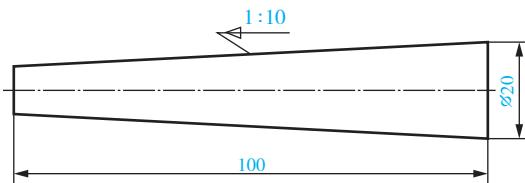


图 1-25 圆锥台的平面图形





## 任务分析

图 1-23 为常见六角螺母毛坯，从俯视方向看，是由一个正六边形和一个圆孔组成，这就要求大家了解圆周的等分和正多边形的绘制方法。

图 1-24 所示是一个楔键。许多轴类零件会有这样的结构，上面是斜度为 1 : 10 的斜面。

图 1-25 所示是圆锥台，是 1 : 100 的锥度。绘制这样的图形就必须了解和掌握斜度和锥度的作图方法。

## 相关知识 ↗

### 一、作圆的内接正五边形

作半径  $OF$  的等分点  $G$ ，以  $G$  为圆心、 $GA$  为半径画圆弧交水平直径于点  $H$ ，以  $AH$  为弦长在圆周上截取 5 个等分点，顺序连接各等分点即得内接正五边形，圆的内接正五边形如图 1-26 所示。

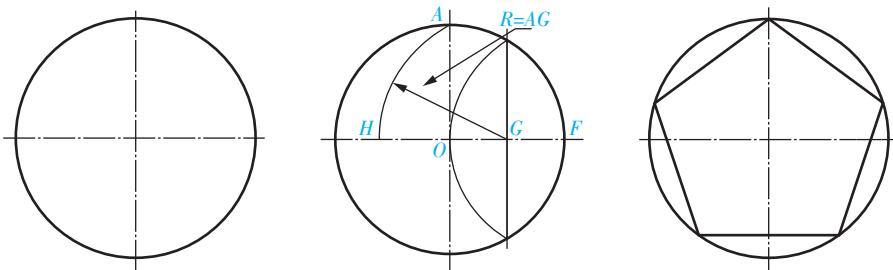


图 1-26 圆的内接正五边形

### 二、圆周的 3、6、12 等分

(1)用圆规 3、6、12 等分圆周的作图方法如图 1-27 所示。

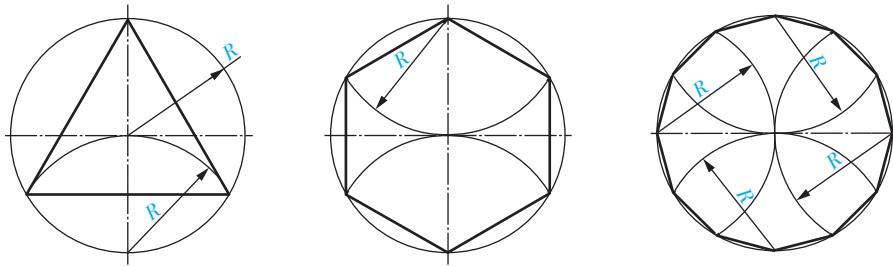


图 1-27 用圆规 3、6、12 等分圆周的作图方法

(2)用  $30^\circ$  三角板和丁字尺配合的作图方法，请读者自行练习。

在上述作图中，将各等分点依次连线，即可分别作出圆的内接正三角形、正六边形和正十二边形。如果需改变其三角形和正六边形的方位，则可通过调整圆心的位置或三角板的放置方法来实现。



### 三、斜度

#### 1. 斜度的概念及标注

斜度是指一条直线对另一条直线或一个平面对另一个平面的倾斜程度，其大小用两条直线或两个平面间夹角的正切来表示，即  $\tan \alpha = h/L$  (图 1-28)。在图样上常以  $1:n$  的形式标注(图 1-29)，并在其前加注斜度符号“ $\angle$ ”，且倾斜边方向应与斜度的方向一致。

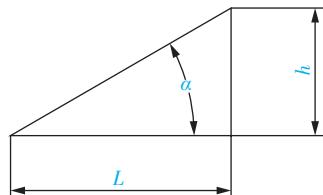


图 1-28 斜度的大小表示

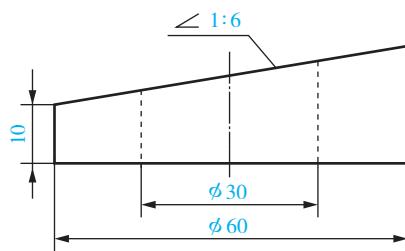
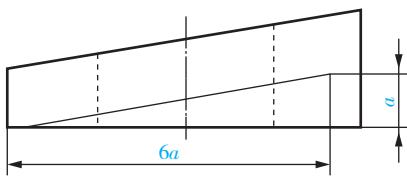


图 1-29 图样上斜度的标注

#### 2. 斜度的作图方法

在图形内(或图形外)按斜度的方向和比值，先用细实线作一个小直角三角形，再按“平行线斜度相同”的原理，在需画斜度线的位置，作其斜边的平行线即为所求，如图 1-29 所示。

### 四、锥度

#### 1. 锥度的概念及标注

锥度是指圆锥的底圆直径与圆锥高度之比。如果是锥台，则是底圆直径和顶圆直径的差与锥台高度之比。锥度  $= \frac{D}{L} = \frac{D-d}{L} = 2\tan \alpha$ 。

#### 2. 锥度的标注及作图方法

锥度也以  $1:n$  的形式标注(图 1-30)，并在  $1:n$  前加注锥度符号，其方向应与锥度方向一致。锥度的作法是：先作一个小等腰三角形，再作两腰的平行线，如图 1-30 所示。

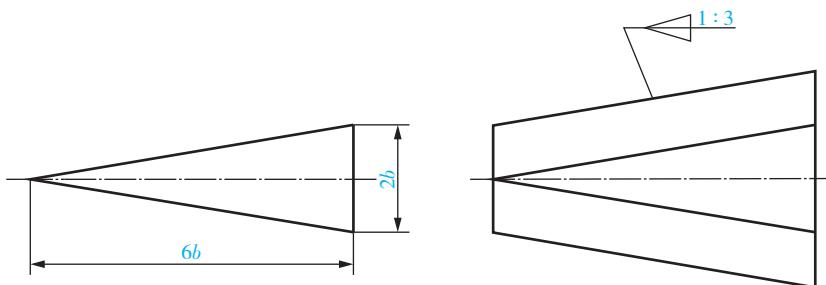


图 1-30 锥度的作图





## 任务实施

## 一、绘制六角螺母毛坯

绘制六角螺母毛坯的步骤与方法见表 1-8。

表 1-8 绘制六角螺母毛坯的步骤与方法

作图步骤与方法	图例
(1) 作 $\phi 80$ 的辅助圆	
(2) 分别以左右两个顶点为圆心、 $d/2$ 为半径画圆弧交圆周于另外 4 个点，连接作出正六边形，再作 $\phi 50$ 的圆	
(3) 擦去多余的辅助线，加深图线，标注尺寸，完成全图	

## 二、绘制楔键的步骤

绘制楔键的步骤与方法见表 1-9。

表 1-9 绘制楔键的步骤与方法

作图步骤与方法	图例
(1) 先将已知的高 10 和长 100 的线作出，再作高 5、长 50 的小三角形	



(续表)

作图步骤与方法	图例
(2) 将高 5、长 50 的小三角形的斜边延长，与长边 100 的垂直线相交	
(3) 检查后擦去辅助线、描深、标注尺寸	

### 三、绘制圆锥台的步骤

绘制圆锥台的步骤与方法见表 1-10。

表 1-10 绘制圆锥台的步骤与方法

作图步骤与方法	图例
(1) 先将已知长 100 的线及大头直径 20 作出，再作底边直径为 5、长 50 的小等腰三角形	
(2) 再过底边直径 20 的两头作小等腰三角形两腰的平行线，交于小头直径处	
(3) 检查后擦去辅助线、描深、标注尺寸	



## 任务四 绘制平面图形



### 知识目标

掌握平面图形的绘制方法。



### 技能目标

学会平面图形的绘制。



### 任务描述

绘制如图 1-31 所示的手柄，要求符合有关国家标准。

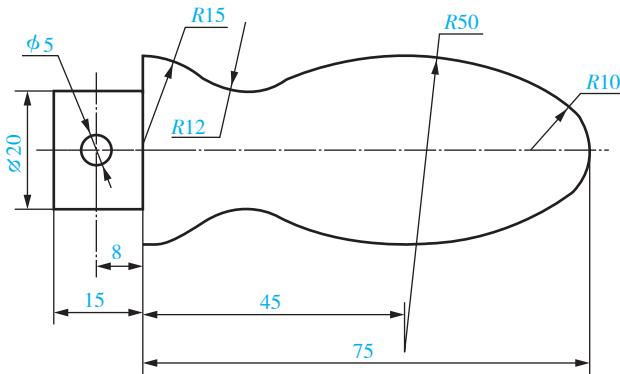


图 1-31 手柄

### 任务分析

图 1-31 所示的手柄是由直线、圆弧连接组成的。通过尺寸标注和线段连接可以确定平面图形的形状和位置，因此要对平面图形的尺寸和线段进行分析，以确定正确的作图顺序及正确的尺寸注法。

### 相关知识

有些机件常具有光滑连接的表面。在绘制它们的图形时，就会遇到圆弧连接的问题，如图 1-32 所示的扳手轮廓图就是由圆弧与直线或圆弧与圆弧光滑连接起来的。

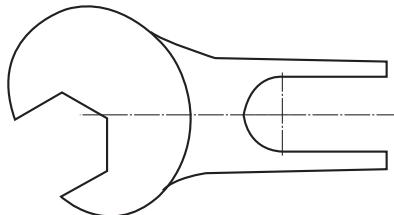


图 1-32 扳手轮廓图



由一圆弧光滑连接相邻两线段的作图方法，称为圆弧连接。所谓光滑连接，实质上就是圆弧与直线或圆弧与圆弧相切。

圆弧连接的作图可分为 3 个步骤：

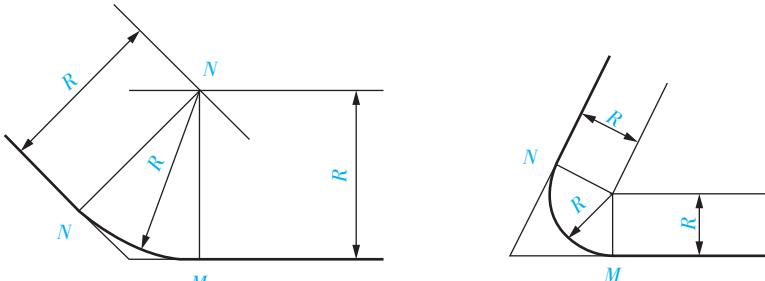
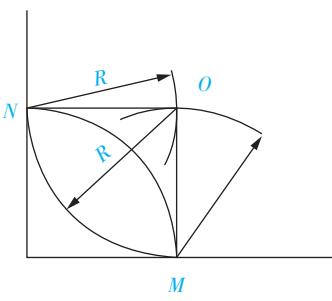
- (1) 求连接弧的圆心。
- (2) 找出切点(即连接点)。
- (3) 用连接弧半径画弧。

下面分析圆弧连接的几种情况。

### 一、用圆弧连接两直线

用圆弧(半径为  $R$ )连接两条直线见表 1-11。

表 1-11 用圆弧连接两条直线

类 别	用圆弧连接锐角或钝角的两边
图 例	
作图步骤	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 作与已知角两边相距为 <math>R</math> 的平行线，交点 <math>O</math> 即为连接弧圆心。</li> <li>(2) 自 <math>O</math> 点分别向已知角两边作垂线，垂足 <math>M</math>、<math>N</math> 即为切点。</li> <li>(3) 以 <math>O</math> 为圆心、<math>R</math> 为半径在两切点 <math>M</math>、<math>N</math> 之间画连接圆弧，即完成作图。</li> </ol>
类 别	用圆弧连接直角的两边
图 例	
作图步骤	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 以角顶为圆心、<math>R</math> 为半径画弧，交两直角边于 <math>M</math>、<math>N</math>。</li> <li>(2) 以 <math>M</math>、<math>N</math> 为圆心，<math>R</math> 为半径画弧，相交得连接弧圆心 <math>O</math>。</li> <li>(3) 以 <math>O</math> 为圆心、<math>R</math> 为半径，在 <math>M</math>、<math>N</math> 之间画连接圆弧，即完成作图。</li> </ol>