

工程图学系列教材

阴影与透视

工业设计类

陈 玲 玲 编 著
高 焕 文 主 审

透 视

华南理工大学出版社

工程图学系列教材

阴影与透视

·工业设计类·

陈玲玲 编著
高焕文 主审

华南理工大学出版社

·广州·

图书在版编目(CIP)数据

阴影与透视/陈玲玲编著. —广州: 华南理工大学出版社, 2004.1

(工程图学系列教材)

ISBN 7-5623-2034-9

I. 阴… II. 陈… III. 工程制图-透视投影-高等学校-教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 101288 号

总发行: 华南理工大学出版社 (广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

发行部电话: 020-87113487 87111048 (传真)

E-mail: scut202@scut.edu.cn

<http://www.scutpress.com>

责任编辑: 黄丽谊

印刷者: 广东省农垦总局印刷厂

开本: 787 × 1092 1/16 印张: 13.25 字数: 323 千

版次: 2004 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

印数: 1 ~ 3000 册

定价: 21.00 元

版权所有 盗版必究

前 言

本书介绍工业设计中图形表达所必需的图学基础知识、传统的图示方法以及计算机绘图基础知识。

本书的特点在于从工业设计专业的实际出发,精选教学内容,既注意到基础学科的科学性和系统性,着眼于培养学生的空间思维能力和表达能力,又考虑到工业设计、室内设计这类新兴学科的教学需要,专业特色鲜明,内容连贯,自成体系。全书力求文字精练,图例清晰,论述深入浅出,简明扼要,便于阅读。

本书由四部分组成:第一部分扼要介绍正投影的基本原理;第二部分阐述阴影的作图原理和作图方法;第三部分详细论述透视图的基本知识、作图原理以及简捷实用的透视作图方法;第四部分简明介绍计算机绘图的基本知识和绘图方法。本书与陈玲玲编著的《阴影与透视习题集》配套使用。

本书适合高等院校工业设计、室内设计及其相关专业选用作教材或主要参考书,也可供造型设计人员、工程技术人员参考。

本书由高焕文教授主审。本书在编写过程中得到华南理工大学刘林副教授的帮助和支持,在此表示衷心的感谢。

编 者

2003年6月

目 录

第1章 正投影的原理	(1)
1.1 点、直线、平面的投影	(1)
1.2 基本几何形体的投影	(29)
1.3 造型设计中常用曲面的投影	(39)
1.4 立体表面的交线	(41)
1.5 轴测投影图	(55)
第2章 形体的阴影	(62)
2.1 阴影的基本概念	(62)
2.2 点、直线、平面图形的落影	(64)
2.3 平面立体及其组合体的阴影	(82)
2.4 曲面立体及其组合体的阴影	(87)
第3章 形体的透视	(98)
3.1 透视的基本概念	(98)
3.2 点、直线、平面的透视	(100)
3.3 平面立体的透视	(110)
3.4 透视图的分类及透视参数的确定	(120)
3.5 用量点法作形体的透视	(126)
3.6 用距点法作形体的透视	(131)
3.7 透视图作图举例	(132)
3.8 透视图作图中的几何规律及其应用	(137)
3.9 斜透视画法	(142)
3.10 透视阴影与虚影	(149)
第4章 计算机绘图	(160)
4.1 AutoCAD 2002 的启动与工作界面	(160)
4.2 基本绘图操作	(164)
4.3 基本功能与绘图过程	(169)
4.4 形体阴影图绘制举例	(187)
4.5 图形块的操作	(191)
4.6 尺寸标注	(196)
参考文献	(207)

第 1 章 正投影的原理

1.1 点、直线、平面的投影

1.1.1 投影法及其分类

1.1.1.1 投影法

在工程图样中,为了在平面上表达空间物体(形体)的结构形状、尺寸大小,往往采用投影的方法。

投影法是投射线通过物体,向选定的平面进行投射,并在该平面上得到图形的方法,所得到的图形称为投影(投影图),选定的平面称为投影面,如图 1-1 所示。

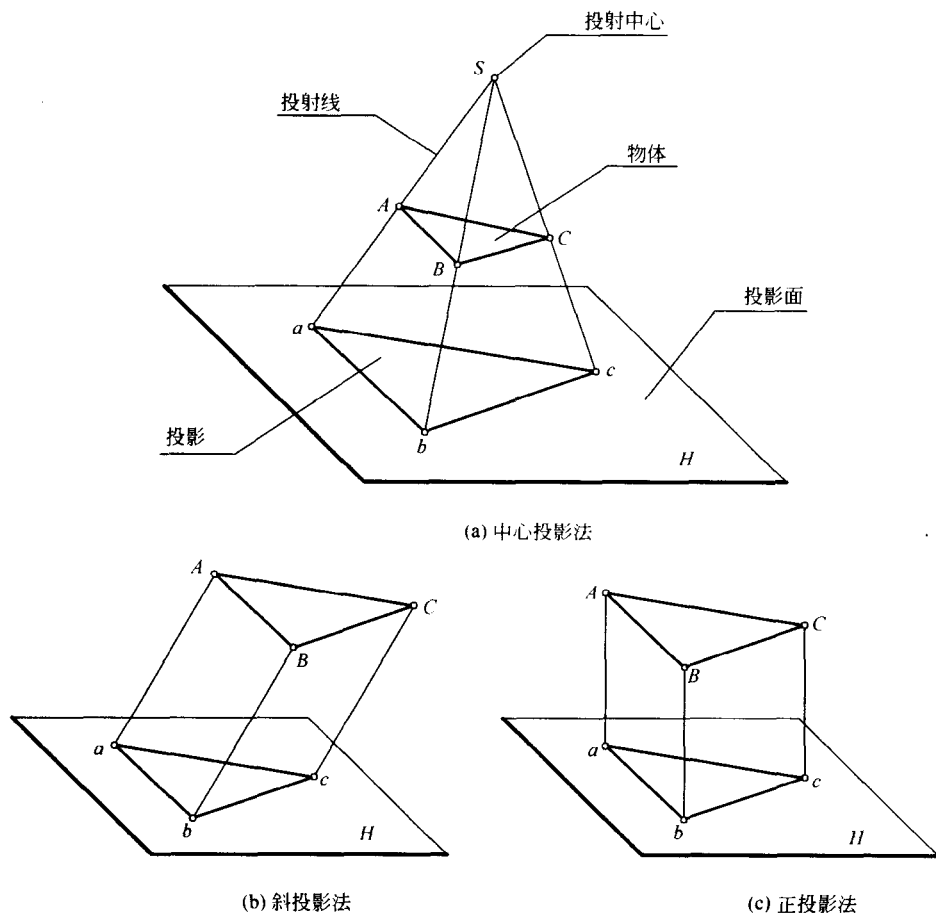


图 1-1 投影法及其分类

1.1.1.2 投影法的分类

根据投射线的类型和方向,投影法可分为如下类型:

①投射射线汇交于一点的投影法称为中心投影法,如图 1-1a 所示。其中,投射射线的交点 S 称为投射中心,用中心投影法作出的图形称为中心投影。中心投影法常用于绘制透视图。

②投射射线互相平行的投影法称为平行投影法,如图 1-1b、c 所示。其中,投射射线与投影面倾斜的投影法称为斜投影法,用斜投影法作出的投影称为斜投影,斜投影法可用于绘制斜轴测图;投射射线与投影面垂直的投影法称为正投影法,用正投影法作出的投影称为正投影。正投影图度量性好,作图简便,是绘制工程图样的主要方法。在本章后面的内容中,如未加说明,则所提到的投影都是指正投影。

1.1.2 点的投影

1.1.2.1 点的投影

如图 1-2a 所示,过空间点 A 作投射射线垂直于投影面 H ,投射射线与投影面 H 的交点 a 称为点 A 在投影面 H 上的投影。

当点的空间位置确定后,它在一个投影面上的投影是惟一确定的,但空间点的一个投影不能惟一确定点的空间位置,如图 1-2b 所示,需要两个或者三个在不同投影面上的投影来确定点的空间位置。

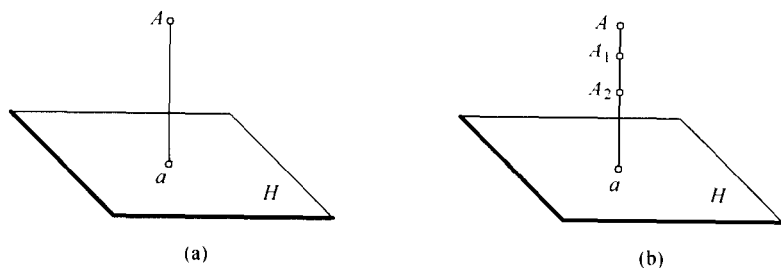


图 1-2 点的单面投影

1.1.2.2 点的两面投影

(1) 两面投影体系

设置互相垂直的两个平面为投影面,组成两面投影体系,如图 1-3 所示。正立放置的投影面称为正立投影面,用 V 表示,简称正面或 V 面;水平放置的投影面称为水平投影面,用 H 表示,简称水平面或 H 面。两投影面的交线称为投影轴,用 OX 表示,简称 OX 轴。

投影面 H 和 V 组成的两面投影体系将空间划分为四个分角。在本书讲述的内容中,如未加说明,则所提到的投影均指在第一分角中的投影。

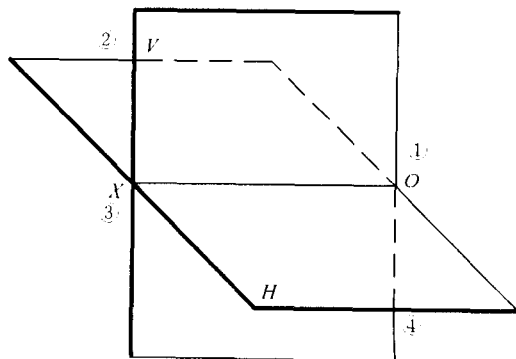


图 1-3 两面投影体系(四个分角)

(2)点的两面投影及规律

如图 1-4a 所示,空间点 A 在正立投影面上的投影称为点 A 的正面投影,用 a' 表示;在水平投影面上的投影称为点 A 的水平投影,用 a 表示。空间点用大写字母表示,它的投影用相应的小写字母表示。

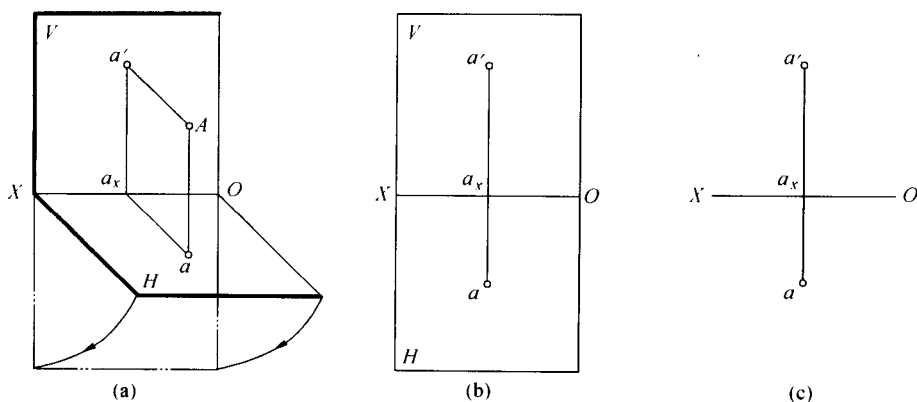


图 1-4 点的两面投影

为了使点的两面投影画在同一图面上,规定 V 面不动,将 H 面绕着 OX 轴向下旋转 90° ,使 H 面与 V 面共面,展开后的点的两面投影如图 1-4b 所示。画图时,可不画出投影面的边框,如图 1-4c 所示。点的两面投影具有如下规律:

- 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点的水平投影到 OX 轴的距离等于空间点到 V 面的距离,即 $aa_x = Aa'$ 。
- ③点的正面投影到 OX 轴的距离等于空间点到 H 面的距离,即 $a'a_x = Aa$ 。

1.1.2.3 点的三面投影

(1)三面投影体系

在两面投影体系上增加一个与 H 面和 V 面都垂直的投影面,如图 1-5a 所示,使之处于

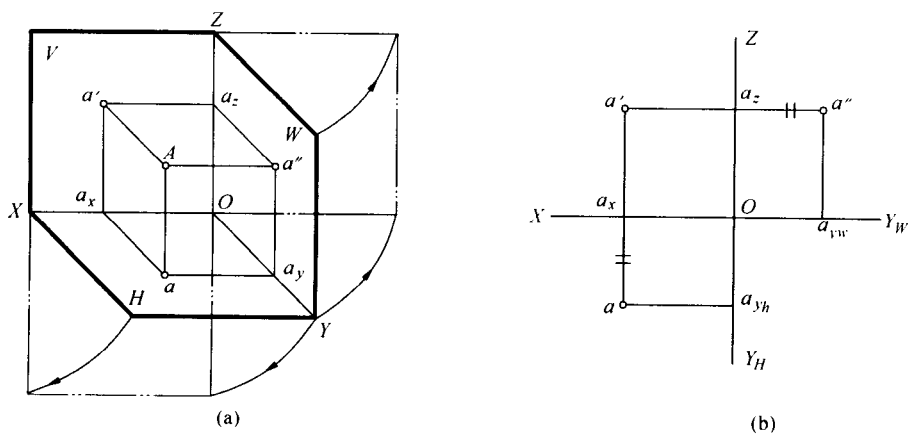


图 1-5 点的三面投影

侧立的位置,称为侧立投影面,用 W 表示,简称侧面或 W 面。互相垂直的三个投影面组成一个三面投影体系。 W 面与 H 面的交线为 OY 轴, W 面与 V 面的交线为 OZ 轴,投影轴 OX 、 OY 、 OZ 互相垂直,三条投影轴的交点 O 称为原点。

(2) 点的三面投影

如图 1-5a 所示,空间点 A 在三个投影面上的投影分别为 a 、 a' 、 a'' ,其中, a'' 称为点 A 的侧面投影。规定 V 面不动,将 H 面绕着 OX 轴向下旋转 90° ,将 W 面绕着 OZ 轴向右旋转 90° ,使 H 、 V 、 W 三个投影面展开在一个平面上,不画投影面的边框,即得到点 A 的三面投影图,如图 1-5b 所示。其中, OY 轴随 H 面旋转后用 OY_H 表示, OY 轴随 W 面旋转后用 OY_W 表示。

(3) 点的三面投影与坐标之间的关系

在三面投影体系中,把三条投影轴作为空间直角坐标系,点 A 的空间位置可以表示为 $A(x, y, z)$ (即三个坐标值),则点的投影与坐标之间的关系为(图 1-6):

$Aa'' = aa_y = a'a_z = x$, 反映点 A 到 W 面的距离(长度);

$Aa' = aa_x = a''a_z = y$, 反映点 A 到 V 面的距离(宽度);

$Aa = a'a_x = a''a_y = z$, 反映点 A 到 H 面的距离(高度)。

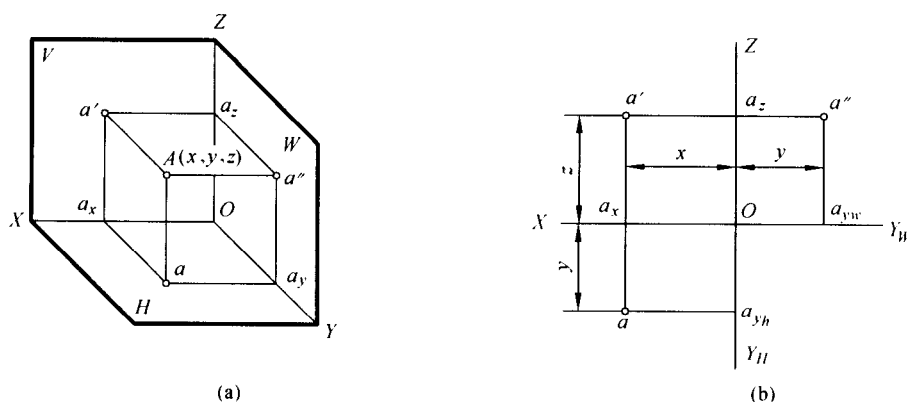


图 1-6 点的投影与坐标之间的关系

(4) 点的三面投影规律

① $a'a \perp OX$, 点的正面投影与水平投影的连线垂直于 OX 轴,即“长对正”。

② $a'a'' \perp OZ$, 点的正面投影与侧面投影的连线垂直于 OZ 轴,即“高平齐”。

③ $aa_x = a''a_z$, 点的正面投影到 OX 轴的距离等于点的侧面投影到 OZ 轴的距离,即“宽相等”。

根据以上投影规律,在点的三面投影中,已知点的任意两个投影,就可以求出点的第三投影;已知点的三个坐标值,可以作出点的三面投影。

例 1-1 已知点 A 的正面投影和水平投影,如图 1-7a 所示,求其侧面投影。

解 如图 1-7 所示,根据点的投影规律, $a'a'' \perp OZ$, $aa_x = a''a_z$,故过 a' 作直线 $a'a_z$ 垂直于 OZ 轴,在 $a'a_z$ 的延长线上量取 $a_z a'' = aa_x$, a'' 即为所求。也可以采用作 45° 辅助线的方法求得。

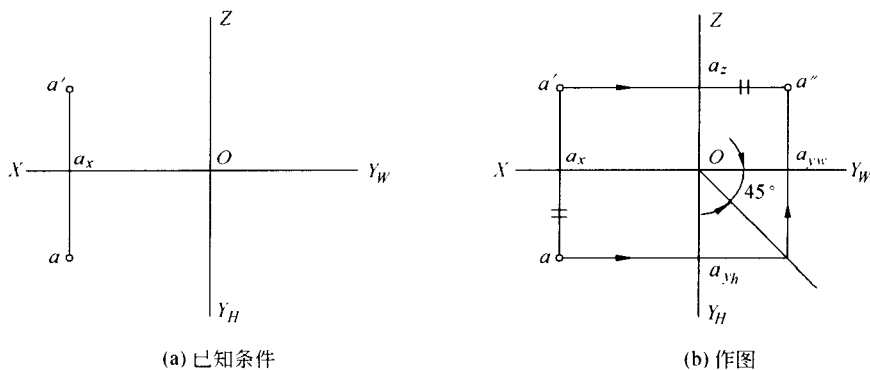


图 1-7 已知点的两面投影求第三投影

例 1-2 已知点 $A(15, 10, 20)$, 求点 A 的三面投影。

解 如图 1-8 所示, 已知点的三个坐标值, 根据点的投影规律, 即可作图:

① 由于 $x = 15, y = 10, z = 20$, 故量取 $0a_x = 15$ 得 a_x , 过 a_x 作直线垂直于 OX 轴并量取 $a_x a' = 20$ 得 a' , 量取 $a_x a = 10$ 得 a 。

② 根据点的两投影 a, a' , 即可求出点的第三投影 a'' 。

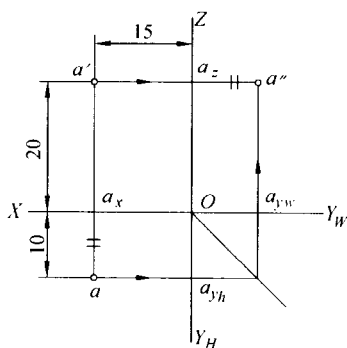


图 1-8 已知点的坐标作点的三面投影

1.1.2.4 特殊点的投影

(1) 投影面上的点

如图 1-9 所示, 投影面上的点在该投影面上的投影与该点本身重合, 点的其余两个投影在投影轴上。如点 A 在 V 面上, 点 A 的 V 面投影 a' 与点 A 本身重合, 点 A 的 H 面投影 a

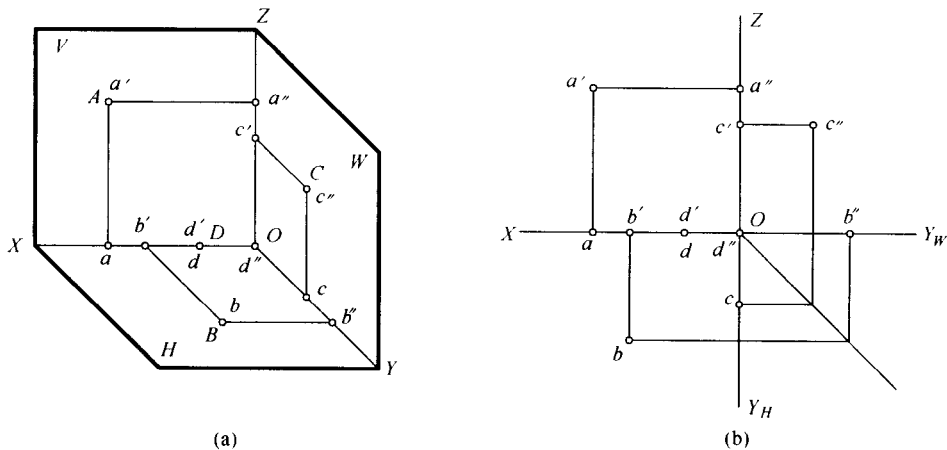


图 1-9 特殊点的投影

在 OX 轴上,点 A 的 W 面投影 a'' 在 OZ 轴上。

(2) 投影轴上的点

如图 1-9 所示,处在投影轴上的点,在包含这条投影轴的两个投影面上的投影与该点本身重合,该点的另一投影与点 O 重合。如点 D 在 OX 轴上,其 H 面投影 d 和 V 面投影 d' 与点 D 本身重合,而其 W 面投影 d'' 与点 O 重合。

1.1.2.5 两点的相对位置与重影点

(1) 两点的相对位置

两点的相对位置是指空间两点之间的左右、前后、上下关系。这种位置关系可以在两点的三面投影中反映,也可以根据两点的坐标值大小来判断:

x 坐标值大的在左, y 坐标值大的在前, z 坐标值大的在上。

H 面投影反映左右、前后关系; V 面投影反映左右、上下关系; W 面投影反映前后、上下关系。

如图 1-10 所示,从 H 面投影可判断点 A 在点 B 的左、前方,从 V 面投影可判断点 A 在点 B 的下方,即点 A 在点 B 的左、前、下方。还可以由点 A 的 x 坐标值大、 y 坐标值大、 z 坐标值小来判断点 A 在点 B 的左、前、下方。

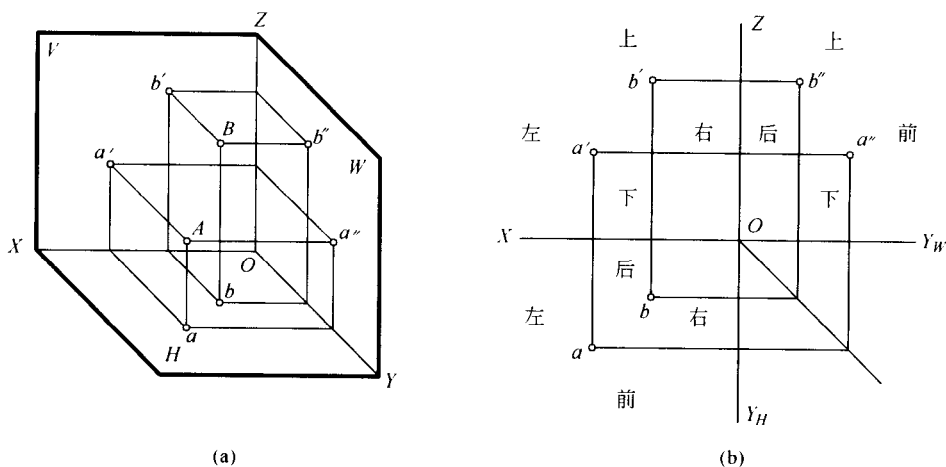


图 1-10 两点的相对位置

(2) 重影点

当空间两点的投影在某投影面上重合时,这两点称为对该投影面的重影点。如图 1-11 所示,由于投射光线通过点 A 和点 B 向 H 面投射时,两点位于垂直于 H 面的同一条投射线上,两点的水平投影重合, A 、 B 两点就是对 H 面的重影点。

若在投影图上,把投影方向作为观察方向,则看到者为可见,被遮挡者为不可见,不可见的点的投影加括号以示区别。

图 1-11 中, A 、 B 两点在 H 面重影,点 A 在上面,点 B 在下面,则点 A 可见,点 B 不可见。

图 1-12 中, C 、 D 两点在 V 面重影,点 C 在前面,点 D 在后面,则点 C 可见,点 D 不可见。

图 1-13 中, E 、 F 两点在 W 面重影,点 E 在左面,点 F 在右面,则点 E 可见,点 F 不可见。

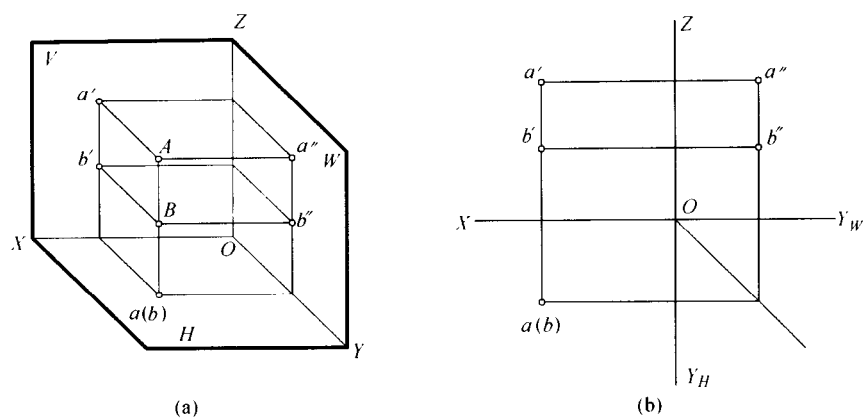


图 1-11 H 面上的重影点

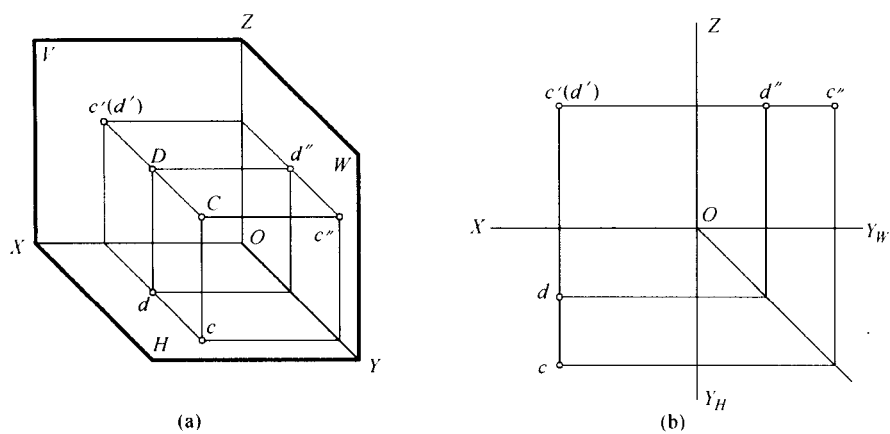


图 1-12 V 面上的重影点

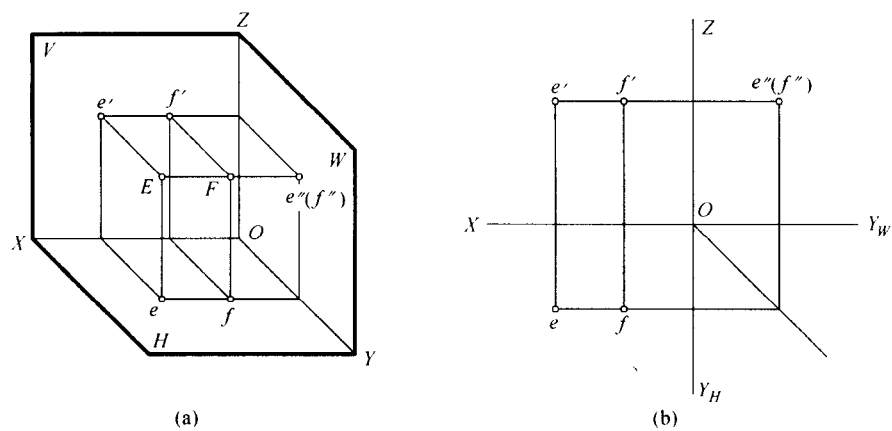


图 1-13 W 面上的重影点

1.1.3 直线的投影

从几何学可知,空间两点可以确定一条直线,因此,直线(通常指直线段)的投影可由直线上的两点(如两 endpoints)的投影确定。如图 1-14 所示,首先作出直线上 A 、 B 两点的三面投影,然后分别将两点的同名投影(在同一投影面上的投影)用直线相连,即得到直线的三面投影。

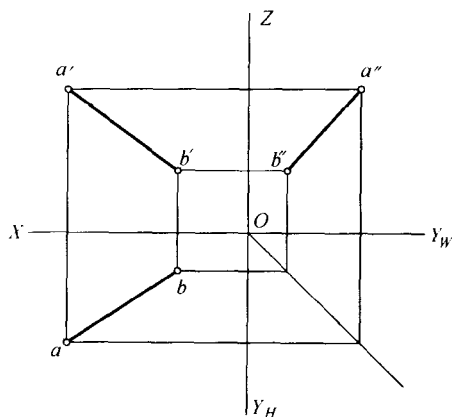


图 1-14 直线的投影

1.1.3.1 直线的空间趋势

直线的空间趋势是指按照人的观察习惯,将直线与投影面的相对位置分为两种状态:上行直线和下行直线。在投影图中,通过比较直线上任意两个点对观察者的相对位置,就可以确定直线的空间趋势。

(1) 上行直线

上行直线是指前端低、后端高的直线,即离开观察者而逐渐上升的直线。如图 1-15 所示,直线端点 A 在另一端点 B 的前面、下面,也就是说靠近观察者的点 A 低于远离观察者的点 B ,直线 AB 的状态是离开观察者而上升的,所以,直线 AB 是上行直线。上行直线的投影特点是:直线的 H 、 V 两面投影相对于 OX 轴是同向倾斜的,但倾斜的角度不一定相等。

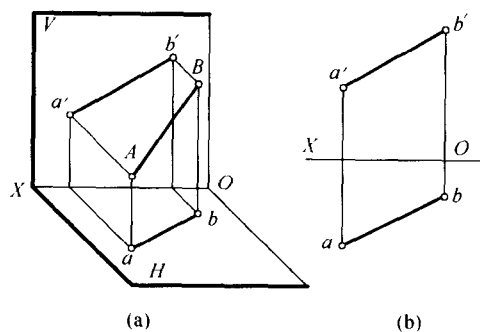


图 1-15 上行直线

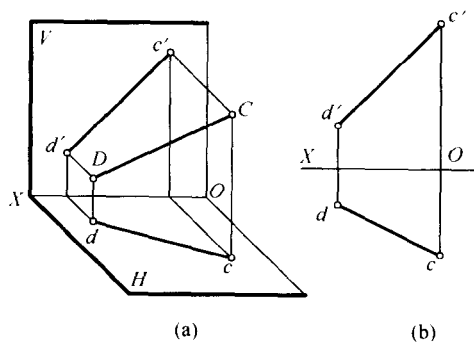


图 1-16 下行直线

(2) 下行直线

下行直线是指前端高、后端低的直线,即离开观察者而逐渐下降的直线。如图 1-16 所示,直线端点 C 在另一端点 D 的前面、上面,也就是说靠近观察者的点 C 高于远离观察者的点 D ,直线 CD 的状态是离开观察者而下降的,所以,直线 CD 是下行直线。下行直线的投影特点是:直线的 H 、 V 两面投影相对于 OX 轴是异向倾斜的,倾斜的角度也不一定相等。

1.1.3.2 直线的投影及其投影特性

在三面投影体系中,根据直线与三个投影面的相对位置不同,可将直线分为三类:投影面平行线、投影面垂直线、一般位置直线,前两类统称为特殊位置直线。直线的投影特性取

决于直线与三个投影面的相对位置。

直线对 H 面的倾角用 α 表示,对 V 面的倾角用 β 表示,对 W 面的倾角用 γ 表示。

(1) 投影面平行线

平行于某一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。

(i) 水平线

平行于 H 面的直线称为水平线,水平线倾斜于 V 面和 W 面。如图 1-17 所示,水平线 AB 在 H 面上的投影反映实际长度(简称实长),即 $ab = AB$, ab 与 OX 轴的夹角反映直线 AB 对 V 面的实际倾角 β , ab 与 OY_H 轴的夹角反映直线 AB 对 W 面的实际倾角 γ ;直线 AB 在 V 、 W 面上投影的长度比空间直线的实际长度缩短了,且 $a'b' \parallel OX$, $a''b'' \parallel OY_W$ 。

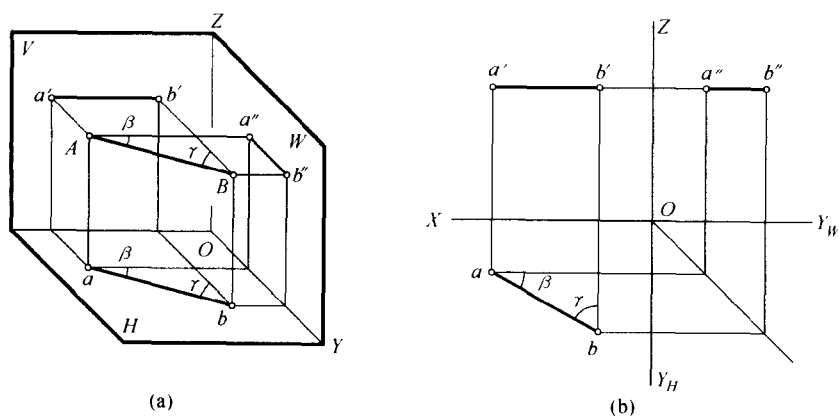


图 1-17 水平线

(ii) 正平线

平行于 V 面的直线称为正平线,正平线倾斜于 H 面和 W 面。如图 1-18 所示,正平线 AB 在 V 面上的投影反映实长,即 $a'b' = AB$, $a'b'$ 与 OX 轴的夹角反映直线 AB 对 H 面的实际倾角 α , $a'b'$ 与 OZ 轴的夹角反映直线 AB 对 W 面的实际倾角 γ ;直线 AB 在 H 、 W 面上投影的

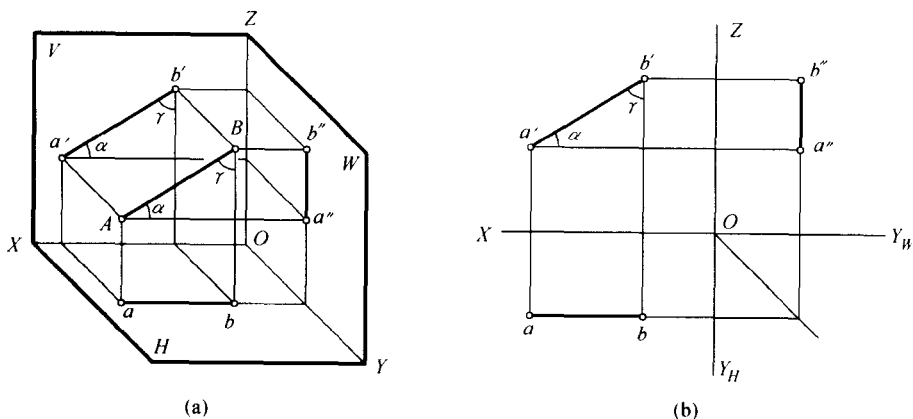


图 1-18 正平线

长度比空间直线的实际长度缩短了,且 $ab \parallel OX$, $a''b'' \parallel OZ$ 。

(iii) 侧平线

平行于 W 面的直线称为侧平线,侧平线倾斜于 H 面和 V 面。如图 1-19 所示,侧平线 AB 在 W 面上的投影反映实长,即 $a''b'' = AB$, $a''b''$ 与 OY_W 轴的夹角反映直线 AB 对 H 面的实际倾角 α , $a''b''$ 与 OZ 轴的夹角反映直线 AB 对 V 面的实际倾角 β ;直线 AB 在 H 、 V 面上投影的长度比空间直线的实际长度缩短了,且 $ab \parallel OY_H$, $a'b' \parallel OZ$ 。

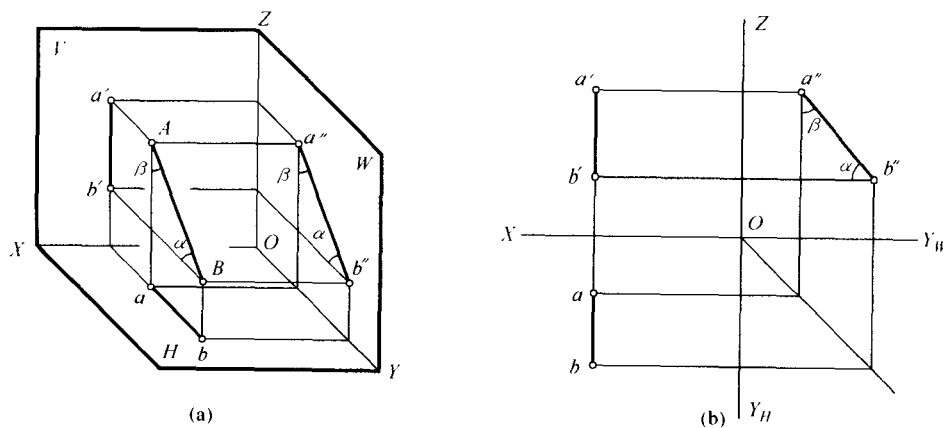


图 1-19 侧平线

综上所述,投影面平行线的投影特性可归纳为:在所平行的投影面上的投影反映实长以及对另外两个投影面倾角的实际大小;在另外两个投影面上的投影分别平行于相应的投影轴,且投影的长度比空间线段的实际长度短。

(2) 投影面垂直线

垂直于某一投影面而与另外两个投影面平行的直线称为投影面的垂直线。

(i) 铅垂线

垂直于 H 面的直线称为铅垂线,铅垂线同时平行于 V 面和 W 面。如图 1-20 所示,铅

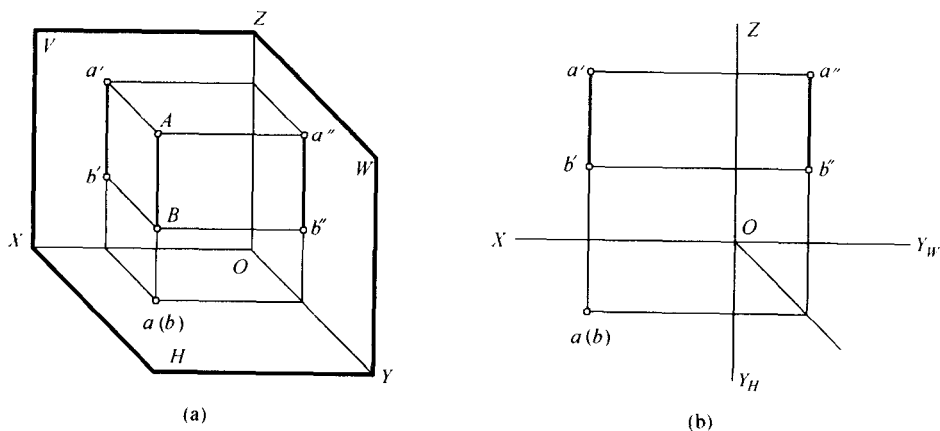


图 1-20 铅垂线

垂线 AB 在 H 面上的投影积聚为一点(积聚性);在 V 、 W 面上的投影反映实长并平行于 OZ 轴,即 $a'b' = AB$ 、 $a'b' \parallel OZ$ 、 $a''b'' = AB$ 、 $a''b'' \parallel OZ$ 。

(ii) 正垂线

垂直于 V 面的直线称为正垂线,正垂线同时平行于 H 面和 W 面。如图 1-21 所示,正垂线 AB 在 V 面上的投影积聚为一点(积聚性);在 H 、 W 面上的投影反映实长,即 $ab = AB$ 、 $a''b'' = AB$,且 $ab \parallel OY_H$ 、 $a''b'' \parallel OY_W$ 。

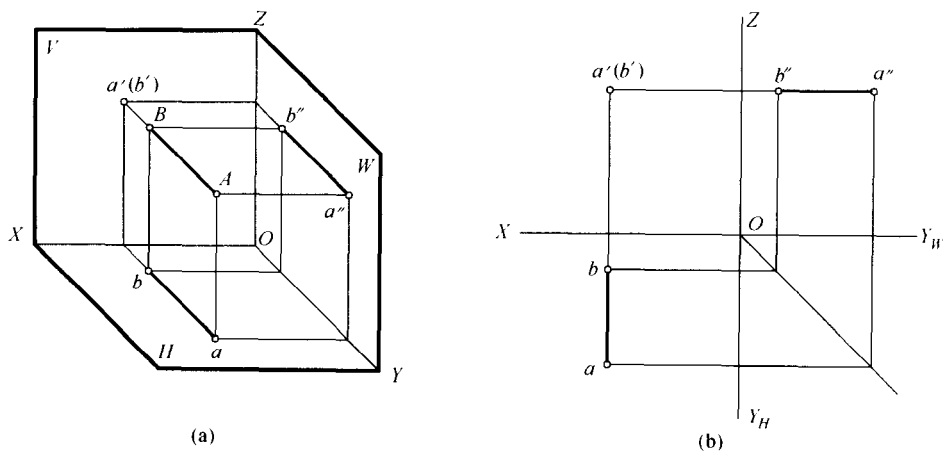


图 1-21 正垂线

(iii) 侧垂线

垂直于 W 面的直线称为侧垂线,侧垂线同时平行于 H 面和 V 面。如图 1-22 所示,侧垂线 AB 在 W 面的投影积聚为一点(积聚性);在 H 、 V 面上的投影反映实长并平行于 OX 轴,即 $ab = AB$ 、 $ab \parallel OX$ 、 $a'b' = AB$ 、 $a'b' \parallel OX$ 。

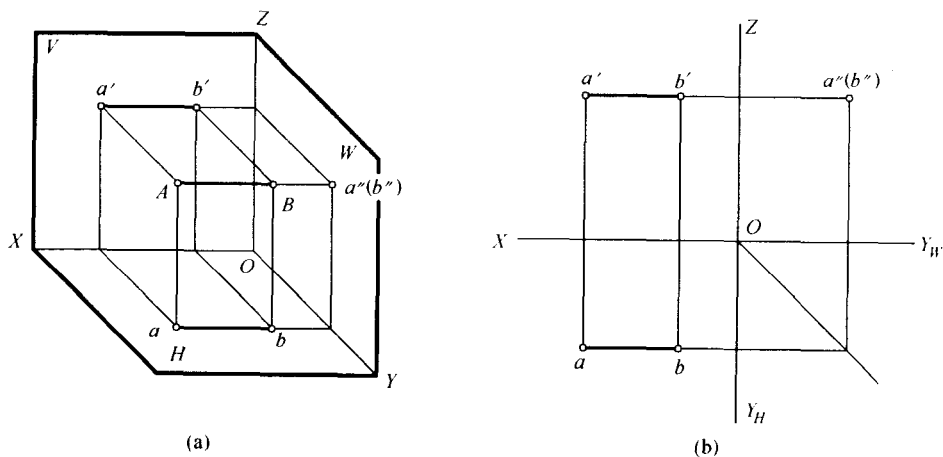


图 1-22 侧垂线

综上所述,投影面垂直线的投影特性可归纳为:在所垂直的投影面上的投影积聚为一

点,在另外两个投影面上的投影反映实长且分别平行于相应的投影轴。

(3)一般位置直线

与三个投影面都倾斜的直线称为一般位置直线。如图 1-23 所示,一般位置直线的投影特性为:直线的三个投影都不反映实长且长度缩短;投影与投影轴的夹角也不反映直线对投影面的实际倾角;直线的三个投影都倾斜于投影轴。

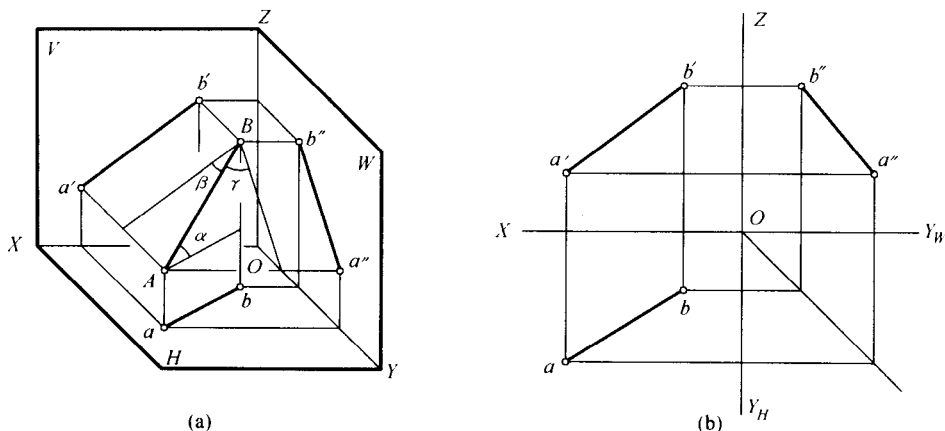


图 1-23 一般位置直线

1.1.3.3 直线上的点

(1)直线上的点及其投影规律

如图 1-24 所示,当点在直线上,点的投影必然同时满足从属性和定比性。

- ①点的投影必在直线的同名投影上(从属性);
- ②点分割线段的比投影后保持不变(定比性),即:

$$AK : KB = ak : kb = a'k' : k'b' = a''k'' : k''b''$$

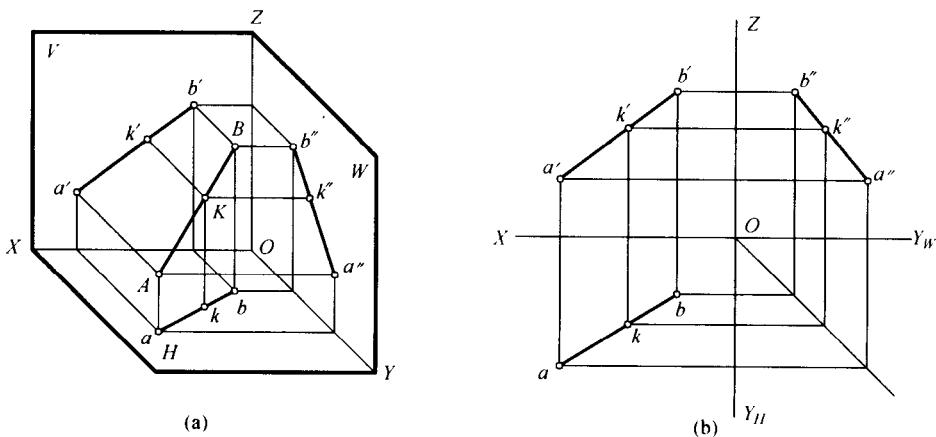


图 1-24 直线上的点

例 1-3 如图 1-25a 所示,已知点 K 在直线 AB 上,求点 K 的水平投影。