

模块 1

建筑制图的基础知识



学习目标

- (1) 熟悉建筑工程制图相关标准及其作用。
- (2) 掌握图纸、图线、字体、尺寸标注等相关知识。
- (3) 熟练掌握常用制图工具及用品的使用、保管方法及注意事项。
- (4) 掌握建筑工程制图的一般步骤与相关要求。

识读房屋的建筑施工图,应根据画法几何的投影原理,并遵守《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2010)的规定;在阅读总平面图时,还应遵守《总图制图标准》(GB/T 50103—2010)的规定;在阅读建筑平面图、建筑立面图、建筑剖面图和建筑详图时,还应遵守《建筑制图标准》(GB/T 50104—2010)的规定。

1.1 建筑制图标准



1.1.1 图纸幅面及标题栏

1) 图纸幅面

所谓图纸幅面,是指图纸的尺寸大小,简称图幅。为了使图纸整齐,便于装订和保管,《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2010)统一规定了设计图纸的幅面及图框尺寸,主要有 A0、A1、A2、A3、A4 等,如表 1-1 所示。

表 1-1 幅面及图框尺寸

单位:mm

尺寸代号	幅面代号				
	A0	A1	A2	A3	A4
$b\times l$	841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297
c	10			5	
a	25				

注:表中 b 为幅面短边尺寸, l 为幅面长边尺寸, c 为图框线与幅面线间宽度, a 为图框线与装订边间宽度。

需要微缩复制的图纸,其一个边上应附有一段准确米制尺度,四个边上均附有对中标志,米制尺度的总长应为 100 mm,分格为 10 mm。对中标志应画在图纸各边长的中点处,线宽为 0.35 mm,并伸入内框边,在框外为 5 mm。对中标志的线段,在 l_1 和 b_1 范围取中,如图 1-1 所示。

图纸以短边作为垂直边为横式,A0~A3 横式幅面如图 1-1 所示;以短边作为水平边为立式,A0~A4 立式幅面如图 1-2 所示。A0~A3 图纸宜横式使用,必要时也可立式使用。



小贴士

一个工程设计中,每个专业所使用的图纸,不宜多于两种幅面,不含目录及表格所采用的 A4 幅面。

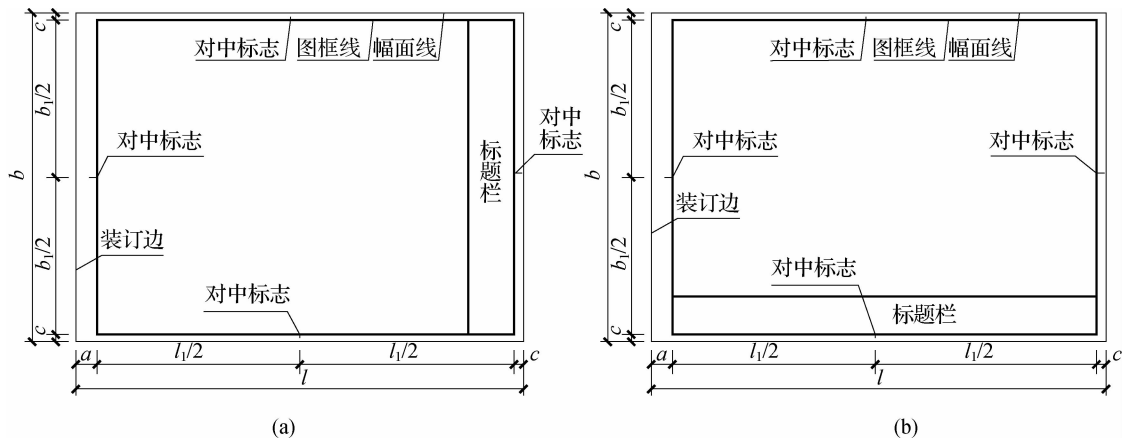


图 1-1 A0~A3 横式幅面

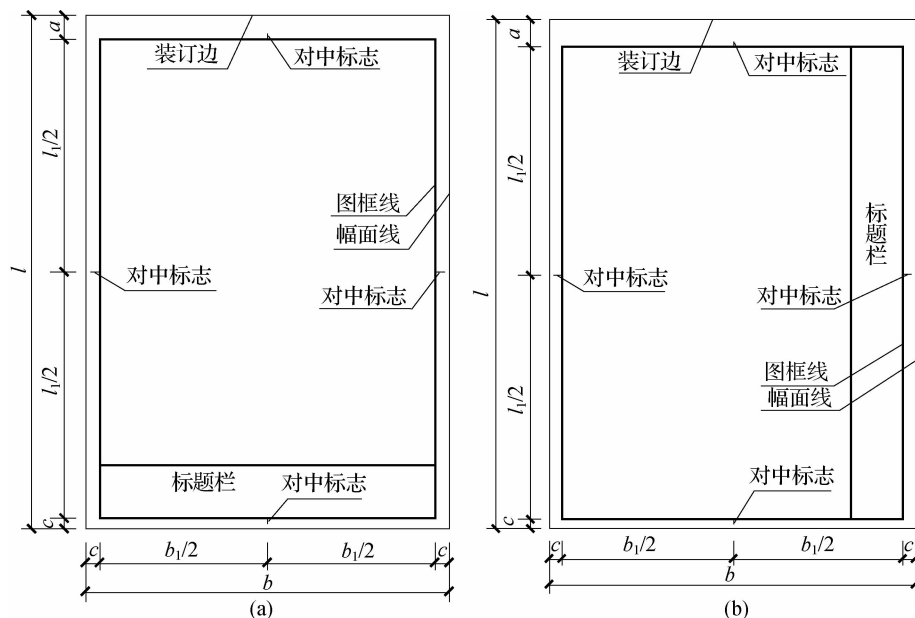


图 1-2 A0~A4 立式幅面

图纸的短边一般不加长,长边可加长,但都应符合表 1-2 的规定。

表 1-2 图纸长边加长尺寸

单位:mm

幅面代号	长边尺寸	长边加长后尺寸		
A0	1 189	1 486(A0+1/4l)	1 635(A0+3/8l)	1 783(A0+1/2l)
			1 932(A0+5/8l)	2 080(A0+3/4l)
		2 230(A0+7/8l)	2 378(A0+l)	
A1	841	1 051(A1+1/4l)	1 261(A1+1/2l)	1 471(A1+3/4l)
		1 682(A1+l)	1 892(A1+5/4l)	2 012(A1+3/2l)
A2	594	743(A2+1/4l)	891(A2+1/2l)	1 041(A2+3/4l)
		1 189(A2+l)	1 338(A2+5/4l)	1 486(A2+3/2l)
		1 635(A2+7/4l)	1 783(A2+2l)	1 932(A2+9/4l)
		2 080(A2+5/2l)		
A3	420	630(A3+1/2l)	841(A3+l)	1 051(A3+3/2l)
		1 261(A3+2l)	1 471(A3+5/2l)	1 682(A3+3l)
		1 892(A3+7/2l)		

注:对于有特殊需要的图纸,可采用 $b \times l$ 为 841 mm×892 mm 与 1 189 mm×1 261 mm 的幅面。

2) 标题栏

图纸中应有标题栏、图框线、幅面线、装订边线和对中标志。标题栏应符合图 1-3、图 1-4 的规定,根据工程的需要选择确定其尺寸、格式及分区。签字栏应包括实名列和签名列,并

应符合下列规定：

(1)涉外工程的标题栏内,各项主要内容的中文下方应附有译文,设计单位的上侧或左侧应加“中华人民共和国”字样。

(2)在计算机制图文件中使用电子签名与认证时,应符合国家有关电子签名的规定。



图 1-3 标题栏(一)

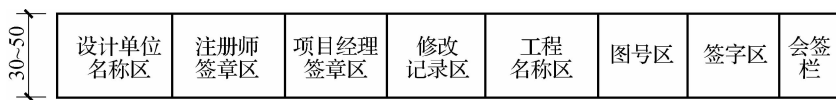


图 1-4 标题栏(二)

标题栏的签字区应包含名列和签名列,签字区由设计人、制图人、审核人、审批人等签字。

会签栏内应填写会签人员所代表的专业、姓名、日期(年、月、日)等。

1.1.2 图线

图线是画在图上的线条。在绘制工程图时,多采用不同线型和不同宽度的图线来表示不同的意义与用途。

1) 线宽组

图线的宽度 b ,宜从 1.4 mm、1.0 mm、0.7 mm、0.5 mm、0.35 mm、0.25 mm、0.18 mm、0.13 mm 线宽系列中选取。图线宽度不应小于 0.1 mm。每个图样,应根据复杂程度与比例

大小先选定基本线宽 b ,再选用表 1-3 中相应的线宽组。

表 1-3 线宽组 单位:mm

线 宽	线 宽 组			
b	1.4	1.0	0.7	0.5
$0.7b$	1.0	0.7	0.5	0.35
$0.5b$	0.7	0.5	0.35	0.25
$0.25b$	0.35	0.25	0.18	0.13

注:需要微缩的图纸,不宜采用 0.18 mm 及更细的宽度;同一张图纸内,各不同线宽中的细线,可统一采用较细的线宽组中的细线。



工程图样主要采用不同线型和线宽的图线来表达不同的设计内容。图线是构成图样的基本元素。因此,熟悉图线的类型及用途,掌握各类图线的画法是建筑制图最基本的技术要求。

2)线型

为了使图样主次分明,形象清晰,工程建筑制图采用的线型有实线、虚线、单点长画线、双点长画线、折断线和波浪线六种,其中有的线型还分为不同的线宽。图线的线型、线宽及用途如表 1-4 所示。

表 1-4 图线的线型、线宽及用途

名 称		线 型	线 宽	用 途
实线	粗		b	主要可见轮廓线
	中粗		$0.7b$	可见轮廓线
	中		$0.5b$	可见轮廓线、尺寸线、变更云线
	细		$0.25b$	图例填充线、家具线
虚线	粗		b	见各有关专业制图标准
	中粗		$0.7b$	不可见轮廓线
	中		$0.5b$	不可见轮廓线、图例线
	细		$0.25b$	图例填充线、家具线
单点长画线	粗		b	见各有关专业制图标准
	中		$0.5b$	见各有关专业制图标准
	细		$0.25b$	中心线、对称线、轴线等
双点长画线	粗		b	见各有关专业制图标准
	中		$0.5b$	见各有关专业制图标准
	细		$0.25b$	假想轮廓线、成型前原始轮廓线
折断线	细		$0.25b$	断开界线
波浪线	细		$0.25b$	断开界线

3)绘制图线的要求

(1)在同一张图纸内,相同比例的图样应选用相同的线宽组,同类线应粗细一致。图框线、标题栏线的宽度要求如表 1-5 所示。

表 1-5 图框线、标题栏线的宽度要求			单位:mm
幅面代号	图 框 线	标题栏外框线	标题栏分格线
A0、A1	b	$0.5b$	$0.25b$
A2、A3、A4	b	$0.7b$	$0.35b$

(2)相互平行的图例线,其净间隙或线中间隙不宜小于 0.2 mm。

(3)虚线、单点长画线或双点长画线的线段长度和间隔,宜各自相等。其中,虚线的线段长为 3~6 mm,间隔为 0.5~1 mm;单点画线或双点画线的线段长为 15~20 mm,间隔为 2~3 mm。

(4)单点长画线或双点长画线,当在较小图形中绘制有困难时,可用实线代替。

(5)单点长画线或双点长画线的两端不应是点。点画线和点画线交接或点画线与其他图线交接时,应是线段交接,如图 1-5(a)所示。

(6)虚线与虚线交接或虚线与其他图线交接时,应是线段交接,虚线为实线的延长线时,不得与实线相接,如图 1-5(b)所示。

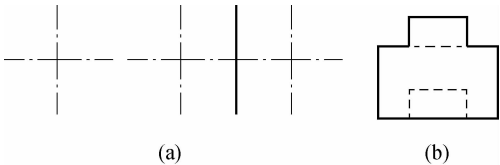


图 1-5 图线交接的正确画法
(a)点画线交接 (b)虚线与其他线交接

(7)图线不得与文字、数字或符号重叠、混淆。不可避免时,应首先保证文字、数字等的清晰。

1.1.3 字体

用图线绘成图样后,必须用文字及数字加以注释,从而标明其尺寸大小、有关材料、构造做法、施工要点及标题等。书写这些字体时,必须做到笔画清晰、字体端正、排列整齐;标点符号应清楚、正确。

1)汉字

(1)汉字的字高应从表 1-6 中选用。字高大于 10 mm 的汉字宜采用 True type 字体,当需书写更大的字时,其高度应按 $\sqrt{2}$ 的比值递增。

表 1-6 文字的字高 单位:mm

字体种类	中文矢量字体	True type 字体及非中文矢量字体
字 高	3.5、5、7、10、14、20	3、4、6、8、10、14、20

(2)图样及说明中的汉字,宜采用长仿宋体或黑体,同一图纸字体种类不应超过两种。长仿宋体字的高宽关系应符合表 1-7 的规定,黑体字的宽度与高度应相同。大标题、图册封面、地形图等 的汉字,也可书写成其他字体,但应易于辨认。

表 1-7 长仿宋体字的高宽关系 单位:mm

字 高	20	14	10	7	5	3.5
字 宽	14	10	7	5	3.5	2.5

2)字母及数字

(1)图样及说明中的拉丁字母、阿拉伯数字及罗马数字,宜采用单线简体或罗马字体。拉丁字母、阿拉伯数字及罗马数字的书写规则,应符合表 1-8 的规定。

表 1-8 拉丁字母、阿拉伯数字及罗马数字的书写规则

书写格式	一般字体	窄 字 体
大写字母高度	h	h
小写字母高度(上下均无延伸)	$7/10h$	$10/14h$
小写字母伸出的头部或尾部	$3/10h$	$4/14h$
笔画宽度	$1/10h$	$1/14h$
字母间距	$2/10h$	$2/14h$
上下行基准线最小间距	$15/10h$	$21/14h$
词间距	$6/10h$	$6/14h$

注: h 在常用字高中选取。

(2)拉丁字母、阿拉伯数字及罗马数字,如需写成斜体字,其斜度应是从字的底线逆时针向上倾斜 75°。斜体字的高度和宽度应与相应的正体字相等。

(3)拉丁字母、阿拉伯数字及罗马数字的字高,应不小于 2.5 mm。

(4)数量的数值注写,应采用正体阿拉伯数字。各种计量单位凡前面有量值的,均应采用国家颁布的单位符号注写,单位符号应采用正体字母。

(5)分数、百分数和比例数的注写,应采用阿拉伯数字和数学符号。例如,四分之三、百分之二十五和一比二十应分别写成 $3/4$ 、25%和 1 : 20。

(6)当注写的数字小于 1 时,必须写出各位的“0”,小数点应采用圆点,齐基准线书写,如 0.01。

1.1.4 尺寸的标注

1) 尺寸界线、尺寸线及尺寸起止符号

(1) 图样上的尺寸, 应包括尺寸界线、尺寸线、尺寸起止符号和尺寸数字, 如图 1-6 所示。

(2) 尺寸界线应用细实线绘制, 与被注长度垂直, 其一端离开图样轮廓线不应小于 2 mm, 另一端宜超出尺寸线 2~3 mm。图样轮廓线可用作尺寸界线, 如图 1-7 所示。

(3) 尺寸线应用细实线绘制, 与被注长度平行。图样本身的任何图线均不得用作尺寸线。

(4) 尺寸起止符号用中粗斜短线绘制, 其倾斜方向应与尺寸界线成顺时针 45°, 长度宜为 2~3 mm。半径、直径、角度与弧长的尺寸起止符号, 宜用箭头表示, 如图 1-8 所示。

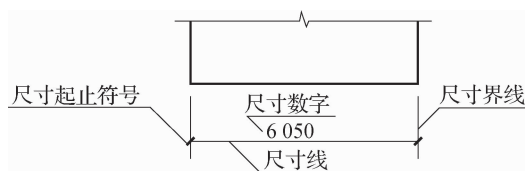


图 1-6 尺寸的组成

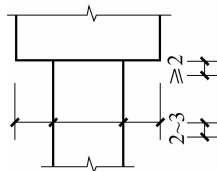


图 1-7 尺寸界线

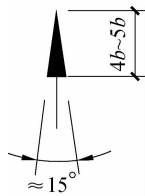


图 1-8 箭头尺寸起止符号

2) 尺寸数字

(1) 建筑工程图样中的尺寸数字表示的是建筑物或建筑装饰物的实际大小, 与所绘图样的比例和精确度无关。因此, 图样上的尺寸, 应以尺寸数字为准, 不得从图上直接量取。

(2) 图样上的尺寸单位, 除标高及总平面图中以米(m)为单位外, 其他必须以毫米(mm)为单位。

(3) 尺寸数字的方向, 应按图 1-9(a)所示的规定注写。若尺寸数字在 30°斜线区内, 也可按图 1-9(b)所示的形式注写。

(4) 尺寸数字应依据其方向注写在靠近尺寸线的上方中部。如没有足够的注写位置, 最外边的尺寸数字可注写在尺寸界线的外侧, 中间相邻的尺寸数字可上下错开注写, 引出线端部用圆点表示标注尺寸的位置, 如图 1-10 所示。

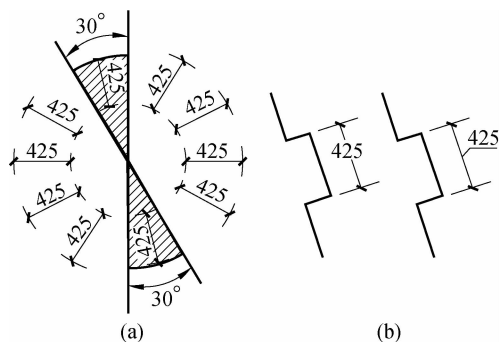


图 1-9 尺寸数字的注写方向

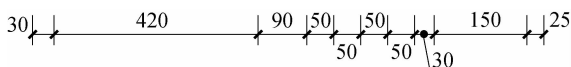


图 1-10 尺寸数字的注写位置

3) 尺寸的排列与布置

(1) 尺寸宜标注在图样轮廓以外, 不宜与图线、文字及符号等相交, 如图 1-11 所示。

(2) 互相平行的尺寸线, 应从被注写的图样轮廓线由近向远整齐排列, 较小尺寸应离轮廓线较近, 较大尺寸应离轮廓线较远, 如图 1-12 所示。

(3) 图样轮廓线以外的尺寸线, 与图样最外轮廓线之间的距离, 不宜小于 10 mm。平行排列的尺寸线的间距, 宜为 7~10 mm, 并应保持一致, 如图 1-12 所示。

(4) 总尺寸的尺寸界线应靠近所指部位, 中间的分尺寸的尺寸界线可稍短, 但其长度应相等, 如图 1-12 所示。

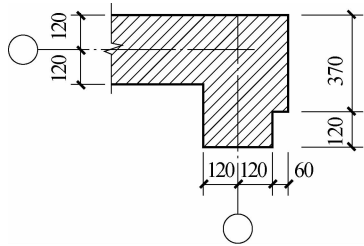


图 1-11 图样中尺寸数字的注写

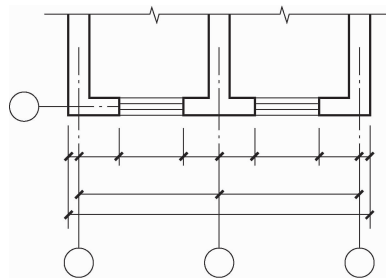
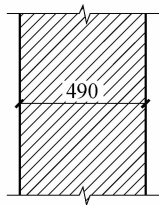


图 1-12 尺寸线的排列

4) 半径、直径、球的尺寸标注

(1) 半径的尺寸线一端从圆心开始, 另一端两箭头指向圆弧。半径数字前应加注半径符号“R”, 如图 1-13 所示。

(2) 较小圆弧的半径, 可按图 1-14 所示的形式标注。

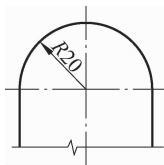


图 1-13 半径标注的方法

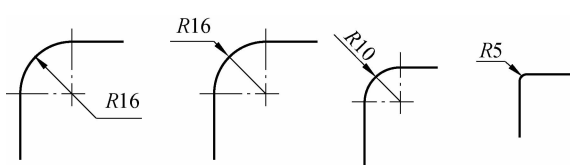


图 1-14 较小圆弧半径的标注方法

(3)较大圆弧的半径,可按图 1-15 所示的形式进行标注。

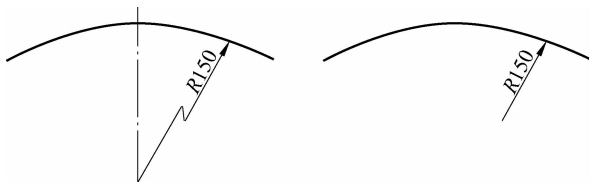


图 1-15 较大圆弧半径的标注方法

(4)标注圆的直径尺寸时,直径数字前应加直径符号“ ϕ ”。在圆内标注的尺寸线应通过圆心,两端画箭头指至圆弧,如图 1-16 所示。

(5)较小圆的直径尺寸,可标注在圆外,如图 1-17 所示。

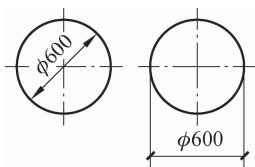


图 1-16 圆直径的标注方法

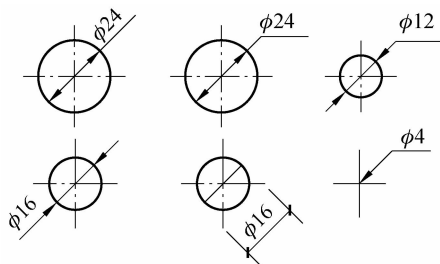


图 1-17 较小圆直径的标注方法

(6)标注球的半径尺寸时,应在尺寸前加注符号“SR”。标注球的直径尺寸时,应在尺寸数字前加注符号“S ϕ ”。注写方法与圆弧半径和圆直径的尺寸标注方法相同。

5) 角度、弧度、弧长的标注

(1)角度的尺寸线应以圆弧表示。该圆弧的圆心应是该角的顶点,角的两条边为尺寸界线。起止符号应以箭头表示,如没有足够位置画箭头,可用圆点代替,角度数字应沿尺寸线方向注写,如图 1-18 所示。

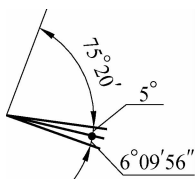


图 1-18 角度的标注方法

(2)标注圆弧的弧长时,尺寸线应以与该圆弧同心的圆弧线表示,尺寸界线应指向圆心,起止符号用箭头表示,弧长数字上方应加圆弧符号“ $\frown$ ”,如图 1-19 所示。

(3)标注圆弧的弦长时,尺寸线应以平行于该弦的直线表示,尺寸界线应垂直于该弦,起止符号用中粗斜短线表示,如图 1-20 所示。

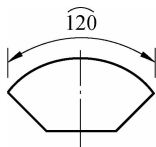


图 1-19 弧长的标注方法

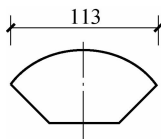


图 1-20 弦长的标注方法

6) 薄板厚度、正方形、坡度、非圆曲线等的尺寸标注

(1)在薄板板面标注板厚尺寸时,应在厚度数字前加厚度符号“ t ”,如图 1-21 所示。

(2)标注正方形的尺寸时,可用“边长 $\times$ 边长”的形式,也可在边长数字前加正方形符号“ $\square$ ”,如图 1-22 所示。

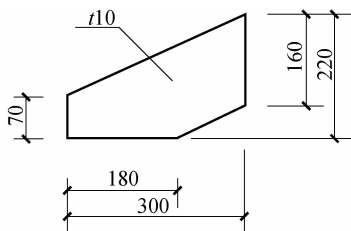


图 1-21 薄板厚度的标注方法

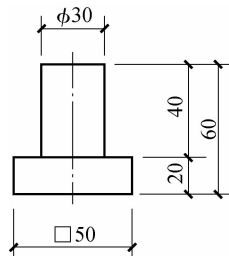


图 1-22 正方形的标注方法

(3)标注坡度时,应加注坡度符号“ —— ”[见图 1-23(a)、(b)],该符号为单面箭头,箭头应指向下坡方向。坡度也可用直角三角形形式标注,如图 1-23(c)所示。

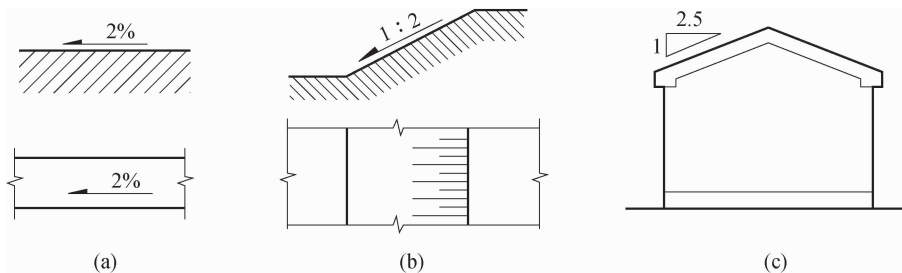


图 1-23 坡度的标注方法

(4)外形为非圆曲线的构件,可用坐标法标注其尺寸,如图 1-24 所示。

(5)复杂的图形,可用网格法标注其尺寸,如图 1-25 所示。

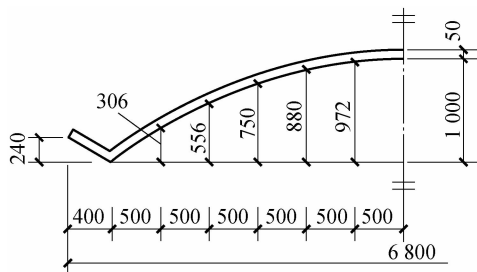


图 1-24 坐标法标注构件尺寸

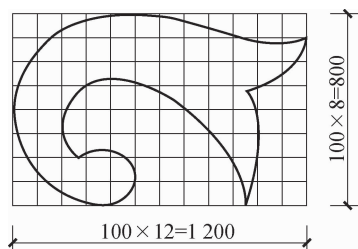


图 1-25 网格法标注图形尺寸

7) 尺寸的简化标注

(1) 杆件或管线的长度,在单线图(桁架简图、钢筋简图、管线简图)上,可直接将尺寸数字沿杆件或管线的一侧注写,如图 1-26 所示。

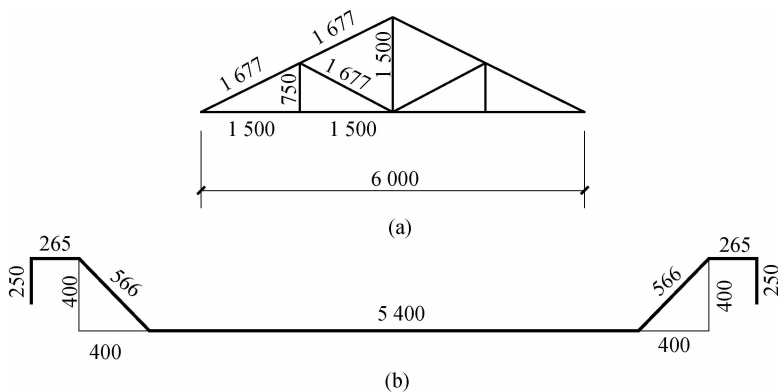


图 1-26 单线图尺寸标注方法

(2) 连续排列的等长尺寸,可用“等长尺寸 $\times$ 个数=总长”[见图 1-27(a)]或用“ n 等分=总长”[n 为个数,见图 1-27(b)]的形式标注。

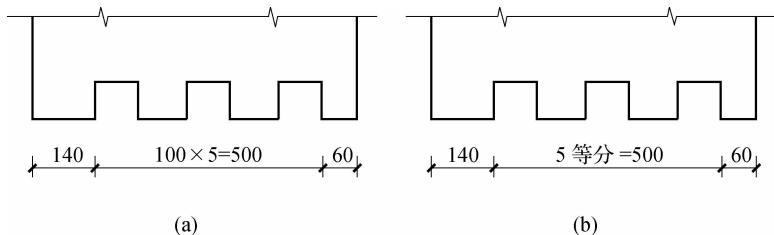


图 1-27 等长尺寸简化标注方法

(3) 构配件内的构造因素(如孔、槽等)如相同,可仅标注其中一个要素的尺寸,如图 1-28 所示。

(4) 对称构配件采用对称省略画法时,该对称构配件的尺寸线应略超过对称符号,仅在尺寸线的一端画尺寸起止符号,尺寸数字应按整体全尺寸注写,其注写位置宜与对称符号对齐,如图 1-29 所示。

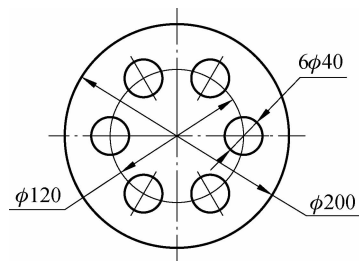


图 1-28 相同要素的尺寸标注方法

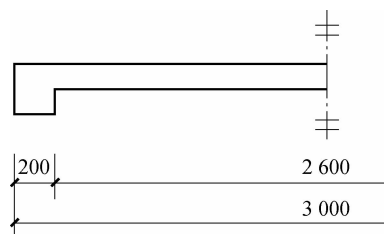


图 1-29 对称构件的尺寸标注方法

(5)两个构配件,如个别尺寸数字不同,可在同一图样中将其中一个构配件的不同尺寸数字注写在括号内,该构配件的名称也应注写在相应的括号内,如图 1-30 所示。

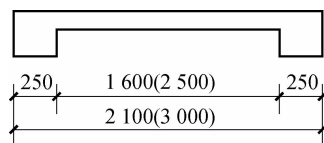


图 1-30 相似构配件尺寸的标注方法

(6)数个构配件,如仅某些尺寸不同,这些有变化的尺寸数字,可用拉丁字母注写在同一图样中,另列表格写明其具体尺寸,如图 1-31 所示。

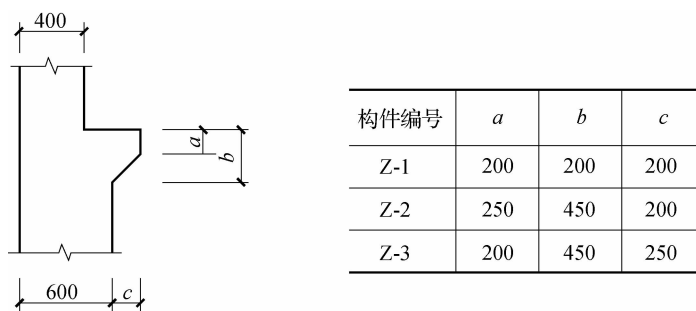


图 1-31 相似构配件尺寸的表格式标注方法

8) 标高

(1)标高符号应以等腰直角三角形表示,按图 1-32(a)所示形式用细实线绘制,当标注位置不够时,也可按图 1-32(b)所示的形式绘制。标高符号的具体画法应符合图 1-32(c)、图 1-32(d)的规定。

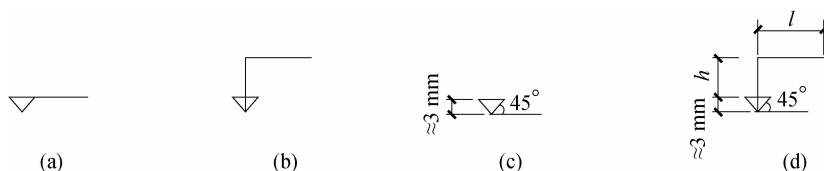


图 1-32 标高符号的具体画法

l—取适当长度注写标高数字;*h*—根据需要取适当高度



(2)总平面图室外地坪标高符号,宜用涂黑的三角形表示,具体画法应符合图 1-33 的规定。

(3)标高符号的尖端应指至被注高度的位置。尖端宜向下,也可向上。标高数字应注写在标高符号的上侧或下侧,如图 1-34 所示。

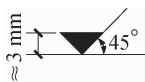


图 1-33 总平面图室外地坪标高符号

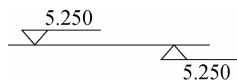


图 1-34 标高符号的指向

(4)标高数字应以米(m)为单位,注写到小数点后第三位。在总平面图中,可注写到小数点后第二位。

(5)零点标高应注写成 ± 0.000 ,正数标高不注“+”,负数标高应注“-”,如 3.000、-0.600。

(6)在图样的同一位置需表示几个不同标高时,标高数字可按图 1-35 的形式注写。

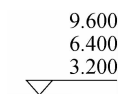


图 1-35 同一位置注写多个标高数字

(7)建筑物平面图、立面图、剖面图,宜标注室内外地坪、楼地面、地下层地面、阳台、平台、檐口、屋脊、女儿墙、雨篷、门、窗、台阶等处的标高。



平屋面等不易标明建筑标高的部位可标注结构标高,并予以说明。结构找坡的平屋面,屋面标高可标注在结构板面最低点,并注明找坡坡度。有屋架的屋面,应标注屋架下弦搁置点或柱顶标高。有起重机的厂房剖面图应标注轨顶标高、屋架下弦杆件下边缘或屋面梁底、板底标高。梁式悬挂起重机宜标出轨距尺寸,以米(m)计。

(8)楼地面、地下层地面、阳台、平台、檐口、屋脊、女儿墙、台阶等处的高度尺寸及标高,宜按下列规定注写:

①平面图及其详图注写完成面标高。

②立面图、剖面图及其详图注写完成面标高和高度方向的尺寸。

③其余部分注写毛面尺寸及标高。

④标注建筑平面图各部位的定位尺寸时,注写与其最邻近的轴线间的尺寸;标注建筑剖面各部位的定位尺寸时,注写其所在层次内的尺寸。



建筑工程图样中的字体有汉字、拉丁字母、阿拉伯数字、符号、代号等,图样中的字体应笔画清晰、字体端正、排列整齐、间隔均匀。如果图样上的文字和数字写得潦草难以辨认,不仅影响图纸的清晰和美观,而且容易产生差错,造成工程损失。

1.2 绘图工具及用品

绘图时常使用的工具及用品包括图板、丁字尺、比例尺、三角板、曲线板、圆规与分规、制图模板、图纸、绘图笔、砂纸、排笔、擦图片和橡皮等。

1) 图板

图板是指用来铺贴图纸及配合丁字尺、三角板等进行制图的平面工具。

图板外观如图 1-36 所示。对图板的要求是板面平整光滑,无节疤,有一定的弹性,边框应平直。

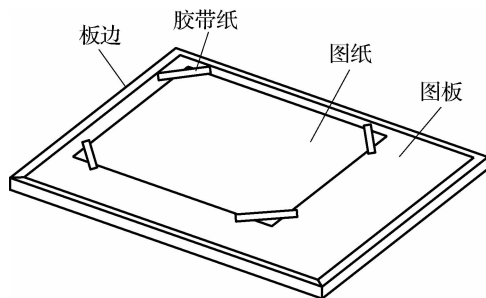


图 1-36 图板外观

常用的图板规格有 0 号、1 号和 2 号(见表 1-9)。绘制时应根据图纸幅面的大小来选择图板。

表 1-9 常用的图板规格

单位:mm

图板的规格代号	0	1	2
图板尺寸	900×1 200	600×900	450×600

图板是制图的主要工具,用后应妥善保管,防止受潮或日光暴晒;板面上不可放置重物,以免图板变形走样或压坏板面;贴图纸时宜采用透明胶带纸,尽量不使用图钉。不用图板时应将图板竖向放置保管。

2) 丁字尺、比例尺和三角板

(1) 丁字尺。丁字尺是与图板配合画水平线的长尺,由互相垂直的尺头和尺身两部分组成,其作用是画水平线。使用丁字尺时,左手握住尺头使其紧靠图板左边,并推移至需要的位置,右手握着笔沿丁字尺工作边从左向右画水平线,如图 1-37 所示。不得把丁字尺头靠在图板的右边、下边或上边画线,也不得用丁字尺的下边画线。在画同一张图纸时,尺头不得在图板的其他各边滑动,以免在图板各边不成直角时画出的线不准确。丁字尺是用有机玻璃制成的,容易摔断、变形,用后应将其挂在墙上。

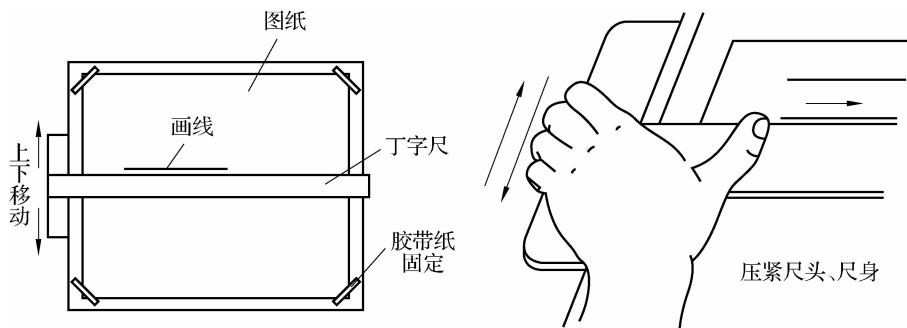


图 1-37 丁字尺的使用方法

(2) 比例尺。比例尺是绘图时用来缩小线段长度的尺子。比例尺通常制成三棱柱状,故又称为三棱尺,如图 1-38 所示。

由于建筑物与其构件都较大,不可能也没有必要按 1:1 的比例绘制,通常都要按比例缩小,为了绘图方便,常使用比例尺。比例尺一般由木头或塑料制成,比例尺的三个棱面刻有 6 种比例,通常有 1:100、1:200、1:300、1:400、1:500、1:600,比例尺上的数字以米为单位。

使用比例尺制图时,当比例尺与图样上的比例相同时,可直接量度尺寸;将尺子置于图上要量的距离之上,并对准量度方向,便可直接量出;若比例不同,可采用换算方法求出尺寸。如图 1-39 所示,线段 MN 采用 1:500 的比例直接量出读数为 13 m;若用 1:50 的比例,读数为 1.3 m;若用 1:5 的比例,读数为 0.13 m。

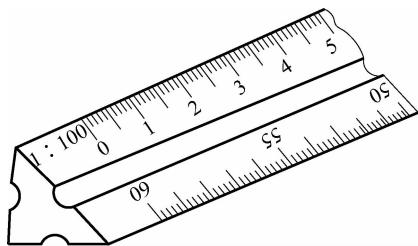


图 1-38 比例尺(三棱尺)

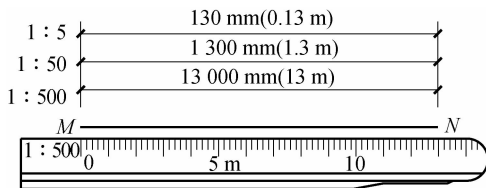


图 1-39 比例换算

为求绘图精确起见,使用比例尺时切勿累计其距离,应注意先绘出整个宽度和长度,然后再进行分割。比例尺不可以用来画线,不能弯曲,尺身应保持平直完好,尺子上的刻度要清晰、准确,以免影响使用。

(3) 三角板。常用的三角板有特殊角的直角三角板和等腰直角三角板两种。

与丁字尺配合使用可以画出竖直线或 15°、30°、45°、60°、75°等角度的倾斜线,用两块三角板相互配合,可以画出任意直线的平行线或垂直线,如图 1-40 所示。

采用三角板画线时,应先把丁字尺推到线的下方,再将三角板放在线的右方,并使它的一条直角边贴靠在丁字尺的工作边上。然后移动三角板,直至另一条直角边贴靠竖直线,再用左手轻轻按住丁字尺和三角板,右手持铅笔,自下而上画出竖直线,如图 1-40(a)所示。

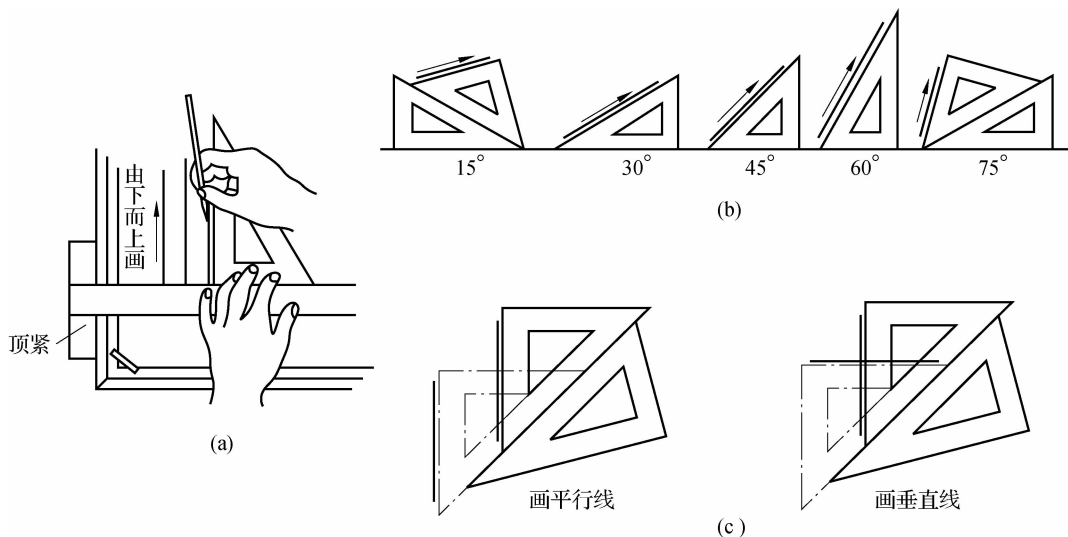


图 1-40 三角板的用法

(a)画竖直线 (b)画各种角度倾斜线 (c)画任意直线的平行线或垂直线

3) 曲线板

曲线板是用来画非圆曲线的工具,其使用方法如图 1-41 所示。绘制曲线时,首先按相应作图法作出曲线上的一些点,再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一段,画出该段曲线。同样找出下一段,注意前后两段应有一小段重合,这样曲线才显得圆滑。以此类推,直至画完全部曲线。

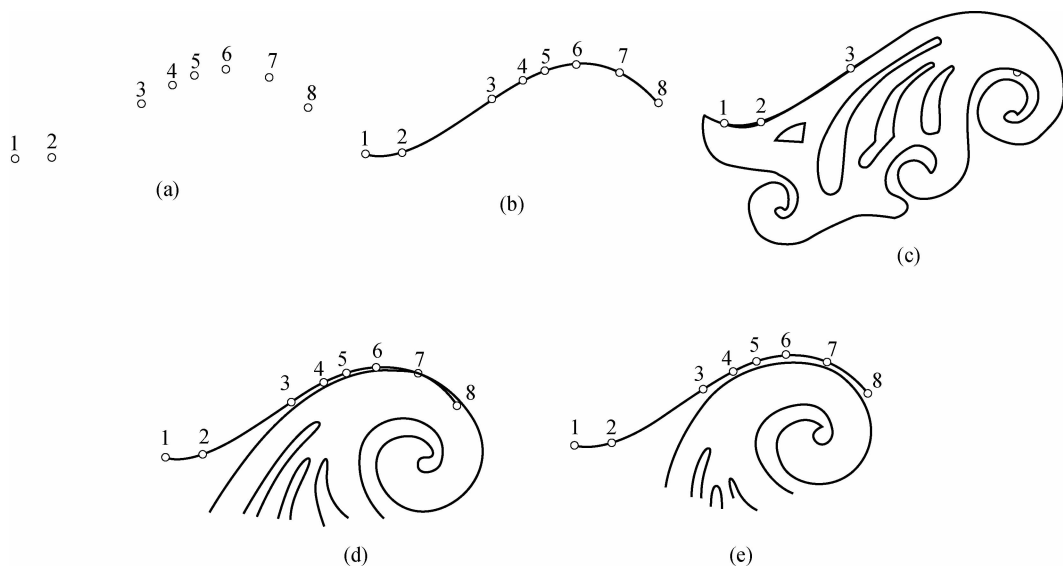


图 1-41 曲线板的使用方法

(a)作出点 (b)连成曲线 (c)、(d)画各段曲线 (e)连接各段曲线

4) 圆规与分规

(1) 圆规。圆规是画圆或圆弧的仪器。常用的是四用圆规,有台肩一端钢针的针尖应在圆心

处,以防圆心孔扩大,影响画图质量;圆规的另一条腿上应有插接构造,如图 1-42(a)、图 1-42(b)所示。

在使用前应先调整圆规针脚,使针尖略长于铅芯(或墨线笔头)[见图 1-42(c)],铅芯应磨削成 65° 的斜面,斜面向外。画圆或圆弧时,可用左手食指来帮助针尖扎准圆心,调整两脚之间的距离,使其等于半径长度,然后从左下方开始,按顺时针方向转动圆规,笔尖应垂直于纸面,如图 1-42(d)、图 1-42(e)所示。用圆规画圆时,应使针尖固定在圆心上,尽量不使圆心扩大,圆规的两条腿应垂直于纸面。

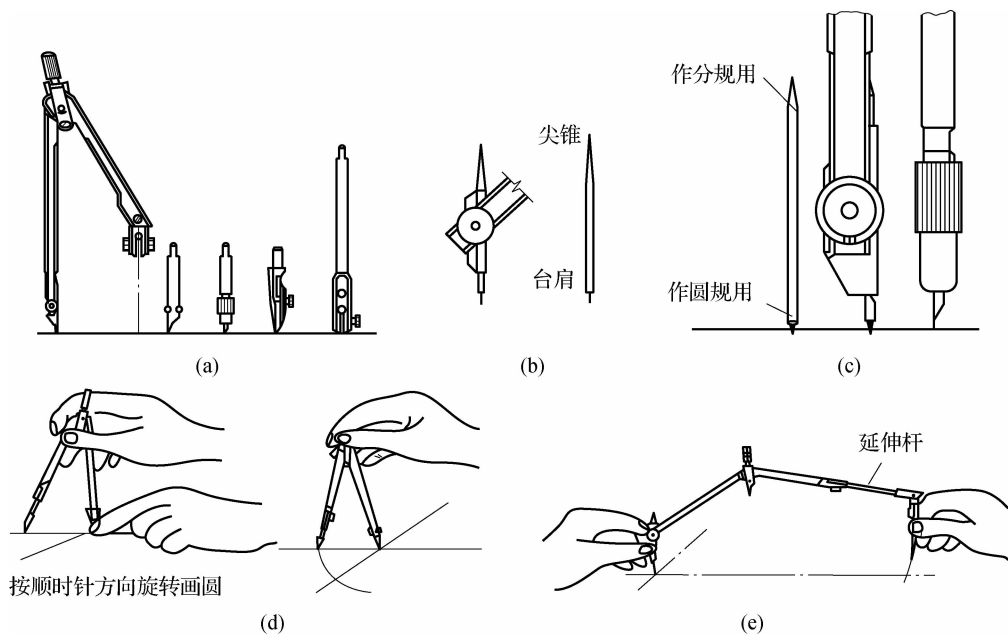


图 1-42 圆规的用法

(a)圆规及插腿 (b)圆规的钢针 (c)圆心钢针略长于铅芯 (d)圆的画法 (e)画大圆时加延伸杆

(2)分规。分规与圆规相似,只是两腿均装了圆锥状的钢针,两根钢针必须等长,既可用于量取线段的长度,又可等分线段或圆弧,分规的两针合拢时应对齐。分规的用法如图 1-43 所示。

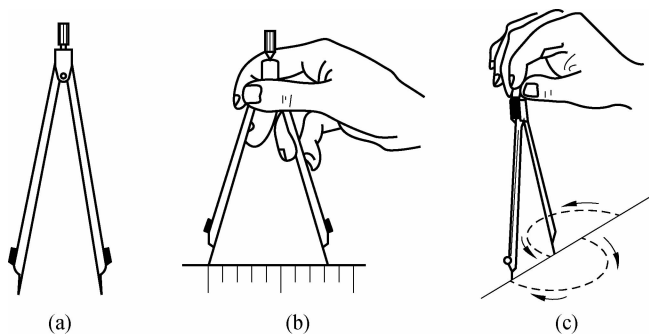


图 1-43 分规的用法

(a)分规 (b)量取长度 (c)等分线段

圆规的一头是钢针,另一头是铅笔尖,而分规两头都是钢针。分规类似于圆规,但它有

对称的两个针尖,是主要用来等分线段的工具。普通的圆规装上针尖后也可以作为分规用。

5) 制图模板

在手工制图条件下,为了提高制图的质量和速度,人们把建筑工程专业图上的常用符号、图例和比例尺均刻在透明的塑料薄板上,制成的供专业人员使用的尺子就是制图模板。建筑制图中常用的模板有建筑模板、结构模板、装饰模板等。图 1-44 为建筑模板。

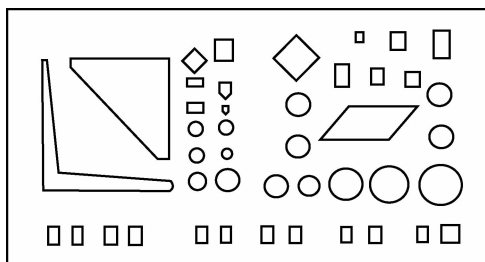


图 1-44 建筑模板

6) 图纸

图纸有绘图纸和描图纸两种。绘图纸用于画铅笔或墨线图,对其要求是纸面洁白、质地坚实,并以橡皮擦拭不起毛、画墨线不洇为好,如图 1-45 所示。

描图纸也称为硫酸纸,专门用于针管笔描图,并以此复制蓝图,如图 1-46 所示。

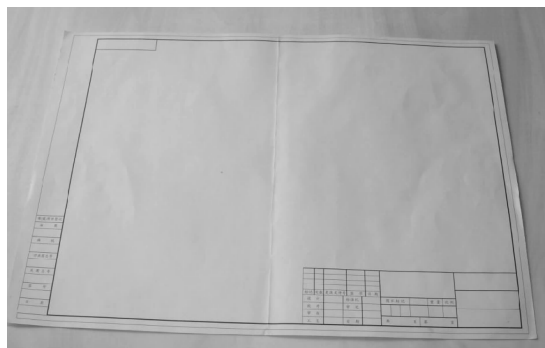


图 1-45 绘图纸

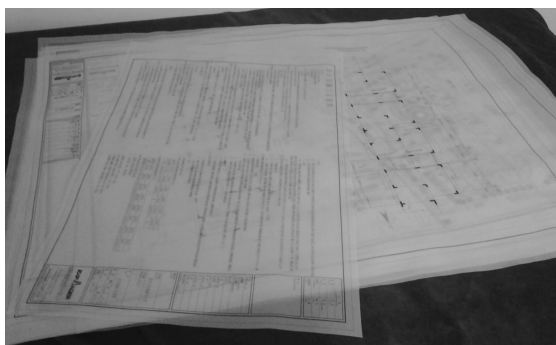


图 1-46 描图纸(硫酸纸)

7) 绘图笔、砂纸和排笔

(1) 绘图笔。建筑工程绘图笔的种类很多,主要有绘图墨线笔、绘图蘸笔和绘图铅笔等。

① 绘图墨线笔。绘图墨线笔又称为针管笔,其笔头为一根针管,有粗细不同的规格,内配相应的通针。它能像普通钢笔那样吸墨水和存储墨水,描图时,不需频频加墨。

绘图墨线笔的作用是画墨线或描图,其由针管、通针、内胆、套管和储墨管等组成,如图 1-47 所示。针管直径有 0.18~1.4 mm 粗细不同的规格,绘图时可根据图线的粗细要求进行选用。

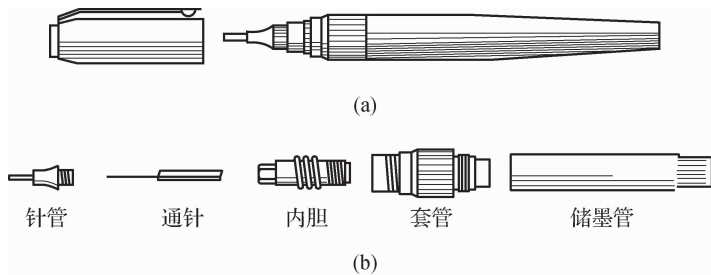


图 1-47 绘图墨线笔
(a) 绘图墨线笔外观 (b) 构造组成

用于绘图的墨水一般有普通绘图墨水和碳素墨水两种。普通绘图墨水快干、易结块,适用于传统的鸭嘴笔;碳素墨水不易结块,适用于绘图墨线笔。

使用绘图墨线笔画线时,要使笔尖与纸面尽量保持垂直,若发现墨水不畅通,应上下抖动笔杆使通针将针管内的堵塞物捅出。因其使用和携带方便,是目前常用的描图工具,如图 1-48 所示。绘图墨线笔使用后,应立即清洗针管,以防堵塞。

② 绘图蘸笔。绘图蘸笔主要用于书写墨线字体,与普通蘸笔相比,其笔尖较细,写出来的字笔画细长,看起来很清秀;同时,绘图蘸笔也可用于书写字号较小的字。写字时,每次蘸的墨水不要太多,并应保持笔杆的清洁,如图 1-49 所示。

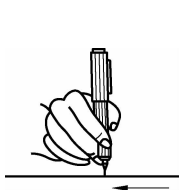


图 1-48 绘图墨线笔的用法

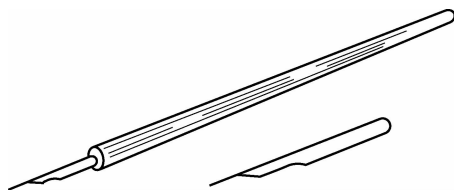


图 1-49 绘图蘸笔

现在,绘图蘸笔已很少使用。

③ 绘图铅笔。绘图铅笔有多种硬度:代号 H 表示硬芯铅笔,H~3H 常用于画稿线;代号 B 表示软芯铅笔,B~3B 常用于加深图线的色泽;代号 HB 表示中等硬度铅笔,通常用于注写文字和加深图线等。

铅笔笔芯可以削成楔形、尖锥形和圆锥形等。尖锥形铅芯用于画稿线、细线和注写文字等;楔形铅芯可削成不同的厚度,用于加深不同宽度的图线。

铅笔应从没有标记的一端开始使用。画线时握笔要自然,速度、用力要均匀。用圆锥形

铅芯画较长的线段时,应边画边在手中缓慢地转动铅笔且始终与纸面保持一定的角度。

(2)砂纸和排笔。工程制图中,砂纸的主要用途是将铅芯磨成所需的形状。砂纸可用双面胶带固定在薄木板或硬纸板上,做成如图 1-50 所示的形状。当图面用橡皮擦拭后,可用排笔掸掉碎屑。

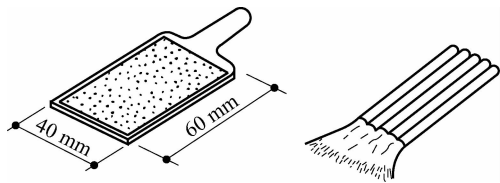


图 1-50 砂纸板和排笔

8)擦图片与橡皮

(1)擦图片。擦图片用来修改图样,薄片上有各种形状的孔,其形状如图 1-51 所示。使用时,应将擦图片盖在图面上,使画错的线在擦图片上适当的模孔内露出来,然后用橡皮擦拭,这样可以防止擦去近旁画好的图线,有助于提高绘图速度。

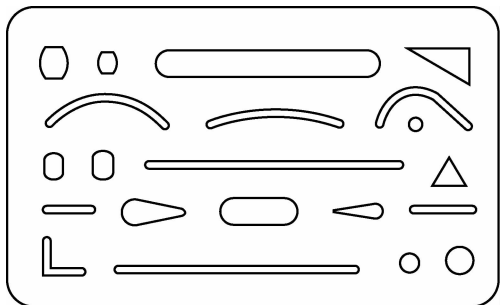


图 1-51 擦图片上孔的形状

(2)橡皮。橡皮有软硬之分:修整铅笔线多用软质的,修整墨线多用硬质的。

1.3 绘图方法及步骤

1.3.1 绘图前的准备工作

1)准备工具

绘制工程图必须具备图板、丁字尺、三角板、比例尺、圆规、针管笔等工具,还应准备若干 HB、2H、2B 的绘图铅笔,绘图纸或描图纸等用品。

绘图前,还需将铅笔削好、磨细,若需描图还应将针管笔灌好墨水备用,并把各种工具及用品放置在绘图桌上适当位置,以方便取用。



2) 安排工作地点

了解绘图的任务,明确绘图的要求,然后选好图板,使其平整面向上,并放置于合适的位置和角度,要保证光线能从图板的左前方射入,并将需要的工具放在方便之处,以便顺利地进行制图工作。

3) 固定图纸

根据图样大小裁切图纸且使其光面向上,用胶带纸粘贴图纸四角,使其固定在图板上,并且应贴平整、不起翘。固定图纸时,一般应按对角线方向顺次固定,使图纸平整。当图纸较小时,应将图纸布置在图板的左下方,但要使图板的底边与图纸下边的距离大于丁字尺的宽度。



1.3.2 绘制底稿

为了使图样画得准确、清晰,打底稿时应采用 H 或 2H 的铅笔,同时注意不应过分用力,使图面不出现刻痕为好;画底稿也不需分出线型,待加深时再进行调整。

画底稿的一般步骤为先画图框、标题栏,后画图形。画图形时,先画轴线或对称中心线,再画主要轮廓,然后画细部。如图形是剖视图或剖面图,则最后画剖面符号,剖面符号在底稿中只需画出一部分,其余可待上墨或加深时再全部画出。图形完成后,再画其他符号、尺寸线、尺寸界线、尺寸数字和仿宋字的格子等。



小贴士

画底稿时,要用削尖的 H 或 2H 铅笔轻淡地画出,并经常磨削铅笔;对于需上墨的底稿,在线条的交接处可画出头一些,以便清楚地辨别上墨的起始位置。



1.3.3 加深铅笔图线与描绘墨线图

1) 加深铅笔图线

加深铅笔图线时的要求和步骤如下:

(1) 加深要求。

① 在加深时,应该做到线型正确,粗细分明,连接光滑,图面整洁。

② 加深粗实线用 HB 铅笔,加深虚线、细实线、细点画线及线宽约 $b/3$ 的各类图线用削尖的 H 或 2H 铅笔,写字和画箭头用 HB 铅笔。画图时,圆规的铅芯应比画直线的铅芯软一级。

③ 在加深图线前,应认真校对底稿,修正错误和缺点,并擦净多余线条和污垢。加深图线时用力要均匀,使图线均匀地分布在底稿线的两侧。

(2) 加深步骤。

① 加深铅笔图线时宜按照先细后粗、先曲后直、先水平后垂直的原则进行,按由上至下、由左至右的顺序,把图线按不同线型全部加深。

一般先加深所有的点画线,再加深所有的粗实线圆和圆弧,然后从上向下或从左向右依

次加深所有的水平粗实线或铅垂的粗实线。加深倾斜的粗实线时,应从左上方开始。接着,按加深粗实线的相同步骤依次加深所有虚线圆和圆弧,以及水平的、铅垂的和倾斜的虚线。最后,加深所有的细实线、波浪线等。

②画符号和箭头,标注尺寸,书写注解和标题栏等。

③检查全图,若有错误和遗漏,应及时改正,并做必要的修饰。



小贴士

绘图时,要注意图面的整洁,减少尺寸数字在图面上的挪动次数;不画时,用干净的纸张将图面蒙盖起来。图线在加深时不论粗细,色泽均应一致。较长的线在绘制时应适当转动铅笔,以保证图线粗细均匀。

2) 描绘墨线图

墨线应用针管笔绘制,应保持针管笔的畅通,灌墨不宜太多,以免溢漏污染图面。墨线图的描绘步骤与铅笔图相同,可参照执行。画错时应用双面刀片轻轻地刮除,刮时应在描图纸下垫平整的硬物(如三角板等),以防止刮破图纸。刮后用橡皮擦拭,将修刮处压平后方可画线。



1.3.4 图样校对与检查

整张图纸应经细致检查、校对、修改以后才算最后完成。具体的操作步骤如下:

- (1)检查图样是否正确。
- (2)检查图线的交接、粗细、色泽及线型应用是否准确。
- (3)检查文字和尺寸标注是否齐整、正确、符合国家标准。



1.3.5 平面图形分析与作图

平面图形是由若干直线线段和曲线线段按一定规则连接而成的。绘图前,应根据平面图形给定的尺寸,明确各线段的形状、大小、相互位置及性质,从而确定正确的绘图顺序。

1) 平面图形的尺寸分析

平面图形中的尺寸,按其作用分为定形尺寸和定位尺寸两类。要标注平面图形的尺寸,首先就必须了解这两类尺寸,并对其进行分析。

(1)定形尺寸。在平面图形中,确定平面图形各组成部分的形状和大小的尺寸,称为定形尺寸,如直线段的长度、圆及圆弧的直径(半径)、角度的大小等。如图 1-52 所示的尺寸 80、40、5、R120、R20、R10 均为定形尺寸。

(2)定位尺寸。在平面图形中,确定平面图形各组成部分之间相互位置的尺寸,称为定位尺寸。如图 1-52 所示的尺寸 R100、30、R30 就是定位尺寸。



小贴士

标注定位尺寸时,必须将图形中的某些线段(一般以图形的对称线、较大圆的中心线或图形中的较长直线)作为标注尺寸的基点,称为尺寸基准。如图 1-52(d)中的尺寸 65 的基准是平面图形下部的水平线。通常,一个平面图形需要水平和竖直两个方向的基准。

2) 平面图形的线段分析

根据所标注尺寸的齐全程度,平面图形上的线段大致可分为如下三种:

(1)已知线段。已知线段是指定形尺寸和定位尺寸齐全,可以直接画出的线段,如图 1-52(a)所示的尺寸 80、40、5、 $R120$ 。

(2)中间线段。中间线段是指只有定形尺寸而定位尺寸不全,还需根据与相邻线段的一个连接关系才能画出的线段。如图 1-52(b)所示的圆弧 $R20$,只能根据定位尺寸 $R100$ 得到其圆心在水平方向的一个定位尺寸,而竖直方向的位置则需要根据画出的圆弧 $R120$ 与其相切确定。

(3)连接线段。连接线段是指只有定形尺寸而无定位尺寸,需要根据两个连接关系才能画出的线段。如图 1-52(c)所示的小圆弧 $R10$,圆心两个方向的定位尺寸都未标注,需根据其一端与 $R20$ 的中间线段相切,另一端与尺寸为 5 的已知线段的终点相交确定圆心。

3) 平面图形的作图步骤

平面图形的作图步骤如下:

- (1)分析图形及其尺寸,判断各线段和圆弧的性质。
- (2)画基准线、定位线和已知线段,如图 1-52(a)所示。
- (3)画中间线段,如图 1-52(b)所示。
- (4)画连接线段,如图 1-52(c)所示。
- (5)擦去不必要的图线,标注尺寸,按线型描深,如图 1-52(d)所示。

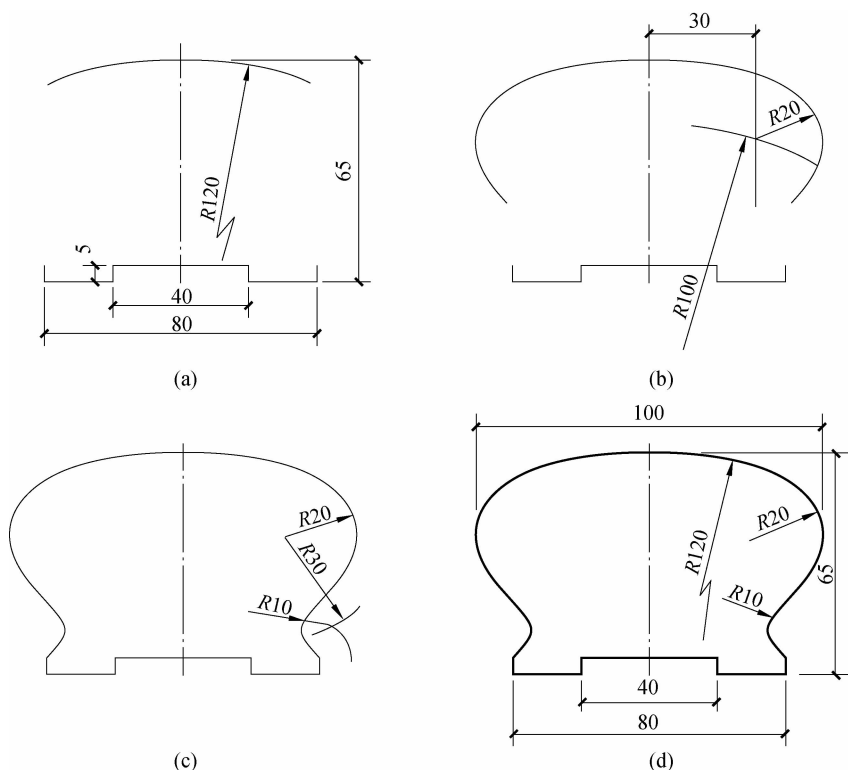


图 1-52 平面图形的画图步骤



学习评价

(1)《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2010)中统一规定了所有设计图纸的幅面及图框尺寸,主要有_____、_____、_____、_____、_____等。

(2)尺寸界线应用_____绘制,与被注长度垂直,其一端离开图样轮廓线不应小于_____mm,另一端宜超出尺寸线_____mm。

(3)常用的图板规格有_____、_____和_____,绘制时应根据图纸幅面的大小来选择图板。

(4)比例尺一般由木头或塑料制成,比例尺的三个棱面刻有六种比例,通常有_____,_____,_____,_____,_____,_____,比例尺上的数字以米为单位。

(5)图纸幅面的形式有哪几种?

(6)简述线型的种类与用途。

(7)绘制图线的要求有哪些?

(8)常用的制图工具及用品有哪几种?

模块 2

投影的基本原理



学习目标

- (1) 了解投影的概念、分类及平面投影的特性。
- (2) 掌握三面正投影图的形成过程、对应关系及投影规律。
- (3) 掌握点、线、面的投影特性和作图方法。

常见房屋的透视图,虽然形象逼真、立体感强,但它不能把房屋各部分的真实形状和大小准确地表达出来,所以不能作为房屋施工图使用。此时就必须熟悉投影方面的相关知识,然后才能绘制出建筑的平面图、立面图和剖面图等指导建筑施工的图样。

2.1 投影的基本原理概述



2.1.1 投影的概念与分类

1) 投影的概念

日常生活中,人们发现只要有物体、光线和落影面,就会在落影面上留下物体的影子,这就是自然界的投影现象。当光线照射的角度或距离改变时,影子的位置、形状也随之改变。也就是说,光线、物体、影子之间存在着紧密的联系。人们对这种现象进行科学抽象,即按照投影的方法,把物体的所有内外轮廓和内外表面交线全部表示出来,且依投影方向将可见的轮廓线画成实线,将不可见的轮廓线画成虚线。这样,形体的影子就发展成能够满足生产需要的投影图,简称投影。按照投影的原理,用二维平面表示三维形体的方法,称为投影法。

自然界的物体投影与工程制图上反映的投影是有区别的,前者一般外部轮廓线较清晰

而内部却一片混沌,后者不仅要求外部轮廓线清晰,同时还要求能反映内部轮廓及形状,这样才能符合清晰地表达工程物体形状大小的要求。因此,要形成工程制图所要求的投影,应有三个假设:一是光线能够穿透物体;二是光线在穿透物体的同时能够反映其内部、外部的轮廓(看不见的轮廓用虚线表示);三是对形成投影的光线的射向做相应的选择,以得到不同的投影。

在制图上,把发出光线的光源称为投影中心,光线称为投影线,光线的射向称为投影方向,落影的平面称为投影面。用投影法画出物体的图形称为投影图,习惯上也将投影物体称为形体。投影图的形成如图 2-1 所示。

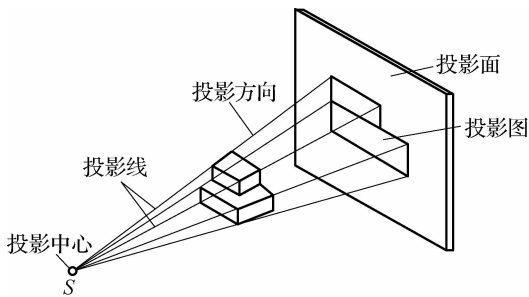


图 2-1 投影图的形成

2) 投影的分类

通常情况下,投影可分为平行投影和中心投影。

(1) 平行投影。如果投影中心 S 离投影面无限远,则投影线可视为相互平行的直线,由此产生的投影称为平行投影。其特点是投影线互相平行,所得投影的大小与物体离投影中心的远近无关。根据互相平行的投影线与投影面是否垂直,平行投影又分为正投影和斜投影。

① 正投影。如果投影线与投影面相互垂直,那么由此所作出的平行投影称为正投影,也称为直角投影,这种投影方法称为正投影法。正投影如图 2-2 所示。

② 斜投影。投影线斜交投影面所作出的物体的平行投影,称为斜投影,这种投影方法称为斜投影法。斜投影如图 2-3 所示。

斜投影图有一定的立体感,作图简单,但不能准确地反映出物体的形状,其视觉上产生变形和失真,只能作为工程的辅助图样。用斜投影法可绘制斜轴测图,如图 2-4 所示。

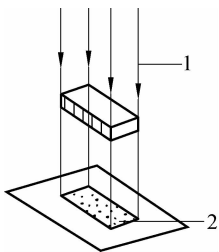


图 2-2 正投影
1—投影线; 2—正投影

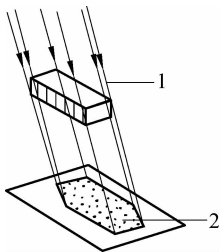


图 2-3 斜投影
1—投影线; 2—斜投影

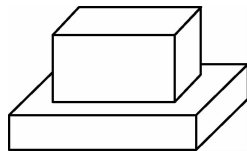


图 2-4 斜轴测图

(2) 中心投影。中心投影是在有限的距离内,由投影中心 S 发射出的投影线所产生的投影,如图 2-5 所示。其特点是投影线相交于一点,投影图的大小与投影中心 S 距离投影面的

远近有关,在投影中心 S 至投影面 P 的距离不变的情况下,物体离投影中心 S 越近,投影图越大;反之,投影图越小。

用中心投影法绘制的物体的投影图称为透视图,如图 2-6 所示。物体的透视图直观性很强、形象逼真,常用作建筑方案设计图和效果图;但透视图绘制比较烦琐,而且建筑物等的真实形状和大小不能直接在图中度量,不能将其作为施工图使用。

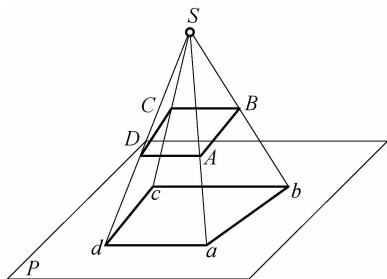


图 2-5 中心投影

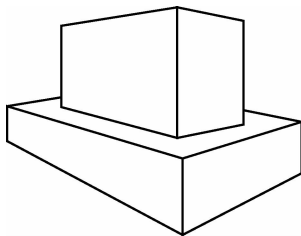


图 2-6 透视图

2.1.2 工程中常用的投影图

工程中常用的投影图有正投影图、透视投影图、标高投影图和轴测投影图。

1) 正投影图

运用正投影法使形体在相互垂直的多个投影面上得到投影,然后按规则展开,在一个平面上所得到的图称为正投影图,如图 2-7 所示。正投影图的特点是作图比较简单,便于度量和标注尺寸。形体的平面平行于投影面时能够反映其实形,因此在工程上应用最多。但其缺点是无立体感,需要多个正投影图结合起来分析、想象才能得出立体形象。

2) 透视投影图

运用中心投影的原理绘制的具有逼真立体感的单面投影图称为透视投影图,简称透视图。它具有真实、直观、有空间感且符合人们视觉习惯的特点,但绘制较复杂,形体的尺寸不能在投影图中度量和标注,不能作为施工的依据,仅用于建筑及室内设计等方案的比较及美术、广告等,如图 2-8 所示。

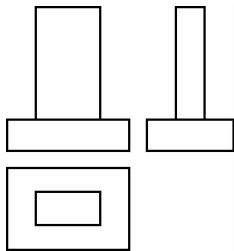


图 2-7 正投影图

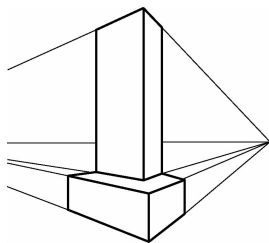


图 2-8 透视投影图

3) 标高投影图

标高投影图是标有高度数值的水平正投影图,在建筑工程中常用于表示地面的起伏变

化、地形、地貌。作图时,用一组上下等距的水平剖切平面剖切地面,其交线反映在投影图上称为等高线。将不同高度的等高线自上而下投影在水平投影面上,便可得到等高线图,称为标高投影图,如图 2-9 所示。

4)轴测投影图

图 2-10 为形体的轴测投影图。它是运用平行投影的原理在一个投影面上作出的具有较强立体感的单面投影图。其特点是作图较透视图简单,相互平行的线可平行画出,但立体感稍差,常作为辅助图样。

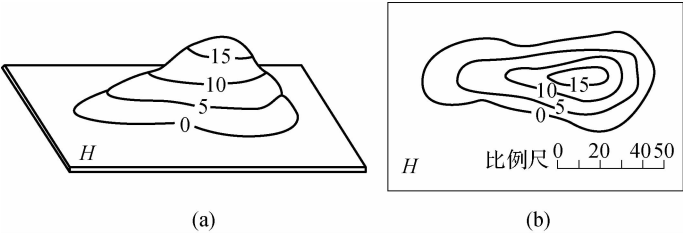


图 2-9 标高投影图

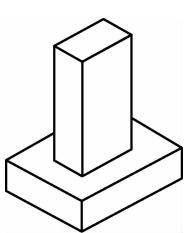


图 2-10 轴测投影图

2.1.3 平面投影的特性

在绘制工程图的过程中,平面投影图的绘制应遵循投影特征。下面以正投影为例,大致了解一下平面投影的特性(见表 2-1)。

表 2-1 平面投影的特性

序号	特 性	示 意 图	说 明
1	真实性 (全等性)		当直线或平面平行于投影面时,其投影反映实长或实形,即投影是直线或平面的全等形。例如,直线 AB 平行于平面 P,其在平面 P 上的投影反映直线 AB 的实长,即 $AB=ab$;平面 ABC 平行于平面 P,其在平面 P 上的投影反映平面 ABC 的真实形状和实际大小,即 $\triangle ABC \cong \triangle abc$
2	积聚性		当直线或平面垂直于投影面或平行于投影线时,它们的投影积聚成点或直线

(续表)

序号	特 性	示 意 图	说 明
3	类似性	(a) (b)	当直线或平面倾斜于投影面而又不平行于投影线时,其投影与原形类似,即不反映实长或实形。例如,直线 AB 或平面 ABC 不平行于投影面 P,直线的投影短于直线实长,即 $ab < AB$;平面 ABC 的投影 abc 仍为平面,但其大小和形状均发生了变化
4	平行性		空间互相平行的两直线在同一投影面上的投影保持平行。例如,直线 AB 平行于直线 CD,它们在平面 P 上的投影仍平行,即 $AB \parallel CD$,则 $ab \parallel cd$
5	从属性		如果点在直线上,则点的投影仍在该直线的投影上
6	定比性		直线上两线段长度之比或两平行线段长度之比,分别等于其投影长度之比。例如,$AK : KB = ak : kb$,$AB : CD = ab : cd$

2.2 三面投影图

2.2.1 投影面的设置

将物体放在三个相互垂直的投影面之间,用三组分别垂直于三个投影面的平行投射线进行投影,就能得到这个物体的三个方向的正投影图,如图 2-11 所示。一般物体用三个正投影图结合起来就能反映它的全部形状和大小。由这三个投影面组成的投影面体系,称为三投影面体系。其中,处于水平位置的投影面称为水平投影面,用 H 表示,简称 H 面;处于

正立位置的投影面称为正立投影面,用 V 表示,简称 V 面;处于侧立位置的投影面称为侧立投影面,用 W 表示,简称 W 面。三个互相垂直相交的投影面的交线,则称为投影轴,分别是 OX 轴、 OY 轴和 OZ 轴,三个投影轴相交于一点 O ,称为原点。

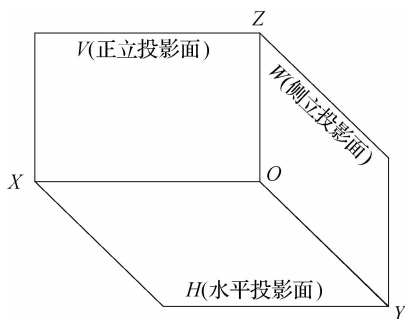


图 2-11 三个投影面的设置

2.2.2 三面投影图的形成

一般情况下,要确定某物体的整体形状,用一个投影面表示是有困难的,有些物体可用两个投影面表示,但大多数物体都需要用三个投影面来表示。物体在三个投影面上的投影,可分别称为水平投影、正面投影和侧面投影。水平投影、正面投影和侧面投影组成的投影图称为三面投影图。三面投影图的形成如图 2-12 所示。

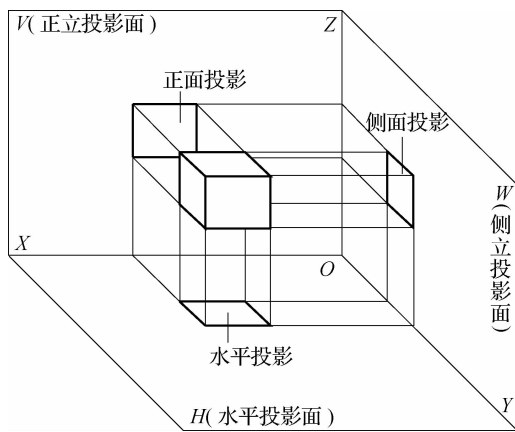


图 2-12 三面投影图的形成

1) 水平投影

物体从上向下在水平投影面上的投影称为水平投影,或称 H 面投影,它反映物体的长度和宽度(见图 2-13),物体的水平投影不能将物体的所有尺寸(长、宽、高)全部反映出来。

2) 正面投影

物体从前向后的正投影称为正面投影,或称 V 面投影,物体的正面投影反映了物体的长度和高度,如图 2-14 所示。

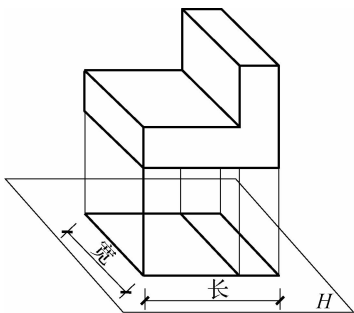


图 2-13 物体的水平投影

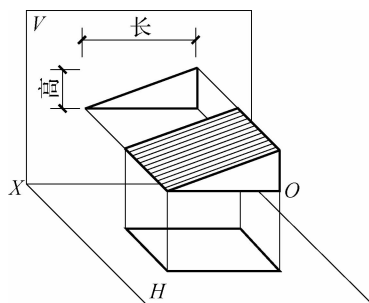


图 2-14 物体的正面投影

水平投影面与正立投影面构成两面投影体系,物体的两面投影能将其长度、宽度和高度全部反映出来,但是却不能唯一反映物体的形状(见图 2-15)三棱柱和半圆柱是两个不同的形体,但它们的两面投影却完全相同。

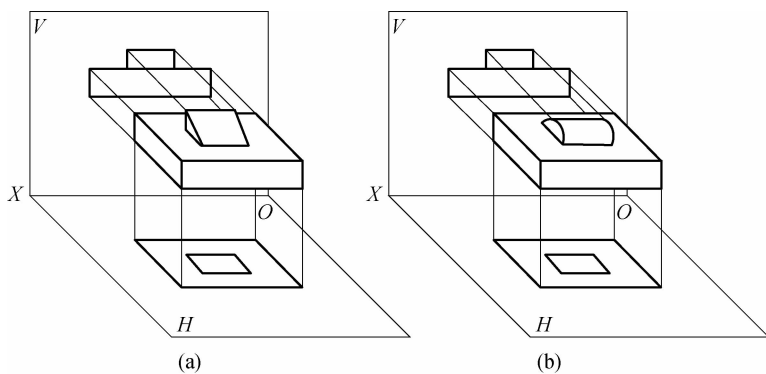


图 2-15 不同物体的两面投影相同

3) 侧面投影

物体在侧立投影面上的投影称为侧面投影,或称 W 面投影,它反映形体的宽度和高度,如图 2-16 所示。

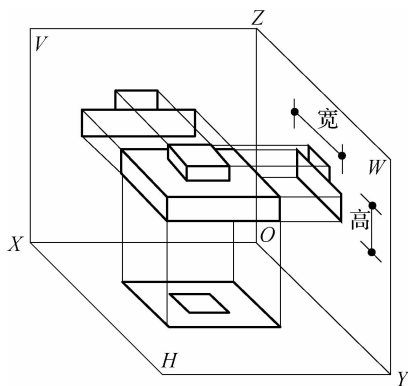


图 2-16 物体的侧面投影

物体的三面投影不仅能确定形体的三个尺度,而且能唯一确定形体的形状(见图 2-17),通过物体的三面投影可将三棱柱和半圆柱区别开来。

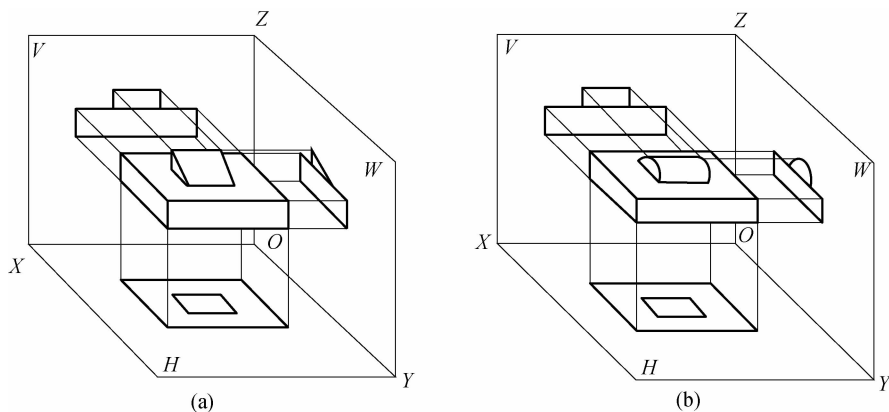


图 2-17 不同物体的三面投影

2.2.3 三面投影图的分析

为了把空间三个投影面上得到的投影图画在一个平面上,需要将三个相互垂直的投影面进行展开,这种将三个投影面摊开在一个平面内的方法叫作三面投影图的展开。

三个投影面展开后,原三投影面相交的交线 OX 、 OY 、 OZ 成为两条垂直相交的直线,原 OY 轴则分为两条,在 H 面上的用 OY_H 表示,在 W 面上的用 OY_W 表示。三面投影图的展开和三面投影如图 2-18 所示。

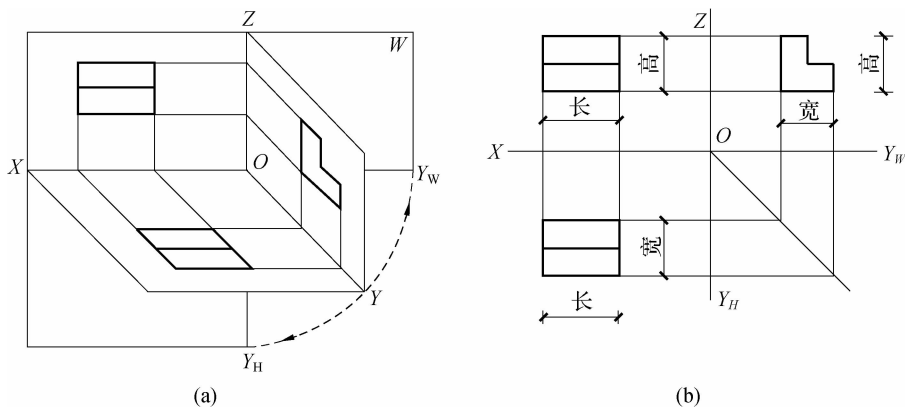


图 2-18 三面投影图的展开和三面投影图

(a) 三投影面图的展开 (b) 三面投影图



小贴士

由于作物体的投影图时,物体的位置不变,展开后,同时反映物体长度的水平投影和正面投影左右对齐——长对正,同时反映物体高度的正面投影和侧面投影上下对齐——高平齐,同时反映物体宽度的水平投影和侧面投影前后对齐——宽相等。“长对正、高平齐、宽相等”是三面投影图的特点,是画图和看图必须遵循的投影规律,无论是整个物体,还是物体的局部都必须符合这条规律。

在三面投影图中可知,正面投影图反映物体的左右、上下四个方向,水平投影图反映物体的左右、前后四个方向,侧面投影图反映物体的前后、上下四个方向,如图 2-19 所示。熟练地掌握投影图之间的三等关系及方位判别,对画图和识图有很大的帮助。

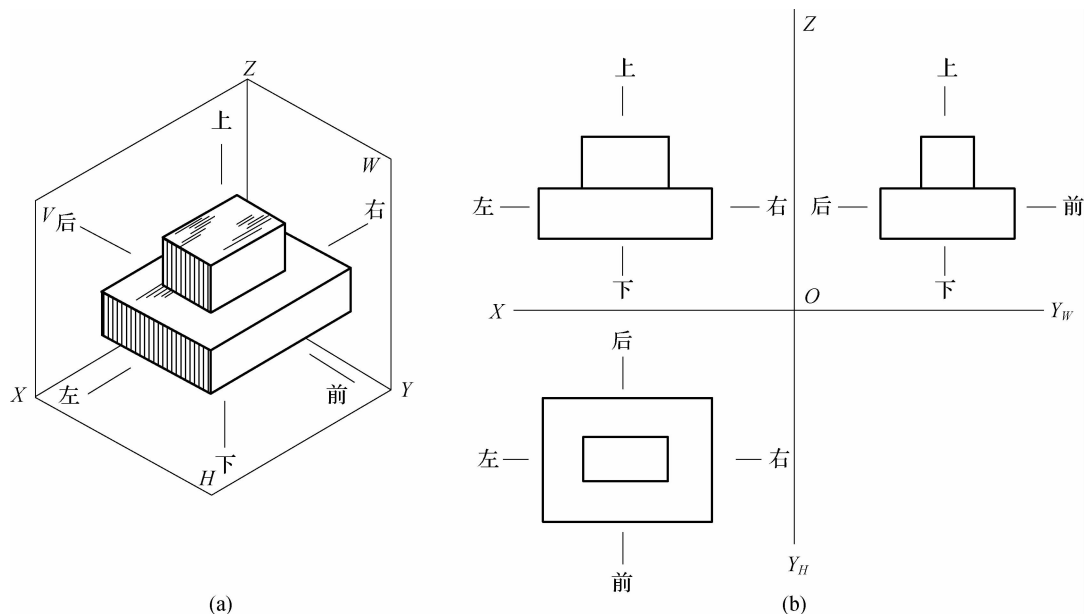


图 2-19 三面投影图方位的对应关系

从展开后的三面投影图的位置来看:左下方为水平投影图,左上方为正面投影图,右上方为侧面投影图。



2.2.4 三面投影图的绘制

可依据下列步骤进行投影图的绘制:

(1)根据各投影图的比例与图幅大小的关系,在图纸上适当安排三个投影的位置,如为对称图形,则先作出对称轴线。选择水平投影面、正立投影面和侧立投影面时,要尽量减少三个投影图上的虚线。

(2)绘制正面投影图,即先从最能反映形体特征的投影画起。

(3)根据“长对正、高平齐、宽相等”的投影关系作出其他两个投影。



课堂训练

试绘制图 2-20(a)所示的台阶模型的三面投影图。

作图步骤如下:

(1) 台阶模型立体图是由一个大长方体切去两个小长方体后形成的台阶。箭头表示 V 投影方向,如图 2-20(a)所示。

(2) 绘出长方体外形的三面投影(用细实线打底稿),如图 2-20(b)所示。

(3) 在长方体三面投影的轮廓线内加绘台阶的三面投影:先加绘台阶的 V 面投影,据此再绘制 H 面投影、 W 面投影,如图 2-20(c)中的箭头所示。

(4) 加粗图线,完成全图,如图 2-20(d)所示。

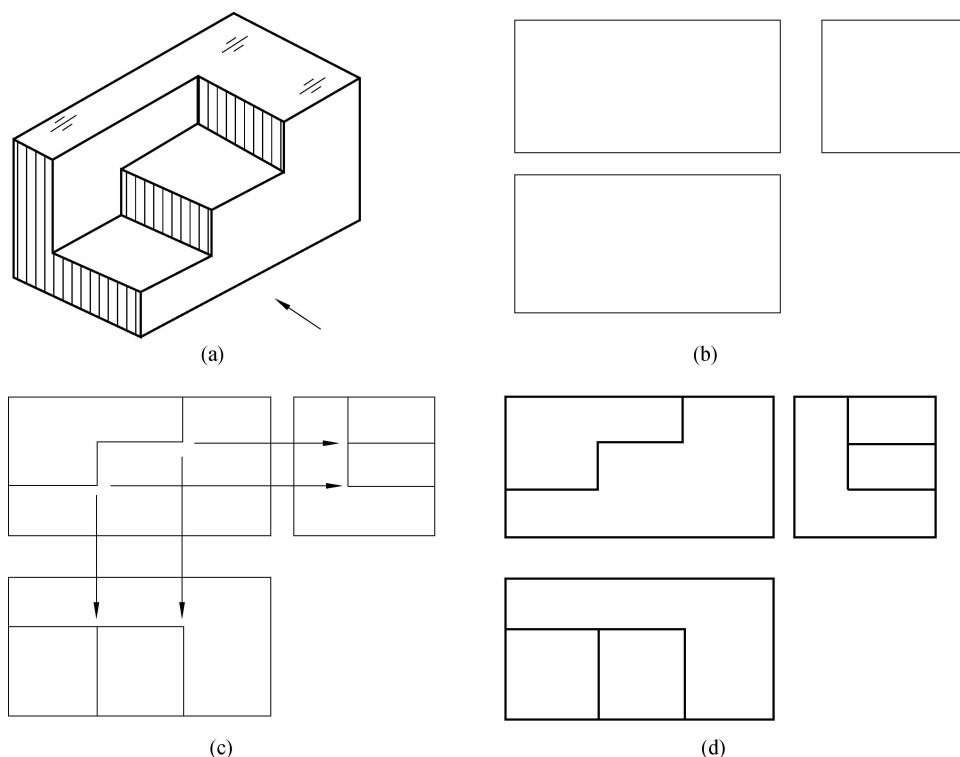


图 2-20 台阶模型的三面投影图

(a) 立体图 (b) 作长方体投影 (c) 切去两个小长方体后的形状
(d) 擦去多余线条,加粗加深图线

2.3 点、直线、平面的投影

2.3.1 点的投影

点是构成形体的最基本的几何元素。虽然点在任何投影面上均为点,但它是绘制线、面、体投影的基础,学习物体在三面正投影体系中的投影,必须从点的投影着手。

1) 空间中一点的投影

将空间一点 A 置于三面投影体系中,自 A 点分别向三个投影面作投影线,于是便获得了点的三面投影。三个投影面上的垂足分别是点 A 在三个投影面上的投影,如图 2-21 所示。

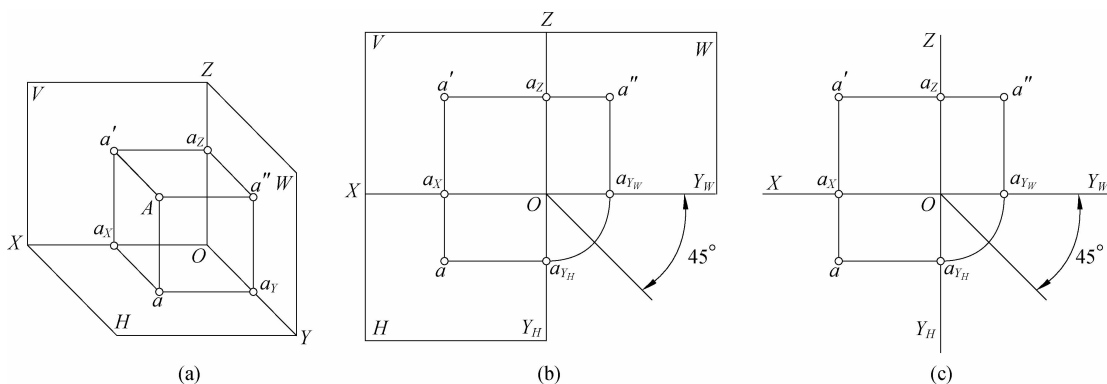


图 2-21 点的三面投影
(a) 立体图 (b) 展开图 (c) 投影图

根据图 2-21 可知,点的投影规律如下:

- (1) 点 A 的正面投影和水平投影的连线一定与 OX 轴垂直。
- (2) 点 A 的正面投影与侧面投影的连线一定与 OZ 轴垂直。
- (3) 点 A 的水平投影到 OX 轴的距离与其侧面投影到 OZ 轴的距离相等。
- (4) 点 A 在任何投影面上的投影仍然是一个点。

点的投影特性为:由已知点的两个投影(含上下、左右、前后三种关系)便可求出第三个投影(只需上下、左右、前后三种关系中的两种)。

2) 重影点

当空间两点位于同一投影线上时,它们在该投影面上的投影重合为一点,这两点称为该投影面的重影点。如图 2-22 所示的 A 、 B 两点处在 H 面的同一投影线上,它们的水平投影 a 和 b 重影为一点,空间点 A 、 B 称为水平投影面的重影点。

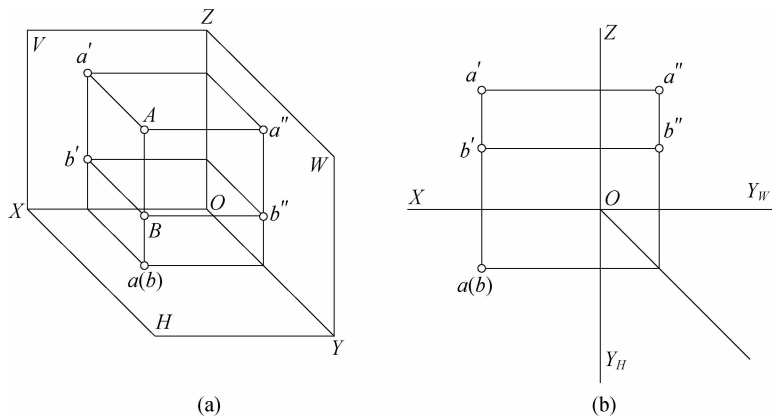


图 2-22 重影点

重影点可见性的判别,一般根据 (x, y, z) 三个坐标值中不相同的那个坐标值来判断,其中坐标值大的点投影可见。制图标准规定将不可见的点的投影加圆括号。在图 2-22 中, A 点在 Z 轴上的坐标值大于 B 点的坐标值,可知 A 点在 B 点上方, B 点为不可见点,其水平投影应加括号。



课堂训练

如图 2-23(a)所示,已知点 M 的水平投影 m 和侧面投影 m'' ,求其正面投影 m' 。

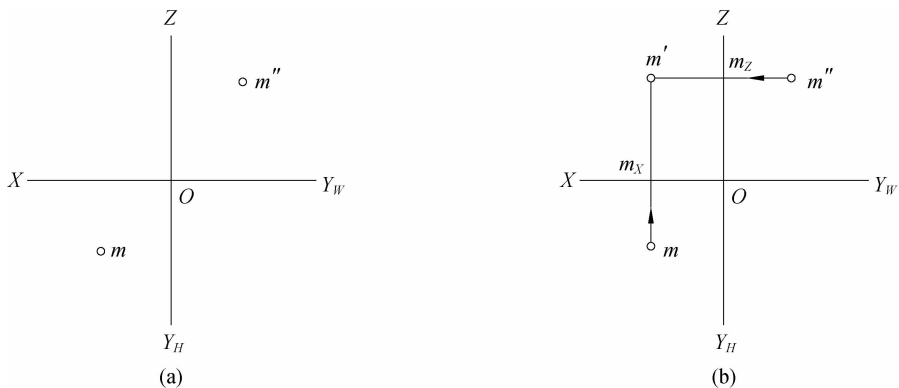


图 2-23 求点的正面投影

作图步骤如下:

(1)过点 m 作 OX 轴的垂线交 OX 于 m_X (m' 必在 mm_X 的延长线上)。

(2)过点 m'' 作 OZ 轴的垂线交 OZ 于 m_Z (m' 必在 $m''m_Z$ 的延长线上),延长 $m''m_Z$ 与 mm_X , 两延长线相交,即得点 M 的正面投影 m' 。

2.3.2 直线的投影

1) 一般位置直线

一般位置直线相对于三个投影面都处于倾斜位置,它与 H 、 V 、 W 面的倾角 α 、 β 、 γ 均不等于 0° 或 90° ,如图 2-24(a)所示。将直线 L 向投影面 H 作投影,该投影在空间形成了一个平面,这个平面与投影面 H 的交线 l 就是直线 L 的 H 面投影。绘制一条直线的三面投影图,可将直线上两点的各同面投影相连,便得到直线的投影,如图 2-24(b)所示。

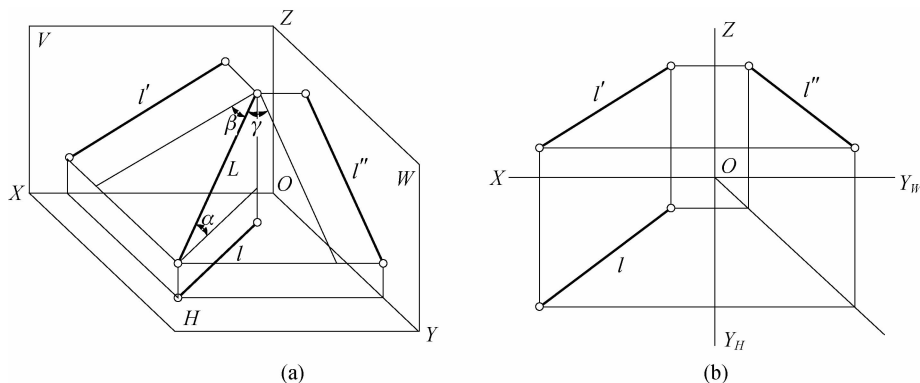


图 2-24 直线的投影

(a)空间状况 (b)投影图

一般位置直线的投影特性为:一般位置直线的三个投影均倾斜于投影轴,均不反映实长,也无积聚性;三个投影和投影轴的夹角均不反映直线与投影面的夹角。

2) 投影面平行线

(1)投影面平行线的类型。平行于一个投影面而倾斜于另外两个投影面的直线称为投影面平行线。投影面平行线可分为以下三种:

- ①正平线。平行于正立投影面而倾斜于水平投影面和侧立投影面的直线称为正平线。
- ②水平线。平行于水平投影面而倾斜于正立投影面和侧立投影面的直线称为水平线。
- ③侧平线。平行于侧立投影面而倾斜于水平投影面和正立投影面的直线称为侧平线。

(2)投影面平行线的投影特性。

- ①直线在与其平行的投影面上的投影反映实长。
- ②其他投影平行于相应的投影轴。
- ③反映实长的投影与投影轴的夹角等于空间直线对其他两个非平行投影面的倾角。

(3)投影面平行线投影图及其投影规律。投影面平行线投影图及其投影规律如表 2-2 所示。

表 2-2 投影面平行线投影图及其投影规律

单位:mm

名 称	直 观 图	投 影 图	投影规律
正平线 (AB 平行于 V 面)			(1) $a'b' = AB$; (2) V 面投影反映 α, γ ; (3) ab 平行于 OX 轴, $a''b''$ 平行于 OZ 轴
水平线 (AB 平行于 H 面)			(1) $ab = AB$; (2) H 面投影反映 β, γ ; (3) $a'b'$ 平行于 OX 轴, $a''b''$ 平行于 OY_W 轴
侧平线 (AB 平行于 W 面)			(1) $a''b'' = AB$; (2) W 面投影反映 α, β ; (3) $a'b'$ 平行于 OZ 轴, ab 平行于 OY_H 轴

3) 投影面垂直线

(1) 投影面垂直线的类型。垂直于任一投影面的直线称为投影面垂直线, 投影面垂直线可分为以下三种:

- ① 正垂线。垂直于 V 面且与其他两个投影面都平行的直线称为正垂线。
- ② 铅垂线。垂直于 H 面且与其他两个投影面都平行的直线称为铅垂线。
- ③ 侧垂线。垂直于 W 面且与其他两个投影面都平行的直线称为侧垂线。

(2) 投影面垂直线的投影特性。

- ①投影面垂直线在与其垂直的投影面上的投影积聚成为一个点。
- ②在另外两个投影面上的投影分别垂直于相应的投影轴,并反映实长。
- (3)投影面垂直线投影图及其投影规律。投影面垂直线投影图及其投影规律如表 2-3 所示。

表 2-3 投影面垂直线投影图及其投影规律

名 称	直 观 图	投 影 图	投影规律
正垂线 (AB 垂直于 V 面)			(1) $ab = a''b'' = AB$; (2) V 面投影积聚为一点; (3) ab 垂直于 OX 轴, $a''b''$ 垂直于 OZ 轴
铅垂线 (AB 垂直于 H 面)			(1) $a'b' = a''b'' = AB$; (2) H 面投影积聚为一点; (3) $a'b'$ 垂直于 OX 轴, $a''b''$ 垂直于 OY_W 轴
侧垂线 (AB 垂直于 W 面)			(1) $a'b' = ab = AB$; (2) W 面投影积聚为一点; (3) $a'b'$ 垂直于 OZ 轴, ab 垂直于 OY_H 轴

4) 直线上的点

(1)直线上的点的投影。直线是一些有规律的点的集合,这些有规律的点的投影也应该在直线的同面投影上;反之,如果一个点的三面投影在一直线的同面投影上,则该点必为直线上的点。

(2)直线上点的定比性。直线上一点,把直线分成两段,这两段线段的长度之比,等于它们相应的投影长度之比,这种比例关系称为定比关系。如图 2-25 所示,直线 AB 上有一点 C ,则点 C 的三面投影必定在直线 AB 的相应投影上,并且满足 $AC:CB=a':c':c'b'=ac:cb=a''c'':c''b''$ 。

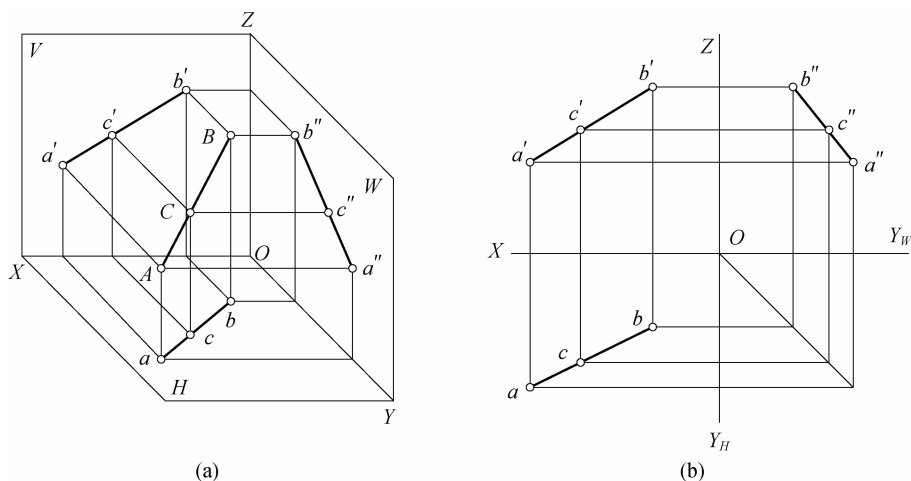


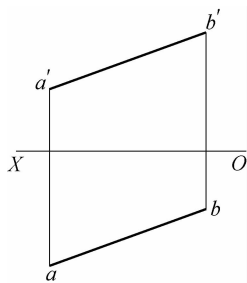
图 2-25 直线上的点

(a)直观图 (b)投影图



课堂训练

如图 2-26 所示,已知直线 AB 的投影 ab 和 $a'b'$,在直线上取点 C ,使 $AC:CB=3:2$,并求点 C 的投影。

图 2-26 求直线 AB 的投影

作图步骤如下:

(1)过点 a 任意作一直线,在其上任取等长的五个单位,得到点 1、2、3、4、5,连接 $5b$,如图 2-27(a)所示。



(2)过点 3 作 $b'b'$ 的平行线交 ab 于点 c ,过点 c 作 OX 轴的垂直线,交 $a'b'$ 于点 c' ,点 c 和点 c' 即为点 C 的两个投影,如图 2-27(b)所示。

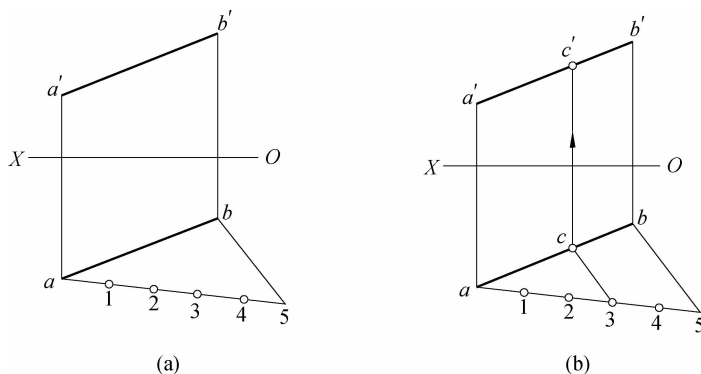


图 2-27 作直线 AB 上分点 C 的投影

5) 两直线的相对位置

空间两直线的相对位置有三种,即平行、相交和交叉。其中,平行两直线和相交两直线又称为共面线;交叉两直线不在同一平面内,称为异面线。

(1)两直线平行。根据平行投影的特性,空间两直线平行,则它们的同面投影也互相平行,如图 2-28 所示。反之,两直线的三面投影如果平行,则空间两直线必平行。

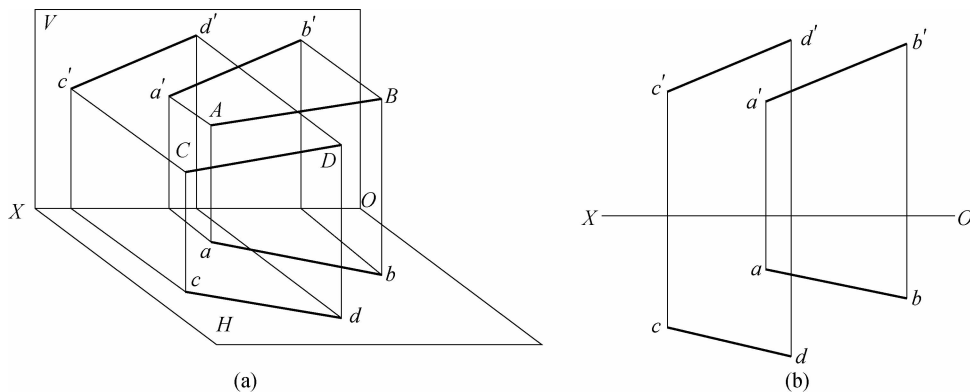


图 2-28 两直线平行

如果空间两直线的任意两投影面上的同面投影相互平行,判断空间两直线是否平行应从以下三个方面考虑:

①如果两直线为一般位置直线,它们在任意两投影面上的同面投影平行,则空间两直线互相平行。

②如果两直线为投影面平行线,要判定它们在空间是否平行,则要根据它们在平行的投影面上的投影是否平行来判断。如图 2-29(a)所示,侧平线 AB 、 CD 的侧面投影平行,所以空间两直线平行;如图 2-29(b)所示,侧平线 AB 、 CD 的侧面投影不平行,所以空间两直线 AB 、 CD 也不平行。

③同一投影面上的投影面垂直线必然平行。

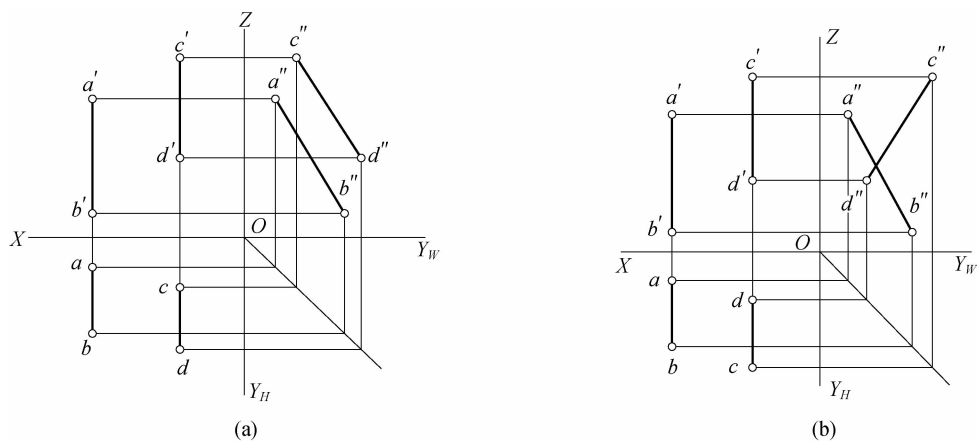


图 2-29 判别两侧平线是否平行



课堂训练

过点 P 作直线 PQ , 使其与直线 MN 平行, 并使 $MN : PQ = 3 : 2$, 如图 2-30(a) 所示。

作图步骤如下:

- (1) 过点 p 作 $pl \parallel mn$ 、过点 p' 作 $p'l' \parallel m'n'$ 。
- (2) 过点 m 任作一直线, 截取直线为三等分, 等分点为 1、2、3。
- (3) 连接 $3n$, 过点 2 作 $3n$ 的平行线, 与 mn 相交得 s 点。
- (4) 在 pl 直线上量取 $pq = ms$, pq 即 PQ 在 H 面上的投影。
- (5) 过点 q 作 OX 轴的垂线, 交 $p'l'$ 于 q' 点, $p'q'$ 即 PQ 在 V 面的投影。

作图过程如图 2-30(b) 所示。

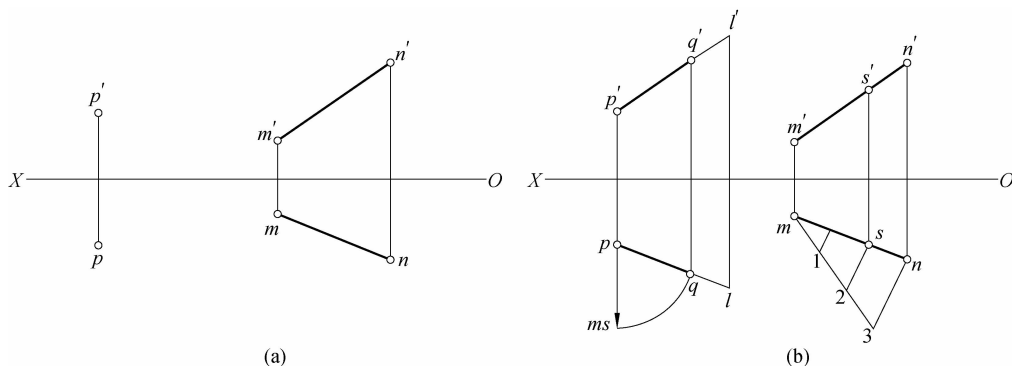


图 2-30 求作已知直线的平行线

(a) 已知条件 (b) 作图过程



(2)两直线相交。两直线相交必然有一个交点,该交点是两直线的公共点,这个公共点的投影也应该是两直线投影的公共点。因此,两直线相交,其同面投影必相交,且交点的投影符合点的投影规律,如图 2-31 所示。

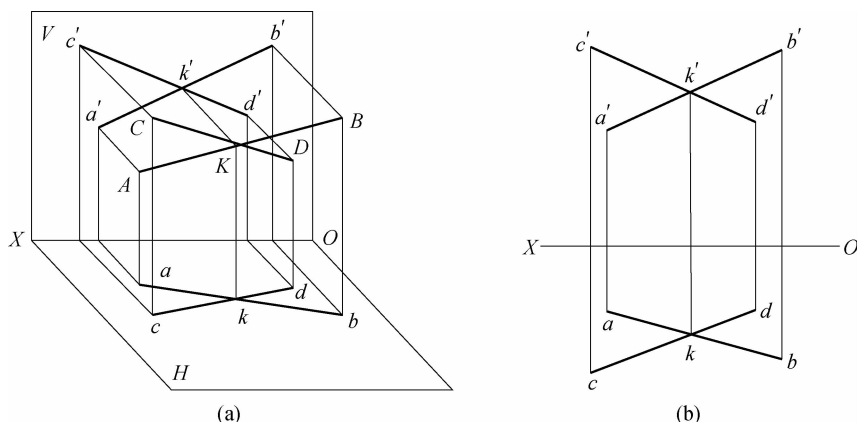


图 2-31 两直线相交

两直线相交,其投影具有以下规律:

- ①两相交直线的同面投影必定相交,且投影的交点就是空间两直线交点的投影。
- ②交点分线段所成的比例等于交点的投影分线段同面投影所成的比例。

两直线垂直相交是两直线相交的特殊情况。如图 2-32(a)所示,直线 AB 垂直于直线 BC ,其中 AB 是水平线,因此 AB 垂直于 Bb ,也垂直于平面 $BCcb$,由于 ab 平行于 AB ,则 ab 垂直于平面 $BCcb$,因而 ab 也垂直于该面上的 bc ,即 $\angle abc = 90^\circ$,如图 2-32(b)所示。

(3)两直线交叉。若空间两直线交叉,则它们的同面投影可能有一个或两个平行,但不会三个同面投影都平行;它们的同面投影可能有一个、两个或三个相交,但交点不符合点的投影规律(交点的连线不垂直于投影轴)。

如图 2-33 所示,两交叉直线 AB 与 CD 的水平投影和正面投影都出现了交点,但两交点的连线不与 OX 轴垂直。因此,这两个交点不是两直线交点的投影,而是直线 AB 与 CD 重影点的投影。

两直线垂直交叉是两直线交叉的特殊情况。直角投影定理同样适用于两交叉直线互相垂直的情况。如图 2-32(a)所示,直线 DE 平行于 AB ,因此 BC 与 DE 是相互垂直交叉的两直线。和垂直相交两直线相同,垂直交叉两直线中,只要有一条直线平行于某一投影面,则该投影面上两直线的投影互相垂直。如图 2-32(c)所示,正平线 AB 与一般位置直线 CD 是两交叉直线,延长 $a'b'$ 和 $c'd'$,如果它们的夹角是直角,则 $CD \perp AB$ 。

互相垂直的两直线,可能相交,也可能交叉。在一般情况下,它们的投影均不反映直角,只有当互相垂直的两直线中有一条直线平行于某一投影面时,它们在该投影面上的投影才反映直角。

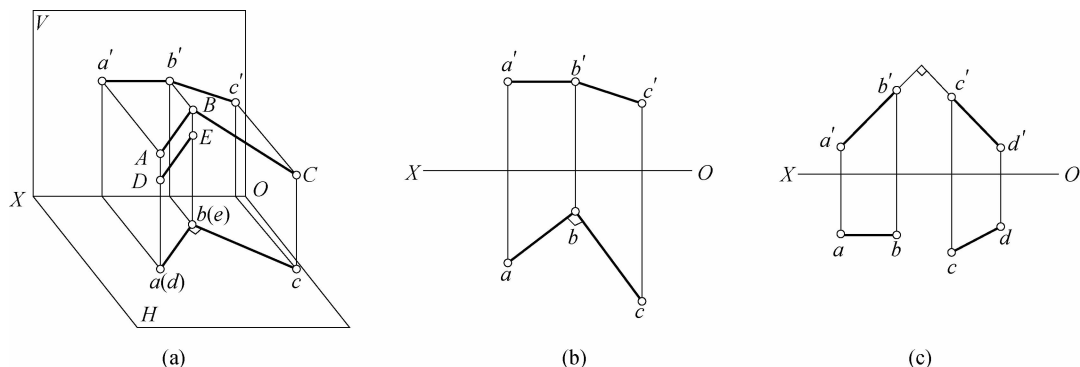


图 2-32 两直线垂直

(a)直观图 (b)相交垂直投影图 (c)交叉垂直投影图

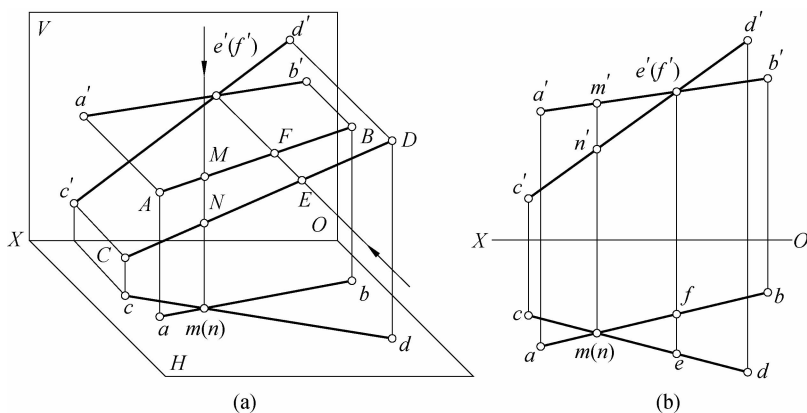


图 2-33 两直线交叉

(a)已知条件 (b)作图过程

6) 直线与投影面的倾角及线段的实长

投影面平行线和投影面垂直线在某一投影面上的投影总能反映空间直线段的实长及其与投影面的真实倾斜角,但一般位置直线在各投影面上的投影既不能反映线段的实长,也不能反映直线与投影面的倾斜角。所以,经常需要根据空间直线的投影求出直线与投影面的倾斜角及线段的实长,求解过程中多采用直角三角形法。

(1) 直线与水平投影面的倾角及线段实长。如图 2-34(a)所示,直线 MN 与其水平投影 mn 决定的平面 $MNnm$ 垂直于 H 面,在该平面内过点 N 作 mn 的平行线交 Mm 于 M_0 ,则构成一直角三角形 MM_0N 。从直角三角形 MM_0N 可以看出,直角边 $M_0N = mn$,另一直角边 MM_0 等于 M 、 N 两点到 H 面距离之差,它所对的 $\angle MNM_0$ 即直线 MN 对 H 面的倾角 α ,直角三角形 MM_0N 的斜边 MN 即线段实长。因此,只要求出直角三角形 MNM_0 的实形,即可求得 MN 对 H 面的倾角 α 。

在投影图中, MN 的水平投影 mn 已知, M 、 N 两点到 H 面距离之差可由其正面投影求得,由此即可作出直角三角形 MM_0N 的实形。

求直线 MN 与 H 面倾角及线段实长有两种作图方法。



①第一种作图方法[见图 2-34(b)]。

• 求 M 、 N 两点到 H 面距离之差。过 n' 作 OX 的平行线与 mm' 交于 m'_1 , 则 m'_1m' 等于 M 、 N 两点到 H 面距离之差;

• 以 mn 为一条直角边长度, m'_1m' 的长度为另一条直角边的长度, 作直角三角形。过 m 作 mn 的垂线, 在该垂线上截取 $mM_0 = m'_1m'$, 连接 nM_0 , 则 $\angle M_0nm$ 即 MN 对 H 面的倾角 α , nM_0 的长度即 MN 的实长。

②第二种作图方法[见图 2-34(c)]。

• 过 n' 作 OX 的平行线与 mm' 交于 m'_1 , m'_1m' 即 M 、 N 两点到 H 面的距离之差。

• 在 $n'm'_1$ 的延长线上截取 $m'_1N_0 = mn$, 并连接 $m'N_0$, 则 $\angle m'N_0m'_1 = \alpha$, $m'N_0 = MN$, 显然, 图 2-34(b) 中的直角三角形 M_0mn 和图 2-34(c) 中的直角三角形 $m'N_0m'_1$ 是两个全等直角三角形, 且等于图 2-34(a) 所示的直角三角形 MM_0N 。

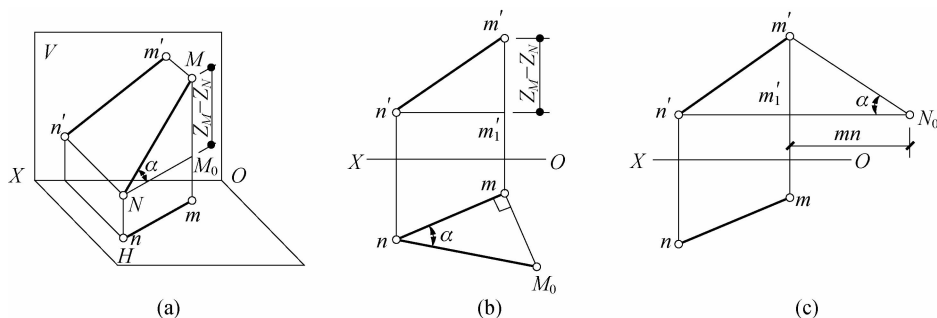


图 2-34 求直线对 H 面的倾角及实长

(2) 直线与正立投影面的倾角及线段实长。如图 2-35(a) 所示, 直线 AB 的正面投影为 $a'b'$, 直线 AB 所在平面 $ABb'a'$ 垂直于 V 面, 在平面 $ABb'a'$ 内过点 A 作 $a'b'$ 的平行线交 Bb' 于 B_D , 则构成一直角三角形 AB_DB 。从该直角三角形得知, 直角边 $AB_D = a'b'$, 另一直角边 BB_D 等于 B 、 A 两点到 V 面的距离之差, 它所对的 $\angle BAB_D$ 即直线对 V 面的倾角 β ; 直角三角形 AB_DB 的斜边 AB , 即线段 AB 的实长。

在投影图中, AB 的正面投影 $a'b'$ 已知, B 、 A 两点到 V 面距离之差可由其水平投影求得。具体作法如下:

①第一种作法[见图 2-35(b)]。

• 求 B 、 A 两点到 V 面距离之差。过 a 作 OX 的平行线交 bb' 于 b_1 , 则 bb_1 等于 A 、 B 两点到 V 面距离之差。

• 以 $a'b'$ 为一条直角边的长度, bb_1 的长度为另一直角边的长度, 作出直角三角形 $B_Db'a'$, 则 $\angle b'a'B_D$ 即直线 AB 对 V 面的倾角 β , $a'B_D = AB$ 。

②第二种作法如图 2-35(c) 所示, 具体作法同直线与水平投影面的倾角及线段实长中的作法。

(3) 直线与侧立投影面的倾角及线段实长。直线与 W 面的倾角 γ 的求法, 可根据求 α 、 β 的原理进行。所不同的是, 求 γ 角是以线段的侧面投影和两端点到 W 面的距离差作为直角三角形的两个直角边的。

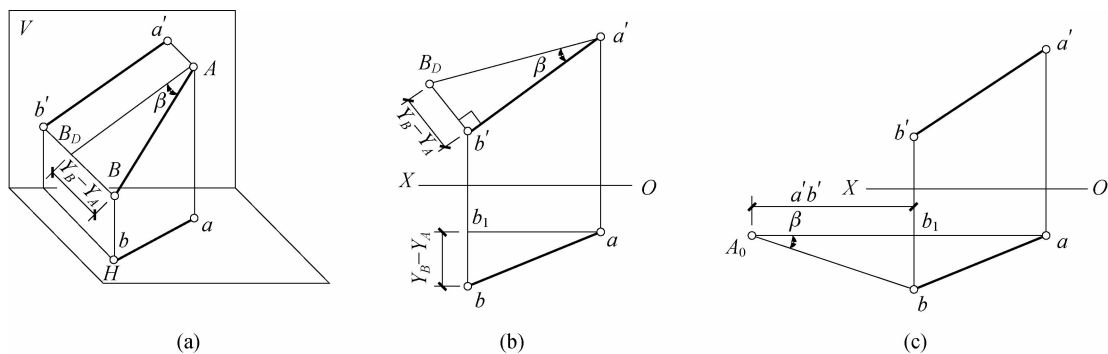


图 2-35 求直线对 V 面的倾角及实长



2.3.3 平面的投影

平面是直线沿某一方向运动的轨迹。要作出平面的投影,只要作出构成平面轮廓的若干点与线的投影,然后连成平面图形即可。平面通常用确定该平面的几何元素的投影表示,也可用迹线表示。

1) 平面的表示法

(1)用几何元素投影表示平面。由几何学可知,在投影图上表示空间平面可以用下列几种方法确定:

- ①不在同一直线上的三个点,如图 2-36(a)所示。
- ②一直线和直线外一点,如图 2-36(b)所示。
- ③两条相交直线,如图 2-36(c)所示。
- ④两条平行直线,如图 2-36(d)所示。
- ⑤任意的平面图形(如三角形、四边形、圆或其他图形),如图 2-36(e)所示。

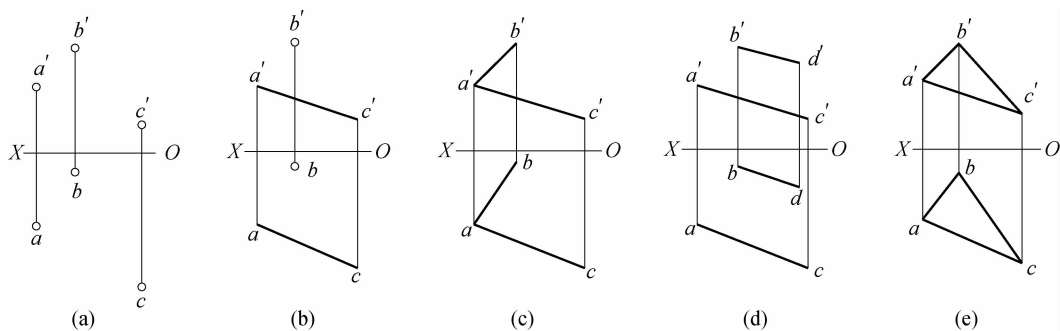


图 2-36 平面的表示法

(2)用迹线表示平面。平面与投影面的交线称为平面的迹线,也可以用迹线表示平面,用迹线表示的平面称为迹线平面。平面与 H 、 V 、 W 面的交线分别称为水平迹线、正面迹线和侧面迹线。图 2-37 为用迹线表示平面的示意图。

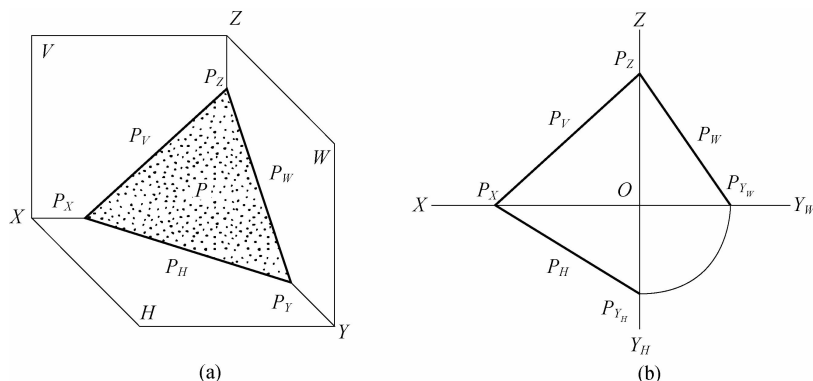


图 2-37 用迹线表示平面

2)平面的空间位置分类

根据平面在投影面体系中的相对位置的不同,可以把平面分为一般位置平面、投影面平行面和投影面垂直面。

(1)一般位置平面。同时倾斜于三个投影面的平面,称为一般位置平面。一般位置平面如表 2-4 所示。

表 2-4 一般位置平面

平面的位置	空间位置	投影图
一般位置平面		

一般位置平面的投影特性:没有积聚投影,不反映对各投影面倾角的实形;各投影为原平面图形的类似形状,但比实形小。

(2)投影面平行面。投影面平行面是指与某一投影面平行,同时与另外两个投影面垂直的平面。与水平投影面平行的平面称为水平面,与正立投影面平行的平面称为正平面,与侧立投影面平行的平面称为侧平面,投影面平行面如表 2-5 所示。

表 2-5 投影面平行面

平面的位置	直观图	投影图
平行于 H 面 (水平面)		

(续表)

平面的位置	直观图	投影图
平行于 V 面 (正平面)		
平行于 W 面 (侧平面)		

投影面平行面的投影特性为:投影可以反映空间平面的实形。

(3)投影面垂直面。投影面垂直面是指空间平面与某一投影面垂直,而倾斜于另外两个投影面。与水平投影面垂直的平面称为铅垂面,与正立投影面垂直的平面称为正垂面,与侧立投影面垂直的平面称为侧垂面。投影面垂直面如表 2-6 所示。

表 2-6 投影面垂直面

平面的位置	直观图	投影图
铅垂面		
正垂面		
侧垂面		



投影面垂直面的投影特性:平面在与其垂直的投影面上的投影积聚成一倾斜的直线段,它与投影轴的夹角分别反映平面对另外两个投影面的真实倾角;平面在另外两个投影面上的投影均为类似形。



2.3.4 平面内的直线和点的分析

直线或点在平面上,则直线或点的投影必然在该平面的相应投影上。根据平面上的直线或点的投影特性可以在平面上取直线或取点,即作出平面上某些直线或点的投影。

1) 平面内的直线

(1) 直线在平面内的判定条件。直线在平面上的判定条件:如果一直线通过平面上的两个点,或通过平面上的一个点,但平行于平面上的一直线,则直线在平面上。如图 2-38 所示,直线 BE 通过平面 $BCED$ 上的点 B 和点 E ,直线 FG 通过平面上 $BCED$ 一点 F 并平行于 DE 边。因此,直线 BE 和直线 FG 都在平面 $BCED$ 上。

(2) 平面内直线的投影特性。如图 2-39 所示,如果直线的投影通过已知平面 P 内的两点 M 、 N 的同面投影(通过 m 、 n ,通过 m' 、 n'),则该直线必在已知平面 P 内;如果直线的投影通过已知平面 P 内一点 M ,且平行于平面 P 内某一直线 AB 的同面投影(通过 m ,且平行于 ab ;通过 m' ,且平行于 $a'b'$),则该直线也必在已知平面 P 内。

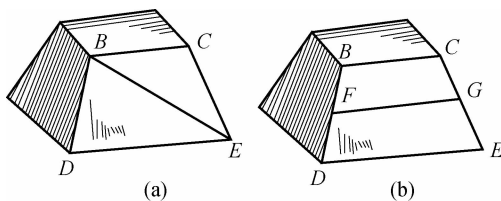


图 2-38 平面上的直线

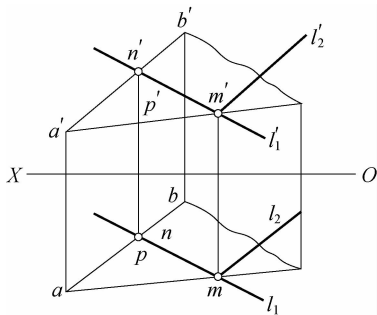


图 2-39 平面内直线的投影特性

(3) 平面内特殊位置直线。平面内特殊位置直线是指平面上和投影面平行的直线及与投影面成最大倾斜角度的直线。

① 平面内的水平线及对水平投影面的最大斜度线。平面内平行于水平投影面 H 的直线称为平面内的水平线。平面上与水平投影面成最大倾斜角度的直线称为平面上对水平投影面的最大斜度线,平面上所有对水平投影面的最大斜度线也都互相平行。



小贴士

平面内所有水平线都互相平行,既符合平面内的几何条件,又具有水平线的投影特性,其同面投影相互平行,反映线段的实长。

如图 2-40 所示, CD 是平面 $\triangle ABC$ 上的一条水平线, BE 是平面 $\triangle ABC$ 上的一条对 H 面的最大斜度线。 $c'd'$ 平行于 OX 轴, CD 、 BE 两直线互相垂直。 BE 直线对 H 面的倾角就

等于平面 $\triangle ABC$ 对 H 面的倾角。

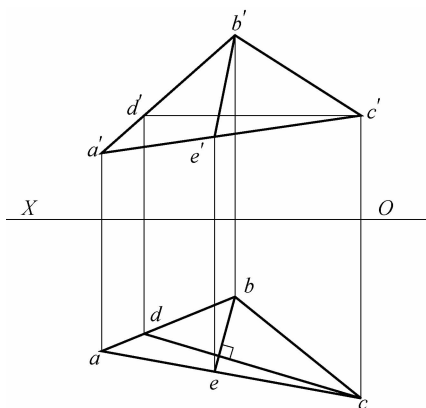


图 2-40 平面上的水平线及对 H 面的最大斜度线

②平面上的正(侧)平线及对正(侧)立投影面的最大斜度线。平面上平行于正(侧)立投影面的直线,称为平面上的正(侧)平线。平面上与正(侧)立投影面成最大倾斜角度的直线称为平面上对正(侧)立投影面的最大斜度线。



小贴士

平面上所有的正(侧)平线都互相平行,平面上所有对正(侧)立投影面的最大斜度线也都互相平行,而且这两组平行线互相垂直。

2) 平面内的点

(1)点在平面内的判定条件。点在平面内的判定条件:如果点在平面内的一条直线上,则点在平面内。如图 2-41 所示,点 P 在直线 MN 上,而直线 MN 在 $\triangle ABC$ 内。因此,点 P 在平面 $\triangle ABC$ 内。

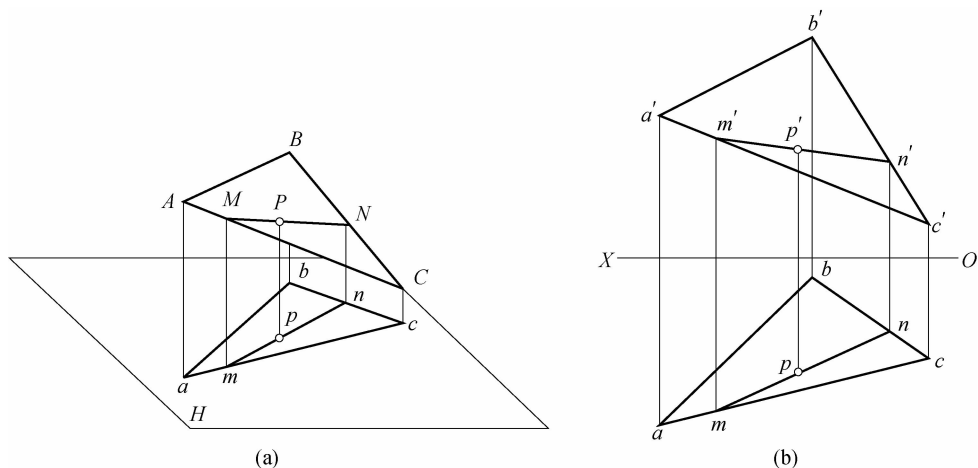


图 2-41 平面内的点
(a)直观图 (b)投影图



(2)平面内点的投影特性。如图 2-42 所示,如果点 M 的投影在已知平面 P 内某一直线 AB 的同面投影上(m 、 m' 分别位于 ab 、 $a'b'$ 上),且符合点的投影规律,则该点 M 必在已知平面 P 内。

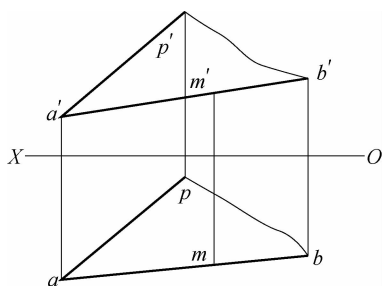


图 2-42 平面内的点

因此,要在平面内取点,必须先在平面内确定通过该点的直线。

(3)包含点或直线作平面。如果没有附加条件,包含点或直线可作无数个平面,因此包含点或直线作平面,一般都加一定的限制条件。

3) 直线与平面、平面与平面的相对位置

直线与平面、平面与平面的相对位置包括平行、相交和垂直(垂直为相交的特殊情况)。

(1)直线与平面、平面与平面平行。

①直线与平面平行。直线和平面平行的几何条件是如果一直线与平面上的任意一条直线平行,则该直线与该平面互相平行。

由此得出结论:直线平行于平面,则该直线与平面内任意一直线的同面投影平行。

②平面与平面平行。平面与平面平行的几何条件是如一个平面上的两相交直线,对应平行于另一个平面上的两相交直线,则此两平面互相平行。

由此得出结论:当两平面用迹线表示时,如果两平面的同面迹线均互相平行,则两平面一定互相平行。

(2)直线与平面、平面与平面相交。直线与平面相交有一个交点,其交点必是直线与平面的共有点,它既在直线上又在平面上,具有双重的从属关系。交点的这种性质是求交点的依据。平面与平面相交有一条交线,交线是两平面的共有线,即同时位于两个平面上的直线。交线的这种性质也是求交线的依据。

①一般情况相交。一般情况相交,是指参与相交的无论是直线还是平面,在投影体系中均处于一般位置。当直线与平面或平面与平面相交的两个几何元素均处于一般位置时,可通过作辅助平面的方法求交点或交线。

②特殊情况相交。特殊情况相交,是指参与相交的直线和平面中,至少有一个元素相对投影面处于特殊位置,它在该投影面上的投影具有积聚性。因此,交点的一个投影可以直接确定,而其他投影可按照在直线或平面上取点的方法求出。

(3)直线与平面、平面与平面垂直。

①直线与平面垂直。若一条直线垂直于一个平面,则必垂直于属于该平面的一切直线。直线只要垂直于平面上任意两条相交直线,则直线垂直于该平面。

②平面与平面垂直。若一条直线垂直于一个平面,则包含这条直线的所有平面都垂直

于这个平面。反之,两平面相互垂直,则由属于第一个平面的任意一点向第二个平面作的垂线必属于第一个平面。

2.4 基本形体的投影

2.4.1 基本形体的基础知识

点、直线、平面是构成形体的最基本的几何要素,为了正确表示各种形体,需要牢固掌握点、直线、平面的投影规律及投影特性。

建筑工程图中的各部件,从几何构成角度分析,都可以看作是由一些形状简单、形成也简单的几何体组合而成的。在制图中把工程上经常使用的单一的几何形体,如棱柱、棱锥、圆柱、圆锥、球和圆环等称为基本形体,简称基本体。研究基本体的投影,实质上就是研究基本体表面上的点、线、面的投影。

为了研究方便,根据其表面的不同形状,把基本体分为平面体和曲面体两种。

立体的形状、大小和位置,由其表面所决定。表面全是平面的立体,称为平面体;表面是由平面和曲面组成的,或全是由曲面组成的立体,称为曲面体。平面体有棱柱(体)、棱锥(体)和棱台(体)等;曲面体有圆柱(体)、圆锥(体)、圆台(体)等,如图 2-43 所示。

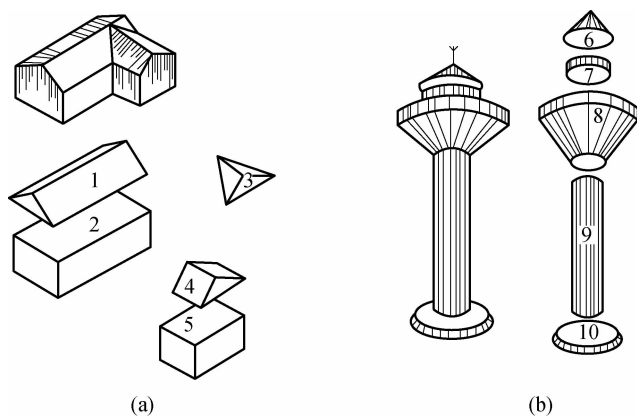


图 2-43 建筑的基本形体

(a)平面体 (b)曲面体

1、4—三棱柱; 2、5—四棱柱; 3—三棱锥; 6—圆锥; 7、9—圆柱; 8、10—圆台

2.4.2 基本形体投影的绘制

1) 平面体的投影

平面体也称为平面几何体。在建筑工程中,多数构配件是由平面几何体构成的。根据棱体中各棱线之间的相互关系,可以将平面体分为棱柱(体)和棱锥(体)两种。棱柱(体)是各棱线相互平行的几何体,如长方体、三棱柱、六棱柱等;棱锥(体)是各棱线或其延长线交于



一点的几何体,如三棱锥、四棱台等。

(1) 棱柱。

①棱柱的投影。棱柱是指由两个互相平行的多边形平面,其余各面都是四边形,且每相邻两个四边形的公共边都互相平行的平面围成的形体。这两个互相平行的平面称为棱柱的底面,其余各平面称为棱柱的侧面,侧面的公共边称为棱柱的侧棱。常见的棱柱有三棱柱、五棱柱、六棱柱等。

将正三棱柱置于三面投影体系中,使其底面平行于 H 面,并保证其中一个侧面平行于 V 面,如图 2-44 所示。

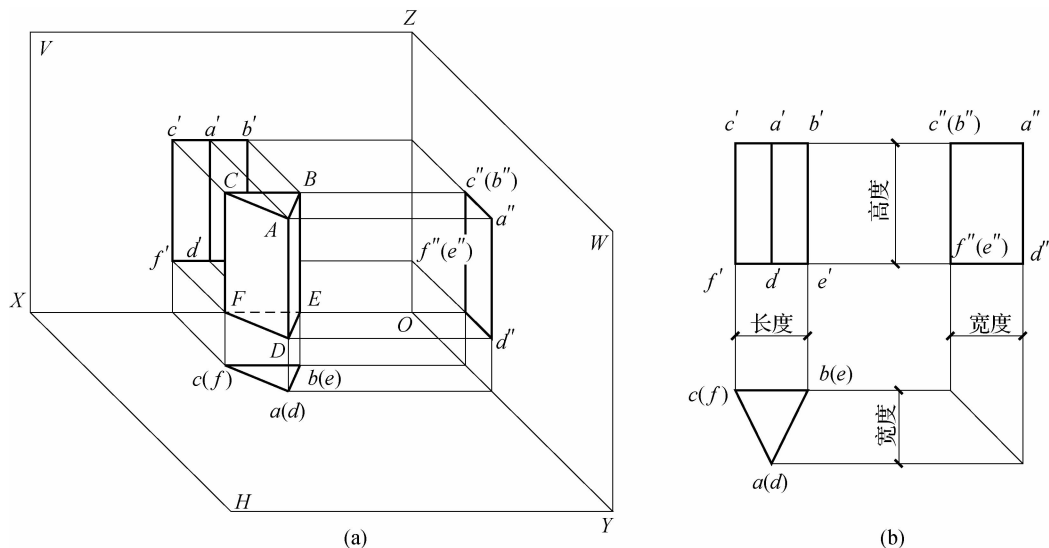


图 2-44 正三棱柱的投影

(a) 立体图 (b) 投影图

绘制其投影前,应先进行分析:三棱柱为立放,它的底面、顶面平行于 H 面,各条侧棱均垂直于 H 面,故在 H 面上的三角形是其底面的实形; V 面、 W 面投影的矩形外轮廓是三棱柱两个侧面的类似形投影,两条竖线是侧棱的实长,是三棱柱的实际高度。

作图步骤如下:

- 作 H 面投影。底面平行于顶面且平行于 H 面,则在 H 面的投影反映实形,并且相互重合为正三角形。各棱柱面垂直于 H 面,其投影积聚成为直线,构成正三角形的各条边。

- 作 V 面投影。由于其中一个侧面平行于 V 面,则在 V 面上的投影反映实形。其余两个侧面与 V 面倾斜,在 V 面上的投影形状缩小,并与第一个侧面重合,所以 V 面上的投影为两个长方形。底面和顶面垂直于 V 面,它们在 V 面上的投影积聚成上、下两条平行于 OX 轴的直线。

- 作 W 面投影。由于与 V 面平行的侧面垂直于 W 面,在 W 面上的投影积聚成平行于 OZ 轴的直线。顶面和底面也垂直于 W 面,其在 W 面上的投影积聚为平行于 OY 轴的直线,另两侧面在 W 面的投影为缩小的重合的长方形。

②棱柱表面上的点。平面体是由平面围成的,所以平面体表面上点的投影特性与平面上点的投影特性是相同的,不同的是平面体表面上的点存在可见性问题。通常规定,处在可

见面上的点为可见点；处在不可见面上的点为不可见点，用加圆括号的方式标注。

在投影图上，如果给出平面体表面上点的一个投影，就可以根据点在平面上的投影特性，求出点在其他投影面上的投影。如图 2-45 所示，已知三棱柱表面上点 1、2 和 3 的正面投影，可以作出它们的水平投影和侧面投影。从投影图上可以看出，点 1 在三棱柱的左前棱面 $ABED$ 上，点 2 在三棱柱的后棱面 $ACFD$ 上，点 3 在棱线 BE 上。

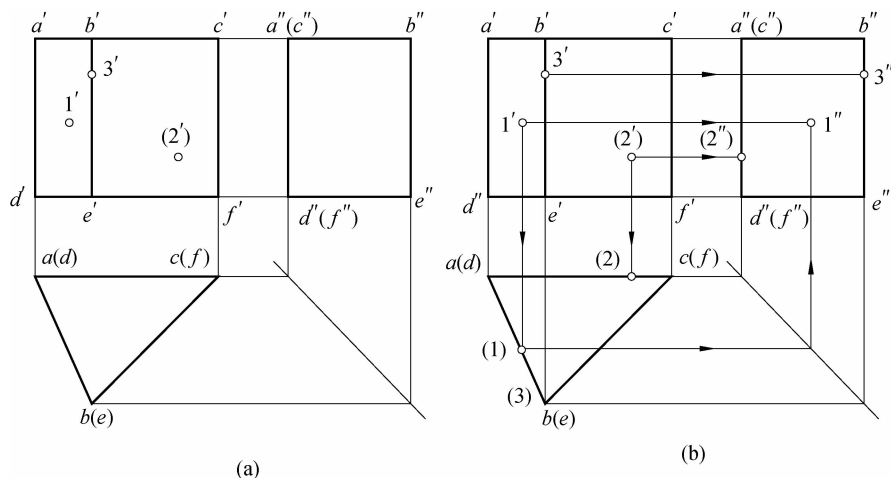


图 2-45 棱柱表面上的点
(a)水平投影 (b)侧面投影

(2)棱锥。

①棱锥的投影。棱锥与棱柱的区别是棱锥的侧棱线交于一点，即锥顶。棱锥的底面是多边形，各个棱面都是有一个公共顶点的三角形。正棱锥的底面是正多边形，顶点在底面的投影在多边形的中心。棱锥体的投影仍是空间一般位置平面和特殊位置平面投影的集合，其投影规律和方法同平面的投影。

如图 2-46 所示，将正三棱锥放置在三面投影体系中，使其底面三角形 ABC 平行于 H 面。由于底面三角形 ABC 为正三角形且是水平面，因此其水平投影反映实形；棱面 SAB 、 SBC 为一般位置平面，其各个投影都为类似形，棱面 SAC 为侧垂面，其侧面投影积聚为一条直线，它在其他投影面上的投影为类似形；三棱锥的底边 AB 、 BC 为水平线， AC 为侧垂线，棱线 SA 、 SC 为一般位置直线，棱线 SB 为侧平线，其投影特性可以根据不同位置的直线的投影特性来分析作图，也可根据三视图的投影规律作出这个三棱锥的三视图。

作图时，应根据上述分析结果和正三棱锥的特性，先作出正三棱锥的水平投影，也就是平面图，再作出正三角形，分别作三角形的高，找到中心点，然后根据投影规律作出其他两个视图。作图时，要注意“长对正、高平齐、宽相等”的对应关系。

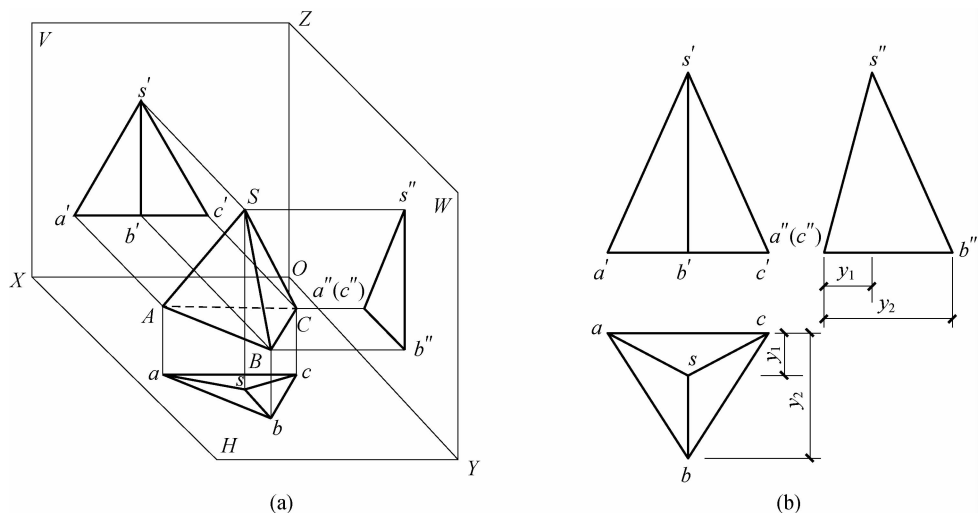


图 2-46 正三棱锥的投影
(a)立体图 (b)三视图

②棱锥表面上的点。在棱锥表面上定点不同于在棱柱上表面定点,它不能利用平面投影的积聚性直接作出,而是需要利用辅助线作出点的投影。

如图 2-47(a)所示,已知三棱锥表面上点 1 和点 2 的水平投影,作出它们的正面投影和侧面投影。从投影图上可知,点 1 在左棱面 SAB 上,点 2 在右棱面 SBC 上。两点均在一般位置平面上,要求它们的正面投影和侧面投影,必须作辅助线才能求出。具体作图过程如图 2-47(b)所示。

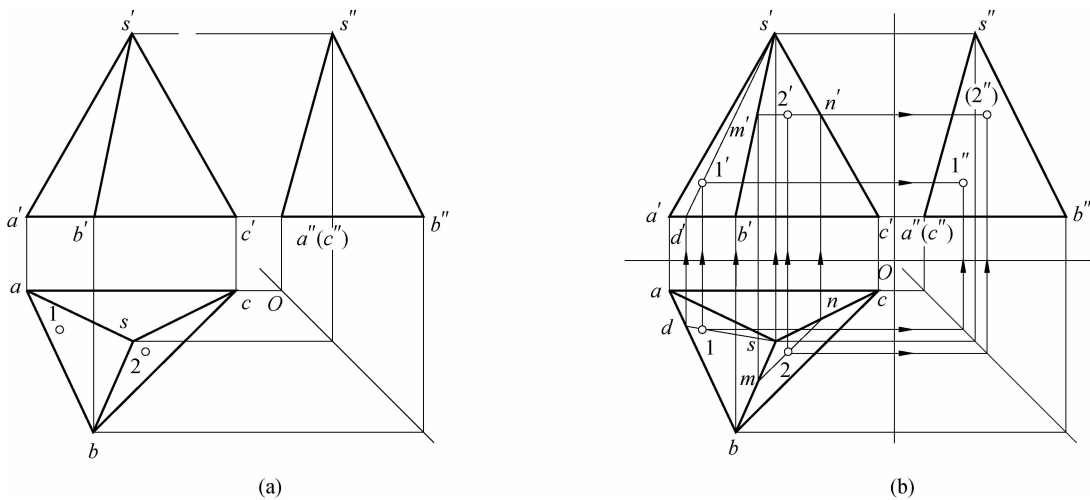


图 2-47 棱锥表面上的点
(a)三视图 (b)作图过程

(3)棱台。用平行于棱锥底面的平面切割棱锥后,底面与截面之间剩余的部分称为棱台。截面与原底面称为棱台的上、下底面,其余各平面称为棱台的侧面,相邻侧面的公共边称为侧棱,上、下底面之间的距离为棱台的高。棱台有三棱台、四棱台、五棱台等。

①三棱台的投影。为方便作图,应使棱台上、下底面平行于水平投影面,并使侧面两条侧棱平行于正立投影面,图 2-48(a)为三棱台,其投影图如图 2-48(b)所示。

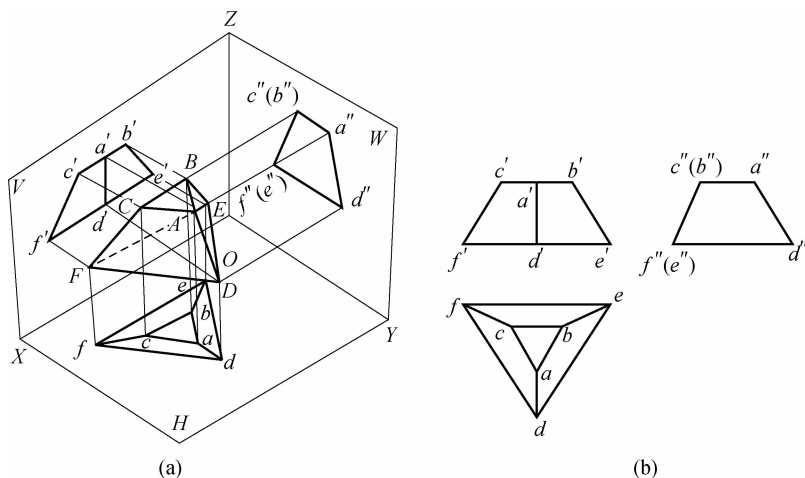


图 2-48 三棱台的投影

(a)直观图 (b)投影图

具体作图步骤如下:

- 作 H 面投影。由于上底面和下底面为水平面,水平投影反映实形,为两个相似的三角形。其余各侧面倾斜于水平投影面,在水平面上的投影不反映实形,是以上、下底面水平投影相应边为底边的三个梯形。

- 作 V 面投影。棱台上、下底面的正面投影积聚成平行于 OX 轴的线段;侧面 $ACFD$ 和 $ABED$ 为一般位置平面,其正面投影仍为梯形; $BCFE$ 为侧垂面,正面投影不反映实形,仍为梯形,并与另两个侧面的正面投影重合。

- 作 W 面投影。棱台上、下底面的侧面投影分别积聚成平行于 OY 轴的线段,侧垂面 $BCFE$ 也积聚成倾斜于 OZ 轴的线段,而侧面 $ACFD$ 与 $ABED$ 重合成为一个梯形。

②四棱台的投影。用同样的方法作四棱台的投影,如图 2-49 所示。在四棱台的三个投影中,其中一个投影有两个相似的四边形,且各相应顶点相连;另外两个投影仍为梯形。

从三棱台、四棱台的投影中可以得出这样的结论:在棱台的三面投影中,其中一个投影中有两个相似的多边形,且各相应顶点相连,构成梯形;另外两个投影分别为一个或若干个梯形。反之,若一个形体的投影中有两个相似的多边形,且两个多边形相应顶点相连,构成梯形,其余两个投影也为梯形,则这个形体为棱台,从相似多边形的边数可以得知棱台的棱数。

(4)平面体的尺寸标注。平面体的尺寸数量与立体的具体形状有关,但总体来看,这些尺寸分属于三个方向,即平面体上的长度、宽度和高度方向。因此,标注平面体几何尺寸时,应将这三个方向的尺寸标注齐全,且每个尺寸只需在某一个视图上标注一次。一般都是把尺寸标注在反映形体端面实形的视图上。

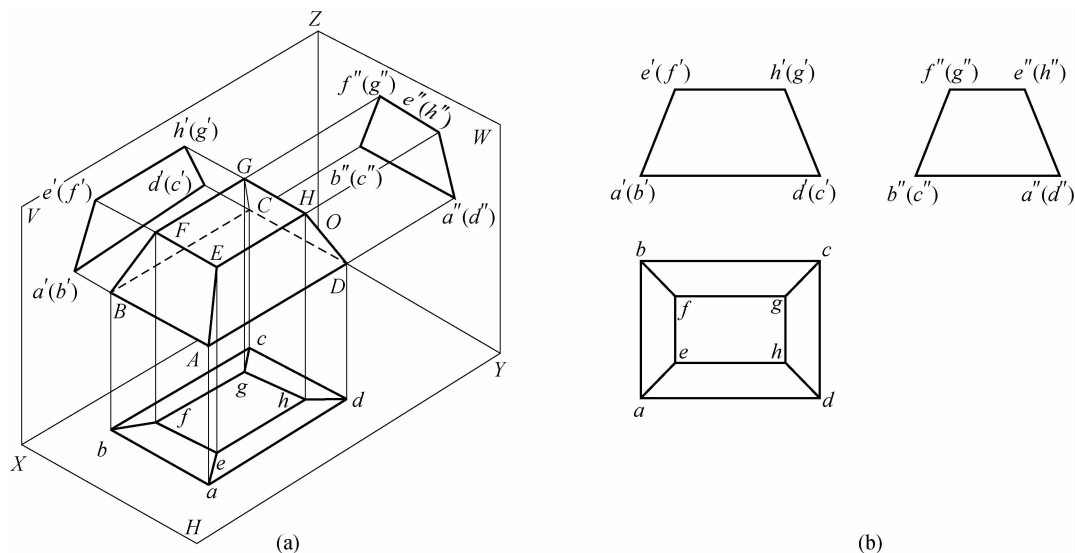


图 2-49 四棱台的投影

(a) 直观图 (b) 投影图

图 2-50 分别为长方体、四棱柱和正六棱柱的尺寸标注。其中,正六棱柱水平投影中所标的外接圆直径,既是长度尺寸,也是宽度尺寸,故图 2-50(c)中的宽度尺寸 22 应省略不标。

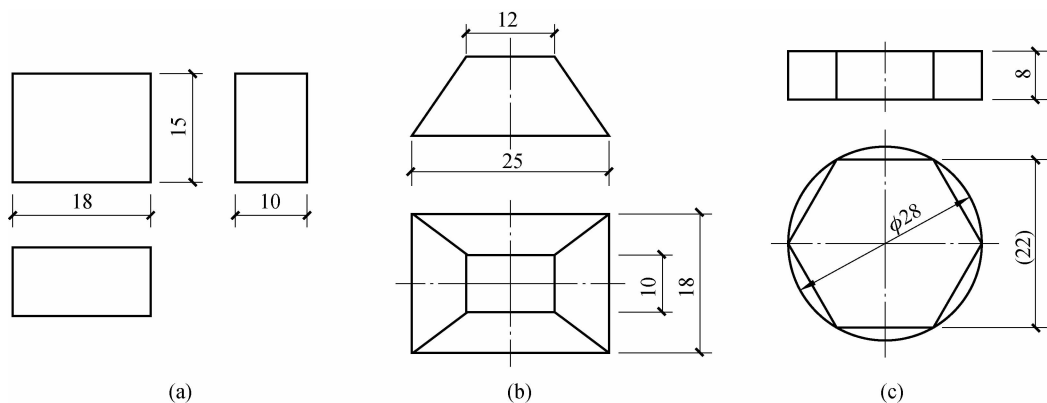


图 2-50 平面立体的尺寸标注

(a) 长方体 (b) 四棱柱 (c) 正六棱柱

2) 曲面体的投影

曲面是由直线或曲线在一定约束条件下运动形成的。这条运动的直线或曲线,称为曲面的母线。曲面上任一位置的母线称为素线。如图 2-51 所示,母线 Aa 沿着曲线 AD 运动,并始终平行于直线 L 运动形成曲面。

曲面体指的是曲面或曲面和平面组成的立体。曲面可以看作母线运动后的轨迹,也可以是曲面上所有素线的集合。曲面体的投影实质上是曲面体表面上曲面轮廓素线或曲面轮廓素线和平面的投影。

常见的曲面体有圆柱、圆锥、球体等,如图 2-52 所示。圆环也是曲面体的一种。

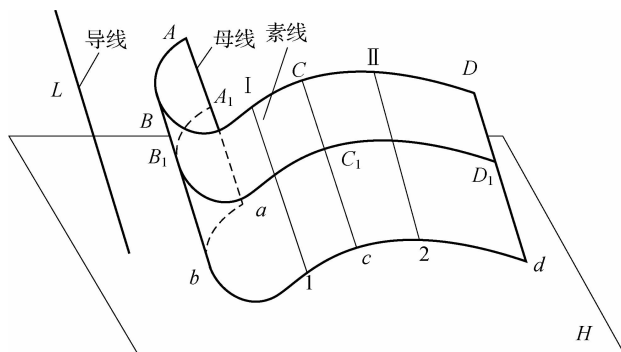


图 2-51 曲面的形成

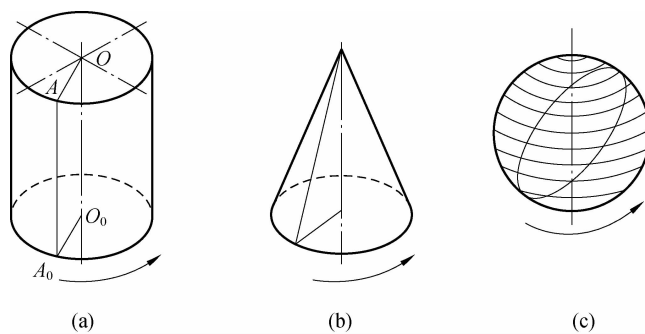


图 2-52 常见的曲面体

(a)圆柱 (b)圆锥 (c)球体

(1)圆柱。圆柱是由圆柱面和两个圆形底面组成的(见图 2-53),圆柱面可看成是由一条直线 AA_0 绕与它平行的轴线 OO_0 旋转而成的。运动的直线 AA_0 称为母线。圆柱面上与轴线平行的直线称为圆柱面的素线。母线 AA_0 上任意一点的轨迹就是圆柱面的纬圆。

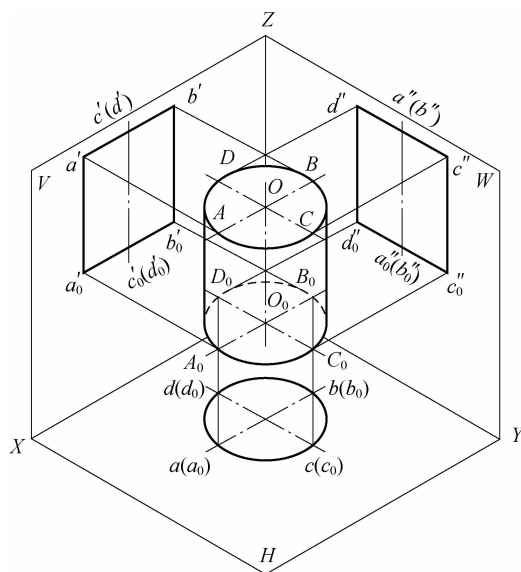


图 2-53 圆柱体作图分析

①圆柱的投影。如图 2-54 所示,当圆柱体的轴线为铅垂线时,圆柱面所有的素线都是铅垂线,在平面图上积聚为一个圆,圆柱面上所有的点和直线的水平投影都在平面图的圆上;其正立面图和侧立面图上的轮廓线为圆柱面上最左、最右、最前、最后轮廓素线的投影。圆柱的上、下底面为水平面,水平投影为圆(反映实形),另外两个投影积聚为直线。

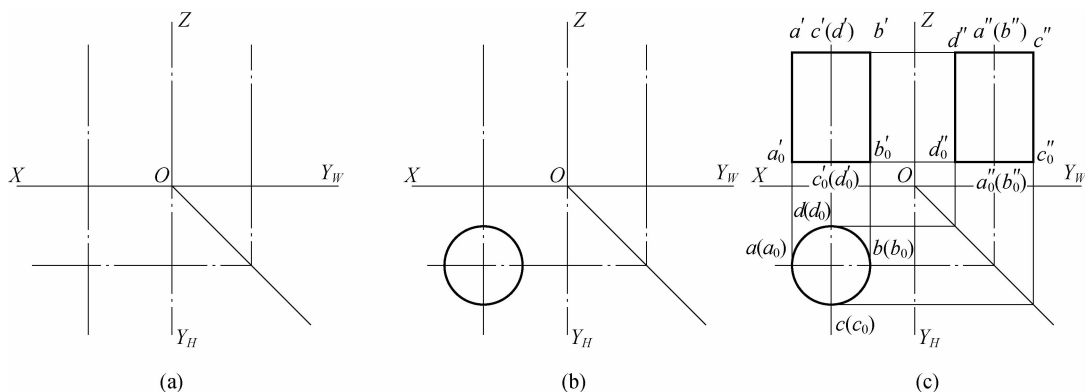


图 2-54 圆柱的投影作图
(a)作轴线和中心线 (b)画水平投影图 (c)作投影矩形

圆柱投影图的作图步骤如下:

- 作圆柱三面投影图的轴线和中心线,然后由直径画水平投影圆。
- 由“长对正”和高度作正面投影矩形。
- 由“高平齐、宽相等”作侧面投影矩形。

②圆柱表面上补点。如图 2-55 所示,已知点 M 的正面投影 m' 为可见点的投影,点 M 必在前半个圆柱面上,其水平投影必定落在具有积聚性的前半个柱面的水平投影图上,由 m, m' 可求出 m'' 。

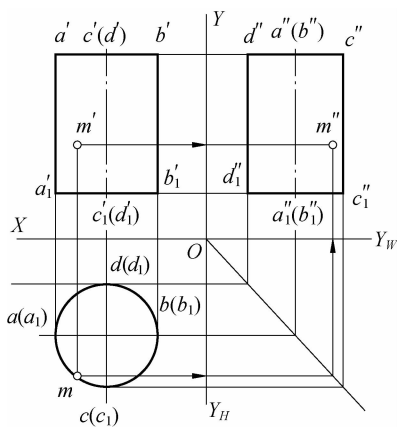


图 2-55 圆柱表面上补点

(2)圆锥。

①圆锥的投影。圆锥是由圆锥面和一个底面组成的。圆锥面可以看成是由一条直母线绕与其相交的轴线旋转而成的曲面。母线与轴线的交点即圆锥面的顶点,母线另一端运动

轨迹为圆锥底面圆的圆周。圆锥放置时,应使轴线与水平面垂直,底面平行于水平投影面,以便于作图(见图 2-56),当圆锥的轴线为铅垂线时,其正立面图和侧立面图上的轮廓线为圆锥面上最左、最右、最前、最后轮廓素线的投影。圆锥体的底面为水平面,水平投影为圆(反映实形),另外两个投影积聚为直线。

与圆柱一样,圆锥的 V 面、 W 面投影代表了圆锥面上不同的部位。正面投影是前半部投影与后半部投影的重合,而侧面投影则是圆锥左半部投影与右半部投影的重合。

如图 2-56(b)所示,圆锥投影图的作图步骤如下:

- 先画出圆锥三面投影的轴线和中心线,然后由直径画出圆锥的水平投影图。
- 由“长对正”和高度作底面及圆锥顶点的正面投影,并连接成等腰三角形。
- 由“宽相等、高平齐”作侧面投影,侧面投影也为等腰三角形。

由图 2-56 可以看出,圆锥的轴线铅垂放置,则圆锥的底面为水平面,圆锥面上所有素线与水平面的倾角均相等。

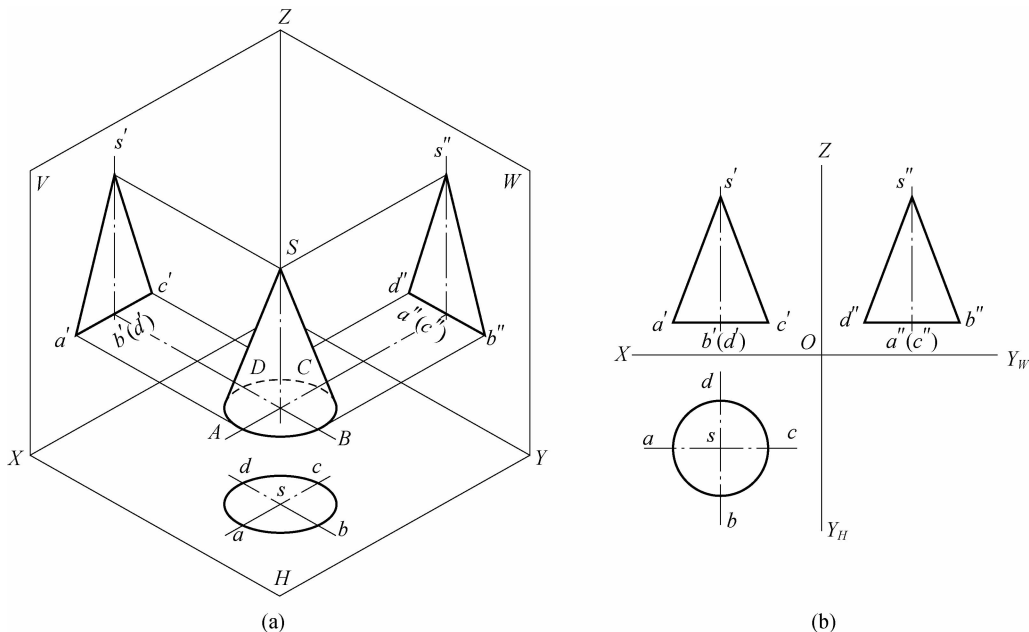


图 2-56 圆锥的投影图

(a) 直观图 (b) 投影图

②圆锥表面上补点。如图 2-57 所示,点 A 为圆锥表面上一点,已知其正面投影 a' ,根据图示要求求其余两个投影。

分析:因为圆锥面的三个投影都没有积聚性,所以不能利用积聚性直接在圆锥面上求点,可利用素线法和辅助平面法求得。

• 素线法。先过点 A 作素线 SAM 的正面投影,然后求出 sm 和 $s''m''$,在 sm 和 $s''m''$ 上分别求出 a 和 a'' ,如图 2-57(a)所示。

• 辅助平面法。过点 A 作垂直于圆锥轴线的辅助平面 P ,该平面与圆锥表面的交线是一个圆。该圆的正面投影为一条与轴线垂直的直线,它与圆锥轮廓素线的两个交点之间的距离为圆的直径。该圆的水平投影仍然是圆,在此圆上求出 a ,再由 a' 和 a 求出 a'' ,

如图 2-57(b)所示。

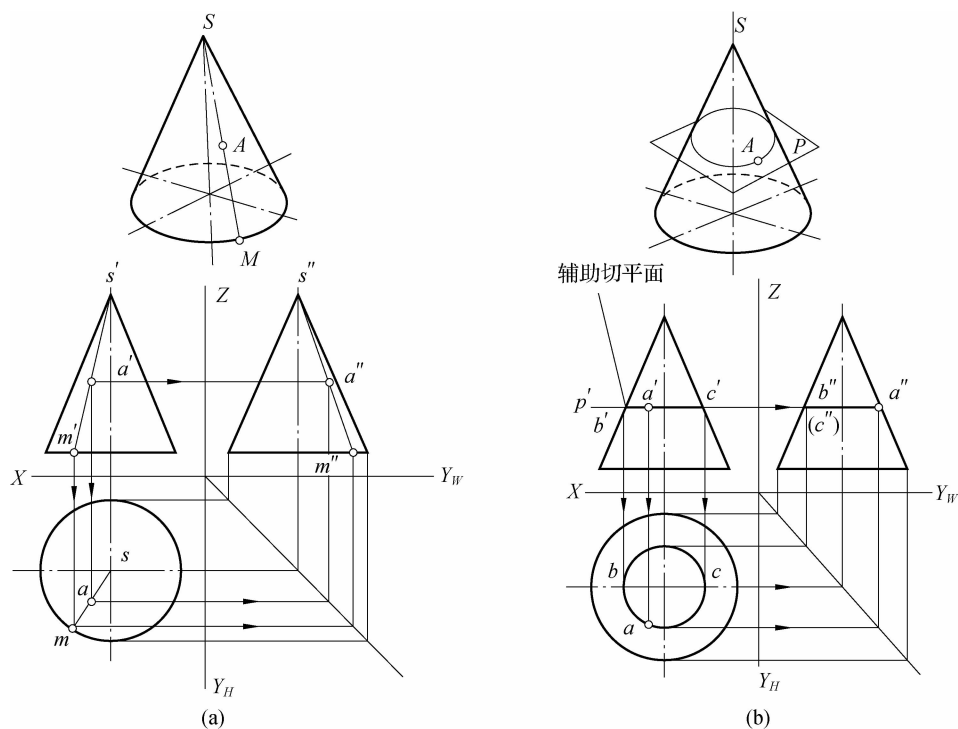


图 2-57 圆锥表面上补点
(a)素线法 (b)辅助平面法

(3)球体。

①球体的投影。球是由球面围成的立体。球面可以看作由一条半圆曲线绕以它的直径为轴线的 OO_0 旋转而成的,如图 2-58(a)所示。

如图 2-58(b)所示,球体的三面投影均为与球的直径大小相等的圆,故又称为“三圆为球”。V 面、H 面和 W 面投影的三个圆分别是球体的前、上、左三个半球面的投影,后、下、右三个半球面的投影分别与之重合;三个圆周代表了球体上分别平行于正面、水平面和侧面的三条素线圆的投影。从图中还可以看出球面上直径最大的、平行于水平面和侧面的圆 A 与圆 C 的正面投影分别积聚在过球心的水平和铅垂中心线上。

如图 2-58(c)所示,球体投影的作图步骤如下:

- 画球面三投影圆的中心线。
- 以球的直径为直径画三个等大的圆,即各个投影面的投影圆。

②球体表面上的点。作球体表面上的点只能利用辅助平面法,因为球体表面上没有直线。

如图 2-59(a)所示,已知球面上一点 K 的 V 面投影为 k' ,求 k 和 k'' 。

由图 2-59(a)可知,点 K 的位置是在上半球面上,又属于左半球面,同时又在前半球面上。作图可用纬圆法。如图 2-59(b)所示,过 k' 作纬圆的 V 面投影 $1'2'$,以 $1'2'$ 的 $1/2$ 为半径,以 O 为圆心,作纬圆的水平投影(水平投影为圆),过 k' 引铅垂连线求得 k ,再按“三等”关系求得 k'' 。最后分析可见性,由于点 K 在球面的左、前、上方,故三个投影均为可见。

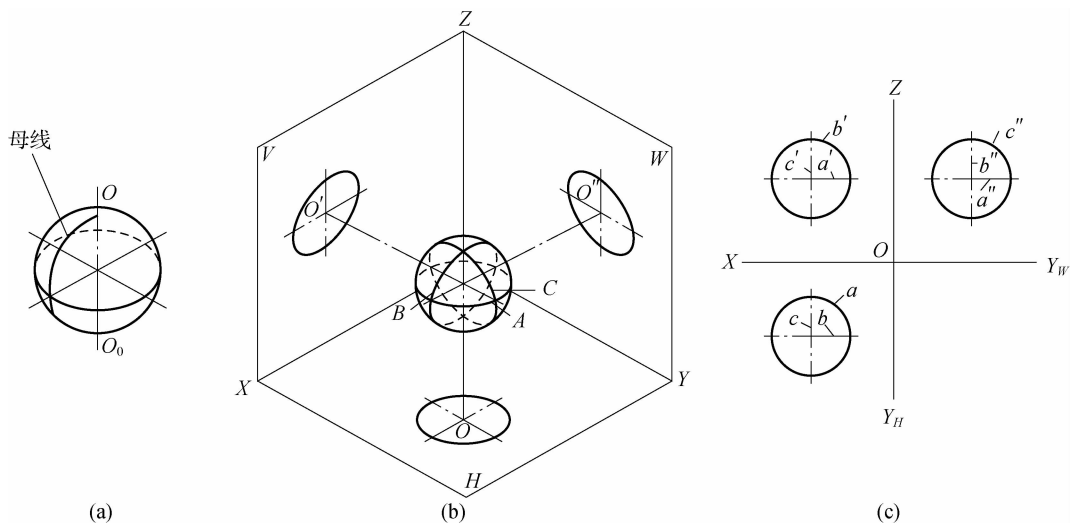


图 2-58 球体的投影图

(a)球的形成 (b)球的作图分析 (c)投影图

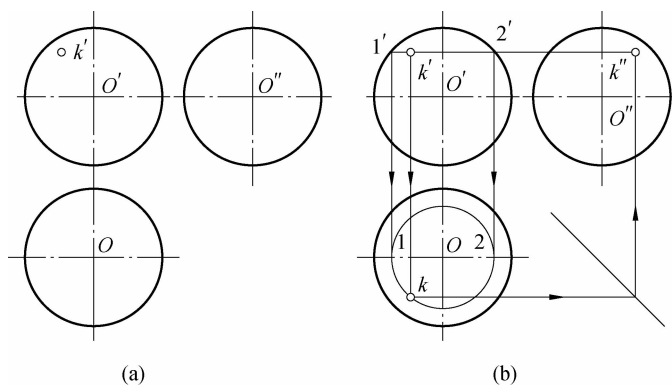


图 2-59 球体表面上点的投影

(a)已知条件 (b)作图过程

(4)圆环。圆环是由圆环面围成的。圆环面可以看成是由一条圆曲线绕与圆在同一平面上且在圆外的直线 OO_0 旋转而成的,如图 2-60(a)所示。圆上任意点的运动轨迹为垂直于轴线的纬圆。

如图 2-60(b)所示,圆环的正面投影是最左、最右两个素线圆和与素线圆相切的直线,其素线圆是圆环面正面投影的轮廓线,其直径等于母线圆的直径;直线是母线圆最上和最下的点的纬圆的积聚投影,其投影长度等于此点的纬圆的直径,也就是母线圆的直径。侧面投影和正面投影分析相同,在此不再赘述。水平投影为三个圆,其直径分别为圆环上、下两部分的分界线的纬圆,也就是回转体的最大直径纬圆和最小直径纬圆,用粗实线画出,另一个圆用点画线画出,是母线圆圆心的轨迹。

如图 2-60(c)所示,圆环投影的作图步骤如下:

- 画出三个视图的中心线的投影(细点画线)。



- 画出各个投影面的投影圆。
- 作出正面投影和侧面投影的切线,并将不可见部分用虚线画出。

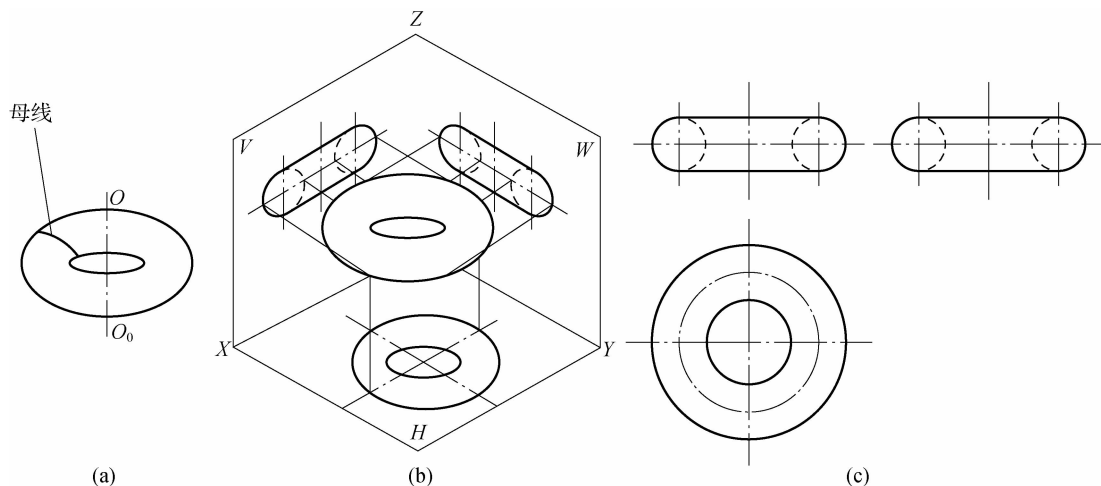


图 2-60 圆环的投影

(a)圆环的形成 (b)作图分析 (c)投影图

2.5 组合体的投影

建筑物或其他工程形体大多是由简单形体所组成的。这种由基本体组合而成的形体,称为组合体。在空间形态上,组合体要比基本体复杂得多,其投影图的绘制也是有规律可循的。



2.5.1 组合体的组合方式

组合体的形状、结构之所以复杂,是因为它是由几个基本体组合而成的。根据基本体组合方式的不同,组合体通常可分为叠加式组合体、切割式组合体和混合式组合体三种。

(1)叠加式组合体。主要部分由若干个基本体叠加而成的组合体称为叠加式组合体。根据形体相互之间的位置关系,叠加式又分为叠合式、相交式、相切式三种,如图 2-61 所示。

(2)切割式组合体。从一个基本体上切割掉若干基本体而形成的组合体称为切割式组合体。图 2-62 所示的组合体可以看成是在一个长方体 A 的左、右面中上部各挖去一个长方体 B 而形成的几何体。

(3)混合式组合体。既有叠加又有切割而形成的几何体称为混合式组合体,如图 2-63 所示。

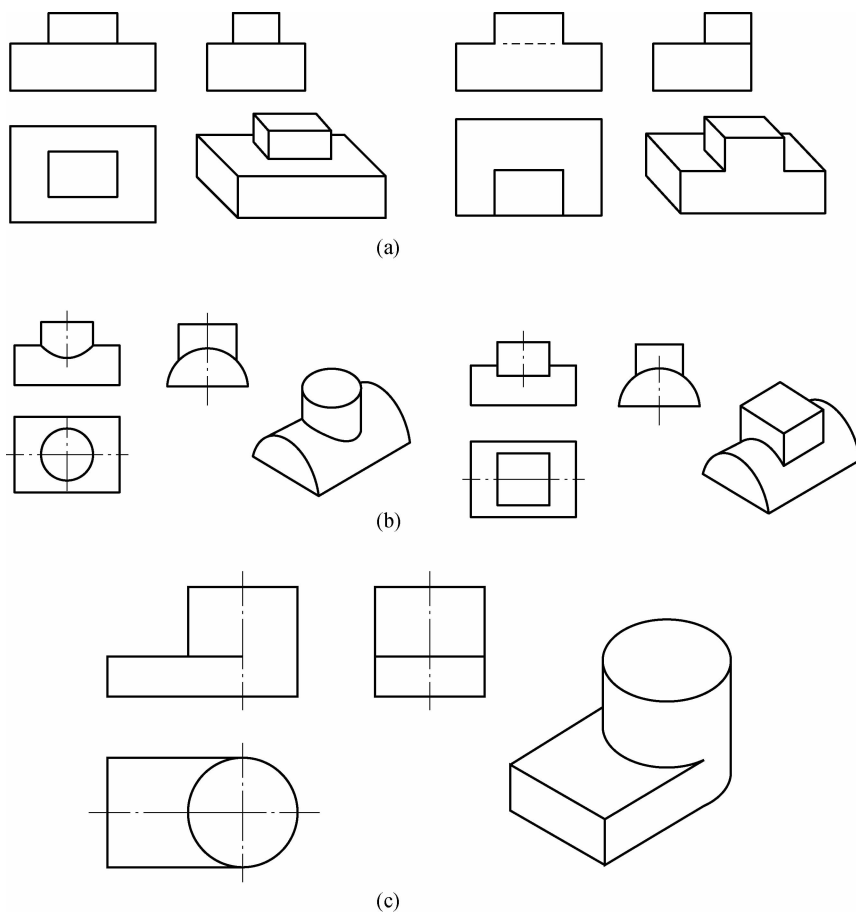


图 2-61 叠加式组合体的分类
(a)叠合式 (b)相交式 (c)相切式

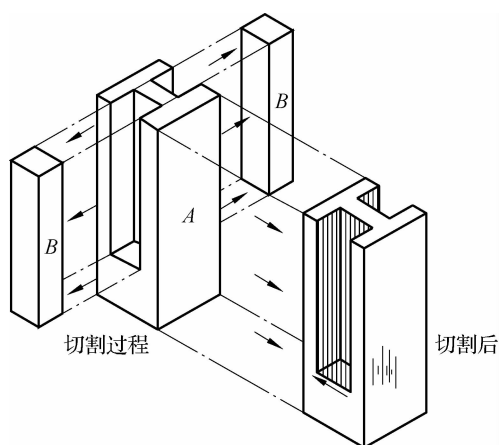


图 2-62 切割式组合体

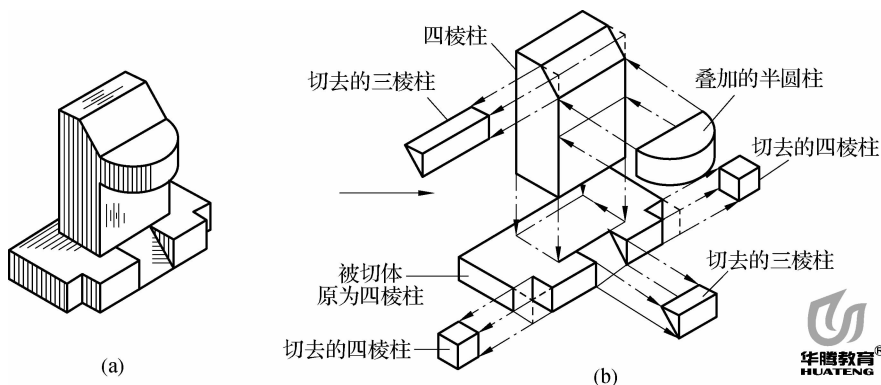


图 2-63 混合式组合体
(a)整体外观 (b)组合过程

2.5.2 组合体投影图的识读方法和识图要点

1) 组合体投影图的识读方法

识读组合体投影图的方法有形体分析法、线面分析法和逆转法等。

(1) 形体分析法。分析投影图上所反映的组合体的组合方式,各基本体的相互位置及投影特性,然后想象出组合体空间形状的分析方法,称为形体分析法。

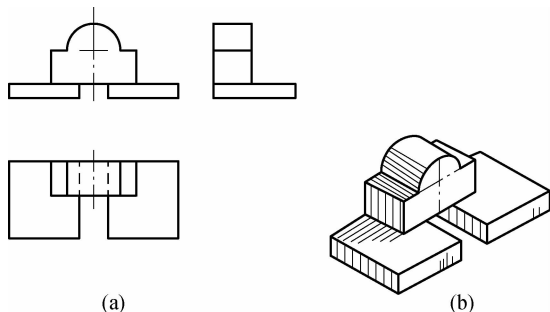


图 2-64 形体分析法
(a)投影图 (b)直观图

一般来说,一组投影图中总有某一个投影要反映形体的特征多一些。例如,正立面投影通常用于反映形体的主要特征,所以,从正立面投影(或其他有特征投影)开始,结合另外两个投影进行形体分析,就能较快地想象出形体的空间形状。如图 2-64 所示的投影图,特征比较明显的是 V 面投影,通过结合观察 W 面和 H 面投影可知,该形体是由下部两个长方体上叠加一个中间偏后位置的长方体(后表面与下部两长方体的后表面平齐),然后再在其上叠加一个宽度与中间长方体相等的半圆柱体组合而成。

W 面投影主要反映了半圆柱、中间长方体与下部长方体之间的前后位置关系, H 面投影主要反映了下部两个长方体之间的位置关系。

形体分析法的基本步骤如下:

- ① 划分线框,分解形体,确定组合方式。
- ② 确定每一个基本体相互对应的三视图。
- ③ 逐个分析,确定基本体的形状。
- ④ 确定组合体的整体状况。

(2) 线面分析法。当组合体比较复杂或为不完整的形体,而图中某些线框或线段用形体分析法又不好解释时,则辅以线面分析法确定这些线框或线段。线面分析法是利用线、面的

几何投影特性,分析投影图中有关线框或线段表示哪一项投影,并确定其空间位置,然后联系起来,想象出组合体的整体形状。

观察图 2-65(a),并注意各图的特征轮廓,可知该形体为切割体。因为 V 面投影、 H 面投影有凹形,且 V 面投影、 W 面投影中有虚线,那么 V 面投影、 H 面投影中的凹形线框代表什么意义呢? 经“高平齐”“宽相等”对应 W 面投影,可得一条斜直线,如图 2-65(b)所示。根据投影面垂直面的投影特性可知,该凹形线框代表一个垂直于 W 面的凹字形平面(侧垂面)。结合 V 面投影、 W 面投影中的虚线可知,该形体为顶面有侧垂面的四棱柱在后方中间切去一个小四棱柱后得到的组合体。

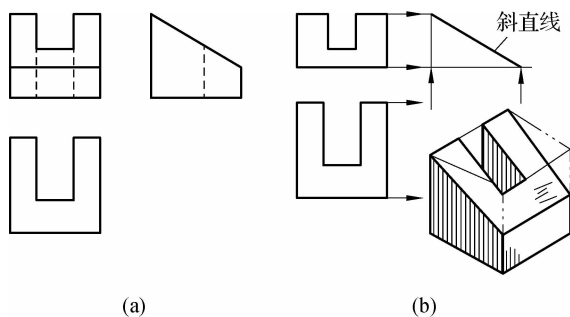


图 2-65 线面分析法

(a) 投影图 (b) 线面分析过程

(3) 逆转法。读图时,如果把投影面展开的原理再逆转过来,恢复原来的投影,则三个投影面又互相垂直了。此时,选择一个最能反映形体投影特征的投影图,使该图向前(或向左、向上)平行移动并与另一投影图重合在空间,则位移重合的空间轨迹就是要读出来的多面投影所表达形体的形状。这种读图方法要建立在空间思维能力上。例如,在图 2-66 所示的三面投影图中,反映形体特征的是 V 面投影。于是假想把 W 面向左转 90° , H 面向上转 90° , 此时,记住 V 面投影图样,同时将其向前平行移动至 H 面投影图的上方与其重合在空间位置,则 V 面投影从 H 面图的正后方移到正前方位置的空间轨迹,正好是“踏步模型”的形状。

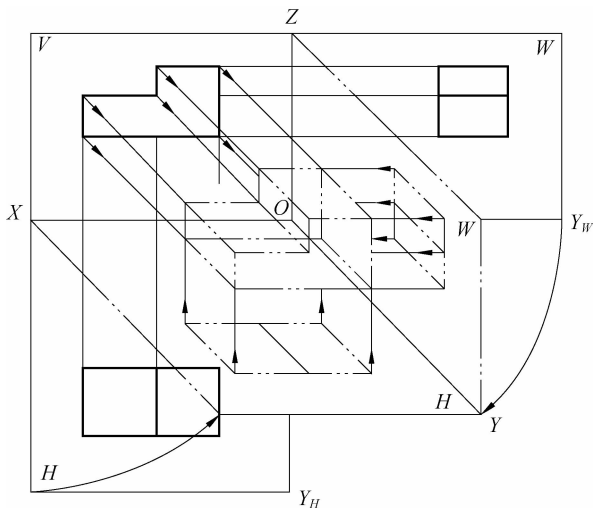


图 2-66 用逆转法读图

2) 组合体投影图的识图要点

识读组合体投影图除应注意运用相关的方法外,还需明确以下几点,以提高识读速度及准确性:

(1)联系各个投影想象。要把已知条件所给的投影一并联系起来识读,不能只注意其中一部分。

(2)注意找出特征投影。图 2-67 所示的 H 面投影,均为各自形体的特征投影(或称特征轮廓)。能使一个形体区别于其他形体的投影,称为该形体的特征投影。找出特征投影有助于想象组合体空间形状。

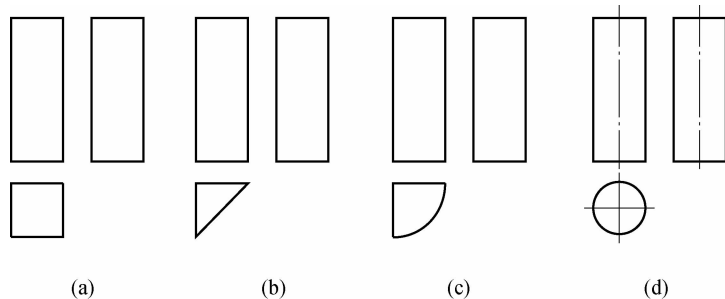


图 2-67 H 面投影均为特征投影

(a)长方体 (b)三棱柱体 (c)1/4 圆柱体 (d)圆柱体

(3)明确投影图中直线和线框的意义。在投影图中,每条线、每个线框都有它的具体意义。一条直线表示一条棱线还是一个平面,一个线框表示一个曲面还是平面等问题,在识读过程中是必须要弄清的,这是识图的主要内容之一,必须予以足够重视。

2.5.3 组合体投影图的画法

画组合体投影图,通常先对组合体进行形体分析,然后按照分析,从其基本体的作图出发,逐步完成组合体的投影。

1) 形体分析

形体分析的主要目的是弄清楚组合体的类型和形状、各部分的相对位置、是否有对称性等,为绘制组合体投影图打好基础。

图 2-68(a)是对房屋的形体分析。从形体分析的角度看,此形体是叠加式组合体。在作其投影之前需明确其组合方式、位置关系,确定正面方向。

(1)组合方式。屋顶是三棱柱,屋身和烟囱是长方体,烟囱一侧小屋则由带斜面的长方体构成。

(2)位置关系。烟囱、小屋均位于大屋形体的左侧,其底面都处在同一水平面上。

(3)确定正面方向。图 2-68(b)指出了房屋的正面方向,按此方向作房屋的投影,其正面投影反映该形体的主要特征和位置关系,侧面投影反映形体左侧及屋顶三棱柱的特征,水平投影则反映各组成部分前后、左右的位置关系。房屋的三面正投影图如图 2-68(c)所示。

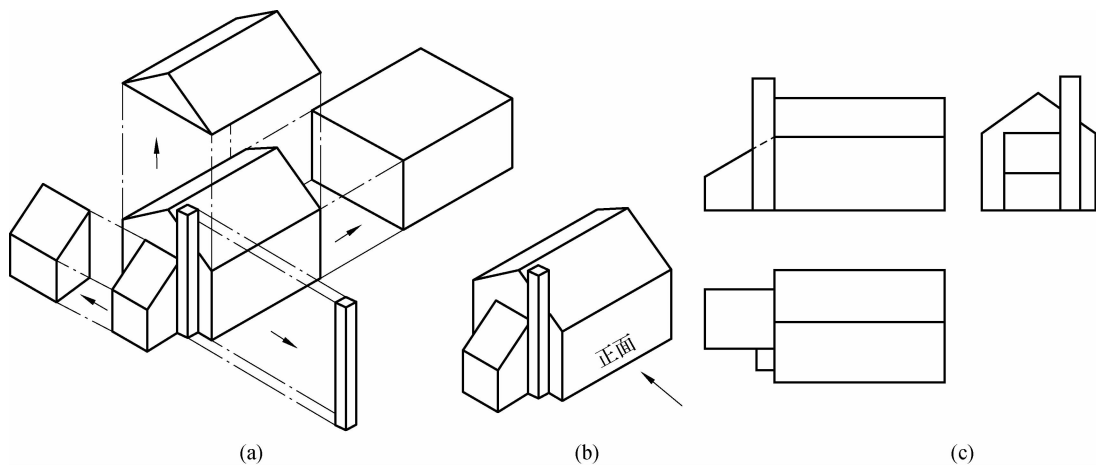


图 2-68 房屋的形体分析及作图

(a)形体分析 (b)直观图 (c)房屋的三面正投影图

在有些组合体中,当某两个或几个基本体相切或平齐时,在正面投影图中,其分界处不应画线,以免与真实表面情况不符,如图 2-69 所示。

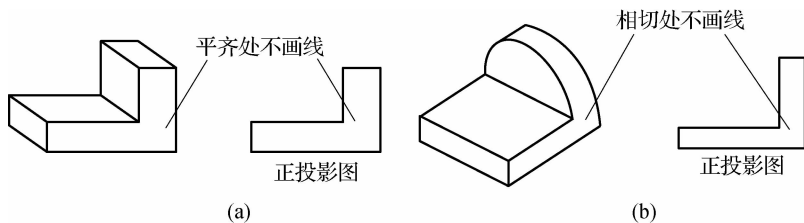


图 2-69 形体表面的平齐与相切

(a)平齐 (b)相切

2) 确定形体安放位置

形体安放位置是指形体相对于投影面的位置,该位置的选取应考虑以下几点:

(1)符合平稳原则。形体在投影体系中的位置安排,应保证重心平稳,使形体在各个投影面上的投影图形尽量反映实形,符合日常视觉习惯及构图的平稳原则。如图 2-68 所示,房屋体位平稳,墙面均与 V 面、W 面平行,能较好地反映实形。

(2)符合工作位置。有些组合体类似于工程形体,如建筑物、水塔等,在画这些形体投影图时,应使其符合正常的工作位置,以便于理解。

(3)摆放的位置应尽可能多地显示特征轮廓,最好使其主要特征面平行于基本投影面。

通常,我们把组合体上特征最明显(或特征最多)的那个面,平行于正立投影面摆放,使正面投影反映特征轮廓。如建筑物的正立面图,一般都用于反映建筑物主要出入口所在墙面的情况,以表达建筑物的主要造型及风格。

3) 选择比例与图幅

为了方便作图和读图,作图最好采用 1:1 的比例。但工程物体有大有小,无法按实际大小作图,所以必须选择适当的比例作图。当比例选定以后,再根据投影图所需面积的大



小,选用合理的图幅。

4) 确定投影图的数量

确定投影图数量的原则是用较少的投影面把形体表达完整、清楚。完整是指组成该形体的各个基本几何体都能在投影中得到表达;清楚是指组成该形体的各个几何体的形状及其相对位置都能得到充分表达。在保证完整、清晰的前提下,投影图数量应尽量少,对于组合体来说,一般要画出三面投影。

5) 作出投影图

画组合体投影图的已知条件包括给出组合体的实物或模型和给出组合体的直观图。不论哪种已知条件,在作组合体投影图时,一般都应先布置投影图的位置,再根据组合体选定的比例计算每个投影图的大小,均衡、匀称地布置图位,并画出各投影图的基准线,然后按形体分析分别画出各基本体的投影图。校核无误后,按规定的线型、线宽描深图线。



2.5.4 组合体的尺寸标注

1) 尺寸标注的原则

尺寸标注的原则主要有以下四点:

- (1) 尺寸标注要遵守国标的基本规定。
- (2) 尺寸标注要齐全,不能遗漏,读图时要能直接读出各部分的尺寸,不能临时计算。
- (3) 尺寸标注要明显,一般布置在视图的轮廓之外,并位于两个视图之间。
- (4) 同一方向的尺寸可以组合起来,排成几道,大尺寸在外,小尺寸在内。两平行尺寸线的距离为 7~10 mm。

2) 尺寸标注的步骤

标注组合体尺寸前,需先进行形体分析,确定要反映到投影图上的基本体及其尺寸标注要求。除此之外,还必须掌握合理的标注方法。下面以台阶为例说明组合体尺寸标注的方法和步骤。

(1) 标注总体尺寸。如图 2-70 所示,首先标注图中①、②和③三个尺寸,即先标出台阶的总长、总宽和总高。在建筑设计中它们是确定台阶形状的最基本的,也是最重要的尺寸,故应首先标出。

(2) 标注各部分的定形尺寸。尺寸④~⑨均为边墙的定形尺寸,尺寸⑩~⑫为踏步的定形尺寸。

尺寸②、③既是台阶的总宽、总高,也是边墙的宽和高,故在此不必重复标注。由于台阶踏步的踏面宽和梯面高是均匀布置的,所以其定形尺寸也可采用踏步数×踏步宽(或踏步数×梯面高)的形式,即图中尺寸⑪可标为 $3 \times 280 = 840$,尺寸⑫可标为 $3 \times 150 = 450$ 。

(3) 标注各部分间的定位尺寸。本图中台阶各部分间的定位尺寸均与定形尺寸重复。如图中尺寸⑩既是边墙的长,也是踏步的定位尺寸。

(4) 检查、调整。由于组合体形体通常比较复杂,且上述三种尺寸间多有重复,故此项工作尤为重要。通过检查,补其遗漏,去掉重复的标注。

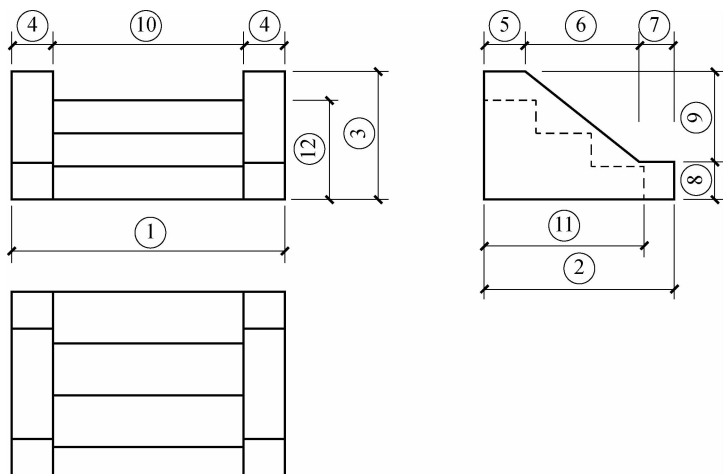


图 2-70 组合体尺寸标注举例

2.6 轴 测 图

工程上一般采用正投影法绘制物体的投影图,即多面正投影图。它能完整、准确地反映物体的形状和大小,且度量性好,制图简单;但立体感不强,只有具备一定读图能力的人才能看懂。有时工程上还需采用一种立体感较强的图来表达物体,即轴测图。轴测图是一种单面投影图,在一个投影面上能同时反映出物体三个坐标面的形状,并接近于人们的视觉习惯,形象、逼真,富有立体感。但轴测图一般不能反映出物体各表面的实形,度量性差,同时作图较复杂。因此,在工程上常把轴测图作为辅助图样。

在绘图教学中,轴测图也是发展空间构思能力的手段之一。通过画轴测图可以帮助学生想象物体的形状,培养空间想象能力。

2.6.1 轴测投影概述

1) 轴测投影的形成

根据平行投影的原理,把形体连同确定其空间位置的三个坐标轴 OX 、 OY 、 OZ 一起沿着不平行于这三个坐标轴的方向,投影到新的投影面 P 上,这样得到的投影称为轴测投影,如图 2-71 所示。

由于轴测投影是根据平行投影原理形成的,因此轴测投影具有平行投影的特点,主要包括平行性、定比性和真实性。

- (1) 平行性。形体上原来互相平行的线段,轴测投影仍然平行。
- (2) 定比性。形体上原来互相平行的线段长度之比,等于相应的轴测投影之比。
- (3) 真实性。所有与轴测投影面平行的直线或平面,其轴测投影均反映实长或实形。

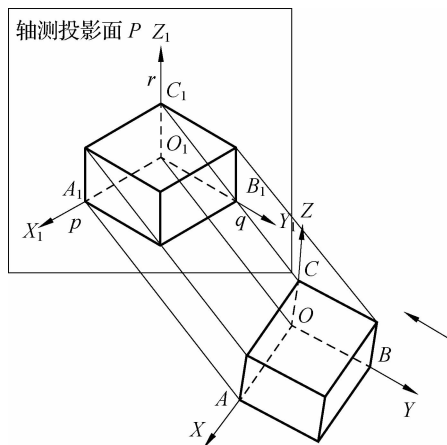


图 2-71 轴测投影的形成

2) 轴测投影的有关术语

下面结合图 2-71 对轴测投影的有关术语进行解释。

(1) 轴测投影面。在轴测投影中, 投影面 P 称为轴测投影面。

(2) 轴测轴。直角坐标轴的轴测投影称为轴测投影轴, 简称轴测轴, 用 O_1X_1 、 O_1Y_1 、 O_1Z_1 表示。

(3) 轴间角。在轴测投影面 P 上, 三个轴测投影轴 O_1X_1 、 O_1Y_1 、 O_1Z_1 之间的夹角 $\angle X_1O_1Y_1$ 、 $\angle Z_1O_1Y_1$ 、 $\angle Z_1O_1X_1$ 称为轴间角。

(4) 轴向伸缩系数。在轴测投影图中, 轴测投影轴上的单位长度与相应坐标轴上的单位长度之比称为轴向伸缩系数, 也称为轴向变形系数, 三个轴的轴向伸缩系数分别用 p 、 q 、 r 表示。其中, $p=OX_1/OX$, $q=O_1Y_1/OY$, $r=O_1Z_1/OZ$ 。

3) 轴测投影的分类

根据投影方向与轴测投影面的相对位置, 轴测投影可分为正轴测投影图和斜轴测投影图两大类。

(1) 正轴测投影图。当轴测投影方向垂直于轴测投影面时, 得到的轴测图称为正轴测投影图, 也称为正轴测图。正轴测图按照形体上直角坐标轴与轴测投影面倾角的不同, 可分为正等轴测投影图、正二等轴测投影图和正三等轴测投影图等。

① 正等轴测投影图。投影方向与轴测投影面垂直, 空间形体的三个坐标轴与轴测投影面的倾斜角度相等, 这样得到的投影图称为正等轴测投影图, 简称正等测图, 如图 2-72 所示。

正等测图中, 轴间角均为 120° [见图 2-72(a)], 三个轴向变形系数相等, $p=q=r=0.82$, 通常取 $p=q=r=1$, 如图 2-72(b) 所示。

② 正二等轴测投影图。投影方向与轴测投影面垂直, 空间形体的三个坐标轴只有两个与轴测投影面的倾斜角度相等, 这样得到的投影图, 称为正二等轴测投影图, 简称正二测图, 如图 2-73 所示。

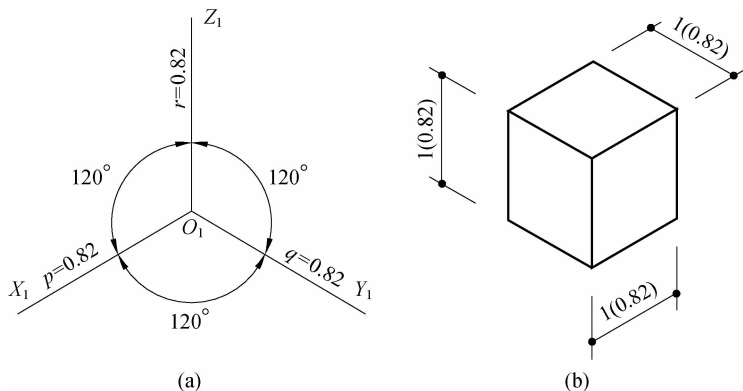


图 2-72 正等测图

(a)轴间角及轴向伸缩系数 (b)正立方体的正等测图

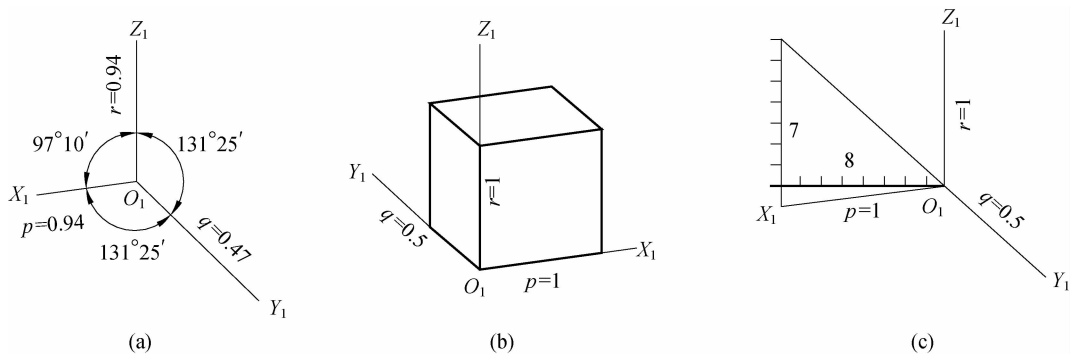


图 2-73 正二测图

(a)轴间角及轴向伸缩系数 (b)正立方体的正二测图 (c)轴向伸缩系数比例

正二测图中,三个轴的轴间角有两个相等, O_1X_1 、 O_1Z_1 轴的轴向伸缩系数均为 0.94, O_1Y_1 轴的轴向伸缩系数为 0.47[见图 2-73(a)],为了作图方便,习惯上取 p 和 r 为 1, q 为 0.5,这样作出的轴测图比实际的轴测图略大一些,如图 2-73(b)所示。 O_1Z_1 轴作成铅垂线, O_1X_1 轴与水平线的夹角是 $7^\circ10'$, O_1Y_1 轴与水平线的夹角为 $41^\circ25'$ 。

**小贴士**

在实际作图时,不需要用量角器准确画轴间角,可用近似方法作图,即 O_1X_1 采用 $1:8$, O_1Y_1 采用 $7:8$ 的方法,如图 2-73(c)所示。

③正三等轴测投影图。正三等轴测投影图简称正三测图。正三测图中,三个轴的轴间角不相等,轴向伸缩系数 $p=0.871$, $q=0.961$, $r=0.554$,即 $p \neq q \neq r$ 。具体作图时,为简便计算,可取 $p=0.9$, $q=1$, $r=0.6$,如图 2-74 所示。

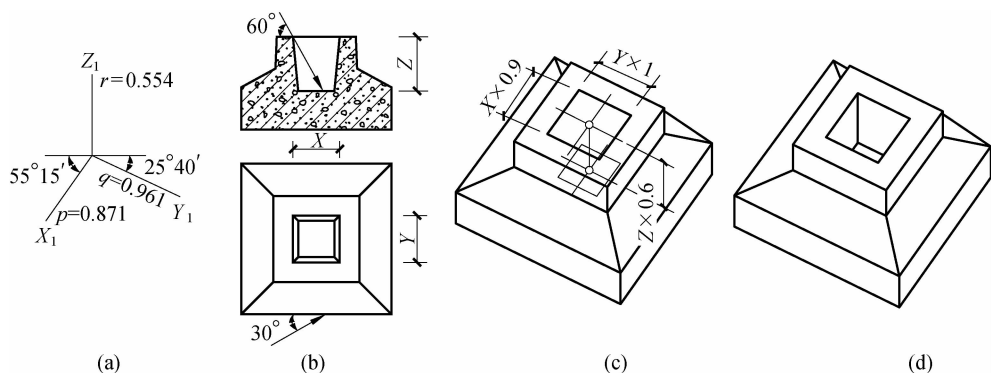


图 2-74 正三测图

(2)斜轴测投影图。当轴测投影方向倾斜于轴测投影面的轴测投影时,得到的轴测图称为斜轴测投影图。斜轴测投影图可分为正面斜轴测图和水平斜轴测图等。

①正面斜轴测图。当形体的正立面平行于轴测投影面时,投影方向与轴测投影面倾斜所作的轴测图,称为正面斜轴测,也称为斜二测图,如图 2-75 所示。

正面斜轴测图的轴间角分别为 $\angle X_1O_1Y_1 = \angle Y_1O_1Z_1 = 135^\circ$, $\angle Z_1O_1X_1 = 90^\circ$ 。轴向伸缩系数 $p=r=1, q=0.5$ 。

由于正面斜轴测图的轴向变形系数 $p=r=1$,轴间角 $\angle Z_1O_1X_1 = 90^\circ$,所以,正面斜轴测图中,形体的正立面不发生变形。

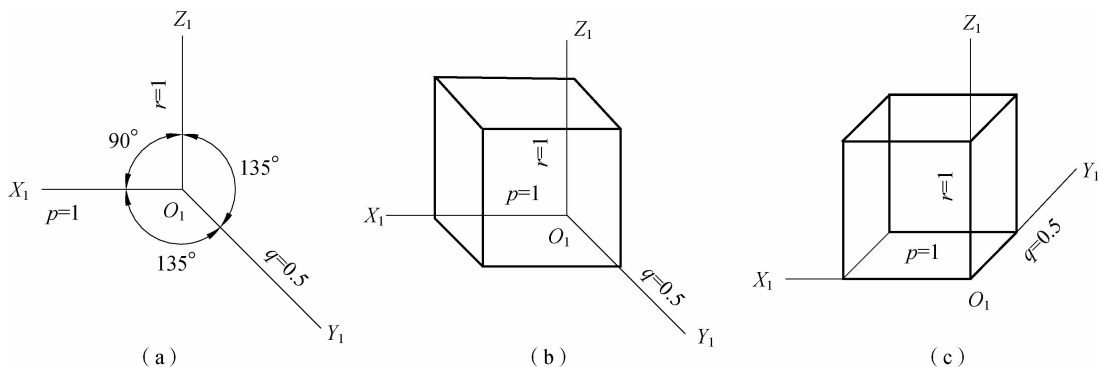


图 2-75 正面斜轴测图

②水平斜轴测图。投影方向与轴测投影面倾斜,空间形体的底面平行于水平面,且以水平面作为轴测投影面时,这样得到的轴测图称为水平斜轴测图。水平斜轴测投影适用于绘制建筑物的水平剖面或一个区域的总平面图。

水平斜轴测图中,由于空间形体的坐标轴 OX 和 OY 平行于轴测投影面,其投影未发生变形,故 $p=q=1$,且轴间角为 90° ;而坐标轴 OZ 与轴测投影面垂直,投影方向却是倾斜的,则轴测轴是一条倾斜线,轴向伸缩系数 r 小于 1。为方便作图,选定 $r=1$, O_1Z_1 的方向如图 2-76(a)所示,它与 O_1X_1 轴和 O_1Y_1 轴的夹角分别为 120° 与 150° 。习惯上常取 O_1Z_1 轴铅直向上,而将 O_1X_1 轴与 O_1Y_1 轴相应偏转一个角度,使得 O_1X_1 轴与水平方向成 30° 的夹角, O_1Y_1 轴与水平方向成 60° 的夹角,如图 2-76(b)所示,由此形成的水平轴测图示意图如图 2-76(c)所示。

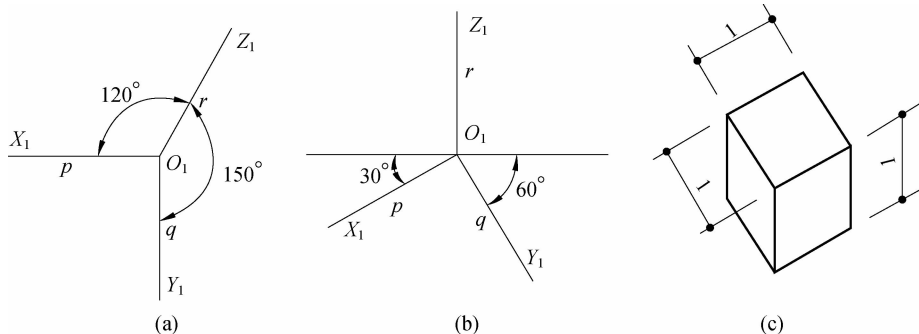


图 2-76 水平斜轴测图

2.6.2 轴测投影图的绘制

画轴测投影图时,首先应分析了解形体的基本组成及各组成部分的特点。形体一般是用正投影图来表达的,则首先应读懂正投影图,得出形体的空间形象;然后,选择一种轴测图类型画出轴测轴,并按轴测轴方向量取对应的正投影图的轴向尺寸,确定轴测轴上各点及主要轮廓线的位置;最后画出形体的轴测投影图。

轴测投影图的画法有很多,本节重点讲述在建筑装饰制图中常采用的几种轴测投影图的画法。

1) 平面体轴测投影图的画法

(1) 正轴测投影图的画法。画形体正轴测投影图的基本方法是坐标法,结合轴测投影的特性,针对形体形成的方式不同,进行叠加和切割。

① 正等测图的画法。

- 坐标法。沿坐标轴量取形体关键点的坐标值,用以确定形体上各特征点的轴测投影位置,然后将各特征点连起来,即可得到相应的轴测图。

- 叠加法。由几个基本体叠加而成的组合体,可先逐一画出各部分的轴测投影图,然后再将它们叠加在一起,得到组合体轴测投影图,这种画轴测投影图的方法称为叠加法。



课堂训练

如图 2-77(a)所示,已知组合体的投影图,试用叠加法作组合体的正等测图。

作图步骤如下:

(1) 在正投影图上确定坐标轴及坐标原点,如图 2-77(a)所示。

(2) 画轴测轴,并作下面第一个四棱柱的正等测图,如图 2-77(b)所示。

(3) 根据第一个四棱柱和第二个四棱柱的相对位置,作出第二个四棱柱的正等测图,如图 2-77(c)所示。

(4) 同理作出三棱柱的正等测图。

(5) 擦去不可见线,并加深图线,如图 2-77(d)所示。

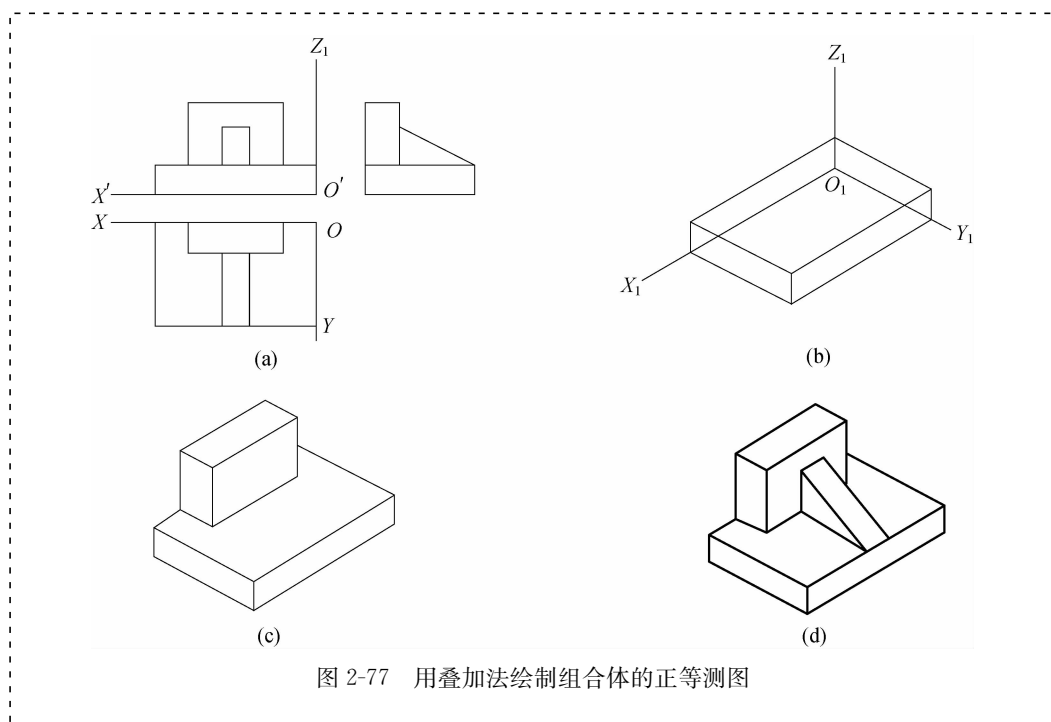


图 2-77 用叠加法绘制组合体的正等测图

• 切割法。切割法适用于切割式的形体,作图时,先画出基本体的正等测图,然后把应该去掉的部分切去,从而得到所需要的轴测图。

• 特征面法。当柱体的某一端面较复杂且能反映柱体的特征形状时,可用坐标法先求出特征端面的正等测图,然后沿坐标轴方向延伸成立体,这种画轴测图的方法称为特征面法,其主要适用于绘制柱体的轴测图。

②正二测图的画法。正二测图可使空间形体获得较强的立体感,当形体的棱面或棱线与正立面或水平面成 45° 时,一般选用正二测投影。正二测图的作图方法与正等测图的作图方法相同,只不过轴间角和轴向伸缩系数发生了变化。

作图步骤如下:

- 作出正二测轴测轴,并在其上作底板四棱柱的轴测图,如图 2-78(a)所示。
- 按照两个四棱柱的相对位置,叠加上面的四棱柱,如图 2-78(b)所示。
- 叠加中间的三棱柱,如图 2-78(c)所示。

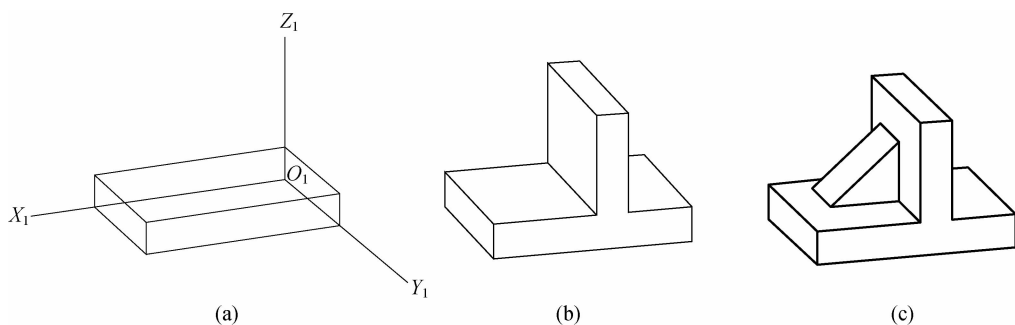


图 2-78 正二测图的作图步骤



课堂训练

如图 2-79(a)所示,已知形体的投影图,试作出其正二测图。

作图步骤如下:

(1)建立直角坐标系,如图 2-79(a)所示。

(2)建立正二测图的轴测轴,利用 $p=r=1, q=0.5$,画出底面的正二测图,如图 2-79(b)所示。

(3)沿轴截取高度,分别画出下棱柱的顶面和上棱柱的底面,然后画出上棱柱体,并连接四条斜棱线,如图 2-79(c)、图 2-79(d)所示。

(4)擦除不可见线,加粗可见轮廓线,画出基础的正二测图,如图 2-79(e)所示。

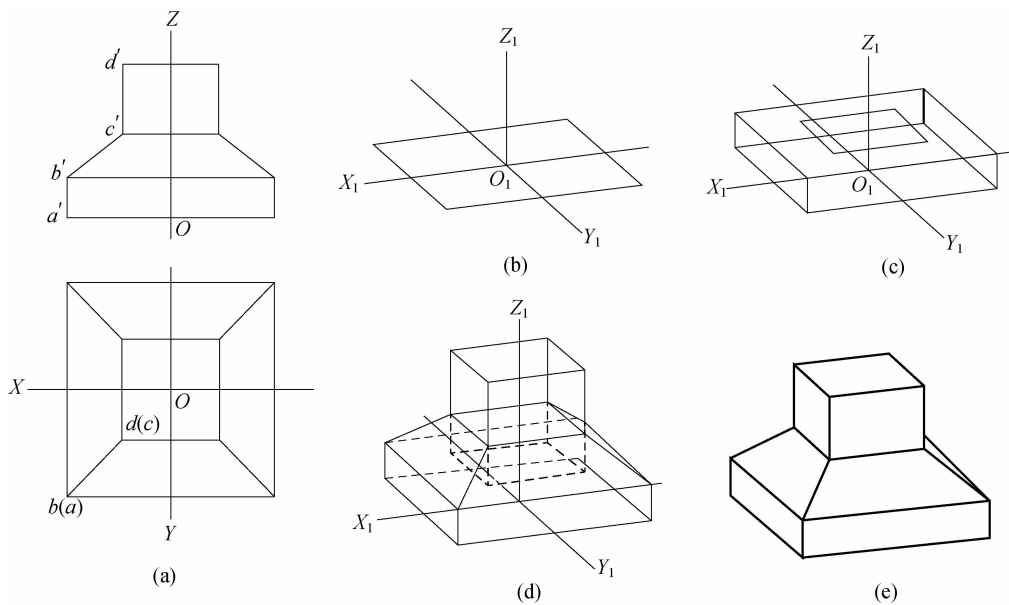


图 2-79 正二测图的画法

(2)斜轴测投影图的画法。

①斜二测图的画法。画斜二测图之前,应根据物体的形状特征选定投影的方向,使得画出的轴测投影图具有最佳的表达效果,一般来讲,要把物体形状较为复杂的一面作为正面,并且从左、前、上方向或右、前、上方向进行投影。



课堂训练

如图 2-80(a)所示,已知拱门的投影图,试作其斜二测图。

作图步骤如下:

(1)画轴测轴。 O_1X_1 、 O_1Z_1 分别为水平线和铅垂线。 O_1Y_1 轴由左向右或由右向左投射绘制的轴测图效果相同。

(2)先画底板轴测图,并在底板上量取 $Y_1/2$, Y_1 在图 2-80(a)所示的水平投影图中量取。定出拱门前墙面位置图,画出外形轮廓立方体,如图 2-80(b)所示。

(3)按实形画出拱门前墙面及 O_1Y_1 轴方向线,并由拱门圆心向后量取 $1/2$ 墙厚,定出拱门在后墙面的圆心位置,如图 2-80(c)所示。

(4)完成拱门斜二测图,注意只要画出拱门后墙面可见部分的图线,如图 2-80(d)所示。

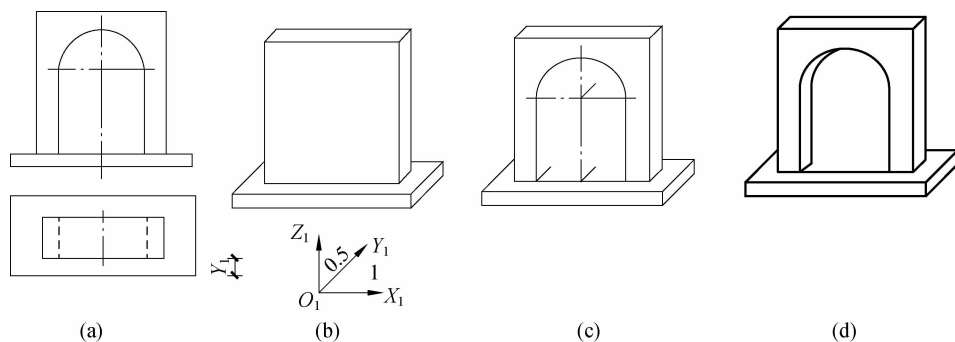


图 2-80 拱门斜二测图的画法

②水平斜轴测图的画法。在建筑装饰工程中,绘制水平斜轴测图时,轴竖向伸缩系数 $r=1$,以使图形具有较强的立体感。



课堂训练

如图 2-81(a)所示,已知形体的投影图,试绘制其水平斜轴测图。

作图步骤如下:

(1)确定直角坐标系,如图 2-81(a)所示。

(2)将形体的水平投影图绕 OZ 轴逆时针旋转 30° ,建立轴测轴(轴竖向),画出形体底部投影图,如图 2-81(b)所示。

(3)从底部的各个顶点向上引垂线,并在竖直方向(沿轴)量取相应的高度,画出形体顶部。

(4)擦除不可见线,加粗可见轮廓线,作出形体的水平斜轴测图,如图 2-81(c)所示。

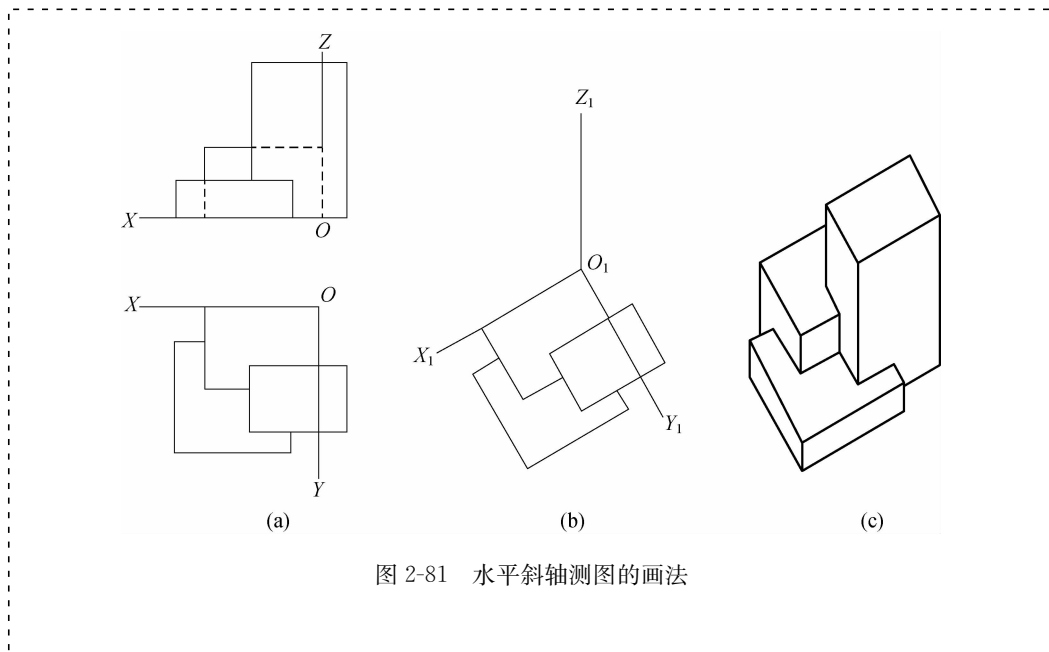


图 2-81 水平斜轴测图的画法

2) 曲面体轴测投影图的画法

曲面体轴测投影图的作图过程与平面体轴测投影图的作图过程基本相同,其不同点在于曲面体的轴测投影图要求作出圆或圆角的轴测投影。

(1) 圆的轴测投影图的画法。

①圆的正等测图画法。在正等测图中,圆的正等测投影都是椭圆,绘制平行于坐标面的圆的正等测图常见的方法有坐标法和四心扁圆法。

- 坐标法。坐标法是轴测投影图中作椭圆的真实画法。



课堂训练

如图 2-82(a)所示,已知圆的投影图,试运用坐标法绘制圆的正等测图。

作图步骤如下:

(1)根据图 2-82(a)所示的圆中直径和弦投影的尺寸、位置,在轴测轴上过圆心 O 作出两直径的轴测投影,定出两直径的端点 A 、 B 、 C 、 D ,即得到了椭圆的长轴和短轴,如图 2-82(b)所示。

(2)作出平行于直径的各弦的轴测投影,如图 2-82(c)所示。

(3)用平滑曲线逐一连接各弦端点,即得圆的轴测图,如图 2-82(d)所示。

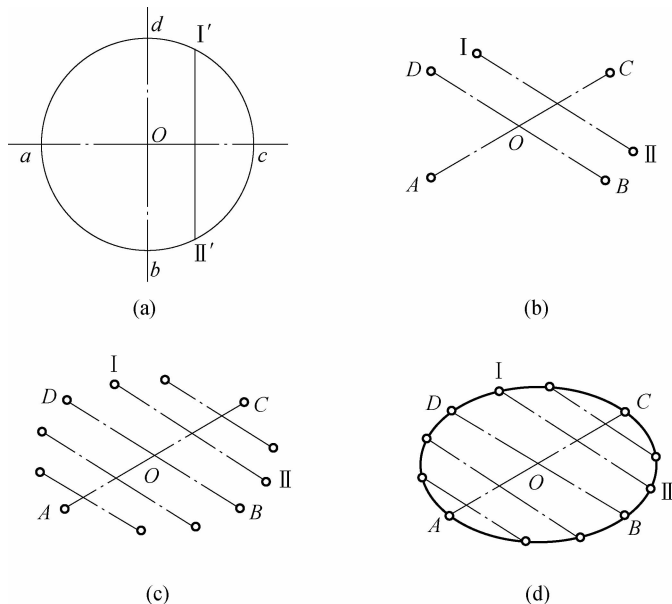


图 2-82 用坐标法绘制圆的正等测投影图

• 四心扁圆法。由于椭圆在正等测图中内切于菱形,可用四心扁圆法(也称为菱形法)来绘制其正等测图。这是一种椭圆的近似画法。



课堂训练

如图 2-83(a)所示,已知圆的投影图,试运用四心扁圆法绘制圆的正等测图。

作图步骤如下:

- (1)分辨圆平行于哪个坐标面。
- (2)确定圆心的位置。
- (3)画出与椭圆相切的菱形。
- (4)确定椭圆长轴与短轴的方向。
- (5)用四心扁圆法分别求四段圆弧。

具体做法如图 2-83(b)、图 2-83(c)、图 2-83(d)所示。

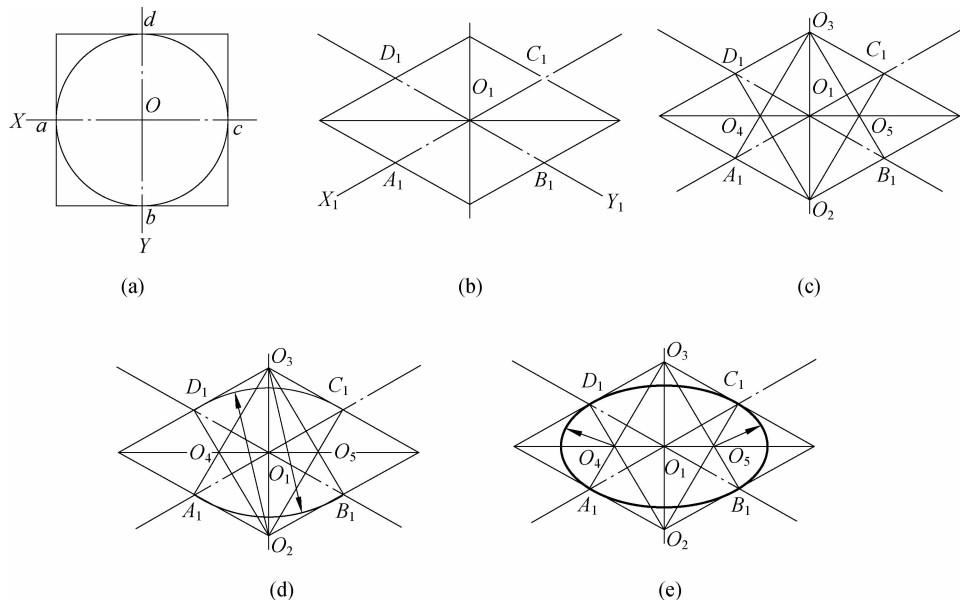


图 2-83 用四心扁圆法绘制圆的正等测图

②圆的斜二测图画法。正面斜二轴测投影是和正立面平行的,所以正平圆的轴测投影仍然是圆,而水平圆和侧平圆的轴测投影则是椭圆。



课堂训练

如图 2-84(a)所示,已知圆的正面投影,试作其斜二测图。

作图步骤如下:

(1)作出圆的外接正方形的轴测投影,作平行四边形 $ABCD$ 的对角线,得交点 O ,如图 2-84(b)所示。

(2)过点 O 作两直线分别平行于 AB 、 BC ,得交点 1、2、3、4,即图 2-84(a)中的圆与外切正方形的四个切点。过 B 、2 两点作 45° 线交于点 M ,以点 2 为圆心, $2M$ 为半径画圆弧,并与 AB 相交得两个交点 F 、 G ,过两交点作平行于 BC 的直线,与对角线相交于 5、6、7、8,如图 2-84(c)所示。

(3)将 1、2、3、4、5、6、7、8 八个点用平滑曲线连接起来,即得圆的斜二测图,如图 2-84(d)所示。

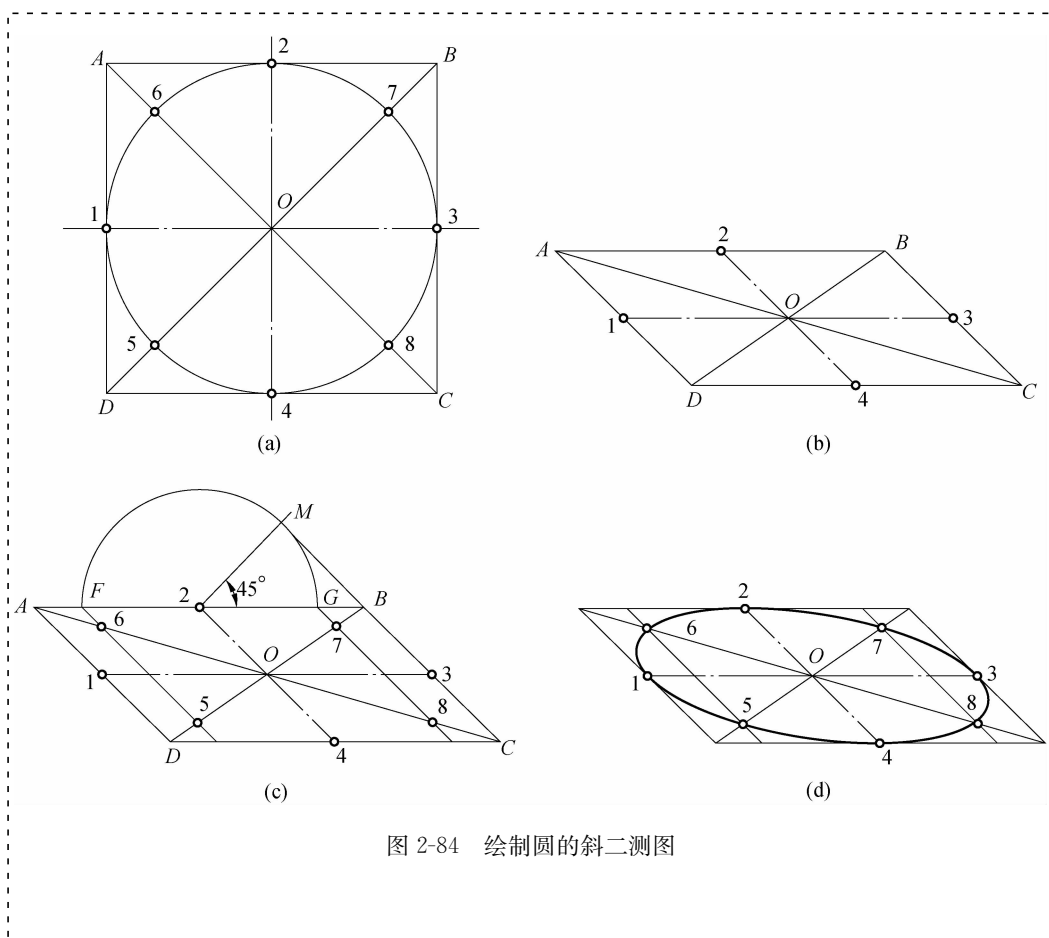


图 2-84 绘制圆的斜二测图

(2)圆柱的轴测投影图的画法。圆柱一般都是竖直放置的,其顶圆和底圆平行于水平面,其轴线为铅垂线。作图时,可先利用菱形法画出水平圆的正等测图,然后再利用特征面法画出柱体的投影图。



课堂训练

如图 2-85(a)所示,已知圆柱的投影图,试作其正等测图。

作图步骤如下:

(1)确定坐标系,同时作圆的外接正方形,其切点的水平投影分别为 a 、 b 、 c 、 d ,如图 2-85(a)所示。

(2)利用菱形法,画出圆柱体水平顶圆的正等测图,如图 2-85(b)所示。

(3)沿 Z 轴方向向下移动顶圆圆心,移动长度为圆柱的高,此时即可得到底圆的圆心,然后按同样的方法作出底圆的正等测图,如图 2-85(c)所示。

(4)作出两椭圆的公切线,检查无误后描粗加深并完成全图,如图 2-85(d)所示。

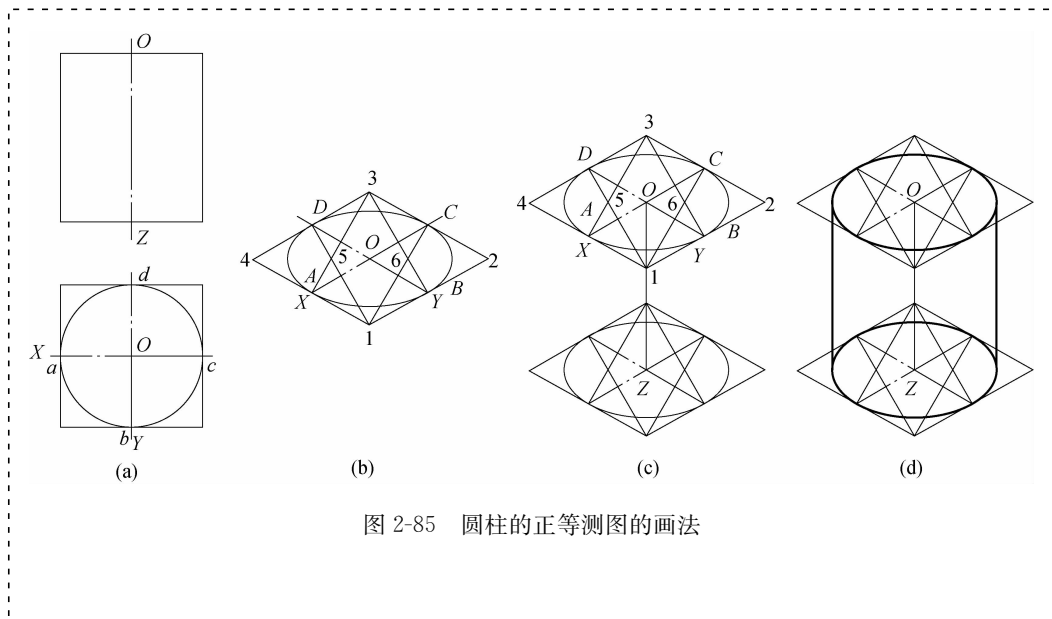


图 2-85 圆柱的正等测图的画法



学习评价

(1) 根据投影中心距离投影面远近的不同, 投影分为_____和_____两类。

(2) 物体在侧立投影面上的投影为侧面投影, 它反映形体的_____和_____。

(3) 建筑工程物体是由不同的基本体组成的, 不管其复杂程度如何, 抽象成几何体后, 它们都可以看成是由_____、_____和_____这些基本元素形成的。要正确地绘制和识读建筑形体的投影图, 必须先掌握组成建筑形体的基本元素的_____和_____。

(4) 直线与平面、平面与平面的相对位置有_____、_____和_____三种情况。

(5) 直线与平面相交有一个交点, 其交点必是_____与_____的共有点, 它既在直线上又在平面上, 具有双重的从属关系。

(6) 透视图绘制较复杂, 形体的尺寸不能在投影图中度量和标注, 不能作为施工的依据, 仅用于_____及_____等方案的比较及美术、广告等。

(7) 平面体是由若干个_____所围成的形体, 是具有_____、_____、_____三个方向尺度的几何体, 它的每个表面都是_____。

(8) 棱锥的底面是_____, 各个棱面都是有一个公共顶点的_____。

(9) 常见的曲面体有_____、_____、_____等。由于这些物体的曲表面均可以看成是由一根动线绕着一_____而成的, 故这类形体又称为回转体。

(10) 组合体的形状、结构之所以复杂, 是因为它是由几个基本体组合而成的。根据基本体的组合方式的不同, 通常可将组合体分为_____、_____和_____。

三种。

(11)平面投影的特性有哪些?

(12)工程中常用的投影图有哪几种?

(13)直线与投影面之间按相对位置的不同可分为哪几种直线? 它们的投影特性是什么?

(14)简述长方体的投影原理及投影分析。

(15)确定组合体在投影体系中的位置的原则有哪些?

模块 3

建筑与结构施工图



学习目标

- (1) 熟悉建筑施工图的产生过程、分类及其图样特点。
- (2) 掌握建筑总平面图的概念、基本内容、图示特点及其识读要点。
- (3) 掌握绘制建筑平面图、立面图、剖面图、建筑详图的步骤、方法与识读方法。
- (4) 了解结构施工图的基本内容与结构施工图制图的有关规定。
- (5) 掌握结构施工图中常用构件代号的含义。

建筑施工图是将建筑物的平面布置、外形轮廓、尺寸大小、结构构造、装饰装修、建筑材料等方面的内容,按照国家《建筑制图标准》(GB/T 50104—2010)和《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2010)的相关规定,用正投影的方法画出的图样。它是一套专门指导建筑施工用的图纸,被称为建筑工程人员的“语言”。

3.1 施工图概述



3.1.1 施工图的形成阶段

一般房屋设计过程包括初步设计阶段、技术设计阶段和施工图设计阶段。

1) 初步设计阶段

初步设计阶段即根据设计任务书,明确要求、收集资料、踏勘现场、调查研究。

初步设计阶段的工作主要包括以下几个方面:

- (1) 设计前的准备。设计前应做的准备工作有接受任务、明确要求、收集资料、调查



研究。

(2)方案设计。方案设计主要通过平面、立面和剖面等图样,把设计意图表达出来。

(3)绘制初步设计图。设计方案确定后,应用计算机或绘图仪器按一定比例绘制图样,并交有关部门审批。

①初步设计图的内容包括总平面布置图(总平面图)、建筑平面图、建筑立面图及建筑剖面图。

②初步设计图的表现方法和绘图原理与施工图一样,只是图样的数量和深度有较大的区别。同时,初步设计图图面布置可以灵活些,图样的表现方法可以多样些。

2) 技术设计阶段

初步设计经建设单位同意和主管部门批准后,需进一步去解决构件的选型、布置及建筑、结构、设备等各工种之间的配合等技术问题,从而对方案做进一步的修改。

3) 施工图设计阶段

施工图设计阶段是对初步设计进行修改和完善,在已审定的初步设计方案的基础上,进一步解决实用和技术问题,统一各工种之间的矛盾,在满足施工要求及协调各专业之间关系后最终完成设计,形成一套可作为房屋施工依据的、完整的、正确的图样。



3.1.2 施工图的分类与编排顺序

1) 施工图的分类

施工图按照专业分工的不同,可分为建筑施工图、结构施工图和设备施工图。

(1)建筑施工图。建筑施工图(简称建施)主要表示建筑物的总体布局、外部造型、内部布置、细部构造、装饰装修和施工要求等,主要包括总平面图、建筑平面图、建筑立面图、建筑剖面图、建筑详图等。

(2)结构施工图。结构施工图(简称结施)主要表示房屋的结构设计内容,如房屋承重构件的布置,构件的形状、大小、材料等,主要包括结构平面布置图、构件详图等。

(3)设备施工图。设备施工图(简称设施)包括给水排水、采暖通风、电气照明等各种施工图,其内容有各工种的平面布置图、系统图等。

2) 施工图的编排顺序

施工图一般的编排顺序是:图纸目录、设计总说明(首页)、建筑施工图、结构施工图、设备施工图等。

各专业的施工图,应按图纸内容的主次关系系统地排列。例如,基本图在前,详图在后;全局性的图在前,局部图在后;布置图在前,构件图在后;先施工的图在前,后施工的图在后等。



3.1.3 建筑施工图的图样特点

建筑施工图的图样具有以下几个特点:

(1)建筑施工图中的各图样,主要是根据正投影法绘制的。通常在水平投影面上作平面

图,在正立投影面上作正、背立面图,在侧立投影面上作剖面图或侧立面图。在图幅大小允许的情况下,可将平面图、立面图、剖面图三个图样按投影关系画在同一张图纸上,以便于阅读。如果图幅过小,平面图、立面图、剖面图可分别单独画在几张图纸上。

(2)由于房屋形体较大,而且内部各部分构造较复杂,在小比例的平面图、立面图、剖面图中无法表达清楚,所以还需要配以大量较大比例的详图。

(3)由于房屋的构配件和材料种类较多,为作图简便起见,国家相关标准中规定了用一系列的图形符号来代表建筑构配件、卫生设备、建筑材料等,这些图形符号称为图例。为读图方便,国家相关标准还规定了许多标注符号。所以,施工图上会出现大量的图例和符号。

(4)施工图中的不同内容,采用不同规格的图线绘制,选取规定的线型和线宽,来表明内容的主次和增加图面的效果。

3.1.4 建筑施工图画法的有关规定

国家的制图标准是所有工程人员在设计、施工、管理过程中必须严格执行的,为方便学习,现对建筑施工图中的常用规定和表示方法作简要介绍。

1) 比例

图样的比例应为图形与实物相对应的线性尺寸之比,用符号“:”表示。绘图所用的比例应根据图样的用途与被绘对象的复杂程度,从表 3-1 中选用,并应优先采用表中的常用比例。比例应以阿拉伯数字表示,并宜注写在图名的右侧,字的基准线应取平;比例的字高宜比图名的字高小一号或两号,如图 3-1 所示。

表 3-1 绘图所用的比例

常用比例	1:1、1:2、1:5、1:10、1:20、1:30、1:50、1:100、1:150、1:200、1:500、1:1 000、1:2 000
可用比例	1:3、1:4、1:6、1:15、1:25、1:40、1:60、1:80、1:250、1:300、1:400、1:600、1:5 000、1:10 000、1:20 000、1:50 000、1:100 000、1:200 000

平面图 1:100 ⑥ 1:20

图 3-1 比例的注写



小贴士

一般情况下,一个图样应选用一种比例。根据专业制图的需要,同一图样可选用两种比例;特殊情况下也可自选比例,这时除应注出绘图比例外,还应在适当位置绘制出相应的比例尺。

2) 剖切符号

剖切符号由剖切位置线及剖视方向线组成,均以粗实线绘制。剖视的剖切符号应符合下列规定:

(1)剖切位置线的长度宜为 6~10 mm,剖视方向线应垂直于剖切位置线,其长度应短

于剖切位置线,宜为 4~6 mm(见图 3-2)。也可以采用国际统一和常用的剖视方法,如图 3-3 所示。绘制时,剖切符号不应与其他图线相互接触。

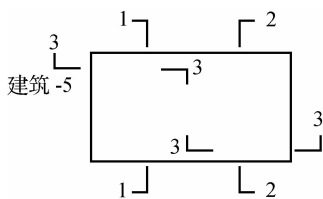


图 3-2 剖切符号(一)

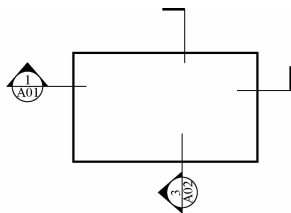


图 3-3 剖切符号(二)

(2)剖面的剖切符号用阿拉伯数字,按顺序由左至右、由下至上连续编排,编号应注写在剖视方向线的端部,且应将此编号标注在相应的剖面图的下方。

(3)需要转折的剖切位置线,应在转角的外侧加注与该符号相同的编号。

(4)建筑物剖面图的剖切符号应注写在±0.000 标高的平面图或首层平面图上。

(5)断面的剖切符号应只用剖切位置线表示,并应以粗实线绘制,长度宜为 6~10 mm,其编号所在的一侧为断面的剖视方向,如图 3-4 所示。

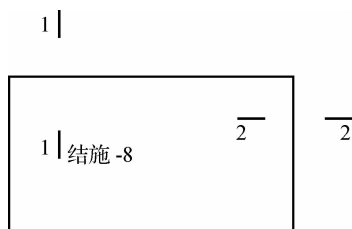


图 3-4 断面的剖切符号

3)索引符号与详图符号

(1)图样中的某一局部或构件,如需另见详图,应以索引符号索引,如图 3-5(a)所示。索引符号是由直径为 8~10 mm 的圆和水平直径组成的,圆及水平直径应以细实线绘制。索引符号应按下列规定编写。

①索引出的详图如与被索引的详图在同一张图纸内,应在索引符号的上半圆中用阿拉伯数字注明该详图的编号,并在下半圆中间画一段水平细实线,如图 3-5(b)所示。

②索引出的详图如与被索引的详图不在同一张图纸内,应在索引符号的上半圆中用阿拉伯数字注明该详图的编号,在索引符号的下半圆中用阿拉伯数字注明该详图所在图纸的编号,如图 3-5(c)所示。数字较多时,可加文字标注。

③索引出的详图如采用标准图,应在索引符号水平直径的延长线上加注该标准图集的编号,如图 3-5(d)所示。需要标注比例时,文字在索引符号右侧或延长线下方,与符号下对齐。

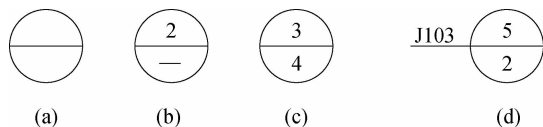


图 3-5 索引符号

(2)当索引符号用于索引剖视详图时,应在被剖切的部位绘制剖切位置线,并用引出线引出索引符号,引出线所在的一侧应为剖视方向,如图3-6所示。

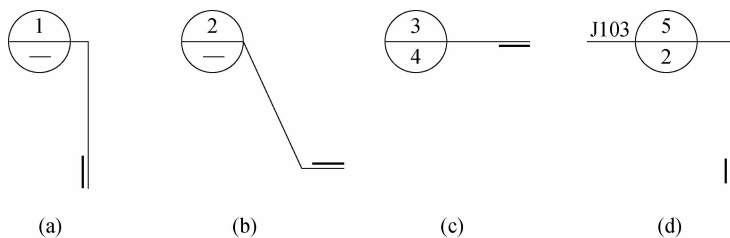


图3-6 用于索引剖面详图的索引符号

(3)零件、钢筋、杆件、设备等的编号宜以直径为5~6 mm的细实线圆表示,同一图样应保持一致,其编号应用阿拉伯数字按顺序编写(见图3-7)。消火栓、配电箱、管井等的索引符号,直径宜为4~6 mm。



图3-7 零件、钢筋等的编号形式

(4)详图的位置和编号应以详图符号表示。详图符号的圆应以直径为14 mm的粗实线绘制。详图编号应符合下列规定。

①详图与被索引的图样同在一张图纸内时,应在详图符号内用阿拉伯数字注明该详图的编号,如图3-8所示。



图3-8 与被索引图样在同一张图纸内的详图符号

②详图与被索引的图样不在同一张图纸内时,应用细实线在详图符号内画一水平直径,在上半圆中注明详图编号,在下半圆中注明被索引的图纸的编号,如图3-9所示。



图3-9 与被索引图样不在同一张图纸内的详图符号

4)引出线

建筑施工图中标注文字说明、编号及数字等常用引出线,引出线应以细实线绘制,宜采用水平方向的直线,与水平方向成 30° 、 45° 、 60° 、 90° 的直线,或经上述角度再折为水平方向的线。文字说明宜注写在水平线的上方[见图3-10(a)],也可注写在水平线的端部[见图3-10(b)]。索引详图的引出线,应与水平直径线相连接[见图3-10(c)]。同时引出的几个相同部分的引出线,宜互相平行[见图3-11(a)],也可画成集中于一点的放射线[见图3-11(b)]。

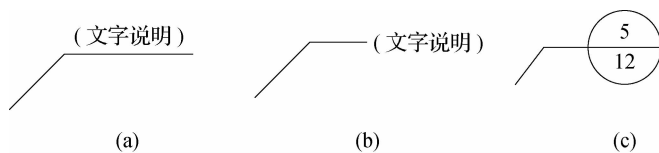


图 3-10 引出线

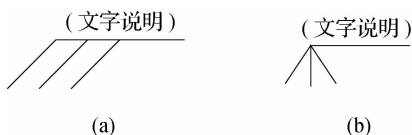


图 3-11 共用引出线

多层构造或多层管道共用引出线,应通过被引出的各层,并用圆点示意对应各层次。文字说明宜注写在水平线的上方,或注写在水平线的端部,说明的顺序应由上至下,并应与被说明的层次对应一致;如层次为横向排序,则由上至下的说明顺序应与由左至右的层次对应一致,如图 3-12 所示。

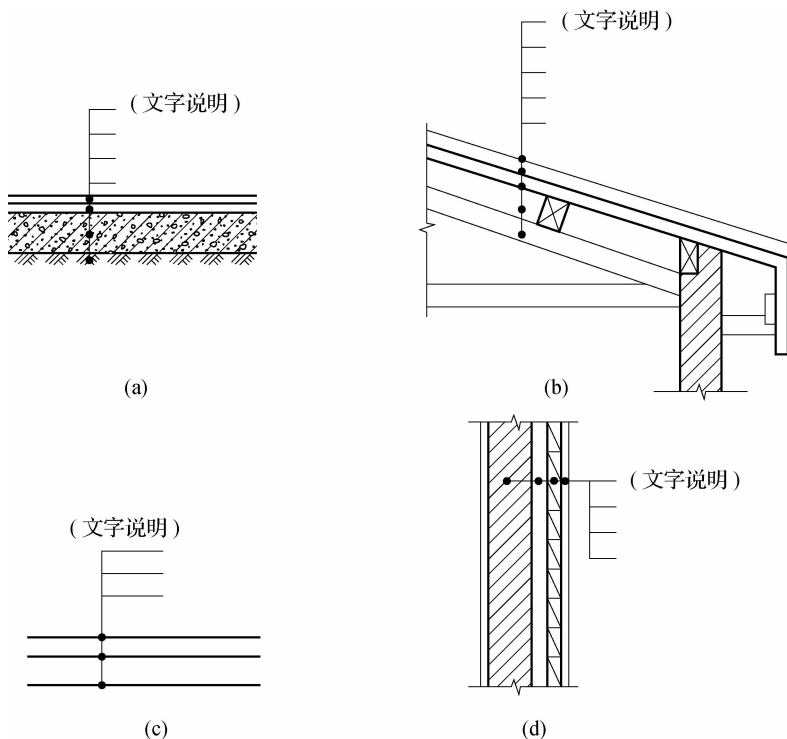


图 3-12 多层共用引出线

5) 对称符号和连接符号

(1) 对称符号由对称线和两端的两对平行线组成。对称线用细单点长画线绘制;平行线用细实线绘制,其长度宜为 6~10 mm,每对的间距宜为 2~3 mm;对称线垂直平分于两对平行线,两端超出平行线宜为 2~3 mm。对称符号如图 3-13 所示。

(2)连接符号应以折断线表示需连接的部位。两部位相距过远时,折断线两端靠图样一侧应标注大写拉丁字母表示连接编号。两个被连接的图样应用相同的字母编号。连接符号如图 3-14 所示。



图 3-13 对称符号

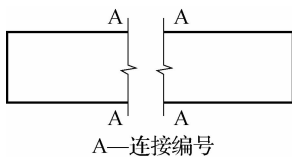


图 3-14 连接符号

(3)指北针的形状应符合图 3-15 的规定,其圆的直径宜为 24 mm,用细实线绘制;指针尾部的宽度宜为 3 mm,指针头部应注“北”或“N”字。需用较大直径绘制指北针时,指针尾部的宽度宜为直径的 1/8。

(4)对图纸中局部变更部分宜采用云线,并宜注明修改版次,如图 3-16 所示。其中,1 为修改次数。

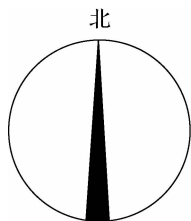


图 3-15 指北针的画法

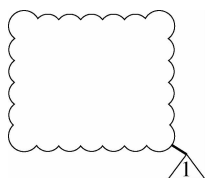


图 3-16 变更云线

6)定位轴线

定位轴线是用来确定建筑物主要承重结构或构件位置及其标志尺寸的基准线。在建筑施工图中,凡承重墙、柱、梁或屋架等主要承重构件都必须画出其定位轴线。

(1)定位轴线的表示。应用细单点长画线绘制定位轴线,应对其进行编号,编号应注写在轴线端部的圆内。圆应用细实线绘制,直径为 8~10 mm。定位轴线圆的圆心应在定位轴线的延长线或延长线的折线上。

(2)定位轴线的编号。

①分区编号。组合较复杂的平面图中定位轴线也可采用分区编号,如图 3-17 所示。编号的注写形式应为“分区号-该分区编号”。“分区号-该分区编号”应采用阿拉伯数字或大写拉丁字母表示。

②一般平面定位轴线的编号和编号顺序。除较复杂需采用分区编号或圆形、折线形外,平面图上定位轴线的编号,宜标注在图样的下方或左侧。横向编号应用阿拉伯数字,从左至右顺序编写;竖向编号应用大写拉丁字母,从下至上顺序编写。定位轴线的编号顺序如图 3-18 所示。

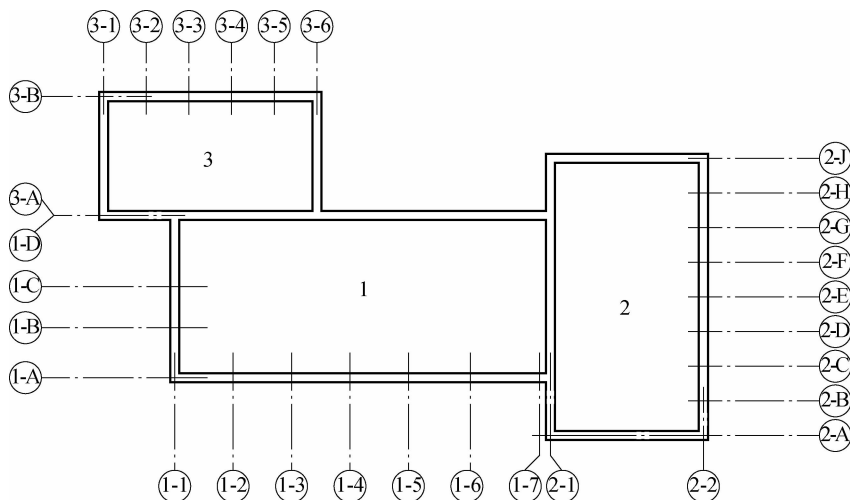


图 3-17 定位轴线的分区编号

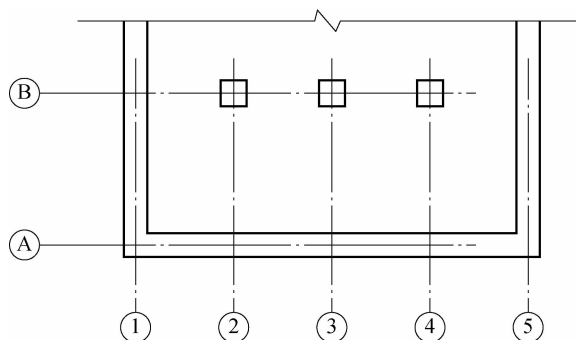


图 3-18 定位轴线的编号顺序



小贴士

拉丁字母作为轴线号时,应全部采用大写字母,不应应用同一个字母的大小写来区分轴线号。拉丁字母的 I、O、Z 不得用作轴线编号。当字母数量不够使用时,可增用双字母或单字母加数字注脚。

③附加定位轴线的编号。附加定位轴线的编号应以分数形式表示,并应符合下列规定:

- 两根轴线的附加轴线,应以分母表示前一轴线的编号,分子表示附加轴线的编号。编号宜用阿拉伯数字顺序编写。

- 1 号轴线或 A 号轴线之前的附加轴线的分母应以 01 或 0A 表示。

④一个详图适用于几根轴线时,应同时注明各有关轴线的编号,如图 3-19 所示。

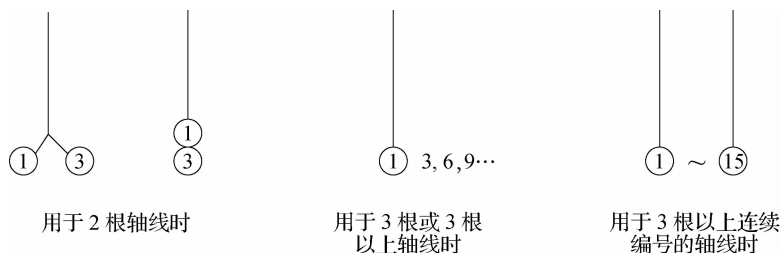


图 3-19 详图的轴线编号

⑤通用详图中的定位轴线,应只画圆,不注写轴线编号。

⑥圆形与弧形平面图中的定位轴线,其径向轴线应以角度进行定位,其编号宜用阿拉伯数字表示,从左下角或 -90° (若径向轴线很密,角度间隔很小)开始,按逆时针顺序编写;其环向轴线宜用大写拉丁字母表示,由外向内顺序编写。圆形平面定位轴线的编号和弧形平面定位轴线的编号分别如图 3-20、图 3-21 所示。

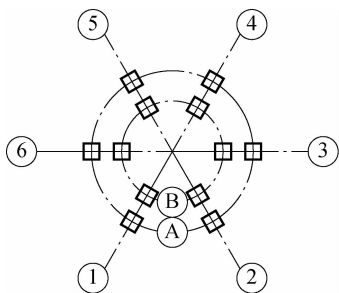


图 3-20 圆形平面定位轴线的编号

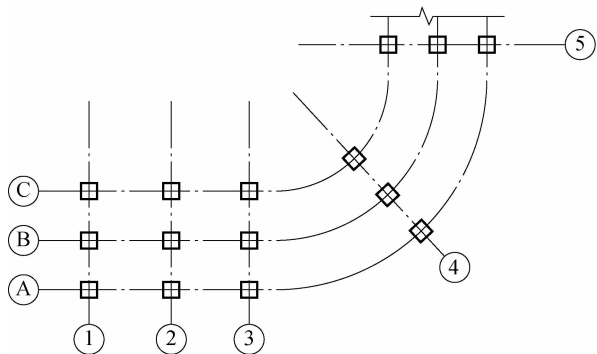


图 3-21 弧形平面定位轴线的编号

⑦折线形平面图中定位轴线的编号可按图 3-22 所示的形式编写。

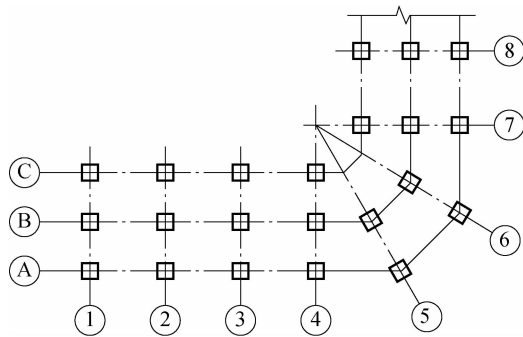


图 3-22 折线形平面定位轴线的编号

7) 绘制建筑施工图的步骤与方法

(1) 绘制建筑施工图的步骤。

①绘图准备。绘制建筑施工图之前,应将绘图工具和图纸准备好,绘图工具主要包括图



板、圆规、分规、建筑模板、丁字尺和三角板等。

②熟悉房屋概况,确定图样比例和数量。根据房屋的外形、层数、每层的平面布置和内部构造的复杂程度,确定图样的比例和数量,做到表达内容既不重复也不遗漏。图样的数量在满足施工要求的条件下以少为好。另外,对于房屋的细部构造,如墙身剖面、门、窗、楼梯等,凡能选用标准图集的均可不必另外绘制详图。

③合理布置图面。当平面图、立面图、剖面图画在同一张图纸内时,应使图样保持对应关系,即平面图与正立面图“长对正”,平面图与侧立面图“宽相等”,立面图和剖面图应“高平齐”。当详图与被索引图样画在同一张图纸内时,应使详图尽量靠近被索引位置,以便于读图;当不画在同一张图纸内时,它们相互间对应的尺寸,均应相同。

此外,各图形安排要匀称,图形之间要留有足够的位置注写尺寸、文字及图名。总之,要根据房屋复杂程度的不同来进行合理的安排和布置,使得每张图纸上的内容主次分明、排列均匀紧凑、表达清晰、布置整齐。

④打底稿。为了图纸的准确与整洁,任何图纸都应该先用 H 铅笔或 2H 铅笔画出轻淡的底稿线。画底稿的顺序是:平面图—剖面图—立面图—详图。

⑤检查加深。对底稿全部内容进行互相对照、反复检查,做到图形、尺寸准确无误后方可加深,正式出图。加深可选用绘图墨线笔、B 铅笔或 2B 铅笔,并按国标规定的线型加深图线。

⑥标注。注写尺寸、图名、比例和各种符号(剖切符号、索引符号、标高符号等)。

⑦填写标题栏。

⑧整理图面。清洁图面,擦去不必要的图线和脏痕。

(2)手工绘制建筑施工图的方法。

①相同方向、相同线型尽可能一次画完,以免三角板、丁字尺来回移动。上墨或描图时,粗细相同的线型应一次画完,以确保线型一致,并减少换笔次数。

②相等的尺寸尽可能应一次量出。

③同一方向的尺寸一次量出。

④铅笔加深或描图上墨时,一般顺序是先画上部,后画下部;先画左边,后画右边;先画水平线,后画垂直线或倾斜线;先画曲线,后画直线。

绘图方式没有固定的模式,只要把以上几点有机地结合起来,就会获得满意的效果。



小贴士

绘制施工图时,要认真、细致,做到投影正确、表达清楚、尺寸齐全、字体工整、图样布置紧凑、图面整洁清晰,并且符合制图规定。

3.2 施工图首页



3.2.1 图纸目录

当拿到一套图纸后,首先要查看图纸目录。图纸目录可以帮助人们了解图纸的张数、图纸专业类别及每张图纸要表达的内容,可以使人们快速找到所需要的图纸。图纸目录有

时也称为“首页图”，即第一张图纸。

表 3-2 为某单位住宅楼的图纸目录，从中可以了解到下列资料：

- (1)设计单位:×××建筑设计研究院。
- (2)建设单位:×××公司。
- (3)工程名称:×××住宅楼。
- (4)工程编号:0104。
- (5)图纸编号和名称:图纸编号见表 3-2 中的“图号”，名称见表 3-2 中的“图名”。

工程编号是设计单位为了便于存档和查阅图纸而采取的一种管理方法。不同的单位可根据自己的实际进行编号。

每一项工程都会有很多张图纸，在同一张图纸上又会有很多图形。为了表达和查阅方便，设计人员必须对图纸命名，再用数字编号，以确定图纸的顺序。表 3-2 中，本设计共有建筑施工图 19 张。

表 3-2 某单位住宅楼的图纸目录

××× 建筑设计研究院		图纸目录		专业	建筑	设计阶段	建施
		建设单位	×××公司	工程编号	0104		2009 年 07 月
		工程名称	×××住宅楼	校对			第 1 页
				编制			共 1 页
序号	图号	图名		张数	折 A1 圈		备注
1	J(施)-01	总平面位置图 设计说明		1	0.50		
2	J(施)-02	一层平面图		1	1.00		
3	J(施)-03	标准层平面图		1	1.00		
4	J(施)-04	⑪—⑫轴立面图		1	1.00		
5	J(施)-05	⑫—⑪轴立面图		1	1.00		
6	J(施)-06	①—⑨轴立面图		1	1.00		
7	J(施)-07	⑨—①轴立面图		1	1.00		
8	J(施)-08	1—1 剖面图		1	0.50		
9	J(施)-09	屋面排水平面图		1	1.00		
10	J(施)-10	A 单元平面详图		1	1.00		
11	J(施)-11	B 单元平面详图		1	1.00		
12	J(施)-12	C 单元平面详图		1	1.00		
13	J(施)-13	D 单元平面详图		1	1.00		
14	J(施)-14	1 号楼梯平面详图		1	1.00		
15	J(施)-15	2 号楼梯平面详图		1	1.00		
16	J(施)-16	3 号楼梯平面详图		1	1.00		
17	J(施)-17	墙身大样图		1	0.75		
18	J(施)-18	立面节点详图		1	0.50		
19	J(施)-19	门窗表 门窗详图		1	0.75		



小贴士

目前关于图纸目录国家标准尚没有统一的格式,各设计单位可根据自己的实际情况进行规定,但总体应包括以上内容。



3.2.2 设计说明

图样上无法表示而又直接与工程质量有关的一些要求,往往在图纸上用设计说明表达出来。这些内容是对图纸信息的重要说明,需要详细阅读,认真对待。

某单位住宅楼的建筑设计说明示例如下:

1) 设计依据

- (1)《建筑设计防火规范》(GB 50016—2014)。
- (2)《住宅设计规范》(GB 50096—2011)。
- (3)建设单位提供的审批文件、原始条件、设计意见、建筑测试图,××市规划部门的审查意见及有关部门批准的初步设计图纸。

2) 工程概述

- (1)本工程为××职工住宅楼,位于××内。
- (2)本工程地上7层,无地下室。建筑总高度为23.05 m,1~4层均为住宅。首层地面标高为±0.000,室外地坪标高为-1.050,层高均为3 m,共4个单元56户。
- (3)基底面积为1 009.09 m²,总建筑面积为7 910.29 m²。
- (4)建筑耐火等级不低于二级,楼梯及入口疏散宽度均满足要求,楼梯间内分户门均为乙级防火门。
- (5)该工程采用砖混结构,楼板为现浇钢筋混凝土楼板。

3) 尺寸单位

本设计除总图尺寸以米(m)计外,其他尺寸均以毫米(mm)为单位,标高以米(m)为单位。

4) 构造及装修说明

- (1)墙体。外墙为490厚黏土砖墙,内墙也为黏土砖墙,砖标号及砂浆标号详见结施。
- (2)屋面。做法见龙J427,其中保温层厚度最薄处不小于160厚,并注意在施工中防止雨水浸泡。
- (3)防潮。防潮层为30厚防水砂浆掺3%硅质密实剂,设置在±0.000以下6 mm处。
- (4)室内装修。
 - ①底层。参见龙J21-24-Z1,素土夯实后加100厚C15混凝土垫层。
 - ②楼层。参见龙J21-25-Z5,其中卫生间及厨房地面做防水层,其地面低于同层地面30 mm,地面找坡,坡向地漏。
 - ③墙面。参见龙J21-26-Z9A,石灰水改为涂料,厨房、卫生间为水泥砂浆打底贴白色瓷砖到顶。
 - ④天棚。参见龙J21-26-Z14C,石灰水改为涂料。
 - ⑤窗。均采用塑钢窗(由甲方选定),阳台为塑钢窗,客厅采用落地式塑钢推拉门窗,且

底部比楼地面高出 50 mm,所有外门窗侧壁安装时均铺一层毛毡以进行保温。

⑥楼梯间。楼梯间设明踢脚线,楼梯扶手选用木扶手。

5)其他

(1)所有与墙或混凝土接触的木构件,嵌入部分均刷一道沥青防腐,所有与墙或混凝土接触的金属构件,嵌入部分均刷樟丹防锈。外露铁件均涂防锈漆一道、调和漆两道,颜色同所在墙面颜色。

(2)凡是穿墙、穿楼板的各种管道,均应用水泥砂浆填实严密。

(3)各专业预留孔洞应严格配合各专业图纸进行,施工前土建专业技术人员要与各专业技术人员核对预留孔洞数量、位置、尺寸后方可进行施工,以免事后打洞。

(4)施工时,除严格按施工图纸施工外,还要与结构、水、暖、电气各专业密切配合,以保证工程质量。

(5)本工程所有装饰材料均应先取样板或色板,会同设计人员及使用单位商定后订货、施工。

(6)本工程外装修见立面设计,材料选购具体待甲方认定。

(7)图中未详尽之处,须严格按照国家现行工程施工及验收规范执行。

(8)本施工图如有更改设计,需经设计者认定同意后提出设计变更及修改意见。

3.3 总平面图



3.3.1 总平面图的概念和作用

在画有等高线或坐标方格网的地形图上,画上新建工程及其周围原有建筑物、构筑物及拆除房屋的外轮廓的水平投影,以及场地、道路、绿化等的平面布置图形,即总平面图。

总平面图表明新建建筑物所在基础有关范围内的总体布置,反映新建、拟建、原有和拆除的建筑物、构筑物等的位置和朝向,室外场地、道路、绿化等的布置,地形、地貌、标高等,以及与原有环境的关系和邻界情况等。



3.3.2 总平面图的图示内容

总平面图应包括以下内容:

(1)保留的地形和地物。

(2)测量坐标网、坐标值,场地范围的测量坐标(或定位尺寸),道路红线、建筑控制线、用地红线。

(3)场地四邻原有及规划的道路、绿化带等的位置(主要坐标或定位尺寸)和主要建筑物及构筑物的位置、名称、层数、间距。

(4)建筑物、构筑物的位置(人防工程、地下车库、油库、储水池等隐蔽工程用虚线表示)。

(5)与各类控制线的距离,其中主要建筑物、构筑物应标注坐标(或定位尺寸)、与相邻建筑物之间的距离及建筑物总尺寸、名称(或编号)、层数。

(6)道路、广场的主要坐标(或定位尺寸),停车场及停车位、消防车道及高层建筑消防扑



救场地的布置,必要时应加绘交通流线示意。

(7)绿化、景观及休闲设施的布置示意,并标示护坡、挡土墙、排水沟等。

(8)指北针或风玫瑰图。

(9)主要技术经济指标表。

(10)说明栏内注写尺寸单位、比例,地形图的测绘单位、日期,坐标及高程系统名称(如为场地建筑坐标网,应说明其与测量坐标网的换算关系),补充图例及其他必要的说明等。



3.3.3 总平面图的识读

总平面图的识读包括如下内容:

(1)查看总平面图的图名、比例及有关文字说明。由于总平面图包括的区域较大,所以绘制时都用较小的比例,常用的比例有 $1:500$ 、 $1:1\,000$ 、 $1:2\,000$ 等。总平面图中的尺寸(如标高、距离、坐标等)宜以米为单位,并应至少取至小数点后两位,不足时用“0”补齐。

(2)了解新建工程的性质和总体布局,如各种建筑物及构筑物的位置、道路和绿化的布置等。由于总平面图的比例较小,各种有关物体均不能按照投影关系如实反映出来,只能用图例的形式进行绘制。要读懂总平面图,必须熟悉总平面图中常用的各种图例。

在总平面图中,为了说明房屋的用途,在房屋的图例内应标注名称。当图样比例小或图面无足够位置时,也可编号列表编注在图内。当图形过小时,可标注在图形外侧附近。同时,还要在图形的右上角标注房屋的层数符号,一般以数字表示,如14表示该房屋为14层;当层数不多时,也可用小圆点的数量来表示,如“ $\cdot\cdot$ ”表示房屋为4层。

(3)看新建房屋的定位尺寸。新建房屋的定位方式基本上有两种:一种是以周围其他建筑物或构筑物为参照物,在实际绘图时,标明新建房屋和与其相邻的原有建筑物或道路中心线的相对位置尺寸;另一种是以坐标表示新建筑物或构筑物的位置。

当新建建筑区域所在地形较为复杂时,为了保证施工放线的准确性,常用坐标定位。坐标分为测量坐标和建筑坐标两种。

①测量坐标。在地形图上用细实线画成交叉十字线式的坐标网,南北方向的轴线为X,东西方向的轴线为Y,这样的坐标为测量坐标。坐标网常采用 $100\text{ m}\times 100\text{ m}$ 或 $50\text{ m}\times 50\text{ m}$ 的方格网。一般建筑物的定位宜注写其三个角的坐标,如建筑物与坐标轴平行,可注写其对角坐标,如图3-23所示。

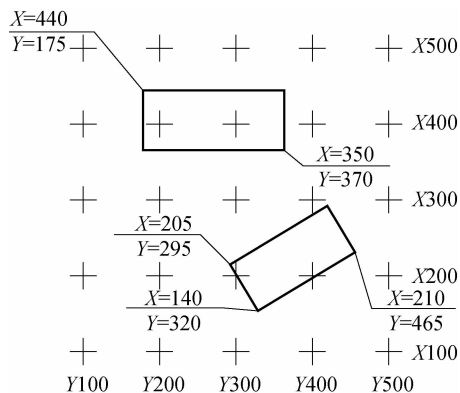


图 3-23 测量坐标定位示意图

②建筑坐标。建筑坐标就是将建设地区的某一点定为“0”，采用 $100\text{ m} \times 100\text{ m}$ 或 $50\text{ m} \times 50\text{ m}$ 的方格网，沿建筑物主轴方向用细实线画成方格网通线，水平方向为 A 轴，垂直方向为 B 轴。建筑坐标适用于房屋朝向与测量坐标方向不一致的情况。建筑坐标定位示意图如图 3-24 所示。

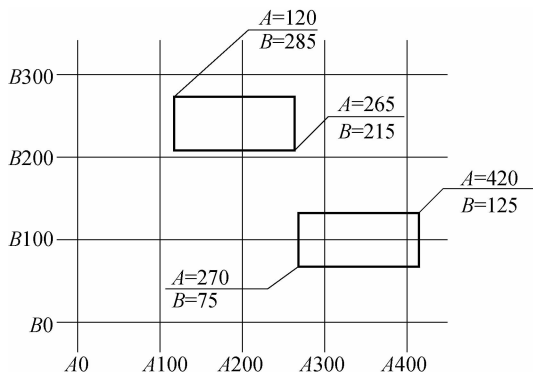


图 3-24 建筑坐标定位示意图

(4)通过周围建筑概况了解新建建筑对已建建筑造成的影响和作用，以及与相邻原有建筑物、拆除建筑物的位置关系。在总平面图中，新建建筑物外形用粗实线表示，原有建筑物外形用细实线表示，拆除建筑物外形用带叉号的细实线表示，拟建建筑物外形用中粗虚线表示。

(5)了解新建建筑物附近的室外地面标高，明确室内外高差。总平面图中的标高均为绝对标高，如标注相对标高，则应注明相对标高与绝对标高的换算关系。建筑物室内地坪应标注建筑图中 ± 0.000 处的标高，对不同高度的地分别标注其标高，如图 3-25 所示。

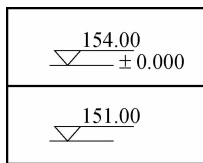


图 3-25 标高注写法

(6)了解周围环境，包括建筑附近的地形、地物等，如道路、河流、水沟、池塘、土坡等，并应指明道路的起点、变坡、转折点、终点及道路中心线的标高和坡向等。

(7)查看总平面图中的指北针或风玫瑰图(见图 3-26)。指北针主要表明了建筑物的朝向。风玫瑰图是根据当年平均统计的各个方向吹风次数的百分数，按一定比例绘制的。明确风向有助于建筑构造的选用及选择材料的堆场，如有粉尘污染的材料应堆放在下风位等。

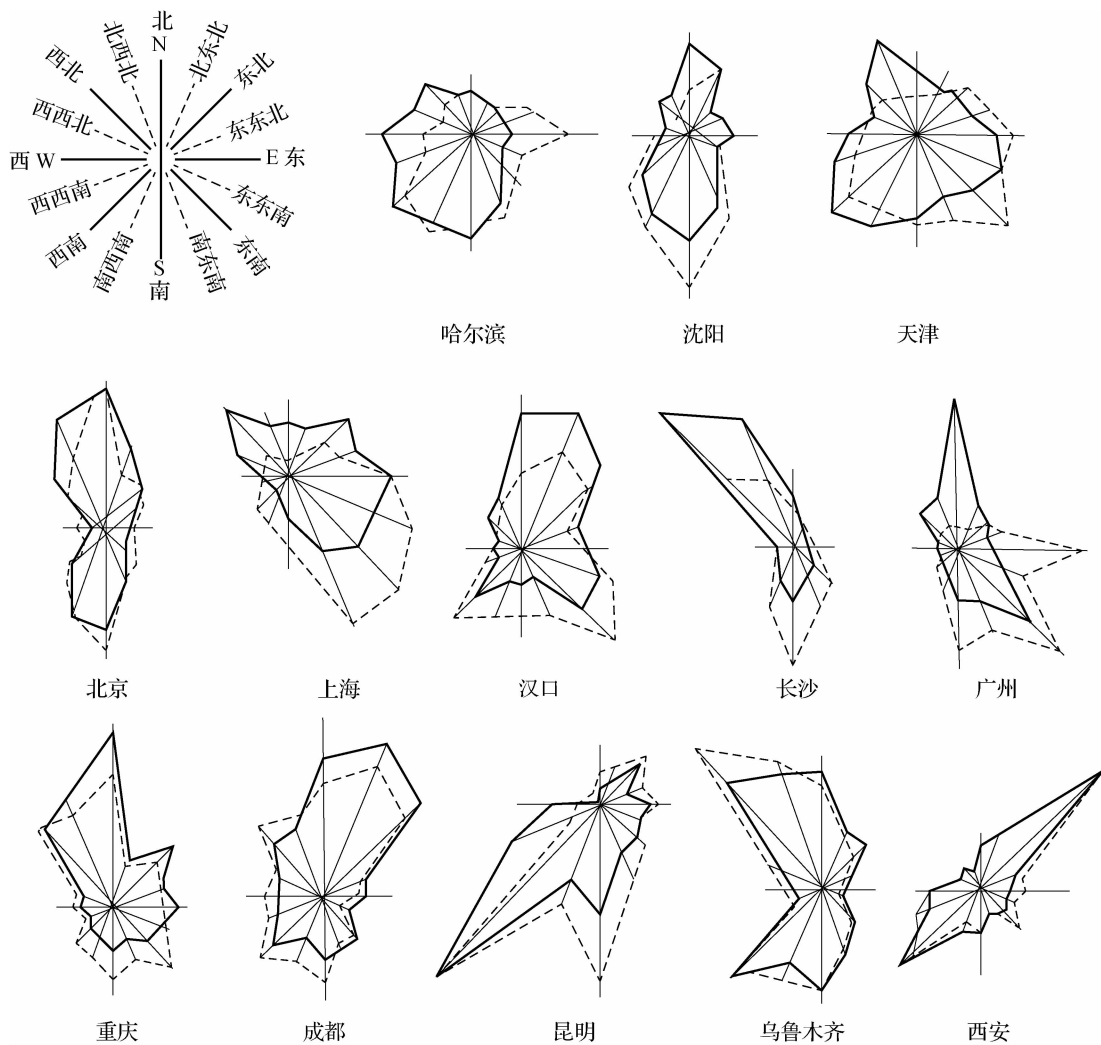


图 3-26 我国部分城市的风玫瑰图



课堂训练

图 3-27 是某学校拟建教师住宅楼总平面图。图中用粗实线画出的图形表示新建住宅楼,用细实线画出的图形表示原有建筑物,各个平面图形内的小圆点数表示房屋的层数。