

» 高等教育工程造价系列规划教材

画法几何与 土木工程制图

ENGINEERING COST

● 崔淑杰 刘俊玲 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

» 高等教育工程造价系列规划教材

土木工程概论	刘俊玲 庄 丽
建筑设备概论	(规划中)
工程计价原理	杨会云 王红平
工程造价管理	马 楠 张国兴 韩英爱
工程造价控制	刘 钦
建筑工程计量与计价	闫 瑾
建筑电气安装工程计价	吴信平
安装工程计价	高跃春
建筑装饰工程计价	李旭伟
园林绿化工程估价	王俊安
公路工程计价	李希胜 崔淑杰
工程招投标与合同管理	王秀燕 李锦华
工程财务	刘 迪
工程项目融资	刘亚臣 白丽华
安装工程识图	吴信平
画法几何与土木工程制图	崔淑杰 刘俊玲
土木工程材料	张爱勤 曹晓岩
建筑工程施工	房树田
公路工程施工	朱 峰
安装工程施工	(规划中)
国际工程管理	(规划中)
计算机辅助工程造价	于香梅



建设工程造价编制与管理

马 斌

建筑力学

刘成云

房屋建筑学

邢双军



建筑结构

杨鼎久

工程经济学

于立君

房地产估价

张洪力

地址: 北京市百万庄大街22号
电话服务
社服务中心: (010)88361066
销售一部: (010)68326294
销售二部: (010)88379649
读者服务部: (010)68993821

邮政编码: 100037
网络服务
门户网: <http://www.cmpbook.com>
教材网: <http://www.cmpedu.com>
封面无防伪标均为盗版

ISBN 978-7-111-31599-5

策划: 冷彬/封面设计: 张静

定价: 29.00元

ISBN 978-7-111-31599-5



9 787111 315995 >

高等教育工程造价系列规划教材

画法几何与土木工程制图

主 编	崔淑杰	刘俊玲	
副主编	刘冬梅	张春平	
参 编	牛 哲	李 琦	朱晓菲
主 审	裘建军		



机械工业出版社

画法几何与土木工程制图是高等院校土建类专业教学中重要的专业基础课。本书系统、详细地介绍了该课程的基本原理与方法,主要包括:制图投影理论,即多面正投影、标高投影、轴测投影等投影理论;在投影理论的基础之上,详尽地讲述了工程图的表达方法,即组合体、剖面图、断面图的绘制和阅读;介绍了土木工程制图标准,如 GB/T 4656—2008《技术制图 棒料、型材及其断面的简化表示法》、GB/T 50001—2001《房屋建筑制图统一标准》等以及基本绘图的方法、技能;以投影理论和表达方法为基础,讲述了房屋建筑工程图和道路、桥梁、涵洞工程图的绘制与阅读。

本书概念清晰,内容阐述系统、完整。为了配合本书的使用,还编写了与之配套的习题集,包含了大量的练习习题,便于学生和读者更好地学习和掌握本课程的主要内容。

本书可作为高等院校土木工程及工程管理专业本科及专科的教材,亦可作为建设部门的专业人员及土木工程施工技术人员、管理人员的学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

画法几何与土木工程制图/崔淑杰,刘俊玲主编. —北京:机械工业出版社,2010.8

高等教育工程造价系列规划教材

ISBN 978-7-111-31599-5

I. ①画… II. ①崔…②刘… 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(2010)第 159640 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:冷彬 责任编辑:冷彬 冯铤

版式设计:霍永明 责任校对:申春香

封面设计:张静 责任印制:李妍

唐山丰电印务有限公司印刷

2011 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·13.75 印张·337 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-31599-5

定价:29.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

高等教育工程造价系列规划教材

编 审 委 员 会

主任委员：齐宝库

副主任委员：陈起俊

委 员（按姓氏笔画排序）：

于英乐	于香梅	马楠	王东欣	王秀燕
王俊安	王炳霞	王赫	白丽华	刘亚臣
刘迪	刘钦	庄丽	朱峰	闫瑾
齐宝库	冷彬	吴信平	张国兴	张爱勤
李旭伟	李希胜	李锦华	杨含云	邵军义
陈起俊	季顺利	房树田	郑润梅	赵秀臣
都沁军	崔淑杰	曹晓岩	董立	赖少武

序

伴随着人类社会经济的发展和物质文化生活水平的提高，人们一方面对工程项目的功能和质量要求越来越高，另一方面又期望工程项目建设投资尽可能少、效益尽可能好。随着经济体制改革和经济全球化进程的加快，现代工程项目建设呈现出投资主体多元化、投资决策分权化、工程发包方式多样化、工程建设承包市场国际化以及项目管理复杂化的发展态势。而工程项目所有参建方的根本目的都是追求自身利益的最大化。因此，工程建设领域对具有合理的知识结构、较高的业务素质和较强的实作技能，胜任工程建设全过程造价管理的专业人才需求越来越大。

高等院校肩负着培养和造就大批满足社会需求的高级人才的艰巨任务。目前，全国 300 多所高等院校开设的工程管理专业几乎都设有工程造价专业方向，并有近 50 所院校独立设置工程造价（本科）专业。要保证和提高专业人才培养质量，教材建设是一个十分关键的因素。但是，由于高等院校的工程造价（本科）专业教育还刚刚起步，尽管许多专家、学者在工程造价教材建设方面付出了大量心血，但现有教材存在诸多不尽如人意之处，并且均未形成能够满足对工程造价专业人才培养需要的系列教材。

机械工业出版社审时度势，于 2007 年下半年在全国范围内对工程造价专业教学和教材建设的现状进行了广泛的调研，并于年底在北京召开了“工程造价系列规划教材编写研讨会”，成立了“高等教育工程造价系列规划教材编审委员会”。本人同与会的各位同仁就该系列教材的体系以及每本教材的编写框架进行了讨论，并在随后的两三个月内，详细研读了陆续收到的各位作者提供的教材编写大纲，并提出自己的修改意见和建议。许多作者在教材编写过程中与我进行了较为充分的沟通。

通过作者们一年多的辛勤劳动，“高等教育工程造价系列规划教材”的撰写工作即将全面告竣，并将陆续出版。该套系列教材是作者们在广泛吸纳各方面意见，认真总结以往教学经验的基础上编写的，充分体现了以下特色：

（1）强调知识体系的系统性。工程项目建设全过程造价管理是一个十分复

杂的系统工程,要求其专业人才具有较为扎实的工程技术、管理、经济和法律四大平台知识。该套系列教材注重四大平台知识的融汇、贯通,构建了全面、完整、系统的专业知识体系。

(2) 突出教材内容的实践性。近年来,我国建设工程计价模式、方法和管理体制发生了深刻的变化。该套系列教材紧密结合我国现行工程量清单计价和定额计价并存的特点,注重以定额计价为基础,突出工程量清单计价方法,并对《建设工程工程量清单计价规范》(GB 50500—2008)在工程造价专业教学与工程实践中的应用与执行进行了较好的诠释。同时,教材内容紧密结合我国造价工程师等执业资格考试和注册制度的要求,较好地体现出培养工程造价专业应用型人才的特色。

(3) 注重编写模式的创新性。作者们结合多年对该学科领域的理论研究与教学和工程实践经验,在该套系列教材中引入和编写了大量工程造价案例、例题与习题,力求做到理论联系实际、深入浅出、图文并茂和通俗易懂。

(4) 兼顾学生就业的广泛性。工程造价专业毕业生可以广泛地在国内外土木建筑工程项目建设全过程的投资估算、经济评价、造价咨询、房地产开发、工程承包、招标代理、建设监理、项目融资与项目管理等诸多岗位从业,同时也可以在政府、行业、教学和科研单位从事教学、科研和管理工作。该套系列教材所包含的知识体系较好地兼顾了不同行业各类岗位工作所需的各方面知识,同时也兼顾了本专业课程与相关学科课程的关联与衔接。

在本套系列教材即将面世之际,我谨代表高等教育工程造价系列规划教材编审委员会,向在教材撰写中付出辛劳和心血的同仁们表示感谢,还要向机械工业出版社高等教育分社的领导和编辑表示感谢,正是他们的适时策划和精心组织,为我们教学一线上的同仁们创新了施展才能的平台,也为我国高等院校工程造价专业教育做了一件好事。

工程造价在我国还是一个年轻的学科领域,其学科内涵和理论与实践知识体系尚在不断发 展之中,加之时间有限,尽管作者们付出了极大努力,但该套系列教材仍难免存在不妥之处,恳请各高校广大教师和读者对此提出宝贵意见。我坚信,该套系列教材在大家的共同呵护下,一定能够成为极具影响力的精品教材,在高等院校工程造价专业人才培养中起到应有的作用。

齐宝琛

2009年4月于沈阳

前言

图形在人类文字产生之前就已有之。图形是伴随着人类文明历史而发展起来的。从象形文字的产生到埃及人丈量尼罗河两岸的土地,从航天飞机的问世到火星探测器对火星形貌的探测,始终与图形有着密切关系。图形的重要性可以说是任何其他表达方法所不能替代的。现代图学教育为新世纪各类专门人才的图学和创新素养提供了必要的方法。画法几何与土木工程制图是土木工程各专业的必修课,也是后续各专业课的基础课。

《画法几何与土木工程制图》是一本面向土木类各专业的工程素质教育的基础性教材,也可作为理科类、经管类等学科相关专业的必修课与选修课的教材。

考虑到画法几何与土木工程制图课的特点及工程技术人员所应具备的能力,本书以图样为核心,以工程素质的培养为重点,在内容的安排方面特别突出绘图和读图能力的培养,全面介绍投影理论、土木工程图阅读和绘制的具体方法。通过对本书的学习,使学生能够掌握国家制图标准、扎实的投影理论、系统的专业制图阅读和绘制技能等综合知识,为培养适应我国土木工程建设所需的有理论、能施工、会设计的高级复合型专业人才打下坚实的基础。

编者在本书编写过程中认真总结了长期的课程教学实践经验,广泛吸取各兄弟院校同类教材的精华,力争突出以下几点:

(1) 循序渐进 依据事物的认识过程,充分考虑到学生对知识的接受能力,按着由易到难、由低到高逐步深入的过程来编排全书内容。配以立体图,使内容更形象直观、深入浅出,使学生易于接受、易于掌握、掌握扎实。

(2) 够用为度 内容选取上有所精简,力求简明扼要。在画法几何的内容上有所删减。

(3) 重点突出 在注重学科知识的系统性、表达的规范性和准确性的基础上,突出以投影图和专业制图部分为重点,对读图和绘图的理论和方法则力求讲得“精”而“透”。

(4) 理论联系实际 注重工程素质的培养,所安排的内容、所引用的图样,都是土木工程各专业图样。

为适应高等院校本科教学安排,全书共分为12章,推荐学时数为70学时。

本书由崔淑杰、刘俊玲、刘冬梅、张春平、牛哲、李琦、朱晓菲合作编写。崔淑杰、牛哲编写了绪论、第六章、第七章、第八章;刘俊玲编写了第十一章、第十二章;刘冬梅编写了第一章、第二章、第三章;张春平、李琦编写了第四章、第五章;朱晓菲编写了第九章、第十章;最后由崔淑杰对全书进行统稿。

本书由哈尔滨工业大学裘建军主审。他对本书的内容提出了许多宝贵意见,在此谨表衷心感谢。

本书在编写过程中得到了设计单位专业人士的诸多帮助和支持,在此表示诚挚的谢意。

由于时间仓促,水平有限,疏漏与错误之处难以尽免,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

序

前言

绪论	1	第四节 手工绘图的一般方法与步骤	100
第一章 投影基础知识	2	第七章 组合体的投影及其尺寸标注	101
第一节 投影法概述	2	第一节 组合体的投影	102
第二节 平行投影法的基本特性	3	第二节 组合体视图的尺寸标注	109
第三节 工程上常用的投影法	4	第三节 组合体视图的读图	113
第二章 点、直线及平面的投影	7	第八章 剖面图与断面图	120
第一节 点在三面投影体系中的投影	7	第一节 剖面图	120
第二节 直线的投影	12	第二节 断面图	127
第三节 平面的投影	18	第三节 简化画法	128
第四节 直线、平面与平面的相对位置	22	第九章 建筑施工图	131
第三章 立体的投影	28	第一节 概述	131
第一节 基本立体的投影	28	第二节 总平面图	137
第二节 平面与立体表面相交	37	第三节 建筑平面图	143
第三节 立体与立体表面相交	46	第四节 建筑立面图	152
第四章 标高投影	52	第五节 建筑剖面图	155
第一节 点和直线的标高投影	53	第六节 建筑详图	158
第二节 平面的标高投影	55	第十章 结构施工图	163
第三节 曲面的标高投影	60	第一节 概述	163
第四节 平面、曲面与地形面相交	62	第二节 基础施工图	168
第五章 轴测图	65	第三节 平面整体表示方法	171
第一节 轴测投影的基本知识	65	第四节 钢结构施工图	176
第二节 正等轴测图的画法	69	第十一章 道路路线工程图	181
第三节 斜二轴测图的画法	75	第一节 公路路线工程图	181
第四节 轴测投影的选择	78	第二节 城市道路路线工程图	188
第六章 制图基础	80	第十二章 桥梁涵洞工程图	192
第一节 制图工具及使用方法	80	第一节 桥梁工程图	192
第二节 基本规格	83	第二节 涵洞工程图	204
第三节 几何作图	94	参考文献	210



绪 论

一、土木工程制图课程的研究对象

土木工程制图是一门研究绘制和阅读工程图样、图解空间几何问题的理论和方法的技术基础学科，主要内容是阐述正投影理论和国家标准《技术制图》、《建筑工程制图》等的有关规定。

二、土木工程制图课程的任务和要求

准确表达物体形状、尺寸及其技术要求的图纸，称为图样。图样是制造机器、仪器和进行工程施工的主要依据。在机械制造业中，机器设备是根据图样加工制造的。如果要生产一部机器，首先必须画出表达该机器的装配图和所有零件的零件图，然后根据零件图制造出全部零件，再按装配图装配成机器。在工程技术工作中，人们通过图样来表达设计对象和设计思想。图样不单是指导生产的重要技术文件，而且是进行技术交流的重要工具。因此，图样是每一个工程技术人员必须掌握的“工程技术语言”。

土木工程制图课程的学习要求：

- 1) 掌握正投影法的基本理论，并能利用投影法在平面上表示空间几何形体，图解空间几何问题。
- 2) 培养绘制和阅读机械图样的能力，并研究如何在图样上标注尺寸。
- 3) 培养用仪器绘图、计算机绘图和手工绘制草图的能力。
- 4) 培养空间逻辑思维与形象思维的能力。
- 5) 培养分析问题和解决问题的能力。
- 6) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

三、土木工程制图课程的学习方法

土木工程制图课程是一门既有系统理论，又比较注重实践的技术基础课。本课程的各部分内容既紧密联系，又各有特点。根据课程的学习要求及各部分内容的特点，简要介绍学习方法如下：

- 1) 准备一套合乎要求的制图工具，按照正确的制图方法和步骤，认真完成作业。
- 2) 认真听课，及时复习，掌握形体分析法、线面分析法和投影分析方法，提高独立分析和解决识图、制图等问题的能力。
- 3) 注意制图与识图相结合，物体与图样相结合，要多画多看，逐步培养空间逻辑思维与形象思维的能力。
- 4) 严格遵守机械制图的国家标准，并具备查阅有关标准和资料的能力。

第一章

投影基础知识

第一节 投影法概述

一、投影法的基本概念

物体在光线（阳光或灯光）的照射下，就会在地面或墙面上产生影子。人们对这种现象加以科学的抽象和归纳，形成了投影的概念。投射射线通过物体，向选定的平面投射，并在该面上得到图形的方法，称为投影法。物体在投影面上产生的影子称为该物体的投影。

在投影体系中，产生光线的光源叫做投射中心；光线叫做投射射线；把产生投影的平面称为投影面，如图 1-1 所示。

综上所述，要产生投影必须具备以下四个条件：

- 1) 投射中心。
- 2) 投射射线。
- 3) 投影面。
- 4) 空间几何形体（物体）。

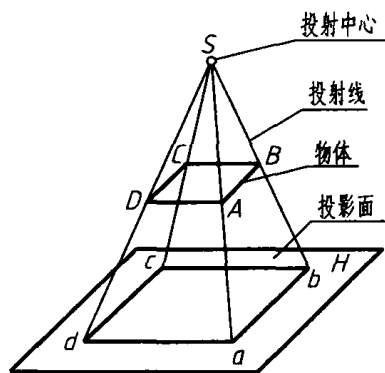


图 1-1 中心投影法

二、投影法的分类

投影法分为中心投影法和平行投影法两类。平行投影法又分为正投影法和斜投影法。

1. 中心投影法

如图 1-1 所示，投射中心 S 对投影面 H 的距离为有限远时，则所有的投射射线均相交于投射中心 S ，此种投影方法称为中心投影法。

2. 平行投影法

当投射中心 S 对投影面 H 的距离为无限远时，则所有的投射射线将相互平行，此种投影方法称为平行投影法，如图 1-2 所示。

根据投射方向是否垂直于投影面，平行投影法又分为两种：投射射线倾斜于投影面的平行投影法称为斜投影法，所得的投影称为斜投影，如图 1-2a 所示；投射射线垂直于投影面的平行投影法称为正投影法，所得的投影称为正投影，如图 1-2b 所示。

工程图样中主要用正投影，今后如不作特别说明，“投影”即指“正投影”。

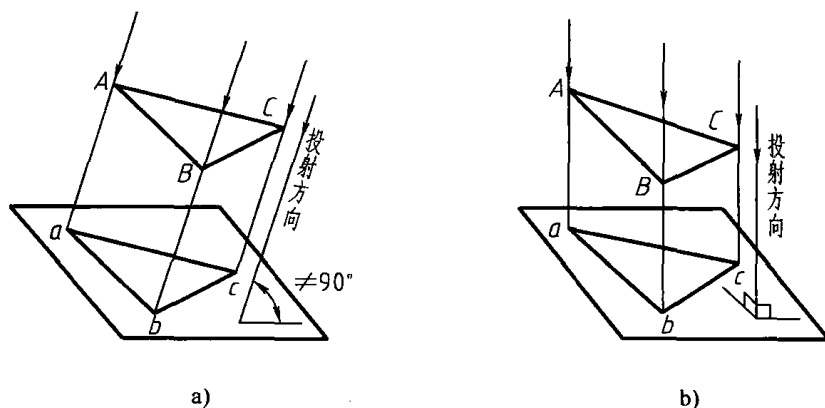


图 1-2 平行投影法

a) 斜投影法 b) 正投影法

第二节 平行投影法的基本特性

平行投影法与中心投影法既具有共同的性质，又有各自的特性。平行投影法中投影的形状、大小与几何元素距投影面的远近无关。

平行投影具有下述主要性质：

一、同素不变性

- 1) 点的投影仍为点，如图 1-3a 所示。
- 2) 直线的投影一般仍为直线，如图 1-3b 所示。
- 3) 平面的投影一般仍为平面，如图 1-3c 所示平面 $ABCD$ 的投影 $abcd$ 。

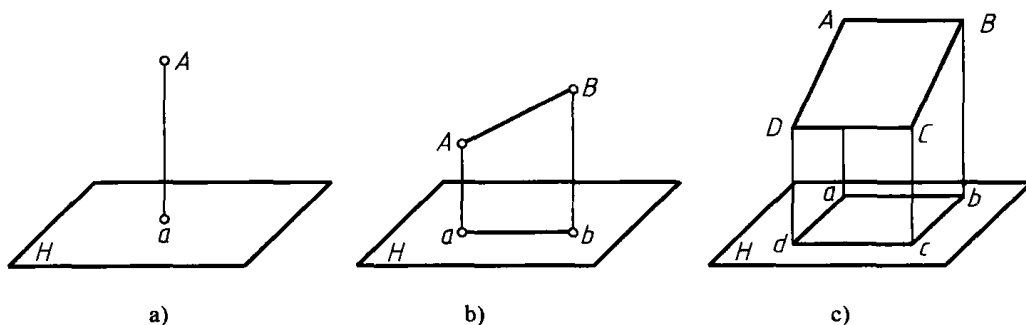


图 1-3 同素不变性

二、平行性

空间平行两直线的同面投影仍相互平行。如图 1-4a 所示，已知 $AB \parallel CD$ ，则其投影 $ab \parallel cd$ 。

三、从属性

属于线上的点，其投影仍在该线的投影上。如图 1-4b 所示，已知空间点 G 在 EF 上，

则其投影 g 必在直线 EF 的投影 ef 上。同理, 属于平面上的点和线的投影仍属于该平面的投影。

四、等比性

- 1) 空间平行两线段长度之比等于其投影长度之比, 如图 1-4a 所示, $AB : CD = ab : cd$ 。
- 2) 点分线段之比, 投影后保持不变, 如图 1-4b 所示, $EG : GF = eg : gf$ 。

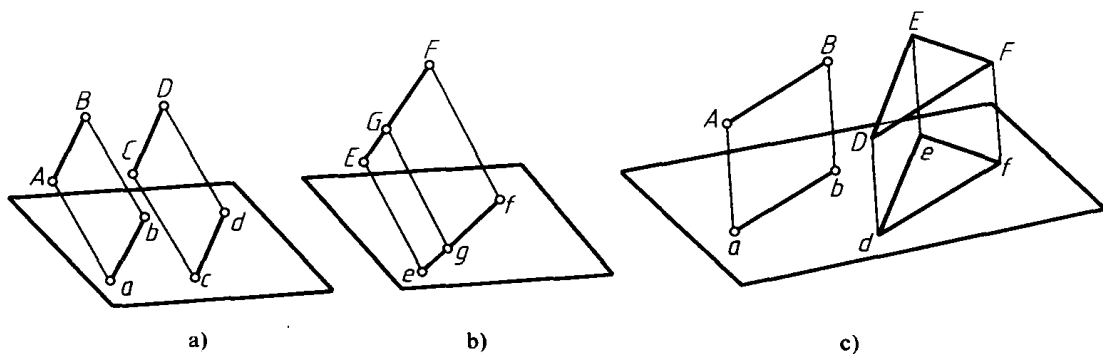


图 1-4 平行投影法的投影特性

五、实形性

当线段或平面平行于投影面时, 线段的投影反映实长, 平面图形的投影反映其实形, 如图 1-4c 所示。

六、积聚性

当直线平行于投射方向时, 其投影积聚为一点, 该直线上任意一点的投影也都落在这一点上, 当平面平行于投射方向时, 其投影积聚为一条线, 该平面上任意一点或图形的投影也积聚在这一条线上, 如图 1-5 所示。投影的这种特性称为积聚性。

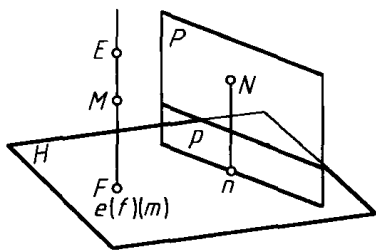


图 1-5 积聚性

第三节 工程上常用的投影法

工程上常用各种图样表达形体, 由于表达目的和被表达对象特性的不同, 往往需要采用不同的投影方法。

常用的有多面投影法、轴测投影法、透视投影法和标高投影法。

一、多面投影法

多面投影法是空间形体投射到两个或两个以上互相垂直的投影面上的投影,然后把这些投影面连同其上的投影按一定的方法展开到同一平面上,从而得出投影图的方法。

图 1-6a 所示就是把一个物体分别向三个互相垂直的投影面 H 、 V 、 W 作投影的情形;图 1-6b、c 所示则是把三个投影面展在同一平面上而得出的该物体的多面投影图。采用该投影法绘图时,常将几何体的主要平面与相应的投影面相互平行,这样画出的投影图能反映出这些平面的实形,因而从图上可以直接得到空间几何体的尺寸。

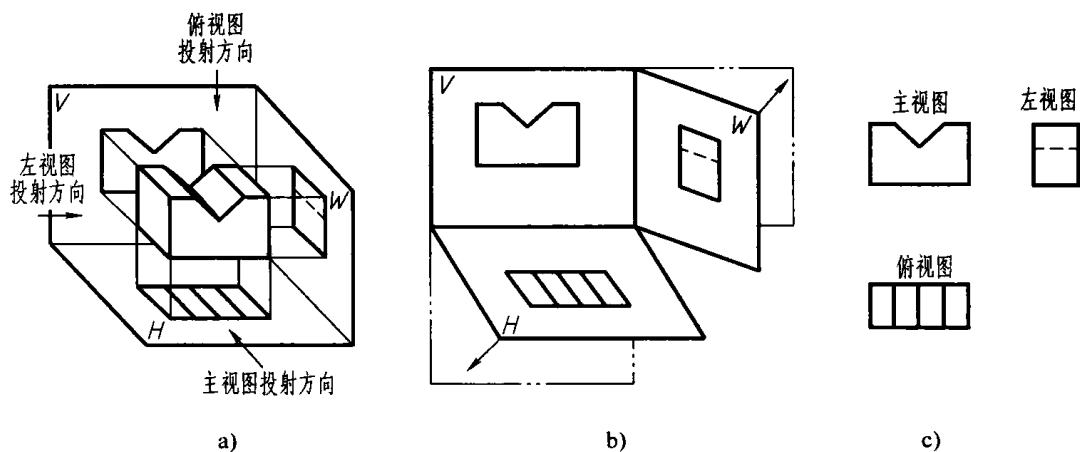


图 1-6 多面正投影图

特点: 正投影图有很好的度量性,而且按这一方法绘图也较为简便,所以在工程上应用最广。这种表达方法的缺点是所绘的图形直观性较差。

二、轴测投影法

轴测投影是一种单面投影,它是用平行投影法把空间形体连同确定该形体位置的直角坐标系一起沿不平行于任一坐标面的方向平行地投射到一个投影面上,从而得出其投影的方法。如图 1-7 所示,把物体和确定该物体位置的直角坐标系 xyz 按 S 方向平行地投射到一个投影面上,由此得出该物体和坐标轴的轴测投影。

特点: 用这种方法绘制的图有立体感,在一定条件下可以直接度量。因此,在很多情况下可作为多面投影图的补充图样。其缺点是手工绘制较为费时。

三、透视投影法

透视投影与轴测投影一样,都是一种单面投影,它是用中心投影法将物体投射至单一投影面上所得到的具有立体感的图形,简称透视图,如图 1-8 所示。

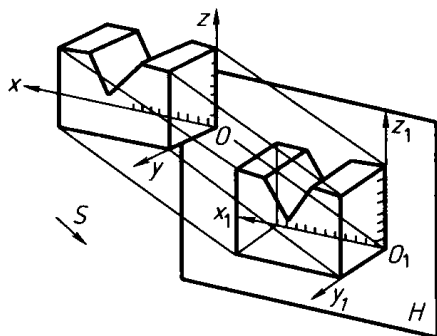


图 1-7 轴测投影

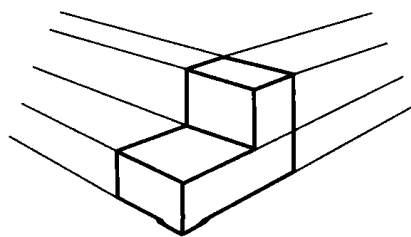


图 1-8 透视投影图

特点：用这种方法绘制的图形与人们日常观看物体时所得的形象基本一致，所以富有立体感和真实感。透视图与照相原理相似，相当于将相机放在投射中心所拍的照片一样，十分逼真，直观性强。因此，在某些场合广泛地采用透视图，以取其直观性强的优点，但透视图绘制较繁、度量性差，通常用于绘制建筑、园林等的效果图。

四、标高投影法

标高投影法是绘制地形图和土建工程投影图的主要方法。标高投影图也是一种单面投影图，是按平行投影的方法作出形体在一个水平面上的正投影，并用数字把形体各部分的高度标注在该投影上所得该形体的投影图。

例如，在图 1-9a 中画出了一个曲面，假定这个曲面被一系列高度差相等的水平面所切割，则由切割所形成的交线必定是一些封闭的不规则曲线。把这些曲线投影到水平面上，就得到了这些曲线的投影，再在该投影图上分别标注出它们的高度值，就得到该曲面的标高投影图，如图 1-9b 所示。

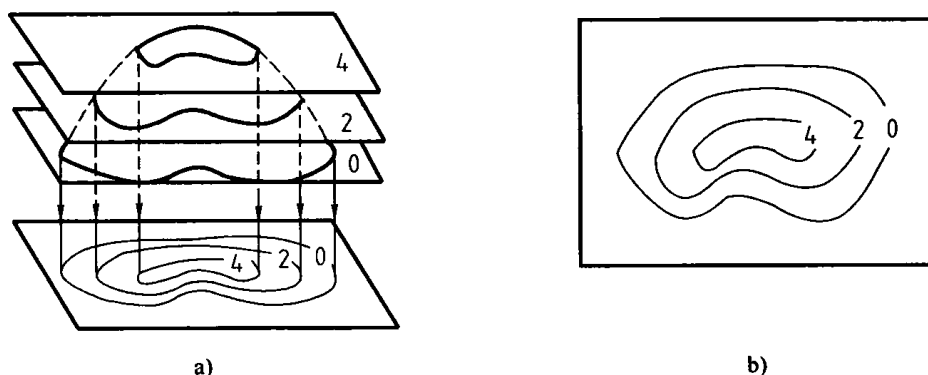


图 1-9 标高投影法

a) 曲面的标高投影 b) 曲面的标高投影图

第二章

点、直线及平面的投影

第一节 点在三面投影体系中的投影

为了正确而又迅速地画出物体的投影或分析空间几何问题，必须首先研究与分析空间几何元素的投影规律和投影特性。本节主要讨论点的投影性质与作图方法。

一、点的投影

点是最基本的几何元素。由前述的投影原理可知，仅用空间点在一个投影面上的投影是无法确定空间点的位置的，它需要由在不同投影面上的两个或三个投影来确定。在工程制图中，通常取的这些投影面是互相垂直的。

1. 点的三面投影

图 2-1a 所示为一个三面投影体系。处于正面直立位置的投影面称为正立投影面，以 V 表示，简称 V 面；处于水平位置的投影面称为水平投影面，以 H 表示，简称 H 面；处于侧立位置的投影面称为侧立投影面，以 W 表示，简称 W 面。这样三个互相垂直的 H 、 V 、 W 面就组成一个三面投影体系。三个投影面的交线称为投影轴， H 面与 V 面的交线称为 x 轴； H 面与 W 面的交线称为 y 轴； V 面与 W 面的交线称为 z 轴。三个投影轴的交点 O 称为该投影体系的原点。

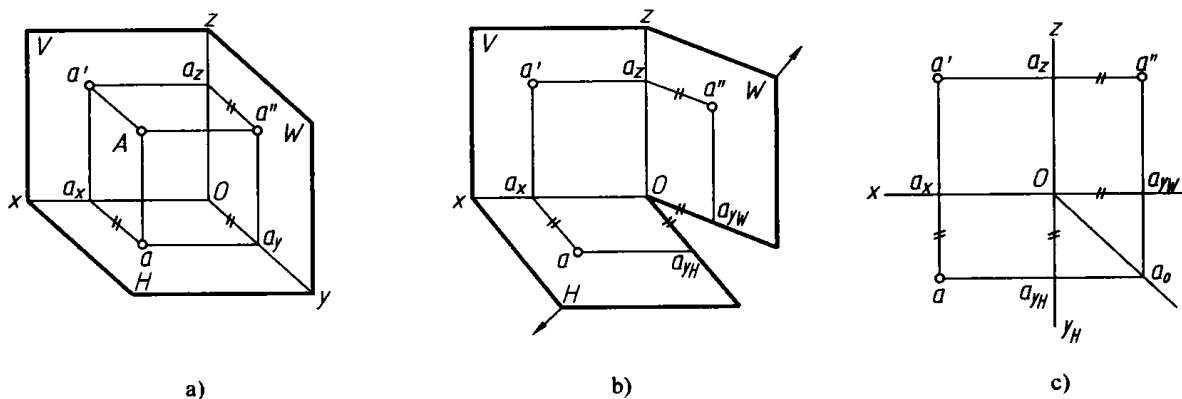


图 2-1 点在三面投影体系中的投影

为了使三个投影面位于同一平面上，通常将 V 面保持不动，将 H 面绕 x 轴向下旋转 90° ，将 W 面绕 z 轴向右旋转 90° ，使它们与 V 面成同一平面，即得到了点的三面投影图