

第一部分 画法几何

画法几何与建筑透视阴影是建筑学、城市规划、室内设计、环境艺术及风景园林等建筑设计类专业以及工业设计、包装设计等相近专业必修的一门技术基础课程。它既有系统的教学理论又有很多的作图实践,且直接为上述各专业的后续课程、毕业设计以及日后将从事的工程设计项目服务。因此它在专业的教学计划中是一门重要的技术基础课程。

本课程的目的是培养学生掌握建筑形体的正投影图、透视阴影图和轴测图的理论,建立读图和绘制图样的初步能力。通过学习本课程,为培养学生的空间想象能力、空间构思能力、形体表达能力打下必要的基础。

1.1 投影法的基本概念

1.1.1 投影法

现代一切工程图样的绘制和识读都是以投影法为依据的。

投影是指在一定的投射条件下,在投影面上获得与空间几何元素或形体相互对应的图形的规程。如图 1-1 所示,由投射中心 S 作直线段 AB 在投影面 P 上的投影 ab 的规程是:过投射中心 S 作投射线 SA 、 SB 分别与投影面 P 相交,于是得点 A 、 B 的投影 a 、 b ;连接 a 、 b ,则直线段 ab 就是空间直线段 AB 在投影面 P 上的投影。因此,为了得到空间几何元素或形体的投影,必须具备如下 3 个条件:

- (1) 投射中心和从投射中心出发的投射线;
- (2) 投影面——不通过投射中心的承影平面;
- (3) 表达对象——空间几何元素或形体。

当投影条件确定后,表达对象在投影面上所产生的图形就必然是唯一的。换句话说,该唯一的图形是通过表达对象的一系列投射线(例如 SA 、 SB 、 SC 、 SM)与投影面 P 的交点(例如 a 、 b 、 c 、 m)的集合。我们称这个图形为表达对象在投影面上的投影;称用投射线将表

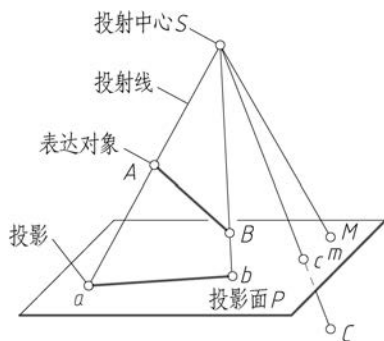


图 1-1 投影的基本概念

达对象向选定的投影面进行投射,并在该面上获得相应图形的方法为投影法。

1.1.2 投影法分类

1. 中心投影法

当投射中心 S 距投影面 P 为有限远时,所有的投射射线都从投射中心一点出发,如图 1-2 所示,这种投影方法称为中心投影法。用中心投影法投射所得的投影称为中心投影。由于中心投影法所有投射射线对投影面的投射方向和倾角都是不一致的,所以所获得投影的形状大小与表达对象本身有较大的差异,度量不便。

用中心投影法投射所得的建筑物或工业产品的图形通常是一种能反映出它们三维空间形象的立体图形,这种图通称透视图。

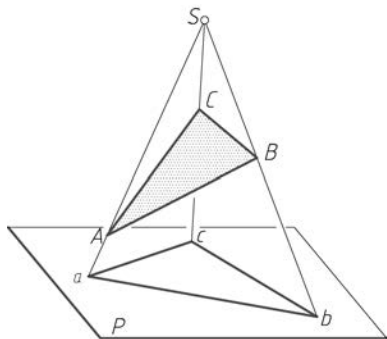


图 1-2 中心投影法

2. 平行投影法

当投射中心 S 移至投影面 P 外无穷远处,即所有投射射线变成互相平行时,如图 1-3 所示,这种投影法称为平行投影法。平行投影法又可分为正投影法和斜投影法两种。

(1) 正投影法: 投射射线垂直于投影面 P 的投影方法称为正投影法。用这种方法投射所得的投影称为正投影,如图 1-3(a)所示。正投影法是平行投影中唯一的一种特殊情况。由于正投影法中所有投射射线对投影面都是垂直的,所以所获得投影的形状大小与表达对象本身存在着简单明确的几何关系,这种图具有较好的度量性。

(2) 斜投影法: 投射射线倾斜于投影面 P 的投影方法称为斜投影法。用这种方法投射所得的投影称为斜投影,如图 1-3(b)所示。用斜投影法作投影图时,必须先给定投射射线的投射方向和对投影面的倾角(图 1-3(b)投射方向为自东向西, $\theta = 70^\circ$)。

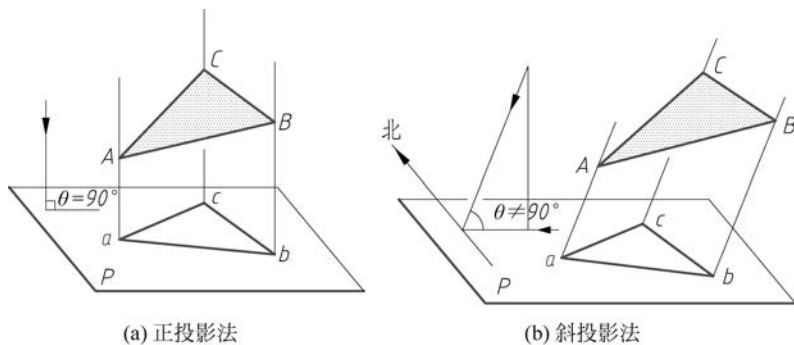


图 1-3 平行投影法

1.2 平行投影的基本性质

研究平行投影的基本性质,旨在研究空间几何元素本身与其落在投影面上的投影之间的相互对应关系,即它们之间内在联系的规律性。其中主要是弄清楚哪些空间几何特征在投影图上保持不变,哪些空间几何特征产生了变化和如何变化,以作为画图和看图时的依



hh1-3

据。由于投影作图的基础主要是正投影法,故下面仅以正投影为例。

(1) 当直线或平面垂直于某投影面时,直线在该投影面上的投影积聚为一点,平面在该投影面上的投影积聚为一直线,这种性质称为积聚性(图 1-4)。

(2) 当直线或平面平行于某投影面时,直线在该投影面上的投影反映该直线的实长,平面在该投影面上的投影反映该平面的实形,这种性质称为不变性(图 1-5)。

(3) 当直线或平面倾斜于某投影面时,直线在该投影面上的投影仍为直线,但其长度比直线的实长短;平面在该投影面上的投影则是一个与原平面图形的形状相类似但面积缩小的图形。这种性质称为类似性(图 1-6)。

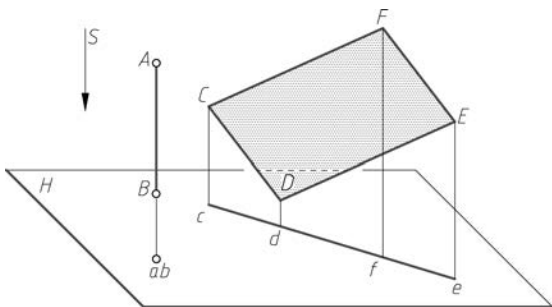


图 1-4 直线和平面的积聚性

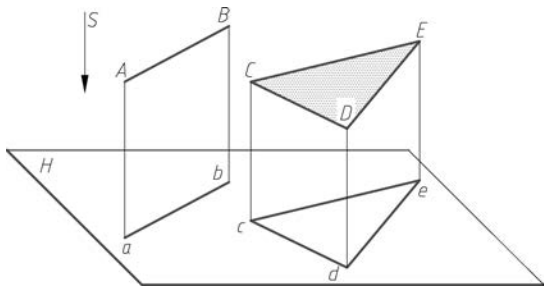


图 1-5 直线和平面的不变性

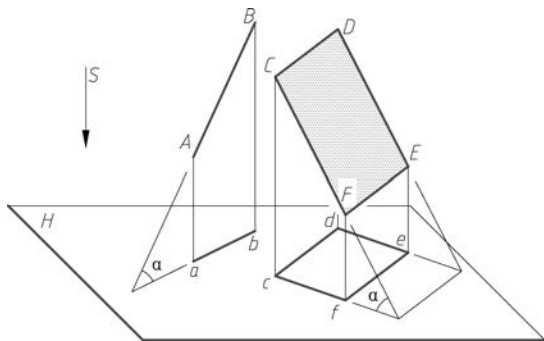


图 1-6 直线和平面的类似性

在既定的投影条件下,一个空间几何元素或形体在一个投影面上有着唯一确定的投影,这是必然的。但是反过来说,仅根据表达对象的一面投影却不能完全确定该表达对象的空间位置或形状(图 1-7)。

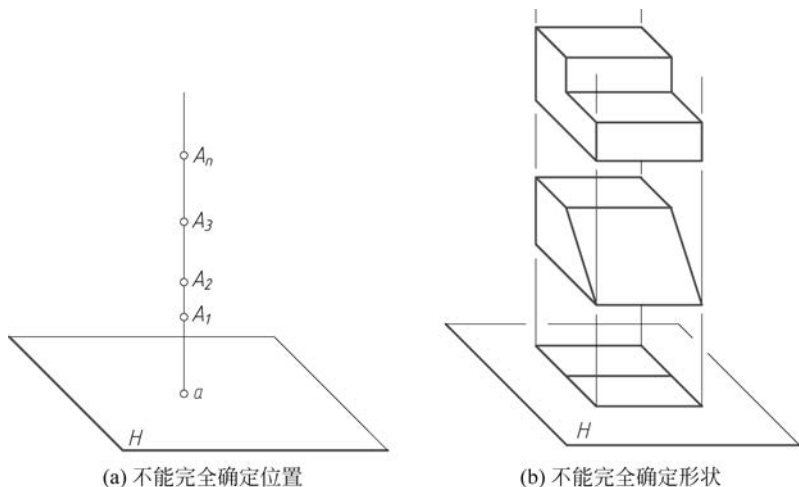


图 1-7 单面投影不能完全确定表达对象的空间位置或形状

1.3 工程上常用的几种投影图

1.3.1 正投影图

正投影图是采用正投影法将空间几何元素或形体分别投射到相互垂直的两个或两个以上的投影面上,然后按一定的规律将投影面展开成一个平面,将所获得的投影排列在一起,利用多面投影互相补充,来确切地、唯一地反映出它们的空间位置或形状的一种表达方法。

图 1-8(a)是将空间形体向 V 、 H 、 W 三个两两相互垂直的投影面分别作正投影的情形;图 1-8(b)是移去空间形体后,将投影面连同形体的投影一起展开成一个平面时的情况;图 1-8(c)则是去掉表示投影面范围的边框后得到的空间形体的三面正投影图(简称三面投影)。

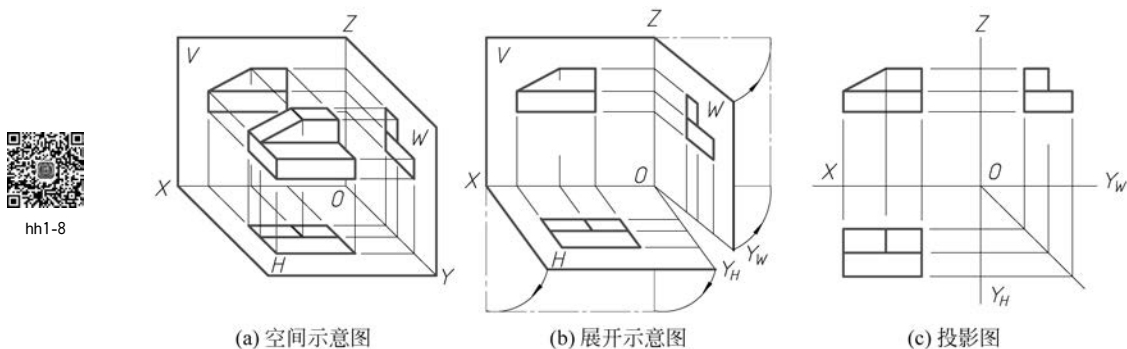


图 1-8 形体的三面投影

作形体的正投影图时,常使形体长、宽、高 3 个方向上的主要平面(在形体上一般表现为端面、底面或对称平面)分别平行或垂直于相应的投影面,这样画出的每一面投影都将能最大限度地反映空间形体相应表面的实形和将其他相应表面积聚为线段,即每一面投影都具有较好的不变性和积聚性,使画图既快捷准确,又便于度量。因此,画形体的正投影图时,必须首先处理好形体在空间的摆放位置。

工程上最常用的投影图是正投影图。

1.3.2 轴测投影图

轴测投影图(简称轴测图)是一种单面投影图。它是采用正投影法或斜投影法,将空间形体连同确定其空间位置的直角坐标系一起,投射到单一投影面(轴测投影面)上,以获得能同时反映出形体长、宽、高 3 个方向上的形象的一种表达方法。

如图 1-9(a)所示,将形体连同所选定的空间直角坐标系放成倾斜于轴测投影面 P 的位置,这样在投影面 P 上所获得的正投影,就是一个具有形体感的正轴测图。单独画出的正轴测图的图例见图 1-9(b)。

图 1-10 为斜轴测图的形成模式和图例。从该图可见,它采用的是斜投影法。因为空间形体上的 XOZ 坐标面及其平行面平行于轴测投影面,故在这种情况下空间形体上位于或

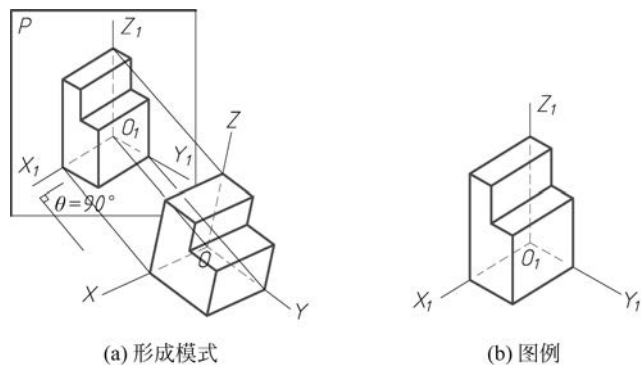


图 1-9 正轴测图

平行于 XOZ 坐标面的表面,其轴测投影的形状保持不变,而 O_1Y_1 轴的倾斜角度及度量比例则由所给定的投射线的投射方向和对投影面的倾角来决定。

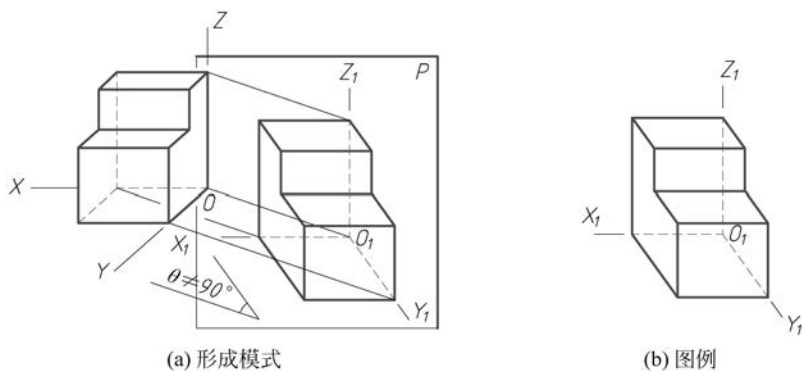


图 1-10 斜轴测图

虽然轴测图直观性较好,能概括地表达出形体的空间形象,但作图比较麻烦、度量性欠佳,而且属单面投影,不能严格地反映形体的空间形状,所以在工程上常把它用作辅助图样。

1.3.3 透视投影图

透视投影图(简称透视图)也是一种单面投影图。它是采用中心投影法将空间形体投射到单一投影面上,以获得能反映该形体的三维空间形象,且具有近大远小等视觉效果的一种表达方法。

透视图有一个很明显的特点,空间形体上原来相互平行的轮廓线,其投影一般都相交于一点,其图形较接近人眼的观感实际,如图 1-11 所示。而在轴测图中,空间形体上原来相互平行的轮廓线的投影仍然是相互平行的,故在直观效果上,轴测图不如透视图好。

1.3.4 标高投影图

标高投影图也是一种单面投影图。其特点是在空间形体的某一面投影(通常是水平投影)上按比例加注空间形体上某些面、线、点相对于该投影面的距离(通常是高程),以获得表达三维空间形象的一种表达方法。

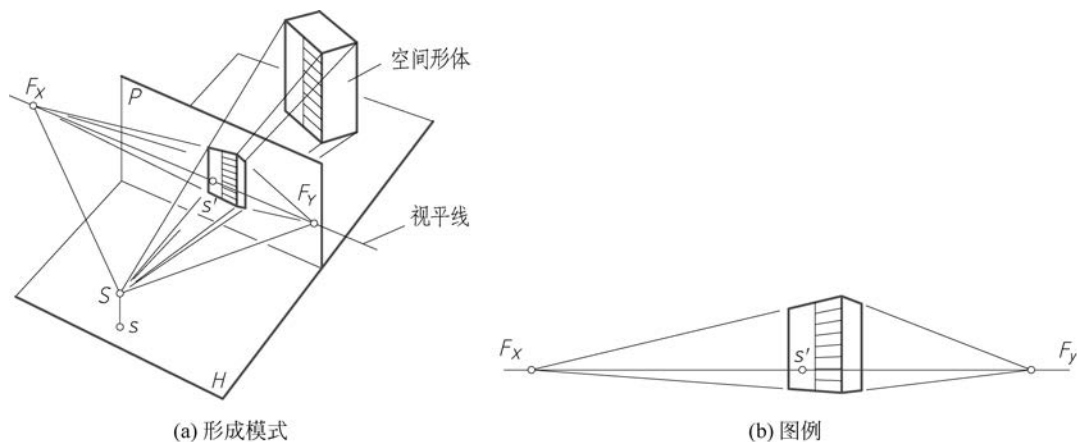


图 1-11 透视图

例如,要表达一处山地,作图时用间隔相等的多个不同高度的水平面截割山地表面,其交线称为等高线;将不同高程的等高线投射到水平投影面上,并标出各等高线的高度数值,所得的图形即为标高投影图(图 1-12),它表达了该处地形高低起伏的情况。

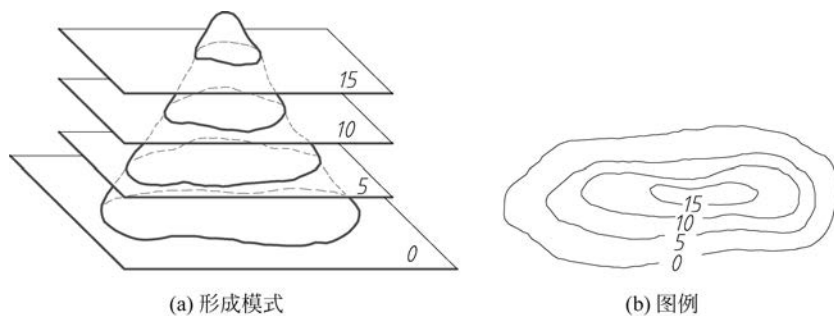


图 1-12 标高投影图

在工程上常用标高来表示建筑物各处不同的高程,用标高投影图表示不规则的地形表面等。

综上所述,用不同的投影法所获得的投影图的性质是不同的。它们的分类及其对应关系如下:

投影法	{	中心投影法	→ 透视图	
		平行投影法	正投影法	→ 正投影图、正轴测图、标高投影图
			斜投影法	→ 斜投影图、斜轴测图

第2章

点、直线和平面的投影

从几何学的观点出发,一切空间形体都可看成由点、线(直线或曲线)、面(平面或曲面)所组成。本章重点研究如何将三维空间中的点、直线、平面及其相对位置关系在二维平面上表达出来的理论和方法。

2.1 点的投影

2.1.1 三投影面体系的建立

从第1章可知,单面投影不能唯一地确定几何元素或形体的空间位置和形状。因此,工程上常采用两面或两面以上的投影来表达设计对象。三投影面体系由相互垂直的水平投影面 H (简称 H 面或水平面)和正立投影面 V (简称 V 面或正面)以及侧立投影面 W (简称 W 面或侧面)所构成(图2-1)。

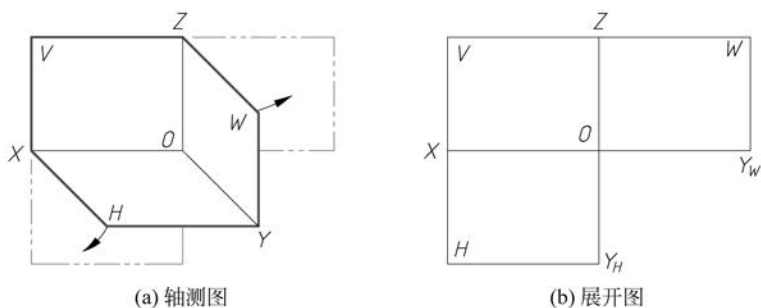


图 2-1 三投影面体系的建立与展开

两投影面的交线称为投影轴: V 、 H 面的交线称为 OX 轴, W 、 H 面的交线称为 OY 轴, V 、 W 面的交线称为 OZ 轴。3 根轴的交点 O 称为原点。

将 3 个投影面展开成为一个平面时,规定 V 面保持不动, H 面绕 OX 轴向下旋转 90° , W 面绕 OZ 轴向右旋转 90° ,最终使 H 面、 W 面与 V 面处于同一平面上。此时, OY 轴一分为二,属于 H 面的称 OY_H 轴,属于 W 面的称 OY_W 轴,如图 2-1(b)所示。

2.1.2 点的三面投影

如图 2-2(a)所示,设点 A 位于三投影面体系中的空间,过点 A 作投射射线垂直于投影面 H ,所得的投影称为空间点 A 的水平投影,用 a 表示。

同理,过点 A 作投射射线垂直于投影面 V ,所得的投影称为空间点 A 的正面投影,用 a' 表示。过点 A 作投射射线垂直于投影面 W ,所得的投影称为空间点 A 的侧面投影,用 a'' 表示。

据立体几何学可知,由 Aa 和 Aa' 所确定的平面分别与 H 面和 V 面垂直相交,其交线 aa_x 、 $a'a_x$ 必分别与投影轴 OX 相互垂直,且集合点为 a_x 。由 Aa 和 Aa'' 所确定的平面分别与 H 面和 W 面垂直相交,其交线 aa_y 、 $a''a_y$ 必分别与投影轴 OY 相互垂直,且集合点为 a_y 。由 Aa'' 和 Aa' 所确定的平面分别与 W 面和 V 面垂直相交,其交线 $a''a_z$ 、 $a'a_z$ 必分别与投影轴 OZ 相互垂直,且集合点为 a_z 。

移去空间点 A 后,将 V 面、 H 面、 W 面按上述规定的方法展开成为一个平面,得图 2-2(b),再去掉表示投影面范围的边框,便得到点 A 的三面投影如图 2-2(c)所示。



hh2-2

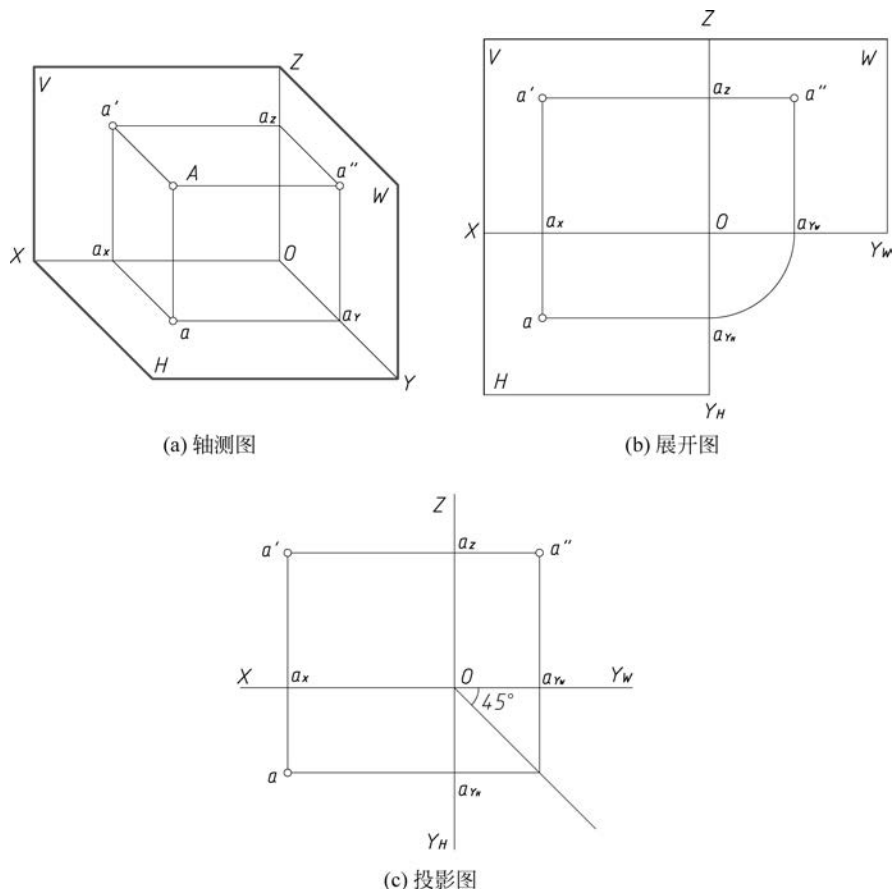


图 2-2 点的三面投影

从图 2-2(a)及其展开的规定可知,图 2-2(c)所示的点的三面投影之间有如下投影规律:

(1) 点的正面投影与水平投影都反映空间点到 W 面的距离,它们之间的连线垂直于 OX 轴。即 $aa_y = a'a_z = Aa''$, $a'a \perp OX$ 。