



高等教育“十二五”规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

画法几何及土建工程制图

(第二版)

西北农林科技大学 蒋允静 主编

Higher Education



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

普通高等教育“十二五”规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

画法几何及土建工程制图

(第二版)

西北农林科技大学 蒋允静 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书以土建工程为对象,首先对常用的投影(正投影、轴测投影、标高投影和阴影透视)原理作了全面讲解,然后按不同专业的需要,结合工程实例,分别对水利水电、房屋建筑、给水排水工程的图示特点和读图方法作了详细讲述。

本书可作为高等工科院校水利水电、水土保持、工业与民用建筑、给水排水、阴影透视等土建类专业的教材,亦可供函授大学、电视大学、职工大学等有关专业选用,还可作为有关工程技术人员的参考书。本书有与之配套的《画法几何及土建工程制图习题集》,可供选用。

图书在版编目(CIP)数据

画法几何及土建工程制图 / 蒋允静主编. -- 2版

-- 北京:中国水利水电出版社,2012.7

普通高等教育“十二五”规划教材 普通高等教育“
十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-5084-9968-0

I. ①画… II. ①蒋… III. ①画法几何—高等学校—
教材②建筑制图—高等学校—教材 IV. ①TU204

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第155405号

书 名	普通高等教育“十二五”规划教材 普通高等教育“十一五”国家级规划教材 画法几何及土建工程制图 (第二版)
作 者	西北农林科技大学 蒋允静 主编
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市北中印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 22.25印张 528千字
版 次	2008年3月第1版 2008年3月第1次印刷 2012年7月第2版 2012年7月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	39.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

第二版前言

今年5月,中国水利水电出版社根据市场反馈信息,建议将本教材再版并列为《普通高等教育“十二五”规划教材》,因此,编者对原“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材《画法几何及土建工程制图》(第一版)”作了较细致的修订。

近20年来,本教材始终坚守面向土建类多个不同专业且便于有关技术人员自学的目标,历经多次修订,其整体框架现已成熟,没有变动。第二版的修订工作主要在如下三个方面:

(1) 按现行水利、房建的行业规范补充了少量内容,例如,给水排水(第十九章)中的设备及符号。

(2) 纠正了工程实例图中线型不规范、标注不清晰甚或有误之处。

(3) 调整了多处图文的编排,特别是工程实例中插图的位置,以方便读者的阅读。

本书的着力点是理论紧密联系实际。随着计算机绘图的蓬勃发展,技法日臻完美,但对本科生培养而言,编者认为各种投影的基本理论和图示要求仍不应放松。做到“知其然,亦知其所以然”,对计算机技术的应用,必更得心应手。

再版的修订工作细碎繁杂,且难以分工协作,均由主编一人承担;虽耗时半年,不当之处,仍恐难免,欢迎读者批评指正。

编者

2011年11月

新一版前言

20 世纪 80 年代后, 随着改革开放的推进, 拓宽办学与专业面的大方向势在必行。1987 年秋, 西北农林科技大学制图课组在所编《画法几何》(1988 年) 和《土建工程制图》(1994 年) 讲义的基础上, 增加了阴影与透视作图的内容, 1996 年 3 月由陕西科技出版社出版了国内第一本水利、土木两类专业共用的《画法几何及土建工程制图》教材。此后随着工程制图国家与行业规范的修编, 该教材又于 2001 年、2003 年, 两度修订再版。

20 年以来的教学实践表明, 以水利、房建为主的土建类专业采用同一本制图教材, 讲授内容由教师根据专业要求决定取舍, 这一教材改革是成功的, 能有效地提高教学效率, 有利于拓宽师生的专业技能。目前, 除西北农林科技大学及山东农业大学、甘肃农业大学的水利与房建各专业使用该教材外, 还被园林等一些涉及建筑阴影与透视的专业选用。

2006 年本教材核准列入普通高等教育“十一五”国家级规划, 编者结合“适当压缩学时”的教改新精神, 对 2003 年版再次作了全面的整理与修订, 主要包括:

(1) 精减第四章(投影变换)内容, 仅围绕 4 个基本作图(线面的一次变换)讲述。

(2) 新列第六章(立体), 集中平面立体与回转体的内容, 减少重复、降低难度。

(3) 取消原第八章(轴测投影)中常用轴测坐标系的讨论。

(4) 撤销原第十三章, 重组建筑形体表达的内容, 列为新第十四章(组合体)、第十五章(建筑形体的图示方法), 使之更加符合循序渐进的认知规律。

(5) 重编原第十四章(水利工程图), 新列第十六章(水工图)。撤换阅读实例 2, 并将该例的水闸结构图作为学生抄绘工程图的作业, 使教材与习题集紧密配合, 减少重复学时。

此外，还添加了第三角投影简介（第一章）及画法几何各章的复习思考题；更新了部分图例；并采用微机绘制了书中全部图样。

修订后的新版，全书共十九章，由蒋允静教授任主编，裴金萍、贾生海、颜锦秀副教授任副主编，蒲亚锋、王志刚参编。具体分工如下：西北农林科技大学蒋允静（第四、五、七、十一、十二、十五、十六、十七章）、裴金萍（第二、六、十四、十八章）、蒲亚锋（第三章）、王志刚（第十九章）；甘肃农业大学贾生海（第一、十、十三章）、山东农业大学颜锦秀（第八、九章）。

本教材自1996年的初版到这次的新一版，一直得到西北农林科技大学沙际德教授的指导与支持，审定了全书的图文。在此，对沙教授长期以来所付出的辛勤劳动表示衷心感谢。

因时间、人力、水平所限，书中难免有不当之处，热忱欢迎读者批评指正。

编 者

2007年9月

第一版前言

工程建设中，图纸是反映设计思想、指导施工作业最主要的工具。因此，它被誉“工程技术界的语言”，而且是一种国际通用语言。

本书包括画法几何与专业制图两大部分。该课程是一门技术基础课，学习时将会遇到的困难，在于缺乏空间概念。培养和发展同学的空间想象与构思能力，是本课程的一个重要任务。实践证明，良好的空间能力，对于工科大学生理论学习与实践设计都十分必要。而且，今后要成为一个优秀的工程技术人员，这种能力也是绝不可缺少的。

画法几何的主要内容是研究空间形体在平面上的投影规律，它是工程制图的理论基础，包括图示与图解两方面的技能训练：图示法——空间几何元素（点、线、面、体）在平面上的表示法；图解法——用平面作图方法解决空间几何问题。学习时，应特别注意空间几何关系的分析及空间形体与平面图形之间的联系，努力掌握“从空间形体到平面图形，再由平面图形想象空间形体”的方法，对于投影规律切不可死记硬背，必须充分理解后，再作记忆。画法几何虽以初等几何原理来研究问题，但要学好它并不容易，有所谓“课文易懂，习题难作”的特点。学习本门课程，不能只停留在阅读教材上，投影作图的能力和绘图技巧，只有通过大量的练习才能获得。由于学时的限制，练习的机会不可能很多，所以，我们应珍惜每一次练习的机会，严格要求自己，独立完成作业，并培养作图准确和图面整洁的好习惯。

工程制图的任务是运用投影知识，阅读和想象建筑形体；学习如何根据制图的“语言”把设计者所想象的形体在图纸上准确、清晰的表达出来。鉴于图示建筑形体还必须有一些专业常识，所以，本书在编写时也适当注意了这个问题。工程图样是评价工程方案、估算工程材料用量以及建筑物施工的依据，无论是方案的规划图、设计图或施工图，都必须按相应的技术要求，把应该反映的内容交代清楚；图纸上的疏忽和遗漏都可能使工程受到麻烦与损失。所以每位同学都应利用本课程的学习机会，及早培养自己一丝不苟，

力求规范、严谨、负责、不怕麻烦的良好素质。

本书是为土建类各专业编写的。全书共分 18 章，由于各专业知识略有差异，故具体讲授内容，可由任课教师根据教学大纲和学时取舍。

本书由蒋允静同志主编、沙际德同志主审，参加编写的还有裴金萍（第 5、12、16 章和第 17 章的给排水部分）、李茶青（第 7、8、9 章）、辛全才（第 18 章）、王庆玺（第 17 章的电气设备）。另外，在编写过程中还得到席丁民、张新平、辛仲强、牛文全和王海燕等同志的大力协助，在此表示深切的感谢。

编 者

1996 年 3 月

目 录

第二版前言

新一版前言

第一版前言

第一章 投影的基本知识	1
第一节 投影及其特性	1
第二节 常用的投影方法	3
第三节 三面视图	5
第四节 基本形体的视图	7
第五节 第三角投影简介	9
复习参考题	10
第二章 点、直线、平面	11
第一节 点的二面投影	11
第二节 点的三面投影	13
第三节 空间两点的相对位置	15
第四节 直线的投影	16
第五节 直线上的点	20
第六节 两直线的相对位置	23
第七节 平面的投影	27
第八节 平面内的点与直线	31
复习参考题	36
第三章 直线、平面的相对关系	37
第一节 平行关系	37
第二节 直线与平面相交、两平面相交	40
第三节 直线与平面垂直、两平面垂直	45
第四节 综合问题举例	49
复习参考题	53
第四章 投影变换	54
第一节 概述	54

第二节 换面法	55
第三节 旋转法	63
复习参考题	68
第五章 曲线与曲面	69
第一节 曲线	69
第二节 曲面	75
第三节 回转面	76
第四节 直线面	77
第五节 圆移曲面	84
复习参考题	86
第六章 立体	87
第一节 平面立体	87
第二节 回转体	91
复习参考题	96
第七章 形体表面的交线	97
第一节 截交线	97
第二节 贯穿点	105
第三节 平面体相贯线	109
第四节 曲面体相贯线	112
复习参考题	121
第八章 立体的表面展开	123
第一节 平面立体的表面展开	123
第二节 可展曲面的表面展开	126
第三节 不可展曲面的近似展开	128
第四节 应用举例	130
复习参考题	132
第九章 轴测投影	133
第一节 轴测投影的基本知识	133
第二节 正等测投影	134
第三节 斜轴测投影	141
第四节 常用轴测图的比较	145
第五节 轴测图上交线的画法	147
复习参考题	150
第十章 标高投影	151
第一节 概述	151
第二节 直线、平面的标高投影	151

第三节	曲面的标高投影	157
第四节	土石方工程的交线	160
第五节	地形剖面图	163
复习参考题		165
第十一章	正投影图中的阴影	166
第一节	概述	166
第二节	点和直线的落影	167
第三节	平面图形的阴影	172
第四节	基本立体的阴影	175
第五节	建筑细部的阴影	181
复习参考题		186
第十二章	透视投影	187
第一节	概述	187
第二节	直线的透视	189
第三节	基面图形的透视	195
第四节	画面与视点	197
第五节	建筑形体的透视	201
复习参考题		210
第十三章	制图的基本知识	211
第一节	制图的基本规定	211
第二节	制图工具及其使用	222
第三节	基本作图	226
第四节	平面图形的绘制	231
第十四章	组合体	234
第一节	概述	234
第二节	组合体视图的画法	235
第三节	组合体的尺寸标注	240
第四节	组合体视图的阅读	243
第十五章	建筑形体的图示方法	254
第一节	基本视图和特殊视图	254
第二节	剖面图与剖视图	257
第三节	其他表达方法	265
第四节	视图综合运用举例	268
第十六章	水工图	274
第一节	水工图的一般分类	274
第二节	水工图的表达方法	276

第三节	水工图的尺寸注法	280
第四节	水工图的阅读	283
第五节	绘制水工图的一般步骤	299
第十七章	建筑施工图	301
第一节	概述	301
第二节	施工总说明与总平面图	302
第三节	建筑平面图	304
第四节	建筑立面图	308
第五节	建筑剖面图	310
第六节	建筑详图	312
第十八章	结构施工图	318
第一节	概述	318
第二节	钢筋混凝土结构图	318
第三节	基础图	323
第十九章	设备施工图	327
第一节	概述	327
第二节	室内给水排水设备施工图	327
第三节	水泵房设备图	332
第四节	电气设备施工图	335
参考文献		343

第一章 投影的基本知识

第一节 投影及其特性

一、概述

土建与机械工程中，为了能在平面图纸上全面、准确地表达结构物或构件、零件的形状，通常采用投影的方法。

把三棱锥放在光源与承影面之间，承影面上就出现三棱锥的影子，如图 1-1 (a) 所示。这影子与物体的形状及方位有一定的关系，投影法就是根据这一现象，经过科学总结和几何抽象建立起来的。

把光源 S 称为投射中心，通过三棱锥表面上某点的光线称为投射射线，承受投影的面称为投影面，而过三棱锥 A 点的投射射线 SA 与投影面的交点 a ，称为 A 点的投影，如图 1-1 (b) 所示。应该指出，影子与投影是有区别的：前者只反映物体的轮廓，后者则要求将其每一棱线都表示出来。

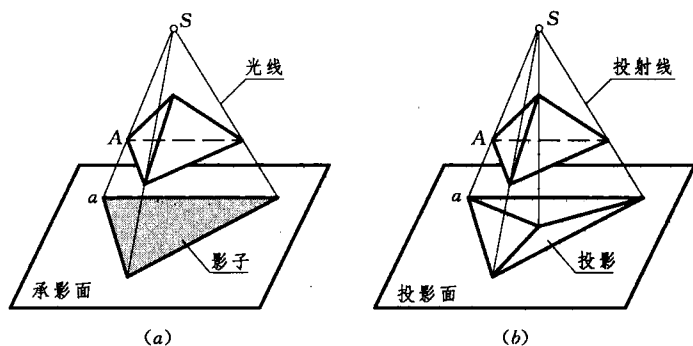


图 1-1 影子与投影

绘制物体投影图的方法简称投影法，一般可分作中心投影法与平行投影法。

1. 中心投影法

当投射中心距形体较近时，投射射线发自一点，这种投影法叫中心投影法，见图 1-1 (b)。中心投影法所得投影的大小，与形体距投影面的远近有关，肉眼观察、照相、放电影都与此法类似。

2. 平行投影法

当投射中心移至无限远，投射射线相互平行，这种投影法叫平行投影法，如图 1-2 所示。显然，这时所得投影的大小，就与物体距投影面的远近无关了。

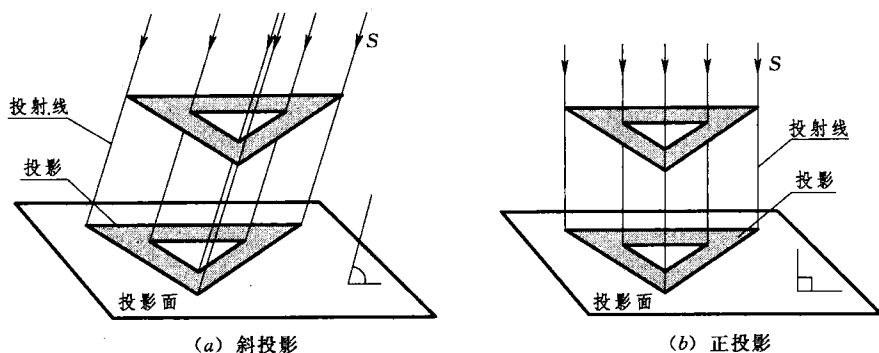


图 1-2 平行投影的分类

按投射射线与投影面间的夹角，平行投影法又可分为：

- (1) 斜投影：投射方向倾斜于投影面，见图 1-2 (a)。
- (2) 正投影：投射方向垂直于投影面，见图 1-2 (b)。

工程上最常用的是平行投影，尤其是平行投影中的正投影。

二、平行投影的基本性质

在平行投影中，直线和平面等几何元素的投影，都具有如下的基本性质：

(1) 实形性：平行于投影面的直线（或平面），其投影反映实长（或实形）。图 1-3 所示的直线 AB 平行于平面 P ，其投影 $ab=AB$ ；平面 CDE 平行于投影面 P ，则投影 $\triangle cde \cong \triangle CDE$ 。

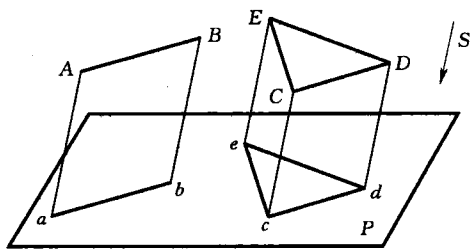


图 1-3 实形性

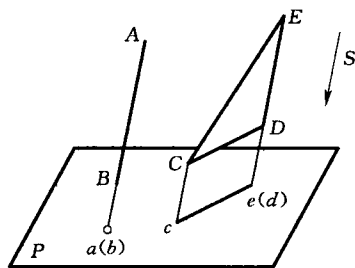


图 1-4 积聚性

(2) 积聚性：平行投射线的直线（或平面），其投影积聚成点（或直线）。图 1-4 所示平行投射线的直线 AB ，其投影积聚成一点 $a(b)$ ；而平行投射线的平面 CED ，其投影积聚成一直线 $ce(d)$ 。

(3) 类似性：倾斜于投影面的平面，它在投影面上的投影既不反映实形，也无积聚性，而是原形的类似形，即多边形的投影仍为边数相同的多边形，如图 1-5 所示。

(4) 从属性：某直线上的点，其投影也必在该直线的投影上。如图 1-6 所示点 C 在直线 AB 上，则点的投影 c 也在该直线的投影 ab 上。

(5) 等比性：直线上各线段间的比例，投影前后保持不变，见图 1-6。这是因为平面上两直线 AB 和 ab ，被一组平行线 ($Aa \parallel Cc \parallel Bb$) 所截，截得的各对应段成比例，即

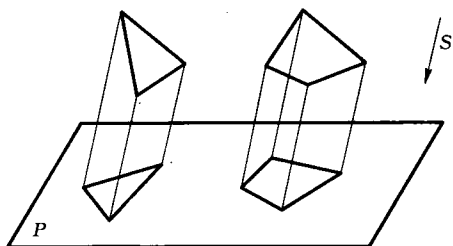


图 1-5 类似性

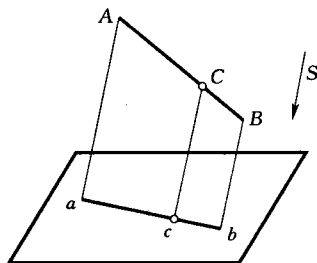


图 1-6 从属性

$AC : CB = ac : cb$ 。

(6) 平行性：空间两直线平行，其投影也相互平行，如图 1-7 所示。这是因为通过两平行线 AB 、 CD 的投射射线所形成的平面 $ABba$ 、 $CDdc$ 平行，那么，它们与第三平面（投影面）的交线也一定平行，即 $ab \parallel cd$ 。

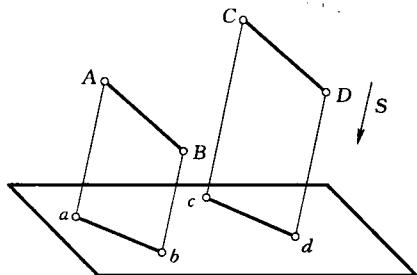


图 1-7 平行性

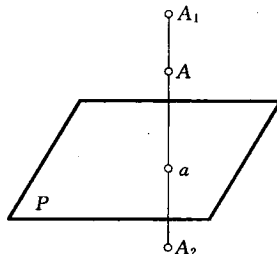


图 1-8 一个投影不能确定点的位置

必须指出，工程图必须能确切地、唯一地反映出形体的空间几何关系。由图 1-8 可以看出，当投射射线与投影面确定后，空间 A 点在投影面 P 上只有唯一的投影 a ；但反过来说，投影面上的 a ，却可以同时是投射射线上所有点（如 A_1 、 A_2 、 $\dots$ ）对该面的投影。因此，仅由点在某投影面上的一个投影，不能确定该点的空间位置。

任何立体都可看作是点的集合，所以，如何从点的投影反过来确定该点的空间位置，是投影图从理论走向实用的关键所在。对不同的工程要求，这个问题可用不同的投影方法来解决。

第二节 常用的投影方法

工程制图中常用的投影方法有：正投影、轴测投影、标高投影及透视投影，简介如下。

一、正投影

正投影是将物体放在两个或两个以上相互垂直的投影面中，分别按正投影法绘制的投影图。图 1-9 (a) 就是物体向三个投影面 V 、 H 、 W 作正投影的立体图，为了将处于三个投影面上的图形画在同一平面内，需按一定规则将各投影面展开摊平，从而得到如图



1-9 (b)所示的正投影图。

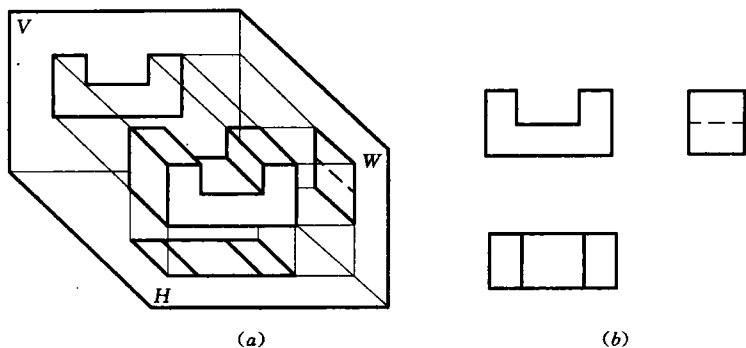


图 1-9 正投影

正投影法具有作图简便、度量性好的优点，是工程制图中广为应用的基本方法，它的缺点是立体感差，读图前必须掌握一定的投影知识才行。

二、标高投影

标高投影是单面正投影，即在形体水平投影上加注高度数值的方法。土建工程用它来表达地形面或不规则曲面。图 1-10 是一小山头的标高投影图，它是用一组想象的等高差水平面切割形体，绘出它们交线（等高线）的水平投影并加注高程数值（字头应为上坡方向），本书将在第十章讨论这种图示法。

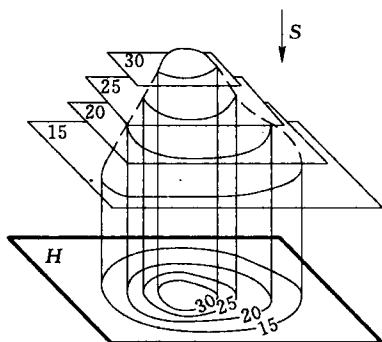


图 1-10 标高投影

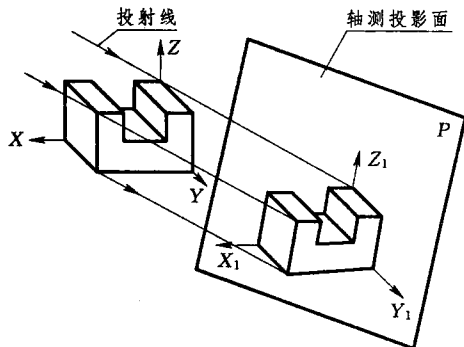


图 1-11 轴测投影

三、轴测投影

轴测投影是采用平行投影法绘制的单面投影图，如图 1-11 为一槽形体的轴测图（亦称直观图）。不难想象，当投影面不动时，若改变投射线的方向或转动物体的方位，就有不同的图形效果。

轴测投影的直观性强，但作图复杂，度量性差，在工程中常用作辅助手段，以弥补正投影的不足。本书将在第九章讨论这种图示法。

四、透视投影

透视投影是采用中心投影法绘制的单面投影图。通常，投影面（画面）是铅垂面，处



于投射中心（视点）与实体之间，如图 1-12 所示。透视图与人眼“近大远小”的视觉映像是一致的，所以，它的空间表达力很强，有逼真感。但是，这种图绘制比较复杂，且不易直接度量，当需要专门突出建筑物（或整机）造型的效果时，设计者就需在透视图的基础上加以渲染。本书将在第十二章讨论这种图示法。

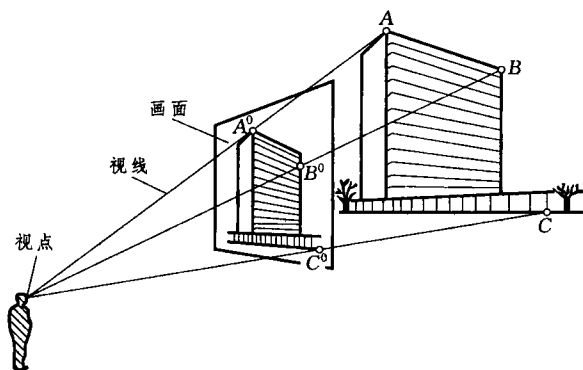


图 1-12 透视投影

上述四种投影，除正投影是多面投影外，其余都是单面投影。由于单面投影只反映物体的可见面，这就促成正投影法在工程中广为应用。以后若无特别说明，均指正投影法。

第三节 三面视图

一、三面视图的形成及配置

图 1-13 中投影面上的矩形，可以是几种不同形体的投影，可见，仅有物体的一个投影，不能确定物体的形状。为了能把物体的形状、尺寸全面、准确地表达出来，必须采用两个或两个以上相互垂直的投影面。

图 1-14 是由三个相互垂直的投影面组成的体系，称为三面体系：正立投影面（简称正面） V 、水平投影面（简称水平面） H 、侧立投影面（简称侧面） W 。三面体系把空间隔成了 8 个部分，每一部分称为一个分角，它们的顺序为： W 面左侧的分角编为①、②、③、④； W 面右侧的分角则编为⑤、⑥、⑦、⑧。两投影面的交线称为投影轴： H 、 V 的交线为 X 轴， H 、 W 的交线为 Y 轴， V 、 W 的交线为 Z 轴，三轴的交点 O 称为原点。

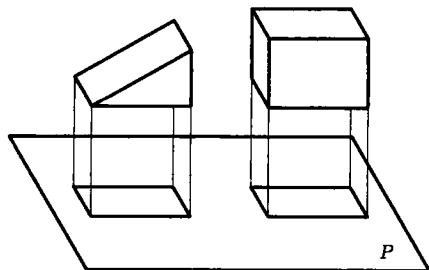


图 1-13 一个投影不能确定物体的形状

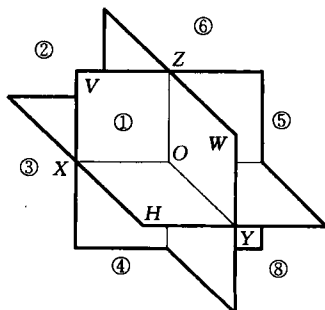


图 1-14 三面体系的分角