

# 第1章

## 制图基本知识和技能



### 教学导航

学习目标	掌握国家标准中关于图纸的幅面和格式、比例、字体、图线和尺寸标注等相关规定；能正确使用绘图工具和仪器；能采用正确的绘图方法和步骤绘制平面图形并标注其尺寸；能徒手绘制平面图形的草图		
重点难点	本章的重点是国家标准中关于线型的画法和应用；尺寸标注的基本规则和标注方法；平面图形的线段分析和尺寸分析。难点是平面图形的作图原理，铅笔的修理和使用、制图字体的书写方法		
学习指导	本章通过绘制平面图形案例要求学生掌握国家标准《技术制图》和《机械制图》的基本规定，通过测绘案例掌握制图测绘的基本方法和步骤		
教学安排		教学内容	习题
	课堂教学 1-1	1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的基本规定(1)	习题集 1-1
	课堂教学 1-2	1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的基本规定(2)	习题集 1-2、1-3
	课堂教学 1-3	1.2 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003) 1.3 平面图形的绘制和尺寸标注	习题集 1-4 至 1-7



## 1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的基本规定

机械图样是表达工程技术人员的设计意图和设计方案的重要技术文件。为了便于生产协作和技术交流,图样必须有统一的规范,否则会带来混乱和障碍。因此,国家质量监督检验检疫局颁布了《技术制图》和《机械制图》等一系列国家标准,对图样的内容、格式、表达方法、画法等都作了统一规定。国家标准《技术制图》是基础技术标准,具有通用性,适用于各类制图。国家标准《机械制图》是在《技术制图》基础上制定的适用于机械图样的制图标准,工程技术人员必须严格遵守其有关规定。

标准代号由字母和数字组成,如“GB/T 4457.4—2002”,“GB/T”表示推荐性国家标准,“4457.4”是该标准的编号,其中“4457”为标准的顺序号,“4”表示本标准的第4部分,“2002”是标准颁布年份。



### 1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)

#### 1. 图纸的幅面尺寸

GB/T 14689—2008 规定的图纸幅面有基本幅面(第一选择)和加长幅面(第二选择和第三选择)。基本幅面的幅面代号由“A”和相应的幅面号组成,共5种,代号为A0~A4,基本幅面的代号、尺寸和边框尺寸如表1-1所示。必要时允许采用加长幅面,加长幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的。

表 1-1 基本幅面尺寸

单位: mm

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

#### 2. 图框格式

图样必须用粗实线绘制出图框,其格式分为留有装订边和不留装订边两种,如图1-1所示,但同一产品的图样只能采用一种格式。基本幅面的图框及留边尺寸 $a$ 、 $c$ 、 $e$ 等,按表1-1的规定绘制。

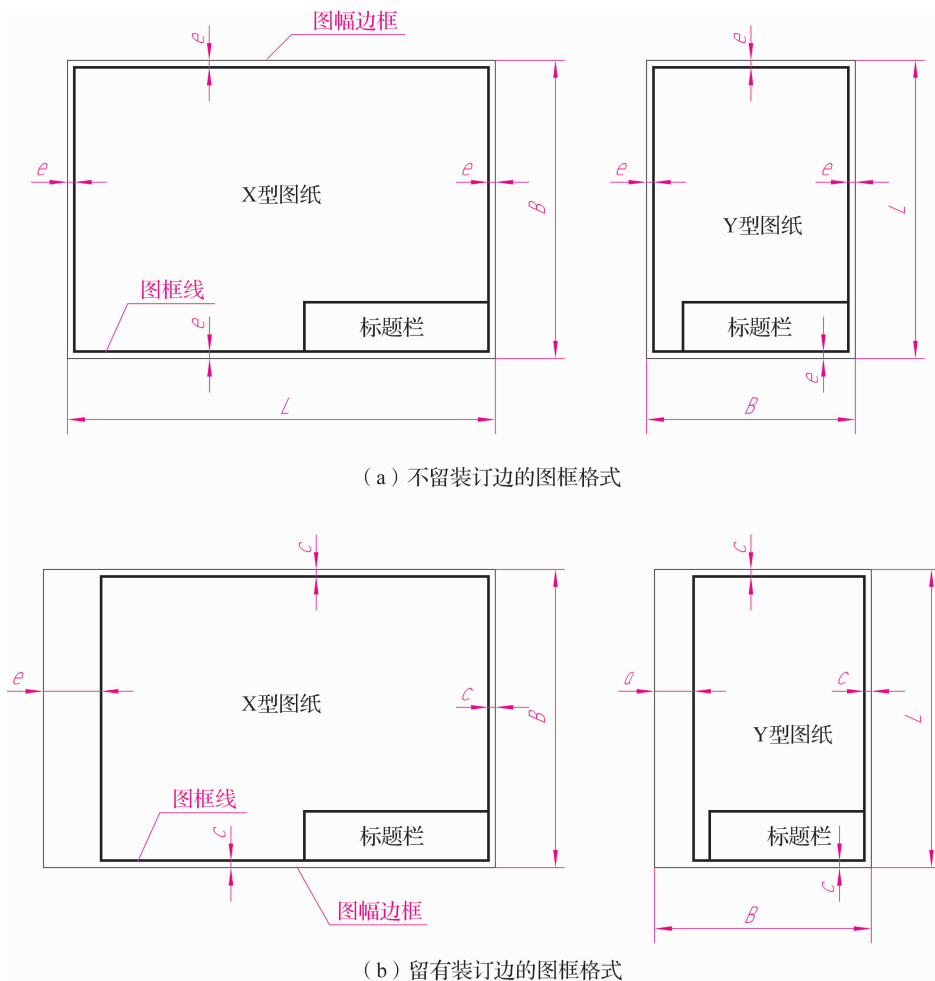


图 1-1 图框格式

### 3. 标题栏 (GB/T 10609. 1—2008)

《技术制图 标题栏》(GB/T 10609. 1—2008)规定的标题栏格式和尺寸如图 1-2 所示。绘制图样时应优先选用标准推荐的格式和尺寸。

通常标题栏位于图框的右下角。若标题栏的长边置于水平方向，并与图纸的长边平行，则构成 X 型图纸。若标题栏的长边与图纸的长边垂直，则构成 Y 型图纸。在此情况下，标题栏的文字方向为看图方向，如图 1-1 所示。

为了使用预先印制好的图纸，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。这种情况下，对需要留装订边的图纸，装订边在下方。此时，标题栏中的文字方向与看图方向不一致，应在图纸下边的对中符号处绘制“方向符号”，如图 1-3 所示。

chapter  
01chapter  
02chapter  
03chapter  
04chapter  
05chapter  
06chapter  
07chapter  
08chapter  
09chapter  
10

appendix

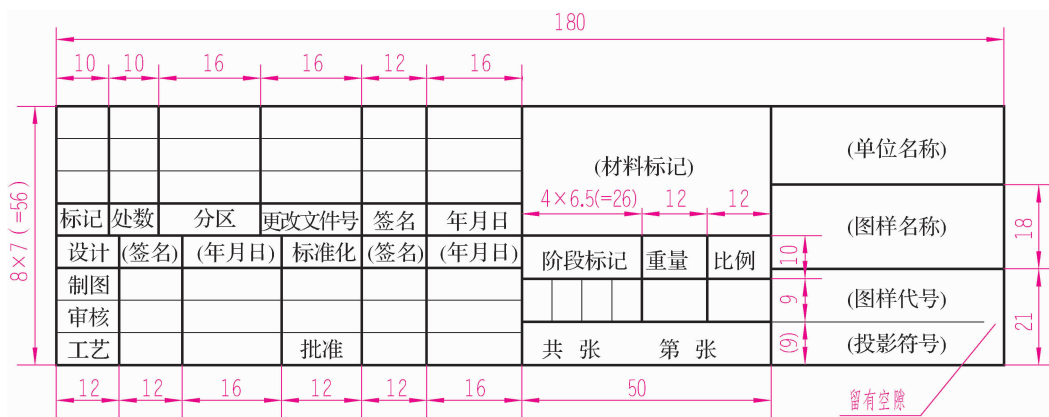


图 1-2 标题栏格式、分栏及尺寸

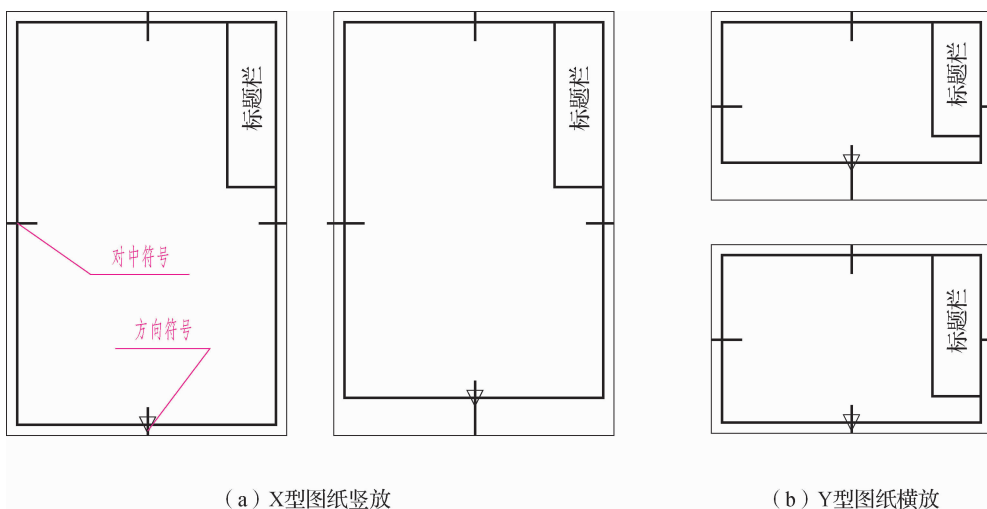


图 1-3 标题栏的方位

#### 4. 对中符号和方向符号

为了便于图样的复制和微缩摄影时定位，应在图样各边的中点处分别画出“对中符号”，对中符号用粗实线绘制，长度从纸边开始至伸入图框内约 5 mm 处，当对中符号处于标题栏内时，则伸入标题栏内的部分省略不画，如图 1-3 所示。

采用 X 型图纸竖放或 Y 型图纸横放时，应在图纸下方的对中符号处绘制方向符号，以表明绘图与看图的方向，如图 1-3 所示。方向符号是用细实线绘制的等边三角形，其大小和位置如图 1-4 所示。

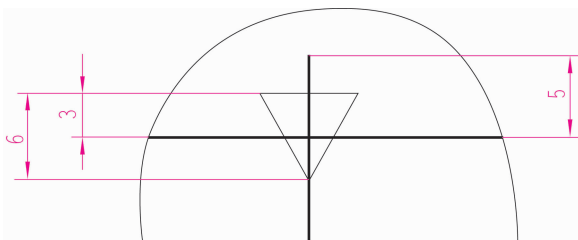


图 1-4 对中符号和方向符号的画法





### 1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比,称为图样的比例。绘制图样时应在国家标准中规定的比例系列中选用,表 1-2 所示为常用的比例系列。

表 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 : 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 : 3   1 : 4   1 : 6 1 : 1.5 × 10 <sup>n</sup> 1 : 2.5 × 10 <sup>n</sup> 1 : 3 × 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

注:  $n$  为正整数。



### 1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

图样中的字体有汉字、字母和数字,在图样上写字时要根据需要选用合适的字号。字体高度代表字体的号数,字体高度(用  $h$  表示)的公称尺寸系列为 1.8 mm、2.5 mm、3.5 mm、5 mm、7 mm、10 mm、14 mm、20 mm,如书写更大的字,其字体高度应按  $\sqrt{2}$  的比率递增。

#### 1. 汉字

汉字应写成长仿宋体字,并应采用国家正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化汉字。汉字的高度  $h$  不应小于 3.5 mm,其字宽一般为  $h/\sqrt{2}$ 。

#### 2. 字母和数字

字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度  $d$  为字高  $h$  的十四分之一, B 型字体的笔画宽度  $d$  为字高  $h$  的十分之一。在同一图样上只允许选用一种型式的字体。字母和数字可以写成直体或斜体,斜体字字头向右倾斜,与水平基线成  $75^\circ$ 。

书写字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。为了达到这些要求,手写字时要注意以下几点:

- (1) 用 H 或 HB 铅笔写字,将铅笔修理成圆锥形,笔尖不要太尖或太秃;
- (2) 按所写的字号用 H 或 2H 的铅笔打好底格,底格宜浅不宜深;
- (3) 字体的笔画宜直不宜曲,起笔和收笔不要追求刀刻效果,要大方简洁;
- (4) 字体的结构力求匀称、饱满,笔画分割的空白分布均匀。表 1-3 所示为字体示例。

表 1-3 字体示例

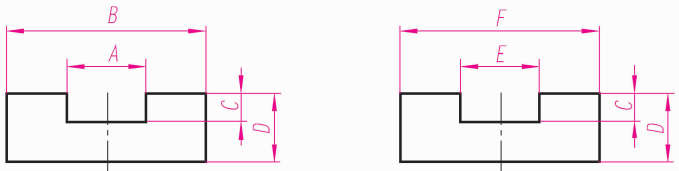
字 体		示 例
长仿宋体字	7 号	
	5 号	
拉丁字母	A 型字体 大写斜体(7 号)	
	A 型字体 小写斜体(7 号)	
阿拉伯数字	A 型字体 斜体(7 号)	
	A 型字体 直体(7 号)	
综合应用		



课堂练习 1-1

每堂课都要组织同学们讨论研究这节课的教学内容和重点难点，然后完成课堂练习和课后作业，其中课堂练习在学期成绩平均中占 25%，课后作业占 25%，期末考试占 50%。同学们要认真完成课堂练习和课后作业，积极参加讨论。参考课堂教学内容，在教师指导下，完成练习。

1. 根据比例和标记，通过测量算出图形的实际尺寸，并填写在表中。



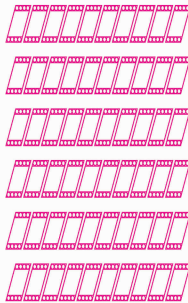
比例	1:1				1:2				2:1			
标记	A	B	C	D	E	F	G	H	E	F	G	H
尺寸												

2. 裁两张A4图纸，一张横放，一张竖放，根据标准规定画出图框线、标题栏、对中符号和方向符号（留装订边），并将两张图纸的样式画在下面。

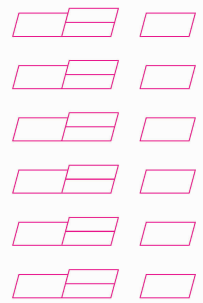
3. 临摹下列字体。

字体工整笔画清楚


1234567890



$\phi 86^{+0.038}_{-0.056}$  R73



1-1	比例、图幅和字体练习	代号	A0101	姓名:	审核:
-----	------------	----	-------	-----	-----

**课堂教学 1-2**

**1.1.4 图线(GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)**

**1. 机械制图的线型及应用**




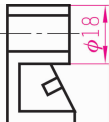

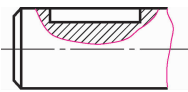

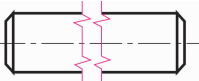
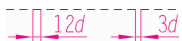

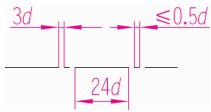
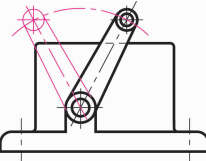
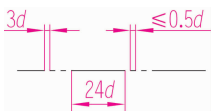

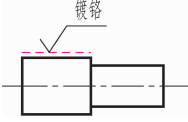
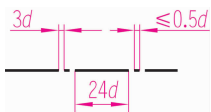
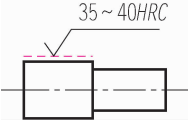
国家标准《机械制图 图样画法 图线》(GB/T 4457.4—2002)规定了机械图样常用的



- chapter 01
- chapter 02
- chapter 03
- chapter 04
- chapter 05
- chapter 06
- chapter 07
- chapter 08
- chapter 09
- chapter 10
- appendix

9种线型,如表1-4所示。在机械图样中采用粗细两种线宽,它们之间的比率为2:1。粗线(粗实线、粗虚线、粗点画线)的宽度 $d$ 应按图样的类型、大小和复杂程度,在下列参数中选取:0.25 mm,0.35 mm,0.5 mm,0.7 mm,1 mm,1.4 mm,2 mm。细线取粗线的0.5倍。粗线的宽度 $d$ 优先选用0.5 mm和0.7 mm。

表 1-4 线型及其应用

图线名称	线型	图线宽度	一般应用	应用举例
粗实线		$d$	可见轮廓线	
细实线		$d/2$	1. 尺寸线和尺寸界线 2. 剖面线 3. 重合剖面的轮廓线	
波浪线		$d/2$	1. 断裂处的边界线 2. 视图与剖视的分界线	
双折线		$d/2$	断裂处的边界线	
细虚线		$d/2$	不可见轮廓线	
细点画线		$d/2$	1. 轴线 2. 对称中心线	
细双点画线		$d/2$	1. 相邻辅助零件的轮廓线 2. 可动零件的极限位置的轮廓线 3. 轨迹线	
粗虚线		$d$	允许表面处理的表示线	
粗点画线		$d$	限定范围表示线	

## 2. 图线的画法

在绘制虚线、点画线时，线和线相交处应为线段相交。当虚线在粗实线的延长线上时，在分界处要留空隙。点画线超出轮廓线的长度约为 3 mm 至 5 mm。当要绘制的细点画线长度较短时，可用细实线代替，如图 1-5 所示。

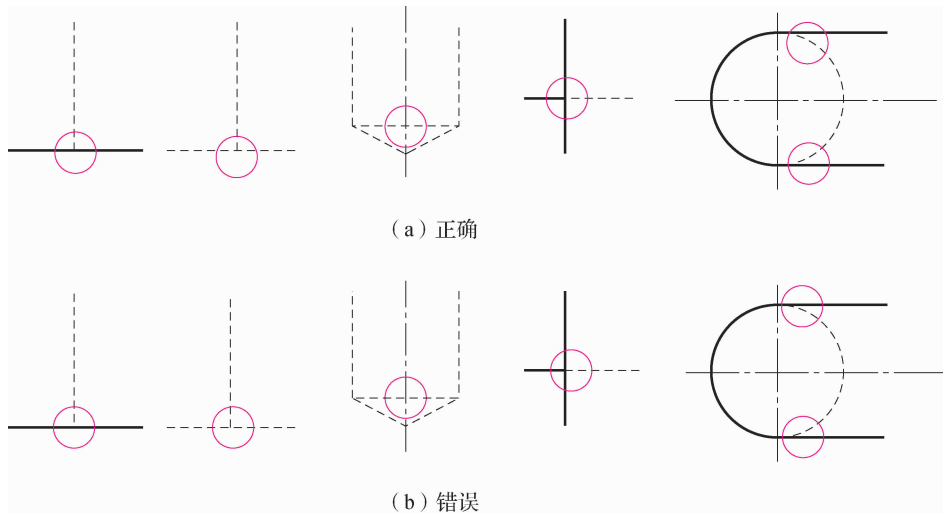


图 1-5 图线的画法

## 3. 粗实线铅笔的修理

粗实线是图样中最重要的图线，为了把粗实线画的均匀整齐，关键是正确地修理和使用铅笔，绘制粗实线的铅笔以 HB 或 B 的铅笔为宜。将铅芯修理成长方体形，使用时用矩形的短棱和纸面接触，长方体铅芯的宽侧面和丁字尺或三角板的导向棱面贴紧，用力要均匀，速度要慢，一遍画不黑可重复运笔，如图 1-6 所示。

## 4. 细实线铅笔的修理和使用

画细实线、细虚线、细点画线等细线所用的铅笔为 H 或 2H，将铅芯修理成圆锥形，如图 1-7 所示。当铅芯磨秃后要及时修理，不要凑合着画。绘制虚线和点画线时，初学者要数丁字尺或三角板上的毫米数，这样经过一段时间的练习后，画出的虚线或点画线的线段长才能整齐相等。

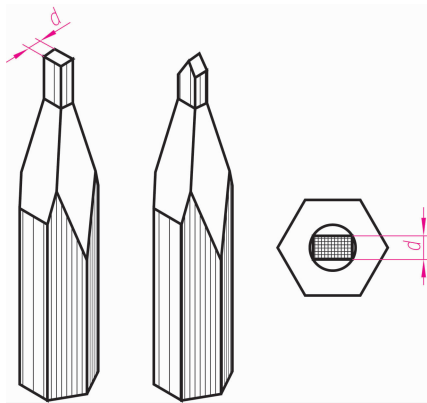


图 1-6 粗实线铅笔的修理和使用

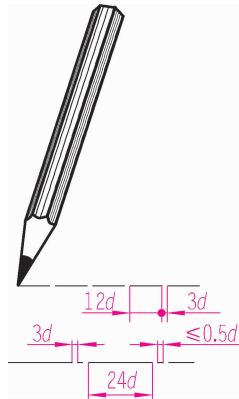


图 1-7 细实线铅笔的修理和使用

### 5. 粗实线铅芯的修理和使用

画粗实线圆所用的铅芯为 HB 铅芯，修理成如图 1-8 所示的形状。使用时要调整圆规腿的关节，使铅芯和纸面垂直，侧棱和纸面均匀接触，画圆时用力要均匀，速度要慢，一遍画不黑可反方向重复一遍。

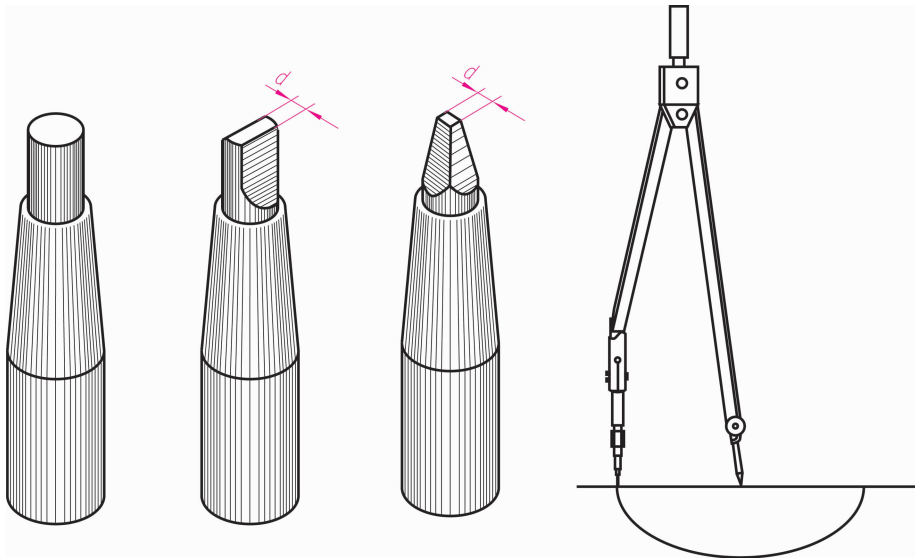
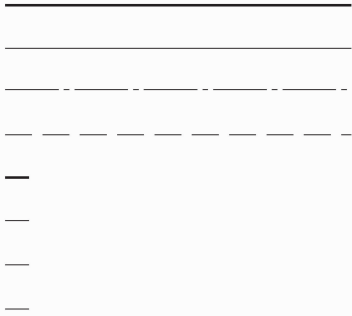
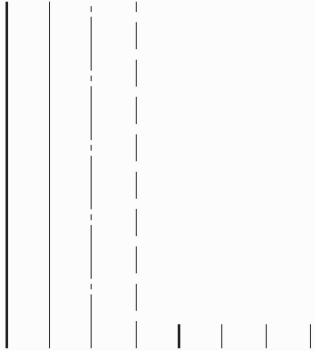
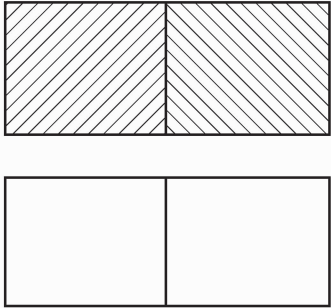
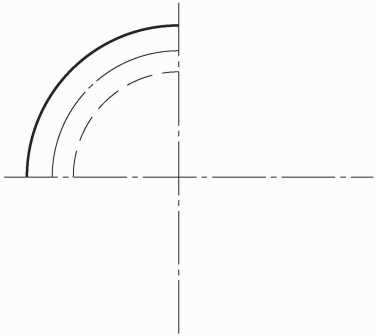
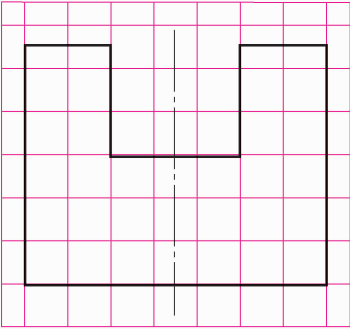
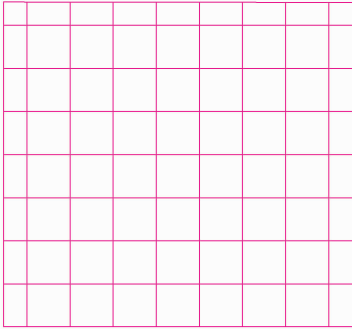


图 1-8 粗实线铅芯的修理和使用

### 课堂练习 1-2

参照图 1-6，将一支 HB 的铅笔修理成粗实线铅笔；参照图 1-7，将一支 2H 的铅笔修理成细实线铅笔；参照图 1-8，将 HB 的铅芯修理成粗实线铅芯；然后在草稿纸上试一下铅笔和铅芯，满意后完成练习 1-2 的图线练习。

<p>(1)</p> 	<p>(2)</p> 				
<p>(3)</p> 	<p>(4)</p> 				
<p>(5)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>					
1-2	图线练习	代号	A0102	姓名:	审核:

- chapter 01
- chapter 02
- chapter 03
- chapter 04
- chapter 05
- chapter 06
- chapter 07
- chapter 08
- chapter 09
- chapter 10
- appendix



## 1.2 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003)

在机械图样中,图形只是表达了零件的形状,若要表示大小,则必须在图样上标注尺寸。尺寸是加工制造零件的主要依据,不能有任何差错。如果尺寸标注错误、不完整或不合理,将给加工、检验带来困难,甚至产生废品而造成经济损失,所以尺寸标注必须遵守国家标准的相关规定。



### 1.2.1 尺寸标注的基本规则

(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) 图样中的尺寸以毫米为单位时,不需标注其单位的符号(或名称),如采用其他单位,则应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机件的最后完工尺寸,否则应另附说明。

(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。

此外,为了使标注的尺寸清晰易读,标注尺寸时可按下列尺寸绘制:尺寸线到轮廓线、尺寸线和尺寸线之间的距离取 $6\sim 10\text{ mm}$ ,尺寸界线超出尺寸线 $2\sim 3\text{ mm}$ ,尺寸数字一般为3.5号字,箭头长度 $\geq 6d$ ( $d$ 为粗实线的宽度),箭头尾部宽度为 $d$ ,如图1-9所示。

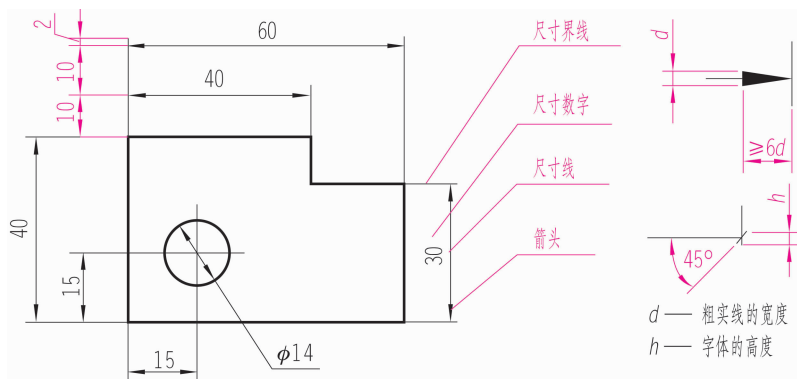


图 1-9 尺寸标注的基本规则



### 1.2.2 尺寸数字的注写方法

线性尺寸数字的方向按图1-10a所示的方法标注,并尽可能避免在图示 $30^\circ$ 范围内标注尺寸,当无法避免时应按图1-10b所示的方法标注。



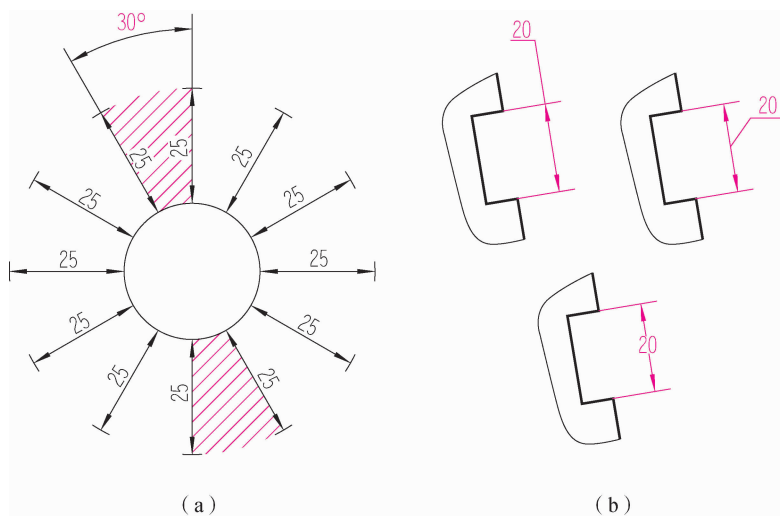


图 1-10 线性尺寸数字的方向

角度的数字一律写成水平方向，一般注写在尺寸线的中断处，也可写在尺寸线的上方，或引出标注，如图 1-11 所示。需要注意的是，尺寸数字不可被任何图线穿过，否则应将图线断开。

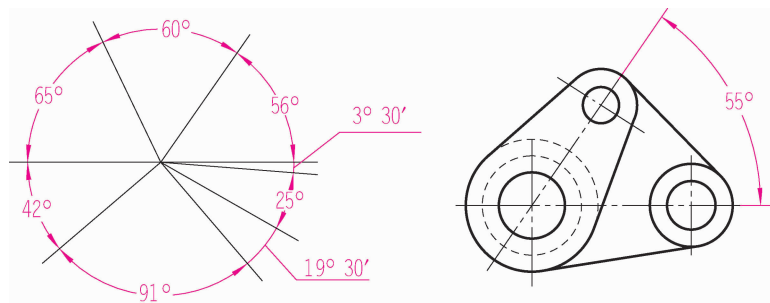


图 1-11 角度的数字注写方法

### 1.2.3 尺寸标注中的符号

圆心角大于  $180^\circ$  时，要标注圆的直径，且尺寸数字前加“ $\phi$ ”；圆心角小于等于  $180^\circ$  时，要标注圆的半径，且尺寸数字前加“ $R$ ”；标注球面直径或半径尺寸时，应在符号  $\phi$  或  $R$  前再加符号“ $S$ ”；同一平面上结构相同的孔用“数目  $\times$  直径”标注，如图 1-12 所示。

斜度和锥度可按图 1-13 所示的方法标注。斜度和锥度符号的方向应与物体上斜度和锥度的方向一致。

在同一图形中，对于尺寸相同的孔、槽等成组要素，可仅在一个要素上标注其数量和尺寸。均匀分布在圆上的孔可在尺寸数字后加注“EQS”表示均匀分布，如图 1-14 所示。

chapter  
01chapter  
02chapter  
03chapter  
04chapter  
05chapter  
06chapter  
07chapter  
08chapter  
09chapter  
10

appendix

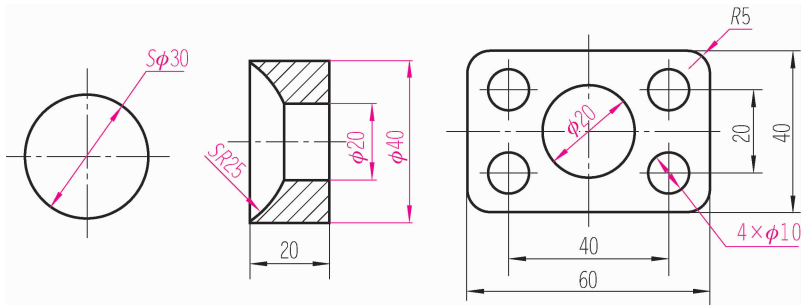


图 1-12 直径和半径符号

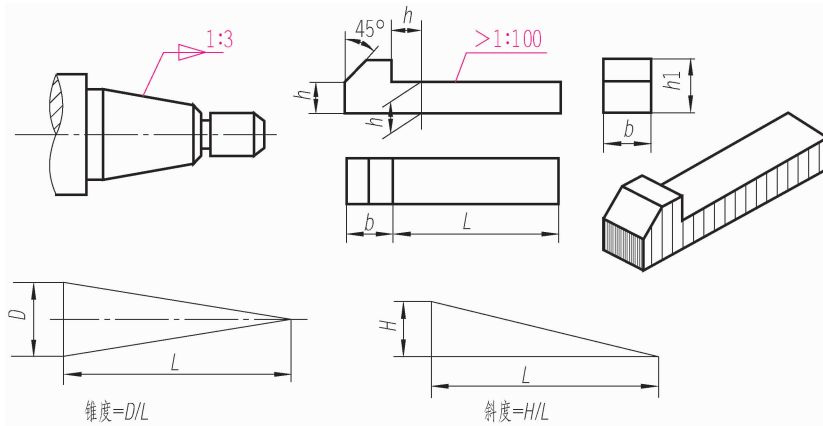


图 1-13 锥度和斜度的标注

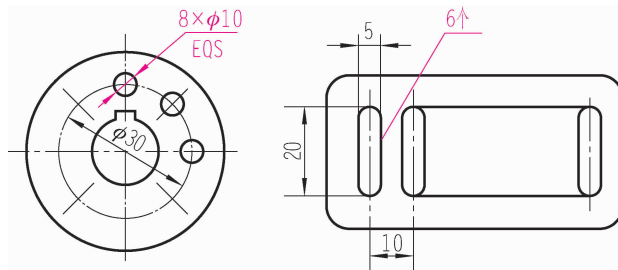


图 1-14 相同要素的尺寸标注

## 1.3 平面图形的绘制和尺寸标注

图 1-15 所示为挂轮架的平面图形，结合该案例分析平面图形的绘制方法和尺寸标注方法。

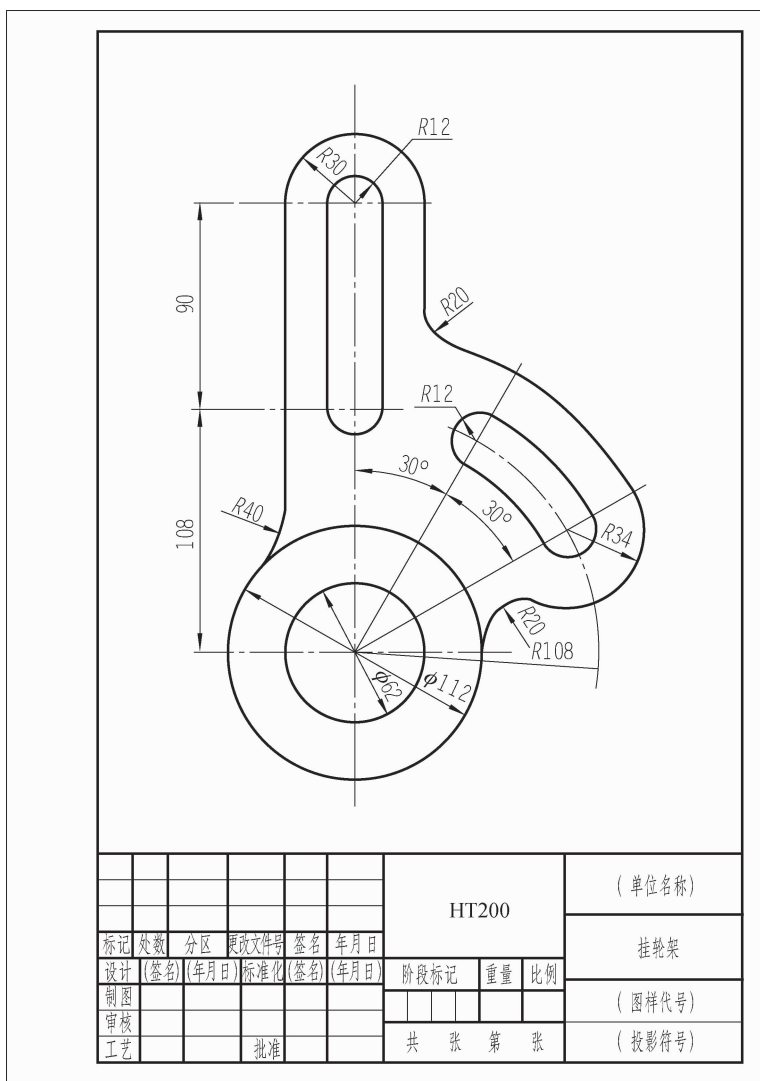


图 1-15 挂轮架平面图形

### 1.3.1 平面图形的尺寸分析

挂轮架平面图形中的尺寸  $\phi 112$ 、 $\phi 62$  等是确定图形几何元素形状大小的尺寸，把确定图形几何元素形状大小的尺寸称为定形尺寸； $R108$ 、 $108$ 、 $30^\circ$  等是确定圆心位置的，确定几何元素位置的尺寸称为定位尺寸； $\phi 112$  的圆心和垂直中心线是  $108$  和  $30^\circ$  等尺寸的起始位置，尺寸的起点称为尺寸基准。挂轮架的尺寸分析如图 1-16 所示。标注尺寸可先注定形尺寸，再注定位尺寸。

### 1.3.2 平面图形的线段分析

组成挂轮架平面图形的线段有的可以直接画出，如  $\phi 112$ 、 $\phi 62$  等，这样的线段称

- chapter 01
- chapter 02
- chapter 03
- chapter 04
- chapter 05
- chapter 06
- chapter 07
- chapter 08
- chapter 09
- chapter 10
- appendix

为已知线段；有的线段的两个端点中只有一个端点可直接确定，而另一个端点由线段与其他线段的关系来确定，如圆弧  $R34$ 、和  $R34$  相接的圆弧  $R142(R108+R34)$  等，这样的线段称为中间线段；有的线段两个端点都不能直接画出，要根据和线段相接的两端线段的关系来确定，如  $R20$ 、 $R40$  的圆弧，两圆弧的公切线等，这样的线段称为连接线段。挂轮架的线段分析如图 1-17 所示。

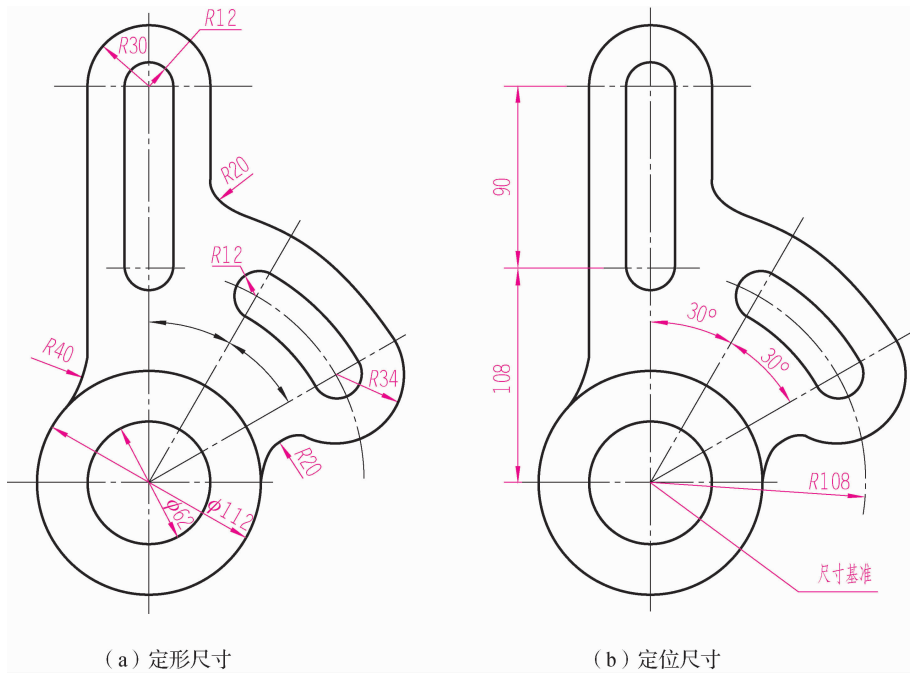


图 1-16 挂轮架尺寸分析

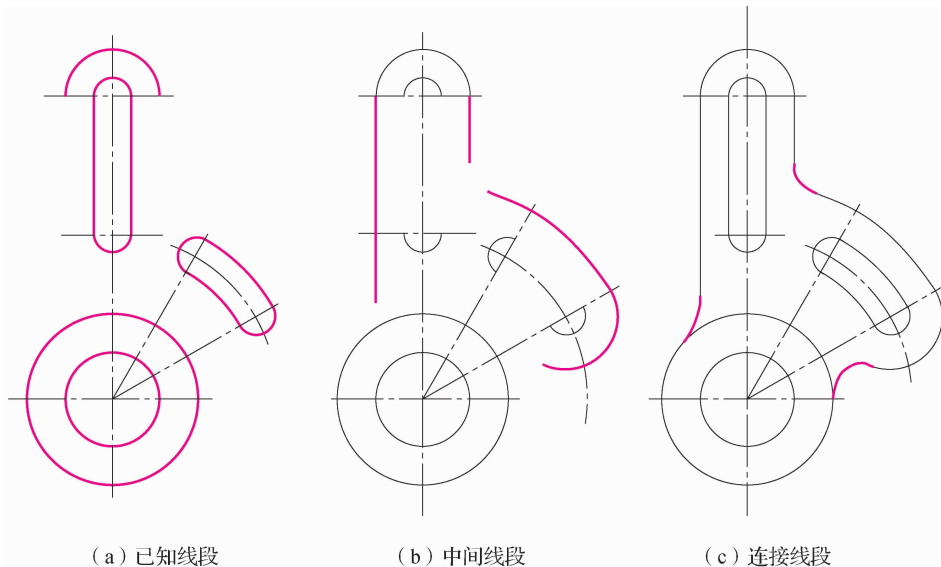


图 1-17 挂轮架线段分析



### 1.3.3 平面图形的画图方法和步骤

#### 1. 准备工作

绘图之前的准备工作可以按下述步骤进行：清洁绘图工具→确定比例→选择图幅→固定图纸。固定图纸时用丁字尺和三角板配合将图纸找正，然后用胶带纸将图纸固定在图板的左下部，如图 1-18a 所示。为了保持图面的干净和整洁，绘图时可以将不画的图纸部分用草稿纸保护起来。

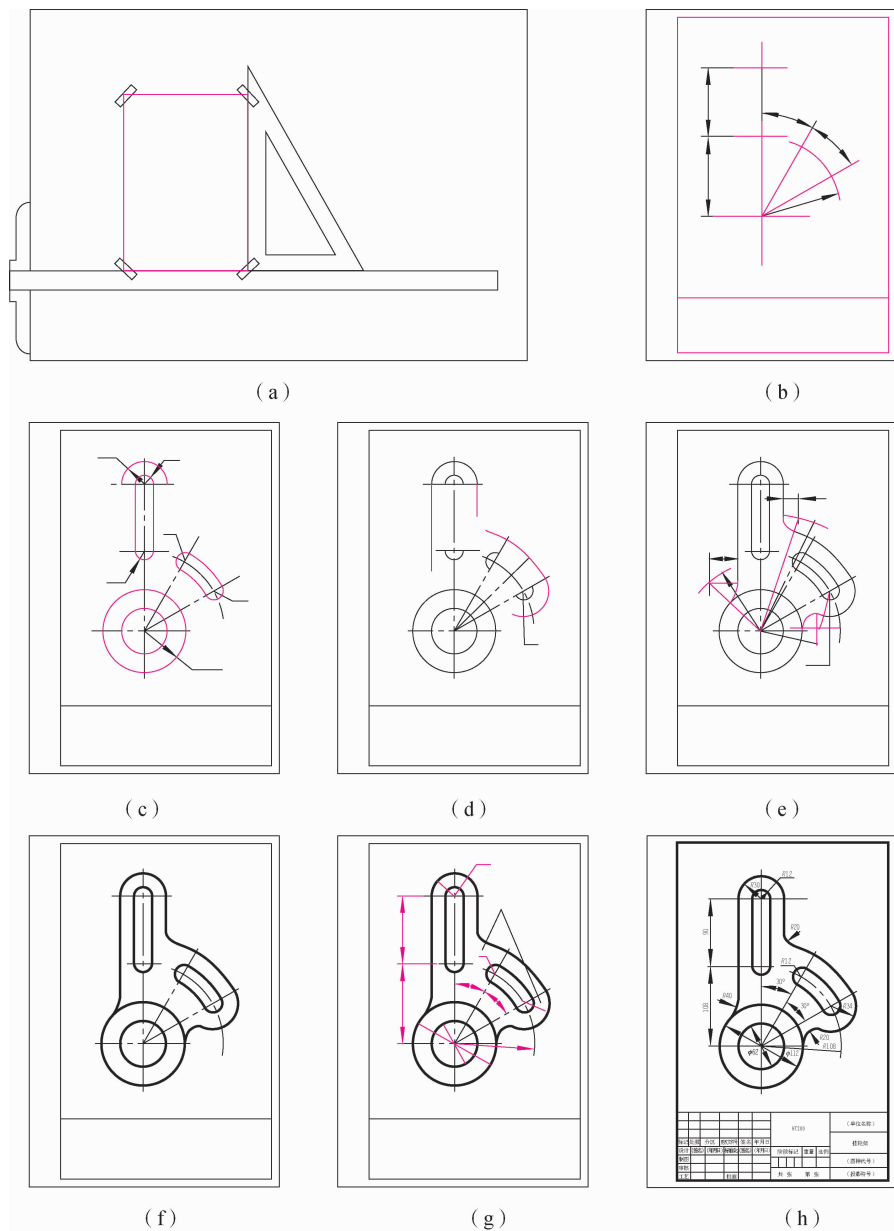


图 1-18 挂轮架画图步骤

chapter 01

chapter 02

chapter 03

chapter 04

chapter 05

chapter 06

chapter 07

chapter 08

chapter 09

chapter 10

appendix

## 2. 绘制底稿

绘制底稿时用 2H 铅笔轻轻绘出底稿线。测量尺寸要用分规在量具上精确测出尺寸，然后在图纸上轻轻做出标记。绘制水平线用丁字尺，绘制垂直线用丁字尺和三角板配合画出。绘制底稿线一般按下述步骤进行：

(1) 绘制图框线→绘制标题栏→布图→绘制定位基准线，如图 1-18b 所示。确定图样在图纸上的位置称为布图。布图时先不考虑要标注的尺寸，只按图形的大小通过计算确定图样在图纸上的位置，使图样在图纸上均匀分布，然后根据图样位置确定基准线的位置，并画出基准线。

(2) 绘制已知线段的底稿，如图 1-18c 所示。

(3) 绘制中间线段的底稿，如图 1-18d 所示。

(4) 绘制连接线段的底稿，如图 1-18e 所示。上端 R20 的圆弧和 R40 的圆弧一端和直线相切，一端和圆弧相切；下端 R20 的圆弧一端和圆弧相切，一端和圆相切，要利用相切关系求出圆心位置和切点。

## 3. 加深图形

为了防止将尺寸注错，在标注尺寸之前要先加深图形。加深图形时要先加深圆弧，后加深直线；先加深粗线，后加深细线，如图 1-18f 所示。

## 4. 绘制尺寸线和尺寸界线的底稿线

尺寸的底稿只绘制尺寸界线和尺寸线，箭头和尺寸数字不画底稿，尺寸数字只绘制控制高度的底稿线即可，如图 1-18g 所示。


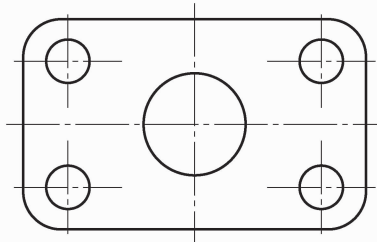
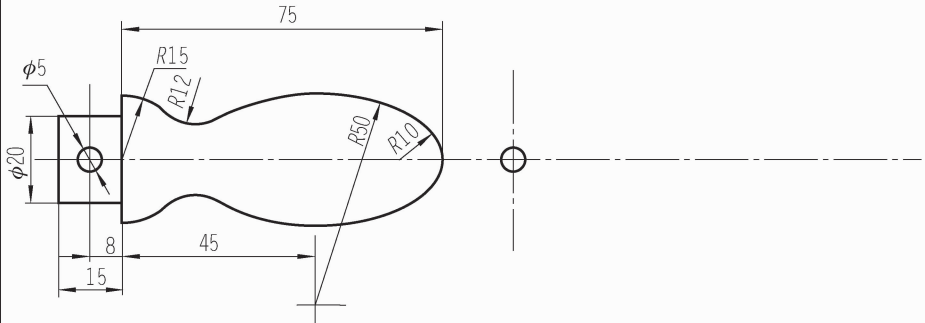
## 5. 加深尺寸、图框线、填写标题栏

加深图线的步骤为：加深尺寸界线、尺寸线→绘制箭头→注写尺寸数字→加深图框和标题栏→填写标题栏，如图 1-18h。图框线和标题栏是最后加深的，目的是防止绘图仪器将图面弄脏。



### 课堂练习 1-3

先在草稿纸上练习箭头的画法和尺寸数字的注写方法，然后完成练习 1-3 的第 1 题。根据尺寸标注的参数要求(参考图 1-9)，先画好第 2 题的尺寸底稿，请教师检查后再加深尺寸。参考图 1-16 至图 1-18 对挂轮架的尺寸分析、线段分析和绘图步骤，对练习 1-3 第 3 题的手柄进行分析，再抄画手柄的平面图形，先画好第 3 题的底稿，请教师检查(或者请同学检查)后再加深图形。

1. 根据比例和尺寸数值，完成尺寸的标注。		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">比例</td> <td style="padding: 2px;">2:1</td> <td style="padding: 2px;">1:5</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">长度</td> <td style="padding: 2px;">25 20</td> <td style="padding: 2px;">150 130</td> </tr> </table>	比例	2:1	1:5	长度	25 20	150 130
比例	2:1	1:5						
长度	25 20	150 130						
<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">比例</td> <td style="padding: 2px;">长度</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">1:1</td> <td style="padding: 2px;">68 70</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">1:2</td> <td style="padding: 2px;">68 70</td> </tr> </table>	比例	长度	1:1	68 70	1:2	68 70		
比例	长度							
1:1	68 70							
1:2	68 70							
2. 标注平面图形的尺寸（按1:1的比例量取尺寸）。								
								
3. 分析手柄的尺寸基准、定形尺寸和定位尺寸，在图上注出已知线段、中间线段和连接线段，然后抄画平面图形（比例1:1）。								
								
1-3	平面图形绘制和尺寸标注练习	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">代号</td> <td style="padding: 2px;">A0103</td> <td style="padding: 2px;">姓名:</td> <td style="padding: 2px;">审核:</td> </tr> </table>	代号	A0103	姓名:	审核:		
代号	A0103	姓名:	审核:					

- chapter 01
- chapter 02
- chapter 03
- chapter 04
- chapter 05
- chapter 06
- chapter 07
- chapter 08
- chapter 09
- chapter 10
- appendix



### 码上学



### 微课学习



标题栏格式和尺寸



粗实线铅笔的修理和使用



粗实线铅芯的  
修理和使用



挂轮架画图



### 码上测验

