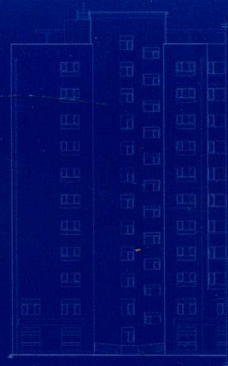




普通高等教育土木与交通类“十二五”规划教材



土木工程制图

(附习题集)

TUMU GONGCHENG ZHITU

主 编 王月亭 底素卫 温婉丽
副主编 郭全花 陈永强 杨俊超
主 审 张立群



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



普通高等教育土木与交通类“十二五”规划教材

土木工程制图

(附习题集)

主 编 王月亭 底素卫 温婉丽
副主编 郭全花 陈永强 杨俊超
主 审 张立群



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本教材系统介绍了土木工程制图的概念、原理和方法，并附有制图习题集。教材内容紧密结合社会及行业发展以及工程实际，建筑类专业图选用商住高层建筑，其他专业图均结合最新标准规范编绘。习题集结合编者多年的教学经验选择了适量且有代表性的习题，减少作业量，而更加注重学生读图、画图能力的训练。教材共14章内容：绪论，投影基本知识，制图基本知识，点、直线、平面的投影，直线与平面、平面与平面的相对位置，曲线与曲面，截交线和相贯线，轴测图，建筑形体的表达，房屋建筑施工图，结构施工图，建筑设备施工图，标高投影，路桥工程图。

本教材及习题集可供高等院校土木工程专业本科应用型、土建类专科、高职高专教学使用，也可供函授大学授课、行业人员培训等使用。

图书在版编目（CIP）数据

土木工程制图：附习题集 / 王月亭，底素卫，温婉丽主编. -- 北京：中国水利水电出版社，2015.6
普通高等教育土木与交通类“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5170-3213-7

I. ①土… II. ①王… ②底… ③温… III. ①土木工程—建筑制图—高等学校—教材 IV. ①TU204

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第112582号

书 名	普通高等教育土木与交通类“十二五”规划教材 土木工程制图（附习题集）
作 者	主 编 王月亭 底素卫 温婉丽 副主编 郭全花 陈永强 杨俊超 主 审 张立群
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京纪元彩艺印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 24.5(总)印张 580(总)千字 1插页
版 次	2015年6月第1版 2015年6月第1次印刷
印 数	0001—3000册
总 定 价	48.00元 (附习题集)

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前言

本书是普通高等教育土木与交通类“十二五”规划教材。针对高校本专科应用型人才培养的要求，在体系、内容和编写风格等方面贯彻以下的指导思想：

在满足 1995 年原国家教委颁布的《画法几何及土木建筑制图课程教学基本要求》的前提下，在课程体系上做到符合认识规律，并通过配套的教材、习题集等手段，使学生易学、易懂、易掌握所学的知识。在教材内容上严格控制分量和适当降低难度，理论紧密联系实际，适当增加实践性内容和环节，做到学以致用。书中采用了最新颁布的有关制图的国家标准。对于各专业图，则采用该专业的国家标准或行业标准。本书适用于高校土建类专业 60~100 学时的教学要求，全书总篇幅和各章节的篇幅均充分考虑了相应的学时数。

与本书配套使用的有主编的《土木工程制图习题集》（中国水利水电出版社出版），形成了完整的教学体系，有利于教与学。

本书由河北建筑工程学院制图教研室教师编写，由王月亭、底素卫、温婉丽任主编，郭全花、陈永强、杨俊超任副主编。编写分工如下：王月亭，负责编写第 1 章、第 2 章、第 5 章的 5.1~5.3 节；底素卫，负责编写第 3 章、第 5 章的 5.4 节、第 9 章的 9.3 节和 9.4 节；张会芳，负责编写第 7 章的 7.1~7.3 节、第 9 章的 9.1 节；温婉丽，负责编写第 7 章的 7.4 节和 7.5 节、第 9 章的 9.2 节；邱利军，负责编写第 7 章的 7.6 节；郭全花，负责编写第 4 章、第 8 章；陈永强，负责编写第 10 章；庞永俊，负责编写第 6 章；杨俊超、彭玲，负责编写第 11 章；王雪峰，负责编写第 12 章的 12.1 节和 12.2 节；赵会艳，负责编写第 13 章、第 14 章。本书在编写过程中得到了许多老师的帮助和支持，谨在此表示谢意。

由于编者水平有限，书中难免存在不妥和疏漏之处，热忱欢迎读者批评指正。

编者

2014 年 12 月

前言

第1章 绪论	1
1.1 本课程的地位与性质	1
1.2 本课程的基本内容	1
1.3 本课程的任务	1
1.4 本课程的学习方法	2
第2章 投影基本知识	3
2.1 投影的概念	3
2.2 投影的分类	3
2.3 各种投影法在工程中的应用	4
2.4 正投影的特性	5
2.5 三面投影图的形成	7
本章小结.....	9
第3章 制图基本知识	10
3.1 建筑制图国家标准的基本规定.....	10
3.2 几何作图.....	17
3.3 平面图形的画法.....	22
3.4 徒手作图.....	24
本章小结	26
第4章 点、直线、平面的投影	27
4.1 点的投影.....	27
4.2 直线的投影.....	34
4.3 平面的投影.....	50
本章小结	57
第5章 直线与平面、平面与平面的相对位置	59
5.1 直线与平面平行、两平面相互平行.....	59
5.2 直线与平面相交、两平面相交.....	63
5.3 直线与平面垂直、两平面相互垂直.....	66
5.4 换面法.....	73
本章小结	81

第6章 曲线与曲面	82
6.1 曲线	82
6.2 曲面体的投影	85
6.3 圆柱螺旋线、平螺旋面	97
本章小结	100
第7章 截交线和相贯线	101
7.1 平面立体的投影	101
7.2 平面体的截交线	103
7.3 曲面体（回转体）的截交线	107
7.4 平面体与平面体相贯	115
7.5 平面体与曲面体相贯	117
7.6 曲面体与曲面体相贯	119
本章小结	121
第8章 轴测图	122
8.1 轴测图的基本概念	122
8.2 正等轴测图	124
8.3 斜轴测图	134
本章小结	140
第9章 建筑形体的表达	141
9.1 视图	141
9.2 组合体投影	143
9.3 剖面图	158
9.4 断面图	165
本章小结	167
第10章 房屋建筑施工图	168
10.1 概述	168
10.2 建筑总平面图	169
10.3 建筑平面图	172
10.4 建筑立面图	178
10.5 建筑剖面图	180
10.6 建筑详图	183
本章小结	188
第11章 结构施工图	189
11.1 概述	189
11.2 结构平面布置图	193
11.3 基础平面布置图	197

11.4 结构构件详图.....	200
本章小结.....	202
第 12 章 建筑设备施工图	203
12.1 给水排水工程图.....	203
12.2 采暖施工图.....	212
本章小结.....	217
第 13 章 标高投影	218
13.1 点和直线的标高投影.....	218
13.2 平面的标高投影.....	222
13.3 曲面的标高投影.....	227
13.4 标高投影在土建工程中的应用.....	231
本章小结.....	235
第 14 章 路桥工程图	236
14.1 道路路线工程图.....	236
14.2 桥隧工程图.....	248
14.3 涵洞工程图.....	270
本章小结.....	273
参考文献.....	274

第 1 章 绪 论

本章概要

- (1) 介绍本课程的性质、内容和任务。
- (2) 提出学习方法。

1.1 本课程的地位与性质

在工程和科学技术中，人们常用工程图样表达设计思想，进行技术交流，工程图样被喻为“工程界的语言”，同时工程图样也是生产管理部门和施工单位进行管理和施工的技术文件与依据。能够准确表达物体的形状、尺寸及技术要求的图形称为图样。因此，掌握工程图样的绘制及阅读是工程技术人员必须具备的最基本的素质和能力。

工程制图是一门既具有系统理论又具有较强实践性的技术基础课。它专门研究绘制和阅读工程图样的理论及方法，并培养学生的绘图技能和空间想象力。本课程是学习后续专业课和参加专业实践的必不可少的基础课程。

1.2 本课程的基本内容

本课程包括投影理论基础、土木工程制图和计算机绘图等内容。

(1) 投影理论。投影理论是研究用投影法在二维平面上图示空间形体和在平面上图解空间几何问题的基本理论和方法。它建立三维形体和二维图形之间的关系，不仅为工程制图的学习建立理论基础，也为培养学生的空间想象能力、空间构思能力打下基础。

(2) 土木工程制图。土木工程制图是投影理论的运用，主要目的是培养学生绘制和阅读土木工程图样的能力。通过学习，熟悉制图的基本知识和有关制图标准规定，培养制图的操作技能，熟悉工程图样的内容和图示特点。

(3) 计算机绘图（配套教材《建筑工程 CAD》）。计算机绘图是 CAD（计算机辅助设计）的基础之一，已广泛应用于工程设计领域。计算机绘图也是本学科发展的一个重要方向，它研究使用计算机技术快捷、准确绘制工程图样的方法。

1.3 本课程的任务

- (1) 学习投影法（主要是正投影法）的基本理论及其应用。
- (2) 培养图示空间形体、图解空间几何问题及分析和解决空间问题的能力。
- (3) 培养和发展空间想象能力、构思能力、创造能力。



- (4) 培养绘制和阅读工程图样的基本能力。
- (5) 培养用计算机软件绘制工程图样的能力。
- (6) 培养认真负责的工作态度和严谨、细致、科学的工作作风。

1.4 本课程的学习方法

本课程的特点是理论性强、实践性强。投影理论是工程制图的基础，比较抽象，系统性和理论性较强；工程制图是投影理论的运用，实践性较强。因此，在学习中应注意以下几点：

(1) 掌握基本理论和基本作图方法，弄清三维空间形体和二维平面图形之间的对应关系。始终建立从空间形体到平面图形以及从平面图形到空间形体的思维想象过程，坚持反复练习，有利于空间思维能力的培养。解决有关空间几何问题，要坚持先对问题进行空间分析，找出解题方案，再利用所掌握的各种基本作图原理和方法，逐步作图求解。

(2) 养成良好的学习习惯，提高自学能力。课前应预习，带着预习中的疑难问题听课，课后要及时复习和完成作业，以消化、理解所学内容。投影理论的内容一环扣一环，前面的学习不透彻、不牢固，后面必然越学越困难，因此应及时发现问题，及时解决，培养自学能力。

(3) 按时完成作业。本课程实践性很强，课程内容主要是通过足够数量的习题和作业来掌握。这就要求运用基本理论和基本方法，按照一定的作图步骤，多画、多读，反复实践，逐步达到熟能生巧、触类旁通的程度。

(4) 熟练掌握绘图仪器和工具的使用，严格遵守国家标准的有关规定。工程图样是制造和施工的依据，往往图纸上一条线的疏忽或一个数字的差错，都会造成严重的返工浪费。所以应从初学工程制图开始，就要严格要求自己，养成认真负责、一丝不苟的工作态度。

第2章 投影基本知识

本章概要

- (1) 介绍投影的概念、分类及在工程上的应用。
- (2) 叙述正投影的特性。
- (3) 描述三面投影图的形成及其性质。

2.1 投影的概念

众所周知,空间物体在光线的照射下,会在地面或墙面上产生影子,随着光线照射的角度和距离的变化,其影子的位置和形状也会随之改变。人们从这些现象中认识到光线、物体和影子之间存在一定的内在联系,并从中总结出一些规律,作为工程制图的方法和理论根据,即投影原理。

例如,物体(三棱锥)在灯光(点光源 S)的照射下,就会在地面或墙面上形成影子,如图2.1所示。

在这里,把物体称为形体,光源 S 称为投射中心,光线 SA 、 SB ……称为投射线,承受影子的平面 H 称为投影面,过形体上各点的投射线与投影面的交点称为点的投影,则图形 $dacb$ 称为三棱锥 $DABC$ 在投影面 H 上的投影。这样形成的平面图形称为投影图。这种形成形体投影的方法称为投影法。

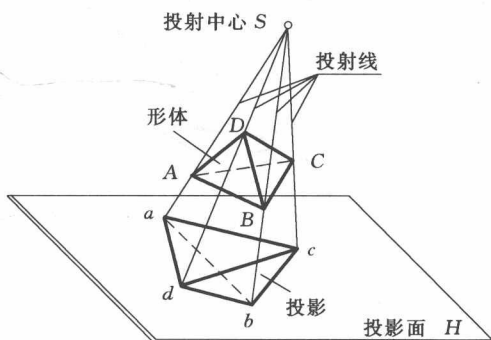


图 2.1 投影的概念

2.2 投影的分类

投影分为中心投影和平行投影两大类。

2.2.1 中心投影

当投射中心距离投影面为有限远,投射线相交于一点(S)时,所形成的投影称为中心投影,如图2.2所示。作出中心投影的方法称为中心投影法。

中心投影的大小由投影面、空间形体和投射中心三者的相对位置来确定,当投影面和投射中心的距离确定,形体投影的大小随形体离开投影面的距离和倾斜角度而改变。中心投影不能反映物体表面的真实形状和大小。

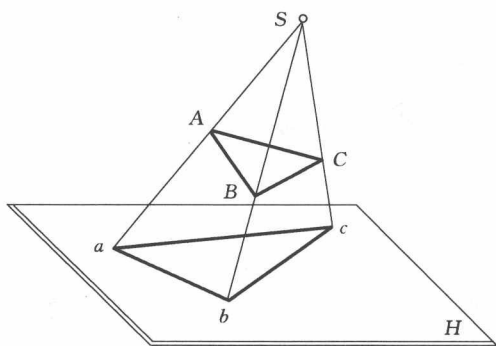


图 2.2 中心投影

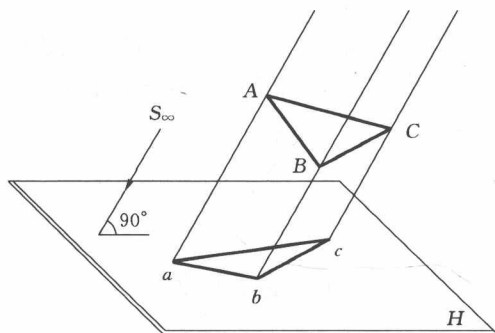
2.2.2 平行投影

当投射中心距离投影面无限远 (S_∞), 投射线互相平行时, 所得到形体的投影称为平行投影, 如图 2.3 所示。作出平行投影的方法称为平行投影法。

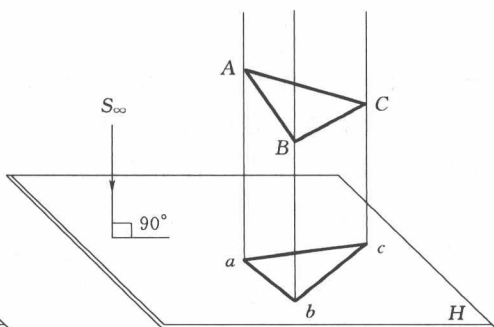
根据投射线与投影面是否垂直, 平行投影又可分为以下两种:

(1) 斜投影。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 2.3 (a) 所示。

(2) 正投影。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 2.3 (b) 所示。



(a) 斜投影



(b) 正投影

图 2.3 平行投影

平行投影是由投影面和投射方向确定的。只要给出投影面和投射方向, 投影条件即可确定, 空间形体与投影面距离的远近不会影响其投影的大小。

在正投影中, 如果平面与投影面平行, 则其投影能反映平面的真实形状和大小, 且与平面离开投影面的距离无关, 故工程图样的表达通常用正投影方法。

为叙述简便, 以后如不加说明, 凡提到投影均指正投影。

2.3 各种投影法在工程中的应用

2.3.1 多面正投影图

多面正投影图是用正投影的方法将形体分别投影到两个或两个以上相互垂直的投影面上, 然后将各投影面展开在一个平面上所得的投影图, 如图 2.4 所示。这种图能够准确反映形体的形状和大小, 度量性好, 作图简便, 是施工的主要图样。

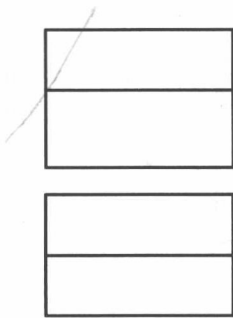


图 2.4 多面正投影图

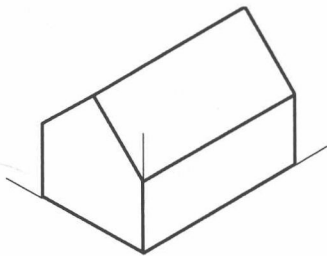


图 2.5 轴测投影图

2.3.2 轴测投影图

轴测投影图是用平行投影法将形体及确定其空间位置的直角坐标系，投影到选定的投影面上所得到的单面投影图，如图 2.5 所示。轴测投影图立体感较强，但作图较复杂，多用作辅助图样。

2.3.3 透视图

透视图是用中心投影法绘制的单面投影图，如图 2.6 所示。这种图符合人的视觉印象，富有立体感，直观性强，但作图复杂，度量性差，在工程设计中用作辅助图样。

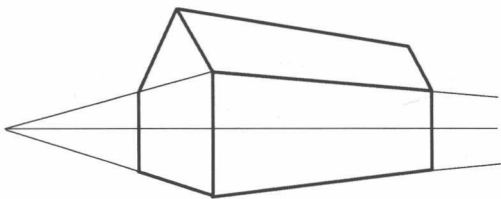


图 2.6 透视图

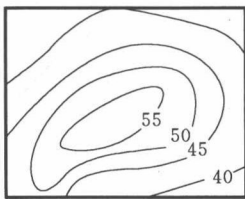


图 2.7 标高投影图

2.3.4 标高投影图

标高投影图是用正投影的方法绘制的带有数字标记（数字用来标注高度）的单面投影图，如图 2.7 所示。这种投影是绘制地形图等高线的主要方法。

2.4 正投影的特性

在工程制图中绘制图样的主要方法是正投影法。正投影具有以下特性。

2.4.1 类似性

点的投影在任何情况下都是点；直线的投影一般仍为直线，当直线倾斜于投影面时，其投影长度小于实长；平面图形的投影一般仍为平面图形，当平面图形倾斜于投影面时，其投影小于实形且与实形类似，即三角形仍投影为三角形，四边形仍投影为四边形。正投影的这种性质称为类似性，如图 2.8 所示。

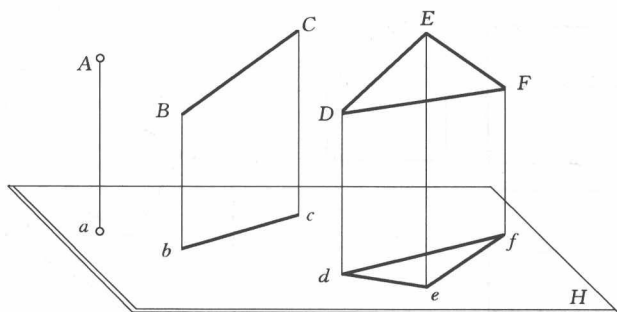


图 2.8 类似性

2.4.2 显实性

若线段或平面图形平行于投影面，则其投影反映线段实长或平面图形的实形。正投影的这种性质称为显实性，如图 2.9 所示。

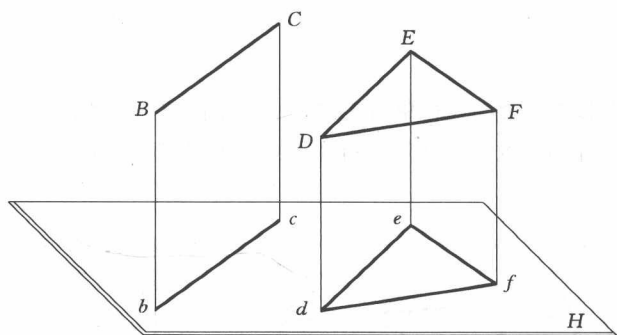


图 2.9 显实性

2.4.3 积聚性

若直线或平面垂直于投影面，则直线的投影积聚为一点，平面的投影积聚为一直线，这样的投影称为积聚投影。正投影的这种性质称为积聚性。

此时，直线上点的投影必落在直线的积聚投影上，平面上直线或点的投影必落在平面的积聚投影上，如图 2.10 所示。

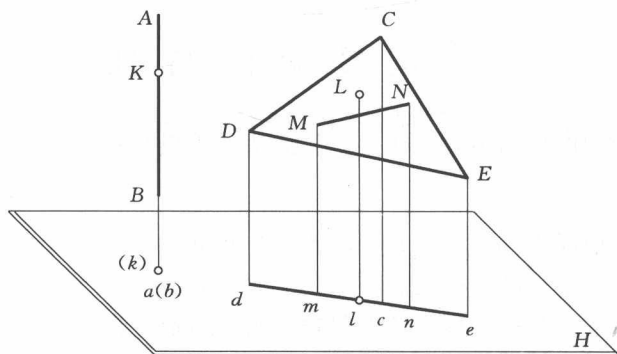


图 2.10 积聚性



2.4.4 从属定比性

若点在直线上, 则点的投影仍在直线的投影上, 且点分空间线段的比例等于其投影分线段投影所成的比例。正投影的这种性质称为点在直线上的从属定比性, 如图 2.11 所示, 若 $K \in BC$, 则 $k \in bc$, 且 $BK : KC = bk : kc$ 。

2.4.5 平行等比性

若两直线段平行, 则它们的投影也相互平行, 且两线段长度之比等于其投影的长度之比, 正投影的这种性质称为平行等比性。如图 2.12 所示, 若 $AB \parallel CD$, 则 $ab \parallel cd$, 且 $AB : CD = ab : cd$ 。

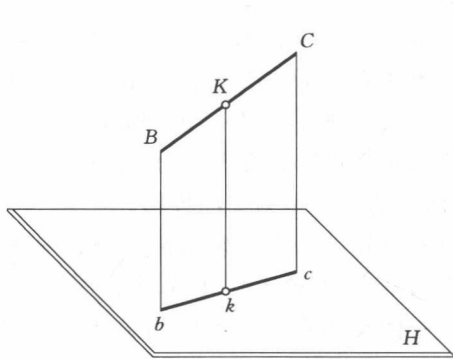


图 2.11 从属定比性

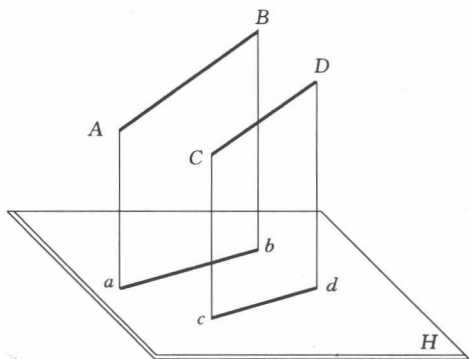


图 2.12 平行等比性

2.5 三面投影图的形成

用正投影表达空间形体具有画图简单、投影形状真实、度量方便等优点。但一个投影图只能反映平行于投影面的两个坐标方向的形体大小和形状, 因此用一个投影图一般不能表达形体整体的大小和形状。如图 2.13 所示, A、B、C 3 个不同的形体在投影面 H 上的投影完全相同, 也就是说, 根据这个投影至少可以想象成 A、B、C 3 个形体。

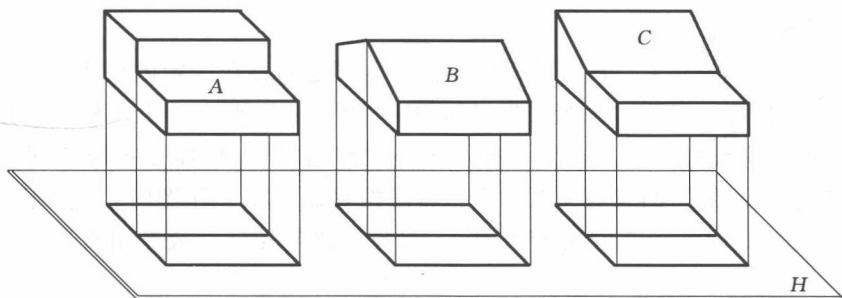


图 2.13 形体的单面投影图

由此可见, 仅仅根据形体的单面投影不足以唯一确定空间形体的大小和形状。为了用正投影完整地表达并确定空间形体的大小和形状, 必须从几个方向来画出物体的投影图,



即采用多面投影图。在工程图样中通常采用三面投影图。

2.5.1 三面投影的形成

1. 三面投影体系的建立

三面投影体系是由与形体长、宽、高相对应的 3 个互相垂直的投影面构成的,如图 2.14 所示,包括水平投影面 H (简称水平面或 H 面)、正立投影面 V (简称正面或 V 面)、侧立投影面 W (简称侧面或 W 面)。三个投影面之间的交线 OX 、 OY 、 OZ 称为投影轴,它们表示形体的长、宽、高 3 个测量方向,3 个投影轴也互相垂直。

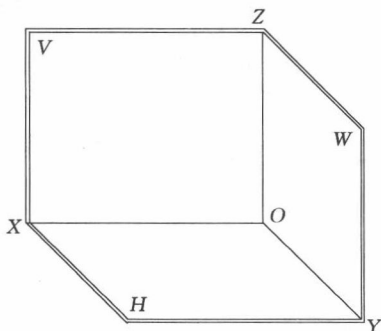


图 2.14 三面投影体系

2. 形体的三面投影

将形体置于三面投影体系中,尽可能使形体表面平行于投影面或垂直于投影面,形体与投影面的距离不影响形体的投影,不必考虑。然后将形体分别向 3 个投影面进行投影,如图 2.15 (a) 所示。形体在 H 面上的投影称为水平投影;在 V 面上的投影称为正面投影;在 W 面上的投影称为侧面投影。

由 3 个投影可知,每个投影反映形体两个方向的尺寸,即水平投影反映形体长和宽两个方向的尺寸;正面投影反映形体长和高两个方向的尺寸;侧面投影反映形体高和宽两个方向的尺寸。

3. 投影面的展开

上述形成的 3 个投影分别位于 3 个互相垂直的投影面内。为了使 3 个投影画在同一平面(图纸)上,需要将 3 个投影面展开。按制图国家标准的规定,展开时,正面 V 不动,将水平面 H 绕 OX 轴向下旋转 90° ,侧面 W 绕 OZ 轴向后旋转 90° ,使 H 面、 W 面与 V 面共面,如图 2.15 (b) 所示。在投影面展开后, OY 轴一分为二,规定在 H 面上的为 OY_H ,在 W 面上的为 OY_W 。这样,水平投影在正面投影的下方,侧面投影在正面投影的右方,如图 2.15 (c) 所示。形体的三面投影图通常不画投影面边界,只画出投影轴,如图 2.15 (d) 所示。

2.5.2 投影图的性质

形体的投影图一般有 V 、 H 、 W 3 个投影,两两之间存在一定的联系。 V 、 H 两投影左右对正,长度相等,称为“长对正”; V 、 W 两投影上下平齐,高度相等,称为“高平齐”; H 、 W 两投影前后对应,宽度相等,称为“宽相等”。形体三投影之间的这种“长对正、高平齐、宽相等”的三等关系称为正投影的投影关系。作图时,“宽相等”可以利用从原点 O 引出的 45° 线将宽度在 H 投影与 W 投影之间转移,或者用直尺或分规直接度量来截取。

此外,三面投影图还可以反映形体的上、下、左、右、前、后的方位关系。正面投影反映形体的上、下、左、右关系;水平投影反映形体的左、右、前、后关系;侧面投影反映形体的上、下、前、后关系。

对一般形体来说,用 3 个投影已经足够确定其形状和大小,所以 V 、 H 、 W 3 个投影



称为基本投影， V 面、 H 面和 W 面3个投影面称为基本投影面。

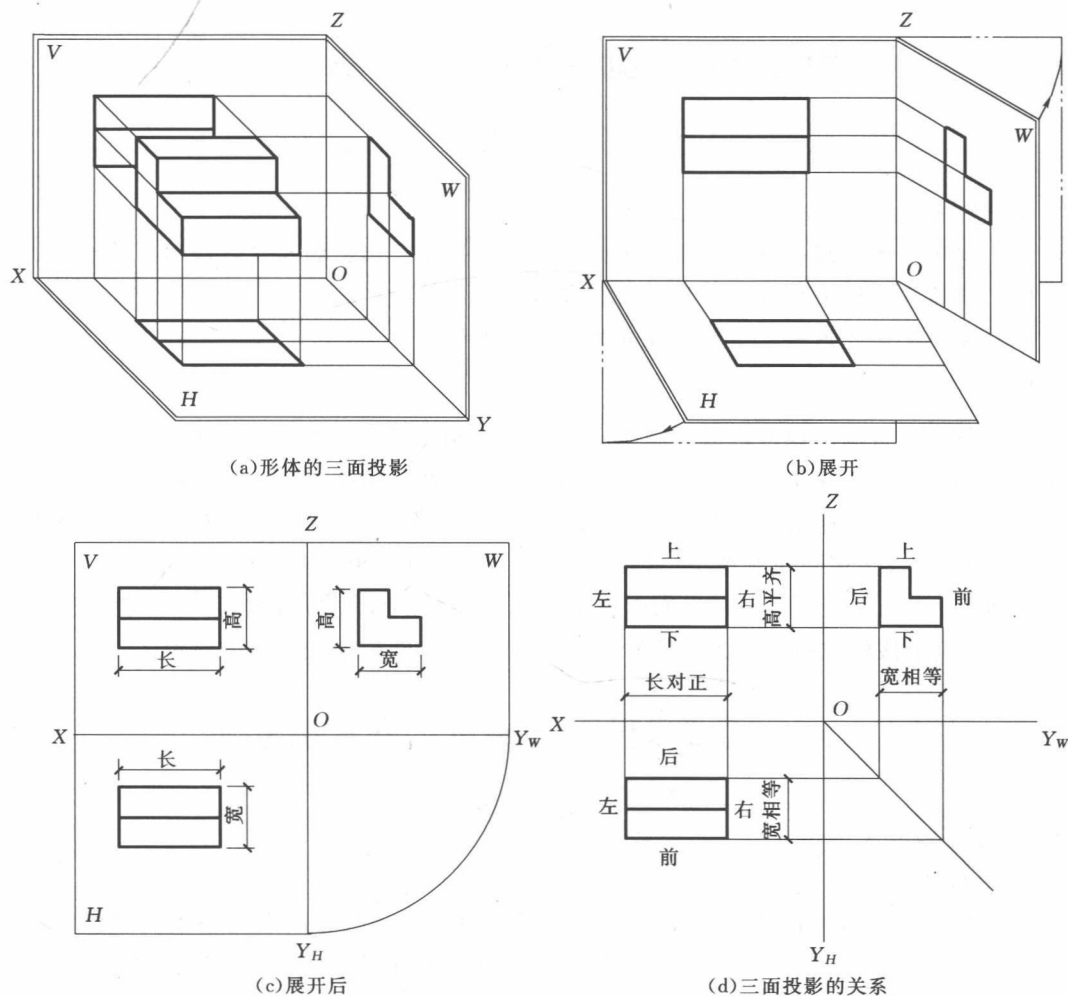


图 2.15 三面投影的形成

本章小结

本章学习了投影的基本知识及三面投影图的形成，为后续章节的学习打下基础。

第3章 制图基本知识

本章概要

- (1) 叙述制图国家标准中对图纸幅面、图线、字体、比例和尺寸注法的有关规定。
- (2) 叙述常用绘图仪器的使用方法和常用几何作图法。
- (3) 描述平面图形的尺寸和线段分析及画图步骤。
- (4) 介绍徒手作图方法。

为了统一建筑制图规范，保证制图质量，提高制图效率，便于工程建设及技术交流，国家有关部门制定出建筑制图国家标准。制图国家标准（简称国标）是一项所有工程人员在设计、施工、管理中必须严格执行的国家条例。本章主要介绍了《技术制图》（GB/T 14689—2008）、《房屋建筑制图统一标准》（GB/T 50001—2010）的有关规定。

代号 GB/T 50001—2010 中，GB 表示国标（国标的汉语拼音缩写），T 表示推荐使用，50001 表示该标准被批准的顺序号，2010 表示该标准被批准发布的年份。

3.1 建筑制图国家标准的基本规定

3.1.1 图纸幅面和规格

1. 图纸幅面

幅面是指图纸本身的大小规格。为了合理使用图纸，所有图纸的幅面及图框尺寸应符合表 3.1 的规定及图 3.1 的格式。绘制图样时应采用表 3.1 中规定的图纸基本幅面尺寸。

表 3.1	幅面及图框尺寸					单位：mm
	A0	A1	A2	A3	A4	
$B \times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297	
c	10			5		
a	25					

必要时也允许选用表 3.2 所规定的加长幅图，这些幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。图纸短边不得加长。

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框，图框是图纸所提供绘图范围的边线，其格式分为留装订边和不留装订边两种。但同一产品的图样只能采用一种格式。