



百校土木工程专业通用教材

画法几何及土木工程制图

HUAFAJIHE JI TUMU GONGCHENG ZHITU

同济大学出版社

宋娃丽
主 编 李 丽
张丽萍

百校土木工程专业通用教材

画法几何及土木工程制图

主 编 宋娃丽
李 丽
张丽萍



 同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

画法几何及土木工程制图/宋娃丽,李丽,张丽萍主编.

—上海:同济大学出版社,2007.5

百校土木工程专业通用教材

ISBN 978-7-5608-3220-3

I. 画… II. ①宋…②李…③张… III. ①画法
几何—高等学校—教材②建筑制图—高等学校—教材
IV. TU204

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 004177 号

百校土木工程专业通用教材

画法几何及土木工程制图

主编 宋娃丽 李 丽 张丽萍

责任编辑 司徒妙龄 责任校对 徐春莲 封面设计 李志云

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn

(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 同济大学印刷厂

开 本 787mm×960mm 1/16

印 张 30.25

印 数 1—3100

字 数 407000

版 次 2007 年 5 月第 1 版 2007 年 5 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-3220-3/TU·725

定 价 42.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

前 言

本教材根据高等学校《画法几何及土木建筑制图课程教学基本要求(土建、水利类专业适用)》、《计算机绘图课程教学基本要求》以及 21 世纪对工程技术人员基本素质的要求,结合教学实践和教学改革成果编写而成。

工程图学教育的目的之一是开发受教育者的空间逻辑思维和形象思维的悟性和潜能,培养学生的图形表达能力、空间思维能力、自学能力、审美能力和创新能力。这些能力的培养与学生各方面素质的提高是相辅相成的。本课程的目的是培养学生的空间思维、图形表达能力和绘图技能。

本教材以培养学生徒手绘图、尺规绘图和计算机绘图实践能力为重点,其主要特点如下:

(1) 全部采用最新的国家标准。例如,新颁布的《技术制图》、《计算机绘图》等标准。在结构施工图一章中,介绍了近年推广的“平面整体表示方法”等内容,根据课程内容的要求,将其穿插在教材中。

(2) 将“计算机绘图”内容集中安排在最后一章,便于学习时查阅;在教学中可以根据各学校不同的教学方法而穿插在各章节中。该章节介绍了 AutoCAD 绘图软件的基本使用方法,并根据各章节中有关的内容,讲解 AutoCAD 常用命令和操作方法,培养学生利用现代工具绘图的技能。

(3) 针对土木类各专业不同课时和不同专业的特点,本教材保留了较为完整的内容,便于各类专业不同的教学需要。同时,本教材降低了画法几何中的难度,删减了部分较难的图解问题和综合题,加强了图示能力的培养。

参加本书编写工作的有宋娃丽(第四、第六、十八、十九章);李丽(绪论、第一、十五、十六章);张丽萍(第七、十一、十四、二十章);王志强(第二、三章);王心健(第五章);兰倩(第八章);刘洋(第九章);邹功江(第十、十三章);郁海军(第十二章);李章珍(第十七章);王彦惠(第二十一章);刘思颂(第二十二章)。本书由河北工业大学宋娃丽、成都理工大学李丽、兰州交通大学张丽萍统稿并任主编。

本书编写的过程中,得到了许多教师的帮助和支持,在此表示衷心的感谢。由于作者水平有限,虽然我们努力希望将本教材编写成为一本适应现代教学、同时满足土木类各专业教学需要的教材,但书中不足之处难免存在,我们恳切希望各位读者提出宝贵的意见和建议。

编 者

2005 年 10 月

目 录

前言

绪论	(1)
第一章 投影的基本知识	(3)
第一节 投影的基本概念	(3)
第二节 平行投影的基本特性	(6)
第三节 立体的三面投影图	(7)
第二章 点、直线、平面的投影	(11)
第一节 点的投影	(11)
第二节 直线的投影	(18)
第三节 两直线的相对位置	(24)
第四节 平面的投影	(31)
第三章 直线与平面、平面与平面间的相对位置	(41)
第一节 直线与平面、平面与平面平行	(41)
第二节 直线与平面、平面与平面相交	(43)
第三节 直线与平面、平面与平面垂直	(48)
第四章 投影变换	(50)
第一节 换面法	(51)
第二节 旋转法	(59)
第五章 建筑工程中常用曲面	(63)
第一节 曲线	(63)
第二节 曲面的形成、分类及表示法	(67)
第三节 直线回转面	(69)
第四节 曲线回转面	(74)
第五节 非回转直线面	(78)

第六章 平面立体	(84)
第一节 平面立体的投影	(84)
第二节 平面立体表面的点和线	(85)
第三节 同坡屋顶	(86)
第七章 截交线与相贯线	(89)
第一节 概述	(89)
第二节 平面立体的截切	(90)
第三节 曲面立体的截切	(93)
第四节 直线与立体相交	(98)
第五节 两立体相贯	(102)
第六节 形体表面展开	(120)
第八章 轴测投影	(125)
第一节 轴测投影的基本知识	(125)
第二节 正等轴测图	(127)
第三节 斜轴测图	(136)
第四节 轴测类型的选择	(143)
第九章 阴影	(147)
第一节 阴影的基本知识	(147)
第二节 求阴影的基本方法	(149)
第三节 基本几何体的阴影	(157)
第四节 平面体组成的建筑形体的阴影	(161)
第五节 轴测图上的阴影	(165)
第十章 透视投影	(168)
第一节 透视的基本知识	(168)
第二节 点、直线、平面的透视	(170)
第三节 透视图的分类及视点、画面和物体相对位置的选择	(179)
第四节 作透视图的基本方法	(183)
第十一章 制图的基本知识	(190)
第一节 常用的绘图工具和仪器	(190)
第二节 制图标准简介	(193)

第三节	几何作图·····	(213)
第十二章	组合体的投影及其尺寸标注·····	(219)
第一节	基本几何形体的投影及尺寸标注·····	(220)
第二节	组合体投影图的绘制、阅读及尺寸标注·····	(221)
第三节	六面视图及辅助视图·····	(239)
第十三章	剖面图和断面图·····	(243)
第一节	剖面图·····	(243)
第二节	断面图·····	(251)
第三节	简化画法·····	(254)
第十四章	标高投影·····	(257)
第一节	点和直线的标高投影·····	(257)
第二节	平面的标高投影·····	(261)
第三节	曲面的标高投影·····	(266)
第四节	平面、曲面与地形面的交线·····	(268)
第十五章	建筑施工图·····	(274)
第一节	概述·····	(274)
第二节	建筑总平面图·····	(281)
第三节	建筑平面图·····	(283)
第四节	建筑立面图·····	(290)
第五节	建筑剖面图·····	(296)
第六节	建筑详图·····	(299)
第七节	单层工业厂房施工图·····	(308)
第十六章	结构施工图·····	(314)
第一节	概述·····	(314)
第二节	钢筋混凝土结构图·····	(317)
第三节	基础施工图·····	(325)
第四节	上部结构布置图·····	(328)
第五节	钢筋混凝土结构平面整体表示法·····	(333)
第六节	钢结构图·····	(338)

第十七章 给水排水工程图	(346)
第一节 概述.....	(346)
第二节 给水排水施工图的图示特点和基本规定.....	(347)
第三节 室内给水排水平面图.....	(352)
第四节 室外管网工程图.....	(364)
第五节 管道上的构件详图.....	(368)
第十八章 道路路线工程图	(371)
第一节 概述.....	(371)
第二节 公路路线工程图.....	(376)
第三节 城市道路路线工程图.....	(386)
第四节 道路交叉口.....	(392)
第十九章 桥梁工程图	(396)
第一节 钢筋结构图.....	(396)
第二节 桥梁工程图.....	(402)
第三节 桥梁图的读图步骤.....	(414)
第二十章 涵洞工程图	(415)
第一节 概述.....	(415)
第二节 涵洞工程图的表示法.....	(417)
第二十一章 水利工程图	(421)
第一节 概述.....	(421)
第二节 水工建筑物的表达方法.....	(421)
第三节 水工图的尺寸标注.....	(429)
第四节 水利工程图的分类与用途.....	(432)
第五节 水工图的阅读方法.....	(434)
第二十二章 计算机绘图	(441)
第一节 AutoCAD 系统简介	(441)
第二节 坐标系统及坐标输入方式.....	(442)
第三节 命令输入方式及绘图环境设置.....	(443)
第四节 文件管理.....	(446)
第五节 常用绘图命令.....	(447)

第六节	图形的编辑与修改·····	(452)
第七节	显示控制·····	(456)
第八节	文字的书写·····	(457)
第九节	尺寸标注·····	(459)
第十节	图块操作·····	(462)
第十一节	外部参照·····	(464)
第十二节	打印输出·····	(465)
第十三节	国家标准《CAD 工程制图规则》GB/T 18229—2000 简介 ·····	(467)
第十四节	绘制建筑施工图举例·····	(468)
第十五节	天正建筑绘图软件简介·····	(472)
参考文献·····		(473)

绪 论

一、学科研究的对象

在土木工程中,为了正确的表达建筑物的形状、大小、材料和结构等内容,设计者通常把建筑物按一定的投影方法和规定绘制在图纸上,用以表达设计思想,这种图称为“工程图样”。在现代工业生产中,“工程图样”是设计、施工的依据,是一种重要的技术资料,是工程界进行技术交流的工具,被称为“工程界的语言”。

“画法几何及土木工程制图”课程是一门为工程设计实践服务的技术基础课。它是后续专业课程教育的基础,同时也是现代大学生素质教育的一部分。该课程是一门研究在平面上图示空间几何元素和物体、图解空间几何问题的原理与方法,研究计算机绘图的理论、知识和技能,以及根据工程技术的规定和知识来绘制、阅读工程图样的学科。本课程将以正投影的基本原理为理论基础,对工程图样在构思、设计、图解空间几何问题的过程,以及分析、研究自然界与工程界的客观规律中的应用加以讲述,同时也尽量反映专业设计领域的最新设计手段和方法。

本课程的重点内容包括画法几何、制图基础、土木制图和计算机绘图等。在专业图的讲授中,着重介绍建筑、道路、桥梁、水利等的图示内容、特点及其方法。在计算机绘图中,主要介绍 AutoCAD 绘图软件的使用,常用的绘制建筑工程图样的方法与技巧。

二、主要任务与目的

主要任务:

- (1) 学习正投影法的基本理论及其应用;
- (2) 培养绘制和阅读土木工程图样的基本能力;
- (3) 培养空间想象能力和空间构型能力;
- (4) 培养尺规绘图、徒手绘图和计算机绘图的能力;
- (5) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

学完本课程后应达到的目的:

- (1) 掌握正投影法的基本理论和作图方法;
- (2) 能用图解方法解决空间度量和定位问题;
- (3) 能正确使用绘图工具,绘制符合国家制图标准的图样;
- (4) 能阅读一般复杂程度的工程图样;
- (5) 对计算机绘图有初步认识,能运用计算机软件绘制一般的工程图样。

三、课程的学习方法

土木工程制图课程是一门既有理论又偏重于实践性质的课程。需要通过一系列的绘图和读图训练提高空间想象能力。

(1) 画法几何部分的系统性和理论性较强,应充分理解和掌握基本概念、基本原理和基本作图,注意把投影分析和空间想象结合起来。

(2) 正确应用形体分析和线面分析方法,分析和想象空间形体与平面图样之间的对应关系,即从二维平面图形想象三维形体,才能不断提高空间想象能力和空间构型能力。

(3) 读图是本课程的重点也是难点,读图的过程主要是形象思维的过程,而形象思维方法离不开逻辑思维(即从概念出发进行分析、判断和推理)的影响。在培养读图能力的过程中,有意识地运用逻辑思维进行投影分析是提高读图能力的有效途径。

(4) 制图是正投影理论的运用,实践性较强。图形表达能力和空间思维能力的提高需要通过一定数量的作图才能掌握。因此,强调完成作业的重要性。在完成作业的过程中,必须严格遵守国家标准的规定,培养耐心细致的工作态度和严肃认真的工作作风。

(5) 利用计算机绘图应注意掌握绘图软件中各种命令的应用技巧,加强上机实践才能不断提高计算机绘图的技能。

(6) 尺规作图要注意正确使用绘图工具和采用正确的作图方法与步骤。

(7) 建筑图样是工程施工的依据,图纸中任何图线、尺寸数字或文字的错误,都将会给国家财产造成严重的损失和浪费。因此,在学习过程中应严格要求自己,养成遵守国家标准,对工作认真负责,一丝不苟的严谨工作态度。

第一章 投影的基本知识

第一节 投影的基本概念

一、投影法的概念及分类

1. 投影法的基本概念

在日常生活中,我们可以观察到物体在光源的照射下在墙面或地面会出现影子,随着光线的形式和方向的改变,影子的形状和大小也会改变,这就是一种投影现象,如图 1-1 和图 1-2 所示。投影的方法就是将这一自然现象抽象出来,假定光线可以穿透物体而反映该物体的全部轮廓。在工程图学中,一束光线沿一定方向透过物体而在平面上产生的图像,称为投影。我们称光源 S 为投射中心,地面或墙面为投影面 P ,连接投射中心与物体上的点的直线称为投射线(投射方向),通过物体上某点的投射线与投影面 P 相交,所得交点就是该点在平面 P 上的投影,如图 1-3 所示。这种使物体在平面上产生影像的方法,称为投影法。投影法是在平面上表示空间形体的基本方法,是绘制工程图样的基础。

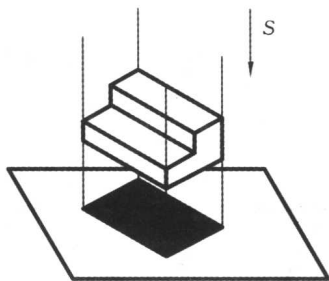


图 1-1 平行光线下物体的影子

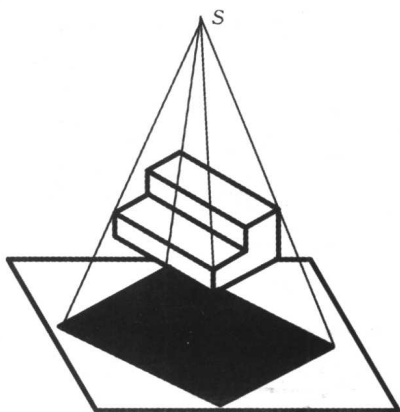


图 1-2 点光源下物体的影子

2. 投影法的分类

常用的投影法分为两大类:中心投影法和平行投影法。

(1) 中心投影法

投射中心在有限范围内,发出放射状的投射线,用这些投射线作出的投影,如图 1-4 所示。当光源为一点 S (称为投射中心)时,投射线都从投射中心出发,通过物体的一系列投射线与投影面相交所得到的图像,就是物体在投影面上的中心投影,这种

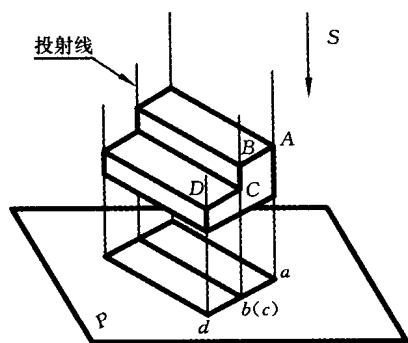


图 1-3 投影的基本概念

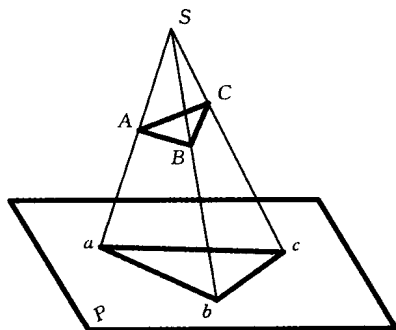


图 1-4 中心投影

方法称为中心投影法。

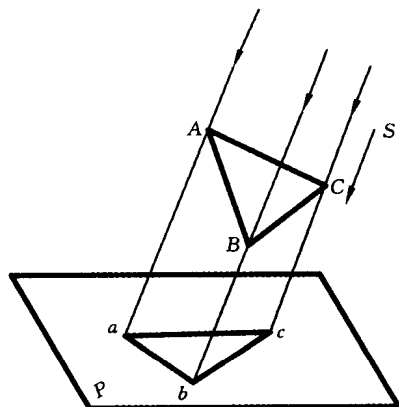
由于投射线是从投射中心 S 发出的, 所得中心投影不能反映物体的真实大小。但由于它较符合人眼的成像原理, 图面效果逼真, 因此在建筑、环境、产品效果图方面应用广泛。

(2) 平行投影法

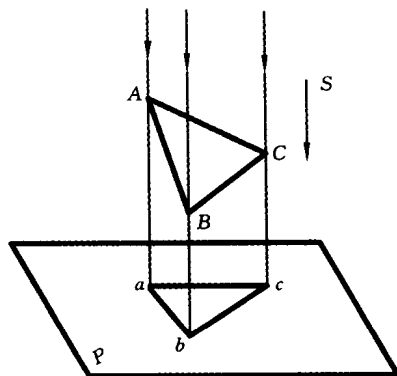
若将中心投影法中的投射中心移到无穷远处, 则投射线可视为相互平行, 这种投影方法称为平行投影法。按平行投影法作出的投影称为平行投影, 如图 1-5 所示。

根据投射线与投影面的相对位置关系, 平行投影法分为两种:

- ① 斜投影法: 投射线与投影面倾斜(图 1-5(a))。
- ② 正投影法: 投射线与投影面垂直(图 1-5(b))。



(a) 斜投影



(b) 正投影

图 1-5 平行投影

正投影法能够在投影面上较“真实”地表达空间物体的形状和大小, 且作图简便, 度量性好, 在工程上得到了广泛的采用。工程图样主要是用正投影法绘制的。因此, 正投影法原理是工程制图的理论基础, 也是我们学习中必须掌握的重点。

二、工程上常用的几种图示方法

在工程实践中,对投影图的要求是,必须能惟一地确定物体的形状和空间几何关系;绘制的图形便于阅读;绘图的方法简便。因此,工程上常用的投影图主要是:多面正投影图、轴测投影图、标高投影图和透视投影图。

1. 多面正投影图

用正投影法把物体投射到两个或两个以上相互垂直的投影面进行投影,再按一定规律把这些投影面展开成一个平面,所得到的图样称为正投影图,如图 1-6 所示。根据正投影图能准确地反映物体的形状和大小,作图简便,度量性好。因此在工程上得到广泛应用。其缺点是直观性较差。

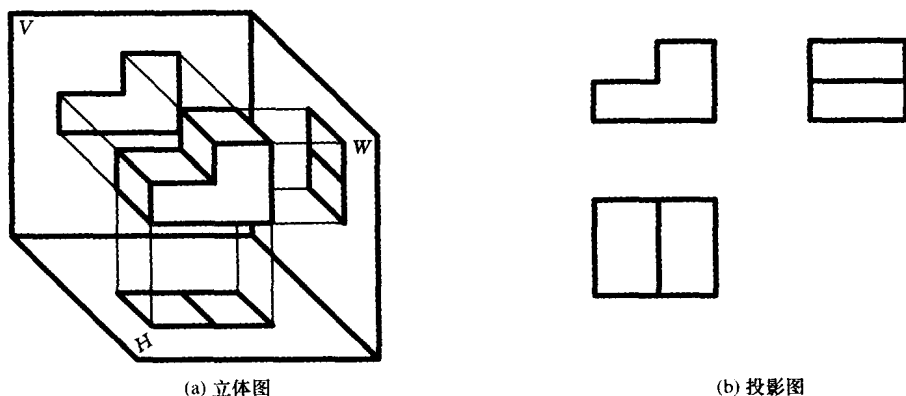


图 1-6 正投影图

2. 轴测投影

用平行投影法将物体连同确定该物体的直角坐标系沿某一方向投射到单一投影面上,所得到的图形称为轴测投影图,如图 1-7 所示。轴测投影图直观性较好,但度量性较差,作图较复杂,所以在工程上一般只作为辅助性的图来应用。

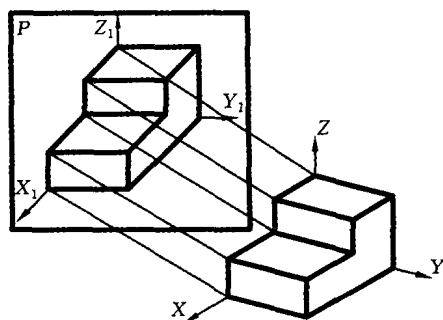
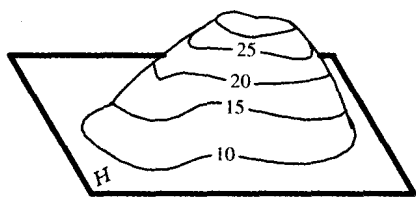


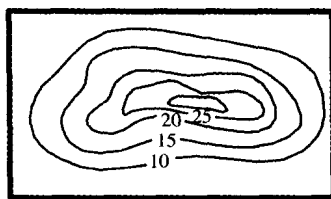
图 1-7 轴测投影图

3. 标高投影图

标高投影图是一种带有数字标记的单面正投影图,它用正投影法把物体投射在水平投影面上,其高度用数字标注,如图 1-8 所示。标高投影图常用来表达地面的形状。作图时用间隔相等的水平面截割地形面,其交线即为等高线。将不同高程的等高线投影在水平投影面上,并标注出各等高线的高程,即为标高投影图。



(a) 立体图



(b) 标高投影

图 1-8 标高投影图

4. 透视投影图

用中心投影法将物体投射到单一投影面上,所得到的图形称为透视投影图,如图 1-9 所示。透视图与人的视觉相符,形象逼真,直观性好,但度量性差,作图复杂,所以主要用于建筑工程的辅助图样。

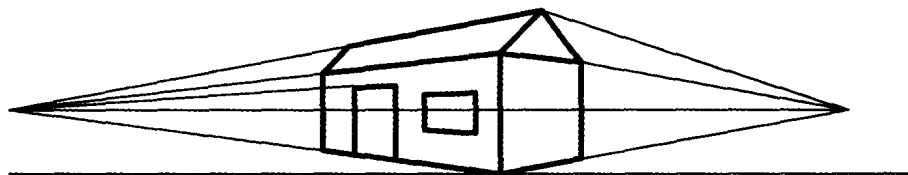


图 1-9 透视投影图

第二节 平行投影的基本特性

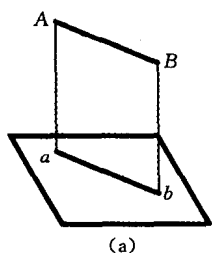
平行投影具有如下基本性质:

1. 全等性

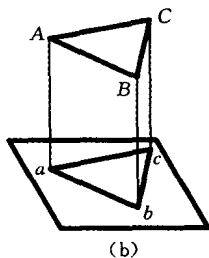
当线段平行于投影面时其投影反映线段的实长;当平面图形平行于投影面时,其投影与原平面图形全等,如图 1-10 所示。

2. 积聚性

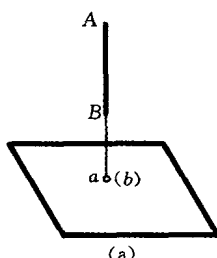
当直线垂直于投影面时,其投影积聚成点;当平面图形垂直于投影面时,其投影为直线,如图 1-11 所示。



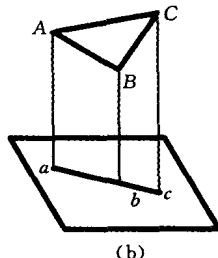
(a)



(b)



(a)



(b)

图 1-10 全等性的投影性质

图 1-11 积聚性的投影性质

3. 从属性

几何元素的从属关系在投影中不会发生改变,如属于直线的点的投影必属于直线的投影,如图 1-12(a)所示,属于平面的点和线的投影必属于平面的投影。

4. 平行性

平行两线段的投影一般仍相互平行,如图 1-12(b)所示。

5. 定比性

两平行线段长度之比等于直线的平行投影上该两线段投影的长度之比。如图 1-12(b)中 $AB : CD = ab : cd$ 。

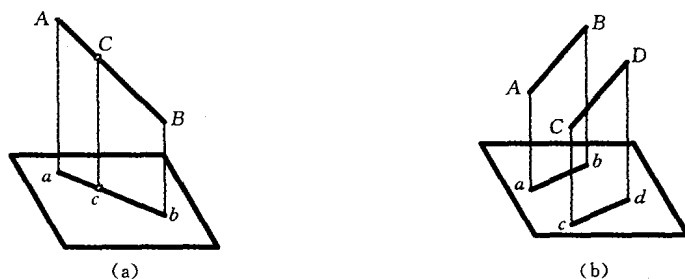


图 1-12 平行投影的投影性质

第三节 立体的三面投影图

图 1-13 是用正投影法画出的三种不同立体模型在平面 V 上的投影。由于它们对应部分的长和高分别相等,因此在这个投影面上的投影完全相同,但是三个模型的

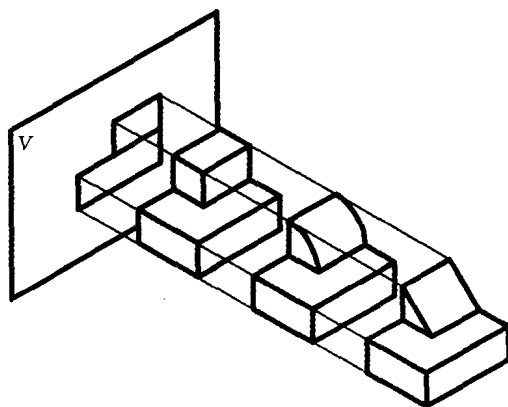


图 1-13 三个模型在同一投影面上的投影

形状并不一样。因此,只根据物体的一个投影,是不能确定物体形状的。要反映物体的完整形状,必须增加由不同投影方向得到的几个视图,互相补充,才能把物体表达

清楚,如图 1-14 所示。

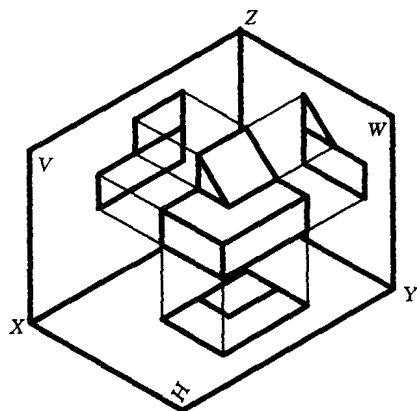


图 1-14 物体在三投影面体系中的投影

一、三面投影体系的建立

由三个相互垂直的投影面构成的体系称为三投影面体系。 V 面称为正面投影面、 H 面称为水平投影面、 W 面称为侧立投影面。三投影面两两相交,产生的交线,称为投影轴。如图 1-15 所示, V 面与 H 面交于 OX 轴; H 面与 W 面交于 OY 轴; V 面与 W 面交于 OZ 轴。

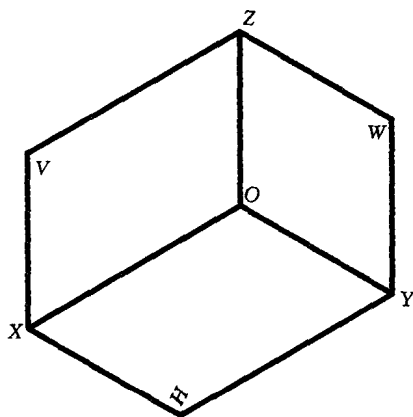


图 1-15 三投影面体系的形成

二、三面投影图的形成

如图 1-14 所示,将物体放在三投影面体系中,用正投影法,分别向三个投影面投影,得到物体的三个投影。 V 面上的投影称为正面投影, H 面上的投影称为水平投影, W 面投影称为侧面投影。