

 学习目标

掌握国家标准中关于图纸幅面、图框格式、标题栏、比例、字体、图线及尺寸注法等规定的基本内容；

掌握常用绘图工具的使用方法；

掌握正五边形、正六边形、椭圆等的作图方法；

掌握徒手绘制草图的方法。

 技能目标

能够正确地分析、画出平面图形；

能够正确地标注尺寸。

 相关描述

图样是现代工业生产中重要的技术文件之一,是工程界的技术语言。设计师通过图样设计产品,工人依据图样制造产品。此外,图样还广泛应用于技术交流。

为了绘制和阅读工程图样,要具备制图的一些基本知识,包括国家标准中的有关规定、绘图工具的使用方法、常用几何图形的作图方法和技能等。本模块主要介绍上述有关内容。

 知识准备

学习情境一 制图基本规定

为了便于生产和技术交流,必须对图样的表达方法、尺寸注法、符号等建立统一的规定。我国于1959年颁布了国家标准。随着生产的不断发展及国际技术交流的日益扩展,我国的国家标准经过了多次修改和修订。本节着重讲解现行国家标准(简称为国标)中的部分

规定。

一、图纸幅面和图框格式(GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面

图纸幅面是指绘制工程图时所使用图纸的大小。为了合理使用图纸和便于资料管理,绘图用的图幅尺寸应符合表 1-1 的规定。基本幅面代号有 A0、A1、A2、A3、A4 五种。必要时,也允许选用国家标准所规定的加长幅面,这些幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出,如图 1-1 所示。

表 1-1 图纸幅面代号和尺寸

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		

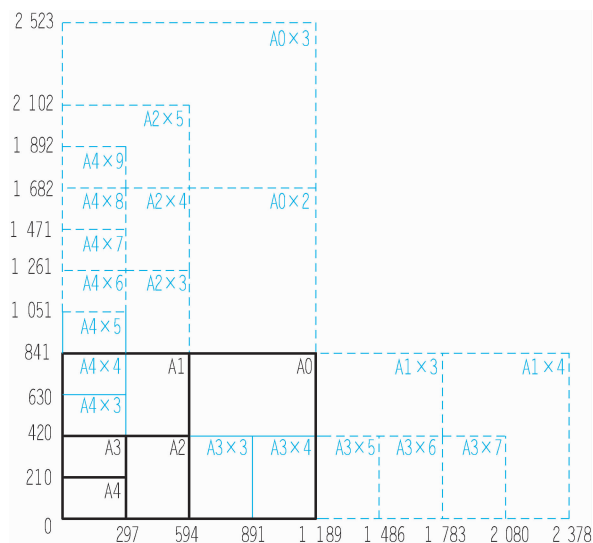


图 1-1 图纸的幅面及加长尺寸

2. 图框格式

在绘制图样时,图纸上必须用粗实线绘制出图框,其格式分为不留装订边和留有装订边两种。需要装订的图样,应留装订边,其图框格式如图 1-2 所示;不需要装订的图样其图框格式如图 1-3 所示,具体尺寸见表 1-1。但同一产品的图样只能采用同一种格式,图样必须画在图框之内。

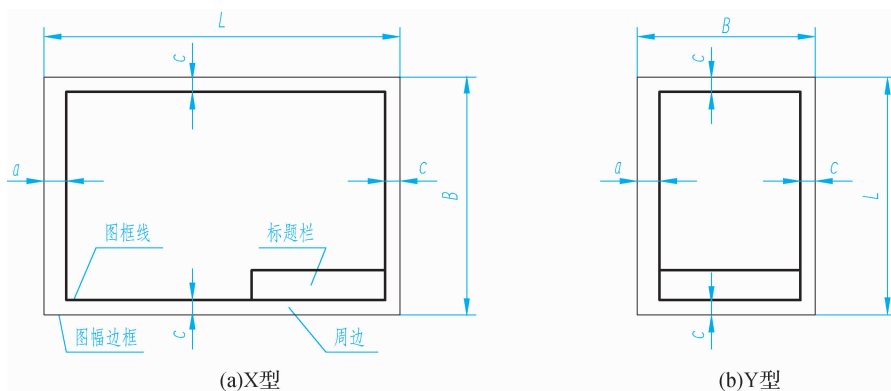


图 1-2 留装订边的图框格式

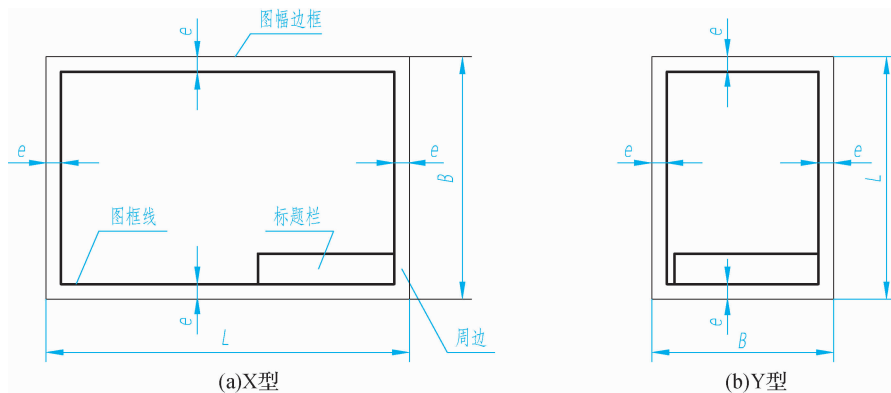


图 1-3 不留装订边的图框格式

二、标题栏(GB/T 10609.1—2008)

每张技术图样中均应画出标题栏。标题栏的格式和尺寸按 GB/T 10609.1—2008 的规定。标题栏一般应位于图纸的右下角,如图 1-2 和图 1-3 所示。当标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时,则构成 X 型图纸,如图 1-2(a)和图 1-3(a)所示;当标题栏的长边与图纸的长边垂直时,则构成 Y 型图纸,如图 1-2(b)和图 1-3(b)所示。在此情况下,看图的方向与看标题栏的方向一致,即标题栏中的文字方向为看图方向。

此外,标题栏的线型、字体(签字除外)和年、月、日的填写格式均应符合国家标准的规定。

本教材将标题栏作了简化,如图 1-4 所示。

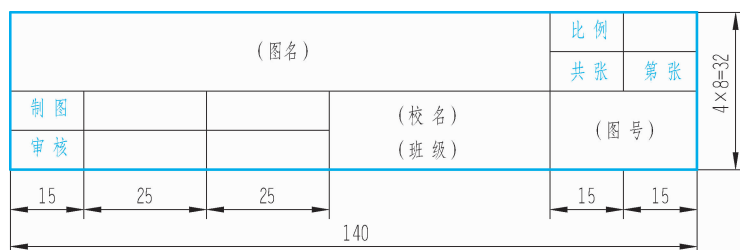


图 1-4 简化的标题栏

三、比例(GB/T 14690—1993)

图样中,图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。比值为 1 的比例,即 1 : 1,称为原值比例;比值大于 1 的比例,如 2 : 1 等,称为放大比例;比值小于 1 的比例,如 1 : 2 等,称为缩小比例。

绘制图样时,应尽可能按机件的实际大小画出,以方便看图,如果机件太大或太小,则可从表 1-2 中所规定的系列中选取适当的比例。其中, n 为正整数。

表 1-2 比例

种 类	优先选用比例	允许选用比例
原值比例	1 : 1	
放大比例	2 : 1 5 : 1 $1 \times 10^n : 1$ $2 \times 10^n : 1$ $5 \times 10^n : 1$	2.5 : 1 4 : 1 $2.5 \times 10^n : 1$ $4 \times 10^n : 1$
缩小比例	1 : 2 1 : 5 1 : 10 1 : 1×10^n 1 : 2×10^n 1 : 5×10^n	1 : 1.5 1 : 2.5 1 : 3 1 : 4 1 : 6 1 : 1.5×10^n 1 : 2.5×10^n 1 : 3×10^n 1 : 4×10^n 1 : 6×10^n

绘制同一机件的各个视图时,应尽量采用相同的比例,并标注在标题栏中的比例栏内。当某个视图需要采用不同比例时,可在视图名称的下方或右侧标注比例。注意,不论采用何种比例绘图,标注尺寸时,均按机件的实际尺寸大小注出。

四、字体(GB/T 14691—1993)

国家标准《技术制图 字体》GB/T 14691—1993 中,规定了汉字、字母和数字的结构形式及基本尺寸。图样中书写的汉字、数字、字母必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的大小以号数表示,字体的号数就是字体的高度,用 h 表示。字体高度的公称尺寸系列为 1.8 mm、2.5 mm、3.5 mm、5 mm、7 mm、10 mm、14 mm、20 mm。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。用作指数、分数、注脚和尺寸偏差数值,一般采用小一号字体。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体字,并应采用中华人民共和国国务院正式推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。长仿宋体字的书写要领是:横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。汉

字的高度 h 不应小于 3.5 mm, 其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$, 如图 1-5 所示。

字体端正 笔画清楚
排列整齐 间隔均匀
横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

图 1-5 长仿宋体字

2. 字母和数字

字母和数字分为 A 型和 B 型。字体的笔画宽度用 d 表示。A 型字体的笔画宽度 $d=h/14$, B 型字体的笔画宽度 $d=h/10$ 。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° , 如图 1-6 所示。在同一图样上, 只允许选用一种字体。

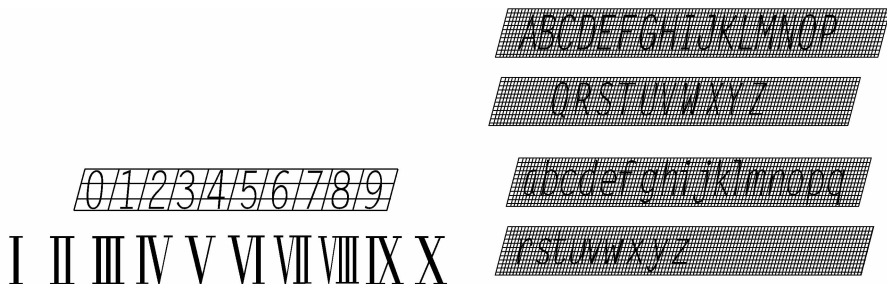


图 1-6 数字和字母





五、图线(GB/T 4457. 4—2002、GB/T 17450—1998)

绘制技术图样时, 应遵循国家标准《机械制图 图样画法 图线》中的有关规定。






1. 基本线型

绘制机械图样常用的 9 种基本线型为: 粗实线、细实线、细虚线、粗虚线、细点画线、粗点画线、双点画线、波浪线、双折线。机械图样的图线型式及应用说明见表 1-3。

表 1-3 图线的名称、型式、宽度及其用途

图线名称	线 型	线 宽	主要用途及线素长度
粗实线		d	可见轮廓线
细实线		$0.5d$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、重合断面的轮廓线及指引线等
细虚线		$0.5d$	不可见轮廓线(长 $12d$, 间隔长 $3d$)
粗虚线		d	允许表面处理的表示线(长 $12d$, 间隔长 $3d$)

续表

图线名称	线型	线宽	主要用途及线素长度
细点画线		$0.5d$	轴线、对称中心线等(长画长 $24d$, 间隔长 $3d$, 点长 $0.5d$)
粗点画线		d	有特殊要求的线或表面的表示线(长 $24d$, 间隔长 $3d$, 点长 $0.5d$)
细双点画线		$0.5d$	极限位置的轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线等(长 $24d$, 间隔长 $3d$, 点长 $0.5d$)
波浪线		$0.5d$	断裂处边界线、视图与剖视图的分界线
双折线		$0.5d$	断裂处边界线、视图与剖视图的分界线

2. 图线的宽度

所有图线的图线宽度应按图样的类型和尺寸大小在下列数系(该数系的公比为 $1:\sqrt{2}\approx 1:1.4$)中选择,即 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 。

机械图样中采用粗、细两种线宽,其比例关系为 $2:1$ 。粗线的宽度为 d ,优先采用 $d=0.5\text{ mm}$ 或 0.7 mm 。为了保证图样清晰易读,图样上应避免出现线宽小于 0.18 mm 的图线。

图 1-7 所示为常用图线应用举例。

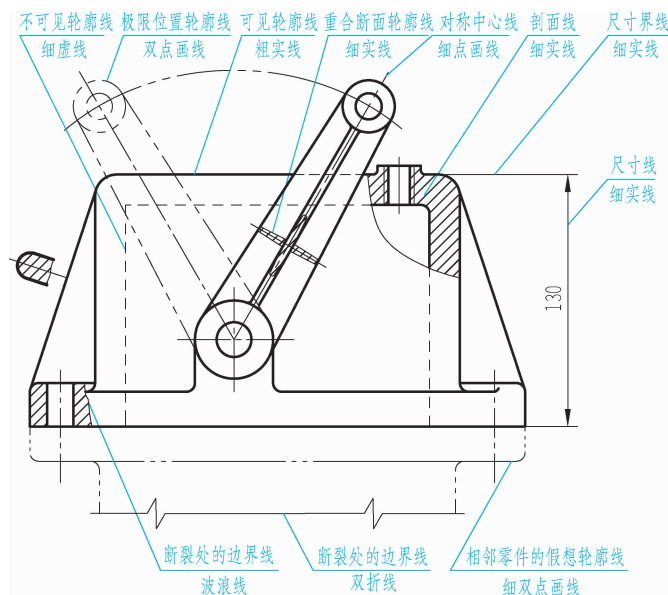


图 1-7 图线应用举例

3. 图线的画法

图线画法的要点有以下几点。

(1)同一图样中,同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及细双点画线的线段和点的长度、间隔应各自大致相等。

(2)两条平行线之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度,其最小距离不得小于 0.7 mm。

(3)虚线及点画线与其他图线相交时,都应以线段相交,不应在空隙或点处相交;当虚线是粗实线的延长线时,粗实线应画到分界点,而虚线应留有空隙;当虚线圆弧和虚线直线相切时,虚线圆弧的线段应画到切点,而虚线直线需留有空隙,如图 1-8(a)所示。

(4)绘制圆的对称中心线(细点画线)时,圆心应为线段的交点。点画线和细双点画线的首末两端应是线段而不是点,同时其两端应超出图形的轮廓线 3~5 mm。在较小的图形上绘制点画线或细双点画线有困难时,可用细实线代替,如图 1-8(b)所示。

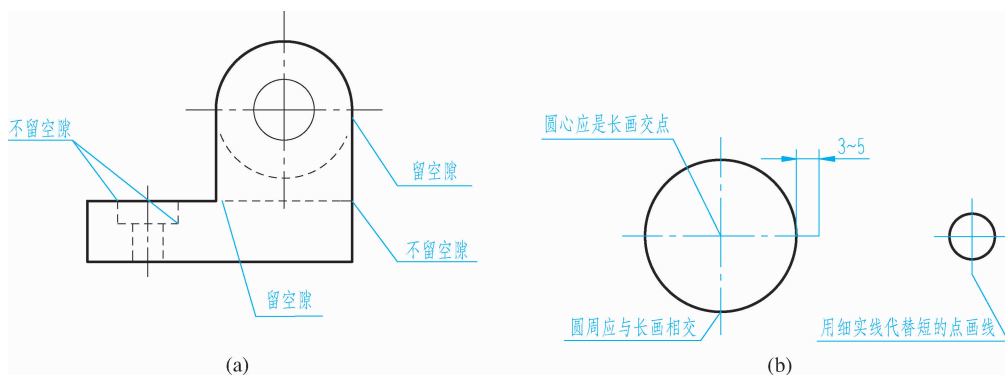


图 1-8 虚线连接处的画法

六、尺寸注法(GB/T 4458.4—2003)

图形只能表达机件的形状,而机件结构形状的大小和相对位置则需用尺寸确定。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. 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度无关。

(2)图样中的尺寸数字,以毫米(mm)为单位时,不需标注计量单位的代号或名称,即尺寸的默认单位是 mm。如采用其他单位,则必须注明。本书文字和插图中的数字,如没有特别注明,也一律以 mm 为单位。

(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四个要素组成,如图 1-9 所示。

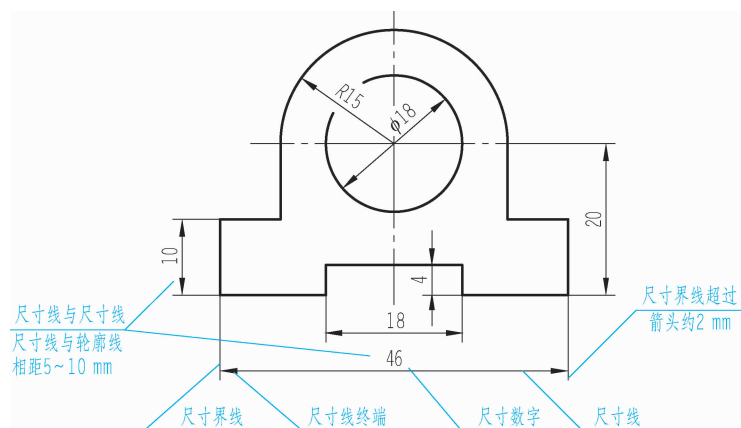


图 1-9 尺寸要素

1) 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制, 并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出, 也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 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

尺寸线终端有两种形式, 如图 1-10 所示。

(1) 箭头。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。

(2) 斜线。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。同一图样中只能采用一种尺寸线终端形式。

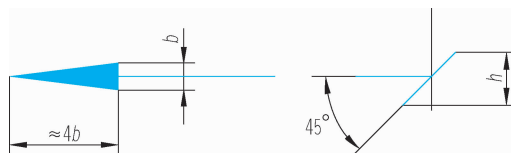


图 1-10 尺寸线终端

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, 同一图样内字高要一致, 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, 见图 1-9 中的尺寸 $R15$ 和 $\phi 18$ 。

国标还规定了一些不同类型的尺寸符号, 见表 1-4。

表 1-4 尺寸符号和缩写词

名称	符号和缩写词	名称	符号和缩写词
直径	ϕ	斜度	\angle
半径	R	正方形	\square

续表

名称	符号和缩写词	名称	符号和缩写词
球	S	深度	∇
均布	EQS	沉孔或铤平	\sqcup
厚度	t	埋头孔	\sphericalangle
45°倒角	C	锥度	∇

尺寸注法的示例及说明见表 1-5。

表 1-5 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)标注
圆弧	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“ ϕ ”
	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 ϕ ”或“SR”

续表

标注内容	示例	说明
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
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, 并应在尺寸数字上方加符号“ \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“ t ”
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“ 12×12 ”代替“ $\square 12$ ”。图中相交的两条细实线是平面符号(当图形不能充分表达平面时, 可用这个符号表达平面)

学习情境二 绘图工具及其使用

正确使用绘图工具和仪器, 是保证绘图质量和绘图效率的一个重要方面。

一、图板和丁字尺

图板是铺贴图纸用的, 要求板面平滑光洁。它的左侧边为丁字尺的导边, 必须平直光滑, 图纸用胶带纸固定在图板上, 如图 1-11(a) 所示。当图纸较小时, 应将图纸铺贴在图板靠

近左上方的位置。

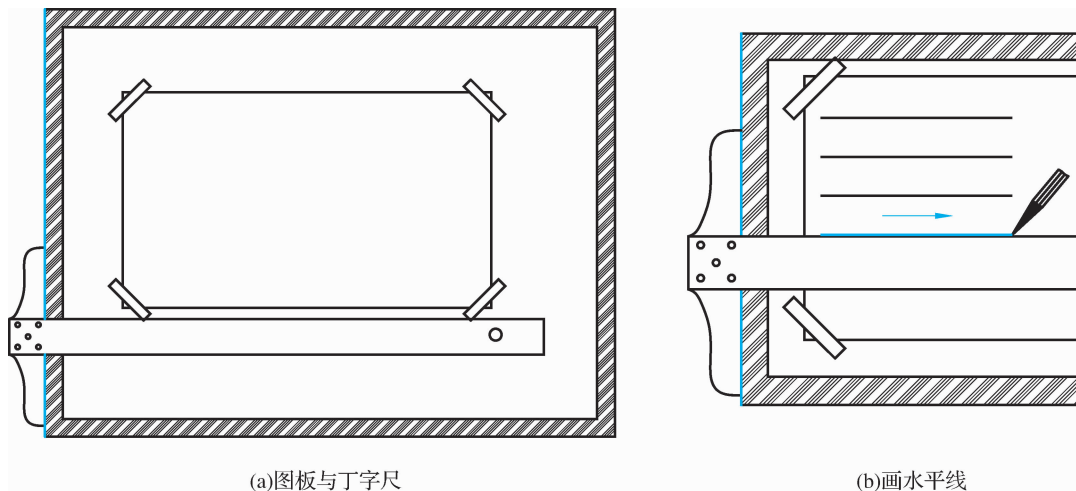


图 1-11 图板与丁字尺

丁字尺由尺头和尺身两部分组成。它主要用来画水平线,其头部必须紧靠绘图板左边,然后用丁字尺的上边画线。移动丁字尺时,用左手推动丁字尺头沿图板上下移动,把丁字尺调整到准确的位置,然后压住丁字尺进行画线。画水平线是从左向右画,铅笔前后方向应与纸面垂直,而在画线前进方向倾斜约 30° ,如图 1-11(b)所示。

二、三角板

三角板分 45° 和 $30^\circ(60^\circ)$ 两块,可配合丁字尺画垂直线及 15° 倍角的斜线;或用两块三角板配合画任意角度的平行线或垂直线,如图 1-12 所示。

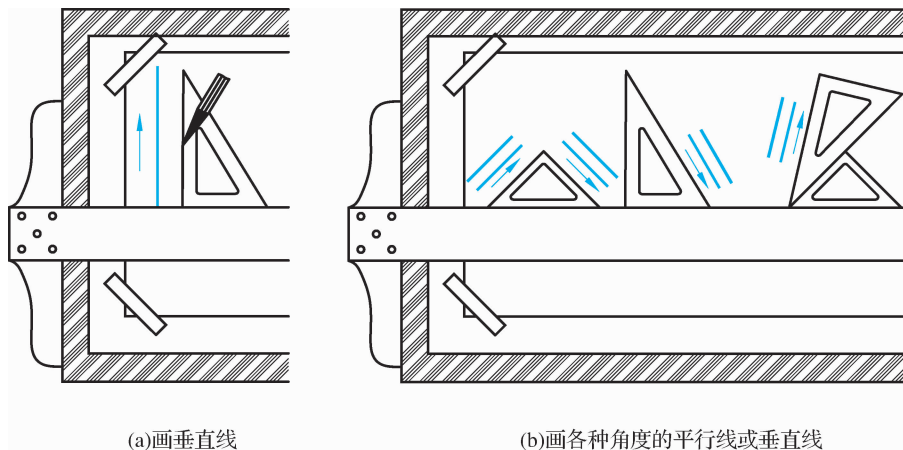


图 1-12 丁字尺和三角板的使用方法

三、圆规

圆规用来画圆和圆弧。画图时应尽量使钢针和铅芯都垂直于纸面,钢针的台阶与铅芯尖应平齐,使用方法如图 1-13 所示。

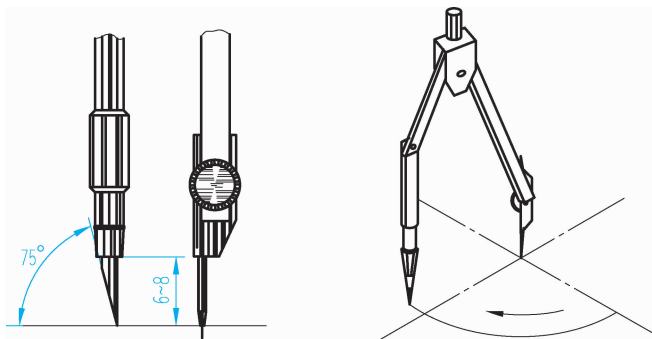


图 1-13 圆规的用法

四、分规

分规主要用来量取线段长度或等分已知线段。分规的两个针尖应调整平齐。从比例尺上量取长度时,针尖不要正对尺面,应使针尖与尺面保持倾斜。用分规等分线段时,通常采用试分法。分规的用法如图 1-14 所示。

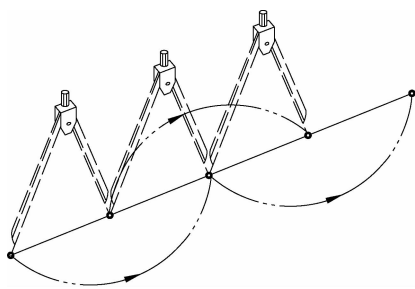


图 1-14 分规的用法

五、绘图铅笔

绘图用铅笔的铅芯分别用 B 和 H 表示其软硬程度。绘图时根据不同的使用要求,应准备以下几种硬度不同的铅笔。

- (1) B 或 HB。画粗实线用,硬度为 B 或 HB 的铅笔。
- (2) HB 或 H。画箭头和写字用,硬度为 HB 或 H 的铅笔。
- (3) H 或 2H。画各种细线和画底稿用,硬度为 H 或 2H 的铅笔。

其中用于画粗实线的铅笔铅芯磨成矩形,其余的磨成圆锥形,如图 1-15 所示。

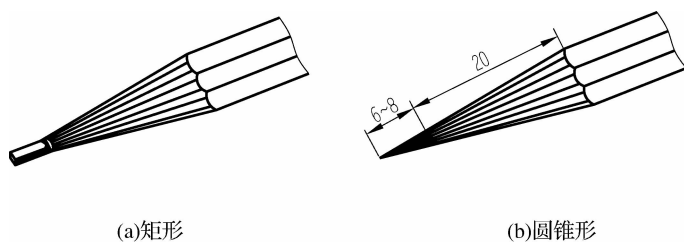


图 1-15 铅芯的形状

六、曲线板

曲线板是用来绘制曲率半径不同的非圆曲线的工具,如图 1-16 所示。



图 1-16 曲线板

作图时,先用铅笔徒手把各点依次连成曲线;然后找出曲线板上与曲线相吻合的线段,每次至少要吻合四个点(三段线),画出前两段曲线;按同样的方法找出下一段,相邻曲线段之间应留一小段共同段作为过渡,即应有一小段与已画曲线段重合,以保证最后画成的曲线光滑、流畅,如图 1-17 所示。

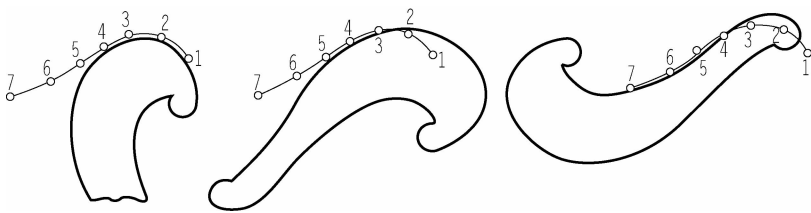


图 1-17 曲线板的用法

学习情境三 几何作图

一、等分线段

已知线段 AB , 将其五等分, 作图过程如图 1-18 所示。过线段 AB 的一个端点 A , 作一条与 AB 成任一角度的线段 AC , 在此线段上截取 5 等分。将最后的等分点 5 与端点 B 连接, 过点 4、点 3、点 2、点 1 分别作线段 $5B$ 的平行线, 与线段 AB 的交点 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ 、 $4'$ 即为所需等分点。

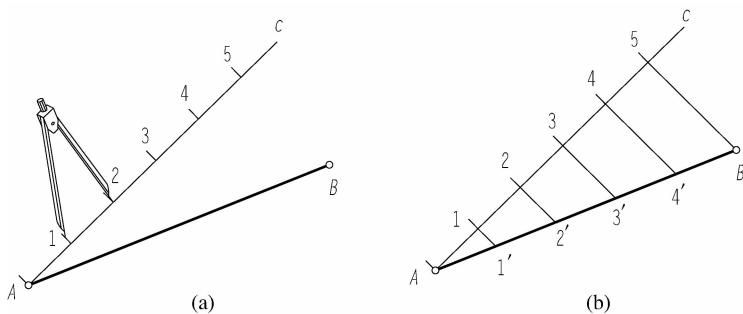


图 1-18 等分线段

二、正多边形

1. 正六边形的画法

1) 用三角板与丁字尺

已知外接圆直径,使用 $30^\circ(60^\circ)$ 三角板与丁字尺配合作图,如图 1-19(a)所示。过 A 、 B 两点用 60° 三角板直接画出六边形的四条边,再用丁字尺分别连接 1、2 和 3、4,即得正六边形。

2) 用圆规

已知外接圆直径,使用圆规直接等分,如图 1-19(b)所示。以 A 、 D 两点为圆心,外接圆半径为半径,画弧交外接圆于 B 、 F 、 C 、 E ,则 A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 即为圆周的六等分点,连接各点即得正六边形。

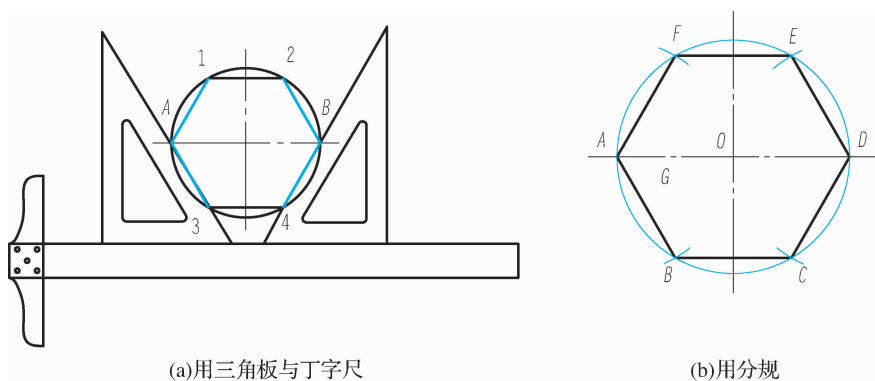


图 1-19 正六边形画法

2. 正五边形的画法

已知外接圆直径,绘制正五边形的方法如图 1-20 所示。

(1) 取外接圆半径 OA 的中点 D 。

(2) 以 D 点为圆心, DE 为半径画圆弧交水平直径于 F 点, EF 即为正五边形的边长。

(3) 以 E 点为圆心, EF 为半径画圆弧,等分圆周得到五个顶点 1、2、3、4、5; 依次连接各点,得正五边形。

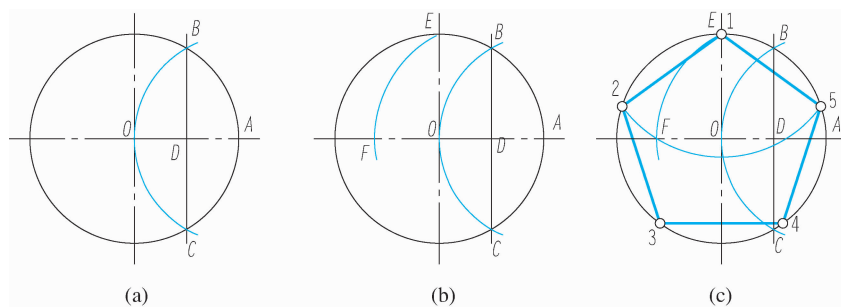


图 1-20 正五边形的画法



动画
画正五边形

三、斜度与锥度

1. 斜度

斜度是指一直线或平面对另一直线或平面的倾斜程度,其大小用倾斜角的正切值来表示,并把比值写成 $1:n$ 的形式,即斜度 $= \tan \alpha = H:L = 1:n$ 。

斜度符号的斜线方向应与斜度方向一致,如图 1-21(a)所示,其中 h 为字高。若已知直线的斜度为 $1:4$,其作图方法如图 1-21(b)所示。

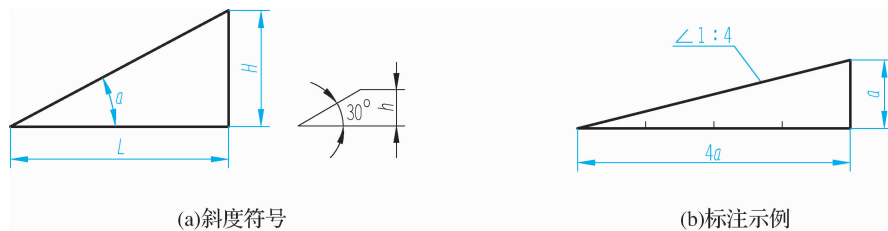


图 1-21 斜度的画法

2. 锥度

锥度是指圆锥的底圆直径 D 与高度 H 之比,通常,锥度也要写成 $1:n$ 的形式,即锥度 $= 2 \tan \alpha = D:L = (D-d):l = 1:n$ 。

锥度符号的方向应与锥度方向一致,锥度的作图方法如图 1-22(a)所示。若已知直线的锥度为 $1:3$,其作图方法如图 1-22(b)所示。

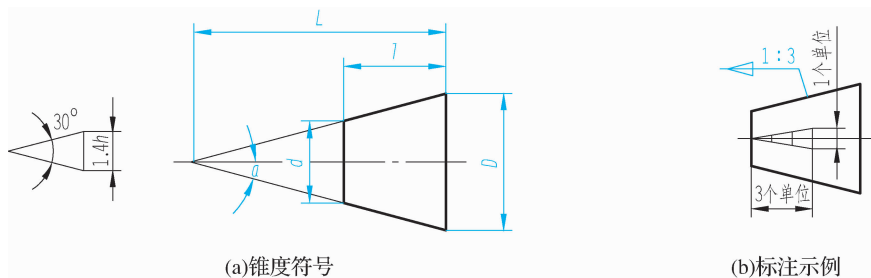


图 1-22 锥度的画法

四、椭圆

1. 同心圆法

同心圆法的作图步骤如图 1-23(a)所示。

- (1) 分别以长、短轴为直径作同心圆。
- (2) 过圆心 O 作一系列放射线,分别与大圆和小圆相交,得若干点。
- (3) 过大圆上的各交点引竖直线,过小圆上的各交点引水平线,对应同一条放射线的竖直线和水平线交于一点,如此可得一系列交点。
- (4) 光滑地连接各交点及 A 、 B 、 C 、 D 点即得椭圆。



动画
同心圆法

动画
四心法

2. 四心法

四心法的作图方法如图 1-23(b)所示。

(1)过 O 点分别作长轴 AB 及短轴 CD 。

(2)连接 AC ,以 O 为圆心, OA 为半径画弧交 DC 延长线于 E ,再以 C 为圆心, CE 为半径画弧交 AC 于 F 。

(3)作 AF 线段的中垂线,分别交长、短轴于 O_1 、 O_2 ,并作 O_1 、 O_2 的对称点 O_3 、 O_4 ,即求出四段圆弧的圆心。

(4)分别以 O_1 、 O_3 和 O_2 、 O_4 为圆心,以 O_1A 、 O_3B 和 O_2C 、 O_4D 为半径画圆弧,使四段圆弧相切于 K 、 H 、 M 、 N 点,光滑连接即得椭圆。

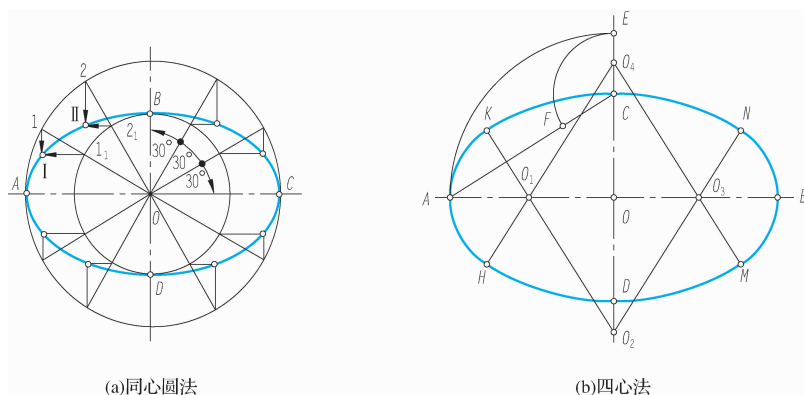


图 1-23 椭圆的近似画法

动画
连接两相交直线

五、圆弧连接

用圆弧光滑连接两已知线段(圆弧或直线段)称为圆弧连接。圆弧连接的关键在于正确找出连接圆弧的圆心以及切点的位置。

1. 连接两相交直线

连接两相交直线的步骤如图 1-24(a)所示,分别作两已知直线 M 、 N 的平行线 G 、 H ,且使平行线与已知直线的距离为 R ,两线 G 、 H 的交点 O 即为连接弧的圆心;分别找出连接圆弧与直线 M 、 N 的切点 K_1 、 K_2 ,以 O 为圆心, R 为半径画出连接弧。

2. 连接两圆弧

用圆弧连接两已知圆弧,可分为三种情况:连接圆弧与两已知圆弧外切;连接圆弧与两已知圆弧内切;连接圆弧与一已知圆弧外切与另一已知圆弧内切。连接圆弧与两已知圆弧外切及内切连接的作图步骤如图 1-24(b)、(c)所示。分别以 O_1 、 O_2 为圆心, $R+R_1$ 、 $R+R_2$ (外切)或 $R-R_1$ 、 $R-R_2$ (内切)为半径画圆弧,两圆弧的交点即为连接弧的圆心 O ;再分别找出连接弧与两已知弧的切点 K_1 、 K_2 ,以 O 为圆心, R 为半径画出连接圆弧。连接圆弧与一已知圆弧外切与另一已知圆弧内切连接的作图方法原理同上,学生可根据以上两种情况的作图步骤自行分析画出。

动画
内切连接两圆弧

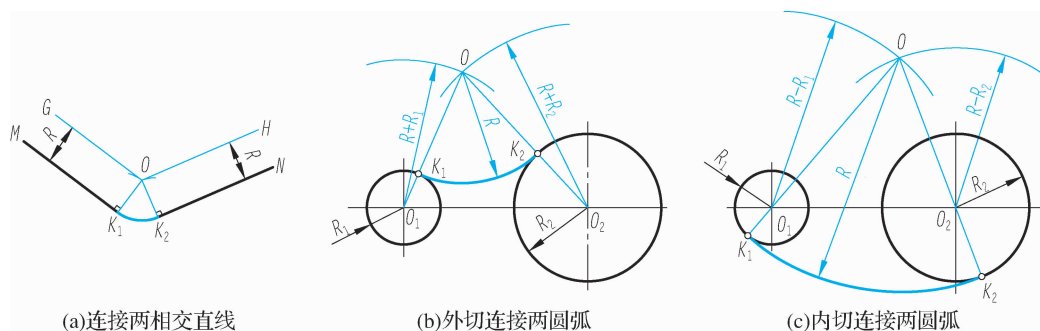


图 1-24 圆弧连接

3. 连接直线与圆弧

用圆弧连接已知直线与圆弧,可分为两种情况:连接圆弧与已知圆弧外切;连接圆弧与已知圆弧内切。连接圆弧与已知圆弧外切连接的作图步骤如图 1-25 所示。以 O_1 为圆心, $R+R_1$ 为半径画圆弧,并在距 AB 直线 R 处,作 AB 的平行线,该平行线与圆弧的交点即为连接弧的圆心 O ;再分别找出连接圆弧与已知圆弧及直线的切点 K_1 、 K_2 ,以 O 为圆心, R 为半径画出连接圆弧。连接圆弧与已知圆弧内切连接的作图方法原理同上,学生可根据以上作图步骤自行分析画出。

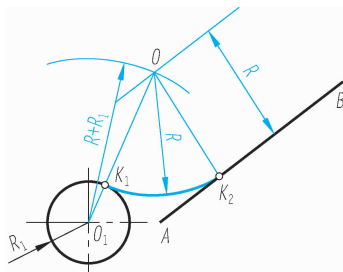


图 1-25 直线与圆弧连接



动画

连接直线与圆弧

学习情境四 平面图形的画法

平面图形是由若干线段(包括直线段、圆弧、曲线)连接而成的。线段由相应的尺寸来决定其长短(或大小)和位置。一个平面图形能否正确绘制出来,取决于图中所给的尺寸是否齐全和正确。因此,绘制平面图形时应先进行尺寸分析和线段分析,以明确作图步骤。

一、平面图形的尺寸分析

平面图形中的尺寸可以分为定形尺寸和定位尺寸两大类。

1. 定形尺寸

确定平面图形中几何元素大小的尺寸称为定形尺寸,如直线的长度,圆弧的半径等,如图 1-26 所示的 $\phi 10$ 、 $\phi 16$ 、 $\phi 24$ 等。

2. 定位尺寸

确定几何元素位置的尺寸称为定位尺寸,如圆心的位置尺寸,直线与中心线的距离尺寸等,如图 1-26 所示的 8、75 等。

3. 尺寸基准

尺寸基准就是标注尺寸的起点。对平面图形来说,常用的基准是对称图形的对称线、圆的中心线或较长的直线等,如图 1-26 所示的中心线。

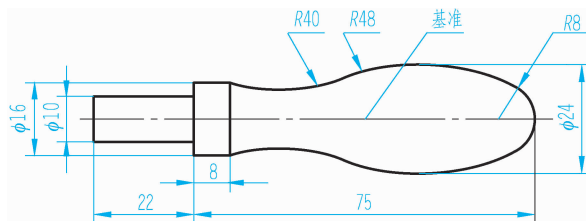


图 1-26 手柄

二、平面图形的线段分析

平面图形中的线段,根据其尺寸是否齐全可分为已知线段、中间线段和连接线段三类。

1. 已知线段

有齐全的定形尺寸和定位尺寸的线段称为已知线段,作图时可以根据已知尺寸直接绘出,如图 1-26 所示的尺寸 $\phi 16$ 、 $\phi 10$ 、22、8 及 R8。

2. 中间线段

有定形尺寸和一个定位尺寸的线段称为中间线段,另一个定位尺寸可根据与相邻已知线段的几何关系求出,如图 1-26 所示的 R48 圆弧。

3. 连接线段

有定形尺寸,而无定位尺寸的线段称为连接线段,可根据其与两端相邻的已知线段的连接关系求出,如图 1-26 所示的 R40 圆弧。

分析上述三类线段的定义,不难得出线段连接的一般规律:在两条已知线段之间可以有任意个中间线段,但有且只有一条连接线段。

三、平面图形的画图步骤

平面图形的绘制,应在进行线段分析的基础上,先画出已知线段,再画出中间线段,最后画出连接线段。以如图 1-26 所示手柄为例,作图步骤如下。

(1)画出图形的基准线,画出已知线段,如图 1-27(a)所示。

(2)画中间线段。大圆弧 R48 是中间圆弧,圆心位置尺寸只有一个垂直方向是已知的,水平方向位置需根据 R48 圆弧与 R8 圆弧内切的关系画出,如图 1-27(b)、(c)所示。

(3)画连接线段。R40 的圆弧只给出半径,但它通过中间矩形右端的一个顶点,同时又要与 R48 圆弧外切,所以它是连接线段,应最后画出,如图 1-27(d)、(e)所示。

(4)校核作图过程,擦去多余的作图线,描深图形,如图 1-27(f)所示。

(5)标注尺寸。标注尺寸要完整、清晰,遵守国家标准的规定,如图 1-26 所示。



动画
手柄的作图步骤

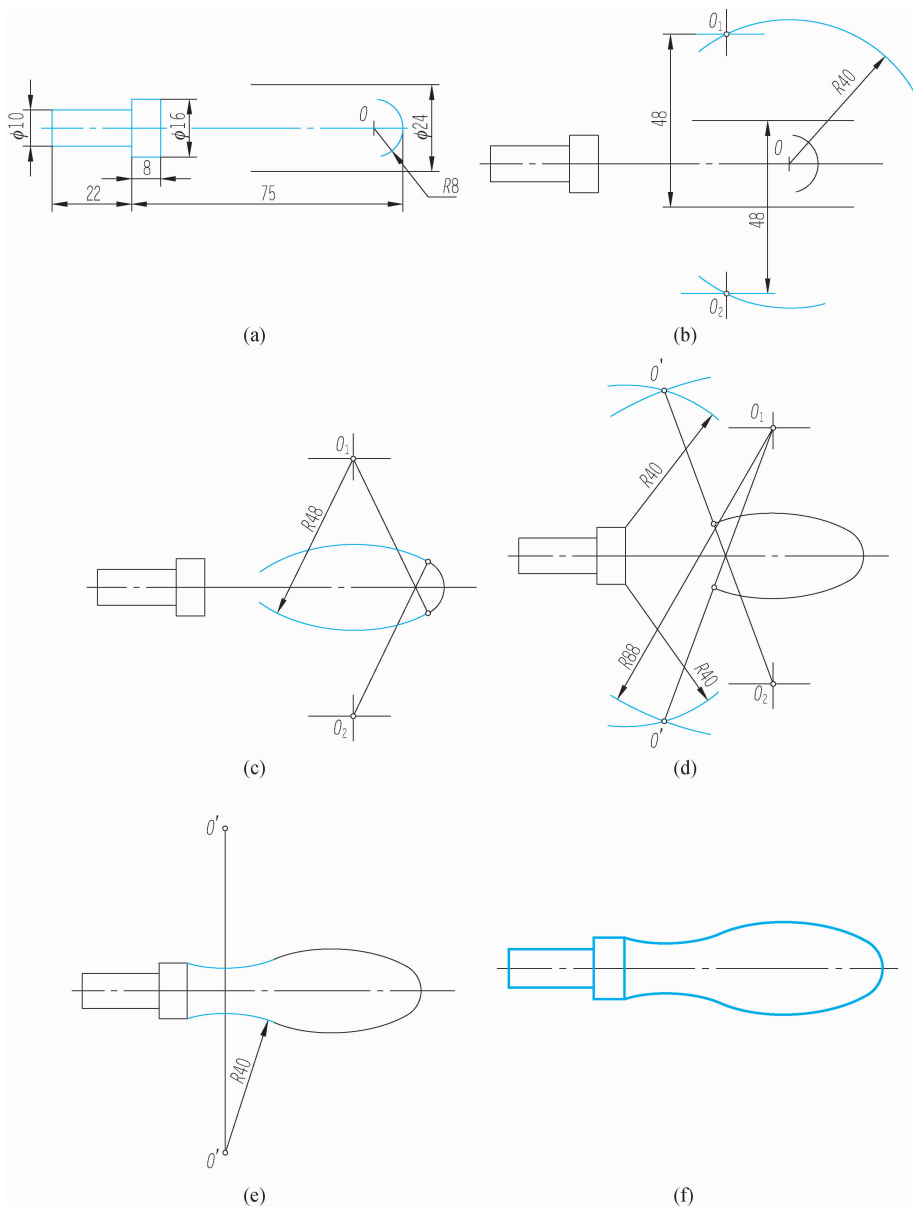


图 1-27 手柄的作图步骤

学习情境五 尺规绘图的作图步骤

一幅完整的图样的绘制步骤具体如下。

- (1)将绘制各类图线的铅笔及圆规准备好,图板、丁字尺、三角板擦拭干净。
- (2)根据所画图形的尺寸、多少选取比例,确定图纸幅面。

- (3)用丁字尺找正后,用胶带纸把图纸固定在图板上。
- (4)用细实线画出图框和标题栏。
- (5)将所画图形均匀地布置在图框内,根据投影关系,画出各图形的基准线,再画出图形的主要轮廓线,最后绘制细节。
- (6)检查、修改已画出的图形,并清理作图线。
- (7)按先曲线后直线、从上到下、从左到右的顺序加深图线。使同一类图线的粗细、浓淡一致。
- (8)绘制尺寸界线、尺寸线及尺寸线终端,注写尺寸数字,书写文字、符号,最后填写标题栏。
- (9)全面检查,修改错误,清除污迹,完成全图。

学习情境六 徒手绘制草图的方法

徒手绘图是指徒手(不用尺规及绘图仪器)用铅笔绘制图形。徒手绘制的图形即为草图。在技术交流、机器测绘及讨论设计方案时,常常需要先绘制出草图,然后再整理成正视图。徒手绘制草图能够快速捕捉设计灵感,帮助形成和拓展思路,且便于现场测绘,节约作图时间。因此,工程技术人员除了能够用尺规、仪器绘图及计算机绘图外,必须具备徒手绘草图的能力。

草图的“草”字只是指徒手作图而言,并没有允许潦草的含义。草图上的线条也要粗细分明,基本平直,方向正确,长短大致符合比例,线型符合国家标准。画草图的铅笔最好用较软的铅笔,如 B 或 2B,笔杆要长,笔尖要圆,不要太尖锐。握笔的位置要高一些,手指应握在离笔尖约 35 mm 处,手指要放松,以使笔杆在手中有较大的活动范围。为方便画图,作图纸可使用印有浅色方格或菱形格的纸。

一、基本方法及技巧

物体的图形由直线、圆、圆弧及曲线组成,因此要画好草图,必须掌握徒手画各种线条的方法。

1. 直线的画法

画直线时,手腕不要转动,眼睛看着画线的终点,轻轻移动手腕和手臂,使笔尖向着要画的方向做直线运动。画水平线时,画线方向如图 1-28(a)所示,这时图纸可斜放。画竖直线时,自上而下运笔,如图 1-28(b)所示;画斜线时,应从左上端开始,也可将图纸转动一角度,按水平线画出,如图 1-28(c)所示。

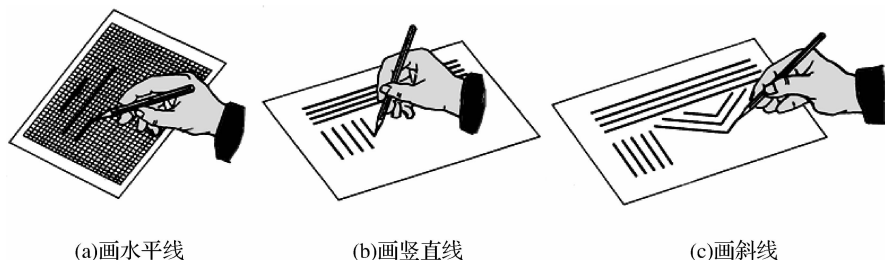


图 1-28 直线的画法

2. 圆的画法

画小圆时,一般先画出垂直相交的中心线,并在其上按半径定出四个点,然后过这四个点画圆,如图 1-29(a)所示;画较大的圆,可加画两条 45° 斜线,并按半径在其上再定四个点,连成一圆,如图 1-29(b)所示;画更大的圆,可先画出圆的外切正方形,并将任一条对角线的一半等分三份,在 $2/3$ 多一点处定出圆周上一点,再相应画出对角线上的其他三点,将八点连成圆,如图 1-29(c)所示。

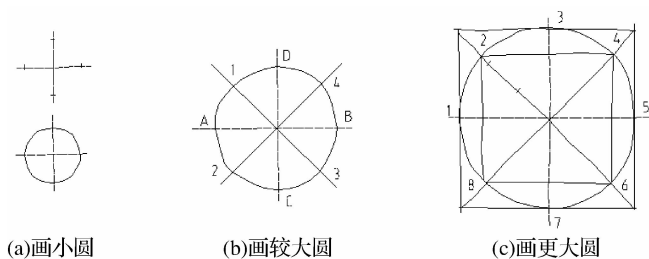


图 1-29 圆的画法

3. 椭圆的画法

椭圆徒手作图的方法和步骤与画圆基本相同,主要区别是估画出椭圆上的长短轴或共轭直径的端点,如图 1-30 所示。

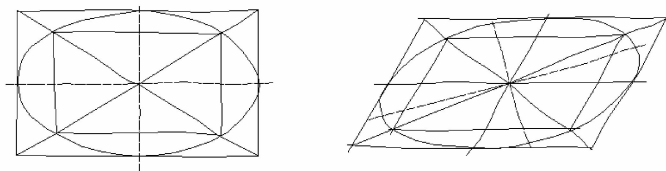


图 1-30 椭圆的画法

二、目测的方法

徒手绘图时,要保证物体各部分的比例。开始绘图时,整个物体的长、宽、高的相对比例一定要仔细拟定,然后在画中间部分和细节部分时,要随时将新测定的线段与已拟定的线段进行比较。因此掌握目测方法对画好草图十分重要。

在画中、小型物体的草图时,可用铅笔当直尺放在物体上测各部分的大小,然后按测量的大体尺寸画出草图,如图 1-31 所示。也可用此方法估计出各部分的相对比例,再按此比例画出缩小的草图。

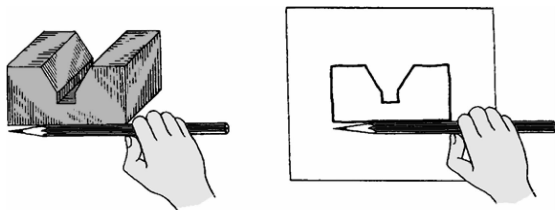


图 1-31 中、小物体的测量

画较大物体的草图时,可用手握住一支铅笔进行目测,如图 1-32 所示。目测时,人的位置保持不动,握铅笔的手要伸直。人和物体的距离应根据所需图形的大小来确定。

在绘制及确定各部分相对比例时,建议先画大体轮廓。对于比较复杂的物体的草图,更应如此。

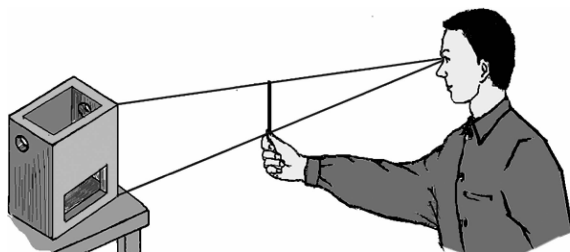


图 1-32 较大物体的测量



思考与练习

1. 图纸的基本幅面有几种? 每种长、宽各是多少?
2. 图框格式有几种? 尺寸是如何规定的?
3. $1:2$ 和 $2:1$ 哪一个为放大比例? 哪一个为缩小比例?
4. 图样中, 尺寸的默认单位是什么? 尺寸数字注写时应注意什么?
5. 什么是斜度? 什么是锥度?
6. 尺规绘图的一般步骤是什么?
7. 什么是草图? 一般在什么情况下使用?



学习目标

理解投影法的基本概念；
掌握正投影法的特性；
掌握三视图的投影特性。



相关描述

投影法是工程制图的基本理论。工程制图依靠投影法来确定空间几何原形在平面图纸上的投影。有了投影法,人们就能利用平面图形正确地表达物体的形状。本模块介绍了投影法的基本概念和三视图的形成及其性质。



知识准备

学习情境一 投影法的基本概念

一、投影的形成

光线照射物体时,会在地面或墙壁上产生物体的影子,影子和物体之间存在着相互对应的关系,利用这种关系在平面上绘制出物体的图像,以表示物体的形状和大小,这种方法称为投影法。如图 2-1 所示,设定平面 P 为投影面,不属于投影面的定点 S 为投射中心,投射线均由投射中心发出。通过空间点 A 的投射线与投影面交于点 a ,则 a 称为空间点 A 在投影面 P 上的投影。同样, b 是空间点 B 在投影面 P 上的投影。

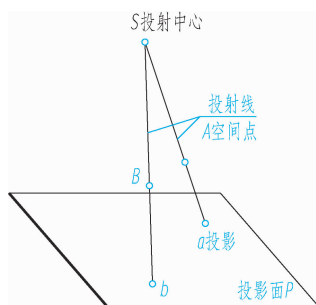


图 2-1 投影法

二、投影法的分类

投影法可分为中心投影法和平行投影法。

1. 中心投影法

如图 2-2 所示, 投射射线自投射中心 S 出发, 将空间的 $\triangle ABC$ 投射到投影面 P 上, 所得 $\triangle abc$ 即为 $\triangle ABC$ 的投影。这种投射射线自投射中心出发的投影法称为中心投影法, 所得投影称为中心投影。

中心投影法主要用于绘制产品或建筑物的立体图, 也称透视图。

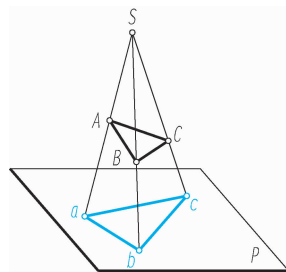


图 2-2 中心投影法

2. 平行投影法

若将投射中心 S 移到距投影面 P 无穷远处, 则所有的投影线都相互平行, 这种投影法称为平行投影法, 所得投影称为平行投影。平行投影法中, 根据投射射线是否垂直于投影面, 平行投影法又分为正投影法和斜投影法两种: 若投射射线垂直于投影面, 称为正投影法, 所得投影称为正投影, 如图 2-3(a) 所示; 若投射射线倾斜于投影面, 称为斜投影法, 所得投影称为斜投影, 如图 2-3(b) 所示。

正投影法主要用于绘制工程图样, 如果没有特别说明, 本教材中采用的投影法均为正投影法。斜投影法主要用于绘制有立体感的图形, 如斜轴测投影图。

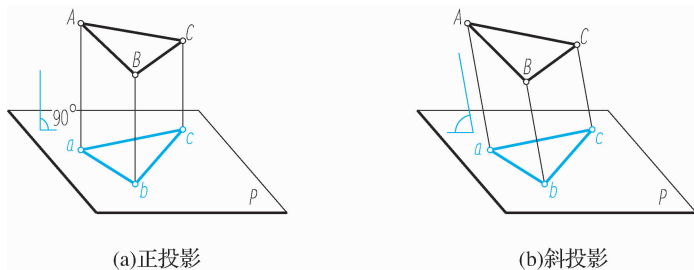


图 2-3 平行投影法



动画
中心投影法



动画
平行投影法

三、正投影法的特性

(1) 平行性。两平行直线的投影仍相互平行,如图 2-4 所示,已知 $AB \parallel CD$,则 $ab \parallel cd$ 。

(2) 从属性。属于直线的点,其投影仍属于直线的投影,如图 2-5 所示,已知 $K \in AB$,则 $k \in ab$ 。

(3) 定比性。点分线段之比,投影后保持不变,如图 2-5 所示, $AK : KB = ak : kb$ 。

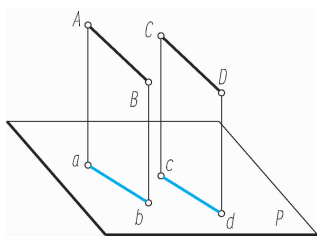


图 2-4 平行性

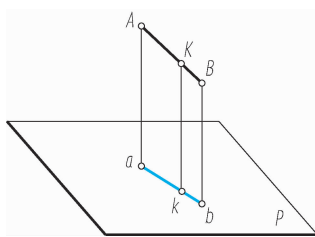


图 2-5 从属性和定比性

学习情境二 三视图的形成及性质

一、三视图的形成

1. 三面投影体系

一般情况下,用正投影法得到的单面投影是不能完全、准确地表达出物体的全部形状和结构的。如图 2-6 所示,三个不同结构的物体的单面投影相同。因此,通常把物体放在三个互相垂直的平面所组成的投影面体系中,从三个不同方向向三个投影面进行投射。由这三个互相垂直的平面所组成的投影面体系称为三面投影体系,如图 2-7 所示。在这个投影体系中,将正立的投影面称为正立投影面,用 V 表示;将垂直于正立投影面的水平的投影面称为水平投影面,用 H 表示;将垂直于正立投影面和水平投影面的投影面称为侧立投影面,用 W 表示。正立投影面和水平投影面的交线为 X 轴;侧立投影面和水平投影面的交线为 Y 轴;正立投影面和侧立投影面的交线为 Z 轴;互相垂直的三个轴的交点 O 称为原点。

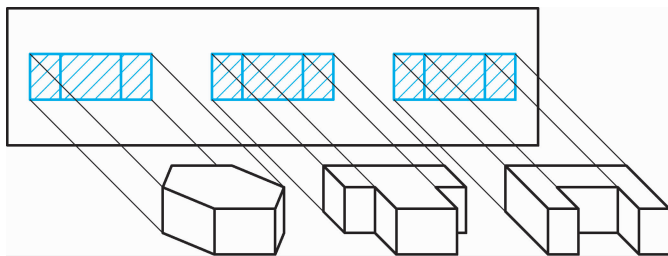


图 2-6 单面投影

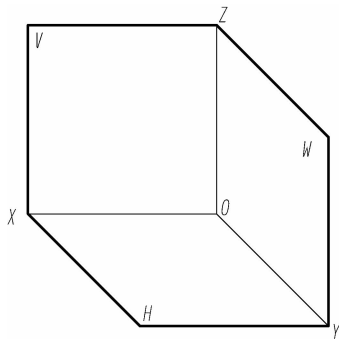


图 2-7 三面投影体系



动画
正投影法的特性



动画
三面投影体系



动画
三视图的形成

与三面投影体系相对应,把仅由 H 面和 V 面组成的投影体系称为两面投影体系。

2. 三视图形成

把物体放在三面投影体系中,分别向三个投影面垂直投射,这样就得到了物体的三个投影。其中在 V 面上的投影称为正面投影;在 H 面上的投影称为水平投影;在 W 面上的投影称为侧面投影。国家标准规定,物体位于观察者与投影面之间,物体的正面投影称为主视图;水平投影称为俯视图;侧面投影称为左视图。视图中,规定物体的可见轮廓线画成实线,不可见轮廓线画成虚线,中心线画成点画线,如图 2-8 所示。

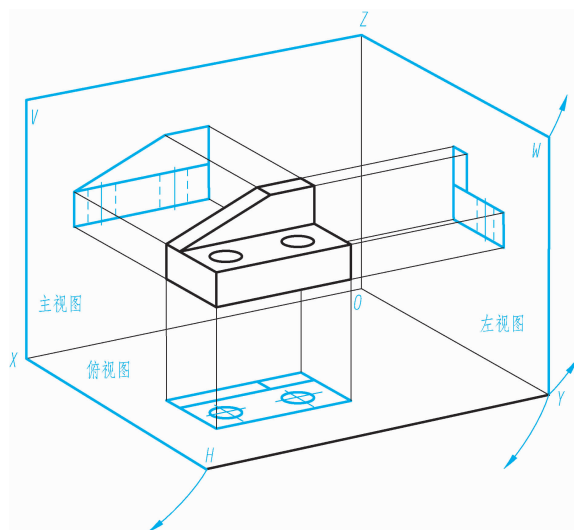


图 2-8 三视图的形成

为了将三个视图画在一张图纸上,国家标准规定正立投影面保持不动,把水平投影面向下绕 OX 轴旋转 90° ,把侧立投影面绕 OZ 轴向右旋转 90° ,这样就得到了在同一平面上的三视图,如图 2-9(a)所示。为了简化作图,在三视图中不画投影面的边框线,视图之间的距离可根据具体情况确定,如图 2-9(b)所示。值得注意的是,根据三个投影面的相对位置及其展开的规定,三视图的配置必须是以主视图为准,俯视图在主视图的正下方,左视图在主视图的正右方。

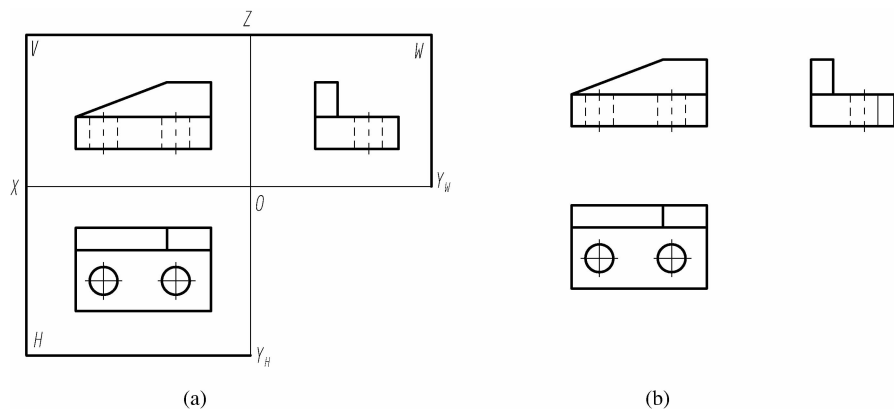


图 2-9 三视图的展开

二、三视图的性质

如果把物体左右方向的尺寸称为长,前后方向的尺寸称为宽,上下方向的尺寸称为高,那么,从图 2-10 可以看出,主视图反映了物体的长度和高度,俯视图反映了长度和宽度,左视图反映了宽度和高度,且每两个视图之间有一定的对应关系。三个视图之间的投影关系为:主视图和俯视图长相等,主视图和左视图高相等,俯视图和左视图宽相等。即三视图之间的投影规律为:主、俯视图长对正,主、左视图高平齐,俯、左视图宽相等。在绘制三视图时要符合这一投影规律(简称为“三等”规律)。

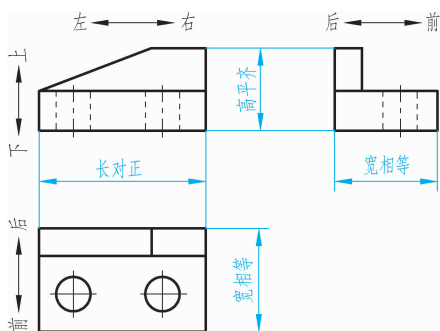


图 2-10 三视图的投影规律



思考与练习

1. 正投影法有哪些特性? 试举例说明。
2. 三面投影体系中,三个投影面的关系如何? 它们的名称是什么?
3. 三视图是如何展开,如何配置的?
4. 三视图的投影规律是什么? 试举例说明。

 学习目标

掌握点、线、面的投影特性；
掌握属于直线的点的投影特性；
掌握属于平面的点和直线的投影特性。

 技能目标

能够正确地绘制点、直线、平面的投影。



相关描述

组成物体的基本几何元素是点、线、面。为了表达物体的结构,必须首先掌握几何元素的投影规律。



知识准备

学习情境一 点的投影

一、点的三面投影特性

点是立体上最基本的几何元素,一般体现为棱线和棱线的交点,如图 3-1(a)所示的点 A。

根据投影关系,主视图上的 a' 称为点 A 的正面投影;俯视图上的 a 称为点 A 的水平投影;左视图上的 a'' 称为点 A 的侧面投影,如图 3-1(b)所示。

为了统一表达,规定空间点用大写字母表示,如 A、B、C 等;水平投影用相应的小写字母

表示,如 a, b, c 等;正面投影用相应的小写字母加撇表示,如 a', b', c' ;侧面投影用相应的小写字母加两撇表示,如 a'', b'', c'' 。投影与投影之间的连线简称为连影线。

由于投影面相互垂直,所以连影线也相互垂直,八个顶点 $A, a, a_Y, a', a'', a_X, O, a_Z$ 构成正六面体,根据正六面体的性质,可以得出点的三面投影图的投影特性如下。

(1)点的正面投影和水平投影的连线垂直于 OX 轴,即 $aa' \perp OX$;点的正面投影和侧面投影的连线垂直于 OZ 轴,即 $a'a'' \perp OZ$;同时 $aa_{Y_H} \perp OY_H$, $a''a_{Y_W} \perp OY_W$ 。

(2)点的投影到投影轴的距离,反映空间点到另一投影面的距离,即 $a'a_X = a''a_{Y_W} = Aa$,也即空间点 A 到 H 面的距离; $aa_X = a''a_Z = Aa'$,也即空间点 A 到 V 面的距离; $a'a_Z = aa_{Y_H} = Aa''$,也即空间点 A 到 W 面的距离。

为了表示点的水平投影到 OX 轴的距离等于侧面投影到 OZ 轴的距离,即 $aa_X = a''a_Z$,可自 O 点作 45° 角平分线, aa_{Y_H} 、 $a''a_{Y_W}$ 的延长线必与这条辅助线交于一点,如图 3-1(c)所示。



动画

立体上点的投影

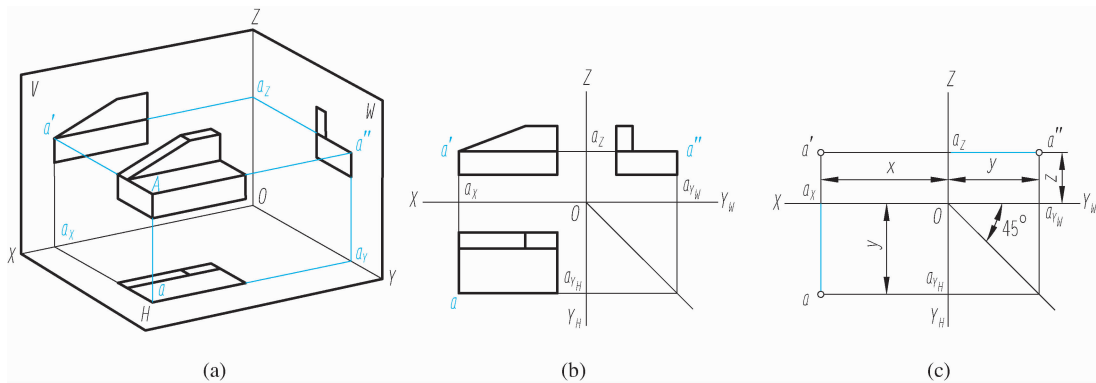
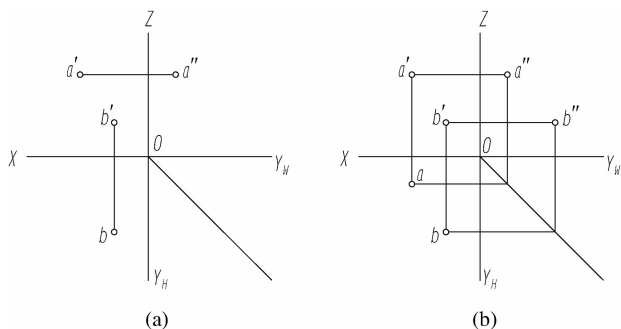


图 3-1 立体上点的投影

例 3-1 已知点 A 的正面投影 a' 和侧面投影 a'' ,点 B 的正面投影 b' 和水平投影 b ,如图 3-2(a)所示,分别求其第三面投影。



动画

已知点的两面投影求第三面投影

图 3-2 已知点的两面投影求第三投影

分析:由于已知点 A 的正面投影和侧面投影,则点 A 的空间位置可以确定,因此可作出其水平投影。同理,已知点 B 的正面投影和水平投影,可作出其侧面投影。

作图:如图 3-2(b)所示,过 a'' 作 OY_W 的垂线与 45° 辅助线相交,过交点作 OY_H 的垂线与过 a' 的垂直于 OX 的连影线相交,交点即为水平投影 a 。同理,可作出点 B 的侧面投影 b'' 。

二、点的投影与直角坐标

若将三面投影体系看作直角坐标系,则投影面为坐标面,投影轴为坐标轴,这时点 O 即为坐标原点,如图 3-1 所示。规定 OX 轴从点 O 向左为正, OY 轴从点 O 向前为正, OZ 轴从点 O 向上为正,反之为负。从图 3-1 可得,点 $A(x_A, y_A, z_A)$ 的投影与坐标有下述关系: $x_A = Oa_X = a'_a_Z$; $y_A = Oa_Y = a''a_X$; $z_A = Oa_Z = a''a_Y$ 。因此,若已知点的坐标 (x, y, z) ,就可以画出点的投影图。



动画
根据点的坐标
作出投影

例 3-2 已知点 A 的坐标 $(10, 4, 12)$, 点 B 的坐标 $(5, 11, 0)$, 如图 3-3 所示, 分别求出各点的三面投影图。

分析:由于已知点 A, B 的坐标,则根据点的投影与坐标的关系,可作出点 A, B 的三面投影图。 $z_B = 0$, 所以点 B 在 H 面上。

作图:如图 3-3 所示,点 A 的投影:从 O 分别沿 X, Y_H, Z 上量取 $Oa_X = x_A = 10$, $Oa_Z = z_A = 12$, $Oa_Y = y_A = 4$, 然后过 a_X, a_Z 作 X 轴、 Z 轴的垂线,交于 a' ;过 a_X, a_{Y_H} 作 X 轴、 Y 轴的垂线,交于 a , 最后由 a 和 a' 求出 a'' 。点 B 的投影:从 O 分别沿 X, Y 轴上量取 $Ob_X = x_B = 5$, $Ob_Y = y_B = 11$, 然后过 b_X, b_Y 作 X 轴、 Y 轴的垂线,交于 b ; 由于 $z_B = 0$, 所以 B 与 b 重合, b' 与 b_X 重合, b'' 与 b_{Y_W} 重合。

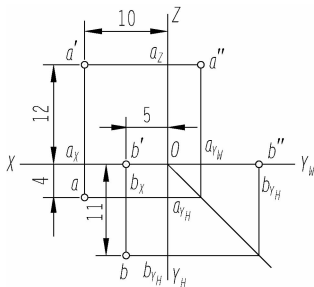


图 3-3 根据点的坐标作出投影

三、特殊位置点的投影

特殊情况下,点可以属于投影面或投影轴。

1. 属于投影面的点

当点的某一个坐标为 0 时,点就从属于一个投影面。如图 3-4(a)所示,点 A 的 Z 坐标 $z_A = 0$, 则点 A 在 H 面上。点 A 的水平投影 a 与空间点 A 重合,正面投影 a' 在 OX 轴上,侧面投影 a'' 在 OY_W 轴上。所以,属于投影面的点的投影特性如下。

- (1) 点的一个投影与空间点本身重合。
- (2) 点的另外两个投影在坐标轴上。



动画
特殊位置点的
投影

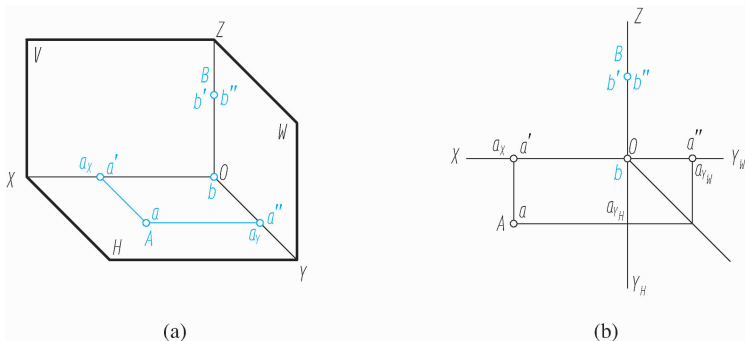


图 3-4 特殊位置点的投影

2. 在投影轴上的点

当点的两个坐标为 0 时,点就在投影轴上。如图 3-4(b)所示,点 B 的 X 坐标 $x_B=0$, Y 坐标 $y_B=0$,则点 B 在 Z 轴上。点 B 的正面投影 b' 、侧面投影 b'' 及空间点 B 重合在 OZ 轴上,点 B 的水平投影 b 与原点 O 重合。所以,在投影轴上的点的投影特性是:空间点和它的两个投影重合于投影轴上,另外一个投影与原点 O 重合。

四、两点的相对位置

分析两点的各个同面投影之间的坐标关系,可以判断空间两点的相对位置。根据 X 坐标值的大小可以判断两点的左右位置;根据 Z 坐标值的大小可以判断两点的上下位置;根据 Y 坐标值的大小可以判断两点的前后位置。如图 3-3 所示,点 B 的 X 和 Z 坐标均小于点 A 的相应坐标,而点 B 的 Y 坐标大于点 A 的 Y 坐标,因而,点 B 在点 A 的右方、下方、前方。



动画
重影点

若 A、B 两点无左右、前后距离差,点 A 在点 B 正上方或正下方时,两点的 H 面投影重合,如图 3-5 所示,点 A 和点 B 称为对 H 面的重影点。同理,若一点在另一点的正前方或正后方时,则两点对 V 面的重影点;若一点在另一点的正左方或正右方时,则两点对 W 面的重影点。

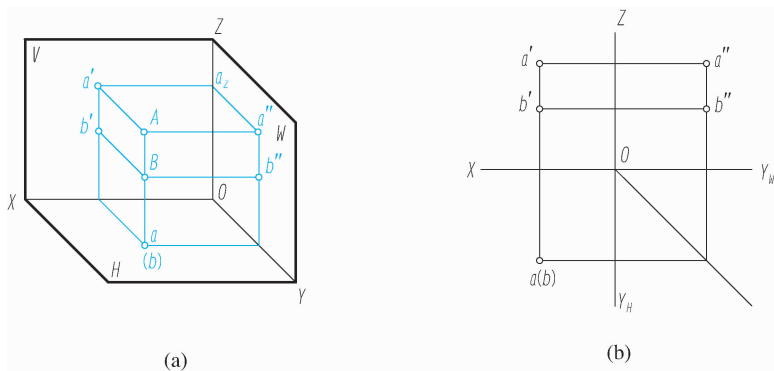


图 3-5 重影点

重影点需判别可见性。根据正投影特性,可见性的区分应是前遮后、上遮下、左遮右。在图 3-5(a)中,点 A 在上,点 B 在下,点 A 遮挡点 B,点 B 的 H 面投影不可见。规定不可见

点的投影加括号表示。

学习情境二 直线的投影



动画
直线的投影

一般情况下,直线的投影仍是直线,如图 3-6(a)所示中的直线 AB 。在特殊情况下,若直线垂直于投影面,直线的投影可积聚为一点,如图 3-6(a)中的直线 CD 。

直线的投影可由直线上两点的同面投影来确定。如图 3-6(b)所示,分别作出直线上两点 A 、 B 的三面投影,将其同面投影相连,即得到直线 AB 的三面投影图。

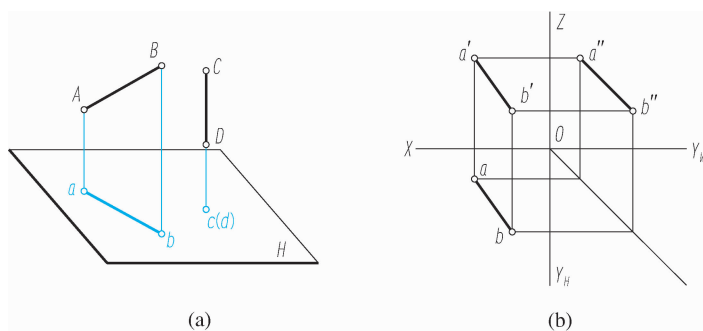


图 3-6 直线的投影

一、各种位置直线的投影特性

在三面投影体系中,直线与投影面的相对位置可以分为三种:直线平行于某一投影面,直线垂直于某一投影面,直线倾斜于三个投影面。平行于某一投影面的直线称为投影面的平行线,垂直于某一投影面的直线称为投影面的垂直线,倾斜于三个投影面的直线称为一般位置直线。投影面的平行线和投影面的垂直线统称为特殊位置直线。

1. 投影面平行线

投影面平行线与一个投影面平行,与另外两个投影面倾斜。与 H 面平行的直线称为水平线,与 V 面平行的直线称为正平线,与 W 面平行的直线称为侧平线。它们的投影图及投影特性见表 3-1。规定直线(或平面)对 H 、 V 、 W 面的倾角分别用 α 、 β 、 γ 表示。

表 3-1 投影面平行线的投影特性

名称	水平线	正平线	侧平线
立体图			

续表

名称	水平线	正平线	侧平线
投影图			
投影特性	<ol style="list-style-type: none"> 1. 水平投影反映实长,与 X 轴夹角为 β,与 Y 轴夹角为 γ; 2. 正面投影平行于 X 轴; 3. 侧面投影平行于 Y 轴 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 正面投影反映实长,与 X 轴夹角为 α,与 Z 轴夹角为 γ; 2. 水平投影平行于 X 轴; 3. 侧面投影平行于 Z 轴 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 侧面投影反映实长,与 Y 轴夹角为 α,与 Z 轴夹角为 β; 2. 正面投影平行于 Z 轴; 3. 水平投影平行于 Y 轴
举例			

从表 3-1 中可概括出投影面平行线的投影特性。

(1) 投影面平行线在其所平行的投影面上的投影,反映实长;它与投影轴的夹角,分别反映直线对另外两个投影面的夹角。

(2) 在另外两个投影面上的投影,分别平行于相应的投影轴。

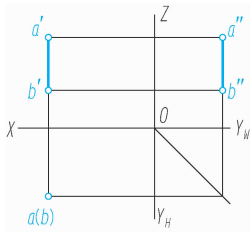
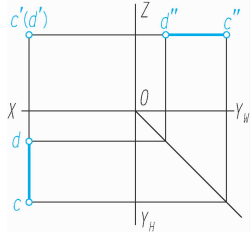
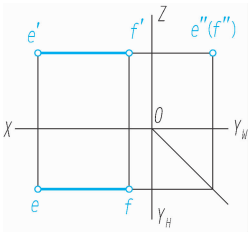
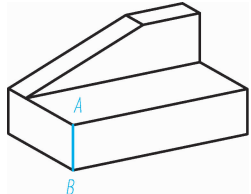
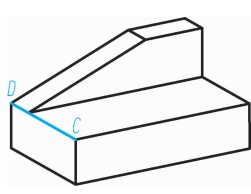
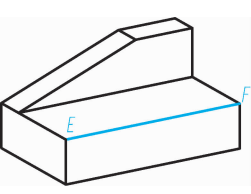
2. 投影面垂直线

投影面垂直线与一个投影面垂直,与另外两个投影面平行。与 H 面垂直的直线称为铅垂线,与 V 面垂直的直线称为正垂线,与 W 面垂直的直线称为侧垂线。它们的投影图及投影特性见表 3-2。

表 3-2 投影面垂直线的投影特性

名称	铅垂线	正垂线	侧垂线
立体图			

续表

名称	铅垂线	正垂线	侧垂线
投影图			
投影特性	<ol style="list-style-type: none"> 1. 水平投影积聚为一点； 2. 正面投影和侧面投影分别垂直于 OX 轴和 OY 轴, 并反映实长 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 正面投影积聚为一点； 2. 水平投影和侧面投影分别垂直于 OX 轴和 OZ 轴, 并反映实长 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 侧面投影积聚为一点； 2. 正面投影和水平投影分别垂直于 OZ 轴和 OY 轴, 并反映实长
举例			

从表 3-2 中可概括出投影面垂直线的投影特性。

(1) 投影面垂直线在其所垂直的投影面上的投影积聚成一点。

(2) 在另外两个投影面上的投影, 分别垂直于相应的投影轴, 且反映实长。

3. 一般位置直线

一般位置直线与三个投影面都倾斜, 因此在三个投影面上的投影都不反映实长, 投影与投影轴之间的夹角也不反映直线与投影面之间的倾角, 如图 3-7 所示。

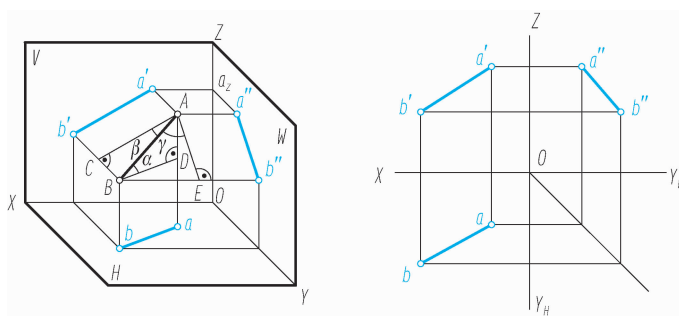


图 3-7 一般位置直线的投影

一般位置直线的投影特性是三个投影都是倾斜于投影轴的直线, 其长度小于实长。

二、直线上的点

直线上的点的投影特性如下。

(1) 直线上的点的投影必定在直线的同面投影上, 如图 3-8 所示, 直线 AB 上的点 K 的

投影 k, k', k'' 分别在 $ab, a'b', a''b''$ 上。

(2) 点分线段之比等于点的投影分线段的投影之比, 如图 3-8 所示, 线段 AK 和 KB 的比例关系, 等于同面投影中两线段的比例关系, 即 $\frac{AK}{KB} = \frac{ak}{kb} = \frac{a'k'}{k'b'} = \frac{a''k''}{k''b''}$ 。

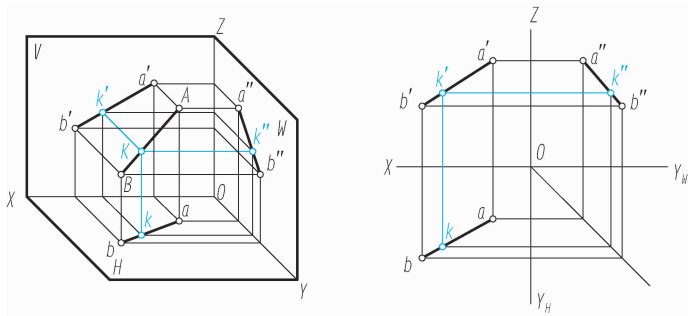


图 3-8 直线上的点的投影特性

三、两直线的相对位置

两直线的相对位置有三种: 两直线平行、两直线相交及两直线交叉。

1. 两直线平行

如果空间两直线相互平行, 则它们的同面投影必定相互平行, 且符合定比性。如图 3-9 所示, 由于 $AB \parallel CD$, 则 $ab \parallel cd, a'b' \parallel c'd', a''b'' \parallel c''d''$; 且 $\frac{AB}{CD} = \frac{ab}{cd} = \frac{a'b'}{c'd'} = \frac{a''b''}{c''d''}$ 。反之, 如果两直线的各同面投影相互平行, 则两直线在空间一定相互平行。

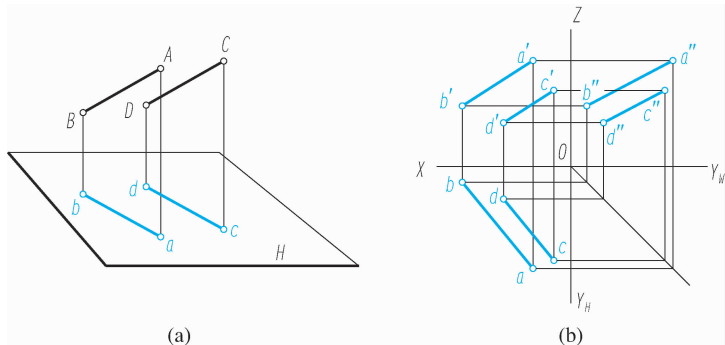


图 3-9 两平行直线的投影

2. 两直线相交

如果空间两直线相交, 则它们的同面投影必定相交, 且投影的交点符合点的投影规律。如图 3-10 所示, 由于直线 AB 与直线 CD 相交于点 K , 则 ab 与 cd 交于 $k, a'b'$ 与 $c'd'$ 交于 $k', a''b''$ 与 $c''d''$ 交于 k'' 。反之, 如果空间两直线的同面投影均相交, 且交点符合空间点的投影规律, 则这两条直线在空间一定相交。

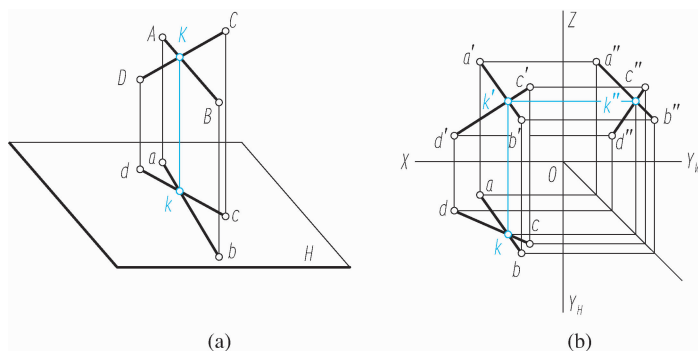


图 3-10 两相交直线的投影

3. 两直线交叉

既不平行也不相交的直线称为两交叉直线,如图 3-11 所示。

交叉直线在空间是不相交的,但它们的投影却有可能相交。交叉直线的投影的交点仅仅是这两条直线对该投影面的重影点,如图 3-12(a)所示,交叉直线 AB 与 CD 的正面投影相交,其交点 $1'(2')$ 分别是直线 AB 上的点 I 和直线 CD 上的点 II 的重影点。有时也会出现一对或两对投影平行的情况,如图 3-12(b)所示。

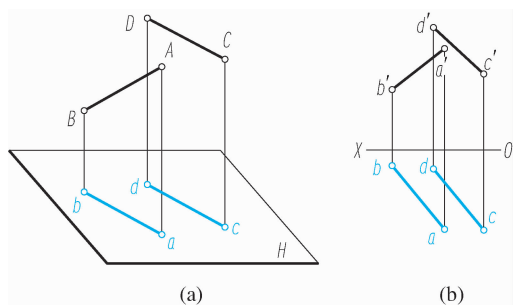


图 3-11 两交叉直线

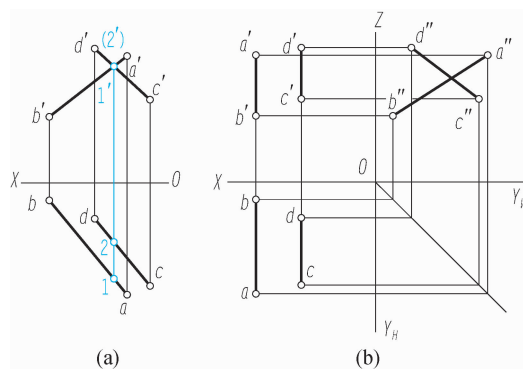


图 3-12 交叉两直线的投影

学习情境三 平面的投影

一、平面的表示方法

由初等几何可知,不属于同一直线的三点确定一平面。因此,可由下列任意一组几何元素的投影表示平面:①不在同一直线上的三个点,如图 3-13(a)所示;②一直线和不属于该直线上的一点,如图 3-13(b)所示;③两相交直线,如图 3-13(c)所示;④两平行直线,如图 3-13(d)所示;⑤任意平面图形,如图 3-13(e)所示。

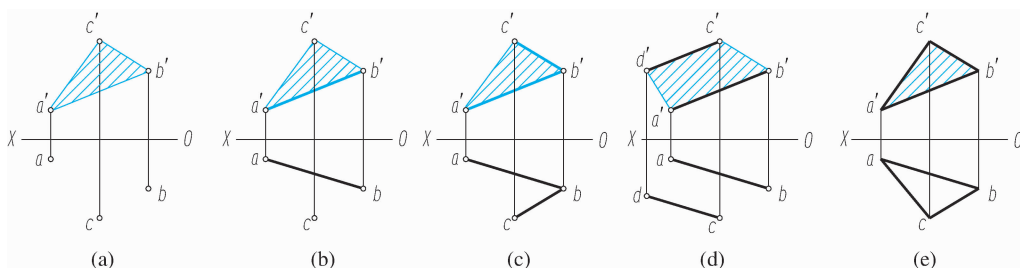


图 3-13 平面表示法

二、各种位置平面的投影特性

在三面投影体系中,平面和投影面的相对位置关系,可以分为三种:投影面垂直面、投影面平行面、倾斜于投影面的平面。投影面平行面和投影面垂直面称为特殊位置平面,倾斜于投影面的平面称为一般位置平面。

1. 投影面垂直面

垂直于一个投影面的平面称为投影面垂直面。与 H 面垂直的平面称为铅垂面,与 V 面垂直的平面称为正垂面,与 W 面垂直的平面称为侧垂面。它们的投影图及投影特性见表 3-3。

表 3-3 投影面垂直面的投影特性

名称	铅垂面	正垂面	侧垂面
立体图			
投影图			
投影特性	<ol style="list-style-type: none"> 1. 水平投影积聚成直线,与 X 轴夹角为 β,与 Y 轴夹角为 γ; 2. 正面投影和侧面投影为该平面的类似形 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 正面投影积聚成直线,与 X 轴夹角为 α,与 Z 轴夹角为 γ; 2. 水平投影和侧面投影为该平面的类似形 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 侧面投影积聚成直线,与 Y 轴夹角为 α,与 Z 轴夹角为 β; 2. 正面投影和水平投影为该平面的类似形

从表 3-3 中可概括出投影面垂直面的投影特性。

(1) 投影面垂直面在其所垂直的投影面上的投影,积聚成一直线;直线与投影轴的夹角,分别反映该平面与另外两个投影面的夹角。

(2) 在另外两个投影面上的投影均为该平面的类似形。

2. 投影面平行面

平行于一个投影面的平面称为投影面平行面。与 H 面平行的平面称为水平面,与 V 面平行的平面称为正平面,与 W 面平行的平面称为侧平面。它们的投影图及投影特性见表 3-4。

表 3-4 投影面平行面的投影特性

名称	水平面	正平面	侧平面
立体图			
投影图			
投影特性	<ol style="list-style-type: none"> 1. 水平投影反映实形; 2. 正面投影积聚成平行于 X 轴的直线; 3. 侧面投影积聚成平行于 Y 轴的直线 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 正面投影反映实形; 2. 水平投影积聚成平行于 X 轴的直线; 3. 侧面投影积聚成平行于 Z 轴的直线 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 侧面投影反映实形; 2. 正面投影积聚成平行于 Z 轴的直线; 3. 水平投影积聚成平行于 Y 轴的直线

从表 3-4 中可概括出投影面平行面的投影特性。

- (1) 投影面平行面在其所平行的投影面上的投影反映实形。
- (2) 投影面平行面在另外两个投影面上的投影,分别积聚为平行于相应投影轴的直线。

3. 一般位置平面

一般位置平面与三个投影面都倾斜,因此在三个投影面上的投影都不反映实形,而是缩小的类似形,如图 3-14 所示。

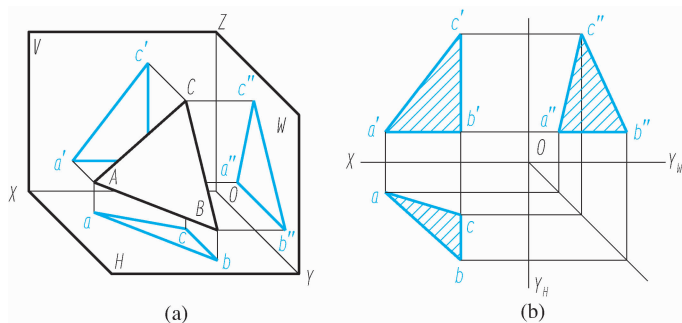


图 3-14 一般位置平面的投影

三、平面上的点和直线

由初等几何可知,属于平面的点和直线要满足下列几何条件。

- (1)若点位于平面内的一直线上,则此点在该平面内。
- (2)若一直线通过平面内的两个点,或一直线通过平面上已知点且平行于平面内的另一直线,则该直线必在平面内。

如图 3-15 所示,相交两直线 AB 、 BC 决定一平面 P ,点 K 、 M 分别在 AB 、 BC 上,所以直线 KM 在平面 P 内。又如点 M 是 BC 上的一个点,过点 M 作 $MN \parallel AB$,则 MN 一定也在平面 P 上。

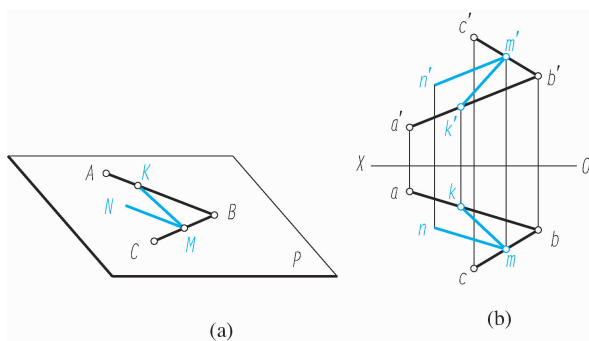


图 3-15 平面上的点和直线

例 3-3 已知 $\triangle ABC$ 上点 K 的水平投影 k ,求其正面投影 k' ,如图 3-16(a)所示。

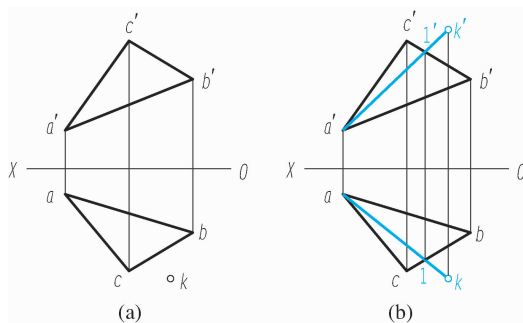


图 3-16 求 $\triangle ABC$ 上点 K 的正面投影 k'

分析:由于已知点 K 在 $\triangle ABC$ 上,可利用若点位于平面内,则点在该平面内的一直线上这一特性,求出 k' 。

作图:如图 3-16(b)所示,连接 ak ,交 cb 于 1 ,这样 $A1$ 为平面 $\triangle ABC$ 上的直线。求出 $1'$,连接 $a'1'$,并延长与过 k 作的投影连线交于 k' , k' 即为所求。



动画

求三角形 ABC 上点 K 的正面投影 k'



动画
完成平面
ABCDE 的正
面投影

例 3-4 完成平面 $ABCDE$ 的正面投影,如图 3-17(a)所示。

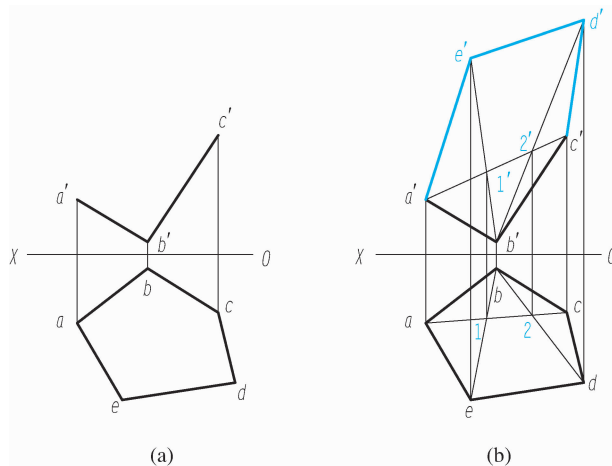


图 3-17 平面上的点和直线

分析:由于已知 A 、 B 、 C 三点的正面投影和水平投影,则平面的空间位置已经确定,因此可利用点在平面上的特性作出其正面投影。

作图:如图 3-17(b)所示,连接 ac 和 $a'c'$,即得 $\triangle ABC$ 的两面投影。连接 be 交 ac 于 1 ,求出其正面投影 $1'$,连接 $b'1'$,并延长与过 e 的连影线交于 e' 。同理,求出 $\triangle ABC$ 上点 D 的正面投影 d' 。连接 c' 、 d' 、 e' 、 a' ,即得平面 $ABCDE$ 的正面投影。



动画
求平面上水平
线 BD 和正平
线 BE 的两面
投影

例 3-5 已知平面 $\triangle ABC$ 两面投影,求出平面上水平线 BD 和正平线 BE 的两面投影,如图 3-18(a)所示。

分析:由于水平线的正面投影平行于 OX 轴,故可先求出 BD 的正面投影。同理,正平线的水平投影平行于 OX 轴,故可求出 BE 的水平投影。

作图:如图 3-18(b)所示,过 b' 作 $b'd' \parallel OX$ 轴,交 $a'c'$ 于 d' ,作 $d'd \perp OX$ 交 ac 于 d ,连接 bd 即为水平线 BD 的水平投影。同理,过 b 作 $be \parallel OX$ 轴,交 ac 于 e ,作 $ee' \perp OX$ 交 $a'c'$ 于 e' ,连接 $b'e'$ 即为正平线 BE 的正面投影。

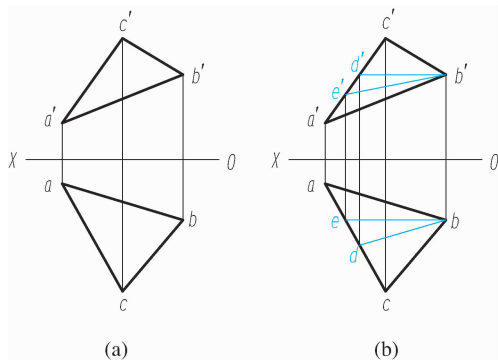


图 3-18 平面上的点和直线



思考与练习

1. 点的投影是如何形成的?
2. 试述点、线、面的投影特性。
3. 如何判断空间点是否属于一直线?
4. 直线与直线的相对位置有哪几种?
5. 如何判断空间点及直线是否属于一平面?