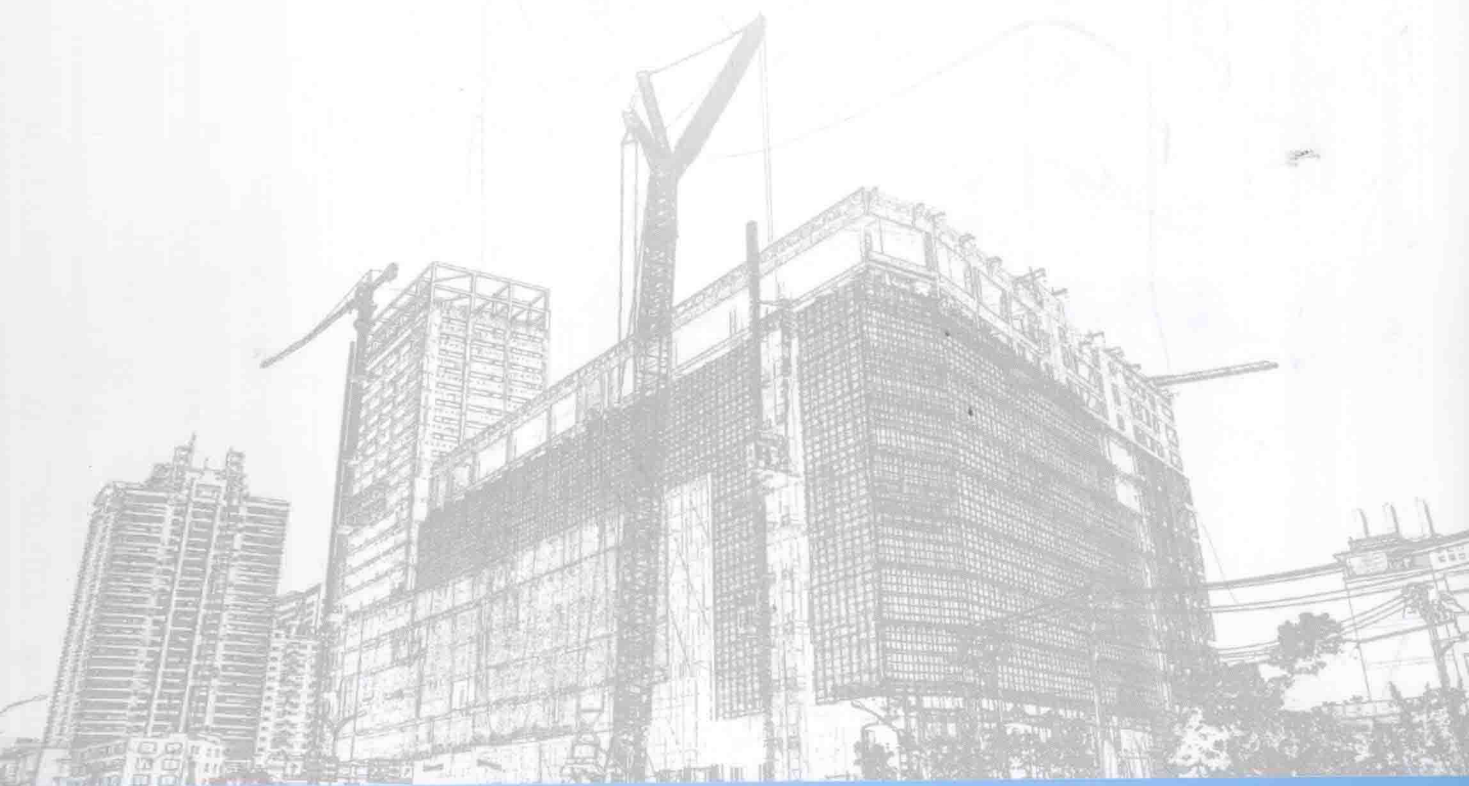




普通高等学校土木工程专业精编系列规划教材

# 画法几何及土木工程制图

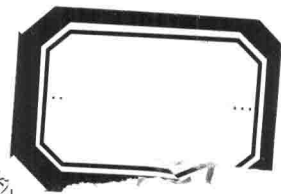
主编 张 洵 汪红梅  
主审 梅素琴



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

普通高等学校土木工程专业精编系列规划教材



# 画法几何及土木工程制图

主 编 张 洵 汪红梅  
副主编 黄曼平 江 莉 王 娅  
主 审 梅素琴



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

画法几何及土木工程制图/张洵,汪红梅主编. —武汉:武汉大学出版社,2013.9  
普通高等学校土木工程专业精编系列规划教材  
ISBN 978-7-307-11490-6

I. 画… II. ①张… ②汪… III. ①画法几何—高等学校—教材 ②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(2013)第 184049 号

责任编辑:王亚明 孙 丽 责任校对:李嘉琪 装帧设计:吴 极

---

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)  
(电子邮件:whu\_publish@163.com 网址:www.stmpress.cn)

印刷:荆州市鸿盛印务有限公司

开本:850×1168 1/16 印张:22.25 字数:610千字

版次:2013年9月第1版 2013年9月第1次印刷

ISBN 978-7-307-11490-6 定价:42.00元

---

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

# 普通高等学校土木工程专业精编系列规划教材 编审委员会

(按姓氏笔画排名)

顾 问:干 洪 朱大勇 任伟新 张伟林 程 桦 颜事龙

主任委员:丁克伟 徐 颖 高 飞

副主任委员:戈海玉 方达宪 孙 强 杨智良 陆 峰 胡晓军

殷和平 黄 伟

委 员:马芹永 王 睿 王长柏 王佐才 韦 璐 方诗圣

白立华 刘运林 关 群 苏少卿 李长花 李栋伟

杨兴荣 杨树萍 肖峻峰 何夕平 何芝仙 沈小璞

张 洵 张 速 张广锋 陈 燕 邵 艳 林 雨

周 安 赵 青 荣传新 姚传勤 姚直书 袁文华

钱德玲 倪修全 郭建营 黄云峰 彭曙光 雷庆关

总责任编辑:曲生伟

秘 书 长:蔡 巍

# 前言

《画法几何及土木工程制图》是根据高等学校土木工程学科专业指导委员会推行的土木工程卓越工程师教育培养计划专业标准的要求而编写的系列教材之一。本书可作为普通高等院校土木工程、交通工程、工程管理以及给水排水等专业的教材,还可供工程类人员自学参考使用。

本书内容主要包括三大部分:画法几何、土木工程制图、AutoCAD 计算机辅助绘图。画法几何部分主要介绍了投影的相关理论和方法,应用正投影理论解决空间几何问题;土木工程制图部分主要讲述了制图的基本知识和形体的表达方法,并严格按照最新规范和标准的要求绘制了各专业图样;AutoCAD 计算机辅助绘图部分主要用于学习计算机绘图软件的基本命令和基本操作方法,通过实例的介绍和引入,达到提高绘图效率的目的。

《画法几何及土木工程制图习题册》与本书配套使用。

本书由合肥学院张洵、合肥工业大学汪红梅任主编,安徽建筑大学黄曼平、安徽工程大学江莉、合肥学院王娅任副主编,安徽新华学院高秀娟、黎勇秀任参编。

具体编写分工为:

合肥学院,张洵(绪论、第 16 章);

合肥工业大学,汪红梅(第 4、5、11、18 章);

安徽建筑大学,黄曼平(第 13、14、17 章);

安徽工程大学,江莉(第 9、10、12 章);

合肥学院,王娅(第 15、19、20、21 章);

安徽新华学院,高秀娟(第 1、6、7 章);

安徽新华学院,黎勇秀(第 2、3、8 章)。

本书由合肥工业大学梅素琴担任主审,并对本书的编写提出了很多宝贵意见,在此表示感谢!同时,对在本书编写过程中给予帮助的各院校同人和设计院的朋友们表示深深的谢意。

由于编者水平有限,书中的错误和不足在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2013 年 8 月

# 特别提示

教学实践表明,有效地利用数字化教学资源,对于学生学习能力以及问题意识的培养乃至怀疑精神的塑造具有重要意义。

通过对数字化教学资源的选取与利用,学生的学习从以教师主讲的单向指导的模式而成为一次建设性、发现性的学习,从被动学习而成为主动学习,由教师传播知识而到学生自己重新创造知识。这无疑是锻炼和提高学生的信息素养的大好机会,也是检验其学习能力、学习收获的最佳方式和途径之一。

本系列教材在相关编写人员的配合下,将逐步配备基本数字教学资源,其主要内容包括:

## 课程教学指导文件

- (1)课程教学大纲;
- (2)课程理论与实践教学时数;
- (3)课程教学日历:授课内容、授课时间、作业布置;
- (4)课程教学讲义、PowerPoint 电子教案。

## 课程教学延伸学习资源

- (1)课程教学参考案例集:计算例题、设计例题、工程实例等;
- (2)课程教学参考图片集:原理图、外观图、设计图等;
- (3)课程教学试题库:思考题、练习题、模拟试卷及参考解答;
- (4)课程实践教学(实习、实验、试验)指导文件;
- (5)课程设计(大作业)教学指导文件,以及典型设计范例;
- (6)专业培养方向毕业设计教学指导文件,以及典型设计范例;
- (7)相关参考文献:产业政策、技术标准、专利文献、学术论文、研究报告等。

**基本数字教学资源网站链接:**<http://www.stmpress.cn>

# 目录

0 绪论 .....	(1)
0.1 土木工程制图发展概况 .....	(2)
0.2 土木工程制图的学习方法和学习任务 .....	(4)
0.3 投影法基本知识 .....	(5)

## 第一篇 画法几何

1 点 .....	(11)
1.1 点在两投影面体系中的投影 .....	(12)
1.2 点在三投影面体系中的投影 .....	(13)
1.3 两点的相对位置及重影点 .....	(16)
2 直线 .....	(18)
2.1 直线投影的形成 .....	(19)
2.2 各种位置的直线 .....	(19)
2.3 一般位置直线的实长及倾角 .....	(22)
2.4 直线上的点 .....	(25)
2.5 两直线的相对位置 .....	(26)
2.6 直角投影定理 .....	(29)
3 平面 .....	(30)
3.1 平面的表示法 .....	(31)
3.2 各种位置平面的投影 .....	(32)
3.3 平面上的点和直线 .....	(34)
3.4 一般位置平面的倾角 .....	(37)
4 直线与平面、平面与平面的相对位置 .....	(38)
4.1 直线与平面、平面与平面平行 .....	(39)
4.2 直线与平面、平面与平面相交 .....	(41)
4.3 直线与平面、平面与平面垂直 .....	(45)
4.4 点、直线、平面的综合 .....	(48)
5 投影变换 .....	(52)
5.1 概述 .....	(53)
5.2 换面法 .....	(54)
5.3 旋转法 .....	(61)
6 曲线和曲面 .....	(64)
6.1 曲线 .....	(65)
6.2 曲面的形成和分类 .....	(68)

6.3	几种常见的直纹面	(70)
6.4	平螺旋面	(72)
<b>7</b>	<b>立体</b>	<b>(73)</b>
7.1	平面立体	(74)
7.2	曲面立体	(77)
7.3	平面、直线与立体相交	(81)
<b>8</b>	<b>立体与立体相贯</b>	<b>(91)</b>
8.1	平面立体与平面立体相贯	(92)
8.2	平面立体与曲面立体相贯	(95)
8.3	两曲面立体相贯	(96)
<b>9</b>	<b>立体表面展开</b>	<b>(101)</b>
9.1	概述	(102)
9.2	多面体表面的展开	(102)
9.3	曲面的展开	(104)
<b>10</b>	<b>轴测投影</b>	<b>(106)</b>
10.1	基本知识	(107)
10.2	正等轴测投影	(109)
10.3	斜轴测投影	(113)
10.4	轴测投影的选择	(115)
<b>11</b>	<b>标高投影</b>	<b>(116)</b>
11.1	概述	(117)
11.2	直线和平面的标高投影	(118)
11.3	曲面的标高投影	(124)
11.4	地形面的标高投影	(126)
<b>第二篇 土木工程制图</b>		
<b>12</b>	<b>制图基本知识</b>	<b>(135)</b>
12.1	基本知识	(136)
12.2	建筑制图标准的基本规定	(139)
12.3	绘图	(146)
<b>13</b>	<b>组合体的三面图</b>	<b>(152)</b>
13.1	组合体的组成	(153)
13.2	组合体视图的画法	(156)
13.3	读组合体视图的方法	(158)
13.4	组合体视图中的尺寸标注	(166)
<b>14</b>	<b>工程形体的表达方法</b>	<b>(170)</b>
14.1	工程形体的视图	(171)
14.2	剖面图	(179)
14.3	断面图	(186)



<b>15 建筑施工图</b> .....	(191)
15.1 概述 .....	(192)
15.2 建筑施工图的绘制和识读 .....	(192)
<b>16 建筑结构工程图</b> .....	(209)
16.1 概述 .....	(210)
16.2 结构制图中的一般规定 .....	(210)
16.3 钢筋混凝土结构图 .....	(212)
16.4 钢筋混凝土结构图的绘制与识读 .....	(221)
16.5 钢结构图 .....	(225)
16.6 结构施工图 .....	(234)
<b>17 路桥工程图</b> .....	(243)
17.1 概述 .....	(244)
17.2 公路路线、城市道路路线工程图 .....	(245)
17.3 隧道、涵洞工程图 .....	(260)
17.4 桥梁工程制图 .....	(269)
<b>18 给水排水工程图</b> .....	(281)
18.1 概述 .....	(282)
18.2 给水排水工程图的一般规定 .....	(282)
18.3 室内给水排水工程图 .....	(287)
18.4 室外给水排水工程图 .....	(293)
<b>第三篇 AutoCAD 计算机辅助绘图</b>	
<b>19 AutoCAD 二维绘图</b> .....	(299)
19.1 AutoCAD 简介 .....	(300)
19.2 AutoCAD 二维绘图的基本知识 .....	(300)
<b>20 基本绘图命令与编辑方法</b> .....	(310)
20.1 基本绘图工具 .....	(311)
20.2 AutoCAD 二维绘图命令 .....	(317)
20.3 AutoCAD 图形编辑 .....	(328)
<b>21 AutoCAD 建筑绘图</b> .....	(340)
21.1 应用 AutoCAD 绘制平面图 .....	(341)
21.2 应用 AutoCAD 绘制建筑立面图 .....	(342)
21.3 应用 AutoCAD 绘制建筑剖面图 .....	(342)
<b>参考文献</b> .....	(343)

# 绪 论

## 课前导读

---

### ▽ 内容提要

本章主要内容包括土木工程制图发展概况、土木工程制图的学习方法和学习任务、投影法基本知识。本章的教学重点及教学难点为投影法基本知识。

### ▽ 能力要求

通过本章的学习，学生应了解土木工程制图发展概况及土木工程制图的学习方法和学习任务，掌握投影的概念、投影法的类型和应用。

## 0.1 土木工程制图发展概况

图形是工程界的第一语言。“图”在人类社会文明和现代科技发展中都起到了重要的作用。

土木工程制图在我国起源很早。据记载,我国在新石器时代(约 10000 年前),从出土文物中就发现有一些几何图形、花纹,经考证当时已具有简单的图示能力。春秋末期,在一部专门记录手工业技术的著作《周礼·考工记》中,就有对绘图工具“规、矩、绳、墨、悬、水”的记载,如图 0-1 所示。战国时期,人们就已经能够运用设计图纸来指导工程建设,距今有 2400 多年的历史,有在中山王墓中发现的《兆域图》(图 0-2)为证。

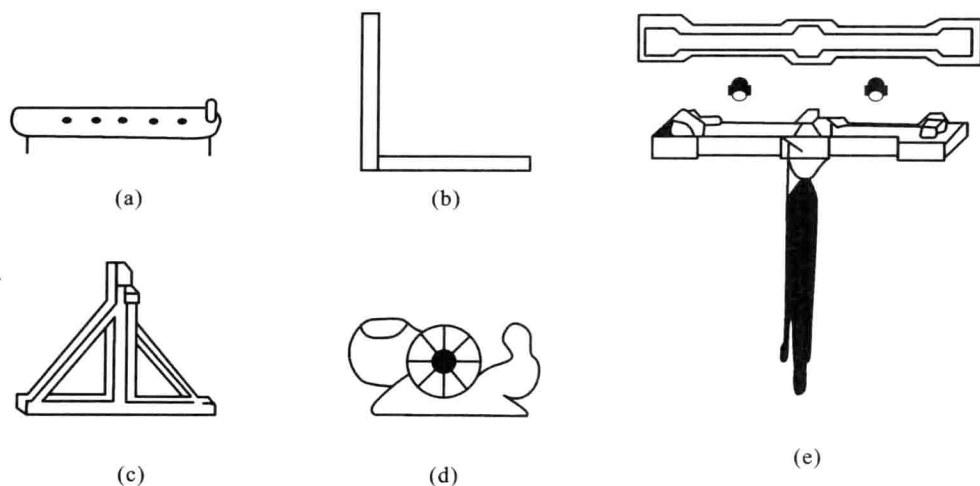


图 0-1 古代绘图工具

(a)规;(b)矩;(c)悬;(d)绳墨;(e)水平

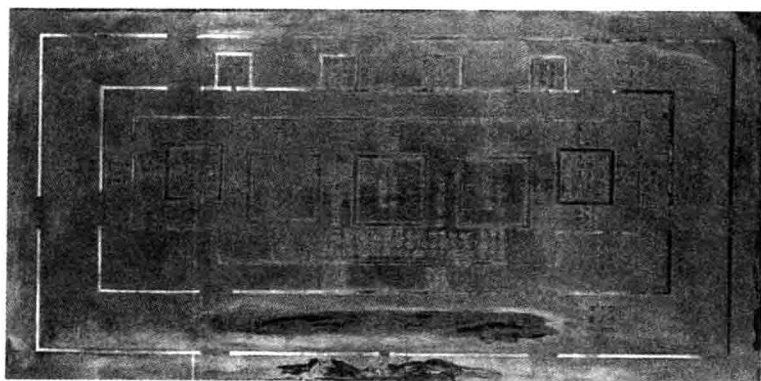


图 0-2 《兆域图》

值得一提的是,《兆域图》是世界现存最早的建筑设计平面图。20 世纪 70 年代末,在河北平山县三汲公社中山王古墓中发掘出一块铜版地图,即《兆域图》。其长 94 cm,宽 48 cm,厚 1 cm。该地图图文用金银镶嵌,铜版背面中部有一对铺首,正面为中山王、两位王后及两位夫人陵园的平面设计图,此图是用正投影法绘制的。该图包括三座大墓、两座中墓的名称和大小以及四座宫室、内宫垣、中官垣的尺寸和距离。铜版上还记述了中山王颁布修建陵园的诏令。科学工作者还通过对《兆

域图》上平面的实测与文字记录尺寸的换算,发现这份设计图采用了 1:500 的比例尺缩制而成。《兆域图》的发现不仅在建筑学方面有相当高的研究价值,还对考古学、历史学、语言学、社会学等具有较高的研究价值。

宋代李诫(1035—1110 年,字明仲)所著《营造法式》一书,总结了我国 2000 年来的建筑技术成就,是世界上最早的一部建筑规范巨著,对营造技术、建筑制图、材料规格等都有详尽的介绍。全书共 36 卷,其中有 6 卷是图样(包括平面图、断面图、构件详图及各种雕饰与彩画图案),该书图样大部分是用正投影法绘制的(图 0-3),也有用轴测投影图和透视投影图(图 0-4)来表达的。《营造法式》是当时建筑设计与施工经验的集合与总结,对后世产生了深远的影响。

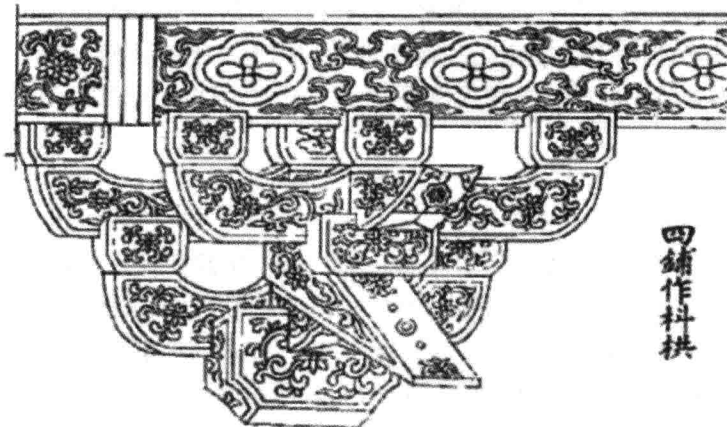


图 0-3 《营造法式》中的斗拱

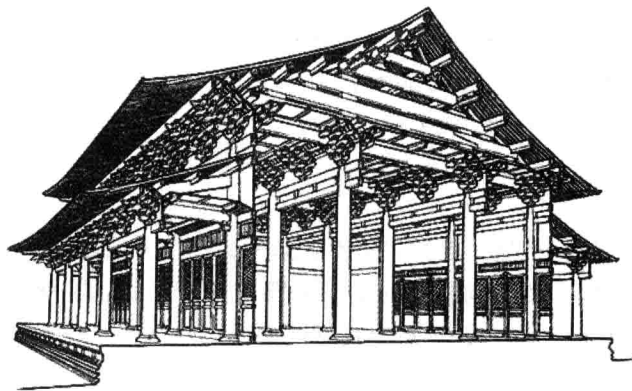


图 0-4 《营造法式》中的建筑结构

18 世纪欧洲的工业革命,促进了一些国家科学技术的迅速发展。法国科学家加斯帕·蒙日(1746—1818 年)在总结前人经验的基础上,根据平面图形表示空间形体的规律,应用投影方法的理论创建了“画法几何学”,从而奠定了图学理论的基础,使工程图的表达与绘制实现了规范化。

20 世纪 40 年代中期,世界上第一台计算机问世,之后计算机技术以惊人的速度发展,人类生产自动化水平进入到一个崭新的时代。计算机绘图、计算机辅助设计(CAD)技术已深入应用于土木工程制图中,CAD 作图是目前主要的绘图手段和工具,传统的尺规作图作为必不可少的图学基础,为 CAD 制图提供可能。

## 0.2 土木工程制图的学习方法和学习任务

“画法几何及土木工程制图”是一门既有投影理论,又与生产实践相联系的技术基础课。本课程研究用投影的方法绘制工程图样和解决空间几何问题。图样是按照国家或有关部门的相关规定和标准统一绘制的,是“工程界的技术语言”;同时,它也是工程技术人员用来表达设计构思、进行技术交流的重要依据。

“画法几何及土木工程制图”教学内容包括三大部分:画法几何、土木工程制图和 AutoCAD 计算机辅助绘图。通过画法几何的学习,能够掌握各种投影法的基本理论和作图方法,能用正投影方法解决空间度量问题和定位问题;土木工程制图的学习内容主要有建筑、结构、设备等各专业图样的识读与绘制以及专业制图的原理与相关规范;通过 AutoCAD 部分的学习,能熟练使用计算机绘图软件绘制各专业图样。

### 0.2.1 本课程的学习方法

“画法几何及土木工程制图”课程内容丰富,逻辑严密,实践性强。学习过程要循序渐进,注重对概念、原理、规律的理解。加强学习从空间形体到平面图形,再由平面图形到空间形体的科学思维方法,同时培养图示、图解能力。加强实践性教学环节,通过实训掌握各种作图方法和技能,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、计算机绘图的方法与培养空间想象能力、绘图与读图能力紧密地结合起来。

总之,本课程的学习务必做到多看、多练、多想。学生在学习的过程中应注意以下几个方面:

- ① 细心、严谨;
- ② 多训练,多读图、多画图,认真对待每一次作业或练习;
- ③ 严格遵守国家标准和规定,遵循正确作图步骤和方法;
- ④ 足够的时间上机操作,提高绘图效率。

### 0.2.2 本课程的学习任务

“画法几何及土木工程制图”是工程类相关专业必修的一门专业基础课。本课程的基本目的是让学生掌握制图的基本原理以及规范制图的基本步骤和方法。通过本课程的学习,学生能识读和绘制一系列专业图纸,为后续的专业课程奠定良好的基础。

本课程的学习任务主要有:

- ① 学习和运用各种投影法的基本理论及有关规定;
- ② 培养空间想象能力和解决空间几何元素度量和定位的能力;
- ③ 正确使用绘图仪器和工具,掌握熟练的绘图技巧;
- ④ 学习贯彻国家制图标准及有关规定;
- ⑤ 培养绘制和阅读本专业工程图样的能力;
- ⑥ 能够熟练使用计算机绘制专业图形;
- ⑦ 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

## 0.3 投影法基本知识

### 0.3.1 投影的基本概念

由空间的三维形体转变为平面上的二维图形是如何实现的呢？影子，是人们再熟悉不过的了。我们都知道，在有光线的情况下，物体都会产生自己的影子，投影就是通过一系列的假设和抽象由影子的原理形成的一种投射物体的方法。首先，假设影子应该在同一平面上，其次假设光线可以穿透物体，最后要对光线的方向作出相应的界定。经过这样的假设和抽象，“影子”就成为了投影。

如图 0-5 所示，将空间  $\triangle ABC$  投射到平面  $P$  上，则假设平面  $P$  外有一点  $S$ ，分别连接  $SA$ 、 $SB$ 、 $SC$  交平面  $P$  于  $a$ 、 $b$ 、 $c$ ， $\triangle abc$  即为空间  $\triangle ABC$  在平面  $P$  上的投影。其中，投影所在的平面  $P$  称为投影面，点  $S$  称为投射中心，由投射中心  $S$  发出的经点  $A$ 、 $B$ 、 $C$  的直线  $Sa$ 、 $Sb$ 、 $Sc$  称为投射线， $\triangle abc$  称为空间  $\triangle ABC$  在投影面  $P$  上的投影。

这种由投射线向投影面投射物体时求作投影的方法，称为投影法。

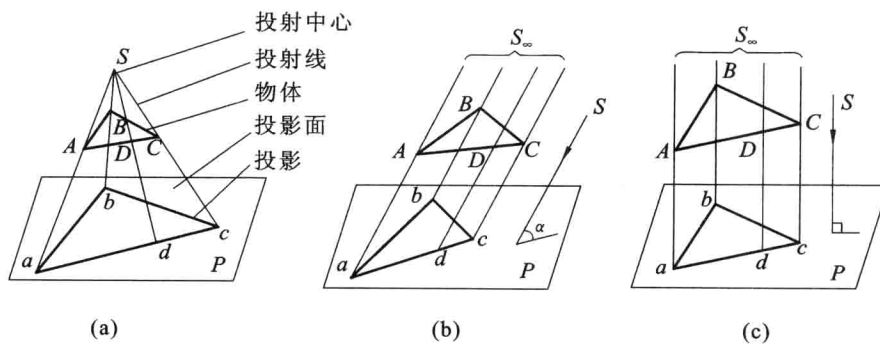


图 0-5 投影的基本概念

(a) 中心投影；(b) 斜投影；(c) 正投影

### 0.3.2 投影法的类型

投影法是画法几何的基础。根据投影法的特性将其分为中心投影法和平行投影法两大类。

#### 0.3.2.1 中心投影法

如图 0-5(a) 所示，投射线从有限远的投射中心  $S$  投射物体至投影面  $P$  时，点  $S$  即为所有投射线在有限远距离的交点。用这样一组交汇于一点的投射线所作出的空间形体的投影称为中心投影，这种投影的方法称为中心投影法。

#### 0.3.2.2 平行投影法

如图 0-5(b) 所示，当投射中心  $S$  距离投影面  $P$  为无限远时，这时所有的投射线彼此平行。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，这种投影的方法称为平行投影法。

在平行投影的情况下,如果投射线与投影面斜交(线面的夹角不等于 $90^\circ$ ),那么这种平行投影法称为斜投影法[图 0-5(b)],由此得到的图形称为斜投影;如果投射线与投影面正交(线面的夹角等于 $90^\circ$ ),那么这种平行投影法称为正投影法[图 0-5(c)],由此得到的图形称为正投影。

### 0.3.3 投影法的应用

在土木工程制图中,根据所绘制对象的特点和对图形的要求而采用不同的图示方法,常用来表达土木工程制图的投影法有:多面正投影法、轴测投影法、标高投影法和透视投影法。

#### 0.3.3.1 多面正投影法

多面正投影法是指在两个或两个以上互相垂直的投影面上作出空间形体的正投影,然后按照一定的方法将投影面展开到同一平面上,从而得出形体多面正投影图的方法,如图 0-6 所示。

多面正投影法的缺点是所绘图形的立体感差,直观性不强,需要有一定的制图训练和基础才容易读懂和绘制;优点是多面正投影图度量性好,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。因此多面正投影法是土木工程中应用最为广泛的一种图示法。

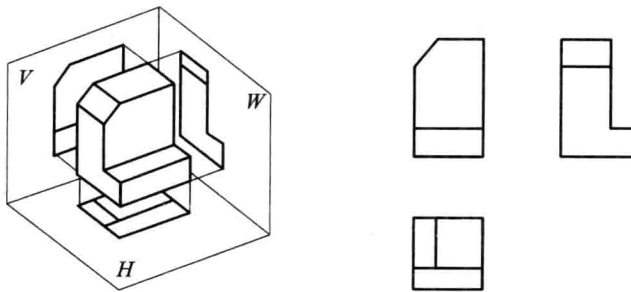


图 0-6 多面正投影法

#### 0.3.3.2 轴测投影法

轴测投影法是把空间形体和确定该形体位置的直角坐标系一起,沿不平行于任一坐标系平面的方向,平行地投射到一个投影面上,从而得到其投影的方法。轴测投影是平行投影的一种。

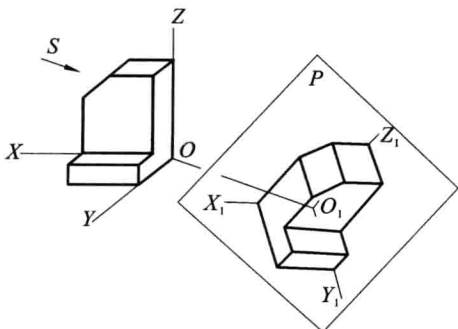


图 0-7 轴测投影法

如图 0-7 所示,把空间形体和确定该形体位置的直角坐标系  $OXYZ$  按投射方向  $S$  平行地投射到投影面  $P$  上,由此绘出该形体及坐标轴的轴测投影图。

在轴测图中,平行于轴测轴的线段可进行度量,直观性强。其缺点是所表达的形体形状不全面,部分形状变形、失真,并且作图较复杂,因此轴测投影图常用作辅助图,作为多面正投影图的一个补充。

#### 0.3.3.3 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,从而表达出所绘地段地

形、地貌的一种投影方法。如图 0-8 所示,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,然后再将这些等高线正投射到水平面上,即得到这些等高线的水平投影,在投影上分别标出它们的高度值,这样绘制的图形便是工程中常用的标高投影图。

标高投影图绘制简单,看图方便。标高投影法是绘制地形图、水利水电结构投影图和土木结构投影图的主要方法。

#### 0.3.3.4 透视投影法

透视投影法是应用中心投影法将空间形体投射到单一投影面上,从而得到其投影的方法(图 0-9),这种投影法属于中心投影法。透视投影法的缺点是度量性差,无法从图中直接度量形体各部分的确切形状及大小,并且手工绘制较复杂。但是用这种方法绘制出的图形基本上与人们日常观察物体的视觉效果保持一致,富有立体感和真实感。因此,在土木建筑设计中,常用来表现建筑物的外观形象和内部构造。

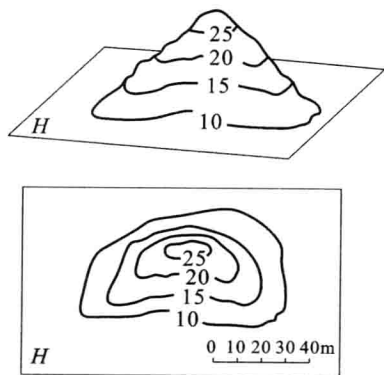


图 0-8 标高投影法

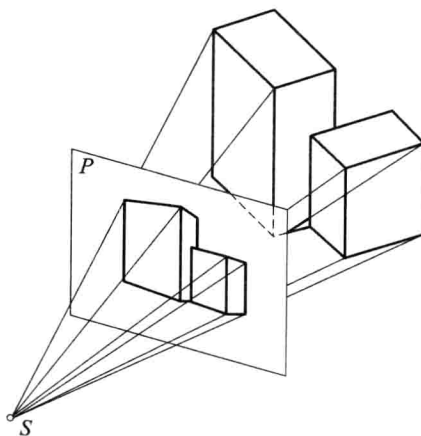


图 0-9 透视投影法



