

单元一

制图的基本知识与技能



知识目标

掌握国家标准关于图纸幅面、格式、标题栏、比例、字体、图线、尺寸标注的基本规定；
能正确使用一般的绘图工具和仪器；
掌握平面图形的基本作图和尺寸标注；
了解徒手绘制草图的方法。



技能目标

理解国家标准的作用，掌握并严格遵守国家标准的基本规定；
掌握几何图形的作图方法，具备分析平面图形的能力。



相关知识

技术图样是贯穿于产品整个生命周期中的一种工程交流语言，是产品在调研、论证、设计、制造加工、安装、使用及维修等过程中得以顺利进行的必备技术资料。就像日常交流的文字语言具有一定的语法规则一样，制图作为一种工程语言，也必须具有一定的绘制标准与规范。为此，我国于1959年颁布了国家标准《机械制图》，之后经过几次重大修改，颁布了国家标准《技术制图》。本章就国家标准《机械制图》《技术制图》中的图纸幅面、格式、标题栏、比例、字体、图线及尺寸标注等标准作统一介绍。

知识一 制图国家标准

一、图纸幅面、格式与标题栏

1. 图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)

图纸是表达工程图样最重要的载体之一，在选择图纸幅面时，应参照国家标准来进行，见表1-1。需要说明的是，表中幅面尺寸所用的单位为mm，这也是工程当中及本教材所使用的默认单位，即当尺寸数字单位没有明确标出时，即为mm，当需要使用其他单位时，须明确标出单位符号。

表 1-1 图纸幅面

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

表 1-1 中各参数的含义如图 1-1 和图 1-2 所示。其中,图 1-1 是不留装订边的图纸幅面格式,图 1-2 是留有装订边的图纸幅面格式。在保持图纸幅面的情况下,可根据图样实际情况选择横置与竖置两种方式。从图 1-1 和图 1-2 中可以看出,外边框表示图纸边界,用细实线表示,其大小为幅面尺寸;内边框用粗实线表示,根据留装订边与否及图纸幅面大小的不同,其与外边框的四边偏移量有所区别;图纸右下角为标题栏。

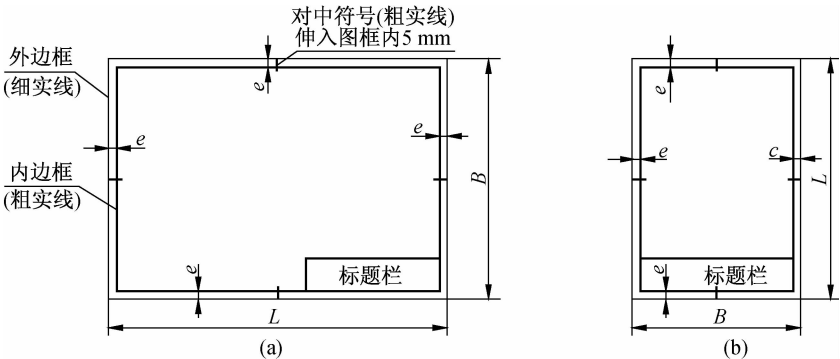


图 1-1 图纸幅面格式(不留装订边)

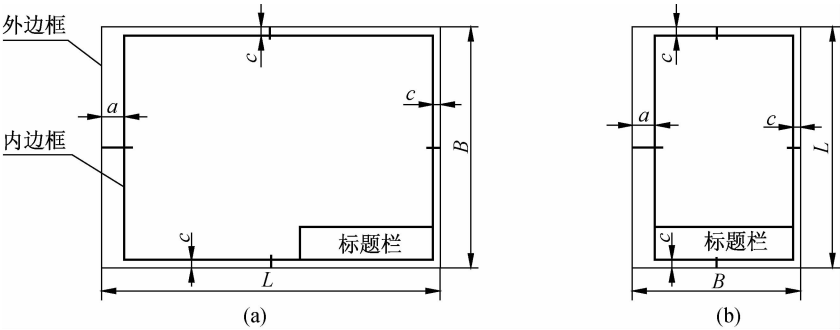


图 1-2 图纸幅面格式(留装订边)

必要时也允许按规定的尺寸加长图纸幅面,这些幅面尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出,如图 1-3 所示。

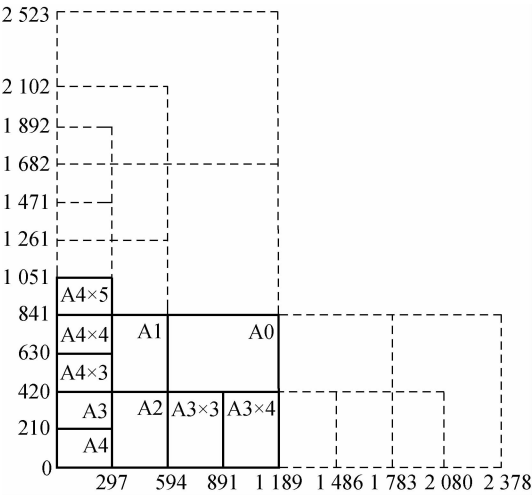


图 1-3 图纸幅面及加长幅面

2. 标题栏(GB/T 10609.1—2008)

每张图样的右下角须有标题栏,用以表达图样名称、图样代号、材料标记等详细信息。标题栏的格式、尺寸与内容如图 1-4 所示。

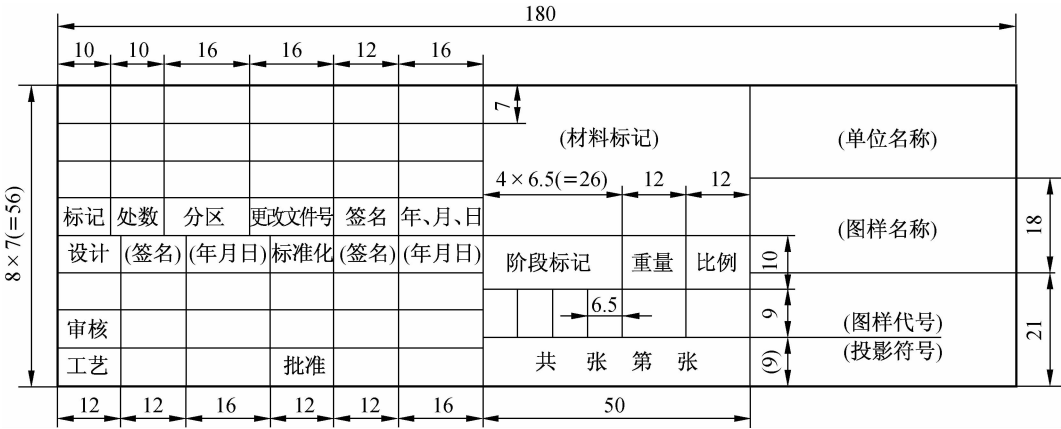


图 1-4 国家标准规定的标题栏

国家标准规定的标题栏各栏含义与填写内容及要求见表 1-2。

表 1-2 国家标准规定标题栏的填写内容及要求

区 域	栏 目	填写要求
更改区	标记	按要求或有关规定填写更改标记
	处数	同一标记所表示的更改数量
	分区	必要时,按照有关规定填写
	更改文件号	填写更改所依据的文件号
	签名和年、月、日	填写更改人的姓名和更改的时间

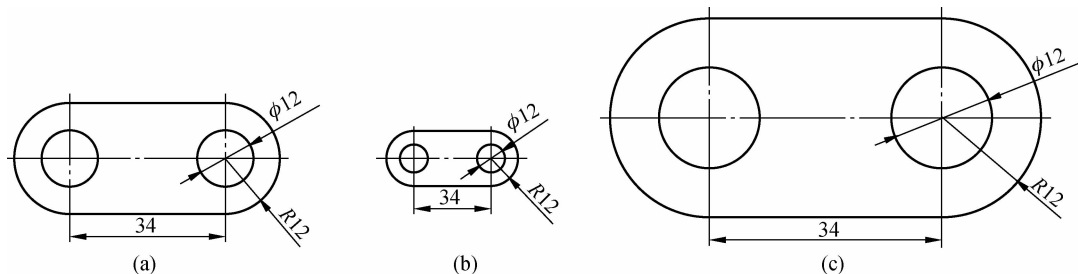


图 1-6 图样比例示意图

比例值不是任意选取的，一般应从国家标准规定的数值中选用适当的比例，具体见表 1-3。

表 1-3 比例系列

比例类型	比例值	
原值比例	1 : 1	
放大比例	优先使用	2 : 1 5 : 1 1 × 10 ⁿ : 1 2 × 10 ⁿ : 1 5 × 10 ⁿ : 1
	允许使用	2.5 : 1 4 : 1 2.5 × 10 ⁿ : 1 4 × 10 ⁿ : 1
缩小比例	优先使用	1 : 2 1 : 5 1 : 10 1 : 2 × 10 ⁿ 1 : 5 × 10 ⁿ 1 : 1 × 10 ⁿ
	允许使用	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

注： n 为正整数。



小提示

选择比例的一般原则为：当表达对象的形状复杂程度和尺寸适中时，一般采用原值比例 1 : 1 绘制；当表达对象的尺寸较大时应采用缩小比例，但要保证复杂部位清晰可读；当表达对象的尺寸较小时应采用放大比例，使各部位清晰可读；选择比例时，应结合幅面尺寸选择，综合考虑其最佳表达效果和图面的审美价值。

比例一般应标注在标题栏的比例栏中，必要时，可在视图名称的下方或右侧标注比例，如： $\frac{I}{2 : 1}$ 、 $\frac{A}{1 : 100}$ 、 $\frac{B-B}{2.5 : 1}$ 、平面图 1 : 100 等。

三、字体(GB/T 14691—1993)

图样上不仅要表达形体的图形，还需要用文字和数字来填写标题栏信息、尺寸标注及书写技术要求等，这些文字与数字在不同的场合必须遵循特定的规范，为此国家标准中对制图中的字体也作出了相应的标准要求。

1. 字体的一般要求

字体的一般要求有以下几点：

- (1) 总体要求为“字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐”。
- (2) 汉字应书写成长仿宋体，并采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。
- (3) 字体高度 h 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。如需书写更大的字体,字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体的号数指字体的高度。

(4)字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 d 为字体高度 h 的 $1/14$;B 型字体的笔画宽度 d 为字体高度 h 的 $1/10$ 。同一图样上,只允许选用一种形式的字体。

(5)斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。

(6)用作指数、分数、极限偏差等的数字与字母,一般应采用小一号的字体。

2. 字体示例

汉字示例(长仿宋体)如图 1-7 所示。



图 1-7 汉字示例

字母示例(A 型斜体)如图 1-8 所示。



图 1-8 字母示例

数字示例(A 型斜体)如图 1-9 所示。

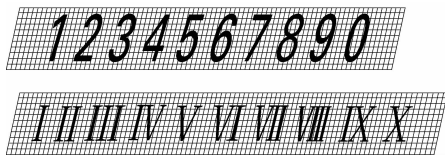


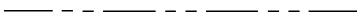
图 1-9 数字示例

四、图线(GB/T 4457.4—2002)

1. 基本线型

图线是起点和终点以任意方式连接的一种几何图形,它可以是直线或曲线、连续线或不连续线。国家标准 GB/T 4457.4—2002《机械制图 图样画法 图线》中规定了 15 种基本线型的名称、型式、结构、标记及画法规则等。此处列出了九种常用的线型及其用途,见表 1-4。图线绘制的基本要求是“线型分明、首尾均匀、线边光滑”。各种线型的综合应用实例如图 1-10 所示。

表 1-4 线型及其用途

名 称	线 型	线 宽	主要用途
粗实线		粗	可见轮廓线、可见棱边线、可见相贯线等
细实线		细	尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线、重合断面的轮廓、过滤线等
细点画线			轴线、孔系分布的中心线、对称中心线、分度圆(线)等
细虚线			不可见轮廓线、不可见棱边线
双折线			断裂处边界线、视图与剖视图的分界线
粗点画线		粗	限定范围表示线
细双点画线		细	相邻轴肋零件的轮廓线、可动零件的极限位置的轮廓线等
波浪线			断裂处边界线、视图与剖视图的分界线
粗虚线		粗	允许表面处理的表示线

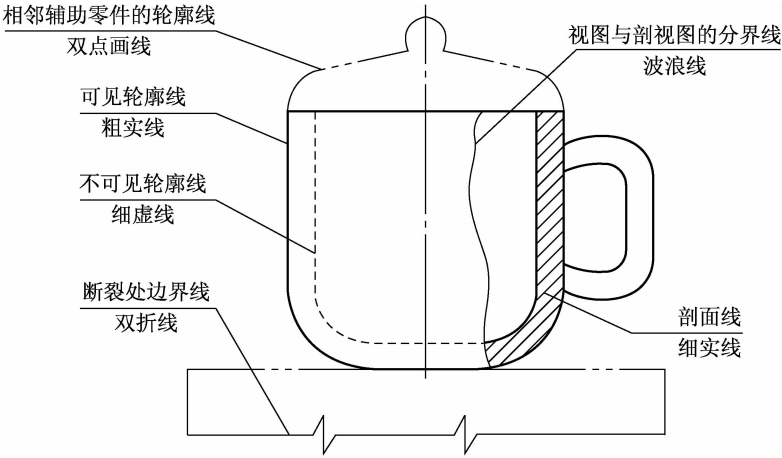


图 1-10 各种线型综合应用实例

2. 图线的宽度

图线分粗、细两种。粗线的宽度 b 可在 $0.5\sim 2\text{ mm}$ 选择,细线的宽度为 $b/2$ 。线宽的推荐组别为 0.25 mm 、 0.35 mm 、 0.5 mm 、 0.7 mm 、 1 mm 、 1.4 mm 、 2 mm 。不同线宽组别情况下绘制细实线与粗实线的对应关系见表 1-5。

表 1-5 不同线宽组别情况下绘制细实线与粗实线的对应关系 单位: mm

图线组别	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2
粗线宽度	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2
细线宽度	0.13	0.18	0.25	0.35	0.5	0.7	1

3. 图线画法注意要点

图线画法注意要点如下:

- (1)在同一图样中,同类线型的宽度应基本一致。
- (2)虚线以及各种点画线相交时应恰当地相交于线,而不应相交于点或间隙。
- (3)点画线与双点画线两端应是线段而非短画,画对称中心线及回转中心线时,中心线应超出图形轮廓 2~5 mm。
- (4)当所绘制的图形太小时,其中心线用点画线绘制比较困难时,可用细实线代替点画线。
- (5)绘制剖面线时,除非另有规定,两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7 mm。
- (6)当两种或两种以上图线重叠时,应按可见轮廓线—不可见轮廓线—轴线和对称中心线—双点画线的顺序优先画出所需的图线。

五、尺寸标注(GB/T 4458.4—2003)

在图样中,除需要表达机件的结构形状外,还需要标注尺寸,以明确其各部分的具体尺寸,具体查阅国家标准 GB/T 4458.4—2003《机械制图 尺寸注法》。

1. 基本规则

尺寸标注的基本规则有以下几点:

- (1)机件的真实大小应以图样上所注尺寸数值为依据,与图形的大小及绘制的准确度无关。
- (2)图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸,以 mm(毫米)为单位时,不需标注单位的符号(或名称),如采用其他单位,则应注明相应的计量单位符号,如 cm(厘米)。
- (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,否则应另加说明。
- (4)机件的每一个尺寸,一般只标注一次,并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸组成

一个完整的尺寸,一般应由尺寸数字、尺寸界线、尺寸线和尺寸终端组成,如图 1-11 所示。

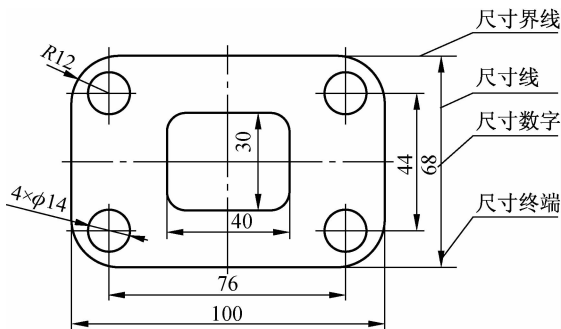


图 1-11 尺寸组成

1) 尺寸界线

尺寸界线表示尺寸的度量范围,一般用细实线绘制,并应从图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出,也可用轮廓线、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,并各超过尺寸线 3~4 mm,必要时允许倾斜,但两尺寸线必须相互平行,如图 1-12

所示。

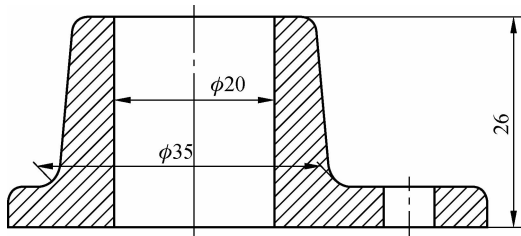


图 1-12 尺寸界线

2) 尺寸线

尺寸线表示尺寸度量的方向,用细实线绘制,同方向尺寸线之间距离应均匀,间隔约 7~10 mm,尺寸线不能用图样上其他图线来代替,也不能与其他图线重合或画在其延长线上。尺寸线不能相互交叉,而且要避免与尺寸界线交叉。

3) 尺寸终端

尺寸终端有箭头和斜线两种形式,现分别介绍如下:

箭头的形式如图 1-13(a)所示,适用于各种类型的图样,图中 d 表示粗实线宽度。当尺寸线太短没有足够的位置画箭头时,允许将箭头画在尺寸线外边;尺寸终端采用箭头形式时,标注连续的小尺寸可以用圆点代替箭头,如图 1-14 所示。

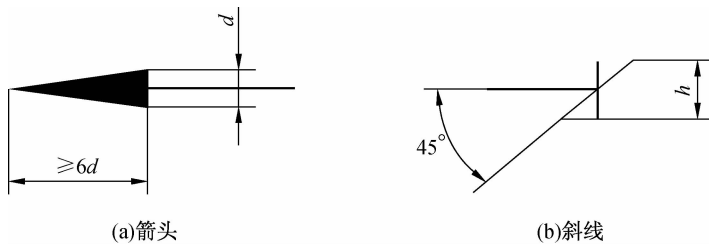


图 1-13 尺寸终端

斜线用细实线绘制,其倾斜方向、角度、高度及画法如图 1-13(b)所示,其中 h 表示字体的高度。当尺寸终端采用斜线形式时,尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。同一张图样中,除圆、圆弧、角度外,其尺寸标注应采用一种尺寸终端的形式。

4) 尺寸数字

尺寸数字用来标注机件的实际尺寸大小,一般注写在尺寸线的上方,也允许注写在尺寸线的中断处。在特殊情况下,还可以采用引出线进行注写。在同一张图样中,应尽量采用注写在尺寸线上方的形式进行注写。

3. 常用尺寸标注的方法示例及注意事项

常用尺寸标注方法示例及注意事项见表 1-6。

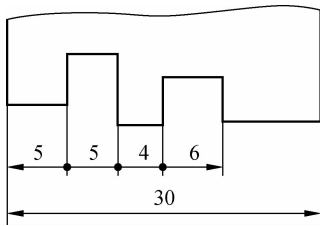


图 1-14 用小圆点代替箭头

表 1-6 常用尺寸标注方法示例及注意事项

项 目	标注方法及注意事项	标注示例
尺寸数字	线性尺寸的尺寸数字应按图(a)所示的方向填写,注在尺寸线的上方或中断处,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)或图(c)的形式标注	
	数字不可与任何图线重合,当不可避免时,必须把图线断开	
尺寸线	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尺寸线使用	
	标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行	
尺寸界线	尺寸界线用细实线绘制,也可以用轮廓线(见图 a)或中心线(见图 b)作尺寸界线	
	尺寸界线应与尺寸线垂直,必要时,可倾斜画出 在光滑过渡处标注尺寸时,必须用细实线将轮廓线延长,从它们的切点引出尺寸界线	

续表

项 目	标注方法及注意事项	标注示例
直径与半径	标注直径尺寸,在数字前应加注符号 ϕ 。标注半径尺寸,在数字前应加注 R	
	当圆弧半径过大或在图纸范围内无法标出其圆心位置时,可按图(a)的形式标出。若不需要标出其圆心位置时,可按图(b)的形式标出	
	标注球面的直径或半径时,应在 ϕ 或 R 的前面加注 S	
狭小部位	在没有足够的位置画箭头或写尺寸数字时,可将其中之一布置在外面	
	当位置更小时,箭头和数字都可布置在外面	
	几个小尺寸连续标注时,中间的箭头可用圆点或斜线代替	
角度	角度的尺寸界线应沿径向引出,尺寸线应画成圆弧,圆心是角的顶点,尺寸终端为箭头	
	角度尺寸数字应一律水平书写,一般注在尺寸线中断处;必要时也可注在尺寸线附近	

知识二 绘图工具和仪器的使用方法

“工欲善其事,必先利其器”,正确、熟练地使用绘图工具是保证绘图速度和质量的前提。常用的绘图工具包括铅笔、图板、丁字尺、三角板、圆规、分规和曲线板等。

一、图板与丁字尺

1. 图板

图板的作用是用来铺放和固定图纸的。图板一般由胶合板制成,四周镶有硬木边。图板的工作表面必须平坦、光洁,左右导边必须光滑、平直。图板一般总是与丁字尺配合使用的,如图 1-15 所示。

2. 丁字尺

丁字尺的作用主要是绘制水平线,以及与三角板配合使用绘制竖直线及斜线。丁字尺一般用木材或有机玻璃等制成,由尺头和尺身两部分垂直相交构成丁字形。丁字尺的尺头内边缘为丁字尺导边,尺身的上边缘为工作边,尺头和尺身都要求平直光滑,见图 1-15。

如图 1-16 所示,使用丁字尺画水平线时,可用左手握住尺头推动丁字尺沿左面的导边上下滑动;待移到要画水平线的位置后,用左手使尺头内侧导边靠紧图板左侧导边,把丁字尺调整到准确的位置,随即将左手移到画线部位将尺身压住,以免画线时丁字尺位置变动。然后用右手执笔沿尺身工作边自左向右画线,笔尖应紧靠尺身,笔杆略向右倾斜。

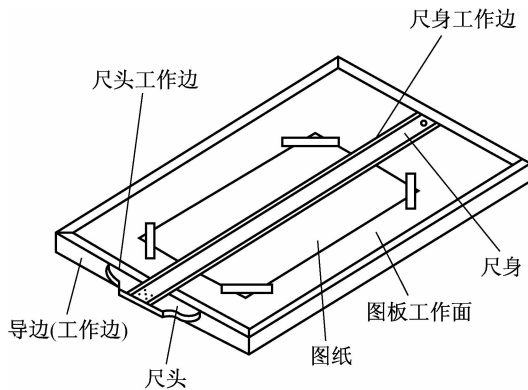


图 1-15 图板与丁字尺

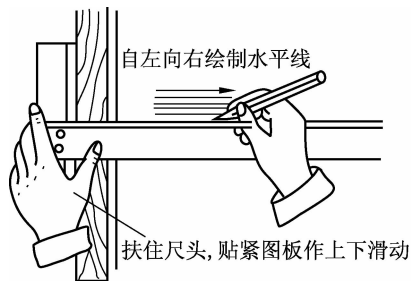


图 1-16 丁字尺绘制水平线

二、三角板

一副三角板由两块板组成,分别为 45° 角和 $30^\circ/60^\circ$ 角。两块三角板组合或各自与丁字尺相配合,可绘制水平、竖直及各种特殊角度的直线,如图 1-17 所示。

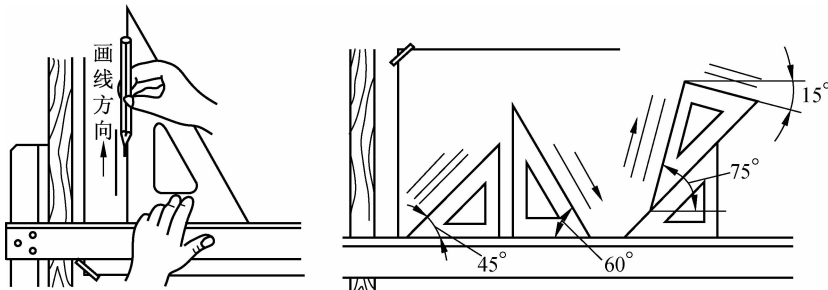


图 1-17 三角板和丁字尺配合绘制竖直线与各种角度直线

三、铅笔

铅笔的铅芯可分为软芯与硬芯两种,分别用字母 B 与 H 来表示。字母 B 前的数字越大表示铅芯越软,所绘制的线条色度颜色越深;字母 H 前数字越大表示铅芯越硬,所绘制的线条深度越淡;HB 型介于两者之间。

如图 1-18 所示,铅笔一般可削磨成圆锥状头部和四棱柱状头部两种,分别用来绘制细实线和粗实线。画图时通常用 H 和 2H 铅笔画底稿,用 B 或 HB 铅笔加粗加深全图,书写文字时一般用 HB 铅笔。

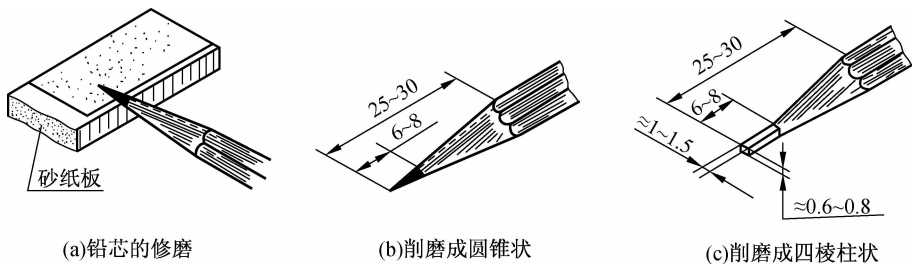


图 1-18 铅笔的削磨方法

四、圆规与分规

1. 圆规

圆规是用来画圆与圆弧的工具。圆规的一脚上装有带台阶的小钢针,用来定圆心,并可防止针孔扩大;另一脚上安装铅芯画图。画圆时,应尽量使钢针和铅芯都垂直于纸面,钢针的台阶与笔尖应平齐,如图 1-19 所示。

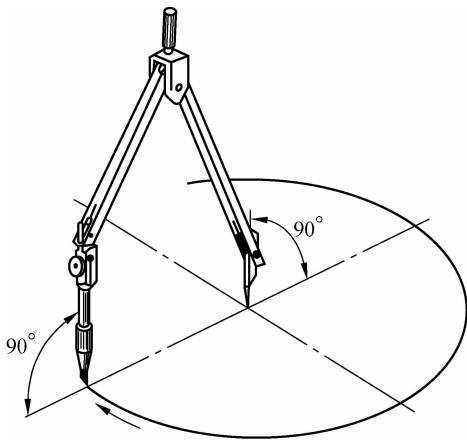


图 1-19 圆规的用法

2. 分规

分规是在作图过程中用来等分线段或量取尺寸的工具。分规的两脚端部均为固定的钢针,当两脚合拢时,两尖应合并成一点。分规的使用方法如图 1-20 所示。

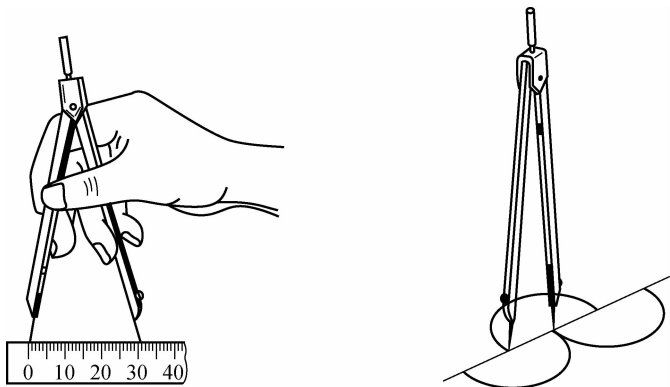


图 1-20 分规的用法

五、曲线板

曲线板是用来绘制非圆曲线的常用工具,如图 1-21 所示。作图时,先找出曲线上的若干点,然后选择曲线板上曲率合适的部分,由曲线一端开始,使曲线板边缘与三个以上的点相吻合,然后用铅笔沿曲线板边缘画出吻合段中的一段曲线,并留一余留段,以使曲线连接光滑;然后,按上述方法沿曲线重复操作,直至画完整段曲线。注意从画第二段曲线起,吻合段必须包含一小段已画曲线,才能保证整段曲线的光滑连接。

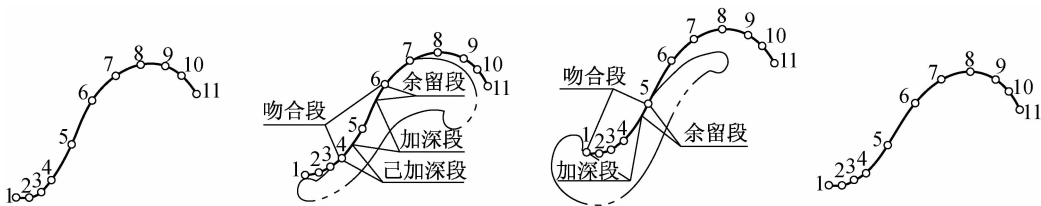


图 1-21 曲线板及其使用

知识三 几何作图

任何平面图形都可以看作是由一些简单几何图形组成的。几何作图就是依据给定条件,准确绘出预定的几何图形。常用的几何作图有等分线段、等分圆周、斜度与锥度、圆弧连接、椭圆和平面曲线等,下面分别予以介绍。

一、等分线段

将任意长度的一条线段作任意等分,通常有两种方法,分别为试分法与平行线法。首先介绍试分法,如图 1-22 所示,以线段 AB 四等分为例。先目测分规两针间距为所分线段的 $1/4$,从线段一端 A 点开始,使两针尖交替画弧试分直到 C 点(有可能超出点 B),再根据剩余或超出的距离调整两针尖距,再进行重复试分,直到等分为止。

如图 1-23 所示是用平行线法等分线段的示例。现要求将线段 AB 五等分(见图 1-23a);过端点 A 作任意一条辅助线,并用分规将该辅助线采用适当的任意间隔五等分(见图 1-23b);将 B 点与辅助线的最后一个等分点相连,连续作该线的平行线与线段 AB 相交,则交点即为所求的等分点(见图 1-23c)。

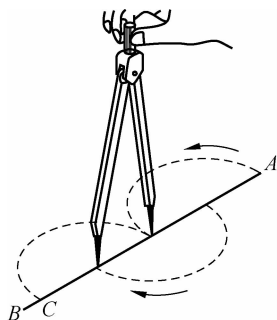


图 1-22 用试分法等分线段

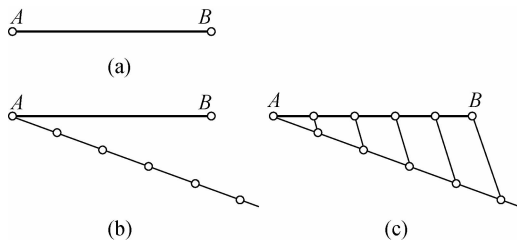


图 1-23 用平行线法等分线段

二、等分圆周及作正多边形

1. 三等分圆周及作正三角形

三等分圆周及作正三角形的方法如图 1-24 所示。已知圆周,先使 $30^\circ/60^\circ$ 三角板的长直角边通过圆周直径 AB ,以丁字尺工作边导向短直角边进行平移,用三角板的斜边过点 A 作线,交已知圆周于“1”点;反转三角板,用同样方法在对称方向作斜线交已知圆周于另一点“2”点,则 A 、“1”及“2”点为已知圆周的三等分点,连接以上三点,即得已知圆周的內接正三角形。

2. 五等分圆周及作正五边形

五等分圆周及作正五边形的方法如图 1-25 所示。已知圆周,首先求作半径 OM 的中点 O_1 ,以 O_1 为圆心、 O_1A 为半径自 A 点作弧,与 MN 交于点 O_2 ;再以 A 点为圆心、 O_2A 弦长为半径左、右作弧,分别交已知圆周于 B 、 E 两点;再分别以 B 、 E 点为圆心、 AE 弦长为半径作弧,交已知圆周于 C 、 D 两点。 A 、 B 、 C 、 D 、 E 点为已知圆周的五等分点,依次连接所得的五等分点,即得已知圆周的內接正五边形。

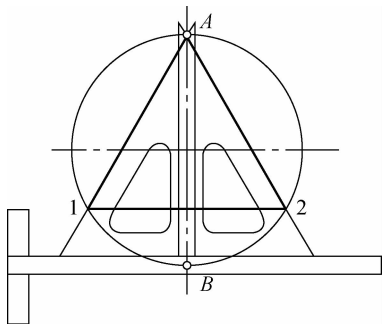


图 1-24 三等分圆周及作正三角形

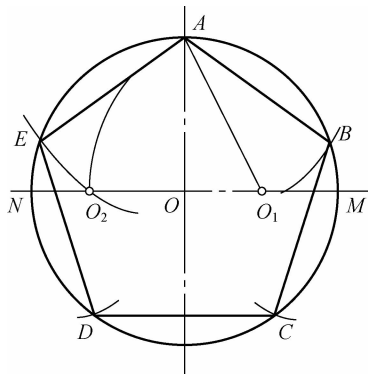
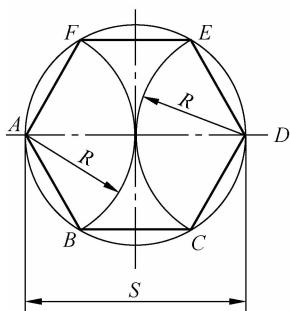


图 1-25 五等分圆周及作正五边形

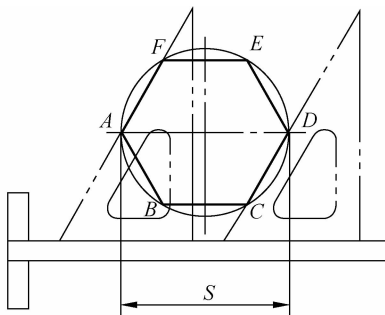
3. 六等分圆周及作正六边形

求作六等分点及正六边形的方法通常有两种,分别如图 1-26(a)、(b)所示。第一种方法是用圆规求作的。图 1-26(a)中,以已知圆周与任意直径的两个交点 A 、 D 为圆心,以已知圆周的半径为半径,分别向上、下方向作弧,与已知圆周交于四点 B 、 C 、 E 、 F ,则 A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 即为所求已知圆周的六等分点,依次连接该六点则为已知圆周的內接正六边形。

第二种方法是用丁字尺与三角板相互配合来求作的。图 1-26(b)中,保证丁字尺水平工作状态,将 $30^\circ/60^\circ$ 三角板的短直角边与丁字尺的水平工作边接触平齐,以丁字尺为导向,沿三角板斜边分别过已知圆周与直径的交点 A 、 D 画直线,与已知圆周分别交于 F 、 C 两点;将三角板进行反转,采用同样方法沿三角板斜边画直线,与已知圆周分别交于 B 、 E 两点。 A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 点即为所求已知圆周的六等分点,将六点依次相连则为已知圆周的內接正六边形。



(a)用圆规求作



(b)用丁字尺与三角板求作

图 1-26 六等分圆周及作正六边形

4. 任意等分圆周及作正多边形

如图 1-27 所示,求作已知圆周的 正 n 边形。首先将直径 AK 用前述方法进行 n 等分;再以 K 点为圆心、 AK 为半径画弧,与直径 PQ 的延长线交于 M 、 N 两点;然后再将 M 或 N 点与已求的 n 等分点分别相连并延长,与已知圆周交于 B 、 C 、 D 、 E 、 F 、 G 等点。这些点以及 A 点即为已知圆周的 n 等分点,将这 n 个点依次相连,即为已知圆周的內接正 n 边形。

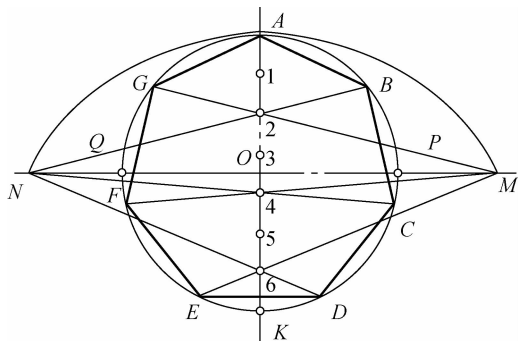


图 1-27 任意等分圆周及作正多边形

三、斜度与锥度

1. 斜度

斜度是指一直线(或平面)相对于另一条直线(或平面)的倾斜程度,其大小用这两条直线(或平面)的夹角的正切值来表示,如图 1-28(a)所示。

$$\text{斜度} = \tan \alpha = \frac{BC}{AB} = \frac{H}{L} (\alpha \text{ 为倾斜角度})$$

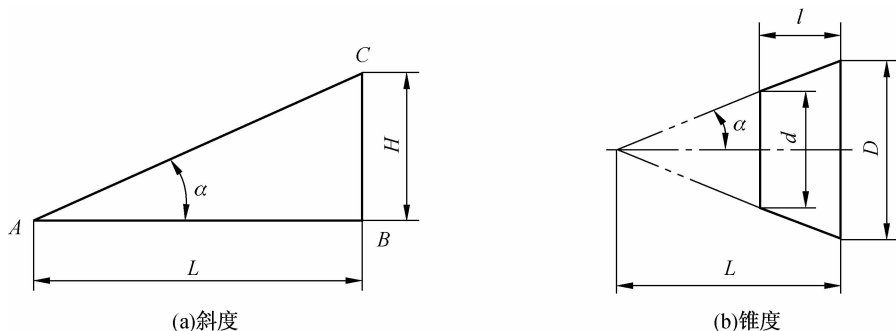


图 1-28 斜度与锥度

斜度的画法与标注如图 1-29 所示。在图 1-29(a)中,首先利用临时辅助线求作图样所要求的 1:6 斜度值;然后在图 1-29(b)中作已求斜度的平行线即为图样上实际的斜度轮廓线;最后在图 1-29(c)中擦去多余的辅助线,对图样加以修饰,并进行相应的标注。

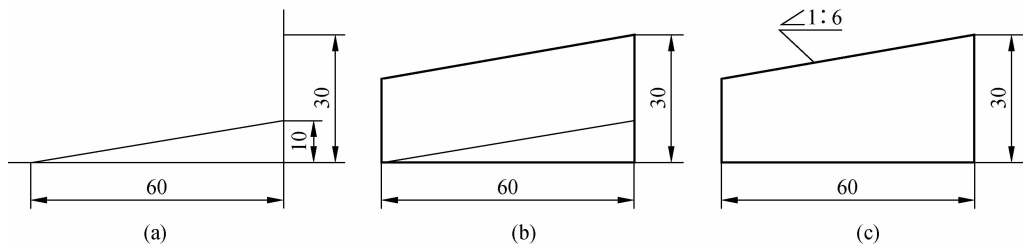


图 1-29 斜度的画法与标注



小提示

标注时,在斜度值前加符号“ $\angle$ ”,且符号的方向应与斜度的方向一致。标注时,在锥度值前加符号“ $\triangleleft$ ”,该符号应配置在基准线上,表示圆锥的图形符号和锥度应靠近圆锥轮廓标注,基准线应与圆锥的轴线平行,符号的方向应与锥度的方向一致。

2. 锥度

锥度是指正圆锥体底圆直径与锥高之比。如果是圆锥台则是上下底圆直径之差与锥台高度之比,如图 1-28(b)所示。

$$\text{锥度} = 2 \tan \alpha = \frac{D}{L} = \frac{D-d}{l} (\alpha \text{ 为圆锥半角})$$

锥度的画法与标注如图 1-30 所示。在图 1-30(a)中,首先利用临时辅助线求作图样所

要求的 1:3 的锥度值;然后在图 1-30(b)中作已求斜度的平行线即为图样上实际的锥度轮廓线;最后在图 1-30(c)中擦去多余的辅助线,对图样加以修饰,并进行相应的标注。

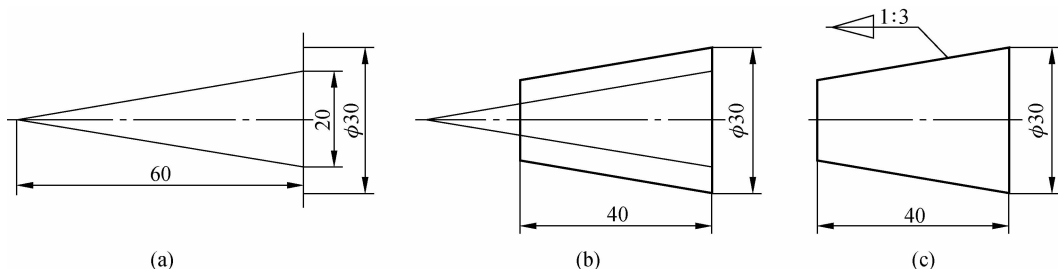


图 1-30 锥度的画法与标注

四、圆弧连接

画零件的投影轮廓时,常会遇到用圆弧光滑连接另外两个已知线段(直线或圆弧)的作图。这里的光滑连接,在几何里就是相切的作图问题,连接点就是切点。在圆弧连接中起连接作用的圆弧 R 称为连接圆弧。

圆弧连接作图的要点就是根据已知条件准确地定出连接圆弧 R 的圆心及切点。制图中常见的圆弧连接类型如图 1-31 所示,下面分别予以介绍。

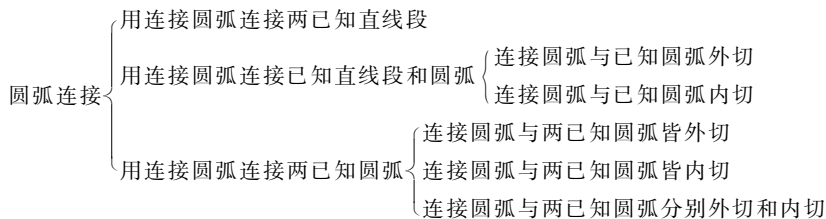


图 1-31 圆弧连接的种类

1. 用连接圆弧连接两已知直线段

已知条件为两条待连接的直线段及连接圆弧的半径 R , 要求用连接圆弧连接两直线段。连接方法为: 分别向角内侧作两条直线段间距为 R 的平行线, 交于点 O , 点 O 即为连接圆弧的圆心; 过点 O 分别作两条直线段的垂线, 垂足 A 、 B 即为连接圆弧与两条待连直线段的切点; 以 O 点为圆心、连接圆弧的半径 R 为半径作弧, 与两条直线分别切于 A 、 B 点; 整理图线, 完成连接, 如图 1-32 所示。

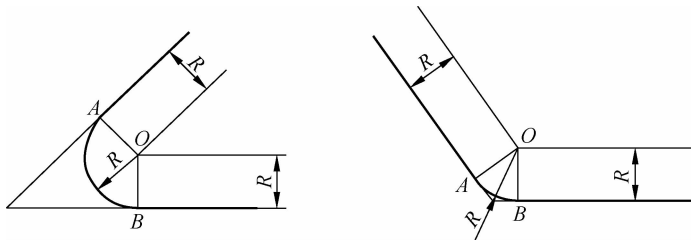
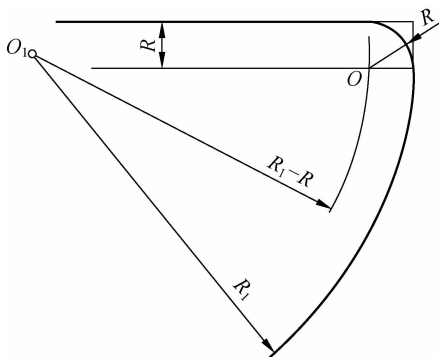


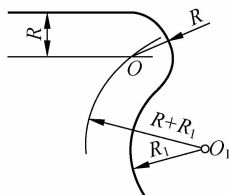
图 1-32 用连接圆弧连接两已知直线

2. 用连接圆弧连接直线段和圆弧

这种圆弧连接有两种情形,一种是连接圆弧与已知圆弧内切的情形,如图 1-33(a)所示;另一种是连接圆弧与已知圆弧外切的情形,如图 1-33(b)所示。首先介绍第一种情形,已知条件为待连接一条直线段与圆弧及连接圆弧的半径 R ,要求用连接圆弧连接,连接方法为:向直线段内侧作间距为 R 的平行线;再以已知圆弧的圆心 O_1 为圆心、 $R_1 - R$ 为半径作弧,与上述所求平行线交于点 O ,点 O 即为连接圆弧的圆心;以 O 点为圆心、连接圆弧的半径 R 为半径作弧,分别与已知直线段和已知圆弧相切,即可求得连接圆弧;整理图线,完成连接。第二种情形的连接圆弧与第一种情形类似,只是在以已知圆弧的圆心 O_1 为圆心作弧时,其半径为 $R + R_1$ 。



(a)与已知圆弧内切



(b)与已知圆弧外切

图 1-33 用连接圆弧连接已知直线和圆弧

3. 用连接圆弧连接两已知圆弧

1) 连接圆弧与已知圆弧皆外切

已知条件为两条待连接的圆弧,其圆心分别为 O_1 、 O_2 ,半径分别为 R_1 、 R_2 ,连接圆弧的半径 R ,要求用连接圆弧连接两已知圆弧且与两已知圆弧外切。连接方法为:分别以已知圆弧的圆心 O_1 、 O_2 为圆心、 $R_1 + R$ 、 $R_2 + R$ 为半径作弧,两者交于点 O ,点 O 即为连接圆弧的圆心;以 O 点为圆心、已知连接圆弧的半径 R 为半径作弧,分别与两已知圆弧相外切,即得所求连接圆弧;整理图线,完成作图,如图 1-34 所示。

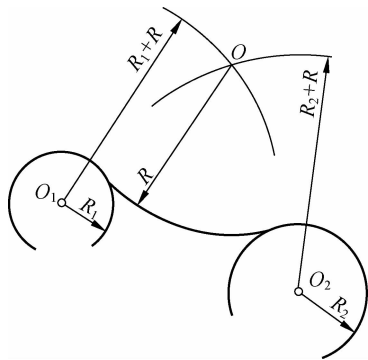


图 1-34 连接圆弧与已知圆弧皆外切

2) 连接圆弧与已知圆弧皆内切

已知条件为两条待连接的圆弧,其圆心分别为 O_1 、 O_2 ,半径分别为 R_1 、 R_2 ,连接圆弧的半径 R ,要求用连接圆弧连接两已知圆弧,且与两已知圆弧皆内切。连接方法为:分别以已知圆弧的圆心 O_1 、 O_2 为圆心、 $R - R_1$ 、 $R - R_2$ 为半径作弧,两者交于点 O ,点 O 即为连接圆弧的圆心;以 O 点为圆心、已知连接圆弧的半径 R 为半径作

弧,分别与两已知圆弧相内切,即得所求连接圆弧;整理图线,完成作图,如图 1-35 所示。

3) 连接圆弧与已知圆弧分别内切和外切

已知条件为两条待连接的圆弧,其圆心分别为 O_1 、 O_2 ,半径分别为 R_1 、 R_2 ,连接圆弧的半径 R ,要求用连接圆弧连接两已知圆弧,且与两已知圆弧分别内切和外切。连接方法为:分别以已知圆弧的圆心 O_1 、 O_2 为圆心, $R-R_1$ 、 $R+R_2$ 为半径作弧,两者交于点 O ,点 O 即为连接圆弧的圆心;以 O 点为圆心、已知连接圆弧的半径 R 为半径作弧,分别与两已知圆弧相内切和外切,即得所求连接圆弧;整理图线,完成作图,如图 1-36 所示。

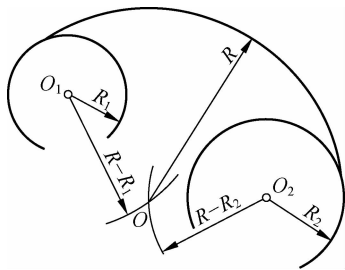


图 1-35 连接圆弧与已知圆弧皆内切

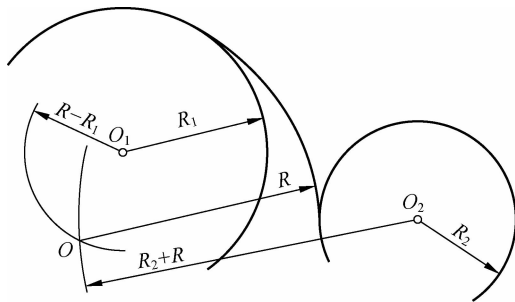


图 1-36 连接圆弧与已知圆弧分别内切和外切

五、椭圆的画法

1. 椭圆的精确画法(同心圆法)

已知条件为椭圆的长轴与短轴,要求绘制椭圆,作图过程如图 1-37 所示。以椭圆长半轴及短半轴为半径画圆,见图 1-37(a);过中心 O 作直线,分别与两圆相交,由各射线与大圆的交点画垂直线,与小圆交点画水平线,它们的交点即为椭圆线上的点,见图 1-37(b);正确使用曲线板将这些点逐段连接成椭圆,见图 1-37(c)。

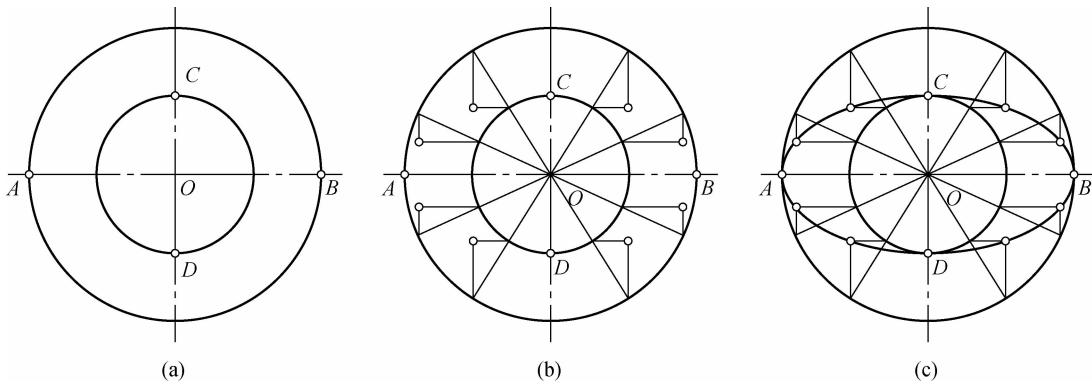


图 1-37 同心圆法绘制椭圆

2. 椭圆近似画法(四心圆法)

椭圆的一种近似画法如图 1-38 所示,是用四段圆弧光滑连接来得到近似椭圆的,称为四心圆法。已知椭圆半轴 OA 、 OB 、 OC 、 OD ,首先连接 AC ,以点 O 为圆心、 OA 为半径作圆弧,与短轴 CD 的延长线交于点 E ,再以点 C 为圆心、 CE 为半径作圆弧,与 AC 交于点 F ,作 AF 的中垂线交长轴于点 O_1 ,交短轴于点 O_2 ;找出 O_1 、 O_2 的对称点 O_3 、 O_4 ,连接 O_1O_2 、 O_2O_3 、 O_4O_1 、 O_4O_3 并延长,以点 O_2 、 O_4 为圆心、 O_2C 为半径作大圆弧,以点 O_1 、 O_3 为圆心、 O_1A 为半径作小圆弧;点 K 、 L 、 M 、 N 为大小圆弧的切点,即得四心扁圆,近似表示椭圆。

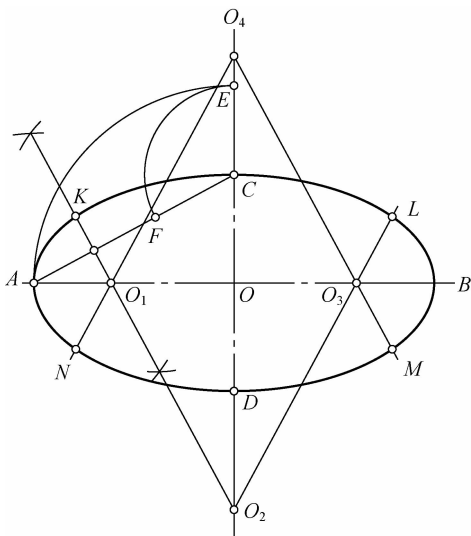


图 1-38 四心圆法绘制椭圆

知识四 平面图形的分析和绘图步骤

平面图形一般由多个封闭的图形组成,而每个封闭图形一般又由若干线段组成,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。根据图中给定的尺寸对构成图形的各类线段进行分析,明确其形状、大小和线段之间的关系,是确定正确的作图方法和步骤的前提条件。

一、平面图形的尺寸分析

平面图形中的尺寸,根据其表达作用的不同,可分为定形尺寸与定位尺寸两类。

1. 定形尺寸

定形尺寸是指平面图形中确定各部分大小的尺寸,例如线段长度、圆的直径、圆弧半径及角度大小等。如图 1-39 所示的 $\phi 5$ 、 $\phi 20$ 、15、85、 $R10$ 、 $R12$ 、 $R15$ 、 $R50$ 都属于定形尺寸。

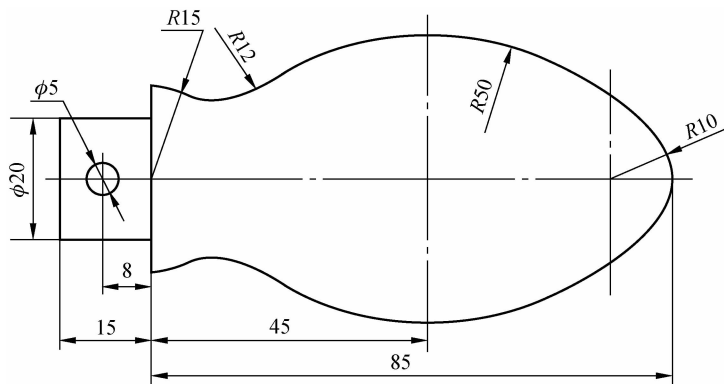


图 1-39 手柄平面图

2. 定位尺寸

定位尺寸是指平面图形中确定各部分之间相对位置的尺寸。一般地,平面图形中每个部分要标出两个方向的定位尺寸,即只有得到两个方向的尺寸才能确定此部分在平面图形中的准确相对位置。图 1-39 中的 8、45、85 都属于定位尺寸。



小提示

有些尺寸既属于定形尺寸,也属于定位尺寸,图 1-39 中的尺寸 85,既是确定手柄长度的定形尺寸,也属于能确定 R10 与 R15 两段相对位置的定位尺寸。

3. 尺寸基准

标注尺寸的起点称为尺寸基准。定位尺寸通常是以图形的对称线或中心线、图形的底边或边线等作为尺寸基准。平面图形一般至少在水平和垂直方向各有一个尺寸基准。图 1-39 中平面图形的水平方向基准为 R15 的竖直直径,垂直方向基准为对称中心线。

二、平面图形的线段分析

平面图形中,根据线段所给定位尺寸的齐全与否,可以把线段分成三类:已知线段、中间线段和连接线段。

1. 已知线段

凡具有定形尺寸和两个定位尺寸,能直接画出的线段称为已知线段,图 1-39 中的 $\phi 5$ 、 $\phi 20$ 、R10、R15 所标注的线段。

2. 中间线段

只有定形尺寸和一个定位尺寸的线段称为中间线段。虽然中间线段的另一个定位尺寸没有明显标出,但可以借助与其相邻线段中的一个连接关系求得。图 1-39 中标注的 R50 圆弧,只标出其水平方向的定位尺寸 45,这时还不能确定其圆心位置,但显然该线段与其相邻的 R10 线段是内切关系,因此以 R10 弧的圆心为圆心、以其半径之差为半径作弧,即可求得 R50 的圆心,从而作出该中间线段。

3. 连接线段

只有定形尺寸,而无定位尺寸的线段称为连接线段。图 1-39 中的 R12 标注的圆弧,只

给出其定形尺寸,而无定位尺寸,因此该圆弧即为连接线段。为画出该线段,可借助与其相邻的两段圆弧采用前述圆弧连接的画法求得。

三、平面图形的绘制及示例

1. 平面图形绘制的一般步骤

平面图形绘制的一般步骤如下:

(1)分析所绘平面图形,以弄清哪些是已知线段,哪些是中间线段与连接线段,明了图形各部分的尺寸大小。

(2)根据图形大小选择比例及图纸幅面。

(3)固定图纸,画出基准线。

(4)用较硬的铅笔打底稿,按照已知线段、中间线段与连接线段的顺序依次画出各线段。

(5)按国家标准要求描深图线并检查。

(6)标注尺寸,完成书写技术要求、填写标题栏等工作,完成作图。

2. 平面图形绘制示例

下面通过绘制如图 1-40 所示示例来实际体会一下平面图形绘制的主要步骤,如图 1-41 所示。

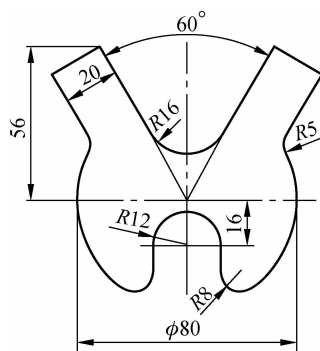


图 1-40 平面图形绘制示例

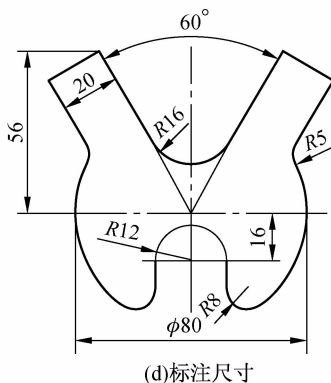
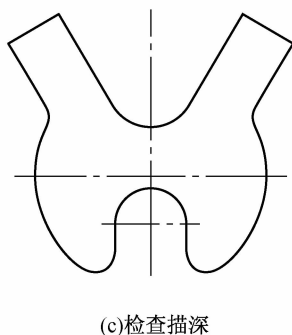
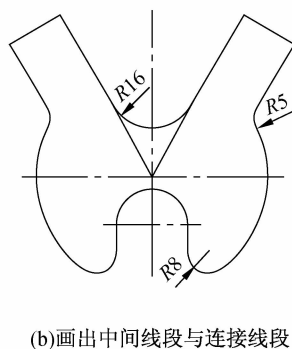
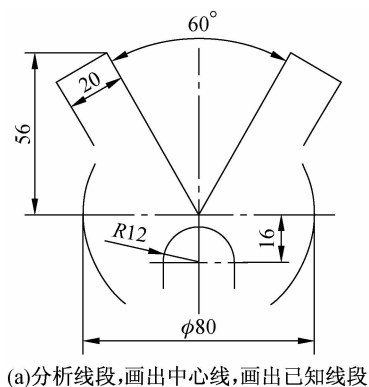


图 1-41 平面图形的绘制步骤

3. 检查与描深

手工绘图时,绘图的质量有时往往决定于图线的检查与描深,有必要在此专门加以说明,检查描深的一般步骤如下:

- (1)对底稿进行一次彻底检查和清理,擦去不需要的作图线。
- (2)先加深图样中的圆与圆弧。
- (3)用丁字尺与三角板按照水平线、垂直线、倾斜线的顺序加深图样中的粗实线。
- (4)描深中心线、剖面线。
- (5)标注尺寸。
- (6)填写标题栏,书写技术要求等,完成绘图。



小提示

另外,在绘图的过程中还要注意描深时应用力均匀,要尽量保证在同一张图样上的同种线型浓淡一致;为确保图面整洁,要尽量避免三角板等绘图工具在已加深的图线上反复移动等。

四、平面图形的尺寸标注

1. 平面图形尺寸标注注意要点

平面图形尺寸标注应注意以下要点:

- (1)标注尺寸之前必须先分析清楚图中哪些尺寸需要标注,哪些尺寸不需要标注。
- (2)各种结构的尺寸标注要正确,即符合 GB/T 4458.4—2003。
- (3)图中所有定形尺寸与定位尺寸不能重复标注,更不能有遗漏的情况。
- (4)图中尺寸标注总体须做到合理、清晰的要求。

2. 平面图形尺寸标注步骤

平面图形的尺寸标注步骤如图 1-42 所示。

(1)分析图形,确定基准。因为示例中的图形在两个方向都是对称的,因此选择两个方向的对称中心线作为尺寸基准。

(2)标注定形尺寸。由于该图是对称图形,因此相同结构的定形尺寸只标注一次即可。图中 $R6$ 、 $4 \times \phi 6$ 、 $R14$ 、 $R30$ 、48、80 都属于定形尺寸。

(3)标注定位尺寸。图 1-42 中 13、30、40、68 都属于定位尺寸。

(4)检查。最后要检查所标注的尺寸有没有重复、遗漏与不合理的情况,完成标注。

3. 常见平面图形尺寸标注示例

常见平面图形尺寸标注示例如图 1-43 所示。

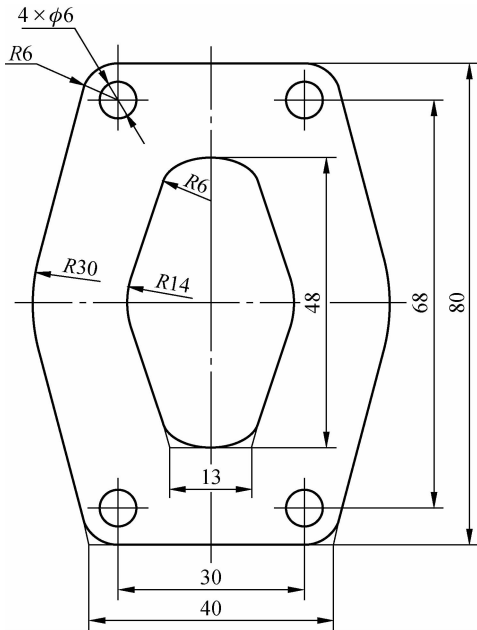
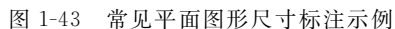


图 1-42 垫片的尺寸标注



知识五 徒手绘制草图的方法

徒手绘图就是不借助绘图工具,用目测形状及大小徒手绘制的图样。在机器测绘、技术交流、现场参观等场合,受现场条件的制约与机动性要求,经常需要徒手绘图来进行工程记录、表达技术思想等。因此徒手绘图是一名合格工程技术人员必备的一项基本技能。

一、徒手绘图的基本要求和动作要领

徒手绘图时,应事先准备好铅笔、方格纸(或白纸)及橡皮等工具,一般选择铅芯较软的HB或2B铅笔,铅芯磨成圆锥状。

1. 徒手绘图的基本要求

徒手绘图的基本要求如下:

- (1)画线要稳,图线要清晰。
- (2)目测尺寸尽量符合实际尺寸,各部分比例选取适当。
- (3)绘图速度要快。
- (4)标注尺寸尽可能准确、清晰,字迹尽可能工整。

2. 徒手绘图的动作要领

徒手绘图的动作要领如下:

- (1)徒手绘图时,手握笔的位置要比用仪器绘图时较高些,以利于运笔和观察目标。
- (2)运笔时,小手指及手腕不宜紧贴纸面,力求自然用力。
- (3)绘制短线时用手腕用力,绘制长线时用前臂动作。
- (4)在两点之间画长线,目光要注视线段的终点,轻轻移动手臂沿要画的线段方向画至终点。

二、徒手绘图的基本技能

1. 直线的画法

1)画直线

画水平线时,先在图纸的左右两边,根据所画线段的长短定出其两端点,注视终点,自左向右水平移动,小手指轻轻滑过纸面,以控制直线的平直,画至终点。画垂直线时,先在图纸的上下两边,根据所画线段的长短定出其两端点,由上而下用手腕沿垂直方向轻轻移动,画至终点,如图1-44所示。

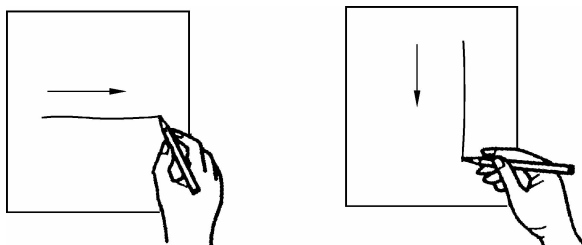


图 1-44 徒手画直线

2) 画斜线

画斜线时,首先目测线段长短,定出两 endpoints;若画向右的倾斜线,则自左向右用手腕沿倾斜方向朝斜上方轻轻移动,画至终点;若画向左的倾斜线,则自左向右用手腕沿倾斜方向朝斜下方轻轻移动,画至终点,如图 1-45 所示。

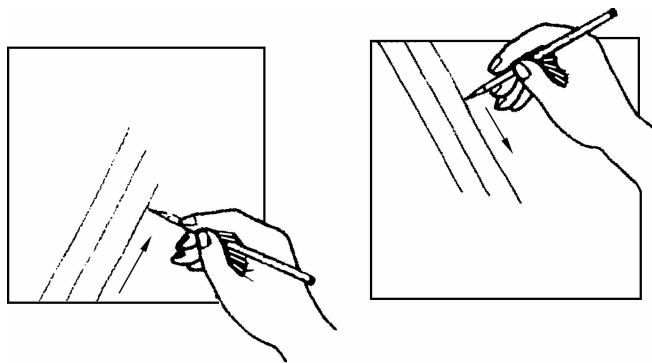


图 1-45 徒手画斜线

2. 圆的画法

画圆时,应首先定圆心位置,过圆心画出对称中心线,再过中心点画出与水平线成 45° 角的斜线;在对称线及斜交线上距圆心等于半径处截取八个点;过八个点画圆即可,如图 1-46 所示。

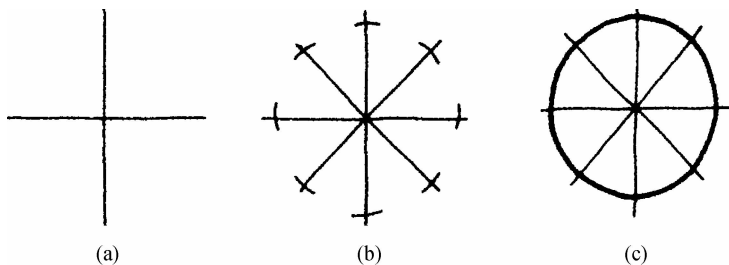


图 1-46 徒手画圆

3. 常用角度的画法

画常用角度时,可根据它们的斜率,用近似比值画出,如图 1-47 所示。

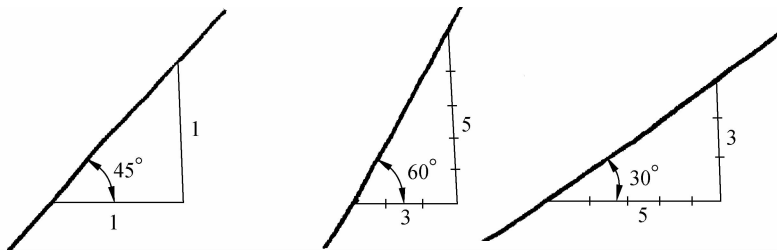


图 1-47 徒手画角度

**思考题**

1. 同一张图样中相同线型的线宽是否可以不一致？国家标准规定同一张图样中的细实线与粗实线的线宽之间有没有换算关系？
2. 点画线的表达用途是什么？在绘制点画线时有哪些注意事项？
3. 虚线、波浪线、双点画线与双折线的表达用途分别是什么？
4. 尺寸标注中的尺寸终端有几种？分别在什么时候使用？能否在同一张图样中出现不同类型的尺寸终端？
5. 用连接圆弧连接两已知线段时通常有哪几种情况？简述其连接方法。
6. 在几何绘图的知识点中，我们介绍了六等分圆周及绘制圆的内接正六边形的方法，能否想出一种利用绘图的方法求作已知圆周的外切正六边形的方法呢？
7. 平面图形中的线段类型有哪些？其绘制步骤如何？平面图形绘制时如何进行线段分析？
8. 平面图形中的尺寸标注有哪些类型？分别有什么作用？
9. 平面图形绘制的一般步骤是什么？

单元二

正投影法及三视图



知识目标

- 了解投影的概念和投影法的分类；
- 掌握正投影法的基本特性和附加特性；
- 掌握三面投影体系的建立和三视图的形成过程；
- 熟练掌握三视图的投影规律。



技能目标

- 彻底理解投影规律中的“宽相等”，并熟练运用在画图中；
- 具备对立体表面几何元素进行投影分析的能力。



相关知识

投影法是在平面(图纸)上表达空间形体的基本方法,它广泛应用于机械图样中。

知识一 正投影法概述

一、投影和投影法

物体在阳光等光线的照射下,就会在地面或墙壁上产生影子,这种现象称为投影。投射线通过物体,向选定的面投影,并在该面投影上得到图形的方法称为投影法。要形成一个投影,需要有三个基本构成元素,分别为光源(投射线)、物体与投影面,称为投影的三要素,如图 2-1 所示。

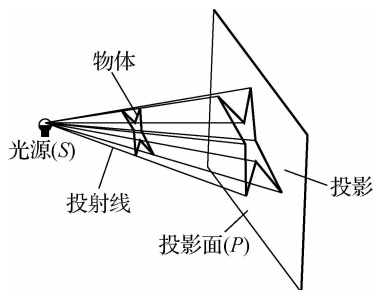


图 2-1 投影的形成

二、投影法的分类

投影法的基本分类如图 2-2 所示。

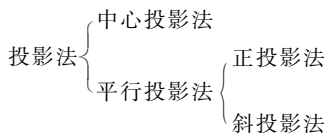


图 2-2 投影法的基本分类

1. 中心投影法

如图 2-3 所示,若投射光源与点光源或投射射线汇交于一点,这样的投影法称为中心投影法。

2. 平行投影法

若将中心投影法中的投影中心 S 移至无穷远处,则所有的投射射线就都相互平行了。用相互平行的投射射线,在投影面上作出物体投影的方法叫做平行投影法,如图 2-4 所示。显然,相对于中心投影法,平行投影法更能反映物体轮廓的真实大小。

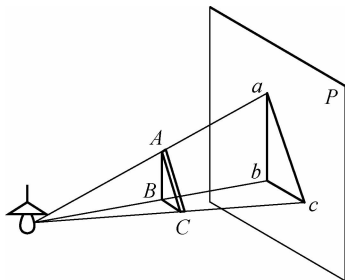


图 2-3 中心投影法

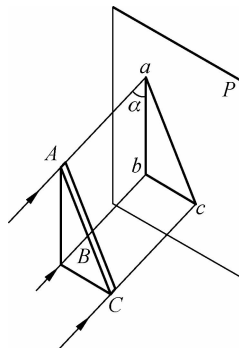


图 2-4 平行投影法

根据投射射线与投射面是否垂直,平行投影法又分为正投影法与斜投影法两种。

1) 正投影法

投射射线与投射面垂直的平行投影法,如图 2-5(a)所示。

2) 斜投影法

投射射线与投射面倾斜的平行投影法,如图 2-5(b)所示。

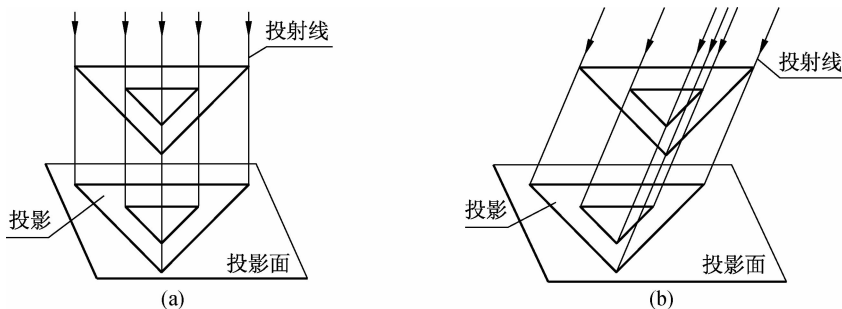


图 2-5 平行投影法的分类



小提示

当空间的平面图形平行于投影面时,用正投影法得到的正投影将具有反映该平面图形的真实大小和形状的特性,而且这种特性不会随平面图形与投影面间距离的改变而改变,而且作图也比较方便,因此正投影法在机械制图中得到广泛应用。

三、正投影法的基本特性

正投影法之所以在机械制图中能得到广泛应用,是由正投影法的一系列特性所决定的。

其中类似性、真实性与积聚性是正投影法的基本特性。

1. 类似性

正投影法的类似性是投影形状与实际表达物体形状相类似的特性,即一般情况下直线的投影仍为直线、平面的投影仍为平面,多边形的投影仍为相同边数的多边形等。如图 2-6 所示,直线 AB 的正投影仍为直线 ab ,三边形 ABC 的正投影仍为三边形 abc 。

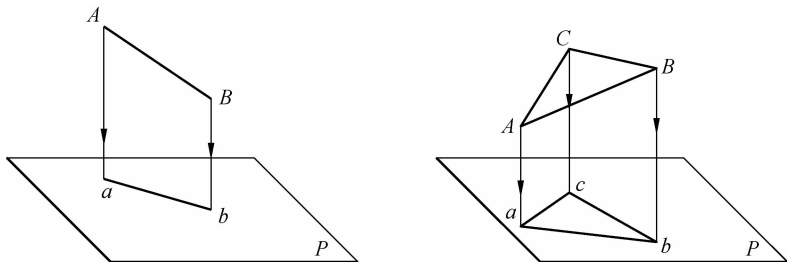


图 2-6 正投影法的类似性

2. 真实性

正投影法的真实性就是当投影物体与投影面平行时,其投影能够反映其真实形状的特性。比如直线段的投影能够反映其真实长度,平面的投影能够反映其实形等。如图 2-7 所示,空间直线 AB 与空间平面 ABC 分别与投影面 P 平行,则其正投影 ab 与 abc 分别反映了它们的实形。

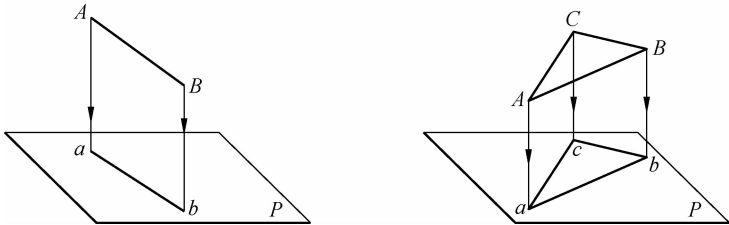


图 2-7 正投影法的真实性

3. 积聚性

正投影法的积聚性就是当直线与平面或投影面垂直时,其投影分别在投影面上积聚为一个点或一条直线。如图 2-8 所示,空间直线 AB 与空间平面 ABC 分别垂直于投影面 P ,则它们在投影面 P 上的正投影分别积聚成一个点和一条直线。

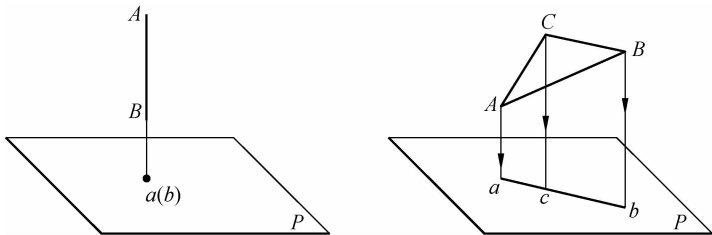


图 2-8 正投影法的积聚性

四、正投影法的附加特性

平行性、从属性与定比性是由类似性、真实性与积聚性这些基本特性延伸出来的附加特性。

1. 平行性

正投影法的平行性就是若两直线平行,则其投影仍相互平行或重合的特性。如图 2-9 所示,直线 AB 、 CD 在空间是相互平行的,根据几何特性,则过两直线的投射所形成的两平面 $ABba$ 与 $CDdc$ 必相互平行,故两平面与投影面 P 的交线 ab 与 cd 也必相互平行。

2. 从属性

正投影法的从属性就是若空间点在直线上,则点的投影也必然在该直线投影上的特性。如图 2-10 所示,空间点 M 属于直线 AB 上的点,则其投影 m 必然属于 AB 投影 ab 上的点。

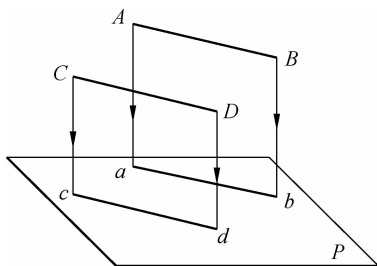


图 2-9 正投影的平行性

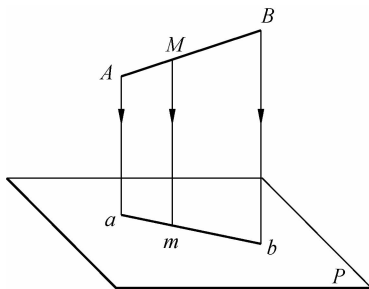


图 2-10 正投影的从属性与定比性

3. 定比性

正投影法的定比性就是空间直线上两线段之比等于其投影上对应两线段之比的特性。见图 2-10,直线段 AB 上 M 点将其分成 AM 、 MB 两段,它们长度的比值为 $AM : MB$,因 $Aa \parallel Mm \parallel Bb$,故易得 $AM : MB = am : mb$ 。

知识二 三视图的形成及其投影规律

一、三视图的形成

1. 三面投影体系的建立与展开

空间三维立体有长、宽、高三个坐标方向的尺寸,要表达立体的真实形状、大小,利用单一投影面投影是不够的。如图 2-11 所示,有三个立体工件,分别是在四棱柱的前方叠加三棱柱、挖切小四棱柱与叠加小四棱柱得到的,将它们向投影面 P 进行正投影,它们的投影形状及大小完全相同。

仅仅靠一个投影面上的投影不能表达立体是显而易见的,实际上,用两个投影面上的投影也不能完全表达立体的形状大小。如图 2-12 所示, P_1 与 P_2 面是相互正交的两个投影面,先将图中两个不同的立体分别向两个投影面上投影,却在两个投影面上分别得到完全一致

的投影图形,即两个投影面也不能完全反映立体的形状大小。

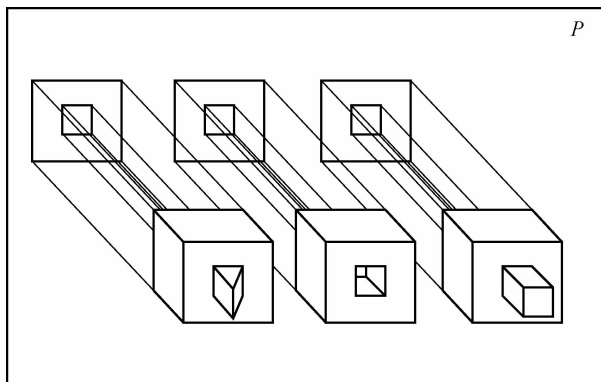


图 2-11 单一投影面不能完全表达实体的形状大小

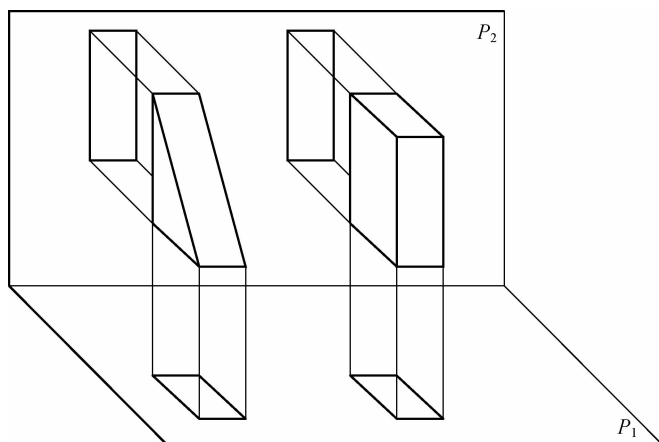


图 2-12 用两个投影面不能完全表达实体的形状大小

因此,在机械制图中,为了能够准确地反映物体的长、宽、高的形状及位置,通常用三面投影体系来表达物体的形状与大小,基本表达方法是三视图(三面投影图)。如图 2-13(a)所示,国家标准规定设立三个相互垂直的投影面,称为三面投影体系。

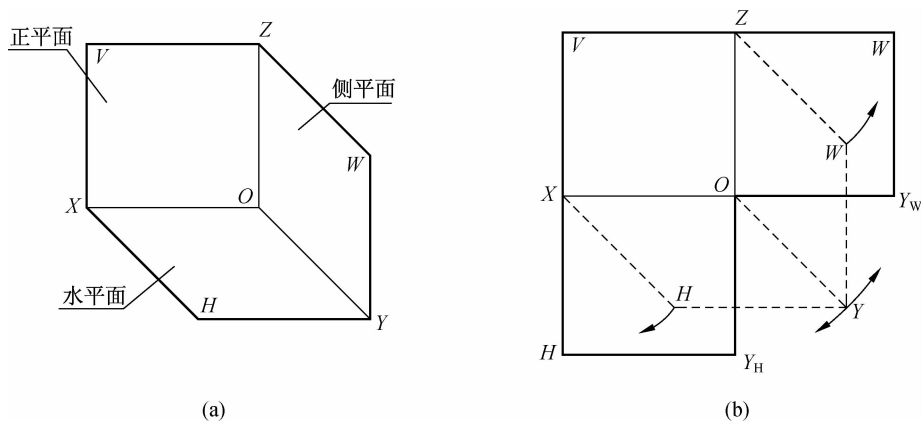


图 2-13 三面投影体系的建立与展开

1) 三个投影面

三面投影体系中有三个投影面,这三个投影面两两垂直相交。位于水平位置的投影面称为水平投影面,简称为水平面,用 H 表示;在观察者正前方的投影面称为正投影面,简称为正平面,用 V 表示;位于观察者右方的投影面称为侧投影面,简称为侧平面,用 W 表示。

2) 三条投影轴

三个投影面分别垂直相交于三条交线,称为三面投影体系的投影轴。其中水平面 H 与正平面 V 的交线称为 OX 投影轴;水平面 H 与侧平面 W 的交线称为 OY 投影轴;正平面 V 与侧平面 W 的交线称为 OZ 投影轴。

3) 一个原点

三条投影轴的交点 O 称为原点。

使正投影面 V 保持不动,水平投影面 H 向下旋转 90° ,侧投影面 W 向右旋转 90° ,这时 OY 轴一分为二,落在 H 面上的 OY 轴用 OY_H 注明,落在 W 面上的 OY 轴用 OY_W 注明,这样就得到展开后的三面投影体系,见图 2-13(b)。

2. 三视图的形成

如图 2-14 所示,将工件适当置于三面投影体系中,分别向下、向后、向右观察,并向三个投影面进行投影,再按照上述方法展开,就得到工件的三视图。这三个视图分别为:

主视图(正面投影)——从工件的前方向后投影,在 V 面上所得到的视图。

俯视图(水平投影)——从工件的上方向下投影,在 H 面上所得到的视图。

左视图(侧面投影)——从工件的左方向右投影,在 W 面上所得到的视图。

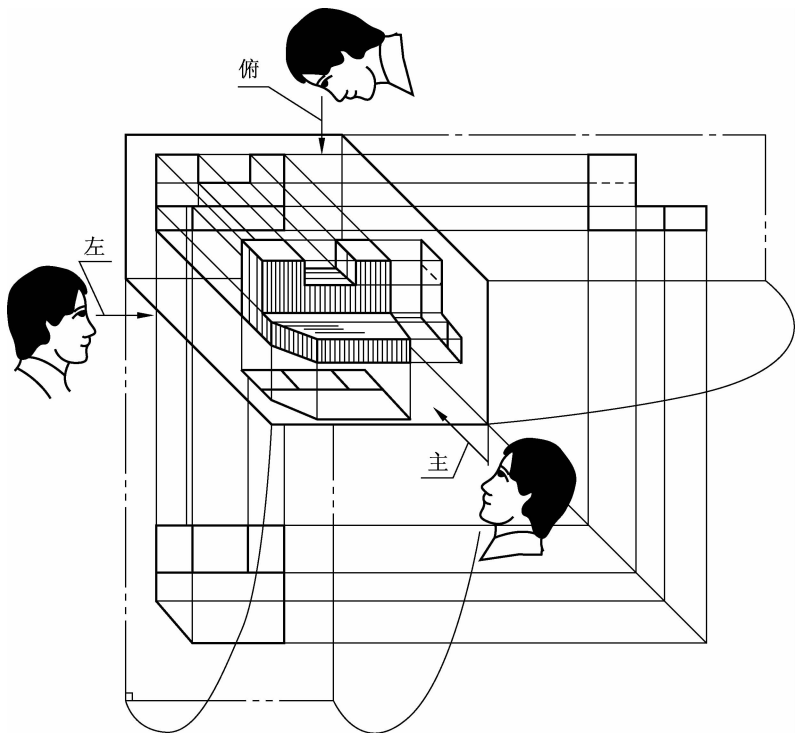


图 2-14 三视图的形成与展开

如图 2-15 所示为展开后工件的三视图。展开后三视图的排列位置是：以主视图为准，俯视图位于主视图的下方，左视图位于主视图的右方。这种配置关系不能随意改变，由于视图与投影面的大小无关，所以在画三视图时可不画出投影面的边界。三个视图之间的距离可根据需要确定，三条轴线也可以省去。

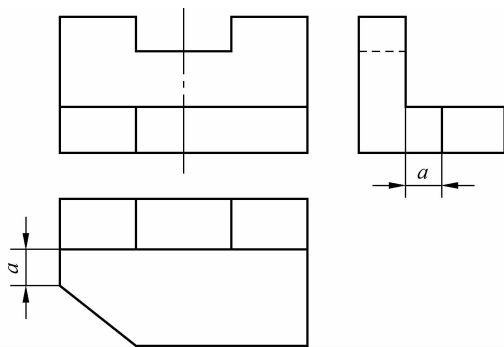


图 2-15 展开后的三视图

二、三视图的投影规律

1. 视图的方位关系

方位关系就是以主视图的投射方向来观察物体为准，看工件的上、下、左、右、前、后六个方位在三视图中的对应关系。如图 2-16 所示，主视图以 OX 轴为依托，反映了工件的左右关系和长度尺寸，以 OZ 轴为依托，反映了工件的上下关系和高度尺寸；俯视图以 OX 轴为依托，反映了工件的左右关系和长度尺寸，以 OY_H 轴为依托，反映了工件的前后关系和宽度尺寸；侧视图以 OY_W 轴为依托，反映了工件的前后关系和宽度尺寸，以 OZ 轴为依托，反映了工件的上下关系和高度尺寸。

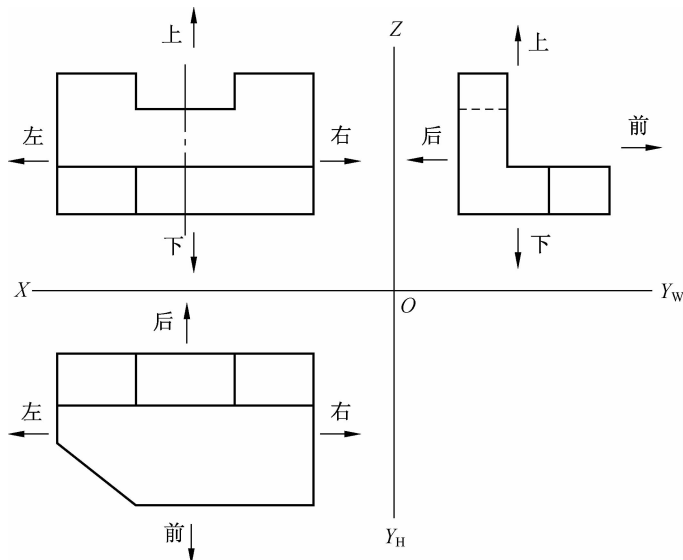


图 2-16 三视图的方位关系

2. 三视图的投影规律

如图 2-17 所示,根据三视图的位置关系可知,三视图之间存在如下投影规律:

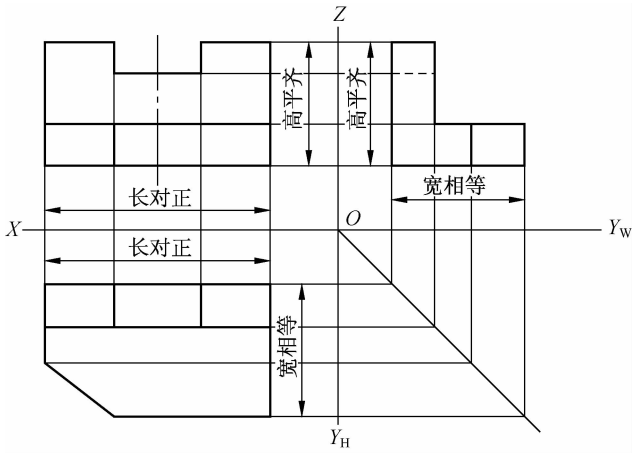


图 2-17 三视图的投影规律

- 主、俯视图长对正——主、俯两个视图对应部分左右方向长度相等,且两个视图需对正。
- 主、侧视图高平齐——主、侧两个视图对应部分上下方向高度相等,且两个视图需平齐。
- 俯、侧视图宽相等——俯、侧两个视图对应部分前后方向宽度相等。



小提示

以上投影规律通常称为三视图的“三等关系”,这是画图和看图的基本规则。

知识三 立体表面几何元素投影分析

立体是由平面、曲面包围而成的,而面是由无数条直线(或曲线)组合而成的,直线与曲线是由一系列的点构成的,因此,研究立体投影的基础与前提是研究点、线、面的问题。点、线和面统称为立体表面的几何元素。

一、点的投影

1. 点的三面投影

点的投影仍然是一个点。如图 2-18(a)所示,空间一点 A 分别向三个投影面作垂线(即正投影的投射射线),所得的三个垂足 a 、 a' 、 a'' 就是点 A 在 H 面、 V 面和 W 面上的投影。再将投影按照图 2-13(b)的方法进行展开即得点的三面投影图。在三面投影图中,为了绘制“宽相等”的关系,通常作一条与投影轴成 45° 的辅助线。三个投影及与该辅助线之间的连线统称为投影连线。几何元素的投影图中,通常不画投影面的边框,但应画出投影轴和投影连线如图 2-18(b)所示。

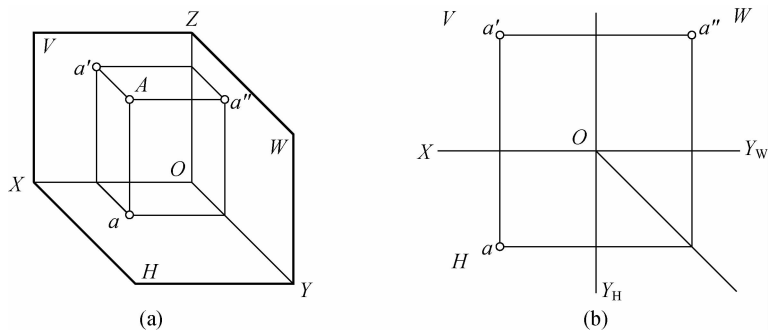


图 2-18 点的三面投影的形成



小提示

点的投影标记规定如下:空间点用大写字母 A 、 B 、 C 、 D ... 标记;空间点在 H 面上的投影用小写字母 a 、 b 、 c 、 d ... 标记;空间点在 V 面上的投影用相应的小写字母加“'”标记,如 a' 、 b' 、 c' 、 d' 等;空间点在 W 面上的投影用相应的小写字母加“''”标记,如 a'' 、 b'' 、 c'' 、 d'' 等。

H 面投影与 W 面投影“宽相等”的作图方法有三种,分别如图 2-19(a)、(b)、(c) 所示,通常选用图 2-19(a) 的 45° 角平分线法。几何元素的投影图中,通常应画出该辅助线。

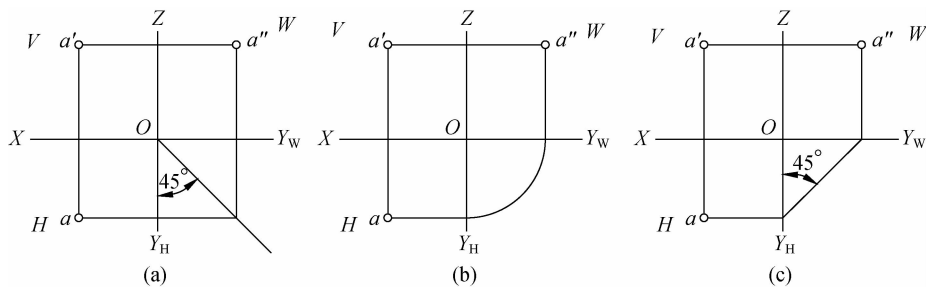


图 2-19 宽相等的作图法

2. 点的三面投影与坐标的关系

空间点的位置可以用三个坐标值 (x, y, z) 表示,如图 2-20(a) 所示。这些坐标值反映在点的三个投影中,就是点到投影轴的距离。如图 2-20(b) 所示为点 $A(x, y, z)$ 的三面投影图。

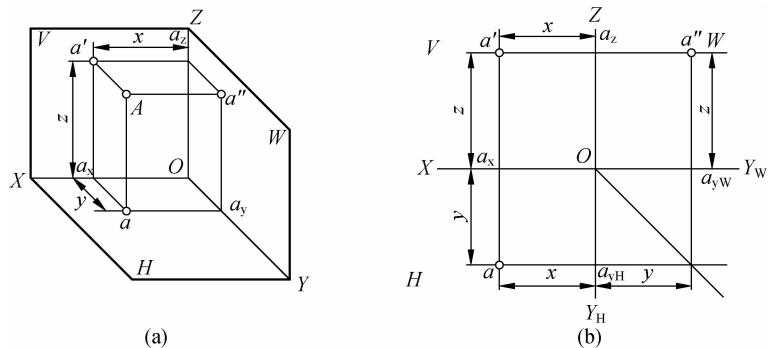


图 2-20 点的投影与坐标的关系

其中:

空间点 A 到 W 面的距离 $=x=a'a_z=aa_{y_H}$ 。

空间点 A 到 V 面的距离 $=y=aa_x=a''a_z$ 。

空间点 A 到 H 面的距离 $=z=a'a_x=a''a_{y_W}$ 。



小提示

利用坐标和投影的关系,可以画出已知坐标值的点的三面投影图,同样也可以根据已知点的三面投影图量出点的空间坐标值。

例 2-1 已知点 $A(10,25,20)$,求作点 A 的三面投影。

解 作图如图 2-21 所示。

3. 点的投影规律

点在三投影面体系中的投影规律:

(1)连影垂轴。即点的投影连线垂直于投影轴 $aa' \perp OX, a'a'' \perp OZ$ 。

(2)点的投影到投影轴的距离反映空间点到投影面的距离。即投影 a 到 OX 轴的距离反映了空间点 A 到 V 面的距离, a 到 OY_H 轴的距离反映了点 A 到 W 面的距离; a' 到 OX 轴的距离反映了点 A 到 H 面的距离, a' 到 OZ 轴的距离反映了点 A 到 W 面的距离; a'' 到 OY_W 轴的距离反映了点 A 到 H 面的距离, a'' 到 OZ 轴的距离反映了点 A 到 V 面的距离。

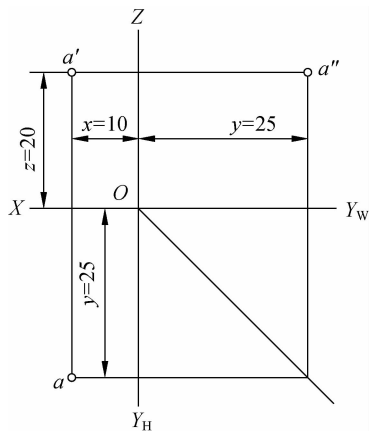


图 2-21 根据点的坐标求三面投影

根据以上规律可知,已知点的两面投影即可得到空间点距三个投影面的距离,即可得到点的空间坐标 (x, y, z) 。因此,已知点的两面投影可求得其第三面投影。

例 2-2 如图 2-22(a)所示,已知 A, B 两点的两面投影,分别求作其第三面投影。

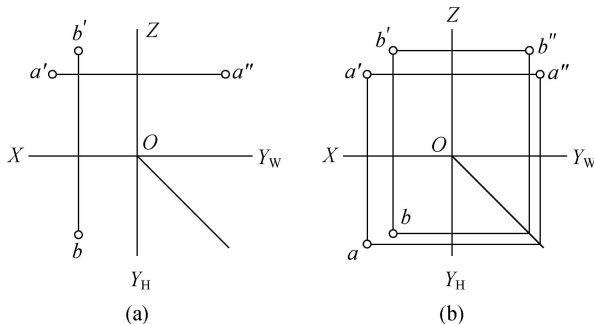


图 2-22 已知两面投影求作第三面投影

解 作图如图 2-22(b)所示,以 A 点为例说明求作其第三面投影的过程:先过 a' 作垂直于 OX 轴的连影线;过 a'' 作垂直于 OY_W 轴的垂线,与 45° 辅助线交于一点;过该交点作垂直于 OY_H 轴的垂线,与过 a' 所作的连影线交于一点,即为所求 A 点的 H 面投影 a 。

4. 两点的相对位置与重影点

1) 两点的相对位置关系

空间两点在三投影体系中的相对位置,由空间点到三个投影面的距离(即坐标关系)来确定。



小提示

X 坐标值确定左、右相对位置关系, X 值大者在左边, X 值小者在右边; Y 坐标确定前、后相对位置, Y 值大者在前边, Y 值小者在后边; Z 坐标确定上、下相对位置, Z 值大者在上边, Z 值小者在下边。

如图 2-23 所示, A 点在 B 点的左、上、后方, B 点在 A 点的右、下、前方。

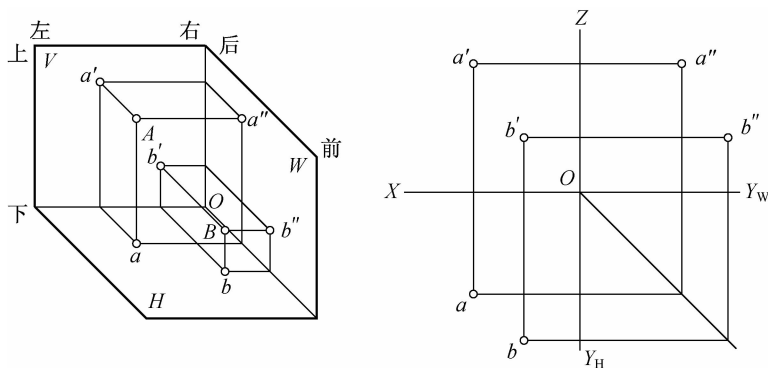


图 2-23 点的相对位置

2) 重影点

当空间两点处于同一投射线上时,它们在与该投射线垂直的投影面上的投影将相互重合,这样的投影称之为重影点。重影点必然有两个坐标值是相等的,而另外一个坐标值不同。

如图 2-24 所示, A 、 B 两点的 x 、 z 坐标值相等,而 y 坐标值不相等,它们同时向 V 面进行投影时,其投影将相互重合,即 $a'(b')$ 为一对重影点。

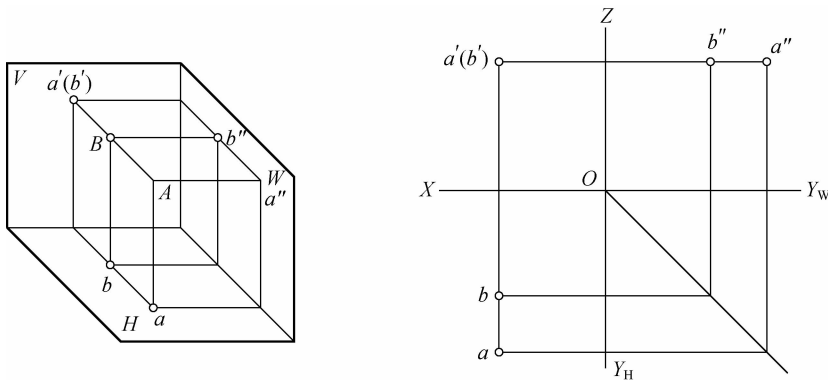


图 2-24 重影点

两点在某一投影面上的投影重合后,即产生了可见性的问题。在某投影面上重影的两

点中,距离该投影面较远的点为可见的,而距离该投影面较近的点为不可见的;或比较两点在该投影面内所不能够反映的那一个坐标值的大小,坐标值大者为可见,坐标值小者为不可见。图 2-24 中, A 、 B 两点在 V 面上的投影 $a'(b')$ 为一对重影点,因为 A 点较 B 点距 V 面远,因此 a' 可见, b' 不可见。一般把不可见的投影加一括弧,如 (b') 。

5. 投影面与投影轴上的点

如图 2-25 所示,在投影面上的点,其投影有一个坐标为零,在投影面上的投影与该点重合,在相邻投影面上的投影分别在相应的投影轴上。

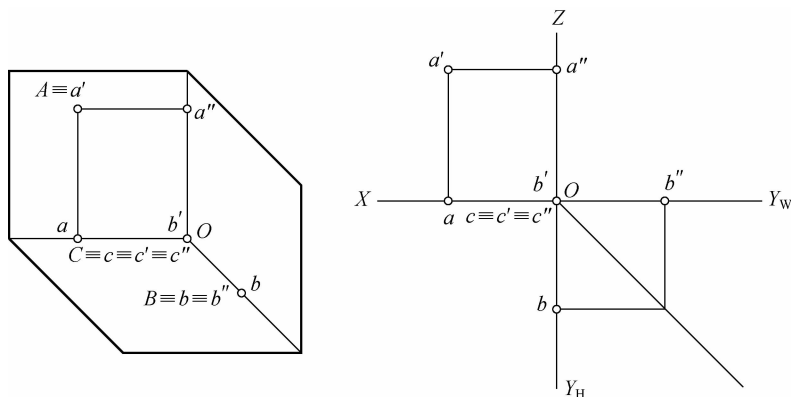


图 2-25 特殊位置的点

在投影轴上的点,其投影有两个坐标为零,在这条轴上的两个投影面中的投影都与该点重合,在另一投影面上的投影与原点 O 重合。



小提示

需要特别强调的是,虽然这些特殊位置的点有时其两个(或三个)投影面的点会重合为一点,但对这些投影点进行注明时,属于不同投影面的投影点一般应分别注在相应的投影面内。

二、直线的投影

直线段是工件相邻平面的交线,它们的投影是零件视图轮廓的重要组成部分。实际上,直线由两点决定,直线的投影由线上两点的投影决定,因此直线的投影问题仍可归结为点的投影问题。

1. 直线对单个投影面的投影特性

直线对其单一投影面有三种相对位置关系,分别为垂直、平行与倾斜。

1) 积聚性

如图 2-26(a)所示,当直线段 AB 与投影面相垂直时,直线上所有的点在投影面上重合为一点,投影的这种性质称为积聚性。

2) 真实性

如图 2-26(b)所示,当直线段 AB 与投影面相平行时,直线段在投影面上反映为一条与其长度相等的直线段 ab ($AB=ab$),投影的这种性质称为真实性。

3) 类似性

如图 2-26(c) 所示, 当直线段 AB 与投影面相倾斜, 成一角度 α 时, 直线段在投影面上反映为一条比原长度缩短的直线段 $ab (ab < AB)$, 投影的这种性质称为类似性。

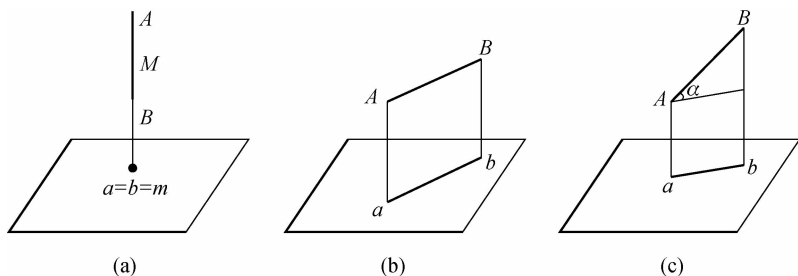


图 2-26 直线在单个投影面中的投影

2. 直线三面投影的形成

空间任意一条直线由该直线上的两点确定。如图 2-27(a) 所示, 分别作空间直线 AB 的两端点 A 、 B 点在三个投影面上的投影, 将 A 、 B 两点的同名投影分别相连 (所谓同名投影就是立体表面几何元素在同一个投影面内的投影), 则得到直线 AB 在三个投影面内的投影。展开后的直线三面投影如图 2-27(b) 所示。

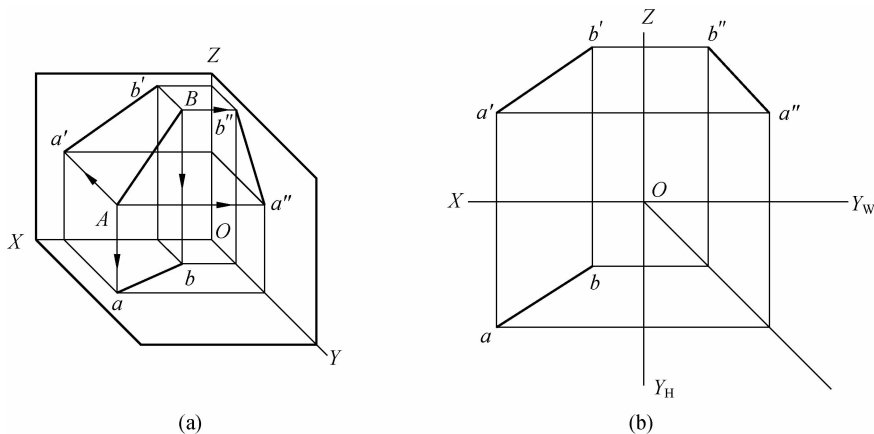


图 2-27 直线投影的形成

3. 各种位置直线的投影特性

1) 投影面垂直线

垂直于一个投影面 (同时平行于另外两个投影面) 的直线称为投影面的垂直线。垂直于水平面 H 时称为铅垂线; 垂直于正平面 V 时称为正垂线; 垂直于侧平面 W 时称为侧垂线。

投影面垂直线的投影特性为: 在与其垂直的投影面上, 垂直线积聚为一点; 在另外两个投影面上的投影反映直线段的实长且垂直于某一投影轴, 见表 2-1。

表 2-1 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			
投影图			
投影特性	①水平投影积聚为一点； ②其他两个投影反映实长，且分别垂直于OX轴与OY _W 轴	①正面投影积聚为一点； ②其他两个投影反映实长，且分别垂直于OX轴与OZ轴	①侧面投影积聚为一点； ②其他两个投影反映实长，且分别垂直于OZ轴与OY _H 轴

2)投影面平行线

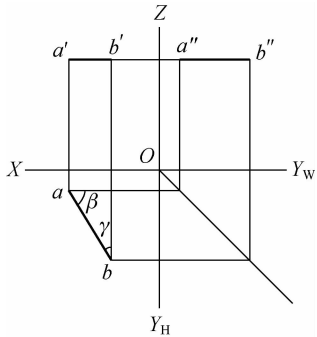
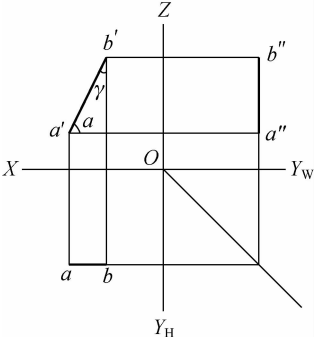
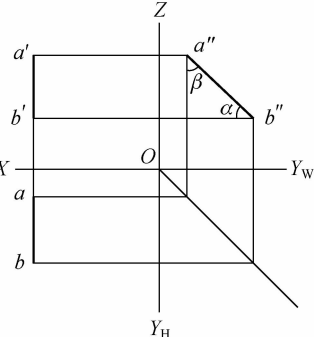
平行于一个投影面且与另外两个投影面相倾斜的直线称为投影面的平行线。平行于水平面 H 时称为水平线；平行于正平面 V 时称为正平线；平行于侧平面 W 时称为侧平线。

投影面平行线的投影特性为：在与其平行的投影面上反映直线段实长，且反映与另外两个投影面倾角的大小；在另外两个投影面上的投影是较空间缩短了直线段，且平行于投影轴，见表 2-2。

表 2-2 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	①水平投影反映实长,且反映与正投影面的夹角 β,与侧投影面的夹角 γ; ②其他两个投影处于水平位置,分别平行于 OX 轴与 OY_W 轴	①正面投影反映实长,且反映与水平投影面的夹角 α,与侧投影面的夹角 γ; ②水平投影处于水平位置,侧面投影处于竖直位置,分别平行于 OX 轴与 OZ 轴	①侧面投影反映实长,且反映与水平投影面的夹角 α,与正投影面的夹角 β; ②其他两个投影处于竖直位置,分别平行于 OY_H 轴与 OZ 轴

3)一般位置直线

所谓的一般直线就是与三个投影面都倾斜并成一定角度的直线。一般来说,直线与投影面的夹角特指两者所夹的锐角。如图 2-28 所示,直线 AB 分别与三个投影面倾斜,并与 H 面的夹角为 α ,与 V 面的夹角为 β ,与 W 面的夹角为 γ , AB 即为一条一般位置的直线。

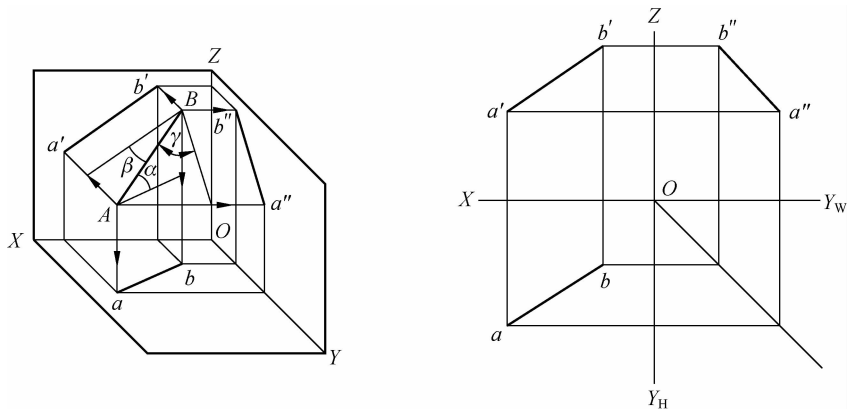


图 2-28 一般位置直线

一般位置直线的投影特性为:在三个投影面上的投影皆为比空间缩短的直线段,且与投影轴都相互倾斜。需要特别强调的是,一般位置直线在三个投影面上的投影皆不能直接反映直线与投影面之间的夹角。

既然一般位置直线的投影不能直接反映实长及与投影面的夹角,下面将介绍如何根据一般位置直线的投影求作其实长与实际夹角的方法。

如图 2-29(a)所示, $\triangle ABC$ 、 $\triangle ABD$ 、 $\triangle ABE$ 分别为直角三角形,它们的共性是斜边都为空间直线段 AB (要求的实长),其中一条直角边的长度分别为 AB 在三个投影面投影的长

度,而另外一条直角边的长度是直线段 $A、B$ 两点某一个坐标之差。

根据此特性,即可在三面投影图的任意一个投影上求作直线段实长,分别在不同面的投影上求作该直线与投影面的夹角。以求直线段 AB 实长及其与水平投影面的夹角 α 为例:如图 2-29(b)所示,以水平投影 ab 为其中的一条直角边,过 b (或 a)作 ab 的垂线;在正面投影或侧面投影上量取 $A、B$ 的 z 坐标之差作为另一条直角边的长度;根据已作的两条直角边画出斜边,直角三角形构造完成;其中斜边即是要求的实长,斜边与投影 ab 的夹角即为所求的夹角 α 。

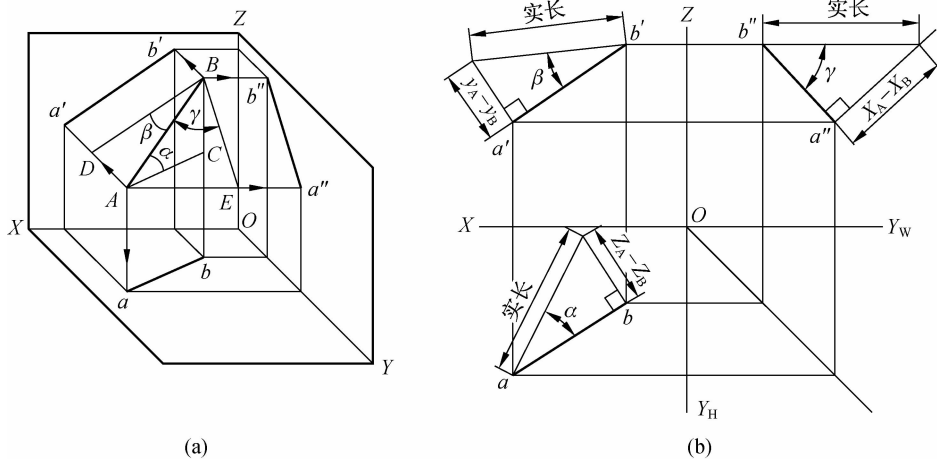


图 2-29 一般位置直线求实长与夹角



小提示

在另外两个投影面上用同样方法可求实长与相应的夹角 $\beta、\gamma$,需要注意的是除投影本身作为构造直角三角形的其中一条直角边外,另外一条直角边的长度为“此投影所不能反映的直线段两端点坐标之差”。

4. 直线与点的相对位置关系

点与直线的相对位置有两种,即点在线上与点在线外。根据点与直线的三面投影判断点与直线相对位置的方法是:若点的投影分别在直线的三面同名投影上(将线段的各个投影分割成和空间相同的比例),则可判断点在线上;反之,若点的投影有一个不在直线的同名投影上,则该点必不在此直线上,如图 2-30 所示。

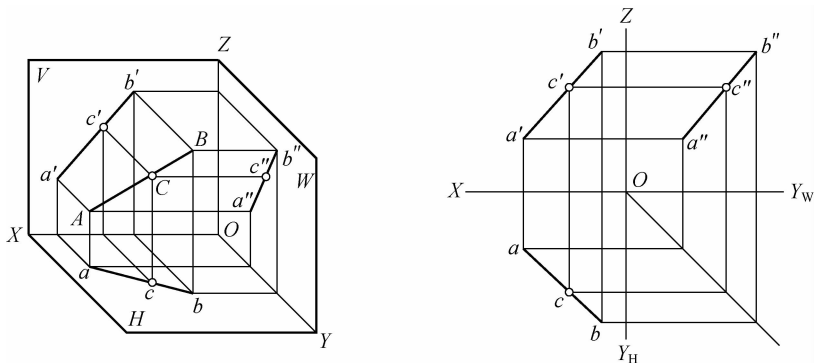


图 2-30 直线上点的投影



小提示

对于一般位置直线和点,通过两个投影面的投影即可判断点与直线的相对位置关系,而对于一些特殊位置的直线,则必须通过三面投影才可判断其相对位置关系。

例 2-3 试判断如图 2-31(a)所示点 K 与直线 CD 的相对位置关系。

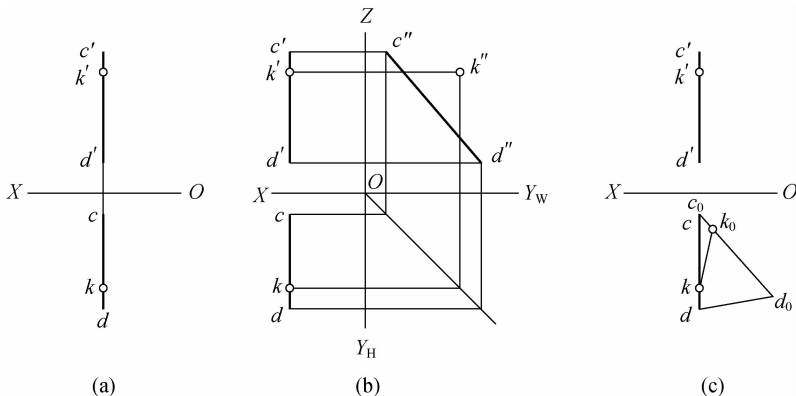


图 2-31 判断点与直线的相对位置关系

解 (1)作图方法一,如图 2-31(b)所示。

①直线 CD 是一条侧平线,点 K 的水平投影 k 与正面投影 k' 分别落在直线 CD 的同名投影上,还不能判断点 K 在直线 CD 上。

②根据已知的两面投影求作直线 CD 的第三面投影。

③根据已知的两面投影求作点 K 的第三面投影。

④可以看出,点的侧面投影 k'' 在其直线同名投影 $c''d''$ 之外,可以判断点在直线外。

(2)作图方法二,如图 2-31(c)所示。

①直线 CD 是一条侧平线,点 K 的水平投影 k 与正面投影 k' 分别落在直线 CD 的同名投影上,还不能判断点 K 在直线 CD 上。

②在直线水平投影 cd 上过端点 c 作一条辅助线 c_0d_0 。

③在辅助线上量取尺寸,使 $c_0k_0 = c'k'$, $k_0d_0 = k'd'$ 。

④若 $kk_0 // dd_0$ ($ck/kd = c_0k_0/k_0d_0 = c'k'/k'd'$) 则点在线上,否则点在线外。

⑤从图中可以看出 kk_0 不平行于 dd_0 , 因此可以判断点在线外。

5. 两直线的相对位置关系

空间两直线的相对位置关系有三种,分别为平行、相交与交叉。平行与相交的直线在一个平面内,称为共面直线;两交叉直线不在一个平面内,称为异面直线。

1) 两平行直线

由正投影的平行性可知,若空间两直线相互平行,则其同名投影必相互平行。根据两直线投影判断两者是否平行的方法即根据它们的同名投影是否平行,若其同名投影都平行,则两直线在空间是平行的,否则不平行,如图 2-32 所示。

对处于一般位置的两直线,通过两面投影即可判断其平行与否,而对于一些处于特殊位置的直线,须通过三面投影才可判断其平行与否。如图 2-33(a)所示,根据直线 AB 与 CD 的水平投影与正面投影可以判断它们都是侧平线,这时还不能判断它们两者是平行的。如

图 2-33(b)所示,分别求作直线 AB 与 CD 的侧面投影,它们是不平行的,据此可判断直线 AB 与 CD 并不平行。

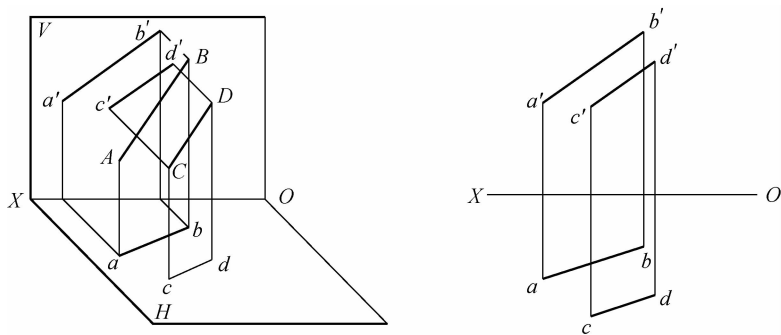


图 2-32 两直线平行

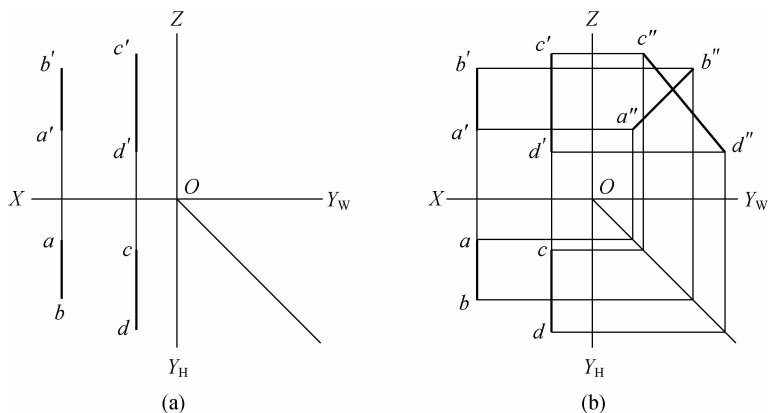


图 2-33 特殊位置两直线平行的判断

2) 两相交直线

若空间两直线相交,则其同名投影必相交,且同名投影的交点之间符合点的投影规律。同样,通过两直线的投影判断两者是否相交,就看它们的同名投影是否相交,还要判断同名投影的交点是否符合点的投影规律,若符合,说明两直线在空间是相交的,否则不相交。如图 2-34 所示,空间两直线 AB 与 CD 相交,其同名投影分别相交,且其交点 K 符合点的投影规律(连影线垂直于投影轴)。

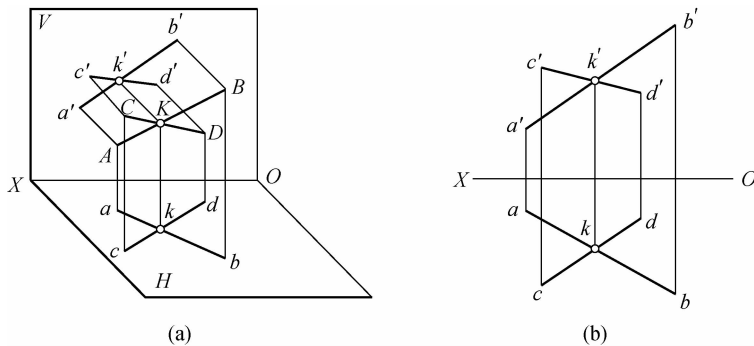


图 2-34 两直线相交

同理,对处于一般位置的两直线,通过两面投影即可判断其相交与否,而对于一些处于特殊位置的直线,须通过三面投影才可判断其相交与否,在此不再赘述。

3) 两交叉直线

空间两直线既不平行,也不相交,那么这两直线交叉。交叉两直线的同名投影可能平行(两个同名投影平行),也可能相交。当两交叉直线的同名投影相交时,其交点不符合点的投影规律。

如图 2-35 所示, AB 与 CD 是空间两条交叉直线,虽然它们的同名投影是相交的,但同名投影的交点之间并不符合投影规律。其中在水平投影中, $1(2)$ 属于一对重影点,结合正面投影可知,Ⅰ属于 AB 上的点,Ⅱ属于 CD 上的点,因 AB 在上, CD 在下,因此 1 可见,2 不可见,用加括号的(2)来表示;在正面投影中, $3'(4')$ 属于一对重影点,结合水平投影可知,Ⅲ属于 CD 上的点,Ⅳ属于 AB 上的点,因 CD 在前, AB 在后,因此 3 可见,4 不可见,用加括号的(4')来表示。

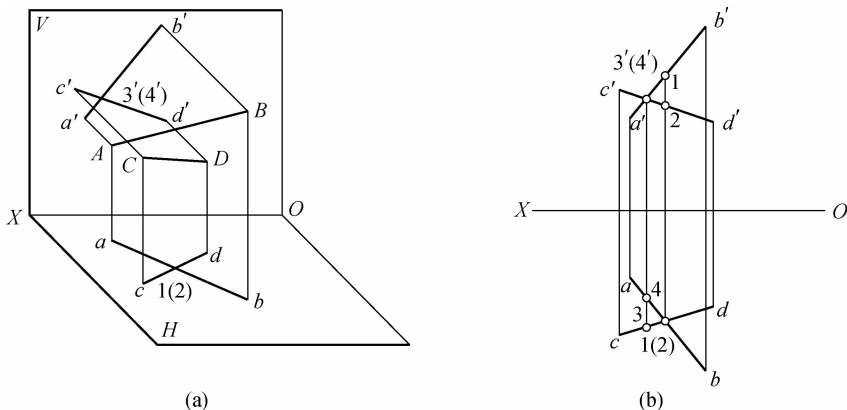


图 2-35 两直线交叉

例 2-4 如图 2-36 所示,根据已知投影判断图中两直线的相对位置关系。

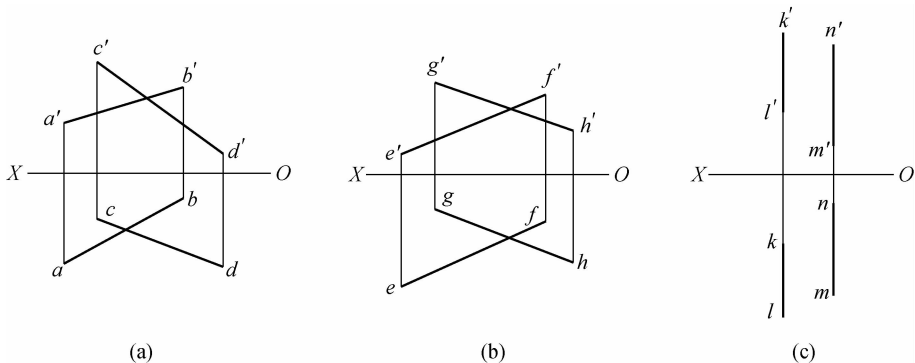


图 2-36 判断两直线的相对位置关系

解 作图:

(1)如图 2-37(a)、(b)所示,分别从同名投影的交点向 OX 轴作垂线。

(2)图 2-37(a)中,两垂线不重合,说明 AB 与 CD 交叉。

(3)图 2-37(b)中,两垂线重合(符合点的投影规律),说明 EF 与 GH 相交。

(4)图 2-37(c)中, KL 与 MN 分别为侧平线,有平行或交叉两种可能性,须作第三面投影才能作出判断。

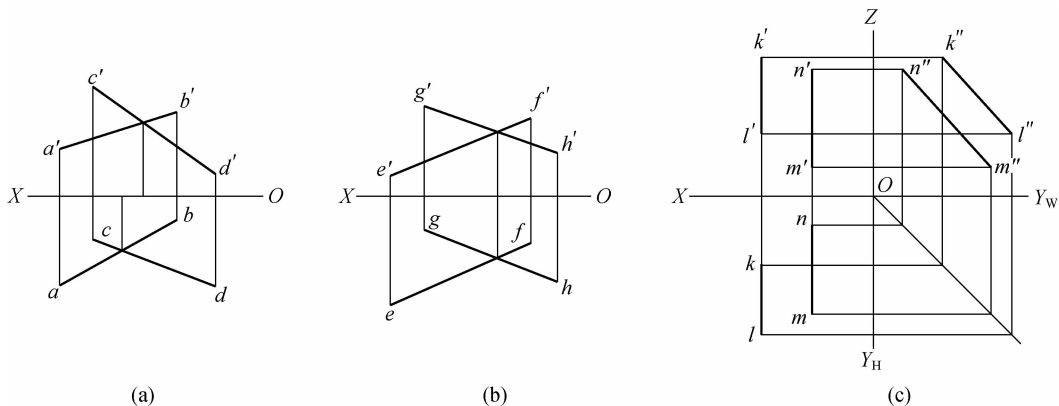


图 2-37 判断直线相对位置关系求作过程

(5)分别求作 KL 、 MN 的侧面投影。

(6) KL 、 MN 的侧面投影相互平行,据此判断 $KL \parallel MN$ 。

三、平面的投影

1. 平面表示法

平面是无穷大的,因此在制图中,必须确立一种特定的表示平面的方法。制图中表示平面的方法可归结为五类,如图 2-38 所示。

(1)图 2-38(a)中,用不在一条直线上的三个点表示一个平面。

(2)图 2-38(b)中,用一条直线及直线外的一点表示一个平面。

(3)图 2-38(c)中,用两条相交的直线表示一个平面。

(4)图 2-38(d)中,用相互平行的两条直线表示一个平面。

(5)图 2-38(e)中,用任意一个平面图形表示一个平面,图中所采用的平面图形为一个三角形。

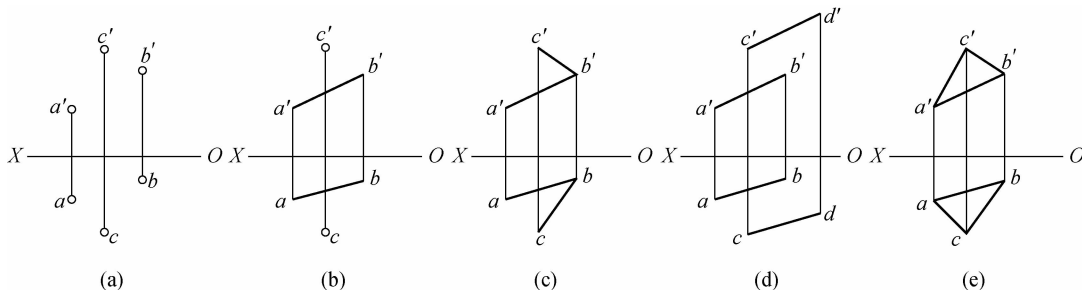


图 2-38 平面表示法

2. 平面对单个投影面的投影特性

平面对单个投影面的投影有三种情况,如图 2-39 所示。

1) 平面垂直于投影面

图 2-39(a) 中, 当平面垂直于投影面时, 平面 ABC 在投影面上投影为一条直线段, 这反映了正投影的积聚性。

2) 平面平行于投影面

图 2-39(b) 中, 当平面平行于投影面时, 平面 ABC 在投影面上的投影为反映其真实形状、大小的图形, 这反映了正投影的真实性。

3) 平面与投影面倾斜

图 2-39(c) 中, 当平面与投影面倾斜时, $\triangle ABC$ 在投影面上投影为一个比原图形缩小的三角形, 这一投影既不反映原三角形的真实形状、大小, 与原图形也没有相似性, 这反映了正投影的类似性。

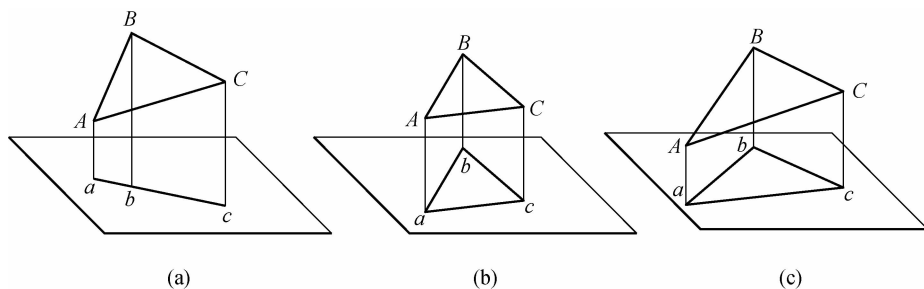


图 2-39 平面对单个投影面的投影特性

3. 各种位置平面的投影特性

在三面投影体系中, 平面可归为三种类型: 投影面的垂直面、投影面的平行面与一般位置平面。当空间平面垂直于某一投影面且与另外两个投影面倾斜时称为投影面的垂直面; 当空间平面平行于某一投影面时称为投影面的平行面; 空间平面对于三个投影面都处于倾斜位置时称为一般位置平面。下面将分别介绍这三类投影面的投影特性。

1) 投影面的垂直面

投影面垂直面的投影特性为: 在与其垂直的投影面上具有积聚性, 积聚成一直线, 直线与两投影轴的夹角反映空间平面与另两投影面的夹角; 在与平面倾斜的两投影具有类似性, 见表 2-3。

表 2-3 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			

名 称	铅垂面	正垂面	侧垂面
投影图			
投影特性	①水平投影积聚为一直线段,与OX与OY_H轴的夹角分别反映与正投影面的夹角β和与侧投影面的夹角γ; ②正面投影与侧面投影反映原形的类似性	①正面投影积聚为一直线段,与OX与OZ轴的夹角分别反映与水平投影面的夹角α和与侧投影面的夹角γ; ②水平投影与侧面投影反映原形的类似性	①侧面投影积聚为一直线段,与OY_w与OZ轴的夹角分别反映与水平投影面的夹角α和与正投影面的夹角β; ②水平投影与正面投影反映原形的类似性

2) 投影面的平行面

投影面平行面的投影特性为:在与其平行的投影面上具有真实性,反映原图的实形;在另外两个投影面上的投影具有积聚性,分别积聚成与两投影轴平行的直线,见表 2-4。

表 2-4 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			

续表

名 称	水 平 面	正 平 面	侧 平 面
投 影 特 性	①水平投影反映实形； ②正面投影积聚成一直线段，与 OX 轴平行； ③侧面投影积聚成一直线段，与 OY_w 轴平行	①正面投影反映实形； ②水平投影积聚成一直线段，与 OX 轴平行； ③侧面投影积聚成一直线段，与 OZ 轴平行	①侧面投影反映实形； ②水平投影积聚成一直线段，与 OY_H 轴平行； ③正面投影积聚成一直线段，与 OZ 轴平行

3)一般位置平面

一般位置平面在三面投影体系中与三个投影面都是倾斜的。一般位置平面的投影特性是它在三个投影面上都反映了正投影的类似性。如果用 $\triangle ABC$ 表示平面，那么它在三个投影面上的投影都是比原形小的三角形，三个投影都不反映实形，与原形也不具有相似性，如图 2-40 所示。

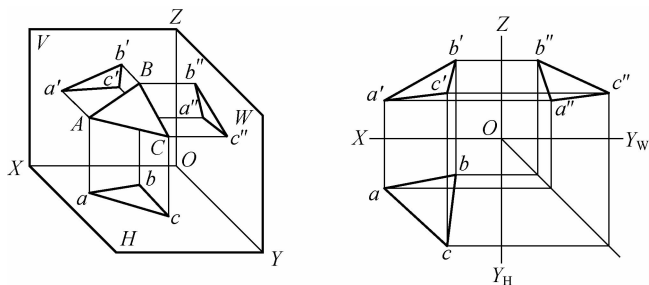


图 2-40 一般位置平面

4. 平面上的直线和点

在求作立体三视图的时候，往往要求作包围立体平面上的直线与点，因此研究平面上直线与点的问题是求作立体三视图的基础。求作平面上点与直线的方法可以用“过点作线，线上求点”加以归纳。

1)平面上取任意直线

【定理 2-1】 若一直线通过平面上的两点，则此直线必定在该平面内。

如图 2-41(a)所示，平面 P 由三角形 ABC 决定， M 、 N 两点分别属于 AB 、 AC 上的点，当然也属于平面 P 上的点，因此直线 MN 在平面 P 上的。

【定理 2-2】 若一直线通过平面上的点，且平行于该平面上的另一直线，则此直线必定在该平面内。

如图 2-41(b)所示，平面 P 由三角形 ABC 决定， K 属于 AC 上的一点，当然也属于平面 P 上的一点，与此同时， MN 通过点 K 且与平面上一条直线 AB 平行，那么 MN 一定属于平面 P 。

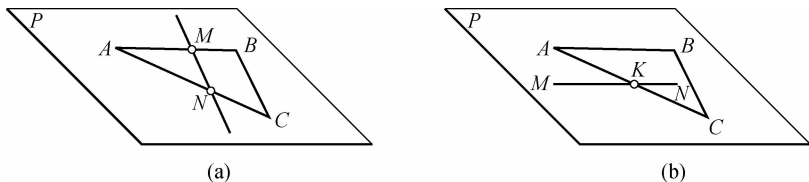


图 2-41 平面内的直线

例 2-5 如图 2-42(a)所示,平面由 $\triangle ABC$ 决定,已知 $\triangle ABC$ 的两面投影及平面内一直线 MN 的正面投影 $m'n'$,求作 MN 的水平投影。

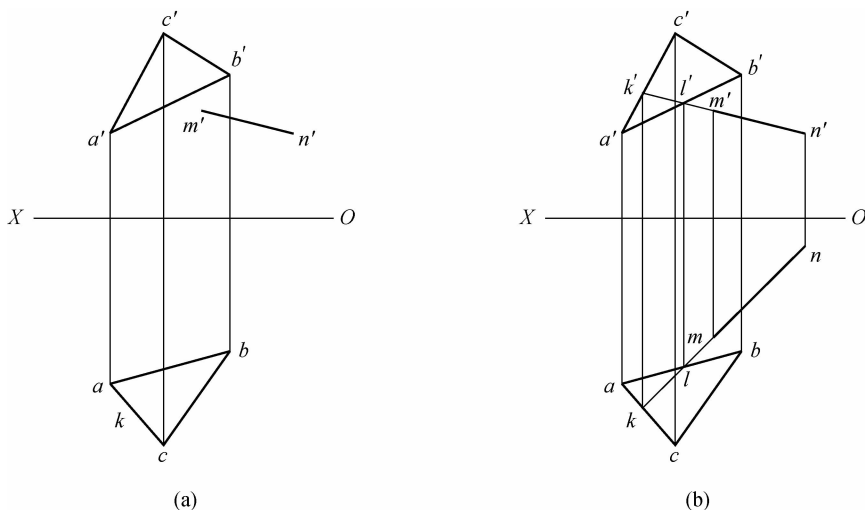


图 2-42 求面上任意直线

解 作图如图 2-42(b)所示。

(1) 延长 $n'm'$, 分别与 $a'b'$ 、 $a'c'$ 交于 l' 、 k' , 则 K 、 L 分别属于直线 AB 与直线 AC 上的点。

(2) 根据正投影的从属性, 求作 K 、 L 的水平投影 k 、 l 。

(3) 连接 k 、 l 并延长, 即为所求的直线。

(4) 分别过 m' 、 n' 作 OX 轴的垂线(连影线), 与 kl 的延长线交于 m 、 n 两点, 连接 m 、 n , 完成求作。

从以上例题可以看出, 要求作平面上的直线, 实际上是先求作平面上的点, 然后将求得的点相连, 即得所求的直线, 这就是所谓“过点作线, 线上求点”方法的实质。

2) 平面上取任意点

求平面上任意一点, 须首先求平面上一直线, 再在线上取点, 亦即所谓的“过点作线, 线上求点”的方法。

例 2-6 如图 2-43(a)所示, 平面由 $\triangle ABC$ 决定, K 为平面上一点, 已知 $\triangle ABC$ 的两面投影及点 K 的正面投影, 求作其水平投影。

解 作图如图 2-43(b)所示。

(1) 连接 c' 、 k' , 与 $a'b'$ 交于 m' , 因 C 、 M 都属于平面内的点, 因此直线 CK 必然属于平面内的直线。

(2) M 属于 AB 上的点, 求作 M 的水平投影 m 。

(3) 连接 c 、 m , 过 k' 作 OX 的垂线(连影线), 交于 k , 完成作图。

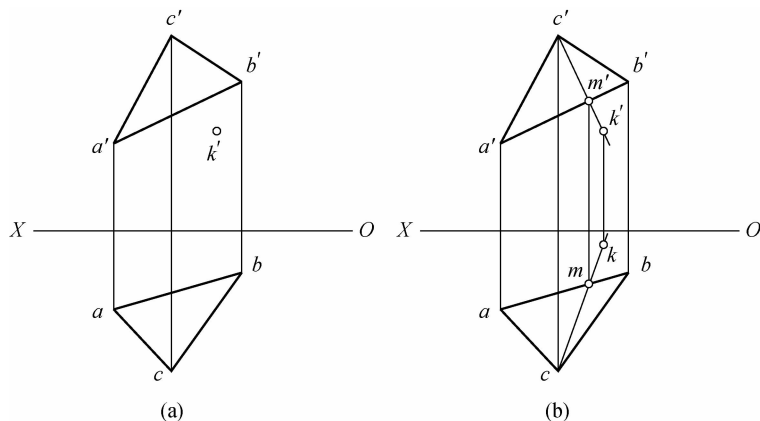


图 2-43 求面上任意点



思考题

1. 构成一个投影需要有哪些要素？投影法有哪些类型？分别代表什么含义？
2. 正投影法的基本特性与附加特性有哪些？分别代表什么含义？
3. 什么是视图的“三等关系”？三视图投影规律中“宽相等”的表示方法是什么？
4. 三视图中投射方向与视图名称的关系是什么？每个视图分别能够体现什么样的方位关系？
5. 什么是“重影点”？如何判断重影点的可见性？
6. 投影面垂直线的投影特性有哪些？
7. 投影面平行线的投影特性有哪些？
8. 空间两直线的相对位置关系有哪些？试述如何在三面投影图中判断其相对位置关系。
9. 哪些类型直线的实长能够通过三面投影图直接反映出来？分别在哪个投影面中反映实长？试述如何在三面投影图中求作一般位置直线的实长。
10. 投影面平行面的定义是什么？投影面平行面的投影特性是什么？
11. 投影面垂直面的定义是什么？投影面垂直面的投影特性是什么？
12. 在面上取点与直线的基本方法是什么？简述其求作过程。