

普通高等学校土木工程类“十二五”规划精品教材

TUMU GONGCHENG TUXUE

# 土木工程图学

主 编 任德记

副主编 王 穗 傅 华

主 审 刘雪梅



黄河水利出版社



中国水利水电出版社

# 土木工程图学

主编 王 明  
副主编 王 明  
主 审 王 明



普通高等学校土木工程类“十二五”规划精品教材

# 土木工程图学

主 编 任德记

副主编 王 穗 傅 华

主 审 刘雪梅

黄河水利出版社

· 郑州 ·

## 内 容 提 要

《土木工程图学》教材是依据课程指导委员会提出的教学基本要求,采用最新颁布的有关制图标准,以培养工程应用型人才为目标,以水利水电工程专业为基础,兼顾土木工程、城市规划与建筑、农田水利工程和工程管理等相关专业的需求而编写的。

本教材主要具有领先性、实用性、应用性和规范性的特点。书中内容贯彻最新标准,反映学科最新教改成果;深浅适度,精选例题,分步插图,语言简练,习题选配适当;专业图从实际工程中精选而得;书中图文配合紧密,图形清晰,字体规范。

本教材可作为高等学校本科水利水电工程类、土木工程类和其他土建类以及相近专业的教材,也可供职工大学、电视大学、函授大学等相关专业使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

土木工程图学 / 任德记主编. — 郑州: 黄河水利出版社,  
2009.8  
全国高等学校土木工程类“十二五”规划精品教材  
ISBN 978-7-80734-660-9

I.土… II.任… III.土木工程—建筑制图—高等学校—  
教材 IV.TU204

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 134867 号

策划组稿: 马广州 电话: 0371-66023343 E-mail: magz@yahoo.com

---

出 版 社: 黄河水利出版社

地址: 河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码: 450003

发行单位: 黄河水利出版社

发行部电话: 0371-66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail: hhsclbs@126.com

承印单位: 黄河水利委员会印刷厂

开本: 880 mm × 1 230 mm 1 / 16

印张: 30

字数: 746 千字

印数: 1—4 100

版次: 2009 年 8 月第 1 版

印次: 2009 年 8 月第 1 次印刷

---

定价: 49.00 元(含习题集)

# 前 言

《土木工程图学》是依据课程指导委员会提出的教学基本要求,采用最新颁布的有关制图标准,以培养工程应用型人才为目标,以水利水电工程专业为基础,兼顾土木工程、城市规划与建筑设计、农田水利工程和工程管理等相关专业的需求而编写的。

本教材主要内容有:绪论、点、直线、平面、直线与平面及两平面的相对位置、变换投影面法、平面立体、曲线和曲面、曲面立体表面相交、标高投影、轴测投影;制图基本知识、组合体、工程形体的表达方法、AutoCAD 绘图基础、建筑结构图、房屋建筑图、建筑设备施工图、道桥涵隧工程图、水利工程图和 AutoCAD 三维绘图等。共分 20 章,前 10 章为画法几何内容,后 10 章(其中有 2 章是计算机制图)为工程制图内容。全书有 746 千字,并编写了配套习题集。

本教材主要具有领先性、实用性、应用性和规范性的特点。书中内容贯彻最新标准,反映学科最新教改成果;深浅适度,精选例题,分步插图,语言简练,习题选配适当;专业图从实际工程中精选而得;书中图文配合紧密,图形清晰,字体规范。

本教材可作为高等学校本科水利水电工程类、土木工程类和其他土建类以及相近专业的教材,也可供职工大学、电视大学、函授大学等的相关专业使用。

本教材主要参编人员有:三峡大学任德记(前言、绪论、第十二章、第十九章)、熊桂香(第二章、第十三章、第十五章)、张兰华(第七章、第八章);重庆交通大学傅华(第三章、第十八章)、刘明维(第九章);云南农业大学王穗(第五章、第十六章、第十七章)、郑宏刚(第六章、第十章);黑龙江大学丁晖(第十一章、第十四章、第二十章);南昌工程学院刘芹(第一章、第四章);华北水利水电学院张修宇(教材与习题集内部分插图的绘制与审定)。其中,任德记任主编,王穗、傅华任副主编,其他人员为参编。配套习题集由任德记任主编,熊桂香、丁晖任副主编,其他人员为参编。教材与配套习题集由华北水利水电学院刘雪梅主审。

教材中的不妥或疏漏之处,热忱欢迎读者批评指正。

编 者

2009 年 3 月

# 目 录

|                    |      |
|--------------------|------|
| 绪 论                | (1)  |
| 第一节 工程图学发展概况       | (1)  |
| 第二节 投影法的基本知识       | (3)  |
| 第三节 工程图学的学习目的和方法   | (6)  |
| 第一章 点              | (8)  |
| 第一节 点在两投影面体系中的投影   | (8)  |
| 第二节 点在三投影面体系中的投影   | (9)  |
| 第三节 两点的相对位置        | (12) |
| 本章小结               | (13) |
| 第二章 直 线            | (14) |
| 第一节 直线的投影          | (14) |
| 第二节 各种位置直线的投影      | (14) |
| 第三节 直线的倾角和直线段的实长   | (17) |
| 第四节 直线上的点          | (18) |
| 第五节 两直线的相对位置       | (20) |
| 本章小结               | (24) |
| 第三章 平 面            | (25) |
| 第一节 平面的投影          | (25) |
| 第二节 各种位置平面的投影      | (25) |
| 第三节 平面上的直线和点       | (28) |
| 第四节 平面上的特殊位置直线     | (29) |
| 本章小结               | (32) |
| 第四章 直线与平面、两平面的相对位置 | (33) |
| 第一节 直线与平面、两平面平行    | (33) |
| 第二节 直线与平面、两平面相交    | (34) |
| 第三节 直线与平面、两平面垂直    | (42) |
| 本章小结               | (43) |
| 第五章 变换投影面法         | (44) |
| 第一节 概 述            | (44) |
| 第二节 换面法            | (44) |
| 第三节 点线面的综合问题       | (47) |
| 本章小结               | (52) |
| 第六章 平面立体           | (53) |
| 第一节 棱柱体及其表面上的点和线   | (53) |
| 第二节 棱锥体及其表面上的点和线   | (55) |
| 第三节 平面与平面立体表面相交    | (56) |
| 第四节 直线与平面立体表面相交    | (58) |
| 第五节 两平面立体表面相交      | (59) |
| 第六节 同坡屋面相交         | (61) |
| 本章小结               | (62) |

|             |                       |       |
|-------------|-----------------------|-------|
| 第三节         | 常用的绘图命令               | (156) |
| 第四节         | 图形编辑命令                | (159) |
| 第五节         | 尺寸标注命令                | (162) |
| 第六节         | 图形输出                  | (166) |
| 本章小结        |                       | (168) |
| <b>第十五章</b> | <b>建筑结构图</b>          | (169) |
| 第一节         | 钢筋混凝土结构图              | (169) |
| 第二节         | 钢筋混凝土结构图的绘制           | (172) |
| 第三节         | 钢筋混凝土结构图阅读            | (174) |
| 第四节         | 钢筋混凝土构件的平法制图规则        | (176) |
| 第五节         | 钢结构图                  | (179) |
| 第六节         | 用 AutoCAD 绘制钢筋混凝土结构图  | (184) |
| <b>第十六章</b> | <b>房屋建筑图</b>          | (187) |
| 第一节         | 概 述                   | (187) |
| 第二节         | 建筑总平面图                | (190) |
| 第三节         | 建筑平面图                 | (193) |
| 第四节         | 建筑立面图                 | (198) |
| 第五节         | 建筑剖面图                 | (200) |
| 第六节         | 建筑详图                  | (201) |
| 第七节         | 结构施工图                 | (207) |
| 第八节         | 用 AutoCAD 绘制房屋建筑施工图   | (212) |
| <b>第十七章</b> | <b>建筑设备施工图</b>        | (214) |
| 第一节         | 给水排水施工图               | (214) |
| 第二节         | 建筑电气施工图               | (223) |
| 第三节         | 用 AutoCAD 绘制设备施工图     | (231) |
| <b>第十八章</b> | <b>道路、桥梁、涵洞、隧道工程图</b> | (233) |
| 第一节         | 道路工程图                 | (233) |
| 第二节         | 桥梁工程图                 | (240) |
| 第三节         | 涵洞工程图                 | (244) |
| 第四节         | 隧道工程图                 | (246) |
| 第五节         | 用 AutoCAD 绘制桥涵工程图     | (248) |
| <b>第十九章</b> | <b>水利工程图</b>          | (250) |
| 第一节         | 概 述                   | (250) |
| 第二节         | 水利工程图的表达方法            | (257) |
| 第三节         | 水利工程图的尺寸标注            | (262) |
| 第四节         | 水利工程图的阅读方法            | (266) |
| 第五节         | 用 AutoCAD 绘制水利工程图     | (272) |
| <b>第二十章</b> | <b>AutoCAD 三维绘图</b>   | (276) |
| 第一节         | 概 述                   | (276) |
| 第二节         | 三维表面模型                | (276) |
| 第三节         | 三维实体造型                | (279) |
| 第四节         | 三维编辑                  | (281) |
| 第五节         | 渲 染                   | (284) |
| <b>参考文献</b> |                       | (286) |

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| <b>第七章 曲线和曲面</b>         | (63)  |
| 第一节 曲线                   | (63)  |
| 第二节 曲面的形成及分类             | (64)  |
| 第三节 常见回转曲面               | (65)  |
| 第四节 可展直线面                | (69)  |
| 第五节 不可展直线面               | (72)  |
| 本章小结                     | (75)  |
| <b>第八章 曲面立体表面相交</b>      | (76)  |
| 第一节 平面与曲面立体表面相交          | (76)  |
| 第二节 直线与曲面体表面相交           | (80)  |
| 第三节 平面体与曲面体表面相交          | (83)  |
| 第四节 曲面体与曲面体表面相交          | (85)  |
| 本章小结                     | (90)  |
| <b>第九章 标高投影</b>          | (91)  |
| 第一节 概述                   | (91)  |
| 第二节 点、直线和平面的标高投影         | (91)  |
| 第三节 平面交线的标高投影            | (95)  |
| 第四节 曲面的标高投影              | (96)  |
| 第五节 平面、曲面与地形面的交线         | (98)  |
| 本章小结                     | (102) |
| <b>第十章 轴测投影</b>          | (103) |
| 第一节 轴测投影的形成与分类           | (103) |
| 第二节 正等测投影                | (104) |
| 第三节 斜二轴测投影               | (108) |
| 本章小结                     | (110) |
| <b>第十一章 制图基本知识</b>       | (111) |
| 第一节 制图标准                 | (111) |
| 第二节 尺寸标注的一般原则            | (115) |
| 第三节 平面图形分析               | (118) |
| 本章小结                     | (120) |
| <b>第十二章 组合体</b>          | (121) |
| 第一节 组合体的构型分析             | (121) |
| 第二节 组合体三视图绘制             | (124) |
| 第三节 组合体视图的尺寸标注           | (128) |
| 第四节 组合体三视图阅读             | (131) |
| 本章小结                     | (138) |
| <b>第十三章 工程形体的表达方法</b>    | (139) |
| 第一节 视图                   | (139) |
| 第二节 剖视图                  | (141) |
| 第三节 剖面图                  | (147) |
| 第四节 简化画法                 | (149) |
| 本章小结                     | (150) |
| <b>第十四章 AutoCAD 绘图基础</b> | (151) |
| 第一节 AutoCAD 的用户界面        | (151) |
| 第二节 绘图环境设置               | (153) |

# 绪 论

## 第一节 工程图学发展概况

### 一、古代工程图

中国是具有丰富图学传统的国家。无论是图学思想、图学理论，或是制图技术与制图工具，历代的图学家们在艰苦的探索中都取得了巨大的科学成就。先秦制图之奇，魏晋图学理论之富，宋元图样绘制之精，为世界的科学技术和艺术的整体发展提供了历史的借鉴。

工程图样的绘制，从古到今都受到了人们重视。20 世纪 70 年代在河北省平山县发掘出战国时期中山国第五代国王墓。墓中出土了一块长 94 cm、宽 48 cm、厚 1 cm 的铜板，板上刻有中山王的“金文”诏书 42 字，注记文字 33 处、数字 38 处，并镶金银线制图的《兆域图》(见图 0-1)。该图用正投影法，上南下北方位，1：500 比例制成，是标示王陵方位、墓葬区域及陵墓建筑规划的平面图，为世界上现存最早的完整工程图样。图 0-2 是将《兆域图》整理后用 1：500 比例画的平面图。



图 0-1 《兆域图》的照片

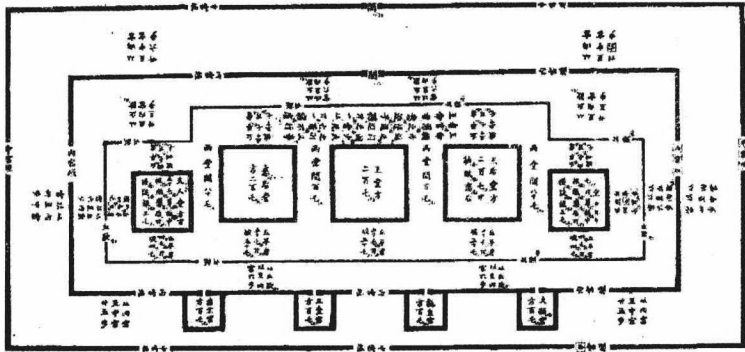


图 0-2 有比例的建筑平面图

南朝宋炳(公元 367~443 年)的《画山水序》专著，附有投影的基本原理图(见图 0-3)，是目前采用

中心投影法的透视投影原理。

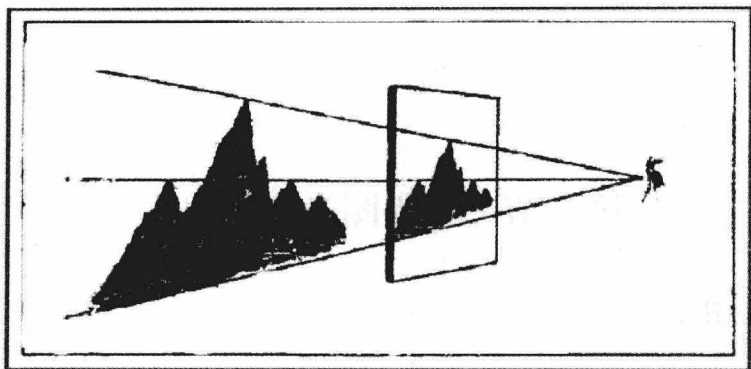


图 0-3 《画山水序》中投影原理图

北宋时的李诫(1100 年)所著《营造法式》这一巨著,完整总结了 2 000 多年间我国在建筑技术方面的伟大成就,成为中国古代建筑工程技术的经典著作,也是世界上早期的、最完备的建筑学专著。36 卷中有 6 卷是当时世界上极为先进的工程图绘制方法(插图 570 余幅),详尽地介绍了建筑技术、建筑标准、制图规范和材料规格等。图 0-4 是殿堂立面图和斗拱立体图,所绘图样为现代的正投影图和轴测投影图。

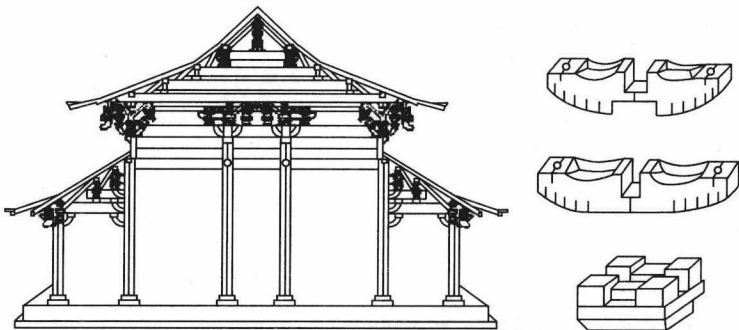


图 0-4 殿堂立面图、斗拱立体图

明末清初的宋应星(字长庚,江西奉新县人,1587~1661 年)所著《天工开物》完成于 1637 年。该书分上、中、下三册共 18 卷,系统地整理、记载了不少在当时居于世界前列的农业和手工业生产技术和科学创见,是世界上第一部关于农业和手工业的百科全书,在世界技术史上有重要地位。书中附有 123 幅详尽生动的插图,如图 0-5 所示水碾图立体感很强。

## 二、古代绘图工具

《考工记》成于春秋末期,后收入《周礼》一书,所以又叫做《周礼考工记》,是春秋末期齐国人记录的一部有关手工业技术的专著。著作中把“攻木之工”(木工)分为 7 种,使用“规”、“矩”和“悬”、“绳墨”、“水平”等工具(见图 0-6),并记载了当时的木材加工技术,提出了“天有时、地有气、材有美、工有巧,合此四者,然后可以为良”的重要论点,这是我国最早的关于工艺制作的专门论述。

## 三、工程图学科的建立

中国古代制图的理论自成系统,独具特色,表现出一以贯之的科学原则与科学精神,其图学理论

体系中诸如投影方法、比例的应用,以及对组合视图的认识与应用,这些理论和现代工程制图学理论

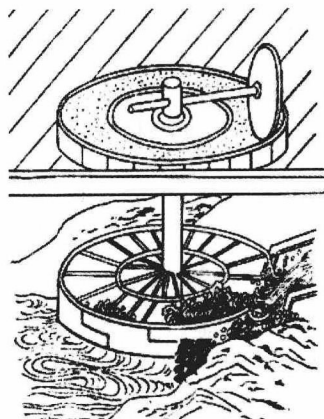


图 0-5 水碾图

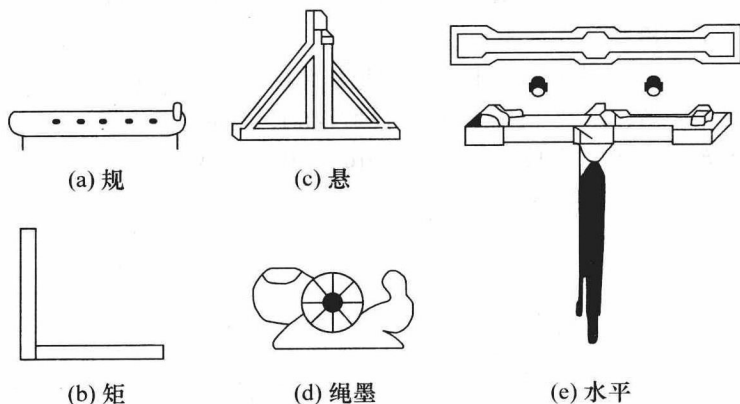


图 0-6 古代绘图工具

相去不远。古代的工程图样都是单线勾勒,界尺作线,能更准确地表现物体的形状。绘图工具的使用是制图从绘画中分离出来的重要标志。历代图学家们努力的结果为图学整体发展提供了历史的借鉴。

18 世纪,著名的法国数学家、教育家迦斯帕拉·蒙日(Gaspard Monge, 1746~1818 年)1765~1775 年间在梅济耶尔的热尼埃皇家学院先后任绘图员、技术员和数学教授。在此期间他发明了两个相互垂直的平面作为投影面的正投影制图法,后汇集众多的图样绘制方法将制图原理系统化,并进行了严密的数学论证,于 1798 年正式获准发表。1799 年蒙日的学生间歇特将蒙日的讲稿整理成《画法几何学》出版;1820 年又补充了透视和投影理论的内容,成为具有完整体系的一门学科。

《画法几何学》以多面正投影法为基础,使工程图的表达与绘制得到规范化,是工程图学发展史上的里程碑。著作中指出,工程图是技术人员语言。画法几何则是这个语言的语法。“画法几何”是我国著名物理学家萨本栋和著名教育家蔡元培在 1920 年翻译时确定的中文名称。

## 四、工程图学的发展

两个多世纪间,画法几何及工程制图与工程专业紧密结合,对培养工程技术人员的识图、绘图能力,空间思维能力及工程素质,起到了不可替代的重要作用。

随着工程制图标准的制定,工程图形成工程与产品信息的载体,成为国际上科技界通用的“工程技术语言”。工程图样成为工程技术中的重要技术文件。工程图学成为研究工程与产品信息表达、交流与传递的学问。

20 世纪下半叶,计算机绘图、计算机辅助设计、数字城市、数字水利等现代技术的不断推进,形数结合的研究得以发展,开拓了计算机几何学、计算机图形学以及分数维几何学等图学研究领域。产生了以工程图学为基础的计算机工程可视化、计算机工程仿真等多个现代学科,将在工程建设中发挥重要作用。

## 第二节 投影法的基本知识

### 一、投影的基本概念

#### (一)影子

立竿见影,直接理解为竿子在光线照射下,在地面或墙面上就会出现竿子的影子。这说明有光线、

物体、落影面(地面或墙面),就会产生影子。图 0-7(a)表示一块白铁皮折起  $60^\circ$  角,图 0-7(b)表示折起的白铁皮在光线的作用下,地面上产生了白铁皮的影子。这个影子不会反映白铁皮的折痕,只反映了折起白铁皮的边界轮廓。反映不出铁皮折痕的主要原因是铁皮不透明。

## (二)投影

如果不考虑铁皮的材质,假想物体(铁皮)为透明物体。将光源称为投影中心( $S$ ),投影中心与物体各点( $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ )的连线称为投射线( $s$ ),地面称为投影面( $P$ ),过物体各点的投射线与投影面的交点( $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ )称为投影。从图 0-7(c)看出,折痕  $AC$  的投影  $ac$  明显可见。

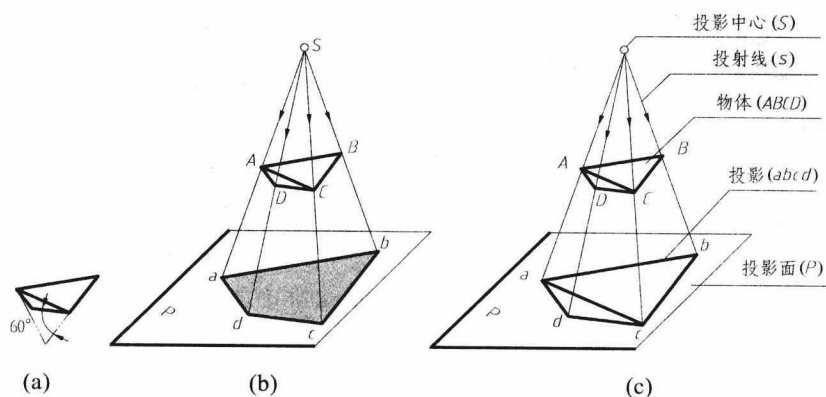


图 0-7 投影的基本概念

## (三)影子与投影的区别

产生影子与投影的相同要素是投射线、物体、投影面。不同的是,影子只反映物体的边界轮廓,投影能反映物体上的细部构造。

## 二、投影法的分类

由投射线向预设投影面投射物体时求作投影的方法称为投影法。投影图形称为投影图。

### (一)中心投影法

投射线从有限远的投射中心投射物体时求作投影的方法称为中心投影法。

图 0-7(c)中投影  $abcd$  就是按中心投影法求作的。

### (二)平行投影法

投射线从无穷远的投射中心投射(例如太阳与地球的平均距离约为 14 960 万 km),投射线可以看做相互平行。

用相互平行的投射线向预设投影面投射物体时求作投影的方法称为平行投影法。

投射线倾斜投影面时,称为斜投影法(见图 0-8(a))。

投射线垂直投影面时,称为正投影法(见图 0-8(b))。

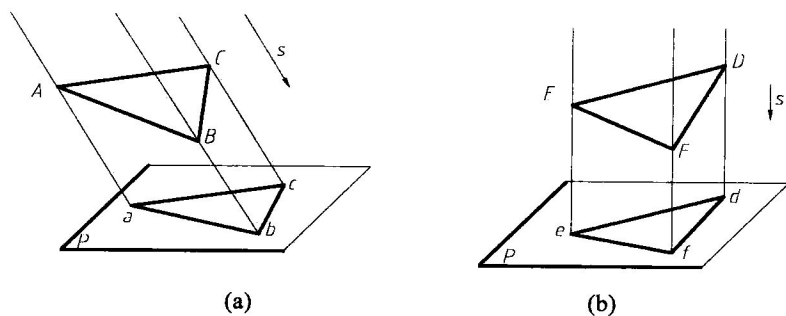


图 0-8 平行投影法

### 三、投影法的应用

#### (一)透视投影图

应用中心投影法作建筑物的投影,犹如人眼看物体一样,在工程中可画建筑物效果图。

图 0-9 是用中心投影法画的街景效果图,图中逼真地反映了建筑物与街景的外貌特点,建筑物近大远小,形象逼真,富有真实感。效果图也称为透视投影图,简称透视图。



图 0-9 透视图

在透视图,中,不平行投影面却相互平行的直线,其透视投影交于一点,称为灭点;不平行投影面却相互平行的面,其透视投影成为一条线,称为灭线。

近大远小和灭点、灭线的规律是透视图的重要特点。尽管透视图画图繁复、图中不能反映物体的真实尺寸,但透视图富有真实感,工程中仍然常常采用。

#### (二)轴测投影图

不平行任一坐标面的平行投射射线把物体连同确定该物体的直角坐标系一起投射到一个投影面上得到的投影图,称为轴测投影图,简称轴测图。图 0-10 为物体坐标系  $OXYZ$ ,沿平行投射方向  $s$ ,把物体与坐标系  $OXYZ$  一起投射到投影面  $P$  后所得的轴测图。轴测图是运用平行投影法绘制的立体图。其中  $O_1X_1Y_1Z_1$  称为轴测轴。

在轴测图中,平行轴测轴的线段可进行量度。轴测图的缺点是物体表面常常变形,作图较繁,但因其立体感强,直观性好,多用做辅助图。

#### (三)标高投影图

将地形面经过一组高差相等的水平面切割后得到一组交线(称为等高线),投射射线垂直水平投影面投射,并在交线投影上标注高度值(称为标高)的投影图,称为标高投影图。图 0-11(a)表示用高差为 5 m 的四个水平面假想切割山头,得到四条等高线,向水平投影面投射得到山头的一组等高线,打断等高线后在断线处标注高度数值。图 0-11(b)是工程中常用的标高投影图。

标高投影图是运用单面正投影法绘制的。标高投影图绘制简单、看图方便,在水利水电、土木工程中,复杂曲面或水位线等也常使用标高投影图。

#### (四)多面正投影图

多个投射射线方向,分别垂直多个投影面时求作的投影图称为多面正投影图。

图 0-12(a)是在水平投影面( $H$ )、正立投影面( $V$ )和侧立投影面( $W$ )上的三面正投影,常称为三面投影图。三面投影图联合表达常见的挡土墙(见图 0-12(b))。

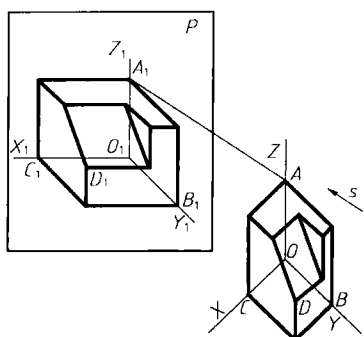


图 0-10 轴测图

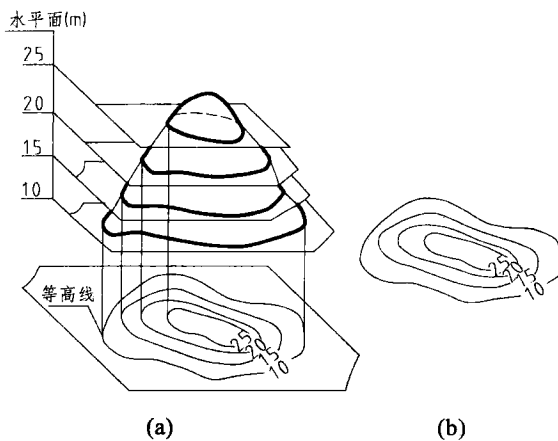


图 0-11 标高投影图

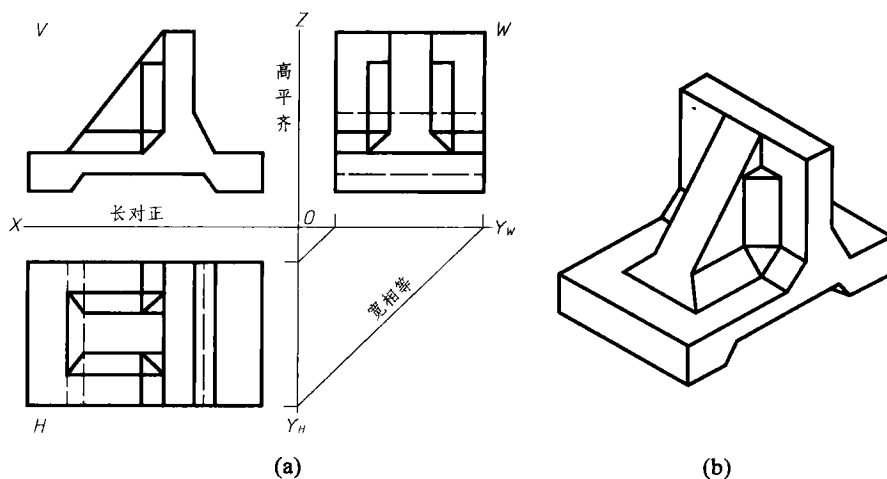


图 0-12 三面投影图

三面正投影图能够真实表现物体表面形状,作图简单,且具有  $H$ 、 $V$  两投影长对正,  $V$ 、 $W$  两投影高平齐,  $W$ 、 $H$  两投影宽相等的规律。多面正投影图度量性好,但直观性不强,需要有工程图学知识才能绘制与阅读多面正投影图。因此,学习图学知识是必须的。

### 第三节 工程图学的学习目的和方法

#### 一、工程图学课程内容及目的

工程图学是研究绘制和阅读工程图样的原理和方法,是为工科学生学习后续课程和将来进行规划、设计、施工以及进行科学研究提供工程图学的基本概念、基本理论、基本方法和基本技能的一门既有系统理论又有较强实践性的必修的专业技术基础课程,是培养创新设计必不可少的课程之一。

工程图学有画法几何学(第一章至第十章)、工程制图学(第十一章至第十三章为制图基础、第十五章至第十九章为专业制图)和计算机图学(第十四章和第二十章)等三部分内容。

画法几何学部分是以正投影法和初等几何为基础,既研究如何把空间几何元素(点、线、面、体)用平面图样表达的图示问题,又研究从平面图样上如何想象几何元素的空间位置与解决空间几何问题的图解问题,培养学生的空间思维能力。

工程制图学部分是在画法几何学的基础上,既要贯彻国家标准,又要研究如何绘制和阅读工程图样的方法,增强学生工程意识,提高工程素质,培养学生绘制和阅读工程图样的能力。

计算机图学部分是在工程制图学的基础上,以交互式绘图为重点,介绍 AutoCAD 绘图软件的使用,通过学习与计算机操作,培养学生计算机二维绘图和三维造型的能力。

通过本课程的学习,学生应牢固掌握投影的基本概念和基本理论,熟练掌握作图的基本方法和基本技能;图示、图解、读图和计算机操作能力应得到提高;科学的思维方式应得到发展;工程和创新意识应得到增强;严谨、细致的工作态度和一丝不苟的工作作风应得到培养。

通过本课程的学习,学生只是打下了一定的工程图学基础。要达到合格工科学生所必须具备的图学要求,还有待于在后续课程学习、实习和设计中继续培养和提高。

## 二、工程图学课程的学习方法与要求

本课程内容丰富,逻辑严密,实用性、实践性强,表达严谨。学习过程要循序渐进,注重概念、原理、规律的理解;掌握从空间到平面,再由平面图样想象空间形体的科学思维方法;注重实践,掌握各种作图方法和技能;注重图示、图解能力的培养;绘图时要严格遵守国家标准规定。通过一定数量的作业来检验学习效果。在学习过程中应不断总结与实践学习方法。

### (一)多思维

思维是能力提高的摇篮。把握课程内容丰富、逻辑严密的特点,不断地温故知新、多加联想,学会融会贯通。解题时坚持理论和实践相结合,要明确给题知求,以空间分析为首,积极思维寻求“题眼”,使每一步作图都应有理论或方法为依据。完成一道作业题后应求变(变命题条件,变投影位置),不断地主动发展和提高自己的思维能力。不能盲目解题,也不要参考别人的作业解题,因为这不仅不能提高自己的解题能力,还放弃了自己思维能力训练、提高的机会。

### (二)勤动手

勤能补拙。把握课程实践性强的特点。画法几何内容的学习要落实在“画”上,工程制图内容的学习要落实在“制”上,计算机绘图内容的学习要落实在“绘”上。通过按时完成作业,才能有条不紊地掌握课程的基本知识点。不能只重视“听”和“看”,不动手“画”、“制”、“绘”。深刻体会“眼过千遍,不如手过一遍”的真谛。

### (三)合标准

标准是统一要求。把握课程表达严谨的特点。工程图样是工程技术信息的载体,是重要的技术文件。要有工程意识和负责任的态度。绘图时要做到图线粗细分明、书写字体工整、表达方法合适、尺寸标注清晰,使所绘图样符合制图标准或有关规定。在自我严格要求中,才能培养自己严谨、细致的工作作风。不能图线不分粗细、字体不分大小,养成工作不认真的不良习惯。

### (四)不松懈

坚持就是成功。学习过程中会遇到诸多困难。希望认真听课、坚持习题,不断总结适合自己的学习方法。克服了学习中的困难,才能掌握课程内容,达到课程要求。不能遇难点就躲,遇难题不做,不注意培养自己坚韧不拔的意志和执着求索的科学精神。

# 第一章 点

点、线、面是组成空间形体的基本几何元素，而线、面亦可看做点的集合。因此，研究空间形体的投影问题，首先应当从最基本的几何元素——点的投影开始。

本章主要讨论点的投影规律和两点的相对位置。

## 第一节 点在两投影面体系中的投影

### 一、点的投影及其投影规律

点是构成空间形体最基本的几何元素，仅具有空间位置，而不考虑大小。点的空间位置是通过点的投影来表示的。

用正投影的方法，将空间点  $A$  投射到平面  $P$  上，其投射线与投影面  $P$  的交点即为空间点  $A$  在平面  $P$  上的投影  $a'$ ，如图 1-1 所示。

点的单面投影特性：

(1) 点的投影仍是点，它是通过空间点的垂直于投影面的投射线与投影面的交点。

(2) 点在投影面上的正投影是唯一的。反之，已知点的单面投影，却无法唯一确定该点的空间位置，如图 1-2 所示。

为叙述简便，后面不加说明，将“正投影”简称为“投影”。

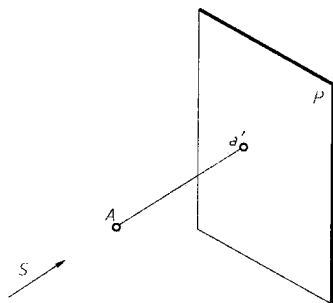


图 1-1 点的单面投影

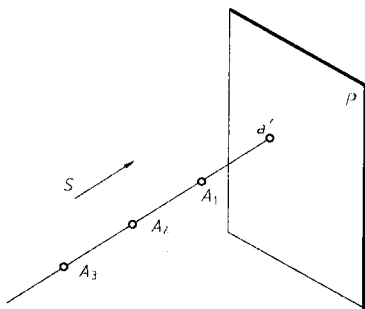


图 1-2 单面投影对应若干空间点

### 二、点的两面投影及其投影规律

由上述可知，点的单面投影不能唯一确定点的空间位置，需要两面投影才能确定。

#### (一) 两投影面体系的建立

为了确定点的空间位置，设立两个相互垂直相交的投影面：正立投影面(简称  $V$  面或正立面)和水平投影面(简称  $H$  面或水平面)，组成一个两投影面体系，如图 1-3 所示。两个投影面的交线称为投影轴，用字母  $OX$  表示(简称  $X$  轴)。

两投影面体系将整个空间划分成四个区域，其中每一区域称做一个分角，即四个分角。我国采用第 I 分角进行正投影，即  $V$  面的前方和  $H$  面的上方组成的第 I 分角。为叙述简便，后面不加说明，投影区

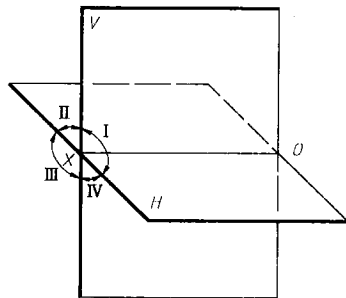


图 1-3 两投影面体系

域均指第 I 分角。

## (二)点的两面投影及其投影规律

在两投影面体系中,已知空间点  $A$ ,分别过  $A$  点作  $V$  面、 $H$  面的垂线,垂足  $a'$  和  $a$  分别称做空间点  $A$  的正面投影和水平投影,如图 1-4(a)所示。

在实践中,图形均绘制在平面图纸上,也即要求两个投影必须绘制在同一平面内。因此,需要将空间的两个投影展开到一个平面。规定: $V$  面固定不动, $H$  面绕  $OX$  轴向下旋转  $90^\circ$ ,使  $H$  面与  $V$  面位于同一平面上,这样即可得到空间点  $A$  的两面投影,如图 1-4(b)所示。

在表示空间点及其投影时,规定:空间点用大写字母  $A, B \cdots$  或罗马数字 I, II  $\cdots$  表示,其正面投影用相应的小写字母加一撇如  $a', b' \cdots$  或阿拉伯数字加一撇如  $1', 2' \cdots$  表示,水平投影用相应的小写字母如  $a, b \cdots$  或阿拉伯数字  $1, 2 \cdots$  表示。

因投影与投影面的大小无关,故画投影图时投影面的边界与表示投影面的字母  $H, V$  均可省略,仅画出投影轴  $OX$ ,如图 1-4(c)所示。

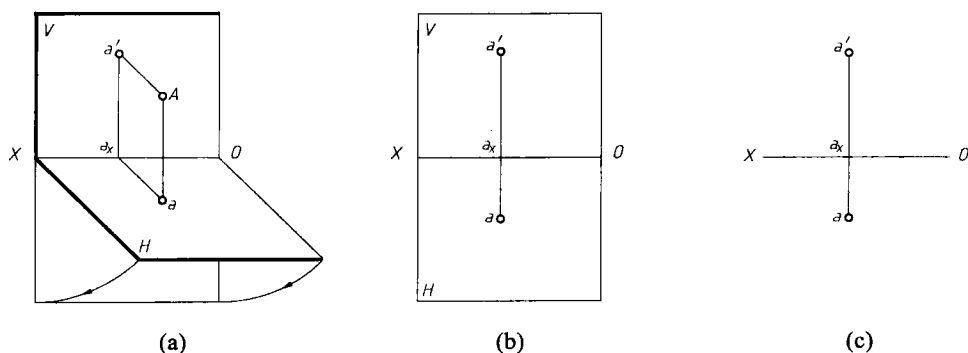


图 1-4 点的两面投影

所得到点的两面投影具有以下投影规律:

(1)点的正面投影与水平投影的连线垂直于它们之间的投影轴,即  $a'a \perp OX$ 。

(2)点的正面投影到  $OX$  轴的距离等于该点到  $H$  面的距离,点的水平投影到  $OX$  轴的距离等于该点到  $V$  面的距离,即  $a'a_X = Aa, aa_X = Aa'$ 。

## 第二节 点在三投影面体系中的投影

### 一、三投影面体系的建立

为清晰表达空间形体的形状,通常需要绘出三面投影图。在两投影面体系的基础上,增加一个与  $V$  面、 $H$  面相互垂直相交的投影面——侧立投影面(简称  $W$  面或侧立面),即形成一个三面投影体系,如图 1-5 所示。三面投影体系将整个空间划分成八个区域,其中每一区域称做一个分角。我国采用第 I 分角进行正投影。 $H$  面与  $W$  面的交线、 $V$  面与  $W$  面的交线均称为投影轴,分别用字母  $OY$  和  $OZ$  表示(简称  $Y$  轴和  $Z$  轴)。三个投影轴的交点称为原点,用字母  $O$  表示。

### 二、点的三面投影及其投影规律

在三投影面体系中,已知空间点  $A$ ,分别过  $A$  点作  $V$  面、 $H$  面、 $W$  面的垂线,垂足  $a', a$  和  $a''$  即为  $A$  点的三面投影,其中  $a''$  称做  $A$  点的侧面投影,用相应的小写字母加两撇表示,如图 1-6(a)所示。

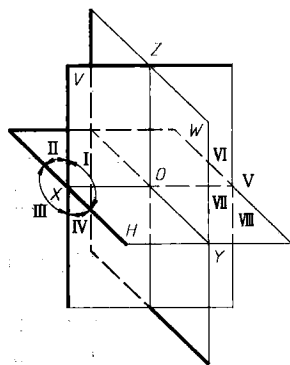


图 1-5 三面投影体系