



主编:	李滨慧 王梅 付强
定价:	¥42元
印张:	13.75
书号:	978-7-5605-6479-1
出版社:	西安交通大学出版社

内 容 简 介

本书是根据教育部最新制定的《高职高专教育工程制图教学基本要求》，遵循“以必须、够用为度”和“强化应用、培养技能”的原则，以及编者在总结多年教学改革经验的基础上编写而成，将项目教学法引入机械制图教学实践，使学习者经过必要的任务学习、练习后，在教师的指导下，通过完成综合实践项目，达到培养应用型人才的目的。

全书共分8个项目，包括制图基本知识与技能、正投影的基本原理、基本体及轴测图、组合体、机件的表达方法、标准件与常用件、零件图、装配图等。与本书配套的《机械制图与识图习题集》同时出版。

本书理论与实践紧密结合，将专业知识和操作技能有机地融为一体，形成鲜明的特色。本书可作为高等、中等职业院校机械类、近机类专业的教材，亦可作为成人教育学院机械类、高等教育自学考试相关专业的教学用书，以及有关工程技术人员的参考用书。

目 录

绪论

项目1 制图的基本知识

- 任务1-1 绘图工具、仪器的使用方法
- 任务1-2 机械制图国家标准摘录
- 任务1-3 平面图形的画法

项目2 正投影的基本原理

- 任务2-1 投影法的基本知识
- 任务2-2 三视图的形成及其投影规律
- 任务2-3 点的投影
- 任务2-4 直线的投影
- 任务2-5 平面的投影

项目3 基本体及轴测图

- 任务3-1 基本体的投影及其表面取点
- 任务3-2 立体的表面交线
- 任务3-3 轴测图

项目4 组合体

- 任务4-1 组合体的组合形式
- 任务4-2 组合体三视图的画法
- 任务4-3 组合体视图的尺寸标注
- 任务4-4 组合体的看图方法

项目5 机件的表达方法

- 任务5-1 视图
- 任务5-2 剖视图
- 任务5-3 断面图
- 任务5-4 其他表达方法
- 任务5-5 表达方法综合举例

项目6 标准件与常用件

- 任务6-1 螺纹及螺纹紧固件
- 任务6-2 齿轮
- 任务6-3 键、销连接
- 任务6-4 滚动轴承
- 任务6-5 弹簧

项目7 零件图

- 任务7-1 零件图的作用和内容
- 任务7-2 零件图的视图选择
- 任务7-3 零件图的尺寸标注
- 任务7-4 零件图上的技术要求
- 任务7-5 零件常见的工艺结构
- 任务7-6 典型零件的分析
- 任务7-7 读零件图

项目8 装配图

- 任务8-1 装配图的作用和内容
- 任务8-2 装配图的表达方法
- 任务8-3 装配图的尺寸、技术要求、零件序号及明细栏
- 任务8-4 装配结构的合理性
- 任务8-5 装配图的画法
- 任务8-6 装配图的识读

附录

项目 2 正投影的基本原理

正投影图能准确表达物体的形状，作图方便，度量性好，所以在工程上得到广泛的应用。工程图样主要是用正投影法绘制的，因此，正投影法的基本原理是本课程的理论基础，也是本课程学习的核心内容。

【学习要点】

- 学习投影法的形成和种类及基本应用，掌握正投影的基本性质；
- 了解三视图的形成，掌握三视图的投影的对应关系；
- 掌握点、直线和平面的三面投影方法；
- 掌握各种位置直线和平面的投影特性；
- 掌握属于直线上点以及平面上点和直线的作图方法。

任务 2.1 投影法的基本知识

2.1.1 投影法的概念

空间物体在光线照射下，在地面或墙壁上会产生物体的影子，这种自然投影现象，经过科学总结，形成了各种投影法。

投影法：将投射线通过物体，向选定的面投射，并在该面上得到图形的方法称为投影法，如图 2-1 所示。

根据投影法所得到的图形称为投影（投影图）。投影法中，得到投影的面，称为投影面。

2.1.2 投影法的种类及应用

1. 中心投影法

如图 2-2 所示，投射线汇交一点的投影法，称为中心投影法。

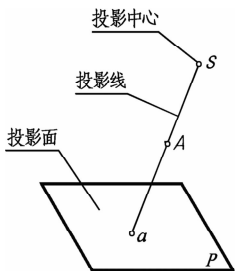


图 2-1 投影法的概念

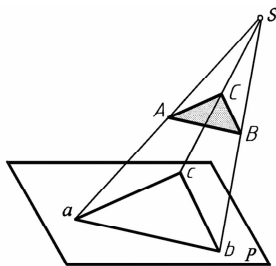


图 2-2 中心投影法

中心投影法所得投影的大小会随投射中心 S 距离空间对象的远近而变化，由此可知用中心投影不反映形体原来的真实大小。

2. 平行投影法

平行投影法可以看成是中心投影法的特殊情况,假设投射中心位于无限远处,此时的投射射线可以看成是互相平行的,这种投射射线相互平行的投影法,称为平行投影法。如图 2-3、图 2-4 所示。

在平行投影法中,因投射方向的不同又可分为两种:

(1) 斜投影法。投射射线与投影面相倾斜的平行投影法,称为斜投影法。根据斜投影法所得到的图形称为斜投影或斜投影图,如图 2-3 所示。

(2) 正投影法。投射射线与投影面相垂直的平行投影法,称为正投影法。根据正投影法所得到的图形,称为正投影或正投影图,如图 2-4 所示。

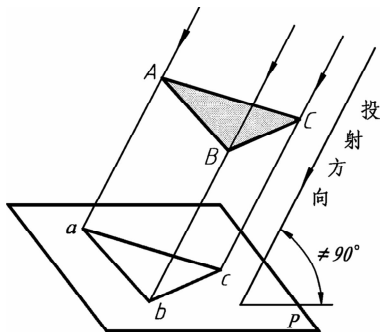


图 2-3 平行投影法—斜投影

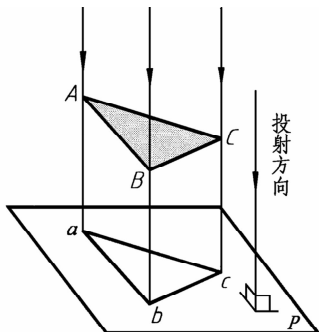


图 2-4 平行投影法—正投影

正投影法所得到的投影图能真实反映物体的形状和大小,度量性好,同时作图简单,是绘制机械图样主要采用的投影法。

平行投影中的正投影又有单面和多面之分。单面投影常用于画标高图和轴测图,多面投影用于画多面正投影图。

2.1.3 正投影的基本性质

作物体的正投影,实际上是作出该物体所有轮廓的投影,或作出该物体各表面的投影。因此,掌握直线和平面的正投影特性,对于绘制和阅读物体的正投影图是很重要的。

(1) 真实性。当直线或平面与投影面平行时,则直线的投影为实长,平面的投影为实形。这种投影性质叫真实性,如图 2-5 所示。

(2) 积聚性。当直线或平面与投影面垂直时,则直线的投影积聚为一点,平面的投影积聚为一条直线。这种性质叫积聚性,如图 2-6 所示。

(3) 类似性。当直线或平面与投影面倾斜时,则直线的投影小于直线的实长,平面的投影是小于平面实形的类似形。这种投影的性质叫类似性,如图 2-7 所示。

(4) 平行性。空间两平行直线的投影必定互相平行;空间平行且垂直于投影面的两平面,在该投影面的投影为具有积聚性的两平行直线,如图 2-8 所示。

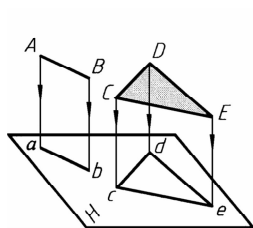


图 2-5 投影的真实性

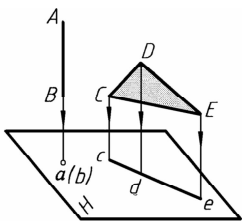


图 2-6 投影的积聚性

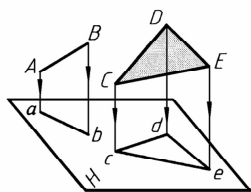


图 2-7 投影的类似性

(5) 从属性。点在直线上, 则点的投影必在该直线的同面投影上, 且分线段的比, 投影后保持不变 ($AK:KB=ak:kb$); 点或直线在平面上, 它们的投影必在该平面的同面投影上, 如图 2-9 所示。

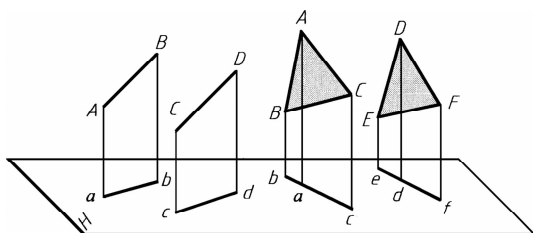


图 2-8 投影的平行性

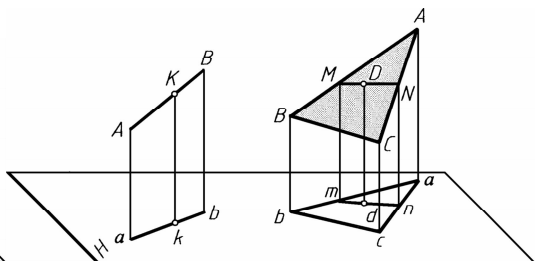


图 2-9 投影的从属性

任务 2.2 三视图的形成及其投影规律

2.2.1 三视图的形成

根据有关标准和规定, 用正投影法所绘制出的物体图形称为视图。如图 2-10 所示, 设一直立投影面, 把物体放在观察者与投影面之间, 将人的视线规定为平行投影线, 然后正对着物体看过去, 将所见物体的轮廓用正投影法绘制出来, 该图形称为视图。

一般情况下, 一个视图不能确定物体的形状。如图 2-11 所示, 三个不同形状的物体, 它们在投影面上的投影完全相同, 所以, 要反映物体的完整形状, 必须增加由不同投射方向所得到的几个视图, 互相补充, 才能将物体表达清楚。工程常用的是三面视图。

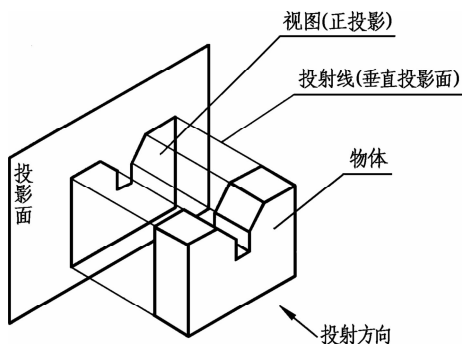


图 2-10 视图

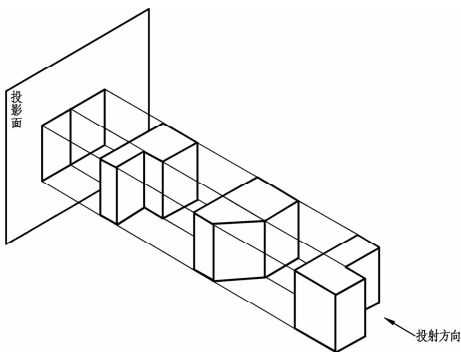


图 2-11 一个视图不能确定物体形状

如图 2-12 所示, 利用三个相互垂直的平面组成三面投影体系。

三个投影面分别是:

V 面: 正立的投影面—正面

H 面: 水平的投影面—水平面

W 面: 侧立的投影面—侧面

投影法中, 相互垂直的投影面之间的交线称为投影轴, 三投影轴分别是:

OX 轴: V 面与 H 面的交线, 代表长度方向;

OY 轴: H 面与 W 面的交线, 代表宽度方向;

OZ 轴: V 面与 W 面的交线, 代表高度方向;

原点 (O): 投影轴的交点。

把物体放在观察者与投影面之间, 按正投影法向各投影面投射, 即可分别得到正面投影、水平投影和侧面投影。

为了画图方便, 需将三个投影面展开到一个平面上。如图 2-13 (a) 所示, 规定正面不动, 将水平面绕 OX 轴向下旋转 90° , 侧面绕 OZ 轴向右旋转 90° , 就得到如图 2-13 (b) 所示同一平面上的三个视图。由于画图时不必画出投影面的边框线, 所以去掉边框就得到如图 2-13 (c) 所示的三视图。

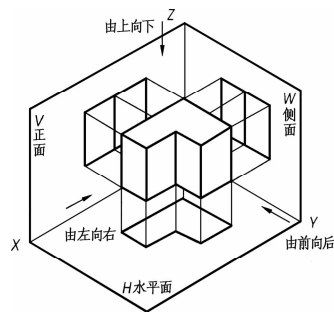


图 2-12 三面视图

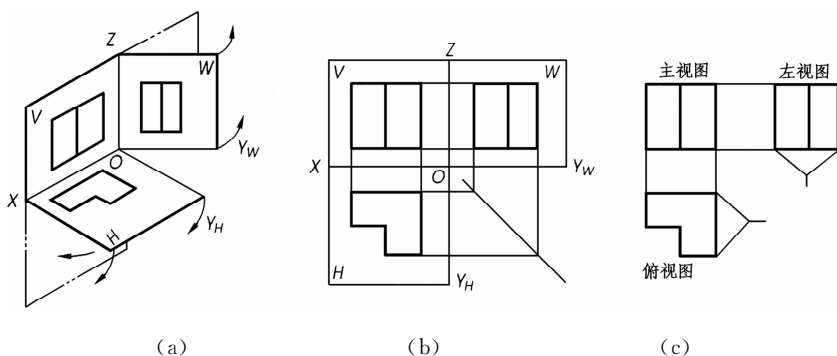


图 2-13 三面视图的形成

物体的正面投影称为主视图, 即由前向后投射所得的视图;

物体的水平投影称为俯视图, 即由上向下投射所得的视图;

物体的侧面投影称为左视图, 即由左向右投射所得的视图。

从三面视图的形成过程中可看出, 俯视图在主视图的下方, 左视图在主视图的右方。

2.2.2 三视图的对应关系

1. 三等关系

如图 2-14 (a) 所示, 物体有长、宽、高三个方向的尺寸。通常规定: 物体左右之间的距离为长 (X); 前后之间的距离为宽 (Y); 上下之间的距离为高 (Z)。

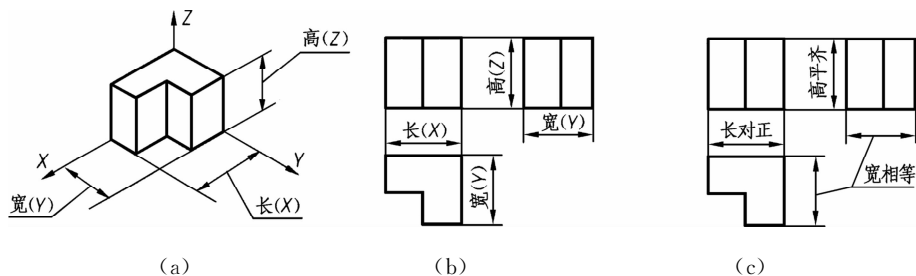


图 2-14 三视图的投影关系

从图 2-14 (b) 可看出, 一个视图只能反映两个方向的尺寸。主视图反映物体的长和高; 俯视图反映物体的长和宽; 左视图反映物体的宽和高。由此可归纳得出三视图之间的对应投影关系: 主、俯视图反映了物体左、右方向的同样长度 (等长); 主、左视图反映了物体上、下方向的同样高度 (等高); 俯、左视图反映了物体前、后方向的同样宽度 (等宽)。因而三视图之间的投影关系可以概括为 (见图 2-14 (c)):

- (1) 主、俯视图长对正;
- (2) 主、左视图高平齐;
- (3) 俯、左视图宽相等。

“长对正、高平齐、宽相等”的投影对应关系是三视图的重要特性, 也是画图和读图的依据。

2. 方位关系

如图 2-15 (a) 所示, 物体有上、下、左、右、前、后 6 个方位。如图 2-15 (b) 所示。

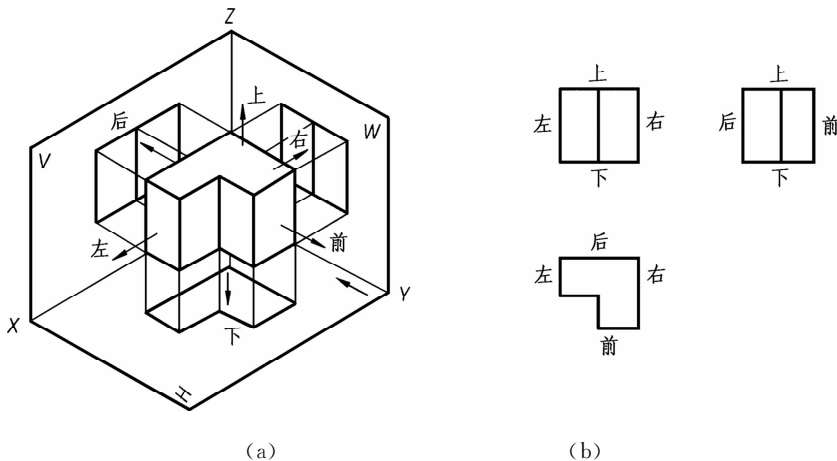


图 2-15 三面视图的方位关系

画图和读图时, 应特别注意俯视图与左视图之间的前、后对应关系。由于三个投影面在展开过程中, 水平面向下旋转, 原来的 OY 轴成为 OY_H , 即俯视图的下方实际上表示物体的前方, 俯视图的上方表示物体的后方; 当侧面向右旋转时, 原来的 OY 轴成为 OY_W , 即左视图的右方实际上表示物体的前方, 左视图的左方表示物体的后方。所以, 物体的俯、左视图不仅宽相等, 还应保持前、后位置的对应关系。

任务 2.3 点的投影

点是最基本的几何要素。为了迅速而正确地画出物体的三视图，必须掌握点的投影规律。

2.3.1 概述

当投影面和投影方向确定后，空间一点只有唯一的一个投影。在图 2-16 (a) 中，投影面 H 和投影方向 S 都已给定，这时，如果空间有一点 A ，则过此点只能做唯一的一条和 S 平行的投射射线，因而它和 H 面只有一个交点 a ，这就是点 A 在 H 面上的投影。

反过来说，根据点的一个投影，一般不能确定它所在的空间位置。在图 2-16 (b) 中，如果只知道某点在 H 面上的投影 b ，则过此点所作平行 S 的投射射线 bB ，其上任何一点 B ， B_1 ， B_2 ， B_3 的投影都与 b 点重合，因此，不能确切地知道点的空间位置。怎样才能根据点的投影来确定点的空间位置呢？如果点的投影不只一个，而是相关的一组，问题就解决了。因为在图样中常采用三投影面体系，如图 2-17 所示。

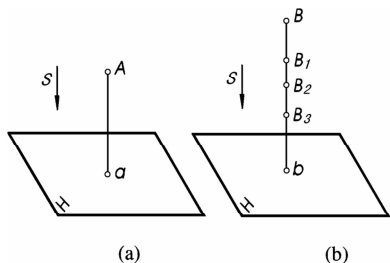


图 2-16 点的投影

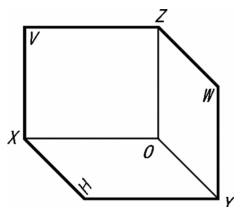
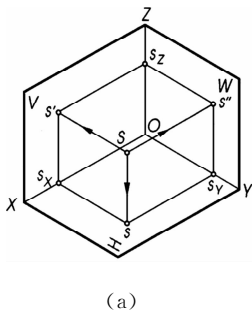


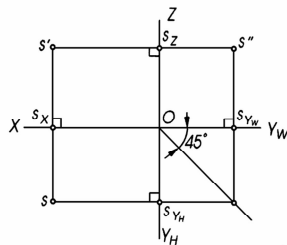
图 2-17 三投影面体系

2.3.2 点在三投影面体系中的投影

三面投影体系是由三个相互垂直的投影面构成的。图 2-18 (a) 表示空间点 S 在三投影面体系中，由点 S 分别向 H 、 V 、 W 面作垂线，则其垂足 s ， s' ， s'' 即为点 S 的三面投影图。投影面展开后，便得到点 S 的三面投影图，如图 2-18 (b) 所示。



(a)



(b)

图 2-18 点的三面投影

通过上述点的三面投影的形成过程，可总结出点的投影规律：

(1) 点的两面投影的连线，必定垂直于投影轴。即 $ss' \perp OX$ ， $ss'' \perp OZ$ ， $ss_{YH} \perp OY_H$ ， $s''s_{YW} \perp OY_W$ 。

(2) 点的投影到投影轴的距离, 等于空间点到相应投影面的距离。即“影轴距离等于点面距”: $s's_X = s''s_Y = S$ 点到 H 面的距离 S_s ; $ss_X = s''s_Z = S$ 点到 V 面的距离 Ss' ; $ss_Y = s's_Z = S$ 点到 W 面的距离 Ss'' 。

例 2-1 如图 2-19 (a) 已知点 A 的 V 面投影 a' 和 W 面投影 a'' , 求作 H 面投影 a 。

分析: 根据点的投影规律可知, $a'a \perp OX$, 过 a' 作 OX 轴的垂线 $a'a_X$, 所求 a 必在 $a'a_X$ 的延长线上。由 $aa_X = a''a_Z$, 可确定 a 在 $a'a_X$ 延长线上的位置。

作图:

(1) 过 a' 作 $a'a_X \perp OX$, 并延长, 如图 2-19 (b) 所示。

(2) 量取 $aa_X = a''a_Z$, 可求得 a , 也可利用 45° 辅助线作图, 如图 2-19 (c) 所示。

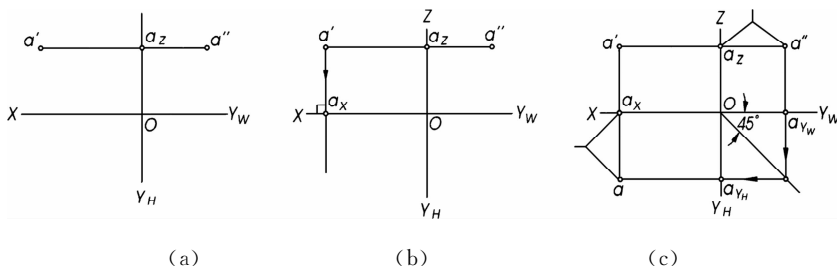


图 2-19 已知点的两投影求第三投影

2.3.3 点的三面投影与直角坐标

点的空间位置可以用直角坐标来表示, 如图 2-20 所示, 即把投影面当作坐标面, 投影轴当作坐标轴, O 即为坐标原点。则

A 点到 W 面的距离 X_A 为; $Aa'' = a'a_Z = aa_Y = a_XO = X$ 坐标;

A 点到 V 面的距离 Y_A 为; $Aa' = a''a_Z = aa_X = a_YO = Y$ 坐标;

A 点到 H 面的距离 Z_A 为; $Aa = a''a_Y = a'a_X = a_ZO = Z$ 坐标;

A 点的坐标书写形式为 $A(X, Y, Z)$ 。

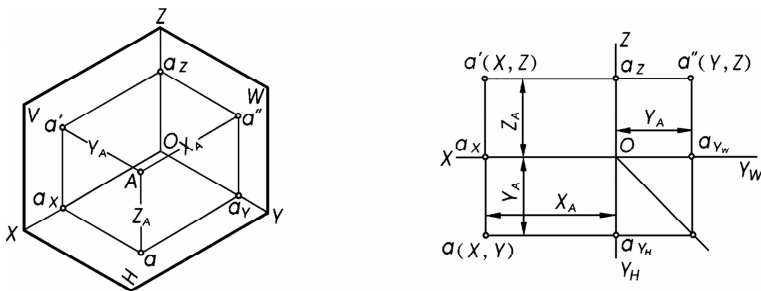


图 2-20 点的投影与坐标的关系

空间点的位置可由该点的坐标 (X, Y, Z) 确定。 A 点三投影的坐标分别为 $a(X, Y)$, $a'(X, Z)$, $a''(Y, Z)$ 。任一投影都包含了两个坐标, 所以一点的两个投影就包含了确定该点空间位置的三个坐标, 即确定了点的空间位置。

例 2-2 已知点 $B(12, 10, 15)$, 求作 B 点的三面投影。

分析：已知点的三个坐标，便可作出该点的两个投影，作出该点的另一个投影。

作图：

(1) 作投影轴 OX , OY , OZ ；在 OX 轴上量取 12，得 b_x ；过 b_x 作 OX 轴的垂线，如图 2-21 (a) 所示；

(2) 在 OZ 轴上从 O 点向上量取 15，定出 b_z ，过 b_z 作 OZ 轴的垂线，两条线的交点即为 b' ，如图 2-21 (b) 所示；

(3) 在 $b'b_x$ 的延长线上，从 b_x 向下量取 10 得 b ；利用 45° 辅助线，根据 b , b' 可求出第三投影 b'' 。如图 2-21 (c) 所示。

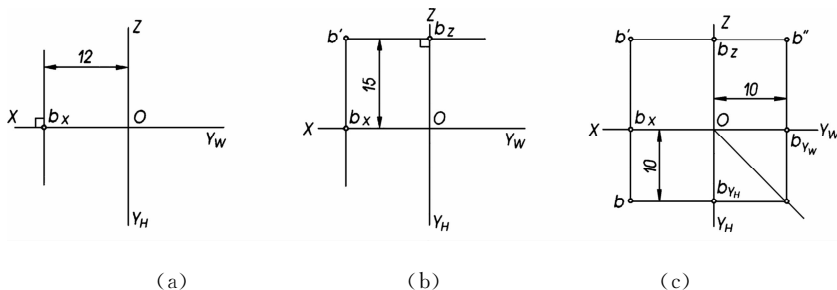


图 2-21 根据点的坐标作投影图

2.3.4 特殊位置点的投影

1. 在投影面上的点

由于它有一个坐标为 0，因此，它的三面投影中，必定有两个投影在投影轴上，另一个投影和其空间点本身重合。例如在 V 面上的点 A ，它的坐标 y 坐标为 0，所以，它的水平投影 a 在 OX 轴上，侧面投影 a'' 在 OZ 轴上，而正面投影 a' 在 V 面上与其空间点本身重合为一点，如图 2-22 (a) 所示。

2. 在投影轴上的点

由于它有两个坐标为 0，因此，它的三面投影中，必定有一个投影在原点上，另两个投影和其空间点本身重合。例如在 OZ 轴上的点 A ，它的坐标 x , y 坐标为 0，所以，它的水平投影 a 在原点，正面投影 a' 、侧面投影 a'' 在 OZ 轴上与其空间点本身重合为一点，如图 2-22 (b) 所示。

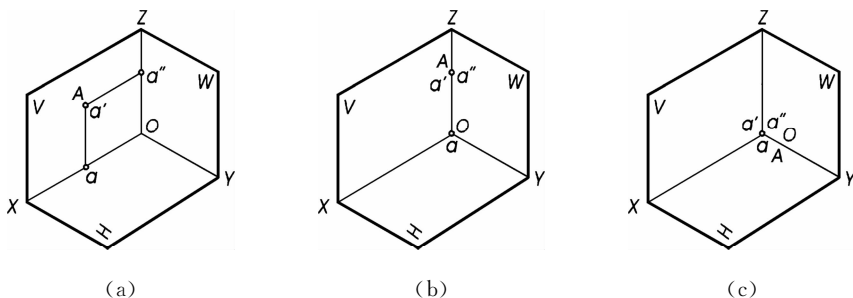


图 2-22 特殊位置点的投影

3. 在原点上的空间点

由于三个坐标都为 0, 因此, 它的三个投影必定都在原点上, 如图 2-22 (c) 所示。

2.3.5 两点的相对位置、重影点

1. 两点的相对位置

空间两点的相对位置由两点的坐标差来确定, 如图 2-23 所示。

左、右位置由 X 坐标差 ($X_A - X_B$) 确定。由于 $X_A > X_B$, 因此点 A 在点 B 的左方;

前、后位置由 Y 坐标差 ($Y_A - Y_B$) 确定。由于 $Y_A < Y_B$, 因此点 A 在点 B 的后方;

上、下位置由 Z 坐标差 ($Z_A - Z_B$) 确定。由于 $Z_A < Z_B$, 因此点 A 在点 B 的下方。故点 A 在点 B 的左、后、下方; 反之, 就是点 B 在点 A 的右、前、上方。

2. 重影点

当空间两点的某两个坐标相同时, 将处于某一投影面的同一条投影线上, 则在该投影面上的投影相重合, 称为对该投影面的重影点, 对不可见的点, 需加括号表示, 如图 2-24 所示。

重影点的可见性需根据这两个点不重影的坐标大小来判别。即:

(1) 两点的 V 面投影重合时, 需判别其在 H 面或 W 面投影, 则点在前 (Y 坐标值大) 者可见;

(2) 两点的 H 面投影重合时, 需判别其在 V 面或 W 面投影, 则点在上 (Z 坐标值大) 者可见;

(3) 两点的 W 面投影重合时, 需判别其在 V 面或 H 面投影, 则点在左 (X 坐标值大) 者可见。

在图 2-24 中, B 点 Z 坐标大于 A 点 Z 坐标, 所以在水平投影图中, b 点可见, a 点不可见。

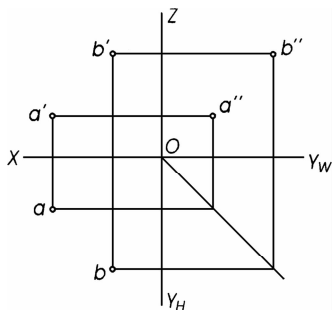


图 2-23 两点的相对位置

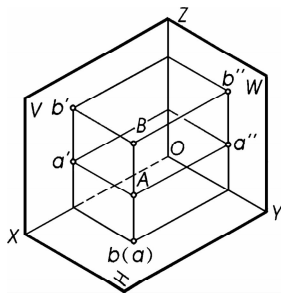
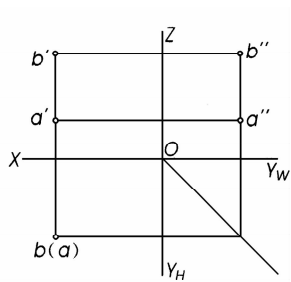


图 2-24 重影点



任务 2.4 直线的投影

2.4.1 直线的三面投影

直线的三面投影, 可由直线上的两点的同面投影连线来确定, 如图 2-25 (a) 所示。若已知直线 AB 两端点的坐标, 作直线 AB 的三面投影时, 只要先求出 A, B 两点的三面投影 (见图 2-25 (b)), 然后用粗实线分别连接 A, B 两点的同面投影 $ab, a'b', a''b''$, 即为

直线 AB 的三面投影, 如图 2-25 (c) 所示。

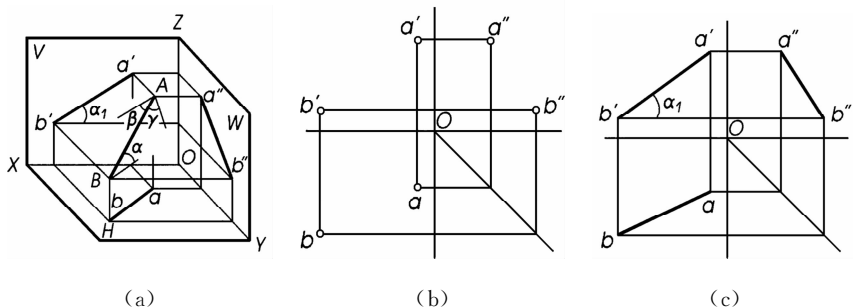


图 2-25 直线的三面投影

2.4.2 各种位置直线的投影特性

空间直线在三投影面体系中, 对投影面的相对位置有三类: 即一般位置直线; 投影面平行线; 投影面垂直线。后两类又称特殊位置直线。

1. 一般位置直线

对三个投影面都倾斜的直线, 称为一般位置直线 (见图 2-28)。其投影特性:

- (1) 一般位置直线的各面投影都与投影轴倾斜。
- (2) 一般位置直线的各面投影长度都小于实长。

2. 特殊位置直线

(1) 投影面平行线。平行于某一个投影面而倾斜于另两个投影面的直线。投影面平行线有三种:

水平线——平行于水平投影面 (H 面) 而与另外两个投影面倾斜的直线。

正平线——平行于正立投影面 (V 面) 而与另外两个投影面倾斜的直线。

侧平线——平行于侧立投影面 (W 面) 而与另外两个投影面倾斜的直线。

表 2-1 列出了它们的实例图、轴测图、正投影图和投影特性。

投影面平行线的投影特性可归纳如下:

- ①在所平行的投影面上的投影反映实长;
- ②其他两面投影平行于相应的投影轴;
- ③反映实长的投影与投影轴所夹的角等于空间直线对相应投影面的倾角。

表 2-1 投影面平行线的投影特性

名称	实例图	轴测图	正投影图	投影特性
水平线				1. 水平投影 $ab=AB$; 2. 正面投影 $a'b'//OX$, 侧面投影 $a''b''//OY_W$, 都不反映实长; 3. ab 与 OX 和 OY_H 的夹角 β, γ 等于 AB 对 V, W 面的倾角

名称	实例图	轴测图	正投影图	投影特性
正平线				1. 正面投影 $c'd' = CD$; 2. 水平投影 $cd // OX$, 侧面投影 $c''d'' // OZ$, 都不反映实长; 3. $c'd'$ 与 OX 和 OZ 的夹角 α, γ 等于 CD 对 H, W 面的倾角
侧平线				1. 侧面投影 $e''f'' = EF$; 2. 水平投影 $ef // OY_H$, 正面投影 $e'f' // OZ$, 都不反映实长; 3. $e''f''$ 与 OY_W 和 OZ 的夹角 α, β 等于 EF 对 H, W 面的倾角

(2) 投影面的垂直线。垂直于某一投影面的直线。投影面垂直线有三种：

铅垂线——垂直于水平投影面（ H 面）的直线。

正垂线——垂直于正立投影面（ V 面）的直线。

侧垂线——垂直于侧立投影面（ W 面）的直线。

表 2-2 列出了它们的实例图、轴测图、正投影图和投影特性。

投影面垂直线的投影特性可归纳如下：

- ①在所垂直的投影面上的投影有积聚性；
- ②其他两面投影反映实长，且垂直于相应的投影轴。

表 2-2 投影面垂直线的投影特性

名称	实例图	轴测图	正投影图	投影特性
铅垂线				1. 水平投影 $a(b)$ 成一点，有积聚性； 2. $a'b' = a''b'' = AB$ 且 $a'b' \perp OX$, $a''b'' \perp OY_W$
正垂线				1. 正面投影 $c'(d')$ 成一点，有积聚性； 2. $cd = c''d'' = CD$, 且 $cd \perp OX$, $c''d'' \perp OZ$
侧垂线				1. 侧面投影 $e''(f'')$ 成一点，有积聚性； 2. $ef = e'f' = EF$, 且 $ef \perp OY_H$, $e'f' \perp OZ$

2.4.3 直线上点的投影

1. 直线上的点

直线上的点，其投影必在该直线的同面投影上，且符合点的投影规律，如图 2-26 所示。点 C 在直线 AB 上，则点 C 的三面投影 c, c', c'' 必定分别在直线 AB 的同面投影 $ab, a'b', a''b''$ 上，且符合点的投影规律。

注意：如果一点的三面投影中，有一面投影不属于直线的同面投影，则该点必不属于该直线。

2. 点分线段成定比

点分线段之比等于其各同面投影之比（见图 2-26）。点 C 把直线 AB 分成 AC 和 CB 两段，两线段与其投影有下列关系：

$$AC:CB=ac:cb=a'c':c'b'=a''c'':c''b''$$

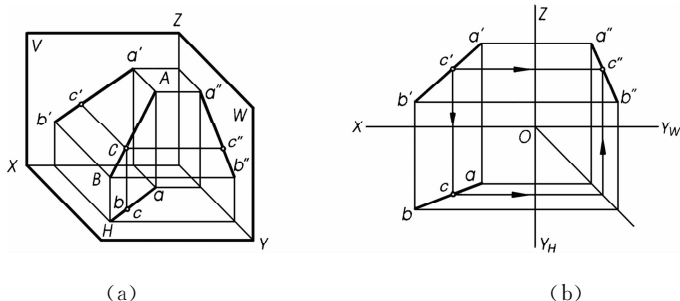


图 2-26 直线上点的投影

例 2-3 已知直线 EF 的 V, H 两面投影以及线上一点 K 的 V 面投影 k' ，求作点 K 的 H 面投影 k ，如图 2-27 所示。

分析：在直线的 V, H 投影上不能由直线上的点的一个投影求作另一个投影，可作出直线的 W 面投影或应用定比性质作图。

(1) 作出 EF 的 W 面投影 $e''f''$ ，由 k' 作出 k'' ，再由 k'' 作出 k ，如图 2-27 (a) 所示。

(2) 过 e 任作一直线，使 $ek_1=e'k'$ ， $k_1f_1=k'f'$ 。连接 f_1f ，并过 k_1 作 f_1f 的平行线，交 ef 与 k ，即为所求，如图 2-27 (b) 所示。

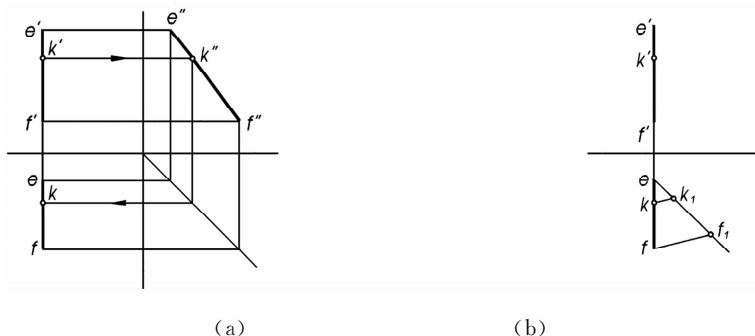


图 2-27 求作直线上点的投影

2.4.4 两直线的相对位置

空间两直线的相对位置有平行、相交、交叉三种情况，它们的投影特性分述如下。

1. 平行两直线

空间相互平行的两直线，它们的各组同面投影也一定相互平行（见图 2-28）。 $AB \parallel CD$ ，则 $ab \parallel cd$ ， $a'b' \parallel c'd'$ ， $a''b'' \parallel c''d''$ 。反之，如果两直线的各组同面投影都相互平行，则可判定它们在空间也一定相互平行。

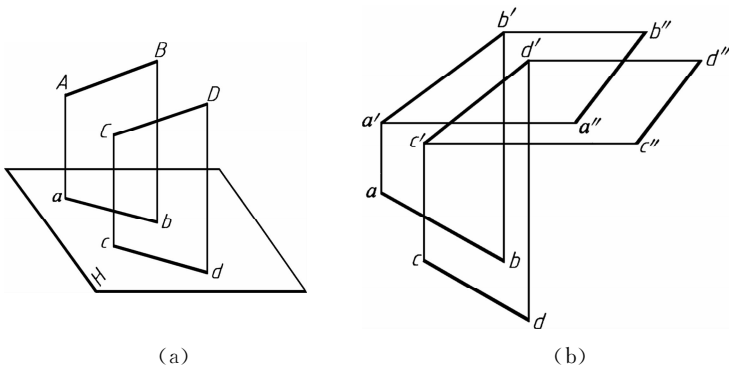


图 2-28 平行两直线的投影

2. 相交两直线

空间两直线 AB ， CD 相交于点 K ，则交点 K 是两条直线的共有点（见图 2-29）。因此，点 K 的 H 面投影 k 必在 ab 上，又必在 cd 上，故点 k 必为 ab 和 cd 的交点。同理，点 K 的 V ， W 面投影 k' ， k'' ，必为 $a'b'$ 和 $c'd'$ 及 $a''b''$ 和 $c''d''$ 的交点。同时，点 K 是空间的一个点，它的三投影 k ， k' ， k'' 必然符合点的投影规律。

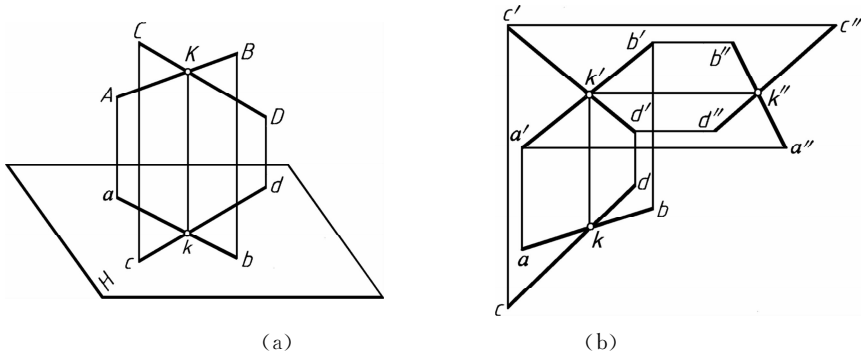


图 2-29 相交两直线的投影

3. 交叉两直线

在空间既不平行也不相交的两直线，叫交叉两直线（见图 2-30）。因此，它们的三面投影不具有平行或相交两直线的投影特性。

因 AB ， CD 不平行，所以它们的各组同面投影不会都平行（可能有一两组平行）；又因 AB ， CD 不相交，所以各组同面投影交点的连线不会垂直于相应的投影轴，即不符合点的

投影规律。

反之，如果两直线的投影不符合平行或相交两直线的投影规律，均可判定为空间交叉两直线。

那么，它们的交点又有什么意义呢？实际上是 AB 和 CD 上一对重影点在 H 面的投影。对重影应区分其可见性，即根据重影的两点对同一投影面坐标值大小来判断，坐标值大者为可见，小者为不可见。对于 H 面上的重影点Ⅲ，Ⅳ，由于 $Z_{\text{Ⅲ}} > Z_{\text{Ⅳ}}$ ，Ⅲ可见而Ⅳ不可见，故 H 面投影为 3(4)。

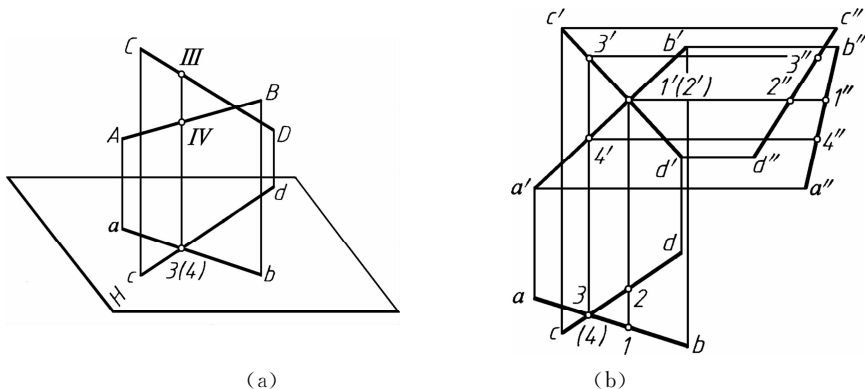


图 2-30 交叉两直线的投影

任务 2.5 平面的投影

2.5.1 平面的表示法

由几何学可知，不在同一直线上的三点可确定一个平面。从这个公理出发，在投影图上可以用下列任何一组几何元素的投影来表示平面的投影（见图 2-31）。

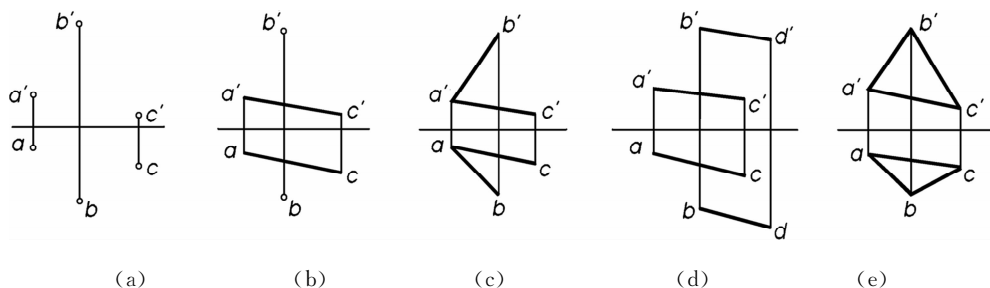


图 2-31 平面的表示法

- (a) 不在同一直线上的三点； (b) 一直线和线外一点；
(c) 相交两直线； (d) 平行两直线； (e) 任意平面图形

以上五种表示平面的方式，是可以互相转换的，对同一个平面来说，无论采用哪一种方式表示，它所确定的平面是唯一的。

2.5.2 平面的投影过程

平面图形的边和顶点是由一些线段（直线段或曲线段）及其交点组成的。由此，这些线段集合，就表示了该平面图形的投影。作图时先画出各顶点的投影，然后将各点同面投影依次连接，即为平面的投影，如图 2-32 所示。

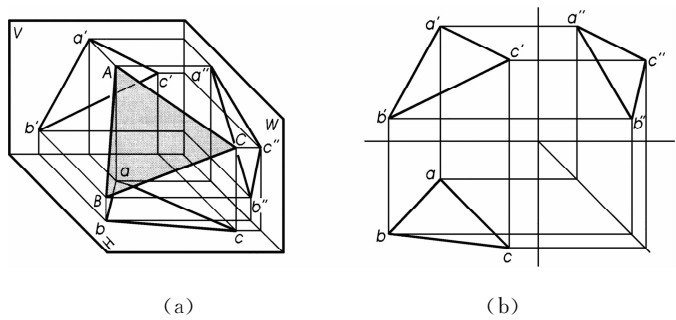


图 2-32 平面图形的投影

2.5.3 各种位置平面的投影特性

平面在三投影面体系中，按其相对投影面的位置可分为三类：一般位置平面、投影面平行面、投影面垂直面，后两类又称特殊位置平面。

1. 一般位置平面

与三个投影面都倾斜的平面，称为一般位置平面（见图 2-32）。

图 2-32（a）中， $\triangle ABC$ 为一般位置平面。由于 $\triangle ABC$ 对三个投影面都倾斜，所以各投影仍然是三角形，但都不反映实形，而是原平面的类似形，如图 2-32（b）所示。

2. 特殊位置平面

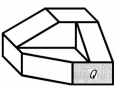
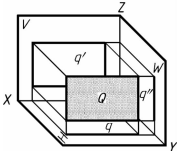
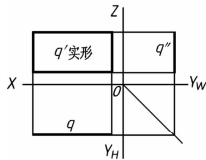
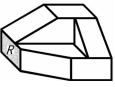
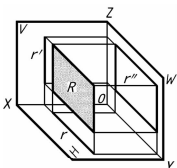
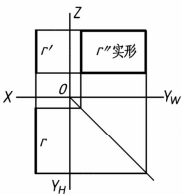
（1）投影面平行面 平行于某一投影面的平面，称为该投影面的平行面。投影面平行面有三种：

- 1) 水平面——平行于水平投影面（ H 面）的平面。
- 2) 正平面——平行于正立投影面（ V 面）的平面。
- 3) 侧平面——平行于侧立投影面（ W 面）的平面。

表 2-3 列出了它们的实例图、轴测图、正投影图和投影特性。

表 2-3 投影面平行面的投影特性

名称	实例图	轴测图	正投影图	投影特性
水平面				1. 水平投影反映实形； 2. 正面投影为有积聚性的直线段，且平行于 OX 轴； 3. 侧面投影为有积聚性的直线段，且平行于 OY_W 轴

名称	实例图	轴测图	正投影图	投影特性
正平面				1. 正面投影反映实形； 2. 水平投影为有积聚性的直线段，且平行于 OX 轴； 3. 侧面投影为有积聚性的直线段，且平行于 OZ 轴
侧平面				1. 侧面投影反映实形； 2. 水平投影为有积聚性的直线段，且平行于 OY_H 轴； 3. 正面投影为有积聚性的直线段，且平行于 OZ 轴

投影面平行面的投影特性可归纳如下：①在所平行的投影面上的投影反映实形；②其他两面投影为积聚性的直线段，且平行于相应的投影轴。

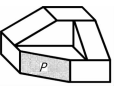
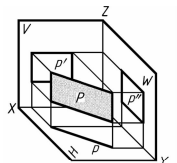
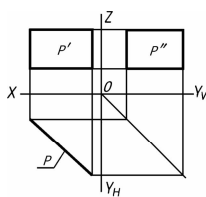
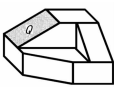
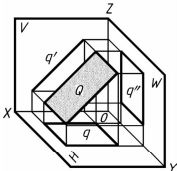
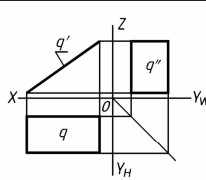
(2) 投影面垂直面 垂直于一个投影面而对其他两个投影面都倾斜的平面，称为该投影面的垂直面。投影面垂直面有三种：

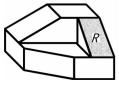
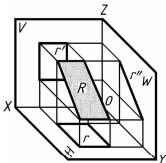
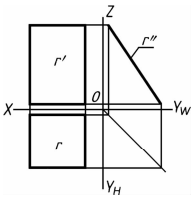
- 1) 铅垂面——垂直于水平投影面 (H 面) 且倾斜于另两投影面的平面。
- 2) 正垂面——垂直于正立投影面 (V 面) 且倾斜于另两投影面的平面。
- 3) 侧垂面——垂直于侧立投影面 (W 面) 且倾斜于另两投影面的平面。

表 2-4 列出了它们的实例图、轴测图、正投影图和投影特性。

投影面垂直面的投影特性可归纳如下：①在所垂直的投影面上的投影为有积聚性的直线段；②其他两面投影为原形的类似形。

表 2-4 投影面垂直面的投影特性

名称	实例图	轴测图	正投影图	投影特性
铅垂面				1. 水平投影为有积聚性的直线段； 2. 正面投影和侧面投影为原形的类似形
正垂面				1. 正面投影为有积聚性的直线段； 2. 水平投影和侧面投影为原形的类似形

名称	实例图	轴测图	正投影图	投影特性
侧垂面				1. 侧面投影为有积聚性的直线段； 2. 正面投影和水平投影为原形的类似形

2.5.4 平面上的直线和点

1. 平面上的直线

直线在平面上的几何条件是：

- (1) 一直线经过属于平面的两点，如图 2-33 (a) 所示。
- (2) 一直线经过属于平面上的一点，且平行于属于该平面的另一直线，如图 2-33 (b) 所示。

例 2-4 已知平面的投影，试作出属于该平面的任一直线，如图 2-33 所示。

作法 1：根据“一直线经过属于该平面的两点”的条件作图，如图 2-33 (a) 所示。

任取属于直线 AB 上的一点 M ，它的投影分别为 m 和 m' ；再取属于直线 BC 上的一点 N ，它的投影分别为 n 和 n' 。连接两点的同面投影。由于 M, N 皆属于平面，所以 mn 和 $m'n'$ 所表示的直线 MN 必属于 $\triangle ABC$ 平面。

作法 2：根据“一直线经过属于该平面上的一点，且平行于属于该平面的另一直线”的条件作图，如图 2-33 (b) 所示。

经过属于平面的任一点 $M(m, m')$ ，作直线 $MN(mn, m'n')$ 平行于已知直线 $EF(ef, e'f')$ ，则直线 MN 必属于 DE 线和 EF 线组成的平面。

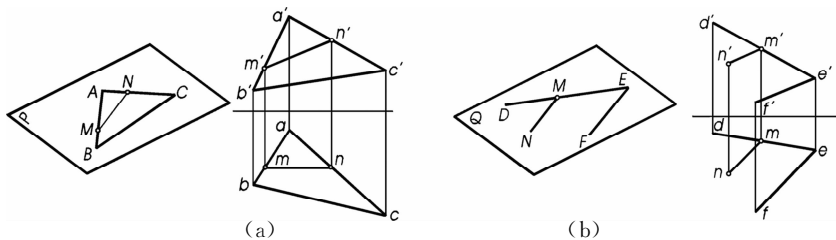


图 2-33 取属于平面的直线

2. 平面上的点

点在平面上的几何条件：若点在平面内的任一直线上，则此点一定在该平面上。因此，在取属于平面的点时，首先应取属于平面上的直线，再取属于该线上的点。

例 2-5 已知属于 $\triangle ABC$ 平面上点 K 的正面投影 k' ，试作其水平投影，如图 2-34 (a) 所示。

分析：在平面上求作点的投影，必须先在线上作辅助直线，然后在辅助直线上求作点的投影。

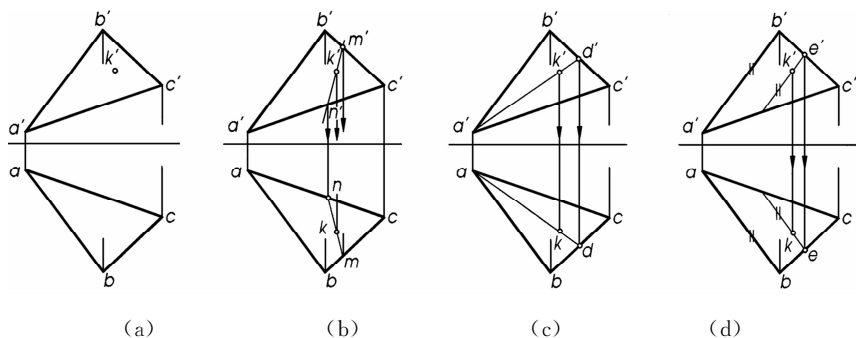


图 2-34 平面上点的投影

作图：

(1) 过 k' 在 $\triangle a'b'c'$ 上任作辅助直线 $m'n'$ ，再按点的投影规律，求得辅助直线的水平投影 mn ，由 k' 作 OX 轴的垂线，与 mn 相交得点 k ，如图 2-34 (b) 所示。

(2) 为了便于作图，辅助直线也可通过平面上已知点，如图 2-34 (c) 过点 K 的辅助直线 AD ($a'd'$, ad)；或过点 k 作平行于平面上已知直线 AB 的辅助直线 EK ($e'k' // a'b'$, $ek // ab$) 如图 2-34 (d) 再由 k' 求作 k 。

3. 特殊位置平面上点的投影

投影面平行面或投影面垂直面，在它们所垂直的投影面上的投影积聚为一条直线，所以，该投影面上的点和直线的投影必在具有积聚性的投影上。由此可判断如图 2-35 (a) 所示中的点 k 在矩形平面内。

同理，若已知特殊位置平面上的点的一个投影也可直接求得其余投影。如图 2-35 (b) 所示，已知 $\triangle ABC$ 上点 M 的正面投影 m' ，可利用有积聚性的水平投影求得 m ，再由 m' 和 m 求得 m'' 。

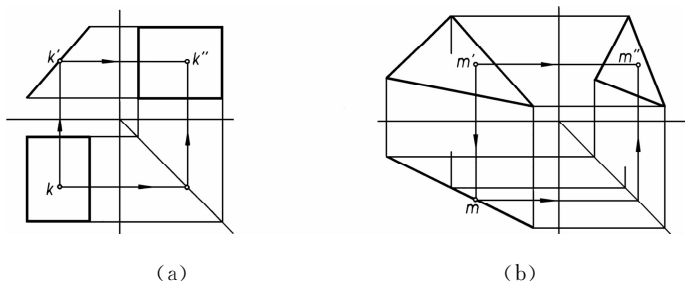


图 2-35 特殊位置平面上点的投影

4. 平面上的投影面平行线

凡在平面上且平行于某一投影面的直线，称为平面上的投影面平行线。平面上投影面平行线，不仅符合平面上直线的几何条件，而且具有投影面平行线的投影特性。

同一平面上可作无数条投影面平行线，且同面投影相互平行。如图 2-36 (a) 所示是过点 A 在 $\triangle ABC$ 上作一正平线，即过 a 作 $am // OX$ ，交 bc 于 m ，由 m 在 $b'c'$ 上作出 m' ，连

$a'm'$, 则 AM 即所求的正平线。如图 2-36 (b) 所示是在 $\triangle ABC$ 上作一水平线 MN , 使 MN 离 H 面的距离为定值 L , 即在 V 面上, 距离 OX 轴为 L 处作 $m'n' \parallel OX$, 交 $a'b'$, $b'c'$ 于 m' , n' , 由 m' , n' 求出 m , n , 则 MN 即为所求的水平线。

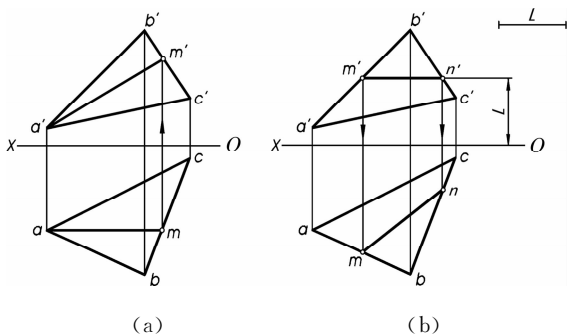


图 2-36 投影面平行线

思考题

1. 什么是正投影法?
2. 三面投影图是怎样形成的? 视图间的对应关系如何? 反映物体的方位关系如何?
3. 在三投影面体系中, 点的投影规律是什么?
4. 试述正平线、侧垂线的投影特性。
5. 试述两直线的相对位置及其投影特性。
6. 试述投影面垂直面、投影面平行面的投影特性。
7. 直线在平面上的几何条件是什么?
8. 点在平面内的几何条件是什么? 求作其投影的基本作图步骤如何?