



普通高等教育规划教材

土木工程制图



齐明超 梅素琴 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育规划教材

土木工程制图

齐明超 梅素琴 主编

机械工业出版社

本书是根据高等工业学校“画法几何及土木建筑制图课程教学基本要求”编写的。本书分为画法几何、土木工程制图、计算机绘图三部分。

本书共 28 章, 主要内容有: 投影的基本知识, 点, 直线, 平面, 直线与平面、平面与平面的相对位置, 投影变换, 曲线与曲面, 立体, 立体与立体相贯, 立体表面展开, 轴测投影, 正投影中的阴影, 透视投影, 标高投影, 制图基本知识, 组合体的三面图, 工程形体的表达方法, 钢筋混凝土结构图, 钢、木结构图, 房屋建筑图, 给水排水工程图, 桥涵工程图, 道路工程图, 水利工程图, 机械图, 计算机绘图基础, AutoCAD 基本知识和 AutoCAD 绘图实例等。

本书可作为高等工业学校、电视大学、函授大学等土木建筑和水利类专业的教学使用, 也可供工程技术人员自学和参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

土木工程制图/齐明超, 梅素琴主编. —北京: 机械工业出版社, 2003.8

普通高等教育规划教材

ISBN 7-111-12693-9

I. 土... II. ①齐... ②梅... 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 (2003) 第 062622 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:武江 黄丽梅

封面设计:张静 责任印制:闫焱

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·18 印张·699 千字

0 001—4 000 册

定价:45.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书及其配套使用的《土木工程制图习题集》，是根据高等工业学校“画法几何及土木建筑制图课程教学基本要求”编写的，适用于普通高等工业院校土木、路桥、水利类专业土木工程制图的教学，也可供其他类型的学校，如函授大学、电视大学等有关专业参考选用。

本书分为画法几何、土木工程制图、计算机绘图三部分。

画法几何部分主要讲述投影的基本理论和基本方法，培养学生的空间想象能力和空间思维能力；土木工程制图部分采用最新颁布的有关制图的国家标准和行业标准，介绍了制图的基本知识和形体的表达方法以及房屋建筑图、给水排水工程图、桥涵及隧道工程图、道路工程图、水利工程图等的图示特点及绘制方法和步骤；计算机绘图部分主要介绍了通用的绘图软件AutoCAD 的基本知识，并给出了一个使用该软件绘制土木工程图样实例的方法和步骤。

本书在内容上兼顾了大土木类各专业的基本要求，为适应现代绘图的需要，着重加强了计算机绘图部分。本书在文字叙述方面，力求文理通顺，深入浅出，循序渐进，突出重点。对于重要的例图，给出了分步图，便于理解和阅读。对于重要的概念和较复杂的投影图，给出了直观图，以帮助进行空间想象。

本书由齐明超、梅素琴主编。参加编写的有：齐明超（绪论、第 1、5、6、7、8、9、12、17、18、19、20、26、27、28 章），梅素琴（第 2、3、4、10、11、13、14、16、22、23、24、25 章），刘丽（第 15、21 章）。

本书由李学京、黄皖苏审核。在编写过程中得到了机械工业出版社及合肥工业大学土建学院、工程图学教研室和教材科的大力支持及帮助，谨此深表感谢。

由于编者水平所限，书中难免有缺点和错误，恳请读者予以批评指正。

编 者

目 录

前言

绪论 1

0.1 土木工程制图的任务 和学习方法 1

0.2 土木工程制图发展概述 2

第1章 投影的基本知识 6

1.1 投影及其特性 6

1.2 土木工程中常用的 几种投影法 7

1.3 平行投影的特性 9

1.4 投影图的形成及特性 10

第2章 点 13

2.1 点的两面投影 13

2.2 点的三面投影 16

2.3 两点的相对位置及重影点 19

思考题 20

第3章 直线 22

3.1 直线的投影 22

3.2 各种位置的直线 22

3.3 一般位置直线的实长及倾角 25

3.4 直线上的点 28

3.5 两直线的相对位置 31

3.6 直角投影定理 34

思考题 36

第4章 平面 37

4.1 平面的表示法 37

4.2 各种位置平面的投影 39

4.3 平面上的点和直线 42

思考题 48

第5章 直线与平面、平面与平面 的相对位置 49

5.1 直线与平面、平面 与平面平行 49

5.1.1 直线与平面平行 49

5.1.2 平面与平面平行 50

5.2 直线与平面、平面 与平面相交 52

5.2.1 特殊位置情况下的相交 52

5.2.2 一般位置情况下的相交 55

5.3 直线与平面、平面 与平面垂直 57

5.3.1 直线与平面垂直 57

5.3.2 平面与平面垂直 59

5.4 点、直线、平面的综合题 60

第6章 投影变换 66

6.1 概述 66

6.2 换面法 67

6.2.1 新投影面的设立原则 67

6.2.2 点的换面 68

6.2.3 直线的换面 69

6.2.4 平面的换面 72

6.2.5 应用举例 73

6.3 旋转法 77

6.3.1 基本原理 77

6.3.2 直线的旋转 78

6.3.3 平面的旋转 80

第7章 曲线与曲面 82	第12章 正投影中的阴影 154
7.1 曲线 82	12.1 阴影的基本知识 154
7.2 曲面概述 86	12.2 点和直线的影 156
7.3 回转面 86	12.3 平面图形的阴影 158
7.4 非回转直纹曲面 90	12.4 基本形体的阴影 160
7.5 平螺旋面 94	12.5 建筑形体的阴影 161
第8章 立体 97	第13章 透视投影 165
8.1 平面立体的投影 97	13.1 概述 165
8.2 平面立体表面上的点 99	13.2 直线、平面的透视 168
8.3 平面立体的截交线 100	13.2.1 直线的透视 168
8.4 曲面立体表面上的点 102	13.2.2 平面的透视 169
8.5 曲面立体的截交线 105	13.3 透视作图 170
8.6 贯穿点 109	13.4 视点、视高和画面 位置的选择 176
第9章 立体与立体相贯 112	13.5 圆的透视 179
9.1 两平面立体相贯 112	思考题 180
9.2 同坡屋面 114	第14章 标高投影 181
9.3 平面立体与曲面立体相贯 116	14.1 概述 181
9.4 两曲面立体相贯 118	14.2 直线和平面的标高投影 182
第10章 立体表面展开 124	14.2.1 直线的标高投影 182
10.1 概述 124	14.2.2 平面的标高投影 184
10.2 平面立体的表面展开 124	14.3 曲面的标高投影 189
10.3 曲面立体的表面展开 128	14.4 工程建筑物与 地形面的交线 193
10.3.1 可展曲面的表面展开 128	思考题 199
10.3.2 不可展曲面 的近似展开 131	第15章 制图基本知识 200
思考题 134	15.1 常用制图工具及仪器用法 200
第11章 轴测投影 135	15.1.1 铅笔、墨线笔 200
11.1 概述 135	15.1.2 绘图板 201
11.2 正轴测投影 136	15.1.3 丁字尺 202
11.3 正轴测图的画法 144	15.1.4 三角板 202
11.4 斜轴测投影 148	15.1.5 比例尺 202
11.5 轴测投影的选择 150	15.1.6 圆规与分规 203
思考题 152	

15.1.7 曲线板	204	第 17 章 工程形体的表达方法	247
15.2 图纸幅面、线型、 字体、尺寸标注	204	17.1 投影法和视图布置	247
15.2.1 图纸幅面	204	17.2 剖面图	248
15.2.2 图线	207	17.3 断面图	254
15.2.3 字体	208	17.4 简化画法	256
15.2.4 比例	210	17.5 第三角画法	258
15.2.5 尺寸标注	210	第 18 章 钢筋混凝土结构图	260
15.3 几何作图	216	18.1 钢筋混凝土结构 的基本知识	260
15.3.1 直线的平行线、 垂直线及等分	216	18.2 钢筋混凝土结构图 的图示方法	263
15.3.2 圆的内接正多 边形的画法	218	18.3 钢筋混凝土构件详图	270
15.3.3 圆弧连接	218	第 19 章 钢、木结构图	272
15.3.4 椭圆的画法	220	19.1 钢结构图	272
15.4 平面图形的画法	221	19.2 木结构图	278
15.4.1 平面图形的 尺寸分析	221	第 20 章 房屋建筑图	281
15.4.2 平面图形的画法	221	20.1 概述	281
15.5 草图的绘制	222	20.2 施工图中常用的符号 及标注方法	284
15.5.1 直线的画法	222	20.3 建筑施工图	288
15.5.2 常见角度线的画法	223	20.3.1 施工总说明	288
15.5.3 圆和椭圆的画法	223	20.3.2 总平面图	288
第 16 章 组合体的三面图	225	20.3.3 建筑平面图	291
16.1 组合体三面图的画法 (画图)	225	20.3.4 建筑立面图	300
16.1.1 三面图的形成 及其投影规律	225	20.3.5 建筑剖面图	305
16.1.2 组合体的形体分析法	226	20.3.6 建筑详图	309
16.1.3 组合体三面图的画法	229	20.4 结构施工图	318
16.2 组合体三面图的阅读 (读图)	233	20.4.1 概述	318
16.3 组合体的尺寸标注	241	20.4.2 基础图	319
思考题	246	20.4.3 楼层结构平面布置图	323
		第 21 章 给水排水工程图	326
		21.1 概述	326
		21.2 一般规定	326

21.2.1 图线及比例	326	第 26 章 计算机绘图基础	429
21.2.2 标高	328	26.1 概述	429
21.2.3 管径	329	26.2 计算机绘图系统	430
21.2.4 编号	329	26.3 AutoCAD 简介	434
21.2.5 图例	330	第 27 章 AutoCAD 基本知识	438
21.3 室内给水排水工程图	331	27.1 AutoCAD 的基本概念	438
21.3.1 室内给水系统的组成	331	27.2 AutoCAD 的工作过程	444
21.3.2 室内排水系统的组成	332	27.3 命令的输入设备 及输入方法	449
21.3.3 室内给水排水工程图	333	27.4 绘图环境设置	451
21.4 室外管网平面布置图	337	27.5 常用绘图命令	453
21.5 图样画法	340	27.6 精确绘图	461
21.5.1 一般规定	340	27.7 图形编辑	466
21.5.2 图样的绘制	340	27.8 对象特性设置	476
第 22 章 桥涵工程图	345	27.9 块的操作	480
22.1 桥梁工程图	345	27.10 显示控制和对象查询	484
22.2 桥梁图的读图和画图步骤	355	27.11 注写文字	487
22.3 涵洞工程图	358	27.12 尺寸标注	490
第 23 章 道路工程图	364	27.13 图案填充	497
23.1 路线平面图	364	27.14 布局的设置	501
23.2 路线纵断面图	368	27.15 图形输出	504
23.3 路线横断面图	371	27.16 三维绘图	506
23.4 城市道路路线工程图	373	第 28 章 AutoCAD 绘图实例	525
23.5 道路立体交叉	374	28.1 用 AutoCAD 绘制建筑 平面图的步骤	525
第 24 章 水利工程图	381	28.2 建筑平面图中常用 构配件及符号的画法	525
24.1 概述	381	28.3 设置绘图环境	529
24.2 水工图的表达方法与特点	383	28.4 绘制图形	533
24.3 水工图的尺寸标注	391	28.5 尺寸标注	548
24.4 水工图的阅读	393	28.6 绘制其他符号及注写文字	559
第 25 章 机械图	404	28.7 加图框和标题栏	561
25.1 概述	404	28.8 打印输出	565
25.2 零件图	404	参考文献	566
25.3 标准件和常用件的画法	416		
25.4 装配图	424		

绪 论

0.1 土木工程制图的任务和学习方法

土木工程制图课程的主要内容分为三部分：画法几何、土木工程制图和计算机绘图。

1. 土木工程制图的任务

在土木工程中，无论是建造住宅，或是建造公路、桥梁、水坝等，都要根据设计完善的图样，才能进行施工。这是因为建筑物的形状、大小、结构、构造、设备、装饰等很难用人类的语言或文字清晰地描述，但图样却可以将建筑物的艺术造型、外貌形状、内部布置、结构构造、各种设备、地理环境以及其他施工要求等准确而详尽地表达出来，作为施工的依据。所以，图样是工程中不可缺少的重要技术文件。所有从事工程技术的人员都首先必须掌握制图技能，否则，不会识图，就无法理解别人的设计意图；不会画图，就无法表达自己的构思。因此，按照国家或部门有关标准的统一规定而绘制的图样被称为工程界的技术语言。

画法几何主要是研究用二维平面图形表达三维空间形体（即**图示**）和在二维平面图形上通过作图求解三维空间几何问题（即**图解**）的科学。空间形体千差万别、各种各样，不便于研究其共性，通常把形体抽象成点、线、面、体来研究。画法几何是制图的理论基础，比较抽象，系统性和理论性较强。如果把图样称为工程界的共同语言，画法几何则是描述这种语言的语法。

土木工程制图主要是培养学生绘制和阅读土木工程图样的能力。掌握有关专业的土木工程图样的内容和特点，包括专业制图中有关国家标准规定的图示特点和表达方法。制图是投影理论的运用，实践性较强。

计算机绘图是制图与计算机相结合而发展起来的一种新的图形技术。计算机绘图是计算机辅助设计（CAD）的基础，也是本学科发展的一个重要方向。随着计算机的普及，计算机绘图已逐渐成为工程技术人员必须掌握的重要工具。

本课程的主要任务是：

- 1) 学习各种投影法（主要是正投影法）的基本理论及其应用。
- 2) 熟悉国家制图标准和有关规定。
- 3) 培养绘制和阅读土木工程图样的基本能力。

- 4) 培养空间想象能力和图解空间几何问题的能力。
- 5) 培养利用计算机绘图的基本能力。
- 6) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

本课程的基本要求是:

- 1) 掌握各种投影法的基本理论和作图方法, 以及具备图解空间几何问题的能力。
- 2) 正确使用绘图工具和仪器, 熟悉国家制图标准和有关规定。能正确绘制和阅读一般土木工程图样。
- 3) 对计算机绘图及其应用有所认识, 掌握绘图软件 AutoCAD 的基本使用方法, 可以利用计算机绘制一般的土木工程图。

2. 土木工程制图的学习方法

本课程实践性较强, 必须加强实践性教学环节, 保证认真地完成一定数量的作业和习题, 将学习投影理论、制图标准的有关规定、初步的专业知识、基本的绘图技能、计算机绘图的基本方法, 与培养空间想象能力、绘图和读图能力紧密地结合起来。多看、多想、多练。

- 1) 投影法: 深刻领会投影原理, 熟练掌握投影方法。
- 2) 关联法: 投影作图和初等几何知识相关联; 图示与图解相关联, 图示是图解的基础, 正确的图解方能更好地图示。
- 3) 空间思维法: 借助于手边的笔、尺子、课本等进行空间分析, 反复进行从二维平面图形到三维空间形体以及从三维空间形体到二维平面图形的思维。
- 4) 土木工程图样是施工的依据, 往往由于图样上一条线的疏忽或是一个数字的差错, 造成严重的损失。因此, 在学习过程中, 必须具备高度的责任心, 严格遵守国家标准和规定, 培养认真负责、耐心细致、一丝不苟的工作作风。
- 5) 绘图和读图能力的培养, 主要是通过一系列的绘图实践和上机操作来实现的。

0.2 土木工程制图发展概述

图形和语言、文字一样, 是人类用来表达、交流思想和分析事物的基本工具之一, 也是人类的一种信息载体。在认识世界的过程中, 至少有 80%~90% 的外界信息是通过视觉来获得的。

人类生活在三维空间里, 在光媒介作用下通过视觉去观察外界形体, 逐渐形成了有关图形的概念。自远古时期, 人类出于表达和交流自身对外界形

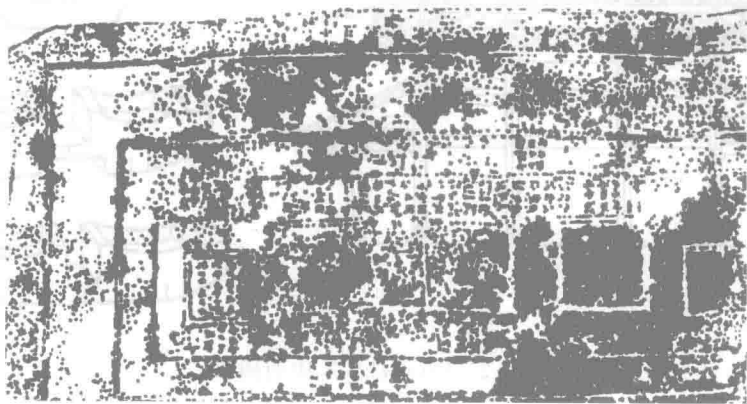
体直观感受的目的,创造了以图画表达形体的方法,出现了图形科学的萌芽。就其实质看,图形是人类视觉对外界形体观察的有形记录,它比文字更悠久,更形象、更直观和便于记忆。

图形起源于实践,由人类智慧所创造,并在社会生产实践中不断完善和发展。

随着人类生产活动的不断发展,绘制和应用图形的能力也不断提高,许多能工巧匠、建筑家、艺术家和学者们,针对人类生活和生产的需要,创造了许许多多、形形色色的图样,留下了大量珍贵的资料。

我国是世界上文化发达最早的国家之一,在土木工程制图方面取得了很大的成就。例如:唐高祖命欧阳询等所辑的《艺文类聚》卷三十二引说苑中云:“(战国时)齐王起九重之台,募国中能画者,……画台”。又如人们熟知的阿房宫是秦始皇于渭南上林苑所建朝宫的前殿,《史记》称:“前殿阿房,东西五百步,南北五十丈,上可以坐万人,下可以建五丈旗,周驰为阁道,自殿下直抵南山。表南山之巅以为阙。为复道,自阿房渡渭,属之咸阳,以象天极。”唐代杜牧《阿房宫赋》中有所谓:“覆压三百余里,隔离天日”的描述。这样巨大的土木工程,没有图样是不可能建造的。

1977年冬,在河北省平山县战国时期中山王墓中出土的一件铜制建筑规划平面图是现存世界上最早的完整工程图(如图0-1所示)。该图是用金银线镶嵌在一块长94cm、宽48cm、厚1cm的铜板上,表示国王、两位王后、两位夫人的坟墓和相应享堂的位置和尺寸,该图是用正投影的方法绘制的。从镶嵌的439个文字,可知建筑物的名称、大小,并可知该图的绘制比例为1:500。经专家考证,这块铜板制成于公元前4世纪,距今已有2000多年了。



a)

图0-1 战国时代中山王墓中的建筑规划平面图

a) 铜版原形

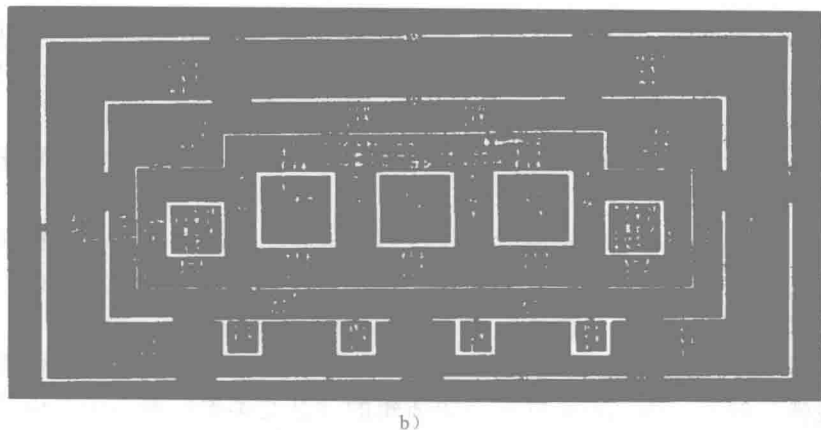


图0-1 战国时代中山王墓中的建筑规划平面图（续）

b) 根据铜版原形整理出来的平面图

特别值得提出的是宋代李诫（字明仲）所著的《营造法式》（公元 1097 年奉旨编修，1100 年成书，1103 年刊行），这是世界上最早的一部建筑规范巨著，对营造技术、建筑标准、制图规范、材料规格等都有详细的论述。该书共有 36 卷，其中图样 6 卷，计图一千余幅。图样这一名称，从此肯定下来并沿用至今。该书中的图样大多是按正投影法绘制的，如图 0-2a 所示的大殿构造是用剖面图表示的。也有用其他投影法绘制的，如图 0-2b 所示的斗拱是用斜轴测图表示的。

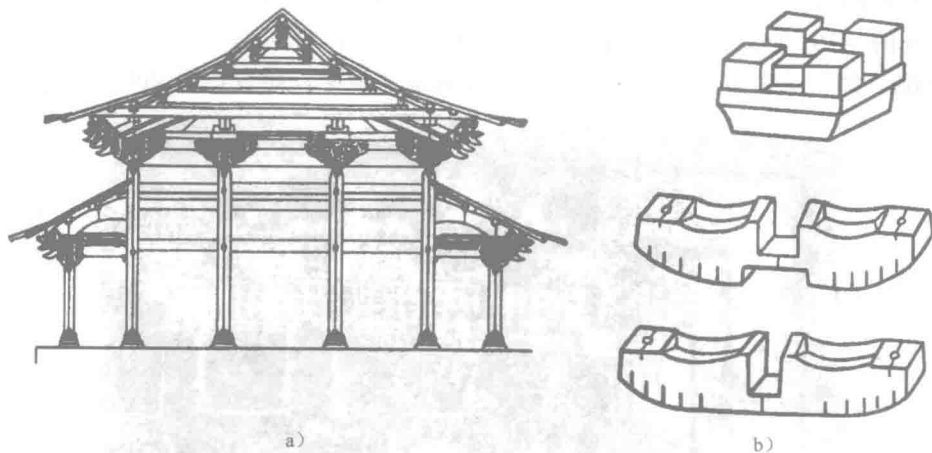


图0-2 《营造法式》中的插图

a) 殿堂举折图 b) 斗拱

1795 年，法国著名科学家加斯帕·蒙日（Gaspard Monge，公元 1746—1818 年）发表了著名的《画法几何》论著，制图方法从此逐渐统一起来。

在而后的一、二百余年中，许多学者和工程技术人员对工程制图的理论和方法做了大量的研究工作，使之不断地发展和完善。

随着科学技术的进步和发展，制图工具和手段也正在不断变革。

自从 1946 年美国哈佛大学和 IBM 公司研制成功世界上第一台计算机 ENIAC 以来，人类生产的自动化水平进入了一个新的历史阶段。1958 年美国产生了世界第一台自动绘图机，从而使绘图技术发生了从手工绘制到自动化绘图的根本性变革。

随着计算机技术的飞速发展，硬件价格的不断下降，计算机绘图也得到了迅速发展和推广。计算机绘图以及在其基础上发展起来的计算机辅助设计（CAD），已广泛应用于土木工程、机械、电子、汽车、航空航天、化工等行业，为提高生产力和推动社会进步发挥了巨大作用。

第 1 章 投影的基本知识

1.1 投影及其特性

1. 投影的概念

如何才能把三维的空间形体在二维的平面图纸上表达出来呢？大家都知道影子，物体在阳光下、灯光下都有各自的影子，投影就是将影子进行一系列的假设和抽象而得到的。首先假设，影子应该落在同一平面上（即可从三维的空间形体变换成二维的平面图形）；其次假设，光线可以穿透物体（即可以反映形体的内部线条）；最后对光线的方向也作了某种选择。经过这样一系列的假设和抽象，“影子”就变成了投影。

如图 1-1 所示，光源 S 称为**投影中心**，投影所在的平面 P 称为**投影面**，连接投影中心与形体上点的直线称为**投射线**，通过一点的投射线与投影面 P 的交点称为该点在投影面 P 上的**投影**。这种作出形体投影的方法，称为**投影法**。

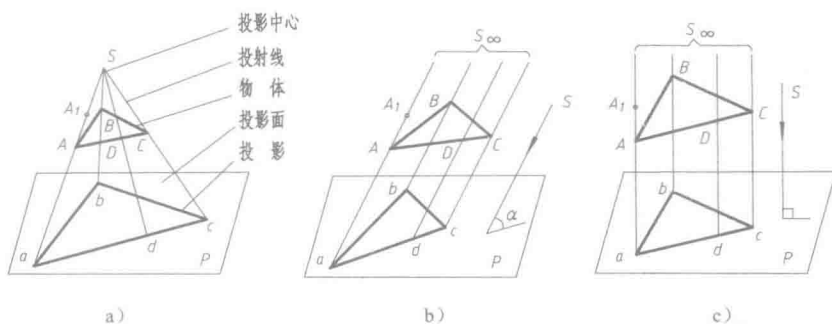


图1-1 投影的概念

a) 中心投影 b) 斜投影 c) 正投影

投影法是画法几何的基础。通常把投影分为中心投影和平行投影两大类。

(1) 中心投影

如图 1-1a 所示，当投影中心 S 距离投影面 P 为有限远时，点 S 即为所有投射线在有限远距离内的交点。用这样一组交汇于一点的投射线所作出空间形体的投影，称为**中心投影**。这种投影方法称为**中心投影法**。

(2) 平行投影

当投影中心 S 距离投影面为无限远 S_{∞} 时, 所有的投射线都互相平行。用这样一组相互平行的投射线所作出的空间形体的投影, 称为**平行投影**。这种投影方法称为**平行投影法**。

根据投射线与投影面之间是否垂直, 平行投影又可分为斜投影和正投影。

1) 斜投影: 当投射线倾斜于投影面时所作出的平行投影, 称为斜投影 (如图 1-1b 所示)。这种投影方法称为斜投影法。

2) 正投影: 当投射线垂直于投影面时所作出的平行投影, 称为正投影 (如图 1-1c 所示)。这种投影方法称为正投影法。

2. 投影的特性

无论是中心投影还是平行投影, 都具有如下特性:

1) 它们都具有投影的三要素: 空间被投影物体、投射线和投影面。如图 1-1 所示。

2) 同素性: 直线的投影仍为直线 (把点看作长度为零的直线)。如图 1-1 所示, 直线 AB 、 BC 和 CA 的投影分别为 ab 、 bc 和 ca 。

3) 从属性: 直线上点的投影应从属于直线的投影。如图 1-1 所示, $D \in AC$, $d \in ac$ 。

4) 惟一性: 当投影面和投影中心或投影方向确定之后, 空间一点必有其惟一的一个投影与之对应。如图 1-1 所示, A 和 a 、 B 和 b 、 C 和 c 等。

5) 不确定性: 空间一点只用其一面投影无法确定该点的空间位置。如图 1-1 所示, 仅由投影 a 无法确定其空间点在 A 或 A_1 处, 或在投射线上 Aa 上的任何位置。

1.2 土木工程中常用的几种投影法

在土木工程中, 根据所描述的对象不同, 目的不同, 对图样的要求不同, 所采用的图示方法也随之不同。在土木工程中常用下列四种投影法: 透视投影法、轴测投影法、多面正投影法和标高投影法。

1. 透视投影法

透视投影属于中心投影。透视投影法是用中心投影法将空间形体投射在单一投影面上, 从而得到其投影的方法。如图 1-2a 所示。这种图示法的特点是立体感强, 形象逼真; 但是度量性差, 无法从图中直接度量形体各部分的确切形状和大小。用这种方法绘制的图形基本接近于人们观察物体的视觉效果, 因此, 透视投影法在土木工程中常用来表示建筑物的外观或内部装修

效果。

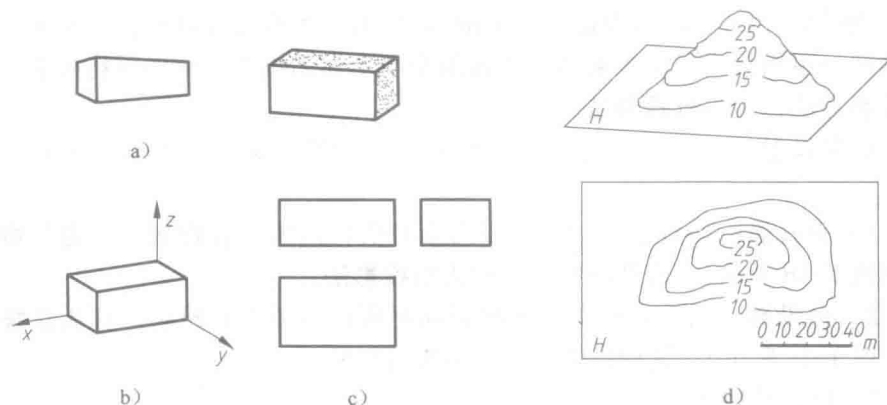


图1-2 各种投影法在土木工程中应用

a) 透视图 b) 轴测图 c) 正投影图 d) 标高投影图

2. 轴测投影法

轴测投影是平行投影的一种。**轴测投影法**是把空间形体连同确定该形体位置的直角坐标系，沿不平行于任何一坐标系平面的方向，用平行投影法将其投射在单一投影面上，从而得到其投影的方法。如图 1-2b 所示。这种图示方法的特点是立体感较强，度量性较差。在一定的条件下具有一定的度量性，但所表达的形体形状不全面，部分形状往往失真，且作图较复杂。因此轴测投影法在工程中常作为补充的辅助性投影法。轴测投影包括正轴测投影和斜轴测投影。

3. 多面正投影法

多面正投影法是指设立两个或是两个以上互相垂直的投影面，作出空间形体在这些投影面上的正投影，然后按一定的方法将投影面展开，从而得到形体的多面正投影图的方法。如图 1-2c 所示。这种图示方法的特点是所绘图形的立体感差，需要经过一定的训练才能看懂；但度量性强，在一定的情况下，可以直接从图中度量出空间形体上各线段的真实大小。在工程中度量性要比立体感来得重要，因此，多面正投影法是工程中应用最广泛的一种投影法，也是本课程讲述的重要内容。

4. 标高投影法

标高投影法是指用正投影法将形体投影在一个水平面上，并在其投影上标出等高线，从而表达出该地段的地形的一种投影方法。如图 1-2d 所示。标高投影法是绘制地形图和土工结构投影图的主要方法。用标高投影法绘制的地形图主要用等高线表示，并应标注比例和各等高线的高程。

1.3 平行投影的特性

在土木工程制图中,最常用的投影法是平行投影法。平行投影具有如下的特性:

1. 度量性(或实形性)

当线段或平面图形平行于投影面时,其平行投影反映线段或平面图形的实长或实形。这种可以直接从平行投影上确定和度量线段的长度或平面图形的形状和大小的特性,称为度量性(或实形性)。如图1-3a、b所示。

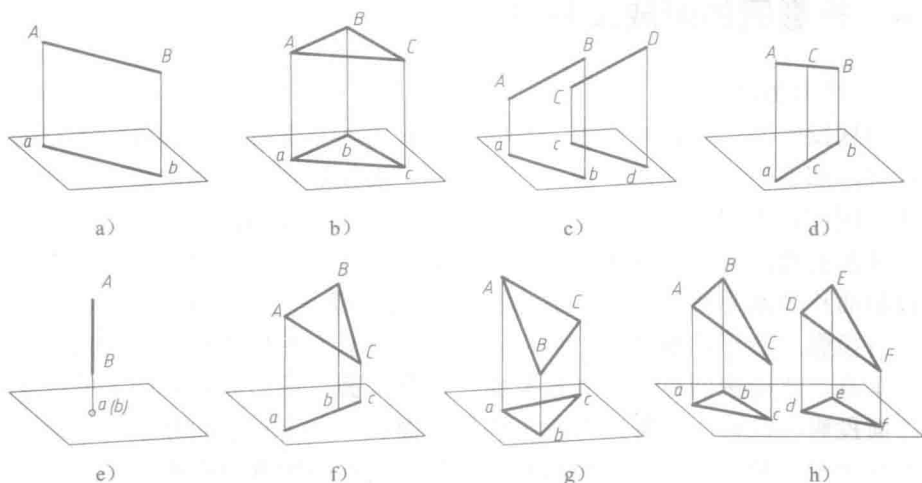


图1-3 平行投影的特性

2. 平行性

空间相互平行的两直线,它们在同一投影面上的平行投影仍然保持平行,这种特性称为平行性。例如当 $AB \parallel CD$ 时, $ab \parallel cd$ 。如图1-3c所示。

3. 定比性

1) 当两线段 AB 和 CD 相互平行时,平行投影上两线段投影的长度之比等于两线段空间的真实长度之比,即 $ab:cd=AB:CD$ 。如图1-3c所示。

2) 当 A 、 B 、 C 三点共线时,平行投影上两线段投影的长度之比等于两线段空间的真实长度之比,即: $ab:bc=AB:BC$ 。如图1-3d所示。

4. 积聚性

当直线或平面图形平行于投射线(在正投影中即垂直于投影面)时,其平行投影积聚为一点或一直线,这种特性称为积聚性,其积聚为一点或一直线的投影称为积聚投影。如图1-3e、f所示。