

第 一 章

制图基本知识

本章主要介绍绘图工具、制图国家标准、基本的几何作图以及平面图形的绘制,此外还介绍了草图画法。





第一节

绘图工具

常见的绘图方式有尺规绘图、徒手绘图和计算机绘图。尺规绘图是借助绘图板、丁字尺、三角板、圆规和铅笔等工具进行手工绘图的绘图方法。尺规绘图是工程技术人员必备的基本技能,也是学习和巩固制图理论知识不可或缺的方法。尺规绘图常用的绘图工具如表 1-1 所示。



微课
绘图工具及其
使用

表 1-1 尺规绘图常用的绘图工具

名称	用途	图示
图板	用于铺放图纸。绘图时,用胶带纸将图纸固定在图板适当的位置	
丁字尺	丁字尺由尺头和尺身两部分组成,画图时,尺头应紧靠图板左侧工作边,画水平线时,运笔的方向是从左向右	
三角板	丁字尺与三角板配合使用,可画 15° 倍角的斜线	

(续表)

名称	用途	图示
分规	用于量取尺寸和等分线段。分规两腿端部均为钢针,当两腿合拢时,两针尖应对齐	
圆规	用于画圆和圆弧。画圆时,所用的铅笔芯比画直线的铅笔芯软一号	
曲线板	用于绘制非圆曲线。绘图时,先找出若干控制点,再按已求出的各点轻轻描出曲线,然后选择曲线板的边缘,从第1点画至第3、4点之间,再移动曲线板使其重新与第3点至第6点相吻合,连接前段画至第5、6点之间,依次画下去,直至画完整段曲线	
铅笔	(1)常用的铅笔牌号有 3B、2B、B、H、2H、3H 等。B 前面的数字越大表示铅笔芯越软;H 前面的数字越大表示铅笔芯越硬 (2)用于画粗实线的铅笔芯应磨成断面为矩形的棱柱,其余磨成圆锥形	

除表 1-1 中所列的绘图工具以外,常用的绘图工具还有铅笔刀、橡皮、胶带纸和量角器等。



第二节

制图国家标准

国家标准简称国标,用 GB 或 GB/T 表示。GB 为强制性国家标准,GB/T 为推荐性国家标准。例如,GB/T 14689—2008 中,GB/T 为推荐性国家标准,14689—2008 分别为该标准的序号和发布的年份。

绘制工程图样时,必须严格遵守和认真贯彻国家标准。

一、图纸幅面及格式(GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面

图纸的基本幅面有 5 种,分别用幅面代号 A0、A1、A2、A3、A4 表示。其中,A0 幅面最大,A4 幅面最小。把 A0 幅面的图纸长边对折即为 A1 幅面尺寸,把 A1 幅面的长边对折即为 A2 幅面尺寸,以此类推。必要时也允许选用加长幅面,但加长后的幅面尺寸需由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。图纸基本幅面尺寸如表 1-2 所示。

表 1-2 图纸基本幅面尺寸

单位:mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

2. 图框格式

图纸可以横放也可以竖放,如图 1-1 和图 1-2 所示。在图纸上必须用粗实线画出图框,图框格式分为留装订边(见图 1-1)和不留装订边(见图 1-2)两种。图框尺寸如表 1-2 所示。

3. 对中符号

为了使图样复印和缩微摄影时定位方便,在图样各边长的中点处分别画出对中符号,如图 1-3 所示。对中符号用粗实线绘制,线宽不小于 0.5 mm。为明确绘图和看图时的图样方向,应在图样下方对中符号处画出方向符号。方向符号的画法如图 1-4 所示。

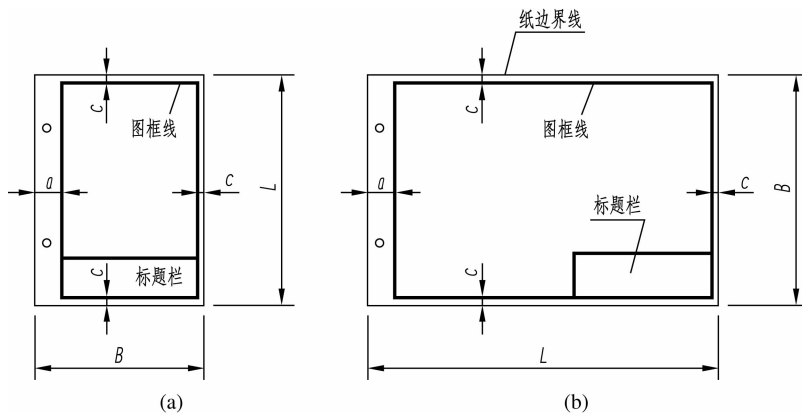


图 1-1 留装订边的图框格式

(a) 图纸竖放; (b) 图纸横放

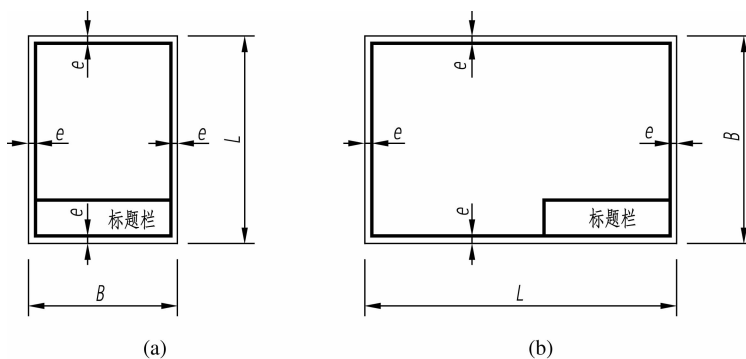


图 1-2 不留装订边的图框格式

(a) 图纸竖放; (b) 图纸横放

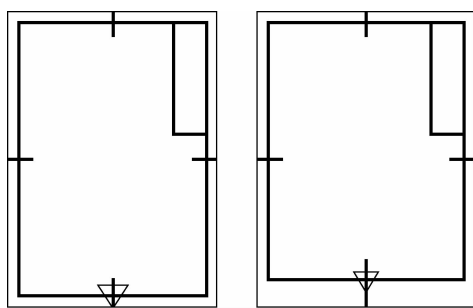


图 1-3 对符号和方向符号

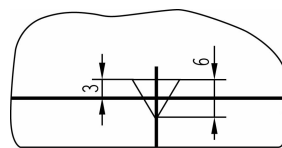


图 1-4 方向符号的画法

4. 标题栏

每张图样上必须用粗实线画出标题栏,并画在图样的右下角。标题栏的格式和尺寸应符合国家标准《技术制图 标题栏》(GB/T 10609.1—2008)的规定,如图 1-5 所示。为了方便同学们绘图,本课程建议采用图 1-6 所示的标题栏格式。

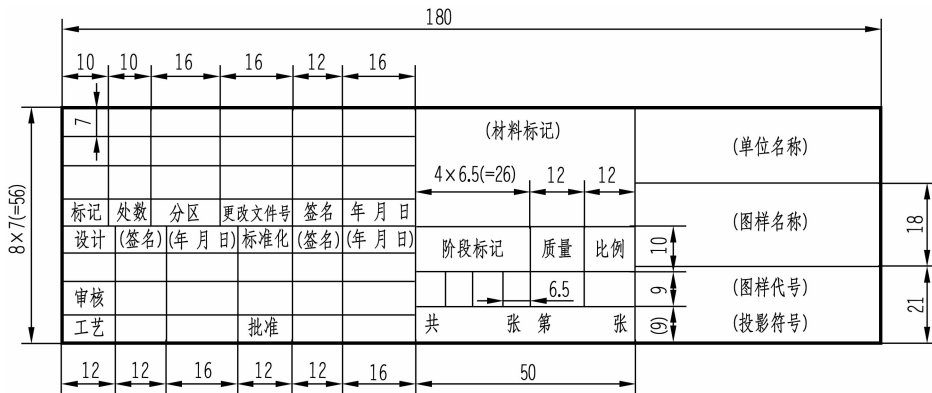


图 1-5 标题栏的格式和尺寸

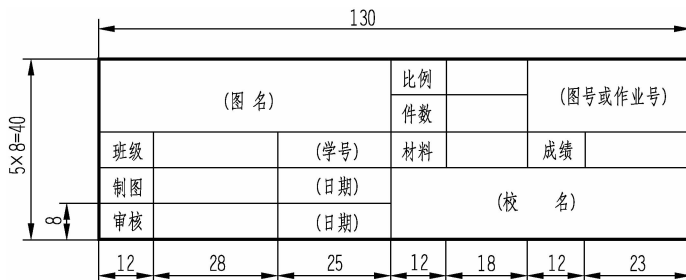


图 1-6 本课程建议采用的标题栏格式

二、比例(GB/T 14690—1993)

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。图样应尽可能采用 1 : 1 的比例。当某个视图需要采用不同比例时,应从表 1-3 规定的比例中选取,并标注在该视图的上方。

表 1-3 绘制图样的比例

类别	比例
原值比例	1 : 1
放大比例	2 : 1 2.5 : 1 4 : 1 5 : 1 (1×10 ⁿ) : 1
缩小比例	1 : 1.5 1 : 2.5 1 : 3 1 : 4 1 : 5
	1 : 1×10 ⁿ 1 : 1.5×10 ⁿ 1 : 2×10 ⁿ 1 : 2.5×10 ⁿ 1 : 5×10 ⁿ

注:n 为正整数。

三、字体

在图样中,除了用线条表示物体的形状外,还必须用文字、数字、字母表示物体

的大小和技术要求。国家标准《技术制图 字体》(GB/T 14691—1993)对字体的大小和结构做了统一规定。

1. 基本要求

(1) 字体工整、笔画清晰、间隔均匀、排列整齐。

(2) 字体高度(用 h 表示)的公称尺寸为 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20, 其单位为 mm(毫米)。如需书写较大的字, 字体的高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度代表字体的号数。

(3) 汉字应写成长仿宋体字, 并按国家规定的汉字简化字书写。

(4) 字母和数字可写成斜体或直体。斜体字字头向右侧倾斜, 与水平线成 75° 。同一种图样上, 只允许选用一种形式的字体。

(5) 字母和数字分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 d 为字高的 $1/14$; B 型字体的笔画宽度 d 为字高的 $1/10$ 。本课程使用 B 型字体。

2. 字体示例

图 1-7、图 1-8、图 1-9 所示分别为长仿宋体字示例、数字示例和拉丁字母示例。

汽车机械 能源电子 制图设计 审核校对

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航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

图 1-7 长仿宋体字示例

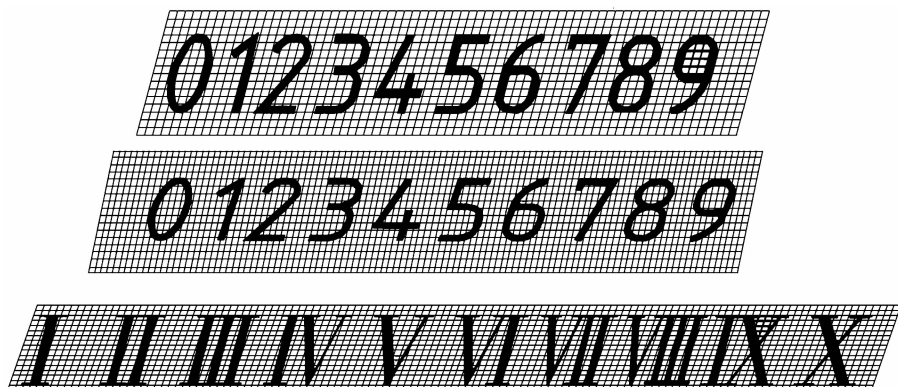


图 1-8 数字示例

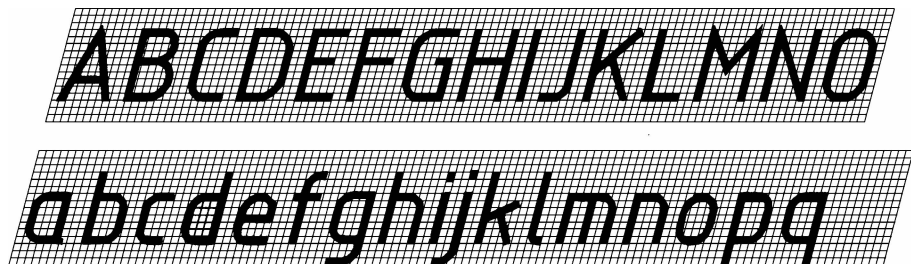


图 1-9 拉丁字母示例

用作指数、分数、注脚、尺寸偏差的字母和数字,采用比基本尺寸数字小一号的字体,如图 1-10 所示。

$$10^3 \quad S^{-1} \quad D_1 \quad T_d \quad \phi 20_{-0.023}^{+0.010} \quad 7^{\circ}_{-2^{\circ}} \quad \frac{3}{5}$$

$$10JS5(\pm 0.003) \quad M24 \quad 6h \quad \frac{A}{5:1} \quad \sqrt{3.50}$$

图 1-10 字体应用示例

四、图线

图线是起点和终点间以一定方式连接的一种几何图形,其形状可以是直线或曲线、连续线或不连续线。

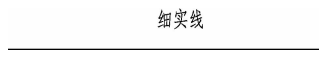

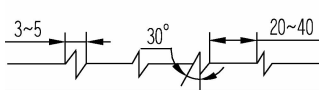
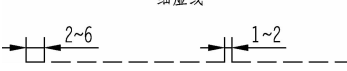
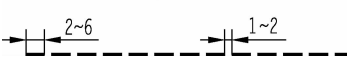
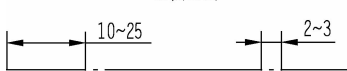
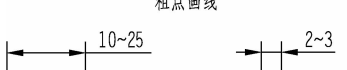
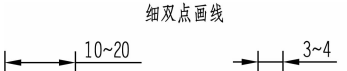
1. 线型及应用

国家标准《机械制图 图样画法 图线》(GB/T 4457. 4—2002)中规定了绘制机械图样的 9 种线型,适用于汽车、机械、电气等工程图样。图线线型、线宽及应用举例如表 1-4 所示。

表 1-4 图线线型、线宽及应用举例

名称	线型	线宽	应用举例
粗实线		d	可见轮廓线、相贯线、螺纹牙顶线、螺纹长度终止线、剖切符号用线、齿顶圆(线)等

(续表)

名称	线型	线宽	应用举例
细实线		$d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、重合断面轮廓线、指引线和基准线、短中心线、螺纹牙底线、过渡线等
波浪线			断裂处的边界线、视图和剖视图的分界线
双折线			断裂处的边界线、视图和剖视图的分界线
细虚线			不可见轮廓线
粗虚线		d	允许表面处理的表示线
细点画线		$d/2$	轴线、对称中心线、分度圆(线)、孔系分布的中心线等
粗点画线		d	限定范围表示线
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、成形前轮廓线等

2. 图线的尺寸

图线分为粗细两种,粗线的宽度为 d ,细线的宽度为 $d/2$ 。图线应根据图样幅面大小、图样复杂程度考虑,并在标准规定的图线宽度系列中选择。

图线宽度系列为 0.13,0.18,0.25,0.35,0.5,0.7,1,1.4,2(mm)。粗线宽度优先选用 0.5 和 0.7(mm)。

3. 图线的画法

同一图样中,同类图线的宽度应一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度和



间隔应各自均匀相等,还要遵守表 1-5 所示的画法规定。

表 1-5 图线的画法规定

画法说明	图 例	
	正 确	错 误
同一张图样中,同类图线的宽度应基本一致		
虚线、点画线相交时,应使两线段相交		
两直线相交处要避免间隙或线段出界		
两粗线相切的切点处,应画成一条粗线		

图线画法举例如图 1-11 所示。

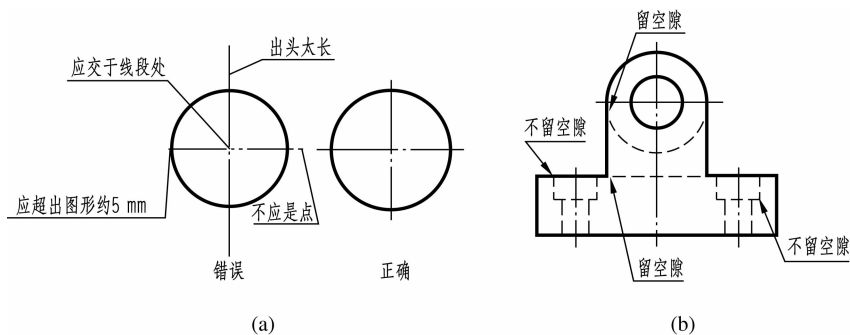


图 1-11 图线画法举例

(a)圆的对称中心线的画法; (b)虚线连接处的画法

五、尺寸标注

尺寸是图样中的重要内容,图样中所表达的机械零件(简称机件)各部分的大小和相对位置关系必须由尺寸来决定。尺寸是制造、检验机件的直接依据。



微课
尺寸注法

1. 基本规则

(1) 机件的大小以图样上所标注的尺寸为依据,与图形的大小及绘图的准确程度无关,如图 1-12 所示。

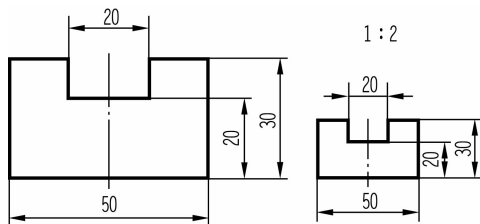


图 1-12 机件大小以图样上所注尺寸为依据

(2) 图样中的尺寸以 mm(毫米)为单位时,不需要在尺寸数字后面标注计量单位的符号和名称。若采用其他单位,则必须标注相应的计量单位名称,如图 1-13 所示。

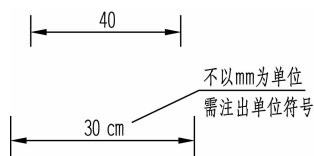


图 1-13 图样中尺寸单位的注法

(3) 机件上的尺寸应标注在反映该结构最清晰的图形上,且每个尺寸只标注一次。

(4) 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 1-6 所示。

表 1-6 常用的符号和缩写词

名称	符号或缩写词	名称	符号或缩写词
直径	ϕ	厚度	t
半径	R	正方形	\square
球直径	$S\phi$	45°倒角	C
球半径	SR	深度	\Downarrow
弧长	\frown	沉孔或铤平	\sqcup
均布	EQS	埋头孔	∇

2. 尺寸的标注方法

完整的尺寸标注应由尺寸数字、尺寸线、箭头和尺寸界线等要素组成,如图 1-14 所示。

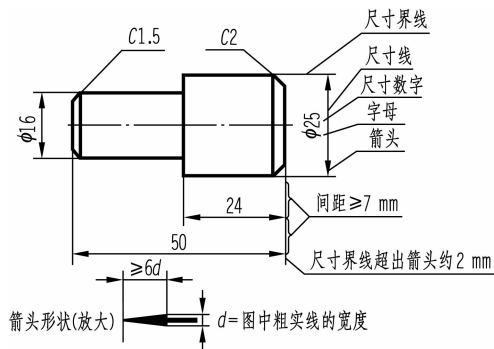


图 1-14 完整尺寸标注的组成要素

国家标准《机械制图 尺寸注法》(GB/T 4458. 4—2003)中规定了标注尺寸的基本规则,如表 1-7 所示。

表 1-7 标注尺寸的基本规则

项 目	说 明	图 例
尺寸数字	(1) 尺寸数字一般只标注在尺寸线的上方或中断处	
	(2) 线性尺寸数字的方向应以图纸右下角的标题栏为基准,使水平尺寸数字字头朝上,竖直尺寸数字字头朝左	
	(3) 直线尺寸数字应按图(a)所示的方向填写,并尽量避免在图示 30°范围内标注尺寸。当无法避免时,可按图(b)标注	
(4) 尺寸数字要采用标准字体,且书写工整。同一张图样上,数字及箭头的大小需基本一致		

(续表)

项 目	说 明	图 例
尺寸数字	<p>(5) 尺寸数字不可被任何图线通过, 当不可避免时, 必须把图线断开</p>	<p>轮廓线断开</p> <p>剖面线断开</p> <p>中心线断开</p> <p>(a) (b)</p>
角度	<p>(1) 角度的尺寸数字一律水平书写</p> <p>(2) 角度的尺寸数字应写在尺寸线的中断处, 必要时允许写在外面或引出标注</p> <p>(3) 角度的尺寸界线必须沿径向引出</p>	<p>90°</p> <p>60°</p> <p>24°</p> <p>6°</p>
尺寸线	<p>(1) 尺寸线必须用细实线单独画出。轮廓线、中心线或它们的延长线均不可作为尺寸线使用</p> <p>(2) 当标注直线尺寸时, 尺寸线必须与所标注的线段平行</p>	<p>尺寸线为轮廓线的延长线</p> <p>尺寸线与中心线重合</p> <p>尺寸线与轮廓线不平行</p> <p>尺寸线为中心线的延长线</p> <p>尺寸线与轮廓线重合</p> <p>(a) 正确 (b) 错误</p>
尺寸界线	<p>(1) 尺寸界线用细实线绘制, 也可利用轮廓线或中心线作为尺寸界线</p>	<p>轮廓线作为尺寸界线</p> <p>中心线作为尺寸界线</p>



(续表)

项 目	说 明	图 例
尺寸界线	<p>(2) 尺寸界线应与尺寸线垂直,当尺寸界线过于贴近轮廓线时,允许倾斜画出</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>	
直径与半径	<p>(1) 当标注直径尺寸时,应在尺寸数字前加注符号“ϕ”;当标注半径时,应在尺寸数字前加注符号“R”</p> <p>(2) 半径尺寸必须标在投影是圆弧处,且尺寸线应通过圆心</p> <p>(3) 当半径过大,圆心不在图形内时,可按图(a)的形式标注。若圆心的位置不需要注明,则尺寸线可以中断,如图(b)所示</p>	
小尺寸	<p>当没有足够的位置画箭头或标注尺寸数字时,可将数字、箭头布置在外面;当标注一连串小尺寸时,可用小圆点或细斜线代替箭头,但最外端箭头仍应画出</p>	

第三节

几何作图

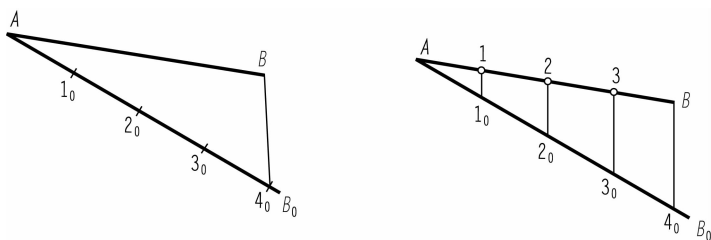
汽车机械零件的轮廓基本上是由直线、圆、圆弧或其他曲线等几何图形组合而成的。因此,绘制汽车机械零件,首先要掌握常见几何图形的作图原理、作图方法,以及图形与尺寸之间相互依存的关系。



微课
几何作图

一、等分直线段

任意等分直线段 AB 的方法如图 1-15 所示,图示为四等分。



过点 A 作任意直线 AB_0 , 使 $A1_0 = 1_0 2_0 = 2_0 3_0 = 3_0 4_0$, 并连接 $B4_0$

过点 $1_0, 2_0, 3_0$ 作 $B4_0$ 的平行线, 与 AB 相交, 即得等分点 $1, 2, 3$

图 1-15 任意等分直线段(四等分)

二、等分圆周及作正多边形

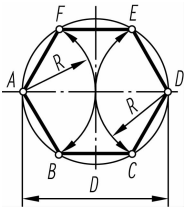
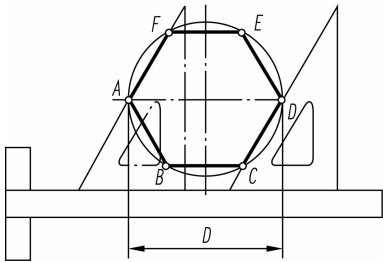
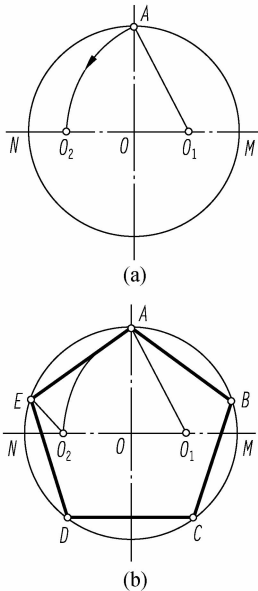
等分圆周和作正多边形的常用方法如表 1-8 所示。

表 1-8 等分圆周和作正多边形的常用方法

类别	作图	方法和步骤
三等分圆周和作正三角形		<p>用 $30^\circ, 60^\circ$ 三角板等分: 将 $30^\circ, 60^\circ$ 三角板的短直角边紧贴丁字尺, 并使其斜边过点 A 作直线 AB; 翻转三角板, 用同样的方法作直线 AC; 连接 BC 即得正三角形</p>



(续表)

类别	作图	方法和步骤
六等分圆周和作正六边形		<p>方法一(用圆规直接等分):以已知圆直径的两端点 A、D 为圆心,以已知圆半径 R 为半径画圆弧与圆周相交,即得等分点 B、F、C、E,依次连接各点,即得正六边形</p>
		<p>方法二(用 30°、60° 三角板等分):将 30°、60° 三角板的短直角边紧贴丁字尺,并使其斜边过点 A、D(直径上的两端点),作直线 AF 和 DC;翻转三角板,以同样的方法作直线 AB 和 DE;连接 BC 和 FE,即得正六边形</p>
五等分圆周和作正五边形		<p>(1)平分半径 OM 得点 O_1。以点 O_1 为圆心、O_1A 长为半径画弧,交 ON 于点 O_2,如图(a)所示</p> <p>(2)以 O_2A 为弦长,自 A 点起在圆周上依次截取,得等分点 B、C、D、E,依次连接各点即得正五边形,如图(b)所示</p>

三、斜度和锥度

1. 斜度

斜度是指直线或平面相对另一直线或平面倾斜的程度,一般以直角三角形两直角边的比例来表示,并写成 $1:n$ 的形式,并在比值前加注斜度符号“ \angle ”。由图 1-16 可知:

$$\text{斜度} = \tan \alpha = BC : AC = 1 : n$$

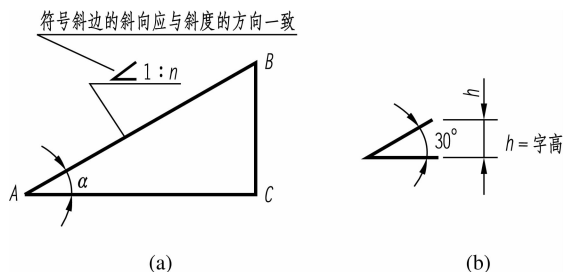


图 1-16 斜 度

(a)斜度的概念及标注；(b)斜度符号

以图 1-17(a)所示斜度为例,斜度的作图步骤如下:

(1)作 $OB \perp OA$, 且 $OA=40$, 在 OA 上取 5 单位长度, 在 OB 上取 1 单位长度, 连接 5 和 1 两点, 即为 1:5 的斜度, 如图 1-17(b)所示。

(2)如图 1-17(c)所示, 量取 $AC=8$, 过点 C 作线段 51 的平行线, 完成作图。

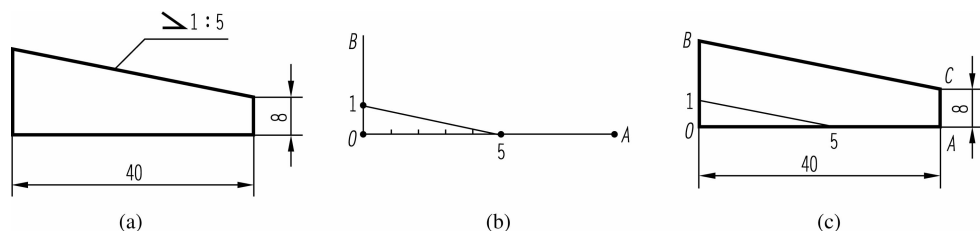


图 1-17 斜度的作图法

2. 锥度(GB/T 15754—1995)

锥度是指圆锥的底圆直径与高度之比, 或圆锥台的上、下底圆直径之差与高度之比。锥度也写成 $1:n$ 的形式, 并在比值前加注锥度符号“ ∇ ”。由图 1-18 可知:

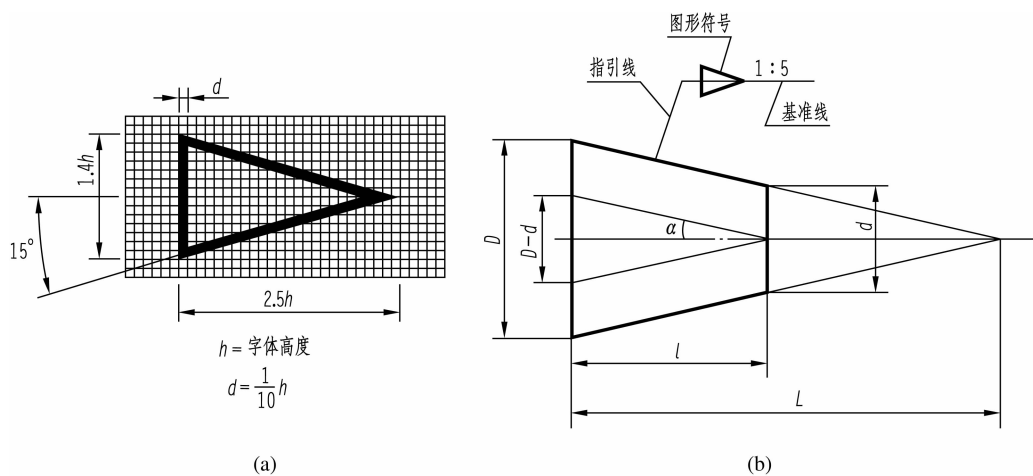


图 1-18 锥 度

(a)锥度符号；(b)锥度标注



$$\text{锥度} = \frac{D}{L} = \frac{D-d}{l} = 2 \tan \alpha = 1 : n$$

四、圆弧连接

圆弧连接是指一圆弧光滑连接两已知线段(直线段或圆弧)的作图方法。

1. 用圆弧连接两直线

用半径为 R 的圆弧连接两已知直线 AB 和 BC , 如图 1-19 所示。

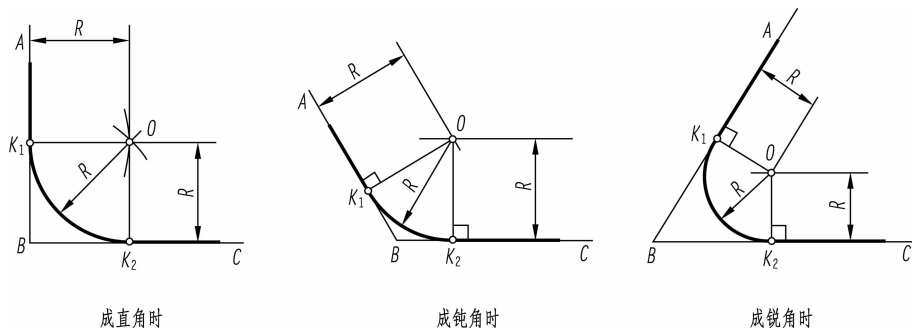


图 1-19 用圆弧连接两直线

(1)求圆心。分别作与已知直线 AB 、 BC 相距为 R 的平行线,得交点 O ,即为连接圆弧的圆心。

(2)求切点。自切点 O 分别向 AB 和 BC 作垂线,得垂足 K_1 和 K_2 ,即为切点。

(3)画连接弧。以 O 为圆心、 R 为半径,自点 K_1 至 K_2 画圆弧,完成作图。

2. 用圆弧连接直线与圆弧、圆弧与圆弧

直线与圆弧以及圆弧与圆弧的圆弧连接,其作图方法和步骤如表 1-9 所示。

表 1-9 直线与圆弧以及圆弧与圆弧的圆弧连接

名称	已知条件和作图要求	作图步骤		
直线与圆弧的圆弧连接	<p>以已知的连接弧半径 R 画弧,与直线 I 和 O_1 圆外切</p>	<p>(1)作直线 II 平行于直线 I(距离为 R);再作已知圆弧的同心圆(半径为 $R_1 + R$)与直线 II 相交于 O</p>	<p>(2)作 OA 垂直于直线 I;连接 OO_1 交已知圆弧于 B, A、B 即为切点</p>	<p>(3)以 O 为圆心、R 为半径画圆弧,连接直线 I 和圆 O_1 于 A、B,完成作图</p>

(续表)

名称	已知条件和作图要求	作图步骤		
圆弧与圆弧的连接	<p>外接</p> <p>以已知的连接弧半径 R 画弧, 与两圆外切</p>	<p>(1) 分别以 $(R_1 + R)$ 及 $(R_2 + R)$ 为半径, O_1、O_2 为圆心画弧交于 O</p>	<p>(2) 连接 OO_1 交已知弧于 A, 连接 OO_2 交已知弧于 B, A、B 即为切点</p>	<p>(3) 以 O 为圆心, R 为半径画圆弧, 连接已知圆弧于 A、B, 完成作图</p>
	<p>内连接</p> <p>以已知的连接弧半径 R 画弧, 与两圆内切</p>	<p>(1) 分别以 $(R - R_1)$ 及 $(R - R_2)$ 为半径, O_1、O_2 为圆心画弧交于 O</p>	<p>(2) 连接 OO_1、OO_2 并延长, 分别交已知弧于 A、B, A、B 即为切点</p>	<p>(3) 以 O 为圆心, R 为半径画圆弧, 连接已知圆弧于 A、B, 完成作图</p>
	<p>内外连接</p> <p>以已知的连接弧半径 R 画弧, 与 O_1 圆外切, 与 O_2 圆内切</p>	<p>(1) 分别以 $(R_1 + R)$ 及 $(R_2 - R)$ 为半径, O_1、O_2 为圆心画弧交于 O</p>	<p>(2) 连接 OO_1 交已知弧于 A, 连接 OO_2 并延长交已知弧于 B, A、B 即为切点</p>	<p>(3) 以 O 为圆心, R 为半径画圆弧, 连接已知圆弧于 A、B, 完成作图</p>



第四节

平面图形的绘制

一、尺寸分析

平面图形中的尺寸,按其作用可分为定形尺寸和定位尺寸两类。对平面图形的尺寸分析,可检验尺寸的完整性以及确定作图顺序。如要确定图形中线段的相对位置,还需确定尺寸基准。

1. 尺寸基准

在平面图形中,确定尺寸位置的集合元素,称为尺寸基准,简称基准。平面图形中常用的尺寸基准有对称图形的对称线、较大圆的中心线、较长的轮廓线等。图 1-20 所示为汽车拖钩平面图形,该图以较大圆的中心线和较长的水平线作为基准线。

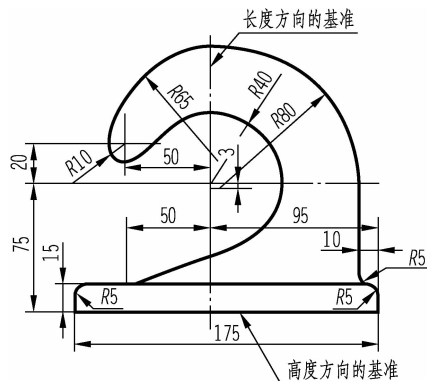


图 1-20 汽车拖钩平面图形

2. 定形尺寸

确定平面图形中各线段形状大小的尺寸称为定形尺寸。如线段的长度、圆的直径、圆弧的半径以及角度的大小等。如图 1-20 中的 $R5$ 、 $R10$ 、 $R65$ 、 $R40$ 、 $R80$ 、 15 、 175 等均为定形尺寸。

3. 定位尺寸

确定平面图形中各个几何图形之间相对位置的尺寸称为定位尺寸。图 1-17 所示的 50 、 3 、 20 等均为定位尺寸。

二、线段分析

平面图形中的线段根据定位尺寸是否完整,分为已知线段、中间线段和连接线段。

1. 已知线段

线段的定位尺寸及定形尺寸完全给出,可以根据尺寸直接作出的线段,称为已知线段。

2. 中间线段

线段的定位尺寸不完全,即只给出一个方向的定位尺寸,而必须借助一端与相

邻线段相切的关系才能作出的线段,称为中间线段,如图 1-20 中的 $R80$ 等尺寸。

3. 连接线段

已知定形尺寸,没有定位尺寸,必须借助两端与相邻线段相切的关系才能作出的线段,称为连接线段,如图 1-20 中的 $R65$ 、 $R5$ 等尺寸。

三、平面图形的绘制实例

图 1-20 所示汽车拖钩平面图形的绘制过程如图 1-21 所示。

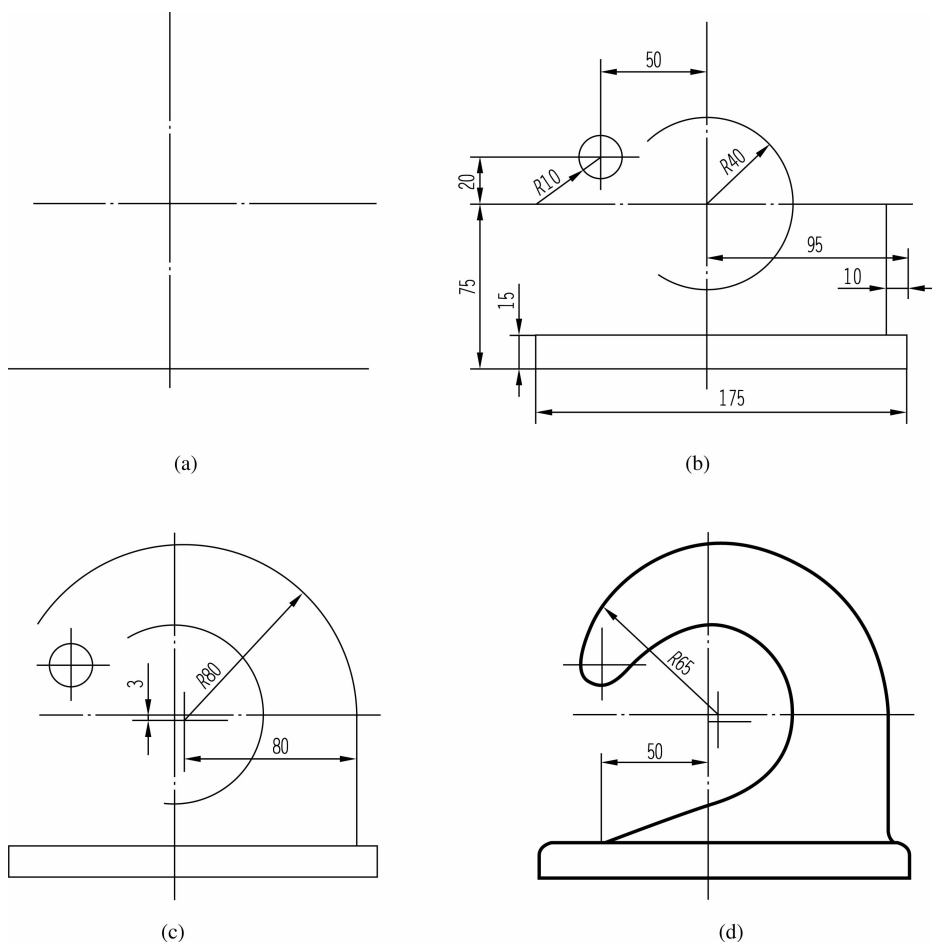


图 1-21 汽车拖钩平面图形的绘制过程

(a) 画出基准线,确定图形位置; (b) 画已知线段; (c) 画中间线段; (d) 画连接线段

1. 准备工作

备齐绘图工具,将铅笔及圆规上的铅笔芯削好,将图板、丁字尺、三角板等擦干净。根据图形的复杂程度,选定比例及图纸幅面大小,并将图纸用胶带纸固定在图板上。



2. 画底稿图和图形

画底稿图时,一般用削尖的 2H 或 3H 铅笔轻轻地绘制,先画图框、标题栏,后画图形,并注意留标注尺寸的位置。

画图形时,要对图形进行分析,根据其尺寸布置图形位置,先画出基准线、轴线、对称中心线,再画图形,并遵循先主体后局部的原则。画图的顺序为选定基准,确定图形的位置[见图 1-21(a)]—画已知线段[见图 1-21(b)]—画中间线段[见图 1-21(c)]—画连接线段[见图 1-21(d)]。

3. 标注尺寸

标注尺寸的顺序为尺寸界线—尺寸线—箭头—注写尺寸数值。

4. 加深

在加深前,仔细校核图形是否有错画、漏画的图线,有则及时修正错误,用橡皮擦去多余图线。加深时,选用适当的铅笔或铅笔芯,将各种图线按先粗后细、先曲后直的顺序画好。

先粗后细,即先描深全部粗实线,再描虚线、细点画线;先曲后直,即先描圆或圆弧,后描直线,且直线按先水平后垂直描,并顺次连接以保证连接光滑。

第五节

草图的画法

在设计、制造加工、维修车辆设备等场合,经常需要借助草图来记录或表达技术思想。因此,绘制草图是工程技术人员必备的基本技能。

以目测来估计零件的大小、形状,徒手(或部分使用绘图工具)绘制的图,称为草图。徒手绘图时,通常使用 HB 或 B 铅笔。

一、直线的画法

画水平线时,图纸可放斜一点,不要将图纸固定,以便随时将图纸转动到画线最为顺手的位置,如图 1-22(a)所示。画垂直线时,自上而下运笔,如图 1-22(b)所示。

画斜线时,运笔方向如图 1-22(c)(d)所示。

二、圆的画法

画小圆时,先定出圆心位置,过圆心画出相互垂直的两条中心线,在中心线上按半径大小定出 4 个点,如图 1-23(a)所示,然后将 4 个点连成圆。对于直径较大的圆,通过圆心加画两条约 45° 的斜线,按半径目测定出 8 个点,如图 1-23(b)所示,顺次将 8 个点连接成圆,如图 1-23(c)所示。

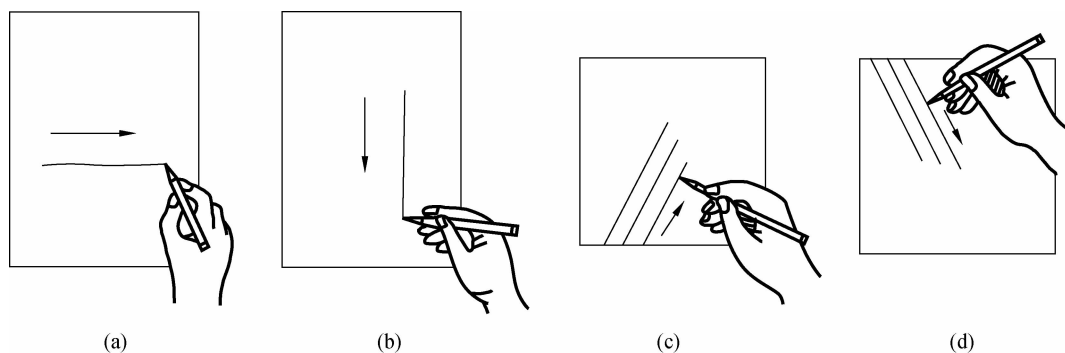


图 1-22 直线的徒手画法

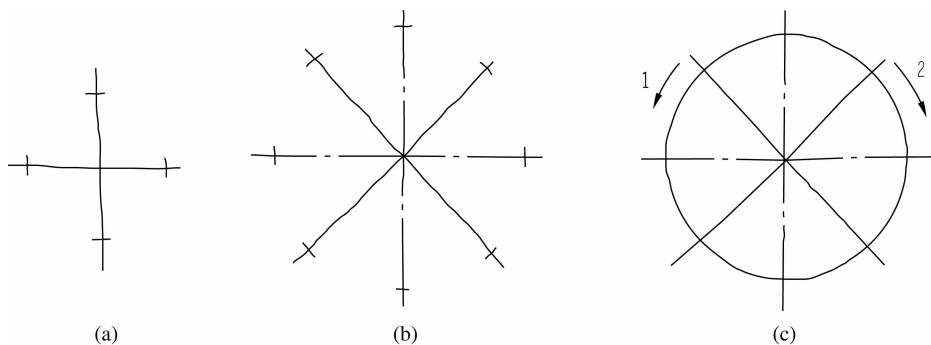


图 1-23 圆的徒手画法

三、椭圆的画法

画椭圆时,先目测定出长、短轴上的 4 个端点,然后分段画出 4 段圆弧,画时应注意图形的对称性,如图 1-24 所示。

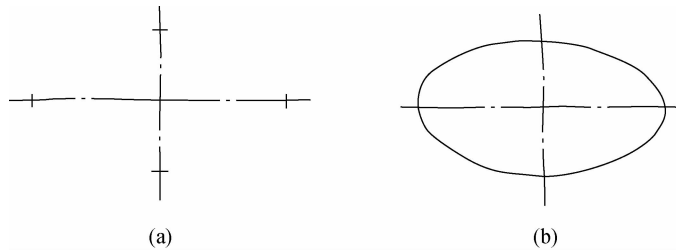
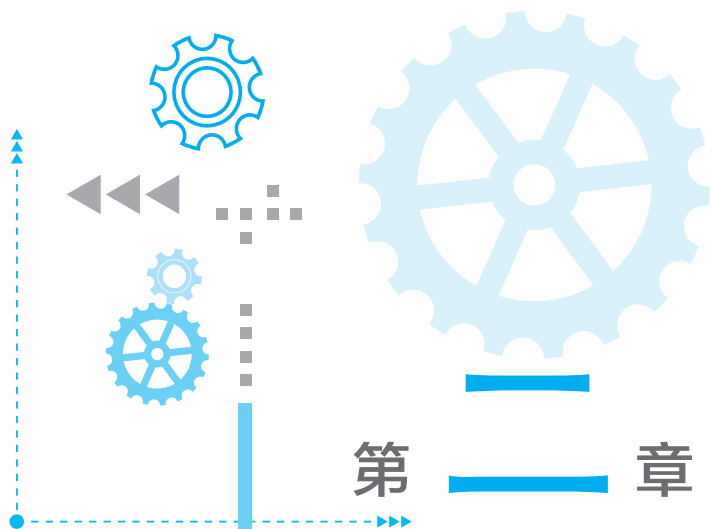


图 1-24 椭圆的徒手画法

草图不是潦草的图,而是工作图的原始资料,因此画草图一定要认真细致,做到内容完整、比例适当、原理正确、线型分明、字体工整、图面整洁。



第 二 章

投影法和三视图

本章主要介绍投影的基本知识以及三视图,包括投影法的概念和投影法的分类,三视图的形成与对应关系,点、直线、平面的投影以及三视图的作图方法和步骤。





第一节

投影基本知识

一、投影法的概念

物体在阳光或灯光的照射下会出现影子,这就是投影现象。影子与物体之间存在着相互对应关系,经科学抽象,便形成了用平面图形表达形体的基本方法,这就是投影法。工程中的图样就是采用投影法绘制的。

二、投影法的分类

1. 中心投影法

所有的投射射线都从一点出发,在投影面上得出物体轮廓图形的方法,称为中心投影法。如物体在灯光照射下所形成的投影。

中心投影法形成的投影具有较强的立体感,适用于建筑物的透视图,但作图复杂,度量性差,因此在机械图样中很少用。

2. 平行投影法

若投射中心在无穷远处,这时所有的投射射线相互平行。如图 2-1 所示,设有一水平投影面,在投影面上方放置一个平面物体,并使平面物体与投影面平行,平行光线 S 向投影面 P 投射,在投影面上得到图形的方法,称为平行投影法。其图形称为视图。

平行投影法分为斜投影法和正投影法。

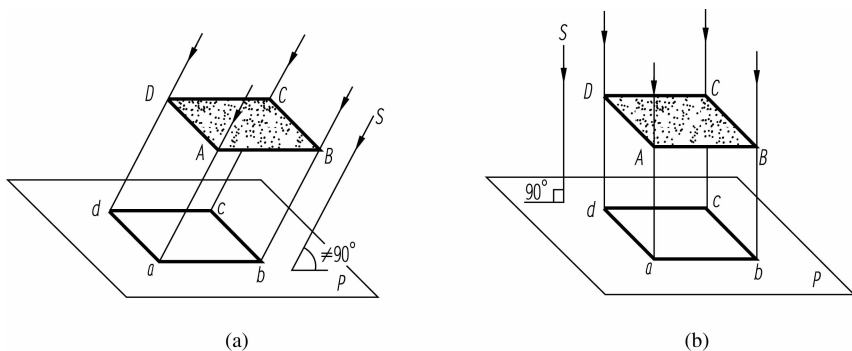


图 2-1 平行投影法

(a)斜投影法; (b)正投影法

(1)斜投影法。投射射线 S 与投影面之间的夹角不等于 90° 的平行投影法,称为斜投影法。用斜投影法得到的投影,称为斜投影,如图 2-1(a)所示。

(2)正投影法。投射射线 S 与投影面之间的夹角等于 90° 的平行投影法,称为正投影法。用正投影法得到的投影,称为正投影,如图 2-1(b)所示。

正投影能完整真实地表达物体的形状大小,度量性好,作图简便。因此,国家标准《机械制图 图样画法 视图》(GB/T 4458.1—2002)规定,工程机械、电气、建筑和汽车机械图样按正投影法绘制。在以后各章节中若无特殊说明,投影均为正投影。

第二节

三视图及对应关系

一、三视图的形成过程

物体向投影面投射所得到的图形称为视图。从图 2-2 中可以看出,3 个不同的物体在同一个投影面上的视图完全相同,这说明只凭物体的一个投影是不能确定其结构形状的。



微课
三视图的形成
及投影规律

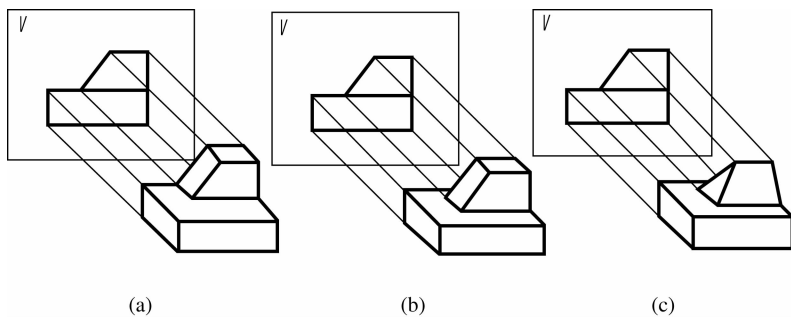


图 2-2 3 个不同物体在同一投影面上的视图

为了确定物体唯一的形状和大小,必须采用多面投影,按正投影法分别向各个投影面投影,所得的一组投影图,称为多面正投影,简称正投影。

通常采用 3 个投影面,将物体放在相互垂直的三投影面体系中,可分别得到正面投影、侧面投影和水平面投影。

正投影面用字母 V 表示,其投影称为主视图;侧投影面用字母 W 表示,其投影称为左视图;水平投影面用字母 H 表示,其投影称为俯视图,如图 2-3(a)所示。

如图 2-3(b)所示,将水平投影面 H 绕 OX 轴向下后方旋转 90° ,将侧投影面 W



绕 OZ 轴向右后方旋转 90° , 使 V 、 H 、 W 三个面位于同一个平面, 如图 2-3(c) 所示。这样的三面投影称为三视图。

由于视图所表示的物体形状与投影面的大小、物体及投影之间的距离无关, 所以汽车机械图样上通常不画投影面的边框和投影轴, 也不写视图的名称, 如图 2-3(d) 所示。

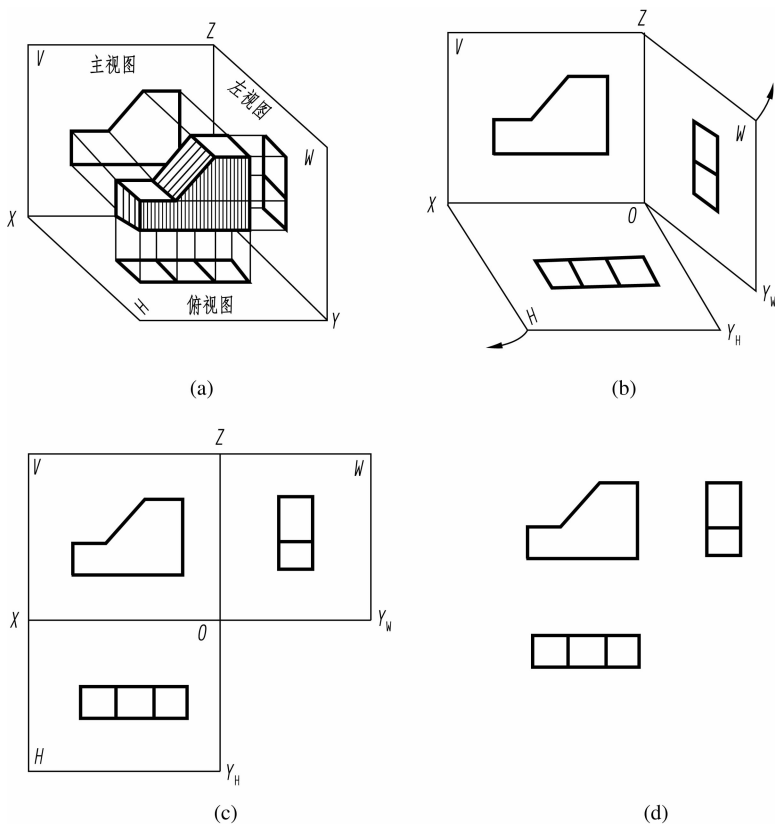


图 2-3 三视图的形成

二、三视图的对应关系

物体有长、宽、高三个方向的尺寸。

1. 三视图的位置关系

俯视图在主视图的下边, 左视图在主视图的右边, 如图 2-4(a) 所示。

2. 视图上的方位

每个视图均能反映物体的两个方位, 如图 2-4(b) 所示。主视图反映物体的上下和左右两个方位; 左视图反映物体的上下和前后两个方位; 俯视图反映物体的左右和前后两个方位。

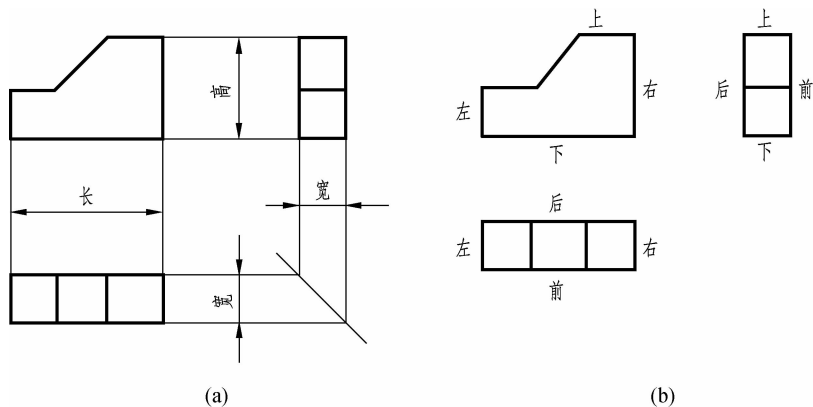


图 2-4 三视图的对应关系

3. 方向尺寸

方向尺寸指视图上长、宽、高三个方向的尺寸,如图 2-4(a)所示。

- (1)长指物体左右方向各线段的尺寸,反映在主视图和俯视图上。
- (2)高指物体上下方向各线段的尺寸,反映在主视图和左视图上。
- (3)宽指物体前后方向各线段的尺寸,反映在俯视图和左视图上。

由此可知,主视图反映物体的长度和高度,俯视图反映物体的长度和宽度,左视图反映物体的宽度和高度。

4. 投影规律

根据上述三视图之间的投影关系,可总结出以下 3 条投影规律:

- (1)长对正——主视图长度与俯视图长度相等且对正。
- (2)高平齐——主视图高度与左视图高度相等且平齐。
- (3)宽相等——俯视图宽度与左视图宽度相等。

第三节

点、直线和平面的投影

一、点的投影

在工程中常引用空间直角坐标系(由 X 、 Y 、 Z 三个坐标轴组成)来确定点的空间位置。如图 2-5(a)所示,设形体上有一点 A ,点 A 的三面投影就是由 A 向三个投影面作垂线的垂足。

空间点一律用大写字母表示,其投影一律用与其同名的小写字母表示,且规定:



微课
点的投影

水平投影的小写字母不带撇，正投影的小写字母右上角带一撇，侧面投影的小写字母右上角带两撇，如下：

- (1) 点 A 在水平面 H 上的投影称为水平面投影，用 a 表示。
- (2) 点 A 在正面 V 上的投影称为正面投影，用 a' 表示。
- (3) 点 A 在侧面 W 上的投影称为侧面投影，用 a'' 表示。

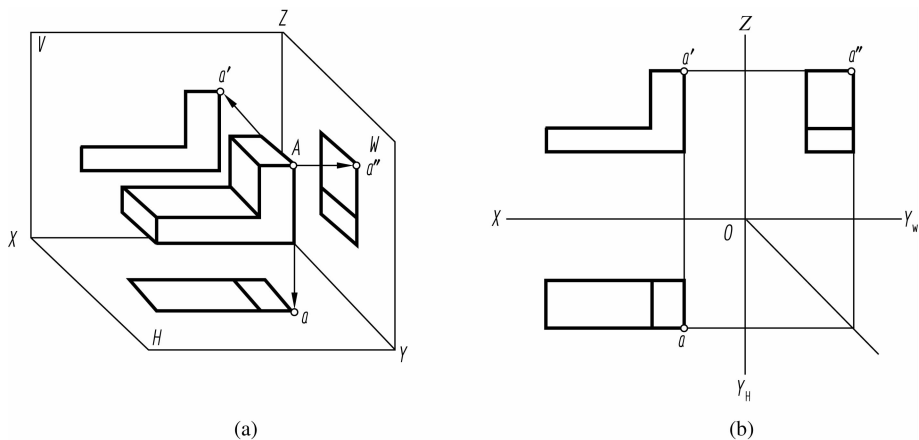


图 2-5 点的投影

如图 2-5(b) 所示，在投影面展开后的投影图中， a 、 a' 共线， $aa' \perp OX$ ； a' 、 a'' 共线， $a'a'' \perp OZ$ 。点的三个投影之间的投影关系与三视图之间的投影关系是一致的，因此可得出点的三面投影规律，即

- (1) 点的水平投影 a 和正面投影 a' 的连线垂直于 OX 轴。
 - (2) 点的正面投影 a' 和侧面投影 a'' 的连线垂直于 OZ 轴。
 - (3) 点的水平面投影 a 到 OX 轴的距离等于点的侧面投影 a'' 到 OZ 轴的距离。
- 因此，过 a 的水平线与过 a'' 的垂直线必相交于过原点 O 的 45° 斜线。

熟悉点的三面投影规律，根据点的两面投影，可以求出点的第三面投影，如图 2-6 所示。

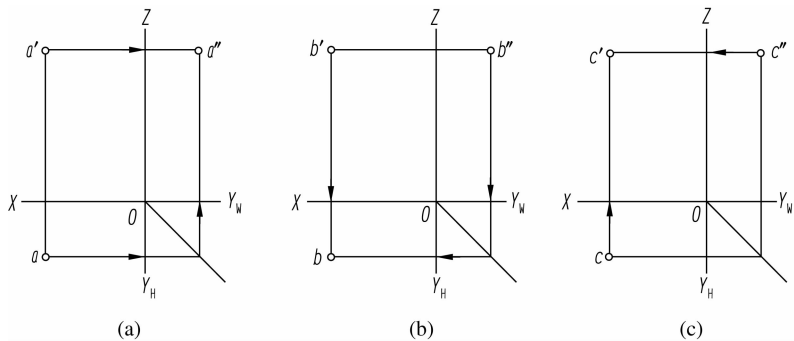


图 2-6 已知点的两面投影，求第三面投影

(a) 已知 a 、 a' ，求 a'' ；(b) 已知 b' 、 b'' ，求 b ；(c) 已知 c 、 c'' ，求 c'

二、直线的投影

直线由任意两点确定。因此,直线的投影由该直线上任意两点的投影确定。直线在一个投影面上的投影可能有以下三种情况:



微课
直线的投影

(1)当直线 AB 垂直于投影面时,在投影面上的投影 ab 重合成一个点。直线上任意一点 M 的投影 m 也重合在这个点上,如图 2-7(a)所示。这种情况称为积聚性。

(2)当直线 AB 平行于投影面时,该投影面上的投影 ab 反映实长,即投影长度与空间长度相等,如图 2-7(b)所示。这种情况称为真实性。

(3)当直线 AB 倾斜于投影面时,该投影面上的投影长度缩短。缩短多少,根据直线对投影面的夹角 α 的大小而定,即 $ab=AB\cos\alpha$,如图 2-7(c)所示。这种情况称为相似性。

直线按相对于三个投影面的位置不同,可分为投影面平行线、投影面垂直线和一般位置线。

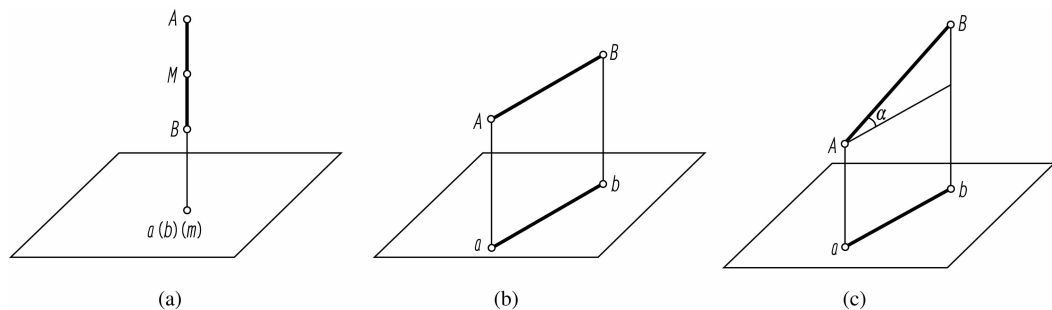


图 2-7 直线与投影面的相对位置

投影面平行线的投影特性如表 2-1 所示,投影面垂直线的投影特性如表 2-2 所示。



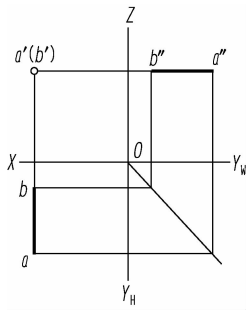
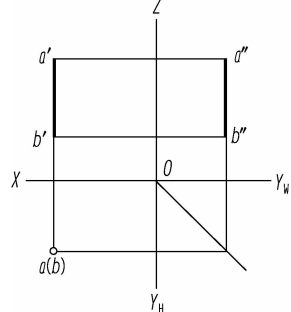
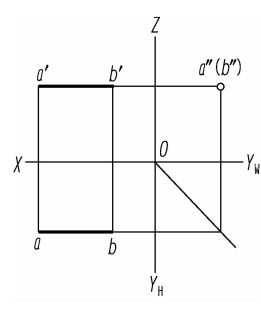
表 2-1 投影面平行线的投影特性

名称	正平线 (平行于 V 面, 与 H、W 面相倾斜)	水平线 (平行于 H 面, 与 V、W 面相倾斜)	侧平线 (平行于 W 面, 与 H、V 面相倾斜)
立体图			
投影图			
投影特性	<p>(1) 正面投影 $a'b'$ 反映实长, $a'b'$ 与投影轴的夹角反映 α、γ 角</p> <p>(2) $ab \parallel OX$ 轴, $a''b'' \parallel OZ$ 轴, ab 和 $a''b''$ 均小于实长</p>	<p>(1) 水平投影 ab 反映实长, ab 与投影轴的夹角反映 β、γ 角</p> <p>(2) $a'b' \parallel OX$ 轴, $a''b'' \parallel OY_w$ 轴, $a'b'$ 和 $a''b''$ 均小于实长</p>	<p>(1) 侧面投影 $a''b''$ 反映实长, $a''b''$ 与投影轴的夹角反映 α、β 角</p> <p>(2) $a'b' \parallel OZ$ 轴, $ab \parallel OY_h$ 轴, $a'b'$ 和 ab 均小于实长</p>

表 2-2 投影面垂直线的投影特性

名称	正垂线 (垂直于 V 面)	铅垂线 (垂直于 H 面)	侧垂线 (垂直于 W 面)
立体图			

(续表)

投影图			
投影特性	(1) 正面投影积聚成一点 $a'(b')$ (2) $ab \perp OX$ 轴, $a''b'' \perp OZ$ 轴, ab 和 $a''b''$ 均反映实长	(1) 水平面投影积聚成一点 $a(b)$ (2) $a'b' \perp OX$ 轴, $a''b'' \perp OY_w$ 轴, $a'b'$ 和 $a''b''$ 均反映实长	(1) 侧面投影积聚成一点 $a''(b'')$ (2) $a'b' \perp OZ$ 轴, $ab \perp OY_H$ 轴, ab 和 $a'b'$ 均反映实长

三、平面的投影

平面投影是由其轮廓线投影所组成的图形。因此,求作平面的投影时,可根据平面的几何形状特点、对投影面的相对位置,找出能够决定平面的形状、大小和位置的一系列点,作出这些点的三面投影,并连接这些点的三面投影,即得到平面的投影。

平面按相对于三个投影面的位置不同,可分为投影面垂直面、投影面平行面和一般位置平面。

1. 投影面平行面

平行于一个投影面(与另两个投影面垂直)的平面称为投影面平行面。投影面平行面可分为正平面(平行于 V 面)、水平面(平行于 H 面)和侧平面(平行于 W 面),其投影特性如表 2-3 所示。


 微课
平面的投影



表 2-3 投影面平行面的投影特性

名称	正平面 (平行于 V 面)	水平面 (平行于 H 面)	侧平面 (平行于 W 面)
立体图			
投影图			
投影特性	<p>(1) 正面投影反映真实性 (2) 水平投影积聚成直线且平行于 OX 轴 (3) 侧面投影积聚成直线且平行于 OZ 轴</p>	<p>(1) 水平投影反映真实性 (2) 正面投影积聚成直线且平行于 OX 轴 (3) 侧面投影积聚成直线且平行于 OY_W 轴</p>	<p>(1) 侧面投影反映真实性 (2) 正面投影积聚成直线且平行于 OZ 轴 (3) 水平投影积聚成直线且平行于 OY_H 轴</p>

2. 投影面垂直面

垂直于一个投影面,且与另外两个投影面倾斜的平面,称为投影面垂直面。投影面垂直面分为铅垂面(垂直于 H 面)、正垂面(垂直于 V 面)和侧垂面(垂直于 W 面)三种,其投影特性如表 2-4 所示。

表 2-4 投影面垂直面的投影特性

名称	铅垂面 (垂直于 H 面)	正垂面 (垂直于 V 面)	侧垂面 (垂直于 W 面)
立体图			
投影图			
投影特性	(1) 水平投影积聚成直线, 并反映对 V 、 W 面的倾角 β 、 γ 角 (2) 正面投影和侧面投影为类似形, 且不反映实形	(1) 正面投影积聚成直线, 并反映对 H 、 W 面的倾角 α 、 γ (2) 水平投影和侧面投影为类似形, 且不反映实形	(1) 侧面投影积聚成直线, 并反映对 V 、 H 面的倾角 β 、 α (2) 正面投影和水平投影为类似形, 且不反映实形

3. 一般位置平面

对三个投影面都倾斜的平面称为一般位置平面。如图 2-8 所示, 平面 SAB 是一般位置平面, 其三面投影都不反映实形, 而是平面 SAB 的类似形。

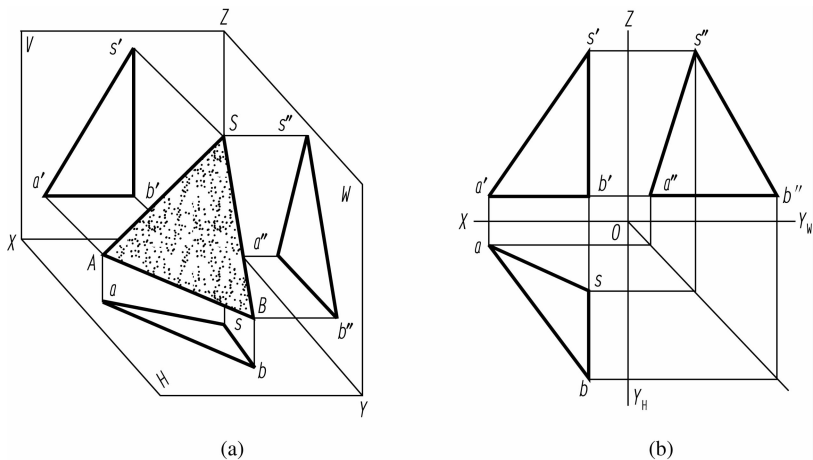


图 2-8 一般位置平面

(a) 立体图; (b) 投影图

第四节

三视图的作图方法和步骤

绘制形体的三视图时,需要根据正投影法原理和投影特性以及三视图的各种关系,直接在图纸上画出各个视图。

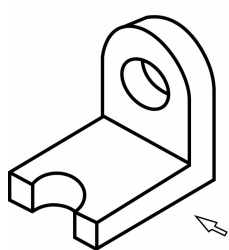
例如,绘制图 2-9(a)所示零件的三视图,步骤如下:

(1)画零件的对称中心线、底面基线、圆弧和圆孔轴线,如图 2-9(b)所示。

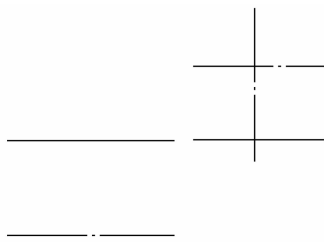
(2)画底板的三视图,左端半圆槽应从反映其形状特征的俯视图画起,再按投影关系补画主、左视图,如图 2-9(c)所示。

(3)画半圆头竖板的三视图,应从反映其形状特征的左视图画起,再按投影关系补画主、俯视图,如图 2-9(d)所示。

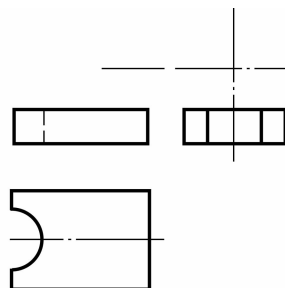
(4)补全漏画的虚线,描深,完成零件的三视图,如图 2-9(e)所示。



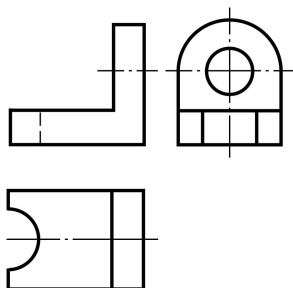
(a)



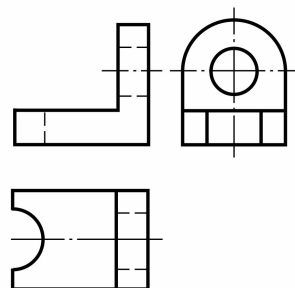
(b)



(c)



(d)



(e)

图 2-9 绘制零件的三视图