

第 一 章

制图基本知识

工程图样是现代工业生产中最为基本的技术资料,是工程界的通用技术语言,具有严格的规范要求。为了阅读和绘制机械工程图样,必须熟悉和掌握有关标准和规定。现行的技术制图和机械制图国家标准是阅读和绘制机械工程图样的准则和依据。

掌握制图的基本知识和技能,是培养识图和绘图能力的基础。本章将摘要介绍国家标准中关于图纸幅面及格式、比例、字体、图线等的有关规定,以及尺寸标注的基本规则。





第一节

制图的基本规定

以 GB/T 14689—2008 为例，“GB/T”为推荐性国家标准的代号（一般可简称“国标”），之后的几位数字为标准的批准顺序号，“—”后的数字表示该标准发布的年份。

一、图纸幅面和格式（GB/T 14689—2008）

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，绘制技术图样时，应按以下规定选用图纸幅面。优先采用基本幅面（见表 1-1）。基本幅面共有五种，其尺寸关系如图 1-1 所示。必要时，也允许选用加长幅面，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 图纸的基本幅面

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

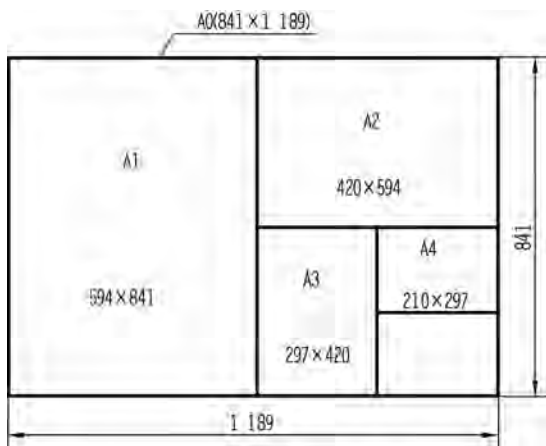


图 1-1 基本幅面的尺寸关系



2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框,格式分为不留装订边和留装订边两种,如图 1-2、图 1-3 所示。同一产品的图样只能采用一种格式。

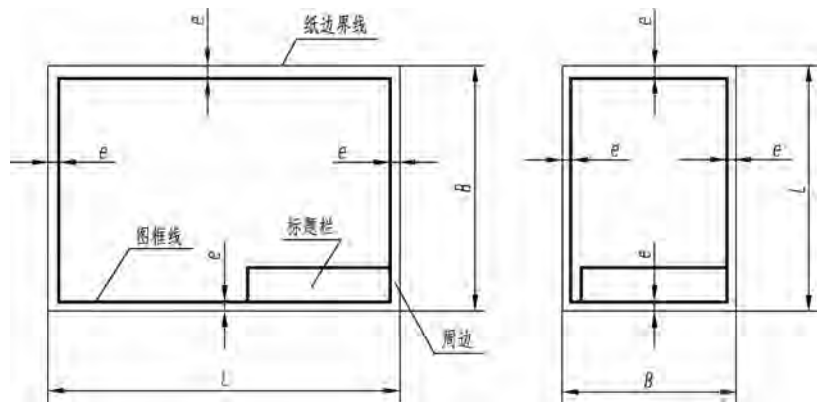


图 1-2 不留装订边的图框格式

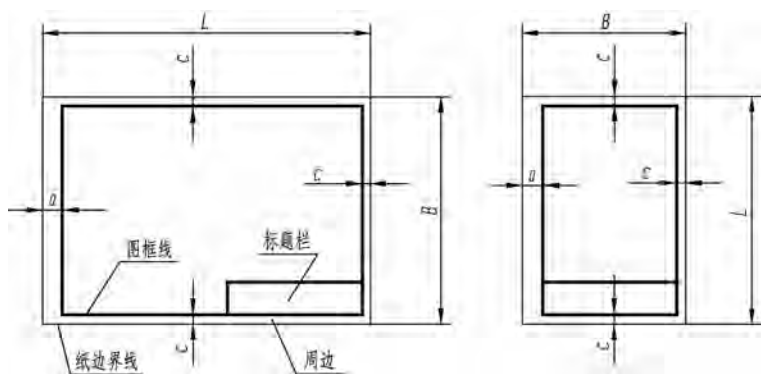


图 1-3 留装订边的图框格式

3. 标题栏

每张图样都必须画出标题栏。标题栏的格式和尺寸在国家标准《技术制图 标题栏》(GB/T 10609.1—2008)中已有规定,如图 1-4(a)所示。在教学中建议采用简化的标题栏格式,如图 1-4(b)所示。标题栏的位置应位于图纸的右下角。

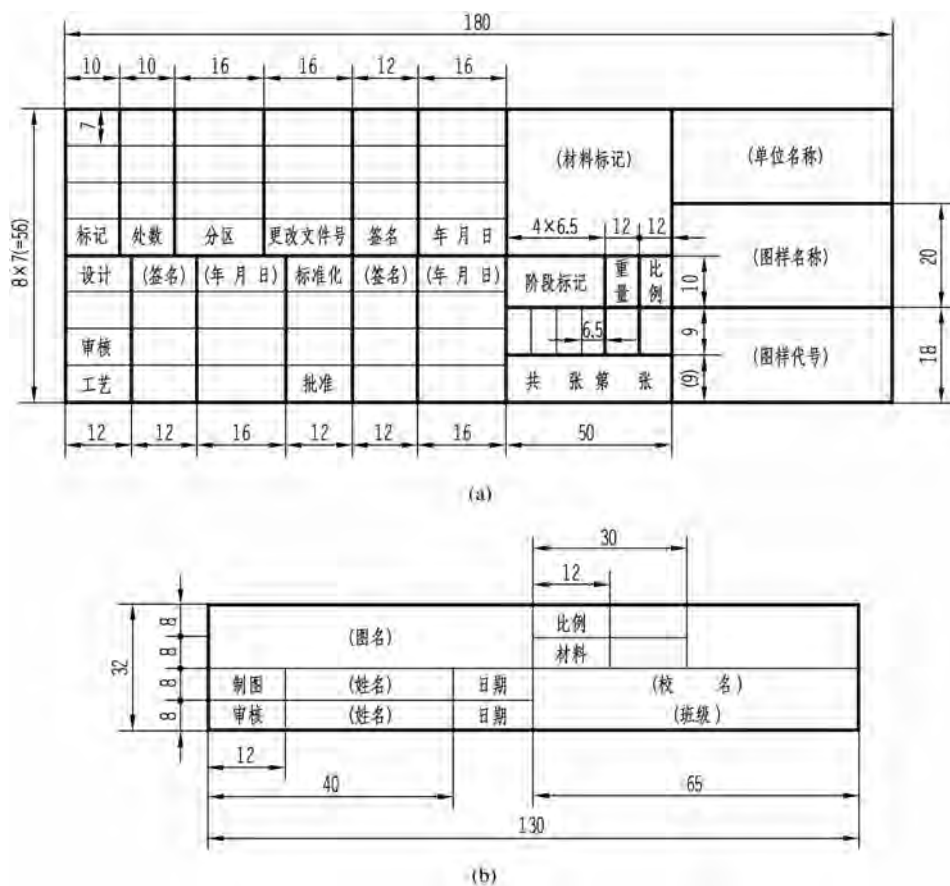


图 1-4 标题栏格式

(a) 国家标准规定的标题栏 (b) 简化的标题栏格式

二、比例(GB/T 14690—1993)

1. 相关术语

- (1) 比例: 图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。
- (2) 原值比例: 比值为 1 的比例, 即 1 : 1。
- (3) 放大比例: 比值大于 1 的比例, 如 2 : 1 等。
- (4) 缩小比例: 比值小于 1 的比例, 如 1 : 2 等。

2. 比例系列

绘制图样时, 为了从图样上直接反映出实物的大小, 尽量采用原值比例。但各种实物的大小和结构千差万别, 绘图时也可根据实际需要表 1-2 中选取放大比例或缩小比例。

表 1-2 选择比例

种 类	优先选择系列	允许选择系列
原值比例	1:1	—
放大比例	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	1:2 1:5 1:10	1:1.5 1:2.5 1:3
	$1:2 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$ $1:1 \times 10^n$	$1:1.5 \times 10^n$ $1:2.5 \times 10^n$ $1:3 \times 10^n$
		1:4 1:6
		$1:4 \times 10^n$ $1:6 \times 10^n$

注: n 为正整数。

3. 标注方法

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

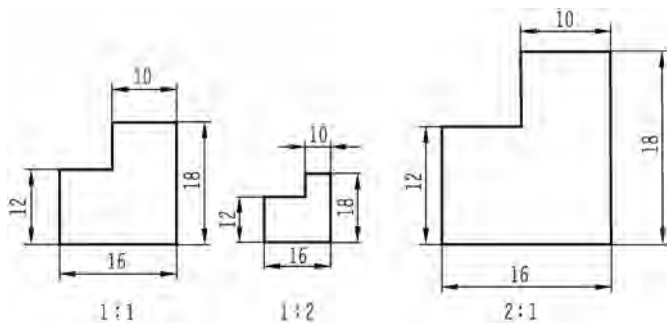


图 1-5 图形比例与尺寸数字

三、字体(GB/T 14691—1993)

在图样上除了要用图形来表达零件的结构形状外,还必须用数字及文字来说明它的大小和技术要求等其他内容。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。

1. 汉字

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(用 h 表示)不应小于 3.5 mm,其字宽一般为字高的 0.7 倍。字体的高度代表字体的号数,其公称尺寸系列:1.8,2.5,3.5,5,7,10,14,20(单位为 mm)。



书写长仿宋体字的要领：横平竖直、注意起落、结构匀称。

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

技术制图 机械电子 汽车船舶 土木建筑

螺纹齿轮 航空工业 施工排水 供暖通风 矿山港口

2. 字母和数字

字母和数字(包括阿拉伯数字、罗马数字、拉丁字母及少数希腊字母)按笔画宽度 d 与字高的关系情况可分 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 $1/10$ 。在同一图样上,只允许选用一种型式的字体。字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。

字母:

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

直体
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

阿拉伯数字:

斜体
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

直体
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

罗马数字:









斜体
I II III IV V VI VII VIII IX X

直体
I II III IV V VI VII VIII IX X

四、图线(GB/T 4457.4—2002)

绘制图样时,应遵循国家标准《机械制图 图样画法 图线》的规定。绘制图样时,常用的图线如表 1-3 所示。

表 1-3 常用的图线

图线类型		主要用途
	粗实线	可见轮廓线
	细实线	尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线
	细波浪线	断裂处的边界线、视图和剖视图的分界线
	细双折线	断裂处的边界线
	细虚线	不可见轮廓线
	细点画线	轴线、对称中心线
	粗点画线	有特殊要求的表面表示线
	细双点画线	假想投影轮廓线、中断线

在机械图样中采用粗细两种线宽,它们的比例为 2 : 1(粗线的宽度为 d , $d=0.5\sim 2$ mm,细线的宽度为 $d/2$)。

在同一图样中,同类图线的宽度应一致。细(粗)虚线、细(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。

各种图线应用举例如图 1-6 所示。

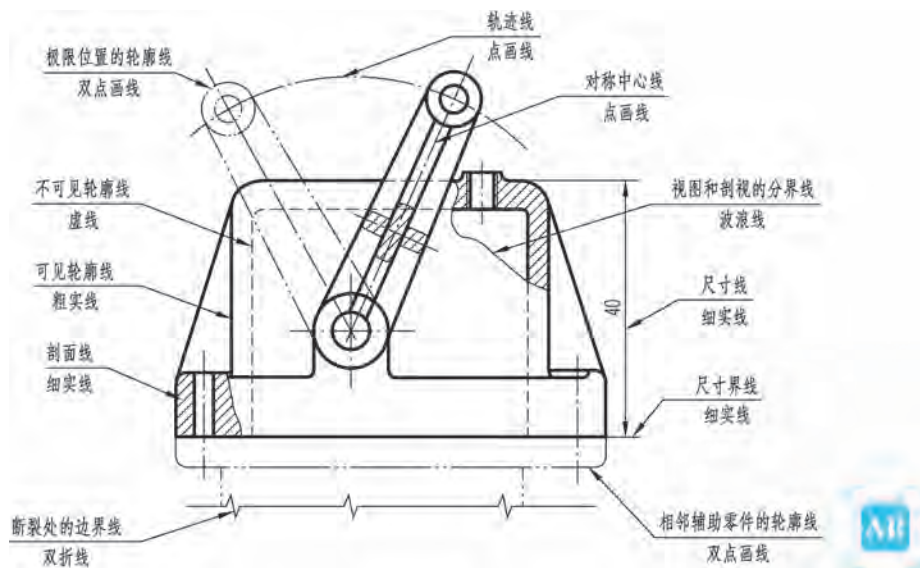


图 1-6 各种图线应用举例

如图 1-7 所示,画图线时应注意以下几点:

- (1) 细点画线、细双点画线的首末两端应是画,而不是点。
- (2) 各种线型相交时,都应以画相交,而不应是点或间隔。



(3)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。

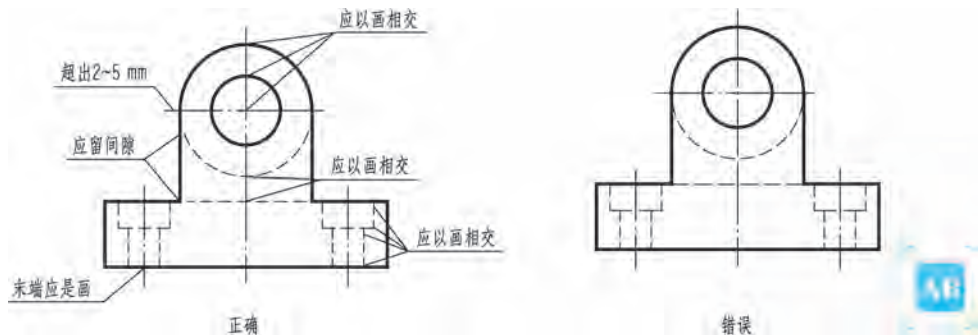


图 1-7 图线画法正误对比

第二节

尺寸注法

在机械图样中,图形只能表达机件的结构形状,若要表达它的大小,则必须在图形上标注尺寸。尺寸是加工制造机件的主要依据,也是图样中指令性最强的部分。如果尺寸注法错误、不完整或不合理,将给生产带来困难。尺寸注法应遵循国家标准《机械制图 尺寸注法》(GB/T 4458.4—2003)的规定。

一、标注尺寸的基本规则

(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,无须标注单位符号(或名称);采用其他单位时,必须注明相应的单位符号(或名称)。

(3)机件的每一尺寸一般只标注一次,并标注在反映该结构最清晰的图形上。

(4)图样中所注标的尺寸,为该图样所示机件的最后完工尺寸,否则应另加说明。

(5)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如表 1-4 所示。

表 1-4 尺寸标注常用的符号和缩写词

名称	直径	半径	球直径 球半径	厚度	正方形	45° 倒角	深度	沉孔或 锪平	埋头孔	均布	弧度
符号或 缩写	ϕ	R	S ϕ SR	t	□	C	∇	□	∇	EQS	⌒

二、尺寸的组成

一个完整的尺寸包括尺寸数字、尺寸线和尺寸界线,如图 1-8 所示。

- (1) 尺寸数字:表示尺寸度量的大小。
- (2) 尺寸线 :表示尺寸度量的方向。
- (3) 尺寸界线 :表示尺寸的度量范围。

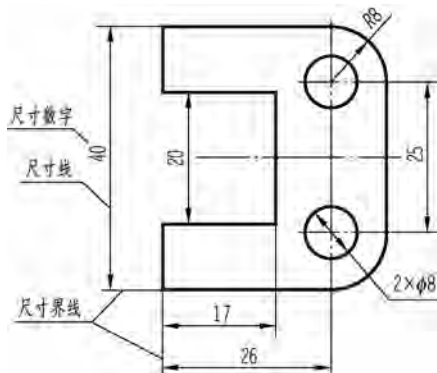


图 1-8 尺寸标注示例

三、常见的尺寸注法

常见的尺寸注法如表 1-5 所示。

表 1-5 常见的尺寸注法

项 目	图 例	基本规定
尺寸线		<p>(1) 尺寸线用细实线画出,不能用其他图线代替,也不得与其他图线重合或画在其他线的延长线上。</p> <p>(2) 尺寸线应与所标注的线段平行;尺寸线与轮廓线的间距、相同方向上尺寸线之间的距离约为 7 mm</p>
尺寸界线		<p>(1) 尺寸界线用细实线绘制,由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出,也可直接利用它们做尺寸界线。</p> <p>(2) 尺寸界线一般应与尺寸线垂直。当尺寸界线贴近轮廓线时,允许与尺寸线倾斜。</p> <p>(3) 在光滑过渡处标注尺寸时,必须用细实线将轮廓线延长,从它们的交点处引出尺寸界线</p>



(续表)

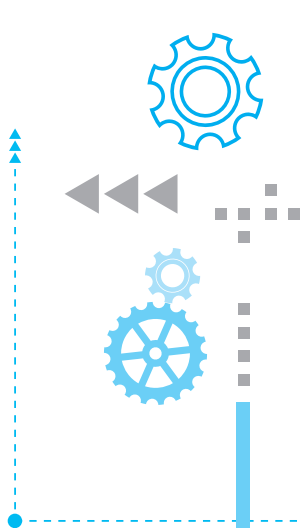
项 目	图 例	基本规定
尺寸数字		<p>(1) 尺寸数字一般应标注在尺寸线的上方, 也允许标注在尺寸线的中断处。</p> <p>(2) 线性尺寸数字的方向一般应按图(a)所示的方向标注, 并尽可能避免在图示 30° 范围内标注。若无法避免, 则可按图(b)的形式标注。</p> <p>(3) 尺寸数字不可被任何图线所通过, 否则必须将该图线断开</p>
尺寸线终端		<p>(1) 通常机械图样尺寸线终端画箭头, 箭头尖端与尺寸界线接触, 不得超出也不得分开。</p> <p>(2) 尺寸线终端也可用斜线形式, 此时尺寸线与尺寸界线必须垂直</p>
直径与半径		<p>(1) 标注直径时, 应在尺寸数字前加注符号“ϕ”; 标注半径时, 应在尺寸数字前加注符号“R”。</p> <p>(2) 当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法注出其圆心位置时, 可按图(a)的形式标注; 当不需要标出其圆心位置时, 可按图(b)形式标注, 但尺寸线应指向圆心</p>
球面直径与半径		<p>标注球面直径或半径时, 应在符号“ϕ”或“R”前加注符号“S”, 如图(a)所示; 对于螺钉、铆钉的头部、轴和手柄的端部等, 在不致引起误会的情况下, 可省略符号 S, 如图(b)所示</p>



(续表)

项 目	图 例	基本规定
角度		<p>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,一般注在尺寸线的中断处,必要时也可按图(b)的形式标注</p>
弦长与弧长		<p>标注弦长和弧长时,尺寸界线应平行于弦的垂直平分线;标注弧长尺寸时,尺寸线用圆弧,并应在尺寸数字上方加注符号“\frown”</p>
狭小部位		<p>(1)在没有足够的位置画箭头或标注数字时,可将箭头或数字布置在外面,也可将箭头和数字都布置在外面。 (2)几个小尺寸连续标注时,中间的箭头可用斜线或圆点代替</p>
对称机件		<p>当对称机件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,并在尺寸线一端画出箭头</p>





第 二 章



几何作图

本章主要介绍常用绘图工具的使用，线段、圆周的等分和正多边形的画法，斜度和锥度的概念及其画法和标注，圆弧连接的作图方法，平面图形的分析方法和作图步骤等。



第一节

常用绘图工具

正确地使用和维护绘图工具,是保证绘图质量和加快绘图速度的一个重要方面。因此,必须养成正确使用、维护绘图工具和用品的良好习惯。

一、图板

图板是供铺放、固定图纸用的矩形木板(见图 2-1)。板面比较平整光滑,左侧为丁字尺的导边,必须平直。

二、丁字尺

丁字尺由尺头和尺身构成(见图 2-1),主要用来画水平线。使用时,尺头内侧必须靠紧图板的导边,用左手推动丁字尺上下移动。移动到所需位置后,压住尺身,用右手由左至右画水平线。

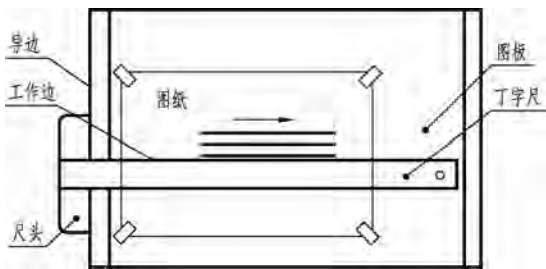


图 2-1 图板和丁字尺

三、三角板

三角板由 45° 和 $30^\circ(60^\circ)$ 两块合为一副。三角板和丁字尺配合使用,可画垂直线,也可画 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° 等特殊角度的倾斜线,如图 2-2 所示。若将两块三角板配合使用,还可以画出已知直线的平行线或垂直线。

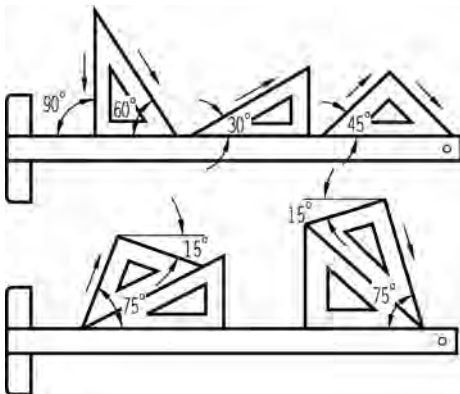


图 2-2 三角板和丁字尺配合使用



四、圆规

圆规是用来画圆或圆弧的工具。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。圆规的用法如图 2-3 所示。

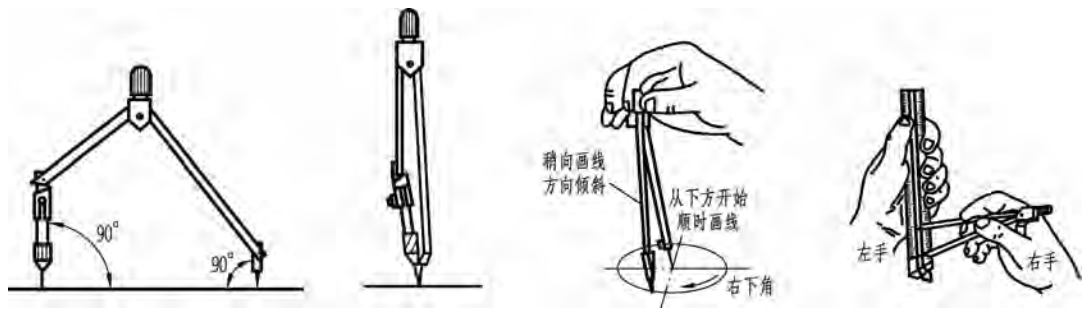


图 2-3 圆规的用法

五、分规

分规是用来截取尺寸、等分线段和圆周的仪器。常见的分规及其用法如图 2-4 所示。

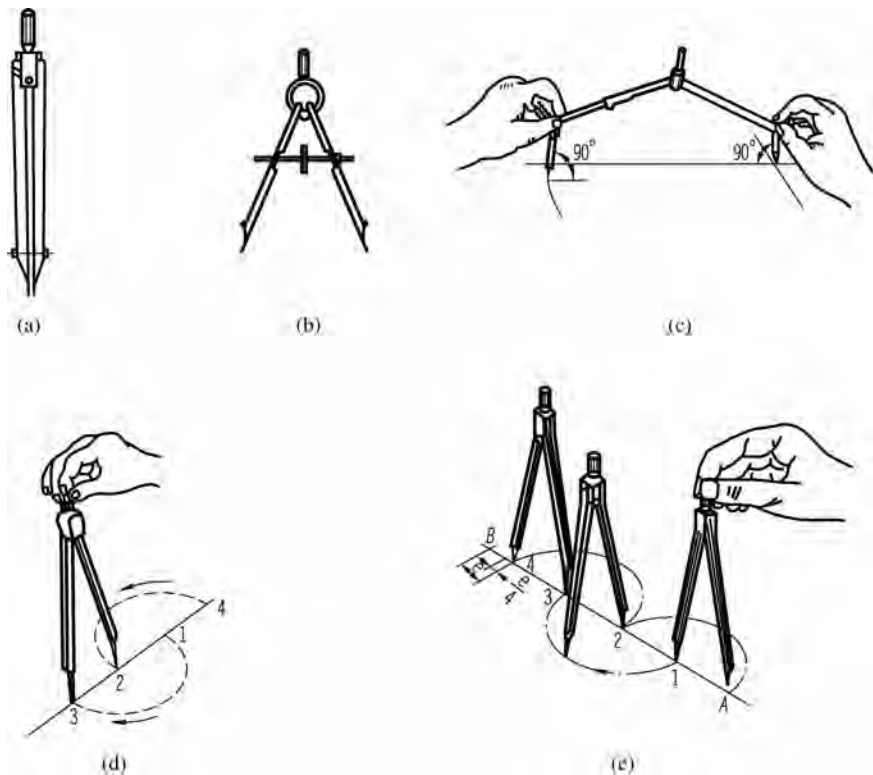


图 2-4 常见的分规及其用法

(a)普通分规 (b)弹簧分规 (c)用分规量取尺寸 (d)用分规截取等距离 (e)用分规等分直线段

六、铅笔

铅笔分硬、中、软三种。绘制图形底稿时,建议采用 2H 或 3H 铅笔,并将笔尖削成尖锐的圆锥形[见图 2-5(a)];描黑底稿时,建议采用 B 或 2B 铅笔,并将笔尖削成扁铲形[见图 2-5(b)]。铅笔应从没有标号的一端开始使用,以便保留软硬的标号。

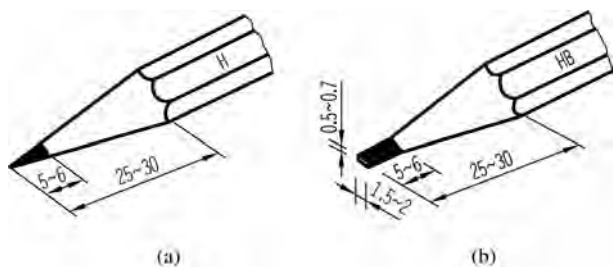


图 2-5 铅笔笔尖的削法

(a)锥形 (b)扁铲形

七、曲线板

曲线板是用来画非圆曲线的工具,其轮廓线由多段不同曲率半径的曲线组成。

作图时先徒手用铅笔把曲线上一系列的点顺序地连接起来,然后选择曲线板上曲率合适的部分与徒手连接的曲线贴合。每次连接应通过曲线上三个点,并注意每画一段线,都要比曲线板边与曲线贴合的部分稍短一些,这样才能使所画的曲线光滑地过渡。曲线板的应用如图 2-6 所示。

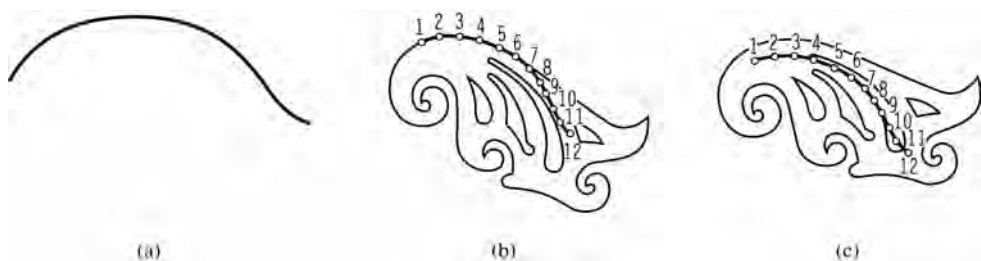


图 2-6 曲线板的应用

(a)被绘曲线 (b)描绘前几个点的曲线 (c)描绘中间几个点的曲线

八、其他绘图工具和用品

除上列工具和用品外,绘图时还要准备橡皮、小刀、砂纸、胶带纸以及比例尺等。



第二节

基本作图方法

一、等分作图

机件的形状虽各有不同,但都是由各种基本的几何图形组成的。因此,绘制机械图样应当首先掌握常见几何图形的作图原理、作图方法,以及图形与尺寸间相互依存的关系。

1. 等分线段

已知线段 AB ,作 5 等分,步骤如图 2-7 所示。

(1) 过 AB 的一端点 A 作一条射线 AC ,由此端点起在射线 AC 上截取五等分。

(2) 将射线上五等分的末端与已知直线另一端点连线,并过射线上各等分点作此连线的平行线与已知直线相交,交点即为所求。

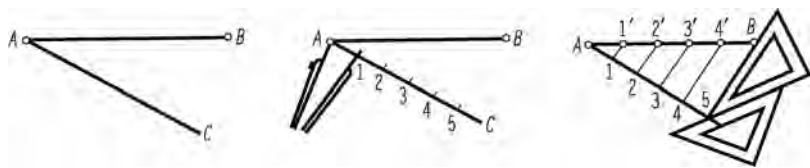


图 2-7 等分线段作图步骤

2. 等分圆周和作正多边形

用圆规作出圆周的三、六等分点,依次连接各分点可画出内接正三角形、正六边形等,如图 2-8 所示。

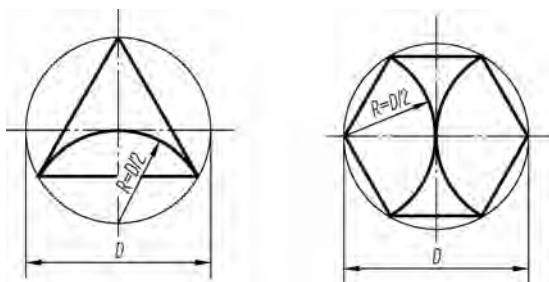


图 2-8 内接正三角形、正六边形



例 2-1 绘制图 2-9 所示五角星图形。

作图步骤如下：

(1) 绘制基准线 AB 、 CD ；以 O 为圆心绘制半径为 30 的圆；以 B 点为圆心、 OB 为半径绘制圆弧，交圆周于两点，连接两点交 OB 于点 P ，如图 2-10 所示。

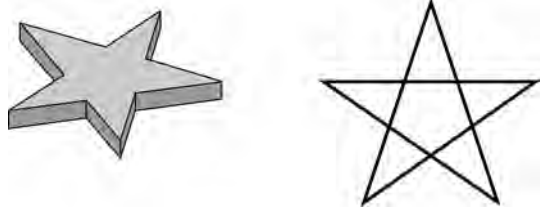


图 2-9 五角星图形

(2) 作五等分点。以 P 为圆心、 PC 为半径画弧，交直径 AB 于点 H ，如图 2-11 所示。

(3) 以 CH 为弦长，自 C 点起在圆周上对称截取，得等分点，如图 2-12 所示。

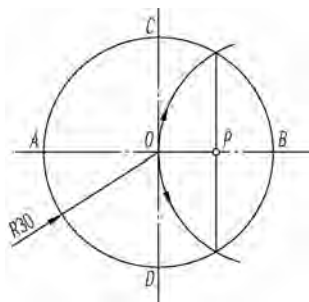


图 2-10 五角星绘制步骤 1

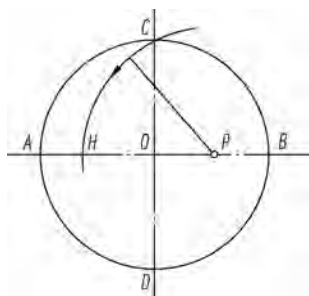


图 2-11 五角星绘制步骤 2

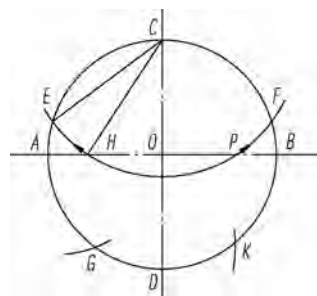


图 2-12 五角星绘制步骤 3

(4) 顺序连接圆周各等分点，为正五边形，如图 2-13 所示。

(5) 连接各点即得五角星图形，擦除作图辅助线并加深线条，即得要求的图形，如图 2-14 所示。

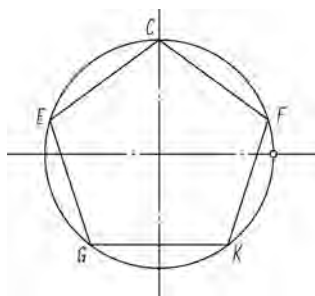


图 2-13 五角星绘制步骤 4

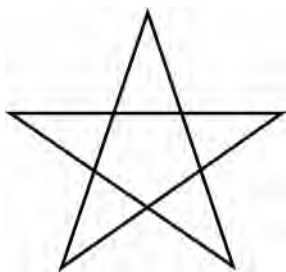


图 2-14 五角星绘制步骤 5

二、斜度和锥度

1. 斜度

斜度是指一直线(或平面)相对另一直线(或平面)的倾斜程度,用代号 S 表示。



如图 2-15(a)所示,斜度用关系式表示为

$$S = H/L = \tan\alpha$$

斜度符号为“ \angle ”,其画法如图 2-15(a)所示, h 为数字的高度。在图样中标注斜度时,斜度符号的底线应与基准面(线)平行,尖端方向应与斜度的方向一致,习惯上写成 $1:n$ 的简单形式,如图 2-15(b)所示。图 2-15(c)所示为斜度 $1:6$ 的绘制方法。

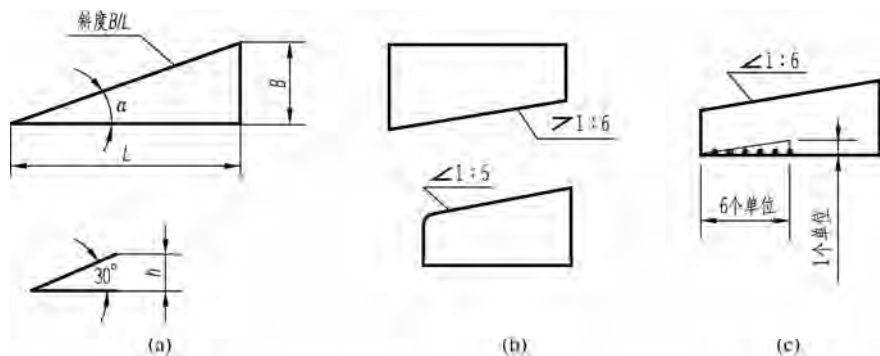


图 2-15 斜度的符号、标注与绘制方法

2. 锥度

锥度是指正圆锥的底圆直径与其高度之比,对于圆台锥度则为两底圆直径之差与圆台高度之比,用代号 C 表示。 α 为锥顶角, D 为最大端圆锥直径, d 为最小端圆锥直径, L 为圆锥长度,则关系式为

$$C = D/L = (D-d)/l = 2\tan(\alpha/2)$$

锥度也以简化的形式 $1:n$ 表示。锥度的标注用图形符号“ ∇ ”表示,注在与引出线相连的基准线上,如图 2-16 所示,其符号的尖端指向锥度的小头方向。

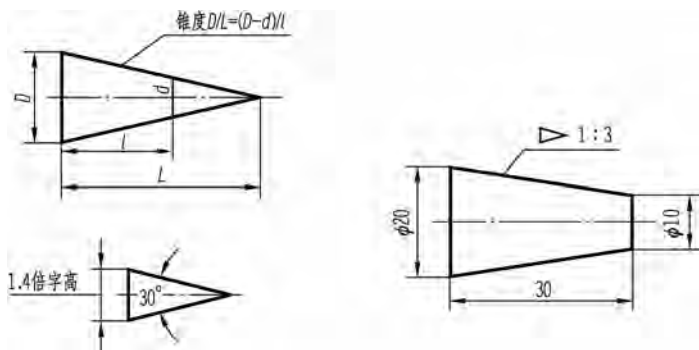


图 2-16 锥度的符号和标注

例 2-2 如图 2-17(a)所示,已知锥度为 $1:3$ 、高为 20、底径为 18 的圆台,求作



它的锥度线。

作图步骤如下,如图 2-17(b)。

- (1)由 A 点沿轴线向右取三个单位长度得 B 点。
- (2)由 A 沿垂线向上和向下分别取 $1/2$ 单位长度,得点 C、 C_1 点。
- (3)连接 BC、 BC_1 ,即得 1 : 3 的锥度。
- (4)过点 E、F 作 BC、 BC_1 的平行线,即得圆台的锥度线。



视频

锥度的画法

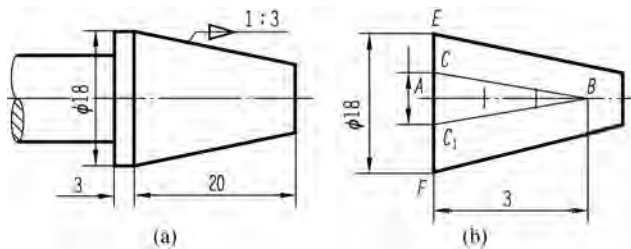


图 2-17 锥度的画法

三、圆弧连接

用一圆弧光滑地连接相邻两线段的作图方法,称为圆弧连接。圆弧连接包括两直线间的圆弧连接、直线和圆弧间的圆弧连接以及两圆弧间的圆弧连接三种。

圆弧连接的作图,可归结为求连接圆弧的圆心和切点。步骤一般如下:

- (1)求出连接弧的圆心。
- (2)求出切点。
- (3)用连接弧半径画弧。

例 2-3 用圆弧连接锐角的两边(两直线间的圆弧连接),如图 2-18 所示。

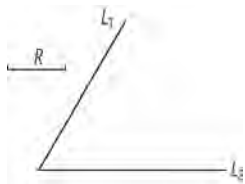


图 2-18 两直线间的圆弧连接

作图步骤如下:

① 作与已知角两边分别相距为 R 的平行线,交点 O 即为连接弧圆心,如图 2-19 所示。

② 自 O 点分别向已知角两边作垂线,垂足 M 、 N 即为切点,如图 2-20 所示。



③ 以 O 为圆心、 R 为半径,在两切点 M 、 N 之间画连接圆弧,如图 2-21 所示。



图 2-19 两直线间的圆弧连接作图步骤 1

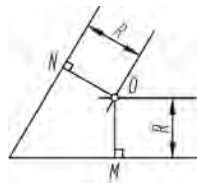


图 2-20 两直线间的圆弧连接作图步骤 2

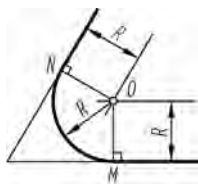


图 2-21 两直线间的圆弧连接作图步骤 3

应用原理:圆弧与直线相切的画法,如表 2-1 所示。

表 2-1 圆弧与直线相切的画法

步 骤	图 例
连接弧圆心的轨迹为一平行于已知直线的直线。两直线间的垂直距离为连接弧的半径 R ;由圆心向已知直线作垂线,其垂足即为切点	

思考:用圆弧连接钝角和直角两边的作法?

例 2-4 用圆弧连接直线和圆弧,如图 2-22 所示。

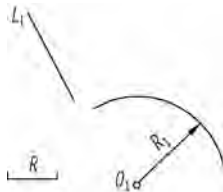


图 2-22 直线和圆弧间的圆弧连接

作图步骤如下:

① 作直线 L_2 平行于直线 L_1 (其间距离为 R);再作已知圆弧的同心圆(半径为 R_1+R)与直线 L_2 相交于 O (即为连接弧圆心),如图 2-23 所示。

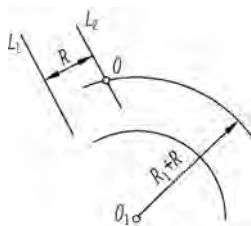


图 2-23 直线和圆弧间的圆弧连接作图步骤 1

② 作 OM 垂直于直线 L_1 ; 连 OO_1 交已知圆弧于 N , M, N 即为切点, 如图 2-24 所示。

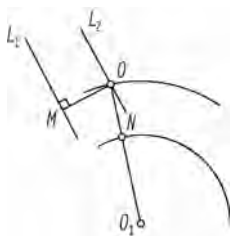


图 2-24 直线和圆弧间的圆弧连接作图步骤 2

③ 以 O 为圆心、 R 为半径画圆弧, 连接直线 L_1 和圆弧于 M, N , 即完成作图, 如图 2-25 所示。

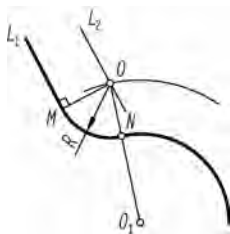


图 2-25 直线和圆弧间的圆弧连接作图步骤 3

应用原理: 圆弧与直线相切画法和圆弧与圆弧外切画法。圆弧与圆弧外切画法如表 2-2 所示。

表 2-2 圆弧与圆弧外切画法

步 骤	图 例
连接弧圆心的轨迹为一与已知圆弧同心的圆, 该圆的半径为两圆弧半径之和($R+R_1$); 两圆心的连线与已知圆弧的交点即为切点	



例 2-5 用圆弧连接两圆弧,如图 2-26 所示。

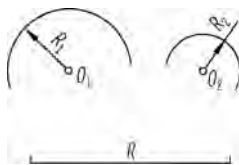


图 2-26 两圆弧间的圆弧连接

此例为内连接,作图步骤如下:

① 分别以 $(R-R_1)$ 和 $(R-R_2)$ 为半径、 O_1 和 O_2 为圆心画弧,交于 O (即连接弧圆心),如图 2-27 所示。

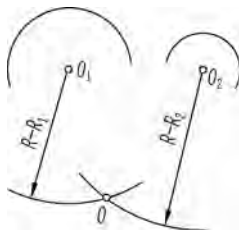


图 2-27 两圆弧间的圆弧连接作图步骤 1

② 连 OO_1 、 OO_2 并延长,分别与已知弧交于 M 、 N (M 、 N 即切点),如图 2-28 所示。

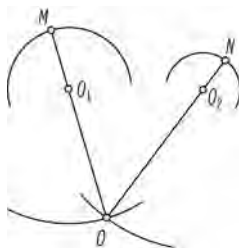


图 2-28 两圆弧间的圆弧连接作图步骤 2

③ 以 O 为圆心、 R 为半径画圆弧,连接两已知圆弧于 M 、 N 即完成作图,如图 2-29 所示。

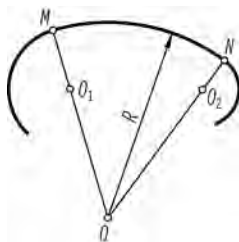
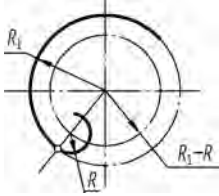


图 2-29 两圆弧间的圆弧连接作图步骤 3

应用原理:圆弧与圆弧内切画法,如表 2-3 所示。

表 2-3 圆弧与圆弧内切画法

步 骤	图 例
连接弧圆心的轨迹为一与已知圆弧同心的圆,该圆的半径为两圆弧半径之差($R_1 - R$);两圆心连线的延长线与已知圆弧的交点即为切点	

思考:用圆弧连接两圆弧,外连接和混合连接的画法?

四、椭圆的画法

已知相互垂直且平分的长轴和短轴,其椭圆的四心近似画法如图 2-30 所示,步骤如下:

(1)画出长轴 AB 和短轴 CD ;连接 AC ,并在 AC 上截取 CF ,使其等于 AO 与 CO 之差 CE 。

(2)作 AF 的垂直平分线,使其分别交 AO 和 OD (或其延长线)于 1 和 2;以 O 为对称中心,找出 1 的对称点 3 及 2 的对称点 4,此 1、2、3、4 各点即为所求的四圆心;通过 2 和 1、2 和 3、4 和 1、4 和 3 各点,分别作连线。

(3)分别以 2 和 4 为圆心、 $2C$ (或 $4D$)为半径画两弧,再分别以 1 和 3 为圆心、 $1A$ (或 $3B$)为半径画两弧,使所画四弧的接点分别位于 21 、 23 、 41 和 43 的延长线上,即得所求的椭圆。

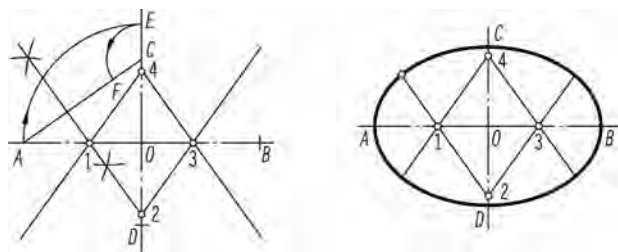


图 2-30 椭圆的四心近似画法



视频
椭圆的画法



第三节

平面图形的画法

平面图形由许多线段连接而成,这些线段之间的相对位置和连接关系,靠给定的尺寸来确定。画图时,只有通过分析尺寸和线段间的关系,才能明确该平面图形应从何处着手,以及按什么顺序作图。

一、尺寸分析

平面图形中的尺寸按作用可分为两类。

(1)定形尺寸。用于确定线段的长度、圆弧的半径(或圆的直径)和角度大小等的尺寸,称为定形尺寸。

(2)定位尺寸。用于确定线段在平面图形中所处位置的尺寸,称为定位尺寸。定位尺寸通常以图形的对称线、中心线或某一轮廓线作为标注尺寸的起点,这个起点称为尺寸基准。

二、线段分析

平面图形中的线段(直线或圆弧),有的具有完整的定形和定位尺寸,绘图时可根据标注的尺寸直接绘出;而有些线段的定形和定位尺寸并未完全注出,要根据已注出的尺寸和该线段与相邻线段的连接关系,通过几何作图才能画出。因此,按线段的尺寸是否标注齐全,将线段分为已知线段、中间线段和连接线段三类。

(1)已知线段。具有完整的定形尺寸和定位尺寸,能直接画出的线段。

(2)中间线段。仅知道圆弧的定形尺寸和圆心的一个定位尺寸,需借助与其一端相切的已知线段求出圆心的另一个定位尺寸,然后才能画出的圆弧(线段)。

(3)连接线段。只有定形尺寸而无定位尺寸,需借助与其两端相切的线段方能求出圆心而画出的圆弧(线段)。

画图时,先画已知线段,再画中间线段,最后画连接线段。

三、具体绘图方法和步骤

1. 准备工作

(1)分析平面图形。

(2)确定比例,选用图幅,固定图纸,画出图框、对中符号和标题栏,估测图的

位置。

(3) 拟定具体的作图顺序。

2. 绘制底稿

绘制底稿时,要合理、匀称地布图,作图力求准确,用 3H 铅笔,铅芯经常修磨以保持尖锐。底稿上的各种线型均暂不分粗细,要画得很轻很细,保持图面的整洁。

一般按照画基准线、已知线段、中间线段、连接线段的顺序绘制底稿。

3. 描深底稿

在用铅笔描深以前,全面检查底稿,修正错误,把画错的线条及作图辅助线用橡皮轻轻擦净。用 H、HB、B 铅笔描深各种图线,用力均匀一致,以免线条浓淡不匀。为避免弄脏图面,保持双手和三角板及丁字尺的清洁。描深过程中径常用毛刷将图纸上的铅芯浮末扫净,尽量减少三角板在已描深的图线上反复推磨。

描深底稿的步骤如下:

(1) 先粗后细。一般应先描深全部粗实线,再描深全部虚线、点画线及细实线等,这样既可提高绘图效率,又可保证同一线型在全图中粗细一致,不同线型之间的粗细也符合比例关系。

(2) 先曲后直。在描深同一种线型(特别是粗实线)时,应先描深圆弧和圆,然后描深直线,以保证连接圆滑。

(3) 先水平、后垂直。先用丁字尺自上而下画出全部相同线型的水平线,再用三角板自左向右画出全部相同线型的垂直线,最后画出倾斜的直线。

(4) 画箭头,填写尺寸数字、标题栏等。此步骤可将图纸从图板上取下来进行。

例 2-6 参照手柄三维实体,如图 2-31(a)所示,绘制手柄平面图形,如图 2-31(b)所示。

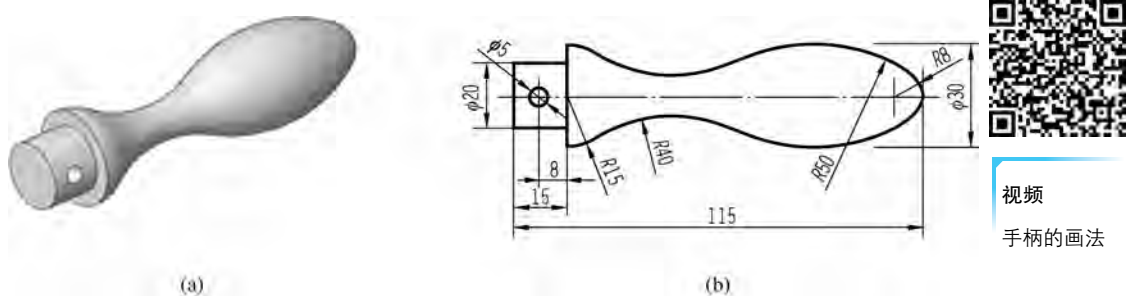


图 2-31 手柄

图形分析: $\phi 20$ 圆柱矩形线段、 $R15$ 圆弧、 $R8$ 圆弧、 $\phi 5$ 圆的定形尺寸、定位尺寸



齐全,为已知线段; $R50$ 圆弧与 $R8$ 圆弧相切,圆心定位尺寸不完整,为中间线段; $R40$ 圆弧没有圆心定位尺寸,分别与圆弧 $R15$ 、 $R50$ 相切,为连接线段。画图顺序为先画出已知线段,然后利用连接线段与已知线段的关系,画出中间线段和连接线段。

具体绘制步骤如下:

- (1)画基准线、定位线,如图 2-32 所示。
- (2)画已知线段 $\phi 20$ 矩形线框、圆弧 $R15$ 、 $R8$,如图 2-33 所示。

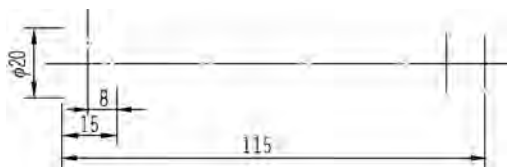


图 2-32 手柄平面图形绘制步骤 1

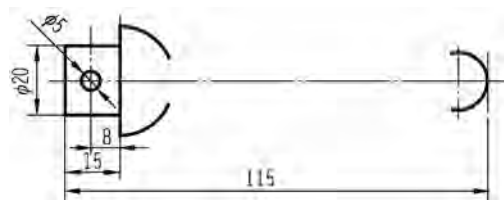


图 2-33 手柄平面图形绘制步骤 2

- (3)确定圆弧 $R50$ 圆心的水平位置,如图 2-34 所示。

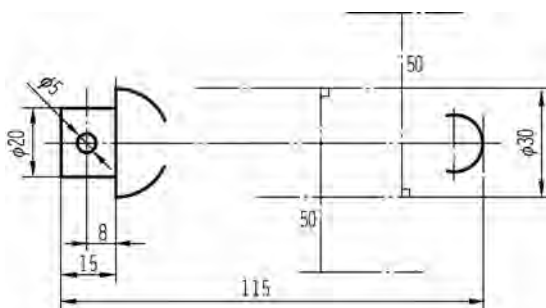


图 2-34 手柄平面图形绘制步骤 3

- (4)确定圆弧 $R50$ 圆心的具体位置,如图 2-35 所示。

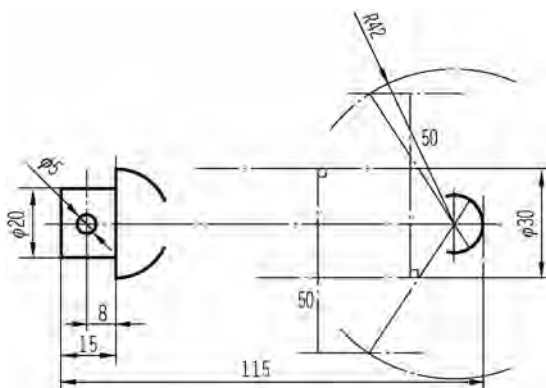


图 2-35 手柄平面图形绘制步骤 4



(5)在两切点之间画出中间圆弧 $R50$,如图 2-36 所示。

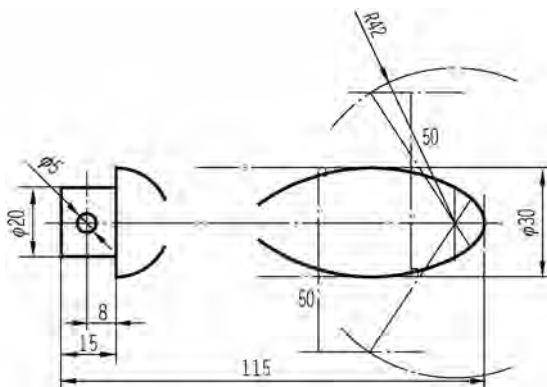


图 2-36 手柄平面图形绘制步骤 5

(6)确定连接圆弧 $R40$ 的圆心位置,如图 2-37 所示。

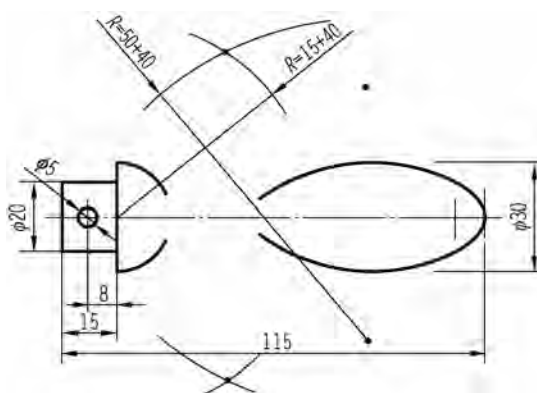


图 2-37 手柄平面图形绘制步骤 6

(7)将所求 $R40$ 圆弧的圆心与 $R15$ 、 $R50$ 圆弧的圆心相连,确定连接圆弧 $R40$ 与 $R15$ 、 $R50$ 的连接点,如图 2-38 所示。

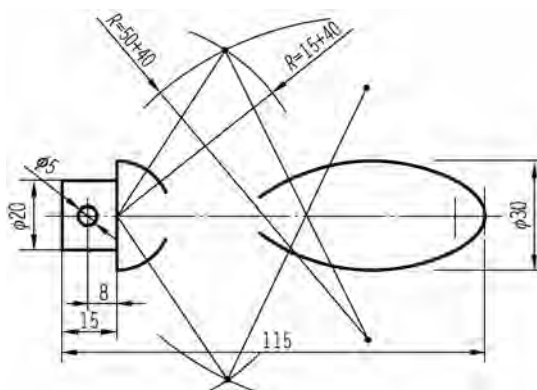


图 2-38 手柄平面图形绘制步骤 7



(8)在两切点之间画出连接圆弧 $R40$,如图 2-39 所示。

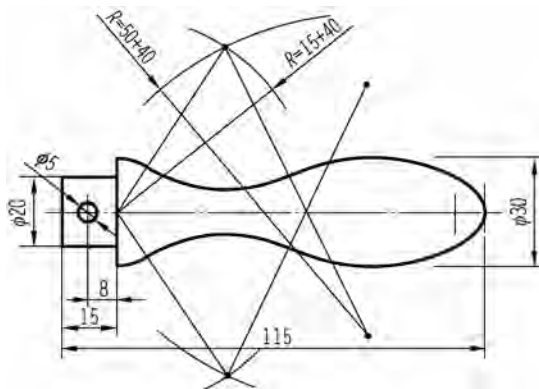


图 2-39 手柄平面图形绘制步骤 8

(9)检查、整理后加深图线,标注尺寸,如图 2-40 所示。

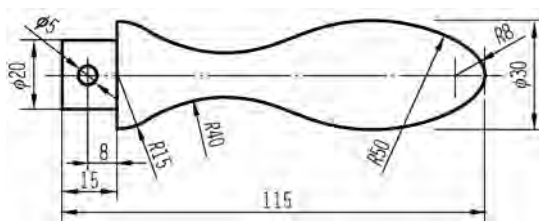


图 2-40 手柄平面图形绘制步骤 9