

工程制图系列教材

土木建筑类

04
8

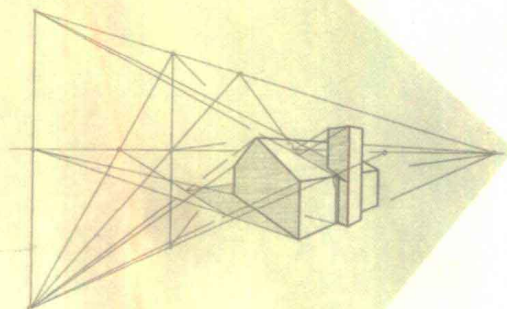
工程制图系列教材

建筑透视图与阴影

■ 土木建筑类 ■

李国生 黄水生 编著

李诚琚 主审



华南理工大学出版社

工程制图系列教材

建筑透视与阴影

·土木建筑类·

李国生 黄水生 编著
李诚琚 主审

华南理工大学出版社

·广州·

内 容 简 介

本书的主要内容有:投影作图基础、建筑透视图的基本原理与画法、实用透视图画法及辅助画法、正投影图和透视图中的阴影以及计算机绘制建筑阴影透视图等。

理论联系实际、内容深入浅出、论述准确精练、图例难易适中、注重培养读者的独立思考能力和工作能力是本书的主要特色。其中几种特殊角度的透视图和用“半值量点法”解决灭点不可达时的透视图画法属本书的首创。此外,计算机绘图部分的编写也有独到之处。

本书系编者根据自己多年来的教学研究成果和实践经验编写而成的,适合当前高等院校(包括艺术类院校)建筑学、城市规划、室内设计、环境艺术及风景园林等专业(或相近专业)开设建筑阴影透视课程的需要,也可作为建筑工程专业和从事建筑设计的工程技术人员、广大美术工作者的教学或参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑透视与阴影/李国生,黄水生,罗良武,杨明编著. —广州:华南理工大学出版社,2001.2

(工程制图系列教材)

ISBN 7-5623-1629-5

I. 建…

II. ①李… ②黄… ③罗… ④杨…

III. 建筑制图—透视投影

IV. TU204

华南理工大学出版社出版发行

(广州五山 邮编 510640)

责任编辑 王魁葵

各地新华书店经销

广州市新明光印刷有限公司印装

*

2001年2月第1版 2001年2月第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:11.25 字数:274千

印数:1—3000册

定价:20.00元

前 言

本书可作为高等院校建筑学、城市规划、室内设计、环境艺术及风景园林等建筑类专业以及艺术类院校相近专业开设“建筑阴影与透视”(或称“画法几何及阴影透视”)课程的教材,也可作为从事建筑设计绘图的工程技术人员和广大的美术工作者的自学用书。

本书具有下列几个方面的特点:

1. 学以致用

这是编写本书的指导思想。主要体现在:从培养应用型人才的总目标出发,建立以发展学生的空间想象能力、形体构思能力及表达能力为核心的课程体系。

(1)将“投影作图基础”(即《画法几何》的基本内容)融合在形体的表达中,即从形体表面上的线面分析入手,按点、线、面、体的顺序组织教材,探讨它们的投影规律,再回到建筑组合形体和“构型设计”的教学环节中去。把基本理论、基本知识、基本技能紧密地联系在一起,充分调动学生的学习积极性。

(2)将“透视投影”分成基本原理、实用画法、辅助画法三个部分,相辅相成;在编排上则将它紧接在“轴测投影”之后。实践证明,这十分有利于学生对三维图形投影理论的认识与深化;有利于掌握绘画建筑透视图的各种方法。

(3)将“正投影图中的阴影”和“透视图中的阴影”集中编排在一起,对学生逐步深入掌握建筑阴影的作图规律也很有利。

2. 内容精选

编写本书的另一个指导思想是尽量做到“少而精”。在保证把基本理论阐述清楚的前提下,突出基本知识、基本技能的具体运用。例如投影作图基础部分不搞“多而全”,而引导学生从现代建筑中吸取营养,进行形象思维,落实到具体的课程作业中去。对建筑透视与阴影部分,也是注重理论与实践相结合,引导学生掌握在实际工作中必不可少的东西,而不过多涉及那些原本应属于学术研究性质的内容。

3. 推陈出新

根据编者几十年来的教学实践,本书大胆删去了传统教学中一些比较繁琐的内容;在编排和论述上则作了一些新的尝试。例如在点的投影中就引入了辅助投影的概念;在组合形体的投影中尽可能选用现代建筑造型作为题材;在建筑透视中编入了实用性很强的特殊角度的透视和用“半值量点法”去解决灭点不可达时的透视作图问题(“半值量点法”是本书编者的研究成果)。此外在透

视图阴影的论述方面也有所创新。

4. 崇尚潮流

计算机应用技术大潮对传统手工绘图方式的冲击已是不容置疑的事实。为此,本书编入了国际流行的 AutoCAD 软件绘制阴影透视图的内容。编者在简要地介绍计算机基本绘图知识的同时,将重点放在绘图方法与技术的指导上,图例前呼后应,作图循序渐进,使读者能在认知学习的过程中承先启后,快速地达到预期的目的。

5. 便于教学

本书编写时充分注意到系统性、科学性和实践性等各个方面,力求概念确切,深入浅出,通俗易懂。所举图例,尽量做到“以图说话”,即通过阅读图形本身就可解决有关问题,其所附文字说明,力求简单扼要,并以启发性为主。全书图例难易适中,以利于在学时数偏少的情况下组织教学。

本书主要由李国生、黄水生编著,罗良武编写了第六章,杨明编写了第十章,谢坚、马彩祝参加了投影作图基础部分初稿的描图工作。李诚琚教授担任本书的主审,提出了宝贵的修改意见和建议,在此致以诚挚的谢意。由于作者水平有限,错误之处在所难免,敬请广大读者和同行提出宝贵的意见。

编 者

2000年10月1日

目 录

第一部分 投影作图基础

第一章 概论	(1)
§ 1-1 投影法的基本概念	(1)
§ 1-2 投影的基本性质	(2)
§ 1-3 工程上常用的几种投影图	(5)
第二章 点和直线的投影	(8)
§ 2-1 点的投影	(8)
§ 2-2 直线的投影	(11)
§ 2-3 点与直线、两直线的相对位置	(14)
第三章 平面、直线与平面、平面与平面	(18)
§ 3-1 平面的投影	(18)
§ 3-2 从属于平面的点和直线	(21)
§ 3-3 直线与平面、平面与平面的相对位置	(23)
第四章 工程上常用的曲线与曲面	(31)
§ 4-1 曲线	(31)
§ 4-2 回转曲面	(32)
§ 4-3 非回转直纹曲面	(35)
§ 4-4 螺旋线和螺旋面	(39)
第五章 建筑形体的投影	(43)
§ 5-1 平面形体的投影	(43)
§ 5-2 曲面形体的投影	(46)
§ 5-3 组合形体的投影	(53)
§ 5-4 曲面形体表面交线的特殊情况	(62)
第六章 轴测投影	(65)
§ 6-1 概述	(65)
§ 6-2 正轴测投影	(66)
§ 6-3 曲面形体的正轴测图	(70)
§ 6-4 斜轴测图	(73)

第二部分 建筑透视与阴影

第七章 透视投影的基本原理与画法	(77)
§ 7-1 透视的基本知识	(78)
§ 7-2 平面图形的透视特征及画法入门	(81)

§ 7-3 建筑形体的透视	(83)
§ 7-4 建筑透视图的分类	(84)
§ 7-5 视点、画面与建筑形体相对位置的选择	(86)
§ 7-6 量点及量点的运用	(89)
第八章 建筑透视图的实用画法	(94)
§ 8-1 几种特殊角度的透视图	(94)
§ 8-2 用网格法画建筑透视图	(102)
§ 8-3 透视图中的倍增与分割	(109)
§ 8-4 有关圆周和圆弧曲线的透视	(111)
第九章 透视图的辅助画法	(115)
§ 9-1 灭点不可达时的透视画法	(115)
§ 9-2 斜线灭点和平面灭线的运用	(118)
§ 9-3 视平线在配景尺度控制中的应用	(123)
§ 9-4 三点透视的画法	(125)
第十章 正投影图中的阴影	(131)
§ 10-1 阴影的基本知识	(131)
§ 10-2 点、直线、平面的落影	(132)
§ 10-3 立体的阴影	(138)
§ 10-4 柱头的阴影	(143)
§ 10-5 建筑细部的阴影	(146)
第十一章 透视图中的阴影、倒影与虚像	(152)
§ 11-1 光线的给定及侧光下的阴影	(152)
§ 11-2 顺光和逆光下透视图中的阴影	(156)
§ 11-3 水中倒影与镜面虚像	(161)
第十二章 计算机绘制建筑阴影透视图	(165)
§ 12-1 AutoCAD R 14.0 的用户界面与常用绘图工具	(165)
§ 12-2 计算机绘制建筑形体的正投影图	(167)
§ 12-3 计算机绘制建筑形体正投影图中的阴影	(169)
§ 12-4 计算机绘制建筑形体的透视图	(170)
§ 12-5 计算机绘制建筑形体透视图中的阴影	(171)
参考文献	(173)

第一部分 投影作图基础

第一章 概 论

俗话说“图样是工程界的共同语言”。设计师和工程师把所设计的机器、建筑物等一切工程设施的形状、大小、相对位置及技术要求等准确地图纸上表达出来，工程实施部门则根据图纸的要求制造出机器或建造出建筑物。

一幅图样通常包括图形、尺寸和文字符号等几方面的内容，而图形则是它的主要基础。本章概括地介绍这些图形是根据什么原理绘制出来的，它们有些什么性质，在工程中常用的又有哪几种。

§ 1-1 投影法的基本概念

一、投影法

现代一切工程图样的绘制都是以投影法为基础的。

“投影”这个术语原属数学的范畴，它反映在一定的投射条件下，在承影要素（例如平面）上获得与空间几何元素一一对应的图形的过程。如图 1-1 所示，为了得到空间几何元素（例如点和直线）的图形，必须具备三个条件：

- (1) 投影中心和从投影中心出发的投射射线；
- (2) 投影面：不通过投影中心的承影平面；
- (3) 表达对象：空间的几何元素（点、线、面、体）及其所处的空间位置。

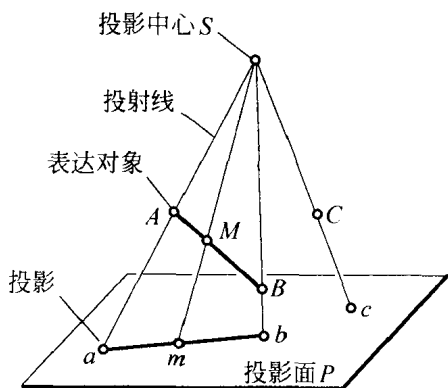


图 1-1 投影的基本概念

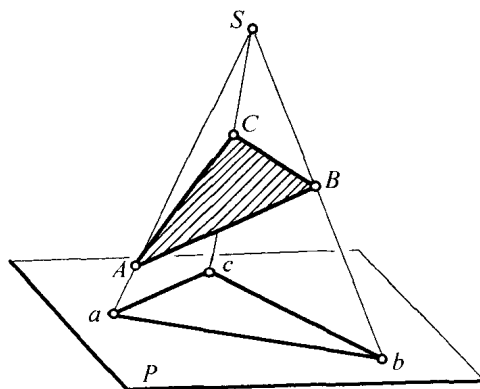


图 1-2 中心投影法

当投影条件一经确定，表达对象在投影面上所产生的图形就必然是惟一的。换句话说

说,该图形是通过表达对象的一系列投射线(例如 SA 、 SB 、 SC)与投影面 P 的交点(例如 a 、 b 、 c)的总和。

我们称这个图形为表达对象在投影面上的投影;获得投影的方法则称为投影法。

二、投影法分类

1. 中心投影法

当所有投射线都从投影中心一点发出时,如图 1-2 所示,这种投影方法称为中心投影法。用中心投影法所获得的投影称中心投影。由于中心投影法所有投射线对投影面的倾角是不一致的,因此所获得的投影,其形状大小与表达对象本身在度量问题上有着较复杂的关系。

2. 平行投影法

若投影中心 S 移向投影面 P 外无穷远处,即所有投射线变成互相平行,如图 1-3 所示,这种投影法称为平行投影法。其中,根据投射线与投影面 P 的相对位置的不同,又可分为正投影法和斜投影法两种。

(1) 正投影法:当投射线垂直于投影面 P 时的投影方法称为正投影法;用这种方法获得的投影称正投影,如图 1-3a 所示。这是一种惟一的特殊情况。由于正投影法所有投射线对投影面的倾角 θ 都是 90° ,因此所获得的投影,其形状大小与表达对象本身存在着简单明确的几何关系。

(2) 斜投影法:当投射线倾斜于投影面 P 时的投影方法称斜投影法;用这种方法获得的投影称斜投影,如图 1-3b 所示。此时,由于投射线的方位角及倾角 θ 可有无穷多,因此斜投影也可有无穷多种。但是,若按一定的条件给定投射线的方位角及倾角 θ 之后,其投影就是惟一的了。

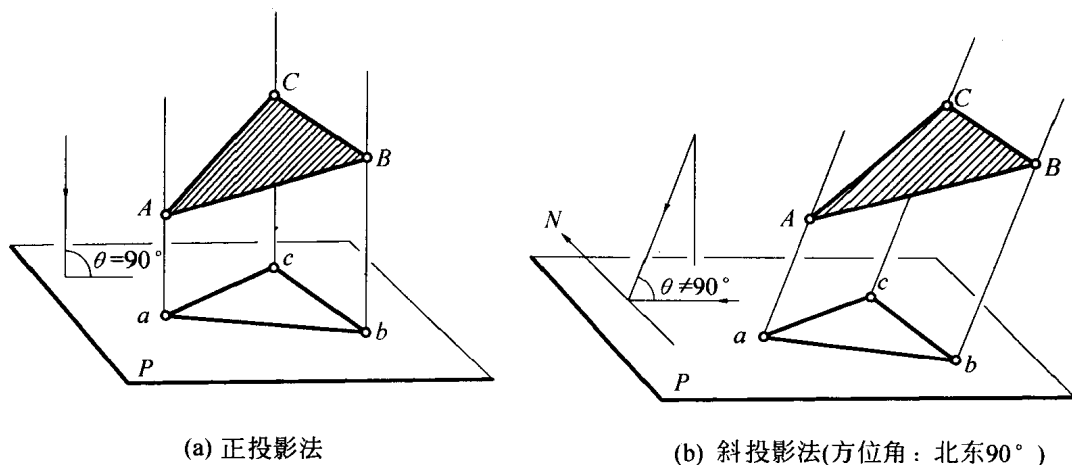


图 1-3 平行投影法

§ 1-2 投影的基本性质

研究投影的基本性质,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一

一对对应关系，即它们之间内在联系的规律性。其中主要是要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，以作为画图和看图的依据。由于投影作图的基础主要是正投影法，故这里仅以正投影为例。

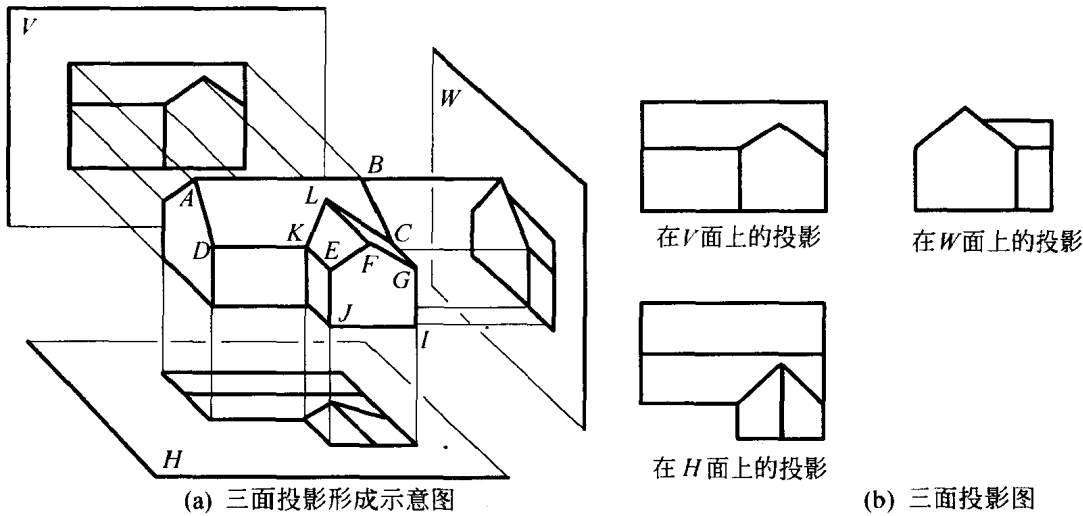


图 1-4 投影的基本性质

下面我们先来看看图 1-4 所示小屋的三面投影的形成及它的三面正投影。在这里并不要求读者完全弄清楚本图的内涵，而是冀图通过老师的指导和如下的线面分析，弄清楚某些被指明的局部的投影基本性质罢了。

一、不变性

这是最基本的投影性质之一。正投影法之所以在绘制工程图样时被广泛应用，其主要的原因之一就在于所画出的图样在很大程度上具有“不变性”，即能够很方便地按设计对象的表面形状和尺寸进行度量和作图。正投影的“不变性”主要有：

- (1) 当直线段平行于投影面时，它在该投影面上的投影反映该直线段的实长（图 1-5a）；或反映该直线段的实长和倾角（图 1-5b）。
- (2) 当平面形平行于投影面时，它在该投影面上的投影反映该平面形的实形（图 1-5c）。
- (3) 两平行直线的投影仍相互平行（图 1-5d）。

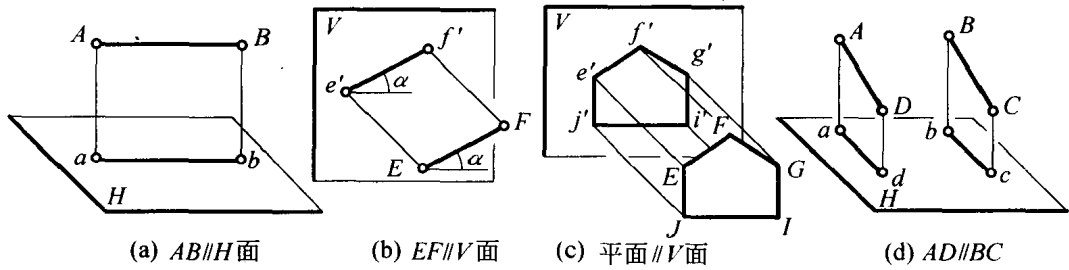


图 1-5 投影的基本性质——不变性

二、积聚性

这也是最基本的投影性质之一。积聚性可有：

- (1) 当直线垂直于投影面时，它在该投影面上的投影积聚为一点（图 1-6a、b）。
- (2) 当平面垂直于投影面时，它在该投影面上的投影积聚为一直线（图 1-6c、d）。

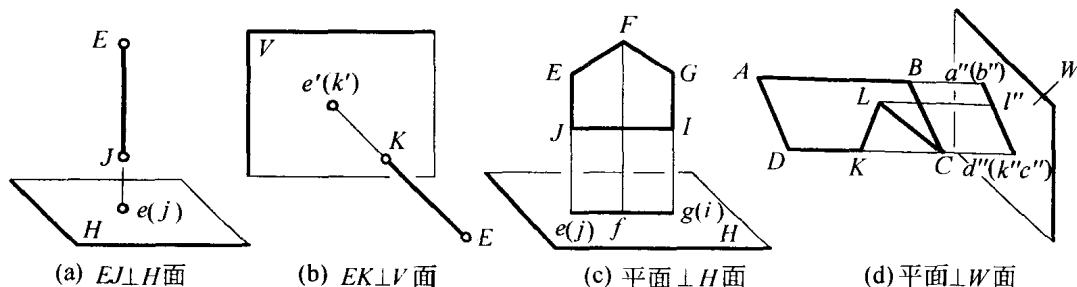


图 1-6 投影的基本性质——积聚性

正是由于投影图中某些线、面的投影具有积聚性，故可使投影作图大大简化，即可使三维空间形体的投影反映为度量方便的二维平面图形。如图 1-4b 所示小屋在 H 面上的投影，它只反映了小屋的长度和宽度，在 V 面、 W 面上的投影则分别反映小屋的长度和高度，或宽度和高度，作图十分简易。

三、从属性和定比性

这两种投影性质，作图时也经常应用到。例如：

(1) 从属于直线的点，其投影仍从属于该直线的投影。如图 1-7a 所示，点 K 从属于直线 DC ，故其投影 k 从属于直线的投影 dc ；且 $DK:KC = dk:kc$ 。

(2) 从属于平面的直线，根据几何公理，必须符合下列两个条件之一：

- ① 通过从属于该平面的两个已知点；
- ② 通过从属于该平面的一个已知点，且平行于该平面的任一已知直线。

如图 1-7b 所示，若要在平面 $ABCD$ 上定出一条直线 KM ，其中的一个方法是，先利用从属性和定比性在 DC 上定出 K ，再在 AB 上定出 M ，然后把 K 、 M 相连即可；其投影作法亦是如此。

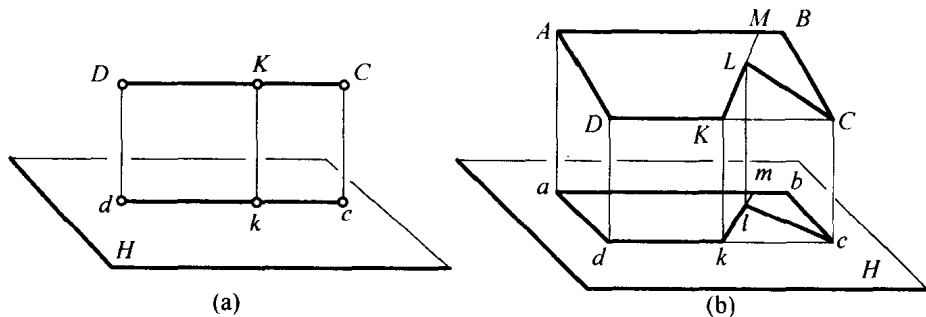


图 1-7 投影的基本性质——从属性和定比性

四、单面投影的不可逆性

初学看图时，往往很不习惯，这是因为在既定的投影条件下，虽然一个空间几何元素或形体在一个投影面上可有惟一确定的投影；但是反过来，仅据一面投影却不能完全确定该表达对象的空间位置或形状。如图 1-8a，投影点 a 可以对应于投射线上的任意点 $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ ；图 1-8b 则表示单面投影不能完全确定空间几何形体的形状。为了解决这个问题，工程上根据实际需要选用各种不同的表达方法。

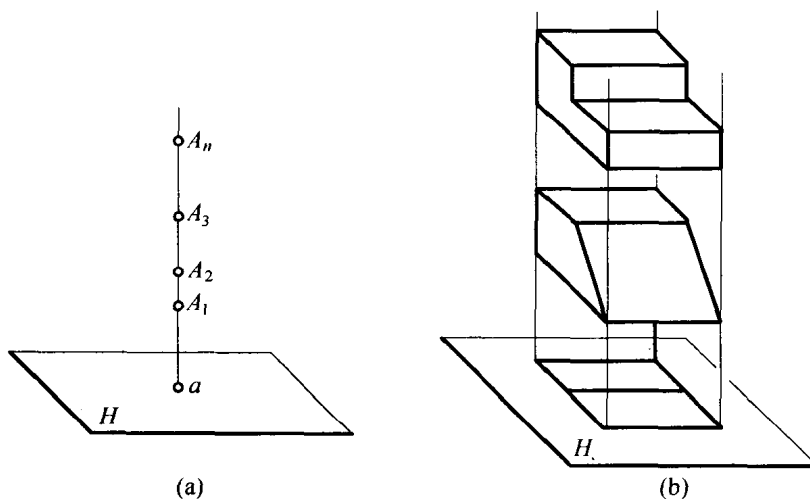


图 1-8 单面投影不能完全确定表达对象的空间位置或形状

§ 1-3 工程上常用的几种投影图

一、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影到相互垂直的两个或两个以上的投影面上，然后按一定规律将获得的投影排列在一起，利用多个投影互相补充，来确切地、惟一地反映出它们的空间位置或形状的一种表达方法。

图 1-9a 所示是将空间形体向 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 1-9b 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；再去掉投影面边框后便得空间形体的三面正投影图（简称三面投影），如图 1-9c 所示。

作形体的正投影图时，常使形体长、宽、高三个方向上的主要面（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，这样画出的每一个投影都将是能最大限度地反映出空间形体相应表面实形的二维图形，即每一个投影都具有较好的不变性和积聚性，使画图时便于度量。因此，画形体的正投影图时，必须首先考虑好形体所处空间的位置。

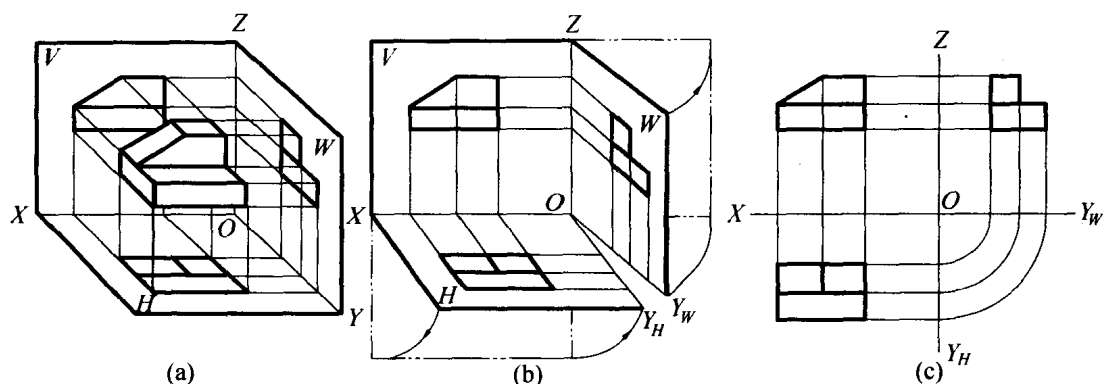


图 1-9 形体的三面投影图

二、轴测图

轴测投影图（简称轴测图）是一种单面投影。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轴一起，投影到单一投影面上，以获得能同时反映出形体长、宽、高三个向度上的形态的一种表达方法。

如图 1-10a 所示，将形体连同所选定的坐标轴放成倾斜于投影面 P 的位置，这样在投影面 P 上所获得的正投影，就是一个具有立体感的正轴测图。单独画出的图例见图 1-10b。

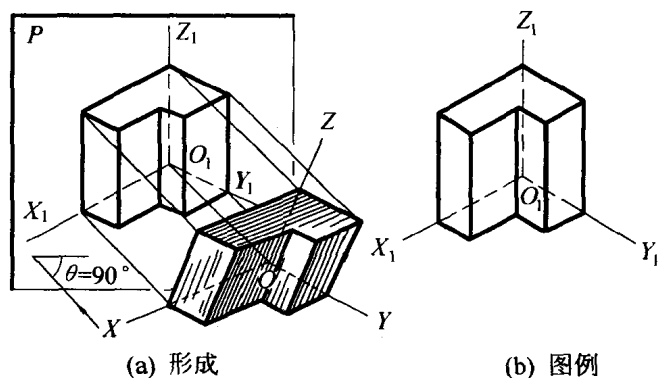


图 1-10 正轴测图

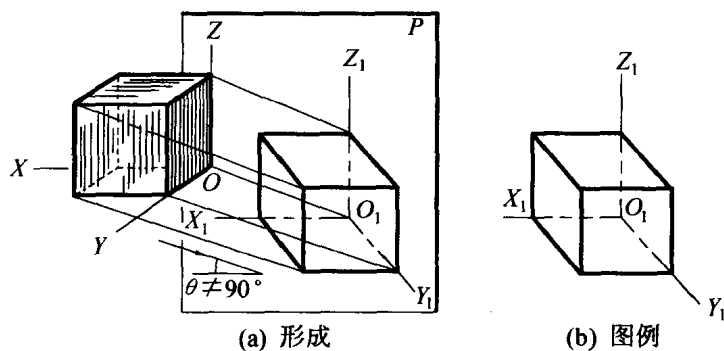


图 1-11 斜轴测图

图 1-11 则为斜轴测图的形成和图例。从该图中可见，它采用的是斜投影法。因为空间形体的 XOZ 坐标面平行于轴测投影面，故在这种情况下空间形体的正面形状不变形，而 O_1Y_1 的倾斜角度及度量比例可以是任意的。

由于轴测图直观性较好，但作图比较麻烦，而且表达不如正投影图那样严谨，所以在工程上常作为辅助图样。

三、透视图

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

根据空间形体与投影面之间相对位置的不同，透视图可概括地分为三种：①一点透视；②二点透视；③三点透视。

第七章图 7-1 表示成角透视形成的大致情况。透视图有一个很明显的特点，这就是其图形较接近人眼的观感实际，如图 1-12 所示。而在轴测图中，空间形体上相互平行的轮廓线，其投影仍然是相互平行的，所以在直观效果上，透视图优于轴测图。

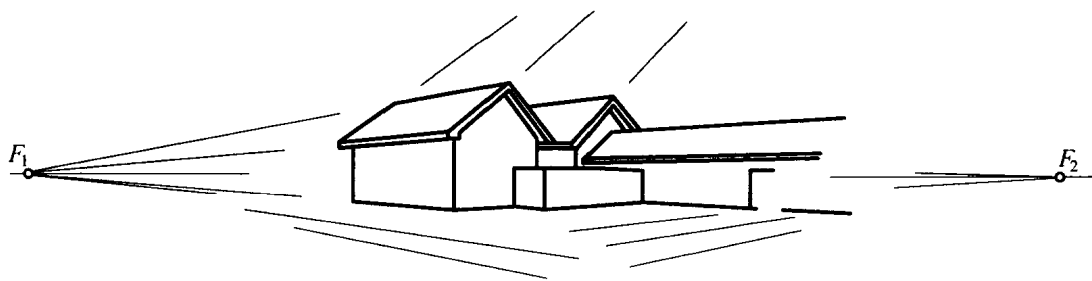


图 1-12 透视图的特点

本书的第二部分将着重讨论透视投影的基本原理和透视图的实用作图方法。

四、标高投影

这也是一种单面投影，其特点是在某一面（通常是水平面）投影的基础上依次用“等高线”表明各个位置不同的高度，以获得表达三维空间形象的效果。常应用于表示不规则的地面形状。本书对此不作介绍。

第二章 点和直线的投影

点和直线是构成各种图形的基础。本章研究如何把三维空间中的点和直线在二维平面上表达出来的理论和方法。同时在这个学习过程中,冀图使学生初步建立起一定的空间概念,为学习后继内容铺平道路。(从本章起,除声明者外,所有正投影简称投影。)

§ 2-1 点的投影

点是最基本的几何元素。从几何学中知道:两点可以确定一直线;不在同一直线上的三点可以确定一平面;一切空间形体也都可看成是点的集合。即是说:作直线、平面或形体的投影,归根到底还是作点的投影。

一、点在两投影面体系中的投影

前面图 1-8a 谈到,仅据点的一个投影不能确定该点惟一的空间位置。为此,可设立两个相互垂直的投影面,例如水平投影面(简称 H 面)和正立投影面(简称 V 面)构成 $\frac{V}{H}$ 两投影面体系,如图 2-1a 所示。两投影面的交线 OX 称为投影轴。过空间点 A 分别作投射线垂直于 H 面和 V 面,得点 A 的水平投影 a 和正面投影 a' ^①。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 面相交,其交线 aa_x 、 $a'a_x$ 必与投影轴 OX 相互垂直,且会合于一点 a_x 。

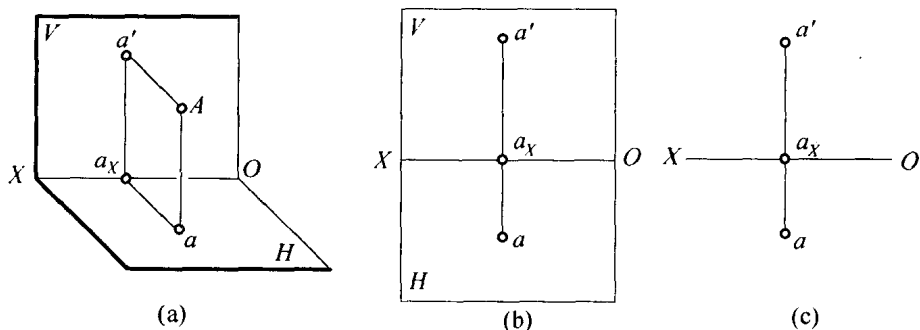


图 2-1 点的两面投影

为了在同一平面上画出两个投影面上的投影,需将投影面展开如图 2-1b 所示。又由于投影面是任意大的,通常不必画出它们的范围,于是得点 A 的两面投影如图 2-1c。从该图可见:

- (1) 点的正面投影与水平投影的连线垂直于投影轴。即 $a'a \perp OX$ 。
- (2) 点的正面投影至投影轴的距离等于空间点到 H 面的距离;点的水平投影到投影

注:①点的投影用小写字母表示,其中正面投影加一撇,侧面投影加两撇。

轴的距离等于空间点到 V 面的距离。即 $a'a_X = Aa$, $aa_X = Aa'$ 。

上述结论是点的两面投影的基本规律。

二、点的辅助投影

在原两投影面体系的基础上, 按任意方位新设一个辅助投影面使其垂直于原有的一个投影面而替代原有的另一个投影面, 构成新的两投影面体系。于是, 空间点在这个新的辅助投影面上的投影, 称为点的辅助投影。

如图 2-2a 所示, 在原有的 H 面的任一方位上新设一个投影面 V_1 并使 V_1 垂直于 H , 构成新的两投影面体系 $\frac{V_1}{H}$, 此时把新的投影轴标记为 O_1X_1 。作出空间点 A 在 V_1 面上的投影 a'_1 后, 此 a'_1 即称为点 A 的辅助投影 (为了讨论方便, 我们称点 A 在原 H 面上的投影 a 为不变投影, 在原 V 面上的投影 a' 为被变换投影)。

辅助投影面展开的方法是: 直接与辅助投影面相关联的原有投影面不动, 而把辅助投影面向外展开使之与原有投影面成为一个平面, 如图 2-2b、c 所示。

点的辅助投影与原有两面投影之间有如下投影规律:

- (1) 点的辅助投影与不变投影之间的连线垂直于辅助投影轴 O_1X_1 。即 $a'_1a \perp O_1X_1$ 。
- (2) 点的辅助投影到辅助投影轴的距离, 等于被变换投影到原投影轴的距离, 亦即等于空间点到不变投影之间的距离。即 $a'_1a_{X_1} = a'a_X = Aa$ 。

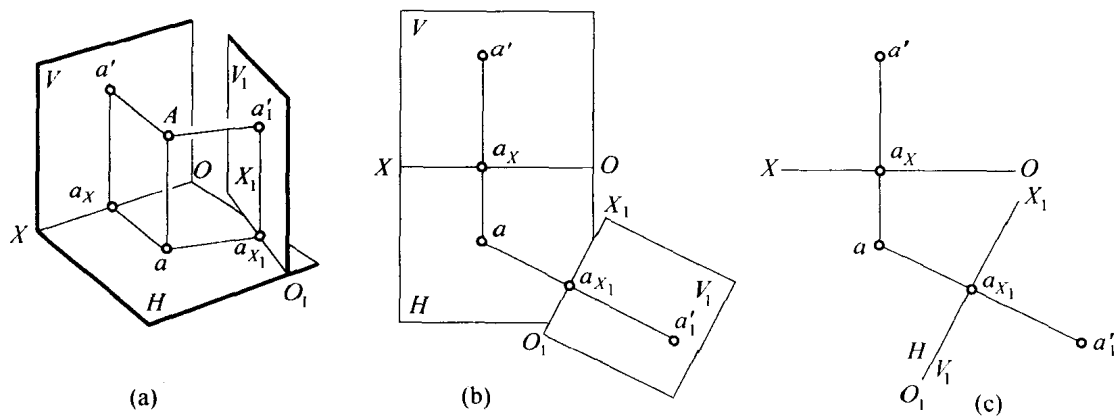


图 2-2 点的辅助投影 (一次变换)

三、点在三投影面体系中的投影

在两投影面体系的基础上, 再增设一个同时与 H 面、 V 面都垂直的侧立投影面 (简称 W 面), 便构成三投影面体系, 如图 2-3a 所示。我们把 V 面与 H 面的交线称为 OX 轴, 把 W 面与 H 面的交线称为 OY 轴, 把 W 面与 V 面的交线称为 OZ 轴, 把三根轴的会合点称为原点 O 。此时, 空间点 A 在三投影面体系中的投影分别标记为 a 、 a' 、 a'' 。

移去空间点 A 后, 将 V 面、 H 面、 W 面展开成为一个平面, 得图 2-3b (此时 Y 轴一分为二, 分别标记为 Y_H 、 Y_W), 再去掉投影面边框, 便得点 A 的三面投影图如图 2-3c 所示。

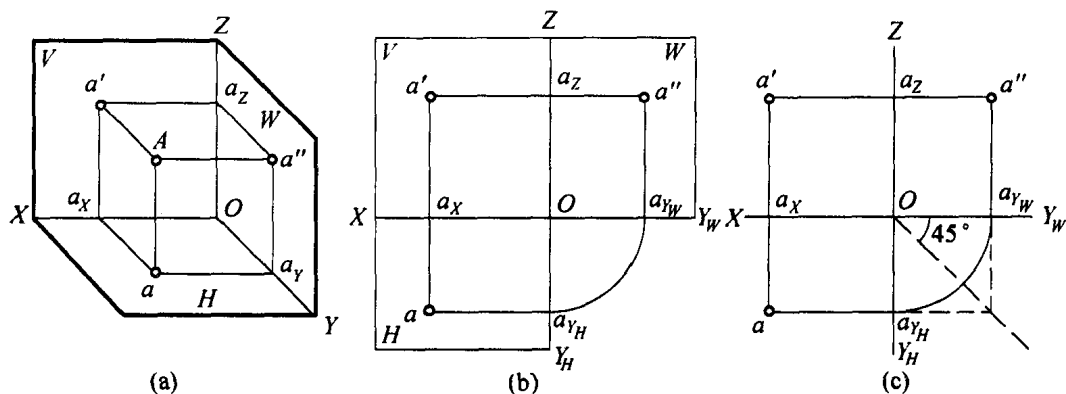


图 2-3 点的三面投影

从图中可见，点的三面投影之间有如下的投影规律：

(1) 点的正面投影与水平投影的连线垂直于 OX 轴。即 $a'a \perp OX$ 。

(2) 点的正面投影与侧面投影的连线垂直于 OZ 轴。即 $a'a'' \perp OZ$ 。

(3) 点的水平投影到 OX 轴的距离，等于其侧面投影到 OZ 轴的距离，即 $aa_x = a''a_z$ 。

用作图方法表示 a 与 a'' 的关联时，其连线由 aa_{Y_H} 、圆弧 $a_{Y_H}a_{Y_W}$ 和 $a''a_{Y_H}$ 三部分组成。其中 $aa_{Y_H} \perp OY_H$ 、 $Oa_{Y_H} = Oa_{Y_W}$ 、 $a''a_{Y_H} \perp OY_W$ 。作图时，若认为画圆弧 $a_{Y_H}a_{Y_W}$ 不方便，也可用作 45° 斜线的方法代替，如图 2-3c 中的虚线所示。

四、点的直角坐标

把三投影面体系中的投影轴 OX 、 OY 、 OZ （简称 X 、 Y 、 Z ）当作笛卡尔直角坐标系 $O-XYZ$ 的三根坐标轴，把三投影面体系中的原点 O 当作坐标系的原点 O ，把投影面 H 、 V 、 W 分别当作坐标面 XOY 、 XOZ 、 YOZ 。则点的空间位置也可用直角坐标值来给定，即点到三个投影面之间的距离分别为该点的三个直角坐标值，如图 2-4 所示。

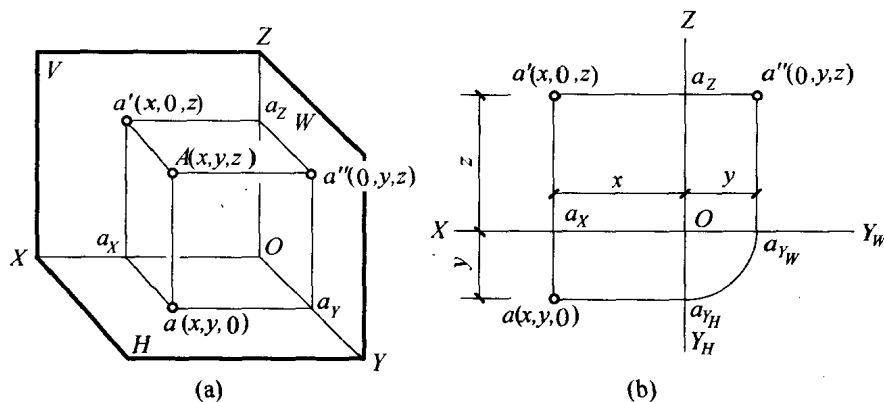


图 2-4 点的投影与坐标

从图中可见，点的投影与坐标的关系是：

$$a_x O = aa_{Y_H} = a' a_z = Aa'' = x$$

$$a_{Y_H} O = a_{Y_W} O = aa_x = a'' a_z = Aa' = y$$